

الصفحة	1	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا الدورة العادية 2020 - الموضوع -		المملكة المغربية وزارة التربية الوطنية والتكوين المهني والتعليم العالي والبحث العلمي المركز الوطني للتقويم والامتحانات	
8	*				
		SSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSS	NS 30		
4	مدة الإنجاز	الفيزياء والكيمياء			المادة
7	المعامل	شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب)			الشعبة أو المسلك

* 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.

يتضمن الموضوع أربعة تمارين: تمرين 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- تفككت الأوكسيجين 15.

التمرين 3 : الكهرباء (5,5 نقط)

- شحن مكثف ،

- تفريغ مكثف في وشيعة،

- التذبذبات القسرية في دائرة RLC متوالية.

التمرين 4 : الميكانيك (3,25 نقط)

- الجزء I : حركة متزلج.

- الجزء II : حركة كرية مشحونة في مجال الثقالة و في مجال كهرومغناطيسي.

الصفحة	2	NS 30	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2020 - الموضوع - مادة: الفيزياء والكيمياء- شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب)
8			

التمرين 1: الكيمياء (6,5 نقطة)

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 $\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$ من التعرف على طراوة الحليب . كلما كان الحليب غير طري كلما ازدادت فيه كمية حمض اللاكتيك .
نعابر 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°C ،
- الجداء الأيوني للماء : $K_e = 10^{-14}$ ،
- الكتلة المولية لحمض اللاكتيك : 90 g.mol^{-1} .

1- تحضير محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم:

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

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

1-2- تحقق أن $C_B \approx 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. (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 $V_A = 25,0 \text{ mL}$ من الحليب في كأس ، ثم أضاف إليه تدريجياً حجماً 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 ثابتة الحمضية للمزدوجة $\text{HA}_{(\text{aq})} / \text{A}^-_{(\text{aq})}$.

2-1- اكتب المعادلة الكيميائية الممنجة للتحويل الحاصل أثناء هذه المعايرة . (0,5 ن)

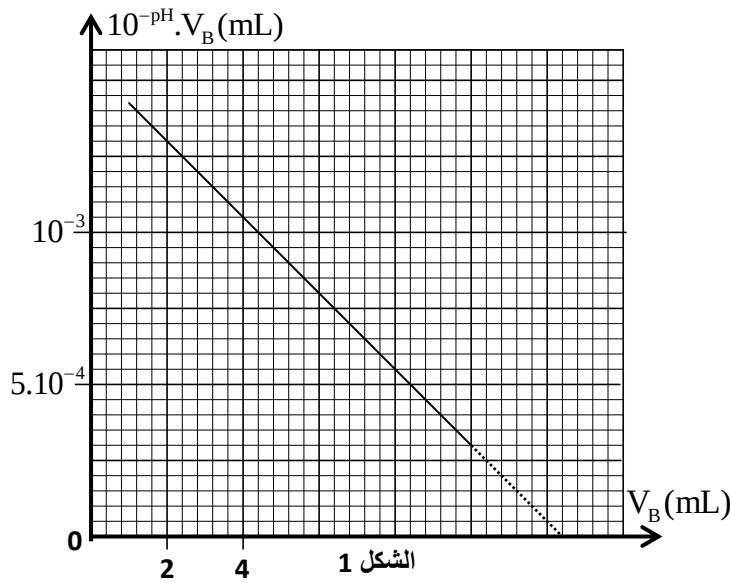
2-2- أثبت العلاقة التي تمكن من تحديد التركيز C_A لحمض اللاكتيك بدلالة V_A و C_B و V_{BE} . (0,5 ن)

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

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

الصفحة	3	NS 30	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2020 - الموضوع - مادة: الفيزياء والكيمياء- شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب)
8			

بالاعتماد على منحنى الشكل 1:



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

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

2-5- يعبر في الصناعة الغذائية عن حمضية حليب بالدرجة دورنيك ($^{\circ}D$ Dornic). درجة واحدة Dornic ($1^{\circ}D$) توافق $1,0 \cdot 10^{-1} g$ 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 $Cr^{3+}_{(aq)} + 3NO_{3(aq)}^-$ تركيزه المولي البدئي $[Cr^{3+}_{(aq)}]_i = C_1 = 0,100 mol.L^{-1}$.

تتكون المقصورة (2) من صفيحة من الفضة مغمورة في الحجم V من محلول مائي لنترات الفضة $Ag^+_{(aq)} + NO_{3(aq)}^-$ تركيزه المولي البدئي $[Ag^+_{(aq)}]_i = C_1$.

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 مربوطه COM مرتبطا بالكترود الكروم.

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

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

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

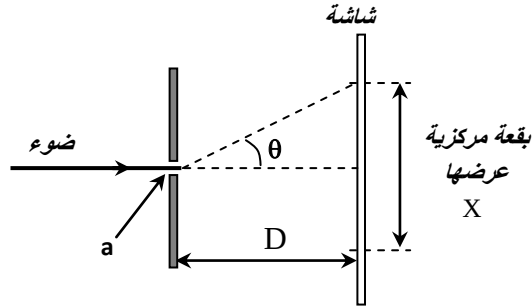
3- استنتج ، عند اللحظة t_1 ، التركيز المولي لأيونات الكروم Cr^{3+} . (0,5 ن)

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

الصفحة	4	NS 30	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2020 - الموضوع - مادة: الفيزياء والكيمياء- شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب)
8			

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

I- حيود الضوء



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

تمثل تبيانة الشكل جانبه التركيب التجريبي لدراسة حيود الضوء.

نضيئ شقا عرضه a بواسطة الضوء الأحمر للآزر طول موجته $\lambda_1 = 632,8 \text{ nm}$ 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 $X_1 = 6,0 \text{ cm}$ بالنسبة للضوء الأحمر و $X_2 = 5,4 \text{ cm}$ 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.

1-2- 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 للآزر المستعمل عند انتشاره في وسط معامل انكساره $n = 1,5$ وكذا سرعة انتشاره في هذا الوسط. (0,5 ن)

II- تفتت الأوكسيجين 15

يعتبر التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني المرمز له بـ 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. ومن المواد المشعة التي تحقق في جسم المريض نذكر الفلور، الأوكسيجين، الأزوت...

في هذا التمرين نستعمل الأوكسيجين 15 ($^{15}_8\text{O}$) أحد نظائر الأوكسيجين.

في التصوير المقطعي (PET) يتم الكشف عن جزيئات الماء (الموجودة بوفرة في الدماغ) باستعمال الماء المشع الذي يتضمن الأوكسيجين 15 ($^{15}_8\text{O}$) والذي يتم حقنه في المريض عبر وريد.

ينتج عن تفتت الأوكسيجين 15 النوية ^A_ZX مع انبعاث بوزيترون.

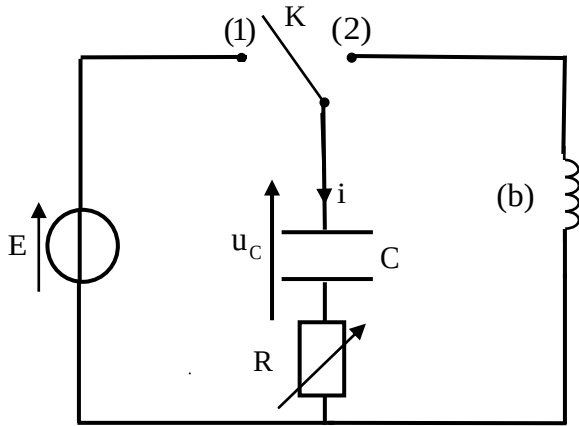
الصفحة	5	NS 30	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2020 - الموضوع - مادة: الفيزياء والكيمياء - شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب)
8			

- معطيات:-** ثابتة أفوكادرو: $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ، $1u = 931,494 \text{ MeV} \cdot c^{-2}$ ،
 - الكتلة المولية للماء: $M = 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ، الكتلة الحجمية للماء: $\rho = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ،
 - الكتل: $m(^0_1e) = 5,486 \cdot 10^{-4} u$ ، $m(^{15}_8O) = 15,003066 u$ ، $m(^A_ZX) = 15,000109 u$ ،
 - عمر النصف للأوكسجين 15 : $t_{1/2} = 122 \text{ s}$.

- 1- اكتب معادلة تفاعل تفتت نواة الأوكسجين $^{15}_8O$ مع تحديد العددين A و Z للنوية المتولدة. (0,5 ن)
- 2- حدد بالوحدة MeV ، الطاقة المحررة عن تفتت نواة الأوكسجين 15. (0,5 ن)
- 3- نعتبر أن حجم حقنة نشاطها البدئي $a_0 = 3,7 \cdot 10^7 \text{ Bq}$ هو $V = 5 \text{ cm}^3$ ، أوجد نسبة جزيئات الماء التي تحتوي $^{15}_8O$ 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 $^{15}_8O$ 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 $t = 20 \text{ min}$. (0,5 ن)

التمرين 3 : الكهرباء (5,5 نقط)

تستعمل المركبات الكهربائية مثل الموصلات الأومية و المكثفات والشعيات... في مختلف الدارات الكهربائية لمجموعة من الأجهزة الكهربائية و الإلكترونية...
 ندرس في هذا التمرين:



الشكل 1

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

1- شحن المكثف

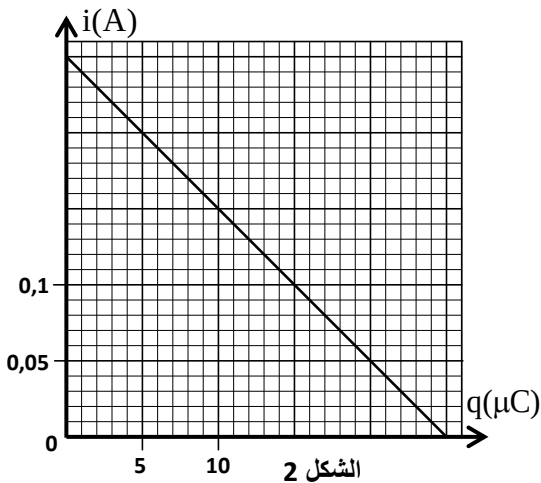
نضبط المقاومة R على القيمة $R = R_0 = 40 \Omega$ و نضع القاطع K في الموضع (1) عند لحظة نتخذها أصلاً للتواريخ $(t = 0)$.

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

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

بالاعتماد على منحني الشكل 2 ، أوجد:

1-2-1 قيمة E. (0,25 ن)



الشكل 2

2-2-1- قيمة ثابتة الزمن. (0,5 ن)

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

2- تفريغ المكثف في الوشيعه

2-1- ضبط المقاومة R على قيمة R_1 .

عندما يتحقق النظام الدائم ، نؤرجح قاطع التيار K إلى الموضع (2) عند لحظة نتخذها أصلا جديدا للتواريخ $(t = 0)$.
ممكن نظام مسك معلوماتي ملائم من خط المنحنى الممثل لتغيرات الشحنة $q(t)$ للمكثف (الشكل 3).

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

ثابتان موجبتان. (0,5 ن)

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

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

4-1-2- احسب الطاقة المبذولة بمفعول جول في الدارة بين

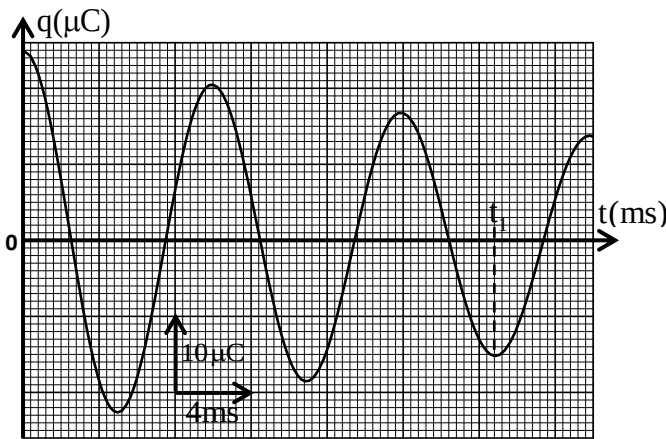
اللحظتين $t=0$ و t_1 المعينة في الشكل 3.(5,0 ن)

2-2- غير قيمة المقاومة R فنحصل على نظام لادوري للمتذبذب عندما تكون $A > 2\sqrt{B}$. في هذه الحالة تكون

المقاومة الكلية للدائرة 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)



الشكل 3

3- التذبذبات الكهربائية القسرية في دائرة RLC متوالية

نزود الدارة المتكونة من ثنائيات القطب السابقة (الوشية

(b) و الموصل الأومي ذو المقاومة R القابلة للضبط و المكثف ذو السعة C)

بمولد GBF يعطي توترا متناوبا جيبييا $u(t) = U_m \cos(2\pi Nt + \phi)$ تردد N

قابل للضبط (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

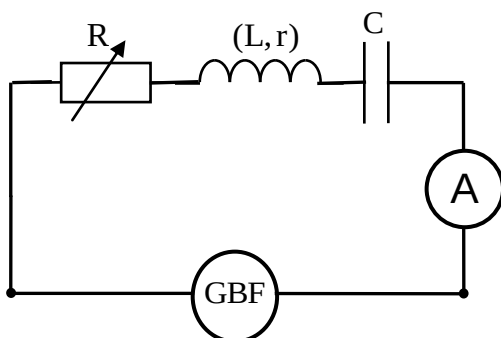
المدخل Y_B فنحصل على الرسم التذبذبي الممثل في الشكل 5.

1-3- حدد شدة التيار الكهربائي التي يشير إليها جهاز الأمبير متر علما أن

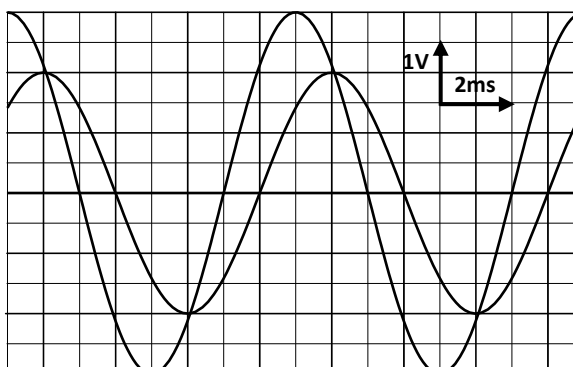
قياس ممانعة الدارة أعطى $Z \approx 390,4 \Omega$. $(0,5 \text{ ن})$

3-2- احسب قيمة R_7 (0,5 ن)

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



الشكل 4



الشكل 5

الصفحة	7	NS 30	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2020 - الموضوع - مادة: الفيزياء والكيمياء- شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب)
8			

التمرين 4: الميكانيك (3,25 نقطة)

الجزءان I و II مستقلان

الجزء I: دراسة حركة منزلق

ندرس في هذا الجزء حركة منزلق 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: $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ ونهمل دافعة أرخميدس.

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

ننمذج المنزلج ولوازمه بجسم صلب (S) كتلته $m = 75 \text{ kg}$ 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 المنزلج بدون سرعة بدئية ويكون G منطبقا مع O أصل المعلم

$(O, \vec{i}, \vec{j})$ (الشكل 1) عند هذه اللحظة.

1- الحالة الأولى: حركة المنزلج بدون احتكاك مائع

يتم التماس بين الجسم (S) و السكة باحتكاك صلب. تطبق السكة على المنزلج قوة $\vec{R}$ ذات

مركبة مماسية $\vec{T}$ ومركبة منظمية $\vec{N}$. ترتبط شدتا $\vec{T}$ و $\vec{N}$ خلال حركة المنزلج

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 $k \approx 0,9$. (0,25 ن)

2- الحالة الثانية: حركة المنزلج 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 $\lambda = 5 \text{ S.I.}$.

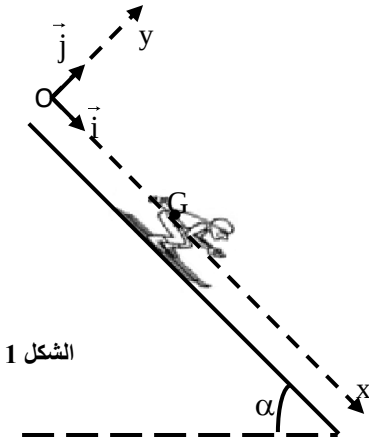
2-1- بيّن، باستعمال القانون الثاني لنيوتن، أن المعادلة التفاضلية لحركة G تكتب على الشكل التالي: $\frac{dv}{dt} + A.v + B = 0$

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

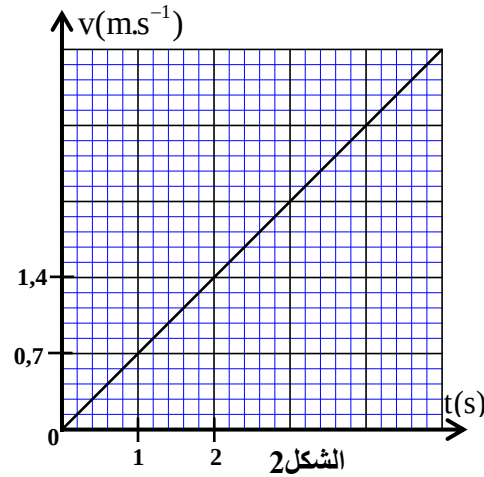
2-2- حدد قيمة السرعة الحدية للحركة. (0,25 ن)

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)



الشكل 1



الشكل 2

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

الصفحة	8	NS 30	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2020 - الموضوع - مادة: الفيزياء والكيمياء - شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب)
8			

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

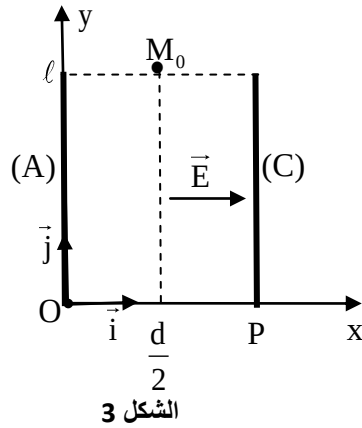
نضع صفيحتين فلزيتين (A) و (C) في الفراغ ، حيث تفصل بينهما المسافة d و نطبق بينهما توترا موجبا $V_A - V_C = U_0$.

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.



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

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

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

للوحات). (0,5ن)

2- استنتج معادلة مسار الكرية. (25,0ن)

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

