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

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا

الدورة العادية 2016

- 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):

- دراسة محلول ماني للأمونياك وتفاعله مع حمض.
- التحليل الكهربائي لمحلول ماني لنترات الفضة.

الفيزياء (13 نقطة):

- **التحولات النووية (2,25 نقط):**
  - النشاط الإشعاعي للبولونيوم.
- **الكهرباء (5,25 نقط) :**
  - دراسة ثنائي القطب RL والتذبذبات الحرة في دارة RLC متوالية.
  - دراسة تذبذبات قسرية في دارة RLC متوالية.
- **الميكانيك (5,5 نقط) :**
  - دراسة حركة السقوط الرأسي باحتكاك.
  - دراسة حركة نواس اللي.

HAJ

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

تستعمل المركبات الكيميائية التي تحتوي على عنصر الأزوت في مجالات متعددة كالزراعة لتخصيب التربة بواسطة الأسمدة أو الصناعة لتصنيع الأدوية وغيرها.

يهدف هذا التمرين إلى دراسة :

- محلول ماني للأمونياك NH_3 و تفاعله مع محلول ماني لكلورور المثيل أمونيوم $CH_3NH_{3(aq)}^+ + Cl_{(aq)}^-$.
- التحليل الكهربائي لمحلول ماني لنترات الفضة $Ag_{(aq)}^+ + NO_{3(aq)}^-$.

الجزء الأول : دراسة محلول ماني للأمونياك وتفاعله مع حمض

معطيات :

- تمت جميع القياسات عند درجة الحرارة 25°C ،
- الجداء الأيوني للماء : $K_e = 10^{-14}$ ،
- نرمز ل $pK_A(NH_{4(aq)}^+ / NH_{3(aq)})$ ب pK_{A1} ،
- $pK_A(CH_3NH_{3(aq)}^+ / CH_3NH_{2(aq)}) = pK_{A2} = 10,7$.

1- دراسة محلول ماني للأمونياك

1-1- نحضر محلولا مائيا S_1 للأمونياك تركيزه المولي $C_1 = 10^{-2}\ mol.L^{-1}$. أعطى قياس pH المحلول S_1 القيمة $pH_1 = 10,6$.

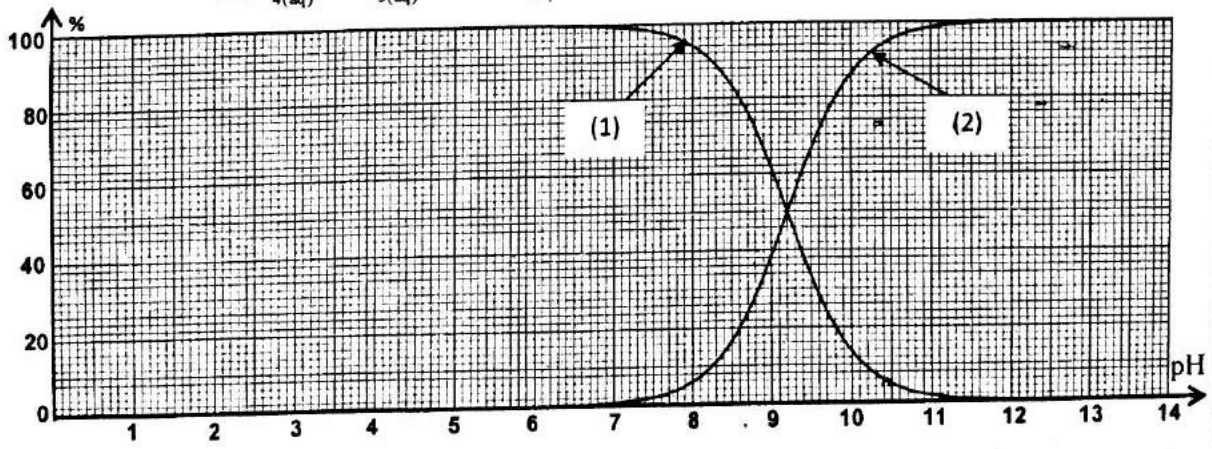
0,25 **1-1-1-** أكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لتفاعل الأمونياك مع الماء .

0,75 **1-1-2-** أوجد تعبير نسبة التقدم النهائي τ_1 للتفاعل بدلالة C_1 و pH_1 و K_e . تحقق أن $\tau_1 \approx 4\%$.

0,75 **1-1-3-** أوجد تعبير ثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة التفاعل بدلالة C_1 و τ_1 . أحسب قيمتها.

1-2- نخفف المحلول S_1 فنحصل على محلول ماني S_2 . نقيس pH المحلول S_2 فنجد $pH_2 = 10,4$.

يمثل منحنيا الشكل التالي مخطط توزيع النوعين الحمضي والقاعدي للمزدوجة $NH_{4(aq)}^+ / NH_{3(aq)}$.



0,5 **1-2-1-** أقرن النوع القاعدي للمزدوجة $NH_{4(aq)}^+ / NH_{3(aq)}$ بالمنحنى الموافق له معللا جوابك.

1-2-2- اعتمادا على منحنيي الشكل، حدد :

HAJ

0,25 أ- pK_{A1} .

0,25 ب- نسبة التقدم النهائي τ_2 للتفاعل في المحلول S_2.

0,25 **3-1-2-** بمقارنة τ_1 و τ_2 ، ماذا تستنتج ؟

2- دراسة تفاعل الأمونياك مع الأيون مثيل أمونيوم

نمزج في كأس حجما V_1 من المحلول المائي S_1 للأمونياك ذي التركيز المولي C_1 مع حجم $V=V_1$ لمحلول مائي S لكلورور المثيل أمونيوم $CH_3NH_{3(aq)}^+ + Cl_{(aq)}^-$ تركيزه المولي $C=C_1$.

0,25 **2-1-** أكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لتفاعل الأمونياك مع الأيون مثيل أمونيوم $CH_3NH_{3(aq)}^+$.

0,5 **2-2-** أوجد قيمة ثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة هذا التفاعل.

0,75 **2-3-** بين أن تعبير تركيز كل من NH_4^+ و CH_3NH_2 في الخليط التفاعلي عند التوازن، يكتب:

$$\left[CH_3NH_{2(aq)}\right]_{éq} = \left[NH_{4(aq)}^+\right]_{éq} = \frac{C}{2}.\frac{\sqrt{K}}{1+\sqrt{K}}$$

0,5 **2-4-** حدد pH الخليط التفاعلي عند التوازن.

الجزء الثاني: التحليل الكهربائي لمحلول ماني لنترات الفضة

ننجز التحليل الكهربائي لمحلول ماني لنترات الفضة $Ag_{(aq)}^+ + NO_{3(aq)}^-$ محمض بمحلول ماني لحمض النتريك $H_3O_{(aq)}^+ + NO_{3(aq)}^-$ باستعمال إلكترودين من الغرافيت. حجم الخليط داخل خلية التحليل الكهربائي هو $V=400\,mL$.

معطيات :

- المزدوجتان مختزل / مؤكسد المتدخلتان في التفاعل هما: $O_{2(g)}/H_2O_{(\ell)}$ ؛ $Ag_{(aq)}^+/Ag_{(s)}$ ،
- الفرادي: $1F=9,65.10^4\ C.mol^{-1}$.

نقيس pH الخليط قبل غلق الدارة فنجد $pH_0=3$ ، ثم نغلقها عند لحظة نختارها أصلا للتواريخ $(t=0)$ فيمر فيها تيار كهربائي شدته ثابتة $I=2,66.10^2\,mA$.

المعادلة الحصيلة للتحليل الكهربائي هي : $6H_2O_{(\ell)} + 4Ag_{(aq)}^+ \longrightarrow O_{2(g)} + 4H_3O_{(aq)}^+ + 4Ag_{(s)}$

0,5 **1-** أكتب معادلة التفاعل الحاصل عند الأنود.

0,75 **2-** اعتمادا على الجدول الوصفي للتفاعل، بين أن تعبير التقدم x للتفاعل عند لحظة t هو: $x=\frac{V}{4}.\left(10^{-pH_t}-10^{-pH_0}\right)$

حيث pH_t هو pH الخليط عند هذه اللحظة.

0,75 **3-** حدد اللحظة t_1 التي يأخذ فيها pH الخليط القيمة $pH_1=1,5$.

HAJ

الفيزياء (13 نقطة):

التحولات النووية(2,25 نقط) :النشاط الإشعاعي للبولونيوم

تتفتت نواة البولونيوم $^{210}_{84}Po$ تلقائيا لتتحول إلى نواة الرصاص $^{206}_{Z}Pb$ مع انبعاث دقيقة α .
يهدف هذا التمرين إلى دراسة الحصيلة الطاقية لهذا التحول وكذا تطوره مع الزمن.

معطيات :

- طاقة الربط لنواة البولونيوم 210 : $E_\ell(^{210}Po)=1,6449.10^3\ MeV$ ،
- طاقة الربط لنواة الرصاص 206 : $E_\ell(^{206}Pb)=1,6220.10^3\ MeV$ ،
- طاقة الربط للدقيقة α : $E_\ell(\alpha)=28,2989\ MeV$ ،
- نرمز ب $t_{1/2}$ لعمر النصف لنويدة البولونيوم 210.

0,5 **1-** أكتب معادلة هذا التحول النووي محددا العدد Z .

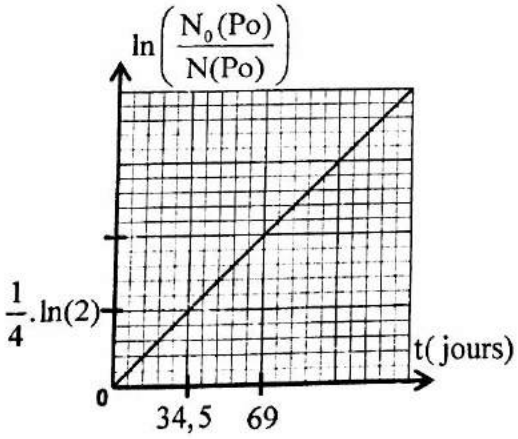
0,5 **2-** حدد بالوحدة MeV الطاقة $|\Delta E|$ الناتجة عن تفتت نواة واحدة من $^{210}_{84}Po$.

3- ليكن $N_0(Po)$ عدد نوى البولونيوم في عينة عند اللحظة $t=0$ و $N(Po)$ عدد النوى المتبقية في نفس العينة عند لحظة t .

0,25 **3-1-** نرمز ب N_D لعدد نوى البولونيوم المتفتتة عند اللحظة $t=4.t_{1/2}$.
اختر الاقتراح الصحيح من بين الاقتراحات التالية:

أ - $N_D=\frac{N_0(Po)}{8}$ ، ب - $N_D=\frac{N_0(Po)}{16}$ ، ج - $N_D=\frac{N_0(Po)}{4}$ ، د- $N_D=\frac{15N_0(Po)}{16}$.

0,5 **3-2-** يمثل المنحنى جانبه تغيرات $\ln\left(\frac{N_0(Po)}{N(Po)}\right)$ بدلالة الزمن.



اعتمادا على هذا المنحنى، حدد بالوحدة (jour) عمر النصف $t_{1/2}$.

0,5 **3-3-** علما أن العينة لا تحتوي على الرصاص عند اللحظة $t=0$ ،
حدد بالوحدة (jour) اللحظة t_1 التي يكون عندها: $\frac{N(Pb)}{N(Po)}=\frac{2}{5}$
حيث N(Pb) هو عدد نوى الرصاص المتكونة عند هذه اللحظة.

HAJ

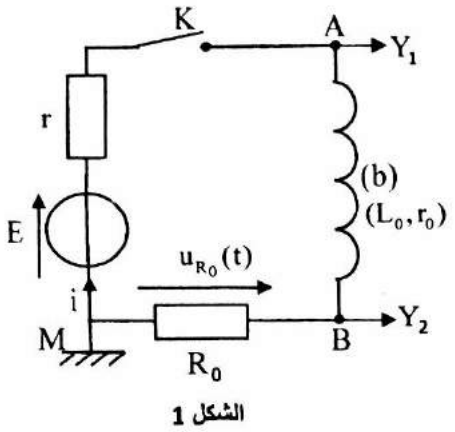
الكهرباء (5,25 نقط)

يستعمل المكثف و الوشيعة و الموصل الأومي في الدارات الكهربائية لمختلف الأجهزة كالمضخمات وأجهزة الراديو و التلفزة ...

يهدف هذا التمرين إلى دراسة :

- استجابة ثنائي قطب RL لرتبة توتر ،
- تفريغ مكثف في ثنائي القطب RL ،
- تذبذبات قسرية في دارة RLC على التوالي.

1 - استجابة ثنائي قطب RL لرتبة توتر



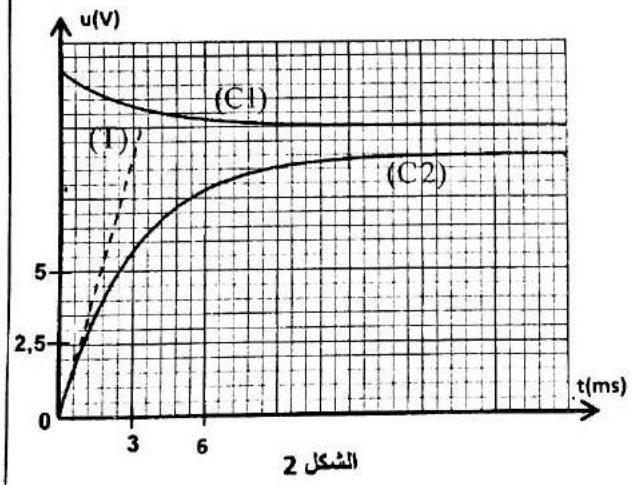
الشكل 1

ننجز التركيب الكهربائي الممثل في الشكل1 والمكون من :

- مولد للتوتر قوته الكهرمحركة E ومقاومته الداخلية مهملة ؛
- موصلين أوميين مقاومتاهما $R_0 = 45\Omega$ و r ؛
- وشيعة (b) معامل تحريضها L_0 ومقاومتها r_0 ؛
- قاطع التيار K.

نغلق القاطع K في لحظة نختارها أصلا للتواريخ $(t = 0)$.

يمكن نظام مسك معلوماتي ملائم من خط المنحنى (C1) الذي يمثل التوتر $u_{AM}(t)$ والمنحنى (C2) الذي يمثل التوتر $u_{BM}(t)$ (الشكل 2).



الشكل 2

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

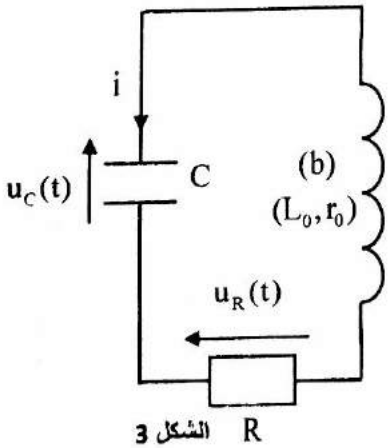
0,25 **1-2-** أوجد قيمة E.

1 **1-3-** حدد قيمة r و بين أن $r_0 = 5\Omega$.

0,5 **1-4-** يمثل المستقيم (T)، المماس للمنحنى (C2) عند $t = 0$ (الشكل 2).
تحقق أن $L_0 = 0,18H$.

2 - تفريغ مكثف في ثنائي القطب RL

نركب على التوالي عند لحظة $t=0$ مكثفا سعته $C = 14,1\mu F$، مشحونا كليا ، مع الوشيعة (b) السابقة و موصل أومي مقاومته $R = 20\Omega$ (الشكل 3).



الشكل 3

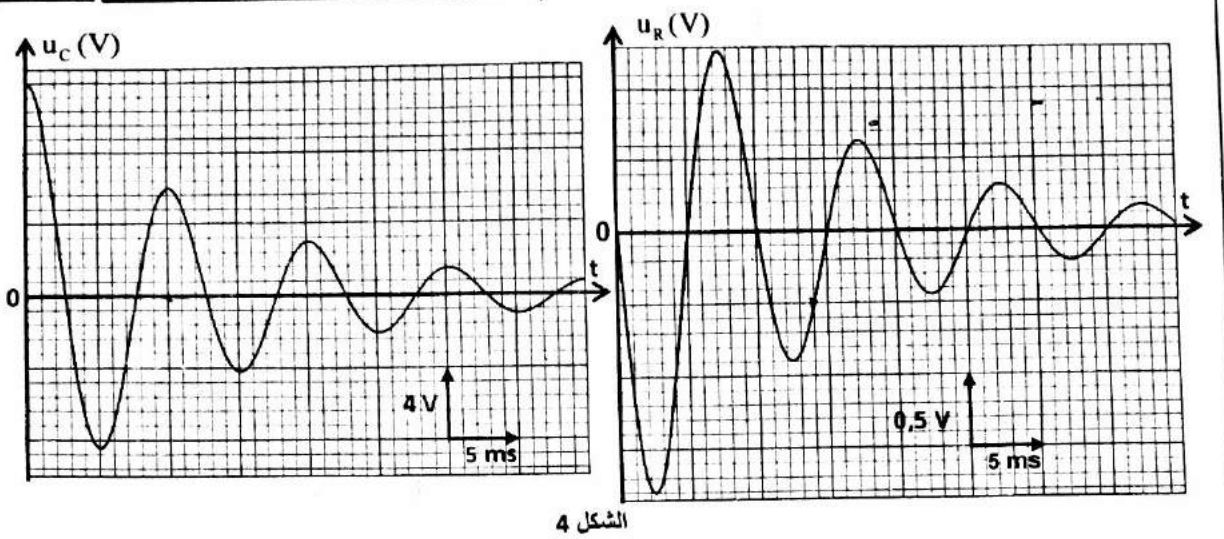
يمكن نظام مسك معلوماتي ملائم من خط المنحنى الممثل للتوتر $u_C(t)$ بين مربطي المكثف و المنحنى الممثل للتوتر $u_R(t)$ بين مربطي الموصل الأومي (الشكل 4 ، صفحة 8/ 6).

0,25 **2-1-** أي نظام من الأنظمة الثلاثة للتذبذب يوافق منحنيي الشكل 4 ؟

0,5 **2-2-** أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_C(t)$.

1 **2-3-** أوجد الطاقة $|E_j|$ المبددة بمفعول جول في الدارة بين اللحظتين $t_1 = 0$ و $t_2 = 14ms$.

NAJ

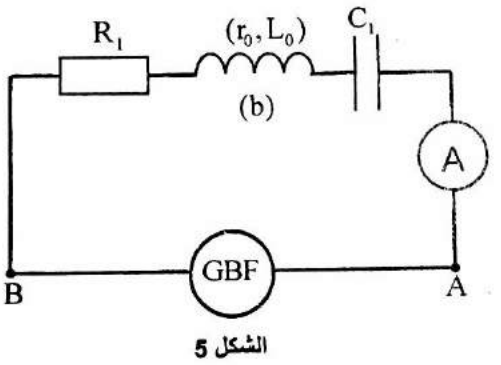


الشكل 4

3 - التذبذبات القسرية في دارة RLC على التوالي

تتكون الدارة الكهربائية الممثلة في الشكل5 من :

- مولد GBF يزود الدارة بتوتر جيبي $u_{AB}(t) = 3\sqrt{2}.\cos(2.\pi.N.t)$ معبر عنه بالوحدة V ، تردده N قابل للضبط ؛
- موصل أومي مقاومته R_1 ؛
- مكثف سعته C_1 ؛
- الوشيعة (b) السابقة ؛
- أمبيرمتر.



الشكل 5

معامل الجودة للدارة هو $Q=7$ وعرض المنطقة الممررة ذات -3dB هو $14,3Hz$.

عند الرنين ، يشير الأمبيرمتر إلى القيمة : $I_0 = 1,85.10^2\ mA$.

0,5 **3-1-** حدد تردد التذبذبات الكهربائية عند الرنين.

0,5 **3-2-** أوجد قيمة كل من R_1 و C_1.

0,5 **3-3-** أحسب القدرة الكهربائية المتوسطة المستهلكة ،بمفعول جول، في الدارة عندما يأخذ التردد إحدى قيمتي الترددين اللذين يحدان المنطقة الممررة.

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

الجزء الأول: دراسة حركة سقوط كرتين في الهواء

اهتم العالم الإيطالي غاليلي بدراسة حركة سقوط أجسام مختلفة. و قد تمت هذه الدراسة ، حسب بعض المصادر، بتحرير هذه الأجسام من فوق برج بيزا(Tour de Pise).

للتحقق من بعض النتائج المتوصل إليها، سندرس في هذا الجزء السقوط في الهواء لكرتين لهما نفس الشعاع و كتلتان حجميتان مختلفتان.

HAJ

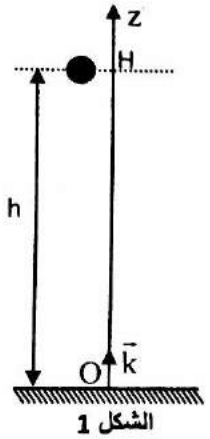
ندرس حركة كل كرة في معلم $R(O,\vec{k})$ مرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا. نعلم موضع مركز قصور كل كرة في كل لحظة بالأنسوب z على المحور الراسي $(O,\vec{k})$ الموجه نحو الأعلى حيث أصله منطبق مع سطح الأرض(الشكل1).

تخضع كل كرة أثناء سقوطها في الهواء إلى وزنها $\vec{P}$ و إلى قوة الاحتكاك المائع $\vec{f}$ (نهمل دافعة أرخميدس أمام هاتين القوتين).

نقبل أن شدة $\vec{f}$ تكتب : $f = 0,22.\rho_{air}.\pi.R^2.v_z^2$ ، حيث ρ_{air} الكتلة الحجمية للهواء و R شعاع الكرة و v_z القيمة الجبرية لسرعة مركز القصور G للكرة عند لحظة t.

معطيات :

- حجم كرة شعاعها R هو : $V = \frac{4}{3}.\pi.R^3$ ،
- شدة الثقالة : $g = 9,8\,m.s^{-2}$ ،
- الكتلة الحجمية للهواء: $\rho_{air} = 1,3\,kg.m^{-3}$.



الشكل 1

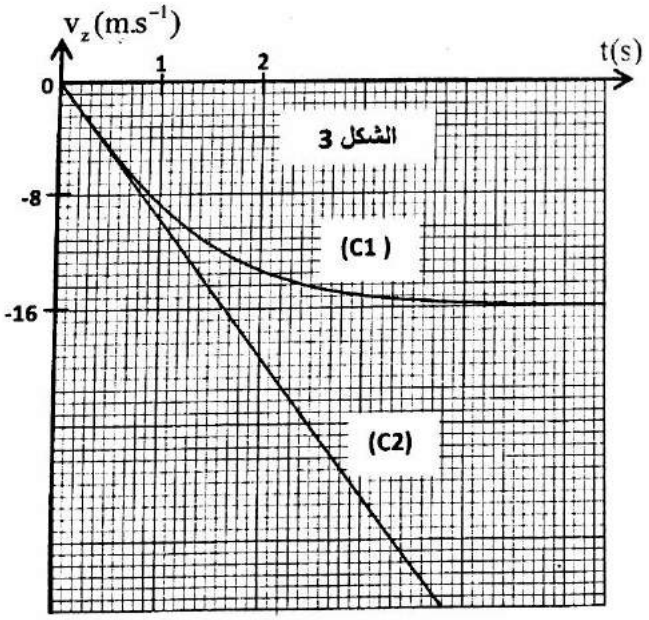
لدراسة هاتين الحركتين تم استعمال كرتين متجانستين (a) و (b) لهما نفس الشعاع $R = 6cm$ و كتلتان حجميتان على التوالي $\rho_1 = 1,14.10^4\,kg.m^{-3}$ و $\rho_2 = 94\,kg.m^{-3}$.

تم تحرير الكرتين (a) و (b) عند نفس اللحظة $t = 0$ ، بدون سرعة بدئية، من نفس المستوى الأفقي الذي تنتمي إليه النقطة H. يوجد هذا المستوى على ارتفاع $h = 69\,m$ من سطح الأرض(الشكل 1).

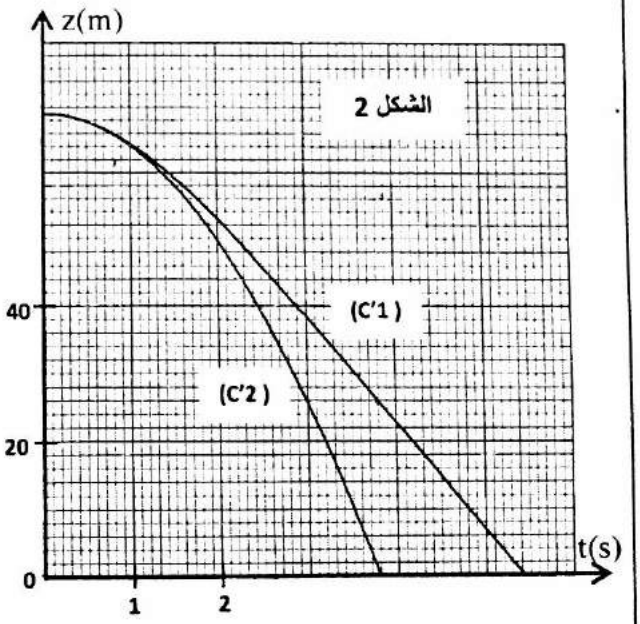
1- بين أن المعادلة التفاضلية التي تحققها السرعة v_z لمركز قصور كرة تكتب : $\frac{dv_z}{dt} = -g + 0,165.\frac{\rho_{air}}{R.\rho_i}.v_z^2$ ، مع ρ_i الكتلة الحجمية للكرة (a) أو (b) . — 0,5

2- استنتج تعبير السرعة الحدية لحركة كرة . — 0,5

3- تمثل منحنيات الشكلين 2 و3 تطور الأنسوب $z(t)$ و السرعة $v_z(t)$ خلال الزمن لمركز القصور G لكل كرة أثناء السقوط.



الشكل 3



الشكل 2

3-1- اعتمادا على تعبير السرعة الحدية، بين أن المنحنى (C1) يوافق تغيرات سرعة الكرة (b). — 0,25

HAJ

0,25 **2-3-** فسر لماذا يوافق المنحنى (C'2) تغيرات أنسوب الكرة (a).

0,75 **4 -** اعتمادا على المنحنى (C2)، حدد طبيعة حركة الكرة (a) واكتب معادلتها الزمنية $z(t)$.

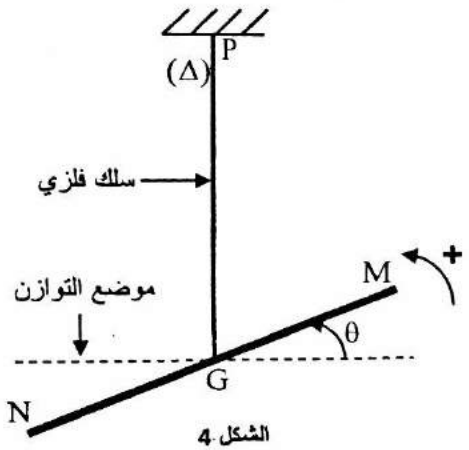
0,25 **5-** حدد فرق الارتفاع d بين مركزي قصور الكرتين لحظة وصول الكرة الأولى سطح الأرض(نهمل أبعاد الكرتين).

0,75 **6-** علما أن القيمة الجبرية لسرعة الكرة (b) عند لحظة t_n هي $v_{zn} = -11,47\,m.s^{-1}$، أوجد باستعمال طريقة أولير، قيمة التسارع a_{zn} للحركة عند اللحظة t_n و السرعة $v_{z(n+1)}$ عند اللحظة t_{n+1}. نأخذ خطوة الحساب $\Delta t = 125\,ms$.

الجزء الثاني: دراسة حركة نواس اللي

يهدف هذا الجزء إلى دراسة حركة نواس اللي و تحديد بعض المقادير المرتبطة بها.

نتوفر على نواس اللي المكون من سلك فلزي ثابتة ليه C مثبت في حامل عند نقطة P، و من قضيب MN متجانس معلق بالطرف الحر للسلك في مركز قصوره G (الشكل 4).



الشكل 4

القضيب MN قابل للدوران بدون احتكاك حول المحور (Δ) المنطبق مع السلك الفلزي.

عزم قصور القضيب بالنسبة للمحور (Δ) هو $J_\Delta = 4.10^{-4}\,kg.m^2$.

ندرس حركة النواس في معلم مرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا.

نمعلم موضع القضيب MN في كل لحظة t بأفصوله الزاوي θ بالنسبة لموضع التوازن المستقر (الشكل 4).

نختار موضع التوازن المستقر مرجعا لطاقة الوضع للي $(E_{pt} = 0)$، و المستوى الأفقي المار من G مرجعا لطاقة الوضع الثقالية $(E_{pp} = 0)$.

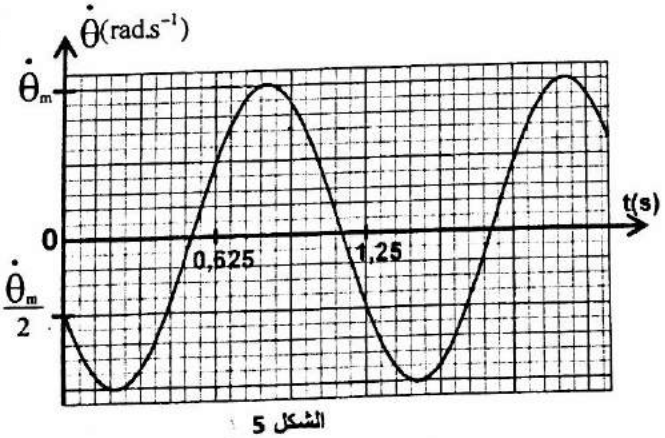
نأخذ $\pi^2 = 10$.

ينجز النواس تذبذبات وسعها $\theta_m = \frac{\pi}{4}\,rad$. مكنت دراسة تجريبية من الحصول على منحنى الشكل 5 الذي يمثل تغيرات السرعة الزاوية للمتذبذب بدلالة الزمن.

0,25 **1-** بتطبيق العلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران، أثبت المعادلة التفاضلية لحركة النواس.

2- يكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على الشكل : $\theta(t) = \theta_m.\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$ حيث T_0 الدور الخاص للنواس.

0,75 **2-1-** بين أن التعبير العددي للسرعة الزاوية المعبر عنها ب $rad.s^{-1}$، يكتب : $\dot{\theta}(t) = 4.\sin\left(1,6\pi t + \frac{7\pi}{6}\right)$.



الشكل 5

0,5 **2-2-** حدد قيمة ثابتة اللي C للسلك .

0,75 **3-** أوجد قيمة الطاقة الميكانيكية للمتذبذب و استنتج قيمة طاقة الوضع عند أصل التواريخ $t = 0$.

HAT