

II - حركة دقيقة مشحونة في مجال كهرساكن منتظم .

1 - المجال الكهرساكن

أ - المجال الكهرساكن المحدث من طرف شحنة نقطية

تحدث دقيقة مشحونة شحنتها q توجد في نقطة O من الفراغ ، مجالا كهرساكن في نقطة M متجهته $\vec{E}(M)$ بحيث أن :

$$\vec{E}(M) = \frac{\vec{F}(M)}{q}$$

نعتبر عن الشحنة q بالكولوم (C)

وعن F بوحدة النيوتن N

وعن E شدة المجال الكهرساكن ب V/m

ب - المجال الكهرساكن المنتظم

يكون المجال كهرساكن منتظما إذا كان لمتجهته \vec{E} ، في كل

نقطة من نقطه ، نفس الاتجاه ونفس المنحى ونفس المنظم .

إذا كان المجال الكهرساكن منتظما تكون خطوط المجال

عبارة عن مستقيمات متوازية .

يتحقق المجال الكهرساكن المنتظم بتطبيق توتر مستمر ثابت

بين صفيحتين فليزيتين متوازيتين لهما أبعاد أكبر بكثير من

المسافة d التي تفصلهما .

لدينا حسب الشكل جانبه : $U = V_{P_1} - V_{P_2} > 0$

عند تطبيق توتر كهربائي مستمر U على صفيحتين فليزيتين

لهما أبعاد أكبر بكثير من المسافة d التي تفصلهما تكون متجهة

المجال الكهرساكن \vec{E} ثابتة ، وعمودية على الصفيحتين ، وموجهة

نحو الجهود التناقضية ومنظمها هو : $E = U/d$ بحيث أن :

U التوتر المطبق بين الصفيحتين بالفولط (V)

d المسافة الفاصلة بين الصفيحتين .

E شدة المجال الكهرساكن نعتبر عنه V/m

2 - حركة دقيقة في مجال كهرساكن منتظم

نعتبر دقيقة مشحونة ، ذات كتلة m وشحنة q بحيث أن ($q < 0$) مثلا إلكترون ، توجد في مجال كهرساكن منتظم .

جرد القوى المطبقة على الدقيقة :

\vec{F} القوة الكهرساكنية بحيث أن $\vec{F} = q\vec{E}$ وإلى وزنها \vec{P} الذي نهمل شدته أمام F .

باعتبار مرجع أرضي كمرجع غاليليا نطبق القانون الثاني لنيوتن على الدقيقة أثناء حركتها في معلم مرتبط بالمرجع الأرضي :

$\vec{F} = m\vec{a}$ حيث \vec{a} متجهة تسارع الدقيقة .

يتعلق مسار الدقيقة باتجاه \vec{v}_0 متجهة السرعة البدئية للدقيقة لحظة دخولها المجال الكهرساكن المنتظم .

2.1 حالة \vec{v}_0 متوازية مع \vec{E} :

متجهة التسارع : $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \Rightarrow \vec{a} = \frac{q}{m} \vec{E}$

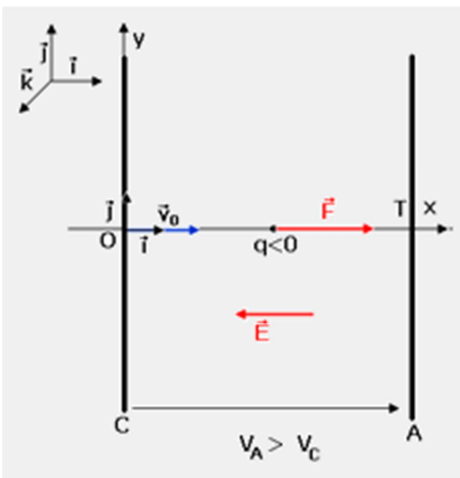
نسقط هذه العلاقة في المعلم المتعامد والممنظم

المرتبط بالمرجع الأرضي ، $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ ، فنحصل على

إحداثيات متجهة التسارع ومتجهة السرعة ومتجهة

الموضع ، باعتبار الشروط البدئية التالية :

$$\begin{cases} 0 \\ 0 \\ 0 \end{cases} \text{ و } \begin{cases} v_0 \\ 0 \\ 0 \end{cases}$$



$$\overline{OM} \begin{cases} x_M = -\frac{1}{2} \frac{qE}{m} t^2 + v_0 t \\ y_M = 0 \\ z_M = 0 \end{cases} \quad \text{و} \quad \vec{v} \begin{cases} v_x = -\frac{qE}{m} t + v_0 \\ v_y = 0 \\ v_z = 0 \end{cases} \quad \text{و} \quad \vec{a} \begin{cases} a_x = -\frac{qE}{m} \\ a_y = 0 \\ a_z = 0 \end{cases}$$

نستنتج من خلال هذه المعادلات أنه ليست هناك حركة على المحورين (Oy) و (Oz) بل تتم حركة الدقيقة على المحور (Ox) فقط .

حركة الدقيقة على هذا المحور **مستقيمة متغيرة بانتظام** .

هل هذه الحركة متسارعة أم متباطئة ؟

بتحديد إشارة الجداء السلمي التالي : $\vec{a} \cdot \vec{v} > 0$ وبالتالي فالحركة مستقيمة متسارعة .

2.2 حالة \vec{v}_0 متعامدة مع \vec{E}

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في المعلم $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$

الذي نعتبره غاليليا ، نكتب :

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad \text{و منه} \quad \vec{a} = \frac{q\vec{E}}{m}$$

بإسقاط العلاقة المتجهية على محاور المعلم $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$

والأخذ بعين الاعتبار الشروط البدئية نجد :

$$\vec{a} \begin{cases} a_x = \frac{qE_x}{m} = 0 \\ a_y = \frac{qE_y}{m} = -\frac{qE}{m} \\ a_z = \frac{qE_z}{m} = 0 \end{cases} \Rightarrow \vec{v} \begin{cases} v_x = v_0 \\ v_y = -\frac{qE}{m} t \\ v_z = 0 \end{cases} \Rightarrow \overline{OM} \begin{cases} x = v_0 t \\ y = -\frac{1}{2} \frac{qE}{m} t^2 \\ z = 0 \end{cases}$$

من المعادلتين $x(t)$ و $y(t)$ نستنتج معادلة المسار : $y = -\frac{qE}{2mv_0^2} x^2$

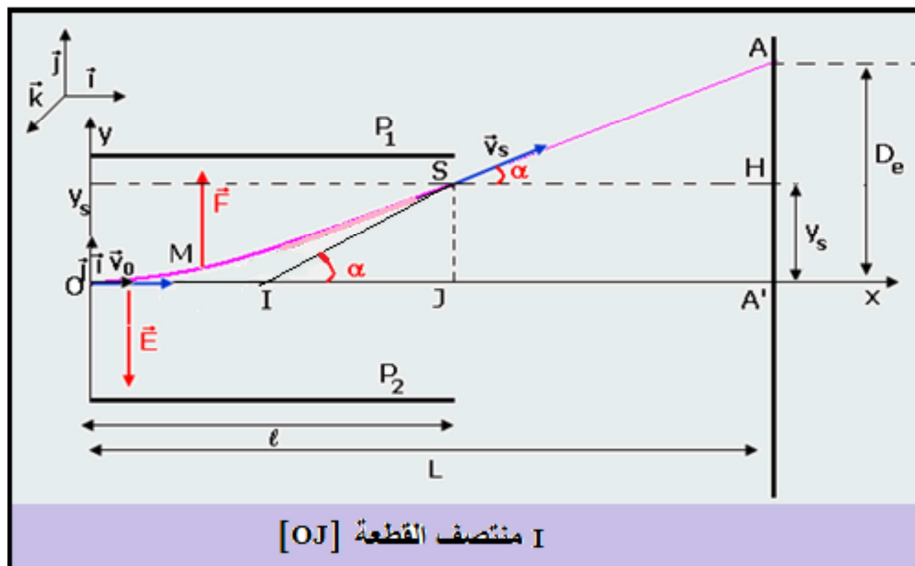
وبذلك فإن حركة الدقيقة المشحونة حركة شلجمية في المستوى (O, \vec{i}, \vec{j}) .

3 - الانحراف الكهرساكن :

طبيعة حركة الدقيقة عند مغادرتها المجال الكهرساكن :

عند خروج الدقيقة من مجال كهرساكن $(\vec{E} \perp \vec{v}_0)$ ، القوى المطبقة عليها هي وزنها فقط وبإهماله ، حسب مبدأ القصور ، تكون حركة الدقيقة مستقيمة منتظمة سرعتها \vec{v}_S .

فتصطم بشاشة مستشعة عمودية على المحور (O, \vec{i}) . نعطي $OA' = L$ المسافة الفاصلة بين الشاشة والنقطة O نقطة انطلاق الدقيقة (أنظر الشكل أسفله) .



نسمي D_e الانحراف الكهربائي وهو المسافة بين النقطة A' نقطة الاصطدام في غياب المجال الكهرساكن و A نقطة الاصطدام بوجود المجال الكهرساكن . من خلال الشكل لدينا :

$$\tan \alpha = \frac{AH}{L-\ell} = \frac{y_s}{\ell/2} \text{ و } A'H = y_s \text{ بحيث أن } D_e = A'A = A'H + HA$$

$$D_e = y_s + (L - \ell) \tan \alpha = y_s + 2(L - \ell) \frac{y_s}{\ell} \quad \text{أي أن}$$

$$y_s = -\frac{qE}{2mv_0^2} \ell^2 \quad \text{لدينا}$$

إذن حسب العلاقات السابقة نجد:

$$D_e = K.U : \text{ والشكل التالي : } D_e = -\left(L - \frac{\ell}{2}\right) \frac{qU\ell}{mdv_0^2} \text{ تصبح العلاقة : } E = \frac{U}{d} \text{ وبما أن } D_e = -\left(L - \frac{\ell}{2}\right) \frac{qE\ell}{mv_0^2}$$

$$K = -\left(L - \frac{\ell}{2}\right) \frac{q\ell}{mdv_0^2} \text{ هي } K \text{ بحيث}$$

نستنتج أن الانحراف الكهرساكن يتناسب اطرادا مع التوتر المطبق بين الصفيحتين . وتستغل هذه الخاصية في مبدأ اشتغال راسم التذبذب ، حيث يتناسب الانحراف الرأسي مع التوتر المطبق على الصفيحتين الأفقيتين والانحراف الأفقي مع التوتر المطبق على الصفيحتين الرأسيتين.