

الصفحة	1	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا الدورة العادية 2019 ○ - الموضوع - Y.D ***** NS30 *****	السلطة المغربية وزارة التربية الوطنية والتعليم العالي والبحث العلمي المركز الوطني للتقويم والامتحانات والتوجيه
8			
4	مدة الانجاز		المادة
7	المعامل	شعبة العلوم الرياضية : (أ) و (ب)	الشعبة أو المسلك

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،
- المعايير 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 دائرة RLC متوالية ،
- استقبال موجة هرتزية.

التمرين 4 : الميكانيك (5,5 نقطة)

- سقوط كرية ،
- حركة متذبذب.



التمرين 1 : الكيمياء (7 نقط)

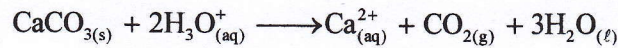
الأجزاء I و II و III مستقلة

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

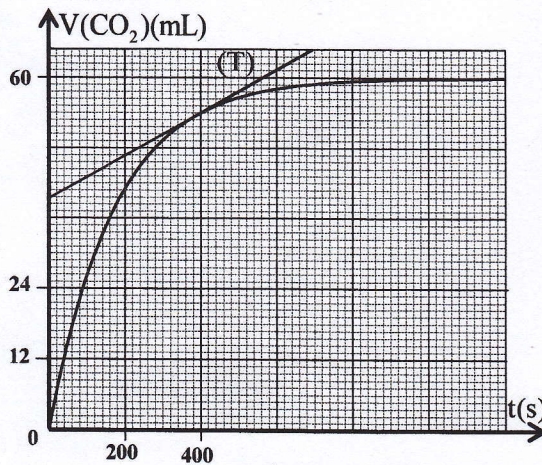
ندرس في هذا التمرين بعض التحولات الكيميائية التي يتدخل فيها حمض الكلوريدريك.

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 $\text{CaCO}_{3(s)}$ و كمية وافرة من محلول مائي لحمض الكلوريدريك $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$ ، فنحصل على خليط حجمه $V_s = 100 \text{ mL}$. يتم تجميع غاز ثنائي أوكسيد الكربون المتكون في مخبر مدرج. يمثل منحنى الشكل 1 تغير الحجم $V(\text{CO}_2)$ لغاز ثنائي أوكسيد الكربون المنبعث بدلالة الزمن.



الشكل 1

نبقى أثناء التجربة درجة الحرارة و ضغط الغاز الناتج ثابتين :
 $P = 1,02 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ و $T = 25^\circ \text{C} = 298 \text{ K}$. نعتبر 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 : $x = 41,2 \cdot V(\text{CO}_2)$ (ن 0,5)

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

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

II - معايرة محلول مائي للأمونيak بواسطة محلول مائي لحمض الكلوريدريك

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

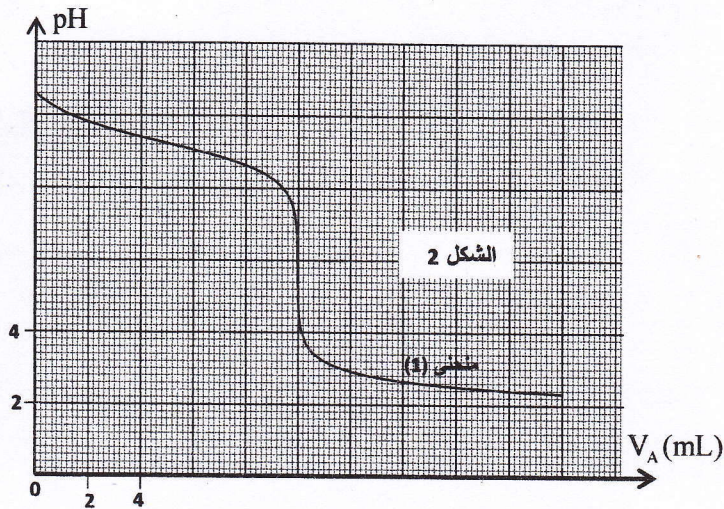
السائل المنظف مركّز. لمعايرته نخفف حجما منه 100 مرة فنحصل على محلول (S_1) .

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

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



نعاير الحجم $V_B = 20 \text{ mL}$ من المحلول (S_1) بواسطة محلول مائي لحمض الكلوريدريك $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ 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 برنام ملائم من الحصول على المنحنيين (2) و (3) الممثلين لتغيرات تركيز كل من النوع الحمضي و النوع القاعدي للمزدوجة $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3(\text{aq})$ في الخليط التفاعلي بدلالة V_A (الشكل 3).

1- اكتب المعادلة الكيميائية النمذجة للتحويل الحاصل أثناء هذه المعايرة. (0,5 ن)

2- حدد مبيانيا الحجم V_{AE} 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 سابقا:

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

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

4-3 حدد، حسابيا، التركيزين الموليين $[\text{NH}_3(\text{aq})]$ و $[\text{NH}_4^+(\text{aq})]$ في المحلول (S_1). (0,5 ن)

4-4 استنتج قيمة

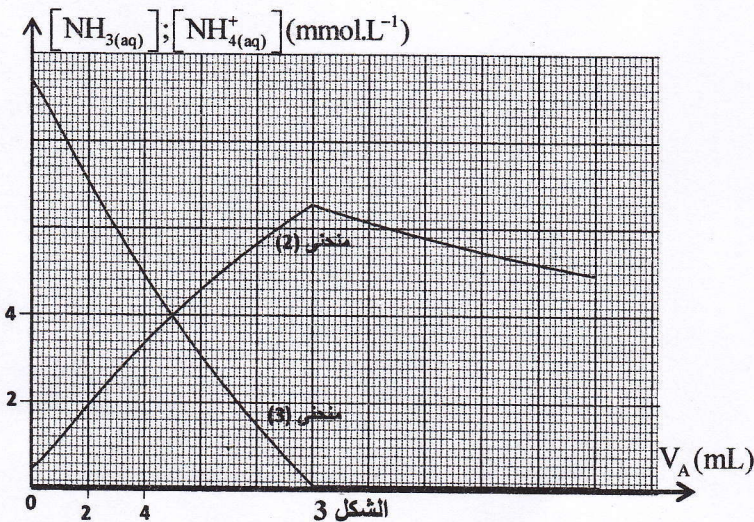
$\text{pK}_A(\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3(\text{aq}))$. (0,5 ن)

5- أوجد ثانية، باستعمال المنحنيات الثلاثة، قيمة $\text{pK}_A(\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3(\text{aq}))$. (0,5 ن)

6-1/6 عين المنحنى الموافق لتطور $[\text{NH}_3(\text{aq})]$ بدلالة الحجم V_A المضاف. (0,25 ن)

6-2 أوجد، باستعمال المنحنى (1) وأحد المنحنيين (2) أو (3)، التركيز المولي $[\text{NH}_3(\text{aq})]$ عندما يأخذ pH الخليط التفاعلي

القيمة $\text{pH} = 8,8$. (0,5 ن)





III - التحليل الكهربائي لمحلول حمض الكلوريدريك

لإنجاز التحليل الكهربائي لمحلول مائي لحمض الكلوريدريك $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ 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 ثنائي الهيدروجين بجوار أحد الإلكترودين و غاز ثنائي الكلور بجوار الإلكترود الآخر.

معطيات:

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

- 1- اكتب المعادلة الكيميائية التي تحدث بجوار الأنود. (0,5 ن)
- 2- اكتب المعادلة الحاصلة لتفاعل هذا التحليل الكهربائي. (0,5 ن)
- 3- يمر في دائرة 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 الاختصار على إعطاء العدد) (0,5 ن)
أ- تساوي طاقة الربط لنواة جداء النقص الكتلي للنواة و سرعة انتشار الضوء في الفراغ.

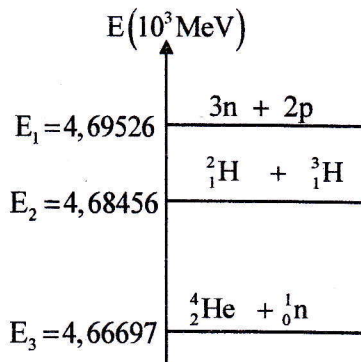
ب- كتلة النواة أصغر من مجموع كتل النويات المكونة لها.

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_f 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 و الاقتصاد. تمكن هذه الوحدة من مقارنة الطاقات الناتجة من مختلف المصادر.



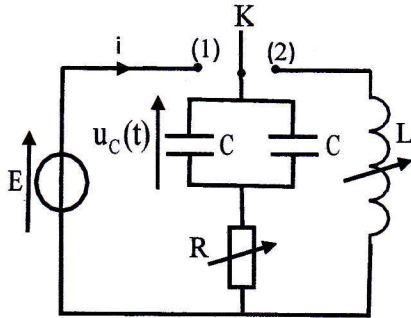
يمثل 1tep الطاقة المتوسطة $4,2 \cdot 10^{10} \text{ J}$ المحررة من تفاعل احتراق طن واحد من البترول.
نرمز بـ n لعدد أطنان البترول التي يتعين احراقه للحصول على طاقة مكافئة لتلك المحررة لاندماج 2 g (مول واحد) من
الدوتيريوم مع 3 g (مول واحد) من التريتيوم. أوجد n . (0,5 ن)

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،
- إستقبال موجة هرتزية.

1- شحن مكثف- تذبذبات حرة لدارة RLC متوالية

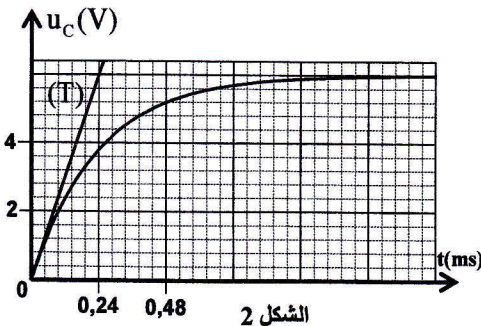


الشكل 1

يتكون التركيب الكهربائي الممثل في الشكل 1 من:

- مولد مؤتمل 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.

نضبط المقاومة R على القيمة $R = R_0 = 1 \text{ k}\Omega$ ونضع القاطع K في الموضع (1) عند لحظة نتخذها أصلا للتواريخ $(t = 0)$.
ممكن نظام مسك معلوماتي ملائم من خط المنحنى الممثل لتغيرات التوتر $u_C(t)$ (الشكل 2). يمثل (T) المماس للمنحنى عند النقطة
ذات الأفصول $t = 0$.



الشكل 2

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 $C = 120 \text{ nF}$. (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

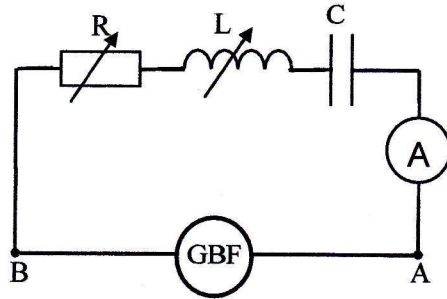
المكافئ للمكثفين. (0,5 ن)

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

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



2- المتذبذب RLC المتوالي في نظام قسري



الشكل 3

نغذي دائرة تتكون من الوشيعة و الموصل الأومي و أحد المكثفين السابقين بواسطة مولد GBF يطبق توترا متناوبا جيبييا بترده N قابل للضبط و وسعه ثابت $U_m = 100V$ (الشكل 3).

نضبط معامل التحريض L للوشيعة على القيمة $L_1 = 2,5mH$

و المقاومة R على قيمة R_1 .

بالنسبة لتردد N_0 تكون الشدة الفعالة للتيار قصوىة $I_0 = 0,71A$ ، 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_2 و N_1 تخذان 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 المبذدة بمفعول جول. (0,5 ن)

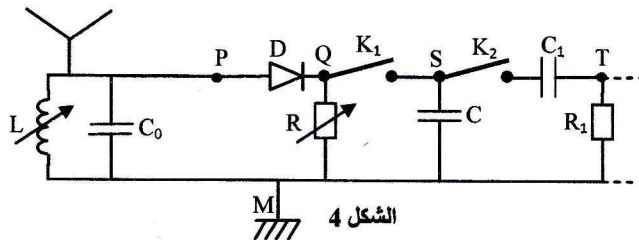
3- استقبال موجة هرتزية

لإستقبال موجة هرتزية نستعمل تركيبا مستقبلا مكوّنا من سلسلة إلكترونية تضم عدة أجزاء.

بعد استقبال الإشارة المضمّنة، نزيل التضمين بربط الدارة السدادة مع دائرة إزالة التضمين كما هو مبين في الشكل 4 .

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

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



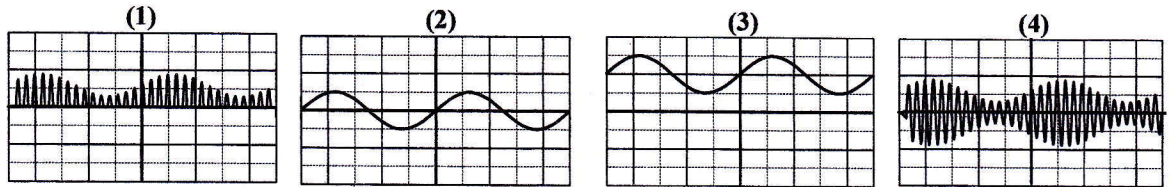
الشكل 4

* 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)



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

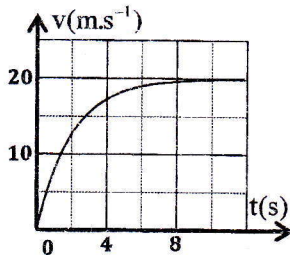
ندرس حركة الكرية في معلم $(O, \vec{k})$ مرتبط بالمرجع الأرضي الذي نعتبره غاليليا.

معطيات : $m = 100g$ ؛

- $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ (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 :

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

2- أوجد قيمة λ . (0,5 ن)

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

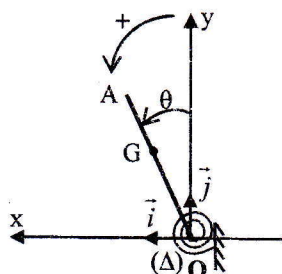
و خلال النظام الدائم. (0,5 ن)

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 للكرية).

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

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



الشكل 3

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.



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 $\cos \theta \approx 1 - \frac{\theta^2}{2}$ و $\sin \theta \approx \theta$ حيث θ معبر عنها بالراديان؛

- نأخذ $\pi^2 = 10$.

نهمل الاحتكاكات.

نُعلم موضع الساق OA، عند كل لحظة t ، بأفصولها الزاوي θ بالنسبة لموضع توازنها المستقر.

نزيع الساق عن موضع توازنها الرأسي بزاوية θ_m صغيرة في المنحنى 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 للديناميك في حالة الدوران، المعادلة التفاضلية التي يحققها الأفصول الزاوي θ في حالة

التذبذبات ذات الوسع الصغير. (0,5 ن)

2- نختار الموضع حيث $\theta = 0$ كمراجع 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 ثانياً، 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: $\theta(t) = \theta_m \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$.

2-3-1- أوجد تعبير الدور الخاص T_0 بدلالة C و m

و ℓ و J_A و g . (0,5 ن)

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

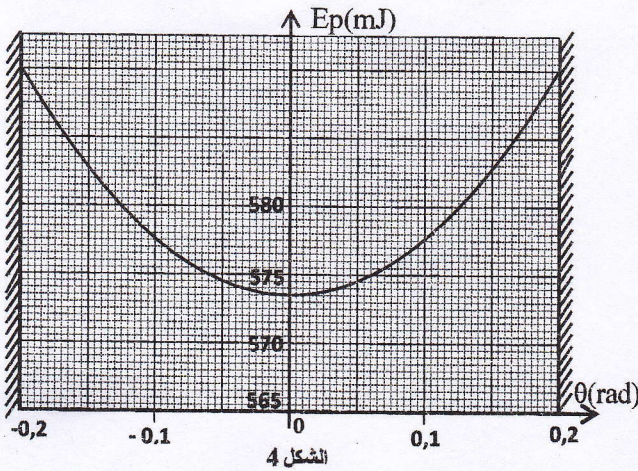
2-4- يمثل منحنى الشكل 4 تغيرات طاقة الوضع الكلية

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)



7ن

التمرين 1: الكيمياء

الجزء الأول: التتبع الزمني لتحول كيميائي بقياس حجم غاز

1. الجدول للوصفي لتقدم التفاعل :

المعادلة الكيميائية		$\text{CaCO}_{3(s)} + 2\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} \rightarrow \text{Ca}^{2+}_{(aq)} + \text{CO}_{2(g)} + 3\text{H}_2\text{O}_{(l)}$					
حالة المجموعة	تقدم التفاعل	كميات المادة بالمول					
بدئية	0	n_0	بوفرة	0	0	بوفرة	0
وسيطية	X	$n_0 - x$	بوفرة	X	X	بوفرة	X

0,5

حسب الجدول الوصفي نكتب : $n_t(\text{CO}_2) = x$ وحسب معادلة الحالة للغازات الكاملة نجد أن : $n_t(\text{CO}_2) = x = \frac{P \cdot V(\text{CO}_2)}{R \cdot T}$ ت.ع. $x = \frac{1,02 \cdot 10^5 \cdot V(\text{CO}_2)}{8,31,298} = 41,2 \cdot V(\text{CO}_2)$ 2. تحديد زمن نصف التفاعل : $V_{t/2}(\text{CO}_2) = \frac{V_{\max}(\text{CO}_2)}{2} = 30 \text{ mL}$ $x_{t/2} = \frac{x_m}{2} \Leftrightarrow V_{t/2}(\text{CO}_2) = \frac{V_{\max}(\text{CO}_2)}{2} = 30 \text{ mL}$ مبيانيا نجد أن : $t_{1/2} \approx 120 \text{ s}$

0,5

3. حساب السرعة الحجمية للتفاعل :

لدينا : $v = \frac{1}{V_s} \cdot \frac{dx}{dt} = \frac{1}{V_s} \cdot 41,2 \frac{dV(\text{CO}_2)}{dt}$ ت.ع. $v(t_1) = \frac{1}{100 \cdot 10^{-3}} \cdot 41,2 \cdot \frac{(60 - 39,2) \cdot 10^{-3}}{(560 - 0)} = 1,50 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$

0,5

الجزء الثاني: معايرة محلول مائي للأمونياك بواسطة محلول مائي لحمض الكلوريدريك

1. معادلة تفاعل المعايرة الحاصل : $\text{NH}_{3(aq)} + \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} \rightarrow \text{NH}_4^+_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$

0,5

2. مبيانيا نجد : $V_{AE} = 10 \text{ mL}$

0,25

3. لنبين أن : $C_D = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$: $C_D = 100 \cdot C_B = 100 \cdot \frac{C_A \cdot V_{AE}}{V_B} = 100 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-2} \cdot 10}{20} = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

0,5

4.

4.1. معادلة تفاعل الأمونياك مع الماء : $\text{NH}_{3(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+_{(aq)} + \text{HO}^-_{(aq)}$

0,25

4.2. عند الحجم $V_A = 0$: نجد أن pH المحلول (S_1) هو : $\text{pH} \approx 10,6$

0,25

4.3. تحديد التركيزين : $[\text{NH}_4^+_{(aq)}] = [\text{HO}^-_{(aq)}] = \frac{K_e}{10^{-\text{pH}}} = 10^{-14+10,6} = 3,98 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

0,5

و $[\text{NH}_{3(aq)}] = C_B - [\text{HO}^-_{(aq)}] = 10^{-2} - 3,98 \cdot 10^{-4} = 9,60 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

$$4.4. \text{ قيمة } pK_A : pK_A = \text{pH} - \log \left[\frac{[\text{NH}_3(\text{aq})]}{[\text{NH}_4^+(\text{aq})]} \right] = 10,6 - \log \left(\frac{9,60 \cdot 10^{-3}}{3,98 \cdot 10^{-4}} \right) \approx 9,2$$

0,5

5. قيمة pK_A : مثلا عند صب الحجم : $V_A = 4 \text{ mL}$ نجد مبيانيا :

0,5

$$pK_A = \text{pH} - \log \left[\frac{[\text{NH}_3(\text{aq})]}{[\text{NH}_4^+(\text{aq})]} \right] = 10,6 - \log \left(\frac{5 \cdot 10^{-3}}{3,3 \cdot 10^{-4}} \right) \approx 9,2$$

6.

6.1. المنحنى (3) هو الموافق لتغيرات $[\text{NH}_3(\text{aq})]$ بدلالة الحجم V_A المضاف .

0,25

6.2. إيجاد التركيز المولي $[\text{NH}_3(\text{aq})]$ عندما يكون : $\text{pH} = 8,8$.

0,5

حسب المنحنى (1) نجد أن $V_A = 7,2 \text{ mL}$ توافق $\text{pH} = 8,8$ ؛

$$\text{وحسب المنحنى (3) نجد أن: } [\text{NH}_3(\text{aq})] = 2 \text{ mmol.L}^{-1}$$

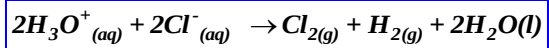
الجزء الثالث : التحليل الكهربائي لمحلول حمض الكلوريدريك

1. المعادلة الكيميائية التي تحدث بجوار الأنود: أكسدة أيونات Cl^- : $2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Cl}_{2(\text{g})} + 2\text{e}^-$

0,5

2. المعادلة الحصيلة أثناء التحليل الكهربائي: $2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Cl}_{2(\text{g})} + \text{H}_{2(\text{g})}$ أو

0,5



3. قيمة pH عند اللحظة $t = 30 \text{ min}$:

0,5

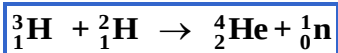
$$\text{لدينا: } Q_t = I.t = n(\text{e}^-).F \Leftrightarrow n(\text{e}^-) = \frac{I.t}{F} = 2.x$$

حسب الجدول الوصفي لتفاعل التحليل الكهربائي: $[\text{H}_3\text{O}^+]_0 = C_0$ و $[\text{H}_3\text{O}^+]_t = C_0 - \frac{2.x}{V_0} = C_0 - \frac{I.t}{F.V_0}$

$$\text{وبالتالي: } \text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]_t = -\log\left(C_0 - \frac{I.t}{F.V_0}\right) \text{ ت.ع: } \text{pH} = -\log\left(0,05 - \frac{0,5 \cdot 30 \cdot 60}{96500 \cdot 0,5}\right) = 1,50$$

التمرين 2 : التحولات النووية

2,5



0,25

2. عدد الاقتراحات الصحيحة هما اقتراحين فقط.

0,5

3.

$$3.1. \text{ طاقة الربط لنواة الهيليوم: مبيانيا نجد أن: } E_1({}^4_2\text{He}) = (4,69526 - 4,66697) \cdot 10^3 = 28,29 \text{ MeV}$$

0,5

$$3.2. \text{ الطاقة الناتجة عن التفاعل: } |\Delta E| = E_2 - E_1 = (4,68456 - 4,66697) \cdot 10^3 = 17,59 \text{ MeV}$$

0,5

4. الطاقة المحررة:	$E = N_A \cdot \Delta E = 6,022 \cdot 10^{23} \cdot 17,59 = 1,05927 \cdot 10^{25} \text{ MeV}$	0,25
5. تحديد قيمة n:	$n = \frac{E}{E'} = \frac{1,05927 \cdot 10^{25} \cdot 1,6022 \cdot 10^{-13}}{4,2 \cdot 10^{10}} = 40,4$	0,5
التمرين 3 : الكهرباء		5 ن
1. شحن مكثف - تذبذبات حرة لدائرة RLC متوالية		
1.1. إثبات المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر :		0,5
حسب قانون إضافية التوترات نكتب: $u_R + u_C = E$ أي أن $R_0 \cdot i + u_C = E$		
وبما أن : $i = C_{eq} \cdot \frac{du_C}{dt} = 2C \cdot \frac{du_C}{dt}$ فإن : $2R_0 C \cdot \frac{du_C}{dt} + u_C = E$		
1.2. قيمة شدة التيار مباشرة بعد إغلاق الدارة : $i(0) = \frac{E}{R_0} = \frac{6}{1000} = 6 \text{ mA}$		0,25
1.3. التحقق من قيمة سعة المكثف: $C = \frac{\tau}{2R_0} = \frac{0,24 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^3} = 1,2 \cdot 10^{-7} \text{ F} = 120 \text{ nF}$		0,5
1.4.		
1.4.1. إثبات المعادلة التفاضلية التي يحققها الشحنة :		0,5
حسب قانون إضافية التوترات نكتب: $u_L + u_C + u_R = 0$		
ونعلم أن: $i = \frac{dq}{dt}$ و $q = 2C \cdot u_C$ إذن: $L \cdot \frac{d^2 q}{dt^2} + \frac{q}{2C} + R_0 \cdot \frac{dq}{dt} = 0$ وبالتالي:		
1.4.2. إثبات تعبير المشتقة بالنسبة للزمن للطاقة الكلية:		0,75
لدينا: $E_T = \xi_e + \xi_m = \frac{1}{2} C \cdot u_C^2(t) + \frac{1}{2} L \cdot i^2(t)$		
أي أن : $\frac{dE_T}{dt} = C_{eq} \cdot u_C(t) \cdot \frac{dq(t)}{dt} + L \cdot i(t) \cdot \frac{di(t)}{dt} = \frac{q(t)}{2C} \frac{dq(t)}{dt} + L \cdot \frac{dq(t)}{dt} \cdot \frac{d^2 q(t)}{dt^2}$		
إذن: $\frac{dE_T}{dt} = \frac{dq(t)}{dt} \left[\frac{q(t)}{2C} + L \cdot \frac{d^2 q(t)}{dt^2} \right]$		
وحسب المعادلة التفاضلية السابقة نجد: $\frac{dE_T}{dt} = \frac{dq(t)}{dt} \left[\frac{q(t)}{2C} + L \cdot \frac{d^2 q(t)}{dt^2} \right]$		
وبالتالي: $\frac{dE_T}{dt} = - \frac{dq(t)}{dt} \left(R_0 \cdot \frac{dq}{dt} \right) = -R_0 \cdot \left(\frac{dq}{dt} \right)^2 = -R_0 \cdot (i)^2$		
يعل تناقص الطاقة بتبديدها بمفعول جول في الدارة نظرا لوجود المقاومة R_0 .		

2. المتذبذب RLC المتوالي في نظام قسري

2.1 تحديد قيمة N_0 : عند الرنين: $N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{2,5 \cdot 10^{-3} \cdot 120 \cdot 10^{-9}}} = 9,19 \text{ kHz}$

0,5

2.2 لدينا: $N_1 < N_0 < N_2$ و $I_{\text{eff}} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$ ؛ حساب معامل الجودة: $Q = \frac{N_0}{\Delta N} = \frac{9,19}{12,90 - 6,54} = 1,45$

0,5

2.3 قيمة R_1 : عند الرنين: $R_1 = Z = \frac{U_m}{I_m} = \frac{100}{\sqrt{2} \cdot 0,71} \approx 100 \Omega$

0,25

2.4 قيمة القدرة المتوسطة المبذودة بمفعول جول: $P_m = R_1 \cdot I_0^2 = 100 \cdot 0,71^2 \approx 50 \text{ W}$

0,5

3. استقبال موجة هرتزية

3.1 تعني إزالة التضمين للإشارة المستقبلية استرجاع الموجة الهرتزية المضمنة الوسع.

0,25

3.2 يوافق المنحنى (1) التوتر u_{QM} لأنه يمثل التوتر المقوم بواسطة الصمام الثنائي بينما يوافق

0,5

المنحنى (2) التوتر u_{TM} لأنه يوافق التوتر الذي أزيلت مركبته المستمرة.

التمرين 4: الميكانيك

5,5

الجزء 1: دراسة سقوط كرية

1. لنبين أن المعادلة التفاضلية التي تحققها السرعة تكتب على الشكل: $\frac{dv}{dt} + \frac{\lambda}{m} \cdot v = g$

0,5

تخضع الكرية (S) لوزنها $\vec{P}$ ولتأثير الهواء $\vec{R}$
حسب القانون الثاني لنيوتن ، نكتب: $\vec{P} + \vec{R} = m \cdot \vec{a}_G$

نسقط العلاقة على المحور الرأسي (Oz): $P_z + R_z = m \cdot a_{Gz} = m \cdot \frac{dv}{dt}$

أي أن: $m \cdot g - \lambda \cdot v = m \cdot \frac{dv}{dt}$ ومنه: $g = \frac{\lambda}{m} \cdot v + \frac{dv}{dt}$ وبالتالي: $\frac{dv}{dt} + \frac{\lambda}{m} \cdot v = g$

2. تحديد قيمة λ : مبيانانجد: $v_{\text{lim}} = 20 \text{ m.s}^{-1}$ ولدينا:

0,5

$\lambda = \frac{m \cdot g}{v_{\text{lim}}} = \frac{0,1 \cdot 10}{20} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ kg.s}^{-1}$

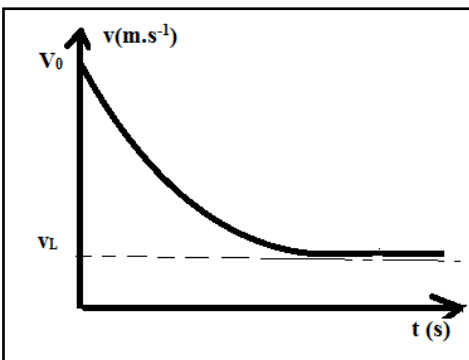
3. خلال النظام الانتقالي: $P > R$ لأن السرعة تتزايد وخلال النظام الدائم:

0,5

$P = R$ (السرعة ثابتة).

0,5

4. شكل المنحنى:



الجزء 2 : دراسة حركة متذبذب

1. إثبات المعادلة التفاضلية التي يحققها الأفصول الزاوي θ :

0,5

حسب العلاقة الأساسية للتحريك في حالة الدوران؛ نكتب : $M_A(\vec{P}) + M_A(\vec{R}) + M_A = J_A \cdot \ddot{\theta}$

أي أن : $m.g.l.\sin\theta - C.\theta = J_A \cdot \ddot{\theta}$

في حالة التذبذبات الصغيرة تصبح العلاقة : $m.g.l.\theta - C.\theta = J_A \cdot \ddot{\theta}$

$$\ddot{\theta} + \frac{C - m.g.l}{J_A} \cdot \theta = 0 \quad \text{ومنه}$$

2.1 لنبين أن : $E_p = \frac{1}{2} \cdot (C - m.g.l) \cdot \theta^2 + m.g.l$ 0,75

لدينا : $E_{pp} = m.g.y + K_1$ وحسب الحالة المرجعية نجد أنه $E_{pp}=0$ عند $y = 0$ ومنه : $K_1 = 0$

$$E_{pp} = m.g.y = m.g.l.\cos\theta = m.g.l.\left(1 - \frac{\theta^2}{2}\right) \quad \text{ومنه}$$

لدينا : $E_{pt} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot \theta^2 + K_2$ وحسب الحالة المرجعية نجد أن : $K_2 = 0$ ومنه :

$$E_{pt} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot \theta^2 + K_2$$

$$E_p = \frac{1}{2} \cdot (C - m.g.l) \cdot \theta^2 + m.g.l \quad \text{فإن} \quad E_p = E_{pp} + E_{pt}$$

2.2 إثبات المعادلة التفاضلية: 0,5

$$E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2} J_A \cdot \dot{\theta}^2 + \frac{1}{2} \cdot (C - m.g.l) \cdot \theta^2 + m.g.l \quad \text{نظم أن:}$$

وبما أن الاحتكاكات مهملة فإن : $\frac{dE_m}{dt} = 0$. أي أن : $J_A \cdot \dot{\theta} \cdot \ddot{\theta} + (C - m.g.l) \cdot \theta \cdot \dot{\theta} = 0$

$$\ddot{\theta} + \frac{C - m.g.l}{J_A} \cdot \theta = 0 \quad \text{ومنه}$$

2.3

2.3.1 إيجاد تعبير الدور الخاص:

0,5

$$\ddot{\theta}(t) = -\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 \cdot \theta(t) \quad \text{أي أن} \quad \theta(t) = \theta_m \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t + \varphi\right) \quad \text{لدينا}$$

نعوض في المعادلة التفاضلية فنجد:
$$\left(-\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 + \frac{C - m.g.l}{J_A}\right).\theta = 0$$

ومنه:
$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{J_A}{C - m.g.l}}$$

2.3.2. حساب قيمة g:

0,5

لدينا:
$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{J_A}{C - m.g.l}}$$
 إذن:
$$g = \frac{1}{m.l} \cdot \left(C - \frac{4\pi^2 \cdot J_A}{T_0^2}\right)$$

ت.ع:
$$g = \frac{1}{0,1.0,584} \cdot \left(1,4 - \frac{4\pi^2 \cdot 2,5.10^{-2}}{1,1^2}\right) = 9,82 \text{ m.s}^{-2}$$

2.4

2.4.1. قيمة الطاقة الميكانيكية : مبيانيا:
$$E_m = 590 \text{ mJ}$$
 0,25

2.4.2. حساب القيمة المطلقة للسرعة الزاوية:

0,5

لدينا:
$$E_C = E_m - E_p = \frac{1}{2} J_A \cdot \dot{\theta}^2$$
 إذن:
$$|\dot{\theta}| = \sqrt{\frac{2 \cdot (E_m - E_p)}{J_A}}$$

ت.ع:
$$|\dot{\theta}| = \sqrt{\frac{2 \cdot (590 - 580) \cdot 10^{-3}}{2,5 \cdot 10^{-2}}} \approx 0,89 \text{ rad.s}^{-1}$$

لا تنسونا من دعائكم الصالح