



الصفحة
1
8



الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
الدورة العادية 2011
الموضوع

7	المعامل	NS30	الفيزياء والكيمياء	المادة
4	مدة الإنجاز		شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب)	الشعب (ة) أو المسلك

يسمح باستعمال الآلة الحاسبة غير القابلة للبرمجة

يتضمن الموضوع أربعة تمارين :

- تمرين في الكيمياء (7 نقط)
- ثلاثة تمارين في الفيزياء (13 نقطة)

تمرين الكيمياء:

- الجزء الأول : التعرف على محلولين حمضيين - تصنيع إستر..... (4,75 نقطة)
- الجزء الثاني : عمود كهربائي بالتركيز (2,25 نقطة)

تمارين الفيزياء :

- تمرين 1 : التأريخ بالكربون 14 (2 نقط)
- تمرين 2 : التبادل الطاقي بين وشيعة ومكثف..... (5,25 نقطة)
- تمرين 3 :
- الجزء الأول : دراسة حركة متزلج..... (2,25 نقطة)
- الجزء الثاني : السقوط الرأسي لكرية فلية..... (3,5 نقطة)

الكيمياء (7 نقط)
الجزء الأول (4,75 نقطة): التعرف على محلولين حمضيين عن طريق المعايرة - تصنيع إستر

حضر تقني المختبر محلولين أحدهما (S₁) لحمض كربوكسيلي RCOOH و الآخر (S₂) لحمض بيركلوريك HClO₄ ووضع 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 وتحديد تركيزهما، قام تقني المختبر بمعايرة كل منهما بواسطة محلول (S_b) لهيدروكسيد الصوديوم. أخذ نفس الحجم $V = 10 \text{ mL}$ من المحلولين (S₁) و (S₂) وعائرها بواسطة نفس محلول هيدروكسيد الصوديوم

ذي التركيز $C_b = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$.

مكثته 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).

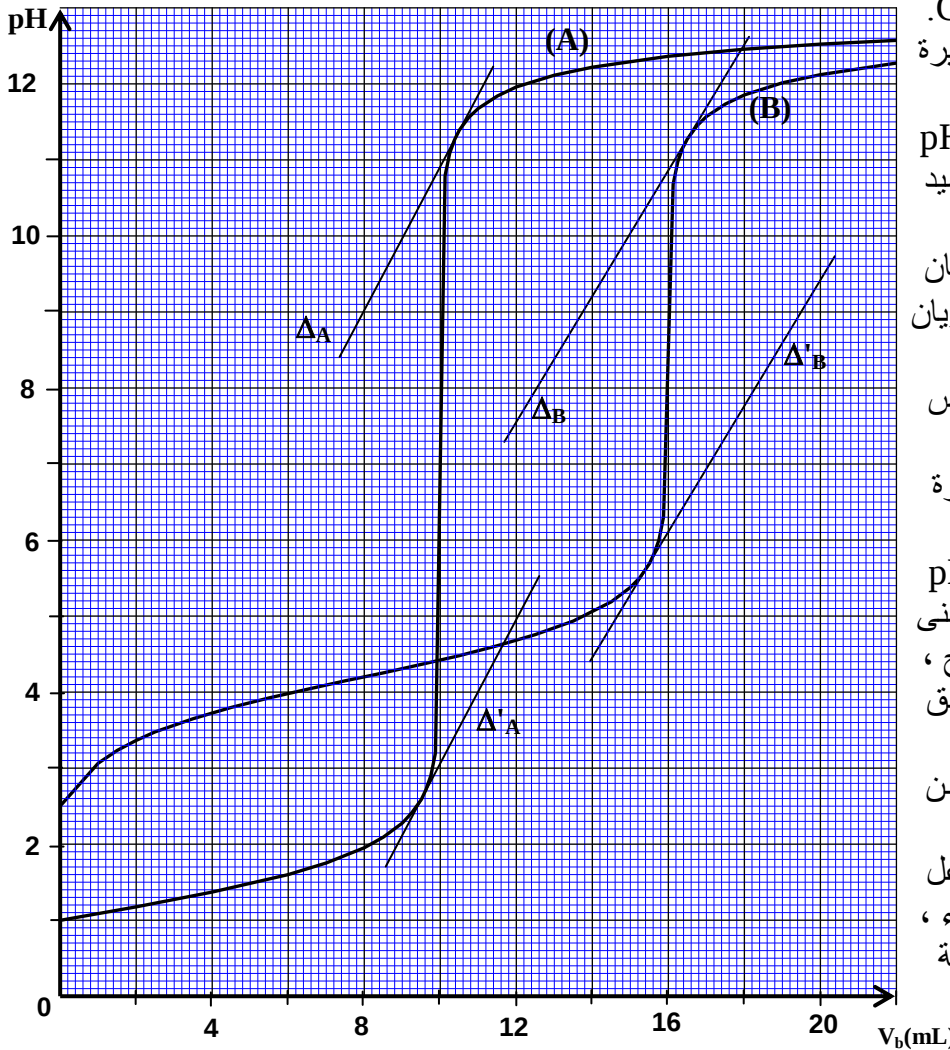
1.1 - اكتب معادلة تفاعل كل حمض مع الماء.

1.2 - اكتب معادلة تفاعل المعايرة بالنسبة لكل حمض.

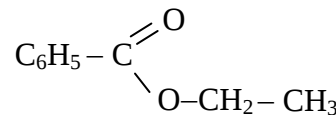
1.3 - باستعمال المماسات، حدد pH الخليط عند التكافؤ بالنسبة لكل منحنى مع ذكر الطريقة المتبعة واستنتج، معللا جوابك، المنحنى الموافق لمعايرة المحلول (S₁).

1.4 - حدد تركيز كل من المحلولين (S₁) و (S₂).

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 $n_r = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$.

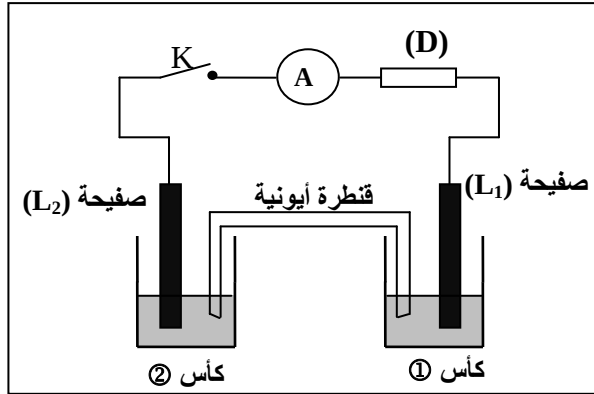
2.1 - حدد الصيغة نصف المنشورة للحمض الكربوكسيلي RCOOH.

2.2 - حدد كمية مادة الإستر المتكوّن عند نهاية التفاعل.

2.3 - احسب مردود هذا التصنيع.

الجزء الثاني (2,25 نقط) : عمود كهربائي بالتركيز

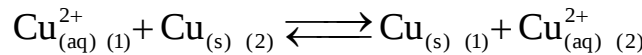
الأعمدة الكهربائية هي أجهزة كهركيميائية تحوّل طاقة التفاعل الكيميائي إلى طاقة كهربائية ، نذكر من بينها الأعمدة الكهربائية بالتركيز التي تستمد طاقتها من فرق تراكيز الأيونات في محلولين . يستعمل هذا النوع من الأعمدة خاصة في الصناعة على مستوى الغلفنة و دراسة التآكل . يهدف هذا التمرين إلى دراسة عمود بالتركيز نحاس - نحاس .



الشكل 2

يتكوّن العمود الممثل في الشكل 2 من :
- كأس ① تحتوي على حجم $V_1 = 50 \text{ mL}$ من محلول (S_1) لكبريتات النحاس (II) تركيزه C_1 ($\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$) مغمور فيه جزء صفيحة (L_1) من النحاس ؛
- كأس ② تحتوي على حجم $V_2 = V_1$ من محلول (S_2) لكبريتات النحاس (II) تركيزه C_2 مغمور فيه جزء صفيحة (L_2) من النحاس ؛
قنطرة أيونية تصل المحلولين (S_1) و (S_2) .
نصل صفيحتي النحاس (L_1) و (L_2) بموصل أومي (D) مقاومته R و أمبيرمتر و قاطع التيار K .

نرمز بـ $\text{Cu}^{2+}_{(1)}$ لأيونات $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ الموجودة في الكأس ① ،
وبـ $\text{Cu}^{2+}_{(2)}$ 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 ندوّن النتائج في الجدول نفسه :

التجربة (b)		التجربة (a)		التركيز بـ (mol.L^{-1}) شدة التيار (mA)
$C_2 = 0,10$	$C_1 = 0,10$	$C_2 = 0,10$	$C_1 = 0,010$	
$I_2 = 0$		$I_1 = 140$		

معطى : ثابتة فرادي $F = 9,65.10^4 \text{ C.mol}^{-1}$.

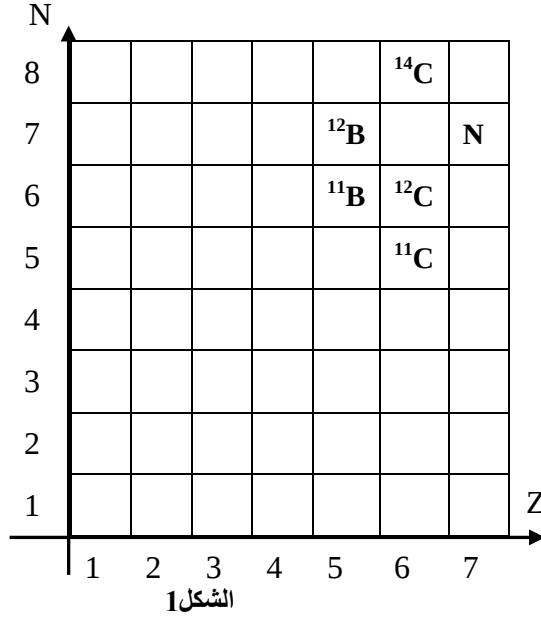
- استنتج انطلاقا من النتائج التجريبية المدوّنة في الجدول أعلاه، قيمة ثابتة التوازن المقرونة بمعادلة التفاعل . 0,5
- نهتم بالتجربة (a) و نأخذ كأصل للتواريخ ($t=0$) اللحظة التي نغلق عندها قاطع التيار . 0, 5
- حدد القطب الموجب للعمود معلا الجواب . 0, 75
- أثبت تعبير التقدم x للتفاعل الحاصل بدلالة الزمن t باعتبار شدة التيار I_1 ثابتة خلال اشتغال العمود . 0,5
- احسب نسبة تقدم التفاعل عند اللحظة $t = 30 \text{ min}$.
- أوجد التركيزين $[\text{Cu}^{2+}_{(1)}]_{\text{éq}}$ و $[\text{Cu}^{2+}_{(2)}]_{\text{éq}}$ في كل من الكأسين ① و ② عند استهلاك العمود .

الفيزياء

تمرين 1 (2 نقط) : التأريخ بالكربون 14

تمتص جميع النباتات الكربون C الموجود في الجو (^{12}C و ^{14}C) من خلال ثنائي أوكسيد الكربون بحيث تبقى نسبة عدد النوى $N(^{14}\text{C})_0$ للكربون 14 على عدد النوى $N(C)_0$ للكربون في النباتات ثابتة خلال حياتها: $\frac{N(^{14}\text{C})_0}{N(C)_0} = 1,2.10^{-12}$.
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 : $N_A = 6,02.10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ؛
- $1 \text{ an} = 3,15.10^7 \text{ s}$.
- نواة الكربون 14 إشعاعية النشاط β^- ، ينتج عن تفتتها نواة A_ZY .

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

1.1- اكتب معادلة التحول النووي للكربون 14 محددا

النواة المتولدة A_ZY .

1.2- تنقّت نواة الكربون ${}^{11}_6C$ لتعطي نواة البور ${}^{A'}_{Z'}B$.

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

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

2.1- أوجد طاقة الربط بالنسبة لنواة الكربون 14 .

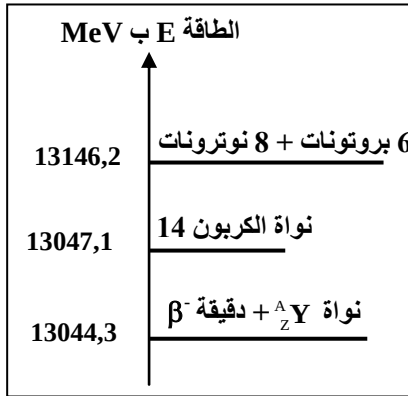
2.2- أوجد القيمة المطلقة للطاقة الناتجة عن تنقّت نواة الكربون 14 .

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 تنقّتات في الدقيقة . نعتبر أن التنقّتات الملاحظة ناتجة فقط عن نوى الكربون 14 الموجود في العينة المدروسة .

نأخذ من شجرة حبة قطعة لها نفس كتلة العينة السابقة $m = 0,295 \text{ g}$ فنجد أن نسبة كتلة الكربون فيها هي 51,2% .

3.1- احسب عدد نوى الكربون C وعدد نوى الكربون 14 في القطعة التي أخذت من الشجرة الحية .

3.2- حدد عمر قطعة الخشب القديم .



تمرين 2 (5,25 نقط) : التبادل الطاقي بين وشيعة ومكثف

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 وذلك بسبب ضياع جزء منها بمفعول جول . يهدف هذا التمرين إلى دراسة التبادل الطاقي بين مكثف و وشيعة واستجابة هذه الأخيرة لرتبة توتر كهربائي .

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

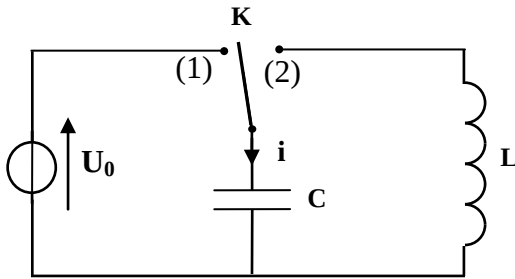
نعتبر التركيب الكهربائي الممثل في الشكل 1 والمكوّن من :

- مولد كهربائي G مؤمّل للتوتر يعطي توترا U_0 ؛

- وشيعة معامل تحريضها L و مقاومتها مهملة ؛

- مكثف سعته $C = 8,0.10^{-9} \text{ F}$ ؛

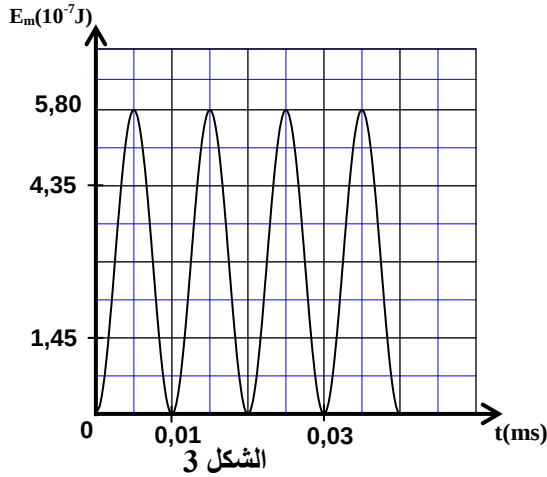
- قاطع التيار K .



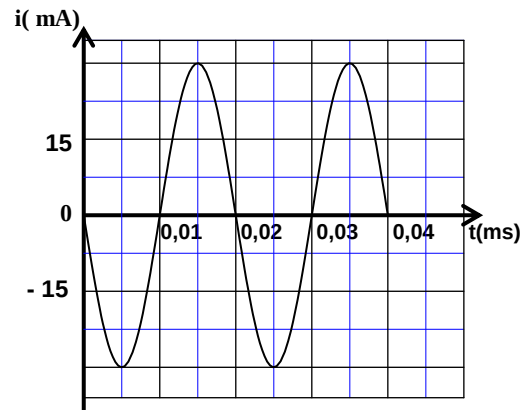
نشحن المكثف تحت التوتر U_0 بوضع قاطع التيار K في الموضع (1) .

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) والمنحنى الممثل

لتغيرات الطاقة المغنطيسية E_m المخزونة في الوشيعة بدلالة الزمن (الشكل 3) .



الشكل 3



الشكل 2

1.1- أوجد المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار i . 0,5

1.2- اعتمادا على الشكلين (2) و (3) :

أ- حدد قيمة الطاقة الكلية E_T للدارة LC و استنتج قيمة التوتر U_0 . 0,75

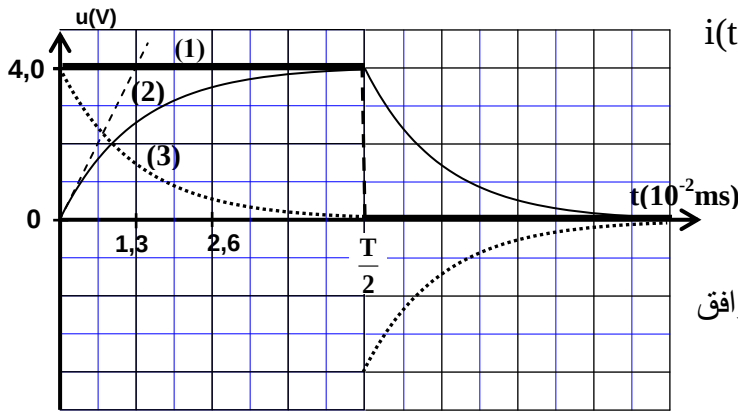
ب- حدد قيمة L . 0,5

2 - استجابة وشيعة ذات مقاومة مهمة لترتبة توتر

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

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

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



الشكل 4

2.1- أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار $i(t)$ 0,5

في المجال $0 \leq t < \frac{T}{2}$.

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 0,5

له في الشكل (4). 0,5

ب- اعتمادا على منحنيات الشكل 4 أوجد قيمة I_p . 0,5

2.3- يكتب تعبير شدة التيار $i(t)$ بدلالة الزمن في 0,5

المجال $\frac{T}{2} \leq t < T$ (دون تغيير أصل التواريخ) على الشكل $i(t) = A.e^{-\frac{t}{\tau}}$ مع A و τ ثابتان .

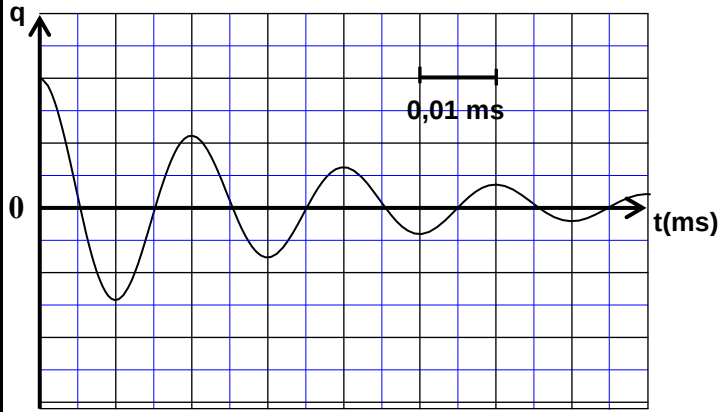
بيّن أن تعبير شدة التيار عند اللحظة $t_1 = \frac{3T}{4}$ يكتب على الشكل : $i(t_1) = I_p.e^{-2}$.

3 - التذبذبات في حالة وشيعة ذات مقاومة غير مهمة .

نعيد التجربة باستعمال التركيب الممثل في الشكل (1) وذلك بتعويض الوشيعة السابقة بوشيعة أخرى لها نفس معامل التحريض L لكن مقاومتها r غير مهمة .

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

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



الشكل (5)

3.1- اختر الجواب أو الأجوبة الصحيحة : 0,5

تكون الطاقة المخزونة في الوشعة :

(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 : 0,5

$$\frac{d^2q}{dt^2} + 2\lambda \cdot \frac{dq}{dt} + \frac{4\pi^2}{T_0^2} \cdot q = 0$$

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

3.3- علما أن تعبير شبه الدور T للتذبذبات هو 0,5

$$T = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{T_0^2} - \frac{\lambda^2}{4\pi^2}}}$$

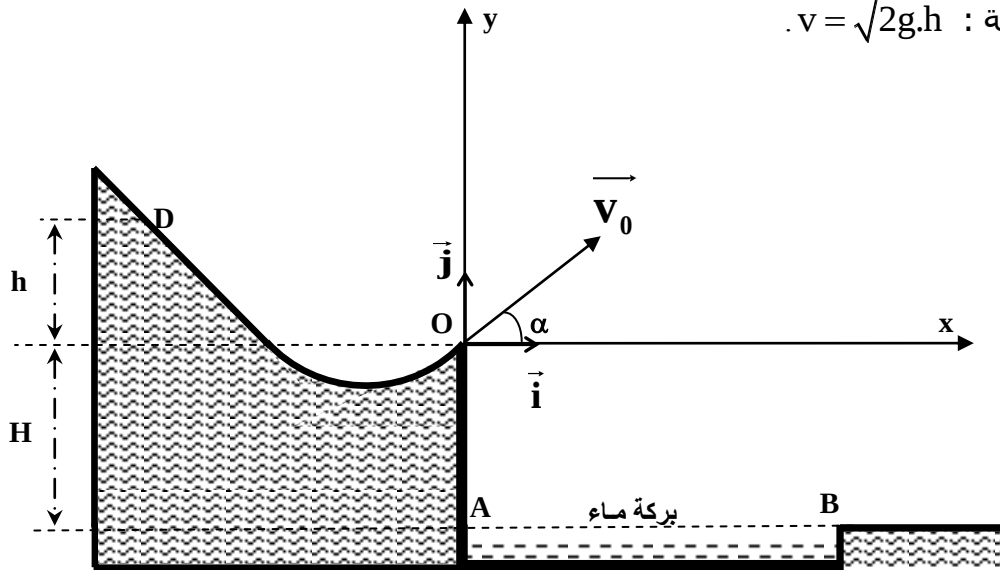
أوجد الشرط الذي يجب أن تحققه r بالنسبة لـ $\frac{L}{C}$ لتكون $T \approx T_0$

الجزءان الأول والثاني مستقلان

تمرين 3 (5,75 نقط)

الجزء الأول (2,25 نقط) : دراسة حركة متزلج

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



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 الثاني 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 :

$$y(x) = -\frac{1}{2}g \cdot \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} + x \cdot \tan \alpha$$

2- حدد القيمة الدنيا h_m للارتفاع h لكي لا يسقط المتزلج في بركة الماء .

الجزء الثاني (3,5 نقط): السقوط الرأسي لكرة فليزية .

يهدف هذا التمرين إلى دراسة حركة السقوط الرأسي لكرة فليزية في الهواء و في سائل لزج .

معطيات :

- الكتلة الحجمية للكرة : $\rho_1 = 2,70.10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ ؛

- الكتلة الحجمية للسائل اللزج : $\rho_2 = 1,26.10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ ؛

- حجم الكرة : $V = 4,20.10^{-6} \text{ m}^3$ ؛

- تسارع الثقالة : $g = 9,80 \text{ m.s}^{-2}$.

عند لحظة $t = 0$ نحرر الكرة 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 منحنى الشكل (2) تطور السرعة v لمركز القصور G للكرة خلال سقوطها في الهواء و داخل السائل اللزج .

1 - دراسة حركة الكرة في الهواء .

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

نهمل شعاع الكرة أمام الارتفاع H .

يصل مركز القصور G للكرة إلى السطح

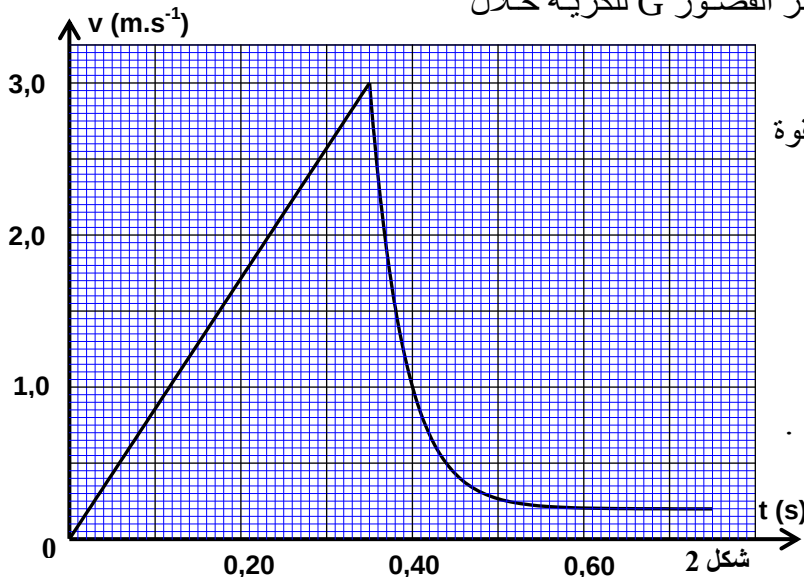
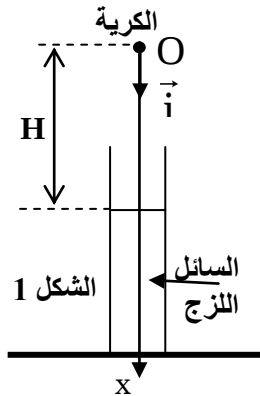
الحر للسائل اللزج عند اللحظة t_1 بسرعة v_1 .

1.1 - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، عبّر

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 الكرة داخل السائل اللزج .

تخضع الكرة أثناء سقوطها داخل السائل اللزج بالإضافة لوزنها إلى :

$$\vec{F} = -\rho_2.V.g.\vec{i} ;$$

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

ننمذج تطور السرعة v لمركز قصور الكرة في النظام العالمي للوحدات بالمعادلة التفاضلية :

$$(1) \quad \frac{dv}{dt} = 5,2 - 26.v$$

2.1 - أوجد المعادلة التفاضلية الحرفية التي تحققها السرعة v لمركز قصور الكرة بدلالة معطيات النص . 0,5

2.2 - باستعمال هذه المعادلة التفاضلية الحرفية و مبيان الشكل 2 ، تحقق من صحة المعادلة التفاضلية (1) . 0,75

2.3 - باستعمال معادلة الأبعاد، حدد بعد الثابتة k . احسب قيمة k . 0,5

2.4 - علما أن سرعة مركز قصور الكرة داخل السائل اللزج عند لحظة t_i هي $v_i = 2,38 \text{ ms}^{-1}$ ، أثبت باستعمال 0,75

طريقة أولير أن تعبير سرعة G عند اللحظة $t_{i+1} = t_i + \Delta t$ هو : $v_{i+1} = (1 - 26.\Delta t).v_i + 5,20.\Delta t$ مع خطوة الحساب . احسب v_{i+1} في حالة $\Delta t = 5,00 \text{ ms}$.