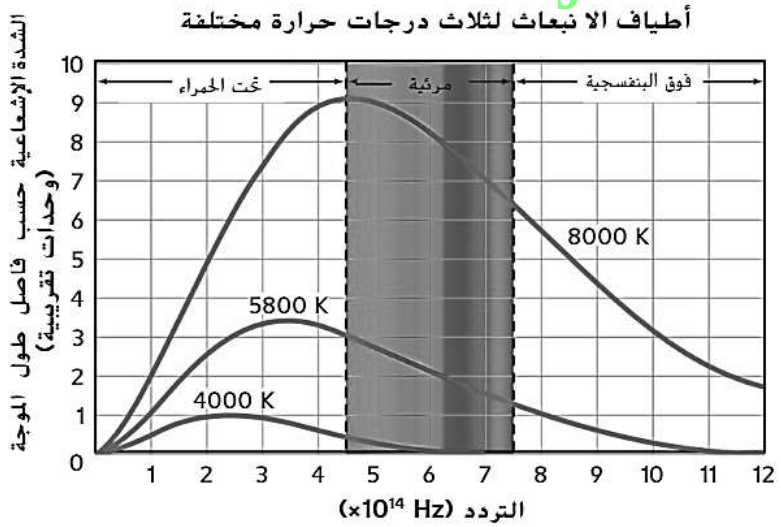
قسم (1) النموذج الجسيمى للموجات

الفكرة العامة	الأشعة الكهرومغناطيسية تنعكس و تنكسر و تحيد لذلك لها خصائص موجية، و عندما تسقط أمواج الأشعة الفوق بنفسجسة على سطح معدن فإن بعض اللإلكترونات تنبعث من سطح المعدن لذلك فإن للموجات الكهرومغناطيسية خصائص جسيمية أيضا.
نظرية الطيف الكهرومغناطيسى	جميع الأجسام مهما كانت درجة حرارتها تبعث كميات لا متناهية من الطاقة على شكل أمواج كهرومغناطيسية.
الشرح و التوضيح	المصباح الكهربائى ذو الفتيلة المتوهجة كلما زاد فرق الجهد تزداد درجة حرارة الفتيلة فيتغير لونها من الأحمر إلى البرتقالى إلى الأصفر و أخيرا إلى الأبيض، و ذلك لأن مع ارتفاع درجة الحرارة تنبعث موجات كهرومغناطيسية ذات ترددات أكبر. (أنظر الصورة بالكتاب المدرسى ص .....)

منحنى طيف الإنبعاث:

1- هو التمثيل البيانى لشدة الإشعاع المنبعث من الجسم على مدى الترددات مختلفة.

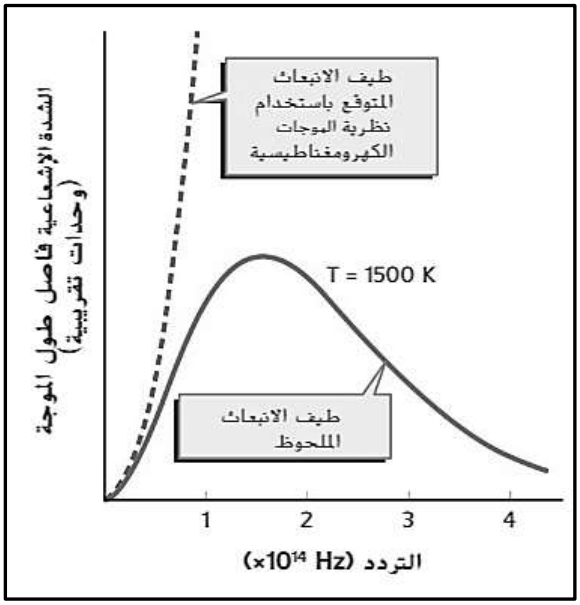
www.almanahj.com



2- يوضحةالرسم العلاقة بين شدة الاشعاع و التردد الأمواج الكهرومغناطيسية المنبعثة عند درجات حرارة متفاوتة، حيث نلاحظ أن بزيادة درجة الحرارة يزدادا التردد الذى نحصل عنده على أقصى شدة لطاقة الموجة الكهرومغناطيسية.

3- تتناسب كمية الطاقة الإشعاعية لجسم تناسب طردى مع درجة الحرارة بالكلفن مرفوع إلى القوة الرابعة (T^4).

الأطياف المتوقعة و الملحوظة باستخدام نظرية الموجات الكهرومغناطيسية:



توقع العلماء أن بزيادة التردد تزداد الطاقة الإشعاعية إلى المالانهاية، و لكن الملاحظ أن هناك تردد محدد تكون عنده الطاقة الإشعاعية أكبر مايمكن عند درجة الحرارة المعطاه، و بزيادة التردد عن هذه القيمة تقل الطاقة الإشعاعية.

معادلة طاقة الإهتزاز:

$$E = nhf$$

(f) التردد

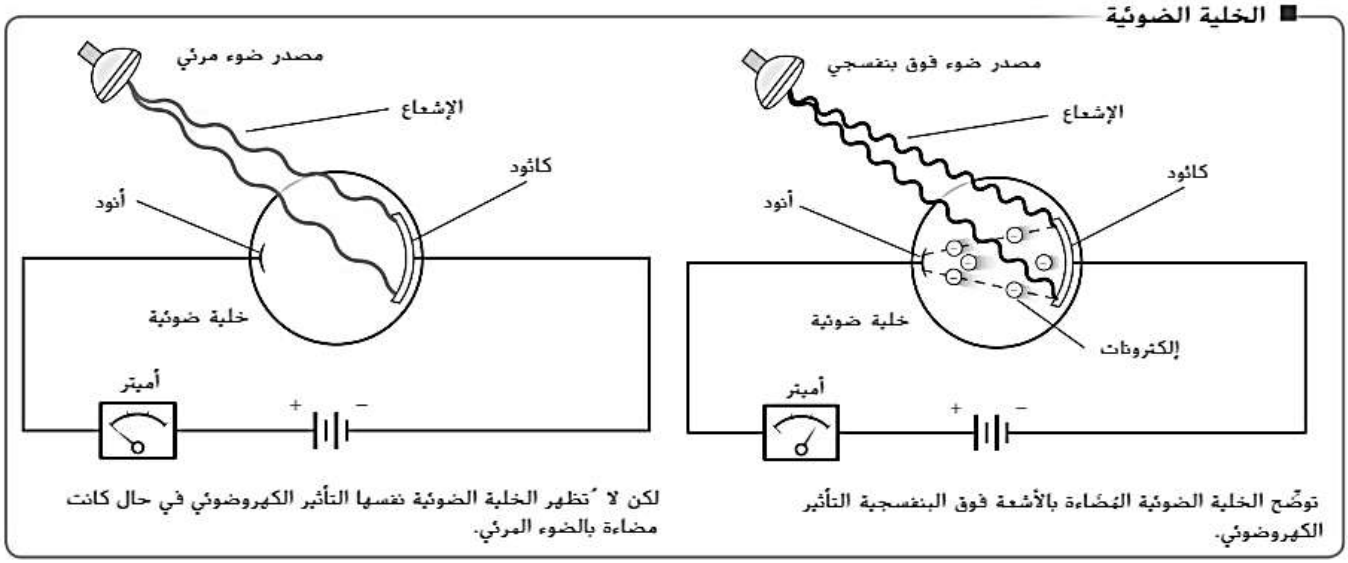
(h) ثابت بلانك = 6.626×10^{-34} J/Hz

(n) عدد صحيح (.....,0,1,2,3)

www.almanahj.com

التأثير الكهروضوئى:

انطلاق إلكترونات من أسطح الأجسام عندما تتعرض للأمواج الكهرومغناطيسية.



توضّح الخلية الضوئية المُضاءة بالأشعة فوق البنفسجية التأثير الكهروضوئي.

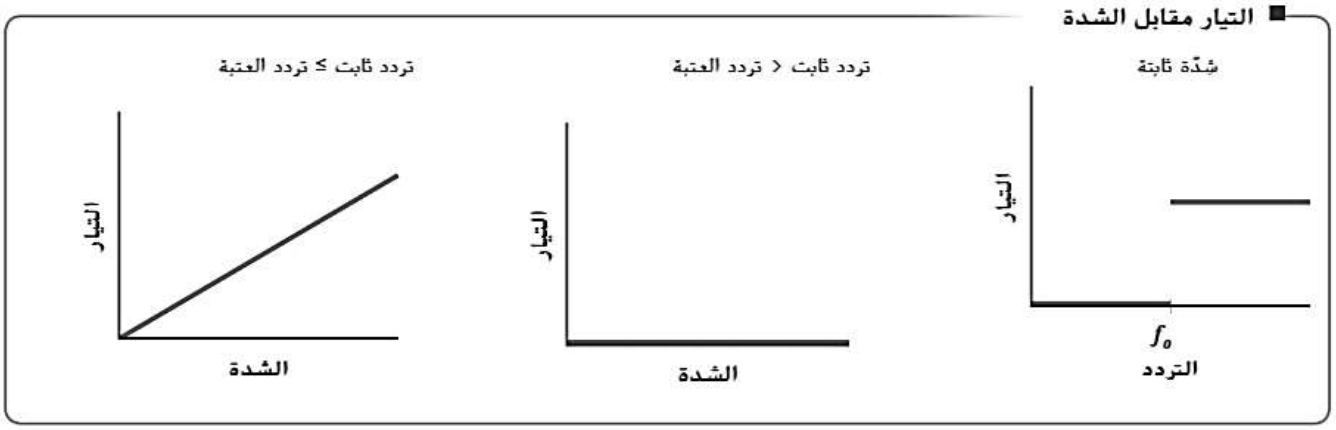
لكن لا تُظهر الخلية الضوئية نفسها التأثير الكهروضوئي في حال كانت مضاءة بالضوء المرئي.

فكرة عمل الخلية الكهروضوئية:

عندما تسقط الأشعة الفوق بنفسجية على الكاثود (الفلز) تتحرر الإلكترونات و التى تندفع تحت تأثير فرق الجهد إلى الآنود فيمر تيار كهربائى بالدائرة يستدل عليه بواسطة الأميتر.

تردد العتبة (f_o):

هو التردد ذو القيمة المحددة للموجة الكهرومغناطيسية و التى عندها تنطلق الإلكترونات من سطح الأجسام .



الفوتونات و الطاقة المكماه:

يتكون الضوء المرئى و غيرة من الأمواج الكهرومغناطيسية من حزم مكماه من الطاقة تسمى الفوتونات.

طاقة الفوتون:

تساوى حاصل ضرب تردد الفوتون و ثابت بلانك

www.almanahj.com

$$E = h f$$

الإلكترون فولت (eV)

هى وحدة لقياس الطاقة فى النظمة الذرية، و هى وحدة متناهية فى الصغر مقارنة بالجول.

$$1\ eV = 1.602 \times 10^{-19}\ Jole$$

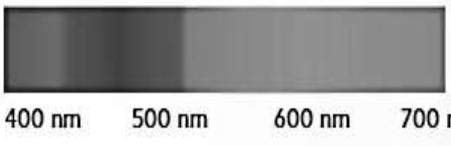
طاقة الفوتون بدلالة الإلكترون فولت:

$$E = \frac{hC}{\lambda} = \frac{1240\ eV.nm}{\lambda}$$

تطبيق الكتاب المدرسى ص .....

استخدم $E = 1240\ eV{\cdot}nm/\lambda$ لحل المسائل التالية.

1. ما مقدار طاقة الفوتون الذي يساوي طوله الموجي 515 nm؟
2. إذا كانت طاقة الفوتون تساوي 2.03 eV. فما الطول الموجي للفوتون؟
3. رتّب الفوتونات التالية حسب الطاقة من الأصغر إلى الأكبر.
   - A. 4.0 eV
   - B. 320 nm
   - C. 811 nm
   - D. 2.1 eV
4. **تحفيز** يوضّح الرسم التخطيطي في **الشكل 6** طيف الضوء المرئي. ما مدى الطاقات المرتبطة بالفوتونات في طيف الضوء المرئي؟



الطاقة الحركية للإلكترون (KE) المنبعث نتيجة للتأثير الكهروضوئى:

$$KE = hf - hf_o$$

(f_o) تردد العتبة و (f) تردد الفوتون الساقط.

دالة الشغل (hf_o)

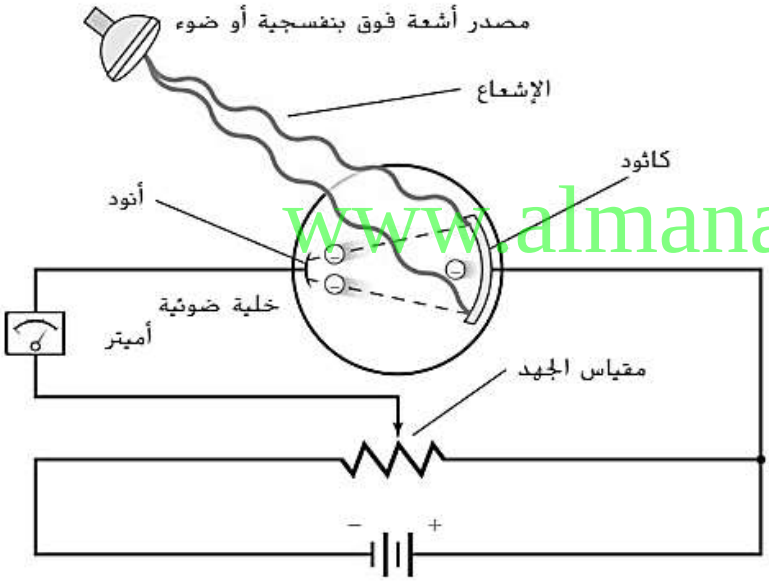
الحد الادنى من الطاقة اللازم لتحرر اللإلكترون الأقل ارتباطا بالذرة.

ملحوظة:

لا يتحرر الإلكترون إلا إذا كانت طاقة الفوتون الساقط مساوية أو أكبر من طاقة العتبة.

فرق جهد الإيقاف (ΔV_o) :

هو الجهد العكسى الازم لإيقاف أندفاع الإلكتونات المتحررة بفعل الأشعة الكهرومغناطيسية ذات طاقة مساوية لطاقة العتبة.



www.almanahj.com

الشرح و التوضيح:

يستخدم مقياس الجهد للتحكم فى قيمة الجهد العكسى و الذى يعمل على بذل شغل عكسى على الإلكتونات المتحررة لمنعها من الوصول إلى الآنود، و عند جهد الإيقاف يكون الشغل المبذول من المجال الكهربائى مساوى لطاقة حركة الإلكتونات المحررة فيتوقف مرور التيار الكهربائى، و منها نستطيع كتابة المعادلة التالية:

$$KE = -e\,\Delta V_o$$

(ΔV_o) فرق جهد الإيقاف.

(e) شحنة الإلكتون و تساوى 1.602×10^{-19} C

تطبيق على ظاهرة التأثير الكهروضوئى:

الكاميرات الإلكترونية (Digital Cameras)

تطبيق

5. طاقة أحد الإلكترونات تساوي 2.3 eV. ما مقدار الطاقة الحركية للإلكترون بالجول؟
6. ما السرعة المتجهة للإلكترون في المسألة السابقة؟
7. ما مقدار الطاقة الحركية بوحدة eV لإلكترون مقدار سرعته المتجهة 6.2×10^6 m/s؟
8. يبلغ مقدار جهد الإيقاف في خلية كهروضوئية 5.7 V. احسب أعلى طاقة حركية للإلكترون الضوئي المنبعث بوحدة eV.
9. يبلغ فرق جهد الإيقاف في خلية كهروضوئية 5.1 V. ما مقدار الطاقة الحركية التي ينقلها الضوء الساقط إلى الإلكترونات بالجول؟
10. يبلغ مقدار أعلى طاقة حركية للإلكترونات الضوئية المنبعثة في خلية كهروضوئية 7.5×10^{-19} J. ما مقدار جهد الإيقاف؟
11. **تحفيز** يبلغ جهد الايقاف اللازم لمنع التيار في خلية ضوئية 3.2 V. احسب أعلى طاقة حركية للإلكترونات الضوئية بالجول أثناء انبعاثها.

حساب قيمة ثابت بلانك (h) بيانيا

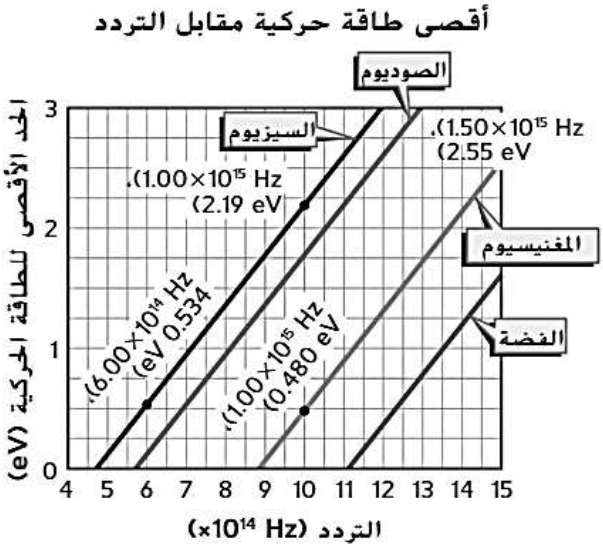
www.almanahj.com

1- يتم حساب ميل الخط المستقيم للعنصر.

2- يتم ضرب الميل فى القيمة 1.602×10^{-19} لتحويل وحدة الألكتون فولت إلى الجول، و بذلك نكون قد حصلنا على قيمة ثابت بلانك.

الجدول 1 تردد العتبة، والطول الموجي عند العتبة، ودالة الشغل المبذول من الفلز.

الفلز	تردد العتبة ($\times10^{14}$ Hz)	الطول الموجي العتبة (nm)	دالة الشغل (eV)
السيزيوم	4.70	637	1.95
المغنيسيوم	8.84	339	3.66
الفضة	11.1	270	4.6
الصوديوم	5.70	526	2.36



مثال توضيحي:

ربط الرياضيات بالفيزياء

ميل المستقيم إنّ المستقيمات في **الشكل 9** متوازية، ما يعني أنَّ كل المستقيمات لها الميل نفسه. في ما يلي حسابات السيزيوم والمغنيسيوم.

الرياضيات	الفيزياء	
	السيزيوم	المغنيسيوم
(x_1, y_1), (x_2, y_2)	$(6.00 \times 10^{14}\ \text{Hz}, 0.534\ \text{eV})$, $(1.00 \times 10^{15}\ \text{Hz}, 2.19\ \text{eV})$	$(1.00 \times 10^{15}\ \text{Hz}, 0.480\ \text{eV})$, $(1.50 \times 10^{15}\ \text{Hz}, 2.55\ \text{eV})$
$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$	$m = \frac{2.19\ \text{eV} - 0.534\ \text{eV}}{1.00 \times 10^{15}\ \text{Hz} - 6.00 \times 10^{14}\ \text{Hz}}$	$m = \frac{2.55\ \text{eV} - 0.480\ \text{eV}}{1.50 \times 10^{15}\ \text{Hz} - 1.00 \times 10^{15}\ \text{Hz}}$
	$m = 4.14 \times 10^{-15}\ \text{eV/Hz}$	$m = 4.14 \times 10^{-15}\ \text{eV/Hz}$

▲ يبلغ مقدار الميل لكل المستقيمات في الشكل 9 $4.14 \times 10^{-15}\ \text{eV/Hz}$. عند تحويل هذه القيمة إلى J/Hz ، فإنها تساوي القيمة المعروفة لثابت بلانك:

$$4.14 \times 10^{-15}\ \frac{\text{eV}}{\text{Hz}} \left(\frac{1.602 \times 10^{-19}\ \text{J}}{1\ \text{eV}} \right) = 6.63 \times 10^{-34}\ \text{J/Hz}$$

www.almanahj.com

تطبيق الكتاب المدرسى ص .....

تطبيق

12. إذا كان طول موجة العتبة للزنك 310 nm. أوجد تردد العتبة للزنك بوحدة Hz ، ودالة الشغل بوحدة eV.
13. إذا كانت دالة الشغل للسيزيوم 1.95 eV. فما الطاقة الحركية القصوى، بوحدة eV، للإلكترونات الضوئية المنبعثة عندما يسقط الضوء البنفسجي بطول موجي 425 nm على السيزيوم؟
14. عند تسليط إشعاع فوق بنفسجي طوله الموجي 193 nm على فلز، تنبعث الإلكترونات بطاقة حركية مقدارها 3.5 eV. ما دالة الشغل للفلز؟
15. **تحفيز** سلط باحث ضوءًا على فلز واكتشف أنَّ أكبر طول موجي يسبب تحرير الإلكترونات من الفلز هو 273 nm. استخدم **الجدول 1** لتحديد الفلز.

كمية تحرك الفوتون (P) (زخم الفوتون)

$$p = \frac{E}{c} = \frac{hf}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

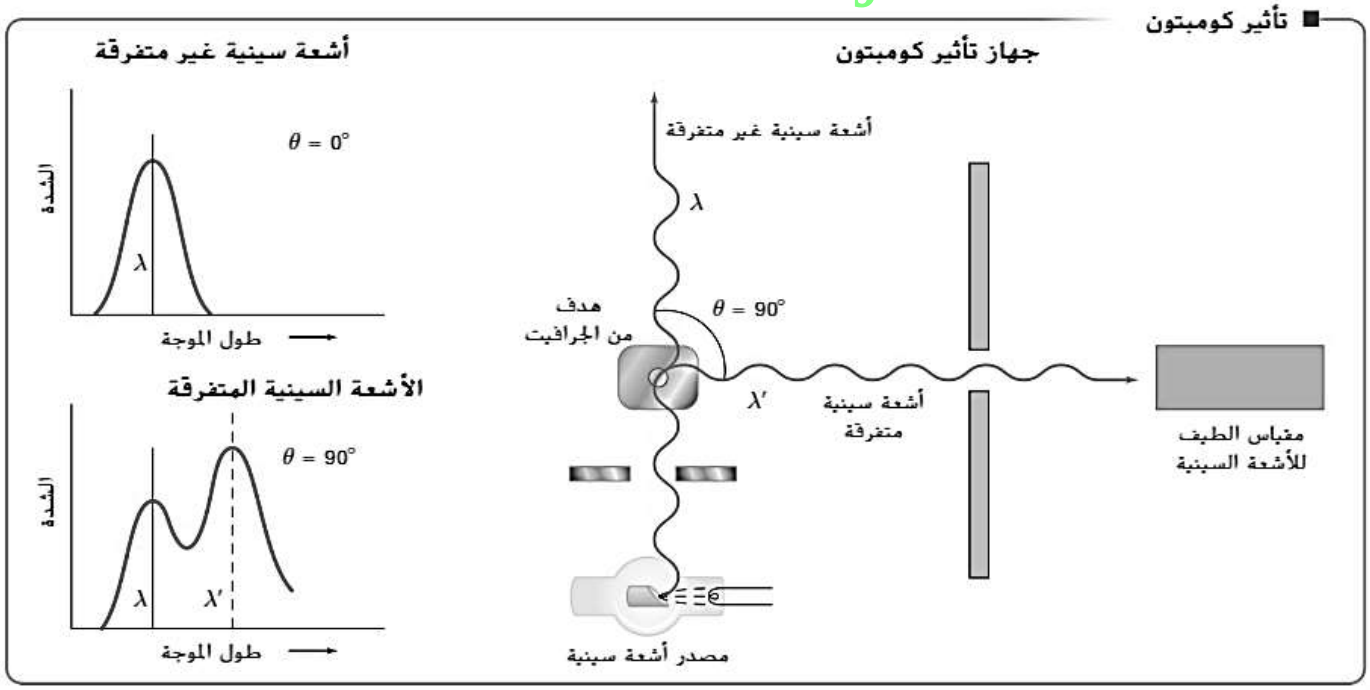
تجربة كومبتون

قام كومبتون بتوجيه أشعة سينية بطول موجى معروف نحو هدف من الجرافيت، ثم قاس الطول الموجى للأشعة السينية المشتتة، حيث لاحظ أن بعض الأشعة تشتتت بدون تغير فى الطول الموجى، بينما بعضها كان الطول الموجى لها أكبر من الطول الأصلى، و معنى هذا أن فوتون الأشعة السينية فقد كلا من الطاقة و كمية الحركة.

تأثير كومبتون:

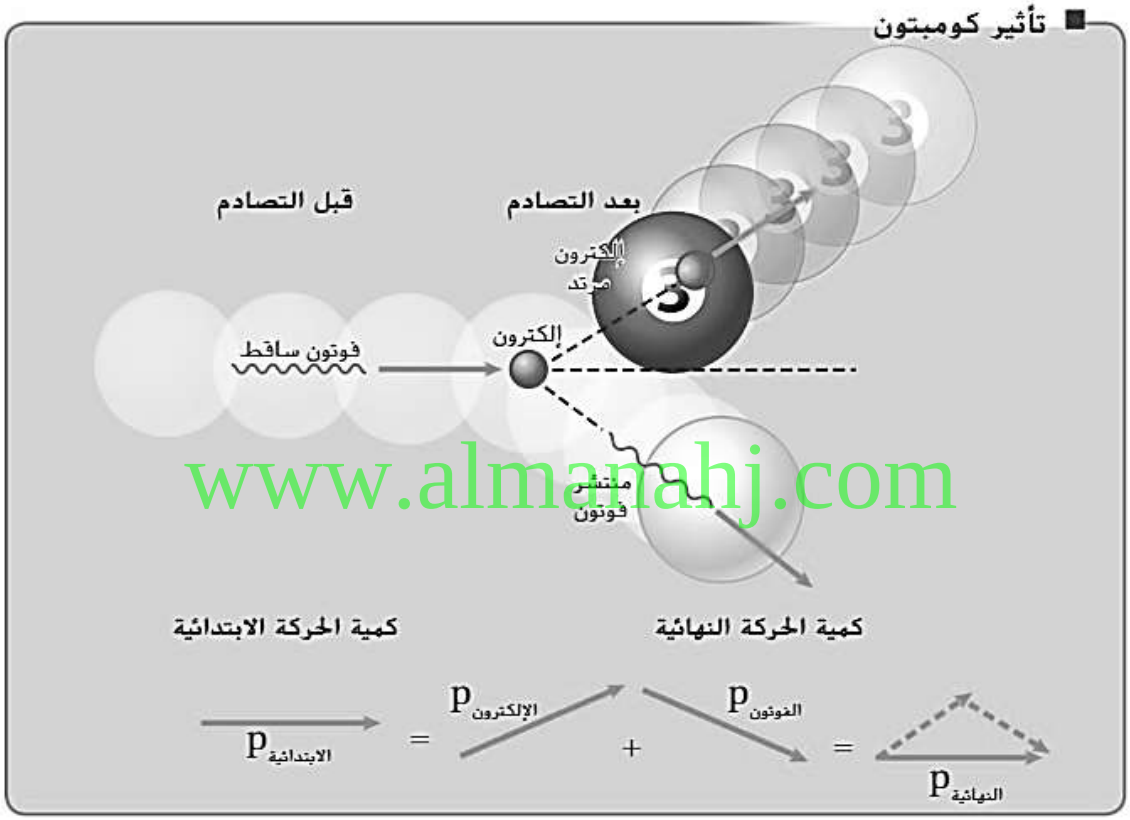
هو الإزاحة فى الطول الموجى للفوتونات المشتتة عند تصادمها.

www.almanahj.com



الفوتونات و حفظ الطاقة و كمية الحركة:

لاحظ كومبتون فى تجربته انطلاق الكترونات من مادة الجرافيت حين تعرضها للأشعة السينية، حيث وجد أن طاقة حركة الإلكونات المنبعثة تساوى طاقة حركة فوتونات الأشعة السينية. و بذلك فإن الفوتونات فى تصادمها مع الإلكترون تخضع لقانون بقاء الطاقة و كمية الحركة.



www.almanahj.com