

الفضيزياء



تطبيق
الامتحان التفاعلى



2026

الصفحة
2
الثانوى
الفصل الدراسى الثانى

الامتحان التفاعلى

الفضيزياء



تطبيق
الامتحان التفاعلي

2011

الثانوى

الفصل الدراسى الثانى

إعداد
نضة من خبراء التعليم

جميع حقوق الطبع والنشر محفوظة

لا يجوز بأى صورة من الصور التوصيل (النقل) المباشر أو غير المباشر لأى مما ورد
فى هذا الكتاب أو نسخه أو تصويره
أو ترجمته أو تحويله أو الاقتباس منه أو تحويله رقمياً أو إتاحتة عبر شبكة الإنترنت
إلا بإذن كتابى مسبق من الناشر

كما لا يجوز بأى صورة من الصور استخدام العلامة التجارية (الامتحان)
المسجلة باسم الناشر

ومن يخالف ذلك يتعرض للمساءلة القانونية طبقاً لأحكام القانون ٨٢ لسنة ٢٠٠٢
الخاص بحماية الملكية الفكرية.

الامتحان



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مقدمة

بفضل الله ومعونته .. تحقق سلسلة كتب **الامتحان** في المرحلة الثانوية سلسلة من النجاحات، وهذا النجاح هو ترجمة حقيقية لثقتكم العالية فيما نقدمه، وحرصاً منا على إنجاح مسيرة تطوير المناهج التعليمية التي توليها الدولة أهمية خاصة، وسعيًا لتفوق أبنائنا،

نهدي الجميع كتاب **الامتحان** في مادة الفيزياء للصف الثاني الثانوي

وفقاً لنظام الثانوية العامة المطور

وكل ما نتمناه أن يحقق هذا الكتاب الأهداف المرجوة

سياستنا	تحديث، وتطوير مستمر.
هدفنا	تفوق، وليس مجرد نجاح.
شعارنا	معنا دائماً في المقدمة.

والله ولى التوفيق
أسرة سلسلة الامتحان

بطاقة فهرسة

فهرسة أثناء النشر إعداد الهيئة العامة لدار الكتب والوثائق القومية إدارة الشئون الفنية

الامتحان في مادة الفيزياء / إعداد نخبة من خبراء التعليم

القاهرة : جى بى إس للطبع والنشر والتوزيع ، ٢٠٢٦م

سلسلة الامتحان (للفصل الثاني الثانوي ، الفصل الدراسي الثاني)

تدمك : ٠٠ - ٢٨١ - ٩٧٠ - ٩٧٧ - ٩٧٨

٢ - التعليم الثانوي .

١ - الفيزياء - تعليم وتدریس .

٥٣٠،٠٧

رقم الإيداع : ٢٥٥٥٧ / ٢٥٠٢٥ م

التطبيق التفاعلي من سلسلة كتب ...

الامتحان المعاصر

QR Code



كيفية استخدام التطبيق



بتجربة التعلم التفاعلي لجميع المواد الدراسية
وإحصل مجاناً على جميع مزايا التطبيق...

استمتع



1 شرح وإف

يتضمن رسومات ومخططات لعرض العادة العلمية بشكل مبسط



2 أمثلة محلولة

تتضمن وسيلة مساعدة بهدف تدريب الطالب على كيفية الحل والوصول إلى الناتج النهائي

مثال 1

في الشكل المقابل إذا كان الزمن الذي يستغرقه البندول ليبتعد عن الموضع A إلى الموضع B هو 0.8 s ، حسب :

(1) الزمن الدوري للبندول
(2) تردد البندول
(3) عدد الاهتزازات الكاملة التي يصفها البندول خلال 16 s
(4) الزمن اللازم ليعمل 50 اهتزازاً كاملة.

الحل

وسيلة مساعدة
مع إعطاء البندول من الموضع A إلى الموضع B فإن الزمن هو 0.8 ثانية

(1) $T = \frac{1}{N} = \frac{0.8}{\frac{1}{2}} = 1.6 \text{ s}$

(2) $\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{1.6} = 0.625 \text{ Hz}$

(3) $N = \frac{t}{T} = \frac{16}{1.6} = 10$ اهتزازات

3 ماذا لو؟

أسئلة لتدعيم فهم الطالب للأمثلة المحلولة

مثال 2

في تجربة الشق المزدوج إذا كانت المسافة بين الشقين المستطيلين الضيقين 0.15 mm والمسافة بين حاجز الشق المزدوج والحائل المعدل لاستقبال الهدب 75 cm والمسافة بين مركزي هذين مستطيلين متساويين 0.3 cm ، حسب الطول الموجي للضوء أحادي اللون المستخدم

الحل

$d = 0.15 \text{ mm}$ $R = 75 \text{ cm}$ $\Delta y = 0.3 \text{ cm}$ $\lambda = ?$

$\Delta y = \frac{\lambda R}{d}$

$\lambda = \frac{d \Delta y}{R} = \frac{0.15 \times 10^{-3} \times 0.3 \times 10^{-2}}{75 \times 10^{-2}} = 6 \times 10^{-7} \text{ m} = 6000 \text{ \AA}$

ماذا لو؟
لو أعيد جائل استقبال الهدب بين حاجز الشق المزدوج ماذا يحدث للمسافة بين مركزي كل هذين مستطيلين متساويين؟

4 اختبر نفسك

أسئلة دورية بنظام «Open Book» على كل جزئية لضمان استيعاب الطالب لجميع أجزاء الدرس

3 اختبر نفسك

أسئلة

(1) الأشكال المتماثلة توضح ثلاثة مسارات مختلفة مهمة الإحتمال يمكن أن تصادفها كرة ساكنة موجودة عند سطح الأرض لتصل إلى ارتفاع معين. في أي مسار يتكسب الشغل المبذول لرفع الكرة أكثر؟
 (a) المسار (b) المسار (c) المسار (d) المسار

(2) الشكل المقابل يمثل العلاقة بين طاقة الوضع (PE) لكل من جسمين A و B وارتفاع كل منهما (h) عن سطح الأرض. فإن النسبة بين وزلي الجسمين $(\frac{W_A}{W_B})$ تساوي
 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$ $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{5}$

5 أسئلة عامة على الدروس

أسئلة بنظام «Open Book»

أسئلة

أولاً

1 صيغة أبعاد الشغل هي
 MLT^{-2} ML^2T^{-2}
 MLT MLT^{-1}

2 الجول كإلى
 Nm kg
 Nm $kg \cdot m^2/s^2$

3 في الشكل المقابل يدفع شخص شاحنة ولا يستطيع تحريكها فإن القوة التي تؤثر بها الشخص على الشاحنة
 تساوي صفر لا تعدل شغل
 تعدل شغلاً موجباً تعدل شغلاً سالباً

6 اختبار إلكتروني

على الدرس حيث يمكنك بعد الانتهاء من الاختبار عرض تقرير مفصل بالإجابات الصحيحة والخاطئة

أولاً

أسئلة الاختيار من متعدد

1 أي من الأشكال التالية يوضح جسم يتحرك بحركة اهتزازية؟
 (a) (b) (c) (d)

7 أسئلة مجاب عنها تفصيليًا

ومشار إليها بالعلامة (*)

1 اختر الأشكال البيانية التالية يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) من الموضع و تظل البدول الموضح بالشكل المقابل والزمن (t) عند حركة البدول من الموضع x إلى الموضع y ولم إلى الموضع z

8 أسئلة الكتاب المدرسي

ومشار إليها بالعلامة (📖)

1 تدفع أم عمري طفلتها بسرعة ثابتة على طريق مستقيم أفقي بقوة تسرع مع الأفق زاوية 60°، فإذا كانت العربة تتعرض لقوة احتكاك مقدارها 20 N، فإن الشغل المبذول بواسطة الأم لتقطع العربة مسافة 5 m يساوي

80 J (A) 100 J (B)
40 J (C) 50 J (D)

9 أسئلة تقيس مستويات التفكير العليا

يهدف تعميق الفهم وزيادة الثقة بالنفس

أسئلة تقيس مستويات التفكير العليا

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة

1 في الشكل المقابل كرتان متماثلتان (A) و (B)، كل منهما مربوطة بحبل وتتحركان في مستوى أفقي حركة دائرية منتظمة لها نفس الزمن الدوري، فإذا كان نصف قطر مسار الكرة A ضعف نصف قطر مسار الكرة B، فإن النسبة بين قوتى الشد في حبلتي الكرتين (A) تساوي

1/2 (A) 1/4 (B) 2 (C) 4 (D)

10 اختبار على كل وحدة

نظام «Open Book» لتحديد مدى تحصيلك لأهم نقاط الوحدة

اختبار 1 على الوحدة الأولى

اختر الإجابة الصحيحة (٢٠×1):

1 أي العبارات الآتية صحيحة بالنسبة للمطابقة الميكانيكية لكرة قذفت لأعلى في مجال الجاذبية ؟

(A) تقل أثناء الصعود، وتزداد أثناء الهبوط (B) تزداد أثناء الصعود، وتقل أثناء الهبوط
(C) تساوي صفر عند أعلى نقطة تحلل إليها الكرة (D) تظل ثابتة طوال حركة الكرة في الهواء

11 نماذج امتحانات عامة على المنهج

نموذج امتحان 1

اختر الإجابة الصحيحة (٢٠×1):

1 في ظاهرة الحيود يتغير مسار الموجات عندما

(A) تنتقل من وسط لوسط آخر (B) تعترض بحافة حادة
(C) تسقط على سطح عاكس (D) تتراكب مع موجة أخرى

12 إجابات أسئلة الكتاب وتتضمن:

- إجابات أسئلة اختبار نفسك.
- إجابات الأسئلة العامة.
- إجابات أسئلة نماذج الامتحانات العامة.

إجابات أسئلة اختبار نفسك

21 إجابات أسئلة الكتاب

11 إجابات أسئلة الكتاب



يمكنك الحصول على الاختبارات الشهرية طبقاً لتوزيع مقرر المادة للفصل الدراسي الثاني من خلال مسح QR Code المقابل :

محتويات الكتاب

- الكميات الفيزيائية الواردة بالمنهج ورموزها ووحدات قياسها.
- مقدمة رياضية.

الصفحة
7

9



الوحدة الأولى الشغل والطاقة فى حياتنا اليومية

الفصل 1 الشغل والطاقة.

الفصل 1

الدرس الأول الشغل.

الدرس الثانى الطاقة.

الدرس الثالث قانون بقاء الطاقة.

17

33

52



74

95

الوحدة الثانية الموجات

الفصل 2 الحركة الموجية.

الفصل 2

الدرس الأول الحركة الاهتزازية.

الدرس الثانى الحركة الموجية.

125

155

172

192

211

• انتشار الضوء.

• انعكاس الضوء.

• انكسار الضوء.

• تداخل الضوء.

• حيود الضوء.

• الانعكاس الكلى للضوء.

• انحراف الضوء فى المنشور الثلاثى.

• المنشور الثلاثى فى وضع النهاية الصغرى للانحراف.

الفصل 3 الضوء.

الفصل 3

الدرس الأول

الدرس الثانى

الدرس الثالث

الدرس الرابع

الدرس الخامس

الوحدة الثالثة الحركة الدائرية

الفصل 4 قوانين الحركة الدائرية.

الفصل 4

232

254

الفصل 5 الجاذبية الكونية والحركة الدائرية.

الفصل 5

284

نماذج امتحانات عامة على المنهج. ?

319

إجابات أسئلة الكتاب. ✓

الكميات الفيزيائية

الواردة بالمنهج ورموزها ووحدات قياسها

وحدة القياس وبعض الوحدات المكافئة لها	الرمز	الكمية الفيزيائية
m	متر (م)	الطول
m	متر	الإزاحة
kg	كيلوجرام (كجم)	الكتلة
s	ثانية (ث)	الزمن
m/s	م/ث	السرعة
m/s ²	م/ث ²	العجلة
kg.m/s ² أو N	كجم.م/ث ² أو نيوتن	https://t.me/sanaye20011 القوة
kg.m ² /s ² أو N.m	كجم.م ² /ث ² أو نيوتن.م	الشغل
J	جول	الطاقة
m	متر	سعة الاهتزازة
m	متر	الطول الموجي
Hz أو s ⁻¹	هيرتز أو ثانية ⁻¹	التردد

وحدة القياس وبعض الوحدات المكافئة لها

الرمز

الكمية الفيزيائية

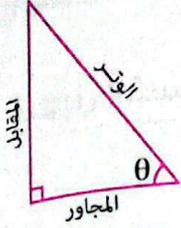
وحدة القياس وبعض الوحدات المكافئة لها	الرمز	الكمية الفيزيائية
s	T	الزمن الدوري
—	n	معامل الانكسار
m/s	c	سرعة الضوء في الفراغ
deg	ϕ «فاي»	زاوية السقوط أو زاوية الانعكاس
deg	θ «ثيتا»	زاوية الانكسار
deg	ϕ_c	الزاوية الحرجة
deg	A	زاوية رأس المنشور
deg	α «ألفا»	زاوية الانحراف
deg	α_0	زاوية النهاية الصغرى للانحراف
$N.m^2/kg^2$ $m^3/kg.s^2$	G	ثابت الجذب العام
أو نيوتن.م ² /كجم ²	أو م ³ /كجم.ث ²	

3 العلاقات المثلثية

• في المثلث القائم الزاوية يمكن تعيين النسب المثلثية للزاوية θ من العلاقات الآتية :

$$\frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}} = (\sin \theta) \text{ جيب الزاوية} \quad , \quad \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}} = (\cos \theta) \text{ جيب تمام الزاوية}$$

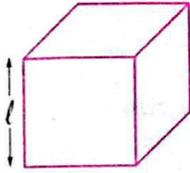
$$\tan \theta = \frac{\sin \theta}{\cos \theta} \quad , \quad \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}} = (\tan \theta) \text{ ظل الزاوية}$$



4 محيطات ومساحات وحجوم بعض الأشكال الهندسية

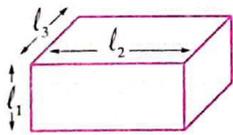
ب الأشكال المجسمة

المكعب



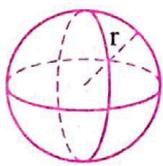
$$l^3 = \text{الحجم}$$

متوازي المستطيلات



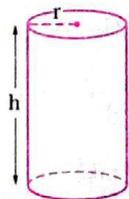
$$l_1 \times l_2 \times l_3 = \text{الحجم}$$

الكرة



$$\frac{4}{3} \pi r^3 = \text{الحجم}$$

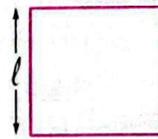
الأسطوانة



$$\pi r^2 \times h = \text{الحجم}$$

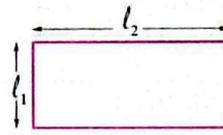
أ الأشكال المسطحة

المربع



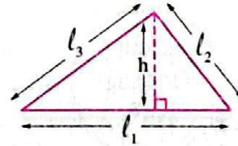
$$l^2 = \text{المساحة} \quad | \quad 4l = \text{المحيط}$$

المستطيل



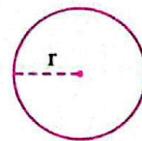
$$l_1 \times l_2 = \text{المساحة} \quad | \quad 2(l_1 + l_2) = \text{المحيط}$$

المثلث



$$\frac{1}{2} l_1 \times h = \text{المساحة} \quad | \quad l_1 + l_2 + l_3 = \text{المحيط}$$

الدائرة



$$\pi r^2 = \text{المساحة} \quad | \quad 2 \pi r = \text{المحيط}$$

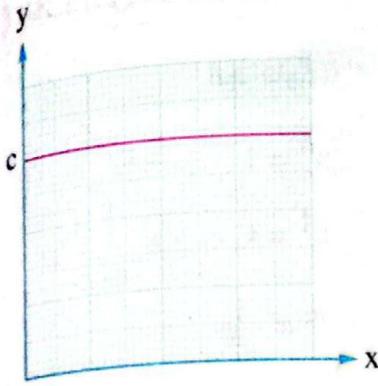
5 خواص الأسس

مثال	الخاصية
$(2^0) = 1$	$x^0 = 1$
$(-4)^1 = -4$	$x^1 = x$
$(3)^{-2} = \frac{1}{(3)^2} = \frac{1}{9}$	$x^{-m} = \frac{1}{x^m}$
$(2^2)^3 = (2)^{2 \times 3} = (2)^6 = 64$	$(x^m)^n = x^{mn}$
$(2 \times 3)^2 = (2)^2 \times (3)^2 = 36$	$(xy)^m = x^m y^m$
$\left(\frac{1}{3}\right)^2 = \frac{(1)^2}{(3)^2} = \frac{1}{9}$	$\left(\frac{x}{y}\right)^m = \frac{x^m}{y^m}$
$(2)^3 \times (2)^{-2} = (2)^{3+(-2)} = (2)^1 = 2$	$x^m x^n = x^{m+n}$
$\frac{(3)^4}{(3)^{-2}} = (3)^{4-(-2)} = (3)^6 = 729$	$\frac{x^m}{x^n} = x^{m-n}$
$(8)^{\frac{1}{3}} = \sqrt[3]{8} = 2$	$x^{\frac{m}{n}} = \sqrt[n]{x^m}$

6 التناسب

التناسب العكسي	التناسب الطردي
$y = \frac{c}{x}$	$y = cx$
<p>إذا كانت</p> <p>حيث (c) مقدار ثابت وتغيرت x من x_1 إلى x_2 فإن y تتغير من y_1 إلى y_2 بحيث تكون</p>	
$\frac{y_1}{y_2} = \frac{x_2}{x_1}$	$\frac{y_1}{y_2} = \frac{x_1}{x_2}$
<p>وبالمثل إذا كانت</p>	
$y^2 = \frac{c}{x}$	$y^2 = cx$
$y = \frac{c}{x^2}$	$y = cx^2$
فإن	فإن
$\frac{y_1}{y_2} = \sqrt{\frac{x_2}{x_1}}$	$\frac{y_1}{y_2} = \sqrt{\frac{x_1}{x_2}}$
$\frac{y_1}{y_2} = \frac{x_2^2}{x_1^2}$	$\frac{y_1}{y_2} = \frac{x_1^2}{x_2^2}$

7 التمثيل البياني



أ الدالة الثابتة

إذا كانت $y = c$ حيث c مقدار ثابت فإنها تمثل بيانياً بخط مستقيم موازي للمحور الأفقي (المحور x) ميله يساوى صفر.

ب الدالة الخطية

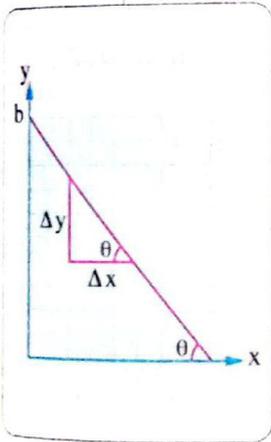
الصورة العامة للدالة الخطية
 $y = \pm cx \pm b$

إذا كانت

$$y = -cx + b$$

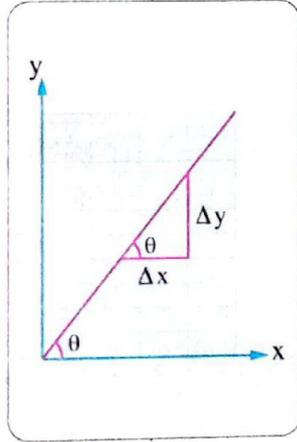
($c < 0$, $b > 0$)

فإن



$$y = cx$$
 «تناسب طردى»
($c > 0$, $b = 0$)

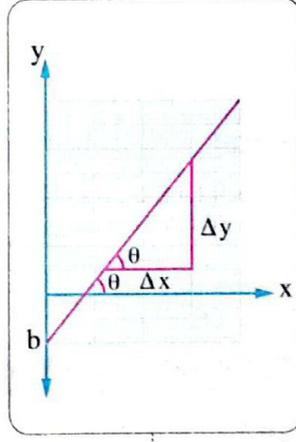
فإن



$$y = cx - b$$

($c > 0$, $b < 0$)

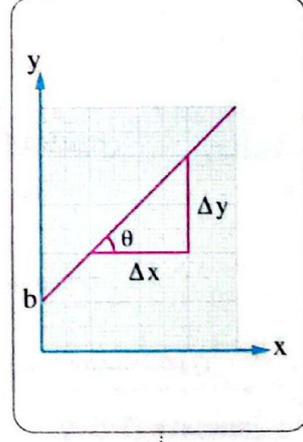
فإن



$$y = cx + b$$

($c > 0$, $b > 0$)

فإن

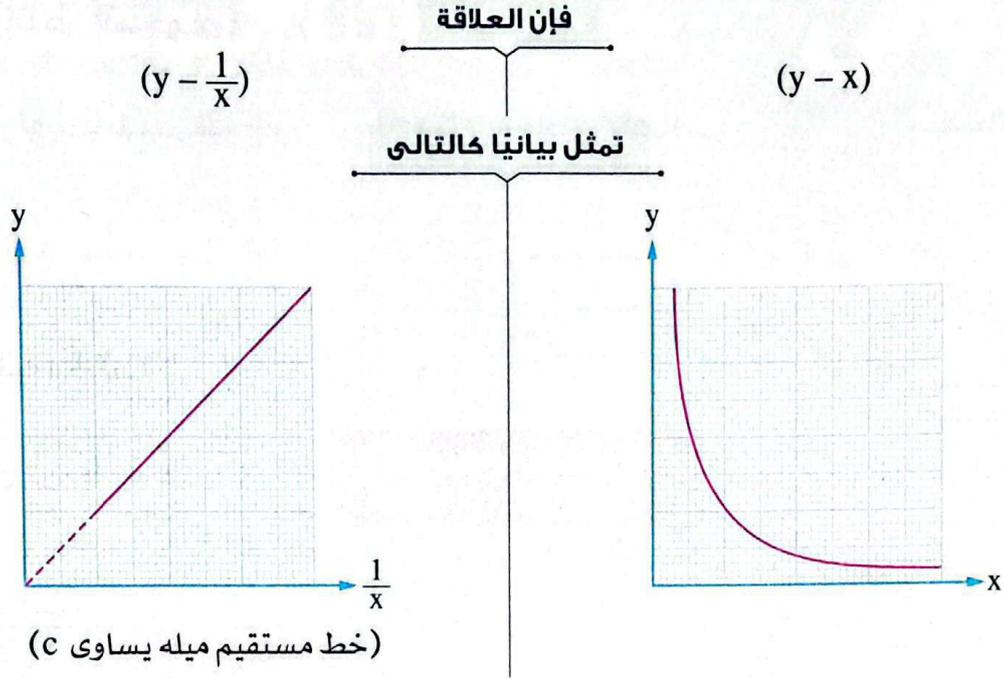


* الميل : $\text{slope} = \tan \theta = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \pm c$

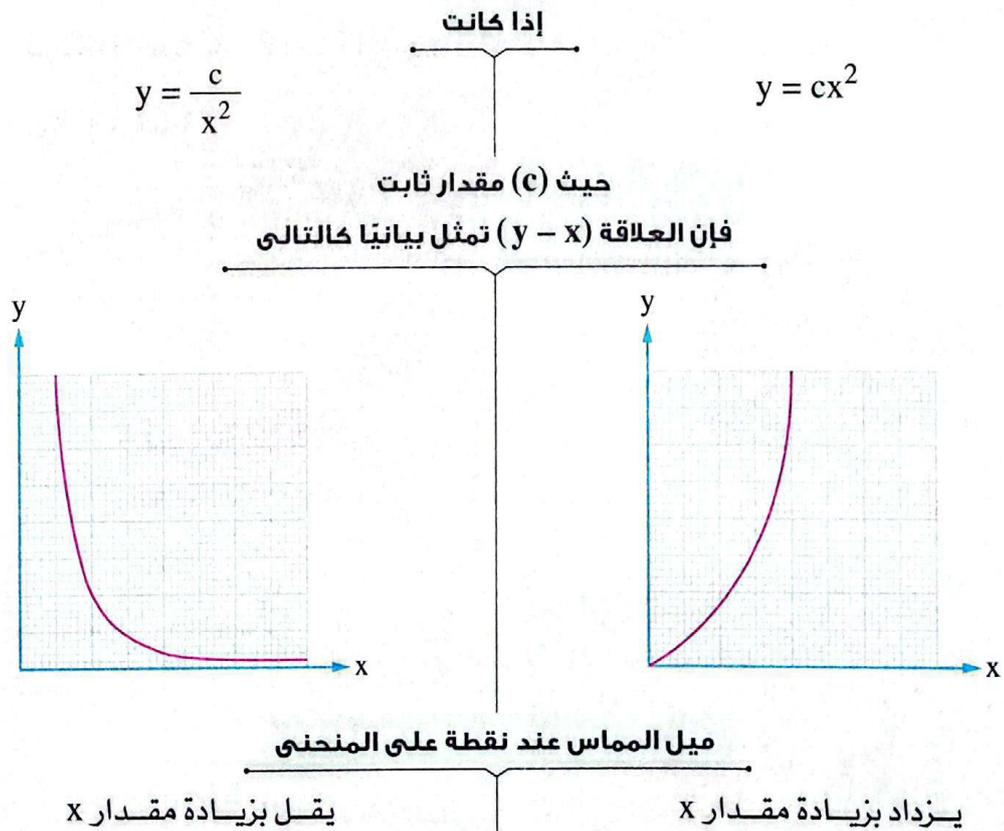
* الجزء المقطوع من محور الصادات (المحور y) $\pm b$

ج) الدالة الكسرية (التناسب العكسي)

إذا كانت $y = \frac{c}{x}$ حيث c مقدار ثابت



د) الدالة التربيعية

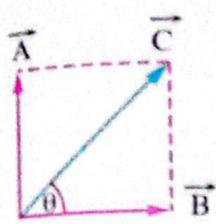


8 المتجهات

محصلة متجهين **أ**

* إذا كان المتجهان :

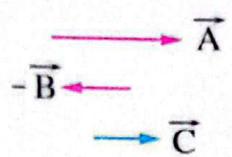
متعامدان



$$C = \sqrt{A^2 + B^2}$$

$$\tan \theta = \frac{A}{B}$$

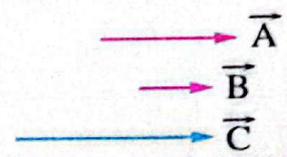
في اتجاهين متضادين



$$\vec{C} = \vec{A} + (-\vec{B})$$

$$\vec{C} = \vec{A} - \vec{B}$$

لهما نفس الاتجاه



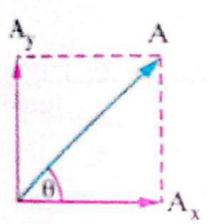
$$\vec{C} = \vec{A} + \vec{B}$$

تحليل متجه **ب**

* عندما يصنع متجه \vec{A} زاوية θ مع الأفقى، تكون :

$$A_x = A \cos \theta \quad \text{مركبته الأفقية}$$

$$A_y = A \sin \theta \quad \text{مركبته الرأسية}$$



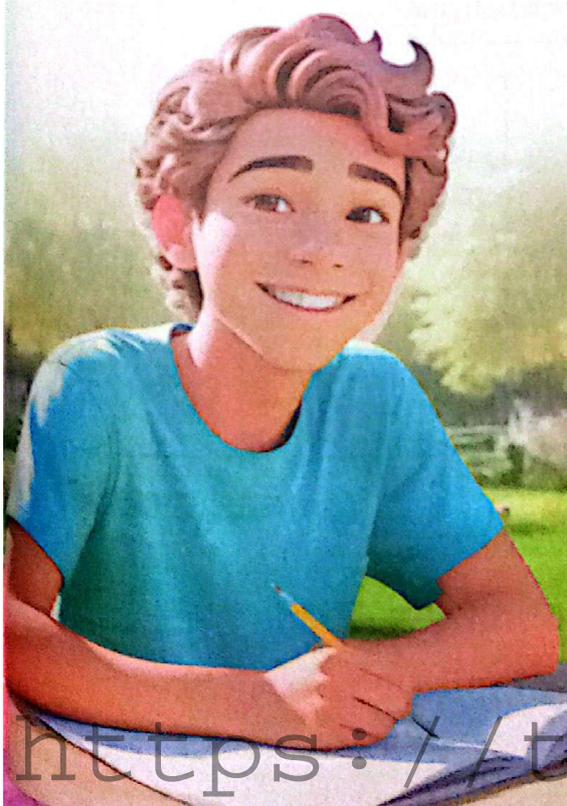
تنويه هام



الأسئلة

المشار إليها بالعلامة

من أسئلة الكتاب المدرسي



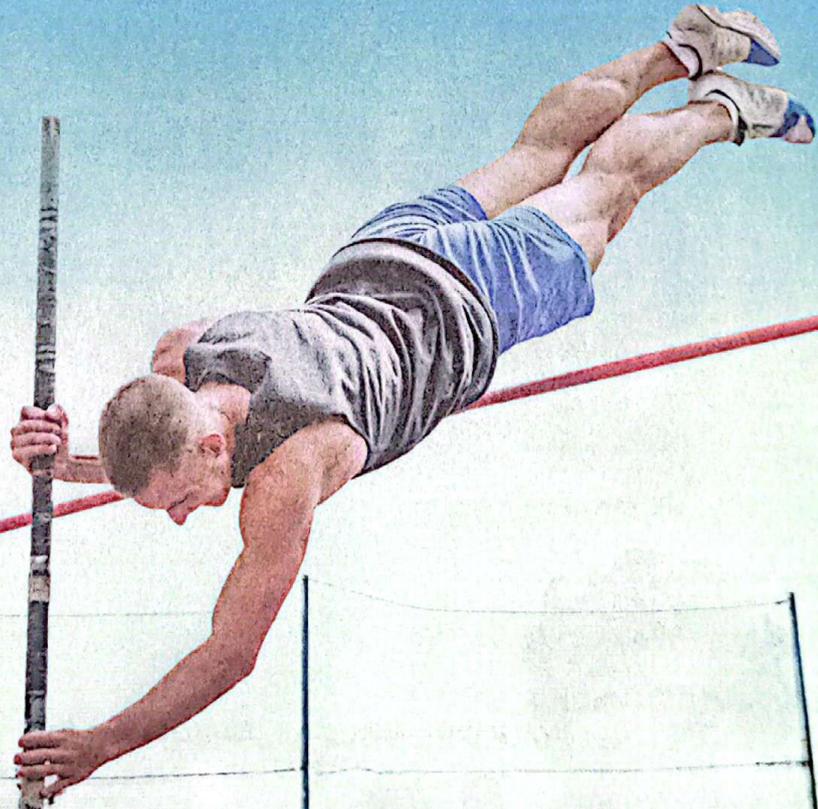
الشغل والطاقة في حياتنا اليومية

الوحدة
الأولى

الفصل 1 الشغل والطاقة.

اختبار 1

على الوحدة الأولى



الفصل 1

الشغل والطاقة

الدرس الأول :

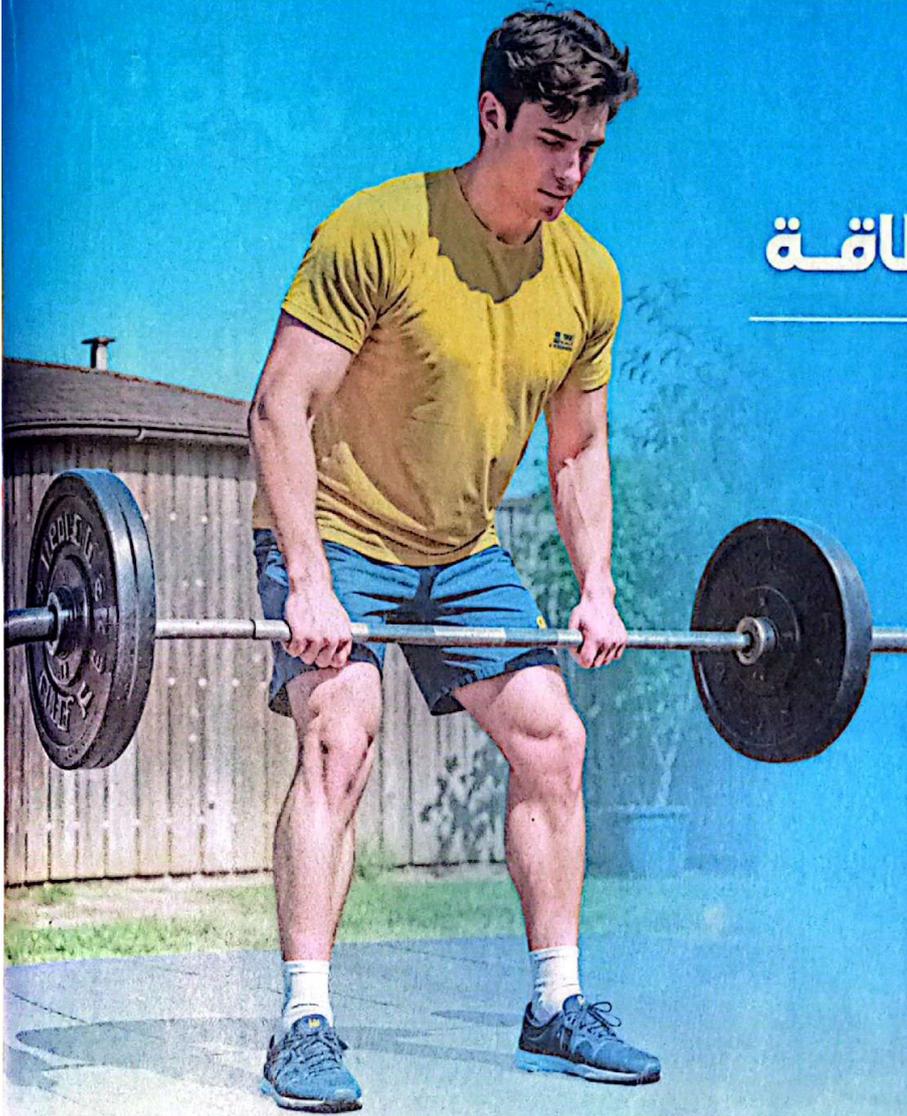
الشغل.

الدرس الثاني :

الطاقة.

الدرس الثالث :

قانون بقاء الطاقة.



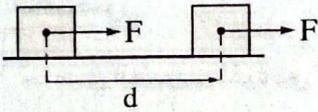
نواحي التعلم المتوقعة : في نهاية هذا الفصل ينبغي أن يكون الطالب قادرا على أن :

- بفسر المعنى الفيزيائي للشغل.
- يستنتج أن الشغل كمية قياسية.
- يستنتج وحدات قياس الطاقة.
- يستنتج أن طاقة الوضع عبارة عن شغل مبذول.
- يتعرف العلاقة الرياضية المستخدمة لحساب كل من طاقة الحركة وطاقة الوضع.
- يقارن بين طاقة الحركة وطاقة الوضع.
- يطبق قانون بقاء الطاقة على تغيرات طاقة الوضع وطاقة الحركة عند قذف جسم إلى أعلى.
- يطبق قانون بقاء الطاقة على بعض الأمثلة في الحياة العملية.

الشغل



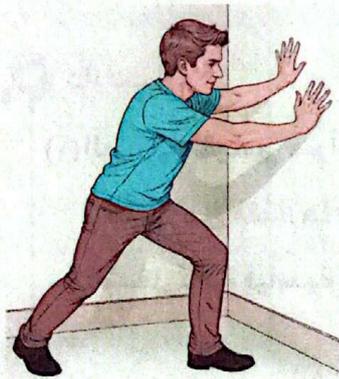
* يختلف المفهوم الفيزيائي للشغل عن مفهومه في الحياة اليومية، فالشغل في الفيزياء ليس معناه القيام بعمل ذهني أو عضلي شاق، فلكي يبذل شغل فيزيائي على جسم فلا بد أن تؤثر قوة على الجسم وأن يتحرك إزاحة نتيجة تأثير هذه القوة، وإذا لم يتحرك الجسم فإنه لم يبذل عليه شغلاً مهما كان مقدار القوة المؤثرة على الجسم، وبالتالي يرتبط الشغل بعاملين متلازمين (شروط بذل الشغل)، هما :



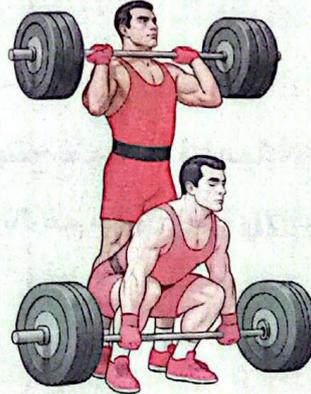
١ أن تؤثر قوة معينة على الجسم.

٢ أن يتحرك الجسم إزاحة معينة في نفس اتجاه القوة.

ويتضح ذلك من خلال المثالين التاليين :



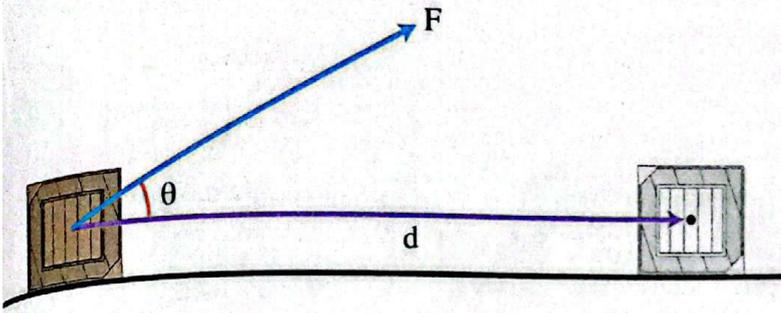
٢ الشخص الذي يدفع حائط لا يبذل شغلاً. لأن القوة التي يؤثر بها الشخص على الحائط لا تحركه (أي يظل الحائط ساكناً).



١ اللاعب الذي يرفع الأثقال لأعلى عن الأرض يبذل شغلاً. لأن القوة التي يؤثر بها اللاعب على الأثقال تحركها إلى أعلى إزاحة معينة في اتجاه القوة.

حساب الشغل المبذول على جسم

* عندما تؤثر قوة (\vec{F}) على جسم فتتحركه إزاحة (\vec{d}) كما بالشكل المقابل، فإن الشغل (W) المبذول على الجسم بواسطة هذه القوة يساوى حاصل الضرب القياسى لمتجهى القوة والإزاحة، أى يتعين من العلاقة :



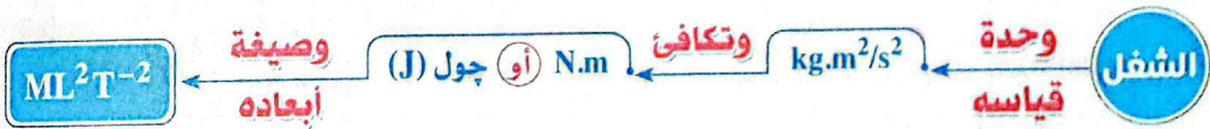
علامة تعبر عن عملية الضرب القياسى وتنطق dot

مقدار الإزاحة التى يتحركها الجسم

$$W = \vec{F} \cdot \vec{d} = Fd \cos \theta$$

مقدار القوة المؤثرة على الجسم

الزاوية بين اتجاه القوة المؤثرة على الجسم واتجاه إزاحة الجسم



* مما سبق يمكن تعريف الشغل ووحدة قياسه الجول كالتالى :

الجول

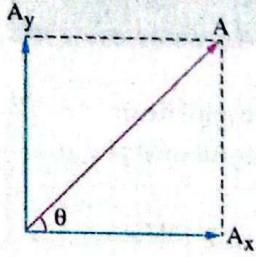
الشغل المبذول بواسطة قوة مقدارها 1 N لتحريك جسم إزاحة مقدارها 1 m فى اتجاه القوة.

الشغل

حاصل الضرب القياسى للقوة المؤثرة على جسم فى إزاحته.

ملاحظات

(١) الضرب القياسى هو أحد أنواع ضرب المتجهات وينتج عنه كمية قياسية **اى** كمية تُوصف وصفًا تامًا بالتعبير عن مقدارها فقط وليس لها اتجاه، لذلك بالرغم من أن القوة والإزاحة كميّتان متجهتان إلا أن الشغل كمية قياسية.



(٢) عندما يصنع متجه \vec{A} زاوية θ مع المحور (x)، فإنه يمكن تحليله إلى مركبتين متعامدتين :

A_y
(مركبة المتجه على المحور y)

$$\sin \theta = \frac{\text{مقابل}}{\text{وتر}} = \frac{A_y}{A}$$

$$A_y = A \sin \theta$$

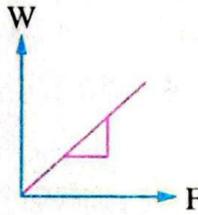
A_x
(مركبة المتجه على المحور x)

$$\cos \theta = \frac{\text{مجاور}}{\text{وتر}} = \frac{A_x}{A}$$

$$A_x = A \cos \theta$$

العوامل التي يتوقف عليها الشغل المبذول على جسم

٢

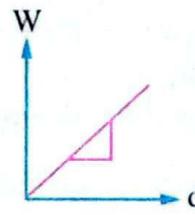


القوة المؤثرة على الجسم :

يتناسب الشغل طرديًا مع مقدار القوة عند ثبوت مقدار الإزاحة والزاوية بين اتجاه كل من القوة والإزاحة.

$$\text{slope} = \frac{\Delta W}{\Delta F} = d \cos \theta$$

١



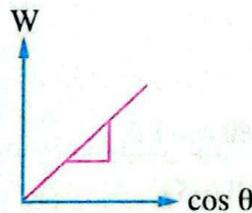
إزاحة الجسم :

يتناسب الشغل طرديًا مع مقدار الإزاحة عند ثبوت مقدار القوة والزاوية بين اتجاه كل من القوة والإزاحة.

$$\text{slope} = \frac{\Delta W}{\Delta d} = F \cos \theta$$

$$W = Fd \cos \theta$$

٣ الزاوية بين اتجاه كل من القوة المؤثرة على الجسم وإزاحته :



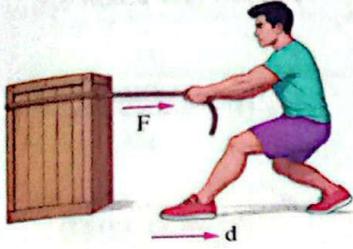
يتناسب الشغل طرديًا مع جيب تمام الزاوية بين اتجاه كل من القوة والإزاحة عند ثبوت مقدارى القوة والإزاحة.

$$\text{slope} = \frac{\Delta W}{\Delta \cos \theta} = Fd$$

تأثير الزاوية (θ) بين اتجاهي القوة والإزاحة على الشغل المبذول

مثال

شخص يسحب صندوق بقوة (F) فيتحرك الصندوق إزاحة (d) في نفس اتجاه القوة



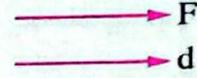
الشغل المبذول (W)

$$W = Fd \cos 0 = Fd$$

يكون الشغل المبذول
قيمة عظمى موجبة

قيمة الزاوية (θ)
بين اتجاهي القوة والإزاحة

$$\theta = 0^\circ$$



شخص يسحب حقيبة سفر

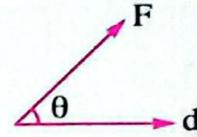


$$W = Fd \cos \theta$$

يكون الشغل المبذول
قيمة موجبة

حيث إن جيب تمام الزاوية
قيمته موجبة

$$0^\circ < \theta < 90^\circ$$



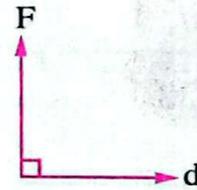
فتاة تحمل دلوًا وتسير به مسافة أفقية



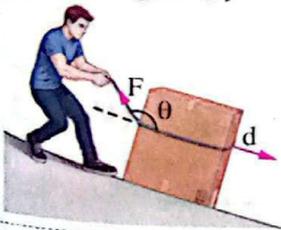
$$W = Fd \cos 90 = 0$$

يكون الشغل المبذول
مساويًا للصفر
(أى منعدم)

$$\theta = 90^\circ$$



شخص يحاول إبطاء صندوق أثناء انزلاقه إلى أسفل سطح مائل، بالتأثير عليه بقوة (F) إلى أعلى

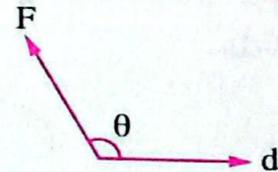


$$W = Fd \cos \theta$$

يكون الشغل المبذول
قيمة سالبة

حيث إن جيب تمام الزاوية
قيمته سالبة

$$180^\circ > \theta > 90^\circ$$



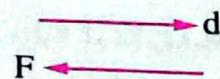
الشغل المبذول بواسطة قوى الاحتكاك (مثل قوة الفرامل)



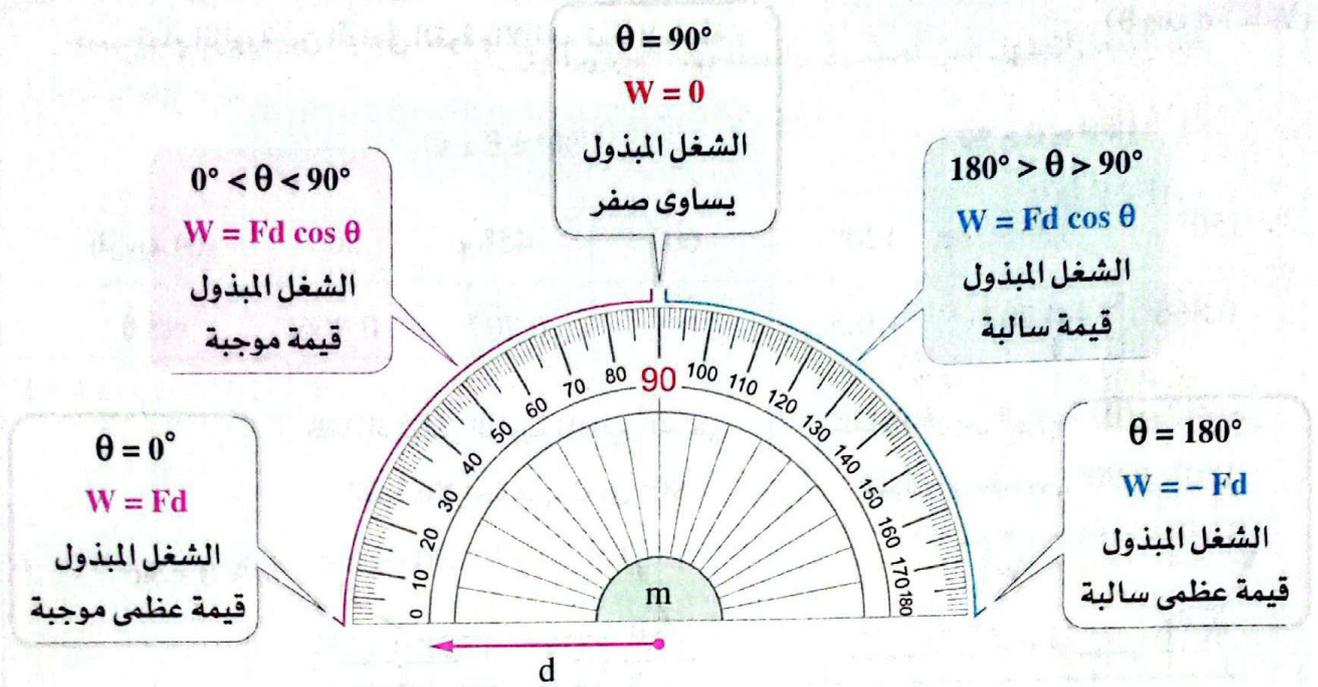
$$W = Fd \cos 180 = -Fd$$

يكون الشغل المبذول
قيمة عظمى سالبة

$$\theta = 180^\circ$$



* يمكن تلخيص ما سبق كما يلي :



جيمس جول

علماء أفادوا البشرية

• جيمس جول (1818 - 1889م) :

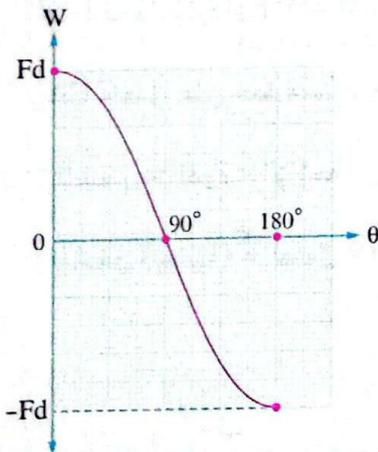
هو عالم إنجليزي كان من أوائل من أدركوا أن الشغل يولد حرارة، ففى أحد تجاربه وجد أن درجة حرارة الماء في أسفل الشلال أكبر منها في أعلى الشلال مما يثبت أن بعضاً من طاقة المياه الساقطة تتحول إلى حرارة.

ملاحظات

$$w = mg$$

(١) وزن الجسم (w) هو مقدار قوة جذب الأرض للجسم ويحسب من العلاقة :

حيث : (m) كتلة الجسم، (g) عجلة الجاذبية الأرضية.

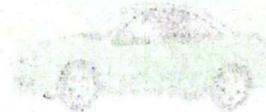


(٢) الشكل البياني المقابل يمثل تغير

الشغل (W) المبذول على جسم مع

الزاوية (theta) بين اتجاهي القوة (F)

والإزاحة (d) عند ثبوت مقدارهما.



(٣) إذا أثرت قوة (F) على جسم وحركته إزاحة (d)، فإن الشغل المبذول بواسطة هذه القوة يتناسب طرديًا مع

$$(W = Fd \cos \theta)$$

جيب تمام الزاوية بين اتجاهي القوة والإزاحة تبعًا للعلاقة :

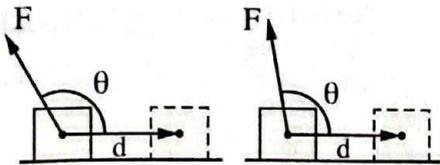
$$180^\circ \geq \theta \geq 90^\circ$$

$$90^\circ \geq \theta \geq 0^\circ$$

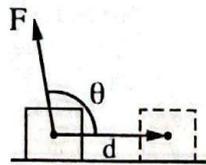
150°	135°	120°	60°	45°	30°	الزاوية (θ)
-0.866	-0.707	-0.5	0.5	0.707	0.866	cos θ

كلما زاد قياس الزاوية (θ) بين اتجاهي القوة والإزاحة من 90° إلى 180°

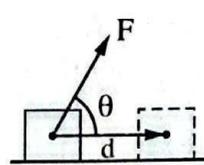
كلما زاد قياس الزاوية (θ) بين اتجاهي القوة والإزاحة من 0° إلى 90°



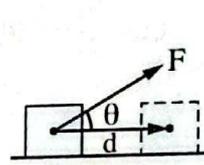
شغل (W) أكبر



شغل (W) أقل



شغل (W) أقل



شغل (W) أكبر

فإن :

يزداد

جيب تمام الزاوية

يزداد

الشغل المبذول

يقل

جيب تمام الزاوية

يقل

الشغل المبذول

إيجاد الشغل بيانيًا

* يمكن إيجاد الشغل بيانيًا باستخدام منحنى (القوة - الإزاحة)، كالتالي :

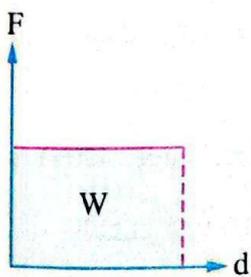
إذا أثرت قوة (F) ثابتة مقدارًا واتجاهًا على جسم فتتحرك إزاحة (d) في نفس

اتجاه القوة المؤثرة أي (θ = 0°)، فإنه عند تمثيل العلاقة بين (القوة - الإزاحة)

بيانيًا نحصل على خط مستقيم يوازي المحور الأفقي كما بالشكل المقابل.

∴ الشغل = القوة × الإزاحة

∴ الشغل (بيانيًا) = الطول × العرض = المساحة تحت منحنى (القوة - الإزاحة)

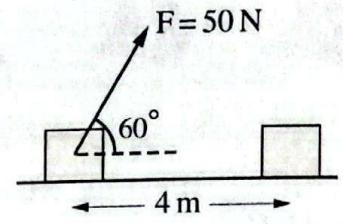


مثال 1

اختر، صندوق يتحرك إزاحة أفقية 4 m تحت تأثير قوة مقدارها 50 N تصنع زاوية مقدارها 60° مع الأفقى، فإن الشغل المبذول على الصندوق بواسطة هذه القوة يساوى

- أ) 80 J
 ب) 100 J
 ج) 100√3 J
 د) 200 J

الحل



$W = Fd \cos \theta = 50 \times 4 \times \cos 60 = 100 \text{ J}$

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

مثال 2

اختر، أثرت قوة (F) على جسم فحركته إزاحة (d)، فأى الزوايا التالية بين اتجاهى القوة والإزاحة يكون عندها الشغل المبذول بواسطة القوة (F) أكبر؟

- أ) 30°
 ب) 45°
 ج) 60°
 د) 90°

الحل

∴ $W = Fd \cos \theta$

∴ قيمة كل من (F)، (d) ثابتة.

∴ $W \propto \cos \theta$

∴ كلما قل قياس الزاوية (θ) بين اتجاهى القوة والإزاحة من 90° إلى 0° يزداد جيب تمامها.

∴ يزداد الشغل المبذول.

∴ الاختيار الصحيح هو (أ)

مثال 3



اختر: الشكل المقابل يوضح طفلة تحمل لعبة كتلتها 300 g وتتحرك بها إزاحة مقدارها 10 m في الاتجاه الأفقى ثم قامت برفع اللعبة رأسياً إلى أعلى مسافة 15 cm ليراها والدها، فإن: (علمًا بأن: $g = 10 \text{ m/s}^2$)

(١) الشغل الذى تبذله الطفلة على

اللعبة قبل رفعها يساوى

0 (أ) 0.3 J (ب)

3 J (ج) 3000 J (د)

(٢) الشغل الذى تبذله الطفلة على اللعبة لرفعها لأعلى يساوى

0 (أ) 0.15 J (ب) 0.45 J (ج) 45 J (د)

الحل

$$m = 300 \text{ g}$$

$$d_1 = 10 \text{ m}$$

$$d_2 = 15 \text{ cm}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$W_1 = ?$$

$$W_2 = ?$$

(١) القوة المؤثرة على اللعبة عمودية على إزاحتها.

$$\therefore W_1 = 0$$

∴ الاختيار الصحيح هو (أ)

$$\therefore W_2 = Fd \cos \theta = mgd_2 \cos \theta$$

$$\therefore \theta = 0^\circ$$

$$\therefore W_2 = 300 \times 10^{-3} \times 10 \times 15 \times 10^{-2} \times \cos 0 = 0.45 \text{ J}$$

∴ القوة والإزاحة في نفس الاتجاه.

∴ الاختيار الصحيح هو (ج)

مثال 4

اختر: شخص يدفع جسم بسرعة منتظمة 5 m/s لمدة 10 s على سطح أفقى خشن، فإذا علمت أن قوة الاحتكاك بين الجسم والسطح 60 N، فإن الشغل المبذول بواسطة الشخص لتحريك الجسم خلال تلك الفترة يساوى

$$3000 \text{ J (د)}$$

$$120 \text{ J (ج)}$$

$$30 \text{ J (ب)}$$

$$0 \text{ (أ)}$$

الحل

$$v = 5 \text{ m/s}$$

$$t = 10 \text{ s}$$

$$F_{\text{(احتكاك)}} = 60 \text{ N}$$

$$W = ?$$

∴ الجسم يتحرك بسرعة منتظمة.

$$\therefore d = vt = 5 \times 10 = 50 \text{ m}$$

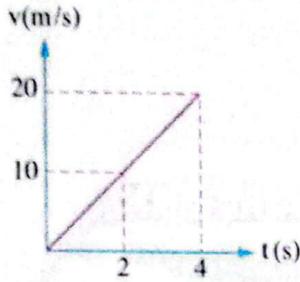
$$\therefore \Sigma F = 0$$

∴ القوة الأفقية المؤثرة على الجسم بواسطة الشخص = قوة الاحتكاك بين الجسم والسطح = 60 N

$$\therefore W = F_{\text{(شخص)}} d = 60 \times 50 = 3000 \text{ J}$$

∴ الاختيار الصحيح هو (د)

ماذا لو زاد مقدار القوة الأفقية المؤثرة على الجسم بواسطة الشخص بمقدار 10 N، ماذا يحدث للشغل المبذول على الجسم بواسطة القوة المحصلة المؤثرة عليه عند تحركه نفس الإزاحة؟



مثال 5
اختر، جسم ساكن كتلته 2 kg موضوع على سطح أفقى مهمل الاحتكاك أثرت عليه قوة أفقية ثابتة (F) فحركته في خط مستقيم والشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين السرعة (v) للجسم والزمن (t)، فيكون مقدار الشغل المبذول على الجسم بواسطة القوة (F) خلال 4 s من بدء الحركة هو

400 J (د)

100 J (ب)

40 J (ج)

10 J (أ)

الحل

$m = 2 \text{ kg}$

$t = 4 \text{ s}$

$W = ?$

$$a = \text{slope} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20 - 0}{4 - 0} = 5 \text{ m/s}^2$$

$$F = ma = 2 \times 5 = 10 \text{ N}$$

∴ إزاحة الجسم تساوى المساحة أسفل منحنى (v-t)

∴ المساحة أسفل المنحنى = $\frac{1}{2}$ طول القاعدة × الارتفاع

$$\therefore d = \frac{1}{2} \times 4 \times 20 = 40 \text{ m}$$

$$\therefore W = Fd = 10 \times 40 = 400 \text{ J}$$

∴ الاختيار الصحيح هو (د)

ماذا لو زاد مقدار القوة (F) المؤثرة على الجسم، ماذا يحدث للشغل المبذول على الجسم بواسطة هذه القوة عند تحركه نفس الإزاحة؟

مثال 6
اختر، انطلق قطاران (A)، (B) كتليهما m، 2 m على الترتيب من السكون في خط مستقيم فوصلا لنفس السرعة بعد زمن (t₀)، فإن النسبة بين مقدارى الشغل الذى تبذله القوة المحصلة المؤثرة على كل من

القطارين $\left(\frac{W_A}{W_B}\right)$ عند قطعهما نفس المسافة هى

$\frac{1}{4}$ (د)

$\frac{2}{1}$ (ج)

$\frac{1}{2}$ (ب)

$\frac{1}{1}$ (أ)

$$m_A = m$$

$$m_B = 2m$$

$$\frac{W_A}{W_B} = ?$$

$$\therefore a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{\Delta t}$$

∴ القطاران بدءا الحركة من السكون ووصلا لنفس السرعة بعد زمن (t_0) .
∴ عجلة تحرك القطاران متساوية.

$$\therefore F = ma$$

$$\therefore \frac{F_A}{F_B} = \frac{m_A}{m_B} = \frac{m}{2m} = \frac{1}{2}$$

$$\therefore W = Fd$$

$$\therefore \frac{W_A}{W_B} = \frac{F_A}{F_B} = \frac{1}{2}$$

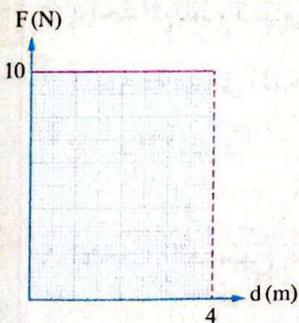
∴ القطاران قطعنا نفس المسافة في خط مستقيم.

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

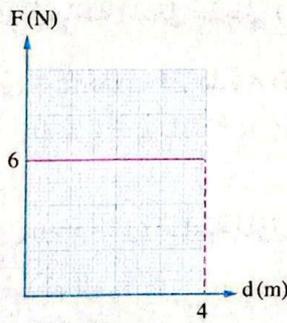
مجاب عنها

١ اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

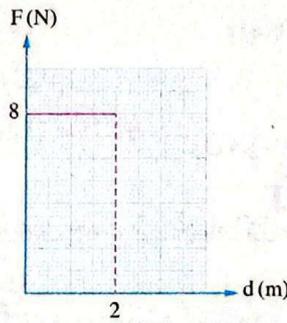
مجموعة من الأجسام المتحركة يتأثر كل منها بقوة مختلفة (F) والأشكال البيانية التالية تمثل العلاقة بين القوة (F) المؤثرة على كل منها والإزاحة (d) الحادث لها في نفس اتجاه القوة، أي من هذه الأجسام يُبذل عليه شغل أكبر بواسطة القوة (F) ؟



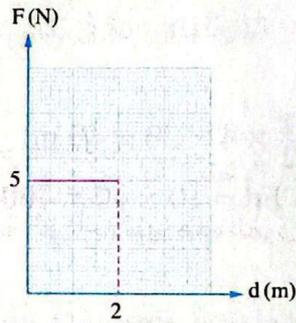
(د)



(ج)

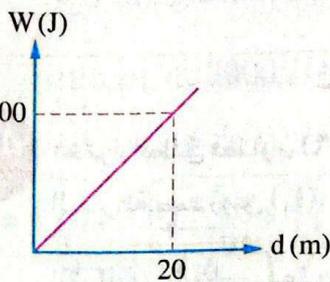


(ب)



(أ)

1 اختر نفسك



٢ الشكل البياني المقابل يوضح العلاقة بين الشغل

المبذول (W) على جسم بواسطة قوة ثابتة (F) والإزاحة (d) ، فإذا كانت الزاوية بين متجهي القوة والإزاحة 30° ، احسب مقدار القوة (F) .

?

قيم نفسك
إلكترونيًا

أسئلة الاختيار من متعدد

أولاً

أسئلة

الفصل
1الدرس
الأول

مجاب عنها

الأسئلة المشار إليها بالعلامة *
مجاب عنها تفصيليًا

١ صيغة أبعاد الشغل هي

- أ ML^2T^{-2} ب MLT^{-2}
ج MLT^{-1} د MLT

٢ الجول يكافئ

- أ N/m ب $N.m$
ج $kg.m/s^2$ د $kg.m^2/s$



٣ في الشكل المقابل يدفع شخص شاحنة ولا يستطيع تحريكها، فإن القوة التي يؤثر بها الشخص على الشاحنة

- أ تساوى صفر ب لا تبذل شغلًا
ج تبذل شغلًا موجبًا د تبذل شغلًا سالبًا

٤ * قوة أفقية مقدارها 20 N أثرت على عربة فحركتها مسافة أفقية 3.5 m، فإن الشغل المبذول بواسطة هذه القوة يساوى

- أ 0 ب 35 J ج 70 J د 140 J

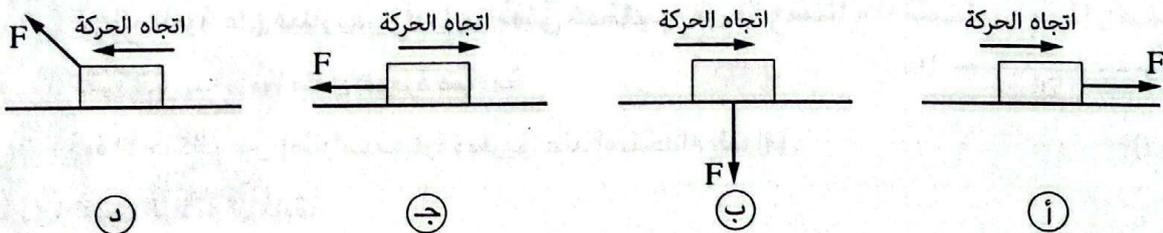
٥ الشغل الذي تبذله قوة الفرامل على السيارة لإيقافها

- أ موجب ب سالب
ج يساوى صفر د قد يكون موجب أو سالب

٦ عندما تكون الزاوية بين اتجاه القوة الثابتة المؤثرة على جسم واتجاه الإزاحة التي أحدثتها هذه القوة تساوى صفر، فإن الشغل الذي تبذله القوة على الجسم يكون

- أ صفر ب قيمة عظمى موجبة
ج قيمة عظمى سالبة د لا يمكن تحديد الإجابة

٧ في أى الأشكال التالية يكون الشغل المبذول بواسطة قوة مقدارها (F) قيمة عظمى سالبة إذا تحركت جميع الأجسام نفس مقدار الإزاحة (d) ؟



8 * قوة مقدارها 100 N أثرت على جسم فحدثت له إزاحة قدرها 2.5 m، فإن الشغل الذي تبذله هذه القوة إذا كانت :

(١) في اتجاه حركة الجسم يساوى

0 (أ) 125 J (ب) 217 J (ج) 250 J (د)

(٢) تميل بزاوية 60° على اتجاه الحركة يساوى

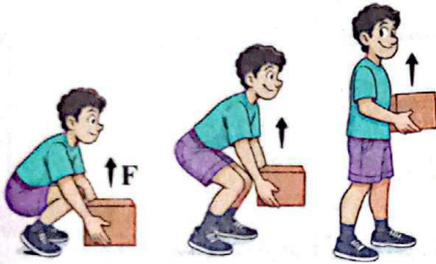
0 (أ) 125 J (ب) 217 J (ج) 250 J (د)

9 طفل كتلته 40 kg يتحرك أفقيًا في صالة التزلج، فيكون الشغل الذي تبذله قوة وزنه عندما يقطع مسافة 20 m هو

0 (أ) 800 J (ب) 4000 J (ج) 8000 J (د)

10 في الشكل المقابل السهم يوضح اتجاه القوة التي يرفع بها

الشخص صندوق، فإن الشخص



(أ) يبذل شغل على الصندوق، لأن القوة المؤثرة على الصندوق

أقل من قوة جذب الأرض له

(ب) يبذل شغل على الصندوق، لأن القوة المؤثرة على الصندوق في

نفس اتجاه إزاحته

(ج) لا يبذل شغل على الصندوق، لأن إزاحة الصندوق عكس اتجاه قوة جذب الأرض له

(د) لا يبذل شغل على الصندوق، لأن القوة المؤثرة على الصندوق عمودية على اتجاه إزاحته

11 شخص يسحب صندوق بقوة (F) لمسافة (d) في اتجاه

يميل على اتجاه القوة المؤثرة عليه بزاوية 30° كما بالشكل،

فإن الشغل المبذول على الصندوق بواسطة هذا الشخص

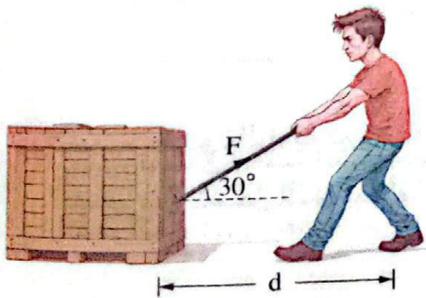
يساوى

(أ) صفر

(ب) Fd

(ج) $\frac{1}{2} Fd$

(د) $\frac{\sqrt{3}}{2} Fd$



12 أي القوى التالية تبذل شغلاً على الجسم الذي تؤثر عليه ؟

(أ) قوة الجاذبية على قطاريسير في طريق أفقى مستقيم

(ب) القوة التي يدفع بها طفل شجرة ضخمة

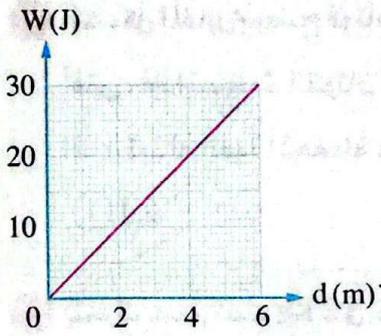
(ج) قوة الاحتكاك بين إطارات سيارة وطريق عند استخدام الفرامل

(د) القوى الثلاثة السابقة

?

١٣

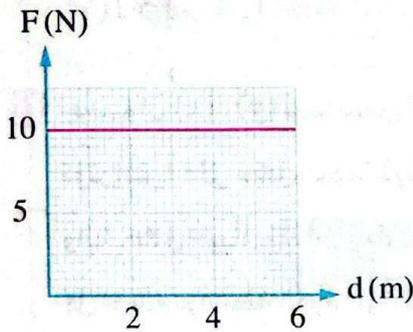
* الشكل البياني المقابل يوضح العلاقة بين الشغل (W) المبذول على جسم والإزاحة الأفقية (d) التي حدثت له بتأثير قوة محصلة أفقية ثابتة، فإن مقدار القوة المحصلة المؤثرة على الجسم يساوى



- 1 N (أ) 2 N (ب)
5 N (ج) 10 N (د)

١٤

* الشكل البياني المقابل يوضح العلاقة بين القوة الأفقية (F) التي تؤثر على جسم ومقدار الإزاحة الأفقية (d) بفعل هذه القوة، فيكون الشغل المبذول على الجسم بواسطة هذه القوة عندما تكون إزاحته 6 m هو



- 20 J (أ) 40 J (ب)
50 J (ج) 60 J (د)

١٥

* دراجة نارية تتحرك في خط مستقيم تحت تأثير قوة موتور قدرها 500 N، وقوى احتكاك 200 N، فإن الشغل المبذول بواسطة القوة المحصلة على الدراجة النارية عندما تسير مسافة قدرها 50 m يساوى

- 15 × 10³ J (أ) 20 × 10³ J (ب) 25 × 10³ J (ج) 35 × 10³ J (د)

١٦

إذا زاد مقدار القوة المؤثرة على جسم للضعف بحيث تكون له نفس الإزاحة في نفس الاتجاه، فإن الشغل المبذول على الجسم بواسطة هذه القوة

- أ) يزداد إلى أربعة أمثال ب) يزداد للضعف ج) يقل للنصف د) يظل ثابتاً

١٧

تسير فتاة في مسار أفقي مستقيم لمسافة 6 m وهي تحمل حقيبة وزنها 10 N، ثم تصعد سلم لتصل للدور الثاني على ارتفاع رأسى 8 m، فيكون الشغل الكلى الذى بذلته الفتاة على الحقيبة يساوى

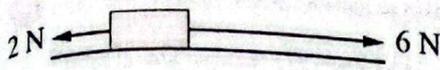
- 60 J (أ) 80 J (ب) 100 J (ج) 140 J (د)

١٨

تدفع أم عربة طفلتها بسرعة ثابتة على طريق مستقيم أفقى بقوة تصنع مع الأفقى زاوية 60°، فإذا كانت العربة تتعرض لقوة احتكاك مقدارها 20 N، فإن الشغل المبذول بواسطة الأم لتقطع العربة مسافة 5 m يساوى



- 100 J (أ) 80 J (ب)
50 J (ج) 40 J (د)



١٩ الشكل المقابل يوضح قوتان تؤثران على جسم موضوع على سطح أفقى، فإذا تسببت القوتان في إزاحة الجسم أفقيًا 1 m، فإن الشغل الذى تبذله القوة المحصلة على الجسم يساوى

14 J (د)

8 J (ج)

4 J (ب)

2 J (أ)

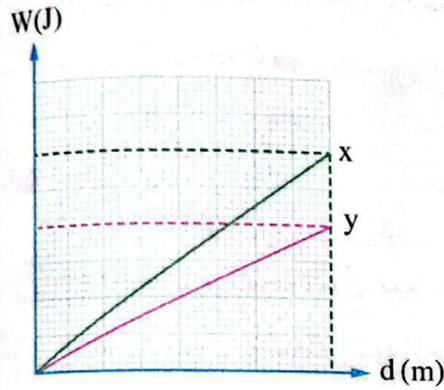
٢٠ يتحرك جسم كتلته 2 kg في خط مستقيم بعجلة منتظمة 0.5 m/s^2 ، عندما يقطع الجسم مسافة 5 m، يكون الشغل المبذول على الجسم بواسطة القوة المحصلة هو

20 J (د)

10 J (ج)

5 J (ب)

2.5 J (أ)



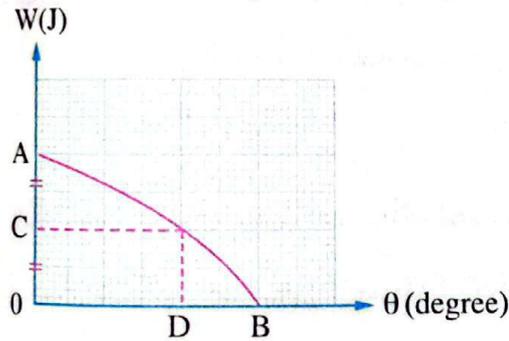
٢١ جسمان (x)، (y) لهما نفس الكتلة وموضوعان على سطح أفقى، تؤثر أفقيًا على كل منهما قوة ثابتة المقدار F_x ، F_y على الترتيب، والشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الشغل (W) المبذول على كل جسم بواسطة القوة المؤثرة عليه والإزاحة (d) لكل من الجسمين، فإن النسبة بين مقدارى القوتين $\left(\frac{F_x}{F_y}\right)$ تساوى

$\frac{3}{1}$ (ب)

$\frac{1}{2}$ (أ)

$\frac{3}{2}$ (د)

$\frac{2}{1}$ (ج)



٢٢ * إذا أثرت قوة مقدارها 100 N على جسم عدة مرات فحركته إزاحة 5 m في كل مرة مع تغيير الزاوية (θ) بين اتجاهى القوة والإزاحة، والشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الشغل (W) المبذول على الجسم بواسطة تلك القوة والزاوية (θ)، فإن :

(١) الشغل عند النقطة (A) يساوى

100 J (ب)

20 J (أ)

500 J (د)

250 J (ج)

(٢) الزاوية عند النقطة (B) تساوى

45° (ب)

30° (أ)

(٣) الزاوية عند النقطة (D) تساوى

45° (ب)

30° (أ)

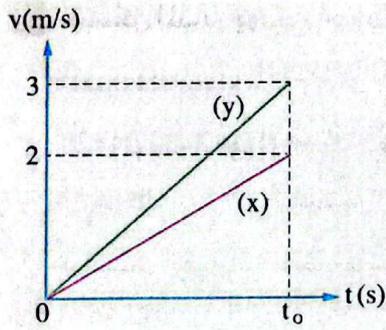
90° (د)

60° (ج)

90° (د)

60° (ج)

?



جسمان (x)، (y) لهما نفس الكتلة ويتحرك كل منهما من السكون على سطح أفقى بتأثير قوة أفقية مختلفة محصلة، والشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين السرعة (v) لكل من الجسمين والزمن (t)، فإن النسبة بين مقدارى الشغل المبذول على الجسمين $\left(\frac{W_x}{W_y}\right)$ بواسطة القوة المحصلة :

(١) عندما يقطعان نفس الإزاحة تساوى

د $\frac{9}{4}$

هـ $\frac{4}{9}$

ب $\frac{3}{2}$

أ $\frac{2}{3}$

(٢) خلال الفترة من 0 إلى t_0 الممثلة بالشكل البياني تساوى

د $\frac{9}{4}$

هـ $\frac{4}{9}$

ب $\frac{3}{2}$

أ $\frac{2}{3}$

أسئلة المقال

ثانياً

١ فسر العبارات التالية :

(١) الشغل كمية قياسية.

(٢) عندما يتحرك الجسم بسرعة ثابتة، فإن الشغل المبذول عليه بواسطة القوة المحصلة يكون مساوياً للصفر.

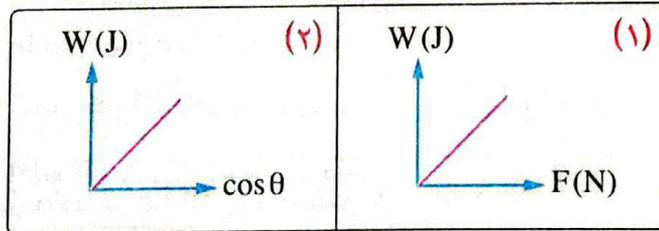
٢ اذكر مثال يكون فيه الشغل المبذول :

(١) صفر.

(٢) موجب.

(٣) سالب.

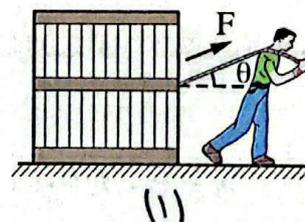
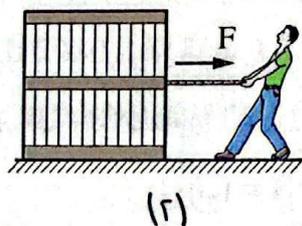
٣ اكتب العلاقة الرياضية التى يمثلها كل شكل بياني وما يساويه ميل الخط المستقيم :

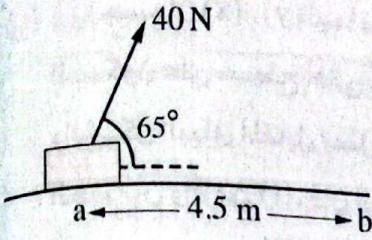


« حيث (W) الشغل المبذول، (F) القوة، (θ) الزاوية بين القوة والإزاحة »

٤ عندما تدفع حائطاً ثابتاً بقوة مقدارها 100 N، هل تبذل شغلاً فيزيائياً؟ ولماذا؟

٥ فى أى الحالتين (١)، (٢) يكون الشغل المبذول بواسطة الشخص أكبر إذا تحرك الجسم نفس الإزاحة بتأثير القوة F؟ مع التعليل.



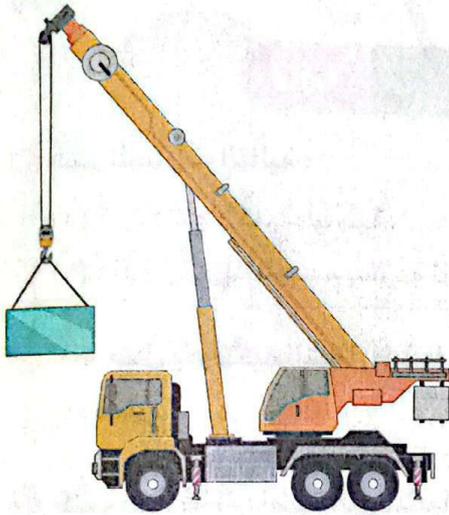


٦ في الشكل المقابل جسم موضوع على مستوى أفقي، أثرت عليه قوة مقدارها 40 N فحركته من السكون إزاحة 4.5 m من النقطة a إلى النقطة b، فإذا كانت قوة الاحتكاك 15 N، احسب الشغل المبذول على الجسم بواسطة القوة المحصلة المؤثرة عليه.

مجاب عنها تفصيلياً

أسئلة تقيس مستويات التفكير العليا

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة



١ في الشكل المقابل رافعة ترفع ثقل كتلته 0.5 طن من سطح الأرض بسرعة منتظمة إلى ارتفاع 10 m، فإذا علمت أن عجلة الجاذبية الأرضية 10 m/s^2 ، فإن الشغل الذي تبذله :

(١) قوة الشد في الحبل على الثقل يساوى

0 (أ) 50 J (ب)

50 kJ (د) - 50 kJ (ج)

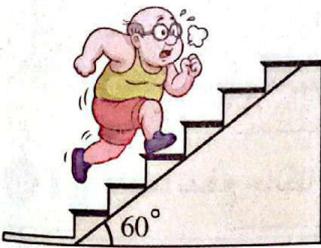
(٢) قوة الجاذبية على الثقل يساوى

0 (أ) 50 J (ب)

50 kJ (د) - 50 kJ (ج)

(٣) القوة المحصلة على الثقل يساوى

0 (أ) 50 J (ب) - 50 kJ (ج) 50 kJ (د)



٢ في الشكل المقابل، رجل كتلته 70 kg يصعد سلم طوله 5 m،

فإن الشغل الذي يبذله الرجل ضد الجاذبية يساوى

(علمًا بأن : عجلة الجاذبية الأرضية 10 m/s^2)

0 (أ) $17.5 \times 10^2 \text{ J}$ (ب)

$35 \times 10^2 \text{ J}$ (د) $30.3 \times 10^2 \text{ J}$ (ج)

٣ ثلاثة صناديق (A)، (B)، (C) موضوعة على سطح أفقي، تم سحب كل منها بقوة أفقية (F_0) لتتحرك إزاحة مقدارها d_0 ، d_0 ، $2d_0$ خلال زمن قدره t_0 ، $2t_0$ ، $4t_0$ على الترتيب، فإن الترتيب الصحيح للصناديق من حيث الشغل المبذول على كل منها بواسطة القوة (F_0) هو

A = B = C (أ) A < B = C (ب) A = B < C (ج) B < A < C (د)

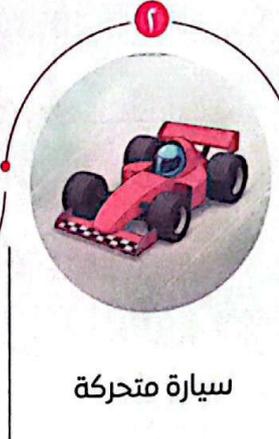
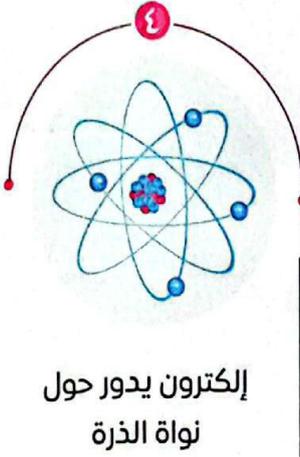
أولاً طاقة الحركة (KE) Kinetic Energy

* عندما تؤثر قوة (F) على جسم ساكن فتتحركه إزاحة (d) في نفس اتجاهها، فإن الشغل (Fd) المبذول على الجسم يتحول إلى صورة من صور الطاقة تعرف باسم طاقة الحركة (KE).

طاقة الحركة

الطاقة التي يمتلكها الجسم نتيجة لحركته.

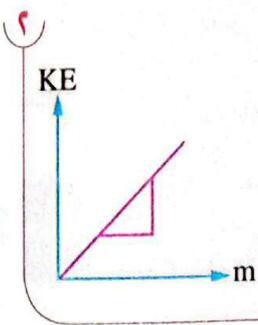
أمثلة على طاقة الحركة



* يمكن حساب طاقة حركة جسم كتلته (m) وسرعته (v) من العلاقة :

$$KE = \frac{1}{2}mv^2$$

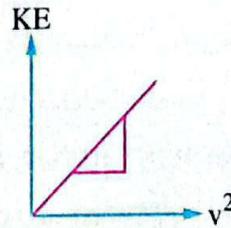
العوامل التي تتوقف عليها طاقة الحركة لجسم



كتلة الجسم :

تتناسب طاقة الحركة لجسم طردياً مع كتلته عند ثبوت السرعة.

$$\text{slope} = \frac{\Delta KE}{\Delta m} = \frac{1}{2}v^2$$



سرعة الجسم :

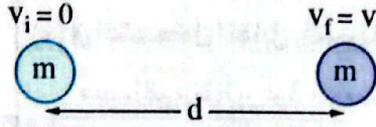
تتناسب طاقة الحركة لجسم طردياً مع مربع سرعته عند ثبوت الكتلة.

$$\text{slope} = \frac{\Delta KE}{\Delta v^2} = \frac{1}{2}m$$

$$KE = \frac{1}{2}mv^2$$

معلومة إثرائية

إيجاد طاقة الحركة لجسم :



إذا أثرت قوة (F) على جسم ساكن كتلته (m) فتتحرك بعجلة منتظمة (a) لتصل سرعته إلى (v) بعد أن يقطع إزاحة (d)، فإن إزاحة الجسم خلال فترة زمنية (t) :

$$d = \bar{v}t \quad (1)$$

حيث: (\bar{v}) السرعة المتوسطة للجسم خلال الفترة (t) وتحسب من العلاقة :

$$\bar{v} = \frac{v_f + v_i}{2} \quad (2)$$

$$\therefore a = \frac{v_f - v_i}{t} \quad \therefore t = \frac{v_f - v_i}{a} \quad (3)$$

بالتعويض من المعادلتين (2)، (3) في المعادلة (1) :

$$\therefore d = \frac{v_f + v_i}{2} \times \frac{v_f - v_i}{a} = \frac{v_f^2 - v_i^2}{2a}$$

$$\therefore v_f^2 = v_i^2 + 2ad$$

$$\therefore v_i = 0 \quad , \quad v_f = v$$

$$\therefore v^2 = 2ad \quad , \quad d = \frac{v^2}{2a}$$

$$\therefore Fd = \frac{1}{2} \frac{F}{a} v^2$$

بضرب طرفي المعادلة في القوة (F) :

$$\therefore \frac{F}{a} = m$$

من قانون نيوتن الثاني :

$$\therefore Fd = \frac{1}{2} mv^2$$

Fd

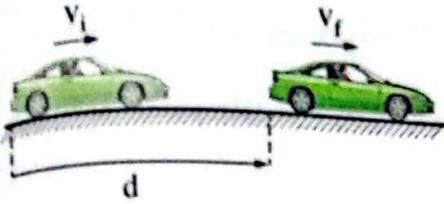
يمثل الشغل المبذول (الطاقة اللازمة) لإكساب الجسم سرعة (v)

$\frac{1}{2} mv^2$

يمثل طاقة الحركة (KE) وهى الصورة التى تحول إليها الشغل المبذول

$$\therefore KE = \frac{1}{2} mv^2$$

(١) تعتبر طاقة حركة جسم كمية قياسية أي أنها تُحدد بالمقدار فقط، لأنها حاصل ضرب كميتين قياسيتين هما (كتلة الجسم ومربع مقدار سرعته).



(٢) في الشكل المقابل، تتحرك سيارة كتلتها (m) في خط مستقيم بتأثير قوة محصلة ثابتة (F)، فتتغير سرعتها من v_i إلى v_f عند تحركها إزاحة (d)، وبحسب الشغل المبذول (W) على السيارة بواسطة هذه القوة (F) لتقطع هذه الإزاحة (d) من العلاقة :

$$W = \frac{1}{2} mv_f^2 - \frac{1}{2} mv_i^2$$

$$= \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2) = \Delta(KE)$$

$$Fd = \Delta(KE)$$

أي أن :

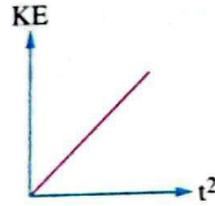
(٣) إذا بدأ جسم حركته من السكون في خط مستقيم بعجلة منتظمة، فإن طاقة حركته عند لحظة معينة تتناسب طرديًا مع مربع الزمن، حيث :

$$\therefore a = \frac{v_f - v_i}{t} = \frac{v_f - 0}{t} = \frac{v_f}{t}$$

$$\therefore v_f = at$$

$$\therefore KE = \frac{1}{2} mv_f^2 = \frac{1}{2} m(at)^2 = \frac{1}{2} ma^2 t^2$$

$$\therefore KE \propto t^2$$



تطبيقات حياتية

عند إيقاف سيارة كتلتها (m) متحركة بسرعة (v) بالضغط على دواسة الفرامل، تتأثر السيارة بقوة (F) عكس اتجاه حركتها وتتحرك إزاحة (d) من لحظة الضغط على الفرامل وحتى تتوقف.

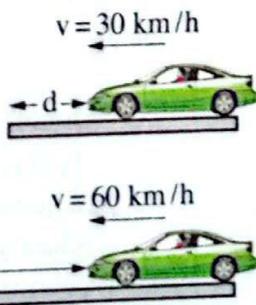
تبعا للعلاقة $(Fd = \frac{1}{2} mv^2)$ ، فإن الإزاحة (d) تتناسب طرديًا مع مربع السرعة (v^2) بثبوت قيمة كل من القوة (F) والكتلة (m).

فمثلاً إذا كانت هناك سيارة تتحرك في خط مستقيم :

- بسرعة 30 km/h، فإنها عند الضغط على دواسة الفرامل بقوة (F) تقطع إزاحة (d) حتى تتوقف.

- بسرعة 60 km/h، فإنها عند الضغط على دواسة الفرامل بنفس القوة (F) المستخدمة في الحالة الأولى

تقطع إزاحة (4d) حتى تتوقف.



تجربة عملية تعيين طاقة الحركة لجسم

الفرض منها

تعيين طاقة حركة جسم.

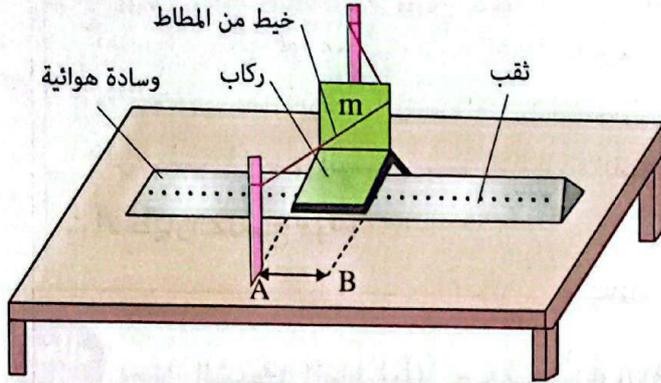
الأدوات

(١) ركاب كتلته m يتحرك على وسادة هوائية.

(٢) خيط مرن من المطاط.

(٣) خلية كهروضوئية.

(٤) ساعة كهربية أو ساعة إيقاف.



الخطوات والاستنتاج

(١) أزعج الركاب من الموضع (A) إلى الموضع (B) بحيث يعمل الركاب على شد الخيط المرن إلى الخلف.

(٢) اترك الركاب حرًا فيتحرك بسرعة معينة (v) عائدًا إلى موضعه الأصلي.

(٣) عيّن الزمن الذي يستغرقه الركاب أثناء حركته على الوسادة الهوائية باستخدام الساعة الكهربائية المتصلة بالخلية

الكهروضوئية أو ساعة إيقاف.

(٤) احسب سرعة الركاب (v) بقسمة المسافة التي تحركها على الزمن (t).

(٥) كرر الخطوات السابقة عدة مرات مع تغيير كتلة الركاب (m) وتثبيت المسافة (AB) التي يتحركها الركاب

للخلف وفي كل مرة احسب سرعة الركاب (v) مع تسجيل النتائج في الجدول التالي :

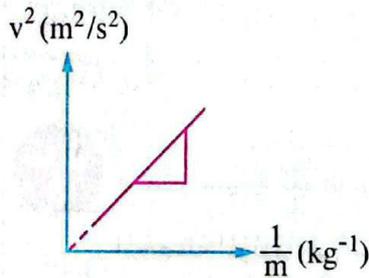
v^2 (m^2/s^2)	$\frac{1}{m}$ (kg^{-1})	السرعة v (m/s)	الزمن t (s)	كتلة الركاب m (kg)
.....
.....
.....

(٦) باستخدام الجدول السابق، ارسم علاقة بيانية بين مربع السرعة (v^2)

على المحور الرأسى ومقلوب الكتلة ($\frac{1}{m}$) على المحور الأفقى، تجد أنها

خط مستقيم كما بالشكل،

ويتضح من ذلك أن :



$$v^2 \propto \frac{1}{m}$$

$$\text{slope} = \frac{\Delta v^2}{\Delta(\frac{1}{m})} = 2 KE$$

مثال 1

اختر، سيارة كتلتها 2000 kg تسير بسرعة 72 km/h، فإن طاقة حركتها تساوي
ج) $8 \times 10^5 \text{ J}$ د) $4 \times 10^5 \text{ J}$ ب) $1.44 \times 10^5 \text{ J}$ ا) $4 \times 10^4 \text{ J}$

الحل

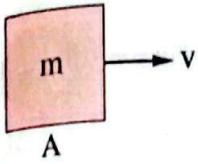
$m = 2000 \text{ kg}$ $v = 72 \text{ km/h}$ $KE = ?$

$$v = 72 \times \frac{1000}{60 \times 60} = 20 \text{ m/s}$$

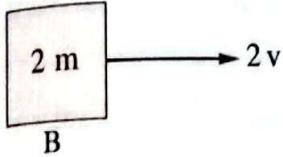
$$KE = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 2000 \times (20)^2 = 4 \times 10^5 \text{ J}$$

∴ الاختيار الصحيح هو ج)

مثال 2



اختر، الشكل المقابل يوضح جسمان (A)، (B) كتليهما m ، $2m$ ويتحركان بسرعة منتظمة v ، $2v$ على الترتيب، فإذا كانت طاقة حركة الجسم (A) هي KE، فإن طاقة حركة الجسم (B) هي



- ج) 8 KE ا) 2 KE
د) 16 KE ب) 4 KE

الحل

$m_A = m$ $v_A = v$ $(KE)_A = KE$ $m_B = 2m$ $v_B = 2v$ $(KE)_B = ?$

$$(KE)_A = KE = \frac{1}{2} mv^2 \quad \text{①}$$

$$(KE)_B = \frac{1}{2} \times 2m \times (2v)^2 = 8 \times \frac{1}{2} mv^2 \quad \text{②}$$

بالتعويض من المعادلة ① في المعادلة ② :

$$\therefore (KE)_B = 8 \text{ KE}$$

∴ الاختيار الصحيح هو ج)

ماذا لو

طلب منك تقليل سرعة الجسم B حتى تكون له نفس طاقة حركة الجسم A، فكم تكون سرعته الجديدة بالنسبة لسرعة الجسم A ؟

مثال 3

اختر، سيارة كتلتها 1200 kg تتحرك من السكون على طريق أفقي، فإن الشغل المبذول بواسطة القوة المحصلة المؤثرة على السيارة لزيادة سرعتها إلى 10 m/s يساوي

- ج) $9 \times 10^4 \text{ J}$ د) $6 \times 10^4 \text{ J}$ ب) $4.5 \times 10^4 \text{ J}$ ا) $6 \times 10^3 \text{ J}$

$$m = 1200 \text{ kg} \quad v_i = 0 \quad v_f = 10 \text{ m/s} \quad W = ?$$

$$W = \Delta(\text{KE})$$

$$= \frac{1}{2} mv_f^2 - \frac{1}{2} mv_i^2 = \frac{1}{2} mv_f^2 - 0$$

$$W = \frac{1}{2} mv_f^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 1200 \times (10)^2 = 6 \times 10^4 \text{ J}$$

∴ الاختيار الصحيح هو ج

مثال 4

اختر، تتحرك سيارة في خط مستقيم بسرعة ثابتة 15 m/s ، عندما ضغط سائقها على الفرامل توقفت بعد أن قطعت مسافة 20 m من لحظة الضغط على الفرامل، إذا ضغط السائق على الفرامل بنفس القوة والسيارة تتحرك بسرعة 30 m/s ، فإن المسافة التي تقطعها السيارة لتتوقف هي

80 m (د)

40 m (ج)

20 m (ب)

5 m (أ)

الحل

$$(v_i)_1 = 15 \text{ m/s} \quad (v_f)_1 = 0 \quad d_1 = 20 \text{ m} \quad (v_i)_2 = 30 \text{ m/s} \quad (v_f)_2 = 0 \quad d_2 = ?$$

في حالة إيقاف السيارة :

$$Fd = \frac{1}{2} mv_i^2$$

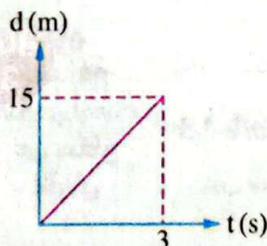
∴ قيمة كل من F ، m ثابتة .

$$\therefore \frac{d_1}{d_2} = \frac{(v_i)_1^2}{(v_i)_2^2} \quad , \quad \frac{20}{d_2} = \frac{(15)^2}{(30)^2}$$

$$\therefore d_2 = 80 \text{ m}$$

∴ الاختيار الصحيح هو د

مطاب عنها



اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

1 * الشكل البياني المقابل يوضح منحنى (الإزاحة - الزمن) لحركة جسم

كتلته 10 kg ، فإن طاقة حركة هذا الجسم تساوي

50 J (ب)

25 J (أ)

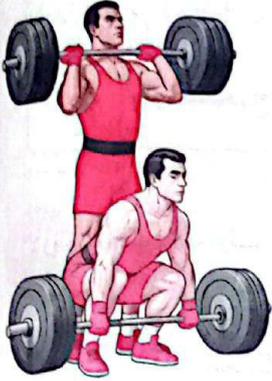
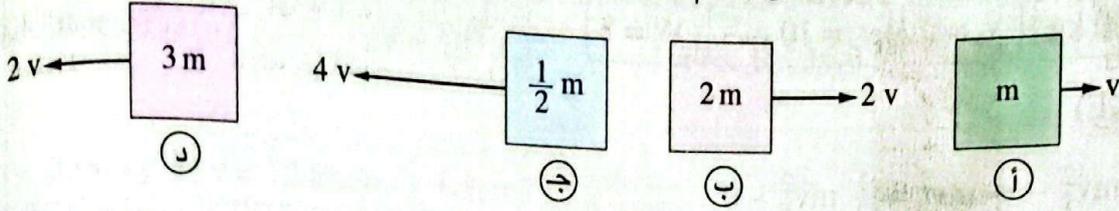
225 J (د)

125 J (ج)

2

اختبر نفسك

٢) أى من الأشكال التالية يعبر عن جسم له طاقة حركة أكبر؟



ثانياً طاقة الوضع (PE) Potential Energy

* عند بذل شغل على جسم لتغيير موضعه، فإن هذا الشغل يُخزن داخل الجسم في صورة طاقة تسمى **طاقة الوضع (PE)**.

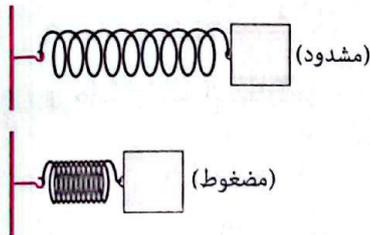
طاقة الوضع

الطاقة التي يمتلكها الجسم نتيجة لموضعه.

أمثلة على طاقة الوضع

١) طاقة وضع المرنة

* الطاقة التي يخزنها الجسم نتيجة استطالة أو انضغاط أجزائه، على سبيل المثال :



- استطالة أو انضغاط زنبرك يجعل أجزائه تخزن طاقة وضع تسمى بطاقة وضع المرنة.
- وعندما تزول القوة التي سببت استطالة الزنبرك أو انضغاطه يبذل الزنبرك شغلاً حتى يتخلص من هذه الطاقة لكي يعود إلى وضعه المستقر.



- استطالة الخيط المطاطي يجعل أجزائه تخزن طاقة وضع المرنة.
- وعندما تزول القوة المؤثرة على الخيط يتحرك حتى يتخلص من هذه الطاقة لكي يعود إلى وضعه المستقر.



٢) طاقة وضع ثقالية

* ترتبط طاقة الوضع الثقالية بموضع الأشياء بالنسبة لسطح الأرض (أي بالنسبة لمجال الجاذبية)، على سبيل المثال :



فإنه يكتسب طاقة وضع ثقالية، بحيث كلما زاد ارتفاع الجسم عن سطح الأرض يخزن طاقة وضع ثقالية أكبر.





يعنى أنها كانت تمتلك طاقة وضع ثقالية وتحولت إلى طاقة حركة أثناء سقوطها.

انهيار الصخور المتراكمة

استنتاج طاقة الوضع الثقالية لجسم

* عند رفع جسم كتلته (m) مسافة رأسية (h) عن سطح الأرض،

فإن الشغل المبذول (W) يتعين من العلاقة: $W = Fh$

حيث (F) هي أقل قوة لازمة لرفع الجسم لأعلى ضد الجاذبية

الأرضية وتساوى وزنه (w):

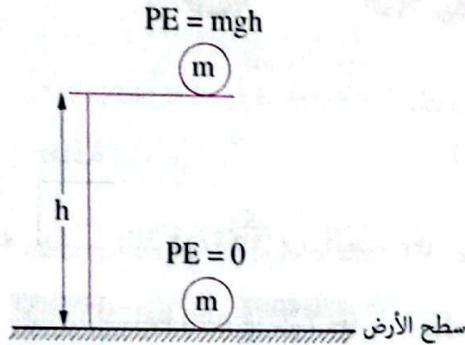
$$F = w = mg$$

حيث (g) عجلة الجاذبية الأرضية وتساوى تقريبًا (9.8 m/s^2)

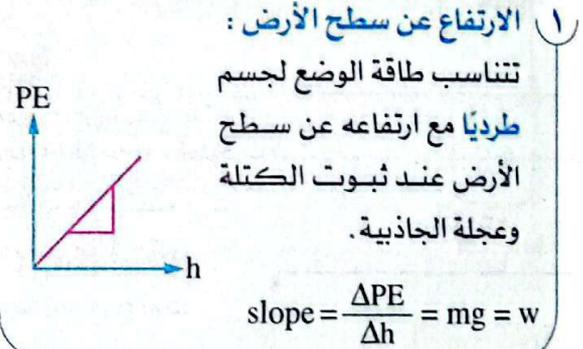
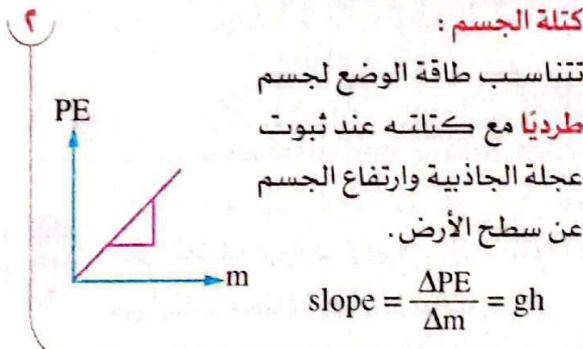
$$\therefore W = mgh$$

∴ الشغل المبذول يُخزن داخل الجسم في صورة طاقة وضع (PE).

$$\therefore PE = mgh$$



العوامل التي تتوقف عليها طاقة الوضع الثقالية لجسم



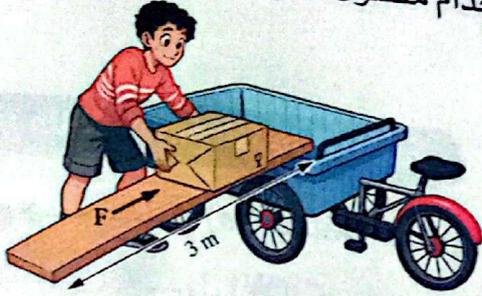
$$PE = mgh$$

٣ عجلة الجاذبية الأرضية:

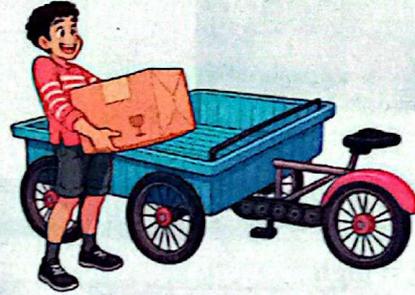
تتغير تغيرًا طفيفًا بالابتعاد عن سطح الأرض.

تطبيقات حياتية

عند رفع نفس الصندوق لأعلى مسافة رأسية 1 m باستخدام مستوى مائل أملس طوله 3 m



عند رفع صندوق وزنه 450 N رأسياً لأعلى مسافة 1 m



يكون الشغل المبذول متساوياً في الحالتين

$$W = wh = 450 \times 1 = 450 \text{ J}$$

يتطلب ذلك قوة أقل من وزن الصندوق، لكنه سيحتاج لإزاحة أكبر:

$$F = \frac{W}{d} = \frac{450}{3} = 150 \text{ N}$$

يتطلب ذلك قوة تكافئ وزن الصندوق:

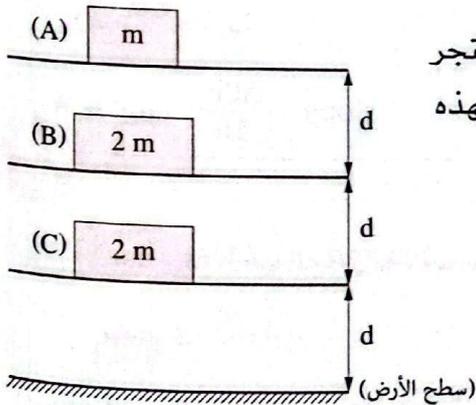
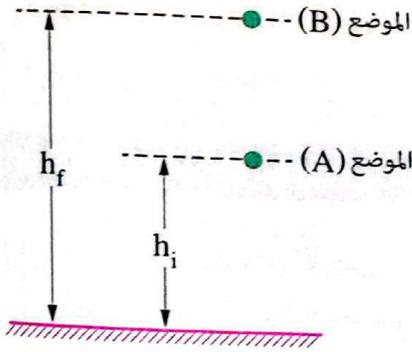
$$F = \frac{W}{d} = \frac{450}{1} = 450 \text{ N}$$

ملاحظة

* لرفع جسم كتلته m من الموضع (A) إلى الموضع (B) كما في الشكل المقابل، يُبذل على الجسم شغل (W) يساوي التغير في طاقة وضع الجسم ويحسب من العلاقة:

$$W = mgh_f - mgh_i = mg(h_f - h_i) = mg\Delta h$$

$$W = \Delta(\text{PE})$$



$$\therefore \text{PE} = mgh$$

اختر، ثلاث عبوات (A، B، C) مختلفة الكتلة موضوعة في متجر على أرفف مختلفة كما بالشكل المقابل، ما الترتيب الصحيح لهذه العبوات تبعاً لطاقة الوضع المختزنة في كل منها؟

$$C > B > A \text{ (ب)}$$

$$A > B > C \text{ (ا)}$$

$$B > C > A \text{ (د)}$$

$$B > A > C \text{ (ج)}$$

الحل

∴ قيمة عجلة الجاذبية الأرضية (g) ثابتة.

$$\begin{aligned} \therefore (PE)_A : (PE)_B : (PE)_C &= m_A h_A : m_B h_B : m_C h_C \\ &= m \times 3d : 2m \times 2d : 2m \times d \\ &= 3md : 4md : 2md \\ &= 3 : 4 : 2 \end{aligned}$$

∴ الترتيب الصحيح للعبوات تبعًا لطاقة الوضع المختزنة في كل منها هو: **B > A > C**

∴ الاختيار الصحيح هو (ج)

ماذا لو

تم وضع العبوة B في نفس رف العبوة A، هل تكون للعبوتين نفس طاقة الوضع؟

جسم كتلته 10 kg موضوع على سطح الأرض، قام شخص برفعه إلى منضدة على ارتفاع 1 m من سطح الأرض، احسب:

(١) التغير في طاقة وضع الجسم.

(٢) الشغل المبذول بواسطة الشخص على الجسم.

الحل

$$m = 10 \text{ kg}$$

$$h = 1 \text{ m}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$\Delta(PE) = ?$$

$$W = ?$$

(١)، (٢)

$$W = \Delta(PE) = mg\Delta h = 10 \times 10 \times (1 - 0) = 100 \text{ J}$$

كان المطلوب حساب الشغل المبذول لرفع الجسم من المنضدة إلى رف على ارتفاع 2.5 m

من سطح الأرض، ما إجابتك؟

ماذا لو

مثال 3

اختر: جسمان (x)، (y) لهما نفس الكتلة، الجسم (x) موضوع على ارتفاع h_x من سطح الأرض، والجسم (y)

موضوع على ارتفاع h_y من سطح القمر، فإذا كان للجسمين نفس طاقة الوضع، فإن النسبة $\left(\frac{h_x}{h_y}\right)$

تساوى

(علمًا بأن: عجلة الجاذبية على سطح الأرض ستة أمثال عجلة الجاذبية على سطح القمر)

$$\frac{1}{3} \text{ (د)}$$

$$\frac{3}{1} \text{ (ج)}$$

$$\frac{1}{6} \text{ (ب)}$$

$$\frac{6}{1} \text{ (أ)}$$

$$(PE)_x = (PE)_y$$

$$m_x = m_y$$

$$g_e = 6 g_m$$

$$\frac{h_x}{h_y} = ?$$

$$\therefore (PE)_x = (PE)_y$$

$$\therefore m_x g_e h_x = m_y g_m h_y$$

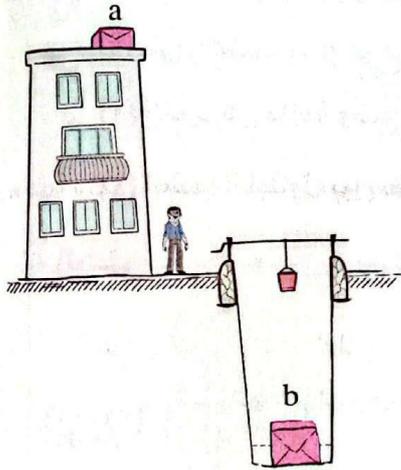
$$\therefore 6 g_m h_x = g_m h_y$$

$$\frac{h_x}{h_y} = \frac{1}{6}$$

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

وضع الجسمين على نفس الارتفاع من سطح الأرض والقمر، فكم تكون النسبة $\frac{(PE)_x}{(PE)_y}$ ؟

ماذا لو



اختر: في الشكل المقابل يقف شخص على سطح الأرض ويوجد بجانبه مبنى ارتفاعه 10 m وبئر عمقه 10 m عن مستوى سطح الأرض، فإذا وضع جسم (a) كتلته 2 kg أعلى المبنى ووضع جسم آخر (b) كتلته 4 kg في قاع البئر، فإن طاقتي وضع الجسمين (b، a) بالنسبة لمستوى سطح الأرض هما

(علمًا بأن: $g = 10 \text{ m/s}^2$)

مثال 4

$(PE)_b$ (J)	$(PE)_a$ (J)	
400	200	أ
- 400	200	ب
200	400	ج
- 200	400	د

$$m_a = 2 \text{ kg}$$

$$h_a = 10 \text{ m}$$

$$m_b = 4 \text{ kg}$$

$$h_b = - 10 \text{ m}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$(PE)_a = ?$$

$$(PE)_b = ?$$

$$(PE)_a = m_a g h_a = 2 \times 10 \times 10 = 200 \text{ J}$$

$$(PE)_b = m_b g h_b = 4 \times 10 \times (- 10) = - 400 \text{ J}$$

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

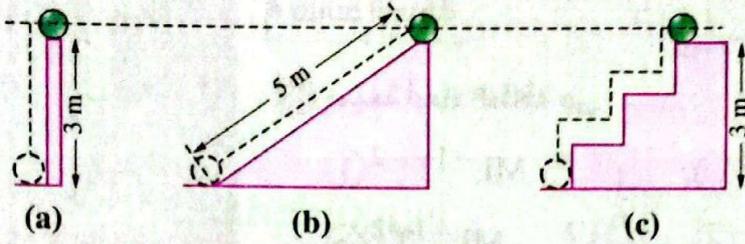
وسيلة مساعدة

باعتبار طاقة الوضع عند مستوى سطح الأرض تساوي صفر، فإن إشارة h تكون:

- * موجبة، إذا كان مستوى الجسم أعلى من مستوى سطح الأرض.
- * سالبة، إذا كان مستوى الجسم أقل من مستوى سطح الأرض.

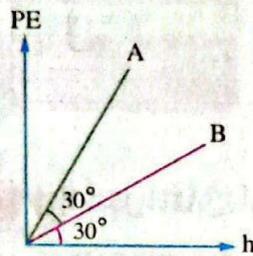
اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

مجان عنها



١ * الأشكال المقابلة توضح ثلاثة مسارات مختلفة مهمة الاحتكاك يمكن أن تسلكها كرة ساكنة موجودة عند سطح الأرض لتصل إلى ارتفاع معين، في أي مساريكون الشغل المبذول لرفع الكرة أكبر؟

١ المسار (a) ٢ المسار (b) ٣ المسار (c) ٤ متساوي في المسارات الثلاثة



٢ الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين طاقة الوضع (PE) لكل من جسمين A ، B وارتفاع كل منهما (h) عن سطح الأرض، فإن النسبة بين وزني الجسمين $\left(\frac{W_A}{W_B}\right)$ تساوي

١ $\frac{2}{1}$ ٢ $\frac{1}{2}$ ٣ $\frac{1}{3}$ ٤ $\frac{3}{1}$

* مما سبق يمكن المقارنة بين طاقة الحركة وطاقة الوضع التناقلية كما يلي :

طاقة الوضع التناقلية	طاقة الحركة	المفهوم
الطاقة التي يمتلكها الجسم نتيجة لموضعه بالنسبة لسطح الأرض	الطاقة التي يمتلكها الجسم نتيجة لحركته	
$PE = mgh$	$KE = \frac{1}{2} mv^2$	العلاقة الرياضية
* كتلة الجسم. * الارتفاع عن سطح الأرض. * عجلة الجاذبية الأرضية.	* كتلة الجسم. * سرعة الجسم.	العوامل المؤثرة
الجول		وحدة القياس
ML^2T^{-2}		صيغة الأبعاد

الفيزياء في خدمة البيئة

* معظم الطاقات التي يستخدمها الإنسان تأتي من مصادر طاقة غير متجددة، مثل الفحم الحجري والبتترول.
* معظم مصادر الطاقة غير المتجددة ينتج عن استخدامها كثير من المواد الضارة بالبيئة وبصحة الإنسان، لذلك هناك اتجاه عالمي نحو استخدام المصادر الطبيعية النظيفة للحصول على الطاقة والحفاظ على البيئة في نفس الوقت.
* على سبيل المثال استخدام طاقة الرياح (طاقة حركة) ومساقط المياه (طاقة وضع تناقلية) في توليد الكهرباء وتحويلها إلى العديد من صور الطاقة اللازمة للحياة العملية للإنسان.



طاقة الحركة

١ صيغة أبعاد الطاقة هي

ML²T⁻² (ب) ML⁻¹T⁻² (أ)

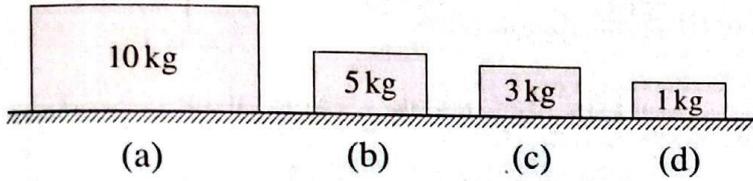
MLT (د) ML⁻¹T² (ج)

٢ * سيارة كتلتها 2000 kg تسير بسرعة 60 km/h، فتكون طاقة حركتها هي

6 × 10⁴ J (ب) 1.7 × 10⁴ J (أ)

3.6 × 10⁵ J (د) 2.78 × 10⁵ J (ج)

٣ في الشكل المقابل، أربعة أجسام (a)، (b)، (c)، (d)،



مختلفة الكتلة تتحرك بسرعة ثابتة :

(١) إذا كان للأجسام الأربعة نفس

السرعة، فإن الجسم الذي له

أكبر طاقة حركة هو

(أ) (ب) (ج) (د)

(٢) إذا كان للأجسام الأربعة نفس طاقة الحركة، فإن الجسم الذي له أكبر سرعة هو

(أ) (ب) (ج) (د)

٤ * الترتيب الصحيح للسيارات الموضحة بالشكل

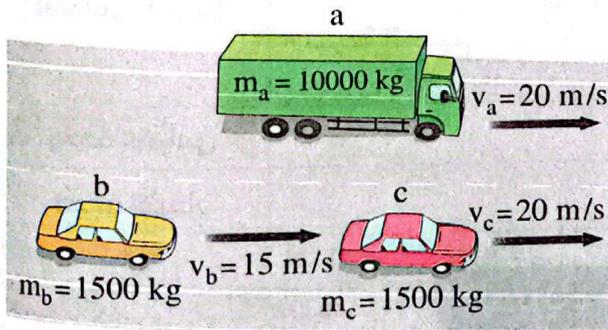
المقابل تبعًا لطاقة حركة كل منها هو

b < c < a (أ)

c < b < a (ب)

b > c > a (ج)

c = b = a (د)



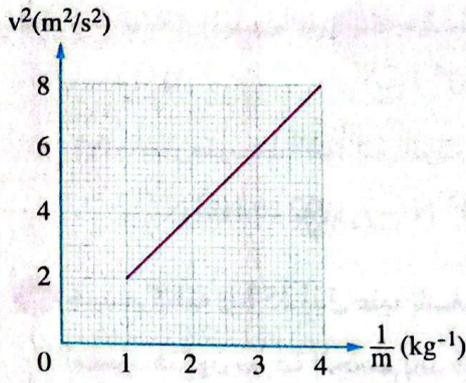
٥ * عداء كتلته 72 kg وطاقة حركته مساوية لطاقة حركة سيارة كتلتها 1200 kg وتتحرك بسرعة 9 km/h،

فتكون سرعة العداء هي

3.04 m/s (ب) 2.27 m/s (أ)

10.21 m/s (د) 5.14 m/s (ج)

?



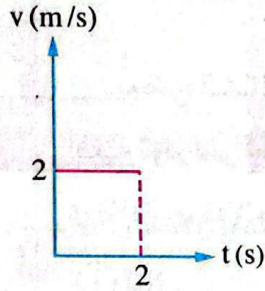
6 * الشكل البياني المقابل يوضح العلاقة بين مربع مقدار السرعة (v^2) لكل جسم من عدة أجسام لها نفس طاقة الحركة ومقلوب كتلة الجسم ($\frac{1}{m}$)، فتكون طاقة حركة كل من هذه الأجسام هي

1 J (ب)

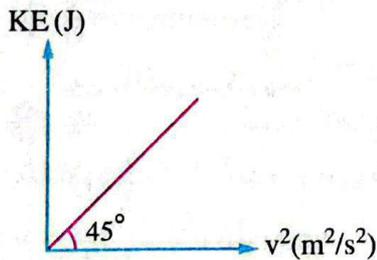
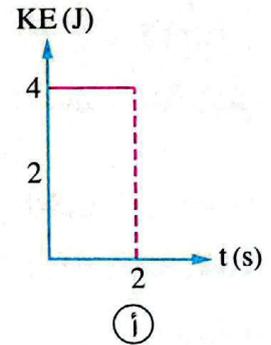
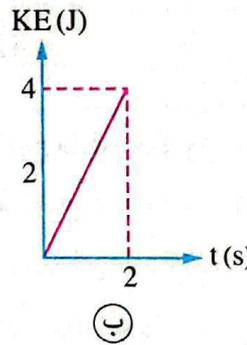
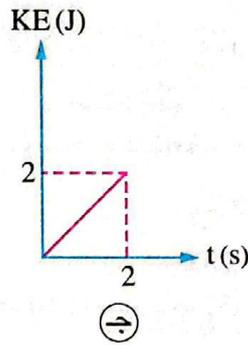
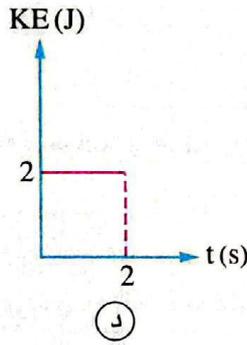
0.5 J (أ)

4 J (د)

2 J (ج)



7 الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين السرعة (v) لجسم كتلته 2 kg وزمن حركة هذا الجسم (t)، فإن الشكل البياني المبرعن العلاقة بين طاقة حركة الجسم (KE) والزمن (t) هو



8 الشكل البياني المقابل يوضح العلاقة بين طاقة الحركة (KE) لجسم كتلته (m) ومربع مقدار سرعة الجسم (v^2)، فإن كتلة الجسم تساوى

(علماً بأن : الكميتان ممثلتان على المحورين بنفس مقياس الرسم)

1 kg (ب)

0.5 kg (أ)

5 kg (د)

2 kg (ج)



9 * سيارة كتلتها 3×10^3 kg وسرعتها 16 m/s اصطدمت بشجرة فلم تتحرك الشجرة وتوقفت السيارة كما بالشكل المقابل، فإن :

(أ) التغير في طاقة حركة السيارة يساوى

-2.4×10^4 J (ب)

-3.84×10^5 J (أ)

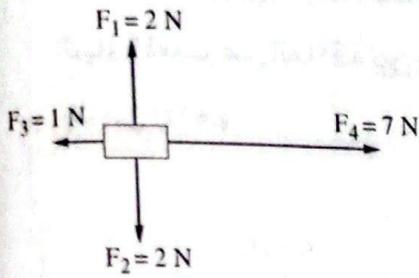
2.4×10^4 J (د)

3.84×10^5 J (ج)

١٠ (٢) الشغل المبذول على الشجرة عندما ترتطم مقدمة السيارة بها يساوى
 0 (أ) $2.4 \times 10^4 \text{ J}$ (ب) $3.84 \times 10^5 \text{ J}$ (ج) $6.23 \times 10^5 \text{ J}$ (د)

١١ (٣) مقدار متوسط القوة التي أثرت في مقدمة السيارة فقوستها للداخل 50 cm يساوى
 $1.92 \times 10^5 \text{ N}$ (أ) $5.76 \times 10^5 \text{ N}$ (ب) $7.68 \times 10^5 \text{ N}$ (ج) $9.6 \times 10^5 \text{ N}$ (د)

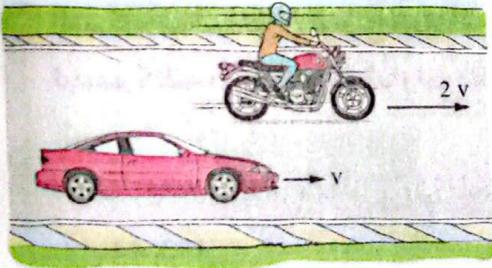
١٢ جسم كتلته 25 kg بُذل عليه شغل مقداره 1800 J فتحرك أفقيًا من السكون مسافة (d) على مستوى أفقى أملس، فتكون سرعة الجسم بعد قطعه هذه المسافة هي
 1200 m/s (أ) $12\sqrt{2} \text{ m/s}$ (ب) 140 m/s (ج) 12 m/s (د)



١٣ يوضح الشكل منظر علوى لمقدار واتجاه كل من أربع قوى أفقية تؤثر على جسم موضوع على سطح أفقى، فإن التغير فى طاقة حركة الجسم أثناء إزاحته 4 m يساوى
 8 J (أ) 10 J (ب) 24 J (ج) 32 J (د)

١٤ جسم طاقة حركته 4 J، فإذا زادت سرعته للضعف، تصبح طاقة حركته
 0.8 J (أ) 4 J (ب) 8 J (ج) 16 J (د)

١٥ الشكل المقابل يوضح سيارة كتلتها (m) وسرعتها (v) ودراجة نارية كتلتها ($\frac{m}{4}$) وسرعتها (2v)، فتكون النسبة بين طاقتى حركتهما $\left(\frac{\text{KE}}{\text{KE}}\right)$ سيارة دراجة هي
 $\frac{1}{2}$ (أ) $\frac{1}{4}$ (ب) $\frac{2}{1}$ (ج) $\frac{1}{1}$ (د)

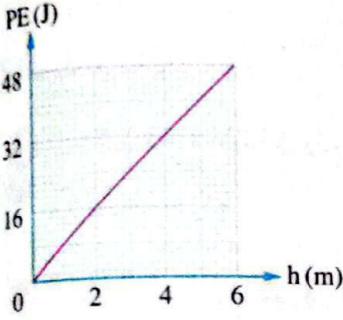


١٦ جسمان كتلة الأول ضعف كتلة الثانى وسرعة الأول نصف سرعة الثانى، فإن طاقة حركة الأول طاقة حركة الثانى.
 نصف (أ) ضعف (ب) ربع (ج) أربعة أمثال (د)

١٧ * مدفع يطلق 600 رصاصة فى الدقيقة، فإذا كانت كتلة الرصاصة الواحدة 8 g وسرعتها 700 m/s، فإن الطاقة الحركية الكلية للرصاصات المنطلقة فى الثانية تساوى
 $3.92 \times 10^3 \text{ J}$ (أ) $19.6 \times 10^3 \text{ J}$ (ب) $58.8 \times 10^3 \text{ J}$ (ج) $78.4 \times 10^3 \text{ J}$ (د)

٢٢ وصل رجل إلى شقته صعودًا على السلم مرة، وباستخدام المصعد مرة ثانية، أي العبارات التالية صحيحة؟

- أ) طاقة وضع الرجل أكبر عند صعوده السلم
 ب) طاقة وضع الرجل أكبر عند استخدام المصعد
 ج) لا توجد طاقة وضع للرجل عند استخدام المصعد
 د) طاقة وضع الرجل متساوية في الحالتين



٢٣ * الشكل البياني المقابل يوضح العلاقة بين طاقة وضع

جسم (PE) وارتفاعه (h) عن سطح الأرض، فإن كتلة هذا

الجسم تساوي $(g = 9.8 \text{ m/s}^2)$

- أ) 0.5 kg
 ب) 0.82 kg
 ج) 8 kg
 د) 78.4 kg

٢٤ * لديك صندوقان (a)، (b) وزنهما 40 N، 60 N على الترتيب، الصندوق (a) موضوع على سطح الأرض

بينما الصندوق (b) موضوع على ارتفاع 2 m من سطح الأرض، فإن الارتفاع الذي يُرفع إليه الصندوق (a) حتى

يصبح له نفس طاقة وضع الصندوق (b) هو

- أ) 1.3 m
 ب) 1.5 m
 ج) 3 m
 د) 5 m

ثانيًا أسئلة المقال

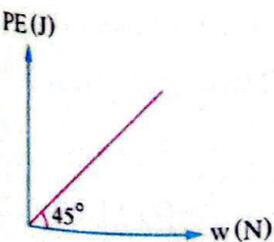
١ فسر العبارات التالية :

- (١) طاقة الحركة كمية قياسية.
 (٢) طاقة حركة جسم ساكن تساوي صفر.

٢ جسم كتلته 2 kg يتحرك بسرعة منتظمة وطاقة حركته 25 J، احسب :

- (١) مقدار سرعة الجسم.
 (٢) الشغل المبذول على الجسم بواسطة القوة المحصلة.

٣ قارن بين : طاقة وضع المرونة وطاقة الوضع التناقلية (من حيث : المفهوم).



٤ عدة أجسام لها كتل مختلفة موضوعة على نفس الارتفاع من سطح

الأرض، والشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين طاقة الوضع (PE) لكل

من هذه الأجسام والوزن (w) لكل منها، احسب ارتفاع هذه الأجسام.

(علمًا بأن : الكميتان ممثلتان على المحوران بنفس مقياس الرسم)

?

مجاب عنها تفصيليا

أسئلة تقيس مستويات التفكير العليا

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة

١ كرة كتلتها (m) تتحرك أفقيًا بسرعة (v) اصطدمت بجائظ ثم ارتدت بنصف سرعتها، فإن الطاقة الحركية المفقودة نتيجة التصادم تساوى

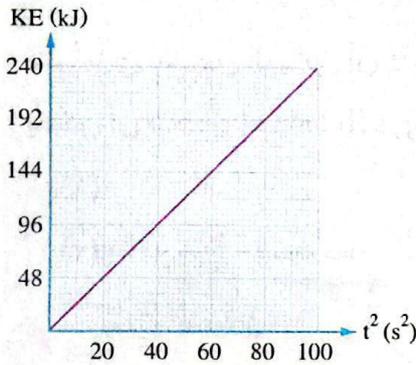
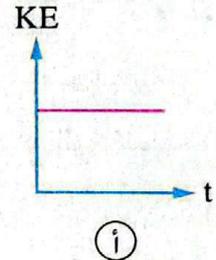
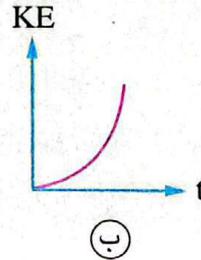
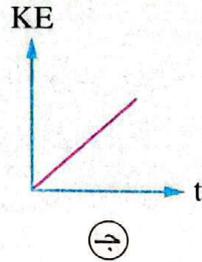
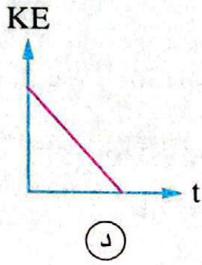
$$\frac{1}{2} mv^2 \text{ (د)}$$

$$\frac{1}{4} mv^2 \text{ (ج)}$$

$$\frac{3}{8} mv^2 \text{ (ب)}$$

$$\frac{1}{8} mv^2 \text{ (ا)}$$

٢ أى من الأشكال البيانية التالية يمثل العلاقة بين طاقة الحركة (KE) لجسم يتحرك من السكون في خط مستقيم بعجلة منتظمة والزمن (t) ؟



٣ سيارة كتلتها 1200 kg تتحرك من السكون في خط مستقيم بعجلة منتظمة، والشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين طاقة الحركة (KE) للسيارة ومربع الزمن (t^2)، فإن عجلة تحرك السيارة تساوى

$$4 \text{ m/s}^2 \text{ (ب)}$$

$$2 \text{ m/s}^2 \text{ (ا)}$$

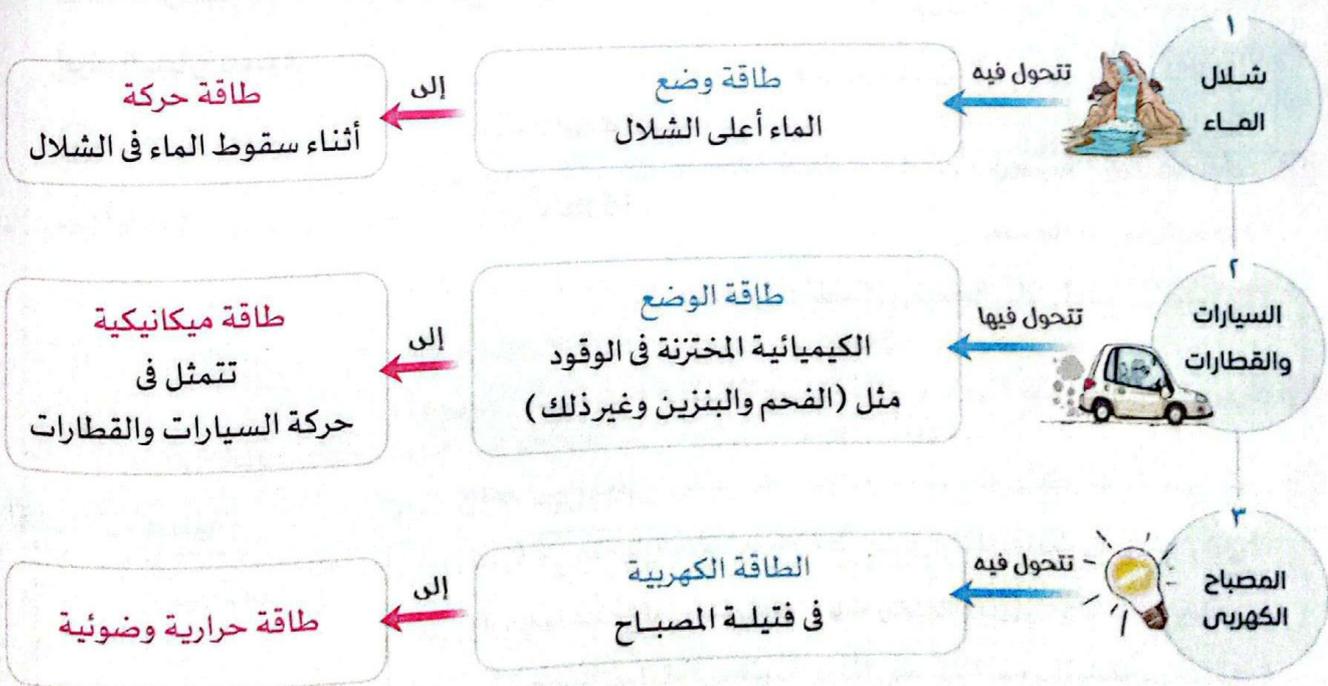
$$16 \text{ m/s}^2 \text{ (د)}$$

$$8 \text{ m/s}^2 \text{ (ج)}$$

قانون بقاء الطاقة



* تعرفنا في الدرس السابق أن طاقة الجسم هي قدرة الجسم على بذل شغل، وهناك صور متعددة للطاقة يمكن أن تتحول إحداها للأخرى، على سبيل المثال :



* تخضع تحولات الطاقة من صورة إلى أخرى لما يُعرف بقانون بقاء الطاقة .

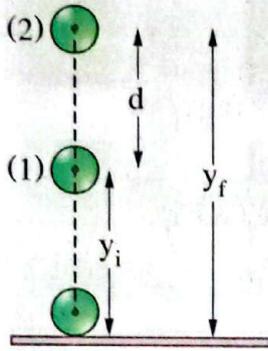
قانون بقاء الطاقة

الطاقة لا تضي ولا تستحدث من العدم، ولكن يمكن أن تتحول من صورة إلى أخرى.

* فيما يلي سندرس إحدى صور قانون بقاء الطاقة وهو قانون بقاء الطاقة الميكانيكية .

قانون بقاء الطاقة الميكانيكية

عند سقوط جسم تحت تأثير الجاذبية الأرضية فقط (مهملين بذلك مقاومة الهواء) يتأثر هذا الجسم بقوة ثابتة مقدارها يساوي وزنه واتجاهها لأسفل، ويطلق على حركة هذا الجسم «السقوط الحر»، ويتحرك الجسم في هذه الحالة بعجلة منتظمة تسمى عجلة السقوط الحر (g) أو عجلة الجاذبية الأرضية (g).



في حالة قذف جسم كتلته m رأسياً إلى أعلى عكس اتجاه الجاذبية الأرضية، وكانت سرعته الابتدائية v_i عند النقطة (1) وسرعته النهائية v_f عند النقطة (2)، فإنه أثناء صعوده :

1 تتناقص طاقة الحركة للجسم لتتناقص سرعته.

2 تزداد طاقة الوضع للجسم لزيادة الارتفاع.

مجموع طاقتي الوضع
والحركة عند النقطة (2)

=

مجموع طاقتي الوضع
والحركة عند النقطة (1)

ويكون :

$$\therefore (PE)_f + (KE)_f = (PE)_i + (KE)_i$$

$$\therefore mgy_f + \frac{1}{2} mv_f^2 = mgy_i + \frac{1}{2} mv_i^2$$

$$\therefore mgy_f - mgy_i = - \left(\frac{1}{2} mv_f^2 - \frac{1}{2} mv_i^2 \right)$$

$$\therefore \Delta PE = - \Delta KE$$

أما أن : النقص في طاقة الحركة = الزيادة في طاقة الوضع .

ومما سبق نستنتج أنه : في حالة السقوط الحر تحت تأثير قوة الجاذبية، كلما زادت طاقة حركة الجسم، فإن ذلك يكون على حساب طاقة الوضع (تقل طاقة الوضع) والعكس صحيح .

* مما سبق يمكن تعريف الطاقة الميكانيكية وقانون بقاء الطاقة الميكانيكية كالتالي :

قانون بقاء الطاقة الميكانيكية

مجموع طاقتي الوضع والحركة لجسم عند أي نقطة في مساره عندما يتحرك تحت تأثير قوة من نوع خاص مثل قوة الجاذبية الأرضية أو قوة المرونة يساوي مقدار ثابت.

الطاقة الميكانيكية

مجموع طاقتي الوضع والحركة لجسم.

معلومة إثرائية

إثبات قانون بقاء الطاقة الميكانيكية :

عندما يُقذف جسم رأسياً لأعلى، فإنه يتحرك بعجلة منتظمة (a) وتكون :

$$v_f^2 - v_i^2 = 2 ad$$

∴ الجسم يتحرك لأعلى عكس اتجاه مجال الجاذبية الأرضية، فإنه يتحرك بعجلة سالبة.

$$\therefore a = -g$$

$$\therefore v_f^2 - v_i^2 = -2gd$$

بضرب المعادلة السابقة في $(\frac{1}{2}m)$:

$$\therefore \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) = -mgd$$

$$\therefore d = y_f - y_i$$

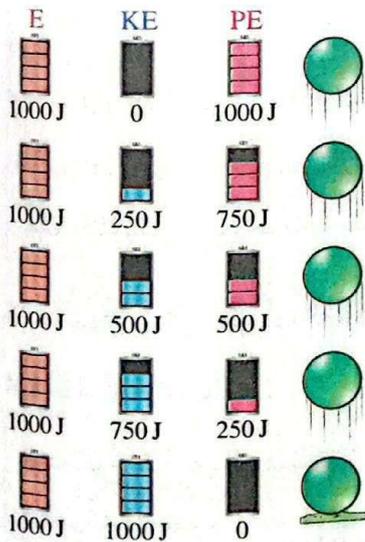
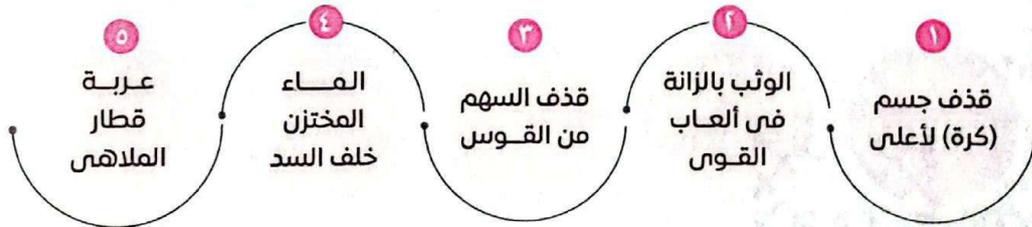
$$\therefore \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) = -mg(y_f - y_i), \quad \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 = -mgy_f + mgy_i$$

$$\therefore mgy_f + \frac{1}{2}mv_f^2 = mgy_i + \frac{1}{2}mv_i^2$$

$$\therefore (PE)_f + (KE)_f = (PE)_i + (KE)_i$$

قانون بقاء الطاقة في الحياة العملية

* توجد أمثلة كثيرة للتحويل المتبادل بين طاقة الوضع (PE) وطاقة الحركة (KE)، منها :



عند قذف كرة رأسياً لأعلى من سطح الأرض، فإنه عند سطح الأرض، تكون :

طاقة وضعها صفرو طاقة حركتها نهاية (قيمة) عظمى.

أثناء صعود الكرة لأعلى، فإن :

طاقة وضعها تزداد تدريجياً وطاقة حركتها تتناقص تدريجياً،

بحيث تكون الزيادة في طاقة الوضع = النقص في طاقة الحركة.

عند أقصى ارتفاع تصل إليه الكرة، تكون :

طاقة حركتها صفرو طاقة وضعها نهاية عظمى.

أثناء عودة الكرة إلى سطح الأرض تزداد طاقة حركتها وتقل

طاقة وضعها تدريجياً حتى تصل إلى سطح الأرض، فتكون

طاقة وضعها صفرو طاقة حركتها نهاية عظمى.

١
قذف
جسم (كرة)
لأعلى



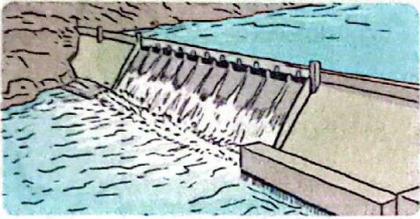
٢ حيث تُخزن طاقة وضع في الزانة أثناء الوثبة (الصعود) تتسبب في رفع جسم اللاعب، ثم تتحول إلى طاقة حركة أثناء الهبوط.

الوثب بالزانة
في ألعاب
القوى



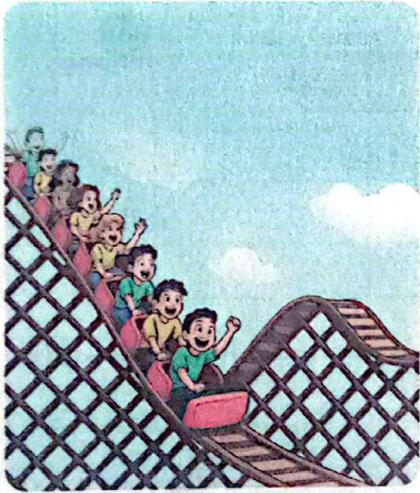
٣ حيث تُخزن طاقة وضع في وتر مشدود، ثم تتحول إلى طاقة حركة عند تركه حرًا تتسبب في انطلاق السهم.

قذف السهم
من القوس



٤ حيث تُخزن طاقة وضع في الماء نتيجة ارتفاع منسوبه خلف السد ثم تتحول إلى طاقة حركة عند سقوط الماء عبر السد.

الماء المخزن
خلف السد

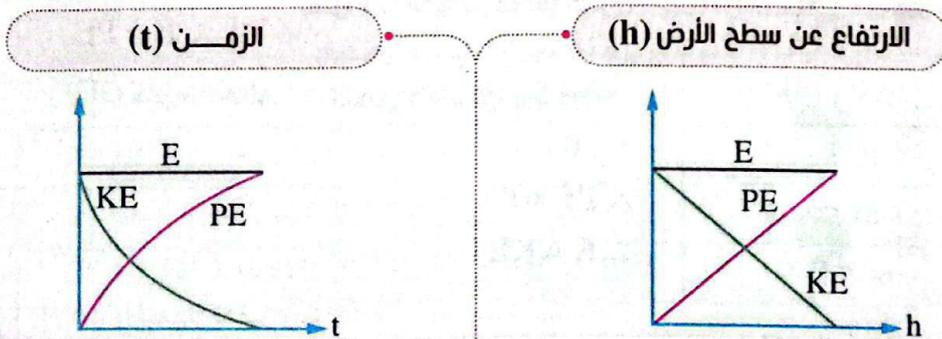


٥ يُستخدم في بعض عربات قطار الملاهي محرك لسحبها إلى قمة المرتفع فتخزن قدرًا كبيرًا من طاقة الوضع. عندما تُترك لتتخفف ثانيةً، فإن طاقة الوضع تتحول إلى طاقة حركة تدريجيًا. بإهمال قوى الاحتكاك يظل مجموع الطاقين ثابتًا، ولذلك يجب أن يكون المرتفع الأول هو الأعلى لإختران أكبر قدر ممكن من طاقة الوضع في العربات.

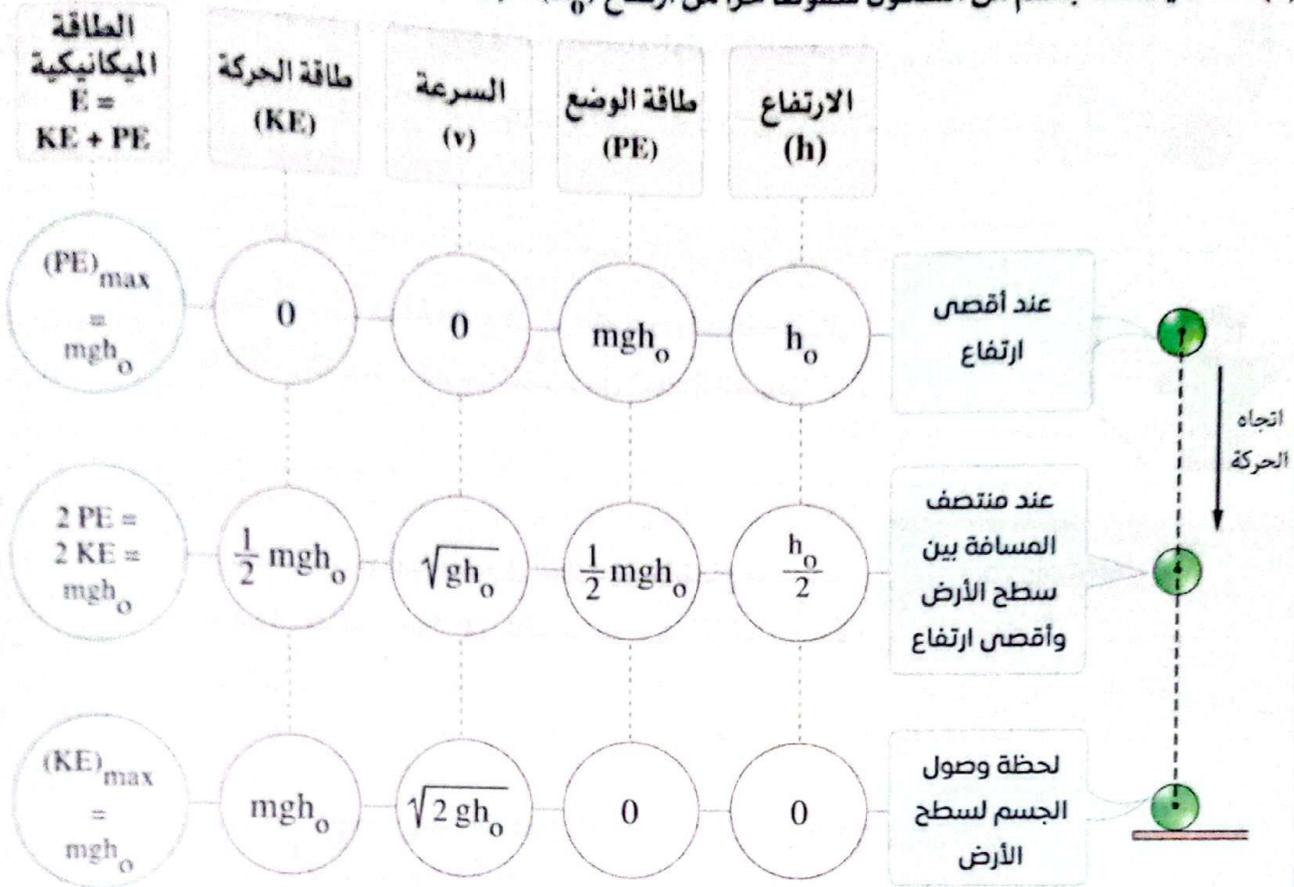
عربة
قطار
الملاهي

ملاحظات

(١) عند قذف جسم رأسيًا لأعلى من سطح الأرض، فإنه أثناء صعوده وحتى وصوله إلى أقصى ارتفاع، يمكن تمثيل العلاقة بين كل من طاقة الحركة (KE) وطاقة الوضع (PE) والطاقة الميكانيكية (E) مع :



(٢) عندما يسقط جسم من السكون سقوطًا حرًا من ارتفاع (h_0) ، فإن :



$$E = PE_{(عند أقصى ارتفاع)} = KE_{(عند سطح الأرض)}$$

وبالتالي :

(٣) في حالة اهتزاز البندول البسيط كما بالشكل :

في العلاقة $(PE = mgh)$ يمثل الارتفاع (h) المسافة الرأسية بين موضع الاتزان وموضع كرة البندول عند أي نقطة

يمثل هذا الموضع موضع الاتزان وتكون سرعة الكرة عنده أقصى ما يمكن، ويكون :
 $h = 0$
 $\therefore PE = 0$
 $\therefore E = KE$

عند هذا الموضع تكون الكرة قد صنعت أقصى إزاحة لها بعيدًا عن موضع الاتزان، وتكون :
 $v = 0$
 $\therefore KE = 0$
 $\therefore E = PE$

تجربة عملية قانون بقاء الطاقة الميكانيكية

الفرض منعنا

إثبات قانون بقاء الطاقة الميكانيكية.

الأدوات

- (١) كرة تنس .
 (٢) شريط لاصق .
 (٣) شريط مترى .
 (٤) ميزان رقمي .
 (٥) ساعة إيقاف .

الخطوات

- (١) عيّن كتلة كرة التنس بالجرام باستخدام الميزان الرقمي ثم حولها إلى الكيلوجرام.
 (٢) إلصق قطع شريط لاصق على الحائط على ارتفاعات مختلفة (2.5 m ، 2 m ، 1 m) على الترتيب.
 (٣) اسقط كرة التنس من أول ارتفاع وعيّن الزمن اللازم لوصولها لسطح الأرض.
 (٤) كرر المحاولة السابقة عدة مرات.
 (٥) كرر الخطوتين (٣) ، (٤) للارتفاعات الأخرى (2 m ، 2.5 m) مع تسجيل النتائج في الجدول التالي :

متوسط الزمن	الزمن (t)			الارتفاع (h)
	المحاولة الثالثة	المحاولة الثانية	المحاولة الأولى	
.....	1 m
.....	2 m
.....	2.5 m

(٦) احسب طاقة الوضع عند كل ارتفاع من العلاقة : $PE = mgh$ (علمًا بأن : $g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

(٧) احسب السرعة النهائية (v_f) للكرة لحظة اصطدامها بالأرض باستخدام المعادلة الآتية :

$$v_f = v_i + gt = gt$$

حيث : $v_i = 0$ لأن الكرة سقطت من سكون.

$$KE = \frac{1}{2} mv_f^2$$

(٨) احسب طاقة حركة الكرة لحظة اصطدامها بالأرض من العلاقة :

(٩) سجل النتائج السابقة في الجدول التالي :

طاقة الحركة (KE)	طاقة الوضع (PE)	الارتفاع (h)
.....	1 m
.....	2 m
.....	2.5 m

- (١) بزيادة الارتفاع عن سطح الأرض تزداد طاقة الوضع.
 (٢) طاقة الوضع عند أقصى ارتفاع = طاقة الحركة عند سطح الأرض = الطاقة الميكانيكية.
أي أن: طالما الجسم يتحرك تحت تأثير الجاذبية الأرضية فقط، فإن:

الطاقة الميكانيكية = مقدار ثابت

A $y_i = 30 \text{ m}$
 $v_i = 0$

B $(y_f)_1 = 20 \text{ m}$

C $(y_f)_2 = 0$
 $(v_f)_2 = ?$

اختر، في الشكل المقابل جسم ساكن على ارتفاع 30 m من سطح الأرض له طاقة وضع 1470 J، فإذا سقط الجسم لأسفل فإن:

(علمًا بأن: $g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

(١) طاقة وضع الجسم وطاقة حركته عند ارتفاع 20 m من سطح الأرض هما على الترتيب

490 J، 490 J (ب)

980 J، 490 J (ا)

490 J، 980 J (د)

980 J، 980 J (ج)

(٢) سرعة الجسم لحظة اصطدامه بالأرض تساوى

28 m/s (د)

24.25 m/s (ج)

19.8 m/s (ب)

14 m/s (ا)

الحل

$y_i = 30 \text{ m}$

$(PE)_i = 1470 \text{ J}$

$v_i = 0$

$(y_f)_1 = 20 \text{ m}$

$(y_f)_2 = 0$

$g = 9.8 \text{ m/s}^2$

$(PE_f)_1 = ?$

$(KE_f)_1 = ?$

$(v_f)_2 = ?$

$(PE)_i = mgy_i$

(١) * عند الموضع A (ارتفاع 30 m):

$1470 = m \times 9.8 \times 30$

$m = 5 \text{ kg}$

* عند الموضع B (ارتفاع 20 m):

$(PE_f)_1 = mg (y_f)_1 = 5 \times 9.8 \times 20 = 980 \text{ J}$

بتطبيق قانون بقاء الطاقة الميكانيكية عند الموضعين A، B:

$(PE_f)_1 + (KE_f)_1 = (PE)_i + (KE)_i$

$980 + (KE_f)_1 = 1470 + 0$ ، $(KE_f)_1 = 490 \text{ J}$

∴ الاختيار الصحيح هو (د)

(٢) بتطبيق قانون بقاء الطاقة الميكانيكية عند الموضعين C، A:

$(PE)_i + (KE)_i = (PE_f)_2 + (KE_f)_2$

$1470 + 0 = 0 + \left(\frac{1}{2} \times 5 \times (v_f)_2^2\right)$ ، $(v_f)_2 = 24.25 \text{ m/s}$

∴ الاختيار الصحيح هو (ج)

كان المطلوب حساب الشغل الذى تبذله قوة الجاذبية على الجسم من لحظة سقوطه وحتى وصوله لسطح الأرض، ما إجابتك؟

ماذا لو

مثال 2

اختر، قذف جسم من نقطة عند سطح الأرض رأسياً إلى أعلى بسرعة 10 m/s، فإن أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم هو

- (أ) 0.5 m (ب) 1 m (ج) 5 m (د) 10 m

الحل

$v_i = 10 \text{ m/s}$ $g = 10 \text{ m/s}^2$ $h = ?$

$KE_{\text{(عند سطح الأرض)}} = PE_{\text{(عند أقصى ارتفاع)}}$ ، $\frac{1}{2} mv_i^2 = mgh$

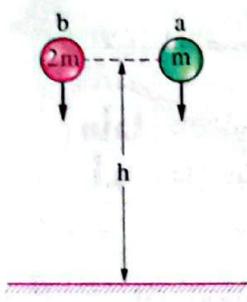
$\frac{1}{2} \times (10)^2 = 10 \times h$ ، $h = 5 \text{ m}$

∴ الاختيار الصحيح هو (ج)

ماذا لو

كانت كتلة الجسم 1 kg، فما هي طاقته الميكانيكية عند أقصى ارتفاع يصل إليه؟

مثال 3



اختر، كرتان a، b متماثلتان في الحجم وكتلتهما m، 2m على الترتيب سقطت كل منهما من ارتفاع h عن سطح الأرض كما بالشكل، ما الكمية الفيزيائية التي لا تتساوى للكرتين عند منتصف المسافة في طريقهما إلى سطح الأرض؟

- (أ) طاقة الوضع (ب) طاقة الحركة
(ج) الطاقة الميكانيكية (د) جميع ما سبق

الحل

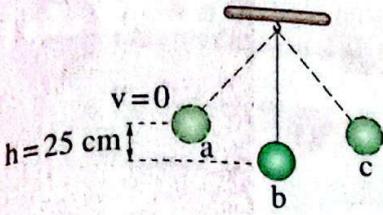
عند منتصف المسافة بين موضع السقوط وسطح الأرض :

بالنسبة لكرة b	بالنسبة لكرة a
(أ) طاقة الوضع	(أ) طاقة الوضع
$PE = \frac{1}{2} \times 2 mgh = mgh$	$PE = \frac{1}{2} mgh$
(ب) طاقة الحركة	(ب) طاقة الحركة
$KE = PE = mgh$	$KE = PE = \frac{1}{2} mgh$
(ج) الطاقة الميكانيكية	(ج) الطاقة الميكانيكية
$E = PE + KE = 2 mgh$	$E = PE + KE = mgh$

∴ الاختيار الصحيح هو (د)

ماذا لو

كان المطلوب حساب النسبة بين الطاقة الميكانيكية للكرتين $(\frac{E_a}{E_b})$ لحظة وصولهما لسطح الأرض، ما إجابتك؟



اختر، يبين الشكل المقابل كرة معلقة بجيظ تتأرجح بشكل حر في مستوى رأسي محدد، فإن أقصى سرعة تبلغها الكرة أثناء تأرجحها تساوي (علمًا بأن: $g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

2.2 m/s (ب)

1.1 m/s (ا)

4.4 m/s (د)

3.3 m/s (ج)

الحل

وسيلة مساعدة

أثناء تأرجح كرة البندول تنعدم سرعتها عند النقطتين a ، c وتبلغ أقصى سرعة لها عند النقطة b (موضع الاتزان).

بتطبيق قانون بقاء الطاقة عند النقطتين a ، b :

$$(PE)_a + (KE)_a = (PE)_b + (KE)_b$$

$$mgh + 0 = 0 + \frac{1}{2} m v_{\max}^2 \quad , \quad gh = \frac{1}{2} v_{\max}^2$$

$$v_{\max} = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 9.8 \times 25 \times 10^{-2}} = 2.2 \text{ m/s}$$

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

كان المطلوب هو حساب النسبة بين طاقة الوضع للكرة والطاقة الميكانيكية لها عند النقطة c ، ما إجابتك ؟

ماذا لو

مجاب عنها

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

كرة تسقط سقوطًا حرًا من ارتفاع h عن سطح الأرض لتتصادم بسطح الأرض ثم ترتد مرة أخرى، أي الارتفاعات الآتية لا يمكن أن يمثل الارتفاع الذي سترتد إليه الكرة ؟

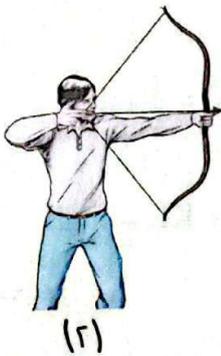
$\frac{3h}{2}$ (د)

$\frac{h}{2}$ (ج)

$\frac{2h}{3}$ (ب)

$\frac{3h}{4}$ (ا)

الشكلان التاليان يمثلان محاولتين مختلفتين لإطلاق سهمين من نفس القوس، أي السهمين تكون سرعته أكبر لحظة انطلاقه ؟ ولماذا ؟



؟

قيم نفسك
إلكترونيًا



أسئلة الاختيار من متعدد

أولًا

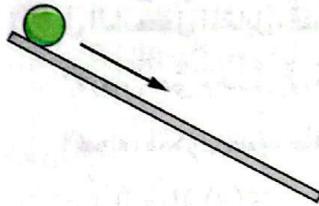
١ إذا قُذِفَ جسم رأسياً لأعلى، فأى الكميات الفيزيائية الآتية تساوى صفر عند أقصى ارتفاع؟

- (أ) وزنه
(ب) عجلة تحركه
(ج) طاقة وضعه
(د) سرعته

٢ عند قذف جسم لأعلى ثم عودته إلى النقطة التي قُذِفَ منها، فإن طاقته الميكانيكية.....

- (أ) تزداد طوال الحركة
(ب) لا تتغير طوال الحركة
(ج) تقل طوال الحركة
(د) تزداد أثناء الصعود وتقل أثناء الهبوط

٣ في الشكل المقابل تنزلق كرة على سطح مائل مهمل الاحتكاك، فإنه أثناء انزلاقها ماذا يحدث لكل من :



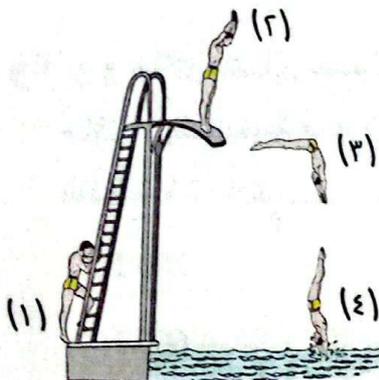
- (١) سرعتها؟
(أ) تزداد
(ب) تقل ولا تنعدم
(ج) تقل حتى تنعدم
(د) لا تتغير
- (٢) طاقة حركتها؟
(أ) تزداد
(ب) تقل ولا تساوى الصفر
(ج) تساوى صفر
(د) لا تتغير

٤ عند تصميم مهندس لعبة القطار في الملاهي قام بتصميم المرتفع الأول ليكون أعلى المرتفعات، ويرجع ذلك.....

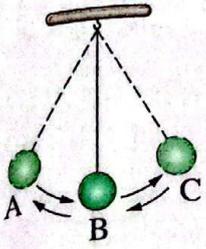
- (أ) لزيادة قوة جذب الأرض للعربات
(ب) لتقليل الطاقة الميكانيكية للعربات
(ج) لتقليل مقاومة الهواء
(د) لاختزان أكبر طاقة وضع في العربات

٥ * في الشكل المقابل، تكون طاقة الحركة للرجل أكبر

ما يمكن عند الموضع.....



- (أ) (١)
(ب) (٢)
(ج) (٣)
(د) (٤)

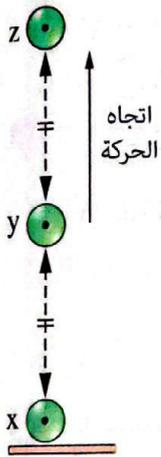


6 الشكل المقابل يوضح بندول بسيط يتأرجح بين الموضعين A ، C ، فتكون

- أ) طاقة الحركة عند C قيمة عظمى
 ب) الطاقة الميكانيكية عند A < الطاقة الميكانيكية عند B
 ج) طاقة الوضع عند A قيمة عظمى
 د) طاقة الوضع عند C < طاقة الوضع عند A

7 أيهما أكبر، طاقة وضع قطرة من الماء أعلى شلال أم طاقة وضعها أسفل الشلال ؟ ولماذا ؟

الموضع ذو طاقة الوضع الأكبر	السبب
أ) أعلى الشلال	لأن سرعة الماء أعلى الشلال أكبر
ب) أعلى الشلال	لأن طاقة الوضع تزداد بزيادة الارتفاع
ج) أسفل الشلال	لأن سرعة الماء أسفل الشلال أكبر
د) أسفل الشلال	لأن طاقة الوضع تزداد بنقصان الارتفاع



8 في الشكل المقابل، قُذف جسم رأسيًا لأعلى من النقطة (x) من سطح

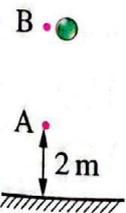
الأرض حتى وصل إلى أقصى ارتفاع له عند النقطة (z) وبإهمال مقاومة الهواء، فتكون نسبة طاقة الحركة عند النقطة (x) إلى الطاقة الميكانيكية عند النقطة (y) هي

- أ) $\frac{2}{1}$
 ب) $\frac{1}{2}$
 ج) $\frac{1}{1}$
 د) $\frac{1}{4}$

9 * قُذف جسم رأسيًا إلى أعلى بسرعة 40 m/s فكانت طاقة وضعه عند أقصى ارتفاع هي 4000 J، فإن كتلته

تساوى

- أ) 1.25 kg ب) 5 kg ج) 50 kg د) 200 kg



10 * في الشكل المقابل جسم كتلته 10 kg يسقط سقوطًا حرًا، فإذا كانت

طاقته الميكانيكية عند النقطة B هي 800 J، فإن طاقة حركته عند النقطة A تساوى

(علمًا بأن: $g = 10 \text{ m/s}^2$)

- أ) 200 J ب) 400 J ج) 600 J د) 800 J

?

11 * جسم كتلته 0.5 kg يسقط سقوطًا حرًا من السكون من ارتفاع 100 m، فإن الطاقة الميكانيكية بعد أن يقطع مسافة 20 m من بداية الحركة تساوى

- 100 J (أ) 400 J (ب) 500 J (ج) 700 J (د)

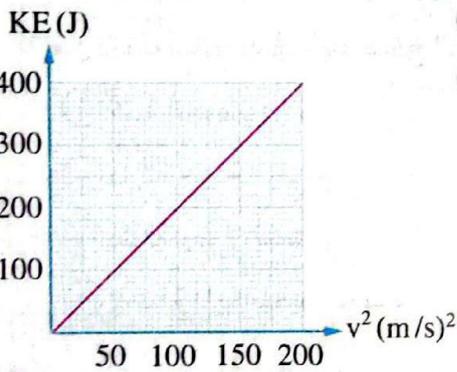


12 في الشكل المقابل كرة كتلتها 12 kg تسقط سقوطًا حرًا من السكون، فإذا كانت طاقتها الميكانيكية عند منتصف المسافة بين موضع سقوطها وسطح الأرض 150 J، فإن سرعتها لحظة اصطدامها بسطح الأرض تساوى

- 5 m/s (أ) 25 m/s (ب) 50 m/s (ج) 100 m/s (د)

13 * قذف جسم كتلته 0.2 kg رأسياً لأعلى بسرعة 20 m/s، فإن:

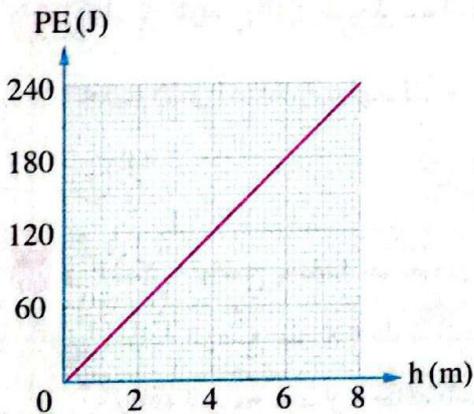
- (1) أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم يساوى
- 1 m (أ) 20 m (ب) 40 m (ج) 200 m (د)
- (2) سرعة الجسم عند ارتفاع 10 m من سطح الأرض تساوى
- 14.14 m/s (أ) 20.21 m/s (ب) 25.31 m/s (ج) 30.42 m/s (د)



14 الشكل البياني المقابل يوضح العلاقة بين طاقة الحركة (KE) لجسم يسقط من ارتفاع 10 m فوق سطح الأرض ومربع سرعته (v^2) أثناء السقوط، فتكون طاقة وضعه على ارتفاع 2 m هي

(علمًا بأن: $g = 10 \text{ m/s}^2$)

- 20 J (أ) 40 J (ب) 60 J (ج) 80 J (د)



15 * قذف جسم رأسياً لأعلى من نقطة عند سطح الأرض لتصل سرعته إلى الصفر عند ارتفاع 8 m، والشكل البياني المقابل يوضح العلاقة بين طاقة وضع الجسم (PE) وارتفاعه عن سطح الأرض (h)، فتكون:

(علمًا بأن: $g = 10 \text{ m/s}^2$)

(1) كتلة الجسم هي

- 1 kg (أ) 3 kg (ب) 10 kg (ج) 30 kg (د)

(2) طاقة حركة الجسم على ارتفاع 6 m من سطح الأرض هي

- 60 J (أ) 120 J (ب) 180 J (ج) 240 J (د)

$$(g = 9.8 \text{ m/s}^2)$$

16 * يرفع رجل صندوق كتلته 5 kg من سطح الأرض إلى ارتفاع 2 m :

(1) فإن الشغل الذي يبذله الرجل لرفع الصندوق إلى هذا الارتفاع يساوي

90 J (ب)

98 J (ا)

36 J (د)

49 J (ج)

(2) إذا سقط الصندوق من هذا الارتفاع، تكون سرعة ارتطام الصندوق بالأرض هي

6.26 m/s (ب)

1.42 m/s (ا)

39.2 m/s (د)

19.6 m/s (ج)

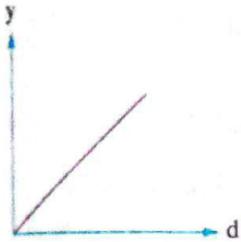
17 سقط جسم كتلته (m) سقوطًا حرًا، فإذا كانت سرعته عند منتصف المسافة بين موضع سقوطه و سطح الأرض هي (v)، فإن الطاقة الميكانيكية للجسم هي

$\frac{1}{2} mv^2$ (ب)

$\frac{1}{4} mv^2$ (ا)

$2 mv^2$ (د)

mv^2 (ج)



18 يسقط جسم سقوطًا حرًا من ارتفاع h فوق سطح الأرض، والشكل البياني

المقابل يمثل العلاقة بين كمية فيزيائية (y) للجسم والمسافة (d) التي يقطعها

من نقطة سقوطه في اتجاه سطح الأرض، فإن الكمية (y) تمثل

(ا) كتلة الجسم

(ب) طاقة حركة الجسم

(ج) طاقة وضع الجسم

(د) الطاقة الميكانيكية للجسم

19 * جسمان كتلة الأول ثلاثة أمثال كتلة الثاني سقطا في لحظة واحدة وكان الارتفاع الذي سقط منه الجسم

الأول $\frac{1}{3}$ الارتفاع الذي سقط منه الجسم الثاني، فتكون النسبة بين طاقة حركة الجسم الأول وطاقة حركة

الجسم الثاني لحظة وصولهما للأرض $\left(\frac{(KE)_1}{(KE)_2}\right)$ هي

$\frac{3}{1}$ (د)

$\frac{1}{1}$ (ج)

$\frac{1}{2}$ (ب)

$\frac{1}{3}$ (ا)

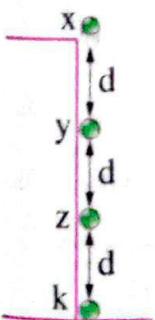
20 في الشكل الموضح يسقط جسم من السكون من أعلى مبنى ارتفاعه 3d، فتكون

(ا) طاقة الوضع عند x = طاقة الحركة عند y

(ب) طاقة الوضع عند y < طاقة الحركة عند k

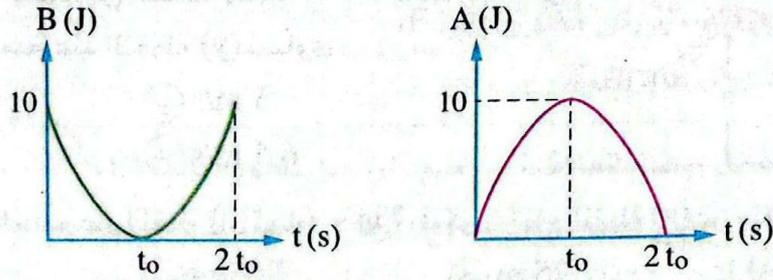
(ج) طاقة الحركة عند z = طاقة الوضع عند y

(د) طاقة الوضع عند x < طاقة الحركة عند k



?

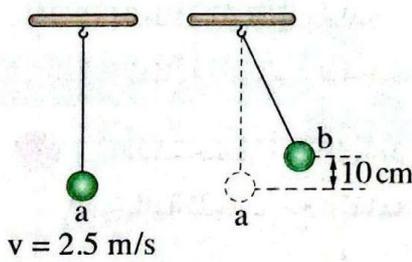
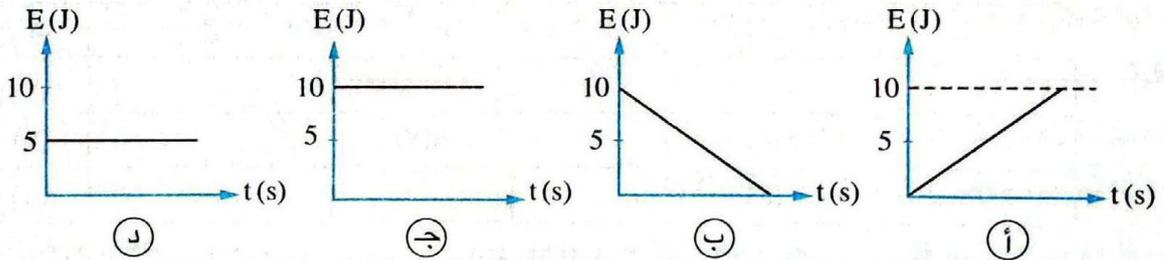
يوضح كل من الشكلين البيانيين التاليين العلاقة بين أحد الكميات الفيزيائية لجسم مقذوف رأسيًا لأعلى والزمن (t):



(١) أى الاختيارات الآتية يمثل الكمية A والكمية B الممثلين على المحور الرأسى فى الشكلين البيانيين؟

الكمية (B)	الكمية (A)	
طاقة الحركة	طاقة الوضع	أ
طاقة الوضع	طاقة الحركة	ب
طاقة الحركة	الطاقة الميكانيكية	ج
طاقة الوضع	الطاقة الميكانيكية	د

(٢) أى الأشكال البيانية التالية يمثل العلاقة بين الطاقة الميكانيكية (E) للجسم والزمن (t)؟



* بندول بسيط يمر أثناء اهتزازة بالنقطة b كما بالشكل

(g = 9.8 m/s²)

المقابل، فإن :

(١) أقصى ارتفاع يصل إليه ثقل البندول عن النقطة a هو

31.9 cm (ب)

20.5 cm (أ)

36.9 cm (د)

35.8 cm (ج)

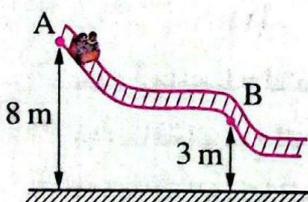
(٢) سرعة ثقل البندول عند النقطة b هى

0.5 m/s (د)

1.2 m/s (ج)

2.1 m/s (ب)

4.3 m/s (أ)



* تبدأ عربة الملاهى حركتها من السكون عند النقطة A لتتحرك على

قضبان مهملة الاحتكاك كما هو مبين بالشكل، فإن مقدار سرعة العربة

(g = 10 m/s²)

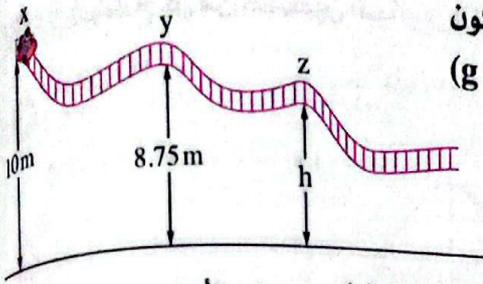
عند النقطة B يساوى

10 m/s (ب)

5 m/s (أ)

100 m/s (د)

50 m/s (ج)



٢٤ في الشكل المقابل، جسم كتلته 1 kg يبدأ في الانزلاق من السكون على منحني أملس مبتدئاً من النقطة (x) : ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

(١) فإن سرعة الجسم عند النقطة (y) تساوي

- ٣ m/s (أ)
5 m/s (ب)
6 m/s (ج)
6.5 m/s (د)

(٢) إذا كانت سرعة الجسم عند النقطة (z) تساوي 7 m/s، فيكون ارتفاع النقطة (z) عن سطح الأرض يساوي

- 8.45 m (أ)
7.55 m (ب)
7.25 m (ج)
6.85 m (د)

٢٥ * قذفت كرة كتلتها 0.5 kg رأسياً لأعلى فوصلت سرعتها إلى 3 m/s عند ارتفاع 4 m، فإن مقدار الشغل المبذول لقذف الكرة ضد قوة الجاذبية يساوي

(عجلة الجاذبية الأرضية = 10 m/s^2)

- 2.25 J (أ)
17.75 J (ب)
20 J (ج)
22.25 J (د)

أسئلة المقال

ثانياً

١ جسم كتلته 4 kg يسقط سقوطاً حراً من ارتفاع 20 m فوق سطح الأرض، أكمل الفراغات الموجودة بالجدول التالي معتبراً عجلة الجاذبية الأرضية 10 m/s^2 :

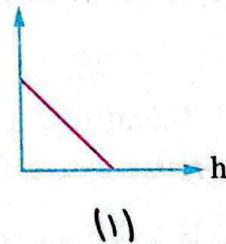
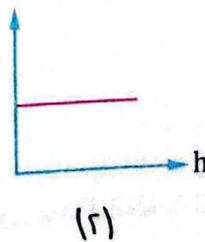
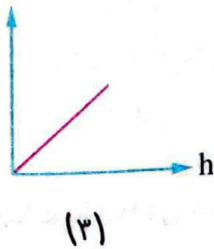
النقطة	الإزاحة من نقطة السقوط (m)	طاقة الوضع (J)	السرعة (m/s)	طاقة الحركة (J)	الطاقة الميكانيكية (J)
(١)	0	.....	.....	.....	.....
(٢)	.....	.....	5	.....	.....
(٣)	.....	400	.....	.....	.....
(٤)	.....	.....	.....	800	.....

من النتائج التي توصلت إليها، حدد موضع النقطة أثناء السقوط التي تكون عندها :

(١) الطاقة الميكانيكية للجسم مساوية لطاقة حركته.

(٢) الطاقة الميكانيكية للجسم مساوية لطاقة الوضع له. (٢) طاقة الحركة للجسم مساوية لطاقة الوضع.

٢ قذف جسم رأسياً إلى أعلى، ولديك ثلاثة أشكال بيانية (١)، (٢)، (٣) للتعبير عن تغير بعض الكميات الفيزيائية للجسم مع ارتفاعه (h) عن سطح الأرض،



حدد أيها يصلح للتعبير عن العلاقة بين كل من :

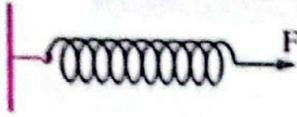
(١) طاقة الوضع للجسم (PE) وارتفاعه عن سطح الأرض (h).

(٢) طاقة الحركة للجسم (KE) وارتفاعه عن سطح الأرض (h).

(٣) الطاقة الميكانيكية للجسم (E) وارتفاعه عن سطح الأرض (h).

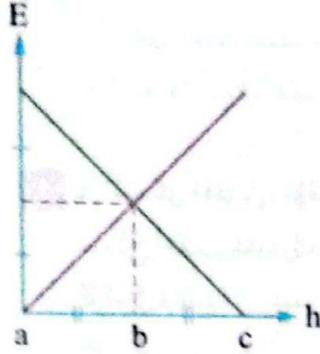
?

عندما تبدأ عربة الملاهي في الانزلاق من أقصى ارتفاع فإن سرعتها تزداد تدريجيًا، فسر ذلك.



الشكل المقابل يوضح ملف زنبركي مشدود بقوة F ،

فسر ماذا يحدث عند زوال هذه القوة.



الشكل البياني المقابل يوضح العلاقة بين صورتين من صور الطاقة (E)

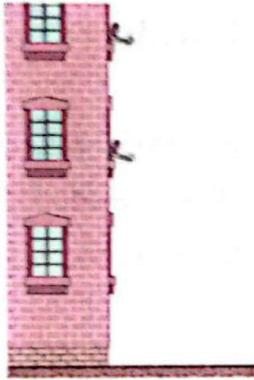
لجسم كتلته 10 kg وارتفاع الجسم عن سطح الأرض (h) عند قذفه رأسيًا لأعلى حتى وصوله إلى أقصى ارتفاع 20 m : ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

(١) أي من الخطين البيانيين يمثل طاقة الوضع ؟ وأيها يمثل طاقة الحركة للجسم ؟

(٢) احسب قيمة كل من طاقة الوضع وطاقة الحركة للجسم عند النقاط (a, b, c).

(٣) احسب سرعة الجسم عند النقاط (a, b, c).

(٤) احسب الطاقة الميكانيكية للجسم.



يسكن وليد ومروان في مبنى، فإذا قام وليد بإسقاط كرة من الدور الثاني بينما

قام مروان بإسقاط كرة أخرى لها نفس كتلة الكرة الأولى من الدور الثالث كما بالشكل، فسقطت الكرتان سقوطًا حرًا نحو سطح الأرض، فسر أي من

الكرتين يكون لها :

(١) طاقة وضع أكبر لحظة إسقاطها.

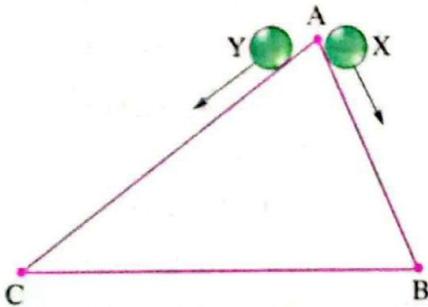
(٢) طاقة حركة أكبر لحظة اصطدامها بالأرض.

(٣) طاقة ميكانيكية أكبر.

أسئلة تقيس مستويات التفكير العليا

مجاب عنها تفصيليًا

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة



في الشكل المقابل كرتان متماثلتان (Y, X) تنحدران معًا

من نفس المستوى إلى أسفل، إحداهما على المنحدر (AB)،

والأخرى على المنحدر (AC)، أي العبارات الآتية تصف

وصول الكرتين إلى النقطتين (B)، (C) بإهمال الاحتكاك ؟

أ) الطاقة الميكانيكية للكرة (X) أكبر

ب) سرعة الكرة (X) أكبر

ج) الطاقة الميكانيكية للكرة (Y) أكبر

د) سرعة الكرتين متساوية



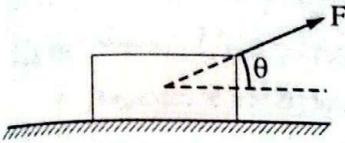
مجاب
عنه

على الوحدة الأولى

اختبار 1

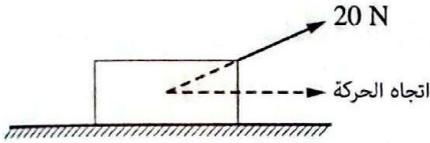
اختر الإجابة الصحيحة (١ : ٢٠) :

- ١ أي العبارات الآتية صحيحة بالنسبة للطاقة الميكانيكية لكرة قُذفت لأعلى في مجال الجاذبية ؟
- (أ) تقل أثناء الصعود، وتزداد أثناء الهبوط
(ب) تزداد أثناء الصعود، وتقل أثناء الهبوط
(ج) تساوى صفر عند أعلى نقطة تصل إليها الكرة
(د) تظل ثابتة طوال حركة الكرة في الهواء



٢ في الشكل المقابل، تؤثر قوة (F) على جسم ساكن موضوع على سطح أملس فتتحركه إزاحة (d)، اقترح طلاب بعض التغييرات لتقليل الشغل المبذول على الجسم لتحريكه من السكون نفس الإزاحة (d)، وهي :

- (I) تقليل مقدار القوة المؤثرة
(II) تقليل الزاوية بين اتجاهي القوة والإزاحة
(III) زيادة مقدار القوة المؤثرة
(IV) زيادة الزاوية بين اتجاهي القوة والإزاحة
- أى من هذه التغييرات يؤدي كل على حدة لتقليل الشغل المبذول على الجسم ؟
- (أ) (III)، (IV) (ب) (II)، (III) (ج) (I)، (IV) (د) (I)، (II)



٣ في الشكل الموضح إذا تحرك الجسم إزاحة 2 m على سطح مهمل الاحتكاك نتيجة تأثيره بقوة مقدارها 20 N، فإن الشغل المبذول عليه بواسطة هذه القوة

- (أ) أكبر من 40 J (ب) أقل من 40 J (ج) يساوي 40 J (د) يساوي صفر

٤ إذا كان وزن جسم على سطح الأرض 6 أمثال وزنه على سطح القمر، فإن النسبة بين طاقة حركته على سطح الأرض وطاقة حركته على سطح القمر عندما يتحرك بنفس السرعة تساوي

- (أ) $\frac{1}{6}$ (ب) $\frac{1}{1}$ (ج) $\frac{6}{1}$ (د) $\frac{36}{1}$

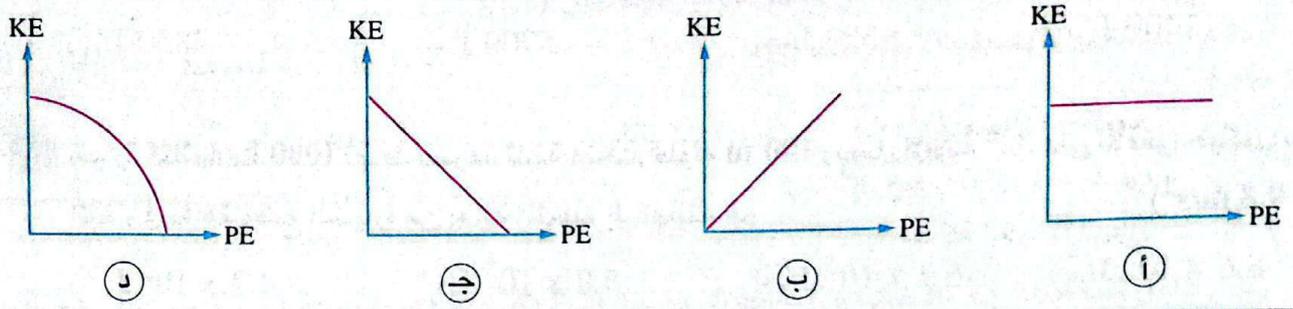
٥ يدفع شخص صندوق على سطح أفقى، وتؤثر على الصندوق القوى الآتية :

- (I) قوة دفع الشخص
(II) قوة الاحتكاك
(III) قوة الجاذبية الأرضية
(IV) قوة رد فعل السطح
- أى زوج من هذه القوى لا يبذل شغلاً على الصندوق عند تحركه إزاحة (d) ؟
- (أ) القوتين (I)، (II) (ب) القوتين (III)، (IV)
(ج) القوتين (I)، (IV) (د) القوتين (II)، (III)

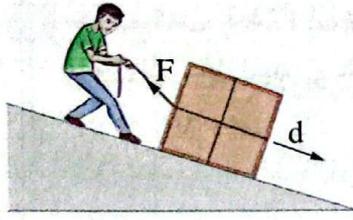
٦ إذا قلت طاقة حركة كرة إلى الثلث، فإن هذا يعنى أن سرعتها ما كانت عليه.

- (أ) قلت إلى $\frac{1}{3}$ (ب) قلت إلى $\frac{1}{9}$ (ج) قلت إلى $\frac{1}{\sqrt{3}}$ (د) زادت إلى 3 أمثال

٧ قُذِفَ جسم رأسياً لأعلى من سطح الأرض، أي الأشكال البيانية الآتية يمثل العلاقة بين طاقة حركته (KE) وطاقة وضعه (PE) أثناء صعوده لأعلى وحتى وصوله لأقصى ارتفاع؟



٨ في الشكل المقابل شخص يحاول سحب صندوق بقوة (F) لأعلى سطح مائل بواسطة حبل، وعلى الرغم من ذلك ينزلق الصندوق إلى أسفل، فإن الشغل المبذول على الصندوق بواسطة.....



قوة الجاذبية	قوة الشد في الحبل	
موجب	موجب	١
سالب	موجب	٢
موجب	سالب	٣
سالب	سالب	٤

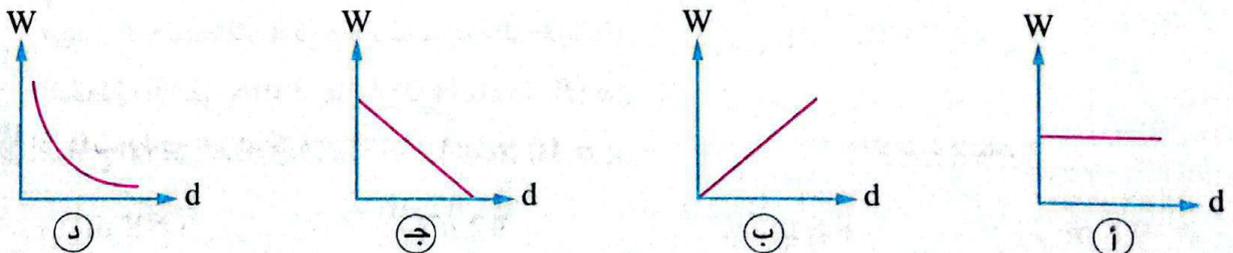
٩ جسم طاقة وضعه 200 J عندما يكون على ارتفاع (h) من سطح الأرض، فإذا ترك ليسقط سقوطاً حراً من هذا الارتفاع، فإن طاقة حركته تصبح 50 J عندما يكون على ارتفاع من سطح الأرض قدره.....

١) $\frac{h}{4}$ ٢) $\frac{h}{2}$ ٣) $\frac{3h}{4}$ ٤) $\frac{4h}{5}$

١٠ قُذِفَا جسمان A ، B لهما نفس الكتلة من سطح الأرض رأسياً لأعلى بسرعة v ، $2v$ على الترتيب، فتكون النسبة بين الطاقة الميكانيكية التي اكتسبها كل منهما $\left(\frac{E_A}{E_B}\right)$ هي.....

١) $\frac{4}{1}$ ٢) $\frac{1}{1}$ ٣) $\frac{1}{2}$ ٤) $\frac{1}{4}$

١١ جسم موضوع على سطح تؤثر عليه قوة ثابتة (F) فيتحرك إزاحة (d) في نفس اتجاه القوة، فأى الأشكال البيانية الآتية يمثل العلاقة بين الشغل (W) المبذول على الجسم بواسطة القوة (F) ومقدار إزاحته (d)؟



١٢ يسقط جسم كتلته 19 kg سقوطًا حرًا من ارتفاع قدره 60 m، فإن طاقة حركته عند منتصف المسافة بين موضع سقوطه وسطح الأرض تساوى

($g = 10 \text{ m/s}^2$)

11400 J (د)

8550 J (ج)

5700 J (ب)

2850 J (ا)

١٣ سيارة كتلتها 1000 kg تهبط بسرعة ثابتة منحدر طولها 100 m ويميل بزاوية 30° على الأفقى، فيكون مقدار التغير في طاقة وضع السيارة من بداية المنحدر إلى نهايته هو

($g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

$8.6 \times 10^5 \text{ J}$ (د)

$6.7 \times 10^5 \text{ J}$ (ج)

$5.8 \times 10^5 \text{ J}$ (ب)

$4.9 \times 10^5 \text{ J}$ (ا)

١٤ جسم كتلته 12 kg يسقط سقوطًا حرًا، فإذا كانت طاقته الميكانيكية عند منتصف المسافة بين موضع سقوطه وسطح الأرض 150 J، فإن الارتفاع الذى سقط منه الجسم يساوى

($g = 10 \text{ m/s}^2$)

12.5 m (د)

5 m (ج)

2.5 m (ب)

1.25 m (ا)

١٥ قذف شخص كرة من ارتفاع 10 m فوق سطح الأرض رأسياً لأسفل بسرعة 14 m/s، فإن سرعة الكرة عند سطح الأرض تساوى

($g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

39.5 m/s (د)

29.7 m/s (ج)

19.8 m/s (ب)

9.9 m/s (ا)

١٦ قذف حجر بسرعة معينة رأسياً لأعلى من سطح الأرض فوصل الحجر إلى ارتفاع 12 m، فإذا قذف نفس الحجر بنفس السرعة على سطح القمر، فإن الارتفاع الذى يصل إليه الحجر يساوى

(علمًا بأن : عجلة الجاذبية على سطح القمر = $\frac{1}{6}$ عجلة الجاذبية على سطح الأرض)

72 m (د)

28 m (ج)

12 m (ب)

2 m (ا)

١٧ قذف جسم رأسياً لأعلى بسرعة 20 m/s من سطح بناية ارتفاعها 15 m عن سطح الأرض، فإن طاقته الحركية تساوى طاقة وضعه على ارتفاع من سطح الأرض.

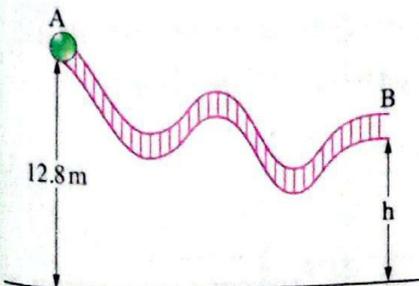
($g = 10 \text{ m/s}^2$)

35 m (د)

20 m (ج)

17.5 m (ب)

7.5 m (ا)



١٨ الشكل المقابل يوضح كرة كتلتها 4 kg تنزلق من السكون من النقطة (A) على مسار منحنى أملس

مهملاً الاحتكاك، فإذا كانت سرعة الكرة عند النقطة (B) هي 8 m/s، فإن ارتفاع النقطة (B) عن سطح الأرض يساوى

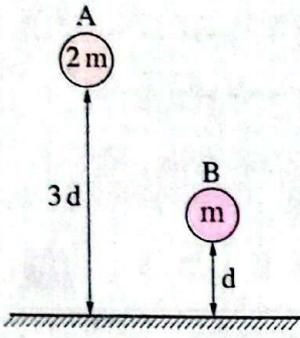
($g = 10 \text{ m/s}^2$)

9.6 m (د)

8.8 m (ج)

7.2 m (ب)

6.8 m (ا)



١٩ جسمان (A) ، (B) سقطا نحو سطح الأرض سقوطًا حرًا من الارتفاعين

الموضحين بالشكل، فإن النسبة بين طاقتي حركة الجسمين $\left(\frac{(KE)_A}{(KE)_B}\right)$ لحظة اصطدامهما بسطح الأرض تساوى

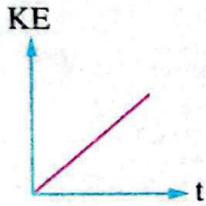
- (أ) $\frac{1}{3}$ (ب) $\frac{3}{1}$
(ج) $\frac{1}{6}$ (د) $\frac{6}{1}$

٢٠ يبذل عامل شغلًا قدره 36 J ضد قوة احتكاك مقدارها 20 N في دفع مكنسة على الأرض بسرعة ثابتة

لمدة 4.5 s، فإن مقدار السرعة التي تتحرك بها المكنسة يساوى

- (أ) 0.4 m/s (ب) 0.3 m/s (ج) 0.2 m/s (د) 0.1 m/s

أجب عما يأتي (٢١ : ٢٤) :



٢١ الشكل البياني المقابل يعبر عن تغير طاقة حركة جسم كتلته m بمرور الزمن، هل الجسم يتحرك بسرعة منتظمة أم بسرعة متغيرة؟ ولماذا؟

.....
.....

٢٢ جسم كتلته m معلق في حبل، عند قطع الحبل يسقط الجسم سقوطًا حرًا من السكون من ارتفاع h فوق سطح الأرض، أثبت أن سرعة الجسم (v) عند اصطدامه بسطح الأرض تتعين من العلاقة: $v = \sqrt{2gh}$

.....
.....

٢٣ عند هبوط سيارة منحدرتزداد سرعتها حتى إن لم يضغط السائق على دواسة البنزين، فسر ذلك في ضوء دراستك لتحويلات الطاقة.

.....
.....

٢٤ في الشكلين الموضحين جسمان a ، b موضوعان على سطح أفقى أملس، فإذا أثر على كل منهما قوتان F ، 2 F تحرك كل منهما إزاحة أفقية مقدارها (d)، أى الجسمين يُبذل عليه شغلًا أكبر بواسطة القوة المحصلة المؤثرة على كل منهما؟



.....
.....

الموجبات

الوحدة الثانية

الفصل 2 الحركة الموجية.

الفصل 3 الضوء.

اختبار 2

على الوحدة الثانية



الفصل 2

الحركة الموجية

الدرس الأول :

الحركة الاهتزازية.

الدرس الثاني :

الحركة الموجية.

نواتج التعلم المتوقعة : في نهاية هذا الفصل ينبغي أن يكون الطالب قادرًا على أن :

- يشرح المقصود بالحركة الاهتزازية، وبعض الكميات الفيزيائية المرتبطة بها، مثل : الإزاحة، سعة الاهتزازة، الاهتزازة الكاملة، التردد، الزمن الدوري.
- يمثل إزاحة جسم مهتز بيانيًا.
- يتعرف الحركة التوافقية البسيطة مع ذكر أمثلة عليها.
- يذكر العلاقة الرياضية بين التردد والزمن الدوري.
- يوضح متطلبات حدوث الموجات الميكانيكية.
- يقارن بين الموجات الكهرومغناطيسية والموجات الميكانيكية.
- يقارن بين الموجات المستعرضة والموجات الطولية.
- يذكر تعريفًا لبعض المفاهيم مثل : الحركة الموجية، تردد الموجة ، الطول الموجي، سرعة الموجة.
- يوضح العلاقة بين التردد والطول الموجي وسرعة انتشار الموجات.
- يحل مسائل على العلاقة بين التردد والطول الموجي وسرعة الموجة.

* سندرس خلال هذا الفصل الحركة الموجية، والتي تتطلب أولاً دراسة الحركة الاهتزازية وبعض المفاهيم المرتبطة بها.

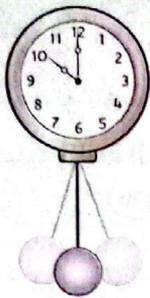
الحركة الاهتزازية

الحركة الاهتزازية

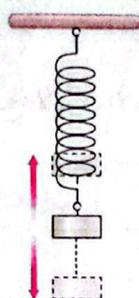
حركة يصنعها الجسم المهتز على جانبي موضع سكونه أو اتزانه الأصلي وتكرر على فترات زمنية متساوية.

* إذا تحرك جسم حركة دورية على جانبي نقطة ثابتة سواء كانت حركته في خط مستقيم أو في مسار منحنى يطلق على هذه الحركة **حركة اهتزازية**، مثل اهتزاز:

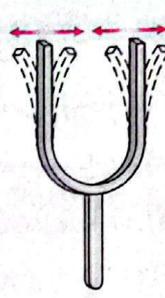
بندول بسيط
(بندول الساعة)



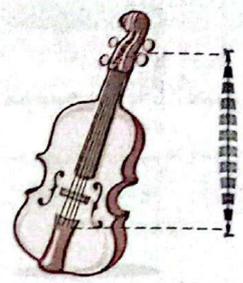
ثقل معلق في
ملف زنبركي



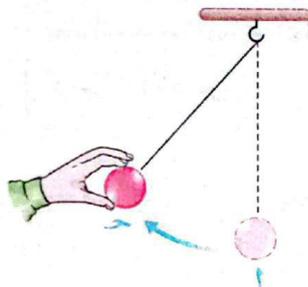
فرع
شوكة رنانة



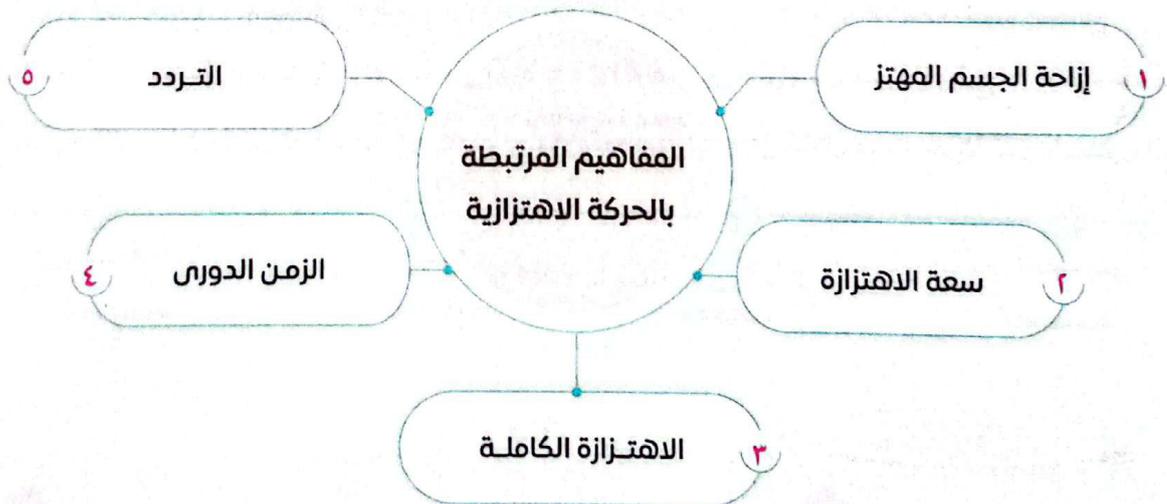
وتر
(وتر الكمان)



* فيما يلي سنقوم بدراسة الحركة الاهتزازية من خلال دراسة حركة بندول بسيط:

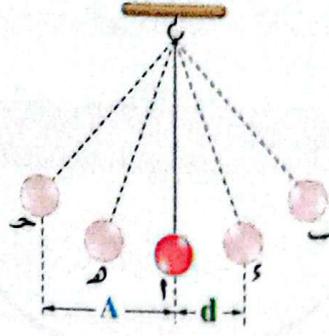


- في الشكل المقابل عند إزاحة ثقل البندول البسيط عن موضع سكونه أو اتزانه الأصلي (الموضع ٢) إلى أحد الجانبين تجاه الموضع ١ مثلاً ثم تركه فإنه يهتز على جانبي موضع اتزانه الأصلي ويكرر حركته على فترات زمنية متساوية وفيما يلي بعض المفاهيم المرتبطة بالحركة الاهتزازية:



الآن سندرس كل من هذه المفاهيم بشيء من التفصيل.

سعة الاهتزازة (A) Amplitude



إزاحة الجسم المهتز (d) Displacement

عندما يتحرك ثقل البندول مبتعدًا عن موضع سكونه أو اتزانه الأصلي (الموضع P) متجهًا إلى أحد الجانبين في مسار حركته ويصل إلى الموضع (B) أو (A)، فإن أقصى إزاحة للثقل بعيدًا عن موضع اتزانه الأصلي تكون متساوية في كل من الجهتين ($A = B$) ويطلق عليها سعة الاهتزازة (A).

عندما يتحرك ثقل البندول مبتعدًا عن موضع سكونه أو اتزانه الأصلي (الموضع P) متجهًا إلى أحد الجانبين في مسار حركته ويصل إلى أي موضع آخر كالموضع (C) أو (D) أو (B) أو (A)، فإن البعد بين هذا الموضع وموضع الاتزان الأصلي يطلق عليه إزاحة الجسم المهتز (d).

أي أن

سعة الاهتزازة (A)

أقصى إزاحة للجسم المهتز بعيدًا عن موضع سكونه أو اتزانه الأصلي.

كمية قياسية. وحدة قياسها المتر (m).

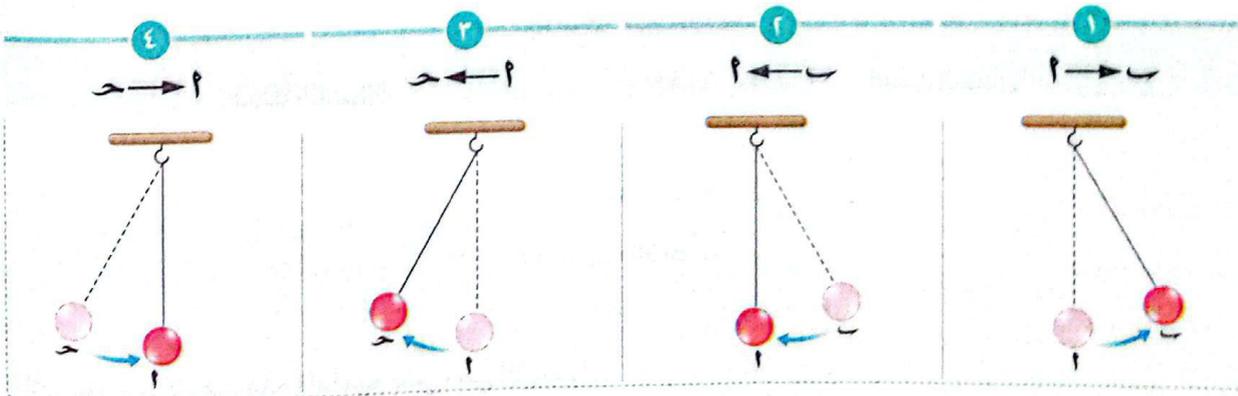
إزاحة الجسم المهتز (d)

بُعد الجسم المهتز في أي لحظة عن موضع سكونه أو اتزانه الأصلي.

كمية متجهة. وحدة قياسها المتر (m).

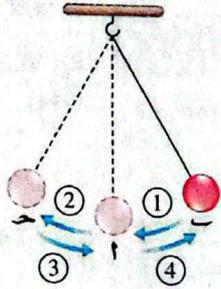
الاهتزازة الكاملة Complete Oscillation

عند ملاحظة ثقل بندول بسيط يتحرك بدءًا من الموضع A في اتجاه معين حتى يمر بنفس الموضع مرة أخرى متحركًا في نفس الاتجاه فإنه بذلك يكون قد أتم اهتزازة كاملة ويمكن توضيح ذلك من خلال مسار حركة ثقل البندول التالي:



الطور

موضع وسرعة واتجاه حركة الجسم عند لحظة معينة.



وهذا نلاحظ أنه: ثقل البندول قد مر بالموضع ١ مرتين متتاليتين في نفس الاتجاه وينفس السرعة، أي يكون لثقل البندول نفس الطور.

في الشكل المقابل، عند ملاحظة حركة ثقل البندول من الموضع ب، فإنه يتم اهتزازة كاملة لحظة مروره مرة أخرى بالموضع ب:



مما سبق يمكن تعريف الاهتزازة الكاملة كالتالي:

الاهتزازة الكاملة

الحركة التي يقوم بها الجسم المهتز أثناء الفترة الزمنية التي يمر خلالها بنقطة معينة في مسار حركته مرتين متتاليتين في اتجاه واحد، أي يكون للجسم نفس الطور بالنسبة لنقطة بداية هذه الفترة.

٥

التردد (ν) Frequency

الزمن الدوري (T) Periodic Time

٤

المفهوم

الزمن الذي يستغرقه الجسم المهتز ليمر بأى نقطة في مسار حركته مرتين متتاليتين في اتجاه واحد (أى زمن إتمام الجسم اهتزازة كاملة).
عدد الاهتزازات الكاملة التي يحدثها الجسم المهتز في الثانية الواحدة.

العلاقة الرياضية

$$\nu = \frac{\text{عدد الاهتزازات (N)}}{\text{زمن هذه الاهتزازات (t)}} = \frac{1}{\text{زمن ساعة الاهتزازة} \times 4}$$

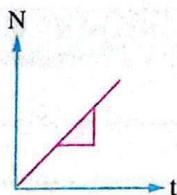
$$T = \frac{\text{زمن الاهتزازات (t)}}{\text{عدد هذه الاهتزازات (N)}} = \text{زمن ساعة الاهتزازة} \times 4$$

وحدة القياس

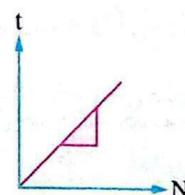
الهيرتز (Hz) ويكافئ ثانية⁻¹ (s^{-1}).

الثانية (s).

التمثيل البياني للعلاقة بين t ، N



slope = ν



slope = T

العلاقة بين الزمن الدوري (T) والتردد (ν)

$$\therefore \nu = \frac{N}{t}$$

$$T = \frac{t}{N}$$

$$\therefore \nu = \frac{1}{T}$$

أو

$$T = \frac{1}{\nu}$$

أي أن

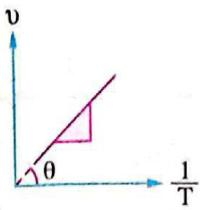
التردد = مقلوب الزمن الدوري، وبالتالي فإن التردد يتناسب عكسيًا مع الزمن الدوري

* مما سبق يمكن تمثيل العلاقة بيانيًا بين :

التردد ومقلوب الزمن الدوري $(\nu - \frac{1}{T})$

التردد والزمن الدوري $(\nu - T)$

كالتالي

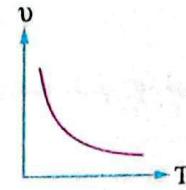


$$\text{slope} = \frac{\Delta \nu}{\Delta (\frac{1}{T})} = 1$$

«علمًا بأن : الزاوية $(\theta) = 45^\circ$ »

إذا كان المحوران ممثلين بنفس

مقياس الرسم»



ملاحظة



* في الشكل بندول بسيط يتأرجح عن موضع اتزانه، فإن :

١- مقدار إزاحة نقل البندول من الموضع ؟ إلى الموضع ؟ يساوي سعة الاهتزازة.

٢- حركة نقل البندول من الموضع ؟ إلى الموضع ؟ تمثل ربع اهتزازة كاملة.

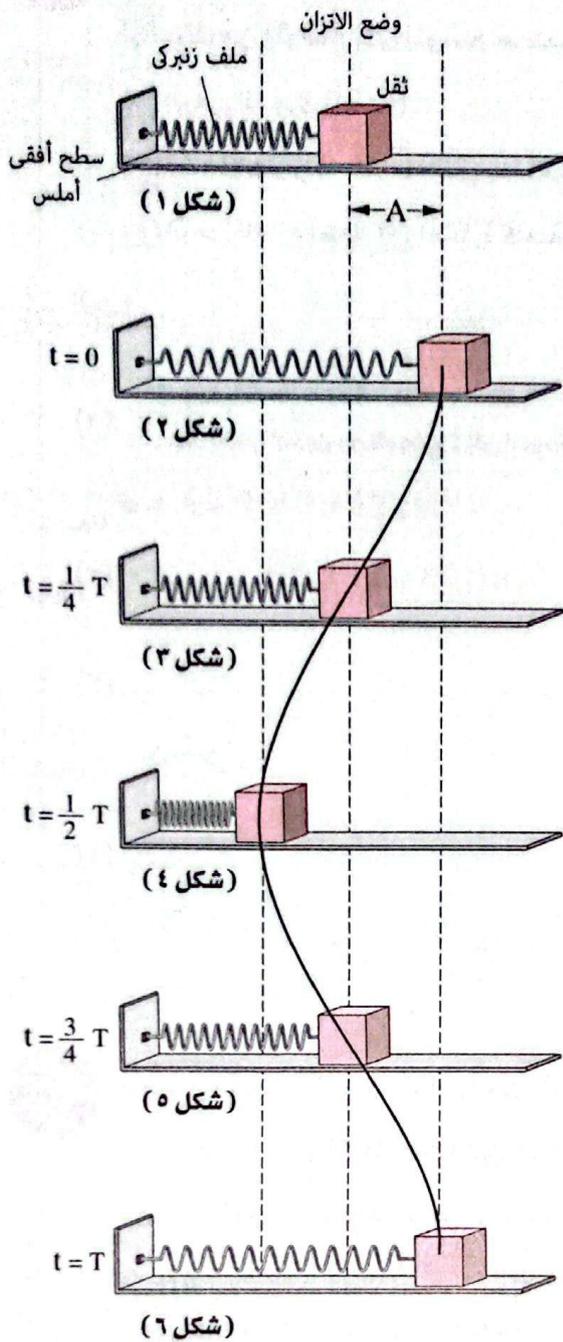
٣- الزمن الذي يستغرقه نقل البندول ليتحرك من الموضع ؟ إلى الموضع ؟

يساوي $\frac{1}{4}$ الزمن الدوري.

الحركة التوافقية البسيطة

* الحركة التوافقية البسيطة هي أبسط أنواع الحركة الاهتزازية مثل حركة جسم متصل بزنبرك وحركة البندول البسيط.

* لتوضيح الحركة التوافقية البسيطة نجرى التجربة التالية :



١ **ضع ثقل فوق سطح أفقى أملس وثبت الثقل في أحد طرفي ملف زنبركي طرفه الآخر مثبت في حائط رأسى (شكل ١).**

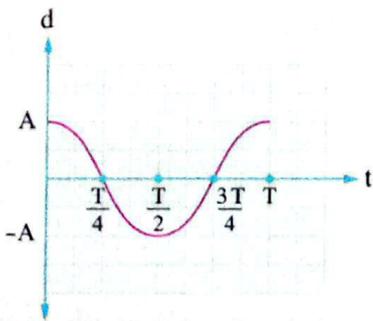
٢ **أجذب ثقل الملف الزنبركي جهة اليمين حتى يزاح مسافة A ويستطيل الملف فيختزن الملف طاقة وضع (شكل ٢).**

٣ **عند ترك الثقل يؤثر الملف الزنبركي بقوة على الثقل تجذبه نحو موضع الاتزان وتكون سرعته عند موضع الاتزان قيمة عظمى (شكل ٣).**

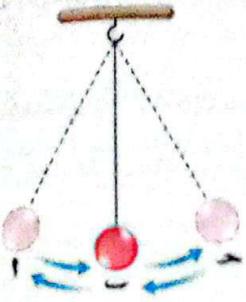
٤ **يتخطى الثقل موضع الاتزان ويكمل حركته فينضغط الملف الزنبركي وتقل سرعة الثقل تدريجياً حتى تصل إلى الصفر عندما يحدث الثقل إزاحة مقدارها مساوى لمقدار إزاحته الأولى (A) في الخطوة ٢ (شكل ٤).**

٥ **تتسبب القوة الناتجة عن انضغاط لفات الملف في دفع الثقل ليعود مرة أخرى لموضع الاتزان الأصلي حيث تكون سرعته قيمة عظمى (شكل ٥).**

٦ **يتخطى الثقل موضع الاتزان حتى يصنع إزاحة A مرة أخرى (شكل ٦).**



وتتكرر الحركة السابقة على فترات زمنية متساوية، وعند تمثيل العلاقة بيانياً بين الإزاحة (d) للثقل عن موضع الاتزان والزمن (t) نحصل على منحنى جيبي كما بالشكل المقابل، وتسمى حركة الثقل في هذه الحالة بالحركة التوافقية البسيطة.



مثال 1

في الشكل المقابل، إذا كان الزمن الذي يستغرقه البندول ليتحرك من الموضع أ إلى الموضع ح هو 0.8 s، احسب :
 (١) الزمن الدوري للبندول.
 (٢) تردد البندول.
 (٣) عدد الاهتزازات الكاملة التي يصنعها البندول خلال 16 s
 (٤) الزمن اللازم لعمل 50 اهتزازة كاملة.

الحل

$$T = \frac{t}{N} = \frac{0.8}{\frac{1}{2}} = 1.6 \text{ s}$$

وسيلة مساعدة

عند تحرك البندول من الموضع أ إلى الموضع ح يكون قد صنع نصف اهتزازة.

(١)

$$v = \frac{1}{T} = \frac{1}{1.6} = 0.625 \text{ Hz}$$

(٢)

$$N = \frac{t}{T} = \frac{16}{1.6} = 10 \text{ اهتزازات}$$

(٣)

$$N = vt = 0.625 \times 16 = 10 \text{ اهتزازات}$$

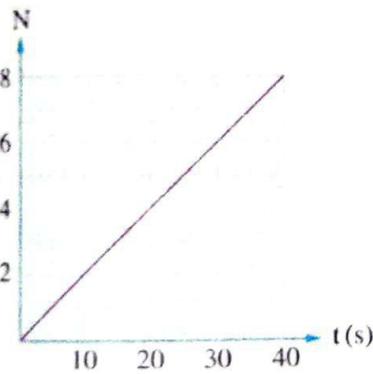
حلا آخر :

$$t = NT = 50 \times 1.6 = 80 \text{ s}$$

(٤)

$$t = \frac{N}{v} = \frac{50}{0.625} = 80 \text{ s}$$

حلا آخر :



مثال 2

اختر، الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين عدد الاهتزازات الكاملة (N) التي يُحدثها جسم مهتز والزمن (t)، فإن تردد حركة هذا الجسم يساوي

2 Hz (ب)

0.2 Hz (ا)

8 Hz (د)

5 Hz (ج)

الحل

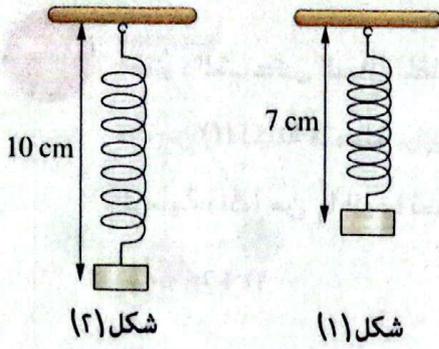
$$\text{slope} = \frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{8-0}{40-0} = 0.2 \text{ s}^{-1}$$

$$\therefore v = \frac{N}{t}$$

$$\therefore v = \text{slope} = 0.2 \text{ Hz}$$

∴ الاختيار الصحيح هو (ا)

مثال 3



اختر: علق ثقل في ملف زنبركي كما بالشكل (1) ثم تم جذبه لأسفل كما بالشكل (2)، فإذا ترك الثقل ليهتز، فإن المسافة (s) التي يتحركها الثقل خلال خمس اهتزازات كاملة تساوي

- 12 cm (أ)
60 cm (ب)
140 cm (ج)
200 cm (د)

الحل

$$A = 10 - 7 = 3 \text{ cm}$$

* سعة الاهتزازة (A):

وسيلة مساعدة

في كل اهتزازة كاملة يقطع الثقل مسافة تساوي أربعة أمثال سعة الاهتزازة

$$s_{\text{(اهتزازة)}} = 4 A = 4 \times 3 = 12 \text{ cm}$$

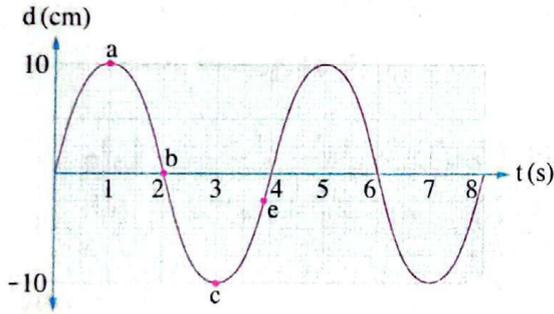
* المسافة التي يتحركها الثقل خلال اهتزازة كاملة:

$$s_{\text{(كلية)}} = 5 s_{\text{(اهتزازة)}} = 5 \times 12 = 60 \text{ cm}$$

* المسافة التي يتحركها الثقل خلال خمس اهتزازات كاملة:

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

مثال 4



اختر: الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) لجسم مهتز عن موضع اتزانه والزمن (t)، فإن

عدد الاهتزازات الكاملة خلال دقيقة	سعة الاهتزازة	
15	10 cm	(أ)
15	20 cm	(ب)
20	10 cm	(ج)
20	20 cm	(د)

الحل

$t = 1 \text{ min}$ $A = ?$ $N = ?$

∴ سعة الاهتزازة هي أقصى إزاحة للجسم المهتز بعيداً عن موضع اتزانه.

$$A = 10 \text{ cm}$$

∴ من الشكل البياني:

∴ الزمن الدوري هو الزمن الذي يستغرقه الجسم المهتز لعمل اهتزازة كاملة:

$$T = 4 \text{ s}$$

∴ من الشكل البياني:

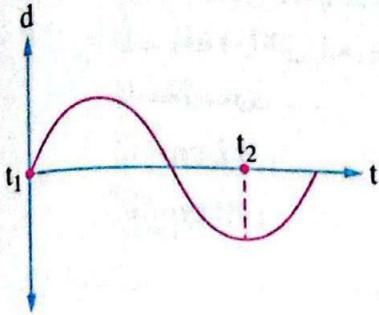
$$T = \frac{t}{N}, \quad N = \frac{t}{T} = \frac{1 \times 60}{4} = 15$$

∴ عدد الاهتزازات الكاملة خلال دقيقة:

∴ الاختيار الصحيح هو (أ)

ماذا لو

كان المطلوب هو تحديد أي النقاط الأربعة a, b, c, e تكون سرعة الجسم عندها أكبر، ما إجابتك؟



اختر، الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) والزمن (t) لكتلة متصلة بزنبك يهتز بتردد 2 Hz، فتكون الفترة الزمنية (Δt) من t_1 إلى t_2 تساوى

- أ) 0.125 s
ب) 0.25 s
ج) 0.375 s
د) 0.5 s

الحل

وسيلة مساعدة

حركة الكتلة في الفترة الزمنية من t_1 إلى t_2 تمثل $\frac{3}{4}$ اهتزازة كاملة وبالتالي تلك الفترة الزمنية تساوى $\frac{3}{4} T$

$v = 2 \text{ Hz}$

$\Delta t = ?$

$T = \frac{1}{v} = \frac{1}{2} \text{ s}$

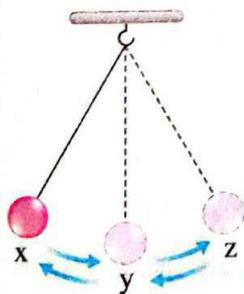
$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{3}{4} T = \frac{3}{4} \times \frac{1}{2}$
 $= 0.375 \text{ s}$

∴ الاختيار الصحيح هو ج

علمت أن سعة اهتزاز الزنبك 10 cm، فما مقدار السرعة المتجهة المتوسطة للكتلة أثناء اهتزازها خلال الفترة من t_1 إلى t_2 ؟

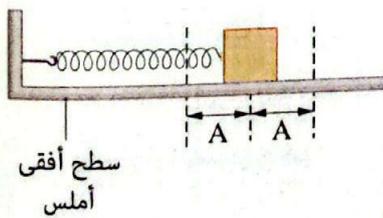
ماذا لو

مطاب عنها



اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

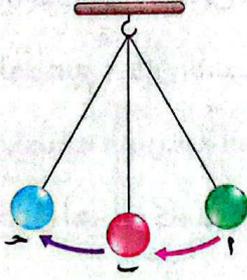
- الشكل المقابل يمثل بندول بسيط مهتز، فإن الزمن الدورى له يساوى
- أ) زمن الحركة من الموضع X إلى الموضع Z
ب) زمن الحركة من الموضع Y إلى الموضع Z
ج) ضعف زمن الحركة من الموضع Z إلى الموضع Y
د) ضعف زمن الحركة من الموضع Z إلى الموضع X



الشكل المقابل يمثل جسم متصل بزنبك يتحرك حركة توافقية بسيطة بحيث تكون سعة اهتزازة A، احسب بدلالة A الإزاحة الكلية للجسم والمسافة الكلية التي يقطعها عندما يتم اهتزازة كاملة.

5 اختر نفسك

تحولات الطاقة في البندول البسيط

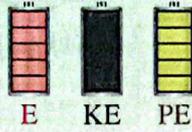


* فيما يلي سنتناول تحولات الطاقة في البندول البسيط، فعند تحرك ثقل البندول مبتدئاً من الموضع ١ كما هو موضح بالشكل المقابل، فإنه :

$$v = 0$$

$$KE = 0$$

$$E = PE$$



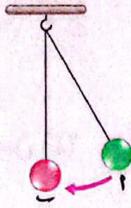
عند الموضع ١

١ يكون لثقل البندول أقصى ارتفاع عن موضع الاتزان الأصلي (ب)، وبالتالي تكون طاقة وضعه قيمة عظمى.

أثناء الحركة من الموضع ١ إلى الموضع ب

$$E = PE + KE$$

ثابتة = ثقل + تزداد



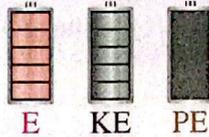
٢ يقل ارتفاع ثقل البندول عن موضع اتزانه الأصلي تدريجياً فتقل طاقة وضعه.
تزداد سرعة ثقل البندول تدريجياً أي تزداد طاقة حركته.
أي أن طاقة الوضع تتحول تدريجياً إلى طاقة حركة لأن الطاقة الميكانيكية للثقل ثابتة عند جميع المواضع.

عند الموضع ب (موضع الاتزان الأصلي)

$$PE = 0$$

$$v = v_{max}$$

$$E = KE$$

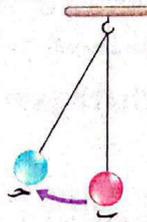


٣ تكون طاقة وضع ثقل البندول قد تحولت بالكامل لطاقة حركة.
تكون كل من سرعة ثقل البندول وطاقة حركته عند هذا الموضع قيمة عظمى.

أثناء الحركة من الموضع ب إلى الموضع ح

$$E = PE + KE$$

ثابتة = تزداد + تقل



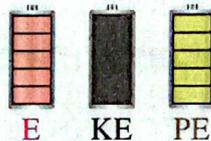
٤ يزداد ارتفاع ثقل البندول عن موضع اتزانه الأصلي تدريجياً وبالتالي تزداد طاقة وضعه.
تقل سرعة ثقل البندول تدريجياً وبالتالي تقل طاقة حركته.
أي أن طاقة الحركة تتحول تدريجياً إلى طاقة وضع لأن الطاقة الميكانيكية للثقل ثابتة عند جميع المواضع.

عند الموضع ح

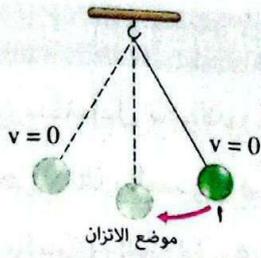
$$v = 0$$

$$KE = 0$$

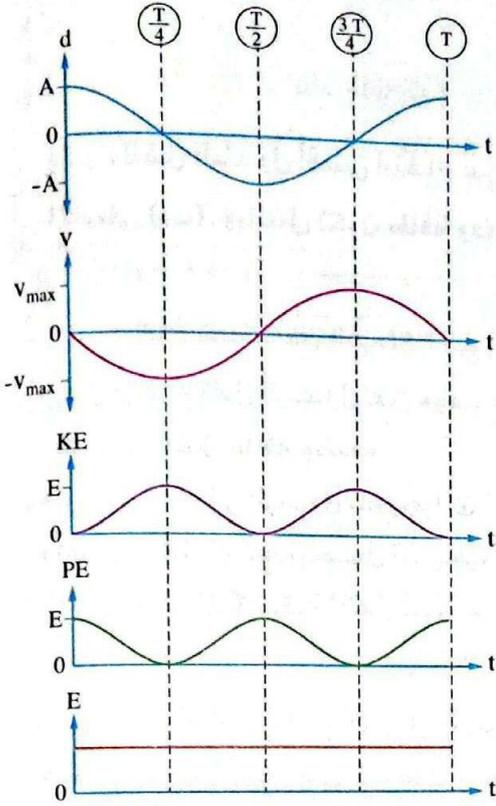
$$E = PE$$



٥ يكون لثقل البندول أقصى ارتفاع رأسى (أقصى إزاحة) عن موضع الاتزان الأصلي وبالتالي تكون طاقة وضعه قيمة عظمى.
تكون طاقة الحركة قد تحولت بالكامل إلى طاقة وضع.



* في الشكل المقابل عند تحرك ثقل البندول مبتدئاً من الموضع ١، فإن الأشكال البيانية التالية تمثل تغير بعض الكميات الفيزيائية المرتبطة بحركة البندول مع الزمن (t) خلال اهتزازة كاملة :



١ الإزاحة (d) بعيداً عن موضع الاتزان الأصلي والزمن (t)

٢ السرعة (v) والزمن (t)

٣ طاقة الحركة (KE) والزمن (t)

٤ طاقة الوضع (PE) والزمن (t)

٥ الطاقة الميكانيكية (E) والزمن (t)

ملاحظة

* في الشكل المقابل، عند إزاحة ثقل البندول من الموضع ب إلى الموضع ١ ثم تركه ليتهتز، فإن :

١- سرعة البندول عند الموضع ب تكون لها قيمة عظمى .

٢- سرعة البندول عند كل من الموضعين ١، ٢ تكون منعدمة .

وبالتالي يمكن تعريف سعة الاهتزازة كالتالي :

سعة الاهتزازة

المسافة بين نقطتين متتاليتين في مسار حركة الجسم المهتز تكون سرعته عند إحداهما أقصاها وعند الأخرى منعدمة .



مثال 1

اختر، الشكل المقابل يمثل شوكة رنانة مهتزة، فإن سرعة

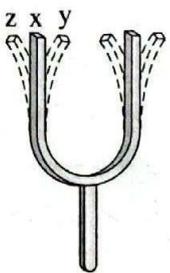
فرع الشوكة تزداد ثم تقل عند انتقاله من

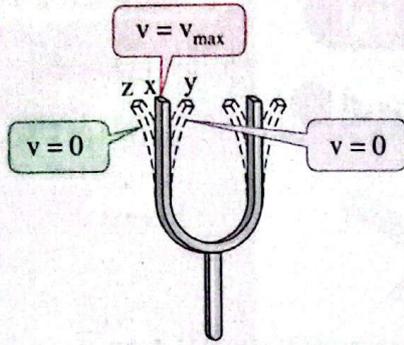
١) x إلى y

٢) z إلى x

٣) x إلى z ثم إلى x

٤) y إلى x ثم إلى z

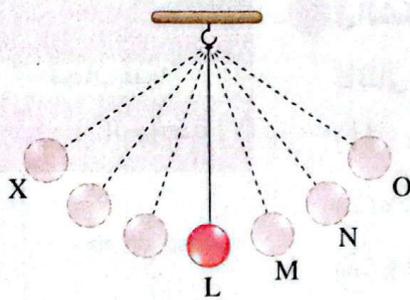




الشكل المقابل يوضح قيم سرعة فرع الشوكة الرنانة عند المواضع x, y, z فنستنتج أن سرعة فرع الشوكة تزداد عند انتقاله من الموضع y إلى الموضع x ثم تقل عند انتقاله إلى الموضع z

∴ الاختيار الصحيح هو ج

مثال 2



اختر، يمثل الشكل المقابل الحركة الاهتزازية لبندول بسيط بين الموضعين O, X ، فإذا كانت المسافات LM, MN, NO متساوية ويقطعها البندول في فترات زمنية t_1, t_2, t_3 على الترتيب، فأى العلاقات الآتية صحيحة بالنسبة لتلك الفترات الزمنية؟

ب $t_3 > t_2 > t_1$

أ $t_3 = t_2 = t_1$

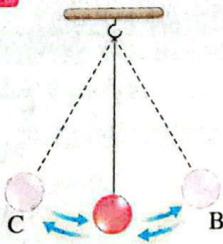
د $t_3 = t_1 + t_2$

ج $t_3 < t_2 < t_1$

عندما يتحرك ثقل البندول من الموضع O تجاه الموضع L تزداد سرعته تدريجيًا لتحول طاقة وضعه تدريجيًا إلى طاقة حركية، فيكون مقدار سرعته المتوسطة خلال المسافة NO أقل من مقدارها خلال المسافة MN وحيث إن المسافتان متساويتان فيستغرق ثقل البندول زمن (t_1) لقطع المسافة NO أكبر من الزمن (t_2) الذي يستغرقه لقطع المسافة MN ، وكذلك بالنسبة للمسافة LM يكون زمن قطعها (t_3) أقل من الزمن (t_2) ∴ $t_3 < t_2 < t_1$

∴ الاختيار الصحيح هو ج

مجاب عنها



اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

الشكل المقابل يوضح بندول بسيط يتحرك حركة توافقية بسيطة، فتكون النسبة بين طاقتي وضع ثقل البندول عند الموضعين B, C على الترتيب هي

د $\frac{1}{1}$

ج $\frac{1}{8}$

ب $\frac{1}{4}$

أ $\frac{1}{2}$

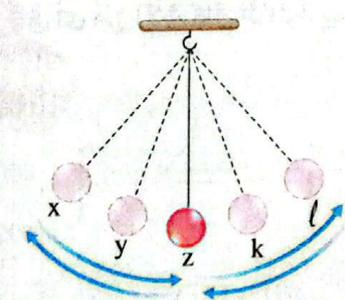
الشكل المقابل يوضح حركة بندول بسيط، فإذا كانت المسافات $(xy = yz = zk = kl)$ فإن

أ طاقة الحركة عند الموضع $k <$ طاقة الوضع عند الموضع x

ب طاقة الوضع عند الموضع $l >$ طاقة الوضع عند الموضع y

ج طاقة الحركة عند الموضع $y =$ طاقة الحركة عند الموضع k

د طاقة الوضع تساوى طاقة الحركة عند جميع المواضع



أسئلة

الفصل 2

الدرس الأول

مجاب عنها

الأسئلة المشار إليها بالعلامة *
مجاب عنها تفصيلياً

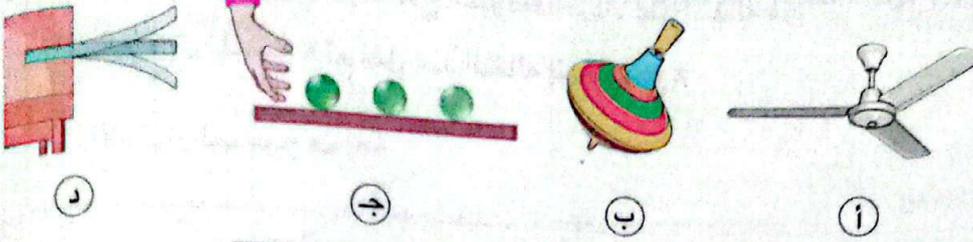
قيم نفسك
إلكترونيًا



أسئلة الاختيار من متعدد

أولاً

١ أي من الأشكال التالية يوضح جسم يتحرك بحركة اهتزازية؟



د

ج

ب

ا

٢ في الشكل المقابل يصنع البندول اهتزازة كاملة عندما يتحرك

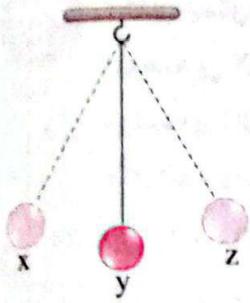
كالتالي

ي ← x (ا)

z ← y ← x (ب)

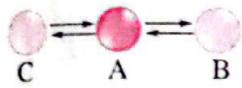
y ← z ← y ← x (ج)

x ← y ← z ← y ← x (د)



٣ الشكل المقابل يوضح جسم يتحرك بحركة اهتزازية،

فتكون المسافة المقطوعة خلال اهتزازة كاملة



ب ضعف المسافة BC

ا ضعف المسافة AB

د أربعة أمثال المسافة BC

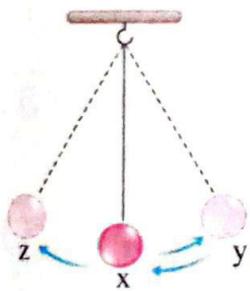
ج نصف المسافة AC

٤ الشكل المقابل يوضح بندول بسيط سعة اهتزازة A،

فإذا تحرك ثقل البندول من الموضع x إلى الموضع y

ثم إلى الموضع z، فإن مقدار إزاحة ثقل البندول عن

الموضع x يساوى



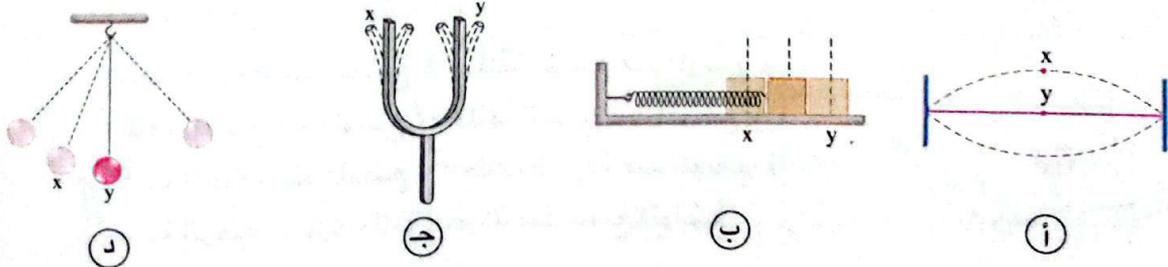
ب 2 A

ا A

د صفر

ج 3 A

٥ في أي من الأشكال التالية يمثل البعد بين الموضعين x، y سعة اهتزازة؟



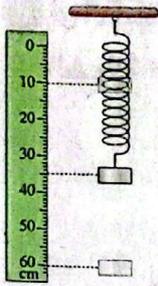
د

ج

ب

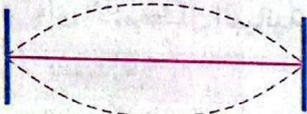
ا

?



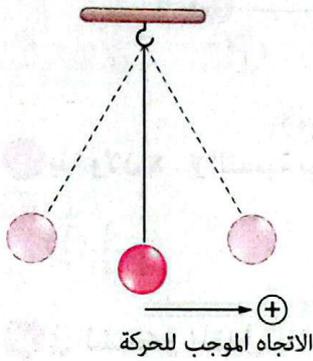
٦ في الشكل المقابل، جسم معلق في ملف زنبركي رأسى بجواره مسطرة مدرجة بحيث يتذبذب بين علامتي 10 cm ، 60 cm ، فإن المسافة التي يقطعها الجسم خلال اهتزازتين كاملتين تساوي

- ٢٥ cm (أ) 50 cm (ب)
100 cm (ج) 200 cm (د)



٧ في الشكل المقابل وترمهتر زمنه الدوري T ، فيكون الزمن الذي يستغرقه الوتر لعمل أقصى إزاحة عن موضع اتزانه هو

- $\frac{T}{4}$ (أ) $\frac{T}{3}$ (ب) $\frac{T}{2}$ (ج) T (د)



٨ في الشكل المقابل، يكون الزمن الدوري لبيندول بسيط هو زمن مرور ثقل البندول مرتين متتاليتين بنقطة ما في مسار حركته عندما تكون هذه النقطة

- (أ) هي موضع اتزانه الأصلي
(ب) هي موضع أقصى إزاحة له بعيداً عن موضع اتزانه الأصلي
(ج) بين موضع اتزانه الأصلي وموضع أقصى إزاحة له في الاتجاه الموجب
(د) بين موضع اتزانه الأصلي وموضع أقصى إزاحة له في الاتجاه السالب



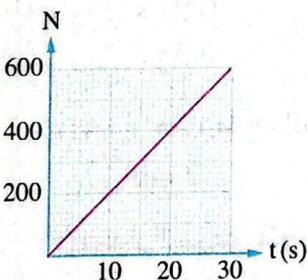
٩ في الشكل المقابل، جيتار يهتز وتره مُصدرًا نغمة ترددها 247 Hz ،

فإن الزمن الدوري للوتر المهتز يساوي

- 2×10^{-3} s (أ) 3×10^{-3} s (ب)
 4×10^{-3} s (ج) 5×10^{-3} s (د)

١٠ إذا كان الزمن الذي يستغرقه جسم مهتز لإتمام اهتزازة كاملة هو 0.1 s ، فإن عدد الاهتزازات الكاملة التي يحدثها خلال 100 s هو اهتزازة.

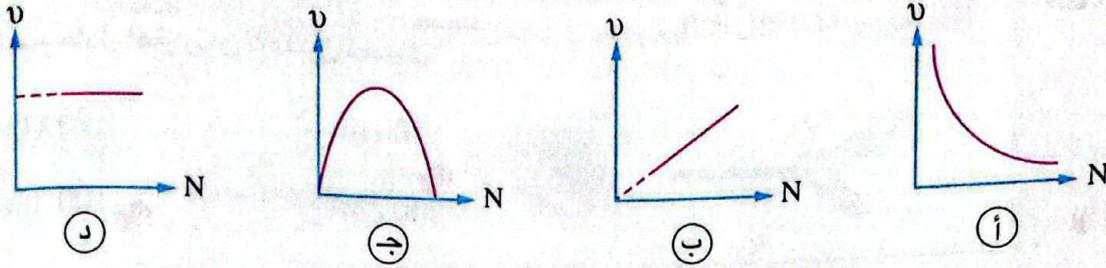
- 10 (أ) 100 (ب) 1000 (ج) 10000 (د)



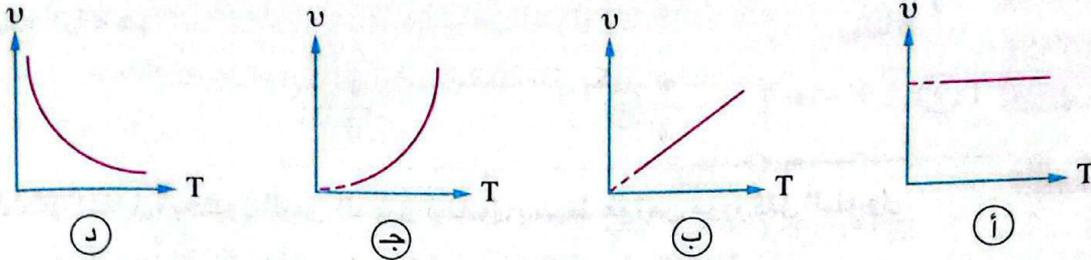
١١ الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين عدد الذبذبات (N) التي يحدثها مصدر مهتز والزمن (t) ، فإن تردد المصدر يساوي

- 10 Hz (أ) 20 Hz (ب)
40 Hz (ج) 800 Hz (د)

١٢ أي الأشكال البيانية التالية يمثل العلاقة بين التردد (ν) لشوكة رنانة وعدد الاهتزازات الكاملة (N) التي تحدثها الشوكة؟



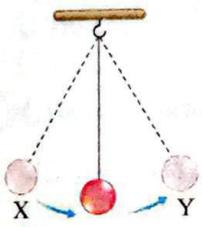
١٣ أي الأشكال البيانية التالية يمثل العلاقة بين التردد (ν) والزمن الدوري (T) لجسم يتحرك حركة توافقية بسيطة؟



١٤ بندولان x ، y والنسبة بين زمنهما الدوري $\left(\frac{T_x}{T_y}\right)$ هي $\frac{1}{4}$ ، فإن النسبة بين ترددهما $\left(\frac{\nu_x}{\nu_y}\right)$ تساوي

- (أ) $\frac{1}{4}$ (ب) $\frac{1}{2}$ (ج) $\frac{4}{1}$ (د) $\frac{2}{1}$

١٥ في الشكل المقابل، إذا تحرك ثقل البندول من النقطة X إلى النقطة Y خلال 1 s، فيكون تردده هو

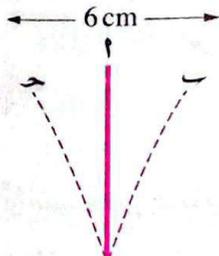


- (أ) 0.5 Hz (ب) 5 Hz (ج) 10 Hz (د) 50 Hz

١٦ * جسم مهتز خارج قسمة زمنه الدوري على تردده يساوي $\frac{1}{625} s^2$ ، فيكون عدد الذبذبات التي يصدرها الجسم خلال 25 s هو

- (أ) 25 (ب) 125 (ج) 425 (د) 625

١٧ * في الشكل المقابل، ساق مرنة مهتزة تستغرق زمناً قدره 0.01 s لتتحرك من النقطة أ إلى النقطة ب، فإن:



(١) الزمن الدوري لحركة الساق يساوي

- (أ) 0.02 s (ب) 0.04 s (ج) 0.06 s (د) 0.08 s

(٢) سعة اهتزاز طرف الساق تساوي

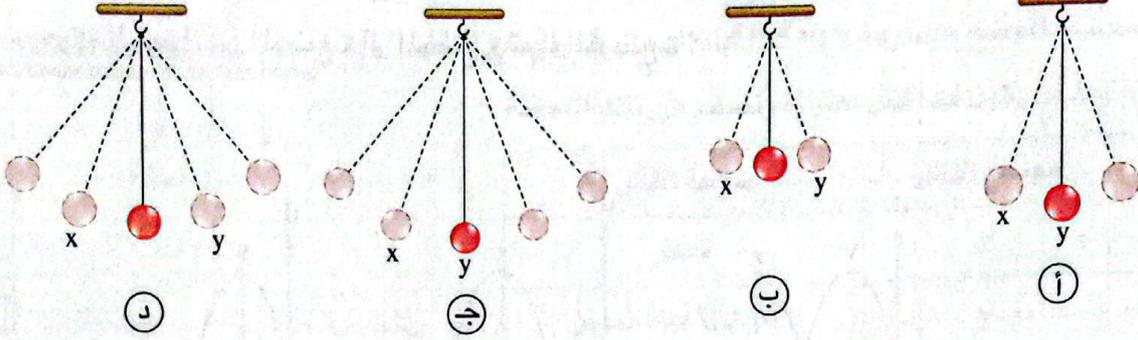
- (أ) 3 cm (ب) 6 cm (ج) 9 cm (د) 12 cm

(٣) مقدار السرعة المتوسطة لطرف الساق أثناء حركتها من النقطة ب إلى النقطة ح يساوي

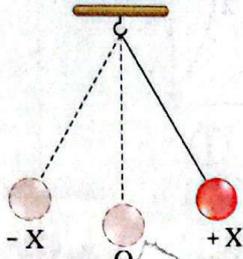
- (أ) 600 cm/s (ب) 300 cm/s (ج) 150 cm/s (د) 75 cm/s

?

١٨ كل من الأشكال التالية يمثل بندول بسيط يستغرق فيه الثقل زمن t ليتحرك من النقطة x إلى النقطة y ، أي من هذه الأشكال يمثل بندول بسيط له أقل تردد ؟



١٩ في الشكل المقابل بندول بسيط يتحرك من النقطة $(+X)$ حركة توافقية بسيطة زمنها الدوري (T) ، فإن النقطة التي يكون عندها ثقل البندول بعد مرور زمن :



(ب) النقطة $(+X)$

(أ) النقطة $(-X)$

(د) بين النقطتين $(+X)$ ، (O)

(ج) النقطة (O)

(ب) النقطة $(+X)$

(أ) النقطة $(-X)$

(د) بين النقطتين $(-X)$ ، (O)

(ج) النقطة (O)

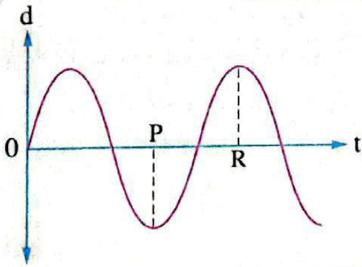
(ب) النقطة (O)

(أ) النقطة $(+X)$

(د) بين النقطتين $(+X)$ ، (O)

(ج) بين النقطتين $(-X)$ ، (O)

٢٠ الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) لجسم مهتز



والزمن (t) ، فإن الفارق الزمني بين النقطتين P ، R يمثل

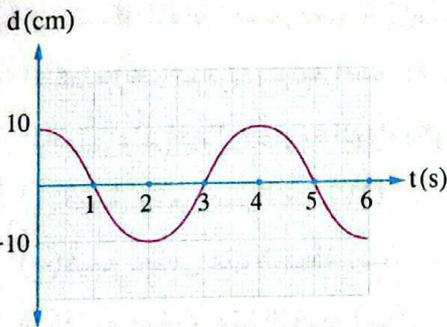
(أ) نصف الزمن الدوري

(ب) ضعف الزمن الدوري

(د) ربع الزمن الدوري

(ج) الزمن الدوري

٢١ الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) لجسم



يتحرك حركة توافقية بسيطة والزمن (t) ، فإن :

(١) سعة اهتزاز الجسم تساوي

(ب) 6 cm

(أ) 5 cm

(د) 20 cm

(ج) 10 cm

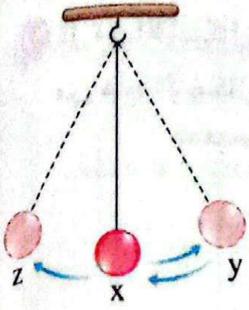
(٢) الزمن الدوري لحركة الجسم يساوي

(ب) 3 s

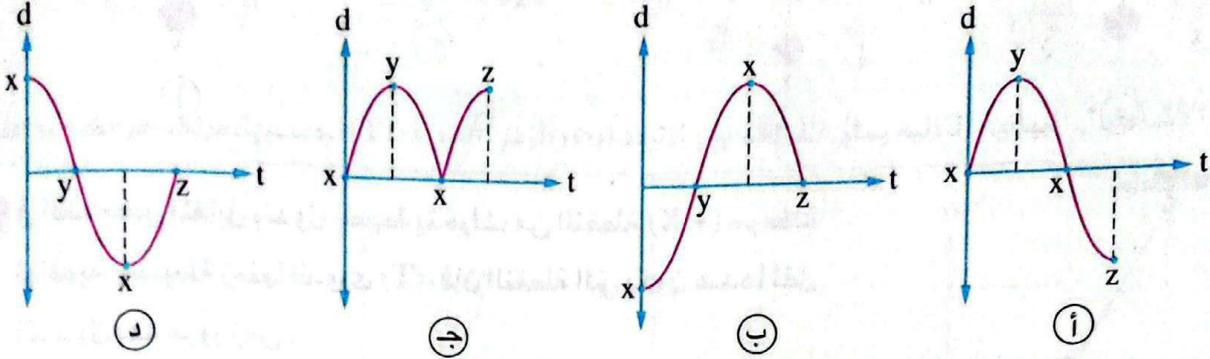
(أ) 2 s

(ج) 4 s

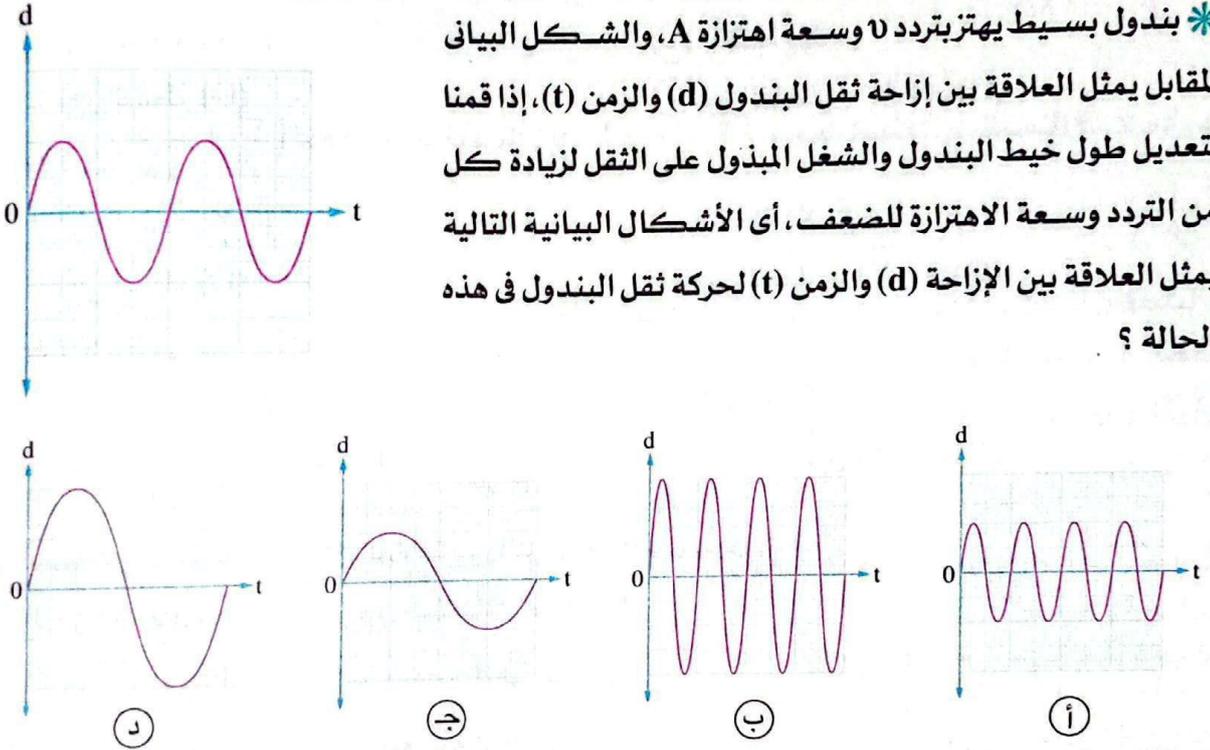
(د) 6 s



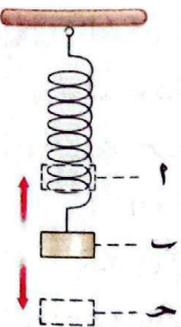
٢٢ * أي الأشكال البيانية التالية يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) عن الموضع x لثقل البندول الموضح بالشكل المقابل والزمن (t) عند حركة البندول من الموضع x إلى الموضع y ثم إلى الموضع z ؟



٢٣ * بندول بسيط يهتز بتردد ν وسعة اهتزازة A، والشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين إزاحة ثقل البندول (d) والزمن (t)، إذا قمنا بتعديل طول خيط البندول والشغل المبذول على الثقل لزيادة كل من التردد وسعة الاهتزازة للضعف، أي الأشكال البيانية التالية يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) والزمن (t) لحركة ثقل البندول في هذه الحالة ؟

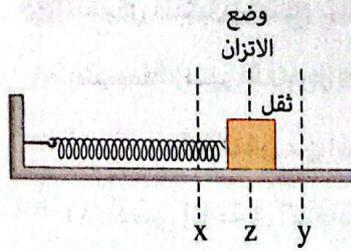


٢٤ في الشكل المقابل جسم معلق في زنبرك رأسى جُذب من النقطة (ب) إلى أسفل حتى النقطة (ح) ثم تُرك ليتحرك حركة توافقية بسيطة، فإن الطاقة الميكانيكية لهذا الجسم عند إهمال مقاومة الهواء تكون



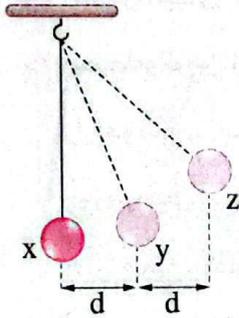
- Ⓐ قيمة عظمى عند النقطة (أ)
- Ⓑ قيمة عظمى عند النقطة (ب)
- Ⓒ قيمة صغرى عند النقطة (ب)
- Ⓓ ثابتة عند جميع النقاط

?



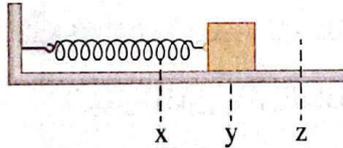
الشكل المقابل يمثل ثقلاً موضوعاً على سطح أفقى أملس ومتصل بملف زنبركى ويتحرك حركة توافقية بسيطة، فإذا مر الثقل عند لحظة معينة بالموضع z بسرعة 0.5 m/s تجاه اليسار، فما موضع الثقل وسرعته بعد أن يكون قد أكمل اهتزازة ونصف من تلك اللحظة ؟

سرعة الثقل	موضع الثقل	
صفر	z	Ⓐ
0.5 m/s تجاه اليمين	y	Ⓑ
صفر	x	Ⓒ
0.5 m/s تجاه اليمين	z	Ⓓ



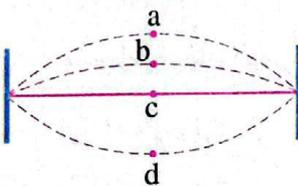
* في الشكل المقابل أثناء اهتزاز ثقل البندول، إذا كان الزمن اللازم ليتحرك ثقل البندول من x إلى y هو (t_1) والزمن اللازم ليتحرك من y إلى z هو (t_2) ، فإن

- Ⓐ $t_1 = t_2$
 Ⓑ $t_1 > t_2$
 Ⓒ $t_1 < t_2$
 Ⓓ لا يمكن تحديد الإجابة



الشكل المقابل يمثل جسم متصل بزنبرك ويهتز بين الموضعين x، z، فإن الموضع الذي يكون للجسم عنده

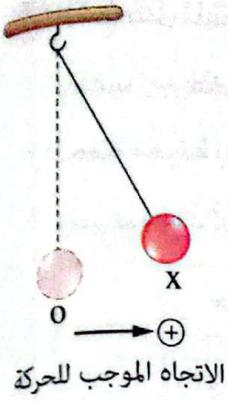
أقل طاقة وضع	أكبر سرعة	
y	y	Ⓐ
y	z	Ⓑ
z	y	Ⓒ
z	z	Ⓓ



الشكل المقابل يوضح وتر أفقى مهتز، فأى النسب التالية لطاقة

الوضع تكون أقل من الواحد الصحيح ؟

- Ⓐ $\frac{(PE)_d}{(PE)_a}$
 Ⓑ $\frac{(PE)_a}{(PE)_c}$
 Ⓒ $\frac{(PE)_a}{(PE)_b}$
 Ⓓ $\frac{(PE)_b}{(PE)_d}$



٢٩ الشكل المقابل يوضح بندول بسيط يتحرك حركة توافقية

بسيطة زمنها الدوري 2 s، فإن الزمن اللازم انقضاءه من لحظة حركة الثقل من الموضع x حتى يكون له :

(١) أقصى إزاحة في الاتجاه السالب لأول مرة يساوي

(ب) 1 s

(أ) 0.5 s

(د) 2 s

(ج) 1.5 s

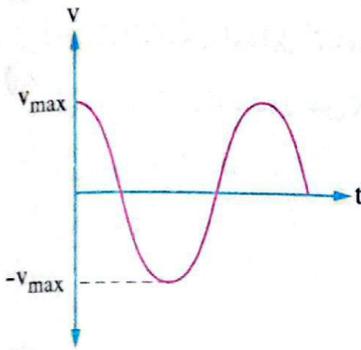
(٢) أقصى سرعة لأول مرة يساوي

(ب) 1 s

(أ) 0.5 s

(د) 2 s

(ج) 1.5 s



٣٠ الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين السرعة (v) لثقل بندول

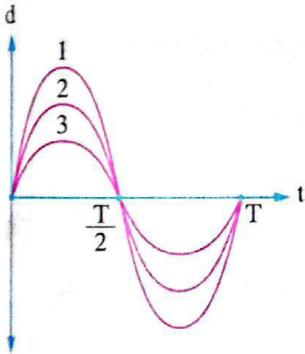
بسيط والزمن (t) عندما تمت ملاحظته بدءاً من

(أ) موضع اتزانه الأصلي

(ب) موضع أقصى إزاحة له

(ج) موضع يكون للثقل فيه أقصى طاقة وضع ممكنة

(د) منتصف المسافة بين موضع اتزانه الأصلي وموضع أقصى إزاحة له



٣١ * ثلاثة أجسام متماثلة تتحرك حركة توافقية بسيطة، والشكل

البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) والزمن (t) لكل منها، فإن

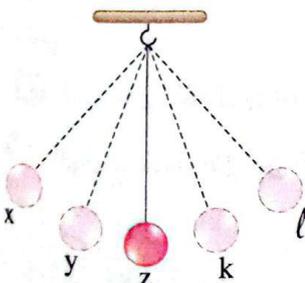
الترتيب الصحيح لهذه الأجسام تبعاً للطاقة الميكانيكية لها هو

(ب) $3 > 2 > 1$

(أ) $1 > 2 > 3$

(د) $1 = 2 = 3$

(ج) $1 > 3 > 2$



٣٢ الشكل المقابل يوضح حركة بندول بسيط، فإذا استغرق البندول زمن t

ليتحرك من النقطة x إلى النقطة y وكانت المسافات (xy, yz, zk, kl)

متساوية، فإن الزمن الدوري للبندول

(أ) يساوي 8 t

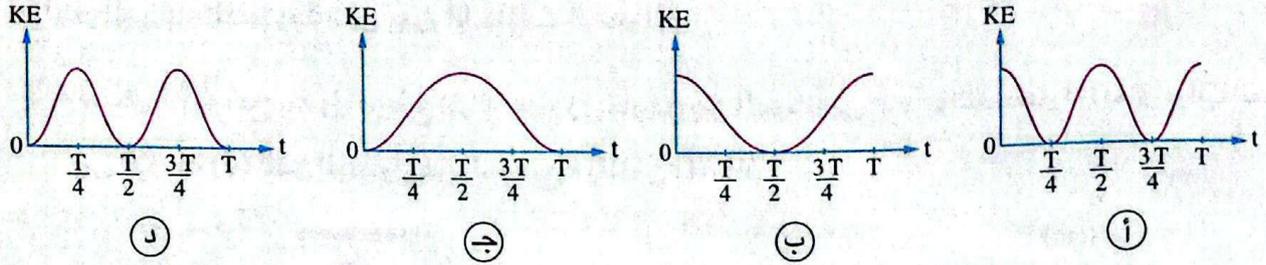
(ب) أقل من 8 t

(ج) أكبر من 8 t

(د) لا يمكن تحديد الإجابة

?

٢٣ * بندول بسيط يتحرك حركة توافقية بسيطة حيث يبدأ حركته من أقصى إزاحة له عن موضع اتزانه الأصلي عند $t=0$ ويتم اهتزازة كاملة خلال زمن T ، فأى الأشكال البيانية الآتية يمثل العلاقة بين طاقة حركة ثقل البندول (KE) والزمن t ؟



أسئلة المقال

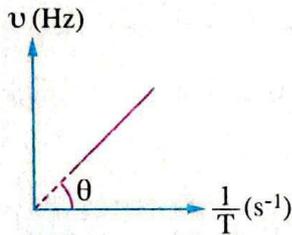
ثانيًا

١ ماذا يحدث للزمن الدوري لجسم مهتز عند زيادة تردد حركته الاهتزازية لثلاثة أمثال قيمته ؟ مع التفسير.



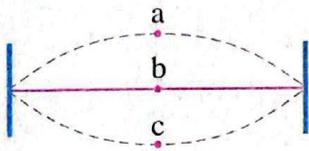
٢ صف تحولات كل من طاقة الوضع وطاقة الحركة

الحادثة للأرجوحة الموضحة بالشكل المقابل خلال اهتزازة كاملة بدءًا من موضع الاتزان.



٣ الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين تردد جسم (v) يتحرك حركة اهتزازية ومقلوب زمنه الدوري $(\frac{1}{T})$ عند تمثيلهما بنفس مقياس الرسم، ما قيمة الزاوية θ ؟

٤ الشكل المقابل يوضح حركة وتر أفقي يهتز رأسياً :

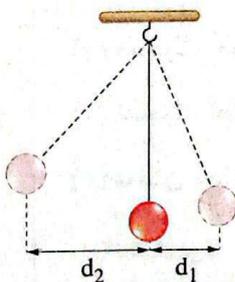


(١) عند أى النقاط المبينة تكون :

(١) سرعة الوتر لها أقصى قيمة ؟

(ب) طاقة وضع المرونة للوتر أكبر ما يمكن ؟

(٢) أوجد النسبة بين زمن حركة الوتر من (b) إلى (c) وزمن حركته من (b) إلى (a).



٥ الشكل المقابل يوضح محاولتين لتحريك ثقل بندول حركة توافقية بسيطة،

في المحاولة الأولى بتحريكه إزاحة d_1 ثم تركه ليتذبذب وفي المحاولة الثانية

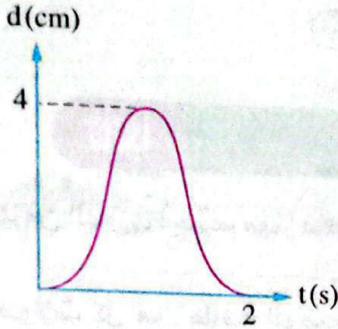
بتحريكه إزاحة d_2 ثم تركه ليتذبذب، ماذا يحدث لكل من سعة الاهتزازة

وطاقة الوضع العظمى وطاقة الحركة العظمى والطاقة الميكانيكية لثقل

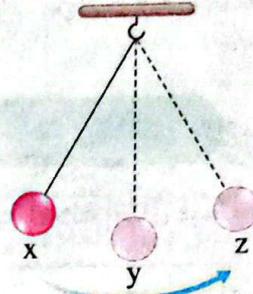
البندول في المحاولة الثانية مقارنةً بالمحاولة الأولى ؟

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة

١ الشكل (١) يوضح بندول موضع اتزانه عند y ويتأرجح بين الموضعين x, z ، والشكل (٢) يمثل بيانياً العلاقة بين الإزاحة (d) لثقل البندول عن الموضع x والزمن (t)، فإن :



الشكل (٢)



الشكل (١)

(١) سعة اهتزاز ثقل البندول تساوى

8 cm (د)

4 cm (ج)

2 cm (ب)

1 cm (أ)

(٢) تردد البندول يساوى

4 Hz (د)

2 Hz (ج)

0.5 Hz (ب)

0.25 Hz (أ)

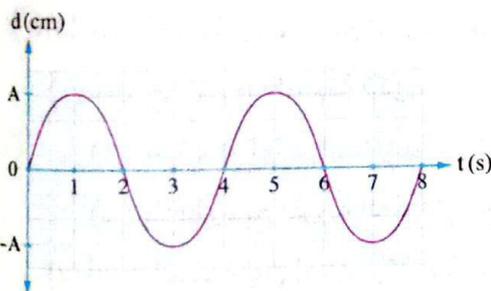
أجب عما يأتى

٢ جسم مُعلق بخيط دُفع نحو اليمين ليتأرجح يميناً ويساراً حول موضع اتزانه الأصلي والشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) من لحظة دفع الجسم والزمن (t) خلال 8 s، فإذا اعتبرنا أن اتجاه حركته إلى اليمين هو الاتجاه الموجب، فعند أى لحظة أو لحظات خلال هذه الفترة يكون الجسم :

(١) متحرك تجاه اليمين بأقصى سرعة له ؟

(٢) متحرك تجاه اليسار بأقصى سرعة له ؟

(٣) ساكن لحظياً ؟



الحركة الموجية

◀ ماذا يحدث عند إلقاء حجر في بحيرة ساكنة؟



- يحدث اضطراب لسطح الماء نتيجة تصادم الحجر مع الماء.

- ينتشر هذا الاضطراب على سطح الماء على هيئة دوائر منتظمة متحدة المركز مركزها موضع سقوط الحجر، ويصاحب ذلك انتقال للطاقة من مصدر الاضطراب في نفس اتجاه انتشار تلك الدوائر.

- تُسمى هذه الدوائر موجات الماء، وانتشارها على سطح الماء يمثل حركة موجية.

* مما سبق يمكن تعريف الموجة كالتالي :

الموجة

اضطراب ينتقل وينقل الطاقة في اتجاه الانتشار.

أنواع الموجات

* هناك العديد من الموجات، بعضها يمكن رؤيتها والإحساس بها مثل موجات الماء وبعضها الآخر لا يمكن رؤيتها ولكن ندركها من أثارها مثل موجات الراديو التي تستخدم في الإرسال الإذاعي والأشعة السينية التي تستخدم في التشخيص الطبى الإشعاعى، ويمكن تقسيم الموجات إلى :

ثانيًا
موجات كهرومغناطيسية

أولًا
موجات ميكانيكية

الموجات الميكانيكية Mechanical Waves

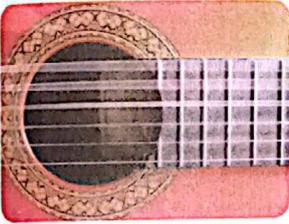
أولًا

المصدر جسم ما يهتز في وسط مادي فينتقل الاهتزاز (الاضطراب) إلى جزيئات الوسط المحيط.

الانتشار تنتشر خلال الأوساط المادية فقط.

أمثلة

الموجات المنتشرة فى الأوتار أثناء اهتزازها



موجات الصوت



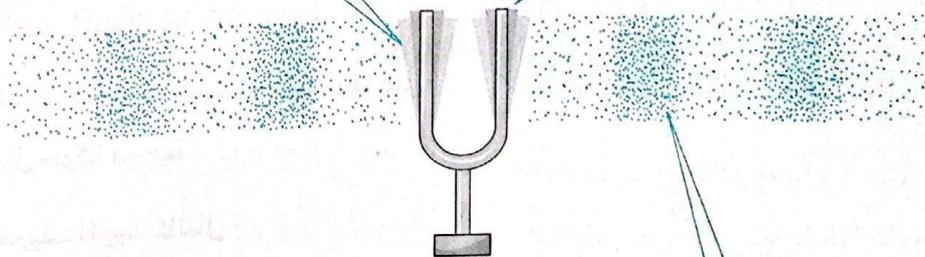
موجات الماء



شروط الحصول على الموجات الميكانيكية

٢ حدوث اضطراب ينتقل من المصدر إلى الوسط
مثل : انتقال الاضطراب الناتج عن اهتزاز
فرع شوكه رنانة إلى جزيئات الهواء.

١ وجود مصدر اهتزاز (تذبذب)
مثل :
• وتر.
• شوكة رنانة.



٣ وجود وسط مادي ينتقل خلاله الاضطراب
تحتاج الموجات الميكانيكية لوسط مادي تنتقل خلاله لأن جزيئات الوسط المادي تقوم بنقل طاقة الموجات الميكانيكية حيث تهتز الجزيئات حول مواضع اتزانها بالتتابع دون أن تنتقل فى اتجاه انتشار الموجات وبالتالي لا يمكن للموجات الميكانيكية الانتشار فى الفراغ.

- * نظرًا لأن الصوت من الموجات الميكانيكية فإنه لا يمكنه الانتشار في الفراغ لذلك :
- لا يمكن سماع أصوات الانفجارات الكونية التي تحدث في الفضاء الخارجي.
 - يستخدم رواد الفضاء أجهزة لاسلكية للتواصل فيما بينهم في الفضاء.

أنواع الموجات الميكانيكية

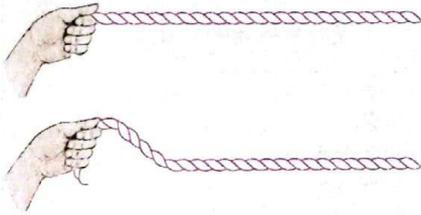
٢ موجات طولية

١ موجات مستعرضة

١ الموجات المستعرضة Transverse Waves

* للتعرف على طبيعة الموجات المستعرضة نجرى التجربة التالية :

تجربة عملية



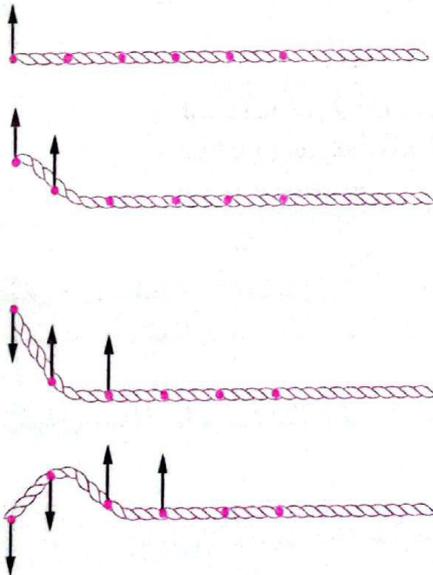
(١) احضر حبل طويل وثبت أحد طرفيه (البعيد) في حائط رأسى وشد طرفه الآخر بيدك، ثم حرك طرف الحبل رأسياً لأعلى مرة واحدة ثم أعد يدك للوضع الأصلي.

الملاحظة :

تنتشر على طول الحبل موجة على شكل نبضة (اضطراب مفرد على شكل نصف موجة).

التفسير :

- تنتقل الطاقة من المصدر إلى جزء الحبل المجاور له فيتحرك إلى أعلى.
- تعمل قوى التجاذب (التماسك) بين جزيئات الحبل على إعادة هذا الجزء إلى أسفل فتنتقل الطاقة إلى الجزء المجاور له فيتحرك إلى أعلى وهكذا تهتز أجزاء الحبل إلى أعلى وإلى أسفل تباعاً.



(٢) استمر في تحريك طرف الحبل لأعلى ولأسفل بنفس المعدل.

الملاحظة :

يتحرك طرف الحبل لأعلى ولأسفل حركة توافقية بسيطة فتتولد في الحبل نبضات متواصلة (قمم وقيعان) أي موجة مستعرضة.

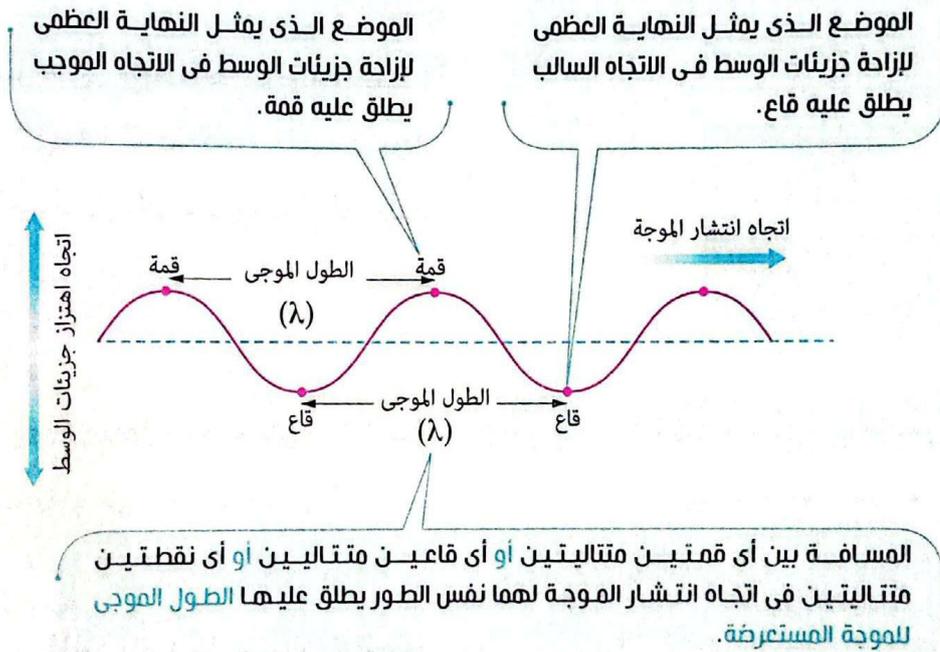
الاستنتاج

(١) اتجاه انتشار الموجة خلال الحبل :

- هو اتجاه انتشار الطاقة.

- عمودي على اتجاه حركة (اهتزاز) أجزاء الوسط (الحبل) حول مواضع اتزانها.

(٢) تتكون الموجة المستعرضة من قمم وقيعان كما بالشكل التالي :



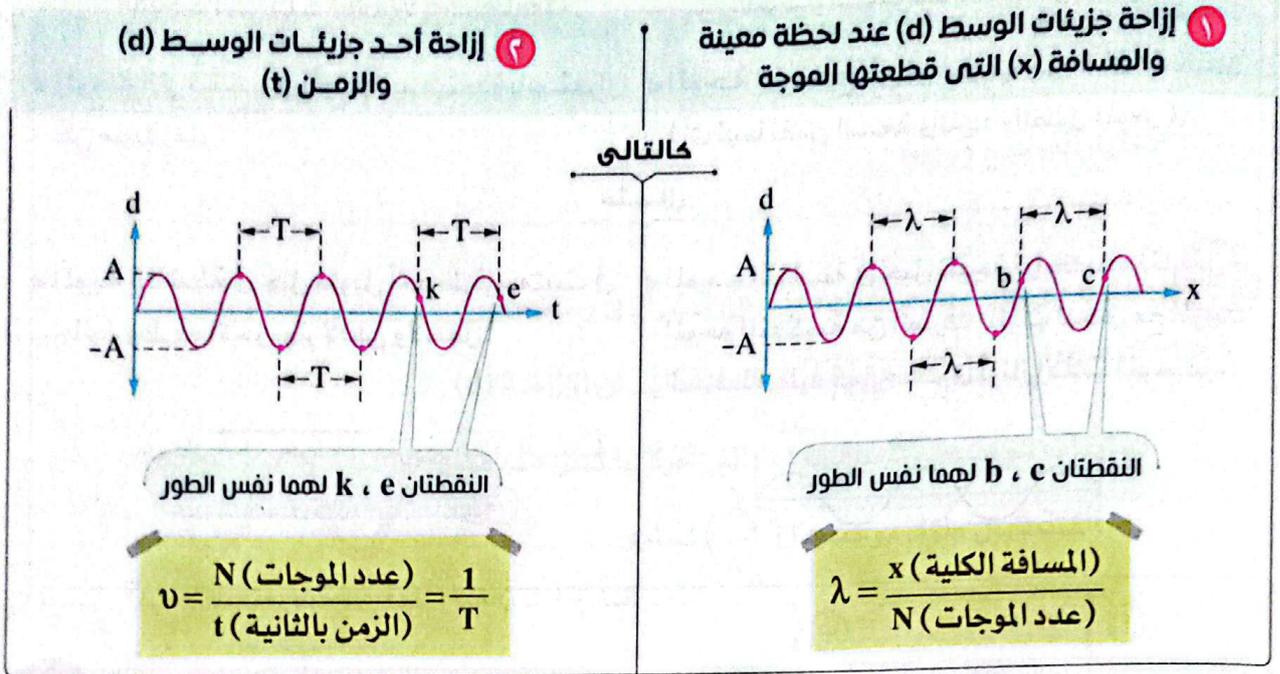
مثال على الموجات المستعرضة



موجة منتشرة في حبل

التمثيل البياني للموجات المستعرضة.

* تمثل الموجة المستعرضة من خلال التمثيل البياني للعلاقة بين :



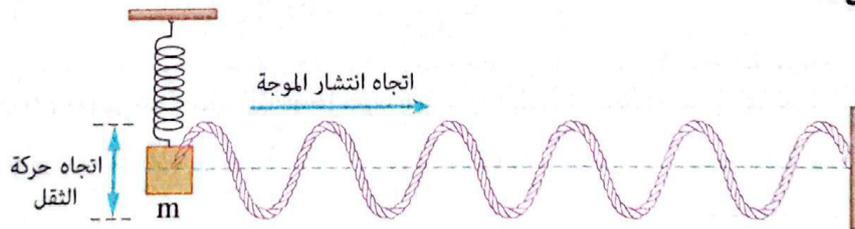
* مما سبق يمكن تعريف سرعة الموجة (A) كما يلي :

سرعة الموجة (A)

أقصى إزاحة لجزيئات الوسط المهتز بعيداً عن مواضع اتزانها.

ملاحظات

(١) يمكن الحصول على الموجات المستعرضة في حبل طويل أفقى مشدود، أحد طرفيه مُثبت في حائط رأسي والطرف الآخر للحبل مُثبت في ثقل معلق في زنبرك رأسى يهتز لأعلى ولأسفل حول موضع اتزانه كما بالشكل التالي :



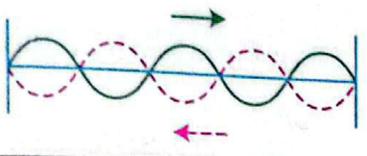
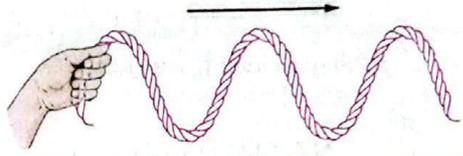
وفي هذه الحالة يكون تردد الموجة المستعرضة المنتشرة في الحبل مساوى لتردد الحركة الاهتزازية للثقل المعلق في الزنبرك.

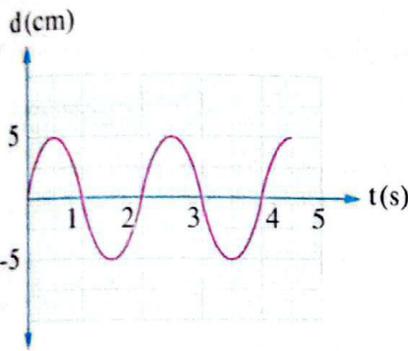
(٢) سرعة الموجة المستعرضة التي تنتشر خلال وتر مشدود تعتمد على الشغل الذي يبذله المصدر المهتز (اليد أو الجسم المهتز) والذي ينتقل خلال أجزاء الوتر على هيئة :

- طاقة وضع ناتجة عن الشد في الوتر. - طاقة حركة ناتجة عن اهتزاز الوتر.

(٣) سرعة الموجة لا تتوقف على تردد الموجة أو طولها الموجى.

* يمكن تمييز الموجة المرتحلة عن الموجة الموقوفة كالتالي :

الموجة الموقوفة (Standing Wave)	الموجة المرتحلة (Travelling Wave)
الموجة التي تنتج عن تراكب موجتان متماثلتان (أي لهما نفس السعة والتردد والطول الموجي).	الموجة التي تنتشر في اتجاه واحد مبتعدة باستمرار عن مصدرها.
الموجة الناشئة في حبل نتيجة تراكب (تداخل) الموجة المنعكسة من الطرف المثبت للحبل مع الموجة الساقطة عليه كما يحدث في أوتار الآلات الموسيقية.	الموجة الناشئة في حبل طويل أحد طرفيه مثبت في حائط وطرفه الآخر يهتز لأعلى ولأسفل.
	



الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) لأحد جزيئات وسط تنتشر فيه موجة مستعرضة والزمن (t)، إذا كانت المسافة التي قطعتها الموجة خلال 4.5 s تساوي 9 cm، احسب :

(١) سعة الموجة.
(٢) التردد.
(٣) الزمن الدوري.
(٤) الطول الموجي.

مثال 1

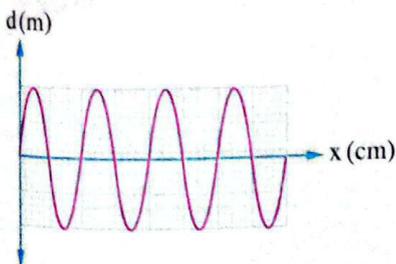
الحل

$$v = \frac{N}{t} = \frac{2.25}{4.5} = 0.5 \text{ Hz (٢)} \quad A = 5 \text{ cm (١)}$$

$$\lambda = \frac{x}{N} = \frac{9}{2.25} = 4 \text{ cm (٤)} \quad T = 2 \text{ s (٣)}$$

كان المطلوب هو تحديد الفترة الزمنية بين مرور القمة الثانية والقمة العاشرة بنقطة معينة في اتجاه انتشار الموجة، ما إجابتك ؟

ماذا لو



اختر: الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) عند لحظة معينة لجزيئات وسط تنتشر فيه موجة مستعرضة والمسافة (x) التي قطعها الموجة، فإذا كانت المسافة بين القاع الأول والقمة السابعة لهذه الموجة 5.5 cm، فإن الطول الموجي للموجة يساوي

- ٥ cm (ب)
0.5 cm (د)

- 5.5 cm (ا)
1 cm (ج)

مثال 2

الحل

$$x = 5.5 \text{ cm}$$

$$\lambda = ?$$

$$N = (7 - 1) - \frac{1}{2} = 5.5$$

$$\lambda = \frac{x}{N} = \frac{5.5}{5.5} = 1 \text{ cm}$$

عدد الموجات بين القاع الأول والقمم السابعة :

∴ الاختيار الصحيح هو (ج)

مثال 3

اختر ، موجتان مستعرضتان (a) ، (b) تنتشران في وسط معين ،

والشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d)

لجزئيات الوسط والمسافة (x) التي تحركتها كل منهما ،

فإن النسبة بين طولي موجتيهما $\left(\frac{\lambda_a}{\lambda_b}\right)$ تساوى

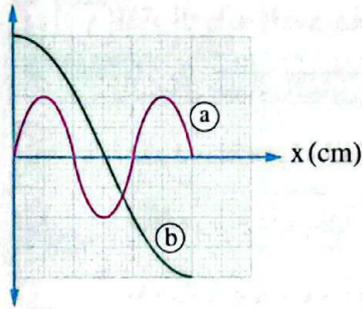
$$\text{(ب) } \frac{3}{4}$$

$$\text{(ا) } \frac{3}{1}$$

$$\text{(د) } \frac{1}{3}$$

$$\text{(ج) } \frac{1}{1}$$

d(cm)



الحل

$$\therefore \lambda = \frac{x}{N}$$

$$\therefore \frac{\lambda_a}{\lambda_b} = \frac{N_b}{N_a} = \frac{0.5}{1.5} = \frac{1}{3}$$

وسيلة مساعدة

من الشكل نجد أنه خلال نفس المسافة تكون الموجة (a) قد صنعت 1.5 موجة والموجة (b) قد صنعت 0.5 موجة.

∴ الاختيار الصحيح هو (د)

كان المطلوب هو حساب النسبة بين سعتي الموجتين $\left(\frac{A_a}{A_b}\right)$ ، ما إجابتك ؟

ماذا لو

مثال 4

اختر ، في الشكل المقابل تمثل النقطة A موضع أحد جزيئات

الوسط الذي تنتشر فيه موجة مستعرضة عند لحظة

معينة ، فإذا أصبح هذا الجزيء عند الموضع الذي يمثل قاعاً

بعد 1.5 s من تلك اللحظة ، فإن الزمن الدوري لهذه الموجة

يساوى

$$\text{(د) } 8 \text{ s}$$

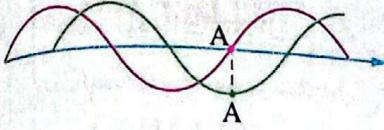
$$\text{(ج) } 6 \text{ s}$$

$$\text{(ب) } 4 \text{ s}$$

$$\text{(ا) } 2 \text{ s}$$

$t = 1.5 \text{ s}$

$T = ?$

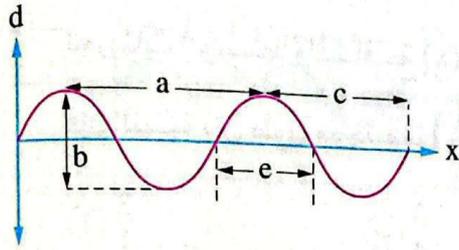


يصبح الجزء عند الموضع الذي يمثل قاع بعد ربع دورة للموجة،
أي بعد فترة تمثل ربع الزمن الدوري كما هو مبين بالشكل المقابل.

$\therefore T = 4t = 4 \times 1.5 = 6 \text{ s}$

∴ الاختيار الصحيح هو (ج)

مجاب عنها



١ اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) عند لحظة معينة لجزيئات وسط تنتشر فيه موجة مستعرضة والمسافة (x) التي قطعتها الموجة، فإن :

(١) سعة هذه الموجة تمثلها المسافة

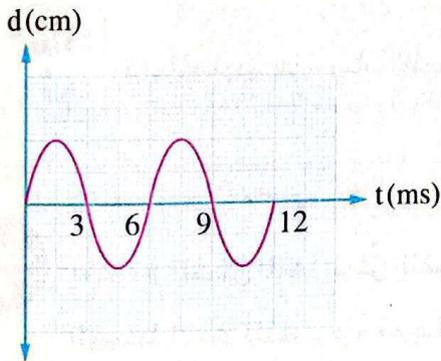
- (أ) c (ب) e (ج) $\frac{1}{2} a$ (د) $\frac{1}{2} b$

(٢) الطول الموجي لهذه الموجة تمثله المسافة

- (أ) 2 c (ب) $\frac{1}{2} b$ (ج) 2 e (د) 2 a

(٣) زيادة الطول الموجي للضعف يؤدي إلى

- (أ) زيادة المسافة c لأربعة أمثالها (ب) زيادة المسافة a للضعف
(ج) نقص المسافة b للنصف (د) نقص المسافة e للنصف



٢ الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) لأحد جزيئات وسط تنتشر فيه موجة مستعرضة والزمن (t)، إذا كانت المسافة التي قطعتها الموجة خلال 7.5 ms تساوي 35 cm، احسب :

(١) الزمن الدوري.
(٢) التردد.
(٣) الطول الموجي.

احسب :

(١) الزمن الدوري.

(٢) التردد.

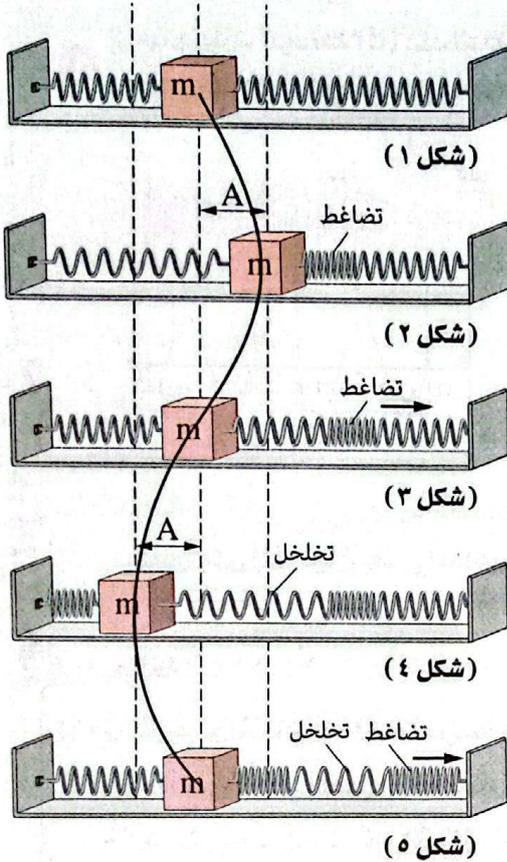
(٣) الطول الموجي.

الموجات الطولية Longitudinal Waves

* للتعرف على طبيعة الموجات الطولية نجرى التجربة التالية :

تجربة عملية

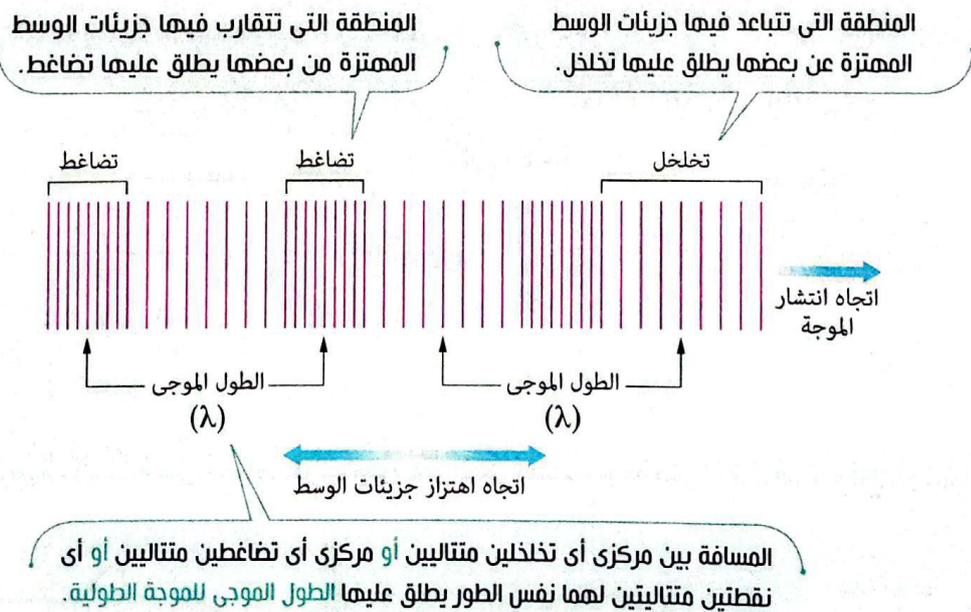
الخطوات



- (١) ضع ثقل (m) فوق سطح أفقى أملس مثبت من أحد جانبيه في زنبرك طويل ومن الجانب الآخر في زنبرك قصير وكل من الزنبركين مثبت في حائط (شكل ١).
- (٢) اجذب الثقل مسافة A جهة اليمين فينضغط جزء الزنبرك المجاور للثقل جهة اليمين مكوناً نبضة تضاغط (شكل ٢).
- (٣) اترك الثقل حراً فيعود إلى موضع الاتزان الأصلي بتأثير القوة التي تولدت في الزنبرك، بينما تنتقل نبضة التضاغط خلال الزنبرك جهة اليمين من الثقل (شكل ٣).
- (٤) يتخطى الثقل موضع الاتزان الأصلي متحركاً جهة اليسار مكوناً تخلخلاً في حلقات الزنبرك جهة اليمين (شكل ٤).
- (٥) تتكرر حركة الثقل إلى اليمين وكذلك تنتقل نبضة التخلخل جهة اليمين (شكل ٥).

الاستنتاج

- (١) عند تذبذب (اهتزاز) الثقل تنتشر في الزنبرك موجة يكون فيها اتجاه اهتزاز حلقات الزنبرك حول مواضع اتزانها على نفس خط انتشار الموجة ويطلق عليها **الموجة الطولية**.
- (٢) تتكون الموجة الطولية من مجموعة من التضاغطات والتخلخلات تنتقل على طول الزنبرك كما بالشكل التالي :



مثال على الموجات الطولية

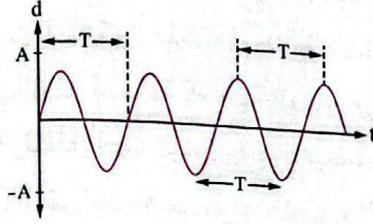
موجات الصوت في الهواء.

التمثيل البياني للموجات الطولية

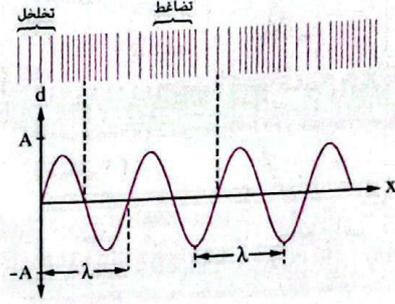
* تمثل الموجة الطولية من خلال التمثيل البياني للعلاقة بين :

١ إزاحة جزيئات الوسط (d) عند لحظة معينة والمسافة (x) التي تقطعتها الموجة

٢ إزاحة أحد جزيئات الوسط (d) والزمن (t)



حالتالي



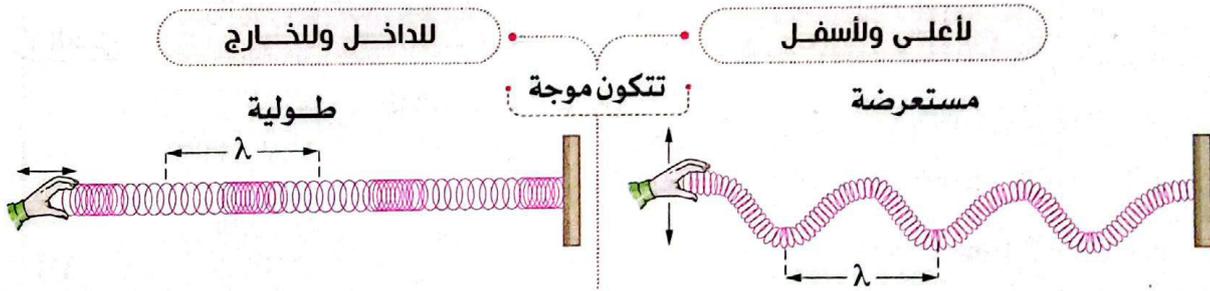
يطبق على المنحنيان نفس المفاهيم والقوانين التي ذكرت في التمثيل البياني للموجة المستعرضة

ملاحظات

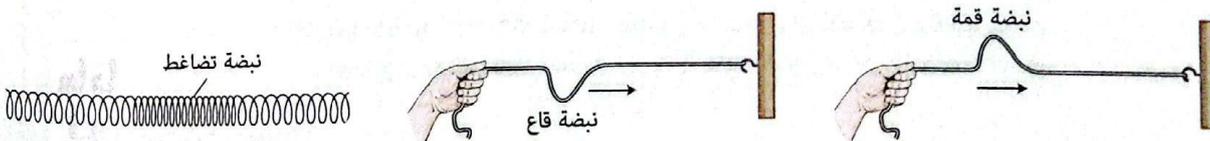
(١) في الموجات الميكانيكية (مستعرضة وطولية) يمكن تعريف كل من :

- **سعة الموجة** هي أقصى إزاحة لجزيئات الوسط المهتز بعيداً عن مواضع اتزانها.
- **تردد الموجة** هو عدد الموجات التي تمر بنقطة معينة في مسار الحركة الموجية في زمن قدره واحد ثانية.
- **الطول الموجي** هو المسافة التي تقطعها الموجة خلال زمن دورى واحد (دورة واحدة).

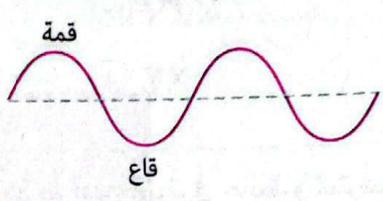
(٢) يمكن الحصول على موجات مستعرضة أو موجات طولية باستخدام ملف زنبركى طويل مُثبت أفقيًا من أحد طرفيه في حائط، وذلك **تبعا** لاتجاه اهتزاز مصدر الموجة (الجسم المهتز) حيث تهتز حلقات الملف الزنبركى بنفس الكيفية التي يهتز بها المصدر المهتز، فعند تحريك طرف الملف الزنبركى الحر :

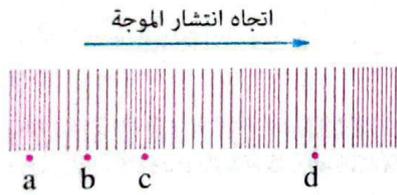


(٣) يمكن تعريف النبضة على أنها اضطراب مفرد على شكل نصف موجة مثل انتقال قمة أو قاع، أو تضاغط أو تخلخل.



* مما سبق يمكن المقارنة بين نوعى الموجات الميكانيكية (المستعرضة والطولية) كالتالى :

الموجة الطولية	الموجة المستعرضة	
تضاغطات وتخلخلات 	قمم وقيعان 	تتكون من
على نفس خط انتشار الموجة	عمودى على اتجاه انتشار الموجة	اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط
المسافة بين مركزى أى تضاغطين متتاليين أو مركزى أى تخلخلين متتاليين	المسافة بين أى قمطين متتاليين أو أى قاعين متتاليين	الطول الموجى
موجات الصوت فى الهواء	الموجات المنتشرة فى الأوتار	مثال



الشكل المقابل يمثل موجة طولية، فإذا كانت المسافة بين النقطتين a، b هي 1.7 m والزمن الذى تستغرقه الموجة للانتقال بين النقطتين c، d هو 0.015 s، احسب :

(١) الطول الموجى.

(٢) تردد الموجة.

مثال

الحل

$$x_{ab} = 1.7 \text{ m}$$

$$t_{cd} = 0.015 \text{ s}$$

$$\lambda = ?$$

$$v = ?$$

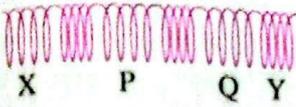
$$\lambda = \frac{x_{ab}}{N_{ab}} = \frac{1.7}{0.5} = 3.4 \text{ m} \quad (١)$$

$$v = \frac{N_{cd}}{t_{cd}} = \frac{1.5}{0.015} = 100 \text{ Hz} \quad (٢)$$

كان المطلوب حساب المسافة بين النقطتين a، d، ما إجابتك ؟

ماذا لو

١ اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :



الشكل المقابل يمثل موجة طولية منتشرة في ملف زنبركي،
فإن الطول الموجي لهذه الموجة هو المسافة

2 PQ (ب)

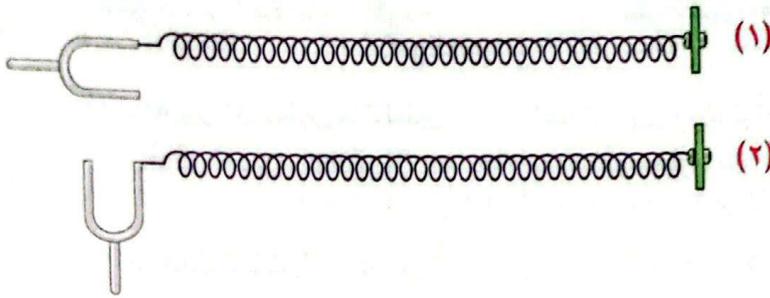
PQ (ا)

XY (د)

$\frac{XY}{2}$ (ج)

٢ الشكلان التاليان يوضحان ملف زنبركي أحد طرفيه مُثبت في حائط والطرف الآخر مُثبت في أحد فرعى شوكة رنانة، ما نوع الموجة المتكونة في الملف الزنبركي في كل شكل عند اهتزاز فرعى الشوكة الرنانة ؟

شوكة رنانة، ما نوع الموجة المتكونة في الملف الزنبركي في كل شكل عند اهتزاز فرعى الشوكة الرنانة ؟



ثانياً الموجات الكهرومغناطيسية Electromagnetic Waves

المفهوم موجات تنشأ عن تذبذب مجالين أحدهما كهربى والآخر مغناطيسى ولهما نفس التردد ومتفقين في الطور ومتعامدين على بعضهما البعض وعلى اتجاه الانتشار.

الانتشار تنتشر في:

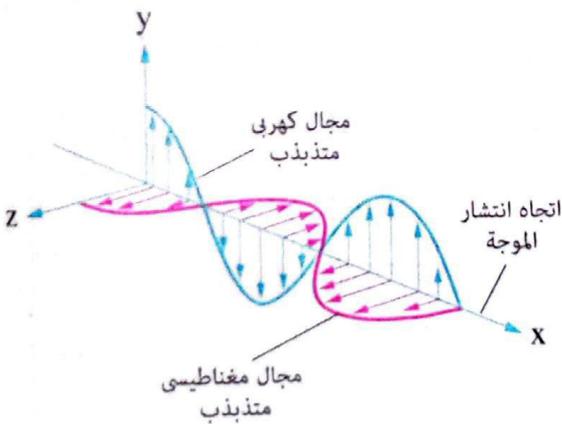
- خطوط مستقيمة.

- الفراغ بسرعة (c) ثابتة وتساوى 3×10^8 m/s

- الأوساط المادية بسرعات أقل بحيث تكون سرعتها ثابتة

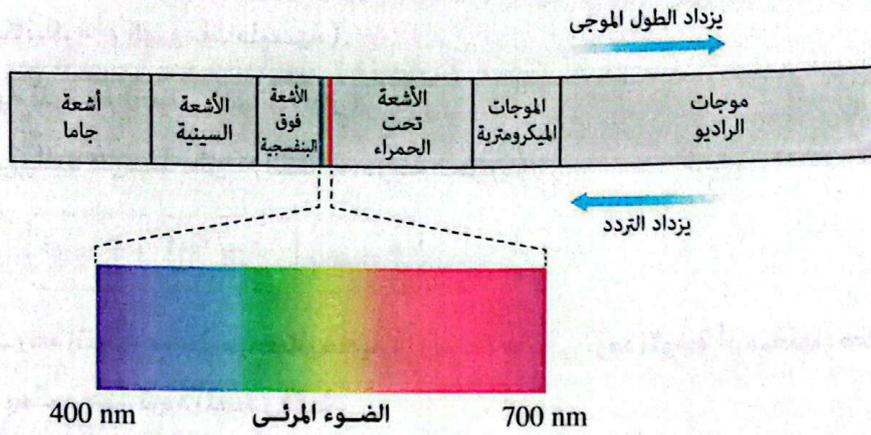
في الوسط الواحد وتعتمد على نوع الوسط.

نوع الموجة موجات مستعرضة فقط.

**ملاحظة**

* سرعة الموجات الكهرومغناطيسية في الفراغ هي أكبر سرعة معروفة في الكون.

الطيف الكهرومغناطيسي



* مما سبق يمكن المقارنة بين الموجات الميكانيكية والموجات الكهرومغناطيسية كالتالي :

الموجات الكهرومغناطيسية	الموجات الميكانيكية	مفهومها
موجات تنشأ عن تذبذب مجالين متعامدين أحدهما كهربى والآخر مغناطيسى وكلاهما عمودى على اتجاه انتشار الموجة	موجات تنشأ عن اهتزاز جزيئات الوسط إما عمودياً على اتجاه انتشار الموجة (مستعرضة) أو على نفس خط انتشار الموجة (طولية)	
تنتشر في الأوساط المادية والفرغ	تنتشر خلال الأوساط المادية فقط	انتشارها
موجات مستعرضة فقط	* موجات مستعرضة. * موجات طولية.	أنواعها
* موجات الراديو. * موجات الضوء المرئى. * الأشعة السينية.	* موجات الماء. * موجات الصوت. * الموجات المنتشرة فى الأوتار المهتزة.	أمثلة

سرعة انتشار الموجات (v)

سرعة انتشار موجة

المسافة التى تقطعها الموجة فى الثانية الواحدة فى اتجاه انتشارها.

* تنتشر الموجة بسرعة ثابتة فى الوسط الواحد، لذلك إذا كانت هناك موجة تنتشر فى وسط معين وتقطع مسافة (x) خلال زمن (t)، فإن سرعتها (v) تُحسب بالعلاقة : $v = \frac{x}{t}$

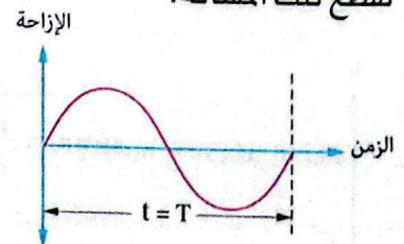
- فإذا كانت المسافة (x) تعادل الطول الموجى (λ) للموجة، فإن الموجة تستغرق زمناً (t) قدره الزمن الدورى (T) لقطع تلك المسافة.

$$\therefore x = \lambda \quad , \quad t = T$$

$$\therefore v = \frac{\lambda}{T}$$

$$\therefore v = \frac{1}{T}$$

$$\therefore v = \lambda v$$



تطبق هذه العلاقة على جميع أنواع الموجات (الميكانيكية والكهرومغناطيسية).

العوامل التي تتوقف عليها سرعة انتشار موجة في وسط :

- ١ نوع الموجة (ميكانيكية أم كهرومغناطيسية).
- ٢ الحالة الفيزيائية للوسط (صلب، سائل، غاز).
- ٣ الخصائص الفيزيائية للوسط مثل : (الكثافة، درجة الحرارة).

ملاحظات

(١) لا تعتمد سرعة انتشار موجة ميكانيكية في وسط ما على تردد الموجة أو سعتها، كما أن تردد الموجة الميكانيكية يعتمد على تردد المصدر فقط.

(٢) عند تطبيق العلاقة $v = \lambda \nu$ على :

موجة تنتقل من وسط إلى وسط آخر

يكون تردد الموجة واحد في الوسطين

$$\begin{aligned} v_1 &= v_2 \\ \frac{v_1}{\lambda_1} &= \frac{v_2}{\lambda_2} \end{aligned}$$

$$\therefore \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

موجتان من نفس النوع تنتشران في نفس الوسط

تكون سرعة الموجتين واحدة

$$\begin{aligned} v_1 &= v_2 \\ \lambda_1 v_1 &= \lambda_2 v_2 \end{aligned}$$

$$\therefore \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_2}{v_1}$$

حيث

(λ_1) ، (v_1) الطول الموجي للموجة وسرعتها في الوسط الأول، (λ_2) ، (v_2) الطول الموجي للموجة وسرعتها في الوسط الثاني

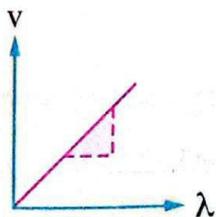
(λ_1) ، (v_1) الطول الموجي والتردد للموجة الأولى، (λ_2) ، (v_2) الطول الموجي والتردد للموجة الثانية

أي أن الطول الموجي (λ) يتناسب

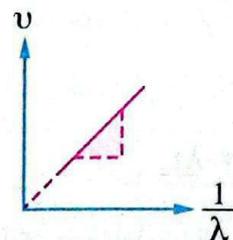
طرديًا مع سرعة انتشار الموجة (v) عند ثبوت التردد (ν)

عكسيًا مع التردد (ν) عند ثبوت سرعة الانتشار (v)

التمثيل البياني



$$\text{slope} = \frac{\Delta v}{\Delta \lambda} = v$$



$$\text{slope} = \frac{\Delta v}{\Delta (\frac{1}{\lambda})} = v$$

مثال 1

موجة ضوئية تنتشر في الهواء طولها الموجي 5000 \AA ، فما تردد هذه الموجة؟

علمًا بأن: $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ، $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$ (انجستروم)

الحل

$$\lambda = 5000 \text{ \AA}$$

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$v = ?$$

$$c = \lambda v$$

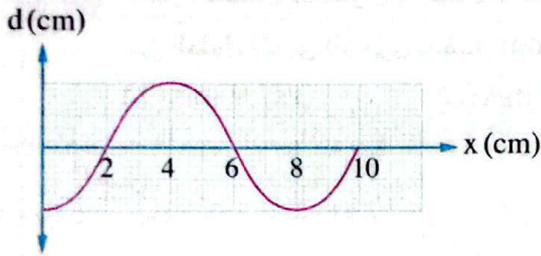
$$3 \times 10^8 = 5000 \times 10^{-10} \times v$$

$$v = \frac{3 \times 10^8}{5000 \times 10^{-10}} = 6 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

مثال 2

اختر: الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين

الإزاحة (d) عند لحظة معينة لجزيئات وسط تنتشر به موجة مستعرضة والمسافة (x) التي قطعتها الموجة، فإذا كان تردد هذه الموجة 80 Hz تكون سرعة انتشارها هي



0.32 m/s (ب)

0.64 m/s (ا)

3.2 m/s (د)

6.4 m/s (ج)

الحل

$$v = 80 \text{ Hz}$$

$$v = ?$$

$$\lambda = \frac{x}{N} = \frac{10}{1.25} = 8 \text{ cm}$$

$$v = \lambda v = 8 \times 10^{-2} \times 80$$

$$= 6.4 \text{ m/s}$$

∴ الاختيار الصحيح هو (ج)

مثال 3
اختر، موجة صوتية تنتشر في الهواء طولها الموجي λ وسرعتها 330 m/s ، فإذا انتقلت إلى وسط آخر أصبحت سرعتها فيه 990 m/s ، فإن طولها الموجي يزداد بمقدار

- أ) λ ب) 2λ ج) 3λ د) 4λ

الحل

$v_1 = 330 \text{ m/s}$ $v_2 = 990 \text{ m/s}$ $\lambda_1 = \lambda$ $\Delta\lambda = ?$

$\therefore v = \lambda v$

\therefore الموجة انتقلت من الهواء إلى وسط آخر.
 \therefore التردد (v) للموجة ثابت.

$\therefore \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$

$\therefore \frac{330}{990} = \frac{\lambda}{\lambda + \Delta\lambda}$ ، $3\lambda = \lambda + \Delta\lambda$ ، $\Delta\lambda = 2\lambda$

\therefore الاختيار الصحيح هو ب)

مثال 4
اختر، نغمتان تنتشران في الهواء ترددهما 212.5 Hz ، 340 Hz ، فإذا كان الطول الموجي لإحدهما يزيد عن الطول الموجي للأخرى بمقدار 60 cm ، فإن سرعة الصوت في الهواء تساوى

- أ) 337.9 m/s ب) 340 m/s ج) 342.1 m/s د) 343.2 m/s

الحل

$v_1 = 340 \text{ Hz}$ $v_2 = 212.5 \text{ Hz}$ $\Delta\lambda = 60 \text{ cm}$ $v = ?$

وسيلة مساعدة

عند ثبوت سرعة الموجة يكون الطول الموجي الأكبر للموجة التي لها تردد أقل.

$\lambda_2 = \lambda_1 + \Delta\lambda = \lambda_1 + 0.6$

$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$ ، $\frac{340}{212.5} = \frac{\lambda_1 + 0.6}{\lambda_1}$

$340 \lambda_1 = 212.5 \lambda_1 + 127.5$ ، $\lambda_1 = 1 \text{ m}$

$v = \lambda_1 v_1 = 1 \times 340 = 340 \text{ m/s}$

حل آخر:

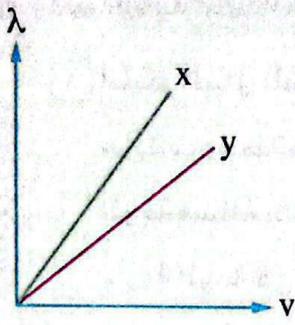
$\lambda_2 = 1 + 0.6 = 1.6 \text{ m}$

يمكن حساب السرعة (v) من خلال خواص الموجة الثانية :

$v = \lambda_2 v_2 = 1.6 \times 212.5 = 340 \text{ m/s}$

\therefore الاختيار الصحيح هو ب)

مثال 5



اختر، الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الطول الموجي (λ) لموجتين X، Y تنتشران في أوساط مختلفة والسرعة (v) لهاتين الموجتين في كل من هذه الأوساط، فأى العلاقات التالية صحيحة؟

- أ) $T_y > T_x$ ()
- ب) $v_y < v_x$ ()
- ج) $T_x > T_y$ ()
- د) $v_y = v_x$ ()

الحل

$\therefore v = \lambda v$

$\therefore \text{slope} = \frac{\Delta \lambda}{\Delta v} = \frac{1}{v} = T$

$\therefore (\text{slope})_x > (\text{slope})_y \quad \therefore v_y > v_x , T_x > T_y$

\therefore الاختيار الصحيح هو (ج)

مثال 6

اختر، تضرب مطرقة إحدى نهايتي أنبوبة معدنية طويلة جدًا، وهناك كاشف عند النهاية الأخرى للأنبوبة التقط موجتان صوتيتان يفصل بينهما فترة زمنية قدرها 0.2 s، فإذا كانت سرعة الصوت في الهواء 320 m/s وسرعة الصوت في معدن الأنبوبة 5000 m/s، فإن طول الأنبوبة المعدنية يساوى

- أ) 17.8 m ()
- ب) 34.3 m ()
- ج) 49 m ()
- د) 68.4 m ()

الحل

$\Delta t = 0.2 \text{ s}$ $v_{(\text{هواء})} = 320 \text{ m/s}$ $v_{(\text{معدن})} = 5000 \text{ m/s}$ $l = ?$

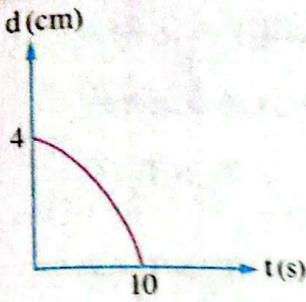
$\therefore v = \frac{d}{t} \quad \therefore t = \frac{d}{v}$

$\therefore \Delta t = \frac{l}{v_{(\text{هواء})}} - \frac{l}{v_{(\text{معدن})}} = l \left(\frac{1}{v_{(\text{هواء})}} - \frac{1}{v_{(\text{معدن})}} \right)$

$\therefore 0.2 = l \left(\frac{1}{320} - \frac{1}{5000} \right) , \quad l = 68.4 \text{ m}$

\therefore الاختيار الصحيح هو (د)

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :



١ الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) لأحد جزيئات وسط تنتشر فيه موجة والزمن (t)، إذا قطعت الموجة مسافة 2 cm خلال الفترة الممثلة بالشكل تكون سرعة الموجة هي

- ٠.٢ cm/s (أ) ٠.٤ cm/s (ب)
٨ cm/s (د) ٦ cm/s (ج)

٢ * إذا انتقلت موجة صوتية من وسط إلى وسط آخر وكانت النسبة بين الطول الموجي لها في الوسطين

$\left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2}\right)$ تساوي $\frac{2}{3}$ ، فإن النسبة بين سرعة الصوت في الوسطين $\left(\frac{v_1}{v_2}\right)$ تساوي

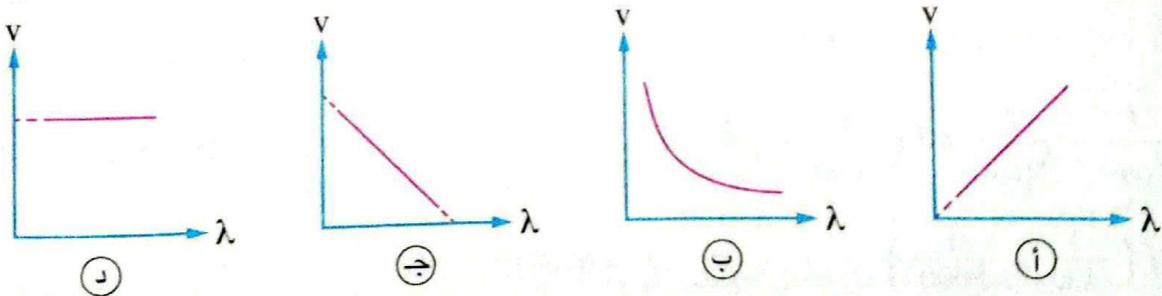
- $\frac{3}{4}$ (أ) $\frac{4}{3}$ (ب) $\frac{1}{1}$ (ج) $\frac{2}{3}$ (د)

٣ وترمهتز مصدر موجة صوتية في الهواء ترددها ν وطولها الموجي λ وسرعتها v ، فإذا زاد تردد اهتزاز هذا

الوتر، ماذا يحدث لكل من سرعة الموجة وطولها الموجي في الهواء ؟

سرعة الموجة	الطول الموجي للموجة	
تزداد	يزداد	(أ)
تزداد	يقل	(ب)
لا تتغير	يزداد	(ج)
لا تتغير	يقل	(د)

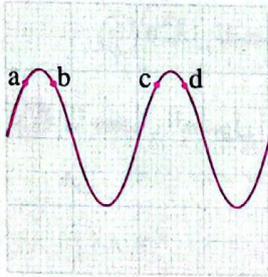
٤ أي الأشكال البيانية التالية يعبر عن العلاقة بين السرعة (v) لعدة موجات صوتية تنتشر في الهواء والطول الموجي (λ) لهذه الموجات ؟





١) تقوم الموجات المنتشرة في وسط بنقل

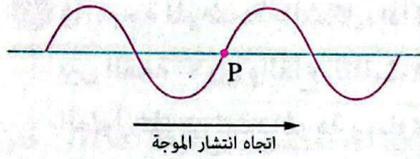
- أ) جسيمات الوسط في اتجاه انتشارها
ب) جسيمات الوسط عموديًا على اتجاه انتشارها
ج) الطاقة في اتجاه انتشارها
د) الطاقة عموديًا على اتجاه انتشارها



٢) الشكل المقابل يمثل موجة، أي من النقاط a، b، c، d

يكون لها نفس الطور؟

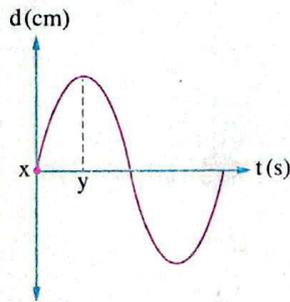
- أ) a، b، c
ب) a، b
ج) b، c
د) b، d



٣) * الشكل المقابل يمثل موجة ميكانيكية مستعرضة

تنتشر في وسط من اليسار إلى اليمين، في أي اتجاه يتحرك
الجزء P عند اللحظة الموضحة؟

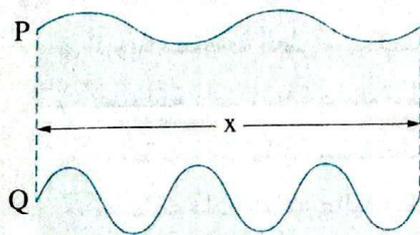
- أ) جهة اليمين
ب) جهة اليسار
ج) لأعلى
د) لأسفل



٤) موجة مستعرضة ترددها 50 Hz تنتشر في وسط معين، والشكل

البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) لأحد جزيئات الوسط
والزمن (t)، فإن الفترة الزمنية xy هي

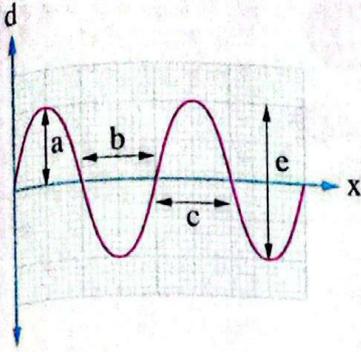
- أ) $\frac{2}{25}$ s
ب) $\frac{1}{25}$ s
ج) $\frac{1}{50}$ s
د) $\frac{1}{200}$ s



٥) الشكلان المقابلان يمثلان موجتي ماء P، Q تنتشران خلال

مسافة x بنفس السرعة، فأى الموجتين يكون لها سعة أكبر
وأيهما لها تردد أكبر؟

الموجة ذات السعة الأكبر	الموجة ذات التردد الأكبر	
P	P	أ
Q	P	ب
P	Q	ج
Q	Q	د



6 * الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d)

لجزئيات وسط ينتشر به موجة مستعرضة ترددها ν

وسعتها A والمسافة (x) التي قطعها الموجة، فإذا:

(1) زاد تردد الموجة للضعف مع ثبوت السرعة، فإن المسافة

(أ) تزداد للضعف (ب) تزداد للضعف

(ج) تقل للنصف (د) تقل للنصف

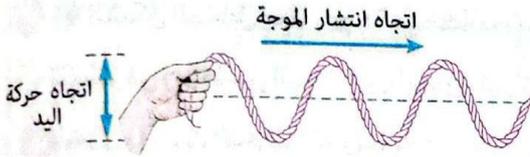
(2) زادت سرعة الموجة للضعف مع ثبوت التردد، فإن المسافة

(أ) تقل للنصف (ب) تقل للنصف (ج) تزداد للضعف (د) تزداد للضعف

7 إذا كان الطول الموجي لموجة مستعرضة هو λ ، فإن المسافة بين القمة الأولى والقمة التي ترتيبها n

هي

(أ) $n\lambda$ (ب) $(n+1)\lambda$ (ج) $(n-1)\lambda$ (د) $(n-\frac{1}{2})\lambda$



8 في الموجة الموضحة بالشكل، إذا كانت المسافة

بين القمة الأولى والقاع الثالث 100 cm، فإن

الطول الموجي لهذه الموجة يساوي

10 cm (أ) 20 cm (ب)

40 cm (ج) 70 cm (د)

9 توضح الأشكال التالية أربعة مصادر للموجات، أي منها يصدر عنه موجات طولية في الوسط المحيط به ؟



يد تحدث اضطراب على سطح الماء

(أ)



رهوت كنترول

(ب)



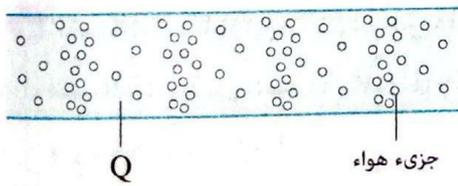
مكبر صوت

(ج)



مصباح

(د)



10 الشكل المقابل يمثل نموذج لموجة صوت تنتقل خلال الهواء

في أنبوبة مفتوحة الطرفين، كيف تصف المنطقة Q ؟

(أ) منطقة ذات كثافة عالية يطلق عليها تضاعف

(ب) منطقة ذات كثافة منخفضة يطلق عليها تضاعف

(ج) منطقة ذات كثافة عالية يطلق عليها تخلخل

(د) منطقة ذات كثافة منخفضة يطلق عليها تخلخل

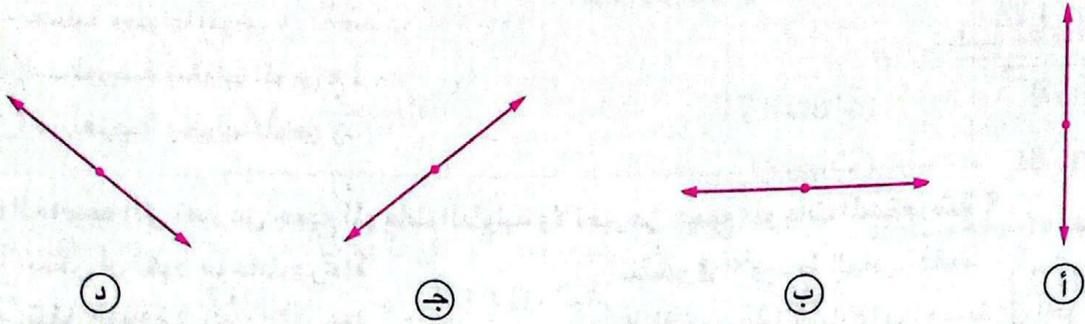
11 إذا كانت المسافة بين نقطتين متتاليتين متفتحتين في الطور لموجة تساوي 50 cm، فإن الطول الموجي

لهذه الموجة يساوي

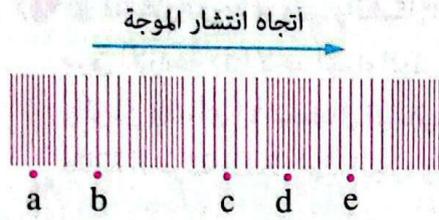
0.125 m (أ) 0.25 m (ب) 0.5 m (ج) 1 m (د)

?

١٢ تنتشر موجة طولية في وسط جهة اليمين (→)، أي من الأشكال الآتية يعبر بشكل صحيح عن اتجاه اهتزاز جزيئات هذا الوسط؟



١٣ الشكل المقابل يمثل موجة طولية، فتكون

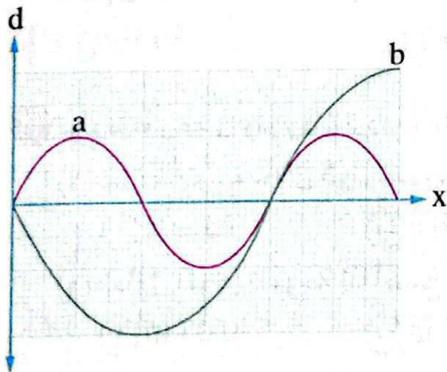


النسبة بين المسافتين $\left(\frac{x_{ac}}{x_{de}}\right)$ هي

- (a) $\frac{4}{1}$ (b) $\frac{2}{1}$ (c) $\frac{3}{1}$ (d) $\frac{3}{2}$

١٤ موجتان صوتيتان (A)، (B) تنتشران في نفس الوسط، فإذا كان تردد الموجة (A) ضعف تردد الموجة (B)، فإن العلاقة بين

طولهما الموجي	زمنهما الدوري	
$\lambda_A = \lambda_B$	$T_A = T_B$	(a)
$\lambda_A = \frac{1}{2} \lambda_B$	$T_A = T_B$	(b)
$\lambda_A = \lambda_B$	$T_A = \frac{1}{2} T_B$	(c)
$\lambda_A = \frac{1}{2} \lambda_B$	$T_A = \frac{1}{2} T_B$	(d)



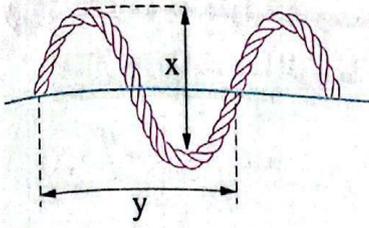
١٥ الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) لجزيئات وسط تنتشر فيه موجتان صوتيتان (a)، (b) والمسافة (x) التي قطعتهما الموجتين، فإن:

(١) النسبة بين ترددي الموجتين $\left(\frac{v_a}{v_b}\right)$ تساوى

- (a) $\frac{1}{1}$ (b) $\frac{2}{1}$ (c) $\frac{1}{2}$ (d) $\frac{1}{4}$

(٢) النسبة بين سعتي الموجتين $\left(\frac{A_a}{A_b}\right)$ تساوى

- (a) $\frac{1}{1}$ (b) $\frac{2}{1}$ (c) $\frac{1}{2}$ (d) $\frac{4}{1}$

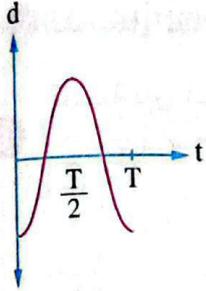


١٦ الشكل المقابل يمثل موجة تنتشر في حبل، فإن هذه الموجة

- (أ) طولية وطولها الموجي x
 (ب) طولية وطولها الموجي y
 (ج) مستعرضة وطولها الموجي x
 (د) مستعرضة وطولها الموجي y

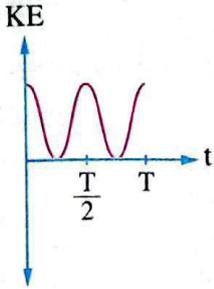
١٧ ما الخاصية التي تعبر عن جميع الموجات الطولية ولا تعبر عن جميع الموجات المستعرضة ؟

- (أ) يمكن أن تكون موجات مرتحلة
 (ب) تنتشر في الأوساط المادية فقط
 (ج) تنقل الطاقة في اتجاه انتشارها
 (د) تختلف سرعة انتشارها من وسط إلى آخر

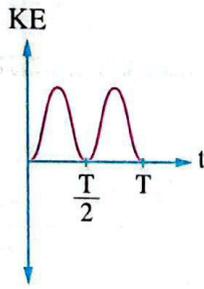


١٨ * تنتشر موجة في وتر، والشكل البياني المقابل يمثل العلاقة

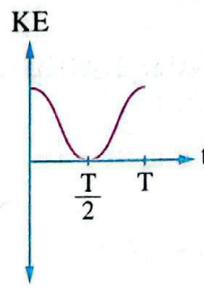
بين الإزاحة (d) لأحد أجزاء الوتر عن موضع اتزانه الأصلي والزمن (t)، أى الأشكال البيانية التالية يمثل العلاقة بين طاقة الحركة (KE) لهذا الجزء والزمن (t) ؟



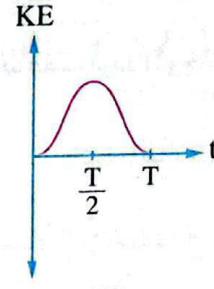
(أ)



(ب)



(ج)



(د)

١٩ عند إحداث نبضة في حبل فإن سرعة النبضة على امتداد الحبل

- (أ) تظل ثابتة
 (ب) تقل
 (ج) تزداد
 (د) تزداد ثم تقل

٢٠ تنتشر موجة مستعرضة في وتر رفيع بسرعة 300 m/s ، فإذا كانت المسافة بين قمتين متتاليتين

- تساوى 3 m ، فإن تردد الموجة الحادثة في الوتر يساوى
- (أ) 30 Hz
 (ب) 100 Hz
 (ج) 300 Hz
 (د) 900 Hz

٢١ تولدت موجة في وتر وكان ترددها 100 Hz وطولها الموجي 0.5 m ، فإن :

(١) سرعة الموجة خلال الوتر تساوى

- (أ) 25 m/s
 (ب) 50 m/s
 (ج) 100 m/s
 (د) 200 m/s

(٢) الطول الموجي للموجة إذا أصبح ترددها 300 Hz مع ثبوت سرعتها يساوى

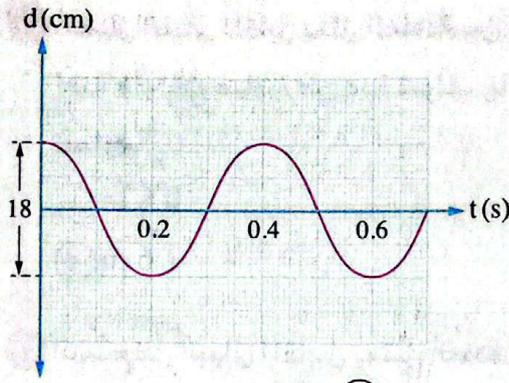
- (أ) 0.03 m
 (ب) 0.17 m
 (ج) 3 m
 (د) 6 m

٢٢ إذا كان تردد نغمة جرس المدرسة 102 Hz وعدد الموجات بينه وبين سارية العلم هو 12 موجة، إذا علمت أن

سرعة الصوت في الهواء 340 m/s ، فإن بُعد السارية عن الجرس يساوى

- (أ) 3.3 m
 (ب) 19.8 m
 (ج) 40 m
 (د) 60 m

?



٢٣ الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) لأحد جزيئات وسط تنتقل به موجة والزمن (t)، فإن:

(١) سعة الموجة تساوى

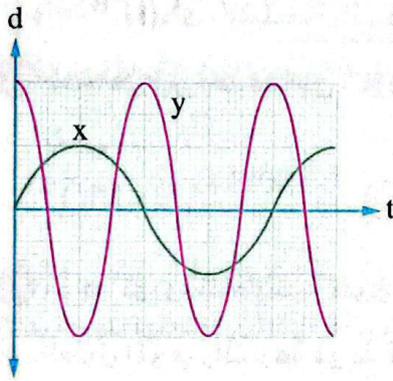
- 9 cm (أ) 17.5 cm (ب)
18 cm (ج) 35 cm (د)

(٢) تردد هذه الموجة يساوى

- 1.7 Hz (أ) 2.5 Hz (ب) 3.3 Hz (ج) 5 Hz (د)

(٣) الزمن الدورى للحركة الموجية يساوى

- 0.4 s (أ) 0.6 s (ب) 0.7 s (ج) 0.8 s (د)



٢٤ الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) والزمن (t) لموجتين صوتيتين x ، y تنتشران فى نفس الوسط، فإن النسبة بين:

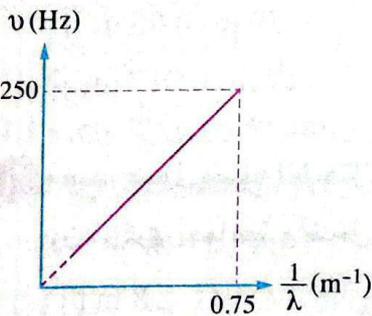
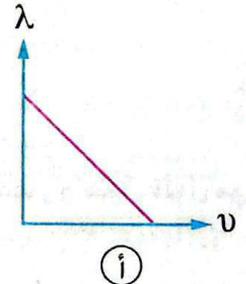
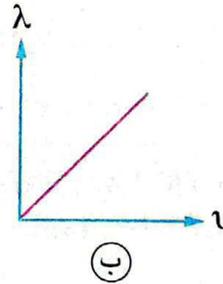
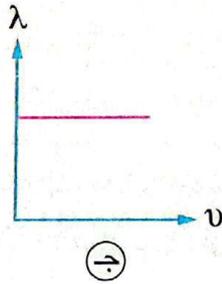
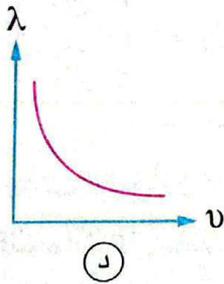
(١) ترددى الموجتين $(\frac{v_x}{v_y})$ تساوى

- $\frac{1}{4}$ (أ) $\frac{1}{2}$ (ب) 1 (ج) 2 (د)

(٢) سرعتى الموجتين $(\frac{v_x}{v_y})$ تساوى

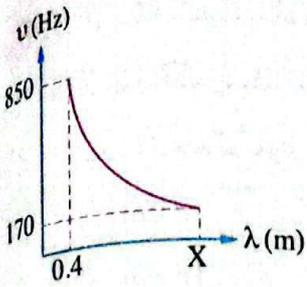
- $\frac{1}{4}$ (أ) $\frac{1}{2}$ (ب) 1 (ج) 2 (د)

٢٥ أى الأشكال البيانية التالية يمثل العلاقة بين الطول الموجى (λ) لعدة موجات صوتية تنتشر فى الهواء والتردد (ν) لكل من هذه الموجات ؟



٢٦ مصدر صوتى يصدر نغمات (موجات) بترددات مختلفة تنتشر فى الهواء، والشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين التردد (ν) ومقلوب الطول الموجى ($\frac{1}{\lambda}$) لهذه الموجات الصوتية، فإن سرعة انتشار الموجات الصوتية فى الهواء تساوى تقريباً

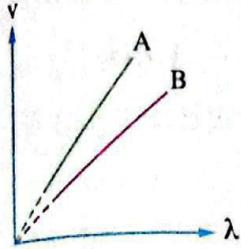
- 50 m/s (أ) 187 m/s (ب) 254 m/s (ج) 333 m/s (د)



٢٧ الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين التردد (ν) والطول الموجي (λ) لعدة موجات صادرة عن عدة شوكة رنانة تهتز في الهواء، فإن قيمة X تساوى

- ١.2 m (ب)
2 m (د)

- 0.8 m (أ)
1.6 m (ج)



٢٨ الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين السرعة (ν) لموجتين مختلفتين (A ، B) والطول الموجي لهما (λ) عند انتشارهما في أوساط مختلفة، فيكون

- $\nu_A < \nu_B$ (ب)
 $T_A > T_B$ (د)

- $\nu_A > \nu_B$ (أ)
 $T_A = T_B$ (ج)

٢٩ شعاعى ليزر أحدهما من ضوء أحمر والآخر من ضوء أخضر ينتقلان في الفراغ، فإنه من المؤكد أن الضوئين لهما نفس

- (د) الطول الموجي

- (ج) السرعة

- (ب) التردد

- (أ) الشدة

٣٠ موجة كهرومغناطيسية طولها الموجى λ وترددها ν تنتشر في الهواء بسرعة c، أى من الاختيارات الآتية يوضح الطول الموجى والسرعة لموجة كهرومغناطيسية أخرى ترددها $\frac{\nu}{2}$ تنتشر في الهواء؟

السرعة	الطول الموجى	
$\frac{c}{2}$	$\frac{\lambda}{2}$	(أ)
c	$\frac{\lambda}{2}$	(ب)
c	2λ	(ج)
$2c$	2λ	(د)

٣١ * تستطيع أذن الإنسان سماع الترددات المحصورة بين 20 Hz ، 2×10^4 Hz ، فإن أقصر وأطول طول موجى للنغمات التى يمكن أن يسمعها الإنسان هما على الترتيب

(علماً بأن : سرعة الصوت في الهواء = 340 m/s)

- 6.8×10^6 m ، 6800 m (ب)

- 59 m ، 0.06 m (أ)

- 0.05 m ، 0.005 m (د)

- 17 m ، 0.017 m (ج)

٣٢ مصدر صوتى يصنع 60 اهتزازة في زمن 1.5 s وتنتشر الموجة الناتجة عنه في الهواء بسرعة 340 m/s ، فإن المسافة بين مركزى تضاغط وتخلخل متتاليين تساوى

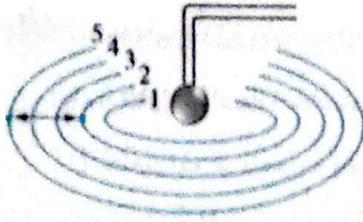
- 8.5 m (د)

- 5.67 m (ج)

- 4.25 m (ب)

- 2.8 m (أ)

?



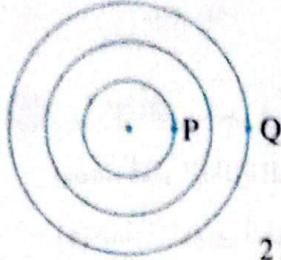
0.5 m (د)

0.3 m (ج)

0.2 m (ب)

0.1 m (ا)

* الشكل المقابل يمثل مصدر مهتز تردده 4 Hz يُحدث موجات تنتشر على سطح الماء بسرعة 0.4 m/s على شكل دوائر متحدة المركز حول المصدر حيث تمثل كل دائرة قمة، فإن المسافة بين القمة الثانية والقمة الخامسة تساوي



$\frac{2\lambda}{v}$ (د)

$\frac{3\lambda}{2v}$ (ج)

$\frac{\lambda}{v}$ (ب)

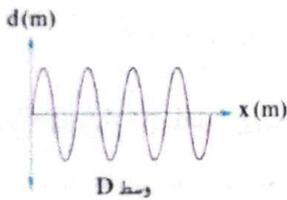
$\frac{\lambda}{2v}$ (ا)

* سقط حجر صغير في بركة ماء ساكن فتكونت موجات دائرية على سطح الماء كما هو مبين بالشكل المقابل حيث تمثل كل دائرة قمة، فإذا كانت سرعة موجات الماء v والطول الموجي لها λ ، فإن الفترة الزمنية التي يستغرقها الاضطراب لينتقل من النقطة P إلى النقطة Q هي

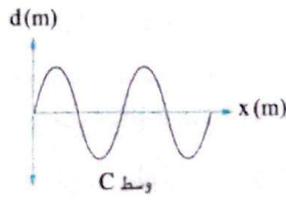
35 إذا كانت سرعة انتشار موجات على سطح الماء 1.5 m/s والزمن الذي تستغرقه 30 موجة لتمر بنقطة معينة 1 s، فإن عدد الموجات المتكونة خلال مسافة قدرها 60 m يساوي

3 موجات (ا) 40 موجة (ب) 400 موجة (ج) 1200 موجة (د)

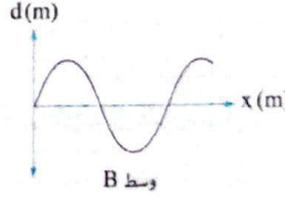
* موجة تنتقل بين أربعة أوساط مختلفة A، B، C، D والأشكال البيانية الآتية تمثل بنفس مقياس الرسم العلاقة بين الإزاحة (d) لجزيئات كل وسط من هذه الأوساط والمسافة (x) التي قطعها الموجة خلال كل وسط، ففى أى الأوساط يكون للموجة أكبر سرعة؟



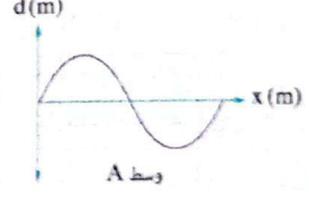
(د)



(ج)



(ب)



(ا)

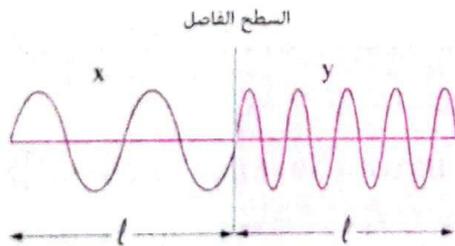
* الشكل المقابل يمثل موجة تنتشر في وسط x ثم تنتقل إلى وسط آخر y، فتكون النسبة بين سرعة الموجة في الوسط x وسرعتها في الوسط y هي $\frac{v_x}{v_y}$ هي

$\frac{4}{9}$ (ب)

$\frac{9}{4}$ (ا)

$\frac{1}{1}$ (د)

$\frac{2}{1}$ (ج)



38 عند تحريك طرف ملف زنبركى طويل ليصنع موجة مستعرضة طولها الموجى 30 cm وزمنها الدورى 0.1 s، ثم تحريكه ليصنع موجة طولية زمنها الدورى 0.2 s وسرعتها ثلاثة أمثال سرعة الموجة المستعرضة، فإن الطول الموجى للموجة الطولية هو

180 cm (د) 135 cm (ج) 90 cm (ب) 45 cm (ا)

٣٩ إذا كانت المسافة بين القمة الثانية والقمة السابعة لموجة مستعرضة 20 m والزمن الذي يمضي بين مرور القمة الأولى والقمة الخامسة بنقطة ثابتة في مسار حركة الموجة يساوي 0.1 s، فإن :

- (١) الطول الموجي للموجة يساوي
- (أ) 0.2 m (ب) 0.25 m (ج) 4 m (د) 5 m
- (٢) سرعة انتشار الموجة تساوي
- (أ) 250 m/s (ب) 160 m/s (ج) 10 m/s (د) 0.1 m/s

٤٠ * ألقى حجر في بحيرة فتكون على سطح الماء 50 موجة دائرية بعد 5 ثوان من اصطدام الحجر بالماء وكان نصف قطر الدائرة الخارجية 2 m، فإن :

- (١) الطول الموجي للموجة الحادثة يساوي
- (أ) 0.04 m (ب) 0.08 m (ج) 25 m (د) 100 m
- (٢) تردد الموجة يساوي
- (أ) 0.1 Hz (ب) 10 Hz (ج) 25 Hz (د) 250 Hz
- (٣) سرعة انتشار الموجة تساوي
- (أ) 2.5 m/s (ب) 2 m/s (ج) 1 m/s (د) 0.4 m/s

٤١ يقف قطار في محطة ويصدر صفيرًا ترددده 300 Hz يصل لرجل على بُعد 0.99 km من القطار بعد 3 s من صدوره، فإن الطول الموجي للصوت يساوي

- (أ) 1.1 m (ب) 0.91 m (ج) 0.11 m (د) 0.09 m

٤٢ * الشكل المقابل يمثل شوكة رنانة تردددها 200 Hz طرقت بالقرب من أحد طرفي أنبوبة مفتوحة الطرفين طولها 8 m فوصلت بداية الموجة الأولى إلى نهاية الأنبوبة عندما كانت الموجة السادسة على وشك دخول الأنبوبة، فإن سرعة الصوت في الهواء تساوي

- (أ) 360 m/s (ب) 340 m/s (ج) 330 m/s (د) 320 m/s

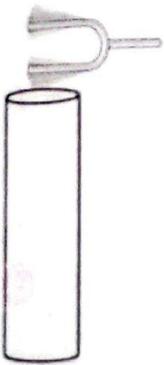
٤٣ موجتان صوتيتان a، b ترددهما 512 Hz، 256 Hz على الترتيب تنتشران في وسط معين، فتكون :

(١) النسبة بين سرعتيهما $(\frac{v_a}{v_b})$ هي

- (أ) $\frac{2}{1}$ (ب) $\frac{1}{1}$ (ج) $\frac{1}{2}$ (د) $\frac{3}{1}$

(٢) النسبة بين طوليهما $(\frac{\lambda_a}{\lambda_b})$ هي

- (أ) $\frac{2}{1}$ (ب) $\frac{1}{2}$ (ج) $\frac{3}{1}$ (د) $\frac{1}{3}$



؟

٤٤ موجة ترددها 100 Hz وطولها الموجي 20 cm تنتشر في وسط (1)، فإذا انتقلت إلى وسط (2) وكانت سرعتها فيه 30 m/s، فإنه في الوسط (2) يكون

الطول الموجي (cm)	التردد (Hz)	
20	100	أ
30	100	ب
20	150	ج
30	150	د

٤٥ * محطة إرسال لاسلكي على الأرض ترسل موجات نحو قمر صناعي بسرعة 3×10^8 m/s، وبعد مضي 0.03 s استقبلت المحطة الموجات المنعكسة من القمر الصناعي، فإن المسافة بين محطة الإرسال والقمر الصناعي تساوي

أ 4.5×10^6 m ب 9×10^6 m ج 2×10^{10} m د 1×10^{10} m

٤٦ موجة مستعرضة ترددها 16 Hz تنتشر في وسط ما بسرعة 3.2 m/s، إذا كانت المسافة الرأسية التي يتحركها أحد جزيئات الوسط بين قمة وقاع تساوي المسافة الأفقية في اتجاه انتشار الموجة بين قمة وقاع متتاليين، فإن سعة الموجة تساوي

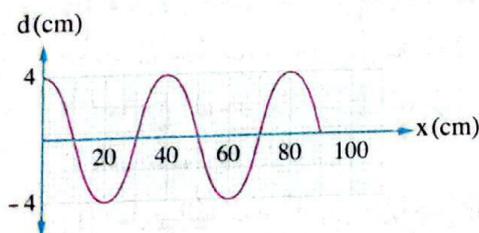
أ 0.5 m ب 0.2 m ج 0.1 m د 0.05 m

٤٧ * سفينة ساكنة A ترسل إشارتين صوتيتين إلى سفينة أخرى ساكنة B، إحدى الإشارتين في الهواء والأخرى في الماء، فإذا وصلت الإشارة المرسله في الهواء بعد 6 s من وصول الإشارة المرسله في الماء، فإن المسافة بين السفينتين تساوي

أ 1.33 km ب 2.65 km ج 3.98 km د 5.34 km

٤٨ إذا كانت المسافة بين مركزي تضاعف وتخالل متتاليين في مسار حركة موجة طولية 0.15 m والفترة الزمنية التي تمضي بين مرورهما بنقطة ثابتة في مسار حركة الموجة $\frac{1}{150}$ s، فإن سرعة انتشار الموجة تساوي

أ 22.5 m/s ب 45 m/s ج 90 m/s د 100 m/s

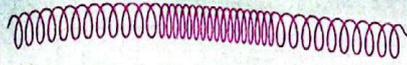


٤٩ * الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) لجزيئات وسط تنتقل به موجة عند لحظة معينة والمسافة (x) التي قطعتها الموجة في اتجاه انتشارها، فإذا استغرق أحد جزيئات الوسط زمن t لتكون إزاحته 4 cm من موضع اتزانه، فإن الموجة خلال الزمن t تتحرك مسافة

أ 10 cm ب 20 cm ج 40 cm د 80 cm

أسئلة المقال

ثانيًا

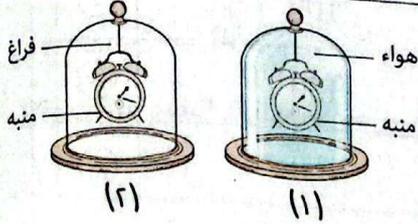


الشكل المقابل يوضح موجة تنتقل خلال ملف زنبركي،

ادرس الشكل ثم أجب عن الأسئلة الآتية :

(١) ما نوع الموجة الميكانيكية المتكونة في الملف ؟

(٢) ما اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط بالنسبة لاتجاه انتشار الموجة ؟



في الشكل الذي أمامك، منبهان موضوعان داخل ناقوسين من

الزجاج أحدهما يحتوى على هواء والآخر مفرغ من الهواء، وضح

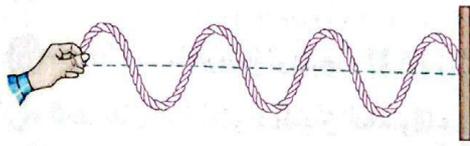
من أى منهما يمكن سماع صوت المنبه الموضوع داخله، ولماذا ؟

فسر العبارات التالية :

(١) لا تحتاج الموجات الكهرومغناطيسية إلى وسط مادي تنتشر خلاله.

(٢) نرى ضوء الشمس ولا نسمع صوت الانفجارات الحادثة على سطحها.

(٣) يجب أن يستخدم رواد الفضاء أجهزة لاسلكية للتواصل على سطح القمر.



إذا ثبت طرف حبل في حائط رأسى وحُرك طرفه الآخر

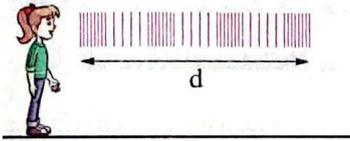
لأعلى ولأسفل تولدت في الحبل موجات تصل إلى الحائط

كما بالشكل المقابل، فإذا قمت بزيادة سرعة اهتزاز يدك

لأعلى ولأسفل دون تغيير الإزاحة الرأسية التي تتحركها

يدك أو قوة شد الحبل، ماذا يحدث لكل من :

(١) سعة الاهتزازة ؟ (٢) الطول الموجي ؟ (٣) التردد ؟ (٤) الزمن الدورى ؟ (٥) سرعة الموجة ؟

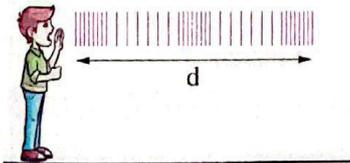


الشكل المقابل يوضح موجتين صوتيتين تنتشران في

الهواء صادرتين من رجل وفتاة :

(١) أى منهما تكون سرعة صوته أكبر؟ ولماذا ؟

(٢) أى منهما يكون تردد صوته أكبر؟ ولماذا ؟



الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d)

والزمن (t) لأحد أجزاء حبل مشدود أفقيًا وتنتشر به

موجة نتيجة اهتزاز أحد طرفيه لأعلى ولأسفل :

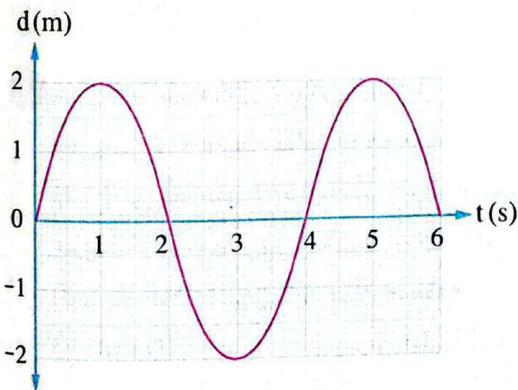
(١) ما نوع الموجة المتكونة في الحبل ؟

(٢) احسب تردد الموجة .

(٣) مثل بيانيًا العلاقة بين الإزاحة (d) والزمن (t) بنفس

مقياس الرسم لنفس الحركة الموجية إذا زاد ترددها

للضعف وقلت سعتها للنصف .



اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة

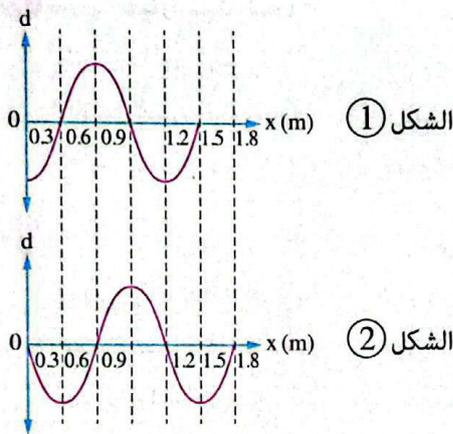
١ نغمتان صوتيتان ترددهما 680 Hz ، 425 Hz تنتشران في الهواء، فإذا كان الطول الموجي لإحدهما يزيد عن الطول الموجي للأخرى بمقدار 30 cm ، فإن سرعة الصوت في الهواء تساوى

330 m/s (ب)

320 m/s (أ)

544 m/s (د)

340 m/s (ج)



٢ الشكل البياني ② يمثل موضع موجة مرتحلة في وتر بعد

زمن 0.025 s من موضعها الذى يمثلها الشكل البياني ①،

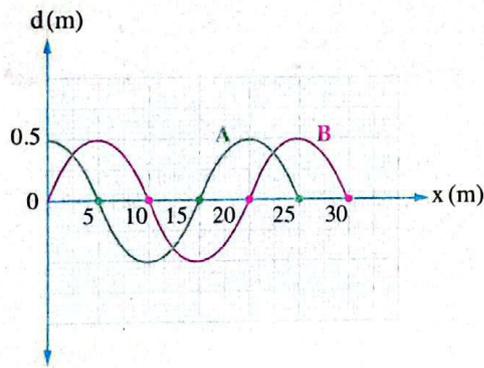
فإن تردد الموجة يساوى

7.5 Hz (أ)

10 Hz (ب)

15 Hz (ج)

30 Hz (د)



٣ في الشكل البياني المقابل منحنيان A ، B يمثل

المنحنى A العلاقة بين الإزاحة (d) لجزيئات وسط

تنتشر به موجة والمسافة (x) التى قطعتها هذه الموجة،

والمنحنى B يمثل نفس العلاقة لنفس الموجة بعد مرور

2 s ، فإن سرعة انتشار الموجة تساوى

2.5 m/s (ب)

1.25 m/s (أ)

40 m/s (د)

5 m/s (ج)

الفصل 3

الضوء

الدرس الأول :

- انتشار الضوء.
- انعكاس الضوء.
- انكسار الضوء.

الدرس الثاني :

- تداخل الضوء.
- حيود الضوء.

الدرس الثالث :

- الانعكاس الكلي للضوء.

الدرس الرابع :

- انحراف الضوء في المنشور الثلاثي.

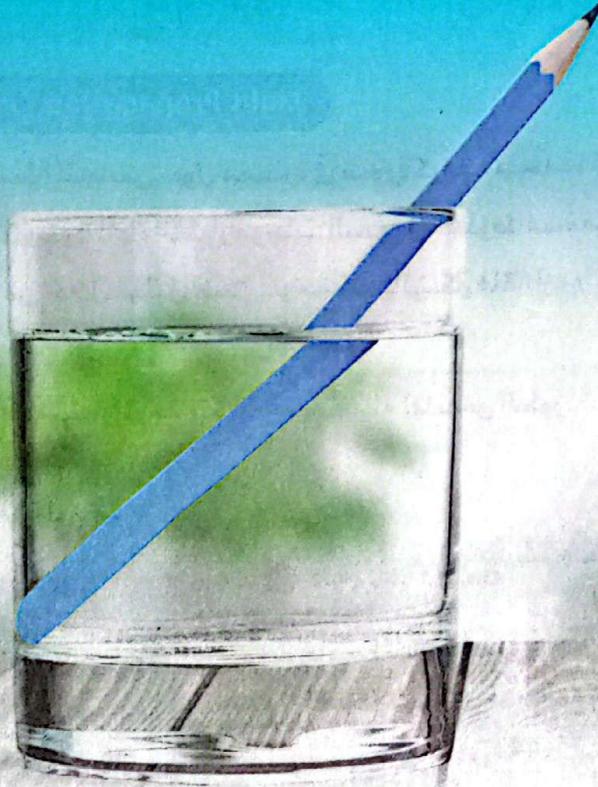
الدرس الخامس :

- المنشور الثلاثي في وضع النهاية الصغرى للانحراف.

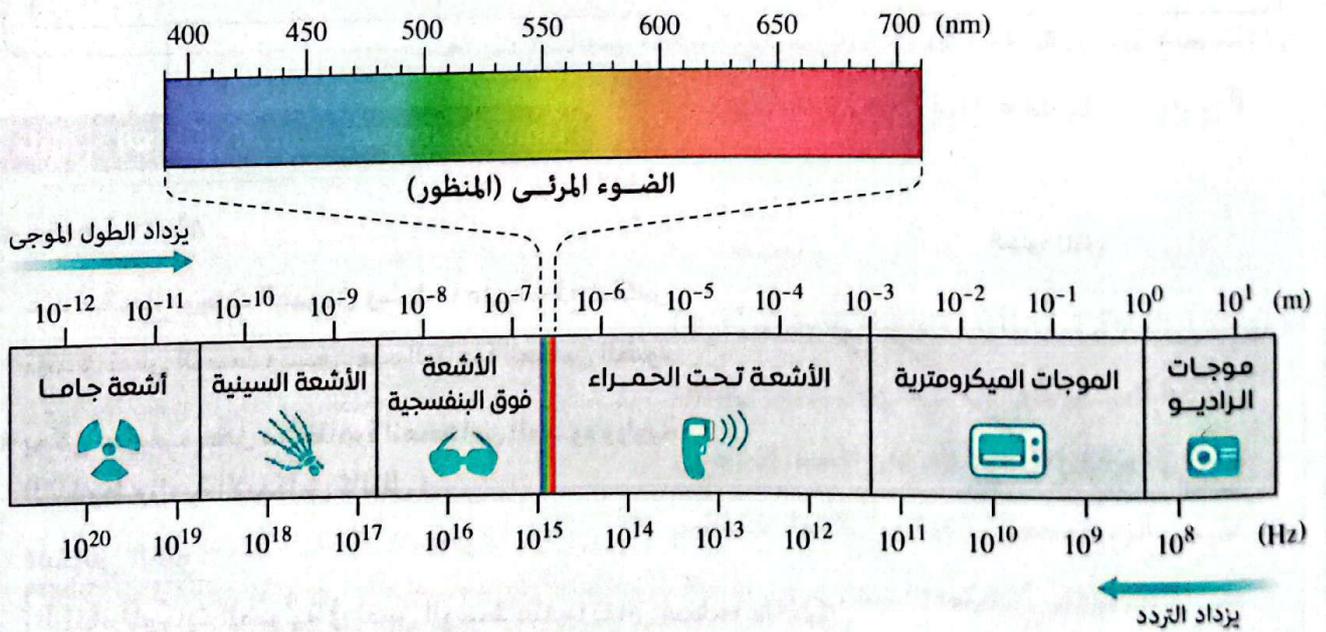
نواحي التعلم المتوقعة : في نهاية هذا الفصل ينبغي أن يكون الطالب قادرا على أن :

- يوضح الطبيعة الموجية للضوء.
- يتحقق من قانون الانكسار في الضوء ويحل مسائل باستخدامهما.
- يتعرف العلاقة بين خصائص الضوء في الوسط ومعامل الانكسار المطلق له.
- يطبق قانون «سنل» للضوء.
- يوضح المفهوم بالانعكاس الكلي والزاوية الحرجة.
- يحدد العوامل التي تؤثر على انحراف الضوء في المنشور الثلاثي.
- يبين مسار شعاع صوتي خلال منشور ثلاثي ويستنتج قوانين المنشور عمليا.
- يحدد شروط وضع النهاية الصغرى للانحراف في المنشور الثلاثي.
- يطبق قانون الانعكاس في الضوء.
- يوضح ظاهرتي تداخل وحيود الضوء.
- يناقش بعض تطبيقات الانعكاس الكلي.

- انتشار الضوء
- انعكاس الضوء
- انكسار الضوء



* الضوء جزء من مدى واسع من الموجات الكهرومغناطيسية تنتشر جميعها بسرعة ثابتة في الفراغ قدرها $(3 \times 10^8 \text{ m/s})$ ، وتتباين فيما بينها في التردد والطول الموجي مكونة ما يسمى بالطيف الكهرومغناطيسي.



الطيف الكهرومغناطيسي

* فيما يلي سنتناول بشيء من التفصيل بعض خصائص موجات الضوء المرئي :

خامسًا

الحيود

رابعًا

التداخل

ثالثًا

الانكسار

ثانيًا

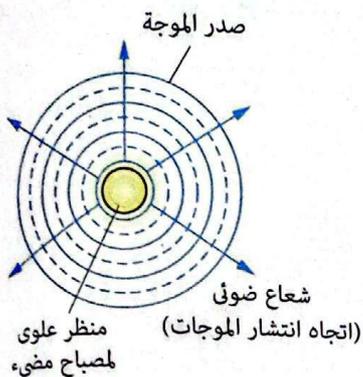
الانعكاس

أولًا

الانتشار

Light Propagation انتشار الضوء أولًا

ينتشر الضوء في الوسط المتجانس حول مصدره في صورة كرات متحدة المركز مركزها مصدر الضوء، ويكون اتجاه انتشار موجات الضوء في خطوط مستقيمة ويمكن توضيح ذلك من خلال تمثيل **صدر الموجة** كما بالشكل المقابل.



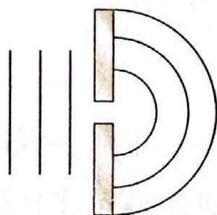
صدر الموجة

سطح عمودي على اتجاه انتشار الموجة وتكون جميع نقاطه لها نفس الطور.

أمثلة على أشكال صدر الموجات :

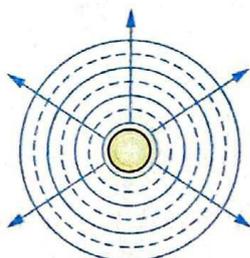
٣ موجات أسطوانية

الموجات النافذة من شق ضيق



٢ موجات كرية

الموجات المنتشرة حول المصدر الضوئي



١ موجات مستوية

الموجات الناتجة عن :

- مصدر ضوء ليزر.
- مصدر ضوئي بعيدًا جدًا مثل الشمس.



Light Reflection انعكاس الضوء ثانيًا

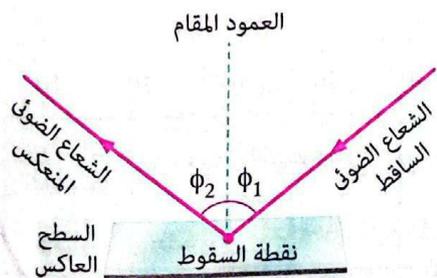
كيفية حدوثه

عند سقوط موجات الضوء في وسط ما على سطح عاكس، ترتد في نفس الوسط وتسمى هذه الظاهرة انعكاس الضوء.

يمكن تعريف كل من ظاهرة انعكاس الضوء وزاوية السقوط وزاوية الانعكاس كالتالي :

انعكاس الضوء

ارتداد الموجات الضوئية في نفس الوسط عندما تقابل سطحًا عاكسًا.



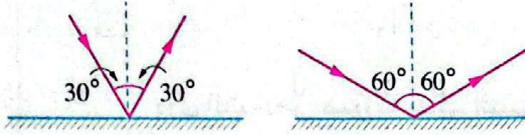
زاوية السقوط (ϕ_1)

الزاوية المحصورة بين الشعاع الضوئي الساقط والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس.

زاوية الانعكاس (ϕ_2)

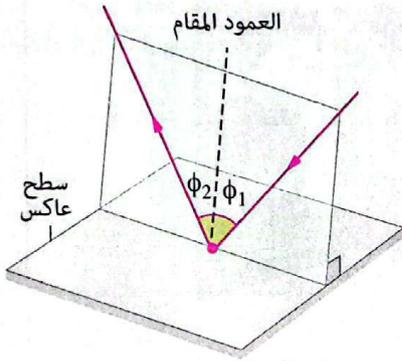
الزاوية المحصورة بين الشعاع الضوئي المنعكس والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس.

يخضع انعكاس الضوء لقانونين، هما :



القانون الأول

زاوية السقوط = زاوية الانعكاس



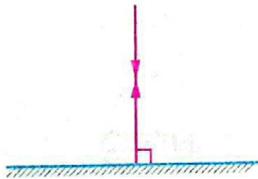
القانون الثاني

الشعاع الضوئي الساقط والشعاع الضوئي المنعكس والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس تقع جميعها في مستوى واحد عمودي على السطح العاكس.

ملاحظات

(١) الشعاع الضوئي الساقط عمودياً على سطح عاكس ينعكس على نفسه

لأن زاوية سقوطه = زاوية انعكاسه = صفر



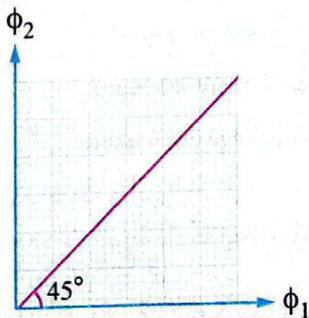
(٢) تُمثل العلاقة بيانياً بين زاوية الانعكاس (ϕ_2)

وزاوية السقوط (ϕ_1) بخط مستقيم، وعندما

تكون الكميتان ممثلتان على المحوران بنفس

مقياس الرسم تكون زاوية ميل الخط المستقيم

على المحور الأفقي 45° كما بالشكل المقابل.



(٢) تسهل رؤية صورتك المنعكسة على زجاج نافذة غرفة مضيئة ليلاً عندما يكون خارج الغرفة ظلام في حين يصعب تحقيق ذلك نهاراً عندما يكون خارج الغرفة مضيئاً،

لأنه

عندما يكون خارج الغرفة مضيئاً

عندما يكون خارج الغرفة مظلماً

تكون شدة الضوء النافذ من الخارج إلى داخل الغرفة أكبر من شدة الضوء المنعكس عن الأجسام داخل الغرفة

تكون شدة الضوء النافذ من الخارج إلى داخل الغرفة أقل بكثير من شدة الضوء المنعكس عن الأجسام داخل الغرفة

لذلك

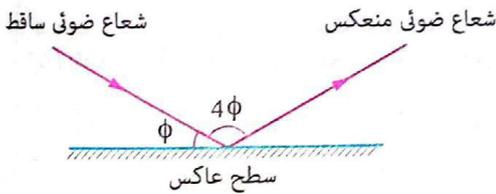
تصعب رؤية الشخص لصورته بتأثير الضوء المنعكس عن الزجاج

يرى الشخص صورته بتأثير الضوء المنعكس عن الزجاج



مثال
1

اختر، في الشكل المقابل زاوية الانعكاس



تساوى

٤٥° (ب)

٣٠° (أ)

٩٠° (د)

٦٠° (ج)

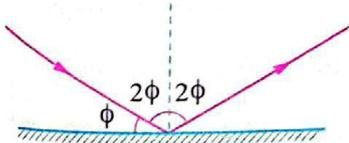
الحل

وسيلة مساعدة

نرسم خط عمودي (عمود مقام) عند نقطة سقوط الشعاع الضوئي على سطح المرآة ثم نطبق قانون الانعكاس (زاوية السقوط = زاوية الانعكاس).

∴ زاوية السقوط = زاوية الانعكاس

∴ زاوية الانعكاس = 2ϕ



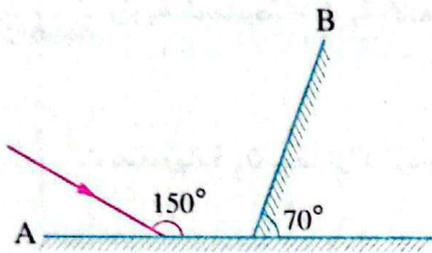
∴ الزاوية بين العمود المقام والسطح العاكس = 90°

$$\therefore 2\phi + \phi = 90^\circ$$

$$\therefore \phi = 30^\circ$$

∴ زاوية الانعكاس = $2\phi = 2 \times 30 = 60^\circ$

∴ الاختيار الصحيح هو (ج)



اختر، في الشكل المقابل، تكون زاوية انعكاس

الشعاع الضوئي عن المرآة (B) هي

(ب) 50°

(أ) 30°

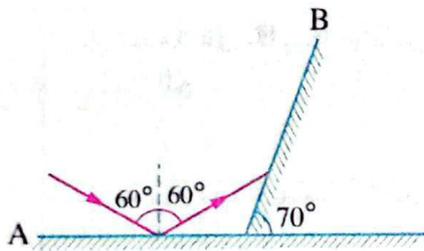
(د) 90°

(ج) 60°

الحل

وسيلة مساعدة

نرسم خط عمودي (عمود مقام) عند نقطة سقوط الشعاع الضوئي على سطح المرآة ثم نطبق قانون الانعكاس (زاوية السقوط = زاوية الانعكاس) في كل مرة.



* عند سقوط الشعاع الضوئي على المرآة (A) :

تكون زاوية السقوط ($150 - 90 = 60^\circ$)، وحيث إن زاوية

السقوط = زاوية الانعكاس، فينعكس الشعاع الضوئي عن

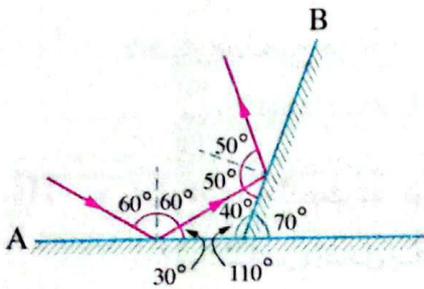
المرآة (A) بزاوية انعكاس 60° ليسقط على المرآة (B).

* عند سقوط الشعاع الضوئي على المرآة (B) :

من هندسة الشكل تكون زاوية السقوط 50° ، فينعكس

الشعاع الضوئي عن المرآة (B) بزاوية انعكاس 50°

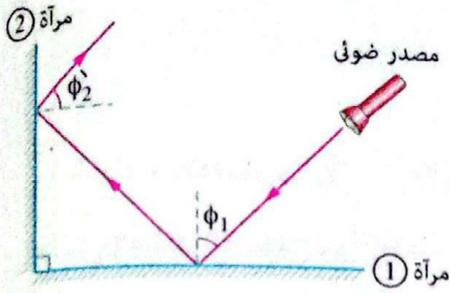
∴ الاختيار الصحيح هو (ب)



أصبحت الزاوية بين المرآتين A، B تساوى 90° دون تغيير اتجاه الشعاع الساقط، ما قيمة زاوية

انعكاس الشعاع الضوئي عن المرآة B ؟

ماذا لو



اختر، في الشكل الموضح، إذا تم تغيير موضع المصدر الضوئي بحيث تزداد زاوية السقوط (ϕ_1) بمقدار 5° ، فإن الزاوية ϕ_2

- (أ) تزداد بمقدار 5° (ب) تزداد بمقدار 10°
(ج) تقل بمقدار 5° (د) تقل بمقدار 10°

الحل

∴ زاوية السقوط = زاوية الانعكاس

$$\therefore \phi_1 = \phi_2$$

∴ عند زيادة ϕ_1 بمقدار 5° تزداد ϕ_2 بمقدار 5°

$$\therefore \phi_1 + \theta_1 = 90^\circ$$

∴ عند زيادة ϕ_1 بمقدار 5° تقل θ_1 بمقدار 5°

$$\therefore \theta_1 + \theta_2 = 90^\circ$$

∴ عندما تقل θ_1 بمقدار 5° تزداد θ_2 بمقدار 5°

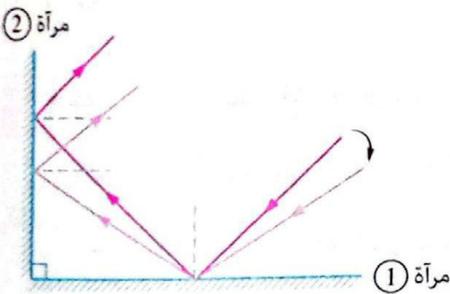
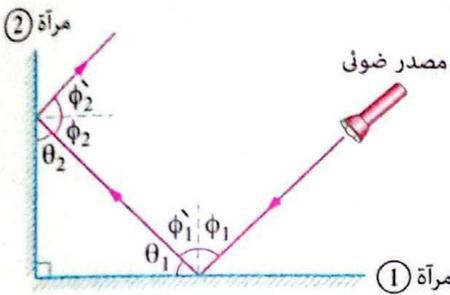
$$\therefore \theta_2 + \phi_2 = 90^\circ$$

∴ عند زيادة θ_2 بمقدار 5° تقل ϕ_2 بمقدار 5°

$$\therefore \phi_2 = \phi_2$$

∴ عندما تقل ϕ_2 بمقدار 5° تقل ϕ_2 بمقدار 5°

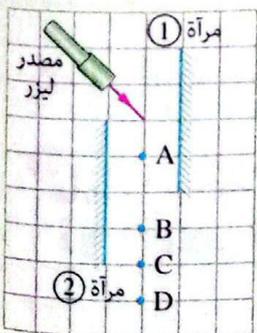
∴ الاختيار الصحيح هو (ج)



10 اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

(أ) في الشكل المقابل يسقط شعاع ليزر على المرآة ① وينعكس عنها ساقطًا على المرآة ②، بالاستعانة بمقياس الرسم الموضح فإنه بعد انعكاس الشعاع عن المرآة ② يمر بالنقطة

مطاب عنها

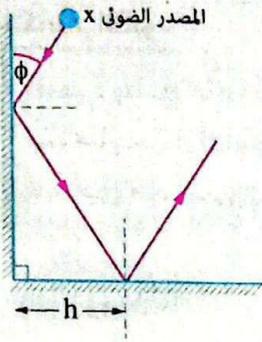


(ب) B

(أ) A

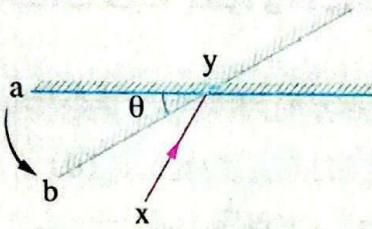
(د) D

(ج) C



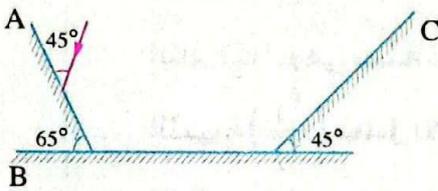
(٢) في الشكل المقابل، عند تحريك المصدر الضوئي X لتزداد الزاوية ϕ ، فإن المسافة h الموضحة على الشكل

- (أ) تزداد
(ب) تقل
(ج) قد تزداد وقد تقل
(د) لا تتغير



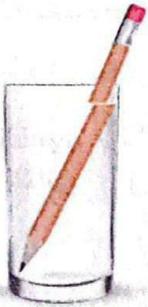
(٣) في الشكل المقابل، سقط شعاع ضوئي XY على مرآة مستوية في الوضع (a) ثم أدير المرآة بزاوية θ حول محور عمودي على الصفحة عند نقطة السقوط بحيث أصبحت في الوضع (b)، فإن زاوية انعكاس الشعاع تزداد بمقدار

- (أ) $\frac{\theta}{2}$ (ب) $\frac{\theta}{4}$ (ج) θ (د) 2θ



(٤) في الشكل المقابل، تتبع مسار الشعاع الضوئي حتى انعكاسه عن المرآة C

حتى انعكاسه عن المرآة C



ثالثاً انكسار الضوء Light Refraction

عند وضع قلم في كوب به ماء والنظر إليه من أحد جانبيه فإننا نرى القلم كما لو كان مكسوراً كما بالشكل، ويرجع ذلك إلى ظاهرة انكسار الضوء.

كيفية حدوثه

* عند سقوط حزمة من الأشعة الضوئية المتوازية على

سطح فاصل بين وسطين شفافين مختلفين في الكثافة

الضوئية، فإن جزءاً من الضوء :

١ ينعكس في الوسط الأول.

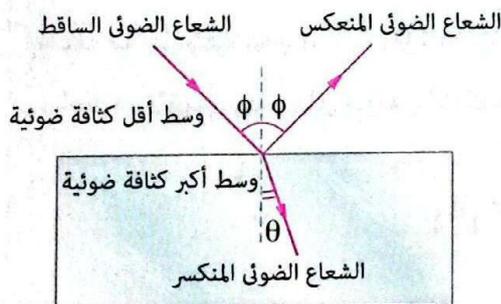
٢ ينتقل إلى الوسط الثاني منحرفاً عن مساره وتسمى

هذه الظاهرة انكسار الضوء.

٣ يمتص في الوسط الثاني (يتم إهماله خلال دراستنا).

الكثافة الضوئية لوسط

قدرة الوسط على كسر الأشعة الضوئية عند انتقالها إليه من وسط آخر.



مما سبق يمكن تعريف ظاهرة انكسار الضوء وزاوية الانكسار كالتالي :

زاوية الانكسار (θ)

الزاوية المحصورة بين الشعاع الضوئي المنكسر والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل بين الوسطين.

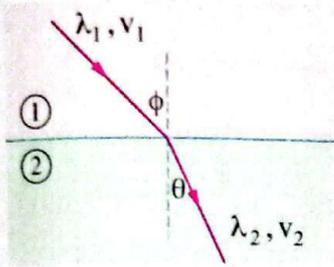
انكسار الضوء

ظاهرة ينتج عنها تغير اتجاه انتشار الضوء عندما يجتاز السطح الفاصل بين وسطين شفافين مختلفين في الكثافة الضوئية.

سبب حدوثه

اختلاف سرعة الضوء في الوسطين نتيجة اختلاف الكثافة الضوئية للوسطين.

يخضع انكسار الضوء لقانونين، هما :



القانون الأول

نسبة جيب زاوية السقوط في الوسط الأول ($\sin \phi$) إلى جيب زاوية الانكسار في الوسط الثاني ($\sin \theta$) = نسبة سرعة الضوء في الوسط الأول (v_1) إلى سرعته في الوسط الثاني (v_2)، وهي نسبة ثابتة لهذين الوسطين ويطلق على النسبة $\left(\frac{v_1}{v_2}\right)$ معامل الانكسار النسبي من الوسط الأول إلى الوسط الثاني (${}_1n_2$).

$${}_1n_2 = \frac{\sin \phi}{\sin \theta} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

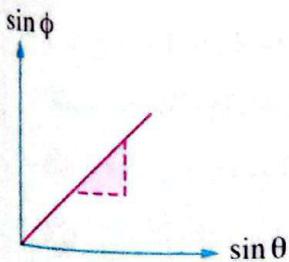
الشعاع الضوئي الساقط والشعاع الضوئي المنكسر والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل تقع جميعها في مستوى واحد عمودي على السطح الفاصل.

القانون الثاني

من القانون الأول

* عند تغيير زاوية سقوط الشعاع الضوئي على السطح الفاصل تتغير زاوية انكساره بحيث تكون $\sin \theta \propto \sin \phi$

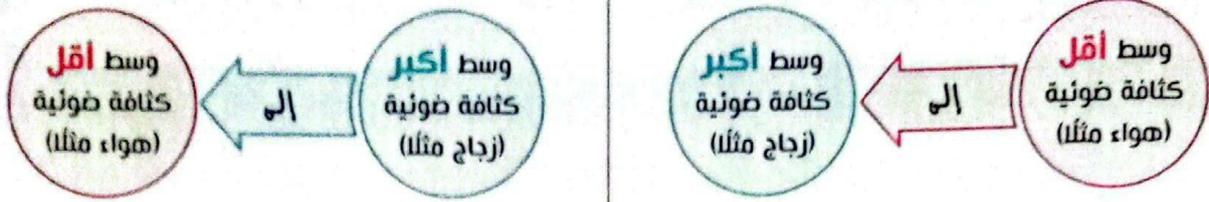
* عند تمثيل العلاقة بيانياً بين $\sin \theta$ ، $\sin \phi$ كما بالشكل المقابل نحصل على خط مستقيم ميله يمثل معامل الانكسار النسبي بين الوسطين :



$$\text{slope} = \frac{\Delta \sin \phi}{\Delta \sin \theta} = {}_1n_2$$

مما سبق نستنتج أنه

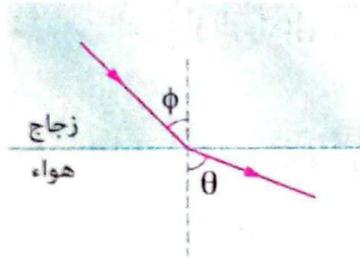
عند سقوط شعاع ضوئي على السطح الفاصل بين وسطين شفافين بحيث ينتقل من :



فإن الشعاع الضوئي ينكسر

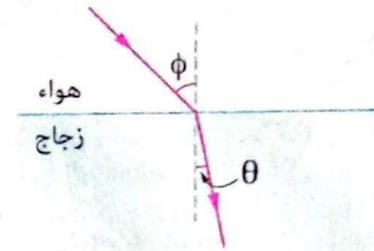
مبتعداً عن العمود المقام على السطح الفاصل وتكون :

زاوية السقوط (ϕ) > زاوية الانكسار (θ)



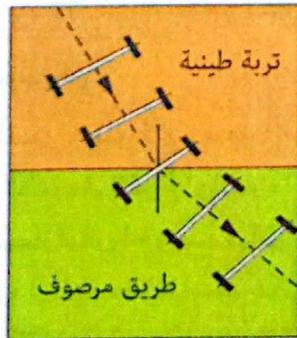
مقترباً من العمود المقام على السطح الفاصل وتكون :

زاوية السقوط (ϕ) < زاوية الانكسار (θ)

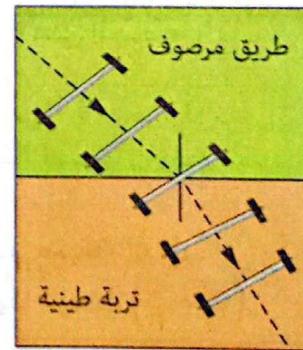


ويمكن تمثيل ذلك

بعربة تدخل إحدى عجلتيها في طريق مرصوف فتزيد من سرعتها بينما العجلة الأخرى تسير في تربة طينية بشكل أبطأ، فيحدث انحناء في المسار.



بعربة تدخل إحدى عجلتيها في تربة طينية فتبطئها بينما العجلة الأخرى تسير في طريق مرصوف بشكل أسرع، فيحدث انحناء في المسار.



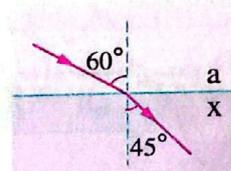
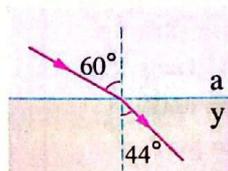
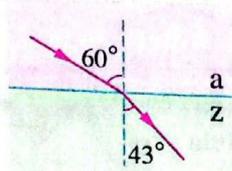
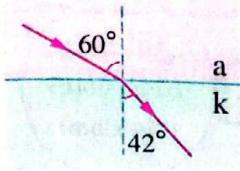
العوامل التي يتوقف عليها معامل الانكسار النسبي بين وسطين :

1 نوع مادة الوسطين (الكثافة الضوئية للوسطين).

2 الطول الموجي للضوء.

* اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

الأشكال التالية توضح أربعة أشعة من ضوء طوله الموجي λ تنتقل من الوسط a إلى أوساط أخرى مختلفة (k, z, y, x) كل على حدة،



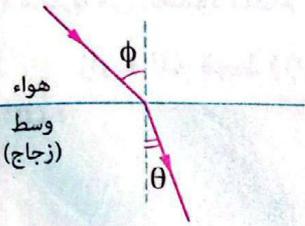
ففي أي وسط من هذه الأوساط يكون لهذا الضوء طول موجي أكبر؟

(د) الوسط (k)

(ج) الوسط (z)

(ب) الوسط (y)

(أ) الوسط (x)



معامل الانكسار المطلق لوسط

* إذا علمت أن سرعة الضوء في الهواء تساوي تقريبًا سرعته في الفراغ وانتقل الضوء من الفراغ أو الهواء إلى أي وسط مادي، فإن :

$$n = \frac{c}{v}$$

نسبة سرعة الضوء في الفراغ أو الهواء (c) إلى سرعته في الوسط المادي (v)

$$n = \frac{\lambda_{\text{هواء}}}{\lambda_{\text{وسط}}}$$

نسبة الطول الموجي للضوء في الفراغ أو الهواء ($\lambda_{\text{هواء}}$) إلى طوله الموجي في الوسط المادي ($\lambda_{\text{وسط}}$)

$$n = \frac{\sin \phi}{\sin \theta}$$

نسبة جيب زاوية السقوط في الفراغ أو الهواء ($\sin \phi$) إلى جيب زاوية الانكسار في الوسط المادي ($\sin \theta$)

معامل الانكسار المطلق للوسط (n) «قيمة ثابتة للوسط»

مما سبق نستنتج أن

معامل الانكسار المطلق لأي وسط دائمًا أكبر من الواحد الصحيح،

لأن سرعة الضوء في الفراغ أو الهواء أكبر من سرعته في أي وسط آخر.

معامل الانكسار ليس له وحدة قياس، n نسبة بين كميتين لهما نفس صيغة الأبعاد.

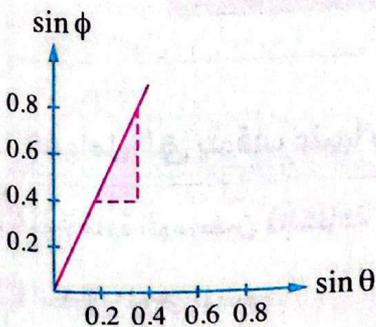
سرعة الضوء في الوسط تتناسب عكسيًا مع معامل الانكسار المطلق لهذا الوسط ($v \propto \frac{1}{n}$).

عند تمثيل العلاقة بيانيًا بين جيب زاوية السقوط ($\sin \phi$)

لشعاع ضوئي في الهواء وجيب زاوية الانكسار ($\sin \theta$) في أي وسط

آخر كما بالشكل، نحصل على خط مستقيم ميله دائمًا أكبر من

الواحد الصحيح ويُمثل معامل الانكسار المطلق لهذا الوسط.



$$\text{slope} = \frac{\Delta \sin \phi}{\Delta \sin \theta} = n$$

العوامل التي يتوقف عليها معامل الانكسار المطلق لوسط :

1 نوع مادة الوسط : كلما زادت الكثافة الضوئية للوسط زاد معامل انكساره.

2 الطول الموجي للضوء : يزداد معامل الانكسار المطلق لوسط بنقص الطول الموجي للضوء المار خلاله.

استنتاج العلاقة بين معامل الانكسار النسبي لوسطين ومعامل الانكسار المطلق لكل منهما

$$\therefore n = \frac{c}{v}$$

$$\therefore v = \frac{c}{n}$$

∴ قيمة (c) ثابتة.

$$\therefore \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\therefore {}_1n_2 = \frac{v_1}{v_2}$$

$$\therefore {}_1n_2 = \frac{n_2}{n_1}$$

معامل الانكسار المطلق للوسط الثاني (n_2)
معامل الانكسار المطلق للوسط الاول (n_1)

=

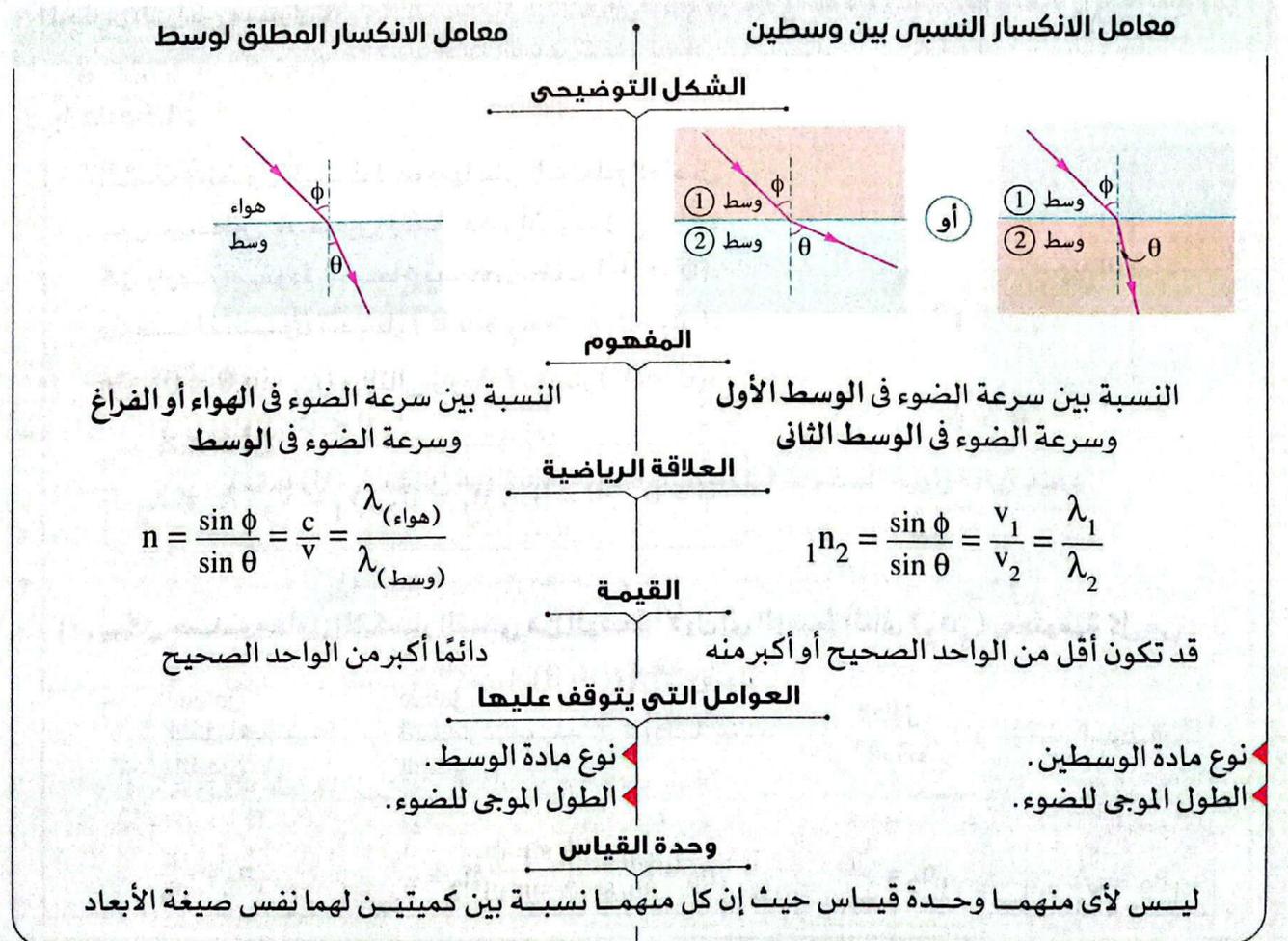
معامل الانكسار النسبي من الوسط
الاول إلى الوسط الثاني (${}_1n_2$)

أي أن :

$${}_2n_1 = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{{}_1n_2}$$

وبالمثل فإن معامل الانكسار النسبي من الوسط الثاني إلى الوسط الاول يتعين من العلاقة :

* مما سبق يمكن المقارنة بين معامل الانكسار النسبي بين وسطين ومعامل الانكسار المطلق لوسط كالتالي :



قانون سنل

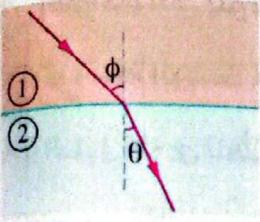
* من القانون الأول للانكسار:

$$\therefore n_2 = \frac{\sin \phi}{\sin \theta}$$

$$\therefore n_2 = \frac{n_2}{n_1} \quad \therefore \frac{\sin \phi}{\sin \theta} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\therefore n_1 \sin \phi = n_2 \sin \theta$$

① الوسط ② الوسط



معامل الانكسار له (n)

1.000293
1.33300
1.50100
1.46100
1.36100
1.52000
1.66000
1.48500
2.41900

الوسط المادي

الهواء
الماء
البنزين
رابع كلوريد الكربون
الكحول الإيثيلي
الزجاج التاجي
الزجاج الصخري
الكوارتز
الماس

أي أن: حاصل ضرب معامل الانكسار المطلق لوسط السقوط في جيب زاوية السقوط يساوي حاصل ضرب معامل الانكسار المطلق لوسط الانكسار في جيب زاوية الانكسار.

- الجدول المقابل يوضح قيم معاملات الانكسار المطلقة لبعض الأوساط.

- بصفة عامة يعتبر معامل الانكسار المطلق للهواء بهذا المحتوى الدراسي مساوي 1

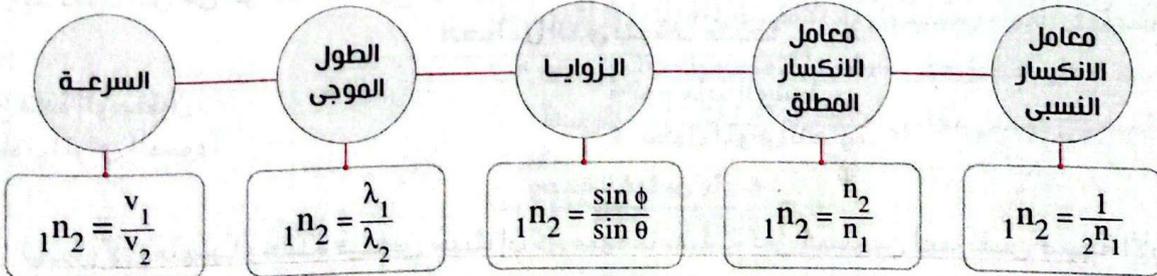
ملاحظات

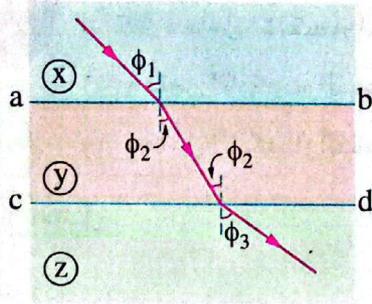
(١) الشعاع الضوئي الساقط عمودياً على السطح الفاصل بين وسطين شفافين ينفذ دون أن يعاني انحرافاً **لأن** زاوية سقوط الشعاع تساوي صفر ($\phi = 0^\circ$)، وتبعاً لقانون سنل ($n_1 \sin \phi = n_2 \sin \theta$)، **فإن** ($n_2 \sin \theta = 0$) وبالتالي زاوية الانكسار ($\theta = 0^\circ$).

لاحظ أن

$$\phi = 0^\circ, \theta = 0^\circ, v_1 = v_2, v_1 \neq v_2, \lambda_1 \neq \lambda_2$$

(٢) يمكن حساب معامل الانكسار النسبي من الوسط الأول إلى الوسط الثاني (n_{21}) بمعلومية كل من:





(٣) * عند انتقال شعاع ضوئي بين ثلاثة أوساط (X)، (Y)، (Z)

معاملات انكسارها n_x ، n_y ، n_z على الترتيب والسطحين

الفاصلين ab ، cd متوازيين، فإن الزاوية ϕ_3 :

- تعتمد على n_x ، n_z ، ϕ_1

- لا تعتمد على n_y

$$n_x \sin \phi_1 = n_y \sin \phi_2 \quad (1)$$

$$n_y \sin \phi_2 = n_z \sin \phi_3 \quad (2)$$

من المعادلتين (1)، (2):

$$\therefore n_x \sin \phi_1 = n_z \sin \phi_3$$

$$\therefore \sin \phi_3 = \frac{n_x}{n_z} \sin \phi_1$$

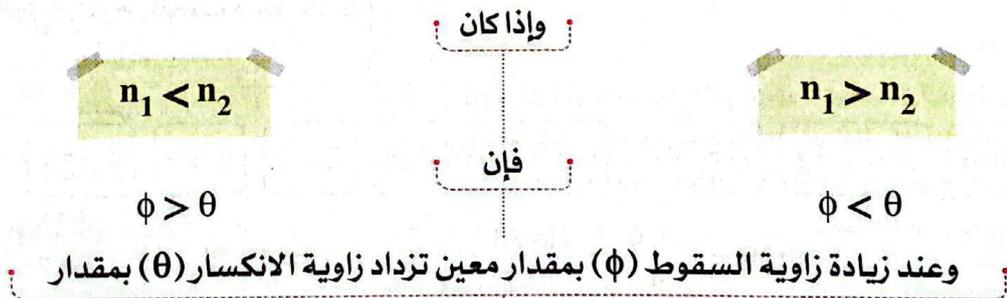
ويمكن تطبيق ذلك إذا كان هناك أكثر من ثلاثة أوساط ينتقل بينها الضوء.

* إذا كان الوسط (X) هو نفسه الوسط (Z)، فإن $\phi_1 = \phi_3$

(٤) * عند انتقال شعاع ضوئي من وسط (1) إلى وسط (2) فإن:

$$n_1 \sin \phi = n_2 \sin \theta$$

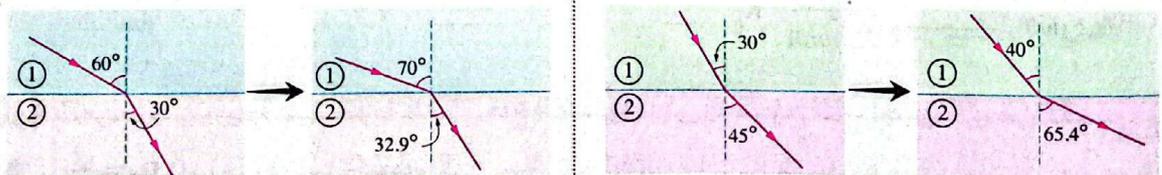
$$\sin \theta = \frac{n_1}{n_2} \sin \phi$$



أقل

أكبر

مثال



مثال 1

إذا كان معامل الانكسار المطلق للماء $\frac{4}{3}$ ومعامل الانكسار المطلق للزجاج $\frac{3}{2}$ ، احسب:
(١) معامل الانكسار النسبي من الماء إلى الزجاج.
(٢) معامل الانكسار النسبي من الزجاج إلى الماء.

الحل

$$n_{\text{ماء}} = \frac{4}{3} \quad n_{\text{زجاج}} = \frac{3}{2} \quad n_{\text{زجاج ماء}} = ? \quad n_{\text{ماء زجاج}} = ?$$

$$n_{\text{زجاج ماء}} = \frac{n_{\text{زجاج}}}{n_{\text{ماء}}} = \frac{\frac{3}{2}}{\frac{4}{3}} = \frac{9}{8} = 1.125 \quad (١)$$

$$n_{\text{ماء زجاج}} = \frac{n_{\text{ماء}}}{n_{\text{زجاج}}} = \frac{\frac{4}{3}}{\frac{3}{2}} = \frac{8}{9} = 0.889 \quad (٢)$$

$$n_{\text{ماء زجاج}} = \frac{1}{n_{\text{زجاج ماء}}} = \frac{1}{\frac{9}{8}} = \frac{8}{9} = 0.889$$

حل آخذ:

كان المطلوب هو حساب النسبة بين سرعة الضوء في الماء وسرعته في الزجاج، ما إجابتك؟

ماذا لو

مثال 2

شعاع من ضوء طول موجي 589 nm في الهواء، يسقط بزاوية سقوط 30° على سطح زجاجي معامل انكساره المطلق 1.52، احسب:
(١) زاوية انكسار الشعاع الضوئي.
(٢) الطول الموجي للضوء داخل الزجاج.
(٣) سرعة الضوء داخل الزجاج.
(٤) سرعة الضوء في الهواء (3×10^8 m/s)

الحل

$$\lambda_a = 589 \text{ nm} \quad n = 1.52 \quad \phi = 30^\circ \quad c = 3 \times 10^8 \text{ m/s} \quad \theta = ? \quad v = ? \quad \lambda_g = ?$$

$$\therefore n = \frac{\sin \phi}{\sin \theta} \quad \therefore \sin \theta = \frac{\sin \phi}{n} = \frac{\sin 30}{1.52} \quad , \quad \theta = 19.2^\circ \quad (١)$$

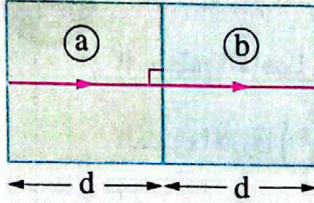
$$\therefore n = \frac{c}{v} \quad \therefore v = \frac{c}{n} = \frac{3 \times 10^8}{1.52} = 1.97 \times 10^8 \text{ m/s} \quad (٢)$$

$$\therefore n = \frac{\lambda_a}{\lambda_g} \quad \therefore 1.52 = \frac{589}{\lambda_g} \quad , \quad \lambda_g = 387.5 \text{ nm} \quad (٣)$$

تغيرت زاوية سقوط الشعاع الضوئي على السطح الزجاجي، أي من القيم التي تم حسابها في (١)، (٢)، (٣) تتغير؟

ماذا لو

مثال 3



شعاع ضوئي أحادي الطول الموجي يسقط عمودياً على السطح الفاصل من وسط (a) إلى وسط آخر (b) كما بالشكل المقابل، فإذا كان عدد موجات الضوء في الوسط (a) خلال مسافة (d) هو 10^5 موجة وعدد موجات الضوء في الوسط (b) خلال مسافة (d) هو 1.5×10^5 موجة، احسب معامل الانكسار النسبي n_b

الحل

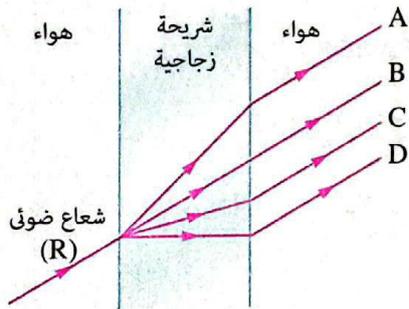
$N_a = 10^5$ $N_b = 1.5 \times 10^5$ $n_b = ?$

$\lambda = \frac{x}{N}$

$\lambda_a = \frac{d}{10^5}$, $\lambda_b = \frac{d}{1.5 \times 10^5}$

$n_b = \frac{\lambda_a}{\lambda_b} = \frac{d \times 1.5 \times 10^5}{10^5 \times d} = 1.5$

مثال 4



اختر، الشكل المقابل يمثل شعاع ضوئي (R) ينتقل من الهواء إلى شريحة زجاجية ثم إلى الهواء مرة أخرى، فإن المسار الصحيح للشعاع الضوئي هو المسار

- A (أ) B (ب)
C (ج) D (د)

الحل

$n_{\text{زجاج}} = \frac{\sin \phi_{\text{(هواء)}}}{\sin \theta_{\text{(زجاج)}}}$

$n_{\text{زجاج}} > n_{\text{(هواء)}}$

$\phi_{\text{(هواء)}} > \theta_{\text{(زجاج)}}$

وسيلة مساعدة

لتحديد المسار الصحيح للشعاع الضوئي يجب رسم العمود المقام على السطح الفاصل عند كل نقطة سقوط لتحديد ما إذا كان الشعاع يمر على استقامته أم ينكسر مقترباً من العمود أم ينكسر مبتعداً عن العمود.

أي أن: الشعاع الضوئي يصنع زاوية مع العمود المقام في الهواء تكون دائماً أكبر من تلك التي يصنعها في الزجاج. عند السطح الفاصل بين الهواء والزجاج ينكسر الشعاع الضوئي مقترباً من العمود وعند السطح الفاصل بين الزجاج والهواء ينكسر الشعاع الضوئي مبتعداً عن العمود.

المسار الصحيح للشعاع الضوئي هو المسار C

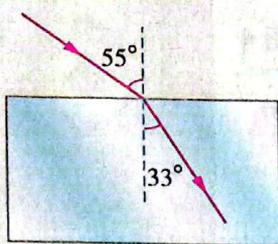
الاختيار الصحيح هو (ج)

افتترض أن الشريحة من الماس وعلمت أن معامل انكسار الماس أكبر من معامل انكسار الزجاج وسقط الشعاع بنفس الزاوية على الشريحة، هل تتغير زاوية خروج الشعاع الضوئي للهواء؟

ماذا لو

مجاب عنها

١ اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :



(١) الشكل المقابل يوضح شعاع ضوئي يسقط على متوازي مستطيلات زجاجي وينكسر داخله، فإن سرعة الضوء في الزجاج تساوي تقريباً

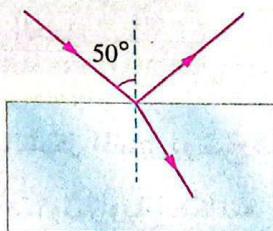
(علماً بأن : $c = 3 \times 10^8$ m/s)

ب) 2×10^8 m/s

أ) 1.5×10^8 m/s

د) 2.5×10^8 m/s

ج) 2.3×10^8 m/s



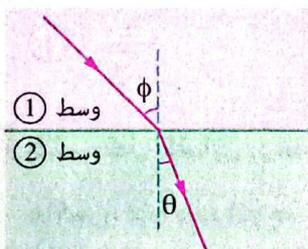
(٢) الشكل المقابل يمثل شعاع ضوئي يسقط على أحد أوجه متوازي مستطيلات زجاجي معامل انكسار مادته 1.5، فإن الزاوية المحصورة بين الشعاعين المنعكس والمنكسر تساوي

ب) 93.9°

أ) 93°

د) 99.3°

ج) 98°



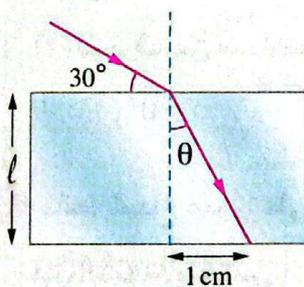
(٣) في الشكل المقابل، شعاع ضوئي ينتقل من وسط ① إلى وسط ②، إذا زادت الزاوية ϕ بمقدار 5° ، فإن الزاوية θ

ب) تزداد بمقدار أكبر من 5°

أ) تزداد بمقدار 5°

د) لا تتغير

ج) تزداد بمقدار أقل من 5°



٢ الشكل المقابل يوضح شعاع ضوئي يسقط على

شريحة زجاجية سُمكها l ومعامل انكسار مادتها $\sqrt{3}$

احسب سُمك الشريحة.



الطيف الكهرومغناطيسي - انعكاس الضوء

الطول الموجي	
M	الضوء المرئي
Y	أشعة جاما
Z	الأشعة السينية

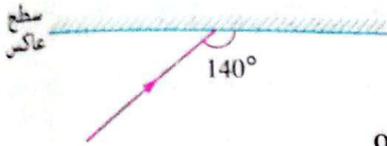
١ الجدول المقابل يعبر عن الأطوال الموجية لجزء من الطيف الكهرومغناطيسي في الهواء، فيكون

M < Z < Y (أ)

Y < Z < M (ب)

Y < Z = M (ج)

Y = Z > M (د)



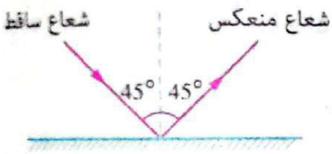
٢ الشكل المقابل يوضح شعاع ضوئي يسقط على سطح عاكس، فتكون زاوية انعكاسه

90° (د)

60° (ج)

50° (ب)

40° (أ)



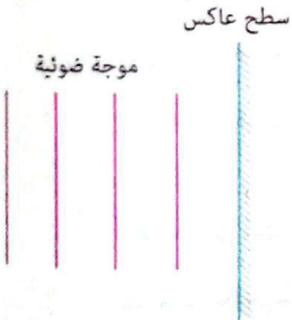
٣ في الشكل المقابل، يسقط شعاع من ضوء سرعته v على سطح مرآة وينعكس عنها، فإن سرعة الضوء بعد انعكاسه تكون

2v (د)

$\sqrt{2}v$ (ج)

v (ب)

$\frac{1}{\sqrt{2}}v$ (أ)



٤ الشكل المقابل يوضح موجة ضوئية تسقط على سطح عاكس، فإن هذه الموجة :

(١) تنعكس بزاوية

180° (د)

90° (ج)

45° (ب)

0° (أ)

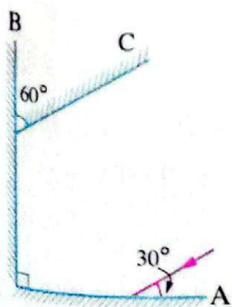
(٢) تنحرف عن مسارها بزاوية

180° (د)

90° (ج)

45° (ب)

0° (أ)



٥ سقط شعاع ضوئي على مرآة (A) كما بالشكل المقابل، فإن الشعاع ينعكس

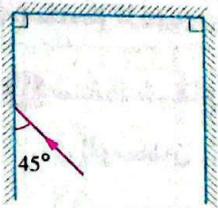
(أ) عن المرآة (C) بزاوية 30°

(ب) عن المرآة (C) بزاوية 45°

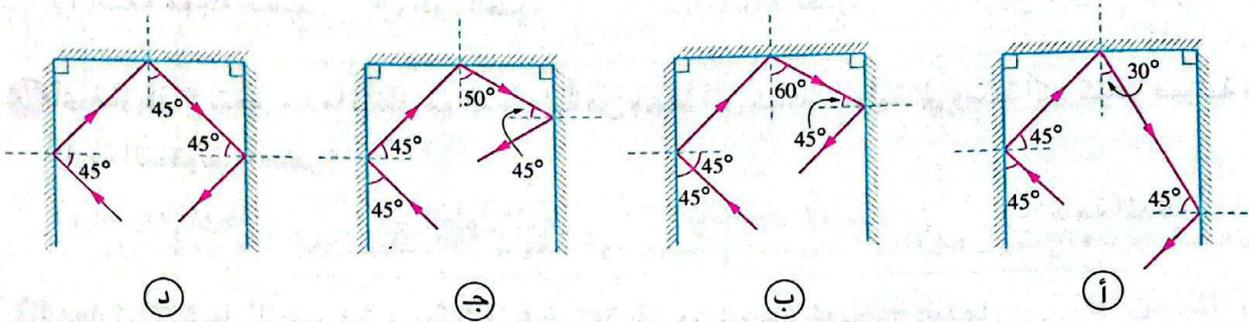
(ج) عن المرآة (C) بزاوية 60°

(د) موازيًا للمرآة (C)

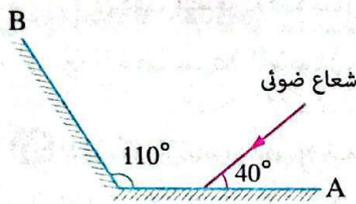
?



٦ الشكل المقابل يمثل ثلاث مرايا مستوية تُكون ثلاثة أضلاع لمربع، فأى من الاختيارات التالية يوضح المسار الصحيح للشعاع الضوئي الساقط حتى ينعكس عن المرايا الثلاثة؟



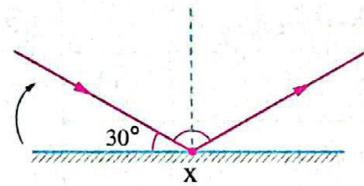
٧ في الشكل المقابل، تكون زاوية انعكاس الشعاع الضوئي



عن المرآة B هي

- ٢٠° (أ)
٤٠° (ب)
٦٠° (ج)
٧٠° (د)

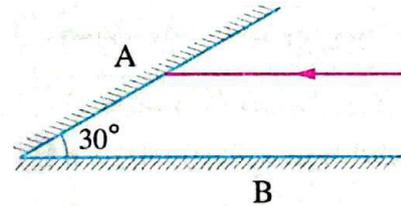
٨ إذا أديرت المرآة حول النقطة X في الاتجاه الموضح بالشكل بزاوية 10°،



فإن الزاوية بين الشعاعين الساقط والمنعكس تصبح

- ١٤٠° (أ)
١٣٥° (ب)
١٢٥° (ج)
١١٥° (د)

٩ * في الشكل المقابل، سقط شعاع ضوئي على المرآة A



بحيث كان موازيًا للمرآة B، فعندما:

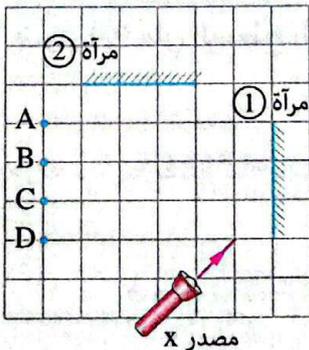
(١) ينعكس الشعاع عن المرآة A ويسقط على المرآة B تكون زاوية

السقوط هي

- ٩٠° (أ)
٦٠° (ب)
٣٠° (ج)
٠° (د)

(٢) يسقط الشعاع المنعكس عن المرآة B مرة أخرى على المرآة A تكون زاوية السقوط هي

- ٩٠° (أ)
٤٥° (ب)
٣٠° (ج)
٠° (د)



١٠ * الشكل المقابل يوضح بمقياس رسم معين سقوط شعاع

ليزر من مصدر X نحو المرآة ①، فإن الشعاع بعد انعكاسه

عن المرآة ② يمر بالنقطة

- ١ (أ)
٢ (ب)
٣ (ج)
٤ (د)

انكسار الضوء

١١ سقط شعاع ضوئي من الهواء بزاوية حادة على سطح زجاجي فتغير اتجاهه وذلك بسبب تغير
في الوسطين.

- أ) سعة موجة الضوء ب) لون الضوء ج) تردد الضوء د) سرعة الضوء

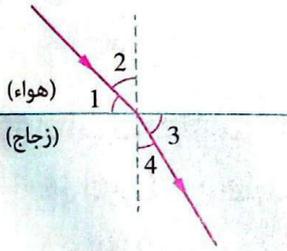
١٢ أي مما يأتي لا يتغير عندما تنتقل موجة ضوئية من وسط أقل كثافة ضوئية إلى وسط أكبر كثافة ضوئية وكانت
زاوية السقوط = صفر؟

- أ) سرعة الموجة ب) الطول الموجي ج) اتجاه الانتشار د) سعة الموجة

١٣ معامل الانكسار النسبي بين وسطين ($n_1 n_2$) يكون أقل من الواحد الصحيح عندما

- أ) يكون معامل الانكسار المطلق للوسط الأول أقل ب) يكون تردد الضوء في الوسط الأول أكبر
ج) تكون سرعة الضوء في الوسط الأول أكبر د) يكون الطول الموجي للضوء في الوسط الأول أقل

١٤ الشكل المقابل يوضح شعاع ضوئي يسقط على شريحة زجاجية، فإن زاويتي
السقوط والانكسار هما

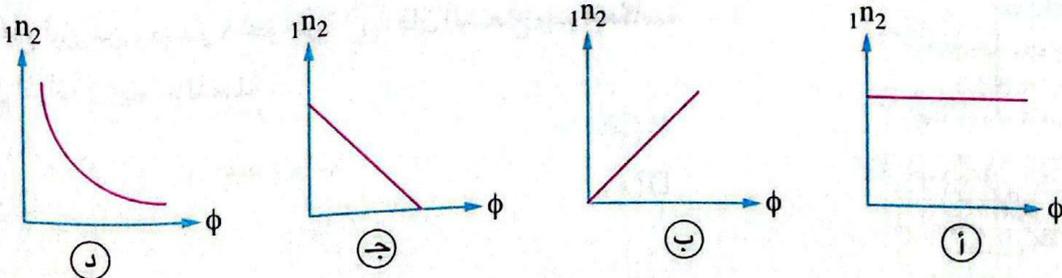


زاوية الانكسار	زاوية السقوط	
زاوية 3	زاوية 1	أ
زاوية 4	زاوية 1	ب
زاوية 3	زاوية 2	ج
زاوية 4	زاوية 2	د

١٥ عند زيادة زاوية سقوط الشعاع الضوئي على السطح الفاصل بين وسطين للضعف، فإن معامل الانكسار
النسبي بينهما

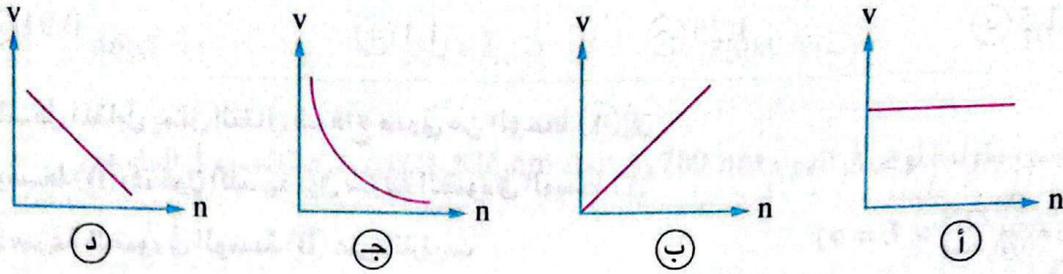
- أ) يقل للنصف ب) يزداد للضعف
ج) يظل ثابت د) يزداد بمقدار الضعف

١٦ أي الأشكال البيانية الآتية يمثل العلاقة بين معامل الانكسار النسبي ($n_1 n_2$) بين وسطين وزاوية سقوط شعاع
ضوئي (ϕ) على السطح الفاصل بينهما؟



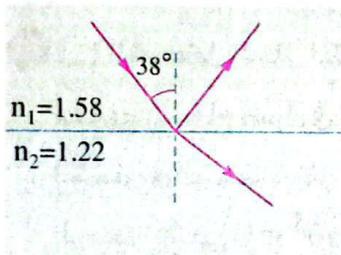
?

١٧ أي الأشكال البيانية التالية يمثل العلاقة بين سرعة الضوء (v) في عدة أوساط مختلفة ومعامل الانكسار المطلق (n) لكل منها؟



١٨ عند سقوط شعاع ضوئي من الهواء على سطح الماء بزاوية سقوط 60° ، تكون زاوية انكساره في الماء
 (أ) أكبر من 60° (ب) أقل من 60° (ج) تساوي 60° (د) تساوي 0°

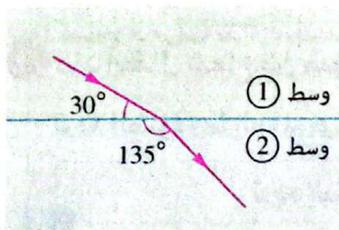
١٩ * شعاع ضوئي يسقط على السطح الفاصل بين وسطين معامل انكسارهما كما بالشكل، فتكون قيمتي زاويتي الانعكاس والانكسار هما



زاوية الانكسار	زاوية الانعكاس	
68.38°	38°	(أ)
38°	52.88°	(ب)
38°	28.38°	(ج)
52.88°	38°	(د)

٢٠ سقط شعاع ضوئي على سطح فاصل بين وسطين شفافين، فإذا كانت زاوية السقوط 60° في الوسط ① وزاوية الانكسار 30° في الوسط ②، فإن معامل الانكسار النسبي من الوسط ① إلى الوسط ② يساوي

(أ) 2 (ب) $\sqrt{3}$ (ج) $\sqrt{2}$ (د) $\frac{1}{2}$



٢١ الشكل المقابل يوضح شعاع ضوئي يسقط من الوسط ① على السطح الفاصل مع الوسط ②، فيكون معامل الانكسار النسبي من الوسط ① إلى الوسط ② هو

(أ) 1.52 (ب) 1.48 (ج) 1.34 (د) 1.22

٢٢ * يسقط شعاع ضوئي من الهواء على السطح الفاصل مع الزجاج بزاوية سقوط 52° فانحرف عن مساره بمقدار 19° ، فيكون معامل انكسار الزجاج هو

(أ) 0.83 (ب) 1.33 (ج) 1.45 (د) 1.65

٢٢ إذا علمت أن معامل الانكسار المطلق للبنزين $n_1 = 1.5$ ومعامل الانكسار المطلق للزجاج الصخري $n_2 = 1.66$ ، فإن معامل الانكسار النسبي من البنزين إلى الزجاج الصخري (n_2/n_1) يساوى

- ١) 0.91 ٢) 1.1 ٣) 1.25 ٤) 1.5

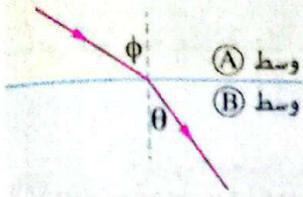
٢٤ الشكل المقابل يمثل انتقال شعاع ضوئي من الوسط (A) إلى

الوسط (B)، فتكون النسبة بين سرعة الضوء في الوسط (A)

إلى سرعة الضوء في الوسط (B) على الترتيب

١) أكبر من الواحد ٢) أقل من الواحد

٣) تساوى الواحد ٤) لا يمكن تحديد الإجابة إلا بمعرفة قيم θ ، ϕ



٢٥ سقط شعاع ضوئي من الهواء مانحاً بزاوية 50° على سطح زجاجي، فإذا كانت سرعة الضوء في الهواء 3×10^8 m/s وسرعته في الزجاج 1.92×10^8 m/s، فإن زاوية انكسار الشعاع الضوئي في الزجاج تساوى

- ١) 24.29° ٢) 29.34° ٣) 40° ٤) 50°

٢٦ الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين جيب زاوية

سقوط شعاع ضوئي في وسط شفاف ① وجيب زاوية

انكساره في الوسط المنتقل إليه ②، فإذا كانت سرعة الضوء في

الوسط ① هي 2×10^8 m/s، فإن :

(١) معامل الانكسار النسبي من الوسط ① إلى الوسط ②

يساوى

١) 1.5 ٢) 0.75

٣) 1.93 ٤) 2

(٢) سرعة الضوء في الوسط ② تساوى

- ١) 2.33×10^8 m/s ٢) 2×10^8 m/s ٣) 1.5×10^8 m/s ٤) 1.33×10^8 m/s

٢٧ عند انتقال شعاع من ضوء طول موجي λ وتردده ν من الهواء إلى وسط شفاف معامل انكسار مادته n ، فإن تردد الضوء وطوله الموجي في الوسط هما

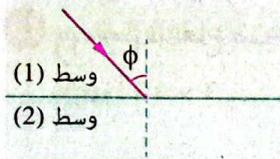
الطول الموجي للضوء في الوسط	تردد الضوء في الوسط	
λ	ν	١)
$\frac{\lambda}{n}$	ν	٢)
λn	$\frac{\nu}{n}$	٣)
λ	νn	٤)

?

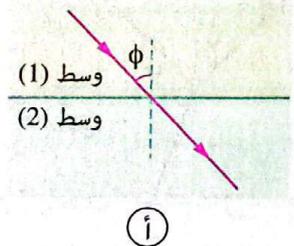
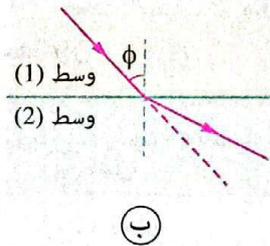
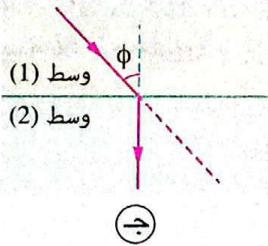
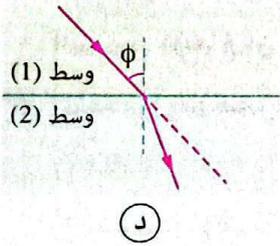
٢٨ سقط شعاع من الضوء الأحمر من الهواء على سطح زجاجي، فإذا كان الطول الموجي للضوء الأحمر في الهواء 7000 \AA ومعامل انكسار الزجاج 1.5 ، فإن الطول الموجي للضوء الأحمر في الزجاج يساوي تقريبًا
 (أ) 10500 \AA (ب) 8564 \AA (ج) 5543 \AA (د) 4667 \AA

٢٩ شعاع من ضوء طوله الموجي في الهواء 700 nm وفي الماء 526 nm ، فتكون سرعة الضوء في الماء هي
 (علمًا بأن: $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$)

(أ) $2.25 \times 10^8 \text{ m/s}$ (ب) $2 \times 10^8 \text{ m/s}$ (ج) $1.89 \times 10^8 \text{ m/s}$ (د) $1.76 \times 10^8 \text{ m/s}$



٣٠ في الشكل المقابل، سقط شعاع ضوئي بزاوية ϕ على السطح الفاصل بين الوسيطين (1)، (2)، فإذا كانت النسبة بين الطول الموجي للضوء في الوسيطين $\left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{3}{2}\right)$ ، فإن الشكل الذي يمثل المسار الصحيح للشعاع هو الشكل



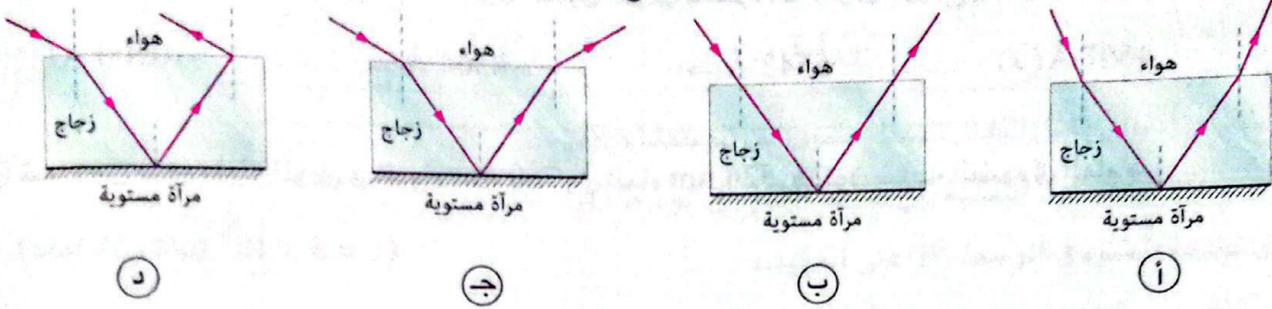
٣١ إذا كانت النسبة بين معاملي الانكسار المطلق لوسطين $\left(\frac{n_1}{n_2}\right)$ هي $\frac{2}{1}$ ، فتكون النسبة بين سرعتي الضوء في الوسيطين $\left(\frac{v_1}{v_2}\right)$ هي

(أ) $\frac{2}{1}$ (ب) $\frac{1}{2}$ (ج) $\frac{4}{1}$ (د) $\frac{1}{4}$

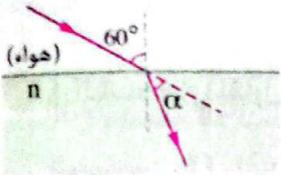
٣٢ إذا سقط شعاع ضوئي من وسط معامل انكسار مادته 1.2 بزاوية حادة على السطح الفاصل مع وسط آخر معامل انكسار مادته 1.5 ، فإن

الشعاع الضوئي ينكسر	سرعة الضوء	
مقتربًا من العمود	تزداد	(أ)
مقتربًا من العمود	تقل	(ب)
مبتعدًا عن العمود	تقل	(ج)
مبتعدًا عن العمود	تزداد	(د)

٣٣ إذا انتقل شعاع ضوئي أحادي اللون من الهواء إلى متوازي مستطيلات من الزجاج موضوع أسفله مرآة مستوية، فإن الشكل الذي يعبر عن المسار الصحيح لهذا الشعاع هو

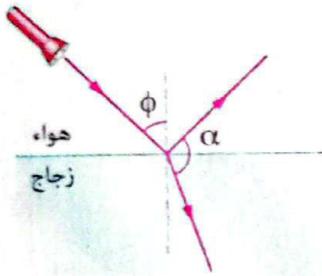


٣٤ * في الشكل المقابل، أي من قيم معاملات الانكسار المطلق (n) التالية تجعل قيمة الزاوية α أكبر؟



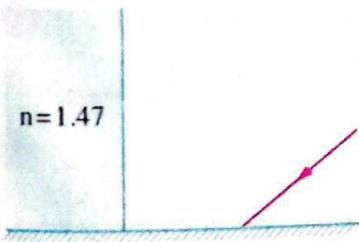
- (أ) 1.2 (ب) 1.3 (ج) 1.4 (د) 1.5

٣٥ في الشكل المقابل، ينتقل شعاع ضوئي من الهواء إلى متوازي مستطيلات من الزجاج، إذا زادت زاوية سقوط الشعاع الضوئي (ϕ)، فإن الزاوية α المحصورة بين الشعاعين المنعكس والمنكسر



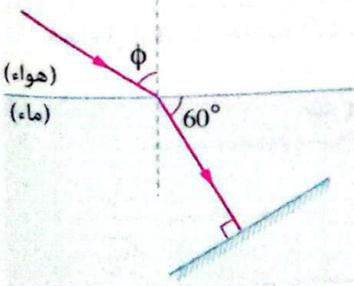
- (أ) تزداد (ب) تقل (ج) قد تزداد وقد تقل (د) لا تتغير

٣٦ * الشكل المقابل يوضح لوح زجاجي موضوع عموديًا على سطح مرآة مستوية، فإذا سقط شعاع ضوئي من الهواء بزاوية سقوط 50° على سطح المرآة، فإن زاوية انكساره في الزجاج تكون



- (أ) 51.6° (ب) 47.2° (ج) 35.8° (د) 25.9°

٣٧ * في الشكل المقابل، ينتقل شعاع ضوئي من الهواء إلى الماء ثم ينعكس بواسطة مرآة مستوية تحت سطح الماء، فإن :



(علمًا بأن : $n_{\text{ماء}} = 1.33$)

(١) زاوية السقوط (ϕ) تساوي

- (أ) 22.41° (ب) 30.58° (ج) 41.68° (د) 60.12°

(٢) زاوية الانكسار عندما يغادر الشعاع الماء تساوي

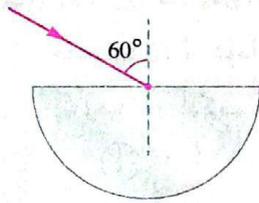
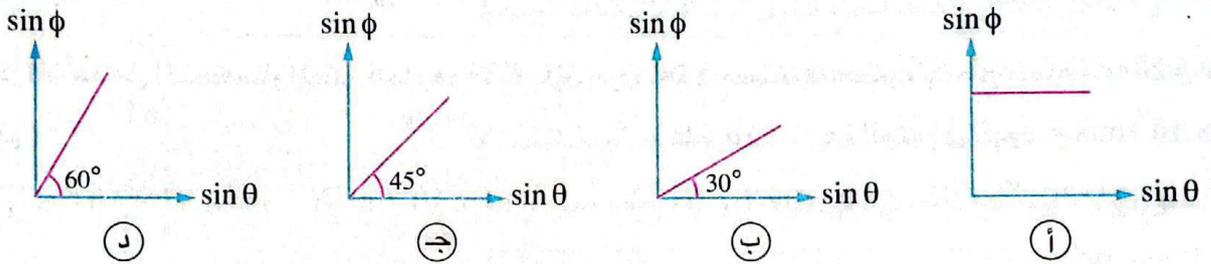
- (أ) 60° (ب) 41.68° (ج) 30.58° (د) 22.41°

?

٣٨ سقط شعاع ضوئي من الهواء على أحد أوجه متوازي مستطيلات من الزجاج معامل انكساره 1.53 وخرج بزاوية 50° من الوجه المقابل إلى الهواء، فإن

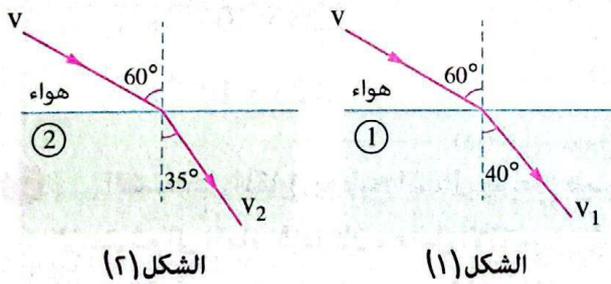
زاوية الانكسار داخل متوازي المستطيلات	زاوية السقوط في الهواء	
30°	40°	أ
45°	40°	ب
30°	50°	ج
45°	50°	د

٣٩ إذا انتقل شعاع ضوئي من وسط معامل انكساره n_1 إلى وسط آخر معامل انكساره n_2 وكان $n_2 > n_1$ ، فعند تمثيل العلاقة بين $\sin \theta$ ، $\sin \phi$ بيانيًا بنفس مقياس الرسم، فإن التمثيل البياني المناسب يمكن أن يكون



٤٠ * في الشكل المقابل، يسقط شعاع ضوئي من الهواء على سطح نصف كرة من الزجاج عند مركزها، فإذا علمت أن معامل انكسار الزجاج يساوي 1.5، فإن زاوية خروج الشعاع الضوئي من الزجاج تساوي

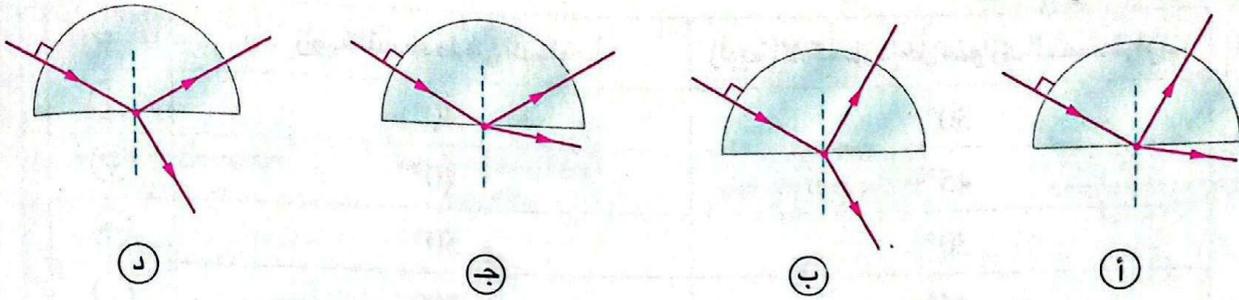
- أ 0° ب 30° ج 45° د 60°



٤١ * الشكل (١) يوضح سقوط شعاع ضوئي من الهواء على السطح الفاصل مع وسط (١)، فإذا تم تغيير الوسط (١) بوسط آخر (٢) كما في الشكل (٢)، فإن

العلاقة بين سرعة الضوء في الوسطين	العلاقة بين معاملي انكسار الوسطين	
$v_1 > v_2$	$n_1 > n_2$	أ
$v_1 < v_2$	$n_1 > n_2$	ب
$v_1 > v_2$	$n_1 < n_2$	ج
$v_1 < v_2$	$n_1 < n_2$	د

٤١ شعاع ضوء أحمر اللون سقط عمودياً من الهواء على سطح نصف كرة زجاجية، أي الأشكال التالية يمثل المسار الصحيح للشعاع الضوئي؟



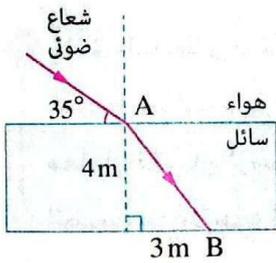
٤٢ سقط شعاع ضوئي عمودياً على شريحة زجاجية سُمكها d ومعامل انكسارها n ، إذا كانت سرعة الضوء في الفراغ c ، فإن الزمن الذي يستغرقه الضوء ليمر خلال الشريحة يساوي

(أ) $\frac{c}{nd}$ (ب) $\frac{d}{nc}$ (ج) $\frac{dc}{n}$ (د) $\frac{nd}{c}$

٤٣ إذا كان معامل الانكسار المطلق للماء هو 1.33، فإن الزمن الذي يستغرقه الضوء ليقطع مسافة 20 m في الماء هو

(أ) $4.52 \times 10^{-9} \text{ s}$ (ب) $1.13 \times 10^{-7} \text{ s}$ (ج) $2.25 \times 10^{-8} \text{ s}$ (د) $8.87 \times 10^{-8} \text{ s}$

٤٤ * الشكل المقابل يوضح شعاع ضوئي ينتقل من الهواء إلى طبقة من سائل سُمكها 4 m، فإذا علمت أن سرعة الضوء في الهواء تساوي $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ، فإن معامل انكسار السائل يساوي

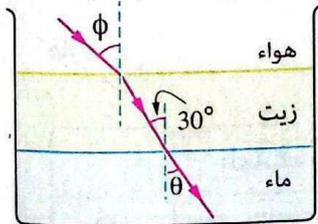


(أ) 1.53 (ب) 1.49 (ج) 1.42 (د) 1.37

(٢) الزمن الذي يستغرقه الشعاع حتى ينتقل من النقطة A إلى النقطة B يساوي

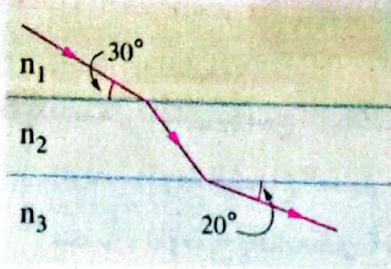
(أ) $2.28 \times 10^{-10} \text{ s}$ (ب) $114 \times 10^{-8} \text{ s}$ (ج) $2.28 \times 10^{-8} \text{ s}$ (د) $114 \times 10^{-10} \text{ s}$

٤٦ الشكل المقابل يوضح انتقال شعاع ضوئي من الهواء إلى الزيت ثم إلى الماء، فإذا كان معامل الانكسار المطلق للزيت 1.48 وللـماء 1.33، فإن قيمتي الزاويتين (ϕ) ، (θ) هما



الزاوية (θ)	الزاوية (ϕ)	
33.81°	41.6°	(أ)
41.6°	41.6°	(ب)
33.81°	47.73°	(ج)
41.6°	47.73°	(د)

?



47 * الشكل المقابل يوضح انتقال شعاع ضوئى خلال ثلاثة

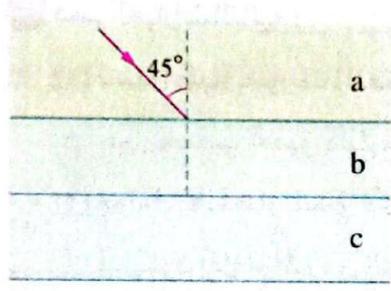
أوساط شفافة مختلفة، فتكون العلاقة بين :

(1) معاملات الانكسار المطلقة لهذه الأوساط هي

- (أ) $n_3 > n_1 > n_2$ (ب) $n_1 > n_2 > n_3$
(ج) $n_2 > n_1 > n_3$ (د) $n_2 > n_3 > n_1$

(2) سرعة الضوء فى الأوساط الثلاثة هي

- (أ) $v_1 > v_2 > v_3$ (ب) $v_2 < v_1 < v_3$
(ج) $v_1 > v_3 > v_2$ (د) $v_3 < v_1 < v_2$



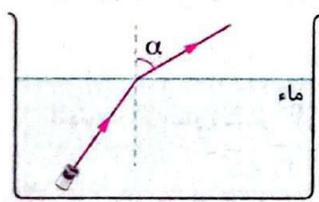
48 * فى الشكل المقابل سقط شعاع ضوئى ليمر خلال ثلاثة أوساط

شفافة مختلفة a، b، c، فإذا كانت سرعة الضوء فى الوسط a

تعادل 1.4 من سرعته فى الوسط b، فإن زاوية سقوط الشعاع

الضوئى على السطح الفاصل بين الوسطين b، c تساوى

- (أ) 30.34° (ب) 34.30°
(ج) 59.7° (د) 81.87°



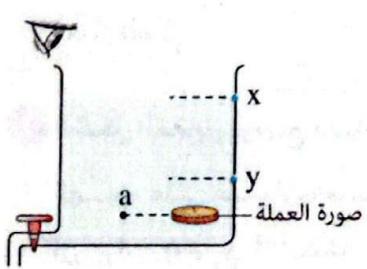
49 * فى الشكل المقابل، عبر شعاع ضوئى من الماء للهواء

وخرج بزاوية alpha، فإذا تم إضافة سائل شفاف ببطء لا يمتزج

بالماء وكثافته أقل من كثافة الماء بحيث يطفو على سطح

الماء، فإن زاوية خروج الشعاع إلى الهواء تكون

- (أ) أكبر من alpha (ب) أصغر من alpha
(ج) مساوية لـ 90° (د) مساوية لـ alpha



50 * شخص ينظر بثبات إلى عملة معدنية موضوعة عند

قاع إناء به ماء يصل إلى المستوى x فتبدوله العملة عند موضع

معين (a) كما بالشكل المقابل، فإذا تم فتح الصنبور ليخرج الماء

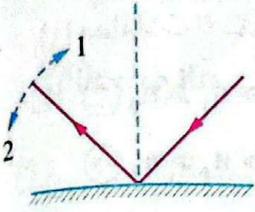
تدرجياً من الإناء حتى وصل سطحه إلى المستوى y، فإن الشخص

يرى صورة العملة

- (أ) ترتفع تدرجياً إلى أعلى (ب) تنخفض تدرجياً إلى أسفل
(ج) عند قاع الإناء (د) تظل ثابتة عند موضعها (a)

أسئلة المقال

ثانيًا



الشكل المقابل يوضح انعكاس شعاع ضوئي، فإذا زادت زاوية سقوط الشعاع الضوئي، فهل يغير الشعاع المنعكس مساره الموضح بالشكل؟ وإذا غير الشعاع المنعكس مساره ففى أى اتجاه يحدث هذا؟ فسر إجابتك.

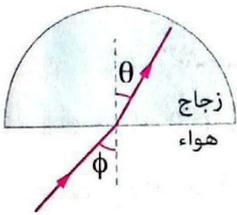
إذا انتقل شعاع ضوئي من وسط معامل انكساره n_1 إلى وسط آخر معامل انكساره n_2 ، بيّن بالرسم مسار الشعاع الضوئي خلال الوسطين إذا كان:

$$n_2 > n_1 \quad (2)$$

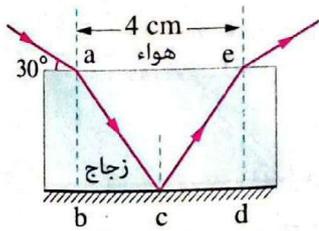
$$n_2 < n_1 \quad (1)$$

فسر العبارات التالية:

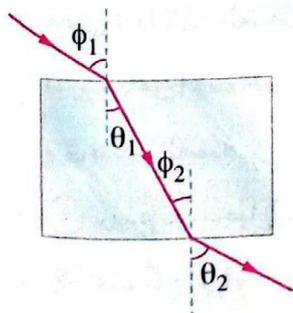
- (1) تسهل رؤية صورتك المنعكسة على زجاج نافذة غرفة مضيئة ليلاً عندما يكون خارج الغرفة ظلام شديد في حين يصعب تحقيق ذلك نهاراً عندما يكون خارج الغرفة مضيئاً.
- (2) معامل الانكسار المطلق لأى وسط أكبر دائماً من الواحد الصحيح بينما معامل الانكسار النسبى بين وسطين قد يكون أقل أو أكبر من الواحد الصحيح.



الشكل المقابل يوضح شعاع ضوئي أحمر اللون يسقط على نصف قرص زجاجي، هل تختلف زاوية الانكسار في الزجاج عند سقوط ضوء أزرق بدلاً من الضوء الأحمر بنفس الزاوية؟ مع تفسير إجابتك.

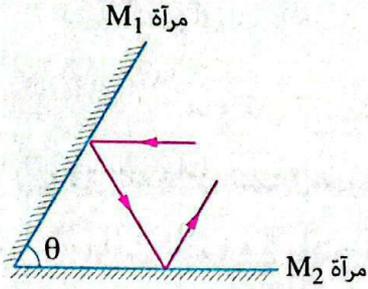


الشكل المقابل يمثل مسار شعاع ضوئي ساقط على متوازي مستطيلات من الزجاج معامل انكساره المطلق $\sqrt{3}$ موضوع فوق مرآة مستوية حتى نفاذه مرة أخرى للهواء، فما سُمك متوازي المستطيلات ab أو ed ؟



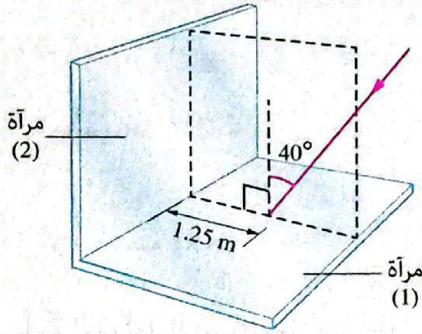
الشكل المقابل يوضح مسار شعاع ضوئي يسقط من الهواء على متوازي مستطيلات من الزجاج، أثبت أن $\phi_1 = \theta_2$

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة



١ في الشكل المقابل، سقط شعاع ضوئي على المرآة M_1 بحيث كان موازياً للمرآة M_2 وعندما انعكس هذا الشعاع عن المرآة M_1 سقط على المرآة M_2 ثم انعكس عنها موازياً للمرآة M_1 ، فإن الزاوية θ تساوى

- ٣٠° (أ)
٤٥° (ب)
٦٠° (ج)
٩٠° (د)



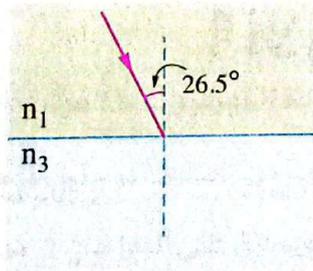
٢ مرآتان مستويتان متعامدتان (1)، (2)، عند سقوط شعاع ضوئي بزاوية سقوط 40° على المرآة (1) كما بالشكل المقابل، فإن:

- (١) زاوية انعكاس الشعاع عن المرآة (2) تساوى
- ٤٠° (أ)
٥٠° (ب)
٩٠° (د)
٦٠° (ج)

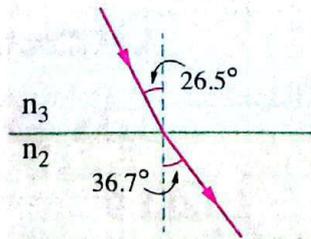
(٢) المسافة التي قطعها الشعاع المنعكس من موضع انعكاسه عن المرآة (1) حتى سقوطه على المرآة (2) تساوى

- ٠.٨ م (أ)
٠.٩٨ م (ب)
١.٩٤ م (ج)
٢.٥ م (د)

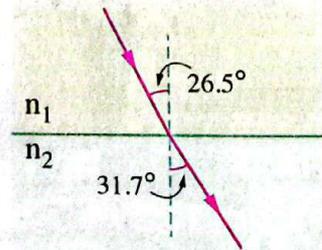
٣ كل من الأشكال التالية توضح مسار شعاع ضوئي عند انتقاله بين وسطين،



الشكل (٣)



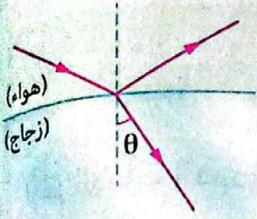
الشكل (٢)



الشكل (١)

باستخدام الزوايا المسجلة في تلك الأشكال تكون زاوية انكسار الشعاع الضوئي في الشكل (٣) تساوى

- ٤١.٧° (أ)
٣٠.٥° (ب)
٢٣.١° (ج)
١٨.٦° (د)



٤ في الشكل المقابل، سقط شعاع ضوئي على لوح زجاجي معامل

انكسار مادته 1.5 فكان الشعاعان المنعكس والمنكسر

متعامدين، فإن زاوية الانكسار (θ) تساوي

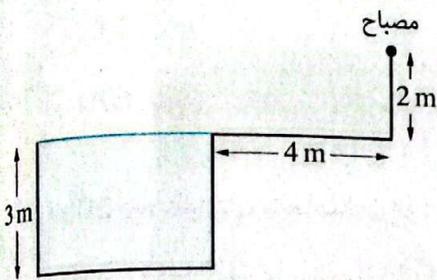
(علمًا بأن: $\sin(90 - \theta) = \cos \theta$)

٣٧.٢٥° (ب)

٤٢.١٤° (أ)

٢٧.٦٤° (د)

٣٣.٦٩° (ج)



٥ في الشكل المقابل، حوض سباحة عمقه 3 m مملوء تمامًا بماء

معامل انكساره $\frac{4}{3}$ ، وُضع مصباح نقطي على عمود ارتفاعه 2 m

ويبعد 4 m عن حافة الحوض ليضيء قاع الحوض، فإن طول الجزء

المظلم من قاع الحوض يساوي

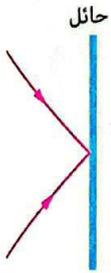
2 m (ب)

1.07 m (أ)

3.32 m (د)

2.71 m (ج)

أجب عما يأتي



٦ الشكل المقابل يوضح مسار شعاعين ضوئيين يلتقيان

في نقطة على حائل رأسي، فإذا وُضع لوح زجاجي أمام

الحائل وموازيًا له بحيث يعترض مسار الشعاعين، فهل

يتقابل الشعاعان على الحائل؟ مع تفسير إجابتك.



كتب الامتحان

فكر جديد

وتميز

في مجال التعليم

• تداخل الضوء • حيود الضوء



تداخل الموجات

تتميز الموجات بقدرتها على التداخل، فمثلاً عند تقابل موجتان لهما نفس التردد والسعة وتنتشران في اتجاه واحد، مثل موجتان صادرتان عن مصدرين مترابطين (مصادر يصدر عنها موجات متماثلة لها نفس الطور) فإنهما تتداخلان (تراكبان) وينتج عن ذلك :

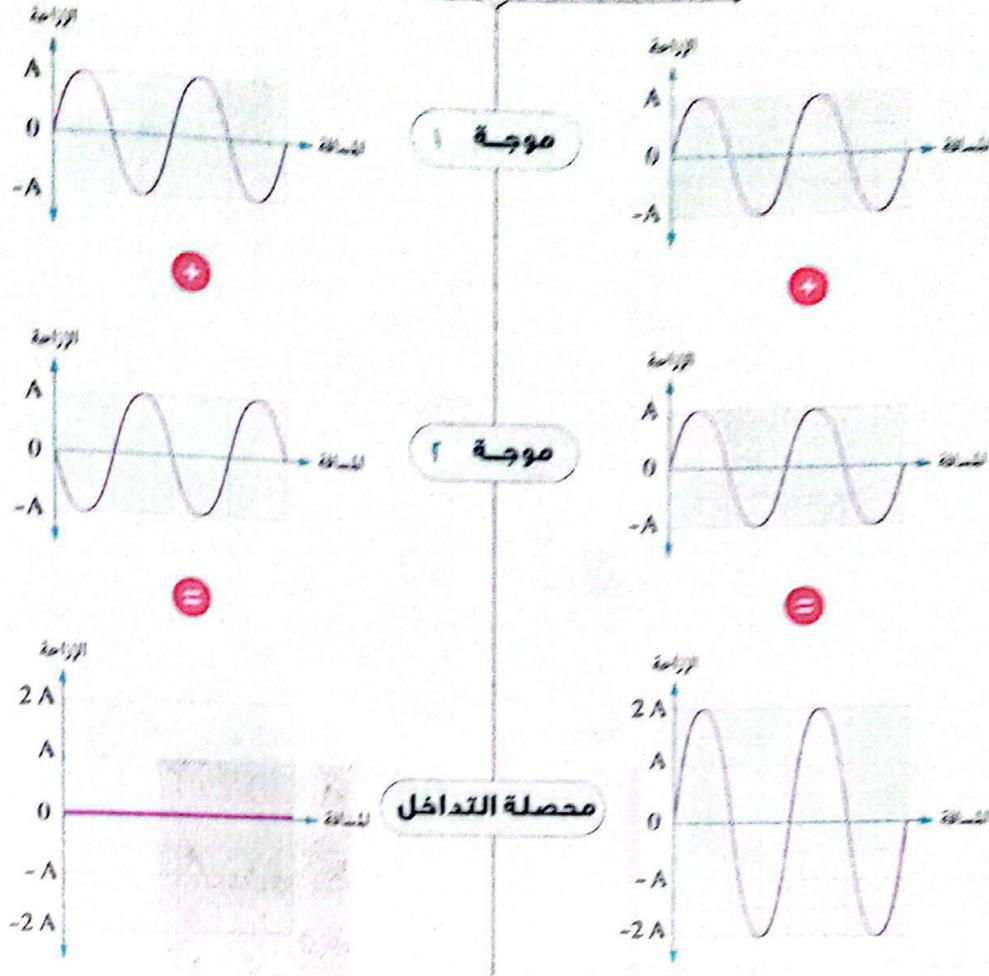
٢ انعدام لشدة الموجتين عند المواضع الأخرى

نتيجة تقابل قمة من إحدى الموجتين مع قاع من الموجة الأخرى ويطلق على التداخل في هذه الحالة تداخل هدام.

١ تقوية لشدة الموجتين عند بعض المواضع

نتيجة تقابل قمة من إحدى الموجتين مع قمة من الموجة الأخرى أو قاع من إحدى الموجتين مع قاع من الموجة الأخرى ويطلق على التداخل في هذه الحالة تداخل بناء.

ويمكن تمثيل ذلك بيانياً كالتالي



رابعاً تداخل الضوء Light Interference

* للتعرف على ظاهرة التداخل في الضوء نجرى التجربة التالية :

تجربة عملية الشق المزدوج لتوماس يونج

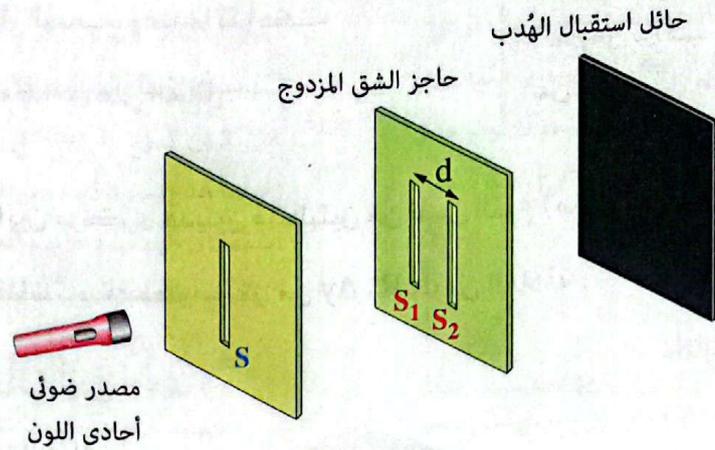
الفرض منها

- (1) دراسة ظاهرة التداخل في الضوء.
- (2) تعيين الطول الموجي لضوء أحادي اللون.

الأدوات

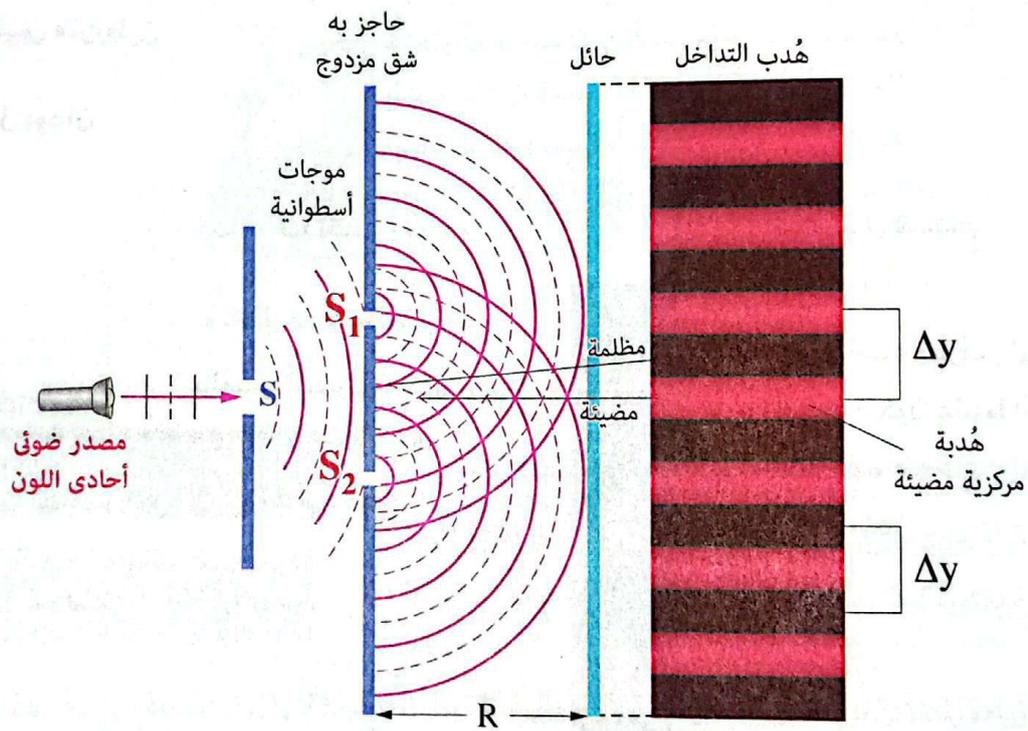
- (1) مصدر ضوئي أحادي اللون حتى تكون لموجات الضوء المتداخلة طول موجي واحد ثابت (λ).
- (2) حاجز به فتحة مستطيلة ضيقة (S) يقع على بُعد مناسب من المصدر الضوئي.
- (3) حاجز به فتحتان مستطيلتان ضيقتان (S_1 ، S_2) البُعد بينهما (d) تعملان كشق مزدوج.

(٤) حائل لاستقبال الهدب يبعد مسافة (R) عن حاجز الشق المزدوج.



شرح التجربة

الشكل التالي يوضح رسمًا تخطيطيًا لتجربة توماس يونج حيث :



(١) عند تشغيل المصدر الضوئي تمر موجات الضوء من الفتحة S على شكل موجات أسطوانية، بحيث يمثل :

- القوس المتقطع : قاع الموجة.

- القوس المتصل : قمة الموجة.

(٢) يتم ضبط حاجز الشق المزدوج بحيث تكون الفتحتان S_1 ، S_2 على بُعدين متساويين من الفتحة S ، فتقع

الفتحتان على نفس صدر الموجة الأسطوانية وبالتالي تعمل الفتحتان كمصدرين مترابطين أي تصدران موجتين لهما نفس التردد والسعة والطور.

هَدَب التداخل

مناطق مضيئة تتخللها مناطق مظلمة
تنتج من تراكم موجات الضوء الصادرة
عن مصدرين ضوئيين مترابطين.

(٣) تنتشر الموجات الصادرة من الفتحتان S_1 ، S_2

في اتجاه حائل استقبال الهدب، وعندما تترابك
الموجات تتكون هَدَب تداخل على الحائل.

(٤) تقاس المسافة (Δy) بين مركزي هُدبتين متتاليتين من نفس النوع (مضيئتين أو مظلمتين)، يمكن تعيين

$$\Delta y = \frac{\lambda R}{d}$$

الطول الموجي للضوء المستخدم بمعلومية كل من d ، R ، Δy من العلاقة :

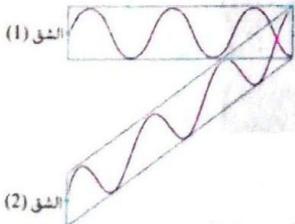
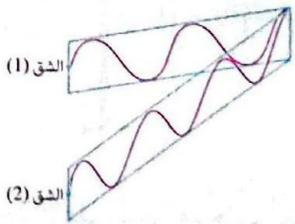
وبدراسة تجربة الشق المزدوج ليونج نجد أن :

(١) شروط حدوث التداخل في الضوء :

- أن يكون المصدر الضوئي المستخدم أحادي الطول الموجي.

- أن تكون الفتحة S على بُعدين متساويين من فتحتي الشق المزدوج S_1 ، S_2 ليعمل الشق المزدوج كمصدرين
ضوئيين مترابطين.

(٢) التداخل نوعان :

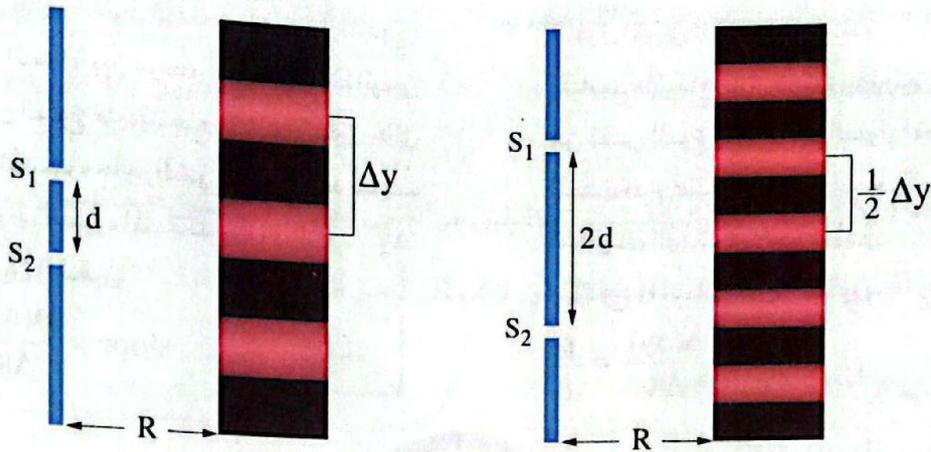
تداخل هدام	تداخل بناء	ينتج عنه
مناطق مظلمة تُعرف بالهدب المظلمة تتكون عند تداخل قمة مع قاع	مناطق مضيئة تُعرف بالهدب المضيئة تتكون عند تداخل قمة مع قمة أو قاع مع قاع	التمثيل
		

* مما سبق يمكن تعريف ظاهرة تداخل الضوء كالتالي :

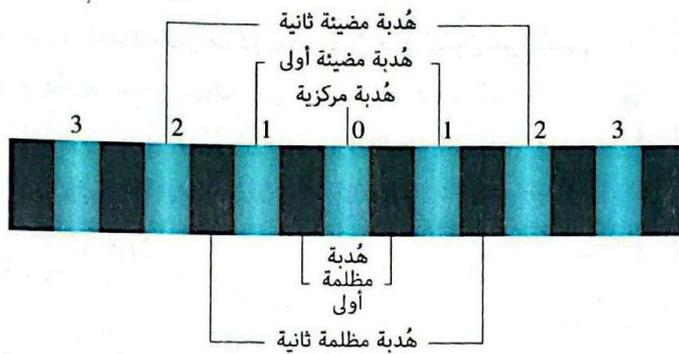
تداخل الضوء

ظاهرة تراكم موجات الضوء الصادرة عن مصدرين مترابطين والتي ينتج عنها تقوية في شدة الضوء عند
بعض المواضع (هدب مضيئة) وانعدام لشدة الضوء عند مواضع أخرى (هدب مظلمة).

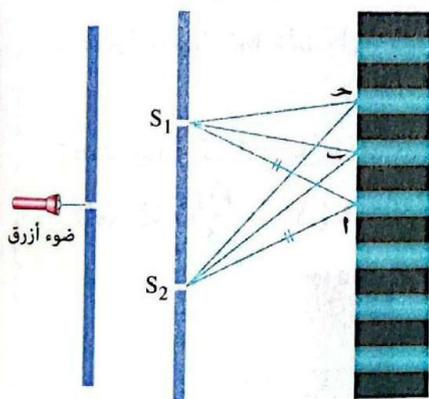
(٣) عند زيادة المسافة (d) بين الشقين تقل المسافة بين هُذب التداخل تبعًا للعلاقة ($\Delta y = \frac{\lambda R}{d}$) كما بالشكل التالي :



(٤) كل هُذبة من هُذب التداخل المتكونة على الحائل لها رتبة تحدد ببُعدها عن الهُذبة المركزية كما بالشكل :



معلومة إثرائية



فرق المسار = 2λ
رتبة الهُذبة = 2
فرق المسار = λ
رتبة الهُذبة = 1
فرق المسار = 0
هُذبة مركزية (الرتبة = 0)

* فرق المسارين موجتي الضوء هو الفرق في

المسافة التي تقطعها موجتان من مصدريهما

حتى نقطة على الحائل.

* يكون فرق المسارين موجتي الضوء المتداخلتين

في حالة :

- التداخل البناء = $m\lambda$

- التداخل الهدام = $(m + \frac{1}{2})\lambda$

حيث : (m) عدد صحيح (صفر أو 1 أو 2 أو)،

(λ) الطول الموجي للضوء المستخدم.

مثال 1

في تجربة الشق المزدوج، إذا كانت المسافة بين الفتحتين المستطيلتين الضيقتين 0.15 mm والمسافة بين حاجز الشق المزدوج والحائل المُعد لاستقبال الهدب 75 cm والمسافة بين مركزي هُدبتين مضيئتين متتاليتين 0.3 cm، احسب الطول الموجي للضوء أحادي اللون المستخدم.

الحل

$d = 0.15 \text{ mm}$ $R = 75 \text{ cm}$ $\Delta y = 0.3 \text{ cm}$ $\lambda = ?$

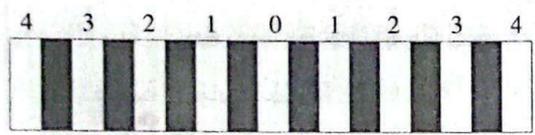
$\therefore \Delta y = \frac{\lambda R}{d}$

$\therefore \lambda = \frac{d \Delta y}{R} = \frac{0.15 \times 10^{-3} \times 0.3 \times 10^{-2}}{75 \times 10^{-2}} = 6 \times 10^{-7} \text{ m} = 6000 \text{ \AA}$

ماذا لو

تم إبعاد حائل استقبال الهدب عن حاجز الشق المزدوج، ماذا يحدث للمسافة بين مركزي كل هُدبتين مظلمتين متتاليتين؟

مثال 2



الشكل المقابل يعبر عن هُدب التداخل في تجربة الشق المزدوج، فإذا كانت المسافة بين مركز الهدبة المركزية (0) ومركز الهدبة المضيئة الرابعة (4) هي 0.8 cm، والطول الموجي للضوء المستخدم 5000 Å، والمسافة بين حاجز الشق المزدوج والحائل 120 cm، احسب المسافة بين الشقين.

الحل

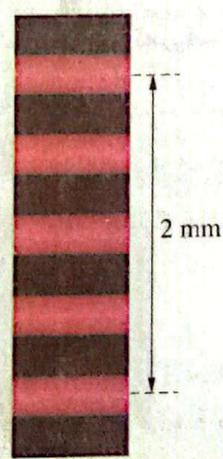
$x = 0.8 \text{ cm}$ $N = 4$ $\lambda = 5000 \text{ \AA}$ $R = 120 \text{ cm}$ $d = ?$

$\therefore \Delta y = \frac{x}{N} = \frac{0.8 \times 10^{-2}}{4} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$

$\therefore \Delta y = \frac{\lambda R}{d}$

$\therefore d = \frac{\lambda R}{\Delta y} = \frac{5000 \times 10^{-10} \times 120 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-3}} = 3 \times 10^{-4} \text{ m} = 0.3 \text{ mm}$

مطاب عنها



اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

الشكل المقابل يعبر عن هُدب التداخل في تجربة الشق المزدوج ليوئج عند استخدام ضوء ذو طول موجي λ ، فإذا تم استخدام ضوء طوله الموجي $\frac{4}{5} \lambda$ ، فإن المسافة بين مركزي الهدبة المركزية والهدبة المضيئة الأولى تصبح

- أ) 0.4 mm
- ب) 0.75 mm
- ج) 1.25 mm
- د) 1.5 mm

13 اختر نفسك

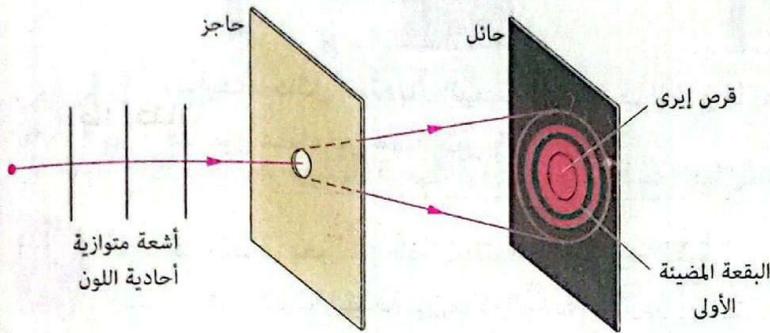
خاصة حيود الضوء Light Diffraction

عندما يسقط ضوء أحادي اللون على حافة حادة أو مدببة أو يمر خلال فتحة ضيقة في حاجز أبعادها مقاربة للطول الموجي للضوء الساقط، يحدث ما يلي :

- يتغير اتجاه انتشار الموجات الضوئية (أى تحيد عن مسارها)، وتعمل كل نقطة على صدر الموجة التي تمر خلال الفتحة كمصدر ثانوي للضوء يصدر عنها موجات لها نفس الطول الموجي والطور.
- تتداخل (تترابط) تلك الموجات مع بعضها مكونة هُذب حيود على الحائل.

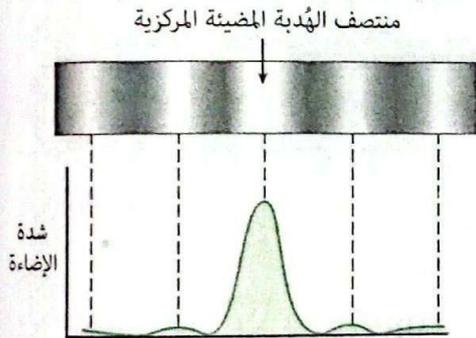
أمثلة على حيود الضوء :

١ عند مرور الضوء خلال فتحة دائرية ضيقة :



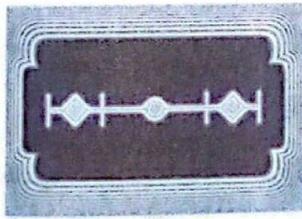
نلاحظ ظهور بقعة دائرية مضيئة مركزية تكون شدة الضوء فيها عالية يطلق عليها قرص إيرى ويحيط بها حلقات مضيئة يقل كل من سُمكها وشدة الضوء فيها تدريجياً بالبعد عن الهدبة المركزية، وتتخلل الحلقات المضيئة حلقات مظلمة.

٢ عند مرور الضوء خلال شق (فتحة مستطيلة ضيقة) :



نلاحظ ظهور هدبة مركزية مضيئة عريضة يحيط بها من الجانبين هُذب مظلمة وهُذب مضيئة يقل كل من سُمكها وشدة إضاءتها تدريجياً بالبعد عن الهدبة المركزية.

٣ عند سقوط الضوء على حافة حادة مثل (شفرة حلاقة) :



نلاحظ تكوّن نمط من هُذب مضيئة ومظلمة كما بالشكل المقابل، نتيجة حدوث حيود للضوء عند الحواف الحادة للشفرة.

مما سبق يمكن تعريف كل من حيود الضوء وهُذب الحيود كالتالي :

حيود الضوء

ظاهرة تغير مسار موجات الضوء خلال نفس الوسط عند مرورها خلال فتحة ضيقة أو سقوطها على حافة حادة فتترابط الموجات مع بعضها مكونة هُذب مضيئة وأخرى مظلمة.

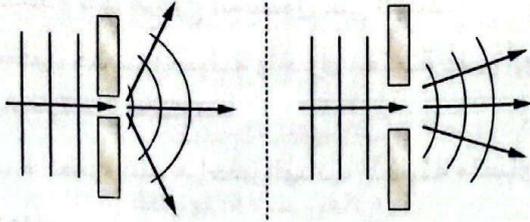
هُذب الحيود

مناطق مضيئة تتخللها مناطق مظلمة تنتج من تراكب موجات الضوء التي حدث لها حيود نتيجة مرورها خلال فتحة ضيقة أو سقوطها على حافة حادة.

شرط حدوث الحيود بشكل ملحوظ :

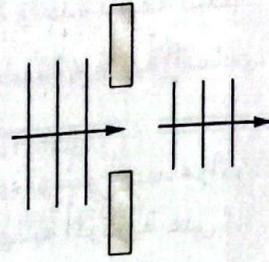
أن تكون أبعاد فتحة العائق مقاربة للطول الموجي لموجة الضوء، فإذا كانت أبعاد الفتحة :

مقاربة للطول الموجي للضوء



يظهر الحيود بشكل ملحوظ، ويزداد وضوحًا بنقص أبعاد الفتحة

أكبر من الطول الموجي للضوء بكثير



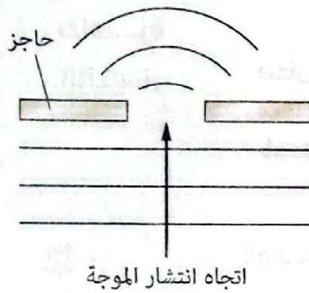
لا يحدث حيود للضوء

ملاحظات

(١) من دراستنا لظاهرتي التداخل والحيود في الضوء يتضح أنه لا يوجد فرق جوهري بين نموذجي التداخل والحيود في الضوء، **لأن** كل منهما ظاهرة موجية تنشأ عن تراكب الموجات.

(٢) لا نلاحظ حيود الضوء بوضوح في حياتنا اليومية، **لأن** الطول الموجي للضوء المرئي قصير (يتراوح بين 400 nm , 700 nm) فيحتاج لفتحات صغيرة جدًا كي يحدث له حيود ملحوظ.

مثال



اختر: الشكل المقابل يوضح انتشار موجة ضوئية عند مرورها خلال شق (فتحة مستطيلة ضيقة جدًا) في حاجز، أي التغيرات الآتية لكل من اتساع الشق والطول الموجي للموجة يمكن أن يجعل الحيود ملحوظًا أكثر؟

الطول الموجي للموجة	اتساع الشق	
زيادة	تقليل	أ
تقليل	تقليل	ب
زيادة	زيادة	ج
تقليل	زيادة	د

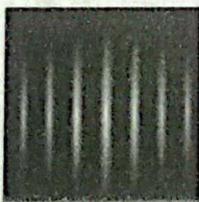
الحل

بنقص اتساع الشق الذي تمر منه الموجة مقارنةً بالطول الموجي للموجة يكون الحيود ملحوظًا أكثر.

∴ الاختيار الصحيح هو **أ**.

مجاب عنها

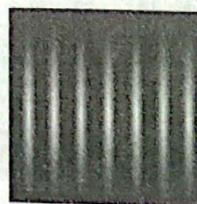
14 اختر: أي مما يلي يوضح الهدب الناتجة عن حيود الضوء عند مروره خلال فتحة دائرية ضيقة؟



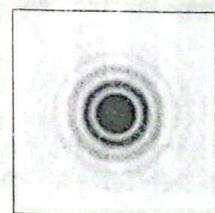
د



ج



ب



أ

اختبر نفسك

* مما سبق يمكن المقارنة بين ظاهرتي التداخل والحيود كالتالي :

ظاهرة الحيود	ظاهرة التداخل
تستخدم فتحة واحدة ضيقة للحصول على الهدب.	يستخدم شق مزدوج للحصول على الهدب.
تتكون هدبة مضيئة مركزية اتساعها أكبر من الهدب المضيئة الأخرى.	تتكون هدب مضيئة وأخرى معتممة على أبعاد متساوية من بعضها.
تقل شدة الضوء بوضوح عند مراكز الهدب المضيئة بالابتعاد عن الهدبة المركزية على كلا الجانبين.	شدة الضوء عند مراكز الهدب المضيئة متساوية تقريبًا.

* يمكن إيجاز ظواهر الانعكاس والانكسار والتداخل والحيود للضوء في الجدول التالي :

المفهوم العلمى	ارتداد الموجات الضوئية في نفس الوسط عندما تقابل سطحًا عاكسًا.	ظاهرة الانعكاس
مكان الحدوث	في نفس الوسط عند السطح العاكس.	
شرط الحدوث	أن تقابل موجات الضوء سطح عاكس.	
المفهوم العلمى	تغير مسار الضوء عندما يجتاز السطح الفاصل بين وسطين شفافين مختلفين في الكثافة الضوئية.	ظاهرة الانكسار
مكان الحدوث	عند السطح الفاصل بين وسطين شفافين.	
شرط الحدوث	أن يكون الوسطين الشفافين مختلفين في الكثافة الضوئية.	
المفهوم العلمى	ظاهرة تراكب موجات الضوء الصادرة عن مصدرين مترابطين وينتج عنها تقوية في شدة الضوء عند بعض المواضع وانعدام لشدة الضوء عند مواضع أخرى.	ظاهرة التداخل
مكان الحدوث	في نفس الوسط عند مرور الضوء من الشق المزدوج.	
شروط الحدوث	- أن يكون المصدر الضوئى المستخدم أحادى اللون. - أن تكون الفتحة S على بُعدين متساويين من فتحى الشق المزدوج S_1, S_2 ليعمل الشق المزدوج كمصدرين ضوئيين مترابطين.	
المفهوم العلمى	ظاهرة تغير مسار موجة الضوء خلال نفس الوسط عند مرورها خلال فتحة ضيقة أو سقوطها على حافة حادة أو مدببة فتتراكب الموجات وتكوّن هدب مضيئة وأخرى مظلمة.	ظاهرة الحيود
مكان الحدوث	في نفس الوسط عند فتحة ضيقة فى عائق أو حافة حادة لحاجز.	
شرط الحدوث	أن تكون أبعاد فتحة العائق مقاربة للطول الموجى لموجة الضوء.	

؟

قيم نفسك
إلكترونيًا

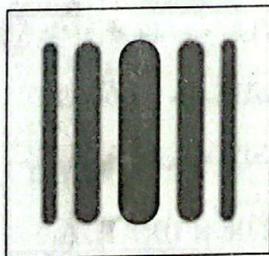


أسئلة الاختيار من متعدد

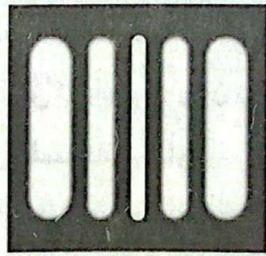
أولاً

تداخل الضوء

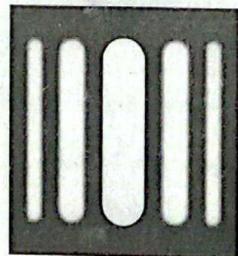
- ١ ظاهرة التداخل في الضوء تنتج عن
- (أ) ارتداد الموجات
(ب) انحراف الموجات
(ج) تراكب الموجات
(د) تغيير سرعة الموجات
- ٢ يعمل الشق المزدوج في تجربة توماس يونج كمصدرى ضوء مترابطين، فإننا نعنى بالترابط أن الموجتين الصادرتين عن الشق المزدوج
- (أ) متفقتين في الطور
(ب) مختلفتين في الطور
(ج) متساويتين في السرعة
(د) مختلفتين في السرعة
- ٣ في تجربة الشق المزدوج ليونج لا يعتمد اتساع هُذب التداخل على
- (أ) المسافة بين المصدرين الضوئيين المترابطين
(ب) المسافة بين حاجز الشق المزدوج وحائل استقبال الهُذب
(ج) الطول الموجي للضوء المستخدم في التجربة
(د) المسافة بين حاجز الشق المزدوج ومصدر الضوء
- ٤ في تجربة الشق المزدوج ليونج، تقل المسافة بين هُذب التداخل عند
- (أ) استخدام ضوء ذو شدة عالية
(ب) نقص المسافة بين الشقين
(ج) زيادة المسافة بين الشقين
(د) زيادة الطول الموجي للضوء المستخدم
- ٥ أي الأشكال التالية يمثل هُذب التداخل المتكونة على حائل مستوي في تجربة توماس يونج ؟



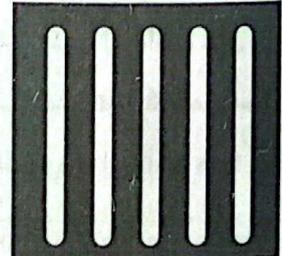
(د)



(ج)

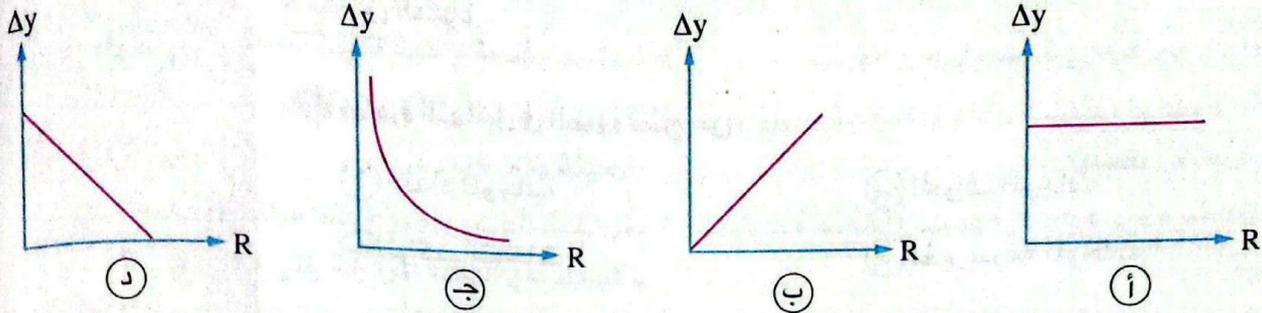


(ب)



(أ)

٦ في تجربة الشق المزدوج ليوغ، أي من الأشكال البيانية التالية يمثل العلاقة بين المسافة بين مركز الهدبة المركزية ومركز الهدبة المضيفة التالية لها (Δy) والمسافة بين حاجز الشق المزدوج والحائل المُعد لاستقبال الهدب (R)؟

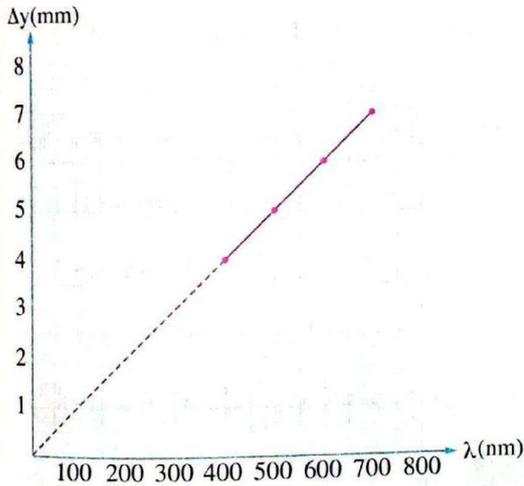


٧ في تجربة الشق المزدوج ليوغ، عند زيادة شدة الضوء المستخدم، فإن المسافة بين مركز الهدبة المركزية ومركز الهدبة المظلمة الأولى

- أ) تزداد ب) تقل ج) تنعدم د) لا تتغير

٨ في تجربة الشق المزدوج، إذا كانت المسافة بين الشقين 10^{-4} m ، والمسافة بين مركزي هُدتين متتاليتين من نفس النوع 3.75 mm ، وكان حائل استقبال هُذب التداخل على بُعد 0.75 m من حاجز الشقين، فإن الطول الموجي للضوء المستخدم يساوي

- أ) 5000 \AA ب) 5400 \AA ج) 6000 \AA د) 6400 \AA



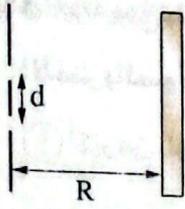
٩ الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين المسافة بين مركز الهدبة المركزية ومركز الهدبة المضيفة الأولى (Δy) والطول الموجي (λ) للضوء المستخدم في تجربة الشق المزدوج ليوغ، فإذا كانت المسافة بين حاجز الشق المزدوج وحائل استقبال الهدب 1 m ، فإن المسافة بين الشقين (d) تساوي

- أ) 10^4 m ب) 10^{-4} m ج) 10^2 m د) 10^{-2} m

١٠ * في تجربة يوغ، إذا كانت المسافة بين المصدرين المترابطين 1.6 mm وتكونت هُذب التداخل على حائل يبعد 60 cm عن حاجز المصدرين المترابطين، وكان مركز الهدبة الثالثة المضيفة على بُعد 0.6 mm من مركز الهدبة المركزية، فإن تردد الضوء المستخدم يساوي

- أ) $4.08 \times 10^{16} \text{ Hz}$ ب) $5.63 \times 10^{14} \text{ Hz}$ ج) $4.74 \times 10^{12} \text{ Hz}$ د) $7.08 \times 10^{11} \text{ Hz}$

?



الشكل المقابل يمثل تجربة الشق المزدوج ليونج، إذا سقط على الشق المزدوج ضوء أحادي اللون طوله الموجي λ وكانت $R = 10^4 d$ ، فإن

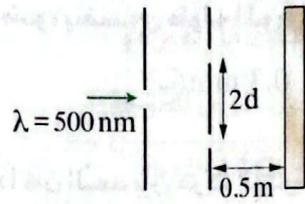
$\Delta y = 10^4 \lambda$ (ب)

$\Delta y = \frac{\lambda}{10}$ (د)

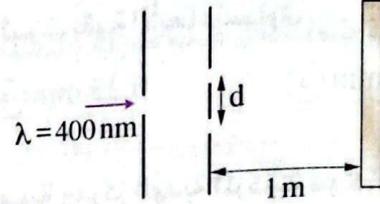
$\Delta y = \lambda$ (أ)

$\Delta y = 10^{-4} \lambda$ (ج)

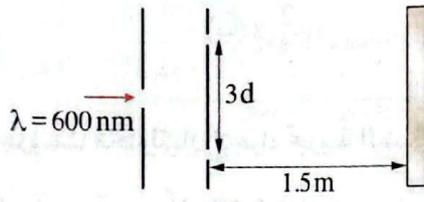
* الأشكال التالية تبين مواصفات مختلفة لتجربة يونج لتداخل الضوء، في أي هذه الأشكال تكون المسافة بين هُذب التداخل أكبر؟



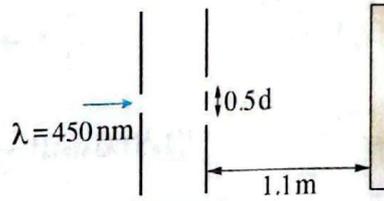
(ب)



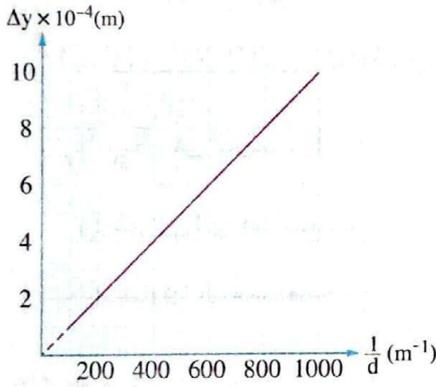
(أ)



(د)



(ج)



الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين المسافة

بين مركزي هُدبتين مضيئتين متتاليتين (Δy) ومقلوب المسافة بين الشق المزدوج ($\frac{1}{d}$)، فإذا كان البُعد بين حاجز الشق المزدوج وحائل استقبال الهُذب 2 m، فإن الطول الموجي للضوء المستخدم يساوي

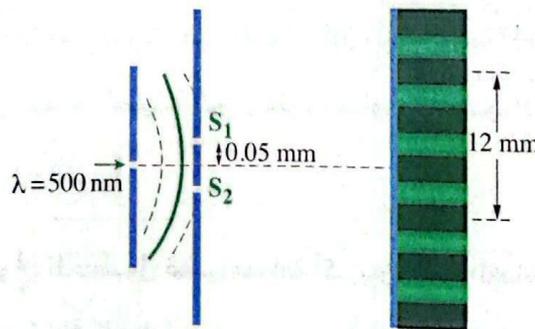
$2 \times 10^{-6} \text{ m}$ (ب)

$5 \times 10^{-3} \text{ m}$ (أ)

$5 \times 10^{-7} \text{ m}$ (د)

10^{-6} m (ج)

* الشكل التالي يوضح تجربة الشق المزدوج ليونج،



فإن المسافة بين حاجز الشق المزدوج وحائل استقبال الهُذب تساوي

1.6 m (د)

1.2 m (ج)

0.8 m (ب)

0.4 m (أ)

١٥ في تجربة يونج، النسبة بين بُعد مركز الهدبة المركزية عن مركز الهدبة المضينة الأولى في حالتى استخدام الضوء

الأحمر والضوء البنفسجى على الترتيب مع ثبوت بقية الأبعاد

أ) أكبر من الواحد ب) أقل من الواحد ج) تساوى الواحد د) لا يمكن تحديد الإجابة

١٦ في تجربة الشق المزدوج لتوماس يونج، عند استخدام ضوء أخضر طوله الموجى 550 nm كانت المسافة بين

مركزى هُدتين مضينتين متتاليتين للضوء 0.275 mm، فإن المسافة بين مركزى هُدتين مضينتين متتاليتين

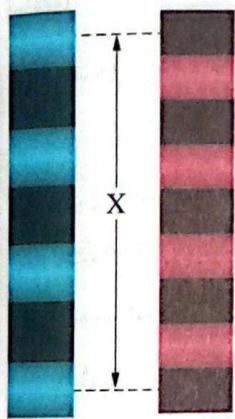
عند استخدام ضوء بنفسجى طوله الموجى 400 nm مع ثبوت بقية الأبعاد تساوى

أ) 5 mm ب) 0.3 mm ج) 0.25 mm د) 0.2 mm

١٧ في تجربة يونج، إذا كان البعد بين مركز الهدبة المضينة الخامسة ومركز الهدبة المركزية هو x ، فإن البعد بين مركز

الهدبة المظلمة الثانية ومركز الهدبة المركزية هو

أ) $\frac{3}{10} x$ ب) $\frac{2}{5} x$ ج) $\frac{3}{2} x$ د) $\frac{2}{7} x$



المحاولة الثانية المحاولة الأولى

١٨ * أجريت محاولتان لإجراء تجربة الشق المزدوج، المحاولة الأولى

باستخدام ضوء أحمر والمحاولة الثانية باستخدام ضوء أزرق مع ثبوت

المسافة بين الشقين، والشكل المقابل يمثل هُذب التداخل المتكونة في

المحاولتين، فإذا كانت المسافة بين الحائل وحاجز الشق المزدوج في الحالتين

R_b ، R_r على الترتيب، فإن النسبة $\left(\frac{R_r}{R_b}\right)$

أ) أكبر من الواحد الصحيح ب) أقل من الواحد الصحيح

ج) تساوى الواحد الصحيح د) لا يمكن تحديدها

١٩ * في تجربة يونج، إذا سقط ضوء برتقالى طوله الموجى 6000 Å على شقين المسافة بينهما $2 \times 10^{-4} m$

فتكونت هُذب التداخل على حائل يبعد 1 m عن حاجز الشقين، فإذا تم تغيير الضوء البرتقالى بأخر

بنفسجى طوله الموجى 4000 Å مع ثبوت بقية الأبعاد، فإن رتبة الهدبة المضينة للضوء البنفسجى التى يكون

مركزها منطبقاً على مركز الهدبة المضينة التى رتبته تساوى 2 للضوء البرتقالى هى

أ) 1 ب) 2 ج) 3 د) 4

٢٠ في تجربة الشق المزدوج ليونج، للحصول على مسافة أكبر بين هُذب التداخل يفضل استخدام مصدر أحادى

اللون للضوء مع ثبوت باقى العوامل.

أ) الأخضر ب) الأحمر ج) الأصفر د) البنفسجى

؟

١١ * بفرض أنه تم إجراء تجربة الشق المزدوج ليوئج في الماء بدلاً من الهواء باستخدام نفس الأدوات والأبعاد، فإن هُذب التداخل

- أ) سيكون عددها أقل
ب) سيزداد سُمكها
ج) سيقل سُمكها
د) لن تظهر

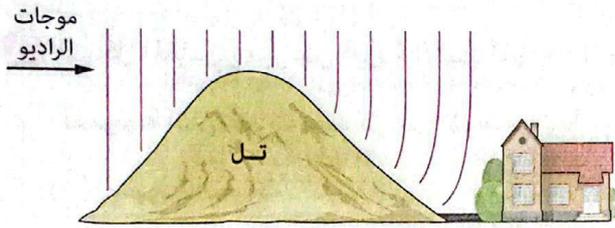
١٢ حيود الضوء

١٢ عند مرور موجة ضوء خلال فتحة ضيقة بالنسبة لطوله الموجي، فإن ما يتغير هو

- أ) سرعة الموجة
ب) الطول الموجي للموجة
ج) تردد الموجة
د) اتجاه انتشار الموجة

١٣ أى من موجات الضوء التالية ينتج عنها حيود ملحوظ أكثر عند مرورها خلال فتحة ضيقة ؟

- أ) الضوء الأزرق
ب) الضوء الأحمر
ج) الضوء الأخضر
د) الضوء الأصفر



١٤ الشكل المقابل يمثل منزل يقع أسفل مستوى قمة

تل ويستقبل موجات الراديو، فإن سبب وصول الموجات للمنزل هو ظاهرة

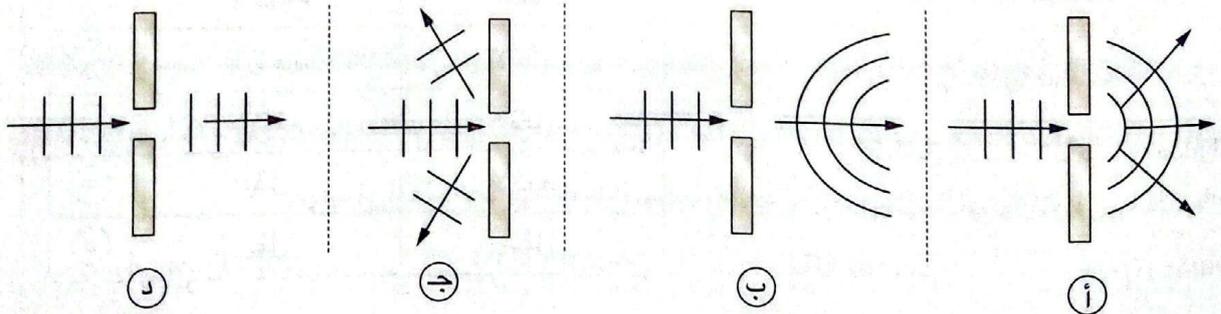
- أ) الحيود
ب) التداخل
ج) الانعكاس
د) الانعكاس

١٥ لا نلاحظ حيود الضوء في حياتنا اليومية بسبب

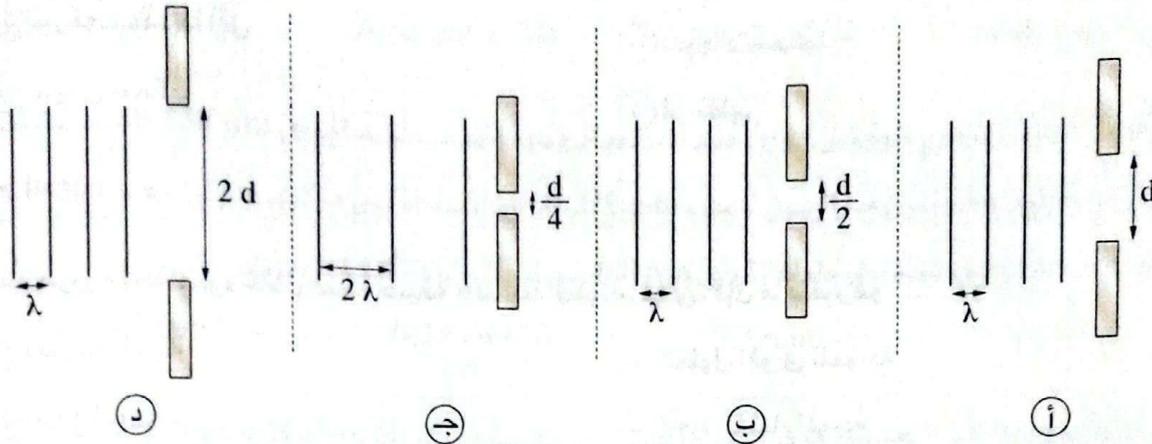
- أ) كبر سرعة الضوء المرئي
ب) صغر تردد الضوء المرئي
ج) قصر الطول الموجي للضوء المرئي
د) كبر شدة الضوء المرئي

١٦ أى الأشكال التالية يعبر بشكل صحيح عن حيود الضوء عند سقوطه على حاجز به فتحة ضيقة أبعادها

مقاربة للطول الموجي للضوء الساقط عليها ؟



٢٧ الأشكال التالية تمثل أربع حالات لمروور موجة ضوئية خلال فتحة، في أي من هذه الحالات يكون الحيود ملحوظ أكثر؟

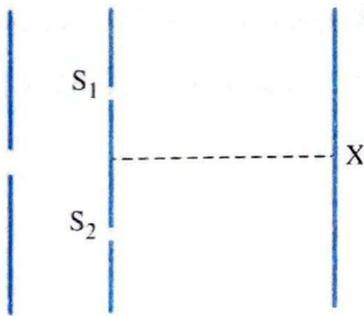


٢٨ في ظاهرة انكسار وحيود الضوء لا يحدث تغيير في

- (أ) اتجاه الانتشار
 (ب) السرعة
 (ج) الطول الموجي
 (د) التردد

٢٩ الشكل المقابل يعبر عن تجربة الشق المزدوج ليونج، فما الظاهرة

الضوئية التي تحدث عند كل من الموضعين S_1 ، X على الترتيب؟



- (أ) الحيود، الحيود
 (ب) التداخل، الحيود
 (ج) الحيود، التداخل
 (د) التداخل، التداخل

٣٠ سقط شعاع ضوئي على حاجز به شق (فتحة مستطيلة ضيقة جدًا) فحدث حيود للضوء، وتم استقبال

الموجات الناشئة عن الحيود على حائل فتكونت هُذب مضيئة وأخرى مظلمة، ماذا يحدث لكل من اتساع

الهُذب المضيئة وشدة إضاءتها بالابتعاد عن الهُدبة المركزية على كلا الجانبين؟

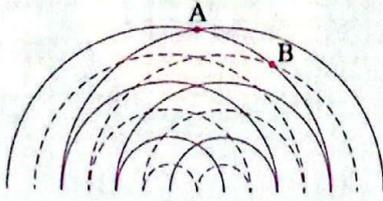
الشدة	الاتساع	
لا تتغير	لا يتغير	(أ)
تقل	لا يتغير	(ب)
لا تتغير	يقبل	(ج)
تقل	يقبل	(د)

?

أسئلة المقال

ثانياً

1 اذكر نوع التداخل عند كل من النقطتين B ، A



2 أجريت تجربة الشق المزدوج باستخدام ضوء أحمر، ماذا يحدث للبعد بين مراكز الهدب المتكونة إذا:
 (1) قلت المسافة بين الشقين؟
 (2) استُخدم ضوء أزرق بدلاً من الضوء الأحمر؟
 (3) أبعد حائل استقبال الهدب عن حاجز الشقين؟

3 في تجربة الشق المزدوج لتوماس يونج:

(1) ما الذي أثبتته توماس يونج من خلال هذه التجربة؟
 (2) كيف حصل توماس يونج على مصدرين ضوئيين مترابطين من مصدر ضوئي واحد؟

4 فسر العبارات التالية:

(1) قد لا يحدث حيود للضوء عند مروره في فتحة دائرية.
 (2) لا يوجد فرق جوهري بين نموذجي التداخل والحيود في الضوء.

5 اكتب كلمة (يتغير) أو (ثابت) أو (تتكون) أو (لا تتكون) أمام كل خاصية من خصائص الضوء الآتية:

الانعكاس	الانكسار	التداخل	الحيود
التردد	الطول الموجي	السرعة	هدب مظلمة
	وسط الانتشار		

أسئلة تقيس مستويات التفكير العليا

مجاب عنها تفصيلياً

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة

في تجربة الشق المزدوج ليونج، إذا تم تغيير المصدر الضوئي الذي طول له الموجي 400 nm بأخر طول له الموجي 600 nm مع ثبوت بقية الأبعاد تزداد المسافة بين مركز الهدبة المركزية ومركز الهدبة المظلمة الأولى بمقدار 0.01 mm، فإن المسافة بين مركز الهدبة المركزية ومركز الهدبة المضيئة الثانية في الحالة الأولى تساوي

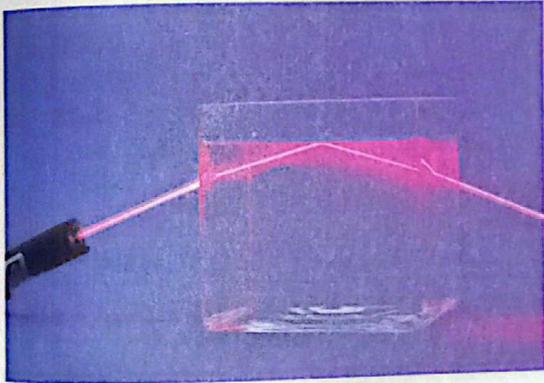
(أ) 0.01 mm (ب) 0.02 mm (ج) 0.04 mm (د) 0.08 mm

الانعكاس الكلي للضوء

الدرس
الثالث

الفصل
3

مقدم من قناة ثانوية ثانوي الرسمة
@Sanaye 20011



◀ تعرفنا فيما سبق على ما يحدث لشعاع ضوئي عند سقوطه على السطح الفاصل بين وسطين مختلفين في الكثافة الضوئية وكيف يغير مساره عند انتقاله إلى الوسط الثاني، فيما يعرف بانكسار الضوء، ولكن في بعض الحالات لا يتمكن الشعاع الضوئي من النفاذ إلى الوسط الثاني بسبب حدوث ظاهرة الانعكاس الكلي للضوء،

فما شروط حدوث هذه الظاهرة ؟
وما تطبيقاتها ؟

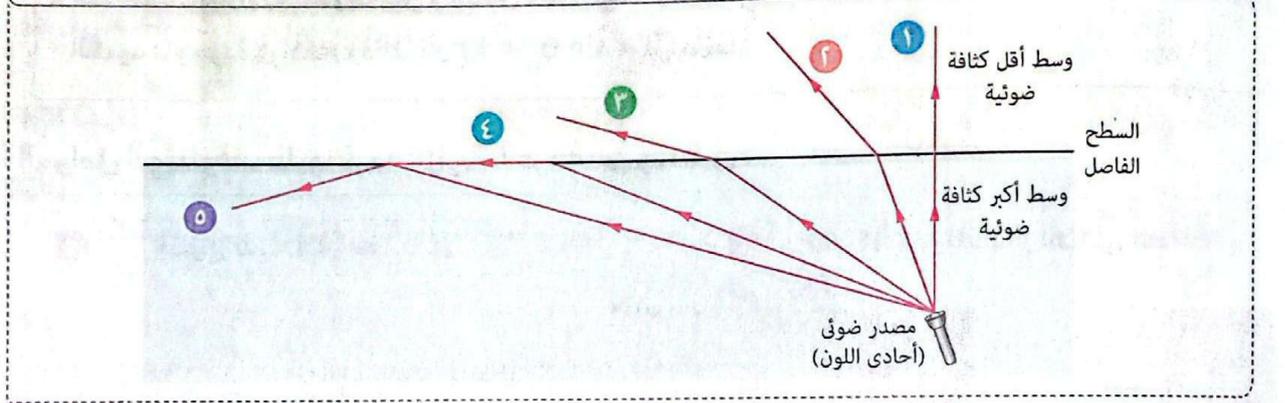
هذا ما سنتعرف عليه في هذا الدرس.

الانعكاس الكلي للضوء Total Internal Reflection of Light

* كيفية حدوثه :

عندما يسقط شعاع من ضوء أحادي اللون من وسط أكبر كثافة ضوئية أي له معامل انكسار أكبر (كالماء) على السطح الفاصل مع وسط آخر أقل كثافة ضوئية أي له معامل انكسار أقل (كالهواء) توجد عدة احتمالات :

<p>ينفذ الشعاع الضوئى إلى الوسط الأقل كثافة ضوئية على استقامته دون أن يعانى أى انحراف ($\theta = 0^\circ$)</p>	<p>إذا كانت زاوية سقوط الشعاع مساوية للصفر (الشعاع ساقط عمودى على السطح الفاصل)</p>
<p>ينفذ الشعاع الضوئى إلى الوسط الأقل كثافة ضوئية مبتعدًا عن العمود المقام على السطح الفاصل ويكون</p> $n_1 \sin \phi = n_2 \sin \theta$	<p>إذا كانت زاوية سقوط الشعاع أكبر من الصفر (الشعاع ساقط بميل على السطح الفاصل)</p>
<p>تزداد زاوية انكسار الشعاع الضوئى فى الوسط الأقل كثافة ضوئية ويكون</p> $n_1 \sin \phi = n_2 \sin \theta$	<p>زيادة زاوية سقوط الشعاع على السطح الفاصل</p>
<p>ينفذ الشعاع الضوئى إلى الوسط الأقل كثافة ضوئية مماسًا للسطح الفاصل أى منطبقًا عليه فتكون زاوية انكسار الشعاع الضوئى 90° ويكون</p> $n_1 \sin \phi_c = n_2$	<p>إذا كانت زاوية سقوط الشعاع تساوى قيمة معينة يطلق عليها الزاوية الحرجة (ϕ_c)</p>
<p>ينعكس الشعاع الضوئى انعكاسًا كليًا فى الوسط الأكبر كثافة ضوئية وتكون زاوية السقوط = زاوية الانعكاس</p>	<p>إذا كانت زاوية سقوط الشعاع أكبر من الزاوية الحرجة</p>



* مما سبق يمكن تعريف كل من الزاوية الحرجة بين وسطين والانعكاس الكلى كالتالى :
الزاوية الحرجة بين وسطين (ϕ_c) الانعكاس الكلى

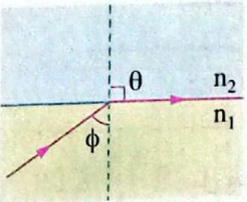
ارتداد الشعاع الضوئى داخل الوسط الأكبر كثافة ضوئية عند سقوطه على السطح الفاصل بين وسطين بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة.

زاوية سقوط الشعاع الضوئى فى الوسط الأكبر كثافة ضوئية تقابلها زاوية انكسار تساوى 90° فى الوسط الأقل كثافة ضوئية.

استنتاج العلاقة بين الزاوية الحرجة ومعامل الانكسار

عند انتقال شعاع ضوئى من وسط أكبر كثافة ضوئية (n_1) إلى وسط أقل كثافة ضوئية (n_2)، يطبق قانون سنل :
$$n_1 \sin \phi = n_2 \sin \theta$$

فى حالة سقوط الشعاع الضوئى بزاوية سقوط تساوى الزاوية الحرجة (ϕ_c) بين الوسطين فإنه ينكسر مماسًا للسطح الفاصل **أى أن :**



$$\phi = \phi_c, \quad \theta = 90^\circ$$

$$\therefore n_1 \sin \phi_c = n_2 \sin 90$$

$$\therefore n_1 \sin \phi_c = n_2$$

إذا كان الوسط الثاني (الأقل كثافة ضوئية)

أى وسط آخر غير الهواء

هواء

$$(n_2 = n_{\text{هواء}} = 1)$$

فإن

$$n_1 \sin \phi_c = n_2$$

$$n_1 = n, \quad n \sin \phi_c = 1$$

$$\sin \phi_c = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\sin(\phi_c)_1}{\sin(\phi_c)_2}$$

$$\sin \phi_c = \frac{1}{n} = \frac{v}{c} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

حيث

الزاوية الحرجة بين الوسطين.

الزاوية الحرجة للوسط الأول مع الهواء.

الزاوية الحرجة للوسط الثاني مع الهواء.

الزاوية الحرجة للوسط مع الهواء.

معامل الانكسار المطلق للوسط.

ملاحظة

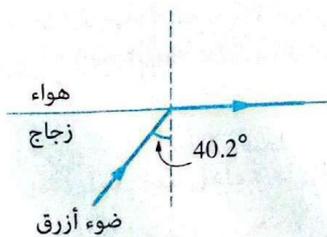
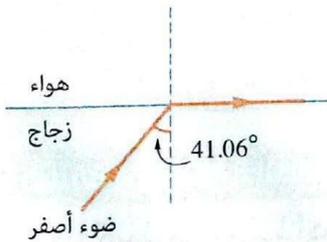
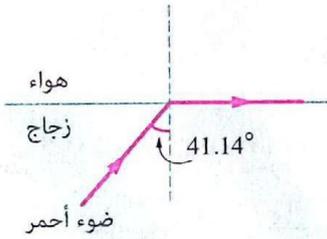
* عند حساب الزاوية الحرجة بين وسطين لابد أن تكون قيمة الكمية الموجودة في البسط دائمًا أقل من قيمة الكمية الموجودة في المقام وذلك لأن $(0 < \sin \phi_c < 1)$ دائمًا.

العوامل التي تتوقف عليها قيمة الزاوية الحرجة بين وسطين :

١. الطول الموجي للشعاع الضوئي الساقط

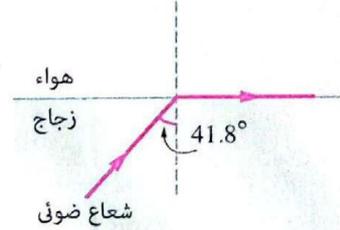
٢. نوع مادة الوسطين

مثال



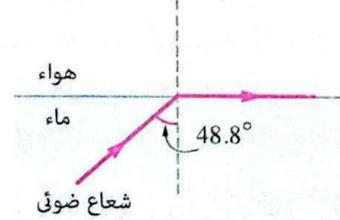
$$n = 1$$

$$n = 1.5$$



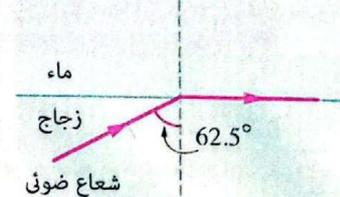
$$n = 1$$

$$n = 1.33$$



$$n = 1.33$$

$$n = 1.5$$



مثال 1

إذا كان معامل الانكسار المطلق لكل من الزجاج والماء لشعاع ضوئي أحادي اللون هما 1.6 ، 1.33 على الترتيب، احسب :

(١) الزاوية الحرجة لكل منهما مع الهواء.

(٢) الزاوية الحرجة بين الزجاج والماء.

الحل

$$n_g = 1.6$$

$$n_w = 1.33$$

$$(\phi_c)_g = ?$$

$$(\phi_c)_w = ?$$

$$\phi_c = ?$$

$$\sin(\phi_c)_g = \frac{1}{n_g} = \frac{1}{1.6}$$

(١) الزاوية الحرجة للزجاج مع الهواء :

$$(\phi_c)_g = 38.68^\circ$$

$$\sin(\phi_c)_w = \frac{1}{n_w} = \frac{1}{1.33}$$

الزاوية الحرجة للماء مع الهواء :

$$(\phi_c)_w = 48.75^\circ$$

$$\sin \phi_c = \frac{n_w}{n_g} = \frac{1.33}{1.6}$$

$$\phi_c = 56.23^\circ$$

(٢)

استبدل الضوء المستخدم في المثال بأحادي اللون له طول موجي أقل، ماذا يحدث للزاوية الحرجة بين كل من الزجاج والماء مع الهواء؟

ماذا لو

مثال 2

اختر : سقط شعاعان ضوئيان متوازيان أحدهما أزرق والآخر أخضر من وسط (X) على السطح الفاصل

مع الهواء، فكانت زاوية انكسار الشعاع الأخضر 90° ، فإن الشعاع الأزرق

(ب) ينفذ دون أن يعاني أي انحراف

(أ) ينكسر مقترباً من العمود

(د) ينعكس انعكاساً كلياً

(ج) ينكسر مبتعداً عن العمود

الحل

∴ زاوية انكسار الشعاع الأخضر 90°

∴ زاوية سقوط الشعاع الأخضر على السطح الفاصل تساوي الزاوية الحرجة للوسط (X) لذلك الضوء.

$$\therefore \sin \phi_c = \frac{1}{n_X}$$

∴ معامل انكسار الوسط يزداد بنقص الطول الموجي للضوء في ذلك الوسط.

∴ تزداد الزاوية الحرجة للوسط بزيادة الطول الموجي للضوء في ذلك الوسط.

$$\therefore \lambda_g > \lambda_b$$

$$\therefore \sin(\phi_c)_g > \sin(\phi_c)_b$$

∴ الشعاعان الأزرق والأخضر متوازيان (أى لهما نفس زاوية السقوط)
 ∴ زاوية سقوط الشعاع الأزرق على السطح الفاصل أكبر من الزاوية الحرجة للوسط (X) لذلك الضوء.
 ∴ **ينعكس الشعاع الأزرق انعكاسًا كليًا.**

∴ الاختيار الصحيح هو (د)

ماذا لو

سقط شعاع ضوئي أحمر على السطح الفاصل بنفس زاوية السقوط، **ماذا** يحدث له ؟

مثال 3

حوض واسع به ماء وضعت به قطعة من الماس على عمق 1 m من سطح الماء، **احسب** أصغر قطر لقرص من الفلين يطفو على سطح الماء مركزه فوق قطعة الماس بحيث يكفى لحجب الضوء المنعكس عن قطعة الماس ومنع نفاذه من سطح الماء. (علمًا بأن : معامل الانكسار المطلق للماء = 1.33)

الحل

$$h = 1 \text{ m}$$

$$n_w = 1.33$$

$$2r = ?$$

وسيلة مساعدة

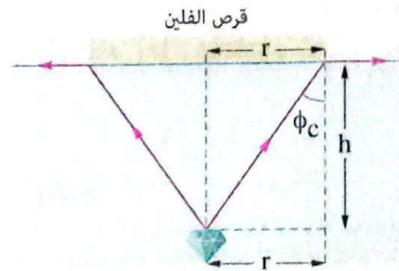
أصغر قرص يكفى لحجب الضوء المنعكس عن قطعة الماس يجب أن يوضع على سطح الماء بحيث يكون مركزه فوق قطعة الماس مباشرة وتكون زاوية سقوط الأشعة التي تصل إلى حافة القرص مساوية للزاوية الحرجة.

$$\therefore \sin \phi_c = \frac{1}{n_w} = \frac{1}{1.33}$$

$$\therefore \phi_c = 48.75^\circ$$

$$\therefore \tan 48.75 = \frac{r}{h} = \frac{r}{1}$$

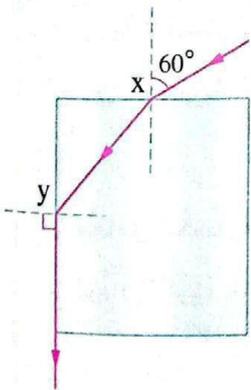
$$\therefore r = 1.14 \text{ m}$$



$$\therefore \text{قطر قرص الفلين} = 2r = 2.28 \text{ m}$$

زاد ارتفاع الماء في الحوض فوق قطعة الماس، **ماذا** يحدث لقطر قرص الفلين الذي يجب أن يطفو فوق سطح الماء حتى يحجب الضوء المنعكس عن قطعة الماس ؟

ماذا لو



يسقط شعاع ضوئي على شريحة من مادة شفافة عند النقطة X ويخرج عند النقطة Y مماسًا للوجه الآخر كما بالشكل المقابل، **احسب** معامل انكسار مادة الشريحة.

$$\text{(علمًا بأن : } \sin(90 - \theta) = \cos \theta \text{)}$$

مثال 4

عند النقطة (x):

$$\therefore n = \frac{\sin \phi}{\sin \theta}$$

$$\therefore n = \frac{\sin 60}{\sin \theta_1}$$

$$\phi_c = 90 - \theta_1$$

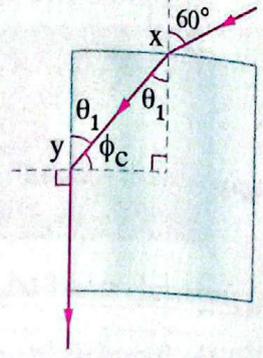
$$\therefore n = \frac{1}{\sin \phi_c} = \frac{1}{\sin (90 - \theta_1)} = \frac{1}{\cos \theta_1}$$

$$\therefore \frac{\sin 60}{\sin \theta_1} = \frac{1}{\cos \theta_1}$$

$$\therefore \frac{\sin \theta_1}{\cos \theta_1} = \tan \theta_1 = \sin 60, \quad \theta_1 = 40.89^\circ$$

بالتعويض في المعادلة ①:

$$\therefore n = \frac{\sin 60}{\sin 40.89} = 1.32$$

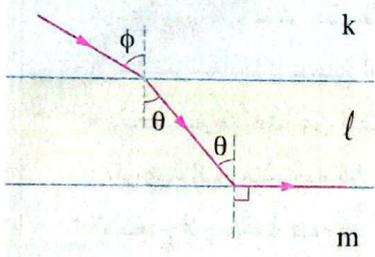


① من الشكل نجد أن:

②

من ②، ①

مثال 5



اختر: الشكل المقابل يوضح مسارات شعاع ضوئي عبر ثلاثة أوساط m, l, k معاملات الانكسار المطلقة لها n_m, n_l, n_k على الترتيب، فيكون الترتيب الصحيح لمعاملات الانكسار المطلقة للأوساط الثلاثة هو

- Ⓐ $n_l > n_k > n_m$
- Ⓑ $n_k > n_l > n_m$
- Ⓒ $n_m > n_k > n_l$
- Ⓓ $n_l > n_m > n_k$

الحل

∴ الشعاع الساقط على السطح الفاصل بين الوسطين l, k انكسر مقترباً من العمود.

$$\therefore n_l > n_k$$

∴ الشعاع الساقط على السطح الفاصل بين الوسطين m, l انكسر مماساً للسطح الفاصل.

$$\therefore n_l > n_m$$

* بتطبيق قانون سنل عند السطح الفاصل بين الوسطين l, k :

$$n_k \sin \phi = n_l \sin \theta \quad \text{①}$$

* بتطبيق قانون سنل عند السطح الفاصل بين الوسطين m, l :

$$n_l \sin \theta = n_m \sin 90 = n_m \quad \text{②}$$

من المعادلتين ①، ② :

$$\therefore n_k \sin \phi = n_m$$

$$\therefore \sin \phi < 1$$

$$\therefore n_k > n_m$$

∴ الاختيار الصحيح هو ①

ماذا لو

مر الشعاع الضوئي مباشرةً من الوسط k في اتجاه الوسط m وسقط على السطح الفاصل بينهما بنفس زاوية السقوط (ϕ)، ماذا يحدث للشعاع الضوئي ؟

مثال 6

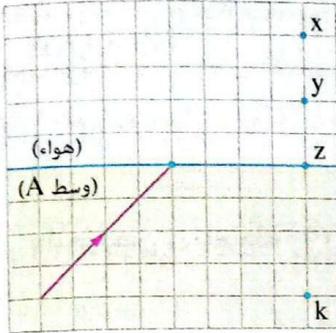
اختر: الشكل المقابل يمثل شعاع ضوئي يسقط من وسط A معامل انكساره n على السطح الفاصل مع الهواء، فإن الشعاع الضوئي لا يمكن أن يمر بالنقطة

y ②

k ④

x ①

z ③



الحل

∴ الشعاع يسقط من وسط أكبر كثافة ضوئية على السطح الفاصل مع وسط أقل كثافة ضوئية بزاوية سقوط حادة، فإن الشعاع يسلك أحد المسارات الآتية :

* ينعكس كلياً عند سقوطه بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة، فيمر بالنقطة z

* ينكسر مماساً للسطح الفاصل عند سقوطه بزاوية تساوي الزاوية الحرجة، فيمر بالنقطة z

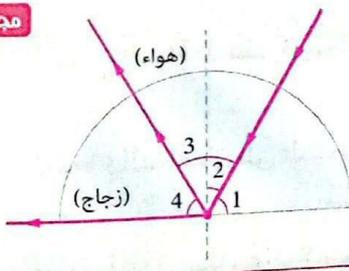
* ينكسر مبتعداً عن العمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل عند سقوطه بزاوية أقل من الزاوية الحرجة، فيمكن أن يمر بالنقطة y

∴ الشعاع لا يسقط عمودياً على السطح الفاصل بين الوسطين.

∴ الشعاع لا يمكن أن يمر على استقامته، أي لا يمكن أن يمر بالنقطة x

∴ الاختيار الصحيح هو ①

مجان عنها



1 اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

في الشكل المقابل، ما الزاوية التي تمثل الزاوية الحرجة ؟

② الزاوية (ب)

④ الزاوية (د)

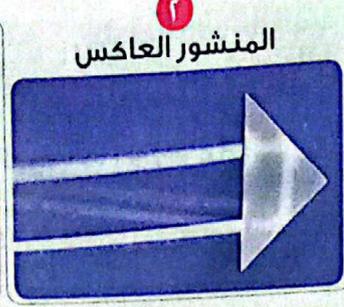
① الزاوية (1)

③ الزاوية (3)

15

اختبر نفسك

2 سقط شعاع ضوئي من الزجاج على السطح الفاصل مع الماء فتغير طوله الموجي من 5000 \AA إلى 5625 \AA ، احسب الزاوية الحرجة من الزجاج إلى الماء.



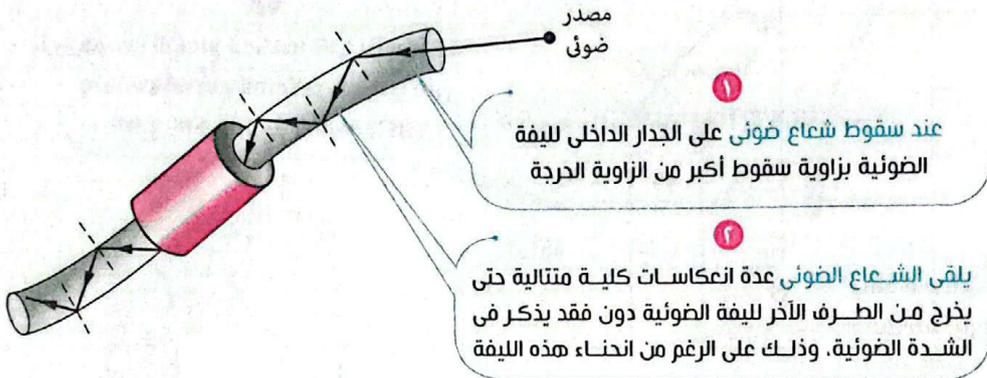
وفيما يلي سنتناول هذه التطبيقات بشيء من التفصيل.

١ الألياف الضوئية (البصرية)

التركيب الليفة الضوئية عبارة عن قضيب أسطواني مصمت رفيع من مادة شفافة وتكون مرنة وقابلة للانثناء.
الاستخدام تستخدم في نقل الضوء إلى أماكن يصعب الوصول إليها دون فقد يذكر في شدته وذلك باستخدام حزمة مكونة من آلاف الألياف.

الأساس العلمي الانعكاس الكلي للضوء.

شرح العمل



التطبيقات

١ المناظير الطبية، والتي تستخدم في:

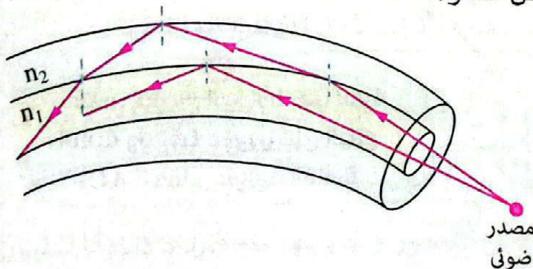
- الفحص والتشخيص.
- إجراء العمليات الجراحية باستخدام شعاع الليزر.

٢ الاتصالات، حيث تستخدم في:

نقل البيانات والمعلومات لمسافات طويلة بسرعة فائقة وكفاءة عالية، عن طريق استخدام أجهزة ليزر في تحويل الإشارات الكهربائية إلى ومضات ضوئية تمر خلال كابلات من الألياف الضوئية.

معلومة إثرائية

* أثناء مرور الضوء داخل الليفة الضوئية، قد تسقط الأشعة الضوئية على جدار الليفة بزاوية سقوط أقل من الزاوية الحرجة، فتتكسر وتتسرب خارج الليفة، مما يقلل كفاءة نقل الضوء.



* لذلك تُصنع الليفة من طبقتين، داخلية تسمى القلب وخارجية تسمى الغلاف بحيث يكون معامل انكسار مادة الغلاف (n_2) أقل من معامل انكسار مادة القلب (n_1). وبذلك يعكس الغلاف الضوء المتسرب من القلب انعكاساً كلياً ليعود للداخل مرة أخرى، وبالتالي يمكن الحفاظ على الشدة الضوئية للضوء المنقول بالليفة الضوئية فتزداد كفاءتها.

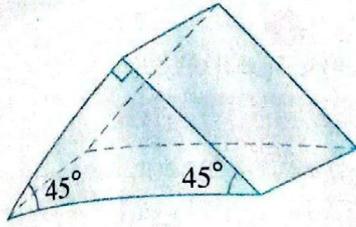
٢ المنشور العاكس

الوصف

منشور ثلاثي من الزجاج زواياه (90° ، 45° ، 45°) ومعامل انكسار مادته 1.5 أى أن الزاوية الحرجة له مع الهواء ($42^\circ \approx$).

الأساس العلمى الانعكاس الكلى للضوء.

الاستخدام



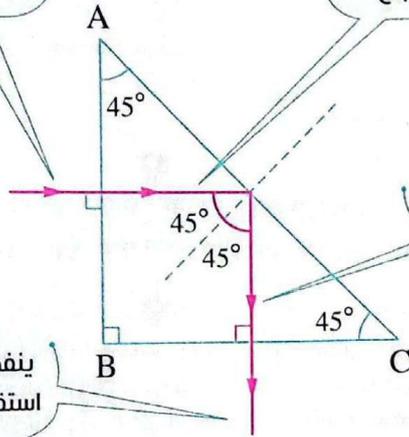
١ تغيير مسار الشعاع الضوئى بمقدار 90°

١ عندما يسقط شعاع ضوئى عمودى على أحد ضلعي الزاوية القائمة فى المنشور (AB مثلاً)

٢ ينفذ الشعاع على استقامته ليسقط على الضلع (AC) المقابل للزاوية القائمة بزواوية سقوط 45° أى بزواوية أكبر من الزاوية الحرجة للزجاج

٣ ينعكس الشعاع انعكاساً كلياً بزواوية 45° ويسقط الشعاع المنعكس عمودياً على الضلع الأخر للزاوية القائمة (BC)

٤ ينفذ الشعاع من الضلع (BC) على استقامته بزواوية خروج تساوى صفر



٢ تغيير مسار الشعاع الضوئى بمقدار 180°

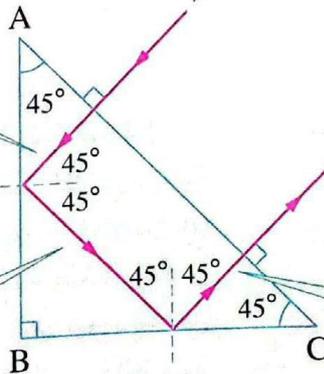
١ ينفذ الشعاع على استقامته ليسقط على أحد ضلعي الزاوية القائمة (AB مثلاً) بزواوية سقوط 45° أى بزواوية أكبر من الزاوية الحرجة للزجاج

٢ عندما يسقط شعاع ضوئى عمودى على الضلع (AC) المقابل للزاوية القائمة

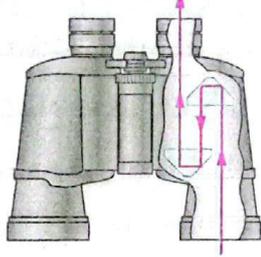
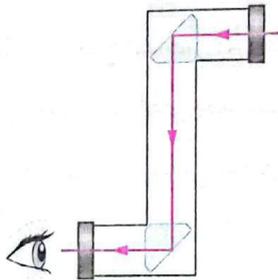
٣ ينفذ الشعاع من الضلع (AC) على استقامته بزواوية خروج تساوى صفر

٤ ينعكس الشعاع انعكاساً كلياً بزواوية 45° ليسقط على الضلع الأخر للزاوية القائمة (BC) بزواوية 45°

٥ ينعكس الشعاع انعكاساً كلياً للمرة الثانية ويسقط عمودياً على الضلع المقابل للزاوية القائمة (AC)



* مما سبق يمكن المقارنة بين استخدامي المنشور العاكس لـ :

تغيير مسار الشعاع الضوئي بمقدار 180°	تغيير مسار الشعاع الضوئي بمقدار 90°	وجه المنشور الذي يسقط عليه الشعاع الضوئي
الضلع المقابل للزاوية القائمة (الوتر AC)	أحد ضلعي الزاوية القائمة (الضلع AB)	زاوية السقوط (ϕ)
صفر	صفر	زاوية انحراف الشعاع الضوئي
180°	90°	زاوية خروج الشعاع الضوئي
صفر	صفر	وجه المنشور الذي يخرج منه الشعاع الضوئي
نفس وجه سقوط الشعاع (الوتر AC)	الضلع الآخر للزاوية القائمة (الضلع BC)	عدد مرات الانعكاس الكلي داخل المنشور
مرتين	مرة واحدة	
منظار الميدان 	البيرسكوب «يستخدم في الغواصات البحرية» 	جهاز بصري يستخدم فيه المنشور

ملاحظات

(١) يفضل استخدام المنشور العاكس عن السطح المعدني العاكس (أو المرآة) في بعض الأجهزة البصرية

للسبب التالية :

١- المنشور العاكس يسبب انعكاسًا كليًا للضوء الساقط عموديًا على أحد أوجهه وبالتالي يقل الفقد في

الشدة الضوئية بينما لا يوجد سطح معدني عاكس تبلغ كفاءته 100%

٢- السطح المعدني العاكس تقل كفاءته عندما يفقد بريقه وهو ما لا يحدث في المنشور العاكس.

(٢) تُغطى أوجه دخول وخروج الضوء في المنشور العاكس بطبقة رقيقة من مادة شفافة غير عاكسة معامل

انكسارها أقل من معامل انكسار الزجاج مثل فلوريد الألومنيوم وفلوريد الماغنسيوم،

لتجنب الفقد الحادث عمليًا في الأشعة الضوئية عند دخولها إلى المنشور أو خروجها منه فتزداد كفاءة المنشور.

السراب ظاهرة مأنوفة في فترة الظهيرة خلال الأيام شديدة الحرارة، فمثلاً :

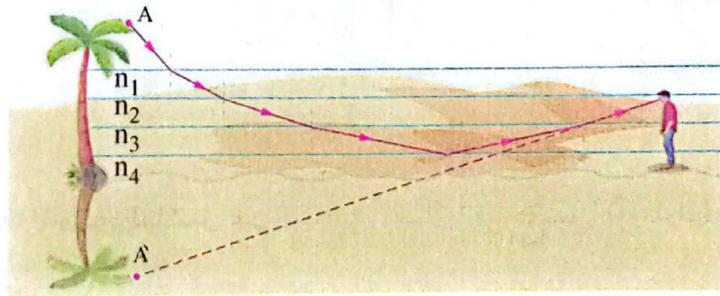
- ١ يبدو الطريق لراكب السيارة كما لو كان مغطى بالماء.
- ٢ تبدو للتلال والنخيل في الصحارى صوراً مقلوبة على الطريق مثل الصور التي تحدث بالانعكاس عن سطح الماء، فيظن المراقب وجود الماء.

تفسير ظاهرة السراب

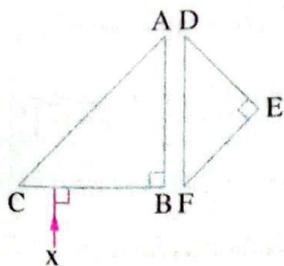
- في الأيام شديدة الحرارة ترتفع درجة حرارة طبقات الهواء الملاصقة لسطح الأرض عن الطبقات التي تعلوها فتقل كثافتها عن كثافة الطبقات التي تعلوها وتبعاً لذلك تصبح معاملات انكسار طبقات الهواء العليا أكبر من تلك التي تحتها.

- عند انتقال شعاع ضوئي قادم من جسم خلال طبقات الهواء العليا (كثافة ضوئية أكبر) إلى الطبقات التي تحتها (كثافة ضوئية أقل) :

- ١ ينكسر الشعاع الضوئي مبتعداً عن العمود المقام على السطح الفاصل بين الطبقتين تبعاً لقانون سنل $(n_1 \sin \phi = n_2 \sin \theta)$.
- ٢ يزداد انحراف الشعاع الضوئي أثناء انتقاله خلال طبقات الهواء كلما اقتربنا من سطح الأرض.
- ٣ عندما تصبح زاوية سقوط الشعاع الضوئي على السطح الفاصل بين طبقتين أكبر من الزاوية الحرجة، فإن الشعاع ينعكس انعكاساً كلياً في مسار يبدو منحنياً إلى أعلى حتى يصل إلى العين فترى العين صورة مقلوبة للجسم على امتداد الأشعة التي تصلها كأنها منعكسة عن سطح ماء فيظن المراقب وجود ماء.



مجاب عنها



* اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

الشكل المقابل يمثل منشورين عاكسين، عند سقوط الشعاع الضوئي (x) عمودياً على الضلع BC، فإنه يخرج من الضلع

- DE (ب)
BC (د)

- AC (ا)
EF (ج)

16

اختر نفسك

?

قيم نفسك
إلكترونيًا

أسئلة الاختيار من متعدد

أولًا

أسئلة

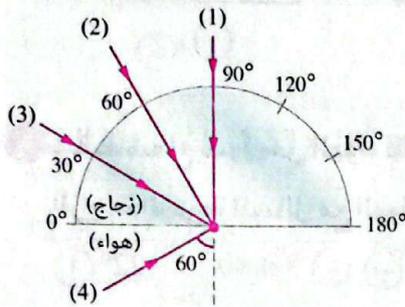
الفصل
3الدرس
الثالث

مجاب عنها

* الأسئلة المشار إليها بالعلامة
مجاب عنها تفصيليًا

١ لكي يحدث انعكاس كلي لشعاع ساقط من وسط أكبر كثافة ضوئية إلى وسط أقل كثافة ضوئية يجب أن تكون زاوية السقوط

- (أ) تساوى 90°
(ب) أكبر من الزاوية الحرجة
(ج) تساوى الزاوية الحرجة
(د) أقل من الزاوية الحرجة



٢ الشكل المقابل يوضح سقوط أربعة أشعة ضوئية على قرص نصف دائري من زجاج معامل انكساره 1.5، أى من هذه الأشعة يحدث له انعكاسًا كليًا؟

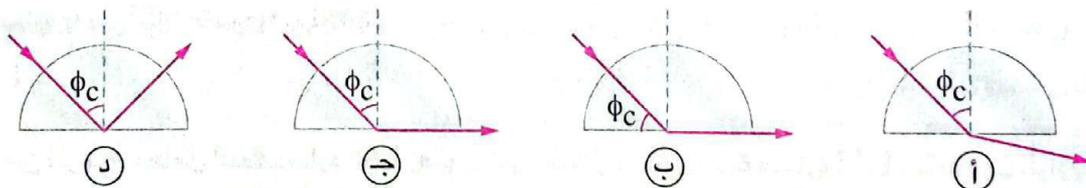
- (أ) الشعاع (1)
(ب) الشعاع (2)
(ج) الشعاع (3)
(د) الشعاع (4)

الوسط	معامل الانكسار
x	1
y	1.33
z	1.5

٣ الجدول المقابل يوضح معاملات الانكسار المطلقة لثلاثة أوساط x، y، z فإنه يمكن أن يحدث انعكاس كلي للضوء عند انتقاله من

- (أ) الوسط x إلى الوسط y
(ب) الوسط x إلى الوسط z
(ج) الوسط y إلى الوسط z
(د) الوسط z إلى الوسط y

٤ أى من الأشكال التالية يوضح المسار الصحيح لشعاع ضوئي يسقط على قطعة زجاجية نصف دائرية حيث (ϕ_c) تمثل الزاوية الحرجة للزجاج؟



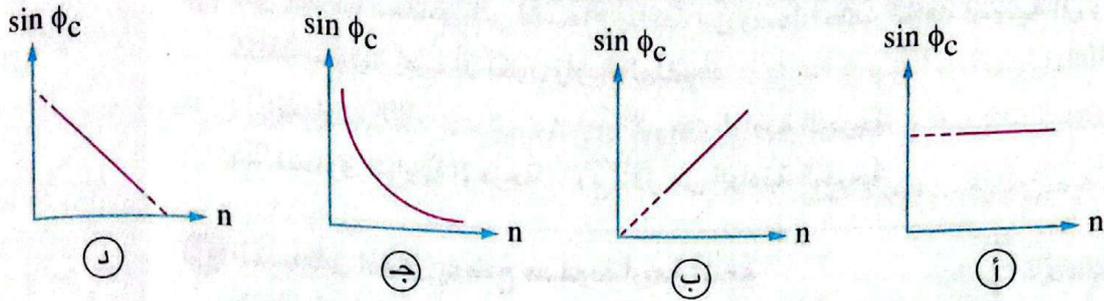
٥ أكبر زاوية انكسار لشعاع ضوئي سقط من الماء الذي معامل انكساره $\frac{4}{3}$ إلى الهواء هي

- (أ) 41.82°
(ب) 48.59°
(ج) 90°
(د) 180°

٦ تتوقف الزاوية الحرجة بين وسطين على

- (أ) معامل الانكسار المطلق للوسط الأكبر كثافة ضوئية فقط
(ب) معامل الانكسار المطلق للوسط الأقل كثافة ضوئية فقط
(ج) معاملى الانكسار المطلق للوسطين
(د) زاوية سقوط الشعاع الضوئي على السطح الفاصل بين الوسطين

٧ أي الأشكال البيانية التالية يمثل العلاقة بين جيب الزاوية الحرجة ($\sin \phi_c$) لعدد من الأوساط الشفافة كل منها مع الهواء ومعامل الانكسار المطلق (n) لكل من هذه الأوساط؟



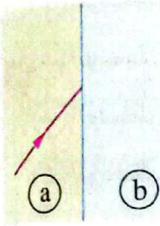
٨ سقط شعاع ضوئي من الهواء على سطح سائل بزاوية سقوط 30° فكانت زاوية انكساره في السائل 22° ، فإن الزاوية الحرجة للسائل مع الهواء تساوي

- (أ) 22° (ب) 30° (ج) 41.4° (د) 48.5°

٩ إذا كانت الزاوية الحرجة لوسط بالنسبة للهواء 45° ، فإن معامل انكسار هذا الوسط يساوي

- (أ) $\sqrt{2}$ (ب) 1.7 (ج) 1.64 (د) 2

١٠ في الشكل المقابل، سقط شعاع ضوئي بزاوية 45° من الوسط a على السطح الفاصل مع الوسط b فانحرف بزاوية 45° عن مساره الأصلي، فيكون معامل الانكسار النسبي بين الوسطين (n_a/n_b) يساوي



- (أ) $\sqrt{2}$ (ب) $\frac{1}{\sqrt{2}}$ (ج) $\frac{\sqrt{3}}{2}$ (د) $\frac{2}{\sqrt{3}}$

١١ إذا كانت الزاوية الحرجة عند انتقال شعاع ضوئي من قالب زجاجي معامل انكساره 1.52 إلى وسط آخر معامل انكساره n هي 45° ، فتكون قيمة n هي

- (أ) 1 (ب) 1.07 (ج) 1.33 (د) 1.52

١٢ إناء من الزجاج معامل انكساره 1.65 يحتوي على سائل معامل انكساره 1.32، فتكون الزاوية الحرجة بينهما

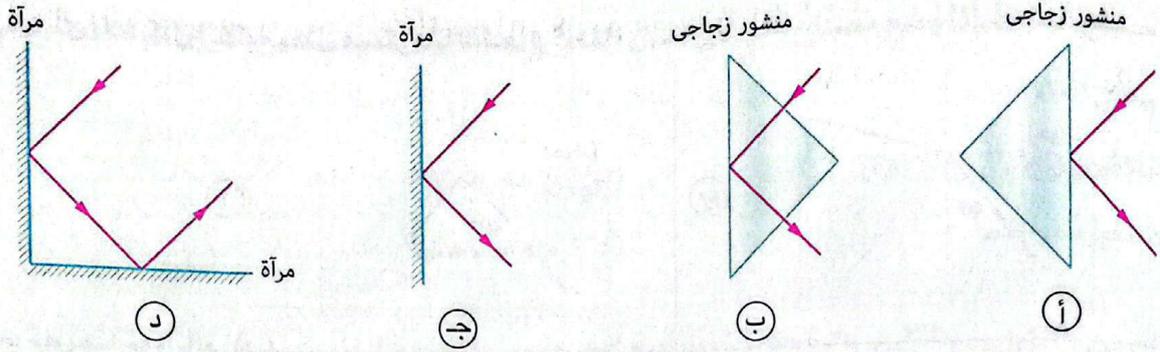
- (أ) 37.31° وتقع في الزجاج (ب) 37.31° وتقع في السائل
(ج) 53.13° وتقع في الزجاج (د) 53.13° وتقع في السائل

١٣ * ثلاثة أوساط شفافة x، y، z الزوايا الحرجة لها مع الهواء (ϕ_c)_x، (ϕ_c)_y، (ϕ_c)_z على الترتيب، إذا علمت أن انعكاسًا كليًا يمكن أن يحدث للضوء عند انتقاله من الوسط x إلى الوسط y وأيضًا عند انتقاله من الوسط y إلى الوسط z، فأى العلاقات الآتية صحيحة بالنسبة للزاوية الحرجة لكل من هذه الأوساط مع الهواء؟

- (أ) (ϕ_c)_x > (ϕ_c)_y > (ϕ_c)_z (ب) (ϕ_c)_y < (ϕ_c)_x < (ϕ_c)_z
(ج) (ϕ_c)_x = (ϕ_c)_y = (ϕ_c)_z (د) (ϕ_c)_x < (ϕ_c)_y < (ϕ_c)_z

?

١٤ أي الأشكال التالية يمثل ظاهرة الانعكاس الكلي للضوء ؟



١٥ إذا كانت سرعة الضوء في الهواء $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ وسرعته في وسط ما $1.33 \times 10^8 \text{ m/s}$ ، فإن الزاوية الحرجة للوسط تساوي

- (أ) 26.32° (ب) 32.26° (ج) 63.68° (د) 68.63°

١٦ إذا كانت الزاوية الحرجة عند انتقال شعاع ضوئي من وسط a إلى وسط آخر b هي ϕ_c ، وكانت سرعة الضوء في الوسط a هي v ، فإن سرعته في الوسط b هي

- (أ) $v \sin \phi_c$ (ب) $v \cos \phi_c$ (ج) $\frac{v}{\cos \phi_c}$ (د) $\frac{v}{\sin \phi_c}$

١٧ إذا كانت الزاوية الحرجة للزجاج بالنسبة للهواء 42° والزاوية الحرجة للماء بالنسبة للهواء 48° ، فإن :

(١) معامل الانكسار النسبي من الزجاج للماء يساوي

- (أ) 0.8 (ب) 0.9 (ج) 1.11 (د) 1.8

(٢) الزاوية الحرجة بين الزجاج والماء تساوي

- (أ) 25.84° (ب) 45° (ج) 64.16° (د) 90°

١٨ شعاع من ضوء الطول الموجي له في وسطين x ، y على الترتيب هو 5500 \AA ، 4000 \AA ، فإن الزاوية الحرجة بين الوسطين تساوي

- (أ) 11.43° (ب) 43.11° (ج) 46.66° (د) 89.46°

١٩ * سقط شعاع ضوئي بزاوية سقوط 54° من الهواء على سطح مادة شفافة للضوء فانعكس جزء منه وانكسر جزء آخر بحيث كان الشعاع المنعكس عمودي على الشعاع المنكسر، فتكون الزاوية الحرجة للمادة الشفافة مع الهواء هي

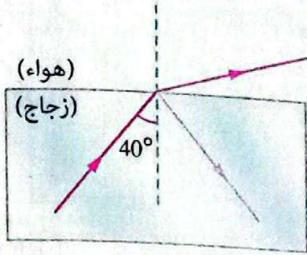
- (أ) 28.4° (ب) 35.4° (ج) 42.4° (د) 46.4°

٢٠ استخدم طبيب منظاراً لفحص ورم بالقناة الهضمية لريض، فإن فكرة عمل هذا المنظار تعتمد على ظاهرة

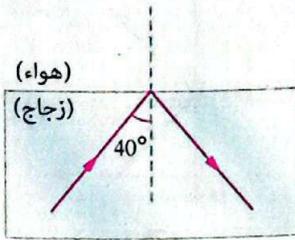
- (أ) انكسار الضوء (ب) تداخل الضوء (ج) الانعكاس الكلي للضوء (د) حيود الضوء

٢١ شعاع ضوئي يسقط بزاوية سقوط 40° على السطح الفاصل بين زجاج معامل انكساره 1.5 والهواء،

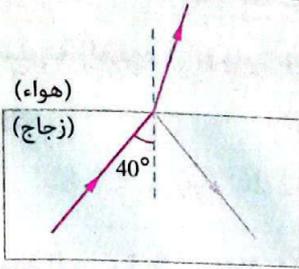
أى الأشكال التالية يمثل مسار هذا الشعاع ؟



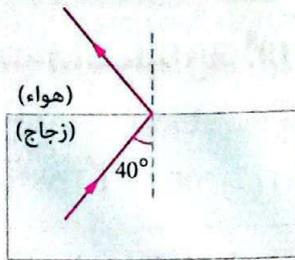
ب



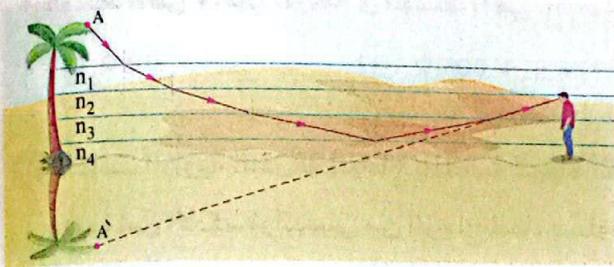
ا



د



ج



٢٢ الشكل المقابل يمثل حدوث ظاهرة

السراب، فإن الترتيب الصحيح لمعاملات

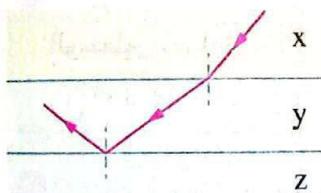
انكسار طبقات الهواء هو

١ $n_3 < n_2 < n_1$

ب $n_1 < n_2 < n_3$

ج $n_2 < n_1 < n_3$

د $n_3 < n_1 < n_2$



٢٣ * الشكل المقابل يوضح شعاع ضوئي يمر من الوسط x إلى الوسط y

في اتجاه الوسط z، فتكون العلاقة بين معاملات الانكسار المطلقة لهذه

الأوساط n_x ، n_y ، n_z هي

ب $n_x > n_y > n_z$

١ $n_z > n_y > n_x$

د $n_z > n_x > n_y$

ج $n_y > n_x > n_z$

٢٤ مصباح مغمور على عمق 20 cm من سطح سائل معامل انكساره $\sqrt{2}$:

(١) فإن نصف قطر أصغر قرص يطفو على سطح السائل بحيث يحجب ضوء المصباح يساوى

د 40 cm

ج 20 cm

ب 0.7 cm

١ 0.05 cm

(٢) فإذا زاد عمق المصباح تحت سطح السائل، فإن نصف قطر القرص اللازم لحجب ضوء المصباح

د لا توجد إجابة صحيحة

ج يظل ثابت

ب يقل

١ يزداد

?

٢٤ غمر مصباح كهربى يصدر ضوء أزرق على عمق معين من سطح الماء فتكونت بقعة دائرية من الضوء الأزرق على سطح الماء، فإذا وُضع مصباح آخر على نفس العمق يصدر ضوء أحمر بدلاً من الأزرق، فإن بقعة الضوء عند سطح الماء

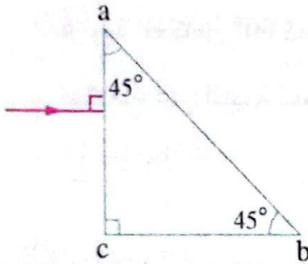
- (أ) تتلاشى تمامًا
(ب) تقل مساحتها
(ج) لا تتغير مساحتها
(د) تزداد مساحتها

٢٥ إذا كان (زجاج) $n < n_{(بنزين)} < n_{(ماء)}$ ، وكانت الزاوية الحرجة بين الزجاج والبنزين $(\phi_c)_1$ والزاوية الحرجة بين

الزجاج والماء $(\phi_c)_2$ ، فإن النسبة $\frac{(\phi_c)_1}{(\phi_c)_2}$

- (أ) أقل من 1
(ب) أكبر من 1
(ج) تساوى 1
(د) لا يمكن تحديد الإجابة

٢٦ في الشكل المقابل :



(١) إذا كان معامل انكسار مادة المنشور 1.5، فإن الشعاع الساقط على

الوجه ab

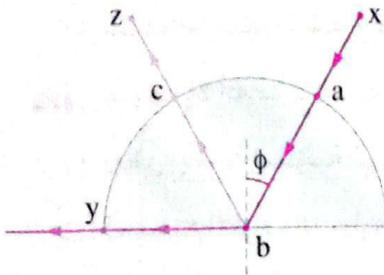
- (أ) ينفذ بزاوية خروج 45°
(ب) ينفذ بزاوية خروج 60°
(ج) ينفذ بزاوية خروج 90°
(د) ينعكس انعكاسًا كليًا

(٢) إذا كان معامل انكسار مادة المنشور $\sqrt{2}$ ، فإن الشعاع الساقط على الوجه ab

- (أ) ينعكس انعكاسًا كليًا
(ب) ينفذ بزاوية خروج 60°
(ج) ينفذ بزاوية خروج 82°
(د) ينفذ مماسًا لهذا الوجه

٢٧ في الشكل المقابل، ماذا يحدث للشعاع الضوئى عند

زيادة زاوية السقوط ϕ ؟



- (أ) ينعكس الشعاع xa كليًا عند النقطة a
(ب) ينعكس الشعاع bz كليًا عند النقطة c
(ج) تزداد شدة الشعاع bz
(د) تزداد شدة الشعاع by

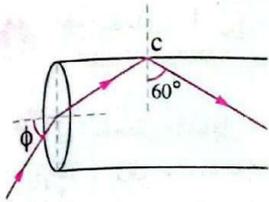
٢٩ ما الضوء الذي له أقل زاوية حرجة عند انتقاله من الزجاج إلى الهواء؟

- (أ) الأحمر (ب) الأخضر (ج) الأصفر (د) البنفسجي



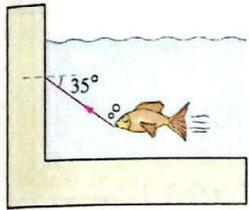
٣٠ * إذا سقطت حزمة من أشعة الضوء الأبيض على السطح الفاصل بين الزجاج والهواء فانكسر الضوء الأخضر مما ساء للسطح الفاصل كما بالشكل، فإن الأشعة الضوئية التي تنفذ إلى الهواء هي أشعة الضوء

- (أ) الأصفر والبرتقالي والأحمر (ب) البنفسجي والنيلى والأزرق
(ج) الأحمر والأزرق (د) الأصفر والبنفسجي



٣١ سقط شعاع ضوئي من الهواء بزاوية سقوط ϕ على ليفة ضوئية معامل انكسار مادتها 1.7 فانكسر، ثم انعكس كلياً عند النقطة c بزاوية انعكاس 60° كما بالشكل المقابل، فإن زاوية السقوط (ϕ) للشعاع على الليفة تساوى

- (أ) 38.2° (ب) 58.2° (ج) 62.8° (د) 71.8°



٣٢ استخدم لوح سميك من بلاستيك شفاف معامل انكساره 1.5 لصنع حوض سمك، فإذا سقط شعاع ضوئي قادم من سمكة تسبح في ماء معامل انكساره 1.33 بزاوية سقوط 35° على لوح البلاستيك كما بالشكل، فإن الزاوية التي سينفذ بها الشعاع للهواء تساوى

- (أ) 30.57° (ب) 35.41° (ج) 49.72° (د) 52.33°

أسئلة المقال

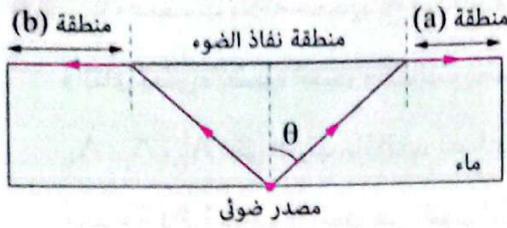
ثانياً

١ فسر العبارات التالية :

- (١) بالرغم من سقوط شعاع ضوئي من وسط أكبر كثافة ضوئية على السطح الفاصل مع وسط أقل كثافة ضوئية إلا أنه قد لا يحدث له انعكاس كلي.
- (٢) بعض الأشعة الضوئية التي تنبعث من مصدر تحت سطح الماء يحتمل عدم رؤيتها في الهواء.
- (٣) تستخدم الألياف الضوئية في المناظير الطبية.
- (٤) يفضل استخدام المنشور العاكس عن السطح المعدني العاكس (المرآة) في بعض الأجهزة البصرية.
- (٥) حدوث ظاهرة السراب في المناطق الصحراوية في الأيام شديدة الحرارة.

؟

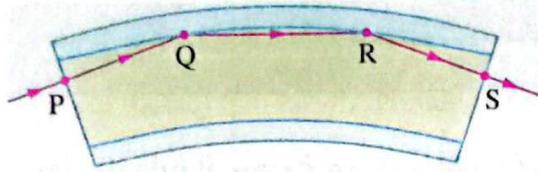
١ مصباح ضوئي مغمور في سائل معامل انكساره المطلق $\sqrt{2}$ ، عند تتبع مسار أربعة أشعة ضوئية صدرت من المصباح وسقطت على سطح السائل، وُجد أن الشعاع الأول سقط عمودياً على السطح والشعاع الثاني سقط بزاوية سقوط 30° والشعاع الثالث سقط بزاوية سقوط 45° والشعاع الرابع سقط بزاوية سقوط 60° ، وضح ماذا يحدث لكل شعاع.



٢ الشكل المقابل يوضح مصدر ضوئي في قاع إناء به ماء معامل انكساره 1.33 :

(١) فسرع عدم نفاذ الضوء في المنطقتين (a)، (b).

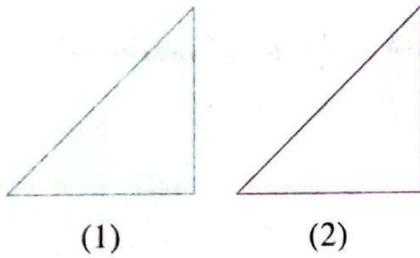
(٢) احسب الزاوية θ



٣ يمر شعاع ضوئي خلال ليفة ضوئية كما بالشكل المقابل، وضح لماذا :

(١) لم يتغير اتجاه الشعاع عند كل من النقطتين P، S

(٢) حدث انعكاس كلي للشعاع عند النقطتين Q، R

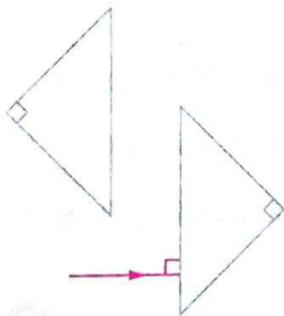


٤ الشكلان المقابلان يمثلان منشورين عاكسين من نفس المادة

حيث المنشور (2) مغطى بغشاء رقيق من مادة شفافة أخرى :

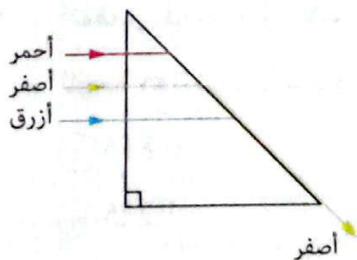
(١) ما المادة التي يمكن أن يكون المنشور (2) مغطى بها ؟

(٢) أي المنشورين كفاءته أكبر؟ ولماذا ؟



٥ الشكل المقابل يمثل منشورين عاكسين يسقط شعاع ضوئي

عمودياً على أحد أوجه أحدهما، تتبع بالرسم فقط مسار الشعاع الضوئي حتى خروجه من المنشور الآخر.



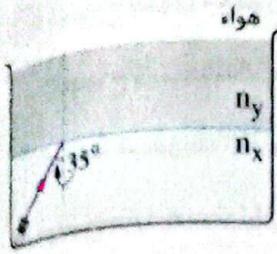
٦ تسقط ثلاثة أشعة مختلفة في اللون عمودية على أحد ضلعي

الزاوية القائمة لمنشور ثلاثي قائم الزاوية متساوي الساقين،

فإذا خرج الشعاع الأصفر مما ساء للوجه المقابل للقائمة كما

بالشكل المقابل، وضح بالرسم مسار الشعاعين الأحمر والأزرق،

مع التفسير.



٨ مصباح موضوع في قاع إناء يحتوي على طبقتين من سائلين x ، y معاملتي انكسارهما المطلق 2، 1.5 على الترتيب ويسقط شعاع ضوئي من المصباح على السطح الفاصل بين السائلين كما بالشكل المقابل، تتبع مسار الشعاع الضوئي مبيئاً هل يمكن أن يخرج للهواء أم لا.

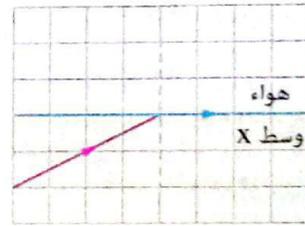
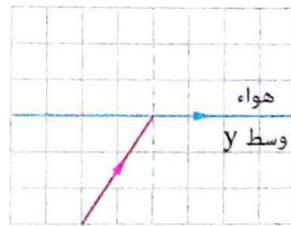
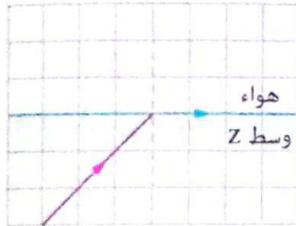
٩ وضعت ثلاثة مصابيح متباعدة عند قاع أفقي لحمام سباحة بأحد الفنادق، الأول يضيء بضوء أصفر والثاني يضيء بضوء أحمر والثالث يضيء بضوء أزرق، فتكونت على سطح الماء بقع دائرية ملونة مساحتها A_B ، A_R ، A_Y على الترتيب، رتب تصاعدياً مساحات دوائر الضوء على سطح الماء، مع تفسير سبب اختلاف مساحة دائرة ضوء كل لون عن اللون الآخر.

أسئلة تقيس مستويات التفكير العليا

مجاب عنها تفصيلياً

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة

١ ثلاثة أوساط شفافة للضوء معاملات انكسارها المطلقة n_x ، n_y ، n_z ، يسقط شعاع ضوئي على السطح الفاصل بين كل منها والهواء كما هو موضح بالأشكال التالية،

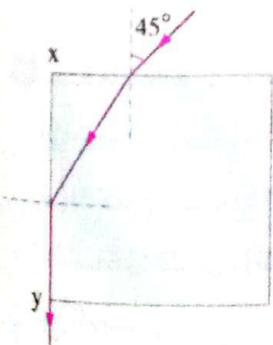


فإن سرعة الضوء تكون

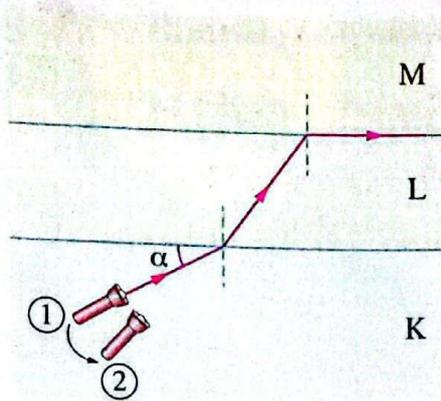
- (أ) أكبر في الوسط x (ب) أكبر في الوسط y
 (ج) أكبر في الوسط z (د) متساوية في الأوساط الثلاثة

٢ يسقط شعاع ضوئي على شريحة مربعة من مادة شفافة كما بالشكل المقابل، فإن معامل انكسار المادة الشفافة الذي يجعل الشعاع يخرج مماساً للوجه xy للشريحة يساوي

- (أ) 0.816 (ب) 1.15
 (ج) 1.225 (د) 1.375

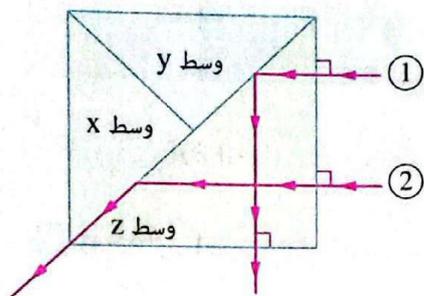


?



٣ ثلاثة أوساط شفافة (M، L، K)، يمر شعاع ضوئي من الوسط K في اتجاه الوسط M كما بالشكل المقابل، فإذا تم تحريك مصدر الضوء من الموضع ① إلى الموضع ② لتزداد الزاوية α ، فإن الشعاع الضوئي عند سقوطه على السطح الفاصل بين الوسط L والوسط M

- أ) ينكسر مقترباً من العمود المقام
- ب) ينكسر مبتعداً عن العمود المقام
- ج) ينكسر مماساً للسطح الفاصل
- د) ينعكس كلياً



٤ الشكل المقابل يوضح مسار شعاعين ضوئيين، فما الترتيب الصحيح لمعاملات الانكسار المطلقة للأوساط الثلاثة z، y، x؟

- أ) $n_x > n_y > n_z$
- ب) $n_z > n_x > n_y$
- ج) $n_y > n_x > n_z$
- د) $n_z > n_y > n_x$

٥ سقط شعاع ضوئي من الزجاج على السطح الفاصل مع الهواء بزاوية سقوط تساوي الزاوية الحرجة فانكسر مماساً للسطح الفاصل، فإذا وضع على السطح الفاصل بين الزجاج والهواء طبقة من الماء، فإن زاوية خروج الشعاع للهواء تساوي

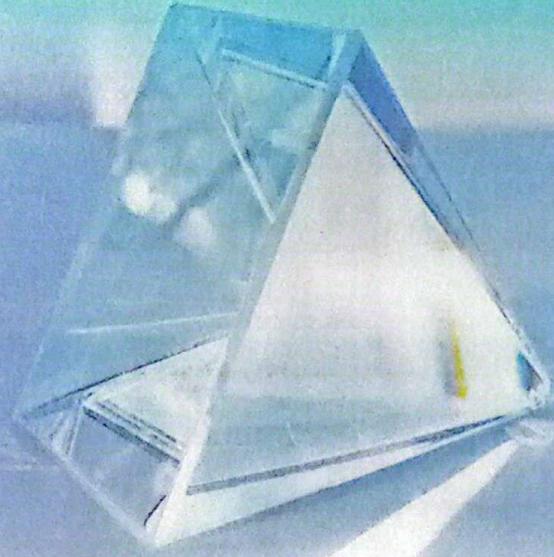
(علماً بأن: معامل انكسار الزجاج = 1.5، معامل انكسار الماء = $\frac{4}{3}$)

- أ) 42°
- ب) 48°
- ج) 62°
- د) 90°

انحراف الضوء في المنشور الثلاثي

الدرس
الرابع

الفصل
3



مقدم من قناة ثانوية ثانوي للرسمة
@Sanaye20011

◀ المنشور الثلاثي :

قطعة من مادة شفافة (زجاج مثلاً) لها قاعدتان مثلثتان متطابقتان وثلاثة جوانب مستطيلة الشكل.

* إذا سقط شعاع ضوئي من الهواء على الوجه (xb) للمنشور الثلاثي الموضح، فإنه :

- ينكسر متخذاً المسار (ac)، ثم يسقط على الوجه (yb).

- إذا كانت زاوية سقوط الشعاع أقل من الزاوية الحرجة بين مادة

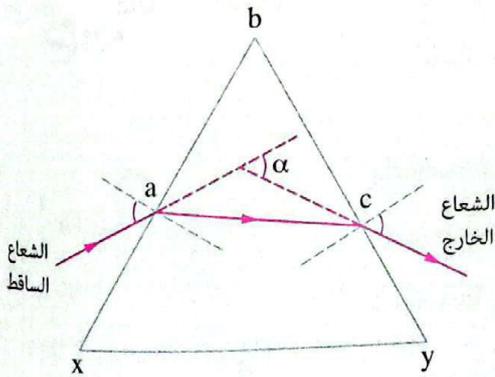
المنشور والهواء، فإنه ينكسر ويخرج من الوجه (yb) للمنشور.

نتيجة لذلك ينحرف الشعاع الضوئي عن مساره بزاوية معينة

يطلق عليها زاوية الانحراف (α) ويمكن تعريفها كالتالي :

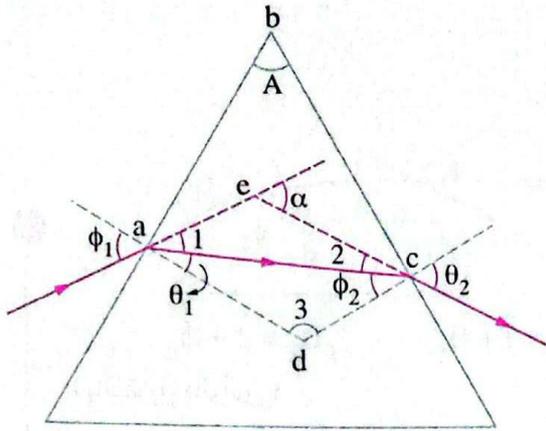
زاوية الانحراف (α)

الزاوية الحادة المحصورة بين امتدادى الشعاعين الساقط والخارج.



استنتاج قوانين المنشور الثلاثي

* في المنشور الثلاثي الموضح بالشكل المقابل :



زاوية رأس المنشور (الزاوية المحصورة بين وجهي المنشور اللذين يسقط الشعاع الضوئي على أحدهما ويخرج من الآخر).

زاوية السقوط الأولى

زاوية الانكسار عند الوجه الأول

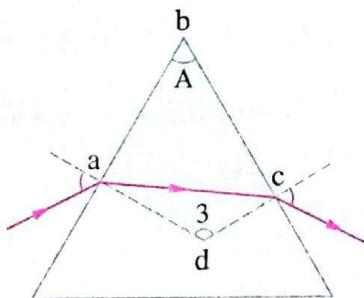
زاوية السقوط الثانية (الداخلية)

زاوية الخروج

زاوية الانحراف

* فيما يلي سنقوم باستنتاج العلاقة المستخدمة لحساب :

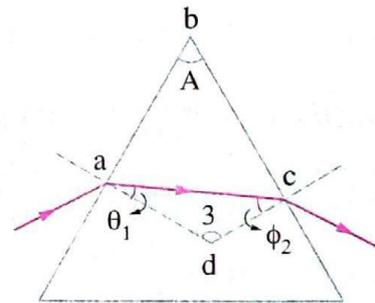
أولاً زاوية رأس المنشور (A)



∴ الشكل الرباعي abcd رباعي دائري.

∴ مجموع أي زاويتين متقابلتين = 180°

$$\therefore A + \hat{3} = 180^\circ$$



∴ في المثلث acd :

∴ مجموع الزوايا = 180°

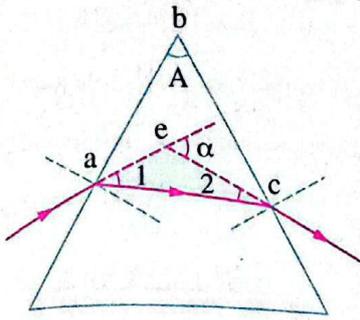
$$\therefore \theta_1 + \phi_2 + \hat{3} = 180^\circ$$

من 1 ، 2

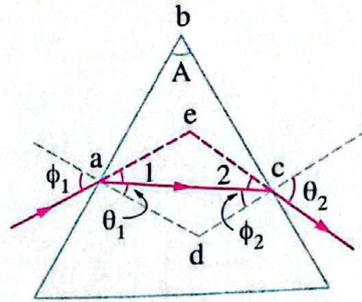
$$\therefore A + \hat{3} = \theta_1 + \phi_2 + \hat{3}$$

$$\therefore A = \theta_1 + \phi_2$$

ثانياً زاوية الانحراف (α)



\therefore زاوية الانحراف (α) خارجة عن المثلث aec
 $\therefore \alpha = \hat{1} + \hat{2}$



$$\begin{aligned} \therefore \phi_1 = \hat{1} + \theta_1 & , \quad \theta_2 = \hat{2} + \phi_2 \\ & \text{(بالتقابل بالرأس)} \\ \therefore \hat{1} = \phi_1 - \theta_1 & , \quad \hat{2} = \theta_2 - \phi_2 \end{aligned}$$

من ١ ، ٢

$$\therefore \alpha = \phi_1 - \theta_1 + \theta_2 - \phi_2 = \phi_1 + \theta_2 - (\theta_1 + \phi_2)$$

$$\therefore A = \theta_1 + \phi_2 \quad \therefore \alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$$

ثالثاً معامل انكسار مادة المنشور (n)

* عند انتقال شعاع ضوئي من وسط ما إلى منشور، فإذا كان هذا الوسط :

وسط آخر غير الهواء

الهواء

فإن

$$\begin{aligned} n_{\text{منشور وسط}} &= \frac{n_{\text{منشور}}}{n_{\text{وسط}}} = \frac{\sin \phi_1 (\text{وسط})}{\sin \theta_1 (\text{منشور})} \\ &= \frac{\sin \theta_2 (\text{وسط})}{\sin \phi_2 (\text{منشور})} \end{aligned} \quad \begin{aligned} n_{\text{منشور}} &= \frac{\sin \phi_1 (\text{هواء})}{\sin \theta_1 (\text{منشور})} \\ &= \frac{\sin \theta_2 (\text{هواء})}{\sin \phi_2 (\text{منشور})} \end{aligned}$$

* إذا كان المنشور الثلاثي موضوع في الهواء، فإن العوامل التي تؤثر على :

١ معامل انكسار مادة المنشور للضوء المستخدم (n). ← هي زاوية الانكسار (θ_1)
 ٢ زاوية السقوط الأولى (ϕ_1). ← هي

١ معامل انكسار مادة المنشور للضوء المستخدم (n). ← هي زاوية السقوط الثانية (ϕ_2)
 ٢ زاوية السقوط الأولى (ϕ_1). ← هي زاوية الخروج (θ_2)
 ٣ زاوية رأس المنشور (A). ← هي زاوية الانحراف (α)

تجربة عملية تعيين مسار شعاع ضوئي خلال منشور ثلاثي

الأدوات

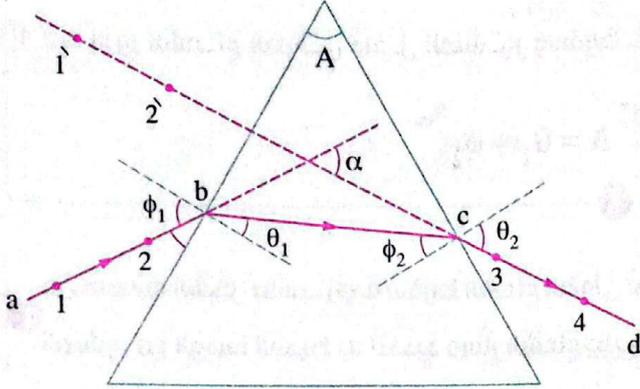
(١) منشور من الزجاج زاوية رأسه 60°

(٢) منقلة .

(٣) مسطرة .

(٤) دبوسين .

الخطوات



(١) ضع المنشور على ورقة بيضاء وحدد قاعدته

المثلثة بالقلم الرصاص .

(٢) ارسم خطاً ab مائلاً على أحد أوجه المنشور

بحيث يمثل شعاع ساقط .

(٣) ثبت دبوسين (1 ، 2) على الخط ab

(٤) انظر من الوجه المقابل للشعاع الساقط، ثبت دبوسين (3 ، 4) بحيث يكونا على استقامة واحدة مع صورتى

الدبوسين (1 ، 2) .

(٥) ارسم خطاً مستقيماً cd يصل بين الدبوسين (3 ، 4) وسطح المنشور بحيث يمثل الشعاع الخارج .

(٦) ارفع المنشور ثم وصل bc ليمثل المسار $abcd$ مسار الشعاع الضوئي من الهواء إلى الزجاج إلى الهواء مرة أخرى .

(٧) مد الخطين المستقيمين ab ، cd على استقامتهما حتى يتقابلا فتكون الزاوية الحادة بينهما هي زاوية الانحراف (α)

(٨) عيّن قيم كل من الزوايا ϕ_1 ، θ_1 ، ϕ_2 ، θ_2 ، α باستخدام المنقلة .

(٩) دَوّن النتائج في جدول كالاتي :

زاوية رأس المنشور (A)	زاوية الانحراف (α)	زاوية الخروج (θ_2)	زاوية السقوط الثانية (ϕ_2)	زاوية الانكسار (θ_1)	زاوية السقوط الأولى (ϕ_1)
.....

(١٠) طابق النتائج مع القيم المحسوبة من العلاقتين :

$$A = \theta_1 + \phi_2 \quad , \quad \alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$$

كيفية تتبع مسار شعاع ضوئي ساقط على منشور ثلاثي

١ عند سقوط شعاع ضوئي على أحد أوجه منشور ثلاثي نستخدم قانون سنل :

$$n_1 \sin \phi_1 = n_2 \sin \theta_1$$

حيث : (n_1 معامل انكسار الوسط المحيط بالمنشور، n_2 معامل انكسار مادة المنشور).

٢ عند مرور الشعاع الضوئي داخل المنشور وسقوطه على الوجه المقابل نستخدم العلاقة :

$$A = \theta_1 + \phi_2$$

٣ من هندسة الشكل نحسب زاوية سقوط الشعاع الضوئي على السطح الداخلي للمنشور ونقارنها بالزاوية الحرجة لمادة المنشور مع الوسط المحيط به لتحديد مسار الشعاع عند هذا السطح، فإذا كانت زاوية السقوط الثانية (الداخلية) :

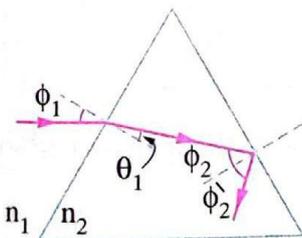
أكبر من

الزاوية الحرجة

$$(\phi_2 > \phi_c)$$

ينعكس كلياً داخل المنشور
وتكون

$$\phi_2 = (\phi_2) \text{ زاوية الانعكاس}$$



تساوي

الزاوية الحرجة

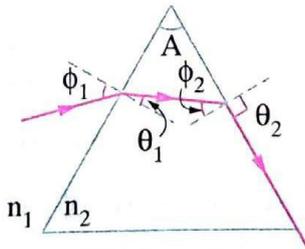
$$(\phi_2 = \phi_c)$$

فإن الشعاع الضوئي

ينكسر مماساً لسطح
المنشور وتكون

$$\theta_2 = 90^\circ$$

ويمكن توضيح ذلك بالرسم التالي



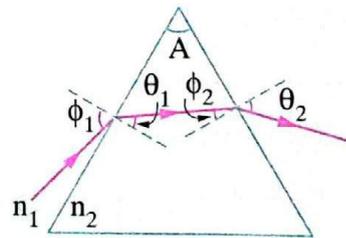
أقل من

الزاوية الحرجة

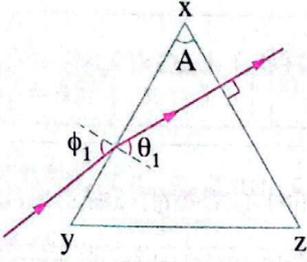
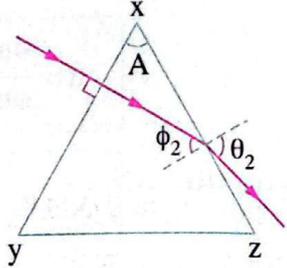
$$(\phi_2 < \phi_c)$$

ينكسر مبتعداً عن العمود
المقام على سطح المنشور ويتم
تطبيق قانون سنل

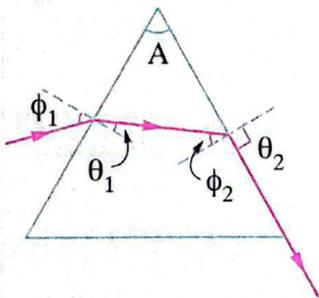
$$n_2 \sin \phi_2 = n_1 \sin \theta_2$$



حالات خاصة للمنشور الثلاثي

<p>٢ عند خروج الشعاع الضوئي عمودياً من وجه المنشور</p>	<p>١ عند سقوط الشعاع الضوئي عمودياً على وجه المنشور</p>
<p>فإن الشعاع</p>	
<p>ينفذ من الوجه (XZ) على استقامته دون أن يعاني أي انحراف.</p>	<p>ينفذ من الوجه (XY) على استقامته دون أن يعاني أي انحراف.</p>
	
<p>حيث</p>	
<p>$\phi_2 = \theta_2 = 0^\circ$ (أقل قيمة لزواية الخروج)</p>	<p>$\phi_1 = \theta_1 = 0^\circ$ (أقل قيمة لزواية السقوط الأولى)</p>
<p>بالتالي</p>	
<p>$\theta_1 = A$ $\alpha = \phi_1 - A$</p>	<p>$\phi_2 = A$ $\alpha = \theta_2 - A$</p>

٣ عندما تكون زاوية السقوط الثانية (ϕ_2) مساوية للزاوية الحرجة (ϕ_c) لعادة المنشور

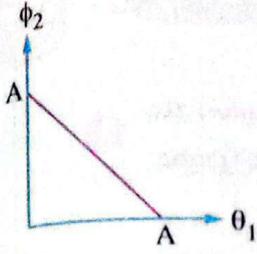


تكون ϕ_1 هي أصغر زاوية سقوط على وجه المنشور تجعل الشعاع ينفذ من الوجه المقابل :

$$\therefore \phi_2 = \phi_c, \quad \theta_2 = 90^\circ$$

$$\therefore n = \frac{1}{\sin \phi_2}, \quad A = \theta_1 + \phi_c$$

$$\therefore \alpha = \phi_1 + 90 - A$$

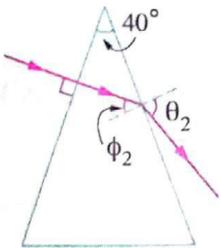


(١) يمكن تمثيل العلاقة بين زاوية السقوط الثانية (ϕ_2) وزاوية الانكسار (θ_1) بيانياً كما بالشكل المقابل، حيث: ($\phi_2 = A - \theta_1$).

(٢) عند سقوط شعاع ضوئي بزاوية (ϕ_1) على أحد أوجه منشور ثلاثي بحيث تكون زاوية السقوط الثانية (ϕ_2) أقل من الزاوية الحرجة (ϕ_c)، فإن الشعاع الضوئي يخرج من الوجه المقابل بزاوية خروج (θ_2)، وعند زيادة زاوية السقوط الأولى (ϕ_1):

$n = \frac{\sin \phi_1}{\sin \theta_1}$	زاوية الانكسار (θ_1) تبعاً للعلاقة	تزداد
$A = \phi_2 + \theta_1$	زاوية السقوط الثانية (ϕ_2) تبعاً للعلاقة	تقل
$n = \frac{\sin \theta_2}{\sin \phi_2}$	زاوية الخروج (θ_2) تبعاً للعلاقة	تقل

مثال 1



اختر، الشكل المقابل يوضح مسار شعاع ضوئي يسقط عمودياً على أحد أوجه منشور ثلاثي زاوية رأسه 40° ، فإذا كانت $\theta_2 = 1.5 \phi_2$ ، فإن معامل انكسار مادة المنشور يساوي

١. 1.25 ٢. 1.35 ٣. 1.51 ٤. 1.72

الحل

$$A = 40^\circ \quad \theta_2 = 1.5 \phi_2 \quad \theta_1 = \phi_1 = 0^\circ \quad n = ?$$

$$\therefore A = \theta_1 + \phi_2 \quad , \quad \theta_1 = 0^\circ$$

$$\therefore \phi_2 = A = 40^\circ \quad , \quad \theta_2 = 1.5 \phi_2 = 1.5 \times 40 = 60^\circ$$

$$\therefore n \sin \phi_2 = \sin \theta_2$$

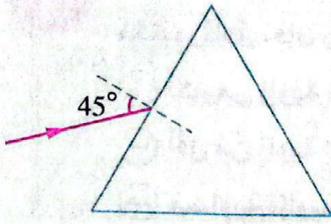
بتطبيق قانون سنل :

$$\therefore n = \frac{\sin \theta_2}{\sin \phi_2} = \frac{\sin 60}{\sin 40} = 1.35$$

∴ الاختيار الصحيح هو (ب).

تغيرت زاوية سقوط الشعاع (ϕ_1) على أحد أوجه المنشور بحيث يخرج عمودياً من الوجه المقابل، ما قيمة الزاوية (ϕ_1) في هذه الحالة ؟

ماذا لو



اختر: الشكل المقابل يمثل شعاع ضوئي يسقط بزواوية 45° على أحد أوجه منشور ثلاثي متساوي الأضلاع معامل انكسار مادته 1.5، فإن:

(1) زاوية خروج الشعاع الضوئي من المنشور تساوي

- (أ) 28.13°
 (ب) 31.87°
 (ج) 42.12°
 (د) 52.37°

(2) زاوية انحراف الشعاع الضوئي تساوي

- (أ) 37.37°
 (ب) 41.43°
 (ج) 52.63°
 (د) 67.37°

الحل

$A = 60^\circ$ $\phi_1 = 45^\circ$ $n = 1.5$ $\theta_2 = ?$ $\alpha = ?$

$\therefore \sin \phi_1 = n \sin \theta_1$

(1) * بتطبيق قانون سنل :

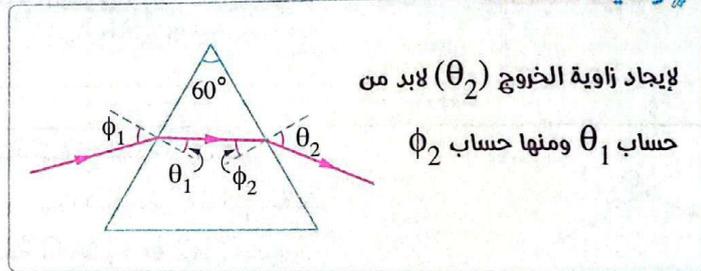
$\therefore \sin \theta_1 = \frac{\sin 45}{1.5}$

$\therefore \theta_1 = 28.13^\circ$

$\therefore A = \theta_1 + \phi_2$

$\therefore \phi_2 = A - \theta_1$
 $= 60 - 28.13 = 31.87^\circ$

وسيلة مساعدة



لإيجاد زاوية الخروج (θ_2) لابد من

حساب θ_1 ومنها حساب ϕ_2

* لمعرفة هل يخرج الشعاع من الوجه المقابل أم ينعكس كلياً، نحسب الزاوية الحرجة :

$\therefore \sin \phi_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{1.5}$

$\therefore \phi_c = 41.81^\circ$

* بمقارنة زاوية السقوط الثانية (ϕ_2) بالزاوية الحرجة لمادة المنشور نجد أن :

$\phi_2 < \phi_c$

\therefore ينفذ الشعاع من الوجه المقابل للمنشور ويطبق قانون سنل.

$\therefore \sin \theta_2 = n \sin \phi_2 = 1.5 \sin 31.87$

$\therefore \theta_2 = 52.37^\circ$

\therefore الاختيار الصحيح هو (د)

$\therefore \alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$

$\therefore \alpha = 45 + 52.37 - 60 = 37.37^\circ$ (2)

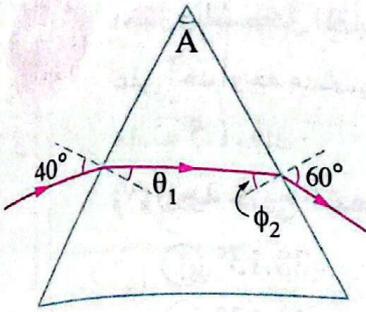
\therefore الاختيار الصحيح هو (أ)

أردنا أن يحدث انعكاس كلي للشعاع الضوئي داخل المنشور، ما التغيير اللازم إحداثه لزاوية

السقوط الأولى ؟

ماذا لو

مثال
3



اختر، الشكل المقابل يوضح مسار شعاع ضوئي في

منشور ثلاثي، فإن زاوية الانكسار θ_1 تكون

- أ) أكبر من زاوية السقوط الثانية (ϕ_2)
 ب) أقل من زاوية السقوط الثانية (ϕ_2)
 ج) مساوية لزاوية السقوط الثانية (ϕ_2)
 د) مساوية لزاوية رأس المنشور (A)

الحل

$$\therefore n = \frac{\sin \phi_1}{\sin \theta_1} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \phi_2}$$

$$\therefore \frac{\sin 40}{\sin \theta_1} = \frac{\sin 60}{\sin \phi_2}$$

$$\therefore \sin 60 > \sin 40$$

$$\therefore \sin \theta_1 < \sin \phi_2$$

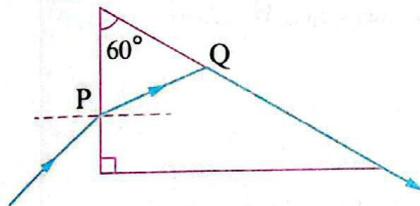
$$\therefore \theta_1 < \phi_2$$

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

ماذا
لو

زادت زاوية سقوط الشعاع الضوئي (ϕ_1) على المنشور، ماذا يحدث لزاوية خروج الشعاع؟

مثال
4



60° (د)

1.72 (د)

اختر، في الشكل المقابل، سقط شعاع ضوء أزرق على وجه

المنشور عند النقطة P وكانت زاوية الانكسار 23° ثم سقط

على الوجه المقابل عند النقطة Q وخرج مماسًا له، فإن :

(١) الزاوية الحرجة لمادة المنشور للضوء الأزرق تساوي

42° (ج)

37° (ب)

23° (أ)

(٢) معامل انكسار مادة المنشور للضوء الأزرق يساوي

1.66 (ج)

1.41 (ب)

1.15 (أ)

الحل

$\theta_1 = 23^\circ$ $A = 60^\circ$ $\theta_2 = 90^\circ$ $\phi_c = ?$ $n = ?$

∴ $A = \theta_1 + \phi_2$ ∴ $60 = 23 + \phi_2$ ، $\phi_2 = 37^\circ$ (١)

∴ الشعاع خرج مماسًا.

∴ $\phi_c = \phi_2 = 37^\circ$

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

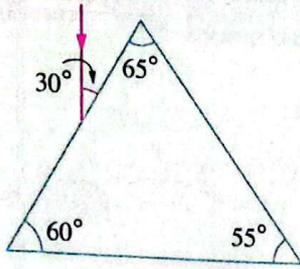
$n = \frac{1}{\sin \phi_c} = \frac{1}{\sin 37} = 1.66$

(٢)

∴ الاختيار الصحيح هو (ج)

ماذا
لو

استبدل شعاع الضوء الأزرق بشعاع ضوء أحمر وسقط بنفس زاوية السقوط الأولى عند نفس الموضع، هل ينعكس الشعاع الضوئي كليًا عند وجه المنشور المقابل للزاوية القائمة؟



في الشكل المقابل، إذا كان معامل انكسار مادة المنشور 1.5 :

مثال 5

- (١) تتبع مسار الشعاع الضوئي داخل المنشور.
- (٢) أوجد زاوية خروج الشعاع الضوئي من المنشور.
- (٣) أوجد زاوية انحراف الشعاع الضوئي.

الحل

$$n = 1.5 \quad \theta_2 = ? \quad \alpha = ?$$

$$\therefore \sin \phi_1 = n \sin \theta_1$$

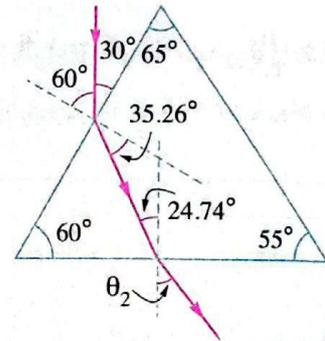
* بتطبيق قانون سنل :

(١)

$$\therefore \sin \theta_1 = \frac{\sin \phi_1}{n} = \frac{\sin 60}{1.5}$$

$$\theta_1 = 35.26^\circ$$

* من هندسة الشكل :



$$60 = 35.26 + \phi_2$$

$$\phi_2 = 24.74^\circ$$

$$\therefore \sin \phi_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{1.5}$$

$$\therefore \phi_c = 41.8^\circ$$

(٢)

$$\therefore \phi_2 < \phi_c$$

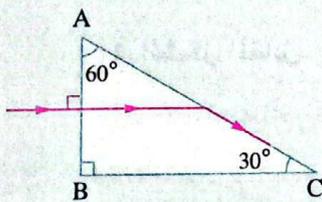
$$\therefore \sin \theta_2 = n \sin \phi_2 = 1.5 \times \sin 24.74$$

بتطبيق قانون سنل :

$$\therefore \theta_2 = 38.88^\circ$$

$$\therefore \alpha = \phi_1 + \theta_2 - A = 60 + 38.88 - 60 = 38.88^\circ$$

(٣)



اختر، الشكل المقابل يوضح منشور معامل انكسار مادته 1.5 مغمور في سائل معامل انكساره n، فإذا سقط شعاع ضوئي عمودياً على الوجه AB وخرج مماساً للوجه AC، فإن قيمة n هي

مثال 6

$$\frac{3\sqrt{3}}{4} \text{ (د)}$$

$$\frac{4}{3} \text{ (ج)}$$

$$\frac{5}{3} \text{ (ب)}$$

$$\frac{2\sqrt{3}}{3} \text{ (ا)}$$

$n_{\text{منشور}} = 1.5$ $\phi_1 = \theta_1 = 0^\circ$ $n = ?$

$\therefore A = \theta_1 + \phi_2$

$\therefore \phi_2 = A - \theta_1 = 60 - 0 = 60^\circ$

\therefore الشعاع الضوئي خرج مماسًا للوجه AC

$\therefore \phi_2 = \phi_c = 60^\circ$

$\therefore \sin \phi_c = \frac{n_{\text{(سائل)}}}{n_{\text{(منشور)}}$

$\therefore \sin 60 = \frac{n}{1.5}$ ، $n = 1.5 \sin 60 = \frac{3\sqrt{3}}{4}$

\therefore الاختيار الصحيح هو (د)

مجاناً عنها

١ اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

17

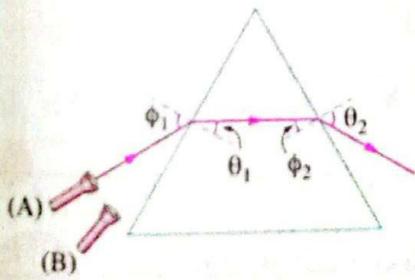
(١) عند سقوط شعاع ضوئي بزاوية سقوط ϕ_1 على أحد جوانب منشور ثلاثي زجاجي معامل انكسار مادته n انحرف بزاوية α ، فإذا غمر المنشور في سائل معامل انكساره $0.8n$ وسقط عليه شعاع ضوئي بنفس الزاوية ϕ_1 ، فإن زاوية انحراف الشعاع

- (أ) تقل (ب) تزداد (ج) تنعدم (د) لا تتغير

(٢) في الشكل المقابل، إذا تم تحريك المصدر الضوئي من الموضع (A)

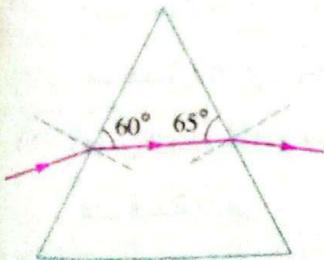
إلى الموضع (B)، فإن زاوية الخروج (θ_2)

- (أ) تقل (ب) تزداد (ج) تنعدم (د) لا تتغير



٢ في الشكل المقابل، إذا كان معامل انكسار مادة المنشور 1.5،

احسب زاوية انحراف الشعاع الضوئي.



.....

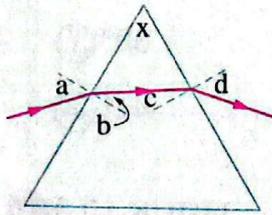
؟

قيم نفسك إلكترونياً



أسئلة الاختيار من متعدد

أولاً



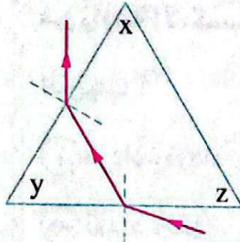
١ الشكل المقابل يوضح مسار شعاع ضوئي خلال منشور ثلاثي، ما العلاقة الصحيحة التي تربط الزاوية x بالزاوية الأخرى الموضحة بالشكل ؟

$x = a - b$ (ب)

$x = a + d$ (ج)

$x = b + c$ (د)

$x = b - c$ (أ)



٢ أي من الزوايا المبينة بالشكل المقابل تمثل زاوية رأس المنشور ؟

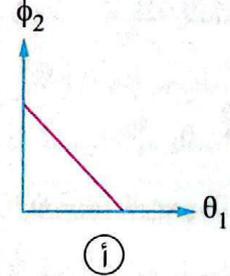
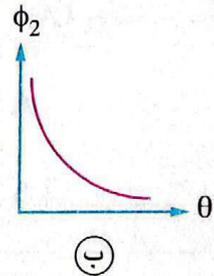
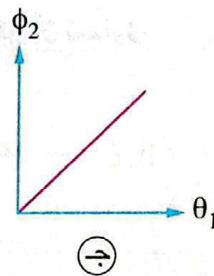
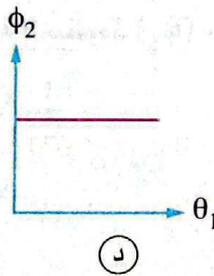
(ب) الزاوية y

(أ) الزاوية x

(د) الزوايا الثلاث

(ج) الزاوية z

٣ أي الأشكال البيانية الآتية يمثل العلاقة بين زاوية السقوط الثانية (ϕ_2) وزاوية الانكسار (θ_1) لشعاع ضوئي يسقط على وجه منشور ثلاثي بزوايا سقوط مختلفة ؟



٤ فيما يلي ثلاث كميات فيزيائية مرتبطة بانحراف الضوء في المنشور الثلاثي :

(I) زاوية رأس المنشور.

(II) معامل انكسار مادة المنشور للضوء المستخدم.

(III) زاوية السقوط الأولى.

أي من الكميات السابقة تؤثر على زاوية السقوط الثانية في المنشور الثلاثي ؟

(أ) (I)، (II)، (III)

(ب) (II)، (III)

(ج) (I)، (III)

(د) (I)، (II)

٥ سقط شعاع ضوئي بزواوية سقوط 45° على أحد أوجه منشور ثلاثي معامل انكسار مادته 1.5 وخرج من الوجه

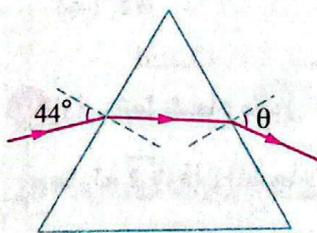
المقابل بزواوية 52° ، فإن زاوية رأس المنشور تساوي

59.82° (أ)

31.69° (ب)

30.18° (ج)

28.13° (د)



٦ الشكل المقابل يوضح مسار شعاع ضوئي خلال منشور زجاجي متساوي الأضلاع معامل انكسار مادته 1.5، فإن :

(١) زاوية خروج الشعاع (θ) تساوي

43° (أ)

47.2° (ب)

27° (ج)

53.5° (د)

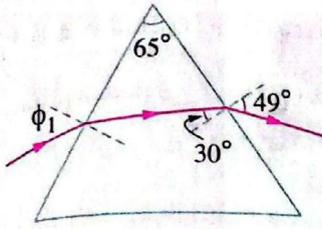
53.5° (أ)

45.2° (ب)

(٢) زاوية انحراف الشعاع تساوي

37.5° (أ)

32.3° (ب)



7 الشكل المقابل يوضح مسار شعاع ضوئي خلال منشور ثلاثي،

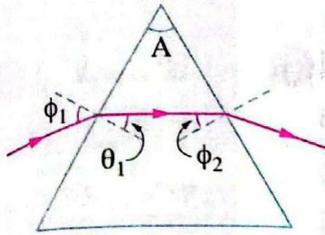
فإن زاوية انحراف الشعاع الضوئي تساوي تقريبًا

35° (ب)

30° (أ)

56° (د)

44° (ج)



8 في الشكل المقابل، ما تأثير زيادة زاوية السقوط (ϕ_1) على كل

من زاوية الانكسار (θ_1) وزاوية السقوط الثانية (ϕ_2) على

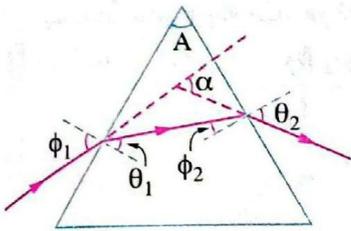
الترتيب ؟

(ب) تقل ، تقل

(أ) تزداد ، تزداد

(د) تقل ، تزداد

(ج) تزداد ، تقل



9 * في الشكل المقابل، إذا كانت $\alpha = A$ ، $\phi_1 > \theta_2$ ، فإن

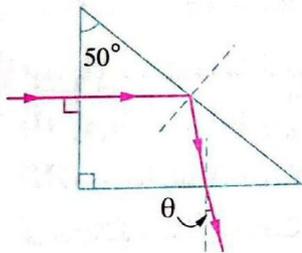
زاوية السقوط (ϕ_1) من الممكن أن تساوي

(ب) A

(أ) $\frac{1}{2} A$

(د) 2 A

(ج) $\frac{4}{3} A$



10 في الشكل المقابل، إذا كان معامل انكسار مادة المنشور 1.5،

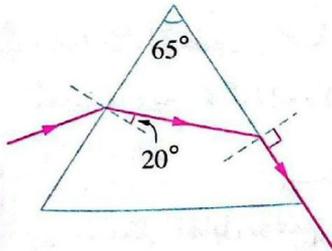
فإن الزاوية (θ) تساوي تقريبًا

18° (ب)

20° (أ)

10° (د)

15° (ج)



11 الشكل المقابل يمثل مسار شعاع ضوئي خلال منشور ثلاثي،

فتكون زاوية انحراف الشعاع هي

53.9° (ب)

65° (أ)

28.9° (د)

45° (ج)

12 إذا سقط شعاع ضوئي عمودي على أحد ضلعي القائمة لمنشور ثلاثي متساوي الساقين معامل انكسار

مادته $\sqrt{2}$ ، فإن الشعاع الساقط على الضلع المقابل للزاوية القائمة

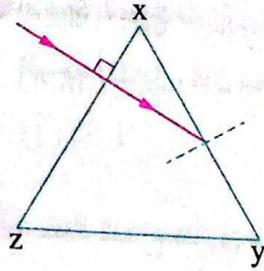
(ب) يخرج بزاوية 60°

(أ) يخرج مماسًا لهذا الوجه

(د) يخرج بزاوية 70°

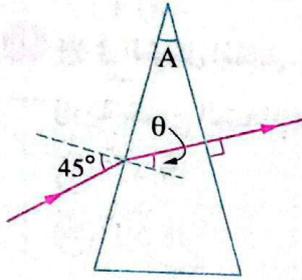
(ج) ينعكس انعكاسًا كليًا

?



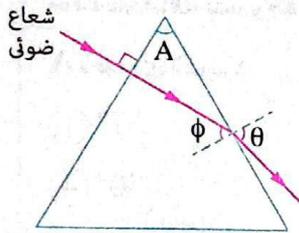
١٢ * في الشكل المقابل، يسقط شعاع ضوئي عمودياً على الجانب XZ لمنشور ثلاثي متساوي الأضلاع معامل انكسار مادته $\sqrt{2}$ ، فإن الشعاع

- أ) يخرج من الوجه XY
- ب) يخرج من الوجه XZ
- ج) ينحرف عن مساره بزاوية 120°
- د) ينحرف عن مساره بزاوية 60°



١٤ في الشكل المقابل، تكون زاوية رأس المنشور (A)

- أ) أكبر من 45°
- ب) أقل من 45°
- ج) تساوي 45°
- د) لا يمكن تحديد الإجابة



١٥ في الشكل المقابل، تكون زاوية رأس المنشور (A)

- أ) أكبر من الزاوية θ
- ب) أصغر من الزاوية θ
- ج) أكبر من الزاوية ϕ
- د) أصغر من الزاوية ϕ

١٦ يسقط شعاع ضوئي عمودياً على أحد أوجه منشور ثلاثي زاوية رأسه 30° ، فإذا كان معامل انكسار مادة المنشور $\sqrt{2}$ ، فإن :

- (١) زاوية خروج الشعاع من المنشور تساوي
- أ) 15°
 - ب) 30°
 - ج) 45°
 - د) 60°
- (٢) زاوية انحراف الشعاع الضوئي تساوي
- أ) 15°
 - ب) 30°
 - ج) 45°
 - د) 60°

١٧ يسقط شعاع ضوئي عمودياً على أحد أوجه منشور ثلاثي زاوية رأسه 45° فخرج مماساً للوجه المقابل، فإن معامل

- انكسار مادة المنشور يساوي
- أ) 1.2
 - ب) $\sqrt{3}$
 - ج) $\sqrt{2}$
 - د) $2\sqrt{2}$

١٨ يسقط شعاع ضوئي عمودياً على أحد جوانب منشور ثلاثي زاوية رأسه 30° فانحرف الشعاع بزاوية مقدارها 20° ،

- فإن معامل انكسار مادة المنشور يساوي
- أ) 1.25
 - ب) 1.44
 - ج) 1.53
 - د) 1.66

١٩ سقط شعاع ضوئي بزاوية سقوط قدرها 60° على أحد أوجه منشور ثلاثي زاوية رأسه 40° فخرج عمودياً على

الوجه المقابل، فإن معامل انكسار مادة المنشور يساوي

- ١.35 (أ) 1.29 (ب) 1.21 (ج) 1.13 (د)

٢٠ سقط شعاع ضوئي من الهواء على أحد أوجه منشور ثلاثي زجاجي زاوية رأسه 72° فانكسر الشعاع بزاوية 30°

وخرج مماساً للوجه المقابل، فإن الزاوية الحرجة بين الزجاج والهواء تساوي

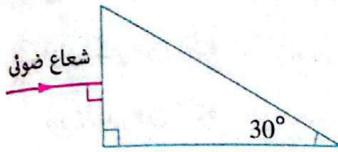
- 30° (أ) 42° (ب) 48° (ج) 60° (د)

٢١ * في الشكل المقابل، إذا علمت أن معامل انكسار مادة المنشور 1.5، فإن

زاوية خروج الشعاع من المنشور تساوي

- 19.47° (أ) 41.81° (ب)

- 48.59° (ج) 60° (د)



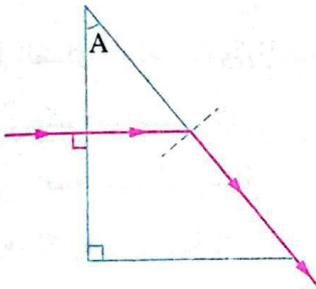
٢٢ * في الشكل المقابل، شعاع ضوئي ينتقل خلال منشور ثلاثي من

مادة شفافة بسرعة $0.8c$ حيث c سرعة الضوء في الهواء، فإن الزاوية

A تساوي تقريباً

- 37° (أ) 40° (ب)

- 50° (ج) 53° (د)



٢٣ * يخرج شعاعان ضوئيان من مصدر X فيمرا

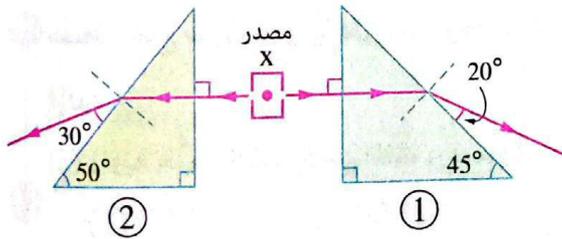
خلال منشورين (1)، (2) من مادتين معاملي

انكسارهما n_1 ، n_2 على الترتيب كما بالشكل

المقابل، فتكون العلاقة الصحيحة بين معاملي

انكسار مادتي المنشورين هي

- $n_1 > n_2$ (أ) $n_2 > n_1$ (ب) $n_1 = n_2 \neq 1$ (ج) $n_1 = n_2 = 1$ (د)



٢٤ في الشكل البياني المقابل، أي النقاط الموضحة

تمثل حالة شعاع ضوئي يسقط من الهواء عمودياً

على أحد أوجه منشور ثلاثي؟

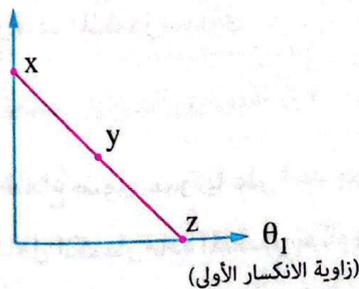
- (أ) النقطة x

- (ب) النقطة y

- (ج) النقطة z

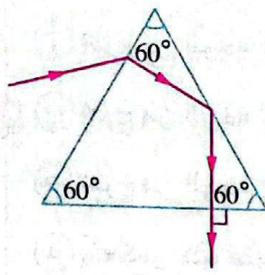
- (د) ليس أي منها

ϕ_2
(زاوية السقوط داخل المنشور)

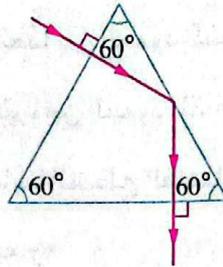


?

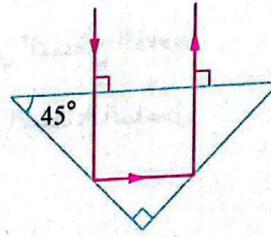
16 في أي الحالات الآتية يكون مسار الشعاع الضوئي غير صحيح إذا كان معامل الانكسار المطلق لمادة المنشور الثلاثي في كل حالة 1.5 ؟



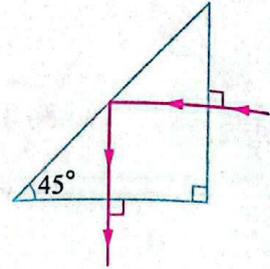
(أ)



(ب)

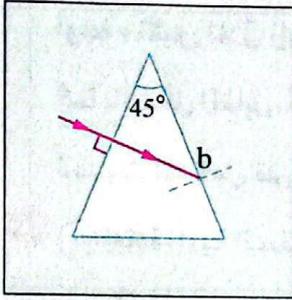


(ج)



(د)

17 الشكل المقابل يوضح شعاع ضوئي يسقط عمودياً على أحد أوجه منشور ثلاثي زجاجي مغمور في سائل معامل انكساره 1.33، فإذا كانت الزاوية الحرجة للزجاج مع الهواء 42° ، فإن الشعاع الضوئي عند النقطة b



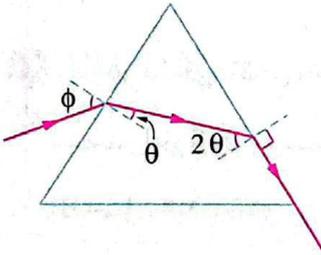
(أ) ينعكس كلياً

(ب) ينكسر مبتعداً عن العمود المقام

(ج) ينكسر مماساً لوجه المنشور

(د) ينكسر مقترباً من العمود المقام

18 * الشكل المقابل يوضح مسار شعاع ضوئي يسقط على أحد أوجه منشور ثلاثي متساوي الأضلاع، فتكون زاوية السقوط (ϕ) هي



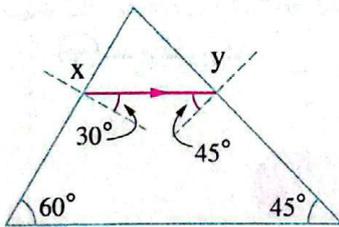
(أ) 36.24°

(ب) 45.52°

(ج) 27.22°

(د) 32.25°

19 في الشكل المقابل، إذا كانت الزاوية الحرجة لمادة المنشور 42° ، تكون كل من زاوية السقوط الأولى وزاوية الخروج من المنشور على الترتيب هما



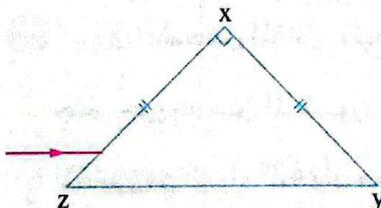
(أ) $0^\circ, 60^\circ$

(ب) $90^\circ, 60^\circ$

(ج) $90^\circ, 48.16^\circ$

(د) $0^\circ, 48.16^\circ$

20 الشكل المقابل يوضح شعاع ضوئي يسقط موازياً لقاعدة منشور زجاجي معامل انكسار مادته 1.5، فإن زاوية خروج الشعاع من المنشور تساوي



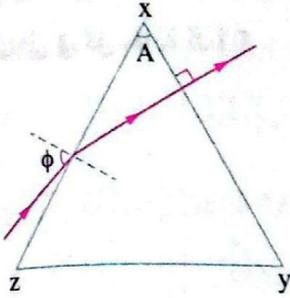
(أ) 45°

(ب) 28.13°

(ج) 73.13°

(د) 60°

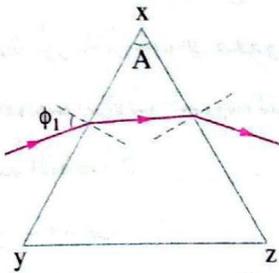
٣٠ في الشكل المقابل، منشور زجاجي معامل انكسار مادته 1.5 موضوع في الهواء،



عند تقليل زاوية السقوط (ϕ) بمقدار 5° ، فإن الشعاع الضوئي

- أ يخرج من الوجه XY مبتعدًا عن العمود المقام على السطح الفاصل
- ب يخرج من الوجه XY مقتربًا من العمود المقام على السطح الفاصل
- ج يخرج من الوجه XY مماسًا للسطح الفاصل
- د ينعكس كليًا عند الوجه XY

٣١ يسقط شعاع ضوئي من الهواء بزاوية سقوط ϕ_1 على أحد



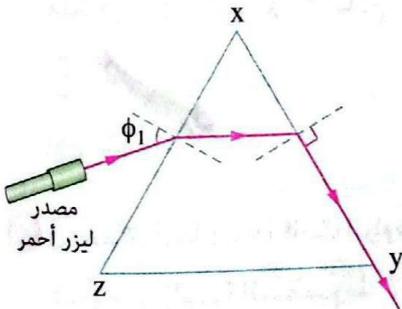
أوجه منشور ثلاثي زاوية رأسه A ومعامل انكسار مادته n

كما بالشكل المقابل، أي التعديلات الآتية يمكن أن يؤدي

لحدوث انعكاس كلي للشعاع الضوئي عند الوجه XZ؟

- أ زيادة زاوية السقوط ϕ_1
- ب تقليل زاوية السقوط ϕ_1
- ج استخدام منشور آخر من نفس المادة بزاوية رأس أقل من A
- د استخدام منشور آخر معامل انكسار مادته أقل من n

٣٢ في الشكل المقابل، إذا طلب منك تغيير مصدر الليزر الأحمر



بمصدر ليزر أزرق بحيث يخرج الشعاع الأزرق مماسًا للسطح

الفاصل، كيف تتغير زاوية السقوط ϕ_1 لتحقيق ذلك؟

- أ زيادتها
- ب تقليلها
- ج عدم تغييرها
- د لا يمكن تحديد الإجابة

أسئلة المقال

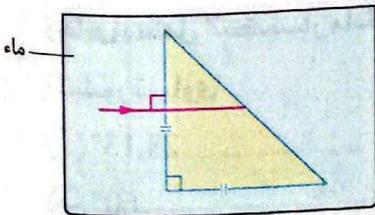
ثانيًا

١ اذكر العوامل التي تتوقف عليها زاوية انحراف الشعاع الضوئي في المنشور الثلاثي.

٢ في الشكل المقابل، تتبع مسار الشعاع الضوئي الساقط

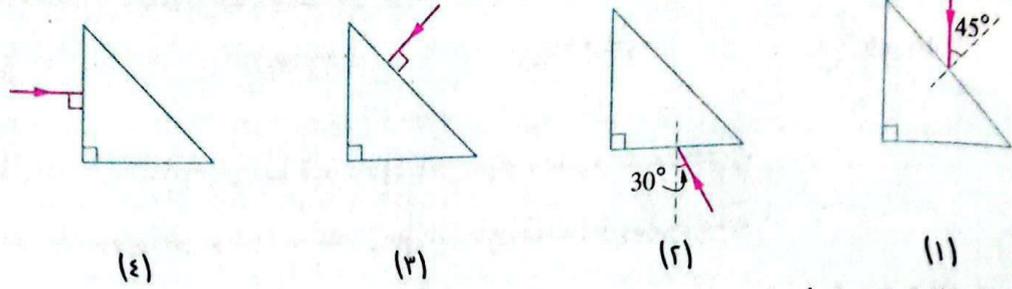
حتى خروجه من المنشور، علمًا بأن الزاوية الحرجة لمادة

المنشور مع الهواء 42° وأن معامل الانكسار المطلق للماء 1.33



?

الأشكال التالية تمثل أربع حالات يسقط فيها شعاع ضوئي على أحد أوجه منشور ثلاثي زجاجي قائم الزاوية متساوي الساقين معامل انكسار مادته 1.5،



أي هذه الحالات يحدث فيها :

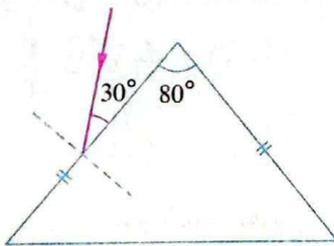
- (1) انحراف للشعاع بزاوية 90° ؟
 (2) خروج الشعاع من نفس الوجه الذي دخل منه ؟
 (3) انعكاس كلي للشعاع مرتين داخل المنشور ؟
 (4) خروج الشعاع بزاوية 30° ؟

«موضحاً إجابتك بالرسم»

أسئلة تقيس مستويات التفكير العليا

مجاب عنها تفصيلياً

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة

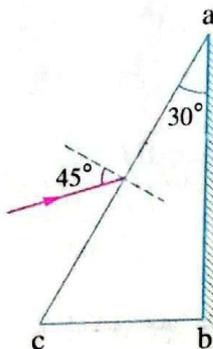


الشكل المقابل يوضح شعاع ضوئي يسقط على أحد أوجه منشور ثلاثي متساوي الساقين معامل انكسار مادته 1.5، فإن زاوية انحراف الشعاع الضوئي تساوي

- (أ) 14.74°
 (ب) 22.44°
 (ج) 32.44°
 (د) 50.2°

أي الزوايا الآتية لشعاع ضوئي في منشور ثلاثي متساوي الأضلاع معامل انكسار مادته 1.5 من الممكن أن تكون من قيمها المحتملة 0° و 90° ؟

- (أ) زاوية الانحراف (α)
 (ب) زاوية السقوط الثانية (ϕ_2)
 (ج) زاوية الانكسار (θ_1)
 (د) زاوية الخروج (θ_2)

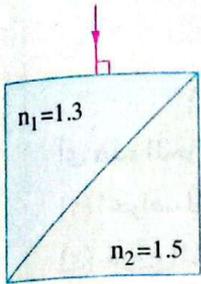


منشور ثلاثي زجاجي abc زاوية رأسه 30° والوجه ab مطلى بطبقة من الفضة كما بالشكل المقابل، عند سقوط شعاع ضوئي بزاوية 45° على الوجه ac فإنه ينكسر عند هذا الوجه ثم ينعكس داخلياً بفعل طبقة الفضة ليعود في نفس مساره، فإن معامل انكسار مادة المنشور يساوي

- (أ) $\frac{\sqrt{2}}{2}$
 (ب) $\sqrt{2}$
 (ج) $\frac{\sqrt{6}}{3}$
 (د) $\frac{\sqrt{6}}{2}$

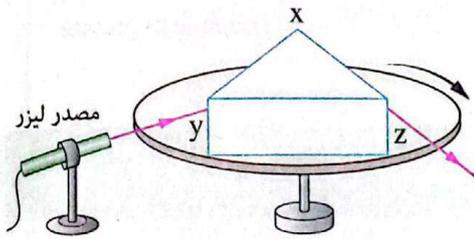
٤ سقط شعاع ضوئي على أحد أوجه منشور ثلاثي زاوية رأسه 60° ومعامل انكسار مادته $\sqrt{3}$ ، فتكون أصغر زاوية سقوط للشعاع الضوئي بحيث ينفذ من الوجه المقابل هي

- ٣٢.٣٢° (أ) ٣٧.٣٧° (ب) ٤٢.٤٢° (ج) ٤٦.٤٦° (د)



٥ في الشكل المقابل، شعاع ضوئي يسقط عمودياً من الهواء على وجه مكعب يتكون من منشورين من نوعين مختلفين من الزجاج، فتكون زاوية خروجه من المكعب هي

- ٧.٢١° (أ) ١٠.٨٥° (ب) ٣٧.٧٩° (ج) ٤٥° (د)



٦ الشكل المقابل يوضح منشور ثلاثي (xyz) موضوع على

قرص قابل للدوران، سقط شعاع ليزر على الجانب xy فخرج مماساً للجانب xz، فإذا أدير القرص قليلاً في اتجاه دوران عقارب الساعة، فإن شعاع الليزر عند الجانب xz

- (أ) يخرج بزاوية أقل من 90° (ب) يخرج مماساً للجانب yz (ج) ينعكس كلياً داخل المنشور (د) يخرج عمودياً على الجانب xz

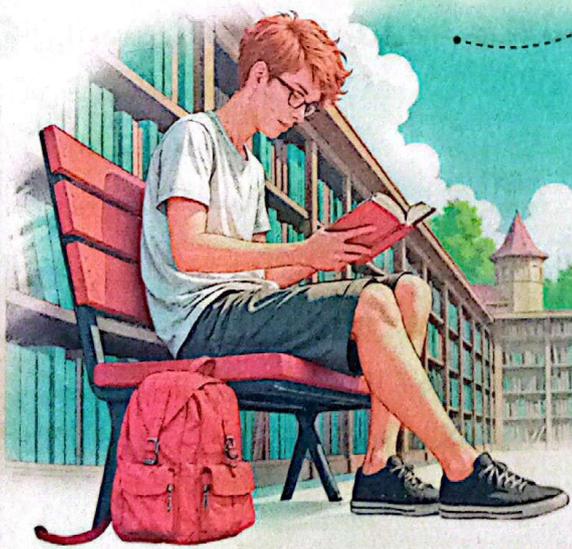
احرص على اقتناء

كتب

الامتحان

في جميع المواد

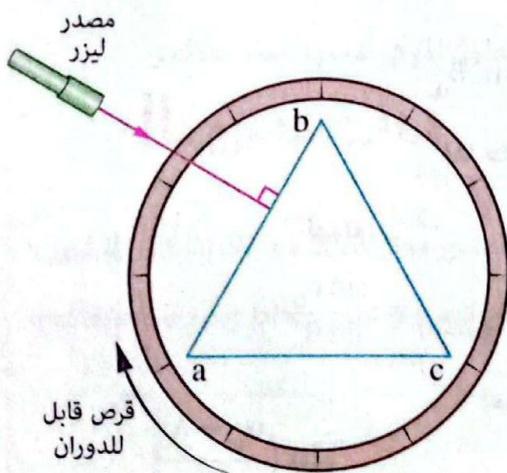
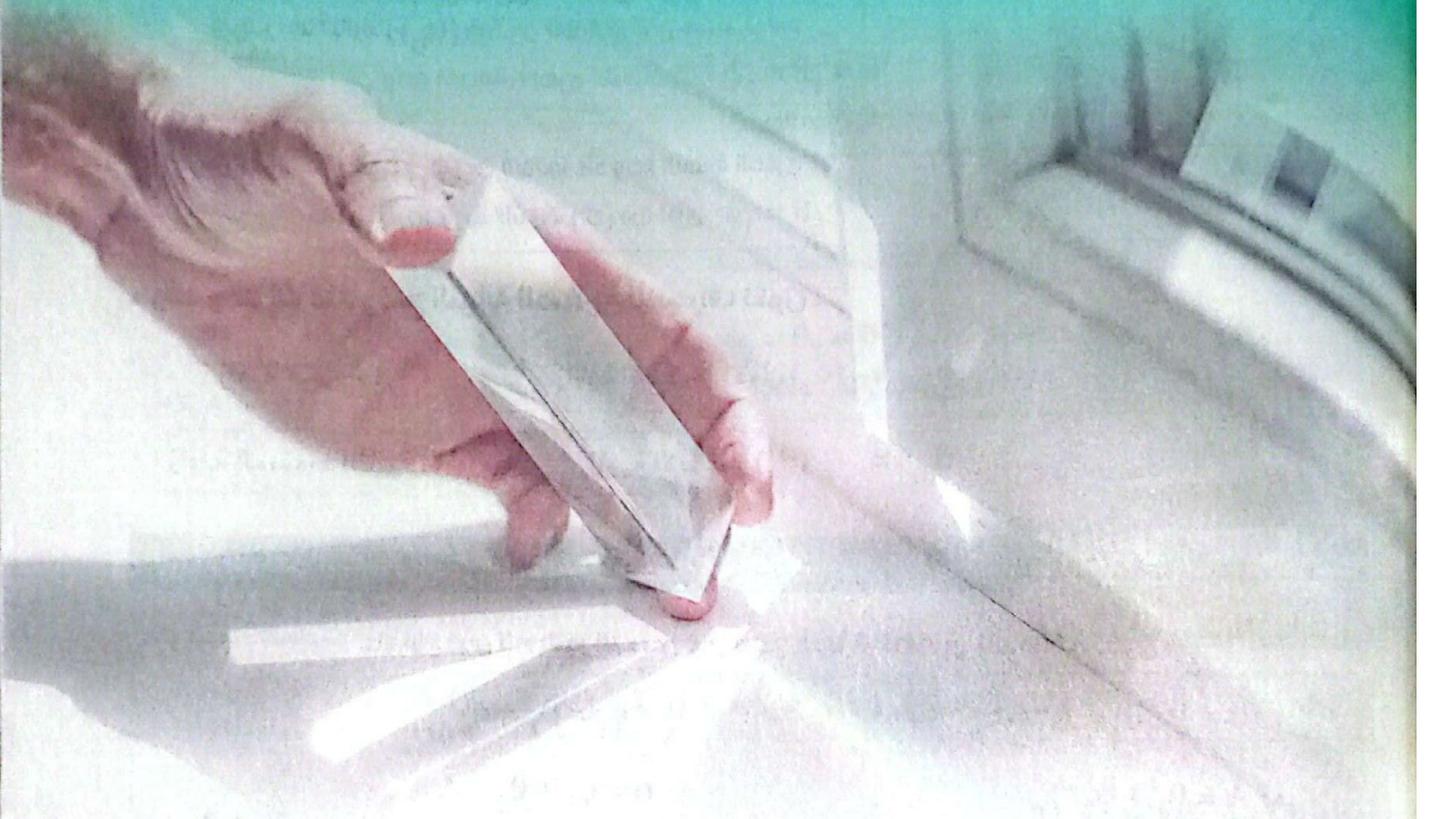
لصف 2 الثانوي



المنشور الثلاثي في وضع النهاية الصغرى للانحراف

الدرس
الخامس

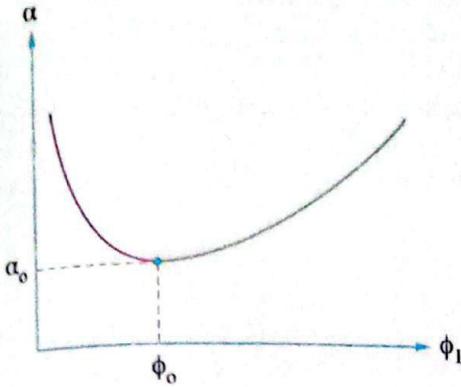
الفصل
3



* الشكل المقابل يمثل سقوط شعاع ضوئي عموديًا على الوجه ab لمنشور ثلاثي abc موضوع على قرص قابل للدوران، فإذا أدير القرص لتزداد زاوية سقوط الشعاع الضوئي (ϕ_1) عدة مرات وقياس زاوية خروجه من الوجه bc ثم حساب زاوية الانحراف (α) في كل مرة من العلاقة:

$$\alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$$

فإنه عند تمثيل العلاقة بين زاوية الانحراف (α) وزاوية السقوط الأولى (ϕ_1) للشعاع الضوئي بيانًا كما موضح بالشكل التالي نجد أنه :



1 - عندما تكون زاوية السقوط (ϕ_1) صغيرة تكون زاوية انحراف الشعاع الضوئي (α) كبيرة.
- بزيادة زاوية السقوط الأولى (ϕ_1) تقل زاوية الانحراف (α).

2 عند زاوية سقوط معينة (ϕ_0) تصل زاوية الانحراف لأقل قيمة لها ويرمز لها بالرمز (α_0) ويكون المنشور في هذه الحالة في وضع النهاية الصغرى للانحراف

3 بزيادة زاوية السقوط (ϕ_1) عن قيمتها عند وضع النهاية الصغرى للانحراف تزداد زاوية الانحراف (α) مرة أخرى

* وقد وجد إنه عند وضع النهاية الصغرى للانحراف تكون :

$$\phi_0 = \text{زاوية السقوط الأولى } (\phi_1) = \text{زاوية الخروج } (\theta_2)$$

$$\theta_0 = \text{زاوية السقوط الثانية } (\phi_2) = \text{زاوية الانكسار } (\theta_1)$$

إيجاد معامل انكسار مادة منشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف

عندما يكون المنشور الثلاثي في وضع النهاية الصغرى للانحراف، تكون

$$\theta_1 = \phi_2 = \theta_0$$

$$\therefore A = \theta_1 + \phi_2$$

$$\therefore A = 2\theta_0, \quad \theta_0 = \frac{A}{2}$$

$$\phi_1 = \theta_2 = \phi_0$$

$$\therefore \alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$$

$$\therefore \alpha_0 = 2\phi_0 - A, \quad \phi_0 = \frac{\alpha_0 + A}{2}$$

بتطبيق قانون سنل

$$n_{(\text{وسط})} \sin \phi_0 = n_{(\text{منشور})} \sin \theta_0$$

إذا كان الوسط المحيط بالمنشور

وسط آخر غير الهواء

$$\therefore \frac{n_{(\text{منشور})}}{n_{(\text{وسط})}} = \frac{\sin \phi_0}{\sin \theta_0}$$

$$\therefore \frac{n_{(\text{منشور})}}{n_{(\text{وسط})}} = \frac{\sin \left(\frac{\alpha_0 + A}{2} \right)}{\sin \left(\frac{A}{2} \right)}$$

الهواء

$$\therefore n_{(\text{منشور})} = \frac{\sin \phi_0}{\sin \theta_0}$$

$$\therefore n_{(\text{منشور})} = \frac{\sin \left(\frac{\alpha_0 + A}{2} \right)}{\sin \left(\frac{A}{2} \right)}$$

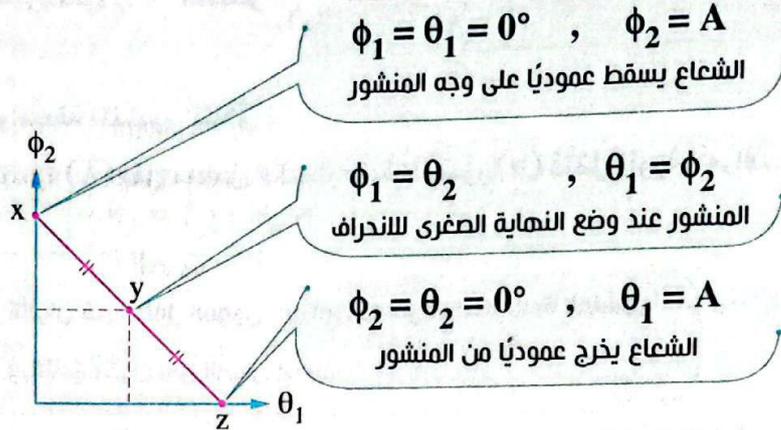
العلاقة بين زاوية السقوط الثانية (ϕ_2) وزاوية الانكسار (θ_1)

$$A = \theta_1 + \phi_2$$

ترتبط زاوية الانكسار (θ_1) مع زاوية السقوط الثانية (ϕ_2) بالعلاقة :

$$\therefore \phi_2 = A - \theta_1$$

ونظرًا لثبوت زاوية رأس المنشور (A) للمنشور الواحد، فإن العلاقة بين θ_1 ، ϕ_2 علاقة تناقصية أي أنه بزيادة قيمة θ_1 تقل قيمة ϕ_2 ويمكن تمثيل ذلك بيانيًا كما بالشكل التالي :



العوامل التي تتوقف عليها زاوية النهاية الصغرى للانحراف (α_0) في منشور ثلاثي :

1 زاوية رأس المنشور (A) :

تزداد < زاوية النهاية الصغرى للانحراف (α_0) > بزيادة < زاوية رأس المنشور (A) >

2 معامل انكسار مادة المنشور (n) :

تزداد < زاوية النهاية الصغرى للانحراف (α_0) > بزيادة < معامل انكسار مادة المنشور (n) >

ويعتمد معامل انكسار مادة المنشور بدوره على نوع مادة المنشور والطول الموجي للضوء المار خلاله.

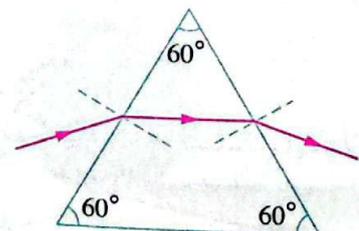
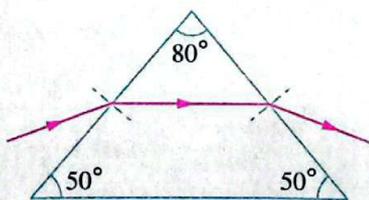
مقدم من قناة ثانوية ثانوى الرسبيك
@Sanaye 20011

ملاحظة

* في وضع النهاية الصغرى للانحراف يكون الشعاع الضوئي داخل المنشور مواز للقاعدة وذلك إذا كان المنشور :

1 متساوى الأضلاع

2 متساوى الساقين (الوجهان اللذان يسقط ويخرج منهما الشعاع)



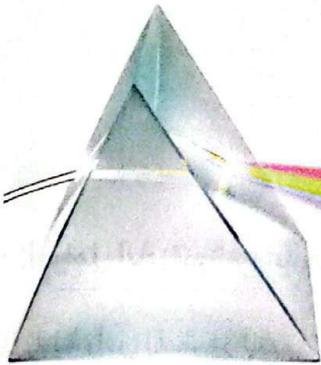
تفريق الضوء بواسطة المنشور الثلاثي

* يتكون الضوء المرئي (الأبيض) من مدى من الأطوال الموجية يتراوح من 400 nm إلى 700 nm تقريبًا، لذلك إذا سقطت حزمة من الضوء الأبيض على منشور ثلاثي في وضع النهاية الصغرى للانحراف تنكسر ألوان الضوء المختلفة بزوايا مختلفة، فيخرج الضوء من المنشور متفرقًا إلى طيف ملون، ويمكن تمييز ألوان الطيف السبعة وهي بالترتيب (من جهة رأس المنشور إلى قاعدته) كالتالي :



* تفسير تفريق الضوء بواسطة المنشور الثلاثي :

بزيادة الطول الموجي للضوء (λ) يقل معامل انكسار مادة المنشور (n) فتقل زاوية انحراف الشعاع في المنشور (α) وبذلك نجد أن :



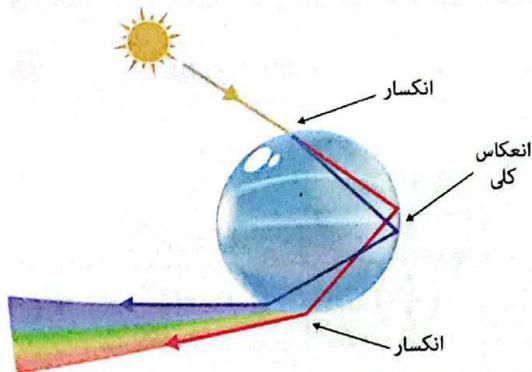
1 الضوء الأحمر وهو أكبر الألوان في الطول الموجي، فيكون معامل انكسار مادة المنشور لذلك الضوء أقل قيمة، وبالتالي يكون أقل الألوان انحرافًا.

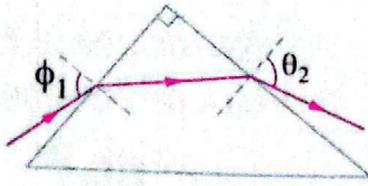
2 الضوء البنفسجي وهو أقل الألوان في الطول الموجي، فيكون معامل انكسار مادة المنشور لذلك الضوء أكبر قيمة، وبالتالي يكون أكثر الألوان انحرافًا.

معلومة إثرائية

* تفسير ظاهرة قوس قزح :

- عندما تسقط أشعة الشمس على قطرات الماء المعلقة في الجو، يحدث ما يلي داخل كل قطرة :
- ينكسر الضوء عند انتقاله من الهواء إلى الماء، فيتفرق الضوء حيث تنكسر ألوان الضوء المختلفة بزوايا مختلفة، لأن كل لون له طول موجي مختلف ولذلك يختلف معامل انكسار الماء تبعًا لكل طول موجي.
- ينعكس الضوء كليًا عند سقوطه على السطح الداخلي للقطرة بزوايا سقوط أكبر من الزاوية الحرجة.
- ينكسر الضوء مرة ثانية عند خروجه من القطرة إلى الهواء، ويصل لأعيننا فنرى ألوان الطيف السبعة.





اختر، الشكل المقابل يمثل شعاع ضوئي يسقط
بزاوية ϕ_1 على أحد أوجه منشور ثلاثي في وضع النهاية
الصغرى للانحراف معامل انكسار مادته 1.366، فإن
زاوية الخروج وزاوية الانحراف الصغرى على الترتيب
هما تقريبًا.

مثال 1

- ب) $60^\circ, 60^\circ$
د) $60^\circ, 75^\circ$

- ا) $45^\circ, 60^\circ$
ج) $45^\circ, 75^\circ$

الحل

$$n = 1.366$$

$$A = 90^\circ$$

$$\theta_2 = ?$$

$$\alpha_o = ?$$

∴ المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف.

$$\therefore \theta_1 = \phi_2 = \frac{A}{2} = \frac{90}{2} = 45^\circ$$

$$\therefore n = \frac{\sin \theta_2}{\sin \phi_2}$$

$$\therefore 1.366 = \frac{\sin \theta_2}{\sin 45}$$

$$\therefore \theta_2 = \phi_1 = \phi_o = 75^\circ$$

$$\therefore \alpha_o = 2 \phi_o - A = (2 \times 75) - 90 = 60^\circ$$

∴ الاختيار الصحيح هو د)

سقط الشعاع على المنشور بزاوية أكبر، ماذا يحدث لزاوية انحراف الشعاع؟

ماذا لو

سقط شعاع ضوئي أحمر على أحد أوجه منشور ثلاثي زاوية رأسه 60° في وضع النهاية الصغرى للانحراف،
فإذا كانت زاوية السقوط على سطح المنشور ضعف زاوية الانكسار داخل المنشور، احسب زاوية النهاية
الصغرى للانحراف.

مثال 2

$$A = 60^\circ$$

$$\phi_o = 2 \theta_o$$

$$\alpha_o = ?$$

عندما يكون المنشور الثلاثي في وضع النهاية الصغرى للانحراف :

$$\phi_o = \frac{\alpha_o + A}{2}$$

$$\theta_o = \frac{A}{2}$$

الحل

$$\therefore \phi_0 = 2 \theta_0$$

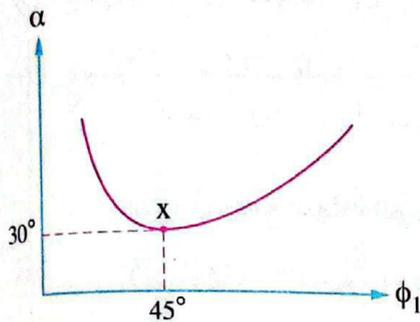
$$\therefore \frac{\alpha_0 + A}{2} = 2 \left(\frac{A}{2} \right)$$

$$\therefore \alpha_0 + A = 2 A$$

$$\alpha_0 = 2 A - A = A = 60^\circ$$

سقط شعاع ضوئي أزرق بدلاً من الأحمر، ماذا يحدث لزاوية النهاية الصغرى للانحراف لنفس المنشور؟

ماذا لو



الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين زاوية الانحراف (α)

لشعاع ضوئي يمر خلال منشور ثلاثي وزاوية السقوط (ϕ_1)

على أحد أوجه المنشور، احسب:

(١) زاوية رأس المنشور.

(٢) معامل انكسار مادة المنشور.

(٣) زاوية خروج الشعاع عند النقطة x

مثال 3

الحل

(١) النقطة x تمثل وضع النهاية الصغرى للانحراف في المنشور:

$$\phi_0 = \frac{\alpha_0 + A}{2}$$

$$A = 2 \phi_0 - \alpha_0 = (2 \times 45) - 30 = 60^\circ$$

$$n = \frac{\sin \left(\frac{\alpha_0 + A}{2} \right)}{\sin \left(\frac{A}{2} \right)} = \frac{\sin \left(\frac{30 + 60}{2} \right)}{\sin \left(\frac{60}{2} \right)} = \sqrt{2}$$

(٢)

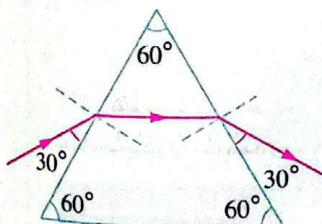
$$\theta_0 = \frac{A}{2} = \frac{60}{2} = 30^\circ$$

$$n = \frac{\sin \phi_0}{\sin \theta_0} = \frac{\sin 45}{\sin 30} = \sqrt{2}$$

حلاً آخر:

$$\theta_2 = \phi_1 = \phi_0 = 45^\circ$$

(٣)



اختر، الشكل المقابل يوضح مسار شعاع ضوئي خلال منشور

ثلاثي، فإن معامل انكسار مادة المنشور يساوي

١.5 (ب)

$\sqrt{2}$ (أ)

1.33 (د)

$\sqrt{3}$ (ج)

مثال 4

من هندسة الشكل نجد أن :

$$\phi_1 = 90 - 30 = 60^\circ$$

$$\theta_2 = 90 - 30 = 60^\circ$$

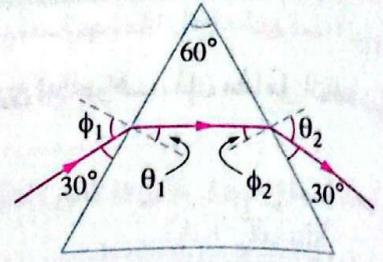
$$\therefore \phi_1 = \theta_2$$

∴ المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف .

$$\therefore \theta_1 = \phi_2 = \frac{A}{2} = \frac{60}{2} = 30^\circ$$

$$\therefore n = \frac{\sin \phi_1}{\sin \theta_1} = \frac{\sin 60}{\sin 30} = \sqrt{3}$$

∴ الاختيار الصحيح هو (ج)



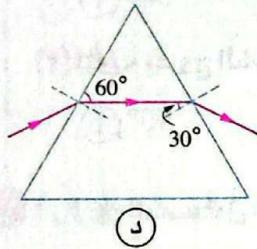
كانت زاوية رأس المنشور أكبر وسقط الشعاع بنفس الزاوية، ماذا يحدث لزاوية انحراف الشعاع ؟

ماذا لو

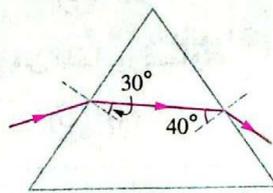
مجاب عنها

1 اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

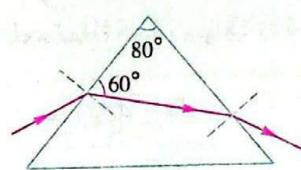
(1) في أي حالة من الحالات الآتية يكون المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف ؟



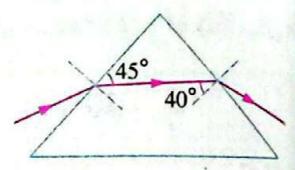
(د)



(ج)



(ب)



(أ)

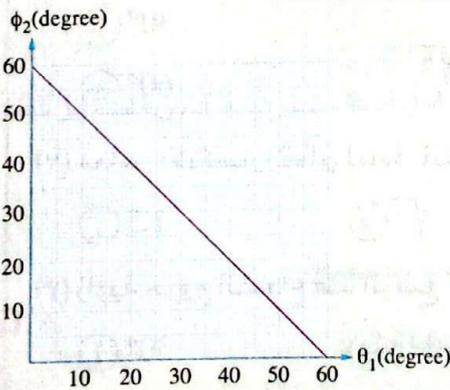
(2) الزاوية التي يسقط بها شعاع ضوئي على وجه منشور ثلاثي زاوية رأسه 60° ومعامل انكسار مادته $\sqrt{3}$ ليحدث له أقل انحراف ممكن تساوى

(د) 75°

(ج) 60°

(ب) 45°

(أ) 30°



2 الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين زاوية السقوط

الثانية (ϕ_2) وزاوية الانكسار (θ_1) لشعاع ضوئي يمر خلال منشور ثلاثي معامل انكسار مادته 1.5، أوجد زاوية النهاية الصغرى للانحراف.

.....
.....
.....

3 هل يمكن لشعاع ضوئي أن يسقط على منشور ثلاثي بزوايتي سقوط مختلفتين وينحرف بنفس زاوية

الانحراف (α) ؟

أسئلة

الفصل 3

الدرس الخامس

مجاب عنها

الأسئلة المصنار إليها بالعلامة *
مجاب عنها تفصيليًا

قيم نفسك
إلكترونيًا



أسئلة الاختيار من متعدد

أولاً

١ عندما يكون المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف، فإن معامل انكسار مادة المنشور يتعين من العلاقة

$$n = \frac{\sin(\alpha_0 + A)}{2 \sin A} \text{ (ب)}$$

$$n = \frac{\sin \phi_1}{\sin \theta_2} \text{ (ج)}$$

$$n = \frac{\sin A}{\sin \alpha_0} \text{ (د)}$$

$$n = \frac{\sin \phi_1}{\sin \phi_2} \text{ (أ)}$$

٢ منشور ثلاثي متساوي الأضلاع في وضع النهاية الصغرى للانحراف، إذا كانت زاوية انحراف شعاع ضوئي خلال المنشور في هذا الوضع 30° ، فإن :

(١) زاوية سقوط الشعاع على المنشور تساوي

- ٣٠° (أ) ٤٥° (ب) ٦٠° (ج) ٩٠° (د)

(٢) زاوية خروج الشعاع من المنشور تساوي

- ٩٠° (أ) ٦٠° (ب) ٤٥° (ج) ٣٠° (د)

٣ * الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين زاوية انحراف

شعاع ضوئي (α) خلال منشور ثلاثي وزاوية السقوط الأولى (ϕ_1) للشعاع على أحد أوجه المنشور، فإن :

(١) زاوية رأس المنشور تساوي

- ٣٠° (أ) ٤٥° (ب)

- ٦٠° (ج) ٩٠° (د)

(٢) معامل الانكسار المطلق لمادة المنشور يساوي

- ١.٥ (أ) $\sqrt{2}$ (ب) ١.٣٣ (ج) $\sqrt{3}$ (د)

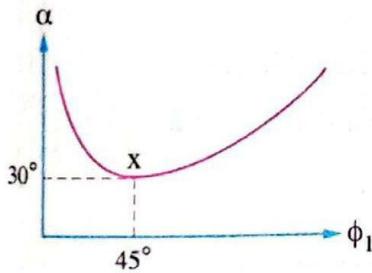
(٣) زاوية خروج الشعاع عند الوضع x تساوي

- ٣٠° (أ) ٣٧° (ب) ٤٥° (ج) ٧٥° (د)

٤ منشور ثلاثي زاوية رأسه 60° ومعامل انكسار مادته $\sqrt{2}$ في وضع النهاية الصغرى للانحراف، فإن قيمة كل من

زاوية الانحراف وزاوية السقوط على الترتيب هما

- ٤٥° ، ٣٠° (أ) ٣٠° ، ٤٥° (ب) ٤٥° ، ٦٠° (ج) ٦٠° ، ٤٥° (د)



?

٥ إذا سقط شعاع ضوئي على أحد أوجه منشور ثلاثي متساوي الأضلاع في وضع النهاية الصغرى للانحراف، فإن زاوية السقوط داخل المنشور تساوي

- ٣٠° (أ) ٤٥° (ب) ٦٠° (ج) ٩٠° (د)

٦ سقط شعاع ضوئي على منشور ثلاثي متساوي الأضلاع، فإذا كانت زاوية السقوط = زاوية الخروج = ٤٠° فإن:

- (١) زاوية انحراف الشعاع الضوئي تساوي
 ٢٠° (أ) ٤٠° (ب) ٦٠° (ج) ٨٠° (د)

- (٢) معامل انكسار مادة المنشور يساوي
 ١.١ (أ) ١.١٥ (ب) ١.٢٩ (ج) ١.٥٣ (د)

٧ انحراف شعاع ضوئي خلال منشور زجاجي متساوي الأضلاع بزاوية مساوية لزاوية سقوطه الأولى والتي تساوي ٦٠°، فإن معامل انكسار مادة المنشور يساوي

- $\frac{1}{\sqrt{2}}$ (أ) $\frac{1}{\sqrt{3}}$ (ب) $\sqrt{3}$ (ج) $\frac{1}{\sqrt{3}}$ (د)

٨ * شعاع ضوئي يسقط بزاوية ϕ_1 على منشور ثلاثي متساوي الأضلاع فينكسر بزاوية ٣٠°، ماذا يحدث لزاوية انحراف الشعاع (α) عند زيادة أو تقليل زاوية السقوط (ϕ_1) بمقدار ٥°؟

تقليل ϕ_1	زيادة ϕ_1	
تقل	تزداد	(أ)
تزداد	تزداد	(ب)
تقل	تقل	(ج)
تزداد	تقل	(د)

٩ النسبة بين معامل انكسار مادة منشور ثلاثي للضوء البنفسجي ومعامل انكسار مادة نفس المنشور للضوء

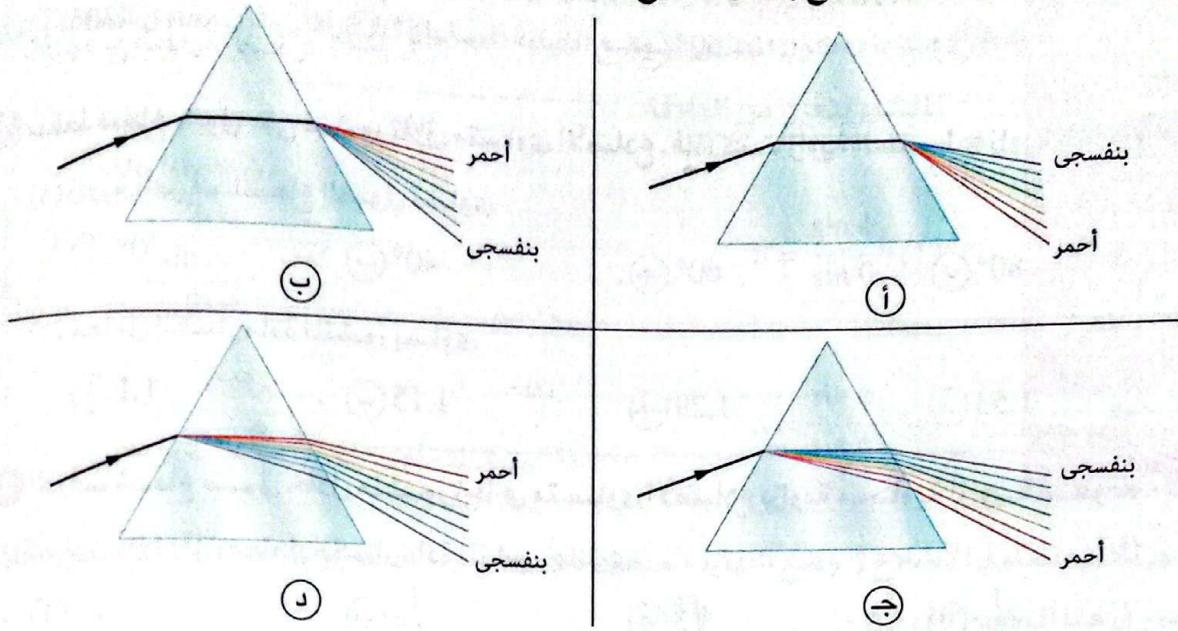
الأحمر $\left(\frac{n_{\text{بنفسجي}}}{n_{\text{احمر}}} \right)$

- (أ) أكبر من الواحد الصحيح
 (ب) أقل من الواحد الصحيح
 (ج) تساوي الواحد الصحيح
 (د) لا يمكن تحديد الإجابة

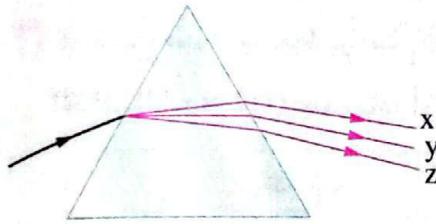
١٠ النسبة بين زاوية انحراف الضوء البنفسجي وزاوية انحراف الضوء الأحمر في منشور ثلاثي في وضع النهاية

- الصغرى للانحراف على الترتيب
 (أ) أكبر من الواحد
 (ب) أقل من الواحد
 (ج) تساوي الواحد
 (د) لا يمكن تحديد الإجابة

١١ إذا سقطت حزمة ضيقة من الضوء الأبيض على أحد أوجه منشور ثلاثي في وضع النهاية الصغرى للانحراف، أي الأشكال التالية يوضح بشكل صحيح تفرق هذه الحزمة الضوئية؟



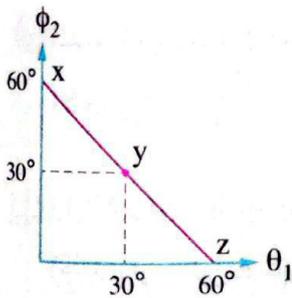
١٢ الشكل المقابل يمثل تحلل الضوء الأبيض بواسطة منشور زجاجي، فإن الأشعة x، y، z من الممكن أن تكون للألوان



z	y	x	
الأحمر	الأصفر	الأزرق	أ
الأصفر	الأزرق	الأحمر	ب
الأزرق	الأصفر	الأحمر	ج
الأزرق	الأحمر	الأصفر	د

١٣ الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين زاوية السقوط الثانية (ϕ_2) وزاوية الانكسار (θ_1) لشعاع ضوئي داخل منشور ثلاثي، فإذا كانت زاوية النهاية الصغرى للانحراف 30° فإن:

(١) معامل انكسار مادة المنشور هو



أ) $\sqrt{2}$

ب) 1.48

ج) $\sqrt{3}$

د) 1.55

(٢) زاوية خروج الشعاع الضوئي من المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف هي

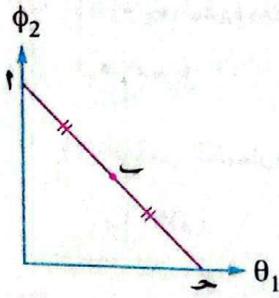
أ) 15°

ب) 30°

ج) 45°

د) 60°

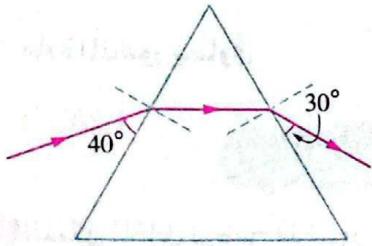
?



الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين زاوية السقوط الثانية (ϕ_2) وزاوية الانكسار (θ_1) عند مرور شعاع ضوئي خلال منشور ثلاثي متساوي الأضلاع، فإن وضع النهاية الصغرى للانحراف تمثله

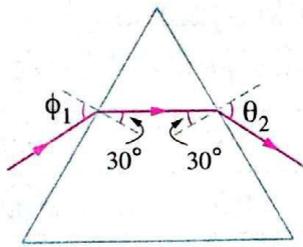
- (أ) النقطة أ
(ب) النقطة ب
(ج) النقطة ح
(د) النقطتان أ، ح

ما القيمة الممكنة من القيم الآتية لزاوية انحراف الشعاع الضوئي الساقط على المنشور الثلاثي الموضح بالشكل المقابل إذا كانت زاوية النهاية الصغرى للانحراف خلال هذا المنشور 45° ؟



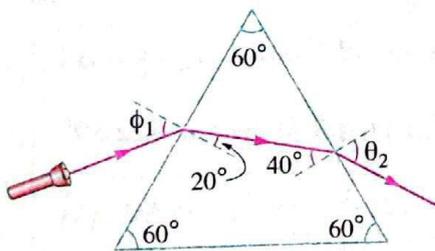
- (أ) 22.5°
(ب) 30°
(ج) 45°
(د) 50°

الشكل المقابل يوضح منشور ثلاثي يسقط على أحد أوجهه شعاع ضوئي بزاوية ϕ_1 ويخرج بزاوية θ_2 ، فتكون النسبة $\frac{\sin \phi_1}{\sin \theta_2}$ هي



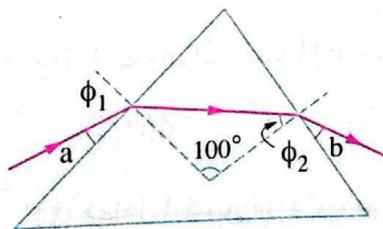
- (أ) $\frac{1}{2}$
(ب) $\frac{1}{1}$
(ج) $\frac{1}{\sqrt{2}}$
(د) $\frac{1}{\sqrt{3}}$

* في الشكل المقابل، لكي يصبح المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف يجب



- (أ) زيادة زاوية السقوط (ϕ_1)
(ب) إسقاط الشعاع عمودياً على وجه المنشور
(ج) زيادة زاوية السقوط (ϕ_2)
(د) إسقاط الشعاع مماساً لوجه المنشور

* الشكل المقابل يوضح شعاع ضوئي يسقط بزاوية ϕ_1 على أحد



أوجه منشور ثلاثي، فإذا كانت $\hat{a} = \hat{b}$ وكانت $\phi_1 = 1.5 \phi_2$ ، فإن :

(أ) زاوية رأس المنشور تساوي

- (أ) 20°
(ب) 60°
(ج) 80°
(د) 100°

(٢) زاوية السقوط الأولى (ϕ_1) تساوى

- ٢٠° (أ) ٤٠° (ب) ٦٠° (ج) ٨٠° (د)

(٣) معامل انكسار مادة المنشور يساوى

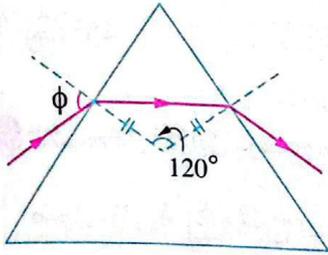
- ١.٠٥ (أ) ١.١٤ (ب) ١.٣٥ (ج) ١.٥٣ (د)

١٩ منشور ثلاثى زاوية رأسه تساوى $1.5 \alpha_0$ حيث α_0 زاوية النهاية الصغرى للانحراف، ويكون المنشور فى وضع النهاية الصغرى للانحراف عندما يسقط على أحد أوجهه شعاع ضوئى بزاوية سقوط 50° ، فإن معامل انكسار مادة المنشور يساوى

- ١.٢٥ (أ) ١.٤٢ (ب) ١.٥٣ (ج) ١.٧٣ (د)

٢٠ الشكل المقابل يوضح منشور ثلاثى معامل انكسار مادته $\sqrt{3}$ يسقط على

أحد أوجهه شعاع ضوئى ويخرج من الوجه المقابل، فإن



زاوية الانحراف (α)	زاوية السقوط الأولى (ϕ)	
30°	30°	(أ)
60°	30°	(ب)
30°	60°	(ج)
60°	60°	(د)

٢١ الشكل المقابل يوضح منشور ثلاثى متساوى الساقين زاوية رأسه 45°

مصنوع من مادة شفافة للضوء، سقط على أحد أوجهه شعاع ضوئى بزاوية

30° فانكسر داخل المنشور موازياً للقاعدة، فإن :

(١) زاوية خروج الشعاع الضوئى من المنشور تساوى

- 15° (أ) 30° (ب)

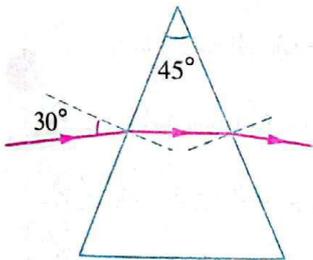
- 45° (ج) 60° (د)

(٢) زاوية انحراف الشعاع الضوئى تساوى

- 60° (أ) 45° (ب) 30° (ج) 15° (د)

(٣) معامل انكسار مادة المنشور يساوى

- ١.٢٢ (أ) ١.٢٧ (ب) ١.٣١ (ج) ١.٦٠ (د)



?

* منشور ثلاثي زاوية رأسه 60° ومعامل انكسار مادته 1.5 غُمر في سائل معامل انكساره 1.3، فإن :

(١) زاوية النهاية الصغرى للانحراف تساوي

ب) 9.6°

أ) 8.4°

د) 35.1°

ج) 10.5°

(٢) زاوية السقوط الأولى في وضع النهاية الصغرى للانحراف تساوي

ب) 35.25°

أ) 34.34°

د) 60°

ج) 47.55°

أسئلة المقال

ثانياً

١) ماذا يحدث عند سقوط حزمة متوازية من ضوء أبيض على منشور ثلاثي في وضع النهاية الصغرى للانحراف ؟

٢) فسر العبارات التالية :

(١) تختلف زاوية النهاية الصغرى للانحراف للشعاع الضوئي في المنشور الثلاثي باختلاف الطول الموجي للضوء المار خلاله.

(٢) عند سقوط ضوء أبيض على منشور ثلاثي يكون الضوء البنفسجي أكثر انحرافاً من الضوء الأحمر.

(٣) المنشور الثلاثي يفرق الضوء الأبيض، بينما متوازي المستطيلات لا يفرق الضوء الأبيض.

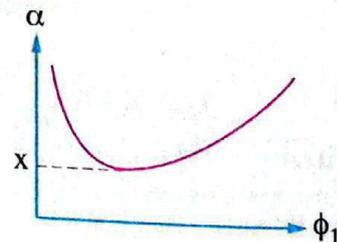
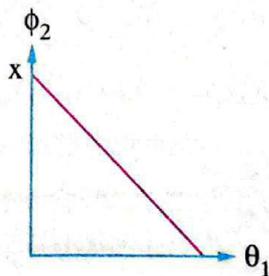
٣) ما العوامل التي تتوقف عليها زاوية النهاية الصغرى للانحراف في المنشور الثلاثي ؟

٤) اكتب ما تشير إليه قيمة النقطة x في كل من الشكلين البيانيين الآتيين :

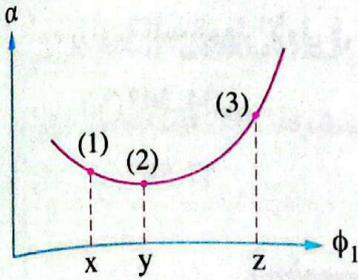
(١) العلاقة بين زاوية انحراف شعاع ضوئي في منشور

(٢) العلاقة بين زاوية السقوط الثانية (ϕ_2) وزاوية الانكسار (θ_1) لشعاع ضوئي يمر خلال منشور ثلاثي.

ثلاثي (α) وزاوية السقوط الأولى (ϕ_1) للشعاع على أحد أوجهه.



اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة



١ إذا سقطت ثلاثة أشعة ضوئية (1)، (2)، (3) على منشور ثلاثي بزوايا سقوط x ، y ، z على الترتيب وكانت العلاقة بين زاوية الانحراف (α) وزاوية السقوط الأولى (ϕ_1) على وجه المنشور كما بالشكل البياني المقابل، فإن زاوية خروج الشعاع (1) من المنشور مقارنةً بزاوية خروج كل من

الشعاع (3)	الشعاع (2)	
أقل	أكبر	أ
أكبر	أكبر	ب
أقل	أقل	ج
أكبر	أقل	د

أجب عما يأتي

٢ سقط شعاع ضوئي أحادي اللون على أحد أوجه منشور ثلاثي فخرج مماسًا من الوجه المقابل، ماذا يحدث لزاوية انحراف الشعاع (α) إذا أدير الشعاع تدريجيًا في اتجاه قاعدة المنشور بحيث تزداد زاوية السقوط الأولى؟ وضح ذلك بشكل بياني يمثل العلاقة بين زاوية الانحراف وزاوية السقوط الأولى.

في عامك الدراسي القادم
أحرص على اقتناء

كتب الامتحان

لصف
الثالث الثانوي

في جميع
المواد



اختبار 2

على الوحدة الثانية

مجاب
عله

اختر الإجابة الصحيحة (١ : ٢٠) :

١ أي من ظواهر الضوء الآتية يتغير فيها الطول الموجي للضوء ؟

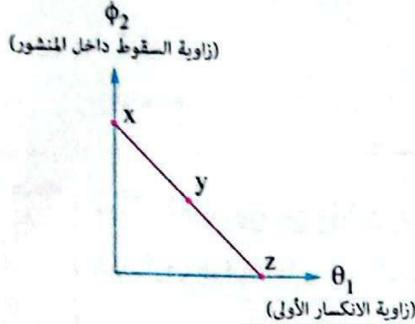
- (أ) الانعكاس (ب) الانكسار (ج) التداخل (د) الحيود

٢ في الشكل البياني المقابل، أي النقاط الموضحة تمثل

حالة شعاع ضوئي يسقط من الهواء على أحد أوجه

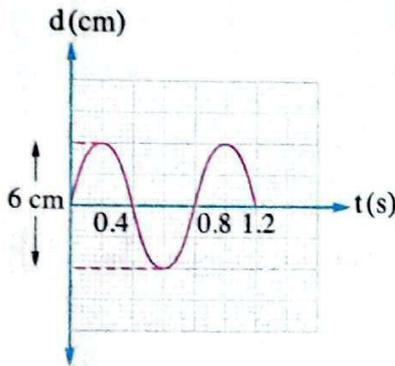
منشور ثلاثي ويخرج عمودياً من الوجه المقابل ؟

- (أ) النقطة x (ب) النقطة y
(ج) النقطة z (د) ليس أي منها



٣ الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) لأحد جزيئات وسط

تنتشر به موجة مستعرضة والزمن (t)، فإن



التردد ν (Hz)	سعة الاهتزازة A (cm)	
2.5	6	(أ)
0.4	6	(ب)
1.25	3	(ج)
0.8	3	(د)

٤ يسقط شعاع ضوئي بزاوية سقوط 0° من الهواء على أحد أوجه منشور ثلاثي زاوية رأسه 45° فخرج مماساً من

الوجه المقابل، فإن سرعة الضوء في المنشور تساوى

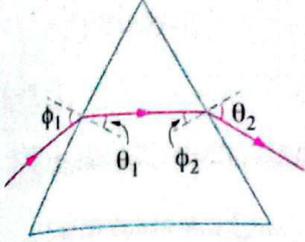
- (أ) 1.96×10^8 m/s (ب) 2.08×10^8 m/s
(ج) 2.12×10^8 m/s (د) 2.41×10^8 m/s

٥ عند تفرق الضوء الأبيض خلال منشور ثلاثي، أي الألوان الآتية يكون أقل انحرافاً ؟

- (أ) البرتقالي (ب) الأصفر (ج) الأخضر (د) الأزرق

6 موجة مستعرضة سرعة انتشارها 3.4 m/s وترددها 1.7 Hz، فإذا كانت المسافة التي يتحركها أحد جزيئات الوسط بين قمة وقاع عمودياً على اتجاه انتشار الموجة تساوي المسافة بين قمة وقاع متتاليين في اتجاه انتشار الموجة، فإن سعة الموجة تساوي

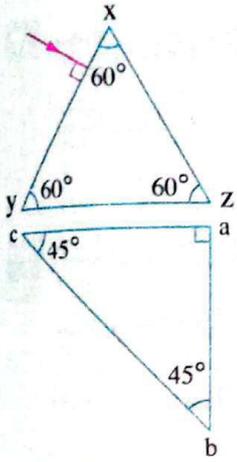
- أ) 0.25 m ب) 0.5 m ج) 0.75 m د) 1 m



7 في الشكل المقابل عند زيادة زاوية السقوط (ϕ_1)،

فإن زاوية الخروج (θ_2)

- أ) تقل ب) تزداد
ج) تنعدم د) لا تتغير

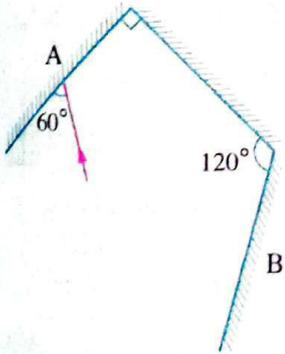


8 الشكل المقابل يوضح منشوران ثلاثيان من مادة واحدة معامل

انكسارها 1.5، فإذا سقط شعاع ضوئي عمودياً على الوجه xy

فإنه يخرج عمودياً من الوجه

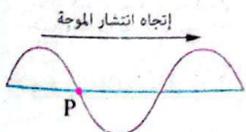
- أ) xz ب) ac
ج) bc د) ab



9 سقط شعاع ضوئي على المرآة A كما بالشكل المقابل، فإن

زاوية سقوط الشعاع على المرآة B تساوي

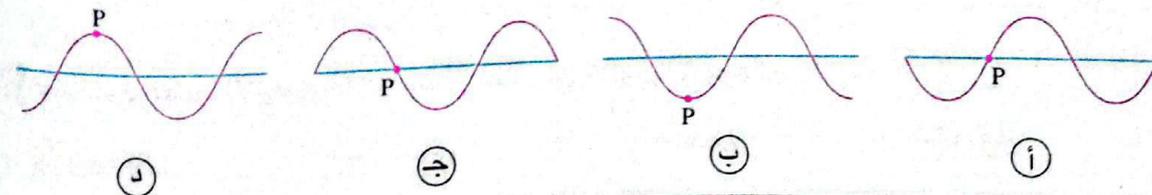
- أ) 0° ب) 30°
ج) 45° د) 60°



10 الشكل المقابل يمثل موضع أحد الجزيئات (P) لوسط تنتشر فيه

موجة ميكانيكية مستعرضة ترددها 1 Hz من اليسار إلى اليمين،

فأى الأشكال التالية يمثل موضع ذلك الجزيء (P) بعد 0.25 s ؟



11 تتميز الهدب المضينة الناتجة عن ظاهرة الحيود بأنها

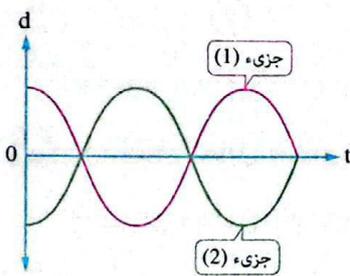
- (أ) متماثلة السُمك
(ب) متماثلة الشدة
(ج) شدة إضاءتها تزداد بشكل ملحوظ بالابتعاد عن الهدبة المركزية
(د) شدة إضاءتها تقل بشكل ملحوظ بالابتعاد عن الهدبة المركزية

12 يمر شعاع ضوئي عمودياً في شريحة زجاجية معامل انكسارها (n) خلال زمن (t)، إذا علمت أن سرعة الضوء في الهواء هي (c) فإن سُمك الشريحة يساوي

- (أ) nct
(ب) $\frac{n}{c} t$
(ج) $\frac{c}{n} t$
(د) ct

13 سقط شعاع ضوئي على أحد أوجه منشور ثلاثي متساوي الأضلاع فانكسر موازياً للقاعدة وخرج من المنشور بزاوية خروج 60° ، فإن زاوية سقوط الشعاع على المنشور (ϕ_1) تساوي

- (أ) 30°
(ب) 45°
(ج) 60°
(د) 90°

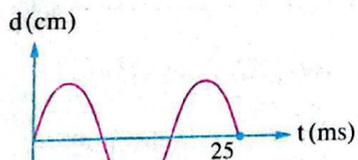


14 الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) لجزيئين (1) ، (2) من جزيئات الهواء بينهما مسافة 10 cm على امتداد انتشار موجة صوتية والزمن (t)، فإن الطول الموجي لهذه الموجة يمكن أن يساوي

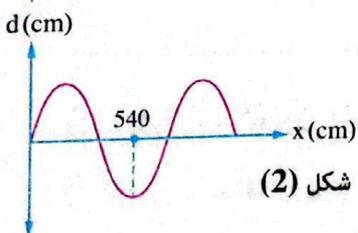
- (أ) 5 cm
(ب) 10 cm
(ج) 20 cm
(د) 40 cm

15 انتقلت موجة صوتية من الهواء إلى سائل فتغير طولها الموجي من 0.5 m إلى 2.1 m، إذا علمت أن سرعة الصوت في الهواء 330 m/s، فإن سرعة الصوت في السائل هي

- (أ) 1420 m/s
(ب) 1386 m/s
(ج) 1320 m/s
(د) 693 m/s



شكل (1)



شكل (2)

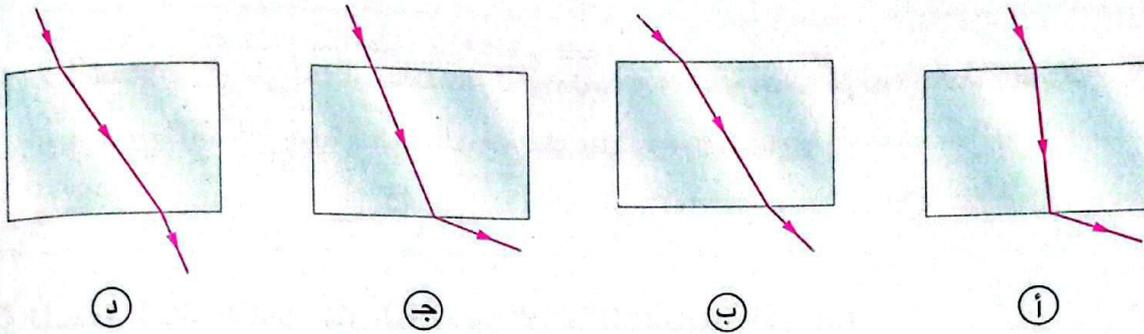
16 الشكل البياني (1) يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) لأحد جزيئات وسط تنتشر به موجة والزمن (t)، والشكل البياني (2) يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) لجزيئات هذا الوسط والمسافة (x) التي قطعتها تلك الموجة، فإن سرعة انتشار الموجة تساوي

- (أ) 108 m/s
(ب) 216 m/s
(ج) 432 m/s
(د) 864 m/s

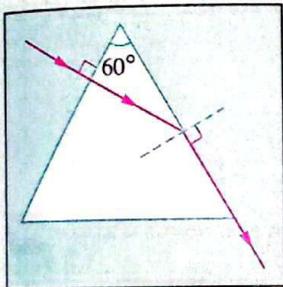
١٧ سقط شعاع ضوئي بزاوية سقوط صغيرة على أحد أوجه منشور ثلاثي متساوي الأضلاع فخرج من الوجه المقابل منحرفاً عن مساره الأول بزاوية معينة، بزيادة زاوية سقوط الشعاع تدريجياً، فإن زاوية انحراف الشعاع

- أ) تزداد باستمرار
ب) تقل باستمرار
ج) تزداد ثم تقل
د) تقل ثم تزداد

١٨ أى الأشكال التالية يعبر بشكل صحيح عن مرور شعاع ضوئي يسقط من الهواء خلال متوازي مستطيلات من الزجاج؟



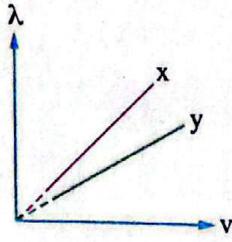
١٩ فى الشكل المقابل، منشور متساوى الأضلاع معامل انكسار مادته 1.5 مغمور فى سائل معامل انكساره n ويسقط على أحد أوجه شعاع ضوئى عمودياً ويخرج مماساً من الوجه المقابل، فإن معامل انكسار السائل =



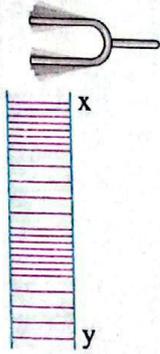
- أ) $\frac{3}{4}\sqrt{3}$
ب) $\sqrt{2}$
ج) $\sqrt{3}$
د) $\frac{1}{3}\sqrt{3}$

٢٠ قام طالب بإجراء تجربة الشق المزدوج باستخدام ضوء أحمر أحادى اللون فظهرت له هُذب التداخل على الحائل بأبعاد معينة، لى يحصل الطالب على نفس أبعاد هُذب التداخل ولكن باستخدام ضوء أزرق أحادى اللون يجب عليه

- أ) زيادة المسافة بين الشقين
ب) زيادة المسافة بين المصدر الضوئى وحاجز الشق المزدوج
ج) زيادة المسافة بين حائل استقبال الهُذب وحاجز الشق المزدوج
د) تقليل المسافة بين حائل استقبال الهُذب وحاجز الشق المزدوج

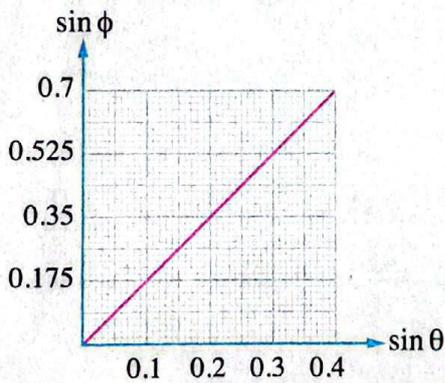


٢١ موجتين ضوئيتين X ، y إحداهما من اللون الأحمر والأخرى من اللون الأزرق تنتشران في عدة أوساط مختلفة، والشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الطول الموجي (λ) للموجتين والسرعة (v) لهما، فأى الموجتين X ، y من اللون الأحمر؟ فسر إجابتك.



٢٢ تنتقل موجة صوتية خلال أنبوبة زجاجية من الطرف X إلى الطرف y عند اهتزاز طرفي الشوكة الرنانة كما بالشكل المقابل، صف كيفية حركة جزيئات الهواء داخل الأنبوبة، مع التفسير.

٢٣ فسر: تستخدم الألياف الضوئية في مجال الاتصالات.



٢٤ الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين جيب زاوية سقوط شعاع ضوئي في وسط شفاف ($\sin \phi$) وجيب زاوية انكساره في وسط آخر ($\sin \theta$) انتقل إليه، إذا كان الطول الموجي للضوء في الوسط الأول هو 700 nm، احسب الطول الموجي للضوء في الوسط الثاني.

مقدم من قناة ثانوية ثانوى الرسوبية
@Sanaye 20011

الحركة الدائرية

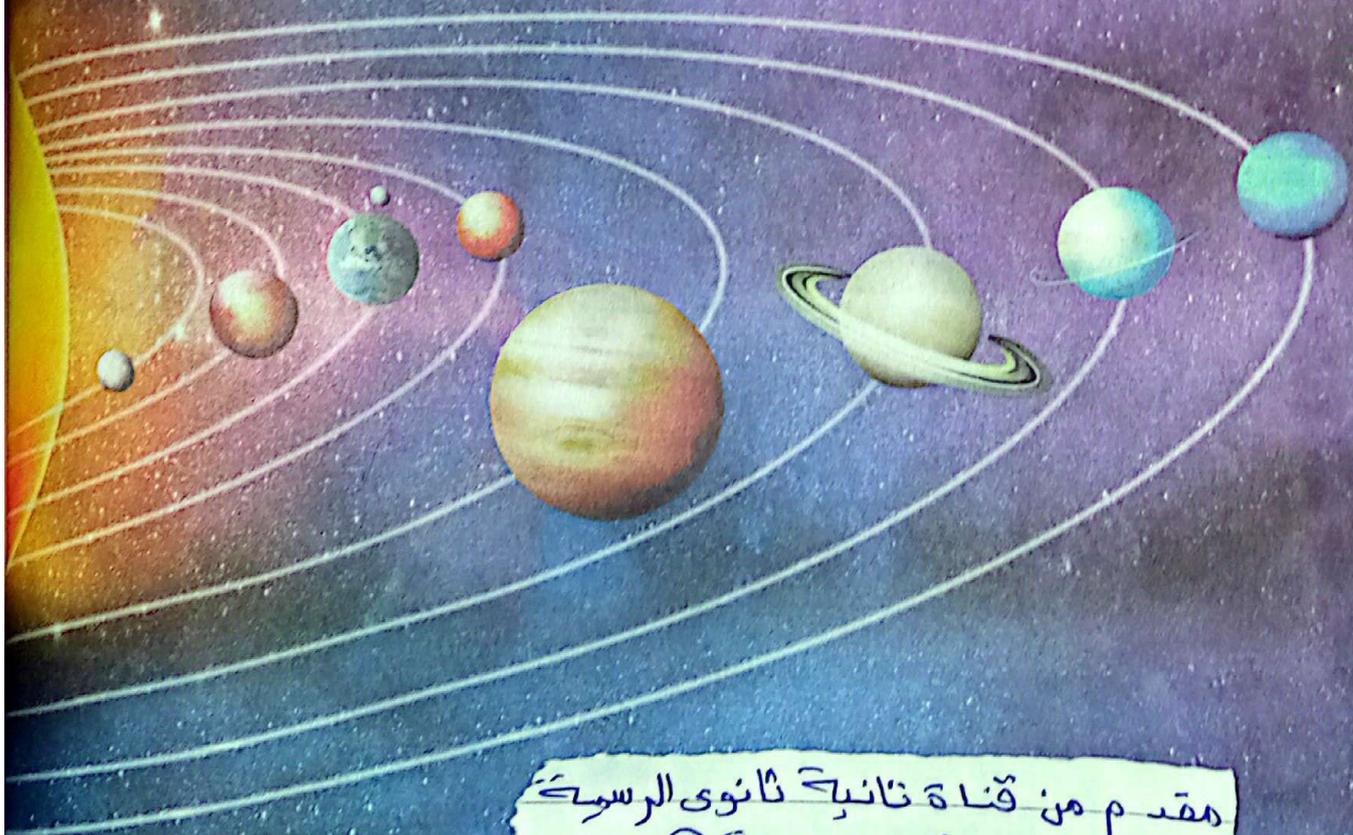
الوحدة
الثالثة

الفصل 4 قوانين الحركة الدائرية

الفصل 5 الجاذبية الكونية والحركة الدائرية

اختبار 3

على الوحدة الثالثة



مقدم من قناة ثانوية ثانوى الرسمة
@Sanaye 20011

4 الفصل

قوانين الحركة الدائرية



🎯 نواتج التعلم المتوقعة : في نهاية هذا الفصل ينبغي أن يكون الطالب قادراً على أن :

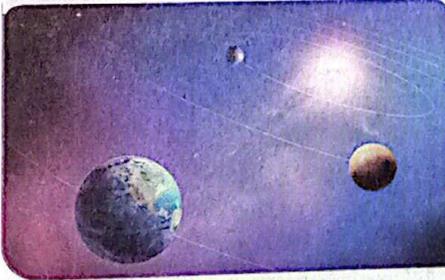
- يتعرف مفهوم الحركة الدائرية المنتظمة.
- يتعرف أنواع القوى الجاذبة المركزية.
- يحسب مقدار العجلة الجاذبة المركزية ومقدار القوة الجاذبة المركزية.
- يستنتج العوامل التي تحدد مقدار القوة الجاذبة المركزية.
- يحلل الإرشادات المرورية وعلاقتها بالقوة الجاذبة المركزية.
- يحلل بعض المواقف الحياتية المرتبطة بحركة جسم في مسار دائري.

قوانين الحركة الدائرية

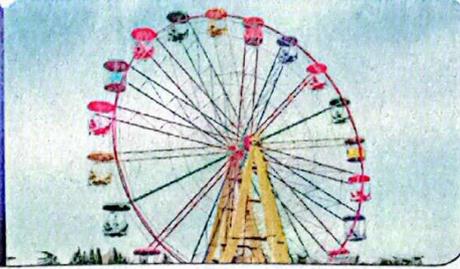


* درسنا خلال هذا الفصل الدراسي نوعين من الحركة الدورية هما، الحركة الاهتزازية والحركة الموجية، والآن حان دور دراسة نوع ثالث من الحركة الدورية وهو الحركة الدائرية.
* الحركة الدائرية من أكثر الصور المألوفة للحركة في عالمنا، ومن أمثلتها:

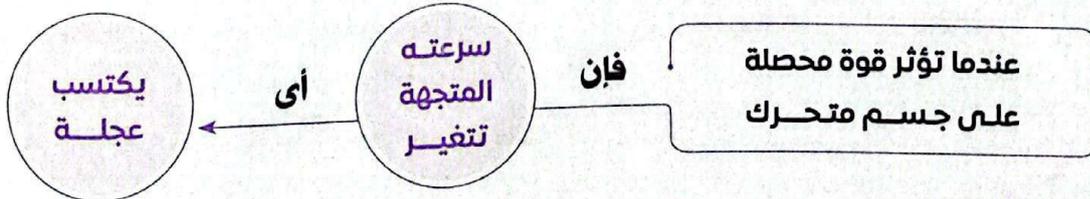
حركة الأرض حول الشمس



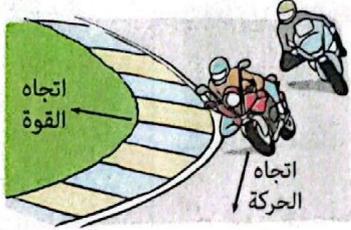
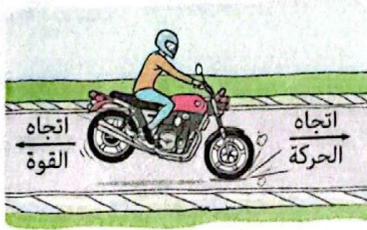
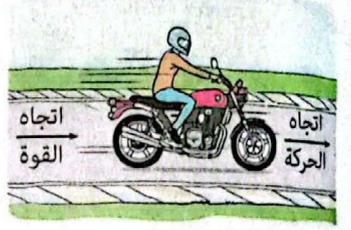
حركة الألعاب الدوارة



* من خلال دراستك لقانون نيوتن الثاني تعلمت أنه :



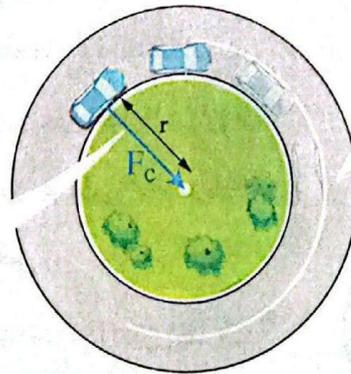
ويعتمد التغير الحادث في السرعة المتجهة على اتجاه القوة المحصلة المؤثرة بالنسبة لاتجاه الحركة،
فإذا كان اتجاه القوة المحصلة :

عمودي على اتجاه الحركة	عكس اتجاه الحركة	في نفس اتجاه الحركة
يظل مقدار سرعة الجسم المتحرك ثابت. يتغير اتجاه حركة الجسم.	يتناقص مقدار سرعة الجسم المتحرك. لا يتغير اتجاه حركة الجسم.	يتزايد مقدار سرعة الجسم المتحرك. لا يتغير اتجاه حركة الجسم.
مثال		
عندما يميل قائد الدراجة النارية بجسمه يمينًا أو يسارًا عند المنحنيات تتولد قوة محصلة عمودية على اتجاه الحركة فيتغير اتجاه الحركة وتسير في مسارات دائرية.	عندما يضغط قائد الدراجة النارية على الفرامل فإن القوة المحصلة تكون عكس اتجاه الحركة فتقل سرعتها.	عندما يزيد قائد الدراجة النارية من معدل حرق الوقود فإنها تتأثر بقوة محصلة في نفس اتجاه الحركة فتزداد سرعتها.
		

كما سبق يتضح أن :

لكي يتحرك جسم حركة دائرية منتظمة (في مسارات دائرية بسرعة مقدارها ثابت) لا بد أن تؤثر عليه باستمرار قوة محصلة مقدارها ثابت وعمودية على اتجاه حركته وفي اتجاه مركز المسار الدائري يطلق عليها القوة الجاذبة المركزية.

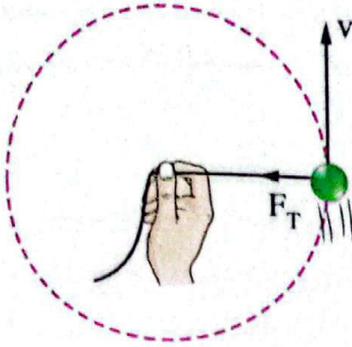
القوة الجاذبة المركزية
القوة التي تؤثر باستمرار في اتجاه عمودي على اتجاه حركة الجسم فتجعله يتحرك في مسارات دائرية



الحركة الدائرية المنتظمة
حركة جسم في مسار دائري بسرعة ثابتة المقدار ومتغيرة الاتجاه

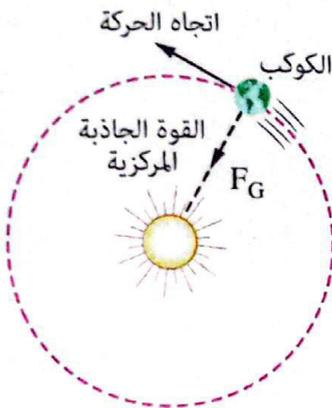
Types of Centripetal Forces أنواع القوى الجاذبة المركزية

* تعبر القوة الجاذبة المركزية عن أى قوة تؤثر عمودياً على مسار حركة الجسم وتجعله يتحرك في مسار دائرى بسرعة ثابتة المقدار، وفيما يلي سوف نتعرف على أمثلة لها :



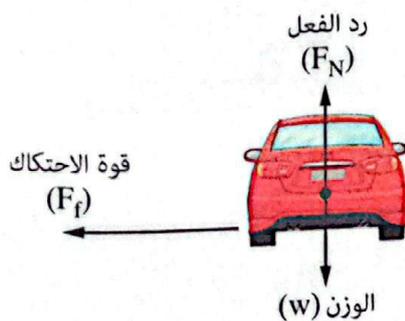
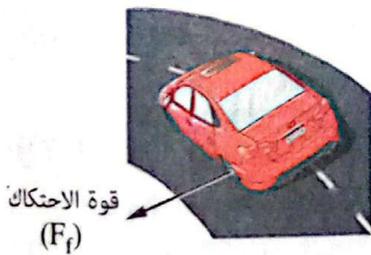
عند إدارة جسم باستخدام حبل أو سلك تنشأ في الحبل أو السلك قوة شد عمودية على اتجاه حركة الجسم تجعله يتحرك في مساردائرى بسرعة ثابتة المقدار.
أم أن: قوة الشد في الحبل (F_T) تعمل كقوة جاذبة مركزية.

١
قوة الشد
(F_T)



توجد بين أى كوكب والشمس قوة تجاذب عمودية على اتجاه حركة الكوكب تجعله يتحرك في مساردائرى حول الشمس.
أم أن: قوة التجاذب المادى (F_G) في هذه الحالة تعمل كقوة جاذبة مركزية.

٢
قوة التجاذب
العادى
(F_G)

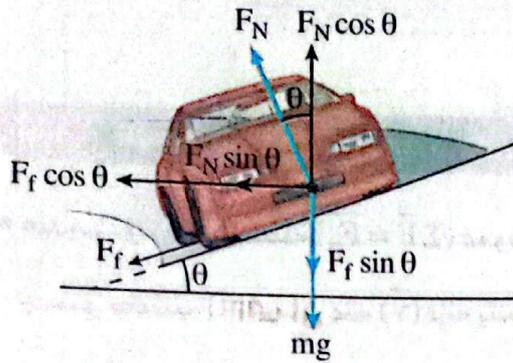


عندما تنعطف سيارة في مسار منحنى (يساراً مثلاً)، فإن السيارة تميل إلى الاستمرار في الحركة في خط مستقيم بفعل القصور الذاتي (تجاه يمين المنحنى)، فتعمل قوة الاحتكاك بين إطارات السيارة والطريق على إبقاء السيارة في مسارها والتي تؤثر عمودياً على اتجاه حركة السيارة ونحو مركز المنحنى.
أم أن: قوة الاحتكاك (F_f) بين إطارات السيارة والطريق تعمل كقوة جاذبة مركزية.

٣
قوة
الاحتكاك
(F_f)

معلومة إثرائية

* بعض المنحنيات (مثل أجزاء في مضمار سباق السيارات أو الكبارى) تُصمم بحيث تكون الحافة الخارجية للمنحنى في مستوى أعلى من حافته الداخلية، والسبب في ذلك أنه عندما تتحرك سيارة في مسار دائرى يميل على الأفقى بزاوية θ فإنها تتأثر بأكثر من قوة، منها:



- قوة رد الفعل (F_N) والتي تؤثر عمودياً على السيارة، ويتحلل متجه قوة رد الفعل فإن المركبة الأفقية لرد الفعل تكون عمودية على اتجاه الحركة وفي اتجاه مركز الدوران.

- قوة الاحتكاك (F_f)، ويتحلل متجه قوة الاحتكاك فإن المركبة الأفقية لقوة الاحتكاك تكون عمودية أيضاً على اتجاه الحركة وفي اتجاه مركز الدوران.

أي أن:

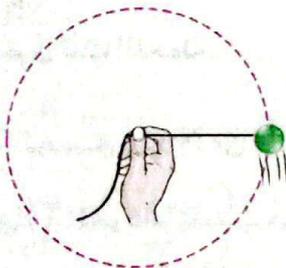
القوة الجاذبة المركزية التي تجعل السيارة تتحرك في مسار منحنى مائل تساوى مجموع المركبة الأفقية لقوة رد الفعل ($F_N \sin \theta$) والمركبة الأفقية لقوة الاحتكاك ($F_f \cos \theta$).

ملاحظة

* عندما يتحرك جسم حركة دائرية منتظمة فإن ذلك يعنى أن القوة المحصلة (F) المؤثرة عليه (القوة الجاذبة المركزية) دائماً ما تكون عمودية على اتجاه حركته، وبالتالي فإن الشغل المبذول على الجسم بواسطة القوة الجاذبة المركزية يساوى صفرياً:

$$W = Fd \cos \theta = Fd \cos 90 = 0$$

مجاب عنها



19 اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة:

في الشكل المقابل كرة مربوطة بخيط وتتحرك حركة دائرية منتظمة في مسار أفقى، أى مما يأتى للكرة يتغير باستمرار أثناء حركتها؟

- (أ) مقدار السرعة
(ب) اتجاه السرعة
(ج) طاقة الوضع
(د) طاقة الحركة

قوانين الحركة الدائرية المنتظمة (Laws of uniform circular motion)

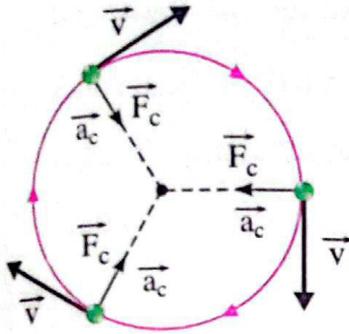
* وفيما يلي سندرس قوانين الحركة الدائرية المنتظمة من خلال دراسة مفهومي :

ثانيًا

القوة الجاذبة المركزية

أولًا

العجلة الجاذبة المركزية



العجلة الجاذبة المركزية

العجلة التي يكتسبها الجسم في الحركة الدائرية نتيجة لتغير اتجاه السرعة.

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

الزمن الدوري

الزمن اللازم لعمل دورة كاملة في المسار الدائري.

$$v = \frac{\text{محيط المسار}}{\text{الزمن الدوري}} = \frac{2\pi r}{T}$$

$$T = \frac{t}{N}$$

$$f = \frac{N}{t} = \frac{1}{T}$$

أولًا العجلة الجاذبة المركزية Centripetal Acceleration

* عندما تؤثر قوة محصلة ($\Sigma \vec{F} = \vec{F}_c$) عموديًا على اتجاه حركة

جسم كتلته (m) وسرعته (\vec{v}) فإنه يتحرك في مسار دائري

نصف قطره (r)، ويكون :

- مقدار السرعة (v) ثابت على طول محيط المسار الدائري.

- اتجاه السرعة متغير باستمرار على طول محيط المسار

الدائري، وتغير اتجاه السرعة يعنى اكتساب الجسم عجلة

أثناء حركته الدائرية تسمى العجلة الجاذبة المركزية (\vec{a}_c)

ويكون اتجاهها في نفس اتجاه القوة الجاذبة المركزية.

* يحسب مقدار العجلة الجاذبة المركزية (a_c) من العلاقة :

* إذا أتم هذا الجسم دورة كاملة في نفس المسار الدائري خلال

زمن T يطلق عليه الزمن الدوري فإن السرعة (v) التي يتحرك بها

والتي يطلق عليها السرعة المماسية (الخطية) تحسب من العلاقة :

واتجاهها دائمًا في اتجاه المماس للمسار الدائري عند موضع

الجسم في تلك اللحظة.

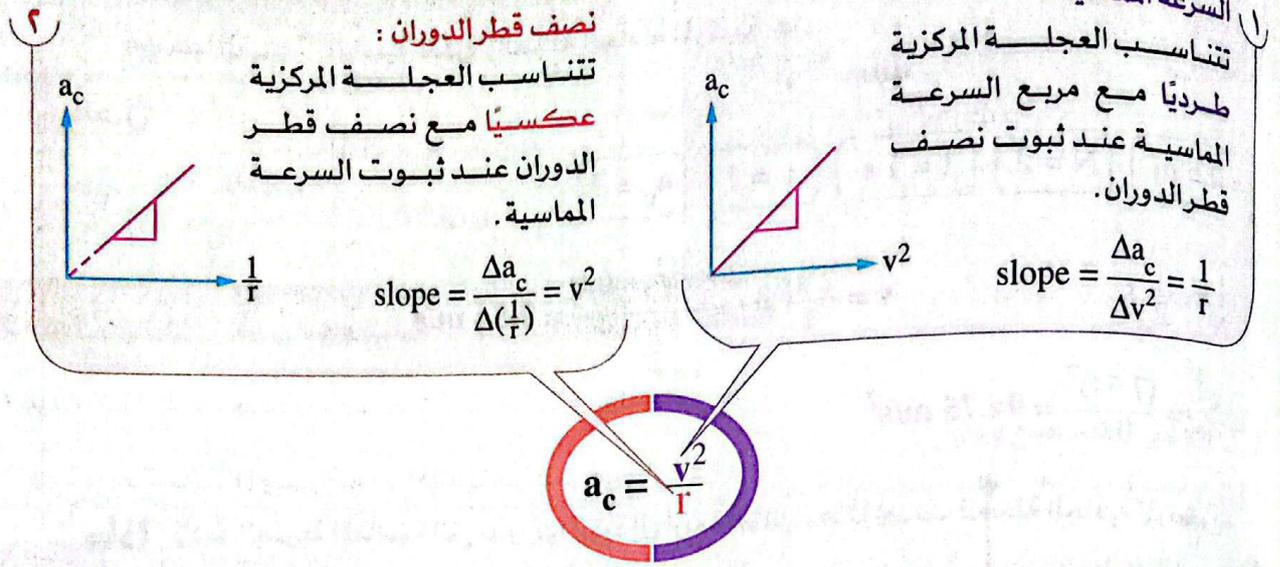
* إذا أتم الجسم عدد N من الدورات الكاملة خلال زمن t ، فإن الزمن

الدوري (T) لحركته يحسب من العلاقة :

* التردد (f) هو معدل دوران الجسم (عدد الدورات التي يكملها الجسم

في الثانية الواحدة) ويحسب من العلاقة :

العوامل التي تتوقف عليها العجلة الجاذبة المركزية



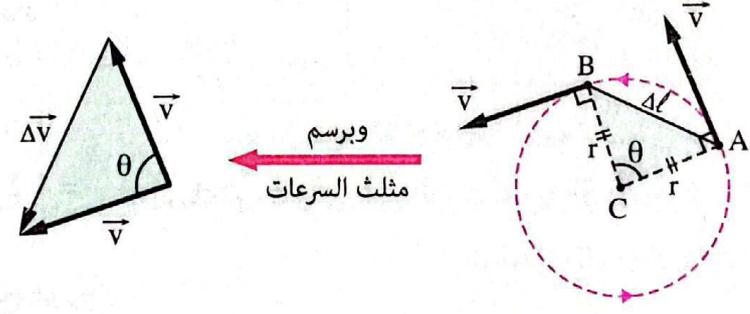
ملاحظة

* إذا انعدمت القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على جسم يتحرك حركة دائرية منتظمة، فإنه في لحظة انعدام هذه القوة يتحرك الجسم في خط مستقيم في اتجاه السرعة المماسية للجسم.

معلومة إثرائية

* استنتاج مقدار العجلة الجاذبة المركزية (a_c):

- إذا تحرك جسم في مسارات دائرية من النقطة A إلى النقطة B كما بالشكل التالي فإن اتجاه السرعة (\vec{v}) يتغير بين النقطتين ولكن مقدار السرعة يظل ثابتًا، وبذلك فإن التغير في السرعة ($\Delta \vec{v}$) ينتج عن تغير اتجاهها فقط.



• من تشابه المثلث (CAB) مع مثلث السرعات :

$$\frac{\Delta l}{r} = \frac{\Delta v}{v}$$

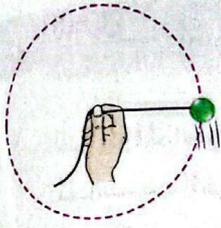
$$\Delta v = \frac{\Delta l}{r} v$$

$$a_c = \frac{\Delta v}{\Delta t} = v \frac{\Delta l}{\Delta t} \cdot \frac{1}{r}$$

• إذا انتقل الجسم من A إلى B خلال فترة زمنية Δt فإن :

$$\therefore v = \frac{\Delta l}{\Delta t}$$

$$\therefore a_c = \frac{v^2}{r}$$



مثال 1
في الشكل المقابل كرة مثبتة بنهاية حبل تتحرك بسرعة ثابتة في دائرة أفقية نصف قطرها 0.6 m، فإذا أكملت الكرة دورتين كاملتين في الثانية الواحدة، احسب السرعة المماسية للكرة والعجلة الجاذبة المركزية لها.

الحل

$r = 0.6 \text{ m}$ $N = 2$ $t = 1 \text{ s}$ $v = ?$ $a_c = ?$

$$T = \frac{t}{N} = \frac{1}{2} \text{ s}, \quad v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2 \times \frac{22}{7} \times 0.6}{\frac{1}{2}} = 7.54 \text{ m/s}$$

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(7.54)^2}{0.6} = 94.75 \text{ m/s}^2$$

زادت السرعة المماسية التي تدور بها الكرة إلى أربعة أمثالها، ماذا يحدث للعجلة الجاذبة المركزية اللازمة لدورانها في نفس المسار الدائري؟

ماذا لو

مثال 2
اختر: يدور جسم في مسار دائري أفقي بسرعة خطية منتظمة بحيث يكمل نصف دورة خلال 3 s، فإذا كانت إزاحته خلال نصف دورة 2 m فإن عجلته المركزية تساوي

- أ) 0.35 m/s^2 ب) 1.1 m/s^2 ج) 4.4 m/s^2 د) 6.6 m/s^2

الحل

$N = 0.5$ $t = 3 \text{ s}$ $d = 2 \text{ m}$ $a_c = ?$

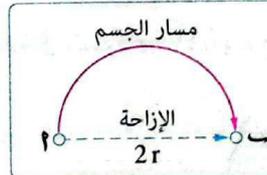
$$d = 2r \Rightarrow r = \frac{d}{2} = \frac{2}{2} = 1 \text{ m}$$

$$T = \frac{t}{N} = \frac{3}{0.5} = 6 \text{ s}$$

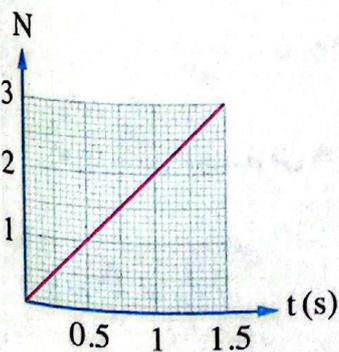
$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2 \times \frac{22}{7} \times 1}{6} = 1.05 \text{ m/s}, \quad a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(1.05)^2}{1} = 1.1 \text{ m/s}^2$$

∴ الاختيار الصحيح هو ب)

وسيلة مساعدة



إزاحة الجسم خلال نصف دورة تساوي قطر المسار الدائري.



مثال 3
اختر: جسم يتحرك في مسار دائري أفقي نصف قطره 1 m بسرعة ثابتة، والشكل البياني المقابل يوضح عدد الدورات التي يصنعها الجسم بمرور الزمن، فإن السرعة المماسية للجسم والعجلة المركزية التي يتحرك بها هما على الترتيب

- أ) $158 \text{ m/s}^2, 12.57 \text{ m/s}$ ب) $12.57 \text{ m/s}^2, 9.9 \text{ m/s}$
ج) $158 \text{ m/s}^2, 3.14 \text{ m/s}$ د) $9.9 \text{ m/s}^2, 3.14 \text{ m/s}$

$$r = 1 \text{ m}$$

$$v = ?$$

$$a_c = ?$$

$$\text{slope} = \frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{3 - 0}{1.5 - 0} = 2 \text{ s}^{-1}$$

$$T = \frac{t}{N} = \frac{1}{\text{slope}} = 0.5 \text{ s}$$

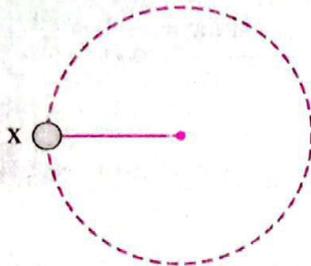
$$v = \frac{2 \pi r}{T} = \frac{2 \times \frac{22}{7} \times 1}{0.5} = 12.57 \text{ m/s}$$

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(12.57)^2}{1} = 158 \text{ m/s}^2$$

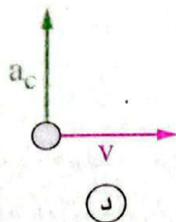
∴ الاختيار الصحيح هو (أ)

مجاب عليها

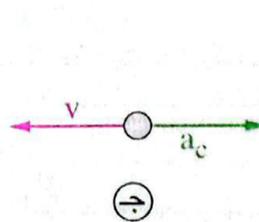
اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :



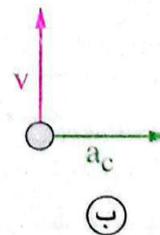
في الشكل المقابل جسم مربوط في خيط يدور بسرعة ثابتة في مسار دائري أفقي في اتجاه دوران عقارب الساعة، عندما يكون الجسم عند الموضع X يكون اتجاهي السرعة المماسية (v) والعجلة المركزية (a_c) ممثلان تمثيلاً صحيحاً بالشكل



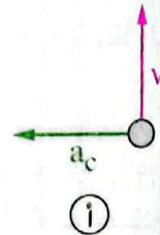
(أ)



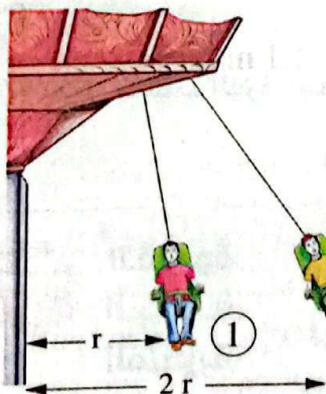
(ب)



(ج)



(د)



الشكل المقابل يمثل لعبة العجلة الدوارة في الملاهي، فإذا جلس طفلان

في مكانين مختلفين بحيث كان بُعد الطفل الثاني عن المركز ضعف بُعد

الطفل الأول عن المركز ودارت اللعبة بسرعة ثابتة، احسب :

(1) النسبة بين السرعة المماسية لكل من الطفلين $\left(\frac{v_1}{v_2}\right)$.

(2) النسبة بين العجلة الجاذبة المركزية لكل من الطفلين $\left(\frac{(a_c)_1}{(a_c)_2}\right)$.

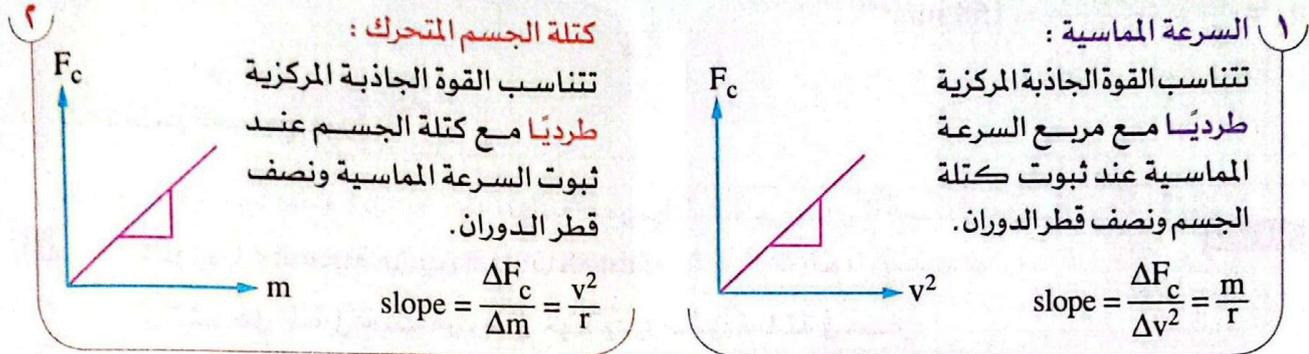
ثانيًا القوة الجاذبة المركزية Centripetal Force

* عندما تؤثر قوة جاذبة مركزية F_c على جسم كتلته m فتجعله يتحرك في مسارات دائرية بعجلة مركزية a_c ،
 $F = ma$
 فتبعًا لقانون نيوتن الثاني تعطى القوة من العلاقة :

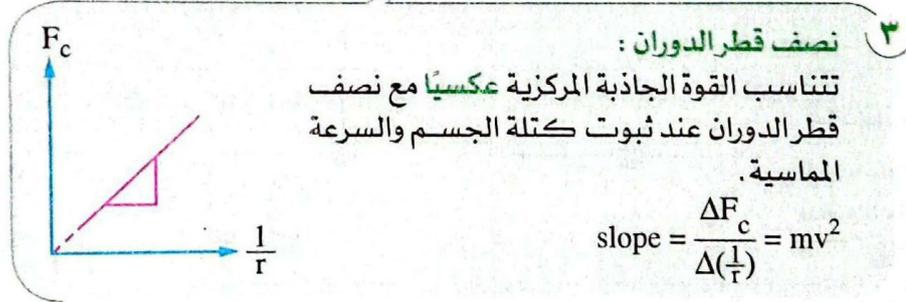
$$\therefore a_c = \frac{v^2}{r}$$

$$\therefore F_c = ma_c = \frac{mv^2}{r}$$

العوامل التي تتوقف عليها القوة الجاذبة المركزية

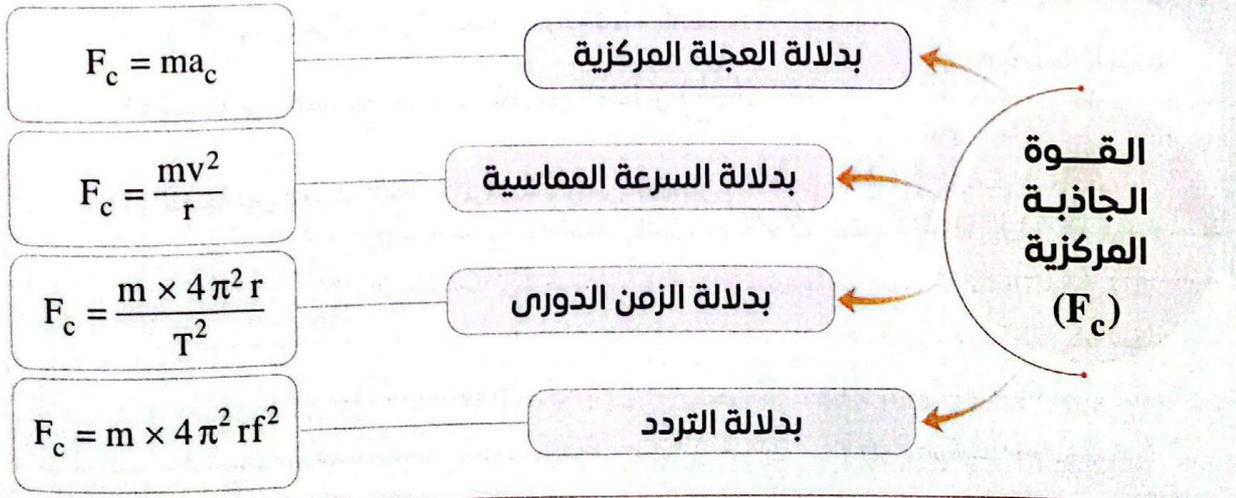


$$F_c = \frac{mv^2}{r}$$



ملاحظة

* يمكن حساب القوة الجاذبة المركزية من العلاقات الآتية :

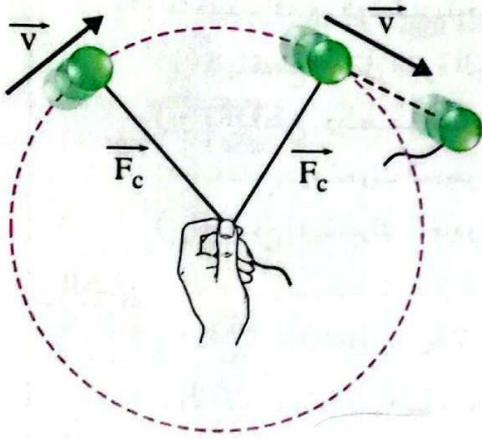


تجربة عملية بيان الحركة فى دائرة

الفرض منعاً (١) وصف حركة جسم يتحرك فى مساردائرى. (٢) إدراك مفهوم القوة الجاذبة المركزية.

فكرة التجربة القوة الجاذبة المركزية تلزم لدوران جسم فى مساردائرى.

الأدوات (١) كرة تنس. (٢) خيط (طوله حوالى 120 cm).



الخطوات

(١) اربط كرة التنس بأحد طرفى الخيط.

(٢) امسك الخيط بإحكام عند نقطة تبعد عن الكرة مسافة مناسبة (r) بحيث يمثل طول الخيط بين موضع يدك والكرة نصف قطر المسار الدائرى للكرة.

(٣) أدر الكرة فى مستوى أفقى بسرعة مناسبة بحيث تتحرك على محيط دائرة.

(٤) اترك الخيط فجأة من يدك وحدد الاتجاه الذى تتحرك فيه الكرة.

(٥) كرر الخطوات السابقة باستخدام أطوال مختلفة من الخيط.

الاستنتاج

(١) لكى تتحرك الكرة فى مساردائرى لابد من جذب الخيط للداخل لتستمر الكرة فى الدوران فى مسارها (وجود قوة شد تعمل كقوة جاذبة مركزية).

(٢) عند ترك الخيط (غياب القوة الجاذبة المركزية) تنطلق الكرة بسبب القصور الذاتى فى خط مستقيم مماس للمسار الدائرى الذى كانت تسلكه لحظة الإفلات.

اختر: جسم كتلته 0.5 kg يتحرك على محيط دائرة أفقية نصف قطرها 2 m بسرعة خطية ثابتة مقدارها 10 m/s، فإن العجلة المركزية التى يتحرك بها الجسم والقوة الجاذبة المركزية المؤثرة عليه هما على الترتيب

٥٠ N ، 25 m/s² (ب)

25 N ، 25 m/s² (ا)

٥٠ N ، ٥٠ m/s² (د)

25 N ، ٥٠ m/s² (ج)

الحل

$m = 0.5 \text{ kg}$

$r = 2 \text{ m}$

$v = 10 \text{ m/s}$

$a_c = ?$

$F_c = ?$

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(10)^2}{2} = 50 \text{ m/s}^2$$

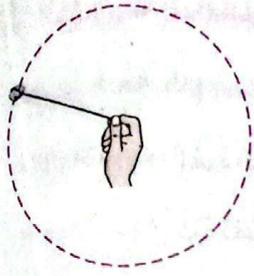
$$F_c = ma_c = 0.5 \times 50 = 25 \text{ N}$$

∴ الاختيار الصحيح هو (ج)

لما تتمكن من زيادة مقدار القوة الجاذبة المركزية عن 25 N وزادت سرعة الجسم إلى 20 m/s، فما التغير الواجب إحداثه لنصف القطر حتى نحافظ على الجسم متحركاً فى مساردائرى؟

ماذا لو

مثال 2



اختر: في الشكل المقابل حجر كتلته 600 g مربوط في خيط طوله 50 cm، يُراد إدارته في مسار دائري أفقي بسرعة 3 m/s :

(١) فإن مقدار القوة الجاذبة المركزية المطلوبة يساوي

8 N (أ) 10.8 N (ب) 36 N (ج) 108 N (د)

(٢) إذا كانت أقصى قوة شد يتحملها الخيط هي 8 N، فإن الخيط

- (أ) لا ينقطع، وتقل القوة الجاذبة المركزية حتى تصبح 8 N
 (ب) لا ينقطع، ويستمر الحجر في حركته في مساره الدائري ولكن بسرعة أقل
 (ج) ينقطع، ويتحرك الحجر لحظة انقطاع الخيط تجاه مركز المسار الدائري
 (د) ينقطع، ويتحرك الحجر لحظة انقطاع الخيط مماسًا للمسار الدائري

الحل

$m = 600 \text{ g}$ $r = 50 \text{ cm}$ $v = 3 \text{ m/s}$ $F_c = ?$

$$F_c = m \frac{v^2}{r} = 600 \times 10^{-3} \times \frac{(3)^2}{50 \times 10^{-2}} = 10.8 \text{ N} \quad (١)$$

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

(٢) سينقطع الخيط، لأن القوة الجاذبة المركزية المطلوبة لحركة الحجر في المسار الدائري بهذه السرعة أكبر من أقصى قوة شد يتحملها الخيط، فيتحرك الحجر في خط مستقيم مماسًا للمسار الدائري لحظة انقطاع الخيط.

∴ الاختيار الصحيح هو (د)

ماذا لو

علمت أن أقصى قوة شد يتحملها الخيط 8 N، ما أقصى سرعة خطية منتظمة يمكن أن يتحرك بها الحجر في هذا المسار الدائري دون أن ينقطع الخيط ؟

مثال 3

إذا علمت أن الأرض كتلتها $6 \times 10^{24} \text{ kg}$ وتدور حول الشمس في مدار نصف قطره $1.5 \times 10^{11} \text{ m}$ وتتم دورة كاملة كل 365.25 يوم، احسب القوة الجاذبة المركزية التي تؤثر بها الشمس على الأرض.

الحل

$m = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$ $r = 1.5 \times 10^{11} \text{ m}$ $T = 365.25 \text{ day}$ $F_c = ?$

$$\therefore F_c = \frac{mv^2}{r}, \quad v = \frac{2\pi r}{T}$$

$$\therefore F_c = \frac{m \times \left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2}{r} = \frac{m \times 4\pi^2 r}{T^2}$$

$$\therefore F_c = \frac{6 \times 10^{24} \times 4 \times \left(\frac{22}{7}\right)^2 \times 1.5 \times 10^{11}}{(365.25 \times 24 \times 60 \times 60)^2} = 3.6 \times 10^{22} \text{ N}$$

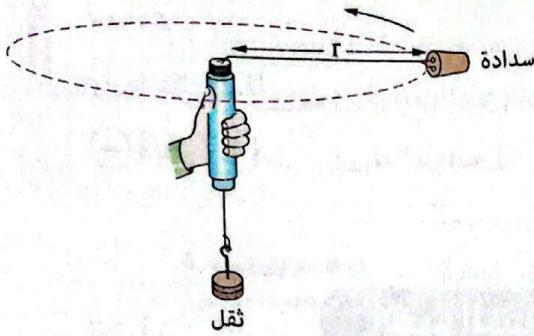
ماذا لو

كان المطلوب حساب العجلة المركزية التي تتحرك بها الأرض نتيجة تأثير جاذبية الشمس عليها، ما إجابتك ؟

تجربة عملية تحقيق علاقة القوة الجاذبة المركزية

الفرض منعا إثبات صحة علاقة القوة الجاذبة المركزية.

- الأدوات (١) سدادة مطاطية كتلتها m (٢) خيط. (٣) أنبوبة معدنية أو بلاستيكية. (٤) ثقل كتلته M (٥) ساعة إيقاف.



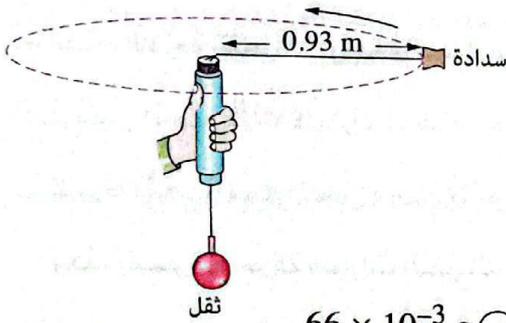
الخطوات

- (١) اربط السدادة المطاطية في الخيط.
- (٢) مرر الخيط خلال الأنبوبة المعدنية أو البلاستيكية.
- (٣) اربط الطرف الآخر للخيط بثقل كتلته M
- (٤) حرك السدادة في مسارات دائرية أفقية.
- (٥) قس الزمن الدوري (T) باستخدام ساعة إيقاف.

- (٦) احسب القوة الجاذبة المركزية (قوة شد الخيط) والتي تساوي وزن الثقل من العلاقة: $F_c = F_T = Mg$
- (٧) احسب السرعة الخطية للسدادة من العلاقة: $v = \frac{2\pi r}{T}$ ومنها احسب قيمة القوة: $\frac{mv^2}{r}$

$$F_c = Mg = \frac{mv^2}{r}$$

الاستنتاج



مثال اختر: في الشكل المقابل، إذا أديرت سدادة مطاطية كتلتها 13 g في مسارات دائرية أفقية نصف قطره 0.93 m لتصنع 50 دورة في زمن قدره 59 s ، فإن كتلة الثقل المعلق في الطرف الآخر للخيط تساوي

- (أ) $66 \times 10^{-3}\text{ g}$ (ب) $34 \times 10^{-3}\text{ g}$ (ج) 66 g (د) 34 g

الحل

$m = 13\text{ g}$ $r = 0.93\text{ m}$ $N = 50$ $t = 59\text{ s}$ $g = 10\text{ m/s}^2$ $\pi = 3.14$ $M = ?$

$$T = \frac{t}{N} = \frac{59}{50} = 1.18\text{ s}$$

* الزمن الدوري :

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2 \times 3.14 \times 0.93}{1.18} = 4.95\text{ m/s}$$

* السرعة الخطية للسدادة :

$$F_c = m \frac{v^2}{r} = 13 \times 10^{-3} \times \frac{(4.95)^2}{0.93} = 0.34\text{ N}$$

* القوة الجاذبة المركزية :

$$M = \frac{F_c}{g} = \frac{0.34}{10} = 0.034\text{ kg} = 34\text{ g}$$

* كتلة الثقل :

∴ الاختيار الصحيح هو (د)

تم تغيير الثقل بأخر كتلته 68 g مع بقاء نصف قطر مسار السدادة ثابتاً، فما أقصى مقدار للسرعة الخطية التي يمكن أن تصل إليها السدادة ؟

ماذا لو

* اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

كرة كتلتها 450 g مثبتة بنهاية حبل تدور في مسار دائري نصف قطره 1.3 m على طاولة أفقية سطحها أملس، إذا كانت أقصى قوة شد يتحملها الحبل 75 N، فإن أقصى سرعة خطية يمكن أن تصل إليها الكرة تساوي

0.47 m/s (ب)

0.22 m/s (أ)

216.6 m/s (د)

14.7 m/s (ج)

21
اختبر نفسك

أهم التطبيقات على الحركة الدائرية

1 تصميم منحنيات الطرق

* يلزم حساب القوة الجاذبة المركزية ($F_c = \frac{mv^2}{r}$) عند تصميم منحنيات الطرق والسكك الحديدية لكي تتحرك السيارات والقطارات في مسار منحنى دون أن تنزلق، فنجد أن :

- القوة اللازمة لتتحرك دراجة في مسار منحنى أقل من القوة اللازمة لتتحرك شاحنة في نفس المسار **لأنه** كلما زادت كتلة الجسم المتحرك احتاج لقوة جاذبة مركزية أكبر للحركة على المسار المنحنى دون أن ينزلق حيث ($F_c \propto m$) عند ثبوت باقي العوامل، وهذا يفسر منع حركة سيارات النقل الثقيل على بعض المنحنيات الخطرة.

- مهندسو الطرق يحددون سرعة معينة للحركة عند المنحنيات لا ينبغي تجاوزها **لأنه** كلما ازدادت سرعة السيارة احتاجت لقوة جاذبة مركزية أكبر للحركة على المسار المنحنى دون أن تنزلق حيث ($F_c \propto v^2$) عند ثبوت باقي العوامل.

- على المنحنيات الخطرة (ذات أنصاف أقطار صغيرة) ينبغي السير بسرعة منخفضة لتجنب خطورتها **لأنه** كلما قل نصف قطر المنحنى احتاجت السيارة لقوة جاذبة مركزية أكبر لتدور فيه دون أن تنزلق حيث ($F_c \propto \frac{1}{r}$) عند ثبوت باقي العوامل.

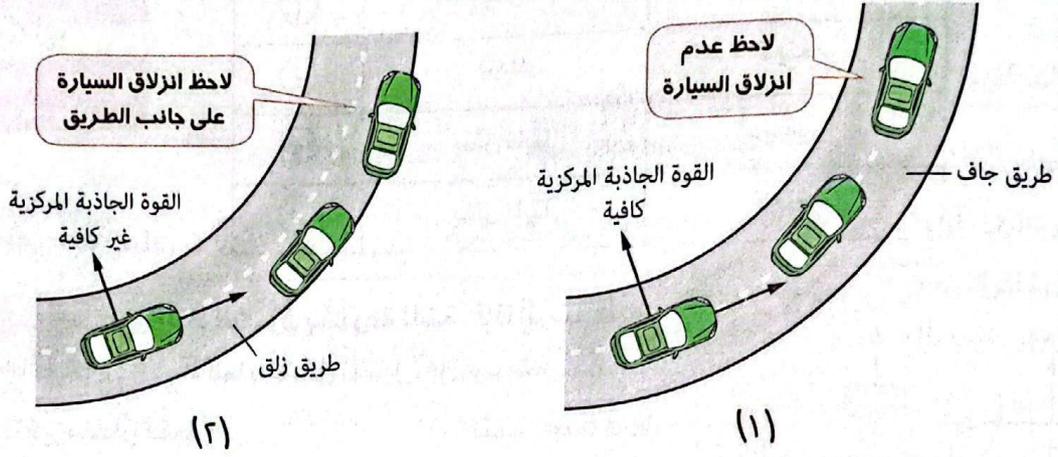


ملاحظة

* عندما تتناقص القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على جسم يتحرك في مسار دائري، فإن نصف قطر المسار يزداد عند ثبوت سرعة الجسم حيث $(F_c \propto \frac{1}{r})$ ، أي أن الجسم يبتعد عن مركز الدائرة،

مثال:

عند تحرك سيارة على طريق منحنى زلق، فإن قوة الاحتكاك بين إطارات السيارة والطريق قد تكون غير كافية لإدارة السيارة في المسار المنحني، فتزلق السيارة وتزحف الإطارات نحو جانب الطريق.



٢ أجهزة تعتمد على مبدأ الطرد المركزي

* يستفاد من ظاهرة حركة الأجسام بعيداً عن المسار الدائري عندما تكون القوة الجاذبة المركزية غير كافية للحركة في المسار الدائري في:

- ماكينة صنع غزل البنات.
- لعبة البراميل الدوارة في الملاهى.
- تجفيف الملابس في الغسالات الأتوماتيكية حيث نجد أن جزيئات الماء ملتصقة بالملابس بقوة معينة وعند دوران المجفف بسرعة كبيرة تكون القوة غير كافية لإبقاء الجزيئات في مدارها فتنتقل باتجاه مماس محيط دائرة الدوران وتنفصل عن الملابس.

مجاب عنها

طريق منحنى أفقى ضيق نصف قطره 25 m، والسرعة القصوى المحددة للسيارات عليه 50 km/h، عند دخول سيارة كتلتها 1500 kg إلى هذا المنحنى تحت تأثير قوة جاذبة مركزية 2.9×10^4 N، هل تدور السيارة بأمان في ذلك المنحنى؟ **فسر إجابتك.**

.....

.....

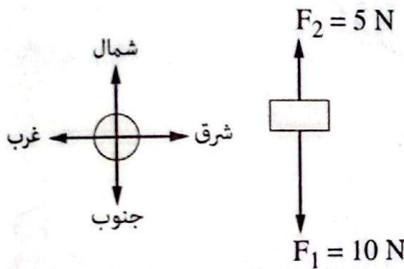
.....



الحركة الدائرية المنتظمة - أنواع القوة الجاذبة المركزية

١ جسم يتحرك بسرعة منتظمة في اتجاه ما، فإذا أثرت قوة على هذا الجسم اتجاهها عكس اتجاه حركته، ماذا يحدث لكل من مقدار واتجاه سرعة الجسم؟

اتجاه السرعة	مقدار السرعة	
لا يتغير	يقل	أ
لا يتغير	يزداد	ب
يتغير	يظل ثابتًا	ج
لا يتغير	يظل ثابتًا	د



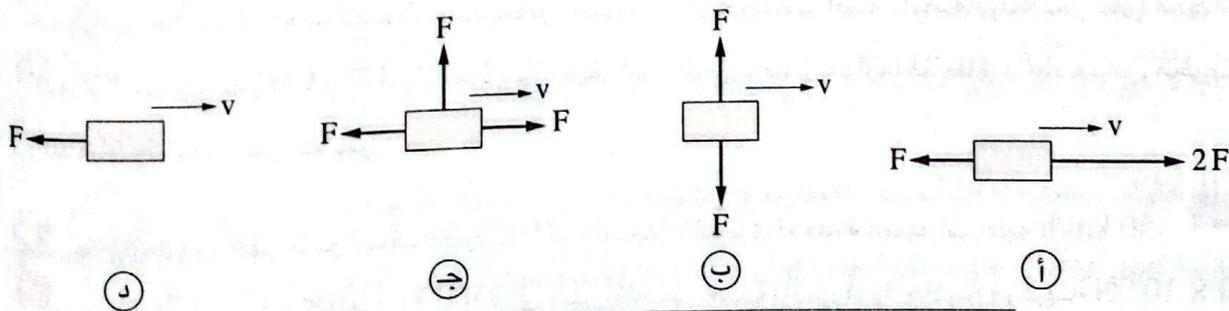
٢ يتحرك جسم في اتجاه الشرق بسرعة ثابتة، فإذا أثرت عليه قوتان أفقيتان F_1 ، F_2 كما بالشكل المقابل، فإن سرعته

- أ) تتغير مقدارًا فقط
ب) تتغير اتجاهًا فقط
ج) تتغير مقدارًا واتجاهًا
د) تظل ثابتة

٣ عندما يتحرك جسم حركة دائرية منتظمة، يكون اتجاه القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على الجسم

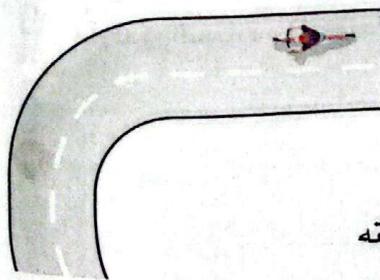
- أ) في نفس اتجاه حركة الجسم
ب) عمودي على اتجاه حركة الجسم
ج) عكس اتجاه حركة الجسم
د) مماس لمسار حركة الجسم

٤ جسم يتحرك بسرعة منتظمة v في خط مستقيم، إذا أثرت قوى ثابتة في عدة حالات كما بالأشكال التالية، في أي حالة يتحرك الجسم حركة دائرية منتظمة؟



٥ الشكل المقابل يوضح راكب دراجة يتحرك على طريق، فلكي يتحرك على الطريق المنحني دون أن يجيد عنه يجب أن

- أ) يزيد من سرعة الدراجة لتتولد قوة عمودية على اتجاه حركته
ب) يزيد من سرعة الدراجة لتتولد قوة في نفس اتجاه حركته
ج) يميل بدراجته نحو مركز المسار المنحني لتتولد قوة عمودية على اتجاه حركته
د) يميل بدراجته نحو مركز المسار المنحني لتتولد قوة في نفس اتجاه حركته



؟

٦ اي مما يأتي يمثل القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على سيارة تتحرك على طريق منحنى أفقى ؟

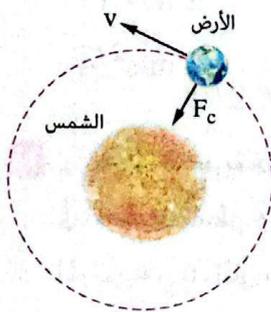
- (أ) الوزن
(ب) قوة رد فعل الطريق
(ج) قوة الاحتكاك
(د) القوى الثلاثة السابقة

٧ يتحرك جسم حركة دائرية منتظمة في مسار نصف قطره (r) تحت تأثير قوة جاذبة مركزية (F_c)، فإن الشغل المبذول على هذا الجسم بواسطة القوة (F_c) خلال نصف دورة يساوى

- (أ) 0
(ب) $\frac{1}{2} F_c r$
(ج) $F_c r$
(د) $2 F_c r$

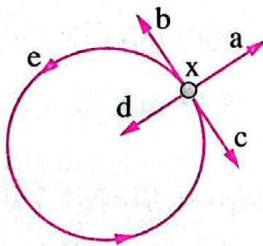
العجلة المركزية

٨ الشكل المقابل يعبر عن حركة الأرض حول الشمس في مسار دائرى، فإن الزاوية بين اتجاهى العجلة المركزية والقوة الجاذبة المركزية (F_c) تساوى



- (أ) 0°
(ب) 90°
(ج) 180°
(د) 270°

٩ أمسك طفل بخيط فى نهايته حجر وحركه ليدور فى مستوى أفقى كما هو موضح باتجاه السهم e على الشكل، فإذا ترك الطفل الخيط فجأة والحجر عند الموضع x، فإن الحجر لحظة إفلاته يتحرك فى الاتجاه



- (أ) \vec{xd}
(ب) \vec{xa}
(ج) \vec{xb}
(د) \vec{xc}

١٠ تتحرك سيارة بسرعة خطية ثابتة مقدارها 20 m.s^{-1} فى منحنى أفقى نصف قطره 100 m، فتكون العجلة المركزية لها هى

- (أ) 0.25 m.s^{-2}
(ب) 5 m.s^{-2}
(ج) 2 m.s^{-2}
(د) 4 m.s^{-2}

١١ إذا كانت السرعة المماسية التى يتحرك بها جسم فى مسار دائرى أفقى هى 7 m/s وقد أتم 4 دورات فى دقيقتين، فإن نصف قطر المسار يساوى

- (أ) 66.8 m
(ب) 25.2 m
(ج) 33.4 m
(د) 30.6 m

١٢ جسمان A، B يتحركان على محيط دائرة أفقية واحدة بنفس السرعة وكتلة A ضعف كتلة B، فيكون مقدار العجلة المركزية التى يتحرك بها A مقدار العجلة المركزية التى يتحرك بها B

- (أ) يساوى
(ب) ضعف
(ج) نصف
(د) ربع

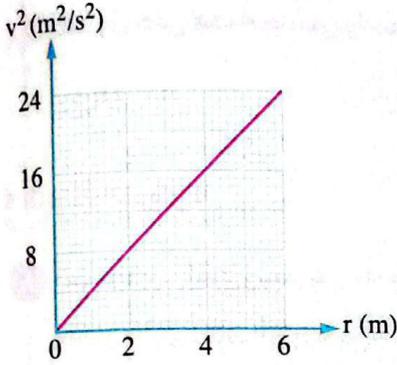
١٣ * إذا كانت العجلة المركزية لجسم يدور في مسار دائري أفقى 10 m/s^2 وزادت السرعة المماسية لهذا الجسم للضعف وقل نصف قطر مساره الدائري إلى النصف، فإن العجلة المركزية اللازمة لدوران الجسم في المسار الدائري الجديد تصبح

٨٠ m/s^2 (د)

٤٠ m/s^2 (ج)

٢٠ m/s^2 (ب)

٥ m/s^2 (أ)



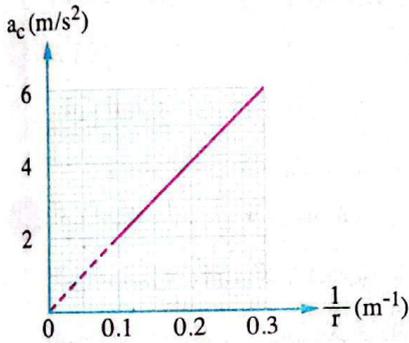
١٤ * حجر مربوط في خيط يدور في مسار دائري أفقى بقوة شد (F)، والشكل البياني المقابل يوضح العلاقة بين مربع السرعة المماسية (v^2) للحجر ونصف قطر المسار (r) مع ثبوت قوة الشد (F)، فتكون العجلة المركزية التي يتحرك بها الحجر هي

٤ m/s^2 (ب)

٢ m/s^2 (أ)

٨ m/s^2 (د)

٦ m/s^2 (ج)



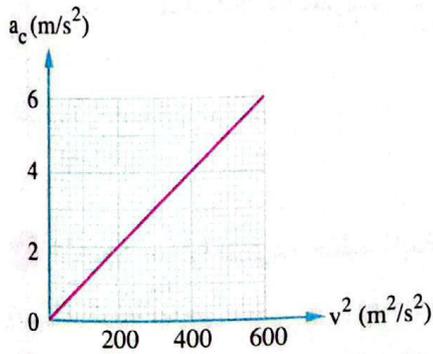
١٥ * جسم يتحرك بنفس السرعة في مسارات أفقية دائرية مختلفة في نصف القطر، والشكل البياني المقابل يوضح العلاقة بين العجلة المركزية (a_c) التي يتحرك بها الجسم ومقلوب نصف قطر المسار ($\frac{1}{r}$)، فإن السرعة المماسية التي يتحرك بها الجسم تساوى

٥.٥٨ m/s (ب)

٤.٤٧ m/s (أ)

٩.٨ m/s (د)

٣.١٣ m/s (ج)



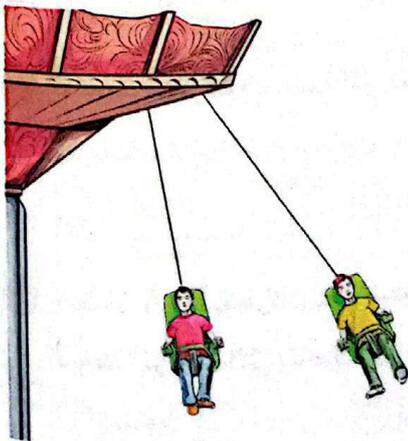
١٦ * تمكن جسم من الحركة في مسار دائري نصف قطره (r) عدة مرات مع تغيير سرعته كل مرة، والشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين العجلة المركزية (a_c) التي يتحرك بها الجسم ومربع السرعة الخطية (v^2) التي يتحرك بها، فإن نصف قطر هذا المسار الدائري (r) يساوى

١٧٥ m (ب)

١٠٠ m (أ)

٢٥٠ m (د)

٢٠٠ m (ج)



١٧ * فى أحد ألعاب الملاهى تدور الكراسى فى مسار دائري أفقى منتظم، فإذا كان أحد الكراسى على بُعد ١.٥ m من المركز وآخر على بُعد ٢ m من المركز وكان كلاهما على استقامة واحدة من المركز كما بالشكل المقابل، فأيهما يتحرك بسرعة مماسية أكبر؟

١ الكرسى الذى يبعد ١.٥ m من المركز

٢ الكرسى الذى يبعد ٢ m من المركز

٣ كلاهما له نفس السرعة

٤ يجب معرفة الزمن الدورى لتحديد الإجابة

?

القوة الجاذبة المركزية

١٦ جسم كتلته 6 kg يتحرك حول مركز دائرة محيطها $m (6\pi)$ بسرعة منتظمة 10 m/s ، فتكون القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على الجسم هي

- ٥٠ N (أ) 180 N (ب) 200 N (ج) 400 N (د)

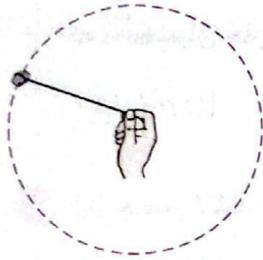
١٧ * جسم كتلته 5 kg يتحرك على محيط دائرة أفقية نصف قطرها 2 m بسرعة خطية ثابتة مقدارها 5 m/s ، فإن :

(١) العجلة المركزية التي يتحرك بها الجسم تساوى

- ١٠ m/s^2 (أ) 2.5 m/s^2 (ب) 12.5 m/s^2 (ج) 50 m/s^2 (د)

(٢) القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على الجسم تساوى

- 12.5 N (أ) 60.6 N (ب) 62.5 N (ج) 80.5 N (د)

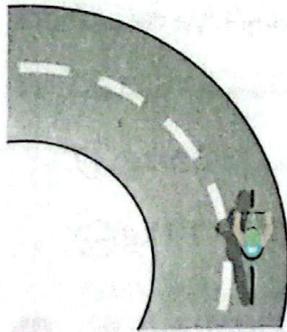


١٨ في الشكل المقابل حجر كتلته 0.25 kg مربوط بطرف خيط

طوله 0.5 m ويدور في مسار دائري أفقى بسرعة منتظمة،

فإذا كانت قوة الشد في الخيط 160 N تكون سرعة الحجر هي

- 8.9 m/s (أ) 17.9 m/s (ب) 20.3 m/s (ج) 320 m/s (د)



١٩ في الشكل المقابل شخص كتلته 50 kg يركب دراجة ويتحرك بها

في طريق منحنى نصف قطره 30 m بسرعة 2 m/s ، فإذا كانت

قوة الجذب المركزية المؤثرة على الدراجة والشخص معاً 10 N ،

فإن كتلة الدراجة تساوى

- 100 kg (أ) 75 kg (ب) 50 kg (ج) 25 kg (د)

٢٠ * جسم وزنه 100 N يتحرك بسرعة 10 m/s في مسار دائري أفقى نصف قطره 10 m، فإذا كانت عجلة

(علماً بأن : $\pi = 3.14$)

الجاذبية الأرضية 10 m/s^2 ، فإن :

(١) العجلة المركزية تساوى

- 1 m/s^2 (أ) 5 m/s^2 (ب) 10 m/s^2 (ج) 20 m/s^2 (د)

(٢) القوة الجاذبة المركزية تساوى

- 50 N (أ) 60 N (ب) 80 N (ج) 100 N (د)

(٣) زمن دورتين كاملتين يساوى

- 6.23 s (أ) 10.78 s (ب) 11.67 s (ج) 12.56 s (د)

٢٣ لعبة أطفال على شكل طائرة كتلتها 100 g تتحرك حركة دائرية منتظمة في مسار نصف قطره 1 m وتدور 10 دورات خلال 20 s، فإن:

(١) السرعة المماسية تساوى

- 2.06 m/s (د) 3.58 m/s (ج) 3.14 m/s (ب) 1.02 m/s (أ)

(٢) العجلة المركزية تساوى تقريبًا

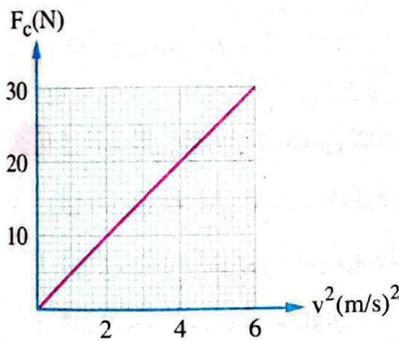
- 10.25 m/s² (د) 9.86 m/s² (ج) 4.21 m/s² (ب) 3.14 m/s² (أ)

(٣) القوة الجاذبة المركزية تساوى

- 0.986 N (د) 0.704 N (ج) 0.553 N (ب) 0.242 N (أ)

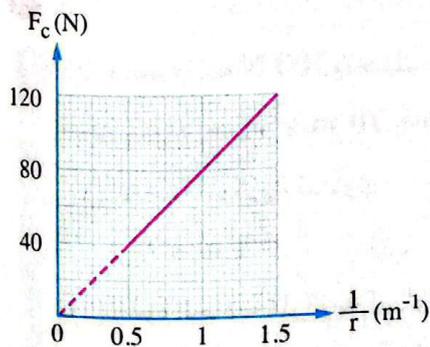
* ٢٤ إذا كانت القوة الجاذبة المركزية التي تحافظ على حركة سيارة في طريق دائري أفقى نصف قطره 500 m تساوى 0.08 من وزن السيارة، فإن أقصى سرعة تستطيع السيارة التحرك بها على هذا الطريق دون أن تنزلق خارج حافة الطريق تساوى

- 400 m/s (د) 40 m/s (ج) 20 m/s (ب) 10 m/s (أ)



* ٢٥ جسم كتلته m يتحرك في مسار دائري نصف قطره 2 m والشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين القوة الجاذبة المركزية (F_c) المطلوبة للحفاظ على الجسم في المسار الدائري ومربع سرعته المماسية (v^2)، فإن كتلة الجسم تساوى

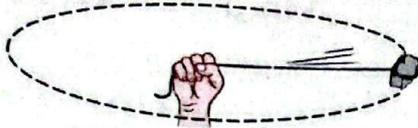
- 5 kg (ب) 2.5 kg (أ)
720 kg (د) 10 kg (ج)



* ٢٦ جسم كتلته 5 kg يتحرك بسرعة خطية ثابتة (v) في مسارات دائرية أفقية منتظمة مختلفة في نصف القطر، والشكل البياني المقابل يوضح العلاقة بين القوة الجاذبة المركزية (F_c) المؤثرة على الجسم للحفاظ على حركته الدائرية في كل مسار ومقلوب نصف قطر المسار ($\frac{1}{r}$)، فإن مقدار السرعة الخطية (v) للجسم يساوى

- 2 m/s (ب) 0.25 m/s (أ)
16 m/s (د) 4 m/s (ج)

?



١٧ في الشكل المقابل حجر كتلته 600 g مربوط في خيط طوله 10 cm

ويدور بسرعة 3 m/s في مستوى أفقى :

(١) فإن القوة الجاذبة المركزية تساوى

(ب) 32 N

(أ) 18 N

(د) 540 N

(ج) 54 N

(٢) ما الذى تتوقع حدوثه إذا كانت أقصى قوة شد يتحملها الخيط 30 N ؟

(أ) يرتخى الخيط وتقل القوة الجاذبة المركزية حتى تصبح 30 N

(ب) لا ينقطع الخيط ويستمر الحجر في حركته في مساره الدائرى ولكن بسرعة أقل

(ج) ينقطع الخيط ويتحرك الحجر لحظة انقطاع الخيط تجاه مركز المسار الدائرى

(د) ينقطع الخيط ويتحرك الحجر لحظة انقطاع الخيط مماسًا للمسار الدائرى

١٨ جسم يسير بسرعة v في مسار دائرى أفقى، لزيادة نصف قطر المسار إلى أربعة أمثاله، فإن القوة الجاذبة

المركزية اللازمة لكي يتحرك الجسم بنفس السرعة (v) في مساره الدائرى الجديد

(ب) تبقى ثابتة

(أ) تقل إلى النصف

(د) تقل إلى الربع

(ج) تزيد إلى الضعف

١٩ النسبة بين القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على جسم يتحرك بسرعة مقدارها 5 m/s في دائرة أفقية

قطرها 4 m والقوة الجاذبة المركزية المؤثرة على جسم آخر له نفس كتلة الجسم الأول ويتحرك بسرعة

مقدارها 10 m/s في دائرة أفقية قطرها 8 m على الترتيب هي

(د) $\frac{2}{3}$

(ج) $\frac{1}{4}$

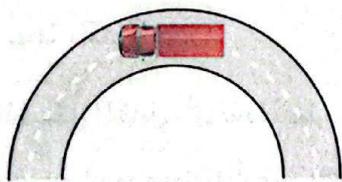
(ب) $\frac{1}{3}$

(أ) $\frac{1}{2}$

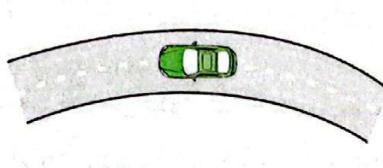
٢٠ الشكل التالى يوضح ثلاث سيارات a، b، c تتحرك في ثلاثة طرق أفقية منحنية بنفس مقدار السرعة،

فإذا كانت كتل السيارات هي m ، m ، $3m$ ، وأقطار مساراتها الدائرية هي d ، $2d$ ، d على الترتيب، فإن

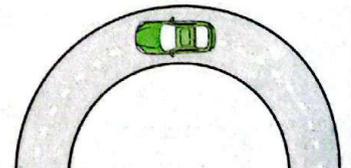
الترتيب الصحيح لهذه السيارات من حيث إمكانية تعرضها لخطر الانزلاق هو



(c)



(b)



(a)

(د) $c < b < a$

(ج) $c < a < b$

(ب) $a < b < c$

(أ) $b < a < c$

أسئلة المقال

ثانياً

١ عند تدوير حجر مثبت في نهاية خيط في مسار دائري أفقى بسرعة ثابتة، ما اتجاه القوة المؤثرة عليه والتي تحافظ عليه في مساره الدائري؟ وما اتجاه حركة الحجر لحظة انقطاع الخيط؟

٢ فسر العبارات التالية :

- (١) رغم أن الجسم الذى يتحرك حركة دائرية منتظمة يتأثر بعجلة إلا أن سرعته الخطية ثابتة المقدار.
 (٢) استمرار دوران الأرض حول الشمس في نفس مدارها.
 (٣) * عندما تنعطف السيارة عند منحنى أفقى بسرعة مناسبة تحافظ على سيرها في المنحنى ولا تحيد عنه.
 * عدم انزلاق السيارة التى تتحرك بسرعة مناسبة في مسار منحنى أفقى.
 (٤) القوة الجاذبة المركزية لا تبذل شغلاً على الجسم الذى يتحرك في مسار دائري.
 (٥) من الضروري تقدير القوة الجاذبة المركزية القصوى عند تصميم منحنيات الطرق.

٣ أكد مدرب تعليم قيادة السيارات على المتدربين أنه يجب تقليل سرعة السيارة قبل دخولها لمنحنى وذلك للحفاظ على سلامة السيارة وسلامة قائدها، من خلال دراستك لمفهوم الحركة الدائرية ما سبب ذلك؟

٤ بدأت سيارة الحركة في مسار منحنى زلق فلاحظ سائقها أن السيارة تنحرف عن المسار المنحنى، فسر ذلك.

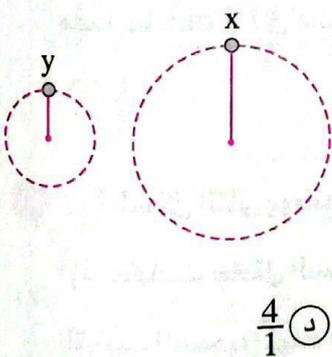
٥ ما النتائج المترتبة على صغر قطر المنحنيات في الطرق السريعة بالنسبة للسيارات التى تتحرك عليها؟

أسئلة تقيس مستويات التفكير العليا

مجاب عنها تفصيلياً

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة

١ في الشكل المقابل كرتان متمائلتان (x, y) ، كل منهما مربوطة بخيط وتتحركان في مستوى أفقى حركة دائرية منتظمة لها نفس الزمن الدورى، فإذا كان نصف قطر مسار الكرة x ضعف نصف قطر مسار الكرة y ، فإن النسبة بين قوتى الشد في خيطى الكرتين $\left(\frac{F_x}{F_y}\right)$ تساوى



١) $\frac{4}{1}$

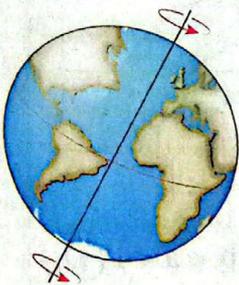
٢) $\frac{2}{1}$

٣) $\frac{1}{4}$

٤) $\frac{1}{2}$

أجب عما يأتى

٢ في الشكل المقابل، أى نقطة على سطح الأرض يكون لها أكبر سرعة خطية بالنسبة لمحور دوران الأرض، النقطة التى تقع عند خط الاستواء أم تلك التى تقع عند مدارى الجدى أو السرطان؟ ولماذا؟



الفصل 5

الجاذبية الكونية والحركة الدائرية

مقدم من قناة ثانوية ثانوي الرسمة
@Sanaye 20011

🎯 نواتج التعلم المتوقعة : في نهاية هذا الفصل ينبغي أن يكون الطالب قادرا على أن :

- يستنتج قانون الجذب العام.
- يتعرف مفهوم مجال الجاذبية.
- بحسب شدة مجال الجاذبية الأرضية عند نقطة.
- يفسر دوران القمر حول الأرض في مسار ثابت تقريبا.
- يستنتج العوامل التي تحدد سرعة قمر صناعي في مداره حول الأرض.
- يتعرف استخدامات الأقمار الصناعية.

الاجاذبية الكونية والحركة الدائرية

5 الفصل

قانون الجذب العام

* الكون في حالة حركة مستمرة، فمثلاً:

٢ الشمس تدور
حول مركز
المجرة



٢ الكواكب تدور
حول الشمس



١ القمر يدور
حول الأرض



للتبسيط يمكن اعتبار أن كل هذه الأجرام تتحرك حركة دائرية تقريباً

مقدم من قناة ثانوية ثانوى الرسمة
@Sanaye/20011

توصل العالم نيوتن إلى بعض الافتراضات الأساسية منها :

- وجود قوة تجاذب مادي متبادلة بين القمر والأرض

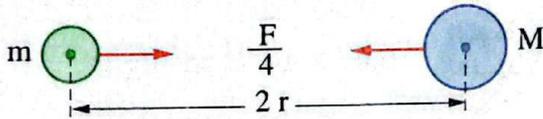
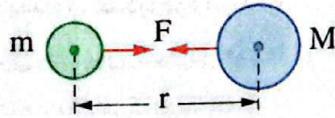
نسب دوران القمر حول الأرض .

- تنشأ قوة التجاذب المادي بين أي جسمين ماديين وتتوقف على :



العالم نيوتن

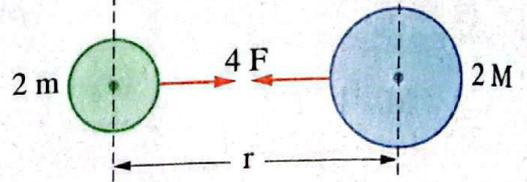
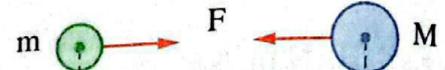
البُعد بين مركزي الجسمين



حيث تتناسب قوة التجاذب المادي بين جسمين عكسيًا مع مربع البُعد بين مركزي الجسمين عند ثبوت

حاصل ضرب كتلتى الجسمين، أى أن : $F \propto \frac{1}{r^2}$

كتلة الجسمين

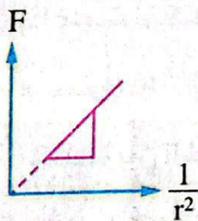


حيث تتناسب قوة التجاذب المادي بين جسمين طرديًا مع حاصل ضرب كتلتى الجسمين عند ثبوت

البُعد بين مركزي الجسمين، أى أن : $F \propto Mm$

$$F \propto \frac{Mm}{r^2}$$

* من العلاقة السابقة تكون الصيغة الرياضية لقانون الجذب العام هي :

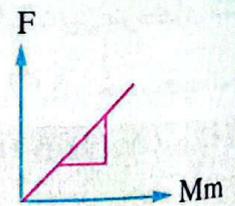


$$\text{slope} = \frac{\Delta F}{\Delta\left(\frac{1}{r^2}\right)} = GMm$$

حيث : r البُعد بين مركزي الجسمين.

$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$

ثابت التناسب ويطلق عليه ثابت الجذب العام



$$\text{slope} = \frac{\Delta F}{\Delta(Mm)} = \frac{G}{r^2}$$

حيث : M كتلة الجسم الأول، m كتلة الجسم الثاني.

وبناءً على ذلك وضع نيوتن قانون الجذب العام.

قانون الجذب العام لنيوتن

كل جسم مادي في الكون يجذب أي جسم آخر بقوة تتناسب طرديًا مع حاصل ضرب كتلتيهما وعكسيًا مع مربع البعد بين مركزيهما.

$$G = \frac{Fr^2}{mM}$$

العلاقة
الرياضية

$$m^3/kg.s^2 \text{ (أو) } N.m^2/kg^2$$

وحدة
القياس

ثابت
الجذب
العام
(G)

المفهوم

ثابت كوني يساوي عددًا قوة الجذب المتبادلة بين جسمين كتلة كل منهما 1 kg والبعد بين مركزيهما 1 m

$$M^{-1}L^3T^{-2}$$

صيغة
الأبعاد

القيمة
العددية

$$6.67 \times 10^{-11} m^3/kg.s^2$$

ملاحظات

(١) يُعرف قانون قوى التجاذب بين الأجسام المادية بقانون الجذب العام،

ويرجع ذلك إلى عمومية هذا القانون فقوة الجذب بين أي جسمين قوة متبادلة حيث إن كل جسم يجذب الجسم الآخر نحوه بنفس القوة.

(٢) تظهر قوة التجاذب بوضوح بين الأجرام السماوية بينما لا تكون واضحة بين الأجسام صغيرة الكتلة على سطح الأرض (مثل شخصين يقفان بجوار بعضهما أو عريتين متجاورتين)،

ويرجع ذلك إلى صغر قيمة ثابت الجذب العام فلا تكون قوة التجاذب بين الأجسام مؤثرة وكبيرة إلا عندما تكون كتلة أحد الجسمين أو كليهما كبيرة جدًا.

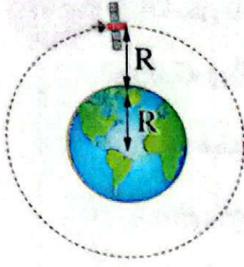
مثال
1

إذا علمت أن كتلة الشمس $2 \times 10^{30} \text{ kg}$ وكتلة المشتري $1.89 \times 10^{27} \text{ kg}$ والبعد بين مركزي الشمس والمشتري $7.73 \times 10^{11} \text{ m}$ وثابت الجذب العام يساوي $6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$ ، **احسب** قوة التجاذب المتبادلة بين الشمس والمشتري.

الحل

$$M = 2 \times 10^{30} \text{ kg} \quad m = 1.89 \times 10^{27} \text{ kg} \quad r = 7.73 \times 10^{11} \text{ m} \quad G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2 \quad F = ?$$

$$F = G \frac{mM}{r^2} = 6.67 \times 10^{-11} \times \frac{1.89 \times 10^{27} \times 2 \times 10^{30}}{(7.73 \times 10^{11})^2} = 4.22 \times 10^{23} \text{ N}$$



اختر: في الشكل المقابل قمر صناعي كتلته 2000 kg يدور حول الأرض على ارتفاع من سطح الأرض يعادل نصف قطر الأرض، فإن مقدار قوة التجاذب بين الأرض والقمر الصناعي يساوي (علمًا بأن : نصف قطر الأرض = 6380 km، كتلة الأرض = 5.98×10^{24} kg، ثابت الجذب العام = 6.67×10^{-11} N.m²/kg²)

- 4.9 × 10³ N (أ)
 19.6 × 10³ N (ب)
 6.25 × 10¹⁰ N (ج)
 12.5 × 10¹⁰ N (د)

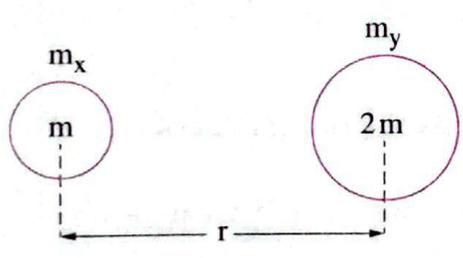
الحل

$m = 2000$ kg $R = 6380$ km $M = 5.98 \times 10^{24}$ kg $G = 6.67 \times 10^{-11}$ N.m²/kg² **F = ?**

$$F = \frac{GmM}{r^2} = \frac{GmM}{(2R)^2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 2000 \times 5.98 \times 10^{24}}{(2 \times 6380 \times 10^3)^2} = 4.9 \times 10^3 \text{ N}$$

∴ الاختيار الصحيح هو (أ)

ماذا لو وُضع القمر الصناعي في مدار على ارتفاع h من سطح الأرض فأصبحت قوة جذب الأرض له $\frac{1}{4}$ مقدارها السابق، فما نسبة الارتفاع h بالنسبة لنصف قطر الأرض؟



اختر: في الشكل المقابل قوة التجاذب بين الكتلتين m_x ، m_y هي F، فإذا أضيفت كتلة m إلى كل من الكتلتين، فإن قوة التجاذب بينهما تصبح

- 2 F (أ)
 6 F (ب)
 F (أ)
 3 F (ج)

الحل

$m_x = m$ $m_y = 2m$ $F_1 = F$ **$F_2 = ?$**

$$F = G \frac{m_x m_y}{r^2}$$

$$F_1 = F = G \frac{m \times 2m}{r^2} \quad (1)$$

$$F_2 = G \frac{2m \times 3m}{r^2} \quad (2)$$

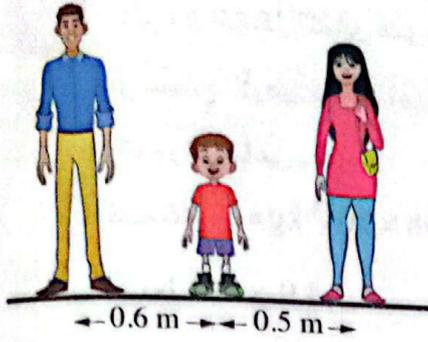
$$\frac{F}{F_2} = \frac{2m^2}{6m^2} = \frac{1}{3}, \quad F_2 = 3F$$

* قبل إضافة الكتلة (m) :

* بعد إضافة الكتلة (m) :

بقسمة المعادلتين (1)، (2) :

∴ الاختيار الصحيح هو (ج)



مثال 4
في الشكل المقابل طفل برفقة والديه، فإذا كانت كتلة الطفل ووالدته ووالده هي 30 kg، 65 kg، 80 kg على الترتيب :

(1) ما مقدار واتجاه محصلة قوى التجاذب المادي المؤثرة

على الطفل والناشئة عن كتلتى والديه ؟

(علمًا بأن : $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$)

(2) وضع تأثير القوتين المحسوبتين في (1) على مسار حركة الطفل.

الحل

$$m_1 = 30 \text{ kg}$$

$$m_2 = 65 \text{ kg}$$

$$m_3 = 80 \text{ kg}$$

$$r_{12} = 0.5 \text{ m}$$

$$r_{13} = 0.6 \text{ m}$$

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$$

$$\Sigma F = ?$$

(1) * قوة التجاذب المادي بين الطفل ووالدته :

$$F_{12} = \frac{Gm_1m_2}{r_{12}^2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 30 \times 65}{(0.5)^2} = 5.2 \times 10^{-7} \text{ N}$$

* قوة التجاذب المادي بين الطفل ووالده :

$$F_{13} = \frac{Gm_1m_3}{r_{13}^2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 30 \times 80}{(0.6)^2} = 4.4 \times 10^{-7} \text{ N}$$

$$\Sigma F = F_{12} - F_{13} = (5.2 \times 10^{-7}) - (4.4 \times 10^{-7}) = 8 \times 10^{-8} \text{ N}$$

∴ محصلة قوى التجاذب المادي المؤثرة على الطفل مقدارها $8 \times 10^{-8} \text{ N}$ وفي اتجاه والدته.

(2) محصلة قوى التجاذب المادي بين الطفل وكل من والده ووالدته صغيرة جدًا ولذلك لا نلاحظها أو نشعر بها

وبالتالي لا تؤثر على مسار حركة الطفل.

لو ماذا تبادل الطفل ووالدته موضعيهما، ماذا يحدث لمحصلة قوى التجاذب المادي المؤثرة على الطفل ؟

لو ماذا

مجاب عليها

23 اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

1 أيهما يؤثر على الآخر بقوة تجاذب مادي أكبر (الأرض أم القمر) ؟

أ القمر

ب الأرض

ج كلاهما يجذب الآخر بنفس القوة

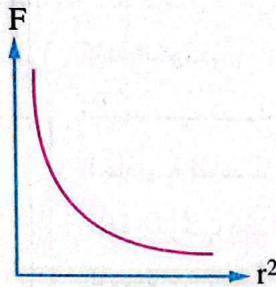
د القمر لا يجذب الأرض

اختبر نفسك

٢ * قمران A ، B متساويان في الكتلة يدوران حول كوكب ، فإذا كان نصف قطر مداريهما r ، $2r$ على الترتيب ، فإن مقدار قوة جذب الكوكب للقمر B مقدار قوة جذب القمر A
 (أ) أربعة أمثال (ب) يساوي (ج) نصف (د) ربع

٣ إذا علمت أن كتلة الأرض 81 مرة قدر كتلة القمر وقطرها 4 أمثال قطر القمر، ما النسبة بين قوة جذب الأرض لكرة صغيرة موضوعة على سطحها وقوة جذب القمر لنفس الكرة إذا وضعت عند سطحه $\left(\frac{F_{(الأرض)}}{F_{(القمر)}}\right)$ ؟
 (أ) $\frac{9}{4}$ (ب) $\frac{9}{16}$ (ج) $\frac{81}{4}$ (د) $\frac{81}{16}$

مجال الجاذبية Gravitational Field



* ينص قانون الجذب العام على أن قوة الجاذبية بين جسمين ماديين تتناسب عكسيًا مع مربع البعد بين مركزي الجسمين ، وبالتالي فإن قوة الجاذبية تتناقص كلما زاد البعد بين مركزي الجسمين حتى يصل البعد بين مركزيهما إلى مسافة تكاد تتلاشى عندها قوى التجاذب بينهما ، أي أنه يوجد حيز تظهر فيه أثر قوة الجاذبية ويطلق على هذا الحيز مجال الجاذبية.

استنتاج شدة مجال الجاذبية الأرضية (g) عند نقطة

* بفرض وضع جسم كتلته 1 kg في مجال الجاذبية الأرضية عند نقطة على بُعد r من مركز الأرض ، فإن قوة جذب الأرض للجسم :

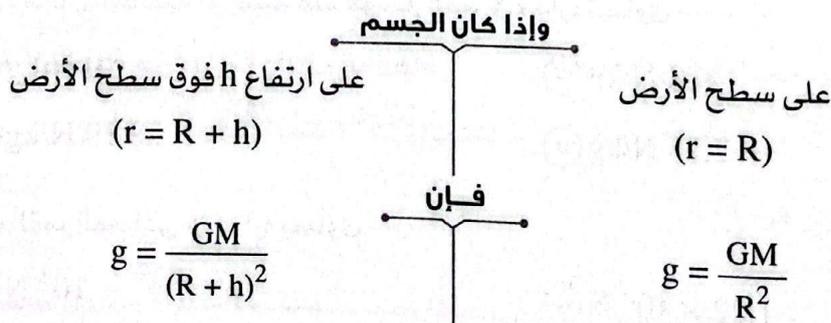
$$F = mg = 1 \times g = g \quad (1)$$

وبتطبيق قانون الجذب العام :

$$F = G \frac{mM}{r^2} = \frac{GM}{r^2} \quad (2)$$

$$g = \frac{GM}{r^2}$$

من (1) ، (2) نجد أن :



حيث : (M) كتلة الأرض (5.98×10^{24} kg) ، (R) نصف قطر الكرة الأرضية (6378 km تقريبًا).

شدة مجال الجاذبية الأرضية عند نقطة

تعاود قوة جذب الأرض لجسم كتلته 1 kg عند تلك النقطة.

* مما سبق نلاحظ أن شدة مجال الجاذبية الأرضية عند نقطة تساوي عدديًا عجلة الجاذبية الأرضية عند تلك النقطة.

ملاحظة

* تختلف شدة مجال الجاذبية على سطح الأرض من موضع لآخر اختلافًا طفيفًا حيث إن كوكب الأرض ليس كرويًا تمامًا وإنما مفلطح عند القطبين، ومنبعج عند خط الاستواء بسبب دوران الأرض حول نفسها.

العوامل التي تتوقف عليها شدة مجال الجاذبية لكوكب عند نقطة

١) كتلة الكوكب :

تناسب شدة مجال الجاذبية تناسبًا طرديًا مع كتلة الكوكب عند ثبوت بُعد النقطة عن مركز الكوكب.

$$\text{slope} = \frac{\Delta g}{\Delta M} = \frac{G}{r^2}$$

٢) البُعد عن مركز الكوكب :

تناسب شدة مجال الجاذبية تناسبًا عكسيًا مع مربع البُعد عن مركز الكوكب.

$$\text{slope} = \frac{\Delta g}{\Delta(\frac{1}{r^2})} = GM$$

$$g = \frac{GM}{r^2}$$

مثال 1

اختر : قمر صناعي كتلته 10^4 kg يدور حول الأرض على ارتفاع 600 km من سطحها، فإن :

(علمًا بأن : $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$, $M = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$, $R = 6378 \text{ km}$)

(١) شدة مجال الجاذبية الأرضية عند موضع القمر في مداره تساوي

١٠ N/kg (أ)

9.8 N/kg (ب)

7.25 N/kg (د)

8.19 N/kg (ج)

(٢) وزن القمر الصناعي في مداره يساوي

$1.22 \times 10^3 \text{ N}$ (ب)

10^3 N (أ)

$8.19 \times 10^4 \text{ N}$ (د)

$7.25 \times 10^4 \text{ N}$ (ج)

$$m = 10^4 \text{ kg}$$

$$h = 600 \text{ km}$$

$$R = 6378 \text{ km}$$

$$M = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$$

$$g = ?$$

$$w = ?$$

$$g = \frac{GM}{r^2} = \frac{GM}{(R+h)^2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 5.98 \times 10^{24}}{((6378 + 600) \times 10^3)^2} = 8.19 \text{ N/kg} \quad (1)$$

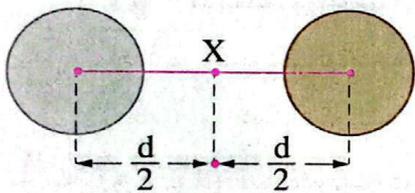
∴ الاختيار الصحيح هو (ج)

$$w = mg = 8.19 \times 10^4 \text{ N} \quad (2)$$

∴ الاختيار الصحيح هو (د)

كانت كتلة القمر الصناعي أقل من 10^4 kg ، ماذا يحدث لشدة مجال الجاذبية الأرضية عند موضع القمر في نفس المدار؟

ماذا لو



اختر: الشكل المقابل يمثل كرتان من الحديد والخشب لهما نفس الحجم والبعد بين مركزيهما d ، فإنه عند منتصف المسافة بينهما (النقطة X)

تكون النسبة بين شدتي مجال الجاذبية للكرتين $\left(\frac{g_{\text{حديد}}}{g_{\text{خشب}}}\right)$

(علمًا بأن: كثافة الحديد أكبر من كثافة الخشب)

(ب) أقل من الواحد الصحيح

(أ) أكبر من الواحد الصحيح

(د) تساوى الصفر

(ج) تساوى الواحد الصحيح

وسيلة مساعدة

$$M_{\text{حديد}} = \rho_{\text{حديد}} V_{\text{ol}}$$

* كتلة الكرة الحديدية،

$$M_{\text{خشب}} = \rho_{\text{خشب}} V_{\text{ol}}$$

* كتلة الكرة الخشبية،

∴ حجم الكرتان متساوى، وكثافة الحديد أكبر من كثافة الخشب.

$$\therefore M_{\text{حديد}} > M_{\text{خشب}}$$

$$\therefore g = G \frac{M}{r^2}$$

∴ الكرتان على بُعد متساوى من النقطة X

$$\therefore g \propto M$$

$$\therefore M_{\text{حديد}} > M_{\text{خشب}}$$

$$\therefore g_{\text{حديد}} > g_{\text{خشب}}$$

∴ الاختيار الصحيح هو (أ)

زاد البعد بين مركزي الكرتين للضعف، ماذا يحدث للنسبة $\left(\frac{g_{\text{حديد}}}{g_{\text{خشب}}}\right)$ عند منتصف المسافة بين الكرتين؟

ماذا لو

مثال 3

اختر: كوكب كتلته ضعف كتلة الأرض وقطره ضعف قطر الأرض، فإن نسبة عجلة الجاذبية على سطح هذا الكوكب إلى عجلة الجاذبية على سطح الأرض تساوي

- أ) $\frac{2}{1}$ ب) $\frac{1}{1}$ ج) $\frac{1}{2}$ د) $\frac{1}{4}$

الحل

$M_p = 2 M_e$ $R_p = 2 R_e$ $\frac{g_p}{g_e} = ?$

$\therefore g = G \frac{M}{r^2}$ $\therefore \frac{g_p}{g_e} = \frac{M_p R_e^2}{M_e R_p^2} = \frac{2 M_e R_e^2}{M_e \times 4 R_e^2} = \frac{1}{2}$

∴ الاختيار الصحيح هو ج

ماذا لو

تم وضع جسم على سطح كل كوكب منهما فكان للجسمين نفس الوزن، فهل هذا يعني أن الجسمين لهما نفس الكتلة؟

مطاب عنها

* اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة:

24

اختر نفسك

قمر صناعي يدور حول الأرض على ارتفاع h من سطح الأرض، فإذا كانت عجلة الجاذبية الأرضية عند مداره مساوية لنصف قيمتها عند سطح الأرض، فإن ارتفاع القمر الصناعي من سطح الأرض (h) بدلالة نصف قطر الأرض (R) يساوي

- أ) $0.414 R$ ب) $2 R$ ج) $0.5 R$ د) $2.41 R$

الأقمار الصناعية Satellites



* ظل ارتياد الفضاء حلم يراود عقول البشر لعدة قرون وقد اشتمل تحقيق هذا الحلم على تطوير أجهزة الرصد والصواريخ التي تُقذف بمركبة فضائية لتدور حول الأرض أو تصل لكوكب آخر كالمرخ حتى تحقق الحلم يوم 4 أكتوبر 1957م وتم إرسال القمر الصناعي (سبوتنيك) إلى الفضاء كأول تابع فضائي لكوكب الأرض، وقد أعقب ذلك إرسال أقمار أخرى والنجاح في الهبوط على سطح القمر، ولا يزال استكشاف الفضاء يتواصل بنجاح كبير.

فكرة إطلاق القمر الصناعي

يمثل القمر الصناعي في مداره جسم يسقط سقوطًا حرًا نحو الأرض (لأن حركته تتأثر بالجاذبية فقط) وبالرغم من ذلك لا يقترب من سطح الأرض على الإطلاق، وقد فسّر إسحاق نيوتن ذلك حيث تصور أنه عند إطلاق قذيفة مدفع من قمة جبل أفقيًا (مع إهمال مقاومة الهواء) :



تقطع القذيفة مسافة أفقية قبل أن تسقط سقوطًا حرًا وتتخذ مسارًا منحنياً نحو سطح الأرض.



بزيادة السرعة التي تُقذف بها القذيفة تزداد المسافة الأفقية التي تقطعها قبل أن تصل إلى سطح الأرض وتتبع مسارًا أقل انحناءً.



إذا بلغت سرعة انطلاق القذيفة حدًا معينًا بحيث يتساوى انحناء مسار القذيفة مع انحناء سطح الأرض فإنها تدور في مسار شبه دائري ثابت حول الأرض وتصبح تابعًا للأرض مثل القمر الطبيعي لذلك يطلق عليها اسم القمر الصناعي وهذه السرعة يطلق عليها **السرعة المدارية للقمر الصناعي**، وهي السرعة اللازم اكتسابها للقمر الصناعي ليدور في مسار منحنى شبه دائري حول الأرض بحيث يظل بعده عن سطح الأرض ثابتًا.

استنتاج السرعة المدارية للقمر الصناعي (v)

* بفرض وجود قمر صناعي كتلته m يتحرك حول كوكب كتلته M

بسرعة ثابتة v في مدار دائري نصف قطره r كما بالشكل فإن :

- قوة التجاذب المادي بين الكوكب والقمر الصناعي تعطى

$$F = G \frac{mM}{r^2}$$

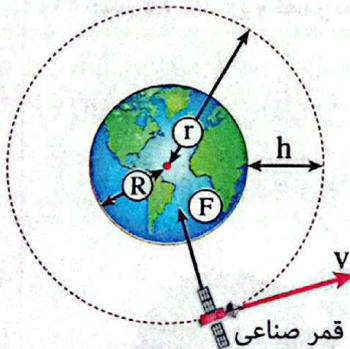
بالعلاقة :

- قوة التجاذب المادي بين الكوكب والقمر الصناعي تمثل قوة

الجذب المركزي التي تعمل على تحريكه في مسار دائري وتعطى

$$F_c = \frac{mv^2}{r}$$

أيضًا بالعلاقة :



أما أن: قوة التجاذب المادى بين الكوكب والقمر الصناعى هى نفسها القوة الجاذبة المركزية.

$$\therefore G \frac{mM}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

$$\therefore v^2 = \frac{GM}{r}$$

$$\therefore v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

وإذا كان الارتفاع الذى أطلق إليه القمر الصناعى للفضاء من سطح الكوكب h ونصف قطر الكوكب R فإن:

$$r = R + h$$

$$\therefore v = \sqrt{\frac{GM}{R + h}}$$

العوامل التى تتوقف عليها السرعة المدارية للقمر الصناعى

١) نصف قطر المدار:

تتناسب السرعة المدارية للقمر الصناعى عكسيًا مع الجذر التربيعى لنصف قطر المدار.

$$\text{slope} = \frac{\Delta v}{\Delta \left(\frac{1}{\sqrt{r}}\right)} = \sqrt{GM}$$

٢) كتلة الكوكب:

تتناسب السرعة المدارية للقمر الصناعى طرديًا مع الجذر التربيعى لكتلة الكوكب الذى يدور حوله عند ثبوت نصف قطر المدار.

$$\text{slope} = \frac{\Delta v}{\Delta \sqrt{M}} = \sqrt{\frac{G}{r}}$$

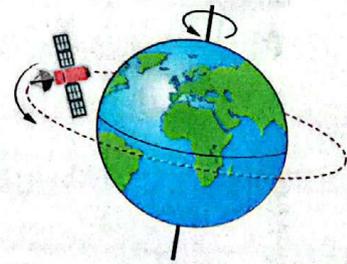
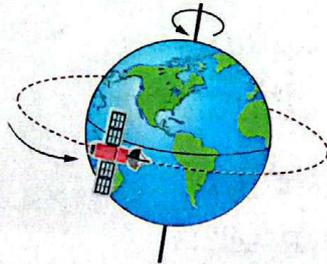
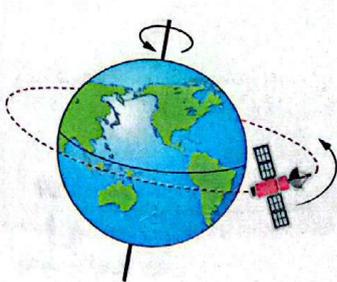
$$v = \sqrt{G \frac{M}{r}}$$

ملاحظات

(١) السرعة المدارية لقمر صناعى لا تعتمد على كتلة القمر الصناعى.

(٢) القمر الصناعى المتزامن مع دوران الأرض يكون زمنه الدورى مساوى للزمن الدورى لدوران الأرض حول

نفسها أى يوم أرضى واحد (24 ساعة) وبالتالي يظل القمر الصناعى فوق نقطة ثابتة من سطح الأرض.



(٢) يمكن استنتاج العلاقة بين نصف قطر مدار قمر صناعي (r) يدور حول كوكب ما والزمن الدوري لحركته (T) كالتالي :

$$\therefore v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \frac{2\pi r}{T}$$

$$\therefore \frac{GM}{r} = \frac{4\pi^2 r^2}{T^2}$$

$$\therefore T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM}$$

$$\therefore T^2 \propto r^3$$

(٤) يمكن حساب السرعة المدارية (v) لقمر صناعي كالتالي :

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

بدلالة الزمن الدوري (T)

$$v = 2\pi r f$$

بدلالة التردد (f)

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

بدلالة كتلة الكوكب (M)

$$v = \sqrt{gr}$$

بدلالة شدة مجال الجاذبية (g)

السرعة
المدارية
للقمر الصناعي
(v)

مثال 1
اختر : يدور القمر حول الأرض في مسارات دائرية نصف قطره 3.85×10^5 km ، فإن السرعة المدارية للقمر تساوي

(علماً بأن : ثابت الجذب العام $= 6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$ ، كتلة الأرض $= 5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$)

١) $2.04 \times 10^2 \text{ m/s}$

٢) $1.02 \times 10^3 \text{ m/s}$

٣) $1.04 \times 10^6 \text{ m/s}$

٤) $3.22 \times 10^4 \text{ m/s}$

الحل

$$r = 3.85 \times 10^5 \text{ km}$$

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$M = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg} \quad v = ?$$

$$v = \sqrt{G \frac{M}{r}} = \sqrt{\frac{6.67 \times 10^{-11} \times 5.98 \times 10^{24}}{3.85 \times 10^5 \times 10^3}} = 1.02 \times 10^3 \text{ m/s}$$

∴ الاختيار الصحيح هو ٢

لو ماذا
كان المطلوب هو الزمن الدوري لدوران القمر حول الأرض ، ما إجابتك ؟

مثال 2

اختر، ثلاثة أقمار صناعية (A، B، C) كتلتها (3 m، 2 m، m) على الترتيب تدور في ثلاثة مدارات مختلفة حول الأرض أنصاف أقطارها (3 r، 2 r، r) على الترتيب، أي قمر صناعي من هذه الأقمار يدور بسرعة أكبر في مداره؟

- (أ) القمر A
(ب) القمر B
(ج) القمر C
(د) جميعها لها نفس السرعة المدارية

الحل

$$m_A = 3m \quad m_B = 2m \quad m_C = m \quad r_A = 3r \quad r_B = 2r \quad r_C = r$$

$$\therefore v = \sqrt{G \frac{M}{r}}$$

∴ السرعة المدارية للقمر لا تتوقف على كتلته.

∴ الأقمار الثلاثة تدور حول الأرض.

$$\therefore v \propto \frac{1}{\sqrt{r}}$$

$$\therefore r_A > r_B > r_C$$

$$\therefore v_A < v_B < v_C$$

∴ الاختيار الصحيح هو (ج)

كانت هذه الأقمار تدور على نفس الارتفاع من سطح الأرض، فأى منها يدور بسرعة مدارية أكبر؟

ماذا لو

مثال 3

قمر صناعي يدور حول الأرض في مدار شبه دائري على ارتفاع 940 km من سطح الأرض، احسب،
علماً بأن: $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$ ، $M = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$ ، $R = 6360 \text{ km}$ ($\pi = 3.14$)

(١) السرعة المدارية للقمر.

(٢) الزمن الدوري لدوران القمر حول الأرض.

الحل

$$h = 940 \text{ km} \quad R = 6360 \text{ km} \quad M = 6 \times 10^{24} \text{ kg} \quad G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$$

$$v = ? \quad T = ?$$

$$r = R + h = 6360 + 940 = 7300 \text{ km} = 7.3 \times 10^6 \text{ m} \quad (١)$$

$$v = \sqrt{G \frac{M}{r}} = \sqrt{6.67 \times 10^{-11} \times \frac{6 \times 10^{24}}{7.3 \times 10^6}} = 7.4 \times 10^3 \text{ m/s}$$

$$T = \frac{2 \pi r}{v} = \frac{2 \times 3.14 \times 7.3 \times 10^6}{7.4 \times 10^3} = 6195.14 \text{ s} = 1.72 \text{ h}$$

(٢)

كان نفس القمر الصناعي يدور حول قمر الأرض على ارتفاع 940 km من سطح القمر، **فما** سرعته المدارية إذا علمت أن قطر القمر يساوي 27% من قطر الأرض وكتلة الأرض 81 مرة كتلة القمر؟

ماذا لو

اختر، نصف قطر مدار قمر صناعي متزامن مع الأرض يساوي

(علمًا بأن: $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$ ، $M = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$)

9.6 × 10⁶ m (د) 4.2 × 10⁷ m (ج) 2.7 × 10¹¹ m (ب) 1.8 × 10¹⁵ m (ا)

الحل

$$T = 24 \text{ h} \quad M = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg} \quad G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2 \quad r = ?$$

$$\therefore v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \frac{2 \pi r}{T} \quad \therefore \frac{GM}{r} = \frac{4 \pi^2 r^2}{T^2} \quad , \quad r^3 = \frac{GMT^2}{4 \pi^2}$$

$$\therefore r = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4 \pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{6.67 \times 10^{-11} \times 5.98 \times 10^{24} \times (24 \times 60 \times 60)^2}{4 \times \left(\frac{22}{7}\right)^2}} = 4.2 \times 10^7 \text{ m}$$

∴ الاختيار الصحيح هو (ج)

كان المطلوب هو حساب السرعة المدارية لهذا القمر، ما إجابتك؟

ماذا لو

مجاب عنها

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة: 25

١ * قمر صناعي يدور حول الأرض في مدار ثابت، فإذا انفصل عنه جزء يمثل ربع كتلته، فإن سرعته المدارية

(ب) تزداد لأربعة أمثالها

(أ) تقل للربع

(د) تظل كما هي

(ج) تزداد بمقدار الربع

٢ يستطيع القمر الصناعي البقاء في مداره الدائري حول الأرض دون الحاجة إلى استهلاك أي كمية من الوقود حيث لا يوجد شغل مبدول عليه بواسطة قوة الجاذبية، لأنها

(ب) تعمل في اتجاه معاكس لاتجاه حركة القمر

(أ) تعمل في نفس اتجاه حركة القمر

(د) تساوي صفرًا

(ج) تعمل في اتجاه عمودي على اتجاه حركة القمر

أهمية الأقمار الصناعية Importance of Satellites

* يعتبر القمر الصناعي بمثابة برج شاهق الارتفاع يمكن استخدامه في إرسال واستقبال الموجات اللاسلكية.
* يمكن تقسيم الأقمار الصناعية من حيث استخداماتها إلى أنواع عديدة، منها :

١ أقمار الاتصالات تستخدم في * النقل التلفزيوني والإذاعي والهاتفى من وإلى أى مكان على سطح الأرض.

٢ الأقمار الفلكية (تليسكوبات كبيرة الحجم تسبح فى الفضاء) تستخدم فى * تصوير الفضاء بدقة.

٣ أقمار الاستشعار عن بُعد تستخدم فى * دراسة ومراقبة الطيور المهاجرة. * دراسة تشكل الأعاصير. * تحديد المصادر المعدنية وتوزيعها تحت سطح الأرض. * مراقبة المحاصيل الزراعية لحمايتها من مخاطر الطقس.

٤ أقمار الاستطلاع والتجسس تستخدم فى * توفير المعلومات التى تحتاجها القيادات السياسية والعسكرية لاتخاذ القرار وإدارة الحرب.

معلومة إثرائية

* كلما زادت كتلة القمر الصناعي المراد إرساله للفضاء، احتجنا صاروخاً يمكنه التأثير بقوة أكبر على القمر الصناعي حتى يكتسب السرعة اللازمة لدورانه حول الأرض.

* الأقمار القطبية Polar satellites :

- الأقمار القطبية تدور فى مدارات بحيث تمر فوق المناطق القطبية على ارتفاع يتراوح بين 200 km إلى 1000 km فوق سطح البحر وتكمل دورة كاملة فى فترة زمنية تتراوح بين 100 - 110 دقيقة حسب ارتفاع مدارها.

- تستخدم الأقمار القطبية فى مراقبة سطح الأرض والأرصاد الجوية حيث تسمح جميع النقاط على سطح الأرض بالتتابع مع دوران الأرض حول محورها.



؟

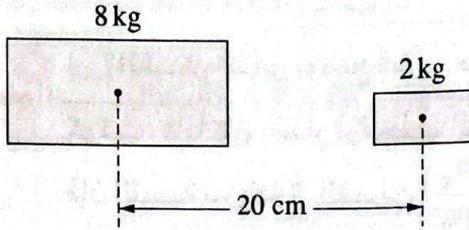
قيم نفسك
إلكترونيًا



أسئلة الاختيار من متعدد

أولاً

قانون الجذب العام



1 * كتاب جسمان كتليهما 8 kg ، 2 kg

والبعد بينهما 20 cm كما بالشكل المقابل،

فإذا علمت أن ثابت الجذب العام

التجاذب المادي المتبادلة بينهما

تساوى

2.67 × 10⁻¹² N (ب)

2.67 × 10⁻⁸ N (أ)

5.34 × 10⁻¹¹ N (د)

5.34 × 10⁻⁹ N (ج)

2 * كرتان لهما نفس الكتلة والبعد بين مركزيهما 2 m وقوة التجاذب بينهما 6.67 × 10⁻⁹ N، فإن كتلة كل من

الكرتين تساوى

400 kg (د)

200 kg (ج)

20 kg (ب)

14.14 kg (أ)

2 كرتان كتليهما 8 kg ، 20 kg والبعد بين مركزيهما 0.2 m، إذا كان ثابت الجذب العام هو G فإن قوة التجاذب

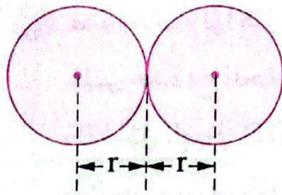
المتبادلة بينهما بالنيوتن تساوى

8000 G (د)

4000 G (ج)

40 G (ب)

8 G (أ)



4 في الشكل المقابل كرتان متماثلتان كتلة كل منهما m ونصف

قطر كل منهما r وضعتا متلاصقتين، فإن مقدار قوة التجاذب

المادي بينهما يعطى من العلاقة

$F = \frac{Gm^2}{4r^2}$ (ب)

$F = \frac{Gm^2}{r^2}$ (أ)

$F = \frac{Gm^2}{2r^2}$ (د)

$F = \frac{2Gm}{r^2}$ (ج)

m³/kg.s² (د)

m³.kg/s² (ج)

6 وحدة قياس ثابت الجذب العام هي

N.m²/kg (ب)

N.m.kg (أ)

7 إذا تضاعفت المسافة بين مركزي جسمين وبقيت كتليهما ثابتتين، فإن قوة التجاذب بينهما

(ب) تصبح نصف قيمتها الأصلية

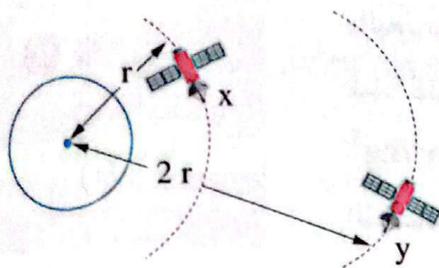
(أ) تتضاعف

(د) تصبح أربعة أضعاف قيمتها الأصلية

(ج) تصبح ربع قيمتها الأصلية

٧ جسمان كتلة الأول m_1 وكتلة الثاني m_2 والبعد بين مركزيهما r ، فإذا زادت كتلة الأول للضعف وزاد البعد بين مركزيهما للضعف، فإن قوة الجذب المتبادلة بينهما

- (أ) لا تتغير
(ب) تزداد للضعف
(ج) تقل للنصف
(د) تصبح أربعة أمثالها



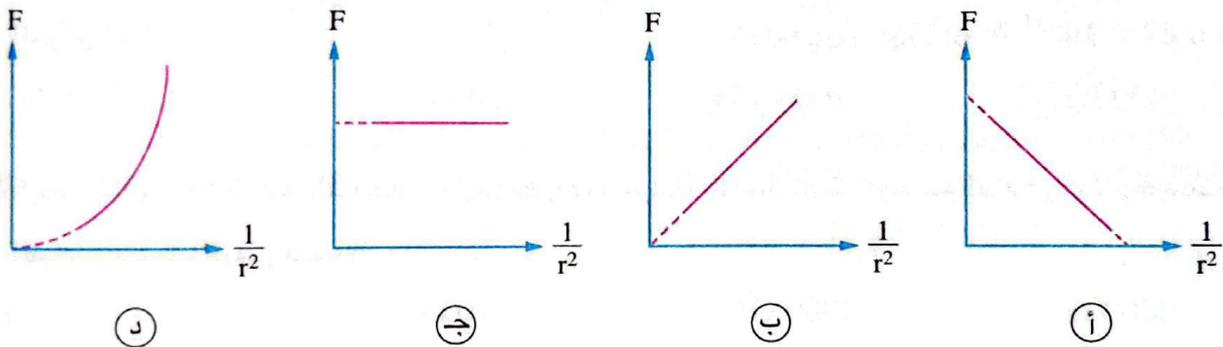
٨ الشكل المقابل يوضح قمرين صناعيين X، Y يدوران حول

كوكب، فإذا كان مقدار قوة جذب الكوكب للقمرين متساوي،

فإن النسبة بين كتلتى القمرين $(\frac{m_x}{m_y})$ تساوى

- (أ) $\frac{1}{1}$
(ب) $\frac{1}{2}$
(ج) $\frac{1}{4}$
(د) $\frac{4}{1}$

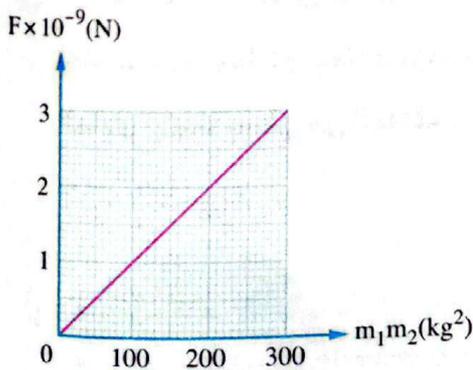
٩ الشكل البياني الذى يمثل العلاقة بين قوة التجاذب المادى (F) بين جسمين ومقلوب مربع البعد بين مركزيهما $(\frac{1}{r^2})$ هو



١٠ عدة أجسام لها كتل مختلفة، تم إيجاد قوة الجذب بين كل زوج منهما على حدة مع الحفاظ على البعد بين مركزي أى جسمين ثابتاً، والشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين قوة الجذب المتبادلة (F) بين جسمين منهما وحاصل ضرب كتلتى الجسمين $(m_1 m_2)$ ، فإن البعد (r) بين مركزي أى جسمين يساوى

(علماً بأن: $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$)

- (أ) 1.84 m
(ب) 2.58 m
(ج) 4.62 m
(د) 5.78 m

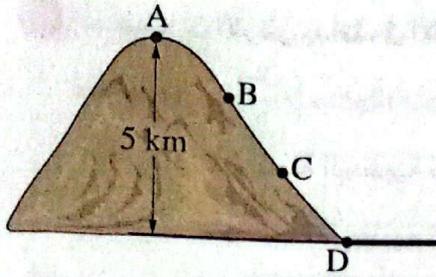


شدة مجال الجاذبية

١١ عجلة الجاذبية الأرضية

- (أ) ثابت كوني عام
(ب) تتغير بتغير كتلة الجسم
(ج) تختلف حسب الارتفاع عن سطح الأرض
(د) تختلف باختلاف فصول السنة

?



في الشكل المقابل جبل ارتفاعه 5 km، عند أي النقاط A، B، C، D تكون شدة مجال الجاذبية أقل؟

B (ب)

A (أ)

D (د)

C (ج)

* إذا علمت أن نصف قطر كوكب ما 7.14×10^7 m وكتلته 1.9×10^{27} kg وثابت الجذب العام 6.67×10^{-11} N.m²/kg²، فإن:

(١) قوة الجذب التي يتأثر بها جسم كتلته 1 kg موضوع على سطح الكوكب تساوى

60.42 N (د)

45.95 N (ج)

39.45 N (ب)

24.86 N (أ)

(٢) قيمة عجلة الجاذبية على سطح الكوكب تساوى

60.42 m/s² (د)

45.95 m/s² (ج)

39.45 m/s² (ب)

24.86 m/s² (أ)

كوكب كتلته 5.98×10^{24} kg ونصف قطره 6378 km، فإن شدة مجال الجاذبية لهذا الكوكب عند نقطة تبعد 36000 km عن سطحه تساوى

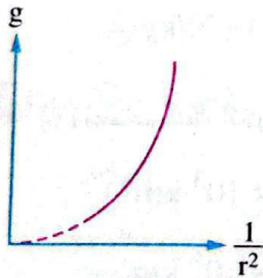
22.2 $\times 10^{-2}$ N/kg (ب)

22.2 $\times 10^{-4}$ N/kg (أ)

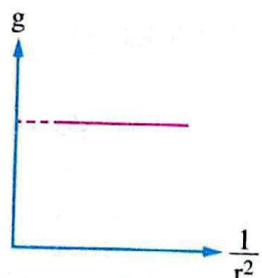
94.1 $\times 10^5$ N/kg (د)

22.2 $\times 10^2$ N/kg (ج)

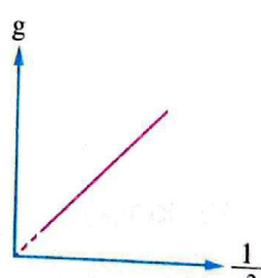
الشكل البياني المعبر عن العلاقة بين شدة مجال جاذبية الأرض (g) عند عدة نقاط في الغلاف الجوى ومقلوب مربع بُعد النقطة عن مركز الأرض ($\frac{1}{r^2}$) هو



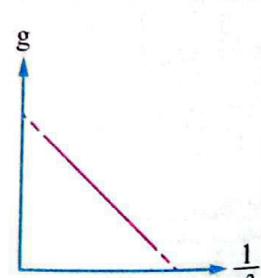
(أ)



(ب)

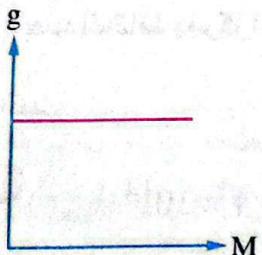


(ج)

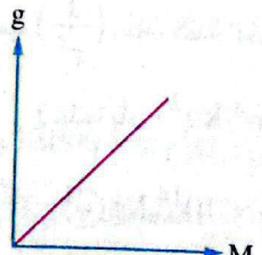


(د)

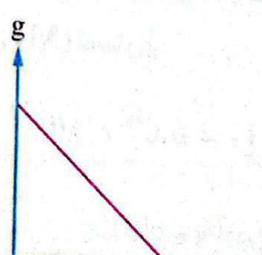
الشكل البياني الذي يمثل العلاقة بين شدة مجال الجاذبية (g) لكل كوكب من كواكب المجموعة الشمسية عند نقطة على نفس البُعد من مركز كل كوكب وكتلة الكوكب (M) هو



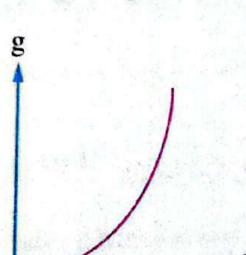
(أ)



(ب)



(ج)



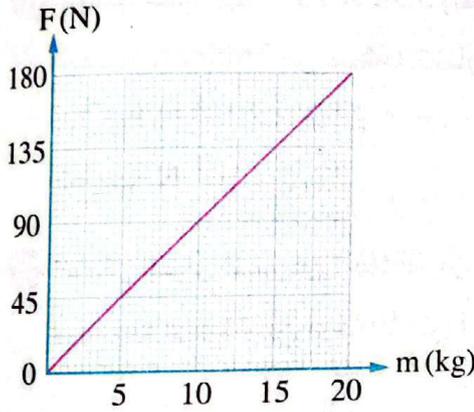
(د)

١٧ إذا تخيلنا أن الأرض بدأت في الانكماش بانتظام بينما ظلت كتلتها ثابتة، فإن قيمة عجلة الجاذبية على سطحها

- Ⓐ تزداد، لأن عجلة الجاذبية تتناسب عكسيًا مع مربع نصف قطر الأرض
 Ⓑ تزداد، لأن عجلة الجاذبية تتناسب طرديًا مع مربع نصف قطر الأرض
 Ⓒ تظل ثابتة، لأن عجلة الجاذبية تعتمد على كتلة الأرض فقط
 Ⓓ تقل، لأن عجلة الجاذبية تتناسب عكسيًا مع نصف قطر الأرض

١٨ إذا علمت أن عجلة الجاذبية على سطح القمر سدس عجلة الجاذبية على سطح الأرض، فإن النسبة بين ثابت الجذب العام على سطح الأرض وثابت الجذب العام على سطح القمر تساوي

- Ⓐ $\frac{1}{6}$ Ⓑ $\frac{1}{3}$ Ⓒ $\frac{1}{1}$ Ⓓ $\frac{6}{1}$



١٩ * عدة أجسام مختلفة الكتلة توجد على سطح كوكب كتلته $4.88 \times 10^{24} \text{ kg}$ والشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين قوة جذب الكوكب (F) لكل من هذه الأجسام وكتلة كل جسم (m)،
 (علمًا بأن: $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$)
 فإن :

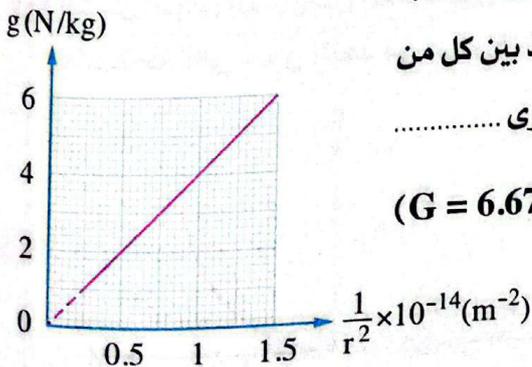
(١) شدة مجال جاذبية هذا الكوكب عند سطحه تساوي

- Ⓐ 3 N/kg Ⓑ 9 N/kg
 Ⓒ 18 N/kg Ⓓ 81 N/kg

(٢) نصف قطر الكوكب يساوي

- Ⓐ $6 \times 10^3 \text{ km}$ Ⓑ $3 \times 10^4 \text{ km}$
 Ⓒ $6 \times 10^6 \text{ km}$ Ⓓ $3 \times 10^6 \text{ km}$

٢٠ الشكل البياني المقابل يعبر عن العلاقة بين شدة مجال الجاذبية (g) لكوكب كتلته M عند عدد من النقاط حول الكوكب ومقلوب مربع البعد بين كل من هذه النقاط ومركز الكوكب ($\frac{1}{r^2}$)، فإن كتلة الكوكب (M) تساوي



(علمًا بأن: $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$)

- Ⓐ $4 \times 10^{14} \text{ kg}$ Ⓑ $6 \times 10^{14} \text{ kg}$
 Ⓒ $4 \times 10^{24} \text{ kg}$ Ⓓ $6 \times 10^{24} \text{ kg}$

?

11 * كوكب كتلته 5 مرات كتلة الأرض وقطره 5 مرات قطر الأرض، فإن :

(1) النسبة بين عجلة الجاذبية على سطح الأرض وعجلة الجاذبية على سطح هذا الكوكب $(\frac{g_e}{g_p})$ تساوى

- Ⓐ $\frac{1}{1}$ Ⓑ $\frac{1}{5}$ Ⓒ $\frac{5}{1}$ Ⓓ $\frac{1}{3}$

(2) النسبة بين وزن جسم عند وضعه على سطح الأرض ووزنه عند وضعه على سطح هذا الكوكب على الترتيب تساوى

- Ⓐ $\frac{1}{1}$ Ⓑ $\frac{1}{5}$ Ⓒ $\frac{5}{1}$ Ⓓ $\frac{1}{3}$

12 * جسم يزن 45 N على سطح الأرض، فإن وزنه على ارتفاع من سطح الأرض يعادل ربع قطر الأرض يساوى

- Ⓐ 20 N Ⓑ 25 N Ⓒ 30 N Ⓓ 40 N

13 * إذا كانت شدة مجال الجاذبية الأرضية عند مدار قمر صناعى يدور حول الأرض 2.5 N/kg، فإن المسافة بين القمر الصناعى و سطح الأرض (h) تساوى

(حيث : R نصف قطر الأرض، شدة مجال الجاذبية عند سطح الأرض = 10 N/kg)

- Ⓐ 2 R Ⓑ R Ⓒ $\frac{R}{2.5}$ Ⓓ $\frac{R}{4}$

14 * كوكب كتلته أربعة أمثال كتلة الأرض وقطره ضعف قطر الأرض، فإذا كان وزن الجسم على سطح الأرض 150 N، فإن وزن هذا الجسم على سطح الكوكب يساوى

- Ⓐ 75 N Ⓑ 150 N Ⓒ 300 N Ⓓ 450 N

السرعة المدارية

15 تتوقف السرعة المدارية لقمر يدور حول كوكب على

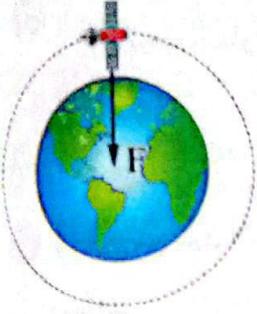
- Ⓐ كتلة القمر فقط
Ⓑ كتلة الكوكب فقط
Ⓒ كتلة القمر والبعد بين مركزى الكوكب والقمر
Ⓓ كتلة الكوكب والبعد بين مركزى الكوكب والقمر

16 * كوكب كتلته 9.96×10^{22} kg يدور حوله قمر صناعى على ارتفاع 12000 km من سطحه، إذا كان نصف قطر

الكوكب 1063 km، فإن السرعة المدارية للقمر هى

- Ⓐ 249.9 m/s Ⓑ 311 m/s Ⓒ 713.13 m/s Ⓓ 744 m/s

- ٢٧  تدور محطة الفضاء الدولية حول الأرض في مدار نصف قطره r بحيث تتم دورة كاملة حول الأرض خلال زمن T ، فإذا انفصل عنها جزء كتلته 0.1 من كتلة المحطة، فإن الزمن الدوري للمحطة حول الأرض.....
- (أ) يقل بمقدار 0.1 من قيمته
 (ب) يزداد بمقدار 0.1 من قيمته
 (ج) يظل ثابتاً
 (د) يقل إلى 0.1 من قيمته

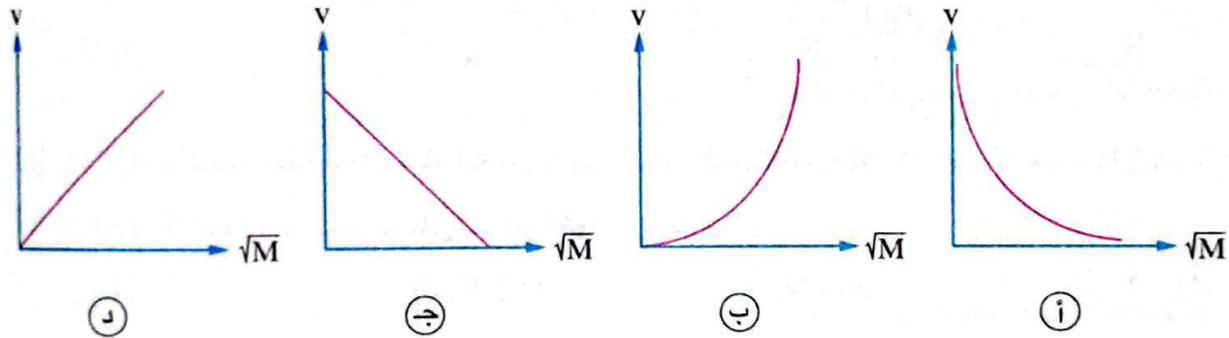


٢٨ السهم في الشكل المقابل يوضح اتجاه القوة (F) التي تؤثر بها

الأرض على القمر الصناعي، فإن القمر الصناعي.....

- (أ) يُبذل عليه شغل، لأن اتجاه الحركة مماس للمسار الدائري
 (ب) يُبذل عليه شغل، لأن اتجاه القوة في نفس اتجاه الحركة
 (ج) لا يُبذل عليه شغل، لأن اتجاه القوة عمودي على اتجاه الحركة
 (د) لا يُبذل عليه شغل، لأن محصلة القوى المؤثرة على القمر الصناعي تساوى صفر

٢٩ افترض أن أقمار صناعية متماثلة أُطلقت ليدور كل منها حول كوكب مختلف في مدار على نفس البعد من مركز الكوكب، فإن الشكل البياني المعبر عن العلاقة بين السرعة المدارية للقمر الصناعي (v) والجذر التربيعي لكتلة الكوكب (\sqrt{M}) الذي يدور حوله القمر هو.....



٣٠ * قمر صناعي يدور في مسار دائري على ارتفاع 300 km من سطح الأرض، فإن :

(علماً بأن : نصف قطر الأرض = 6378 km ، عجلة الجاذبية الأرضية عند سطح الأرض = 9.8 m/s^2)

(١) سرعته المدارية تساوى.....

- (أ) $4.4 \times 10^3 \text{ m/s}$
 (ب) $6.1 \times 10^5 \text{ m/s}$
 (ج) $7.7 \times 10^3 \text{ m/s}$
 (د) $9 \times 10^5 \text{ m/s}$

(٢) زمن الدورة الكاملة للقمر الصناعي حول الأرض يساوى.....

- (أ) $2.34 \times 10^3 \text{ s}$
 (ب) $5.45 \times 10^3 \text{ s}$
 (ج) $6.32 \times 10^3 \text{ s}$
 (د) $9.22 \times 10^3 \text{ s}$

(٣) قيمة العجلة المركزية أثناء حركته تساوى.....

- (أ) 2.4 m/s^2
 (ب) 4.3 m/s^2
 (ج) 6.8 m/s^2
 (د) 8.9 m/s^2

?

٢٠ قمران صناعيان (A)، (B) يدوران حول الأرض، فإذا كان نصف قطر مدار القمر (A) يساوي أربعة أمثال نصف قطر مدار القمر (B)، فإن النسبة بين قيمتي السرعة المدارية للقمرين $(\frac{v_A}{v_B})$ تساوي

١/4 (د)

1/2 (ج)

4/1 (ب)

2/1 (أ)



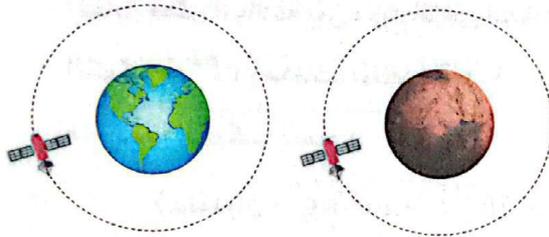
٢١ في الشكل المقابل قمران صناعيان (1)، (2) كتلتها $15 \times 10^3 \text{ kg}$ ، $5 \times 10^3 \text{ kg}$ على الترتيب يدوران حول الأرض على نفس الارتفاع من سطح الأرض، فإن النسبة بين سرعتي القمرين في مدارهما $(\frac{v_1}{v_2})$ تساوي

1/3 (ب)

1/1 (أ)

1/√3 (د)

3/1 (ج)



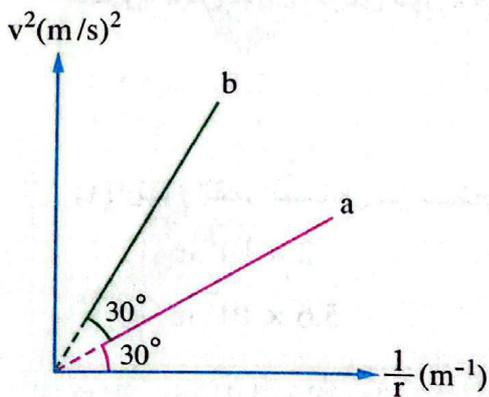
٢٢ في الشكل المقابل قمران صناعيان أحدهما يدور حول الأرض والآخر يدور حول المريخ، فإذا كان نصف قطر المدارين متساويين وكتلة الأرض تسعة أمثال كتلة المريخ، فإن النسبة بين السرعة الخطية (المماسية) للقمر الذي يدور حول الأرض والسرعة الخطية (المماسية) للقمر الذي يدور حول المريخ على الترتيب هي

3/1 (د)

1/3 (ج)

9/1 (ب)

1/9 (أ)



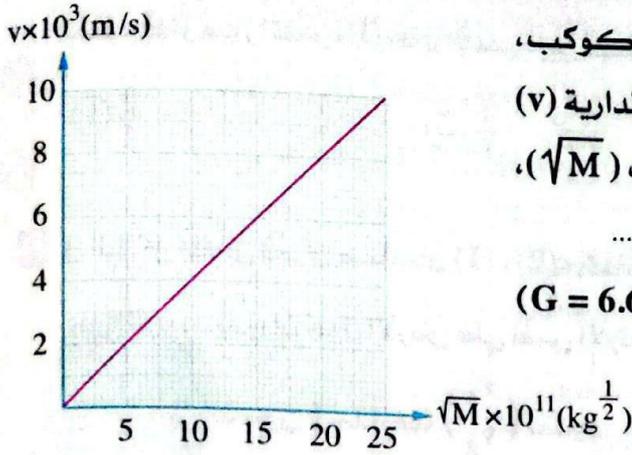
٢٣ كوكبان a، b يدور حول كل منهما مجموعة من الأقمار الصناعية في مدارات مختلفة، والشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين مربع السرعة المدارية (v^2) للأقمار الصناعية ومقلوب نصف القطر ($\frac{1}{r}$) للمدارات حول كل كوكب منهما، فتكون النسبة بين كتلتى الكوكبين $(\frac{M_a}{M_b})$ هي

2/1 (ب)

1/2 (أ)

3/1 (د)

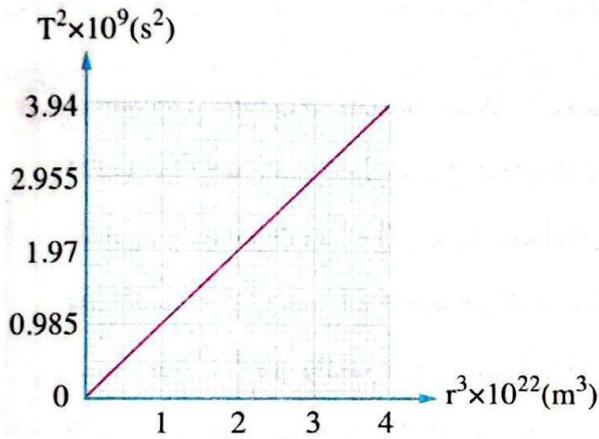
1/3 (ج)



٣٥ افترض أن أقمار صناعية متماثلة أطلقت ليدور كل منها حول كوكب مختلف في مدار على نفس البعد من مركز الكوكب، والشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين السرعة المدارية (v) لكل قمر والجزر التربيعي لكتلة كل من هذه الكواكب (\sqrt{M})، فإن نصف قطر مدار أي من هذه الأقمار يساوي

(علمًا بأن : $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$)

- ٢.٣٩ × 10³ km (أ)
 4.17 × 10³ km (ب)
 16.68 × 10³ km (ج)
 59.97 × 10³ km (د)



٣٦ تم إطلاق عدة أقمار صناعية لتدور حول كوكب في مدارات مختلفة في نصف القطر، والشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين مربع الزمن الدورى للقمر حول الكوكب (T²) ومكعب نصف قطر مدار القمر (r³)، فإن كتلة الكوكب تساوي

(علمًا بأن : $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$)

- 64 × 10²² kg (أ)
 5 × 10²⁴ kg (ب)
 33 × 10²² kg (ج)
 6 × 10²⁴ kg (د)

٣٧ * قمر صناعي يدور حول الأرض على ارتفاع h من سطحها بحيث يكون زمن دورانه دورة كاملة حول الأرض مساويًا لزمن دوران الأرض حول محورها دورة كاملة، فإن :

(علمًا بأن : اليوم الأرضي = 24 ساعة، $\pi = 3.14$ ، $R = 6378 \text{ km}$)

($M = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$ ، $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$)

(١) ارتفاع القمر الصناعي عن سطح الأرض (h) يساوي

- 3.6 × 10⁷ m (أ)
 6.6 × 10⁷ m (ب)
 2 × 10⁷ m (ج)
 5.6 × 10⁷ m (د)

(٢) السرعة المدارية للقمر الصناعي تساوي

- 5.55 × 10⁶ m/s (أ)
 9.41 × 10⁶ m/s (ب)
 1.55 × 10³ m/s (ج)
 3.07 × 10³ m/s (د)

?

أسئلة المقال

ثانيًا

1 ماذا يحدث عند تساوى انحناء مسار قذيفة أطلقت أفقيًا من قمة جبل مع انحناء سطح الأرض؟

2 فسر العبارات التالية :

- (1) لا يسقط قمر صناعى يدور حول الأرض فى مسار دائرى منتظم رغم تأثره بالجاذبية الأرضية.
 (2) تتوقف السرعة المدارية لقمر صناعى يدور حول الأرض على نصف قطر مداره فقط.
 (3) السرعة المدارية لقمر صناعى كتلته $5 \times 10^3 \text{ kg}$ تساوى السرعة المدارية لقمر آخر كتلته $15 \times 10^3 \text{ kg}$ يدور حول نفس الكوكب وعلى نفس الارتفاع.

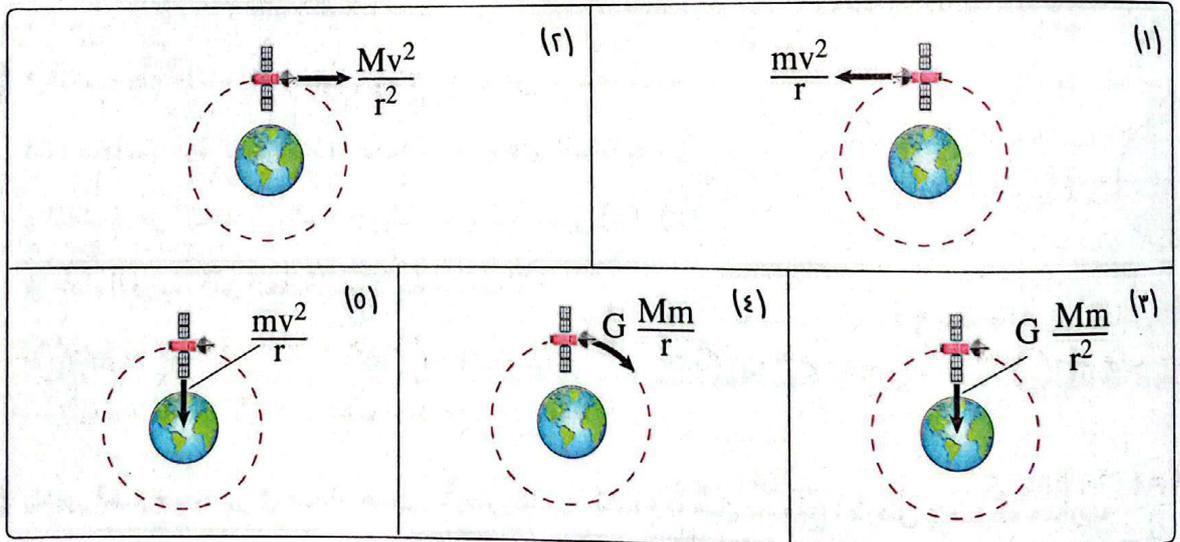
3 قمر صناعى يتم دورته حول كوكب معين فى 94.4 min وطول مساره 43153 km، احسب :

(علمًا بأن : نصف قطر الكوكب = 6360 km ، $\pi = 3.14$)

- (1) السرعة المدارية للقمر الصناعى.
 (2) ارتفاع القمر الصناعى عن سطح الكوكب.

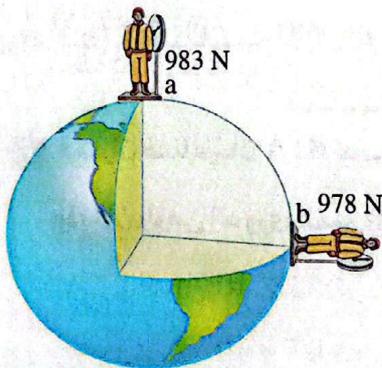
4 اى شكلين من الأشكال التالية يوضحان بشكل صحيح مقدار واتجاه قوة الجذب المركزية المؤثرة على قمر

صناعى كتلته m ونصف قطر مداره r يدور بسرعة مدارية v حول كوكب الأرض الذى كتلته M ؟

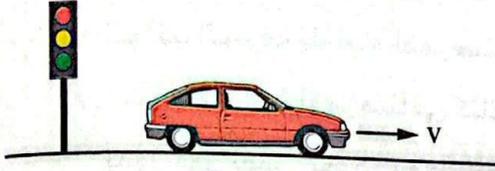


5 فى الشكل المقابل، ما سبب اختلاف وزن الرجل عند

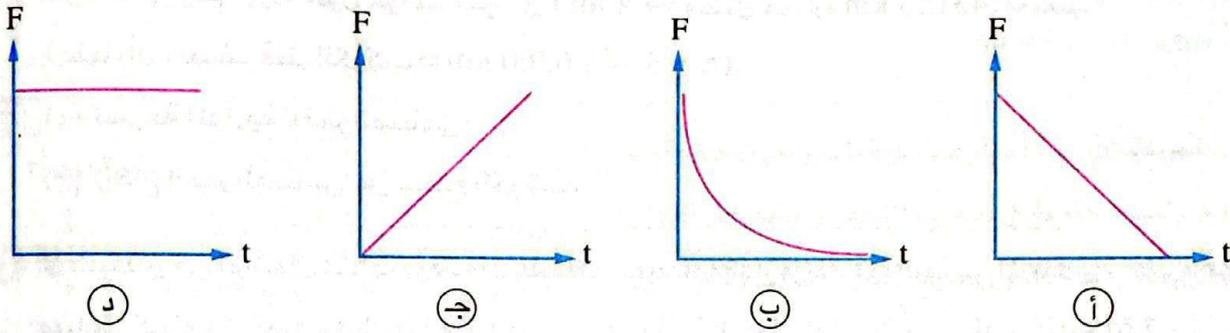
النقطتين a، b ؟



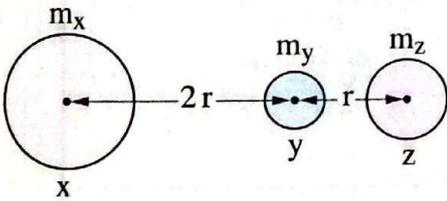
اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة



١ في الشكل الموضح سيارة تتحرك بسرعة منتظمة مبتعدة عن إشارة مرور، فإن التمثيل البياني الذي يعبر عن تغير قوة التجاذب المادي (F) بين السيارة وإشارة المرور مع الزمن (t) هو.....



٢ في الشكل المقابل ثلاثة أجسام x، y، z من مواد مختلفة، فإذا كانت قوة التجاذب المحصلة المؤثرة على الجسم (y) والناشئة عن التجاذب المادي بينه وبين الجسمين (x)، (z) في اتجاه الغرب، فأى العلاقات الآتية صحيحة؟



١ $m_x = m_z$ (a) ٢ $m_x = 4 m_z$ (b) ٣ $m_x < 2 m_z$ (c) ٤ $m_x > 4 m_z$ (d)

٣ يدور قمر صناعي في مدار حول الأرض على ارتفاع h من سطح الأرض بسرعة مدارية $\frac{1}{2} \sqrt{\frac{GM}{R}}$ حيث R نصف قطر الأرض، فيكون بُعد القمر الصناعي عن سطح الأرض (h) هو.....

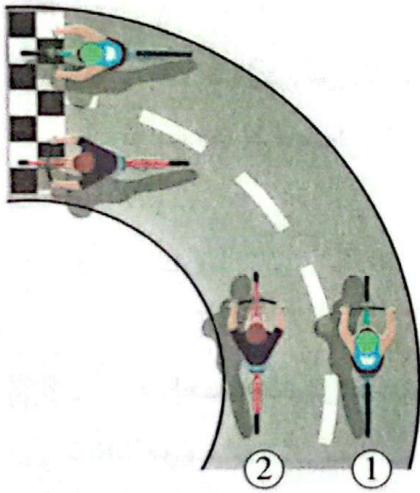
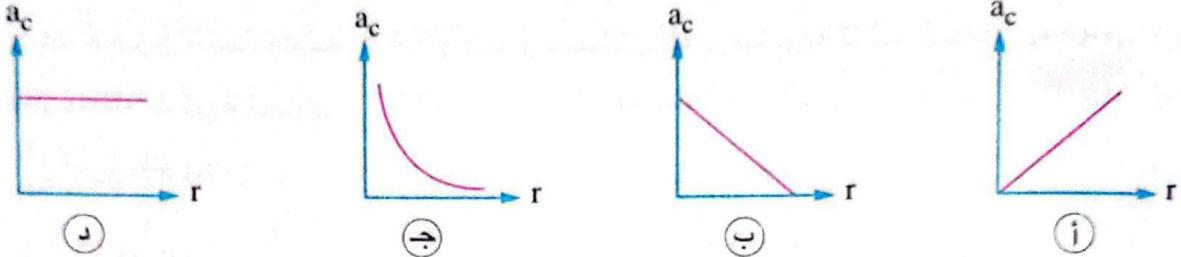
١ $\frac{1}{2} R$ (a) ٢ $2 R$ (b) ٣ $3 R$ (c) ٤ $4 R$ (d)

٤ قمران صناعيان A، B، نصف قطر مداريهما حول كوكب $2 \times 10^6 m$ ، $1 \times 10^6 m$ على الترتيب، إذا كان الزمن الدوري للقمر B هو $8 \times 10^7 s$ ، فإن الزمن الدوري للقمر A يساوي.....

١ $5 \times 10^5 s$ (a) ٢ $4 \times 10^6 s$ (b) ٣ $2.3 \times 10^8 s$ (c) ٤ $4.5 \times 10^8 s$ (d)

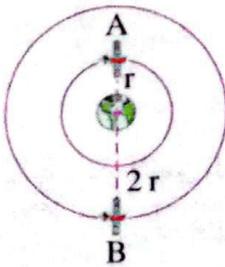
اختر الإجابة الصحيحة (1 : 20) :

الشكل البياني المبرهن العلاقة بين العجلة المركزية (a_c) لجسم تم تحريكه في عدة مسارات دائرية ونصف قطر المسار (r) عند تحركه في كل مسار بنفس السرعة الخطية هو



الشكل المقابل يوضح دراجتين ①، ② تتحركان بسرعتين ثابتتي المقدار في مضمار سباق دائري أفقي بحيث كان نصف قطر مسار كل منهما ثابت، فإذا وصلت الدراجتان لنهاية السباق في نفس اللحظة، فأيهما يملك سرعة مماسية أكبر؟

- (ا) الدراجة ①
(ب) الدراجة ②
(ج) كلاهما له نفس السرعة
(د) يجب معرفة الزمن الدوري لتحديد الإجابة



في الشكل الموضح قمران صناعيان A ، B يدوران حول الأرض

بسرعة مدارية v_1 ، v_2 على الترتيب، فإن السرعة (v_2) تساوى

- (ا) $2 v_1$
(ب) $\sqrt{2} v_1$
(ج) v_1^2
(د) $\frac{v_1}{\sqrt{2}}$

جسم كتلته 0.01 kg يتحرك حركة دائرية منتظمة في مسار نصف قطره 150 cm مستغرقاً 3 s لعمل دورة

كاملة، فإن مقدار واتجاه القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على الجسم هما

- (ا) 0.066 N، في اتجاه السرعة المماسية للجسم
(ب) 6.585 N، في اتجاه السرعة المماسية للجسم
(ج) 0.066 N، عمودي على اتجاه السرعة المماسية للجسم
(د) 6.585 N، عمودي على اتجاه السرعة المماسية للجسم

٥ سرعة دوران كوكب حول الشمس تعتمد على

- أ) كتلة الكوكب فقط
ب) كتلة الشمس فقط
ج) كتلتي الشمس والكوكب والبعد بينهما
د) كتلة الشمس والبعد بين الكوكب والشمس

٦ ربط حجر في خيط طوله 0.4 m وأدير في مستوى أفقى بسرعة ثابتة فكان زمنه الدورى 0.2 s،

فإن عجلته المركزية تساوى

- أ) $(20 \pi^2) \text{ m/s}^2$
ب) $(40 \pi^2) \text{ m/s}^2$
ج) $(2 \pi^2) \text{ m/s}^2$
د) $(8 \pi^2) \text{ m/s}^2$

٧ انطلق قمر صناعى من الأرض إلى مدار حول الأرض، فإن شدة مجال الجاذبية المؤثرة على القمر فى مداره

مقارنةً بشدته عند سطح الأرض تكون

- أ) أكبر
ب) أقل
ج) متساوية
د) لا يمكن تحديد الإجابة

٨ غسالة لعصر الملابس عجلتها المركزية 4302 m/s^2 ونصف قطر دورانها 20 cm، فإن هذا يعنى أنها تدور

7000 دورة خلال

- أ) 1 min
ب) 3 min
ج) 5 min
د) 7 min

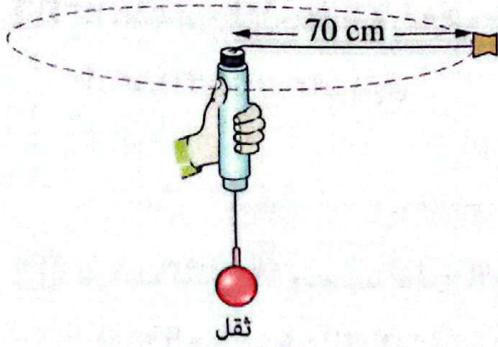
٩ يزداد الزمن الدورى لقمر صناعى يدور حول الأرض

- أ) بزيادة كتلة القمر الصناعى
ب) بنقص كتلة القمر الصناعى
ج) بزيادة قطر مدار القمر الصناعى
د) بنقص قطر مدار القمر الصناعى

١٠ قمر صناعى متزامن مع الأرض، طول (محيط) مساره $265 \times 10^3 \text{ km}$ ، فإن السرعة المدارية للقمر الصناعى

تساوى تقريباً

- أ) 1.5 km/s
ب) 3 km/s
ج) 6 km/s
د) 9 km/s

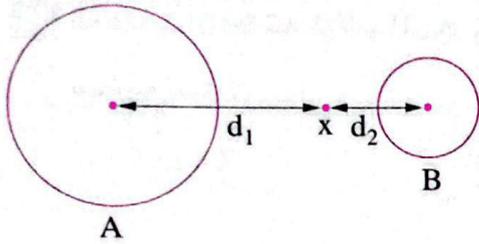


11 في الشكل المقابل جسم كتلته 43.75 g يتحرك حركة دائرية منتظمة في مسار أفقي نصف قطره 70 cm بحيث يصنع 25 دورة خلال زمن 40 s، فإن كتلة الثقل المعلق في الطرف الأخر للخيط تساوي تقريبًا
($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- أ) 20 g
ب) 40 g
ج) 47 g
د) 62 g

12 أي الكواكب الآتية سرعته المدارية أكبر حول الشمس ؟

- أ) عطارد
ب) الأرض
ج) المريخ
د) نبتون



13 الشكل المقابل يوضح قمر (B) يدور حول كوكب (A) كتلته 100 مرة كتلة القمر، فإذا تساوت قوة جذب القمر وقوة جذب الكوكب لأي جسم موضوع عند النقطة (x)، فإن النسبة $\left(\frac{d_1}{d_2}\right)$ تساوي

- أ) $\frac{1}{10}$
ب) $\frac{10}{1}$
ج) $\frac{1}{100}$
د) $\frac{100}{1}$

14 جسمان (A)، (B) لهما نفس الكتلة يدوران بنفس السرعة في مسارين دائريين أفقيين نصف قطرهما مختلف، فإذا كانت النسبة بين الزمن الدوري لهما $\left(\frac{T_A}{T_B}\right)$ هي $\frac{1}{2}$ ، فإن النسبة بين القوة الجاذبة المركزية لهما $\left(\frac{F_A}{F_B}\right)$ هي

- أ) $\frac{2}{1}$
ب) $\frac{1}{1}$
ج) $\frac{1}{2}$
د) $\frac{1}{8}$

15 قمر صناعي يدور حول الأرض بسرعة مدارية 7 km/s، فإن الزمن اللازم ليصنع القمر الصناعي دورة كاملة حول الأرض يساوي

(علمًا بأن: $M_e = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$ ، $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$)

- أ) $5.25 \times 10^3 \text{ s}$
ب) $6.54 \times 10^3 \text{ s}$
ج) $6.92 \times 10^3 \text{ s}$
د) $7.33 \times 10^3 \text{ s}$

16 إذا تحرك جسمان لهما نفس الكتلة في مدارين أفقيين A، B بحيث كان نصف قطر المدار A ضعف نصف قطر المدار B وسرعة الجسم في المدار A ضعف سرعة الجسم في المدار B، فإن نسبة القوة المركزية المؤثرة على الجسم في المدار A إلى القوة المركزية المؤثرة على الجسم في المدار B تساوي

- أ) $\frac{1}{1}$
ب) $\frac{2}{1}$
ج) $\frac{1}{4}$
د) $\frac{1}{8}$

١٧ إذا كانت عجلة الجاذبية الأرضية على ارتفاع معين (h) من سطح الأرض تعادل $\frac{1}{9}$ قيمتها عند سطح الأرض، فإن هذا الارتفاع (h) يساوي

(علماً بأن R نصف قطر الأرض)

9 R (د)

3 R (ج)

2 R (ب)

R (ا)

١٨ كوكب كتلته M ونصف قطره R وشدة مجال الجاذبية على سطحه g_1 ، يدور حوله قمر صناعي على ارتفاع h من سطح الكوكب بسرعة مدارية v متأثر بعجلة جاذبية ناتجة عن الكوكب مقدارها g_2 ، فإن كتلة الكوكب (M) تساوي

$\frac{g_2(R+h)^2}{G}$ (د)

$\frac{g_1(R+h)^2}{G}$ (ج)

$\frac{v^2(R+h)^2}{G}$ (ب)

$\frac{v(R+h)}{G}$ (ا)

١٩ إذا علمت أن كتلة كوكب المريخ $\frac{1}{9}$ كتلة الأرض، وقطره يساوي نصف قطر الأرض، فإن عجلة الجاذبية على سطحه تساوي

(علماً بأن : عجلة الجاذبية على سطح الأرض = 10 m/s^2)

9.4 m/s^2 (د)

8.4 m/s^2 (ج)

4.4 m/s^2 (ب)

2.4 m/s^2 (ا)

٢٠ إذا كان البُعد بين مركزي جسمين متماثلين 1 m وكانت قوة التجاذب بينهما $6.67 \times 10^{-5} \text{ N}$ ، فإن كتلة كل منهما

(علماً بأن : $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$)

$13.34 \times 10^3 \text{ kg}$ (ب)

10^6 kg (ا)

13.34 kg (د)

10^3 kg (ج)

أجب عما يأتي (٢١ : ٢٤) :

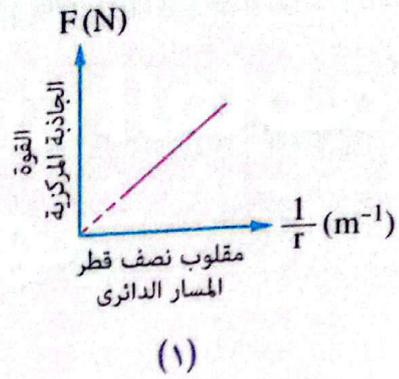
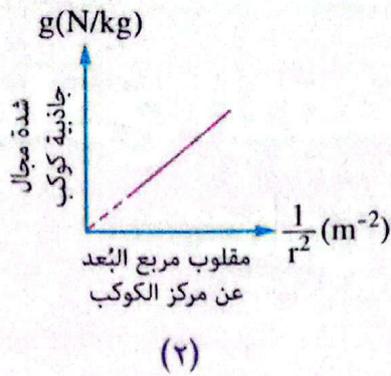
٢١ لاحظت وأنت تسير في إحدى الطرق لوحة تنوه بخطورة سير السيارات الثقيلة في المنحنيات القادمة بالطريق، فما تفسير ذلك في ضوء دراستك للحركة الدائرية ؟

.....

٢٢ تظهر قوى التجاذب المادي بوضوح بين الأجرام السماوية بينما لا تظهر بوضوح بين شخصين يقفان على بُعد عدة أمتار من بعضهما، فسر ذلك.

.....

اكتب العلاقة الرياضية وما يساويه ميل الخط المستقيم لكل مما يأتي :



ماذا يحدث للسرعة المدارية لقمر صناعي يدور حول الأرض إذا انفصل جزء عن القمر مع ثبوت نصف قطر مداره؟

مقدم من قناة ثانوية ثانوي الرسمة
@Sanaye 20011

سلسلة كتب

الامتحان

هدفنا تفوق..

وليس مجرد نجاح.



مجاب عنها

نماذج الامتحانات العامة على المنهج



مقدم من قناة ثانوية ثانوى الرسمة
@Sanaye20011

نموذج امتحان 1

مجاب عنه

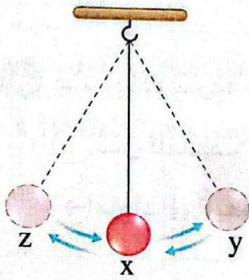
لفترة الإجابة الصحيحة (٢٠ : ١) :

١ في ظاهرة الحيود يتغير مسار الموجات عندما

- (أ) تنتقل من وسط لوسط آخر
(ب) تسقط على سطح عاكس
(ج) تصطدم بحافة حادة
(د) تتراكب مع موجة أخرى

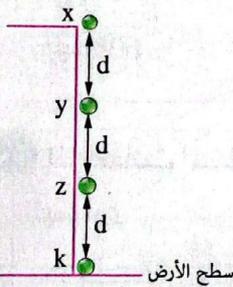
٢ تسير سيارة كتلتها 1250 kg بسرعة 29.2 m/s، فيكون الشغل الذي يجب أن تبذله المكابح لإيقاف السيارة يساوي تقريباً

- (أ) 426 kJ (ب) 533 kJ (ج) - 426 kJ (د) - 533 kJ



٣ الشكل المقابل يوضح حركة بندول بسيط زمنه الدوري T، فأى العبارات الآتية خاطئة؟

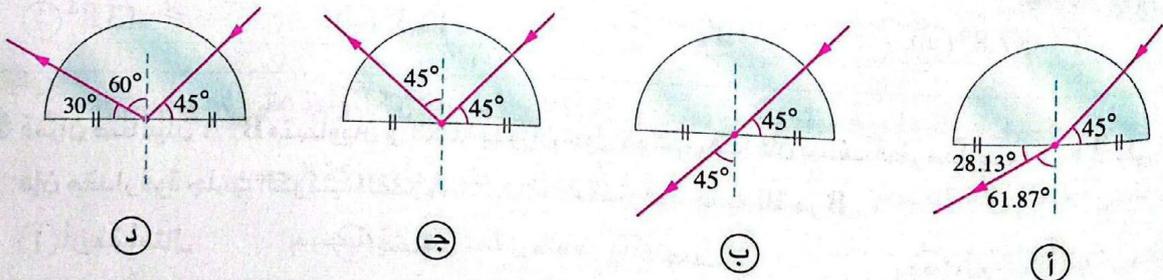
- (أ) سرعة الثقل عند الموضع x < سرعة الثقل عند الموضع y
(ب) سرعة الثقل عند الموضع z = صفر
(ج) سعة الاهتزازة = البعد بين الموضعين y، z
(د) الزمن الذي يستغرقه الثقل لقطع المسافة xy = $\frac{T}{4}$



٤ في الشكل الموضح يسقط جسم من السكون من أعلى مبنى ارتفاعه 3 d، فتكون

- (أ) طاقة الوضع عند x = طاقة الحركة عند y
(ب) طاقة الوضع عند y < طاقة الحركة عند k
(ج) طاقة الحركة عند z = طاقة الوضع عند y
(د) طاقة الوضع عند x < طاقة الحركة عند k

٥ يسقط شعاع ضوئي على نصف قرص من زجاج معامل انكساره 1.5، أى من الأشكال التالية يمثل المسار الصحيح للشعاع الضوئي؟



٦ إذا كان الزمن الدوري لدوران الأرض حول الشمس 365.25 يوم، ويبعد مركز الشمس عن مركز الأرض مسافة قدرها $1.496 \times 10^{11} \text{ m}$ ، فإن العجلة الجاذبية المركزية للأرض نحو الشمس تساوي تقريبًا

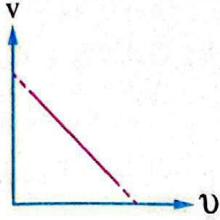
١ $2 \times 10^{-7} \text{ m/s}^2$

٢ $6 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2$

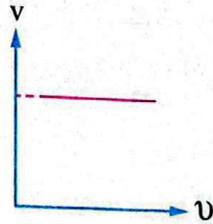
٣ $2 \times 10^{-2} \text{ m/s}^2$

٤ $4 \times 10^{-7} \text{ m/s}^2$

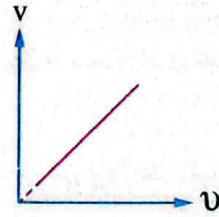
٧ أي الأشكال البيانية التالية يمثل العلاقة بين السرعة (v) لعدة موجات صوتية تنتشر في الهواء والتردد (ν) لكل منها ؟



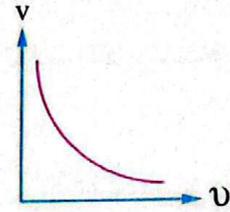
١



٢



٣



٤

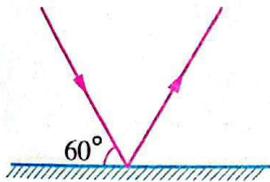
٨ عند زيادة سرعة سيارة إلى الضعف، فإن طاقة حركتها

١ تقل للنصف

٢ تزداد للضعف

٣ تظل ثابتة

٤ تزداد إلى أربعة أمثال



٩ في الشكل المقابل زاوية انعكاس الشعاع الضوئي تساوي

١ 30°

٢ 45°

٣ 60°

٤ 120°

١٠ إذا كانت المسافة الفاصلة بين القمة الأولى والقمة z لموجة مستعرضة هي y، فإن الطول الموجي للموجة يساوي

١ $\frac{z-1}{y}$

٢ $\frac{y}{1}$

٣ $\frac{y}{z-1}$

٤ $\frac{z-1}{y}$

١١ منشور ثلاثي زاوية رأسه 45° ومعامل انكسار مادته 1.6 مهياً في وضع النهاية الصغرى للانحراف، فإن زاوية سقوط الشعاع الضوئي في تلك الحالة تساوي تقريبًا

١ 13.8°

٢ 17.3°

٣ 30.5°

٤ 37.8°

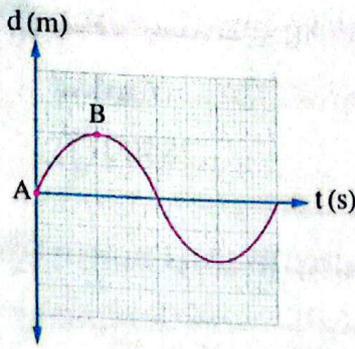
١٢ قمران صناعيان A، B متساويان في الكتلة يدوران حول كوكب، فإذا كان نصف قطر مداريهما r، 2r على الترتيب، فإن مقدار قوة جذب الكوكب للقمر A مقدار قوة جذب الكوكب للقمر B

١ أربعة أمثال

٢ يساوي

٣ نصف

٤ ربع



الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) لأحد جزيئات وسط تنتشر فيه موجة والزمن (t)، فإذا كانت الفترة الزمنية بين النقطتين A، B تساوي 0.15 s، فإن تردد هذه الموجة يساوي

(ب) $\frac{1}{3}$ Hz

(أ) $\frac{1}{15}$ Hz

(د) $\frac{20}{3}$ Hz

(ج) $\frac{5}{3}$ Hz

في تجربة الشق المزدوج لتوماس يونج، إذا استخدم ضوء أحمر ثم أعيدت التجربة مع تغيير المصدر الضوئي فقط بأخر يصدر ضوء أزرق، فإن النسبة $\frac{(\Delta y)_r}{(\Delta y)_b}$ تكون

(ب) أقل من الواحد الصحيح

(أ) أكبر من الواحد الصحيح

(د) لا يمكن تحديدها

(ج) مساوية للواحد الصحيح

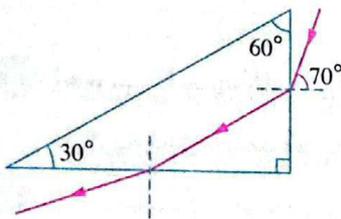
جسم طاقة وضعه عند نقطة على ارتفاع 10 m من سطح الأرض تساوي 1000 J، فإن كتلة الجسم تساوي

(ب) 20 kg

(أ) 10 kg

(د) 100 kg

(ج) 50 kg



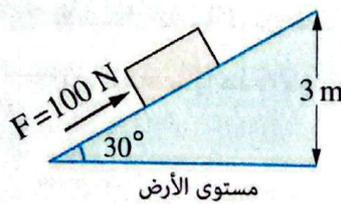
في الشكل المقابل شعاع ضوئي يمر خلال منشور ثلاثي، فتكون زاوية رأس المنشور الثلاثي هي

(ب) 60°

(أ) 30°

(د) 90°

(ج) 70°



من الشكل المقابل، الشغل المبذول بواسطة القوة F لدفع الصندوق من مستوى الأرض لأعلى المستوى المائل يساوي

(ب) 450 J

(أ) 300 J

(د) 750 J

(ج) 600 J

عندما يتحرك جسم حركة دائرية منتظمة يكون اتجاه القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على الجسم

(ب) عمودي على اتجاه حركة الجسم

(أ) في نفس اتجاه حركة الجسم

(د) مماس لمسار حركة الجسم

(ج) عكس اتجاه حركة الجسم

١٩ يسقط جسم كتلته 19 kg سقوطًا حرًا من ارتفاع قدره 60 m، فإن طاقة حركته عند منتصف مسافة السقوط تساوي

($g = 10 \text{ m/s}^2$)

11400 J (د)

8550 J (ج)

5700 J (ب)

2850 J (أ)

٢٠ إذا كانت قوة التجاذب المادي بين جسمين F ، ثم زادت المسافة بينهما إلى الضعف فإن قوة التجاذب المادي تصبح

$\frac{F}{4}$ (د)

$\frac{F}{2}$ (ج)

$2F$ (ب)

$4F$ (أ)

أجب عما يأتي (٢١ : ٢٤) :

٢١ «تعتبر كل حركة اهتزازية حركة دورية، إلا أنه ليس بالضرورة أن تكون كل حركة دورية حركة اهتزازية»،
وضح مدى صحة العبارة.

.....
.....
.....

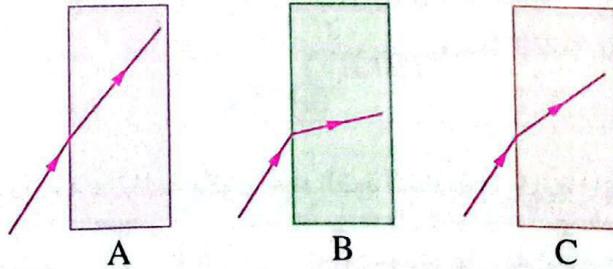
٢٢ احسب النسبة بين عجلة الجاذبية على سطح القمر وعجلة الجاذبية على سطح الأرض، إذا علمت أن كتلة الأرض $5.976 \times 10^{24} \text{ kg}$ ونصف قطرها $6.4 \times 10^6 \text{ m}$ ، وكتلة القمر $7.35 \times 10^{22} \text{ kg}$ ونصف قطره $1.74 \times 10^6 \text{ m}$

.....
.....

٢٣ احسب السرعة المماسية لجسم يتحرك في مسار دائري أفقي بسرعة ثابتة إذا كان حاصل ضرب مقدار العجلة المركزية له في نصف قطر المسار هو $16 \text{ m}^2/\text{s}^2$

.....
.....

٢٤ الأشكال التالية تمثل شعاع ضوئي يسقط من الهواء بنفس زاوية السقوط على ثلاثة أوساط مختلفة A، B، C،
رتب تصاعديًا هذه الأوساط طبقًا لمعاملات انكسارها.



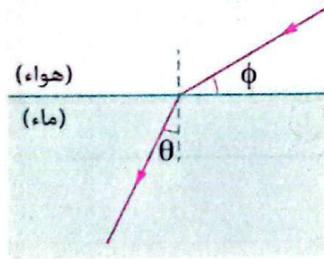
.....
.....

١ تم تحريك طرف ملف زنبركى بطريقة معينة ليصنع موجة طولية طولها الموجى 30 cm وزمنها الدورى 0.1 s. ثم تم تحريكه بطريقة أخرى ليصنع موجة مستعرضة زمنها الدورى 0.2 s وسرعتها ثلث سرعة الموجة الطولية، فإن الطول الموجى للموجة المستعرضة يساوى

- 10 cm (أ) 20 cm (ب) 30 cm (ج) 60 cm (د)

٢ النسبة بين زاوية السقوط الأولى إلى زاوية الخروج لشعاع ضوئى يمر خلال منشور ثلاثى فى وضع النهاية الصغرى للانحراف

- 1 أكبر من 1 (أ) أقل من 1 (ب) تساوى 1 (ج) تعتمد على زاوية رأس المنشور (د)



٣ الشكل المقابل يمثل انتقال شعاع ضوئى من الهواء إلى الماء الذى معامل انكساره $\frac{4}{3}$ ، فأى العلاقات الآتية صحيحة ؟

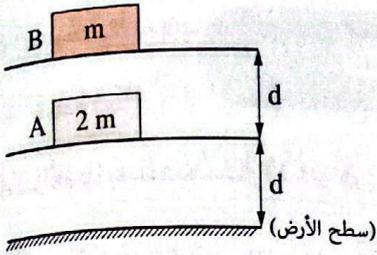
- $\frac{\sin \theta}{\sin \phi} = \frac{4}{3}$ (ب) $\frac{\sin \phi}{\sin \theta} = \frac{4}{3}$ (أ)
 $\frac{\sin (90 - \phi)}{\sin (90 - \theta)} = \frac{4}{3}$ (د) $\frac{\sin (90 - \phi)}{\sin \theta} = \frac{4}{3}$ (ج)

٤ وصل رجل إلى شفته صعودًا على السلم مرة وباستخدام المصعد مرة ثانية، أى العبارات التالية صحيحة ؟

- 1 طاقة وضع الرجل أكبر عند صعوده السلم (أ) طاقة وضع الرجل أكبر عند استخدام المصعد (ب)
2 لا توجد طاقة وضع للرجل عند استخدام المصعد (ج) طاقة وضع الرجل متساوية فى الحالتين (د)

٥ سقط شعاع ضوئى على حاجز به شق (فتحة مستطيلة ضيقة جدًا) فحدث حيود للضوء، وتم استقبال الموجات الناشئة عن الحيود على حائل فتكونت هُذب مضيئة وأخرى مظلمة، ماذا يحدث لكل من اتساع الهُذب المضيئة وشدة إضاءتها بالاقتراب من الهُذب المركزية ؟

الشدّة	الاتساع	
لا تتغير	لا يتغير	(أ)
تزداد	لا يتغير	(ب)
لا تتغير	يزداد	(ج)
تزداد	يزداد	(د)



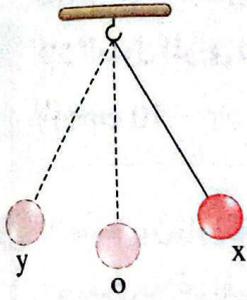
6 الشكل المقابل يوضح كتلتين A ، B موضوعتين على ارتفاعين مختلفين من سطح الأرض، أي الكميات الفيزيائية الآتية تختلف بالنسبة للكتلتين ؟

Ⓐ طاقة الحركة

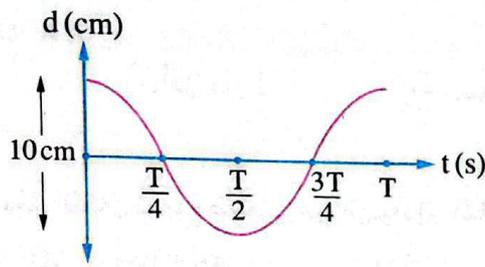
Ⓑ طاقة الوضع

Ⓒ الوزن

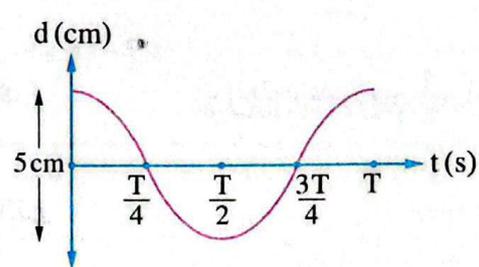
Ⓓ الطاقة الميكانيكية



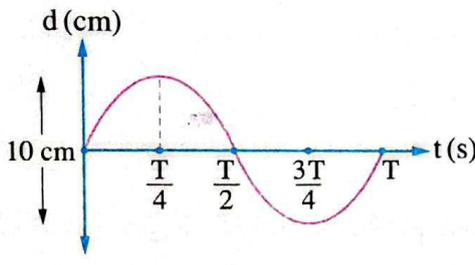
7 في الشكل المقابل أزيح ثقل بندول بسيط من موضع اتزانه الأصلي (o) إلى الموضع (x) بإزاحة 5 cm ثم تُرك ليتحرك حركة توافقية بسيطة فأكمل اهتزازة كاملة خلال زمن T ، أي الأشكال البيانية التالية يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) لثقل البندول عن موضع اتزانه الأصلي والزمن (t) خلال اهتزازة كاملة بدءًا من الموضع (x) ؟



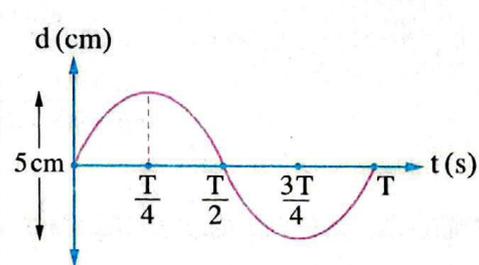
Ⓑ



Ⓐ



Ⓒ



Ⓓ

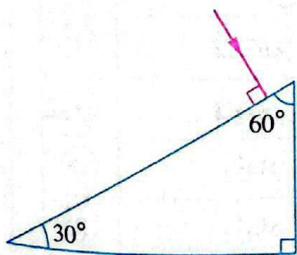
8 أي من الموجات التالية لا تنتشر في الفراغ ؟

Ⓑ موجات الراديو

Ⓒ موجات الصوت

Ⓐ موجات الضوء

Ⓓ الموجات الميكرومترية



9 الشكل المقابل يمثل سقوط شعاع ضوئي عموديًا على أحد أوجه منشور ثلاثي معامل انكسار مادته 1.5 ، فتكون زاوية خروج الشعاع

Ⓑ 41.81°

Ⓒ 60°

من المنشور هي

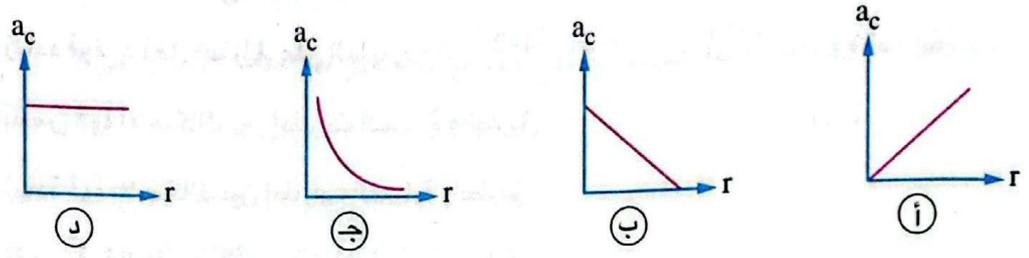
Ⓐ 30°

Ⓓ 48.59°

11 تحركت عربة ملامهى من قمة التل الأول التى ترتفع عن سطح الأرض 40 m بسرعة 2 m/s حتى وصلت إلى قمة التل الثانى التى ترتفع عن سطح الأرض 15 m، بإهمال قوى الاحتكاك ومقاومة الهواء تكون سرعة العربة عند قمة التل الثانى هى

- (أ) 11.55 m/s (ب) 12.25 m/s (ج) 18.22 m/s (د) 22.23 m/s

12 الشكل البياني الذى يمثل العلاقة بين العجلة المركزية (a_c) لجسم يتحرك فى مسار دائرى أفقى ونصف قطر المسار (r) عند ثبوت السرعة الخطية هو

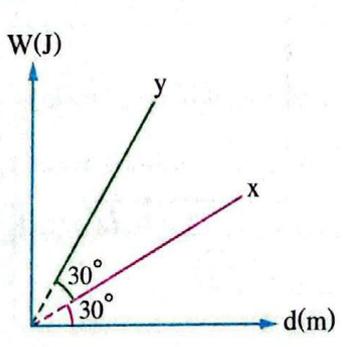


13 يصل صوت جرس المدرسة إلى أذن الطلاب على شكل موجات

- (أ) طولية (ب) مستعرضة
(ج) طولية ومستعرضة (د) كهرومغناطيسية

14 إذا كانت سرعة الضوء فى وسطين X، Y على الترتيب هى 2.4×10^8 m/s، 1.8×10^8 m/s، فإن الزاوية الحرجة بين الوسطين

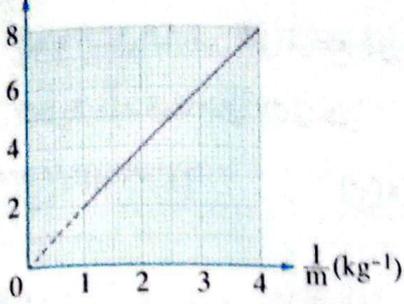
- (أ) 48.59° وتقع فى الوسط X (ب) 48.59° وتقع فى الوسط Y
(ج) 53.13° وتقع فى الوسط X (د) 53.13° وتقع فى الوسط Y



15 جسمان (x)، (y) موضوعان على سطح أفقى، تؤثر أفقيًا على كل منهما قوة ثابتة المقدار F_x ، F_y على الترتيب، والشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الشغل (W) المبذول على كل جسم بواسطة القوة المؤثرة عليه والإزاحة (d) الأفقية لكل من الجسمين، فإن النسبة بين مقدارى القوتين $\left(\frac{F_x}{F_y}\right)$ تساوى

- (أ) $\frac{1}{\sqrt{3}}$ (ب) $\frac{3}{1}$ (ج) $\frac{1}{1}$ (د) $\frac{1}{3}$

$v^2(m^2/s^2)$



١٥ جسم يمكن تغيير كتلته والشكل البياني المقابل يوضح العلاقة بين مربع مقدار سرعة الجسم (v^2) ومقلوب كتلته ($\frac{1}{m}$)، فتكون طاقة حركة الجسم هي

١ J (ب)

0.5 J (ا)

4 J (د)

2 J (ج)

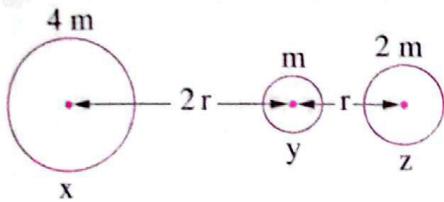
١٦ ما السبب المحتمل لخروج سيارة عن مسارها إذا دخلت طريق منحني أفقي زلق؟

(ا) زيادة قوة رد فعل الطريق على السيارة

(ب) نقص قوة الاحتكاك بين إطارات السيارة والطريق

(ج) زيادة قوة الاحتكاك بين إطارات السيارة والطريق

(د) نقص قوة الجاذبية الأرضية المؤثرة على السيارة



١٧ ثلاث كرات x، y، z مختلفة الكتلة والبعد بين مراكزها كما بالشكل

المقابل، فتكون النسبة بين قوة التجاذب المادي بين الكرتين x، y،

وقوة التجاذب المادي بين الكرتين z، y هي $\left(\frac{F_{xy}}{F_{yz}}\right)$

$\frac{1}{\sqrt{2}}$ (د)

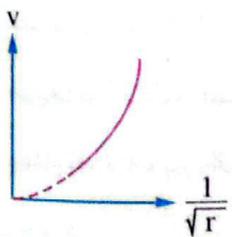
$\frac{1}{4}$ (ج)

$\frac{8}{1}$ (ب)

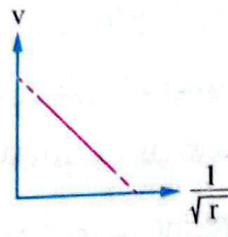
$\frac{1}{2}$ (ا)

١٨ الشكل البياني الذي يمثل العلاقة بين السرعة المدارية (v) لعدة أقمار صناعية تدور حول نفس الكوكب ومقلوب

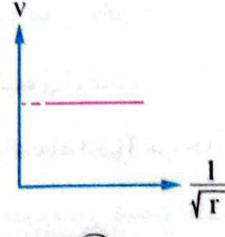
الجذر التربيعي لنصف قطر مدار كل منها $\left(\frac{1}{\sqrt{r}}\right)$ هو



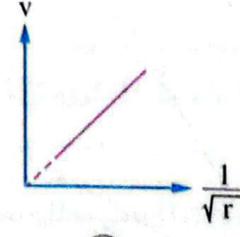
(د)



(ج)



(ب)



(ا)

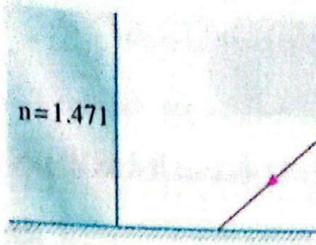
١٩ عند انتقال موجة ضوئية من وسط لآخر، فإن الخاصية التي لا تتغير للموجة هي

(د) الشدة

(ج) التردد

(ب) الطول الموجي

(ا) السرعة



الشكل المقابل يوضح لوح زجاجي موضوع عمودياً على سطح مرآة مستوية، فإذا سقط شعاع ضوئي من الهواء بزاوية سقوط 40° على سطح المرآة، فإن زاوية انكساره في الزجاج تكون

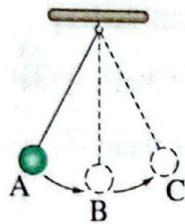
أ) 51.6°

ب) 47.2°

ج) 31.38°

أجب عما يأتي (٢٤ : ٣١) :

٢١ ماذا يحدث بفرض تساوى انحناء مسار قذيفة أطلقت أفقيًا من قمة جبل مع انحناء سطح الأرض ؟



٢٢ الشكل المقابل يوضح بندول بسيط، عند تحرك ثقل البندول من

الموضع A إلى الموضع B ثم إلى الموضع C، ماذا يحدث لكل من طاقة

الموضع وطاقة الحركة والطاقة الميكانيكية لثقل البندول ؟

٢٣ جسم كتلته 5 kg يتحرك على محيط دائرة أفقية نصف قطرها 2 m بسرعة خطية ثابتة مقدارها 5 m/s،

احسب القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على الجسم.

٢٤ في تجربة الشق المزدوج ليونج، استخدم ضوء أزرق طول الموجى λ وكانت المسافة بين الشقين d فظهرت

هُدب التداخل على حائل استقبال الهدب الذى يبعد مسافة R عن حاجز الشقين، فإذا استخدم ضوء آخر

طول الموجى 1.5λ ، احسب بدلالة R البعد بين حائل استقبال هُدب التداخل وحاجز الشقين للحصول على

هُدب تداخل المسافة بين مراكزها مساوية للحالة الأولى.

مجاب
عنه



نموذج امتحان 3

اختر الإجابة الصحيحة (١ : ٣٠) :

١ يتحرك جسم حركة دائرية منتظمة في مسار نصف قطره 20 cm وتؤثر عليه قوة مركزية قدرها 10 N فتكون طاقة حركة الجسم هي

د) 2 J

ج) 1 J

ب) 0.2 J

أ) 0.1 J

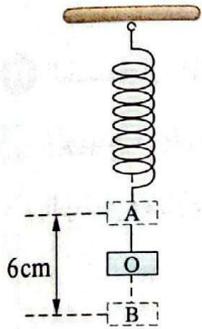
٢ العوامل التي تتوقف عليها زاوية انحراف شعاع ضوئي عند مروره خلال منشور ثلاثي هي

أ) زاوية رأس المنشور

ب) زاوية سقوط الشعاع الضوئي على المنشور

ج) معامل انكسار مادة المنشور

د) جميع ما سبق



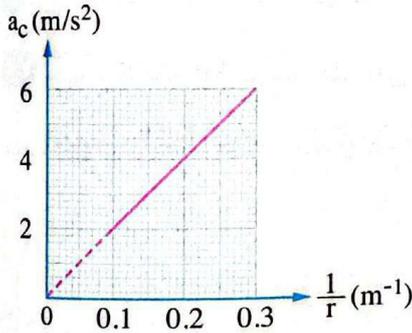
٣ الشكل المقابل يوضح ثقل معلق في زنبرك مهتز، فتكون المسافة التي يقطعها الثقل خلال الزمن الدوري هي

ب) 6 cm

أ) 3 cm

د) 12 cm

ج) 9 cm



٤ جسم يتحرك بنفس السرعة في مسارات أفقية دائرية مختلفة في نصف القطر، والشكل البياني المقابل يوضح العلاقة بين العجلة الجاذبة المركزية (a_c) التي يتحرك بها الجسم ومقلوب نصف قطر المسار ($\frac{1}{r}$)، فإن السرعة المماسية التي يتحرك بها الجسم تساوي

د) 9.8 m/s

ج) 3.13 m/s

ب) 5.58 m/s

أ) 4.47 m/s

٥ أي مما يلي صحيح عند المقارنة بين انكسار وحيود الضوء ؟

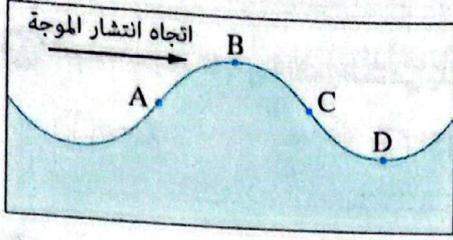
أ) الحيود يحدث عند انتقال الضوء بين وسطين والانكسار يحدث عند انتشار الضوء في نفس الوسط

ب) الحيود يحدث عند انتشار الضوء في نفس الوسط والانكسار يحدث عند انتقال الضوء بين وسطين

ج) كلاهما يحدث عند انتشار الضوء في نفس الوسط

د) كلاهما يحدث عند انتقال الضوء بين وسطين

- عند تصميم مهندس للعبة القطار في الملاهي قام بتصميم المرتفع الأول ليكون أعلى المرتفعات، وذلك
- ① لزيادة قوة جذب الأرض للعربات عند قمته
- ② لتقليل الشغل المبذول على العربات عند هبوطها
- ③ لتقليل مقاومة الهواء لحركة العربات
- ④ لاختزان أكبر طاقة وضع في العربات عند قمته



الشكل المقابل يمثل موجة تنتشر في وسط ما من اليسار إلى اليمين، عند أي نقطتين تكون السرعة اللحظية الرأسية لجزيئات الوسط أقصى ما يمكن؟

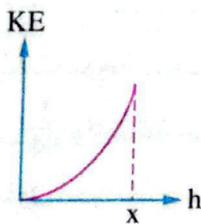
- ① B, D
- ② B, C
- ③ A, C
- ④ C, D

- عند زيادة المسافة بين حاجز الشق المزدوج وحائل استقبال الهدب في تجربة يونج
- ① تزداد المسافة بين مراكز الهدب
- ② تقل المسافة بين مراكز الهدب
- ③ لا تتغير المسافة بين مراكز الهدب
- ④ يزداد عدد الهدب المضينة والمظلمة

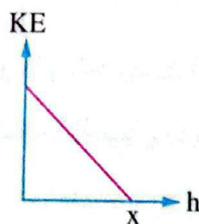
- سقط شعاع ضوئي عمودياً على أحد أوجه منشور ثلاثي معامل انكسار مادته $\sqrt{2}$ فأخرج مماساً للوجه المقابل، فإن زاوية النهاية الصغرى لانحراف الشعاع في المنشور تساوي تقريباً
- ① 18.5°
- ② 20.5°
- ③ 25.5°
- ④ 35.5°

- إذا تخيلنا أن الأرض بدأت في الانكماش بانتظام بينما ظلت كتلتها ثابتة، فإن قيمة عجلة الجاذبية على سطحها
- ① تزداد، لأن عجلة الجاذبية تتناسب عكسياً مع مربع نصف قطر الأرض
- ② تزداد، لأن عجلة الجاذبية تتناسب طردياً مع مربع نصف قطر الأرض
- ③ تظل ثابتة، لأن عجلة الجاذبية تعتمد على كتلة الأرض فقط
- ④ تقل، لأن عجلة الجاذبية تتناسب عكسياً مع نصف قطر الأرض

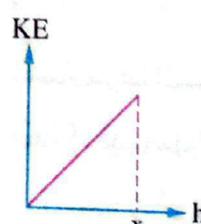
- نفذ جسم من سطح الأرض رأسياً لأعلى وكان أقصى ارتفاع له عن سطح الأرض هو x ، أي الأشكال البيانية التالية يمثل العلاقة بين طاقة الحركة (KE) للجسم والارتفاع (h) عن سطح الأرض؟



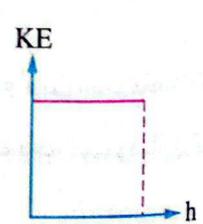
①



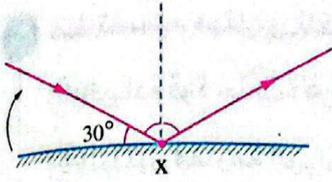
②



③



④



١٢ في الشكل المقابل إذا أديرت المرآة حول النقطة x في الاتجاه الموضح بزاوية

5°، فإن الزاوية بين الشعاعين الساقط والمنعكس تصبح

130° (ب)

140° (ا)

125° (د)

115° (ج)

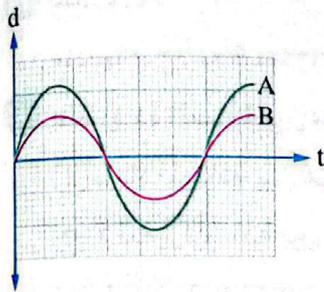
١٣ اتجاه السرعة المدارية لقمر صناعي يدور حول الأرض يصنع مع اتجاه قوة الجاذبية الأرضية زاوية مقدارها

180° (د)

90° (ج)

45° (ب)

zero (ا)



١٤ الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d)

لجسمين يتحركان حركة توافقية بسيطة والزمن (t)،

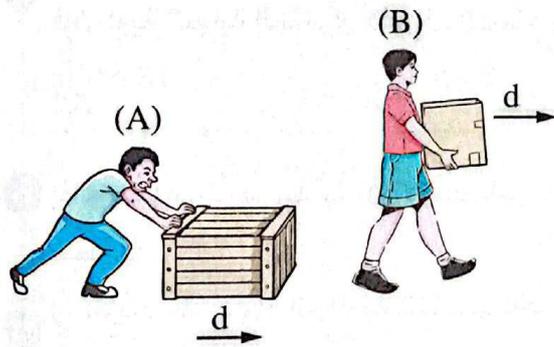
فإن الجسمين يختلفان في

(ب) تردد الحركة

(ا) الزمن الدوري للحركة

(د) جميع ما سبق

(ج) الطاقة الميكانيكية



١٥ من الشكل المقابل، أي الرجلين تبذل يده شغلاً على

الصندوق لتحريكه أفقيًا إزاحة (d) ؟

(ا) الرجل A

(ب) الرجل B

(ج) كلا الرجلين

(د) ليس أي منهما

١٦ إذا انتقل شعاع ضوئي من وسط a إلى وسط b وكانت زاوية السقوط ϕ أكبر من زاوية الانكسار θ ، فإن معامل

الانكسار النسبي (n_a/n_b)

(ب) أقل من الواحد

(ا) أكبر من الواحد

(د) لا يمكن تحديد الإجابة

(ج) يساوي الواحد

١٧ انتقلت موجة صوتية من الهواء إلى الحديد، فإذا كانت نسبة سرعة الصوت في الهواء إلى سرعته في الحديد

هي $\frac{3}{44}$ وكان الطول الموجي للموجة الصوتية في الهواء 57.6 cm، فإن الطول الموجي للموجة الصوتية في الحديد

يساوي

844.8 cm (د)

533.5 cm (ج)

172.8 cm (ب)

3.9 cm (ا)

١٨ سقطت كرة كتلتها 2 kg من ارتفاع 20 m فوق سطح الأرض فاصطدمت به، ما السرعة التي ترتد بها الكرة لأعلى بفرض عدم فقدانها لأى طاقة ؟

($g = 10 \text{ m/s}^2$)

20 m/s (د)

16 m/s (ج)

14 m/s (ب)

12 m/s (أ)

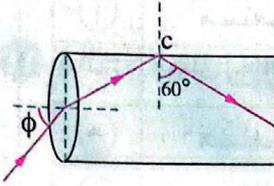
١٩ جسم يدور في مسار دائرى نصف قطره r بسرعة مماسية v تحت تأثير قوة جاذبة مركزية F_c ، فإذا زادت سرعته إلى $\sqrt{2}v$ ودار الجسم في نفس المدار، فإن هذا يعنى أن القوة الجاذبة المركزية المؤثرة عليه أصبحت

$\frac{F_c}{2}$ (د)

$\frac{F_c}{\sqrt{2}}$ (ج)

$\sqrt{2}F_c$ (ب)

$2F_c$ (أ)



٢٠ سقط شعاع ضوئى من الهواء بزواوية سقوط ϕ على ليفة ضوئية معامل انكسار مادتها 1.7 فانكسر، ثم انعكس كلياً عند النقطة c بزواوية انعكاس 60° كما بالشكل المقابل، فإن زاوية السقوط (ϕ) للشعاع على الليفة تساوى

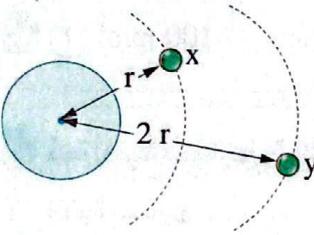
71.8° (د)

62.8° (ج)

58.2° (ب)

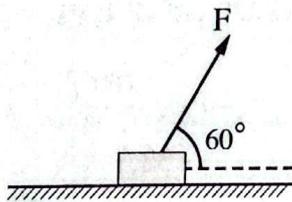
38.2° (أ)

أجب عما يأتى (٣١ : ٢٤) :



٢١ الشكل المقابل يوضح نجم كتلته M يدور حوله كوكبان x ، y ، فإذا كانت كتلة الكوكب x هى 10^{24} kg وكانت قوة جذب النجم للكوكبين متساوية، احسب كتلة الكوكب y

٢٢ جسم يتحرك حركة دائرية منتظمة على محيط دائرة نصف قطرها 50 cm بحيث يستغرق زمن قدره 90 s لعمل 45 دورة كاملة، احسب مقدار العجلة المركزية لهذا الجسم.



٢٣ فى الشكل المقابل وضع صندوق خشبى على سطح أفقى أملس وأثرت عليه قوة F ، فإذا كان مقدار الشغل المبذول لإزاحة الصندوق مسافة أفقية 20 m بواسطة هذه القوة يساوى 1000 J، احسب القوة المؤثرة عليه (F).

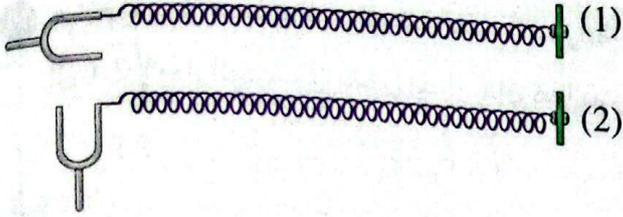
٢٤ موجتان صوتيتان x ، y تنتشران فى نفس الوسط والزمن الدورى لهما T ، 2 T على الترتيب، احسب النسبة بين

قيمتى الطول الموجى للموجتين $\left(\frac{\lambda_x}{\lambda_y}\right)$.

مجاب
عنه

نموذج امتحان 4

اختر الإجابة الصحيحة (١ : ٢٠) :



١ عندما تهتز شوكة رنانة كما في الشكلين (1)، (2)، فإن نوع الموجة المتكونة في الملف الزنبركي في كل شكل هو

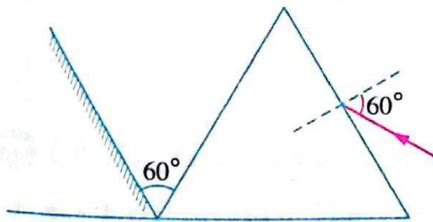
الشكل (2)	الشكل (1)	
مستعرضة	مستعرضة	أ
مستعرضة	طولية	ب
طولية	مستعرضة	ج
طولية	طولية	د

٢ يتحرك جسم حركة دائرية منتظمة بسرعة مماسية 10 m/s في مسار دائري نصف قطره 10 m ، فإن العجلة الجاذبة المركزية للجسم تساوى

- أ 100 m/s^2 ب 10 m/s^2 ج 1 m/s^2 د 0.1 m/s^2

٣ قوة أفقية مقدارها 20 N أثرت على عربة فحركتها في نفس اتجاهها 3.5 m ، فإن الشغل المبذول بواسطة هذه القوة يساوى

- أ 0 J ب 35 J ج 70 J د 140 J

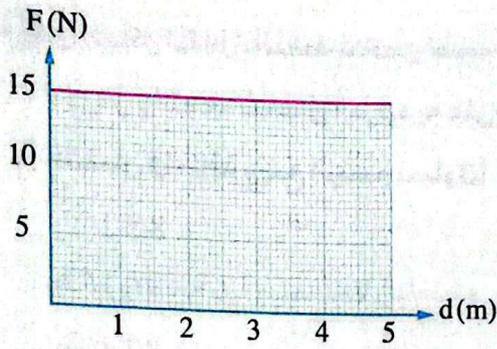


٤ شعاع ضوئي يسقط بزواوية 60° على أحد أوجه منشور ثلاثي متساوي الأضلاع معامل انكسار مادته 1.5 ويصنع زاوية 60° مع مرآة مستوية كما بالشكل المقابل، فإن زاوية انعكاس الشعاع عن سطح المرآة تساوى

- أ 0° ب 21.1° ج 38.9° د 68.9°

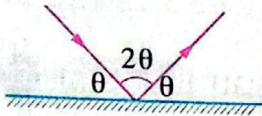
٥ جسمان كتلتها 8 kg ، 20 kg والبعد بين مركزيهما 0.2 m ، إذا علمت أن ثابت الجذب العام G ، فإن قوة التجاذب المادى المتبادلة بينهما بالنيوتن تساوى

- أ 800 G ب 4000 G ج 400 G د 8000 G



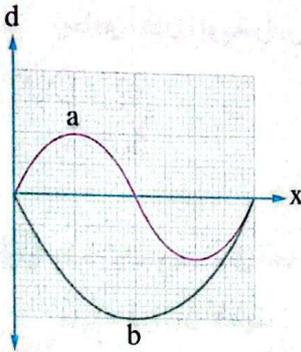
الشكل البياني المقابل يبين العلاقة بين القوة المحصلة (F) المؤثرة على جسم يتحرك في اتجاه ثابت والإزاحة (d) التي يقطعها الجسم في اتجاه القوة، فيكون الشغل الذي تبذله هذه القوة على الجسم ليقطع إزاحة 5 m هو

- 12.5 J (أ)
45 J (ج)
37.5 J (ب)
75 J (د)



في الشكل المقابل، تكون زاوية سقوط الشعاع الضوئي هي

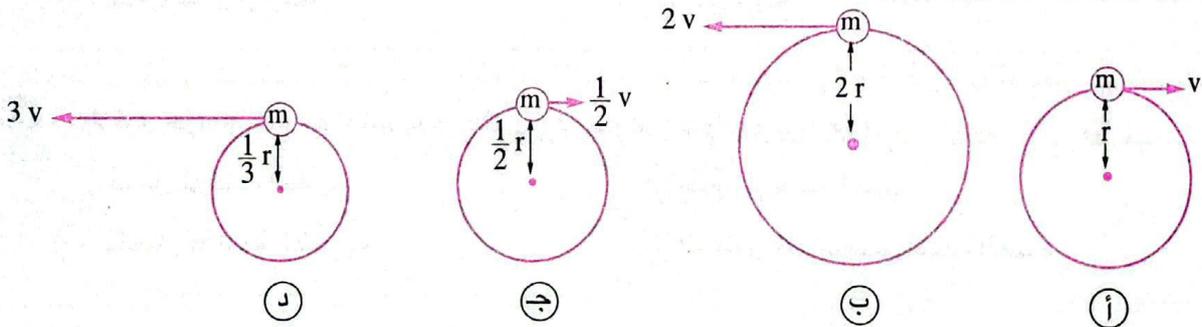
- 45° (أ)
90° (د)
60° (ب)
80° (ج)



الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) لجزيئات وسط تنتشر فيه موجتان صوتيتان (a)، والمسافة (x) التي قطعتهما الموجتين، فإن النسبة بين سعتي الموجتين $(\frac{A_a}{A_b})$ تساوى

- $\frac{1}{1}$ (أ)
 $\frac{1}{2}$ (ج)
 $\frac{2}{1}$ (ب)
 $\frac{4}{1}$ (د)

الأشكال التالية تعبر عن أربعة أجسام متساوية في الكتلة تتحرك حركة دائرية منتظمة، أي من هذه الأجسام يتأثر بقوة جاذبة مركزية أكبر؟

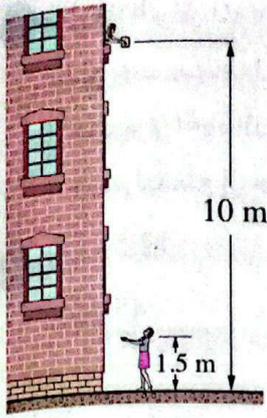


إذا كان معامل انكسار الوسط A ضعف معامل انكسار الوسط B، فإن النسبة بين سرعة الضوء في الوسط A وسرعة الضوء في الوسط B على الترتيب هي

- $\frac{1}{2}$ (أ)
 $\frac{2}{1}$ (ب)
 $\frac{4}{1}$ (د)
 $\frac{1}{4}$ (ج)

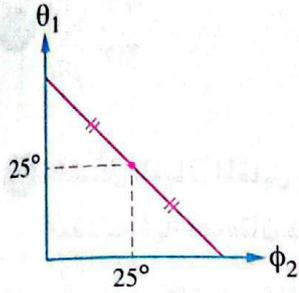
من شروط الحصول على الموجات الميكانيكية

- (أ) وجود مصدر مهتز (ب) حدوث اضطراب (ج) وجود وسط مادي (د) جميع ما سبق



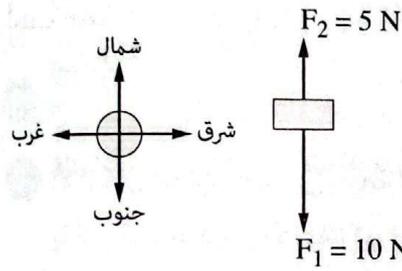
١٢ في الشكل المقابل، أسقط شخص جسم كتلته 0.2 kg من ارتفاع 10 m فوق سطح الأرض والتقطه شخص آخر يديه على ارتفاع 1.5 m من سطح الأرض، فإن قيمة النقص في طاقة وضع الجسم تساوي

- أ) 8.5 J
ب) 10 J
ج) 17 J
د) 20 J



١٣ الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين زاوية الانكسار الأولى (θ_1) وزاوية السقوط الثانية (ϕ_2) لشعاع ضوئي يمر في منشور ثلاثي زجاجي، فإن زاوية رأس المنشور تساوي

- أ) 25°
ب) 45°
ج) 50°
د) 60°



١٤ يتحرك جسم في اتجاه الشرق بسرعة ثابتة، فإذا أثرت عليه قوتان أفقيتان F_1 ، F_2 كما بالشكل المقابل فإن سرعته

- أ) تتغير مقدارًا فقط
ب) تتغير اتجاهًا فقط
ج) تتغير مقدارًا واتجاهًا
د) تظل ثابتة

١٥ قد لا نرى جزء من قاع حمام السباحة عند النظر إليه من الهواء بسبب حدوث

- أ) تداخل لموجات الضوء
ب) حيود لموجات الضوء
ج) انكسار للأشعة الضوئية
د) انعكاس كلي لبعض أشعة الضوء

١٦ عند قذف جسم لأعلى ثم عودته إلى النقطة التي قُذف منها، فإن طاقته الميكانيكية

- أ) تزداد طوال الحركة
ب) لا تتغير طوال الحركة
ج) تقل طوال الحركة
د) تزداد أثناء الصعود وتقل أثناء الهبوط

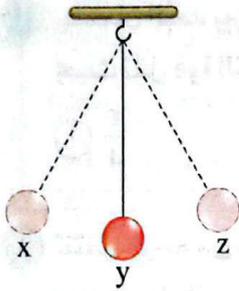
١٧ تتفق جميع الموجات الكهرومغناطيسية المنتشرة في الفراغ في

- أ) التردد
ب) السرعة
ج) الطول الموجي
د) جميع ما سبق

١٨ نقل شدة مجال الجاذبية الأرضية بنسبة 1% من قيمتها على سطح الأرض عند ارتفاع من سطح الأرض يساوى تقريباً
 (علمًا بأن : $R = 6400 \text{ km}$)
 60 km (أ)
 64 km (ب)
 30 km (ج)
 32 km (د)

١٩ عند زيادة زاوية سقوط الشعاع الضوئي على السطح الفاصل بين وسطين للضعف، فإن معامل الانكسار النسبي بينهما
 (أ) يقل للنصف
 (ب) يقل للربع
 (ج) يظل ثابت
 (د) يزداد للضعف

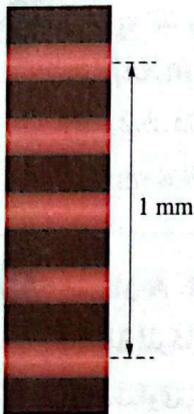
٢٠ أثناء اهتزاز البندول الموضح بالشكل تكون سرعة ثقل البندول صفر عند
 (أ) الموضع x فقط
 (ب) الموضع y فقط
 (ج) الموضع z فقط
 (د) الموضعين z ، x



أجب عما يأتي (٢١ : ٢٤) :

٢١ يدور قمر صناعي حول كوكب بسرعة مدارية 7.68 km/s وكانت المسافة بين القمر الصناعي ومركز الكوكب $6.77 \times 10^6 \text{ m}$ ، احسب الزمن الدوري للقمر الصناعي.

٢٢ قُذفت كرتان متماثلتان من قمة مبنى إحداهما قُذفت رأسياً لأعلى والأخرى قُذفت رأسياً لأسفل بنفس السرعة الابتدائية، قارن بين طاقتي حركتيهما لحظة اصطدامهما بسطح الأرض.



٢٣ إذا كانت المسافة بين الشقين في تجربة يونغ 2.4 mm ، وتكونت هُذب على حائل يبعد 1.2 m عن حاجز الشق المزدوج، فكانت المسافة بين الهُذب كما بالشكل المقابل، احسب الطول الموجي للضوء المستخدم.

٢٤ طريق منحنى أفقى ضيق نصف قطره 25 m، والسرعة القصوى المحددة للسيارات عليه 50 km/h، عند دخول سيارة كتلتها 1500 kg إلى هذا المنحنى تحت تأثير قوة جاذبة مركزية 2.9×10^4 N، هل تدور السيارة بأمان في ذلك المنحنى؟ فسّر إجابتك.

مجاب
عنه

نموذج امتحان 5

اختر الإجابة الصحيحة (١ : ٢٠):

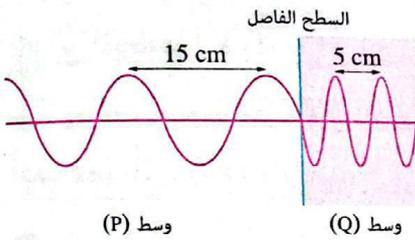
١ جسمان البُعد بين مركزيهما r فإذا زادت كتلة أحد الجسمين للضعف، فإن مقدار التغير في البُعد بين مركزيهما بحيث تقل قوة التجاذب المادى بينهما للنصف يساوى

د) $2r$

ج) r

ب) $\frac{r}{2}$

أ) $\frac{r}{4}$



٢ تنتقل موجة من وسط (P) إلى وسط (Q) كما بالشكل المقابل، إذا كانت سرعة الموجة في الوسط P تساوى 6 m/s، فإن سرعتها في الوسط Q تساوى

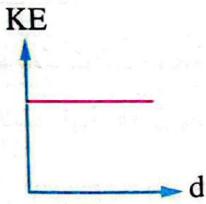
ب) 4 m/s

أ) 2 m/s

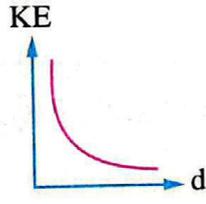
د) 9 m/s

ج) 6 m/s

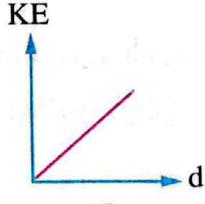
٣ الشكل البياني المعبر عن العلاقة بين طاقة حركة جسم (KE) يسقط من السكون سقوطًا حرًا وبُعدِه (d) عن موضعه الأصلي هو



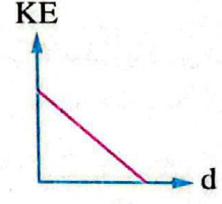
د)



ج)



ب)



أ)

٤ في تجربة الشق المزدوج، استخدم أحد الطلاب شعاع ليزر طولُه الموجى 632.8 nm ووضع حائل استقبال الهدب على بُعد 1 m من حاجز الشقين، فوجد أن المسافة بين مركز الهدبة المضيئة الأولى ومركز الهدبة المركزية هي 3.2 mm، فتكون المسافة الفاصلة بين الشقين هي

د) $506 \mu\text{m}$

ج) 50.6 mm

ب) $198 \mu\text{m}$

أ) 19.8 mm

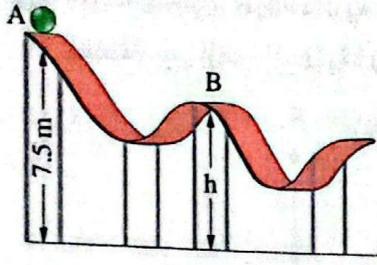
٥ جسمان A، B كتليهما m، 2 m على الترتيب يتحركان على محيط دائرة أفقية واحدة بنفس السرعة، فتكون العجلة المركزية التي يتحرك بها الجسم A العجلة المركزية التي يتحرك بها الجسم B

د) ربع

ج) نصف

ب) ضعف

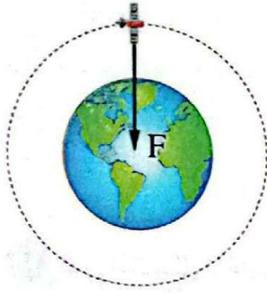
أ) تساوى



- ٦ في الشكل المقابل تنزلق كرة ساكنة من الموضع A على سطح أملس ، فإذا كانت سرعة الكرة عند الموضع B هي 5 m/s ، فإن الارتفاع (h) للموضع B عن سطح الأرض يساوي
- (١) 6.25 m
- (ب) 5 m
- (ج) 3.75 m
- (د) 2.5 m

٧ انتقل شعاع ضوئي من الزجاج إلى وسط (X) ، وكانت زاوية السقوط أقل من زاوية الانكسار، فإن

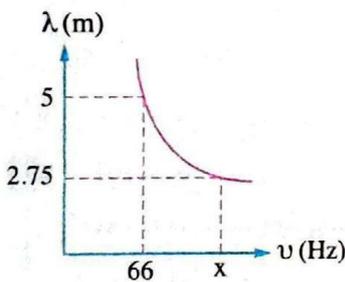
- (١) معامل الانكسار المطلق للزجاج أكبر
- (ب) معامل الانكسار المطلق للوسط (X) أكبر
- (ج) سرعة الضوء في الزجاج أكبر
- (د) الطول الموجي للضوء في الزجاج أكبر



٨ السهم في الشكل المقابل يوضح اتجاه القوة (F) التي تؤثر بها الأرض

على القمر الصناعي ، فإن القمر الصناعي

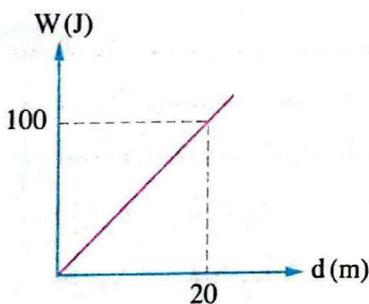
- (١) يُبذل عليه شغل ، لأن اتجاه الحركة مماس للمسار الدائري
- (ب) يُبذل عليه شغل ، لأن اتجاه القوة في نفس اتجاه الحركة
- (ج) لا يُبذل عليه شغل ، لأن اتجاه القوة عمودي على اتجاه الحركة
- (د) لا يُبذل عليه شغل ، لأن محصلة القوى المؤثرة عليه تساوي صفر



٩ الشكل البياني المقابل يوضح العلاقة بين التردد والطول الموجي

لموجات صادرة عن عدة شوكات رنانة تهتز في الهواء ، فإن التردد عند النقطة x يساوي

- (١) 75
- (ب) 120
- (ج) 122
- (د) 150

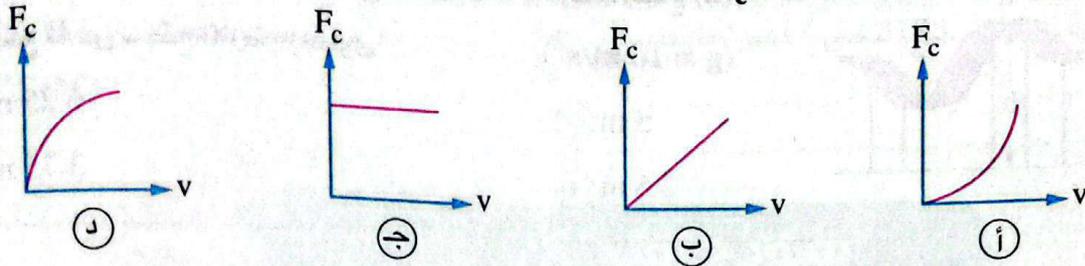


١٠ الشكل البياني المقابل يوضح العلاقة بين الشغل المبذول (W)

بواسطة قوة (F) والإزاحة (d) ، فإذا كانت الزاوية بين متجهي القوة والإزاحة 30° ، فإن مقدار القوة (F) يساوي

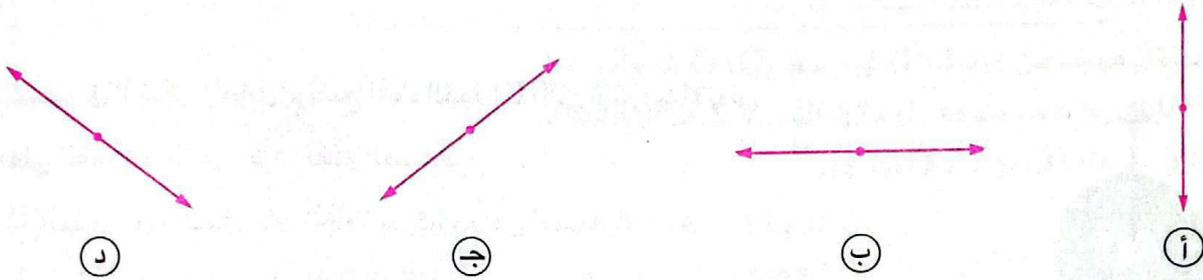
- (١) 4.33 N
- (ب) 5 N
- (ج) 5.77 N
- (د) 10 N

١١ جسم يتحرك حركة دائرية منتظمة في مسار دائري نصف قطره ثابت، أي من الأشكال البيانية الآتية يمثل العلاقة بين القوة الجاذبة المركزية (F_c) المؤثرة على الجسم والسرعة المماسية (v) له ؟



١٢ عند قذف جسم رأسياً لأعلى، فإنه أثناء الصعود تزداد
 (أ) سرعته (ب) طاقته الميكانيكية (ج) طاقة وضعه (د) طاقة حركته

١٣ تنتشر موجة مستعرضة في وسط جهة اليمين (→)، أي من الأشكال الآتية يعبر بشكل صحيح عن اتجاه اهتزاز جزيئات هذا الوسط ؟



١٤ في الشكل المقابل قمران صناعتان S_1 ، S_2 كتلتهما m ، $2m$ على الترتيب

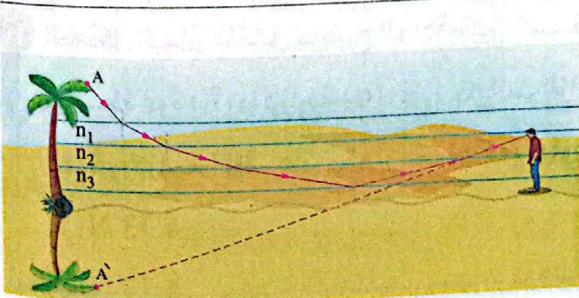


يدوران في نفس المدار، فإن النسبة بين زمنهما الدوري ($\frac{T_1}{T_2}$) تساوي

- (أ) $\frac{2}{1}$ (ب) $\frac{\sqrt{2}}{1}$ (ج) $\frac{1}{2}$ (د) $\frac{1}{1}$

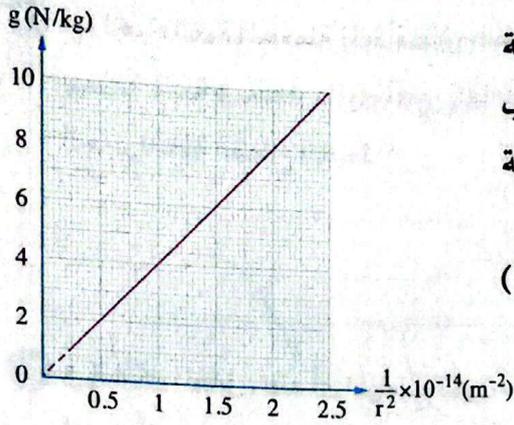
١٥ سقط شعاع ضوئي طوله الموجي 500 nm على شريحة زجاجية معامل انكسار مادتها $\sqrt{3}$ ، فإن الطول الموجي للضوء داخل الشريحة يساوي

- (أ) $2.9 \times 10^{-4} \text{ m}$ (ب) $3.5 \times 10^{-3} \text{ m}$ (ج) $3.5 \times 10^{-7} \text{ m}$ (د) $2.9 \times 10^{-7} \text{ m}$



١٦ الشكل المقابل يمثل حدوث ظاهرة السراب، فإن الترتيب الصحيح للأطوال الموجية للضوء في طبقات الهواء الثلاثة هو

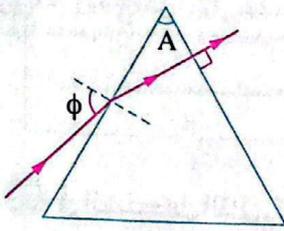
- (أ) $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3$ (ب) $\lambda_3 > \lambda_2 > \lambda_1$ (ج) $\lambda_3 > \lambda_1 > \lambda_2$ (د) $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3$



الشكل البياني المقابل يعبر عن العلاقة بين شدة مجال الجاذبية (g) لكوكب كتلته M عند عدد من النقاط حول الكوكب ومقلوب مربع البعد بين كل من هذه النقاط ومركز الكوكب ($\frac{1}{r^2}$)، فإن كتلة الكوكب (M) تساوى

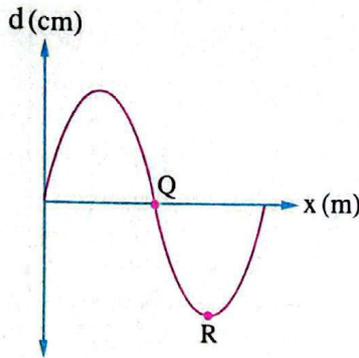
(علمًا بأن : $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$)

- أ) $4 \times 10^{14} \text{ kg}$
 ب) $6 \times 10^{14} \text{ kg}$
 ج) $4 \times 10^{24} \text{ kg}$
 د) $6 \times 10^{24} \text{ kg}$



سقط شعاع ضوئي على أحد أوجه منشور ثلاثي وخرج عموديًا من الوجه المقابل كما بالشكل، فإن زاوية السقوط (φ)

- أ) أكبر من الزاوية A
 ب) أقل من الزاوية A
 ج) تساوى الزاوية A
 د) تساوى الزاوية (90 - A)

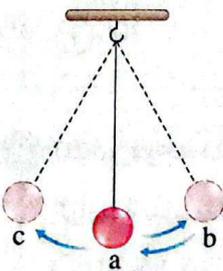


الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) لجزيئات وسط تنتشر به موجة ترددها 10 Hz والمسافة (x) التي قطعتها الموجة، فإن الفترة الزمنية التي تقطع فيها الموجة المسافة بين Q، R هي

- أ) $\frac{1}{10}$
 ب) $\frac{1}{20}$
 ج) $\frac{1}{40}$
 د) 1

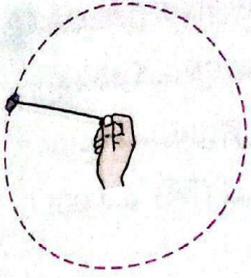
سقط شعاع ضوئي بزاوية سقوط φ على أحد أوجه منشور ثلاثي زاوية رأسه 75° ومعامل انكسار مادته $\sqrt{2}$ فخرج مماسًا للوجه المقابل، فتكون قيمة φ هي

- أ) 0°
 ب) 30°
 ج) 45°
 د) 60°



أجب عما يأتي (٣١ : ٣٤) :

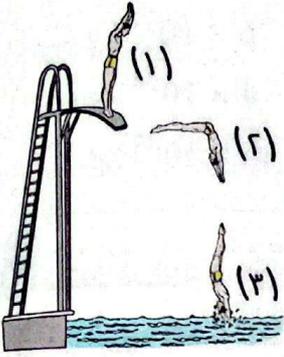
في الشكل المقابل إذا تحرك ثقل البندول من a إلى b ثم من b إلى c مرورًا به خلال زمن قدره 1.5 s، أوجد تردد ثقل البندول.



٢٢ ما اتجاه القوة المحصلة المؤثرة على حجر مثبت في نهاية خيط عند تدويره بسرعة ثابتة في مسارات دائرية أفقية كما بالشكل المقابل؟ وما اتجاه حركة الحجر لحظة انقطاع الخيط؟

.....

.....



٢٣ في الشكل المقابل، عند أي المواضع تكون طاقة الوضع للرجل أكبر ما يمكن؟ مع التعليل.

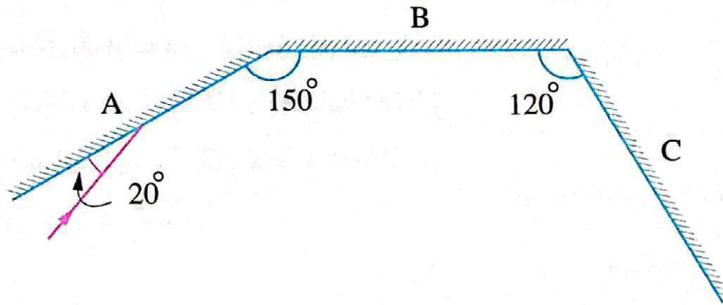
.....

.....

.....

.....

٢٤ في الشكل التالي، تتبع بالرسم والبيانات فقط مسار الشعاع الضوئي الساقط على المرآة A حتى انعكاسه عن المرآة C

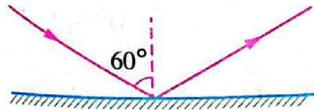


مجاب عنه



نموذج امتحان 6

اختر الإجابة الصحيحة (١ : ٢٠):



١ في الشكل المقابل زاوية انعكاس الشعاع الضوئي تساوي

٩٠° (د)

٦٠° (ج)

٤٠° (ب)

٣٠° (أ)

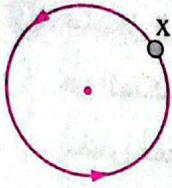
٢ تنتشر موجة مستعرضة أفقيًا في وسط ما، وكانت المسافة الأفقية بين قمة وقاع متتاليين بها 10 cm والمسافة الرأسية بينهما 5 cm، فيكون الطول الموجي للموجة سعة الموجة.

10 أمثال (د)

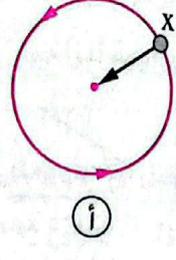
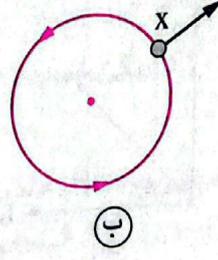
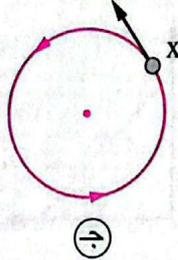
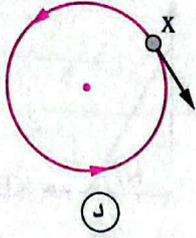
8 أمثال (ج)

5 أمثال (ب)

4 أمثال (أ)



١ أمسك طفل بخيط في نهايته حجر وحركه بسرعة منتظمة في مسار دائري أفقى كما هو موضح بالشكل ، فإذا ترك الطفل الخيط فجأة والحجر عند الموضع x ، فأى الأشكال التالية يمثل اتجاه حركة الحجر لحظة إفلاته ؟



٢ جسم يسقط سقوطًا حرًا من السكون من نقطة على ارتفاع (h_0) من سطح الأرض ، على أى ارتفاع من سطح الأرض تكون طاقة وضع الجسم ربع طاقة حركته ؟

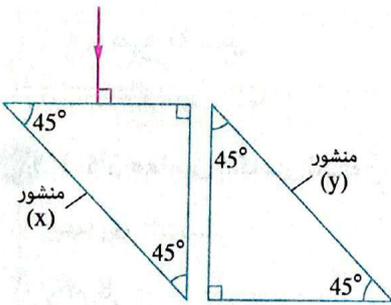
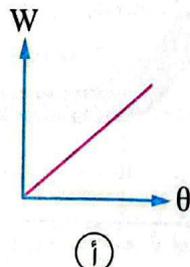
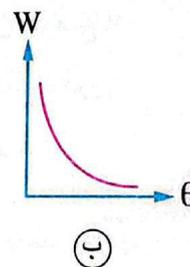
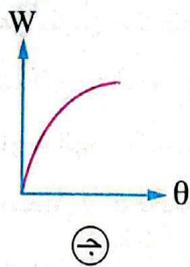
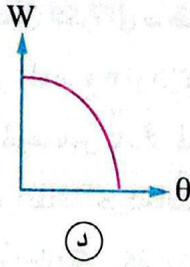
أ $\frac{h_0}{5}$

ب $\frac{h_0}{4}$

ج $\frac{h_0}{3}$

د $\frac{h_0}{2}$

٣ أى الأشكال البيانية الآتية يمثل العلاقة بين الشغل المبذول (W) على جسم بواسطة قوة ثابتة تؤثر عليه والزاوية (θ) بين اتجاهى هذه القوة وإزاحة الجسم مع ثبوت إزاحة الجسم ؟



٦ فى الشكل المقابل منشوران عاكسان (x) ، (y) ، عند خروج الشعاع الضوئى من المنشور (y) يكون قد تغير مساره بزاوية

أ 45°

ب 180°

ج 0°

د 90°

٧ يدور قمر صناعى على ارتفاع 9.36×10^6 m من مركز كوكب ما بحيث كانت عجلة الجاذبية عند مداره

0.5 m/s^2 ، فتكون السرعة المدارية له هى

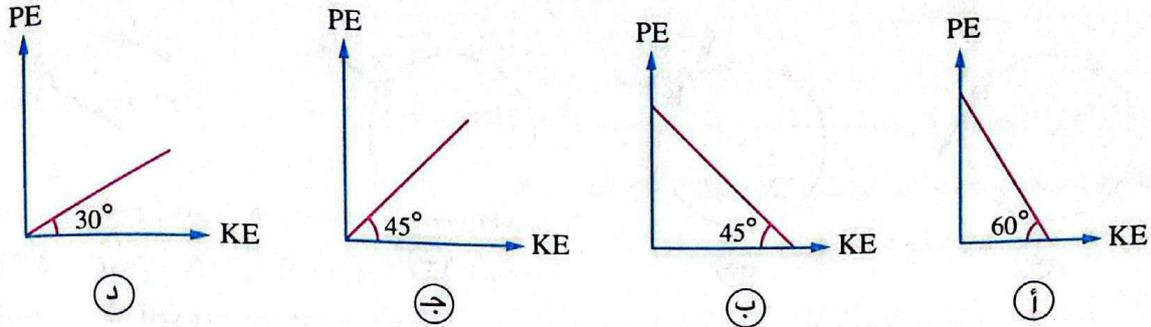
أ 4.32 km/s

ب 3.32 km/s

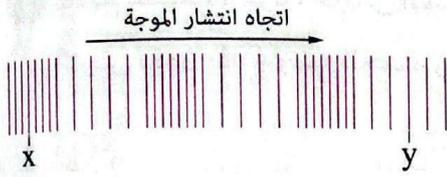
ج 2.16 km/s

د 1.16 km/s

الشكل البياني الذي يمثل العلاقة بين طاقة الوضع (PE) وطاقة الحركة (KE) لجسم يسقط سقوطًا حرًا من السكون في مجال جاذبية الأرض وحتى وصوله إلى سطح الأرض وذلك عند تمثيل الكميتين على المحورين بنفس مقياس الرسم هو

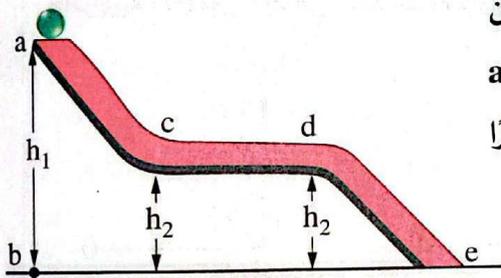


الشكل المقابل يوضح موجة طولية تنتشر في وسط ما بتردد 100 Hz، فإذا كانت المسافة بين الموضعين x، y تساوي 10 m، فتكون سرعة الموجة خلال الوسط هي



- 400 m/s (د) 330 m/s (ج) 220 m/s (ب) 200 m/s (ا)

يوضح الشكل المقابل كرة موضوعة أعلى سطح مائل، ويمكن أن تصل الكرة إلى سطح الأرض عن طريق سقوطها رأسيًا من الموضع a إلى الموضع b أو انزلاقها على السطح من الموضع a إلى الموضع e مرورًا بالموضعين c، d، فبإهمال مقاومة الهواء والاحتكاك تكون



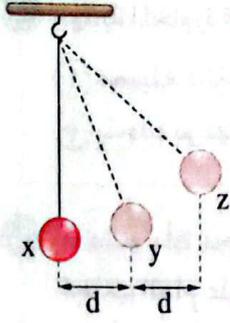
- (ا) طاقة حركة الكرة عند الموضعين c، d متساوية
(ب) طاقة حركة الكرة عند الموضعين e، b متساوية
(ج) الطاقة الميكانيكية للكرة عند الموضعين d، b متساوية
(د) جميع ما سبق

إذا كان معامل انكسار الماء $\frac{4}{3}$ ومعامل انكسار البنزين $\frac{3}{2}$ ، فإن معامل الانكسار النسبي من الماء إلى البنزين يساوي

- 2 (د) $\frac{2}{3}$ (ج) $\frac{9}{8}$ (ب) $\frac{8}{9}$ (ا)

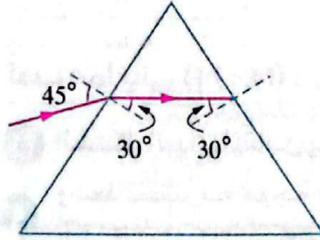
أي مما يأتي صحيح بالنسبة لجسم يتحرك حركة دائرية منتظمة ؟

- (ا) تعمل عجلة تحرك الجسم على تناقص سرعته
(ب) تعمل عجلة تحرك الجسم على زيادة سرعته
(ج) تنعدم عجلة تحرك الجسم لعدم تغير سرعته
(د) تنتج عجلة تحرك الجسم نتيجة تغير اتجاه السرعة



١٠ في الشكل المقابل أثناء اهتزاز ثقل البندول، إذا كان الزمن اللازم ليتحرك ثقل البندول من x إلى y هو t_1 والزمن اللازم ليتحرك من y إلى z هو t_2 فإن النسبة $(\frac{t_2}{t_1})$ تكون

- (أ) أكبر من الواحد
(ب) أقل من الواحد
(ج) مساوية للواحد
(د) لا يمكن تحديد الإجابة



١١ الشكل المقابل يمثل شعاع ضوئي يمر خلال منشور ثلاثي متساوي الأضلاع معامل انكسار مادته $\sqrt{2}$ ، فتكون قيمة زاوية الانحراف للشعاع الضوئي

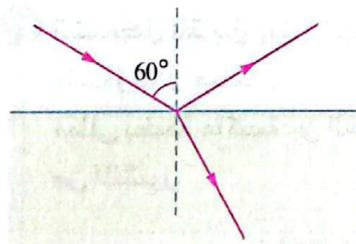
- (أ) 30°
(ب) 45°
(ج) 55°
(د) 60°

١٢ جسمان كتلة الأول ضعف كتلة الثاني وسرعة الأول نصف سرعة الثاني، فإن طاقة حركة الأول طاقة حركة الثاني.

- (أ) نصف
(ب) ضعف
(ج) ربع
(د) أربعة أمثال

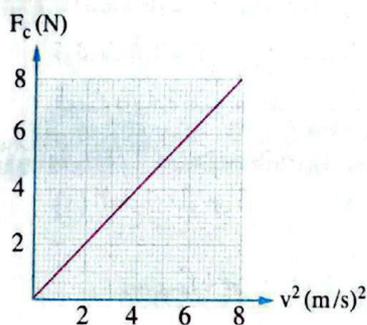
١٣ يتحرك جسم حركة دائرية منتظمة نتيجة تأثيره بقوة مركزية مقدارها 40 N، فإذا كان مقدار إزاحة الجسم عند لحظة معينة 10 m، فإن الشغل المبذول على الجسم بواسطة القوة المركزية يساوي

- (أ) 0 J
(ب) 4 J
(ج) 40 J
(د) 400 J



١٤ سقط شعاع ضوئي من الهواء على سطح وسط شفاف كما بالشكل المقابل، فانعكس جزء منه وانكسر جزء آخر بحيث كان الشعاعان المنعكس والمنكسر متعامدان، فإن الزاوية الحرجة للوسط الشفاف مع الهواء تساوي

- (أ) 35.26°
(ب) 53.26°
(ج) 45.26°
(د) 54.26°



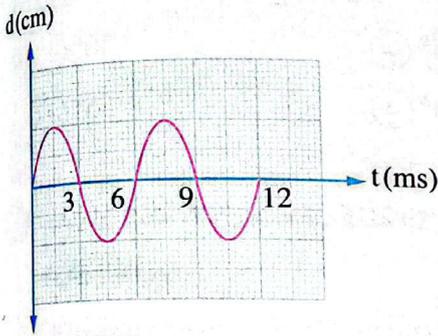
١٥ الشكل البياني المقابل يعبر عن العلاقة بين القوة المركزية (F_c) المؤثرة على جسم كتلته 2 kg يتحرك حركة دائرية منتظمة ومربع السرعة الخطية (v^2) التي يتحرك بها الجسم، فإن نصف قطر المسار الدائري الذي يتحرك فيه الجسم يساوي

- (أ) 0.2 m
(ب) 0.5 m
(ج) 2 m
(د) 4 m

- ١٩ الهدبة المجاورة للهدبة المركزية في تجربة الشق المزدوج ليوينج
 (أ) مضيئة دائماً
 (ب) مظلمة دائماً
 (ج) يتحدد نوعها حسب الوسط
 (د) يتحدد نوعها حسب الطول الموجي للضوء المستخدم

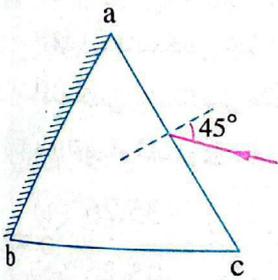
- ٢٠ إذا علمت أن عجلة الجاذبية على سطح القمر سدس عجلة الجاذبية على سطح الأرض، فإن النسبة بين ثابت الجذب العام على سطح الأرض وثابت الجذب العام على سطح القمر على الترتيب تساوى
- (أ) $\frac{1}{6}$ (ب) $\frac{1}{3}$ (ج) $\frac{1}{1}$ (د) $\frac{6}{1}$

أجب عما يأتي (٣١ : ٣٤) :

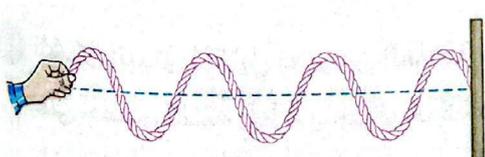


- ٢١ الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين الإزاحة (d) لأحد جزيئات وسط تنتشر به موجة مستعرضة والزمن (t)، إذا كانت المسافة التي قطعتها الموجة خلال الفترة الممثلة بالشكل هي 35 cm، أوجد الطول الموجي والتردد.
-

- ٢٢ إذا علمت أن القمر يكمل دورة كاملة حول الأرض كل 27.3 يوم، ما ارتفاع القمر فوق سطح الأرض ؟
 (علمًا بأن : $R = 6400 \text{ km}$ ، $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$ ، $M = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$)
-



- ٢٣ الشكل المقابل يمثل شعاع ضوئي يسقط بزاوية 45° على الوجه ac لمنشور ثلاثي متساوي الأضلاع معامل انكسار مادته $\sqrt{2}$ وسطحه ab مطلى بطبقة عاكسة من الخارج، احسب زاوية خروج الشعاع الضوئي من المنشور.
-



- ٢٤ إذا ثبت طرف حبل في حائط رأسى وحرك طرفه الآخر لأعلى ولأسفل تولدت في الحبل موجات تصل إلى الحائط كما بالشكل المقابل، فإذا قمت بزيادة سرعة اهتزاز يدك لأعلى ولأسفل دون تغيير الإزاحة الرأسية التي تتحركها يدك أو قوة شد الحبل، ماذا يحدث لكل من :
 (١) الطول الموجي ؟ (٢) الزمن الدورى ؟ (٣) سرعة الموجة ؟
-

نموذج امتحان 7

مجاب
عنه

اختر الإجابة الصحيحة (١ : ٣٠) :

١ إذا كان الزمن الذي يمضى بين مرور القمة الأولى والقمة الحادية عشر بنقطة في مسار حركة موجية 0.15 s والمسافة بين كل قمتين متتاليتين 4.5 m ، فإن سرعة انتشار الموجة تساوى

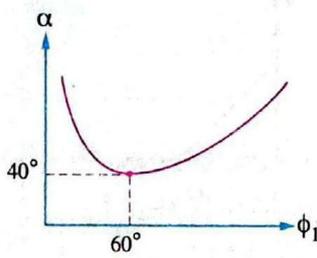
- ١٠٠ m/s (أ) ٢٠٠ m/s (ب) ٣٠٠ m/s (ج) ٤٠٠ m/s (د)

٢ أى من ألوان الضوء المرئى الآتية عند مروره من فتحة أبعادها 10^{-5} m يكون الحيود ملحوظًا أكثر؟

- الأحمر (أ) الأصفر (ب) الأخضر (ج) الأزرق (د)

٣ جسم كتلته 6 kg يتحرك حول مركز دائرة محيطها $10\pi \text{ m}$ بسرعة منتظمة 10 m/s ، فتكون القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على الجسم هى

- ٥٠ N (أ) ٢٠ N (ب) ١٢٠ N (ج) ١٠٠ N (د)

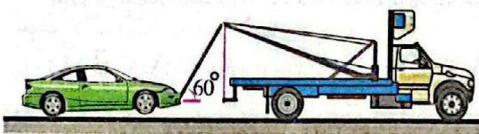


٤ الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين زاوية انحراف شعاع ضوئى (α) يمر خلال منشور ثلاثى وزاوية سقوط هذا الشعاع (ϕ_1) على أحد أوجه المنشور، فإن زاوية رأس المنشور ومعامل انكسار مادته للضوء الساقط على الترتيب هما

- (أ) 60° ، ١.٥ (ب) 80° ، ١.٤٥ (ج) 75° ، ١.٥ (د) 80° ، ١.٣٥

٥ إذا قل تردد الموجة في وسط ما للنصف، فإن

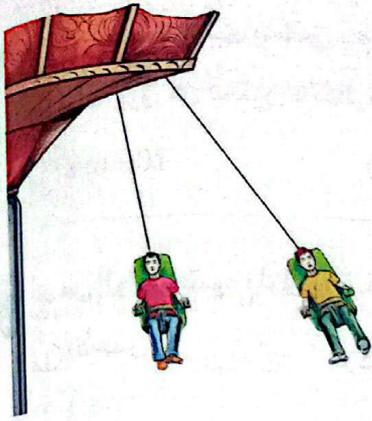
- (أ) طولها الموجى يزداد للضعف (ب) طولها الموجى يقل للنصف (ج) سرعتها تقل للنصف (د) سرعتها تزداد للضعف



٦ ونش يسحب سيارة مخالفة على طريق أفقى إزاحة 1 km باستخدام حبل كما بالشكل، فيبذل شغل على السيارة بواسطة قوة الشد في الحبل مقداره $2.5 \times 10^5 \text{ J}$ ، فإن قوة الشد في الحبل تساوى

- ٥٠ $\sqrt{3} \text{ N}$ (أ) ١٠٠ N (ب) $100\sqrt{3} \text{ N}$ (ج) ٥٠٠ N (د)

٧ الطاقة لها نفس وحدة قياس
 (أ) القوة (ب) الشغل (ج) كمية التحرك (د) الضغط



٨ في أحد ألعاب الملاهي تدور الكراسي في مسارات دائرية أفقية منتظمة، فإذا كان أحد الكراسي على بُعد 1.5 m من المركز وأخر على بُعد 2 m من المركز وكان كلاهما على استقامة واحدة من المركز كما بالشكل المقابل، فأيهما يتحرك بسرعة مماسية أكبر؟

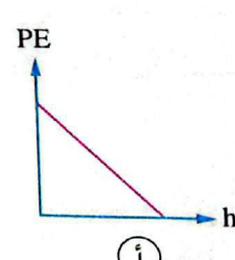
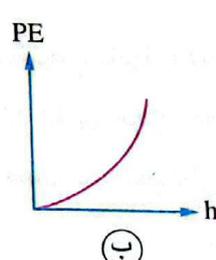
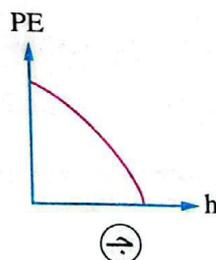
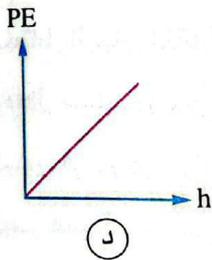
(أ) الكرسي الذي يبعد 1.5 m من المركز

(ب) الكرسي الذي يبعد 2 m من المركز

(ج) كلاهما له نفس السرعة

(د) يجب معرفة الزمن الدوري لتحديد الإجابة

٩ عند قذف جسم رأسيًا لأعلى من سطح الأرض يكون الشكل البياني المبرهن العلاقة بين طاقة وضع الجسم (PE) والارتفاع (h) عن سطح الأرض أثناء الصعود هو



١٠ أجرى ثلاثة طلاب A ، B ، C تجربة توماس يونج باستخدام مصدر ليزر أحمر، والجدول التالي يبين الأبعاد بين أجزاء التجربة التي أجراها كل منهم،

الطالب (C)	الطالب (B)	الطالب (A)	
0.15 mm	0.175 mm	0.15 mm	المسافة الفاصلة بين الشقين
0.8 m	0.8 m	0.6 m	بُعد حائل استقبال الهدب عن حاجز الشقين

فإن ترتيب الطلاب الثلاثة تبعًا للمسافة بين هُذب التداخل الذي تم الحصول عليها في التجارب هو

(أ) $C < A < B$

(ب) $B < A < C$

(ج) $C < B < A$

(د) $A < B < C$

١١ بزيادة بُعد قمر صناعي عن مركز الأرض، ماذا يحدث لكل من الزمن الدوري والسرعة المدارية للقمر على الترتيب؟

(أ) يقل، تقل

(ب) يزداد، تزداد

(ج) يقل، تزداد

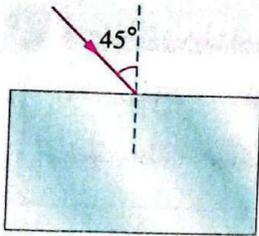
(د) يزداد، تقل

١١) زيادة تردد موجة مستعرضة منتشرة في وسط إلى ثلاثة أمثال قيمته ، ماذا يحدث لكل من طولها الموجي وزمنها الدوري ؟

الطول الموجي	الزمن الدوري	
يزيد إلى ثلاثة أمثال	يزيد إلى ثلاثة أمثال	أ
يزيد إلى ثلاثة أمثال	يقبل إلى الثلث	ب
يقبل إلى الثلث	يزيد إلى ثلاثة أمثال	ج
يقبل إلى الثلث	يقبل إلى الثلث	د

١٢) جسم كتلته 0.5 kg يسقط من السكون من ارتفاع 100 m سقوطًا حرًا ، فإن الطاقة الميكانيكية بعد أن يقطع مسافة 20 m من بداية الحركة تساوي
(علمًا بأن : $g = 10 \text{ m/s}^2$)

- أ) 100 J ب) 400 J ج) 500 J د) 700 J



١٣) الشكل المقابل يوضح شعاع ضوئي يسقط من الهواء بزاوية 45° على سطح لوح من الزجاج معامل انكسار مادته 1.52 ، فإن زاوية خروج الشعاع الضوئي من اللوح الزجاجي تساوي

- أ) 28° ب) 45° ج) 49° د) 53°

١٤) إذا علمت أن عدد أيام السنة الأرضية 365.25 يوم وتخيّلنا أن المسافة بين مركزى الأرض والشمس قلت إلى نصف قيمتها ، فإنه بفرض ثبات مدة دوران الأرض حول نفسها ، كم يصبح عدد أيام السنة الأرضية ؟

- أ) 1033.1 يوم ب) 365.25 يوم ج) 182.63 يوم د) 129.14 يوم

١٥) موجتان صوتيتان a ، b ترددهما 512 Hz ، 1024 Hz على الترتيب تنتشران في وسط معين ، فتكون النسبة بين سرعتيهما $\left(\frac{v_a}{v_b}\right)$ هي

- أ) $\frac{3}{1}$ ب) $\frac{1}{1}$ ج) $\frac{2}{1}$ د) $\frac{1}{2}$

١٦) كلما قلت فروق درجات الحرارة بين طبقات الهواء القريبة من سطح الأرض ، فإن احتمالية حدوث ظاهرة السراب

- أ) تقل ب) تزداد ج) لا تتغير د) لا يمكن تحديد الإجابة

١٧) عند قذف جسم لأعلى ثم عودته إلى النقطة التي قُذِف منها ، فإن طاقة وضعه

- أ) تزداد طوال الحركة ب) لا تتغير طوال الحركة ج) تقل طوال الحركة د) تزداد أثناء الصعود وتقل أثناء الهبوط

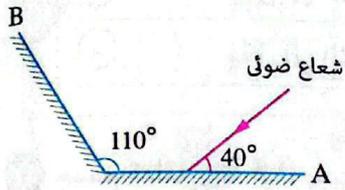
١٩ جسمان مهتزتان الجسم الأول يحدث 90 اهتزازة كاملة في دقيقتين والجسم الثاني يحدث 3 اهتزازات كاملة في الثانية، فتكون النسبة بين الزمن الدوري لحركتيهما $\left(\frac{T_1}{T_2}\right)$ هي

د $\frac{4}{1}$

ج $\frac{1}{4}$

ب $\frac{2}{1}$

أ $\frac{1}{2}$



٢٠ في الشكل المقابل، زاوية انعكاس الشعاع الضوئي عن المرآة B تساوى

ب 40°

أ 20°

د 70°

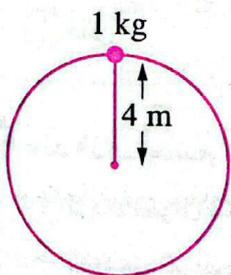
ج 60°

أجب عما يأتي (٣١ : ٣٤) :

٢١ فسر: لا يُبذل شغلاً على القمر الصناعي أثناء دورانه بواسطة قوة الجاذبية الأرضية.

٢٢ كرتان لهما نفس الكتلة والبعد بين مركزيهما 2 m وقوة التجاذب بينهما 6.67×10^{-9} N، احسب كتلة كل من الكرتين. (علمًا بأن: $G = 6.67 \times 10^{-11}$ N.m²/kg²)

٢٣ سقط شعاع ضوئي عموديًا على أحد أوجه منشور ثلاثي زاوية رأسه 35° وخرج من الوجه المقابل منحرفًا عن مساره الأصلي بزاوية 28° ، احسب معامل انكسار مادة المنشور لهذا الضوء.



٢٤ الشكل المقابل يوضح جسم كتلته 1 kg يدور في مسار

دائري أفقى منتظم تحت تأثير قوة محصلة مركزية

100 N، احسب الزمن الدوري لحركة الجسم.

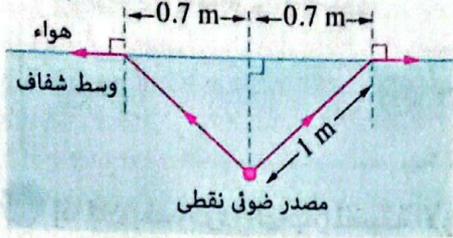
.....
.....

مجاب
عله



نموذج امتحان 8

اختر الإجابة الصحيحة (١ : ٣٠) :



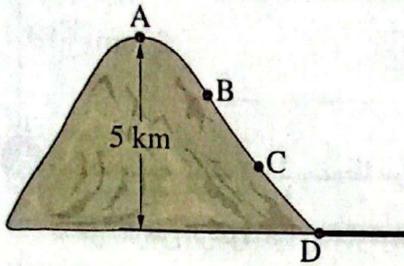
الشكل المقابل يوضح بعض الأشعة الضوئية الصادرة من مصدر ضوئي نقطي موضوع داخل وسط شفاف، فيكون معامل انكسار هذا الوسط هو

1.7 (ب)

1.4 (ا)

2 (د)

1.8 (ج)



في الشكل المقابل جبل ارتفاعه 5 km، عند أي النقاط A، B، C، D تكون شدة مجال الجاذبية أقل ؟

B (ب)

A (ا)

D (د)

C (ج)

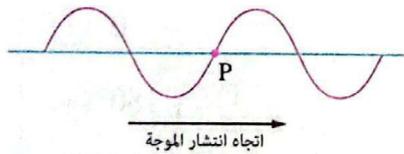
إذا سقطت كرة تنس طاولة وكرة بولينج سقوطًا حرًا من نفس الارتفاع، أي الكميات الآتية تختلف للكرتان عندما تبلغان نصف الارتفاع ؟

طاقة الوضع (ب)

الطاقة الميكانيكية (ا)

الكميات الثلاث السابقة (د)

طاقة الحركة (ج)



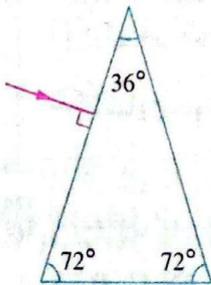
الشكل المقابل يوضح موجة مستعرضة تنتشر في جبل من اليسار إلى اليمين، ففي أي اتجاه يتحرك الجزيء P عند هذه اللحظة ؟

جهة اليسار (ب)

جهة اليمين (ا)

لأسفل (د)

لأعلى (ج)



الشكل المقابل يمثل شعاع ضوئي يسقط على أحد أوجه منشور ثلاثي معامل انكسار مادته 1.8، فيكون عدد مرات الانعكاس الكلي داخل المنشور هو

2 (ب)

1 (ا)

4 (د)

3 (ج)

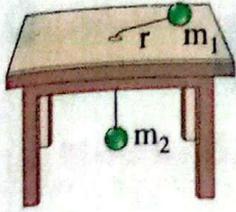
الطاقة المخزنة في زنبرك مضغوط هي

طاقة حرارية (د)

طاقة كيميائية (ج)

طاقة وضع (ب)

طاقة حركة (ا)



٧ سلك يمر عبر فتحة في منضدة ملساء متصل بأحد طرفيه كتلة m_1 تتحرك بسرعة خطية v في مسار دائري منتظم نصف قطره r ومعلق في طرفه الأخر كتلة m_2 كما بالشكل، إذا علمت أن g هي عجلة الجاذبية الأرضية، فإن السرعة (v) التي تتحرك بها الكتلة m_1 تساوى

أ $\sqrt{\frac{m_2 g}{m_1 r}}$

ب $\sqrt{\frac{m_2}{m_1} gr}$

ج $\sqrt{\frac{m_1}{m_2} gr}$

د \sqrt{gr}

٨ إذا كان بُعد مركز الهدبة المضيئة الأولى عن مركز الهدبة المركزية في تجربة يونج 2 mm ، فإن بُعد مركز الهدبة المعتمة الثالثة عن مركز الهدبة المركزية يساوى

أ 2 mm

ب 5 mm

ج 6 mm

د 7 mm

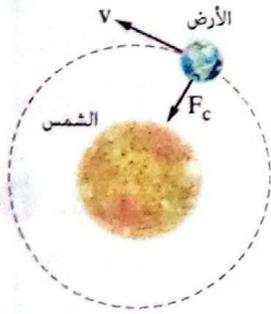
٩ سقط جسم كتلته 2 kg سقوطاً حراً من السكون من ارتفاع 10 m على أرض رخوة واستقر فيها بعد أن قطع مسافة 4 cm داخل الأرض الرخوة، فيكون متوسط القوة التي تؤثر بها الأرض الرخوة على الجسم يساوى

أ -200 N

ب -3000 N

ج -5000 N

د -8000 N



١٠ الشكل المقابل يعبر عن حركة الأرض حول الشمس في مسار دائري، فإن الزاوية بين اتجاهي العجلة المركزية والقوة الجاذبة المركزية (F_c) تساوى

أ 0°

ب 90°

ج 180°

د 270°

١١ النسبة بين زاوية الانكسار الأولى وزاوية الخروج داخل منشور ثلاثي في وضع النهاية الصغرى للانحراف $\left(\frac{\theta_1}{\theta_2}\right)$

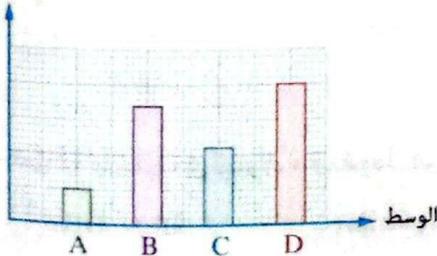
أ أكبر من الواحد الصحيح

ب أقل من الواحد الصحيح

ج تساوى الواحد الصحيح

د لا يمكن تحديد الإجابة

سرعة الضوء



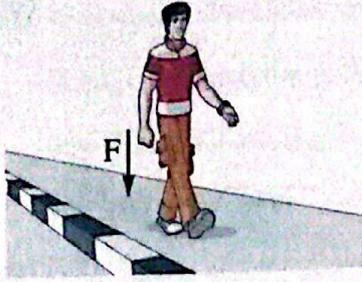
١٢ الشكل البياني المقابل يمثل سرعة الضوء في أربعة أوساط A, B, C, D ، فإن الوسط الأكبر كثافة ضوئية هو

أ الوسط A

ب الوسط B

ج الوسط C

د الوسط D

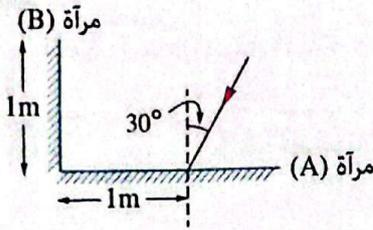


١٠ في الشكل المقابل شخص كتلته 70 kg يسير على رصيف أفقى مسافة 10 m، فإن الشغل الذى تبذله قوة الجاذبية الأرضية على الشخص يساوى

- (أ) 7000 J
(ب) 3500 J
(ج) 700 J
(د) 0

١١ سيارة كتلتها 2000 kg تسير بسرعة 60 km/h، فتكون طاقة حركتها هى

- (أ) 1.7×10^4 J
(ب) 6×10^4 J
(ج) 2.78×10^5 J
(د) 3.6×10^5 J



١٢ مرأتين مستويتين متعامدتين A ، B، يسقط شعاع ضوئى بزاوية سقوط 30° على المرآة A كما بالشكل المقابل، فإن الشعاع

- (أ) يسقط على المرآة (B) بزاوية سقوط 30°
(ب) يسقط على المرآة (B) بزاوية سقوط 60°
(ج) ينعكس عن المرآة (B) بزاوية انعكاس 45°
(د) لا يسقط على المرآة (B)

١٣ طرقت شوكة رنانة فأحدثت 2048 ذبذبة كاملة خلال 8 s، فإن تردد الشوكة يساوى

- (أ) 128 Hz
(ب) 256 Hz
(ج) 384 Hz
(د) 512 Hz

١٤ سقط شعاع ضوئى من الزجاج على السطح الفاصل مع الهواء بزاوية سقوط 40° فانحرف عن مساره بزاوية 30° ، فيكون معامل انكسار الزجاج =

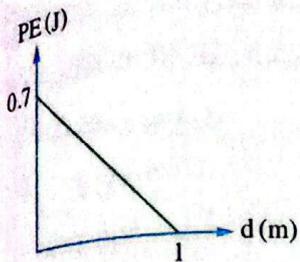
- (أ) $\sqrt{2}$
(ب) 1.46
(ج) 1.53
(د) $\sqrt{3}$

١٥ يتحرك جسم حركة دائرية منتظمة فى مسار دائرى أفقى بحيث يتم دورة كاملة فى زمن T، فإذا تغيرت سرعة الدوران فقلت القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على الجسم للربع مع ثبوت نصف قطر المسار الدائرى، فإن الزمن الدورى لحركة الجسم يصبح

- (أ) $\frac{T}{4}$
(ب) $\frac{T}{2}$
(ج) 2 T
(د) 4 T

١٦ تنتشر موجة خلال وسطين مختلفين (1)، (2) فكان طولها الموجى فى أحد الوسطين أكبر من طولها الموجى فى الوسط الآخر بمقدار 10 cm، فإذا علمت أن النسبة بين سرعتى الموجة فى الوسطين $\left(\frac{v_1}{v_2}\right)$ تساوى $\frac{2}{3}$ ، فإن الطول الموجى للموجة فى الوسط (1) يساوى

- (أ) 10 cm
(ب) 20 cm
(ج) 30 cm
(د) 40 cm



٢٠ جسم يسقط سقوطًا حرًا من السكون نحو سطح الأرض، والشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين طاقة الوضع (PE) للجسم وبعده (d) عن موضع السقوط، فإن الطاقة الميكانيكية للجسم تساوى

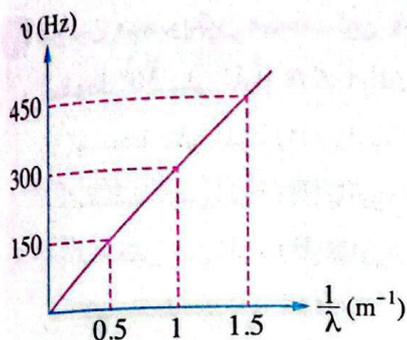
٠.٦ J (ب)

٠.٣٥ J (أ)

١.٤ J (د)

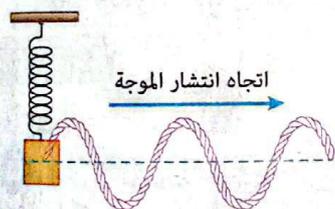
٠.٧ J (ج)

أجب عما يأتي (٣١ : ٣٤) :

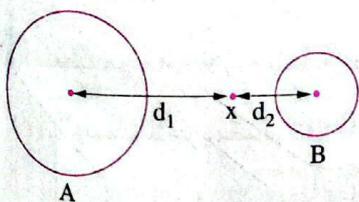


٢١ مصدر صوتي يصدر نغمات بترددات مختلفة تنتشر في الهواء، والشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين التردد (v) لهذه النغمات ومقلوب الطول الموجي ($\frac{1}{\lambda}$)، احسب سرعة انتشار الموجات الصوتية في الهواء.

٢٢ من الضروري تقدير القوة الجاذبة المركزية القصوى عند تصميم منحنيات الطرق، فسر ذلك.



٢٣ يتصل حبل بكتلة معلقة بزنبك مهتز، فتتولد بالحبل موجة كما بالشكل المقابل، إذا صنعت الكتلة 5 ذبذبات كاملة في زمن قدره 10 s، وكانت المسافة بين القمة الأولى والقمة الثالثة = 40 cm، احسب :
(١) تردد الموجة. (٢) سرعة الموجة.



٢٤ الشكل المقابل يوضح قمر B يدور حول كوكب A كتلته 100 مرة كتلة القمر، فإذا تساوت قوة جذب القمر وقوة جذب الكوكب لأي جسم موضوع عند النقطة x، احسب النسبة $(\frac{d_1}{d_2})$.

إجابات أسئلة الكتاب ✓

- إجابات أسئلة اختبار نفسك.
- إجابات الأسئلة العامة.
- إجابات أسئلة نماذج الامتحانات العامة.



مقدم من قناة ثانوية ثانوي الرسمة
@Sanaye 20011

إجابات أسئلة اختبار نفسك

2 إجابات الوحدة الثانية

مقدم من قناة ثانوية ثانوي للرسم
@Sanaye20011

* الإزاحة الكلية = 0
* المسافة الكلية = 4A

$$T = \frac{t}{N} = \frac{12 \times 10^{-3}}{2} = 6 \times 10^{-3} \text{ s} = 6 \text{ ms}$$

$$v = \frac{N}{t} = \frac{2}{12 \times 10^{-3}} = 166.67 \text{ Hz}$$

$$v = \frac{1}{T} = \frac{1}{6 \times 10^{-3}} = 166.67 \text{ Hz}$$

$$\lambda = \frac{x}{N} = \frac{35}{1.25} = 28 \text{ cm}$$

$$\therefore v \propto \lambda$$

$$\therefore v \propto \lambda$$

$$\therefore v \propto \lambda$$

تردد الموجة ثابت في الواسطين.

$$\therefore \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}, \quad \frac{v_1}{v_2} = \frac{2}{3}$$

1
2
3
4
5

1
2
3
4
5
6

1
2
3
4
5
6
7

1
2
3
4
5
6
7
8

1
2
3
4
5
6
7
8
9

1 إجابات الوحدة الأولى

$$\therefore \text{slope} = \frac{\Delta W}{\Delta d} = \frac{100 - 0}{20 - 0} = 5 \text{ J/m}$$

$$\therefore W = Fd \cos \theta$$

$$\therefore \text{slope} = F \cos \theta, \quad F = \frac{\text{slope}}{\cos \theta} = \frac{5}{\cos 30} = 5.77 \text{ N}$$

$$\text{slope} = v = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{15 - 0}{3 - 0} = 5 \text{ m/s}$$

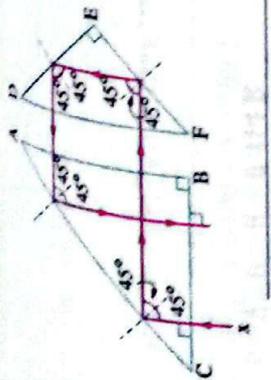
$$KE = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times (5)^2 = 125 \text{ J}$$

$$\therefore W = \Delta PE = mg\Delta h$$

الارتفاع الرأسى (h) الذى ستصل إليه الكرة في المسارات الثلاثة متساوى (3 m).

قيمة كل من g, m ثابتة.

الشفغل المبدول لرفع الكرة متساوى في المسارات الثلاثة.



16. الشعاع الضوئي (X) يخرج من الضلع BC

17. $\theta_1 = 90 - 60 = 30^\circ$, $\phi_2 = 90 - 65 = 25^\circ$

$A = \theta_1 + \phi_2 = 30 + 25 = 55^\circ$

$\therefore n = \frac{\sin \phi_1}{\sin \theta_1}$, $\phi_1 = 48.59^\circ$

$\therefore 1.5 = \frac{\sin \phi_1}{\sin 30}$

$\therefore n = \frac{\sin \theta_2}{\sin \phi_2}$, $\theta_2 = 39.34^\circ$

$\therefore 1.5 = \frac{\sin \theta_2}{\sin 25}$

$\therefore \alpha = \phi_1 + \theta_2 - A = 48.59 + 39.34 - 55 = 32.93^\circ$

$n = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_0 + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$

$1.5 = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_0 + 60}{2}\right)}{\sin\left(\frac{60}{2}\right)}$

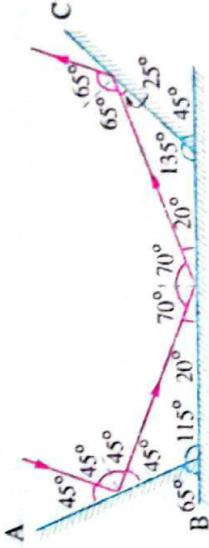
$\sin\left(\frac{\alpha_0 + 60}{2}\right) = \frac{3}{4}$, $\frac{\alpha_0 + 60}{2} = 48.59$

$\therefore \alpha_0 = 37.18^\circ$

18. \ominus (Y) \ominus (X) \ominus (Y) \ominus (X)

3 اجابات الوحدة الثانية

10. \ominus (Y) \ominus (X) \ominus (Y) \ominus (X)
11. بتطبيق قانوني انعكاس الضوء وحسب هندسة الشكل:



11. $\therefore n_2 = \frac{\sin \phi}{\sin \theta} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$

قيمة كل من λ_1 , ϕ ثابتة.

$\therefore \lambda_2$ تكون أكبر عندما تكون θ أكبر.

الضوء في الوسط X له طول موجي أكبر.

12. \ominus (Y) \ominus (Y) \ominus (X) \ominus (Y)

$\phi = 90 - 30 = 60^\circ$, $n = \frac{\sin \phi}{\sin \theta}$

$\sqrt{3} = \frac{\sin 60}{\sin \theta}$, $\theta = 30^\circ$

من هندسة الشكل:

$\tan \theta = \frac{l}{l}$, $l = \frac{l}{\tan \theta} = \frac{l}{\tan 30} = \sqrt{3} \text{ cm}$

13. \ominus (Y) \ominus (Y) \ominus (X) \ominus (Y)

14. \ominus (Y) \ominus (Y) \ominus (X) \ominus (Y)

15. \ominus (Y) \ominus (Y) \ominus (X) \ominus (Y)

$\sin \phi_c = \frac{\lambda_{(ماء)}}{\lambda_{(زجاج)}} = \frac{5000}{5625}$, $\phi_c = 62.73^\circ$

مقدم من قناة تانينيك ثانوي الرسبيك
@Sana ye 200 11

نعم

4 إجابات الوحدة الثالثة

19 

⊖

20 

⊖

(١) ⊖

$$\therefore v = \frac{2\pi r}{T}, \quad T_1 = T_2$$

$$\therefore \frac{v_1}{v_2} = \frac{r_1}{r_2} = \frac{r}{2r} = \frac{1}{2}$$

$$\therefore a_c = \frac{v^2}{r}$$

(٧)

$$\therefore \frac{(a_c)_1}{(a_c)_2} = \frac{v_1^2}{v_2^2} \times \frac{r_2}{r_1} = \frac{1}{4} \times \frac{2r}{r} = \frac{1}{2}$$

21 

⊖

$$\therefore (F_T)_{\max} = \frac{mv_{\max}^2}{r}$$

$$\therefore v_{\max} = \sqrt{\frac{(F_T)_{\max} \times r}{m}} = \sqrt{\frac{75 \times 1.3}{450 \times 10^{-3}}} = 14.7 \text{ m/s}$$

22 

لاتدور السيارة بأمان في ذلك المنحنى، لأنها تدخل المنحنى بسرعة أكبر كثيراً من السرعة القصوى المحددة (50 km/h) حيث:

$$v = \sqrt{\frac{Fr}{m}} = \sqrt{\frac{2.9 \times 10^4 \times 25}{1500}} = 21.98 \text{ m/s} \approx 79 \text{ km/h}$$

5 إجابات الوحدة الثالثة

23 

⊖

⊖

$$\therefore F = G \frac{Mm}{r^2}, \quad m_A = m_B$$

$$\therefore F_B \propto \frac{1}{r_B^2}, \quad \frac{F_A}{F_B} = \frac{r_B^2}{r_A^2} = \frac{4r^2}{r^2}$$

$$\therefore F_B = \frac{1}{4} F_A$$

⊖

⊖

24 

⊖

$$\therefore g = \frac{GM}{r^2}$$

$$\therefore g \propto \frac{1}{r^2}, \quad \frac{g_2}{g_1} = \frac{r_1^2}{r_2^2}$$

$$\frac{1}{2} g_1 = \frac{R^2}{(R+h)^2}$$

$$\therefore \sqrt{\frac{1}{2}} = \frac{R}{R+h}$$

$$h = \sqrt{2} R - R = 0.414 R$$

25 

⊖

⊖

لأن السرعة المدارية لا تعتمد على كتلة القمر الصناعي ولكن تعتمد على كتلة الكوكب الذي يدور حوله.

⊖

⊖

$$\therefore W = Fd \cos \theta$$

$$\therefore \theta = 0^\circ$$

$$\therefore W = Fd = 100 \times 5 = 500 \text{ J}$$

$$\therefore W = 0$$

$$\therefore \cos \theta = 0, \quad \theta = 90^\circ$$

$$W = \frac{1}{2} \times 500 = 250 \text{ J}$$

$$250 = 100 \times 5 \cos \theta$$

$$\theta = 60^\circ$$

٣٢ (١) الشغل عند النقطة (A):

* من الشكل البياني :

(٢) الزاوية عند النقطة (B):

(٣) الشغل عند النقطة (C):

(D) الزاوية عند النقطة

تاليًا

إجابات أسئلة المقال

(١) لأن الشغل هو حاصل الضرب القياسي لتجهي القوة والإزاحة والذي ينتج عنه كمية

قياسية تُوصف وصفًا تامًا بالتعبير عن مقدارها فقط وليس لها اتجاه.

(٢) لأن الجسم يتحرك بسرعة ثابتة عندها تكون القوة المحصلة المؤثرة عليه مساوية

للصفر فيكون الشغل مساوي للصفر أيضًا تبعًا للعلاقة $(W = Fd \cos \theta)$.

(٣) * شخص يدفع حائط.

* فتاة تحمل دلوًا وتسير به مسافة أفقية.

(٢) شخص يسحب شنطة سفر.

(٣) الشغل الذي تبذله قوة الاحتكاك على سيارة.

$$W = Fd \cos \theta$$

$$\text{slope} = \frac{\Delta W}{\Delta F} = d \cos \theta$$

(١) (٢)

إجابات الوحدة الأولى

أولًا إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

رقم السؤال	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
الإجابة	أ	ب	ب	→	ب	ب	→	ب (٢) ب (١)	أ	ب

رقم السؤال	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠
الإجابة	د	→	→	د	أ	ب	ب	أ	ب	ب

رقم السؤال	٢١	٢٢	٢٣
الإجابة	د (١) د (٢)	→	→ (١) (٢)

الإجابات التفصيلية للأسئلة المشار إليها بالعلامة *

$$W = Fd = 20 \times 3.5 = 70 \text{ J}$$

$$W = Fd \cos \theta = 100 \times 2.5 \cos 0 = 250 \text{ J}$$

$$W = 100 \times 2.5 \cos 60 = 125 \text{ J}$$

٣٢ : الإزاحة في نفس اتجاه القوة.

$$\therefore W = Fd, \quad \text{slope} = \frac{\Delta W}{\Delta d} = F = \frac{30-0}{6-0} = 5 \text{ N}$$

$$F_{\text{(محصلة)}} = F_{\text{(موتون)}} - F_{\text{(احتكاك)}} = 500 - 200 = 300 \text{ N}$$

$$W = F_{\text{(محصلة)}} d = 300 \times 50 = 15 \times 10^3 \text{ J}$$

(٢)

$$W = Fd \cos \theta$$

$$\text{slope} = \frac{\Delta W}{\Delta \cos \theta} = Fd$$

٤. لا، لأن الحائط ثابت رغم تأثير القوة عليه فتكون إزاحته صفرًا وبالتالي يكون الشغل المبذول صفرًا حيث $(W = Fd \cos \theta)$

٥. في الحالة (٣) يكون الشغل المبذول أكبر، لأن اتجاه القوة في نفس اتجاه الإزاحة $(\theta = 0^\circ)$ فيكون $(W = Fd \cos 0 = Fd)$ ، وبالتالي تكون قيمة الشغل المبذول أكبر مما يمكن (قيمة عظمى موجبة).

$$\Sigma F = F \cos \theta - F_{\text{احتكاك}}$$

$$= 40 \cos 65 - 15 = 1.9 \text{ N}$$

$$W = \Sigma F \times d = 1.9 \times 4.5 = 8.55 \text{ J}$$



إجابات أسئلة مستويات التفكير العليا

(١) د

١. الثقل يتحرك بسرعة منتظمة.

٢. محصلة القوى المؤثرة عليه تساوى صفر.

٣. الحبل يؤثر على الثقل بقوة لأعلى في نفس اتجاه حركته.

$$\therefore F_{\text{شد}} = F_g = mg$$

$$\therefore W = F_{\text{شد}} d = mgd$$

$$= 0.5 \times 10^3 \times 10 \times 10 = 50 \text{ kJ}$$

(٢) د

١. الجاذبية تجذب الثقل لأسفل بينما هو يرتفع لأعلى.

$$\therefore W = -F_g d = -mgd = -50 \text{ kJ}$$

(٣) أ

$$W = \Sigma F \times d = 0 \times d = 0$$

(٢) د

$$W = F_g d \cos \theta = mgd \cos \theta$$

$$= 70 \times 10 \times 5 \times \cos (90 - 60) = 30.3 \times 10^2 \text{ J}$$

(٣) د

* الشغل المبذول على جسم لا يعتمد على زمن إزاحته حيث $(W = Fd \cos \theta)$.

* الشغل المبذول على جسم يتوقف على كل من:

- إزاحة الجسم (d).

- القوة المؤثرة على الجسم (F).

- الزاوية بين اتجاه كل من القوة المؤثرة على الجسم وإزاحته.

∴ قيمة كل من (F)، (θ) ثابتة.

$$\therefore W \propto d$$

$$\therefore d_A = d_B < d_C \quad \therefore W_A = W_B < W_C$$

∴ الاختيار الصحيح هو د.

إجابات الوحدة الأولى

أولاً إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

رقم السؤال	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨
الإجابة	ب	ج	أ (١)	د (٢)	أ	ب	د	ج

رقم السؤال	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦
الإجابة	أ (١)	أ (٢)	ج	د	ب	أ	ب	د (٢)

رقم السؤال	١٧	١٨	١٩	٢٠	٢١	٢٢	٢٣	٢٤
الإجابة	ب	د	د	أ	د	ب	ب	ج

$$\therefore Fd = \Delta(KE)$$

$$\therefore F = \frac{\Delta(KE)}{d} = \frac{-3.84 \times 10^5}{50 \times 10^{-2}} = -7.68 \times 10^5 \text{ N}$$

∴ مقدار متوسط القوة التي أثرت في مقدمة السيارة يساوي $7.68 \times 10^5 \text{ N}$

١٤) عدد الرصاصات في الثانية = $\frac{600}{60} = 10$ رصاصات

كتلة الرصاصات (m) في الثانية :

$$m = 8 \times 10^{-3} \times 10 = 0.08 \text{ kg}$$

الطاقة الحركية الكلية للرصاصات المنطلقة في الثانية :

$$KE = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 0.08 \times (7000)^2 = 19.6 \times 10^3 \text{ J}$$

$$W = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2) \quad \text{① (١) ١٦}$$

$$= \frac{1}{2} \times 10 \times 10^{-3} \times ((400)^2 - (600)^2) = -1000 \text{ J}$$

$$W = Fd \quad \text{② (٢) ١٧}$$

$$-1000 = F \times 8 \times 10^{-2} \quad , \quad F = -12500 \text{ N}$$

$$W = PE = wh = 700 \times 200 = 14 \times 10^4 \text{ J} \quad \text{③ (٣) ١٨}$$

$$PE = mgh \quad , \quad m = \frac{PE}{gh} = \frac{980}{9.8 \times 5} = 20 \text{ kg} \quad \text{④ (٤) ١٩}$$

⑤ (٥) الشغل المبذول = التعبير في طاقة الوضع

$$W = \Delta(PE) = mgh = 100 \times 10 \times (2 - 0) = 2000 \text{ J}$$

$$\text{slope} = \frac{\Delta(PE)}{\Delta h} = \frac{48 - 0}{6 - 0} = 8 \text{ J/m} \quad \text{⑥ (٦) ٢٠}$$

$$PE = mgh$$

$$\text{slope} = mg \quad , \quad m = \frac{\text{slope}}{g} = \frac{8}{9.8} = 0.82 \text{ kg}$$

الوجبات التطبيقية وأسئلة الامتحان ايضا بالاسئلة *

$$KE = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 2000 \times \left(60 \times \frac{1000}{60 \times 60}\right)^2 = 2.78 \times 10^5 \text{ J} \quad \text{① (١) ٢١}$$

$$\therefore KE = \frac{1}{2} mv^2 \quad \text{② (٢) ٢٢}$$

$$\therefore (KE)_a = \frac{1}{2} \times 10000 \times (20)^2 = 20 \times 10^5 \text{ J}$$

$$\therefore (KE)_b = \frac{1}{2} \times 1500 \times (15)^2 = 1.69 \times 10^5 \text{ J}$$

$$\therefore (KE)_c = \frac{1}{2} \times 1500 \times (20)^2 = 3 \times 10^5 \text{ J}$$

∴ الترتيب الصحيح للسيارات تبعاً لطاقة حركة كل منها هو : $b < c < a$

$$KE_{(سيارة)} = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 1200 \times \left(9 \times \frac{1000}{60 \times 60}\right)^2 = 3750 \text{ J} \quad \text{③ (٣) ٢٣}$$

$$\therefore (KE)_{سيارة} = (KE)_{سيارة} = 3750 \text{ J}$$

$$\therefore v_{(سيارة)} = \sqrt{\frac{2 KE_{(سيارة)}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 3750}{72}} = 10.21 \text{ m/s}$$

$$\text{slope} = \frac{\Delta v^2}{\Delta\left(\frac{1}{m}\right)} = \frac{8 - 4}{4 - 2} = 2 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2 \quad \text{④ (٤) ٢٤}$$

$$KE = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times \text{slope} = \frac{1}{2} \times 2 = 1 \text{ J}$$

$$(KE)_1 = \frac{1}{2} mv_1^2 = \frac{1}{2} \times 3 \times 10^3 \times (16)^2 = 3.84 \times 10^5 \text{ J} \quad \text{⑤ (٥) ٢٥}$$

$$(KE)_2 = 0$$

$$\Delta(KE) = (KE)_2 - (KE)_1 = 0 - (3.84 \times 10^5) = -3.84 \times 10^5 \text{ J}$$

∴ الشحنة سالبة. ⑥ (٦) ٢٦

$$\therefore W = 0$$

إجابات أسئلة مستويات التفكير العليا

$$\begin{aligned}\Delta (KE) &= \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2) = \frac{1}{2} m \left(\left(\frac{v}{2}\right)^2 - v^2 \right) \\ &= \frac{1}{2} m \left(\frac{v^2}{4} - v^2 \right) = -\frac{3}{8} mv^2 \\ \therefore \text{الطاقة الحركية المفقودة نتيجة التصادم تساوي } \frac{3}{8} mv^2\end{aligned}$$

(ب) ١

$$\therefore a = \frac{v_f - v_i}{t}, \quad v_f = v_i + at$$

(ب) ٢

∴ الجسم يتحرك من السكون في خط مستقيم بعجلة منتظمة.

$$\therefore v_f = at$$

$$\therefore KE = \frac{1}{2} mv_f^2 = \frac{1}{2} ma^2 t^2$$

∴ قيمة كل من (a)، (m) ثابتة.

$$\therefore KE \propto t^2$$

∴ الاختيار الصحيح هو (ب).

(١) ٣

$$\begin{aligned}\therefore \text{slope} &= \frac{\Delta (KE)}{\Delta t^2} \\ &= \frac{(240 - 0) \times 10^3}{(100 - 0)} = 2400 \text{ J/s}^2\end{aligned}$$

∴ السيارة تتحرك من السكون في خط مستقيم بعجلة منتظمة.

$$\therefore v = at$$

$$\therefore KE = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} ma^2 t^2$$

$$\therefore \text{slope} = \frac{1}{2} ma^2$$

$$\therefore a = \sqrt{\frac{2 \times \text{slope}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 2400}{1200}} = 2 \text{ m/s}^2$$

$$\therefore (PE)_b = (PE)_a$$

$$\therefore w_b h_b = w_a h_a$$

$$\therefore 60 \times 2 = 40 \times h_a, \quad h_a = \frac{60 \times 2}{40} = 3 \text{ m}$$

إجابات أسئلة المقال

ثانياً

(١) لأنها حاصل ضرب كميتين قياسيتين هما كتلة الجسم ومربع مقدار سرعته.

(٢) لأن طاقة الحركة تتعين من العلاقة $(KE = \frac{1}{2} mv^2)$ والجسم الساكن سرعته تساوي صفر، فتكون طاقة حركته تساوي صفر.

$$\therefore KE = \frac{1}{2} mv^2$$

(١) ٢

$$\therefore v = \sqrt{\frac{2 KE}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 25}{2}} = 5 \text{ m/s}$$

$$\therefore W = \Sigma F \times d$$

(٢)

∴ الجسم يتحرك بسرعة منتظمة.

∴ القوة المحصلة (ΣF) المؤثرة على الجسم = صفر.

$$\therefore W = 0$$

* طاقة وضع المرونة: هي الطاقة التي يخزنها الجسم نتيجة انضغاط أو استطالة أجزائه.

* طاقة الوضع الثقالية: هي الطاقة التي يخزنها الجسم نتيجة لموضعه بالنسبة لسطح الأرض

(أى بالنسبة لجال الجاذبية).

$$\therefore \text{slope} = \frac{\Delta (PE)}{\Delta w} = \tan 45 = 1 \text{ J/N}$$

$$\therefore PE = mgh = wh$$

$$\therefore h = \frac{PE}{w} = \text{slope} = 1 \text{ m}$$

$$(PE)_A = mgh_A = 10 \times 10 \times 2 = 200 \text{ J}$$

$$(KE)_A = E - (PE)_A = 800 - 200 = 600 \text{ J}$$

∴ الطاقة الميكانيكية ثابتة عند أي نقطة.

∴ الطاقة الميكانيكية بعد أن يقطع الجسم مسافة 20 m = الطاقة الميكانيكية عند أقصى ارتفاع.

$$E = PE_{\text{(عند أقصى ارتفاع)}} = mgh = 0.5 \times 10 \times 100 = 500 \text{ J}$$

$$E = KE_{\text{(عند سطح الأرض)}}$$

$$= \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 0.2 \times (20)^2 = 40 \text{ J}$$

$$E = PE_{\text{(عند أقصى ارتفاع)}} = mgh$$

$$h = \frac{PE_{\text{(عند أقصى ارتفاع)}}}{mg} = \frac{40}{0.2 \times 10} = 20 \text{ m}$$

$$KE = \frac{1}{2} mv^2$$

$$E = 2 KE = mv^2$$

$$v = \sqrt{\frac{E}{m}} = \sqrt{\frac{40}{0.2}} = 14.14 \text{ m/s}$$

$$\text{slope} = \frac{\Delta(PE)}{\Delta h} = mg = \frac{240 - 0}{8 - 0} = 30 \text{ J/m}$$

$$m = \frac{\text{slope}}{g} = \frac{30}{10} = 3 \text{ kg}$$

$$E = PE_{\text{(عند أقصى ارتفاع)}} = 240 \text{ J}$$

$$PE = 180 \text{ J}$$

$$KE = E - PE = 240 - 180 = 60 \text{ J}$$

عند ارتفاع 10 m (منتصف أقصى ارتفاع) تكون:

$$\textcircled{1} (2)$$

$$\textcircled{1} (1)$$

$$\textcircled{1} (2) \text{ عند أقصى ارتفاع (8 m) :}$$

$$\text{عند ارتفاع 6 m :}$$

أولاً إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

رقم السؤال	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
الإجابة	د	ب	أ (١)	د	د	ج	ب	ج	ب

رقم السؤال	١٠	١١	١٢	١٣	١٤
الإجابة	ج	ج	أ	ب (١)	د

رقم السؤال	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠
الإجابة	أ (١)	ب (٢)	ج	ج	ب (١)

رقم السؤال	٢٢	٢٣	٢٤
الإجابة	ب (١)	ب (٢)	ب (١)

الإجابات التفصيلية للأسئلة المشار إليها بالعلامة *

∴

طاقة الحركة للرجل أكبر مما يمكن عند الموضع (٤)، لأن سرعته تصل إلى أقصى قيمة لها عندما يصل إلى سطح الماء ($KE = \frac{1}{2} mv^2$).

∴ الاختيار الصحيح هو (د).

$$PE_{\text{(عند سطح الأرض)}} = KE_{\text{(عند أقصى ارتفاع)}}$$

$$PE = \frac{1}{2} mv^2$$

$$4000 = \frac{1}{2} \times m \times (40)^2$$

$$m = \frac{4000 \times 2}{(40)^2} = 5 \text{ kg}$$

∴

٢٥) الشغل المبذول لهدف الكرة = الطاقة الميكانيكية للكرة عند أى نقطة.

$$W = E = \frac{1}{2} mv^2 + mgh = \left(\frac{1}{2} \times 0.5 \times (3)^2\right) + (0.5 \times 10 \times 4) = 22.25 \text{ J}$$

ثانياً

إجابات أسئلة المقال

الطاقة الميكانيكية (J)	الطاقة الحركية (J)	السرعة (m/s)	طاقة الوضع (J)	الإزاحة من نقطة السقوط (m)	النقطة
800	0	0	800	0	(١)
800	50	5	750	1.25	(٢)
800	400	14.14	400	10	(٣)
800	800	20	0	20	(٤)

(١) عند النقطة (٤). (٢) عند النقطة (١). (٣) عند النقطة (٣).

(٢) (١) (٣) (٣) (١) (٢)

٢) لأن طاقة الوضع المخزنة في العربة تكون أكبر ما يمكن عند أقصى ارتفاع لها وتتحول إلى طاقة حركية تدريجياً أثناء هبوطها، وكلما قل الارتفاع تقل طاقة الوضع فتزداد طاقة الحركة وبالتالي تزداد السرعة.

٤) يهتز الملف الزبركي حتى يعود إلى وضعه المستقر (المتزن) وذلك لأن استطالة الملف تحت تأثير قوة F تكسب لفاته طاقة في صورة طاقة وضع مرونة، وعند زوال القوة المؤثرة عليه تتحول طاقة الوضع إلى طاقة حركية تعيد لفاته إلى موضعها الأصلي ثم ينضغط مخزنًا طاقة وضع تتحول إلى طاقة حركية تعيد لفاته إلى موضعها الأصلي ويتكرر ذلك أي تتكرر عملية تبادل الطاقة بين طاقة وضع وطاقة حركية حتى يسكن ويعود إلى وضعه المستقر.

٥) * الخط البياني الممثل باللون الأحمر يمثل طاقة الوضع للجسم.

* الخط البياني الممثل باللون الأخضر يمثل طاقة الحركة للجسم.

$$W = \Delta PE = mg\Delta h = 5 \times 9.8 \times (2 - 0) = 98 \text{ J}$$

$$KE_{\text{(عند أقصى ارتفاع)}} = PE_{\text{(عند سطح الأرض)}}$$

$$\frac{1}{2} mv^2 = mgh$$

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 9.8 \times 2} = 6.26 \text{ m/s}$$

١٩) طاقة الحركة عند سطح الأرض = طاقة الوضع عند أقصى ارتفاع.

$$\frac{(KE)_1}{(KE)_2} = \frac{m_1gh_1}{m_2gh_2} = \frac{3m_2 \times \frac{1}{3}h_2}{m_2 \times h_2} = \frac{1}{1}$$

$$E = (KE)_a = PE_{\text{(عند أقصى ارتفاع)}}$$

$$\frac{1}{2} m \times (2.5)^2 = m \times 9.8 \times h_{\text{(عند أقصى ارتفاع)}}$$

$$h_{\text{(عند أقصى ارتفاع)}} = 0.319 \text{ m} = 31.9 \text{ cm}$$

$$E = (KE)_a = (KE)_b + (PE)_b$$

$$\frac{1}{2} mv_a^2 = \frac{1}{2} mv_b^2 + mgh_b$$

$$\frac{1}{2} m \times (2.5)^2 = \frac{1}{2} mv_b^2 + (m \times 9.8 \times 10 \times 10^{-2})$$

$$v_b = 2.1 \text{ m/s}$$

$$(PE)_A = (PE)_B + (KE)_B$$

$$mgh_A = mgh_B + \frac{1}{2} mv_B^2$$

$$10 \times 8 = (10 \times 3) + \frac{1}{2} v_B^2$$

$$v_B = 10 \text{ m/s}$$

٢) * عند النقطة (a) :

$$h = 0 \quad , \quad PE = 0$$

$$KE_{\text{(عند سطح الأرض)}} = PE_{\text{(عند أقصى ارتفاع)}} = mgh = 10 \times 10 \times 20 = 2000 \text{ J}$$

* عند النقطة (b) :

$$h = 10 \text{ m}$$

$$PE = mgh = 10 \times 10 \times 10 = 1000 \text{ J}$$

* عند النقطة (c) :

$$KE = PE = 1000 \text{ J}$$

$$h = 20 \text{ m}$$

$$PE = mgh = 2000 \text{ J}$$

٣) * عند النقطة (a) :

$$KE = 0$$

$$v = \sqrt{\frac{2 KE}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 2000}{10}} = 20 \text{ m/s}$$

* عند النقطة (b) :

$$v = \sqrt{\frac{2 KE}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 1000}{10}} = 14.14 \text{ m/s}$$

* عند النقطة (c) :

$$KE = \frac{1}{2} mv^2 = 0 \quad , \quad v = 0$$

٤) الطاقة الميكانيكية للجسم = طاقة وضعه عند أقصى ارتفاع = طاقة حركته عند سطح الأرض = 2000 J

١) ١

الكرتان لهما نفس الكتلة (m).

قيمة (g) ثابتة.

$$PE \propto h$$

$$h_{\text{(وليد)}} > h_{\text{(مروان)}}$$

$$PE_{\text{(كرة مروان)}} > PE_{\text{(كرة وليد)}}$$

٧) * طاقة الوضع عند أقصى ارتفاع = طاقة الحركة عند سطح الأرض.

$$PE_{\text{(كرة مروان)}} > PE_{\text{(كرة وليد)}}$$

* عند أقصى ارتفاع :

$$KE_{\text{(كرة مروان)}} > KE_{\text{(كرة وليد)}}$$

٣) * عند سطح الأرض = KE (عند أقصى ارتفاع)

$$E_{\text{(كرة مروان)}} > E_{\text{(كرة وليد)}}$$

إجابات أسئلة مستويات التفكير العليا

١) ١

الكرتان على نفس الارتفاع.

الكرتان لهما نفس الكتلة.

للكرتان نفس طاقة الوضع عند النقطة A

$$PE_{\text{(عند سطح الأرض)}} = KE_{\text{(عند أقصى ارتفاع)}}$$

$$KE = \frac{1}{2} mv^2$$

طاقة حركة الكرة (X) عند النقطة B = طاقة حركة الكرة (Y) عند النقطة C

سرعة الكرة (X) عند النقطة B = سرعة الكرة (Y) عند النقطة C

الاختيار الصحيح هو ١.

إجابة اختبار على الوحدة الأولى

رقم السؤال	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
الإجابة	د	ج	ب	ب	ب	ج	ج	ج	ج	د

رقم السؤال	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠
الإجابة	ب	ب	أ	ب	ب	د	ب	د	د	أ
أجب بنفسك	٢٤:٢١									

إجابات الوحدة الثانية

الدرس الأول

أولاً إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

رقم السؤال	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
الإجابة	د	د	ب	أ	أ	د	أ	ب	ج	ج

رقم السؤال	ب	د <th>د <th>د <th>ج <th>أ <th>د <th>ب (١)</th> <th>أ (٢)</th> <th>ب (٣)</th> </th></th></th></th></th>	د <th>د <th>ج <th>أ <th>د <th>ب (١)</th> <th>أ (٢)</th> <th>ب (٣)</th> </th></th></th></th>	د <th>ج <th>أ <th>د <th>ب (١)</th> <th>أ (٢)</th> <th>ب (٣)</th> </th></th></th>	ج <th>أ <th>د <th>ب (١)</th> <th>أ (٢)</th> <th>ب (٣)</th> </th></th>	أ <th>د <th>ب (١)</th> <th>أ (٢)</th> <th>ب (٣)</th> </th>	د <th>ب (١)</th> <th>أ (٢)</th> <th>ب (٣)</th>	ب (١)	أ (٢)	ب (٣)
الإجابة	ب	د	د	د	ج	أ	د	ب (١)	أ (٢)	ب (٣)

رقم السؤال	١٨	١٩	٢٠	٢١	٢٢
الإجابة	ج	ب (١)	أ (٢)	أ	ج (١)

رقم السؤال	ب	د <th>د <th>د <th>ج <th>أ <th>ج <th>د <th>ب (١)</th> <th>أ (٢)</th> </th></th></th></th></th></th>	د <th>د <th>ج <th>أ <th>ج <th>د <th>ب (١)</th> <th>أ (٢)</th> </th></th></th></th></th>	د <th>ج <th>أ <th>ج <th>د <th>ب (١)</th> <th>أ (٢)</th> </th></th></th></th>	ج <th>أ <th>ج <th>د <th>ب (١)</th> <th>أ (٢)</th> </th></th></th>	أ <th>ج <th>د <th>ب (١)</th> <th>أ (٢)</th> </th></th>	ج <th>د <th>ب (١)</th> <th>أ (٢)</th> </th>	د <th>ب (١)</th> <th>أ (٢)</th>	ب (١)	أ (٢)
الإجابة	ب	د	د	د	ج	أ	ج	د	ب (١)	أ (٢)

رقم السؤال	٣٠	٣١	٣٢	٣٣
الإجابة	أ	أ	ب	د

الإجابات التفصيلية لأسئلة المِشار اليها بالعلامة *

١٧

$$\therefore T = \frac{1}{N} \quad , \quad v = \frac{N}{T}$$

$$\therefore \frac{T}{v} = \frac{t^2}{N^2} = \frac{1}{625} \quad , \quad \frac{(25)^2}{N^2} = \frac{1}{625} \quad , \quad N = 625$$

١٧

عند تحرك السائق من النقطة ٢ إلى النقطة ٣ تكون قد صنعت ربع اهتزازة.
 $\therefore T = 4 = 4 \times 0.01 = 0.04 \text{ s}$
 \therefore زمن سعة الاهتزازة $\times 4 = 0.04 \text{ s}$

١ (٢)

٢ (٣)

$$A = 0.5 \times 6 = 3 \text{ cm}$$

$$\bar{v} = \frac{d}{t} = \frac{6}{0.04} = 300 \text{ cm/s}$$

١ ٢٢

عندما يبدأ نقل البندول حركته تكون إزاحته عن الموضع x تساوي صفراً، ثم تزداد الإزاحة عند تحركه تجاه الموضع y حتى تصل إلى قيمة عظمى عند الموضع y ، ثم تقل عند عودته من الموضع y إلى الموضع x حتى تصل للصفر عندما يصل نقل البندول للموضع x مرة أخرى، ثم تزداد الإزاحة ولكن في الاتجاه العكسي حتى تصل إلى قيمة عظمى عند وصول نقل البندول للموضع z .

∴ الاختيار الصحيح هو (أ)

٢ ٢٣

$$\therefore v = \frac{1}{T}$$

∴ عند زيادة التردد للضعف يقل الزمن الدوري للنصف.

∴ سعة الاهتزازة زادت للضعف.

∴ أقصى إزاحة لنقل البندول بعيداً عن موضع اتزانه الأصلي تزداد للضعف.

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

٣ ٢٤

∴ سرعة نقل البندول تقل تدريجياً عند تحركه مبتعداً عن موضع اتزانه الأصلي.

∴ المسافة التي يقطعها نقل البندول من x إلى y مساوية للمسافة التي يقطعها من y إلى x .

∴ الزمن اللازم لحركته من الموضع x إلى الموضع y (١) أقل من الزمن اللازم لحركته من الموضع y إلى الموضع x (٢).

∴ الاختيار الصحيح هو (أ)

٤ ٢٥

عندما يكون للجسم سعة اهتزازة أكبر فإنه يخزن طاقة أكبر، وبالتالي تكون طاقته الميكانيكية أكبر.
 \therefore الاختيار الصحيح هو (أ)

إجابات أسئلة مستويات التفكير العليا

١) أقصى إزاحة لنقل البندول عن الموضع x تمثل ضعف سعة الاهتزازة.

$$\therefore A = \frac{4}{2} = 2 \text{ cm}$$

٢) زمن حركة البندول من الموضع x حتى عودته إلى الموضع x للمرة الأولى = الزمن الدوري.

$$\therefore T = \frac{1}{0.5} = 2 \text{ Hz}$$

عند (١) $t = 0, 4 \text{ s}, 8 \text{ s}$

عند (٢) $t = 2 \text{ s}, 6 \text{ s}$

عند (٣) $t = 1 \text{ s}, 3 \text{ s}, 5 \text{ s}, 7 \text{ s}$

إجابات الوحدة الثانية

الدرس الثاني

أولاً إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

رقم السؤال	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
الإجابة	ج	د	د	د	د	ج (١) د (٢)	ج	ج	ب	د
رقم السؤال	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠
الإجابة	ج	ب	د	د	ب (١) ج (٢)	د	ب	ج	أ	ب
رقم السؤال	٢١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥	٢٦	٢٧	٢٨	٢٩	٣٠
الإجابة	ب (١) ج (٢)	ج	أ (١) ب (٢)	ب (١) ج (٢)	ب (١) ج (٢)	د	د	د	ج	ب (١) ج (٢)
رقم السؤال	٣١	٣٢	٣٣	٣٤	٣٥	٣٦	٣٧	٣٨	٣٩	٤٠
الإجابة	ج	ج	ب	ج	د	أ	د	د	ج	ب

مقدم من قناة ثانية ثانوى الرسوبك
@Sanaye20011

١٠

* يبدأ نقل البندول حركته من أقصى إزاحة له عن موضع اتزان، وبالتالي تكون سرعته وطاقته حركته تساوي صفر عند بداية الحركة.

* خلال ربع الدورة الأول تزداد طاقة حركته تدريجياً حتى تصل إلى أقصى قيمة لها عند موضع الاتزان عند زمن $\frac{T}{4}$

* خلال ربع الدورة الثاني تقل طاقة حركته نقل البندول حتى تصل إلى الصفر عند موضع أقصى إزاحة عن موضع الاتزان في الاتجاه المعاكس عند زمن $\frac{T}{2}$

وهكذا حتى يتم اهتزازة كاملة عند زمن T
∴ الاختيار الصحيح هو (د)

ثانياً إجابات أسئلة المقال

١. يقل الزمن الدوري للثلاث، لأن التردد يتناسب عكسياً مع الزمن الدوري تبعاً للعلاقة $(T = \frac{1}{\nu})$.

٢. أجب بنفسك.

٣. $\therefore \text{slope} = \tan \theta = \frac{\Delta v}{\Delta (\frac{1}{T})} = \nu T$ ، $\nu = \frac{1}{T}$ ∴ $\nu T = 1$

∴ $\tan \theta = 1$ ، $\theta = 45^\circ$

٤. (a)، (c)، (ب)

$\frac{t_{bc}}{t_{ba}} = \frac{T}{4} = \frac{1}{4}$

(٢)

٥. بزيادة إزاحة نقل البندول عن موضع اتزانه $(d_r > d_l)$ تزداد سعة الاهتزازة وبالتالي تزداد طاقة الوضع العظمى فتزداد طاقة الحركة العظمى وبالتالي تزداد الطاقة الميكانيكية لنقل البندول.

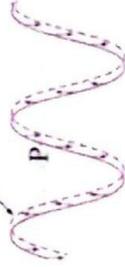
رقم السؤال	٤٠	٤١	٤٢	٤٣
الدرجة	(١) ج	(٢) ب	(٣) د	(٤) ب

رقم السؤال	٤٤	٤٥	٤٦	٤٧	٤٨	٤٩
الدرجة	ب	ا	د	ب	ا	ا

الإجابات التفصيلية لأسئلة المشار إليها بالعلامة *

١٨

الموجة بعد وقت قصير أقل من $\frac{T}{4}$



١٩ يتضح من الشكل المقابل أن الجزء P يتحرك إلى أسفل.

٢٠

$$\therefore v = \lambda v$$

$$\therefore \lambda \propto \frac{1}{v}$$

٢١ سرعة الموجة ثابتة في الوسط الواحد.

٢٢ التردد زاد للضعف.

٢٣ الطول الموجي يقل للضعف.

٢٤ المسافة c تقل للضعف والمسافة b تقل للضعف.

٢٥ الاختيار الصحيح هو (د)

٢٦

عند زيادة سعة الموجة للضعف تزداد أقصى إزاحة لجزيئات الوسط عن موضع اتزانها الأصلي للضعف.

٢٧ c تزداد للضعف. a تزداد للضعف.

٢٨ الاختيار الصحيح هو (د)

١٨

* عندما يكون ذلك الجزء من الوتر عند موضع أقصى إزاحة عن موضع اتزانه الأصلي تكون سرعته وكذلك طاقة حركته صفر.

* تزداد سرعة ذلك الجزء من الوتر (طاقة حركته) تدريجيًا بالاقتراب من موضع الاتزان حتى تصل إلى أقصى قيمة لها عند موضع الاتزان، ويتم ذلك عند $(t = \frac{T}{4})$.

* تقل سرعة ذلك الجزء من الوتر (طاقة حركته) تدريجيًا بالابتعاد عن موضع الاتزان حتى تعود للصفر مرة أخرى عند موضع أقصى إزاحة، ويتم ذلك عند $(t = \frac{T}{2})$.

* تتكرر الحركة بنفس الكيفية خلال النصف الثاني لحركة ذلك الجزء من الوتر.

٢٠ الاختيار الصحيح هو (د)

٢١

$$\therefore \lambda = \frac{v}{v}$$

$$\therefore \lambda = \frac{v}{v_{(كبير)}} = \frac{340}{2 \times 10^4} = 0.017 \text{ m} \quad \therefore \lambda = \frac{v}{v_{(أصغر)}} = \frac{340}{20} = 17 \text{ m}$$

٢٢

$$\lambda = \frac{v}{v} = \frac{0.4}{4} = 0.1 \text{ m} \quad \bullet \quad N = 5 - 2 = 3$$

$$\lambda = \frac{x}{N} \quad \bullet \quad x = \lambda N = 0.1 \times 3 = 0.3 \text{ m}$$

٢٣

$$\therefore v = \frac{N}{T} = \frac{3-1}{T} = \frac{2}{T}$$

$$\therefore v = \frac{v}{\lambda}$$

$$\therefore \frac{2}{T} = \frac{v}{\lambda} \quad \therefore T = \frac{2\lambda}{v}$$

٢٤

١ مصدر الموجة لم يتغير.

٢ تردد الموجة ثابت.

$$\therefore v = \lambda v$$

$$\therefore v \propto \lambda \quad (1)$$

$$\therefore \lambda = \frac{v}{v}$$

٤٧

$$v = \frac{d}{t} \quad , \quad t_{\text{ماء}} - t_{\text{هواء}} = \frac{d}{v_{\text{ماء}}} - \frac{d}{v_{\text{هواء}}}$$

$$6 = d \left(\frac{1}{340} - \frac{1}{1480} \right) \quad , \quad d = 2648.42 \text{ m} = 2.65 \text{ km}$$

٤٩

* من الشكل البياني :

$$\lambda = \frac{x}{N} = \frac{90}{2.25} = 40 \text{ cm}$$

* عند تحرك أحد جزيئات الوسط 4 cm من موضع اتزانه تكون الموجة قد تحركت مسافة تعادل ربع الطول الموجي لها.

$$\therefore x = \frac{\lambda}{4} = \frac{40}{4} = 10 \text{ cm}$$

تأنيبا
إجابات أسئلة المقال

١ (١) موجة طولية.

(٢) اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط على نفس خط انتشار الموجة.

٢ نسمع صوت المنبه في الناقوس (١) ولا نسمعه في الناقوس (٢) ، لأن الصوت موجات ميكانيكية تحتاج إلى وسط مادي (الهواء) تنتشر خلاله ولا تنتشر في الفراغ.

٣ (١) لأن الموجات الكهرومغناطيسية عبارة عن تذبذب مجالين متعامدين أحدهما كهربى والأخر مغناطيسى ولا يحتاج أى منهما لوسط مادي ينتشر خلاله.

(٢) لأن الضوء موجات كهرومغناطيسية يمكنها الانتشار في الفراغ والأوساط المادية ، بينما الصوت موجات ميكانيكية تحتاج لوسط مادي تنتشر خلاله.

(٣) لأن الصوت موجات ميكانيكية تحتاج لوجود وسط مادي تنتشر خلاله ولا يوجد غلاف جوى للقمر لذلك تستخدم أجهزة لاسلكية تصدر موجات كهرومغناطيسية تنتشر في الفراغ.

- ٤ (١) لا تتغير. (٢) يقل. (٣) يزداد. (٤) يقل. (٥) لا تتغير.

قيمة x ثابتة.

②

$$\therefore \lambda \propto \frac{1}{N}$$

من ① ، ② :

$$\therefore v \propto \frac{1}{N}$$

∴ يكون للموجة أكبر سرعة عندما تصنع أقل عدد من الموجات في نفس المسافة.

∴ الاختيار الصحيح هو ①

٣٧

$$\therefore \lambda = \frac{x}{N} \quad , \quad \frac{\lambda_x}{\lambda_y} = \frac{l}{2} \times \frac{4.5}{l} = \frac{9}{4}$$

$$\therefore v = \lambda v$$

$$\therefore v \propto \lambda \quad , \quad \frac{v_x}{v_y} = \frac{\lambda_x}{\lambda_y} = \frac{9}{4}$$

∴ تردد الموجة ثابت.

٤٠

$$\lambda = \frac{x}{N} = \frac{2}{50} = 0.04 \text{ m}$$

② (٢)

$$v = \frac{N}{t} = \frac{50}{5} = 10 \text{ Hz}$$

③ (٣)

$$v = \lambda v = 0.04 \times 10 = 0.4 \text{ m/s}$$

٤٦

$$N = 6 - 1 = 5 \quad , \quad \lambda = \frac{x}{N} = \frac{8}{5} = 1.6 \text{ m}$$

$$v = \lambda v = 1.6 \times 200 = 320 \text{ m/s}$$

٤٥

∴ محطة الإرسال ترسل الموجات نحو القمر الصناعي ثم تعيد استقبالها من القمر الصناعي مرة أخرى خلال زمن 0.03 s

∴ زمن الإرسال = $\frac{\text{زمن الإرسال} + \text{زمن الاستقبال}}{2} = \frac{0.03}{2} = 0.015 \text{ s}$

$$x = vt = 3 \times 10^8 \times 0.015 = 4.5 \times 10^6 \text{ m}$$

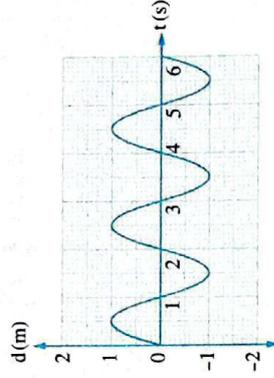
- (١) سرعة صوت الرجل تساوي سرعة صوت الفتاة، لأن سرعة الصوت في الهواء ثابتة.
 (٢) تردد صوت الفتاة أكبر من تردد صوت الرجل، لأن الطول الموجي لصوت الفتاة أقل من الطول الموجي لصوت الرجل حيث $(v \propto \frac{1}{\lambda})$ عند ثبوت السرعة.

(١) موجة ميكانيكية مستعرضة.

(٢) من الشكل البياني :

$$T = 4 \text{ s}$$

$$v = \frac{1}{T} = \frac{1}{4} = 0.25 \text{ Hz}$$



(٣)



إجابات أسئلة مستويات التفكير العليا

(١)

$$\therefore v = \frac{v}{\lambda}$$

الموجتان من نفس النوع (نغمتان صوتيتان) وتنتشران في نفس الوسط.
 سرعتي الموجتان متساوية.

$$\therefore \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

$$\therefore \frac{680}{425} = \frac{\lambda_1 + 0.3}{\lambda_1}$$

$$\therefore 680 \lambda_1 = 425 \lambda_1 + 127.5 \quad , \quad \lambda_1 = 0.5 \text{ m}$$

$$\therefore v = \lambda_1 v_1 = 0.5 \times 680 = 340 \text{ m/s}$$

(٢)

من الشكلين نجد أن الموجة انتقلت مسافة تمثل ربع طول موجي خلال زمن 0.025 s
 $\therefore v = \frac{N}{t} = \frac{0.25}{0.025} = 10 \text{ Hz}$

(٣)

من الشكل البياني : المنحنى A يسبق المنحنى B برقع موجة.

زمن $\frac{1}{4}$ موجة = 2 s

$$\therefore T = 4 \times 2 = 8 \text{ s} \quad , \quad v = \frac{1}{T} = \frac{1}{8} = 0.125 \text{ Hz}$$

$$\lambda = 20 \text{ m}$$

$$v = \lambda v = 20 \times 0.125 = 2.5 \text{ m/s}$$

من الشكل البياني :

إجابات الوحدة الثانية

3

الدرس الأول

أولاً : إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

رقم السؤال	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
الإجابة	ب	ب	ب	د (١)	د	د	ج	ج (١)	د (٢)
رقم السؤال	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨
الإجابة	ج	د	ج	د	د	ج	أ	ج	ب
رقم السؤال	٢٠	٢١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥	٢٦	٢٧	٢٨
الإجابة	ب	د	ج	ب	أ	أ	د (٢)	ب	د
رقم السؤال	٢٩	٣٠	٣١	٣٢	٣٣	٣٤	٣٥	٣٦	٣٧
الإجابة	أ	د	ب	ب	ج	د	ب	د	ب (٢)
رقم السؤال	٣٨	٣٩	٤٠	٤١	٤٢	٤٣	٤٤	٤٥	٤٦
الإجابة	ج	د	أ	ج	ج	أ	أ	د (١)	ج
رقم السؤال	٤٦	٤٧	٤٨	٤٩	٥٠				
الإجابة	ج	ج (١)	ب (٢)	أ	ب				

⊖ (١)

$$\therefore \theta + \alpha = 60^\circ$$

∴ تكون الزاوية α لها أكبر قيمة عند أقل قيمة ممكنة للزاوية θ

$$\therefore n = \frac{\sin \phi}{\sin \theta}$$

∴ زاوية سقوط الشعاع (θ) ثابتة.

$$\therefore n \propto \frac{1}{\sin \theta}$$

∴ أقل قيمة للزاوية θ تتحقق عند أكبر قيمة لمعامل الانكسار المطلق.

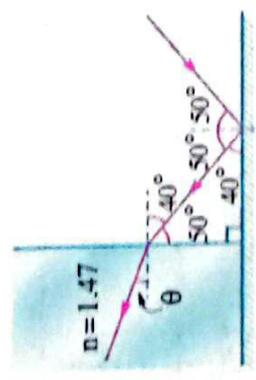
∴ الاختيار الصحيح هو ⊖ (١)

⊖ (٢)

$$\therefore n = \frac{\sin \phi}{\sin \theta}$$

$$\therefore 1.47 = \frac{\sin 40}{\sin \theta}$$

$$\therefore \theta = 25.9^\circ$$



⊖ (١) ⊕

$$\therefore n (\text{ماء}) = \frac{\sin \phi}{\sin \theta} \quad \therefore 1.33 = \frac{\sin \phi}{\sin 30} \quad \therefore \phi = 41.68^\circ$$

⊖ (٢)

يسقط الشعاع عمودياً على سطح المرآة فينعكس على نفسه ويسقط على السطح

الفاصل بزاوية 30°

$$\therefore n \sin \phi = n (\text{هواء}) \sin \theta \quad \therefore 1.33 \sin 30 = \sin \theta \quad \therefore \theta = 41.68^\circ$$

⊖ (١)

عند سقوط الشعاع الضوئي من الهواء على سطح نصف الكرة عند مركزها فإنه ينكسر ويسقط

عمودياً على السطح الداخلي للكرة لأن الشعاع المنكسر في هذه الحالة يمثل نصف قطر

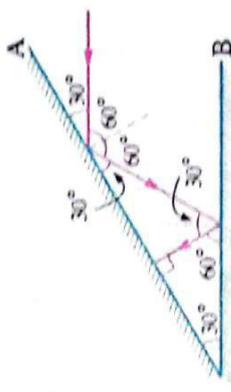
∴ زاوية السقوط على السطح الداخلي لنصف الكرة تساوي صفر.

∴ زاوية الخروج تساوي 0°

⊖ (١)

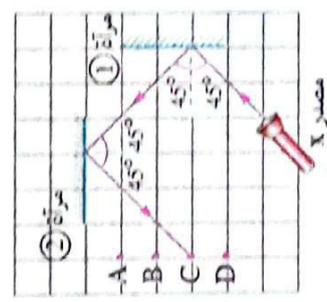
⊖ (٢)

بتطبيق قانوني انعكاس الضوء ومن هندسة الشكل:



⊖ (١)

بتطبيق قانوني انعكاس الضوء:



∴ الاختيار الصحيح هو ⊖ (١)

⊖ (١)

زاوية السقوط = زاوية الانعكاس = 38°

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \theta}{\sin \phi} \quad \therefore \frac{1.22}{1.58} = \frac{\sin 38}{\sin \theta} \quad \therefore \theta = 52.88^\circ$$

⊖ (١)

∴ الشعاع الضوئي ينتقل من وسط أقل كثافة ضوئية إلى وسط أكبر كثافة ضوئية.

∴ الشعاع الضوئي ينكسر مقترناً من العمود.

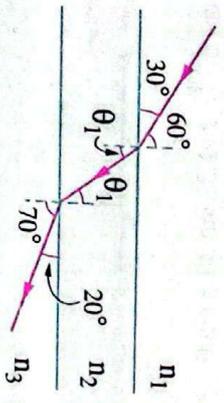
$$\therefore n = \frac{\sin \phi}{\sin \theta} = \frac{\sin 52}{\sin (52 - 19)} = 1.45$$

∴ عند انتقال الشعاع من الوسط (1) إلى الوسط (2) انكسر الشعاع مقترباً من العمود.

∴ $n_2 > n_1$ ①

∴ عند انتقال الشعاع من الوسط (2) إلى الوسط (3) انكسر الشعاع مبتعداً عن العمود.

∴ $n_2 > n_3$ ②



∴ $n_1 \sin 60 = n_2 \sin \theta_1$, $n_2 \sin \theta_1 = n_3 \sin 70$

∴ $n_1 \sin 60 = n_3 \sin 70$

∴ $\frac{n_3}{n_1} = \frac{\sin 60}{\sin 70}$, $n_3 < n_1$ ③

من ③، ②، ①

$n_2 > n_1 > n_3$

∴ $n = \frac{c}{v}$ ∴ $n \propto \frac{1}{v}$ ∴ $v_2 < v_1 < v_3$

⊖ (٧)

⊖ (٤٨)

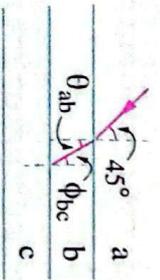
عند انتقال الشعاع الضوئي من الوسط (a) إلى الوسط (b)

$\frac{v_a}{v_b} = \frac{\sin \phi_{ab}}{\sin \theta_{ab}}$

$\frac{1.4 v_b}{v_b} = \frac{\sin 45}{\sin \theta_{ab}}$

∴ $\theta_{ab} = 30.34^\circ$

∴ $\theta_{ab} = \phi_{bc}$ (بالتبادل)



∴ $\phi_{bc} = 30.34^\circ$

⊖ (١١) ٤٧

∴ $n = \frac{\sin \phi}{\sin \theta}$

∴ $n \propto \frac{1}{\sin \theta}$

∴ $n = \frac{c}{v}$

∴ $n \propto \frac{1}{v}$

∴ $\theta_1 > \theta_2$

∴ $n_1 < n_2$

∴ $v_1 > v_2$

∴ قيمة (c) ثابتة.

∴ زاوية السقوط (φ) ثابتة في الشكلين.

∴ الاختيار الصحيح هو (د)

⊖ (١١) ٤٤

$\phi = 90 - 35 = 55^\circ$

∴ $\tan \theta = \frac{3}{4}$

∴ $\theta = 36.87^\circ$

∴ $n = \frac{\sin \phi}{\sin \theta}$

∴ $n = \frac{\sin 55}{\sin 36.87} = 1.37$

∴ $1.37 = \frac{3 \times 10^8}{v}$

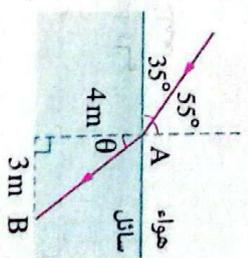
∴ $v = 2.19 \times 10^8 \text{ m/s}$

$AB = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \text{ m}$

∴ $\sin 36.87 = \frac{3}{AB}$

∴ $AB = 5 \text{ m}$

∴ $t = \frac{x}{v} = \frac{AB}{v} = \frac{5}{2.19 \times 10^8} = 2.28 \times 10^{-8} \text{ s}$



⊖ (٧)

من هندسة الشكل :

أو

(٧) لأنه عندما يكون خارج العرفة :

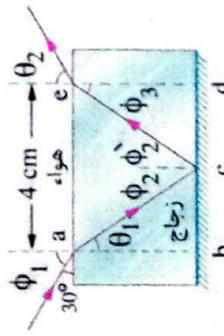
- * فلام شديد فإن شدة الضوء النافذ من الخارج إلى داخل العرفة تكاد تكون منعدمة لذلك يرى الشخص صورته بفعل الجزء القليل المنعكس من الضوء داخل العرفة على الزجاج .
- * مضيئاً فإن شدة الضوء النافذ من الخارج إلى داخل العرفة تكون أكبر من شدة الضوء المنعكس من داخل العرفة لذلك يصعب رؤية الشخص لصورته بالانعكاس .

(٧) * لأن معامل الانكسار المطلق لأي وسط مادي يتعين من العلاقة $(n = \frac{c}{v})$ وسرعة الضوء

في الفراغ (c) أكبر من سرعته في أي وسط مادي (v) فتكون النسبة دائماً أكبر من الواحد .

- * بينما معامل الانكسار النسبي يتعين من العلاقة $(n_2 = \frac{v_1}{v_2})$ ، فإذا كانت سرعة الضوء في الوسط الأول (v_1) أقل من سرعته في الوسط الثاني (v_2) تكون النسبة بينهما أقل من الواحد ، وإذا كانت $(v_2 > v_1)$ تكون النسبة بينهما أكبر من الواحد .

(٨) نعم ، لأن معامل انكسار الزجاج يختلف باختلاف الطول الموجي للضوء الساقط عليه وبالتالي تختلف زاوية انكسار الضوء الأزرق عن الضوء الأحمر لنفس زاوية السقوط .



$$\therefore \phi_1 = 90 - 30 = 60^\circ$$

$$\therefore n = \frac{\sin \phi_1}{\sin \theta_1} = \frac{\sin 60}{\sin 30}$$

$$\therefore \phi_1 = \phi_2 = 30^\circ \quad (\text{بالتبادل})$$

$$\therefore \phi_2 = \phi_3 = 30^\circ$$

(٩) لا تتغير زاوية خروج الشعاع للهواء ، لأنها تعتمد على معامل انكسار وسط السقوط ومعامل انكسار وسط الخروج وزاوية السقوط ، حيث :

$$\textcircled{1} \quad n_{\text{هواء}} \sin \phi_{\text{هواء}} = n_{\text{ماء}} \sin \theta_{\text{ماء}} \quad (\text{سائل})$$

$$\textcircled{2} \quad n_{\text{هواء}} \sin \theta_{\text{هواء}} = n_{\text{سائل}} \sin \alpha \quad (\text{سائل})$$

بمساواة المعادلتين $\textcircled{1}$ ، $\textcircled{2}$:

$$\therefore n_{\text{هواء}} \sin \phi_{\text{هواء}} = n_{\text{هواء}} \sin \alpha$$

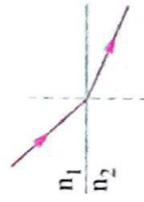
\therefore بإضافة السائل تظل زاوية خروج الشعاع إلى الهواء مساوية لـ α .

(١٠) عند انعكاس شعاع ضوئي عن العملة فإنه يسقط من الماء على السطح الفاصل مع الهواء وبالتالي ينكسر مبتعداً عن العمود ليصل إلى العين فترى العين صورة للعملة على امتداد الشعاع الواصل إليها وبالتالي أثناء انخفاض مستوى الماء تدريجياً من المستوى X إلى المستوى Y فإن صورة العملة تنخفض تدريجياً إلى أسفل .

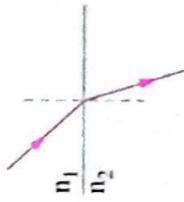
ثانياً إجابات أسئلة المقال

(١) نعم ، يغير الشعاع مساره في الاتجاه (2) ، لأنه زيادة زاوية السقوط تزداد زاوية الانعكاس حيث إن زاوية السقوط = زاوية الانعكاس .

(٢) ينكسر الشعاع مبتعداً عن العمود المقام على السطح الفاصل ، حيث $(n_2 < n_1)$.



(٣) ينكسر الشعاع مقترباً من العمود المقام على السطح الفاصل ، حيث $(n_2 > n_1)$.

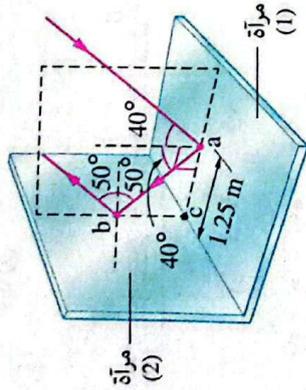


من ①، ②:

$$\hat{\theta} = \hat{a} = \hat{c}$$

$$\therefore \theta = 60^\circ$$

∴ المثلث متساوي الأضلاع.



⊖ (١)

⊕ (٢)

* في المثلث abc:

- الضلع ac (المجاور للزاوية 50°) يساوي 1.25 m

- الضلع ab (الوتر) يمثل المسافة التي قطعها الشعاع من موضع انعكاسه عن المرآة (1) حتى سقوطه على المرآة (2).

$$\therefore \cos 50 = \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}} = \frac{ac}{ab} = \frac{1.25}{ab}$$

$$\therefore ab = 1.94 \text{ m}$$

⊕ (٣)

* في الشكل (١):

بتطبيق قانون سنل

$$\therefore n_1 \sin 26.5 = n_2 \sin 31.7 \quad (1)$$

* في الشكل (٢):

بتطبيق قانون سنل

$$\therefore n_3 \sin 26.5 = n_2 \sin 36.7 \quad (2)$$

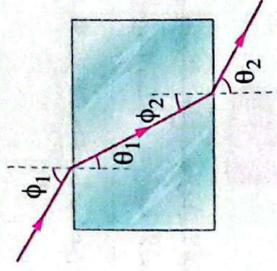
$$\phi_3 = \phi_2 = 30^\circ \quad (\text{بالتبادل})$$

$$\therefore l_{bc} = l_{cd} = \frac{l}{2} = \frac{ae}{2} = 2 \text{ cm} \quad \therefore \tan \phi_3 = \frac{l_{cd}}{l_{cd}}$$

$$\therefore l_{cd} = \frac{l_{cd}}{\tan \phi_3} = \frac{2}{\tan 30} = 3.46 \text{ cm}$$

∴ سُمك متوازي المستطيلات = 3.46 cm

٦



$$\therefore n = \frac{\sin \phi_1}{\sin \theta_1}, \quad n = \frac{\sin \theta_2}{\sin \phi_2}$$

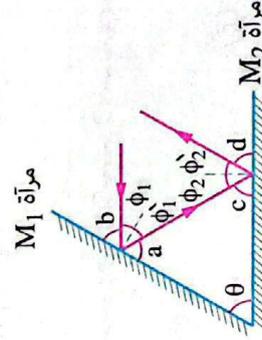
بالتبادل

$$\therefore \theta_1 = \phi_2$$

$$\therefore \phi_1 = \theta_2$$

إجابات أسئلة مستويات التفكير العليا

١

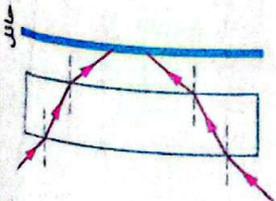


* بتطبيق قانون الانعكاس:

$$\hat{a} = \hat{b}, \quad \hat{c} = \hat{d} \quad (1)$$

* بالتناظر:

$$\hat{\theta} = \hat{b}, \quad \hat{\theta} = \hat{d} \quad (2)$$



١٦ لا، حيث يسبب اللوح الزجاجي إزاحة في مسار الشعاعين الساقطين عليه وبتبعدها عن بعضهما بعد نفاذهما منه وبذلك لا يتقابل الشعاعين على الحائل (كما بالشكل).

إجابات الوحدة الثانية 3

الدرس الثاني

أولاً إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

١٠	ب	٨	أ	٧	د	٦	ب	٥	أ	٤	ج	٣	د	٢	أ	١	ج	رقم السؤال	الاجابة
٢٠	ج	١٨	ب	١٧	أ	١٦	د	١٥	ب	١٤	ب	١٣	د	١٢	ج	١١	ب	رقم السؤال	الاجابة
٣٠	د	٢٨	د	٢٧	ج	٢٦	أ	٢٥	ج	٢٤	أ	٢٣	ب	٢٢	د	٢١	د	رقم السؤال	الاجابة

الإجابات التفصيلية لأسئلة المشار إليها بالعلامة *

$$\Delta y = \frac{x}{N} = \frac{0.6}{3} = 0.2 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{d\Delta y}{R} = \frac{1.6 \times 10^{-3} \times 0.2 \times 10^{-3}}{60 \times 10^{-2}} = 5.33 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$v = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{5.33 \times 10^{-7}} = 5.63 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

بقسمة المعادلة ① على المعادلة ② :

$$\therefore \frac{n_1}{n_3} = \frac{\sin 31.7}{\sin 36.7} = 0.879$$

$$\therefore n_1 \sin 26.5 = n_3 \sin \theta_3$$

$$\therefore \frac{\sin \theta_3}{\sin 26.5} = \frac{n_1}{n_3}$$

$$\therefore \frac{\sin \theta_3}{\sin 26.5} = 0.879, \theta_3 = 23.1^\circ$$

بالتعويض من المعادلة ③ في المعادلة ④ :

$$\therefore \phi + \theta + 90 = 180^\circ \therefore \phi + \theta = 90^\circ$$

$$\therefore \phi = \phi$$

$$\therefore \phi + \theta = 90^\circ$$

$$\therefore n = \frac{\sin \phi}{\sin \theta} = \frac{\sin (90 - \theta)}{\sin \theta} = \frac{\cos \theta}{\sin \theta}$$

$$\therefore 1.5 = \frac{1}{\tan \theta}, \theta = 33.69^\circ$$

بالتعويض من المعادلة ③ في المعادلة ④ :

$$\therefore \tan \phi = \frac{4}{2}$$

$$\therefore \phi = 63.43^\circ$$

$$\therefore n = \frac{\sin \phi}{\sin \theta}$$

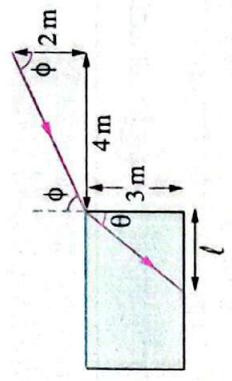
$$\therefore \frac{4}{3} = \frac{\sin 63.43}{\sin \theta}$$

$$\therefore \theta = 42.13^\circ$$

$$\therefore \tan \theta = \frac{l}{3}$$

$$\therefore \tan 42.13 = \frac{l}{3}, l = 2.71 \text{ m}$$

طول الجزء المظلم من قاع الحوض = 2.71 m



⊙ ١٧

$$\begin{aligned} \therefore \Delta y &= \frac{\lambda R}{d} \\ \therefore \Delta y_{(1)} &= \frac{400 \times 1}{d} & \Delta y_{(2)} &= \frac{500 \times 0.5}{2d} & \Delta y_{(3)} &= \frac{450 \times 1.1}{0.5d} & \Delta y_{(4)} &= \frac{600 \times 1.5}{3d} \\ &= 400 & &= 125 & &= 990 & &= 300 \end{aligned}$$

⊙ الاختيار الصحيح هو :

⊙ ١٨

$$\begin{aligned} \Delta y &= \frac{x}{N} = \frac{12}{3} = 4 \text{ mm} \\ R &= \frac{d \Delta y}{\lambda} = \frac{2 \times 0.05 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^{-3}}{500 \times 10^{-9}} = 0.8 \text{ m} \end{aligned}$$

⊙ ١٩

$$\begin{aligned} \therefore \Delta y &= \frac{x}{N} \\ \therefore (\Delta y)_r &= \frac{x}{4} , \quad (\Delta y)_b = \frac{x}{3} \\ \therefore R &= \frac{d \Delta y}{\lambda} \end{aligned}$$

∴ المسافة بين الشقين (d) ثابتة.

$$\begin{aligned} \therefore \frac{R_r}{R_b} &= \frac{(\Delta y)_r \lambda_b}{(\Delta y)_b \lambda_r} = \frac{\left(\frac{x}{4}\right) \lambda_b}{\left(\frac{x}{3}\right) \lambda_r} = \frac{3 \lambda_b}{4 \lambda_r} \\ \therefore \lambda_r &> \lambda_b \\ \therefore \frac{R_r}{R_b} &< 1 \end{aligned}$$

⊙ ٢٠

$$\begin{aligned} \therefore \Delta y &= \frac{\lambda R}{d} \\ \therefore \frac{(\Delta y)_o}{(\Delta y)_v} &= \frac{\lambda_o}{\lambda_v} = \frac{6000}{4000} = \frac{3}{2} , \quad 2 (\Delta y)_o = 3 (\Delta y)_v \end{aligned}$$

∴ قيمة كل من d, R ثابتة.

∴ مركز الهدية المضئة التي زينتها تساوي 3 للضوء البنفسجي تنطبق على مركز الهدية المضئة التي زينتها تساوي 2 للضوء البرتقالي.

⊙ ٢١

∴ قيمة كل من d, R ثابتة.

$$\therefore \Delta y = \frac{\lambda R}{d}$$

$$\therefore \Delta y \propto \lambda$$

$$\therefore n_{(ماء)} > n_{(هواء)}$$

∴ يقل الطول الموجي للضوء المستخدم عند انتشاره في الماء عن الهواء.

$$\therefore (\Delta y)_{ماء} < (\Delta y)_{هواء}$$

∴ يتكون عدد أكبر من الهدب في نفس المسافة ويكون سمك كل منها أقل من سمكها في حالة الهواء.

∴ الاختيار الصحيح هو ⊙

ثانياً إجابات أسئلة المقال

١. تداخل بناء. A : تداخل هدام. B : تداخل بناء.

٢. تبعاً للعلاقة $(\Delta y = \frac{\lambda R}{d})$ ، فإن البعد بين مراكز الهدب المتكونة :

(١) يزداد عند ما تقل المسافة بين الشقين (d).

(٢) يقل عند استخدام ضوء أزرق بدلاً من الضوء الأحمر (أي ينقص الطول الموجي للضوء المستخدم (λ)).

(٣) يزداد عند زيادة المسافة بين حائل استقبال الهدب وحاجز الشقين (R).

٣. (١) أثبت ظاهرة تداخل الضوء.

(٢) وضع حاجزه شق مزدوج أمام المصدر الضوئي أحادي اللون بحيث يقع كل من الشقين على نفس صدر الموجة الأسطوانية.

٤. (١) لأن اتساع الفتحة قد يكون أكبر كثيراً من الطول الموجي للضوء الساقط ولكي يكون حيود الضوء ملحوظاً لا بد من مرور الضوء بفتحة ضيقة اتساعها مقارباً للطول الموجي للموجة الساقطة.

(٢) لأن كلاهما ظاهرة موجية تنشأ عن تراكب الموجات.

٢٥	٢٤	٢٣	٢٢	٢١	٢٠	١٩	١٨	رقم السؤال
د	ج(١)	ب	أ	ب	ج	د	ج	الإجابة

٢٢	٢١	٢٠	٢٩	٢٨	٢٧	٢٦	رقم السؤال
ج	ب	أ	د	ج	د(١)	ب	الإجابة

الإجابات التفصيلية لأسئلة المصراع إليها بالعلامة *

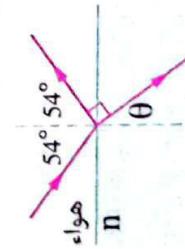
١٣

يمكن أن يحدث انعكاس كلي للشعاع الضوئي عند انتقاله من وسط أكبر كثافة ضوئية إلى وسط أقل كثافة ضوئية.

$$\therefore n_x > n_y, \quad n_y > n_z, \quad n_x > n_y > n_z$$

$$\therefore \sin \phi_c = \frac{1}{n} \quad \therefore (\phi_c)_x < (\phi_c)_y < (\phi_c)_z$$

١٤ د من الشكل :



$$\theta = 180 - (90 + 54) = 36^\circ$$

$$n = \frac{\sin \phi}{\sin \theta} = \frac{\sin 54}{\sin 36} = 1.38$$

$$\sin \phi_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{1.38}, \quad \phi_c = 46.4^\circ$$

١٥ ب

* عند السطح الفاصل بين الوسطين x, y :
الشعاع انكسر متبعاً عن العمود المقام.

①

$$\therefore n_x > n_y$$

* عند السطح الفاصل بين الوسطين y, z :
الشعاع الضوئي انعكس كلياً.

②

$$\therefore n_y > n_z$$

من ①، ② :

$$\therefore n_x > n_y > n_z$$

وسط الانتشار	هدب مظلمة	السرعة	الطول الموجي	التردد	الانعكاس
ثابت	لا تتكون	ثابتة	ثابت	ثابت	الانعكاس
يتغير	لا تتكون	تتغير	يتغير	ثابت	الانعكاس
ثابت	تتكون	ثابتة	ثابت	ثابت	التداخل
ثابت	تتكون	ثابتة	ثابت	ثابت	الحيود

إجابات أسئلة مستويات التفكير العليا

د

$$\therefore \Delta y = \frac{R\lambda}{d} \quad \therefore \frac{(\Delta y)_1}{(\Delta y)_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

$$\therefore \frac{\frac{\Delta y}{2}}{\frac{\Delta y}{2} + 0.01} = \frac{400}{600}, \quad \frac{\Delta y}{\Delta y + 0.02} = \frac{2}{3}, \quad \Delta y = 0.04 \text{ mm}$$

∴ المسافة بين مركز الهدبة المركزية ومركز الهدبة المضيق الثانية في الحالة الأولى :

$$x = N\Delta y = 2 \times 0.04 = 0.08 \text{ mm}$$

إجابات الوحدة الثانية 3

أولاً إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

٩	٨	٧	٦	٥	٤	٣	٢	١	رقم السؤال
أ	د	أ	أ	أ	أ	د	أ	ب	الإجابة

١٧	١٦	١٥	١٤	١٣	١٢	١١	١٠	٩	رقم السؤال
ج(٢)	ب(١)	د	أ	ب	د	أ	ب	أ	الإجابة

١٣

$$\therefore \sin \phi_c = \frac{1}{n}$$

- زيادة الطول الموجي للضوء يقل معامل انكسار الوسط لذلك الضوء.
- زيادة الطول الموجي للضوء تزداد الزاوية الحرجة للوسط لذلك الضوء.
- الشعاع الأخضر خرج مماسًا للسطح الفاصل.
- ينفذ إلى الهواء الضوء الذي له طول موجي أكبر من الأخضر.
- ينفذ إلى الهواء أشعة الضوء الأصفر والبرتقالي والأحمر.

ثانيًا إجابات أسئلة المقال

١

- (١) لأن الشعاع الضوئي قد يسقط بزاوية أصغر من أو تساوي الزاوية الحرجة.
- (٢) لأن هذه الأشعة الضوئية تسقط من الماء (وسط أكبر كثافة ضوئية) على السطح الفاصل مع الهواء (وسط أقل كثافة ضوئية) بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة فيحدث لها انعكاس كلي.

- (٣) بسبب قدرتها على نقل الضوء بكفاءة عالية دون فقد يذكر في الشدة الضوئية، كما أن مرونتها تسمح بتوجيه مسار الضوء خلال الليفة الضوئية لأماكن يصعب وصول الضوء إليها.

- (٤) لأن المنشور العاكس يسبب انعكاسًا كليًا للضوء الساقط عموديًا عليه وبالتالي يقل الفقد في الشدة الضوئية بينما لا يوجد سطح معدني عاكس كفاءة ته 100% كما أن السطح المعدني العاكس تقل كفاءته عندما يفقد بريقه وهذا لا يحدث في المنشور العاكس.

- (٥) نتيجة مرور أشعة الضوء من الهواء البارد في طبقات الهواء العليا (كثافة ضوئية أكبر) إلى الهواء الساخن في طبقات الهواء التي تحتها (كثافة ضوئية أقل) تنكسر الأشعة عدة مرات مبتعدة عن العمود حتى تسقط بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة فيحدث لها انعكاس كلي فترى العين صور مقنونة للأجسام البعيدة على امتدادات الأشعة المنعكسة كليًا كما لو كانت منعكسة على سطح الماء.

٢

- * الشعاع الأول : ينفذ على استقامته إلى الهواء دون أن يعاني أي انحراف أي تكون زاوية

انكساره = 0°

* الشعاع الثاني :

$$\therefore \sin \phi_c = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\therefore \phi_c = 45^\circ$$

- الشعاع يسقط بزاوية 30° أي بزاوية أقل من الزاوية الحرجة بين الوسطين.
- ينكسر الشعاع في الهواء بزاوية انكسار تتعين من العلاقة :

$$\frac{n_{(هواء)}}{n_{(مياه)}} = \frac{\sin \theta}{\sin \theta} , \quad \sin \theta = \sqrt{2} \sin 30^\circ , \quad \theta = 45^\circ$$

- * الشعاع الثالث : ينكسر مماسًا للسطح الفاصل بين السائل والهواء، لأنه ساقط بزاوية 45° أي بزاوية تساوي الزاوية الحرجة بين الوسطين.

- * الشعاع الرابع : ينعكس في السائل انعكاسًا كليًا بزاوية انعكاس = 60°، لأن زاوية سقوطه أكبر من الزاوية الحرجة بين الوسطين.

٣

- (١) بسبب سقوط الضوء في هاتين المنطقتين بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة بين الوسطين فيحدث له انعكاس كلي.

$$\sin \phi_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{1.33}$$

$$\phi_c = 48.75^\circ$$

$$\theta = \phi_c \quad (\text{بالتبادل})$$

$$\theta = 48.75^\circ$$

٤

- (١) لأن الشعاع ساقط عموديًا على السطح الفاصل.

- (٢) لأن الشعاع ساقط من الوسط الأكبر كثافة ضوئية على السطح الفاصل بين الطبقتين بزاوية سقوط أكبر من الزاوية الحرجة.

٥

- (١) فلوريد الألومنيوم وفلوريد الماغنسيوم.

- (٢) كفاءة المنشور (2) أكبر، لأن غشاء فلوريد الألومنيوم وفلوريد الماغنسيوم يقلل من الفقد في الشدة الضوئية عند دخول الأشعة إلى المنشور أو خروجها منه فتزداد كفاءة المنشور.

$$\therefore \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \phi_2}{\sin \theta_1}$$

$$\therefore \frac{1.5}{2} = \frac{\sin 35^\circ}{\sin \theta_1} \quad \therefore \theta_1 = 49.89^\circ$$

$$\therefore \theta_1 = \phi_2 \quad (\text{بالتبادل})$$

$$\therefore \phi_2 = 49.89^\circ$$

$$\therefore \sin(\phi_c)_y = \frac{1}{n_y} = \frac{1}{1.5}$$

$$\therefore (\phi_c)_y = 41.81^\circ$$

∴ الشعاع يسقط على السطح الفاصل مع الهواء بزوايا أكبر من الزاوية الحرجة فيحدث له انعكاس كلي داخل المسائل لإولا يخرج للهواء.

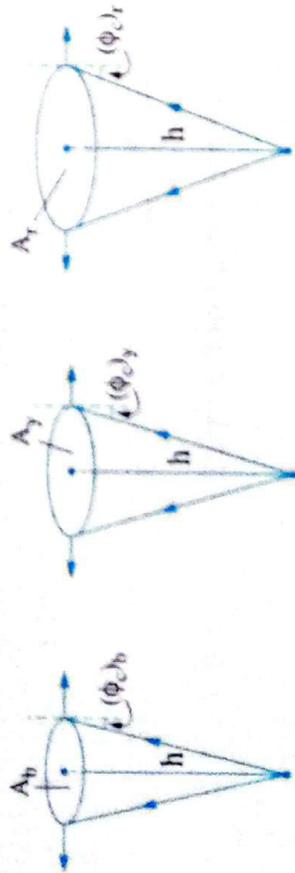
$$\therefore \sin \phi_c = \frac{1}{n}$$

∴ بزيادة الطول الموجي للنضوء يقل معامل انكسار الوسط لهذا النضوء.

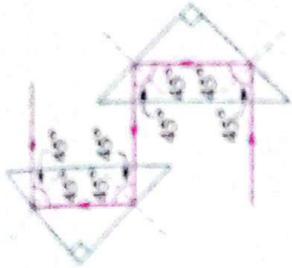
∴ بزيادة الطول الموجي للنضوء تزداد الزاوية الحرجة للوسط مع الهواء لهذا النضوء.

$$\therefore \lambda_f > \lambda_y > \lambda_b$$

$$\therefore (\phi_c)_f > (\phi_c)_y > (\phi_c)_b$$



كلما زادت الزاوية الحرجة بزيادة مدى قيم زوايا السقوط للأشعة التي يمكن أن تنفذ إلى الهواء، فيزداد نصف قطر البقعة الدائرية المتكونة على سطح الماء فتكون: $A_f > A_y > A_b$



∴ بالنسبة للشعاع الأحمر:

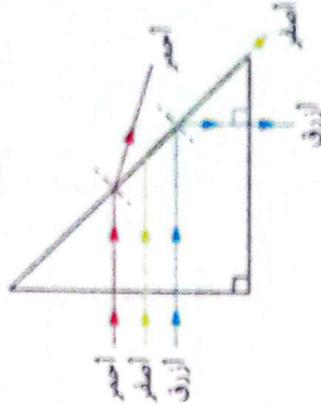
$$\therefore \lambda_r > \lambda_v \quad (\text{أصفر})$$

$$\therefore n_r < n_v \quad (\text{أصفر})$$

$$\therefore (\phi_c)_r > (\phi_c)_v \quad (\text{أصفر})$$

$$\therefore \phi_r > \phi_v \quad (\text{أصفر})$$

$$\therefore \lambda_r < \lambda_v \quad (\text{أصفر})$$



∴ الشعاع الأحمر ينكسر متبعًا عن العمود.

∴ بالنسبة للشعاع الأزرق:

$$\therefore \lambda_r < \lambda_v \quad (\text{أصفر})$$

$$\therefore n_r < n_v \quad (\text{أصفر})$$

$$\therefore \phi_r > \phi_v \quad (\text{أصفر})$$

∴ الشعاع الأزرق ينكسر كليًا داخل المنشور ويسقط عموديًا على ضلع الزاوية القائمة الأخر وينفذ على استقامة.

$$\therefore \sin(\phi_c)_{xy} = \frac{n_y}{n_x} = \frac{1.5}{2}$$

$$\therefore (\phi_c)_{xy} = 48.59^\circ$$

∴ الشعاع يسقط على السطح الفاصل بين المسائلين x, y بزاوية أقل من الزاوية الحرجة.

∴ ينكسر الشعاع داخل المسائل y

إجابات أسئلة مستويات التفكير العليا



* في الحالة الثانية :

الزاوية (α) زادت .

تقل زاوية السقوط (ϕ_1) للشمع من الوسط (K) على السطح الفاصل مع الوسط (L).

$$\therefore \frac{n_L}{n_K} = \frac{\sin \phi_1}{\sin \theta_1}$$

حيث (θ_1) زاوية انكسار الشعاع في الوسط (L).

∴ النسبة $\left(\frac{n_L}{n_K}\right)$ ثابتة .

∴ تقل الزاوية θ_1

∴ $\theta_1 = \phi_2$ (بالتبادل)

حيث (ϕ_2) زاوية سقوط الشعاع من الوسط (L) على السطح الفاصل مع الوسط (M).

∴ تقل الزاوية ϕ_2 وتصبح أقل من الزاوية الحرجة بين الوسطين L, M.

∴ ينكسر الشعاع متبعًا عن العمود المقام .

④

∴ الشعاع ① حدث له انعكاس كلي في الوسط z

∴ الشعاع ② انكسر مماس للسطح الفاصل بين الوسطين x, z

∴ $n_z > n_y$

∴ $n_z > n_x$

∴ $(\phi_c)_{zy} < (\phi_c)_{zx}$

∴ $\sin \phi_c = \frac{n}{n_c}$ أقل أكبر

∴ $n_y < n_x$

$$\frac{n_y}{n_z} < \frac{n_x}{n_z}$$

$$\therefore n_z > n_x > n_y$$

⑤

عند مرور شعاع ضوئي من الزجاج إلى الماء ثم إلى الهواء، فإن زاوية خروج الشعاع إلى الهواء :

* تعتمد على معامل انكسار كل من الزجاج والهواء وزاوية سقوط الشعاع في الزجاج .

* لا تعتمد على معامل انكسار الماء .

∴ يخرج الشعاع بعد إضافة الماء كما في الحالة الأولى أي مماثلًا للسطح الفاصل .

∴ زاوية خروج الشعاع للهواء تساوي 90°

① من الرسم نجد أن :

$$(\phi_c)_x > (\phi_c)_z > (\phi_c)_y$$

$$\therefore \sin \phi_c = \frac{1}{n} \quad \therefore n_x < n_z < n_y$$

$$\therefore n = \frac{c}{v} \quad \therefore v_x > v_z > v_y$$

∴ الاختيار الصحيح هو ①

②

* عند سقوط الشعاع الضوئي على السطح الخارجي للشرجة :

$$n = \frac{\sin \phi}{\sin \theta} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin \theta} \quad \text{①}$$

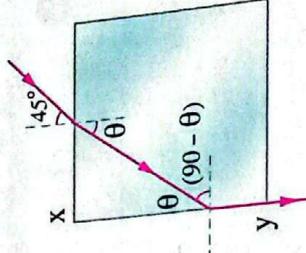
* عند سقوط الشعاع الضوئي داخل الشرجة :

$$n = \frac{\sin 90^\circ}{\sin (90^\circ - \theta)} = \frac{1}{\cos \theta} \quad \text{②}$$

من المعادلتين ①، ② :

$$\frac{\sin 45^\circ}{\sin \theta} = \frac{1}{\cos \theta} \quad , \quad \sin 45^\circ = \frac{\sin \theta}{\cos \theta} = \tan \theta$$

$$\theta = 35.26^\circ \quad , \quad n = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 35.26^\circ} = 1.225$$



③

* في الحالة الأولى :

∴ الشعاع انكسر مماثلًا عند انتقاله من الوسط (L) إلى الوسط (M).

∴ $n_M < n_L$

أولاً إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

رقم السؤال	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
الإجابة	د	ب	أ	د	د	ب (٧) →	→	→	→	→

رقم السؤال	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩
الإجابة	ب	أ	د	ب	ب	ب (٧) →	→	→	أ

رقم السؤال	٢٠	٢١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥	٢٦	٢٧	٢٨	٢٩
الإجابة	ب	ج	د	ب	أ	د	ب	→	→	ب

رقم السؤال	٣٠	٣١	٣٢
الإجابة	أ	ب	أ

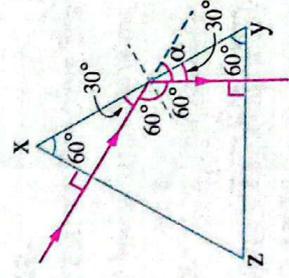
الإجابات التفصيلية للأسئلة المشار إليها بالعلامة *

٩ →

∴ $\alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$
 ∴ $\phi_1 > \theta_2$
 ∴ $\phi_1 + \theta_2 = 2A$
 ∴ $2A > \phi_1 > A$

∴ الاختيار الصحيح هو (ج)

١٣ ∴ الشعاع الضوئي يسقط عمودياً على الوجه XZ



∴ $\phi_1 = \theta_1 = 0^\circ$
 ∴ $A = \theta_1 + \phi_2$
 ∴ $\phi_2 = A = 60^\circ$
 ∴ $\sin \phi_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{\sqrt{2}}$
 ∴ $\phi_c = 45^\circ$, $\phi_2 > \phi_c$

∴ ينعكس الشعاع كلياً عند الوجه XY وينحرف عن مساره بزاوية 60°

١١ →

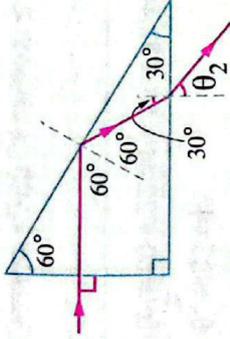
$A = \theta_1 + \phi_2$

∴ $\phi_1 = \theta_1 = 0^\circ$

∴ $\phi_2 = A = 60^\circ$

∴ $\sin \phi_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{1.5}$

∴ $\phi_c = 41.81^\circ$



* بمقارنة زاوية السقوط الثانية (ϕ_2) بالزاوية الحرجة لمادة المنشور (ϕ_c) نجد أن: $\phi_2 > \phi_c$
 ∴ ينعكس الشعاع انعكاساً كلياً داخل المنشور ويسقط على الوجه الآخر للمنشور بزاوية 30° وهي أقل من الزاوية الحرجة فيخرج بزاوية خروج θ_2

* بتطبيق قانون سنل:

∴ $\sin \theta_2 = 1.5 \times \sin 30^\circ$ ∴ $\theta_2 = 48.59^\circ$

١٤ ∴

∴ $A = \theta_1 + \phi_2 = 0 + \phi_2 = \phi_2$

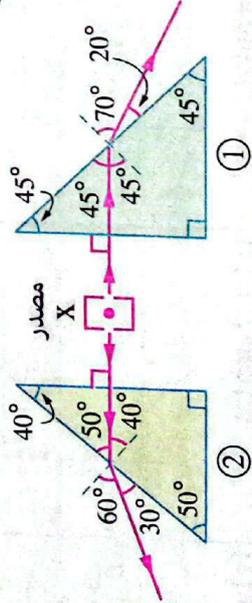
∴ الشعاع يخرج مماساً للسطح الفاصل.

∴ $\phi_2 = \phi_c$

∴ $\sin \phi_c = \frac{v_{(أقل)}}{v_{(أكبر)}} = \frac{0.8c}{c} = 0.8$

∴ $\phi_c = 53^\circ$ ∴ $A = \phi_2 = \phi_c = 53^\circ$

١٦ ∴

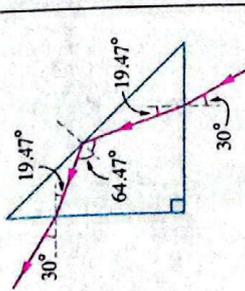


∴ $n_1 = \frac{\sin 70^\circ}{\sin 45^\circ} = 1.33$

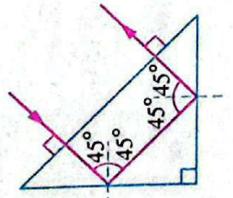
∴ $n_2 = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 40^\circ} = 1.35$

∴ $n_2 > n_1$

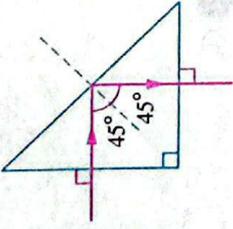
(٤) الشكل (٢)



(٣) الشكل (٣)



(١) الشكل (٤)



إجابات أسئلة مستويات التفكير العلي

١

* بتطبيق قانون سنل عند الانكسار الأول :

$$\sin \phi_1 = n \sin \theta_1 \quad , \quad \sin \theta_1 = \frac{\sin 60}{1.5} \quad , \quad \theta_1 = 35.26^\circ$$

$$\therefore A = \theta_1 + \phi_2$$

$$\therefore 50 = 35.26 + \phi_2$$

$$\therefore \phi_2 = 14.74^\circ$$

$$\therefore \sin \phi_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{1.5}$$

$$\therefore \phi_c = 41.8^\circ$$

$$\therefore \phi_2 < \phi_c$$

$$\therefore \sin \theta_2 = n \sin \phi_2 = 1.5 \sin 14.74$$

$$\therefore \theta_2 = 22.44^\circ$$

$$\therefore \alpha = 60 + 22.44 - 50 = 32.44^\circ$$

٢

* زاوية الانحراف هي الزاوية المحصورة بين امتدادى الشعاع الساقط والشعاع الخارج.

* لا يمكن أن تكون زاوية الانحراف = صفر

* الاختيار ① خطأ.

٣٧

$$\therefore A = \theta_1 + \phi_2 \quad \therefore 60 = \theta + 2\theta = 3\theta \quad \therefore \theta = 20^\circ$$

الشعاع خرج مماساً.

$$\therefore \phi_2 = \phi_c = 2\theta = 40^\circ$$

$$\therefore n = \frac{1}{\sin \phi_c} = \frac{1}{\sin 40} = 1.56$$

بتطبيق قانون سنل عند الانكسار الأول :

$$\therefore \sin \phi = n \sin \theta = 1.56 \sin 20 \quad , \quad \phi = 32.25^\circ$$

ثانياً إجابات أسئلة المقال

١ * زاوية رأس المنشور (A).

* زاوية السقوط الأولى (ϕ_1).

* معامل انكسار مادة المنشور للضوء المستخدم (n).

٢ * معامل الانكسار للمادة المنشور:

$$n_1 = \frac{1}{\sin \phi_c} = \frac{1}{\sin 42} = 1.49$$

$$\sin \phi_c = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1.33}{1.49}$$

$$\phi_c = 63.2^\circ$$

$$A = \theta_1 + \phi_2$$

$$45 = 0 + \phi_2$$

$$\phi_2 = 45^\circ$$

* بمقارنة زاوية السقوط الثانية (ϕ_2) بالزاوية الحرجة بين مادة المنشور والماء (ϕ_c) نجد أن :

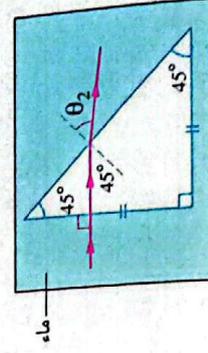
$$\phi_2 < \phi_c$$

* ينكسر الشعاع ويخرج من المنشور بزاوية خروج θ_2 .

* بتطبيق قانون سنل :

$$\therefore n_1 \sin \phi_2 = n_2 \sin \theta_2$$

$$\therefore 1.49 \times \sin 45 = 1.33 \times \sin \theta_2 \quad , \quad \theta_2 = 52.39^\circ$$



* عند وضع المنشور في الماء :

$$\therefore \sin \phi_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\therefore \phi_c = 35.26^\circ$$

$$\therefore A = \theta_1 + \phi_2$$

$$\therefore 60 = \theta_1 + 35.26 \quad , \quad \theta_1 = 24.74^\circ$$

$$\therefore \sin \phi_1 = \sqrt{3} \sin 24.74$$

$$\therefore \phi_1 = 46.46^\circ$$

بتطبيق قانون سنل عند الانكسار الأول :

Ⓐ

* عند سقوط الشعاع الضوئي عمودياً على وجه المنشور الأول، فإنه ينفذ على استقامته.

* بتطبيق قانون سنل عند سقوط الشعاع على السطح الفاصل بين نوعي الزجاج :

$$\therefore n_1 \sin \phi_1 = n_2 \sin \theta_1$$

$$\therefore \sin \theta_1 = \frac{1.3 \times \sin 45}{1.5}$$

$$\therefore \theta_1 = 37.79^\circ$$

$$\therefore 45 = 37.79 + \phi_2$$

$$\therefore \sin \phi_c = \frac{1}{n_2} = \frac{1}{1.5}$$

$$\therefore \phi_c = 41.8^\circ$$

$$\therefore \phi_2 < \phi_c$$

* بتطبيق قانون سنل عند الانكسار الثاني :

$$\therefore \sin \theta_2 = n_2 \sin \phi_2 = 1.5 \times \sin 7.21 \quad , \quad \theta_2 = 10.85^\circ$$

Ⓐ

عند إدارة القرص قليلاً في اتجاه دوران عقارب الساعة تزداد زاوية السقوط الأولى (ϕ_1)،

فتزداد زاوية الانكسار (θ_1) تبعاً للعلاقة ($n = \frac{\sin \phi_1}{\sin \theta_1}$) وتقل زاوية السقوط الثانية (ϕ_2)

تبعاً للعلاقة ($A = \phi_2 + \theta_1$) وبالتالي تقل زاوية الخروج (θ_2) عن 90° تبعاً للعلاقة ($n = \frac{\sin \theta_2}{\sin \phi_2}$)

∴ الاختيار الصحيح هو Ⓐ

* إذا كان الشعاع :

- يسقط عمودياً على وجه المنشور تكون ($\theta_1 = 0^\circ$).

- يخرج عمودياً من وجه المنشور تكون ($\phi_2 = \theta_2 = 0^\circ$).

- يخرج مماساً لوجه المنشور تكون ($\theta_2 = 90^\circ$).

$$\therefore A = \theta_1 + \phi_2 = 60^\circ$$

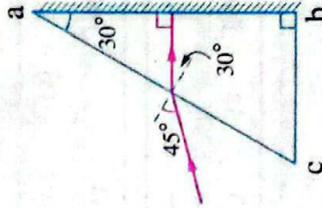
∴ أقصى قيمة ممكنة لكل من ϕ_2 ، θ_1 هي 60° .

∴ الاختياران Ⓑ، Ⓒ خطأ، والاختيار Ⓓ صحيح.

Ⓑ

∴ الشعاع عاد إلى نفس مساره.

∴ الشعاع سقط عمودياً على الوجه ab



$$\therefore \phi_2 = 0^\circ$$

$$\therefore A = \theta_1 + \phi_2$$

$$\therefore \theta_1 = A = 30^\circ$$

$$\therefore n = \frac{\sin \phi_1}{\sin \theta_1} = \frac{\sin 45}{\sin 30} = \sqrt{2}$$

Ⓒ

كلما قلت زاوية سقوط الشعاع الضوئي على المنشور تقل زاوية انكساره داخل المنشور

تبعاً للعلاقة ($n = \frac{\sin \phi_1}{\sin \theta_1}$) فتزداد زاوية السقوط الثانية تبعاً للعلاقة ($A = \theta_1 + \phi_2$).

وعند قيمة معينة لزاوية السقوط الأولى تصبح زاوية السقوط الثانية مساوية للزاوية

الخرجة، فتكون :

∴ الاختيار الصحيح هو Ⓐ

إجابات الوحدة الثانية 3 الدرس الخامس

أولاً إجابات أسئلة الاختبار من متعدد

رقم السؤال	١	٢	٣	٤	٥	٦
الاجابة	ب (٧)	ب (٧)	ب (٢)	ب (٢)	ب (٢)	ب (٢)
رقم السؤال	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
الاجابة	ب (٧)	ب (٢)	ب (٢)	ب (٢)	ب (٢)	ب (٢)
رقم السؤال	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨
الاجابة	ب (٢)	ب (٢)	ب (٢)	ب (٢)	ب (٢)	ب (٢)
رقم السؤال	١٩	٢٠	٢١	٢٢	٢٣	٢٤
الاجابة	ب (٢)	ب (٢)	ب (٢)	ب (٢)	ب (٢)	ب (٢)

الإجابات التفصيلية للأسئلة المشار إليها بالعلامة *

(١) الوضع (X) يمثل النهاية الصغرى للانحراف في المنشور:

$$\therefore \alpha_0 = 30^\circ, \quad \phi_0 = 45^\circ$$

$$\therefore \phi_0 = \frac{\alpha_0 + A}{2} \quad \therefore 45 = \frac{30 + A}{2}, \quad A = 60^\circ$$

$$n = \frac{\sin \phi_0}{\sin \theta_0} = \frac{\sin \phi_0}{\sin \left(\frac{A}{2} \right)} = \frac{\sin 45}{\sin \left(\frac{60}{2} \right)} = \sqrt{2}$$

$$\theta_2 = \phi_1 = \phi_0 = 45^\circ$$

(٢)

المنشور متساوي الأضلاع.

$$\therefore A = 60^\circ$$

$$\begin{aligned} \therefore A &= \theta_1 + \phi_2 & \theta_1 &= 30^\circ \\ \therefore 60 &= 30 + \phi_2 & \phi_2 &= 30^\circ \\ \therefore \theta_1 &= \phi_2 \end{aligned}$$

∴ المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف.

∴ زيادة أو نقصان زاوية السقوط θ_1 تزداد زاوية الانحراف.

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

(١٧)

يكون المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف عندما تكون:

$$\theta_1 = \phi_2$$

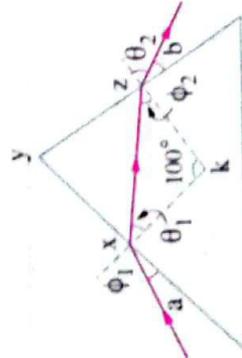
$$\therefore \theta_1 < \phi_2$$

∴ لكي يصبح المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف يجب زيادة θ_1 وتقليل ϕ_2 .

ويتم ذلك عن طريق زيادة زاوية سقوط الشعاع (ϕ_1) حيث:

$$A = \theta_1 + \phi_2, \quad n = \frac{\sin \phi_1}{\sin \theta_1}$$

(١٨) في المثلث xkz:



$$\therefore \theta_1 + \phi_2 + 100 = 180$$

$$\therefore A = \theta_1 + \phi_2$$

$$\therefore A + 100 = 180$$

$$\therefore A = 80^\circ$$

$$\therefore a = b \quad \therefore \theta_1 = \theta_2$$

(٢)

∴ المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف.

$$\therefore \theta_1 = \phi_2 = \frac{A}{2} = \frac{80}{2} = 40^\circ$$

$$\phi_1 = 1.5 \phi_2 = 1.5 \times 40 = 60^\circ$$

(٣) ←

$$n = \frac{\sin \phi_1}{\sin \theta_1} = \frac{\sin 60}{\sin 40} = 1.35$$

(١) ←

$$\therefore n = \frac{n \text{ (منشور) }}{n \text{ (سائل) }} = \frac{\sin \left(\frac{\alpha_0 + A}{2} \right)}{\sin \left(\frac{A}{2} \right)}$$

$$\therefore \frac{1.5}{1.3} = \frac{\sin \left(\frac{\alpha_0 + 60}{2} \right)}{\sin \left(\frac{60}{2} \right)}, \quad \alpha_0 = 10.5^\circ$$

(٢) ←

$$\phi_1 = \phi_0 = \frac{\alpha_0 + A}{2} = \frac{10.5 + 60}{2} = 35.25^\circ$$

ثانياً
إجابات أسئلة المقال

١ يخرج الضوء متفرقاً إلى ألوان الطيف السبعة.

٢ (١) لأن زاوية النهاية الصغرى للانحراف تتعين من العلاقة $n = \frac{\sin \left(\frac{\alpha_0 + A}{2} \right)}{\sin \left(\frac{A}{2} \right)}$ وقيمة معامل انكسار مادة المنشور (n) تختلف باختلاف الطول الموجي للضوء المار خلاله وبالتالي تختلف قيمة زاوية النهاية الصغرى للانحراف باختلاف الطول الموجي.

(٢) لأن الطول الموجي للضوء البنفسجي أقل من الطول الموجي للضوء الأحمر، فيكون معامل انكسار مادة المنشور للضوء البنفسجي أكبر من معامل انكسار مادة المنشور للضوء الأحمر، وبالتالي فإن زاوية انحراف الضوء البنفسجي تكون أكبر من زاوية انحراف الضوء الأحمر.

(٣) لأن معامل انكسار مادة المنشور للضوء يزداد بتقص الطول الموجي للضوء فيكون لكل لون معامل انكسار وبالتالي زاوية انحراف فيخرج الضوء الأبيض متفرقاً لألوانه السبعة من المنشور الثلاثي، بينما متوازي المستطيلات فهو بمثابة منشورين ثلاثيين متماثلين متعاكسين أحدهما يلغي التفرق الحادث بالمنشور الآخر فيخرج منه الضوء دون أن يتفرق.

٣
$$\left(n = \frac{\sin \left(\frac{\alpha_0 + A}{2} \right)}{\sin \left(\frac{A}{2} \right)} \right)$$

* زاوية رأس المنشور (A).
* معامل انكسار مادة المنشور (n)، والذي يعتمد بدوره على نوع مادة المنشور والطول الموجي للضوء المار خلاله.

٤ (١) زاوية النهاية الصغرى للانحراف (α_0).
(٢) زاوية رأس المنشور (A).

إجابات أسئلة مستويات التفكير العليا

١ ←

زيادة زاوية السقوط (ϕ_1) تزداد زاوية الانكسار (θ_1) تبعاً للعلاقة $\left(n = \frac{\sin \phi_1}{\sin \theta_1} \right)$ ، فتقل زاوية السقوط الثانية (ϕ_2) تبعاً للعلاقة $(\phi_2 = \theta_1 + A)$ ، فتقل زاوية خروج الشعاع (θ_2) تبعاً للعلاقة $\left(n = \frac{\sin \theta_2}{\sin \phi_2} \right)$.

$\therefore x < y < z$

∴ يكون ترتيب زوايا خروج هذه الأشعة:

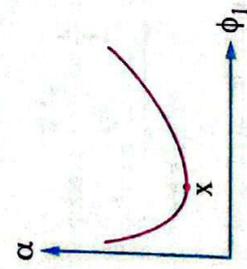
$(\theta_2)_1 > (\theta_2)_2 > (\theta_2)_3$

∴ الاختيار الصحيح هو (ب)

٢ ←

* عند زيادة زاوية سقوط الشعاع الضوئي تقل زاوية الانحراف تدريجياً حتى تصل لقيمة معينة عند النقطة x والتي تمثل أقل قيمة لزاوية الانحراف ويطلق عليها زاوية النهاية الصغرى للانحراف.

* زيادة زاوية السقوط (ϕ_1) بعد هذا الوضع تزداد زاوية الانحراف تدريجياً.



إجابة اختبار 2 على الوحدة الثانية

رقم السؤال	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١
الإجابة	ب	أ	أ	أ	أ	ب	أ	د	د	د	د

رقم السؤال	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠	٢٤:٢١
الإجابة	أ	أ	أ	ب	أ	د	ب	أ	أ	أجب بنفسك

إجابات الوحدة الثالثة

أولاً إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

رقم السؤال	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١
الإجابة	أ	ب	ب	ج	ج	ج	أ	أ	ج	د	ج

رقم السؤال	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠
الإجابة	أ	د	ب	أ	أ	ب	ج	ج(١)	ج(٢)

رقم السؤال	٢١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥	٢٦
الإجابة	د	ج(١)	د(٢)	د(٣)	ب	ج

رقم السؤال	٢٧	٢٨	٢٩	٣٠
الإجابة	ج(١)	د(٢)	أ	أ

الإجابات التفصيلية للأسئلة المشار إليها بالعلامة *

$$\frac{(a_2)_1}{(a_2)_2} = \frac{v_1^2 r_2}{r_1 v_2^2} \Rightarrow \frac{10}{(a_2)_2} = \frac{v_1^2 \times \frac{1}{2} r_1}{r_1 \times 4 v_2^2}$$

$$\frac{10}{(a_2)_2} = \frac{1}{8} \Rightarrow (a_2)_2 = 80 \text{ m/s}^2$$

$$\text{slope} = \frac{\Delta a_c}{\Delta(\frac{1}{r})} = v^2 = \frac{6-0}{0.3-0} = 20 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

$$v = 4.47 \text{ m/s}$$

$$\text{slope} = \frac{\Delta a_c}{\Delta v^2} = \frac{1}{r} = \frac{6-0}{600-0} = \frac{1}{100} \text{ m}^{-1}$$

$$r = \frac{1}{\text{slope}} = 100 \text{ m}$$

$$\therefore v = \frac{2\pi}{T} r$$

∴ جميع الكراسي تتم دورة كاملة في نفس الزمن.

$$\therefore v \propto r$$

فيكون الكرسي الذي يبعد 2 m من المركز متحرك بسرعة أكبر من الكرسي الذي يبعد 1.5 m من المركز.

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(5)^2}{2} = 12.5 \text{ m/s}^2$$

$$F_c = m a_c = 5 \times 12.5 = 62.5 \text{ N}$$

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(10)^2}{10} = 10 \text{ m/s}^2$$

$$m = \frac{w}{g} = \frac{100}{10} = 10 \text{ kg}$$

$$F_c = m a_c = 10 \times 10 = 100 \text{ N}$$

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2 \times 3.14 \times 10}{10} = 6.28 \text{ s}$$

$$2.77 = 2 \times 6.28 = 12.56 \text{ s}$$

٢٤

$$F_c = 0.08 w = 0.08 \text{ mg}$$

$$v = \sqrt{\frac{F_c r}{m}} = \sqrt{\frac{0.08 \text{ mgr}}{m}} = \sqrt{0.08 \times 10 \times 500} = 20 \text{ m/s}$$

٢٥

$$\therefore F_c = m \frac{v^2}{r}$$

$$\therefore \text{slope} = \frac{\Delta F_c}{\Delta v^2} = \frac{30 - 0}{6 - 0} = 5 \text{ kg/m}$$

$$\therefore m = \text{slope} \times r = 5 \times 2 = 10 \text{ kg}$$

ثانياً إجابات أسئلة المقال

١ * القوة التي تخافظ على الحجر في مساره الدائري تؤثر في اتجاه عمودي على اتجاه حركته نحو مركز المسار الدائري.

* لحظة انقطاع الخيط يتحرك الحجر مماثلاً للمسار الدائري عند موضع القطع.

٢ (١) لأن الجسم عندما يتحرك في مسار دائري تكون له عجلة مركزية ناتجة عن تغير اتجاه السرعة فقط وليس عن تغير مقدارها.

(٢) لأن قوة التجاذب المادي بين الأرض والشمس تكون عمودية على اتجاه حركة الأرض فتعمل كقوة جاذبة مركزية تجعلها تتحرك في مسار دائري.

(٣) لأن قوة الاحتكاك بين الطريق وإطارات السيارة تكون عمودية على اتجاه حركة السيارة وفي اتجاه مركز المسار المنحني فتعمل كقوة جاذبة مركزية تجعل السيارة تتحرك في مسار منحنى.

(٤) لأن القوة الجاذبة المركزية المؤثرة على جسم يتحرك في مسار دائري تكون عمودية دائماً على اتجاه حركة الجسم (المماس لحيط الدائرة) فلا تبذل شغل وذلك تبعاً للعلاقة $(W = Fd \cos \theta = Fd \cos 90 = 0)$.

(٥) لتحديد سرعة الحركة التي يُحذر من تجاوزها على هذه المنحنيات حيث $(F_c = \frac{mv^2}{r})$.

٣ لأنه تبعاً للعلاقة $(F_c = \frac{mv^2}{r})$ تتناسب القوة الجاذبة المركزية طردياً مع مربع السرعة $(F_c \propto v^2)$ فعندما تقل السرعة تقل القوة الجاذبة المركزية اللازمة لإبقاء السيارة على الطريق المنحني فلا تخرج عن مسارها.

٤ المسار الزلق يعمل على تقليل قوة الاحتكاك بين إطارات السيارة والطريق والتي تعمل كقوة جاذبة مركزية فبالتالي تكون قوة الاحتكاك غير كافية لاحتفاظ السيارة بنفس المسار المنحني.

٥ تزداد القوة الجاذبة المركزية اللازمة لحفظ السيارات في هذه المنحنيات تبعاً للعلاقة $(F_c = \frac{mv^2}{r})$ وبالتالي يزداد خطر حركة السيارات في هذه المنحنيات وتزداد احتمالية وقوع الحوادث.

إجابات أسئلة مستويات التفكير العليا

١

$$\therefore F = \frac{mv^2}{r} \quad \text{①}$$

$$\therefore v = \frac{2\pi r}{T}$$

$$\therefore \frac{F_x}{F_y} = \frac{v_x^2 r_x}{v_y^2 r_x}$$

∴ الكرتان لهما نفس الزمن الدوري (T).

$$\therefore v \propto r \quad , \quad \frac{v_x}{v_y} = \frac{r_x}{r_y}$$

بالتعويض من المعادلة ② في المعادلة ①

$$\therefore \frac{F_x}{F_y} = \frac{r_x^2 r_y}{r_y^2 r_x} = \frac{r_x}{r_y} = \frac{2 r_x}{r_y} = \frac{2}{1}$$

٢ النقطة عند خط الاستواء، لأن النقطة عند خط الاستواء تبعد مسافة أكبر عن محور دوران الأرض من تلك التي عند مداري الجدي أو السرطان حيث $(v \propto r)$ عند ثبوت (T).

إجابات الوحدة الثالثة

5

أولاً إجابات أسئلة الاختيار من متعدد

رقم السؤال	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١
الإجابة	أ	ب	ج	د	د	ج	ج	ج	ب	ب	ج

رقم السؤال	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩
الإجابة	أ	أ (١) ب (٢)	ب	ب	ج	أ	ج	أ (٢) ب (١)

رقم السؤال	٢٠	٢١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥	٢٦	٢٧	٢٨	٢٩
الإجابة	ج (١)	ج (٢)	أ	ب	ب	ب	ج	ج	ج	ج

رقم السؤال	٣٠	٣١	٣٢	٣٣	٣٤	٣٥
الإجابة	ج (١)	ج	أ	د	ج	ب

رقم السؤال	٣٦	٣٧
الإجابة	ج (١) ب (٢)	ج (٢) ب (١)

الإجابات التفصيلية لأسئلة المشار إليها بالعلامة *

$$F = G \frac{Mm}{r^2} = 6.67 \times 10^{-11} \times \frac{8 \times 2}{(20 \times 10^{-2})^2} = 2.67 \times 10^{-8} \text{ N}$$

$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$

$$6.67 \times 10^{-9} = 6.67 \times 10^{-11} \times \frac{m^2}{(2)^2}$$

$$m = 20 \text{ kg}$$

$$F = G \frac{Mm}{r^2} = 6.67 \times 10^{-11} \times \frac{1.9 \times 10^{27} \times 1}{(7.14 \times 10^7)^2} = 24.86 \text{ N}$$

① (١) ١٣

$$g = \frac{GM}{r^2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 1.9 \times 10^{27}}{(7.14 \times 10^7)^2} = 24.86 \text{ m/s}^2$$

① (٢)

حلاً آخر:

$$w = F = mg, \quad g = \frac{F}{m} = \frac{24.86}{1} = 24.86 \text{ m/s}^2$$

$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$

① (١) ١٩

$$\text{slope} = \frac{\Delta F}{\Delta m} = \frac{GM}{r^2} = \frac{180 - 0}{20 - 0} = 9 \text{ N/kg}$$

$$\therefore g = \frac{GM}{r^2}$$

$$\therefore g = \text{slope} = 9 \text{ N/kg}$$

$$r^2 = \frac{GM}{g} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 4.88 \times 10^{24}}{9}$$

① (٢)

$$r = 6 \times 10^3 \text{ km}$$

$$\therefore g = G \frac{M}{r^2}$$

① (٢) ٢١

$$\therefore \frac{g_e}{g_p} = \frac{M_e R_p^2}{M_p R_e^2} = \frac{M_e \times 25 R_e^2}{5 M_e \times R_e^2} = \frac{5}{1}$$

$$\therefore w = mg$$

① (٢)

∴ كتلة الجسم ثابتة ولا تتغير بتغير المكان.

$$\therefore \frac{w_e}{w_p} = \frac{g_e}{g_p} = \frac{5}{1}$$

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(7.7 \times 10^3)^2}{6678 \times 10^3} = 8.9 \text{ m/s}^2$$

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi \times (R+h)}{T} \quad (1)$$

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{G \frac{M}{(R+h)}} \quad (2)$$

بترتيب المعادلتين (1)، (2) ومساواتهم:

$$\frac{4\pi^2 \times (R+h)^2}{T^2} = G \frac{M}{(R+h)}, \quad (R+h)^3 = \frac{GMT^2}{4\pi^2}$$

$$h = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}} - R$$

$$= \sqrt[3]{\frac{6.67 \times 10^{-11} \times 5.98 \times 10^{24} \times (24 \times 60 \times 60)^2}{4 \times (3.14)^2}} - (6378 \times 10^3) = 3.6 \times 10^7 \text{ m}$$

بالتعويض في (2):

$$v = \sqrt{\frac{6.67 \times 10^{-11} \times 5.98 \times 10^{24}}{(6378 \times 10^3) + (3.6 \times 10^7)}} = 3.07 \times 10^3 \text{ m/s}$$

إجابات أسئلة المقال

١) تدور القذيفة في مسار شبه دائري ثابت حول الأرض وتصبح تابعة للأرض.

٢) لأن القمر الصناعي يُطلق بسرعة معينة تتناسب في تساوي انحناء مساره مع انحناء سطح الأرض فيدور القمر الصناعي في مسار شبه دائري ثابت حول الأرض بسرعة مدارية ثابتة نتيجة تأثيره بقوة جذب مركزية نحو الأرض.

٣) لأن السرعة المدارية تتعين من العلاقة $(v = \sqrt{G \frac{M}{r}})$ وحيث إن G ، M كميات فيزيائية ثابتة لذلك فإن $(v \propto \frac{1}{\sqrt{r}})$.

١) ٢٧

$$r_2 = r_1 + h = R + \left(\frac{1}{4} \times 2R\right) = \frac{3}{2}R$$

$$\therefore w = mg$$

$$\therefore g = G \frac{M}{r^2} \quad \therefore w = G \frac{mM}{r^2}$$

$$\therefore \frac{w_1}{w_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}, \quad \frac{45}{w_2} = \frac{\frac{9}{4}R^2}{R^2}$$

$$\therefore w_2 = 20 \text{ N}$$

$$\therefore g = G \frac{M}{r^2} \quad \therefore g = G \frac{M}{r^2} \quad (2)$$

$$\therefore \frac{g_1}{g_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}, \quad \frac{10}{2.5} = \frac{(R+h)^2}{R^2}$$

$$\therefore (R+h)^2 = 4R^2, \quad R+h = 2R, \quad h = R$$

$$\therefore w = mg, \quad g = G \frac{M}{r^2} \quad (3)$$

$$\therefore w = G \frac{mM}{r^2}, \quad \frac{w_p}{w_c} = \frac{M_p r_c^2}{M_c r_p^2}$$

$$\therefore \frac{w_p}{150} = \frac{4M_c r_e^2}{M_c \times (2r_e)^2}, \quad w_p = 150 \text{ N}$$

$$r = R + h = 6378 + 300 = 6678 \text{ km} = 6678 \times 10^3 \text{ m} \quad (4)$$

$$\therefore M = \frac{gR^2}{G}, \quad v = \sqrt{G \frac{M}{r}}$$

$$\therefore v = \sqrt{\frac{G}{r} \times \frac{gR^2}{G}} = \sqrt{\frac{gR^2}{r}} = \sqrt{\frac{9.8 \times (6378 \times 10^3)^2}{6678 \times 10^3}} = 7.7 \times 10^3 \text{ m/s}$$

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2 \times \frac{22}{7} \times 6678 \times 10^3}{7.7 \times 10^3} = 5.45 \times 10^3 \text{ s} \quad (5)$$

(٣) لأنه تبعاً للعلاقة $(v = \sqrt{G \frac{M}{r}})$ ، فإن السرعة المدارية للقمر الصناعي لا تعتمد على كتلته بل تعتمد على كتلة الكوكب الذي يدور حوله وبعد القمر الصناعي عن مركز الكوكب.

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{43153 \times 10^3}{94.4 \times 60} = 7.6 \times 10^3 \text{ m/s} \quad (١)$$

$$r = \frac{43153}{2 \times 3.14} = 6871.497 \text{ km} \quad (٢)$$

$$h = r - R = 6871.497 - 6360 = 5.1 \times 10^2 \text{ km} \quad (٤)$$

(٥)، (٣)، (٥).

لاختلاف شدة مجال الجاذبية الأرضية عند النقطتين وذلك لاختلاف طول قطري الأرض.



إجابات أسئلة مستويات التفكير العليا

(١)

السيارة تتحرك مبتعدة عن إشارة المرور.

∴ تقل قوة التجاذب المادي بين السيارة وإشارة المرور لزيادة البعد بينهما حيث $(F \propto \frac{1}{r^2})$.

∴ السيارة تتحرك بسرعة منتظمة.

$$\therefore r = vt, \quad r \propto t, \quad F \propto \frac{1}{r^2}$$

∴ التمثيل البياني الذي يعبر عن تغير قوة التجاذب المادي (F) بين السيارة وإشارة المرور مع الزمن (t) هو (ب).

(٢)

∴ قوة التجاذب المحصلة المؤثرة على الجسم (Y) في اتجاه الغرب.

$$\therefore F_{xy} > F_{zy}$$

$$\therefore F = G \frac{mM}{r^2}$$

$$\therefore G \frac{m_x m_y}{(2r)^2} > G \frac{m_z m_y}{r^2}$$

$$\therefore \frac{m_x}{4} > m_z, \quad m_x > 4m_z$$

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{GM}{R}}$$

$$\frac{GM}{r} = \frac{1}{4} \left(\frac{GM}{R} \right)$$

$$r = 4R, \quad R + h = 4R, \quad h = 3R$$

(٤)

$$\therefore v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \frac{2\pi r}{T}$$

$$\therefore \frac{GM}{r} = \frac{4\pi^2 r^3}{T^2}, \quad T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM}, \quad T^2 \propto r^3$$

$$\therefore \frac{T_A^2}{T_B^2} = \frac{r_A^3}{r_B^3}, \quad \frac{T_A^2}{(8 \times 10^7)^2} = \frac{(2 \times 10^6)^3}{(1 \times 10^6)^3}$$

$$\therefore T_A = 2.3 \times 10^8 \text{ s}$$

إجابة اختبار 3 على الوحدة الثالثة

رقم السؤال	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١
الإجابة	ج	أ	د	ج	د	ب	ب	ج	ج	ب	ج

رقم السؤال	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠
الإجابة	أ	ب	أ	د	ب	ب	د	ب	ج

إجابة نموذج امتحان 5

رقم السؤال	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
الإجابة	ج	أ	ب	ب	أ	أ	أ	ج	ب	ج	أ

رقم السؤال	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21: 24
الإجابة	ج	أ	د	د	ب	د	أ	ج	ج	أجب بنفسك

إجابة نموذج امتحان 6

رقم السؤال	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
الإجابة	ج	ج	ج	د	د	د	ب	ب	د	د	ب

رقم السؤال	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21: 24
الإجابة	د	أ	أ	أ	أ	أ	ج	ب	ج	أجب بنفسك

إجابة نموذج امتحان 7

رقم السؤال	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
الإجابة	ج	أ	ج	د	أ	د	ب	ب	د	د	د

رقم السؤال	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21: 24
الإجابة	د	ج	ب	د	ب	أ	د	د	ج	أجب بنفسك

إجابة نموذج امتحان 8

رقم السؤال	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
الإجابة	أ	أ	د	د	ج	ب	ب	ب	ج	أ	ب

رقم السؤال	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21: 24
الإجابة	أ	د	ج	د	ب	ب	ب	ب	ج	أجب بنفسك

إجابة نموذج امتحان 1

رقم السؤال	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
الإجابة	ج	د	ج	ج	ب	ب	ب	ب	أ	د	د

رقم السؤال	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21: 24
الإجابة	أ	ج	أ	أ	د	ج	ب	ب	د	أجب بنفسك

إجابة نموذج امتحان 2

رقم السؤال	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
الإجابة	ب	ج	ج	د	د	د	ب	د	ج	د	ج

رقم السؤال	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21: 24
الإجابة	أ	ب	أ	ب	ب	أ	أ	ج	ج	أجب بنفسك

إجابة نموذج امتحان 3

رقم السؤال	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
الإجابة	ج	د	د	أ	ب	د	ج	أ	ب	أ	ج

رقم السؤال	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21: 24
الإجابة	ب	ج	ج	أ	أ	د	د	أ	ب	أجب بنفسك

إجابة نموذج امتحان 4

رقم السؤال	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
الإجابة	ج	ب	ج	ج	ب	د	أ	ج	د	أ	د

رقم السؤال	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21: 24
الإجابة	ج	ج	ب	د	ب	ب	د	ج	د	أجب بنفسك

في عامك الدراسي القادم



مقدم من قناة ثانوية ثانوى الرسيف
@Sanaye20011

للمصف 3
الثانوى

احرص على اقتناء

كتب

الامتحانات

في جميع المواد

ترخيص وزارة التربية والتعليم ١٠٤-١٣-١-٩٤

الضرياء

2026

الآن بجميع المكتبات

سلسلة كتب الامتحان في:

- الكيمياء
- الجغرافيا
- التاريخ
- اللغة العربية
- علم النفس والاجتماع



- أدخل كودك الشخصي الموجود على ظهر الغلاف
- لمزيد من المعلومات انظر صفحة ٣



كتب الامتحان

لا يخرج عنها أى امتحان



الدولية للطبع والنشر والتوزيع
القاهرة - القاهرة

تليفون: ٢٥٩٤٢٢٣ - ٢٥٨٨٥٥٥٥ - ٢/٢٥٨٨٨٨٨٦

الخط الساخن ١٥٠١٤

www.gpseducation.com

