تصحيح الفرض المنزلي 1
السنة الثانية سلك بكالوريا : علوم فيزيائية

تمرين 1 : انتشار موجة طول الحبل .

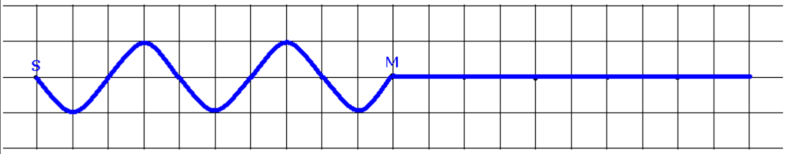
1 ــ منحى التشويه عمودي على منحى الانتشار : موجة مستعرضة .

2 ــ نعين طول الموجة من خلال الشكل : $\lambda = 8cm = 0.08m$

نستنتج التردد :

$$\lambda = \frac{v}{\upsilon} \Rightarrow \upsilon = \frac{v}{\lambda} = 50Hz$$

3 ــ مظهر الحبل عند اللحظة $t_2 = 50ms$:



موضع مقدمة الموجة عند اللحظة $t_2 = 50ms$:

$$SF = v.\Delta t = 4 \times 50.10^{-3} m = 20cm$$

$$\frac{SF}{\lambda} = 2,5 \Rightarrow SF = 2\lambda + \frac{1}{2}\lambda$$

4 ــ 1 الحالة الاهتزازية لكل من النقطة M والنقطة N :

بالنسبة للنقطة M : $\frac{SM}{\lambda} = 2,5$ أي أن **M تهتز على تعاكس في الطور مع المنبع S .**

بالنسبة للنقطة N : $\frac{SN}{\lambda} = 1$ أي أن **N تهتز على توافق في الطور مع المنبع S .**

4 ــ 2 عدد النقط P التي تهتز على تعاكس في الطور مع النقطة M :

حسب السؤال السابق أن M تهتز على تعاكس في الطور مع المنبع S إذن فالنقط P التي نهتز على تعاكس في الطور مع M فهي **تهتز على توافق في الطور مع المنبع S** أي أن $SP = k\lambda$ بحيث أن $\lambda \in N^*$. أي أن :

$$0 < SP \leq \ell \Rightarrow 0 < k \leq \frac{\ell}{\lambda}$$

$$0 < k \leq 5$$

إذن **عدد النقط 5 .**

تمرين 2 : دراسة تبدد الضوء بواسطة موشور وبواسطة شبكة الحيود

I تبدد الضوء بواسطة موشور

I ــ 1 الصيغ الأربع للموشور : أنظر الدرس

$$A = r_1 + r_2$$

$$D = i + i' - A$$

$$\sin i = n \sin r_1$$

$$n \sin r_2 = \sin i'$$

في حالة زاوية الورود A و i صغيرتين فإن : $\sin i \simeq i$ و $\sin i' \simeq i'$ و $\sin r_1 \simeq r_1$ و $\sin r_2 \simeq r_2$

تصبح صيغ الموشور كالتالي :

$nr_2 = i'$ et $i \simeq nr_1$ وبالتالي $i + i' = n(r_1 + r_2)$ أي أن

$$D = i + i' - A = n(r_1 + r_2) - A \Rightarrow D = A(n-1)$$

2 ــ البحث عن شروط انبثاق الأشعة الضوئية من الموشور :

2 ــ 1 بما أن $n > 1$ فحسب قانون ديكارت للإنكسار فإن الشعاع الذي يرد على الوجه AB للموشور يلج دائما إلى الموشور .

2 ـ 2 الشرط الذي يجب أن تحققه i لكي ينبثق الشعاع من الوجه AB هو : $0\le i\le\frac{\pi}{2}$

وبما أن $n>1$ فإن الشعاع يرد من وسط أقل انكسارية إلى وسط أكثر انكسارية . أي حسب قانون ديكارت للانكسار أن الزاوية r_1 ستكون لها قيمة حدية $r_1\le i_\ell$ نسمي الزاوية i_ℓ بالزاوية الحدية للانكسار

ونحصل عليه بتطبيق العلاقة : $\sin i=n\sin r_1$ عندما تأخذ $i=\frac{\pi}{2}$ فإن $r_1=i_\ell$ وبالتالي فإن

$$n\sin i_\ell=1\Rightarrow\sin i_\ell=\frac{1}{n}$$

2 ـ 3 الشرط الذي يجب أن تحققه الزاوية r_2 لكي ينبثق الشعاع من الوجه AC :

$r_2\le i_\ell$

وبما أن $n>1$ في هذه الحالة فإن الشعاع يرد من وسط أكثر انكسارية إلى وسط أقل انكسارية . أي حسب قانون ديكارت للانكسار أن الزاوية r_2 ستكون لها قيمة حدية $r_2\le i'_\ell$ نسمي الزاوية i'_ℓ بالزاوية

الحدية للانكسار ونحصل عليه بتطبيق العلاقة : $\sin i'=n\sin r_2$ عندما تأخذ $i'=\frac{\pi}{2}$ فإن $r_2=i'_\ell$

وبالتالي فإن $n\sin i'_\ell=1\Rightarrow\sin i'_\ell=\frac{1}{n}$ مما يبين أن $i'_\ell=i_\ell$ أي أن الشرط هو كذلك : $r_2\le i_\ell$

2 ـ 4 من خلال ما سبق لدينا :

$r_2\le i_\ell$ و $r_1\le i_\ell$ أي أن $r_1+r_2\le 2i_\ell\Rightarrow A\le 2i_\ell$

2 ـ 5 الشرط الذي يجب أن تحققه i لكي يكون هناك انبثاق الشعاع الوارد من الموشور :

لدينا : $r_1+r_2=A$ و $r_2\le i_\ell$ أي أن

$$A-r_1\le i_\ell\Rightarrow r_1\ge A-i_\ell$$

$$\sin r_1\ge\sin(A-i_\ell)$$

حسب صيغ الموشور :

$$n\sin r_1\ge n\sin(A-i_\ell)\Rightarrow\sin i\ge n\sin(A-i_\ell)$$

حسب المعطيات لدينا : $n\sin(A-i_\ell)=\sin i_0$ وبالتالي فإن : $\sin i\ge\sin i_0$ أي أن $i\ge i_0$

3 ـ 1 لكي يكون هناك انبثاق يجب أن تكون $i\ge i_0$

لنحسب i_0 ، لدينا $n\sin(A-i_\ell)=\sin i_0$ و أن $\sin i_\ell=\frac{1}{n}\Rightarrow i_\ell=34,8°$ وبالتالي

$\sin i_0=0,745\Rightarrow i_0=48°$ وبالتالي فإن $i\ge i_0$

إذن يتحقق شرط الانبثاق في هذه الحالة .

3 ـ 2 نلاحظ عند انبثاق الحزمة الضوئية من الموشور طيف الضوء الأبيض شبيه بقوس قزح .

4 ـ 1 لنبين أنه عند $i=i'$ يكون الانحراف D للشعاع الوارد دنوي بحيث أن :

$$\sin\left(\frac{D_m+A}{2}\right)=n\sin\left(\frac{A}{2}\right)$$

من خلال صيغ الموشور :

$$A=r_1+r_2$$

$$D=i+i'-A$$

$$\sin i=n\sin r_1$$

$$n\sin r_2=\sin i'$$

وباعتبار أن $i=i'$ تصبح العلاقة $D_m = 2i - A \Rightarrow i = \dfrac{D_m + A}{2}$

ولدينا كذلك : $\sin i = \sin i' \Rightarrow n\sin r_1 = n\sin r_2 \Rightarrow r_1 = r_2$

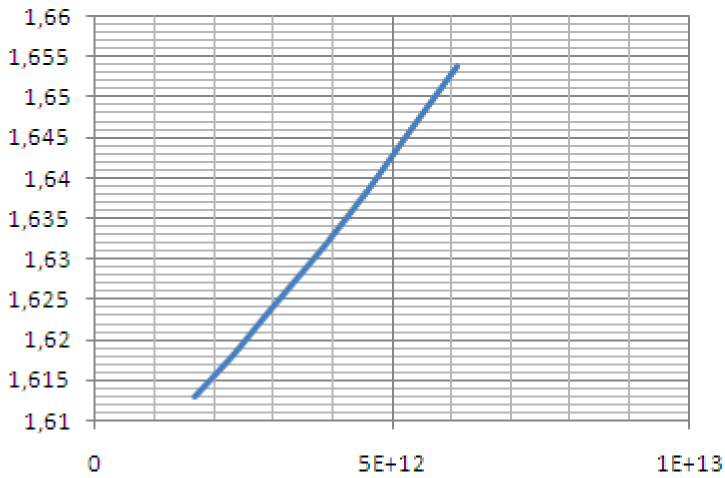
أي أن $A = 2r_1 \Rightarrow r_1 = \dfrac{A}{2}$ وبالتالي تصبح العلاقة الثالثة من صيغ الموشور كالتالي :

$$\sin\left(\frac{D_m + A}{2}\right) = n\sin\left(\frac{A}{2}\right)$$

4 ـ الجدول 2 :

λ(nm)	1/λ*λ	n(λ)	Dm(°)	Dm(rad)
4,05E-07	6,09663E+12	1,65396492	51,58	0,90024083
4,34E-07	5,3091E+12	1,64597536	50,77	0,88610366
4,86E-07	4,23377E+12	1,63499374	49,67	0,86690504
5,89E-07	2,8825E+12	1,62304599	48,49	0,84631015
6,56E-07	2,32377E+12	1,61803399	48	0,83775804
7,68E-07	1,69542E+12	1,6129924	47,51	0,82920593

التمثيل المبياني :



معادلة المستقيم هي :

$$n(\lambda) = 1,5965 + \frac{9.10^{-15}}{\lambda^2}$$

ج ـ نعم تتعلق سرعة انتشار الضوء في الزجاج بتردد الإشعاع لكون أنه حسب علاقة كوشي أن معامل الانكسار يتعلق بطول الموجة أي يتعلق بالتردد وبما أن معامل الانكسار يتعلق بالسرعة فإن التردد كذلك يتعلق بالسرعة في الزجاج . أي أن هذا الوسط مبدد للضوء الأبيض

II ـ تبدد الضوء بواسطة شبكة

1 ـ نلاحظ على الشاشة سلسلة أطياف الضوء الأبيض من اللون البنفسجي إلى اللون الأحمر توسطها بقعة بيضاء .

2 ـ مجال قيم زوايا الانبثاق θ_k الموافقة للإشاءة القصوية في حالة ورود منظمي :

نعلم أنه في حالة ورود ونظمي على الشبكة فإن أطياف الضوء الأبيض ذات الإضاءة القصوية تحقق العلاقة التالية : $\sin\theta_k = k\lambda n$ بحيث أن $k \in \mathbb{Z}$

ونعلم أن طول الموجة للضوء المرئي هي محصورة بين λ_V و λ_R أي أن : $\lambda_V \le \lambda \le \lambda_R$

ومنه فإن :

$$\lambda_V \le \lambda \le \lambda_R \Rightarrow kn\lambda_V \le kn\lambda \le kn\lambda_R$$

$$kn\lambda_V \le \sin\theta_k \le kn\lambda_R$$

بتطبيق عددي نجد أنه بالنسبة ل k=1 لدينا : $9,21° \le \theta_1 \le 18,66°$

بالنسبة ل k=2 لدينا : $18,42° \le \theta_2 \le 37,32°$

بالنسبة ل k=3 لدينا : $27,36° \le \theta_3 \le 55,98°$

من خلال النتائج أعلاه نلاحظ أن $\theta_{3V} < \theta_{2R}$ **أي أن هذين الطيفين يتداخلان .**

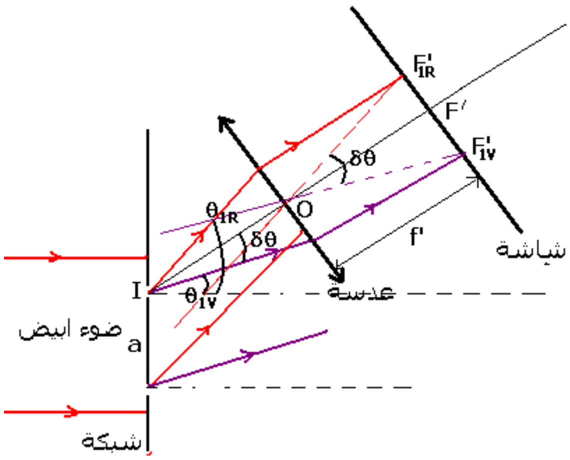
3 ـ حساب عرض الطيف لكل من k=1 و k=2

يلاحظ أنه بالنسبة للطيف ذي الرتبة k=1 أن $\delta\theta = \theta_{1R} - \theta_{1V} = 9,45° < 15°$

أي أن $\delta\theta$ صغيرة جدا وبالتالي يمكن اعتبار التقريب التالي صحيح وهو : $\tan\delta\theta \simeq \delta\theta$

حسب الشكل باعتبار أن محور الرئيسي للعدسة هو منصف

الزاوية $\delta\theta$ أنظر الشكل



$\tan\left(\frac{\delta\theta}{2}\right) = \frac{F'_R F'_V}{2f'} \Rightarrow \delta\theta = \frac{F'_R F'_V}{f'}$ بحيث أن $\delta\theta$ بالرديان

وبالتالي فإن

$$F'_R F'_V = \delta\theta . f'$$

$$k = 1$$

$$F'_{1R} F'_{1V} = \delta\theta_1 . f' = 0,60 \times \frac{\pi \times 9,45}{180} = 9,89cm$$

$$k = 2$$

$$F'_{2R} F'_{2V} = 2f' \tan\left(\frac{\delta\theta_2}{2}\right) = 2 \times 0,60 \times \tan(9,45) = 19,97cm$$

4 ـ طول الموجات الغائبة بالنسبة ل k=4 :

نعلم أن $\sin\theta_4 = 4\lambda_i n$ وأن $\sin\theta_4 \le 1$ أي أنه جميع الإشعاعات المنتمية للطيف ذي الرتبة k=4 تحقق

طول الموجة : $4\lambda_i n \le 1 \Rightarrow \lambda_i \le \frac{1}{4n}$ أي $\lambda_i \le 625nm$ وبالتالي فإشعاعات التي يكون طول موجتها

$\lambda_i > 625nm$ **ستكون غائبة في الطيف k=4** .

5 ـ لنبين أن : $\sin\left(\frac{D_m}{2}\right) = \frac{1}{2} k\lambda n$

حسب المعطيات لدينا زاوية الانحراف تحدد بالعلاقة التالية : $D = |\theta_k - \theta_0|$

نأخذ قيم $k \ge 0$ حيث ستكون $(\theta_k - \theta_0) \ge 0$ أي أن $D = \theta_k - \theta_0$

وبما أن λ و n ثابتتين فإن $D = f(\theta_0)$. نشتق D بالنسبة ل θ_0 فنحصل على : $\frac{dD}{d\theta_0} = \frac{d\theta_k}{d\theta_0} - 1$ ولكي

تكون تكون D دنوية يجب $\frac{dD}{d\theta_0} = \frac{d\theta_k}{d\theta_0} - 1 = 0 \Rightarrow \frac{d\theta_k}{d\theta_0} = 1$

من جهة أخرى لدينا : $\sin\theta_k = \sin\theta_0 + k\lambda n$ نشتق هذه العلاقة بالنسبة ل θ_0

$\frac{d\theta_k}{d\theta_0} \cos\theta_k = \cos\theta_0$ وبما أن $\frac{d\theta_k}{d\theta_0} = 1$ أي أن $\cos\theta_k = \cos\theta_0$

وبالتالي فإن $\theta_k = \theta_0 \Rightarrow D = 0$ وهذا غير ممكن إلا بالنسبة ل k=0

$$\theta_k = -\theta_0 \Rightarrow 2\sin\theta_0 = -k\lambda n$$

$$D_m = -2\theta_0 \Rightarrow \theta_0 = -\frac{D_m}{2}$$

$$2\sin\left(-\frac{D_m}{2}\right) = -k\lambda n \Rightarrow \sin\left(\frac{D_m}{2}\right) = \frac{k\lambda n}{2}$$

تمرين 3 : الكيمياء ، قياس ثنائي أوكسيد الكبريت في الهواء

1 ــ معادلة التفاعل التلقائي بين المزدوجتين المتواجدتين معا :

$$SO_2(aq) + 2H_2O(\ell) = SO_4^{2-}(aq) + 4H^+(aq) + 2e^- \quad \times 5$$
$$MnO_4^-(aq) + 8H^+(aq) + 5e^- = Mn^{2+}(aq) + 4H_2O(\ell) \quad \times 2$$

$$5SO_2(aq) + 2MnO_4^-(aq) + 2H_2O(\ell) \rightarrow 5SO_4^{2-}(aq) + 2Mn^{2+}(aq) + 4H^+(aq)$$

2 ــ تعريف بالتكافؤ :

يتحقق التكافؤ خلال معايرة ، عند اختفاء المتفاعلين حسب النسب الستوكيومترية الموافقة لمعادلة تفاعل المعايرة .

نمعلم التكافؤ عندما يصبح لون المحلول S بنفسجيا .

3 ــ لنستنتج التركيز C_0 لثنائي أوكسيد الكبريت في المحلول S :

عند التكافؤ يختفي المتفاعلين في نفس الوقت باعتبار أن x تقدم هذا التحول وحسب الجدول الوصفي خلال المعايرة لدينا :

$$C_0V_0 - 5x_E = 0 \quad et \quad C_1V_E - 2x_E = 0$$

بحيث أن x_E تقدم التحول عند التكافؤ .

$$C_1V_E - 2x_E = 0 \Rightarrow x_E = \frac{CV_E}{2}$$
$$C_0V_0 - \frac{5}{2}CV_E = 0 \Rightarrow C_0 = \frac{5}{2}\frac{C_1V_E}{V_0} = 0,88.10^{-4}\,mol/\ell$$

4 ــ لنحسب كمية مادة أوكسيد الكبريت الموجودة في $1m^3$ أي الموجودة في المحلول S ذي الحجم $100m\ell$:

حسب السؤال السابق لدينا لتر واحد من المحلول يحتوي على $0,88.10^{-4}mol$ من ثنائي أوكسيد الكبريت وبالتالي فإن $100m\ell$ من المحلول S تحتوي على $0,88.10^{-5}mol$ أي أن كمية المادة التي يحتوي عليها $1m^3$ هي $n(SO_2) = 0,88.10^{-5}mol$

نستنتج كتلة ثنائي أوكسيد الكبريت الموجودة في العينة :

$$m(SO_2) = M(SO_2).n(SO_2) = 56,32.10^{-5}g = 563,2.\mu g > 250\mu g$$

وبالتالي فإن الهواء المدروس ملوث .