المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية والتكوين المهني
المركز الوطني للتقويم والامتحانات والتوجيه

الإمتحان الوطني الموحد للبكالوريا
الدورة العادية 2015
- الموضوع -

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

يتضمن الموضوع أربعة تمارين : تمرين في الكيمياء و ثلاثة تمارين في الفيزياء

الكيمياء:(7 نقط)

- معايرة حمض و تصنيع إستر .
- دراسة العمود نيكل - كوبالت .

الفيزياء: (13 نقطة)

- **التحولات النووية (2,25 نقط):**
  - تفاعلات الاندماج والانشطار.
- **الكهرباء (5,25 نقط) :**
  - دراسة ثنائيات القطب: RL و RC وRLC .
  - تضمين الوسع لإشارة جيبية .
- **الميكانيك (5,5 نقط) :**
  - دراسة السقوط الرأسي باحتكاك لكرية.
  - الدراسة الطاقية لنواس مرن.

الكيمياء:(7 نقط) **الجزءان الأول و الثاني مستقلان**

الجزء الأول :معايرة حمض وتصنيع إستر

يستعمل حمض الإيثانويك في تصنيع كثير من المواد العضوية من بينها زيت الياسمين (إيثانوات البنزيل)، و هو إستر يستعمل في صناعة العطور، يمكن تحضيره في المختبر انطلاقا من التفاعل بين حمض الإيثانويك CH_3COOH والكحول البنزيلي $C_6H_5-CH_2-OH$.

يهدف هذا الجزء إلى دراسة معايرة محلول مائي لحمض الإيثانويك بواسطة محلول قاعدي ودراسة تفاعل هذا الحمض مع الكحول البنزيلي.

معطيات :

- تمت جميع القياسات عند درجة الحرارة 25°C .

المركب العضوي	الكتلة المولية ($g.mol^{-1}$)
حمض الإيثانويك	60
الكحول البنزيلي	108
إيثانوات البنزيل	150

1- معايرة حمض الإيثانويك

نحضر محلولا مائيا (S_A) لحمض الإيثانويك CH_3COOH حجمه $V=1L$ وتركيزه المولي C_A بإذابة كمية من هذا الحمض كتلتها m في الماء المقطر.

نعاير، بتتبع قياس pH، الحجم $V_A=20mL$ من المحلول (S_A) بواسطة محلول مائي (S_B) لهيدروكسيد الصوديوم $Na^+_{(aq)}+HO^-_{(aq)}$ تركيزه المولي $C_B=2.10^{-2}mol.L^{-1}$.

0,25 1-1- اكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة للتحول الحاصل أثناء هذه المعايرة .

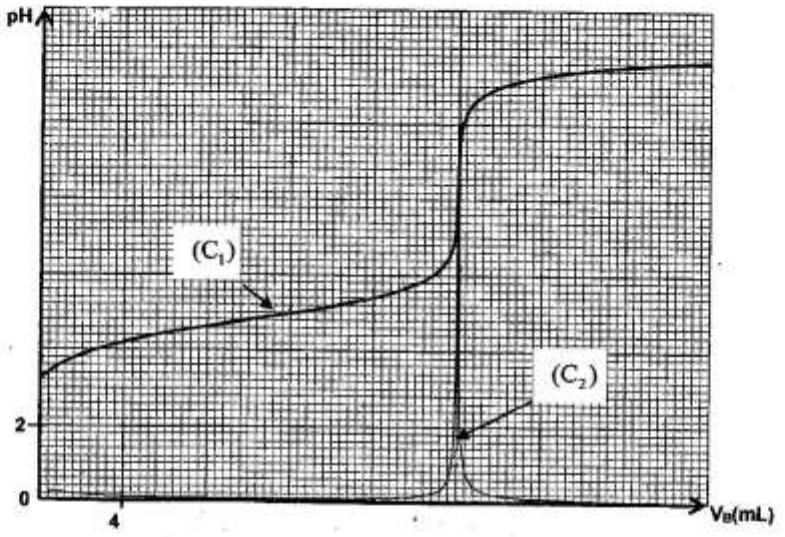
1-2- اعتمادا على القياسات المحصل عليها، تم خط المنحنى (C_1) الذي يمثل $pH=f(V_B)$ و المنحنى (C_2) الذي يمثل $\frac{dpH}{dV_B}=g(V_B)$ (الشكل صفحة 3/8) حيث يمثل V_B حجم المحلول (S_B) المضاف.

0,25 1-2-1- عين الحجم V_{BE} لمحلول هيدروكسيد الصوديوم المضاف عند التكافؤ .

0,75 1-2-2- أوجد قيمة الكتلة m اللازمة لتحضير المحلول (S_A) .

0,5 1-3- بين أن تفاعل حمض الإيثانويك مع الماء تفاعل محدود .

0,75 1-4- أثبت، بالنسبة لحجم V_B مضاف قبل التكافؤ، التعبير: $V_B.10^{-pH}=K_A.(V_{BE}-V_B)$ مع $V_B\neq 0$ ثم استنتج قيمة pK_A للمزدوجة CH_3COOH/CH_3COO^- .



2- تصنيع إستر

نحضر خليطا يتكون من $m_{ac} = 6g$ من حمض الإيثانويك و $m_{al} = 10,80g$ من الكحول البنزيلي $C_6H_5 - CH_2 - OH$.
في ظروف تجريبية معينة ،نسخن الخليط بالارتداد بعد إضافة قطرات من حمض الكبريتيك المركز و بعض حصى الخفان.
نحصل عند نهاية التفاعل على كتلة $m = 9,75g$ من إيثانوات البنزيل .

0,25 | 2-1- اكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لتفاعل الأسترة .

0,5 | 2-2- احسب المردود r_1 لتفاعل الأسترة .

1 | 2-3- في نفس الظروف التجريبية السابقة ، نعيد التجربة باستعمال $n_{ac} = 0,10mol$ من حمض الإيثانويك و $n_{al} = 0,20mol$ من الكحول البنزيلي. أوجد المردود r_2 لتفاعل الأسترة في هذه الحالة.

0,5 | 2-4- بمقارنة r_1 و r_2 ، ماذا تستنتج؟

الجزء الثاني : دراسة العمود نيكل - كوبالت

يرتكز اشتغال عمود كيميائي على تحويل جزء من الطاقة الكيميائية الناتجة عن التحولات الكيميائية إلى طاقة كهربائية.
ندرس في هذا الجزء العمود: نيكل - كوبالت.

معطيات :

- الكتلة المولية للنيكل : $M(Ni) = 58,7g.mol^{-1}$
- ثابتة فرادي : $1F = 9,65.10^4\ C.mol^{-1}$
- ثابتة التوازن المقرونة بمعادلة التفاعل : $Ni^{2+}_{(aq)} + Co_{(s)} \underset{(2)}{\overset{(1)}{\rightleftharpoons}} Ni_{(s)} + Co^{2+}_{(aq)}$ هي $K = 10^2$ عند $25^\circ C$.

ننجز عمودا بغمر صفيحة من النيكل في كأس تحتوي على الحجم $V = 100mL$ من محلول مائي لكبريتات النيكل II $Ni^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$ تركيزه المولي البدئي $C_1 = \left[Ni^{2+}_{(aq)}\right]_i = 3.10^{-2}\ mol.L^{-1}$ و صفيحة من الكوبالت في كأس آخر تحتوي على الحجم $V=100mL$ من محلول مائي لكبريتات الكوبالت II $Co^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$ تركيزه المولي البدئي $C_2 = \left[Co^{2+}_{(aq)}\right]_i = 0,3mol.L^{-1}$. نوصل المحلولين بقنطرة ملحية.

نركب على التوالي بين قطبي العمود، موصلا أوميا و أمبيرمترا و قاطعا للتيار.
نغلق الدارة عند لحظة نختارها أصلا للتواريخ $(t=0)$، فيمر فيها تيار كهربائي شدته I نعتبرها ثابتة .

1- اختر الجواب الصحيح من بين الاقتراحات التالية: 0,5
أ- منحى التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية المكونة للعمود هو المنحى (2) لمعادلة التفاعل.
ب- إلكترود الكوبالت هو الكاثود .
ج- تنتقل الإلكترونات عبر القنطرة الملحية المحافظة على الحياد الكهربائي للمحاليل.
د- خارج العمود، يكون منحى التيار الكهربائي من إلكترود النيكل نحو إلكترود الكوبالت .
ه- تحدث الأكسدة عند الكاثود.

2- أوجد، بدلالة K و F و C_1 و C_2 و V و I، تعبير التاريخ t_e الذي يتحقق عنده توازن المجموعة الكيميائية. 1
احسب قيمة t_e علما أن $I=100\ mA$.

3- احسب التغير Δm لكتلة إلكترود النيكل بين اللحظتين $t=0$ و $t=t_e$. 0,75

الفيزياء: (13 نقطة)

التحولات النووية (2,25 نقط)

تعتبر تفاعلات الاندماج والانشطار من بين التفاعلات النووية التي تنتج عنها طاقة كبيرة تستغل في مجالات متعددة .

معطيات :

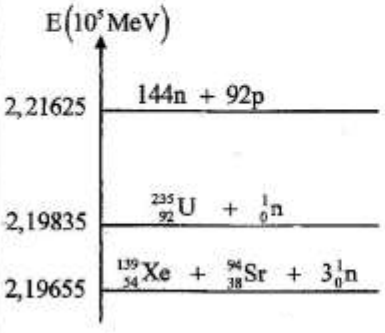
- $1MeV = 1,6022.10^{-13}\ J$
- $m(^{1}_{1}H) = 1,00728\ u$ ، $m(^{4}_{2}He) = 4,00151\ u$ ، $m(^{0}_{1}e) = 5,48579.10^{-4}\ u$
- $1u = 931,494\ MeV.c^{-2} = 1,66054.10^{-27}\ kg$
- نأخذ كتلة الشمس : $m_S = 2.10^{30}\ kg$.
- نعتبر أن كتلة الهيدروجين $^{1}_{1}H$ تمثل نسبة 10% من كتلة الشمس .

1- نعطي في الجدول التالي معادلات بعض التفاعلات النووية :

A	$^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n$
B	$^{60}_{27}Co \longrightarrow {}^{60}_{28}Ni + {}^{0}_{-1}e$
C	$^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{234}_{90}Th$
D	$^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{139}_{54}Xe + {}^{94}_{38}Sr + 3\,{}^{1}_{0}n$

1-1- عين، من بين هذه المعادلات ، معادلة تفاعل الاندماج . 0,25

1-2- بالاعتماد على مخطط الطاقة الممثل في الشكل جانبه، احسب :



1-2-1- طاقة الربط بالنسبة لنوية لنواة $^{235}_{92}U$. 0,25

1-2-2-الطاقة $|\Delta E_0|$ الناتجة عن التفاعل (D) . 0,25

2- تحدث في الشمس تحولات نووية ترجع بالأساس إلى الهيدروجين و ذلك وفق المعادلة الحصيلة التالية : $4\,{}^{1}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He + 2\,{}^{0}_{1}e$

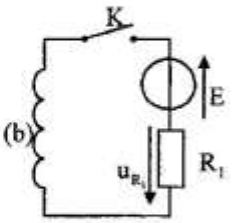
2-1- احسب ، بالجول (J) ، الطاقة $|\Delta E|$ الناتجة عن هذا التحول . 0,5

2-2- علما أن الطاقة المحررة من طرف الشمس نتيجة هذا التحول خلال كل سنة هي $E_S = 10^{34}\ J$، أوجد عدد السنوات اللازمة لِيُستهلك كل الهيدروجين الموجود في الشمس . 1

الكهرباء (5,25 نقط)

تحتوي مجموعة من الأجهزة الكهربائية على تراكيب تتكون من وشيعات ومكثفات وموصلات أومية... تختلف وظيفة هذه المركبات حسب كيفية تركيبها و مجالات استعمالاتها.

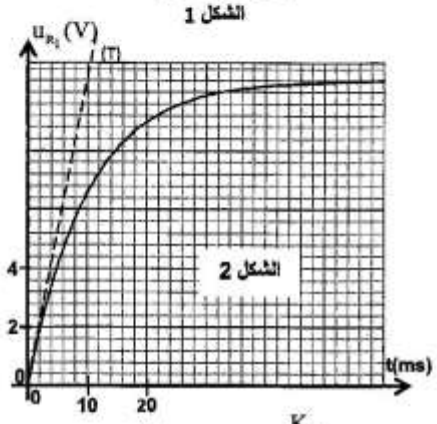
1- دراسة ثنائي القطب RL



الشكل 1

ننجز التركيب الممثل في الشكل 1 و المكوّن من :
- مولد قوته الكهرمحركة $E=12\,V$ ومقاومته الداخلية مهملة؛
- موصل أومي مقاومته $R_1=52\,\Omega$ ؛
- وشيعة (b) معامل تحريضها L ومقاومتها r ؛
- قاطع التيار K .

نغلق القاطع K في لحظة نختارها أصلا للتواريخ $(t=0)$. يمكن نظام مسك معلوماتي ملائم من خط المنحنى الممثل لتغيرات التوتر $u_{R_1}(t)$ بين مربطي الموصل الأومي (الشكل 2) . يمثل المستقيم (T) المماس للمنحنى عند $t=0$.



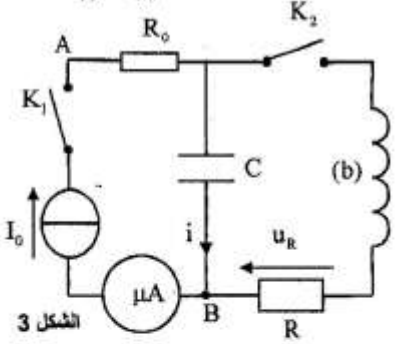
الشكل 2

0,25 1-1- أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_{R_1} بين مربطي الموصل الأومي.

0,5 1-2- حدد قيمة المقاومة r للوشيعة.

0,25 1-3- تحقق أن $L=0,6\,H$.

2- دراسة ثنائي القطب RC و RLC

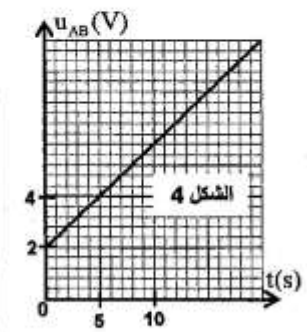


الشكل 3

ننجز التركيب الممثل في الشكل 3 والمكوّن من :
- مولد مؤمثل للتيار؛
- ميكروأمبيرمتر ؛
- موصلين أوميين مقاومتاهما R_0 و $R=40\,\Omega$ ؛
- مكثف سعته C ،غير مشحون بدئيا؛
- الوشيعة (b) السابقة؛
- قاطعي التيار K_1 و K_2 .

2-1- دراسة ثنائي القطب RC

عند لحظة تاريخها $t=0$ نغلق قاطع التيار K_1 (K_2 مفتوح) فيشير الميكروأمبيرمتر إلى الشدة $I_0=4\,\mu A$. يمكن نظام مسك معلوماتي ملائم من خط المنحنى الممثل لتغيرات التوتر $u_{AB}(t)$ (الشكل 4) .



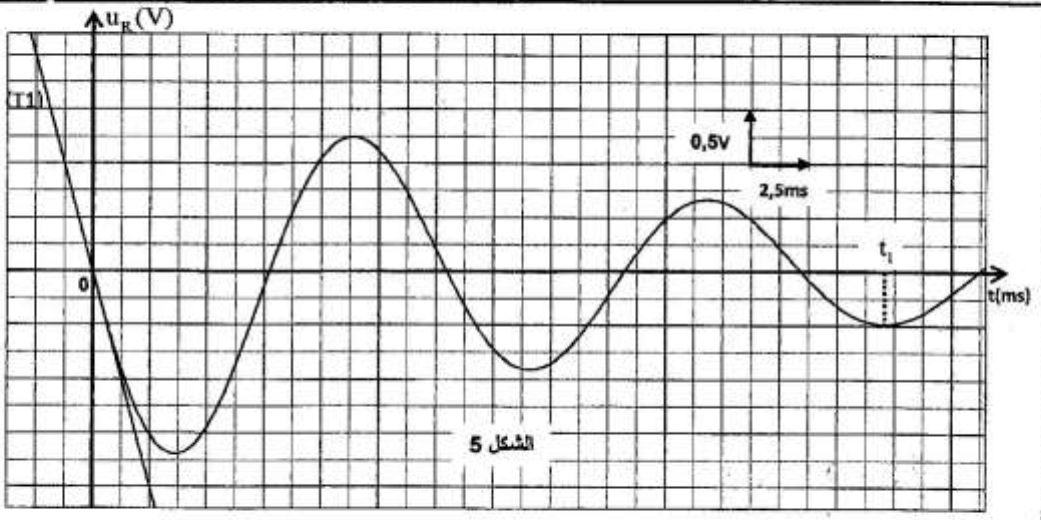
الشكل 4

0,25 2-1-1- حدد قيمة R_0.

0,5 2-1-2- أوجد قيمة السعة C للمكثف .

2-2- دراسة ثنائي القطب RLC

عندما يأخذ التوتر بين مربطي المكثف القيمة $u_C=U_0$، نفتح K_1 و نغلق K_2 عند لحظة نختارها أصلا جديدا للتواريخ $(t=0)$. يمكن نظام مسك معلوماتي ملائم من خط المنحنى الممثل لتغيرات التوتر $u_R(t)$ (الشكل 5) .(يمثل المستقيم (T1) المماس للمنحنى عند اللحظة $t=0$).



الشكل 5

0,25 | 2-2-1- أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة q للمكثف.

0,5 | 2-2-2- عبر عن $\frac{dE_j}{dt}$ بدلالة R و r و i حيث تمثل E_j الطاقة الكلية للدارة عند لحظة t و i شدة التيار المار في الدارة عند نفس اللحظة.

0,5 | 2-2-3- بين أن $U_0 = -\frac{L}{R}.\left(\frac{du_R}{dt}\right)_{t=0}$ حيث $\left(\frac{du_R}{dt}\right)_{t=0}$ يمثل مشتقة $u_R(t)$ بالنسبة للزمن عند $t=0$. احسب U_0.

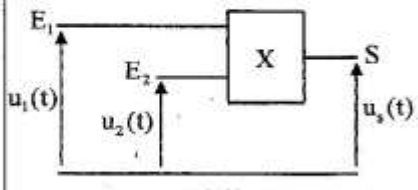
0,5 | 2-2-4- أوجد $|E_j|$ الطاقة المبددة بمفعول جول في الدارة بين اللحظتين $t=0$ و $t=t_1$ (الشكل 5).

3- تضمين الوسع لإشارة جيبية

للحصول على إشارة مضمّنة الوسع نستعمل دارة إلكترونية متكاملة X منجزة للجداء (الشكل6)، نطبق عند المدخل :

- E_1 : التوتر $u_1(t) = s(t) + U_0$ ، مع $s(t) = S_m.\cos(2\pi.f_S.t)$ يمثل الإشارة التي تضم المعلومة و U_0 مركبة مستمرة للتوتر.
- E_2 : توترا جيبيا يمثل الإشارة الحاملة $u_2(t) = U_m.\cos(2\pi.F_p.t)$.

تحصل على توتر الخروج $u_s(t) = k.u_1(t).u_2(t)$ حيث k ثابتة تتعلق بالدارة المتكاملة X .



الشكل 6

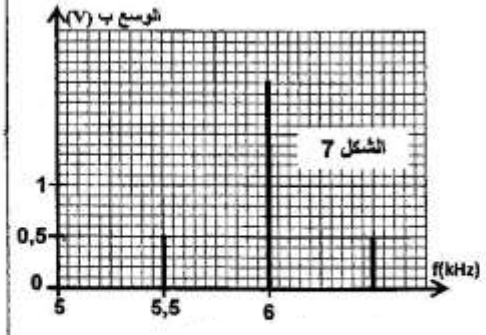
نذكر بالعلاقة : $\cos(a).\cos(b) = \frac{1}{2}.[\cos(a+b)+\cos(a-b)]$.

0,5 | 3-1- بين أن التوتر $u_s(t)$ يكتب على الشكل : $u_s(t) = \frac{A.m}{2}.\cos(2\pi.f_1.t) + A.\cos(2\pi.f_2.t) + \frac{A.m}{2}.\cos(2\pi.f_3.t)$

حيث m نسبة التضمين و A ثابتة.

0,75 | 3-2- يعطي الشكل 7 طيف الترددات، المتكون من ثلاث حزات للتوتر المضمّن $u_s(t)$.

حدد قيمة كل من m والتردد f_s. هل التضمين جيد؟



الشكل 7

0,5 | 3-3- لانتقاء الموجة المضمّنة بشكل جيد، نستعمل دارة سدادة (دارة التوافق) تتكون من وشيعة معامل تحريضها $L_0 = 60\,mH$ و مقاومتها مهملة و مكثفين مركبين على التوالي سعتاهما $C = 10\,\mu F$ و C_0 . حدد قيمة C_0 .

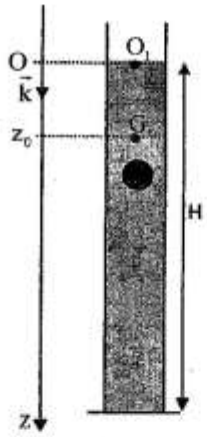
الميكانيك (5,5 نقط) **الجزءان الأول و الثاني مستقلان**

الجزء الأول :دراسة السقوط الرأسي باحتكاك لكرية

ندرس في هذا الجزء حركة مركز القصور G لكرية متجانسة كتلتها m في سائل لزج داخل مخبار.
نعلم موضع G في كل لحظة بالأنسوب z على المحور الرأسي $(O,\vec{k})$ الموجه نحو الأسفل حيث أصله منطبق مع النقطة O_1 من السطح الحر للسائل .
عند لحظة t_0 نعتبرها أصلا للتواريخ $(t_0 = 0)$، نحرر الكرية بدون سرعة بدئية من موضع يكون فيه G منطبقا مع الموضع G_0 ذي الأنسوب $z_0 = 3cm$ (الشكل أسفله).
تخضع الكرية أثناء سقوطها داخل السائل، بالإضافة إلى وزنها $\vec{P}$ ، إلى :

- قوة الاحتكاك المائع : $\vec{f} = -\lambda.v\vec{k}$ حيث λ معامل الاحتكاك المائع و v سرعة G عند لحظة t .
- دافعة أرخميدس : $\vec{F} = -\rho_\ell.V_S.\vec{g}$ حيث g شدة الثقالة و V_S حجم الكرية و ρ_ℓ الكتلة الحجمية للسائل.

نأخذ : $g = 9,8 m.s^{-2}$ ، $\frac{\lambda}{\rho_S.V_S} = 12,4\ S.I$ ، $\frac{\rho_\ell}{\rho_S} = 0,15$ حيث ρ_S الكتلة الحجمية للمادة المكونة للكرية .



1- بين أن المعادلة التفاضلية التي تحققها سرعة G تكتب : $\frac{dv}{dt} + \frac{\lambda}{\rho_S V_S} v = g\left(1 - \frac{\rho_\ell}{\rho_S}\right)$ — 0,5

2- حدد القيمة a_0 لتسارع حركة G عند اللحظة $t_0 = 0$. — 0,25

3- أوجد القيمة v_ℓ للسرعة الحدية لحركة G . — 0,25

4- لتكن v_1 قيمة سرعة G عند اللحظة $t_1 = t_0 + \Delta t$ و v_2 قيمتها عند اللحظة $t_2 = t_1 + \Delta t$ حيث Δt خطوة الحساب . — 1

باعتماد طريقة أولير بين أن $\frac{v_2}{v_1} = 2 - \frac{\Delta t}{\tau}$ حيث τ يمثل الزمن المميز للحركة : $\tau = \frac{\rho_S.V_S}{\lambda}$.

احسب v_1 و v_2 . نأخذ $\Delta t = 8.10^{-3} s$.

5- يكتب حل المعادلة التفاضلية على الشكل : $v = v_\ell.\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$. حدد قيمة t_ℓ تاريخ اللحظة التي تأخذ فيها سرعة الكرية 99% من قيمتها الحدية . — 0,25

6- علما أن ارتفاع السائل في المخبار هو $H = 79,6cm$ و أن مدة حركة الكرية داخل السائل انطلاقا من G_0 حتى قعر المخبار هي $\Delta t_\ell = 1,14s$ ، أوجد المسافة d التي قطعتها الكرية أثناء النظام الانتقالي. (نعتبر أن النظام الدائم يتحقق ابتداء من اللحظة t_ℓ و نهمل شعاع الكرية أمام الارتفاع H). — 0,75

الجزء الثاني: الدراسة الطاقية لنواس مرن

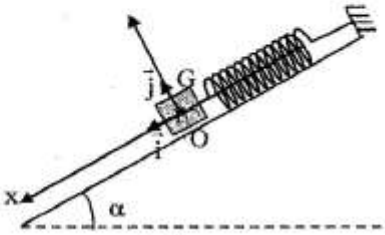
النواس المرن مجموعة ميكانيكية تنجز حركة تذبذبية حول موضع توازنها المستقر.
يهدف هذا الجزء إلى تحديد بعض المقادير المرتبطة بهذا المتذبذب اعتمادا على دراسة طاقية .
يتكون نواس مرن من جسم صلب (S)، مركز قصوره G وكتلته $m = 100g$ ، مثبت بطرف نابض لفاته غير متصلة وكتلته مهملة وصلابته K .الطرف الآخر للنابض مثبت بحامل ثابت .
يمكن للجسم (S) أن ينزلق بدون احتكاك على الخط الأكبر ميلا لمستوى مائل بزاوية $\alpha = 30^0$ بالنسبة للمستوى الأفقي (الشكل 1 صفحة 8/8).

ندرس حركة مركز القصور G في المعلم $R(O,\vec{i},\vec{j})$ المتعامد و الممنظم المرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا .

نعلم موضع G عند لحظة t بالأفصول x على المحور $(O,\vec{i})$.

عند التوازن ينطبق G مع الأصل O للمعلم (الشكل 1).

نأخذ $\pi^2 = 10$.



الشكل 1

0,25 1- حدد، عند التوازن، تعبير الاطالة $\Delta\ell_0$ للنابض بدلالة m و K و α و g شدة الثقالة .

2- نزيح (S) عن موضع توازنه، في المنحى الموجب، بمسافة X_0 ثم نرسله، عند لحظة نختارها أصلا للتواريخ $t = 0$، بسرعة بدئية $\vec{V}_0$ حيث $\vec{V}_0 = -V_0\vec{i}$.

0,75 2-1- نختار المستوى الأفقي الذي تنتمي إليه G عند التوازن مرجعا لطاقة الوضع التقالية $(E_{pp}(O) = 0)$ والحالة التي يكون فيها النابض مطالا عند التوازن مرجعا لطاقة الوضع المرنة $(E_{pe}(O) = 0)$.

أوجد، عند لحظة t، تعبير طاقة الوضع $E_p = E_{pe} + E_{pp}$ للمتذبذب بدلالة x و K .

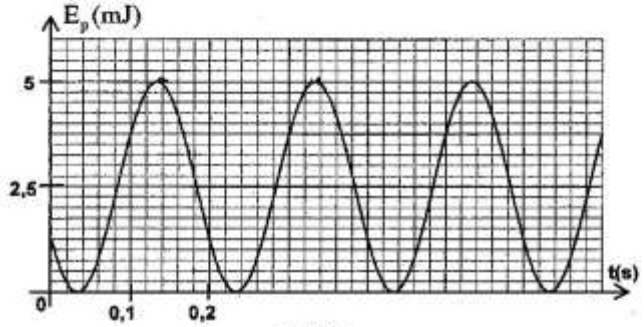
0,25 2-2- اعتمادا على الدراسة الطاقية ، أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها الأفصول x .

2-3- يكتب حل المعادلة التفاضلية على الشكل: $x(t) = X_m.\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$. (T_0 هو الدور الخاص للمتذبذب).

يمثل منحنى الشكل 2 تطور طاقة الوضع E_p للمتذبذب بدلالة الزمن.

0,75 2-3-1- أوجد قيمة كل من الصلابة K والوسع X_m والطور φ .

0,5 2-3-2- بالاعتماد على الدراسة الطاقية، أوجد تعبير السرعة V_0 بدلالة K و m و X_m .



الشكل 2