المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية والتكوين المهني والتعليم العالي والبحث العلمي

المركز الوطني للتقويم والامتحانات والتوجيه

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا

الدورة الاستدراكية 2018

-الموضوع-

RS 30

★

المادة	الفيزياء والكيمياء	مدة الإنجاز	4
الشعبة أو المسلك	شعبة العلوم الرياضية : " أ " و " ب "	المعامل	7

يسمح باستعمال الآلة الحاسبة العلمية غير القابلة للبرمجة.

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

الكيمياء(7 نقط):

- السرعة الحجمية لتفاعل ؛ تفاعلات حمض- قاعدة،

- المركم فضة - حديد.

الفيزياء (13 نقطة):

- **الموجات(2,25 نقط):**

- موجات فوق صوتية.

- **الكهرباء(5,25 نقط) :**

- ثنائي القطب RL والدارة LC،

- تضمين الوسع .

- **الميكانيك(5,5 نقط):**

- حركة متزلج،

- حركة نواس بسيط.

Moutamadris.ma

الكيمياء(7 نقط) :

الجزءان مستقلان

الجزء الأول :السرعة الحجمية لتفاعل ؛ تفاعلات حمض- قاعدة

يعد ماء جافيل مادة كيميائية كثيرة الاستعمال ، وهو معقّم جد فعال ضد العدوى البكتيرية والفيروسية. ويعتبر الأيون تحت الكلوريت(hypochlorite) ClO^- العنصر الفعال لماء جافيل. لهذا الأيون طابع مؤكسد و طابع قاعدي.
ندرس في هذا الجزء من التمرين :

- الحركية الكيميائية لتفكك أيونات تحت الكلوريت ClO^- ،
- تفاعلات حمض- قاعدة تتدخل فيها المزدوجة $HClO_{(aq)} / ClO^-_{(aq)}$.

1- تتبع التطور الزمني للتركيز المولي الفعلي للأيون تحت الكلوريت ClO^-

أثناء مدة حفظ ماء جافيل ، تتحلل أيونات تحت الكلوريت ClO^- وفق المعادلة التالية للتفاعل :

$$2ClO^-_{(aq)} \longrightarrow 2Cl^-_{(aq)} + O_{2(g)} .$$

في ظروف تجريبية معينة نحصل على منحنيي الشكل1 الممثلين للتطور $\left[ClO^-_{(aq)}\right]=f(t)$ عند درجتي حرارة θ_1 و θ_2 .

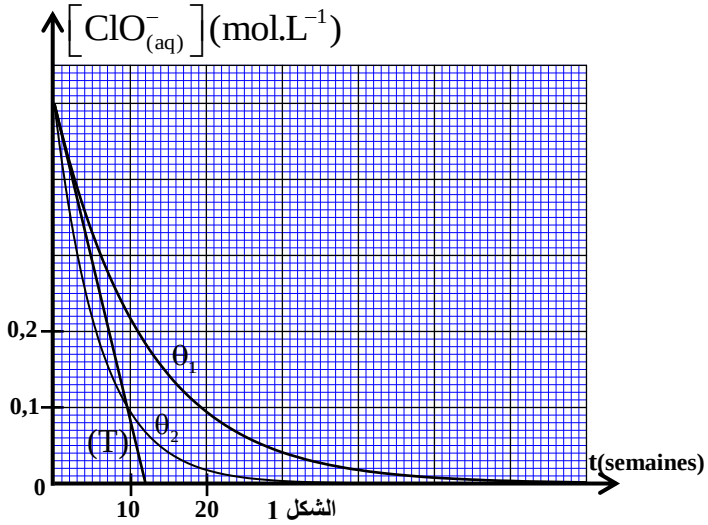
1-1- أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل (نرمز بـ V لحجم المحلول المدروس والذي نعتبره ثابتا وبـ $C_0=\left[ClO^-_{(aq)}\right]_0$ للتركيز المولي للأيونات ClO^- عند $t=0$). — 0,5

1-2- بين أن التركيز المولي الفعلي لأيونات تحت الكلوريت عند اللحظة $t=t_{1/2}$ ($t_{1/2}$ زمن نصف التفاعل)هو $\frac{C_0}{2}$. — 0,75

استنتج مبيانيا $t_{1/2}$ بالنسبة للتجربة المنجزة عند درجة الحرارة θ_2 .

1-3- أوجد، بالنسبة لدرجة الحرارة θ_1 ، السرعة الحجمية للتفاعل عند اللحظة t=0 ، بالوحدة $mol.L^{-1}.semaine^{-1}$ (يمثل (T) المماس للمنحنى في النقطة ذات الأفصول t=0). — 0,5

1-4- قارن θ_1 مع θ_2 ، معللا جوابك. — 0,25



الشكل 1

2- دراسة بعض المحاليل المائية التي تتدخل فيها المزدوجة : $HClO_{(aq)} / ClO^-_{(aq)}$

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

- الجداء الأيوني للماء : $K_e=10^{-14}$ ؛
- ثابتة الحمضية للمزدوجة $HClO_{(aq)} / ClO^-_{(aq)}$: $K_A=5.10^{-8}$.

Moutamadris.ma

أعطى قياس pH القيمة pH= 5,5 لمحلول مائي (S) لحمض تحت الكلورو HClO حجمه V و تركيزه المولي C .

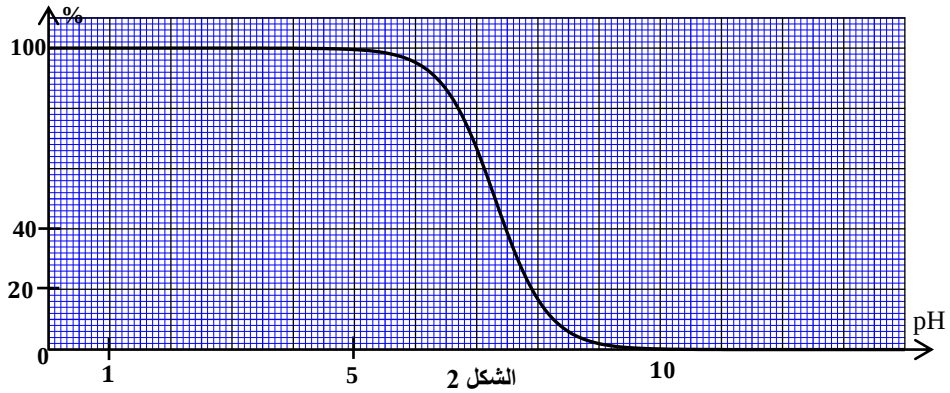
1- 2 - أُكتب المعادلة المنمذجة لتفاعل حمض تحت الكلورو مع الماء. 0,5

2- 2- أوجد تعبير التركيز المولي C بدلالة pH و K_A . احسب قيمته. 0,75

3- 2- نعرف نسبة النوع القاعدي ClO^- في محلول بـ: $\alpha(ClO^-)=\frac{[ClO^-]_{éq}}{[ClO^-]_{éq}+[HClO]_{éq}}$. بين أن : 0,5

$\alpha(ClO^-)=\frac{K_A}{K_A+10^{-pH}}$.

2-4- يمثل منحنى الشكل 2 التطور بدلالة pH لنسبة أحد النوعين الحمضي أو القاعدي (المعبر عنها بالنسبة المئوية) للمزدوجة $HClO_{(aq)}/ClO^-_{(aq)}$.



الشكل 2

2-4-1- أقرن المنحنى جانبه بالنوع الحمضي أو القاعدي للمزدوجة $HClO_{(aq)}/ClO^-_{(aq)}$. 0,25

2-4-2- باستعمال منحنى الشكل 2 ، تعرف،معللا جوابك، على النوع المهيمن من المزدوجة $HClO_{(aq)}/ClO^-_{(aq)}$ في المحلول (S). 0,5

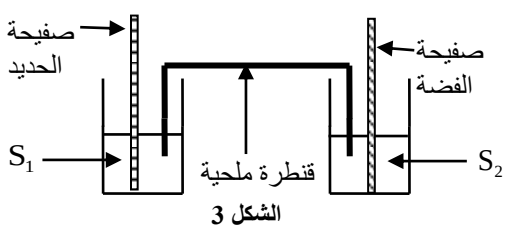
2-5- نمزج حجما V_a من محلول حمض تحت الكلورو تركيزه المولي C_a مع حجم V_b لمحلول هيدروكسيد الصوديوم $Na^+_{(aq)}+HO^-_{(aq)}$ تركيزه المولي $C_b=C_a$ فنحصل على خليط ذي pH=7,3 .

2-5-1- حدد قيمة ثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة التفاعل الذي يحدث. 0,5

2-5-2 - اِعتمادا على منحنى الشكل 2 ، احسب قيمة النسبة $\frac{[HClO]_{éq}}{[ClO^-]_{éq}}$. ماذا تستنتج؟ 0,5

الجزء الثاني : المركم فضة - حديد

المركمات محولات للطاقة، فعلى عكس الأعمدة التي تُستهلك فيها المتفاعلات أثناء الاشتغال، فإن متفاعلات المركمات يمكن أن تتجدد بإعادة شحن هذه المركمات .



الشكل 3

ندرس في هذا التمرين، بكيفية مبسطة، تفريغ المركم فضة- حديد.
ننجز المركم الممثل على تبيانة الشكل 3 حيث :
S_1 : محلول مائي لكبريتات الحديد (II) $Fe^{2+}_{(aq)}+SO^{2-}_{4(aq)}$ تركيزه المولي البدئي $C_1=0,2\,mol.L^{-1}$ وحجمه $V_1=100\,mL$ ،

Moutamadris.ma

S_2 : محلول مائي لنترات الفضة $Ag^+_{(aq)} + NO^-_{3(aq)}$ تركيزه المولي البدئي $C_2 = C_1$ و حجمه $V_2 = V_1$.

معطيات :- الفرادي: $1F = 9,65.10^4$ C.mol^{-1}؛

- المزدوجتان Ox/Red : $Ag^+_{(aq)} / Ag_{(s)}$ ؛ $Fe^{2+}_{(aq)} / Fe_{(s)}$.

نركب المركم بين مربطي مصباح عند اللحظة t=0 ، فيمر في الدارة تيار كهربائي نعتبر شدته ثابتة: $I = 150\,mA$.

1- أكتب المعادلة الحصيلة أثناء اشتغال المركم علما أن التفاعل التلقائي هو اختزال أيونات الفضة وأكسدة الحديد. 0,5

2- بين أن التركيز $\left[Ag^+_{(aq)}\right]$ عند لحظة t من الاشتغال هو $\left[Ag^+_{(aq)}\right]_t = 0,2 - 1,55.10^{-5}.t$ حيث t معبر عنها بالوحدة (s) والتركيز بالوحدة mol.L^{-1} (نعتبر أن النوعين الفلزيين يوجدان بإفراط) . 0,5

3- حدد المدة الزمنية t_d لإشتغال المركم والتركيز النهائي لأيونات الحديد (II): $\left[Fe^{2+}_{(aq)}\right]_f$. 0,5

الفيزياء (13 نقطة):

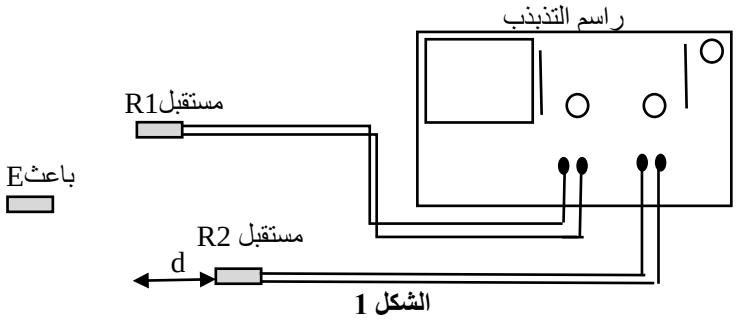
موجات فوق صوتية (2,25 نقط):

يُعتبر الفحص بالصدى أداة للتشخيص الطبي ؛ تَستعمل تقنيته مجسا للموجات فوق الصوتية.

1- تحديد سرعة موجة فوق صوتية في الهواء

نريد تحديد سرعة موجة فوق صوتية في الهواء انطلاقا من قياس طول الموجة λ لإشارة منبعثة من مجس للفحص بالصدى ترددها $N = 40\,kHz$. نستعمل لهذا الغرض باعثا E يُحدث موجة دورية جيبية لها نفس تردد المجس .

يوجد المستقبلان R1 و R2 على نفس المسافة من الباعث E .عندما نُبعد المستقبل R2 بمسافة d (الشكل1) ، نلاحظ أن أحد المنحنيين الجيبيين المعاينين على شاشة راسم التذبذب يتأخر عن الآخر.



الشكل 1

يكون المنحنيان على توافق في الطور في كل مرة تكون فيها المسافة d بين R1 و R2 مضاعفا n لطول الموجة λ مع $n \in \mathbb{N}^*$.

1-1- أعط تعريف طول الموجة . 0,25

1-2- إختر، من بين الاقتراحات التالية، الجواب الصحيح : 0,25

أ - الموجات فوق صوتية موجات تنقل المادة.

ب- الموجات فوق صوتية موجات ميكانيكية.

ج- تنتشر الموجات فوق صوتية بنفس السرعة في جميع الأوساط.

د- مجال طول الموجة للموجات فوق صوتية هو : $400\,nm \leq \lambda \leq 800\,nm$.

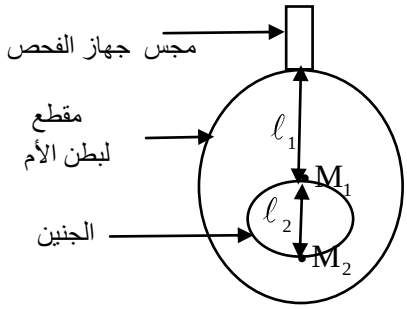
1-3- بالنسبة للتجربة المنجزة ، نجد d= 10,2cm بالنسبة ل n=12 .حدد سرعة الموجة في الهواء. 0,5

2- التطبيق على الفحص بالصدى : 0,5

يلعب مجس الفحص بالصدى في نفس الوقت دور باعث و دور مستقبل. عندما تنتشر الموجات في جسم الإنسان، تنعكس جزئيا على الجدار الفاصل بين وسطين مختلفين. يستقبل المجس الموجة المنعكسة جزئيا ويتم تحليلها بواسطة نظام معلوماتي .

Moutamadris.ma

يمثل الشكل 2 تبيانة مبسطة لعملية الفحص بالصدى لجنين حيث يتم الانعكاس الجزئي للإشارة عند كل من النقطة M_1 و النقطة M_2.



الشكل 2

أثناء الفحص يرسل باعث المجس، عند اللحظة t=0، موجات متتالية فوق صوتية. يستقبل المجس أول موجة منعكسة عند اللحظة $t = t_1 = 80\mu s$ وثاني موجة منعكسة عند اللحظة $t = t_2 = 130\mu s$.

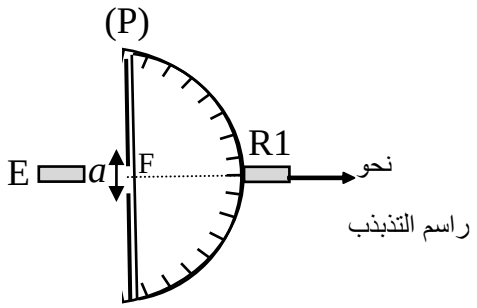
نعتبر أن سرعة الموجات فوق الصوتية في جسم الإنسان هي: $v_c = 1540\,m.s^{-1}$.

أوجد السمك ℓ_2 للجنين.

3- حيود موجة فوق صوتية في الهواء

يحتوي التركيب التجريبي الممثل في تبيانة الشكل 3 على:

-الباعث E الذي يرسل موجة فوق صوتية ترددها $N = 40\,kHz$ تنتشر في الهواء؛



الشكل 3

- المستقبل R1 مرتبط براسم التذبذب ؛
- صفيحة معدنية (P) بها شق مستطيلي عرضه a صغير جدا بالنسبة لطوله ،
- ورقة مدرجة تمكن من قياس الزوايا.

نزيح المستقبل R1 في المستوى الأفقي بزاوية θ على قوس دائرة مركزها F وشعاعها $r = 40\,cm$ و ندون الزاوية θ الموافقة لكل وسع U_m للموجة المستقبلة من طرف R1 .

0,25 **3-1-** قارن طول الموجة للموجة الواردة بطول الموجة للموجة المحيدة.

0,5 **3-2-** نعطي $a = 2,6\,cm$. أوجد المسافة التي أزيح بها المستقبل لملاحظة أول قيمة دنوية للوسع U_m لتوتر المستقبل.

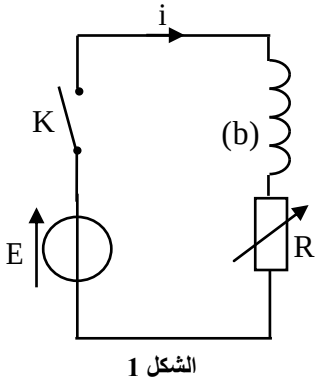
الكهرباء (5,25 نقط) :

تتكون الدارات الكهربائية للأجهزة الكهربائية المستعملة في الحياة اليومية من مكثفات ووشيعات وموصلات أومية ودارات مدمجة ...

يهدف الجزء الأول من هذا التمرين إلى دراسة ثنائي القطب RL والدارة LC ويهدف الجزء الثاني إلى دراسة تضمين الوسع .

الجزء الأول : ثنائي القطب RL والدارة LC

1- استجابة ثنائي القطب RL لرتبة توتر



الشكل 1

نُنجز التركيب التجريبي الممثل على تبيانة الشكل 1 والمكوَّن من:

- مولد للتوتر قوته الكهرمحركة E=1 ,5 V ؛
- موصل أومي مقاومته R قابلة للضبط؛
- وشيعة (b) معامل تحريضها L ومقاومتها r ؛
- قاطع التيار K.

نغلق قاطع التيار K عند لحظة نختارها أصلا للتواريخ (t=0) ونتتبع التطور الزمني لشدة التيار الكهربائي i(t) المار في الدارة بواسطة نظام معلوماتي ملائم .

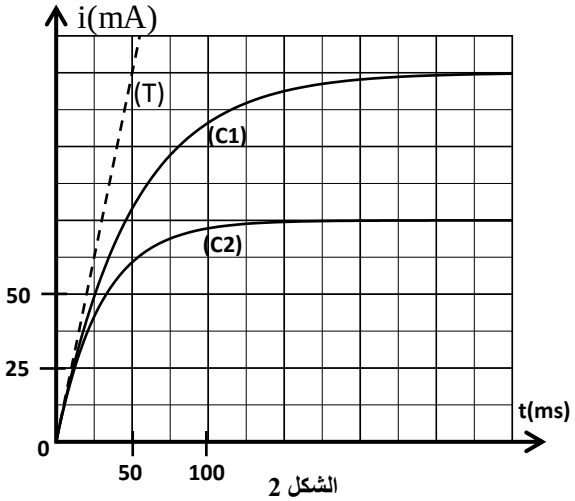
0,25 **1-1-** أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها i(t) .

0,5 **1-2-** يُكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على الشكل : $i(t) = A.e^{-\alpha t} + B$ حيث A وB و α ثوابت.

عبر عن i(t) بدلالة t وبرامترات الدارة.

Moutamadris.ma

1-3- يمثل المنحنيان (C_1) و(C_2) للشكل 2 تطور i(t) على التوالي بالنسبة ل $R=R_1$ و$R=2R_1$. يمثل المستقيم (T) المماس للمنحنى (C_1) في النقطة ذات الأفصول t=0.



الشكل 2

1-3-1- أوجد قيمة كل من R_1 و r . — 0,5

1-3-2- بين أن L=0,6H. — 0,5

2- دراسة دارة LC

نستعمل في هذه الدراسة وشيعة (b') معامل تحريضها L=0,6H و مقاومتها مهملة .

بعد الشحن الكلي لمكثف سعته C تحت توتر ثابت U_0 ، نركبه مع الوشيعة (b') (الشكل 3) .

يمكن كتابة التوتر بين مربطي المكثف على الشكل:

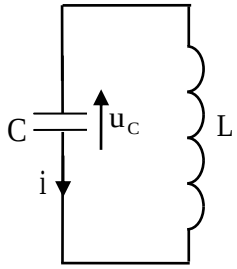
$u_C(t)=U_0.\cos(2\pi f_0 t+\varphi)$ ، حيث f_0 هو التردد الخاص للدارة .

2-1- بين أن الطاقة الكلية E_t للدارة ثابتة. — 0,25

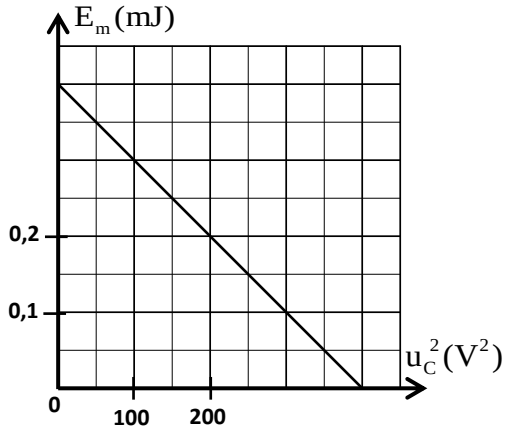
2-2- يمثل منحنى الشكل 4 تغير الطاقة المغنطيسية E_m المخزونة في الوشيعة بدلالة مربع التوتر u_c بين مربطي المكثف : — 0,75

$E_m=f(u_C^2)$.

اِعتمادا على منحنى الشكل 4 ، حدد السعة C للمكثف والتوتر U_0 .



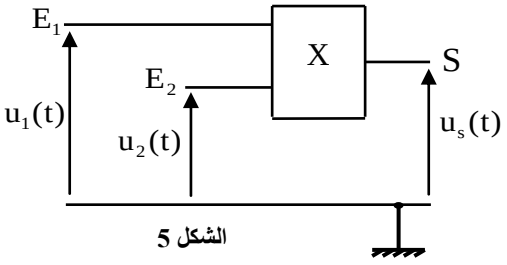
الشكل 3



الشكل4

الجزء الثاني : تضمين الوسع

لإحداث موجة هرتزية مضمَّنة الوسع ، ننجز التركيب الممثل في تبيانة الشكل 5 حيث X دارة متكاملة منجزة للجداء . ثابتة التناسب للدارة المتكاملة هي k .



الشكل 5

نُطبق عند المدخل E_1 التوتر $u_1(t)=6.\cos(4.10^5\pi.t)$ وعند المدخل E_2 التوتر $u_2(t)=2.\cos(8.10^3\pi.t)+5$. توتر الخروج $u_s(t)$ المحصل عليه هو :

$u_s(t)=k.u_1(t).u_2(t)=3[1+0,4.\cos(8.10^3\pi t)].\cos(4.10^5\pi t)$.

كل التوترات معبر عنها بالوحدة فولط (V).

1- حدد تردد الموجة الحاملة. — 0,25

2- اِختر الجواب الصحيح : — 0,5

الوسع القصوي للموجة المضمَّنة هو :

أ- 6V ؛ ب- 4,2V ؛ ج- 3V ؛ د- 1,8V ؛ ه- 2V .

3- هل تحققت شروط تضمين جيد؟ علل جوابك. — 0,5

Moutamadris.ma

0,75 **4-** عبر عن $u_s(t)$ على شكل مجموع ثلاث دوال جيبية ومثل طيف الترددات باختيار السلم 1cm/V بالنسبة للوسع.

(نُذكر أن $\cos(a).\cos(b)=\frac{1}{2}[\cos(a+b)+\cos(a-b)]$).

0,5 **5-** هل تمكن الدارة السدادة، المكونة من المكثف والوشيعة السابقين، من استقبال جيد للموجة المضمَّنة المدروسة ؟ علل جوابك.

الميكانيك (5,5 نقط)

الجزءان الأول و الثاني مستقلان

الجزء الأول : حركة متزلج

يتطرق هذا الجزء من التمرين إلى نموذج مبسط لحركة مركز القصور G لمتزلج خلال مرحلتين:

المرحلة الأولى : حركة مستقيمية للمتزلج على مستوى مائل .

المرحلة الثانية : السقوط الحر للمتزلج في مجال الثقالة المنتظم .

معطيات : - كتلة المتزلج : $m= 60\ kg$ ،

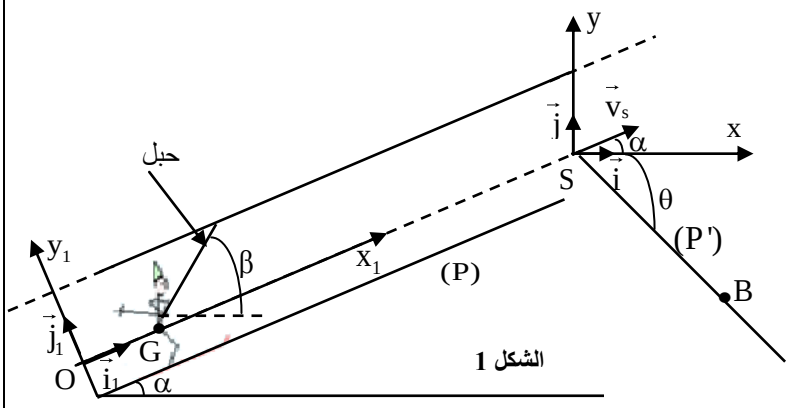
- شدة الثقالة : $g=9,8\ m.s^{-2}$

نهمل تأثير الهواء.

1- المرحلة الأولى:حركة المتزلج على المستوى المائل

ندرس حركة مركز القصور G للمتزلج في معلم $(O;\vec{i}_1;\vec{j}_1)$ مرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا(الشكل1).

لبلوغ القمة S لسكة مستقيمية (P) مائلة بزاوية $\alpha=23°$ بالنسبة للمستوى الأفقي ، ينطلق المتزلج بدون سرعة بدئية من النقطة O ، حيث يكون مرتبطا بحبل صلب يُكون زاوية $\beta=60°$ مع الخط الأفقي. يطبق الحبل على المتزلج قوة جر ثابتة $\vec{F}$ اتجاهها موازٍ لاتجاه الحبل(الشكل 1).



الشكل 1

خلال هذه المرحلة يبقى المتزلج في تماس مع السكة. نرمز بـ $\vec{R}_T$ و $\vec{R}_N$ على التوالي للمركبتين المماسية و المنظمية لتأثير السطح، بحيث $\|\vec{R}_T\|=k.\|\vec{R}_N\|$ مع k معامل الاحتكاك الصلب و $\|\vec{R}_T\|=f=80\ N$.

0,5 **1-1-** بتطبيق القانون الثاني لنيوتن بين أن المعادلة التفاضلية التي تحققها السرعة v لمركز القصور G تكتب :

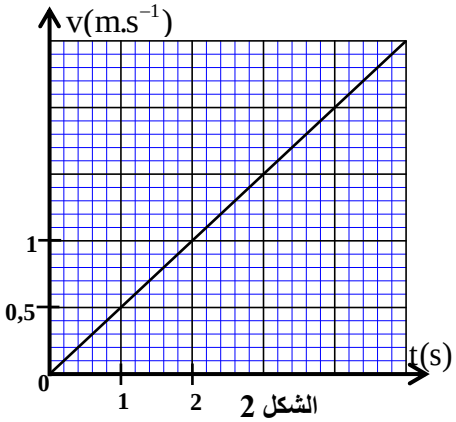
$$\frac{dv}{dt}+\frac{f}{m}+g.\sin\alpha-\frac{F}{m}\cos(\beta-\alpha)=0$$

1-2- يمثل منحنى الشكل 2 تغير السرعة v بدلالة الزمن.

0,25 **1-2-1-** حدد مبيانيا قيمة التسارع لحركة G .

0,25 **1-2-2-** حدد شدة قوة الجر $\vec{F}$.

0,5 **1-3-** حدد قيمة k .



الشكل 2

Moutamadris.ma

2- المرحلة الثانية : مرحلة القفز

عند وصوله إلى القمة S للسكة(P)، ينفصل المتزلج عن الحبل، فيغادر السكة ، عند لحظة نختارها أصلا جديدا للتواريخ (t=0) ، بسرعة $\vec{v_S}$ تُكون الزاوية α مع الخط الأفقي و قيمتها $v_S = 10\,m.s^{-1}$ (الشكل 1).

لتكن النقطة B موضع G لحظة سقوط المتزلج على السكة (P') المائلة بزاوية $\theta = 45°$ بالنسبة للخط الأفقي (الشكل 1).

ندرس حركة مركز القصور G للمتزلج في معلم $(S;\vec{i};\vec{j})$ مرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا.

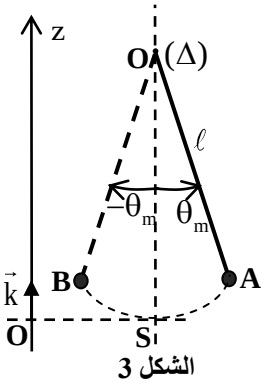
2-1- أثبت التعبيرين العدديين للمعادلتين الزمنيتين x(t) و y(t) لحركة السقوط الحر ل G في المعلم $(S,\vec{i},\vec{j})$. 0,5

2-2- استنتج أن معادلة المسار ل G تكتب: $y = -5,8.10^{-2}x^2 + 0,42x$. 0,5

2-3 - أوجد المسافة SB للقفزة. 0,5

الجزء الثاني :حركة نواس بسيط

نعتبر آلة ضبط النبض الموسيقي (le métronome) والتي ننمذجها بنواس بسيط يتكون من ساق صلبة كتلتها مهملة وطولها $\ell = 24,8\,cm$ مثبت عليها في طرفها الأسفل كرية صغيرة كتلتها $m = 20\,g$ وأبعادها مهملة أمام ℓ .



الشكل 3

عندما نزيح النواس عن موضع توازنه المستقر بزاوية θ_m يتذبذب في مستوى رأسي، بين موضعين حديين A و B ، حول محور أفقي (Δ) يمر من النقطة O (الشكل 3).ترسل الآلة إشارة صوتية عندما تصل الكرية إلى الموضع A، و ترسل نفس الاشارة عند وصول الكرية إلى الموضع B.

نعلم موضع النواس ، عند لحظة t ، بالأفصول الزاوي θ.

معطيات:- شدة الثقالة: $g = 9,81\,m.s^{-2}$ ؛

- بالنسبة للتذبذبات ذات الوسع الصغير نأخذ $\cos\theta \approx 1 - \frac{\theta^2}{2}$ حيث θ معبر عنه بالراديان(rad) ؛

-عزم قصور النواس بالنسبة لمحور الدوران (Δ) هو $J_\Delta = m.\ell^2$.

نهمل الاحتكاكات في هذا الجزء.

1- نزيح النواس عن موضع توازنه المستقر بزاوية صغيرة $\theta_m = 8°$ و نحرره من الموضع A بدون سرعة بدئية عند اللحظة $t_0 = 0$.

نختار المستوى الأفقي الذي تنتمي إليه النقطة S مرجعا لطاقة الوضع الثقالية $(E_{pp}=0)$.

1-1- أوجد، عند لحظة t ، تعبير طاقة الوضع الثقالية للنواس بدلالة m و θ و ℓ و g . 0,5

1-2- حدد قيمة الطاقة الميكانيكية للنواس. 0,25

1-3- اعتمادا على دراسة طاقية، أثبت المعادلة التفاضلية للحركة التي يحققها الأفصول الزاوي θ(t) . 0,5

2- نرمز ب T_0 للدور الخاص للنواس.

2-1- أعط تعبير T_0 بدلالة ℓ و g و تحقق باستعمال معادلات الأبعاد أن للدور بعد الزمن. 0,5

2-2- أحسب T_0 . استنتج عدد الإشارات الصوتية المرسلة خلال المدة $\Delta t = t - t_0 = 10,25\,s$ علما أن الإشارة الأولى المرسلة تسمع ، لأول مرة ،عند وصول الكرية إلى النقطة B . 0,5

3 - بين ،اعتمادا على انحفاظ الطاقة الميكانيكية ، أن السرعة الزاوية $\dot{\theta}(t)$ عند لحظة t يُعبر عنها بالعلاقة : 0,25

$$\dot{\theta}(t) = \pm\dot{\theta}_S\sqrt{1-\left(\frac{\theta}{\theta_m}\right)^2}$$ حيث $\dot{\theta}_S$ السرعة الزاوية عند النقطة S.

Moutamadris.ma

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 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.

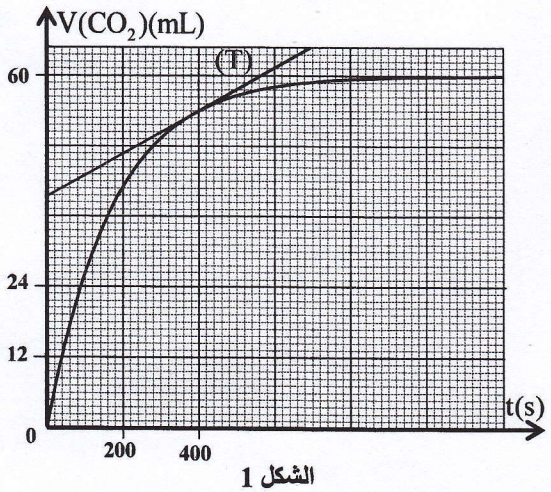
I - التتبع الزمني لتحول كيميائي بقياس حجم غاز

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

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

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.

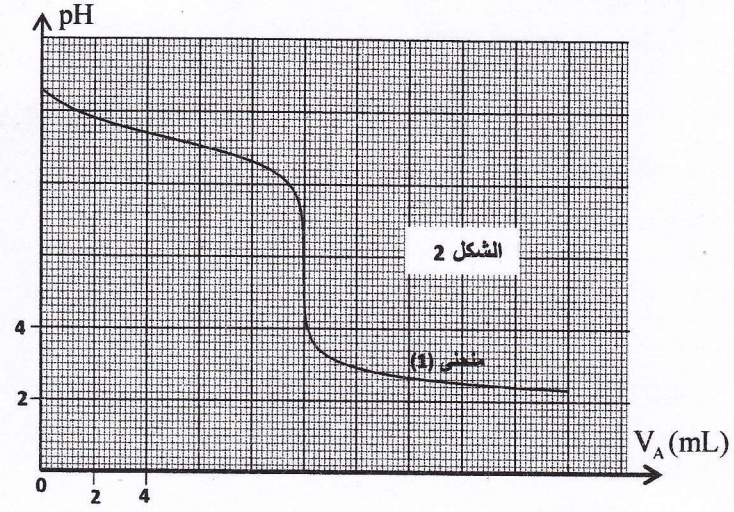
السائل المنظف مركَّز. لمعايرته نخفف حجما منه 100 مرة فنحصل على محلول (S_1).

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.



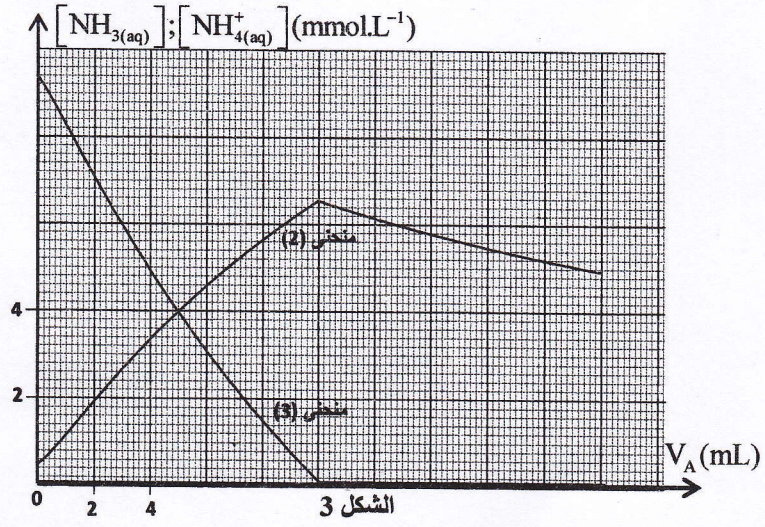
مكّن برنام ملائم من الحصول على المنحنيين (2) و (3) الممثلين لتغيرات تركيز كل من النوع الحمضي و النوع القاعدي للمزدوجة $NH^+_{4(aq)} / NH_{3(aq)}$ في الخليط التفاعلي بدلالة V_A (الشكل 3).

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، اعتمادا 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- 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)

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)**

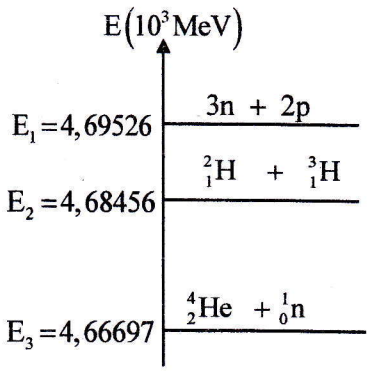
أ- تساوي طاقة الربط لنواة جداء النقص الكتلي للنواة و سرعة انتشار الضوء في الفراغ.

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_ℓ 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)**

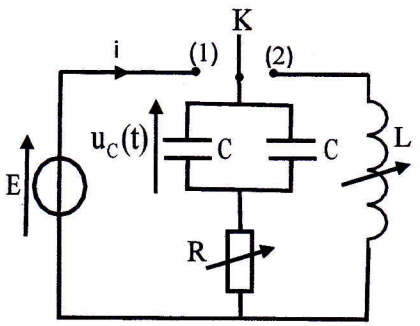
التمرين3 : الكهرباء (5 نقط)

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



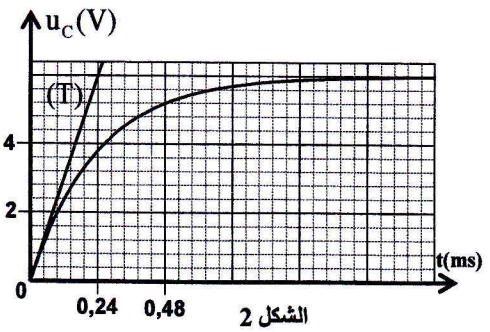
الشكل 1

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)**

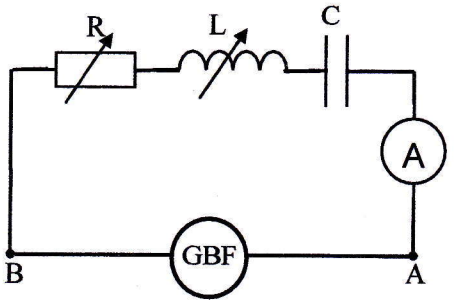
1-4- عندما يتحقق النظام الدائم، نؤرجح القاطع K إلى الموضع(2) عند لحظة نتخذها أصلا جديدا للتواريخ $(t = 0)$.

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

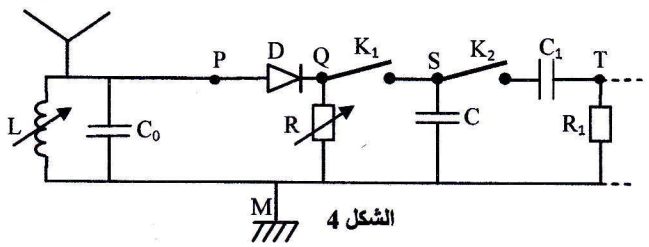
لإستقبال موجة هرتزية نستعمل تركيبا مستقبلا مُكوَّنا من سلسلة إلكترونية تضم عدة أجزاء.

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

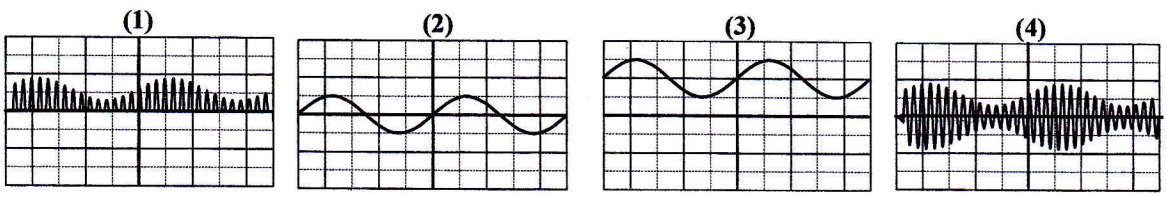
3-1- ماذا تعني "إزالة التضمين للإشارة المستقبلة " ؟ **(0,25 ن)**

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 :

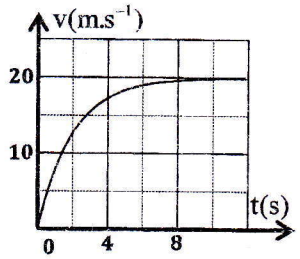
- وزنها $\vec{P}$ ،
- تأثير الهواء المنمذج بالقوة $\vec{R}=-\lambda.\vec{v}$ ، مع λ ثابتة موجبة $(\lambda>0)$ و $\vec{v}$ متجهة السرعة للكرية حيث $\vec{v}=v.\vec{k}$.

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 λ. (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 τ الزمن المميز للحركة.

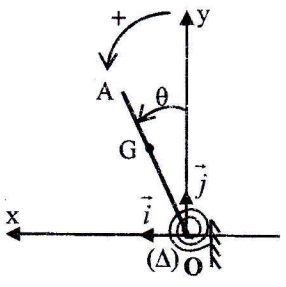
ارسم كيفيا شكل منحنى تطور السرعة $v(t)$ للكرية خلال حركتها.**(ن 0,5)**

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_Δ 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) (الشكل3).



الشكل 3

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

- نأخذ $\pi^2 = 10$.

نهمل الاحتكاكات .

نُمعلم 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.

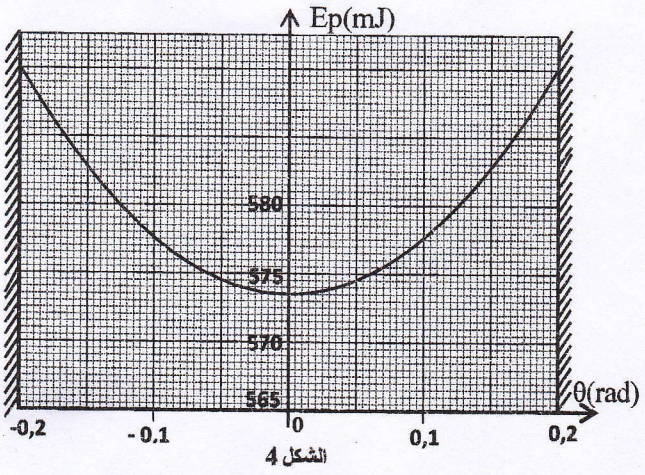
1- أثبت، باعتماد العلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران، المعادلة التفاضلية التي يحققها الأفصول الزاوي θ في حالة التذبذبات ذات الوسع الصغير.**(0,5 ن)**

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



الشكل 4

2-3-1- أوجد تعبير الدور الخاص T_0 بدلالة C و m و ℓ و J_Δ 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 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 $\theta = 0,125 rad$.**(0,5 ن)**

Moutamadris.ma