

الاعتناء بتنظيم ورقة التحرير ضروري  
ضرورة كتابة العلاقات الحرفية قبل كل تطبيق عددي  
ضرورة تأطير العلاقات الحرفية والتطبيقات العددية

### الكيمياء ( 7 نقط ) ( 30 د )

يتفكك خماسي أكسيد ثنائي الأزوت  $N_2O_5$  عند درجة حرارة مرتفعة حسب تفاعل كلي وبطيء نمذجه بالمعادلة الكيميائية التالية :  $2N_2O_5(g) \rightarrow 4NO_2(g) + O_2(g)$  . يهدف هذا التمرين إلى تتبع الزمني لتطور تفكك خماسي أكسيد ثنائي الأزوت بقياس الضغط . معطيات :

- نعتبر جميع الغازات كاملة

- نذكر بمعادلة الغازات الكاملة  $PV = nRT$

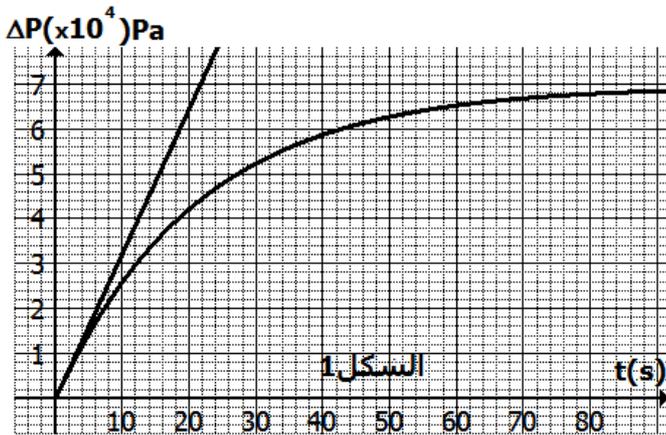
- ثابتة الغازات الكاملة :  $R = 8,31 J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$

لدراسة حركية هذا التفاعل ، ندخل في حوالة حجمها ثابت  $V = 1L$  كمية مادة  $n_0$  من

خماسي ثنائي الأزوت عند درجة حرارة ثابتة  $T = 318K$

عند اللحظة  $t = 0$  ، بواسطة لاقط للضغط نقيس الضغط  $P_0$  حيث قيمته  $P_0 = 4,638 \times 10^4 Pa$

ونقيس عند كل لحظة  $t$  الضغط  $P$  داخل الحوالة . تمكنا هذه الدراسة التجريبية من خط المنحنى الممثل في الشكل (1) الذي يمثل تغيرات  $\Delta P = P(t) - P_0$  بدلالة الزمن  $t$  :



1 - أحسب كمية المادة البدئية  $n_0$

لخماسي أكسيد ثنائي الأزوت (0,5)

2 - أنشئ الجدول الوصفي للتفاعل .

حدد التقدم الأقصى  $x_{max}$  للتفاعل (1)

3 - نعتبر  $n$  مجموع كميات المادة

للغازات المتواجدة في الوسط التفاعلي

عند اللحظة  $t$  ، بين أن  $n = n_0 + 3x(t)$  (0,5)

4 -  $\Delta P_{max} = P_{max} - P_0$  تغير الضغط الأقصى

عند نهاية التحول .

4\_1 أوجد تعبير  $x(t)$  تقدم التفاعل عند

اللحظة  $t$  بدلالة  $\Delta P$  و  $V$  و  $T$  و  $R$  .

و أستنتج تعبير تغير الضغط الأقصى  $\Delta P_{max}$  بدلالة  $x_{max}$  و  $T$  و  $R$  وأحسب قيمته (1,75)

4\_2 بين أن  $x(t) = x_{max} \frac{\Delta P}{\Delta P_{max}}$  (0,5)

5 - عرف بالسرعة الحجمية للتفاعل . وبين أن  $v(t) = 1,26 \times 10^{-4} \frac{d(\Delta P)}{dt}$  (1)

6 - انطلاقا من منحنى الشكل 1 ، عين السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة  $t = 0$  ، ثم عند

نهاية التحول . ما هو استنتاجك ؟ (0,75)

7 - أوجد مبيانيا زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$  . (1)

## الفيزياء ( 13 نقطة )

### الموضوع الأول : الموجات الميكانيكية ( 6,5 نقط ) ( 45 د )

#### I - دراسة انتشار موجة في حوض للموجات

نسقط في حوض للموجات وفي نقطة S نعتبرها كمنبع للموجات ، قطرة ماء لإحداث موجة ميكانيكية تنتشر على سطح الماء .

بواسطة كاميرا رقمية Webcam يتم التقاط صور سطح الماء بتردد 24 صورة في الثانية ، على الصور نلاحظ أن الموجة تقطع مسافة  $d = 4,8\text{cm}$  ما بين الصورة رقم 1 والصورة رقم 7

1 - ما طبيعة الموجة التي تحدثها قطرة الماء ؟ علل جوابك ( 0,5 )

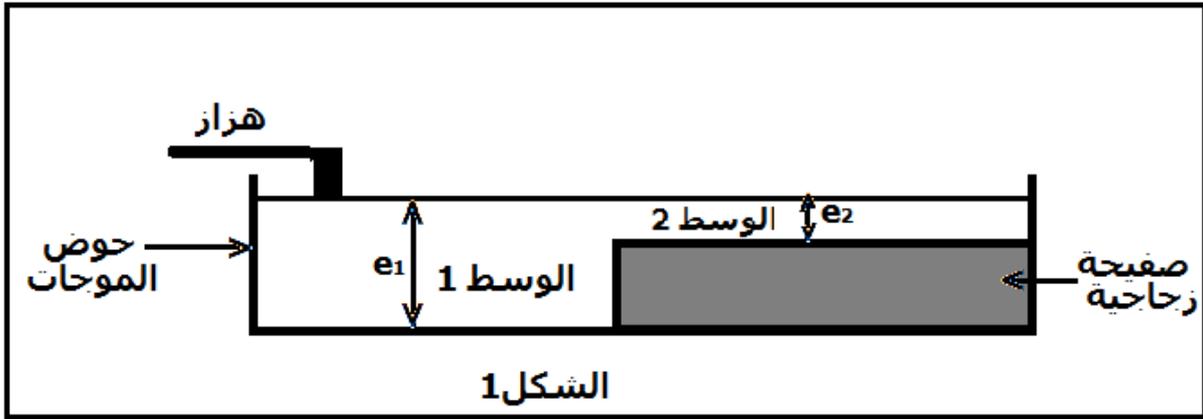
2 - أحسب سرعة انتشار الموجة  $v$  على سطح الماء ( 1 )

#### II - تأثير عمق الماء على سرعة انتشار الموجات

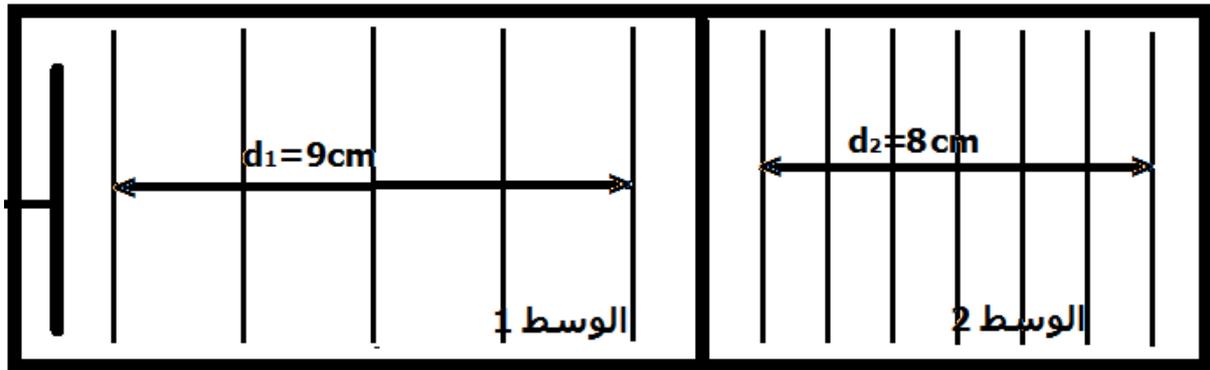
للحصول على منطقتين مختلفتي السمك ، نضع في حوض للموجات صفيحة من الزجاج .

نحدث بواسطة هزاز موجات متوالية جيئية مستقيمة ترددها  $N = 15\text{Hz}$  تنتشر في الوسط (1)

ذي السمك  $e_1 = 3\text{mm}$  ، ثم في الوسط (2) ذي السمك  $e_2 = 1\text{mm}$  الشكل 1 .



على شاشة حوض الموجات نحصل على الشكل 2 الممثل أسفله



معامل التكبير للجهاز البصري المكون لحوض الموجات  $\gamma = 2$

1 - عرف بطول الموجة لموجة ميكانيكية ( 0,25 )

2 - أحسب سرعة انتشار الموجات في كل من الوسطين (1) و (2) ( 1,5 )

3 - ما تأثير سمك الماء على سرعة الانتشار ؟ ( 0,25 )

4 - في المياه العميقة وبالنسبة لموجات ذات ترددات منخفضة يمكن أن نبين أن السرعة لا تتعلق بالعمق  $e$  حيث في هذه الحالة نعبر عن السرعة بالعلاقة التالية :  $v = \sqrt{\frac{g \cdot \lambda}{2\pi}}$  حيث  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  شدة مجال الثقالة .

4 - 1 بين أن السرعة  $v$  يمكن أن تكتب على الشكل التالي :  $v = K \cdot T$  بحيث  $T$  دور الموجة و  $K$  معامل التناسب يجب تحديد تعبيره . ( 1 )

4 - 2 تحقق من خلال معادلة الأبعاد أن للمقدار  $v = K \cdot T$  وحدة السرعة . ( 0,5 )

4 - 3 هل المياه العميقة مبددة للموجات الميكانيكية ؟ علل جوابك ( 0,5 )

**الموضوع الثاني : الموجات الضوئية (6,5) (45 د )**

**I - شروط الحصول على ظاهرة حيود موجة ضوئية (2)**

نضيء شق عرضه  $a$  بواسطة حزمة ضوئية أحادية اللون بالأحمر طول موجتها  $\lambda = 0,52 \mu\text{m}$  تنبعث من جهاز اللازر . نشاهد على شاشة  $E$  توجد على مسافة  $D = 2 \text{ m}$  من الشق ، بقع ضوئية . عرض البقعة المركزية هو  $L$  .

نسمي الفرق الزاوي  $\theta$  الزاوية التي نشاهد من خلال نصف البقعة المركزية انطلاقاً من الفتحة

1 - ضع تبيانه موضعاً فيها اتجاه الشق واتجاه البقع الضوئية التي نشاهدها على الشاشة و الفرق الزاوي  $\theta$  . (0,5)

2 - في حالة  $\theta$  صغيرة حيث نعتبر أن  $\tan \theta \approx \theta$  بين أن  $L = \frac{2D\lambda}{a}$  (0,5)

3 - عند ضبط الشق على العرض  $a = 3 \text{ mm}$  هل هذه القيمة تمكن من مشاهدة البقعة المركزية على الشاشة ؟ (0,25)

نعيد نفس التجربة بضبط الشق على العرض  $a = 0,1 \text{ mm}$  نفس السؤال (0,25)

4 - أحسب النسبة  $a/\lambda$  محدداً رتبة قدرها في كل حالة . ما الشرط الذي يجب أن يحققه عرض الشق لكي تكون ظاهرة الحيود أكثر وضوحاً ؟ (0,5)

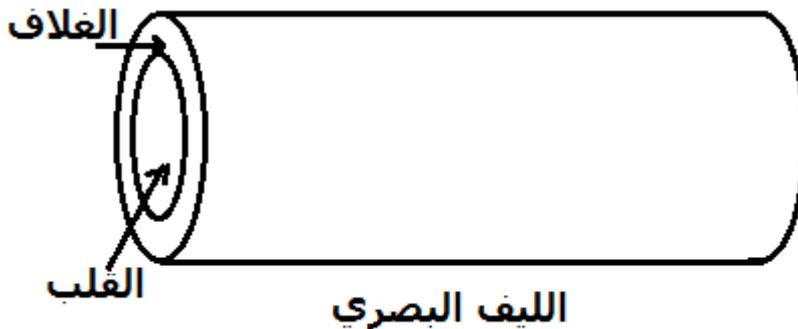
**II - دراسة ليف بصري (4,5)**

الليف البصري هو عبارة عن شعيرة صغيرة مصنوعة من زجاج له أكبر نقاوة ، يستعمل لحمل المعلومات وذلك بتضمينها بواسطة موجة ضوئية . يتكون الليف البصري من :

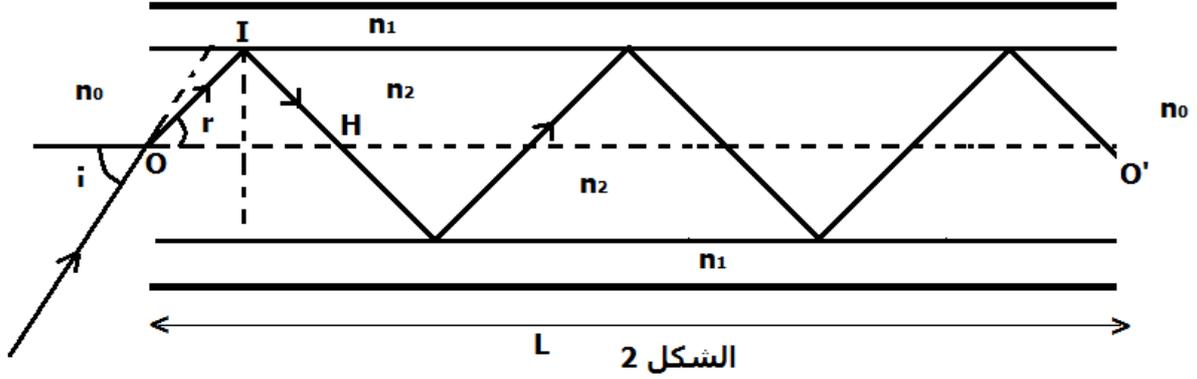
- جزء محوري يسمى بقلب الليف وهو الذي ينتقل فيه الضوء ويتميز وسطه بأكثر انكسارية من الأوساط الأخرى .

- الغلاف وهو طبقة تحيط كلياً بالجزء المحوري ويشكل الوسط الأقل انكسارية .

عند ولوج شعاع ضوئي بزاوية ورود  $i$  من أحد طرفي الليف البصري ، فإنه يخضع إلى عدة انعكاسات كلية على السطح الكاسر الفاصل بين الجزء المحوري والغلاف إلى أن يغادر الليف من طرفه الآخر .



نعتبر ليف بصري طوله  $L = OO'$  يتكون من قلب شعاعه  $R$  ومحوره  $Ox$  ، معامل انكساره  $n_2 = 1,50$  وغلاف معامل انكساره  $n_1$  حيث  $n_2 > n_1$  ، معامل انكسار الهواء  $n_0 = 1,00$  وسرعة انتشار الضوء في الهواء  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$  . ( أنظر الشكل )  
 1 \_ يرد شعاع ضوئي طول موجته  $\lambda_0 = 750 \text{ nm}$  بـورود  $i = 10,0^\circ$  على الطرف الأول للليف البصري عند النقطة  $O$  فينكسر مكونا زاوية  $r$  مع المنظمي  $(Ox)$  .



- 1 \_ 1 أحسب السرعة  $v_0$  لانتشار الموجة الضوئية في الهواء و  $v_2$  سرعة انتشار الموجة الضوئية في قلب الليف البصري . (0,5)
- 1 \_ 2 استنتج تردد الموجة في الهواء وفي قلب الليف البصري (0,25)
- 1 \_ 3 احسب  $\lambda_2$  طول الموجة للموجة الضوئية في قلب الليف البصري (0,25)
- 2 \_ بتطبيق قانون ديكرات للإنكسار ، أحسب زاوية الانكسار  $r$  عند  $O$  مدخل الليف البصري . (0,5)
- 3 \_ عند النقطة  $I$  يحدث انعكاس كلي للشعاع الضوئي
- 3 \_ 1 ما هي العلاقة بين  $n_1$  و  $n_2$  و  $r$  لكي يحدث انعكاس كلي للشعاع الضوئي . (1)
- 3 \_ 2 بين أن  $\sin i = \sqrt{n_2^2 - n_1^2}$  واستنتج  $n_1$  معامل انكسار الغلاف . (0,5)
- 4 \_ ينبثق الشعاع الوارد على الليف البصري من نقطة  $O'$  بعد عدة انكسارات داخله كما يبين الشكل
- 2
- 4 \_ 1 بين أن طول الشعاع الضوئي  $d$  داخل الليف البصري يحقق العلاقة التالية :  $d = \frac{L}{\cos r}$  (0,75)
- 4 \_ 2 لتكن  $\Delta t_1$  المدة الزمنية المستغرقة من طرف الشعاع وارد عند النقطة  $O$  بزاوية  $i = 0$  للوصول إلى النقطة  $O'$  . و  $\Delta t_2$  المدة الزمنية المستغرقة من طرف شعاع وارد عند النقطة  $O$  بزاوية  $r$  للوصول إلى النقطة  $O'$  .
- أوجد تعبير التأخر الزمني  $\tau = \Delta t_2 - \Delta t_1$  بدلالة  $v_2$  و  $r$  و  $L$  طول الليف البصري . (0,5)
- أحسب قيمة المدة الزمنية  $\Delta t$  ، علق على النتيجة : نعطي  $r = 6^\circ$  و  $L = 1,0 \text{ km}$  (0,25)