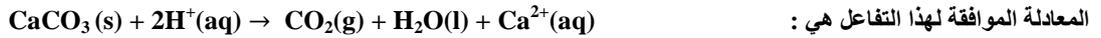


الأستاذ : رشيد جنكل	سلسلة رقم 2 الدورة الأولى	الثانوية التأهيلية أيت باها
القسم : السنة الثانية من سلك البكالوريا	• انتشار موجة ضوئية	نيابة اشتوكة أيت باها
الشعبة : علوم رياضية	• التتبع الزمني لتحول كيميائي ، سرعة التفاعل	السنة الدراسية: 2015/2016

## الكيمياء : التتبع الزمني لتحول كيميائي ، سرعة التفاعل

تمرين 1 : تتبع تحول كيميائي بطريقتين مختلفتين

نتبع تطور التفاعل بين كربونات الكالسيوم  $\text{CaCO}_3$  ومحلول حمض الكلوريدريك  $C = 4.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$



المعادلة الموافقة لهذا التفاعل هي :

نضع كربونات الكالسيوم بوفرة في  $V_a = 50 \text{ ml}$  من حمض الكلوريدريك ونتبع المجموعة بأعداد طريقتين للقياس

نتجلى الطريقة الأولى في قياس  $V(\text{CO}_2)(\text{g})$  المتكون خلال الزمن عند درجة حرارة وضغط ثابتين ، نحصل على النتائج التالية

t (s)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$V(\text{CO}_2)(\text{ml})$	2,5	4,6	6,6	8,2	9,8	11,1	12,2	13,1	13,9	14,4

1. أنشئ الجدول الوصفي

2. إعط تعبير  $x(t)$  تقدم التفاعل بدلالة  $V_m$  و  $V(\text{CO}_2)(t)$  نعطي الحجم المولي  $V_m = 22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$

3. إعط تعبير السرعة الحجمية بدلالة  $V_a$  و  $V_m$  و  $V(\text{CO}_2)(t)$

4. مثل المنحنى  $V(\text{CO}_2)(t)$  بدلالة الزمن ، نعطي السلم  $1 \text{ cm} \rightarrow 1 \text{ ml}$  و  $1 \text{ cm} \rightarrow 10 \text{ s}$

5. أحسب سرعة التفاعل عند  $t = 50 \text{ s}$

6. حدد  $V_{\text{max}}$  حسابيا ثم استنتج زمن نصف التفاعل

7. إعط تعبير  $n(\text{H}^+)(t)$  و  $n(\text{Ca}^{2+})(t)$  بدلالة  $V(\text{CO}_2)(t)$

8. إعط تركيب الخليط عند  $t = 50 \text{ s}$

نتجلى الطريقة الثانية في تتبع التطور الزمني لتركيز  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  ، نحصل على النتائج التالية

t (s)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$[\text{H}_3\text{O}^+](\text{mmol.L}^{-1})$	36	32	28	25	23	20	18	16	15	14

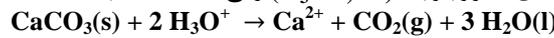
8. مثل المنحنى  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  بدلالة الزمن نعطي  $1 \text{ cm} \rightarrow 10 \text{ s}$  و  $1 \text{ cm} \rightarrow 4 \text{ mmol.L}^{-1}$

9. عبر عن السرعة الحجمية بدلالة  $[\text{H}_3\text{O}^+]$

10. أحسب قيمتها عند  $t = 50 \text{ s}$  وقارنها مع القيمة السابقة - السؤال 5

تمرين 2 : تتبع تحول كيميائي بطريقتين مختلفتين : قياس الحجم ، قياس الموصلية

يتفاعل كربونات الكالسيوم  $\text{CaCO}_3$  مع محلول حمض الكلوريدريك  $(\text{H}_3\text{O}^+, \text{Cl}^-)$  وفق المعادلة التالية :



لدراسة هذا التفاعل نحضر في لحظة  $t = 0$  خليطا يتكون من  $m = 2 \text{ g}$  من كربونات الكالسيوم وحجم  $V_s = 100 \text{ mL}$  من محلول حمض الكلوريدريك تركيزه

$C = 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

ندون في الجدول أسفله قيم حجم ثنائي أكسيد الكربون الناتج تحت الضغط الجوي  $P_{\text{atm}} = 1,020 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  عند لحظات زمنية مختلفة

t(s)	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220
$V(\text{CO}_2)(\text{ml})$	0	29	49	63	72	79	84	89	93	97	100	103
t(s)	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460
$V(\text{CO}_2)(\text{ml})$	106	109	111	113	115	117	118	119	120	120	121	121

المعطيات :

• درجة الحرارة  $T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$

•  $R = 8,314 \text{ (SI)}$

• تتبع تحول كيميائي بقياس الحجم

1. حدد كميات المادة البدنية للمتفاعلات

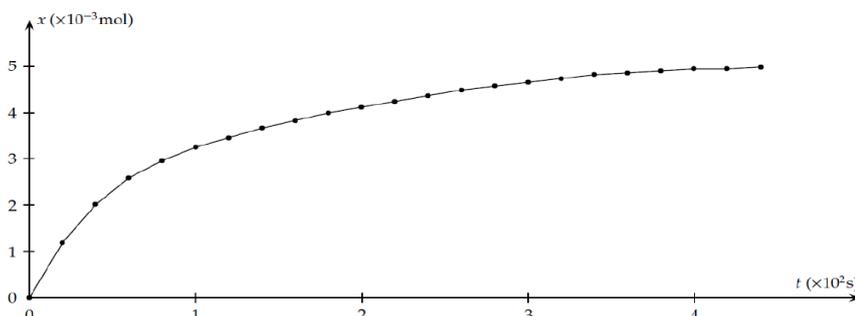
2. أنشئ جدول تقدم التفاعل علما أن التفاعل كلي

3. حدد المتفاعل المحد والتقدم القصوي  $x_{\text{max}}$

4. عبر عن تقدم التفاعل  $x$  عند لحظة  $t$  بدلالة  $P_{\text{atm}}$  و  $V(\text{CO}_2)(t)$  و  $R$  ثم أحسب قيمته عند  $t = 20 \text{ s}$

5. أحسب حجم ثنائي أكسيد الكربون القصوي الممكن إنتاجه خلال هذه التجربة

نحسب تقدم التفاعل  $x$  الموافق لكل من حجم ثنائي أكسيد الكربون الناتج ونخط المبيان الممثل لتطور تقدم التفاعل بدلالة الزمن  $t$  فنحصل على المنحنى التالي :



- السرعة الحجمية والعوامل المؤثرة عليها ، زمن نصف التفاعل
- 6. أعط تعبير السرعة الحجمية للتفاعل بدلالة التقدم  $x$  وجم الخليط  $V$
- 7. أحسب سرعة التفاعل عند بداية التفاعل وعند نهاية التفاعل ، كيف تتغير السرعة الحجمية للتفاعل مع الزمن وما العامل المتحكم في ذلك
- 8. عرف زمن نصف التفاعل  $t_{\frac{1}{2}}$  وأحسب قيمته
- 9. نعيد نفس التجربة السابقة لكن في درجة حرارة أصغر من  $25^{\circ}\text{C}$  ، أرسم المنحنى ، ما تأثير خفض درجة الحرارة على السرعة الحجمية للتفاعل
- تتبع تحول كيميائي بقياس الموصلية
- يمكننا تتبع هذا التفاعل بقياس الموصلية  $\sigma$  خلال فترات زمنية مختلفة . فنلاحظ تجريبيا أن موصلية تتناقص تدريجيا مع الزمن
- 10. أجرد الأنواع الكيميائية المتواجدة في المحلول ، ثم علل هذه الملاحظة دون إنجاز أي حساب علما أن الموصلية المولية الأيونية عند  $25^{\circ}\text{C}$  هي:  
 $\lambda_{Cl^{-}} = 7,5 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$  ،  $\lambda_{Ca^{2+}} = 12,0 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$  ،  $\lambda_{H_3O^{+}} = 35,0 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$
- 11. أوجد تعبير موصلية المحلول عن اللحظة  $t = 0\text{s}$  ثم أحسب قيمتها
- 12. بين أن موصلية المحلول  $\sigma$  تتعلق بتقدم التفاعل  $x$  وفق العلاقة :  $\sigma = 4,25 - 580 x$  (SI)
- 13. إستنتج موصلية المحلول  $\sigma_f$  بالنسبة للحالة النهائية لتطور التفاعل ثم أحسب قيمتها

### ◀ تمرين 3 : تتبع تحول كيميائي بواسطة المعايرة

لتحضير محلول مائي لحمض الأوكساليك تركيزه  $C_1 = 60 \text{ mmol} / \text{L}$  ، نذيب البلورات الصلبة لحمض الأوكساليك ذات الصيغة  $(\text{H}_2\text{C}_4\text{O}_2, 2\text{H}_2\text{O})$  في الماء المقطر .

نعطي :  $M(\text{O}) = 16 \text{ g} / \text{mol}$  ،  $M(\text{H}) = 1 \text{ g} / \text{mol}$  ،  $M(\text{C}) = 12 \text{ g} / \text{mol}$

1. ما كتلة حمض بلورات حمض الأوكساليك اللازمة لتحضير  $S_1$  من المحلول
  - لتتبع تحول كيميائي بطيء لتفاعل حمض الأوكساليك  $\text{H}_2\text{C}_4\text{O}_2$  مع أيونات ثنائي كرومات  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  . نقوم بمزج  $50 \text{ ml}$  من المحلول  $S_1$  و  $50 \text{ ml}$  من المحلول  $S_2$  لثنائي كرومات البوتاسيوم ذي تركيز مولي  $C_2 = 16 \text{ mmol} / \text{L}$
  2. أحسب كمية مادة حمض الأوكساليك  $\text{H}_2\text{C}_4\text{O}_2$  البدنية
  3. أحسب كمية مادة ثنائي كرومات  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  البدنية
  4. أكتب المعادلة الحاصلة للتفاعل . نعطي المزدوجتين :  $\text{CO}_2 / \text{H}_2\text{C}_4\text{O}_2$  و  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} / \text{Cr}^{3+}$
  5. إعط تعريف المؤكسد ثم بين النوع الكيميائي الذي يلعب دور المؤكسد في التفاعل
  6. إعط تعريف المختزل ثم بين النوع الكيميائي الذي يلعب دور المختزل في التفاعل
  7. أنجز جدول التقدم للتفاعل الكيميائي
  8. هل الخليط البدني استوكيومتري
  9. أوجد التقدم الأقصى  $x_{\text{max}}$  لهذا التفاعل
  10. أوجد العلاقة بين التركيز  $[\text{Cr}^{3+}](t)$  وتقدم التفاعل  $x(t)$
- نحتفظ بدرجة حرارة ثابتة ، ونتابع تركيز الأيونات  $\text{Cr}^{3+}$  الناتجة عن التفاعل ، فنحصل على النتائج التالية :

t (s)	0	10	20	40	50	100	150	160	180
$[\text{Cr}^{3+}]$ (mmol / L)	0	2	5	8,8	10	14	15,6	16	16
x (mmol)									

11. إقتح طريقة تمكن من تتبع تطور هذا التفاعل ، علل جوابك
12. أرسم المنحنى الذي يمثل تغيرات  $[\text{Cr}^{3+}]$  بدلالة الزمن مستعملا السلم :  $1 \text{ cm} \rightarrow 2 \text{ mmol} / \text{L}$  و  $1 \text{ cm} \rightarrow 20 \text{ s}$
13. أتمم الجدول السابق محددًا تقدم التفاعل في مختلف اللحظات
14. أوجد تعبير  $v$  السرعة الحجمية لهذا التفاعل بدلالة  $[\text{Cr}^{3+}]$
15. أحسب سرعة التفاعل في اللحظتين  $t = 0 \text{ s}$  و  $t = 50 \text{ s}$
16. كيف تتغير السرعة الحجمية للتفاعل ، علل جوابك ( ما العامل الحركي المسؤول عن تغيير سرعة التفاعل )
17. حدد تركيب الخليط عند اللحظات التالية :  $t = 0 \text{ s}$  و  $t = 100 \text{ s}$  و  $t = 180 \text{ s}$

### ✚ الفيزياء : إنشمار موجة ضوئية

#### ◀ تمرين 1 : استعمال ضوء الليزر لقراءة الأقراص المدمجة

1. يبعث صمام لآزر S حزمة ضوء أحادي اللون طول موجته  $\lambda = 0,790 \text{ nm}$  ، ما لون الضوء المنبعث من الليزر ؟
2. يخترق ضوء الليزر المنبعث من S شقا مستطيلا ضيقا ورأسيا عرضه  $d = 0,10 \text{ mm}$  ، نشاهد على شاشة ، توجد على بعد  $D = 2 \text{ m}$  من الشق ، الظاهرة الناتجة عن الطبيعة التمجوية للضوء
- أ. ما اسم هذه الظاهرة؟
- ب. صف ما تشاهده على الشاشة
- ت. ما هي طبيعة الضوء ؟ علل جوابك
3. إبراز العوامل المؤثرة على ظاهرة الحيود
- أ. إعط تعبيرين مختلفين للفرق الزاوي  $\theta$
- ب. استنتج العوامل المؤثرة على ظاهرة الحيود
- ج. إذا اعتبرنا أن باقي المقادير تبقى ثابتة ، كيف يتغير الشكل المشاهد على الشاشة في حالة :
  - تناقص عرض الشق ؟
  - تناقص طول الموجة ؟
  - تناقص المسافة الفاصلة بين الشاشة والحاجز ؟

4. يحتوي قرص مدمج CD قابل للقراءة على حويصلات عاكسة يحدد قطرها عدد المعلومات ، لقراءة المعلومات نستعمل ضوء الليزر .  
حاليا نضيء القرص المدمج بضوء لآزر طول موجته  $\lambda = 0,790 \text{ um}$  ، قريبا ستتوفر في الأسواق قارنات الأقراص المدمجة تضم صمام لآزر يبعث ضوء أزرق . ما الفائدة من هذا التغيير؟

### ◀ تمرين 2 : استعمال الموشور لإبراز ظاهرة التبدد

نعتبر موشورا من زجاج معامل إنكساره  $n$  وقيمته زاويته  $A = 60^\circ$  . يرد شعاع ضوئي على أحد أوجه الموشور بزاوية ورود  $i$  ، ينحرف الشعاع الضوئي بعد اجتيازه الموشور حيث يتعرض لظاهرة الإنكسار مرتين

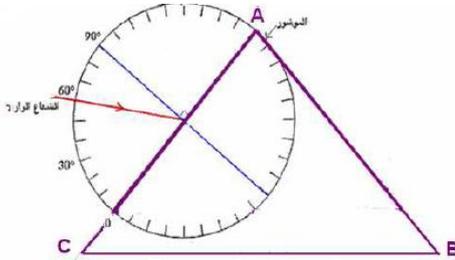
- أوجد كما من تعبير زاوية الموشور  $A$  بدلالة  $r$  و  $r'$  وتعبير زاوية الإنحراف بدلالة  $i$  و  $i'$  و  $A$
- نستعمل الموشور عند الإنحراف الدنوي  $D_m$  حيث  $r = r'$  و  $i = i'$  .  
أ. ذكر بقانون الأول لديكارث والقانون الثاني لديكارث عند النقطة  $I$  و  $I'$  علما ان  $n$  هو معامل انكسار الزجاج و  $n'$  معامل إنكسار الهواء  
ب. في حالة  $n' = 1$  معامل إنكسار الهواء يساوي 1 بين أن القانون الثاني عند النقطة  $I$  و  $I'$

$$c. \text{ استنتج تعبير معامل الإنكسار للزجاج } n = \frac{\sin\left(\frac{A+D_m}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

3. نحصل على إنحراف دنوي  $D_m = 49,87^\circ$  عند استعمال شعاع ضوئي طول موجته  $\lambda_1 = 570 \text{ nm}$  ، أحسب قيمة معامل الإنكسار في هذه الحالة
4. ما طول موجة  $\lambda'$  لون الإشعاع المستعمل عند اجتيازه الزجاج
5. نعيد التجربة باستعمال إشعاع ضوئي طول موجته  $\lambda_2 = 433 \text{ nm}$  ، نحصل في هذه الحالة على إنحراف دنوي قيمته  $D_m = 52,60^\circ$  ، أحسب القيمة الجديدة لمعامل انكسار الزجاج
6. ما خاصية الزجاج التي تم إبرازها؟

### ◀ تمرين 3 : استعمال الموشور لإبراز ظاهرة الإنكسار والتبدد

1. نعتبر إشعاع موجة ضوئية ذات طول موجة في الفراغ  $\lambda_1 = 500 \text{ nm}$  ، أحسب تردد الإشعاع ثم عبر عنه بالوحدة THz  
نعطي  $1 \text{ THz} = 10^{12} \text{ Hz}$  ( térahertz )



2. حدد سرعة إنتشار الإشعاع في الزجاج حيث معامل الإنكسار الموافق  $n = 1,5$
3. يرد هذا الإشعاع الضوئي على وجه الموشور بزاوية  $i$  ( انظر الشكل ) علما أن  $AB = AC$  وزاوية الموشور هي  $A = 60^\circ$  ، حدد قيمة زاوية الورد  $i$  على الوجه  $AC$  وبينها على الشكل

4. بتطبيق قانون ديكارث للإنكسار ، حدد قيمة زاوية الإنكسار على الوجه  $AC$  للموشور
5. حدد زاوية الورد على الوجه  $AB$  وقارنها على مع الزاوية الحدية للوسطين زجاج هواء . ماذا تستنتج ؟

6. أوجد قيمة زاوية الإشعاع المنبثق من الموشور
7. أوجد زاوية الإنحراف الكلي للإشعاع الوارد على الموشور
8. أرسم بوضوح مسار الشعاع عبر الموشور على الشكل السابق
9. نعوض الإشعاع السابق بحزمة ضوئية رقيقة من الضوء الأبيض ، ما الظاهرة التي سيتم إبرازها ؟ ومذا سنشاهد على الشاشة الموضوعة أمام الأشعة المنبثقة من الموشور؟

10. معامل إنكسار الموشور على التوالي بالنسبة للإشعاعين الأحمر والأزرق :  $n_R = 1,494$  ،  $n_B = 1,526$  ، حدد قيمة الزاوية  $\theta$  التي يكونها الشعاعان الحديان

### ◀ تمرين 4: ظاهرة حيود بواسطة ثقب ( بواسطة فتحة دائرية )

- المعطيات :  $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$  ،  $1 \text{ um} = 10^{-6} \text{ m}$
- ❖ الجزء الأول : تحديد قطر فتحة دائرية

نعرض حزمة ضوئية لضوء أحادي اللون طول موجته في الفراغ والهواء  $\lambda_0 = 633 \text{ nm}$  لحاجز به فتحة دائرية قطرها  $a$  ، نضع الشاشة على بعد  $D = 2,35 \text{ m}$  من الحاجز . حيث أن قطر البقعة المركزية هو  $d = 2,2 \text{ cm}$  .

$$\text{نعبر عن الفرق الزاوي في هذه الحالة بـ } \theta = 1,22 \frac{\lambda_0}{a}$$

1. مثل التركيب التجريبي مبرزا الأسماء  $d$  و  $D$  و  $\theta$  في التبيانة
2. صف ما تشاهده على الشاشة ، ما اسم الظاهرة
3. ما هي طبيعة الضوء ؟ علل جوابك

4. عبر عن الفرق الزاوي  $\theta$  بدلالة  $D$  و  $d$
5. استنتج العوامل المؤثرة على هذه الظاهرة معللا جوابك بعلاقة
6. أحسب  $a$  قطر الفتحة الدائرية ب  $\text{um}$

7. نعوض منبع الليزر بمنبع آخر طول موجته  $\lambda$  فنحصل على بقعة مركزية قطرها  $d' = 1,54 \text{ cm}$  ، حدد قيمة  $\lambda$  ب  $\text{nm}$

### ❖ الجزء الثاني : تحديد زاوية إنحراف الحزمة الضوئية

- في تجربة ثانية ، نرسل نفس الشعاع الضوئي السابق ، على الوجه الأول للموشور بزاوية الورد  $i = 30^\circ$  ، فينبثق من الوجه الثاني للموشور بزاوية  $i'$  .
- المعطيات : معامل الإنكسار بالنسبة للشعاع هو  $n = 1,334$  ؛ زاوية الموشور هي  $A = 50^\circ$  ، معامل إنكسار الهواء هو 1
  - تحقق ظاهرة الإنكسار على الوجه الثاني إذا كانت  $r'$  زاوية الورد أصغر من الزاوية الحدية للوسطين زجاج هواء  $r'_L$
  - 8. أحسب  $v$  سرعة إنتشار الموجة في زجاج الموشور علما أن سرعة إنتشار الموجة في الفراغ هي  $c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$
  - 9. أحسب طول موجة الشعاع  $\lambda$  داخل زجاج الموشور

10. استنتج المقادير الفيزيائية (ثلاث مقادير) التي تتغير عند مرور الموجة من وسط شفاف إلى آخر.
11. أحسب  $r'_L$  الزاوية الحدية للوسطين زجاج هواء .
12. أحسب قيمة  $r'$  زاوية ورود الحزمة الضوئية على الوجه الثاني للموشور وقارنها مع  $r'_L$  . ماذا تستنتج ؟
13. بين ان قيمة  $i'$  زاوية إنتباق الحزمة الضوئية من الموشور هي  $i' = 38,8^\circ$
14. استنتج D زاوية إنحراف الحزمة الضوئية

◀ تمرين 5: ظاهرة الحيود بواسطة شق ( بواسطة مستطيل ضيق )

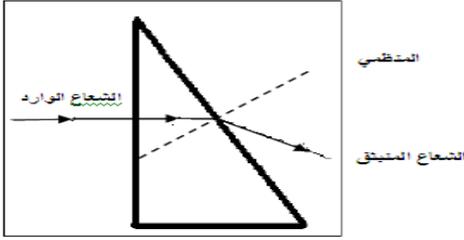
المعطيات :  $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$  ،  $1 \text{ um} = 10^{-6} \text{ m}$

❖ الجزء الأول : تحديد عرض الشق

- نعرض حزمة ضوئية لضوء أحادي اللون طول موجته في الفراغ والهواء  $\lambda_0 = 633 \text{ nm}$  لحاجز به شق ( مستطيل ضيق أفقي ) عرضه  $a$  ، فنحصل على شاشة توجد على بعد  $D = 1,6 \text{ m}$  ، الظاهرة الناتجة عن الطبيعة التمجعية للضوء ، حيث طول أن عرض البقعة المركزية هو  $L = 2,5 \text{ cm}$
1. مثل التركيب التجريبي مبرزا الأسماء  $D$  و  $L$  و  $\theta$  في التبيانة
  2. صف ما تشاهده على الشاشة ، ما اسم الظاهرة
  3. ما هي طبيعة الضوء ؟ علل جوابك
  4. عبر عن الفرق الزاوي  $\theta$  بدلالة  $D$  و  $L$  وذلك باعتبار قيم  $\theta$  صغيرة جدا ثم أعط العلاقة بين  $\theta$  و  $\lambda_0$  و  $a$  عرض الشق
  5. استنتج العوامل المؤثرة على ظاهرة الحيود معلا جوابك بعلاقة
  6. بين أن عرض الشق هو  $a = 81,02 \text{ um}$
  7. نريد الحصول على بقعة مركزية عرضها  $L' = 2L$  ، حدد قيمة عرض الشق  $a'$  للحصول على ذلك

❖ الجزء الثاني : تحديد زاوية إنتباق الحزمة الضوئية من الموشور

8. في تجربة ثانية ، نرسل نفس الحزمة الضوئية السابقة ، عموديا على الوجه الأول لموشور زاويته  $A = 30^\circ$  ، فينبثق من الوجه الثاني للموشور بزواوية  $i'$  ( أنظر الشكل جانبه ) . نعطي معامل الإنكسار بالنسبة للشعاع هو  $n = 1,334$  .
- أ. أحسب طول موجة الشعاع  $\lambda$  داخل زجاج الموشور
- ب. أحسب قيمة  $r'$  زاوية ورود الحزمة الضوئية على الوجه الثاني للموشور
- ج. أحسب قيمة  $i'$  زاوية إنتباق الحزمة الضوئية من الموشور



◀ تمرين 6 : دراسة تبدد الضوء بواسطة قطرة ماء

يهدف هذا التمرين الى معرفة كيفية حدوث ظاهرة « قوس قزح »

يتعلق معامل إنكسار  $n$  الماء بطول الموجة  $\lambda$  للإشعاع الذي يخترقه

❖ الجزء الأول : معامل إنكسار الماء بدلالة طول الموجة للإشعاع

1. ذكر بتعريف معامل الإنكسار  $n$  لوسط شفاف

للحصول على تعبير معامل الإنكسار  $n$  بدلالة طول الموجة  $\lambda$  للإشعاع ، نرسم المنحنى  $n = f(\frac{1}{\lambda^2})$

الممثل جانبه

2. كيف يتطور معامل الإنكسار بدلالة طول الموجة ؟

3. إنطلاقا من المنحنى أكتب  $n$  بدلالة  $\lambda$

4. تحقق أن المعامل  $n = 1,325$  يوافق الإشعاع ذي طول الموجة  $\lambda = 600 \text{ nm}$

❖ الجزء الثاني : تحديد زاوية الإنحراف D لشعاع ضوئي

تنتشر حزمة من الضوء الأبيض في الهواء الذي معامل إنكساره  $n_0 = 1$  وترد على سطح قطرة ماء نعتبرها كروية الشكل . نفترض أن الحزمة الضوئية تتعرض فقط لإنعكاس واحد قبل الخروج من القطرة .

يصل الشعاع الوارد قطرة الماء في نقطة الورد  $I$  . حيث زاوية ورود الضوء الأبيض هي :  $i = 50^\circ$  . يتعرض الشعاع الى انعكاس في النقطة  $I'$  وإنكسار ثاني في النقطة  $I''$  التي عندها ينبثق من قطرة الماء .

يمثل الشكل جانبه مقطع لقطرة الماء بدون اعتبار السلم ، يجب الاحتفاظ بالتميز المعطى في النص

5. عرف الضوء الأبيض

6. اعط قوانين ديكارت للإنكسار والانعكاس

7. باستعمال قوانين ديكارت أوجد العلاقة التي تربط بين  $r$  و  $i$  من جهة و التي تربط بين  $r''$  و  $i'$  من جهة أخرى

8. باستعمال القوانين الهندسية في دائرة أوجد العلاقة بين  $r$  و  $r'$  من جهة و بين  $r''$  و  $r'''$  من جهة أخرى

9. عين قيمة  $r$  بالنسبة لطول الموجة  $\lambda = 600 \text{ nm}$  استنتج قيم  $r'$  ،  $r''$  و  $i'$

10. استنتج الإنحراف  $D$  الذي يتعرض له الشعاع الوارد بزواوية  $i$  بعد خروجه من قطرة الماء

11. عين قيمة  $r$  بالنسبة لإشعاع طول موجته  $\lambda = 400 \text{ nm}$  . ماذا تستنتج ؟

