

## انتشار موجة ضوئية Propagation d'une onde lumineuse

الجزء الأول : الموجات

الوحدة 3

ذ. هشام محجر

\*ينتقل الضوء ، من نقطة إلى أخرى في وسط الانتشار ( فراغ أو وسط مادي ) ، وفق خطوط مستقيمة .

\*نعتبر الضوء موجة مستعرضة كهرمغناطيسية لأنه يتعرض لظاهرة الحيود إذا كان  $10 \lambda \leq a \leq 100 \lambda$  .

\*خلال حيود موجة ضوئية أحادية اللون ، بواسطة شق عرضه  $a$  ، يكون الفرق

الزاوي  $\theta$  بين وسط البقعة المركزية وأول بقعة مظلمة هو :  $\theta = \frac{\lambda}{a}$  و  $\theta = \frac{L}{2D}$

\*نسمي ضوءاً أحادي اللون كل ضوء لا يتبدد بعد اجتيازه لموشور ، وهو عبارة

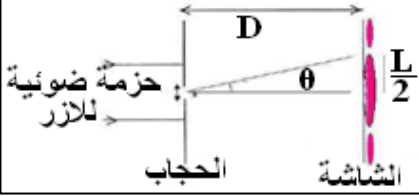
عن موجة متوالية جيئية مع :  $c = \frac{\lambda_0}{T} = \lambda_0 \cdot \nu$  و  $V = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot \nu$

\*معامل انكسار وسط ما هو  $n = \frac{c}{V} = \frac{\lambda_0}{\lambda} = \frac{c}{\lambda \nu}$  إذن  $n$  يتعلق بتردد الموجة الضوئية التي تنتشر فيه .

\*الموشور وسط شفاف ومتجانس ، محصور بين مستويين مائلين يحددان زاوية  $A$  تسمى زاوية الموشور .

\*الموشور يتميز بالعلاقات التالية :  $\sin i = n \sin r$  و  $\sin i' = n \sin r'$  و  $A = r + r'$  و  $D = i + i' - A$

\*عند إرسال حزمة من الضوء الأبيض على وجه موشور يلاحظ على الشاشة تكون بقع ملونة يسمى طيف الضوء الأبيض ، ونسمي هاته الظاهرة بتبدد الضوء ، ونسمي الموشور وسطاً مبدداً للضوء .



### تمرين 4 :

نضيء شقا عرضه  $a$  بواسطة ضوء أحادي اللون الأحمر

طول موجته في الفراغ  $\lambda_1 = 633 \text{ nm}$  ، ثم بواسطة

ضوء أصفر طول موجته  $\lambda_2$  مجهول .

على شاشة ، توجد على بعد مسافة  $D$  من الشق ، نعاين

بالتتابع أشكال الحيود المحصل عليها :

بالنسبة للضوء الأحمر: عرض البقعة المركزية  $L_1 = 8 \text{ cm}$

بالنسبة للضوء الأصفر: عرض البقعة المركزية

$L_2 = 7,5 \text{ cm}$

1- اعط العلاقة بين طول الموجة  $\lambda$  و عرض الشق  $a$

والفرق الزاوي  $\theta$  للبقعة المركزية .

2- لنقبل أن  $\theta(\text{rad}) = \frac{L}{2D}$

1-2- بين أنه بالنسبة لجهاز معين ، تبقى النسبة  $\frac{\lambda}{L}$  ثابتة .

2-2- احسب طول الموجة  $\lambda_2$  .

### تمرين 5 :

نضيء شقا عرضه  $a$  بواسطة ضوء أحادي اللون الأحمر

طول موجته في الفراغ  $\lambda = 633 \text{ nm}$  . وعلى شاشة

توجد على مسافة  $D = 3 \text{ m}$  من الشق نعاين شكل الحيود .

1- صف وارسم شكل الحيود المحصل عليه .

2- عرف بواسطة تبيانة الفرق الزاوي  $\theta$  للهدب المركزي .

3- ما هي العلاقة بين الفرق الزاوي  $\theta$  و عرض الشق  $a$  .

4- أوجد العلاقة بين  $\theta$  والمسافة  $D$  و عرض البقعة

المركزية  $L$  علما أن  $\tan \theta \approx \theta(\text{rad})$

5- احسب عرض الشق  $a$  إذا كان عرض البقعة المركزية

للحيود هو  $L = 12,0 \text{ cm}$

### تمرين 1 :

سرعة انتشار الضوء في الفراغ  $C = 3.10^8 \text{ m/s}$  .

يتميز الضوء المرئي ، بطيف ترددات موجاته بين القيمتين

$\nu_1 = 3,75.10^{14} \text{ Hz}$  و  $\nu_2 = 7,5.10^{14} \text{ Hz}$  .

1- حدد مجال تغيرات أطوال الموجات للضوء المرئي في الفراغ .

2- حدد مجال تغير أطوال الموجات للضوء المرئي في

الزجاج ، علما أن معامل انكسار الزجاج هو  $n = 1,5$  .

### تمرين 2 :

1- تبعث حبابة غاز الهيدروجين إشعاعاً ضوئياً طول

موجته في الفراغ هو  $\lambda = 410 \text{ nm}$  .

1-1- احسب تردد هذا الإشعاع .

1-2- هل هذا الإشعاع مرئي؟ إذا كان الجواب نعم ما لونه؟

2- يمر هذا الإشعاع من الفراغ إلى داخل ليف بصري

معامل انكساره  $n = 1,875$  .

1-2- احسب سرعة انتشار الإشعاع داخل الليف البصري .

2-2- احسب تردد الإشعاع في الليف البصري .

2-3- احسب طول موجة الإشعاع في هذا الوسط .

2-4- هل ينتمي هذا الإشعاع للمجال المرئي؟ إذا كان

الجواب نعم ، ما لونه؟ نعطي  $C = 3.10^8 \text{ m/s}$  .

### تمرين 3 :

معامل انكسار الزجاج بالنسبة للإشعاع الأحمر هو

$n_R = 1,618$  وبالنسبة للإشعاع الأزرق هو

$n_B = 1,675$  . نعطي  $C = 3.10^8 \text{ m/s}$  .

احسب سرعة انتشار كل من الإشعاعين في الزجاج .

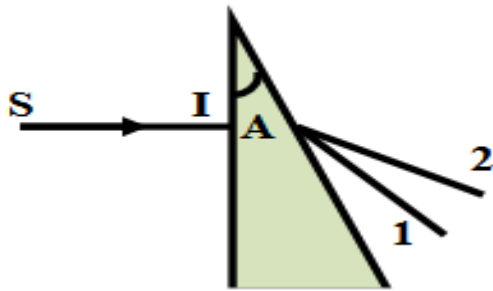
انتشار موجة ضوئية  
Propagation d'une onde  
lumineuse

3-4- احسب طول موجات  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  لهذه الحزات في الموشور .

3-5- استنتج المقادير التي تميز الموجات الضوئية .

تمرين 8 :

ترد حزمة ضوئية مكونة من شعاعين أحمر طول موجته  $\lambda_R = 0,6\mu m$  و بنفسجي طول موجته  $\lambda_V = 0,6\mu m$  عموديا على موشور زاويته  $A=30^\circ$ .



تعبّر علاقة كوشي  $n = a + \frac{b}{\lambda^2}$  عن تغير معامل

انكسار الوسط بدلالة  $\lambda$  طول الموجة الضوئية حيث  $a$  و

$b$  ثابتتان . نعطي معامل انكسار الموشور بالنسبة

للشعاع الأحمر  $n_R = 1,65$  .

1- ما اسم الظاهرة التي تحدث ؟ ثم تعرف مع التعليل على الشعاعين (1) و (2) .

2- احسب قيمة  $D_R$  زاوية انحراف الشعاع الأحمر .

3- نضع أمام الشعاعين (1) و (2) عدسة مجمعة  $L$

مسافتها البؤرية  $f' = 100cm$  بحيث ينطبق

محورها البصري الرئيسي مع الشعاع (1) فتكون المسافة

$d$  الفاصلة بين الحزمتين الحمراء و البنفسجية المحصل

عليها على شاشة متواجدة في المستوى البؤري الصورة

للعدسة هي  $d=2,47cm$  .

1-3 أثبت أن  $d = f' \tan(D_V - D_R)$  .

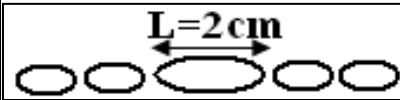
2-3 استنتج قيم  $D_V$  زاوية انحراف الشعاع البنفسجي و

$n_V$  معامل انكسار الموشور بالنسبة للشعاع البنفسجي .

4- احسب قيمتي الثابتين  $a$  و  $b$  .

تمرين 6 :

نضيء فتحة عرضها  $a=120\mu m$  بواسطة ضوء لآزر طول موجته  $\lambda$  .



يمثل الشكل جانبه تبيانة لما نشاهده على شاشة

توجد على مسافة  $D=1,8m$  من الفتحة .

1- ما الظاهرة التي مكنت من الحصول على هذا الشكل ؟

وما شروط الحصول على هذا الشكل ؟

2- ما طبيعة الفتحة (شق أفقي- شق عمودي- فتحة دائرية) ؟

3- عرف بواسطة تبيانة الفرق الزاوي  $\theta$  .

4- اعط العلاقة بين الفرق الزاوي  $\theta$  و  $\lambda$  و  $a$  .

5- أوجد العلاقة بين  $a$  والطول  $L$  للبقعة المركزية المشاهدة

على الشاشة والمسافة  $D$  ، في حالة  $\theta$  صغيرة .

6- احسب طول الموجة  $\lambda$  ، في الفراغ ، لضوء اللآزر

المستعمل .

7- كيف هي البقعة المركزية عند استعمال الضوء الأبيض ؟

تمرين 7 :

نوجه حزمة من الضوء المنبعث من مصباح نحو موشور فنحصل على الشاشة على ثلاث حزات طول موجاتها في

الفراغ :  $\lambda_1 = 434 nm$  و  $\lambda_2 = 589 nm$  و  $\lambda_3 = 768 nm$  .

نعطي زاوية الموشور  $A = 60^\circ$  و  $C = 3.10^8 m/s$  .

1- ماذا تشكل الصورة المحصل عليها على الشاشة ، وما

اسم الظاهرة التي تحدث للضوء .

2- ندير الموشور فتتغير زاوية الانحراف فنلاحظ أنها تأخذ

قيمتها الدنياوية  $D_m$  في الحالة التي تكون فيها زاوية الورود  $i$

تساوي زاوية الانبثاق  $i'$  ( $i = i'$ ) .

بين في هذه الحالة أن  $\sin\left(\frac{D_m+A}{2}\right) = n(\lambda) \cdot \sin\left(\frac{A}{2}\right)$

حيث  $n(\lambda)$  معامل انكسار الموشور .

3- بالنسبة للحزات الثلاث ، أعطت القياسات النتائج التالية :

78	82	93	$D_m (^\circ)$
768	589	434	$\lambda (nm)$
			$n(\lambda)$

1-3- أنتم الجدول أعلاه .

2-3- احسب قيم السرعات  $V_1, V_2, V_3$  للحزات الثلاث

في الموشور .

3-3- احسب الترددات  $\nu_1, \nu_2, \nu_3$  ثم الأدوار  $T_1,$

$T_2$  و  $T_3$  للحزات .