المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية والتعليم العالي وتكوين الأطر والبحث العلمي
المركز الوطني للتقويم والامتحانات

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
الدورة الاستدراكية 2009
الموضوع

الصفحة 1/8

C:RS30

| | | | |
|---|---|---|---|
| المـــادة: | الفيزياء والكيمياء | المعامل: | 7 |
| الشعب(ة) أو المسلك : | شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب) | مدة الإنجاز: | 4 |

**لا يسمح باستعمال الآلة الحاسبة القابلة للبرمجة أو الحاسوب.**

**يضم هذا الموضوع تمرينا في الكيمياء وثلاثة تمارين في الفيزياء:**

| | | |
|---|---|---|
| الكيمياء | حمض اللاكتيك | ( 4,5 نقطة ) |
| | إنتاج الزنك بالتحليل الكهربائي | ( 2,5 نقطة ) |
| فيزياء 1 | التفاعلات النووية | (3 نقطة ) |
| فيزياء 2 | تحديد المقادير المميزة لوشيعة و مكثف | (5 نقطة ) |
| فيزياء 3 | دراسة حركة رياضي على مستوى مائل | (5 نقطة ) |

**الكيمياء (7 نقط)** **الجزء الأول و الجزء الثاني مستقلان**

**الجزء الأول (4,5 نقط): حمض اللاكتيك**

حمض اللاكتيك حمض عضوي يلعب دورا مهما في مختلف الأنشطة البيوكيميائية.
ينتج حمض اللاكتيك ذو الصيغة $CH_3CHOHCOOH$ عن تخمر لاكتوز الحليب بواسطة الباكتيريا .
و تعتبر نسبة حمض اللاكتيك في الحليب مؤشرا على طراوته ، حيث يكون الحليب طريا إذا لم يتجاوز التركيز الكتلي $C_m$ لحمض اللاكتيك فيه $1,8\ g.L^{-1}$ .
يهدف هذا الجزء إلى تحديد حمضية حليب بعد مرور بضع أيام على حفظة في قنينة .للتبسيط نرمز للمزدوجة $CH_3CHOHCOOH/CH_3CHOHCOO^-$ بالمزدوجة $AH/A^-$
و نعتبر حمضية الحليب ناتجة فقط عن وجود حمض اللاكتيك .
**معطيات :** الكتلة المولية الجزيئية لحمض اللاكتيك: $M(C_3H_6O_3) = 90\ g.mol^{-1}$ ،
الجداء الأيوني للماء عند $25°C$ : $Ke = 10^{-14}$ .

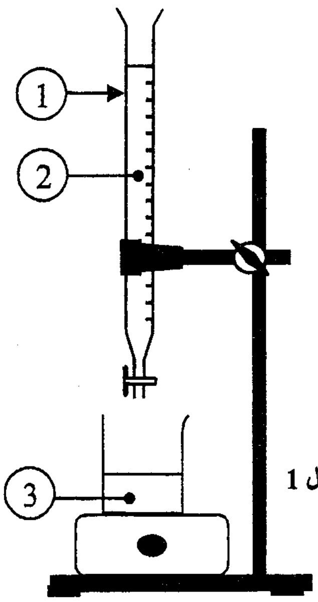
**1- دراسة معادلة تفاعل المعايرة**

نصب في كأس حجما $V_A = 20\ mL$ من محلول مائي $(S_A)$ لحمض اللاكتيك تركيزه المولي $C_A = 2,0.10^{-2}\ mol.L^{-1}$ ، و نضيف إليه حجما $V_B = 5,0\ mL$ من محلول مائي $(S_B)$ لهيدروكسيد الصوديوم $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ تركيزه المولي $C_B = 5,0.10^{-2}\ mol.L^{-1}$ .
نقيس pH الخليط المحصل ، فنجد $pH = 4,0$ .

0,5 **1.1-** اكتب معادلة التفاعل الحاصل .

1 **1.2-** أنشئ جدول التقدم للتحول الحاصل ، وحدد نسبة التقدم النهائي $\tau$. ماذا تستنتج؟

0,75 **1.3-** بين أن الثابتة $pK_A$ للمزدوجة أيون اللاكتات /حمض اللاكتيك تكتب على الشكل :
$pK_A = pH + \log\left(\frac{C_A.V_A}{C_B.V_B} - 1\right)$ . احسب قيمة $pK_A$ .



الشكل 1

**2- تحديد التركيز الكتلي $C_m$ لحليب**

نصب في كأس حجما $V'_A = 20\ mL$ من حليب (S)
و نعايره بواسطة المحلول المائي السابق $(S_B)$ باستعمال التركيب التجريبي الممثل في الشكل 1 ، نحصل على التكافؤ عند صب الحجم $V_{B,E} = 10\ mL$ .

0,5 **2.1-** أعط الأسماء الموافقة للأرقام المبينة على التبيانة ، (الشكل 1) .

1 **2.2-** احسب التركيز الكتلي $C_m$ لحمض اللاكتيك في الحليب (S) .
ماذا تستنتج ؟

**2.3-** أعطى قياس pH المحلول المحصل عند التكافؤ القيمة $pH_E = 8,0$ .

0,25 أ- عين من بين الكواشف الملونة المشار إليها في الجدول جانبه الكاشف الأكثر ملائمة لإنجاز هذه المعايرة .

| الكاشف الملون | منطقة الانعطاف |
|---|---|
| أحمر المثيل | 4,2 - 6,2 |
| أحمر الفينول | 6,6 - 8,4 |
| فينول فتاليين | 8,2 - 10 |

0,5 **ب-** احسب النسبة $\frac{[A^-]}{[AH]}$ في المحلول المحصل عند التكافؤ . استنتج النوع الكيميائي المهيمن

**الجزء الثاني (2,5 نقط ): إنتاج الزنك بالتحليل الكهربائي**

أكثر من نصف الإنتاج العالمي للزنك Zn يتم بالتحليل الكهربائي لمحلول كبريتات الزنك المحمض .
ينجز هذا التحليل الكهربائي باستعمال إلكترودين من الغرافيت. تساهم في هذا التحليل الكهربائي المزدوجتان $Zn^{2+}_{(aq)}/Zn_{(s)}$ و $O_{2\,(g)}/H_2O_{(\ell)}$ و يتوضع فلز الزنك على أحد الإلكترودين و يتصاعد غاز ثنائي الأوكسيجين على مستوى الإلكترود الآخر .

**معطيات :**

ثابتة فرادي : $1F = 96500\ C.mol^{-1}$ ؛ الكتلة المولية : $M(Zn) = 65\ g.mol^{-1}$

0,5 **1**- اكتب معادلة التفاعل عند الكاثود و معادلة التفاعل عند الأنود.

0,25 **2**- استنتج المعادلة الحصيلة للتحليل الكهربائي.

**3**- يتم هذا التحليل الكهربائي صناعيا باستعمال تيار كهربائي شدته $I = 8.10^4\ A$ .

0,75 **3.1**- احسب كتلة فلز الزنك m الناتجة خلال مدة الاشتغال $\Delta t = 24h$ .

1 **3.2**- نعتبر محلولا مائيا حجمه $V = 1,0.10^3\ L$ يحتوي على أيونات الزنك $Zn^{2+}_{(aq)}$ تركيزها المولي البدئي $[Zn^{2+}]_i = 2,0\ mol.L^{-1}$ و أن حجم هذا المحلول يبقى ثابتا خلال مدة التحليل الكهربائي .

أوجد مدة التحليل الكهربائي $\Delta t'$ اللازمة ليصبح التركيز المولي للأيونات $Zn^{2+}_{(aq)}$ هو $[Zn^{2+}]_f = 0,70\ mol.L^{-1}$ علما أن شدة التيار هي نفسها $I = 8.10^4\ A$ .

## فيزياء 1 : التفاعلات النووية (3 نقط )

يرتكز إنتاج الطاقة في المفاعلات النووية على الانشطار النووي للأورانيوم-235 ، إلا أنه خلال تفاعلات الانشطار تتولد بعض النوى الإشعاعية النشاط التي قد تضر بالبيئة .
تجرى حاليا أبحاث حول كيفية تطوير إنتاج الطاقة النووية باعتماد الاندماج النووي لنظائر عنصر الهيدروجين .

**المعطيات :**

| النويدة | $^{235}U$ | $^{238}U$ | $^{146}Ce$ | $^{85}Se$ |
|---|---|---|---|---|
| كتلتها بالوحدة u | 234,9934 | 238,0003 | 145,8782 | 84,9033 |

ثابتة أفوكادرو : $N_A = 6,02.10^{23}\ mol^{-1}$

الكتلة المولية للأورانيوم 235 : $M(^{235}U) = 235\ g.mol^{-1}$

| الدقيقة | بروتون | نوترون |
|---|---|---|
| **كتلتها بالوحدة u** | **1,00728** | **1,00866** |

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

**1- الانشطار النووي**

يؤدي تفاعل الانشطار النووي الذي يحدث في قلب مفاعل نووي ، إثر تصادم نواة الأورانيوم $^{235}U$ بنوترون إلى تكوّن نواة السيريوم $^{146}Ce$ و نواة السيلينيوم $^{85}Se$ و عدد من النوترونات و ذلك وفق المعادلة التالية :

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{146}_{58}Ce + ^{85}_{Z}Se + x\,^{1}_{0}n$$

0,5 **-1.1** حدد العددين $Z$ و $x$ .

1,25 **-1.2** احسب بالـ MeV الطاقة E الناتجة عن الانشطار النووي لنواة واحدة من الأورانيوم $^{235}U$.
استنتج الطاقة $E_1$ الناتجة عن انشطار 1g من $^{235}_{92}U$ .

0,75 **-1.3** تتحول تلقائيا نواة السيريوم $^{146}Ce$ إلى نواة برازيوديم $^{146}_{59}Pr$ مع انبعاث دقيقة $\beta^-$ .
احسب المدة الزمنية اللازمة لتحول 99% من عينة نوى السيريوم $^{146}Ce$ ، علماً أن ثابتة النشاط الإشعاعي لنويدة السيريوم هي : $\lambda = 5,13.10^{-2}\ min^{-1}$ .

0,5 **-2 الاندماج النووي**

ينتج عن اندماج نواة الدوتريوم $^{2}_{1}H$ و نواة الترتيوم $^{3}_{1}H$ تكوّن نواة الهيليوم $^{4}_{2}He$ و نوترون واحد حسب المعادلة: $^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H \longrightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n$ .

الطاقة المحررة خلال اندماج 1g من $^{2}_{1}H$ هي : $E_2 = -5,13.10^{24}\ MeV$ .

أعط مبررين لاعتماد الاندماج النووي عوض الانشطار النووي في إنتاج الطاقة .

**فيزياء 2 (5 نقط) : تحديد المقادير المميزة لوشيعة ولمكثف**

الوشيعات و المكثفات كثيرة الاستعمال في الأجهزة و الأنظمة الكهربائية و الإلكترونية المتداولة (لعب الأطفال ، الساعات الكهربائية ، أجهزة الإندار و التحكم ....).

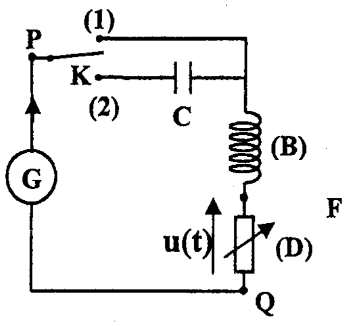
يهدف هذا التمرين إلى تحديد المقادير الفيزيائية المميزة لكل من وشيعة و مكثف استخرجا من لعبة للأطفال ، و ذلك من خلال الدراسات التجريبية التالية :

- استجابة ثنائي قطب RL لرتبة توتر ؛
- التذبذبات الكهربائية الحرة في دارة RLC متوالية ؛
- التذبذبات القسرية في دارة RLC متوالية .

**-1 استجابة ثنائي قطب RL لرتبة توتر**

نُنجز التركيب التجريبي الممثل في الشكل 1 و المتكون من :

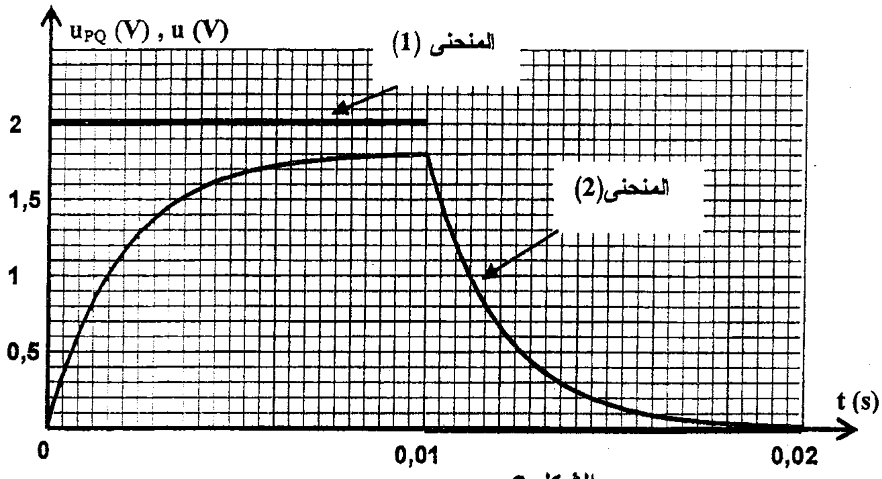
- (B) : وشيعة معامل تحريضها L و مقاومتها r .
- (C) : مكثف سعته C .
- (D) : موصل أومي مقاومته R قابلة للضبط.
- (G) : مولد (GBF) ذي تردد منخفض .
- K : قاطع تيار قابل للتأرجح بين الموضعين (1) و (2) .



الشكل 1

نضبط مقاومة الموصل الأومي على القيمة $R = 200\Omega$ ، و نؤرجح قاطع التيار K إلى الموضع (1) عند لحظة نختارها أصلا للتواريخ ( $t = 0$ ) ، فيطبق المولد (G) رتبة صاعدة للتوتر قيمتها E ثم رتبة نازلة للتوتر قيمتها منعدمة بين مربطي ثنائي القطب PQ المكوّن من الوشيعة (B) و الموصل الأومي (D) .

تعطي وثيقة الشكل (2) تغيرات التوتر $u_{PQ}$ والتوتر u بين مربطي الموصل الأومي بدلالة الزمن .




الشكل 2

1.1– بيّن ،معللا جوابك ، أن المنحنى 2 يمثل تغيرات u بدلالة الزمن . 0,25

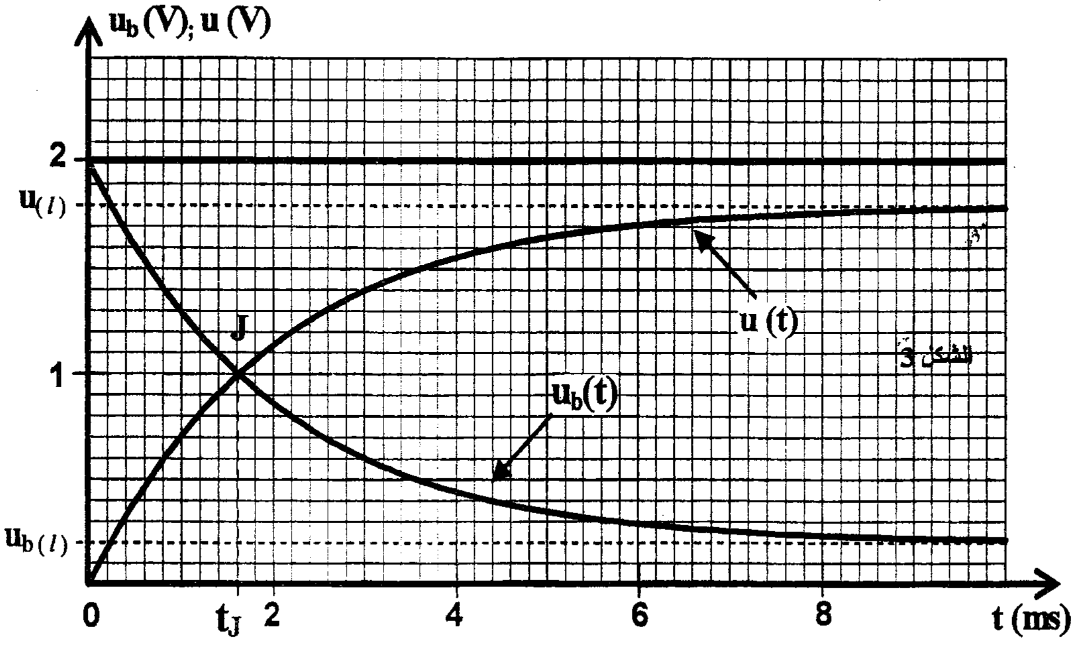
1.2– أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u أثناء إقامة التيار في الدارة. 0,5

1.3–أ– أوجد تعبير كل من الثابتتين A و τ بدلالة برامترات الدارة لتكون $u = A(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$ حلا للمعادلة التفاضلية السابقة. 0,75

ب – اعتمادا على الشكل 2 عين ،مبيانيا، قيمة كل من E و ثابتة الزمن τ . 0,5

ج – استنتج قيمة L علما أن $r = 22,2\ \Omega$ . 0,25

1.4– تعطي الوثيقة الممثلة في الشكل 3 تغيرات كل من التوتر u بين مربطي الموصل الأومي (D) و التوتر $u_b$ بين مربطي الوشيعة (B) بدلالة الزمن في المجال [0 ;10ms] .



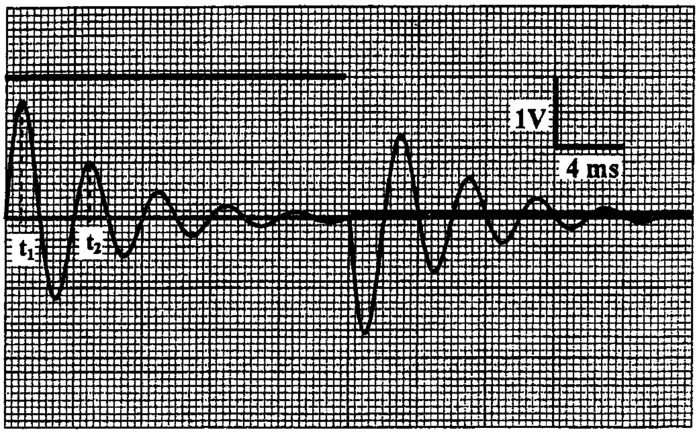

أ– لتكن $U_{b(\ell)}$ القيمة الحدية للتوتر $u_b$ . أوجد علاقة بين $U_{b(\ell)}$ و E و r و R . 0,5

ب– يتقاطع المنحنيان u(t) و $u_b(t)$ عند اللحظة $t_J$ . بيّن أن : 0,5

$t_J \cdot \dfrac{R+r}{Ln\left(\dfrac{2.R}{R-r}\right)} = L$ ، و تحقق من قيمة L التي تم حسابها مسبقا.

**2- التذبذبات الحرة في دارة RLC متوالية**

نضبط مقاومة الموصل الأومي على القيمة $R = 20\ \Omega$ ونؤرجح قاطع التيار K إلى الموضع (2) ،عند لحظة نختارها أصلا جديدا للتواريخ ( $t = 0$ )،ونعاين على شاشة كاشف التذبذب الرسم التذبذبي الممثل في الشكل 4 و الذي يعطي التوتر بين مربطي الموصل الأومي (D) على المدخل $Y_1$ و التوتر بين مربطي المولد G على المدخل $Y_2$ .




الشكل 4

0,5 **2.1-** أوجد، اعتمادا على هذا الرسم التذبذبي، قيمة السعة C للمكثف (C) باعتبار أن شبه الدور T للمتذبذب الكهربائي يساوي دوره الخاص .

0,5 **2.2-** احسب تغيّر الطاقة ΔE للدارة بين اللحظتين $t_1 = \dfrac{T}{4}$ و اللحظة $t_2 = \dfrac{5T}{4}$ .

**3- التذبذبات القسرية في دارة RLC متوالية**

0,75 نضبط من جديد مقاومة الموصل الأومي على القيمة $R = 100\ \Omega$ .

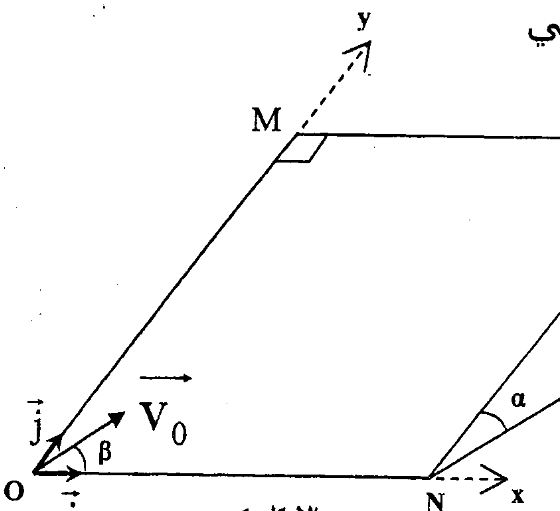
نؤرجح قاطع التيار إلى الموضع (2) و نجعل المولد (G) يطبق بين المربطين P و Q توترا متناوبا جيبيا $u(t) = U.\sqrt{2}.\cos(2.\pi.N.t + \varphi)$ تردده N قابل للضبط ، فيمر في الدارة تيار كهربائي شدته اللحظية : $i(t) = I.\sqrt{2}.\cos 2.\pi.N.t$ .

نقيس التوتر الفعال $U_1$ بين مربطي ثنائي القطب PF المكوّن من الوشيعة والمكثف السابقين و التوتر الفعال $U_2$ بين مربطي الموصل الأومي( D ) . عند ضبط التردد على القيمة $N = 216\ Hz$ ، نجد $U_1 = U_2$.

بين في هذه الحالة أن: $\tan\varphi = \pm\sqrt{\dfrac{R-r}{R+r}}$ . احسب قيمة φ .

**فيزياء 3 : ( 5 نقط ) حركة رياضي على مستوى مائل**

يتزحلق رياضي كتلته $m = 60\ kg$ على مستوى $(\pi)$ مائل بزاوية $\alpha = 12°$ بالنسبة للمستوى الأفقي . للمستوى $(\pi)$ شكل مستطيلي طوله OM و عرضه $ON = 20\ m$ .( الشكل 1).
ننمذج الرياضي بجسم صلب (S) كتلته m و مركز قصوره G .
ندرس حركة مركز القصور G للجسم (S)في المعلم المتعامد الممنظم $(O, \vec{i}, \vec{j})$ حيث المحور $(O, \vec{i})$ أفقي و المحور $(O, \vec{j})$ موازي للخط الأكبر ميلا للمستوى $(\pi)$ .
نهمل جميع الاحتكاكات و نأخذ $g = 9,80\ m.s^{-2}$ .



الشكل 1

**1- دراسة حركة مستوية على مستوى مائل**

عند لحظة $t = 0$، يمر مركز القصور G للرياضي من النقطة O أصل المعلم $(O, \vec{i}, \vec{j})$ بسرعة بدئية $\vec{v_0}$ توجد في المستوى $(\pi)$ و تكوّن زاوية β مع المحور $(O, \vec{i})$ .

0,5 **1.1-** بيّن أن إحداثيي متجهة السرعة لمركز القصور G ،عند لحظة t ، يحققان المعادلتين التفاضليتين
$$\frac{dv_x}{dt} = 0 \quad \text{و} \quad \frac{dv_y}{dt} = -g.\sin\alpha \ .$$

0,75 **1.2-** أوجد معادلة مسار G في المعلم $(O, \vec{i}, \vec{j})$ .

**1.3-** في حالة $\beta = 60°$ :

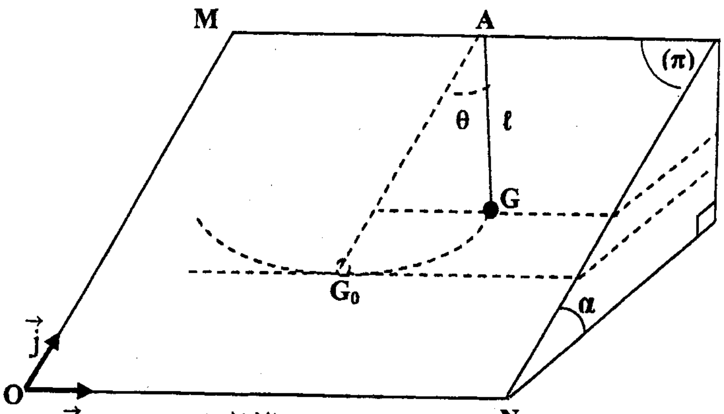
0,75 أ- احسب قيمة $v_0$ ليمر مركز القصور G من النقطة N .

1 ب-أوجد تعبير الإحداثيين $x_S$ و $y_S$ للنقطة S ، قمة مسار G، بدلالة $v_0$ و α و β و g .

**2- دراسة حركة تذبذبية على مستوى مائل .**

مسك الرياضي بطرف حبل طرفه الآخر مثبت في نقطة A توجد في أعلى المستوى $(\pi)$ ، وأخذ ينجز تذبذبات صغيرة على المستوى $(\pi)$ حول موضع توازنه $AG_0$ الموازي للمحور $(O, \vec{j})$.

لدراسة حركة الرياضي المرتبط بالحبل ننمذجه بنواس بسيط مكوّن من جسم صلب كتلته m و مركز قصوره G مرتبط بحبل طوله $\ell = 12\ m$ غير قابل للامتداد وكتلته مهملة، موازي للمستوى $(\pi)$ .(الشكل2)



الشكل 2

نمعلم في كل لحظة موضع G بالزاوية θ التي يكوّنها الحبل مع المستقيم $(AG_0)$ .

نأخذ طاقة الوضع الثقالية منعدمة عند المستوى الأفقي المار من $G_0$.

عزم القصور $J_\Delta$ بالنسبة لمحور الدوران $(\Delta)$ المار من النقطة A هو $J_\Delta = m.\ell^2$ .

في حالة التذبذبات الصغيرة : $\cos\theta \approx 1 - \frac{\theta^2}{2}$

(مع θ بالراديان ) .

0,5 **2.1**– بين أن تعبير الطاقة الميكانيكية للنواس يكتب :

$$E_m = \frac{1}{2} m.\ell^2 \left[ \frac{g.\sin\alpha}{\ell} \cdot \theta^2 + \left( \frac{d\theta}{dt} \right)^2 \right].$$

0,5 **2.2**–استنتج المعادلة التفاضلية التي تحققها الزاوية θ .

0,5 **2.3**– يكتب حل المعادلة التفاضلية على شكل $\theta = \theta_m .\cos\left(\frac{2.\pi}{T_0} \cdot t + \varphi\right)$ حيث $T_0$ الدور الخاص للحركة . باستعمال المعادلة التفاضلية و حلها أوجد تعبير $T_0$ بدلالة g و ℓ و α . احسب $T_0$ .

0,5 **2.4**– احسب ، عند مرور مركز القصور G من النقطة $G_0$ ، شدة القوة $\vec{T}$ المطبقة من طرف الحبل على الجسم الصلب في حالة $\theta_m = 12°$.

| | |
|---|---|
| المادة : الفيزياء والكيمياء | المستوى : 2 علوم رياضية (أ) و(ب) |

## تصحيح موضوع الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا 2009 – الدورة الاستدراكية

أستاذ المادة : مصطفى قشيش — المؤسسة : ثانوية بلال بن رباح التأهيلية – تمارة

## الكيمياء

### الجزء الأول: حمض اللاكتيك

### 1) دراسة معادلة تفاعل المعايرة:

1.1- معادلة التفاعل الحاصل: $AH_{(aq)} \quad + \quad HO^-{}_{(aq)} \quad \rightarrow \quad A^-{}_{(aq)} + \quad H_2O_{(\ell)}$

2.1- * إنشاء الجدول الوصفي:

| معادلة التفاعل | $AH_{(aq)} \quad + \quad HO^-{}_{(aq)} \quad \rightarrow \quad A^-{}_{(aq)} + \quad H_2O_{(\ell)}$ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| حالة المجموعة | التقدم $x$ | كميات المادة | | | |
| الحالة البدئية | $x=0$ | وفير | $0$ | $n_i(HO^-)=C_B.V_{versé}$ | $n_i(AH)=C_A.V_A$ |
| الحالة النهائية | $x=x_{éq}$ | وفير | $x_f$ | $C_B.V_B-x_f$ | $C_A.V_A-x_f$ |
| تحول كلي | $x=x_m$ | وفير | $x_m$ | $C_B.V_B-x_m$ | $C_A.V_A-x_m$ |

* تحديد نسبة التقدم النهائي $\tau$:

- نحسب الجدائين: $C_A.V_A=2.10^{-2}\times 20.10^{-3}=4.10^{-4}\,mo\ell$ و $C_B.V_B=5.10^{-2}\times 5.10^{-3}=2{,}5.10^{-4}\,mo\ell$

نلاحظ أن: $C_B.V_B<C_A.V_A$ ، فيكون المتفاعل المحد هو أيونات $HO^-$ ، إذا: $\underline{x_m=C_BV_B}$

- من خلال الجدول، في الحالة النهائية نجد: $n(HO^-)=C_B.V_B-x_f$ ، ومنه:

$$n(HO^-)=C_B.V_B-x_f \Rightarrow [HO^-]=\frac{n(HO^-)}{V_A+V_B}=\frac{C_B.V_B-x_f}{V_A+V_B}$$

ونعلم أن: $[HO^-]=10^{pH-14}$ ، إذا:

$$\frac{C_B.V_B-x_f}{V_A+V_B}=10^{pH-14} \Rightarrow \underline{x_f=C_B.V_B-(V_A+V_B).10^{pH-14}}$$

- نحسب نسبة التقدم:

$$\tau=\frac{x_f}{x_m}=\frac{C_B.V_B-(V_A+V_B).10^{pH-14}}{C_B.V_B} \Rightarrow \underline{\tau=1-\frac{(V_A+V_B).10^{pH-14}}{C_B.V_B}}$$

ت.ع:

$$\tau=1-\frac{(20+5).10^{(4-14)}}{5.10^{-2}\times 5}=1-10^{-8}\approx \underline{1}$$

* استنتاج: تفاعل المعايرة تفاعل كلي.

2.1- * إثبات العلاقة: $pK_A=pH+Log\left(\frac{C_AV_A}{C_BV_B}-1\right)$

- بالنسبة للمزدوجة قاعدة / حمض: $AH/A^-$ ، لدينا:

$$pH=pK_A+Log\frac{[A^-]_f}{[AH]_f} \qquad (*)$$

- حسب جدول التقدم:

من جهة: $(\ C_B.V_B \gg (V_A+V_B).10^{pH-14}\ )$

$$[A^-]_f=\frac{x_f}{V_S}=\frac{C_B.V_B-(V_A+V_B).10^{pH-14}}{V_S}\approx\frac{C_B.V_B}{V_S}$$

ومن جهة ثانية: $[AH]_f = \dfrac{C_A.V_A - x_f}{V_S} \approx \dfrac{C_A.V_A - C_B V_B}{V_S}$

تكتب العلاقة (*): $pK_A = pH + Log\dfrac{[AH]_f}{[A^-]_f} = pH + Log\dfrac{(C_A.V_A - C_B V_B)/V_S}{C_B.V_B/V_S}$

وبالتالي: $pK_A = pH + Log\left(\dfrac{C_A V_A - C_B V_B}{C_B V_B}\right) = \underline{pH + Log\left(\dfrac{C_A V_A}{C_B V_B} - 1\right)}$

* ت.ع: $pK_A = 4 + Log\left(\dfrac{4.10^{-4}}{2{,}5.10^{-4}} - 1\right) \approx \underline{3{,}8}$

## 2) تحديد التركيز الكتلي $C_m$ لحليب:

1.2- الأسماء الموافقة للأرقام:

(1) ⇐ **سحاحة** ، (2) ⇐ **محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم** $(S_B)$ ، (3) ⇐ **حليب** $(S)$

2.2- * حساب التركيز الكتلي $C_m$ :

- عند التكافؤ نحصل على التركيز المولي $C$ للحليب بتطبيق العلاقة: $C = \dfrac{C_B V_{B,E}}{V'_A}$

- ولدينا كذلك: $C_m = \dfrac{m}{V} = \dfrac{n.M}{V} = C.M$ ، ومنه: $\underline{C_m = \dfrac{C_B V_{B,E}}{V'_A}.M}$ ⇐ $C_m = C.M$

- ت.ع: $C_m = \dfrac{5.10^{-2} \times 10}{20}.90 = \underline{2{,}25\ g.L^{-1}}$

* استنتاج: $C_m = 2{,}25\ g.L^{-1} > 1{,}8\, g.L^{-1}$ ، الحليب المستعمل **غير طري**.

2.2- أ - الكاشف الأكثر ملائمة لإنجاز هذه المعايرة هو أحمر الفينول ، لأن منطقة انعطافه تضم $pH_E = 8{,}0$ ، أي:

$$6{,}6 < pH_E < 8{,}4$$

ب - * حساب النسبة $\dfrac{[A-]_{éq}}{[AH]_{éq}}$ عند التكافؤ:

نطبق العلاقة : $pH = pK_A + Log\dfrac{[A^-]_{éq}}{[AH]_{éq}}$ ، أو $Log\dfrac{[A^-]_{éq}}{[AH]_{éq}} = pH - pK_A$ ، ومنه:

$$\dfrac{[A^-]_{éq}}{[AH]_{éq}} = 10^{pH - pK_A} = 10^{8-3{,}8} \approx \underline{1{,}6.10^4}$$

* استنتاج: بما أن $\dfrac{[A^-]_{éq}}{[AH]_{éq}} \approx 1{,}6.10^4 >> 1$ ، إذا: $[A^-]_{éq} >> [AH]_{éq}$ ، النوع المهيمن هو القاعدة $A^-$ .

## الجزء الثاني: إنتاج الزنك بالتحليل الكهربائي

1- * معادلة التفاعل عند الكاثود التي يحدث عندها اختزال النوع المؤكسد $Zn^{2+}$ :

$$Zn^{2+}{}_{(aq)} + 2.e^- \rightleftarrows Zn_{(s)} \quad \underline{(1)}$$

# تصحيح موضوع الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا 2009 – الدورة الاستدراكية

المؤسسة : ثانوية بلال بن رباح التأهيلية – تمارة    أستاذ المادة : مصطفى قشيش

* معادلة التفاعل عند الآنود التي يحدث عندها أكسدة النوع المختزل $H_2O$ في وسط حمضي:

$$H_2O_{(\ell)} \rightleftarrows \frac{1}{2}O_{2(g)} + 2H^+{}_{(aq)} + 2.e^- \quad \underline{(2)}$$

2- استنتاج المعادلة الحصيلة:

$$\underline{(1)}+\underline{(2)} \Rightarrow \quad Zn^{2+}{}_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftarrows Zn_{(s)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} + 2H^+{}_{(aq)}$$

1.3- حساب $m$ كتلة الزنك الناتجة خلال المدة $\Delta t = 24\,h$:

| معادلة التفاعل | $Zn^{2+}{}_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftarrows Zn_{(s)} + (1/2)O_{2(g)} + 2H^+{}_{(aq)}$ | | | | | | كمية مادة الإلكترونات المتبادلة : $n(e^-)$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| حالة المجموعة | التقدم | كميات المادة | | | | | |
| الحالة البدئية | 0 | 0 | 0 | 0 | - | $n_i(Zn^{2+})$ | 0 |
| الحالة النهائية | $x_f$ | $2x_f$ | $(1/2)x_f$ | $x_f$ | - | $n_i(Zn^{2+}) - x_f$ | $2x_f$ |

من الجدول الوصفي، كمية مادة الإلكترونات المتبادلة بين النوع المختزل والنوع المؤكسد هي: $n(e^-) = 2x_f$

- نعلم أن كمية الكهرباء $Q$ التي تجتاز الدارة خلال المدة الزمنية $\Delta t$ هي: $Q = n(e^-)\times F = I\times\Delta t$

أي: $2x_f \times F = I\times\Delta t$ ، ومنه: (1) $x_f = \dfrac{I\times\Delta t}{2.F}$

من الجدول أيضا نجد: (2) $n(Zn) = x_f = \dfrac{m}{M(Zn)}$

ومن العلاقتين (1) و(2)، نستنتج: $m = \dfrac{I.\Delta t.M(Zn)}{2.F} = \dfrac{8.10^4\times 24\times 3600\times 65}{2\times 96500}$

$$m = 2{,}33.10^6\,g = \underline{2{,}33\ tonnes}$$

2.3- مدة التحليل $\Delta t'$، ليصبح التركيز المولي: $\left[Zn^{2+}\right] = 0{,}7\,mo\ell.L^{-1}$

حسب الجدول الوصفي السابق، لدينا: $n_r(Zn^{2+}) = n_i(Zn^{2+}) - x$ ، ومنه: $x = n_i(Zn^{2+}) - n_r(Zn^{2+})$

ويكتب كذلك على الشكل: (3) $x = \left(\left[Zn^{2+}\right]_i - \left[Zn^{2+}\right]_r\right)V$ ، ونعلم أن: (1) $x = \dfrac{I\times\Delta t'}{2.F}$

من العلاقتين (1) و(3) نستنتج: $\Delta t' = \dfrac{2.F.\left(\left[Zn^{2+}\right]_i - \left[Zn^{2+}\right]_r\right)V}{I}$

ت.ع: $\Delta t' = \dfrac{2\times 96500\times(2-0{,}7)\times 10^3}{8.10^4} = 3140\,s \approx \underline{52\,mn\,20\,s}$

## الفيزياء

### فيزياء 1 : التفاعلات النووية

1) الانشطار النووي:

1.1- تحديد العددين $Z$ و $x$:

| المستوى : 2 علوم رياضية (أ) و(ب) | المادة : الفيزياء والكيمياء |
|---|---|
| تصحيح موضوع الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا 2009 – الدورة الاستدراكية | |
| المؤسسة : ثانوية بلال بن رباح التأهيلية – تمارة | أستاذ المادة : مصطفى قشيش |

حسب قانوني صودي : $58+Z=92$ و $146+85+x=236$ ومنه : $Z=34$ و $x=5$

2.1- * حساب الطاقة $E$ الناتجة عن انشطار نواة واحدة من الأورانيوم $^{235}_{92}U$ :

$$E=\Delta m.c^2=[m(^{146}Ce)+m(^{85}Se)+5.m_n-m(^{235}U)-m_n].c^2$$
$$E=[145,8782+84,9033+4\times 1,00866-234,9934].u.c^2$$
$$E=-0,17726.u.c^2 \quad (u.c^2=931,5\,MeV)$$
$$E=-0,17726\times 931,5\ MeV \Rightarrow \underline{E=-165,12\ MeV}$$

* استنتاج الطاقة $E_1$ الناتجة عن انشطار $m=1g$ من الأورانيوم $^{235}_{92}U$:

- عدد نوى الأورانيوم في العينة كتلتها $m=1g$ هو:

$$N=\frac{m}{M(^{235}_{92}U)}.N_A=\frac{1}{235}\times 6,02.10^{23}=2,56.10^{21}\ (noyaux)$$

- تعبير الطاقة $E_1$ هو: $E_1=N.E$

ت.ع:
$$E_1=2,56.10^{21}\times(-165,12\ MeV)=-4,23.10^{23}\ MeV$$
$$=-4,23.10^{23}\times 1,6.10^{-13}\ J=\underline{-6,77.10^{10}\ J}$$

3.1- حساب المدة الزمنية $\Delta t=t-0=t$ اللازمة لتحول $99\%$ من عينة نوى السيزيوم $^{146}Ce$:

- عند اللحظة $t$ يبقى $1\%=0,01$ من عينة نوى السيزيوم $^{146}Ce$.

- نطبق قانون التناقص الإشعاعي: $N=N_0.e^{-\lambda.t}$ ، ومنه: $e^{-\lambda.t}=\frac{N}{N_0}=0,01 \Rightarrow e^{\lambda.t}=100 \Rightarrow \underline{t=\frac{Ln(100)}{\lambda}}$

ت.ع: $t=\frac{Ln(100)}{5,13.10^{-2}}=\underline{89,8\,mn}$

## 2) الاندماج النووي:

في إنتاج الطاقة، يعتمد الاندماج النووي عوض الانشطار النووي، للسببين التاليين:

- الطاقة المحررة خلال الاندماج النووي، أكبر من الطاقة المحررة خلال الانشطار النووي:

$$|E_2|=5,13.10^{24}\ MeV >> |E_1|=4,23.10^{23}\ MeV$$

- لا يصاحب تفاعل الاندماج النووي ظهور نوى إشعاعية النشاط التي تضر البيئة.

## فيزياء 2 : تحديد المقادير المميزة لوشيعة ولمكثف

### 1) استجابة ثنائي قطب RL لرتبة توتر

1.1- المنحنى 2 يمثل تغيرات التوتر $u$، لأن $u=R.i$ ( قانون أوم )، وشدة التيار $i=f(t)$ الذي يمر في الوشيعة دالة متصلة.

2.1- إثبات المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u$ أثناء إقامة التيار:

- قانون إضافية التوترات: $u_b+u=E\ (*)$

- في اصطلاح المستقبل : قانون أوم للموصل الأومي : $u=R.i \Leftrightarrow i=\frac{u}{R}$ و للوشيعة: $u_b=r.i+L.\frac{di}{dt}$

يكتب التوتر بين طرفي الوشيعة: $u_b=r.\frac{u}{R}+L.\frac{d}{dt}(\frac{u}{R})=\frac{r}{R}.u+\frac{L}{R}.\frac{du}{dt}$

| المستوى : 2 علوم رياضية (أ) و(ب) | المادة : الفيزياء والكيمياء |
|---|---|
| تصحيح موضوع الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا 2009 – الدورة الاستدراكية | |
| المؤسسة : ثانوية بلال بن رباح التأهيلية – تمارة | أستاذ المادة : مصطفى قشيش |

تكتب المعادلة (*) : $\underline{\frac{L}{R}.\frac{du}{dt}+(\frac{r}{R}+1).u=E}$ وهي المعادلة التفاضلية.

3.1- أ * إيجاد تعبير الثابتتين $A$ و $\tau$:

يكتب حل المعادلة السابقة على الشكل التالي: $u=A.(1-e^{-t/\tau})$ و $\frac{du}{dt}=\frac{1}{\tau}.A.e^{-t/\tau}$

نعوض في المعادلة التفاضلية: $\frac{L}{R}.(\frac{1}{\tau}.A.e^{-t/\tau})+(\frac{r}{R}+1).A.(1-e^{-t/\tau})=E$

أو: $\frac{L}{R}.(\frac{1}{\tau}.A.e^{-t/\tau})-(\frac{r}{R}+1)Ae^{-t/\tau}+A.(\frac{r}{R}+1)=E$ ، ومنه:

$A.e^{-t/\tau}\underbrace{(\frac{L}{\tau.R}.-\frac{r+R}{R})}_{=0}+\underbrace{A.\frac{r+R}{R}-E}_{=0}=0$ ، نستنتج أن: $\underline{A=E.\frac{R}{r+R}}$ و $\underline{\tau=\frac{L}{r+R}}$

ب * تعيين قيمة كل من $E$ و $\tau$ : مبيانيا نجد: $\underline{E=2V}$ و $\underline{\tau=2{,}2\,ms}$

جـ * استنتاج قيمة $L$: $L=(r+R).\tau=(22{,}2+200)\times 2{,}2.10^{-3}\approx \underline{0{,}48\ H}$

4.1- أ * إيجاد علاقة بين المقادير $U_{b(\ell)}$ و $E$ و $r$ و $R$:

في النظام الدائم: $\frac{du}{dt}=0$ ، فتكتب المعادلة التفاضلية : $(\frac{r}{R}+1).U_{(\ell)}=E \Leftrightarrow (1)\quad U_{(\ell)}=\frac{R}{r+R}.E$

ولدينا أيضا $(2)\quad U_{b(\ell)}+U_{(\ell)}=E$ ، ومن العلاقتين (1) و(2) نستنتج: $\underline{U_{b(\ell)}=\frac{r}{r+R}.E}$

(( ت.ع للتأكد من صحة النتيجة: $U_{b(\ell)}=\frac{22{,}2}{22{,}2+200}\times 2\approx \underline{0{,}2V}$ ، تطابق القيمة لمقارب منحنى $u_b(t)$ ))

ب * إثبات العلاقة: $L=\frac{R+r}{Ln(2R/R-r)}.t_1$

عند اللحظة $t_1=1{,}8.10^{-3}\,s$ تتحقق العلاقة: $u_b(t_1)=u(t_1)$ ، أي: $E-u(t_1)=u(t_1)$ أو $u(t_1)=E/2$ ، ومنه:

$$\frac{R}{R+r}.E.(1-e^{-t_1/\tau})=\frac{E}{2}\Rightarrow e^{-t_1/\tau}=\frac{R-r}{2.R}\Rightarrow -t_1/\tau=Ln(\frac{R-r}{2.R})$$

$$\Rightarrow -\frac{t_1}{L}(R+r)=Ln(\frac{R-r}{2.R})\Rightarrow \frac{t_1}{L}(R+r)=Ln(\frac{2.R}{R-r})\Rightarrow \underline{L=\frac{R+r}{Ln(\frac{2.R}{R-r})}.t_1}$$

التحقق من قيمة $L$: $L=\frac{200+22{,}2}{Ln(\frac{2\times 200}{200-22{,}2})}\times 1{,}8.10^{-3}\approx \underline{0{,}49\ H}$

## 1) التذبذبات الحرة في دارة RLC متوالية

1.2- إيجاد قيمة السعة $C$ للمكثف:

مبيانيا نجد $T=4ms$ ، ونعلم أن: $T=T_0=2\pi\sqrt{L.C}$ ، ومنه: $C=\frac{T^2}{4.\pi^2.L}=\frac{(4.10^{-3})^2}{4\times 10\times 0{,}49}=\underline{8{,}2.10^{-7}\ F}$

| المستوى : 2 علوم رياضية (أ) و(ب) | المادة : الفيزياء والكيمياء |
|---|---|

## تصحيح موضوع الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا 2009 – الدورة الاستدراكية

**المؤسسة : ثانوية بلال بن رباح التأهيلية – تمارة**  **أستاذ المادة : مصطفى قشيش**

2.2- حساب تغير الطاقة $\Delta E$ للدارة بين اللحظتين $t_1=\frac{T}{4}$ و $t_2=\frac{5T}{4}$:

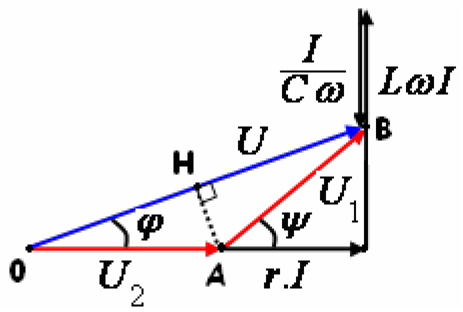
- عند اللحظتين $t_1=\frac{T}{4}$ و $t_2=\frac{5T}{4}$، تكون الدالة $u=f(t)$ قصوية، وكذلك الدالة $i=\frac{u}{R}=\frac{f(t)}{R}$ ، فتنعدم الشحنة $q$ عند هاتين اللحظتين، وبالتالي تنعدم الطاقة الكهربائية المخزونة في المكثف، إذا:

$$\Delta E=(\underbrace{\xi_e}_{=0}+\xi_m)_2-(\underbrace{\xi_e}_{=0}+\xi_m)_1=\xi_{m2}-\xi_{m1}=\frac{1}{2}.L.(I_{m2}^2-I_{m1}^2)=\frac{1}{2}L(\frac{u_{m2}^2}{R^2}-\frac{u_{m1}^2}{R^2})$$

$$\Delta E=\frac{1}{2}\frac{L}{R^2}(u_{m2}^2-u_{m1}^2)=\frac{0,49}{2\times 20^2}\times(1,7^2-0,8^2)\approx \underline{1,38.10^{-3}\,J}$$

## 2) التذبذبات القسرية في دارة RLC متوالية

* إثبات العلاقة: $\tan(\varphi)=\pm\sqrt{\frac{R-r}{R+r}}$




- إنشاء فرينيل مع: $U_1=U_2=R.I$

- المثلث $OAB$ متساوي الساقين: $A\hat{O}H=A\hat{B}H \Leftarrow (1)\ \psi=2.\varphi$

من الشكل نجد: $\tan(\psi)=\frac{L\omega I-I/C\omega}{rI}$ و $\tan(\varphi)=\frac{L\omega I-I/C\omega}{rI+RI}$

ومن هاتين العلاقتين نستنتج أن: $r.\tan(\psi)=(r+R)\tan(\varphi)\quad(2)$

تعطي العلاقة رقم (1): $\tan(\psi)=\tan(2.\varphi)\Rightarrow\tan(\psi)=\frac{2\tan(\varphi)}{1-\tan^2(\varphi)}$

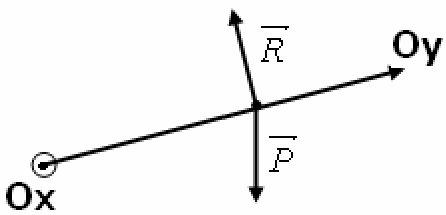
- نضع: $\tan(\varphi)=X$ ، نعوض (1) في (2) فنحصل على: $r\frac{2.X}{1-X^2}=(r+R)X$ ، أو: $X^2=\frac{R-r}{R+r}$

وبالتالي: $\tan(\varphi)=\pm\sqrt{\frac{R-r}{R+r}}$

* حساب الطور $\varphi$: $\tan(\varphi)=\pm\sqrt{\frac{100-22,2}{100+22,2}}=\pm 0,79\ \Rightarrow\ \varphi\approx\underline{\pm 38,6°}$

## فيزياء 3 : حركة رياضي على مستوى مائل

## 1) دراسة حركة مستوية على مستوى مائل




1.1- المعادلتان التفاضليتان:

- المجموعة المدروسة: الرياضي

- جرد القوى المطبقة على المجموعة :

* وزن الجسم: $\vec{P}$ * تأثير السطح المائل: $\vec{R}$

- تطبيق القانون الثاني لنيوتن في معلم $\Re(O,\vec{i},\vec{j})$ نعتبره غاليليا: $\sum\vec{F}=m\vec{a}_G$ ، إذا: $\vec{P}+\vec{R}=m\vec{a}_G$

بإسقاط العلاقة المتجهية على المحور الأفقي $Ox$: $P_x+R_x=ma_x\ \Rightarrow\ 0+0=m.\ddot{x}\ \Rightarrow\underline{\frac{dv_x}{dt}=0}$

بإسقاط العلاقة المتجهية على المحور $Oy$ : $P_y + R_y = ma_y \Rightarrow -mg\sin(\alpha)+0 = m.\ddot{y} \Rightarrow \dfrac{dv_y}{dt} = -g\sin(\alpha)$

2.1- معادلة المسار:

- نحدد أولا معادلتي السرعة عن طريق التكامل الحسابي:

على المحور $Ox$ : $\dfrac{dv_x}{dt} = 0 \Rightarrow v_x = Cte = v_0\cos(\beta)$

على المحور $Oy$ : $\dfrac{dv_y}{dt} = -g\sin(\alpha) \Rightarrow v_y = -g\sin(\alpha).t + v_0\sin(\beta)$

و عن طريق التكامل الحسابي مرة ثانية، نجد:

على المحور $Ox$ : $(x_0 = 0)$ $\dfrac{dx}{dt} = v_0\cos(\beta) \Rightarrow x = v_0\cos(\beta).t$ (1)

على المحور $Oy$ : $(y_0 = 0)$ $\dfrac{dy}{dt} = -g\sin(\alpha).t + v_0\sin(\beta) \Rightarrow y = -\dfrac{1}{2}g\sin(\alpha).t^2 + v_0\sin(\beta).t$ (2)

من العلاقة (1) نستخرج التعبير التالي: $t = \dfrac{x}{v_0\cos(\beta)}$ ، ويعوض في المعادلة (2):

$$y = -\frac{1}{2}g\sin(\alpha).\left(\frac{x}{v_0\cos(\beta)}\right)^2 + v_0\sin(\beta).\left(\frac{x}{v_0\cos(\beta)}\right) \Rightarrow y = -\frac{g\sin(\alpha)}{2{v_0}^2\cos^2(\beta)}.x^2 + \tan(\beta).x$$

3.1- أ * حساب قيمة السرعة $v_0$، حيث $G = N$ مع: $N(x_N = 20m; y_N = 0)$

$$y_N = -\frac{g\sin(\alpha)}{2{v_0}^2\cos^2(\beta)}.x_N^2 + \tan(\beta).x_N \Rightarrow \left[-\frac{g\sin(\alpha)}{2{v_0}^2\cos^2(\beta)}.x_N + \frac{\sin(\beta)}{\cos(\beta)}\right]x_N = 0$$

$$\Rightarrow -\frac{g\sin(\alpha)}{2{v_0}^2\cos(\beta)}.x_N + \sin(\beta) = 0 \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{gx_N\sin(\alpha)}{\sin(2\beta)}}$$

ت.ع: $v_0 = \sqrt{\dfrac{9,8\times 20\times\sin(12)}{\sin(2\times 60)}} = 6,86\ m.s^{-1}$

ب * تعبير $x_S$ و $y_S$ إحداثيتي قمة المسار $S$:

- عند قمة المسار تنعدم إحداثي متجهة السرعة على المحور $Oy$، أي: $v_y(t_s) = -g\sin(\alpha).t_s + v_0\sin(\beta) = 0$

ومنه: $t_s = \dfrac{v_0\sin(\beta)}{g\sin(\alpha)}$ هي لحظة وصول مركز القصور $G$ إلى قمة المسار $S$.

- نعوض تعبير $t_s = \dfrac{v_0\sin(\beta)}{g\sin(\alpha)}$ في المعادلتين الزمنيتين (1) و(2):

$$x(t_s) = v_0\cos(\beta).t_s = v_0\cos(\beta).\frac{v_0\sin(\beta)}{g\sin(\alpha)} \Rightarrow x_s = \frac{{v_0}^2\cos(\beta).\sin(\beta)}{g\sin(\alpha)} = \frac{{v_0}^2\sin(2.\beta)}{2g\sin(\alpha)}$$

$$y(t_s) = -\frac{1}{2}g\sin(\alpha).{t_s}^2 + v_0\sin(\beta).t_s = \frac{-g\sin(\alpha)}{2}\left(\frac{v_0\sin(\beta)}{g\sin(\alpha)}\right)^2 + v_0\sin(\beta).\left(\frac{v_0\sin(\beta)}{g\sin(\alpha)}\right)$$

$$\Rightarrow\ y_s=\frac{v_0^{\,2}\sin^2(\beta)}{2g\sin(\alpha)}$$

## 2) دراسة حركة تذبذبية على مستوى مائل

1.2- إثبات تعبير الطاقة الميكانيكية $E_m$ للنواس:

- نعلم أن الطاقة الميكانيكية تكتب على الشكل التالي: $E_m=E_c+E_{pp}$

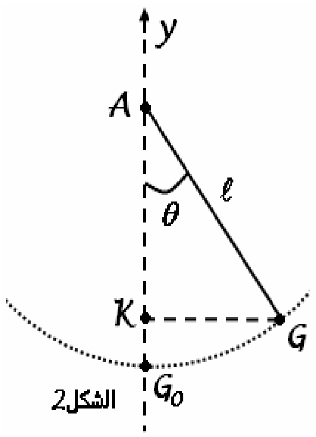
- يعبر عن الطاقة الحركية بما يلي: $E_c=\frac{1}{2}J_\Delta.\dot{\theta}^2=\frac{1}{2}m.\ell^2.\dot{\theta}^2$

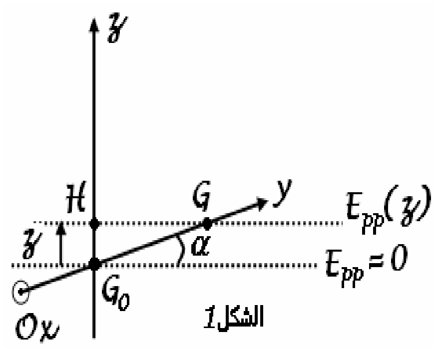
- يعبر عن طاقة الوضع الثقالية كالتالي: $E_{pp}(z)=mgz+Cte$ ، حيث المحور $G_0z$ رأسي أصله $G_0$ وموجه نحو الأعلى :

باعتبار الحالة الرجعية لهذه الطاقة $E_{pp}(0)=0$ أي: $Cte=0$ ، وبذلك تكتب الطاقة: $E_{pp}(z)=mgz$ .

في الشكل1، نبحث عن تعبير الأنسوب $z$ بدلالة المقدار $y$ :

في المثلث قائم الزاوية $G_0HG$ :




$$\sin(\alpha)=\frac{z}{G_0G}=\frac{z}{y}\Rightarrow z=y.\sin(\alpha)\quad(1)$$

في الشكل2، نبحث عن تعبير المقدار $y$ بدلالة الزاوية $\theta$:

$$y=G_0K=G_0A-KA=\ell-\ell.\cos(\theta)$$
$$\Rightarrow y=\ell.(1-\cos(\theta))\quad(2)$$

من (1) و(2) نستنتج أن: $z=\ell\sin(\alpha).(1-\cos(\theta))$

يصبح تعبير طاقة الوضع الثقالية هو:

$$E_{pp}(\theta)=mg\ell\sin(\alpha).(1-\cos(\theta))$$

وباستعمال علاقة التقريب بالنسبة للتذبذبات الصغيرة $1-\cos(\theta)\approx\frac{\theta^2}{2}$ ، تكتب طاقة الوضع الثقالية من جديد:

$$E_{pp}(\theta)=\frac{1}{2}mg\ell\sin(\alpha).\theta^2$$

أخيرا يكتب تعبير الطاقة الميكانيكية:

$$E_m=E_c+E_{pp}=\frac{1}{2}m.\ell^2.\dot{\theta}^2+\frac{1}{2}mg\ell\sin(\alpha).\theta^2$$
$$\Rightarrow E_m=\frac{1}{2}m.\ell^2.\left[(\frac{d\theta}{dt})^2+\frac{g\sin(\alpha)}{\ell}.\theta^2\right]$$

2.2- استنتاج المعادلة التفاضلية التي تحققها الزاوية $\theta$:

تنحفظ الطاقة الميكانيكية للمتذبذب الميكانيكي، لأن الاحتكاكات مهملة، ونكتب: $\frac{d}{dt}(E_m)=0$

أي:

$$\frac{d}{dt}(E_m)=\frac{1}{2}m.\ell^2.\frac{d}{dt}\left(\left[(\frac{d\theta}{dt})^2+\frac{g\sin(\alpha)}{\ell}.\theta^2\right]\right)=0$$

$$\Rightarrow \frac{d}{dt}\left[(\frac{d\theta}{dt})^2\right]+\frac{g\sin(\alpha)}{\ell}.\frac{d}{dt}\left[\theta^2\right]=0\Rightarrow 2\frac{d\theta}{dt}.\frac{d^2\theta}{dt^2}+2\frac{g\sin(\alpha)}{\ell}\theta\frac{d\theta}{dt}=0$$

| المادة : الفيزياء والكيمياء | المستوى : 2 علوم رياضية (أ) و(ب) |
|---|---|

## تصحيح موضوع الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا 2009 – الدورة الاستدراكية

أستاذ المادة : مصطفى قشيش — المؤسسة : ثانوية بلال بن رباح التأهيلية - تمارة

نختزل بـ $2\frac{d\theta}{dt}$، ونحصل على المعادلة التفاضلية التالية: $\underline{\frac{d^2\theta}{dt^2}+\frac{g\sin(\alpha)}{\ell}\theta=0}\quad \underline{(*)}$

3.2- تحديد تعبير الدور الخاص $T_0$:

- حل هذه المعادلة هو : $\theta=\theta_m\cos(\frac{2.\pi}{T_0}.t+\varphi)$، و المشتقة الأولى هي: $\frac{d\theta}{dt}=-\frac{2.\pi}{T_0}\theta_m\sin(\frac{2.\pi}{T_0}.t+\varphi)$

و المشتقة الثانية هي: $\frac{d^2\theta}{dt^2}=-\left(\frac{2.\pi}{T_0}\right)^2\underbrace{\theta_m\cos(\frac{2.\pi}{T_0}.t+\varphi)}_{=\theta}$ وتكافؤ الكتابة : $\frac{d^2\theta}{dt^2}=-\left(\frac{2.\pi}{T_0}\right)^2.\theta$

فنحصل على المعادلة التالية: $\frac{d^2\theta}{dt^2}+\left(\frac{2.\pi}{T_0}\right)^2.\theta=0\quad \underline{(*')}$

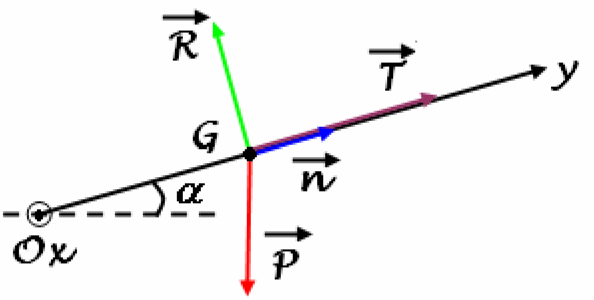
وبمطابقة المعادلتين $\underline{(*)}$ و $\underline{(*')}$ نستنتج العلاقة: $\left(\frac{2.\pi}{T_0}\right)^2=\frac{g\sin(\alpha)}{\ell}$ ، ومنه: $\underline{T_0=2.\pi\sqrt{\frac{\ell}{g\sin(\alpha)}}}$

ت.ع: $T_0=2.\pi\sqrt{\frac{12}{9{,}8\times\sin(12)}}\approx\underline{15{,}2\,s}$

4.2- حساب شدة القوة $\vec{T}$ المطبقة من طرف الحبل عند مرور $G$ من موضع الاستقرار $G_0$:

- المجموعة المدروسة : { الرياضي}

- تخضع المجموعة إلى التأثيرات التالية:




وزنها $\vec{P}$ - تأثير الحبل $\vec{T}$ - تأثير السطح المائل $\vec{R}$

* تطبيق القانون الثاني لنيوتن في مرجع أرضي:

$$\sum\vec{F}=m.\vec{a}_G \quad\Rightarrow\quad \vec{P}+\vec{T}+\vec{R}=m.\vec{a}_G\quad (*)$$

* إسقاط العلاقة المتجهية (*) على المحور المائل الموجه بالمتجهة $\vec{n}$

لمعلم فريني $(G,\vec{u},\vec{n})$: $P_n+T_n+R_n=m.a_n$

أو: $-mg\sin(\alpha)+T+0=m.\ell.(\frac{d\theta}{dt})^2$ ، ومنه: $T=m.\ell.(\frac{d\theta}{dt})^2+mg\sin(\alpha)$

نحدد السرعة الزاوية $\frac{d\theta}{dt}$ عند المرور من موضع الاستقرار:

لدينا : $\theta=\theta_m\cos(\frac{2.\pi}{T_0}.t+\varphi)=0$، وبالتالي: $\cos(\frac{2.\pi}{T_0}.t+\varphi)=0$ ومنه: $\sin(\frac{2.\pi}{T_0}.t+\varphi)=\pm1$

و المشتقة الأولى: $\frac{d\theta}{dt}=-\frac{2.\pi}{T_0}\theta_m\sin(\frac{2.\pi}{T_0}.t+\varphi)=\pm\frac{2.\pi}{T_0}\theta_m$ ، إذا: $(\frac{d\theta}{dt})^2=(\frac{2.\pi}{T_0})^2\theta_m^2=\frac{g\sin(\alpha)}{\ell}.\theta_m^2$

ويصبح تعبير شدة توتر الحبل هو: $\underline{T=mg\sin(\alpha).\left[1+\theta_m^2\right]}$

ت.ع: $T=60\times9{,}8\times\sin(12).\left[1+(\frac{\pi}{15})^2\right]\approx\underline{127{,}6\,N}$