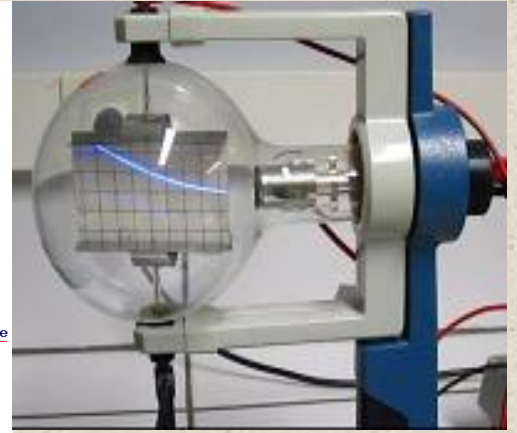
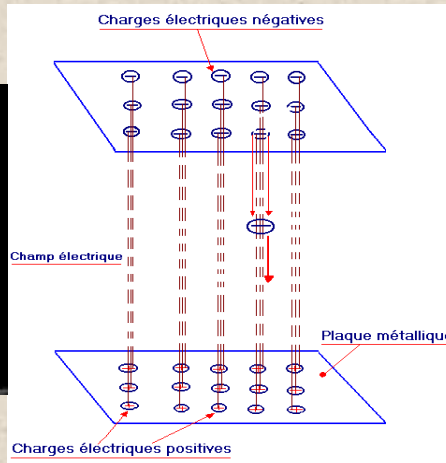
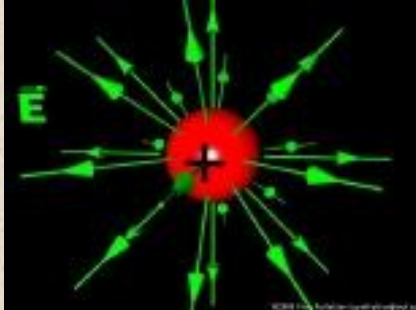


الحركات المستوية : حركة دقيقة مشحونة في مجال كهرساكن منتظم



1 - المجال الكهرساكن

أ - المجال الكهرساكن المحدث من طرف شحنة نقطية

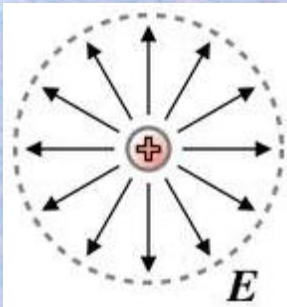
تحدث دقيقة مشحونة شحنتها q توجد في نقطة O من الفراغ ، مجالا كهرساكن في نقطة M متجهته $\vec{E}(M)$ بحيث أن :

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

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 .

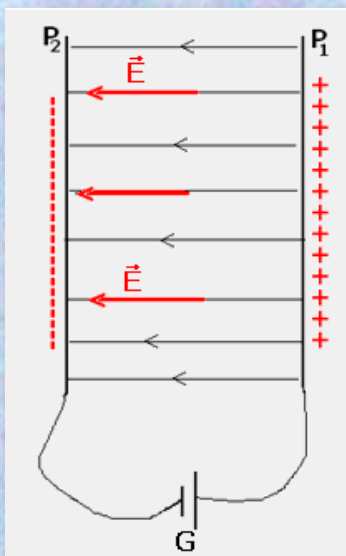
$$U = V_{P_1} - V_{P_2} > 0$$

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 مشحونة في مجال كهرساكن منتظم

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

جاءت القوى المطبقة على الدقيقة :

$$\vec{F} = q\vec{E}$$

وزنها \vec{P} الذي نهمل شدته أمام \vec{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 لحظة دخولها المجال الكهرومغناطيسي المنتظم .

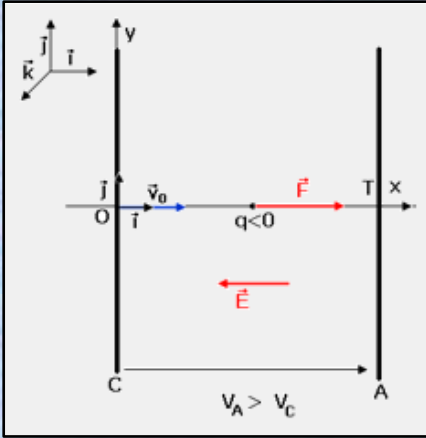
2-1 حالة \vec{v}_0 متوازية مع \vec{E} :

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

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 :

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



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

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 : $\vec{a} \cdot \vec{v} > 0$ نستنتج أن الحركة 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 :

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

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

البدئية نجد :

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

من المعادلتين $x(t)$ و $y(t)$ نستنتج معادلة المسار :

$$y = -\frac{qE}{2mv_0^2} x^2$$

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

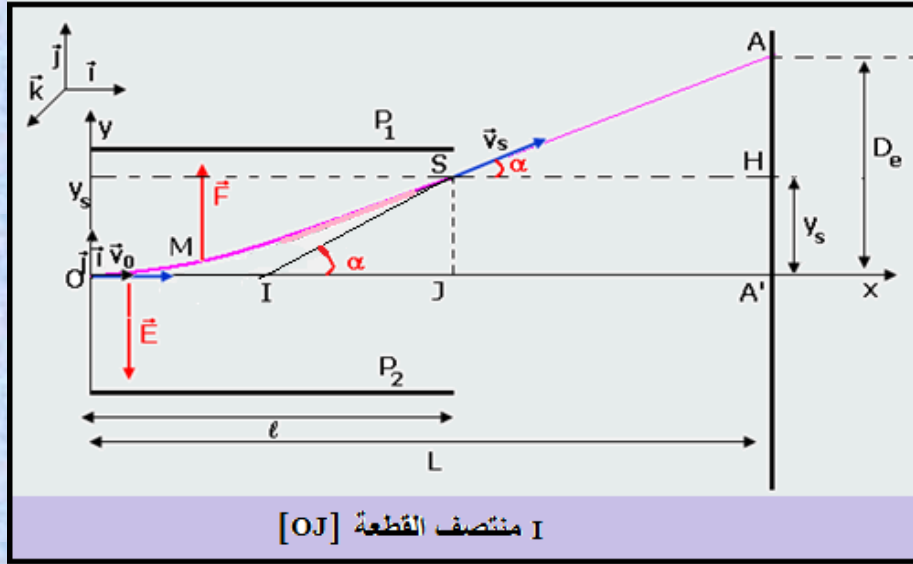
3 - الانحراف الكهرومغناطيسي :

طبيعة حركة الدقيقة عند مغادرتها المجال الكهرومغناطيسي :

عند خروج الدقيقة من مجال كهرومغناطيسي (حيث $\vec{E} \perp \vec{v}_0$) ، القوى المطبقة عليها هي وزنها فقط ، وبإهماله حسب مبدأ القصور ، تكون

حركة الدقيقة مستقيمة منتظمة سرعتها \vec{v}_s . 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 :

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

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

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

إذن حسب العلاقات السابقة نجد:

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

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

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

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 الرأسيين.

