

تمارين حول حركة دقيقة في مجال مغناطيسي

التمرين 1 : السيكلوترون (علوم رياضية)

السيكلوترون جهاز مسرع الدقائق ، يتكون سيكلوترون من علبتين موصليتين D_1 و D_2 على شكل نصف أسطوانتين مفرغتين تفصل بينهما مسافة جد صغيرة أمام شعاعهما .

يوجد داخل كل علبة مجال مغناطيسي منتظم \vec{B} شدته $B = 0.14T$.

1 - نطبق بين العلبتين توترا U ثابتا وموجبا . تنطلق حزمة من البروتونات من المنبع S ، فيتم تسرعها نحو العلبة D_1 ، حيث تكون سرعة كل بروتون عند وصوله النقطة A هي : $v_1 = 4.38 \cdot 10^5 m/s$

1 - 2 بتطبيق القانون الثاني لنيوتن أوجد قيمة R_1 ، شعاع المسار الدائري للبروتون داخل D_1 .

1 - 2 أوجد قيمة الدور T لحركة البروتون ، بين أن T لا ترتبط بسرعة البروتون ولا بشعاع مساره .

2 - يصل البروتون إلى B_1 في اللحظة التي تتغير عندها إشارة التوترا U ، فيتسرع البروتون من جديد ، نحو العلبة D_2

2 - 1 بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية ، أوجد السرعة v_2 للبروتون عند النقطة A_2 ، علما أن $U = -2kV$.

2 - 2 ليكن R_2 شعاع مسار البروتون داخل العلبة D_2 برهن على أن $R_2 > R_1$.

2 - 3 عند وصول البروتون إلى النقطة B_2 ، تتغير إشارة التوترا من جديد . صف حركة البروتون بعد وصوله إلى B_2 . استنتج وظيفة السيكلوترون ، إذا علمت أن إشارة U تتغير دوريا .

نعطي كتلة البروتون $m = 1.67 \cdot 10^{-27} kg$ شحنة البروتون $e = 1.6 \cdot 10^{-19} C$

التمرين 2 : راسم طيف الكتلة (علوم رياضية)

راسم طيف الكتلة جهاز يمكن من فرز أيونات ذات كتل أو شحن مختلفة ، وذلك باستعمال مجال كهرساكن ومجال مغناطيسي .

يتكون راسم الطيف للكتلة من نوع دمبستر (Dempster) من :
حجرة التأين حيث تنتج الأيونات ؛ حجرة التسريع حيث تدخل الأيونات بسرعة تكاد تكون منعدمة لتسرع بواسطة مجال كهرساكن \vec{E} محدث بواسطة توتر U .

نريد فرز الأيونات ${}^4_2He^{2+}$ ، ${}^3_2He^{2+}$ كتلتاهما إتباعا $m_1 = 5 \cdot 10^{-27} kg$

و $m_2 = 6.7 \cdot 10^{-27}$ ندخل الأيونات في مجال كهرساكن منتظم محدث بواسطة توتر U مطبق بين صفيحتين رأسيين P_1 و P_2 لتسريعهما إلى النقطة A .

1 - تخرج الأيونات ${}^4_2He^{2+}$ ، ${}^3_2He^{2+}$ من النقطة A على التتابع بالسرعتين \vec{v}_1 و \vec{v}_2 نهمل السرعتين عند النقطة O . عبر عن السرعتين v_1 و v_2 بدلالة معطيات النص . أحسب v_1 و v_2 .

2 - تدخل الأيونات ، عند النقطة A ، مجالا مغناطيسيا منتظما \vec{B} عموديا على متجهتي السرعتين \vec{v}_1 و \vec{v}_2 وتصل إلى منطقة الإستقبال MP المعينة على الشكل .

احسب المسافة MP الفاصلة بين P و M نقطتي وقع الأيونات ${}^4_2He^{2+}$ ، ${}^3_2He^{2+}$ على منطقة استقبال . نعطي $U = 10^4 V$ و $B = 0.5 T$

التمرين 3 (بكالوريا 2010 الدورة الاستدراكية علوم رياضية) فرز نظيري عنصر كيميائي

إن قياس طيف الكتلة تقنية ذات حساسية كبيرة ، فقد استعملت هذه التقنية في الأصل للكشف عن مختلف نظائر العناصر الكيميائية وأصبحت اليوم تستعمل لدراسة بنية الأنواع الكيميائية .

نريد فرز نظيري الزنك بواسطة راسم الطيف للكتلة . تنتج غرفة التأين الأيونات ${}^{68}Zn^{2+}$ و ${}^A Zn^{2+}$ كتلتاهما ، تبعاً ، هما : m_1 و m_2 .

تسرع هذه الأيونات ، في الفراغ ، بين صفيحتين فلزيتين متوازيتين (P_1) و (P_2) بواسطة توتر U قيمته $1,00 \cdot 10^3 V$. (الشكل 1) نفترض أن الأيونات تخرج من غرفة التأين بدون سرعة بدئية وأن وزن الأيون مهمل أمام القوى الأخرى . معطيات :

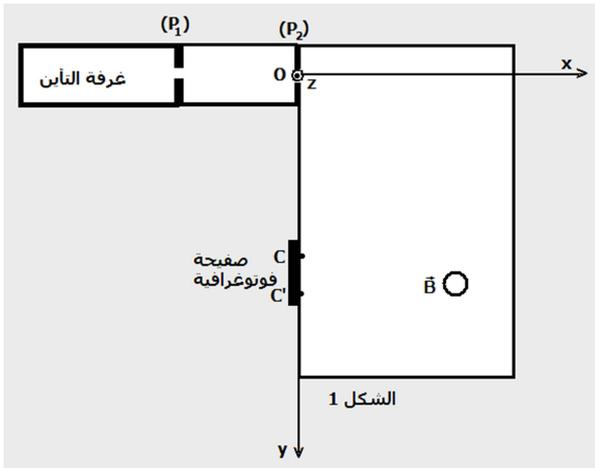
الشحنة الابتدائية $e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$ ؛ كتلة بروتون m_p تساوي كتلة نوترون m_n : $m_p = m_n = m = 1,67 \cdot 10^{-27} kg$

1- عين ، معللا جوابك ، الصفيحة التي يجب أن يكون لها أكبر جهد كهربائي .

2- بين أنه يكون للأيونين ${}^{68}Zn^{2+}$ و ${}^A Zn^{2+}$ نفس الطاقة الحركية عند النقطة O .

3- عبر عن السرعة v_1 للأيون ${}^{68}Zn^{2+}$ ، عند النقطة O ، بدلالة U و e و m .

استنتج تعبير السرعة v_2 للأيون ${}^A Zn^{2+}$ ، عند نفس النقطة O بدلالة v_1 و A .



4- تدخل الأيونات $^{68}\text{Zn}^{2+}$ و $^{65}\text{Zn}^{2+}$ ، عند $t=0$ حيزا من الفضاء يوجد فيه مجال مغناطيسي منتظم عمودي على مستوى الشكل ، شدته $B=0,10\text{ T}$ وتنحرف حيث يصطدم الأيونات $^{68}\text{Zn}^{2+}$ و $^{65}\text{Zn}^{2+}$ بالصفحة الفوتوغرافية ، تباعا ، عند النقطتين C و C' .
1-4 عين على تبيانه ، معلقا جوابك ، منحى متجهة المجال المغناطيسي \vec{B} .

2-4 بين أن حركة الأيونات Zn^{2+} تتم في المستوى (O,x,y) .
3-4 أثبت طبيعة حركة الأيونات Zn^{2+} داخل المجال المغناطيسي \vec{B} .
4-4 نعطى المسافة : $CC'=8,0\text{mm}$. استنتج قيمة A .
التمرين 4 : دراسة حركة دقيقة في معلم ديكارتي
عند اللحظة $t=0$ تدخل دقيقة شحنتها q موجبة وكتلتها m بسرعة بدئية \vec{V}_0 حيزا من الفضاء يعم فيه مجال مغناطيسي منتظم متجهته \vec{B}

المتجهة \vec{V}_0 عمودية على المتجهة \vec{B}

ندرس حركة الدقيقة في مرجع أرضي نعتبره غاليليا ونعتبر أن وزن الدقيقة مهمل أمام شدة القوة المغناطيسية .

ندرس حركة الدقيقة في معلم $\mathcal{R}(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ مرتبنا

بالمرجع الأرضي حيث ينطبق أصل المعلم وموضع الدقيقة لحظة دخولها حيز الفضاء الذي يعم فيه المجال المغناطيسي ..

1 - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن بين أن المعادلة التفاضلية التي تحققها $y(t)$ ارتوب الدقيقة هي كالتالي :

$$\frac{d^2y}{dt^2} + \left(\frac{q}{m} B\right)y = 0$$

2 - حل المعادلة التفاضلية يكتب على الشكل التالي :

$$y(t) = Y_m \cos(\omega t + \varphi) \quad \text{بحيث أن } \omega = \frac{2\pi}{T_0} \text{ ، بين أن } \omega = \frac{q}{m} B$$

بالاعتماد على الشروط البدئية ، أوجد φ و Y_m واستنتج

تعبير $y(t)$ بدلالة الزمن t .

3 - أوجد تعبير $x(t)$ بدلالة V_0 و ω و الزمن t .

4 - أوجد $z(t)$ واستنتج معادلة مسار حركة الدقيقة في المجال المغناطيسي . ما هي طبيعة مسار الدقيقة ؟ حدد خصيات هذه الدقيقة .

5 - أكتب إحداثيتي متجهة السرعة \vec{V}_G و متجهة التسارع \vec{a}_G غي المعلم الديكارتي .

