I-الـكـيـمـيـاء(7نقط)

الجزء الأول: دراسة العمود نيكل-كادميوم Ni-Cd

يتكون العمود Ni-Cd من نصفي عمود:

- أحدهما يحتوي على 50mL من محلول كبريتات النيكل $(Ni^{2+}_{aq}+SO^{2-}_{4aq})$ تركيزه البدئي $C=10^{-1}mol.L^{-1}$، وإلكترود من النيكل Ni_s كتلته 2g.
- والآخر يحتوي على 50mL من محلول كبريتات الكادميوم $(Cd^{2+}_{aq}+SO^{2-}_{4aq})$ تركيزه البدئي $C=10^{-1}mol.L^{-1}$، وإلكترود من الكادميوم Cd_s كتلته 2g.
- قنطرة ملحية تحتوي على كلورور الأمونيوم المختزل $(NH^+_{aq}+Cl^-_{aq})$.

ننمذج التحول الذي يحدث بداخل العمود أثناء بالمعادلة التالية: $Cd^{2+}_{aq}+Ni_s \rightleftharpoons Cd_s+Ni^{2+}_{aq}$.

1) علما أن ثابتة التوازن لهذا التفاعل هي $K=2,2.10^{-6}$، ما منحى التطور التلقائي للمجموعة الكيميائية المكونة للعمود. 0.75ن
2) حدد معللا جوابك القطب الموجب للعمود، وأكتب تبيانته الاصطلاحية. 1ن
3) يزود العمود دارة خارجية بتيار شدته ثابتة I=50mA.

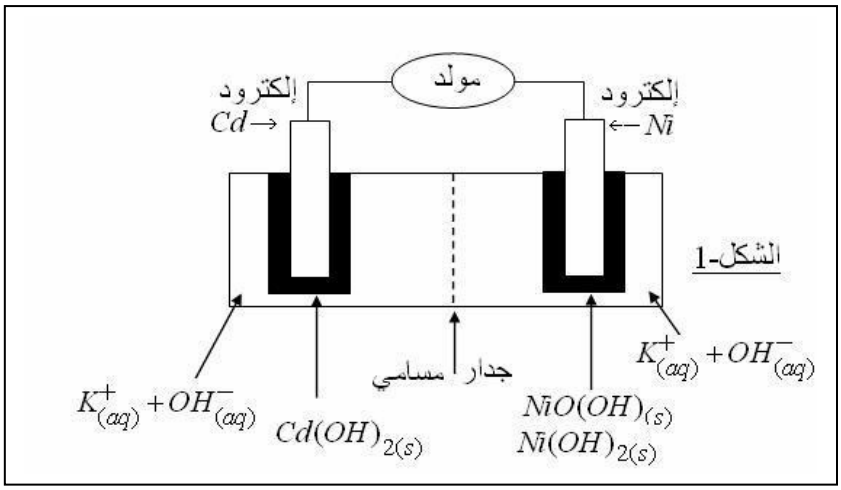
3-1- أوجد تعبير التقدم x للتفاعل السابق عند لحظة تاريخها t خلال تطور المجموعة. أحسب قيمته عند اللحظة $t=15\min$. 0.75ن
3-2- أحسب التركيز المولي $\left[Ni^{2+}_{aq}\right]$ لأيونات النيكل عند هذه اللحظة. 1ن

الجزء الثاني: دراسة شحن المركم Ni-Cd

يعتبر هذا المركم مكونا أساسيا لبطاريات بعض الهواتف المحمولة. فهو يتكون من المزدوجتين مؤكسد مختزل $Cd(OH)_{2s}/Cd_s$ و $NiO(OH)_s/Ni(OH)_{2s}$ وإلكتروليت قاعدي $(K^+_{aq}+OH^-_{aq})$.

نعطي نصفي المعادلتين الإلكترونيتين لهاتين المزدوجتين: $NiO(OH)_s+H_2O+e^- \rightleftharpoons Ni(OH)_{2s}+OH^-_{aq}$ و $Cd(OH)_{2s}+2e^- \rightleftharpoons Cd_s+2OH^-_{aq}$. بعد تفريغه كليا يعاد شحن هذا المركم بوصله بمولد كهربائي(الشكل-1). أثناء عملية الشحن ينتج عن التفاعل الحاصل تكون الكادميوم Cd.

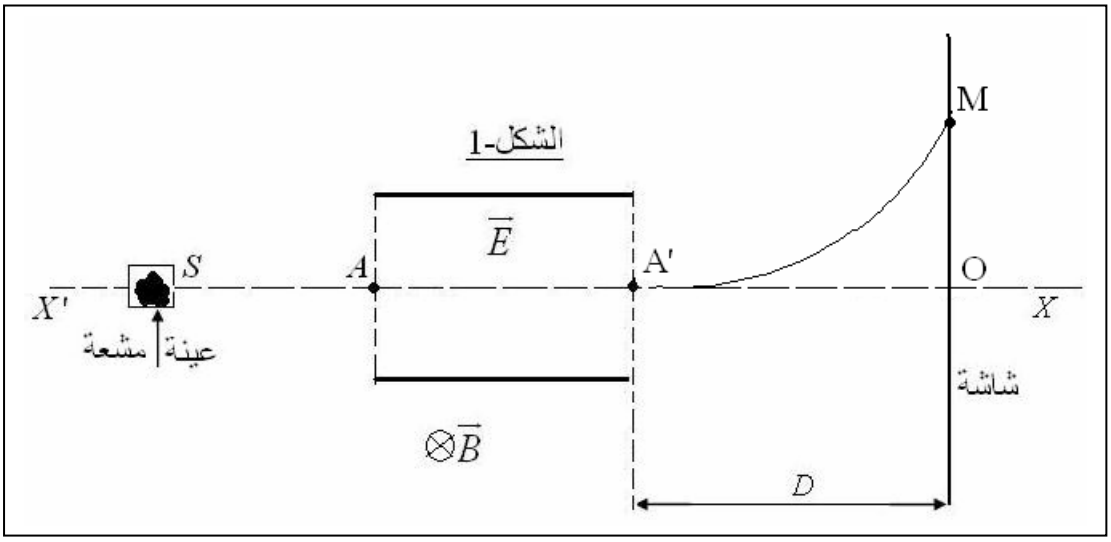
1) بين معللا جوابك،على تبيانة الشكل-1 منحى انتقال الالكترونات الحرة في الدارة الخارجية، ومنحى انتقال الأيونات في الإلكتروليت، والإلكترود المرتبط بالقطب الموجب للمولد. 1.5ن
2) تبقى شدة التيار الكهربائي ثابتة أثناء الشحن I=10A. أحسب كتلة الكادميوم المتكونة عند نهاية الشحن، علما أن كمية الكهرباء القصوى للمركم هي $Q_{\max}=1,44.10^5C$. نعطي: الكتلة المولية للكادميوم $M_{(Cd)}=112,4g.mol^{-1}$ 2ن
والفارادي $F=96500C.mol^{-1}$



الشكل-1

II-الـفـيـزيـــاء1 (5نقط)

انطلاقا من منبع S يحتوي على عينة مشعة، ينبعث إشعاع نووي يتكون من دقائق موجبة الشحنة، شحنتهاq وكتلتهاm. خلال انتقالها وفق اتجاه المحور XX'، تلج هذه الدقائق انطلاقا من النقطةA، بسرعة منظمها v ، إلى حيز من الفضاء المحصور بين صفيحتين موصلتين متوازيتين أفقيتين حيث يوجد مجال كهرساكن منتظم $\vec{E}$ رأسي ومجال مغناطيسي منتظم $\vec{B}$ أفقي وعمودي على المحور XX'(الشكل-1). نهمل وزن هذه الدقائق أمام التأثيرات الأخرى.



1) حدد منحى متجهة المجال الكهرساكن $\vec{E}$ لكي لا تنحرف هذه الدقائق عن اتجاه المحور XX' . ما طبيعة حركة الدقائق في هذا الحيز؟ علل جوابك. 1ن

2) عند خروج هذه الدقائق من الحيز المحصور بين الصفيحتين في النقطةA' بسرعة $\vec{v}$ ، تصبح خاضعة لتأثير المجال المغناطيسي السابق $\vec{B}$ فقط. وترد على شاشة، توجد على مسافةD من A' ، في نقطة M حيثOM=d .

2-1- علما أن مسارها مستو، بين أن حركة هذه الدقائق دائرية منتظمة. 1ن

2-2- أثبت أن تعبير شعاع المسار يكتب على الشكل التالي: $R=\frac{d^2+D^2}{2d}$. 0.5ن

3) بين أن تعبير الشحنة الكتلية $\frac{q}{m}$ لهذه الدقائق بدلالة المنظم E للمجال الكهرساكن والمنظم B للمجال المغناطيسي والمسافةD والانحرافd،هو: $\frac{q}{m}=\frac{2dE}{B^2(D^2+d^2)}$. أحسب قيمتها. 1.5ن

4) علما أن هذه الدقائق المكونة للإشعاع النووي هي نويدات $^{A}_{Z}X$ ، أحسب النسبة $\frac{A}{Z}$ وتعرف على طبيعة هذه الدقائق. 1ن

معطيات: d=10cm وD=50cm وB=0,32T و$E=6,4.10^{6}V.m^{-1}$ والشحنة الابتدائية $e=1,6.10^{-19}C$ وكتلة نوية(بروتون أو نوترون) $m_p=m_n=1,67.10^{-27}kg$.

III-الـفـيـزيـــاء2 (8نقط)

تقتضي عملية استقمار ساتل ساكن بالنسبة للأرض حمله من طرف مركبة فضائية ثم وضعه في مدار مؤقت دائري على علو200km، قبل أن ينتقل إلى مداره الدائري النهائي الذي يوجد على علو 35800km، عبر مدار انتظاري إهليلجي يمثل مركز الأرض إحدى بؤرتيه وطول محوره الكبيرAP=2a، حيثP نقطة من المدار المؤقت وA نقطة من المدار النهائي للساتل(الشكل-1).

الجزء الأول: مرحلة إقلاع المركبة الفضائية

تتكون مركبة فضائية، طولها47m و كتلتها الإجمالية مع الساتل$M=2.10^{5}kg$، من ثلاث مقصورات. تضم المقصورة الأولى أربعة محركات تشتغل بمحروق بيروكسيد الأزوت N_2O_4 . يبدأ الإقلاع الرأسي للمركبة عند لحظة تشغيل المحركات وانفلات الغازات الناتجة عن احتراق المحروق. يستغرق احتراق المقصورة الأولى ذات كتلة 140طن،2min45s فيتم التخلص منها لتشرع المقصورة الثانية في الاشتغال. نهمل تأثير الهواء أمام التأثيرات الأخرى.

1) إذا افترضنا أن التسارع يبقى ثابتا، أحسب السرعة الذي تبلغها المركبة بعد مرور المدة 2min45s، علما أن قوة الدفع المطبقة من طرف المحركات على المركبة رأسية وشدتها $F=2,44.10^{6}N$. نعتبر مجال الثقالة منتظم محليا، ونأخذ $g=9,8m.s^{-2}$. 0.75ن

2) عمليا نسجل أن قيمة السرعة الحقيقية للمركبة أكبر من القيمة التي تم حسابها. بماذا تفسر هذا الاختلاف؟ 0.5ن

3) باستعمال أحد القوانين الثلاثة لنيوتن، كيف تفسر أن انفلات الغازات الناتجة عن احتراق N_2O_4 يسبب اندفاع المركبة نحو الأعلى؟ 1ن

الجزء الثاني: وضع الساتل في مداره المؤقت

عند العلو $h_1=200km$ عن سطح الأرض تعطى للساتل ذي الكتلة $m=1000kg$، متجهة السرعة البدئية المناسبة ليأخذ حركة دائرية في المرجع المركزي الأرضي الذي نعتبره غاليليا، شعاع مسارها r_1 ومركزه ينطبق مع مركز الأرض.

1) بين أن حركة الساتل منتظمة. 0.75ن

2) أوجد تعبير دوره المداري T، أحسب قيمته. 0.75ن

نعطي: شعاع الأرض $R_T=6380km$ وكتلتها $M_T=6.10^{24}kg$ وثابتة التجاذب الكوني $G=6,67.10^{-11}(SI)$.

3) لتخفيض قيمة الدور المداري للساتل إلى النصف، مع الاحتفاظ به في نفس المدار،نشغل محركه الاحتياطي الذي يطبق عليه قوة $\vec{f}$ موجهة نحو مركز الأرض، بالإضافة إلى قوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف الأرض. بين أن تعبير الشدة f يكتب على الشكل التالي: $f=\frac{12\pi^2 m(R_T+h_1)}{T^2}$. أحسب قيمتها. 1.5ن

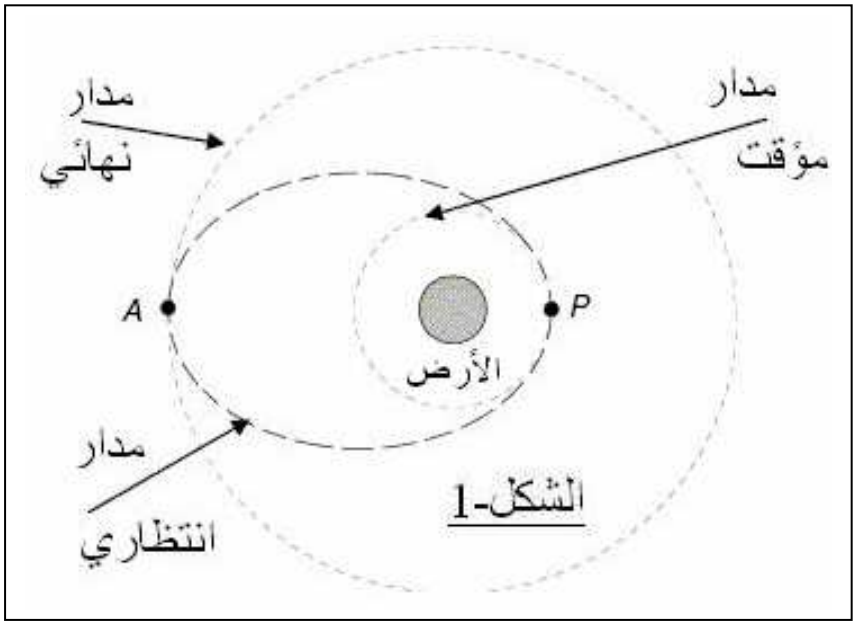
الجزء الثالث: تغيير مسار الساتل

لكي نجعل الساتل يمر من مداره الدائري المؤقت ذي الشعاع r_1 إلى مداره النهائي ذي الشعاع r_2(بحيث r_2 أكبر من r_1)، نقوم بتغييرين لحظيين للسرعة بواسطة المحرك الاحتياطي للساتل على التتابع في الموضعين P و A. يتيح التغيير الأول انتقال الساتل من المدار المؤقت إلى المدار الإهليلجي الانتظاري، أما الثاني فهو يتيح انتقاله إلى المدار النهائي (الشكل-1).

1) ذكر بنص القانون الثاني لكبلير(قانون المساحات). 0.75ن

2) هل حركة الساتل منتظمة في المدار الانتظاري؟ علل جوابك. 1ن

3)أوجد قيمة المدة الزمنية اللازمة لمرور الساتل من الموضع P إلى الموضع A. 1ن



الشكل-1