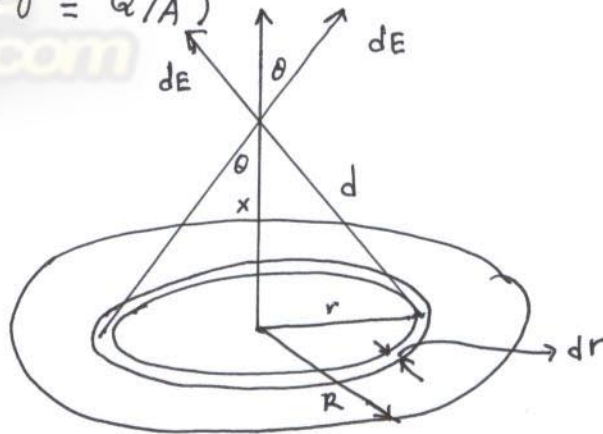


5. Hitunglah medan listrik yang secara vertikal ke luar dari sebuah piringan yang mempunyai muatan homogen dan berjari-jari R , muatan $Q = \sigma A$ (dengan $\sigma = Q/A$)

Penyelesaian :



$$\cos \theta = \frac{x}{\sqrt{x^2 + r^2}}$$

$$dq = \underbrace{(2\pi r dr)}_{\text{elemen luas}} \sigma$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_0^R \frac{\sigma 2\pi r dr}{x^2 + r^2} \frac{x}{\sqrt{x^2 + r^2}} = \frac{\sigma x}{2\epsilon_0} \int_0^R \frac{r dr}{(x^2 + r^2)^{3/2}}$$

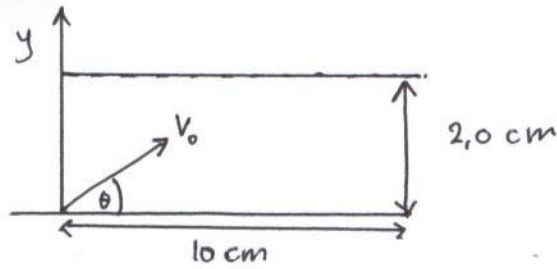
$$\text{Misal } u = x^2 + r^2 \\ du = 2r dr$$

$$\int \frac{r dr}{(x^2 + r^2)^{3/2}} = \frac{1}{2} \int \frac{du}{u^{3/2}} = -\frac{1}{\sqrt{u}} = -\frac{1}{\sqrt{x^2 + r^2}}$$

$$E = \frac{\sigma x}{2\epsilon_0} \left[\frac{1}{\sqrt{x^2 + r^2}} \right]_R^0 = \frac{\sigma x}{2\epsilon_0} \left[\frac{1}{x\sqrt{1 + \frac{r^2}{x^2}}} \right]_R^0 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \left[1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{R^2}{x^2}}} \right]$$

$$\text{Jika } R \gg x, \quad E \approx \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

6. Pertimbangkanlah masalah elektron balistik, di mana sebuah elektron ditembakkan di antara dua pelat dengan kecepatan awal $6,0 \times 10^6 \text{ m/s}$ dan sudut $\theta = 45^\circ$. Medan listrik $2,0 \times 10^3 \text{ N/C}$ dan berarah ke sumbu y positif.



Apakah elektron dapat menabrak pelat? Jika ya, di mana posisinya?

penyelesaian:

$$\text{percepatan} : a = \frac{eE}{m}$$

$$a = \frac{1,6 \times 10^{-19} \text{ C} \cdot 2,0 \times 10^3 \text{ N/C}}{9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}} = 3,5 \times 10^{14} \text{ m/s}^2.$$

Arah medan ke sumbu y positif (ke atas), tetapi arah percepatan elektron ke bawah.

$$a_x = 0 \quad \text{dan} \quad a_y = -3,5 \times 10^{14} \text{ m/s}^2$$

$$v_x = v_0 \cos 45^\circ = 4,2 \times 10^6 \text{ m/s}$$

$$v_y = 4,2 \times 10^6 \text{ m/s} - (3,5 \times 10^{14} \text{ m/s}^2) t$$

$$x = (4,2 \times 10^6 \text{ m/s}) t$$

$$y = (4,2 \times 10^6 \text{ m/s}) t - (1,8 \times 10^{14} \text{ m/s}^2) t^2$$

Agar elektron dapat mencapai pelat, maka posisi akhirnya haruslah $y = 2,0 \times 10^{-2} \text{ m}$.

$$1,8 \times 10^{14} t^2 - 4,2 \times 10^6 t + 2,0 \times 10^{-2} = 0$$

$$t = \frac{4,2 \times 10^6 \pm \sqrt{18 \times 10^{12} - 4(1,8 \times 10^{14})(2,0 \times 10^{-2})}}{3,5 \times 10^{14}} = \frac{4,2 \times 10^6 \pm 1,9 \times 10^6}{3,5 \times 10^{14}}$$

$$t = 0,66 \times 10^{-8} \text{ s}$$

Nilai t yang paling kecil yang diambil karena ini berkaitan dengan waktu elektron menabrak pelat atas. Jika nilai t memiliki bilangan imajiner, maka artinya bahwa elektron tidak akan pernah mencapai pelat atas.

Posisi elektron saat itu :

$$x = 4,2 \times 10^6 \text{ m/s} \times 0,66 \times 10^{-8} \text{ s} = 2,8 \times 10^{-2} \text{ meter}$$

7. Sebuah dipol dengan muatan $6,0 \times 10^{-6} \text{ C}$ dan jarak pisah $4,0 \times 10^{-3} \text{ m}$ dipengaruhi oleh medan listrik $E = 3,0 \times 10^6 \text{ N/C}$. Hitunglah torsi maksimumnya!

Penyelesaian :

$$\tau_{\text{max}} = 2aqE$$

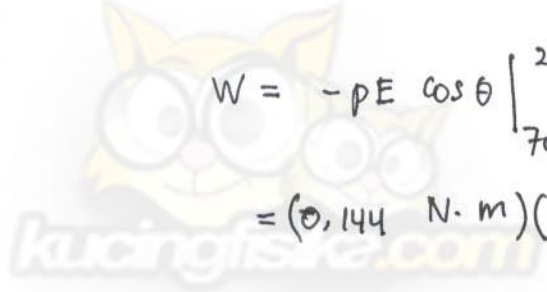
$$\begin{aligned} \tau_{\text{max}} &= 2 \times (4,0 \times 10^{-3} \text{ m}) (6,0 \times 10^{-6} \text{ C}) (3,0 \times 10^6 \text{ N/C}) \\ &= 144 \times 10^{-3} \text{ Nm} \end{aligned}$$

8. Apabila dipol yang sama pada soal no. 7 mempunyai posisi angular mula-mula $\theta_0 = 70^\circ$ dan posisi akhir $\theta_1 = 20^\circ$, maka hitunglah kerja yang dilakukan pada dipol dan energi yang tersimpan di dalam sistem tsb!

penyelesaian :

$$W = -pE \cos \theta \Big|_{70^\circ}^{20^\circ}$$

$$W = \int_{\theta_0}^{\theta_1} \tau d\theta = \int_{\theta_0}^{\theta_1} pE \sin \theta d\theta = -T \cos \theta \Big|_{\theta_0}^{\theta_1}$$


$$W = -pE \cos \theta \Big|_{70^\circ}^{20^\circ}$$

$$= (0,144 \text{ N}\cdot\text{m})(\cos 70^\circ - \cos 20^\circ)$$

$$= -0,086 \text{ J.}$$

pE = adalah torsi maksimum.

Medan listrik telah melakukan kerja $0,086 \text{ J}$ pada dipol listrik, dan ini adalah jumlah energi yang tersimpan di dalam sistem medan-dipol listrik.

www.kuFi.com

