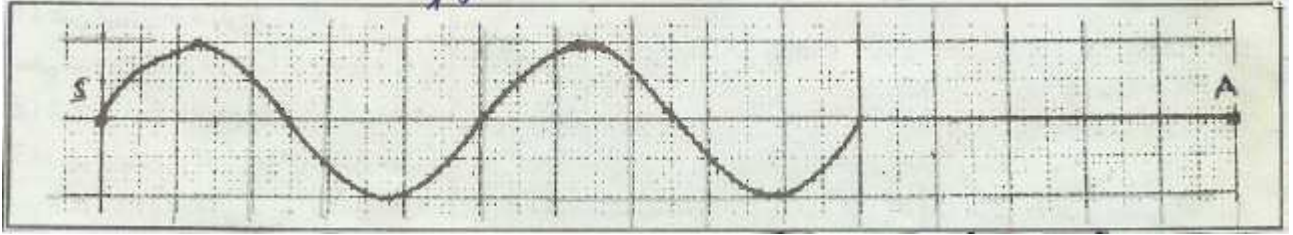


(I) يحدث الطرف S لشفرة ، مهتزة بالتردد $\nu = 100\text{Hz}$ ، موجة مستعرضة متوالية تنتشر طول حبل متوتر .
تمثل الوثيقة التالية مظهر جزء من الحبل بالسلم الحقيقي في لحظة تاريخها t_1 .



- (1) اعط تعريفًا للموجة المستعرضة والموجة المتوالية.
- (2) أوجد قيمة الدور T .
- (3) أوجد قيمة كل من طول الموجة λ وسرعة الإنتشار ν .
- (4) علما أن أصل التواريخ اللحظة التي يبدأ فيها المنبع S في الإهتزاز.
(أ) أوجد قيمة اللحظة t_1 .
- (ب) في أية لحظة تصل الموجة إلى النقطة A .
- (5) مثل مظهر الحبل في اللحظات التالية: $t_2 = 0,025\text{s}$ ، $t_3 = t_2 + \frac{T}{4}$ ، $t_4 = t_3 + \frac{T}{2}$

(6) توجد نقطتان M و N على التوالي على مسافة $SM = 7,5\text{cm}$ و $SN = 10\text{cm}$ من المنبع S .

(أ) قارن حركة كل من النقطتين M و N مع حركة المنبع S .

(ب) قارن حركتي M و N .

(ج) اعط استطالة كل من M و N في اللحظة التي تكون فيها استطالة S قصوية.

(7) إذا علمت أن طول الحبل المستعمل يساوي 2m ، وتوتره يساوي $2N$ ، ما هي كتلته؟

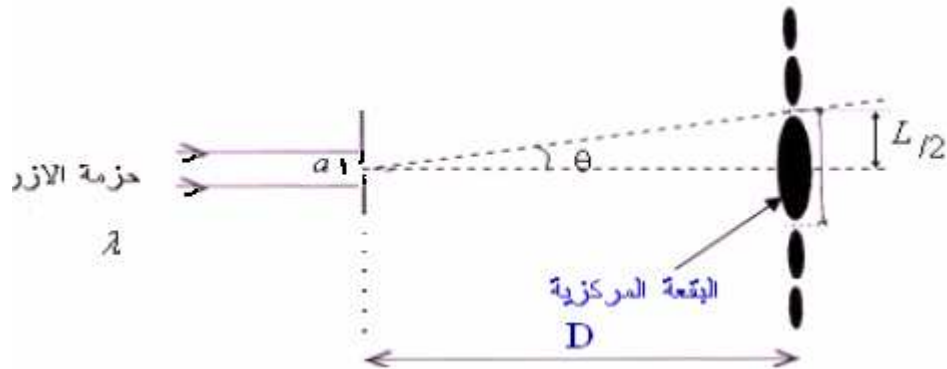
(8) عندما نضيء الحبل بواسطة ومامض ، ماذا نلاحظ في كل من الحالات التاليتين $\nu_e = 99\text{Hz}$ و $\nu_e = 100\text{Hz}$ ثم $\nu_e = 101\text{Hz}$.

(II) ننجز التركيب التالي ، باستعمال منبع ضوئي لأشعة الأزرق ذات طول الموجة λ و صفيحة بها شق ، عرضه a .

(1) بماذا تسمى هذه الظاهرة وما اتجاه الشق المستعمل ، رأسي أم أفقي؟

(2) باعتبار الفرق الزاوي θ جد صغير ، عبر عن θ بدلالة D و L .

(3) نضع الشاشة في المسافة $D = 1,5\text{m}$ ونستعمل صفائح ذات شقق مختلفة العرض a ، ثم نقيس بالنسبة لكل صفيحة العرض L للبقعة المركزية المشاهدة على الشاشة.



$a(\mu\text{m})$					
$L(\text{mm})$					
$\theta(10^{-2}\text{rad})$	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
$\frac{1}{a}(10^4\text{m}^{-1})$	1	2	3	4	5

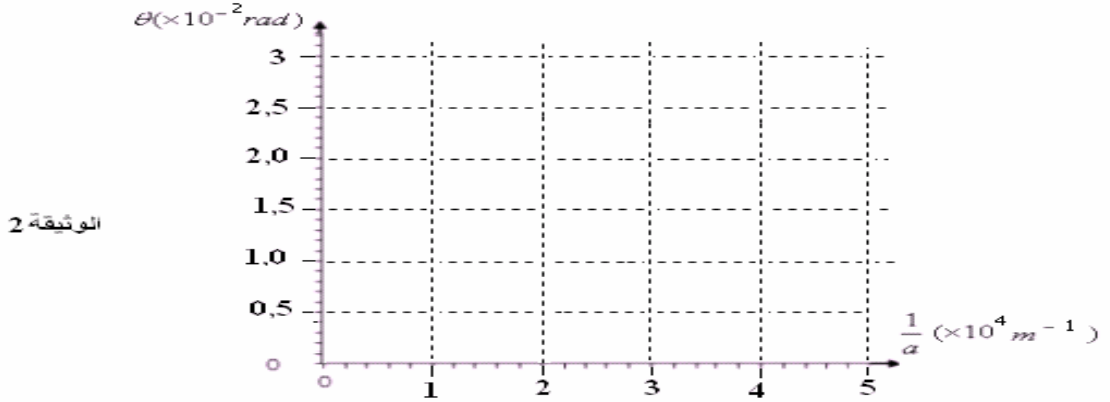
1-3: أتمم ملء الجدول السابق.

2-3: ارسم على الوثيقة 2 المنحنى الذي يمثل تغيرات θ بدلالة $\frac{1}{a}$.

3-3: اعط العلاقة بين كل من θ و $\frac{1}{a}$ و λ .

4-3: ما شكل المنحنى المحصل عليه؟ احسب معامل الموجة .

5-3 استنتاج طول موجة ضوء الليزر المستعمل وعبر عنها ب : nm.



(4) يتعلق معامل انكسار موشور بطول الموجة للضوء الأحادي اللون الذي يجتازه حسب العلاقة التالية:

$$n = 1,46 + \frac{6400}{\lambda^2}$$

(يجب استعمال λ ب nm في العلاقة السابقة)

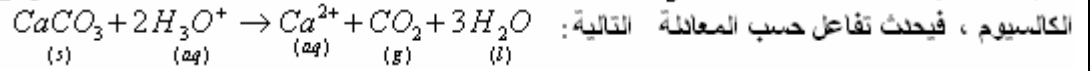
(1.4) احسب بالنسبة للضوئين الأحمر والبنفسجي معامل انكسار الموشور، وأتمم ملء الجدول التالي:

البنفسجي	الأحمر	الضوء الأحادي اللون
400	800	طول الموجة ب :
$n_V = \dots\dots\dots$	$n_R = \dots\dots\dots$	معامل انكسار الموشور

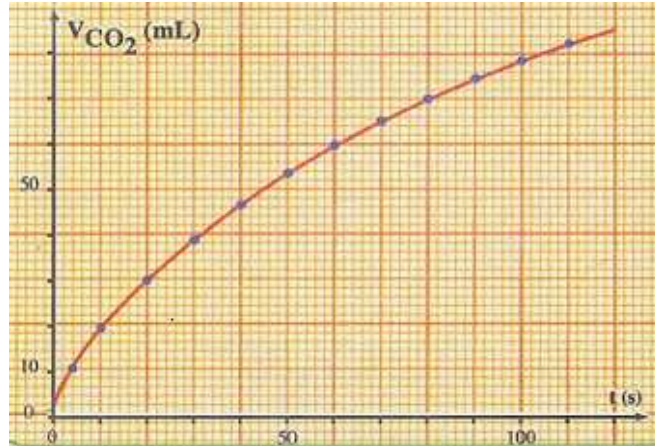
(2.4) ترد حزمة ضوئية تتكون من الضوئين الأحادي اللون الأحمر والبنفسجي بزواوية ورود $i = 35^\circ$ ، زاوية الموشور $A = 60^\circ$.

- (أ) أوجد زاوية الإنحراف D_R للإشعاع الأحمر.
 (ب) أوجد زاوية الإنحراف D_V للإشعاع البنفسجي.
 (ج) ما اسم هذه الظاهرة؟ اعط تفسيراً لها.

(III) نصب في كأس حجماً $V_g = 100ml$ من محلول حمض الكلوريدريك تركيزه $100mmol/l$ على $2g$ من كربونات الكالسيوم، فيحدث تفاعل حسب المعادلة التالية:



نقيس حجم ثنائي اوكسيد الكربون $V_{(CO_2)}$ الناتج عن التفاعل عند درجة الحرارة $20^\circ C$ وتحت الضغط $1013hPa$. يعطي المنحنى التالي تغيرات $V_{(CO_2)}$ بدلالة الزمن.



- (1) احسب كمية مادة أيونات الأوكسونيوم البدنية وكمية مادة كربونات الكالسيوم البدنية ب: ال : $m.mol$
 (2) أنشئ جدول التقدم الموافق للتفاعل الحاصل ثم أوجد قيمة التقدم الأقصى.
 (3) عبر عن $V_{(CO_2)}$ بدلالة التقدم $x(t)$ ودرجة الحرارة T والضغط P و $\frac{dx}{dt}$ و R .
 (4) استنتج تعبير السرعة الحجمية للتفاعل الحاصل بدلالة $V_{(CO_2)}$.
 (5) حدد زمن نصف التفاعل.
 (6) حدد تركيز أيونات الكالسيوم عند نهاية التفاعل.

نعطي : $M(CaCO_3) = 100g/mol$ ، $R = 8,314J/mol.K$

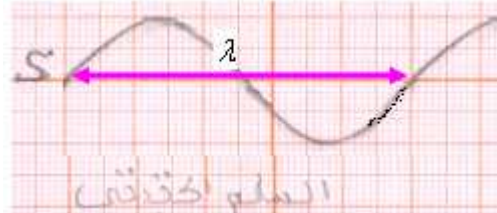
Réponse

(1) **الموجة المتوالية** هي ظاهرة تتابع إشارات منطلقة من منبع له حركة اهتزازية دورية ومصانة ، وتتميز الموجة المتوالية **بطولها** وهي المسافة التي تقطعها الموجة خلال مدة زمنية تساوي دور اهتزاز المنبع .
الموجة المستعرضة هي التي خلال انتشارها تهتز نقط الإنتشار عموديا على اتجاه الإنتشار.

(2) الدور T :

$$T = \frac{1}{\nu} = \frac{1}{100} = 0,01s$$

(3) مبياننا لدينا : $\lambda = 5cm$



وسرعة الإنتشار : $v = \lambda \cdot \nu = 5 \times 10^{-2} m \times 100 Hz = 5 m/s$

(4) (أ) خلال المدة الزمنية t_1 مطلع الموجة يقطع المسافة $d_1 = 10cm$ بسرعة الإنتشار ν .



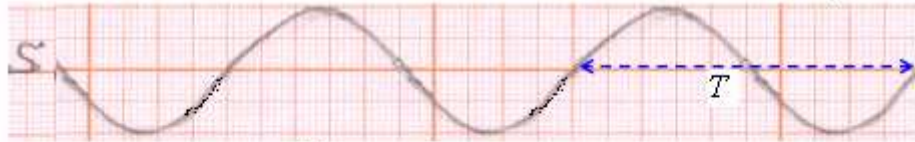
ولدينا : $\nu = \frac{d_1}{t_1}$ إذن : $t_1 = \frac{d_1}{\nu} = \frac{10 \times 10^{-2} m}{5 m/s} = 0,02s$

(ب) لدينا : $SA = 15cm = 0,15m$

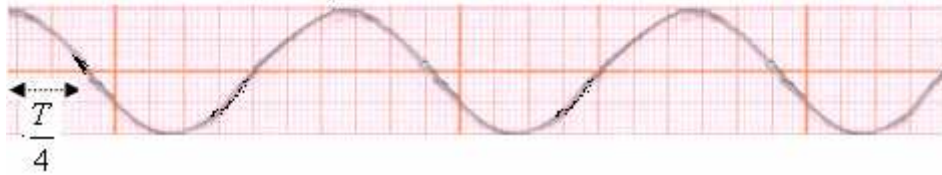
إذن: الموجة المتوالية تصل إلى النقطة A في اللحظة : $t = \frac{SA}{\nu} = \frac{0,15m}{5 m/s} = 0,03s$

(5) مظهر الحبل في اللحظة $t_2 = 0,025s$

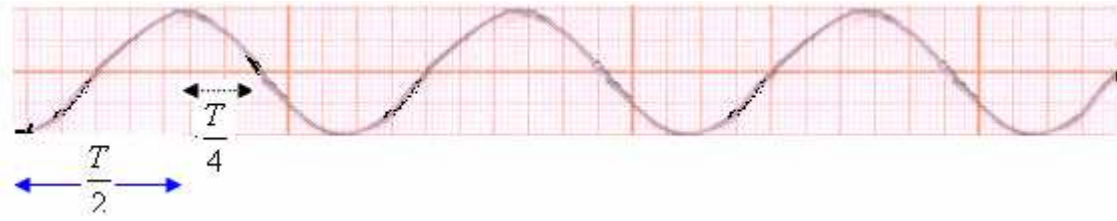
لدينا: $\frac{t_2}{T} = \frac{0,025s}{0,01s} = 2,5$ إذن: $t_2 = 2,5T$ نبدأ من المطلع الذي يحتفظ بنفس الشكل ثم نمثل مظهر الحبل.



مظهر الحبل في اللحظة $t_3 = t_2 + \frac{T}{4}$



مظهر الحبل في اللحظة $t_4 = t_3 + \frac{T}{2}$



(يمكن استعمال الطريقة التالية: نحدد اولاً قيمة : $t_3 = t_2 + \frac{T}{4} = 0,025 + \frac{0,01}{4} = 0,0275s$)

$$t_2 = 2,75T \quad \text{ثم: } \frac{t_2}{T} = \frac{0,0275}{0,01} = 2,75 \quad \text{ومنه :}$$

ثم نمثل مظهر الحبل انطلاقاً من المطلع فهو يوافق 2 أدوار + 3/4 الدور ونحصل على الشكل السابق.

$$t_4 = t_3 + \frac{T}{2} = 0,0275 + \frac{0,01}{2} = 0,0325s \quad \text{(كما لدينا :)}$$

$$t_2 = 3,25T \quad \text{ثم: } \frac{t_2}{T} = \frac{0,0325}{0,01} = 3,25 \quad \text{ومنه :}$$

ثم نمثل مظهر الحبل انطلاقاً من المطلع فهو يوافق 3 أدوار + 1/4 الدور ونحصل على الشكل السابق.)

(6) $\frac{SM}{\lambda} = \frac{7,5cm}{5cm} = 1,5$ إذن: $SM = 1,5\lambda$ المسافة بينهما ليست بعدد صحيح لطول الموجة ، لا تهتزان على توافق في الطور.

(أ) $\frac{SM}{\lambda} = \frac{7,5cm}{2,5cm} = 3$ إذن: $SM = 3\frac{\lambda}{2}$ المسافة بينهما فردي لنصف طول الموجة ، فهما تهتزان على تعاكس في الطور.

$$\text{أي : } \frac{\lambda}{2} : SM = (2K + 1) \frac{\lambda}{2} \quad \text{مع } k = 1$$

إذن: $\frac{SN}{\lambda} = \frac{7,5cm}{5cm} = 2$ $SM = 2\lambda$ المسافة بينهما تساوي عدداً صحيحاً لطول الموجة ، فهما تهتزان على توافق في الطور.

(ب) بما أن S و M تهتزان على تعاكس في الطور.
ومن جهة أخرى S و N تهتزان على توافق في الطور فإن : M و N تهتزان على تعاكس في الطور.

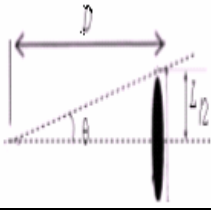
(ج) استطالة S القصوى تساري الوسخ ونحصل عليه من خلال الشكل الأول : $Y_{S \max} = 0,8cm$
بما أن S و M تهتزان على تعاكس في الطور فإن استطالة M في اللحظة التي تكون فيها استطالة S قصوى هي: $Y_M = -0,8cm$.
بما أن S و N تهتزان على توافق في الطور فإن استطالة N في اللحظة التي تكون فيها استطالة S قصوى هي: $Y_N = +0,8cm$.

$$m = \frac{T \times \ell}{v^2} = \frac{2N \times 2m}{25(m/s)^2} = 0,16kg \quad \text{ومنه } v^2 = \frac{T}{m} \quad \text{إذن: } v = \sqrt{\frac{T}{m}} \quad \text{(7) لدينا:}$$

(8) بالنسبة للتردد $v_e = 100Hz$ نلاحظ التوقف الظاهري للموجة المتوالية.
بالنسبة للتردد $v_e = 99Hz$ نلاحظ حركة ظاهرية بطيئة للموجة المتوالية في نفس منحى الحركة.
بالنسبة للتردد $v_e = 101Hz$ نلاحظ حركة ظاهرية بطيئة للموجة المتوالية في عكس منحى الحركة.

(II) 1) ظاهرة حيود الضوء بواسطة شق عرضه جد صغير بما اتجاه البقع يكون متعامداً مع اتجاه الشق فإن الشق أفقي.

(2)

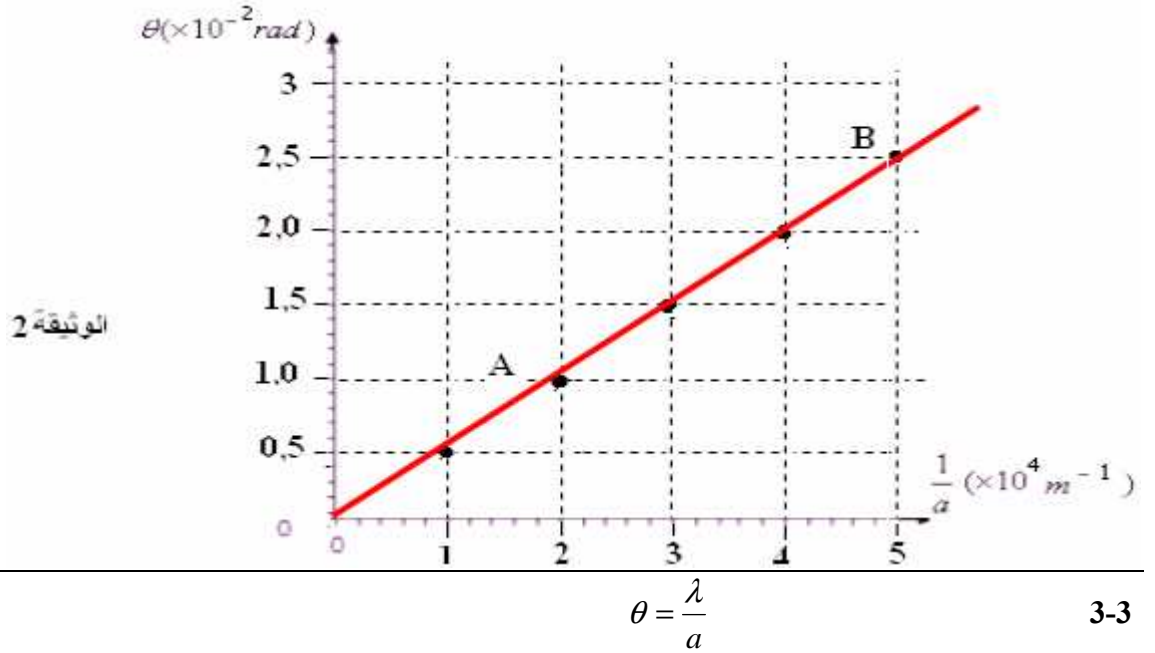


من خلال الشكل السابق لدينا: $tg\theta = \frac{L}{2D}$
 بالنسبة للزايا الصغيرة: $\theta \leq 15^\circ$ لدينا: $tg\theta \approx \theta(rad)$
 إذن: $(1) \theta = \frac{L}{2D}$

(3) 1-3

$a(\mu.m)$	100	50	33	25	20
$L(mm)$	15	30	45	60	75
$\theta(10^{-2} rad)$	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
$\frac{1}{a}(10^4 m^{-1})$	1	2	3	4	5

:2-3



4 3- : النحنى المحصل عليه عبارة عن مستقيم إذن النحنى: $\theta = f\left(\frac{1}{a}\right)$ دالة خطية على الشكل $\theta = k \times \frac{1}{a}$

معاملها الموجه هو معامل التناسب k .

5-3: لنحدد قيمة المعامل الموجه:

$$k = \frac{\Delta\theta}{\Delta\left(\frac{1}{a}\right)} = \frac{\theta_B - \theta_A}{\left(\frac{1}{a}\right)_B - \left(\frac{1}{a}\right)_A} = \frac{(2,5 - 1) \times 10^{-2} rad}{(5 - 2) \times 10^4 m^{-1}} = 0,5 \times 10^{-6} m = 500 \times 10^{-9} m = 500nm$$

إذن: $\lambda = 500nm$

$$n_R = 1,46 + \frac{6400}{\lambda_R^2} = 1,46 + \frac{6400}{800^2} = 1,46 + 0,01 = 1,47 \quad (1 \ 4)$$

$$n_V = 1,46 + \frac{6400}{\lambda_V^2} = 1,46 + \frac{6400}{400^2} = 1,46 + 0,04 = 1,5$$

البنفسجي	الأحمر	الضوء الأحادي اللون
400	800	$(n.m)$ طول الموجة ب:
$n_V = 1,5$	$n_R = 1,47$	معامل انكسار الموشور

(2) (أ) بالنسبة للإشعاع الأحمر

تطبيق قانون ديكارت على الوجه الأول للموشور :

$$r = \sin^{-1}\left(\frac{\sin i}{n}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{\sin 35}{1,47}\right) = \sin^{-1}(0,39) \approx 23^\circ \quad \Leftarrow \quad \sin r = \frac{\sin i}{n} \Leftarrow \sin i = n \sin r$$

$$r' = A - r = 60 - 23 = 37^\circ \quad \text{لدينا}$$

تطبيق قانون ديكارت على الوجه الأول للموشور : (لأن $r' < i_\ell$ بحيث: $i_\ell = \sin^{-1}\left(\frac{1}{1,47}\right) \approx 42,8^\circ$)

$$i' = \sin^{-1}(n \times \sin r') = \sin^{-1}(1,47 \times \sin 37) = \sin^{-1}(0,88) \approx 61,6^\circ \quad \Leftarrow \quad n \sin r' = \sin i'$$

$$\text{وبالتالي: } D_R = i + i' - A = 35 + 61,6 - 60 = 36,6^\circ$$

(ب) بالنسبة للإشعاع البنفسجي:

تطبيق قانون ديكارت على الوجه الأول للموشور :

$$r = \sin^{-1}\left(\frac{\sin i}{n}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{\sin 35}{1,5}\right) = \sin^{-1}(0,38) \approx 22,5^\circ \quad \Leftarrow \quad \sin r = \frac{\sin i}{n} \Leftarrow \sin i = n \sin r$$

$$r' = A - r = 60 - 22,5 = 37,5^\circ \quad \text{لدينا}$$

تطبيق قانون ديكارت على الوجه الأول للموشور : (لأن $r' < i_\ell$ بحيث: $i_\ell = \sin^{-1}\left(\frac{1}{1,5}\right) \approx 41,8^\circ$)

$$i' = \sin^{-1}(n \times \sin r') = \sin^{-1}(1,5 \times \sin 37,5) = \sin^{-1}(0,91) \approx 65,9^\circ \quad \Leftarrow \quad n \sin r' = \sin i'$$

$$\text{وبالتالي: } D_V = i + i' - A = 35 + 65,9 - 60 = 40,9^\circ$$

(ج) تسمى ب: ظاهرة **تبدد الضوء بواسطة** موشور وهي تعزى إلى كون معامل انكسار الموشور يتعلق بنوعية الإشعاع الأحادي اللون.

الذي يجتازه ، فهو دالة تناقصية لطول موجة الضوء كما تبينه العلاقة التالية: $n = 1,46 + \frac{6400}{\lambda^2}$

(1(III

$$n_{o(H_3O^+)} = c \cdot V_s = 0,1 \ell \times 100 \times 10^{-3} \text{ mol} / \ell = 0,01 \text{ mol} = 10 \text{ m.mol}$$

$$n(CaCO_3) = \frac{m}{M} = \frac{2g}{100g / \text{mol}} = 0,02 \text{ mol} = 20 \text{ m.mol}$$

(2

جدول التقدم:

$CaCO_3 + 2H_3O^+ \rightarrow Ca^{2+} + CO_2 + 3H_2O$					معادلة التفاعل	
كميات المادة ب: mol					التقدم	الحالة
20	10	0			0	الحالة البدئية
$20 - x$	$10 - 2x$	x	x	بوفرة	x	عند اللحظة t
$20 - x_{\max}$	$10 - 2x_{\max}$	x_{\max}	x_{\max}	بوفرة	x_{\max}	عند نهاية التفاعل

إذا اعتبرنا أن المتفاعل المحد هو $CaCO_3$ لدينا $20 - x_{\max} = 0 \Leftarrow x_{\max} = 20 \text{ m.mol}$.

و إذا اعتبرنا أن المتفاعل المحد هو H_3O^+ لدينا $10 - 2x_{\max} = 0 \Leftarrow x_{\max} = 5 \text{ m.mol}$

التقدم الأقصى يوافق أصغر قيمة ل: x_{\max} التي تتعدم عندها كمية مادة المتفاعل المحد.

$$\text{إذن: } x_{\max} = 5 \text{ m.mol}$$

(3) لدينا : $P.V_{(CO_2)} = n_{(CO_2)}.R.T$
ومن خلال جدول التقدم لدينا :

$$x_{(t)} = n_{(CO_2)}$$

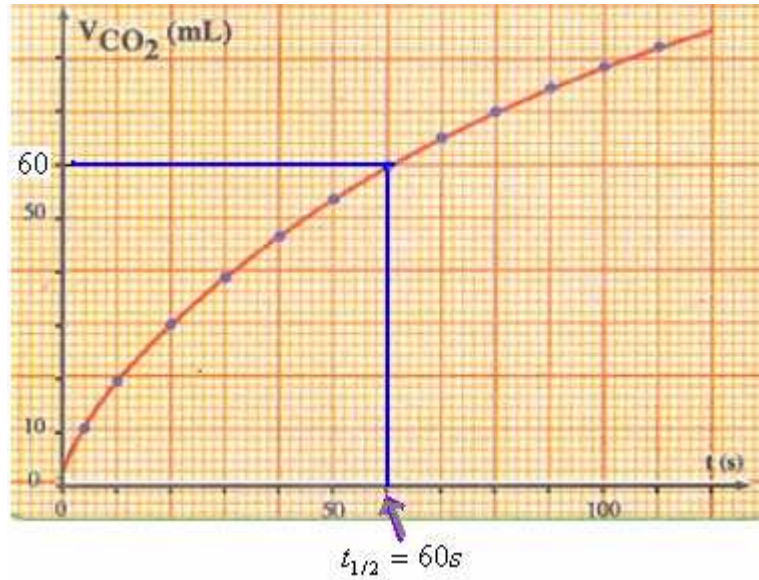
$$V_{(CO_2)} = \frac{x_{(t)}.R.T}{P} \quad \text{إذن:}$$

$$v = \frac{1}{V_S} \times \frac{d(x_{(t)})}{dt} \quad (4) \quad \text{مع : } x_{(t)} = \frac{P.V_{(CO_2)}}{R.T} \quad \text{إذن: } v = \frac{P}{V_S.R.T} \times \frac{d(V_{CO_2})}{dt}$$

(5) زمن نصف التفاعل هي المدة الزمنية اللازمة لكي يصل التقدم الى نصف قيمته القصوية $x_{(t_{1/2})} = \frac{x_{\max}}{2} = 2,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$ وبذلك يمكننا تحديد حجم ثنائي اوكسيد الكربون عند لحظة نصف التفاعل :

$$V_{(CO_2)} = \frac{x_{(t)}.R.T}{P} = \frac{2,5 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 8,314 \text{ J.mol}^{-1} .K^{-1} \times 293 \text{ K}}{1013 \times 10^2 \text{ Pa}} = 6 \times 10^{-5} \text{ m}^3 = 60 \text{ ml}$$

وهي توافق مبيانيا اللحظة $t_{1/2}$ التي نحصل عليها مبيانيا كما يلي:



(6) تحديد تركيز ايونات الكالسيوم عند نهاية التفاعل ::

$$n_{(CO_2)} = \frac{x_{\max}}{2} = 2,5 \text{ m.mol}$$

ولدينا من خلال المعادلة:



$$n(Ca^{2+}) = n(CO_2)$$

عند نهاية التفاعل ومن خلال جدول التقدم لدينا : $n(Ca^{2+}) = x_{\max}$

بقسمة طرفي هذه المتساوية على حجم المحلول V_S

$$\frac{n(Ca^{2+})}{V_S} = \frac{x_{\max}}{V_S} = \frac{5 \times 10^{-3} \text{ mol}}{0,1 \ell} = 0,05 \text{ mol/l}$$

Bonne chance

SBIRO Abdelkrim

(Lycée Agricole Oulad-Taima région d'Agadir Maroc)

Pour toute observation contacter mon email

sbiabdou@yahoo.fr