Einstein

MR.MAHMOUD MAGDY

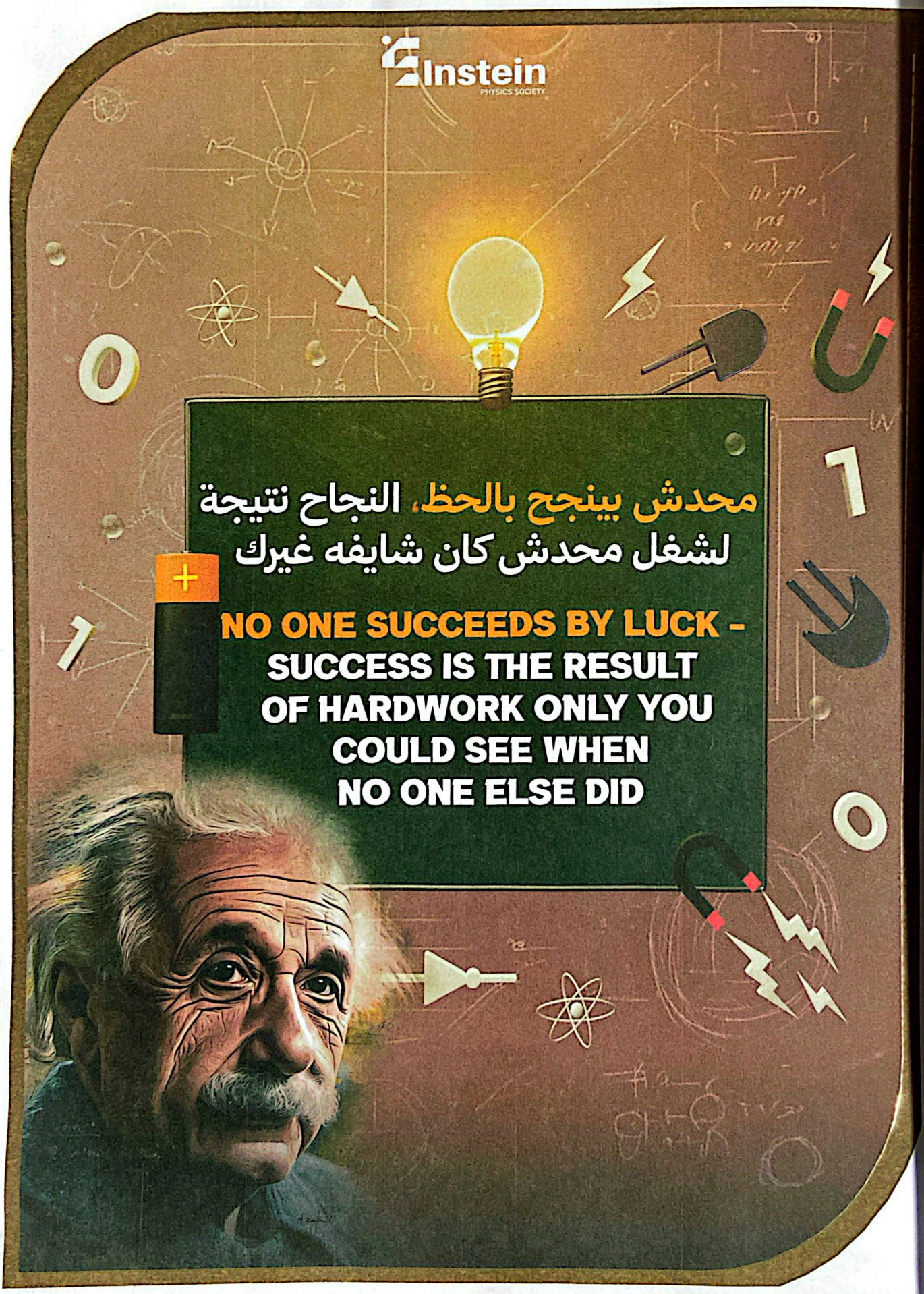
كتاب الشرح

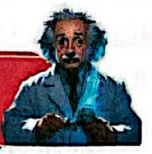
الفيزياء الحديثة

Physics Society

Einstein PHYSICS SOCIETY

mahmoud-magdy.com


Instein
PHYSICS SOCIETY
محدش بينجح بالحظ، النجاح نتيجة
لشغل محدش كان شايفه غيرك
+
NO ONE SUCCEEDS BY LUCK -
SUCCESS IS THE RESULT
OF HARDWORK ONLY YOU
COULD SEE WHEN
NO ONE ELSE DID



ازدواجية الموجة والجسيم

وجود فيزياء حديثة ده مش معناه إن اللي فات ده كله فيزياء قديمة ولكن علم الفيزياء ينقسم لقسمين أساسيين فيزياء كلاسيكية و فيزياء حديثة (فيزياء الكم) ..... بالنسبة للكلاسيكية هي الفيزياء التي تفسر الظواهر والمشاهدات اليومية المعتادة أما الحديثة فهي الفيزياء التي تفسر الظواهر العلمية على المستوى الذري ودون الذري والتي قد لا نراها في حياتنا اليومية.

خلاصة الكلام اللي فات وأهم حاجة فيه هما التعريفين دول.

الفيزياء الكلاسيكية: هو فرع من فروع الفيزياء الذي يهتم بدراسة الظواهر والمشاهد اليومية المعتادة والتي يمكن التعامل معها بشكل مباشر مثل دراستنا للحرارة والكهرباء وكذلك موجات الصوت والضوء، تتبنى النظرية الموجية، وتهتم بالعالم الماكروسكوبي (أي العالم المشاهد بالعين).

الفيزياء الحديثة (فيزياء الكم) : هو فرع من فروع الفيزياء الذي يهتم بدراسة الظواهر على المستوى الذري ودون الذري مثل دراسة الأطياف الذرية والظواهر الإلكترونية والتفاعلات الكيميائية على مستوى الجزئ ، تتبنى نظرية الطبيعة المزدوجة للجسيمات ، وتهتم بالعالم الميكروسكوبي (المجهري) .

في الفصل دا هندرس بعض الظواهر اللي فيها ربط بين الكلاسيكية والحديثة يعني ايه الكلام دا ؟

يعني الظواهر التي لم تتمكن الفيزياء الكلاسيكية من تفسيرها ولكن تم تفسيرها عن طريق الفيزياء (الحديثة) ومنها:

1. ظاهرة اشعاع الجسم الأسود.
2. ظاهرة التأثير الكهروحراري والتأثير الكهروضوئي.
3. ظاهرة كومتون

وأي ظاهرة فيهم هنتكلم عن الـ 4 نقط دول ....

- المقدمة (وديه فيها هنفتكر الحاجات القديمة اللي تخص الموضوع دا)
- الخلاف (اللي حصل بين الحديثة والكلاسيكية)
- حل الخلاف دا
- التطبيقات

وقبل ما نبدأ في أول ظاهرة اللي هي ظاهرة اشعاع الجسم الأسود هندخل ف مرحلة المقدمة وهفكرك بشوية مفاهيم قديمة.

نفكرك كده بالذي مضى ايام 2 ثانوي

كنت درست حاجة اسمها الاشعاع فاكر يعني ايه اشعاع أصلا ؟ هفكرك

ظاهرة الإشعاع

هي ظاهرة امتصاص الجسم للطاقة الساقطة عليه ثم إعادة انبعاثها مرة أخري على هيئة موجات كهرومغناطيسية.

والاشعاع دا عبارة عن موجات كهرومغناطيسية وهنعرفها بالتفصيل دلوقتي .....

الضوء والموجات الكهرومغناطيسية

تتميز الموجات الكهرومغناطيسية بأنها:

1. قابلة للانعكاس والانكسار والتداخل والحيود.
2. لا تحتاج وسط مادي لانتشارها.
3. تختلف عن بعضها في التردد والطول الموجي.
4. تنتشر بسرعة ثابتة في الهواء والفراغ تساوي $3 \times 10^8\ m/s$.
5. تخضع للقانون العام لانتشار الأمواج $(C = \lambda.\nu)$.

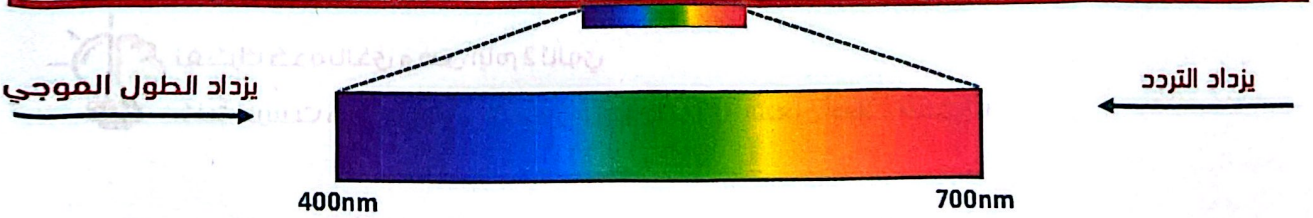
من القانون اللي فات ده بما إن سرعة الضوء ثابتة في الفراغ (الهواء) يبقي التردد يتناسب عكسياً مع الطول الموجي يعني كل ما التردد زاد الطول الموجي يقل والعكس صحيح.

الطيف الكهرومغناطيسي

هو ترتيب الموجات الكهرومغناطيسية حسب ترددها وطولها الموجي.

فيه حاجه اسمها الطيف الكهرومغناطيسي والضوء المرئي يعتبر جزءاً من الطيف ده

موجات الراديو	الموجات الميكرومترية (المايكروويف)	الاشعة تحت الحمراء	الضوء المرئي	الأشعة فوق البنفسجية	الأشعة السينية	أشعة جاما
Radio Waves	Micro Waves	I.R	V.R	U.V	X-Ray	γ – Ray



الاشعاع الحراري

ينبعث اشعاع كهرومغناطيسي من كل الأجسام عند أي درجة حرارة ويسمى بالإشعاع الحراري وتزداد كمية الحرارة المنبعثة من الجسم بزيادة درجة حرارته.

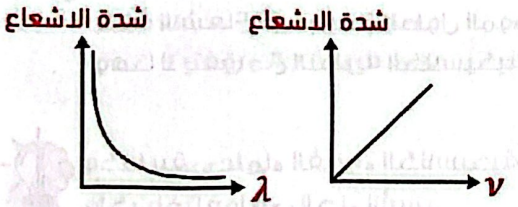
تنقسم الأجسام من حيث الاشعاع الى قسمين

أجسام متوهجة	أجسام غير متوهجة (معتمة)
هي أجسام يصدر منها اشعاع ضوئي واشعاع حراري. مثل: الشمس والنجوم وقطعة فحم متقدة وفتيلة مصباح التنجستين.	هي أجسام يكون غالبية الاشعاع الصادر منها اشعاع حراري. مثل: الارض والكائنات الحية.

شوية ملاحيظ مهمة

1. المصدر المشع لا يشع كل الأطوال الموجية بنفس القدر بل تختلف شدة الاشعاع باختلاف درجة الحرارة.
2. نظرا لأن الارض جسم غير متوهج فإنها تمتص اشعاع الشمس ثم تشعه مرة أخرى.
3. تسمى الاشعة تحت الحمراء بالأشعة الحرارية.
4. تستخدم الأشعة الميكرومترية في الرادار.

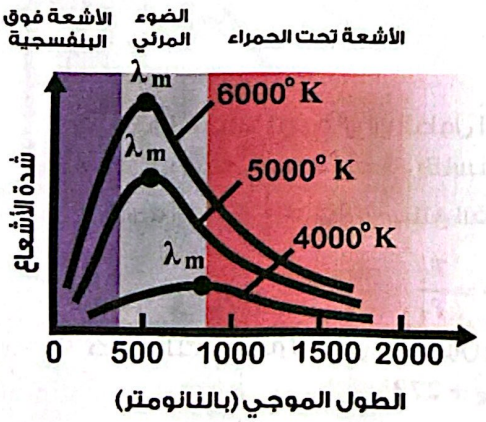
العلاقة بين شدة الاشعاع والطول الموجي ودرجة الحرارة



كلاسيكياً: اعتبرت الفيزياء الكلاسيكية ان الاشعاع موجات كهرومغناطيسية وأن شدة الاشعاع تزداد بزيادة التردد (نقص الطول الموجي) ودرجة الحرارة للمصدر دون حد معين. (ودا طلع تفسير خاطئ نوعا ما)

وافترضوا ان العلاقة البيانية لشدة الاشعاع طردية مع التردد وعكسية مع الطول الموجي

كميًا (الفيزياء الحديثة) : قام بلانك بدراسة العلاقة بين شدة الاشعاع والطول الموجي عند درجات حرارة مختلفة فحصل على منحنى يسمى "منحنى بلانك" ووجد أنه :



1. عند الاطوال الموجية الطويلة جدا والقصيرة جدا تقترب شدة الاشعاع من الصفر.
2. عند كل درجة حرارة يوجد طول موجي محدد (λ_m) تكون عنده شدة الاشعاع نهاية عظمى.
3. بزيادة درجة الحرارة يقل هذا الطول الموجي (λ_m) ويكون أقصر.
4. بارتفاع درجة حرارة الجسم تزداد شدة الاشعاع الصادر عنه وتزداد المساحة تحت المنحنى ويزداد مدى الأطوال الموجية للأشعة ويقل الطول الموجي (λ_m) المصاحب لاقصى شدة اشعاع فتزاح قمة المنحنى نحو أطوال موجية أقصر.

يتكرر هذا المنحنى مع كل الأجسام التي تشع طيفا متصلا علما بأن (λ_m) هو الطول الموجي المصاحب لأقصى شدة اشعاع.

ودلوقتي نقدر نعرف منحنى بلانك.

منحنى بلانك

منحنى بياني يوضح العلاقة بين شدة الإشعاع الصادر من الأجسام والطول الموجي عند درجات حرارة مختلفة

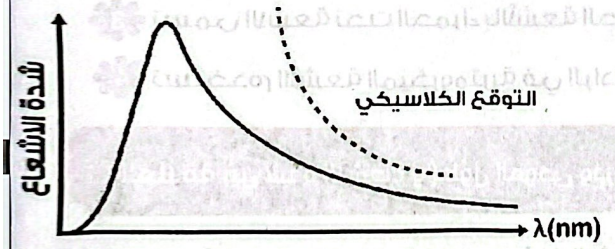
وبكده يبقى الفيزياء الكلاسيكية لم تستطع تفسير ظاهرة الإشعاع ومنحنيات بلانك لإنهم اعتبروا الاشعاع موجات كهرومغناطيسية وان شدة الاشعاع تزداد بزيادة التردد (علاقة طردية) وتقل بزيادة الطول الموجي (علاقة عكسية) ولكن وجد من منحنيات بلانك أن شدة الاشعاع تكاد تنعدم عند الترددات العالية جدا أو الصغيرة جدا وده يخالف توقعات الفيزياء الكلاسيكية.

منحنى بلانك ينقسم لجزئين:

1 أولا: بالنسبة للجزء الأيمن:

شدة الاشعاع تقل بزيادة الطول الموجي (نقص التردد)

وهذا يتفق مع النظرية الكلاسيكية.



2 ثانيا: بالنسبة للجزء الايسر:

شدة الاشعاع تزيد بزيادة الطول الموجي (نقص التردد)

وهذا لا يتفق مع النظرية الكلاسيكية.

وكدا يبقى علماء الفيزياء الكلاسيكية والفيزياء الحديثة اتفقوا في الجزء الأيمن لمنحنى بلانك ولكن اختلفوا في الجزء الأيسر

لو لسه مش فاهم بص بصة على الفيديو ده.....

قانون فين

الطول الموجي الذي تصاحبه أقصى شدة إشعاع λ_m يتناسب عكسيًا مع درجة الحرارة على تدريج كلفن

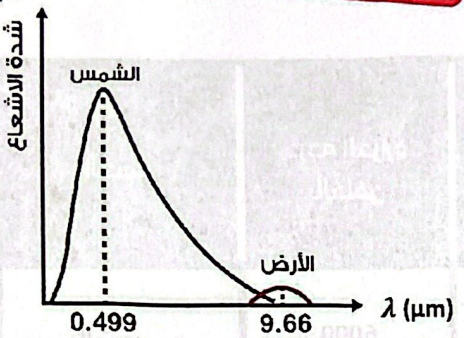
جه بعدها عمك فين وقال ان الطول الموجي المصاحب لأقصى شدة اشعاع يتناسب عكسيًا مع درجة الحرارة $\lambda_m \propto \frac{1}{T}$ واستنتج القانون ده

$$\frac{\lambda_{m1}}{\lambda_{m2}} = \frac{T_2}{T_1}$$

خلي بالك ان لازم تعوض فالقانون بالكلفن

$$T_{°K} = T_{°C} + 273°$$

1 تطبيق



من منحنى شدة الاشعاع والطول الموجي المنبعث من الأجسام الساخنة الموضحة بالشكل احسب درجة حرارة الأرض لأقرب درجة سيليزيوس (علما بأن درجة حرارة الشمس تساوي 6000° K)

الحل

من قانون ڤين :

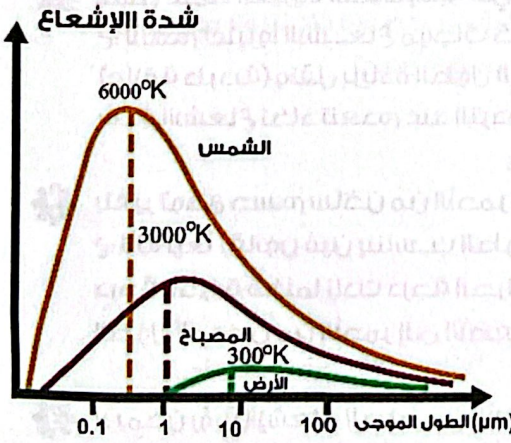
$$\frac{\lambda_{m1}}{\lambda_{m2}} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\therefore \lambda_{m1} . T_1 = \lambda_{m2} . T_2$$

$$\therefore 0.499 \times 10^{-6} \times 6000 = 9.66 \times 10^{-6} \times T_2$$

$$\therefore T_2 = 310^o K = 37^\circ C$$

لاحظ الاختلاف في شدة الاشعاع الصادر من 3 أجسام مختلفة عند درجات حرارة مختلفة (الأرض – المصباح – الشمس).



المصدر لا يشع كل الأطوال الموجية بنفس القدر بل تختلف شدة الإشعاع مع درجة الحرارة، فعند درجات الحرارة المنخفضة 300° K تكون كل الموجات الصادرة في منطقة الأشعة تحت الحمراء (مثل الأرض) وإذا ارتفعت درجة الحرارة إلى 3000° K فإن أغلب الموجات الصادرة وليست كلها تكون أيضاً في منطقة الاشعة تحت الحمراء (مثل المصباح) وإذا استمر التسخين حتى إذا وصلت درجة الحرارة إلى 6000° K (مثل الشمس) يكون لون الإشعاع أبيض لاحتواء الطيف على قدر كبير من الاطوال الموجية المنظورة.

الجسم	درجة الحرارة بالكلفن	الطول الموجى المصاحب لأقصى شدة إشعاع وموقعه فى الطيف الكهرومغناطيسي	النسبة المئوية للضوء	النسبة المئوية للحرارة
الشمس	6000	500 nm أو 0.5 μm (الضوء المرئي)	40 %	50 %
			و 10 % في باقي مناطق الطيف	
المصباح الكهربي	3000	1000 nm أو 1 μm (الأشعة تحت الحمراء)	20 %	80 %
الأرض	300 (تقريبا)	10000 nm أو 10 μm (تقريبا) (الأشعة تحت الحمراء)	100 % إشعاع حراري (أشعة تحت حمراء)	

وكده نستنتج ان برفع درجة حرارة الجسم الساخن تزداد الطاقة الاشعاعية (المساحة أسفل المنحنى) ويقل الطول الموجي المصاحب لأقصى شدة اشعاع.

علل؟

1. فشل علماء الفيزياء الكلاسيكية في تفسير ظاهرة الإشعاع؟
ج: لأنهم اعتبروا الاشعاع موجات كهرومغناطيسية وان شدة الاشعاع تزداد بزيادة التردد (علاقة طردية) وتقل بزيادة الطول الموجي (علاقة عكسية) ولكن وجد من منحنيات بلانك ان شدة الاشعاع تكاد تنعدم عند الترددات العالية جدا أو الصغيرة جدا.

2. يتغير توهج جسم ساخن من الأحمر إلى الأصفر إلى الأزرق بتغير درجة الحرارة
ج: لأنه تبعاً لقانون فين يتناسب الطول الموجي المصاحب لأقصى شدة اشعاع عكسياً مع درجة الحرارة فكلما زادت درجة الحرارة يقل الطول الموجي للإشعاع الصادر من الجسم فيقل الطول الموجي من الأحمر إلى الأصفر إلى الأزرق بزيادة درجة الحرارة

3. لا يمكن رؤية الإشعاع الصادر من الأرض
ج: لأنه تبعاً لقانون فين يتناسب الطول الموجي عكسياً مع درجة الحرارة وحيث أن متوسط درجة حرارة الأرض صغيرة نسبياً 300 K تقريبا فيكون الطول الموجي للإشعاع الصادر من الأرض كبير جداً وجد أنه يقع في منطقة الأشعة تحت الحمراء وهي أشعة غير مرئية.

4 اللون الغالب على الضوء الصادر من كل المصادر المشعة متغير؟

ج: لأن المصدر المشع (الجسم الساخن) لا يشع كل الأطوال الموجية (الألوان) بنفس المقدار، بل تختلف شدة الاشعاع باختلاف درجة الحرارة.

5 اللهب الاحمر تكون درجة حرارته أقل من اللهب الأزرق؟

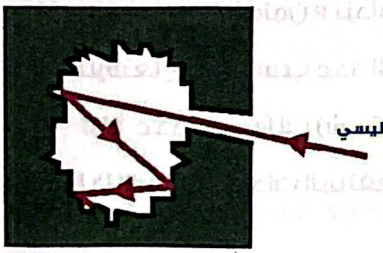
ج: لأنه طبقا لقانون فين فإن الطول الموجي المصاحب لأقصى شدة اشعاع يتناسب عكسياً مع درجة الحرارة $\lambda \propto \frac{1}{T}$ فاللهب الاحمر أكبر في الطول الموجي فيكون أقل في درجة الحرارة واللهب الازرق اقل في الطول الموجي فيكون اعلى في درجة الحرارة.

بعد المقدمة البسيطة اللي فاتت ديه فأنت بقيت جاهز عشان ندرس اول ظاهرة عندنا .....

ظاهرة اشعاع الجسم الاسود (الإشعاع الصادر من الأجسام)

الجسم الأسود

هو الجسم الذي يمتص كل ما يسقط عليه من أشعة ذات أطوال موجية مختلفة (أي أنه ممتص مثالي) ثم يعيد بعث الإشعاع الذي امتصه بالكامل (أي أنه باعث مثالي)


إشعاع كهرومغناطيسي

توضيح ظاهرة الجسم الأسود: لو تصورنا تجويف مغلق به ثقب فإذا نظرنا الى هذا التجويف من الثقب الصغير فإن التجويف يبدو أسود لأن معظم أشعة الضوء تبقى محصورة داخله ولا يخرج من التجويف خلال الثقب إلا جزء بسيط منه وهو ما يسمى "إشعاع الجسم الأسود"

اشعاع الجسم الاسود

هي ظاهرة امتصاص الجسم للأشعة الساقطة عليه مثل اشعة الشمس ثم اشعاعها مرة اخرى حسب درجة حرارتها

علل؟

1 (أزهر 2013) إذا نظرنا في تجويف في مكعب معدني من خلال ثقب ضيق فيه فيبدو ما بداخله أسود.

ج: لأنه عند سقوط شعاع ضوئي على الثقب فيعاني داخله عدة انعكاسات على الجدران الداخلية للمكعب فيظل محصوراً داخله ولا يخرج إلا جزء قليل.

فروض ماكس بلانك لتفسير ظاهرة الإشعاع الصادر من الأجسام (اشعاع الجسم الاسود)

1) الإشعاع يتكون من وحدات صغيرة من الطاقة تسمى (كم او كوانتم او فوتون)
2) شدة الاشعاع تتغير بتغير عدد الفوتونات
3) تصدر الفوتونات نتيجة تذبذب الذرات بين مستويات الطاقة المختلفة (تحديداً عند عودتها من مستويات أعلى إلى مستويات أقل وتحسب طاقة الفوتون الناتج من العلاقة $E = h\nu$ حيث h هو ثابت بلانك ويساوي $6.625 \times 10^{-34} J.s$)
4) لا تشع الذرة طالما بقيت في نفس مستوى الطاقة
5) طاقة الذرات المتذبذبة ليست متصلة إنما مكمأة او منفصلة على شكل كمات
6) بزيادة تردد الفوتون ν تزداد طاقته E تبعا للعلاقة $E = h\nu$ ولكن عند ثبوت الطاقة الكلية للإشعاع E_t يتناسب عدد الفوتونات n عكسياً مع طاقة الفوتون E تبعاً للعلاقة $E_t = nh\nu$

$N \downarrow$ عدد الفوتونات (شدة الاشعاع) $\rightarrow E \uparrow$ طاقة الفوتون $\rightarrow \nu \uparrow$ تردد الفوتون

لذلك عند الترددات المرتفعة جداً تكاد تنعدم شدة الاشعاع.

شوية ملاحيظ مهمة

1. في الضوء تزداد شدة إضاءة المصدر بزيادة عدد الفوتونات الصادرة منه في الثانية
2. تزداد شدة استضاءة سطح أو جسم بزيادة عدد الفوتونات الساقطة على وحدة المساحات منه في الثانية الواحدة
3. ثابت بلانك $h = \frac{E}{\upsilon}$ فتكون وحدات قياسه $\frac{J}{Hz} = J.s = N.m.s = \frac{kg.m^2}{s}$

تطبيقات على ظاهرة اشعاع الجسم الاسود (الاشعاع الحراري الصادر من الأجسام)

1. الاستشعار عن بعد: وهي خاصية بقاء الاشعاع الحراري للأجسام الساخنة لفترة حتى بعد انصرافها مثل:

أ- تحديد مناطق الثروات الطبيعية في الأرض: حيث تستخدم أقمار صناعية وأجهزة أرضية في تصوير سطح الأرض باستخدام الأشعة تحت الحمراء المنبعثة من سطح الأرض وكذلك باستخدام موجات الميكروويف (الميكرومترية) التي تستخدم في الرادار ويقوم العلماء بتحليل هذه الصور لتحديد مناطق الثروات الطبيعية

ب- في التطبيقات العسكرية باستخدام اجهزة الرؤية الليلية: حيث يمكن رؤية الأجسام المتحركة في الظلام واضحة بفعل ما تشعه هذه الأجسام من إشعاع حراري (IR)

ج- في مجال اكتشاف الأدلة الجنائية: حيث يمكن عن طريق التصوير الحراري اكتشاف الأدلة الجنائية وسبب ذلك لأن الاشعاع الحراري الصادر من الشخص يبقى لفترة من الوقت حتى بعد انصراف هذا الشخص

2. في الطب: حيث يستخدم التصوير الحراري في الكشف عن الأورام وفحص الأجنة

3. إثبات الطبيعة المزدوجة (وديه هتوضح اكتر قدام)

علل؟

1. عند الترددات المرتفعة جدا تكاد تنعدم شدة الاشعاع.

ج: لأنه بزيادة التردد تزداد طاقة الفوتون الواحد فيقل عدد الفوتونات لثبوت الطاقة الكلية للإشعاع فتقترب شدة الاشعاع من الصفر.

2 تطبيق

أي الشحنات التالية لا تصلح أن تكون شحنة تيار كهربي؟ $(e = 1.6 \times 10^{-19})$

① $4.8 \times 10^{-19}\ c$ ② $2.4 \times 10^{-18} c$

③ $1.44 \times 10^{-18} c$ ④ $7.2 \times 10^{-19} c$

الحل

الشحنة الكهربية كمية مكماة (يجب أن تساوي رقم صحيح من الالكترونات)، نقوم بحساب عدد الالكترونات لكل شحنة $n = \frac{Q}{e}$ وتكون الإجابة د

$$n_1 = \frac{4.8 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 3\ e$$

$$n_2 = \frac{2.4 \times 10^{-18}}{1.6 \times 10^{-19}} = 15\ e$$

$$n_3 = \frac{1.44 \times 10^{-18}}{1.6 \times 10^{-19}} = 9\ e$$

$$n_4 = \frac{7.2 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 4.5\ e$$

ظاهرة التأثير الكهروضوئى

تعالى بقا معايا ندرس ظاهرة جديدة بص دلوقتي احنا عندنا معدن والمعدن دا بيحتوي على ايونات موجبة والكترونات سالبة، الالكترونات ديه نوعين نوع مقيدة الحركة وديه القريبة من النواة ونوع حرة الحركة بتقدر تتحرك جوا المعدن جووووااه مش بررراه يعني متقدرش تسيبه، طب متقدرش تسيبه ليه؟ عشان سواد عيونه؟! لا طبعا. متقدررش تسيبه بسبب "قوة التجاذب التى تجذبها دائما للداخل"، والقوة ديه اسمها "حاجز جهد السطح"، عم حجازي بواب المعدن.

حاجز جهد السطح

هو أقل جهد يكفي لمنع خروج أي الكترون من سطح المعدن
او هو قوى التجاذب بين الأيونات الموجبة والالكترونات الحرة في المعدن التي تمنع مغادرة الالكترونات لسطح المعدن

يمكن لبعض الالكترونات أن تتحرر وتخرج من المعدن إذا اعطيناها:

- طاقة حرارية (الانبعاث الايوني الحراري) مثل أنبوبة أشعة الكاثود
- طاقة ضوئية (الظاهرة الكهروضوئية) مثل الخلية الكهروضوئية

ظاهرة الانبعاث الايوني الحراري

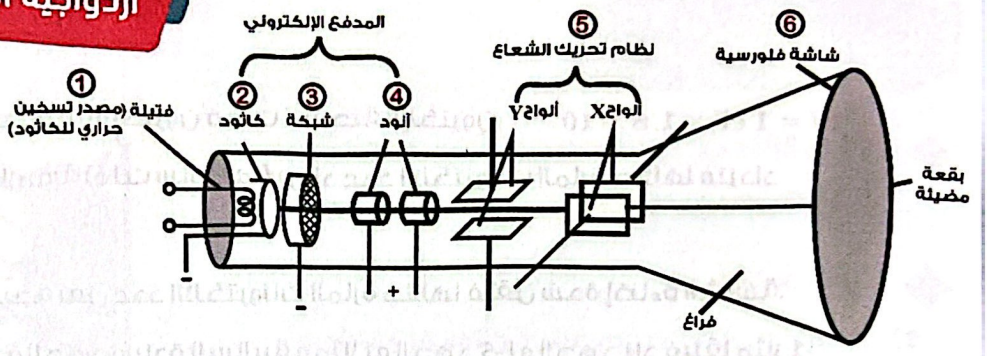
هي ظاهرة انبعاث الالكترونات الحرة من أسطح المعادن نتيجة لتسخينها

ظاهرة التأثير الكهروضوئي

هي ظاهرة انطلاق الالكترونات من أسطح بعض الفلزات النشطة (الأسطح المعدنية) عند سقوط ضوء تردده مناسب عليها

انبوبة شعـــاع الكاثود

- **الاستخدام:** تستخدم في صنع شاشات التيلفزيون والكمبيوتر (قديما)
- **الأساس العلمي:** ظاهرة الانبعاث الأيوني الحراري (التأثير الكهروحراري)
- **التركيب وطريقة العمل:** أنبوبة مفرغة من الهواء تقريبا تحتوي على:



1. **مصدر تسخين (فتيلة):** تصنع الفتيلة غالبا من التنجستين وتعمل على تسخين الكاثود حتى تتمكن الالكترونات من مغادرة سطحه.

2. **الكاثود (المهبط):** هو سطح معدني يتم تسخينه بواسطة فتيلة التسخين فتزداد الطاقة الحركية لبعض الالكترونات بفعل الحرارة فتستطيع مغادرة سطح المعدن متغلبة على حاجز جهد السطح له .

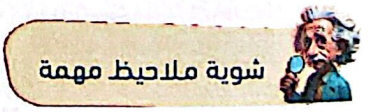
3. **الشبكة:** يكون جهدها سالب ويتم بواسطتها التحكم في شدة تيار الإلكترونات حسب شدة الاشارة الكهربية المستقبلة وبالتالي تتحكم في شدة إضاءة الشاشة الفلورسية من نقطة لاخرى.

4. **آنود (المصعد) :** هو القطب الموجب ويعمل على تعجيل الالكترونات التي تمر من الشبكة حتى تصل للشاشة الفلورسية.

5. **ألواح التوجيه:** عبارة عن ألواح افقية ورأسية تصنع مجالات كهربية او مغناطيسية تعمل على توجيه مسار الشعاع الالكتروني لمسح الشاشة الفلورسية نقطة بنقطة بمعدل 25 مرة في الثانية او اكثر حتى تكتمل الصورة.

6. **الشاشة:** مغطاة بمادة فلورسية حتى اذا ما اصطدمت الالكترونات بها تومض وينبعث منها ضوء وتختلف شدة الضوء باختلاف شدة الشعاع الالكتروني (تتوقف شدة إضاءة الشاشة على شدة الشعاع الالكتروني)

متنساش تشوف الفيديو ده لو عايز تفهم اكتر .....



1. تتعين طاقة حركة الالكترونات في انبوبة اشعة الكاثود من العلاقة: $KE = eV = \frac{1}{2} m_e v^2$

حيث: (m_e) كتلة الالكترون (v) سرعة الالكترونات (e) شحنة الالكترون (V) فرق جهد الانبوبة

2. الطاقة بوحدة الجول = الطاقة بالإلكترون فولت X شحنة الإلكترون $1\ J = 1\ eV \times 1.6 \times 10^{-19}$
3. كلما زاد جهد الشبكة فالانبوبة (قلت سالبيتها) يزداد عدد الالكترونات المارة خلالها فتزداد شدة اضاءة الشاشة.
4. إذا زادت سالبية جهد الشبكة يقل عدد الالكترونات المارة خلالها فتقل شدة إضاءة الشاشة.
5. خد بالك في فرق بين زيادة الجهد وزيادة السالبية فمثلا لو الجهد 5- لو الجهد زاد فيبقا مثلا 1- اما لو السالبية زادت فهتبقا مثلا 10-

1 تطبيق

أنبوبة شعاع الكاثود تعمل على فرق جهد $12KV$ احسب سرعة الالكترونات المنبعثة من الكاثود.

(علما بأن : $m_e = 9.1 \times 10^{-31} kg, e = 1.6 \times 10^{-19} c$)

الحل

$$KE = eV = \frac{1}{2} m_e v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2eV}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 12 \times 10^3}{9.1 \times 10^{-31}}} = 6.5 \times 10^7 m/s$$

2 تطبيق

جهاز تليفزيون تم توصيله بمصدر جهد $220\ V$ فإذا علمت أن سرعة الالكترونات المنطلقة من الكاثود إلى الشاشة تساوي $15 \times 10^6\ m/s$ احسب النسبة بين عدد لفات الثانوي إلى عدد لفات الملف الابتدائي $(\frac{N_s}{N_p})$ للمحول الداخلي للجهاز؟

(علما بأن : $m_e = 9.1 \times 10^{-31} kg, e = 1.6 \times 10^{-19} c$)

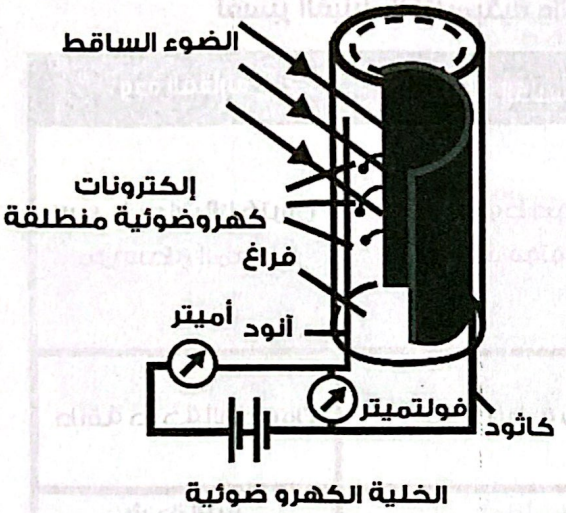
الحل

$$\frac{1}{2} m_e v^2 = eV$$

$$V = \frac{m_e v^2}{2e} = \frac{9.1 \times 10^{-31} \times (15 \times 10^6)^2}{2 \times 1.6 \times 10^{-19}} \cong 640\ V$$

$$\frac{N_s}{N_p} = \frac{V_s}{V_p} = \frac{640}{220} = \frac{32}{11}$$

الخلية الكهروضـــوئية



الأساس العلمي:

ظاهرة التأثير الكهروضوئي

طريقة عملها :

1) عندما يسـقط الضـوء على الكاثود فإن تياراً يمر في الـدائرة مما يـدل على أن الالكترونات تحررت من الكاثود بتأثير الضـوء رغم أن الدائرة مفتوحة أي أن فرق الجهد بين الكاثود والأنود كان صفرا.
2) تسمى هذه الظاهرة بظاهرة التأثير الكهروضوئي وتسـمى الالكترونـات المنطلقـة بـالإلكترونـات الكهروضوئية.

استخدام الخلية الكهروضوئية:

1) فتح وغلق الابواب آلياً في الفنادق
2) الآلة الحاسبة
3) عداد النقود في البنوك
4) اضاءة المصابيح ليلا عند اختفاء الشمس.

لو عايز تفهم اكتر بص بصة على الفيديو ده.....

عـــلل؟

1) الكاثود في الخلية الكهروضوئية مقعر الشكل

ج: لتجميع أكبر عدد من الفوتونات في بؤرة السطح المقعر

2) مصعد الخلية الكهروضوئية مصنوع من سلك رفيع

ج: حتى لا يحجب الضوء الساقط على المهبط المقعر العريض حيث أنه يكون أمام المهبط

تفسير الفيزياء الكلاسيكية والحديثة لظاهرة التأثير الكهروضوئي (الخلاف)

وجه المقارنة	الكلاسيكية	الحديثة
سبب انبعاث الالكترون من سطح المعدن	بسبب سقوط ضوء ذو شدة عالية (عدد فوتوناته كتير)	انطلاق الالكترونات يعتمد اساسا على تردد الضوء الساقط فلا تنطلق الالكترونات إلا إذا كان تردد الضوء الساقط أعلى من قيمة معينة تسمى التردد الحرج (ν_c)
طاقة حركة الالكترون	تزداد بزيادة شدة الضوء	تزداد بزيادة تردد الضوء بشرط ان يكون التردد أكبر من التردد الحرج ولا تعتمد على شدة الضوء
شدة التيار الكهروضوئي (عدد الالكترونات)	تزداد بزيادة شدة الضوء	تزداد بزيادة شدة الضوء، ولكن بشرط أن يكون تردد الضوء أكبر من التردد الحرج
زمن التعرض للضوء	إذا كانت شدة الإضاءة قليلة فإن تسليط الضوء لمدة طويلة كفيل بإعطاء الإلكترونات الطاقة اللازمة لتحررها بصرف النظر عن تردد الضوء أي يُعوض عن ضَعف شدة الضوء بزيادة زمن التعرض له	انطلاق الالكترونات يحدث لحظياً في حالة أن يكون تردد الضوء أكبر من التردد الحرج وليس هناك فترة انتظار لتجميع الطاقة اللازمة لتحرير الإلكترونات إذا كانت شدة الضوء ضعيفة

التردد الحرج ν_c

أقل تردد لفوتونات الضوء الساقط والذي يكفي لتحرير الإلكترونات من سطح المعدن دون إكسابها طاقة حركة

الطول الموجي الحرج λ_c

أكبر طول موجي لفوتونات الضوء الساقط والذي يكفي لتحرير الإلكترونات من سطح المعدن دون إكسابها طاقة حركة

جهد الإيقاف

أقل جهد سالب على الانود في الخلية الكهروضوئية يكفي لمنع مرور التيار الكهروضوئي في دائرة الخلية

تفسير اينشتاين للظاهرة الكهروضوئية (تفسير الفيزياء الحديثة)

1) الضوء يتكون من وحدات صغيرة من الطاقة تسمى فوتونات وكل فوتون له طاقة تتعين من العلاقة:

$$E = h\nu = \frac{hC}{\lambda}$$

2) لكل معدن حد أدنى من الطاقة يلزم لانتزاع الالكترون منه دون إكسابه طاقة حركة ويسمى " دالة الشغل للمعدن (E_W) "

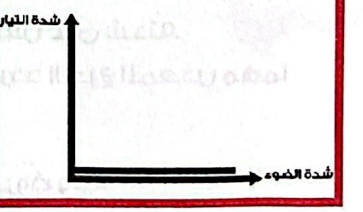
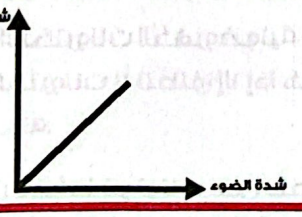
$$E_W = h\nu_C = \frac{hc}{\lambda_C}$$

دالة الشغل للمعدن

الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لتحرير الالكترون من سطح المعدن دون اكسابه طاقة حركة

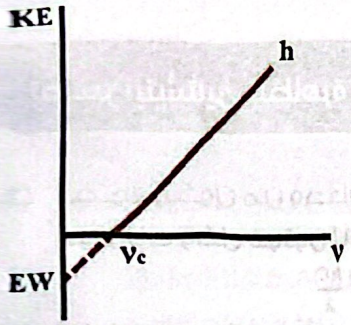
3)

إذا كان تردد الفوتون الساقط

أقل من التردد الحرج $\nu < \nu_c$	يساوى التردد الحرج $\nu = \nu_c$	أكبر من التردد الحرج $\nu > \nu_c$
طاقة الفوتون الساقط اقل من دالة الشغل للمعدن $(E < E_w)$	طاقة الفوتون الساقط تساوي دالة الشغل للمعدن $(E = E_w)$	طاقة الفوتون الساقط أكبر من دالة الشغل للمعدن $(E > E_w)$
لا يستطيع الفوتون تحرير أي الكترون من سطح المعدن حتى لو زاد زمن التعرض للضوء 	بالكاد يتحرر الإلكترون من سطح المعدن وتكون طاقة حركته = صفر	يتحرر الإلكترون وتكون طاقة حركته مساوية للفرق بين طاقة الفوتون الساقط ودالة الشغل للمعدن $(KE = E - E_w)$ وتتناسب شدة التيار الكهروضوئي طرديا مع شدة الضوء الساقط 

شوية ملاحيظ مهمة

- في ظاهرة التأثير الكهروضوئي الفوتون الساقط يفقد كامل طاقته (وليس جزء من طاقته) أي يحدث تصادم غير مرن لأحد الإلكترونات المرتبطة بسطح المعدن.



2 العلاقة البيانية بين طاقة حركة الإلكترونات الكهروضوئية المنبعثة من سطح الفلز وتردد الضوء الساقط عليه

$$KE_{\text{الكترون}} = E_{\text{فوتون}} - E_w \rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = h\nu - h\nu_c = \frac{hC}{\lambda} - \frac{hC}{\lambda_c}$$

$$Slope = h$$

3 لاحظ الكميات التالية والعوامل التي تتوقف عليها

الكمية	العوامل التي تتوقف عليها
طاقة حركة الإلكترونات الكهروضوئية (سرعة)	طاقة الضوء الساقط (تردد الضوء الساقط)
شدة تيار الإلكترونات الكهروضوئية (عددها)	شدة الضوء الساقط (عدد الفوتونات) بشرط ان يكون التردد اعلى من التردد الحرج
دالة الشغل للسطح	نوع مادة السطح

4 خد بالك الطاقة متزودش الا طاقة والشدة متزودش الا شدة ..... لا طاقة تزود شدة ولا شدة تزود طاقة.

علـــل؟

1 عند رسم العلاقة بين طاقة الحركة والتردد لعدة فلزات تكون جميع الخطوط متقاربة في الميل.
ج: لأن الميل مقدار ثابت وهو (ثابت بلانك h) وهو ثابت مهما اختلف الفلز.

2 انطلاق الإلكترونات الكهروضوئية يتوقف على تردد الضوء الساقط وليس على شدته.
ج: لأن الإلكترونات لا تنطلق إلا إذا كان تردد الضوء الساقط أعلى من التردد الحرج للمعدن مهما كانت شدته.

3 يمكن أن تسقط فوتونات على سطح معدني ولا تنطلق إلكترونات كهروضوئية.
ج: لأن طاقة الفوتون تكون أقل من دالة الشغل للسطح وهي أقل طاقة لازمة لتحرير الإلكترونات من قوى جذب الأنوية لها.

4 يمكن أن تنطلق إلكترونات من سطح المعدن مكتسبة طاقة حركية.
ج: وذلك إذا كان تردد الضوء المسبب لانطلاقها أكبر من التردد الحرج للمعدن فتكون طاقة الفوتون أكبر من دالة الشغل ويتحول فرق الطاقة بينهما الى طاقة حركة يكتسبها الإلكترون.

5 يفضل استخدام السيزيوم كمهبط للخلية الكهروضوئية ولا يستخدم التنجستين.

ج: لأن دالة الشغل لسطح السيزيوم صغيرة فيحتاج الى تردد منخفض لإنبعاث الإلكترونات الكهروضوئية منه على العكس في حالة التنجستين دالة الشغل له عالية وأكبر تردد للضوء المرئي لا يحرر أي الكترونات منه.

6 زيادة شدة الضوء تعمل على زيادة تيار الخلية الكهروضوئية.

ج: لأن زيادة شدة الضوء تعني زيادة عدد الفوتونات الساقطة التي تصيب عدد من الإلكترونات على السطح حيث أن كل فوتون يحرر الكترون فتنبعث إلكترونات أكثر وتزداد شدة التيار الكهروضوئي بشرط أن يكون تردد الضوء أكبر من التردد الحرج لمهبط الخلية.

7 قد يمر تيار في الخلية الكهروضوئية رغم أن فرق الجهد بين الكاثود والأنود = صفر

ج: وذلك في حالة سقوط ضوء له تردد أكبر من التردد الحرج لكاثود الخلية فيعمل فرق الطاقة بينهما والتي يكتسبها الإلكترون على تحريكه جهة المصعد حيث يوجد في بؤرة الكاثود فيمر تيار كهروضوئي.

8 فشلت النظرية الكلاسيكية في تفسير الإنبعاث الكهروضوئي.

ج: لأنها تعتبر أن شدة التيار وانطلاق الإلكترونات وطاقتها وسرعتها تتوقف على شدة الضوء الساقط وزمن التعرض له لتجميع الطاقة حتى تكفي لانبعاث الكترونات ولكن المشاهدات العملية تختلف حيث تتوقف على تردد الضوء أساسا.

1 مثـــال

عند زيادة طاقة الفوتونات الساقطة على سطح المعدن بنسبة ***20%*** تزداد طاقة حركة الإلكترونات المنبعثة من سطح المعدن من ***0.5 eV*** الى ***0.8 eV***، احسب دالة الشغل لهذا المعدن

الحـــل

$$E_2 = E + \frac{20}{100}E = 1.2E$$

$$KE = E - E_w$$

$$0.5 = E - E_w \quad ①$$

$$0.8 = 1.2E - E_w \quad ②$$

بطرح المعادلة ① من المعادلة ②

$$0.3 = 0.2E$$

$$E = 1.5\ eV$$

بالتعويض في المعادلة ①

$$0.5 = 1.5 - E_w$$

$$E_w = 1eV = 1.6 \times 10^{-19}\ J$$

مثال 2

سقط ضوء أحادي اللون طوله الموجي λ على سطح معدن فكانت طاقة الحركة للإلكترونات $1.6 \times 10^{-19}\ J$ وعندما سقط ضوء آخر أحادي اللون طوله الموجي $\frac{\lambda}{2}$ على نفس السطح كانت طاقة حركة الإلكترونات المنبعثة $6.4 \times 10^{-19}\ J$ ، احسب دالة الشغل لهذا المعدن.

الحل

$$E = E_w + KE \quad , \quad E = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\frac{hc}{\lambda} = E_w + (1.6 \times 10^{-19}) \quad ①$$

$$\frac{2hc}{\lambda} = E_w + (6.4 \times 10^{-19}) \quad ②$$

بقسمة المعادلتين ① ، ②

$$\frac{1}{2} = \frac{E_w + (1.6 \times 10^{-19})}{E_w + (6.4 \times 10^{-19})}$$

$$2\,E_w + 2(1.6 \times 10^{-19}) = E_w + (6.4 \times 10^{-19})$$

$$2\,E_w - E_w = 6.4 \times 10^{-19} - 3.2 \times 10^{-19}$$

$$\therefore E_w = 3.2 \times 10^{-19}\ J$$

مثال 3

إذا كان الطول الموجي الحرج للخارصين $300\ nm$ فأوجد دالة الشغل له إذا كانت سرعة الضوء في الهواء تساوي $3 \times 10^{8}\ m/s$

الحل

$$E_w = \frac{hC}{\lambda_c} = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{300 \times 10^{-9}} = 6.625 \times 10^{-19}\ J$$

مثال 4

اختر الإجابة الصحيحة :

في تجربتين مختلفتين لدراسة الظاهرة الكهروضوئية سقطت أشعة كهرومغناطيسية ترددها $4 \times 10^{15}\ Hz$ ، $6 \times 10^{15}\ Hz$ على سطح نفس الفلز فكانت النسبة بين أقصى طاقة حركة للإلكترونات المنطلقة في التجربة الأولى إلى تلك المنطلقة في التجربة الثانية $\frac{1}{3}$ فإن التردد الحرج لهذا السطح يكون Hz .....

أ- 2×10^{15} ب- 1×10^{15} ج- 3×10^{15} د- 4×10^{15}

الحـــل

$$KE = E - E_W = h(\nu - \nu_c)$$

$$(KE)_1 = h(\nu_1 - \nu_c) \quad ①$$

$$(KE)_2 = h(\nu_2 - \nu_c) \quad ②$$

بقسمة المعادلتين ① ، ②

$$\frac{(KE)_1}{(KE)_2} = \frac{h(\nu_1 - \nu_c)}{h(\nu_2 - \nu_c)}$$

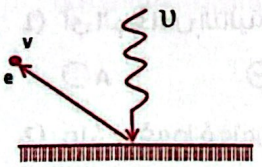
$$\frac{1}{3} = \frac{(4 \times 10^{15}) - \nu_c}{(6 \times 10^{15}) - \nu_c}$$

$$(6 \times 10^{15}) - \nu_c = (12 \times 10^{15}) - 3\nu_c$$

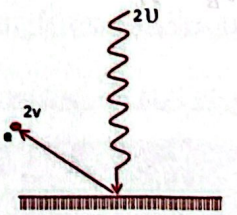
$$2\nu_c = 6 \times 10^{15}$$

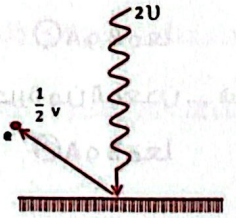
$$\nu_c = 3 \times 10^{15}\ Hz$$

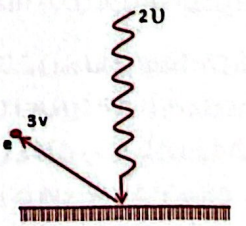
مثـــال 5

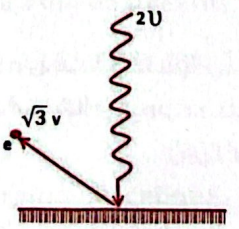


الشكل المقابل يوضح حدوث الظاهرة الكهروضوئية عند سقوط فوتون ضوء تردده ν على سطح معدن معين دالة الشغل له $\frac{1}{2}h\nu$ فتحرر الكترون منه متحركا بسرعة v ، فعند سقوط فوتون ضوء اخر تردده 2ν على نفس سطح المعدن أي من الاختيارات التالية تعبر بشكل صحيح عن سرعة الالكترون المتحرر ؟

أ-


ب-


ج-


د-


الحـــل

$$KE = E - E_W = h\upsilon - \frac{1}{2}h\upsilon = \frac{1}{2}h\upsilon$$

$$KE_2 = E_2 - E_W = 2h\upsilon - \frac{1}{2}h\upsilon = \frac{3}{2}h\upsilon$$

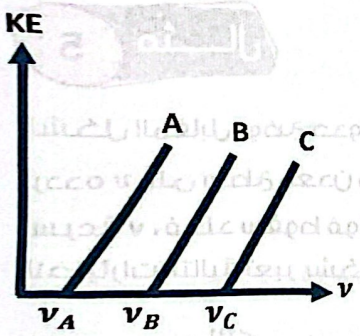
$$\frac{KE}{KE_2} = \frac{0.5\, m_e\, v^2}{0.5\, m_e\, v_2^2}$$

$$\frac{v}{v_2} = \sqrt{\frac{KE}{KE_2}} = \sqrt{\frac{\frac{1}{2}h\upsilon}{\frac{3}{2}h\upsilon}} = \sqrt{\frac{1}{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\therefore v_2 = \sqrt{3}\, v$$

مثـــال 6

من الشكل المقابل:



1) أي المعادن التالية دالة شغله هي الأكبر؟

أ) A ب) B ج) C د) لهم نفس دالة الشغل

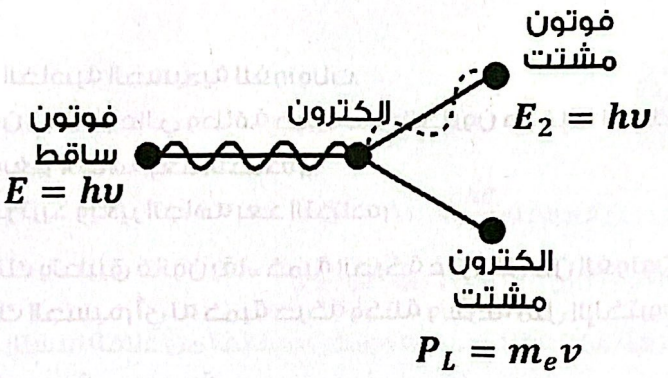
2) عند سقوط فوتون ضوء تردده ينحصر بين υ_C, υ_B على كل معدن على حدى فإنه يتحرر الكترون من المعدن .....

أ) A ب) B ج) C د) A و B معاً

3) من السؤال السابق فإن الالكترونات المتحررة من المعدن ..... هي الأسرع

أ) A ب) B ج) C د) A و B معاً

ظـاهرة كومـتون



افتكر معانا كدا

إن أي شئ في الدنيا له طبيعة

إما طبيعة موجية: يتميز بالانكسار والانعكاس والتداخل والحيود

أو طبيعة جسيمية: له كتلة وسرعة وكمية حركة

"ظاهرة كومتون ديه ظاهرة تحقق الخاصية الجسيمية للفوتونات (إثبات الخواص الجسيمية للفوتونات)"

تعالوا نوضحها..

عند سقوط فوتون له طاقة عالية مثل فوتون أشعة X أو أشعة جاما على الكترون حر يتشتت كلا منهما ويغير اتجاهه ويحدث الآتي:

1. يقل تردد الفوتون أي تقل طاقته ويزداد طوله الموجي وتظل سرعته ثابتة لأنها تساوي سرعة الضوء.
2. تزداد طاقة حركة الإلكترون وتزداد سرعته ولا تتغير كتلته لأنها ثابتة.

تفسير ظـاهرة كومـتون

كلاسيكيا: لم تستطع الفيزياء الكلاسيكية تفسير ظاهرة كومتون

كميا: تم تفسيرها من خلال فرض بلانك بأن الإشعاع الكهرومغناطيسي مكون من فوتونات وبإمكانها أن تصطدم بالإلكترونات تصادم مرن وأثبت كومتون انه يمكن تطبيق قانون بقاء الطاقة وقانون بقاء كمية الحركة على كلا من الفوتون والالكترون

1. قانون بقاء الطاقة: مجموع طاقتي الفوتون والإلكترون قبل التصادم = مجموع طاقتي الفوتون والإلكترون بعد التصادم
2. قانون بقاء كمية الحركة: مجموع كميتي الحركة للفوتون والإلكترون قبل التصادم = مجموع كميتي الحركة للفوتون والإلكترون بعد التصادم.

وبكده وبعد تفسير بلانك نقدر نستنتج إن ظاهرة كومتون إثبات للخاصية الجسيمية للضوء حيث وضحت أن الفوتون يتصادم مع الإلكترون وكأنه جسيم له كتلة وكمية حركة مثله مثل الإلكترون.

عـــلل؟

1. ظاهرة كومتون توضح الخاصية الجسيمية للفوتونات.

ج: لأن عند سقوط فوتون ذو تردد عالي وطاقة كبيرة على الكترون حر فإننا نلاحظ أن:

1- تردد الفوتون يقل ويغير اتجاهه بعد التصادم

2- سرعة الإلكترون الحر تزيد ويغير اتجاهه بعد التصادم

وباستخدام فروض بلانك وتطبيق قانون بقاء كمية الحركة على كل من الفوتون والإلكترون يتضح أن الفوتون يسلك سلوك الجسيم أي له كمية حركة وكتلة وسرعة مثل الإلكترون.

2. للضوء طبيعة مزدوجة موجية وجسيمية.

ج: لأن الفوتونات لها كتلة وكمية تحرك أثناء حركتها وهذه خصائص جسيمية وكذلك لها طول موجي وتردد وهذه خصائص موجية.

شوية ملاحيظ مهمة

1. عند تصادم كلاً من الالكترون والفوتون تصادم مرن فإن الإلكترون يكتسب جزء من طاقة الفوتون الساقط فتزداد سرعة الالكترون ويقل تردد الفوتون بسبب فقده لجزء من طاقته.
2. إذا كان التصادم غير مرن فإن الإلكترون يكتسب كل طاقة الفوتون الساقط.
3. بسبب وجود فرق بين الفوتون الساقط والمشتت في التردد لا يمكن القول أن الفوتون المشتت هو نفسه الفوتون الساقط ولكن الفوتون الساقط قد اختفى او تلاشى والفوتون المشتت قد تولد.
4. يصعب تطبيق قانون بقاء كمية الحركة في ظاهرة كومتون عمليا لان كمية الحركة كمية متجهة فيلزم لها تحديد مقدار واتجاه كلا من الفوتون والالكترون قبل وبعد التصادم بينما يسهل تطبيق قانون بقاء الطاقة لان الطاقة كمية قياسية تتوقف فقط على المقدار ولا تحتاج الى تحديد الاتجاه

1 تطبيق

اختر تبعا لنظرية كومتون :

1) سرعة الإلكترون قبل التصادم ..... سرعته بعد التصادم. (أكبر من- تساوى - أقل من)

2) سرعة الفوتون قبل التصادم ..... سرعته بعد التصادم. (أكبر من - تساوى - أقل من)

3) طاقة الفوتون قبل التصادم ..... طاقته بعد التصادم. (أكبر من - تساوي - أقل من)

الفوتون

كم من الطاقة مركز في حيز صغير جدا له كتلة وكمية تحرك أثناء حركته

خـــواص الـــفـوتون

1. تتعين طاقة الفوتون من العلاقة: $E = h\nu = \frac{hC}{\lambda}$
2. سرعة الفوتون في الفراغ ثابتة تساوي $3 \times 10^8\ m/s$
3. الفوتون له كمية حركة وكتلة أثناء حركته ويمكن حسابها من علاقة اينشتاين للكتلة والطاقة $E = mC^2$
4. كتلة الفوتون أثناء حركته (m) تحسب من العلاقة: $m = \frac{E}{C^2} = \frac{h\nu}{C^2} = \frac{h}{\lambda C}$
5. كتلة الفوتون عند سكونه = صفر
6. كمية حركة الفوتون (P_L) تحسب من العلاقة: $P_L = mC = \frac{h\nu}{C}$

شوية ملاحيظ مهمة

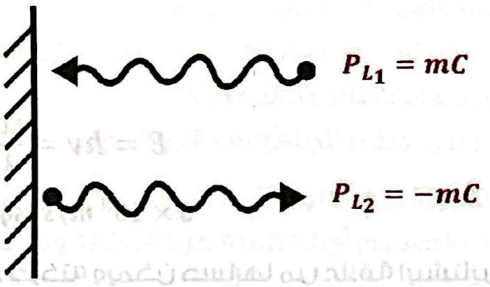
1. الفوتون له خاصية موجية وجسيمية عشان كده بيتحقق فيه قانون بقاء الكتلة والطاقة.
2. الفوتون ليس له كتلة سكون بل تتحول كتلته بالكامل إلى طاقة طبقا لعلاقة اينشتاين $E = mC^2$ ويكتسب هذه الطاقة الجسم الذي أوقف الفوتون

أساس عمل القنبلة الذرية (فرافيت اللمبادا)

1. أثبت أينشتاين أنه إذا فقد جزء من الكتلة فإنه يتحول لطاقة بالعلاقة: $E = mC^2$
2. عند انشطار نواة الذرة يصحب ذلك فقد كتلة صغيرة جداً تتحول الى طاقة كبيرة جدا وذلك لأن الكتلة تضرب في مقدار كبير جداً وهو مربع سرعة الضوء $(C^2 = 9 \times 10^{16}\ m^2/s^2)$

استنتاج القوة التي تؤثر بها الفوتونات على السطح الساقطة عليه

عند سقوط شعاع ضوئي تردده ν على سطح ثم انعكاسه منه فإن:



1) كمية حركة الفوتون الساقط $P_{L_1} = mC$
2) وكمية حركة الفوتون المنعكس $P_{L_2} = -mC$ (والسالب هنا لإنها في عكس الاتجاه)
3) مقدار التغير في كمية حركة الفوتون بعد انعكاسه: $\Delta P_L = P_{L_1} - P_{L_2} = mC - (-mC) = 2mC$
4) بفرض ان $\emptyset_L$ معدل انعكاس الفوتونات عن السطح ويساوي $\left(\emptyset_L = \frac{N}{\Delta t}\right)$ فإن كل فوتون يسقط على السطح وينعكس عنه يعاني تغير في كمية حركته فيكون معدل التغير في كمية حركة شعاع الفوتونات هو:

$$\frac{\Delta P_L}{\Delta t} = \frac{2mC\,N}{\Delta t} = 2mC\,\emptyset_L = 2\frac{E}{C^2} \times C\,\emptyset_L = 2\frac{h\nu}{C}\emptyset_L$$

5) وزي ما انتوا عارفين ان القوة تساوي التغير الزمني لكمية التحرك $\left(F = \frac{\Delta P_L}{\Delta t}\right)$ فالقوة التي يؤثر بها شعاع الفوتونات على السطح (F) تساوي معدل التغير في كمية حركة هذا الشعاع:

$$F = \frac{\Delta P_L}{\Delta t} = 2\frac{h\nu}{C}\emptyset_L \longrightarrow 1$$

6) وانتوا عارفين برضه أن القدرة هي التغير الزمني للطاقة $\left(Pw = \frac{E}{\Delta t}\right)$ ومن فروض بلانك فالطاقة الكلية للإشعاع هي$(E_t = Nh\nu)$ فتتعين القدرة الضوئية (Pw) للشعاع الضوئي الساقط من العلاقة:

$$Pw = \frac{E_t}{\Delta t} = \frac{Nh\nu}{\Delta t} = h\nu\emptyset_L \longrightarrow 2$$

من 1 و 2

$$\therefore F = \frac{2Pw}{C}$$

ملحوظة مهمة

إذا سقط شعاع ضوئي على حائط فإنه لا يؤثر عليه ولكنه قد يؤثر على الكترون حر لإنه يؤثر على السطح الساقط عليه بقوة قدرها $F = \frac{2Pw}{C}$ وحيث ان C مقدار كبير فتكون هذه القوة صغيرة جدا لاتؤثر على الحائط ولكنها إن اثرت على الكترون حر قد تغير من سرعته او حتى اتجاه حركته لأن كتلته صغيرة جداً.

علاقة الطول الموجي للفوتون وكمية حركته (علاقة دي براولي)

$$P_L = mC = \frac{h\nu}{C} \quad , \quad C = \lambda\nu$$

$$P_L = \frac{h\nu}{\lambda\nu} = \frac{h}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{h}{P_L} = \frac{h}{m.C}$$

الطول الموجي للفوتون

هو النسبة بين ثابت بلانك إلى كمية حركة الفوتون

ولو بدلنا الفوتون بجسيم متحرك هنقدر ساعتها نحسب الطول الموجي المصاحب لحركة هذا الجسيم وده اللي اثبته دي براولي

$$\lambda = \frac{h}{m.v}$$

علاقة دي براولي

طول الموجة المصاحبة لحركة جسيم يساوي النسبة بين ثابت بلانك وكمية حركة هذا الجسيم

ثابت بلانك

النسبة بين طاقة الفوتون الى تردده

او مقدار الطاقة المصاحبة لوحدة التردد لفوتون أي موجة كهرومغناطيسية ووحدة قياسه $J.s$

الطبيعة المـــزدوجة

يقصد بها أن الموجة لها خصائص جسيمية بالإضافة إلى الخصائص الموجية، وكذلك الجسيم له خصائص موجية بالإضافة الى الخصائص الجسيمية.

وعرفنا من اللي فات - ظاهرة كومتون - أن الفوتون له طبيعة مزدوجة (موجية وجسيمية)

الطبيعة المزدوجة للفوتون

1. **الطبيعة الجسيمية:**

الضوء يتكون من عدد هائل من الفوتونات والفوتون له كتلة وكمية تحرك ويؤثر بقوة على أي سطح يسقط عليه

2. **الطبيعة الموجية:**

1) الفوتونات أثناء حركتها تصاحبها موجة تصف سلوك الفوتونات من انعكاس وانكسار وتداخل وحيود (خصائص الموجات).
2) الفوتون يحمل صفات الموجة من حيث التردد والطول الموجي وسرعة الموجة.

الفصل الخامس
ازدواجية الموجة والجسيم

تعالى نتعلم معلومة مهمة

علماء العصر الحديث اعتقدوا بأن الضوء جسيمات صغيرة تسير بسرعة في خطوط مستقيمة وكان صاحب المعتقد إسحاق نيوتن.

وفي سنة 1803 قام توماس يونج بعمل تجربة الشق المزدوج وأثبت من خلالها أن الضوء موجات من خلال خاصية التداخل.

وبعد أعوام حصل اينشتاين على جائزة نوبل لتعريف ماهية الضوء وهي عبارة عن وحدات منفصلة تسمى فوتونات وتسلك سلوك الموجات.

ومن خلال تجربة يونج التي تعتبر أعظم تجارب الفيزياء وتطبيقها على الإلكترون تم اكتشاف الطبيعة المزدوجة للإلكترون أيضا وفتحت آفاق جديدة لم نستطع غلقها او تفسير معظمها إلى الآن في علم الفيزياء.

جه دي براولي بقا اثبت ان الجسيمات برضه ليها طبيعة مزدوجة وهناخد الالكترون كمثال

الطبيعة المزدوجة للإلكترون

1 الطبيعة الجسيمية:

الشعاع الالكتروني يتكون من مجموعة من الإلكترونات لها طبيعة جسيمية فالإلكترون يحمل الصفات الجسيمية من حيث الشحنة والكتلة وكمية الحركة

2 الطبيعة الموجية:

1) استطاع العالم دي براولي أن يثبت أن الإلكترون المتحرك تصاحبه موجه ويمكن تعيين طولها من العلاقة $\lambda = \frac{h}{P_L} = \frac{h}{m_e v}$ لذلك نجد أن $\lambda \propto \frac{1}{v}$ ونستنتج من ذلك أن الطول الموجي المصاحب للإلكترون يقل بزيادة سرعته.
2) الموجة المصاحبة للإلكترونات تصف سلوكها الجماعي من حيث (الانتشار – الانعكاس – الانكسار – التداخل – الحيود).

عـــلل؟

1 من الصعب ملاحظة الطول الموجي لسيارة متحركة.

ج: لأن كمية حركة السيارة كبيرة جداً وتبعاً لعلاقة دي براولي $\lambda = \frac{h}{P_L}$ يكون الطول الموجي المصاحب لحركتها صغير جداً لذا لا يمكن ملاحظته.

عـــلل انت بقا؟

1 من السهل ملاحظة الطول الموجي للإلكترون.

شايفك وانت بتسأل نفسك طالما الإلكترون ليه طبيعة مزدوجة والفوتون ليه طبيعة مزدوجة ليه الاتنين مش حاجة واحدة؟ بص بصة هنا عشان تفهم .....

كيف تميز بين الفوتون والإلكترون؟

بإمرار كلا منهما على مجال مغناطيسي او مجال كهربي:

1) في حالة الفوتون لا يتأثر بالمجالين الكهربي أو المغناطيسي ويظل في مسار مستقيم لأنه غير مشحون.

2) في حالة الإلكترون يتأثر بالمجالين الكهربي أو المغناطيسي وينحرف مساره عن الخط المستقيم لأن الإلكترون سالب الشحنة.

1 تطبيق

فوتون طوله الموجي $5000°A$ احسب تردده وطاقته وكتلته وكمية حركته.

الحـــل

$$v = \frac{C}{\lambda} = \frac{3 \times 10^{8}}{5000 \times 10^{-10}} = 6 \times 10^{14}\ Hz$$

$$E = hv = 6.625 \times 10^{-34} \times 6 \times 10^{14} = 3.975 \times 10^{-19}\ J$$

$$m = \frac{hv}{C^2} = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 6 \times 10^{14}}{(3 \times 10^{8})^2} = 4.417 \times 10^{-36}\ kg$$

$$P_L = mC = 4.417 \times 10^{-36} \times 3 \times 10^{8} = 1.325 \times 10^{-27}\ kg.m/s$$

2 تطبيق

احسب الطول الموجي المصاحب لحركة جسم كتلته $200\ kg$ يتحرك بسرعة $66.25\ m/s$ ثم احسب الطول الموجي المصاحب لإلكترون يتحرك بسرعة $66.25 \times 10^{4}\ m/s$ (علماً بأن: $m_e = 9.1 \times 10^{-31}\ kg$)

الحـــل

$$\lambda_{\text{الجسم}} = \frac{h}{mv} = \frac{6.625 \times 10^{-34}}{200 \times 66.25} = 5 \times 10^{-38}\ m$$

$$\lambda_{\text{الالكترون}} = \frac{h}{m_e v} = \frac{6.625 \times 10^{-34}}{9.1 \times 10^{-31} \times 66.25 \times 10^{4}} = 1.1 \times 10^{-9} m$$

- من اهم طرق دراسة أي حاجة في الكون النموذجين: الماكروسكوبي والميكروسكوبي، وفيه بينهم ارتباط وثيق هنحاول نوضحه دلوقتي

الإرتباط بين النموذجين الميكروسكوبي والماكروسكوبي بالنسبة للفوتون

النموذج الميكروسكوبي (الجسيمي)	النموذج الماكروسكوبي (الموجي)
1- يدرس الفوتون منفرداً ونتصوره كرة نصف قطرها يساوي الطول الموجي للموجة λ وتردده υ	1- يدرس الفوتونات كحزمة بما لها من مجال مغناطيسي وكهربي متعامدان على بعضهما وعلى اتجاه سريان حزمة الفوتونات
2- عند سقوط فوتونات على سطح ما وكان الطول الموجي لهذه الفوتونات λ مقارب للمسافات البينية فان الفوتونات تنفذ من خلال هذه المسافات البينية. "خواص جسيمية"	2- عند سقوط فوتون على سطح ما وكان الطول الموجي لهذه الفوتونات λ أكبر من المسافات البينية تعامله الفوتونات كسطح متصل وتنعكس عنه. "خواص موجية"
3- يطبق إذا اعترض عائق في حجم الذرة أو الإلكترون طريق فوتونات الضوء	3- يطبق إذا كان العائق أبعاده أكبر بكثير من الطول الموجي لفوتونات الضوء الساقط
مثل: ظاهرة كومتون وظاهرة التأثير الكهروضوئي	مثل: ظواهر الانعكاس والانكسار والتداخل والحيود الخاصة بالضوء

- وهذه المقارنة مثال للدراسة الجسيمية التي تعامل شعاع الضوء كأنه فوتون واحد وشعاع الالكترونات كأنه الكترون واحد.

مقارنة جسيمية "ميكروسكوبية" بين الفوتون والالكترون

الفوتون	الالكترون
كم من الطاقة ($h\nu$) غير مشحون وله طبيعة جسيمية	جسيم مادى سالب الشحنة وله طبيعة موجية
له كتلة حركة تساوي $m = \frac{h\nu}{C^2}$ وكتلة سكونه تساوي صفر	له كتلة ثابتة $m_e = 9.1 \times 10^{-31} kg$
له سرعة ثابتة $C = 3 \times 10^8\ m/s$	يمكن تعجيله بالمجال الكهربي $v = \sqrt{\frac{2eV}{m_e}}$
له كمية تحرك $P_L = mC = \frac{h.\upsilon}{C} = \frac{h}{\lambda}$	له كمية تحرك $P_L = m_e v = \frac{h}{\lambda}$

عـــلل؟

1. أشعة إكس لها قدرة فائقة على النفاذية خلال المواد

ج: لأنها ذات طاقة عالية جداً فيكون الطول الموجي لها صغير نسبياً أقل من المسافات البينية لذرات المواد فتنفذ خلالها

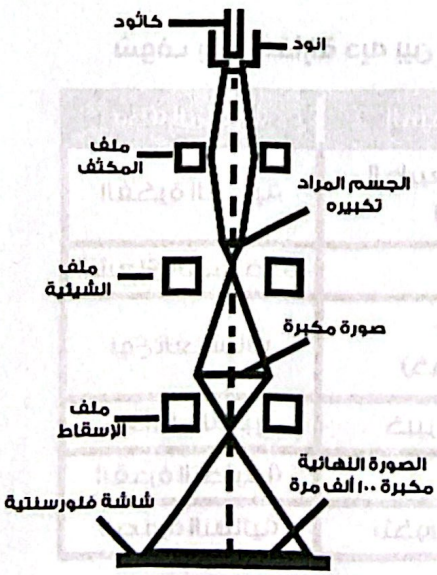
- اما هذه المقارنة فهي مثال للدراسة الموجية التي تعامل الضوء كشعاع ضوئي والالكترونات كشعاع الكتروني

مقارنة موجية "ماكروسكوبية" بين الشعاع الضوئي والشعاع الالكتروني

الشعاع الضوئي	الشعاع الالكتروني
1) مجموعة هائلة من الفوتونات	1) مجموعة هائلة من الالكترونات.
2) لها موجة مصاحبة تصف سلوكها الجماعي من.. تداخل - حيود - انتشار - انعكاس ويكون للموجة تردد وسرعة وطول موجي	2) لها موجة مصاحبة تصف سلوكها الجماعي من.. انتشار وانعكاس وتداخل وحيود ويكون للموجة تردد وسرعة وطول موجي ....
3) تصف شدة الموجة المصاحبة تركيز الفوتونات.	3) تصف شدة الموجة المصاحبة تركيز الالكترونات.
4) الفوتون يحمل الصفات الوراثية للموجة من حيث: التردد والطول الموجي والسرعة	4) الالكترون يحمل الصفات الوراثية للموجة من حيث: الشحنة والكتلة والدوران حول نفسه (اللف المغزلي) وكمية الحركة.

- وبمناسبة الشعاع الالكتروني والضوئي هندرس الميكروسكوب الالكتروني والضوئي كتطبيق ....

الميكروسكوب الإلكتروني



شـــرط رؤية الأجســـام (شـــرط التكبير لأي ميكروســـكوب) : أن يكون الطول الموجي λ للشـــعاع الســـاقط على الجســـم أقل من أبعاد الجسم المراد تكبيره ، فإذا كان :

1. طول الموجة λ أقل من أبعاد الجسم يمكن تكبير الجسم
2. طول الموجة λ أكبر من أبعاد الجسم لا يمكن تكبير الجسم

- الأساس العلمي: تعتمد فكرة عمله على الطبيعة الموجية للإلكترونات (علاقة دي براولي)
- استخدامه: يستخدم في تكبير الأجسام الدقيقة التي يعجز الميكروسكوب الضوئي عن تكبيرها مثل الفيروسات.

الفرق بين الميكروسكوب الضوئي والميكروسكوب الإلكتروني

1. في الميكروسكوب الضوئي يُضاء الجسم المراد تكبيره بواسطة الضوء ويستطيع الميكروسكوب الضوئي تكبير الأجسام التي طولها أكبر من الطول الموجي للضوء الساقط عليها فقط.

2. في الميكروسكوب الإلكتروني يُضاء الجسم بواسطة حزمة إلكترونية يمكن التحكم في الطول الموجي المصاحب لها وذلك بزيادة فرق الجهد فتزداد طاقة الحزمة الإلكترونية فتزداد سرعة الإلكترونات ويقل الطول الموجي المصاحب لحركتها $\lambda \propto \frac{1}{v}$ تبعاً لعلاقة دي براولي $\lambda = \frac{h}{m_e v}$ وعندما يقل الطول الموجي تصبح تفاصيل الأجسام الدقيقة أكبر من الطول الموجي الساقط فيستطيع الميكروسكوب الإلكتروني تكبيرها

شوية ملاحيظ مهمة

1. يستخدم الميكروسكوب الالكتروني لرؤية الفيروسات بدلا من الميكروسكوب الضوئي لأن تفاصيل الفيروسات تكون أقل من الطول الموجي للضوء ولكنها تكون أكبر من الطول الموجي المصاحب للشعاع الالكتروني فيمكن رؤيتها بالميكروسكوب الالكتروني فقط.

2. يكون فرق الجهد بين الانود والكاثود في الميكروسكوب الالكتروني كبير جدا حتى تكتسب الالكترونات طاقة حركية عالية ($eV = \frac{1}{2} m_e v^2$) وتزداد كمية حركة الالكترونات فيقل الطول الموجى المصاحب لحركتها ويمكنها تكبير الفيروسات.

3. تفضل العدسات المغناطيسية على العدسات الكهربية في الميكروسكوب الالكتروني حيث أن العدسات المغناطيسية تعمل على تركيز شعاع الالكترونات وتكون صورة اوضح وتعطي قوة تكبير عالية.

شوف بقا المقارنة ديه بين الميكروسكوب الالكتروني والميكروسكوب الضوئي

وجه المقارنة	الميكروسكوب الالكتروني	الميكروسكوب الضوئي
الفكرة العلمية	الطبيعة الموجية للإلكترونات (علاقة دي براولي)	انكسار الضوء خلال العدسات الزجاجية
الشعاع المستخدم	شعاع الكتروني	شعاع ضوئي
نوع العدسات	عدسات الكترونية (كهربية ومغناطيسية)	عدسات زجاجية
معامل التكبير	كبير نسبيا (يصل الى 10^5)	محدود نسبيا (2000 مرة)
القدرة التحليلية	كبيرة نسبيا	صغيرة نسبيا
الصورة النهائية	تتكون على شاشة فلورسية	تقديرية ترى بالعين المجردة

وعشان تفهم اكتر شوف الفيديو ده .....

عند حل مسائل الميكروسكوب يمكن تطبيق القانون: $\lambda^2 = \frac{h^2}{2\, m_e.e.V}$ حيث λ هو الطول الموجي المصاحب للشعاع الالكتروني و V هو فرق الجهد المطبق في الميكروسكوب

مثـــال 1

تم التأثير على بعض الجسيمات الافتراضية التي لها نفس نوع ومقدار الشحنة بنفس فرق الجهد، ويوضح الجدول كتل هذه الجسيمات:

أ- أوجد النسبة بين طاقة الحركة التي تكتسبها هذه الجسيمات.

ب- اوجد النسبة بين سرعتي الجسيمين A و B ثم أوجد النسبة بين الطول الموجي المصاحب لكل منهما على الترتيب.

الجسيم	A	B	C
الكتلة (Kg)	3×10^{-31}	27×10^{-31}	81×10^{-31}

الحـــل

أ-

$$\because KE = eV$$

∴ طاقة الحركة التي يكتسبها الجسيم لا تعتمد على كتلته ولكن على فرق الجهد المستخدم لتعجيله وهو متساوٍ في الحالات الثلاثة:

$$\therefore (KE)_1 : (KE)_2 : (KE)_3 = 1 : 1 : 1$$

ب-

$$(KE)_A = (KE)_B$$

$$\frac{1}{2} m_A v_A^2 = \frac{1}{2} m_B v_B^2$$

$$\therefore \frac{v_A^2}{v_B^2} = \frac{m_B}{m_A} = \frac{27 \times 10^{-31}}{3 \times 10^{-31}} = \frac{9}{1}$$

$$\therefore \frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{9}{1}} = \frac{3}{1}$$

$$\because \lambda = \frac{h}{mv} \rightarrow \therefore \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{m_B v_B}{m_A v_A} = \frac{27 \times 10^{-31} \times 1}{3 \times 10^{-31} \times 3} = \frac{3}{1}$$

مثـــال 2

اصطدم فوتون تردده v بإلكترون ساكن فتحرك الإلكترون بسرعة v وقل تردد الفوتون بمقدار $\frac{1}{2}v$ فإذا أعيدت التجربة باستخدام فوتون له نفس التردد، أوجد سرعة الإلكترون إذا نقصت قيمة تردد الفوتون بعد التصادم: أ- الى $\frac{1}{4}v$ ب- بمقدار $\frac{1}{4}v$

الحـــل

مقدار النقص في طاقة الفوتون = مقدار الزيادة في طاقة حركة الإلكترون

$$K_E = E_1 - E_2$$

$$\frac{1}{2}m_e v^2 = hv - \frac{1}{2}hv = \frac{1}{2}hv$$

$$\therefore v^2 = \frac{hv}{m_e}$$

أ-

$$v_2 = \frac{1}{4}v$$

$$\frac{1}{2}m_e v_2^2 = hv - \frac{1}{4}hv = \frac{3}{4}hv$$

$$v_2^2 = \frac{3hv}{2m_e} = \frac{3}{2}v^2$$

$$\therefore v_2 = \sqrt{\frac{3}{2}}\,v$$

ب-

$$v_2 = v - \frac{1}{4}v = \frac{3}{4}v$$

$$\frac{1}{2}m_e v_2^2 = \frac{1}{4}hv$$

$$v_2^2 = \frac{hv}{2m_e} = \frac{1}{2}v^2$$

$$\therefore v_2 = \frac{1}{\sqrt{2}}v$$

مثـــال 3

إذا زادت كمية تحرك جسم بمقدار 25% فإن طاقة حركته تزداد تقريباً بنسبة .....

أ- 65 % ب- 56% ج- 38 % د- 25 %

الحـــل

$$(P_L)_2 = (P_L)_1 + \frac{1}{4}(P_L)_1 = \frac{5}{4}(P_L)_1$$

$$KE = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m(\frac{P_L}{m})^2 = \frac{P_L^2}{2m}$$

$$\frac{(KE)_1}{(KE)_2} = \frac{2m\,(P_L)_1^2}{2m\,(\frac{5}{4}P_L)_1^2} = \frac{(P_L)_1^2}{\frac{25}{16}(P_L)_1^2} = \frac{16}{25} \quad \rightarrow \quad (KE)_2 = \frac{25}{16}(KE)_1$$

$$\Delta KE = (KE)_2 - (KE)_1$$

$$\Delta KE = \frac{25}{16}(KE)_1 - (KE)_1 = \frac{9}{16}(KE)_1$$

$$\text{نسبة الزيادة} = \frac{\Delta KE}{(KE)_1} = \frac{\frac{9}{16}(KE)_1}{(KE)_1} \times 100 = 56\%$$

مثال 4

سقط شعاع ضوئي طوله الموجي $6000\ A^{\circ}$ على سطح فلز وكانت قدرته $39.6\ W$ ، فإذا علمت أن 1% فقط من الفوتونات الساقطة تحرر إلكترونات فإن عدد الإلكترونات التي تتحرر من سطح الفلز في الثانية الواحدة يساوي .....

أ- $1.2 \times 10^{17} e$ ب- $1.2 \times 10^{18} e$ ج- $1.2 \times 10^{19} e$ د- $1.2 \times 10^{20} e$

الحل

$$Pw = h\upsilon\emptyset_L = \frac{hC\emptyset_L}{\lambda} = \frac{hC\,N_{(\text{فوتونات})}}{\lambda t}$$

$$\therefore N_{(\text{فوتونات})} = \frac{Pw.\lambda t}{hC} = \frac{39.6 \times 6000 \times 10^{-10}}{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}} = 1.2 \times 10^{20}\ photon$$

$$\therefore N_{(\text{إلكترونات})} = 0.01\ N_{(\text{فوتونات})} = 0.01 \times 1.2 \times 10^{20} = 1.2 \times 10^{18}\ electron$$

مثال 5

احسب القوة التي يؤثر بها شعاع قدرته $100Kw$ على جسم كتلته $10Kg$ وهل يتأثر بها هذا الجسم؟

الحل

$$F = \frac{2\,Pw}{C} = \frac{2 \times 100 \times 10^{3}}{3 \times 10^{8}} = 6.67 \times 10^{-4}\ N$$

لا يتأثر الجسم بهذه القوة لأنها صغيرة نسبيا بالنسبة له

مثال 6

اذا كانت أقل مسافة يمكن رصدها بمجهر الكتروني $1\ nm$ احسب سرعة الالكترون وفرق الجهد بين مصعد ومهبط الميكروسكوب.

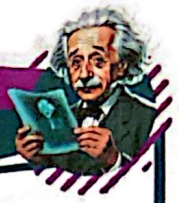
الحل

$$\upsilon = \frac{h}{m_e \lambda} = \frac{6.625 \times 10^{-34}}{9.1 \times 10^{-31} \times 1 \times 10^{-9}} = 7.28 \times 10^{5}\ m/s$$

$$V = \frac{0.5\,m_e \upsilon^2}{e} = \frac{0.5 \times 9.1 \times 10^{-31} \times (7.28 \times 10^{5})^2}{1.6 \times 10^{-19}} = 1.5\ V$$

حل اخر

$$V = \frac{h^2}{2\,m_e\,e\,\lambda^2} = \frac{(6.625 \times 10^{-34})^2}{2 \times 9.1 \times 10^{-31} \times 1.6 \times 10^{-19} \times (1 \times 10^{-9})^2} = 1.5\ V$$



الأطيـــاف الـــــذرية

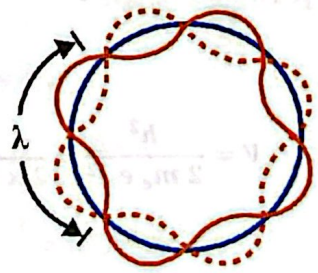
بص يصديقي الذرة حيرت علماء كتير منهم طومسون ورذرفورد وكلهم حطولها تصور في منهم اللي تصوره فشل خالص ومنهم اللي تصوره كان فيه بعض القصور أو صعوبات واجهت العلماء اللي كان منهم رذرفورد، طيب لما عالم يحط تصور هل باقي العلماء يسكتوله؟ لا طبعا ميصحش، قام "بور" العالم الكبير يدرس الصعوبات اللى واجهت رذرفورد – هما كدا بيفضلوا يعلوا على بعض واحنا نلبس يلا مش مهم– المهم بقى ان "بور" حط نموذج لذرة الهيدروجين واستخدم الفروض اللي هقولهالك دلوقتى، والفروض دي بتاعت رذرفورد ولما بور درس الصعوبات اللى واجهت رذرفورد اضاف لنموذج رذرفورد بعض الفروض عشان يحل الصعوبات ديه:

فـــروض رذرفـــورد

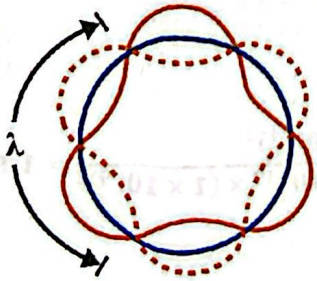
1. يوجد عند مركز الذرة نواة موجبة الشحنة.
2. تدور إلكترونات سالبة الشحنة حول النواة في مدارات محددة تعرف بأغلفة الطاقة (مستويات الطاقة).
3. الذرة متعادلة كهربياً حيث ان عدد الشحنات السالبة للإلكترونات حول النواة يساوي عدد الشحنات الموجبة التي تحملها النواة.
4. لا يصدر الإلكترون إشعاعاً طالما كان متحركاً في مستوى الطاقة الخاص به (أي عندما تكون الذرة مستقرة)

ثم أضاف بور الفروض الثلاثة الهامة التالية:
يمكن تطبيق القوانين التالية على النموذج الذري:
أ- القوى الكهربية (قانون كولوم)
ب- القوى الميكانيكية (قانون نيوتن للجذب للعام)

5. يصاحب الإلكترون أثناء الدوران حركة موجية وتسمى موجة موقوفة (حسب فروض دي براولي) حيث يكون عدد الموجات الموقوفة = رقم المستوى



$n = 4$



$n = 3$

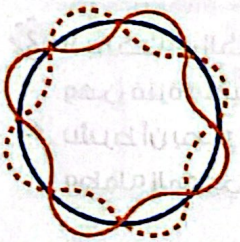
يمكن حساب نصف قطر مدار الإلكترون تقديرياً من العلاقة:

$$2\pi r = n\lambda \rightarrow r = \frac{n\lambda}{2\pi}$$

حيث:

- (r) نصف قطر المستوى.
- (n) عدد الموجات الموقوفة أو رتبة المستوى.
- (λ) الطول الموجي المصاحب لحركة الإلكترون.

1 تطبيق



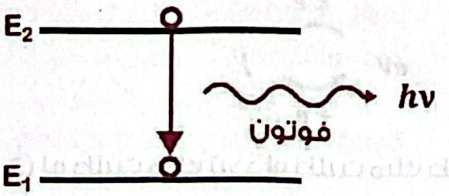
احسب نصف قطر المدار الموضح إذا علمت أن سرعة الإلكترون به $5 \times 10^6\ m/s$.

الحل

$\because n = 4$

$$\lambda = \frac{h}{m_e v} = \frac{6.625 \times 10^{-34}}{9.1 \times 10^{-31} \times 5 \times 10^6} = 1.456 \times 10^{-10}\ m$$

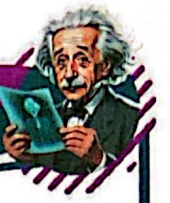
$$r = \frac{n\lambda}{2\pi} = \frac{4 \times 1.456 \times 10^{-10}}{2\pi} = 9.27 \times 10^{-11}\ m$$



عند عودة الإلكترون من مستوى طاقة أعلى إلى مستوى طاقة أقل يصدر الفرق بين المستويين على هيئة إشعاع

$$\Delta E = E_{\text{أعلى}} - E_{\text{أقل}}$$

$$h\upsilon = \frac{h.c}{\lambda}$$



تفسير إشعاع ذرة الهيدروجين

الطيف الخطي لغاز الهيدروجين (انبعاث الطيف الكهرومغناطيسي من ذرة الهيدروجين)

- عند إثارة ذرات الهيدروجين (عند اكتسابها طاقة) فإنها:

1. لا تثار كلها بنفس المقدار (لنفس المستوى)، ولكن تنتقل الإلكترونات في الذرات المختلفة من المستوى الأول K (n=1) إلى مستويات أعلى N,M,L ..... (n = 2 or 3 or 4 ....)

2. لا يمكث أي إلكترون في مستويات الطاقة العليا أكثر من $10^{-8}s$ (تسمى بفترة عمر الإثارة وهي فترة قصيرة جداً) ثم يعود إلى مستوى أدنى .

⇦ بشرط أن يصدر الفرق بين المستويين على هيئة إشعاع على شكل فوتون تردده ν وطاقته $h\nu$ وطوله الموجي λ

$$\Delta E = E_{2\text{اللي كان فيه}} - E_{1\text{اللي نزل عليه}}$$

3. طاقة أي مستوى بذرة الهيدروجين يمكن حسابها من العلاقة:

$$E_n = \frac{-13.6}{n^2} \ (eV)$$

شوية ملاحيظ مهمة ....

1) لازم نعوض بالسالب (–) في المسائل.

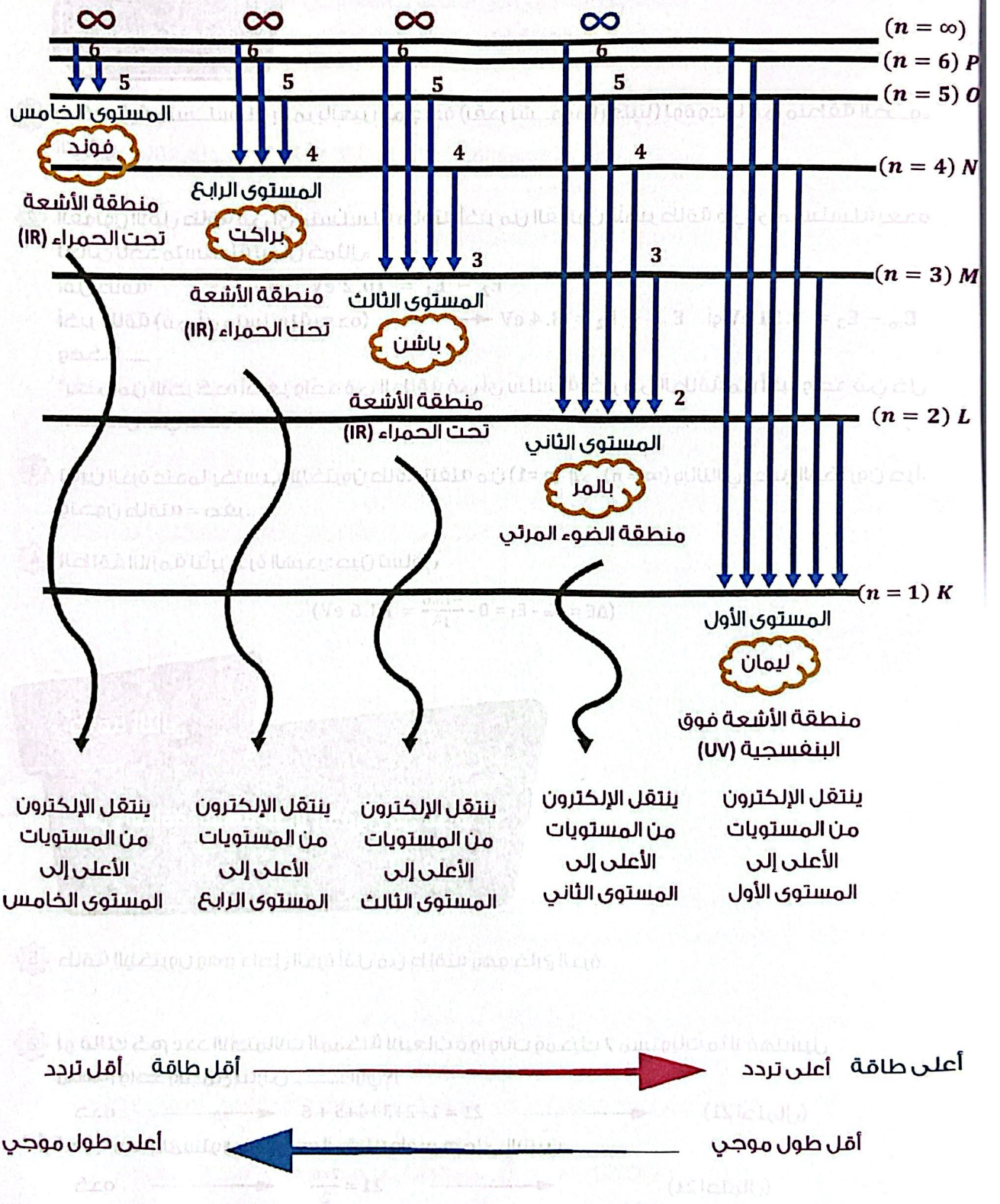
2) لو عايز أحول من eV لـ J هضرب في شحنة الإلكترون ،ولو عايز العكس هقسم عليها.

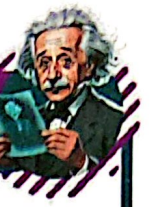
$$eV \underset{\div e}{\overset{\times e}{\rightleftarrows}} J \qquad (\text{حيث أن : } e = 1.6 \times 10^{-19}C)$$

3) لو طلبت منك تردد او طلبت منك طول موجي $\Delta E = h\upsilon = \frac{hc}{\lambda}$ أو أي مطلوب بنستخدم فيه الطاقة عشان نجيبه لازم تخش القوانين دي وانت بالجول J (يعني لو معاك الطاقة بالـeV حولها للجول)

4. للهيدروجين خمس سلاسل طيفية
(حيث أن عند إثارة عدد كبير من ذرات الهيدروجين ينشأ عن عودة الإلكترون داخل كل ذرة من المستويات العليا إلى المستويات الأدنى انبعاث طيفي)

طيف الهيدروجين





شوية ملاحيظ مهمة ....

1. يمكن رؤية متسلسلة بالمر بالعين المجردة (نقدر نشوفها بعنينا) لوقوعها في منطقة الضوء المرئي

2. الفوتون الأقل طاقة في أي متسلسلة طاقته أكبر من الفوتون الأكبر طاقة في أي متسلسلة بعده تعالى ناخد متسلسلة ليمان كمثال:

أقل طاقة ← $E_2 - E_1 = 10.2\ eV$

أكبر طاقة (في أي متسلسلة بعده) ← $E_\infty - E_2 = 3.4\ eV$ أو $E_\infty - E_3 = 1.51\ eV$

وهكذا.....

"يعني من الاخر كده أصغر واحد في الطاقة في أي سلسلة أكبر في الطاقة من أكبر واحد في كل السلاسل اللي بعده".

3. تتأين الذرة عندما يكتسب الإلكترون طاقة تنقله من (n =1) إلى (n = ∞) وبالتالي يصبح الإلكترون حراً، وتكون طاقته = صفر.

4. الطاقة اللازمة لتأين ذرة الهيدروجين تساوي

$$(\Delta E = E_\infty - E_1 = 0 - \frac{-13.6}{1^2} = 13.6\ eV)$$

طاقة التأين

هي الطاقة اللازمة لتحرير إلكترون من الذرة.

5. طاقة الإلكترون وهو داخل الذرة أقل من طاقته وهو خارج الذرة.

6. لو قالك كم عدد الاحتمالات الممكنة لانبعاث فوتونات ومديك 7 مستويات مثلا فهتشيل منهم واحد وتجمع تنازلي ..... ازاي؟!

كده ← $21 = 1+2+3+4+5+6$ ← (21 احتمال)

أو اضرب رقم المستوى في رقم ال قبله واقسم على الاتنين

كده ← $21 = \frac{7\times6}{2}$ ← (21 احتمال)

علل؟

1) عندما يهبط إلكترون من مستوى طاقة أعلى إلى مستوى طاقة أدنى يصدر إشعاع؟
ج: لأنه يفقد قدر من الطاقة = فرق الطاقة بين المستويين على شكل إشعاع
$(\Delta E = h\upsilon = E_2 - E_1)$

2) تعتبر مجموعة فولد أقل مجموعات ذرة الهيدروجين طاقة؟
ج: لأن فرق الطاقة بين المستويات الأعلى والمستوى الخامس O (n = 5) صغير جدا وبالتالي يكون لها أقل طاقة وأقل تردد وأكبر طول موجي.

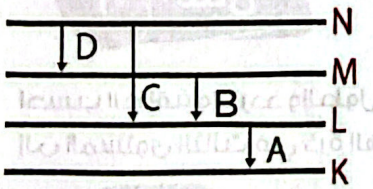
3) تعتبر مجموعة ليمان أكبر مجموعات ذرة الهيدروجين طاقة؟
ج: لأن فرق الطاقة بين المستويات الأعلى والمستوى الأول K (n =1) كبير وبالتالي يكون لها أكبر طاقة وأكبر تردد وأقل طول موجي.

4) عند إثارة مجموعة من ذرات الهيدروجين تنتج عدة سلاسل طيفية.
ج: لأنها لا تثار كلها بنفس الدرجة، فتنتقل الذرات إلى مستويات إثارة عليا مختلفة، ثم تعود سريعاً إلى مستويات أدنى مختلفة فتبعث فوتونات بطاقات مختلفة وأطوال موجية مختلفة مكونة السلاسل الطيفية.

5) يمكن رؤية متسلسلة بالمر، بينما لا يمكن رؤية متسلسلة باشن.
ج: لأن متسلسلة بالمر تقع في منطقة الضوء المرئي بينما متسلسلة باشن تقع في منطقة الأشعة تحت الحمراء وهي غير مرئية.

2 تطبيق

امامك بعض مستويات الطاقة لذرة الهيدروجين وعدة انبعاثات لفوتونات



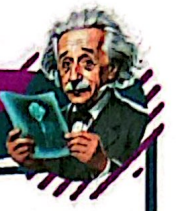
1) أي من الفوتونات المقابلة أعلى في التردد؟
A ، لوجوده في منطقة الاشعة فوق البنفسجية وهي متسلسلة ليمان

2) أي من الفوتونات المقابلة أعلى في الطول الموجي؟
D ، لأنها أقل في التردد إذاً أعلى في الطول الموجي، هي متسلسلة باشن

3) أي من الفوتونات الاتية لا يمكن رؤيته بالعين المجردة؟
D,A ، لأنهم في منطقة الأشعة فوق البنفسجية وتحت الحمراء

4) أي من الفوتونين B و C أعلى كتلة؟
C، لأن الكتلة تعتمد على الطاقة والفوتون C أكبر طاقة من B

5) أي من الفوتونين B و C أكبر حجما؟
B، لأن الفوتون يعامل ككرة نصف قطرها هو الطول الموجي وكلما زاد الطول الموجي كان حجم الفوتون أكبر
والفوتون B هو الأقل في الطاقة إذاً هو الأكبر في الطول الموجي والأكبر في الحجم



6) أي من الفوتونين B و C أعلى في السرعة؟

لهما نفس السرعة لأن الفوتونات سرعتها ثابتة وهي سرعة الضوء 3×10^8 m/s

7) أي من الفوتونات الأربعة اعلى في الكتلة؟

A ، لأنه أعلاهم طاقة وأعلاهم تردد

8) أحد الفوتونات السابقة لونه احمر والاخر لونه ازرق، حددهم.

C لونه أزرق لأن اللون الأزرق تردده أعلى

B لونه أحمر لان اللون الاحمر تردده أقل من اللون الأزرق

9) أي الفوتونات يمكن ملاحظة الصفات الجسيمية عليه بوضوح

A ، لأنه أعلاهم طاقة وأعلاهم تردد وأعلى كتلة وأقل طول موجي

حساب طاقة الإشعاع

تنبعث أكبر طاقة (أقل طول موجي)	تنبعث أقل طاقة (أكبر طول موجي)
عند انتقال الإلكترون من مستوى الطاقة مالانهاية (E_∞) إلى مستوى الطاقة الأدنى (E_n)	عند انتقال الإلكترون من مستوى الطاقة الأعلى (E_{n+1}) إلى مستوى الطاقة الأدنى (E_n)
$\Delta E = E_\infty - E_n = h\upsilon = \frac{hc}{\lambda_{min}}$	$\Delta E = E_{n+1} - E_n = h\upsilon = \frac{hc}{\lambda_{max}}$

1 مثال

احسب الطاقة والتردد والطول الموجي للفوتون الناتج عن حركة الإلكترون من المستوى الخامس إلى المستوى الثالث في ذرة الهيدروجين.

الحل

1) $\Delta E = E_5 - E_3 = \frac{-13.6}{(5)^2} - \frac{-13.6}{(3)^2} = 0.967\ eV = 1.55 \times 10^{-19}\ J$

2) $\Delta E = h\upsilon \rightarrow \upsilon = \frac{\Delta E}{h} = \frac{1.55 \times 10^{-19}}{6.625 \times 10^{-34}} = 2.34 \times 10^{14}\ Hz$

3) $\Delta E = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{hc}{\Delta E} = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{1.55 \times 10^{-19}} = 12822.6\ Å$

مثال 2

احسب أعلى تردد وأقل طول موجي في متسلسلة بالمر.

الحل

$$\text{أكبر طاقة} \rightarrow \Delta E = E_\infty - E_2 = 0 - \frac{-13.6}{(2)^2} = 3.4\ eV = 5.44 \times 10^{-19}\ J$$

$$1)\ \Delta E = h\upsilon \quad \rightarrow \upsilon = \frac{\Delta E}{h} = \frac{5.44\times10^{-19}}{6.625\times10^{-34}} = 8.2 \times 10^{14}\ Hz$$

$$2)\ \Delta E = \frac{hc}{\lambda} \quad \rightarrow \lambda = \frac{hc}{\Delta E} = \frac{6.625\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{5.44\times10^{-19}} = 3653.5\ \text{Å}$$

مثال 3

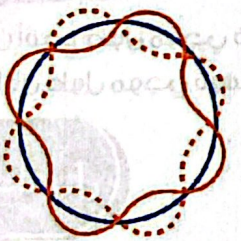
احسب أعلى λ في بالمر.

الحل

$$\Delta E = E_3 - E_2 = \frac{-13.6}{(3)^2} - \frac{-13.6}{(2)^2} = 1.89\ eV$$

$$\Delta E = \frac{hc}{\lambda} \quad \rightarrow \lambda = \frac{hc}{\Delta E} = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{1.89 \times 1.6 \times 10^{-19}} = 6572.4\ \text{Å}$$

مثال 4



عند عودة الإلكترون من المستوى الموضح الى مستوى أدنى، احسب:

أ -طاقة فوتون الأشعة فوق البنفسجية

ب- طاقة فوتون الأشعة الحمراء

ج- طاقة فوتون الأشعة تحت الحمراء

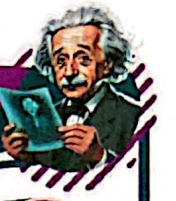
الحل

$$n = 4$$

أ- $\Delta E = E_4 - E_1 = 12.75\ eV$

ب- $\Delta E = E_4 - E_2 = 2.55\ eV$

ج- $\Delta E = E_4 - E_3 = 0.661\ eV$



مثال 5

انبعث فوتون من ذرة الهيدروجين بتردد $\upsilon = 6.17 \times 10^{14}\ Hz$ فما هو المستوى المنتقل منه والمنتقل إليه هذا الإلكترون.

الحل

$$\lambda = \frac{c}{\upsilon} = 486.2\ nm$$

الفوتون في منطقة الضوء المرئي لأن طوله الموجي بين $400nm$ و $700nm$

إذا المستوى المنتقل إليه هو المستوى الثاني

$$\Delta E = E_n - E_2$$

$$E_n = \Delta E + E_2$$

$$E_n = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{486.2 \times 10^{-9} \times 1.6 \times 10^{-19}} + \frac{-13.6}{2^2} = -0.85\ eV$$

$$\frac{-13.6}{n^2} = -0.85$$

$$n = 4$$

المستوى الذي انتقل منه هو المستوى الرابع

مثال 6

إذا كان أقصر طول موجي في إحدى متسلسلات طيف ذرة الهيدروجين هو $8212\ A°$ فما هي المتسلسلة وما أطول طول موجي فيها $(C = 3x10^{8}\ m/S\ ,\ h = 6.625\ x10^{-34}\ J.S)$

الحل

$$\Delta E = E_\infty - E_n = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\Delta E = 0 - E_n = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{8212 \times 10^{-10}} = 2.42 \times 10^{-19} J$$

$$E_n = -2.42 \times 10^{-19} J$$

$$E_n = \frac{-13.6}{n^2} eV$$

$$-2.42 \times 10^{-19} = \frac{-13.6 \times 1.6 \times 10^{-19}}{n^2}$$

$$\therefore n = 3$$

المستوى الثالث أي مجموعة (باشن)

$$E_4 - E_3 = \frac{hc}{\lambda}$$ أكبر طول موجي

$$(\frac{-13.6}{4^2} - \frac{-13.6}{3^2}) \times 1.6 \times 10^{-19} = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{\lambda}$$

$$\lambda = 1.87894 \times 10^{-6}\ m = 18789.4\ A^\circ$$

مثال 7

عند تحليل طيف ذرة الهيدروجين لوحظ وجود خط طيفي أزرق في مدى الضوء المرئي طوله الموجي $434.1nm$.

1) اكتب المعادلة الرياضية التي تستخدم لتحديد طاقة الغلاف في ذرة الهيدروجين، ثم احسب طاقة المستوى الذي انتقل إليه الالكترون ليشع هذا الخط الطيفي.

2) حدد مستوى الطاقة الذي انتقل منه إلكترون في ذرة الهيدروجين ليشع هذا الطول الموجي.

$(C = 3x10^8\ m/S\ ,\ h = 6.625\ x10^{-34}\ J.S)$

الحل

1) يتعين طاقة الغلاف من العلاقة: $E_n = \frac{-13.6}{n^2}\ eV$

الخط الطيفي في منطقة الضوء المرئي أي يقع ضمن متسلسلة بالمر $(n = 2)$

∴ طاقة المستوى الذي انتقل إليه الالكترون (طاقة المستوى الثاني)

$$E_2 = \frac{-13.6 \times 1.6 \times 10^{-19}}{2^2} = -5.44 \times 10^{-19} J$$

2) نفرض أن الالكترون انتقل من المستوى n

$$\Delta E = E_n - E_2$$

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{-13.6\ ev}{n^2} - E_2$$

$$\frac{-13.6 \times 1.6 \times 10^{-19}}{n^2} = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3\ x10^8}{434.1 \times 10^{-9}} + (-5.44 \times 10^{-19})$$

$$n = 5$$

∴ الالكترون انتقل من المستوى الخامس

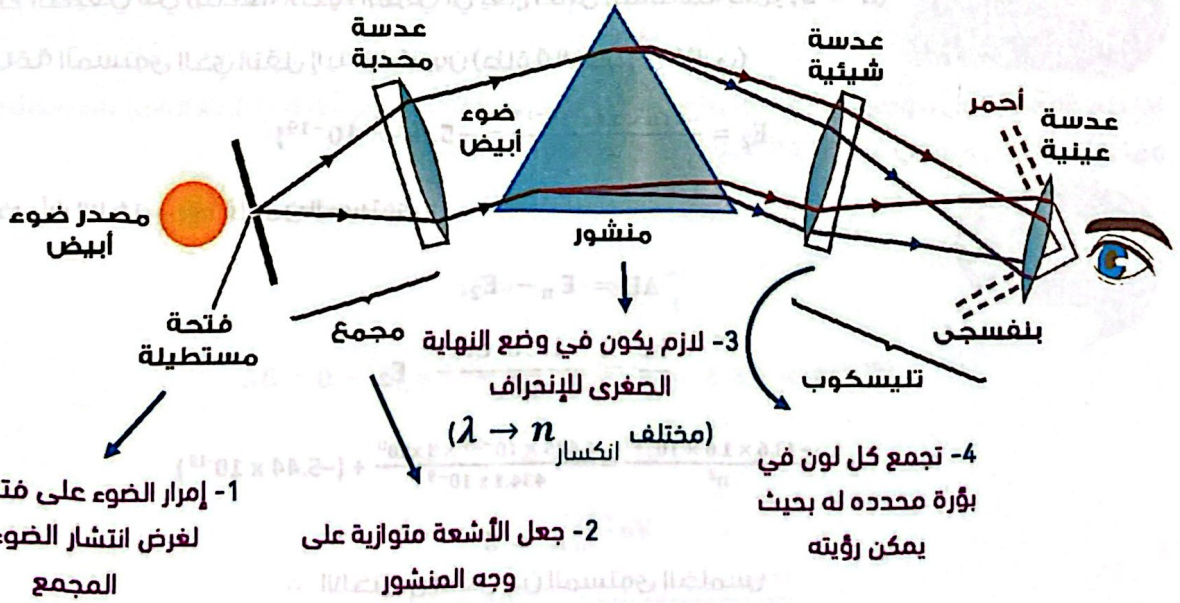
المطياف (spectrometer)

الوظيفة والاستخدام:

1. قياس درجة حرارة النجوم وما بها من غازات (قانون فين).
2. الحصول على طيف نقي.
3. تحليل الضوء لمكوناته المرئية والغير المرئية.

التركيب:

1. المجمع وهو عبارة عن أنبوبة يوجد عند أحد طرفيها فتحة مستطيلة ضيقة يمكن التحكم في اتساعها وتوجد هذه الفتحة عند بؤرة عدسة محدبة عند الطرف الآخر للأنبوبة.
2. منشور ثلاثي من الزجاج موضوع على منضدة قابلة للدوران لضبط المنشور عند وضع النهاية الصغرى للانحراف.
3. تليسكوب مكون من عدستين محدبتين هما الشيئية والعينية.



شرح العمل:

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

2. يتم ضبط المنشور في 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 في بؤرة خاصة على المستوى البؤري بحيث يمكن رؤيتها محددة بواسطة العدسة العينية أو تتكون صورة لها على لوح فوتوغرافي.

الطيف النقي

هو طيف لا تتداخل ألوانه (وحيد λ) آشعته متوازية فيما بينها وغير موازية للأشعة الأخرى.

شروط الحصول على طيف نقى

1. أن تكون فتحة مصدر الضوء (المجمع) المستطيلة أضيق ما يمكن.

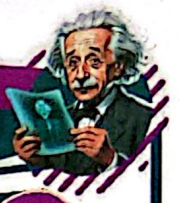
2. أن تسقط الاشعة على المنشور متوازية لذا تكون الفتحة المستطيلة في بؤرة عدسة المجمع.

3. أن يكون المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف فهذا يجعل لكل لون من ألوان الطيف زاوية انحراف خاصة به والشروط السابقة كلها متوافرة في المطياف.

علل؟

1. منشور المطياف يجب أن يكون في وضع النهاية الصغرى للانحراف.

ج: لأن في هذه الحالة يكون لكل لون من ألوان الطيف زاوية انحراف محددة خاصة به فتتباعد الالوان ولا تختلط فيكون الطيف نقياً.



1 مثال

سقط فوتونان متتاليان على ذرة هيدروجين مستقرة واصطدما بها تصادم غير مرن، طاقة الفوتون الأول هي $10.2eV$ وطاقة الفوتون الثاني هي $15eV$، إذا علمت أن الفارق الزمني بين سقوط الفوتونان:

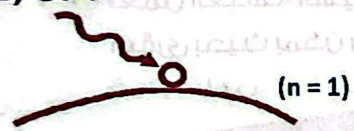
أ- $1\mu s$ ب- $1ns$

احسب في كل حالة عدد الفوتونات أو الإلكترونات المنطلقة مع ذكر طاقتهم.

الحل

في ذرة الهيدروجين يكون الإلكترون في المستوى الأول

فوتون (1)



$$E_e^{`} = E_1 + E_{ph} = \frac{-13.6}{1^2} + 10.2 = -3.4eV$$

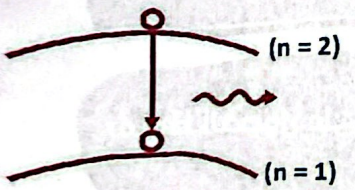
- الإلكترون طاقته سالب (-) يعني لسه الإلكترون بداخل الذرة

$$E_n = \frac{-13.6}{n^2} = -3.4 \quad \rightarrow \quad n = \sqrt{\frac{13.6}{3.4}} = 2$$

تحديدا في المستوى الثاني

أ- $1\mu s > 10^{-8}$

يعني الإلكترون نزل تاني للمستوى الأول بعد انتهاء فترة العمر له عند انتقال الإلكترون من مستوى أعلى إلى مستوى أقل يصدر إشعاع على هيئة فوتون طاقته تساوي الفرق بين المستويين وهو $(10.2\ eV)$



بعد عودة الالكترون للمستوى الأول يصطدم به الفوتون (2):

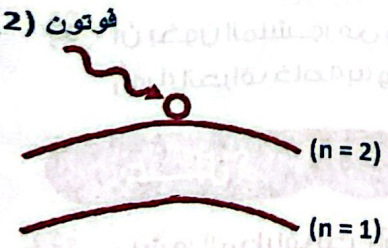
$$E_{e_1}^{``} = E_1 + E_{ph} = \frac{-13.6}{1^2} + 15 = 1.4\ eV$$

- الإلكترون طاقته موجبة (+) يعني الإلكترون اتحرر

وبكده يكون في الحالة الأولى عندنا فوتون طاقته $(10.2\ eV)$ وإلكترون طاقته $(1.4\ eV)$

ب- $1ns < 10^{-8}$

فوتون (2)



يعني الإلكترون لسه منزلش من المستوى الثاني

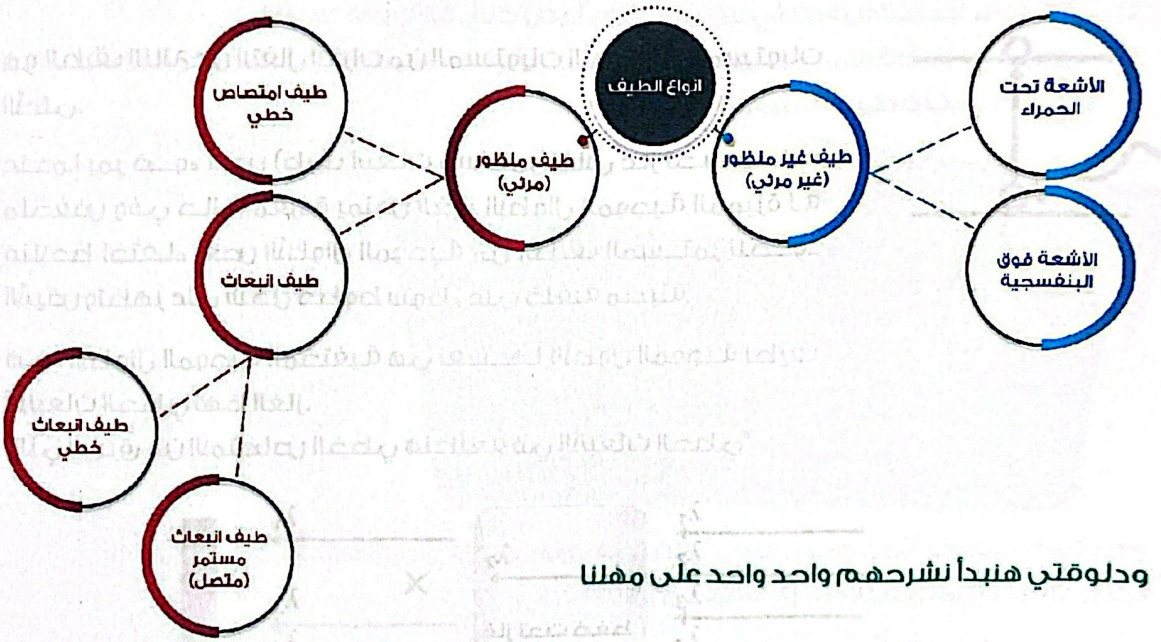
فيسقط الفوتون (2) على الإلكترون قبل انتهاء فترة العمر له

$$E_{e_ب}^{``} = E_2 + E_{ph} = \frac{-13.6}{2^2} + 15 = 11.6\ eV$$

- الإلكترون طاقته موجبة (+) يعني تحرر الإلكترون

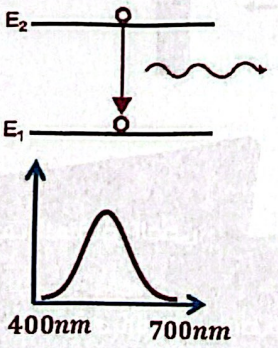
وبكده في الحالة التانية مش هيكون في أي فوتونات ولكن هيتحرر عندنا إلكترون طاقته $(11.6\ eV)$

نيجي بقى لأنواع الطيف

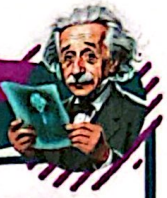


ودلوقتي هنبدأ نشرحهم واحد واحد على مهلنا

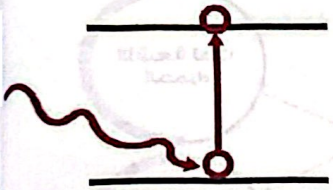
1 طيف انبعاث مستمر



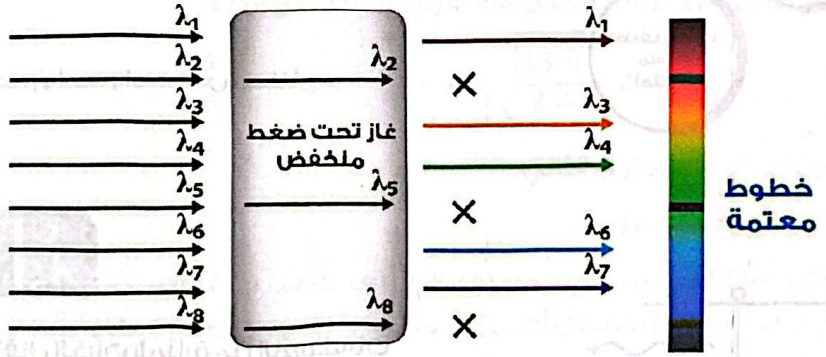
- هو الطيف الناتج عن انتقال الذرات المثارة من المستويات الأعلى إلى المستويات الأدنى.
- هو طيف يحتوي على كل الأطوال الموجية وكل الترددات مُوزعة توزيعاً متصلاً في مدى معين (الطيف المرئي) $(\lambda = 400nm \rightarrow 700nm)$
- يمكن الحصول عليه عن طريق تسخين جسم صلب لدرجة التوهج للون الأبيض.
- يظهر طيف الانبعاث المستمر على لوح فوتوغرافي حساس على هيئة حائل مضيء بالكامل يحتوي على مناطق الضوء السبعة دون فواصل.



2 طيف امتصاص خطى



- هو الطيف الناتج عن انتقال الذرات من المستويات الأدنى إلى المستويات الأعلى.
- عندما يمر ضوء أبيض (طيف انبعاث مستمر) خلال غاز تحت ضغط منخفض وفي حالة مفردة يمتص الغاز الأطوال الموجية المميزة له فنلاحظ اختفاء بعض الأطوال الموجية من الطيف المستمر للضوء الأبيض وتظهر على شكل خطوط سوداء على خلفية مضيئة.
- هذه الأطوال الموجية المختفية هي نفسها الأطول الموجية لطيف الانبعاث الخطي لهذا الغاز.
- "اللي اتسرق من الامتصاص الخطي هنطلعه في الانبعاث الخطي"



طيف الامتصاص الخطي

عبارة عن خطوط مظلمة لبعض الأطوال الموجية (أو بعض الترددات) تظهر في الطيف المستمر للضوء الأبيض.

- يظهر طيف الامتصاص على لوح فوتوغرافي حساس على هيئة خطوط معتمة على خلفية مضيئة