



الصفحة

1
8

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
الدورة العادية 2012
الموضوع

المملكة المغربية

وزارة التربية الوطنية
المركز الوطني للتقويم والامتحانات

7	العامل	NS30	الفيزياء والكيمياء	المادة
4	مدة الإجهاز		شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب)	التخصص كواليف

يسمح باستعمال الآلة الحاسبة غير القابلة للبرمجة

يتضمن الموضوع أربعة تمارين :

- تمرين في الكيمياء (7 نقط)
- ثلاثة تمارين في الفيزياء (13 نقطة)

• تمرين الكيمياء : (7 نقط)

الجزء الأول : تفاعلية أيونات الإيثانوات.....4,75 نقطة
الجزء الثاني : دراسة العمود نحاس – ألومينيوم.....2,25 نقطة

• تمارين الفيزياء : (13 نقطة)

تمرين 1: التفاعلات النووية لنظائر الهيدروجين.....2 نقط
تمرين 2: تحديد مميزات وشيعة قصد استعمالها
في انتقاء موجة مضمّنة.....5,25 نقطة
تمرين 3: (5,75 نقطة)
الجزء الأول : حركة سقوط مظلي.....2,5 نقطة
الجزء الثاني : النواس الوازن.....3,25 نقطة

الكيمياء (7 نقط)

الجزءان الأول والثاني مستقلان

الجزء الأول : (4,75 نقطة) تفاعلية أيونات الإيثانوات

إيثانوات الصوديوم مركب كيميائي صيغته CH_3COONa ، قابل للذوبان في الماء ، يعتبر مصدرا لأيونات الإيثانوات CH_3COO^- .
يهدف هذا الجزء إلى دراسة تفاعل أيونات الإيثانوات مع كل من الماء و حمض الميثانويك.

معطيات :

- الكتلة المولية لإيثانوات الصوديوم $M(\text{CH}_3\text{COONa}) = 82 \text{ g.mol}^{-1}$ ؛
- الجداء الأيوني للماء عند 25°C هو : $K_e = 1,0 \cdot 10^{-14}$ ؛
- ثابتة الحمضية للمزدوجة $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ عند 25°C هي : $K_{A1} = 1,6 \cdot 10^{-5}$ ؛
- جميع القياسات تتم عند درجة الحرارة 25°C .

1- دراسة تفاعل أيونات الإيثانوات مع الماء

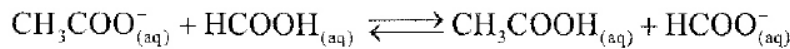
نذيب كتلة $m = 410 \text{ mg}$ من بلورات إيثانوات الصوديوم في الماء المقطر للحصول على محلول S_1 غير مشبع ، حجمه $V = 500 \text{ mL}$ وتركيزه C_1 . نقيس pH المحلول S_1 فنجد : $\text{pH} = 8,4$.

1.1 اكتب معادلة التفاعل بين أيونات الإيثانوات و الماء . 0,25

1.2 باعتماد الجدول الوصفي لتطور التفاعل ، عبّر عن نسبة التقدم النهائي τ_1 للتفاعل الحاصل بدلالة 0,75 pH و C_1 و K_e . احسب τ_1 .1.3 عبّر عن ثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة التفاعل الحاصل بدلالة C_1 و τ_1 ، ثم تحقق أن : $K = 6,3 \cdot 10^{-10}$. 0,751.4 نأخذ حجما من المحلول S_1 ونضيف إليه كمية من الماء المقطر للحصول على محلول S_2 تركيزه $C_2 = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$. 0,75احسب في هذه الحالة نسبة التقدم النهائي τ_2 للتفاعل بين أيونات الإيثانوات والماء . ماذا تستنتج ؟

2- دراسة تفاعل أيونات الإيثانوات مع حمض الميثانويك

نمزج حجما $V_1 = 90,0 \text{ mL}$ من محلول مائي لإيثانوات الصوديوم تركيزه $C = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ ، وحجما $V_2 = 10,0 \text{ mL}$ من محلول مائي لحمض الميثانويك HCOOH له نفس التركيز C .
ننمذج التحول الحاصل بتفاعل كيميائي معادلته :

يعبر عن الموصلية σ للخليط التفاعلي عند لحظة t بدلالة تقدم التفاعل x بالعلاقة :

$$\sigma = 81,9 + 1,37 \cdot 10^4 \cdot x \quad \text{مع} \quad \sigma \text{ بـ } \text{mS.m}^{-1} \quad \text{و} \quad x \text{ بـ } \text{mol}$$

2.1 نقيس موصلية الخليط التفاعلي عند التوازن فنجد : $\sigma_{\text{eq}} = 83,254 \text{ mS.m}^{-1}$. 0,75أ- تحقق أن قيمة ثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة التفاعل هي : $K \approx 10$. 0,5ب- استنتج قيمة ثابتة الحمضية K_{A2} للمزدوجة $\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-$.2.2 احسب pH الخليط عند التوازن . استنتج النوعين الكيميائيين المهيمنين في الخليط ، عند التوازن ، من بين الأنواع الكيميائية التالية : CH_3COOH و CH_3COO^- و HCOOH و HCOO^- . 1

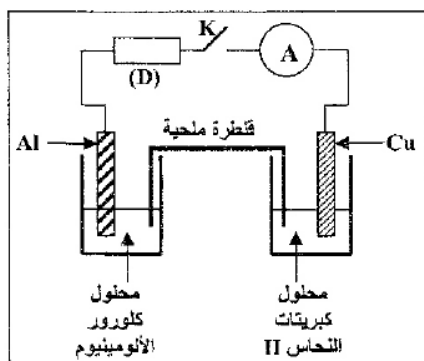
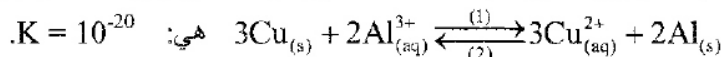
دراسة العمود نحاس - ألومينيوم

الجزء الثاني: (2,25 نقطة)

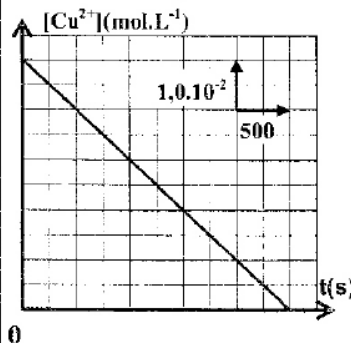
تم اكتشاف عمود تتدخل فيه المزدوجتان من نوع "فلز/أيون فلزي" في وقت كان فيه تطور التلغراف في حاجة ملحة لمنابع التيار الكهربائي المستمر. يهدف هذا الجزء إلى دراسة عمود نحاس - ألومينيوم.

معطيات :

- ثابتة فارادي : $F = 96500 \text{ C.mol}^{-1}$
- الكتلة المولية الذرية لعنصر الألومينيوم : $M = 27 \text{ g.mol}^{-1}$
- ثابتة التوازن المقرونة بمعادلة التفاعل بين فلز النحاس وأيونات الألومينيوم



شكل 1



شكل 2

ننجز العمود نحاس - ألومينيوم بوصل نصفى العمود بواسطة قنطرة ملحية لكلورور الألومينيوم ($\text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$). يتكون النصف الأول للعمود من صفيحة من النحاس مغمورة جزئيا في محلول مائي لكبريتات النحاس ($\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$) تركيزه C_0 وحجمه $V = 50 \text{ mL}$. يتكون النصف الثاني للعمود من صفيحة الألومينيوم مغمورة جزئيا في محلول مائي لكلورور الألومينيوم ($\text{Al}^{3+} + 3\text{Cl}^-$) له نفس التركيز C_0 ونفس الحجم V . نركب بين قطبي العمود موصلا أوميا (D) و قاطعا للتيار K (الشكل 1).

نغلق الدارة عند $t = 0$ فيمر فيها تيار كهربائي شدته I ثابتة. يمثل منحنى الشكل 2 تغيرات التركيز $[\text{Cu}^{2+}]$ لأيونات النحاس II ، الموجودة في النصف الأول للعمود، بدلالة الزمن t . 1-1- باعتماد معيار التطور التلقائي، حدد منحنى تطور المجموعة الكيميائية المكونة للعمود.

0,5

1-2- أعط التبيانة الاصطلاحية للعمود المدروس .

0,25

2-1- عبّر عن التركيز $[\text{Cu}^{2+}]$ ، عند لحظة t ، بدلالة C_0 و I و V و F .

0,5

2-2- استنتج قيمة الشدة I للتيار الكهربائي المار في الدارة .

0,5

3- يُستهلك العمود كليا عند لحظة t_c . أوجد، بدلالة t_c و F و I و M ، التغير Δm .

0,5

لكتلة صفيحة الألومينيوم عندما يُستهلك العمود كليا . احسب Δm .

الفيزياء : (13 نقطة)

التفاعلات النووية لنظائر الهيدروجين

تمرين 1: (نقطتان)

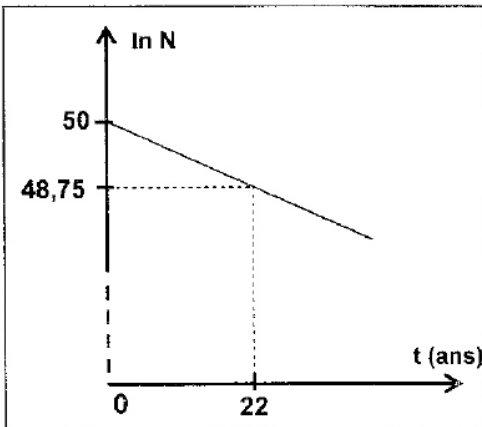
نتج الطاقة الشمسية عن تفاعل الاندماج لنوى الهيدروجين. يعمل الفيزيائيون على إنتاج الطاقة النووية انطلاقا من تفاعل الاندماج لنظيري الهيدروجين : الدوتريوم ^2_1H و التريتيوم ^3_1H .

معطيات :

$$m(^2_1\text{H}) = 2,01355 \text{ u} \quad ; \quad m(^3_1\text{H}) = 3,01550 \text{ u} \quad ; \quad \text{الكتل بالوحدة u}$$

$$m(^1_0\text{n}) = 1,00866 \text{ u} \quad ; \quad m(^4_2\text{He}) = 4,00150 \text{ u}$$

$$1\text{u} = 1,66.10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV.c}^{-2}$$



شكل 1

1- النشاط الإشعاعي β^- لتريتيوم

نويده التريتيوم ^3_1H إشعاعية النشاط β^- ، يتولد عن ثقفتها أحد نظائر عنصر الهيليوم .

1.1- اكتب معادلة هذا التفتت .

1.2- نتوفر على عينة مشعة من نويدات التريتيوم ^3_1H تحتوي

على N_0 نويده عند اللحظة $t = 0$.

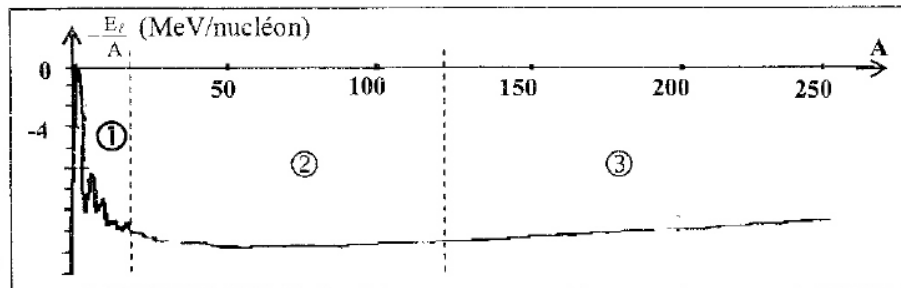
ليكن N عدد نويدات التريتيوم في العينة عند لحظة t .

يمثل منحنى الشكل 1 تغيرات $\ln(N)$ بدلالة الزمن t .

حدد عمر النصف للتريتيوم .

2- الاندماج النووي

2.1- يمثل منحنى الشكل 2 تغيرات مقابل طاقة الربط بالنسبة لنوية بدلالة عدد النويات A .



شكل 2

عين، من بين المجالات ① و ② و ③ المحددة على الشكل 2، المجال الذي يتضمن النويدات التي يمكن أن تخضع لتفاعلات الاندماج . علل الجواب .

2.2- تكتب معادلة تفاعل الاندماج لنواتي الدوتيريوم ^2_1H التريتيوم ^3_1H كما يلي :



يمكن استخلاص 33 mg من الدوتيريوم انطلاقا من 1,0 L من ماء البحر .

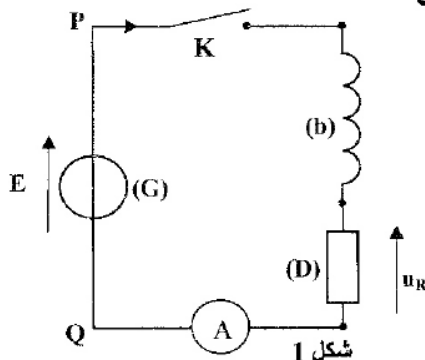
احسب بالـ MeV القيمة المطلقة للطاقة الممكن الحصول عليها انطلاقا من تفاعل اندماج الدوتيريوم، المستخلص من 1,0 m³ من ماء البحر، مع التريتيوم.

تمرين 2 : (5,25 نقطة) تحديد مميزات وشيعة قصد استعمالها في انتقاء موجة مضمنة

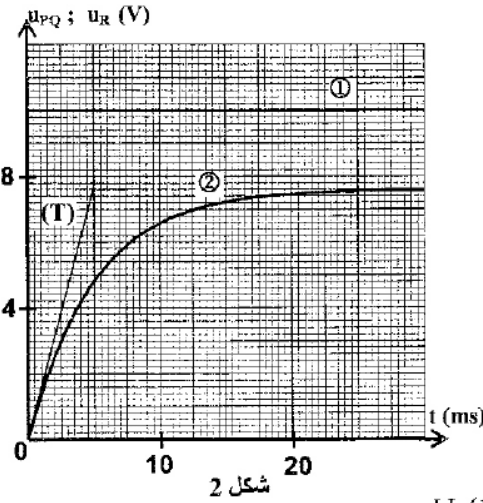
تستعمل الوشيعات في تراكيب كهربائية لانتقاء إشارات مضمنة . يهدف هذا التمرين إلى تحديد من بين وشيعتين (b) و (b') ، الوشيعة التي يجب استعمالها لانتقاء إشارة معينة مضمنة الوسع .

1- تحديد معامل التحريض L و المقاومة r للوشيعة (b) ننجز التركيب التجريبي الممثل في الشكل 1 و المتكون من :

- وشيعة (b) معامل تحريضها L و مقاومتها r ؛
- موصل أومي (D) مقاومته R ؛
- مولد (G) مؤتمل للتوتر قوته الكهر محرقة E ؛
- أمبير متر A مقاومته مهملة ؛
- قاطع التيار K .



شكل 1



نغلق قاطع التيار K ، عند اللحظة $t=0$ ، ونعاين بواسطة راسم تذبذب ذاكراتي تغيرات كل من التوتر $u_{PQ}(t)$ بين قطبي المولد الكهربائي (G) والتوتر $u_R(t)$ بين مربطي الموصل الأومي (D) ، فنحصل على المنحنيين ① و ② الممثلين في الشكل 2 . يمثل المستقيم T في الشكل 2 المماس للمنحنى ② عند $t=0$.

يشير الأمبيرمتر A في النظام الدائم إلى القيمة $I=0,1A$.

1.1- أ- يبين أن المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_R 0,5

تكتب على الشكل : $L \cdot \frac{du_R}{dt} + (R+r) \cdot u_R - E \cdot R = 0$

ب- علما أن حل المعادلة التفاضلية يكتب على الشكل $u_R = U_0(1 - e^{-\lambda t})$ ، 0,5

أوجد تعبير كل من الثابتين U_0 و λ بدلالة برامترات الدارة .

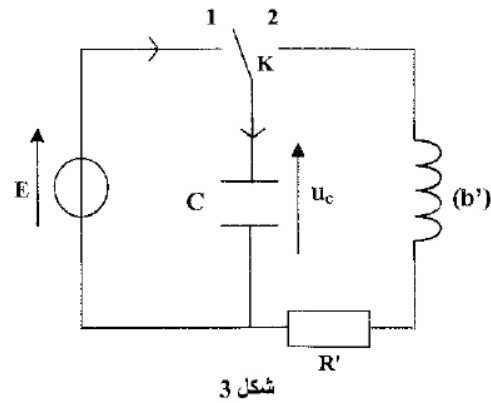
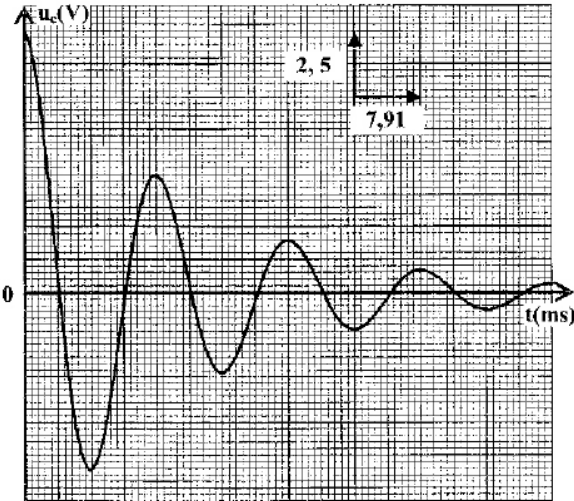
1.2- أ- أوجد تعبير المقاومة الوشعية (b) بدلالة E و I و U_0 . أحسب قيمة r . 0,75

ب- عبّر عن $\left(\frac{du_R}{dt}\right)_0$ ، مشتقة التوتر u_R بالنسبة للزمن عند $t=0$ ، بدلالة E و U_0 و I و L . استنتج قيمة L . 0,75

2- تحديد معامل التحريض L' و المقاومة r' للوشعية (b') 0,5

ننجز التركيب الممثل في الشكل 3 والمتكوّن من وشيعة (b') معامل تحريضها L' ومقاومتها r' ، و المولد الكهربائي (G) ذي القوة الكهرومحرّكة E ، ومكثف سعته $C=20\mu F$ ، وموصل أومي مقاومته $R'=32\Omega$ ، وقاطع التيار K .

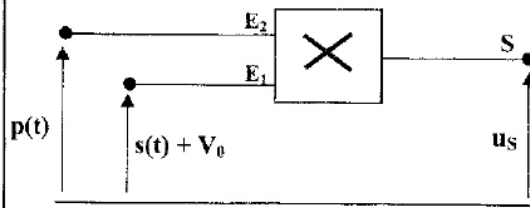
بعد شحن المكثف كلياً ، نؤرجح عند اللحظة $t=0$ قاطع التيار K إلى الموضع 2 ، ونعاين بواسطة راسم تذبذب ذاكراتي تغيرات التوتر u_C بين مربطي المكثف بدلالة الزمن ، فنحصل على الرسم التذبذبي الممثل في الشكل 4 .



2.1- أ- علل ، من الناحية الطاقية ، شكل المنحنى الممثل في الشكل 4 . 0,25

ب- باعتبار شبه الدور T يساوي الدور الخاص للمتذبذب LC تحقق أن $L'=0,317 H$. 0,5

2.2- يعبر عن التوتر u_C بالعلاقة : $u_C(t) = E \cdot e^{-\frac{(r'+R')}{2L'}t} \cos\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t\right)$. يبين أن $r' \approx 0$. 0,5



شكل 5

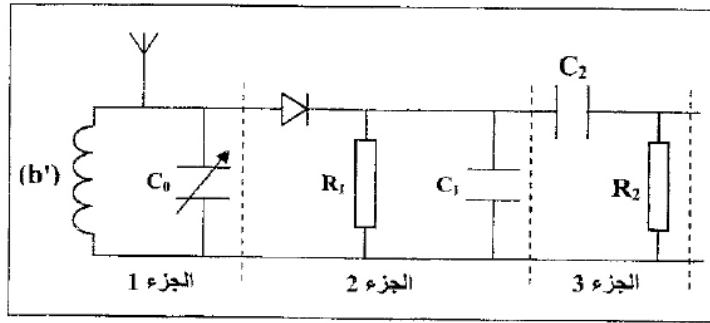
3- إرسال و استقبال إشارة مضمّنة
لإرسال إشارة جيبية $s(t)$ نستعمل دائرة متكاملة منجزة للجداء. نطبق على المدخل E_1 للدائرة المتكاملة إشارة توترها $u(t) = s(t) + V_0$ حيث V_0 المركبة المستمرة للتوتر ، وعلى المدخل E_2 التوتر $p(t)$ لموجة حاملة (الشكل 5).
نحصل عند المخرج S للدائرة المتكاملة المنجزة للجداء على توتر مضمّن الوسع $u_s(t)$ تعبيره :

$$u_s(t) = A[1 + 0,6\cos(10^4\pi t)] \cdot \cos(2 \cdot 10^5\pi t)$$

3.1- بيّن أن تضمين الوسع قد أنجز بشكل جيد .

0,5

3.2- يتم إزالة تضمين الوسع باعتماد التركيب الممثل في الشكل 6 .
الجزء 1 من التركيب مكوّن من الوشّعة (b') ومكثف سعته C_0 قابلة للضبط بين القيمتين : $6 \cdot 10^{-12} \text{ F}$ و $12 \cdot 10^{-12} \text{ F}$.
مقاومة الموصل الأومي المستعمل في الجزء 2 من التركيب هي : $R_1 = 30 \text{ k}\Omega$.



شكل 6

أ- بيّن أن استعمال الوشّعة (b') في التركيب يُمكن الجزء 1 من انتقاء الإشارة $u_s(t)$ ؟
ب- نريد الحصول على كشف غلاف جيد باستعمال أحد المكثفات سعاتها : $0,1 \text{ nF}$ ؛ $0,5 \text{ nF}$ ؛ 5 nF ؛ 10 nF .
حدد سعة المكثف الملائم .

0,5

0,5

تمرين 3 : (5,75 نقطة)

الجزءان الأول و الثاني مستقلان

حركة سقوط مظلي

الجزء الأول : (2,5 نقطة)

بعد مدة وجيزة من قفزه من طائرة يفتح المظلي مظلته لكبح حركته ، الشيء الذي يمكنه من الوصول إلى سطح الأرض بسلام.
يهدف هذا الجزء إلى دراسة الحركة الرأسية لمظلي بعد فتح مظلته .

معطيات : - كتلة المظلي و لوازمه : $m = 100 \text{ kg}$ ؛

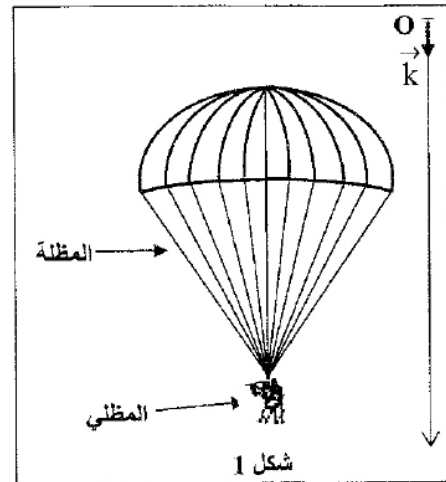
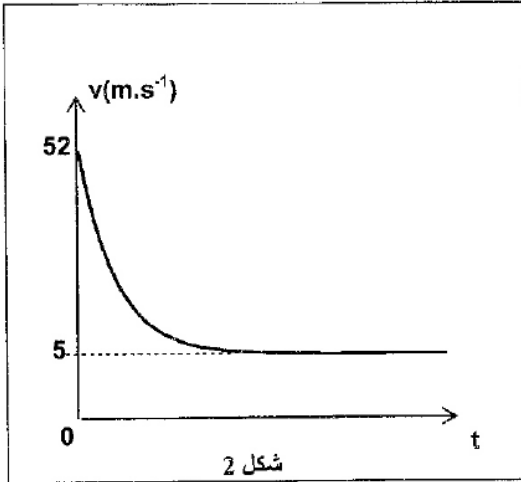
- نعتبر تسارع الثقالة ثابت : $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.

يقفز مظلي مصحوبا بلوازمه بسرعة بدئية مهمة من طائرة مروحية متوقفة على ارتفاع h من سطح الأرض.
يفتح المظلي مظلته عندما تبلغ سرعته 52 m.s^{-1} عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ، فتأخذ المجموعة (S) المكوّنة من المظلي و لوازمه حركة إزاحة رأسية .

ندرس حركة المجموعة (S) في معلم $(O, \vec{k})$ ، نعتبره غاليليا، مرتبط بالأرض، رأسي وموجه نحو الأسفل (الشكل 1).

يطبق الهواء على المجموعة (S) قوة نمذجها بقوة احتكاك شدتها $f = k \cdot v^2$ حيث k ثابتة و v سرعة المظلي .
نهمل دافعة أرخميدس المطبقة من طرف الهواء .

يمثل منحنى الشكل 2 تغيرات السرعة v بدلالة الزمن بعد فتح المظلة.



1- يبين أن المعادلة التفاضلية التي تحققها السرعة v تكتب على شكل $\frac{dv}{dt} = g.(1 - \frac{v^2}{\alpha^2})$ محددًا تعبير

الثابتة α بدلالة m و g و k .

2- اختر الجواب الصحيح مع التعليل :

يمثل المقدار α :

(أ) سرعة المجموعة (S) عند اللحظة $t=0$.

(ب) تسارع حركة المجموعة (S) عند اللحظة $t=0$.

(ج) السرعة الحدية للمجموعة (S).

(د) تسارع حركة المجموعة (S) في النظام الدائم.

3- حدد قيمة α . استنتج قيمة k محددًا وحدتها في النظام العالمي للوحدات.

4- لخط المنحنى $v=f(t)$ الممثل في الشكل 2، يمكن استعمال طريقة أولير بخطوة حساب Δt .
لتكن سرعة المظلي عند اللحظة t_n و v_{n+1} سرعته عند اللحظة $t_{n+1} = t_n + \Delta t$ حيث :

$$v_{n+1} = -7,84.10^{-2}.v_n^2 + v_n + 1,96 \quad \text{مع} \quad v_n \text{ و } v_{n+1} \text{ بـ } (m.s^{-1}).$$

حدد خطوة الحساب Δt .

الجزء الثاني : (3,25 نقطة)

النواس الوازن

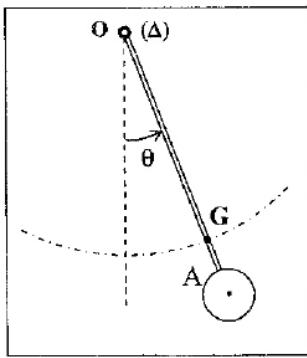
النواس الوازن مجموعة ميكانيكية يمكنها أن تنجز حركة

دورانية تذبذبية حول محور ثابت أفقي لا يمر من مركز ثقلها.

يتعلق الدور الخاص للنواس الوازن بتسارع الثقالة.

يهدف هذا الجزء إلى دراسة تأثير تسارع الثقالة على الدور

الخاص لنواس وازن في حالة التذبذبات الصغيرة.



يتكون النواس الوازن الممثل في الشكل 1 من قرص كتلته m_1 مثبت

بالطرف السفلي A لساق OA كتلتها m_2 بحيث $m_1 + m_2 = 200g$.

يُمكن للنواس الوازن أن ينجز حركة دورانية تذبذبية حول محور (Δ) أفقي

ثابت يمر من الطرف O للساق.

* يوجد مركز القصور G للنواس الوازن على الساق بحيث $OG = d = 50 \text{ cm}$.

* عزم قصور النواس الوازن بالنسبة للمحور (Δ) هو : $J_A = 9,8.10^{-2} \text{ kg.m}^2$.

* نهمل جميع الاحتكاكات ؛

* نأخذ بالنسبة للزوايا الصغيرة : $\cos \theta = 1 - \frac{\theta^2}{2}$ و $\sin \theta \approx \theta$ مع θ بالراديان ، ونأخذ $\pi^2 = 10$.

1- على مستوى سطح البحر حيث تسارع الثقالة $g_0 = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$ ، نزيح النواس الوازن عن موضع توازنه المستقر بزاوية $\theta_0 = \frac{\pi}{18} \text{ rad}$ ، و نحرره بدون سرعة بدئية عند اللحظة $t = 0$.

نمعلم، عند كل لحظة، موضع النواس الوازن بالأفصول الزاوي θ المحدد انطلاقا من موضع توازنه المستقر. (الشكل 1).

1.1- بتطبيق العلاقة الأساسية لديناميك في حالة الدوران على النواس الوازن، أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها الزاوية θ في حالة التذبذبات الصغيرة.

1.2- أوجد، بدلالة J_Δ و d و m_1 و m_2 و g_0 ، تعبير الدور الخاص T_0 للنواس

الوازن ليكون حل المعادلة التفاضلية هو: $\theta = \theta_0 \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t\right)$.

احسب T_0 .

1.3- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن وباستعمال أساس فريني $(G, \vec{u}, \vec{n})$ ، (الشكل 2)،

أوجد تعبير الشدة R للقوة المقرونة بتأثير المحور (Δ) على النواس الوازن عند مروره من موضع توازنه المستقر بدلالة m_1 و m_2 و d و g_0 و θ_0 و T_0 . احسب R .

2- في منطقة جبلية، حيث تسارع الثقالة $g = 9,78 \text{ m.s}^{-2}$ ، يزداد الدور الخاص T_0 للنواس الوازن بـ ΔT .

لتصحيح الفرق الزمني ΔT نستعمل نابضا حلزونيا مكافئا لسلك لي ثابتة ليه C . نربط أحد طرفي النابض الحلزوني بالطرف O للساق، و نثبت الطرف الثاني للنابض بحامل ثابت، بحيث يكون النابض الحلزوني غير مشوه عندما يكون النواس الوازن في موضع توازنه المستقر. (الشكل 3).

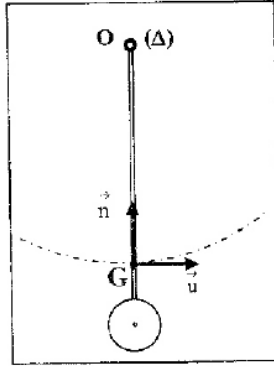
نختار المستوى الأفقي المار من G_0 ، مركز قصور النواس الوازن عند توازنه المستقر، مرجعا لطاقة الوضع الثقالية، والموضع الذي يكون فيه النابض الحلزوني غير مشوه مرجعا لطاقة الوضع للي. توافق النقطة G_0 أصل المعلم $O'z$ الموجه نحو الأعلى (الشكل 3).

2.1- بيّن، في حالة التذبذبات الصغيرة و عند لحظة t ، أن الطاقة الميكانيكية للمتذبذب

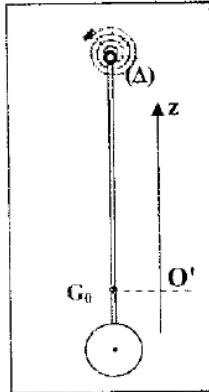
المحصل تكتب على الشكل: $E_m = a.\dot{\theta}^2 + b.\theta^2$ محددا تعبير كل من a و b بدلالة معطيات التمرين الضرورية.

2.2- استنتج المعادلة التفاضلية للحركة التي تحققها الزاوية θ بدلالة a و b .

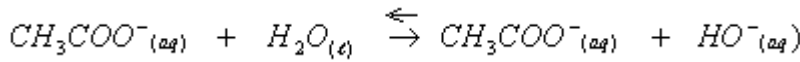
2.3- أوجد تعبير ثابتة اللي C الملائمة لتصحيح الفرق الزمني ΔT بدلالة m_1 و m_2 و d و g و g_0 . احسب C .



شكل 2



شكل 3



2-1 - الجدول الوصفي لتطور التفاعل :

معادلة التفاعل				الحالة	
كميات المادة بالمول				التقدم	ح- البدنية
$CH_3COO^-(aq)$	$H_2O_{(l)}$	$CH_3COOH_{(aq)}$	$HO^-(aq)$	0	0
C_1V	بوفرة	0	0	0	ح-التحول
$C_1V - x$	بوفرة	x	x	x	ح-التحول
$C_1V - x_{eq}$	بوفرة	x_{eq}	x_{eq}	x_{eq}	ح-النهائية

بما أن الماء مستعمل بوفرة فإن $CH_3COO^-(aq)$ هو المحد. $C_1V - x_{max} = 0$ ومنه : $x_{max} = C_1.V$

من خلال الجدول الوصفي لدينا :

ومن خلال الجداء الأيوني للماء : $[HO^-]_f = \frac{ke}{[H_3O^+]}$ أي : $[HO^-]_f = \frac{ke}{10^{-pH}}$

(1) = (2) $\Leftrightarrow x_f = \frac{k_e.V}{10^{-pH}}$ ومنه نسبة التقدم النهائي للتفاعل :

$\tau_1 = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{k_e}{C_1 \cdot 10^{-pH}}$

ت.ع : لدينا : $C_1 = \frac{m}{M.V} = \frac{0,410}{82 \times 0,5} = 10^{-2} mol/L$ إذن : $\tau_1 = \frac{10^{-14}}{10^{-2} \cdot 10^{-8,4}} = 2,51 \cdot 10^{-4}$

1-3 - ثابتة التوازن المقرونة بالتفاعل الحاصل :

$K = \frac{[HO^-]_{eq} \times [CH_3COO^-]_{eq}}{[CH_3COOH]_{eq}} = \frac{\frac{x_f}{V} \times \frac{x_f}{V}}{\frac{C_1.V - x_f}{V}} = \frac{x_f^2}{V(C_1.V - x_f)}$ ولدينا : $\tau_1 = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{x_f}{C_1.V}$ أي : $x_f = \tau_1.C_1.V$

$K = \frac{\tau_1^2.C_1}{1 - \tau_1}$

ومنه : $K = \frac{x_f^2}{V(C_1.V - x_f)} = \frac{\tau_1^2.C_1}{1 - \tau_1}$

التحقق من قيمة K . ت.ع : $K = \frac{(2,51 \cdot 10^{-4})^2 \cdot 10^{-2}}{1 - 2,51 \cdot 10^{-4}} = 6,3 \cdot 10^{-10}$

1-4 - بما أن جميع القياسات تمت عند درجة حرارة فإن ثابتة التوازن ستحتفظ بنفس القيمة . فهي لا تتعلق بالتركيز البدنية.

$\Leftrightarrow K = \frac{\tau_2^2.C_2}{1 - \tau_2}$ ، $C_2 \tau_2^2 + K \tau_2 - K = 0$

لكن : $\frac{-K \pm \sqrt{\Delta}}{2C_2}$ هناك حلين ، $\sqrt{\Delta} = \sqrt{K^2 + 4K.C_2} = \sqrt{(6,3 \cdot 10^{-10})^2 + 4 \times 6,3 \times 10^{-10} \times 10^{-3}} = \sqrt{2,5 \cdot 10^{-12}} = 1,58 \cdot 10^{-6}$

$\tau_2 > 0$ و : $C_2 = 10^{-3} mol/L$ $\Leftrightarrow \tau_2 = \frac{-K + \sqrt{\Delta}}{2C_2} \approx 7,9 \times 10^{-4} > \tau_1$ تزداد نسبة التقدم النهائي بتخفيف المحلول.

2-1-2 - أ- من خلال العلاقة : $\sigma_{eq} = 81,9 + 1,37 \cdot 10^4 \cdot x_{eq}$ نجد : $\sigma_{eq} = 83,254 mS.m^{-1}$ $\Leftrightarrow \sigma_{eq} = \frac{\sigma_{eq} - 81,9}{1,37 \times 10^4} = 9,88 \cdot 10^{-5} mol$

ومن خلال الجدول الوصفي لتطور التفاعل :

معادلة التفاعل				الحالة	
كميات المادة بالمول				التقدم	ح- البدنية
$CH_3COO^-(aq)$	$HCOOH_{(aq)}$	$CH_3COOH_{(aq)}$	$HCOO^-(aq)$	0	0
CV_1	CV_2	0	0	0	ح-التحول
$CV_1 - x$	$CV_2 - x$	x	x	x	ح-التحول
$CV_1 - x_{eq}$	$CV_2 - x_{eq}$	x_{eq}	x_{eq}	x_{eq}	ح-التوازن

التحقق من قيمة ثابتة التوازن المقرونة بالتفاعل الحاصل :

$$K = \frac{[CH_3COOH]_{eq} \times [HCOO^-]_{eq}}{[CH_3COO^-]_{eq} \times [HCOOH]_{eq}} = \frac{\frac{x_{eq}}{V} \times \frac{x_{eq}}{V}}{\left(\frac{CV_1 - x_{eq}}{V}\right) \times \left(\frac{CV_2 - x_{eq}}{V}\right)} = \frac{x_{eq}^2}{(CV_1 - x_{eq}) \times (CV_2 - x_{eq})}$$

$$= \frac{(9,88 \cdot 10^{-5})^2}{(10^{-2} \cdot 0,09 - 9,88 \cdot 10^{-5}) \cdot (10^{-2} \cdot 10^{-2} - 9,88 \cdot 10^{-5})}$$

$$= 10,15 \approx 10$$

ب- من جهة أخرى لدينا : $K = \frac{k_{A(HCOOH/HCOO^-)}}{k_{A(CH_3COOH/CH_3COO^-)}} = \frac{k_{A2}}{k_{A1}}$ ومنه : $k_{A2} = K \times k_{A1} = 10 \times 1,6 \cdot 10^{-5} = 1,6 \cdot 10^{-4}$

-2-2 pH الخليط تعطيه إما العلاقة التالية:

$$pH = pk_{A1} + \log \frac{[CH_3COO^-]_{eq}}{[CH_3COOH]_{eq}}$$

$$= -\log k_{A1} + \log \frac{CV_1 - x_{eq}}{x_{eq}} = -\log 1,6 \cdot 10^{-5} + \log \frac{10^{-2} \cdot 0,09 - 9,88 \cdot 10^{-5}}{9,88 \cdot 10^{-5}} = 4,796 + 0,909 = 5,7$$

أو العلاقة التالية:

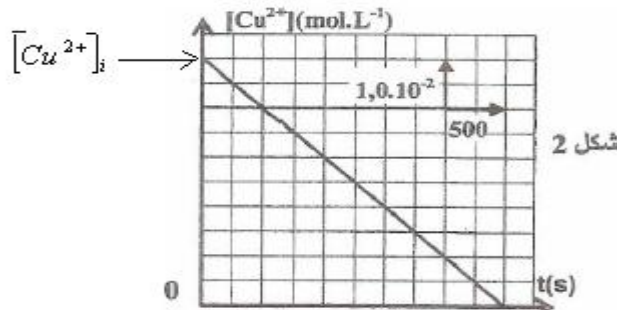
$$pH = pk_{A2} + \log \frac{[HCOO^-]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}}$$

$$= -\log k_{A2} + \log \frac{x_{eq}}{CV_2 - x_{eq}} = -\log 1,6 \cdot 10^{-4} + \log \frac{9,88 \cdot 10^{-5}}{10^{-2} \cdot 0,01 - 9,88 \cdot 10^{-5}} = 3,796 + 1,915 = 5,7$$

لدينا : $pH > pk_{A1}$ و $pH > pk_{A2}$ $\Leftarrow$ النوعان المهيمنان في الخليط هما : $CH_3COO^-_{(aq)}$ و $HCOO^-_{(aq)}$.

الجزء الثاني :

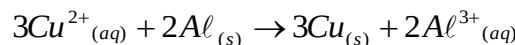
1-1-1 من خلال منحنى الشكل 2. لدينا : $C_o = [Cu^{2+}]_i = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$



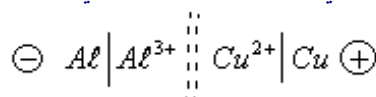
$$K = 10^{-20} \text{ ولدينا : } Q_{r,i} = \frac{[Cu^{2+}]_i^3}{[Al^{3+}]^2} = \frac{C_o^3}{C_o^2} = C_o = 5 \cdot 10^{-2}$$

ولدينا :

$Q_{r,i} > K$ المجموعة تتطور في المحنى المعاكس. وبذلك يكتب التفاعل الحاصل خلال اشتغال العمود كما يلي :



1-2 يتضح أن الأنود التي تتأكسد خلال اشتغال العمود والتي تمثل القطب السالب هي إلكترود Al. ومنه التبيانة الاصطلاحية للعمود :



1-2-2

معادلة التفاعل				الحالة	
كميات المادة بالمول				التقدم	البداية
CoV	no(Al)	n _o (Cu)	CoV	0	0
CoV-3x	no(Al)-2x	n _o (Cu)+3x	CoV+2x	x	التحول

من خلال نصف المعادلة : $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ لدينا : $n(Cu^{2+}) = \frac{n(e^-)}{2} = \frac{I \cdot t}{2F}$

ومن خلال جدول التقدم: لدينا : $n(Cu^{2+}) = 3x$ المتفاعلة

$$(a) \quad x = \frac{I.t}{6F} \quad \text{ومنه:} \quad 3.x = \frac{I.t}{2F} \quad \Leftarrow$$

تركيز أيونات النحاس عند اللحظة t :

$$(b) \quad [Cu^{2+}]_t = C_o - \frac{I.t}{2.F.V} \quad \text{أي:} \quad [Cu^{2+}]_t = \frac{C_o.V - 3x}{V} = C_o - 3\frac{x}{V} = C_o - \frac{I.t}{2.F.V}$$

2-2 - من خلال المنحنى ينعلم تركيز الايونات Cu^{2+} عند اللحظة $t_c = 2500s$

بالتعويض في العلاقة (b)

$$I = \frac{2.F.V.C_o}{t_c} = \frac{2 \times 96500 \times 50 \times 10^{-3} \times 5 \times 10^{-2}}{2500} \approx 0,19A \quad \text{ومنه:} \quad C_o = \frac{I.t_c}{2.F.V} \quad \Leftarrow \quad C_o - \frac{I.t_c}{2.F.V} = 0$$

3- عندما ينعلم تركيز الايونات Cu^{2+} يصبح العمود مستهلكا . Cu^{2+} تلعب دور المتفاعل المحد ، ومنه فإن : $C_o.V - 3.x_{\max} = 0$

من خلال (a) لدينا : $x_{\max} = \frac{I.t_c}{6F}$ ومن خلال جدول التقدم : $\Delta n(A\ell) = -2.x_{\max}$ عند نهاية التفاعل .

$$\Delta m(A\ell) = \frac{-I.t_c M(A\ell)}{3.F} = -\frac{0,19 \times 2500 \times 27}{3 \times 96500} = -0,044g = -44mg \quad \text{وبذلك نستنتج :} \quad \Delta m(A\ell) = M(A\ell) \times \Delta n(A\ell)$$

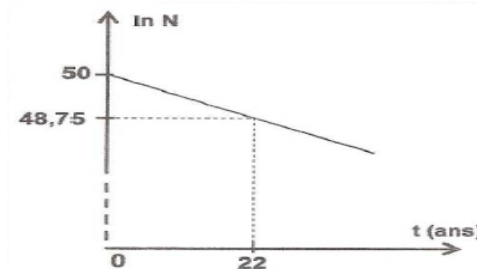
التمرين الأول فيزياء:



1-2 - لدينا : $N = N_o.e^{-\lambda.t} \quad \Leftarrow \quad \ln N = \ln N_o + \ln e^{-\lambda.t} \quad \text{أي:} \quad \ln N = \ln N_o - \lambda.t$

المنحنى $\ln N = f(t)$ عبارة عن دالة تآلفية معاملها الموجه $-\lambda$.

$$\text{ومنه:} \quad \lambda = \left| \frac{\Delta \ln N}{\Delta t} \right| = \left| \frac{50 - 48,75}{0 - 22} \right| = \left| -56,8.10^{-3} \right| = 56,8.10^{-3} \text{ ans}^{-1} \quad \text{ولدينا:} \quad t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \approx 12,2 \text{ ans}$$



2-1-2 - المجال 1 هو مجال النويدات التي يمكن أن تخضع للاندماج لأن النويدات الخفيفة هي التي تندمج.

$$E = N \cdot |m({}^0_1n) + m({}^4_2He) - m({}^3_1H) - m({}^2_1He)| \cdot c^2 \quad \text{-2-2}$$

$$M({}^2_1H) = 2,01335 \times 1,66.10^{-27} \cdot 10^3 \times 6,02.10^{23} \approx 2,012g / mol$$

$$N = \frac{m({}^2_1H)}{M({}^2_1H)} \times N_A = \frac{33g}{2,012} \times 6,02.10^{23} = 9,87.10^{24}$$

$$E = 9,87 \times 10^{24} \times 0,01889 \times 931,5 = 1,7367.10^{26} \approx 1,74.10^{26} \text{ MeV}$$

تمرين الفيزياء رقم 2

1-1-1 أ - بتطبيق قانون تجميع التوترات لدينا : $u_b + u_R = E$

$$\frac{di}{dt} = \frac{1}{R} \frac{du_R}{dt} \quad \Leftarrow \quad i = \frac{u_R}{R} \quad \Leftarrow \quad u_R = R.i \quad \text{مع:} \quad (1) \quad r.i + L \cdot \frac{di}{dt} + u_R = E$$

$$\frac{L}{R} \cdot \frac{du_R}{dt} + u_R \frac{(r+R)}{R} = E \quad \Leftarrow \quad \frac{L}{R} \cdot \frac{du_R}{dt} + u_R (1 + \frac{r}{R}) = E \quad \Leftarrow \quad \frac{r}{R} \cdot u_R + \frac{L}{R} \cdot \frac{du_R}{dt} + u_R = E \quad \text{بالتعويض في (1):}$$

$$L \cdot \frac{du_R}{dt} + (r+R)u_R - R.E = 0 \quad \text{أي:}$$

$$\Leftarrow \lambda L.U_o.e^{-\lambda.t} + (r+R)U_o - (R+r)U_o e^{-\lambda.t} - R.E = 0$$



1-2 أ- $u_R = U_o(1 - e^{-\lambda.t})$ في النظام الدائم : $u_R = U_o = R.I$

ومن خلال العلاقة : $U_o = \frac{E.R}{R+r}$ نستخرج : $r = \frac{(E-U_o)R}{U_o}$

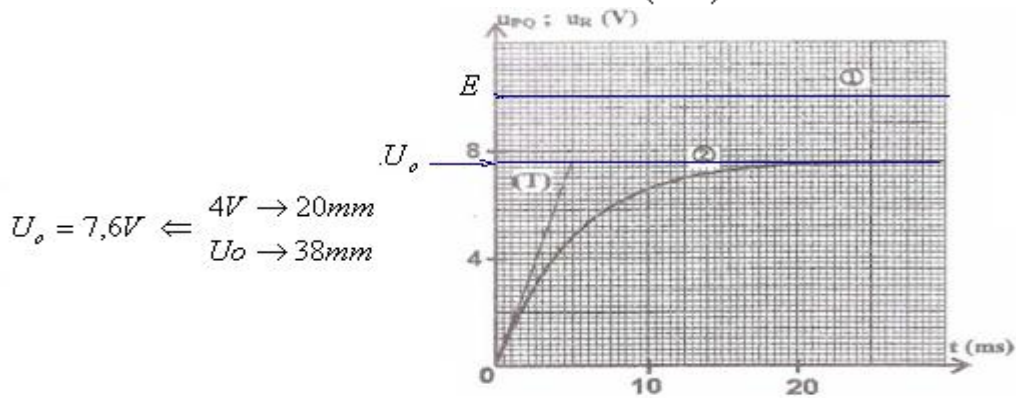
و عند $t=0$ $\frac{du_R}{dt} = \lambda U_o \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Leftarrow u_R = U_o (1 - e^{-\lambda \cdot t})$ بـ

$$\left(\frac{du_R}{dt}\right)_{t=0} = \frac{EU_o}{I.L} \Leftarrow \lambda = \frac{E}{I.L}$$

ومن جهة اخرى من خلال المعامل الموجه للمماس للمنحى عند $t=0$:

$$\left(\frac{du_R}{dt}\right)_{t=0} = \frac{\Delta u_R}{\Delta t} = \frac{(4-0)V}{(2,5-0) \cdot 10^{-3}s} = 1600V/s$$

$$L = \frac{EU_o}{I \cdot \left(\frac{du_R}{dt} \right)_{t=0}} = \frac{10 \times 7,6}{0,1 \times 1600} = 0,475 H \approx 0,5 H : \text{ و منه}$$



2-أ- يبرز المنحني رقم 4 حالة الخمود الضعيف حيث تتناقص الطاقة الكلية للدارة نتيجة التبدد على شكل طاقة حرارية بمفعول جول وذلك ناتج عن وجود المقاومة فيتناقص الوسع إلى أن ينعدم .

ب- من خلال المنحنى ، شبه الدور : $T = 2 \times 7,91ms = 15,82ms$

$$L' = \frac{T^2}{4.\pi^2.C} = \frac{(15,82.10^{-3})^2}{4.\pi^2.20.10^{-6}} = 0,317H \text{ : ومنه } T^2 = 4.\pi^2.L'.C$$

$$u_c(t) = E.e^{\frac{-(r'+R')}{2L'}t}.\cos(\frac{2.\pi}{T}.t) \quad \text{2-2 لدينا :}$$

لدينا من خلال المنحنى : $u_c(t) = 4,5V$ عند اللحظة $t = T$

$$\Leftarrow 4,5 = E.e^{\frac{-(r'+R')}{2L'}.T}.\cos(2.\pi)$$

ومنه :
$$r'+R'=-\frac{2.L'Ln0,45}{T}.$$

3-إرسال واستقبال إشارة مضمنة:

3-1-نسبة التضمين: $m = 0,6 < 1$

تردد الموجة الحاملة: $F = 10^5 \text{ Hz}$ ، تردد الموجة المضمنة $f = 5.10^3 \text{ Hz}$ $f > 10f$ إذن التضمين جيد.

3-2- أ- يتجلى دور دائرة الانتقاء في انتقاء التوتر المضمن ، الذي تردد ه = تردد الموجة الحاملة: $F^2 = \frac{1}{4.\pi^2.L'.C}$ $\Leftrightarrow F = \frac{1}{2.\pi.\sqrt{L'.C}}$

ومنه: $C = \frac{1}{4.\pi^2.L'.F^2} = \frac{1}{4.\pi^2.0,317 \times 10^{10}} = 7,99 \times 10^{-12} \approx 8.10^{-12} \text{ F}$

ولدينا: $6.10^{-12} \text{ F} < 8.10^{-12} \text{ F} < 12.10^{-12} \text{ F}$ إذن استعمال الوشيعة b يمكن من انتقاء الإشارة us.

ب- الشرط الذي يجب أن يتوفر لكشف غلاف جيد هو: $T_p < \tau < T_s$ أي: $10^{-5} \text{ s} < R_1 C < 2.10^{-4} \text{ s}$ ومنه: $\frac{10^{-5}}{30.10^3} < C < \frac{2.10^{-4}}{30.10^3}$

أي: $3,33 \text{ nF} < C < 6,67 \text{ nF}$ إذن من بين المكثفات المقترحة المكثف المناسب هو ذو السعة: $C = 5 \text{ nF}$.

التمرين الثالث: الميكانيك

1- تخضع المجموعة (S) لتأثير وزنها $\vec{P}$ ولتأثير قوة الاحتكاك: $\vec{f}$.

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن لدينا: $\vec{P} + \vec{f} = m.\vec{a}_G$

بالإسقاط على المحور oz: $m.g - k.v^2 = m.\frac{dv}{dt}$ أي: $\frac{dv}{dt} = .g(1 - \frac{k}{m.g}v^2)$ هي على الشكل

: $\frac{dv}{dt} = .g(1 - \frac{v^2}{\alpha^2})$ ومنه: $\frac{1}{\alpha^2} = \frac{k}{m.g}$ $\Leftrightarrow \alpha = \sqrt{\frac{m.g}{k}}$

2- عندما تبلغ سرعة الكرة قيمتها الحدية $v = v_\ell$ تصبح: $\frac{dv_\ell}{dt} = 0$ $\Leftrightarrow g(1 - \frac{v_\ell^2}{\alpha^2}) = 0$ $\alpha = v_\ell$

الجواب الصحيح هو: (ج) المقدار α يمثل السرعة الحدية للمجموعة (S)

3- مبيانيا: $\alpha = v_\ell = 5 \text{ m/s}$ ولدينا: $k = \frac{m.g}{\alpha^2} = \frac{100 \times 9,8}{25} = 39,2 \text{ kg.m}^{-1}$

4- لدينا: $\begin{cases} a_n = g(1 - \frac{v_n^2}{\alpha^2}) \\ v_{n+1} = -7,84.10^{-2}.v_n^2 + v_n + 1,96 \end{cases}$ أي: $\begin{cases} a_n = 9,8 - 0,392.v_n^2 \\ v_{n+1} = -7,84.10^{-2}.v_n^2 + v_n + 1,96 \end{cases}$ مع: $v_{n+1} = a_n.\Delta t + v_n$

$\Delta t = \frac{v_{n+1} - v_n}{a_n} = \frac{-7,84.10^{-2}.v_n^2 + 1,96}{-0,392.v_n^2 + 9,8} = \frac{-7,84.10^{-2}(v_n^2 - 25)}{-0,392(v_n^2 - 25)} = \frac{7,84.10^{-2}}{0,392} = 0,2 \text{ s}$ أي:

الجزء الثاني:

1-1-1- النواس الوازن يخضع لتأثير وزنه $\vec{P}$ ولتأثير المحور $\vec{R}$. انظر الشكل:

بتطبيق العلاقة الأساسية لديناميك في حالة الدوران: $\Sigma M\vec{F}_A = J_A.\ddot{\theta}$

$$M\vec{P}_A + M\vec{R}_A = J_A.\ddot{\theta}$$

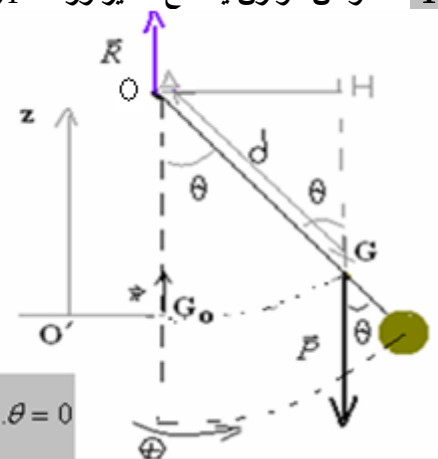
$$OH = d.\sin \theta \text{ مع } -P.OH + 0 = J_A.\ddot{\theta}$$

$$-m.g_o.d.\sin \theta = J_A.\ddot{\theta}$$

$$\ddot{\theta} + \frac{m.g_o.d}{J_A}.\sin \theta = 0 \text{ مع } m = m_1 + m_2$$

بالنسبة للزوايا الصغيرة بحيث: $\sin \theta \approx \theta$ لدينا:

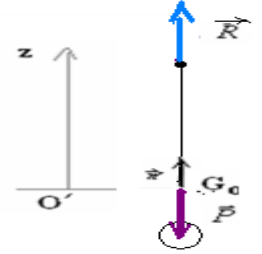
$$\ddot{\theta} + \frac{(m_1 + m_2).g_o.d}{J_A}.\theta = 0 \text{ وهي المعادلة التفاضلية التي تحققها } \theta \text{ في حالة التذبذبات الصغيرة.}$$



1-2- النبض الخاص لحركة لنواس الوازن : $\omega_o = \sqrt{\frac{(m_1 + m_2).g_o.d}{J_{\Delta}}}$ والدور الخاص : $T_o = 2\pi \sqrt{\frac{J_{\Delta}}{(m_1 + m_2).g_o.d}}$

ت.ع: لدينا : $\pi^2 = 10 \Leftrightarrow T_o = 2.\sqrt{10}.\sqrt{\frac{9,8.10^{-2}}{0,2 \times 9,8 \times 0,5}} = 2s$

1-3- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن عند موضع التوازن : لدينا :



بالإسقاط على المنظمي : $\vec{P} + \vec{R} = (m_1 + m_2).\vec{a}_G$

$R_n = (m_1 + m_2).g_o + (m_1 + m_2).\frac{v^2}{d} \Leftrightarrow -P + R_n = (m_1 + m_2).\frac{v^2}{d}$

بالإسقاط على المماسي للمسار : $R_t = (m_1 + m_2)\frac{dv_G}{dt} = (m_1 + m_2)d\ddot{\theta}$

ولدينا : $v = d.\dot{\theta}$ مع : $\theta = \theta_o.\cos(\frac{2\pi}{T_o}.t)$ و $\dot{\theta} = -\frac{2\pi.\theta_o}{T_o}.\sin(\frac{2\pi}{T_o}.t)$ والنواس يمر بموضع التوازن عند $t = \frac{T_o}{4}$

$v = -\frac{2.d.\pi.\theta_o}{T_o}$ ومنه : $\dot{\theta} = -\frac{2\pi.\theta_o}{T_o}.\sin(\frac{2\pi}{T_o}.\frac{T_o}{4}) = -\frac{2\pi.\theta_o}{T_o}.\sin(\frac{\pi}{2}) = -\frac{2\pi.\theta_o}{T_o}$

و $\ddot{\theta} = -\theta_o\left(\frac{2\pi}{T_o}\right)^2 \cos\left(\frac{2\pi t}{T_o}\right)$ ، بالتعويض عند اللحظة $t = \frac{T_o}{4}$ نجد $\ddot{\theta} = 0$

و بالتعويض في تعبير R_n و $R_t = 0$ نجد أن : $R_n = (m_1 + m_2).\left(g_o + \frac{4.d.\pi^2.\theta_o^2}{T_o^2}\right)$ و بالتالي فإن : $R = R_n$

$R = (m_1 + m_2).\left(g_o + \frac{4.d.\pi^2.\theta_o^2}{T_o^2}\right)$ أي : $R = (m_1 + m_2).g_o + (m_1 + m_2).\frac{4.d.\pi^2.\theta_o^2}{T_o^2}$

ت.ع: $R = 0,2.\left(9,8 + \frac{4 \times 0,5 \times 10 \times 10}{18^2 \times 2^2}\right) = 2N$

2-1-2- الطاقة الميكانيكية للنواس الوازن هي مجموع طاقة الوضع للي وطاقة الوضع الثقالية والطاقة الحركية : $E_m = E_c + E_{pp} + E_{pt}$ باعتبار الحالة الموجعة المحددة نجد تعبير طاقة الوضع الثقالية : $E_{pp} = m.g.z_G$ مع : $z_G = d(1 - \cos \theta)$ وبالنسبة للتذبذبات الصغيرة :

ومنه $z_G = d\frac{\theta^2}{2} \Leftrightarrow \cos \theta = 1 - \frac{\theta^2}{2}$: $E_{pp} = \frac{(m_1 + m_2)g.d\theta^2}{2}$

باعتبار الحالة المرجعة المحددة نجد تعبير طاقة الوضع للي : $E_{pt} = \frac{1}{2}.C.\theta^2$

وبما أن المجموعة في حالة دوران ، تعبير الطاقة الحركية : $E_c = \frac{1}{2}.J_{\Delta}.\dot{\theta}^2$

$E_m = E_c + E_{pp} + E_{pt}$

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2}J_{\Delta}.\dot{\theta}^2 + \frac{(m_1 + m_2).g.d.\theta^2}{2} + \frac{1}{2}.C.\theta^2 \\ &= \frac{J_{\Delta}}{2}\dot{\theta}^2 + \frac{(m_1 + m_2).g.d + C}{2}.\theta^2 \end{aligned}$$

وهي على الشكل : $E_m = a.\dot{\theta}^2 + b.\theta^2$ ومنه : $a = \left(\frac{J_{\Delta}}{2}\right)$ و :

$$b = \left(\frac{(m_1 + m_2).g.d + C}{2} \right).$$

2-2- بما أن جميع الاحتكاكات مهملة فإن الطاقة الميكانيكية ثابتة: $\Leftrightarrow \frac{dE_m}{dt} = 0$ أي : $\Leftrightarrow \frac{d(a.\dot{\theta}^2 + b.\theta^2)}{dt} = 0$

المعادلة التفاضلية للحركة. $\ddot{\theta} + \frac{b}{a}.\theta = 0$ أي : $a.\ddot{\theta} + b.\theta = 0$ ومنه : $2.\dot{\theta}(a.\ddot{\theta} + b.\theta) = 0 \Leftrightarrow a.(2.\dot{\theta}.\ddot{\theta}) + 2.b.\theta.\dot{\theta} = 0$

في هذه الحالة النبض الخاص: $\omega_o' = \sqrt{\frac{b}{a}}$ والدور الخاص يصبح : $T_o = 2.\pi.\sqrt{\frac{a}{b}}$ أي : $T_o' = 2.\pi.\sqrt{\frac{J_{\Delta}}{(m_1 + m_2).g.d + C}}$

2-3- لتصحيح الفرق الزمني ΔT يجب أن يتحقق الشرط التالي : $\Delta T = 0 \Leftrightarrow T_o' = T_o$

$$(m_1 + m_2).g.d + C = (m_1 + m_2).g_o.d \Leftrightarrow 2.\pi.\sqrt{\frac{J_{\Delta}}{(m_1 + m_2).g.d + C}} = 2.\pi.\sqrt{\frac{J_{\Delta}}{(m_1 + m_2).g_o.d}}$$

ومنه : $C = (m_1 + m_2)d.(g_o - g) = 0,2 \times 0,5 \times (9,8 - 9,78) = 2.10^{-3} N.m / rad$

SBIRO Abdelkrim Lycée A gricole d'Oulad –Taima région d'Agadir royaume du Maroc

لا تنسونا من صالح دعائكم ونسال الله لكم العون والتوفيق