

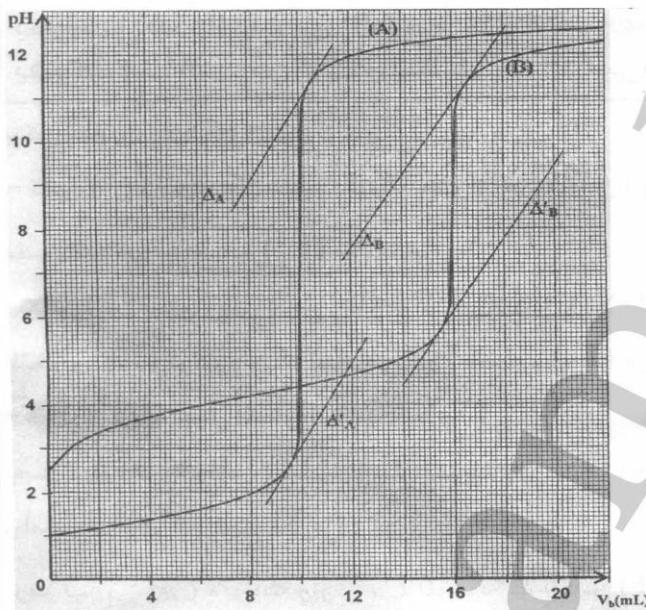
الجزء الأول والثاني مستقلان

كيمياء (7)

الجزء الأول : (4,75 ن) : التعرف على محلولين حمضيين عن طريق المعايرة - تصنيع إستر

حضر تقني المختبر محلولين أحدهما (S_1) لحمض كربوكسيلي $RCOOH$ و الآخر (S_2) لحمض بيركلوريك $HClO_4$ و وضع كلا منهما في قنينة، إلا أنه نسي تسجيل اسمي المحلولين على القنيتين .

معطى : نسبة التقدم النهائي لتفاعل حمض بيركلوريك مع الماء هي $\tau = 1$.



1 - للتعرف على المحلولين و تحديد تركيزهما، قام تقني المختبر بمعايرة كل منهما بواسطة محلول (S_B) لهيدروكسيد الصوديوم. أخذ نفس الحجم $V=10\text{mL}$ من المحلولين (S_1) و (S_2) و عايرهما بواسطة نفس محلول هيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز $C_b=0,10\text{mol.L}^{-1}$ مكنه تتبع تطور الـ pH أثناء المعايرة من الحصول على المنحنيين جانبيه (A) و (B) الممثلين لتغيرات الـ pH بدلالة الحجم V_b لمحلول هيدروكسيد الصوديوم المضاف.

Δ_A و Δ'_A متوازيان مماسان للمنحنى (A) ، و Δ_B و Δ'_B متوازيان مماسان للمنحنى (B) .

1.1 - أكتب معادلة تفاعل كل حمض مع الماء .

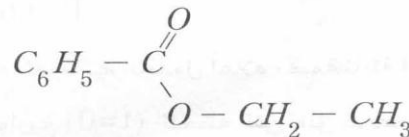
1.2 - أكتب معادلة تفاعل المعايرة بالنسبة لكل حمض .

1.3 - باستعمال المماسات ، حدد pH الخليط عند التكافؤ بالنسبة لكل منحنى مع ذكر الطريقة المتبعة و استنتج ، معللا جوابك، المنحنى الموافق لمعايرة المحلول (S_1) .

1.4 - حدد تركيز كل من المحلولين (S_1) و (S_2) .

1.5 - اعتمادا على جدول تقدم تفاعل الحمض الكربوكسيلي مع الماء ، حدد قيمة الثابتة pK_A للمزدوجة قاعدة / حمض لهذا الحمض .

2 - لتصنيع إستر انطلاقا من الحمض الكربوكسيلي $RCOOH$ ، قام تقني المختبر بتسخين خليط مكون من $8,2 \cdot 10^{-3}\text{mol}$ من الحمض الكربوكسيلي و $1,7 \cdot 10^{-2}\text{mol}$ من الإيثانول C_2H_5OH ، فحصل على إستر صيغته نصف المنشورة :



عند نهاية التفاعل قام بتخفيض درجة حرارة الخليط التفاعلي، ثم عاير الحمض الكربوكسيلي RCOOH المتبقي، فوجد $n_r = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$.

2.1 - حدد الصيغة نصف المنشورة للحمض الكربوكسيلي RCOOH.

2.2 - حدد كمية مادة الإستر المتكون عند نهاية التفاعل.

2.3 - احسب مردود هذا التصنيع.

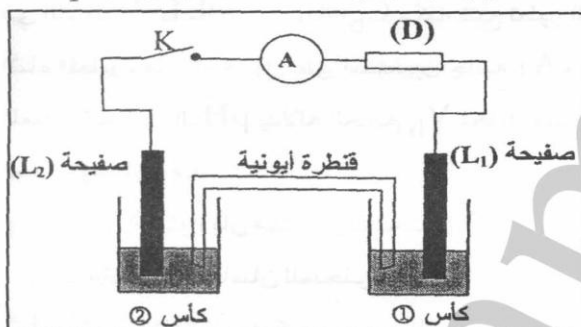
الجزء الثاني : (2.25) : عمود كهربائي بالتركيز

الأعمدة الكهربائية هي أجهزة كهركيميائية تحول طاقة التفاعل الكيميائي إلى طاقة كهربائية، نذكر من بينها الأعمدة الكهربائية بالتركيز التي تستمد طاقتها من فرق تراكيز الأيونات في محلولين.

يستعمل هذا النوع من الأعمدة خاصة في الصناعة على مستوى الخلقة و دراسة التآكل. يهدف هذا التمرين إلى دراسة عمود بالتركيز نحاس-نحاس.

يتكون العمود الممثل في الشكل 2 من :

- كأس (1) تحتوي على حجم $V_1 = 50 \text{ mL}$ من محلول (S₁) لكبريتات النحاس (II) $(\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-})$ تركيزه C_1 ،



مغمور فيه جزء صفيحة (L₁) من النحاس؛

- كأس (2) تحتوي على حجم $V_2 = V_1$ من محلول (S₂) لكبريتات

النحاس (II) تركيزه C_2 مغمور فيه جزء صفيحة (L₂) من النحاس؛

- قنطرة أيونية تصل المحلولين (S₁) و (S₂).

نصل صفيحتي النحاس (L₁) و (L₂) بموصل أومي (D) مقاومته R

و أمبيرمتر وقاطع التيار K.

نرمز بـ $\text{Cu}^{2+}_{(1)}$ لأيونات $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ الموجودة في الكأس (1)، و بـ $\text{Cu}^{2+}_{(2)}$ لأيونات $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ الموجودة في الكأس (2).

عند إغلاق قاطع التيار K، يحدث داخل العمود تفاعل أكسدة - اختزال معادلته :



ننجز تجربتين (a) و (b) باستعمال قيم التراكيز المشار إليها في الجدول أسفله. نقيس شدة التيار المار في الموصل الأومي، عند

إغلاق قاطع التيار، في كل من التجربتين و ندون النتائج في الجدول نفسه :

التجربة b		التجربة (a)		التركيز (mol.L ⁻¹)
$C_2 = 0.10$	$C_1 = 0.10$	$C_2 = 0.10$	$C_1 = 0.010$	
$I_2 = 0$		$I_1 = 140$		شدة التيار I (mA)

معطى : ثابتة فرادي $F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ C.mol}^{-1}$

1 - استنتج انطلاقاً من النتائج التجريبية المدونة في الجدول أعلاه، قيمة ثابتة التوازن المقرونة بمعادلة التفاعل.

2 - نهتم بالتجربة (a) و نأخذ كأصل للتواريخ ($t=0$) اللحظة التي نغلق عندها قاطع التيار.

2.1 - حدد القطب الموجب للعمود معللا الجواب .

2.2 - أثبت تعبير التقدم x للتفاعل الحاصل بدلالة الزمن t باعتبار شدة التيار I_1 ثابتة خلال اشتغال العمود .

أحسب نسبة تقدم التفاعل عند اللحظة $t=30\text{min}$.

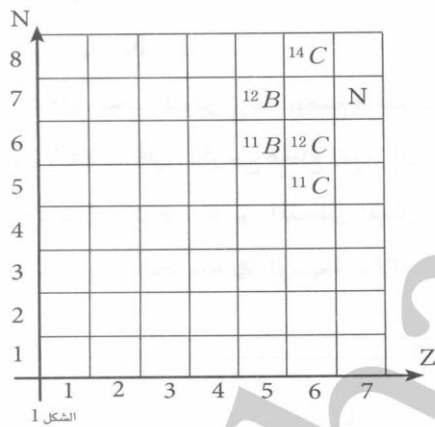
2.3 - أوجد التركيزين $[Cu_{(1)}^{2+}]_{\text{eq}}$ و $[Cu_{(2)}^{2+}]_{\text{eq}}$ في كل الكأسين (1) و (2) عند استهلاك العمود .

الفيزياء

تمرين 1 (2 نقط) : التأريخ بالكربون 14

تهتص جميع النباتات الكربون C الموجود في الجو (^{12}C و ^{14}C) من خلال ثنائي أوكسيد الكربون بحيث تبقى نسبة عدد النوى $N(^{14}C)_0$ للكربون 14 على عدد النوى $N(C)_0$ للكربون في النباتات ثابتة خلال حياتها : $\frac{N(^{14}C)_0}{N(C)_0} = 1,2 \cdot 10^{-12}$.
انطلاقا من لحظة موت النبات تتناقص هذه النسبة نتيجة تفتت الكربون 14 لكونه نظير مشع .

معطيات :



- عمر النصف للكربون 14 هو : $t_{1/2} = 5730\text{ans}$;

- الكتلة المولية للكربون : $M(C) = 12,0\text{g.mol}^{-1}$;

- ثابتة أفوكادرو : $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}\text{mol}^{-1}$;

- $1\text{an} = 3,15 \cdot 10^7\text{s}$;

- نواة الكربون 14 إشعاعية النشاط β^- ، ينتج عن تفتتها نواة $^{4}_{2}Y$.

1 - يعطي الشكل (1) جزءا من مخطط سيفري (Z, N) .

1.1 - اكتب معادلة التفتت النووي للكربون 14 محددا النواة المتولدة $^{4}_{2}Y$.

1.2 - تفتت نواة الكربون $^{14}_6C$ لتعطي نواة البور $^{10}_5B$.

اكتب معادلة هذا التحول النووي محددا A' و Z' .

2 - اعتمادا على مخطط الطاقة الممثل في الشكل (2) :

1.2 - أوجد طاقة الربط بالنسبة لنواة الكربون 14 .

2.2 - أوجد القيمة المطلقة للطاقة الناتجة عن تفتت نواة الكربون 14 .

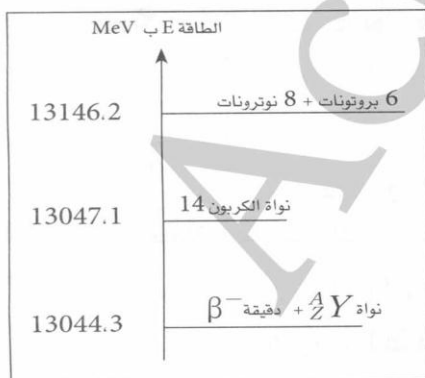
3 - نريد تحديد عمر قطعة خشب قديم ، لذلك نأخذ منها عند لحظة t عينة كتلتها

$m = 0,295\text{g}$ ؛ فنجد أن هذه العينة تعطي 1.40 تفتتات في الدقيقة .

نعتبر أن التفتتات الملاحظة ناتجة فقط عن الكربون 14 الموجود في العينة المدروسة .

نأخذ من شجرة حية قطعة لها نفس كتلة العينة السابقة $m = 0,295\text{g}$ فنجد أن نسبة

كتلة الكربون فيها هي 51,2% .



3.1 - أحسب عدد نوى الكربون و عدد نوى الكربون 14 في القطعة التي أخذت من الشجرة الحية .

3.2 - حدد عمر قطعة الخشب القديم .

تمرين 2 (5.25 نقط) : التبادل الطاقى بين وشيعة و مكثف .

تتصرف الدارة LC كمتذبذب يتم فيه تبادل الطاقة بين المكثف و الوشيعة بكيفية دورية، إلا أنه في الواقع لا تبقى الطاقة الكلية لهذه الدارة ثابتة خلال الزمن و ذلك بسبب ضياع جزء منها بفعل جول .
يهدف هذا التمرين إلى دراسة التبادل الطاقى بين مكثف و وشيعة واستجابة هذه الأخيرة لرتبة توتر كهربائي .

1 - التذبذبات الكهربائية في الحالة التي تكون فيها مقاومة الوشيعة مهملة .

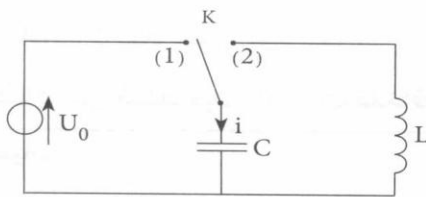
نعتبر التركيب الكهربائي الممثل في الشكل 1 و المكون من :

- مولد كهربائي G مؤمّل للتوتر و يعطي توترا U_0 ؛

- وشيعة معامل تحريضها L و مقاومتها مهملة ؛

- مكثف سعته $C = 8.0 \cdot 10^{-9} F$ ؛

- قاطع التيار K .

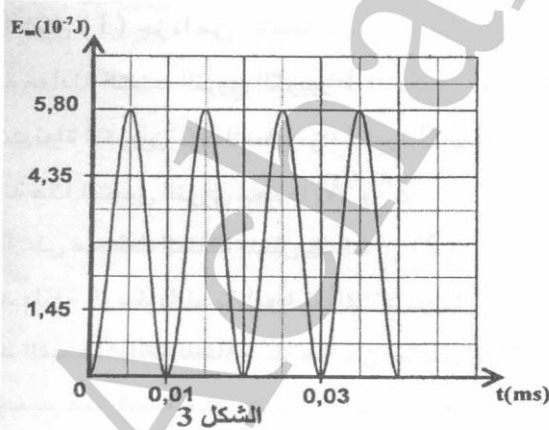


نشحن المكثف تحت التوتر U_0 بوضع قاطع التيار K في الموضع (1) .

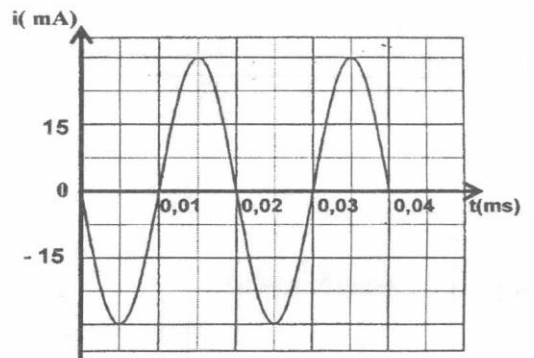
بعد شحن المكثف كليا، نؤرجح قاطع التيار إلى الموضع (2) عند لحظة $t=0$ ، فيمر في الدارة تيار كهربائي شدته i .

بواسطة جهاز ملائم، نعين المنحنى الممثل لتغيرات الشدة i للتيار بدلالة الزمن (الشكل 2) و المنحنى الممثل لتغيرات الطاقة

المغناطيسية E_m المخزونة في الوشيعة بدلالة الزمن (الشكل 3) .



الشكل 3



الشكل 2

1.1 - أوجد المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار i .

1.2 - اعتمادا على الشكلين (2) و (3) :

أ- حدد قيمة الطاقة الكلية E_T للدارة LC و استنتج قيمة التوتر U_0 .

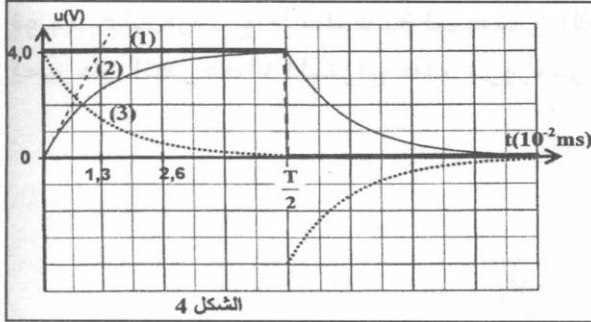
ب- حدد قيمة L .

2- استجابة وشيعة ذات مقاومة مهملة لرتبة توتر

نركب الوشيعة السابقة على التوالي مع موصل مقاومته $R = 100\Omega$.

نطبق بين مربطي ثنائي القطب المحصل توترا قيمة رتبته الصاعدة E وقيمة رتبته النازلة منعدمة و دوره T .

نعين بواسطة جهاز ملائم تطور التوتر u بين مربطي المولد و التوتر u_R بين مربطي الموصل الأومي و التوتر u_L بين مربطي الوشيعة ؛ فنحصل على المنحنيات (1) و (2) و (3) الممثلة في الشكل (4).



1.2- أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار $i(t)$

$$0 \leq t < \frac{T}{2}$$

2.2- يكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على الشكل :

$$i(t) = I_p (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

أ- أقرن كلا من التوترين u_R و u_L بالمنحنى الموافق له في الشكل (4).

ب- اعتمادا على منحنيات الشكل 4 أوجد قيمة I_p .

2.3- يكتب تعبير شدة التيار $i(t)$ بدلالة الزمن في المجال $\frac{T}{2} \leq t < T$ (دون تغيير أصل التواريخ) على الشكل $i(t) = Ae^{-\frac{t}{\tau}}$

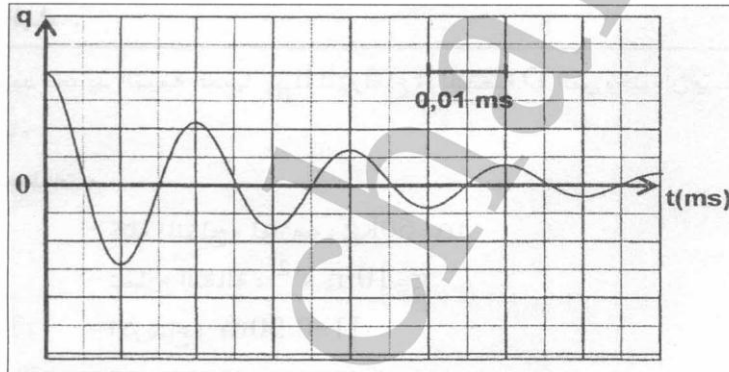
مع A و τ ثابتتان.

$$i(t_1) = I_p \cdot e^{-2} \quad t_1 = \frac{3T}{4}$$

3- التذبذبات في حالة وشيعة ذات مقاومة غير مهملة.

نعيد التجربة باستعمال التركيب الممثل في الشكل (1) و ذلك بتعويض الوشيعة السابقة بوشيعة أخرى لها نفس معامل التحريض L

لكن مقاومتها r غير مهملة.



الشكل (5)

بعد شحن المكثف كليا، نؤرجح قاطع التيار إلى الموضع (2)

يمثل الشكل (5) تطور الشحنة q للمكثف بدلالة الزمن.

3.1- اختر الجواب أو الأجوبة الصحيحة :

تكون الطاقة المخزونة في الوشيعة :

أ- قصوى عند اللحظة $t_1 = 5.10^{-3} \text{ms}$

ب- دنيا عند اللحظة $t_1 = 5.10^{-3} \text{ms}$

ج- قصوى عند اللحظة $t_2 = 10^{-2} \text{ms}$

د- دنيا عند اللحظة $t_2 = 10^{-2} \text{ms}$

3.2- بين أن المعادلة التفاضلية التي تحققها شحنة المكثف تكتب على الشكل التالي : $\frac{d^2 q}{dt^2} + 2\lambda \frac{dq}{dt} + \frac{4\pi^2}{T_0^2} \cdot q = 0$

مع : T_0 الدور الخاص للدائرة و $\lambda = \frac{r}{2L}$

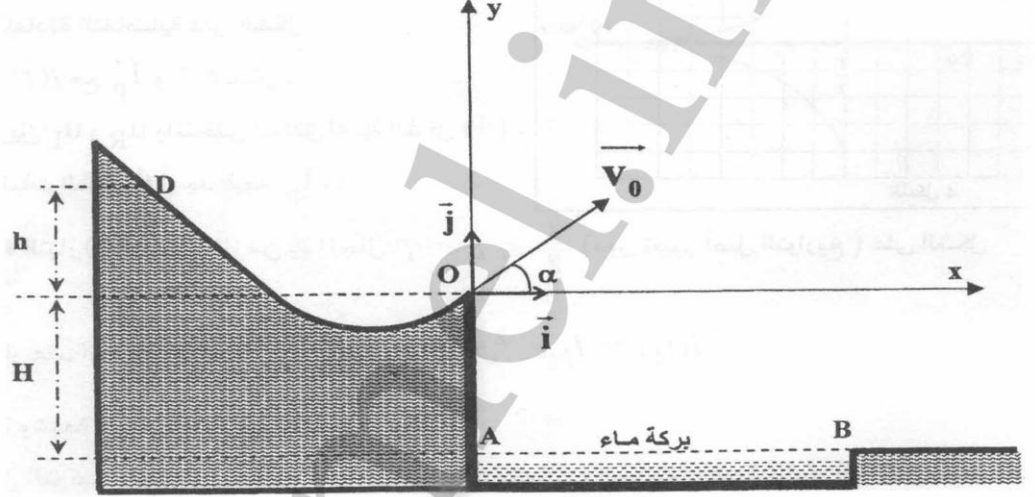
3.3- علما أن تعبير شبه الدور T للتذبذبات هو $T = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{T_0^2} - \frac{\lambda^2}{4\pi^2}}}$ ، أوجد الشرط الذي يجب أن تحققه r بالنسبة لـ $\frac{L}{C}$ لتكون $T \approx T_0$.

الجزء الأول والثاني مستقلان

التمرين 3 (5.75 نقط)

الجزء الأول : (2.25ن) : دراسة حركة متزلج

ينزل متزلج على سطح جبل مكسو بطبقة من الجليد توجد في سطحه بركة ماء .
يبين الشكل التالي مكان بركة الماء بالنسبة للنقطة O التي يكون عندها المتزلج مضطرا للخادرة
سطح الجبل بسرعة تكون متجهتها $\vec{v}$ زاوية α مع المستقيم الأفقي . انطلق المتزلج من نقطة D
توجد على ارتفاع h بالنسبة للمستوى الأفقي البار من النقطة O (انظر الشكل)
يعبر عن السرعة v للمتزلج عند مروره من النقطة O بالعلاقة : $v = \sqrt{2g.h}$



في إحدى المحاولات، مر المتزلج من النقطة O أصل المعلم $(O, \vec{i}, \vec{j})$ بسرعة معينة فسقط في بركة الماء .

نريد تحديد القيمة الدنيا h_m للارتفاع h للنقطة D التي يجب أن ينطلق منها المتزلج، بدون سرعة بدئية، لكي لا يسقط في بركة الماء .

معطيات :

- كتلة المتزلج و لوازمه : $m=60\text{kg}$
- تسارع الثقالة : $g=10\text{m.s}^{-2}$
- الارتفاع : $H=0.50\text{m}$
- الزاوية : $\alpha = 30^\circ$ (انظر الشكل) ؛
- طول بركة الماء : $d=AB=10\text{m}$

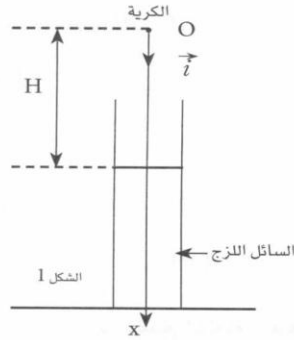
بالنسبة لهذا التمرين ، نمثل المتزلج و لوازمه بنقطة مادية G و نهمل جميع الاحتكاكات و كذلك جميع التأثيرات الناتجة عن الهواء .

- 1 - يغادر المتزلج النقطة O عند اللحظة $t=0$ بسرعة متجهتها $\vec{v}_0$ تكون الزاوية α مع المستقيم الأفقي .
- 1.1 - بتطبيق القانون II لنيوتن أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها كل من إحداثيي متجهة سرعة المتزلج في المعلم $(O, \vec{i}, \vec{j})$

- 1.2 - بين أن معادلة مسار المتزلج تكتب في المعلم الديكارتي على الشكل : $y(x) = -\frac{1}{2}g \cdot \frac{x^2}{V_0^2 \cdot \cos^2 \alpha} + x \cdot \tan \alpha$
- 2 - حدد القيمة الدنيا h_m للارتفاع h لكي لا يسقط المتزلج في بركة الماء .

الجزء الثاني (3.5 نقط) : السقوط الرأسى لكروية فلزية .

يهدف هذا التمرين إلى دراسة حركة سقوط الرأسى لكروية فلزية في الهواء و في سائل لزج .

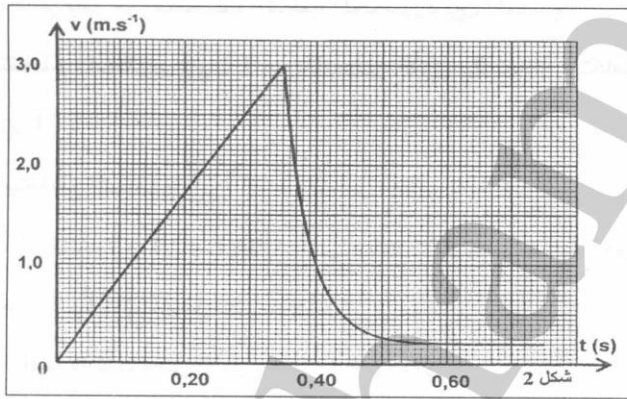


معطيات :

- الكتلة الحجمية للكروية : $\rho_1 = 2,70 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$
- الكتلة الحجمية للسائل اللزج : $\rho_2 = 1,26 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$
- حجم الكروية : $V = 4,20 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$
- تسارع الثقالة : $g = 9,80 \text{ m.s}^{-2}$

عند لحظة $t=0$ نحرر الكروية من نقطة O منطبقة مع مركز قصورها G .
توجد النقطة O على ارتفاع H من السطح الحر للسائل اللزج الذي يوجد في أنبوب رأسي شفاف . (شكل 1)

يمثل منحني الشكل (2) تطور السرعة v لمركز القصور G للكروية خلال سقوطها في الهواء و داخل السائل اللزج .
1 - دراسة حركة الكروية في الهواء :



ننمذج تأثير الهواء على الكروية أثناء سقوطها بقوة رأسية $\vec{R}$ شدتها R ثابتة .

نهمل شعاع الكروية أمام الارتفاع H .

يصل مركز القصور G للكروية إلى السطح الحر للسائل اللزج عند اللحظة t_1 بسرعة v_1 .

1.1 - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، عبر عن R بدلالة V و g و ρ_1 و v_1 و t_1 .

1.2 - باستثمار المنحنى $v = f(t)$ ، احسب قيمة الشدة R .
2 - دراسة حركة الكروية داخل السائل اللزج :

تخضع الكروية أثناء سقوطها داخل السائل اللزج بالإضافة لوزنها إلى

$$\vec{F} = -\rho_2 \cdot V \cdot g \cdot \vec{t}$$

- قوة احتكاك مائع $\vec{f} = -k \cdot v \cdot \vec{t}$ حيث K ثابتة موجبة .

ننمذج تطور السرعة v لمركز قصور الكروية في النظام العالمي للوحدات بالمعادلة التفاضلية : $\frac{dv}{dt} = 5,2 - 26 \cdot v$ (1)

2.1 - أوجد المعادلة التفاضلية الحرفية التي تحققها السرعة v لمركز قصور الكروية بدلالة معطيات النص .

2.2 - باستعمال هذه المعادلة التفاضلية الحرفية و مبيان الشكل 2، تحقق من صحة المعادلة التفاضلية (1) .

2.3 - باستعمال معادلة الأبعاد ، حدد بعد الثابتة k . احسب قيمة k .

2.4 - علما أن سرعة مركز قصور الكروية داخل السائل اللزج عند لحظة t_i هي $v_i = 2,38 \text{ ms}^{-1}$ ، أثبت باستعمال طريقة أولير أن

$$v_{i+1} = (1 - 26 \cdot \Delta t) \cdot v_i + 5,20 \cdot \Delta t \quad \text{هو} \quad t_{i+1} = t_i + \Delta t$$

مع خطوة الحساب $\Delta t = 5,00 \text{ ms}$ في حالة v_{i+1} احسب