تصحيح تمارين الفيزياء السلسلة 4
حيد الضوء بواسطة شبكة

تمرين 1

1 ـ 1 تعبير θ_K بدلالة λ و a و K حيث $k \in \mathbb{Z}$:

نحسب فرق السير بين الشعاعين (1) و (2) بالعلاقة التالية : $\delta = a \sin\theta_K$

هذان الشعاعان يعطيان تداخلات إنشائية إذا كانت $\delta = k\lambda$ أي أن

$$k\lambda = a \sin\theta_k \Rightarrow \sin\theta_k = \frac{k\lambda}{a}$$

1 ـ 2 حساب θ_1 (k=1)

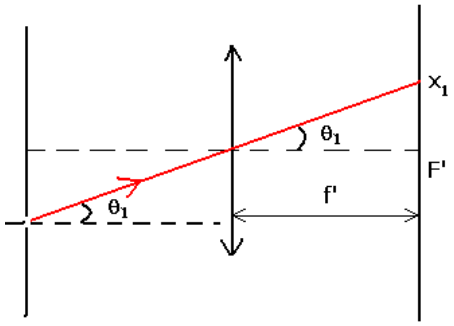
$$\sin\theta_1 = \frac{\lambda}{a} = 0,135$$

$$\theta_1 = 7°76$$

1 ـ 3 حالة K=8

نحسب $\sin\theta_8 = 1,08 > 1$ إذن من غير الممكن الحصول على بقعة ضوئية من الرتبة 8 ز

2 ـ العلاقة $x_1 = f'_1 \frac{\lambda}{a}$



حسب الشكل

$$\tan\theta_1 = \frac{x_1}{f'} \Rightarrow x_1 = f' \tan\theta_1$$

$$\tan\theta_1 \approx \sin\theta_1 = \frac{\lambda}{a}$$

$$x_1 = f' \frac{\lambda}{a}$$

تطبيق عددي : $x_1 = 3,37cm$

3 ـ قيمة زاوية الورود θ_0 :

نحسب فرق السير δ :

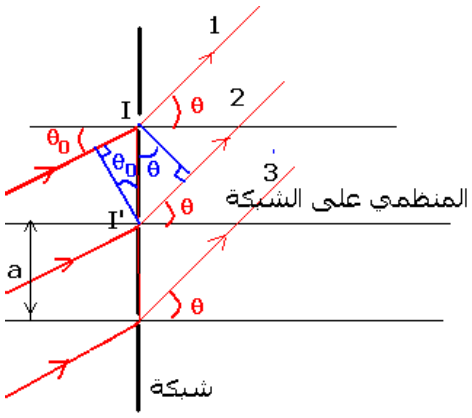
$$\delta = k\lambda = a(\sin\theta_K - \sin\theta_0)$$

$$\theta_K = \theta_4 = 0$$

$$\sin\theta_4 = \sin\theta_0 + \frac{k\lambda}{a} = 0$$

$$\sin\theta_0 = -4\frac{\lambda}{a}$$

$$\theta_0 = -32°7$$



تمرين 2

1 ـ نطبق العلاقة التالية : $\sin\theta=k\lambda n$ حيث k=1 إذن $\sin\theta_R=n\lambda_R$ أي أن $\theta_R=18,7°$

نفس الشيء بالنسبة للضوء البنفسجي : $\sin\theta_V=n\lambda_V$ أي أن $\theta_V=9,2°$.

2 ـ قيمة الفرق : $\Delta\theta=\theta_R-\theta_V=9,5°$

حساب عرض الطيف هناك طريقتين لحسابه :

الطريقة الأولى :

من خلال الشكل يتبين أن عرض الطيف هو $F'_RF'_V$. وبما أن $\Delta\theta$ صغيرة فإنه يمكن أن نكتب بتقريب مقبول : $F'_RF'_V=f'.\Delta\theta$ ($l=R.\theta$) حيث f' المسافة البؤرية للعدسة و $\Delta\theta$ بالرديان rad .

$$F'_RF'_V = 30.10^{-2}.\frac{9,2.2\pi}{180} = 4,8cm$$

الطريقة الثانية :

نطبق العلاقة التالية :

$x_{1R}-x_{1V}=k.f'n\left(\lambda_R-\lambda_V\right)$ حيث k=1 فنحصل على :

$$x_{1R}-x_{1V}=f'n\left(\lambda_R-\lambda_V\right)=30.10^{-2}4.10^5.(0,8-0,4).10^{-6}$$

$$x_{1R}-x_{1V}=4,8cm$$

تمرين 3

1 ـ حساب طول الموجة للضوء الأصفر λ_R .

$$\sin\theta=k\lambda_J n \quad avec\ k=1\ et\ n=4.10^5$$

$$\lambda_J=\frac{\sin\theta}{n}=0,572\mu m$$

2 ـ لحساب الزاوية التي توافق اتجاهات الضوء الأصفر :

لدينا العلاقة التالية : $|\sin\theta|\le 1$

وحسب العلاقة السابقة :

$$|\sin\theta|\le 1$$

$$-1\le\sin\theta\le+1\Rightarrow-1\le k.\lambda_J.n\le+1$$

$$-\frac{1}{\lambda_J.n}\le k\le+\frac{1}{\lambda_J.n}$$

تطبيق عددي : $-4,370\le k\le+4,370$

أي أن قيم زوايا الانحراف هي :

$k=\pm1$ $\quad\theta=\pm13°22$

$k=\pm2$ $\quad\theta=\pm27°54$

$k=\pm3$ $\quad\theta=\pm43°34$

$k=\pm4$ $\quad\theta=\pm66°23$

3 ـ قيم زوايا الانحراف θ التي توافق اتجاهات الإضاءات القصوية بالنسبة للضوء الأزرق :

بنفس الطريقة السابقة نتوصل إلى النتائج التالية :

$$-1 \le \sin\theta \le +1 \Rightarrow -1 \le k.\lambda_B.n \le +1$$

$$-\frac{1}{\lambda_B.n} \le k \le +\frac{1}{\lambda_B.n}$$

$$-5,733 \le k \le +5,733$$

$k = \pm 1$ $\quad \theta = \pm 10°04$

$k = \pm 2$ $\quad \theta = \pm 20°41$

$k = \pm 3$ $\quad \theta = \pm 31°55$

$k = \pm 4$ $\quad \theta = \pm 44°23$

$k = \pm 5$ $\quad \theta = \pm 60°69$

تمرين 4

1 ـ في الاتجاه $\theta=0$ ليس هناك تبدد للضوء على الشبكة وبالتالي تكون البقعة المركزية صفراء اللون .

2 ـ بالنسبة للرتبة k=1 نحسب قيم زوايا الانحراف الموافقة للإضاءات القصوية للإشعاعات السابقة بتطبيق العلاقة التالية : $\sin\theta = \lambda n$

بالنسبة للإشعاعات السابقة :

$$\sin\theta_R = \lambda_R n \Rightarrow \theta_R = 37°95$$

$$\sin\theta_J = \lambda_J n \Rightarrow \theta_J = 36°08$$

$$\sin\theta_V = \lambda_V n \Rightarrow \theta_V = 34°61$$

3 ـ لنبين أنه لا يمكن الحصول على طيف رتبته k=2

نطبق العلاقة $\sin\theta = 2\lambda n$ يلاحظ من خلال هذه العلاقة أنه بالنسبة للإشعاعات السابقة لدينا : $2\lambda n > 1 \Rightarrow \sin\theta > 1$ وبالتالي هذا غير ممكن إذن لا يمكن الحصول على طيف رتبته 2

4 ـ 1

أن الشعاع نعتبره منبعث من الا نهاية فإنها تمر من المستوى البؤري الصورة .

$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$ وبما أن الشيء في الا نهاية

$$\overline{OA} = \infty \Rightarrow \overline{OA'} = f'$$

4 ـ 2 حساب عرض الطيف :

نطبق العلاقة :

$$x_{1R} - x_{1V} = f'n\left(\lambda_R - \lambda_V\right) = 30.10^{-2}.10^6.(0,615 - 0,568).10^{-6}$$

$$x_{1R} - x_{1V} = 1,41.10^{-2}\, m = 14,1mm$$

تمرين 5

1 ـ حساب خطوة الشبكة a :

$$\sin\theta = \frac{2\lambda}{a} \Rightarrow a = \frac{2\lambda}{\sin\theta} = 2,5.\mu m$$

عدد الشقات في الميليمتر :

$$n = \frac{1}{a} = 0,4.10^6 \ / \ m = 0,4.10^3 \ / \ mm$$

2

k=1 : $\sin\theta_1 = \lambda n \Rightarrow \theta_1 = 12°19$

$\sin\theta_2 = 3\lambda n \Rightarrow \theta_2 = 39°32$: k=2

تمرين 6

1 ـ عرض الطيف ذي الرتبة k=1 :

$$x_{1R} - x_{1V} = f'n(\lambda_R - \lambda_V) = 1,2.10^6.(0,750 - 0,390).10^{-6}$$

$$x_{1R} - x_{1V} = 0,432m = 432mm$$

2 ـ موضع النقط ذات الإضاءة القصوية للضوء الأحمر في حالة k=1 :

$$\tan\theta_R = \frac{x_{1R}}{f'} \Rightarrow x_{1R} = f'\tan\theta_R$$

$$\tan\theta_{1R} \approx \sin\theta_{1R} = k\lambda_R n$$

$$x_{1R} = f'.k.\lambda_R.n = 0,90m$$

موضع النقط ذات الإضاءة القصوية للضوء البنفسجي في حالة k=1 :

$$x_{1V} = f'.k.\lambda_V.n = 0,468m$$

بالنسبة ل k=2

$$x_{2R} = f'.k.\lambda_R.n = 1,80m$$

$$x_{2V} = f'.k.\lambda_V.n = 0,936m$$

3 ـ مقارنة الموضعين x_{1R} و x_{2V} :

$$\frac{x_{2V}}{x_{1R}} \approx 1 \Rightarrow x_{2V} \approx x_{1R}$$

تمرين الفرض المنزلي :

1 ـ طبيعة العدسة L :

نعلم أنه بالنسبة لعدسة رقيقة لدينا العلاقة التالية : $C = \frac{1}{f'} \Rightarrow f' = \frac{1}{C} = 0,2m > 0$

وبالتالي فإن العدسة رقيقة مجمعة .

2 ـ قيم زوايا الانحراف الموافقة للاتجاهات القصوية :

بما أن الحزمة الضوئية ترد عموديا على الشبكة وللحصول على زوايا الانحراف الموافقة للاتجاهات القصوية يجب عليها تحقيق العلاقة التالية :

$$\sin\theta = k\lambda n \quad k \in \mathbb{Z}$$

$$\sin\theta = k \times 568.10^{-9} \times 6.10^5 = 0,341k$$

$k = 2$ θ=43°

k=-2 θ=-43°

k=1 θ=19°9

k=-1 θ=-19°9

k=0 θ=0

3 ـ موضع الشاشة بالنسبة للعدسة : لكي نشاهد الأهذاب الضوئية المضيئة أي الموافقة للإضائة القصوية ، الناتجة عن ظاهرة الحيود يجب أن تكون الشاشة في المستوى البؤري الصورة للعدسة بالنسبة لكل زاوية θ من زوايا الجدول ترد على العدسة أشعة ضوئية متوازية فيما بينها فتجتاز العدسة لتتجمع في نقطة من المستوى البؤري الصورة لتعطي نقطة ذات إضاءة قصوية .

4 ـ 1 المشاهدة في الاتجاه θ=0 :

في الاتجاه $\theta=0$ يكون عندنا $\sin\theta=0$ أي $k\lambda n=0$ أي أن $k=0$ كيف ما كانت n و λ . وبالتالي فإن كل ضوء أحادي اللون من طيف الضوء الأبيض يعطي هذب ذي إضاءة قصوية في نفس الموضع وينتج عن هذا تراكب هذه الأهذاب ضوء أبيض أي هذب أبيض .

4 ـ 2 عرض الطيف ذي الرتبة k=1 :

بالنسبة للطيف ذي الرتبة k=1

$\sin\theta=\lambda n$

$$\lambda_R \le \lambda \le \lambda_v$$

$$n\lambda_R \le \sin\theta \le n\lambda_v$$

$$0,234 \le \sin\theta \le 0,45$$

$$13,5° \le \theta \le 26,7°$$

حساب عرض الطيف $\Delta x=X_R-X_v$

$$x_R = f'\tan\theta_R$$

$$x_v = f'\tan\theta_v$$

حسب الشكل :

$$\Delta x = f'(\tan\theta_R - \tan\theta_v)$$

$\Delta x=5,3cm$