

## 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 تسارعها 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 منعومة 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 :

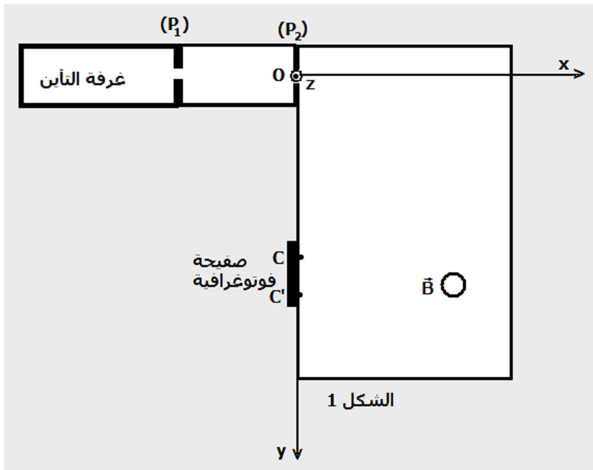
الشحنة الابتدائية  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$  ؛ كتلة بروتون  $m_p$  تساوي كتلة نوترون  $m_n$  :  $m_p = m_n = m = 1,67 \cdot 10^{-27} kg$

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  $\text{Zn}^{2+}$  تتم في المستوى  $(O,x,y)$  .  
3-4 أثبت طبيعة حركة الأيونات  $\text{Zn}^{2+}$  داخل المجال المغناطيسي  $\vec{B}$  .  
4-4 نعطى المسافة :  $CC'=8,0\text{mm}$  . استنتج قيمة A .  
**التمرين 4 : دراسة حركة دقيقة في معلم ديكراتي**  
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  $\varphi$  و  $Y_m$  واستنتج

تعبير  $y(t)$  بدلالة الزمن t .

3 - أوجد تعبير  $x(t)$  بدلالة  $V_0$  و  $\omega$  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 الديكراتي .

