المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية والتكوين المهني والتعليم العالي والبحث العلمي

المركز الوطني للتقويم والامتحانات والتوجيه

# الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
## الدورة العادية 2019
## الموضوع

Y.D

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**.

**يتضمّن الموضوع أربعة تمارين: تمرينا 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 اِندماج.

**التمرين 3 : الكهرباء (5 نقط)**

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

**التمرين 4 : الميكانيك (5,5 نقطة)**

- سقوط كرية ،
- حركة متذبذب.

Moutamadris.ma

## التمرين 1 : الكيمياء ( 7 نقط )

### الأجزاء I وII 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.

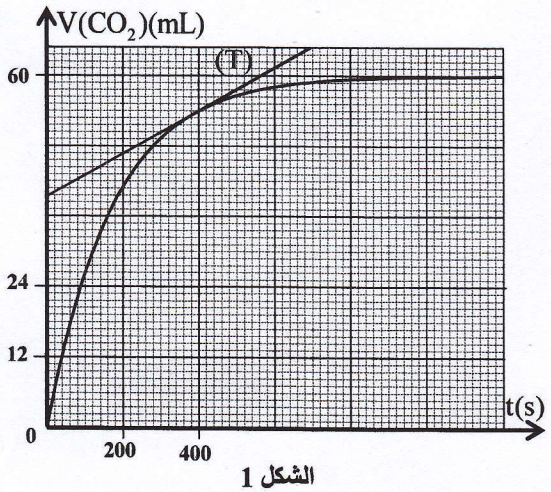
### I - التتبع الزمني لتحول كيميائي بقياس حجم غاز

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

$$CaCO_{3(s)} + 2H_3O^+_{(aq)} \longrightarrow Ca^{2+}_{(aq)} + CO_{2(g)} + 3H_2O_{(\ell)}$$

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 $V_S = 100\,mL$ . يتم تجميع غاز ثنائي أوكسيد الكربون المتكوّن في مخبار مدرج. يمثل منحنى الشكل1 تغير الحجم $V(CO_2)$ لغاز ثنائي أوكسيد الكربون المنبعث بدلالة الزمن.

نبقي أثناء التجربة درجة الحرارة و ضغط الغاز الناتج ثابتين : $T = 25^0\,C = 298\,K$ و $P = 1,02.10^5\,Pa$ . نعتبر أن حجم الخليط التفاعلي يبقى ثابتا .



الشكل 1

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

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

**1-** باستعمال الجدول الوصفي للتفاعل و معادلة الحالة للغازات الكاملة بيّن، في النظام العالمي للوحدات، أن تعبير التقدم x للتفاعل عند لحظة t يُكتب : $x = 41,2.V(CO_2)$. **(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 $t_1 = 390\,s$ . يمثل المستقيم (T) المماس للمنحنى في النقطة ذات الأفصول $t_1$. **(0,5 ن)**

### II – معايرة محلول مائي للأمونياك بواسطة محلول مائي لحمض الكلوريدريك

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

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

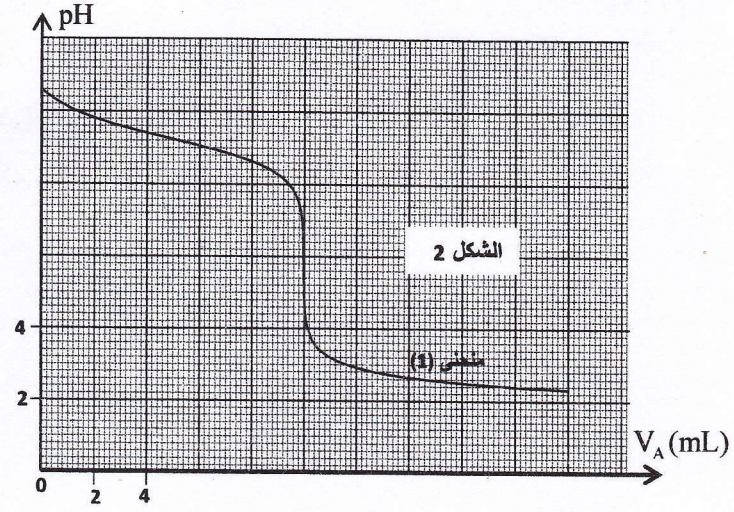
**معطيات:** - تمت جميع القياسات عند درجة الحرارة $25^0C$ ؛

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

Moutamadris.ma

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

مكّن برنام 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 للتحول 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 $C_D = 1\,mol.L^{-1}$. **(0,5 ن)**

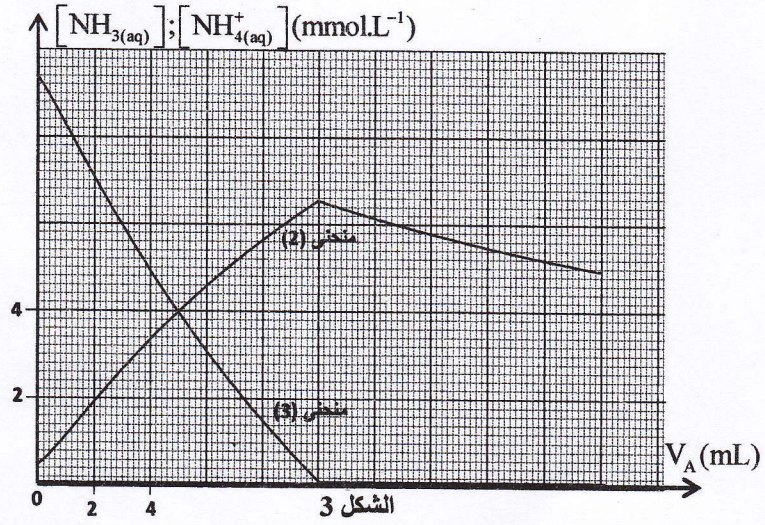
**4-** بالنسبة للمحلول $(S_1)$ الذي تمت معايرته سابقا:

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

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

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

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




**5-** أوجد ثانية، بِاستعمال 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)**

Moutamadris.ma

## III - التحليل الكهربائي لمحلول حمض الكلوريدريك

لإنجاز التحليل الكهربائي لمحلول مائي لحمض الكلوريدريك $H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$ حجمه $V_0 = 500\,mL$ و تركيزه المولي $C_0 = 5.10^{-2}\ mol.L^{-1}$ ، 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: $H^+_{(aq)} / H_{2(g)}$ و $Cl_{2(g)} / Cl^-_{(aq)}$ ؛
- الفرادي: $1F = 9,65.10^4\ C.mol^{-1}$.

**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 ، إنطلاقا من اللحظة $t = 0$ ، تيار كهربائي شدته ثابتة $I = 0,50\,A$.

أوجد قيمة pH المحلول عند اللحظة $t = 30\,min$. **(0,5 ن)**

## التمرين 2: التحولات النووية (2,5 نقط)

يعتبر خليط الدوتيريوم $^2_1H$ و التريتيوم $^3_1H$ وقودا لتفاعلات الاندماج في المفاعلات النووية المستقبلية.

يؤدي تفاعل اندماج الدوتيريوم مع التريتيوم إلى تكوّن الهيليوم $^4_2He$ و نوترون.

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

**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)**

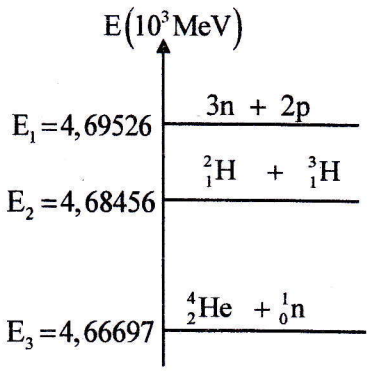
أ- تساوي طاقة الربط لنواة جداء النقص الكتلي للنواة و سرعة انتشار الضوء في الفراغ.

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

ج- يخص الانشطار النووي النوى الخفيفة(عدد الكتلة $A<20$).

د- التفاعل $^8_4Be + {}^4_2He \longrightarrow {}^{12}_6C$ تفاعل اندماج.

ه- الانشطار النووي تفاعل نووي تلقائي.




**3-** باستعمال مخطط الطاقة جانبه، احسب بالوحدة MeV :

**3-1-** طاقة الربط $E_\ell$ 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.

Moutamadris.ma

يمثل 1tep الطاقة المتوسطة $4,2.10^{10}\ J$ المحررة من تفاعل احتراق طن واحد من البترول.

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

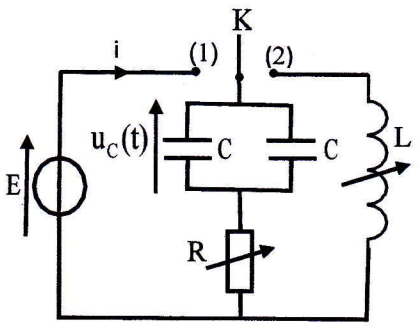
## التمرين3 : الكهرباء (5 نقط)

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



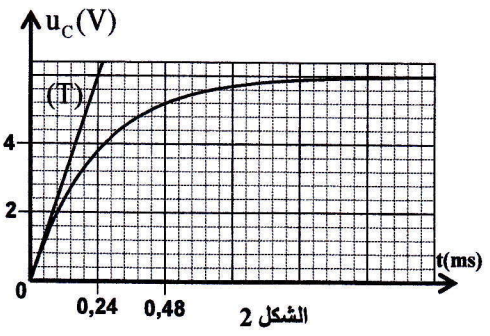
الشكل 1

يتكون التركيب الكهربائي الممثل في الشكل 1 من:

- مولد مؤمثل 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 $R = R_0 = 1k\Omega$ و نضع القاطع K في الموضع(1) عند لحظة نتخذها أصلا للتواريخ $(t = 0)$ .

مكّن نظام مسك معلوماتي ملائم من خط المنحنى الممثل لتغيرات التوتر $u_C(t)$ (الشكل2). 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 $C = 120\,nF$. **(0,5 ن)**

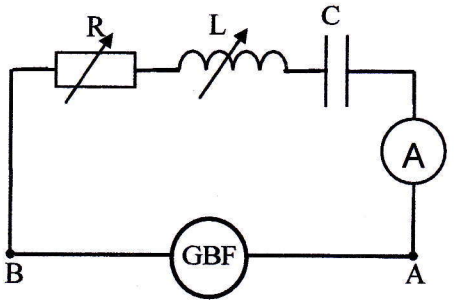
**1-4-** عندما يتحقق النظام الدائم، نؤرجح القاطع K إلى الموضع(2) عند لحظة نتخذها أصلا جديدا للتواريخ $(t = 0)$.

**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)**

Moutamadris.ma

## 2- المتذبذب RLC المتوالي في نظام قسري



الشكل 3

نغذي دارة تتكون من الوشيعة 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 للوشيعة على القيمة $L_1 = 2,5mH$ و المقاومة R على قيمة $R_1$.

بالنسبة لتردد $N_0$ تكون الشدة الفعالة للتيار قصوية $I_0 \simeq 0,71A$ ، و بالنسبة للترددين $N_1 = 6,54kHz$ 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 $N_2$ تحُدّان 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 المبددة بمفعول جول. **(0,5 ن)**

## 3- إستقبال موجة هرتزية

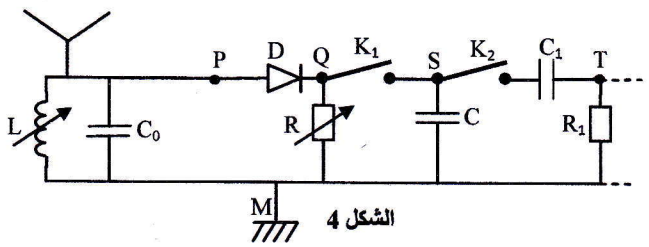
لإستقبال موجة هرتزية نستعمل تركيبا مستقبلا مُكوَّنا من سلسلة إلكترونية تضم عدة أجزاء.

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

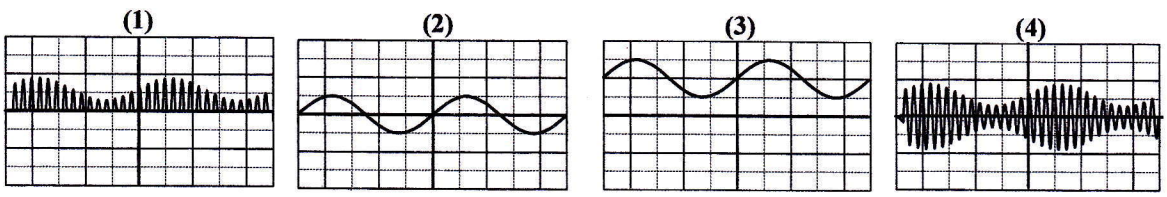
**3-1-** ماذا تعني "إزالة التضمين للإشارة المستقبلة " ؟ **(0,25 ن)**

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

* $u_{PM}$ 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 4



الشكل 5

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

Moutamadris.ma

## التمرين 4: الميكانيك (5,5 نقطة)

### الجزءان I و II مستقلان

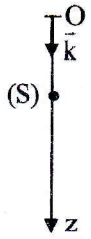
### الجزء I : دراسة سقوط كرية

نحرر من نقطة O في مجال الثقالة ، بدون سرعة بدئية ، عند اللحظة $t=0$ كرية (S) كتلتها m (الشكل1 ).

تخضع الكرية لقوتين :

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

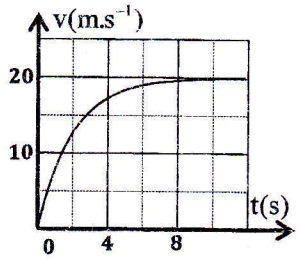
ندرس حركة الكرية في معلم $(O,\vec{k})$ مرتبط بالمرجع الأرضي الذي نعتبره غاليليا.



الشكل 1

**معطيات:** - $m=100\,g$ ؛

- $g=10\,m.s^{-2}$ (شدة الثقالة).



الشكل 2

يمثل منحنى الشكل 2 تطور سرعة الكرية بدلالة الزمن.

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

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

**2-أوجد قيمة $\lambda$. (ن 0,5)**

**3-** قارن R شدة القوة المقرونة بتأثير الهواء بشدة الوزن P للكرية خلال النظام الانتقالي و خلال النظام الدائم.**(ن 0,5)**

**4-** نرسل الآن الكرية من النقطة O ، عند اللحظة $t=0$ ، رأسيا نحو الأسفل بسرعة $\overrightarrow{V_0}=V_0.\vec{k}$ حيث $V_0>v_L$ ($v_L$ تمثل السرعة الحدية للكرية ).

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

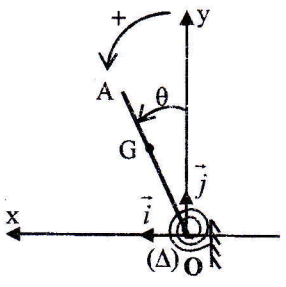
ارسم كيفيا شكل منحنى تطور السرعة $v(t)$ للكرية خلال حركتها.**(ن 0,5)**

### الجزء II : دراسة حركة متذبذب:جهاز لقياس شدة الثقالة

يُمكّن 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 $J_\Delta$ بالنسبة لمحور $(\Delta)$ أفقي و مار من النقطة O . الساق قابلة للدوران حول المحور $(\Delta)$ في المستوى الرأسي $(Oxy)$. يوجد مركز القصور G على مسافة $OG=\ell$ من المحور $(\Delta)$ (الشكل3).



الشكل 3

- نابض حلزوني يمكن من إرجاع الساق إلى وضعها الرأسي و ذلك بتطبيق مزدوجة عزمها $M_\Delta=-C.\theta$ بالنسبة للمحور $(\Delta)$ حيث C ثابتة موجبة و $\theta$ زاوية الدوران معبر عنها بالراديان.

Moutamadris.ma

**معطيات:** - $m = 0,1kg$ ؛ $\ell = 58,4cm$ ؛

- $J_\Delta = 2,5.10^{-2} kg.m^2$ ؛ $C = 1,4 N.m.rad^{-1}$ ؛

- بالنسبة للزوايا الصغيرة نأخذ $\cos\theta = 1 - \frac{\theta^2}{2}$ و $\sin\theta = \theta$ حيث $\theta$ معبر عنها بالراديان؛

- نأخذ $\pi^2 = 10$ .

نهمل الاحتكاكات .

نُمعلم موضع الساق OA ،عند كل لحظة t ، بأفصولها الزاوي $\theta$ بالنسبة لموضع توازنها المستقر.

نزيح الساق عن موضع توازنها الرأسي بزاوية $\theta_m$ 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 للديناميك في حالة الدوران، المعادلة التفاضلية التي يحققها الأفصول الزاوي $\theta$ في حالة التذبذبات ذات الوسع الصغير.**(0,5 ن)**

**2-** نختار الموضع حيث $\theta = 0$ كمرجع 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)**

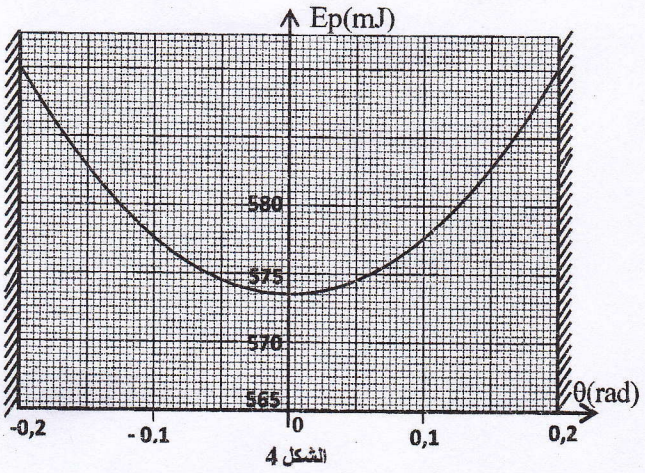
**2-2-** أثبت ثانية، باعتماد دراسة طاقية، المعادلة التفاضلية للحركة في حالة التذبذبات ذات الوسع الصغير.**(0,5 ن)**

**2-3-** في حالة $C > mg\ell$ يُكتب حل المعادلة التفاضلية على شكل : $\theta(t) = \theta_m.\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}.t + \varphi\right)$ .

**2-3-1-** أوجد تعبير الدور الخاص $T_0$ بدلالة C و m و $\ell$ و $J_\Delta$ و g .**(0,5 ن)**

**2-3-2-** احسب g علما أن $T_0 = 1,1s$ . **(0,5 ن)**

**2-4-** يمثل منحنى الشكل 4 تغيرات طاقة الوضع الكلية $E_p$ بدلالة $\theta$.



الشكل 4

**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 $\theta = 0,125 rad$ .**(0,5 ن)**

Moutamadris.ma

# تصحيح الامتحان الوطني للعلوم الفيزيائية للدورة العادية 2019

شعبة العلوم الرياضية

## التمرين 1: الكيمياء

7ن

### الجزء الأول: التتبع الزمني لتحول كيميائي بقياس حجم غاز

1. الجدول للوصفي لتقدم التفاعل : — 0,5

| المعادلة الكيميائية | | $CaCO_{3(s)} + 2H_3O^+_{(aq)} \rightarrow Ca^{2+}_{(aq)} + CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| حالة المجموعة | تقدم التفاعل | كميات المادة بالمول | | | | | |
| بدئية | 0 | $n_0$ | بوفرة | | 0 | 0 | بوفرة |
| وسيطية | x | $n_0 - x$ | بوفرة | | x | x | بوفرة |

حسب الجدول الوصفي نكتب: $n_t(CO_2) = x$

وحسب معادلة الحالة للغازات الكاملة نجد أن: $n_t(CO_2) = x = \frac{P.V(CO_2)}{R.T}$ ت.ع: $x = \frac{1,02.10^5.V(CO_2)}{8,31.298} = 41,2.V(CO_2)$.

2. تحديد زمن نصف التفاعل: $V_{t1/2}(CO_2) = \frac{V_{max}(CO_2)}{2} = 30\ mL \Leftrightarrow x_{t1/2} = \frac{x_m}{2}$ مبيانيا نجد أن: $t_{1/2} \approx 120\ s$ — 0,5

3. حساب السرعة الحجمية للتفاعل:

لدينا: $v = \frac{1}{V_S}.\frac{dx}{dt} = \frac{1}{V_S}.41,2\frac{dV(CO_2)}{dt}$ ت.ع: $v(t_1) = \frac{1}{100.10^{-3}}.41,2.\frac{(60-39,2).10^{-3}}{(560-0)} = 1,50.10^{-2}\ mol.m^{-3}.s^{-1}$ — 0,5

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

1. معادلة تفاعل المعايرة الحاصل: $NH_{3(aq)} + H_3O^+_{(aq)} \rightarrow NH^+_{4(aq)} + H_2O_{(l)}$ — 0,5

2. مبيانيا نجد: $V_{AE}$=10 mL. — 0,25

3. لنبين أن: $C_D = 1\ mol.L^{-1}$ : $C_D = 100.C_B = 100.\frac{C_A.V_{AE}}{V_B} = 100.\frac{2.10^{-2}.10}{20} = 1\ mol.L^{-1}$ — 0,5

4.

4.1. معادلة تفاعل الأمونياك مع الماء: $NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows NH^+_{4(aq)} + HO^-_{(aq)}$ — 0,25

4.2. عند الحجم $V_A = 0$ نجد أن pH المحلول $(S_1)$ هو : $pH \approx 10,6$. — 0,25

4.3. تحديد التركيزين: $\left[NH^+_{4(aq)}\right] = \left[HO^-_{(aq)}\right] = \frac{K_e}{10^{-pH}} = 10^{-14+10,6} = 3,98.10^{-4} mol.L^{-1}$ — 0,5

و $\left[NH_{3(aq)}\right] = C_B - \left[HO^-_{(aq)}\right] = 10^{-2} - 3,98.10^{-4} = 9,60.10^{-3} mol.L^{-1}$



Moutamadris.ma

4.4. قيمة $pK_A$ : $pK_A = pH - \log\frac{[NH_{3(aq)}]}{[NH_{4(aq)}^+]} = 10,6 - \log\left(\frac{9,60.10^{-3}}{3,98.10^{-4}}\right) \approx 9,2$ — 0,5

5. قيمة $pK_A$ : مثلا عند صب الحجم: $V_A = 4\ mL$ نجد مبيانيا: — 0,5

$$pK_A = pH - \log\frac{[NH_{3(aq)}]}{[NH_{4(aq)}^+]} = 10,6 - \log\left(\frac{5.10^{-3}}{3,3.10^{-4}}\right) \approx 9,2$$

6.

6.1. المنحنى (3) هو الموافق لتغيرات $[NH_{3(aq)}]$ بدلالة الحجم $V_A$ المضاف . — 0,25

6.2. إيجاد التركيز المولي $[NH_{3(aq)}]$ عندما يكون : pH=8,8 . — 0,5

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

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

## الجزء الثالث : التحليل الكهربائي لمحلول حمض الكلوريدريك

1. المعادلة الكيميائية التي تحدث بجوار الأنود: أكسدة ايونات $Cl^-$ : $2Cl^-_{(aq)} \rightleftarrows Cl_{2(g)} + 2e^-$ — 0,5

2. المعادلة الحصيلة أثناء التحليل الكهربائي: $2H^+_{(aq)} + 2Cl^-_{(aq)} \rightarrow Cl_{2(g)} + H_{2(g)}$ أو — 0,5

$$2H_3O^+_{(aq)} + 2Cl^-_{(aq)} \rightarrow Cl_{2(g)} + H_{2(g)} + 2H_2O(l)$$

3. قيمة pH عند اللحظة t=30 min: — 0,5

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

حسب الجدول الوصفي لتفاعل التحليل الكهربائي: $[H_3O^+]_t = C_0 - \frac{2.x}{V_0} = C_0 - \frac{I.t}{F.V_0}$ و $[H_3O^+]_0 = C_0$

وبالتالي: $pH = -\log[H_3O^+]_t = -\log(C_0 - \frac{I.t}{F.V_0})$ ت.ع: $pH = -\log(0,05 - \frac{0,5.30.60}{96500.0,5}) = 1,50$

## التمرين 2 : التحولات النووية — 2,5ن

1. معادلة تفاعل الاندماج: $^3_1H + {}^2_1H \rightarrow {}^4_2He + {}^1_0n$ — 0,25

2. عدد الاقتراحات الصحيحة هما اقتراحين فقط. — 0,5

3.

3.1. طاقة الربط لنواة الهيليوم: مبيانيا نجد أن: $E_l(^4_2He) = (4,69526 - 4,66697).10^3 = 28,29\ MeV$ — 0,5

3.2. الطاقة الناتجة عن التفاعل: $|\Delta E| = E_2 - E_1 = (4,68456 - 4,66697).10^3 = 17,59\ MeV$ — 0,5



Moutamadris.ma

0,25 — 4. الطاقة المحررة: $E = N_A.|\Delta E| = 6,022.10^{23}.17,59 = 1,05927.10^{25}\ MeV$

0,5 — 5. تحديد قيمة n: $n = \frac{E}{E'} = \frac{1,05927.10^{25}.1,6022.10^{-13}}{4,2.10^{10}} = 40,4$

## التمرين 3 : الكهرباء — 5 ن

### 1. شحن مكثف - تذبذبات حرة لدارة RLC متوالية

**1.1. إثبات المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر :** — 0,5

حسب قانون إضافية التوترات نكتب: $u_R + u_C = E$ أي أن : $R_0.i + u_C = E$

وبما أن : $i = C_{éq}.\frac{du_C}{dt} = 2C.\frac{du_C}{dt}$ فإن : $2R_0C.\frac{du_C}{dt} + u_C = E$

**1.2. قيمة شدة التيار مباشرة بعد إغلاق الدارة :** $i(0) = \frac{E}{R_0} = \frac{6}{1000} = 6\ mA$ . — 0,25

**1.3. التحقق من قيمة سعة المكثف:** $C = \frac{\tau}{2R_0} = \frac{0,24.10^{-3}}{2.10^3} = 1,2.10^{-7}\ F = 120\ nF$ — 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 $q = 2C.u_C$ إذن: $L.\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q}{2C} + R_0.\frac{dq}{dt} = 0$ وبالتالي: $\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q}{2L.C} + \frac{R_0}{L}.\frac{dq}{dt} = 0$

**1.4.2. إثبات تعبير المشتقة بالنسبة للزمن للطاقة الكلية:** — 0,75

لدينا: $E_T = \xi_e + \xi_m = \frac{1}{2}C.u_C^2(t) + \frac{1}{2}L.i^2(t)$

أي أن : $\frac{dE_T}{dt} = C_{éq}.u_C(t)\frac{dq(t)}{dt} + L.i(t).\frac{di(t)}{dt} = \frac{q(t)}{2C}\frac{dq(t)}{dt} + L.\frac{dq(t)}{dt}.\frac{d^2q(t)}{dt^2}$

إذن: $\frac{dE_T}{dt} = \frac{dq(t)}{dt}\left[\frac{q(t)}{2C} + L.\frac{d^2q(t)}{dt^2}\right]$

وحسب المعادلة التفاضلية السابقة نجد: $\frac{dE_T}{dt} = \frac{dq(t)}{dt}\left[\frac{q(t)}{2C} + L.\frac{d^2q(t)}{dt^2}\right]$

وبالتالي: $\frac{dE_T}{dt} = -\frac{dq(t)}{dt}\left(R_0.\frac{dq}{dt}\right) = -R_0.\left(\frac{dq}{dt}\right)^2 = -R_0.(i)^2$

يعلل تناقص الطاقة بتبددها بمفعول جول في الدارة نظرا لوجود المقاومة $R_0$.



Moutamadris.ma

**2. المتذبذب RLC المتوالي في نظام قسري**

**2.1. تحديد قيمة $N_0$: عند الرنين:** $N_0 = \frac{1}{2.\pi.\sqrt{LC}} = \frac{1}{2.\pi.\sqrt{2,5.10^{-3}.120.10^{-9}}} = 9,19\ kHz$ — 0,5

**2.2. لدينا:** $N_1 < N_0 < N_2$ و $I_{eff} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$ ؛ **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:** $R_1 = Z = \frac{U_m}{I_m} = \frac{100}{\sqrt{2}.0,71} \approx 100\ \Omega$ — 0,25

**2.4. قيمة القدرة المتوسطة المبددة بمفعول جول:** $P_m = R_1.I_0^2 = 100.0,71^2 \approx 50\ W$ — 0,5

**3. استقبال موجة هرتزية**

**3.1.** تعني إزالة التضمين للإشارة المستقبلة استرجاع الموجة الهرتزية المضمنة الوسع. — 0,25

**3.2.** يوافق المنحنى (1) التوتر $u_{QM}$ لأنه يمثل التوتر المقوَم بواسطة الصمام الثنائي بينما يوافق المنحنى (2) التوتر $u_{TM}$ لأنه يوافق التوتر الذي أزيلت مركبته المستمرة. — 0,5

## التمرين 4: الميكانيك — 5,5ن

**الجزء 1: دراسة سقوط كرية**

**1.** لنبين أن المعادلة التفاضلية التي تحققها السرعة تكتب على الشكل : $\frac{dv}{dt} + \frac{\lambda}{m}.v = g$ — 0,5

تخضع الكرية $(S)$ لوزنها $\vec{P}$ ولتأثير الهواء $\vec{R}$

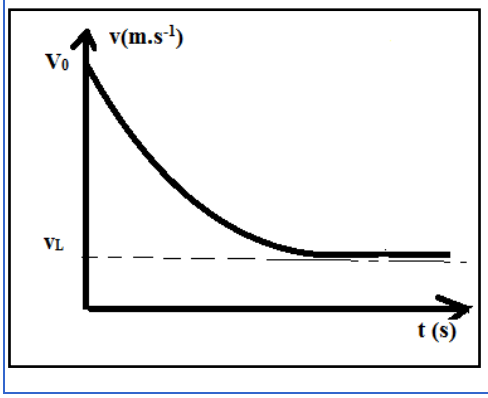
حسب القانون الثاني لنيوتن ، نكتب : $\vec{P} + \vec{R} = m.\vec{a_G}$

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

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

**2.** تحديد قيمة $\lambda$ : مبيانيا نجد: $v_{lim} = 20\ m.s^{-1}$ ولدينا: — 0,5

$$\lambda = \frac{m.g}{v_{lim}} = \frac{0,1.10}{20} = 5.10^{-2}\ kg.s^{-1}$$




**3.** خلال النظام الانتقالي: $P > R$ لأن السرعة تتزايد وخلال النظام الدائم: — 0,5

$P = R$ (السرعة ثابتة). — 0,5

**4.** شكل المنحنى:



Moutamadris.ma

## الجزء 2 : دراسة حركة متذبذب

1. إثبات المعادلة التفاضلية التي يحققها الأفصول الزاوي $\theta$ : 0,5

حسب العلاقة الأساسية للتحريك في حالة الدوران؛ نكتب : $M_{\Delta}(\vec{P}) + M_{\Delta}(\vec{R}) + M_{\Delta} = J_{\Delta}.\ddot{\theta}$

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

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

ومنه : $\boxed{\ddot{\theta} + \frac{C - m.g.l}{J_{\Delta}}.\theta = 0}$

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

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

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

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

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

وبما أن: $E_p = E_{pp} + E_{pt}$ فإن: $\boxed{E_p = \frac{1}{2}.(C - m.g.l).\theta^2 + m.g.l}$

2.2. إثبات المعادلة التفاضلية: 0,5

نعلم أن: $E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2}J_{\Delta}.\dot{\theta}^2 + \frac{1}{2}.(C - m.g.l).\theta^2 + m.g.l$

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

ومنه : $\boxed{\ddot{\theta} + \frac{C - m.g.l}{J_{\Delta}}.\theta = 0}$

2.3.

2.3.1. إيجاد تعبير الدور الخاص: 0,5

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



Moutamadris.ma

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

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

2.3.2.حساب قيمة g: 0,5

لدينا: $T_0 = 2\pi.\sqrt{\frac{J_\Delta}{C - m.g.l}}$ إذن: $\boxed{g = \frac{1}{m.l}.(C - \frac{4\pi^2.J_\Delta}{T_0^2})}$

ت.ع: $\boxed{g = \frac{1}{0,1.0,584}.(1,4 - \frac{4\pi^2.2,5.10^{-2}}{1,1^2}) = 9,82\ m.s^{-2}}$ .

2.4.

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

2.4.2.حساب القيمة المطلقة للسرعة الزاوية: 0,5

لدينا: $E_C = E_m - E_p = \frac{1}{2}J_\Delta.\dot{\theta}^2$ إذن: $\boxed{|\dot{\theta}| = \sqrt{\frac{2.(E_m - E_p)}{J_\Delta}}}$

ت.ع: $\boxed{|\dot{\theta}| = \sqrt{\frac{2.(590 - 580).10^{-3}}{2,5.10^{-2}}} \approx 0,89\ rad.s^{-1}}$ .

لا تنسونا من دعائكم الصالح



Moutamadris.ma