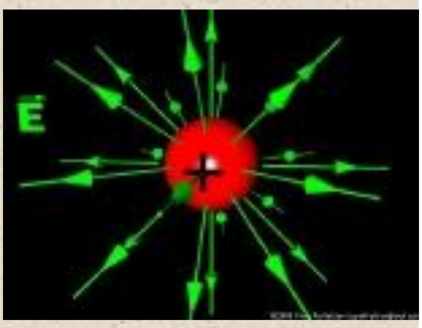
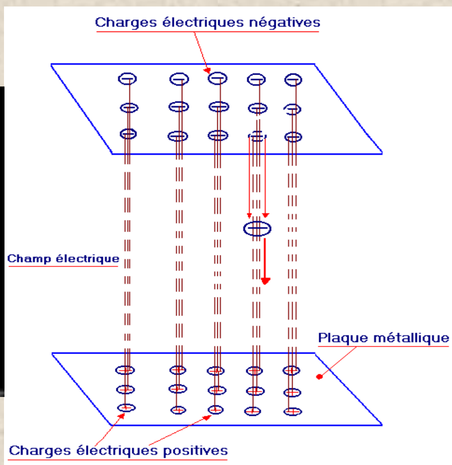
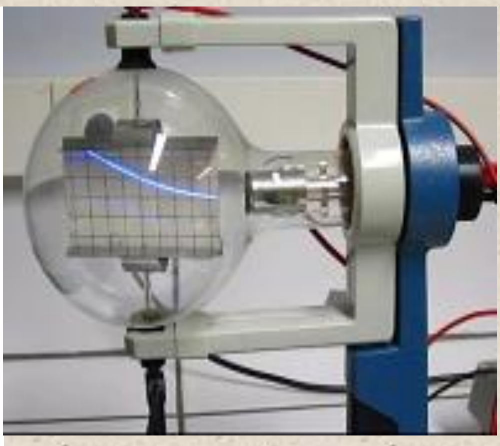
الحركات المستوية :
حركة دقيقة مشحونة في مجال كهرساكن منتظم







1 ـ المجال الكهرساكن

أ ـ المجال الكهرساكن المحدث من طرف شحنة نقطية

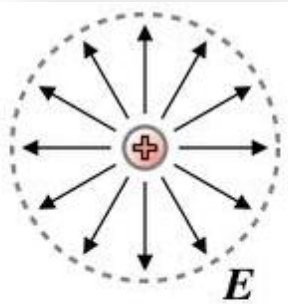
تحدث دقيقة مشحونة شحنتها **q** توجد في نقطة O من الفراغ ، مجالا كهرساكنا في نقطة M متجهته $\vec{E}(M)$ بحيث أن :

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

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 .

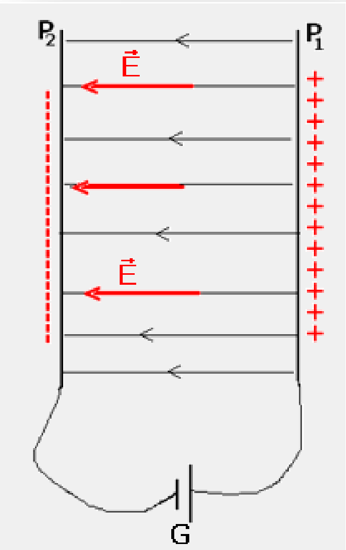
لدينا حسب الشكل جانبه : $U=V_{P_1}-V_{P_2}>0$

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 :

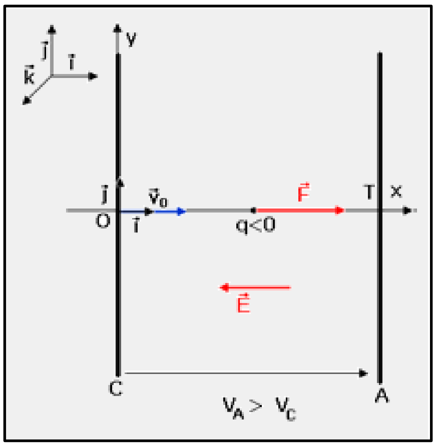
القوة الكهرساكنة $\vec{F}$ بحيث أن $\vec{F}=q\vec{E}$

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 - 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 :

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

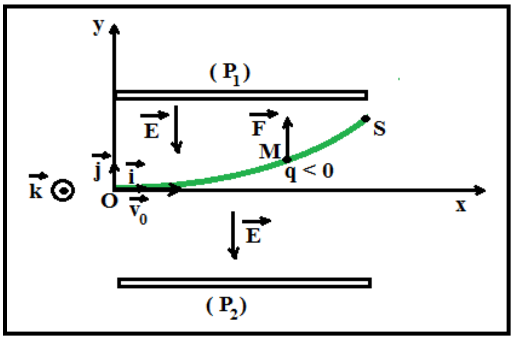
$$\vec{a}\begin{cases}a_x=-\dfrac{qE}{m}\\a_y=0\\a_z=0\end{cases} \quad و \quad \vec{v}\begin{cases}v_x=-\dfrac{qE}{m}t+v_0\\v_y=0\\v_z=0\end{cases} \quad و \quad \overrightarrow{OM}\begin{cases}x_M=-\dfrac{1}{2}\dfrac{qE}{m}t^2+v_0t\\y_M=0\\z_M=0\end{cases}$$

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 - 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 :

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

بإسقاط العلاقة المتجهية على محاور المعلم $(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$ والأخذ بعين الاعتبار الشروط البدئية نجد :

$$\vec{a}\begin{cases}a_x=\dfrac{qE_x}{m}=0\\a_y=\dfrac{qE_y}{m}=-\dfrac{qE}{m}\\a_z=\dfrac{qE_z}{m}=0\end{cases} \Rightarrow \vec{v}\begin{cases}v_x=v_0\\v_y=-\dfrac{qE}{m}t\\v_z=0\end{cases} \Rightarrow \overrightarrow{OM}\begin{cases}x=v_0t\\y=-\dfrac{1}{2}\dfrac{qE}{m}t^2\\z=0\end{cases}$$

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

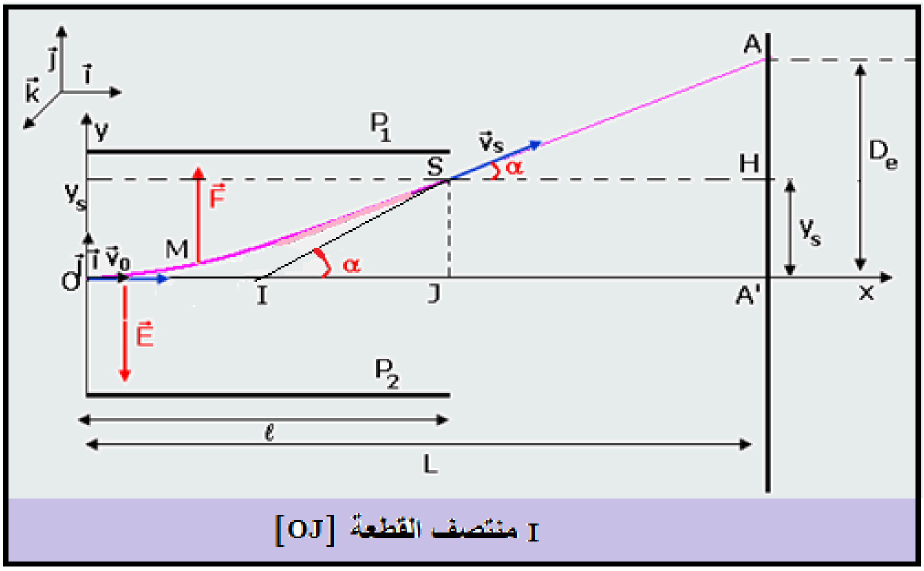
وبذلك فإن حركة الدقيقة المشحونة حركة شلجمية في المستوى $(O,\vec{i},\vec{j})$.

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 :

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

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 $E = \frac{U}{d}$ تصبح العلاقة : $D_e = -\left(L-\frac{\ell}{2}\right)\frac{qU\ell}{mdv_0^2}$ 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.