1-VI تعريف

الشبكة هو جهاز مهم يستعمل لتحليل الأمواج الضوئية، ويتكون من عدد كبير من الفتحات (شقوق) متوازية ومتساوية البعد بينها (انظر الشكل أدناه). يمكن أن تكون الشبكة عبارة عن صفيحة من الزجاج تحتوي على عدد كبير من الخطوط/سم.

شبكة ذات 500خط/سم

فشبكة مثلا التي تحتوي على 5000 خط/سم تعطي المسافة d بين شقين بالعلاقة:

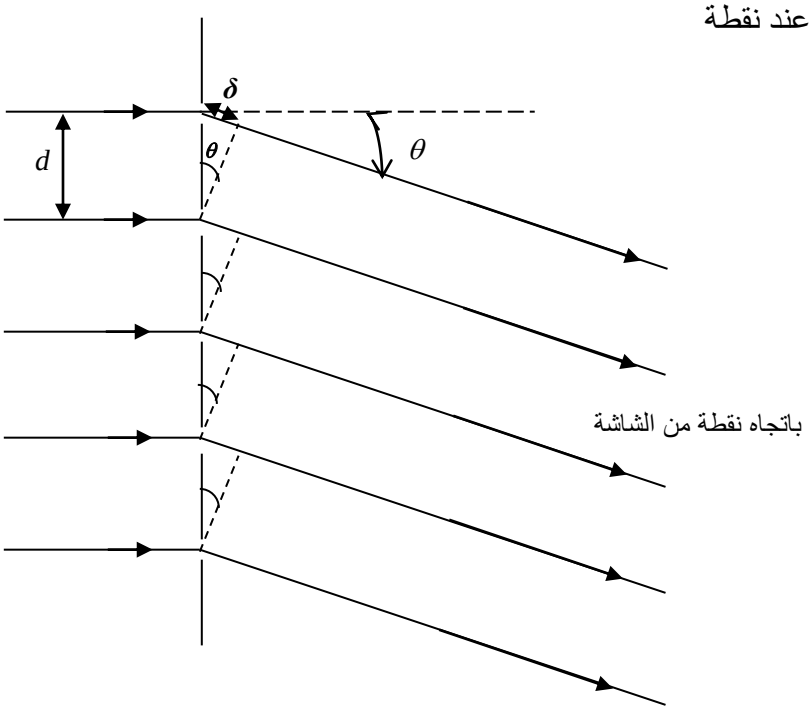
$$d = \frac{1}{5000}\ cm \ \rightarrow d = 2.10^{-4}\ cm$$

شرط الحصول على أهداب مضيئة عند نقطة

M من الشاشة هو:

$\delta = m\lambda$ (m=0, ±1, ±2….)

$\Rightarrow \delta = d \sin\theta = m\lambda$ ……(1)



يمكن استخدام العلاقة (1) لحساب طول الموجة λ بدلالة البعد d بين الفتحات وزاوية الانحراف θ.

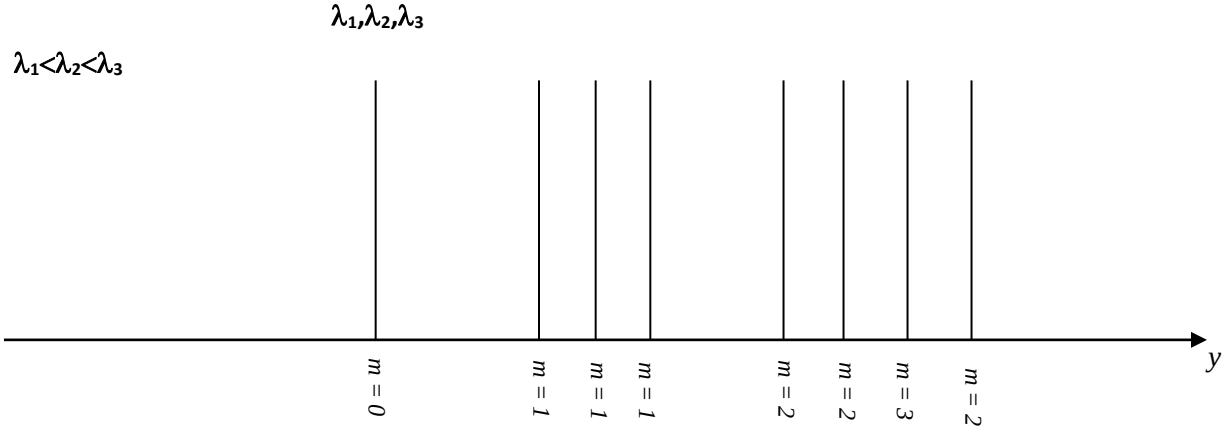
- تحليل شبكة الحيود : يعتمد تحليلها على طريقة تشبه تحليل تجربة "يونغ"

معادلة الشبكة هي: $\delta=m\lambda = d \sin\theta \Rightarrow \sin\theta = \frac{m\lambda}{d}$, $m = 0, \pm1, \pm2$ .....

ملاحظة:

إذا كان الضوء المستعمل متعدد الأمواج فسوف نتحصل لكل موجة على مجموعة خطوط مضيئة أوضاعها الزاوية تعطى بالعلاقة: $d \sin\theta = m\lambda$

مثال : أنظر الشكل التالي:



في وسط الشاشة، القمم العظمى من الرتبة 0 للموجات الثلاث تتطابق، ثم نجد القمة العظمى الأولى من الرتبة 1 للموجة أقل قيمة أي λ_1، λ_1، λ_1 ،....وهكذا.

تطبيق:

أحسب المواضع الزاوية للأهداب المضيئة من الرتبة 1 و 2 للأمواج λ_1=400nm و λ_1=700nm . إذا كانت الشبكة تحتوي على 1000 خط/سم.

الحل:

نحسب البعد بين الفتحات d : $d = \frac{1}{104} \rightarrow d = 10^{-6}\, m$

- الرتبة الأولى m=1

$$\sin\theta_{400} = \frac{m\lambda_1}{d} = \frac{1.4.10^{-7}}{10^{-6}} \rightarrow \theta_{400} = 23°,6$$

$$\sin\theta_{700} = \frac{m\lambda_2}{d} = \frac{1.7.10^{-7}}{10^{-6}} \rightarrow \theta_{400} = 44°,0$$

- * الرتبة الأولى m=2

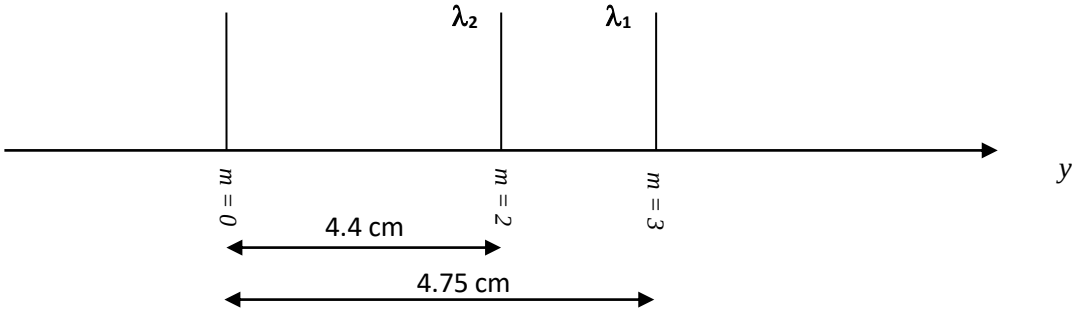
$$\sin\theta_{400} = \frac{m\lambda_1}{d} = \frac{2.4.10^{-7}}{10^{-6}} \rightarrow \theta_{400} = 53°,0$$

$$\sin\theta_{700} = \frac{m\lambda_2}{d} = \frac{2.7.10^{-7}}{10^{-6}} = 1{,}4 > 1 \rightarrow \text{مستحيل}$$

النتيجة: بالنسبة للموجة الثانية (λ_2) فإنه لا يوجد هدب مضيء من الرتبة الثانية.

تطبيق2:

أنظر الشكل التالي. إذا كانت المسافة بين الخطوط المضيئة المتشكلة والشبكة هي 50cm ، فإذا علمت أن λ_1=450 nm ، فأوجد قيم λ_2 ؟



- **قدرة التحليل الطيفي R لجهاز الطيف**

تملك الشبكات الموجودة في أجهزة المطيافية خاصية تحليل طولي موجتين قريبتين جدا من بعضهما البعض. نعرف التفريق الزاوي (angular Dispersion) ورمزه D بالعلاقة:

$$D = \frac{d\theta}{d\lambda} \dots\dots\dots (2)$$

وهو يمثل نسبة تغير الزاوية θ (من أجل رتبة m) إلى التغير في طول الموجة λ.

مما سبق: $\sin\theta = \frac{m\lambda}{d} \rightarrow \cos\theta\, d\theta = \frac{m}{d} d\lambda$

وعليه:

$$D = \frac{d\theta}{d\lambda} = \frac{m}{d\ cos\theta} \dots\dots\dots (3)$$

في مطياف معين ، لكي نتمكن من التفريق بين موجتين أحادية اللون λ_1 و λ_2 يجب ان يكون التغير $\Delta\theta$ بين الخطين (لرتبة واحدة m) مساو لعرض قمم الحيود (شرط رايلي) أي:

$$\Delta\theta = \frac{\lambda}{N\ d\cos\theta} \dots\dots\dots\dots (4)$$

التغير الاضغري بين الموجتين: $\Delta\lambda = \lambda_1 - \lambda_2$ هو:

$$\Delta\lambda \cong \frac{\mathrm{d}\lambda}{\mathrm{d}\theta} \rightarrow \Delta\lambda = \frac{\mathrm{d}\cos\theta}{\mathrm{m}} . \frac{\lambda}{N\ d\cos\theta}$$

$$\rightarrow \Delta\lambda = \frac{\lambda}{N\ m} \dots\dots\dots\dots (5)$$

نعرف قدرة التحليل الطيفي (Resolution Power) للشبكة أو لجهاز الطيف بـ:

$$R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} \rightarrow R = N\ m \dots\dots\dots\dots (6)$$

ملاحظة:

- كلما كبرت قيمة R كلما تم التفريق بين طولين موجيين قريبين.
- عند إعطاء قيمة R فإن التغير الأصغري $\Delta\lambda$ بين الطولين الموجيين هو $\Delta\lambda = \frac{\lambda}{R}$