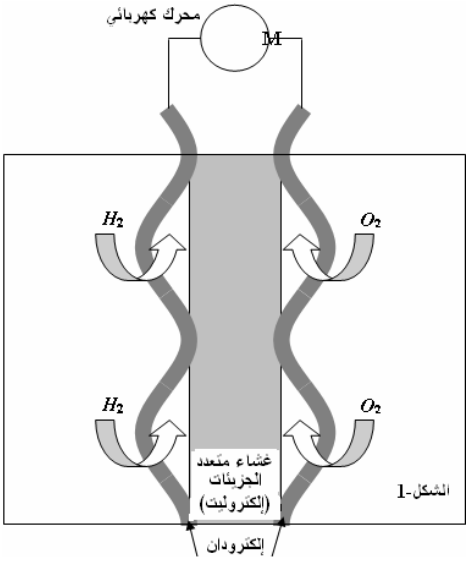
الـكـيـمـيـاء(7نقط)

الجزء الأول: العمود GENEPAC

يعتمد اشتغال هذا العمود على تفاعل كهركيميائي متحكم فيه، يحدث بين ثنائي الهيدروجين وثنائي الأكسيجين الموجود في الهواء. ينتج عن هذا التفاعل الماء والطاقة الكهربائية. يحدث هذا التفاعل في خلية مكونة من إلكترودين لهما شكل متموج، ويفصل بينهما محلول إلكتروليتي يتكون من غشاء متعدد الجزيئات يتيح تبادل البروتونات H^+ (الشكل-1).يتكون العمود من تنضيد 170 خلية مماثلة. في إطار استثمار موارد الطاقات المتجددة وترسيخ مبدأ احترام الوسط البيئي والمحافظة عليه، تم اعتماد هذا العمود في مجال صناعة السيارات. حيث يخزن ثنائي الهيدروجين على متن المركبة في خزان سعته 1,5L تحت ضغط 700bar. عندما يملأ الخزان عن آخره، تكون كتلة ثنائي الهيدروجين بداخله هي 3kg. يهدف هذا التمرين دراسة مبدأ اشتغال خلية من هذا العمود ومدة اشتغاله.

نعطي: الفارادي $F = 96500C.mol^{-1}$ والمزدوجات مؤكسد-مختزل المشاركة في التفاعل $H_{aq}^+ / H_{2(g)}$ و$O_{2(g)} / H_2O_{(l)}$

و $M_H = 1g.mol^{-1}$ و $\frac{M_O}{16}$.



الشكل-1

1) أكتب معادلة التفاعل الذي يحدث بجوار كل إلكترود، واستنتج أن المعادلة الحصيلة للتفاعل الناتج أثناء اشتغال العمود هي: $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$ 0.75ن

2) بين على وثيقة الشكل-1: طبيعة ومنحى انتقال حملة الشحنة الكهربائية في الدارة الخارجية، المنحى الاصطلاحي للتيار الكهربائي، إشارة كل قطب في العمود، منحى انتقال البروتونات H^+ في الإلكتروليت (الغشاء المتعدد الجزيئات). 0.75ن

3) يزود العمود المكون من 170 خلية مركبة على التوالي،محرك السيارة بتيار شدته ثابتة $I = 120A$. علما أن خزان السيارة مملوء عن آخره، ما مدة اشتغال العمود ؟ 1.5ن

الجزء الثاني: الطلاء النحاسي للقطع النقدية

نحصل على القطع النقدية عن طريق تقطيع شريط فولاذي أسطواني الشكل. ثم تتم عملية طلائها بالنحاس بواسطة التحليل الكهربائي. في النهاية يتم صقلها وتجفيفها، ثم تجميعها في انتظار نقشها.

لطلاء قطعة نقدية اسطوانية الشكل، قطرها $d = 21mm$ وسمكها $\ell = 1,5mm$، بطبقة من النحاس سمكها $e = 25\mu m$، نستعمل تقنية التحليل الكهربائي بإلكترودين:

الأول من النحاس الخالص، يدعى إلكترود قابل للذوبان، والآخر من القطعة النقدية المراد طلاؤها. يتم غمر الإلكترودين في محلول لكبريتات النحاسII. نعطي: شدة التيار $I = 5A$ ثابتة خلال التحليل الكهربائي و الكتلة المولية للنحاس $M_{Cu} = 63,5g.mol^{-1}$ الكتلة الحجمية للنحاس $\rho = 8,9g.cm^{-3}$.

1) أعط تبيانة التركيب التجريبي المستعمل، محددا طبيعة كل من الإلكترودين. 1.5ن

2) أكتب معادلة التفاعل الذي يحدث على مستوى كل إلكترود، علما أن المزدوجة Cu^{2+} / Cu هي الوحيدة المتدخلة في هذه التفاعلات. 0.5ن

3) أثبت أن تعبير كتلة النحاس المتوضعة على القطعة النقدية هو: $m(Cu) = \frac{\rho\pi ed^2}{2} + \rho\pi ed\ell$.أحسب قيمتها. 1.5ن

4) هل التركيز المولي لأيونات Cu^{2+} في المحلول يتزايد أم يتناقص أم لا يتغير أثناء التحليل الكهربائي؟ علل جوابك. 0.5ن

الـفـيـزيـاء-I- (6نقط)

الجزء الأول: راسم الطيف للكتلة والكشف عن تعاطي المنشطات

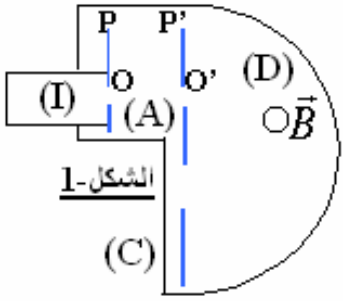
في إطار محاربة ظاهرة التعاطي للمنشطات من طرف بعض الرياضيين خلال المنافسات الرياضية القارية والدولية، يعمد المنظمون إلى المراقبة القبلية للمتنافسين قصد الكشف عن تعاطي المنشطات باستعمال تقنيات مختلفة، نذكر من بينها: التحليل بواسطة راسم الطيف للكتلة. تستخدم هذه التقنية للكشف عن المنشطات التي تضم مكونات مصنعة مماثلة لمكونات يفرزها جسم الإنسان للتحكم في وظائف معينة، كالتيستوسترون (هرمون الذكورة) مثلا. يستخدم هذا الهرمون من طرف الرياضيين لزيادة القوة البدنية وزيادة نمو العضلات.

للتمييز بين الهرمون المصنع ومثيله الطبيعي يتم تحديد قيمة نسبة تركيز الكربون12 ^{12}C و تركيز أحد نظائره: الكربون13 ^{13}C في كل منهما، علما أن قيمة هذه النسبة مختلفة تماما بالنسبة للهرمونيين المصنع والطبيعي. عمليا يمكن تحديد هذه النسبة في ثنائي أوكسيد الكربون الناتج عن احتراق الهرمون المستخلص من بولة الرياضي المفحوص.

في حجرة التأين(I) لراسم الطيف للكتلة تنتج الأيونات $^{12}CO_2^+$ ذات كتلة m_1 والأيونات $^{13}CO_2^+$ ذات الكتلة m_2. ترد هذه الأيونات انطلاقا من O بسرعة تقريبا منعدمة إلى حجرة التسريع(A)، حيث يوجد مجال كهرساكن $\vec{E}$ منتظم بين الصفيحتين P و'P ناتج عن

التنقيط

توتر كهربائي $U_0 = V_P - V_{P'}$ مطبق بين الصفيحتين. ثم تلج انطلاقا من O' على التوالي بالسرعتين v_1 و v_2 إلى حجرة الانحراف (D)،حيث يوجد مجال مغناطيسي منتظم $\vec{B}$ (الشكل-1).



الشكل-1

1) بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية على كل أيون، أحسب قيمة كل من السرعتين v_1 و v_2 في النقطة O' . (1ن)

نعطي: $e=1,6\ 10^{-19}$ C; $|Uo|=4000V$; $m_1=7,31\ 10^{-26}$ kg; $m_2 = 7,47\ 10^{-26}$ kg

2) عند ولوجها إلى حجرة الانحراف تتبع الأيونات مسارا دائريا فترد على العداد الإلكتروني (C)، الذي يتجلى دوره في التقاط الأيونات حين تصطدم معه.

2-1- مثل على تبيانة الشكل-1 منحى متجهة المجال المغناطيسي $\vec{B}$ لكي تنحرف الأيونات نحو العداد الإلكتروني. (0.25ن)

2-2- يصطدم كل من الأيونين CO_2^{+12} و CO_2^{+13} على التوالي مع العداد في النقطتين I_1 و I_2. (1.25ن)

علما أن حركة الأيونات منتظمة، أوجد تعبير المسافة I_1I_2 بدلالة m_1 و m_2 و e و U_0 و B. أحسب قيمتها. نعطي $B = 0,25T$.

3) بتحليل عملية تعداد الأيونات المستخلصة من عينتي رياضيين A وB يمكن تحديد العدد N_1 وN_2 على التوالي من الذرات ^{12}C و ^{13}C الموجودة في كل عينة. ندون في الجدول أسفله القيم N_1 وN_2، ثم النسبة $R = \frac{N_2}{N_1}$ الموافقة لكل عينة، بالإضافة إلى القيم المرجعية العالمية. للحسم في نتيجة الفحص يتم الاحتكام إلى قيمة معامل δ معرف بالعلاقة التالية: $\delta = \frac{1000.(R - R_0)}{R_0}$ ،

	$N_1(^{12}C)$	$N_2(^{13}C)$	$R=N_2 / N_1$	δ
الرياضيA	2231	24		
الرياضيB	2575	27		
القيم المرجعية العالمية	2307	25		

R_0 القيمة المرجعية العالمية للنسبة R .يعتبر الرياضي المفحوص متعاطيا للمنشطات إذا كان المعامل δ أصغر بشكل بين من القيمة 27-. (1ن)

اعتمادا على معطيات الجدول، ماذا تستنتج من نتائج الفحص؟

الجزء الثاني: أقمار المشتري

بواسطة منظاره الفلكي، اكتشف غاليلي سنة 1610 أن لكوكب المشتري أربعة أقمار طبيعية. ومن بينها القمران"يو- Io" و "كاليستو- Callisto" اللذين يرسمان مدارا دائريا أثناء دورانهما حول المشتري. نماثل القمرين بنقطتين ماديتين، ونعطي ثابتة التجاذب الكوني $G = 6,67.10^{-11} m^3.kg.s^{-2}$.

1) بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في مرجع غاليلي أصله مرتبط بمركز المشتري على القمر"كاليستو" ، بين أن حركة القمر منتظمة على مداره. (0.75ن)

2) علما أن شعاع مدار القمر"كاليستو" هو $r_C = 1,88.10^6 km$ ، وأنه ينجز دورة كاملة حول المشتري خلال $400,5heures$. أحسب الكتلة M_j للمشتري. (1ن)

3) عين شعاع مدار القمر"يو" علما أنه ينجز دورة كاملة حول المشتري خلال $42,5heures$ (0.75ن)

الفيزياء-II- (7نقط): النواس المرن الأفقي

يتكون نواس مرن أفقي من جسم صلب S كتلته m، مثبت بطرف نابض ذي لفات غير متصلة وكتلته مهملة وصلابته K. ثبت طرفه الآخر بحامل ثابت (الشكل-1). عند توازن الجسم ينطبق مركز قصوره G مع O أصل معلم $(O,\vec{i})$ مرتبط بالمرجع الأرضي الذي نعتبره غاليليا.

الجزء الأول: دراسة النواس

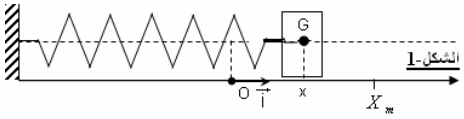
نزيح الجسم S من موضع توازنه في المنحى الموجب بمسافة X_m ، ونحرره بدون سرعة بدئية. نعتبر أن جميع الاحتكاكات مهملة.

1) أوجد تعبير المعادلة التفاضلية لحركة الجسم S. ما طبيعة الحركة؟ (0.75ن)

2) يعطي المنحنى الممثل في الشكل-2 مخطط المسافات $x = f(t)$ لحركة مركز القصور G للجسم S. أما منحنى الشكل-3 فهو يعطي تغيرات مربع الدور الخاص بدلالة الكتلة $T_0^2 = f(m)$.

2-1- أكتب المعادلة الزمنية لحركة الجسم S . (1.25ن)

2-2- أوجد قيمة الصلابة K، واستنتج كتلة الجسم S. (1ن)



الشكل-1

الجزء الثاني: تعيير الشروط البدئية

نزيح الجسم S من جديد بالمسافة X_m في المنحى الموجب، فنرسله بسرعة بدئية $\vec{v_0} = -v_0\vec{i}$ عند اللحظة t=0. تبقى حركة الجسم S جيبية وتحتفظ بنفس الدور الخاص T_0.نرمز لوسع الحركة ب X'_m وللطور عند أصل التواريخ ب φ' .

1) بين أن تعبير الوسع X'_m يكتب على الشكل التالي: $X'_m = \sqrt{\frac{mv_0^2}{K} + X_m^2}$. (0.75ن)

1.25ن **2) أوجد قيمة φ'. نعطي $v_0 = 0,2m.s^{-1}$.**

الجزء الثالث: الدراسة الطاقية للنواس المرن في حالة الخمود

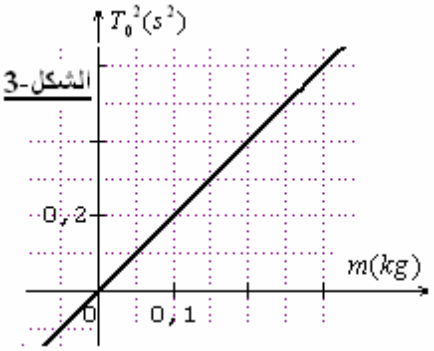
نجعل الجسم S خاضعا لقوة احتكاك مائع $\vec{f}$ تعبيرها $\vec{f} = -\lambda \frac{dx}{dt}\vec{i}$ حيث λ ثابتة موجبة تسمى معامل الخمود، ثم نزيحه بالمسافة X_m في المنحى الموجب ونحرره بدون سرعة بدئية عند اللحظة t=0. تكتب المعادلة التفاضلية لحركة مركز قصور الجسم S على الشكل التالي: $m\frac{d^2x}{dt^2} + \lambda\frac{dx}{dt} + Kx = 0$.

0.75ن **1) عبر عن $\frac{dE_m}{dt}$ بدلالة λ و $\frac{dx}{dt}$ (E_m الطاقة الميكانيكية للنواس). ما تعليقك على هذه النتيجة؟**

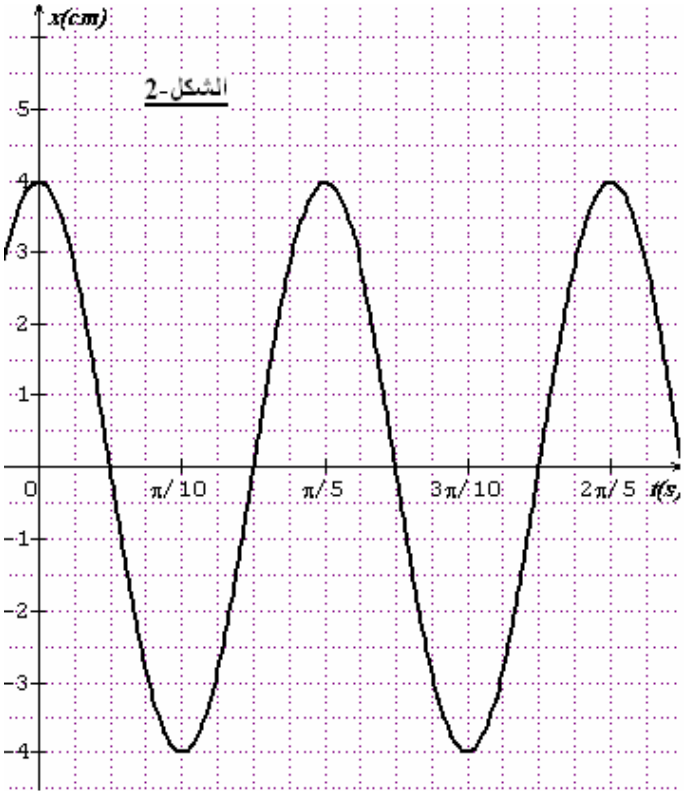
2) تعطي وثيقة الشكل-4 المنحنيات الممثلة لكل من الطاقة الحركية E_c وطاقة الوضع المرنة E_{pe} والطاقة الميكانيكية E_m بدلالة الزمن.

0.75ن **2-1- أقرن معللا جوابك كل منحنى بالطاقة الموافقة.**

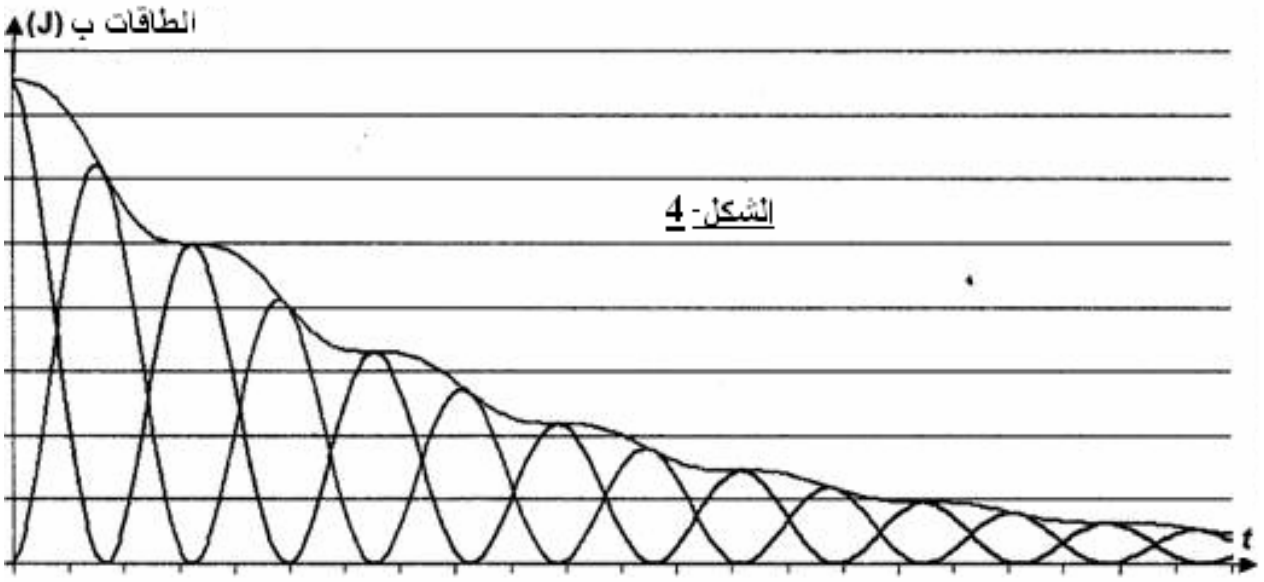
0.5ن **2-2- هل هناك توافق بين شكل هذه المنحنيات و نتيجة السؤال-1؟ علل جوابك.**



الشكل-3



الشكل-2



الشكل- 4