المركز الجامعي عبد الحفيظ بوالصوف -ميلة

معهد العلوم و التكنولوجيا **المقياس: بنية المادة**

السنة الأولى ST **الموسم الدراسي:2021/2020**

السلسلة رقم 2

التمرين 1:

ـ ما هو عدد الإلكترونات ، عدد البروتونات وعدد النيوترونات في كل من الذرات و الأيونات التالية:

$$^{27}_{13}Al^{3+} \ , \ ^{35}_{17}Cl^{-} \ , \ ^{16}_{8}O^{2-} \ , \ ^{24}_{12}Mg^{2+} \ , \ ^{238}_{92}U \ , \ ^{20}_{10}Ne$$

التمرين 2:

1- ندخل حزمة من الإلكترونات ذات طاقة حركية $E_C = 4.10^{-14}J$ بين صفيحتي مكثفة حيث يخيم مجال كهربائي شدته E. أكتب عبارة معادلة المسار للإلكترون داخل المكثفة $y = f(x)$ بدلالة E, e و E_C

2- إذا كان طول صفيحة المكثفة $L = 50\ cm$ و المسافة الفاصلة بين الصفيحتين $d = 20\ cm$ و كان مقدار الانحراف عند الخروج من المكثفة هو $y_0 = 2\ mm$ ، أحسب:

- فرق الجهد U المطبق بين الصفيحتين
- زاوية الانحراف α التي يصنعها المماس الذي ينشأ من منتصف المكثفة
- مقدار الانحراف Y_0 على الشاشة التي تبعد عن منتصف المكثفة بـ $150\ cm$

التمرين 3:

أـ السقوط الحر لقطيرة زيت ذات نصف قطر $r = 10^{-6}$ m بين لبوسي المكثفة يستغرق دقيقتين و 24 ثانية حيث المسافة بين اللبوسين d = 16 mm.

1- أحسب السرعة الحدية لسقوط القطيرة بطريقتين.

2- أحسب كتلة القطيرة m.

ب ـ تشحن القطيرة بواسطة أشعة x فتحمل شحنة q ، عند تطبيق فرق جهد U_1 بين اللبوسين ، القطيرة تصعد نحو الأعلى ، إذا كانت القطيرة تصعد بين اللبوسين في زمن يساوي 11,8 s :

1- أوجد قيمة الشحنة q المحمولة من طرف القطيرة

2- قارن q بالشحنة العنصرية للـ e

ج ـ عند أي فرق في الكمون U_2 تكون القطيرة ذات الشحنة q ساكنة. دافعة أرخميدس غير مهملة.

يعطى :

$g = 9{,}81 m.s^{-2}$, $\rho_{air} = 1{,}21 Kg/m^3$, $\rho_h = 920 Kg/m^3$, $\eta = 1{,}8.10^{-5} Kg.m^{-1}.s^{-1}$, $u_1 = 10^4$ volts

التمرين 4:

أ- يتكون البور الطبيعي B_5 من النظيرين ^{10}B و ^{11}B بالنسب X% و Y% على التوالي:

1- أعطي لكل نظير: الرقم الذري ، العدد الكتلي ، عدد البروتونات ، عدد النيترونات و عدد الإلكترونات.

2- أحسب النسب المئوية X و Y للنظيرين علما أن الكتلة الذرية المتوسطة لعنصر البور هي: 10,811402 uma. يعطى : $^{10}B = 10,01294$ uma ، $^{11}B = 11,00931$ uma

ب - يتشكل في غرفة التأين لمطياف Bainbridge الشوارد $^{10}B^{2+}$ و$^{11}B^{2+}$ كم يجب أن تكون سرعة هذه الأيونات بعد الخروج من مرشح السرعات إذا ما أردنا الفصل بين نقطتي اصطدامها على اللوح الفوتوغرافي بمسافة قدرها $d = 2cm$ و هذا بعد مرورها في المحلل على مجال الحقل المغناطيسي : $B_0 = 0,5$ tesla.

ج - إذا افترضنا أنه تتشكل في غرفة التأين أيونات أخرى B^+ ، ماهي عدد نقاط الاصطدام على الكاشف. مثل هذه النقاط بالترتيب على اللوح الفوتوغرافي.

حلول السلسلة رقم 2

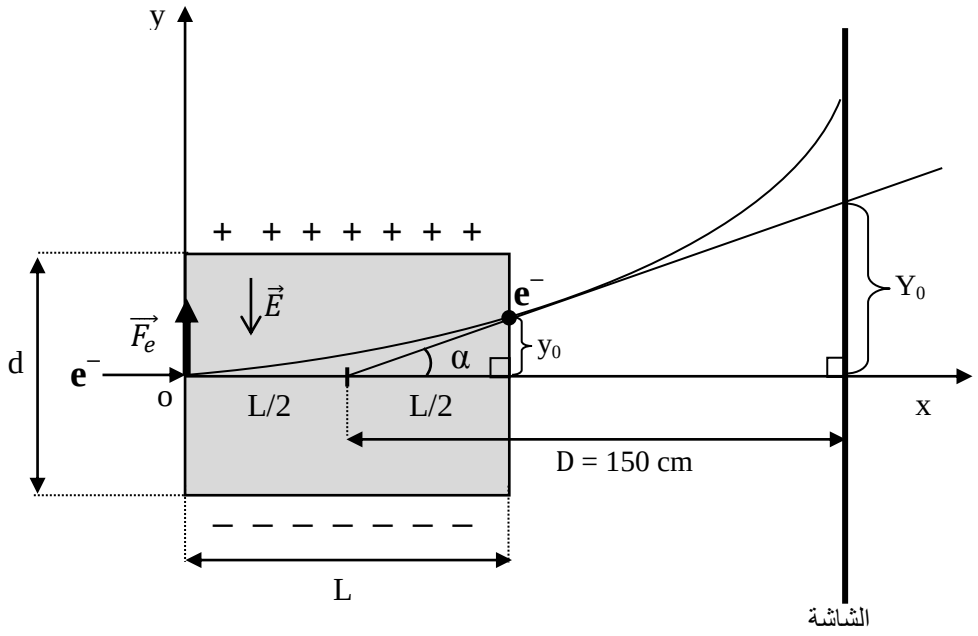
حل التمرين 1:

الذرة أو الأيون	الشحنة الكهربائية	الإلكترونات (e)	البروتونات (P)	النيوترونات (n)
$^{20}_{10}Ne$	0	10	10	10
$^{238}_{92}U$	0	92	92	146
$^{24}_{12}Mg^{2+}$	2+	10	12	12
$^{16}_{8}O^{2-}$	2−	10	8	8
$^{35}_{17}Cl^{-}$	1−	18	17	18
$^{27}_{13}Al^{3+}$	3+	10	13	14

حل التمرين 2:

1- كتابة عبارة معادلة المسار y = f(x) للإلكترون داخل المكثفة :

لتحديد العبارة y = f(x) نقوم برسم مسار الإلكترون داخل المكثفة و نسقطه على معلم (xoy) كما هو موضح في الشكل التالي:



الإلكترونات في المكثفة تخضع للحقل الكهربائي وحده و بالتالي للقوة الكهربائية $\overrightarrow{F_e}$ المنطلقة من المبدأ حيث: $F_e = m_e \gamma$ e E = ، و لإستخراج عبارة المسار y = f(x) للإلكترون نقوم بإسقاط هاته القوة مرة على المحور $(\overrightarrow{ox})$ و مرة على المحور $(\overrightarrow{oy})$:

- بالإسقاط على المحور $(\overrightarrow{ox})$:

القوة المطبقة على الإلكترونات في إتجاه المحور ox تساوي الصفر أي:

$$\overrightarrow{F_{e_x}} = m_e \overrightarrow{\gamma_x} = \vec{0} \Rightarrow m_e \gamma_x = 0 \Rightarrow \gamma_x = 0$$

$$\Rightarrow \gamma_x = \frac{d^2x}{dt^2} = 0 \Rightarrow \frac{dx}{dt} = v \Rightarrow x = v\,t \Rightarrow t = \frac{x}{v} \ldots\ldots (1)$$

- بالإسقاط على المحور $\overrightarrow{(oy)}$:

القوة الكهربائية المطبقة على المحور oy لا تساوي الصفر أي:

$$\overrightarrow{F_{e_y}} = m_e \overrightarrow{\gamma_y} = e\,\vec{E} \Rightarrow \gamma_y = \frac{e\,E}{m_e}$$

$$\Rightarrow \gamma_y = \frac{d^2y}{dt^2} = \frac{e\,E}{m_e} \Rightarrow \frac{dy}{dt} = \frac{e\,E}{m_e} t \Rightarrow y = \frac{1}{2}\,\frac{e\,E}{m_e}\,t^2 \quad \ldots\ldots (2)$$

و بتعويض العبارة (1) في العبارة (2) نجد:

$$y = \frac{1}{2}\,\frac{e\,E}{m_e\,v^2}\,x^2 \quad \ldots\ldots (3)$$

و هي العبارة العامة لمسار الإلكترون داخل المكثفة.

ومن أجل كتابة عبارة المسار بدلالة e ، E ، E_c لدينا : $E_c = (1/2)\,mv^2 \Rightarrow mv^2 = 2\,E_c$

بالتعويض في العبارة العامة للمسار (3) نجد :

$$y = \frac{e\,E}{4\,E_c}\,x^2 \quad \ldots\ldots (4)$$

2- حساب فرق الجهد U و زاوية الإنحراف α و مقدار الإنحراف على الشاشة Y_0 :

- فرق الجهد U المطبق بين الصفيحتين: في نقطة خروج الإلكترون من المكثفة يكون: $x = L$ و $y = y_0$ و لدينا : $E = U/d$ و بالتعويض في العبارة (4) نجد :

$$y_0 = \frac{e\,U}{4\,E_c\,d}\,L^2 \Rightarrow U = \frac{4\,E_c\,d\,y_0}{e\,L^2} = \frac{4 \times 4 \times 10^{-14} \times 2 \times 10^{-3} \times 0{,}2}{1{,}6 \times 10^{-19} \times (0{,}5)^2}$$

$$U = 1600\,V$$

- زاوية الإنحراف α التي يصنعها المماس الذي ينشأ من منتصف المكثفة:

$$tg\,\alpha = \frac{y_0}{L/2} = \frac{2\,y_0}{L} = \frac{2 \times 2 \times 10^{-3}}{0{,}5} = 8 \times 10^{-3} \Rightarrow \alpha = 0{,}458°$$

- مقدار الإنحراف على الشاشة Y_0 التي تبعد عن منتصف المكثفة بـ $150\ cm$:

$$tg\,\alpha = \frac{Y_0}{D} = 8 \times 10^{-3} \Rightarrow Y_0 = tg\alpha \times D = 8 \times 10^{-3} \times 1{,}5$$

$$Y_0 = 12 \times 10^{-3}\,m = 1{,}2\,cm$$

حل التمرين 3:

أ- القطيرة في حالة سقوط حر(في عدم وجود حقل كهربائي):

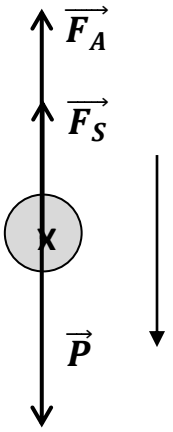
1- حساب السرعة الحدية للقطيرة بطريقتين:

الطريقة 1: حساب السرعة من خلال المسافة d = 16 mm بين البوسين المقطوعة في زمن 144 ثانية:

$$v_1 = \frac{d}{t_1} = \frac{16 \times 10^{-3}}{144} = 0{,}111 \times 10^{-3}\ m/s$$

الطريقة 2: حساب السرعة من خلال القوى المطبقة على القطيرة التي تخضع في هذه الحالة لثلاثة قوى ، قوة الثقل $\vec{P}$ و قوة دافعة إرخميدس $\overrightarrow{F_A}$ و قوة ستوكس $\overrightarrow{F_S}$ حيث يمكن كتابة:

$$\overrightarrow{F_S} + \overrightarrow{F_A} + \vec{P} = \vec{0}$$



بالاسقاط:

$$6\,\pi\,r\,\eta\,v_1 + V\,\rho_{air}\,g = m\,g$$

$$6\,\pi\,r\,\eta\,v_1 = m\,g - V\,\rho_{air}\,g$$

$$6\,\pi\,r\,\eta\,v_1 = V\,\rho_h\,g - V\,\rho_{air}\,g = g\,V\,(\rho_h - \rho_{air})$$

$$\Rightarrow 6\,\pi\,r\,\eta\,v_1 = g\,\frac{4}{3}\,\pi\,r^3(\rho_h - \rho_{air})$$

$$\Rightarrow v_1 = \frac{g\,\frac{4}{3}\,\pi\,r^3(\rho_h - \rho_{air})}{6\,\pi\,r\,\eta}$$

$$\Rightarrow v_1 = \frac{2\,g\,r^2(\rho_h - \rho_{air})}{9\,\eta} = \frac{2 \times 9{,}81 \times (10^{-6})^2 \times (920 - 1{,}21)}{9 \times 1{,}8 \times 10^{-5}}$$

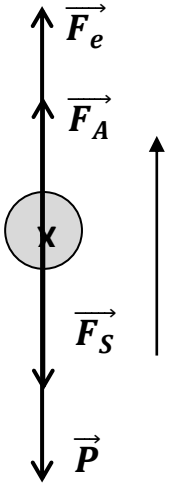
$$\Rightarrow v_1 = 0{,}111 \times 10^{-3}\ m/s$$

2- حساب كتلة القطيرة:

$$m = V\,\rho_h = \frac{4}{3}\,\pi\,r^3\rho_h = \frac{4}{3} \times 3{,}14\,(10^{-6})^3\,920 = 3{,}85 \times 10^{-15}\ Kg$$

ب - القطيرة في حالة صعود نحو الأعلى (في وجود حقل كهربائي):

1- إيجاد قيمة الشحنة q المحمولة من طرف القطيرة: في هاته الحالة القطيرة تخضع أربعة قوى و هي : قوة الثقل $\vec{P}$ و قوة دافعة إرخميدس $\overrightarrow{F_A}$ و القوة الكهربائية $\overrightarrow{F_e}$ و قوة ستوكس $\overrightarrow{F_S}$ حيث يمكن كتابة:



$$\overrightarrow{F_e} + \overrightarrow{F_A} + \vec{P} + \overrightarrow{F_S} = \vec{0}$$

بالاسقاط:

$$q\,E + V\,\rho_{air}\,g = m\,g + 6\,\pi\,r\,\eta\,v_2$$

$$q = \frac{m\,g + 6\,\pi\,r\,\eta\,v_2 - V\,\rho_{air}\,g}{E}$$

$$\Rightarrow q = \frac{g\,V\,(\rho_h - \rho_{air}) + 6\,\pi\,r\,\eta\,v_2}{E}$$

$$\Rightarrow q = \frac{g\,\frac{4}{3}\,\pi\,r^3\,(\rho_h - \rho_{air}) + 6\,\pi\,r\,\eta\,v_2}{E}$$

لدينا من خلال حل السؤال السابق (سؤال أ-1 الطريقة 2) :

$$6\,\pi\,r\,\eta\,v_1 = g\,\frac{4}{3}\,\pi\,r^3(\rho_h - \rho_{air})$$

بالتعويض في العبارة الأخيرة نجد :

$$\Rightarrow q = \frac{6\,\pi\,r\,\eta\,v_1 + 6\,\pi\,r\,\eta\,v_2}{E} \Rightarrow q = \frac{6\,\pi\,r\,\eta\,(v_1 + v_2)}{E}$$

- حساب E و v_2 :

$$E = \frac{U_1}{d} = \frac{10^4}{16 \times 10^{-3}} = 625 \times 10^3\ V/m$$

$$v_2 = \frac{d}{t_2} = \frac{16 \times 10^{-3}}{11{,}8} = 1{,}356 \times 10^{-3}\ m/s$$

بالتعويض في العبارة الأخيرة :

$$q = \frac{6 \times 3{,}14 \times 10^{-6} \times 1{,}8 \times 10^{-5}(0{,}111 \times 10^{-3} + 1{,}356 \times 10^{-3})}{625 \times 10^3}$$

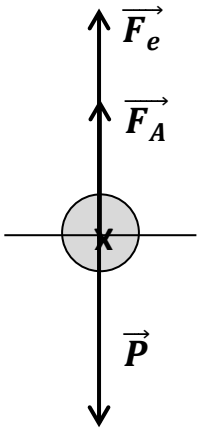
$$q = 7{,}964 \times 10^{-19}\ C$$

مقارنة الشحنة المحمولة على القطيرة بالشحنة العنصرية للإلكترون:

$$\frac{q}{|e|} = \frac{7{,}964 \times 10^{-19}}{1{,}6 \times 10^{-19}} \approx 5 \Rightarrow q = 5\,|e|$$

ج - حساب فرق الكمون U_2 الذي يجعل القطيرة ذات الشحنة q ساكنة (دافعة أرخميدس غير مهملة) :

القطيرة ساكنة هذا يعني أن قوة ستوكس معدومة $\overrightarrow{F_S} = 0$ ، إذن لدينا ثلاثة قوى و هي : $\vec{P}$ و $\overrightarrow{F_A}$ و $\overrightarrow{F_e}$ حيث :



$$\overrightarrow{F_e} + \overrightarrow{F_A} + \vec{P} = \vec{0}$$

بالاسقاط:

$$q\,E + V\,\rho_{air}\,g = m\,g$$

$$E` = \frac{m\,g - V\,\rho_{air}\,g}{q} = \frac{g(V\,\rho_h - V\,\rho_{air})}{q}$$

$$\Rightarrow E` = \frac{g\,V(\rho_h - \rho_{air})}{q} = \frac{g\,\frac{4}{3}\,\pi\,r^3(\rho_h - \rho_{air})}{q}$$

$$et\ on\ a : E` = \frac{U_2}{d} \quad Donc \Rightarrow U_2 = \frac{g\,\frac{4}{3}\,\pi\,r^3(\rho_h - \rho_{air})\,d}{q}$$

$$\Rightarrow U_2 = \frac{9{,}81 \times \frac{4}{3} \times 3{,}14\,(10^{-6})^3(920 - 1{,}21)\,16 \times 10^{-3}}{7{,}964 \times 10^{-19}} = 756{,}63\,Volt$$

<u>حل التمرين 4:</u>

أ- 1- تحديد الرقم الذري Z ، العدد الكتلي A ، عدد البروتونات (P) ، عدد النيترونات (n) و عدد الإلكترونات (e) لكل من النظيرين ^{10}B و ^{11}B :

النظير	الرقم الذري Z	العدد الكتلي A	عدد (e)	عدد (P)	عدد (n)
^{10}B	5	10	5	5	5
^{11}B	5	11	5	5	6

2- تحديد النسبة المئوية للنظيرين ^{10}B و ^{11}B :

نضع X و Y هما النسب المئوية لكل من لكل ^{10}B و ^{11}B على الترتيب حيث من أجل هاذين النظيرين يمكن كتابة جملة المعادلتين التاليتين:

$$\begin{cases} X\left(m_{^{10}B}\right) + Y\left(m_{^{11}B}\right) = 100\,(\overline{m}_B) \\ X + Y = 100 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} X\,(10{,}01294) + Y\,(11{,}00931) = 100\,(10{,}811402) \ldots (1) \\ X + Y = 100 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2) \end{cases}$$

$$\text{De (2)} \Rightarrow X = 100 - Y$$

نعوضها في العبارة (1) فنجد :

$$10{,}01294\,(100 - Y) + 11{,}00931\,Y = 1081{,}1402$$

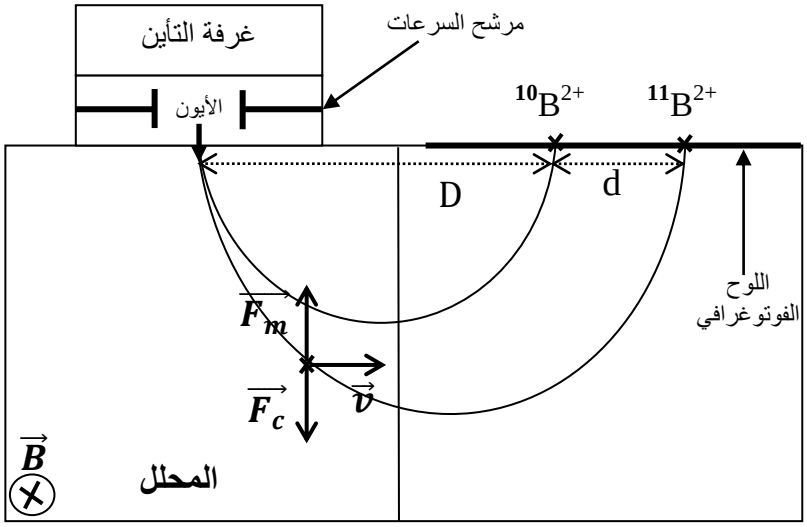
$$\Rightarrow 1001{,}294 - 10{,}01294\,Y + 11{,}00931\,Y = 1081{,}1402$$

$$\Rightarrow 0{,}99637\,Y = 79{,}8462 \Rightarrow Y = 80{,}13\ \%\ \ donc\ X = 19{,}86\ \%$$

و منه النسب المئوية لكل من ^{10}B و ^{11}B هي 19,86 % و 80,13 % على الترتيب.

2- تحديد سرعة الأيونات $^{10}B^{2+}$ و $^{11}B^{2+}$ بعد خروجها من مرشح السرعات :

الشوارد أو الأيونات داخل المحلل تخضع للحقل المغناطيسي مما يجعلها تسير بحركة دائرية منتظمة إلى غاية إصطدامها باللوح الفوتوغرافي ، و حركتها الدائرية ناتجة عن خضوعها لقوتين متعاكستين في الإتجاه و متساويتين في الشدة ، القوة المغناطيسية $\overrightarrow{F_m}$ و قوة الطرد المركزي $\overrightarrow{F_c}$ كما هو موضح في الشكل:



حيث يمكن كتابة:

$$\overrightarrow{F_m} = \overrightarrow{F_c} \quad et\ aussi\ \ F_m = F_c \ \text{ où } \ F_m = q\ v\ B\ \ et\ F_c = \frac{m\,v^2}{R}$$

$$\Rightarrow\ q\ v\ B = \frac{m\,v^2}{R} \quad et\ on\ a : R = \frac{D}{2}$$

حيث R و D هما على الترتيب نصف قطر و قطر المسار الدائري للأيون.

$$\Rightarrow\ q\ B = \frac{2\,m\,v}{D}\ \Rightarrow\ D = \frac{2\,m\,v}{q\ B}$$

المسافة الفاصلة بين نقطتي اصطدام الشاردتين $^{10}B^{2+}$ و$^{11}B^{2+}$ على اللوح الفوتوغرافي هي: $d = 2cm$ ، و بما أن D هي قطر المسار الدائري و تمثل كذلك المسافة بين نقطة دخول الأيون إلى المحلل و نقطة إصطدامه باللوح الفوتوغرافي فإنه من أجل هاذين الأيونين يمكن أن نكتب:

$$D_2 - D_1 = d$$

$$Donc\ D_1 = \frac{2\,m_1\,v}{q\,B}\ \ et\ \ D_2 = \frac{2\,m_2\,v}{q\,B}$$

$$\Rightarrow\ d = D_2 - D_1 = \frac{2\,v}{q\,B}\,(m_2 - m_1)$$

$$\Rightarrow v = \frac{d\,q\,B}{2\,(m_2 - m_1)} = \frac{2 \times 10^{-2}\,(2 \times 1{,}6 \times 10^{-19})\,0{,}5}{2\,(11{,}00931 - 10{,}01294)\,1{,}66 \times 10^{-27}}$$

$$\Rightarrow v = 9{,}67 \times 10^5\ m/s$$

ج ـ الأيونات B^+ تعطي نقطتين على اللوح الفوتوغرافي تكافئ الأيونين $^{10}B^+$ و $^{11}B^+$ ، و منه في النهاية يكون لدينا على اللوح الفوتوغرافي أربعة نقاط تكافئ الأيونات : $^{10}B^+$ ، $^{11}B^+$ و $^{10}B^{2+}$ و $^{11}B^{2+}$.

و لتمثيل نقاط إصطدام هته الشوارد الأربعة باللوح الفوتوغرافي يجب أن نحسب D لكل أيون حيث لدينا:

$$D = \frac{2\,m\,v}{q\,B}$$

$$D_{^{10}B^+} = \frac{2\,v\,m_{(^{10}B^+)}}{q\,B} = \frac{2 \times 9{,}67 \times 10^5 (10{,}01294 \times 1{,}66 \times 10^{-27})}{(1{,}6 \times 10^{-19})\,0{,}5} = 40\ cm$$

$$D_{^{11}B^+} = \frac{2\,v\,m_{(^{11}B^+)}}{q\,B} = \frac{2 \times 9{,}67 \times 10^5 (11{,}00931 \times 1{,}66 \times 10^{-27})}{(1{,}6 \times 10^{-19})\,0{,}5} = 44\ cm$$

$$D_{^{10}B^{2+}} = \frac{2\,v\,m_{(^{10}B^{2+})}}{q\,B} = \frac{2 \times 9{,}67 \times 10^5 (10{,}01294 \times 1{,}66 \times 10^{-27})}{(2 \times 1{,}6 \times 10^{-19})\,0{,}5} = 20\ cm$$

$$D_{^{11}B^{2+}} = \frac{2\,v\,m_{(^{10}B^{2+})}}{q\,B} = \frac{2 \times 9{,}67 \times 10^5 (11{,}00931 \times 1{,}66 \times 10^{-27})}{(2 \times 1{,}6 \times 10^{-19})\,0{,}5} = 22\ cm$$

إذن من خلال قيم D للأيونات الأربعة يمكننا تمثيل نقاط إصطدامها على اللوح الفوتوغرافي كالتالي: