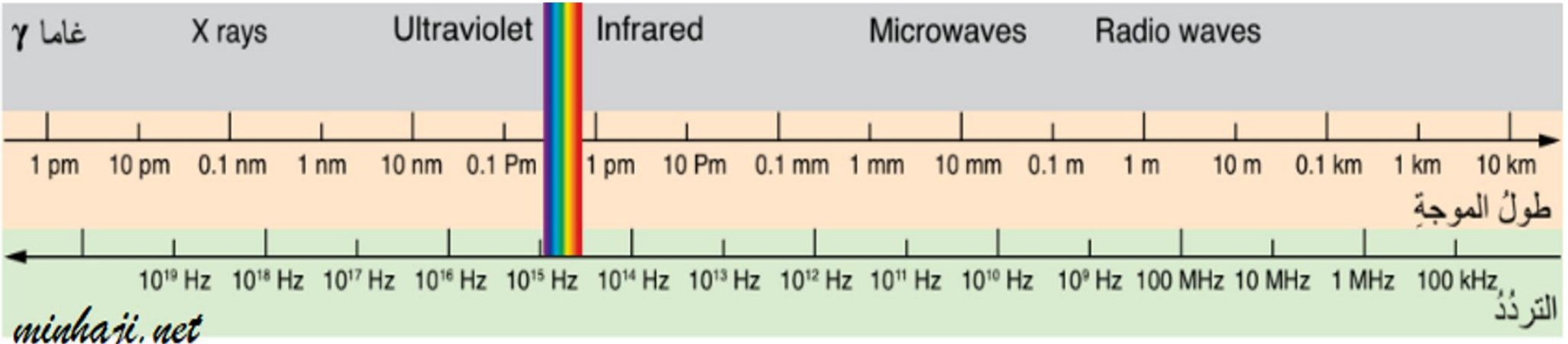
الفصل الخامس

ازدواجية الموجة والجسيم

الطيف الكهرومغناطيسي فى الفيزياء الكلاسيكية

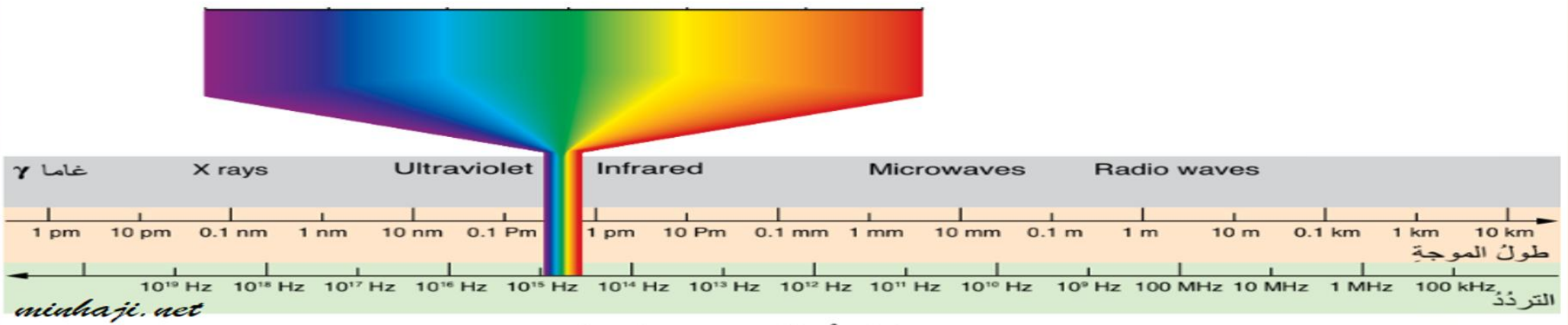
* تصور علماء الفيزياء الكلاسيكية الضوء على أنه موجات كهرومغناطيسية تختلف في التردد والطول الموجي كما بالشكل :



الطيفُ الكهرومغناطيسيُ

الطيف الكهرومغناطيسي فى الفيزياء الكلاسيكية

* تصور علماء الفيزياء الكلاسيكية الضوء على أنه موجات كهرومغناطيسية تختلف في التردد والطول الموجي كما بالشكل :



الطيفُ الكهرومغناطيسيُ

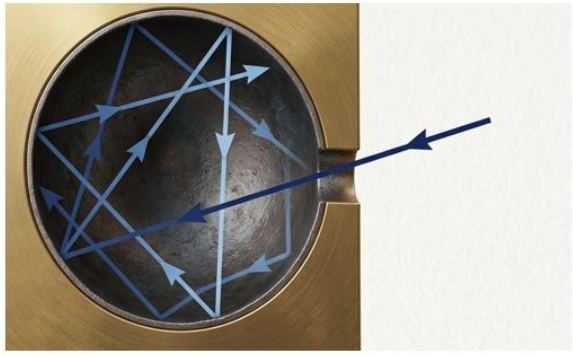
* نلاحظ من الشكل السابق أن الطيف الكهرومغناطيسى يتضمن الضوء المرئى كأحد مكوناته.

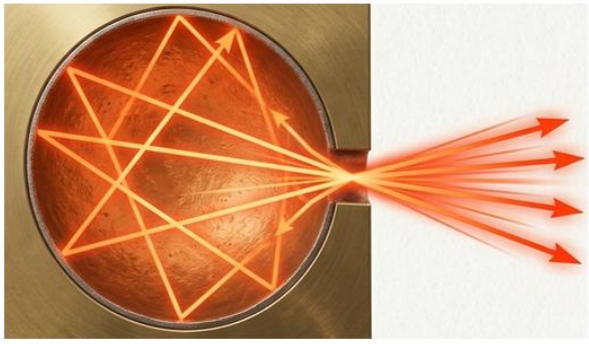
إشعاع الجسم الأسود

الجسم الأسود

جسم يمتص كل ما يسقط عليه من أشعة ذات أطوال موجية مختلفة (ممتص مثالي)

ثم يعيد إشعاعها مرة أخرى (باعث مثالي).





الأجسام المتوهجة والأجسام غير المتوهجة

* تنقسم الأجسام التى ينبعث منها إشعاع كهرومغناطيسي إلى :

أجسام متوهجة أجسام يصدر منها مدى طيفى واسع من الإشعاع الضوئي والإشعاع الحراري

مثل

الشمس

فتيلة المصباح

قطعة الفحم المتقدة

الأجسام المتوهجة والأجسام غير المتوهجة

* تنقسم الأجسام التى ينبعث منها إشعاع كهرومغناطيسي إلى :

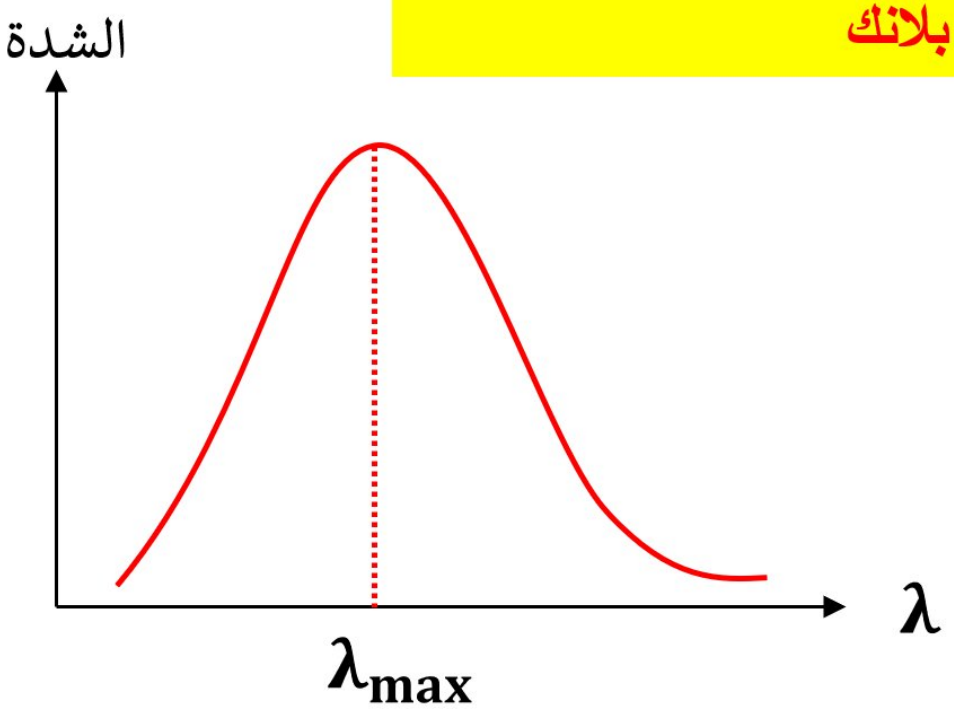
أجسام متوهجة أجسام يصدر منها مدى طيفى واسع من الإشعاع الضوئي والإشعاع الحراري

مثل الشمس فتيلة المصباح قطعة الفحم المتقدة

أجسام غير متوهجة أجسام يكون معظم الإشعاع الصادر منها في مدى الإشعاع الحراري

مثل الأرض

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 السابق يمكن وصف منحنى بلانك كالتالي :

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

2. عند قيمة معينة من الطول الموجى (λ_{max}) تكون شدة الإشعاع قيمة عظمى (قمة المنحنى).

3. بارتفاع درجة حرارة الجسم تزداد الشدة الكلية للإشعاع الصادر عنه وتزداد المساحة تحت المنحنى ويزداد مدى الأطوال الموجية للأشعة ويقل الطول الموجى (λ_{max})الذى يقابل أقصى شدة إشعاع أي تزاح قمة المنحنى جهة أطوال موجية أقصر.

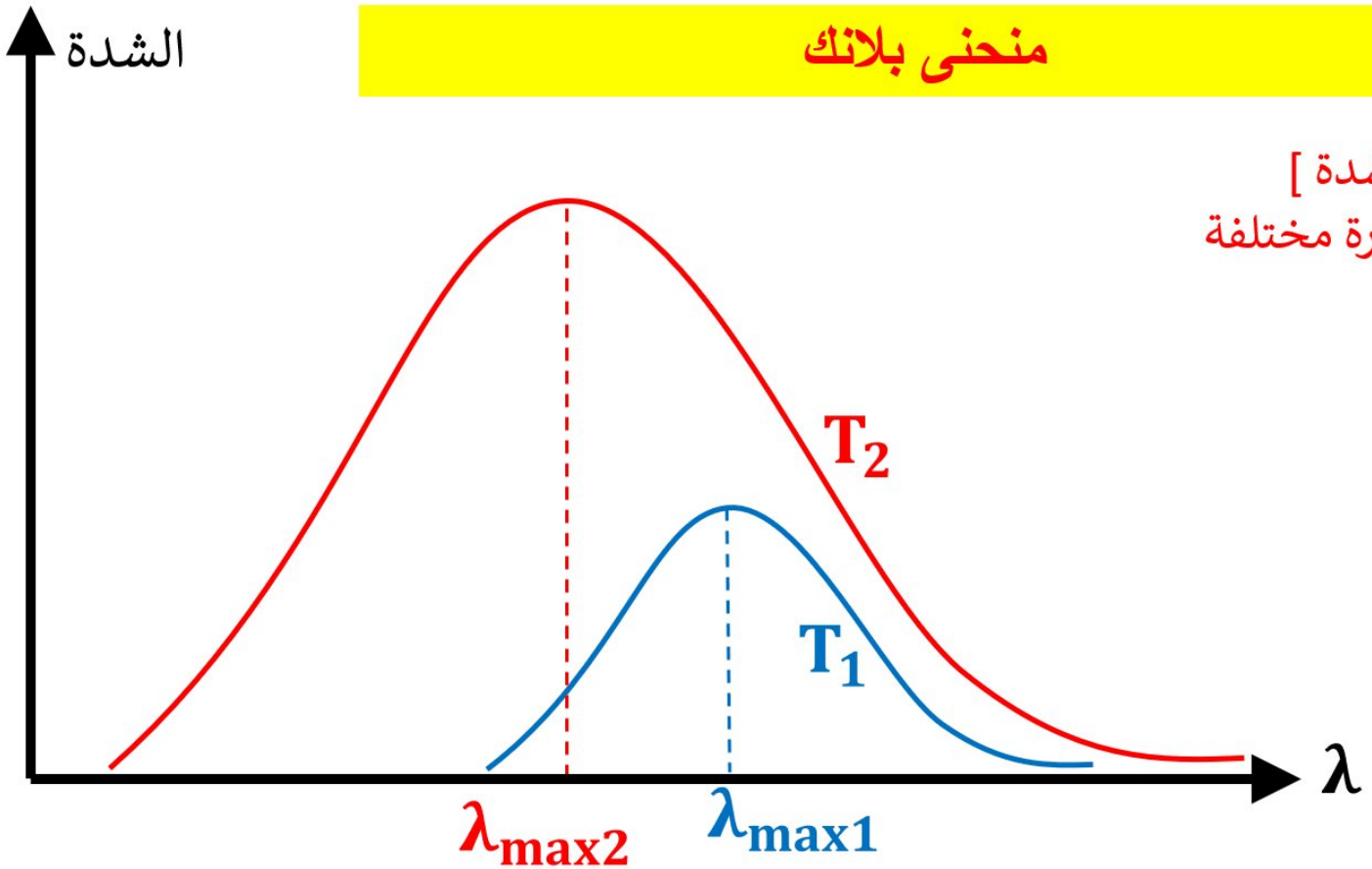
4. يتكرر هذا المنحنى مع كل الأجسام الساخنة التي تشع طيفا متصلا.

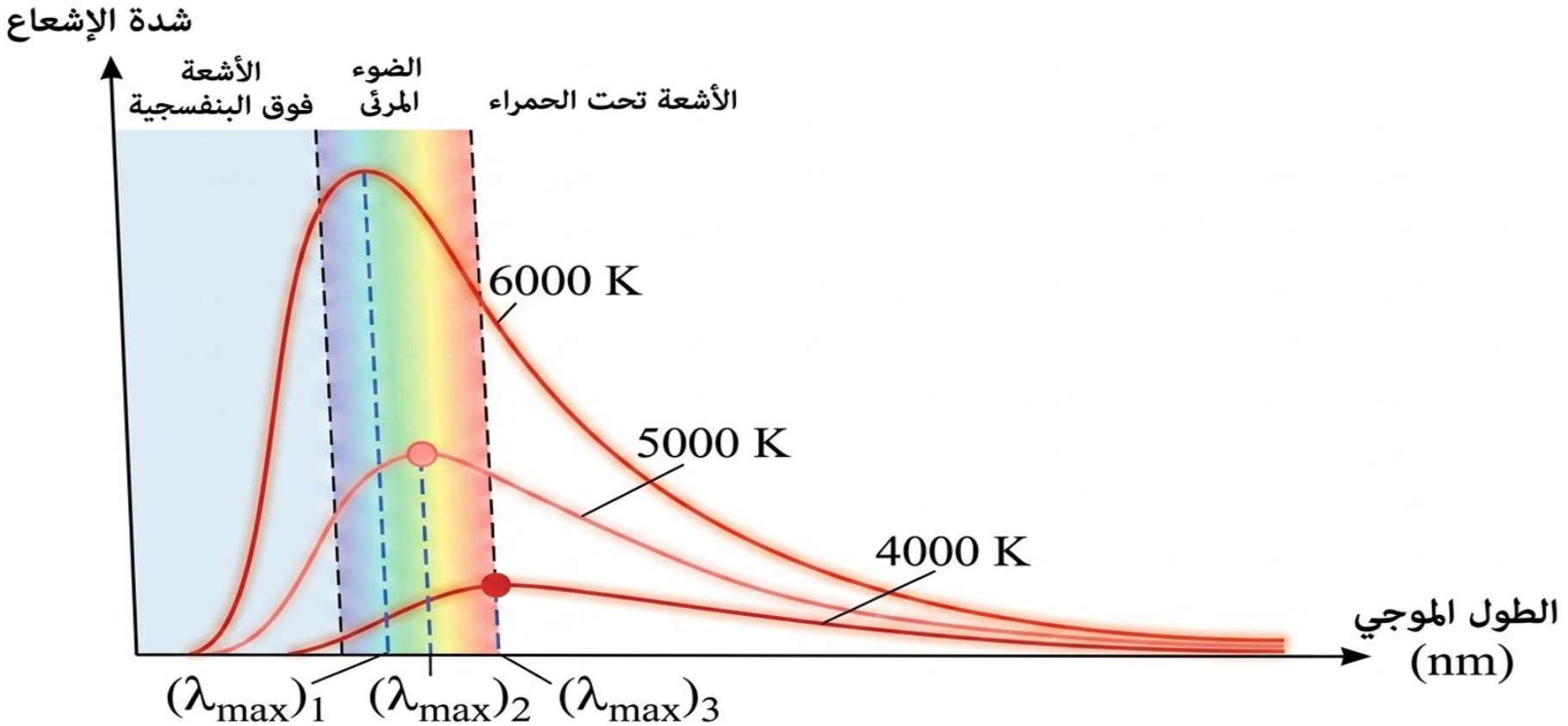
منحنى بلانك

عند رسم العلاقة بين [λ - الشدة]
لجسم واحد عند درجات حرارة مختلفة

بزيادة درجة الحرارة

1. تزداد الشدة
2. تزداد الطاقة الكلية
3. تقل قيمة λ_{max}

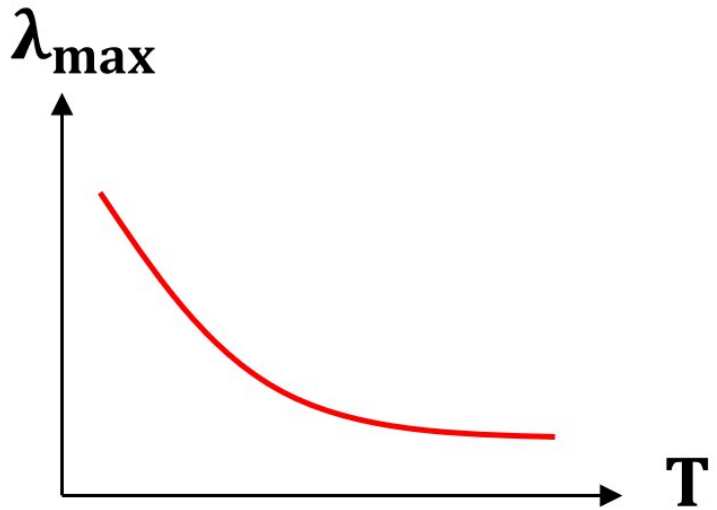



شدة الإشعاع
الأشعة فوق البنفسجية
الضوء المرئى
الأشعة تحت الحمراء
6000 K
5000 K
4000 K
الطول الموجي (nm)
$(\lambda_{max})_1$
$(\lambda_{max})_2$
$(\lambda_{max})_3$

قانون فين

مما سبق يمكن استنتاج قانون فين

قانون فين تتناسب قيمة λ_{max} عكسيا مع درجة حرارة الجسم المطلقة (بالكلفن) T



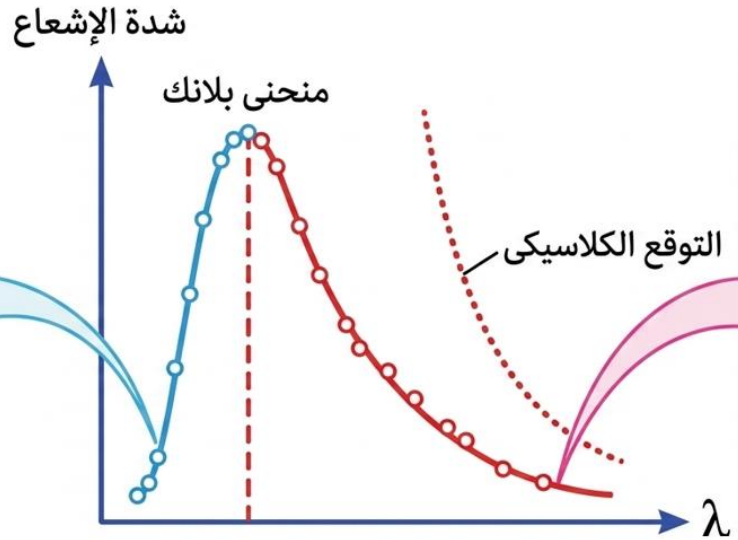
$$\lambda_{max} \ \alpha \ \frac{1}{T_{(\text{بالكلفن})}}$$

$$\frac{\lambda_{max1}}{\lambda_{max2}} = \frac{T_2}{T_1}$$

* لم تتمكن الفيزياء الكلاسيكية من تفسير هذه المشاهدات

لأنها تعتبر أن الإشعاع موجات كهرومغناطيسية متصلة وبالتالي فإنه من المتوقع زيادة شدة الإشعاع كلما زاد التردد (نقص الطول الموجى) بينما وجد عمليًا أن شدة الإشعاع تقل عند الترددات العالية (الأطوال الموجية القصيرة كما بالشكل.

بزيادة الطول الموجى يلاحظ أن شدة الإشعاع تزداد عمليًا وهو ما لا يتفق مع التوقع الكلاسيكى



بزيادة الطول الموجى تقل شدة الإشعاع وهو ما يتفق مع التوقع الكلاسيكى

فروض بلانك

1 يتكون الإشعاع من عدد كبير من وحدات أو دفقات صغيرة من الطاقة تسمي كل منها كوانتم أو كم (أطلق علية فيما بعد فوتون)

فوتون

كما ان هذه الفوتونات مختلفة عن بعضها فى الطاقة والتردد حيث تزداد طاقتها كلما زاد ترددها ويقل عددها كلما زادت هذه الطاقة

2 و تصدر الفوتونات نتيجة تذبذب ذرات الجسم الذي يصدر الإشعاع

وطاقة الذرات المتذبذبة ليست متصلة كما افترض التصور الكلاسيكي ولكنها منفصلة ومكماه

وتأخذ مستويات الطاقة قيم

$$E = nh\upsilon$$

حيث : (h) ثابت بلانك $6.625 \times 10^{-34} J.s$

n رقم المستوى

υ التردد

3- لايصدر إشعاع من الذرات طالما كانت مستقرة في مستوي طاقتها الأصلي (المستوي الارضي)

ولكن عند انتقال الذرة المتذبذبة من مستوي أعلي للطاقة الي مستوي الطاقة الادني الذى يليه يصدر فوتون طاقته

$$E = h\upsilon$$

ولذلك تختلف طاقة الفوتونات باختلاف ترددها

5- ولأن الشعاع يتألف من بلايين من الفوتونات فنحن لا نلاحظها منفصلة

ولكن نلاحظ خواص الإشعاع الصادر ككل وهذه الخواص هي الخواص الكلاسيكية للموجات

تطبيقات علي الاشعاع الصادر من الأجسام المختلفة

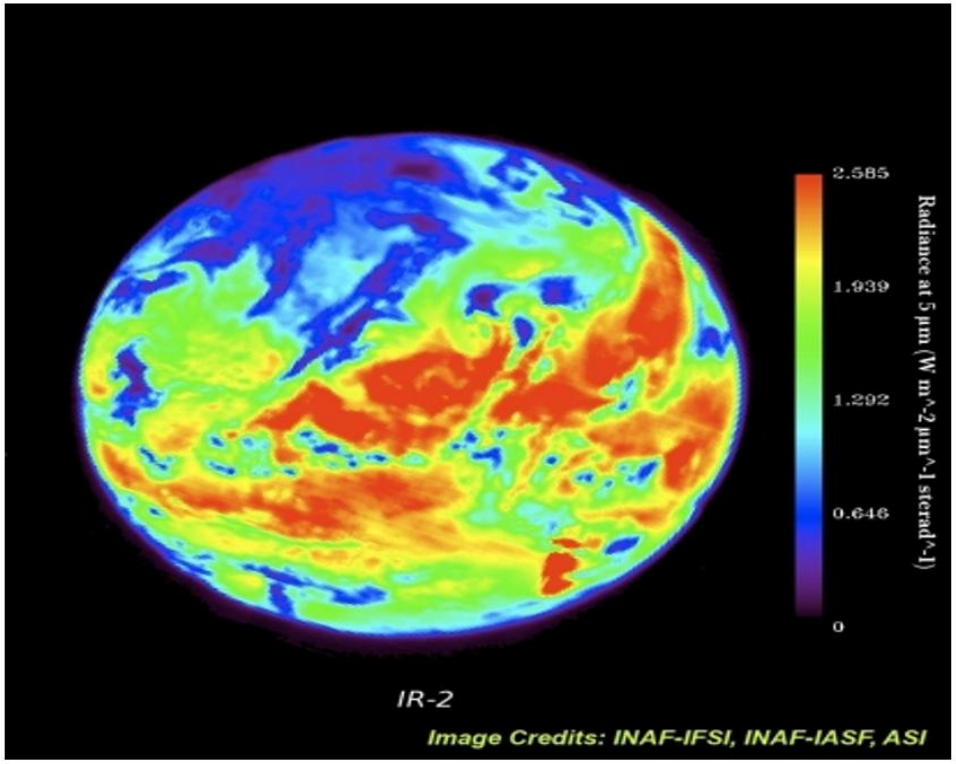
1 تحديد مصادر الثروة الطبيعية

حيث يمكن تصوير سطح الأرض باستخدام مناطق الطيف المختلفة (الأشعة تحت الحمراء المنبعثة من سطح الأرض – الضوء المرئي المنعكس عن سطح الارض – الموجات الميكرومترية " موجات الميكروويف " المستخدمة في الرادار)

عن طريق أقمار صناعية وأجهزة قياس محمولة جواً وأجهزة أرضية وتسمي هذه التقنية الاستشعار عن بُعد

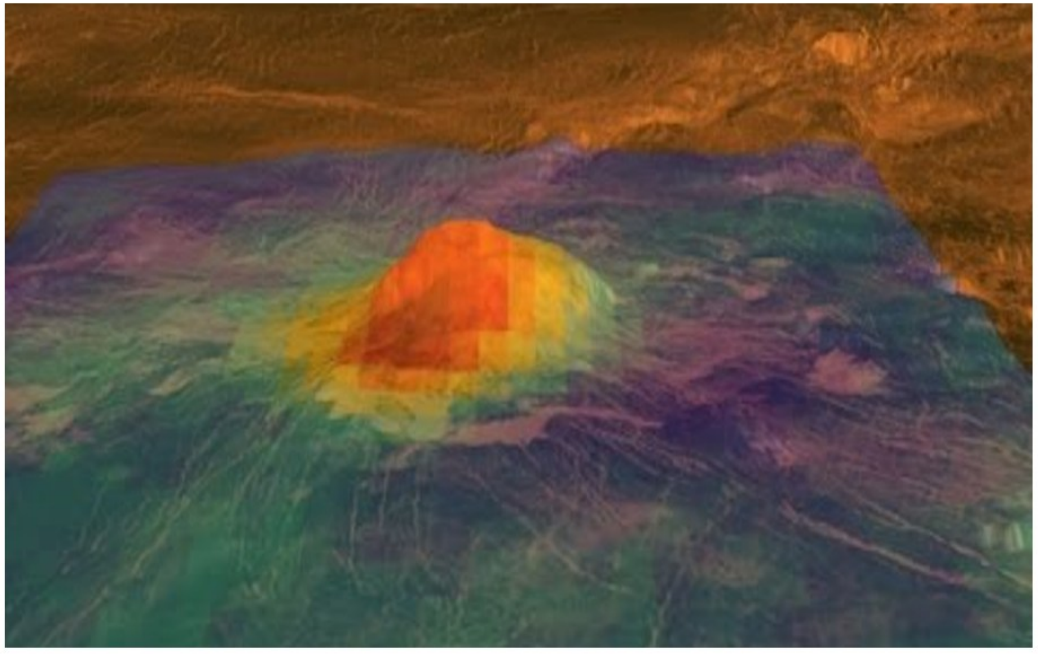
تطبيقات علي الاشعاع الصادر من الأجسام المختلفة

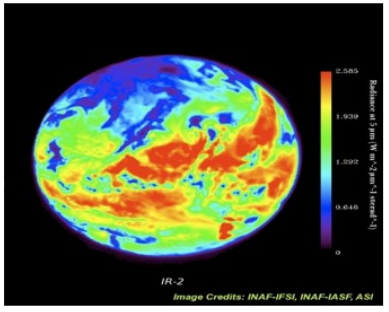
1 تحديد مصادر الثروة الطبيعية



تطبيقات علي الاشعاع الصادر من الأجسام المختلفة

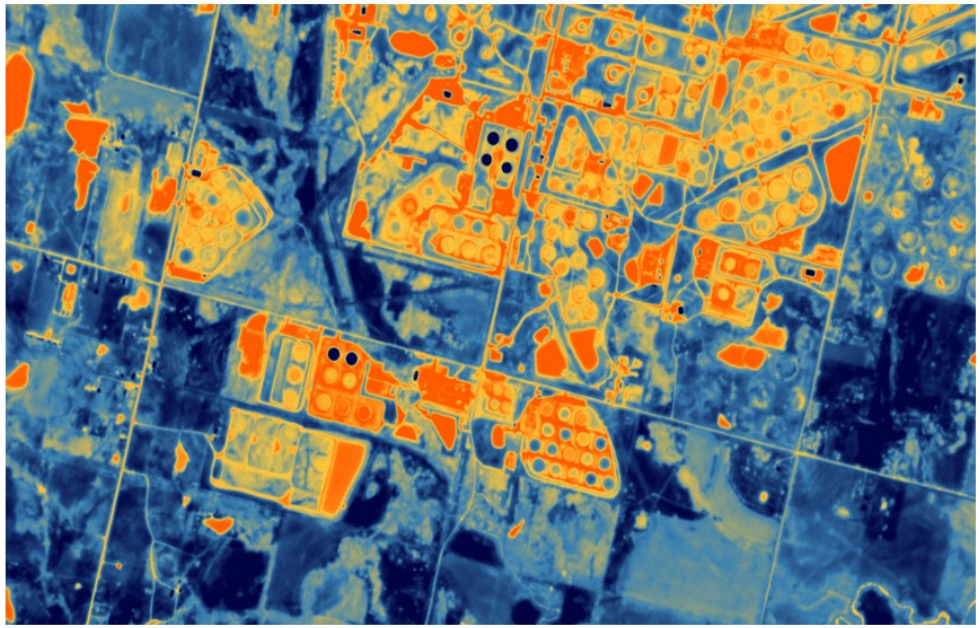
1 تحديد مصادر الثروة الطبيعية

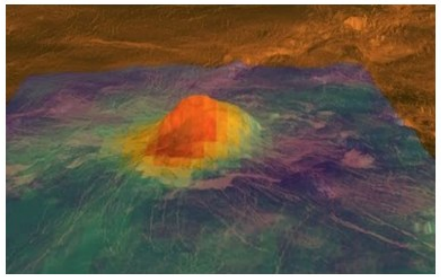


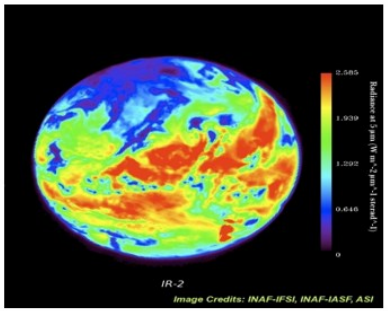


تطبيقات علي الاشعاع الصادر من الأجسام المختلفة

1 تحديد مصادر الثروة الطبيعية







تطبيقات علي الاشعاع الصادر من الأجسام المختلفة

2 التطبيقات العسكرية

مثل أجهزة الرؤية الليلية لرؤية الأجسام المتحركة في الظلام بفعل ماتشعة من أشعاع حراري

تطبيقات علي الاشعاع الصادر من الأجسام المختلفة

2 التطبيقات العسكرية

مثل أجهزة الرؤية الليلية لرؤية الأجسام المتحركة في الظلام بفعل ماتشعه من إشعاع حراري

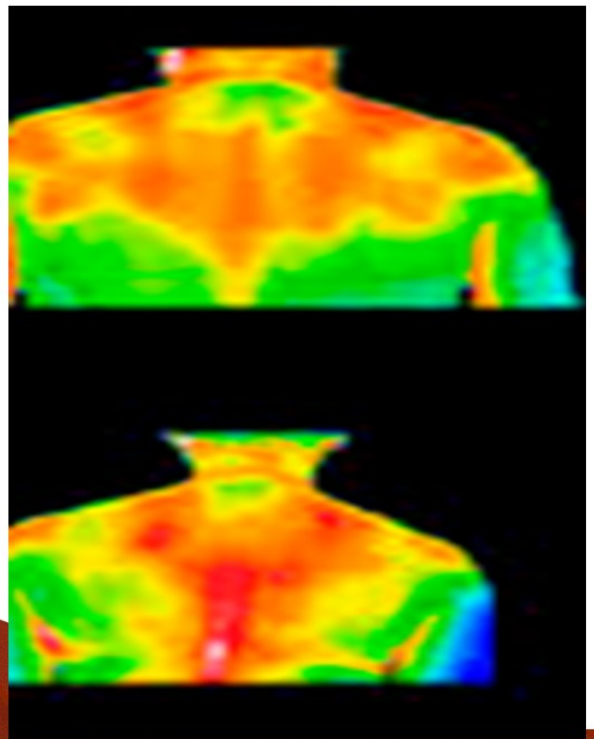
تطبيقات علي الاشعاع الصادر من الأجسام المختلفة

2 التطبيقات العسكرية

مثل أجهزة الرؤية الليلية لرؤية الأجسام المتحركة في الظلام بفعل ماتشعة من أشعاع حراري

تطبيقات علي الاشعاع الصادر من الأجسام المختلفة

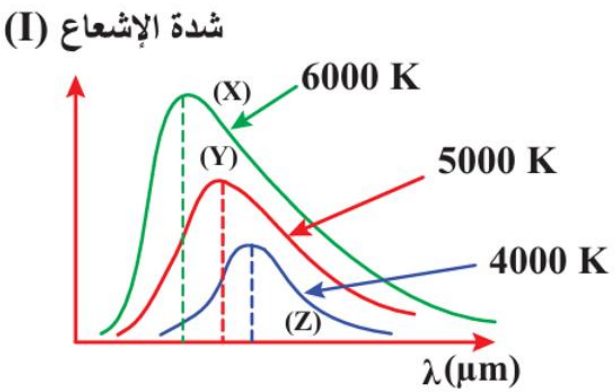
3 يستخدم التصوير الحراري في الطب خاصة في مجال اكتشاف الأورام وعلم الأجنة



تطبيقات علي الاشعاع الصادر من الأجسام المختلفة

4 يستخدم التصوير الحراري في علم البحث الجنائي والأدلة الجنائية حيث يبقي الإشعاع الحراري للجسم فترة حتي بعد تركه المكان

يمثل الشكل البياني العلاقة بين شدة الإشعاع الكهرومغناطيسي (I) والطول الموجى(λ) لثلاثة أجسام متوهجة فإن النسبة بين الأطوال الموجية المصاحبة لأقصى شدة اشعاع علي الترتيب $\lambda_x : \lambda_y : \lambda_z$ تكون .....



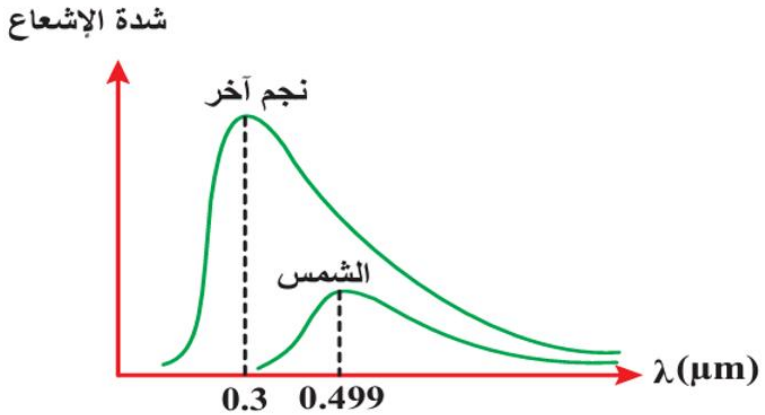
أ) 4 : 5 : 6

ب) 6 : 5 : 4

حـ) 8 : 10 : 12

ء) 15 : 12 : 10

يوضح الشكل الذي أمامك العلاقة بين شدة الإشعاع المنبعث من كل من الشمس ونجم آخر والطول الموجي لهذا الإشعاع، فإذا علمت أن درجة حرارة سطح الشمس 6000K ، باستخدام البيانات الموضحة على الشكل تكون درجة حرارة سطح النجم الآخر تساوي .....



أ) 9980 K
ب) 8920 K
حـ) 11250 K
ء) 8540 K

جسم ساخن، الطول الموجي المصاحب لأقصى شدة إشعاع عندما تكون درجة حرارته 6000 K هو (λ) . فإن الطول الموجي المصاحب لأقصى شدة إشعاع له عندما تصبح درجة حرارته 2000 K تساوي .....

أ) $\frac{\lambda}{3}$ ب) 3λ جـ) $\sqrt{3}\lambda$ د) $\frac{\lambda}{\sqrt{3}}$

جسم ساخن متوهج درجة حرارته المطلقة (T) والطول الموجى المصاحب لأقصى شدة إشعاع (λ) ، عند رفع درجة حرارته بمقدار 4000K يقل الطول الموجى المصاحب لأقصى شدة إشعاع بمقدار ($\frac{2}{3}\lambda$). فإن درجة الحرارة (T) تساوى .....

أ) 8000 K
ب) 4000 K
حـ) 2666.67 K
د) 2000 K

الانبعاث الإلكتروني الحراري

هي ظاهرة انبعاث الإلكترونات من اسطح الفلزات عند تسخينها

سطح معدني بارد

الانبعاث الإلكتروني الحراري

هي ظاهرة انبعاث الإلكترونات من اسطح الفلزات عند تسخينها

سطح معدني ساحن

الانبعاث الإلكتروني الحراري

هي ظاهرة انبعاث الإلكترونات من اسطح الفلزات عند تسخينها

سطح معدني ساحن

الانبعاث الإلكتروني الحراري

هي ظاهرة انبعاث الإلكترونات من اسطح الفلزات عند تسخينها

سطح معدني ساحن

الانبعاث الإلكتروني الحراري

هي ظاهرة انبعاث الإلكترونات من اسطح الفلزات عند تسخينها

يحتوى أى فلز على إلكترونات حرة تستطيع أن تتحرك حول الموجبة داخل

الفلز ولكنها لا تستطيع أن تغادره بسبب قوى التجاذب التي تجذبها دائما للداخل، وتسمى هذه القوى حاجز جهد السطح.

سطح معدني ساحن

حاجز جهد السطح

قوى التجاذب التي تجذب الإلكترونات إلى داخل الفلز وتمنع تحررها من سطحه.

الانبعاث الإلكتروني الحراري

هي ظاهرة انبعاث الإلكترونات من اسطح الفلزات عند تسخينها

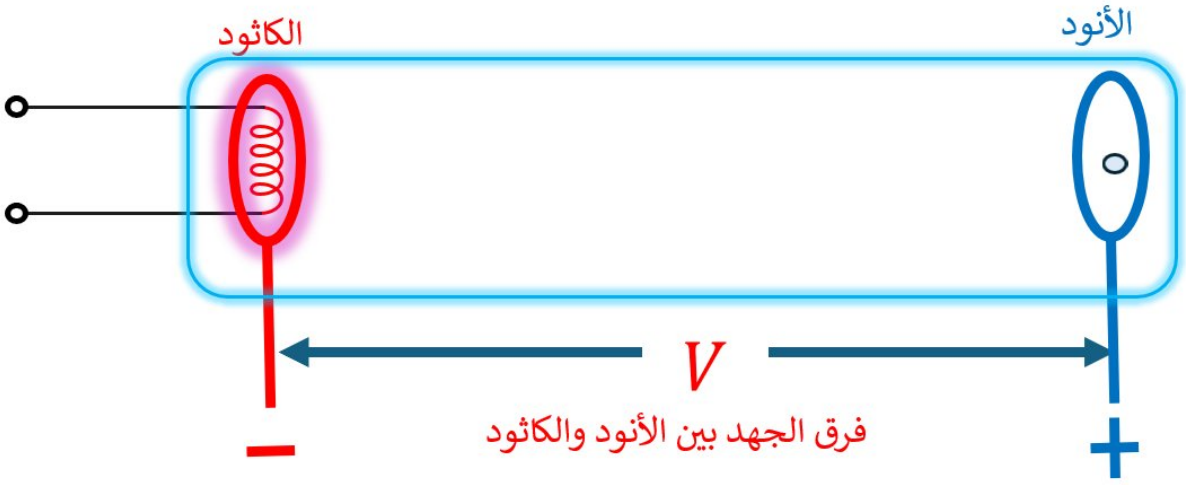
حاجز جهد السطح

قوى التجاذب التي تجذب الإلكترونات إلى داخل الفلز وتمنع تحررها من سطحه.

*إذا اكتسبت هذه الإلكترونات طاقة حرارية أو ضوئية

يمكن أن تتحرر من الفلز إذا كانت هذه الطاقة كافية للتغلب على حاجز جهد السطح

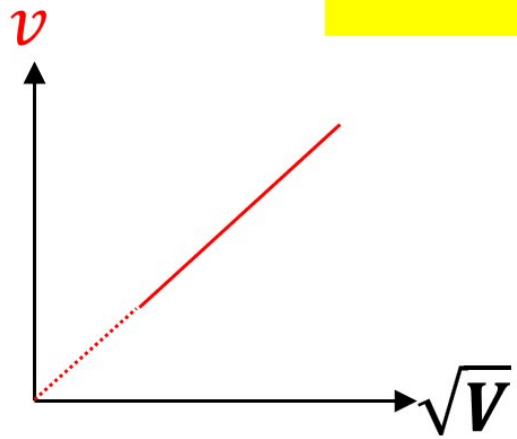
الانبعاث الإلكتروني الحراري



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

$$v = \sqrt{\frac{2eV}{m_e}}$$

الانبعاث الإلكتروني الحراري



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

$$v = \sqrt{\frac{2eV}{m_e}}$$

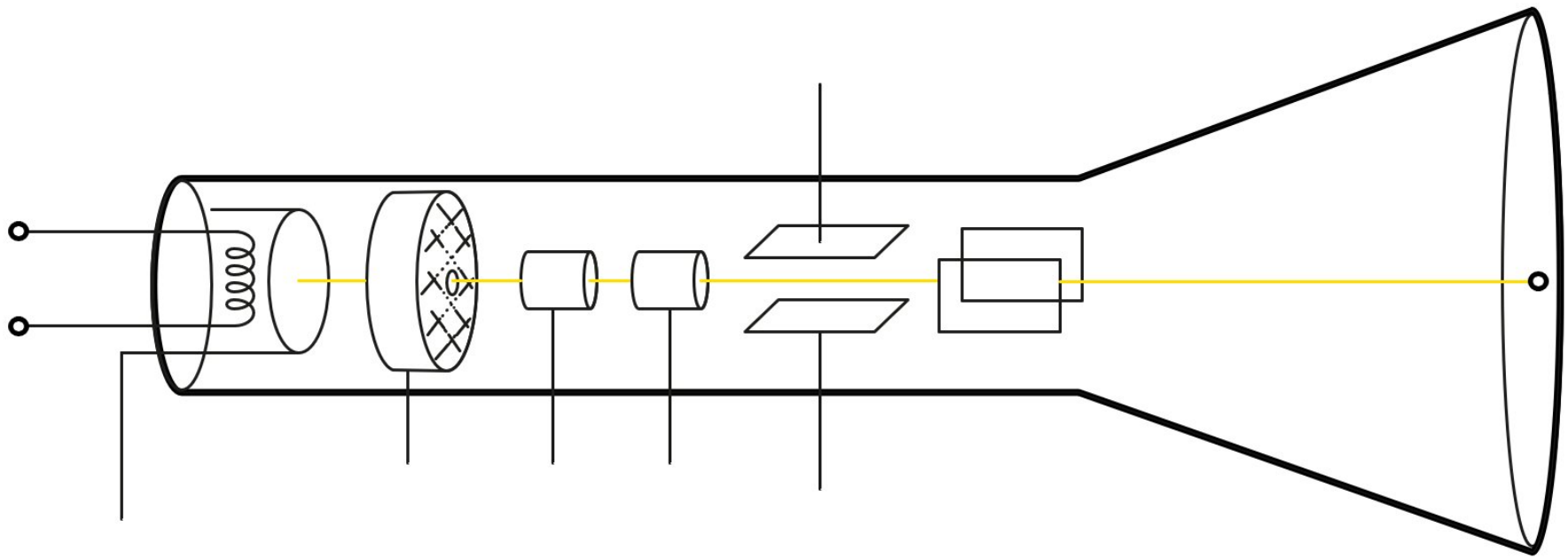
$$slope = \sqrt{\frac{2e}{m_e}}$$

$$m_e = 9.1 \times 10^{-31}\text{kg}$$

$$e = 1.6 \times 10^{-19}\text{C}$$

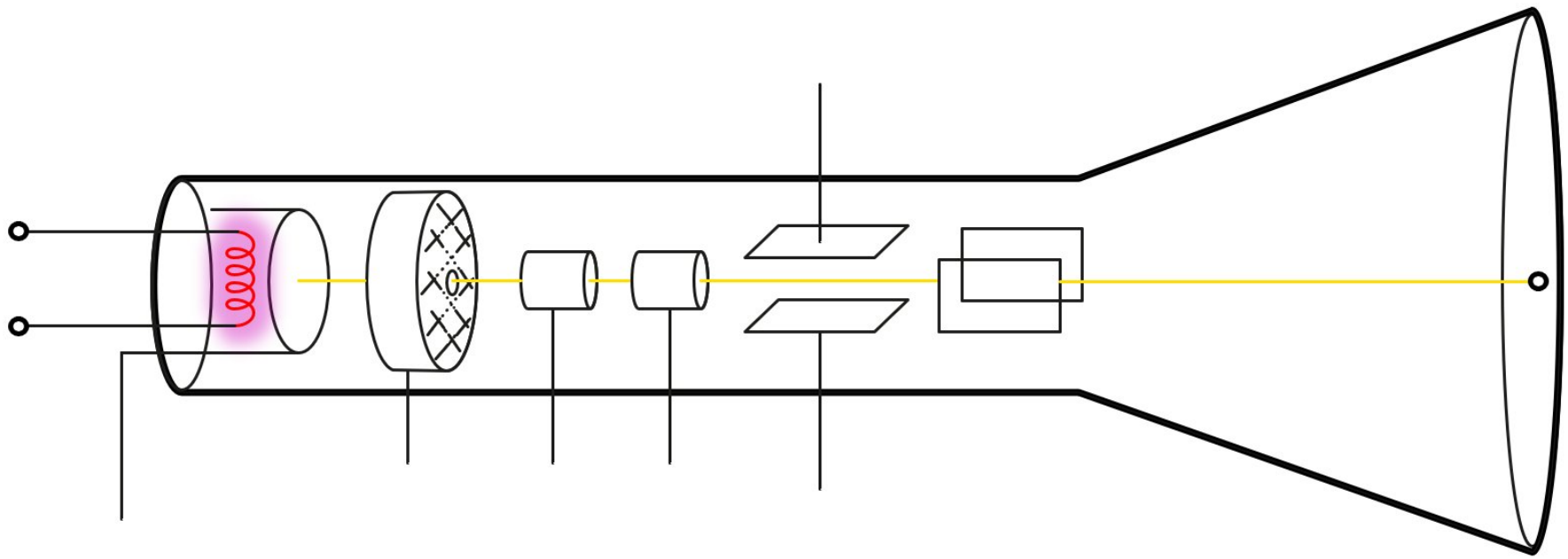
أنبوبة أشعة الكاثود

المكونات - الاستخدام



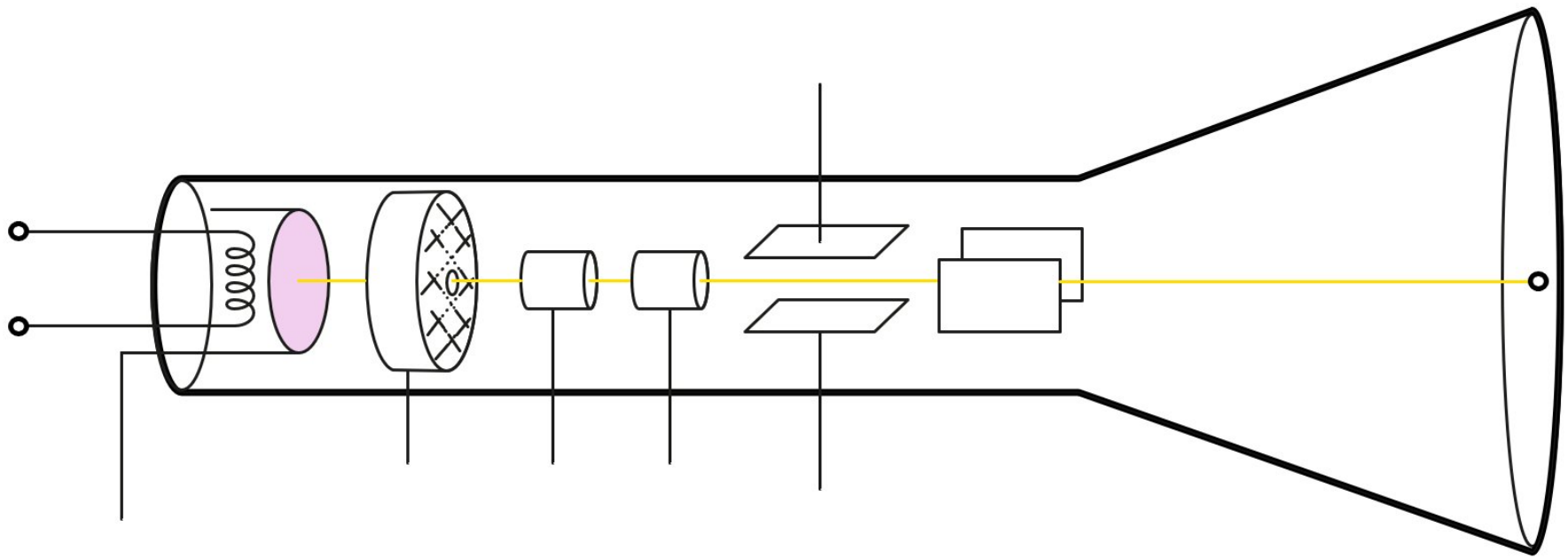
أنبوبة أشعة الكاثود

المكونات - الاستخدام



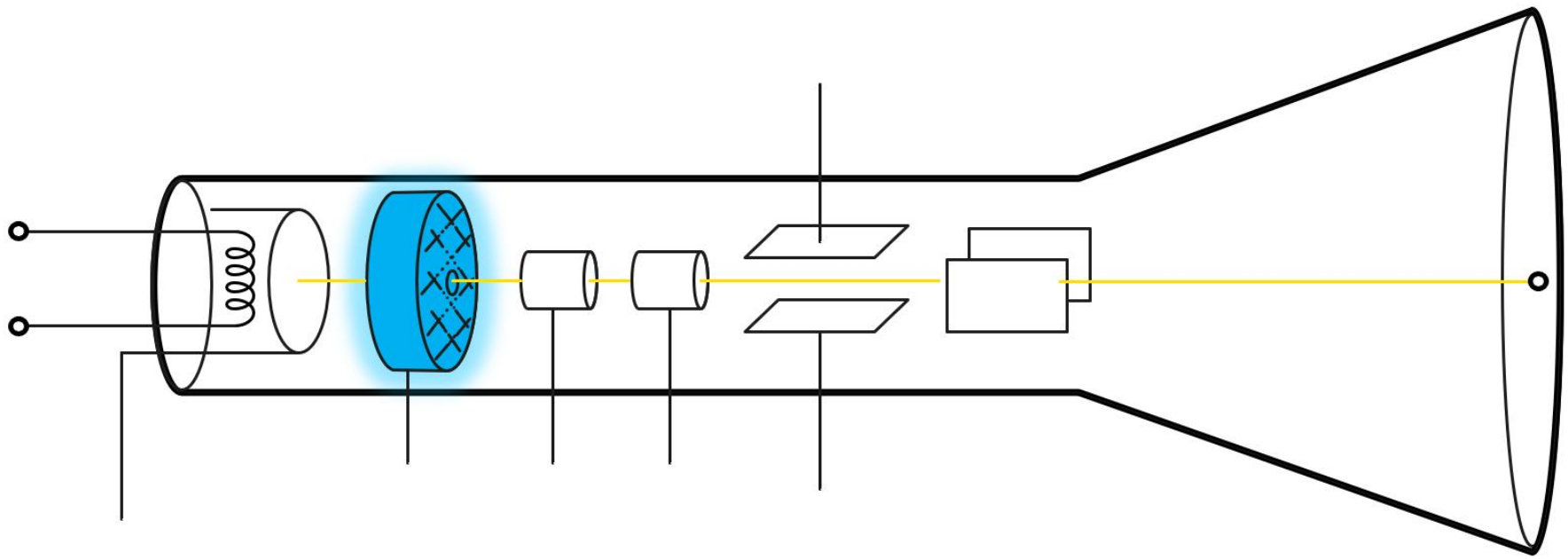
أنبوبة أشعة الكاثود

المكونات - الاستخدام



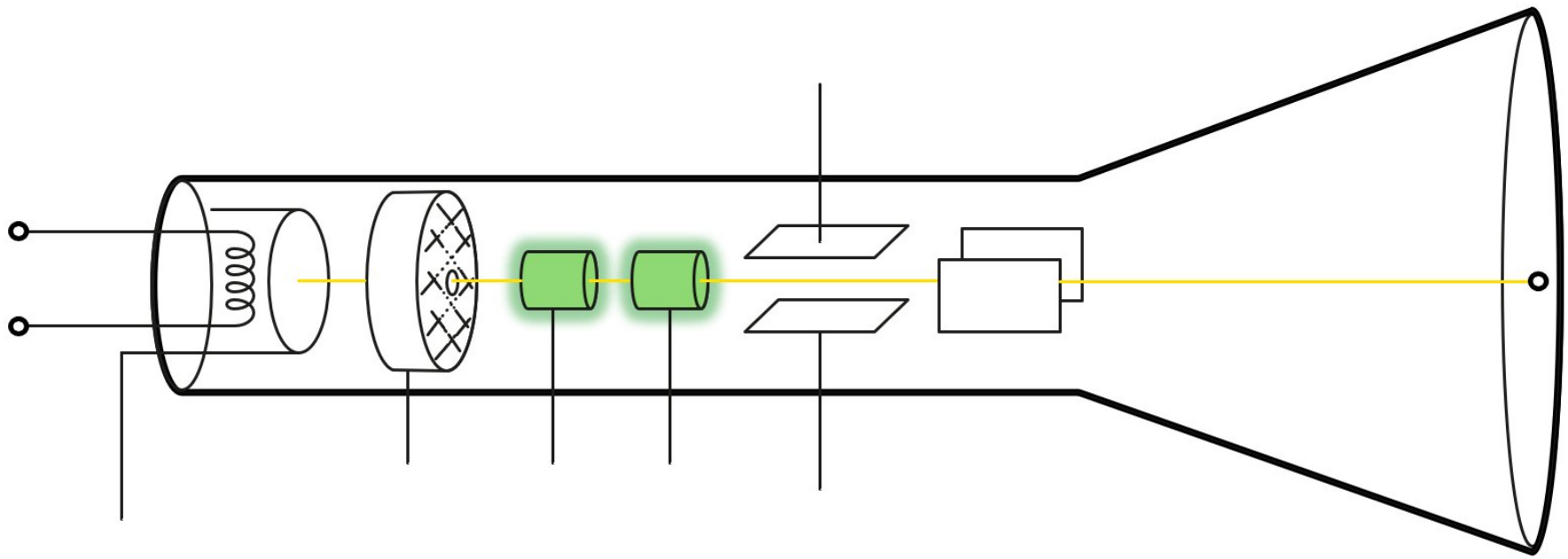
أنبوبة أشعة الكاثود

المكونات - الاستخدام



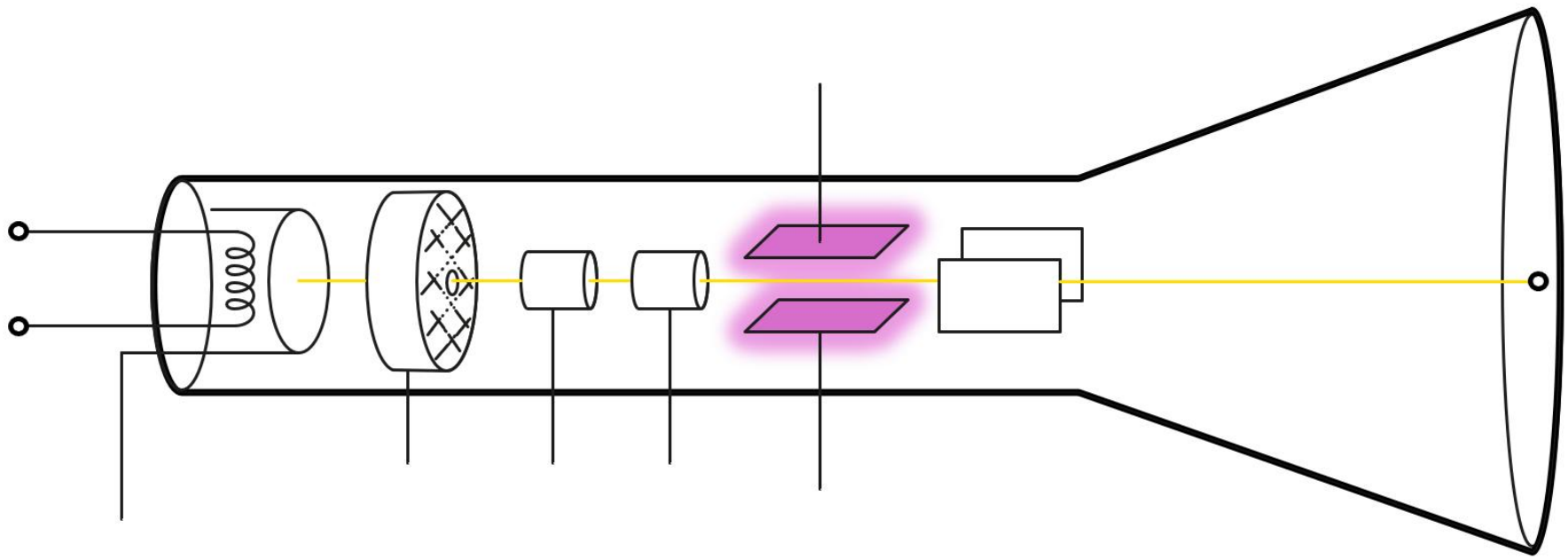
أنبوبة أشعة الكاثود

المكونات - الاستخدام



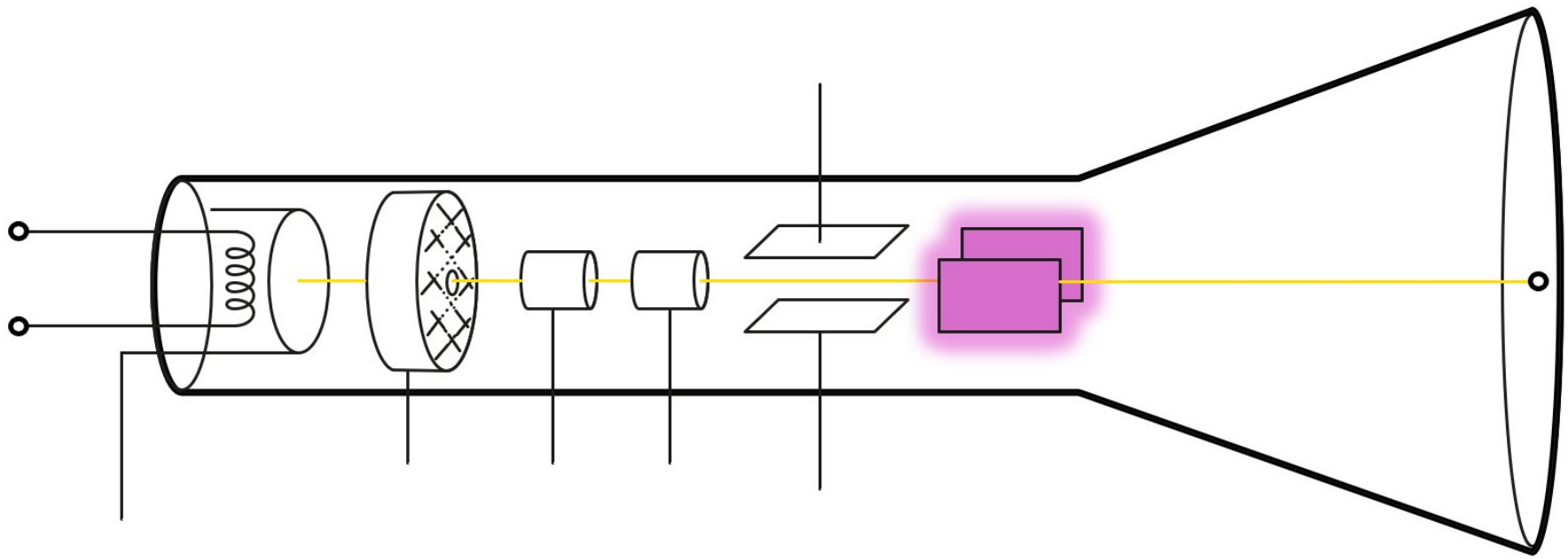
أنبوبة أشعة الكاثود

المكونات - الاستخدام



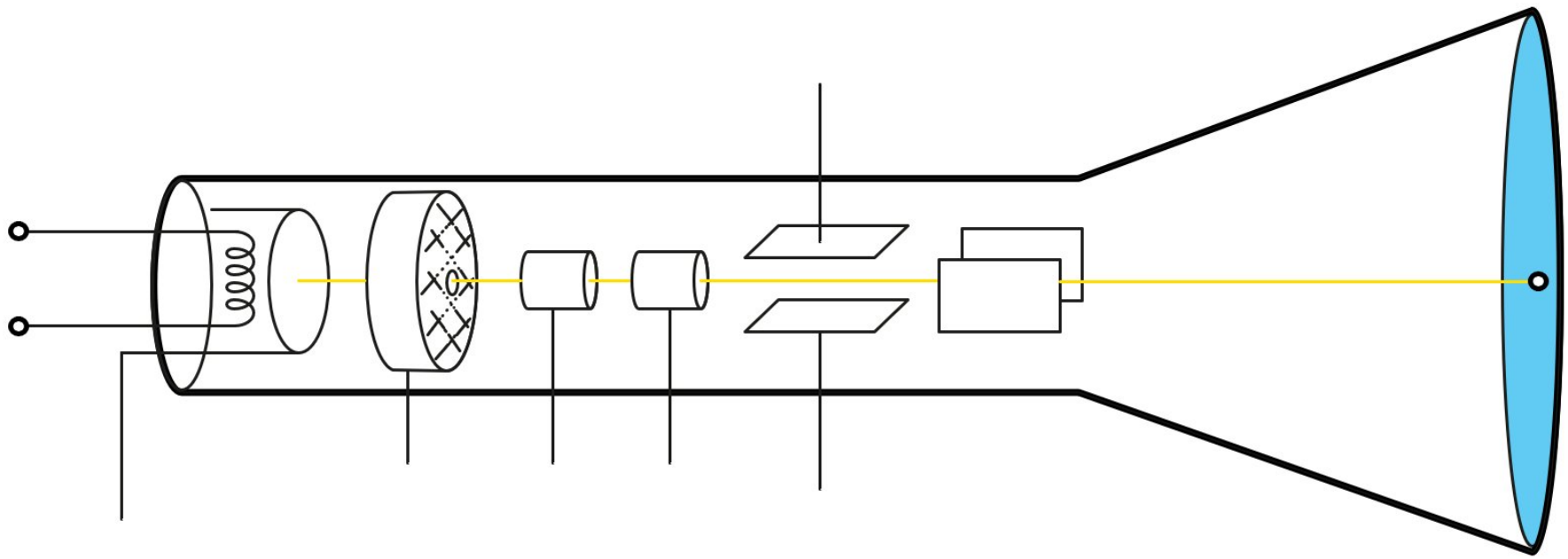
أنبوبة أشعة الكاثود

المكونات - الاستخدام



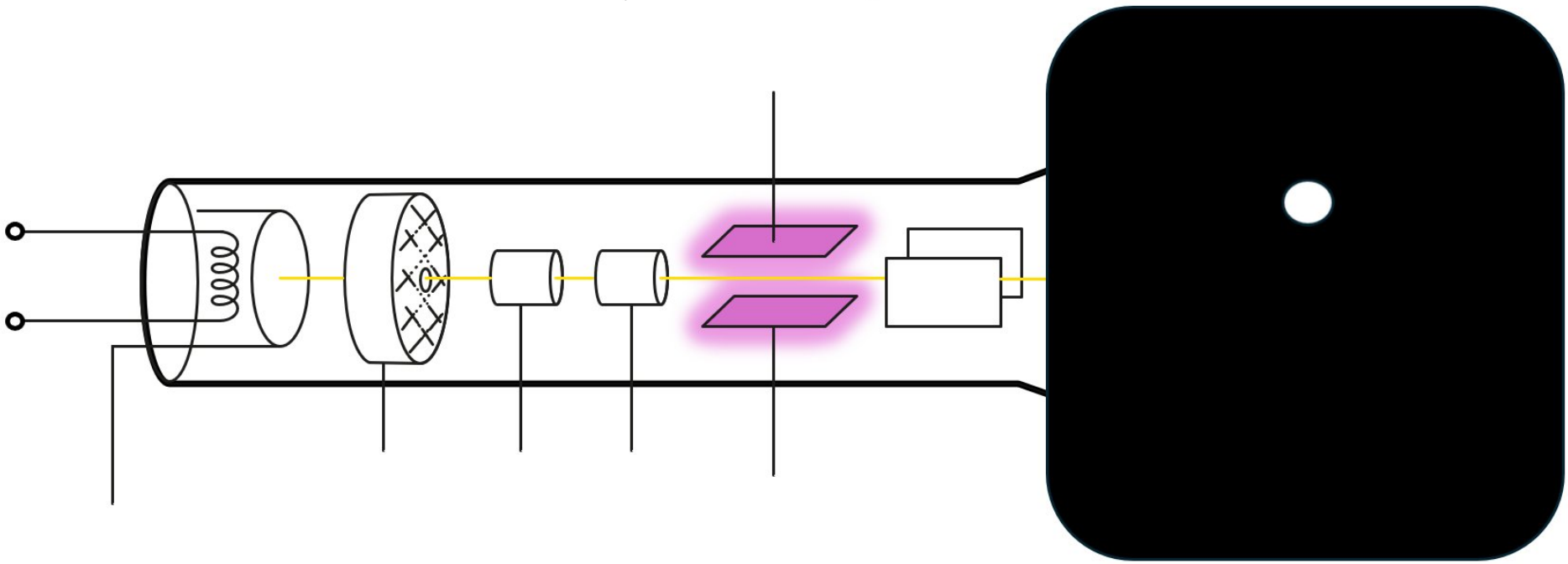
أنبوبة أشعة الكاثود

المكونات - الاستخدام



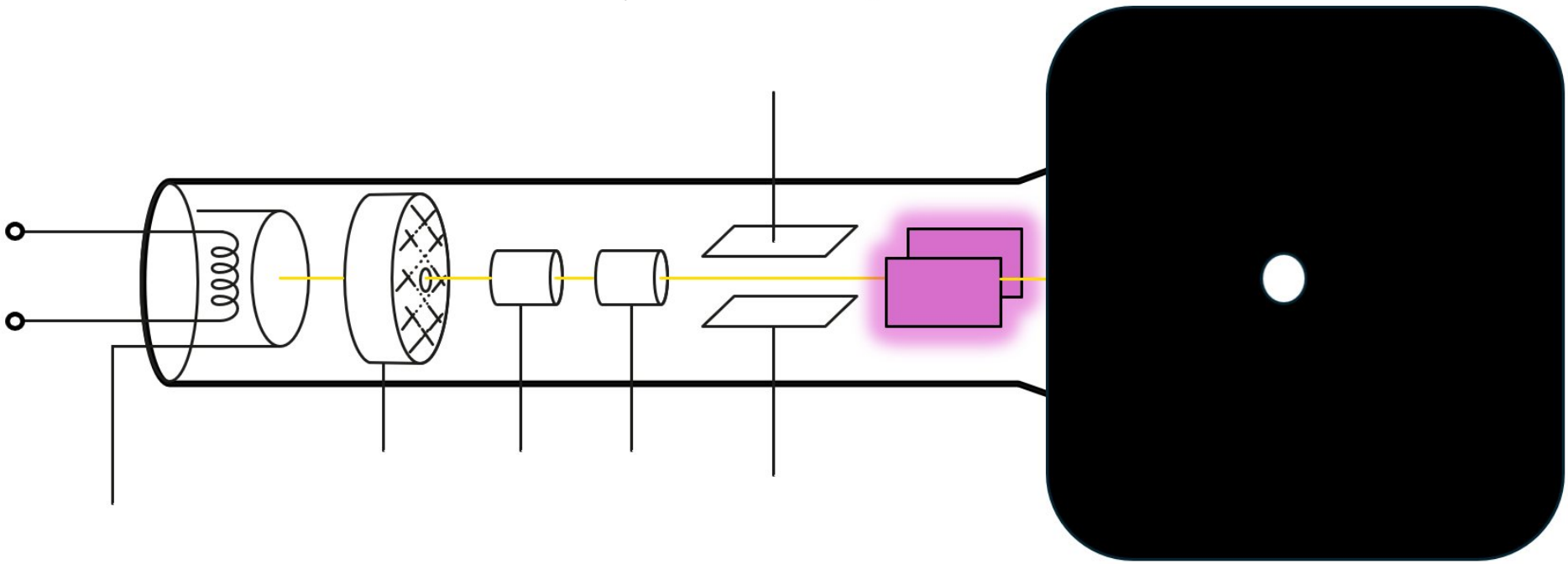
أنبوبة أشعة الكاثود

المكونات - الاستخدام



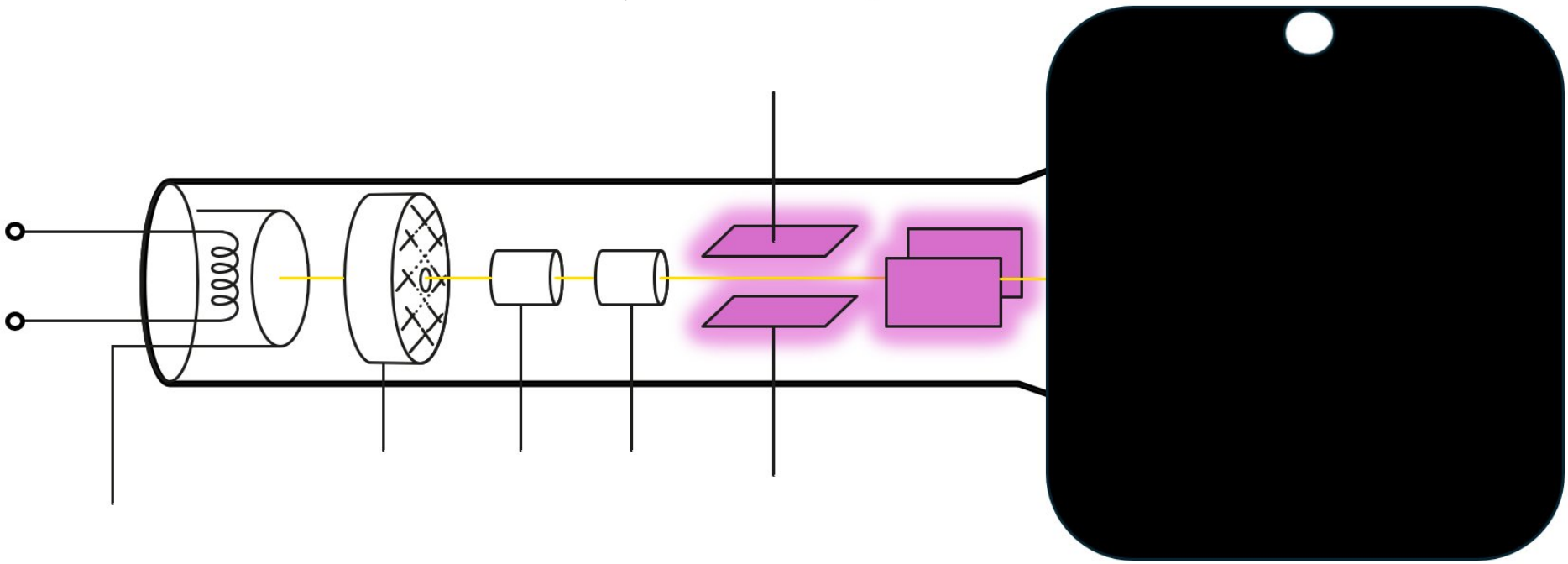
أنبوبة أشعة الكاثود

المكونات - الاستخدام



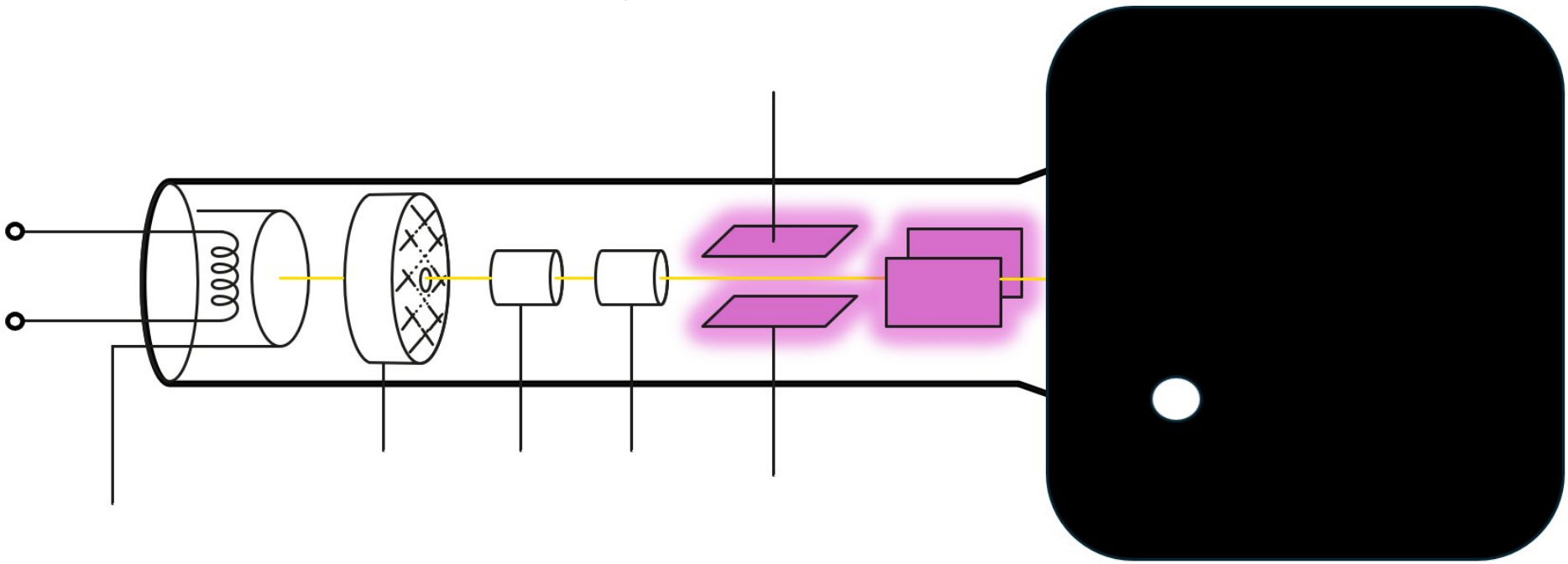
أنبوبة أشعة الكاثود

المكونات - الاستخدام



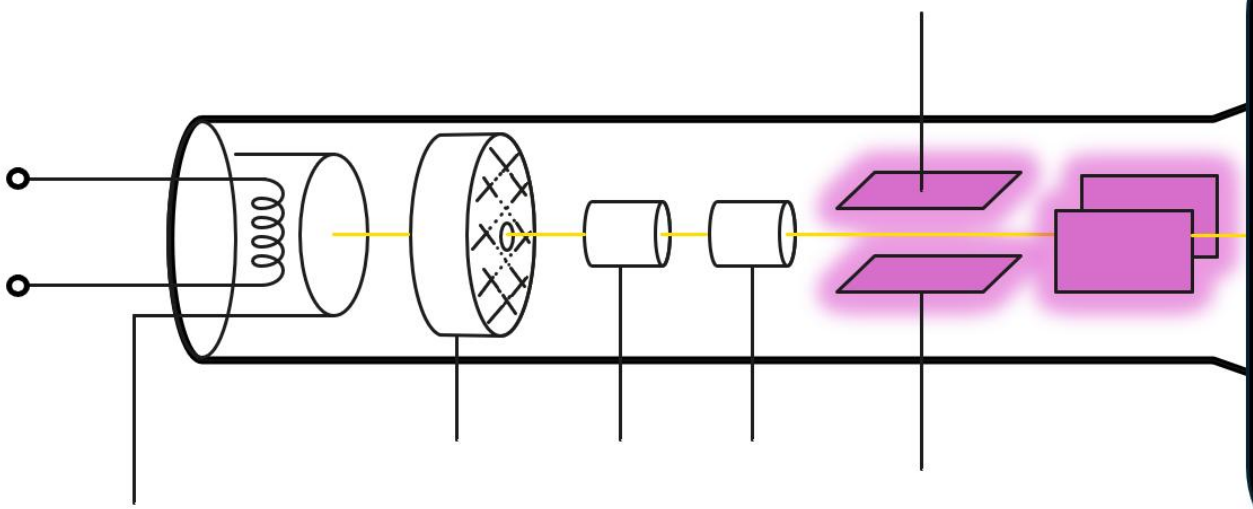
أنبوبة أشعة الكاثود

المكونات - الاستخدام



أنبوبة أشعة الكاثود

المكونات - الاستخدام



في أنبوبة اشعة الكاثود، ماذا يحدث مع التفسير لشدة إضاءة الشاشة الفلورسية عند ..... ؟

1- زيادة جهد الشبكة السالب

2- تلف نظام تحريك الشعاع (المجالات الكهربية أوالمغناطيسية)

في أنبوبة شعاع الكاثود، عند زيادة فرق الجهد المطبق بين الكاثود والأنود إلى أربعة أمثال قيمته الأصلية، فإن سرعة الالكترونات المتحررة ....

أ) تزداد إلى أربعة أمثال قيمتها الأصلية

ب) تزداد إلى الضعف

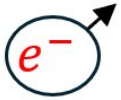
حـ) تقل إلى النصف

ء) تزداد إلى 16 أمثال قيمتها الأصلية

الظاهرة الكهروضوئية

هي ظاهرة انبعاث الإلكترونات من اسطح بعض الفلزات عند سقوط الضوء عليها

تفسير الفيزياء الكلاسيكية



الضوء عبارة عن موجات تحمل طاقة

عندما تسقط على سطح المعدن تمتص الإلكترونات هذه الطاقة
فتتحرر من سطح المعدن

وبناء على ذلك ينبغى ان

الظاهرة الكهروضوئية

توقعات الفيزياء الكلاسيكية

1. انبعاث الإلكترونات يتوقف علي شدة الضوء بصرف النظر عن التردد

2. تزداد طاقة حركة الألكترونات المنبعثة بزيادة الشدة

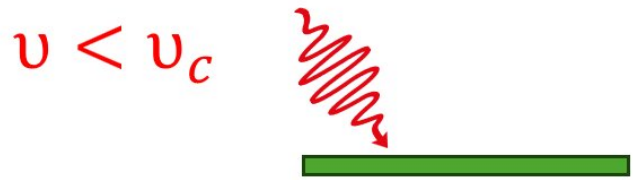
3. اذا كانت شدة الضوء ضعيفة فإن تسليط الضوء لفترة كفيل بإعطاء تلك الألكترونات طاقة لكى تتحرر

الظاهرة الكهروضوئية

1- اثبتت التجارب ان تحرر الإلكترونات من سطح المعدن يتوقف على تردد الضوء وليس على شدته

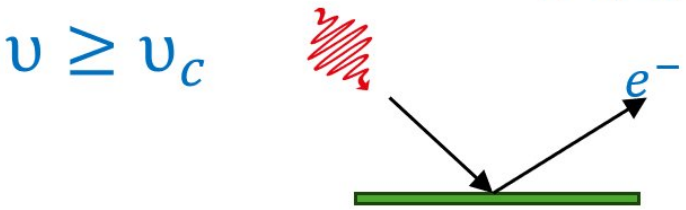
حيث لا تتحرر الإلكترونات من سطح المعدن الا عند تردد معين يسمى التردد الحرج υ_c

أ- عند سقوط ضوء تردده أقل من التردد الحرج $[\upsilon_c]$



لاتنبعث الإلكترونات
مهما زادت شدة الضوء أو فترة التعرض للضوء

ب - عند سقوط ضوء تردده أكبر من أو تساوي التردد الحرج $[\upsilon_c]$



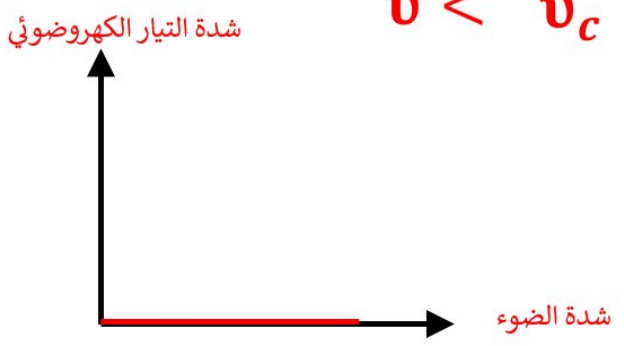
تنبعث الإلكترونات ,
وتزداد معدل الإلكترونات المنبعثة بزيادة معدل الضوء الساقط

الظاهرة الكهروضوئية

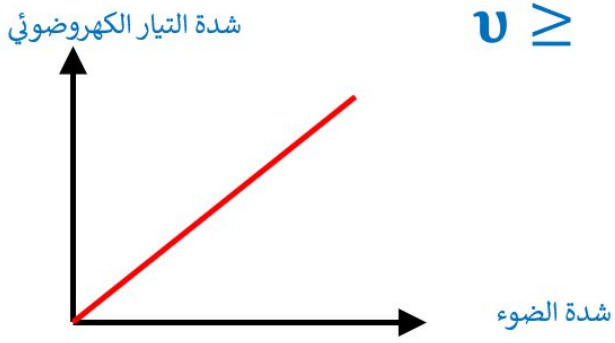
2- طاقة حركة الأكترونات المحررة تزداد بزيادة التردد وليس الشدة

3- كما انه بزيادة الشدة الضوئية تزداد شدة التيار الكهروضوئى بشرط ان يكون التردد اكبر من او يساوى التردد الحرج

$\upsilon < \upsilon_c$



$\upsilon \geq \upsilon_c$

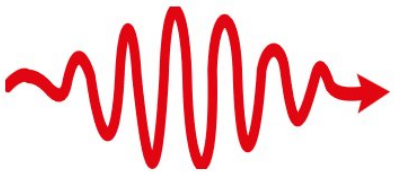


4- كما انه لا تجد فترة انتظار لتجميع الطاقة فتحرر الألكترونات يحدث فى لحظة سقوط الضوء مهما كانت الشدة ضعيفة بشرط ان يكون التردد اكبر من او يساوى التردد الحرج

الظاهرة الكهروضوئية

تفسير اينشتين

1 استخدم اينشتين فرض بلانك بأن الضوء مكون من كمات منفصلة(فوتونات) طاقة كل كمة معتمد علي تردد الضوء



$$E \alpha \quad \upsilon$$

$$E = h \quad \upsilon$$

ثابت بلانك

$$h = 6.625 \times 10^{-34} \text{J.S}$$

الظاهرة الكهروضوئية

تفسير اينشتين

❷ لكي يتم نزع الكترون من سطح المعدن يجب اكسابه طاقة لا تقل عن قيمة معينة تسمي داله الشغل E_W وتعتمد على نوع مادة السطح

ذهب	الومنيوم	سيزيوم
$E_{W2} = 5.1eV$	$E_{W2} = 4.28eV$	$E_{W1} = 2.14eV$

ويمكن حسابها من المعادلة

$$E_W = h\upsilon_c$$

حيث υ_c هي التردد الحرج للسطح أي أنه لكي يتم تحرير الإلكترون يجب أن يكون

$$E \geq E_W = h\upsilon_c$$

الظاهرة الكهروضوئية

تفسير اينشتين

حالة 1

عند سقوط ضوء بحيث يكون

طاقة الفوتون $E < E_W$

تردد الفوتون $\upsilon < \upsilon_c$

لاتنبعث الإلكترونات

مهما زادت شدة الضوء أو فترة التعرض

الظاهرة الكهروضوئية

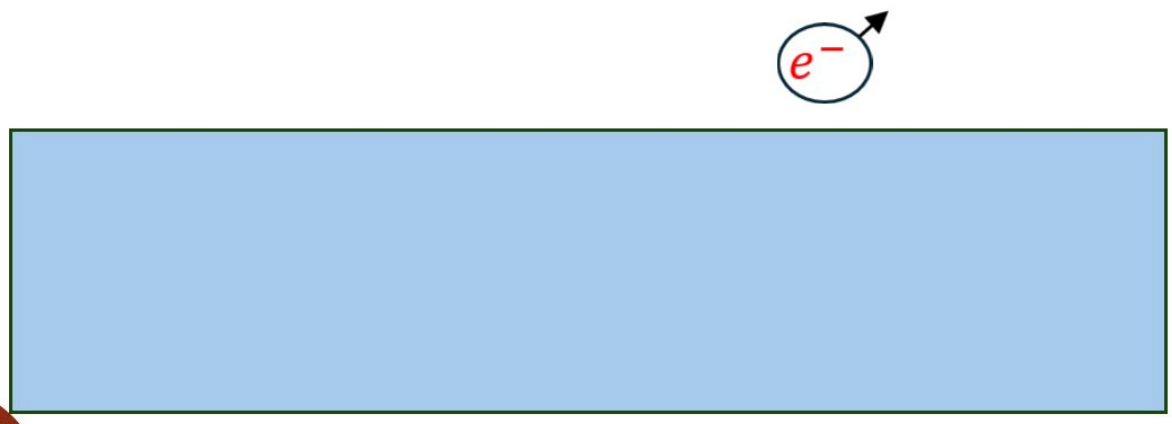
تفسير اينشتين

حالة 2

عند سقوط ضوء بحيث يكون

طاقة الفوتون $E = E_W$

تردد الفوتون $\upsilon = \upsilon_c$



تنبعث الإلكترونات بالكاد

وكلما زات شدة الضوء زاد عدد الإلكترونات المنبعثة

الظاهرة الكهروضوئية

تفسير اينشتين

حالة 3

عند سقوط ضوء بحيث يكون

طاقة الفوتون $E > E_W$

تردد الفوتون $\upsilon > \upsilon_c$

تنبعث الإلكترونات مكتسبة طاقة حركة

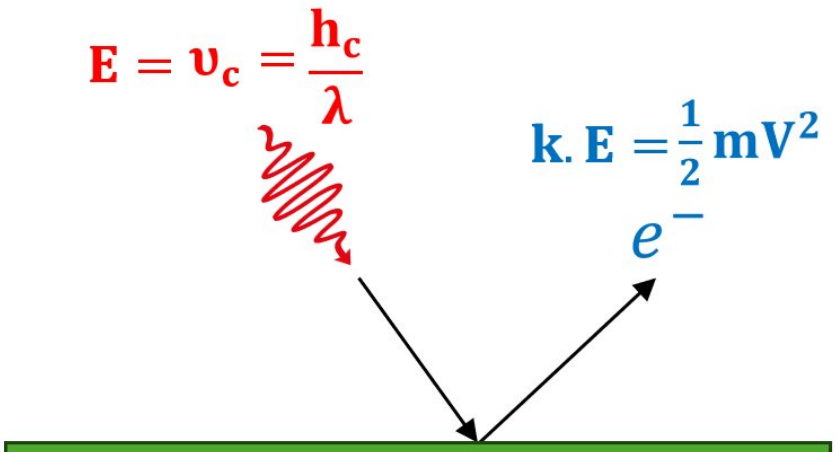
وكلما زات شدة الضوء زاد عدد الإلكترونات المنبعثة

الظاهرة الكهروضوئية

تفسير اينشتين

ومن الحالة 3

$E =$	E_W	$+ KE$
طاقة الفوتون	دالة الشغل	طاقة الحركة
$h\upsilon$	$h\upsilon_c$	$\frac{1}{2}mV^2$
$\frac{hc}{\lambda}$	$\frac{hc}{\lambda_c}$	eV_s جهد الايقاف



لاحظ أن $k.E$ في القانون هي اقصي طاقة حركة يمكن أن يمتلكها الإلكترون نتيجة سقوط الفوتونات

$$E_W = h\upsilon_c = \frac{h_c}{\lambda}$$

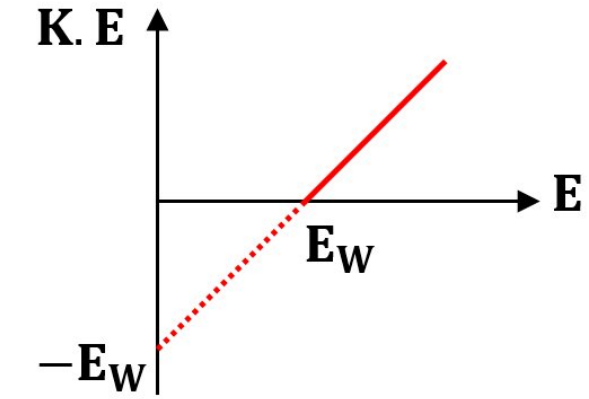
الظاهرة الكهروضوئية

القانون الأساسي $KE + E_W = E$

طاقة الحركة — دالة الشغل — طاقة الفوتون

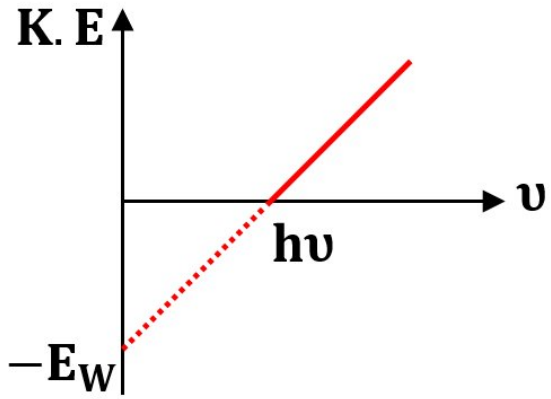
وله عدة أشكال

$KE = E - E_W$



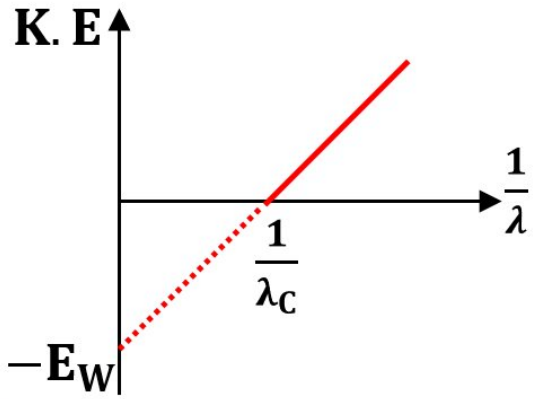
slope = 1

$KE = h\upsilon - E_W$



slope = h

$KE = \frac{hc}{\lambda} - E_W$



slope = hc

ملاحظات

- تتوقف دالة الشغل لسطح معدن علي نوع مادة السطح فقط ولاتتوقف علي

شدة الضوء الساقط

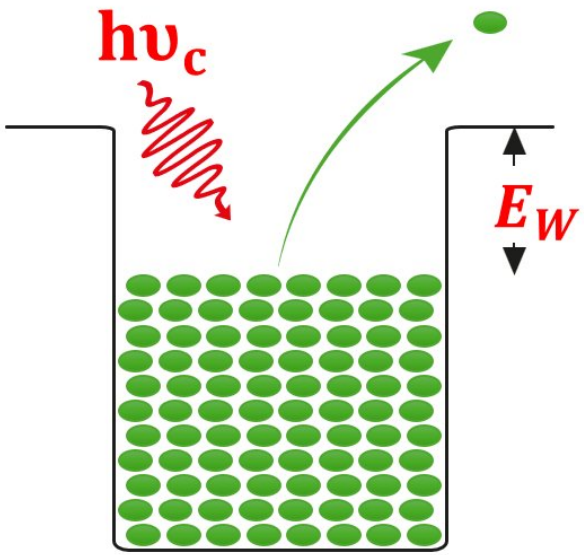
او زمن التعرض له

او فرق الجهد بين المصعد والمهبط

ملاحظات

إلكترون السطح يحتاج الي طاقة تساوي دالة الشغل ليتحرر بالكاد من السطح

إلكترون يتحرر بالكاد



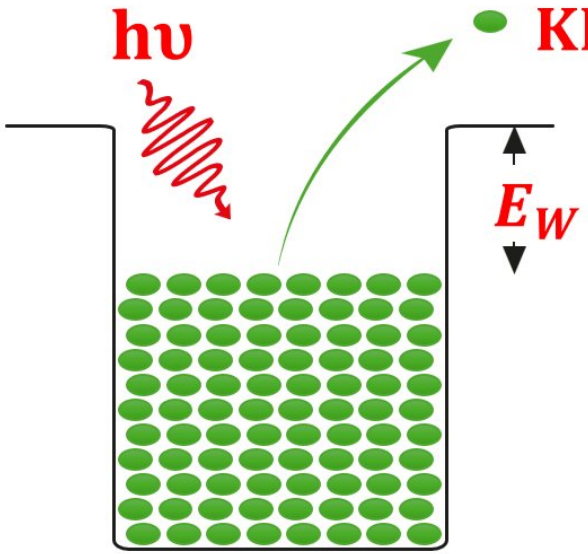
ملاحظات

إلكترون السطح يتحرر مكتسبا طاقة حركة تساوي الفرق بين طاقة الفوتون الساقط ودالة الشغل

$$h\upsilon > h\,\upsilon_c$$

إلكترون يكتسب طاقة حركة

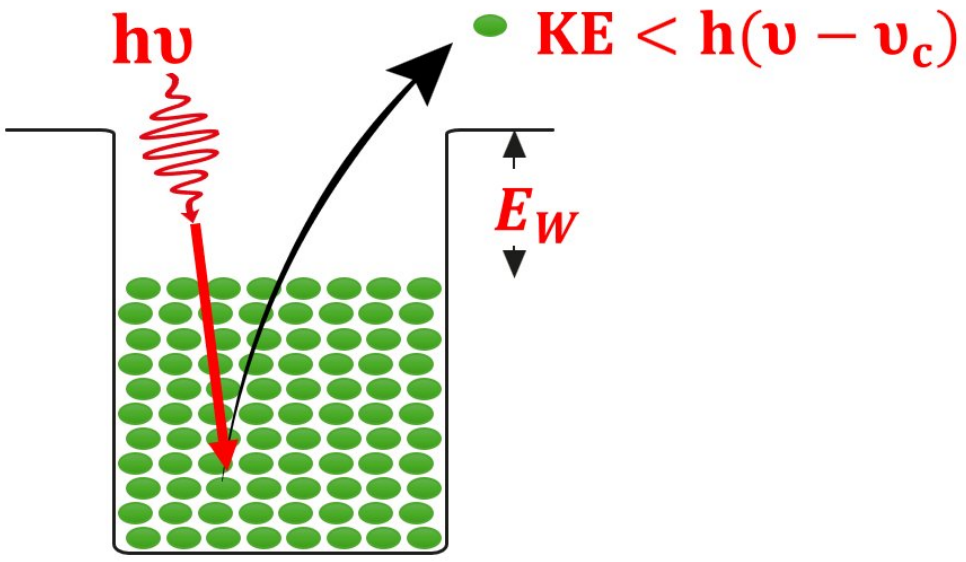
$$KE = h(\upsilon - \upsilon_c)$$



ملاحظات

الإلكترون الأكثر ارتباطاً يحتاج الي طاقة أكبر من دالة الشغل ليتحرر

$$h\upsilon > h\,\upsilon_c$$



الخلية الكهروضوئية

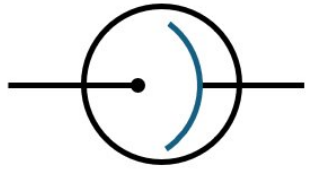
الاستخدام

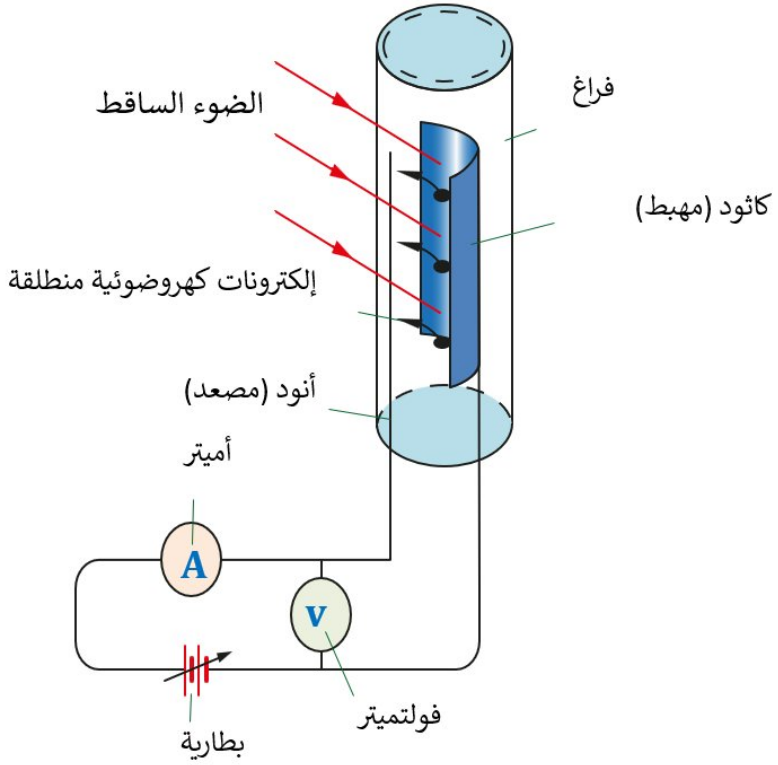
تستخدم في دوائر فتح وغلق الأبواب آلياً

الاساس العلمي فكرة العمل

انطلاق إلكترونات من سطح معدن عند سقوط ضوء عليه (التأثير الكهروضوئي)

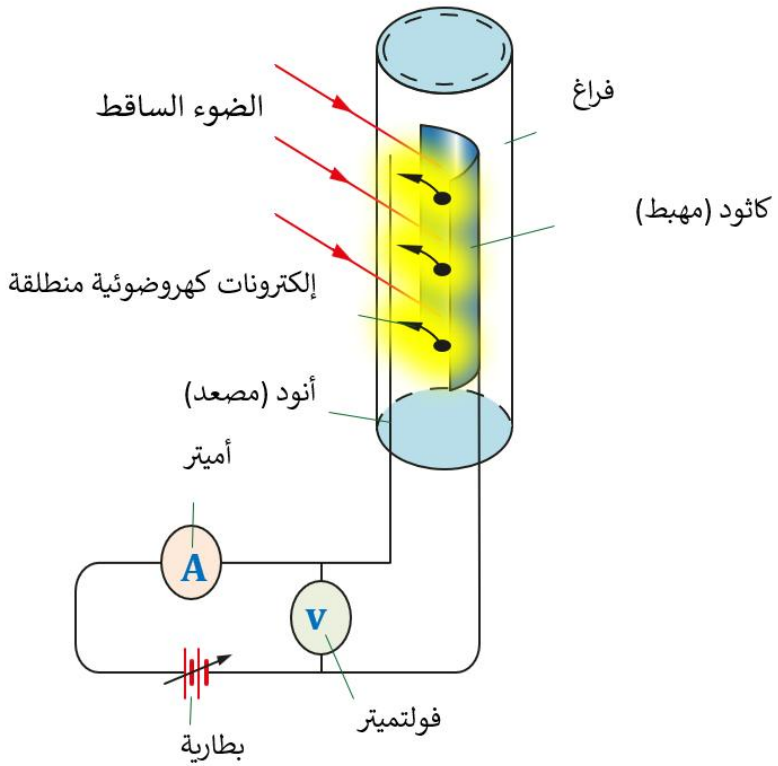
الرمز





الخلية الكهروضوئية

التركيب وطريقة العمل



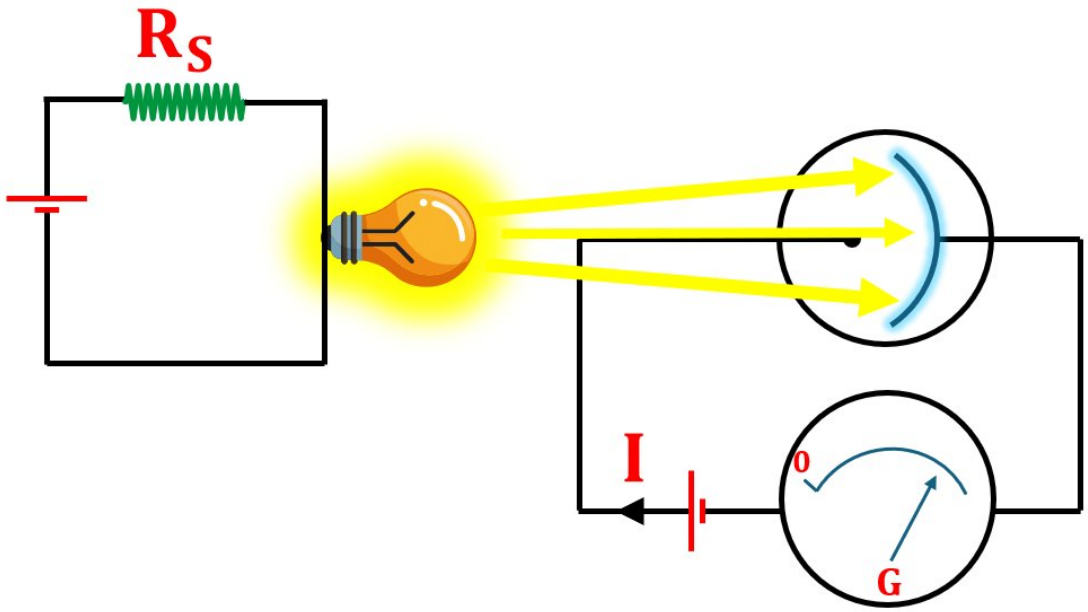
تتكون الخلية الكهروضوئية من أنبوبة من مادة شفافة للضوء مفرغة من الهواء تحتوي علي

1. كاثود وهو عبارة عن سطح معدني مقعر تنبعث منه إلكترونات عندما يسقط علية ضوء

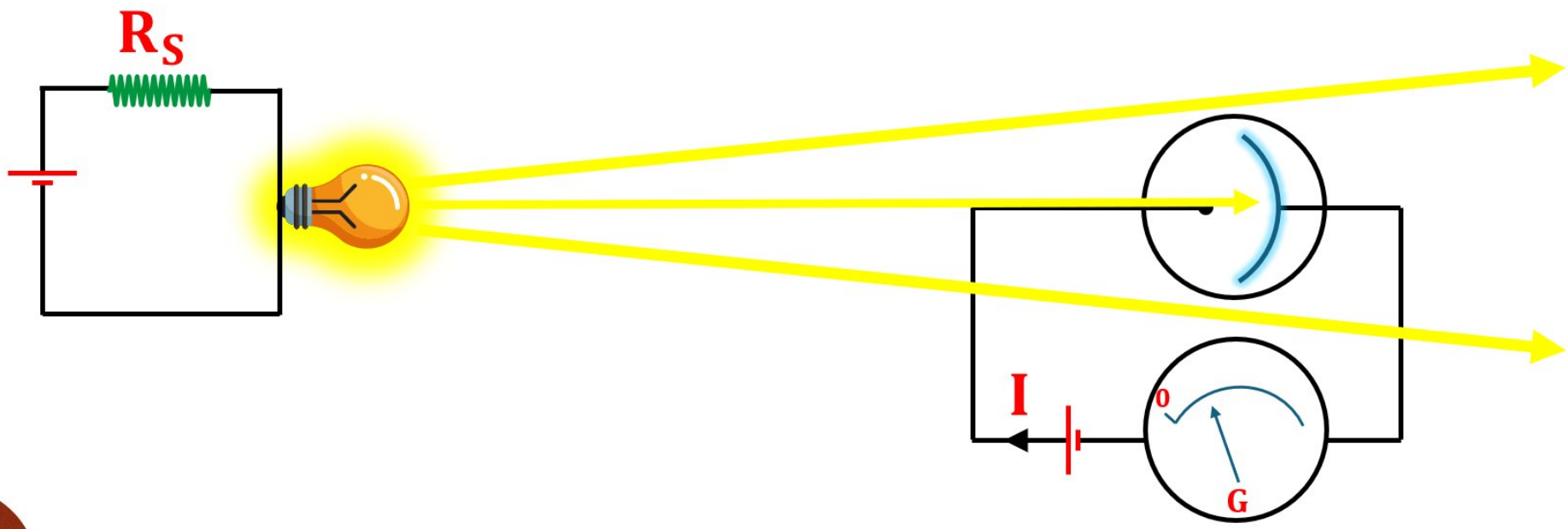
2. انود وهو عبارة عن سلك رفيع حتي لا يحجب الضوء الساقط علي الكاثود

ويلتقط الإلكترونات المنبعثة من الكاثود مما يسبب تياراً في الدائرة الخارجية

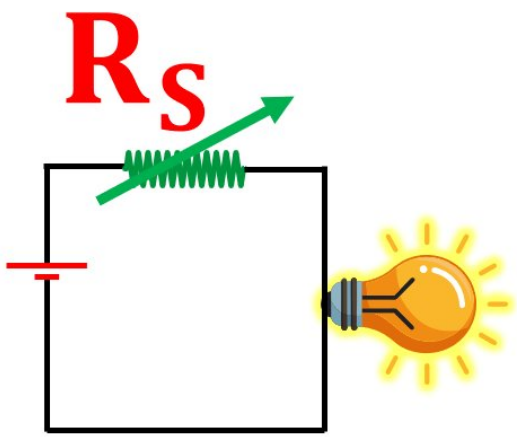
الشكل المقابل يوضح ضوء صادر عن مصباح كهربي يسقط علي خلية كهروضوئية فيسبب مرور تيار كهروضوئي فإذا تم ابعاد دائرة المصباح ماذا يحدث لقراءة الجلفانومتر

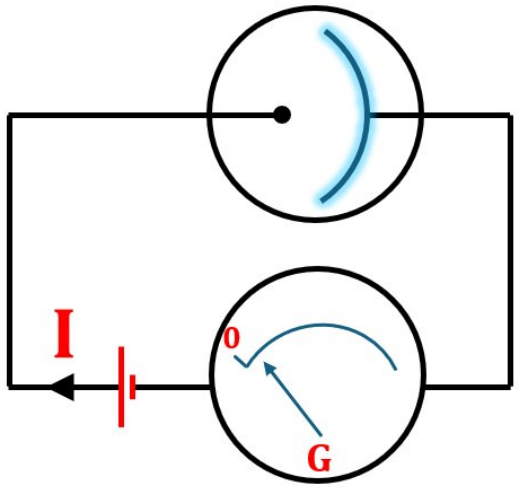


الشكل المقابل يوضح ضوء صادر عن مصباح كهربي يسقط علي خلية كهروضوئية فيسبب مرور تيار كهروضوئي فإذا تم ابعاد دائرة المصباح ماذا يحدث لقراءة الجلفانومتر



الشكل المقابل يوضح ضوء صادر عن مصباح كهربي يسقط علي خلية كهروضوئية فيسبب مرور تيار كهروضوئي فإذا زيادة قيمة R_S ماذا يحدث لقراءة الجلفانومتر

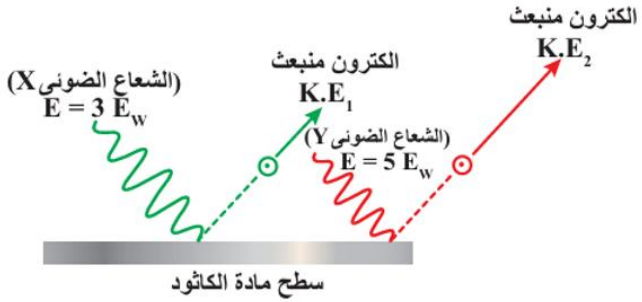




سقط شعاع أحادي الطول الموجي طاقة فوتوناته ($5\ h\nu_o$) على سطح فلز دالة الشغل له ($h\nu_o$)، فتحرر إلكترون من سطح الفلز بسرعة قصوي تساوي (v).

احسب السرعة القصوى للالكترون المتحرر بدلالة (v) عند سقوط نفس الشعاع على سطح فلز آخر دالة الشغل له ($3\ h\nu_o$)

يوضح الشكل سقوط شعاعين ضوئيين (X) و (Y) أحاديا اللون على كاثود خلية كهروضوئية ، وكانت دالة الشغل لمادة الكاثود E_W ، أي العبارات الآتية صحيحة؟



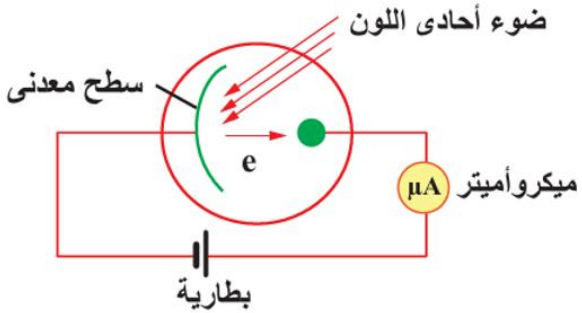
أ) الطاقة الحركية العظمى للإلكترون الأول ضعف الطاقة الحركية العظمى للإلكترون الثاني

ب) الطاقة الحركية العظمى للإلكترون الأول يساوى الطاقة الحركية العظمى للإلكترون الثاني

حـ) السرعة القصوى لحركة الالكترون الأول يساوى $\frac{1}{\sqrt{2}}$ السرعة القصوى لحركة الالكترون الثاني

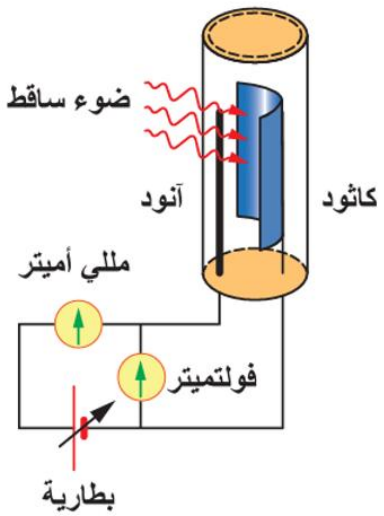
ء) السرعة القصوى لحركة الالكترون الأول يساوى $\sqrt{2}$ السرعة القصوى لحركة الالكترون الثاني

يوضح الشكل خلية كهروضوئية، عند سقوط ضوء أحادي اللون تردده υ وشدته (I) على سطح معدني انحرف مؤشر الميكرو اميتر (μA) بزاوية θ وعند استبدال الضوء الساقط بآخر أحادي اللون تردده 2υ وشدته (I)
فإن زاوية انحراف مؤشر الميكرو أميتر(μA) ....



أ) تزداد إلي 2θ
ب) تقل إلى 0.5θ
جـ) تظل θ
د) تصبح صفرًا

يمثل الشكل خلية كهروضوئية، عند سقوط أشعة ضوئية بشكل منفصل لإضاءة السطح المعدني لخلية كهروضوئية (كاثود) طولها الموجي الحرج (λ_c). تم تسجيل البيانات الخاصة بشدة الإشعاع والطول الموجي لأربعة أشعة ضوئية في الجدول التالي:

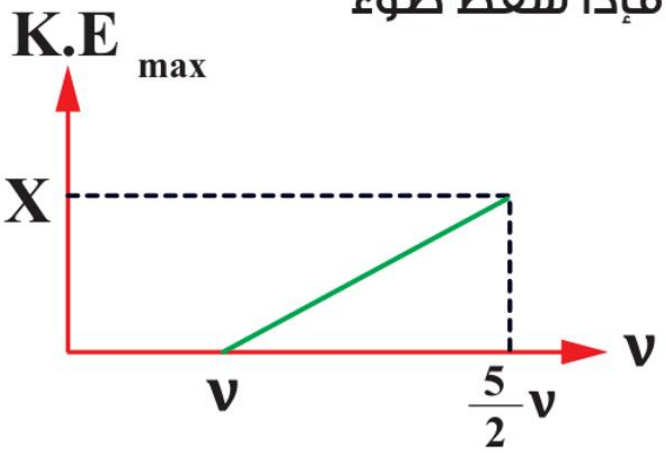


الضوء الساقط	الطول الموجي	الشدة
K	$\frac{2}{3}\lambda_c$	عالية
L	$\frac{2}{3}\lambda_c$	منخفضة
M	$\frac{3}{2}\lambda_c$	عالية
N	$\frac{3}{2}\lambda_c$	منخفضة

أي الأشعة الساقطة يتسبب في أكبر انحراف لمؤشر الأميتر في الخلية الكهروضوئية في الشكل؟

أ) K　　ب) L　　حـ) M　　ء) N

يوضح الشكل البياني المقابل العلاقة بين طاقة الحركة القصوى للإلكترونات الكهروضوئية المنبعثة من سطح معدن في الخلية الكهروضوئية ($K.E_{max}$)، وتردد الضوء الساقط على سطح المعدن (υ)، فإذا كان (Ew) هي دالة الشغل للمعدن فإذا سقط ضوء تردده $\frac{5}{2}\upsilon$ فإن طاقة الحركة القصوى للإلكترونات (x) المنبعثة من سطح المعدن



أ) $\frac{5E_w}{2}$

ب) $\frac{3E_w}{2}$

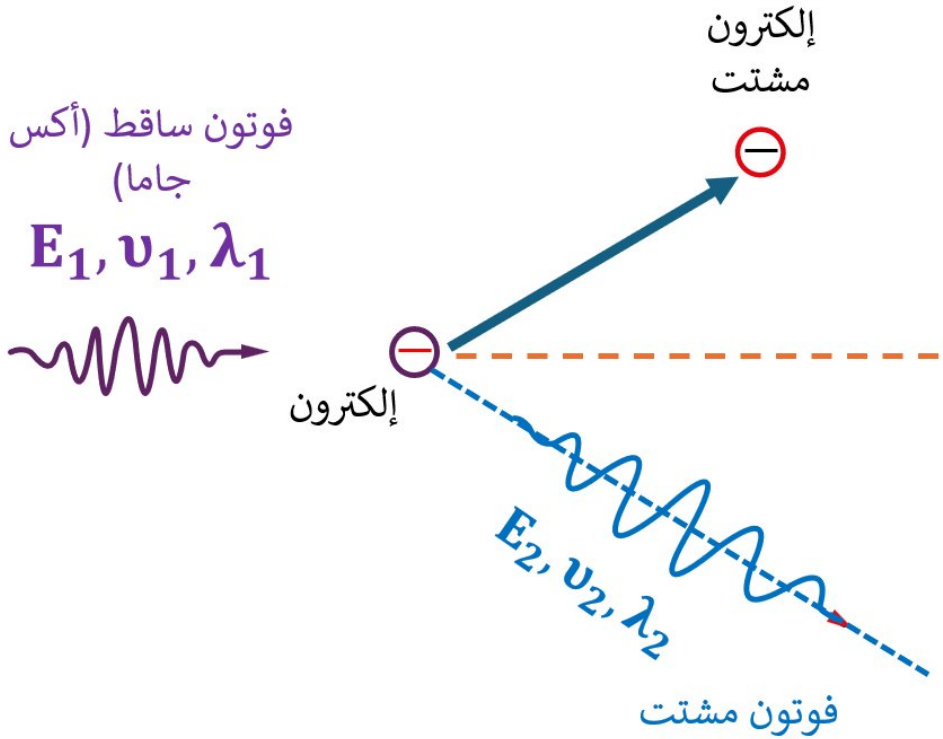
ج) E_w

د) $\frac{E_w}{2}$

سقط شعاع ضوئي طوله الموجي (λ) علي سطح الصوديوم الذي دالة الشغل له تساوي $2.3\ eV$ والسرعة القصوى للإلكترونات الكهروضوئية المنبعثة من السطح هي $1.2 \times 10^6 m/s$ فإن الطول الموجي (λ) يساوي ....

أ) 388 nm
ب) 367 nm
جـ) 540 nm
د) 194 nm

ظاهرة كومتون



تزداد الإلكترون
(طاقته – سرعته – كمية تحركه)

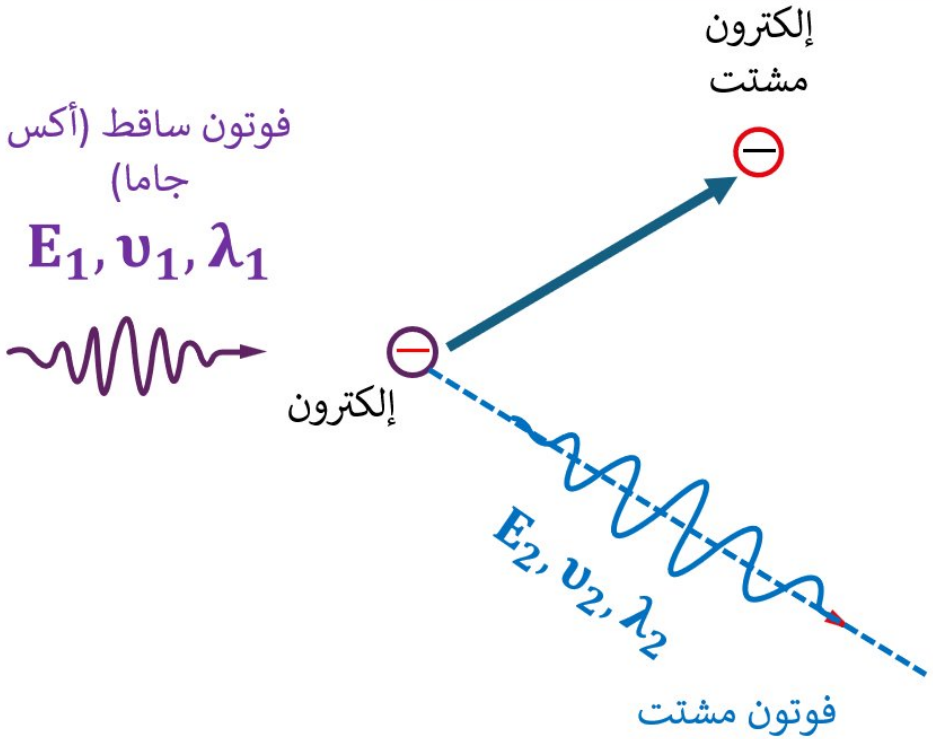
لاتتغير للإلكترون
(كتلته– شحنته)

تقل للفوتونات
(طاقته – تردده – كمية تحركه)

يزيد للفوتون (طوله الموجي)

لايتغير للفوتون (سرعته)

ظاهرة كومتون



ملحوظة : لوجالك مسألة استخدم قانون بقاء الطاقة
ولاتستخدم قانون بقاء كمية التحرك لأنه محتاج
لاتجاهات وزوايا

تطبيق قانون بقاء الطاقة علي ظاهرة كومتون

$$\Delta K.E = E_1 - E_2$$

التغير في طاقة حركة الإلكترون

$$= h\upsilon_1 - h\upsilon_2$$

$$= \frac{hc}{\lambda_1} - \frac{hc}{\lambda_2}$$

في ظاهرة كومتون ، عند اصطدام فوتون من أشعة جاما مع إلكترون حر، يتشتت كل منهما. أي مما يأتى يُثبت أن للفوتون طبيعة جسيمية ؟

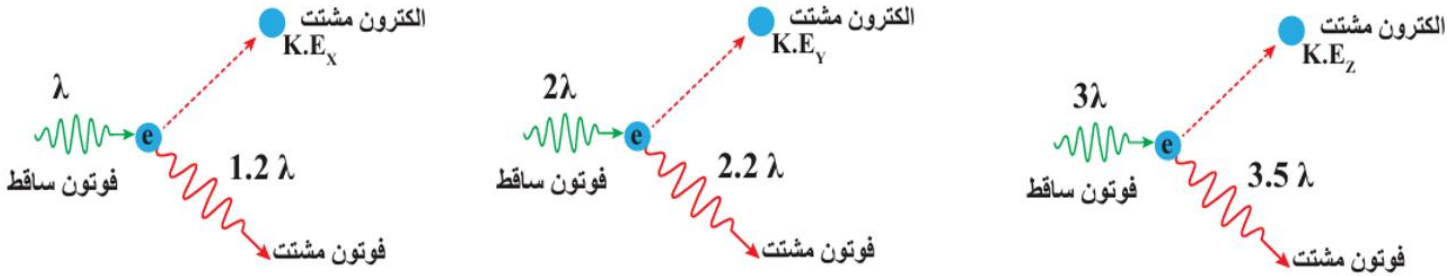
أ) شحنة الالكترون ثابتة قبل وبعد التصادم.

ب) كمية حركة الالكترون تزداد بعد التصادم.

حـ) كتلة الالكترون قبل التصادم تساوي كتلة الالكترون بعد التصادم.

ء) سرعة الفوتون قبل التصادم تساوي سرعة الفوتون بعد التصادم.

توضح الأشكال الآتية سقوط فوتون على إلكترون حر (ساكن).



ما هي العلاقة الصحيحة بين طاقة الحركة للإلكترون المشتت في كل من الحالات الثلاثة ؟

أ) $K.E_Y = K.E_Z > K.E_X$

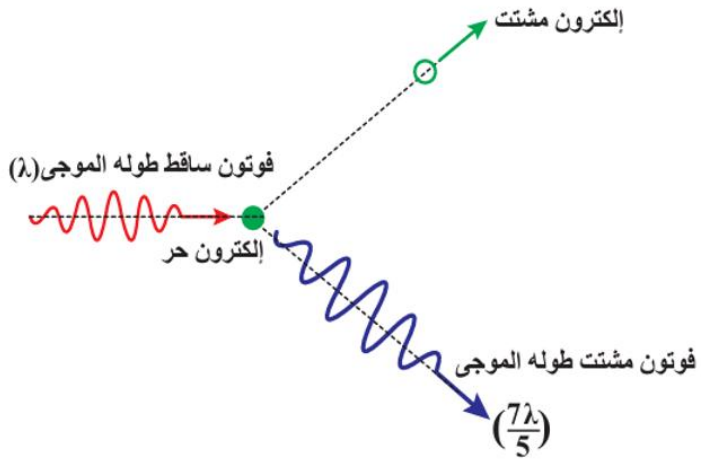
ب) $K.E_Y > K.E_Z > K.E_X$

حـ) $K.E_Y > K.E_X > K.E_Z$

ء) $K.E_X > K.E_Z > K.E_Y$

أجريت تجربه كومتون بطريقتين مختلفتين كما يلي:
التجربة الأولى: أسقط فوتون طوله الموجي λ_1 ، وفي التجربة الثانية: أسقط فوتون طوله الموجي λ_2 حيث $\lambda_2 > \lambda_1$ ، فإذا أجريت التجربتان على نفس الهدف (الكترون حر) ولكن في تجربتين منفصلتين. فتشتت الفوتونان بطريقة أدت إلى حدوث نفس التغير في الطول الموجي المشتت ($\Delta\lambda_1 = \Delta\lambda_2$) فإن النسبه لطاقة الحركة المكتسبة للالكترون في التجربتين $\frac{KE_1}{KE_2}$ .....

أ) أكبر من الواحد
ب) أقل من الواحد
ج) تساوي الواحد
د) تتوقف هذه النسبة على قيمة $\Delta\lambda$



يوضح الشكل اصطدام فوتون من الاشعة السينية بإلكترون حر، وبيانات الفوتون الساقط والمشتت، كما موضح بالرسم لذا فإن الفوتون الساقط يفقد ..... بعد التصادم مع الالكترون

أ) $\frac{2}{5}$ من طاقته الاصلية

ب) $\frac{2}{7}$ من طاقته الاصلية

حـ) $\frac{3}{5}$ من طاقته الاصلية

ء) $\frac{5}{7}$ من طاقته الاصلية

ملاحظة

يرتبط تحول الكتلة (m) إلى طاقة (E) بعلاقة أينشتين $(E = mc^2)$

وتسمى قانون بقاء الكتلة والطاقة والتي تعتبر أساسا علميا

لعمل القنبلة الذرية

حيث يصاحب ذلك تحول جزء من المادة لطاقة

خواص الفوتون

1 هو كم من الطاقة مركز فى حيز صغير جدًا وتحسب طاقته من العلاقة :

$$E = h\upsilon = \frac{hc}{\lambda}$$

2 سرعته في الفراغ $3 \times 10^8 m / s$

وهى اكبر سرعة كونية معروفة

خواص الفوتون

3 ليس له كتلة سكون بل تتحول كتلته المكافئة بالكامل إلى طاقة عند امتصاصه.

4 له كتلة أثناء حركته تكافئ m :

$$m = \frac{E}{c^2} = \frac{h\upsilon}{c^2} = \frac{h}{\lambda C}$$

خواص الفوتون

5 له كمية حركة :

$$P_L = mc = \frac{E}{c} = \frac{h\upsilon}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

6 له خاصية جسيمية وخاصية موجية.

الربط بين النموذج (الماكروسكوبي و الميكروسكوبي للضوء)

النموذج الموجى للضوء (الماكروسكوبي أو الكبير)

- 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.

النموذج الجسيمي للضوء (الميكروسكوبي أو المجهرى)

- يُطبق إذا اعترض فوتونات الضوء عائق في حجم الذرة أو الإلكترون.

-يفسر بعض الظواهر مثل إشعاع الجسم الأسود والانبعاث الكهروضوئي وتأثير كومتون.

-يدرس الفوتون منفردًا ويتصوره كم من الطاقة مركز في حيز صغير.

قوانين الفوتون

شعاع الفوتونات المتماثلة

القوة التي تؤثر بها حزمة من الفوتونات على سطح عاكس

$$\therefore F = 2\frac{P_w}{c}$$

$$P_w = \frac{\text{الكلية } E}{\Delta t} = \frac{h\upsilon N}{\Delta t} = h\upsilon\Phi_L$$

$$\therefore F = 2\frac{h\upsilon\Phi_L}{c}$$

$$\therefore F = 2\frac{h\ \Phi_L}{\lambda}$$

الطبيعة الموجية للجسيم

معادلة دي برولي للجسيمات

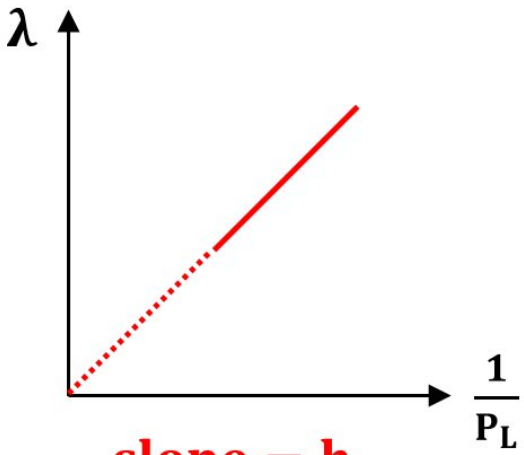
الطول الموجي لموجة مصاحبة لجسيم متحرك يساوى خارج قسمة ثابت بلانك على كمية حركة الجسيم.

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

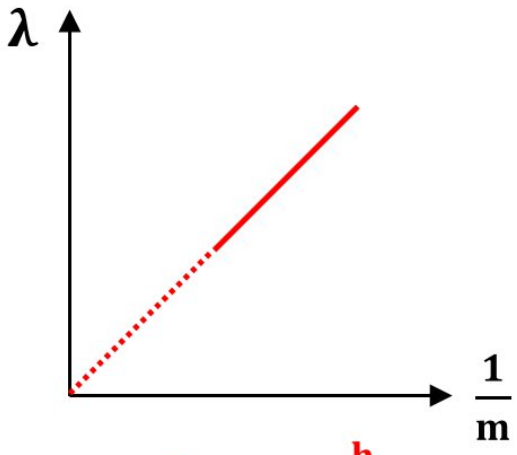
الطبيعة الموجية للجسيم

من علاقة دي براولي

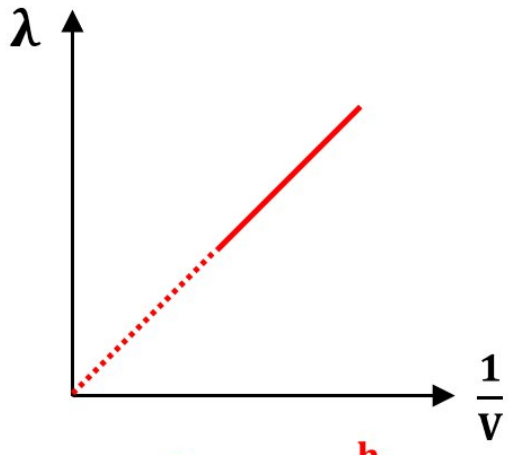
$$\lambda = \frac{h}{P_L} = \frac{h}{mv}$$



$\text{slope} = h$



$\text{slope} = \frac{h}{V}$



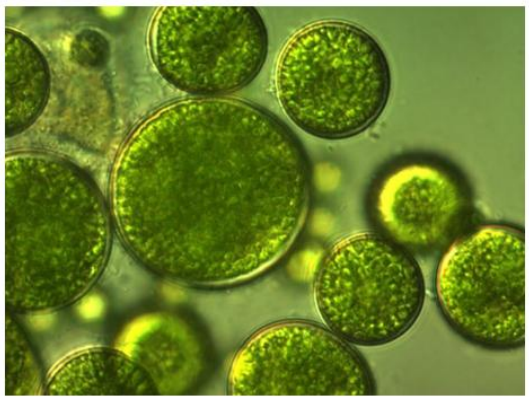
$\text{slope} = \frac{h}{m}$

	الإلكترون	الفوتون
الطبيعة	جسيم مادى شحنته سالبة وله طبيعة موجية	كم من الطاقة $(h\upsilon)$ غير مشحون وله طبيعة موجية وجسيمية
التعجيل (زيادة سرعته)	يمكن تعجيله بالمجال الكهربي	لا يمكن تعجيله وسرعته ثابتة في الفراغ $(3 \times 10^8 \mathrm{m/s})$
كمية التحرك	له كمية تحرك $P_L = \frac{h}{\lambda} = m_e v$	له كمية تحرك $P_L = mc = \frac{E}{c} = \frac{h\upsilon}{c} = \frac{h_c}{\lambda}$
الكتلة	ـ له كتلة سكون ثابتة $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \mathrm{kg}$	ـ 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

هل يمكن استخدام حزمة من الإلكترونات بدلا من حزمة من الفوتونات

المجهر (الميكروسكوب الإلكتروني)

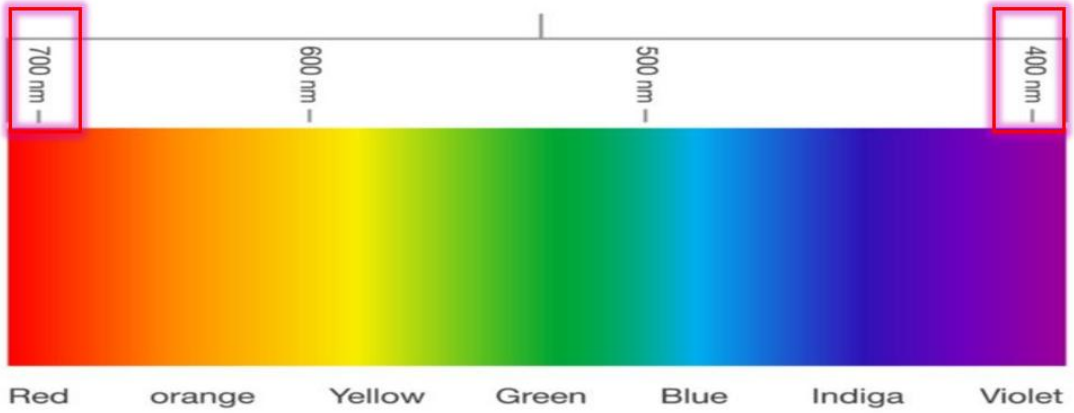
لتكوين صورة مكبرة للأجسام الصغيرة



يلزم سقوط موجة على الجسم بحيث يكون طولها الموجى أقل من أبعاد الجسم المراد تكوين صورة مكبرة له

المجهر (الميكروسكوب الإلكتروني)

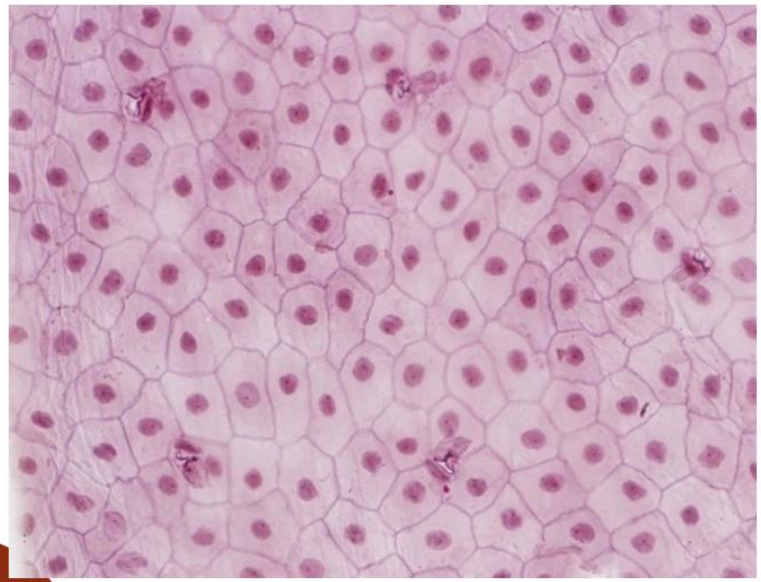
وعند استخدام الميكروسكوب الضوئى نجد ان قدرته محدودة بأبعاد الطول الموجى للضوء



لذلك لا يصلح الميكروسكوب الضوئي لرؤية الأجسام الصغيرة جدًا مثل الفيروسات حيث إن مدى الأطوال الموجية للضوء المرئى أكبر من أبعاد الفيروس

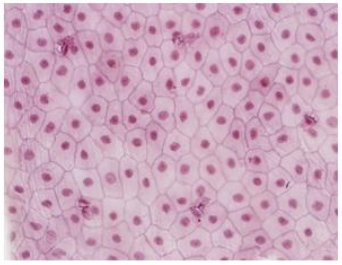
المجهر (الميكروسكوب الإلكتروني)

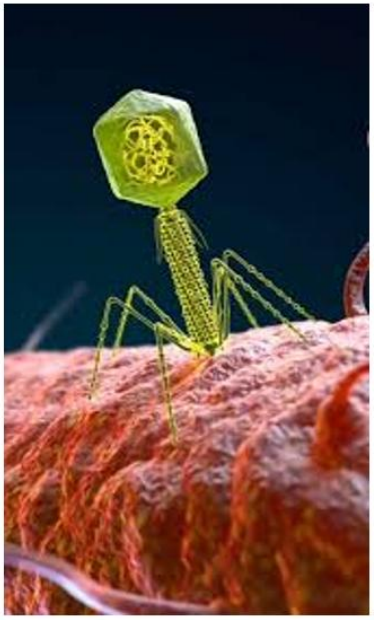
لذلك يتم استخدام شعاع من الإلكترونات في الميكروسكوب الإلكتروني.



المجهر (الميكروسكوب الإلكتروني)

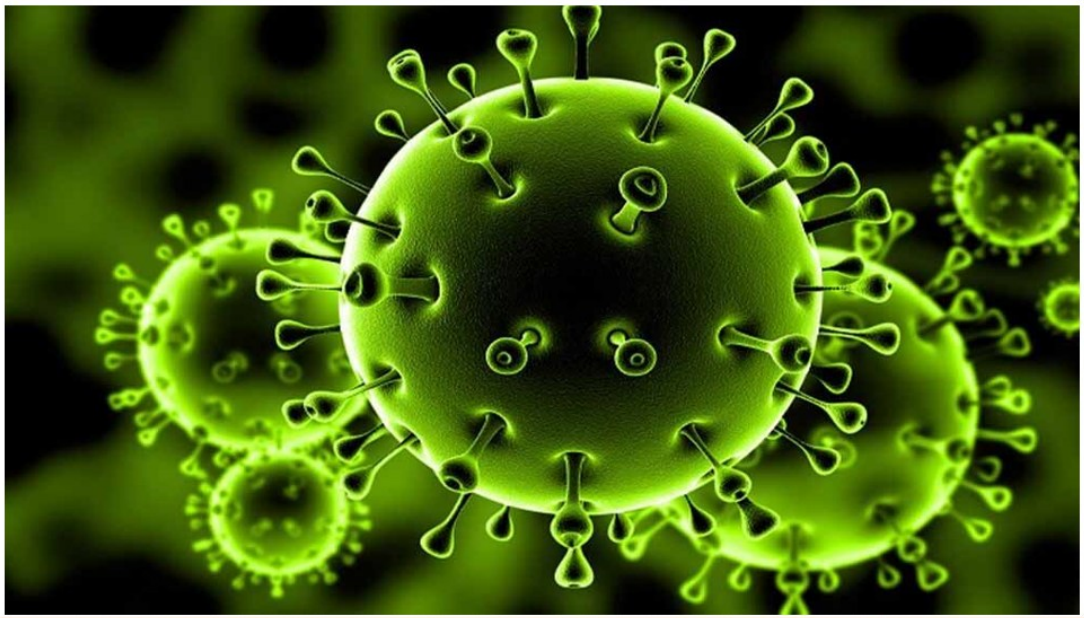
لذلك يتم استخدام شعاع من الإلكترونات في الميكروسكوب الإلكتروني.

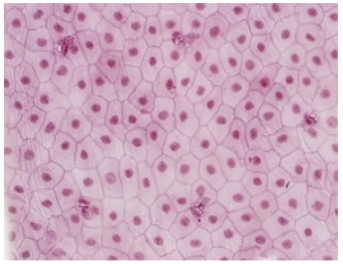


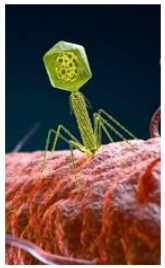


المجهر (الميكروسكوب الإلكتروني)

لذلك يتم استخدام شعاع من الإلكترونات في الميكروسكوب الإلكتروني.

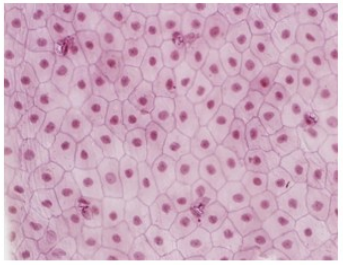


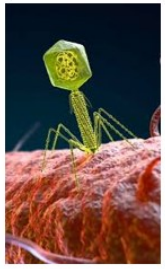




المجهر (الميكروسكوب الإلكتروني)

لذلك يتم استخدام شعاع من الإلكترونات في الميكروسكوب الإلكتروني.





فكرة عمل الميكروسكوب الإلكتروني

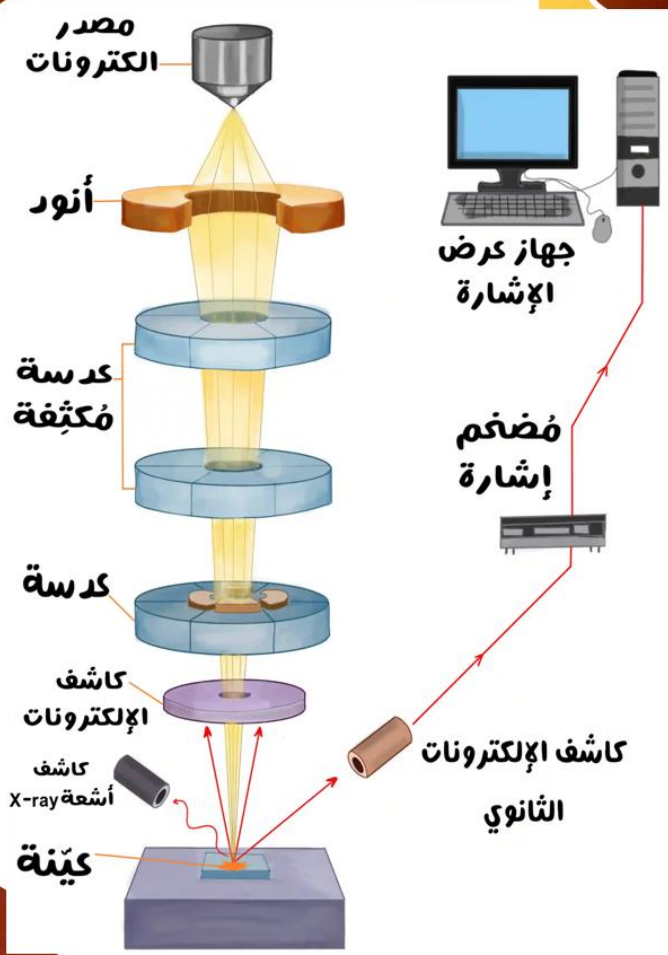
الفكرة : الطبيعة الموجية للإلكترون.

الشرح :

بزيادة فرق الجهد بين الكاثود والآنود فى المجهر الإلكترونى تزداد طاقة حركة الإلكترون

وبالتالي تزداد سرعته (v) تبعًا للعلاقة

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



فكرة عمل الميكروسكوب الإلكتروني

الفكرة : الطبيعة الموجية للإلكترون.

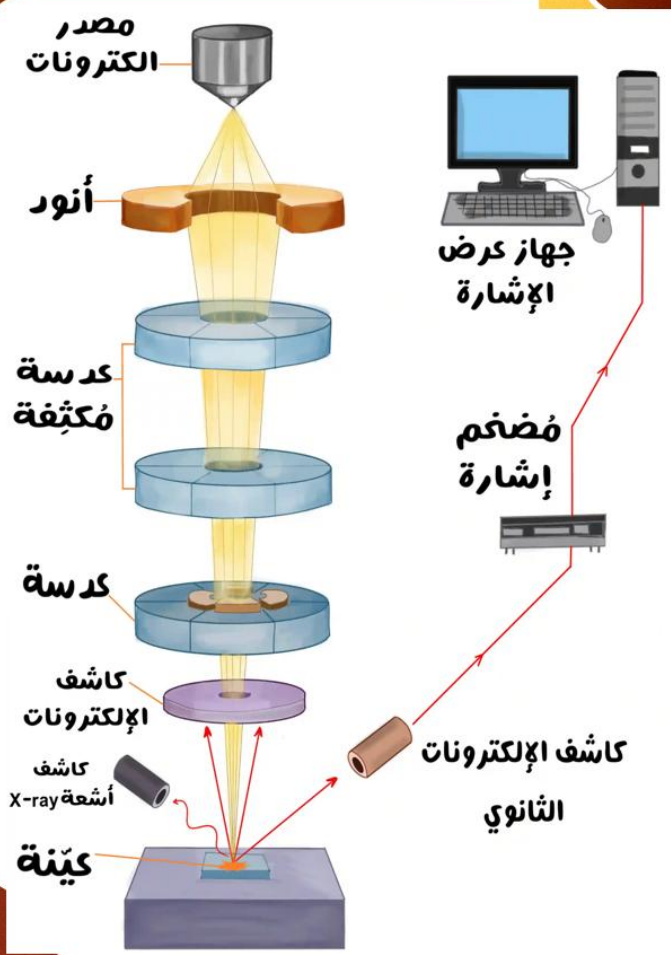
الشرح : بزيادة فرق الجهد بين الكاثود والآنود فى المجهر الإلكترونى تزداد طاقة حركة الإلكترون

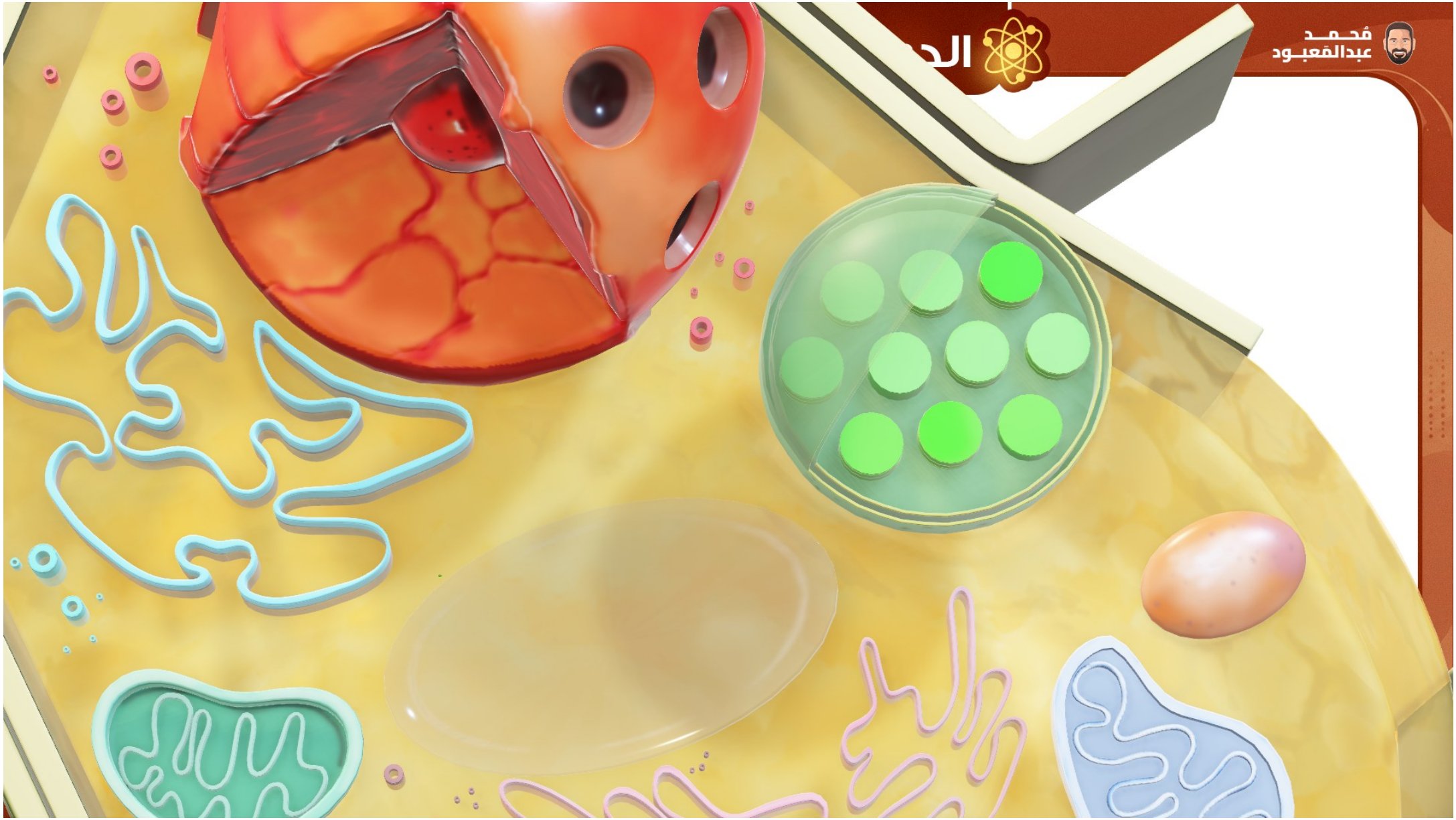
وبالتالي تزداد سرعته (v) تبعًا للعلاقة $(KE = \frac{1}{2} m_e v^2 = eV)$

ومن معادلة دى برولي $(\lambda = \frac{h}{m_e v})$ نجد أنه

بزيادة سرعة الإلكترون يقل الطول الموجى المصاحب لحركته

حتى يصبح أقل من أبعاد الجسم وبذلك يمكن استخدامها في تكوين صورة مكبرة له.





يوضح الجدول ، كتلة وسرعة ثلاثة جسيمات A و B و C . رتب الجسيمات الثلاثة تبعًا للطول الموجي المصاحب لحركة كل جسيم .
(علماً بأن كتلة البروتون m_p أكبرمن كتلة الإلكترون m_e)

الجسيم	الكتلة	السرعة
A	الكترون m_e	v
B	بروتون m_p	v
C	بروتون m_p	2v

أ) $\lambda_C < \lambda_B < \lambda_A$
ب) $\lambda_B < \lambda_C < \lambda_A$
ج) $\lambda_C < \lambda_B = \lambda_A$
د) $\lambda_C = \lambda_B < \lambda_A$

يوضح الجدول التالى كتلة وسرعة أربعة جسيمات.

الجسيم	الكتلة	السرعة
الأول	2 m	2 v
الثاني	m	3 v
الثالث	4 m	v
الرابع	3 m	3 v

فإن العلاقة الصحيحة بين الأطوال الموجية
المصاحبة لحركة الجسيمات هي .....

أ) $\lambda_1 = \lambda_4 > \lambda_2 > \lambda_3$

ب) $\lambda_1 = \lambda_2 > \lambda_4 > \lambda_3$

حـ) $\lambda_2 > \lambda_1 = \lambda_3 > \lambda_4$

ء) $\lambda_1 > \lambda_4 = \lambda_2 > \lambda_3$

يستخدم مجهر إلكتروني لفحص فيروسين مختلفين (x و y).
أبعاد الفيروس (x) تساوي أربع امثال أبعاد الفيروس (y)، فإن النسبة بين أقل فرق جهد بين الأنود والكاثود اللازم لفحص الفيروس x إلى ذلك اللازم لفحص الفيروس y تساوي .....

$$\frac{\text{فرق الجهد بين الكاثود والآنود اللازم لفحص الفيروس x}}{\text{فرق الجهد بين الكاثود والآنود اللازم لفحص الفيروس y}}$$

أ) $\frac{1}{2}$ ب) $\frac{1}{16}$ ج) $\frac{1}{4}$ د) $\frac{1}{8}$

في الميكروسكوب الإلكتروني، إذا علمت أن الطول الموجي المصاحب لحركة الشعاع الالكتروني يساوي λ عندما كان فرق الجهد بين الأنود و الكاثود يساوى V فلكي يصبح الطول الموجي المصاحب للشعاع $0.5\ \lambda$ ، فإن فرق الجهد المستخدم لتعجيل الشعاع الإلكتروني لابد أن .....

أ) يزداد بمقدار $4V$

ب) يقل إلى $\frac{V}{4}$

جـ) يزداد إلى $\sqrt{2}V$

د) يزداد بمقدار $3V$

يتحرك إلكترون كتلته (m_e) وبروتون كتلته (m_p) بنفس طاقة الحركة، فإذا علمت أن $m_p = 1840\ m_e$ فإذا كان الطول الموجي المصاحب لحركة الالكترون (λ_e) والطول الموجي المصاحب لحركة البروتون (λ_p) فإن .....

أ) $\lambda_e = 1840\ \lambda_p$

ب) $\lambda_e = \sqrt{1840}\ \lambda_p$

ج) $\lambda_e = \frac{\lambda_p}{1840}$

د) $\lambda_e = \frac{\lambda_p}{\sqrt{1840}}$

يوضح الجدول المقابل كتل بعض الجسيمات الافتراضية التي لها نفس نوع ومقدار الشحنة، يتم التأثير على هذه الجسيمات بنفس فرق الجهد. أي العبارات الآتية صحيحةً؟

الجسم	الكتلة
A	3 m
B	27 m
C	81 m

(أ) طاقة حركة الجسيم B تسع امثال طاقة حركة الجسيم A

(ب) طاقة حركة الجسيم C تسع امثال طاقة حركة الجسيم A

(جـ) الطول الموجي المصاحب لحركة الجسيم B ثلاثة أمثال الطول الموجي المصاحب لحركة الجسيم C

(د) الطول الموجي المصاحب لحركة الجسيم A ثلاثة أمثال الطول الموجي المصاحب لحركة الجسيم B

الكترونان (X,Y) تم تعجيل الالكترون (x) تحت تأثير فرق جهد قدره V وتم تعجيل الإلكترون (Y) بفرق جهد قدره (9 V) فإن النسبة بين الطول الموجي المصاحب لكل منهما $\frac{\lambda_x}{\lambda_y}$ تساوي

أ) $\frac{81}{1}$ ب) $\frac{1}{3}$ حـ) $\frac{3}{1}$ ء) $\frac{9}{1}$

عُجل الكترون من السكون خلال فرق جهد 1200V فإن الطول الموجي المصاحب لحركة الإلكترون يساوي ..... $(h = 6.625 \times 10^{-34} J.s , me = 9.1 \times 10^{-31} kg, e = 1.6 \times 10^{-19} C)$

أ) 3.03×10^{-7} m
ب) 6.06×10^{-7} m
حـ) 3.22×10^{-41} m
ء) 3.54×10^{-11} m

قوانين الفوتون-شعاع الفوتونات

فوتونان A , B ، فإذا كانت طاقة الفوتون (A) تساوي 8 eV وكانت النسبة بين كمية حركة الفوتون A إلى كمية حركة الفوتون B على الترتيب تساوى $\frac{2}{3}$ فإن طاقة الفوتون B تساوى.....

أ) 5.33 eV
ب) 12 eV
جـ) 24 eV
د) 16 eV

فوتون (X) طوله الموجي 320nm وفوتون (Y) طوله الموجي (λ)، فإذا كانت كمية تحرك الفوتون (X) ثلاثة أمثال كمية تحرك الفوتون (Y). احسب:

1. الطول الموجي للفوتون (Y)
2. حدد المنطقة التي ينتمي إليها.

سقط شعاعان من مصدرين ضوئيان أحاديا اللون X و Y بقوة متساوية قدرها F على سطح ما. فإذا كان الطول الموجي للضوء X أقل من الطول الموجي للضوء Y .
عند انعكاس الشعاعين بنسبة 100% من على السطح. فإن النسبة بين .....

(أ) قدرة الشعاع الصادر من المصدر X وقدرة الشعاع الصادر من المصدر Y أكبر من الواحد

(ب) قدرة الشعاع الصادر من المصدر X وقدرة الشعاع الصادر من المصدر Y أقل من الواحد

(جـ) معدل انعكاس فوتونات الضوء X ومعدل انعكاس فوتونات الضوء Y أكبر من الواحد.

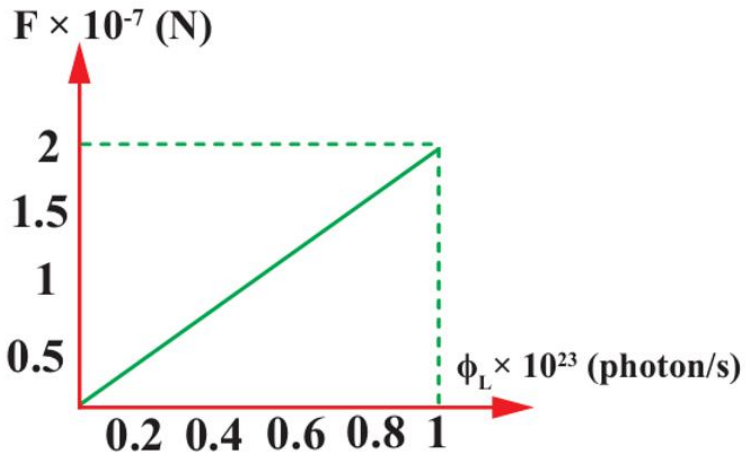
(د) معدل انعكاس فوتونات الضوء X ومعدل انعكاس فوتونات الضوء Y أقل من الواحد.

حزمتان ضوئيتان X, Y ، إذا كان المصدر X ينتج 1.2×10^{15} photon /sec بينما المصدر Y ينتج 10^{15} photon / sec فإذا كانت النسبة بين الطول الموجي للضوء الصادر من المصدر X والطول الموجي للضوء الصادر من المصدر Y هي $\frac{5}{6}$ على الترتيب فإن النسبة بين

$$\frac{\text{(قدرة الشعاع الصادر من X)}}{\text{(قدرة الشعاع الصادر من Y)}} = \ldots\ldots$$

أ) $\frac{36}{25}$ ب) $\frac{6}{5}$ حـ) $\frac{5}{6}$ ء) $\frac{25}{36}$

يوضح الشكل البياني العلاقة بين القوة التي يؤثر بها شعاع من الفوتونات على سطح عاكس تماماً (F) والمعدل الزمنى لسقوط تلك الفوتونات (φ_L).
احسب الكتلة المكافئة لاحد فوتونات هذه الحزمة.



يوضح الجدول ، كتلة وسرعة ثلاثة جسيمات A و B و C . رتب الجسيمات الثلاثة تبعًا للطول الموجي المصاحب لحركة كل جسيم .
(علماً بأن كتلة البروتون m_p أكبرمن كتلة الإلكترون m_e)

الجسيم	الكتلة	السرعة
A	الكترون m_e	v
B	بروتون m_p	v
C	بروتون m_p	2v

أ) $\lambda_C < \lambda_B < \lambda_A$
ب) $\lambda_B < \lambda_C < \lambda_A$
ج) $\lambda_C < \lambda_B = \lambda_A$
د) $\lambda_C = \lambda_B < \lambda_A$

يوضح الجدول التالى كتلة وسرعة أربعة جسيمات.
فإن العلاقة الصحيحة بين الأطوال الموجية
المصاحبة لحركة الجسيمات هي .....

الجسيم	الكتلة	السرعة
الأول	2 m	2 v
الثاني	m	3 v
الثالث	4 m	v
الرابع	3 m	3 v

(أ) $\lambda_1 = \lambda_4 > \lambda_2 > \lambda_3$

(ب) $\lambda_1 = \lambda_2 > \lambda_4 > \lambda_3$

(حـ) $\lambda_2 > \lambda_1 = \lambda_3 > \lambda_4$

(ء) $\lambda_1 > \lambda_4 = \lambda_2 > \lambda_3$

يستخدم مجهر إلكتروني لفحص فيروسين مختلفين (x و y).
أبعاد الفيروس (x) تساوي أربع امثال أبعاد الفيروس (y)، فإن النسبة بين أقل فرق جهد بين الأنود والكاثود اللازم لفحص الفيروس x إلى ذلك اللازم لفحص الفيروس y تساوي .....

$$\frac{\text{فرق الجهد بين الكاثود والآنود اللازم لفحص الفيروس x}}{\text{فرق الجهد بين الكاثود والآنود اللازم لفحص الفيروس y}}$$

أ) $\frac{1}{2}$ ب) $\frac{1}{16}$ ج) $\frac{1}{4}$ د) $\frac{1}{8}$

في الميكروسكوب الإلكتروني، إذا علمت أن الطول الموجي المصاحب لحركة الشعاع الالكتروني يساوي λ عندما كان فرق الجهد بين الأنود و الكاثود يساوى V فلكي يصبح الطول الموجي المصاحب للشعاع $0.5\ \lambda$ ، فإن فرق الجهد المستخدم لتعجيل الشعاع الإلكتروني لابد أن .....

أ) يزداد بمقدار $4V$

ب) يقل إلى $\frac{V}{4}$

حـ) يزداد إلى $\sqrt{2}V$

ء) يزداد بمقدار $3V$

يتحرك إلكترون كتلته (m_e) وبروتون كتلته (m_p) بنفس طاقة الحركة، فإذا علمت أن $m_p = 1840\ m_e$ فإذا كان الطول الموجي المصاحب لحركة الالكترون (λ_e) والطول الموجي المصاحب لحركة البروتون (λ_p) فإن .....

أ) $\lambda_e = 1840\ \lambda_p$

ب) $\lambda_e = \sqrt{1840}\ \lambda_p$

حـ) $\lambda_e = \frac{\lambda_p}{1840}$

ء) $\lambda_e = \frac{\lambda_p}{\sqrt{1840}}$

يوضح الجدول المقابل كتل بعض الجسيمات الافتراضية التي لها نفس نوع ومقدار الشحنة، يتم التأثير على هذه الجسيمات بنفس فرق الجهد. أي العبارات الآتية صحيحةً؟

الجسم	الكتلة
A	3 m
B	27 m
C	81 m

أ) طاقة حركة الجسيم B تسع امثال طاقة حركة الجسيم A

ب) طاقة حركة الجسيم C تسع امثال طاقة حركة الجسيم A

ج) الطول الموجي المصاحب لحركة الجسيم B ثلاثة أمثال الطول الموجي المصاحب لحركة الجسيم C

د) الطول الموجي المصاحب لحركة الجسيم A ثلاثة أمثال الطول الموجي المصاحب لحركة الجسيم B

الكترونان (X,Y) تم تعجيل الالكترون (x) تحت تأثير فرق جهد قدره V وتم تعجيل الإلكترون (Y) بفرق جهد قدره (9 V) فإن النسبة بين الطول الموجي المصاحب لكل منهما $\frac{\lambda_x}{\lambda_y}$ تساوي

أ) $\frac{81}{1}$ ب) $\frac{1}{3}$ ج) $\frac{3}{1}$ د) $\frac{9}{1}$

عُجل الكترون من السكون خلال فرق جهد 1200V فإن الطول الموجي المصاحب لحركة الإلكترون يساوي ..... $(h = 6.625 \times 10^{-34} J.s\ ,\ me = 9.1 \times 10^{-31}\ kg,\ e = 1.6 \times 10^{-19}\ C)$

أ) $3.03 \times 10^{-7}\ m$

ب) $6.06 \times 10^{-7}\ m$

حـ) $3.22 \times 10^{-41}\ m$

ء) $3.54 \times 10^{-11}\ m$