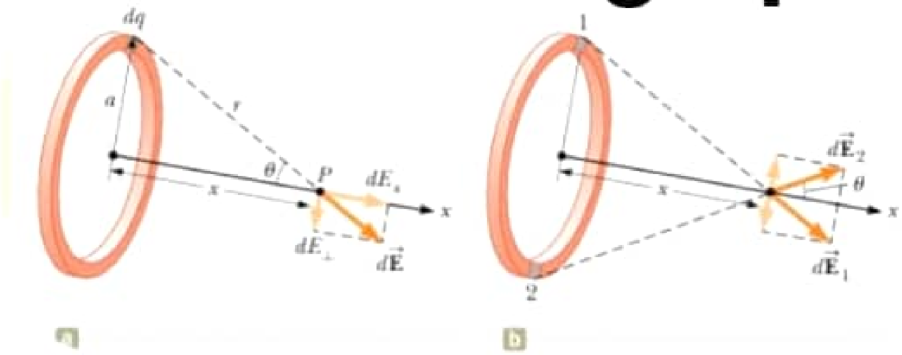
question

A ring of radius a carries a uniformly distributed positive total charge Q. Calculate the electric field due to the ring at a point P lying a distance x from its center along the central axis perpendicular to the plane of the ring (Fig. 23.16a).

graph



Solution

$$(1)\quad dE_x = k_e \frac{dq}{r^2}\cos\theta = k_e \frac{dq}{a^2+x^2}\cos\theta$$

$$(2)\quad \cos\theta = \frac{x}{r} = \frac{x}{(a^2+x^2)^{1/2}}$$

$$dE_x = k_e \frac{dq}{a^2+x^2}\left[\frac{x}{(a^2+x^2)^{1/2}}\right] = \frac{k_e x}{(a^2+x^2)^{3/2}}\,dq$$

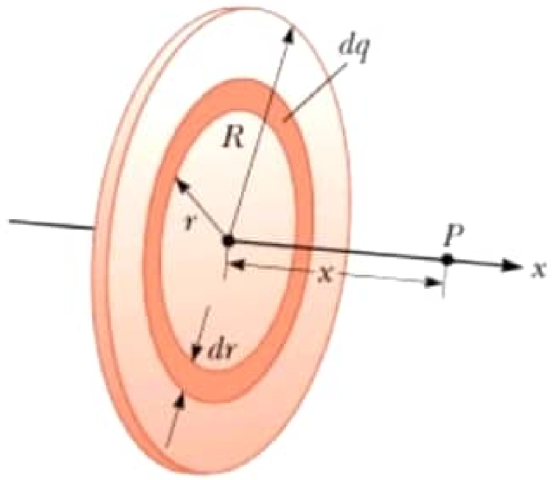
$$E_x = \int \frac{k_e x}{(a^2+x^2)^{3/2}}\,dq = \frac{k_e x}{(a^2+x^2)^{3/2}}\int dq$$

$$(3)\quad E = \frac{k_e x}{(a^2+x^2)^{3/2}}\,Q$$

question

A disk of radius R has a uniform surface charge density σ. Calculate the electric field at a point P that lies along the central perpendicular axis of the disk and a distance x from the center of the disk (Fig. 23.17).

graph



Solution

$$dq = \sigma\, dA = \sigma(2\pi r\, dr) = 2\pi\sigma r\, dr$$

$$dE_x = \frac{k_e x}{(r^2 + x^2)^{3/2}}(2\pi\sigma r\, dr)$$

$$E_x = k_e x\pi\sigma \int_0^R \frac{2r\, dr}{(r^2 + x^2)^{3/2}}$$

$$= k_e x\pi\sigma \int_0^R (r^2 + x^2)^{-3/2} d(r^2)$$

$$= k_e x\pi\sigma \left[\frac{(r^2 + x^2)^{-1/2}}{-1/2}\right]_0^R = 2\pi k_e\sigma\left[1 - \frac{x}{(R^2 + x^2)^{1/2}}\right]$$

"بسم الله الرحمن الرحيم"

"المحاضرة الثالثة" 2025 / 3 / 13

"طاقة الوضع" Potential energy

أولاً :- ايه الفرق بين الطاقة الكامنة الكهربائية، والجهد الكهربائي.

(Potential Energy ، Electric Potential)

طاقة الكامنة الكهربائية أو طاقة الوضع

الجهد الكهربائي

(1) طاقة الوضع أو الطاقة الكامنة الكهربائية.

← هي الطاقة المخزنة في شحنة بسبب موقعها داخل مجال كهربائي وتعتمد على مقدار الشحنة والمجال الكهربائي.

ويتمثل الطاقة الكلية المخزنة.

إما الجهد الكهربائي (Electric Potential)

← هو مقدار الطاقة الكامنة الكهربائية لكل وحدة شحنة، أي هو الطاقة لكل كولوم من الشحنة عند نقطة معينة في المجال الكهربي

لا يعتمد على مقدار الشحنة.

!! (لاحظ) الجهد الكهربائي يمثل مستوى الطاقة لكل شحنة

، بينما الطاقة الكامنة الكهربائية تعتمد على مقدار الشحنة نفسها.

الجهد الكهربائي Electrical Potential

(1) مفهوم الجهد الكهربائي.

* عندما تتحرك شحنة في مجال كهربائي، فإن هناك قوة تؤثر عليها بسبب المجال الكهربائي، مما يجعلها تمتلك طاقة كامنة كهربائية، الجهد الكهربائي هو مقياس لهذه الطاقة لكل وحدة شحنة

$$V = \frac{U}{q}$$

حيث U تمثل الطاقة الكامنة الكهربائية

q مقدار الشحنة

$$U = qV$$

2- القوة المؤثرة على الشحنة داخل المجال الكهربائي

عندما تكون الشحنة داخل مجال كهربائي، فإنها تتعرض لقوة كهربائية تؤثر عليها وتحركها.

$$f = q E$$

حيث: (f) القوة المؤثرة على الشحنة

(q) مقدار الشحنة

(E) شدة المجال الكهربائي

* إذا زادت شدة المجال الكهربائي، فإن القوة على الشحنة تزداد لأن العلاقة بينهما طردية

* إذا كانت الشحنة موجبة، فإنها تتحرك في اتجاه المجال الكهربائي وإذا كانت سالبة فإنها تتحرك بعكس اتجاهه.

ثانياً: الشغل المبذول لنقل شحنة بين نقطتين

الشغل هو الطاقة التي يجب أن تبذل لتحريك شحنة من نقطة إلى أخرى داخل المجال الكهربائي

$$\Delta W = f \cdot \Delta L$$

ΔW: الشغل المبذول

(f) ← القوة الكهربائية المؤثرة على الشحنة

ΔL: المسافة التي تتحرك فيها الشحنة

الزاوية θ هي الزاوية بين اتجاه القوة المجال الكهربائي واتجاه الحركة الفعلية للشحنة.

(1) الشغل المبذول لنقل شحنة في مجال كهربائي

$$\Delta W = (q E) \cdot \Delta L \cos\theta$$

"$E\, dL \cos\theta = \vec{E}$"

$$W = \int_B^A q E\, dL \cos\theta = -\int_B^A q \vec{E} \cdot d\vec{L}$$

في إشارة سالبة دا معناه أن الشغل بيتم ضد اتجاه المجال الكهربائي، أي أن الشحنة تتحرك في الاتجاه المعاكس للقوة الكهربائية.

#

.. الشحنة تتحرك عكس اتجاه القوة الكهربائية

2- تعريف الجهد الكهربائي عند نقطة معينة

$$\frac{W}{q} = V_A = \int_B^A E\, dL$$

يتم إيجاد أو حساب الجهد عن طريق التكامل للمجال الكهربائي خلال المسافة

3- فرق الجهدين نقطتين (A) و (B)

$$\frac{W_B - W_A}{q} = -\int_B^A E\, dL \leftarrow (1)$$

$$V_A = \frac{W}{q}$$

$$\boxed{V_B - V_A = -\int_B^A E\, dL} \leftarrow (2)$$

!! ملاحظة إن الإشارة السالبة تعني أن الشحنة تتحرك من الجهد الأعلى إلى الجهد الأقل (كما تتحرك الأجسام تلقائيًا، لأ اتجاه العالي إلى المنخفض بسبب تأثير الجاذبية)

$$dr = dL\cos\theta$$

4- ازاي بنحسب الجهد الكهربائي عند نقطة معينه داخل المجال

$$V(r) = -\int E \cdot dL = \int E\, dL \cdot \cos\theta$$

5- الجهد الكهربائي لشحنة نقطية

$$E = k_e \frac{q}{r}$$

$$F = k_e \frac{q_1 q_2}{r^2}$$ هنعوض

$$E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

$$B > A$$

$$V(r) = -\int_B^A k_e \frac{q}{r} dr = -k_e q \int_B^A \frac{dr}{r}$$

$$V(r) = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}$$

$$E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

٤. جهد ثابت السماحية الكهربائية للفراغ

$$V(r) = -\int \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\, dL \cos\theta \longrightarrow (1)$$

$$\therefore \; dr = dL \cos\theta$$

بعد ما نعمل عملية التكامل

$$V(r) = \frac{-q}{4\pi\varepsilon_0} \int \frac{dr}{r^2}$$

$$= \frac{q}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{1}{r} + \text{Const}$$

if The limit of integral ininfinity , The Const = Zero

$$V(r) = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}$$

* الجهد الكهربائي لشحنة نقطية يتناسب عكسيا مع المسافة r أي أنه يقل كلما ابتعدنا عن الشحنة

#

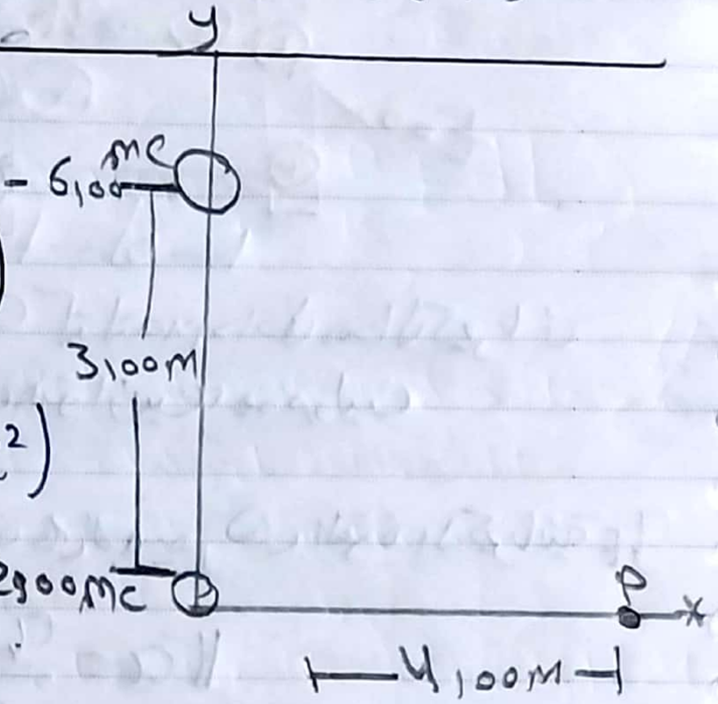
Example: The Electric potential Due to Two Point Charges

ميكرو

* A charge $q_1 = 2\mu C$ is located at The origin, and a charge $q_2 = -6\mu C$ is located at $(0,3)m$, find The total electric potential due to These charges at The point P, whose coordinates are $(4,0)m$

** "Solution"

$$V_P = k_e\left(\frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2}\right)$$



$$V_P = (8{,}99 \times 10^{9}\ N.m^2/C^2)$$

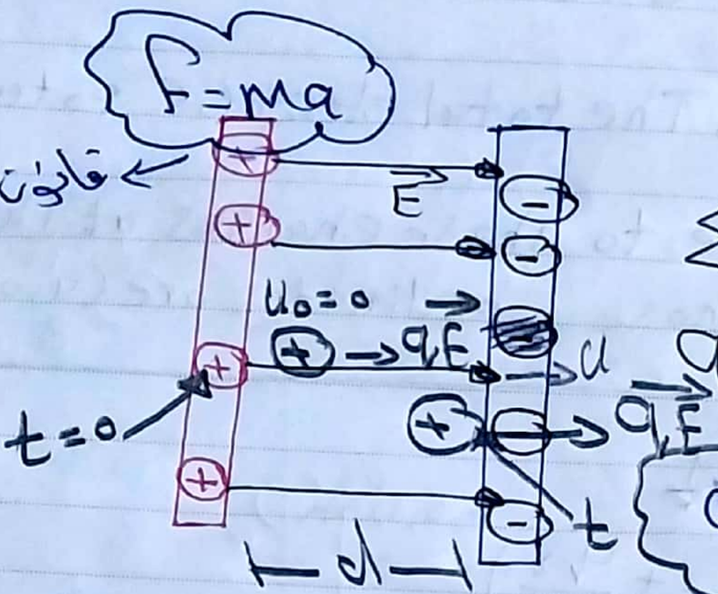
$$\times\left(\frac{2{,}00\times10^{-6}}{4{,}00} - \frac{6{,}00\times10^{-6}}{5{,}00 m}\right)$$

$$= -6{,}29\times10^{3}\ V$$

* Motion of a charged particle Along an Electric field *

حركة جسيم مشحون في مجال كهربائي ||

* عندما تتحرك شحنة q ذات كتلة m داخل مجال كهربائي منتظم E فإنها تتأثر بقوة كهربية



$$F = qE$$

$$\sum F = ma$$

$$qE = ma$$

$$a = \frac{qE}{m}$$

* يتم دراسة حركة جسيم موجب q كتلته m داخل مجال كهربائي أفقي E ناتج عن لوحين مشحونين متوازيين، مفصولين بمسافة d

نلاحظ أن القوة الوحيدة المؤثرة على الجسيم هي القوة الكهربائية qE

، مما يجعله يتحرك بعجلة ثابتة $|| a = \frac{qE}{m} ||$

حسابات الحركة باستخدام معادلات الحركة

أولاً هنحسب زمن الرحلة t

نلاحظ أن الجسيم يبدأ من السكون $u_0 = 0$

ويتحرك تحت تأثير العجلة a

باستخدام معادلات الحركة

$$x = u_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$d = 0 + \frac{1}{2} \frac{qE}{m} t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2md}{qE}}$$

(*) المفروض هنحسب بعد كدا سرعة الجسيم عند اللوح الأخر v

$$v = v_0 + at$$

$$v = \frac{qE}{m} \times \sqrt{\frac{2md}{qE}}$$

بعد كدا حساب الطاقة الحركيه للجسيم K
الطاقة الحركية عند الوصول تعطى بالعلاقة

$$K = \frac{1}{2} mv^2$$

$$K = \frac{1}{2} m \times \frac{2qEd}{m}$$

دا معناه إن الطاقة الحركية المكتسبة تساوى مقدار الشغل المبذول بواسطة القوة الكهربائية

"أهم الملاحظات على إلهامرة الثالثه"

(1) الجسيم المشحون يكتسب طاقة حركية نتيجة تأثير المجال الكهربائى عليه

(2) زمن الرحلة يعتمد على كل من الكتلة m ، الشحنة q وشدة المجال الكهربائى E

(3) إذا كانت الشحنة سالبة ، فإن القوة ستكون فى الإتجاه المعاكس لاتجاه المجال الكهربائى ، وسيتحرك الجسيم فى الإتجاه المعاكس.

(4) عند وضع شحنة في مجال كهربائي منتظم، فإنها تتحرك بتسارع ثابت.

(5) عند تحريك الشحنة عكس اتجاه المجال الكهربائي، فإن الشغل يكون سالباً مما يعني أن الطاقة تزداد.