

حركة دقيقة مشحونة في مجال كهرساكن منتظم

Mvt d'un particule chargée dans un champ électrostatique uniforme

1- المجال الكهرساكن:

المجال الكهرساكن المنتظم	المجال الكهرساكن المحدث من طرف نقطة مادية
<p>يكون المجال الكهرساكن منتظما: إذا كانت لمتجهة المجال \vec{E} نفس المميزات في ل نقطة من نقطه أي أن المتجهة \vec{E} تحتفظ بنفس المنحى و الاتجاه و الشدة</p> <p>شدة المجال الكهرساكن المحدث بين صفيحتين فلزيتين متوازيين تفصل بينهما مسافة d هي $\vec{E} = U/d$ حيث U التوتر المطبق بين الصفيحتين</p>	<p>تحدث شحنة كهربائية q ، موجودة في نقطة A ، مجالا كهرساكن متجهته \vec{E} في حيز الفضاء الذي يحيط بها .</p> <p>نضع شحنة كهربائية q_P في نقطة P ، تبعد عن A بمسافة $r=AP$.</p> <p>تخضع الشحنة q_P لقوة كهرساكنة: $\vec{F} = k \cdot \frac{q_A \cdot q_P}{r^2} \cdot \vec{u}$</p> <p>$\vec{u}$: متجهة واحدية محمولة على الاتجاه AP .</p> <p>و لدينا : $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_P}$ إذن : $\vec{E} = k \cdot \frac{q_A}{r^2} \cdot \vec{u}$ حيث \vec{E} : متجهة المجال الكهرساكن المحدث من طرف الشحنة q_A في النقطة P . و هو مقدار متجهي يعبر عن الخاصية الذاتية للحيز المحيط بالشحنة q_A .</p>

2- دراسة حركة دقيقة مشحونة في مجال كهرساكن منتظم

نعتبر دقيقة شحنتها $(q=e)$ و كتلتها m ، تدخل إلى مجال كهرساكن \vec{E} بسرعة \vec{v}_0 تخضع الدقيقة الى قوة كهرساكنة تعبيرها: $\vec{F} = e \cdot \vec{E}$ و نهمل وزنها امام هذه القوة

نعتبر ان متجهة المجال الكهرساكن \vec{E} موازية لـ \vec{v}_0

المعادلات التفاضلية

* المجموعة المدروسة: دقيقة مشحونة

* المعلم : معلم فريني $O(\vec{i}; \vec{j})$

* جرد القوى المطبقة على الدقيقة:

باهمال الوزن تخضع الدقيقة للقوة الكهرساكنة : $\vec{F} = e \cdot \vec{E}$

حيث : $\vec{E} = E \cdot \vec{i}$

* تطبيق القانون الثاني لنيوتن: $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$

$$\vec{a} \begin{cases} a_x = \frac{e \cdot E}{m} \\ a_y = 0 \\ a_z = 0 \end{cases} \quad \left\{ \begin{array}{l} eE = m \cdot a_x \\ 0 = m \cdot a_y \end{array} \right. \Leftrightarrow eE \vec{i} = m \cdot a_x \cdot \vec{i} + a_y \cdot \vec{j}$$

المعادلات الزمنية للحركة :

الشروط البدئية $\vec{v}_0(V_0; 0; 0)$ و $O(0; 0; 0)$

$$\vec{OG} \begin{cases} x = \frac{1}{2} \frac{e \cdot E}{m} \cdot t^2 + V_0 \cdot t \\ y = 0 \\ z = 0 \end{cases}$$

$$\vec{v} \begin{cases} v_x = \frac{e \cdot E}{m} \cdot t + V_0 \\ v_y = 0 \\ v_z = 0 \end{cases}$$

خلاصة: كل دقيقة مشحونة تدخل مجالا كهرساكن منتظما بسرعة موازية لخطوط المجال فان حركتها تكون مستقيمة منتظمة باعتبار ان الدقيقة دخلت المجال بسرعة بدئية منعدمة فان سرعتها تزداد مع الزمن $\vec{v} = \frac{e \cdot E}{m} \cdot t$ وتستغل التقنية لتسريع الدقائق المشحونة

نعتبر ان متجهة المجال الكهرساكن \vec{E} متعامدة مع \vec{v}_0

المعادلات التفاضلية

* المجموعة المدروسة: دقيقة مشحونة

* المعلم : معلم فريني $O(\vec{i}; \vec{j})$

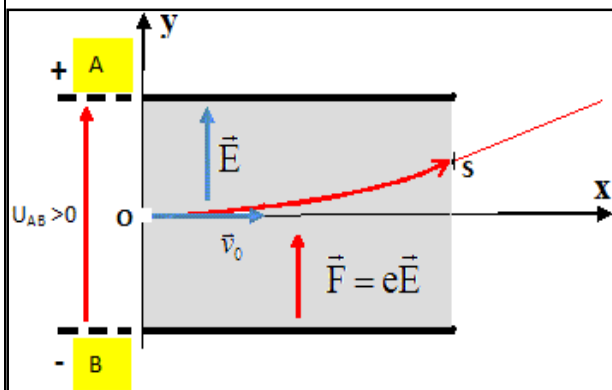
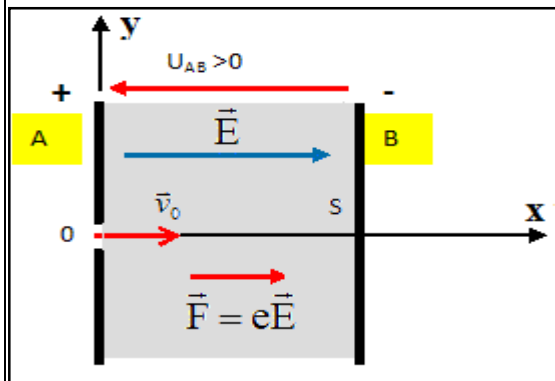
* جرد القوى المطبقة على الدقيقة:

باهمال الوزن تخضع الدقيقة للقوة الكهرساكنة : $\vec{F} = e \cdot \vec{E}$

حيث : $\vec{E} = E \cdot \vec{j}$

* تطبيق القانون الثاني لنيوتن: $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$

$$\vec{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = \frac{e \cdot E}{m} \\ a_z = 0 \end{cases} \quad \left\{ \begin{array}{l} 0 = m \cdot a_x \\ eE = m \cdot a_y \end{array} \right. \Leftrightarrow eE \vec{j} = m \cdot a_x \cdot \vec{i} + a_y \cdot \vec{j}$$



الشروط البدئية $O(0; 0; 0)$ و $\vec{V}_0(V_0; 0; 0)$

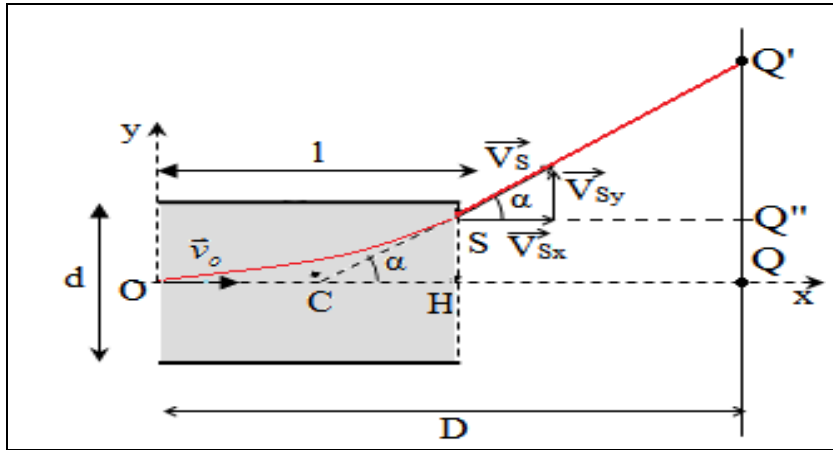
$$\vec{OG} \begin{cases} x = V_0 \cdot t \\ y = \frac{1}{2} \frac{e \cdot E}{m} \cdot t^2 \\ z = 0 \end{cases}$$

$$\vec{V} \begin{cases} V_x = V_0 \\ V_y = \frac{e \cdot E}{m} \cdot t \\ V_z = 0 \end{cases}$$

خلاصة: كل دقيقة مشحونة تدخل مجالا كهرساكن منتظما بسرعة عمودية لخطوط المجال فان حركتها تكون شلجمية (تنحرف بعد دخول المجال)

$$\text{معادلة مسارها: } \begin{cases} x = V_0 \cdot t \\ t = \frac{x}{V_0} \end{cases} \text{ نعوض في الارتوب } y \text{ فنجد: } y = \frac{1}{2} \frac{e \cdot E}{m \cdot v_0} \cdot x^2$$

3- الانحراف الكهرساكن



نعتبر دقيقة و كتلتها m ، تدخل إلى مجال كهرساكن \vec{E} بسرعة \vec{v}_0

من خلال الشكل عندما تغادر الدقيقة المجال الكهرساكن فإنها بالضرورة قطعت على المحور (OX) مسافة $X_S=l$ حيث طول الصفيحة

بالاستعانة بالمعادلات الزمنية :

✓ لحظة مغادرة الدقيقة المجال الكهرساكن عند النقطة S هي $t = \frac{X_S}{V_0} = \frac{l}{V_0}$

✓ احداثيات نقطة خروج الدقيقة المجال الكهرساكن: $S(X_S; Y_S)$: $\begin{cases} X_S = l \\ Y_S = \frac{1}{2} \frac{e \cdot E}{m} \cdot \left(\frac{l}{V_0}\right)^2 \\ Z_S = 0 \end{cases}$

✓ احداثيات سرعة المغادرة للمجال الكهرساكن : $\begin{cases} V_{Sx} = V_0 \\ V_{Sy} = \frac{e \cdot E}{m} \cdot \frac{l}{V_0} \\ V_{Sz} = 0 \end{cases}$

✓ الانحراف الكهرساكن

في غياب المجال الكهرساكن تكون حركة الدقيقة مستقيمة منتظمة حتى تصطدم بالشاشة عند نقطة Q بوجود المجال الكهرساكن تنحرف الدقيقة و بعد مغادرتها للمجال الكهرساكن تكون حركتها مستقيمة منتظمة حتى تصطدم بالشاشة عند نقطة Q'

- نسمي الانحراف الكهرساكن المسافة $D_e=QQ'$

- نسمي الانحراف الكهرساكن الزاوي : الزاوية α التي تكونها \vec{v}_S سرعة مغادرة المجال مع \vec{v}_0 سرعة دخول المجال الكهرساكن

باعتبار الانحراف صغير جدا نكتب $\tan \alpha = \alpha$ (rad)

$$Q'Q'' = \alpha \cdot (D-l) \text{ اي } \tan \alpha \approx \alpha = \frac{Q'Q''}{D-l}$$

من خلال الشكل : $\alpha = \frac{V_{Sy}}{V_{Sx}} = \frac{\frac{e \cdot E}{m} \cdot \frac{l}{V_0}}{V_0} = \frac{e \cdot E}{m} \cdot \frac{l}{V_0^2}$

نستنتج ان $QQ'' = \frac{e \cdot E}{m} \cdot \frac{l}{V_0^2} \cdot (D-l)$

من الشكل $QQ' = QQ'' + Q''Q'$ اي $QQ' = Y_S + Q''Q'$ فنستنتج ان : $QQ' = \frac{1}{2} \frac{e \cdot E}{m} \cdot \left(\frac{l}{V_0}\right)^2 + \frac{e \cdot E}{m} \cdot \frac{l}{V_0^2} \cdot (L-l)$

تعبير الانحراف الكهرساكن : $QQ' = \frac{e \cdot E \cdot l}{m \cdot V_0^2} \cdot \left(L - \frac{l}{2}\right)$