

الصفحة	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا الدورة العادية 2019 Y.D ○-الموضوع-		الجمهورية المغربية وزارة التربية الوطنية والتعليم العالي والبحث العلمي
1	NS30		المركز الوطني للتقويم والامتحانات والتوجيه
8	*****		
4	مدة الانجاز	الفيزياء والكيمياء	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.



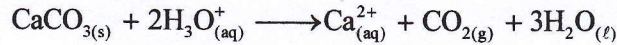
**التمرين 1 : الكيمياء (7 نقط)****الأجزاء I و II و III مستقلة**

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  $\text{CaCO}_3$  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  $V_0 = 100 \text{ mL}$  . يتم تجميع غاز ثنائي أوكسيد الكربون المتكون في مختبر مدرج. يمثل منحنى الشكل 1 تغير الحجم  $V(\text{CO}_2)$  لغاز ثنائي أوكسيد الكربون المنبعث بدلالة الزمن.

نبقى أثناء التجربة درجة الحرارة و ضغط الغاز الناتج ثابتين :

$$P = 1,02 \cdot 10^5 \text{ Pa} \quad \text{و} \quad T = 25^\circ \text{C} = 298 \text{ K}$$

نعتبر أن حجم الخليط التفاعلي يبقى ثابتا .

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

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

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 الأفصول  $t_1$ . (ن 0,5)

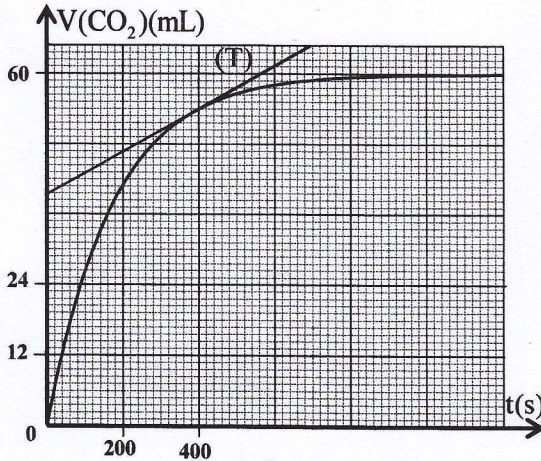
**II - معايرة محلول مائي للأمونيأك بواسطة محلول مائي لحمض الكلوريدريك**

نتطرق في هذا الجزء الثاني من التمرين إلى دراسة معايرة محلول مائي للأمونيأك  $\text{NH}_3$  ، 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  $25^\circ \text{C}$  ؛

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

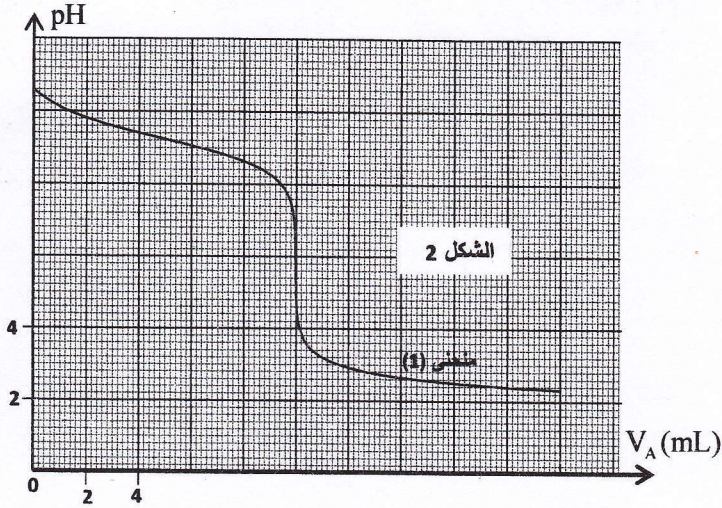


الشكل 1





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.



مكّن برنامج ملائم من الحصول على المنحنيين (2) و (3) الممثلين لتغيرات تركيز كل من النوع الحمضي و النوع القاعدي للمزدوجة  $\text{NH}_4^+_{(\text{aq})} / \text{NH}_3_{(\text{aq})}$  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 سابقا:

4-1 اكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة 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

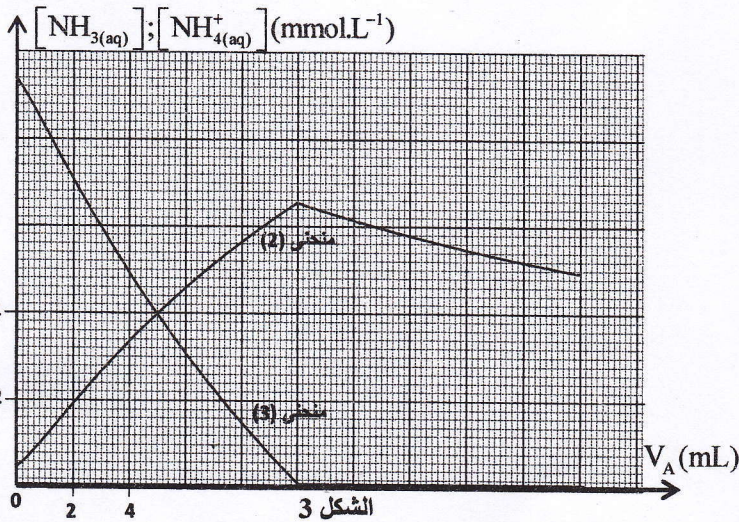
$\text{p}K_A(\text{NH}_4^+_{(\text{aq})} / \text{NH}_3_{(\text{aq})})$ . (0,5 ن)

5- أوجد ثانية، بإستعمال المنحنيات الثلاثة، قيمة  $\text{p}K_A(\text{NH}_4^+_{(\text{aq})} / \text{NH}_3_{(\text{aq})})$ . (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، بإستعمال 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  $H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$  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 ثنائي الهيدروجين بجوار أحد الإلكترودين و غاز ثنائي الكلور بجوار الإلكتروود الآخر.

معطيات:

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

- 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  $^2_1\text{H}$  و التريتيوم  $^3_1\text{H}$  وقوداً لتفاعلات الاندماج في المفاعلات النووية المستقبلية. يؤدي تفاعل اندماج الدوتيريوم مع التريتيوم إلى تكوّن الهيليوم  $^4_2\text{He}$  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.

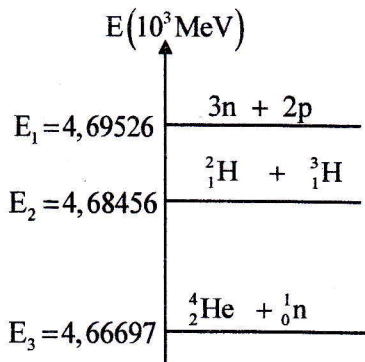
ب- كتلة النواة أصغر من مجموع كتل النويات المكونة لها.

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



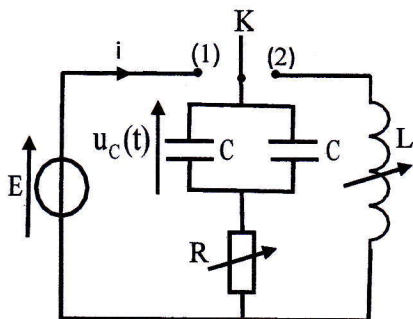
يمثل 1tep الطاقة المتوسطة  $4,2.10^{10}$  J المحررة من تفاعل احتراق طن واحد من البترول.  
نرمز ب n لعدد أطنان البترول التي يتعين احراقه للحصول على طاقة مكافئة لتلك المحررة لاندماج 2 g (مول واحد) من  
الدوتيريوم مع 3 g (مول واحد) من التريتيوم. أوجد n. (0,5 ن)

### 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

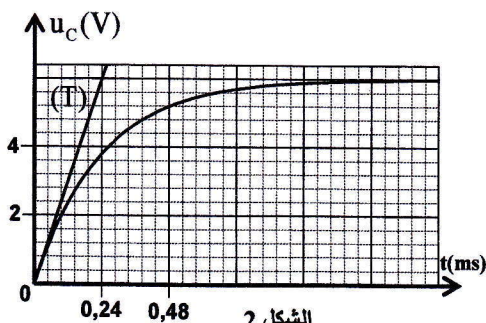


الشكل 1

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  $R = R_0 = 1k\Omega$  ونضع القاطع K في الموضع (1) عند لحظة نتخذها أصلا للتواريخ  $(t = 0)$ .  
مكّن نظام مسك معلوماتي ملائم من خط المنحنى الممثل لتغيرات التوتر  $u_C(t)$  (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)

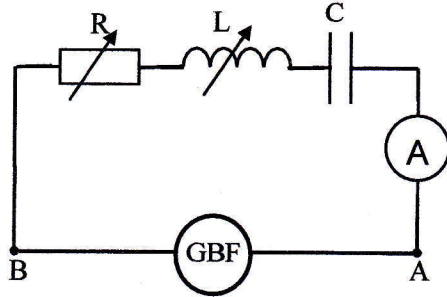
1-4-2- أثبت تعبير المشتقة بالنسبة للزمن للطاقة الكلية  $E_p$  للدارة بدلالة  $R_0$  والشدة  $i(t)$  للتيار في الدارة، ثم علل تناقص

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





2- المتذبذب RLC المتوالي في نظام قسري



الشكل 3

نغذي دائرة تتكون من الوشيعية و الموصل الأومي و أحد المكثفين السابقين بواسطة مولد GBF يطبق توترا متناوبا جيبييا 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 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  $N_2$  و  $N_1$  تُخدان 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)

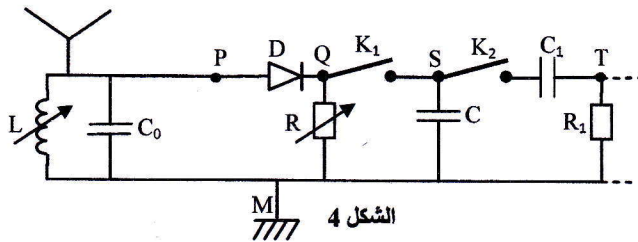
3- استقبال موجة هرتزية

لإستقبال موجة هرتزية نستعمل تركيبا مستقبلا مُكوّنا 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 المستقبلة" ؟ (0,25 ن)

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



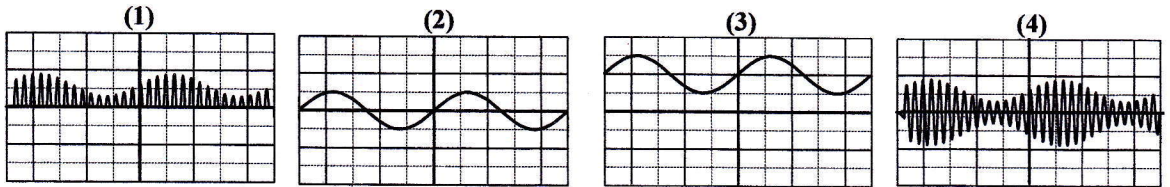
الشكل 4

\*  $u_{PM}$  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، معللا 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  $\lambda$  ثابتة موجبة ( $\lambda > 0$ ) و  $\vec{v}$  متجهة السرعة للكربية حيث  $\vec{v} = v \cdot \vec{k}$  .

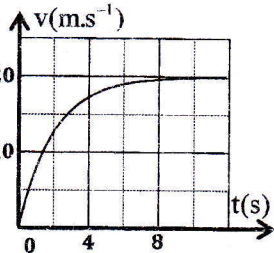
ندرس حركة الكرية في معلم  $(O, \vec{k})$  مرتبط بالمرجع الأرضي الذي نعتبره غاليليا.

معطيات:  $m = 100g$  ؛

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

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

2- أوجد قيمة  $\lambda$ . (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  $\tau$  الزمن المميز للحركة.

ارسم كيفيا 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:

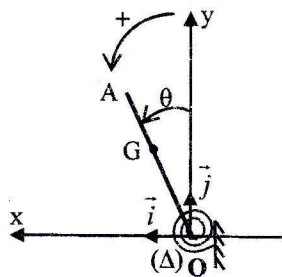
- ساق OA مركز قصورها G وكتلتها  $m$  وعزم قصورها  $J_A$  بالنسبة لمحور  $(\Delta)$  أفقي و مار من

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

القصور G على مسافة  $OG = l$  من المحور  $(\Delta)$  (الشكل 3).

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

حيث  $C$  ثابتة موجبة و  $\theta$  زاوية الدوران معبر عنها بالراديان.



الشكل 3





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

؛  $C = 1,4 \text{ N.m.rad}^{-1}$  ؛  $J_{\Delta} = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ kg.m}^2$  -

- 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 .

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

نزيع الساق عن موضع توازنها الرأسي بزاوية  $\theta_m$  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 لديناميك في حالة الدوران، المعادلة التفاضلية التي يحققها الأفصول الزاوي  $\theta$  في حالة

التذبذبات ذات الوسع الصغير. (0,5 ن)

2- نختار الموضع حيث  $\theta = 0$  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  $\ell$  و  $J_{\Delta}$  و g. (0,5 ن)

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

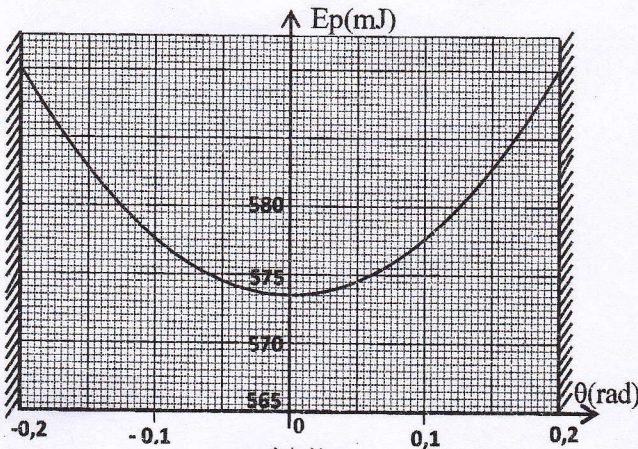
2-4- يمثل منحنى الشكل 4 تغيرات طاقة الوضع الكلية

$E_p$  بدلالة  $\theta$ .

2-4-1- حدد مبيانياً 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)



الشكل 4