

التمرين 1 : الكيمياء (7 نقط)

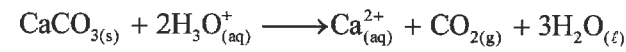
الأجزاء I و II و III مستقلة

لمحلول حمض الكلوريدريك عدة استعمالات كإزالة الترسبات الكلسية من بعض الأجهزة و أنابيب المياه و معايرة المحاليل القاعدية و تحضير بعض الغازات في المختبرات....

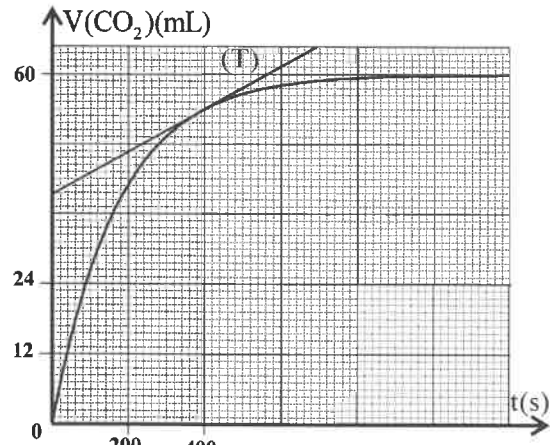
ندرس في هذا التمرين بعض التحولات الكيميائية التي يتدخل فيها حمض الكلوريدريك.

I - التتبع الزمني لتحول كيميائي بقياس حجم غاز

يتكون الكلس أساسا من كربونات الكالسيوم ذي الصيغة $CaCO_3$ الذي يتفاعل مع محلول حمض الكلوريدريك وفق المعادلة التالية:



ندرس في الجزء الأول من التمرين التتبع الزمني لهذا التفاعل. لهذا الغرض نمزج في حوجلة ، عند اللحظة $t=0$ ، كمية المادة n_0 لكربونات الكالسيوم $CaCO_{3(s)}$ و كمية وافرة من محلول مائي لحمض الكلوريدريك $H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$ ، فنحصل على خليط حجمه $V_S=100\text{ mL}$. يتم تجميع غاز ثنائي أوكسيد الكربون المتكوّن في مخبر مدرج. يمثل منحنى الشكل 1 تغير الحجم $V(CO_2)$ لغاز ثنائي أوكسيد الكربون المنبعث بدلالة الزمن.



الشكل 1

نبقى أثناء التجربة درجة الحرارة و ضغط الغاز الناتج ثابتين :
نعبر أن حجم الخليط التفاعلي يبقى ثابتا .

نفترض أن غاز ثنائي أوكسيد الكربون الناتج غازا كاملا و نذكر أن معادلة الحالة للغازات الكاملة هي: $PV=nRT$.

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

1- باستعمال الجدول الوصفي للتفاعل و معادلة الحالة للغازات الكاملة ، بيّن ، في النظام العالمي للوحدات، أن تعبير التقدم x للتفاعل عند لحظة t يكتب : $x = 41,2.V(CO_2)$. (0,5 ن)

2- حدد مبيانيا $t_{1/2}$ زمن نصف التفاعل. (0,5 ن)

3- حدد، في النظام العالمي للوحدات، السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة $t_1=390\text{ s}$. يمثل المستقيم (T) المماس للمنحنى في النقطة ذات الأضلاع t_1 . (0,5 ن)

II - معايرة محلول مائي للأمونيّك بواسطة محلول مائي لحمض الكلوريدريك

نتطرق في هذا الجزء الثاني من التمرين إلى دراسة معايرة محلول مائي للأمونيّك NH_3 ، الذي يحتويه سائل منظف، بمحلول مائي لحمض الكلوريدريك.

السائل المنظف مرّكّز. لمعايرته نخفف حجما منه 100 مرة فنحصل على محلول (S_1) .

معطيات: - تمت جميع القياسات عند درجة الحرارة 25°C ؛

- الجداء الأيوني للماء : $K_e=10^{-14}$.

المركز الوطني للتقويم والامتحانات والتوجيه

NS30

المادة	الفيزياء والكيمياء	مدة الانجاز	4
الشعبة أو المسلك	شعبة العلوم الرياضية : (أ) و (ب)	المعامل	7

يسمح باستعمال الآلة الحاسبة العلمية غير القابلة للبرمجة.

يتضمن الموضوع أربعة تمارين: تمرين في الكيمياء و ثلاثة تمارين في الفيزياء.

التمرين 1: الكيمياء (7 نقط)

- سرعة التفاعل و زمن نصف التفاعل،
- المعايرة حمض- قاعدة،
- التحليل الكهربائي لمحلول مائي.

التمرين 2 : التحولات النووية (2,5 نقطة)

- دراسة تفاعل اندماج.

التمرين 3 : الكهرباء (5 نقط)

- شحن مكثف ،
- التذبذبات الحرة و التذبذبات القسرية في دارة RLC متوالية ،
- استقبال موجة هرتزية.

التمرين 4 : الميكانيك (5,5 نقطة)

- سقوط كرية ،
- حركة متذبذب.

III - التحليل الكهربائي لمحلول حمض الكلوريدريك

لإنجاز التحليل الكهربائي لمحلول مائي لحمض الكلوريدريك $H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$ حجمه $V_0 = 500 \text{ mL}$ وتركيزه المولي $C_0 = 5.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ ، نستعمل إلكترودين من الكربون غرافيت مرتبطين بمولد للتوتر. نلاحظ انبعاث غاز ثاني الهيدروجين بجوار أحد الإلكترودين و غاز ثاني الكلور بجوار الإلكتروود الآخر.

معطيات:

- المزدوجتان Ox/Red المتدخلتان في هذا التحليل الكهربائي هما: $H^+_{(aq)} / H_{2(g)}$ و $Cl_{2(g)} / Cl^-_{(aq)}$ ؛
- الفرادي: $1F = 9,65.10^4 \text{ C.mol}^{-1}$.

- 1- اكتب المعادلة الكيميائية التي تحدث بجوار الأنود. (0,5 ن)
- 2- اكتب المعادلة الحصيلة لتفاعل هذا التحليل الكهربائي. (0,5 ن)
- 3- يمر في دارة التحليل الكهربائي ، إنطلاقاً من اللحظة $t=0$ ، تيار كهربائي شدته ثابتة $I = 0,50 \text{ A}$. أوجد قيمة pH المحلول عند اللحظة $t = 30 \text{ min}$. (0,5 ن)

التمرين 2: التحولات النووية (2,5 نقط)

يعتبر خليط الدوتيريوم ^2_1H و التريتيوم ^3_1H وقوداً لتفاعلات الاندماج في المفاعلات النووية المستقبلية. يؤدي تفاعل اندماج الدوتيريوم مع التريتيوم إلى تكوّن الهيليوم ^4_2He و نوترون.

معطيات: ثابتة أفوكادرو: $N_A = 6,022.10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ؛ $1 \text{ MeV} = 1,6022.10^{-13} \text{ J}$.

- 1- اكتب معادلة التفاعل لهذا الاندماج. (0,25 ن)
- 2- أعط عدد الاقتراحات الصحيحة من بين الاقتراحات التالية (يتم الاقتصار على إعطاء العدد) (0,5 ن)
أ- تساوي طاقة الربط لنواة جداء النقص الكتلي للنواة و سرعة انتشار الضوء في الفراغ.
ب- كتلة النواة أصغر من مجموع كتل النويات المكونة لها.
ج- يخص الانشطار النووي النوى الخفيفة (عدد الكتلة $A < 20$).

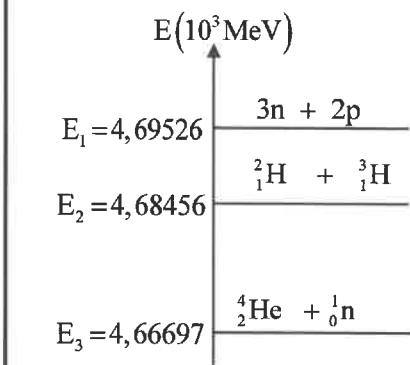
د- التفاعل $^8_4\text{Be} + ^4_2\text{He} \rightarrow ^{12}_6\text{C}$ تفاعل اندماج.

هـ- الانشطار النووي تفاعل نووي تلقائي.

3- باستعمال مخطط الطاقة جانبه، احسب بالوحدة MeV :

3-1- طاقة الربط E_r لنواة الهيليوم. (0,5 ن)

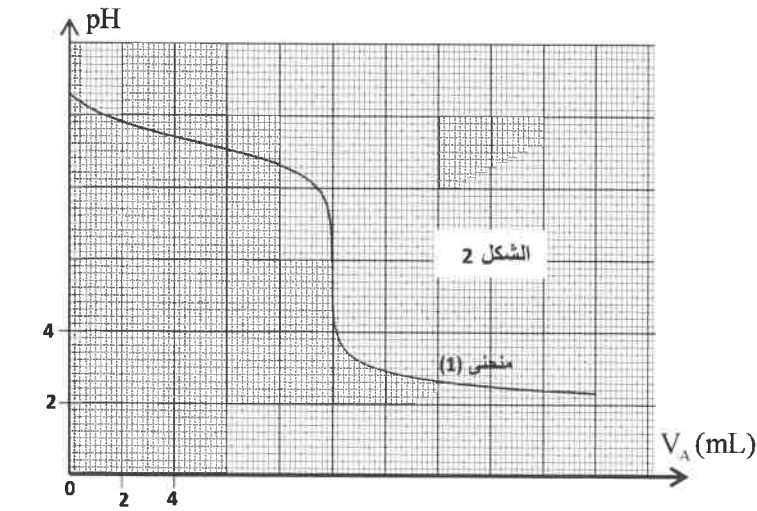
3-2- الطاقة الناتجة $|\Delta E|$ عن تفاعل هذا الاندماج. (0,5 ن)



4- استنتج الطاقة المحررة ، بالوحدة MeV عند انجاز تفاعل الاندماج بمول واحد من الدوتيريوم و مول واحد من التريتيوم. (0,25 ن)

5- تستعمل الوحدة tep (tonne d'équivalent pétrole) كوحدة للطاقة في الصناعة والاقتصاد. تمكن هذه الوحدة من مقارنة الطاقات الناتجة من مختلف المصادر.

نعير الحجم $V_B = 20 \text{ mL}$ من المحلول (S_1) بواسطة محلول مائي لحمض الكلوريدريك $H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$ تركيزه المولي $C_A = 2.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. يتتبع تغير pH الخليط التفاعلي بدلالة الحجم V_A للحمض المضاف، نحصل على المنحنى (1) الممثل في الشكل 2.



الشكل 2
ممكن برنامج ملائم من الحصول على المنحنيين (2) و (3) الممثلين لتغيرات تركيز كل من النوع الحمضي و النوع القاعدي للمزدوجة $NH^+_{4(aq)} / NH_{3(aq)}$ في الخليط التفاعلي بدلالة V_A (الشكل 3).

- 1- اكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة للتحويل الحاصل أثناء هذه المعايرة. (0,5 ن)
- 2- حدد مبيانيا الحجم V_{AB} لمحلول حمض الكلوريدريك المضاف عند التكافؤ. (0,25 ن)
- 3- بين أن التركيز المولي C_D للأمونياك في السائل المنظف المركز هو $C_D = 1 \text{ mol.L}^{-1}$. (0,5 ن)

4- بالنسبة للمحلول (S_1) الذي تمت معايرته سابقاً:

4-1- اكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لتفاعل الأمونياك مع الماء. (0,25 ن)

4-2- حدد، اعتماداً على المنحنى (1)، pH المحلول (S_1) . (0,25 ن)

4-3- حدد، حسابياً، التركيزين الموليين $[NH^+_{4(aq)}]$ و $[NH_{3(aq)}]$ في المحلول (S_1) . (0,5 ن)

4-4- استنتج قيمة

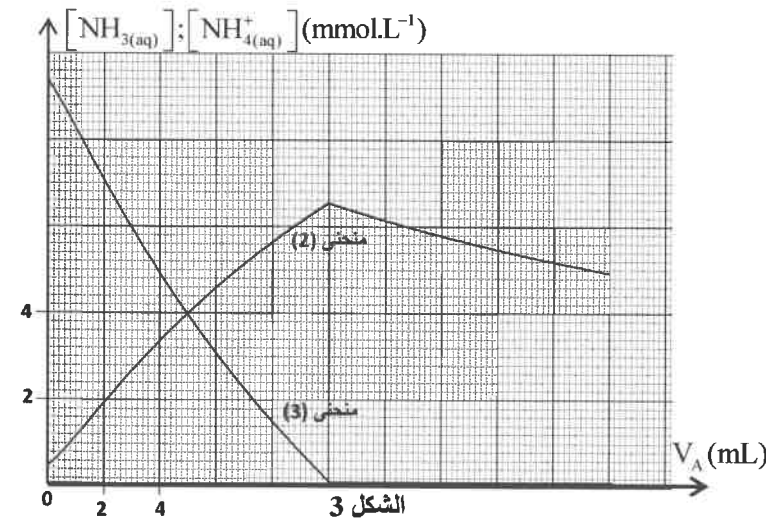
$pK_A(NH^+_{4(aq)} / NH_{3(aq)})$. (0,5 ن)

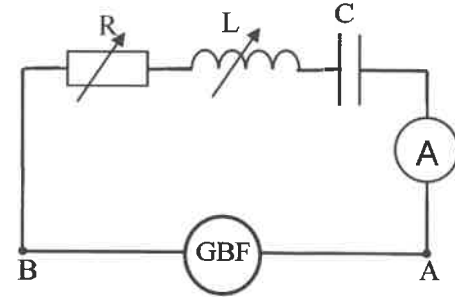
5- أوجد ثانية، باستعمال المنحنيات الثلاثة، قيمة $pK_A(NH^+_{4(aq)} / NH_{3(aq)})$. (0,5 ن)

6-1/6- عين المنحنى الموافق لتطور $[NH_{3(aq)}]$ بدلالة الحجم V_A المضاف. (0,25 ن)

6-2- أوجد، باستعمال المنحنى (1) وأحد المنحنيين (2) أو (3)، التركيز المولي $[NH_{3(aq)}]$ عندما يأخذ pH الخليط التفاعلي

القيمة $pH = 8,8$. (0,5 ن)





الشكل 3

2- المتذبذب RLC المتوالي في نظام قسري

نغذي دارة تتكون من الوشيعية و الموصل الأومي و أحد المكثفين السابقين بواسطة مولد GBF يطبق توترا متناوبا جيبيا تردده N قابل للضبط و وسعه ثابت $U_m = 100V$ (الشكل 3).

نضبط معامل التحريض L للوشيعية على القيمة $L_1 = 2,5mH$ و المقاومة R على قيمة R_1 .

بالنسبة لتردد N_0 تكون الشدة الفعالة للتيار قصوية $I_0 = 0,71A$ ، و بالنسبة للتردد $N_1 = 6,54kHz$ و $N_2 = 12,90kHz$ تأخذ الشدة الفعالة للتيار القيمة $I_{eff} = 0,50A$.

2-1- حدد قيمة N_0 . (0,5 ن)

2-2- تحقق من أن N_1 و N_2 تخدآن المنطقة الممررة ذات $-3dB$ و استنتج قيمة معامل الجودة Q . (0,5 ن)

2-3- احسب R_1 . (0,25 ن)

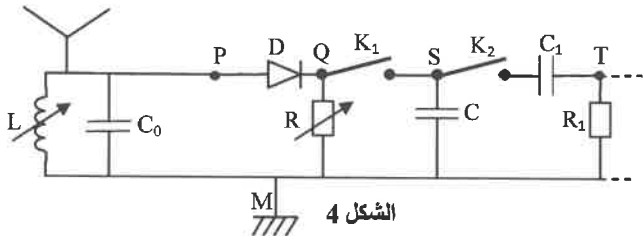
2-4- احسب، عند الرنين الكهربائي، القدرة المتوسطة المبذولة بمفعول جول. (0,5 ن)

3- استقبال موجة هرتزية

لإستقبال موجة هرتزية نستعمل تركيبا مستقبلا مكونا من سلسلة إلكترونية تضم عدة أجزاء. بعد استقبال الإشارة المضمّنة، نزيل التضمين بربط الدارة السدادة مع دارة إزالة التضمين كما هو مبين في الشكل 4.

3-1- ماذا تعني "إزالة التضمين للإشارة المستقبلية"؟ (0,25 ن)

3-2- تمثل المنحنيات (1) و (2) و (3) و (4) في الشكل 5، التوترات المعانة بواسطة وسيط معلوماتي ملائم:

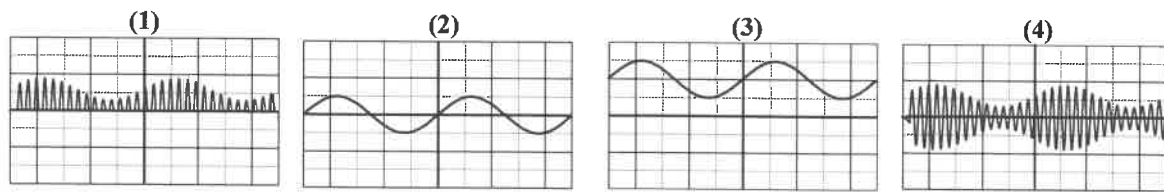


* u_{PM} مع القاطعين K_1 و K_2 مفتوحين؛

* u_{QM} مع القاطعين K_1 و K_2 مفتوحين؛

* u_{SM} مع K_1 مغلق و K_2 مفتوح؛

* u_{TM} مع القاطعين K_1 و K_2 مغلقين.



الشكل 5

أقرن، معلا جوابك، كلا من التوترين u_{TM} و u_{QM} بالمنحنى الموافق له. (0,5 ن)

يمثل 1tep الطاقة المتوسطة $4,2 \cdot 10^{10} J$ المحررة من تفاعل احتراق طن واحد من البترول.

نرمز ب n لعدد أطنان البترول التي يتعين احراقه للحصول على طاقة مكافئة لتلك المحررة لاندماج $2g$ (مول واحد) من الدوتيريوم مع $3g$ (مول واحد) من التريتيوم. أوجد n . (0,5 ن)

التمرين 3: الكهرباء (5 نقط)

تتكون الدارات الكهربائية لمجموعة من الأجهزة الكهربائية من موصلات أومية و مكثفات و وشيعات و صمامات ثنائية... ندرس في هذا التمرين:

- إستجابة ثنائي القطب RC لرتبة توتر،

- التذبذبات الحرة و التذبذبات القسرية في دارة RLC متوالية،

- استقبال موجة هرتزية.

1- شحن مكثف- تذبذبات حرة لدارة RLC متوالية

يتكون التركيب الكهربائي الممثل في الشكل 1 من:

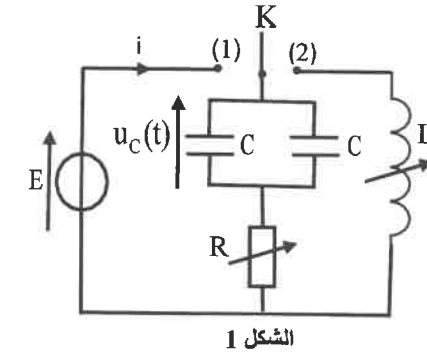
- مولد مؤمّل للتوتر قوته الكهرمحركة E ؛

- مكثفين لهما نفس السعة C ؛

- موصل أومي مقاومته R قابلة للضبط؛

- وشيعة معامل تحريضها L قابل للضبط ومقاومتها مهملة؛

- قاطع للتيار K ذي موضعين.

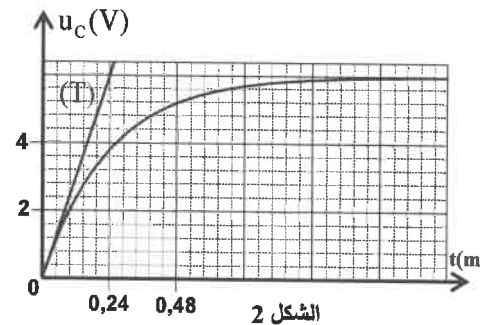


الشكل 1

نضبط المقاومة R على القيمة $R = R_0 = 1k\Omega$ و نضع القاطع K في الموضع (1) عند لحظة نتخذها أصلا للتواريخ $(t = 0)$.

مكن نظام مسك معلوماتي ملائم من خط المنحنى الممثل لتغيرات التوتر $u_C(t)$ (الشكل 2). يمثل (T) المماس للمنحنى عند النقطة

ذات الأفصول $t = 0$.



1-1- أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_C(t)$. (0,5 ن)

1-2- حدد قيمة شدة التيار i مباشرة بعد إغلاق الدارة. (0,25 ن)

1-3- تحقق من أن قيمة سعة المكثف هي $C = 120nF$. (0,5 ن)

1-4- عندما يتحقق النظام الدائم، نؤرجح القاطع K إلى الموضع (2)

عند لحظة نتخذها أصلا جديدا للتواريخ $(t = 0)$.

1-4-1- أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة $q(t)$ للمكثف

المكافئ للمكثفين. (0,5 ن)

1-4-2- أثبت تعبير المشتقة بالنسبة للزمن للطاقة الكلية E_p للدارة بدلالة R_0 والشدة $i(t)$ للتيار في الدارة، ثم علل تناقص

الطاقة الكلية E_p خلال الزمن. (0,75 ن)

معطيات: - $m = 0,1 \text{ kg}$ ؛ $\ell = 58,4 \text{ cm}$ ؛
 $J_A = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ kg.m}^2$ ؛ $C = 1,4 \text{ N.m.rad}^{-1}$ ؛
 - بالنسبة للزوايا الصغيرة نأخذ $\cos \theta = 1 - \frac{\theta^2}{2}$ و $\sin \theta = \theta$ حيث θ معبر عنها بالراديان؛
 - نأخذ $\pi^2 = 10$.

نهمّل الاحتكاكات .
 نُعلم موضع الساق OA، عند كل لحظة t، بأفصولها الزاوي θ بالنسبة لموضع توازنها المستقر .
 نزيح الساق عن موضع توازنها الرأسي بزاوية θ_m صغيرة في المنحى الموجب، ثم نحررها بدون سرعة بدئية عند لحظة نتخذها أصلا للتواريخ $t = 0$.
 ندرس حركة المتذبذب في معلم مرتبط بالمرجع الأرضي الذي نعتبره غاليليا .
 1- أثبت، باعتماد العلاقة الأساسية لديناميك في حالة الدوران، المعادلة التفاضلية التي يحققها الأفصول الزاوي θ في حالة التذبذبات ذات الوسع الصغير. (0,5 ن)

2- نختار الموضع حيث $\theta = 0$ كمركز لطاقة وضع اللي ($E_{pt} = 0$) والمستوى الأفقي الذي يتضمن النقطة O كمستوى مرجعي لطاقة الوضع الثقالية ($E_{pp} = 0$) .

2-1- بين أن تعبير طاقة الوضع الكلية للمتذبذب $E_p = E_{pt} + E_{pp}$ عند لحظة t هو $E_p = \frac{1}{2}(C - mg\ell)\theta^2 + mg\ell$. (0,75 ن)
 2-2- أثبت ثانية، باعتماد دراسة طاقة، المعادلة التفاضلية للحركة في حالة التذبذبات ذات الوسع الصغير. (0,5 ن)
 2-3- في حالة $C > mg\ell$ يُكتب حل المعادلة التفاضلية

على شكل: $\theta(t) = \theta_m \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \varphi\right)$.

2-3-1- أوجد تعبير الدور الخاص T_0 بدلالة C و J_A و ℓ و g . (0,5 ن)

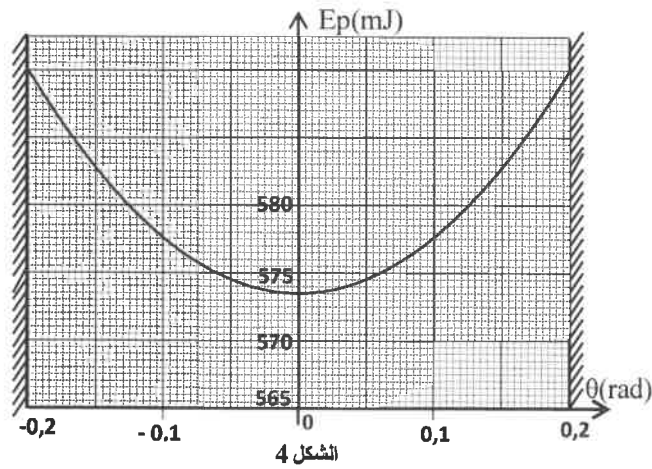
2-3-2- احسب g علما أن $T_0 = 1,1 \text{ s}$. (0,5 ن)

2-4- يمثل منحنى الشكل 4 تغيرات طاقة الوضع الكلية E_p بدلالة θ .

2-4-1- حدد مبيانيا قيمة الطاقة الميكانيكية. (0,25 ن)

2-4-2- أوجد القيمة المطلقة للسرعة الزاوية $\dot{\theta}$ للمتذبذب

عندما يأخذ الأفصول الزاوي القيمة $\theta = 0,125 \text{ rad}$. (0,5 ن)



التمرين 4: الميكانيك (5,5 نقطة)

الجزء I و II مستقلان

الجزء I : دراسة سقوط كرية

نحرر من نقطة O في مجال الثقالة، بدون سرعة بدئية، عند اللحظة $t = 0$ كرية (S) كتلتها m (الشكل 1).

تخضع الكرية لقوتين :

- وزنها \vec{P} ،

- تأثير الهواء المنمذج بالقوة $\vec{R} = -\lambda \cdot \vec{v}$ ، مع λ ثابتة موجبة ($\lambda > 0$) و \vec{v} متجهة السرعة للكربية حيث $\vec{v} = v \cdot \vec{k}$.

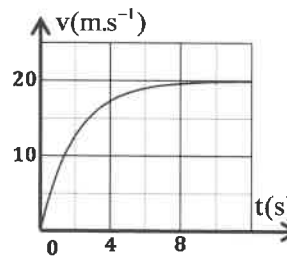
ندرس حركة الكرية في معلم (O, \vec{k}) مرتبط بالمرجع الأرضي الذي نعتبره غاليليا .

معطيات: - $m = 100 \text{ g}$ ؛

- $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ (شدة الثقالة).



الشكل 1



الشكل 2

يمثل منحنى الشكل 2 تطور سرعة الكرية بدلالة الزمن.

1- بين أن المعادلة التفاضلية التي تحققها السرعة v لحركة الكرية تكتب :

$$(0,5 \text{ ن}). \frac{dv}{dt} + \frac{\lambda}{m} \cdot v = g$$

2- أوجد قيمة λ . (0,5 ن)

3- قارن R شدة القوة المقرونة بتأثير الهواء بشدة الوزن P للكربية خلال النظام الانتقالي

و خلال النظام الدائم. (0,5 ن)

4- نرسل الآن الكرية من النقطة O، عند اللحظة $t = 0$ ، رأسيا نحو الأسفل بسرعة $\vec{V}_0 = V_0 \cdot \vec{k}$ حيث $V_0 > v_L$ (تمثل v_L السرعة

الحدية للكربية).

يكتب حل المعادلة التفاضلية على الشكل $v(t) = A + Be^{-\frac{t}{\tau}}$ حيث A و B ثابتان و τ الزمن المميز للحركة.

ارسم كيفية شكل منحنى تطور السرعة $v(t)$ للكربية خلال حركتها. (0,5 ن)

الجزء II : دراسة حركة متذبذب: جهاز لقياس شدة الثقالة

يُمكن الغرافيمتر (le gravimètre) من قياس شدة الثقالة g بدقة عالية.

ننمذج هذا الجهاز بمتذبذب مُكوّن من:

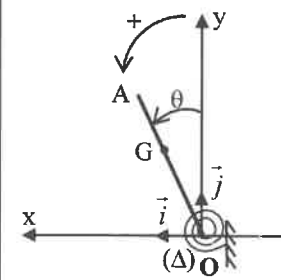
- ساق OA مركز قصورها G وكتلتها m وعزم قصورها J_A بالنسبة لمحور (Δ) أفقي و مار من

النقطة O. الساق قابلة للدوران حول المحور (Δ) في المستوى الرأسي (Oxy). يوجد مركز

القصور G على مسافة $OG = \ell$ من المحور (Δ) (الشكل 3).

- نابض حلزوني يمكن من إرجاع الساق إلى وضعها الرأسي وذلك بتطبيق مزدوجة عزمها $M_A = -C \cdot \theta$ بالنسبة للمحور (Δ)

حيث C ثابتة موجبة و θ زاوية الدوران معبر عنها بالراديان.



الشكل 3