الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
الدورة العادية 2020
- الموضوع –

المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية والتكوين المهني والتعليم العالي والبحث العلمي
المركز الوطني للتقويم والامتحانات

SSSSSSSSSSSSSSSSSSS | NS 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**.*

** تعطى التعابير الحرفية قبل التطبيقات العددية و تكون النتيجة مصحوبة بالوحدة.*

** يمكن للتمارين أن تنجز وفق ترتيب يختاره المترشح.*

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

التمرين 1: الكيمياء (6,5 نقط)

- **الجزء الأول** : معايرة حمض اللاكتيك في حليب.
- **الجزء الثاني** : العمود كروم- فضة.

التمرين 2 :الموجات (2,5 نقط) - التحولات النووية (2,25 نقط)

I- حيود الضوء.

II- تفتت الأوكسيجين 15.

التمرين 3 : الكهرباء (5,5 نقط)

- شحن مكثف ،
- تفريغ مكثف في وشيعة،
- التذبذبات القسرية في دارة RLC متوالية.

التمرين 4 : الميكانيك(3,25 نقط)

- **الجزء I :** حركة متنزلج.
- **الجزء II** : حركة كرية مشحونة في مجال الثقالة و في مجال كهرساكن.

التمرين 1: الكيمياء(6,5 نقط)

الجزءان مستقلان

الجزء الأول : معايرة حمض اللاكتيك في حليب

تتزايد حمضية حليب بالتخمر اللبني ، نتيجة عدم احترام شروط حفظه. تمكن معايرة حمض اللاكتيك ذي الصيغة CH_3-CHOH-COOH *من التعرف على طراوة الحليب. كلما كان الحليب غير طري كلما ازدادت فيه كمية حمض اللاكتيك.*

نعاير حمض اللاكتيك في حليب بقرة ، لم يخضع لأية معالجة ، بواسطة محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم . نفترض أن حمضية الحليب ناتجة فقط عن تواجد حمض اللاكتيك.

نرمز لحمض اللاكتيك بالصيغة HA .

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

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

- الكتلة المولية لحمض اللاكتيك: $90\,g.mol^{-1}$.

1- تحضير محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم:

نحضر محلولا مائيا (S_B) لهيدروكسيد الصوديوم $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ حجمه $V=1,0\,L$ و تركيزه المولي C_B ، بإذابة كتلة من الصودا في الماء المقطر. أعطى قياس pH المحلول (S_B) القيمة $pH=12,70$.

1-1- أثبت تعبير pH المحلول (S_B) بدلالة K_e و C_B. **(0,5 ن)**

1-2- تحقق أن $C_B \simeq 5,0.10^{-2}\ mol.L^{-1}$. **(0,25 ن)**

2- مراقبة جودة حليب بقرة

لتحديد درجة حمضية حليب بقرة، أنجز تقني مختبر المعايرة بقياس pH باستعمال المحلول المائي (S_B) لهيدروكسيد الصوديوم ذي التركيز C_B. لهذا قام بصب حجم $V_A=25,0\,mL$ من الحليب في كأس، ثم أضاف إليه تدريجيا حجما V_B من المحلول (S_B) و سجل pH الخليط التفاعلي بعد كل إضافة.

نرمز ب V_{BE} لحجم محلول هيدروكسيد الصوديوم المضاف عند التكافؤ ، و ب K_A لثابتة الحمضية للمزدوجة $HA_{(aq)} / A^-_{(aq)}$.

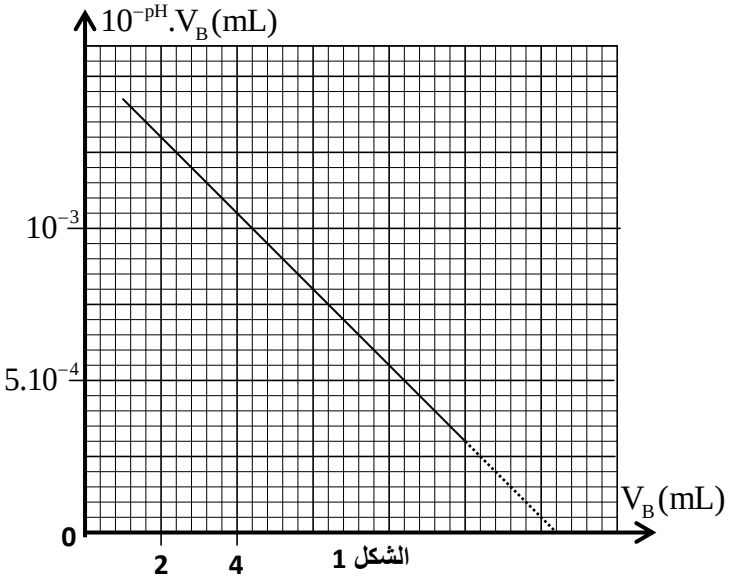
2-1- اكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة للتحول الحاصل أثناء هذه المعايرة. **(0,5 ن)**

2-2- أثبت العلاقة التي تمكن من تحديد التركيز C_A لحمض اللاكتيك بدلالة V_A و C_B و V_{BE}. **(0,5 ن)**

2-3- أثبت العلاقة: $V_B.10^{-pH} = K_A.(V_{BE} - V_B)$ مع $0 < V_B < V_{BE}$. **(0,75 ن)**

2-4- يمثل منحنى الشكل 1 تغيرات $10^{-pH}.V_B$ بدلالة V_B : $10^{-pH}.V_B = f(V_B)$.

بالاعتماد على منحنى الشكل 1:



الشكل 1

2-4-1- حدد الحجم V_{BE} و استنتج التركيز C_A. **(0,5 ن)**

2-4-2- حدد pK_A للمزدوجة $HA_{(aq)}/A^-_{(aq)}$. **(0,5 ن)**

2-5- يعبر في الصناعة الغذائية عن حمضية حليب بالدرجة دورنيك (Dornic) (°D). درجة واحدة Dornic ($1^\circ D$) توافق $1,0.10^{-1}\,g$ من حمض اللاكتيك لكل لتر واحد من الحليب. يعتبر حليب طريا إذا كانت حمضيته تتراوح بين $15^\circ D$ و $18^\circ D$.

هل يمكن اعتبار الحليب المدروس طريا؟

علل الجواب. **(0,75 ن)**

الجزء الثاني : العمود كروم- فضة

يتكون العمود كروم- فضة من مقصورتين موصولتين بقنطرة ملحية. تتكون المقصورة (1) من صفيحة من الكروم مغمورة في الحجم $V=100\,mL$ من محلول مائي لنترات الكروم III $Cr^{3+}_{(aq)}+3NO^-_{3(aq)}$ تركيزه المولي البدئي $\left[Cr^{3+}_{(aq)}\right]_i=C_1=0,100\,mol.L^{-1}$.

تتكون المقصورة (2) من صفيحة من الفضة مغمورة في الحجم V من محلول مائي لنترات الفضة $Ag^+_{(aq)}+NO^-_{3(aq)}$ تركيزه المولي البدئي $\left[Ag^+_{(aq)}\right]_i=C_1$.

المعطيات: - المزدوجتان المتدخلتان في التفاعل $Cr^{3+}_{(aq)}/Cr_{(s)}$ و $Ag^+_{(aq)}/Ag_{(s)}$ ،

- ثابتة فرادي : $1F=9,65.10^4\,C.mol^{-1}$ ،

- الكتلة المولية: $M(Cr)=52\,g.mol^{-1}$.

نركب،على التوالي،بين قطبي العمود موصلا أوميا (D) وأمبيرمترا(A) وقاطعا للتيار K .
نغلق الدارة عند اللحظة $t_0=0$ ، فيشير الأمبيرمتر إلى مرور تيار كهربائي شدته I_0 ثابتة و موجبة عندما يكون مربطه COM مرتبطا بإلكترود الكروم.

خلال اشتغال العمود، تتناقص كتلة أحد الإلكترودين ب $52\,mg$ بعد المدة $\Delta t=t_1-t_0$ من الاشتغال.

1- اكتب المعادلة الحصيلة خلال اشتغال العمود. **(0,5 ن)**

2- حدد تقدم تفاعل اشتغال العمود عند اللحظة t_1. **(0,5 ن)**

3- استنتج ،عند اللحظة t_1 ،التركيز المولي لأيونات الكروم Cr^{3+}. **(0,5 ن)**

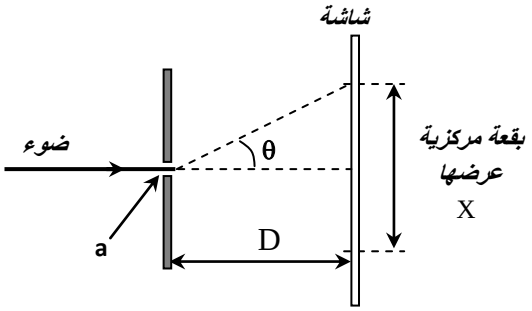
4- علما أن شدة التيار $I_0=50\,mA$ ، اوجد قيمة اللحظة t_1. **(0,75 ن)**

التمرين 2 :الموجات (2,5 نقط) - التحولات النووية (2,25 نقط)

I- حيود الضوء

نأخذ سرعة انتشار موجة ضوئية في الهواء: $c = 3.10^8\,m.s^{-1}$.

تمثل تبيانة الشكل جانبه التركيب التجريبي لدراسة حيود الضوء.



نضيئ شقا عرضه a بواسطة الضوء الأحمر للازر طول موجته $\lambda_1 = 632,8\,nm$ ثم بواسطة ضوء أصفر لحبابة للزئبق طول موجته λ_2 غير معروفة.

نشاهد على شاشة توجد على مسافة D من الشق شكل الحيود المحصل عليه ،حيث عرض البقعة المركزية $X_1 = 6,0\,cm$ بالنسبة للضوء الأحمر و $X_2 = 5,4\,cm$ بالنسبة للضوء الأصفر.

1- أعط عدد الإثباتات الخاطئة من بين الإثباتات التالية :**(0,5 ن)**

أ- تبرز تجربة الشكل ظاهرة تبدد الضوء.

ب- عند مرور موجة طول موجتها λ عبر شق عرضه $a = \frac{\lambda}{2}$ في نفس الوسط، فإن سرعته تتغير.

ج- عند مرور موجة طول موجتها λ عبر شق عرضه $a = \frac{\lambda}{2}$ ، في نفس الوسط فإن طول موجتها ينقص بالنصف.

د- في وسط مبدد، إذا تناقص طول الموجة λ ، فسرعة انتشار الإشارة تزداد.

2- نعتبر أن الفرق الزاوي θ صغيرا بحيث $\tan\theta \approx \theta$ مع θ معبر عنه بالراديان.

2-1- أعط التعبير الذي يمكن من تحديد الزاوية θ باعتماد فقط المقادير الواردة في الشكل.**(0,25 ن)**

2-2- بين أن الخارج $\frac{\lambda}{X}$ ثابت بالنسبة لتركيب تجريبي معين واستنتج طول الموجة λ_2.**(0,75 ن)**

3- إذا تم انجاز نفس التجربة باستعمال الضوء الأبيض، نلاحظ بقعة بيضاء وحزات ملونة. فسر ذلك.**(0,5 ن)**

4- احسب طول موجة الضوء الأحمر للازر المستعمل عند انتشاره في وسط معامل انكساره $n = 1,5$ و كذا سرعة انتشاره في هذا الوسط.**(0,5 ن)**

II- تفتت الأوكسيجين 15

يعتبر التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني المرمز له ب PET (Positron Emission Tomography) تقنية تصوير في الطب النووي ؛ تمكن من الحصول على صور دقيقة ثلاثية الأبعاد لبعض أعضاء الجسم وما قد يكون فيها من أمراض كأمراض السرطان. و من المواد المشعة التي تحقن في جسم المريض نذكر الفليور، الأوكسيجين، الأزوت...

في هذا التمرين نستعمل الأوكسيجين 15 ($^{15}_{8}O$) أحد نظائر الأوكسيجين.

في التصوير المقطعي(PET) يتم الكشف عن جزيئات الماء(الموجودة بوفرة في الدماغ) باستعمال الماء المشع الذي يتضمن الأوكسيجين 15($^{15}_{8}O$) و الذي يتم حقنه في المريض عبر وريد.

ينتج عن تفتت الأوكسيجين 15 النويدة $^{A}_{Z}X$ مع انبعاث بوزيترون.

معطيات:- ثابتة أفوكادرو: $N_A = 6,022.10^{23}\,mol^{-1}$ ، $1u = 931,494\,MeV.c^{-2}$ ،

- الكتلة المولية للماء: $M = 18\,g.mol^{-1}$ ، الكتلة الحجمية للماء: $\rho = 1\,g.cm^{-3}$ ،

- الكتل: $m(^{A}_{Z}X) = 15,000109\,u$ ، $m(^{15}_{8}O) = 15,003066\,u$ ، $m(^{0}_{1}e) = 5,486.10^{-4}\,u$ ،

- عمر النصف للأوكسيجين 15 : $t_{1/2} = 122\,s$.

1- اكتب معادلة تفاعل تفتت نواة الأوكسيجين $^{15}_{8}O$ مع تحديد العددين A و Z للنويدة المتولدة.**(0,5 ن)**

2- حدد بالوحدة MeV ، $|\Delta E|$ الطاقة المحررة عن تفتت نواة الأوكسيجين 15.**(0,5 ن)**

3- نعتبر أن حجم حقنة نشاطها البدئي $a_0 = 3,7.10^{7}\,Bq$ هو $V = 5\,cm^3$ ، أوجد نسبة جزيئات الماء التي تحتوي $^{15}_{8}O$ في هذه الحقنة.**(0,75 ن)**

4- لمواصلة الفحص ب PET نفترض أنه من الضروري حقن المريض من جديد عندما يصبح نشاط العينة $a(t_1)$ للنواة $^{15}_{8}O$ المتبقية عند اللحظة t_1 تقريبا 0,15% من النشاط البدئي a_0 للحقنة عند $t = 0$.

علل ، حسابيا، أنه يمكن انجاز حقن جديد بعد مدة زمنية تقارب $t = 20\,min$.**(0,5 ن)**

التمرين 3 : الكهرباء(5,5 نقط)

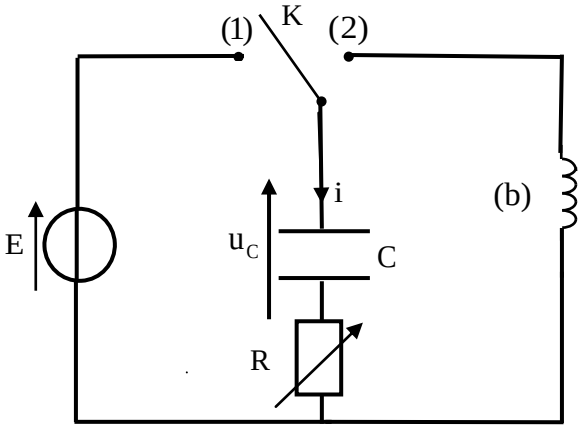
تستعمل المركبات الكهربائية مثل الموصلات الأومية و المكثفات والوشيعات ...في مختلف الدارات الكهربائية لمجموعة من الأجهزة الكهربائية و الإلكترونية...

ندرس في هذا التمرين:

- إستجابة ثنائي القطب RC لرتبة توتر صاعدة،
- التذبذبات الحرة و التذبذبات القسرية في دارة RLC متوالية.

ننجز التركيب الكهربائي الممثل في الشكل 1 و المتكون من:

- مولد مؤمثل للتوتر قوته الكهرمحركة E ،
- مكثف سعته C غير مشحون بدئيا،
- موصل أومي مقاومته R قابلة للضبط ،
- وشيعة (b) معامل تحريضها L ومقاومتها $r = 12\,\Omega$ ،
- قاطع للتيار K .



الشكل 1

1- شحن المكثف

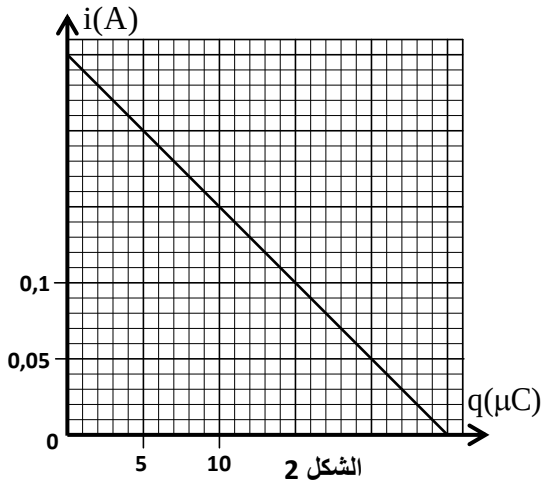
نضبط المقاومة R على القيمة $R = R_0 = 40\,\Omega$ و نضع القاطع K في الموضع(1) عند لحظة نتخذها أصلا للتواريخ $(t = 0)$.

1-1- أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة $q(t)$ للمكثف.**(0,5 ن)**

1-2- يمثل منحنى الشكل2 تغيرات الشدة $i(t)$ للتيار الكهربائي بدلالة الشحنة $q(t)$.

بالاعتماد على منحنى الشكل 2 ،أوجد:

1-2-1- قيمة E.**(0,25 ن)**



الشكل 2

2-2-1- قيمة ثابتة الزمن.**(0,5 ن)**

1-3- تحقق أن $C=2,5\mu F$. **(0,25 ن)**

2- تفريغ المكثف في الوشيعة

2-1- نضبط المقاومة R على قيمة R_1 .

عندما يتحقق النظام الدائم ، نؤرجح قاطع التيار K إلى الموضع (2) عند لحظة نتخذها أصلا جديدا للتواريخ $(t=0)$.

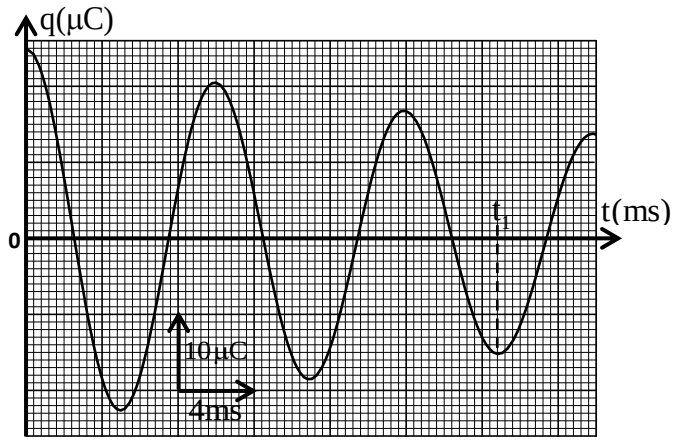
مكّن نظام مسك معلوماتي ملائم من خط المنحنى الممثل لتغيرات الشحنة $q(t)$ للمكثف (الشكل3).

2-1-1- بين أن المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة $q(t)$ تكتب على الشكل: $\frac{d^2q(t)}{dt^2}+A.\frac{dq(t)}{dt}+B.q(t)=0$ حيث A و B ثابتتان موجبتان.**(0,5 ن)**

2-1-2- حدد قيمة التوتر بين مربطي الوشيعة مباشرة بعد وضع القاطع K في الموضع (2).**(0,25 ن)**

2-1-3- باعتبار شبه الدور للتذبذبات يساوي الدور الخاص للمتذبذب LC ، تحقق أن $L=1,0\,H$. (نأخذ $\pi^2=10$) **(0,25 ن)**

2-1-4- احسب الطاقة المبددة بمفعول جول في الدارة بين اللحظتين $t=0$ و t_1 المعينة في الشكل 3.**(0,5 ن)**



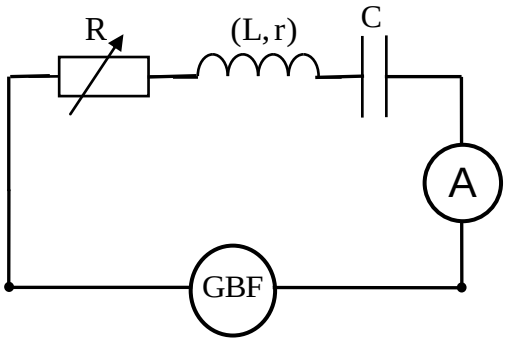
الشكل 3

2-2- نغير قيمة المقاومة R فنحصل على نظام لادوري للمتذبذب عندما تكون $A>2\sqrt{B}$. في هذه الحالة تكون المقاومة الكلية للدارة أكبر من قيمة R_c .

باستعمال معادلة الأبعاد، تحقق أن تعبير R_c له بعد مقاومة و حدد القيمة الدنوية للمقاومة R .**(0,75 ن)**

3- التذبذبات الكهربائية القسرية في دارة RLC متوالية

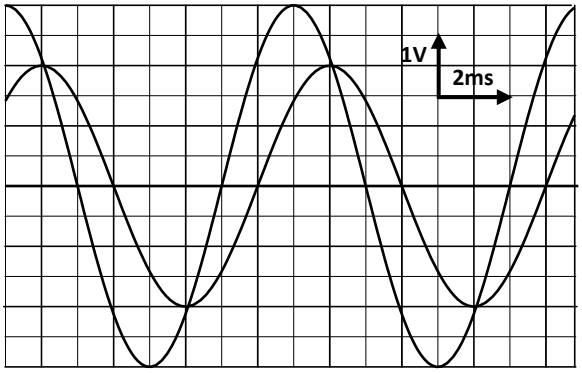
نزود الدارة المتكونة من ثنائيات القطب السابقة (الوشيعة (b) و الموصل الأومي ذو المقاومة R القابلة للضبط و المكثف ذو السعة C) بمولد GBF يعطي توترا متناوبا جيبيا $u(t)=U_m\cos(2.\pi.N.t+\varphi)$ تردده N قابل للضبط(الشكل 4).



الشكل 4

تكتب شدة التيار الكهربائي المار في الدارة كما يلي: $i(t)=I_m\cos(2.\pi.N.t)$.

نضبط المقاومة R على قيمة R_2 ونعاين بواسطة نظام مسك معلوماتي ملائم التوتر $u_R(t)$ بين مربطي الموصل الأومي عند المدخل Y_A ، والتوتر $u(t)$ عند المدخل Y_B فنحصل على الرسم التذبذبي الممثل في الشكل 5.



الشكل 5

3-1- حدد شدة التيار الكهربائي التي يشير إليها جهاز الأمبيرمتر علما أن قياس ممانعة الدارة أعطى $Z\simeq 390,4\,\Omega$.**(0,5 ن)**

3-2- احسب قيمة R_2 .**(0,5 ن)**

3-3- اكتب التعبير العددي للتوتر $u(t)$.**(0,75 ن)**

التمرين 4: الميكانيك (3,25 نقط)

الجزءان I و II مستقلان

الجزء I: دراسة حركة متزلج

ندرس في هذا الجزء حركة متزلج على مستوى مائل في حالتين:

- **الحالة الأولى:** قوة الاحتكاك المائع المطبقة من طرف الهواء مهملة،
- **الحالة الثانية:** قوة الاحتكاك المائع المطبقة من طرف الهواء غير مهملة.

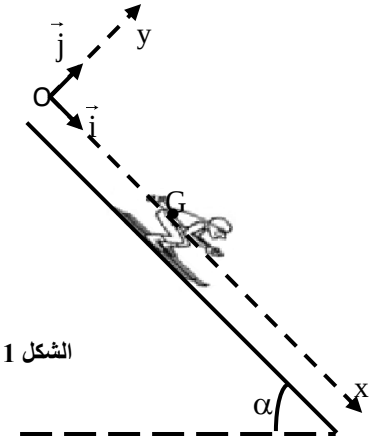
* نأخذ شدة الثقالة : $g = 10\ m.s^{-2}$ ونهمل دافعة أرخميدس.

ينزلق متزلج على سكة مستوية و مائلة بزاوية $\alpha = 45^{\circ}$ بالنسبة للمستوى الأفقي وفق الخط الأكبر ميلا(الشكل 1).

ننمذج المتزلج ولوازمه بجسم صلب (S) كتلته $m = 75\,kg$ ومركز قصوره G.

ندرس حركة G في معلم متعامد ممنظم $(O,\vec{i},\vec{j})$ مرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا.

عند اللحظة $t = 0$، ينطلق المتزلج بدون سرعة بدئية ويكون G منطبقا مع O أصل المعلم $(O,\vec{i},\vec{j})$ (الشكل 1) عند هذه اللحظة.



الشكل 1

1- الحالة الأولى: حركة المتزلج بدون احتكاك مائع

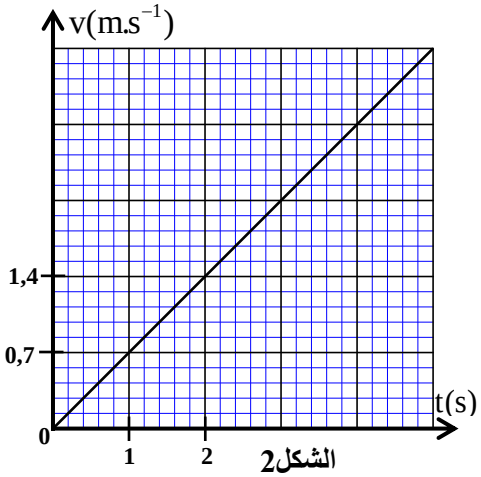
يتم التماس بين الجسم (S) و السكة باحتكاك صلب. تطبق السكة على المتزلج قوة $\vec{R}$ ذات مركبة مماسية $\vec{T}$ ومركبة منظمية $\vec{N}$. ترتبط شدتا $\vec{T}$ و $\vec{N}$ خلال حركة المتزلج بالعلاقة $T = k.N$ مع k ثابتة.

1-1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، عبر عن تسارع حركة G بدلالة g و α و k. **(0,5 ن)**

1-2- يمثل منحنى الشكل 2 تغيرات السرعة v لمركز القصور G بدلالة الزمن.

حدد مبيانيا تسارع الحركة. **(0,25 ن)**

1-3- تحقق أن $k \simeq 0,9$. **(0,25 ن)**



الشكل2

2- الحالة الثانية: حركة المتزلج باحتكاك مائع

بالإضافة إلى نفس القوى المطبقة على (S) في الحالة الأولى، يخضع الجسم (S) لقوى الاحتكاك المائع ، الناتجة عن الهواء، التي ننمذجها بالقوة $\vec{F} = -\lambda\vec{v}$، مع v سرعة مركز القصور G عند اللحظة t و λ ثابتة موجبة قيمتها $\lambda = 5$ S.I.

2-1- بيِّن، باستعمال القانون الثاني لنيوتن، أن المعادلة التفاضلية لحركة G تكتب على الشكل التالي: $\frac{dv}{dt} + A.v + B = 0$

مع $\vec{v} = v\vec{i}$ و A و B ثابتتان. **(0,5 ن)**

2-2- حدد v_ℓ قيمة السرعة الحدية للحركة. **(0,25 ن)**

2-3- حدد، بالاستعانة بالجدول جانبه وباستعمال طريقة أولير، السرعة v_2 لحركة الجسم(S)(خطوة الحساب $\Delta t = t_2 - t_1$). **(0,5 ن)**

t(s)	$v(m.s^{-1})$	$a_G(m.s^{-2})$
$t_1 = 14$	$v_1 = 6,30$	a_1
$t_2 = 15,4$	v_2	a_2

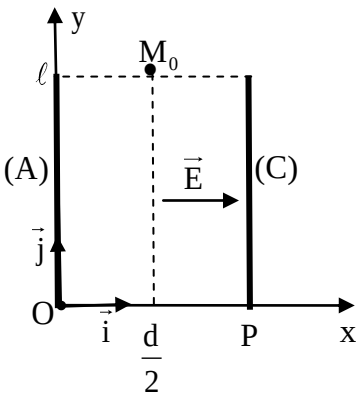
الجزء II: : حركة كرية مشحونة في مجال الثقالة و في مجال كهرساكن

نضع صفيحتين فلزيتين (A) و (C) في الفراغ ، حيث تفصل بينها المسافة d و نطبق بينهما توترا موجبا $U_0 = V_A - V_C$.

طول كل صفيحة هو ℓ . يوجد بين الصفيحتين مجال كهرساكن منتظم $\vec{E}$.(الشكل 3)

نطلق، بدون سرعة بدئية عند اللحظة $t=0$ انطلاقا من نقطة M_0 ، كرية (S) ، كتلتها m و تحمل شحنة q موجبة.

ندرس حركة مركز القصور G للكرية (S) في معلم متعامد ممنظم $R(O,\vec{i},\vec{j})$ مرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا.



الشكل 3

احداثيتا النقطة M_0 في المعلم $R(O,\vec{i},\vec{j})$ هما: $x_0 = \frac{d}{2}; y_0 = \ell$ (الشكل 3)

تخضع الكرية (S) بين الصفيحتين بالإضافة إلى وزنها إلى القوة الكهرساكنة $\vec{F} = q\vec{E}$.

معطيات: $g = 10\,m.s^{-2}$ ؛ $\ell = 1m$ ؛ $d = 4cm$ ؛

$\alpha = \frac{q}{m} = 10^{-6}\,C.kg^{-1}$.

نذكر أن : $E = \frac{U_0}{d}$.

1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، اثبت المعادلتين الزمنيتين x(t) و y(t) لمركز القصور G بدلالة U_0 و t (في النظام العالمي للوحدات).**(0,5ن)**

2- استنتج معادلة مسار الكرية.**(0,25ن)**

3- بالنسبة لقيمة محددة للتوتر U_0 ، يمر مسار الكرية من النقطة P ذات الإحداثيتين $(d,0)$. بين أن $U_0 = 8kV$.**(0,25ن)**

./.