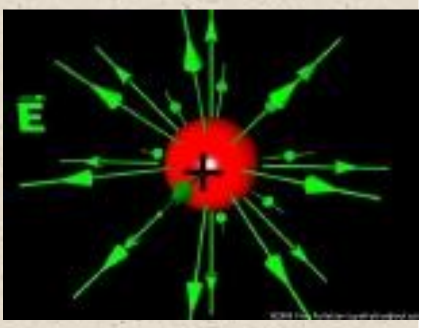
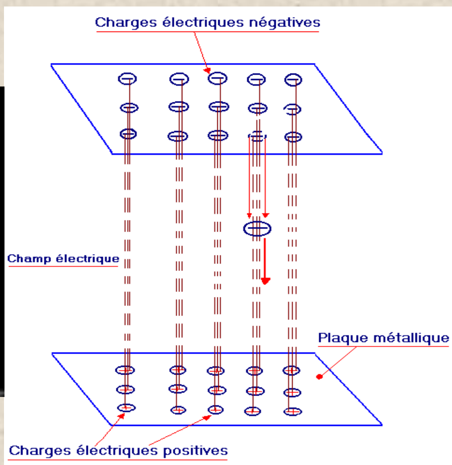
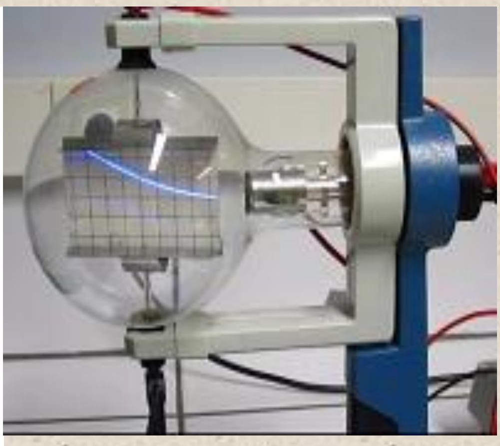
الحركات المستوية :
حركة دقيقة مشحونة في مجال كهرساكن منتظم





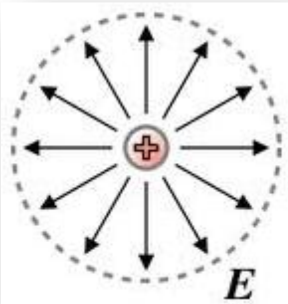


1 ـ المجال الكهرساكن

أ ـ المجال الكهرساكن المحدث من طرف شحنة نقطية

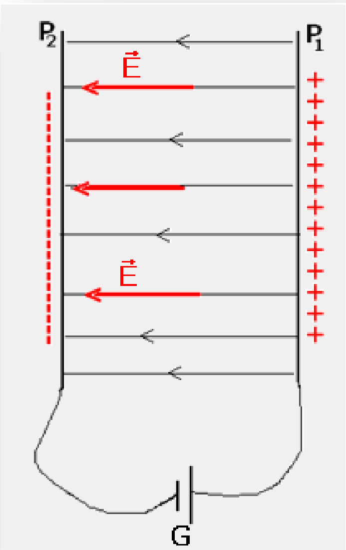
تحدث دقيقة مشحونة شحنتها **q** توجد في نقطة O من الفراغ ، مجالا كهرساكنا في نقطة M متجهته $\vec{E}(M)$ بحيث أن :

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



نعبر عن الشحنة q بالكولوم (C)
وعن F بوحدة النيوتن N
وعن E شدة المجال الكهرساكن ب V/m

ب ـ 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 التناقصية ومنظمها هو : $E=U/d$ بحيث أن :

U التوتر المطبق بين الصفيحتين بالفولط (V)
d المسافة الفاصلة بين الصفيحتين .
E شدة المجال الكهرساكن نعبر عنه V/m

2 ـ 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 :

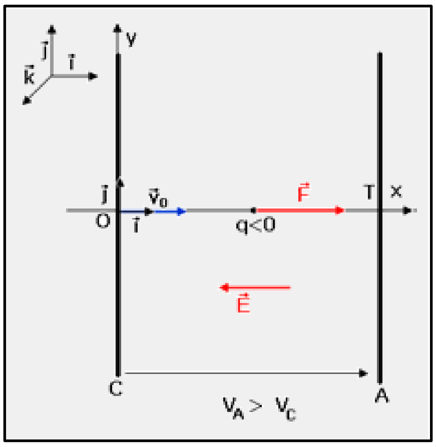
القوة الكهرساكنة $\vec{F}$ بحيث أن $\vec{F} = q\vec{E}$

وزنها $\vec{P}$ الذي نهمل شدته أمام F .

باعتبار مرجع أرضي كمرجعا 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 ـ 1 حالة $\vec{v}_0$ متوازية مع $\vec{E}$:

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

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 :

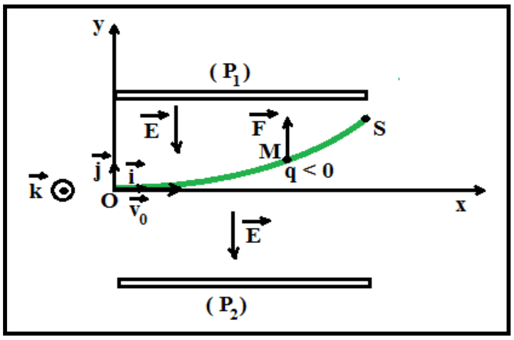
$$\vec{v}_0 \begin{cases} v_0 \\ 0 \\ 0 \end{cases} \quad \text{و} \quad \overrightarrow{OM_0} \begin{cases} 0 \\ 0 \\ 0 \end{cases}$$

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

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 **مستقيمية متغيرة بانتظام** .

هل هذه الحركة متسارعة أم متباطئة ؟

بتحديد إشارة الجداء السلمي التالي : $\vec{a}.\vec{v} > 0$ نستنتج أن الحركة مستقيمية متسارعة .



2 ـ 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 :

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

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

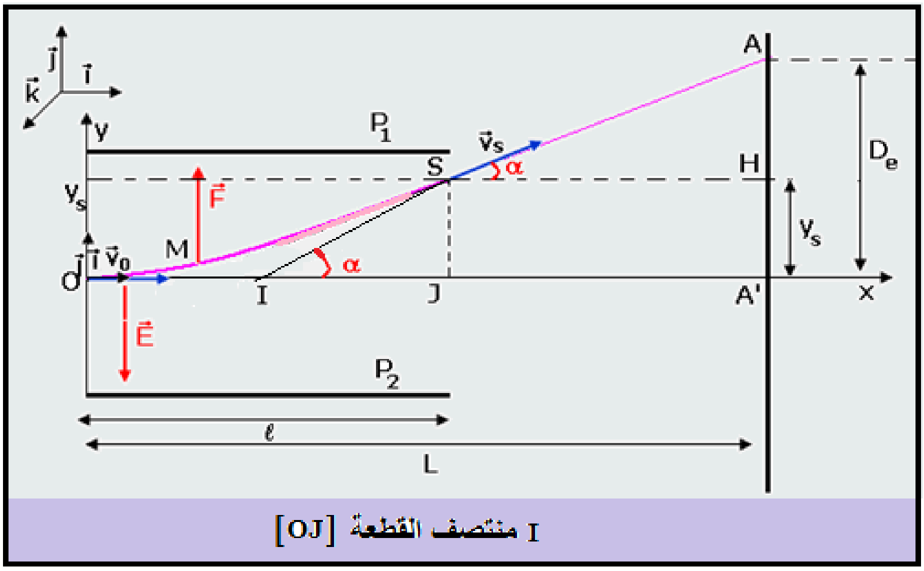
وبذلك فإن حركة الدقيقة المشحونة حركة شلجمية في المستوى $(O,\vec{i},\vec{j})$.

3 ـ الانحراف الكهرساكن :

طبيعة حركة الدقيقة عند مغادرتها المجال الكهرساكن :

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

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

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

لدينا $$y_S = -\frac{qE}{2mv_0^2}\ell^2$$

إذن حسب العلاقات السابقة نجد:

$$D_e = -\left(L - \frac{\ell}{2}\right)\frac{qE\ell}{mv_0^2}$$

وبما أن $E = \dfrac{U}{d}$ تصبح العلاقة : $D_e = -\left(L-\dfrac{\ell}{2}\right)\dfrac{qU\ell}{mdv_0^2}$ والتي تكتب على الشكل التالي : $D_e = K.U$ بحيث K هي

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

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.