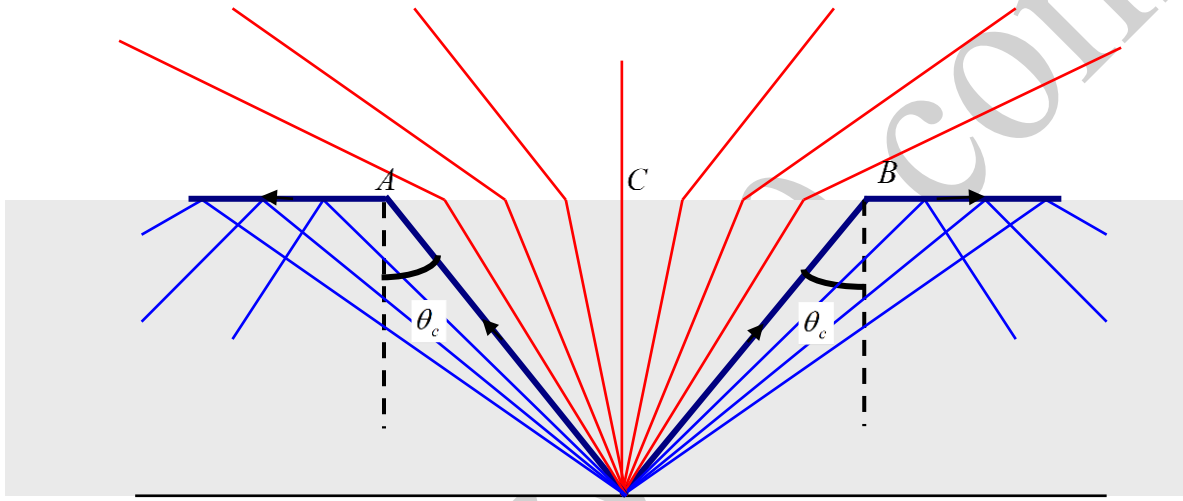


حل بچروت المادة والأشعة 2013

حل السؤال الأول

أ. عند انتقال الضوء من الماء إلى الهواء، فإنه ينتقل من وسط معامل انكساره كبير إلى وسط معامل انكساره أصغر، لهذا فإنه توجد هنا زاوية حرجة. معنى هذا أن الضوء الساقط من مستعمرة الطحالب على سطح الماء بزاوية أصغر من الزاوية الحرجة فإنه ينكسر ويخرج إلى الهواء (أنظر إلى الشكل أدناه)، بينما الضوء الساقط من مستعمرة الطحالب على سطح الماء بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة، فإنه ينعكس انعكاسا كلياً عن سطح الماء كما هو مبين في الشكل التالي:



معنى هذا أن الضوء يخرج فقط من سطح الماء من المنطقة التي فيها زوايا السقوط أصغر من الزاوية الحرجة، وهي المنطقة المحصورة بين النقاط A و B في الشكل أعلاه. بسبب التماثل الدائري، شكل هذه المنطقة على سطح الماء هو دائري.

ب. نجد أولاً مقدار الزاوية الحرجة من الماء إلى الهواء:

$$n_1 \sin \theta_c = n_2 \sin 90$$

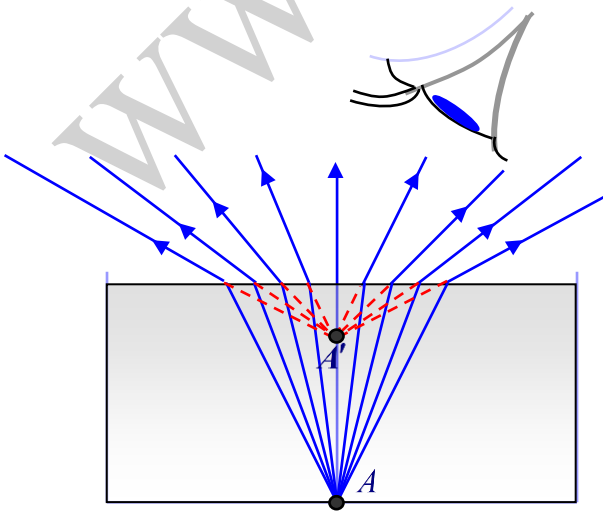
$$1.33 \sin \theta_c = 1 \sin 90 \Rightarrow \sin \theta_c = 1/1.33$$

$$\Rightarrow \theta_c = 48.75$$

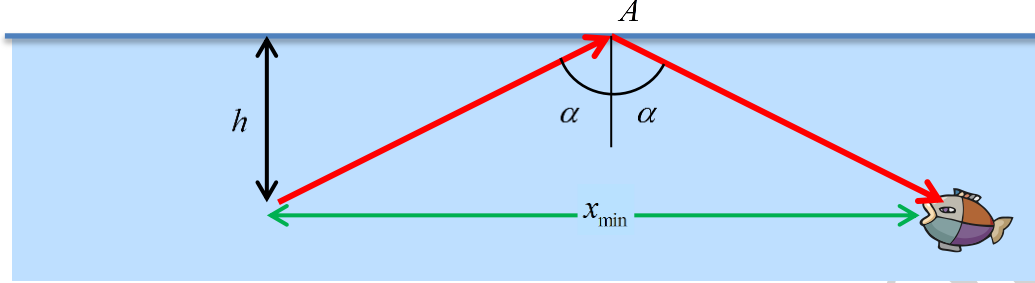
من الشكل أعلاه نحصل على أن نصف قطر المنطقة المضاءة هو:

$$R = BC = h \tan \theta_c = (1\text{m}) \tan 48.75 = 1.14\text{m}$$

ج. الضوء الصادر من مستعمرة الطحالب، يتعرض إلى انكسار عند انتقاله إلى الهواء، نتيجة هذا الأمر يبدو للمشاهد أن هذا الضوء قادم من موقع يختلف عن الموقع الذي صدر منه الضوء. في هذه الحالة يبدو أنه قادم من نقطة أقرب إلى سطح الماء كما هو مبين في الشكل التالي:



الموقع الذي يبدو أنّ الضوء قادم منه هو عبارة عن موقع الصورة التي يراها المشاهد. معنى هذا أنّ المشاهد يرى في هذه الحالة الصورة أقرب إلى السطح. فبدل أن يرى الصورة في الموقع A فإنه يراها في الموقع A' .
 د. كلما اقتربت السمكة من مستعمرة الطحالب، تصغر زاوية السقوط للضوء الصادر من مستعمرة الطحالب والساقط على سطح الماء والمنعكس نحو السمكة، والتي هي الزاوية α في الشكل التالي:



أصغر بعد ممكن هو عندما تصبح زاوية السقوط α مساوية للزاوية الحرجة، وذلك لأنه على أبعاد أصغر تصبح زاوية السقوط أصغر من الزاوية الحرجة، والضوء ينكسر خارجاً إلى الهواء ولا ينعكس نحو السمكة. لهذا نحصل على أنّ:

$$x_{\min} = 2h \tan \theta_c = 2(1) \tan 48.75 = 2.28 \text{ m}$$

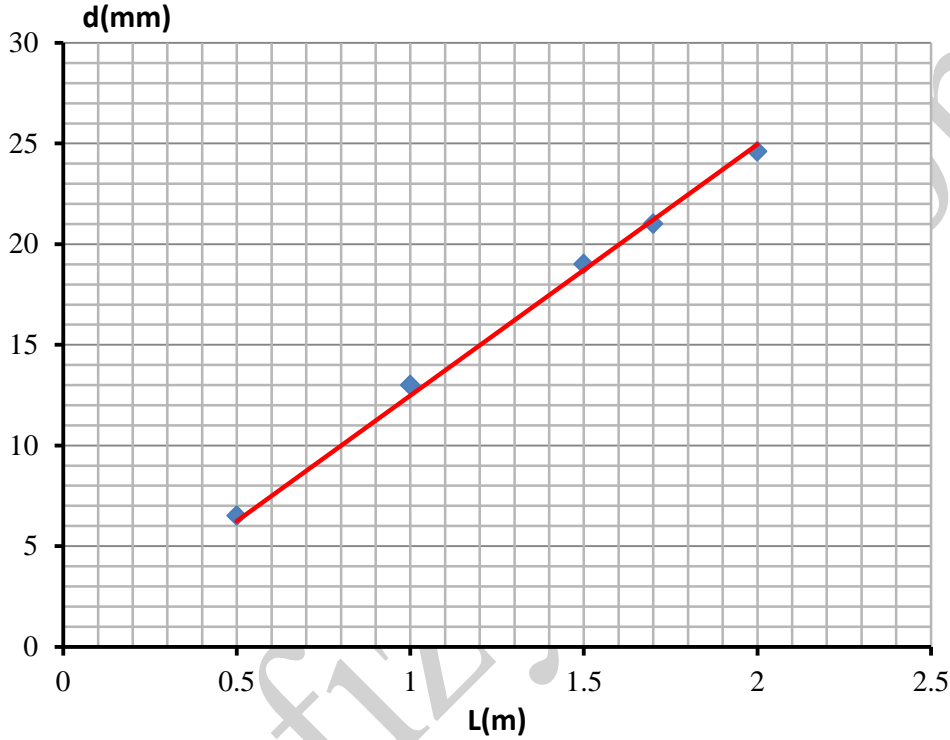
هـ. هذا الأمر ناتج عن الانعكاس الجزئي، فعندما يسقط الضوء بزاوية أصغر من الزاوية الحرجة، فإنه في الواقع جزء منه ينكسر خارجاً إلى الهواء، والجزء الآخر ينعكس إلى الماء. بواسطة هذا الجزء المنعكس تتمكن السمكة من رؤية مستعمرة الطحالب، لكن بحدّة أقل.

حل السؤال الثاني

أ. كما نعلم، زوايا التداخلات الهدامة، معطاة بالعلاقة: $\sin \theta_n = n\lambda / w$ ، حيث أن λ هو طول الموجة، و w هو عرض الشق. لكي يكون بالإمكان الحصول على قالب للحيود، يجب على الأقل الحصول على تداخل هدام واحد من كل جهة، أي يجب أن يكون هنالك حل للمعادلة الأخيرة عندما $n = \pm 1$. لكي يتحقق هذا الأمر يجب أن يتحقق أن:

$$\frac{\lambda}{w} < 1 \quad \Rightarrow \lambda < w$$

ب.



ج. نتوصل أولاً إلى العلاقة التي تصف d كدالة لـ l :

حسب تقريب يانج نحصل على أن موقع التداخل البناء الأول من الجهتين معطى بالعلاقة:

$$x_{\pm 1} = \pm \frac{l\lambda}{w}$$

عرض البقعة المركزية هو عبارة عن $(d = x_{+1} - x_{-1})$ ، لهذا نحصل على أن:

$$d = 2 \frac{\lambda}{w} l$$

لهذا نحصل على أن ميل الرسم البياني هو عبارة عن $2\lambda / w$. لإيجاد ميل الرسم نختار نقطتين من الرسم هما:

(1.2m, 15mm) و (2m, 25mm)

لهذا نحصل على أن: (انتبه للوحدات):

$$2 \frac{\lambda}{w} = \frac{25 \text{ mm} - 15 \text{ mm}}{2 \text{ m} - 1.2 \text{ m}} = \frac{10 \times 10^{-3} \text{ m}}{0.8 \text{ m}}$$

$$\Rightarrow \lambda = 6.25 \times 10^{-3} w = 6.25 \times 10^{-3} (100 \times 10^{-6} \text{ m}) = 6.25 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$= 625 \text{ nm}$$

$$(1) \quad \tan \theta_2 = \frac{x_2}{l}$$

د. يتحقق أن:

حسب الرسم البياني، عندما $d = 20 \text{ mm}$ فإن $\ell = 1.6 \text{ m}$.

$$x_2 = 2 \frac{\ell \lambda}{w} \text{ حسب تقريب يانج نحصل على أن:}$$

نعوّض في المعادلة (1) ونحصل على:

$$\tan \theta_2 = \frac{2\lambda}{w} = 2 \frac{625 \times 10^{-9} \text{ m}}{100 \times 10^{-6} \text{ m}} \Rightarrow \theta_2 = 0.716^\circ$$

حل السؤال الثالث

$$\text{أ. } n_e = I / e$$

ب. حسب نموذج أينشتاين، قدرة الضوء تتعلّق بعدد الفوتونات التي تسقط بالثانية على المرسل، وبطاقة الفوتون الواحد. إذا قمنا بتغيير قدرة الضوء، مع إبقاء التردد ثابت، فمعنى هذا أننا قمنا بتغيير عدد الفوتونات التي تسقط على المرسل في الثانية الواحدة. بما أنّ كل فوتون يحزّر إلكترونًا، فإنّه عدد الإلكترونات المتحرّرة في الثانية سوف يتغيّر الأمر الذي يؤدي إلى تغيير تيار الإشباع.

$$\text{ج. عدد الفوتونات التي تسقط في الثانية على المرسل هو: } n_{\text{photon}} = \frac{P}{hf}$$

حيث أنّ hf هي طاقة الفوتون الواحد. بما أنّ كل فوتون يحزّر إلكترونًا، فإنّ عدد الإلكترونات المتحرّرة في الثانية من المرسل هو نفسه عدد الفوتونات ($n_e = n_{\text{photon}}$). تيار الإشباع هو عبارة عن حاصل ضرب شحنة الإلكترون (e) بعدد الإلكترونات المتحرّرة في الثانية من المرسل، لهذا نحصل على:

$$I = en_e = e \frac{P}{hf}$$

$$\text{د. الكفاءة معطاة بالعلاقة: } \eta = n'_{\text{photon}} / n_{\text{photon}}$$

حيث أنّ n_{photon} هو عبارة عن عدد الفوتونات التي تسقط في الثانية على المرسل، وهو عبارة عن $n_{\text{photon}} = P / hf$ ، بينما n'_{photon} هو عبارة عن عدد الفوتونات في الثانية التي تنجح بتحرير إلكترونات، وهو نفسه n_e عدد الإلكترونات المتحرّرة في الثانية. لهذا نحصل على أنّ الكفاءة هي:

$$\eta = \frac{n_e}{P / hf} = \frac{hfn_e}{P}$$

هـ. بما أنّ قدرة الضوء ثابتة، والكفاءة ثابتة، فإنّ عدد الإلكترونات المتحرّرة في الثانية الواحدة من المرسل هو ثابت. ليس جميع الإلكترونات المتحرّرة من المرسل تصل إلى المستقبل في الجهة الثانية، لأنّها تتطاير إلى جميع الجهات، وبالتالي ليس جميعها يشترك في التيار الناتج في الدائرة. مع زيادة التوتّر بين المستقبل والمرسل، يزداد عدد الإلكترونات التي تصل إلى المستقبل من بين الإلكترونات المتحرّرة، بسبب التجاذب، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة التيار. هذا الأمر يستمر حتّى نصل إلى توتّر معيّن ينجح بجذب كافّة الإلكترونات المتحرّرة في كل ثانية من المرسل، الأمر الذي يؤدي إلى أن نصل إلى قيمة قصوى للتيار (تيار الإشباع). بعد هذا لا يتغيّر التيار إذا قمنا بزيادة التوتّر أكثر.

حل السؤال الرابع

أ. نحسب طاقة الفوتونات في المجال المعطى:

$$\frac{1240 \text{ eV nm}}{260 \text{ nm}} \leq E_{\text{photon}} \leq \frac{1240 \text{ eV nm}}{170 \text{ nm}}$$

$$\Rightarrow 4.77 \text{ eV} \leq E_{\text{photon}} \leq 7.29$$

التمعن في مخطط مستويات الطاقة يُعطينا أنّ حُرْمَة الأمواج الإلكترومغناطيسيّة تتسبّب بإثارة حتّى $n = 2$ و $n = 3$ ، لهذا طاقة الفوتونات التي يتم امتصاصها هي: $E_1 = 4.86\text{eV}$ و $E_2 = 6.67\text{eV}$. أطوال الموجة التابعة لهذه الفوتونات هي:

$$\lambda_{1 \rightarrow 2} = \frac{1240\text{eV nm}}{4.86\text{eV}} = 255.14\text{ nm}$$

$$\lambda_{1 \rightarrow 3} = \frac{1240\text{eV nm}}{6.57\text{eV}} = 185.9\text{ nm}$$

ب. في طيف الانبعاث يوجد ثلاثة خطوط أطوال موجتها هي:

$$\lambda_{2 \rightarrow 1} = 255.14\text{ nm}$$

$$\lambda_{3 \rightarrow 1} = 185.9\text{ nm}$$

$$\lambda_{3 \rightarrow 2} = \frac{1240\text{eV nm}}{6.67\text{eV} - 4.86\text{eV}} = 685.08\text{ nm}$$

ج. الأمواج الإلكترومغناطيسيّة بأطوال الموجة التي امتصت، والتي تنطلق مجدّداً من الغاز، تنطلق نحو جميع الجهات، وليس حصراً نحو المنشور في جهاز قياس الطيف، كما هو الحال في الأشعّة التي سلّطناها على الغاز والتي تتّجه جميعها نحو المنشور.

لهذا فإنّ نسبة الضوء المنطلق بأطوال الموجة المحدّدة التي تمّ امتصاصها، من الضوء كلّه تكون قليلة جداً، وبالتالي شدّة هذا الضوء تكون منخفضة جداً، ونحصل في الصيف على خطوط معتمّة في المواضع التي من المفروض أن تسقط بها أطوال الموجة هذه.

د. هذا القيمة العدديّة تنتج من طاقتين هما الطاقة الحركيّة للإلكترونات في دورانها حول النواة، والطاقة الوضعيّة الكهربيّة لهذه الإلكترونات.

حل السؤال الخامس



ب. نستخدم معادلة أينشتاين، حيث نحصل على:

$$E = \Delta mc^2 = (m_U - m_{Ce} - m_{Se} - 4m_n)c^2 =$$

$$= (234.9935 - 145.8782 - 84.9033 - 4 \times 1.008665)uc^2 = (0.17734)(931.5\text{ MeV}) = 165.19\text{ MeV}$$

حيث عوّضنا في العلاقة الأخيرة: $uc^2 = 931.5\text{ MeV}$.

ج. طاقة حركيّة للنواتج. طاقة إشعاعيّة، حيث أنّ نوى النواتج تكون بوضع مثار، وتطلق بالحوال أشعّة γ .

د. هي عبارة عن معدّل الطاقة التي علينا بذلها من أجل فك النيوكليون الواحد من حالة الترابط مع النواة.

هـ. الانشطار النووي هو عبارة عن انقسام نواة كبيرة إلى نواتين أصغر، في هذه العمليّة طاقة الرباط المتوسّطة للنيوكليون في النواتج تزداد وتحرّر نتيجة هذا الأمر طاقة كبيرة.

الانصهار النووي هو عبارة عن اندماج نواتين صغيرتين لتتكوّن نواة أثقل. في هذه العمليّة تزداد أيضاً طاقة الرباط المتوسّطة للنيوكليون في النواة الناتجة، وهذا الأمر ينتج عنه تحرّر طاقة في هذه العمليّة.