مراجعة

مراجعة الفيزياء

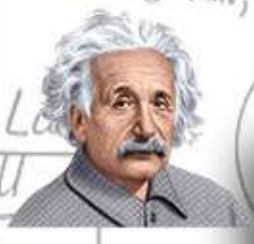
الفيزيـــــاء

الثاني عشر عام

إعداد الأستاذ/ رامي عبد الفتاح

0507292077

قناة التيليجرام @einstien_gulf_in_physics



سلسلة أينشتاين الخليج

المعـــــادلات والقـــــوانين والثوابـــت اللازمة

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)^{-1} \quad \text{أو :} \quad \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$I = \frac{\Delta V_{\text{مصدر}}}{R}$$

$$P = \frac{E}{t} = I^2R = I\Delta V = \frac{(\Delta V)^2}{R}$$

$$\Delta V_2 = R_2.I = R_2 \times \left(\frac{\Delta V_{\text{مصدر}}}{R_1 + R_2}\right)$$

$$F = ILB\sin\theta$$

$$F = q\vartheta B\sin\theta$$

$$F_g = mg$$

$$EMF = BL\vartheta\sin\theta$$

$$I = \frac{EMF}{R}$$

$$V_{eff} = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}}$$

$$I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$$

$$P_{AC} = \frac{1}{2}P_{AC,max}$$

$$\frac{V_P}{V_S} = \frac{N_P}{N_S} = \frac{I_S}{I_P}$$

$$e = \frac{P_S}{P_P} \times 100$$

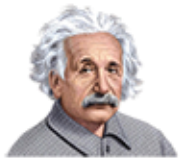
$$E_{\text{المفقودة}} = P_P - P_S$$

$$\frac{q}{m} = \frac{\vartheta}{Br}$$

$$\frac{q}{m} = \frac{2V_{accel}}{B^2r^2}$$

$$\vartheta = \frac{E}{B}$$

إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح



$$\Delta V = Ed$$

$$KE = qV_{accel} = \frac{1}{2}m\vartheta^2 = E - W = E - hf_\circ = E - \frac{hC}{\lambda_\circ}$$

$$\lambda = \frac{C}{f}$$

$$\vartheta = \frac{C}{\sqrt{K}}$$

$$L = \frac{\lambda}{2}$$

$$L = \frac{\lambda}{4}$$

$$\lambda = \frac{xd}{L}$$

$$tan\theta = \frac{x}{L}$$

$$2d = \frac{(m+\frac{1}{2})\lambda_{غشاء}}{n_{غشاء}}$$

$$2d = \frac{m\lambda_{غشاء}}{n_{غشاء}}$$

$$2x_1 = \frac{2\lambda L}{w}$$

$$x_{obj} = \frac{1.22\,\lambda L_{obj}}{D}$$

$$d = \frac{1}{N}$$

$$\lambda = dsin\theta$$

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

$$P = \frac{E}{C} = \frac{hf}{C} = \frac{h}{\lambda}$$

$$|q_e| = |q_p| = 1.602 \times 10^{-19}\ C$$

$$m_e = 9.11 \times 10^{-31}\ kg$$

$$m_p = 1.67 \times 10^{-27}\ kg$$

$$C = 3.0 \times 10^{8}\ m/s$$

$$h = 6.63 \times 10^{-34}\ J/Hz$$

إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح

- س: وصلت بطارية ($9\ V$) في دائرة كهربائية على التوالي بثلاث مقاومات والمطلـــــوب :

a) إذا زادت مقاومة إحدى المقاومات فكيف ستتغير المقاومة المكافئة ؟

حسب العلاقة ($R = R_1 + R_2 + R_3$) إذا زادت إحدى المقاومات فإن المقاومة المكافئة تزداد

b) ماذا سـيحدث للتيـار ؟ **حسب العلاقة ($I = \frac{\Delta V_{مصدر}}{R}$) بما أن المقاومة المكافئة زادت فإن التيار يقل**

c) هل سيطرأ أي تغيير في جهد البطارية ؟ **لا . لأن المصدر لم يتغير**

- س: مصباحان مقاومة أحدهمـــا أكبر من مقاومة الآخر والمطلـــوب :

a) إذا تم توصيلهما على التوازي فأي منهما سطوعه أكبر أي يستهلك قدرة أكبر ؟

حسب العلاقة : ($P = \frac{(\Delta V)^2}{R}$) فرق الجهد ثابت وبالتالي كلما قلت مقاومة المصباح تزداد قدرته أي يزداد سطوعه

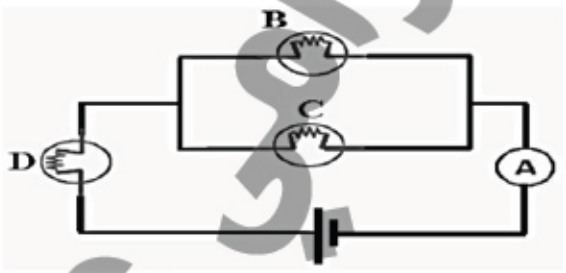
b) إذا تم توصيلهما على التوالي فأي منهما سطوعه أكبر أي يستهلك قدرة أكبر ؟

حسب العلاقة : ($P = I^2 . R$) بما أن شدة التيار ثابتة وبالتالي كلما ازدادت مقاومة المصباح تزداد قدرته أي يزداد سطوعه

- س: لماذا يُعد من الخطر اسـتبدال منصهر مسـتخدم لحماية الدوائر المنزلية مكتوب عليه ($15\ A$) بمنصهر آخر مكتوب عليه ($30\ A$) ؟

لأن المنصهر ($30\ A$) يسمح بمرور المزيد من التيار عبر الدائرة مولداً الكثير من الحرارة في الأسلاك مما قد يشكل خطراً

- س: ثلاثة مصابيح متماثلة وصلت معاً كما في الدائرة المجاورة . والمطلوب أجب عن جميع الأسئلة التالية :



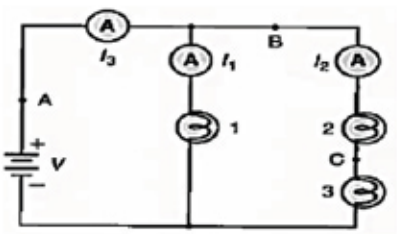
1- قارن درجة سطوع المصباح (B) بدرجة سطوع كل من (C) و (D) ؟

للمصباحين (B) و (C) نفس درجة السطوع وأقل من درجة سطوع المصباح (D)

2- ماذا يطرأ على قراءة الأميتر في الدائرة عند إضافة مصباح مماثل للمصابيح الأخرى على التوالي مع المصباح (C) ؟

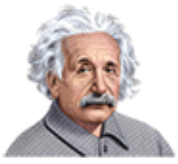
حسب العلاقة ($R = \frac{\Delta V_{مصدر}}{I}$) تزداد المقاومة المكافئة فتقل قراءة الأميتر

- س: من البيـــــانات في الدائرة الكهربائية المجـــاورة أجـــب عن جميـــع الأســـئلة التالية :



1- إذا كان المصباحان (1) و (3) متماثلان فقارن بين ســـطوعهما ؟

المصباحين (2) و (3) لهما نفس درجة السطوع ولكن أقل من سطوع المصباح (1)



2- إذا فصل السـلك عند النقطة (C) ووصلت مقاومة صغيرة على التوالي بالمصباحين (2) و (3) فماذا يحدث لسطوع كل منهمـا ؟

يقل سطوعهما بنفس المقدار بسبب انخفاض التيار المار في كل منهما بالتساوي

3- كيف يتم توصيل هذه المصابيح الثلاثة بحيث يصبح لها نفس السطوع ؟

بتوصيل جميع المصابيح على التوالي أو بتوصيل جميع المصابيح على التوازي

- س: يوجد في المخزن مجموعة من المقاومات مقاوماتها (20 Ω) و (50 Ω) فقط والمطلوب :

1- مستخدماً ثلاثة مقاومات كيف تحصل على مقاوم مقاومته (45 Ω) ؟

نضع مقاومان (50 Ω) على التوازي مع مقاوم (20 Ω) على التوالي

2- مستخدماً أربعة مقاومات كيف تحصل بطريقتين مختلفتين على مقاوم مقاومته (35 Ω) ؟

نضع مقاومان (50 Ω) و (20 Ω) على التوالي وآخران (50 Ω) و (20 Ω) على التوالي أيضاً ثم نربط المجموعتين على التوازي

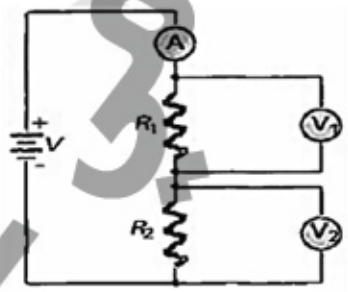
- س: سـلك من المصابيح يحتوي على (10) مصابيح متماثلة ذات مقاومة متساوية وموصلة على التوالي حينما يتم توصيل سلك المصابيح بمصدر كهربائي (117 V) تكون شدة التيار المار (0.06 A) . ما مقدار مقاومة كل مصباح ؟

.....

.....

.....

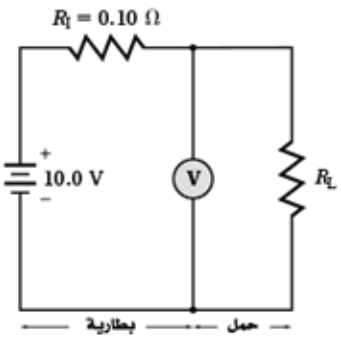
- س: فـي الدائرة الكهربائية المجـاورة إذا كانت ($R_1 = 255\ \Omega$) و ($R_2 = 290\ \Omega$) وكان ($\Delta V_1 = 17\ V$) . أجـب عن جميـع الأسـئلة التالية :



a) ما مقـدار التيـار المـار في الدائرة ؟

b) ما مقدار جهد البطارية ؟

بطارية جهدها 10.0 V لها مقاومة داخلية مقدارها 0.10 Ω، يمكن تمثيلها بمقاومة متصلة على التوالي مع البطارية كما في الشكل أدناه.



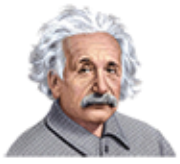
a. اشتق علاقة بين الهبوط في جهد البطارية V كدالة في التيار I.

جهد البطارية = مجموع الهبوط في الجهد

$$10.0 = IR_I + V$$

$$V = 10.0 - IR_I$$

$$= 10.0 - 0.10I$$

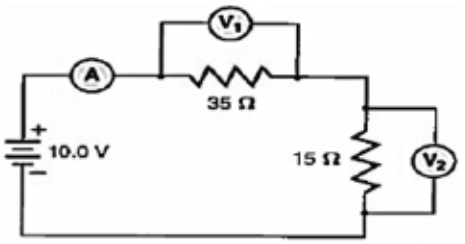


أعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح

d) هل مجموع القدرة المبددة في كل مقاومة يساوي مجموع القدرة المبددة في الدائرة ؟ اشرح إجابتك ؟

نعم لأنه حسب قانون حفظ الطاقة بما أن الطاقة محفوظة فإنه يجب أن يكون معدل تحول أو تبدد هذه الطاقة الذي هو القدرة محفوظ

– س: من البيانات في الشكل المجاور المطلوب أجب عما يلي :



a) ما القراءة التي يجب أن يُظهرها الأميتر ؟

.....

.....

b) ما القراءة التي يجب أن يُظهرها الفولتميتر رقم (1) ؟

.....

.....

.....

.....

c) ما القراءة التي يجب أن يُظهرها الفولتميتر رقم (2) ؟

.....

.....

.....

d) ما مقدار الطاقة الصادرة من البطارية في كل دقيقة ؟

.....

.....

.....

e) ما قيمة المقاومة المكافئة في الدائرة ؟

.....

f) أي من المقاومات أعلى حرارة ؟

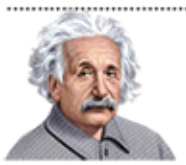
التوصيل على التوالي وبالتالي حسب العلاقة ($P = I^2.R$) التيار ثابت فالمقاوم ذو المقاومة الأكبر تكون قدرته أكبر أي حرارته أكبر أي المقاوم (35 Ω)

– س: حدد قيمة مقاومة لاستخدامها كجزء من مجزئ جهد موصل بمقاومة قيمتها ($1.2\ K\Omega$) وفرق الجهد بين طرفيها ($2.2\ V$) عندما يكون جهد المصدر ($12\ V$) ؟

.....

.....

.....



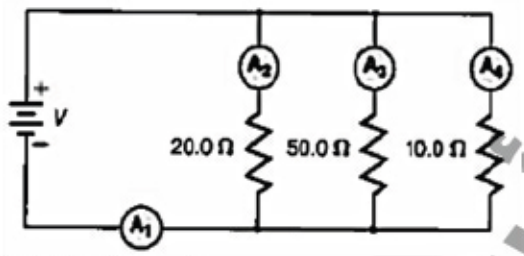
إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح

– س: يصمم طالب مجزئ جهـــد من بطارية (45 V) ومقاومتين (475 KΩ) و (235 KΩ) . ما قيمة فرق الجهـد خلال المقاومة الصغيرة ؟

$$V_B = \frac{VR_B}{R_A + R_B}$$

$$= \frac{(45\text{ V})(235\text{ k}\Omega)}{475\text{ k}\Omega + 235\text{ k}\Omega} = 15\text{ V}$$

– س: في الدائرة الكهربائية المجـــاورة إذا كان جهـــد البطارية (110 V) والمطلـــــوب :



a. ما مقدار قراءة الأميتر 1؟

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$R = \frac{1}{\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)}$$

$$R = \frac{1}{\left(\frac{1}{20.0\,\Omega} + \frac{1}{50.0\,\Omega} + \frac{1}{10.0\,\Omega}\right)} = 5.88\,\Omega$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{1.1\times10^2\text{ V}}{5.88\,\Omega} = 19\text{ A}$$

b. ما مقدار قراءة الأميتر 2؟

$$I = \frac{V}{R} = \frac{1.1\times10^2\text{ V}}{20.0\,\Omega} = 5.5\text{ A}$$

c. ما مقدار قراءة الأميتر 3؟

$$I = \frac{V}{R} = \frac{1.1\times10^2\text{ V}}{50.0\,\Omega} = 2.2\text{ A}$$

d. ما مقدار قراءة الأميتر 4؟

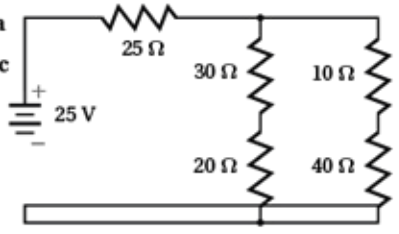
$$I = \frac{V}{R} = \frac{1.1\times10^2\text{ V}}{10.0\,\Omega} = 11\text{ A}$$

e. أي المقاومات أسخن؟

10.0 Ω، حيث $P = \frac{V^2}{R}$ والجهد (V ثابت المقدار في المقاومات الموصولة على التوازي، لذا تستنفد المقاومة الأقل قدرة أكبر.

f. أي المقاومات أبرد؟

50.0 Ω، حيث $P = \frac{V^2}{R}$ والجهد (V ثابت المقدار في المقاومات الموصولة على التوازي، لذا تستنفد المقاومة الأكبر قدرة أقل.



a. ما مقدار المقاومة المكافئة؟

b. احسب مقدار التيار المار في المقاومة 25 Ω.

c. أي المقاومات يكون أسخن، وأيها يكون أبرد؟

$$P = I^2R = (0.50\text{ A})^2(25.0\,\Omega) = 6.25\text{ W}$$

نصف التيار الكلي يمر في كل فرع من فرعي مقاومات الدائرة الموصولة على التوازي، لأن المقاومة المكافئة للفرعين متساوية.

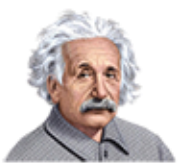
$$P = I^2R = (0.25\text{ A})^2(30.0\,\Omega) = 1.9\text{ W}$$

$$P = I^2R = (0.25\text{ A})^2(20.0\,\Omega) = 1.2\text{ W}$$

$$P = I^2R = (0.25\text{ A})^2(10.0\,\Omega) = 0.62\text{ W}$$

$$P = I^2R = (0.25\text{ A})^2(40.0\,\Omega) = 2.5\text{ W}$$

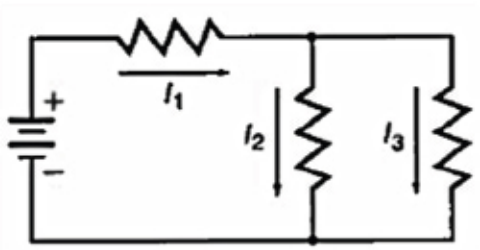
أي أن المقاومة الأسخن هي، 25.0 Ω ، والمقاومة الأبرد هي، 10.0 Ω.



إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح

إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح

– س: من البيـــــانات الواردة في الشكل المجـــاور أجـــب عن جميع الأســـئلة التالية :



1- إذا كانت قيمة كل مقاوم تســـاوي ($30.0\,\Omega$) فاحسب قيمة المقاومة المكافئة ؟

$R = 30.0\,\Omega + 15.0\,\Omega = 45.0\,\Omega$

2- إذا استنفذت كل مقاومة ($120\,mW$) فما مقدار القدرة الكلية المستنفذة ؟

$P = 3(120\,mW) = 360\,mW$

3- افترض أن ($I_1 = 13\,mA$) و ($I_2 = 1.7\,mA$) فما مقدار (I_3) ؟

– س: كيف تشرح لشخص السبب في أن القطب المكتوب عليه (N) في البوصلة يشير إلى الشمال ؟

الكرة الأرضية تشبه مغناطيس عملاق ويكـــــون قطبها الشمالي الجغرافي هو فعلياً قطبها المغناطيسي الجنوبي لهذا يشير الطرف الشمالي في إبرة البوصلة إلى القطب الشمالي الجغرافي للكرة الأرضية

– س: غالباً عند ملامسة البوصلة بالمغناطيس فإن البوصلة تشير إلى الجنـــــوب . لمـــــاذا ؟

لأنه عند وضع البوصلة قرب المغناطيس فإن مغنطة البوصلة تنقلب

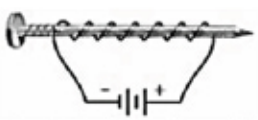
– س: ســـلك مســـتقيم وطويل يمر فيه تيـــــار من الشمال إلى الجنـــــوب والمطلـــوب :

a) يشير قطب الشمال لإبرة بوصلة موضوعة فوق هذا السلك إلى الشرق فما هو اتجاه التيار ؟

القطب الشمالي للشرق وبالتالي حسب قاعدة اليد اليمنى فإن التيار يتجه من الجنوب إلى الشمال

b) إذا تم وضع بوصلة تحت هذا السلك فما الاتجاه الذي ستشير إليه إبرة البوصلة ؟ **نحو الغرب**

– س: في الشكل المجـــــاور حدد كل من القطبين الشمالي والجنوبي على طرفي المســـــمار ؟



التيار يخرج من القطب الموجب للبطارية ويمر في الملف وبتطبيق قاعدة اليد اليمنى يكون الطرف الأيمن المدبب هو القطب الشمالي ويكون الطرف الأيسر هو القطب الجنوبي

– س: ســـلكان قريبان وموازيان لبعضهما وبهمـــا تياران بالقدر نفسه . إذا كان التياران بالاتجاه نفسه فكيف ستتأثر المجالات المغناطيسية للأسلاك ؟ وكيف ستتأثر المجالات إذا كان التياران في اتجاهين متعاكسين ؟

إذا كان التياران في الاتجاه نفسه فالمجال يزداد للضعف بينما إذا كان التياران باتجاهين متعاكسين فالمجال ينعدم

– س: تخيل لعبة تحتوي على ساقين معدنيين أفقيين متوازيين فوق بعضهما . إذا كان الساق العلوي حر الحركة لأعلى وأسفل الساق العلوي يطفو فوق الساق السفلي إلا أنه عندما ينعكس اتجاه الساق العلوي يسقط على الساق السفلي . اشرح كيف يمكن أن يتحرك الساقان بهذه الطريقة ؟

نضع القضيب العلوي بحيث يكون قطباه الشمالي والجنوبي فوق القطبين الشمالي والجنوبي للقضيب السفلي فيتنافر معه ويطفو . أما إذا تم قلب القضيب العلوي فسينجذب له ويسقط عليه

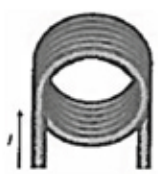
– س: يوضح الشكل المجاور استجابة بوصلة في موضعين مختلفين بالقرب من مغناطيس . أين يقع قطب الجنوب للمغناطيس ؟

عند الطرف الأيمن

– س: في الشكل المجاور قطاع سلك . ارسم المجال المغناطيسي الذي يتولد عن تياره ؟

– س: في الشكل المجاور يتجه التيار في السلك خارجاً من الصفحة . ارسم المجال المغناطيسي الذي يتولد عن التيار ؟

– س: يوضح الشكل المجاور الشكل النهائي لمغناطيس كهربائي يحمل تيار والمطلوب :



a) ما اتجاه المجال المغناطيسي داخل اللفات ؟ **رأسي إلى داخل الصفحة**

b) ما اتجاه المجال المغناطيسي خارج اللفات ؟ **رأسي إلى خارج الصفحة**

– س: افترض أنك تسير في الغابة وأدركت أنك تائه . معك بوصلة لكن الطلاء الأحمر الذي يحدد قطب الشمال في البوصلة قد زال . معك أيضاً سلك طويل ومصباح به بطارية . كيف يمكنك تحديد قطب الشمال في البوصلة ؟

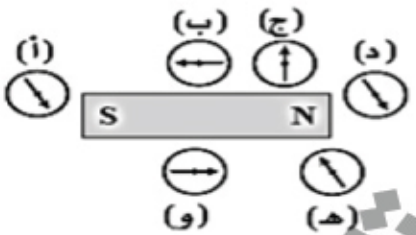
نقوم بتوصيل السلك بالبطارية بحيث يكون التيار بعيد ونمسك البوصلة فوق السلك فيكون الطرف الأيمن للبوصلة هو قطب شمال

– س: في الشكل المجاور تيار مرسل عبر زنبرك رأسي ونهاية الزنبرك في كوب مملوء بالزئبق ؟ ماذا سيحدث ؟ لماذا ؟

إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح

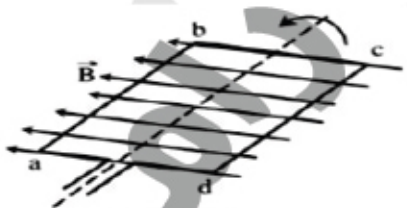
عندما يمر التيار عبر الملف يزداد المجال المغناطيسي وتؤدي القوى لانضغاط الزنبرك فيخرج السلك من الزئبق وتُفتح الدائرة فيقل المجال المغناطيسي عندئذٍ يهبط الزنبرك لأسفل أي سيتذبذب الزنبرك من أعلى لأسفل

– س : أي من البوصلات في الشكل المجاور تصف بصورة صحيحة اتجاه المجال المغناطيسي في النقطة التي وُضعت فيها ؟



البوصلة (أ) والبوصلة (ب)

– س: في الشكل المجاور ملف محرك كهربائي . عند لحظة معينة يدور الملف عكس اتجاه عقارب الساعة . حدد اتجاه التيار في سلك الملف في هذه اللحظة ؟

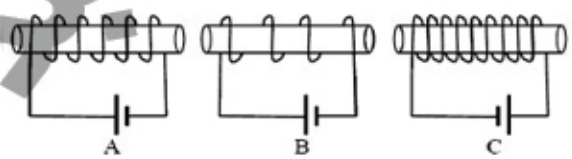


من (a) إلى (d) إلى (c) إلى (b) إلى (a)

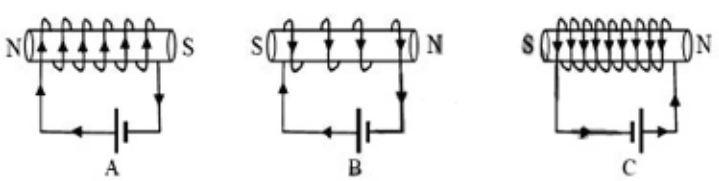
– س: يتحرك جسيم بسرعة (ϑ) في مجال مغناطيسي (B) فإذا أصبح المجال ($3B$) فكم تُصبح سرعة الجسيم ؟

❑ ($\frac{1}{3}\vartheta$) ❑ (ϑ) ❑ (3ϑ) ❑ (9ϑ)

– س: ثلاثة ملفات لولبية متماثلة الطول والمقطع موصول كل منها ببطارية وشدة التيار فيها متساوية والمطلوب :



1– حدد على الرسم الأقطاب المغناطيسية لكل ملف ؟



2– رتب الملفات ترتيباً تنازليا حسب مقدار شدة المجال المغناطيسي عند مركزها ؟

(C) ثم (A) ثم (B)

إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح

- س : يلف سلكان ينقلان تيارين متعاكسين أحدهما على الآخر عند صنع دائرة كهربائية . لماذا يؤدي ذلك إلى التقليل من أي مجال مغناطيسي غير مرغوب فيه ؟

بما أن السلكان ملفوفان أحدهما على الآخر فتكون المنطقة التي يشغلها المجال المغناطيسي صغيرة جداً

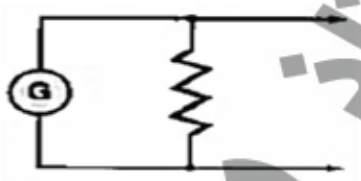
- س: سلك مستقيم ينقل تياراً وضع بحيث تتدفق الإلكترونات فيه من الشرق إلى الغرب . إذا وضعت بوصلة فوق السلك ففي أي اتجاه تنحرف ؟

اتجاه التيار يعكس اتجاه الالكترونات أي نحو الشرق والبوصلة رأسياً فوقه وبالتالي بتطبيق قاعدة قبضة اليد اليمنى يكون اتجاه المجال أو انحراف البوصلة نحو الجنوب

- س: سلكان متوازيان يمر في كل منهما تيار ويتحرك السلكان نحو بعضهما . قارن بين اتجاهي التيارين ؟ اشرح ؟

يتحركان نحو بعضهما أي القوة جاذبة فيكون التيارين في الاتجاه نفسه

- س: يُستخدم الترتيب الظاهر في الشكل المجاور لتحويل جلفانوميتر إلى نوع من الأجهزة . ما نوع الجهاز ؟ ما اسم المقاوم في الظاهر هذا الشكل ؟



هذا الترتيب يُستخدم لتحويل الجلفانوميتر إلى أميتر

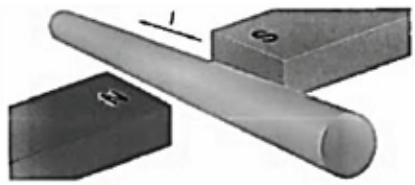
يسمى المقاوم هنا مقاوم مجزئ التيار الكهربائي

- س: يُستخدم الترتيب الظاهر في الشكل المجاور لتحويل جلفانوميتر إلى نوع من الأجهزة . ما نوع الجهاز ؟ ما اسم المقاوم في الظاهر هذا الشكل ؟

هذا الترتيب يُستخدم لتحويل الجلفانوميتر إلى فولتميتر

يسمى المقاوم هنا مقاوم عامل مضاعفة

- س: في الشكل المجاور حدد اتجاه القوة على السلك ؟



بتطبيق قاعدة كف اليد اليمنى يكون اتجاه القوة رأسي لداخل الصفحة

- س: سلكان متوازيان يحملان تيار متساوي والمطلوب :

a) إذا كان التياران في اتجاهين متعاكسين فأين سيكون المجال المغناطيسي للسلكين أكبر من مجال أي من السلكين بمفرده ؟ **بين السلكين**

إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح

b) أين سيبلغ المجال المغناطيسي من كلا السلكين ضعفه بالضبط من سلك واحد ؟ **في منتصف المسافة بين السلكين**

– س: ما اتجاه القوة على إلكترون يتحرك إلى الشرق عبر مجال مغناطيسي يشير إلى الشمال ؟

حسب قاعدة اليد اليمنى يكون اتجاه القوة رأسي لأسفل

– س: باستخدام التحليل البُعدي والصيغتين ($F = q\vartheta B$) و ($F = ILB$) اشتق وحدات التسلا ؟

$$B = \frac{F}{q.\vartheta} = \frac{N}{C \times \frac{m}{s}} = \frac{kg \times \frac{m}{s^2}}{C \times \frac{m}{s}} = \frac{kg}{C.s}$$

$$B = \frac{F}{I.L} = \frac{N}{A \times m} = \frac{kg \times \frac{m}{s^2}}{\frac{C}{s} \times m} = \frac{kg}{C.s}$$

– س: تبلغ شدة المجال المغناطيسي في مكبر صوت ($0.15\,T$) . يدور السلك (250) لفة حول شكل أسطواني يبلغ قطره ($2.5\,cm$) . تبلغ مقاومة السلك ($8.0\,\Omega$) . أوجد القوة المؤثرة على السلك عند وضع ($15\,V$) عبر السلك ؟

.....

.....

.....

– س: سلك نحاسي وزنه ($0.35\,N$) وطوله ($40.0\,cm$) يحمل تيار شدته ($6.0\,A$) وهناك مجال مغناطيسي قوي بما يكفي لموازنة قوة الجاذبية على السلك . ما شدة المجال المغناطيسي ؟

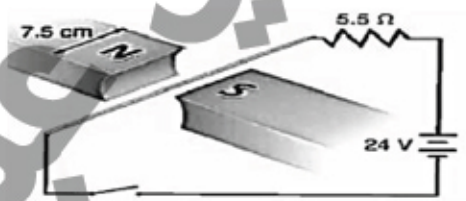
.....

.....

.....

.....

– س: في الشكل المجاور إذا كان المجال بين القطبين ($1.9\,T$) فما محصلة القوة المؤثرة على السلك في كل من الحالات التالية :



a) عندما كان المفتاح مفتوح ؟

.....

.....

b) عند إغلاق المفتاح ؟

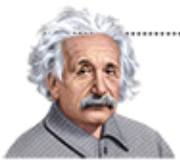
.....

.....

.....

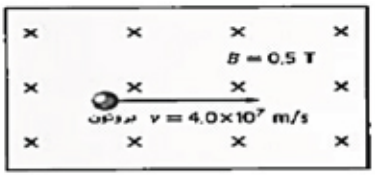
– س: مجال مغناطيسي منتظم شدته ($0.25\,T$) رأسياً لأسفل . يدخل بروتون المجال بسرعة أفقية مقدارها ($4.0 \times 10^6\,m/s$) فما مقدار واتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة عليه ؟

.....



إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح

– س: من البيانات في الشكل المجـــــاور ما مقدار واتجاه القوة المؤثرة على البروتون ؟



.....

.....

.....

.....

– س: ذرات هيليوم ثنائية التأين تتحرك بزاوية قائمة على مجـال مغناطيسي بسرعة ($4.0 \times 10^4\ m/s$) وتبلغ القوة على كل جسيم ($6.4 \times 10^{-16}\ N$) فما شدة المجال المغناطيسي ؟

.....

.....

.....

– س: يؤثر مجال مغناطيسي شدته ($16\ T$) في اتجاه مســـتقيم نحو الغرب . يتحرك إلكترون في خط مســـتقيم إلى الجنوب بسرعة ($8.1 \times 10^5\ m/s$) فما مقدار واتجاه القوة المؤثرة على الإلكترون ؟

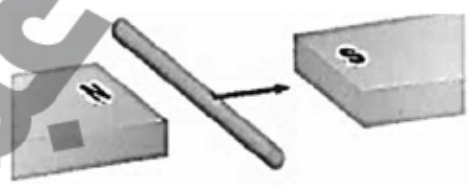
.....

.....

– س: تم تركيب مغناطيس على شكل حدوة حصان بحيث تكون خطـوط المجال المغناطيسي عمودية . تقوم بتمرير ســـلك بين القطبين وتسحبه نحوك . يمر التيار عبر السلك من اليمين إلى اليسار . أي القطبين هو قطب الشمال للمغناطيس ؟ فسر ؟

بتطبيق قاعدة كف اليد اليمنى يكون قطب الشمال نحو الأسفل

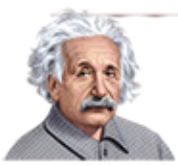
– س: في الشكل المجاور يتحرك سلك أفقياً بين قطبي مغناطيس فما اتجاه التيار المســـــتحث ؟



لا يتولد تيار لأن اتجاه السرعة موازي لاتجاه المجال

– س: يبين الشكل المجاور أن اتجاه المجـــال المغناطيسي للكرة الأرضية في النصف الشمالي يكون لأسفل ونحو الشمال . إذا كان سلك ممتد من الشرق إلى الغرب يتحرك من الشمال إلى الجنوب فما اتجاه التيار ؟

اتجاه التيار يكون من الغرب إلى الشرق



إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح

– س: أسقط معلم فيزياء مغناطيس عبر أنبوب نحاسي كما في الشكل المجاور . يسقط المغناطيس ببطء شديد ويستنتج الطلاب في الفصل أنه لا بد أن تكون هناك قوة ما تعارض الجاذبية والمطلوب :

a) ما اتجاه التيار الحثي المتولد في الأنبوب إذا كان القطب الجنوبي هو القطب المتجه نحو الأسفل ؟

يعمل المجال المغناطيسي المتغير في الأنبوب على حث تيارات دوارة

b) كيف يعمل المجال المغناطيسي على تقليل تسارع المغناطيس الساقط ؟

التيارات الدوارة المستحثة ترفع حرارة الأنبوب وبسقوط المغناطيس تقل طاقة وضعه الجذبية وعندما ترتفع حرارته إلى قيمة أكبر من الهواء المحيط فإن الحرارة تنتقل إلى الهواء

c) إذا استخدم المعلم أنبوب بلاستيكي فهل سيبطئ المغناطيس الساقط ؟

نعم يبطئ لأن الأنبوب البلاستيكي لن يحتوي على تيارات إدي أو ستكون صغيرة جداً

– س: لماذا يقل التيار المار بمحرك عندما تزيد سرعة المحرك ؟

عندما يدور المحرك يزداد التيار خلال الأسلاك ويزداد المجال وبالتالي تعمل الأسلاك على حث قوة دافعة عكسية لتواجه التيار

– س: اشرح السبب في أن المحولات لا تعمل إلا على تيار متردد فقط ؟

يعتمد عمل المحول على ظاهرة الحث المتبادل لذلك لا يصلح لتغيير جهد التيار المستمر (DC) وبالتالي أي جهاز متصل به في هذه الحالة لا يعمل وعلى هذا الأساس يوصل بمصدر تيار متناوب (AC) لأنه يعطي مجال متغير بينما التيار المستمر يعطي مجال ثابت لا يتغير

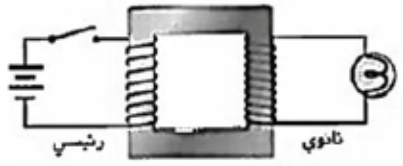
– س: كثيراً ما يتم عمل ملفات المحولات التي تحتوي على لفات قليلة فقط من سلك سميك جداً (منخفض المقاومة) بينما تُصنع المحولات ذات اللفات الكثيرة من سلك رفيع . لماذا ؟

عدد اللفات الأقل أو الأسلاك السميكة تمرر تيار كبير وبالتالي يجب أن تكون المقاومة قليلة للحد من هبوط الجهد أو هبوط القدرة الضائعة أو سخونة الأسلاك

– س: عند تشغيل منشار كهربائي في ساحة انتظار سيارات لماذا تقل إضاءة المصابيح في المنزل ؟

التيار الكبير المار في أسلاك المنشار يؤدي لزيادة فرق الجهد عبر الأسلاك ولكنه يقلل من فرق الجهد عبر المصابيح لذلك تخفت إضاءتها

– س: في الشكل المجاور يتصل أحد المحولات ببطارية من خلال مفتاح . هل سيضيء المصباح طالما أن المفتاح مغلق أم في لحظة إغلاق المفتاح فقط أم في لحظة تشغيل المفتاح فقط ؟ اشرح ؟

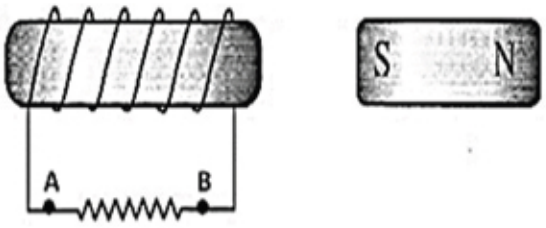


المصباح سيضيء لوجود تيار في الدائرة الثانوية وهذا يحصل كلما تغير التيار الرئيسي لذلك سيضيء المصباح سواء عند غلق أو فتح المفتاح

إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح

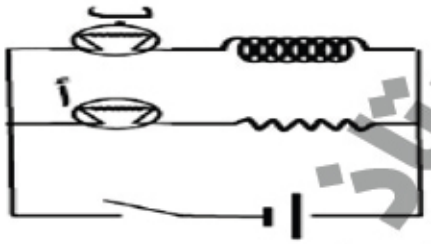
إلا أنه لن يضيء إلا للحظة

– س: في الشكل المجاور عند تقريب المغناطيس من الملف حدد اتجاه التيار المستحث في المقاوم ؟



الطرف الأيمن جنوب والأيسر شمال والتيار من (B) إلى (A) أي مع عقارب الساعة

– س: في الشكل المجاور ماذا يحصل لإضاءة كل من المصباحين في الحالتين التاليتين :



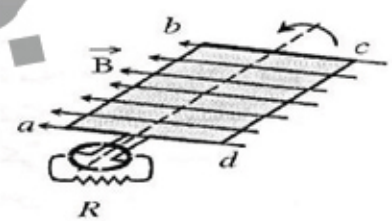
1- عند غلق المفتاح ؟

يضيء المصباح (أ) مباشرة وتبقى شدة إضاءته ثابتة بينما تزداد إضاءة المصباح (ب) تدريجياً من الصفر حتى تبلغ قيمة معينة تثبت عندها وذلك لأن التيار في الملف يزداد فيزداد المجال فيتولد تيار مستحث عكسي ثم يبدأ هذا التيار بالتلاشي تدريجياً لذلك يزداد التيـــار الكلي تدريجياً حتى يصل إلى قيمته القصوى الثابتة

2- عند فتح المفتاح ؟

ينطفئ المصبـــــاح (أ) مباشرة بينمـا ينطفئ المصبـــاح (ب) تدريجياً وذلك لأن التيـــار في الملف يقل فيقل المجال فيتولد تيار مستحث طردي ثم يبدأ هذا التيار بالتلاشي تدريجياً

– س: في الشكل المجاور ملف مولد كهربائي . حدد اتجاه التيار المار في المقاوم عند هذه اللحظة ؟



عكس عقارب الساعة من اليمين لليسار

– س: اســـــتخدم التعويض عن الوحدة لإظهار أن وحدة قياس المقدار ($BL\vartheta$) هي الفولت ؟

$$EMF = BL\vartheta$$

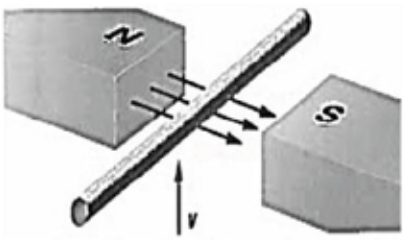
ولكن :

$$F = ILB \Longrightarrow B = \frac{F}{IL}$$

$$EMF = BL\vartheta = \frac{F}{IL} \times L\vartheta = \frac{F}{I} \times \vartheta = \frac{N}{A} \times \frac{m}{s} = \frac{J}{C} = V$$

إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح

– س: في الشكل المجاور سلك مستقيم طوله ($0.75\ m$) يتحرك لأعلى عبر مجال مغناطيسي أفقي مقداره ($0.30\ T$) بسرعة ($16\ m/s$) والمطلوب :



a) ما مقدار (EMF) المستحثة في السلك ؟ حدد قطبية السلك على طرفيه ؟

.....

.....

.....

b) إذا كان السلك جزء من دائرة ومقدار مقاومته ($11\ \Omega$) فما مقدار التيار المار فيها ؟

.....

– س: ترغب في توليد (EMF) تبلغ ($4.5\ V$) عن طريق تحريك سلك بسرعة ($4.0\ m/s$) عبر مجال مغناطيسي يبلغ ($0.050\ T$) . تريد استخدام أقصر طول ممكن للسلك . كم يجب أن يكون طول السلك وماذا ينبغي أن تكون الزاوية بين المجال والسرعة ؟

.....

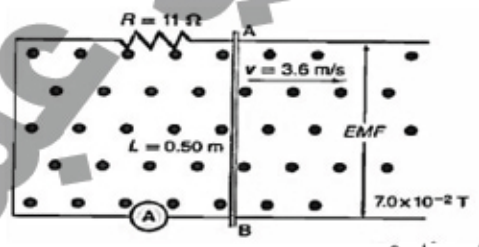
.....

.....

.....

.....

– س: من البيانات في الشكل المجاور أجب عن جميع الأسئلة التالية :



a) ما مقدار فرق الجهد المستحث في الموصل ؟

.....

.....

b) ما مقدار التيار المار ؟

.....

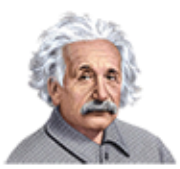
.....

c) ما قطبية النقطة (A) بالنسبة إلى النقطة (B) ؟

.....

.....

إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح



– س: ينتج المـــولد حد أقصى من فرق الجهـــد يبلغ ($170\ V$) والمطلـــــوب :

a) ما فرق الجهـــد الفعال ؟

.....

b) إذا وصل بالمولد مصباح قدرته ($60\ W$) وكانت القيمة العظمى للتيار ($0.70\ A$) فما مقدار التيار الفعال للمصباح ؟

.....

c) ما مقاومة المصباح عندما يعمل ؟

.....

.....

.....

– س: إذا كان متوســـط القدرة التي يســـتخدمها مصباح كهربائي مع الزمن يساوي ($75\ W$) فما أقصى القدرة ؟

.....

.....

.....

– س: القيمة القصوى لفرق الجهد المتردد الداخل إلى مقـــاوم ($144\ \Omega$) هي ($1.00 \times 10^2\ V$) فما أقصى قدرة يســتطيع المقاوم التعامل معها ؟

.....

.....

– س: محول كهربائي قدرته ($150\ W$) يعمل بفرق جهد ($9.0\ V$) وينتج تيار ($5.0\ A$) والمطلـــــوب :

a) هل المحول رافع أم خافض ؟ b) ما نسبة جهد الملف الثانوي إلى جهد الملف الرئيسي ؟

– س: يحتوي محول لرفع الجهـــد على (80) لفة في ملفه الرئيسي و (1200) لفة في ملفه الثانوي . تأخذ الدائرة الرئيسية تيار متردد بجهد ($120\ V$) والمطلـــــوب :

a) ما فرق الجهد المطبق عبر الدائرة الثانوية ؟ b) التيار في الدائرة الثانوية يبلغ ($2.0\ A$) فما التيار في الدائرة الرئيسية ؟

c) ما مقدار القدرة الداخلة والقدرة الناتجة في المحول ؟

. يُنتج مولـد كهربائي على سـدٍّ قـدرةً كهربائية مقدارهـا 375 MW، إذا كانت كفـاءة المولّد والتوربين 85% فأجب عما يلي:

a. احسب معدل الطاقة التي يجب أن يزود بها التوربين من المياه الساقطة.

$$\text{كفاءة المولّد} = \frac{P_{\text{نتجة}}}{P_{\text{دخلة}}} \times 100\%$$

$$P_{\text{دخلة}} = P_{\text{نتجة}} \times \frac{100\%}{\text{كفاءة المولّد}}$$

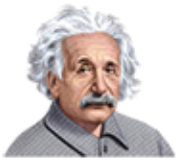
$$= 375\ \text{MW}\left(\frac{100\%}{85\%}\right)$$

$$= 440\ \text{MW}$$

b. طاقة الماء الساقط تكون نتيجة للتغير في طاقة الوضع $P.E = mgh$. ما مقدار التغير في طاقة الوضع اللازمة في كل ثانية؟

$$440\ \text{MW} = 440\ \text{MJ/s}$$

$$= 4.4 \times 10^8\ \text{J/s}$$



إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح

محول كهربائي كفاءته 95 % يزود ثمانية منازل. وكل منزل يشغل فرنا كهربائيًا يسحب تيارًا مقداره 35 A بفرق جهد مقداره 240 V، ما مقدار القدرة التي تزود بها الأفران الثمانية؟ وما مقدار القدرة المستنفدة في المحول في صورة حرارة؟

القدرة في الملف الثانوي:

$$P_s = (\text{عدد المنازل})\, V_s I_s$$

$$= (8)(240\text{ v})(35\text{ A}) = 67\text{ kW}$$

القدرة التي زُوِّدت بها الأفران في المنازل الثمانية تساوي 67 kW

القدرة في الملف الابتدائي:

$$P_p = \frac{(100\%)P_s}{\text{الكفاءة}} = \frac{(100\%)(67\text{ W})}{95\%} = 71\text{ kW}$$

والفرق بين القدرتين هي القدرة المستنفذة في المحول على شكل حرارة وتساوي 4 kW.

- لا تصل كفاءة المحولات العملية إلى 100%. اكتب تعبيرًا يمثل كفاءة المحول بدلالة القدرة، إذا استخدم محول خافض كفاءته 92.5%، وعمل على خفض الجهد في المنزل من 125 V إلى 28.0 V ، وكان التيار المار في دائرة الملف الثانوي يساوي 25.0 A فما مقدار التيار المار في دائرة الملف الابتدائي؟

كفاءة المحول:

$$e = \frac{P_s}{P_p} \times 100\%$$

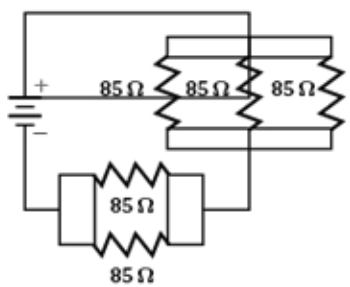
القدرة في الملف الثانوي:

$$P_s = V_s I_s = (28.0\text{ V})(25.0\text{ A}) = 7.00 \times 10^2\text{ W}$$

$$P_p = \frac{(100\%)P_s}{\text{الكفاءة}} = \frac{(100\%)(7.00 \times 10^2\text{ W})}{92.5\%} = 757\text{ W}$$

تيار الابتدائي: $I_p = \frac{P_p}{V_p} = \frac{757\text{ W}}{125\text{ V}} = 6.05\text{ A}$

- احسب المقاومة المكافئة للمقاومات الموضحة في



$$\frac{1}{R_{\text{على التوازي}_3}} = \frac{1}{85\,\Omega} + \frac{1}{85\,\Omega} + \frac{1}{85\,\Omega}$$

$$R_{\text{على التوازي}_3} = 28.3\,\Omega$$

$$\frac{1}{R_{\text{على التوازي}_2}} = \frac{1}{85\,\Omega} + \frac{1}{85\,\Omega}$$

$$R_{\text{على التوازي}_2} = 42.5\,\Omega$$

$$R = R_{\text{على التوازي}_3} + R_{\text{على التوازي}_2}$$

$$= 28.3\,\Omega + 42.5\,\Omega = 71\,\Omega$$

- س: ما الذي يجب أن يحدث للإلكترون لتنشأ موجة كهرومغناطيسية ؟

يجب أن يتسارع

- س: ما المسار الذي سيأخذه أيون موجب يتحرك في مجال مغناطيسي يزداد خطياً مع الوقت ؟

سيتحرك في مسار لولبي (خطي مستقيم مع دائري يعطي هذا المسار اللولبي أو الحلزوني)

- س: في رواية خيال علمي تناول رجل جرعة دواء وأصبح غير مرئي مع احتفاظه بكل قدراته . فسر السبب الذي يجعل هذا الرجل الخفي غير قادر على الرؤية ؟

لكي نرى يجب أن نكتشف الضوء وهو ما يعني أن الضوء سيتم امتصاصه أو بعثرته وبالتالي فإن أي شخص غير مرئي يجب بالضرورة أن يكون شفافاً تماماً بحيث يمر الضوء من خلاله دون امتصاص أو بعثرة

- س: أثبت أن وحدات ($\frac{E}{B}$) هي نفس وحدات السرعة ؟

$$\frac{E}{B} = \frac{\frac{N}{C}}{\frac{N}{A \times m}} = \frac{A \times m}{C} = \frac{\frac{C}{s} \times m}{C} = \frac{m}{s}$$

- س: يتحرك بروتون بسرعة ($7.5 \times 10^4\, m/s$) عند مروره عبر مجال مغناطيسي شدته ($0.080\, T$) . احسب نصف

إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح

قطر مساره الدائري ؟

.....

.....

.....

– س: تتحرك إلكترونات في مجـــال مغناطيسي شدته ($3.0 \times 10^{-3}\ T$) ومتـــــوازنة بفعـــــل مجـــال كهربائـــي شدته ($2.4 \times 10^{4}\ N/C$) والمطلـــــــوب :

a) كم تبلغ سرعة الإلكترونات ؟

.....

b) إذا كان المجال الكهربائي ناشئاً عن لوحين مشحونين موضوعين على مســافة ($0.50\ cm$) من بعضهما البعض فكم يبلغ فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين ؟

.....

.....

c) إذا تم إيقاف المجال الكهربائي فكم سيبلغ نصف قطر المسار الدائري الذي ستسير فيه الإلكترونات ؟

.....

.....

.....

– س: حلل مطيـــــاف الكتلة حزمة متأينة بشكل مزدوج ($+2$) من ذرات الأرجـــــون وأظهـــــر بياناتهـــا وكانت القيم الناتجة عن التحليـــــل هـــــي ($r = 0.106\ m$) و ($q = 2 \times 1.602 \times 10^{-19}\ C$) و ($B = 5.0 \times 10^{-2}\ T$) و ($V_{accel} = 66.0\ V$) فاحسب كتلة ذرة الأرجون ؟

.....

.....

.....

– س: كتلة جســيم ألفا ($6.6 \times 10^{-27}\ kg$) وشحنته ($+2$) وهذا الجسيم يتحرك في مجال مغناطيسي شدته ($0.20\ T$) بمســـــار نصف قطره ($0.090\ m$) والمطلـــــــوب :

a) ما فرق الجهد المطلوب لمنح الجسيم السرعة المطلوبة ؟

.....

.....

.....

b) كم تبلغ الطاقة الحركية للجسيم ؟

.....

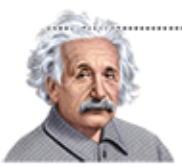
c) ما سرعة الجسيم ؟

.....

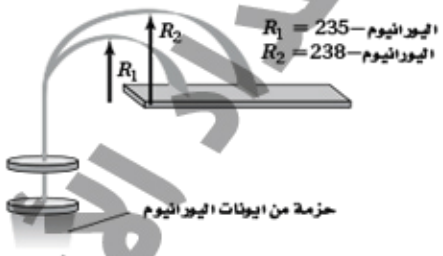
.....

.....

إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح



- يعمل مطياف الكتلة على فصل النظائر المختلفة التي تدخل فيه إلى مسارات دائرية ذات أنصاف أقطار مختلفة. فيُستخدم لتنقية عينة من خليط اليورانيوم 235 و اليورانيوم238 .افترض أن $B=5.00\times10^{-3}\,\mathrm{T}$، و$V=55.0\,\mathrm{V}$، وكل من نظيريّ اليورانيوم خماسي التأين (+5)، وكتلة اليورانيوم−235 تساوي 235 مرة قدر كتلة البروتون، وكتلة اليورانيوم −238 تساوي 238 مرة قدر كتلة البروتون. فما المسافة التي يفصل بها مطياف الكتلة بين النظيرين؟



$$\frac{q}{m}=\frac{2V}{B^2r^2}$$

$$r_{U\,235}=\sqrt{\frac{2Vm}{qB^2}}$$

$$=\sqrt{\frac{(2)(55.0\,\mathrm{V})(235)(1.67\times10^{-27}\,\mathrm{kg})}{(5)(1.60\times10^{-19}\,\mathrm{C})(5.00\times10^{-3}\,\mathrm{T})^2}}=1.47\,\mathrm{m}$$

$$r_{U\,238}=\sqrt{\frac{2Vm}{qB^2}}$$

$$=\sqrt{\frac{(2)(55.0\,\mathrm{V})(238)(1.67\times10^{-27}\,\mathrm{kg})}{(5)(1.60\times10^{-19}\,\mathrm{C})(5.00\times10^{-3}\,\mathrm{T})^2}}=1.48\,\mathrm{m}$$

$$\text{المسافة الفاصلة}=r_{U\,238}-r_{U\,235}=1.48\,\mathrm{m}-1.47\,\mathrm{m}=0.01\,\mathrm{m}$$

تمكن علماء الفيزياء في السنوات الأخيرة من إبطاء سرعة الضوء إلى 1.20 mm/s، وذلك بإمراره خلال مادة ما. فما ثابت العزل الكهربائي لهذه المادة؟

$$v=\frac{c}{\sqrt{K}}$$

$$K=\left(\frac{c}{v}\right)^2$$

$$=\left(\frac{3.00\times10^8\,\mathrm{m/s}}{1.20\times10^0\,\mathrm{m/s}}\right)^2$$

$$=6.25\times10^{22}$$

س: إذا كان تردد موجة كهرومغناطيسية ($8.2\times10^{14}\,Hz$) فما طولها الموجي ؟

يحلل مطياف كتلة حزمة من أيونات الكالسيوم ثنائية التأين (+2). فإذا كانت: $B=4.5\times10^{-3}\,\mathrm{T}$، و$r=0.125\,\mathrm{m}$، وكتلة أيون الكالسيوم $6.68\times10^{-26}\,\mathrm{kg}$. فما فرق الجهد الذي يعمل عليه المطياف؟

$$\frac{q}{m_{\text{كالسيوم}}}=\frac{2V}{B^2r^2}$$

$$V=\frac{qB^2r^2}{2m}$$

$$=\frac{(3.20\times10^{-19}\,\mathrm{C})(4.5\times10^{-3}\,\mathrm{T})^2(0.125\,\mathrm{m})^2}{(2)(6.68\times10^{-26}\,\mathrm{kg})}$$

$$=0.76\,\mathrm{V}$$

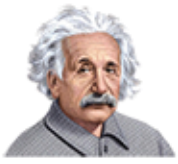
ثابت العزل الكهربائي للألماس 6.00. فما سرعة الضوء فيه؟

$$v=\frac{c}{\sqrt{K}}$$

$$=\frac{3.00\times10^8\,\mathrm{m/s}}{\sqrt{6.00}}$$

$$=1.22\times10^8\,\mathrm{m/s}$$

إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح



ما الطول الموجي لموجات راديو ترددها 90.7 MHz؟

$$\lambda = \frac{c}{f}$$
$$= \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{90.7 \times 10^6 \text{ Hz}}$$
$$= 3.31 \text{ m}$$

– س: ما أفضل تفسير محتمل لسبب تغير ألوان الغشاء الرقيق مثل فقاعة الصابون أو الزيت على الماء وتحركها كما ترى ؟

لأن سمك الغشاء في موقع معين يتغير مع مرور الزمن

– س: لماذا يُعد استخدام ضوء أحادي اللون مهماً في تكوين نمط التداخل في تجربة الشق المزدوج ؟

عند استخدام ضوء أحادي اللون نحصل على نمط تداخل دقيق المعالم بعكس الضوء الأبيض الذي يعطينا مجموعة حزم ملونة

– س: اشرح لماذا لا يمكن استخدام موقع الحزمة المركزية المضيئة لنمط تداخل الشق المزدوج لحساب الطول الموجي للضوء ؟

كل الأطوال الموجية تُنتج الحزمة المركزية في الموقع نفسه

– س: وضح في كل من الأمثلة التالية ما إذا كان اللـــون ناتج عن التداخـــل في الأغشية الرقيقـــة أم عن الانكسار أم عن وجود صبغات ؟

a) فقاعات الصابون ؟ **ناتج عن التداخل في الأغشية الرقيقة**
b) بتلات وردة ؟ **ناتج عن وجود صبغات**
c) أغشية زيتية ؟ **ناتج عن التداخل في الأغشية الرقيقة**
d) قوس قزح ؟ **ناتج عن الانكسار**

– س: يسقط ضوء أبيض من خلال محزوز على شاشة . صِفْ النمط الناتج ؟

نلاحظ طيف كامل من الألوان وبســـبب الأطوال الموجية المختلفة فإن الأهداب المعتمة ذات الطول الموجي الواحد ستُملأ بأهداب مضيئة ذات لون واحد

– س: يُشع ضوء أبيض خلال محزوز حيـــود . هل تكون الفراغات بين الخطوط الحمراء الناتجة متقاربة أم متباعدة أكثر مقارنة بالخطوط البنفسجية الناتجة ؟ لماذا ؟

الطول الموجي للضوء الأحمر أكبر وبالتالي حسب العلاقة ($\lambda = \frac{xd}{L}$) فإن المسافات الفاصلة بين الخطوط الحمراء تكون أكبر

– س: لماذا تتكون محزوزات الحيـــــود من عدد كبير من الشقوق ؟ لمـــــــــاذا تكون هذه الشقوق متقاربة جداً ؟

العدد الكبير للشقوق يزيد من شدة أنماط الحيود واقتراب الشقوق من بعضها يُنتج صوراً أكثر حدة للضوء

– س: لماذا يكون التلسكوب ذو القطر الصغير غير قادر على التمييز بين صورتين لنجمين متقاربين جـــــداً ؟

الفتحات الصغيرة تحوي أنماط تداخل كبيرة تقلل من الدقة وتحد من القدرة على التمييز بين الصورتين

– س: صِفْ كيف ستوضح ما إذا كان نمط ما ناتج عن شق أحادي أم شق مزدوج ؟

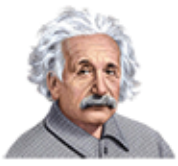
في نمط تداخل الشق المزدوج تتكون خطوط تفصل بينها مسافات متساوية وسطوعها متســـاوي بينما في نمط حيود الشق المفرد تتكون حزمة مركزية مضيئة وعريضة وحزم جانبية أقل إضاءة

– س: لماذا يُستخدم الضوء الأزرق للإضاءة في ميكروسكوب بصري ؟

لأن طوله الموجي قصير فيعطي حيود أقل

– س: صِفْ التغييرات في نمط حيود شق أحادي عندما يتناقص عرض الشق ؟

كلما قل عرض الشق فإن عرض الحزم يزداد بينما إضاءتها تقل



إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح

. سقط ضوء أصفر على شقّ مفرد عرضه 0.0295 mm، فظهر نمط على شاشة تبعد عنه مسافة 60.0 cm. فإذا كان عرض الهدب المركزي المضيء 24.0 mm، فما الطول الموجي للضوء؟

$$2x_1 = \frac{2\lambda L}{w}$$

$$\lambda = \frac{(2x_1)w}{2L} = \frac{(24.0\times10^{-3}\,\text{m})(0.0295\times10^{-3}\,\text{m})}{(2)(60.0\times10^{-2}\,\text{m})}$$

$$= 5.90\times10^{2}\,\text{nm}$$

. يسقط ضوء على شقّين متباعدين بمقدار 19.0 μm، ويبعدان عن شاشة 80.0 cm، كما في الشكل 17–12. فإذا كان الهدب المضيء ذو الرتبة الأولى يبعد 1.90 cm عن الهدب المركزي المضيء فما مقدار الطول الموجي للضوء؟

■ الشكل 17–12

$$\lambda = \frac{xd}{L}$$

$$= \frac{(1.90\times10^{-2}\,\text{m})(19.0\times10^{-6}\,\text{m})}{80.0\times10^{-2}\,\text{m}} = 451\,\text{nm}$$

* الحيود الضوئي .

هو انحناء مقدمات الموجة الضوئية المنتظمة حول حواف الفتحات في حاجز اثناء نفاذها من تلك الفتحات .

* تفسير الحيود بالاعتماد على مبدأ هيجنز في الحركة الموجية .

يمكن تفسير ذلك بالاعتماد على مبدأ هيجنز الذي يشير الى اعتبار جميع النقاط على مقدمات الموجات الضوئية مصادر ضوئية نقطية وعندما يعبر الضوء المترابط بين حافتين متقاربتين يتكون نمط للحيود نتيجة التداخل

يمكن لغشاء من مادة مجهولة سمكه 95.7 nm منع ضوء طوله الموجي 555 nm من الانعكاس عندما يُحاط بالهواء. ما معامل انكسار هذه المادة؟

$$2d = (m + \tfrac{1}{2})\,\frac{\lambda}{n_{\text{المادة المجهولة}}}$$

عندما تكون $m=0$، فإن

$$2d = \frac{1}{2}\,\frac{\lambda}{n_{\text{المادة المجهولة}}}$$

$$n_{\text{المادة المجهولة}} = \frac{\lambda}{4d} = \frac{555\,\text{nm}}{(4)(95.7\,\text{nm})}$$

$$= 1.45$$

* ملاحظات هامة جدا :-

1- **التداخل البناء التام** ويحدث عندما تلتقي موجات ضوئية مترابطة و متفقة في الطور (فرق الطور بينها صفراً) بحيث تتراكب القمم مع القمم والقيعان مع القيعان فتتضاعف السعة و تزداد الطاقة الضوئية في هذه المناطق والتي تسمى مناطق **الاهداب المضيئة** .

2- **التداخل الهدام التام** ويحدث عندما تلتقي موجات ضوئية مترابطة ومتعاكسة في الطور (فرق الطور بينها 180^0) بحيث تتراكب القمم مع القيعان فتنعدم السعة وتنعدم الطاقة الضوئية في هذه المناطق والتي تسمى مناطق **الاهداب المعتمة** .

3- **الضوء الأحادي اللون** هو ضوء له طول موجي واحد (غير مركب) وهو الضوء ذو اللون (الأحمر او الأزرق او الأخضر) اما بقية الوان الضوء الأبيض فهي الوان مركبة وعندما نقول مصدر احادي نقصد انه يصدر ضوء احادي اللون . الأحمر (λ_{max}) – البرتقالي – الأصفر – الأخضر – الأزرق – النيلي – البنفسجي (λ_{min})

إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح

إذا كان عرض الهدب المركزي المضيء في نمط الحيود 2.9 cm، وكان ضوء ليزر مجهول الطول الموجي يمر عبر شق مفرد عرضه 0.042 mm ويسقط على شاشة تبعد عن الشق 1.5 m فما الطول الموجي للضوء؟

$$2x_1 = \frac{2\lambda L}{w}$$

$$\lambda = \frac{2x_1 w}{2L}$$

$$= \frac{(0.029\text{ m})(4.2\times10^{-5}\text{ m})}{(2)(1.5\text{ m})}$$

$$= 4.1\times10^{-7}\text{ m}$$

يوجد غشاء من الزيت سمكه 118 nm على سطح بركة ماء في الشارع. ما تردد الضوء الذي سينعكس إذا علمت أنّ معامل انكسار الغشاء الزيتي $n = 1.45$؟

$$2d = (m+\frac{1}{2})\frac{\lambda}{n_{\text{الغشاء الزيتي}}}$$

عندما تكون $m=0$، فإن

$$2d = \frac{1}{2}\frac{\lambda}{n_{\text{الغشاء الزيتي}}}$$

$$\lambda = 4\,dn_{\text{الغشاء الزيتي}}$$

$$= (4)\,(118\text{ nm})\,(1.45) = 685\text{ nm}$$

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3.00\times10^{8}\text{ m/s}}{6.85\times10^{-7}\text{ m}} = 4.38\times10^{14}\text{ Hz}$$

لمحزوز حيود 13400 خط في كل بوصة (إنش)، فما المسافة الفاصلة بين الشقوق؟ (استخدم معامل التحويل التالي بين البوصة والسنتمتر (1 inch = 2.54 cm).

$$d = \left(\frac{1\text{ inch}}{13{,}400\text{ lines}}\right)\left(\frac{2.54\text{ cm}}{1\text{ inch}}\right)\left(\frac{1\text{ m}}{100\text{ cm}}\right)$$

$$= 1.90\times10^{-6}\text{ m/line}$$

يسقط ضوء بنفسجي طوله الموجي 415 nm على شقّ عرضه 0.040 mm. إذا كانت المسافة بين مركز الهدب المركزي المضيء ومركز هدب الرتبة الثالثة المعتم 18.7 cm فما المسافة بين الشق والشاشة؟

$$x_m = \frac{mL\lambda}{w}$$

$$L = \frac{x_m w}{m\lambda}$$

$$= \frac{(0.187\text{ m})(4.0\times10^{-5}\text{ m})}{(3)(4.15\times10^{-7}\text{ m})} \quad L = 6.0\text{ m}$$

يسقط ضوء أحمر طوله الموجي 685 nm على شق عرضه 0.025 mm. فإذا كانت المسافة بين مركز الهدب المركزي المضيء ومركز هدب الرتبة الثانية المعتم 6.3 cm فما عرض الهدب المركزي؟

$$x_m = \frac{mL\lambda}{w}$$

$$L = \frac{x_m w}{m\lambda}$$

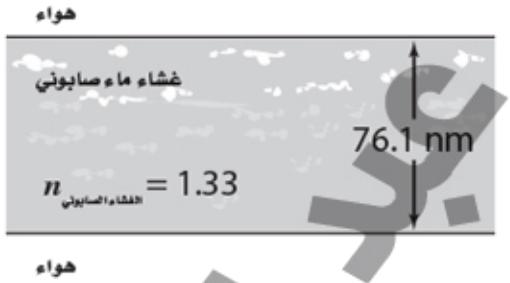
$$= \frac{(0.063\text{ m})(2.5\times10^{-5}\text{ m})}{(2)(6.85\times10^{-7}\text{ m})}$$

$$= 1.1\text{ m}$$

$$2x_1 = \frac{2\lambda L}{w}$$

$$= \frac{(2)(6.85\times10^{-7}\text{ m})(1.1\text{ m})}{(2.5\times10^{-5}\text{ m})} = 0.063\text{ m}$$

ما لون الضوء الذي سينعكس عن غشاء الماء المحتوي على الصابون المبين في الشكل أدناه؟



$$2d = \left(m+\frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{n_{\text{الغشاء الصابوني}}}$$

تكون $m=0$، فإن

$$2\,d = \frac{1}{2}\frac{\lambda}{n_{\text{الغشاء الصابوني}}}$$

$$\lambda = 4dn_{\text{الغشاء الصابوني}}$$

$$= (4)\,(76.1\text{ nm})(1.33)$$

$$= 405\text{ nm}$$

الضوء بنفسجي اللوّن.

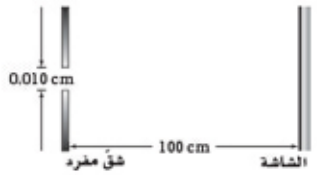
إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح

يجري طالب فيزياء تجربة الشق المزدوج على طاولة خاصة في مختبر البصريات، كما هو موضح في الشكل أدناه، مستخدمًا ليزر هيليوم–نيون، حيث الطول الموجي لضوئه 632.8 nm، فيمر ضوء الليزر من خلال الشقين اللذين تفصلهما مسافة 0.020 mm، ما المسافة بين مركز الهدب المركزي المضيء ومركز هدب الرتبة الأولى؟

$$L = 150.0\text{ cm} - 50.0\text{ cm} = 100.0\text{ cm}$$

$$x = \frac{\lambda L}{d} = \frac{(6.328\times10^{-7}\text{ m})(1.000\text{ m})}{(2.0\times10^{-5}\text{ m})} = 3.2\times10^{-2}\text{ m}$$

. يعبر ضوء أحادي اللون خلال شقّ مفرد عرضه 0.010 cm، ثم يسقط على شاشة تبعد عنه مسافة 100 cm، كما في الشكل 18–12. فإذا كان عرض الهدب المركزي المضيء 1.20 cm، فما مقدار الطول الموجي للضوء؟



■ الشكل 18–12

$$2x_1 = \frac{2\lambda L}{w}$$

$$\lambda = \frac{xw}{L} = \frac{(0.60\text{ cm})(0.010\text{ cm})}{100\text{ cm}} = 600\text{ nm}$$

. ما لون الضوء المرئي الذي ينتج خطًّا ساطعًا قريبًا جدًّا من الهدب المركزي المضيء بالنسبة لمحزوز حيود معين؟

الضوء البنفسجي هو اللون ذو الطول الموجي الأقصر.

. لماذا يكون التلسكوب ذو القطر الصغير غير قادر على التمييز بين صورتين لنجمين متقاربين جدًّا؟

للفتحات الصغيرة أنماط حيود كبيرة تحد من القدرة على التمييز بين الصورتين.

خرج أسامة وعمر في نزهة قصيرة بعد المطر، ولاحظا طبقة نفطية رقيقة معامل انكسار مادتها 1.45 على سطح بركة صغيرة تُنتج ألوانًا مختلفة. ما أقل سمك لطبقة النفط، عندما تُكوّن تداخلا بنّاءً لضوء طوله الموجي 545 nm؟

لا يوجد انقلاب في الطور، لذا سيحدث التداخل البنّاء عندما

$$2d = \left(m + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{n_{\text{الطبقة النفطية}}}$$

وعند أقل سمك تكون

$$m = 0 \quad d = \left(\frac{1}{4}\right)\frac{\lambda}{n_{\text{الطبقة النفطية}}} = \frac{545\text{ nm}}{(4)(1.45)} = 94.0\text{ nm}$$

شاهدت جهاز مطياف، إلا أنك لا تعلم ما إذا كان الطيف الناتج عنه باستخدام منشور أو محزوز. كيف تعرف ذلك من خلال النظر إلى طيف الضوء الأبيض؟

حدّد ما إذا كان اللون البنفسجي أم الأحمر في نهاية الطيف يصنع زاوية أكبر مع اتجاه حزمة الضوء الأبيض الساقط.

يكسر المنشور اللون البنفسجي الذي يقع في نهاية الطيف بدرجة أكبر، في حين يحيد المحزوز الأطوال الموجية للضوء الأحمر بمقدار أكبر.

. سمك الغشاء غشاء بلاستيكي عاكس معامل انكساره 1.83، ثُبّت على نافذة زجاجية، فإذا علمت أن معامل انكسار الزجاج 1.52:

a. فما أقل سمك ينعكس عنده الضوء الأصفر المخضر؟

$$2d = \left(m + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{n_{\text{الغشاء}}}$$

$m = 0$ **بالنسبة إلى الغشاء الأقل سمكًا**

$$d = \left(\frac{1}{4}\right)\frac{\lambda_{\text{الأصفر المخضر}}}{n_{\text{الغشاء}}} = \frac{555\text{ nm}}{(4)\,(1.83)} = 75.8\text{ nm}$$

b. إذا علمت أن هذا الغشاء لا يمكن صناعته بهذا السمك، فما السمك التالي الذي يحدث التأثير نفسه؟

$$m = 1 \quad d = \left(\frac{3}{4}\right)\frac{\lambda_{\text{الأصفر المخضر}}}{n_{\text{الغشاء}}} = \frac{(3)\,(555\text{ nm})}{(4)\,(1.83)} = 227\text{ nm}$$

– س: لمـــاذا لا يتمكن الضوء عالي الشدة منخفض التردد من تحرير الإلكترونات من الفلـــز في حين يتمكن الضوء منخفض الشدة عالي التردد من ذلك ؟

لا يُحدث الضوء ذو التردد المنخفض انبعاثاً للإلكترونات لأن ليس لديه طاقة كافية بعكس الضوء ذو التردد العالي

إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح

– س: عند ازدياد درجة حرارة الجسم ما التغير الذي يطرأ على التردد المقابل لأعلى شدة ؟ وما التغير الذي يطرأ على المقدار الكلي للطاقة المنبعثة من الجسم ؟

يزداد تردد الذروة بعامل (T) بينما تزداد الطاقة الكلية بعامل (T^4)

– س: سلط باحث أشعة سينية على هدف ما فانبعث إلكترون واحد من الهدف ولم ينبعث أي إشعاع آخر . اشرح ما إذا كان حدوث ذلك نتيجة التأثير الكهرضوئي أم تأثير كومبتون ؟

حدث ذلك نتيجة للتأثير الكهرضوئي الذي يعني أسر الإلكترون لفوتون وبالتالي انتقال طاقة الفوتون إلى الإلكترون

– س: سلط ضوء تردده أعلى من تردد العتبة على مهبط في خلية ضوئية . كيف تفسر نظرية التأثير الكهرضوئي لآينشتاين حقيقية تزايد التيار الإلكتروني الضوئي بزيادة شدة الضوء ؟

كل فوتون يبعث إلكترون ضوئي . يحتوي الضوء الأكثر شدة على فوتونات أكثر لذلك يتسبب بانبعاث مزيد من الإلكترونات

– س: وضح كيف فسرت نظرية آينشتاين حقيقة أن الضوء الذي تردده أقل من تردد العتبة لفلز لا يحرر إلكترونات ضوئية منه بغض النظر عن شدة الضوء ؟

الفوتونات التي ترددها أقل من تردد العتبة ليس لديها الطاقة الكافية لانبعاث إلكترون . بزيادة شدة الضوء يزداد عدد الفوتونات ولكن لا تزداد طاقتها لذلك تبقى غير قادرة على انبعاث إلكترون

– س: كانت الكاميرات القديمة تسجل الصور على فيلم ونظراً إلى أن بعض أنواع أفلام الأبيض والأسود كانت غير حساسة للضوء الأحمر كان من الممكن تحميضها في حجرة مظلمة مضاءة بالضوء الأحمر . كيف تفسر نموذج الفوتون للضوء ذلك ؟

الفوتونات الحمراء لا تمتلك ما يكفي من الطاقة لإحداث التفاعل الكيميائي الذي يعرض الفيلم

– س: كيف يوضح تأثير كومبتون أن للفوتونات كمية تحرك وطاقة ؟

تنقل التصادمات المرنة كمية الحركة والطاقة ويمكن تحقيق المعادلات فقط إذا كان للفوتونات كمية حركة

– س: هل يبعث الضوء عالي التردد عدد من الإلكترونات أكبر مما يبعثه الضوء منخفض التردد عند سقوطهما على سطح حساس للضوء بافتراض أن كلا الترددين أكبر من تردد العتبة وشدتيهما متساوية ؟

ليس بالضرورة حيث يتناسب عدد الإلكترونات المنبعثة طردياً مع الفوتونات الساقطة أو مع سطوع الضوء وليس مع تردد الضوء

– س: كيف فسرت نظرية آينشتاين تمكن الضوء البنفسجي الخافت من تحرير الإلكترونات وعدم تمكن الضوء الأحمر الساطع من تحرير الإلكترونات ؟

تردد الضوء البنفسجي أكبر من تردد الضوء الأحمر فتكون طاقة فوتوناته أكبر من دالة الشغل للفلز

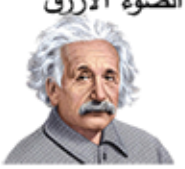
– س: عندما ترتفع درجة حرارة جسم يتحول لونه من الأحمر إلى البرتقالي فالأصفر فالأبيض وأخيراً الأزرق . ما التفسير الذي تقدمه ميكانيكا التكمية في ذلك ؟

حسب العلاقة : ($E = hf = \frac{hC}{\lambda}$) كلما ارتفعت درجة الحرارة تزداد الطاقة ويزداد التردد فيقل الطول الموجي

– س: إذا كان لديك ضوء أحمر ساطع وضوء بنفسجي خافت . قارن بين فوتوناتهما من حيث العدد والطاقة والسرعة ؟

العدد : الأحمر أكثر ، الطاقة : البنفسجي أكبر ، السرعة : متساوية

– س: هل عدد الفوتونات في ($1\ J$) من الضوء الأحمر ($650\ nm$) أكبر من عدد الفوتونات في ($1\ J$) من الضوء الأزرق



إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح

($650\ nm$) أم يساويه أم أصغر منه ؟ وضح ذلك ؟

الطول الموجي الأطول يوافق التردد والطاقة الأقل أي توجد طاقة أقل في كل كم من الضوء الأحمر ، والمطلوب عدد أكبر من الكمات للحصول على ($1\ J$)

– س: تنبعث فوتونات من ليزر هليوم – نيون بطول موجي ($632.8\ nm$) . ما مقـــدار طاقة كل فوتون منبعث من الليزر بوحدة الجـــــول ؟

.....

.....

– س: إذا كانت طاقة الفوتـــون ($2.03\ eV$) فما الطـــول الموجي للفوتـــون ؟

.....

.....

.....

– س: إذا كان طول موجة العتبة للزنك ($310\ nm$) . أوجد تردد العتبة للزنك بوحـدة (Hz) ودالة الشغل بوحـدة (eV) ؟

.....

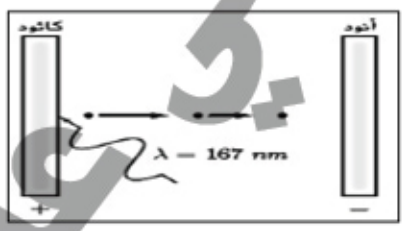
.....

.....

.....

.....

– س: في الشكل المجـــاور يســـقط إشعاع على القصدير تردد عتبته ($1.2 \times 10^{15}\ Hz$) والمطلـــوب :



a) ما طول موجة العتبة للقصدير ؟

.....

$c = \lambda f$

.....

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3.00\times10^{8}\ \text{m/s}}{1.2\times10^{15}\ \text{Hz}} = 2.5\times10^{-7}\ \text{m}$$

b) ما دالة الشغل للقصدير ؟

$W = hf_0$

.....

$$= (6.63\times10^{-34}\ \text{J/Hz})(1.2\times10^{15}\ \text{Hz}) = 8.0\times10^{-19}\ \text{J}$$

.....

c) ما طاقة حركة الإلكترونات المنبعثة بوحدة (eV) ؟

$$KE_{\text{عظمى}} = \frac{hc}{\lambda} - hf_0$$

$$= \frac{(6.63\times10^{-34}\ \text{J/Hz})(3.00\times10^{8}\ \text{m/s})}{167\times10^{-9}\ \text{m}} - 8.0\times10^{-19}\ \text{J}$$

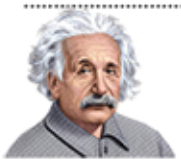
$$= 3.9\times10^{-19}\ \text{J}$$

$$KE_{\text{عظمى}}(\text{eV}) = (3.9\times10^{-19}\ \text{J})\left(\frac{1\ \text{eV}}{1.60\times10^{-19}\ \text{J}}\right) = 2.4\ \text{eV}$$

– س: ما كمية حركة فوتون ضوء بنفسجي طوله الموجي ($4.0 \times 10^{2}\ nm$) ؟

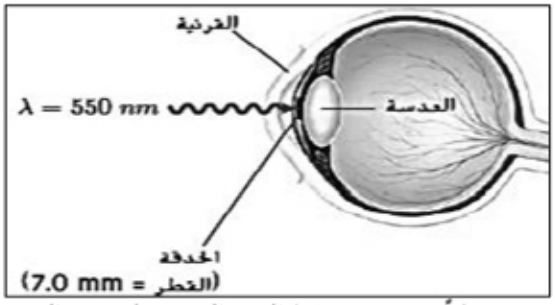
.....

.....



إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح

– س: في الشكل المجاور يدخل ضوء مرئي شدته ($1.5 \times 10^{11}\ W/m^2$) بصعوبة إلى عين أحد الأشخاص والمطلـوب :



a) إذا دخل هذا الضوء إلى عين الشخص ماراً ببؤبؤ عينه فما القدرة التي تدخل عين الشخص بوحدة الواط ؟

القدرة = (شدة الضوء) (المساحة)

$= (\text{شدة الضوء})(\pi r^2)$

$= (1.5\times10^{-11}\ W/m^2)(\pi(3.5\times10^{-3}\ m)^2) = 5.8\times10^{-16}\ W$

b) احسب عدد الفوتونات التي تدخل العين في كل ثانية ؟

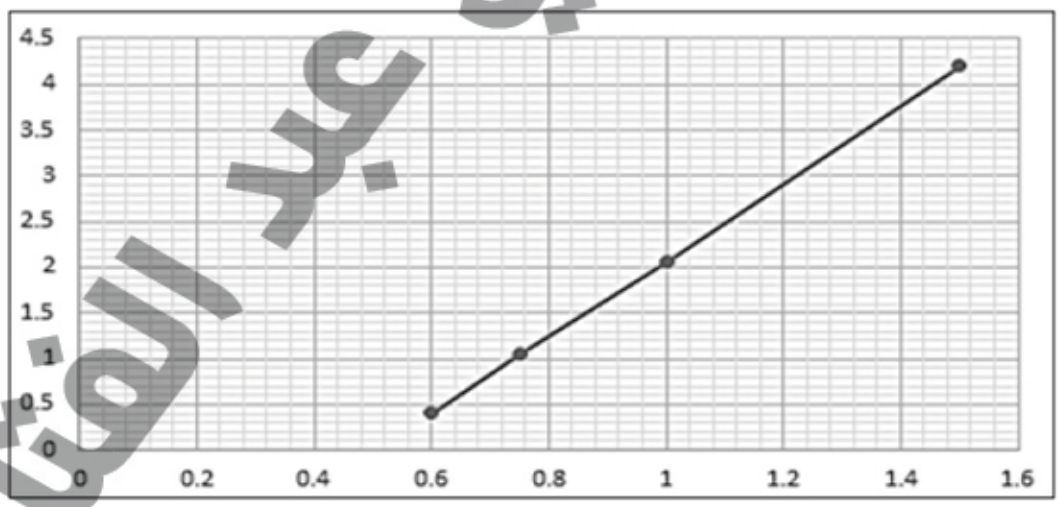
طاقة كل فوتون: $E = \frac{hc}{\lambda}$

$= \frac{(6.63\times10^{-34}\ J.s)(3.00\times10^{8}\ m/s)}{550\times10^{-9}\ m}$

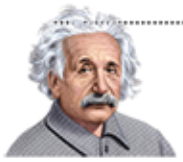
$= 3.62\times10^{-19}\ J$

$n = \frac{P}{E} = \frac{5.8\times10^{-16}\ J/s}{3.62\times10^{-19}\ J/\text{فوتون}} = 1600\ \text{فوتونات}/s$

– س: أكمل طالب تجربة التأثير الكهرضوئي وسجل جهد الإيقاف كدالة للتردد وحصل على الشكل المجـاور . من خلال الميل ونقطة التقاء الخط المســـتقيم أوجد دالة الشغل وطول موجة العتبة وقيمة ($\frac{h}{e}$) ثم قارن هذه القيمة بالقيمة المقبولة ؟



إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح



– س: إذا كانت ($W_{\text{ليثيوم}} = 2.3\ eV$ ، $W_{\text{فضة}} = 4.7\ eV$) ويسقط عليها ضوء تردده ($7 \times 10^{14}\ Hz$) ففي أي المعادن السابقة يظهر التأثير الكهرضوئي ؟

.....

.....

.....

.....

– س: يشع ضوء بطول موجي ($1 \times 10^{-7}\ m$) على سطح تنغستن حيث دالة الشغل له ($4.6\ eV$) . هل تنبعث الإلكترونات من التنغستن ؟ إذا حدث ذلك فما طاقة حركتها القصوى ؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

* محزوزات الحيود .

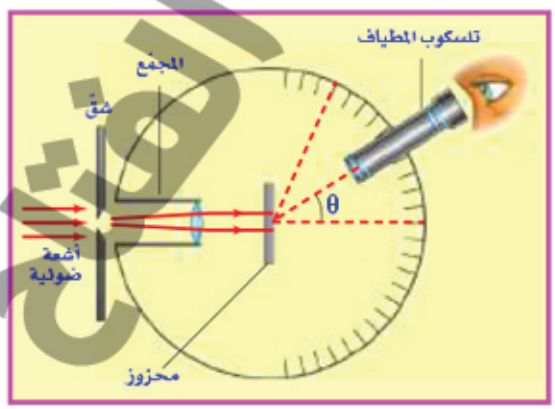
– **المفهوم او التعريف** :- محزوز الحيود هو أداة مكونة من عدة شقوق مفردة متماثلة تسبب حيود الضوء الساقط عليها وتشكل نمط حيود ناتج عن تراكب أنماط الحيود الناتجة عن جميع هذه الشقوق المفردة .

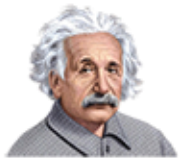
– **أنواع محزوزات الحيود** :- هناك نوعان اساسيان هما :-

1- **محزوز النفاذ** ويُصنع هذا المحزوز بعمل خدوش رفيعة جداً على زجاج منفذ للضوء بواسطة رأس من الألماس بحيث تعمل الفراغات بين الشقوق عمل الشقوق المفردة في حين تعمل الخدوش على منع نفاذ الضوء من خلالها .

2- **محزوز الانعكاس** ويُصنع هذا النوع من خلال حفر خطوط رفيعة جداً على سطوح عاكسة (معدنية او زجاجية) ومن افضل الأمثلة على هذا النوع سطح القرص المدمج (CD او DVD).

– **الاستخدام** :- يدخل المحزوز في صناعة جهاز يسمى المطياف والذي يُستخدم لقياس الطول الموجي للضوء بشكل دقيق حيث يتم توجيه الضوء المُراد تحليله نحو شق لينفذ من خلاله ويسقط على عدسة مجمعة تعمل على اسقاط هذا الضوء المترابط بشكل متوازي و عمودي على المحزوز فيُنتج المحزوز نمط حيود يمكن رصده باستخدام تلسكوب المطياف .





- ما مقدار طول موجة برولي المصاحبة لإلكترون يتحرك بسرعة $3.0 \times 10^6\ m/s$؟

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$
$$= \frac{6.63\times10^{-34}\ J.s}{(9.11\times10^{-31}\ kg)(3.0\times10^{6}\ m/s)}$$
$$= 2.4\times10^{-10}\ m$$
$$= 0.24\ nm$$

- احسب طول موجة دي برولي المصاحبة لديوترون (نواة نظير الهيدروجين ^2H) كتلته $3.3 \times 10^{-27}\ kg$ ويتحرك بسرعة $2.5 \times 10^4\ m/s$.

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{(6.63\times10^{-34}\ J.s)}{(3.3\times10^{-27}\ kg)(2.5\times10^{4}\ m/s)} = 8.0\times10^{-12}\ m$$

- يعدّ المجهر الإلكتروني مفيدًا لأنه يمكن جعل الأطوال الموجية لموجات دي برولي المصاحبة للإلكترونات أقصر من الطول الموجي للضوء المرئي. ما مقدار الطاقة (بوحدة eV) اللازم تزويدها لإلكترون حتى يكون طول موجة دي برولي المصاحبة له 20.0 nm؟

طول موجة دي بولي: $\lambda = \frac{h}{mv}$

ومنها فإن السرعة تعطى بالعلاقة : $v = \frac{h}{m\lambda}$

الطاقة الحركية عندها تساوي: $KE = \frac{1}{2}mv^2$

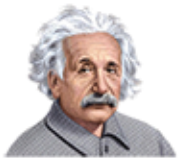
$$= \frac{1}{2}m\left(\frac{h}{m\lambda}\right)^2$$
$$= \frac{h^2}{2m\lambda^2}$$
$$= \left(\frac{(6.63\times10^{-34}\ J.s)^2}{(2)(9.11\times10^{-31}\ kg)(20.0\times10^{-9}\ m)^2}\right)\left(\frac{1\ eV}{1.60\times10^{-19}\ J}\right)$$
$$= 3.77\times10^{-3}\ eV$$

وضح كيف فسّرت نظرية أينشتاين حقيقة أن الضوء الذي تردده أقل من تردد العتبة لفلز لا يحرر إلكترونات ضوئية منه، بغض النظر عن شدة الضوء؟

الفوتونات ذات التردد الأقل من تردد العتبة ليس لها طاقة كافية لتحرير إلكترون. أما إذا ازدادت شدة الضوء فإن عدد الفوتونات يزداد ولكن طاقتها لا تزداد، وتبقى الفوتونات غير قادرة على تحرير إلكترون.

بين الشحنة والكتلة، فمن الممكن لجسيمات ملوثة لعينة الكربون من تغيير القيمة المقيسة لنسبة $\frac{C14}{C12}$، وبالتالي تؤدي إلى نتائج خاطئة. فعندما يتأين C 14 فإنه يشكل أيون رباعي (+4)، وكتلة C 14 هي 14 مرة من كتلة البروتون. وإذا اعتبرنا أن الجسيمات الملوثة هي الليثيوم. وأن نظير الليثيوم الأكثر شيوعًا له كتلة تساوي سبع مرات من كتلة بالبروتون، فما هي شحنة أيون الليثيوم التي يجب أن يمتلكها لتلويث الكربون –14 في التجربة؟

$$\frac{q_C}{m_C} = \frac{2v}{B^2r^2} = \frac{q_{Li}}{m_{Li}}$$
$$q_{Li} = q_C\frac{m_C}{m_{Li}}$$
$$= (+4)\left(\frac{7m_p}{14\,m_p}\right)$$
$$= +2$$



إعداد الأستاذ: رامي عبد الفتاح

إذا كانت الطاقة الحركية العظمى للإلكترون المتحرر من خلية كهروضوئية $1.4\times10^{-18}\,J$. فما جهد الإيقاف للخلية الكهروضوئية؟

$$KE = -qV_0$$

$$V_0 = -\frac{KE}{q} = \frac{-1.4\times10^{-18}\,J}{-1.60\times10^{-19}\,C}$$

$$= 8.8\,V$$

جهد الإيقاف لخلية كهروضوئية $2.3\,V$. فما السرعة الابتدائية للإلكترون المتحرر من هذه الخلية الذي يوقفه هذا الجهد؟

$$KE = -qV_0 = \frac{1}{2}mv^2$$

$$v = \sqrt{\frac{-2qV_0}{m}}$$

$$= \sqrt{\frac{-2(-1.60\times10^{-19}\,C)(2.3\,V)}{9.11\times10^{-31}\,kg}}$$

$$= 9.0\times10^{5}\,m/s$$

يتحرر إلكترون من خلية كهروضوئية بسرعة $8.7\times10^{5}\,m/s$. فما جهد الإيقاف اللازم لوقف هذا الإلكترون؟

$$KE = -qV_0 = \frac{1}{2}mv^2$$

$$V_0 = -\frac{mv^2}{2q}$$

$$= \frac{-(9.11\times10^{-31}\,kg)(8.7\times10^{5}\,m/s)^2}{(2)(-1.60\times10^{-19}\,C)}$$

$$= 2.2\,V$$

إذا كان طول موجة دي برولي المصاحبة لإلكترون $5.2\times10^{-10}\,m$. فما مقدار فرق الجهد الذي يحقق هذا الطول الموجي؟

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

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

$$KE = -qV_0 = \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{و}$$

$$V_0 = -\frac{mv^2}{2q}$$

$$= \frac{-mh^2}{2q\lambda^2 m^2} = \frac{h^2}{2q\lambda^2 m} = \frac{(-6.626\times10^{34}\,J/Hz)^2}{(2)(-1.60\times10^{-19}\,C)(5.2\times10^{-10}\,m)^2(9.11\times10^{-31}\,kg)} = 5.6\,V$$

عبرت حزمة من أيونات الفلور الأحادية التكافؤ (-1) خلال مجال مغناطيسي مقداره $2.5\times10^{-3}\,T$، دون انحراف نتيجة اتزان تأثير المجال المغناطيسي على الحزمة بفعل مجال كهربائي مقداره $3.5\times10^{3}\,V/m$. فإذا كانت كتلة ذرة الفلور 19 مرة قدر كتلة البروتون.

a. ما مقدار سرعة أيونات الفلور؟ $Bqv = Eq \quad v = \frac{E}{B} = \frac{3.5\times10^{3}\,V/m}{2.5\times10^{-3}\,T} = 1.4\times10^{6}\,m/s$

b. إذا أغلق تأثير المجال الكهربائي، فما نصف قطر المسار الدائري الذي تسلكه الأيونات؟

تعمل القوة المغناطيسية في هذه الحالة كقوة مركزية.

$$Bqv = \frac{mv^2}{r}$$

$$r = \frac{mv}{Bq} = \frac{(19)(1.67\times10^{-27}\,kg)(1.4\times10^{6}\,m/s)}{(1.60\times10^{-19}\,C)(2.5\times10^{-3}\,T)} = 110\,m$$

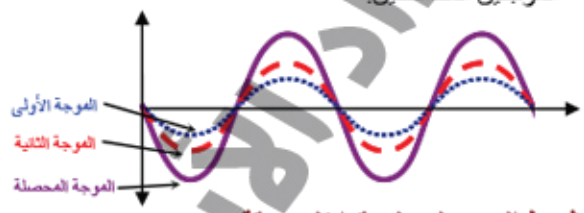
إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح

* أولاً: التداخل في الضوء :

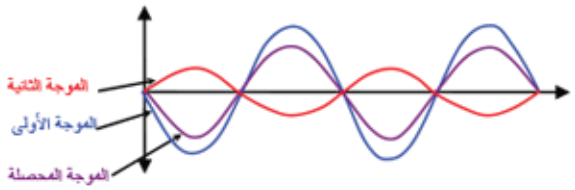
المصدر الأحادي اللون: " هو مصدر ضوئي ذو طول موجي واحد " (درجة معينة من لون محدد) [مثل : مصابيح الغاز – الليزرات]

- عند تداخل موجتين لهما الطول الموجي نفسه يكون للموجة المحصلة الطول الموجي نفسه.
- تتحدد سعة الموجة المحصلة وفق مبدأ التراكب للموجات.
- **سعة الموجة المحصلة الناتجة عن التداخل في الضوء :**

(أ) في التداخل البناء:
* سعة الموجة المحصلة أكبر من سعة أي من الموجتين المتداخلتين.
* الموجة المحصلة أشد إضاءة من الضوء الناتج عن أي من الموجتين المتداخلتين.

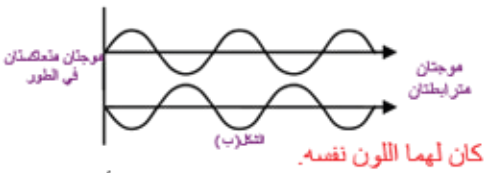


(ب) التداخل الهدام :
* سعة الموجة المحصلة أصغر من سعة الموجة الأكبر سعة.
* ينتج التداخل الهدام مناطق داكنة أو بقعاً مظلم.



شرط الحصول على تداخل مستقر : (الترابط)

- **فرق الطور :**
إذا تطابقت قمة إحدى الموجتين مع قمة الأخرى كما في الشكل (أ)
يقال إن الموجتين متفقتان في الطور ويكون فرق الطور بينهما صفراً.
- إذا تطابقت قمة إحدى الموجتين مع قاع الأخرى كما في الشكل (ب)
يقال إن الموجتين متعاكستان في الطور ويكون فرق الطور بينهما π.



الترابط : "هو ثبات فرق الطور بين موجتين أو أكثر."
المصادر المترابطة : " هي المصادر التي يكون فرق الطور بين موجاتها عند نقطة ثابتاً بمرور الزمن."

ملاحظة هامة : للحصول على تداخل مستقر يجب أن يكون المصدران مترابطين.

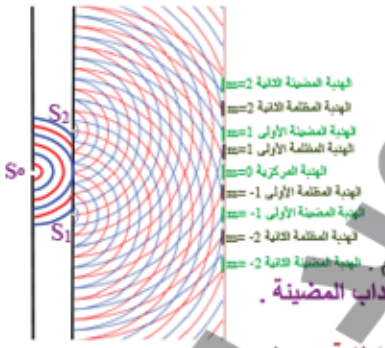
علل : إذا وضع مصدران ضوئيان متقاربين لا يمكن ملاحظة التداخل المستقر حتى لو كان لهما اللون نفسه.
ج: لأن المصادر من هذا النوع غير مترابطة حيث أن التغيرات العشوائية الحاصلة في موجات الضوء الصادر عن المصدر الأول لا تتوافق بالضرورة مع الموجات الناتجة عن المصدر الثاني فلا يكون فرق الطور ثابت .

إظهار التداخل :

التداخل بالشق المزدوج :

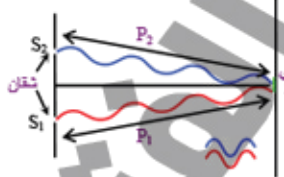
- إذا استخدمنا مصدر أحادي اللون تمر موجاته خلال الشق الضيق S_o .
- يصل الضوء إلى الشقين المتوازيين S_1 و S_2 الذان يمثلان مصدرين مترابطين .
- ينتج الضوء الصادر من الشقين سلسلة من الخطوط أو الأهداب المضيئة والمظلمة على شاشة بعيدة.
- الأهداب المضيئة تمثل مناطق التداخل البناء والأهداب المظلمة تمثل مناطق التداخل الهدام .

ملاحظة : عند استخدام الضوء الأبيض يكون التداخل غير واضح وتظهر حزم الألوان على طرفي الأهداب المضيئة .

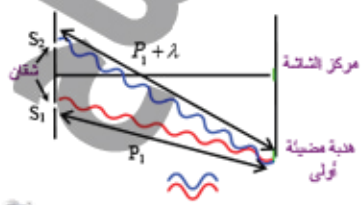


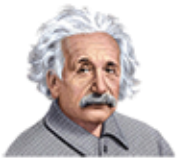
يوضح الشكل التالي بعض الطرق التي تتحد فيها موجتان مترابطتان صادرتان عن الشقين على الشاشة :

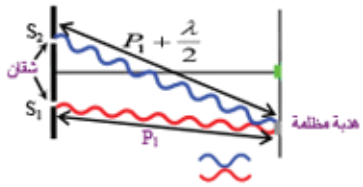
تكون الهدبة المضيئة المركزية:
* الموجتان قطعتا المسافة نفسها $P_1 = P_2$ إلى النقطة المركزية.
* تصل الموجتان بالطور نفسه إلى مركز الشاشة.
*ينتج تداخل بناء يؤدي إلى هدبه مضيئة تسمى المضيئة المركزية.



تكون الهدبة المضيئة الأولى:
* الموجة من المصدر S_1 سارت طولاً موجياً واحداً أكثر من الموجة القادمة من المصدر S_2.
* تصل الموجتان للشاشة متفقتان في الطور.
* ينتج تداخل بناء يؤدي إلى هدبه أخرى مضيئة تسمى المضيئة الأولى.

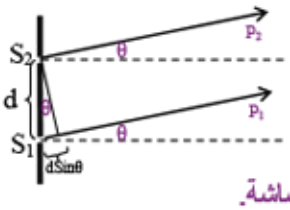






تكون الهدبة المظلمة الأولى:

* الموجة من المصدر S_1 سارت نصف طول موجي أكثر من الموجة القادمة من المصدر S_2
* تصل الموجتان للشاشة متعاكستان في الطور.
* ينتج تداخل هدام يؤدي إلى هدبه مظلمة تسمى المظلمة الأولى.



التنبؤ بمواضع أهداب التداخل :

فرق المسار : $\Delta P = (d \sin\theta)$

" الفرق بين المسافتين اللتين تقطعهما موجتان تصدران من مصدرين عند وصولهما إلى نقطة واحدة. "

ملاحظة : تحدد قيمة فرق المسار إذا كانت الموجتان متفقتان أو متعاكستان في الطور عند وصولهما إلى الشاشة.

شرط الهدبة المضيئة (التداخل البناء):

$d \sin\theta = m\lambda$ $\quad m = 0 , 1 , 2 , 3 , ...$

(فرق المسار = عدداً صحيحاً من الأطوال الموجية)

$m=0$ الهدبة المضيئة المركزية $\Delta P= 0$

$m=1$ الهدبة المضيئة الأولى . $\Delta P=1\ \lambda$

$m=2$ الهدبة المضيئة الثانية . $\Delta P=2\ \lambda$ ... وهكذا ....

شرط الهدبة المظلمة (التداخل الهدام) :

$d \sin\theta = (m-0.5)\lambda$ $\quad m = 1 , 2 , 3 , ...$

(فرق المسار = عدداً فردياً من نصف طول الموجة)

$m=1$ الهدبة المظلمة الأولى . $\Delta P=0.5\ \lambda$

$m=2$ الهدبة المظلمة الثانية . $\Delta P=1.5\ \lambda$

$m=3$ الهدبة المظلمة الثالثة . $\Delta P=2.5\ \lambda$ ... وهكذا ....

رقم الرتبة : " رقم الهدبة المضيئة قياساً على الهدبة المركزية المضيئة ."

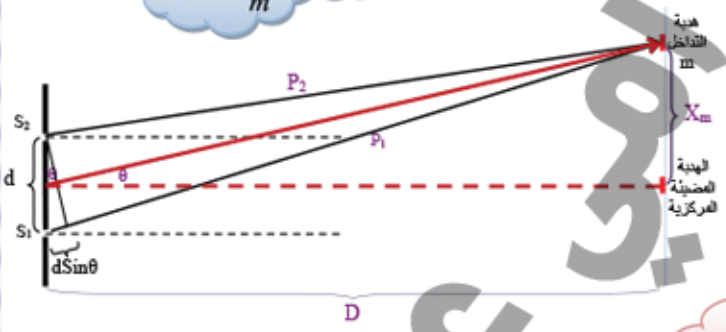
ملاحظة : " التداخل بالشق المزدوج هو أول طريقة استخدمت لقياس الطول الموجي للضوء .

$$\lambda = \frac{d\,Sin\theta}{m}$$

بُعد الهدبة عن الهدبة المضيئة المركزية:

يحسب بعد أي هدبة عن الهدبة المضيئة المركزية من العلاقة:

$$\tan(\theta) = \frac{X_m}{L}$$ لأي زاوية



و عندما تكون الشاشة بعيدة تكون الزوايا صغيرة و تكون $\sin\theta = \tan\theta$ تصبح:

$$X_m = \frac{m\,\lambda\,L}{d}$$ للهدبة المضيئة

أو

$$X_m = \frac{(m-0.5)\,\lambda\,L}{d}$$ للهدبة المظلمة

ملاحظات:

1- يزيد تباعد الأهداب واتساعها بزيادة الزاوية θ ، لكن $\sin\theta = \frac{m\lambda}{d}$

* أي أن الضوء ذو الطول الموجي الأكبر تكون أهدابه أكثر تباعد عند ثبات d .
* للطول الموجي نفسه تتباعد الأهداب كلما أنقصنا البعد بين الشقين.

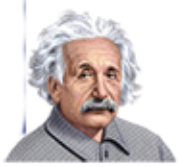
2- يزيد اتساع الهدبة المضيئة المركزية وتقل شدة إضاءتها بزيادة الزاوية θ

3- أقصى رتبة ممكنة للتداخل هي $m_{max} = \frac{d\,\sin\theta_{max}}{\lambda}$ حيث $\theta_{max}=90°$

4- في محزوز الحيود تتباعد الأهداب عن بعضها كلما زاد عدد الخطوط في وحدة الأطوال من المحزوز.

5- البعد بين هدبتين متتاليتين هو ΔX حيث : $\Delta x = \frac{L\lambda}{d}$

إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح



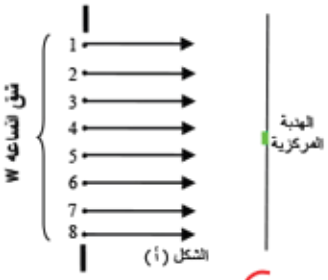
* ثانياً :الحيود في الضوء :

الحيود: " هو انحراف اتجاه موجة لدي اصطدامها بعائق أو فتحة أو حافة ."

تفسير الحيود :

حسب مبدأ هيجنز عند وصول الضوء إلى شق ضيق يعد الشق مصدر لموجات ثانوية كروية أو دائرية تنتشر في جميع الاتجاهات فينحرف الضوء عن مساره الأصلي .

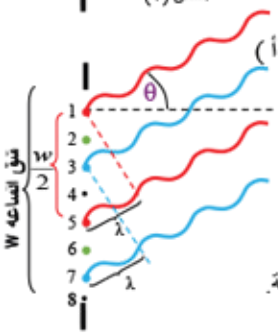
تداخل الموجات الثانوية على مقدمة الموجة :



تفسير نموذج حيود الشق المنفرد حسب مبدأ هويجنز:

- كل نقطة (شق صغير) من الشق الأصلي تعد مصدر لموجات هيجنز .(مثل المصادر 1,2,3,…,7,8 شكل أ)
- عند مركز الشاشة تكون الأشعة الآتية من الشقوق قد قطعت المسافة نفسها فينعدم فرق المسار .
- يحدث تداخل بناء عند مركز الشاشة وتظهر هدبة مضيئة (الهدبة المضيئة المركزية).

ملاحظة: يصبح الحيود أوضح كلما قل عرض الشق (ويبقى أكبر من طول الموجة).



يمكن لأزواج المصادر الثانوية في نصفي الشق أن تتداخل بشكل هدام أحياناً وبشكل بناء أحياناً:

- فرق المسار بين الموجة القادمة من المصدر 1 والقادمة من المصدر 5 هو λ فتتداخلان تداخل بناء.
- فرق المسار بين الموجة القادمة من المصدر 3 والقادمة من المصدر 7 هو λ فتتداخلان تداخل بناء.
- وهكذا إذا تداخل كل زوج من الموجات الثانوية من نصفي الشق بشكل بناء تتكون على الشاشة هدبة مضيئة.

ملاحظات :

- ❖ الزوايا التي لا يحصل عندها تداخل هدام بالكامل يتشكل جزء من هدبة مضيئة.
- ❖ تكون الهدبة المركزية أسطع الأهداب المضيئة وأكثرها اتساعاً.
وتقل شدة الأهداب الثانوية تدريجياً.
- ❖ يبلغ عرض الهدبة المركزية في نموذج الحيود مثلي عرض الأهداب المضيئة الثانوية.

مواقع أهداب الحيود: (الحيود في ظل قطعة نقود معدنية)

تقع الأهداب المضيئة والأهداب المظلمة على بعد X_m من الهدبة المركزية وتحدد مواقعها بالعلاقة :

$$X_m = \frac{2m\lambda L}{w}$$

$$X_m = \frac{2(m-0.5)\lambda L}{w}$$

موقع الهدبة المظلمة الأولى:

تقع الهدبة المظلمة الأولى على بعد X_1 من الهدبة المركزية وتحدد مواقعها بالعلاقة :

اتساع الهدبة المضيئة المركزية:

تقع الهدبة المضيئة المركزية بين الهدبتين المظلمتين الأول كل منهما على بعد X_1 من الهدبة المركزية و بذلك يكون اتساع الهدبة المركزية المضيئة $2X_1$

محزوز الحيود :

محزوز الحيود : أداة بها مجموعة كبيرة من الشقوق المتوازية يفصل بينها مسافات صغيرة وتسمح بنفاذ الضوء أو انعكاسه.

طريقة صناعته:

- يصنع بشق خطوط متساوية الأبعاد على قطعة من الزجاج باستخدام رأس حاد من الماس.
- يصب بلاستيك سائل على المحزوز وبعد أن يجف يثبت محزوز البلاستيك على قطعة زجاج.

عمله:

أ) إذا سقط ضوء أحادي اللون:

- ينتج حيود من كل شق من المحزوز ثم تتداخل الموجات الناتجة من الحيود وتكون نموذج حيود.
- فرق المسار بين أي موجتين من شقين متجاورين هو ($d \sin\theta$) حيث d البعد بين الشقين و θ زاوية الحيود.
- شرط الهدبة المضيئة هو : $d \sin\theta = m\lambda$ $\quad m = 0, 1, 2, 3, \ldots$ حيث m رتبة الخط المضيء .

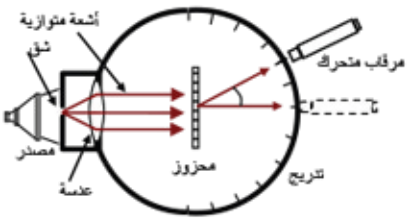
ب) إذا اشتمل الضوء الساقط على عدة أطوال موجية :

- كل طول موجي ينحرف بزاوية معينة يمكن حسابها من المعادلة السابقة نفسها.
- كل الأطوال الموجية تتحد عند $\theta = 0$ ($m = 0$) وتسمى الهدبة المضيئة المركزية .
- الهدبة المضيئة الأولى ($m = 1$) لكل لون تقع عند زاوية θ_n حيث $Sin\theta_n = \frac{\lambda_n}{d}$

ملاحظات:*تقل المسافة d بين شقين متجاورين بزيادة عدد الخطوط في المحزوز وهي تساوي مقلوب عدد الخطوط (n) في وحدة الطول.

***تعتمد شدة إضاءة الهدبة المركزية والنطاق العريض للمناطق المظلمة على d (أي على عدد الخطوط في المحزوز)**

جهاز المطياف :



المطياف: جهاز يستخدم لتحليل الضوء الناتج عن مصدر معين إلى مركباته أحادية اللون.

عمله :

- يدخل الضوء من شق ويحول إلى حزمة ضوئية متوازية بواسطة عدسة مجمعة.
- يدخل الضوء في المحزوز فينحرف الضوء الخارج بزوايا تحقق معادلة المحزوز.
- يستخدم مرقاب ذو تدريج لمشاهدة الأهداب المضيئة الأولى وقياس زاوية انحرافها.
- بمعرفة عدد الخطوط في المحزوز وقياس الزوايا يمكن معرفة الأطوال الموجية .
- باستخدام المرقاب والمطياف يمكن دراسة التركيب الكيميائي ودرجة حرارة النجوم والغيوم الغازية والمجرات.

مثال 1 : سقطت أشعة طولها الموجي 540 nm على محزوز حيود به 4×10^5 شق في المتر ، أوجد :

1- البعد بين شقين متجاورين في المحزوز.

2- زاوية انحراف الهدبة المضيئة الرابعة.

3- أقصى رتبة يمكن رصدها لهذا المحزوز.

الحل :

1- $d = \frac{1}{\text{عدد الخطوط في وحدة الطول}} \Rightarrow d = \frac{1}{4\times10^5} = 2.5\times10^{-6} \ m$

2- $\theta = Sin^{-1}(\frac{m\lambda}{d}) \Rightarrow \theta = Sin^{-1}(\frac{4\times540\times10^{-9}}{2.5\times10^{-6}}) \Rightarrow \theta = 59.8°$

3- أكبر رتبة ممكنة للتداخل هي القيمة الصحيحة لـ m عندما $Sin\,\theta = 1$

$$m = \frac{d\,Sin\,\theta}{\lambda} \Rightarrow m = \frac{d\times1}{\lambda} \Rightarrow m = \frac{2.5\times10^{-6}}{540\times10^{-9}} = 4.63 \Rightarrow m = 4$$

مثال 2 : محزوز به 5×10^3 شق في السنتيمتر تسقط عليه عمودياً حزمة من ضوء أحادي اللون فترصد الهدبة المضيئة الثالثة عند زاوية 42° . أوجد :

1- الطول الموجي للضوء المستخدم.

2- اكبر رتبة ممكن رصدها لهذا الضوء.

3- عدد الشقوق في المتر من محزوز يمكن بواسطته رصد الرتبة العاشرة كحد أقصى .

الحل :

1- $\lambda = \frac{d\,Sin\,\theta}{m} \Rightarrow \lambda = \frac{2\times10^{-6}\ Sin\ 42°}{3} \Rightarrow \lambda = 4.46\times10^{-7}\ m$

2- $m = \frac{d\,Sin\,\theta}{\lambda} \Rightarrow m = \frac{d\times1}{\lambda} \Rightarrow m = \frac{2\times10^{-6}}{4.46\times10^{-7}} = 4.48 \Rightarrow m = 4$

3- $d = \frac{m\lambda}{Sin\,\theta} \Rightarrow d = \frac{10\times4.46\times10^{-7}}{1} \Rightarrow d = 4.46\times10^{-6} \ m$

شق $= \frac{1}{d} \Rightarrow$ عدد الشقوق في المتر $= \frac{1}{4.46\times10^{-6}} = 2.24\times10^5$

مثال 3 : سقط ضوء يتكون من ثلاثة أطوال موجية على الشق الضيق في جهاز المطياف فإذا كانت الأطوال الموجية على الترتيب هي 500 nm و λ و 680 nm . أوجد :

1- أقل بعد بين شقين متجاورين حتى نتمكن من رؤية الرتبة الخامسة للطول الموجي الأقل.

2- عدد الشقوق في متر من المحزوز بحيث نرى الهدبة المضيئة الثالثة للطول الموجي الأكبر عند زاوية 24.07° .

3- ما الطول الموجي λ إذا رصدت هدبته المضيئة الثانية بواسطة المحزوز في الفرع السابق عند زاوية 12.9° .

الحل :

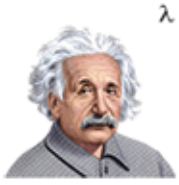
1- أقل بعد d يعني أكبر زاوية θ لرؤية الرتبة الخامسة أي عند زاوية تقترب من 90°

$$d = \frac{m\lambda}{Sin\,\theta} \Rightarrow d = \frac{5\times500\times10^{-9}}{1} \Rightarrow d = 2.5\times10^{-6}\ m$$

2- $d = \frac{m\lambda}{Sin\,\theta} \Rightarrow d = \frac{3\times680\times10^{-9}}{Sin\ 24.07} \Rightarrow d = 5.0\times10^{-6}\ m$

شق $= \frac{1}{d} \Rightarrow$ عدد الشقوق في المتر $= \frac{1}{5\times10^{-6}} = 2\times10^5$

3- $\lambda = \frac{d\,Sin\,\theta}{m} \Rightarrow \lambda = \frac{5\times10^{-6}\ Sin\ 12.9°}{2} \Rightarrow \lambda = 5.58\times10^{-7}\ m$



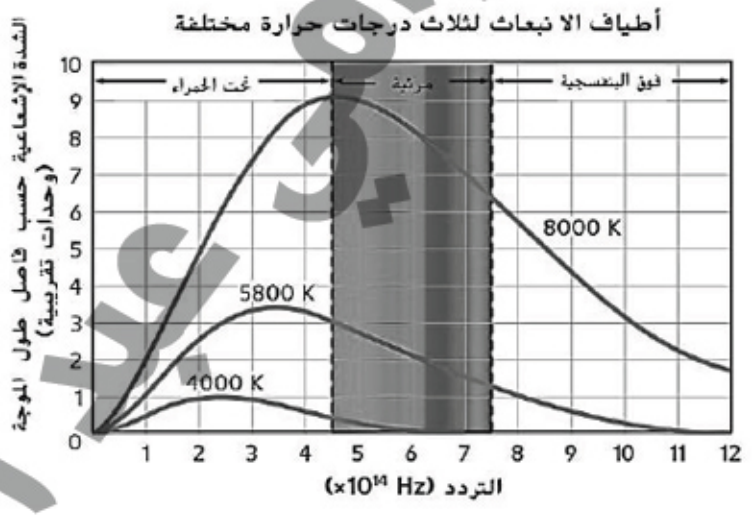
أ/ رامي عبد الفتاح

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.



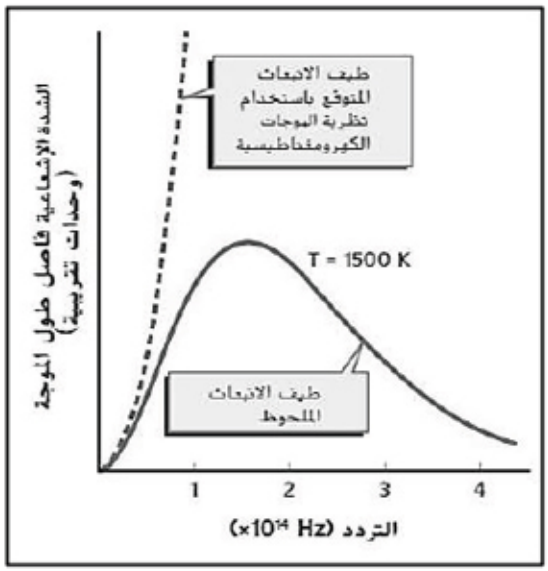
2- يوضحةالرسم العلاقة بين شدة الاشعاع و التردد الأمواج الكهرومغناطيسية المنبعثة عند درجات حرارة متفاوتة، حيث نلاحظ أن بزيادة درجة الحرارة يزدادا التردد الذى نحصل عنده على أقصى شدة لطاقة الموجة الكهرومغناطيسية.

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

هذا الملخص يساعدك على مذاكرة دروسك و لكن لايعتبر بديلا للكتاب المدرسى

إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح

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 الاهتزاز:

$$E = nhf$$

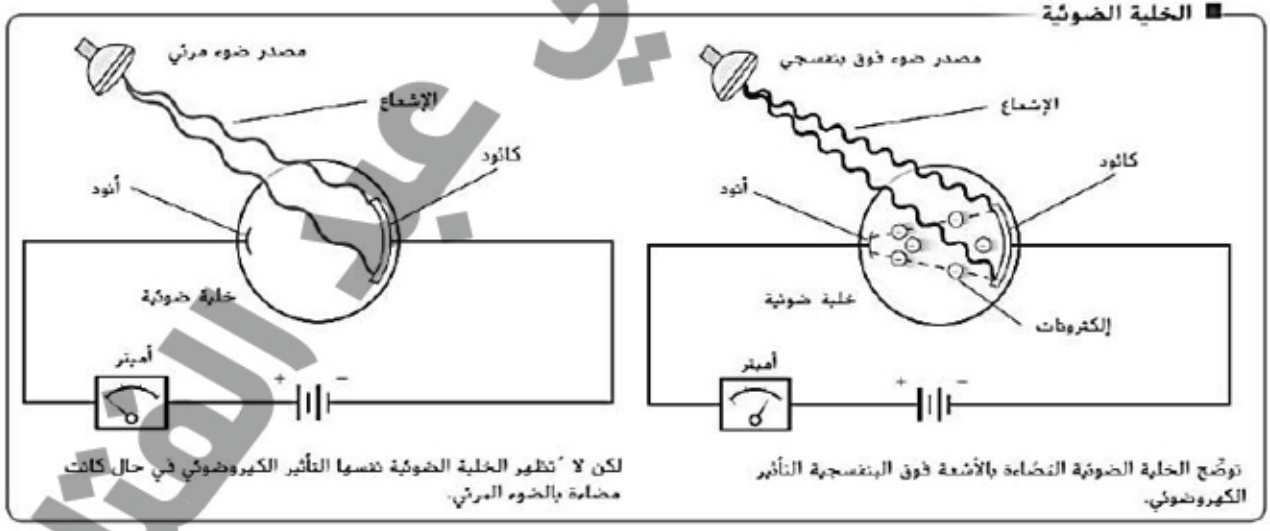
(f) التردد

(h) ثابت بلانك = 6.626×10^{-34} J/Hz

(n) عدد صحيح (0,1,2,3,.....)

التأثير الكهروضوئي:

انطلاق إلكترونات من أسطح الأجسام عندما تتعرض للأمواج الكهرومغناطيسية.

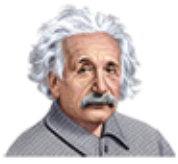


لكن لا تظهر الخلية الضوئية نفسها التأثير الكيروضوئي في حال كانت مضاءة بالضوء المرئي.

توضّح الخلية الضوئية المضاءة بالأشعة فوق البنفسجية التأثير الكهروضوئي.

فكرة عمل الخلية الكهروضوئية:

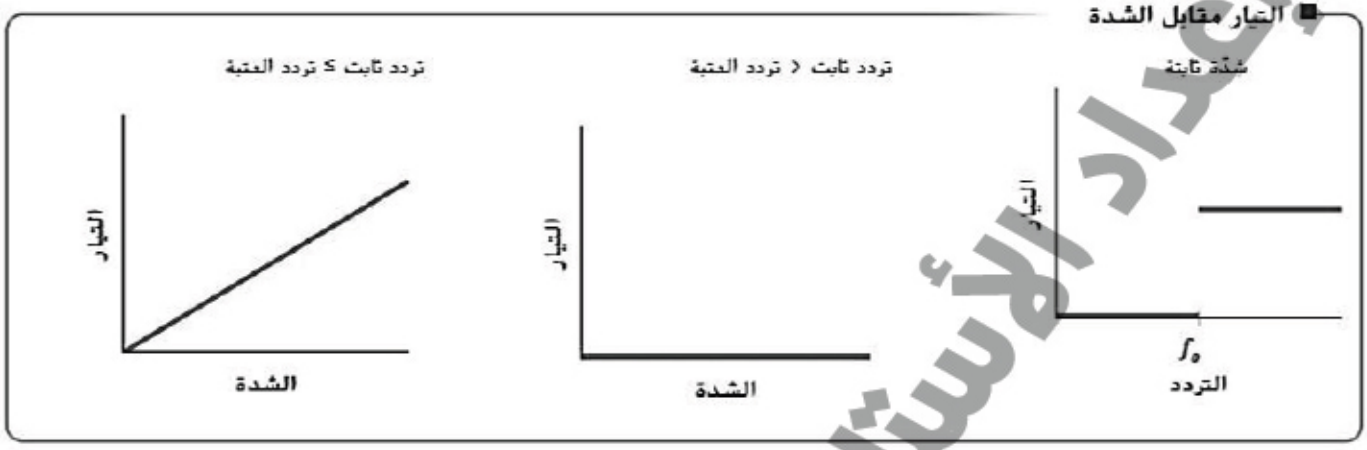
عندما تسقط الأشعة الفوق بنفسجية على الكاثود (الفلز) تتحرر الإلكترونات و التى تندفع تحت تأثير فرق الجهد إلى الآنود فيمر تيار كهربائى بالدائرة يستدل عليه بواسطة الأميتر.



إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح

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

$$E = h\,f$$

الإلكترون فولت (eV)

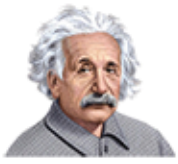
هى وحدة لقياس الطاقة فى النظمة الذرية، و هى وحدة متناهية فى الصغر مقارنة بالجول.

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

طاقة الفوتون بدلالة الإلكترون فولت:

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

إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح



الطاقة الحركية للإلكترون (KE) المنبعث نتيجة للتأثير الكهروضوئي:

$$KE = hf - hf_o$$

(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.

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 الأنود، 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:

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

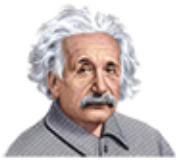
(ΔV_o) فرق جهد الإيقاف.

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

تطبيق على ظاهرة التأثير الكهروضوئي:

الكاميرات الإلكترونية (Digital Cameras)

إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح



كمية تحرك الفوتون (P) (زخم الفوتون)

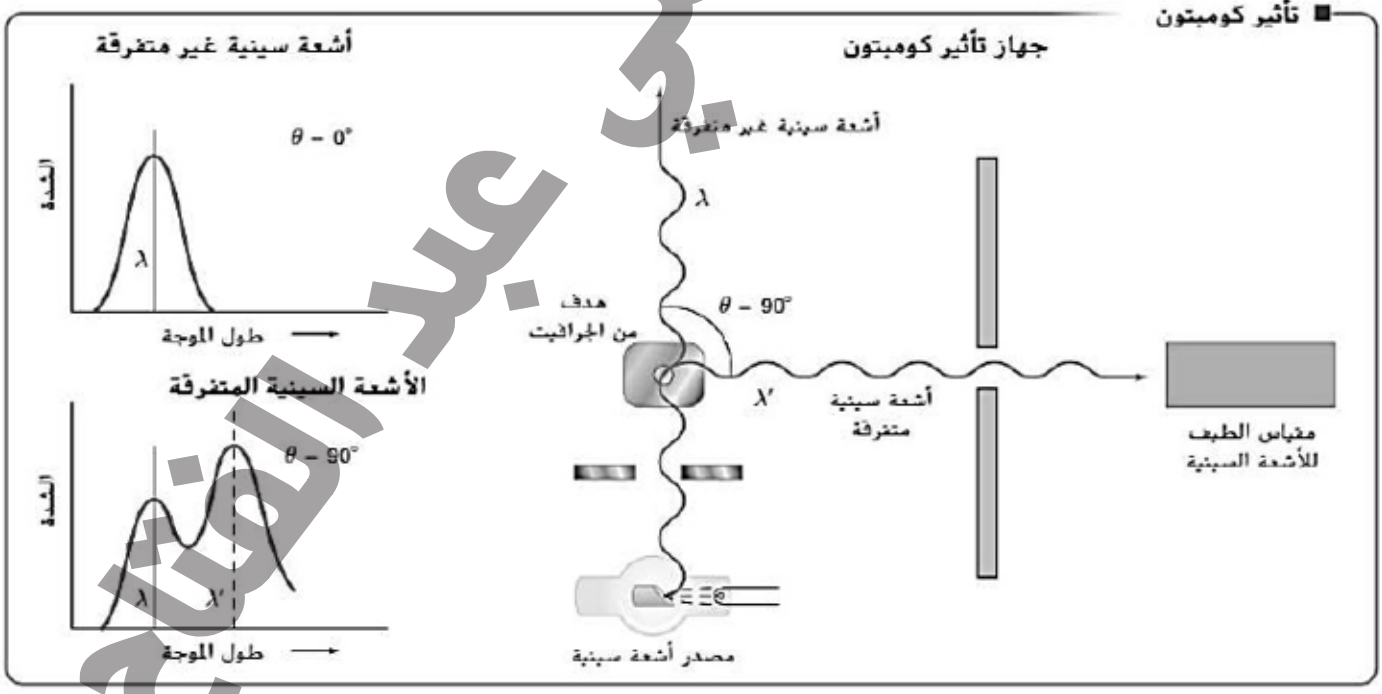
$$p = \frac{E}{c} = \frac{hf}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

تجربة كومبتون

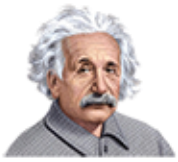
قام كومبتون بتوجيه أشعة سينية بطول موجى معروف نحو هدف من الجرافيت، ثم قاس الطول الموجى للأشعة السينية المشتتة، حيث لاحظ أن بعض الأشعة تشتتت بدون تغير فى الطول الموجى، بينما بعضها كان الطول الموجى لها أكبر من الطول الأصلى، و معنى هذا أن فوتون الأشعة السينية فقد كلا من الطاقة و كمية الحركة.

تأثير كومبتون:

هو الإزاحة فى الطول الموجى للفوتونات المشتتة عند تصادمها.

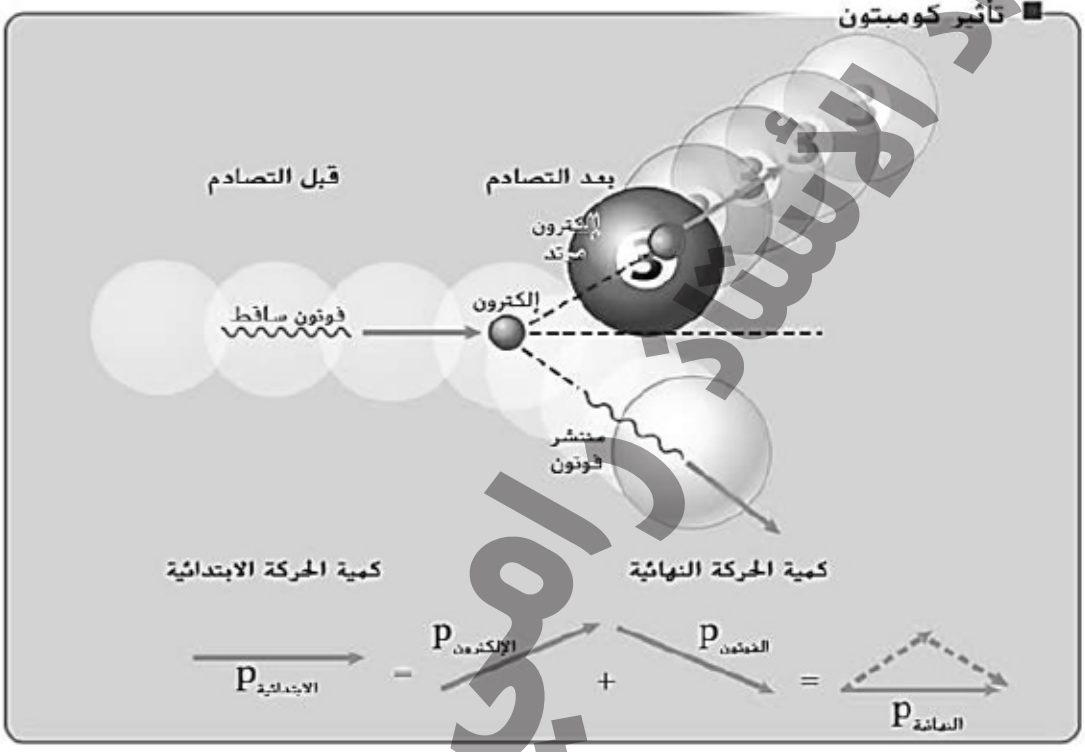


إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح

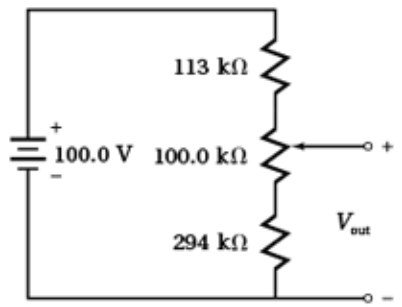


الفوتونات و حفظ الطاقة و كمية الحركة:

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.



دائرة مجزئ جهد تتكون من مجزئ جهد كالمبين أدناه، ومن مقاومتين ثابتتين هما 113 Ω و 294 Ω، ومدى مقاومة مجزئ الجهد يتراوح بين 0.0 و 100.0 Ω.



a. ما الجهد الناتج $V_{ناتج}$ عندما تكون مقاومة مجزئ الجهد موضوعة عند أدنى قيمة لها 0.0 Ω؟

$$V_{ناتج} = V_{أدنى}$$

$$= \left(\frac{294\ k\Omega}{294\ k\Omega + 100\ k\Omega + 113\ k\Omega}\right)(100.0\ V)$$

$$= 58.0\ V$$

b. ما الجهد الناتج $V_{ناتج}$ عندما تكون مقاومة مجزئ الجهد موضوعة عند أعلى قيمة لها 100.0 Ω؟

$$V_{ناتج} = V_{أعلى}$$

$$= \left(\frac{294\ k\Omega + 100\ k\Omega}{294\ k\Omega + 100\ k\Omega + 113\ k\Omega}\right)(100.0\ V)$$

$$= 77.7\ V$$

إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح

نجاح وفشل النظرية الكهرومغناطيسية لمكسويل

نجاح النظرية	فشل النظرية
اثبت أن الضوء عبارة عن موجات كهرومغناطيسية	لم تستطع تفسير أن جميع الاجسام تبعث طيفاً من الموجات كهرومغناطيسية
فسر بعض الظواهر الضوئية مثل التداخل والحيود والاستقطاب وغيرها	
اكتشف أن الفلزات تبعث الالكترونات بشكل غريب عندما يتعرض سطح هذا الفلز إلى إشعاع فوق بنفسجي .	
الموجات الكهرومغناطيسية لها خصائص جسيمية وموجية .	

الإشعاع الكهرومغناطيسي المنبعث من الأجسام :

ما المقصود بشدة الاشعاع : هي كمية الطاقة الإشعاعية التي تسقط عمودياً على وحدة المساحات خلال ثانية وتقاس بوحدة W/m^2

- **فما طبيعة هذه الاشعاعات ؟**
  - عند زيادة جهد المصباح فإن درجة حرارة الفتيلة المتوهجة تزداد ويتغير اللون من الأحمر الداكن إلى البرتقالي ، ثم على الأصفر وأخيراً على الأبيض .

وسبب التغير في اللون هو الارتفاع في درجة حرارة الفتيلة ، فأصبحت تبعث إشعاعاً بتردد اعلى .في طرف الطيف المرئي عالي التردد يختلط اللونان الأزرق والبنفسجي مع الأحمر والبرتقالي مما يؤدي إلى أن تظهر الفتيلة باللون الأبيض .

توقعات النظرية الكهرومغناطيسية :

الجسيمات المشحونة المهتزة في فتيل المصباح الكهربائي تبعث الضوء المرئي والأشعة تحت الحمراء حيث تتوهج الفتيلة لأنها ساخنة .لذلك يسمى المصباح **الكهربائي بالمتوهج .**

تعتمد الالوان التي تراها على شدة الموجات الكهرومغناطيسية المنبعثة بترددات مختلفة وعلى حساسة عينك لهذه الموجات

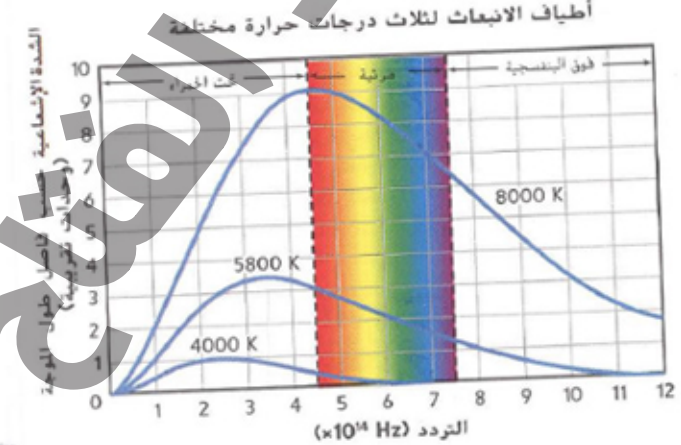
أطياف الإنبعاث :

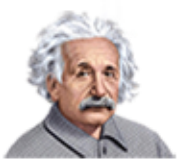
- **ما ذا تتوقع أن تشاهد إذا نظرت على الفتيلة المتوهجة من خلال محزوز حيود .؟**

تشاهد جميع ألوان قوس المطر

ويبعث المصباح ايضاً أشعة غير مرئية مثل تحت الحمراء وفوق بنفسجية

التمثيل البياني لشدة الإشعاع المنبعث من جسم على مدى من الترددات .





إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح

المشاهدة :

- تبلغ شدة الإشعاع قيمتها القصوى عند تردد معين .
- تقل شدة الإشعاع تدريجياً كلما زاد التردد عن التردد الذي تصل شدة الإشعاع عنده القيمة القصوى حتى تنعدم عند الترددات الكبيرة جداً .
- تقل شدة الإشعاع تدريجياً كلما قل التردد عن التردد الذي تصل شدة الإشعاع عنده قيمتها القصوى حتى تنعدم عند الترددات القصيرة جداً .

ـ **كلما ازدادت درجة الحرارة الجسم** فإن التردد الذي ينبعث عنده القيمة العظمى من الطاقة يزداد أيضاً .

الربط بعلم الفلك :

- تزداد القدرة الكلية المنبعثة من الجسم بزيادة درجة حرارته . (الطاقة المنبعثة في الثانية تتناسب طردياً مع درجة الحرارة المطلقة للأجسام الساخنة مرفوعة للقوة الرابعة (T^4) .
- الأجسام الساخنة تشع في كل ثانية مقداراً من الطاقة أكبر بكثير مما تشعه الأجسام الباردة .

مثال : الشمس

ـ مقدار الطاقة الكلية المشعة من الجسم تمثله المساحة تحت المنحنى

تفسير أطياف الإنبعاث :

عام 1900 **استطاع ماكس بلانك حساب الطيف فقط في حال افتراض أن الذرات لا تمتص ولا تشع إلا كميات محددة من الطاقة** وأن تغيرا ت طاقة الذرة في الجسم الصلب تتناسب مع ناتج ضرب تردد الاهتزاز في عدد صحيح :

طاقة الاهتزاز $E = nhf$

طاقة الذرة المهتزة تساوي حاصل ضرب عدد صحيح في ثابت بلانك وفي تردد الاهتزاز.

$h = 6.63\times10^{-34}$ J.S ثابت بلانك — سرعة الضوء $C = 3\times10^{8}$ m/s

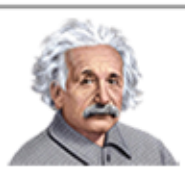
E : الطاقة وتكون بوحدة الجول J ، $n = (1 , 2 , 3 , \ldots\ldots)$ عدد الفوتونات وهو عدد صحيح .

هام جداً- **الطاقة مكمّاة** :اي تتكون من حزم ذات كميات محددة ،ومن المستحيل أن تساوي n قيم كسرية

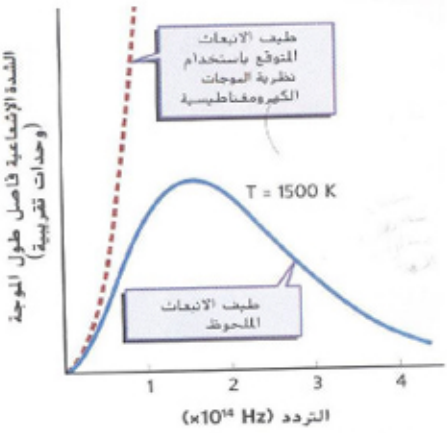
تغير الاهتزازات :

نظرية الموجات الكهرومغناطيسي	نظرية بلانك
الذرات تبعث إشعاعات في كل الاوقات على نحو مستمر	الذرات تبعث إشعاعاً أثناء تغير طاقتها **فقط** ، **مثلاً :** تغيرت الطاقة من 3hf إلى 2hf فإن الذرة تصدر إشعاعاً ، الطاقة المنبعثة تساوي التغير في طاقة الذرة وتساوي hf .

إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح



الشكل التالي يبين الفرق بين الطيف المتوقع والطيف الملحوظ تجريبياً .



1 – تتفق النظرية الكهرومغناطيسية مع النتائج التجريبية في أن :

- شدة الإشعاع تقل بتناقص التردد (f) لتنعدم عند الترددات الصغيرة جداً .

2 – تخفق النظرية الكهرومغناطيسية في :

- تفسير وجود تردد معين تكون عنده شدة الإشعاع أكبر ما يمكن .
- التنبؤ بانعدام شدة الإشعاع عند التردد الكبيرة جداً .

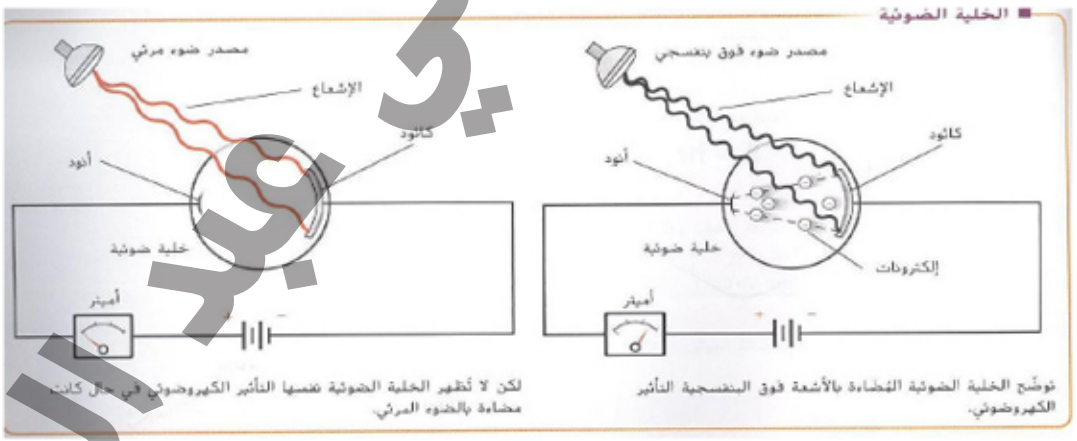
ملاحظة : تتوقع النظرية الكهرومغناطيسية أن شدة الإشعاع تزداد بشكل كبير جداً بتناقص الطول الموجي فتزداد الطاقة المشعة من الجسم زيادة هائلة باقتراب الطول الموجي من الصفر . وهذا توقع غير صحيح .

بينما النتائج التجريبية أثبتت أن شدة الإشعاع تزداد بتناقص الطول الموجي إلى أن يصل تقريباً إلى طول موجة اللون فوق البنفسجي بعدها تبدأ شدة الإشعاع بالتناقص تدريجياً بتناقص الطول الموجي .

التأثير الكهروضوئي :

هو إنبعاث الكترونات من سطح فلز عندما يسقط عليه إشعاع كهرومغناطيسي مناسب .

يمكن دراسة التأثير الكهروضوئي باستخدام خلية ضوئية . كما في الشكل التالي :



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

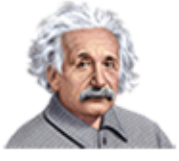
توضّح الخلية الضوئية المضاءة بالأشعة فوق البنفسجية التأثير الكهروضوئي.

مكونات الخلية الكهروضوئية

1– قطبين فلزيين أحدهما مصعد (صغير الحجم) وآخر مهبط (كبير الحجم)

2 - أنبوب مفرغ من الهواء ومحكم الإغلاق مصنوع من الكوارتز ؟ لمنع تأكسد سطوح الفلزين ومنع الالكترونات من التباطؤ أو التوقف نتيجة تفاعلها مع الجسيمات الموجودة مع الهواء ، من الكوارتز : لكي يسمح للأطوال الموجية للأشعة الفوق بنفسجية بالنفاذ من خلالها .

إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح



3 – يطلى المهبط بمادة السيزيوم ؟ لأن دالة شغلها صغيرة .

4 – المصعد يصنع من سلك رفيع ؟ لكي يحجب كمية قلية من الإشعاع الساقط .

- بتطبيق فرق جهد على القطبين ينجذب الالكترونات في اتجاه المصعد .

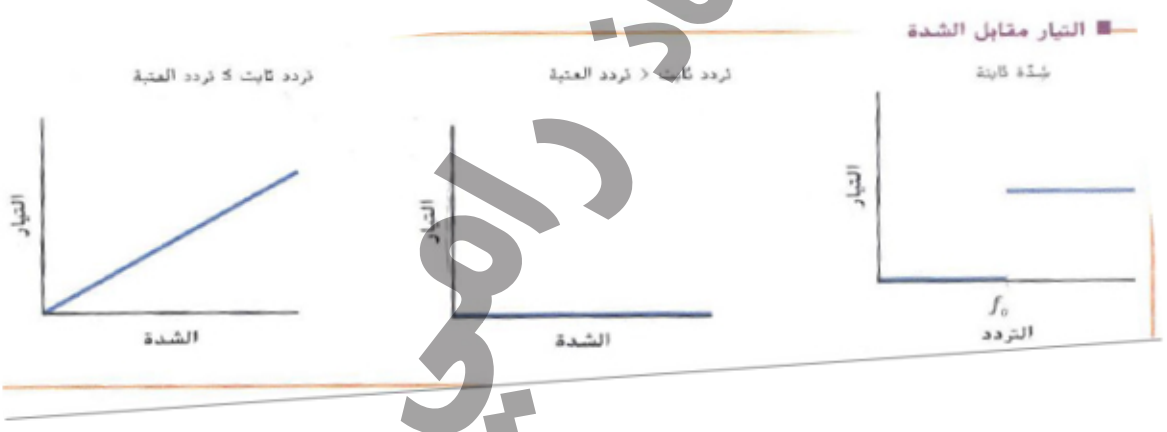
5 – في حالة عدم سقوط إشعاع على الكاثود (القطب السالب) لا يسري تيار في الدائرة الكهربائية .

ولكن عندما يسقط عليه إشعاع بترددات معينة ينتج تيار كهربائي يتم قياسه بواسطة الاميتر .

6 – تمتص الالكترونات طاقة الأشعة فتتحرر من تأثير طاقة الوضع التي تشدها إلى الكاثود لتتدفق إلى الآنود أو القطب الموجب فيشكل تياراً يسري في الدائرة الكهربائية .

وتسمى الالكترونات المتدفقة **بالالكترونات الضوئية** .

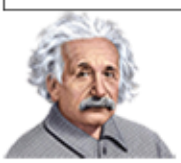
تردد العتبة f_0 :أقل تردد يؤدي إلى تحرير الكترونات من سطح فلز



النظرية الكهرومغناطيسية والتأثير الكهروضوئي :

وجه المقارنة	توقعات النظرية الكهرومغناطيسية	نتائج مختبرية
تحرر الالكترونات يعتمد على	شدة الضوء وليس تردده ،أحمر ساطع يحرر أخضر خافت لا يحرر	تردد الضوء وليس شدته أخضر خافت يحرر أحمر ساطع لا يحرر
طاقة حركة الإبكترونات المتحررة ($K.E_m$) تعتمد على	شدة الضوء وليس تردده	تردد الضوء وليس شدته
عدد الالكترونات المتحررة يعتمد على	شدة الضوء مهما كان تردده	شدة الضوء شرط أن يكون تردده كافياً
زمن تحرر الإلكترونات يعتمد على	يستغرق وقتاً إذا كانت الشدة منخفضة . ومباشرة إذا كانت الشدة عالية	مباشرة بشرط أن يكون التردد مناسباً سواء أكانت الشدة منخفضة أو عالية .

إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح



الفوتونات والطاقة المكمَّاة:

نشر اينشتاين 1905 م نظرية تفسر التأثير الكهروضوئي ،

يتكون الضوء والأشكال الأخرى من الإشعاع الكهرومغناطيسي من حزم مكمّاة ومنفصلة من الطاقة ،

سمي كل منها **فوتون** وتعتمد طاقة الفوتون على تردده ،

طاقة الفوتون $E = hf$

طاقة الفوتون تساوي حاصل ضرب ثابت بلانك في تردد الفوتون.

حيث f التردد ووحدة قياسه الهرتز Hz=1/s . h ثابت بلانك وحدة قياسه J.S

وحدة الجول وحدة طاقة كبيرة جداً ، فالوحدة الاكثر شيوعاً للطاقة هي الالكترون فولت (eV) .

تعريف الالكترون فولت (eV) : هي الطاقة التي يكتسبها إلكترون أو بروتون عندما يتسارع عبر فرق جهد مقداره (1V) :

$$1\,eV = (1.60\times10^{-19}\,C)(1V)$$
$$= 1.60\times10^{-19}\,C.V$$
$$= 1.60\times10^{-19}\,J$$

معادلة طاقة الفوتون بوحدة الكترون فولت (eV):

طاقة الفوتون $E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(1240\ eV.nm)}{\lambda}$

طاقة الفوتون تساوي حاصل قسمة 1240 eV . nm على الطول الموجي للفوتون .

تعريف الفوتون : اصغر جزء من الطاقة

إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح

استراتيجيات حل المسألة

وحدات hc وطاقة الفوتون

يُزوِّدنا تحويل الكمية hc إلى وحدة $eV.nm$ بمعادلة مبسطة يمكن أن تستخدم لحل المسائل التي تتضمن الطول الموجي للفوتون.

1. نعطى طاقة فوتون طوله الموجي λ بالمعادلة $E = hf$.
2. لأن $f = c/\lambda$، فإنه يمكن كتابة هذه المعادلة على شكل $E = hc/\lambda$.
3. عند استخدام المعادلة $E = hc/\lambda$، إذا كان مقدار hc بوحدة $eV.nm$ مقسومًا على λ بوحدة nm فسوف تحصل على الطاقة بوحدة eV؛ لذا من المفيد أن تعلم مقدار hc بوحدة $eV.nm$.
4. يتم تحويل وحدة قياس hc إلى وحدة $eV.nm$ على النحو الآتي:

$$hc = (6.626\times10^{-34}\ J/Hz)\,(2.998\times10^{8}\ m/s)\left(\frac{(1\ eV)}{(1.602\times10^{-19}\ J)}\right)\frac{10^{9}nm}{1\ m} = 1240\ eV.nm$$

5. بتعويض $hc = 1240\ eV.nm$ في معادلة طاقة الفوتون تحصل على المعادلة التالية؛ حيث λ بوحدة nm والطاقة E بوحدة eV:

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(1240\ eV.nm)}{\lambda}$$

6. استخدم المعادلة أعلاه لحل مسائل طاقة الفوتون عندما تكون الطاقة مطلوبة بوحدة eV.

بلانك وإينشتاين :.

لكي يفلت إلكترون من المعدن لا بد ان يتغلب على القوة التي تربطه بالمعدن ويتطلب هذا الإفلات من سطح المعدن أن يتوفر للإلكترون كمية دنيا من الطاقة تسمى دالة الشغل للمعدن hf_0

1 – الطاقة الضوئية تنبعث وتمتص على شكل كمات منفصلة تسمى فوتونات .

2 – طاقة الفوتون الواحد تتناسب طردياً مع تردده $E = h f$

3 – لكل فلز حد أدنى من الطاقة اللزمة لتحرير إلكتروناته تسمى دالة الشغل Ø حيث $Ø = hf_0$

ودالة الشغل ثابت للفلز الواحد . f_0 : تردد العتبة للفلز (أقل تردد يحرر طاقة)

4 – الإلكترون الواحد يمتص فوتون واحد فقط .

5 – العلاقة بين طاقة الفوتون ودالة الشغل . $KE = E - Ø$

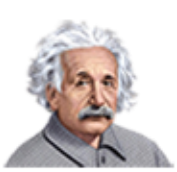
الطاقة الحركية لإلكترون كهروضوئي $KE = hf - hf_0$

الطاقة الحركية للإلكترون المتحرر تساوي الفرق بين طاقة الفوتون الساقط hf والطاقة اللازمة لتحرير الإلكترون من الفلز hf_0.

1 – لن تتحرر الكترونات — $E \prec \phi \Rightarrow f \prec f_0$

2 – تتحرر الكترونات دون طاقة حركية — $E = \phi \Rightarrow f = f_0$

3 – تتحرر الكترونات وتكتسب طاقة حركية قصوى — $E \succ \phi \Rightarrow f \succ f_0$



إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح

انتبه :

1 – تعتمد طاقة الفوتونات Eعلى التردد f (تناسب طردي) وطول الموجة λ (تناسب عكسي)

2 - تعتمد دالة الشغل Ø وتردد العتبة f_0 على نوع الفلز

3 – تعتمد الطاقة الحركية العظمى للالكترونات المنطلقة من الفلز $K.E_m$ على كل من

أ – طاقة الفوتونات الساقطة E : تزداد $K.E_m$ بزيادة E

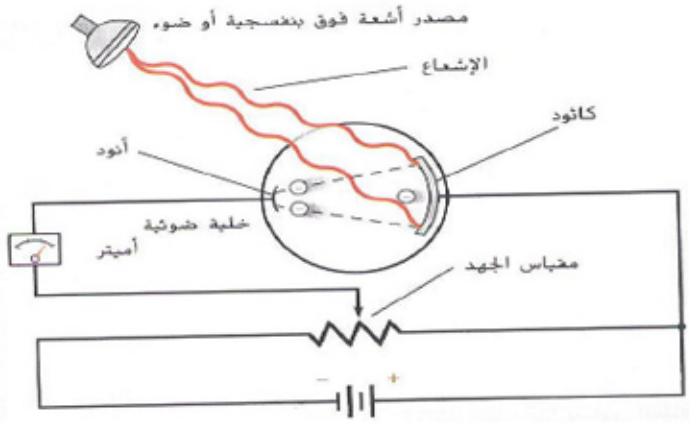
ب – دالة الشغل للفلز Ø : تزداد $K.E_m$ بتناقص Ø

ملاحظة هامة للتذكير والتأكيد :

- بزيادة التردد (f) تزيد طاقة الفوتون الواحد (E) ولاتتغير عدد الفوتونات n وشدة الاشعاع
- بزيادة شدة الاشعاع أو شدة السطوع يزيد عدد الفوتونات (n) أما طاقة الفوتون الواحد (E) فلا تتأثر

م	خصائص التأثير الكهروضوئي	التفسير حسب نظرية اينشتاين
1	تحدث ظاهرة التاثير الكهروضوئي عند تردد العتبة للمعدن	لأن طاقة الفوتونات تكون أكبر أو يساوي دالة الشغل فتستطيع تحرير الكترونات من سطح الفلز
2	لا تحدث ظاهرة التأثير الكهروضوئي عند تردد ادنى من تردد العتبة مهما كانت شدة الضوء الساقط	لأن طاقة حركة الإلكترونات لا يمكن أن تكون سالبة . لذلك طاقة الفوتون يجب أن تكون أكبر من دالة الشغل أو تساويها حتى تستطيع تحرير الإلكترون (طاقة الفوتون تعتمد على تردد الضوء وليس شدته)
3	طاقة حركة الالكترونات القصوى المتحررة تعتمد على تردد الضوء	لإن طاقة الحركة القصوى للإلكترونات ($k.E_m$) تعتمد على طاقة الفوتون E وطاقة الفوتون تعتمد على تردد الضوء الساقط $K.E_m = E - Ø = hf - hf_0$
4	طاقة حركة الالكترونات المتحررة لاتعتمد على شدة الضوء	بزيادة شدة الضوء يزيد عدد الفوتومات الساقطة فيزيد عدد الابكترونات المتحررة أما ($K.E_m$) فتبقى ثابتة لأنها تعتمد على تردد الضوء ودالة الشغل فقط .
5	الانبعاث اللحظي للإلكترونات عندما يكون تردد الضوء مناسباً .	لأن الإلكترون يمتص فوتون واحد فقط فإما أن يتحرر فوراً إذا كانت ($f \geq f_0$) أو لايتحرر إذا كانت ($f<f_0$)

إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح



اختيار نظرية الفوتون :

في الجهاز المجاور يستخدم فرق جهد متغير لضبط فرق الجهد المطبق بين قطبي الخلية الكهروضوئية ،
ونتيجة لضبط فرق الجهد .
تخسر الالكترونات المتحررة طاقة للوصول إلى الأنود . وتصل إلية فقط الإلكترونات المتحررة من الكاثود وذات الطاقة الحركية العالية .
وكلما ازداد فرق الجهد المعاكس تحتاج الالكترونات على طاقة حركية أكبر لوصول إلى الأنود .
وبالتالي يصل إلى عدد قليل من الالكترونات لتكمل دورتها .

تعريف جهد الإيقاف : فرق الجهد المطبق على قطبي الخلية والتي عنده لن يصل أي الكترون إلى الأنود .
وبالتالي يتوقف سريان التيار .
عند جهد الإيقاف تكون الطاقة الحركية للالكترونات عند الكاثود مساوية للشغل المبذول من المجال الكهربائي لإيقافها .

ويمكن التعبير عنها بالمعادلة : $KE = - e\Delta V_0$

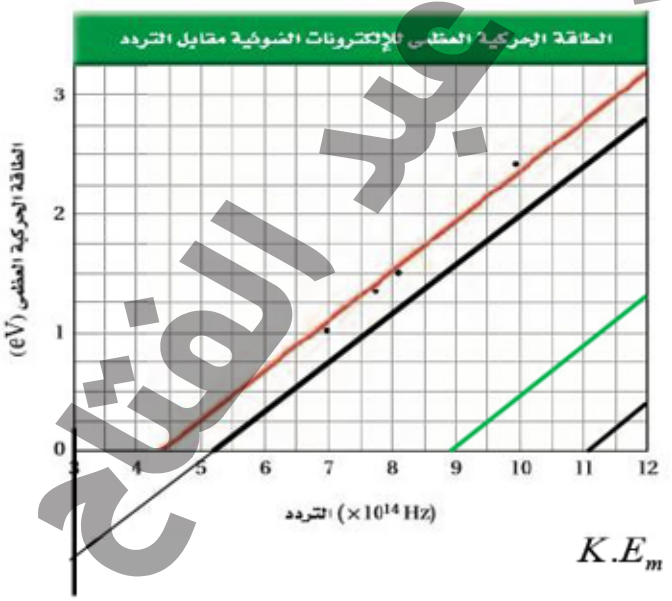
KE : طاقة الحركة J

ΔV_0 : فرق جهد الإيقاف بوحدة J/C ، $e = -1.6\times10^{-19}$ c شحنة الالكترون

تطبيق التأثير الكهروضوئي : يقرأ من الكتاب

الكاميرا الرقمية : تستخدم شبكة من كاشفات التأثير الكهروضوئي الدقيقة .
حيث يجتمع الملايين منها في بضعة سنتيمترات مربعة وهي مصممة بحيث يدخل الضوء إليها من خلال العدسة ،
ويمر عبر من المرشحات الموضوعة فوق كاشفات التأثير الكهروضوئي ، حيث تسمح --------

قياس h (ثابت بلانك) :



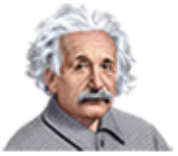
1 - المنحنى البياني (طاقة حركة عظمى – تردد)
تقاطع الخط مع المحور يساوي تردد العتبة للفلز f_0.

2 –ميل الخط المستقيم (طاقة حركة عظمى – تردد)
يساوي ثابت بلانك $h = \frac{\Delta K.E}{\Delta f}$

3 – تقاطع إمتداد الخط المستقيم مع محور
طاقة الحركة يساوي دالة الشغل $-hf_0$

4 - لحساب السرعة القصوى للإلكترونات المنطلقة نستخدم العلاقة التالية $K.E_m = \frac{1}{2} m_e v_m^2$
حيث m كتلة الإلكترون

إعداد الأستاذ : رامي عبد الفتاح



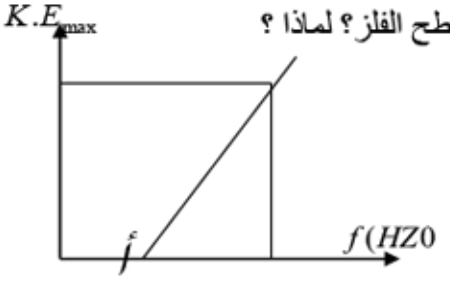
حل المسائل التالية

س 1 : إذا اسقط شعاع ضوئي طاقة كل من فوتوناته (4.87×10^{-19} J) على سطح معدن تردد العتبة له (1.24×10^{15} Hz) علما أن ($C = 3.0 \times 10^{8}$ m/s $h = 6.6 \times 10^{-34}$ J.s) فاحسب :

1- طول موجة الفوتونات الساقطة

2- الطاقة الحركية العظمى للالكترونات الضوئية المنبعثة

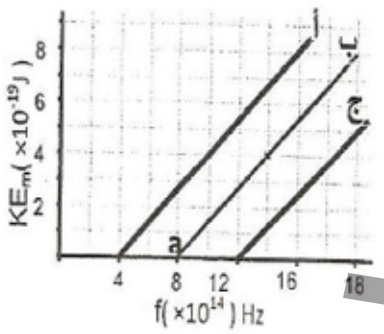
س2 :الشكل المقابل أدناه يمثل العلاقة البيانية بين تردد الضوء الساقط على سطح الفلز (f) باستخدام بيانات الرسم اجب عما يلي :



1- ما الذي يطرأ على قيمة النقطة (أ) عند زيادة تردد الضوء الساقط على سطح الفلز؟ لماذا ؟

2- ماذا يساوي ميل الخط ؟

س3 : يظهر الشكل المجاور الخط البياني للعلاقة بين طاقة الحركة القصوى للالكترونات المنبعثة من سطح ثلاثة فلزات و تردد الضوء الساقط عليه معتمدا على الشكل اجب عما يلي :



1- ما الذي تمثله النقطة a على الرسم ؟

2- احسب دالة الشغل للمعدن ب ؟

3- إذا سقط ضوء تردده (7×10^{15} Hz) فما مقدار الطاقة الحركية القصوى للالكترونات المتحررة من كل معدن ؟

4- إذا سقط ضوء بتردد معين بحيث يحرر الالكترونات من المعادن الثلاثة فأي الالكترونات تمتلك طاقة حركية اكبر

5- ما اقل تردد يلزم لتحرير الالكترونات من جميع الفلزات (أ , ب , ج) ؟

إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح

تأثير كمبتون :

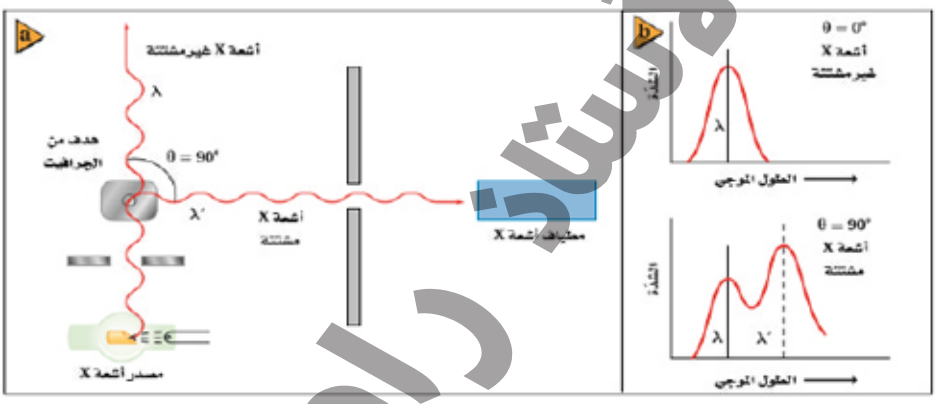
- يُظهر التأثير الكهروضوئي أن للفوتون طاقة حركية تماماً كما للجسيمات بالرغم أن ليس له كتله ،
- أقترح أينشتاين أن الفوتون يجب أن يكون له خاصية جسيمية اخرى هي الزخم (كمية الحركة) وبين أن الكمية الحركة P تساوي

زخم الفوتون $p = \frac{hf}{c} = \frac{h}{\lambda}$

زخم الفوتون يساوي حاصل قسمة ثابت بلانك على الطول الموجي للفوتون.

- أثبت العالم كومبتون عام 1922 م نظرية أينشتاين عملياً ودعمت النموذج الجسيمي للضوء .

تجربة كمبتون :



اسقط اشعة X ذات طول موجي معلوم على هدف من الجرافيت وقاس الأطوال الموجية لأشعة X التي شتتها الهدف لاحظ كومبتون :

1- بعض الأشعة السينية المشتته لم يتغير طولها الموجي .مما للإشعاع الساقط

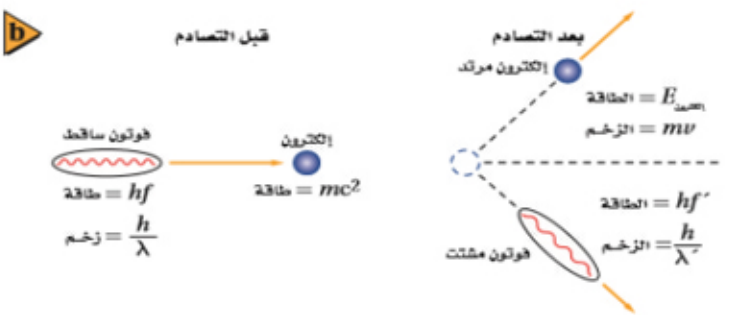
2- بعض الأشعة السينية المشتته زاد طوله الموجي مما للإشعاع الساقط .

من خلال دراستك لطاقة الفوتون $E = hf = \frac{hc}{\lambda}$ تلاحظ أن الطاقة تتناسب عكسياً مع الطول الموجي

- لاحظ كومبتون أن الزيادة في الطول الموجي تعني أن فوتونات أشعة اكس x قد فقدت طاقة وكمية حركة .

تسمى الإزاحة في طاقة الفوتونات المشتتة تأثير كومبتون . وهذه الإزاحة في الطاقة صغيرة جداً

الفوتونات وبقاء الطاقة وكمية الحركة :



إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح

لاحظ كومبتون في التجارب الأخيرة تحرر الكترونات من حاجز الجرافيت خلال إجراء التجربة ،
اقترح أن فوتونات أشعة اكس x اصطدمت بالالكترونات الموجودة في هدف الجرافيت ، ونقلت الطاقة وكمية الحركة إليها . اعتقد أن تصادم فوتون – الكترون مشابهة لتصادم كرات البلياردو .
وجد كومبتون أن الطاقة وكمية الحركة اللذين تكتسبها الالكترونات يساويان الطاقة وكمية الحركة اللذين تفقدهما الفوتونات .إذا فإن الفوتونات تحقق قانوني حفظ كمية الحركة والطاقة عندما تصطدم بجسيمات أخرى .

س – ميز بين التأثير الكهروضوئي وتأثير كومبتون ؟

ج / تأثير كومبتون عبارة عن تشتت الفوتون بواسطة المادة منتجة فوتوناً له طاقة وزخم أقل في حين التأثير الكهروضوئي عبارة عن إنبعاث الكترونات من الفلز عندما يسقط عليه إشعاع ذو طاقة كافية .

موجات المادة :

موجات دي برولي :

إذا كان للموجات الكهرومغناطيسية خصائص جسيمية كحفظ كمية حركة وطاقة ، فهل يمكن للجسيمات أن تسلك سلوك الموجات وذلك بأن تظهر الحيود والتداخل ؟
عام 1923 طرح العالم الفرنسي دي برولي أن للجسيمات المادية خصائص موجية ، وقد قوبل بالرفض من علماء أخرين حينها . حتى اقر أينشتاين أبحاث دي برولي وأقرها .

- كمية حركة جسم يساوي كتلته مضروباً بسرعته $p=mv$ وقياساً فإن كمية حركة الفوتون .

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

λ : الطول الموجي المصاحب للجسيم المتحرك ويسمى طول موجة دي برولي

طول موجة دي برولي $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$

طول موجة دي برولي المصاحبة لجسيم متحرك تساوي حاصل قسمة ثابت بلانك على زخم الجسيم.

في عام 1927 م أجريت تجربتان مستقلتان أثبتت نتائجهما أن الالكترونات تحيد تماماً كالضوء . وهو يعد دليلاً على الخصائص الموجية للالكترونات
إن الطبيعة الموجية للأجسام التي تراها وتتعامل معها يومياً لا يمكن ملاحظتها لأن أطوالها الموجية قصيرة جداً .

س2 : تغادركرة بيسبول وزنها 0.145 Kg المضرب (الخفاش) بسرعة 38 m/s .
أحسب طول موجة كرة البيسبول ؟

الحل

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.63 \times 10^{-34}\ \text{J.s}}{(0.145\ \text{kg})(38\ \text{m/s})} = 1.2 \times 10^{-34}\ \text{m}$$

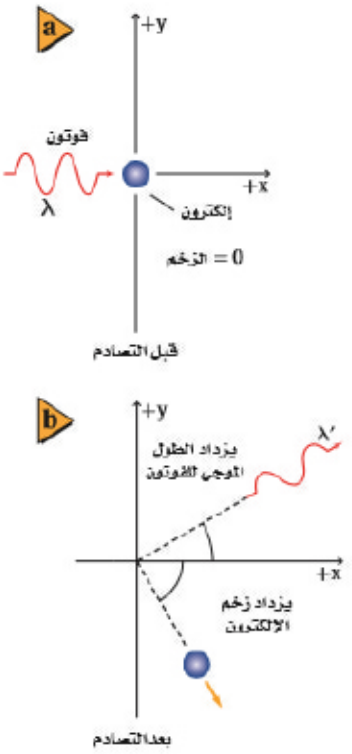
الموقع وكمية الحركة :

حتى تحدد خصائص جسيم بدقة فسوف تكون بحاجة إلى أن تبتكر تجربة تقيس مباشرة الخصائص المطلوبة .فمثلاً لا تستطيع أن تقرر ببساطة أن جسيماً في موقع ما ويتحرك بسرعة محددة .
وبدلاً من ذلك يجب أن تجري تجربة لتحدد موقع الجسيم وتقيس سرعته .
لم تضع الفيزياء الكلاسيكية حداً لدقة القياس . إلا أن نظرية دي برولي الجديدة للموجات المادية أجبرت علماء الفيزياء على وضع حدود للقياس .

إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح

مبدأ عدم اليقين لها يزنبرغ :

فكر في قياس موقع جسيم ذري من خلال تسليط الضوء عليه ثم جمع الضوء المنعكس من خلال أحد أجهزة القياس وبسبب الحيود فإن الضوء المستخدم في تحديد موقع الجسيم ينتشر .
مما يجعل تحديد موقع الجسيم بشكل دقيق أمراً مستحيلاً .
للحصول على قياسات أكثر دقة ينبغي استخدام إشعاع ذي طول موجي قصير حيث يقلل من درجة الحيود ومن نسبة عدم التحديد
نتيجة لتأثير كومبتون عندما يصطدم إشعاع طوله الموجي قصير وطاقته عالية بجسيم فإن كمية حركة الجسيم يتغير كما في الشكل :
لذلك يؤثر تحديد موقع الجسيم بدقة في تغير كمية حركته ،
وكلما ازدادت الدقة في تحديد موقع جسيم ازداد عدم التحديد في قياس كمية حركته ، وبالطريقة نفسها غذا تم قياس كمية الحركة لجسيم بدقة فإن موقعه يتغير ويصبح اقل تحديداً . لخصت هذه الحالة في **مبدأ عدم التحديد لهيزنبرج** ، **الذي ينص**
من الغير ممكن قياس كمية حركة جسيم وتحديد موقعه بدقة في الوقت نفسه . .
إذاً هناك حداً للدقة في قياس الموقع وكمية الحركة .
مبدأ هايزنبرج هو نتيجة للطبيعة المزدوجة للضوء والمادة .



س 3 – عندما يمر الضوء أو حزمة من الذرات عبر شق مزدوج ، يتكون نمط تداخل .
وتحدث كلتا النتيجتين عندما تمر الفوتونات أو الذرات عبر الشق المزدوج في الوقت نفسه .
كيف يشرح مبدأ عدم التحديد لهايزنبيرج هذا الأمر ؟

ج / ينص مبدأ هايزنبرك على أنه من غير الممكن قياس كمية حركة جسيم وتحديد موقعه بدقة في الوقت نفسه ، فإذا استطعت تحديد الموقع الدقيق لفوتون أو ذرة عندما تعبر خلال الشق فإنك لن تستطيع معرفة كمية حركته بدقة . لذلك لن تكون متأكداً من أي الشقوق قد عبرت الحزمة الناتجة عن توزيع الفوتونات أو الذرات التي يمكن مشاهدتها في نمط التداخل .

إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح