

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 أوكسيد 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 أوكسيد ثنائي الأزوت بقياس الضغط .
معطيات :

- نعتبر جميع الغازات كاملة

- نذكر بمعادلة الغازات الكاملة $PV = nRT$

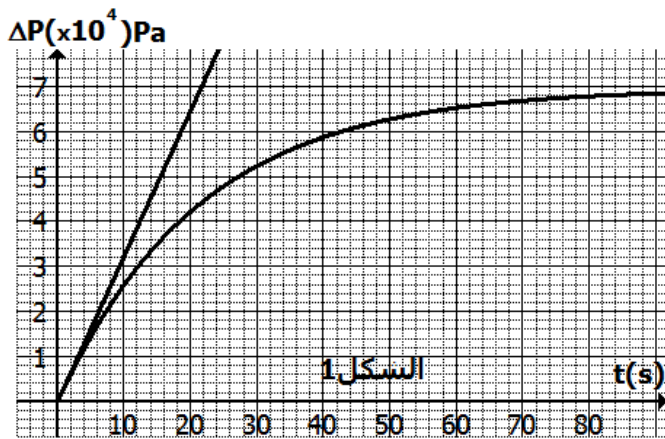
- ثابتة الغازات الكاملة : $R = 8,31 J.mol^{-1}.K^{-1}$

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 أوكسيد 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 ΔP و V و T و R .

و أستنتج تعبير تغير الضغط الأقصى ΔP_{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 كمصدر 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)

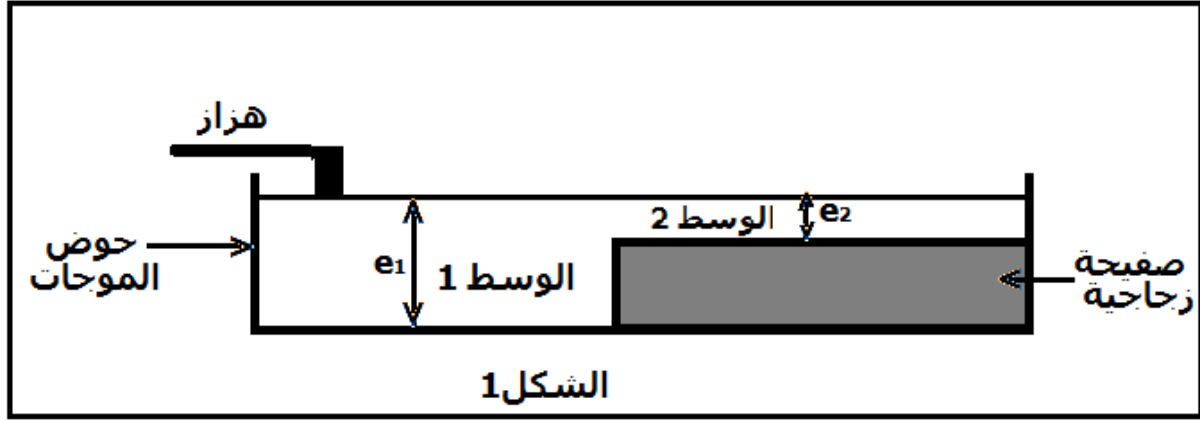
2 - أحسب سرعة انتشار الموجة v على سطح الماء (1)

II - تأثير عمق الماء على سرعة انتشار الموجات

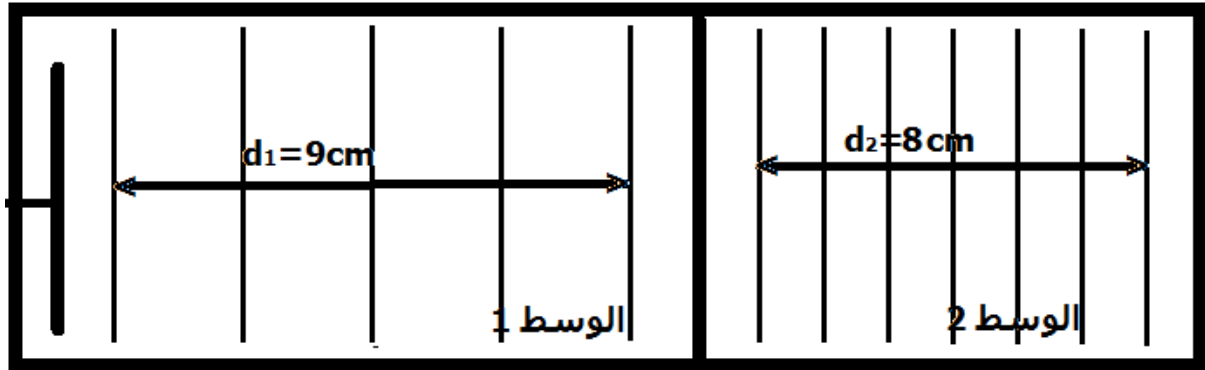
للحصول على منطقتين مختلفتي السمك ، نضع في حوض للموجات صفيحة من الزجاج .

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



الشكل 2

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 الأحمر 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 θ الزاوية التي نشاهد من خلال نصف البقعة المركزية انطلاقاً من الفتحة 1 _ ضع تبيانة موضحاً فيها اتجاه الشق واتجاه البقع الضوئية التي نشاهدها على الشاشة و الفرق الزاوي θ . (0,5)

2 _ في حالة θ 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)

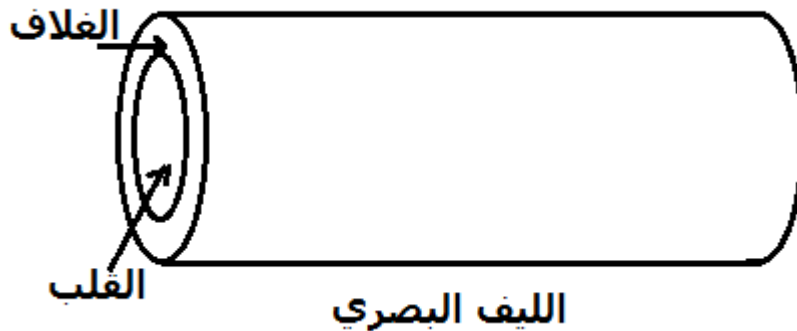
نعيد نفس التجربة بضبط الشق على العرض $a = 0,1 \text{ mm}$ نفس السؤال (0,25)

4 _ أحسب النسبة a/λ محددا رتبة قدرها في كل حالة . ما الشرط الذي يجب أن يحققه عرض الشق لكي تكون ظاهرة الحيود أكثر وضوحاً ؟ (0,5)

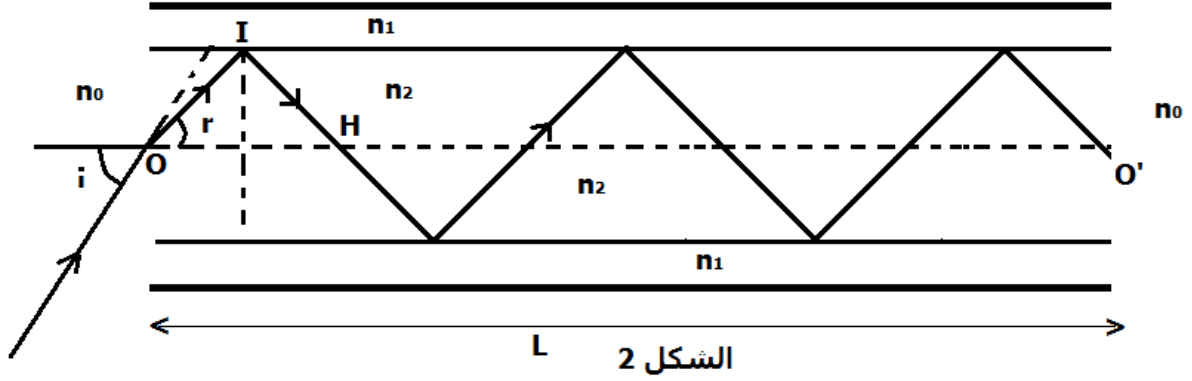
II _ دراسة ليف بصري (4,5)

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 λ_2 طول الموجة للموجة الضوئية في قلب الليف البصري (0,25)
- 2 — بتطبيق قانون ديكارت للانكسار ، 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 Δt_1 المدة الزمنية المستغرقة من طرف الشعاع وارد عند النقطة O بزاوية $i = 0$ للوصول إلى النقطة O' . و Δt_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 Δt ، علق على النتيجة : نعطي $r = 6^\circ$ و $L = 1,0 \text{ km}$ (0,25)