الصفحة	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا الدورة العادية 2024 -الموضوع -	المملكة المغربية وزارة التربية الوطنية والتعليم الأولي والرياضة المركز الوطني للتقويم والامتحانات
1 / 8		
*ا		
	SSSSSSSSSSSSSSSSSSS-SSSS NS 30	

مدة الإنجاز	الفيزياء والكيمياء	المادة
4h		
المعامل	شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب)	الشعبة المسلك
7		

- ❖ *يسمح باستعمال الآلة الحاسبة العلمية* ***غير القابلة للبرمجة***.
- ❖ *تعطى التعابير الحرفية قبل التطبيقات العددية و تكون النتيجة مصحوبة بالوحدة.*
- ❖ *يمكن للتمارين أن تنجز وفق ترتيب يختاره المترشح.*

يتضمّن الموضوع أربعة تمارين: تمرين في الكيمياء وثلاثة تمارين في الفيزياء.

التمرين 1: الكيمياء (7نقط)

- **الجزء 1:** دراسة محلول مائي لحمض كربوكسيلي؛
- **الجزء 2:** دراسة عمود نيكل- كوبالت.

التمرين 2 : الموجات + التحولات النووية (4 نقط)

-**الجزء 1:** دراسة حيود الضوء ؛
-**الجزء 2:** النشاط الاشعاعي للبولونيوم.

التمرين 3 : الكهرباء (4 نقط)

- **الجزء 1:** دراسة ثنائي القطب RC؛
- **الجزء 2:** دراسة التذبذبات الكهربائية القسرية في دارة RLC متوالية.

التمرين 4 : الميكانيك (5 نقط)

- **الجزء 1:** حركة مجموعة ميكانيكية؛
- **الجزء 2:** حركة نواس مرن.

التمرين 1: الكيمياء (7نقط)

الجزءان 1 و2 مستقلان

الجزء 1: دراسة محلول مائي لحمض كربوكسيلي.

يوجد في مختبر مؤسسة تعليمية، زجاجة تحتوي على محلول خالص (S_0) لحمض كربوكسيلي نرمز له ب AH صيغة العامة $C_nH_{2n+1}COOH$ حيث n عدد صحيح طبيعي.

يهدف هذا التمرين إلى تحديد الصيغة الكيميائية لهذا الحمض الكربوكسيلي وكذا الثابتة pK_A الموافقة للمزدوجة AH / A^- وذلك بغرض دراسة تفاعله مع محلول مائي لميثانوات الصوديوم $Na^+_{(aq)} + HCOO^-_{(aq)}$.

معطيات:

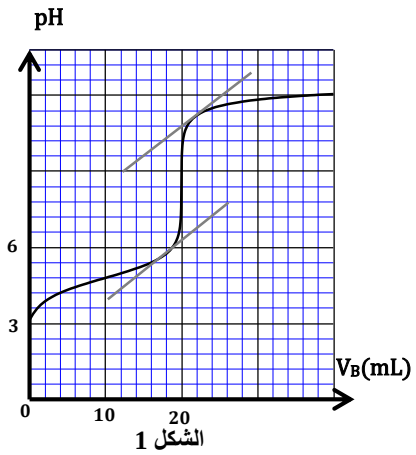
- الكتل المولية: $M(C) = 12g.mol^{-1}$ ؛ $M(O) = 16g.mol^{-1}$ ؛ $M(H) = 1g.mol^{-1}$.

1- تحديد pK_A للمزدوجة AH / A^- والصيغة الكيميائية للحمض AH

نحضر محلولا (S_A) للحمض AH بإذابة كتلة $m = 1,5\ g$ من هذا الحمض الخالص في الماء المقطر قصد الحصول على حجم $V=500mL$ من المحلول.

نعاير حجما $V_A=20mL$ من المحلول (S_A) بواسطة محلول مائي (S_B) لهيدروكسيد الصوديوم $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ تركيزه المولي $C_B = 3,4.10^{-2}\ mol.L^{-1}$.

مكنت الدراسة التجريبية من الحصول على المنحنى $pH = f(V_B)$ الذي يمثل تطور pH الخليط التفاعلي بدلالة V_B حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم المضاف (الشكل 1).



الشكل 1

1-1- اكتب المعادلة الكيميائية المنمذجة لتفاعل المعايرة. **(0,25ن)**

1-2- بين، باستعمال جدول التقدم للتفاعل، أن تعبير الحجم V_B ، عندما يكون $0 \langle V_B \langle V_{BE}$ ، حيث V_{BE} حجم هيدروكسيد الصوديوم المضاف عند التكافؤ، يكتب $V_B = \frac{V_{BE}.10^{pH-pK_A}}{1+10^{pH-pK_A}}$. **(0,75ن)**

1-3- أوجد العلاقة بين V_B و V_{BE} لكي تتحقق $pH = pK_A$. استنتج مبيانيا قيمة pK_A . **(0,5ن)**

1-4- حدد C_A التركيز المولي للمحلول (S_A) . **(0,5ن)**

1-5- أوجد قيمة n واستنتج الصيغة الكيميائية للحمض AH . **(0,75ن)**

2- دراسة التفاعل بين الحمض AH وأيونات الميثانوات $HCOO^-$

نحضر خليطا يتكون من محلول مائي للحمض AH تركيزه المولي $C=1,0.10^{-2}\ mol.L^{-1}$ وحجمه $V_1 = 50\,mL$ ومحلول مائي لميثانوات الصوديوم $Na^+_{(aq)} + HCOO^-_{(aq)}$ له نفس التركيز C ونفس الحجم $V_2 = V_1$.

ننمذج التفاعل الذي يحدث بالمعادلة : $AH_{(aq)} + HCOO^-_{(aq)} \rightleftharpoons A^-_{(aq)} + HCOOH_{(aq)}$

معطيات:

الأيون	A^-	$HCOO^-$	Na^+
الموصلية المولية الأيونية $(mS.m^2.mol^{-1})$	3,58	5,46	5,01

- نهمل مساهمة الايونات H_3O^+ و HO^- في موصلية المحلول.

- تعبير الموصلية σ لمحلول هو: $\sigma = \sum_i \lambda_{X_i}.[X_i]$ حيث $[X_i]$ التركيز المولي الفعلي لكل نوع كيميائي أيوني موجود في المحلول و λ_{X_i} موصليته المولية الأيونية.

2-1- بين أن تعبير الموصلية σ للخليط التفاعلي عند لحظة t بدلالة التقدم x للتفاعل يكتب: $\sigma = 52,35 - 1,88.10^4.x$ حيث σ معبر عنها ب $mS.m^{-1}$ و x ب mol . **(0,75ن)**

2-2- نقيس موصلية الخليط التفاعلي عند التوازن فنجد: $\sigma_{eq} = 50,092\,mS.m^{-1}$.

2-2-1- تحقق أن قيمة ثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة التفاعل هي $K \simeq 0,1$. **(0,5ن)**

2-2-2- استنتج قيمة pK'_A للمزدوجة $HCOOH / HCOO^-$. **(0,5ن)**

الجزء 2: دراسة عمود نيكل- كوبالت.

تعتبر الأعمدة الكهروكيميائية أحد تطبيقات تفاعلات أكسدة -اختزال. أثناء اشتغالها، يتحول جزء من الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية.

ننجز عمود نيكل-كوبالت بغمر صفيحة من النيكل في كأس تحتوي على حجم $V = 100mL$ من محلول مائي لكبريتات النيكل II $Ni^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$ تركيزه المولي البدئي $C_1 = \left[Ni^{2+}\right]_i = 10^{-2} mol.L^{-1}$ ، وغمر صفيحة من الكوبالت في كأس أخرى تحتوي على الحجم $V = 100mL$ من محلول مائي لكبريتات الكوبالت II $Co^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$ تركيزه المولي البدئي $C_2 = \left[Co^{2+}\right]_i$. نوصل المحلولين بقنطرة ملحية .

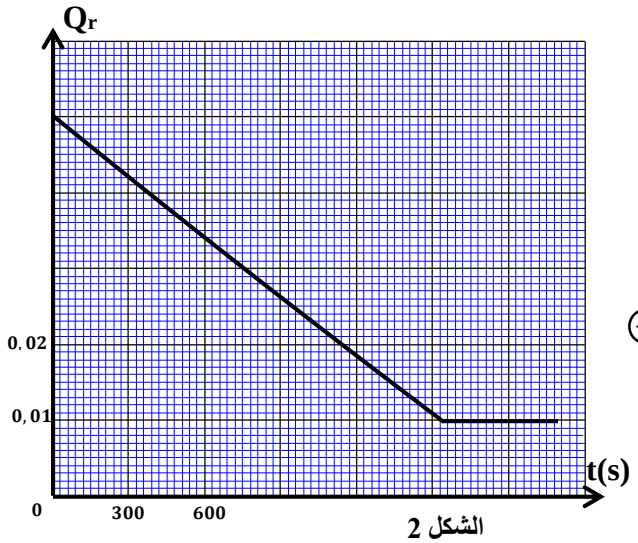
نركب على التوالي بين قطبي العمود موصلا أوميا وأمبيرمترا وقاطعا للتيار.

نغلق قاطع التيار عند اللحظة $t = 0$ ، فيمر في الدارة تيار كهربائي نعتبر شدته I ثابتة.

معطيات :

- ثابتة فرادي: $1F = 9,65.10^4 C.mol^{-1}$ ؛
- الكتلة المولية للكوبالت: $M(Co) = 58,9 g.mol^{-1}$ ؛
- ثابتة التوازن المقرونة بمعادلة التفاعل $Co^{2+}_{(aq)} + Ni_{(s)} \underset{(2)}{\overset{(1)}{\rightleftarrows}} Ni^{2+}_{(aq)} + Co_{(s)}$ هي $Q_{r,e} = K$ عند $25°C$.

يمثل منحنى الشكل2 التطور الزمني لخارج التفاعل Q_r .



الشكل 2

1- باستغلال المنحنى $Q_r(t)$ ، اختر الاقتراح الصحيح من بين الاقتراحات التالية. **(0,5 ن)**

أ- منحى التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية في العمود هو المنحى (1).

ب- إلكترود الكوبالت هو الكاثود.

ج- التبيانة الاصطلاحية للعمود هي: $\ominus Ni/Ni^{2+}//Co^{2+}/Co \oplus$

د- المنحى الاصطلاحي للتيار الكهربائي خارج العمود هو من إلكترود النيكل نحو إلكترود الكوبالت.

2- حدد C_2 . **(0,5 ن)**

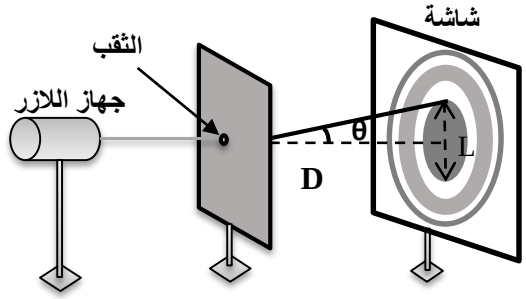
3- أوجد تعبير الشدة I للتيار الكهربائي بدلالة K و F و C_1 و C_2 و V و t_{eq} ، حيث t_{eq} اللحظة التي يتحقق عندها التوازن الكيميائي. تحقق أن $I \simeq 0,1A$. **(0,75 ن)**

4- احسب Δm تغير كتلة إلكترود الكوبالت بين اللحظتين $t = 0$ و $t = t_{eq}$. **(0,75 ن)**

التمرين 2: الموجات + التحولات النووية (4 نقط)

الجزء 1: دراسة حيود الضوء

تمكن ظاهرة الحيود من إبراز الطبيعة الموجية للضوء.



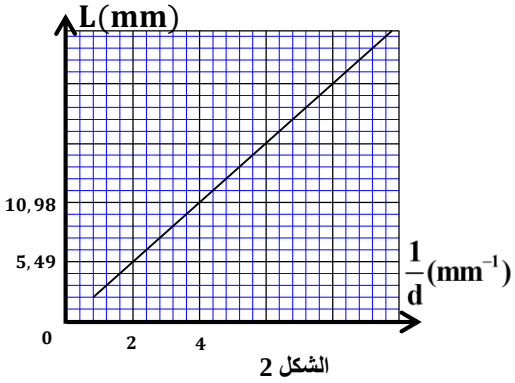
الشكل 1

يرسل منبع لازر ضوء أحادي اللون طول موجته $\lambda = 750nm$ على حجاب به ثقب دائري قطره d قابل للضبط. نشاهد على شاشة وضعت على مسافة D من الحجاب، شكلا مكونا من بقعة مركزية دائرية مضيئة قطرها L محاطة بحلقات مظلمة تتخللها حلقات مضيئة (الشكل 1).

نغير قيمة d ونسجل قيمة L الموافقة. يمثل منحنى الشكل 2 تغيرات L بدلالة $\frac{1}{d}$.

معطيات:

- المسافة الفاصلة بين الحجاب والشاشة: $D = 1,50m$ ؛
- القانون الموافق لظاهرة الحيود بواسطة ثقب دائري هو $\theta = \frac{\alpha \cdot \lambda}{d}$ حيث θ هو الفرق الزاوي معبر عنه بالراديان و α معامل تصحيح مرتبط بالشكل الدائري للثقب.



الشكل 2

1- بين، بالنسبة للزوايا الصغيرة حيث $\tan(\theta) \simeq \theta(rad)$ ، أن $L = \frac{2\alpha.\lambda.D}{d}$. **(0,5 ن)**

2- تحقق أن $\alpha = 1,22$. **(0,5 ن)**

3- نستبدل الحجاب بصفيحة معتمة بها ثقب قطره d' غير معروف. أعطى قياس قطر البقعة المركزية القيمة $L' = 1,5cm$.

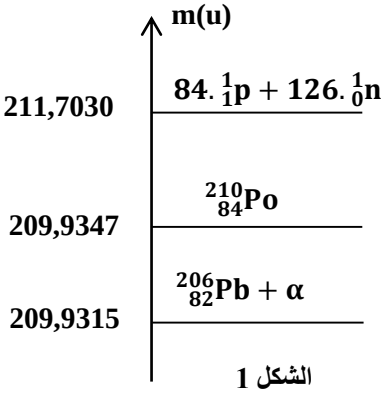
3-1- حدد قيمة d' . **(0,5 ن)**

3-2- نستبدل منبع اللازر بمنبع للضوء الأبيض فنشاهد على الشاشة بقعة مركزية مقزحة تتوسطها بقعة دائرية بيضاء قطرها L_B . علما أن طول الموجة للضوء المرئي في الفراغ هي: $\lambda_1 = 0,4\mu m \leq \lambda \leq \lambda_2 = 0,8\mu m$.

3-2-1- حدد من بين λ_1 و λ_2 طول الموجة الموافقة للإشعاع الأحمر. **(0,25 ن)**

3-2-2- أوجد قيمة L_B . **(0,75 ن)**

الجزء 2: النشاط الاشعاعي للبولونيوم



الشكل 1

تتفتت نواة البولونيوم $^{210}_{84}Po$ تلقائيا لتتحول إلى نواة الرصاص $^{206}_{82}Pb$ مع انبعاث دقيقة α .

يهدف هذا الجزء إلى دراسة الحصيلة الطاقية لهذا التحول النووي وكذا تطوره الزمني.

يعطي مخطط الشكل 1 قيم كتل المجموعات التالية:

(نواة البولونيوم 210)؛ (النويات متفرقة)؛ (نواة الرصاص 206+الدقيقة α) .

معطيات:

- الكتلة المولية للبولونيوم 210 : $M = 210g.mol^{-1}$ ؛
- وحدة الكتلة الذرية: $1u = 931,5MeV.c^{-2}$ ؛
- ثابتة أفوكادرو: $N_A = 6,02.10^{23}mol^{-1}$.

1- اختر الاقتراح الصحيح من بين الاقتراحات التالية. **(0,25ن)**

أ- التفتت من نوع α يوافق انبعاث نوترون.

ب- التفتت من نوع α يخص النوى الخفيفة.

ج- عمر النصف $t_{1/2}$ هي المدة التي عند متمها تفتت 63% من نوى العينة.

د- طاقة الربط بالنسبة للنوية لنواة الرصاص206 أكبر من طاقة الربط لنوية نواة البولونيوم 210.

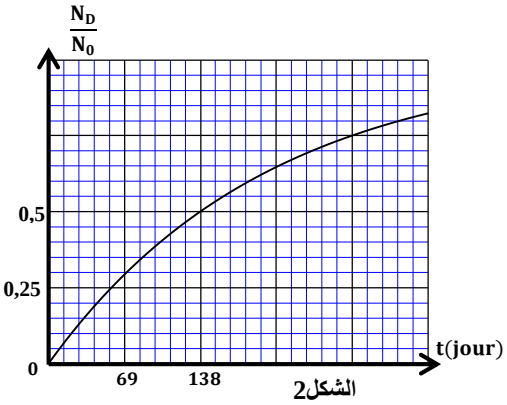
2- باستغلال مخطط الشكل1:

2-1- احسب، بالوحدة MeV/nucléon ، طاقة الربط بالنسبة لنوية نواة $^{210}_{84}Po$. **(0,25ن)**

2-2- احسب، بالوحدة MeV، الطاقة $|\Delta E|$ المحررة عند تفتت كتلة $m = 1mg$ من البولونيوم 210. **(0,25ن)**

3- نرمز N_D لعدد نوى البولونيوم المتفتتة عند لحظة t وب N_0 لعدد نوى البولونيوم 210 عند $t = 0$.

يمثل منحنى الشكل 2 التطور الزمني للمقدار $\frac{N_D}{N_0}$.



الشكل2

3-1- باستغلال منحنى الشكل 2 أوجد، بالوحدة (jour)، عمر النصف $t_{1/2}$ للبولونيوم 210. **(0,25ن)**

3-2- لتكن t_1 اللحظة التي يكون عندها: $\frac{N_D}{N} = 3$ ، حيث N عدد نوى البولونيوم المتبقية عند اللحظة t_1.

أوجد قيمة t_1 بالوحدة(jour). **(0,5 ن)**

التمرين 3: الكهرباء (4 نقط)

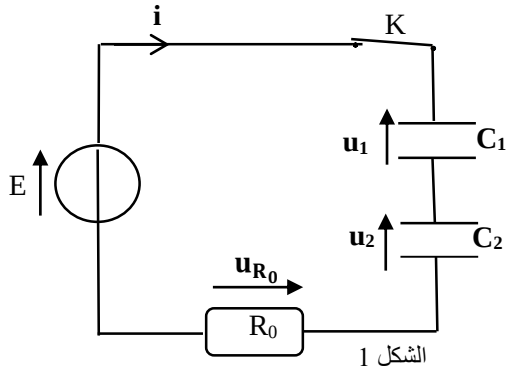
الجزءان 1 و2 مستقلان

يهدف هذا التمرين إلى دراسة:

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

الجزء1: دراسة ثنائي القطب RC

ننجز الدارة الكهربائية الممثلة في الشكل 1 والتي تتكون من:



الشكل 1

- مولد مؤمثل للتوتر قوته الكهر محركة E؛
- موصل أومي مقاومته R_0 ؛
- مكثفين (C_1)و (C_2) غير مشحونين بدئيا، سعتاهما على التوالي C_1=5µF و $C_2 \rangle C_1$ ؛
- قاطع التيار K .

نغلق القاطع K عند اللحظة $t = 0$.

1-1- عبر عن u_1 التوتر بين مربطي (C_1) بدلالة C_1 و C_2 و u_2 التوتر بين مربطي (C_2) . **(0,25ن)**

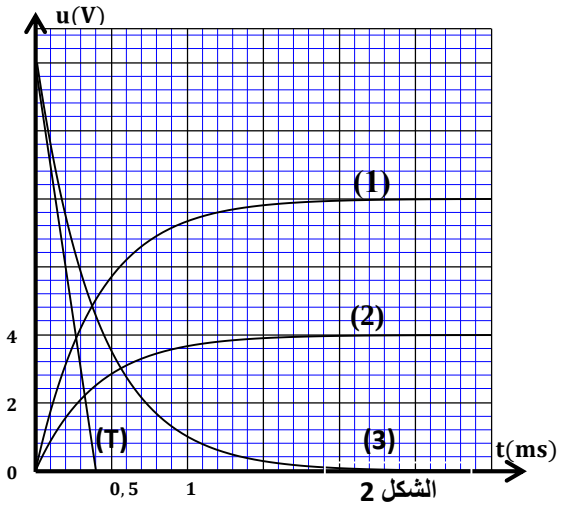
1-2- بين أن المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_2 تكتب: $u_2+\frac{R_0.C_1.C_2}{C_1+C_2}.\frac{du_2}{dt}=\frac{C_1.E}{C_1+C_2}$ **(0,5ن)**

1-3- علما أن حل المعادلة التفاضلية يكتب على الشكل: $u_2(t)=A(1-e^{-\alpha t})$

أوجد تعبير كل من A و α بدلالة بارامترات الدارة. **(0,5 ن)**

2- تمثل منحنيات الشكل 2 التطور الزمني لكل من u_1 و u_2 و u_{R_0} التوتر بين مربطي الموصل الأومي.

يمثل (T) المماس للمنحنى (3) عند النقطة ذات الأفصول $t=0$.



الشكل 2

2-1- أقرن التوتر $u_2(t)$ بالمنحنى الموافق. **(0,25ن)**

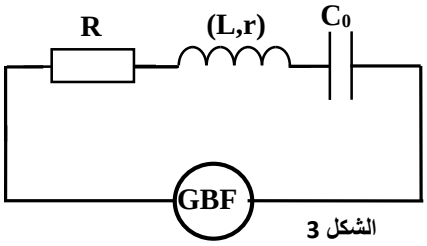
2-2- حدد قيمة كل من C_2 و R_0. **(0,5 ن)**

2-3- احسب الطاقة الكهربائية الكلية Ee المخزونة في المكثفين عند تحقق النظام الدائم. **(0,25ن)**

الجزء 2: دراسة التذبذبات الكهربائية القسرية في دارة RLC متوالية

ننجز التركيب التجريبي الممثل في الشكل 3 و المتكون من:

- مولد ذو تردد منخفض (GBF) يزود الدارة بتوتر متناوب جيبي تردده N وتوتره القصوي U_m ثابتين؛
- مكثف سعته $C_0=10\mu F$؛
- وشيعة (b) معامل تحريضها $L=86mH$ ومقاومتها r؛
- موصل أومي مقاومته $R=20\Omega$.



الشكل 3

يطبق المولد (G.B.F) توترا $u(t)=U_m.\cos(2\pi.N.t+\varphi)$ فيمر في الدارة تيارا كهربائيا شدته $i(t)=I_m.\cos(2\pi.N.t)$.

نعاين، بواسطة نظام معلوماتي ملائم، التوتر $u_R(t)$ بين مربطي الموصل الأومي والتوتر u(t) بين قطبي المولد، فنحصل على الرسم التذبذبي الممثل في الشكل 4.

1- حدد قيمة كل من الطور φ والممانعة Z للدارة. **(0,5 ن)**

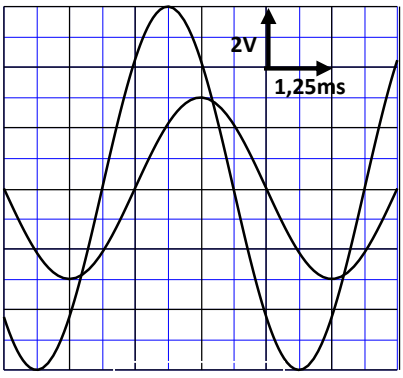
2- احسب القدرة الكهربائية المتوسطة P المبددة بمفعول جول في الدارة

واستنتج قيمة r. **(0,5 ن)**

3- للحصول على الرنين الكهربائي، نركب مكثفا سعته C مع المكثف ذي السعة C_0.

3-1- حدد قيمة C. نأخذ $\pi^2=10$. **(0,5 ن)**

3-2- احسب الشدة الفعالة للتيار المار في الدارة. **(0,25 ن)**



الشكل 4

التمرين 4 : الميكانيك (5 نقط)

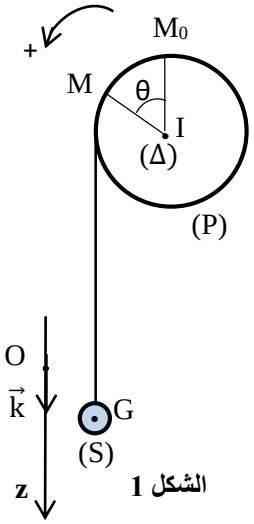
الجزءان 1 و2 مستقلان

الجزء 1: حركة مجموعة ميكانيكية

نعتبر بكرة متجانسة (P) شعاعها $r = 5cm$ قابلة للدوران في مستوى رأسي حول محور (Δ) أفقي وثابت يمر من مركزها I.

نرمز ب J_Δ لعزم قصور البكرة بالنسبة للمحور (Δ).

نلف حول البكرة (P) خيطا غير مدود وكتلته مهملة يحمل في طرفه الآخر جسما صلبا (S) مركز قصوره G وكتلته $m = 100g$. خلال الحركة، لا ينزلق الخيط على البكرة. (الشكل 1)



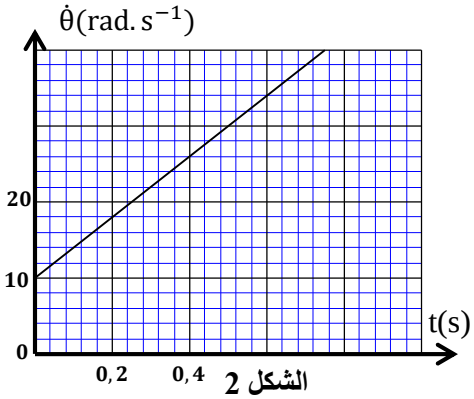
الشكل 1

نعتبر نقطة M من محيط البكرة.

تنطلق النقطة M بدئيا من الموضع M_0 المنتمي للخط الرأسي المار من I وينطلق G من موضع أنسوبه $z = 0$ في المعلم الرأسي $(O, \vec{k})$.

نعلم عند لحظة t موضع G بالأنسوب z وموضع النقطة M بالأفصول الزاوي $\theta = (\widehat{\overrightarrow{IM_0}; \overrightarrow{IM}})$.

نأخذ شدة مجال الثقالة $g = 10m.s^{-2}$.



الشكل 2

1- نهمل الاحتكاكات. يمثل منحنى الشكل 2 تغيرات السرعة الزاوية $\dot{\theta}$ للبكرة بدلالة الزمن.

1-1- حدد، معللا جوابك، طبيعة حركة البكرة (P) واحسب قيمة تسارعها الزاوي $\ddot{\theta}$. **(ن0,5)**

1-2- احسب، عند اللحظة $t_1 = 3s$ ، قيمة كل من التسارع المماسي a_t والتسارع المنظمي a_n لحركة النقطة M . **(ن0,5)**

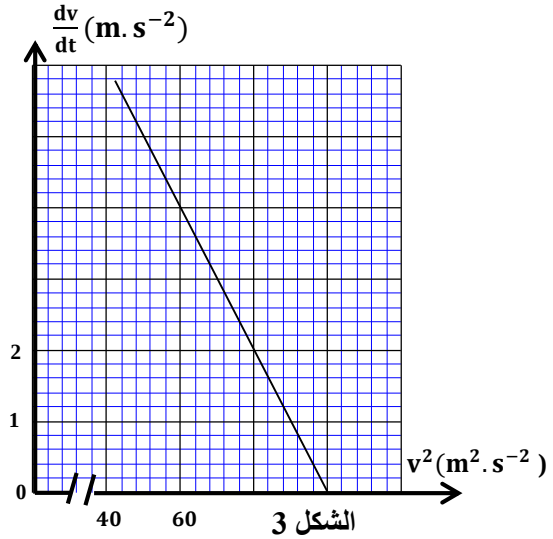
1-3- بين، باعتماد دراسة تحريكية، أن $J_\Delta = 10^{-3} kg.m^2$. **(ن0,5)**

2- عند اللحظة $t_1 = 3s$ يتقطع الخيط ويستمر الجسم (S) في السقوط.

نعتبر أن تعبير شدة قوة الاحتكاك المائع التي يطبقها الهواء على الجسم (S) تكتب على الشكل: $\vec{f} = -\mu.v^2.\vec{k}$ ، حيث μ معامل الاحتكاك و v سرعة G . نهمل قوة دافعة أرخميدس.

2-1- احسب سرعة (S) عند اللحظة $t_1 = 3s$. **(ن0,25)**

2-2- اثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها السرعة v لحركة G بالنسبة لـ $t_1 \le t$. **(ن0,25)**



الشكل 3

2-3- يمثل منحنى الشكل 3 تغيرات $\frac{dv}{dt}$ بدلالة v^2 .

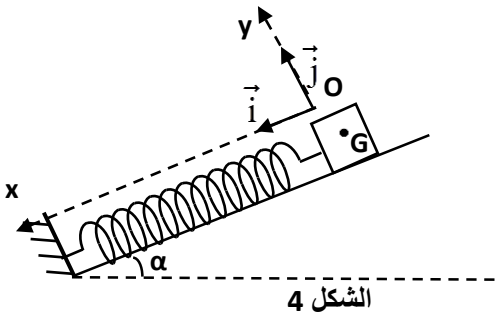
حدد قيمة كل من السرعة الحدية V_L للجسم (S) والمعامل μ . **(ن0,5)**

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2024 – الموضوع
- مادة: الفيزياء والكيمياء-
شعبة العلوم الرياضية (أ) و (ب)

الجزء 2: حركة نواس مرن

النواس المرن عبارة عن مجموعة ميكانيكية تقوم بحركة تذبذبية حول موضع توازنها المستقر.

يهدف هذا الجزء إلى تحديد بعض المقادير المرتبطة بهذا المتذبذب.



الشكل 4

يتكون النواس المدروس من جسم صلب (S)، كتلته $m = 100g$ ومركز قصوره G، ثبت في الطرف الحر لنابض ذي لفات غير متصلة، كتلته مهملة وصلابته K، وثبت طرفه الآخر بحامل ثابت.

يمكن للجسم (S) أن ينزلق بدون احتكاك على الخط الأكبر ميلا لمستوى مائل بزاوية $\alpha = 30°$ بالنسبة للمستوى الأفقي .

نقوم بدراسة حركة G في معلم متعامد ممنظم $R(O, \vec{i}, \vec{j})$ مرتبط بمرجع أرضي نعتبره غالبلياً.

نحدد موضع G خلال اللحظة t بالأفصول x على المحور $(O, \vec{i})$.

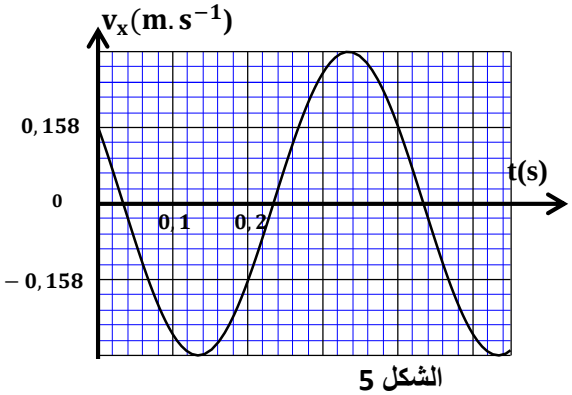
في حالة التوازن، يكون أفصول G منعدما. (الشكل 4)

معطيات:

- تسارع الثقالة: $g=10m.s^{-2}$ ؛
- نأخذ $\pi^2 = 10$.

1- بين أن تعبير الاطالة Δl_0 للنابض عند التوازن تكتب : $\Delta l_0 = -\frac{m.g.\sin(\alpha)}{K}$. **(ن 0.25)**

2- نزيح (S) عن موضع توازنه ثم نحرره عند اللحظة $t = 0$ بسرعة بدئية $\vec{V}_0 = V_0.\vec{i}$. يمثل المنحنى الشكل 5 التطور الزمني للمركبة v_x لمتجهة سرعة G.



الشكل 5

2-1- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، أثبت المعادلة التفاضلية للحركة التي يحققها الأفصول x لمركز القصور G. **(ن 0.5)**

2-2- يكتب حل المعادلة التفاضلية على الشكل:

$x(t) = X_m.\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$ ، حيث T_0 هو الدور الخاص للمتذبذب.

أوجد قيمة كل من X_m و φ و K . **(ن 0.75)**

2-3- استنتج، بدلالة الزمن t، التعبير المتجهي للقوة المكافئة لمجموع القوى المطبقة على (S). **(ن 0.25)**

2-4- نعتبر الحالة التي يكون فيها النابض غير مشوه مرجعا لطاقة الوضع المرنة $(E_{Pe}=0)$، والمستوى الافقي المار من موضع G عند التوازن مرجعا لطاقة الوضع الثقالية $(E_{PP}=0)$.

2-4-1- بين أن تعبير الطاقة الميكانيكية للمجموعة المتذبذبة هو:

$$E_m = \frac{1}{2}m\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \frac{1}{2}K(x^2 + \Delta l_0^2)$$ **(ن 0.5)**

2-4-2- احسب قيمة E_m . **(ن 0.25)**