2026

المراجعة النهائية في الفيزياء الحديثة

محتوي الكتاب :

- شرح نظري تفصيلي
- افكار حل النظري و افكار المسائل
- حل اسئلة على كل فكرة من النماذج الاسترشادية
- والسنوات السابقة للوزارة
- ملحق جزء لبنك أسئلة علي كل درس

الدكتور
في الفيزياء

الفصل الخامس
الدرس الاول

* يندرج كل ما درسناه فى الفصول السابقة تحت ما يسمى الفيزياء الكلاسيكية، وهى الفيزياء التى تفسر المشاهدات اليومية والتجارب المعتادة مثل: ميكانيكا نيوتن، والحرارة والكهرومغناطيسية والموجات والبصريات

* فى نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين أفضت العديد من التجارب والظواهر المكتشفة حديثًا إلى نتائج لا تخضع لتفسيرات قوانين الفيزياء الكلاسيكية مثل :

- الظواهر الإلكترونية التى هى أساس نظم الإلكترونيات والاتصالات الحديثة
- دراسة الأطياف الذرية
- التفاعلات الكيميائية على مستوى الجزىء

هل تعلم ؟
تمكن العالم أحمد زويل من تصوير بعض التفاعلات بين الجزيئات فى أزمنة صغيرة جدًا تقدر بالفيمتوثانية باستخدام كاميرا الليزر فائقة السرعة بما أهله للفوز بجائزة نوبل للكيمياء عام ١٩٩٩م

* فى محاولة لتفسير هذه المشاهدات نشأ فرع جديد يطلق عليه فيزياء الكم، وهو فرع يتعامل مع الظواهر العلمية على المستوى الذرى أو دون الذرى والتى قد لا نراها فى حياتنا اليومية بصورة مباشرة ولكن ندرك أثرها

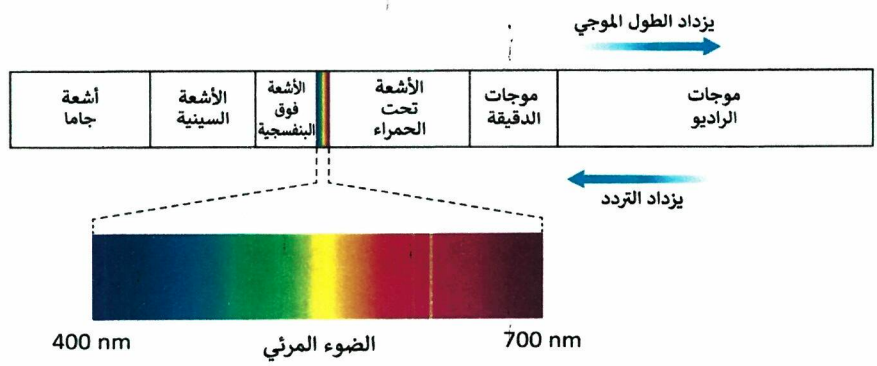
* مما سبق يمكن تعريف كل من الفيزياء الكلاسيكية وفيزياء الكم كالتالى :

الفيزياء الكلاسيكية
الفيزياء التى تمكننا من تفسير المشاهدات اليومية والتجارب المعتادة مثل دراستنا للحرارة والكهرباء والموجات كالصوت والضوء وخصائصها

فيزياء الكم
الفيزياء التى تمكننا من دراسة وتفسير ظواهر على المستوى الذرى مثل دراسة الأطياف الذرية والظواهر الإلكترونية أو على مستوى الجزىء مثل دراسة التفاعلات الكيميائية

الطيف الكهرومغناطيسي

* درست فيما سبق أن الموجات الكهرومغناطيسية تختلف فى التردد (الطاقة) والطول الموجى كما بالشكل :



* نلاحظ من الشكل السابق أن الطيف الكهرومغناطيسى يتضمن الضوء المرئى كأحد مكوناته

* **الخصائص الموجية للطيف الكهرومغناطيسى**

1- الانتشار فى خطوط مستقيمة

2- الانعكاس والانكسار والتداخل والحيود.

3- لا يحتاج وسط مادى لانتشاره

4- ينتشر فى الفراغ بسرعة ثابتة قدرها $(3\times10^8 m/s)$

5- يتناسب الطول الموجى (λ) للإشعاع الكهرومغناطيسى المنتشر فى وسط ما تناسبًا عكسيًا مع تردده (υ)

* سندرس فى هذا الفصل بعض الظواهر التى لم تتمكن الفيزياء الكلاسيكية من تفسيرها ولكن تم تفسيرها عن طريق فيزياء الكم **ومنها :**

1- اشعاع الجسم الاسود

2- الانبعاث الحراري والتأثيرالكهروضوئي

3- ظاهره كومتون

(1) إشعاع الجسم الأسود

* عندما يسقط إشعاع على جسم ما، ينعكس جزء منه ويمتص الباقى بحيث :

- تمتص الأجسام الداكنة معظم الإشعاع الساقط عليها

- تعكس الأجسام ذات الألوان الفاتحة معظم الإشعاع الساقط عليها

* تعيد الأجسام إشعاع جزء من الإشعاع الممتص إلى الوسط المحيط بحيث يكون الامتصاص والانبعاث بصورة مستمرة وعندما يتساوى معدل الامتصاص مع معدل الانبعاث تصبح درجة حرارة الجسم ثابتة ويكون الجسم الممتص الجيد للإشعاع هو أيضًا باعث جيد

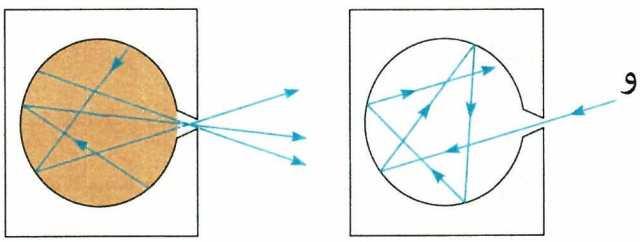
* يحاول العلماء دراسة أبسط الحالات أو الحالات المثالية أولًا للحصول على الرؤية اللازمة لتحليل الحالات الأكثر تعقيدًا وبالنسبة لدراسة الإشعاع المنبعث من الأجسام فإن أبسط حالة هى الجسم الأسود الذى يتميز بالخاصية المثالية حيث إنه جسم افتراضى يمتص كل الإشعاع الساقط عليه (ممتص مثالى) ولا يعكس أى شىء ثم يعيد إشعاع الإشعاع الممتص مرة أخرى (باعث مثالى)

* مما سبق يمكن تعريف الجسم الأسود كالتالى :

الجسم الأسود :

جسم يمتص كل ما يسقط عليه من أشعة ذات أطوال موجية مختلفة (ممتص مثالى) ثم يعيد إشعاعها مرة أخرى (باعث مثالى)

* لفهم إشعاع الجسم الأسود يمكننا تصور تجويف مغلق به ثقب صغير وما بداخل هذا التجويف يبدو أسود، وذلك لأن :



تصور للجسم الأسود

- الشعاع الذى يدخل الثقب سينعكس عدة مرات داخل التجويف ويمتص فى النهاية
- لا يخرج من هذا الإشعاع إلا جزء صغير (حسب درجة حرارة التجويف) يمكن اعتباره إشعاع صادر عن جسم أسود

* لاحظ العلماء أن مدى الإشعاع الكهرومغناطيسى المنبعث من الجسم (إشعاع الجسم الأسود) وكذلك شدته (المعدل الزمنى للطاقة التى يشعها الجسم لوحدة المساحة) يعتمدا على درجة حرارة الجسم الأسود، وبالتالى يمكن تقسيم الأجسام التى ينبعث منها إشعاع كهرومغناطيسى إلى:

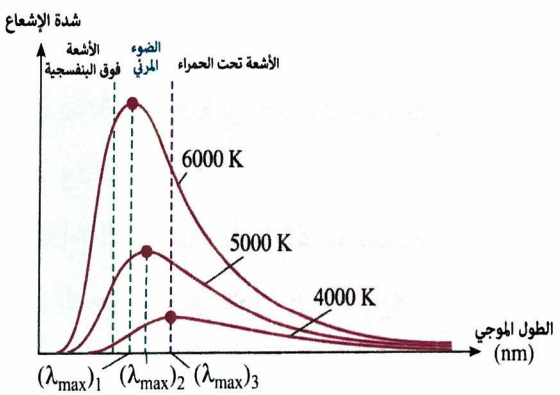
أجسام متوهجة	أجسام غير متوهجة
أجسام يكون معظم الإشعاع الصادر منها فى مدى الإشعاع الضوئى والإشعاع الحرارى	أجسام يكون معظم الإشعاع الصادر منها فى مدى الإشعاع الحرارى (الغير مرئى)
مثل	
الشمس ، فتيلة مصباح متوهج ، النجوم ، قطعة الفحم المتقدة	الأرض ، الكائنات الحية

منحنى بلانك

* يتم دراسة الإشعاع الصادر من أجسام مختلفة عند درجات حرارة مختلفة عن طريق تمثيل العلاقة بيانيًا بين شدة الإشعاع والطول الموجى له وسميت هذه العلاقة بـ "منحنى بلانك"

منحنى بلانك

منحنى يوضح العلاقة البيانية بين شدة الإشعاع الصادر من الجسم المشع والطول الموجى للطيف المنبعث عند درجة حرارة معينة



*** من الشكل المقابل يمكن وصف منحنى بلانك كالتالى:**

1- عند الأطوال الموجية الطويلة جدًا والقصيرة جدًا تقترب شدة الإشعاع من الصفر

2- عند قيمة معينة للطول الموجى (λ_{max}) تكون شدة الإشعاع قيمة عظمى (قمة المنحنى)

3- بارتفاع درجة حرارة الجسم :

- تزداد الشدة الكلية للإشعاع الصادر عنه أى تزداد المساحة تحت المنحنى

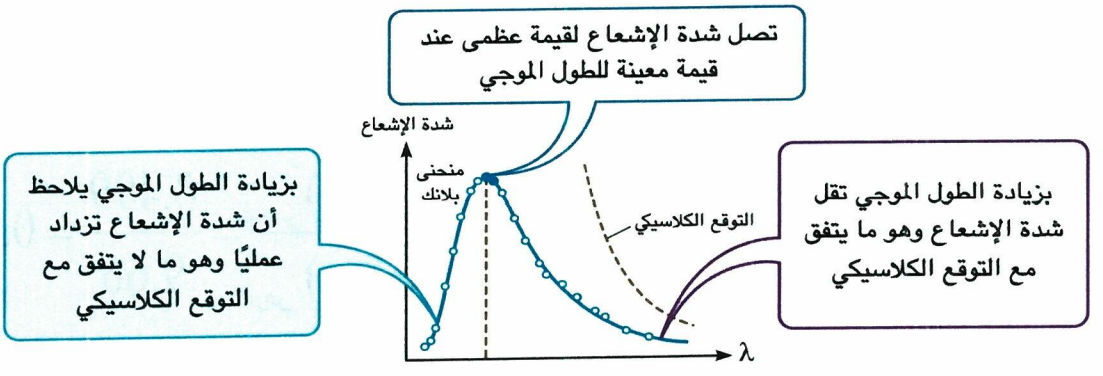
- يقل الطول الموجى (λ_{max}) الذى يقابل أقصى شدة إشعاع أى تزاح قمة المنحنى جهة أطوال موجية أقصر

4- يتكرر هذا المنحنى مع كل الأجسام الساخنة التى تشع طيفًا متصلًا

فمثلاً الاشعاع الصادر من :

سطح الشمس:	فتيله مصباح متوهج :	سطح الارض :
	درجه حراره الجسم	
6000K تقريباً	3000K	300K تقريباً
	الطول الموجي الذي عند اقصي شده اشعاع يقع في المنطقه	
الضوء المرئي $(\lambda_{max}) = 0.5\ \mu m = 500\ nm$	الاشعه تحت الحمراء $(\lambda_{max}) = 1\ \mu m = 1000\ nm$	الاشعه تحت الحمراء $(\lambda_{max}) = 10\ \mu m = 10000\ nm$
	نسبه توزيع الاشعاع الصادر	
50% أشعة تحت حمراء 40% ضوء مرئي 10% باقي مناطق الطيف	80% أشعة تحت حمراء 20% ضوء مرئي	معظمه أشعة تحت حمراء

* لم تتمكن الفيزياء الكلاسيكية من تفسير هذه المشاهدات لأنها تعتبر أن الإشعاع موجات كهرومغناطيسية متصلة وبالتالى فإنه من المتوقع زيادة شدة الإشعاع كلما نقص الطول الموجى (زاد التردد) بينما وجد عمليًا أن شدة الإشعاع تقل عند الأطوال الموجية القصيرة (الترددات العالية) كما بالشكل

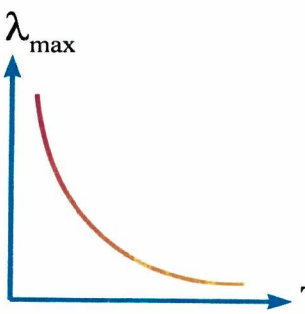


*** ملاحظة :-**

* يتغير اللون الظاهر للإشعاع الناتج عن تسخين جسم من الأحمر إلى الأصفر ثم إلى الأبيض كلما زادت درجة الحرارة ؟

- لأنه طبقًا لمنحنى بلانك تقل قيمة الطول الموجى المصاحب لأقصى شدة إشعاع بزيادة درجة حرارة الجسم فيتحول اللون الغالب للإشعاع الصادر من الأحمر (طول موجى كبير) إلى الأصفر (طول موجى صغير) تدريجيا ومع زيادة درجة الحرارة يتحول اللون إلى الأبيض حيث إن الجسم قد سُخن بدرجة كافية لإنتاج مزيج من الأطوال الموجية فى المنطقة المرئية لتكوين الضوء الأبيض

قانون ڤين

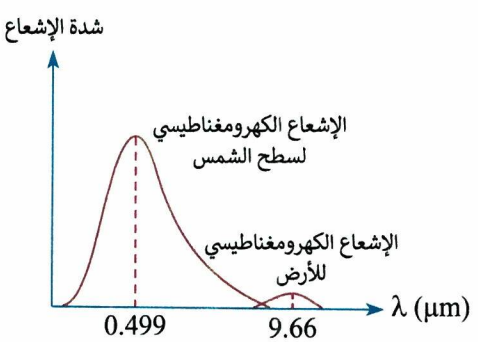


* قام العالم ڤين بوضع قانون ينص على أن الطول الموجى الذى تصاحبه أقصى شدة إشعاع يتناسب عكسيًا مع درجة الحرارة المطلقة للجسم المشع ($\lambda_{max} \propto \frac{1}{T}$) وهو ما يطلق عليه "قانون ڤين"

أى أنه إذا تغيرت درجة الحرارة المطلقة للجسم من T_1 إلى T_2 يتغير الطول الموجى المصاحب لأقصى شدة إشعاع من $(\lambda_{max})_1$ إلى $(\lambda_{max})_2$ **بحيث يكون :**

$$\frac{(\lambda_{max})_1}{(\lambda_{max})_2} = \frac{T_2}{T_1}$$

فمثلاً الشكل البيانى المقابل يمثل منحنى بلانك لإشعاع سطح الشمس والأرض فنجد أن :



$$\frac{T_{\text{ارض}}}{T_{\text{شمس}}} = \frac{300}{6000} = 0.05$$

$$\frac{(\lambda_{max})_{\text{شمس}}}{(\lambda_{max})_{\text{ارض}}} = \frac{0.499}{9.66} = 0.05$$

$$\frac{(\lambda_{max})_{\text{شمس}}}{(\lambda_{max})_{\text{ارض}}} = \frac{T_{\text{ارض}}}{T_{\text{شمس}}}$$

تفسير بلانك (عام ١٩٠٠م) لإشعاع الجسم الأسود

* استطاع بلانك أن يفسر ظاهرة إشعاع الجسم الأسود بفرض عدة فروض هى:

1- يتكون الإشعاع من عدد كبير من وحدات أو دفقات صغيرة من الطاقة تسمى كل منها كوانتم أو كم (أطلق عليه فيما بعد فوتون) لا نلاحظها منفصلة ولكن نلاحظ خواص الإشعاع الصادر ككل وهذه الخواص هي الخواص الكلاسيكية للموجات

2- تصدر الفوتونات نتيجة تذبذب ذرات الجسم الذى يصدر الإشعاع

3- طاقة الذرات المتذبذبة ليست متصلة كما افترض التصور الكلاسيكى ولكنها منفصلة ومكماة وتأخذ مستويات الطاقة قيم $E = nh\upsilon$

حيث : (h) ثابت بلانك ويساوى $6.625\times10^{-34}\ J.s$ ، (υ) التردد ، (n) عدد صحيح

4- عند انتقال الذرة المتذبذبة من مستوى أعلى للطاقة إلى مستوى الطاقة الأدنى الذى يليه يصدر فوتون طاقته $E = h\upsilon$

5- لا يصدر إشعاع من الذرات طالما كانت مستقرة فى مستوى طاقتها الأصلى (المستوى الأرضى)

6- إذا امتص الجسم الأسود فوتون عالى الطاقة فإن احتمالية أن يطلق تلك الطاقة من خلال انبعاث فوتون عالى الطاقة منخفضة ولكنه من المرجح أن يقوم بإصدار العديد من الفوتونات منخفضة الطاقة

مما يؤدى إلى أنه عند الأطوال الموجية القصيرة جدًا (الترددات العالية جدًا) تقل شدة الإشعاع وتقترب من الصفر

فكره (1) الحل منحني
بلانك وقانون فين

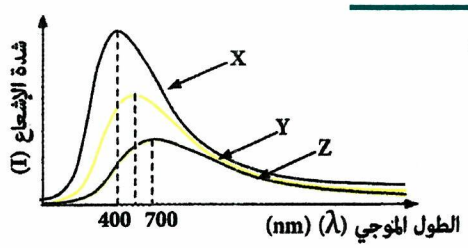
1 إذا كان الطول الموجي الذي عنده أقصي شدة إشعاع صادر عن الشمس يساوي تقريبًا 500 nm و درجه حرارة الشمس تساوي 6000 K .إذا علمت أن درجة حرارة الانسان هي 37 °C ، فإن الطول الموجي الذي عنده أقصي شدة إشعاع صادر عن جسم الانسان يساوي .....

أ 967.7419 nm ب 9677.419 Å ج 967.7419 Å د 9677.419 nm

2 جسم درجة حرارته (T) كلفن، الطول الموجي الذي له أقصى شدة إشعاع يساوي (λ)، فعند زيادة درجة حرارة الجسم بمقدار(3T) كلفن، فإن الطول الموجي الذي له أقصى شدة إشعاع يصبح .....

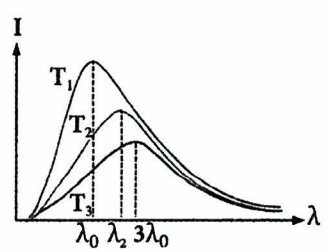
أ $\frac{\lambda}{3}$ ب $\frac{1}{4}\lambda$ ج 3λ د 4λ

3 يمثل الشكل البياني التالي العلاقة بين شدة الإشعاع الكهرومغناطيسي (I) والطول الموجي (λ). أي الاختيارات التالية يعبر بشكل صحيح عن الترتيب الصحيح لدرجة حرارة المصادر (X) ، (Y) ، (Z) ؟



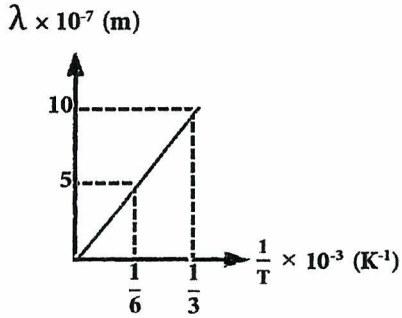
أ $T_X > T_Y > T_Z$ ب $T_Z > T_Y > T_X$
ج $T_X > T_Z > T_Y$ د $T_Z > T_X > T_Y$

4 يمثل الشكل العلاقة بين شدة الاشعاع (I) الصادرة من ثلاثة أجسام ساخنة كلٍ على حدة والطول الموجي (λ) المكون للإشعاع (منحنى بلانك) كلٍ على حدة، فإذا علمت أن $T_2 = \frac{9T_3}{7}$ ، فإن الطول الموجي المصاحب لأقصى شدة إشعاع للجسم الثاني (λ_2) .....



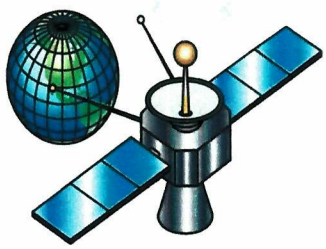
أ $\lambda_2 = \frac{9\lambda_0}{7}$ ب $\lambda_2 = \frac{7\lambda_0}{3}$ ج $\lambda_2 = \frac{12\lambda_0}{5}$ د $\lambda_2 = \frac{11\lambda_0}{4}$

5 يوضح الشكل المقابل العلاقة البيانية بين الطول الموجي المصاحب لأقصى شدة إشعاع ومقلوب درجة الحرارة على تدريج كلفن، فإن الطول الموجي المصاحب لأقصى شدة إشعاع عند درجة حرارة 2000 K هو .....

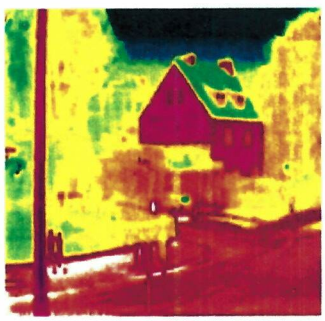


أ 15000 Å
ب 20000 Å
ج 15000 nm
د 20000 nm

تطبيقات على الإشعاع الصادر من الأجسام المختلفة



تصوير سطح الأرض



التصوير الحراري

1- تحديد مصادر الثروة الطبيعية حيث يمكن تصوير سطح الأرض باستخدام مناطق الطيف المختلفة (الأشعة تحت الحمراء المتبعثة من سطح الأرض - الضوء المرئى المنعكس عن سطح الأرض - الموجات الميكرومترية "موجات الميكروويف" المستخدمة فى الرادار) عن طريق أقمار صناعية وأجهزة قياس محمولة جوًا وأجهزة أرضية وتسمى هذه التقنية الاستشعار عن بُعد

2- التطبيقات العسكرية مثل أجهزة الرؤية الليلية لرؤية الأجسام المتحركة فى الظلام بفعل ما تشعه من إشعاع حرارى

3- يستخدم التصوير الحرارى فى الطب خاصةً فى مجال اكتشاف الأورام وعلم الأجنة

4- يستخدم التصوير الحرارى فى علم البحث الجنائى والأدلة الجنائية حيث يبقى الإشعاع الحرارى للجسم فترة حتى بعد تركه المكان

فكره (2) الحل تطبيقات الاشعاع الحراري

1 تعتمد أجهزة الرؤية الليلية على ما تشعه الأجسام من أشعة .....

أ مرئية
ب فوق بنفسجية
ج حرارية
د سينية

ثانيًا : الانبعاث الحرارى والتأثير الكهروضوئى :-

* يحتوى أى فلز على أيونات موجبة محاطة بسحابة من الإلكترونات الحرة التى لا تستطيع أن تغادر سطح الغلز بسبب قوى التجاذب التى تجذبها دائمًا للداخل، وتسمى هذه القوى حاجز جهد السطح

حاجز جهد السطح

قوى التجانب التى تجذب الإلكترونات الحرة إلى داخل الفلز وتمنع تحررها من سطحه

* إذا اكتسبت هذه الإلكترونات طاقة حرارية أو ضوئية يمكن أن تتحرر من الفلز فقط إذا كانت هذه الطاقة كافية للتغلب على حاجز جهد السطح وهذه هى فكرة عمل أنبوية شعاع الكاثود والخلية الكهروضوئية :

(1) أنبوبة شعاع الكاثود "

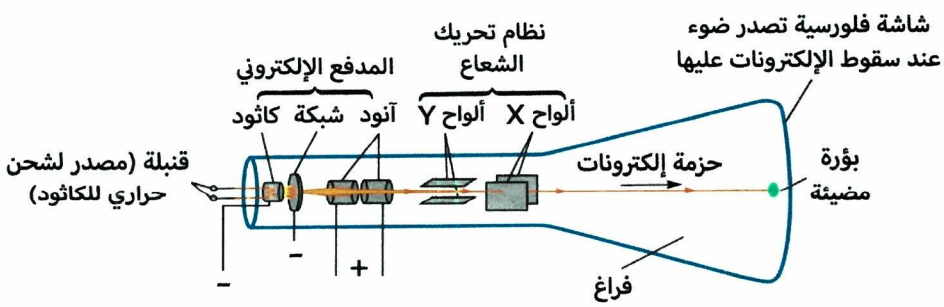
الاستخدام

تستخدم فى شاشة التليفزيون والكمبيوتر القديمة

الأساس العلمى

انطلاق إلكترونات من سطح فلز عند تسخينه إلى درجة حرارة مناسبة (الانبعاث الأيونى الحرارى أو الظاهرة الكهروحرارية)

* **التركيب وطريقه العمل :-**



1- أنبوبة زجاجية تم تفريغها من الهواء لتسهيل حركة الإلكترونات دون تصادم مع جزيئات الهواء

2- سطح معدنى متصل بجهد سالب يسمى المهبط أو الكاثود يتم تسخينه بواسطة فتيلة تسخين فتنطلق بعض الإلكترونات من الكاثود بفعل الحرارة متغلبة على حاجز جهد سطح معدن الكاثود

3- شبكة متصلة بجهد سالب يتم بواسطتها التحكم فى شدة الشعاع الإلكترونى حسب شدة الإشارة الكهربية المستقبلة وبالتالى تتحكم فى شدة إضاءة الشاشة الفلورسية عند اصطدام الشعاع الإلكترونى بها فبزيادة سالبية الشبكة فإنها تمنع مرور المزيد من الإلكترونات فتقل شدة إضاءة الشاشة والعكس صحيح

4- مصعد موجب الجهد مجوف (آنود) مواجه للمهبط ويوجد بين المهبط والمصعد فرق جهد مستمر عالى يعمل على تعجيل الإلكترونات وتنظيمها للحصول على شعاع إلكترونى

لاحظ أن الكاثود والشبكة والأنود يكونوا نظامًا يسمى المدفع الإلكترونى وهو المسئول عن توليد حزمة (شعاع) الإلكترونات وتعجيلها وتوجيهها نحو الشاشة.

5- شاشة فلورسية تعطى وميضًا عند اصطدام الشعاع الإلكترونى بها وتتصل بالمصعد (الأنود) موجب الجهد فيمر تيار فى الدائرة الخارجية

6- مجالان كهربيان أو مغناطيسيان أو كلاهما متعامدان بين الألواح X ، Y يعملان على توجيه مسار حزمة الإلكترونات لمسح الشاشة نقطة بنقطة حتى تكتمل الصورة

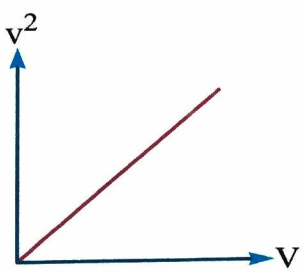
7- تصطدم الإلكترونات بالشاشة محدثة ضوءًا تختلف شدته من نقطة لأخرى حسب شدة الشعاع الإلكترونى

8- أقصى طاقة حركة للإلكترون $(KE)_{max}$ عند وصوله للمصعد تتعين من العلاقة :

$$(KE)_{max} = \frac{1}{2} m_e v^2 = eV$$

حيث : (m_e) كتلة الإلكترون ، (v) أقصى سرعة للإلكترون ، (e) شحنة الإلكترون ، (V) فرق الجهد بين الكاثود والآنود

* تبعًا للعلاقة ($\frac{1}{2} m_e v^2 = eV$) تكون العلاقة البيانية بين مربع أقصى سرعة للإلكترونات المنبعثة من المهبط (v^2) وفرق الجهد بين المصعد والمهبط (V) كما بالشكل :



$$slope = \frac{\Delta v^2}{\Delta V} = \frac{2e}{m_e}$$

*** ملاحظة :-**

- الطاقة بوحدة الجول = الطاقة بوحدة الإلكترون فولت × 1.6×10^{-19}

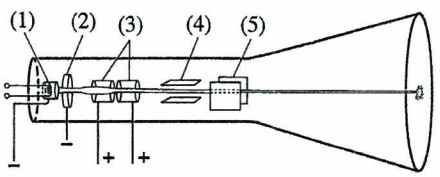
$$E_{(J)} = E_{(eV)} \times 1.6\times10^{-19}$$

فكره (3) تركيب انبوبه اشعه الكاثود

1 عند تغيير جهد الشبكة فى أنبوبة أشعة الكاثود من (4 V –) إلى (12 V –) مع ثبوت فرق الجهد بين الآنود والكاثود، أى من الاختيارات التالية صحيح ؟

	معدل مرور الإلكترونات خلال الشبكة	شدة إضاءة الشاشة الفلورسية
أ	يقل	تزداد
ب	يزداد	تزداد
جـ	يقل	تقل
د	يزداد	تقل

2 الشكل المقابل يمثل أنبوبة أشعة الكاثود، أى من الأجزاء فى الأنبوبة :



(١) يُعد مصدرًا للإلكترونات ؟

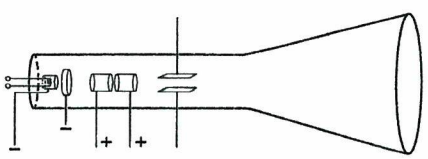
أ الجزء (1)　　ب الجزء (2)

جـ الجزء (3)　　د الجزء (4)

(٢) مسئول عن توجيه الشعاع الإلكترونى أفقيًا ؟

أ الجزء (2)　　ب الجزء (3)　　جـ الجزء (4)　　د الجزء (5)

3 الشكل التخطيطى المقابل يوضح تركيب أنبوبة أشعة الكاثود جزء منها غير موجود، فإن الشكل الذى يظهر على الشاشة هو .....



أ　ب　جـ　د

ظاهرة
الانبعاث الكهروضوئي

*** المشاهدات العملية :**

1- يتوقف انبعاث الإلكترونات الكهروضوئية على تردد الضوء الساقط وليس على شدته إذ لا تتحرر هذه الإلكترونات إلا إذا كان تردد الضوء الساقط أعلى من أو يساوى قيمة معينة تسمى التردد الحرج (υ_c) مهما كانت الشدة

الإلكترونات الكهروضوئية
الإلكترونات المنبعثة من أسطح المعادن عندما يسقط عليها ضوء ذو تردد أكبر من أو يساوى التردد الحرج

2- إذا كان تردد الضوء الساقط يساوى أو أكبر من التردد الحرج (υ_c) فإن شدة التيار الكهروضوئى تزداد بزيادة شدة الضوء الساقط

التردد الحرج لسطح (υ_c)
أقل تردد للضوء الساقط يكفى لتحرير إلكترون من سطح معدن دون إكسابه طاقة حركة

3- تتوقف طاقة الحركة العظمى للإلكترونات المنطلقة على نوع مادة السطح وتردد الضوء الساقط وليس شدته وبالتالى عند زيادة تردد الضوء الساقط مع ثبات شدته تزداد طاقة الحركة العظمى للإلكترونات المنبعثة أما معدل انبعاث الإلكترونات يظل ثابتًا لأن معدل سقوط فوتونات الضوء ثابت

4- انبعاث الإلكترونات يحدث لحظيًا (فور سقوط الضوء على الفلز ولا تكون هناك فترة انتظار لتجميع الطاقة اللازمة لتحرير الإلكترونات) حتى إذا كانت شدة الإضاءة ضعيفة بشرط أن يكون تردد الضوء الساقط يساوى أو أكبر من التردد الحرج

لم تتمكن النظريه الكلاسيكيه من تفسير هذه المشاهدات العمليه حيث انه

في التصور الكلاسيكي	في التجربه العمليه
يعتمد انبعاث الالكترونات علي	
شده الضوء الساقط	تردد الضوء الساقط
تعتمد طاقه الحركه العظمي للالكترونات المنبعثه علي	
شده الضوء الساقط :	نوع ماده السطح وتردد الضوء الساقط :
اذا كانت شده الاضاءه ضعيفه فان انبعاث الالكترونات	
يحتاج لفتره تعرض اطول للضوء	يحدث لحظيًا (فور سقوط الضوء) شرط أن يكون تردد الضوء الساقط مساويًا أو أكبر من التردد الحرج

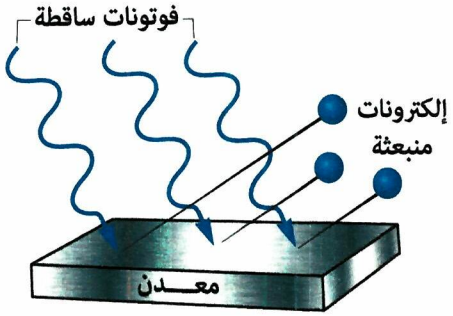
*** تفسير أينشتين للظاهرة الكهروضوئية :-**

* تمكن أينشتين عام 1905م من تفسير المشاهدات العملية للظاهرة الكهروضوئية وفاز عام 1921م بجائزة نوبل فى الفيزياء عن هذا التفسير وقد اعتمد فى تفسيره على أن :

- الإشعاع يتكون من وحدات صغيرة من الطاقة تسمى كل منها كوانتم أو فوتون (فرض بلانك)
- أقل طاقة لازمة لتحرر إلكترون من سطح معدن تسمى دالة الشغل للسطح (E_W) وتتعين من العلاقة : $E_W = h\upsilon_c = \frac{hc}{\lambda_c}$

حيث: (λ_c) الطول الموجى الحرج

- إذا كان تردد الفوتون الساقط :



دالة الشغل لسطح (E_W) :
الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لتحرير إلكترون من سطح المعدن دون إكسابه طاقة حركة

الطول الموجى الحرج (λ_c) :
أكبر طول موجى للضوء الساقط على سطح معدن يكفى لتحرير إلكترونات منه دون إكسابها طاقة حركة

اقل من التردد الحرج ($\upsilon < \upsilon_c$)	يساوي التردد الحرج ($\upsilon = \upsilon_c$)	اكبر من التردد الحرج ($\upsilon > \upsilon_c$)
تكون طاقه الفوتون الساقط علي سطح المعدن		
اقل من داله شغل السطح ($E < E_W$)	مساوياً لداله شغل السطح ($E = E_W$)	اكبر من داله شغل السطح ($E > E_W$)
وبالتالي		
لا يستطيع الفوتون تحرير أى إلكترون من إلكترونات السطح مهما زادت شدة الضوء الساقط أو فترة تسليطه على السطح	يستطيع الفوتون بالكاد تحرير إلكترون من سطح المعدن دون إكسابه طاقة حركة	يستطيع الفوتون تحرير إلكترون من سطح المعدن ويظهر فرق الطاقة على شكل طاقة حركة يكتسبها الإلكترون

* **مما سبق يمكن تعريف الظاهرة الكهروضوئية كالتالى :**

الظاهرة الكهروضوئية :

ظاهرة انبعاث إلكترونات من سطح معدن عندما يسقط عليه ضوء ذو تردد يساوى أو أكبر من التردد الحرج لهذا المعدن

* **العلاقة بين طاقة الحركة العظمى للإلكترونات المتبعثة من سطح الفلز وتردد الضوء الساقط**

- طاقة الفوتون الساقط = دالة الشغل للسطح + طاقة الحركة العظمى للإلكترونات المنبعثة

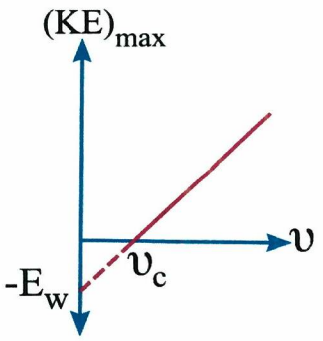
$$\therefore E = E_W + (KE)_{max}$$

(معادلة أينشتين الظاهرة الكهروضوئية)

$$\therefore h\upsilon = h\upsilon_c + \frac{1}{2} m_e v^2$$

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_c} + \frac{1}{2} m_e v^2$$

* التمثيل البيانى العلاقة بين طاقة الحركة العظمي $(KE)_{max}$ للإلكترونات المتحررة وتردد الضوء الساقط (υ) :



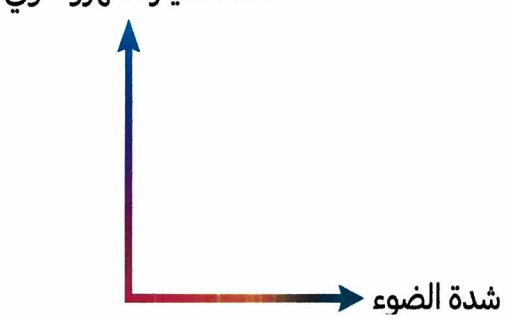
$$(KE)_{max} = h\upsilon - E_W = h\upsilon - h\upsilon_c$$

$$slope = \frac{\Delta(KE)_{max}}{\Delta\upsilon} = h$$

* العلاقة بين شدة التيار الكهروضوئى وشدة الضوء :

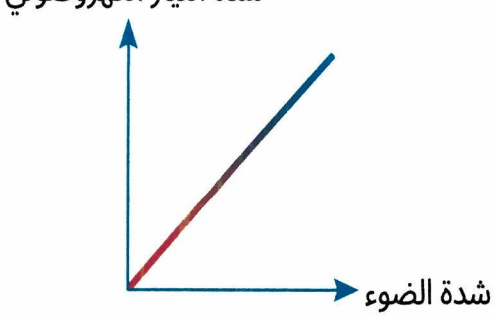
* إذا كان تردد الفوتون (الضوء) الساقط أقل من التردد الحرج للسطح لا يمر تيار كهروضوئى مهما زادت شدة الضوء أو زمن تعرض السطح للضوء

$(\upsilon < \upsilon_c)$



* إذا كان تردد الفوتون (الضوء) الساقط يساوى أو أكبر من التردد الحرج للسطح تزداد شدة التيار الكهروضوئى بزيادة شدة الضوء الساقط (زيادة معدل سقوط الفوتونات) على السطح مما يؤدى إلى زيادة معدل انبعاث الإلكترونات الحرة حيث يحرر كل فوتون إلكترون واحد

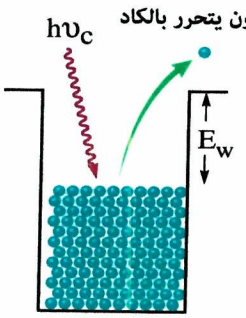
$(\upsilon \geq \upsilon_c)$



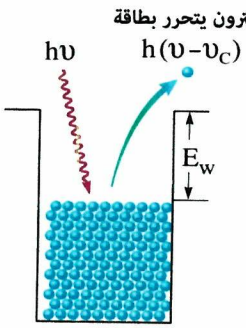
* ملاحظات :-

* تتوقف دالة الشغل لسطح معدن على نوع مادة السطح فقط ولا تتوقف على شدة الضوء الساقط أو زمن التعرض له أو فرق الجهد بين المصعد والمهبط

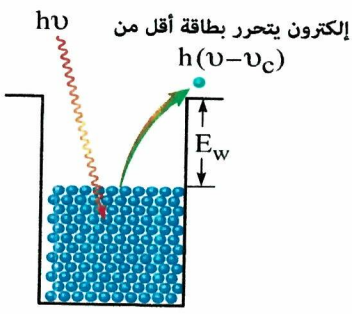
* الإلكترون الأكثر ارتباطًا يحتاج إلى طاقة أكبر من دالة الشغل لتحرره بعكس الكترون السطح الذى يحتاج طاقة تساوى دالة الشغل ليتحرر، لذا تنبعث الإلكترونات من الفلز بطاقات حركة مختلفة



إلكترون السطح يحتاج إلى طاقة تساوى دالة الشغل ليتحرر بالكاد من السطح



إلكترون السطح يتحرر بطاقة تساوي الفرق بين طاقة الفوتون الساقط ودالة الشغل



الإلكترون الأكثر ارتباطًا يحتاج إلى طاقة أكبر من دالة الشغل ليتحرر

الخلية الكهروضوئية

الاستخدام :
تستخدم فى دوائر فتح وغلق الأبواب آليًا

الأساس العلمى (فكرة العمل) :
انطلاق إلكترونات من سطح معدن عند سقوط ضوء عليه (التأثير الكهروضوئى)

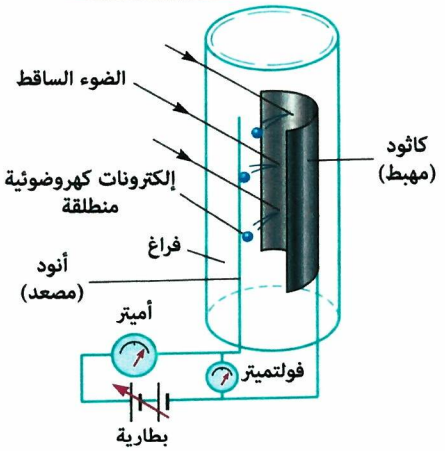
الرمز :

*** التركيب وطريقة العمل :**

تتكون الخلية الكهروضوئية من أنبوية من مادة شفافة للضوء مفرغة من الهواء تحتوى على :

1- كاثود وهو عبارة عن سطح معدنى مقعر تنبعث منه إلكترونات عندما يسقط عليه ضوء

2- أنود وهو عبارة عن سلك رفيع حتى لا يحجب الضوء الساقط على الكاثود ويلتقط الإلكترونات المنبعثة من الكاثود مما يسبب تيارًا فى الدائرة الخارجية



*** التصور الكلاسيكى :**

يُعتبر التصور الكلاسيكى الضوء موجات كهرومغناطيسية بزيادة شدتها تزداد طاقتها ويفترض الآتى:

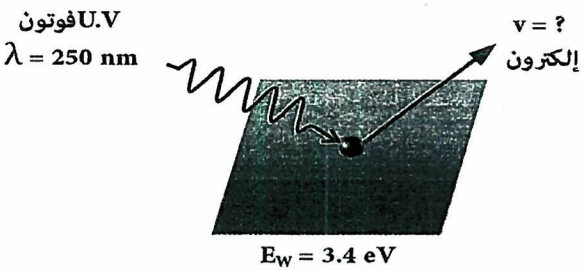
- تنطلق الإلكترونات الكهروضوئية وتزداد طاقة حركتها عند جميع الترددات بزيادة شدة الضوء الساقط

- إذا لم تكن شدة الضوء الساقط كافية فإنه يمكن بزيادة زمن سقوط ذلك الضوء أن تتراكم الطاقة وتتحرر الإلكترونات بعد فترة كافية من سقوط الضوء عليها

فكره (4) تأثير تردد وشده الضوء علي انبعاث الالكترونات من المعدن

1 إذا علمت أن:

- كتلة الإلكترون = $9.1\times10^{-31}\ kg$
- شحنة الإلكترون = $1.6\times10^{-19}\ C$
- ثابت بلانك = $6.625\times10^{-34}\ J.s$
- سرعة الضوء في الفراغ = $3\times10^{8}\ m/s$



مستعينا بالبيانات على الرسم تكون أقصي سرعة للإلكترون المنبعث نتيجة سقوط فوتون U.V تساوي .....

أ $7.43\times10^{4}\ m/s$ ب $7.43\times10^{6}\ m/s$

ج $7.43\times10^{5}\ m/s$ د $7.43\times10^{3}\ m/s$

---

2 فى الخلية الكهروضوئية، إذا سقط على سطح الكاثود :

(١) إشعاع كهرومغناطيسى تردده نصف التردد الحرج لمعدن الكاثود، فإن الإلكترونات الحرة داخله .....

أ لا تنبعث من هذا السطح ب تنبعث بسرعة تساوى نصف سرعة الضوء

ج تنبعث بطاقة حركة تساوى نصف دالة الشغل د تنبعث بطاقة حركة تساوى ربع دالة الشغل

(٢) إشعاع كهرومغناطيسى بتردد ما فانبعثت من السطح إلكترونات بطاقة حركة عظمى معينة ثم تم تغيير الإشعاع الساقط على الكاثود إلى إشعاع ذو تردد أعلى، فإن المقدار الذى لا يتغير هو .....

أ طاقة الفوتون الساقط ب سرعة الفوتون الساقط

ج الطاقة العظمى للإلكترونات المنبعثة د أقصى سرعة للإلكترونات المنبعثة

(٣) إشعاعات كهرومغناطيسية أحادية اللون مختلفة التردد كل على حدة بحيث تنبعث إلكترونات كهروضوئية فى كل مرة، فإنه كلما قل الطول الموجى للإشعاع المستخدم .....

أ تقل دالة الشغل لمعدن الكاثود ب يقل التردد الحرج لمعدن الكاثود

ج تقل طاقة الحركة العظمى للإلكترونات المنبعثة د تزداد أقصى سرعة للإلكترونات المنبعثة

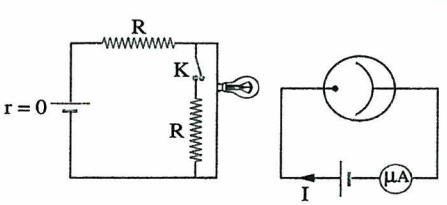
(٤) إشعاع كهرومغناطيسى تردده أكبر من التردد الحرج لمعدن الكاثود، فإن معدل انبعاث الإلكترونات يزداد .....

أ بزيادة طول موجة الإشعاع الساقط ب بإنقاص تردد الإشعاع الساقط

ج بإنقاص كمية تحرك الإشعاع الساقط د بزيادة شدة الإشعاع الساقط

---

3 خلية كهروضوئية يسقط عليها ضوء صادر عن مصباح كهربى متصل بدائرة كهربية كما بالشكل المقابل فيسبب مرور تيار كهروضوئى، ماذا يحدث لقراءة الميكروأميتر (μA) عند :



(١) إبعاد الدائرتين عن بعضهما ؟

أ تزداد ب تقل

ج لا تتغير د لا يمكن تحديد الإجابة

(٢) فتح المفتاح K ؟

أ تزداد ب تقل ج لا تتغير د لا يمكن تحديد الإجابة

فكره (5) الحل بالقانون

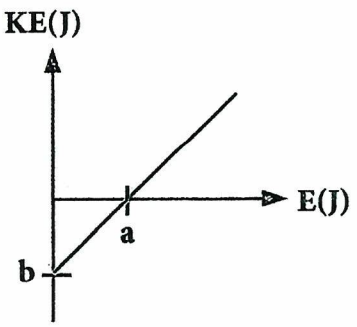
1 سقط ضوء أحادي اللون تردده 6×10^{14} Hz على كاثود خلية كهروضوئية فانبعث إلكترونات طاقتها القصوى 1 ev وعند سقوط ضوء آخر تردده (X) هيرتز على نفس كاثود الخلية الكهروضوئية كانت أقصى طاقة حركة للإلكترونات المنبعثة 0.38 ev احسب تردد الضوء (X)

2 سقط شعاع ضوئي طوله الموجي 550 nm على مهبط خلية كهروضوئية، فإذا أصبحت شدة التيار المار في الدائرة مساوياً للصفر عند تطبيق جهد مقداره 1.5 V ، فإن دالة الشغل لمادة المهبط بوحدة (eV) تساوي .....

أ 0.76 ب 1.64 جـ 1.5 د 3.76

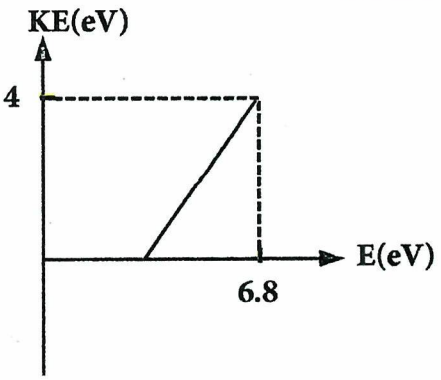
فكره (6) بياني

1 الشكل المقابل يمثل العلاقة البيانية بين طاقة حركة إلكترون منطلق من مهبط خلية كهروضوئية وطاقة الفوتون الساقط عليها النسبة بين الكميتين $\frac{b}{a}$ = ...



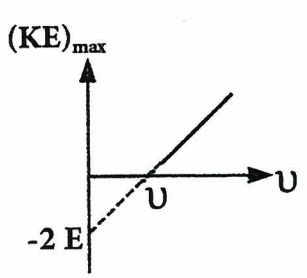
أ h ب hυ
جـ $h\upsilon_c$ د 1

2 الشكل البياني المقابل يعبر عن العلاقة بين طاقة الحركة العظمي للإلكترونات المنبعثة من الخلية الكهروضوئية وطاقة الضوء الساقط على الكاثود.
فلكي تكتسب الإلكترونات طاقة حركة قدرها 8.5eV، فإن تردد الضوء الساقط علي الكاثود υ في تلك الحالة يساوي ..... علمًا بأن ($h=6.625\times10^{-34}$ J.s)



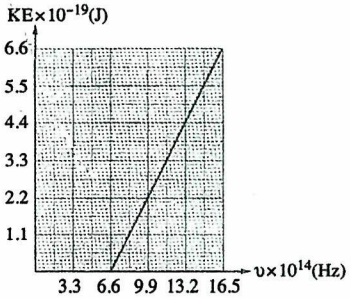
أ 2.73×10^{15}Hz ب 1.64×10^{15}Hz
جـ 3.02×10^{15}Hz د 2.05×10^{15}Hz

3 الشكل المقابل يمثل العلاقة البيانية بين أقصي طاقة حركة للإلكترونات الضوئية المنبعثة من سطح معدن $(KE)_{max}$ وتردد الضوء (υ) الساقط عليه، فعند تسليط ضوء أحادى اللون وتردده (4 υ) علي نفس السطح المعدني فإن أقصي طاقة حركة للإلكترونات الضوئية المنبعثة من السطح تساوي .....



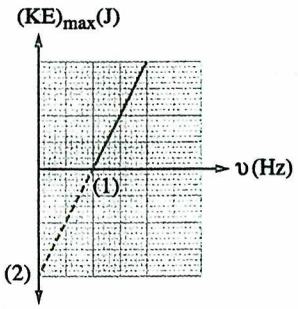
أ 3 E ب 4 E
جـ 5 E د 6 E

4 الشكل البيانى المقابل يمثل العلاقة بين طاقة الحركة العظمى للإلكترونات المنبعثة من سطح كاثود خلية كهروضوئية وتردد الضوء الساقط، فتكون دالة الشغل للسطح هى .....



أ 2.7 eV
ب 0.27 eV
جـ 0.027 eV
د 27 eV

5 الشكل البيانى المقابل يمثل العلاقة بين أقصى طاقة حركة للإلكترونات المنطلقة من سطح فلز وتردد الضوء الساقط عليه، فتكون وحدة قياس خارج قسمة قيمة النقطة (2) على قيمة النقطة (1) هى .....



أ $kg.m^2.s$
ب J/s
جـ $kg.m^2.s^{-1}$
د $kg.m.s^{-1}$

فكره (7) تحليل وتطبيق

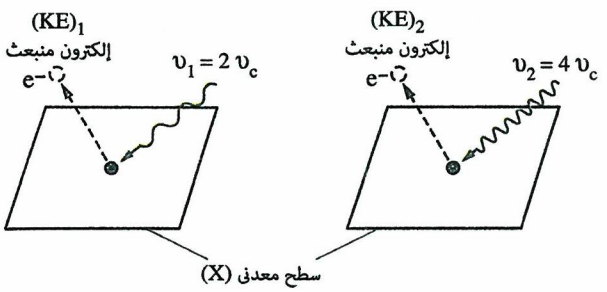
1 سطح معدنى دالة الشغل لمعدنه (E_w)، أُسقط عليه فوتون طاقته (E_1) والتى تساوى ثلاثة أمثال دالة الشغل للمعدن فتحرر الإلكترون بسرعة (v)، وعند استبدال الفوتون الأول بآخر طاقته (E_2) والتى تساوى سبعة أمثال دالة الشغل للمعدن، فإن الإلكترون سيتحرر بسرعة .....

أ $\sqrt{3}$ v
ب 3 v
جـ $\sqrt{6}$ v
د 6 v

2 سقط فوتون تردده (υ) على سطح معدنى تردده الحرج ($\frac{\upsilon}{2}$) فتحرر إلكترون بسرعة (v) فعند سقوط فوتون آخر تردده (2υ) على نفس السطح المعدنى، فإن سرعة الإلكترون المتحرر فى الحالة الثانية تساوي .....

أ $\sqrt{5}$ V
ب $\sqrt{3}$ V
جـ $\sqrt{4}$ V
د $\sqrt{6}$ V

3 يوضح الشكل سطحًا معدنيًا X التردد الحرج لمعدنه يساوى υ_c، تم إسقاط فوتون عليه تردده $(\upsilon_1 = 2\,\upsilon_c)$ فتحرر إلكترون بطاقة حركية عظمى قدرها $(KE)_1$، عند استبدال الفوتون بآخر تردده $(\upsilon_2 = 4\,\upsilon_c)$ تحرر الإلكترون بطاقة حركية عظمى قدرها $(KE)_2$، فإن النسبة $\left(\frac{(KE)_1}{(KE)_2}\right)$ = ...



أ $\frac{1}{2}$ ب $\frac{1}{3}$ ج $\frac{1}{4}$ د $\frac{1}{8}$

4 سقط إشعاع كهرومغناطيسى على ثلاثة أسطح من معادن مختلفة A ، B ، C، فتحرر من سطح كل منها إلكترونات كهروضوئية، فإذا كان ترتيب دالة الشغل لهذه المعادن $\left((E_w)_C > (E_w)_B > (E_w)_A\right)$، أى من الاختيارات التالية يعبر عن الترتيب الصحيح للقيمة العظمى لطاقة حركة الإلكترونات الكهروضوئية ؟

أ $(KE)_B < (KE)_A < (KE)_C$
ب $(KE)_C < (KE)_B < (KE)_A$
ج $(KE)_A < (KE)_C < (KE)_B$
د $(KE)_C < (KE)_A < (KE)_B$

الدرس الثاني
اولا الفوتون

*** خواص الفوتون :-**

1- هو كمّ من الطاقة مركز فى حيز صغير جدًا وتحسب طاقته من العلاقة : $E = h\upsilon = \frac{hc}{\lambda}$

2- سرعته فى الفراغ $3\times10^{8}\,m/s$

3- له كتلة أثناء حركته تكافئ m : $m = \frac{E}{c^2} = \frac{h\upsilon}{c^2} = \frac{h}{\lambda c}$

4- ليس له كتلة سكون بل تتحول كتلته المكافئة بالكامل إلى طاقة عند امتصاصه

5- له كمية حركة : $P_L = mc = \frac{E}{c} = \frac{h\upsilon}{c} = \frac{h}{\lambda}$

6- له خاصية جسيمية وخاصية موجية

*** العلاقة بين الطول الموجى للفوتون وكمية الحركة الخطية له :-**

يضرب البسط والمقام فى ثابت بلانك (h) : $\therefore \lambda = \frac{h}{P_L}$

اي ان الطول الموجى للفوتون يساوى خارج قسمة ثابت بلانك على كمية حركة الفوتون

$\because \lambda = \frac{c}{\upsilon}$

$\because P_L = \frac{h\upsilon}{c}$

$\therefore \lambda = \frac{hc}{h\upsilon} = \frac{h}{h\upsilon / c}$

الطبيعة المزدوجة للفوتونات

* ظاهرة إشعاع الجسم الأسود والظاهرة الكهروضوئية وظاهرة كومتون من الدلائل على أن الضوء يسلك سلوكه الجسيمات كما أن هناك ظواهر أخرى مثل التداخل والحيود تبين أن الضوء يسلك سلوك الموجات فأى منهما الصحيح : السلوك الجسيمى أم السلوك الموجى ؟

* يعتمد سلوك الضوء على الظاهرة قيد الدراسة حيث إن بعض التجارب يمكن تفسيرها عند سلوك الضوء سلوك الموجات أى أن الضوء يُظهر صفة موجية، وبعض التجارب يمكن تفسيرها عند سلوك الضوء سلوك الجسيمات أى أن الضوء يُظهر صفة جسيمية وعلى هذا الأساس فإن النظرة الحديثة لطبيعة الضوء تأخذ السلوك الثنائى أو المزدوج للضوء أى أن طاقة الإشعاع تنتقل على هيئة فوتونات يصحب حركتها موجة

*** النموذج الماكروسكوبى والنموذج الميكروسكوبى :-**

• إذا سقطت فوتونات على جسم آبعاده :

1- أكبر بكثير من الطول الموجى للفوتونات الساقطة بحيث كان الطول الموجى للفوتونات :

- أكبر بكثير من المسافات البينية : فإن الفوتونات تعامل هذا الجسم كسطح عاكس متصل وتنعكس عنه

- مقارب للمسافات البينية : فإن الفوتونات تنفذ من خلال المسافات البينية ويحدث حيود وتداخل وهذا ما يحدث فى حالة حيود الضوء والأشعة السينية

وفى كلتا الحالتين السابقتين نتعامل مع الضوء على أنه موجات كهرومغناطيسية متصلة تنعكس وتنكسر وتتداخل وتحيد وهو ما يعرف بالنموذج الموجى الضوء (الماكروسكوبى أو الكبير)

2- مقاربه للطول الموجى للفوتونات الساقطة مثل ذرة أو إلكترون فإننا نطبق النموذج الجسيمى الضوء (الميكروسكوبى أو المجهرى) لتفسير بعض الظواهر مثل تأثير كومتون والظاهرة الكهروضوئية

اي ان النموذجين الماكروسكوبى والميكروسكوبى مرتبطان ببعضهما البعض وبالتالى فإن الخاصية الموجية والخاصية الجسيمية للفوتونات متلازمتان، المهم أن نفهم كيف تطبق كل منهما فى مكانه

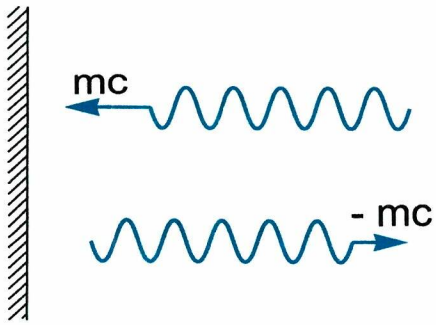
*** من هنا يمكن التفريق بين النموذج الماكروسكوبى والنموذج الميكروسكوبى للضوء كالتالى :**

النموذج الموجى للضوء (الماكروسكوبى أو الكبير)	النموذج الجسيمى للضوء (الميكروسكوبى أو المجهرى)
- يُطبق إذا اعترض فوتونات الضوء عائق أبعاده أكبر بكثير من الطول الموجى للضوء - يفسر بعض الظواهر مثل الانعكاس والانكسار والتداخل والحيود - يدرس الفوتونات كحزمة بما لها من مجال مغناطيسي وكهربي متعامدان على بعضهما وعلى اتجاه انتشار حزمة الفوتونات - تمثل شدة الموجة بسعتها حيث تتناسب تناسبها طردياً مع مربع السعة	- يُطبق إذا اعترض فوتونات الضوء عائق فى حجم الذرة أو الإلكترون - يفسر بعض الظواهر مثل إشعاع الجسم الأسود والانبعاث الكهروضوئي وتأثير كومتون - يدرس الفوتون منفردا ويتصوره كم من الطاقة مركز فى حيز صغير - تمثل شدة الموجة المصاحبة للفوتونات تركيز هذه الفوتونات

*** استنتاج القوة التى تؤثر بها حزمة من الفوتونات على سطح عاكس :-**

* عند سقوط شعاع ضوئى تردده υ عموديًا على سطح ما ثم انعكاسه فإن :

- كمية حركة الفوتون الساقط = mc
- كمية حركة الفوتون المنعكس = - mc
- مقدار التغير فى كمية حركة الفوتون نتيجة العكاسه :



$$\Delta P_L = 2mc = \frac{2h\upsilon}{c}$$

* بفرض أن (Φ_L) معدل سقوط الفوتونات عن السطح ويتعين من العلاقة ($\phi_L = \frac{N}{t}$) ويقاس بوحدة photon/s فإن كل فوتون يسقط على السطح وينعكس عنه يعانى تغير فى كمية الحركة فيكون معدل التغير فى كمية حركة شعاع الفوتونات

$$\frac{\Delta P_L}{\Delta t} = 2mc\phi_L = 2\frac{h\upsilon}{c}\phi_L$$

وتبعًا لقانون نيوتن الثانى تكون القوة التى يؤثر بها شعاع الفوتونات على السطح (F) مساوية لمعدل التغير فى كمية حركة شعاع الفوتونات :

$$F = \frac{\Delta P_L}{\Delta t} = 2\frac{h\upsilon}{c}\phi_L$$

* تتعين القدرة الضوئية (P_W) لحزمة الضوء الساقطة على السطح من العلاقة:

$$P_W = \frac{E_{(\text{الكليه})}}{\Delta t} = \frac{h\upsilon N}{\Delta t} = h\upsilon\phi_L$$

$$F = 2\frac{P_W}{c}$$

الدرس الثاني
ثانياً الجسيمات / الالكترون

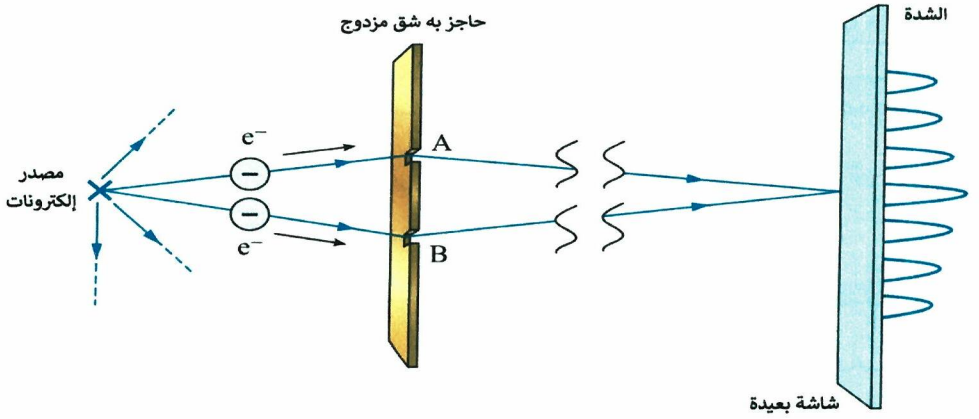
الطبيعة الموجية للجسيم

* نظرًا للتماثل الموجود فى الكون افترض دى برولى أنه مثلما للموجات طبيعة جسيمية، فإن للجسيم طبيعة موجية حيث يصاحب الجسيم أثناء حركته موجة طولها الموجى يحسب من العلاقه :

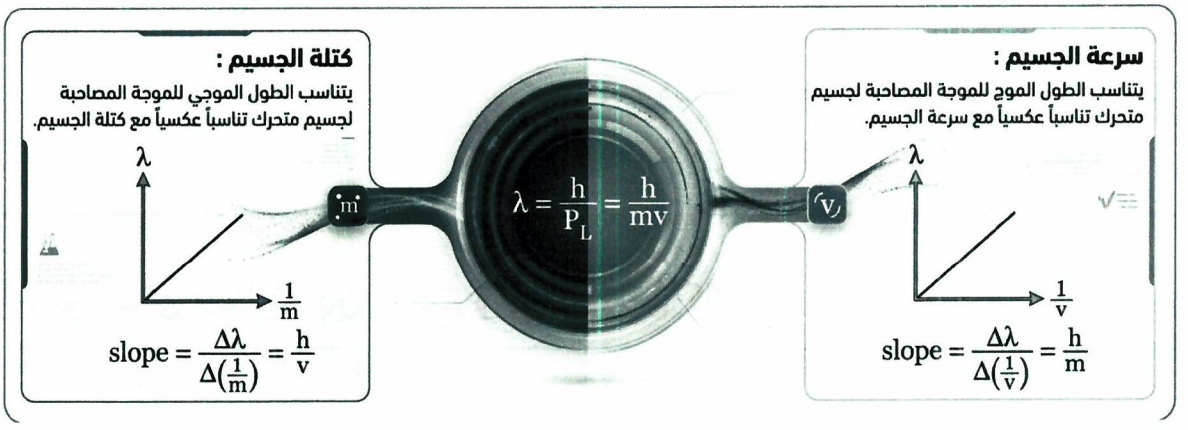
معادلة دى برولى للجسيمات :
الطول الموجى لموجة مصاحبة لجسيم متحرك يساوى خارج قسمة ثابت بلانك على كمية حركة الجسيم

$$\lambda = \frac{h}{P_L} = \frac{h}{mv} = \frac{h}{\sqrt{2KEm}} = \frac{h}{\sqrt{2eVm}}$$

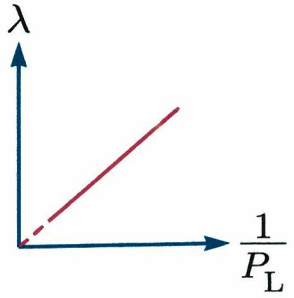
* الشكل التالى يوضح الطبيعة الموجية للإلكترون (خاصيتى الحيود والتداخل) :



* العوامل التي يتوقف عليها الطول الموجي للموجه المصاحبه لجسيم متحرك :-



* العلاقة البيانية بين الطول الموجى للموجة المصاحبة لجسيم متحرك ومقلوب كمية تحرك الجسيم :



$$slope = \frac{\Delta\lambda}{\Delta(\frac{1}{P_L})} = h$$

* **وبالتالى فإننا ننظر إلى الطبيعة الموجية لكل من الضوء والإلكترونات كما يلى :**

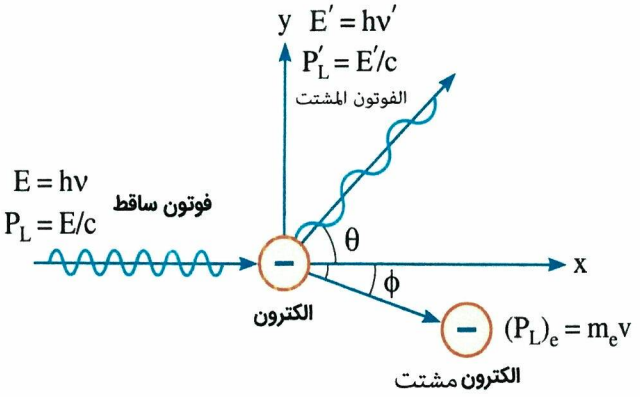
الطبيعة الموجية للضوء	الطبيعة الموجية للإلكترونات
- الضوء هو مجموعة هائلة من الفوتونات لها موجة مصاحبة تصف سلوكها الجماعى - الفوتون بمفرده يحمل صفات الموجة (نفس خصائص مجموعة الفوتونات) من حيث التردد والسرعة والطول الموجى - يكون للموجة المصاحبة لحركة الفوتونات تردد وسرعة وطول موجى وخصائص الانتشار والانعكاس والانكسار والتداخل والحيود	- شعاع الإلكترونات هو مجموعة هائلة من الإلكترونات لها موجة مصاحبة تصف سلوكها الجماعى - الإلكترون بمفرده يحمل صفات الكل (نفس خصائص مجموعة الإلكترونات) من حيث الكتلة والشحنة والدوران حول نفسه (اللف المغزلى) وكمية الحركة - يكون للموجة المصاحبة لحركة الإلكترونات تردد وسرعة وطول موجى وخصائص الانتشار والانعكاس والانكسار والتداخل والحيود

* **مما سبق يمكن المقارنة بين الإلكترون والفوتون كالتالى :**

	الإلكترون	الفوتون
الطبيعة	جسيم مادى شحنته سالبة وله طبيعة موجية	كمّ من الطاقة (hu) غير مشحون وله طبيعة موجية وجسيمية
التعجيل (زيادة سرعته)	يمكن تعجيله بالمجال الكهربى	لا يمكن تعجيله وسرعته ثابتة فى الفراغ $3\times10^{8}\mathrm{m/s}$
كمية التحرك	له كمية تحرك $P_L=\frac{h}{\lambda}=m_e v$	له كمية تحرك $P_L=mc=\frac{E}{c}=\frac{h\upsilon}{c}=\frac{h}{\lambda}$
الكتلة	- له كتلة سكون ثابتة $(m_e=9.1\times10^{-31}Kg)$	- له كتلة أثناء حركته فقط تكافئ m $(m=\frac{E}{c^2}=\frac{h\upsilon}{c^2}=\frac{h}{\lambda c})$ - إذا تم امتصاصه تتلاشى كتلته وتتحول إلى طاقة

الدرس الثاني
ثالثا: ظاهرة كومتون

(3) ظاهرة كومتون :-



* عند سقوط فوتون له طاقة عالية (مثل فوتون أشعة إكس أو جاما) على إلكترون حر :

- يقل تردد الفوتون ويغير اتجاهه
- تزداد سرعة الإلكترون ويغير اتجاهه

وتسمى هذه الظاهرة "بظاهرة كومتون"

* لم تتمكن النظرية الكلاسيكية من تفسير ظاهرة كومتون ولكن تم تفسيرها من خلال فرض بلانك بأن الإشعاع الكهرومغناطيسى مكون من فوتونات يمكن أن تصطدم بالإلكترونات وأثبت كومتون أنه يمكن تطبيق :

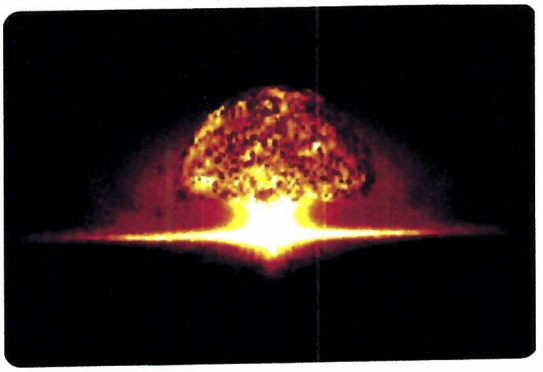
- قانون بقاء كمية التحرك على الفوتون والإلكترون
- قانون بقاء الطاقة : حيث مجموع طاقتى الفوتون والإلكترون قبل التصادم مباشرة = مجموع طاقتى الفوتون والإلكترون بعد التصادم مباشرة

أى أن الإلكترون يكتسب جزء من طاقة الفوتون الساقط فتزداد سرعة الإلكترون ويتشتت ويقل تردد الفوتون نتيجة نقص طاقته

* مما سبق نجد أن ظاهرة كومتون تثبت الخاصية الجسيمية للضوء لأنها توضح أن الفوتون يتصادم مع الإلكترون كجسيم له سرعة وكمية حركة مثل الإلكترون

*** ملاحظة :-**

- يرتبط تحول الكتلة (m) إلى طاقة (E) بعلاقة أينشتين $(E = mc^2)$ وتسمى قانون بقاء الكتلة والطاقة والتى تعتبر أساس عمل القنبلة الذرية حيث وجد أن انشطار النواة ينتج كمية هائلة من الطاقة ؟ لأن انشطار النواة يصحبه نقص فى الكتلة يتحول إلى طاقة تبعًا لعلاقة أينشتين وقد وجد أن النقص فى الكتلة صغير جدًا ولكنه يتحول إلى طاقة هائلة لأنه مضروب فى مقدار كبير جدًا هو مربع سرعة الضوء $(c^2 = 9\times10^{16} m^2/s^2)$



القنبلة الذرية

فكره (8) قوانين الفوتون

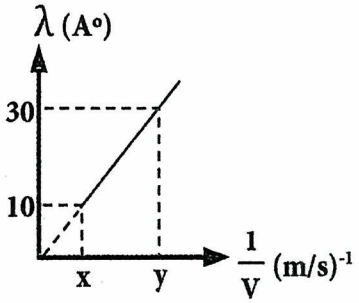
1 فوتونان (X) و (Y) طولهما الموجي 3000 Å و 6000 Å على الترتيب فإن :

النسبة بين : $\frac{\text{كمية الحركة الخطية للفوتون (X)}}{\text{كمية الحركة الخطية للفوتون (Y)}} = \frac{P_{Lx}}{P_{Ly}} =$ .....

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

---

2 الشكل البياني يمثل العلاقة بين الطول الموجي ومقلوب سرعة الإلكترونات المنبعثة من الكاثود



فإن النسبة بين $\frac{\text{سرعة الإلكترون عند النقطة (x)}}{\text{سرعة الإلكترون عند النقطة (y)}} =$ .....

أ $\frac{9}{1}$ ب $\frac{1}{9}$ ج $\frac{3}{1}$ د $\frac{1}{3}$

---

3 يتحرك إلكترون حر طول موجة دي براولي المصاحب له (λ_1) فإذا زادت طاقة حركة هذا الإلكترون إلى الضعف. فإن طول موجة دي براولي المصاحبة لهذا الإلكترون بالنسبة إلى (λ_1) تكون .....

أ $\frac{1}{\sqrt{2}}$ ب $\sqrt{2}$ ج $\frac{1}{2}$ د 2

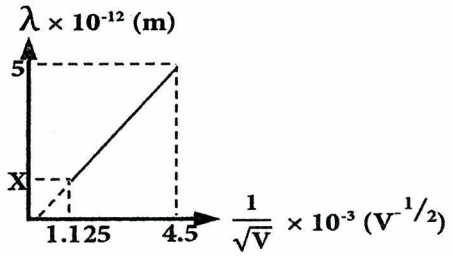
---

4 إذا زادت طاقة حركة جسم إلى 16 مرة تكون نسبة التغير في الطول الموجي المصاحب لحركته حسب معادلة دي براولي يساوي.....

أ 25% ب 50% ج 75% د 100%

---

5 يمثل الشكل العلاقة بين مقلوب الجذر التربيعي لفرق الجهد المستخدم في أنبوبة أشعة الكاثود والطول الموجي المصاحب لحركة الإلكترونات المنطلقة من الفتيلة في الأنبوبة فيكون قيمة النقطة X على الرسم تساوي .....



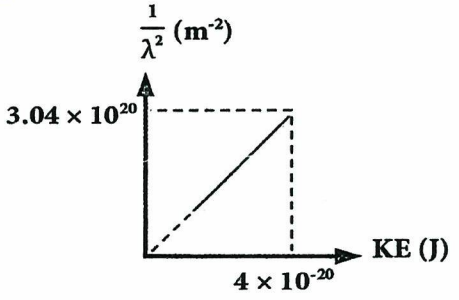
أ 1.25×10^{-12}m

ب 2.5×10^{-12}m

ج 2×10^{-11}m

د 1.5×10^{-11}m

6 الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين مقلوب مربع الطول الموجي $\left(\frac{1}{\lambda^2}\right)$ المصاحب لحركة جسيم مع طاقة حركة هذا الجسيم (KE)، مستعينًا بالشكل، تكون كتلة الجسيم المتحرك تساوى ..... كجم



أ 1.67×10^{-27} ب 3.33×10^{-27}
جـ 7.6×10^{-39} د 3.8×10^{-39}

7 فوتون طاقته 4 eV، فإن : الكتلة المكافئة للفوتون تساوى .....

أ 9.22×10^{-36} kg ب 8.33×10^{-36} kg جـ 7.11×10^{-36} kg د 5.44×10^{-36} kg

فكره (9) قوانين الالكترونات او الجسيمات

1 فوتون (x) تردده $(9.375 \times 10^{14}$ Hz) وفوتون (y) تردده $(1.25 \times 10^{15}$ Hz)، فإن النسبة بين كمية تحرك الفوتون (x) إلى كمية تحرك الفوتون (y) $\frac{(P_L)_x}{(P_L)_y}$ تساوي .....

أ $\frac{9}{2}$ ب $\frac{2}{9}$ جـ $\frac{3}{4}$ د $\frac{4}{3}$

2 فوتونان A و B، إذا كان الطول الموجي للفوتون A هو نصف الطول الموجي للفوتون B، وكانت طاقة الفوتون B تساوي 3×10^{-19} جول، فإن كتلة الفوتون A المكافئة تساوي ..... (علمًا بأن $h = 6.625 \times 10^{-34}$ J.s , $c = 3 \times 10^8$ m/s)

أ 6.67×10^{-36} Kg ب 3.33×10^{-36} Kg
جـ 2×10^{-27} Kg د 1×10^{-27} Kg

3 تسقط فوتونات طولها الموجي 6620 Å عموديًا على شاشة عاكسة تمامًا.
عدد الفوتونات التي تسقط كل ثانية على الشاشة، إذا كانت القوة الكلية التي تؤثر بها 1 N يساوي.....

أ 5×10^{26} ب 5×10^{25} جـ 5×10^{24} د 1.5×10^8

4 ينبعث شعاع ليزر بطول موجي 200 nm، فإن عدد الفوتونات التي يجب أن ينبعث بها شعاع الليزر لتكون كمية الطاقة المنبعثة 1 جول هو .....
(علما بأن $h = 6.63 \times 10^{-34}$ J.s , $c = 3 \times 10^8$ m/s)

أ 8.32×10^{18} ب 1.01×10^{18}
جـ 1.36×10^{18} د 9.95×10^{18}

5 يتحرك بروتون افتراضي بسرعة $3 \times 10^{6}\ m/s$ ، فتصاحبه حركة موجية بطول موجي..... علمًا بأن: $(m_p = 1.67 \times 10^{-27}\ Kg, h = 6.625 \times 10^{-34}\ J.s)$

أ $1.32 \times 10^{-13}\ m$ ب $7.5 \times 10^{-14}\ m$

ج $1.32 \times 10^{-10}\ m$ د $7.5 \times 10^{-10}\ m$

6 يتحرك جسم كتلته $140\ Kg$ بحيث يكون الطول الموجي للموجة المصاحبة لحركته يساوى $1.8 \times 10^{-34}\ m$، فإذا علمت أن : (ثابت بلانك يساوى $6.625 \times 10^{-34}\ J.s$)، فإن سرعة الجسم تساوى .....

أ $2.629 \times 10^{-3}\ m/s$ ب $2.269 \times 10^{-3}\ m/s$

ج $0.26 \times 10^{-3}\ m/s$ د $26.29 \times 10^{-3}\ m/s$

فكره (10) كومتون
نظري ومسائل

1 في تأثير كومتون، عند تصادم فوتون أشعة جاما مع إلكترون حر ساكن، فإن الاختيار الصحيح مما يلي هو .....

	كتلة الإلكترون بعد التصادم	الطول الموجي للفوتون المشتت
أ	لا تتغير	يقل
ب	تقل	يقل
ج	لا تتغير	يزيد
د	تزيد	يقل

2 في ظاهرة كومتون عند اصطدام فوتون أشعة (جاما) بإلكترون متحرك في نفس الاتجاه بسرعة (v) فإن نتيجة التصادم .....

	كمية تحرك الفوتون	كمية تحرك الإلكترون
أ	تزيد	تقل
ب	تقل	تظل ثابتة
ج	تقل	تزيد
د	تقل	تقل

3 اصطدم فوتون أشعة سينية طوله الموجي $1.4 \times 10^{-12}\ m$ بإلكترون حر ساكن، فزادت الطاقة الحركية للإلكترون بعد التصادم بمقدار $4.26 \times 10^{-16}\ J$، فإن الطول الموجي لفوتون الأشعة السينية بعد التصادم .....
$(c = 3 \times 10^{8}\ m/s\ ,\ h = 6.625 \times 10^{-34}\ J.s)$

أ $2\ Å$ ب $1.8\ Å$
جـ $1.7\ Å$ د $1.5\ Å$

---

4 عندما يصطدم فوتون الأشعة السينية له طول موجي $1.2 \times 10^{-12}\ m$ بإلكترون، يكون تردد الفوتون المشتت $1.5 \times 10^{20}\ Hz$، فإن الطاقة الحركية التي يكتسبها الإلكترون هي ..... حيث: $(h = 6.625 \times 10^{-34}\ J.s, C = 3 \times 10^{8}\ m/s)$

أ $2.955 \times 10^{-19}\ J$ ب $8.752 \times 10^{-16}\ J$ جـ $1.257 \times 10^{-17}\ J$ د $6.625 \times 10^{-14}\ J$

---

5 سقط فوتون طوله الموجي $5\ Å$ على إلكترون حر ساكن فتشتت الفوتون بطول موجي $5.02\ Å$، فإن كمية تحرك الإلكترون تزداد بمقدار ..... kgm/s
(علمًا بأن: $m_e = 9.1 \times 10^{-31}\ kg$, $c = 3 \times 10^{8}\ m/s$, $h = 6.625 \times 10^{-34}\ J.s$)

أ 1.5×10^{-24} ب 1.4×10^{-24}
جـ 1.6×10^{-24} د 1.7×10^{-24}

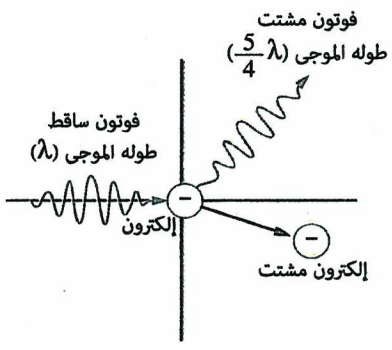
---

6 في تأثير كومبتون عندما يسقط فوتون أشعة جاما ذو الطول الموجي (λ) على إلكترون حر، يفقد الفوتون $\frac{1}{4}$ من طاقته، وبالتالي يصبح الطول الموجي للفوتون المشتت .....

أ λ ب $\frac{4}{3}\lambda$ جـ $\frac{3}{2}\lambda$ د 2λ

---

7 يصطدم فوتون إشعاع إكس بإلكترون حر، وبيانات الفوتون الساقط والمشتت كما هو موضح بالشكل، لذا فإن الفوتون الساقط فَقد ..... طاقته الأصلية نتيجة التصادم.



أ $\frac{2}{5}$ ب $\frac{3}{5}$
جـ $\frac{1}{5}$ د $\frac{4}{5}$

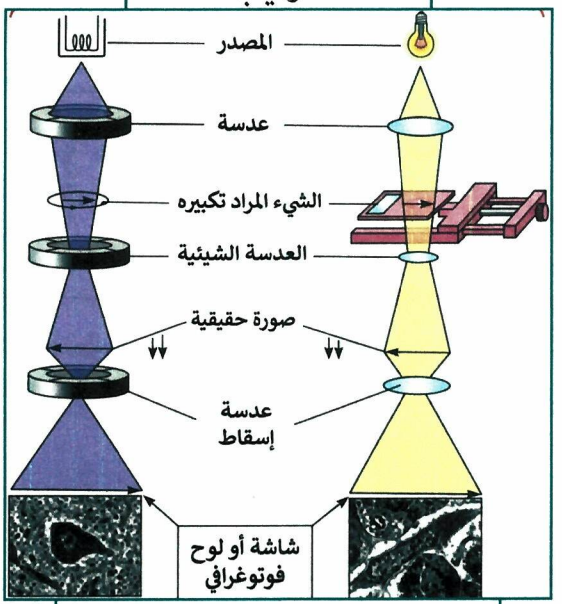
المجهر (الميكروسكوب) الإلكترونى

* لتكوين صورة مكبرة للأجسام الصغيرة يلزم سقوط موجة على الجسم بحيث يكون طولها الموجى أقل من أبعاد الجسم المراد تكوين صورة مكبرة له لذلك لا يصلح الميكروسكوب الضوئى لرؤية الأجسام الصغيرة جدًا مثل الڤيروسات حيث إن مدى الأطوال الموجية للضوء المرئى أكبر من أبعاد الفيروس لذلك يتم استخدام شعاع من الإلكترونات فى الميكروسكوب الإلكترونى

*** فكرة عمل الميكروسكوب الإلكترونى :**

- الفكرة : الطبيعة الموجية للإلكترون
- الشرح : بزيادة فرق الجهد بين الكاثود والأنود فى المجهر الإلكترونى تزداد طاقة حركة الإلكترون وبالتالى تزداد سرعته (v) تبعًا للعلاقة ($KE=\frac{1}{2}m_e v^2=eV$) ومن معادلة دى برولى ($\lambda=\frac{h}{m_e v}$) نجد أنه بزيادة سرعة الإلكترون يقل الطول الموجى المصاحب لحركته حتى يصبح أقل من أبعاد الجسم وبذلك يمكن استخدامها فى تكوين صورة مكبرة له

• يتشابه الميكروسكوب الإلكترونى مع الميكروسكوب الضوئى فى نواح عديدة ويختلف عنه فى نواح أخرى كالتالى :

الميكروسكوب الضوئى	الميكروسكوب الإلكترونى
التركيب	
	
الشعاع الضوئي المستخدم	
شعاع ضوئى	شعاع من الإلكترونات يصحب حركتها أمواج مادية طولها الموجى أقصر حوالى ألف مرة من الطول الموجى للشعاع الضوئى
العدسات المستخدمه	
عدسات ضوئية (زجاجية) تعمل على تركيز الضوء على الجسم المراد تكبيره	عدسات إلكترونية (مغناطيسية) تعمل على تركيز شعاع الإلكترونات على الجسم المراد تكبيره
القدره التحليليه	
صغيرة نسبيًا وبذلك لا يستطيع أن يميز التفاصيل الدقيقة	كبيرة نسبيًا ويذلك يكون له القدرة على تمييز التفاصيل الدقيقة
معامل التكبير	
محدود نسبياً	كبير نسبياً
الصوره النهائيه	
تقديرية، يمكن أن تُرى بالعين المجردة	تتكون على شاشة فلورسية

* ملاحظات :-

* القدرة التحليلية للميكروسكوب الإلكترونى كبيرة جدًا

لأن الإلكترونات يمكن أن تمتلك طاقة حركة عالية جدًا ومن ثم تصحبها أطوال موجية قصيرة جدًا وبالتالى تستطيع أن ترصد أجسام صغيرة لا يستطيع الضوء العادى أن يرصدها

فكره (11) الميكروسكوب الالكتروني

1 إذا كان الطول الموجي المصاحب لحركة الإلكترونات في الميكروسكوب الإلكتروني واللازم لتكوين صورة لجسم ما 0.04 nm، فإن فرق الجهد اللازم تطبيقه بين الأنود والكاثود هو .....

أ 942 V ب 1884 V ج 7536 V د 471 V

2 في المجهر الإلكتروني عند زيادة فرق الجهد بين الكاثود والأنود من 25 KV إلى 100 KV ، فإن الطول الموجي المصاحب لحركة شعاع الإلكترونات .....

أ يقل إلى الربع ب يزداد إلى الضعف

ج يقل إلى النصف د يزداد أربع مرات

3 استخدم فرق جهد قدره (V) فى ميكروسكوب إلكتروني لفحص فيروس أبعاده (X) فإن عند استخدامه لفحص فيروس أصغر وأبعاده ($\frac{X}{4}$)، يجب أن يصبح فرق الجهد المستخدم يساوى .....

أ 2 V ب 4 V ج 8 V د 16 V

اكتب ملاحظاتك

الفصل السادس

* كلمة ذرة (Atom) تعود إلى اللغة الإغريقية، وتعنى الوحدة التى لا تنقسم وقد وضع العلماء تصورات مختلفة متعاقبة لتركيب الذرة، سندرس منها تصور العالم بور لتركيب الذرة

نموذج بور

* قام بور بدراسة تصورات العلماء السابقين له للذرة، وتوصل إلى نموذج لذرة الهيدروچين مستخدمًا بعض تصورات العالم رذرفورد وهى :

1- توجد عند مركز الذرة نواة موجبة الشحنة

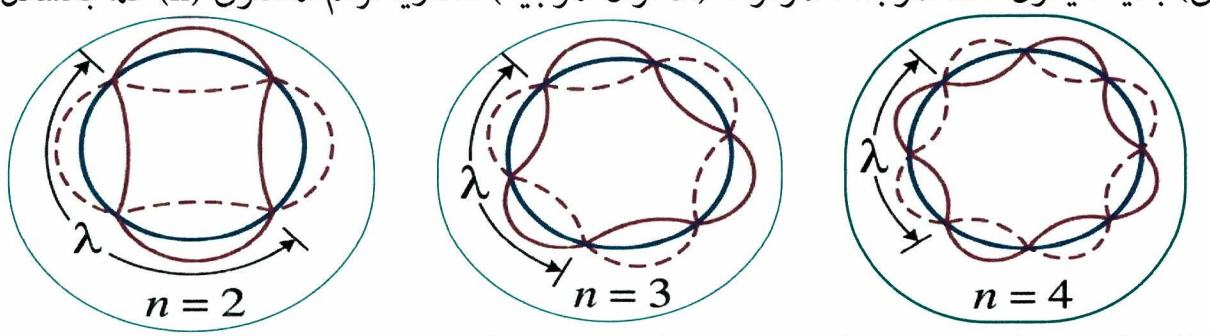
2- تدور الإلكترونات سالبة الشحنة حول النواة فى مستويات طاقة محددة تعرف بالأغلفة ولا يصدر من الذرة إشعاعًا طالما كان الإلكترون متحركًا فى مستوى الطاقة الخاص به

3- الذرة متعادلة كهربيًا حيث إن عدد الشحنات السالبة (الإلكترونات) حول النواة يساوى عدد الشحنات الموجبة التى تحملها النواة (البروتونات)

*** ثم أضاف بور الفروض الثلاثة الهامة التالية :**

1- القوى الكهربية (قانون كولوم) والقوى الميكانيكية (قانون نيوتن) قابلة للتطبيق فى مجال الذرة

2- باعتبار أن الموجة المصاحبة لحركة الإلكترون فى ذرة الهيدروچين تمثل موجة موقوفة (حسب فرض دى برولى) بحيث يكون عدد الموجات الموقوفة (الأطوال الموجية) مساويًا لرقم المستوى (n) كما بالشكل التالى :

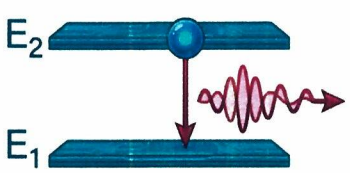


وبالتالى يمكن حساب نصف قطر مستوى الإلكترون تقديريًا من العلاقة :

$$2\pi r = n\lambda$$

حيث : (r) نصف قطر المستوى (n) عدد الأمواج الموقوفة المصاحبة لحركة الإلكترون (عدد صحيح أكبر من الصفر)

(λ) الطول الموجى للموجة الموقوفة المصاحبة لحركة الإلكترون

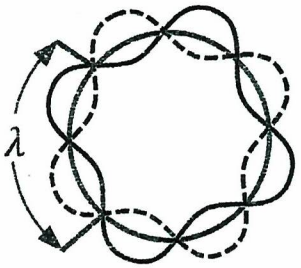


3- عندما ينتقل إلكترون من مستوى أعلى للطاقة (E_2) إلى مستوى أدنى للطاقة (E_1) ينطلق نتيجة لذلك فوتون طاقته تساوى الفرق بين طاقتى المستويين

($h\upsilon = \Delta E = E_2 - E_1$)

فكره (1) حساب نق المدار

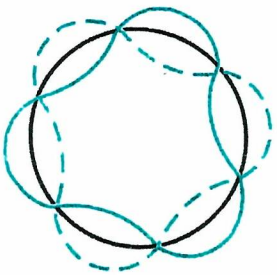
1 الشكل المقابل يمثل إلكترون يتحرك في مستوى طاقة معين حول نواة ذرة الهيدروجين، فإذا كان الطول الموجي المصاحب لحركة الإلكترون في هذا المستوى λ، فإن نصف قطر مستوى الطاقة (r) يساوي .....



أ $\frac{4\lambda}{\pi}$ ب $\frac{2\lambda}{\pi}$

ج $\frac{\lambda}{4\pi}$ د $\frac{\lambda}{2\pi}$

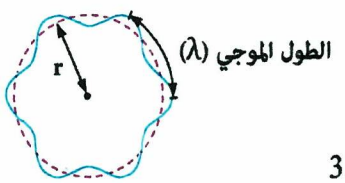
2 الشكل المقابل يمثل موجة موقوفة مصاحبة لحركة الإلكترون في أحد مستويات الطاقة في ذرة الهيدروجين، فإذا كان الطول الموجي لهذه الموجة هو $9.98\times10^{-10}\,m$، فإن نصف قطر مستوى الطاقة الذي يتحرك فيه الإلكترون يساوي .....



أ $5.24\,Å$ ب $4.76\,Å$

ج $2.42\,Å$ د $3.65\,Å$

3 يوضح الشكل المقابل موجة موقوفة مصاحبة لحركة إلكترون ذرة الهيدروجين في أحد مستويات الطاقة لذرة الهيدروجين وفق نموذج بور. أي العلاقات التالية يعبر بشكل صحيح عن العلاقة بين الطول الموجي (λ) ونصف القطر (r) ؟



أ $12\lambda=\pi r$ ب $6\lambda=\pi r$ ج $4\lambda=\pi r$ د $3\lambda=\pi r$

4 في ذرة الهيدروجين إذا كانت النسبة بين قطر المدار الثاني إلى قطر المدار الثالث تساوي $\frac{4}{9}$، وكانت سرعة الإلكترون التي يدور بها في المدار الثاني لذرة الهيدروجين هي v_2 وسرعة الإلكترون التي يدور بها في المدار الثالث لذرة الهيدروجين هي v_3، أي مما يأتي يكون صحيحًا ؟

أ $v_2=\frac{2v_3}{3}$ ب $v_2=\frac{4v_3}{9}$ ج $v_2=\frac{3v_3}{2}$ د $v_2=\frac{9v_3}{4}$

تفسير بور لانبعات الطيف الخطى لغاز الهيدروجين

*** عندما تكتسب ذرات الهيدروچين طاقة فإنها تثار ويلاحظ التالى :**

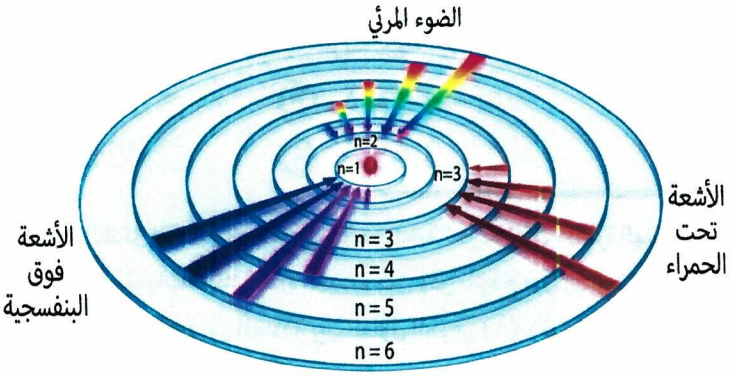
1- لا تثار الذرات كلها لنفس المستوى ولذلك تنتقل الإلكترونات فى الذرات المختلفة من المستوى الأول K(n=1) إلى مستوبات مختلفة أعلى منه N,M, L .... (.... n=2 or 3 or 4)

2- يمكن حساب طاقة أى مستوى (E) فى ذرة الهيدروچين من العلاقة : $E_n = -\frac{13.6}{n^2}(eV)$

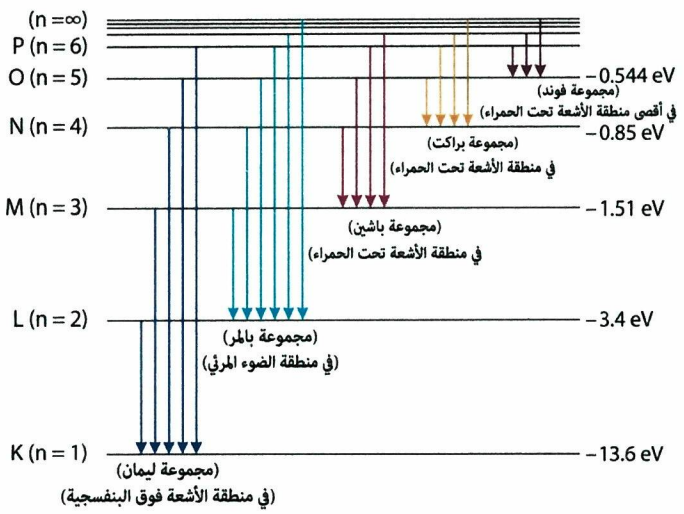
3- تبقى الإلكترونات فى مستويات الطاقة العالية لفترة قصيرة جدًا (حوالي $10^{-8}s$) ثم تهبط إلى مستويات أدنى

4- عندما يهبط الإلكترون من مستوى طاقة أعلى إلى مستوى طاقة أدنى فإنه يفقد فرق الطاقة بين المستويين على شكل فوتون تردده υ وطاقته $h\upsilon$ وطوله الموجى λ

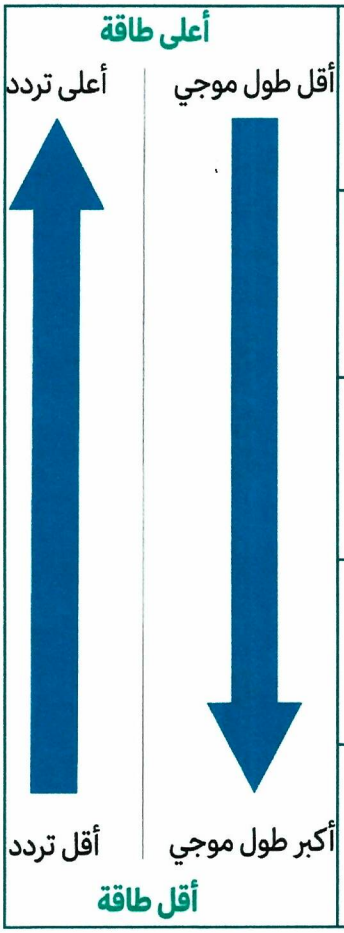
حيث : $\lambda = \frac{c}{\upsilon}$, $h\upsilon = E_2 - E_1$



5- عند إثارة عينة تحتوى على عدد كبير من ذرات الهيدروچين ينشأ عن عودة الإلكترون داخل كل ذرة من المستويات العليا إلى المستويات الأدنى انبعاث طيف خطى يتكون من خمس مجموعات أو متسلسلات وتترتب هذه المتسلسلات كالتالى :



متسلسلة ليمان	يتنقل الإلكترون من المستويات الأعلى إلى المستوى الأول (n=1) K	تقع فى منطقة الأشعة فوق البنفسجية
متسلسلة بالمر	ينتقل الإلكترون من المستويات الأعلى إلى المستوى الثانى (n= 2) L	تقع فى منطقة الضوء المرئي
متسلسلة باشن	ينتقل الإلكترون من المستويات الأعلى إلى المستوى الثالث (n= 3) M	تقع فى منطقة الأشعة تحت الحمراء
متسلسلة براكت	ينتقل الإلكترون من المستويات الأعلى إلى المستوى الرابع (n= 4) N	تقع فى منطقة الأشعة تحت الحمراء
متسلسلة فونج	ينتقل الإلكترون من المستويات الأعلى إلى المستوى الخامس (n= 5) O	تقع فى اقصي منطقة الأشعة تحت الحمراء



* حساب طاقة الإشعاع فى المتسلسلة الواحدة :

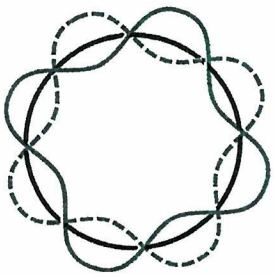
ينبعث فوتون له أكبر طاقة (أقصر طول موجى)	ينبعث فوتون له أقل طاقة (أكبر طول موجى)
عند انتقال الإلكترون من مستوى الطاقة فى مالانهاية (E_∞) إلى مستوى الطاقة الأدنى فى المتسلسلة (E_n) : $E_\infty - E_n = \frac{hc}{\lambda_{min}} \quad , \quad E_\infty = 0$	عند انتقال الإلكترون من مستوى الطاقة (E_{n+1}) إلى مستوى الطاقة الأدنى الذى يليه (E_n) : $E_{n+1} - E_n = \frac{hc}{\lambda_{max}}$

*** ملاحظة :-**

* بدءًا من متسلسلة ليمان يؤدى انتقال الإلكترون بين أى مستويين متتاليين فى نفس المتسلسلة الطيفية إلى انبعاث طيف (فوتون) له أقل تردد فى المتسلسلة ولكنه يظل أعلى من تردد أى فوتون فى أى متسلسلة تالية

فكره (2) حساب طاقه المستوي

1 الشكل المقابل يمثل الموجة الموقوفة المصاحبة لحركة إلكترون ذرة الهيدروجين في أحد مستويات الطاقة في الذرة، فإن طاقة الإلكترون في هذا المستوى تساوي .....



أ $-13.6\ eV$
ب $-3.4\ eV$
ج $-0.544\ eV$
د $-0.85\ eV$

2 إذا كانت طاقة المستوى الثالث في ذرة الهيدروجين هي $\frac{1}{2}E$، فإن طاقة المستوى الرابع هي .....

أ $\frac{9}{32}E$ ب $\frac{3}{2}E$ ج $\frac{2}{3}E$ د $\frac{16}{18}E$

فكره (3) الحل علي المتسلسلات

1 سقط فوتون علي إلكترون في المستوى الأرضي لذرة الهيدروجين فانتقل الإلكترون إلي مستوى الإثارة (N)، فإن الطول الموجي للفوتون الساقط يساوي .....

علمًا بأن $(h=6.625\times10^{-34}\,J.s, c=3\times10^{8}\,m/s, e=1.6\times10^{-19}\,C)$

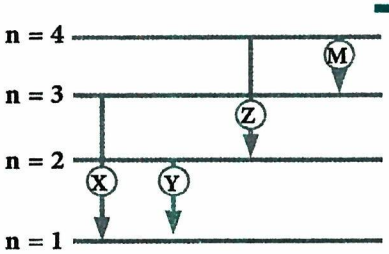
أ $1.56\times10^{-26}\,m$ ب $1.56\times10^{-8}\,m$
ج $9.74\times10^{-26}\,m$ د $9.74\times10^{-8}\,m$

2 تردد الفوتون المنبعث من ذرة الهيدروجين عند هبوط إلكترونها من مستوى الطاقة (N) إلى مستوى الطاقة (L) يساوي .....

(علمًا بأن: $e=1.6\times10^{-19}\,C, h=6.625\times10^{-34}\,J.s$)

أ $6.2\times10^{14}\,Hz$ ب $3.8\times10^{33}\,Hz$
ج $8.2\times10^{14}\,Hz$ د $5.1\times10^{33}\,Hz$

3 يوضح الشكل المقابل أربعة انتقالات لإلكترون ذرة الهيدروجين بين مستويات الطاقة،

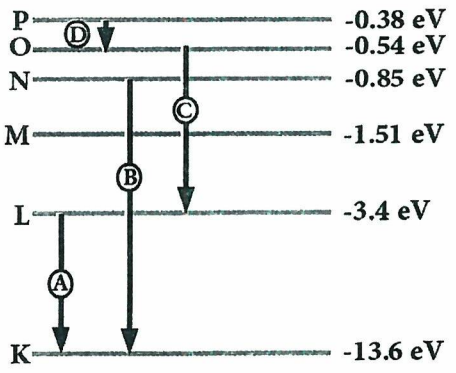


أي العبارات الأتية صحيحة؟

أ الانتقال (M) يعطي خطاًطيفياً له أقل طول موجي
ب الانتقال (Z) يعطي خطاً طيفياً في منطقة الأشعة فوق البنفسجية
ج الانتقال (Y) يعطي خطاً طيفياً في منطقة الأشعة تحت الحمراء
د الانتقال (X) يعطي أعلى تردد بين هذه الانتقالات

4 يوضح المخطط الآتي بعض الانتقالات الممكنة بين مستويات الطاقة لذرة هيدروجين، فإن الانتقال من الانتقالات الآتية ينتج عنه انبعاث فوتون طوله الموجي 4349Å هو .....

(علمًا بأن: $c = 3\times10^{8}\,m/s$, $h = 6.625\times10^{-34}\,J.s$, $e = 1.6\times10^{-19}\,C$)

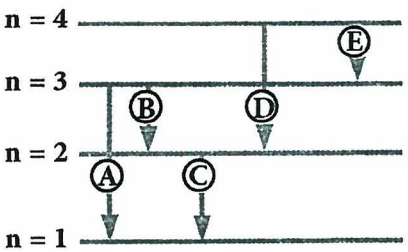


أ الانتقال B ب الانتقال D

جـ الانتقال C د الانتقال A

فكره (4) اكبر واقل تردد او طول موجي لاي متسلسله

1 يمثل الشكل عدة انتقالات للإلكترونات في ذرة الهيدروجين، أي هذه الانتقالات له طول موجي أقل ما يمكن؟



أ (A) ب (E)

جـ (D) د (B)

2 في نموذج بور لذرة الهيدروجين إذا كان أقل تردد للطيف المنبعث في متسلسلة باشن يساوي υ_1، وأقل تردد للطيف المنبعث في متسلسلة بالمر يساوي υ_2 ،

فإن النسبة $\frac{\upsilon_1}{\upsilon_2}$ تساوي .....

أ $\frac{7}{20}$ ب $\frac{4}{3}$ جـ $\frac{20}{7}$ د $\frac{5}{2}$

3 في ذرة الهيدروجين، تكون النسبة بين أطول طول موجي في سلسلة ليمان إلى أطول طول موجي في سلسلة بالمر هي .....

أ $\frac{5}{27}$ ب $\frac{3}{23}$ جـ $\frac{7}{27}$ د $\frac{9}{31}$

فكره (5) الاحتمالات

1 إذا كان عدد مستويات الطاقة الممكنة لحركة الإلكترون في ذرة ما 5 مستويات ويمكن للإلكترون الانتقال بين أي مستويين من تلك المستويات فإن عدد متسلسلات الطيف التي يمكن أن تنبعث منه .....

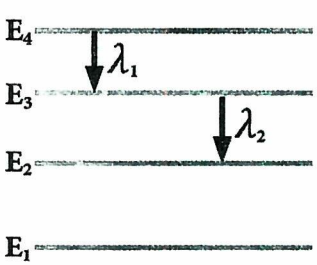
أ) 4 ب) 6 ج) 8 د) 10

2 في حالة إلكترون مثار في المستوي (P) في ذرة الهيدروجين، فإن عدد المتسلسلات الممكنة وعدد خطوط الطيف الممكنة عند عودة الإلكترون للمستوى الأرضي هي .....

	عدد المتسلسلات الممكنة	عدد خطوط الطيف الممكنة
أ	6	25
ب	5	15
ج	6	15
د	5	25

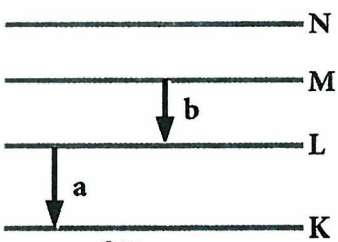
فكره (6) المقارنه بين الفوتونات المنبعثه من عده انتقالات للالكترون بين مستويات الطاقه بذره الهيدروجين

1 الشكل المقابل يمثل بعض مستويات الطاقة لذرة هيدروجين مثارة، فإن النسبة بين $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ = ...



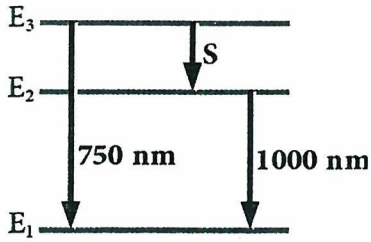
أ) $\frac{20}{7}$ ب) $\frac{7}{20}$ ج) $\frac{9}{4}$ د) $\frac{27}{5}$

2 يمثل الشكل خطين طيفيين في طيف ذرة الهيدروجين يصدر عنهما فوتونان كمية تحركهما $(P_L)_a$ ، $(P_L)_b$، فتكون النسبة $(\frac{(P_L)_a}{(P_L)_b})$ هي.....



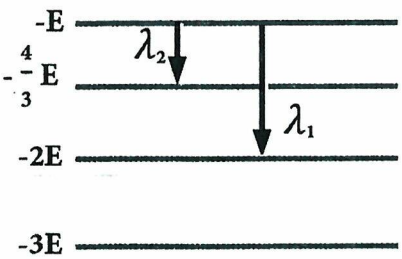
أ) $\frac{4}{3}$ ب) $\frac{30}{7}$ ج) $\frac{54}{11}$ د) $\frac{27}{5}$

3 المخطط المقابل يوضح ذرة مثارة تعطي أطوال موجية نتيجة انتقال الإلكترون من مستوي طاقة أعلي إلي مستوي طاقة أقل، فإن الطول الموجي (S) يساوي .....



أ 2250nm
ب 1500nm
جـ 450nm
د 3000nm

4 الشكل المقابل يوضح انتقالين لإلكترون بين بعض مستويات الطاقة لإحدي الذرات، فتكون النسبة بين مقداري الطولين لموجيين $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ = ...



أ $\frac{1}{3}$
ب $\frac{3}{4}$
جـ $\frac{2}{3}$
د $\frac{4}{3}$

الأطيـــاف

* عند مرور الطيف الشمسى خلال منشور ثلاثى فإنه يتحلل إلى مكوناته من الأشعة المرئية (الضوء المرئى) والأشعة غير المرئية (الأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية)

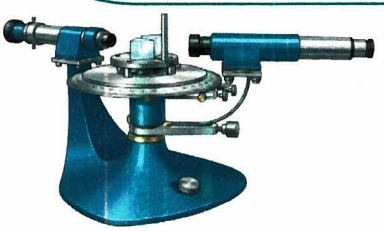
* تُعد دراسة وتفسير الطيف الذرى للعناصر من أهم الدراسات التى أدت إلى معرفة التركيب الذرى والجزيئى لها، ويتم ذلك باستخدام جهاز المطياف

الطيف النقي :
طيف لا يكون فيه تداخل بين الأطوال الموجية حيث يكون فيه التفريق بين الألوان شديد التمايز بحيث يكون الضوء عمليًا عند كل نقطة أحادى اللون تقريبًا

*** المطياف :-**

- الوظيفة :

تحليل الضوء إلى مكوناته المرئية وغير المرئية والحصول منها على طيف نقى



- الاستخدام :

1- التعرف على مصادر الطيف المختلفة

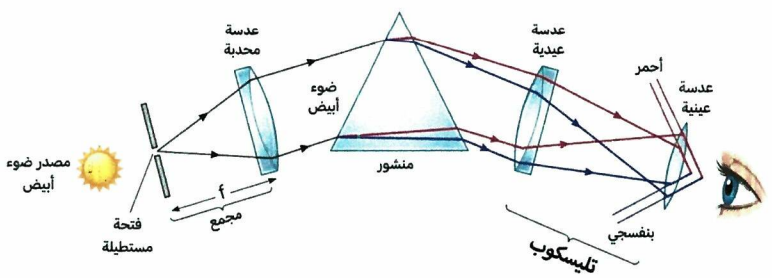
2- تقدير درجة حرارة النجوم وما بها من غازات

- التركيب :

1- المجمع وهو عبارة عن أنبوبة يوجد عند طرفها فتحة مستطيلة ضيقة يمكن التحكم فى اتساعها بواسطة مسمار محوى وتوجد هذه الفتحة عند بؤرة عدسة محدبة عند الطرف الآخر للأنبوبة

2- منشور ثلاثى من الزجاج موضوع على منضدة قابلة للدوران لضبط المنشور عند وضع النهاية الصغرى للانحراف

3- تيليسكوب مكون من عدستين محدبتين هما الشيئية والعينية



- طريقة العمل :-

1- يتم وضع مصدر الطيف أمام الفتحة المستطيلة للمجمع فتعمل عدسته المحدبة على خروج حزمة متوازية من الطيف الذى يسقط على أحد أوجه المنشور

2- يتم ضبط المنشور فى وضع النهاية الصغرى للانحراف، ويعمل المنشور على تحليل أشعة الضوء إلى مكوناته الأولية بحيث تخرج أشعة كل لون متوازية مع بعضها وغير موازية لأشعة الألوان الأخرى لأن لكل لون من ألوان الطيف زاوية انحراف خاصة به

3- يوجه التليسكوب لاستقبال الأشعة المارة خلال المنشور

4- تعمل العدسة الشيئية للتليسكوب على تجميع أشعة كل لون فى بؤرة خاصة على المستوى البؤرى لهذه العدسة بحيث يمكن رؤيتها محددة بواسطة العدسة العينية أو تتكون صورة لها على لوح فوتوغرافى

- شروط الحصول على طيف نقى بواسطة المطياف (الأسبكترومتر) :-

أن يكون المنشور فى وضع النهاية الصغرى للانحراف وتجمع الأشعة المتوازية لكل لون فى بؤرة خاصة بواسطة العدسة الشيئية

- أنواع الأطياف :

* بعد إتمام عملية التحليل الطيفى يمكن تمييز نوعين من الأطياف :

طيف مستمر (متصل)	طيف خطى
طيف يتضمن توزيعًا مستمرًا أو متصلًا للترددات الأطوال الموجية	أو طيف يتضمن توزيعًا غير مستمرًا للترددات أو الأطوال الموجية
يمكن الحصول عليه عن طريق	
تحليل الإشعاعات المنبعثة من الأجسام الساخنة كالفحم المتقد وفتيل المصباح الكهربى	تحليل الإشعاع المنبعث من عنصر غازى أو بخار عنصر تحت ضغط منخفض فى أنابيب التفريغ الكهربي ويعتبر خاصية مميزة للعنصر

* ينقسم الطيف الخطى للعناصر إلى :

طيف الانبعاث للزئبق

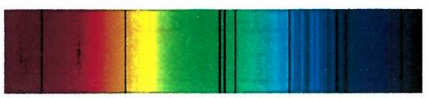
طيف الانبعاث للهيدروجين الذرى

(1) طيف الانبعاث :-

* هو الطيف الناتج عن انتقال ذرة مثارة من مستوى أعلى للطاقة إلى مستوى أدنى للطاقة ونظرًا لأنه لا يمكن إثارة العناصر إلا إذا كانت في صورة ذرية وليست جزيئية فإن الطيف الخطى لا يصدر من المادة إلا إذا كانت فى صورة ذرات منفصلة أو فى الحالة الغازية تحت ضغط منخفض

* يظهر طيف الانبعاث على لوح فوتوغرافى حساس على هيئة خطوط مضيئة على خلفية سوداء

(2) طيف الامتصاص :-



* إذا مر طيف مستمر (مثل ضوء أبيض) خلال غاز ما أو بخار عنصر فإنه يلاحظ :

اختفاء بعض الأطوال الموجية فى الطيف المستمر للضوء الأبيض بعد تحليله بالمطياف هذه الأطوال الموجية هى نفسها الأطوال الموجية لأطياف الانبعاث الخطية لهذا الغاز أو العنصر لذلك فهى تعتبر خاصية مميزة لهذا الغاز أو العنصر ويطلق عليها "طيف الامتصاص الخطى"

طيف الامتصاص الخطي :

خطوط معتمة لبعض الأطوال الموجية فى الطيف المستمر، وهذه الخطوط ناتجة عن امتصاص غاز أو بخار عنصر لخطوط الطيف المميزة له

* يظهر طيف الامتصاص على لوح فوتوغرافى حساس على هيئه خطوط معتمه على خلفيه مضيئه

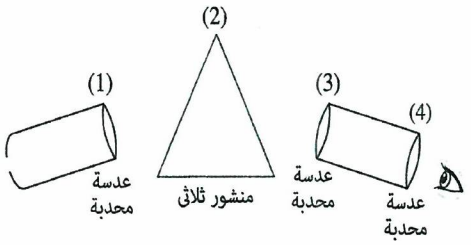
* وقد أثبت هذا وجود عنصرى الهيليوم والهيدروچين فى الغلاف الشمسى حيث إن طيف الشمس بعد تحليله وجد أنه يحتوى على أطياف الامتصاص الخطية للهيليوم والهيدروچين ويطلق عليها "خطوط فرونهوفر"

خطوط فرونهوفر

أطياف امتصاص خطية للعناصر الموجودة فى الغلاف الشمسى وقد وجد أنها خاصة بعنصرى الهيليوم والهيدروچين

فكره (7) تركيب وشرح عمل المطياف

1 الشكل التخطيطى المقابل يمثل تركيب المطياف



فإن القطعة الضوئية التى تعمل على :

(١) تفريق الأطياف طبقًا لطولها الموجى هى .....

أ (1) ب (2) ج (3) د (4)

(٢) تجميع أشعة كل لون فى بؤرة خاصة على المستوى البؤرى هى .....

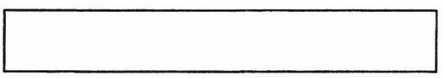
أ (1) ب (2) ج (3) د (4)

فكره (8) انواع الاطياف

1 عند مرور ضوء أبيض خلال غاز، أى الأشكال التالية يعبر عن الطيف الناتج ؟

أ خلفية سوداء كاملة

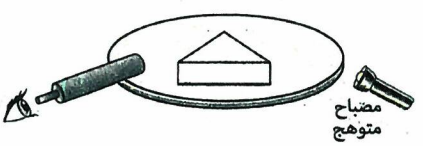
ب خلفية بيضاء كاملة



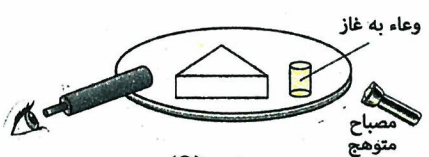
ج خلفية سوداء بها خطوط ملونة

د خلفية من ألوان الطيف بها خطوط سوداء

2 عند النظر خلال العدسة العينية لكل مطياف نرصد .....



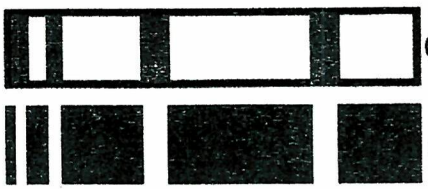
شكل (1)



شكل (2)

	فى الشكل (1)	فى الشكل (2)
أ	طيف امتصاص خطى	طيف انبعاث خطى
ب	طيف انبعاث خطى	طيف مستمر
ج	طيف مستمر	طيف امتصاص خطى
د	طيف امتصاص خطى	طيف مستمر

3 يوضح الشكل طيفين (N)، (M) تم استقبالهما كلٍ على حدة على اللوح الفوتوغرافي بجهاز الإسبكترومتر. (لاحظ أن: الأجزاء التي ظهرت ملونة على اللوح الفوتوجرافي ممثلة باللون الأبيض في الشكل)، فإن الطيفين هما .....



أ لغازين مختلفين وكلاهما طيف امتصاص

ب لنفس الغاز حيث الطيف (M) طيف انبعاث، والطيف (N) طيف امتصاص

ج لغازين مختلفين، وكلاهما طيف انبعاث

د لنفس الغاز حيث الطيف (N) طيف انبعاث، والطيف (M) طيف امتصاص

الأشعة السينية X-Rays

* اكتشف العالم رونتجن أشعة كهرومغناطيسية غير مرئية طولها الموجى قصير يتراوح بين $10^{-13}m$ و $10^{-8}m$ أى بين الأطوال الموجية لأشعة جاما والأشعة فوق البنفسجية وهى ذات طاقة عالية، وأطلق عليها الأشعة المجهولة أو الأشعة السينية لأنه لم يكن يعرف ماهيتها

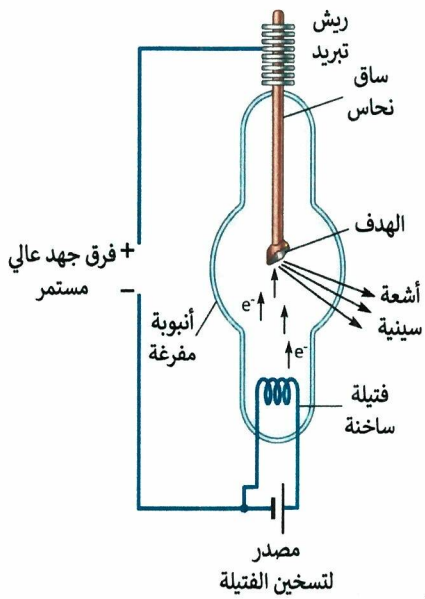
*** خصائص الأشعة السينية :-**

1- ذات قدرة كبيرة على اختراق الأوساط حيث إن طولها الموجى قصير جدًّا

2- ذات قدرة كبيرة على تأيين الغازات حيث إن طاقتها عالية جدًا

3- يحدث لها حيود عند مرورها خلال البلورات حيث إن طولها الموجى مقارب للمسافات البينية بين الذرات فى البلورات

4- تؤثر على الألواح الفوتوغرافية الحساسة حيث إن لها تأثير كيميائى



*** الحصول على الأشعة السينية باستخدام أنبوبة كولدج :-**

- التركيب :

أنبوبة زجاجية مفرغة من الهواء تحتوى على :

1- فتيلة تعمل كمصدر للإلكترونات عند تسخينها (الكاثود)

2- مصدر كهربى مستمر أو متردد لتسخين الفتيلة

3- هدف من عنصر عدده الذرى كبير ودرجة انصهاره عالية مثل التنجستين

4- ريش تبريد مثبتة على ساق نحاسية تتصل بالهدف (الأنود) لتبريده

5- مصدر فرق جهد عالى مستمر بين الفتيلة (الكاثود) والهدف (الآنود) لتعجيل الإلكترونات المنبعثة من الفتيلة

- شرح العمل :

1- عند تسخين الفتيلة (المهبط) تنطلق الإلكترونات منها نحو الهدف تحت تأثير المجال الكهربى

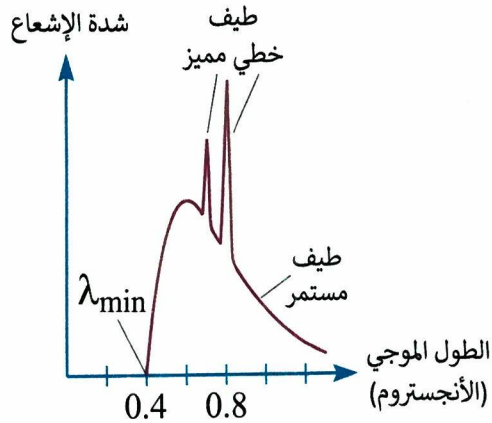
2- تكتسب الإلكترونات طاقة حركة كبيرة يتوقف مقدارها على فرق الجهد بين الفتيلة والهدف وتحسب طاقة الحركة العظمى للإلكترونات من العلاقة :

$$eV = (KE)_{max} = \frac{1}{2} m_e v^2_{max}$$

3- عند اصطدام الإلكترونات بالهدف ينطلق من الهدف الأشعة السينية بالإضافة إلى كمية كبيرة من الطاقة الحرارية

*** طيف الاشعه السينيه :**

* بتحليل حزمة من الأشعة السينية الصادرة من هدف ما إلى مكوناتها من الأطوال الموجية المختلفة نحصل على طيف يتكون من نوعين كما بالشكل :

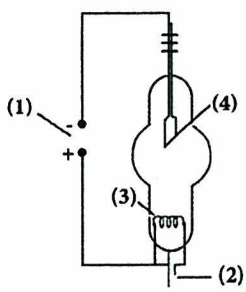


1- طيف مستمر يحتوى على جميع الأطوال الموجية فى مدى معين ولا يتوقف على نوع مادة الهدف بل يعتمد على فرق الجهد بين الفتيلة والهدف

2- طيف خطى يقابل أطوالًا موجية محددة تميز العنصر المكون لمادة الهدف ويكون متراكب على الطيف المستمر

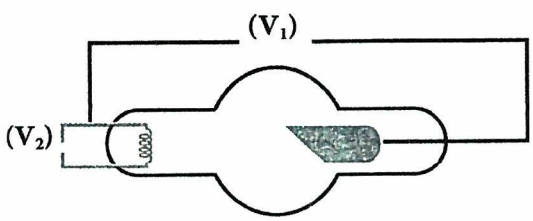
فكره (9) تركيب انبوبه كولدج

1 **الشكل المقابل يمثل رسم تخطيطي لأنبوبة كولدج للحصول على الأشعة السينية، فإن العنصر المسؤول عن تعجيل الإلكترونات المنبعثة من الفتيلة هو .....**



أ 1
ب 2
ج 4
د 3

2 **الشكل يوضح أنبوبة كولدج لتوليد الأشعة السينية. علمًا بأن فرق الجهد بين الكاثود و الأنود هو (V_1) و فرق الجهد بين طرفي الكاثود هو (V_2)، فإن الطول الموجي لفوتونات الإشعاع المستمر للأشعة السينية المنبعثة يمكن تقليله بـ.....**

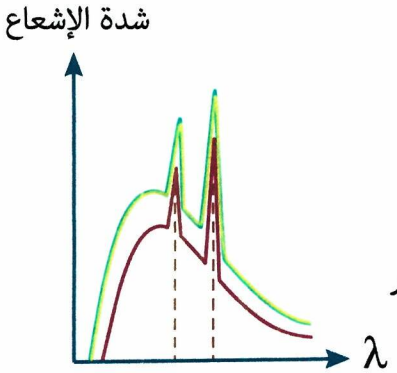


أ زيادة (V_1) فقط
ب زيادة (V_2) فقط
ج تقليل كل من (V_1) و (V_2)
د زيادة كل من (V_1) و (V_2)

* ويمكن التمييز بينهما كما يلى :

الطيف المستمر (المتصل) للأشعة السينية	الطيف الخطى (المميز) للأشعة السينية
يطلق عليه	
أشعة الكابح (الفرملة) أو الإشعاع اللين أو الإشعاع الناعم	الإشعاع الشديد أو الحاد
كيفية التولد	
- عند مرور الإلكترونات المعجلة المنبعثة من الكاثود (الفتيلة) قرب إلكترونات ذرات مادة الهدف تتناقص سرعتها وتقل طاقتها نتيجة التصادمات والتشتت - طبقًا لنظرية ماكسويل هيرتز يظهر الفقد فى طاقة الإلكترونات على شكل إشعاعا كهرومغناطيسيا يحتوى على جميع الأطوال الموجية الممكنة لأن الإلكترونات تفقد طاقتها على دفعات وبدرجات متفاوتة	- عند تصادم أحد الإلكترونات المُعجلة المنبعثة من الكاثود (الفتيلة) بأحد الإلكترونات القريبة من نواة إحدى ذرات مادة الهدف يكتسب الأخير طاقة تجعله ينتقل إلى مستوى طاقة أعلى أو يغادر الذرة ويحل محله إلكترون أخر من مستوى طاقة أعلى - يظهر الفرق بين طاقتى المستويين على شكل إشعاع له طول موجى محدد، يمكن تعيينه من العلاقة :
العوامل التى يتوقف عليها الطول الموجى	
- يتوقف أقصر طول موجى (ذرة) للطيف المستمر على فرق الجهد بين الفتيلة والهدف حيث : $\lambda_{min} \alpha \frac{1}{V}$ - لا يتوقف على نوع مادة الهدف	- يتوقف الطول الموجى للطيف المميز على نوع مادة الهدف حيث يقل بزيادة العدد الذرى لعنصر مادة الهدف - لا يتوقف على فرق الجهد بين الفتيلة والهدف إلا أن الأشعة المميزة قد لا تظهر عند فروق الجهد المنخفضة
مما سبق يمكن أن نستنتج أن	
$eV = (KE)_{max} = \frac{1}{2} m_e v_{max}^2 = h\nu_{max} = \frac{hc}{\lambda_{min}}$ للإلكترون — لفوتون أشعة X	$\Delta E = E_2 - E_1 = h\upsilon = \frac{hc}{\lambda}$

* **ملاحظات :-**



1- عند زيادة فرق الجهد بين الآنود والكاثود :

تزداد طاقة حركة الإلكترونات المصطدمة بمادة الهدف فيزداد مدى وشدة الأشعة السينية الناتجة ويقل أقصر طول موجى للطيف المستمر حيث ($\lambda_{min} \alpha \frac{1}{V}$) ويمثل المنحنيان المشار لهما باللونين البرتقالى والأخضر طيف الأشعة السينية المنبعثة من أنبوبة كولدج قبل وبعد زيادة فرق الجهد بين الآنود والكاثود على الترتيب

2- يمكن زيادة شدة الأشعة السينية عن طريق :

(أ) زيادة شدة تيار الفتيلة، مما يؤدى إلى زيادة معدل انبعاث الإلكترونات من الفتيلة والتى تصطدم بالهدف فيزداد معدل انبعاث فوتونات أشعة إكس من الهدف

(ب) زيادة فرق الجهد بين الأنود والكاثود

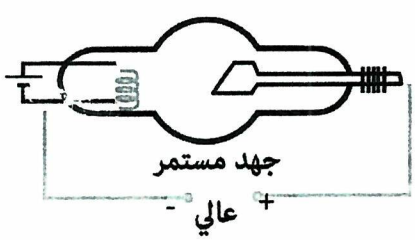
3- يمكن زيادة نفاذية أشعة إكس عن طريق زيادة فرق الجهد بين الآنود والكاثود

فكره (10) λ مستمر و λ مميز

1 في أنبوبة كولدج، وتحت نفس الظروف، للحصول على طيف مميز من الأشعة السينية له أقل طول موجي، ينبغي أن يكون الهدف من مادة .....

أ الاتريوم وعدده الذري (Z=39)
ب الموليبدنوم وعدده الذري (Z=42)
ج الروديوم وعدده الذري (Z=45)
د التنجستين وعدده الذري (Z=74)

2 في أنبوبة كولدج الموضحة بالرسم لتوليد الاشعة السينية كان الهدف مصنوع من عنصر عدده الذري 42، فلكي نحصل على أكبر طول موجي للطيف المميز للأشعة السينية يجب ان يتغير الهدف الى عنصر عدده الذري .....



أ 29 ب 55 ج 74 د 85

فكره (11) مسائل λ مستمر و λ مميز

1 في أنبوبة كولدج لتوليد الأشعة السينية إذا انطلقت الإلكترونات نحو الهدف بطاقة 70 keV وأصبحت 54.5 keV نتيجة تشتتها، فإن الطول الموجي لفوتون الطيف المستمر للأشعة السينية الناتج في هذه الحالة يساوي .....

علمًا بأن $(h = 6.625 \times 10^{-34} J.s , c = 3 \times 10^{8} m/s , e = 1.6 \times 10^{-19} C)$

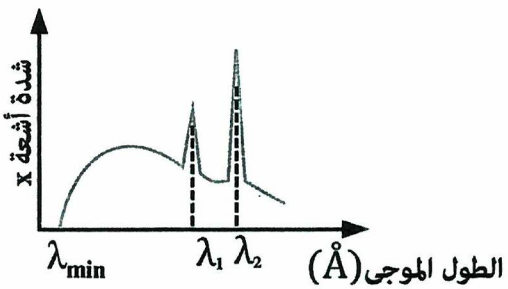
أ $1.01 \times 10^{-11} m$ ب $2.28 \times 10^{-11} m$

ج $8.01 \times 10^{-11} m$ د $8.77 \times 10^{-11} m$

---

2 من دراسة طيف الأشعة السينية الموضح بالشكل إذا كانت $\lambda_{min} = 0.31Å$, $\lambda_1 = 2Å$ ، فإن فرق الطاقة بين المستويين ΔE الذي نتج عنه انبعاث فوتون طوله الموجي λ_1 يساوي ..... وأكبر فرق جهد مستخدم يساوي .....

(على الترتيب)



أ $100V , 9.93 \times 10^{-19} J$

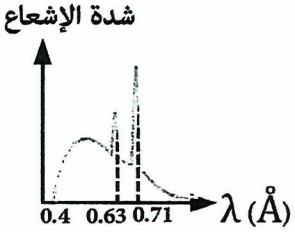
ب $4 \times 10^{4} V , 2 \times 10^{16} J$

ج $200V , 8.8 \times 10^{-16} J$

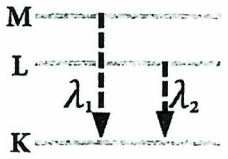
د $4 \times 10^{4} V , 9.93 \times 10^{-16} J$

---

3 يوضح الشكل البياني المقابل العلاقة بين الطول الموجي، وشدة الإشعاع للأشعة السينية الناتجة من أنبوبة كولدج، عند استخدام هدف من الموليبيدنيوم، فإن الطول الموجي للفوتون المنبعث عن عودة الإلكترون من المستوى M إلى المستوى L هو .....



الشكل (2)

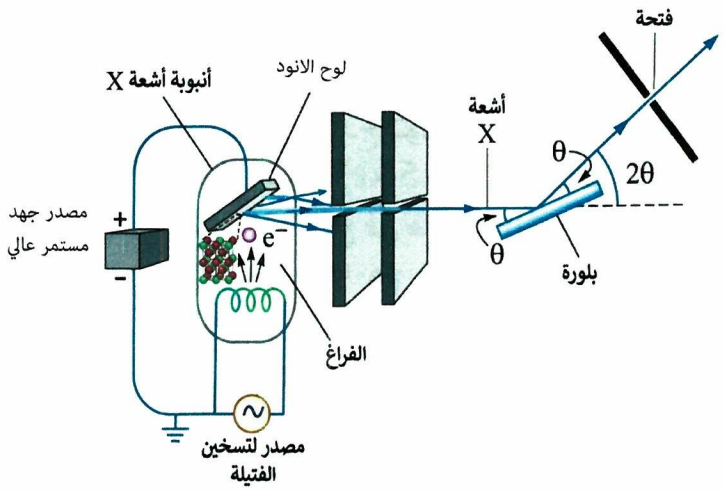


الشكل (1)

أ 5.6Å ب 1.34Å ج 4.26Å د 0.33Å

*** تطبيقات الأشعة السينية**

- تستخدم الأشعة السينية فى :



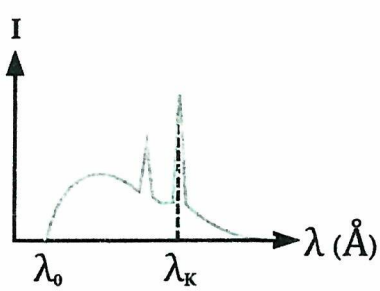
1- دراسة التركيب البلورى للمواد لأن الأشعة السينية تتميز بقابليتها للحيود عند مرورها فى البلورات فيحدث تداخل بين الموجات التى تنفذ من بين الذرات كما لو كانت فتحات متعددة (مثل محزوز الحيود) حيث تتكون هُدب مضيئة وهُدب مظلمة تبعًا لفرق المسار بين الموجات المتداخلة

2- الكشف عن العيوب التركيبية فى المواد المستخدمة فى الصناعات المعدنية، نظرًا لقدرتها الكبيرة على النفاذ خلال المسافات متناهية الصغر والتى لا ينفذ منها الضوء المنظور حيث إن الطول الموجى للأشعة السينية أقل من المسافات البينيه بين الذرات

3- تصوير العظام وتحديد أماكن الكسور أو الشروخ وبعض التشخيصات الطبية نظرًا لقدرتها على اختراق الأجسام بدرجات متفاوتة حيث تنفذ من أماكن الكسور بدرجة أكبر من نفاذها خلال العظام وأيضًا تأثيرها على الألواح الفوتوغرافية الحساسة وبذلك يتم تحديد أماكن الكسور أو الشروخ

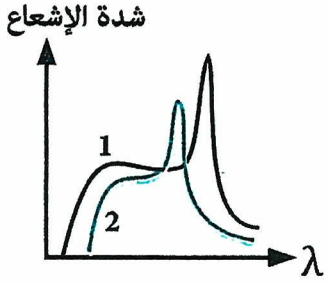
فكره (12) زيادة فرق الجهد , زيادة تيار الفتيلة وتغير مادة الهدف

1 **يوضح الرسم البياني المقابل العلاقة بين شدة اشعاع فوتونات الأشعة السينية (I) والطول الموجي لها (λ) ، عند زيادة فرق الجهد بين الفتيلة ومادة الهدف في أنبوبة كولدج، فإن المسافة بين λ_0 و λ_K .....**



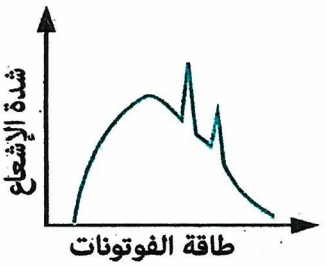
أ تزداد
ب تقل
ج لا تتغير
د تصبح صفرًا

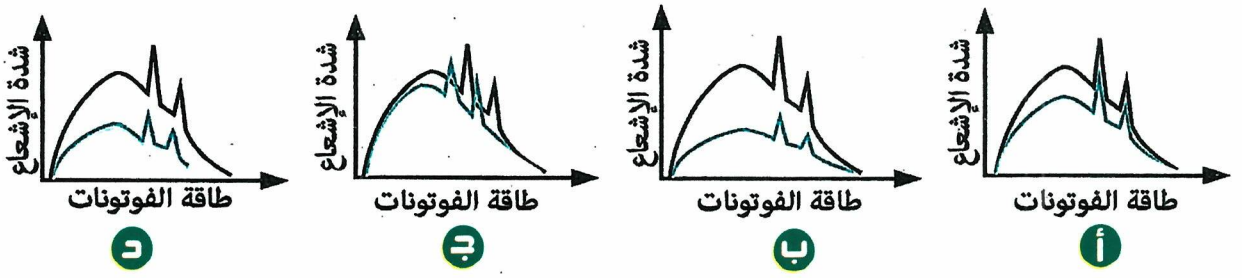
2 الشكل المقابل يمثل العلاقة بين شدة الإشعاع والطول الموجي للأشعة السينية الصادرة عن أنبوبتي كولدج لهما هدفان من مادتين مختلفتين أعدادهما الذرية Z_1 , Z_2، وتعملان على جهدين مختلفين V_1 , V_2 على التوالي، فإن الاختيار الذي يمثل علاقة V_1 بـ V_2 ، Z_1 بـ Z_2 هي .....



	العلاقة بين V_2 , V_1	العلاقة بين Z_2 , Z_1
أ	$V_2 < V_1$	$Z_2 < Z_1$
ب	$V_2 < V_1$	$Z_2 > Z_1$
ج	$V_2 > V_1$	$Z_2 = Z_1$
د	$V_2 > V_1$	$Z_2 > Z_1$

3 يوضح الشكل البياني المقابل العلاقة بين شدة الأشعة السينية (عدد الفوتونات في الثانية) وطاقة الفوتونات لطيف الأشعة السينية الناتج عن أنبوبة كولدج. فإذا أُزيلت مادة الهدف و استخدمت مادة ذات عدد ذري أقل مع ثبوت فرق الجهد بين الكاثود والأنود وإعادة دراسة العلاقة بين شدة الاشعاع و طاقة الفوتونات، فإن الشكل الذي يوضح التغيرات من الأشكال الآتية هو .....





4 عند زيادة شدة تيار الفتيلة في أنبوبة كولدج فإن.....

	عدد الإلكترونات المنطلقة في الثانية	شدة الأشعة السينية
أ	تزداد	تزداد
ب	تقل	تقل
ج	تقل	تزداد
د	تزداد	تقل

اكتب ملاحظاتك

الفصل السابع
الليزر

* قام العالم الأمريكى ميمان عام ١٩٦٠م باختراع أول جهاز ليزر باستخدام بلورة من الياقوت المطعم بالكروم ثم توالى ابتكار الأنواع المختلفة من أجهزة الليزر حتى أصبح الليزر يغطى مناطق عديدة من الطيف الكهرومغناطيسى منها المنطقة المرئية وفوق البنفسجية وتحت الحمراء وغيرها مما أدى إلى انتشار استخدامه سواء فى أفرع العلوم التطبيقية كالطب والهندسة والاتصالات أو أفرع العلوم الأساسية كالكيمياء والفيزياء والبيولوجيا والچيولوچيا

* جاءت تسمية كلمة ليزر (LASER) من الحروف الأولى للعبارة :

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

وتعنى تكبير شدة الضوء بواسطة الانبعاث المستحث للإشعاع وهى تعبر عن فكرة عمل الليزر

*** الانبعاث التلقائى والانبعاث المستحث :-**

- تكون الذرة فى الحالة العادية (مستقرة) عندما تكون فى المستوى الأرضى (طاقته E_0)، وعندما تكتسب الذرة فوتون طاقته $h\upsilon = E_n - E_0$ حيث (... أو E_3 أو E_2 أو $E_1 = E_n$) فإنها تنتقل من المستوى الأرضى إلى أحد مستويات الطاقة الأعلى (E_n) والتى تسمى مستويات الإثارة وتعرف هذه العملية بعملية "إثارة الذرة"

إثارة الذرة :

عملية امتصاص الذرة لكم من الطاقة وانتقالها من المستوى الأرضى إلى أحد مستويات الإثارة

* تفقد الذرة المثارة طاقة الإثارة وتعود إلى مستواها الأرضى، وذلك بإحدى الطريقتين :

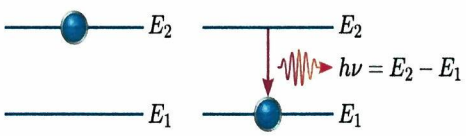
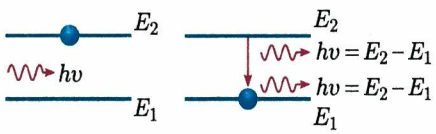
1- الانبعاث التلقائى ويحدث بعد انتهاء فترة العمر للذرة فى حالة الإثارة بدون مؤثر خارجي

2- الانبعاث المستحث ويحدث قبل انتهاء فترة العمر للذرة فى حالة الإثارة بتأثير سقوط فوتون آخر له نفس طاقة الإثارة عليها

فترة العمر :

الفترة الزمنية التى تتخلص بعدها الذرة من طاقة الإثارة بإشعاعها على شكل فوتون وتعود إلى حالتها العادية تلقائيًا

* ويمكن توضيح الفرق بينهما كما يلى :

الانبعاث التلقائى	الانبعاث المستحث
كيفية الحدوث	
عند انتقال الذرة المثارة من مستوى الإثارة إلى مستوى آخر أقل منه فى الطاقة تلقائيًا (دون أى مؤثر خارجى) بعد انتهاء فترة العمر (حوالى $10^{-8}s$) تشع الذرة فوتونًا طاقته تساوى الفرق بين طاقتى المستويين	عند انتقال الذرة المثارة من مستوى الإثارة إلى مستوى آخر أقل منه فى الطاقة قبل انتهاء فترة العمر بتأثير سقوط فوتون طاقته تساوى فرق الطاقة بين المستويين تشع الذرة فوتونًا طاقته تساوى الفرق بين طاقتى المستويين منبعثا مع الفوتون الساقط
 ذرة مثارة انبعاث تلقائي	 ذرة مثارة انبعاث مستحث
خصائص الفوتونات المنبعثة من الذرة	
- ينبعث فوتون طاقته تساوى فرق الطاقة بين المستويين - الفوتونات المنبعثة من ذرات الوسط تغطى مدى كبير من الأطوال الموجية فى الطيف الكهرومغناطيسى - تنتشر الفوتونات بصورة عشوائية فى جميع الاتجاهات - يقل تركيز الفوتونات أثناء الانتشار، بحيث تتناسب شدة الإشعاع عكسيا مع مربع البُعد عن المصدر (تخضع لقانون التربيع العكسى)	- ينبعث فوتونان متساويان فى التردد يتحركان فى نفس الاتجاه بنفس الطور (أى مترابطان) - للفوتونات المنبعثة من ذرات الوسط طول موجى واحد أى أنها تكون طيفًا أحادى اللون - تنتشر الفوتونات فى اتجاه واحد على هيئة أشعة متوازية - تظل شدة الإشعاع ثابتة أثناء انتشارها لمسافات طويلة (لا تخضع لقانون التربيع العكسى)
أمثلة	
مصادر الضوء العادية مثل مصباح التنجستين	مصادر الليزر

* **مما سبق يمكن تعريف كل من الانبعاث التلقائى والانبعاث المستحث وقانون التربيع العكسى كالتالى :**

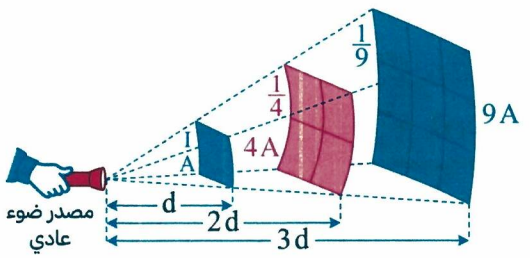
الانبعاث التلقائى :

انطلاق فوتون من الذرة المثارة عند انتقالها من مستوى طاقة أعلى إلى مستوى طاقة أقل بعد انتهاء فترة العمر تلقائيًا (بدون أى مؤثر خارجى)

الانبعاث المستحث :

انطلاق فوتون من الذرة المثارة نتيجة سقوط فوتون أخر خارجى له نفس طاقة الفوتون المسبب لإثارتها قبل انتهاء فترة العمر ليخرج فوتونان فى حالة ترابط (لها نفس الطور والاتجاه والتردد)

*** قانون التربيع العكسى**



تتناسب الشدة الضوئية (I) عكسيًا مع مربع المسافة (d^2) من المصدر الضوئى

أى أن

$$I \alpha \frac{1}{d^2}$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{{d_2}^2}{{d_1}^2}$$

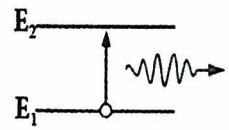
*** ملاحظة :-**

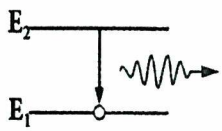
- بالرغم من انبعاث فوتونين بتأثير فوتون واحد فى عملية الانبعاث المستحث، فإن ذلك لا يُعد خرقًا لقانون بقاء الطاقة ؟

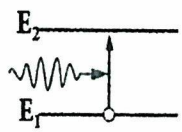
لأن أحد الفوتونين هو الفوتون الساقط على الذرة المثارة والآخر ناتج عن عودة الذرة من مستوى الإثارة إلى مستوى طاقة أقل

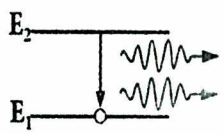
اسئله علي الانبعاث التلقائي والمستحث

1 تمثل الأشكال التالية مستويات الطاقة للذرة، أي منها يمثل حالة انبعاث مستحث .....


شكل (4)


شكل (3)

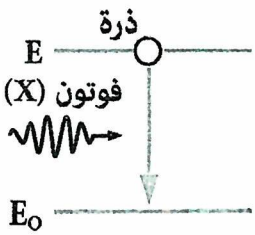

شكل (2)

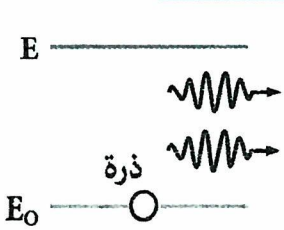

شكل (1)

أ شكل (1) ب شكل (2) ج شكل (3) د شكل (4)

---

2 حتى يحدث انبعاث مستحث يجب أن تكون طاقة الفوتون (X) = ...

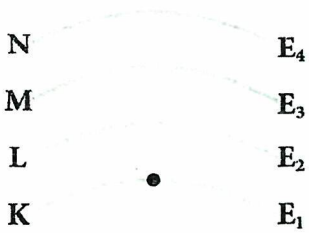




أ $E+E_0$ ب $E-E_0$
ج $2(E-E_0)$ د $2(E+E_0)$

---

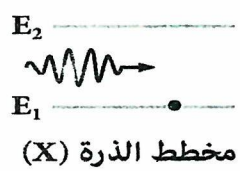
3 يُعبر الشكل عن إلكترون موجود فى المستوى الأول لذرةٍ ما، سقط فوتون طاقته $E = E_4 - E_1$ وقبل انتهاء فترة العمر للإلكترون فى المدار E_4 سقط فوتون آخر طاقته $E = E_4 - E_3$ على الإلكترون المثار، فأى الاختيارات الآتية صحيح ؟



أ عودة الإلكترون من N إلى K ويحدث انبعاث مستحث
ب عودة الإلكترون من N إلى M ويحدث انبعاث تلقائى
ج عودة الإلكترون من N إلى M ويحدث انبعاث مستحث
د عودة الإلكترون من N إلى K ويحدث انبعاث تلقائى

---

4 يسقط فوتون ضوء طاقته $(E_2 - E_1)$ على كل من الذرتين (X)، (Y) الموضحتين بالشكل التخطيطي المقابل. فإن العملية التي تحدث لكل من الذرتين تكون الاختيار .....



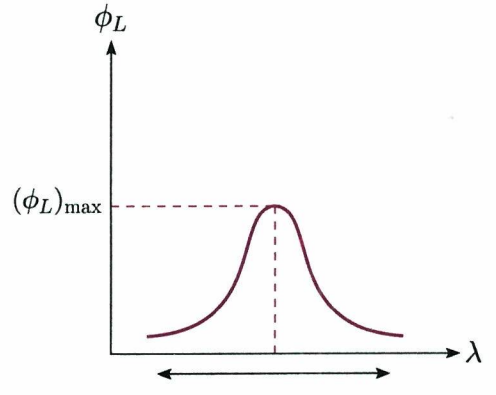
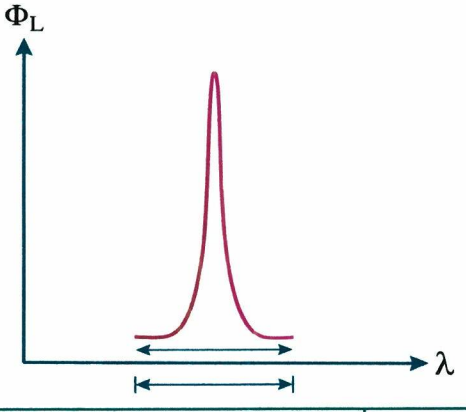
مخطط الذرة (X)

مخطط الذرة (Y)

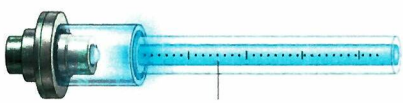
	الذرة (X)	الذرة (Y)
أ	انبعاث مستحث	انبعاث تلقائي
ب	انبعاث تلقائي	انبعاث مستحث
ج	انبعاث تلقائي	ضخ ضوئي
د	ضخ ضوئي	انبعاث مستحث

*** خصائص أشعة الليزر :-**

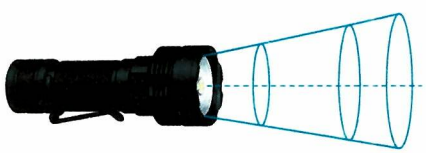
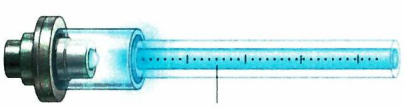
* تتميز أشعة الليزر عن أشعة الضوء العادى فى أنها ناتجة عن انبعاث مستحث للذرات أما أشعة الضوء العادى يكون الانبعاث السائد فيها هو الانبعاث التلقائى وهذا الاختلاف ينعكس على خصائص كل منهما كما يلى :

الضوء العادى	الليزر
النقاء الطيفى	
- الفوتونات المنبعثة لها مدى كبير من الأطوال الموجية (أى يتميز باتساع طيفى كبير) لذا توجد درجات مختلفة من اللون الواحد. - تتفاوت شدة الإشعاع من طول موجى لآخر 	- الفوتونات المنبعثة لها مدى ضئيل جدًا من الأطوال الموجية (أى يتميز باتساع طيفى صغير) - تتركز الشدة عند طول موجى معين لذلك يعتبر ضوء أحادى الطول الموجى 
التراابط	
- فوتونات الضوء العادى غير مترابطة زمانيًا ومكانيًا لأنها : • تتطلق من المصدر فى لحظات مختلفة • تنتشر باختلاف كبير وغير ثابت فى الطور	- فوتونات الليزر مترابطة زمانيًا ومكانيًا لأنها : • تنطلق من المصدر فى نفس اللحظة • تحتفظ فيما بيتها يفرق طور ثابت أثناء الانتشار لمسافات طويلة مما يجعلها أكثر شدة وأكثر تركيزًا

الشدة

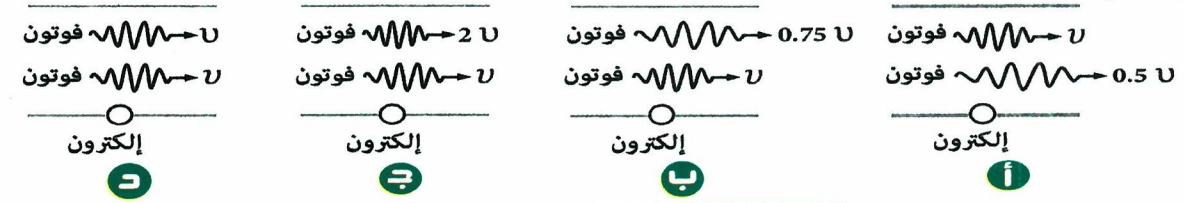
تقل شدة الضوء الساقط على السطح بزيادة المسافة بين السطح والمصدر الضوئى ويرجع ذلك إلى عدم ترابط الفوتونات وكذلك انفراج وتشتت الأشعة الضوئية وبالتالى تخضع لقانون التربيع العكسى أثناء انتشارها	تظل شدة الضوء الساقط على السطح ثابتة تقريبا مهما كانت المسافة بين السطح والمصدر الضوئى ويرجع ذلك إلى ترابط الفوتونات وصغر انفراج ومحدودية تشتت أشعتها فتكون الأشعة أكثر شدة وتركيز فتنتشر لمسافات بعيدة دون تشتت يذكر وبالتالى لا تخضع لقانون التربيع العكسى
 شدة إضاءة ضعيفة شدة إضاءة قوية	 شدة إضاءة ثابتة

توازى الحزمة الضوئية

يزداد قطر الحزمة الضوئية أثناء انتشارها نتيجة التشتت (زاوية الانفراج كبيرة نسبيا)	يظل قطر الحزمة الضوئية ثابت تقريبًا أثناء الانتشار لمسافات طويلة حيث تتحرك حزمة الليزر بصورة متوازية (زاوية الانفراج ضئيلة جدا) ولا تعانى تشتت يذكر لأن فوتونات الليزر مترابطة زمانيًا ومكانيًا ومن ثم يمكن نقل الطاقة الضوئية لمسافات طويلة دون فقد ملحوظ
	 شدة إضاءة ثابتة

اسئله علي خصائص الليزر

1 من الصور الأربع التالية تكون الصورة التي تعبر عن مفهوم النقاء الطيفي لليزر هي.....



2 يرجع النقاء الطيفي لأشعة الليزر إلى أن .....

أ جميع ذرات الوسط النشط ستثار إلى مستوى طاقة واحد غير مستقر

ب جميع ذرات الوسط النشط تكون في حالة الإسكان معكوس

جـ جميع الفوتونات المنبعثة لها نفس طاقة الفوتونات الساقطة

د تضخيم جميع الفوتونات المنبعثة تتم عند مرورها بين المرآتين العاكستين

3 أي الأسباب الآتية يجعل مصدر ليزر قدرته 5 mW أكثر سطوعًا من مصباح قدرته 5 W ؟

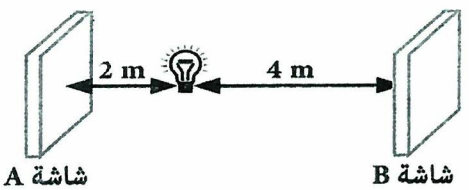
أ تشتت شعاع ضوء المصباح محدود

ب تشتت شعاع الليزر محدود

جـ شعاع الليزر أحادي اللون

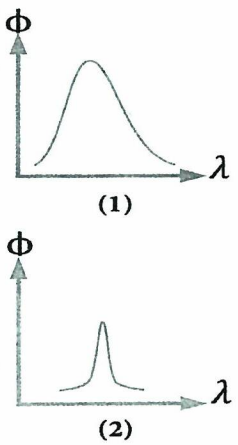
د شعاع ضوء المصباح أحادي اللون

4 يقع مصدر ضوء عادي على بعد 2 m من الشاشة A وعلى بعد 4 m من شاشة B كما يتضح من الشكل التالي. فإن النسبة بين شدتي الإضاءة على الشاشة A والإضاءة على الشاشة B = ...



أ $\frac{1}{1}$ ب $\frac{1}{2}$ جـ $\frac{1}{4}$ د $\frac{4}{1}$

5 الشكل التالي يوضح المدى الطيفي لمصدرين ضوئيين (1) و (2) فعندما يقطع ضوء المصدرين مسافة d وباعتبار أن شدة إضاءة المصدر (1) هي 2I وشدة إضاءة المصدر (2) هي I فعندما تصبح المسافة 2d تصبح شدتا إضاءة المصدرين (1)، (2) .....



	شدة إضاءة المصدر (1)	شدة إضاءة المصدر (2)
أ	$\frac{I}{4}$	2I
ب	$\frac{I}{2}$	I
جـ	2I	$\frac{I}{4}$
د	$\frac{I}{4}$	I

*** العناصر الأساسية لليزر :-**

* بالرغم من وجود أنواع مختلفة من الليزر إلا أن أى جهاز ليزر يتضمن ثلاثة عناصر أساسية، هى :

1- الوسط الفعال

2- مصادر الطاقة

3- التجويف الرنينى

وسنتناول فيما يلى كل منها على حدة بشىء من التفصيل

(1) الوسط الفعال :

* هو المادة الفعالة التى تنبعث من ذراتها فوتونات الليزر، وقد يكون فى صورة :

1- بلورات صلبة ← مثل الياقوت الصناعى

2- مواد صلبة شبه موصلة ← مثل بلورات السيليكون

3- صبغات سائلة ← مثل الصبغات العضوية المذابة فى الماء

4- ذرات غازية ← مثل خليط غازى الهيليوم والنيون

5- غازات متأينة ← مثل غاز الأرجون المتأين

6- جزيئات غازية ← مثل غاز ثانى أكسيد الكربون

(2) مصادر الطاقة :-

* هى المسئولة عن إكساب ذرات أو جزيئات أو أيونات الوسط الفعال الطاقة اللازمة لإثارتها ومنها :

1- الإثارة بالطاقة الكهربية :

وتتم عن طريق :

- التفريغ الكهربى باستخدام فرق جهد عالى مستمر وغالبًا ما تستخدم هذه الطريقة فى أجهزة الليزر الغازية مثل ليزر (الهيليوم - نيون) وليزر ثانى أكسيد الكربون وليزر الأرجون
- استخدام مصادر الترددات الراديوية

عملية الضخ الضوئى :
إثارة ذرات الوسط الفعال بالطاقة الضوئية لتوليد الليزر

2- الإثارة بالطاقة الضوئية :

وتعرف "بالضخ الضوئى" وتتم عن طريق استخدام :

- المصابيح الوهاجة ذات الطاقات العالية كما فى ليزر الياقوت
- شعاع ليزر كما فى ليزر الصبغات السائلة

3- الإثارة بالطاقة الحرارية :

حيث يستخدم التأثير الحرارى الناتج عن الضغط الحركى للغازات فى إثارة ذرات المواد التى تبعث أشعة الليزر

4- الإثارة بالطاقة الكيميائية :

حيث تستخدم الطاقة الناتجة عن بعض التفاعلات الكيميائية لإنتاج شعاع الليزر مثل الطاقة الناتجة عن تفاعل مزيج من الهيدروچين والفلور أو فلوريد الديوتيريوم وثانى أكسيد الكربون

(3) التجويف الرنيني :-

• هو الوعاء الحاوى للمادة الفعالة والمنشط والمسئول عن عملية التكبير وهو نوعان:

تجويف رنينى خارجى	تجويف رنينى داخلى
عبارة عن مرآتين متوازيتين وعموديتين على محور الأنبوية إحداهما عاكسة والأخرى شبه منفذة تحصران بينهما المادة الفعالة بحيث تكون الانعكاسات المتعددة بينهما هى الأساس فى عملية التكبير الضوئى وهو نوع التجويف المستخدم فى ليزر الغازات مثل ليزر (الهيليوم - نيون)	حيث يتم طلاء نهايتى المادة الفعالة لتعملا كمراتين متوازيتين ومتعامدتين على محور الأنبوية إحداهما عاكسة والأخرى شبه منفذة لتسمح بمرور بعض أشعة الليزر المتولدة وهو نوع التجويف المستخدم فى ليزر الجوامد مثل ليزر الياقوت

اسئله علي العناصر الاساسيه لليزر

1 يتم استخدام مصباح متوهج كمصدر للطاقة لإثارة ذرات الوسط الفعال في ليزر .....

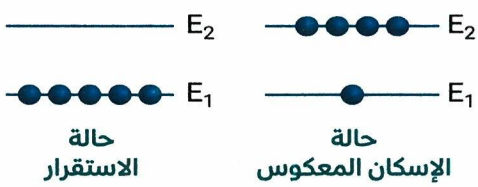
أ غازي　　ب بللورة الياقوت الصلبة
ج الصبغات السائلة　　د أشباه موصلات

2 صورة الطاقة المستخدمة في إثارة ذرات الوسط الفعال في ليزر الصبغات السائلة هي .....

أ ضوئية　　ب كهربية　　ج حرارية　　د كيميائية

*** نظرية عمل الليزر (الفعل الليزرى) :-**

*** يعتمد الفعل الليزرى على :**



1- الوصول بذرات أو جزيئات الوسط الفعال إلى "حالة الإسكان المعكوس"

حالة الإسكان المعكوس :
الحالة التى يكون فيها عدد الذرات فى مستويات الإثارة العليا أكبر من عددها فى المستويات الأدنى

2- انطلاق فوتونات من الذرات المثارة بالانبعاث المستحث

3- تضخيم الإشعاع المنطلق بالانبعاث المستحث داخل التجويف الرنينى حيث تحدث انعكاسات متتالية للشعاع بين سطحى مرآتى التجويف فيحث ذرات أخرى على طول مساره لتولد فوتونات جديدة

*** أنواع الليزر :-**

*** هناك أنواع مختلفة من الليزر فهناك :**

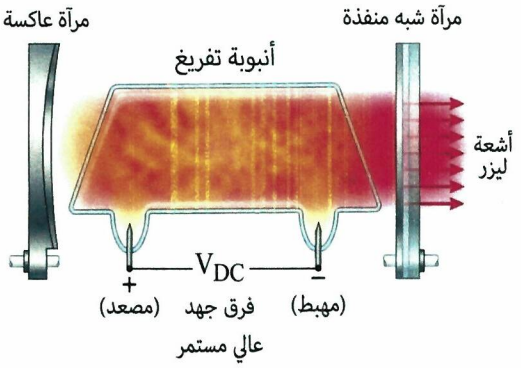
1- ليزرات صلبة مثل ليزر الياقوت

2- ليزرات سائلة مثل ليزر الصبغات السائلة

3- ليزرات غازية مثل ليزر (الهيليوم - نيون) وليزر الأرجون

وسوف نتناول بشيء من التفصيل دراسة أحد الليزرات الغازية وهو ليزر (الهيليوم - نيون)

ليزر (الهيليوم - نيون)

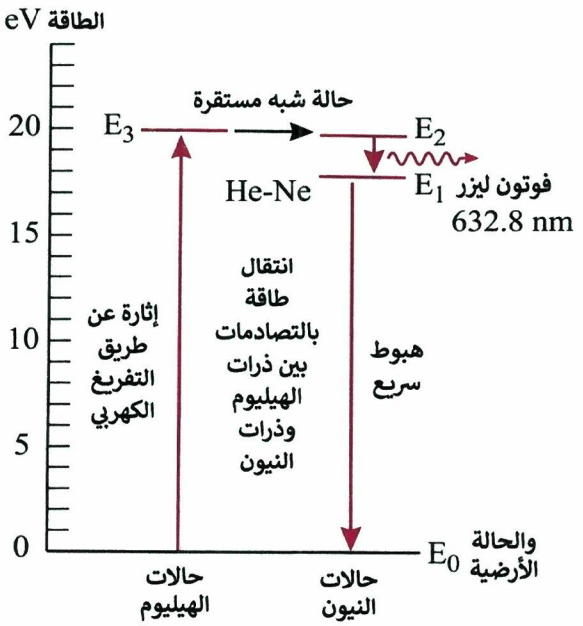


*** تركيب الجهاز :**

1- أنبوبة من زجاج الكوارتز بها خليط من ذرات غازى الهيليوم والنيون بنسبة 10 : 1 تحت ضغط منخفض حوالى 0.6mm Hg

2- مرآتان مستويتان متوازيتان ومتعامدتان على محور الأنبوبة إحداهما عاكسة (معامل انعكاسها 99.5%) والأخرى شبه منفذة (معامل انعكاسها 98%)

3- مجال كهربى عالى التردد أو فرق جهد كهربى عالى مستمر يسلط على الغاز داخل الأنبوبة لإحداث تفريغ كهربى وإثارة ذرات الغاز



مخطط مستويات الطاقة في ليزر (الهيليوم – نيون)

*** شرح العمل :**

1- يعمل فرق الجهد الكهربى على حدوث تفريغ كهربى خلال الأنبوبة والذى يؤدى إلى إثارة ذرات الهيليوم من المستوى E_0 إلى المستوى E_3

2- تصطدم ذرات الهيليوم المثارة تصادمًا غير مرنًا مع ذرات نيون غير مثارة ونظرًا لتقارب قيم طاقة مستويات الإثارة شبه المستقرة فيهما تنتقل طاقة الإثارة من ذرات الهيليوم إلى ذرات النيون فتثار ذرات النيون من المستوى E_0 إلى المستوى E_2 وتعود ذرات الهيليوم مرة أخرى إلى المستوى E_0

3- باستمرار عملية التصادم بين ذرات الهيليوم المثارة وذرات النيون يحدث تراكم لذرات النيون فى المستوى E_2 والذى يتميز بكبر فترة العمر له (حوالى 10^{-3}s) يعرف "بمستوى الطاقة شبه المستقر" وبذلك يتحقق وضع الإسكان المعكوس لغاز النيون

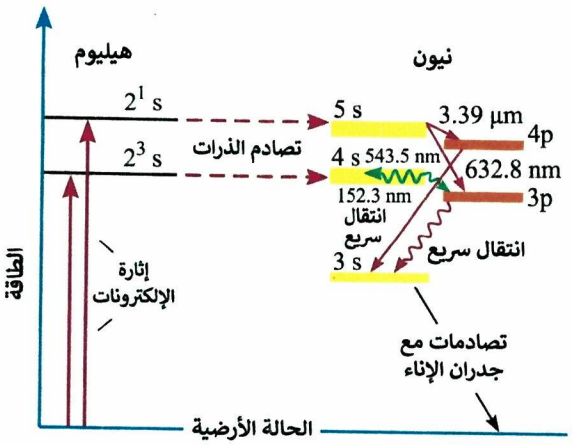
مستوى الطاقة شبه المستقر :

مستوى طاقة يتميز بفترة عُمر طويلة نسبيًا (حوالى 10^{-3}s) وهى أكبر بحوالى 10^{-5} مرة من فترة العُمر لمستويات الإثارة المعتادة

4- تهبط بعض ذرات النيون تلقائيًا من المستوى E_2 إلى المستوى E_1 وينطلق منها فوتونات طاقة كل منها تساوى الفرق بين طاقتى المستويين تنتشر هذه الفوتونات بصورة عشوائية فى جميع الاتجاهات داخل الأنبوبة

5- الفوتونات التى تتحرك فى اتجاه محور الأنبوبة أو موازية له تصطدم بإحدى المرآتين فترتد إلى الداخل مرة أخرى لتحدث عدة انعكاسات متتالية.

6- أثناء حركة الفوتونات بين المرآتين تصطدم ببعض ذرات النيون التى لم تنتهى فترة العُمر لها فى المستوى شبه المستقر (E_2) فيحدث لها انبعاث مستحث وينطلق من كل ذرة فوتونان لهما نفس التردد والطور والاتجاه



الانتقالات الفعلية بين مستويات Energy الطاقة في ليزر (الهيليوم – نيون)

7- تتكرر الخطوة السابقة مرات عديدة وفى كل مرة يتضاعف عدد الفوتونات الناتج بالانبعاث المستحث فى الاتجاه الموازى لمحور الأنبوبة حتى تتم عملية تضخيم الإشعاع

8- عندما تصل شدة الإشعاع إلى حد معين يخرج جزء منه من خلال المرأة شبه المنفذة على شكل شعاع ليزر ويبقى باقى الإشعاع داخل الأنبوبة لتستمر عملية الانبعاث المستحث وتضخيم شعاع الفوتونات وانطلاق الليزر

9- ذرات النيون التى هبطت إلى مستوى الإثارة الأقل تفقد ما بقى بها من طاقة إثارة بطرق متعددة مثل : التصادم أو الانبعاث التلقائى كإشعاع حرارى وتهبط إلى المستوى الأرضى (E_0) ثم تعود لتثار بالتصادم مع ذرات هيليوم مثارة أخرى

10- ذرات الهيليوم التى فقدت طاقة إثارتها بالتصادم بذرات النيون تثار بدورها مرة أخرى بفعل التفريغ الكهربى داخل الأنبوبة وهكذا

*** ملاحظات :-**

*** خليط غازى الهيليوم والنيون مناسب كوسط فعال لإنتاج ليزر غازى ؟**

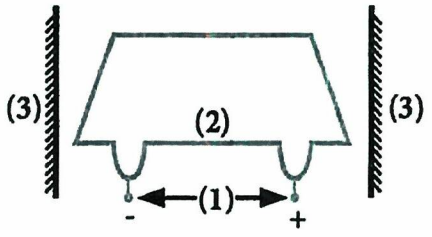
لتقارب قيم طاقة مستويات الإثارة شبه المستقرة فيهما

*** يشترط فى مصادر الليزر أثناء التشغيل أن يصل الوسط الفعال لوضع الإسكان المعكوس فى حين لا يتطلب ذلك فى مصادر الضوء العادية ؟**

لأن أساس عمل الليزر تواجد أكبر عدد من الذرات فى مستوى إثارة شبه مستقر حتى يكون الانبعاث المستحث هو الانبعاث السائد أما فى مصادر الضوء العادية يكون الانبعاث التلقائى هو الانبعاث السائد

اسئله علي ليزر الهيليوم نيون

1 الشكل المقابل يمثل جهاز ليزر (الهيليوم - نيون)، أي من الأجزاء الموضحة بالرسم يسبب عملية تكبير وتضخيم شعاع الليزر .....

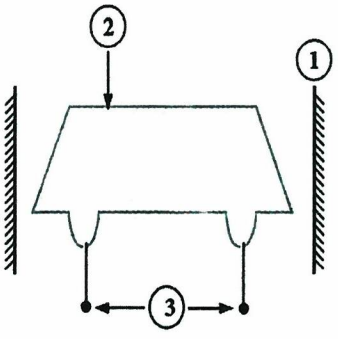


أ المكون (1)
ب المكون (3)
ج المكون (1)، (2)
د المكون (1)، (3)

2 فى ليزر (الهيليوم - نيون) عند استبعاد المرآة شبه المنفذة ووضع مكانها لوح زجاجى شفاف، فإن الاختيار الصحيح مما يلى هو .....

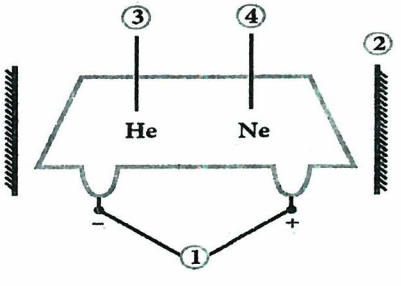
أ تزيد شدة شعاع الليزر الناتج لقيمة عظمى
ب لا يحدث انبعاث مستحث على الإطلاق
ج الضوء الخارج لا يمثل شعاع ليزر على الإطلاق
د لا يحدث الإسكان المعكوس على الإطلاق

3 يوضح الرسم التخطيطي جهاز إنتاج ليزر (الهيليوم - نيون) أي الاختيارات التالية تعبر عن دور المكونات 1 و 2 و 3 بشكل صحيح ؟



	مكون 1	مكون 2	مكون 3
أ	إنتاج الفوتونات	إحداث فرق جهد عالي	عكس فوتونات
ب	عكس الفوتونات	يحتوى على الوسط الفعال	إحداث فرق جهد عالي
ج	ضخ طاقة الإثارة	إثارة ذرات النيون	تضخيم الفوتونات
د	إنتاج الفوتونات	مصدر الطاقة المستخدم	إثارة ذرات النيون

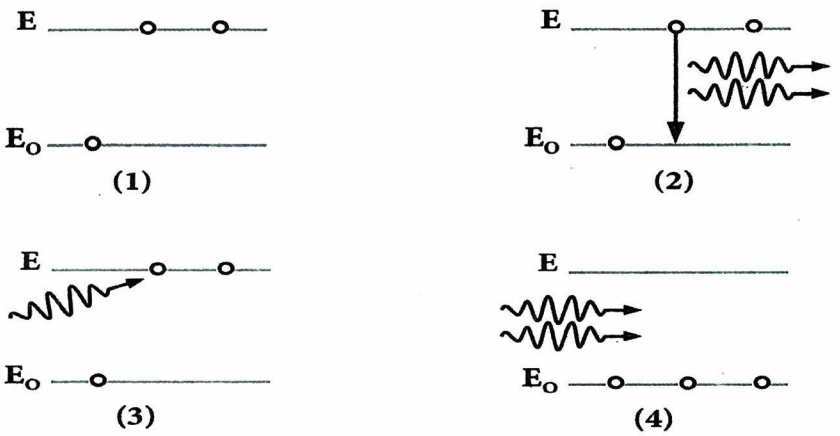
4 الشكل يوضح تركيب جهاز ليزر الهيليوم - نيون. فإن ذرات النيون تثار عن طريق .....



أ تصادمها مع المكون (2)
ب تصادمها مع الذرات المثارة للمكون (3)
ج اكتسابها للطاقة من المكون (1)
د تصادمها مع الذرات غير المثارة للمكون (3)

اسئله علي مراحل انتاج الليزر

1 حسب الأشكال التالية :



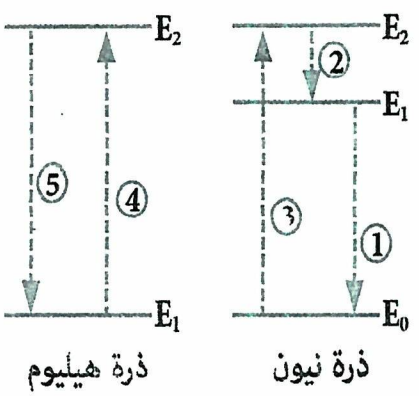
يكون الترتيب الصحيح لإنتاج أشعة الليزر هو .....

أ) 3 → 4 → 1 → 2
ب) 4 → 2 → 3 → 1
ج) 4 → 1 → 3 → 2
د) 2 → 1 → 4 → 3

2 في ليزر (الهيليوم - نيون) ، أي الاختيارات التالية تعتبر من خطوات إنتاج الليزر؟

	تثار ذرات الهيليوم بواسطة	تثار ذرات النيون بواسطة
أ	فرق الجهد المستمر العالي	فرق الجهد المستمر العالي
ب	فرق الجهد المستمر العالي	اصطدامها مع ذرات الهيليوم المثارة
ج	اصطدامها مع ذرات النيون المثارة	فرق الجهد المستمر العالي
د	اصطدامها مع ذرات النيون المثارة	اصطدامها مع ذرات الهيليوم المثارة

3 الشكل التخطيطي المقابل يوضح انتقالات ذرتي الهيليوم والنيون بين مستويات الطاقة أثناء عملية إنتاج الليزر. فإن الانتقالين اللذين يحدثان عند اصطدام ذرة هيليوم مثارة بذرة نيون غير مثارة هما.....



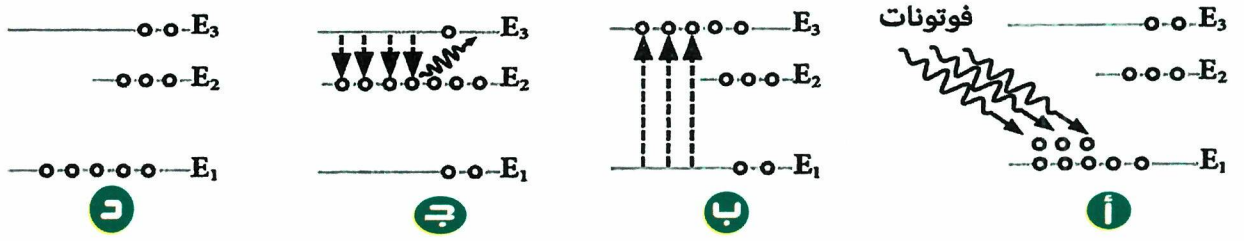
أ) الانتقالان 1، 4
ب) الانتقالان 3، 5
ج) الانتقالان 3، 4
د) الانتقالان 2، 5

4 في جهاز ليزر (الهيليوم - نيون) تكون طاقة فوتون الليزر المنبعث من ذرة النيون ..... الطاقة المنتقلة إلى ذرة النيون عند اصطدامها بذرة هيليوم مثارة.

أ أكبر من
ب أقل من
ج يساوي
د لا توجد معلومات كافية للإجابة

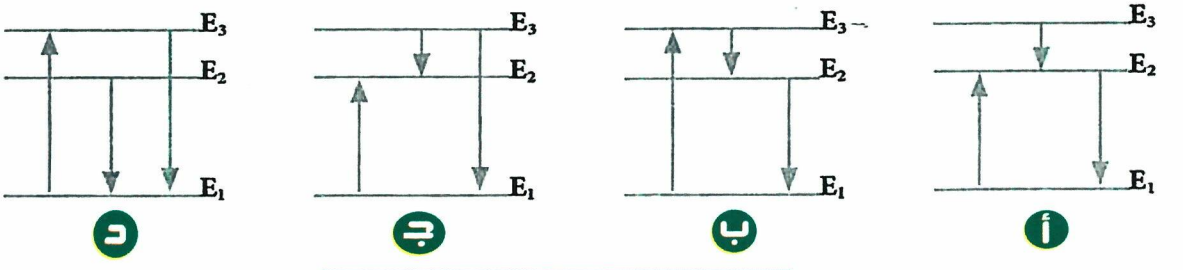
---

5 لديك أربعة أشكال تمثل مراحل إنتاج الليزر. فإن الشكل من تلك الأشكال الذي يمثل حالة الإسكان المعكوس هو .....



---

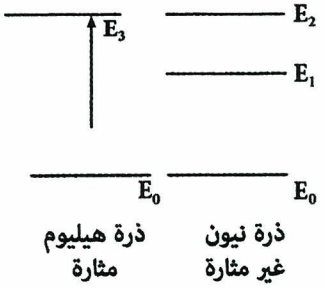
6 في ليزر (He - Ne) تقوم ذرات He المثارة بإثارة ذرات Ne نتيجة تصادمهما. وينتج عن ذلك إسكان معكوس الذي يسمح بالانبعاث المستحث. فإن مخطط مستويات الطاقة الذي يوضح بطريقة صحيحة استثارة ذرات Ne بواسطة ذرات He وانبعاث الأشعة تحت الحمراء التلقائي من ذرات Ne والانبعاث المستحث للون الأحمر هو.....



---

7 أمامك مخطط لمستويات الطاقة لذرتي الهيليوم والنيون لإنتاج ليزر (He - Ne) أي مما يلي صحيح فيما يخص عملية إنتاج الليزر ؟

أ يحدث الإسكان المعكوس بمستوى الطاقة E_1
ب ينبعث فوتون ليزر طاقته تساوى $(E_2 - E_0)$
ج تصطدم ذرات الهيليوم المثارة بذرات النيون في المستوى E_0
د تصطدم ذرات الهيليوم المثارة بذرات النيون تصادماً مرنًا

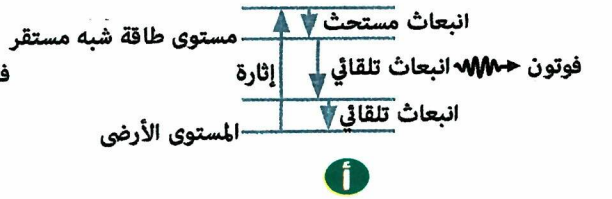


---

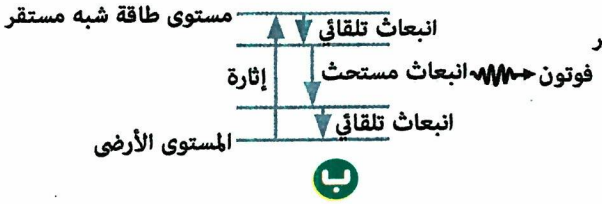
8 طاقة فوتون من ضوء أخضر أحادي اللون منبعث من مصدر ضوء عادي ..... طاقة فوتون من ليزر الهيليوم نيون.

أ أقل من ب أكبر من ج نصف د يساوي

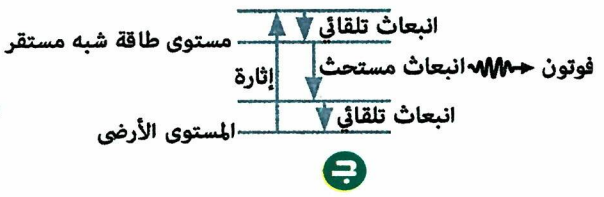
9 توضح الأشكال الأربعة التالية ثلاث عمليات تحدث بين مستويات الطاقة في ذرات الليزر: الإثارة والانبعاث التلقائي والانبعاث المستحث، فإن الشكل الذي يمثل هذه العمليات بصورة صحيحة هو الشكل .....



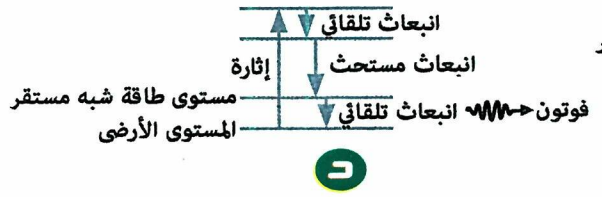
أ



ب



ج

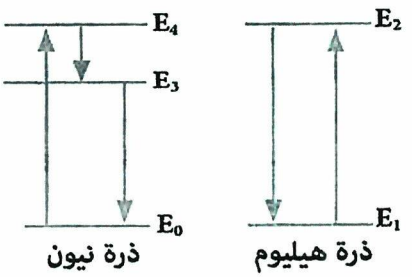


د

اسئله علي حساب λ ليزر و E فوتون

1 يستخدم خليط من ذرات الهيليوم والنيون لإنتاج ليزر طوله الموجي 632.8 nm، يوضح الشكل مخططًا مبسطًا لمستويات الطاقة في ذرتي الهيليوم والنيون، أي مستويين للطاقة يوجد فرق في الطاقة بينهما مقداره 3.14×10^{-19} J

$(h = 6.625 \times 10^{-34}\ J.s\ ,\ c = 3 \times 10^{8}\ m/s)$



أ $(E_4 - E_3)$

ب $(E_4 - E_0)$

ج $(E_3 - E_0)$

د $(E_2 - E_1)$

---

2 يوضح المخطط أربعة مستويات للطاقة لذرات الوسط الفعال في أحد الليزرات. إذا كان المستوى (E_2) هو مستوى طاقة إثارة شبه مستقر، فإن المجموعة الممكنة التي توضح فترة العمر للإلكترونات الموجودة في مستويات الطاقة $(E_1، E_2، E_3)$ لنظام الليزر هي .....

	فترة العمر	E_1	E_2	E_3
أ	المجموعة الأولى	10^{-8} s	10^{-6} s	10^{-8} s
ب	المجموعة الثانية	10^{-3} s	10^{-3} s	10^{-8} s
ج	المجموعة الثالثة	10^{-2} s	10^{-3} s	10^{-8} s
د	المجموعة الرابعة	10^{-8} s	10^{-3} s	10^{-9} s

* تطبيقات على الليزر :-

*** تستخدم أشعة الليزر فى مجالات متعددة منها :**

1- التصوير المجسم (الهولوجرافى)

2- مجال الطب

3- المجالات العسكرية

4- مجال الحاسبات

5- أبحاث الفضاء

6- مجال الاتصالات

7- مجال الصناعة

8- أعمال المساحة لتحديد المساحات والأبعاد بدقة

9- الفنون والعروض الضوئية

*** وفيما يلى سنتناول بعضها بشىء من التفصيل :**

(1) التصوير المجسم (الهولوجرافى) :

* تتكون صور الأجسام بتجميع الأشعة المنعكسة عن الجسم المراد تصويره على اللوح الفوتوغرافى حيث يتم تسجيل المعلومات التى تحملها الأشعة :

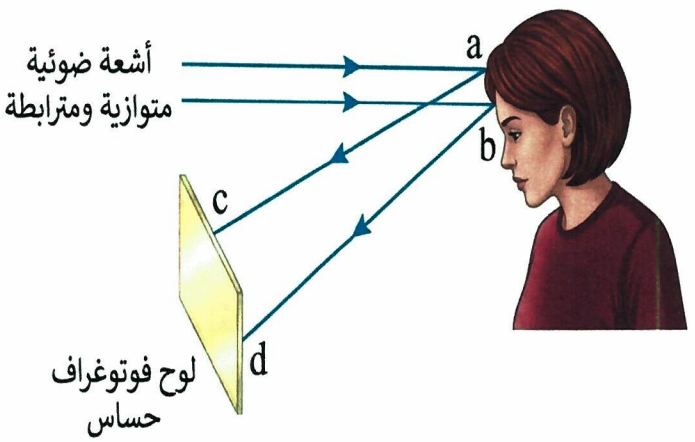
1- فى الصورة المستوية :

يسجل اللوح الفوتوغرافى الحساس جزء فقط من المعلومات التى تحملها الأشعة المنعكسة عن سطح الجسم وهو الاختلاف فى الشدة الضوئية فقط، والتى تتناسب طرديًا مع مربع سعة الموجة الضوئية

2- فى الصورة المجسمة :

يسجل اللوح الفوتوغرافى الحساس كل المعلومات التى تحملها الأشعة المنعكسة عن سطح الجسم مثل الاختلاف فى الشدة الضوئية والاختلاف فى الطور نتيجة اختلاف طول مسار الأشعة (والذى ينتج عن اختلاف تضاريس الجسم) ويمكن التعبير عن علاقة فرق الطور بين الأشعة المنعكسة وفرق المسار بينها بالعلاقه : فرق الطور = $\frac{2\pi}{\lambda}$ × فرق المسار

مثال : فى الشكل المقابل تسقط أشعة ضوئية متوازية ومترابطة على وجه شخص حيث :



- **النقطة a قاتمه وبارزة :**

فيكون الشعاع الضوئى المنعكس عنها شدته صغيرة ويرتحل مسافة أصغر

- **النقطة b فاتحة اللون ومنخفضة :**

فيكون الشعاع الضوئى المنعكس عنها شدته أكبر ويرتحل مسافة أكبر

وبالتالى فإن الشعاعين ac ، bd مختلفين فى الشدة والطور نتيجة اختلاف خصائص السطح (تباين اللون والتضاريس)

آلية التصوير المجسم

* اقترح العالم جابور فى عام 1948 طريقة لتسجيل ما لا يمكن تسجيله من معلومات أثناء تكوين الصورة المستوية واستخراجها من الأشعة التى تترك الجسم المضاء ولكنها لم تُطبق عمليًا بكفاءة إلا بعد ظهور الليزر ويتم ذلك كالآتى :

الأشعة المرجعية :
أشعة متوازية تستخدم فى التصوير المجسم لها نفس الطول الموجى للأشعة المنعكسة عن الجسم

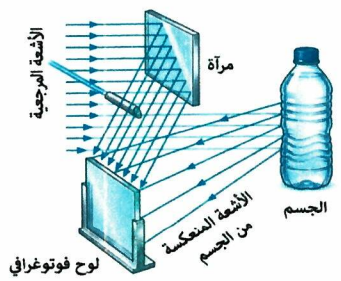
1- تقسم حزمة من أشعة الليزر (أشعة متوازية ومترابطة وأحادية الطول الموجى) إلى قسمين :

- حزمة يتم توجيهها بواسطة المرآة المستوية إلى اللوح الفوتوغرافى تسمى الأشعة المرجعية
- حزمة تسقط على الجسم المراد تصويره وتنعكس وفيما بينها اختلاف فى الشدة والطور من نقطة إلى أخرى معبرة عن خصائص سطح الجسم

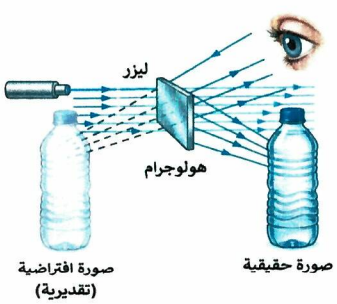
2- تلتقى الأشعة المرجعية مع الأشعة التى تنعكس عن الجسم المضاء حاملة المعلومات عند اللوح الفوتوغرافى

3- يحدث تداخل ضوئى بين حزمتى الأشعة، وعند تحميض اللوح الفوتوغرافى تظهر هُدب التداخل والتى يعتمد تكونها على فرق الطور بين الأشعة على هيئة صورة مشفرة تسمى الهولوجرام

4- بإنارة الهولوجرام بأشعة ليزر لها نفس الطول الموجى للأشعة المرجعية وبالنظر خلاله بالعين المجردة نرى صورة تقديرية مماثلة للجسم تمامًا بأبعاده الثلاثة دون استخدام عدسات



تكوين الهولوجرام



*** مما سبق يمكن تعريف الهولوجرام كالتالى :**

الهولوجرام :
صورة مشفرة تتكون نتيجة تداخل الأشعة المرجعية مع الأشعة المنعكسة عن الجسم المراد تصويره وتظهر على شكل هُدب تداخل بعد تحميض اللوح الفوتوغرافى

*** ملاحظات :-**

*** لا يمكن تكوين صور واضحة بأبعادها الثلاثية إلا باستخدام أشعة الليزر ؟**

لأن شرط الحصول على الصور ثلاثية الأبعاد استخدام فوتونات مترابطة توضح اختلاف كل من شدة الإضاءة وفرق الطور لهُدب التداخل الناتجة عنها وهذا لا يتوافر إلا فى أشعة الليزر

*** باستخدام أشعة الليزر يمكن تخزين عشرات الصور على الهولوجرام الواحد كما يمكن الحصول على صور مجسمة الأجسام متحركة**

اسئله علي التصوير المجسم

1 يتم استخدام شعاع ليزر طوله الموجي λ في التصوير الهولوجرافي فإذا كان فرق الطور بين الأشعة المنعكسة عن الجسم $\frac{\pi}{2}$ ، فإن فرق المسار بين هذه الأشعة يساوى .....

أ $\frac{1}{4}\lambda$ ب $\frac{1}{2}\lambda$

جـ 2λ د 4λ

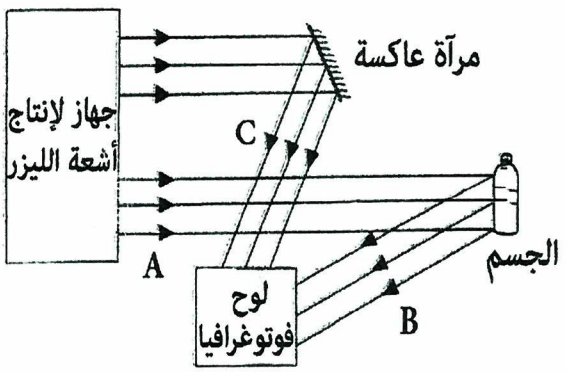
2 في تجربة إنتاج الهولوجرام باستخدام أشعة الليزر، إذا كان فرق المسير بين الأشعة المنعكسة عن الجسم والحزمة المرجعية هو 1.5λ ، فإن فرق الطور يساوى .....

أ 2π ب 3π جـ 4π د 0.5π

3 لتسجيل هولوجرام عالي الجودة، يجب أن يكون فرق الطور بين موجتي ليزر بعد انعكاسهما عن جسم أقل من π راديان. إذا كان طول موجة الليزر المستخدم 532 نانومتر فما أقصى فرق مسار مسموح به للحصول على هولوجرام جيد؟

أ 266 nm ب 532 nm جـ 1064 nm د 1596 nm

4 الشكل التالي يوضح كيفية تكوين صورة الهولوجرام. فإن الاختيار من الاختيارت الآتية الذى يمثل الأشعة المرجعية هو.....



أ C،B

ب B،A

جـ C فقط

د B فقط

(2) مجال الطب :

* تستخدم أشعة الليزر مع الألياف الضوئية فى التشخيص والعلاج بالمناظير

* كما تستخدم أيضًا فى طب العيون :

1- لعلاج انفصال شبكية العين :

- عندما تنفصل بعض أجزاء من الشبكية عن الطبقة التى تحتها، يؤدى ذلك إلى فقد الأجزاء المصابة بالانفصال لوظيفتها وإذا لم يتم علاجها بسرعة قد تتعرض العين لانفصال تام للشبكية وتفقد قدرتها على الإبصار

- بتصويب حزمة رفيعة من الليزر إلى الأجزاء المصابة بالانفصال أو التمزق تعمل الطاقة الحرارية لأشعة الليزر على إتمام عملية الالتحام فى أجزاء من الثانية

2- لعلاج حالات قصر النظر وطول النظر فيستغنى المريض عن النظارة

(3) مجال الاتصالات :

* تستخدم أشعة الليزر والألياف الضوئية كبديل لكابلات التليفونات

(4) **المجالات العسكرية :**

* تستخدم أشعة الليزر فى توجيه الصواريخ بدقة عالية وفى القنابل الذكية ورادار الليزر، وفيما يُعرف بحرب النجوم حيث تستخدم أشعة الليزر لتدمير الصواريخ والطائرات بعد إطلاقها مباشرةً

(5) **مجال الصناعة :**

* تولد بعض أنواع الليزر طاقة تكفى لصهر المعادن (فمثلًا يمكن تركيز ضوء الليزر لإسالة الحديد وتبخيره) ومنها ما يولد طاقة تكفى لثقب الماس

* يستخدم الليزر على الأخص فى الصناعات الدقيقة

(6) **مجال الحاسبات :**

* يستخدم فى :

1- التسجيل على الأقراص المدمجة (CDs)

2- طابعة الليزر حيث يستخدم شعاع الليزر فى نقل المعلومات من الكمبيوتر إلى أسطوانة عليها مادة حساسة للضوء ثم يتم الطبع على الورق باستخدام الحبر

اسئله علي تطبيقات علي الليزر

1 يُستخدم الليزر فى التصوير المجسم، وذلك لأن أشعة الليزر تتميز بـ.....

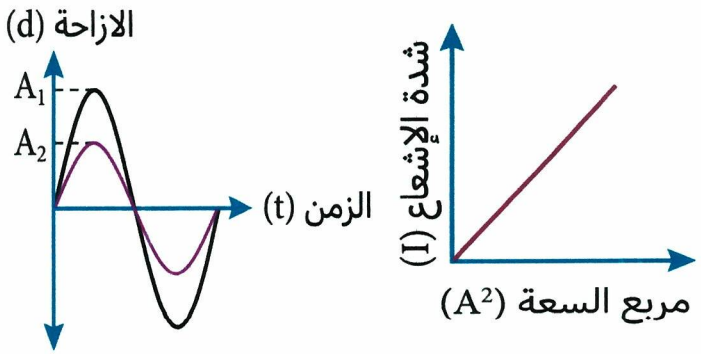
أ شدة إشعاعها العالى
ب ترابط فوتوناتها
ج التأثير على الألواح الفوتوغرافية
د أحادية الطول الموجى

2 استخدام الليزر في المجالات العسكرية في توجيه الصواريخ يعتمد على .....

أ الطبيعة الموجية لضوء الليزر
ب ترابط فوتونات شعاع الليزر
ج طاقة شعاع الليزر
د النقاء الطيفي لشعاع الليزر

*** العلاقه بين الشده والسعه والبعد عن المصدر :**

تتناسب الشدة الضوئية طرديًا مع مربع سعة الموجة للضوء العادي وعكسيا مع مربع البعد عن المصدر



$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{A_1^{\,2}}{A_2^{\,2}} = \frac{d_2^{\,2}}{d_1^{\,2}}$$

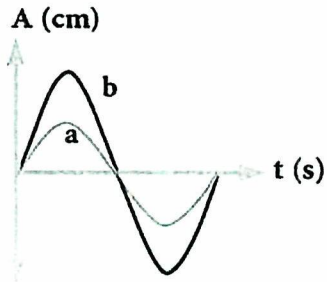
* سعة الموجة للضوء العادي تتناسب عكسياً مع البعد عن المصدر

* شدة الإضاءة وسعة الموجة لليزر ثابتة **لا تتغير** (نظرًا لترابط فوتونات أشعة الليزر) عند انعكاس الليزر عن سطح الجسم تقل سعة الأشعة المنعكسة وتقل الشدة الضوئية وتقل عن قبل الانعكاس ثم تظل بعدها كما هي كلما ابتعدنا عن الجسم.

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

اسئله علي سعه الموجه

1 الشكل البياني المقابل يمثل العلاقة بين سعة الموجة (A) والزمن (t) لموجتين a، b، فإن النسبة بين شدتيهما $\frac{I_a}{I_b}$ تساوي .....



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

2 في التصوير العادي، إذا قلت سعة الأشعة المنعكسة عن الجسم إلى النصف ، فإن شدة الإشعاع الساقطة على اللوح الفوتوجرافي .....

أ تقل إلى الربع ب تقل إلى النصف ج تظل ثابتة د تزداد إلى الضعف

3 سعة موجات أشعة الليزر عند نقطة تبعد مسافة d عن مصدرها تساوي A، فإذا قلت المسافة إلى $\frac{1}{2}$ d، فإن قيمة سعة الاهتزازة تساوي .....

أ $\frac{1}{2}$ A ب A ج 2 A د 4 A

اكتب ملاحظاتك

الفصل الثامن
الدرس الاول

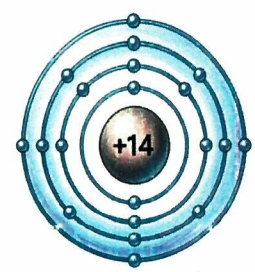
* أصبحت الأجهزة الإلكترونية تلعب دورًا أساسيًا فى حياتنا فى نقل المعلومات والترفيه والثقافة وفى مجال الطب سواء فى التشخيص أو المتابعة أو العمليات الجراحية وكذلك فى الحرب وسنتناول خلال هذا الفصل قدرًا مبسطًا من المعلومات عن الإلكترونيات والتى يدخل فى تركيبها "أشباه الموصلات"

أشباه الموصلات :
مواد توصيليتها الكهربية متوسطة بين الموصلات والعوازل، وتتميز بأن التوصيلية الكهربية لها تزداد بارتفاع درجة الحرارة مثل السيليكون والچرمانيوم

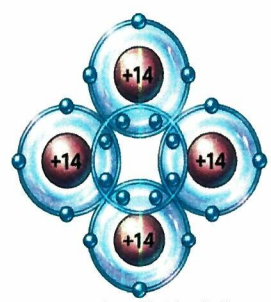
بلورة شبه الموصل النقي

* تحتوى كل ذرة من ذرات السيليكون (Si) أو الچرمانيوم (Ge) على 4 إلكترونات فى مدارها الأخير لذلك ترتبط كل ذرة داخل البلورة مع أربع ذرات مجاورة بروابط تساهمية ليكتمل المدار الأخير لها بـ 8 إلكترونات وتصل إلى حالة الاستقرار

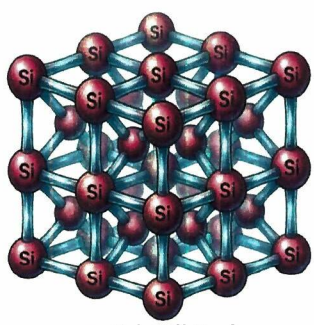
البلورة :
ترتيب هندسى منتظم للذرات فى الحالة الصلبة



ذرة سيليكون



الرابطة التساهمية



بلورة السيليكون

*** وهنا يمكن التمييز بين ثلاث حالات للإلكترونات فى بلورة شبه الموصل :**

1- إلكترونات المستويات الداخلية فى الذرة : ترتبط بشدة بالنواة

2- إلكترونات التكافؤ : تشارك فى عمل روابط تساهمية بين الذرات

3- الإلكترونات الحرة المنطلقة من كسر الروابط التساهمية : تتحرك حركة عشوائية محدودة بحيز أكبر هو البلورة

* يمكن استخدام الطاقة الحرارية أو الضوئية فى كسر روابط البلورة، وتكون :

الطاقة اللازمة لكسر الرابطة = الطاقة الناتجة عن التئام (إعادة تكوين) الرابطة

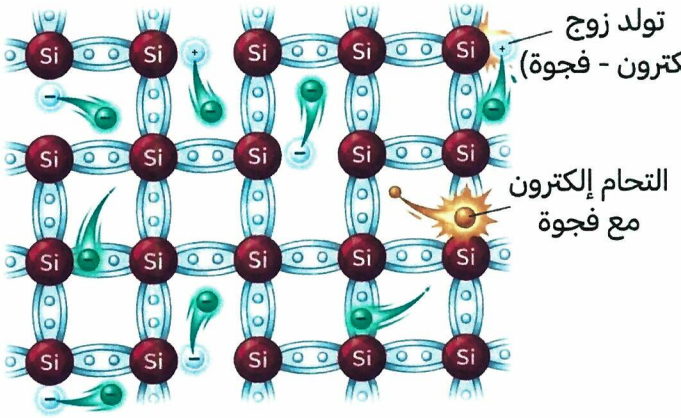
* طرق زيادة التوصيلية الكهربية لبلورة شبه موصل :-

* تتميز أشباه الموصلات بحساسيتها الشديدة للحرارة، وكذلك للشوائب لذلك يمكن زيادة التوصيل الكهربى لبلورة

شبه الموصل بإحدى طريقتين :

1- رفع درجه الحراره

2- التطعيم



(1) رفع درجة الحرارة :

* فى درجات الحرارة المنخفضة تكون

التوصيلية الكهربية لبلورة شبه الموصل

النقى ضعيفة جدًا وتنعدم تمامًا عند الصفر كلفن لأن جميع الروابط بين ذرات البلورة تكون سليمة ولا توجد إلكترونات حرة وتعمل البلورة كعازل مثالى

* عند ارتفاع درجة حرارة البلورة تزداد توصيليتها الكهربية

نتيجة كسر بعض الروابط التساهمية فتتحرر منها بعض الإلكترونات وتصبح إلكترونات حرة تتحرك حركة عشوائية داخل البلورة

الفجوة :

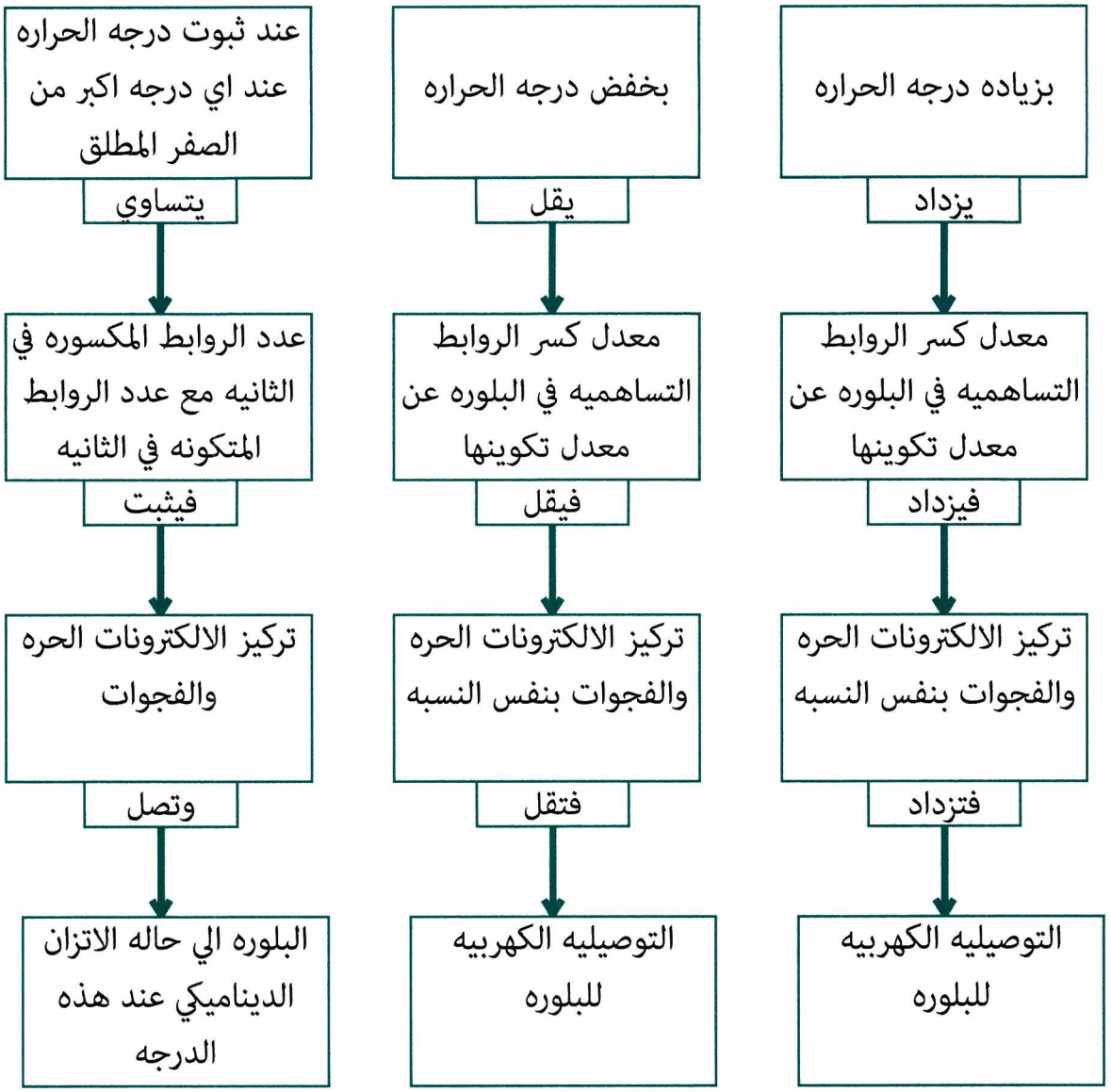
مكان فارغ يتركه الإلكترون فى رابطة مكسورة فى بلورة شبه الموصل ويعتبر شحنة موجبة

* كل إلكترون يتحرر يترك مكانه فارغًا فى الرابطة المكسورة فيما يُعرف "بالفجوة" وبالتالى يتساوى تركيز الإلكترونات الحرة وتركيز الفجوات

* لا يعتبر تحرر الإلكترون وتكون الفجوة تأين للذرة

لأنه سريعًا ما تقتنص الفجوة إلكترونًا من رابطة مجاورة أو من الإلكترونات الحرة فتعود الذرة متعادلة وتنتقل الفجوة إلى رابطة أخرى ويكون اتجاه حركة الفجوات عكس اتجاه حركة الإلكترونات

* عندما يتساوى عدد الروابط المكسورة فى الثانية مع عدد الروابط المتكونة فى الثانية يصبح تركيز الإلكترونات والفجوات ثابت وهو ما يطلق عليه "حالة الاتزان الديناميكى (الاتزان الحرارى) فى شبه الموصل"



لذلك يمكن تعريف حالة الاتزان الديناميكى لبلورة شبه موصل نقى كالتالى :

الاتزان الديناميكى (الحرارى) لبلورة شبه موصل نقى :

الحالة التى يكون عندها عدد الروابط المكسورة فى الثانية يساوى عدد الروابط المتكونة فى الثانية فى بلورة شبه الموصل ويكون تركيز الإلكترونات الحرة والفجوات ثابتًا لكل درجة حرارة

*** ملاحظة :-**

*** لا يفضل تسخين شبه الموصل النقى لزيادة توصيليته للتيار الكهربى ؟**

لأن زيادة درجة الحرارة بمقدار كبير يؤدى إلى كسر الروابط بصورة دائمة وبالتالى تفكك الشبكة البلورية وتلف البلورة

* **مما سبق يمكن تعريف شبه الموصل النقى كالتالى :**

شبه الموصل النقى :

شبه موصل يكون فيه تركيز الإلكترونات الحرة = تركيز الفجوات عند أى درجة حرارة

الملخص:-

1- إلكترونات المستويات الداخلية مرتبطة بقوة جذب كبيرة مع النواة أما إلكترونات التكافؤ فى الغلاف الخارجى تربط الذرات المتجاورة بروابط تساهمية يمكن كسر نسبة منها وتحرر إلكترونات وفجوات داخل البلورة

2- عند الصفر كلڤن تكون الروابط بين الذرات سليمة ولا توجد إلكترونات حرة داخل البلورة فتنعدم التوصيلية الكهربية وبالتالى فإن المستوى الأخير لكل ذرة يكون مكتمل بالإلكترونات

3- بارتفاع درجة الحرارة تنكسر بعض الروابط وتتحرر بعض الإلكترونات وعندما يترك أى إلكترون مكانه يتواجد فى هذا المكان فجوة ولا يُعتبر ذلك تأين للذرة حيث تقتنص الذرة إلكترونًا وتعود إلى حالة التعادل وتنتقل الفجوة إلى رابطة أخرى

4- بارتفاع درجة الحرارة أكثر يزداد تركيز الإلكترونات الحرة وتركيز الفجوات بنفس النسبة فتزداد التوصيلية الكهربية

5- تتحرك الإلكترونات حركة عشوائية داخل البلورة وتملأ الفجوات التى تنشأ عن كسر الروابط

6- فى البلورة الواحدة تكون الطاقة اللازمة لكسر أى رابطة = الطاقة الناتجة عن التئام (تكوُّن) الرابطة سواء كانت هذه الطاقة حرارية أو ضوئية

7- عندما تصل البلورة إلى حالة الاتزان الديناميكى يتساوى عدد الروابط المكسورة فى الثانية مع عدد الروابط المتكونة فى الثانية فيصبح تركيز الإلكترونات الحرة والفجوات ثابت لكل درجة حرارة

* بعد أن تعرفنا على خصائص أشباه الموصلات يمكننا المقارنة بين الموصلات وأشباه الموصلات كالتالى :

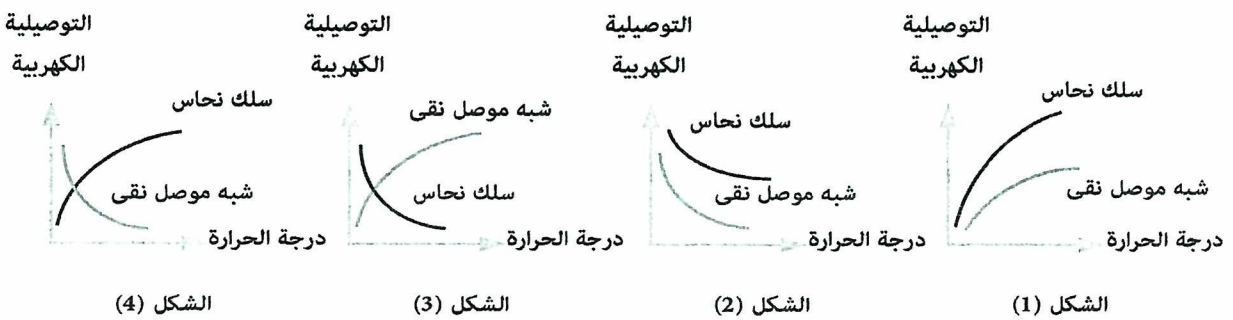
	الموصلات (المعادن)	أشباه الموصلات
البنية التركيبية	تتكون من أيونات موجبة وسحابة من الإلكترونات الحرة التى تتحرك عشوائيًا فى الموصل وتوجد قوة تجاذب بين الأيونات والإلكترونات	تتكون من ذرات تربطها روابط تساهمية ضمن شبكة بلورية
حاملات الشحنه	الإلكترونات الحرة	الإلكترونات الحرة والفجوات
أثر ارتفاع درجة الحرارة على المقاومة الكهربية	تزداد	تقل
أثر ارتفاع درجة الحرارة على التوصيلية الكهربية	تقل	تزداد

اسئله علي رفع التوصيلية بالحرارة

1 **إذا انخفضت درجة حرارة بللورة السيليكون النقي إلى درجة الصفر كلفن، فإن مقاومته النوعية .....**

أ تنعدم　　ب تكون قيمة عظمى　　ج لا تتغير　　د تنخفض

2 **من الأشكال البيانية الآتية يكون الشكل الذى يمثل العلاقة بين التوصيلية الكهربية لكل من بللورة شبه موصل نقي وسلك من النحاس مع درجة الحرارة عند تغييرها هو الشكل .....**



أ الشكل (1)　　ب الشكل (3)　　ج الشكل (2)　　د الشكل (4)

3 شريحتان الأولى من النحاس والأخرى من الجرمانيوم تم تبريدهما من درجة حرارة الغرفة إلى 80 K فإن .....

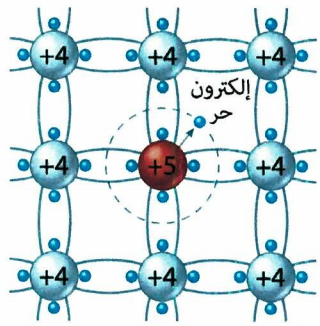
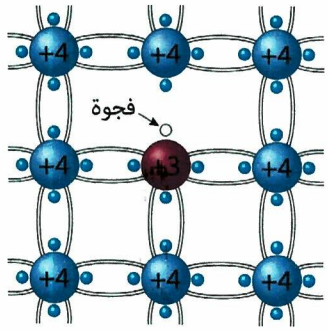
أ مقاومة كل منهما تزداد
ب مقاومة كل منهما تقل
ج مقاومة النحاس تزداد بينما مقاومة الجرمانيوم تقل
د مقاومة النحاس تقل بينما مقاومة الجرمانيوم تزداد

(2) التطعيم :

* يمكن زيادة التوصيلية الكهربية لشبه الموصل من خلال إضافة ذرات عناصر خماسية التكافؤ أو ثلاثية التكافؤ تسمى الشوائب ويطلق على هذه العملية التطعيم وتفضل هذه الطريقة لزيادة التوصيلية الكهربية لشبه الموصل عن رفع درجة الحرارة

وبالتالي يمكن الحصول علي نوعين من اشباه الموصلات غير النقيه هما :

شبه موصل من النوع n(n-type) :	شبه موصل من النوع p (p-type) :
نوع الذره الشائبه	
شوائب معطية (مانحة) وهى عبارة عن ذرات من عنصر خماسى التكافؤ (تحتوى على 5 إلكترونات فى المستوى الأخير) مثل الفوسفور (P) والأنتيمون (Sb) والزرنيخ (As) وهى تنتمى لعناصر المجموعة الخامسة بالجدول الدورى	شوائب مستقبلة (مكتسبة) وهى عبارة عن ذرات من عنصر ثلاثى التكافؤ (تحتوى على 3 إلكترونات فى المستوى الأخير) مثل الألومنيوم (Al) واليورون (B) والجاليوم (Ga) وهى تنتمى لعناصر المجموعة الثالثة بالجدول الدورى
عمل الذرة الشائبة	
تشارك ذرة الشائبة بـ 4 إلكترونات فى تكوين أربع روابط مع ذرات السيليكون المجاورة لها، ويبقى إلكترون واحد من إلكترونات التكافؤ يكون ضعيف الارتباط بالنواة فسرعان ما تفقده ويصبح إلكترون حر وتتحول ذرة الشائبة إلى أيون موجب لا يشارك فى عملية التوصيل الكهربى	تشارك ذرة الشائبة بـ 3 إلكترونات فى تكوين ثلاث روابط وبالتالى تصبح هناك رابطة تساهمية غير مكتملة ونتيجة لذلك تتكون فجوة ولكى تصل لحالة الاستقرار (التركيب الثمانى) تكتسب إلكترون من إحدى روابط السيليكون فتظهر فجوة فى رابطة السيليكون وتتحول ذرة الشائبة إلى أيون سالب لا يشارك فى عملية التوصيل الكهربى

شكل البلوره المطعمه	
	
نوع حاملات الشحنه السائده	
الإلكترونات الحرة	الفجوات
ذرات الشائبه بعد التطعيم	
تصبح أيونات موجبة تركيزها N_D^+	تصبح أيونات سالبه تركيزها N_A^-
في حاله الاتزان الحراري	
مجموع الشحنة الموجبة = مجموع الشحنة السالبة $n = P + N_D^+$ اي ان البلوره متعادله الشحنه	مجموع الشحنة الموجبة = مجموع الشحنة السالبة $n = P + N_A^-$ اي ان البلوره متعادله الشحنه
(حيث : (n) تركيز الإلكترونات الحرة (p) تركيز الفجوات (N_D^+) تركيز أيونات الشائبة المعطية (N_A^-) تركيز أيونات الشائبة المستقبلة)	
العلاقة بين p , n	
n>p	p>n

*** مما سبق يمكن تعريف شبه الموصل من النوع n (n-type) وشبه الموصل من النوع p (p-type) كالتالى:**

شبه موصل من النوع n (n-type) :

شبه موصل مُطعم بشوائب من عنصر خماسى التكافؤ ويكون فيه تركيز الإلكترونات الحرة أكبر من تركيز الفجوات

شبه موصل من النوع p (p-type) :

شبه موصل مُطعم بشوائب من عنصر ثلاثى التكافؤ ويكون فيه تركيز الفجوات أكبر من تركيز الإلكترونات الحرة

*** ملاحظة :-**

- تظل بلورة شبه الموصل المطعمة متعادلة كهربيًا ؟

لأن عند تطعيم بلورة شبه الموصل بشوائب ثلاثية أو خماسية التكافؤ فإن مجموع عدد الشحنات السالبة يساوى مجموع عدد الشحنات الموجبة دائمًا حيث إن جميع الذرات سواء ذرات شبه الموصل أو ذرات الشوائب متعادلة

* **قانون فعل الكتلة فى أشباه الموصلات :-**

* إذا كان n_i هو تركيز الإلكترونات الحرة أو الفجوات فى بلورة السيليكون النقى فإن: $np = n_i^2$

قانون فعل الكتلة :

حاصل ضرب تركيز الإلكترونات الحرة × تركيز الفجوات = مقدار ثابت لكل درجة حرارة لا يتوقف على نوع الشائبة ويساوى مربع تركيز الإلكترونات الحرة أو الفجوات فى بلورة شبه الموصل النقى عند نفس درجة الحرارة

* **من قانون فعل الكتله يتضح انه في حاله :**

بلوره n-type	بلوره p-type
$\because n = p + N_D^+$	$\because p = n + N_A^-$
$\because p < N_D^+$	$\because n < N_A^-$
$\therefore n \simeq N_D^+$ (تركيز الالكترونات الحره)	$\therefore p \simeq N_A^-$ (تركيز الفجوات)
$\because np = n_i^2$	$\because np = n_i^2$
$\therefore p = \frac{n_i^2}{N_D^+}$ (تركيز الفجوات)	$\therefore n = \frac{n_i^2}{N_A^-}$ (تركيز الالكترونات الحره)

الحل بقانون فعل الكتله

1 إذا علمت أن تركيز كل من الإلكترونات الحرة والفجوات في بللورة شبه موصل غير نقية $10^{14}\,cm^{-3}$ و$10^{8}\,cm^{-3}$ علي الترتيب، فإن تركيز الإلكترونات الحرة والفجوات في البللورة النقية قبل التطعيم يساوي .....

أ) $10^{14}\,cm^{-3}$ و $10^{8}\,cm^{-3}$ ب) $10^{8}\,cm^{-3}$ و $10^{12}\,cm^{-3}$

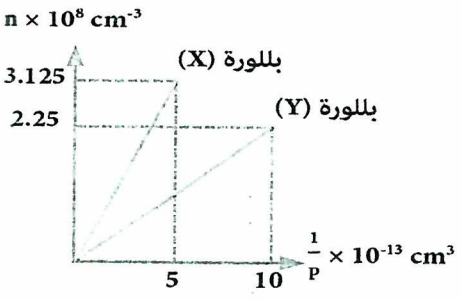
جـ) $10^{12}\,cm^{-3}$ و $10^{8}\,cm^{-3}$ د) $10^{11}\,cm^{-3}$ و $10^{11}\,cm^{-3}$

2 بللورة من النوع (P) تركيز ذرات الشوائب المستقبلة $10^{20}\,cm^{-3}$، فإذا علمت أن تركيز حاملات الشحنة والبللورة نقية $2.5\times10^{19}\,cm^{-3}$ ، فإن تركيز الإلكترونات في البللورة غير النقية (P) تساوي .....

أ) $6.23\times10^{20}\,cm^{-3}$ ب) $6.25\times10^{18}\,cm^{-3}$

جـ) $6.23\times10^{17}\,cm^{-3}$ د) $6.25\times10^{16}\,cm^{-3}$

3 يوضح الشكل البياني العلاقة بين تركيز الإلكترونات الحرة (n) ومقلوب تركيز الفجوات $(\frac{1}{P})$ وذلك لبللورتين غير نقيتين من مادة شبه موصلة (X)، (Y) فإن النسبة بين:



تركيز الإلكترونات الحرة في البللورة النقية $(n_i)_X$ (X) / تركيز الفجوات في البللورة النقية $(n_i)_Y$ (Y) = ...

أ $\frac{25}{9}$ ب $\frac{25}{36}$

جـ $\frac{5}{6}$ د $\frac{5}{3}$

المكونات والنبائط الإلكترونية

* تصنع أغلب "النبائط الإلكترونية" من أشباه الموصلات غير النقية والتى تتميز بحساسيتها لعوامل البيئة المحيطة مثل: الضوء ، الحرارة ، الضغط ، التلوث بالإشعاع الذرى والتلوث الكيميائى لذلك تستخدم هذه النبائط كحساسات (مستشعرات)(وسائل قياس) لهذه العوامل

المكونات والنبائط الإلكترونية :
وحدات بناء الأنظمة الإلكترونية

*** أنواع النبائط (المكونات) الإلكترونية :**

1- مكونات بسيطة : مثل المقاومة (R) وملف الحث (L) والمكثف الكهربى (C)

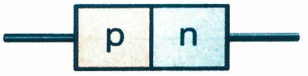
2- مكونات أكثر تعقيدًا : مثل الوصلة الثنائية (الدايود) والترانزستور

3- مكونات متخصصة : مثل النبائط الكهروضوئية ونبائط التحكم فى شدة التيار

الوصلة الثنائية (الدايود)

*** التركيب :**

بلورة شبه موصل تحتوى على جزئين أحدهما من النوع n والآخر من النوع p



*** الرمز فى الدائرة الكهربية :**

*** شرح العمل :**

1- فى المنطقة p يكون تركيز الفجوات (p) أكبر بكثير من تركيز الإلكترونات الحرة (n) أما فى المنطقة n يكون تركيز الإلكترونات الحرة (n) أكبر بكثير من تركيز الفجوات (P)

2- عند تكوُّن الوصلة الثنائية يحدث انتشار لكل من الفجوات (p) والإلكترونات الحرة (n) من المنطقة الأعلى فى التركيز إلى المنطقة الأقل فى التركيز على جانبى موضع تماس المنطقتين بحيث تنتشر الفجوات من المنطقة p إلى المنطقة n كما تنتشر الإلكترونات الحرة من المنطقة n إلى المنطقة p وينتج عن ذلك ما يسمى "بتيار الانتشار"

تيار الانتشار :

التيار الناتج عن انتشار الفجوات من المنطقة p إلى المنطقة nوانتشار الإلكترونات الحرة من المنطقة n إلى المنطقة p

3- هجرة الإلكترونات الحرة من منطقة n-type من شأنه أن يكشف جزءًا من الأيونات الموجبة دون غطاء يعادلها من الإلكترونات، وكذلك فإن هجرة الفجوات من منطقة p-type من شأنه كشف جزء من الأيونات السالبة دون غطاء يعادلها من الفجوات فينشأ على جانبى موضع تماس المنطقتين منطقة خالية من الفجوات والإلكترونات الحرة ويتواجد بها أيونات موجبة جهة المنطقة n وأيونات سالبة جهة المنطقة p وتسمى المنطقة على جانبى موضع التماس "بالمنطقة القاحلة"

المنطقة القاحلة (الفاصلة) :

منطقة خالية من حاملات الشحنة توجد على جانبى موضع تماس المنطقة n والمنطقة p فى الوصلة الثنائية

4- تكتسب المنطقة nجهدًا موجبًا بسبب فقدها بعض إلكتروناتها كما تكتسب المنطقة p جهدًا سالبًا بسبب انتقال الإلكترونات إليها، ويتولد مجال كهربى داخلى يكون اتجاهه من المنطقة n (الجهد الموجب) إلى المنطقة p (الجهد السالب) يتسبب فى تولد تيار يسمى "بتيار الانسياب" (الذى يعتبر تيار خلفى) ويكون عكس اتجاه تيار الانتشار (الذى يعتبر تيار أمامى)

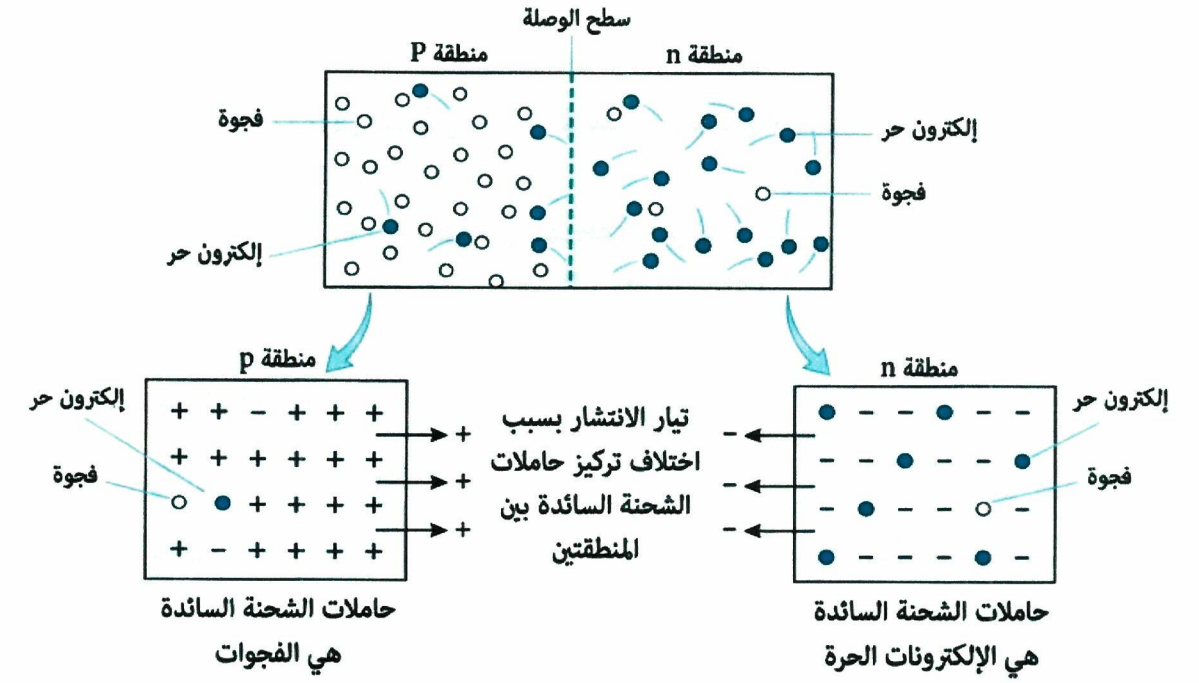
تيار الانسياب :

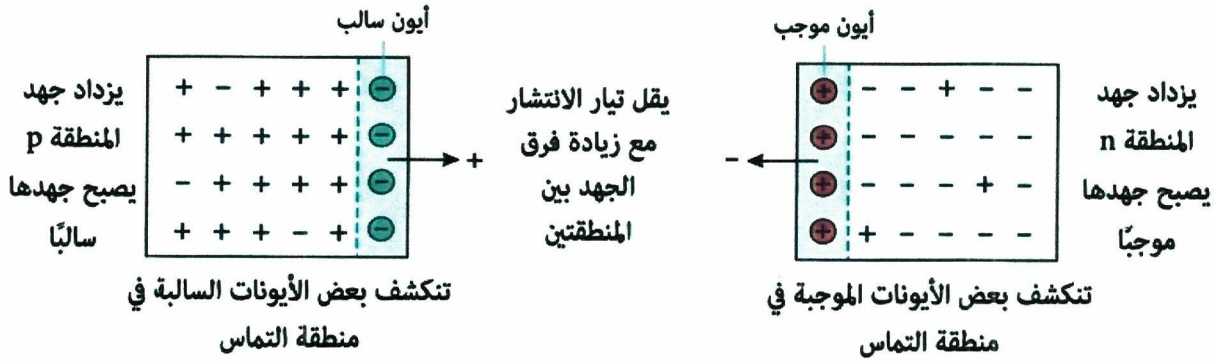
التيار الناتج عن المجال الكهربى الداخلى المتكون بين الأيونات الموجبة جهة nوالأيونات السالبة جهة p على جانبى موضع التماس وهو عكس تيار الانتشار

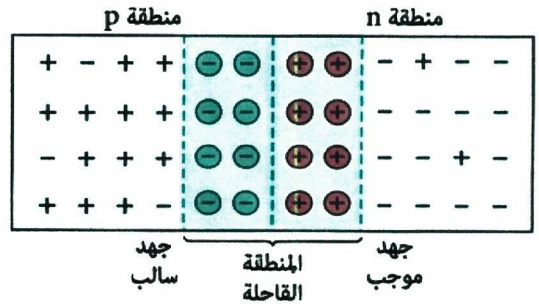
5- باستمرار انتقال الإلكترونات الحرة والفجوات من التركيز الأعلى إلى التركيز الأقل يقل تيار الانتشار لزيادة فرق الجهد بين المنطقتين حتى يصل لقيمة تمنع انتقال مزيد من الإلكترونات الحرة من n إلى P ويصبح تيار الانتشار = تيار الانسياب، ويطلق على فرق الجهد فى هذه الحالة "الجهد الحاجز للوصلة الثنائية" ويعتمد على نوع مادة شبه الموصل المستخدمة ودرجة حرارتها وتركيز الشوائب

الجهد الحاجز للوصلة الثنائية :

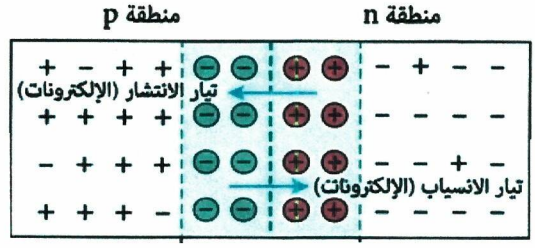
أقل فرق جهد داخلى على جانبى موضع تماس المنطقتين n، p يكفى لمنع انتشار مزيد من الفجوات والإلكترونات الحرة إلى المنطقة الأقل تركيز لهما







يتكون مجال كهربائي داخلي اتجاهه من المنطقة n إلى المنطقة p
و تتكون منطقة خالية من حاملات الشحنة تسمى المنطقة الفاصلة (القاحلة)



اسئله علي شرح عمل الدايود

1 شـــدة المجال الكهربي الناشئ داخل الوصـــلة الثنـائيـة عنـد درجـة حرارة محـددة تثبـت قيمتـه عندما .....

أ تنتقل جميع الفجوات الحرة من المنطقة الموجبة إلي المنطقة السالبة بالوصلة.

ب تنتقل جميع الإلكترونات الحرة من المنطقة السالبة إلي المنطقة الموجبة بالوصلة.

ج يتزن تيار الانتشار مع تيار الانسياب داخل الوصلة.

د تصل البللورة إلي حالة الاتزان الديناميكي.

2 تيار الانسياب فى الوصلة الثنائية ناتج عن حركة .....

أ الأيونات الموجبة من المنطقة n إلى المنطقة p

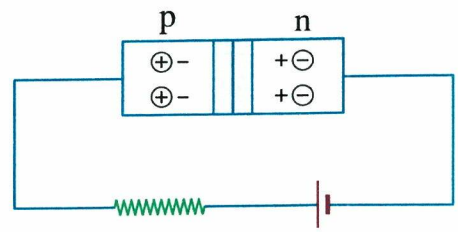
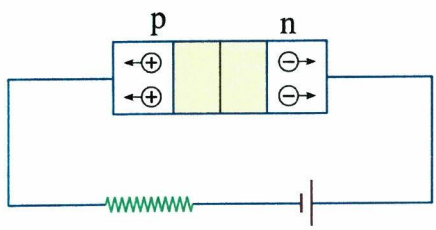
ب الإلكترونات الحرة من المنطقة p إلى المنطقة n

ج الفجوات من المنطقة p إلى المنطقة n

د الأيونات السالبة من المنطقة p إلى المنطقة n

* **توصيل الوصله الثنائيه :-**

* توصيل الوصله الثنائيه في الدائره الكهربيه بطريقتين :

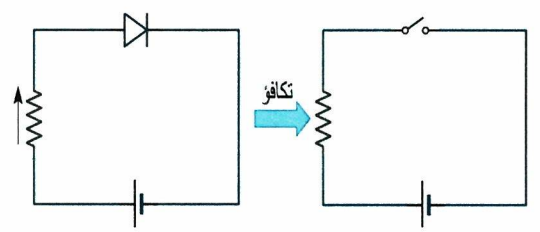
التوصيل (الانحياز) الأمامى	التوصيل (الانحياز) العكسى (الخلفى)
طريقه التوصيل	
 توصل المنطقة (p-type) بالقطب الموجب البطارية والمنطقة (n-type) بالقطب السالب للبطارية	 توصل المنطقة (p-type) بالقطب السالب للبطارية والمنطقة (n-type) بالقطب الموجب للبطارية
سمك المنطقه الفاصله	
يقل (حيث تتنافر الفجوات والإلكترونات الحرة مع قطبى لبطارية وتقترب من السطح الفاصل)	يزداد (حيث تتجاذب الفجوات والإلكترونات الحرة مع قطبى البطارية وتبتعد عن السطح الفاصل)
اثر فرق الجهد الخارجي علي الوصله	
يكون اتجاه المجال الخارجى (الناشئ عن البطارية) عكس اتجاه المجال الداخلى في المنطقة الفاصلة فيضعفه	يكون اتجاه المجال الخارجى (الناشئ عن البطارية) فى نفس اتجاه المجال الداخلى فى المنطقة الفاصلة فيقويه
جهد الوصله الثنائيه	
يقل عن الجهد الحاجز	يزداد عن الجهد الحاجز
مقاومه الوصله	
صغيرة	كبيرة
شده التيار المار (I)	
كبيرة إذا كان الجهد الخارجى أكبر من الجهد الحاجز	ضعيفة جدًا تكاد تكون منعدمة

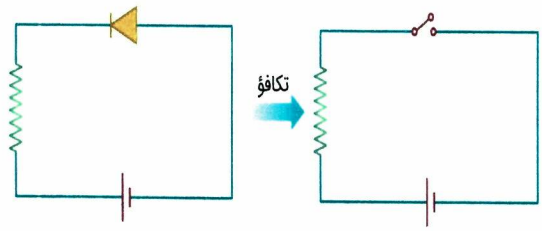
استخدام الوصلة الثنائية :-

(1) كمفتاح مع الجهد المستمر :

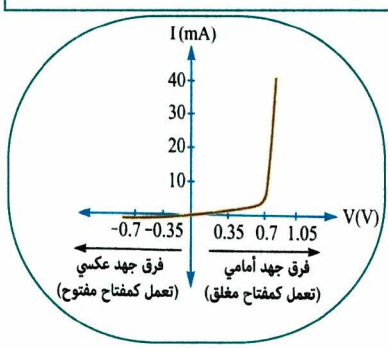
* عند توصيل وصلة ثنائية مثالية توصيلا :

أماميًا (بجهد أكبر من قيمة الجهد الحاجز)	عكسيا
فانها	
تسمح بمرور التيار الكهربى فى الدائرة	لا تسمح بمرور التيار الكهربى فى الدائرة
أى تعمل كمفتاح	
مغلق	مفتوح



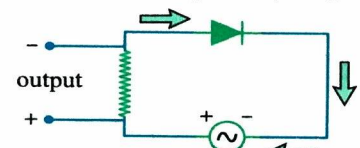


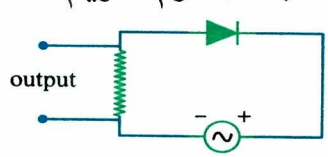
* التمثيل البيانى للعلاقة بين شدة التيار وفرق الجهد فى الوصلة الثنائية فى حالتى التوصيل الأمامى والخلفى :

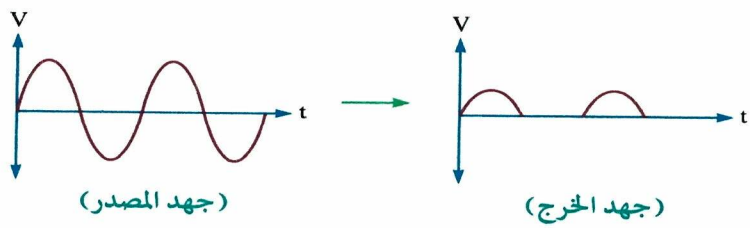


(2) تقويم التيار المتردد :-

* تستخدم الوصلة الثنائية فى تقويم التيار المتردد تقويم نصف موجى لأن الوصلة الثنائية تسمح بمرور التيار فى نصف ذبذبة الجهد المتردد (فى حالة التوصيل الأمامى) ولا تسمح بمروره فى النصف الآخر (فى حالة التوصيل العكسى) وبذلك يكون الجهد الناتج موحد الاتجاه (مقوم تقويم نصف موجى)







* **ملاحظة :-**

- **يمكن استخدام الأوميتر:**

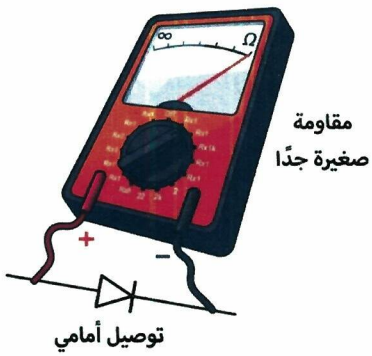
(1) للتأكد من سلامة الوصلة الثنائية

حيث تكون مقاومتها صغيرة جدًا فى اتجاه وكبيرة جدًا فى الاتجاه العكسى إذا كانت سليمة

(2) للتمييز بين الوصلة الثنائية والمقاومة الأومية :

- فى حالة الوصلة الثنائية : قراءة الأوميتر كبيرة جدًا فى اتجاه معين (توصيل عكسى) وصغيرة جدًا فى الاتجاه الآخر (توصيل أمامى)

- فى حالة المقاومة الأومية : قراءة الأوميتر لا تتغير إذا انعكس اتجاه التيار



توصيل أمامي

توصيل خلفي

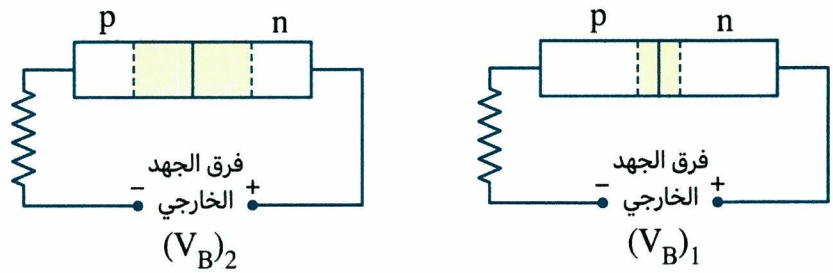
* **مما سبق يمكن المقارنة بين الوصلة الثنائية والمقاومة الأومية كالتالى :**

	الوصلة الثنائية	المقاومة الأومية (العادية)
التكوين	بلورة شبه موصل تحتوى على جزئين أحدهما من النوع n والآخر من النوع p	ملف من سلك لمادة ذات مقاومة نوعية مناسبة
حاملات الشحنة	الإلكترونات الحرة والفجوات	الإلكترونات الحرة
اتجاه التيار المار	يمكن أن يمر التيار فى التجاه واحد ولا يمر فى الاتجاه العكسي	يمكن أن يمر التيار خلالها فى الاتجاهين
أثر ارتفاع درجة الحرارة	تزداد التوصيلية الكهربية وتقل المقاومة الكهربية	تقل التوصيلية الكهربية وتزداد المقاومة الكهربية
التوصيل بأوميتر	تكون قراءته كبيرة جدًا عند توصيلها فى اتجاه معين (التوصيل الخلفى) وصغيرة جدًا عند توصيلها فى الاتجاه الأخر(التوصيل الأمامى)	لا تتغير قراءته عند عكس طريقة توصيلها مع الأوميتر

التوليف الإلكترونى

* لضبط جهاز الراديو أو التليفزيون على محطة معينة نحتاج ضبط قيمة سعة مكثف أو معامل الحث الذاتى لملف حث لتعطى الدائرة تردد يساوى تردد المحطة المطلوب الاستماع إليها أو مشاهدتها وهو ما يسمى بالرنين.

* فى الأجهزة الحديثة يتم تغيير سعة المكثف باستخدام خواص الدايود فى حالة وجود جهد عكسى إذ يزداد عرض المنطقة الفاصلة كلما زاد الجهد العكسى ولأن زيادة هذا العرض تعنى زيادة الشحنات أى الأيونات فيشبه هذا التغير فى الشحنة مع فرق الجهد ما يحدث على طرفى المكثف

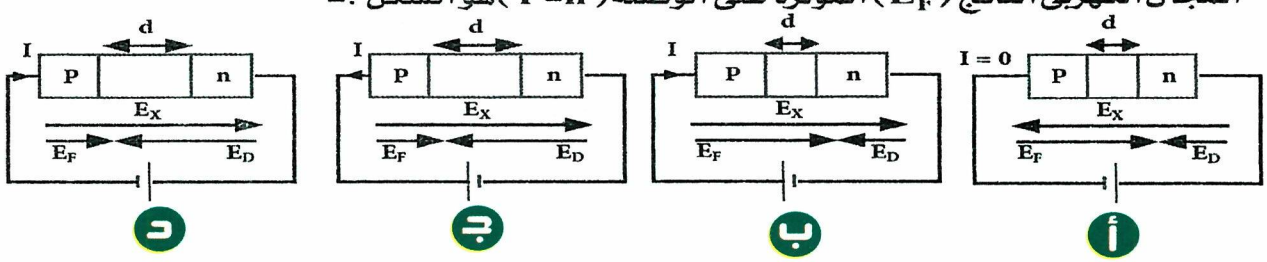


حيث: $((V_B)_1 < (V_B)_2$

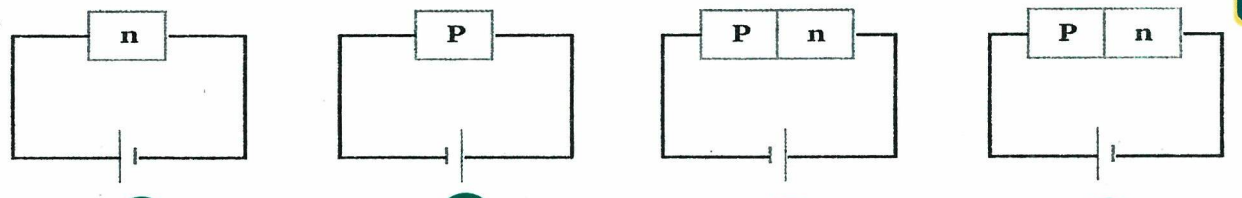
أى أن : الدايود فى الاتجاه العكسى يكافئ مكثفًا يمكن تغيير سعته حسب فرق الجهد العكسى عليه وهذا ما يطلق عليه التوليف الإلكترونى

اسئله نظري علي توصيل امامي وعكسي

1 وصلت وصلة (P–n) (دايود) بمصدر تيار مستمر خارجى، فإن الشكل بالاختيارات التالية الذى يوضح بصورة صحيحة اتجاه التيار الاصطلاحي (I) وسمك المنطقة الفاصلة (d) واتجاهات وشدة المجال الكهربى الناشئ عن البطارية (E_x) والمجال الكهربي الداخلي (E_D) ومحصلة المجال الكهربى الناتج (E_F) المؤثرة على الوصلة (P–n) هو الشكل :-

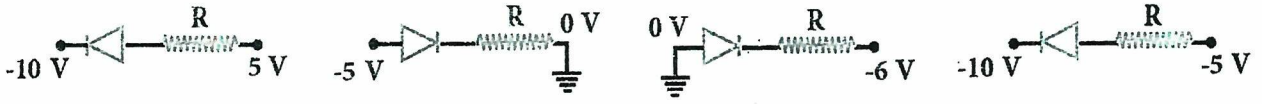


2 أي الأشكال التالية لديه أعلى مقاومة لمرور التيار الكهربي؟



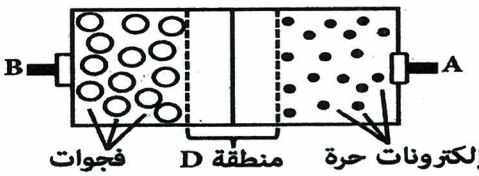
أ ب ج د

3 أي الأشكال التالية يوضح التوصيل العكسي لوصلة دايود؟



أ ب ج د

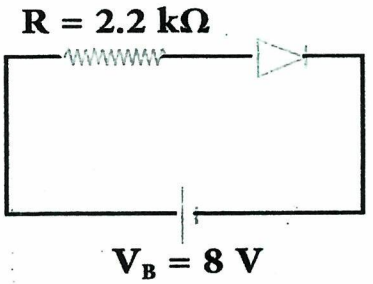
4 الشكل التخطيطي يوضح وصلة ثنائية غير متصلة بمصدر جهد، ماذا يحدث عند توصيل الطرف (A) بالقطب الموجب لعمود كهربي، والطرف (B) بقطبه السالب؟



	المنطقة D	الإلكترونات الحرة والفجوات
أ	يزداد سمكها	تتجة نحو المنطقة D
ب	يقل سمكها	تتراكم عن الطرفين A ، B
ج	يقل سمكها	تتجة نحو المنطقة D
د	يزداد سمكها	تتراكم عن الطرفين A ، B

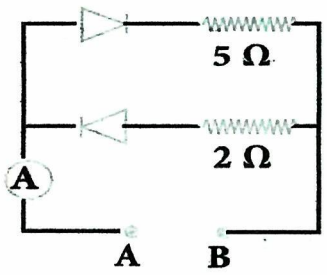
اسئله على توصيل امامي وعكسي
ربط بالفصل الاول

1 إذا وصل دايود وبطارية ومقاومة على التوالي كما بالشكل، فإن فرق الجهد بين طرفي المقاومة (R) يساوي .....
(علماً بأن مقاومة الدايود في حالة التوصيل الأمامي 0.211 kΩ وفي حالة التوصيل العكسي ما لا نهاية).



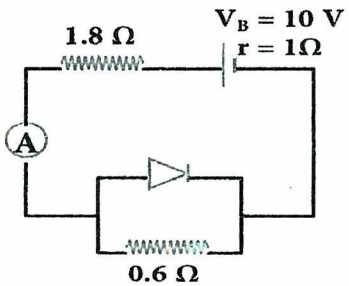
أ 8 V
ب 7.3 V
ج 0.7 V
د 0 V

2 في الشكل إذا كانت مقاومة الوصلة الثنائية مهملة في حالة التوصيل الأمامي ولا نهائية في حالة التوصيل العكسي، فإذا وصلت بطارية قوتها الدافعة الكهربية (2V مهملة المقاومة الداخلية) بحيث يتصل قطبها الموجب بالطرف A فإن الأميتر (A) يقرأ تيار كهربي شدته .....



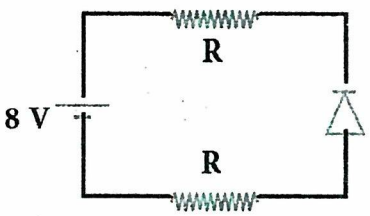
أ 0.4 A
ب 2 A
جـ 1.4 A
د صفر

3 في الدائرة الكهربية الموضحة بالشكل المقابل وبفرض أن مقاومة الدايود في حالة التوصيل الأمامي تساوي 0.3 Ω ومقاومته في حالة التوصيل العكسي كبيرة جدا وتساوي ∞، فإن قراءة الأميتر تساوي .....



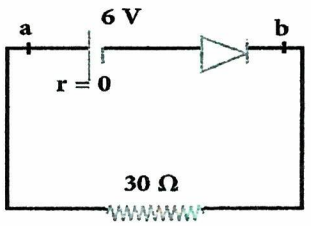
أ 2.94 A
ب 3.33 A
جـ 2.71 A
د 3.57 A

4 في الشكل المقابل: فرق الجهد بين طرفي الدايود يساوي .....



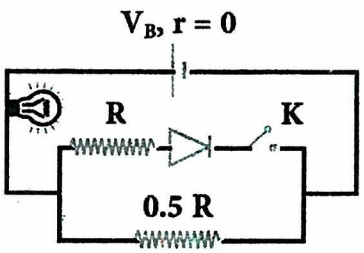
أ 0V
ب 6V
جـ 4V
د 8V

5 إذا وصل دايود وبطارية مهملة المقاومة الأومية ومقاومة أومية كما بالشكل، (علماً بأن: مقاومة الدايود فى حالة التوصيل الأمامى مهملة، وفى حالة التوصيل العكسى ما لا نهاية)، فإن فرق الجهد بين النقطتين (a، b) = ...



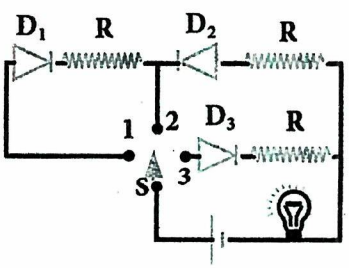
أ 3V
ب 0V
جـ 6V
د 30V

6 في الدائرة المقابلة إذا كانت مقاومة الدايود في حالة التوصيل الأمامي مهملة وفي حالة التوصيل العكسي لا نهائية. فإذا تم غلق المفتاح K فإن إضاءة المصباح .....



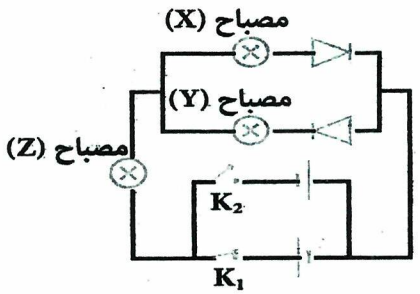
أ لا تتغير
ب تنعدم
جـ تزداد
د تقل

7 في الدائرة الكهربية المقابلة، يضئ المصباح عندما يكون المفتاح S في الوضع .....



أ 3
ب 1
جـ 3 or 1
د 2

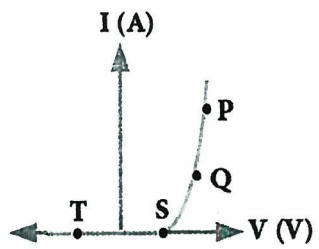
8 يوضح الشكل دائرة كهربية بها ثلاثة مصابيح X ، Y ، Z متصلة كما بالشكل، عند فتح (K_1) وغلق (K_2) أي الاختيارات تمثل التغير الصحيح في إضاءة المصابيح ؟.



أ المصباح (Y) يضئ والمصباح (X) يظل مضيء
ب المصباح (X) ينطفئ والمصباح (Z) ينطفئ
ج المصباح (Y) لا يضئ والمصباح (Z) ينطفئ
د المصباح (X) ينطفئ والمصباح (Z) يظل مضيء

اسئله بياني علي توصيل امامي وعكسي

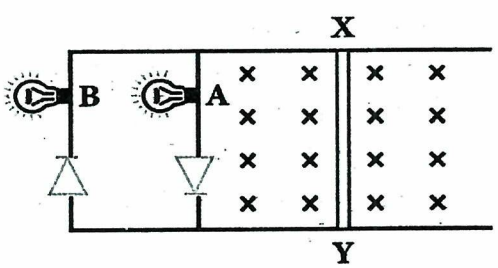
1 يوضح الشكل البياني منحني خواص (I ، V) لدايود. عند أي نقطة من النقاط الموضحة على التمثيل البياني تكون مقاومة الدايود أعلى ما يمكن .....



أ S ب P
ج Q د T

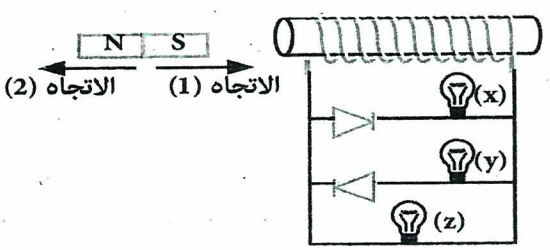
اسئله ربط الدايود مع التيار المستحث

1 في الشكل، لكى يضئ المصباح (A) يجب أن يتحرك السلك XY فى اتجاه .....



أ يمين الصفحة
ب يسار الصفحة
ج عمودي على الصفحة للداخل
د عمودي على الصفحة للخارج

2 الشكل المقابل يمثل ملف لولبي يتصل بعدة مصابيح متماثلة ووصلتين ثنائيتين وبجوار أحد وجهي الملف مغناطيس، إذا تحرك المغناطيس في الاتجاه (1) مقترباً من الملف ثم تحرك في الاتجاه (2) مبتعداً عن الملف فتكون المصابيح التي تضئ في الحالتين كما بالاختيار.....



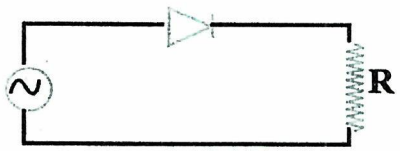
	عند اقتراب المغناطيس من الملف (الاتجاه 1)	عند ابتعاد المغناطيس عن الملف (الاتجاه 2)
أ	x	z
ب	y	z ، x
ج	y ، x	x
د	z ، y	z ، x

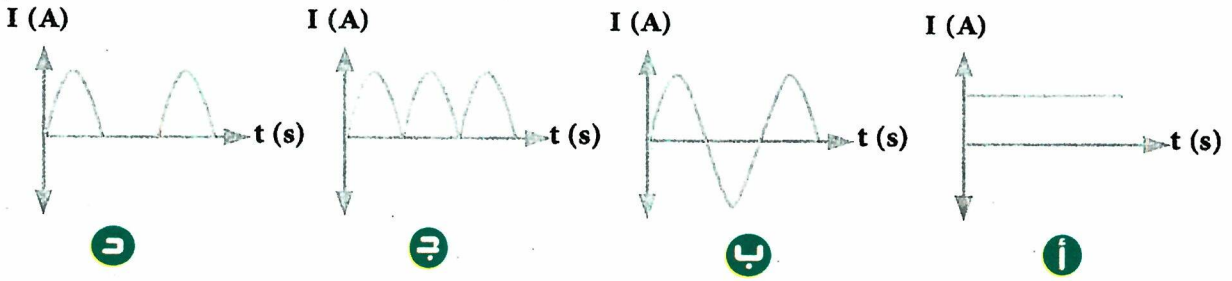
اسئله علي فكره الدايود كمقوم للتيار

1 وصلت وصلة ثنائية بمصدر متردد تردده 100 Hz فكانت شدة التيار الفعَّال المار في الدائرة تساوي 2 mA خلال الفترة الزمنية بين 0ms إلى 5ms فإن متوسط شدة التيار المار في الدائرة في الفترة الزمنية من 5 ms إلى 10 ms تساوي .....

أ 2 mA ب 4 mA ج 1mA د 0

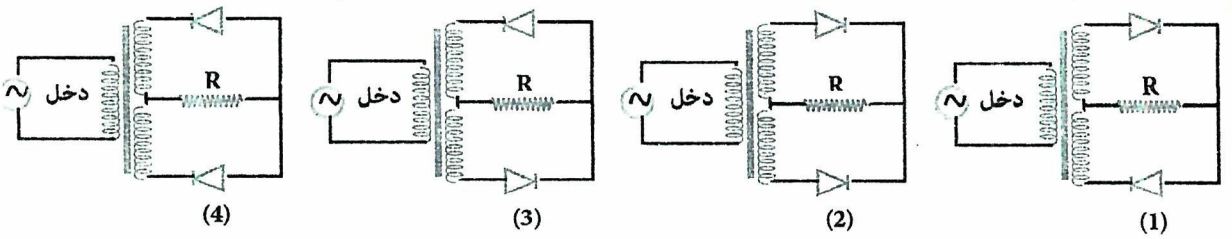
2 في الدائرة الموضحة بالشكل وصلة ثنائية متصلة بمصدر متردد ومقاومة أومية R أي الأشكال البيانية التالية يمثل التيار خلال المقاومة الأومية R؟





أ ب ج د

3 صممت أربع دوائر كهربية تحتوي كل منها على وصلتين ثنائيتين كما في الأشكال (1، 2، 3، 4)

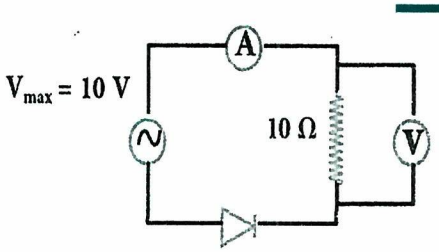


فإن الدوائر الكهربية التي يكون بها التيار الكهربي المار عبر المقاومة (R) مقوماً تقويماً موجياً كاملاً هي.....

أ (3، 1) ب (4، 1) ج (3، 2) د (4، 2)

4 في الشكل المقابل قراءة الأميتر الحراري = ...

علما بأن مقاومة الدايود مهملة



أ 1A ب 0.5A ج 0.7A د 0

الفصل الثامن
الدرس الثاني

الترانزستور

* يوجد أنواع مختلفة من الترانزستور وسنكتفى هنا بدراسة الترانزستور ثنائى القطب (BJT)

- التركيب :

بلورة شبه موصل تتكون من ثلاث مناطق متجاورة مُطعمة (غير نقية) هى:

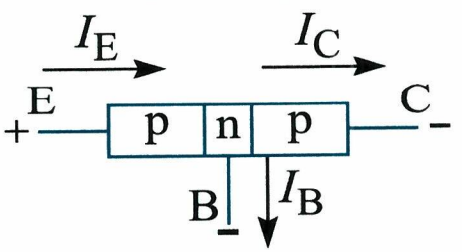
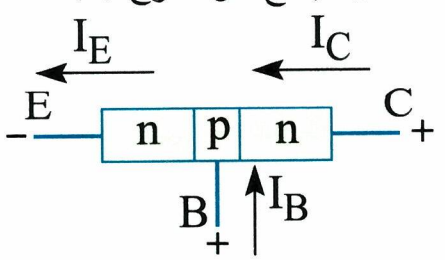
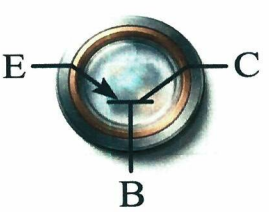
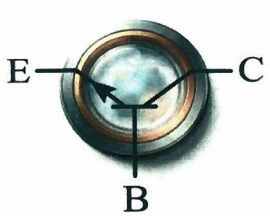
1- المنطقة الأولى تسمى الباعث (E) : عبارة عن منطقة متوسطة الحجم بها نسبة عالية من الشوائب

2- المنطقة الوسطى تسمى القاعدة (B) : عبارة عن منطقة سُمكها صغير للغاية (رقيقة جدًا) بها نسبة قليلة من الشوائب

3- المنطقة الأخيرة تسمى المجمع (C) : عبارة عن منطقة كبيرة الحجم نسبيًا بها نسبة شوائب أقل من الباعث

- الانواع :

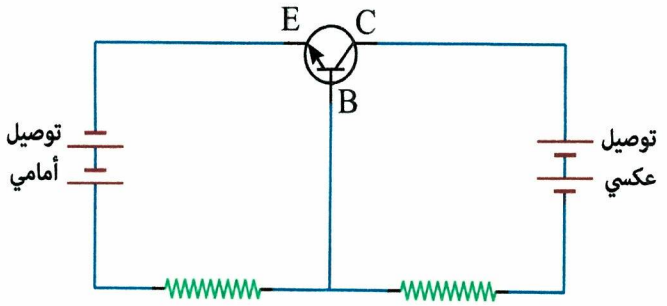
يوجد نوعان أساسيان من الترانزستور (BJT) هما :

(1) ترانزستور (pnp)	(2) ترانزستور (npn)
التركيب	
تكون فيه القاعدة من النوع (n) بينما الباعث والمجمع من النوع (p)	تكون فيه القاعدة من النوع (p) بينما الباعث والمجمع من النوع (n)
	
الرمز فى الدائرة الكهربية	
	

* يوجد طريقتان لتوصيل الترانزستور فى الدائرة الكهربية :-

(1) توصيل الترانزستور (npn) والقاعدة مشتركة :

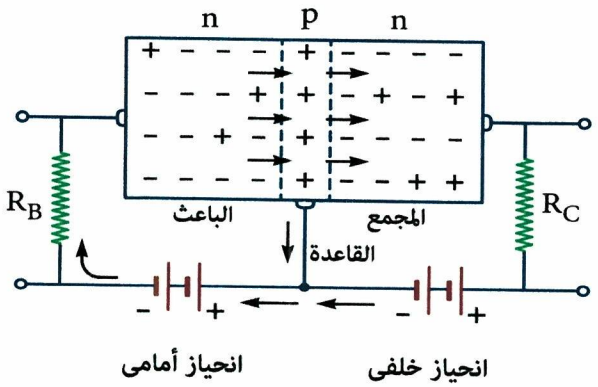
- شكل الدائرة



- طريقة التوصيل فى الدائرة الكهربية :

- يوصل الباعث (E) مع القاعدة (B) توصيلا أماميًا

- يوصل المجمع (C) مع القاعدة (B) توصيلا عكسيًا



- شرح العمل :

- تنطلق الإلكترونات الحرة من الباعث (n-type) إلى القاعدة (p-type) حيث تنتشر فيها بعض الوقت إلى أن يقتنصها المجمع (n-type)

- أثناء انتشار الإلكترونات الحرة داخل القاعدة (p-type) تُستهلك نسبة صغيرة جدًّا منها فى ملء الفجوات لتحدث عملية الالتئام نظرًا لأن عرض القاعدة صغير للغاية وبها نسبة قليلة من الشوائب وبالتالى يكون دائمًا تيار المجمع (I_C) أقل قليلا من تيار الباعث (I_E) حيث :

$$I_E = I_C + I_B$$

- الاستخدام :

يستخدم الترانزستور عند توصيله فى دائرة القاعدة المشتركة فى تكبير القدرة الكهربية ولا يمكن استخدامه لتكبير التيار الكهربى نظرًا لأن تيار المجمع يكون أقل قليلا من تيار الباعث

- نسبة التوزيع (α_e) :

- يطلق على النسبة بين تيار المجمع وتيار الباعث "نسبة التوزيع" وتعطى من العلاقة :

$$\alpha_e = \frac{I_C}{I_E}$$

- تقترب قيمة α_e من الواحد الصحيح

لأن $I_C = I_E$ حيث إن قيمة I_B صغيرة جدًا فتصبح قيمة α_e قريبة من الواحد الصحيح

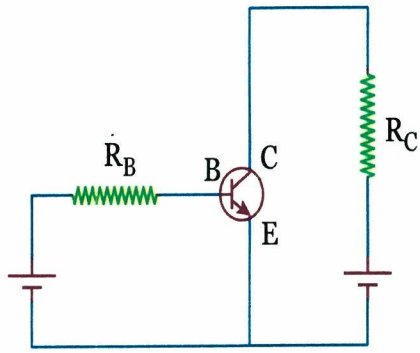
وبالتالى يمكن تعريف نسبة التوزيع كما يلى :

نسبة (ثابت) التوزيع (α_e) :

نسبة تيار المجمع إلى تيار الباعث عند ثبوت فرق الجهد بين القاعدة والمجمع

(2) توصيل الترانزستور (npn) والباعث المشترك :

- شكل الدائره :



- طريقة التوصيل فى الدائرة الكهربية :

- يوصل الباعث (E) مع القاعدة (B) توصيلًا أماميًا
- يوصل الباعث (E) مع المجمع (C) بحيث يوصل الباعث بالقطب السالب والمجمع بالقطب الموجب

- شرح العمل :

- تتنافر إلكترونات الباعث (n-type) مع القطب السالب للبطاريتين ليتجمع تيارى الإلكترونات عند الباعث ويتحرك تجاه المجمع
- إذا وضعت إشارة كهربية صغيرة فى تيار القاعدة فإن تأثيرها يظهر مكبرًا فى تيار المجمع

- نسبة التكبير (β_e) :

يطلق على نسبة تيار المجمع إلى تيار القاعدة "نسبة التكبير" وتعطى من العلاقة :

وبالتالى يمكن تعريف نسبة التكبير كالتالى :

نسبة التكبير (β_e) :

نسبة تيار المجمع إلى تيار القاعدة عند ثبوت فرق الجهد بين الباعث والمجمع

- حساب نسبه التكبير بدلاله ثابت التوزيع :

$$\beta_e = \frac{I_C}{I_B}$$

بالتعويض بقيمه I_C ، I_B من المعادلتين (1) ، (2) :

$$\because \alpha_e = \frac{I_C}{I_E} \qquad \therefore I_C = \alpha_e I_E \qquad (1)$$

$$\because I_B = I_E - I_C \qquad \therefore I_B = I_E - \alpha_e I_E \qquad (2)$$

$$\because \beta_e = \frac{I_C}{I_B}$$

$$\therefore \beta_e = \frac{\alpha_e I_E}{I_E - \alpha_e I_E} = \frac{\alpha_e I_E}{I_E(1-\alpha_e)} \qquad \therefore \beta_e = \frac{\alpha_e}{1-\alpha_e}$$

*** ملاحظة :-**

*** يمكن حساب نسبة التوزيع بدلالة نسبة التكبير من العلاقة :** $\alpha_e = \frac{\beta_e}{1+\beta_e}$

- الاستخدام :

1- يستخدم كمكبر :

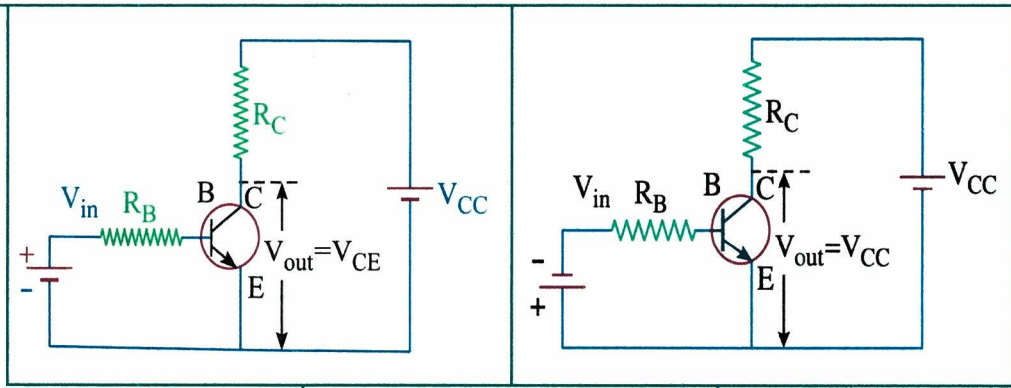
تعتمد فكرة عمل الترانزستور فى دائرة الباعث المشترك كمكبر على أنه إذا وضعت إشارة كهربية صغيرة فى تيار القاعدة الصغير يظهر تأثيرها مكبراً فى تيار المجمع وهذا ما يسمى فعل الترانزستور

2- يستخدم كمفتاح :

الترانزستور فى حالة off (مفتاح مفتوح)	الترانزستور فى حالة on (مفتاح مغلق)

طريقة التوصيل

يتم توصيل الترانزستور فى الدائرة الكهربية بحيث يكون الباعث مشترك



الاساس العلمي

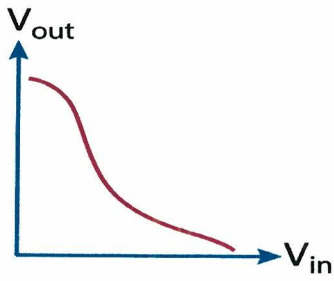
يكون: $V_{CC}=V_{CE}+I_CR_C$

(حيث : V_{CC}) جهد البطارية ، (V_{CE}) فرق الجهد بين المجمع والباعث

(I_C) تيار المجمع ، (R_C) مقاومة دائرة المجمع)

فإذا اعتبرنا أن جهد القاعدة هو الدخل (input) وفرق الجهد بين المجمع والباعث هو الخرج (output) فإنه

عند توصيل القاعدة (B) بجهد دخل (V_{in}) صفرى أو سالب أو موجب لا يتعدى الجهد الحاجز :	عند توصيل القاعدة (B) بجهد دخل (V_{in}) موجب أكبر من الجهد الحاجز :
- لا يمر تيار كهربى فى قاعدة الترائزستور	- يمر تيار فى قاعدة الترانزستور
- لا يمر تيار فى مجمع الترانزستور أى تكون ($I_CR_C = 0$)	- يمر تيار كبير فى مجمع الترانزستور أى تكون قيمة I_CR_C كبيرة
- يكون جهد الخرج كبير يقترب من قيمة V_{CC} ($V_{CC}=V_{CE}$) فيعمل الترانزستور كمفتاح مفتوح	- يحدث نقص كبير فى جهد الخرج (V_{CE}) ليقترب من الصفر فيعمل الترانزستور كمفتاح مغلق



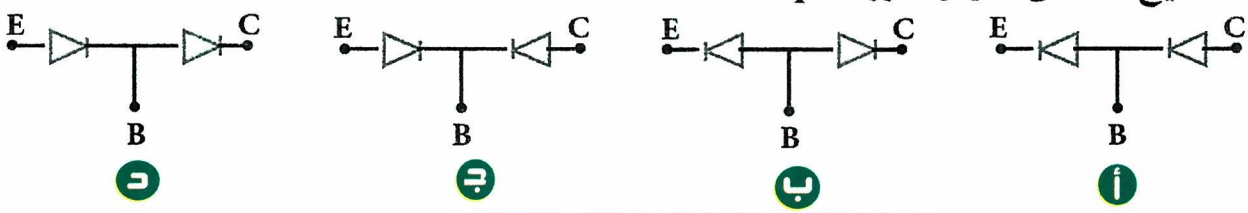
* **مما سبق نجد أن** الترانزستور يعمل كعاكس أى أنه عندما يكون جهد الدخل (جهد القاعدة) V_{in} للترانزستور صغيراً يصبح جهد الخرج (V_{out}) كبيراً والعكس

* **ملاحظة :-**

* يمكن الاستدلال على قطبية الترانزستور باستخدام الأوميتر

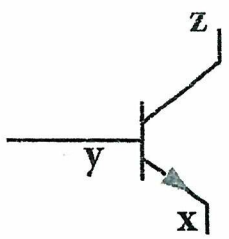
اسئله علي تركيب الترانزستور

1 يمكن اعتبار ترانزستور (npn) مكافئًا لدايودين متصلين معًا. أي الأشكال الآتية هو الشكل الصحيح المكافئ للترانزستور (npn) ؟



أ ب ج د

2 الشكل المقابل هو رمز لترانزستور من النوع.....



أ pnp ، z هو المجمع ، x هو الباعث
ب npn ، z هو المجمع ، x هو الباعث
ج pnp ، x هو المجمع ، z هو الباعث
د npn ، x هو المجمع ، z هو الباعث

مسائل الترانزستور

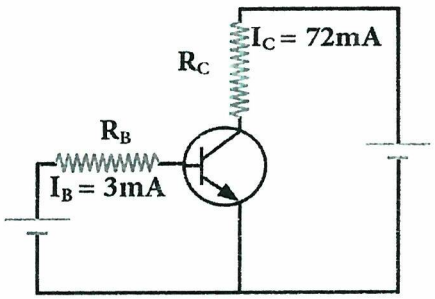
1 إذا كان تيار القاعدة فى ترانزستور npn يساوى 2mA وكانت $\alpha_e = 0.97$ ،
فإن تيار المجمع = ...

أ 1.97 mA ب 64.67 mA ج 10 mA د 50.67 mA

2 إذا كان تيار القاعدة في ترانزستور يساوي 3mA ومعامل التكبير يساوي 100 فإن:

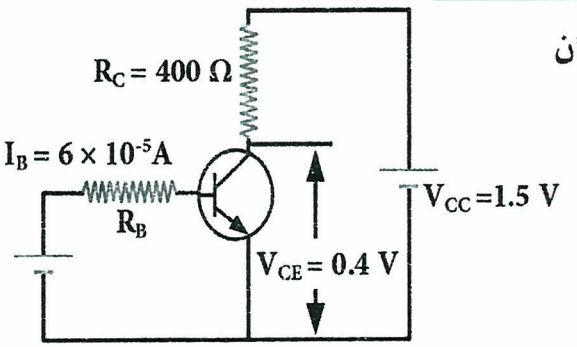
	معامل التوزيع (α_e) يساوي	شدة تيار المجمع (I_C) يساوي
أ	0.99	300 mA
ب	0.99	297 mA
ج	0.95	303 mA
د	0.95	300 mA

3 توضح الدائرة المقابلة ترانزستور يستخدم كمفتاح. من خلال تحليل الرسم وبياناته، فإن الاختيار مما يلي الذي يوضح قيمة ثابت التوزيع (α_e) وحالة الترانزستور كمفتاح هو .....



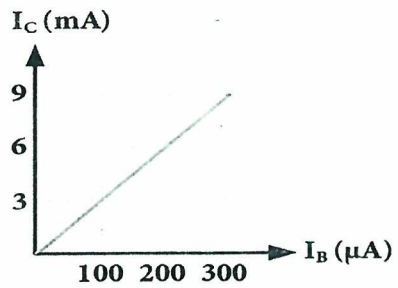
أ 0.04 - مفتاح Off
ب 0.96 - مفتاح Off
ج 0.04 - مفتاح On
د 0.96 - مفتاح On

4 الشكل يوضح ترانزستور (npn) يستخدم كمكبر، فإن النسبة $\frac{\alpha_e}{\beta_e}$ = ...



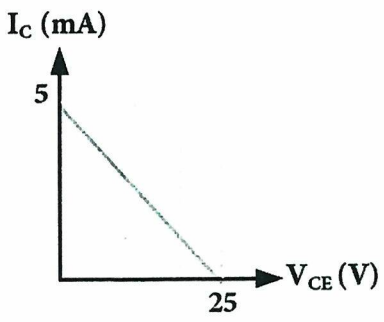
أ 2.75×10^{-3}
ب 2.13×10^{-2}
ج 1.11×10^{-2}
د 2.81×10^{-3}

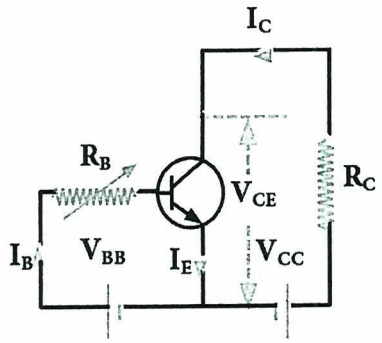
5 الشكل البياني المقابل يوضح العلاقة بين تيار القاعدة I_B وتيار المجمع I_C في دائرة ترانزستور الباعث المشترك، فإن قيمة كلٍ من α_e, β_e تساوي .....



	β_e	α_e
أ	45	0.987
ب	30	0.987
ج	45	0.968
د	30	0.968

6 يوضح الرسم البياني التالي العلاقة بين تيار المجمع (I_C) وجهد الخرج (V_{CE}) في دائرة ترانزستور الباعث مشترك (npn)



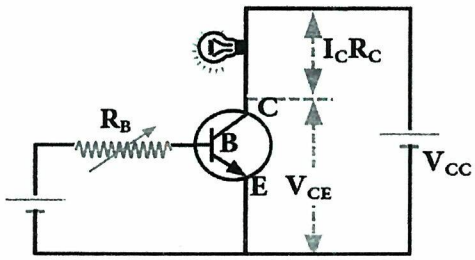


فإن المقاومة R_C تساوي..... والقوة الدافعة للبطارية V_{CC} تساوي .....

أ $25V - 5k\Omega$
ب $5V - 5k\Omega$
ج $25V - 25k\Omega$
د $5V - 25k\Omega$

ماذا يحدث لجهد الخرج عند تغيير R_B

1 ترانزستور موصل بالطريقة الموضحة بالشكل المقابل، فإن ما يحدث لكل من اضاءة المصباح وفرق الجهد V_{CE} عند إنقاص المقاومة R_B هو .....



أ) إضاءة المصباح تزداد وفرق الجهد V_{CE} يزداد

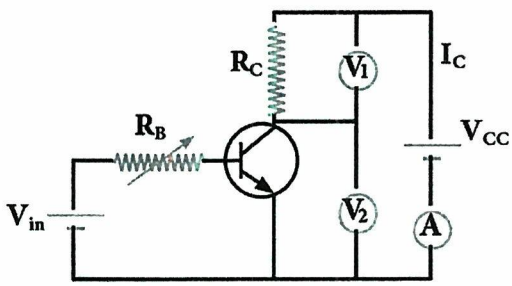
ب) إضاءة المصباح تزداد وفرق الجهد V_{CE} يقل

ج) إضاءة المصباح تقل وفرق الجهد V_{CE} يزداد

د) إضاءة المصباح تقل وفرق الجهد V_{CE} يقل

---

2 في الشكل المقابل عند إنقاص المقاومة R_B ، فإن .....



١ـ قراءة الفولتميتر V_1

(تقل – تزداد – تظل ثابتة – تقل أولا ثم تزداد)

٢ـ قراءة الفولتميتر V_2

(تقل – تزداد – تظل ثابتة – تقل أولا ثم تزداد)

٣ـ قراءة الأميتر A

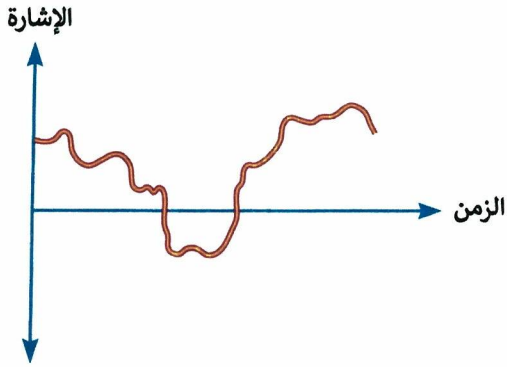
(تقل – تزداد – تظل ثابتة – تقل أولا ثم تزداد)

الإلكترونيات التناظرية والرقمية

*** توجد طريقتان للتعامل مع الجهد الداخل والخارج من الدائرة الكهربية هما :**

أولا الإلكترونيات التناظرية :-

* هى إلكترونيات تتعامل مع الكميات الطبيعية كما هى حيث تحولها إلى إشارات كهربية متصلة



إشارة تناظرية

- تطبيقات :

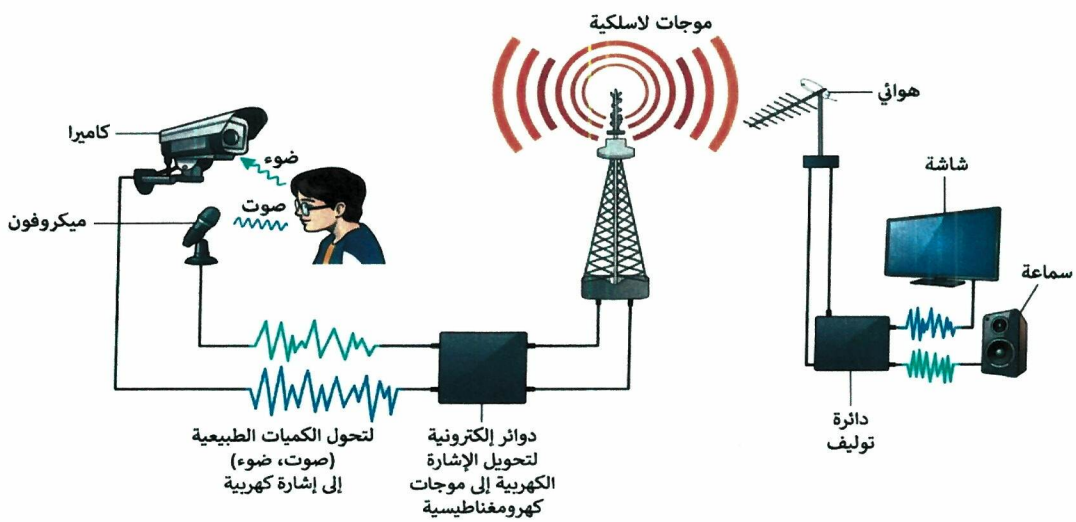
1- الميكروفون : يقوم بتحويل الصوت إلى إشارة كهربية

2- كاميرا الڤيديو : تقوم بتحويل الصورة إلى إشارة كهربية

3- التليفزيون :

- عند الإرسال من المحطات : يتم تحويل الصوت والصورة (كميات طبيعية) إلى إشارات كهربية متصلة ومتغيرة السعة ثم إلى إشارات كهرومغناطيسية

- عند الاستقبال فى التليفزيون : يتم تحويل الإشارات الكهرومغناطيسية إلى إشارات كهربية (تناظرية) فى الهوائى «الإيريال» ثم يعمل جهاز الاستقبال على تحويلها إلى صوت وصورة



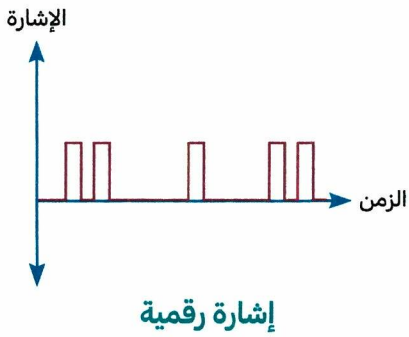
- الضوطاء الكهربية (التشويش) :

تؤثر على الإشارة التناظرية حيث تتداخل الضوضاء الكهربية مع الإشارة التناظرية التى تحمل المعلومات وتشوشها لذلك نجد عيوب فى الصوت والصورة فى أجهزة الاستقبال التناظرية

***ملاحظة :**

* الضوضاء الكهربية (التشويش) :
هى إشارات كهربية غير منتظمة مصدرها الحركة العشوائية للإلكترونات الحرة والتى تسبب تيارًا عشوائيًا عند التقاطها بهوائى الاستقبال مما يسبب تشويشًا للصوت والصورة

ثانيًا الالكترونات الرقمية :

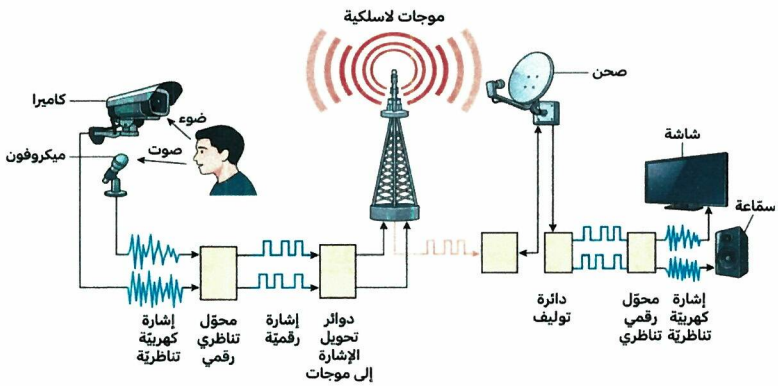


إشارة رقمية

* هى إلكترونيات تتعامل مع الكميات الطبيعية بعد تحويلها إلى شفرة غيرمتصلة أساسها قيمتان فقط هما (0 ، 1)

- **عند الإرسال :** بعد تحويل الكميات الطبيعية (الصوت أو الصورة) إلى إشارة كهربية تناظرية يتم تحويل كل الإشارات الكهربية المتصلة (التناظرية) إلى إشارات رقمية عن طريق محول تناظرى رقمى

- **عند الاستقبال :** يتم تحويل الإشارات الرقمية إلى إشارات كهربية تناظرية عن طريق محول رقمى تناظرى ثم يعمل جهاز الاستقبال على تحويلها إلى صوت وصورة



- **تطبيقات :**

1- التليفون المحمول

2- القنوات الفضائية الرقمية

3- أقراص الليزر المدمجة (CDs)

4- أجهزة الكمبيوتر :

- كل ما يدخل للكمبيوتر من حروف أو أرقام يتحول إلى شفرة ثنائية (1 , 0)

- تتجزأ الصور إلى عناصر صغيرة تسمى Pixels ثم تحول أيضًا إلى شفرة ثنائية (0 , 1)

- تتم جميع العمليات الحسابية على أساس الجبر الثنائى

- يتم تخزين المعلومات فى الذاكرة المؤقتة (RAM) أو الذاكرة المستديمة (Hard Disk) على شكل مغنطة فى اتجاه معين مما يعنى 0 أو مغنطة فى الاتجاه المضاد مما يعنى 1

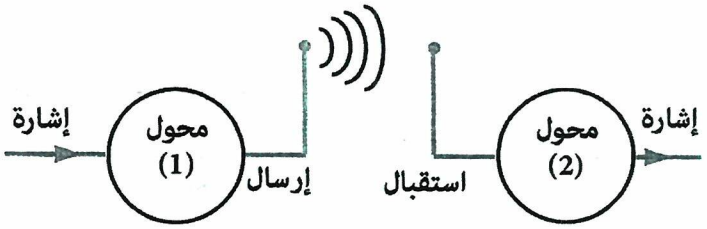
*** الضوضاء الكهربية (التشويش) :-**

لا تؤثر على الإشارة الرقمية الحاملة للمعلومات حيث إن المعلومة تكمن فى الكود 0 أو 1 وليس فى قيمة الإشارة التى قد تتداخل معها الضوضاء وتشوشها لذلك نجد أن الصورة والصوت نقيان عند استخدام أجهزة الاستقبال الرقمية

* **مما سبق نستنتج أنه** يفضل استخدام الإلكترونيات الرقمية عن الإلكترونيات التناظرية فى الأجهزة الإلكترونية أو فى الإرسال والاستقبال الإذاعى والتلفزيونى

اسئله نظري علي الالكترونيات التناظريه والرقميه

1 **لإرسال واستقبال الإشارات التي تحمل المعلومات في الإلكترونيات الرقمية يستخدم محول (1) عند الارسال ويستخدم محول (2) عند الاستقبال، فيكون.....**



	المحول (1)	المحول (2)
أ	تناظري رقمي	تناظري رقمي
ب	تناظري رقمي	رقمي تناظري
ج	رقمي تناظري	تناظري رقمي
د	رقمي تناظري	رقمي تناظري

*** التحويل بين النظام العشرى والنظام الثنائى :**

(1) تحويل العدد العشرى إلى كود رقمى (عدد ثنائى) :

1- اقسم العدد العشرى على 2 فإذا :

- كان للعدد الصحيح الناتج باقى ضع 1 فى خانة الباقى
- لم يكن للعدد الصحيح الناتج باقى ضع 0 فى خانة الباقى

2- اقسم الناتج على 2 وهكذا حتى يصبح الناتج أقل من 1 فنضع :

- 0 فى خانة الناتج
- 1 في خانة الباقي

3- اكتب الأرقام الموجودة فى خانة الباقى بالترتيب داخل القوسين: $(\quad)_2$

(2) تحويل الكود الرقمى (العدد الثنائى) إلى عدد عشرى :

1- اكتب الكود (المكون من 0 ، 1) كل رقم على حدة بالترتيب وأسفل كل رقم بداية من اليمين نكتب الرقم 2 مرفوع للأس (0 ، 1 ، 2 ، ...) على الترتيب

2- اكتب حاصل ضرب الكود (0 أو 1) فى الرقم 2 مرفوع للأس (0 ، 1 ، 2 ، ...)

3- اجمع الأعداد الناتجة لتحصل على العدد العشرى المطلوب

*** تعتبر الإلكترونيات الرقمية هى أساس عمل العديد من الأجهزة والمكونات الإلكترونية مثل البوابات المنطقية، وفيما يلى سنتناول شرحها بشىء من التفصيل**

اسئله علي التحويل من النظام العشري للثنائي والعكس

1 العدد بالنظام الثنائى المناظر للعدد بالنظام العشرى 45 هو .....

أ $(101011)_2$ ب $(100111)_2$

ج $(110101)_2$ د $(101101)_2$

2 العدد بالنظام العشرى المناظر للعدد بالنظام الثنائى $(11010)_2$ هو .....

أ 16 ب 26 ج 32 د 36

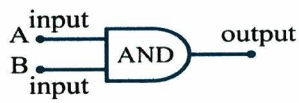
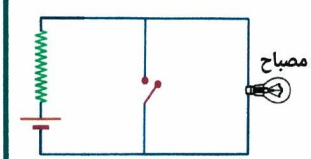
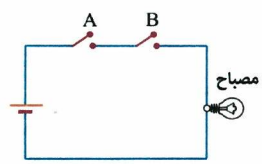
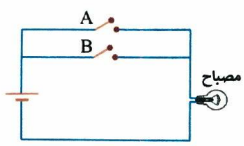
البوابات المنطقية

* تعتمد كثير من التطبيقات الحديثة للإلكترونيات مثل دوائر الحاسب ووسائل الاتصالات الحديثة على عناصر رقمية من دوائر إلكترونية يطلق عليها "البوابات المنطقية"

البوابات المنطقية :

أجزاء من الدوائر الإلكترونية للأجهزة الحديثة تقوم بالعمليات المنطقية على الإشارات الرقمية (المبنية على الجبر الثنائى)

يوجد عده انواع للبوابات المنطقيه منها :

	بوابه العكس (NOT)	بوابه التوافق (AND)	بوابه الاختيار (OR)
عدد المداخل والمخارج	مدخل واحد ومخرج واحد	مدخلان او اكثر ومخرج واحد	مدخلان او اكثر ومخرج واحد
جدول التحقق	input: 0, 1 / output: 1, 0	A B: 0 0 → 0; 0 1 → 0; 1 0 → 0; 1 1 → 1	A B: 0 0 → 0; 0 1 → 1; 1 0 → 1; 1 1 → 1
العملية المنطقية التى تقوم بها	العكس (الخرج يكون عكس الدخل)	التوافق (الخرج لا يكون (1) الا اذا اتفق الدخلان علي (1))	الاختيار (الخرج يكون (1) اذا توفر (1) علي احد الدخلين)
الرمز			
الدائرة الكهربية المكافئة (المفتاح يمثل الدخل والمصباح يمثل الخرج)	 - مفتاح موصل علي التوازي مع المصباح في الدئره - عند فتح المفتاح يضئ المصباح وعند غلقه لا يضئ	 - مفتاحان او اكثر متصله علي التوالي مع المصباح في الدئره - لا يضئ المصباح الا اذا اغلقت كل المفاتيح معاً	 - مفتاحان او اكثر متصله علي التوازي مع بعضهما في الدئره - يضئ المصباح اذا اغلق اي من المفاتيح او كلها

* **ملاحظة :-**

* **يمكن حساب عدد الاحتمالات (N) فى جدول التحقق من العلاقة :**

$$N = 2^n$$

حيث (n) هى عدد المدخلات

فمثلًا : - إذا كان للبوابة دخلان فإن عدد احتمالات الخرج = $2^2 = 4$

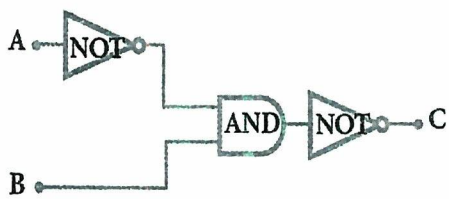
- إذا كان للبوابة ثلاثة مداخل فإن عدد احتمالات الخرج = $2^3 = 8$

اسئله " حدد الخرج "

1 يمثل الشكل المقابل بوابة منطقية. يكون الخرج (C) مرتفع (1) عندما يكون المدخلان (A)، (B) .....

	A	B
أ	0	0
ب	1	0
ج	0	1
د	1	1

2 الشكل المقابل يمثل مجموعة بوابات منطقية لها دخلان (A) ، (B)، وخرج (C) ، فإن الدخلين الاتيين اللذين يحققان الخرج (C=0) هما .....

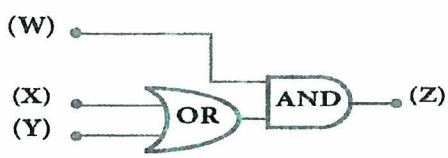


أ) A=0، B=1 ب) A=0، B=0
ج) A=1، B=0 د) A=1، B=1

3 الشكل المقابل يمثل دائرة لمجموعة من البوابات المنطقية، إذا كانت قيمة الخرج تساوي (1) وقيمة الدخل C تساوي (0)، فإن قيمتي الدخلين (A ، B) على الترتيب ممكن أن يكونا .....

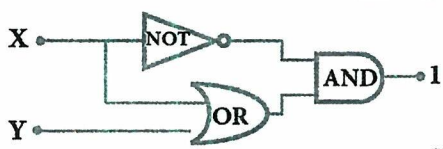
أ) 0 ، 1 ب) 1 ، 0
ج) 0 ، 0 د) 1 ، 1

4 في الدائرة المنطقية المقابلة:
إذا كان (Z = 1 , Y = 0)، فإن قيمة كلا من الدخل (W) والدخل (X) تكون.....



أ) W = 1 , X = 0 ب) W = 0 , X = 0
ج) W = 1 , X = 1 د) W = 0 , X = 1

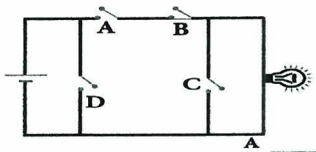
4 الشكل يوضح مجموعة من البوابات المنطقية جهد الخرج لها (1)، أي من المداخل التالية (X) ، (Y) الموضحة بالجدول يحقق ذلك؟



	X	Y
أ	0	0
ب	1	0
ج	1	1
د	0	1

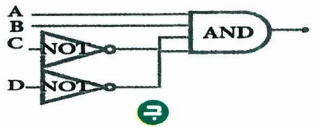
اسئله " ارسم الدائره "

1 الشكل المقابل يعبر عن دائرة كهربية مكافئة لمجموعة بوابات منطقية، فإن الشكل من الأشكال التالية الذي يعبر عن البوابة المنطقية المكافئة هو .....



أ

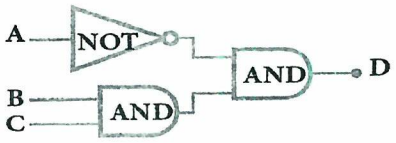
ب

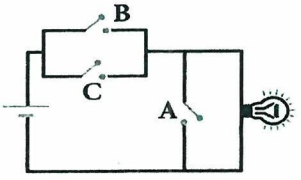
ج 

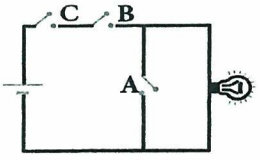
د

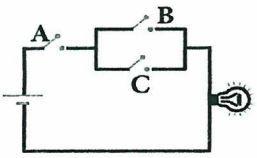
---

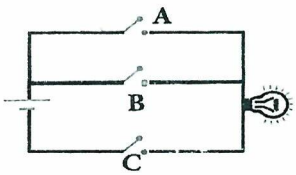
2 الدائرة من الدوائر الكهربية البسيطة التالية في الاختيارات التالية التي تمثل مجموعة البوابات المنطقية المتصلة معاً بالشكل المقابل هي .....



أ 

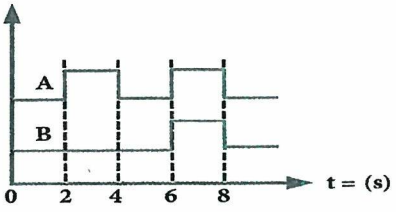
ب 

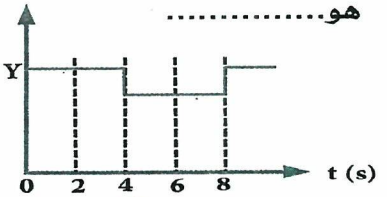
ج 

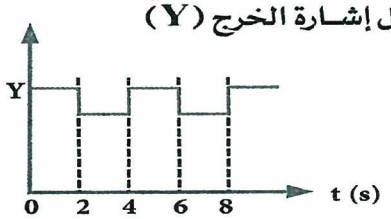
د 

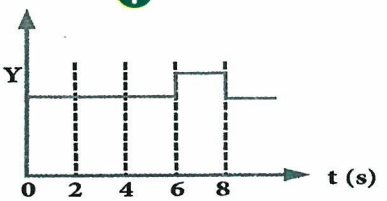
---

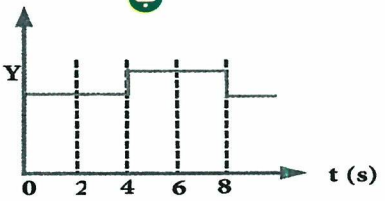
3 الشكل البياني المقابل يمثل تغيير إشارتي الدخل (A، B) للبوابة المنطقية الممثلة في الشكل: فإن الشكل الذي يمثل إشارة الخرج (Y) هو.....



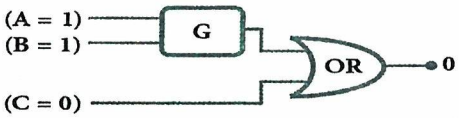
أ 

ب 

ج 

د 

4 يوضح الشكل جزءًا من دائرة بها عدة بوابات منطقية حيث يكون الخرج low عندما يكون الدخل كما هو موضح ، فإن (G) قد تكون.....



أ

ب

ج

د