المادة:	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:

فضاء الرياضيات بالثانوي

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 $C_B = 5,0.10^{-2}\ mol.L^{-1}$.

فضاء الرياضيات بالثانوي

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 τ. ماذا تستنتج؟

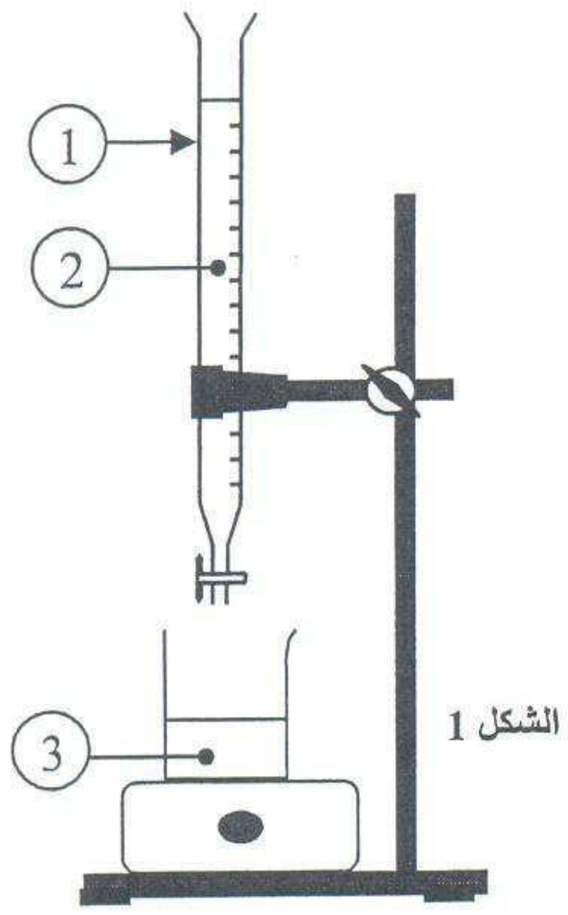
0,75 **1.3-** بين أن الثابتة pK_A للمزدوجة أيون اللاكتات /حمض اللاكتيك تكتب على الشكل :

$$pK_A = pH + \log\left(\frac{C_A.V_A}{C_B.V_B} - 1\right)$$

. pK_A احسب قيمة .

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 $V_{B,E} = 10\ mL$.



الشكل 1

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	6,2 - 4,2
أحمر الفينول	8,4 - 6,6
فينول فتاليين	10 - 8,2

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 للتحل

فضاء الرياضيات بالثانوي

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 بالـــ 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 β^- .

احسب المدة الزمنية اللازمة لتحول 99% من عينة نوى السيريوم ^{146}Ce ، علما 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 .

فضاء الرياضيات بالثانوي

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 ....).

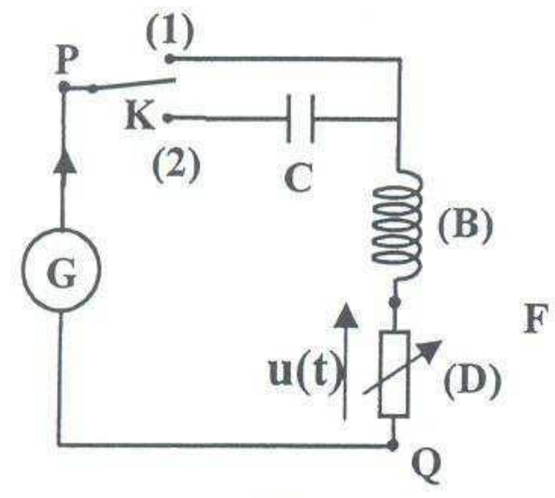
يهدف هذا التمرين إلى تحديد المقادير الفيزيائية المميزة لكل من وشيعة و مكثف استخرجا من لعبة للأطفال ، و ذلك من خلال الدراسات التجريبية التالية :

- 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

ننجز 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

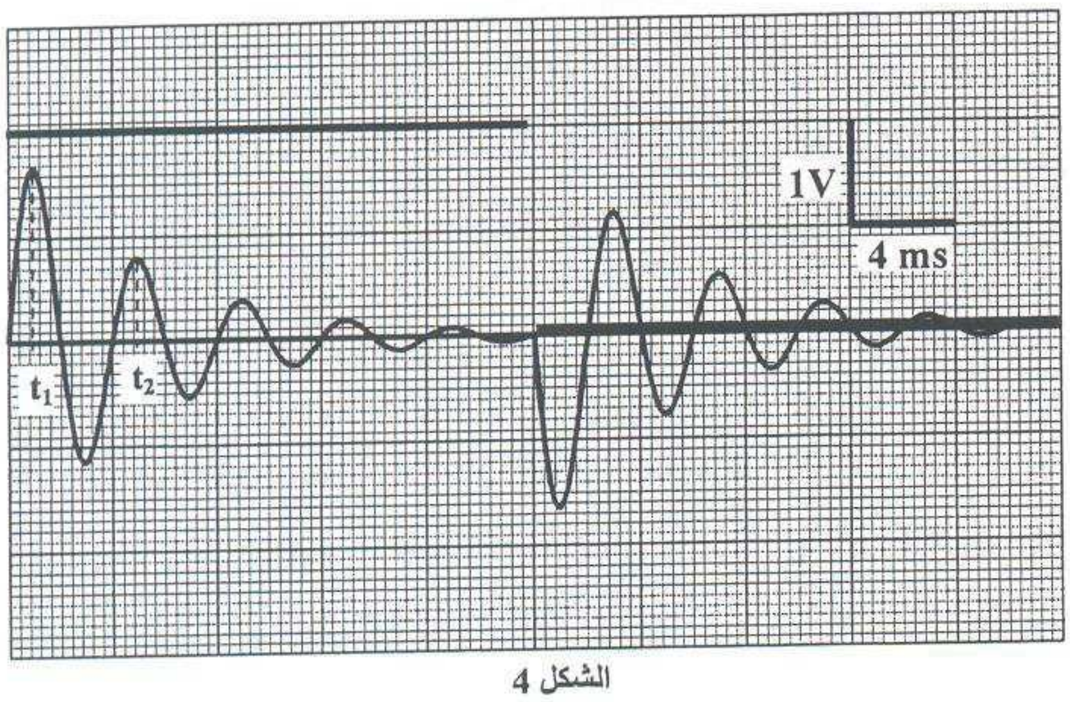
نضبط مقاومة الموصل الأومي على القيمة $R = 200\Omega$ ، و نؤرجح قاطع التيار K إلى الموضع (1) عند لحظة نختارها أصلا للتواريخ ($t = 0$) ، فيطبق المولد (G) رتبة صاعدة للتوتر قيمتها E ثم رتبة نازلة للتوتر قيمتها منعدمة بين مربطي ثنائي القطب PQ المكوّن من الوشيعة (B) و الموصل الأومي (D) .

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

$L = \dfrac{R+r}{Ln\left(\dfrac{2.R}{R-r}\right)} \cdot t_J$ ، 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 u 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) أن شبه الدور T للمتذبذب الكهربائي يساوي دوره الخاص .

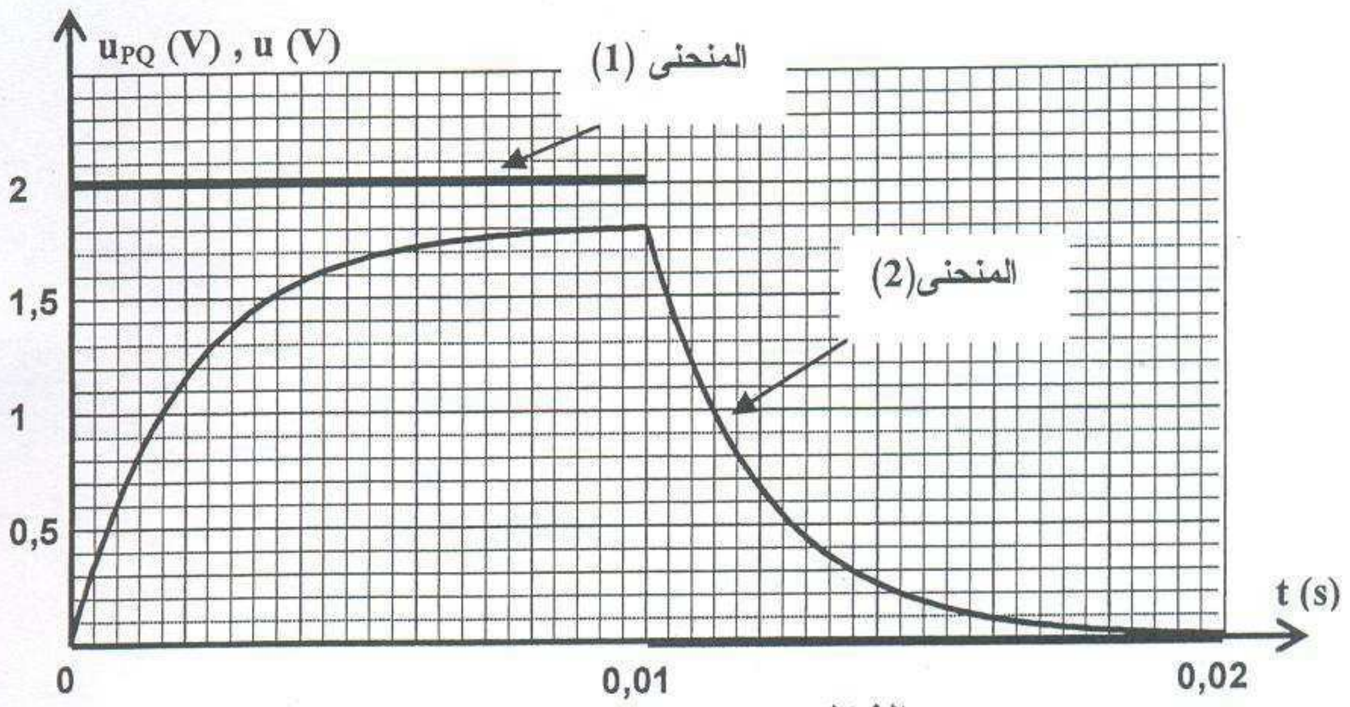
فضاء الرياضيات بالثانوي

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 .



الشكل 2

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

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

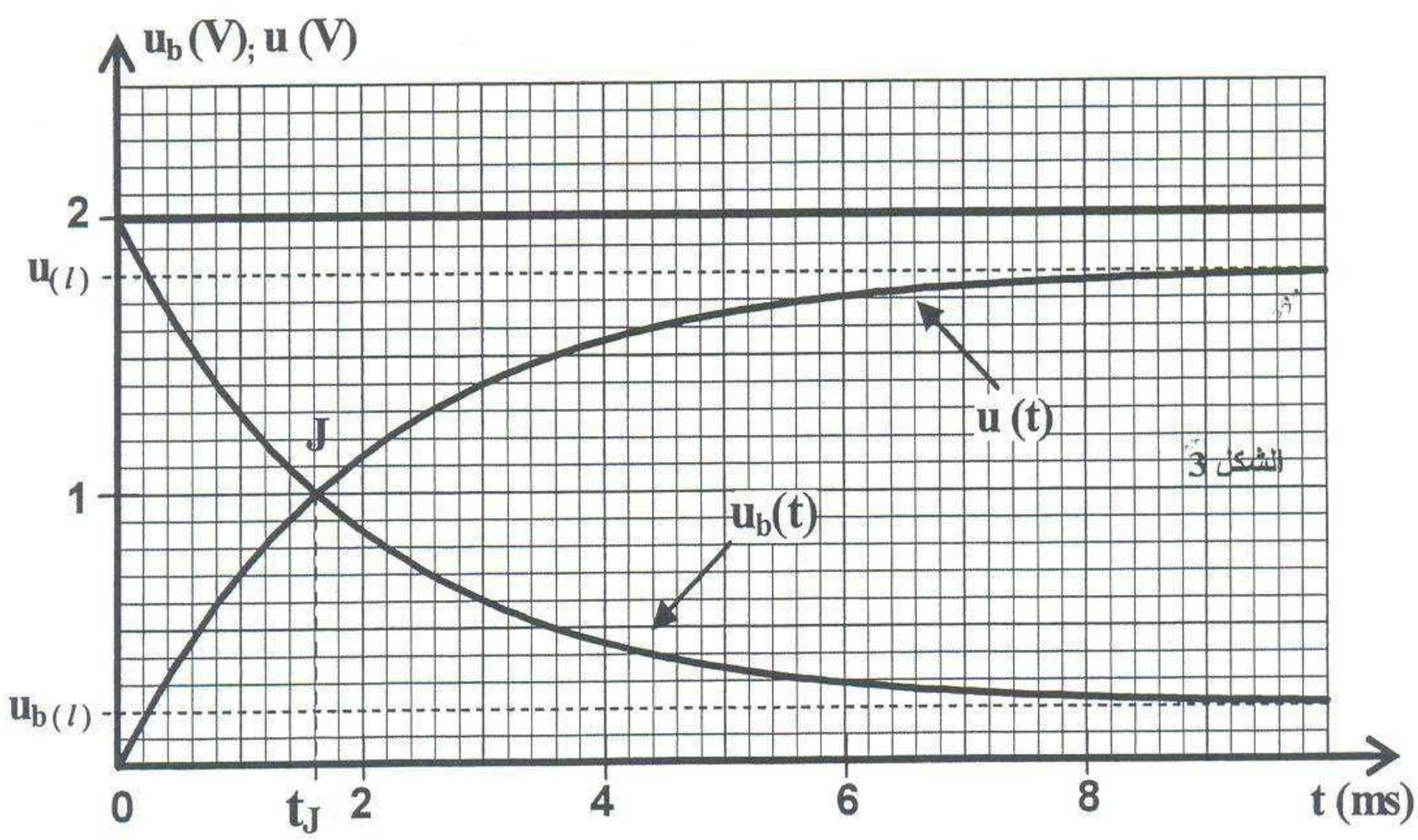
0,75 **1.3**-أ- أوجد تعبير كل من الثابتتين A و τ بدلالة برامترات الدارة لتكون $u = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ حلا للمعادلة التفاضلية السابقة.

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

0,25 ج – استنتج قيمة L علما أن

فضاء الرياضيات بالثانوي

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] .



الشكل 3

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

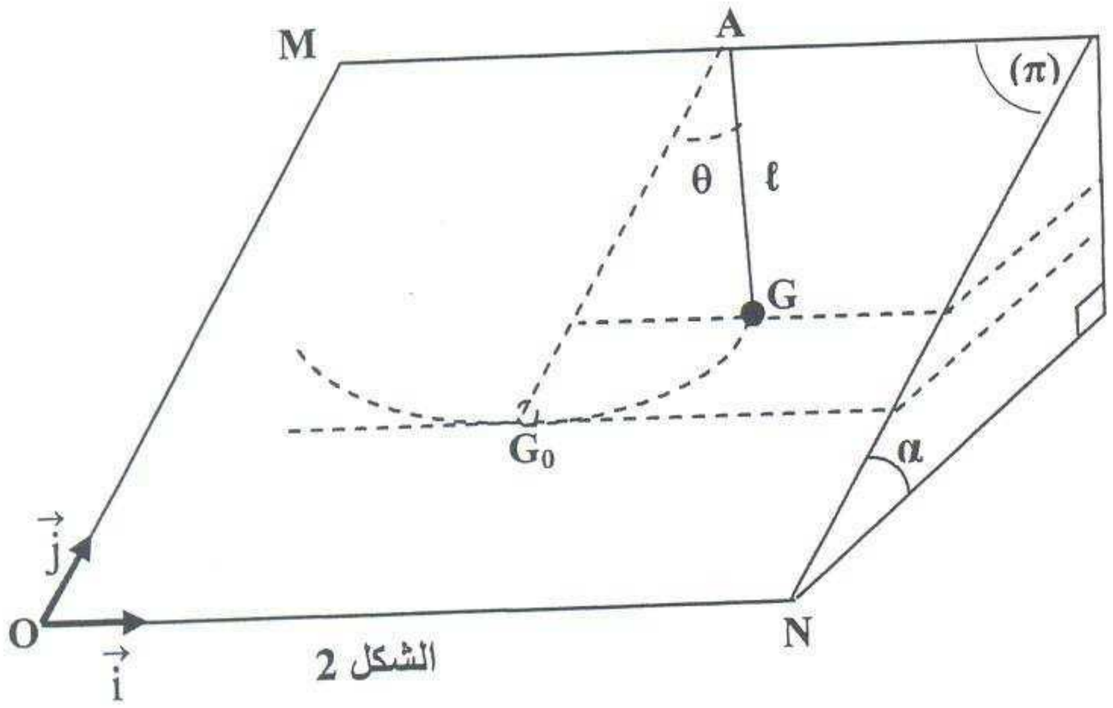
0,5 ب- يتقاطع المنحنيان u(t) و $u_b(t)$ عند اللحظة t_J . بيّن أن :

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(π) .(الشكل2)

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



الشكل 2

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

(مع θ بالراديان) .

فضاء الرياضيات بالثانوي

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

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

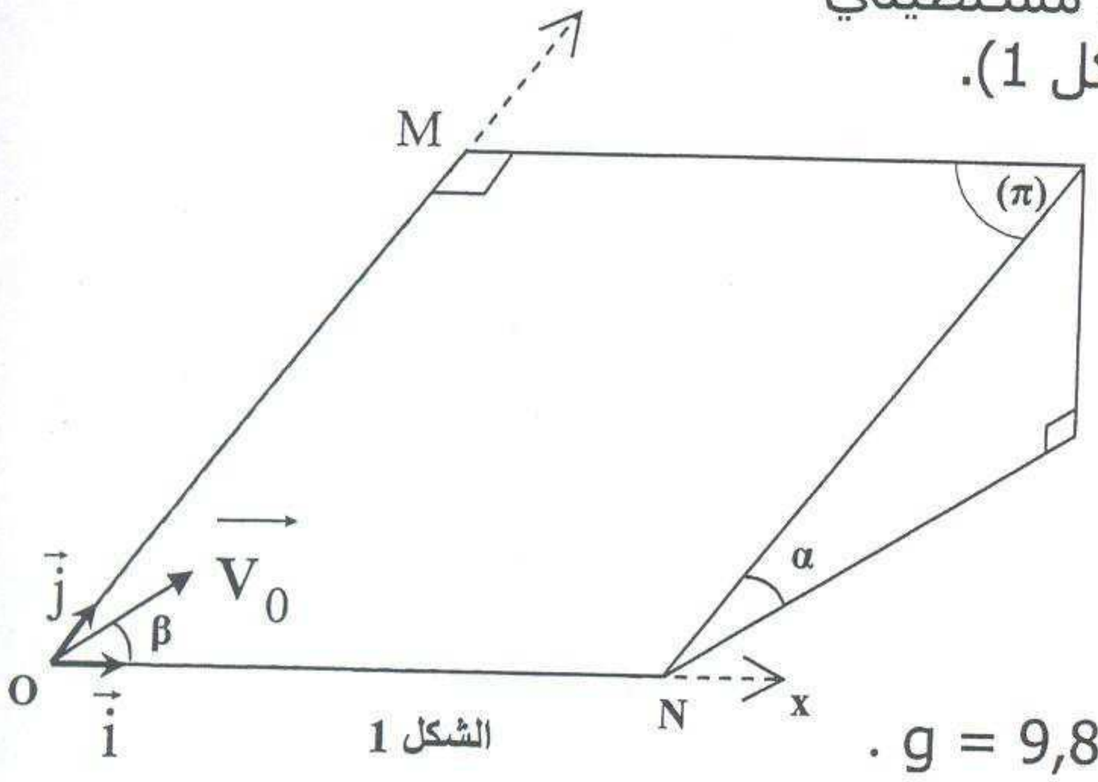
2.2–استنتج المعادلة التفاضلية التي تحققها الزاوية θ . 0,5

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 $\theta_m = 12°$. 0,5

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

يتزحلق رياضي كتلته $m = 60\ kg$ على مستوى (π) مائل بزاوية $\alpha = 12°$ بالنسبة للمستوى الأفقي . للمستوى (π) شكل مستطيلي طوله OM و عرضه $ON = 20\ m$. (الشكل 1).



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 (π) .

نهمل جميع الاحتكاكات و نأخذ $g = 9,80\ m.s^{-2}$.

1- دراسة حركة مستوية على مستوى فضاء الرياضيات بالثانوي

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 (π) 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 $\frac{dv_x}{dt} = 0$ و $\frac{dv_y}{dt} = -g.\sin\alpha$.

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 (π) ، وأخذ ينجز تذبذبات صغيرة على المستوى (π) حول موضع توازنه AG_0 الموازي للمحور $(O, \vec{j})$.