

A. Pertanyaan

① menurut hukum gauss,

$$\oint E dA = \frac{\sum q_{enc}}{\epsilon_0}$$

a) benar

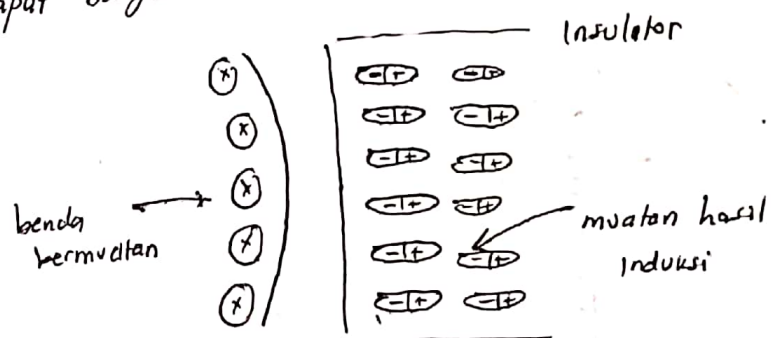
jika muatan total ($\sum q_{enc}$) yang di lingkupi adalah nol, maka $E = 0$

b) salah

jika $E = 0$ maka terdapat muatan yang di lingkupi gauss, namun jumlah muatan total yang di lingkupi adalah nol ($\sum q_{enc} = 0$)

②

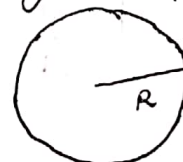
Insulator atau isolator adalah bahan yang seluruh elektronnya terikat pada atom dan tidak dapat bergerak bebas melalui bahan.



Pada kebanyakan molekul netral, titik pusat muatan positifnya berada pada titik yang sama dengan titik pusat muatan negatif. Dengan adanya benda bermuatan, titik-titik pusat setiap molekul dalam insulator akan sedikit bergeser sehingga menghasilkan suatu lapisan pada permukaan insulator.

Medan listrik didalam insulator adalah seragam dan nilainya bergantung jarak insulator

Berdasarkan hukum Gauss:



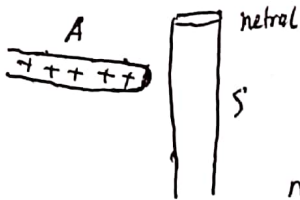
$$\oint E dA = \frac{q_{enc}}{\epsilon_0}$$

$$E 4\pi r^2 = \frac{\rho V_{gauss}}{\epsilon_0}$$

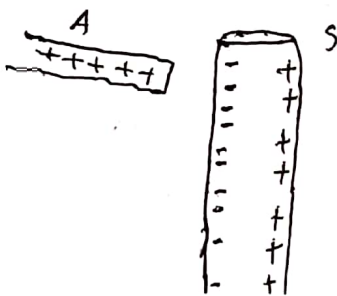
$$= \frac{Q}{\frac{4}{3}\pi R^3 \epsilon_0} \cdot \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$\vec{E} = \frac{Qr}{4\pi\epsilon_0 R^3} \hat{r}$$

3 (i)

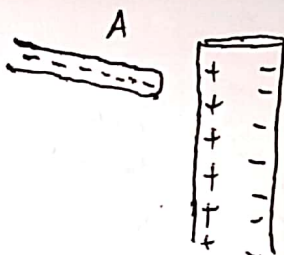


Jika kita mendekatkan logam A (yang bermuatan positif) ke dekat logam S (netral), tanpa betul-betul menyentuhnya, maka elektron-elektron bebas dalam logam S ditarik oleh muatan positif berlebih pada batang A. Sehingga elektron bergeser ke kiri mendekati batang A.



elektron-elektron tidak dapat melepaskan diri dari silinder logam S karena tempat penopangnya dan udara disekeliling adalah isolator. Maka kita mendapati kelebihan muatan negatif di permukaan kiri S dan kekurangan muatan negatif (yakni, sebuah muatan positif neto) di sebelah kanan kelebihan muatan ini dinamakan muatan induksi (Induced charge)

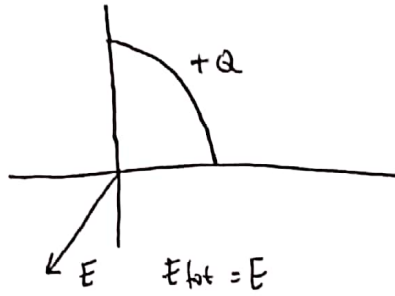
(ii)



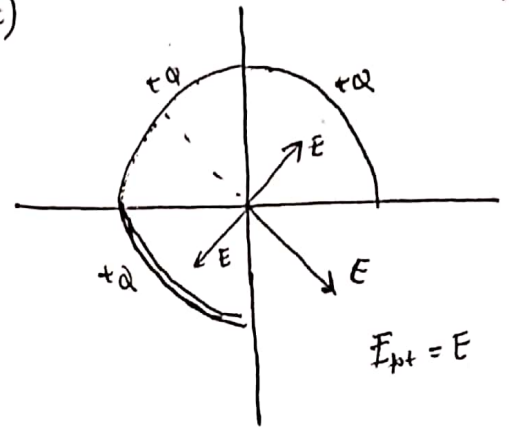
Sama dengan keadaan (i), bedanya kelebihan muatan negatif terdapat di permukaan kanan (S) dan kekurangan muatan negatif di sebelah kanan logam S.

4

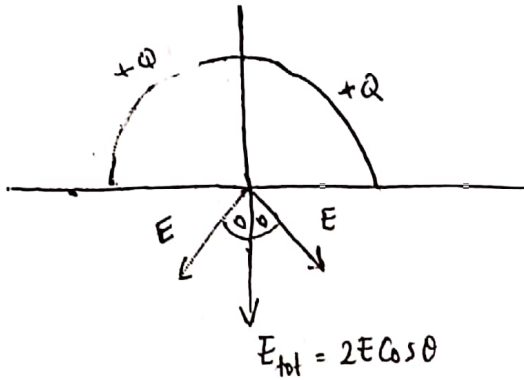
a)



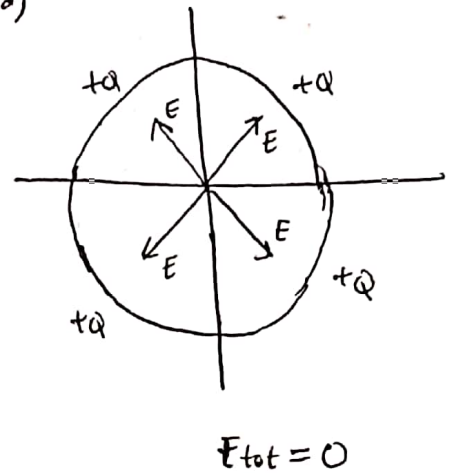
c)



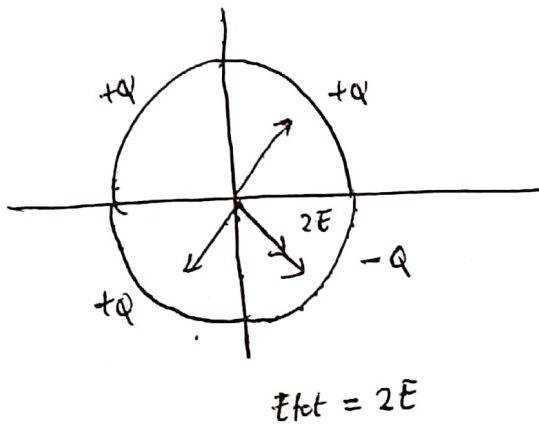
b)



d)



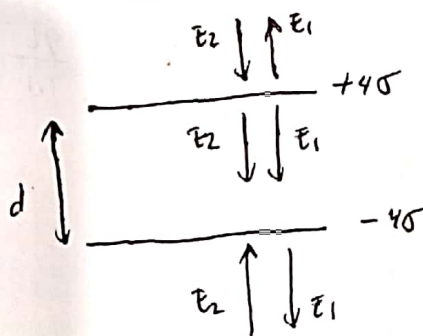
e)



Jadi, urutan medan di pusat koordinat mulai dari yang terbesar, adalah : e, b, a dan c sama, d (nol).

5

Keadaan 1



$$E \text{ diantara plat} = E_1 + E_2$$

$$= \frac{|G_1|}{2\epsilon_0} + \frac{|G_2|}{2\epsilon_0}$$

$$= \frac{45}{2\epsilon_0} + \frac{45}{2\epsilon_0}$$

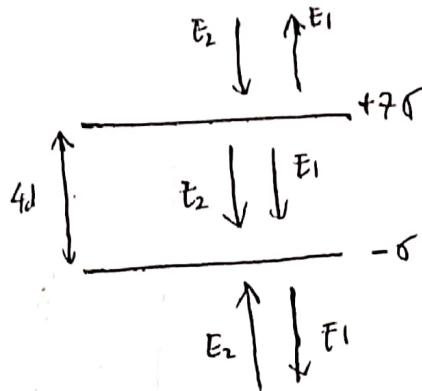
$$E = \frac{45}{\epsilon_0}$$

*) Kasus 1

percepatan elektron:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m} = \frac{q}{m} \left(\frac{45}{\epsilon_0} \right) \text{ m/s}^2$$

*) Kasus 2



$$E_{\text{diantara plat}} = E_1 + E_2$$

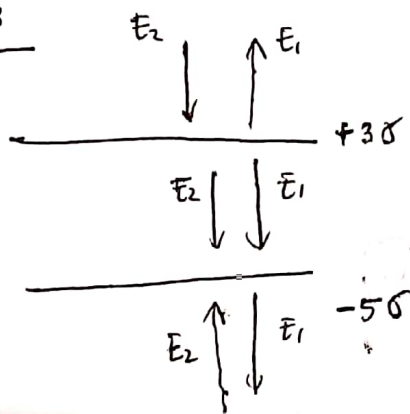
$$= \frac{|75|}{2\epsilon_0} + \frac{|-5|}{2\epsilon_0}$$

$$E = \frac{45}{\epsilon_0}$$

percepatan elektron:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m} = \frac{q}{m} \left(\frac{45}{\epsilon_0} \right) \text{ m/s}^2$$

*) Kasus 3



$$E_{\text{diantara plat}} = E_1 + E_2$$

$$= \frac{|35|}{2\epsilon_0} + \frac{|-55|}{2\epsilon_0}$$

$$E = \frac{45}{\epsilon_0}$$

percepatan elektron:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m} = \frac{q}{m} \left(\frac{45}{\epsilon_0} \right) \text{ m/s}^2$$

B. SOAL

$$\textcircled{1} \quad E_1 = k \frac{q_1}{r_1^2} \quad \text{dan} \quad E_2 = k \frac{q_2}{r_2^2}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{k \frac{q}{r_1^2}}{k \frac{q}{r_2^2}}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \left(\frac{r_2}{r_1} \right)^2$$

$$\frac{248}{132} = \left(\frac{r_2}{r_1} \right)^2$$

$$\sqrt{1,878} = \frac{r_2}{r_1}$$

$$\frac{r_2}{r_1} = 1,37$$

$$\textcircled{2} \quad \text{fluks total} : \phi_1 + \phi_2 + \phi_3$$

ϕ_1 = fluks yang melewati sisi lingkaran kiri

$$\phi_1 = \vec{E} \cdot A \hat{n}$$

$$= 2E_0(x+1)\hat{i} \cdot \pi r^2(-\hat{i})$$

$$= -2E_0\pi r^2(x+1)$$

Pada sisi ini terletak di $x=0$, maka $\phi_1 = -2E_0\pi r^2(0+1)$

$$\phi_1 = -2E_0\pi r^2$$

② ϕ_2 = fluks yang melalui permukaan selimut

perkalian \vec{E} dengan \hat{A}_n selalu tegak lurus dimanaapun letak titik pada luas A selimut

$$\phi_2 = EA \cos \theta$$

$$\phi_2 = 2E_0(x+1)(2\pi rL) \cos \frac{\pi}{2}$$

$$\phi_2 = 0$$

ϕ_3 = fluks yang melalui sisi lingkaran kanan

$$\begin{aligned}\phi_3 &= \vec{E} \cdot A\hat{n} \\ &= 2E_0(x+1)\hat{i} \cdot (\pi r^2)\hat{i}\end{aligned}$$

$$\phi_3 = 2E_0(x+1)\pi r^2$$

Sisi ini terletak pada $x=L$, maka :

$$\phi_3 = 2E_0(L+1)\pi r^2$$

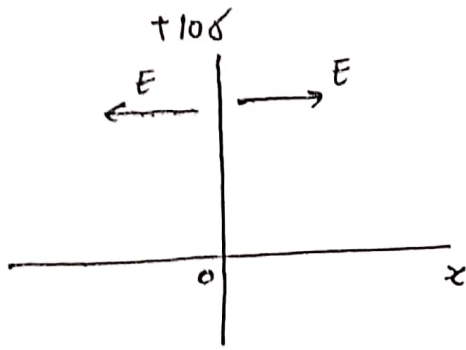
sehingga fluks total pada seluruh permukaan silinder :

$$\phi_{\text{total}} = \phi_1 + \phi_2 + \phi_3$$

$$= -2E_0\pi r^2 + 0 + 2E_0\pi r^2(L+1)$$

$$\phi_{\text{total}} = 2E_0\pi r^2L \quad \text{N.m}^2/\text{C}$$

3) a)



maka: $|E| = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$

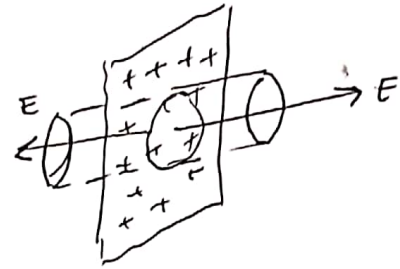
• untuk daerah $x > 0$

$$\vec{E} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \hat{i}$$

• untuk daerah $x < 0$

$$\vec{E} = -\frac{\sigma}{2\epsilon_0} \hat{i}$$

medan listrik akibat plat tipis non konduksi :

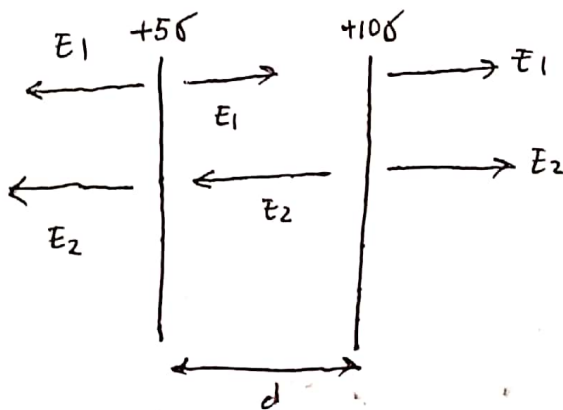


$$\oint E \cdot dA = \frac{q_{enc}}{\epsilon_0}$$

$$E \cdot 2A = \frac{\sigma A}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

b)



•) untuk daerah $x < d$

$$\vec{E} = -\vec{E}_1 - \vec{E}_2$$

$$= -\frac{|5\sigma|}{2\epsilon_0} - \frac{|10\sigma|}{2\epsilon_0}$$

$$\vec{E} = -\frac{15\sigma}{2\epsilon_0} \hat{i}$$

• untuk daerah $0 < x < d$

$$\vec{E} = \vec{E}_1 - \vec{E}_2$$

$$= \frac{|5\sigma|}{2\epsilon_0} - \frac{|10\sigma|}{2\epsilon_0}$$

$$\vec{E} = -\frac{5\sigma}{2\epsilon_0} \hat{i}$$

3) b) untuk daerah $x > d$

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

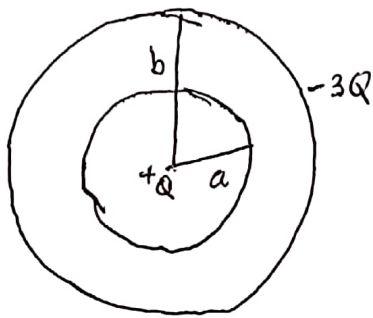
$$= \frac{156}{2\epsilon_0} + \frac{106}{2\epsilon_0}$$

$$\vec{E} = \frac{156}{2\epsilon_0} \hat{i}$$

c) Jika muatan $+Q$ di letakan diantara plat, maka akan mengalami gerakan ke arah kiri (sumbu x negatif) karena \vec{F} ke arah kiri, dengan lintasan lurus.

4

a)



o) Daerah $r < a$

$$\oint E dA = \frac{q_{enc}}{\epsilon_0}$$

$$E 4\pi r^2 = \frac{+Q}{\epsilon_0}$$

$$\vec{E} = \frac{+Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \hat{r}$$

o) Daerah $a \leq r < b$

Daerah ini merupakan daerah didalam bola konduktor,

sehingga $E = 0$,

$$\text{atau: } \oint E dA = \frac{q_{enc}}{\epsilon_0}$$

$$E 4\pi r^2 = \frac{+Q - Q}{\epsilon_0} \leftarrow \text{muatan induksi}$$

$$E = 0$$

4) a) Dacraah $r > b$

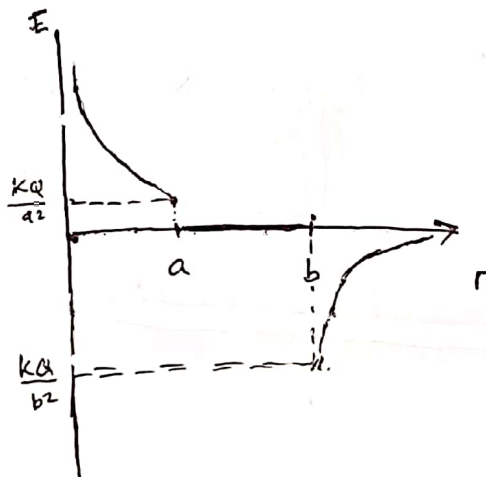
$$\oint E dA = \frac{q_{enc}}{\epsilon_0}$$

$$E 4\pi r^2 = \frac{+Q - Q - 2Q}{\epsilon_0}$$

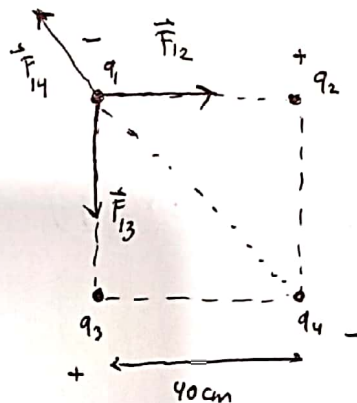
$$E 4\pi r^2 = \frac{-2Q}{\epsilon_0}$$

$$\vec{E} = -\frac{2Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \hat{r}$$

b) Kurva E terhadap r



5)



$$\vec{F}_{12} = k \frac{q_1 q_2}{|r_{12}|^2} \hat{i}$$

$$= 9 \times 10^9 \frac{(q)^2}{(0,4)^2} \hat{i}$$

$$= \frac{9 \times 10^9}{16 \times 10^{-2}} \cdot (3 \times 10^{-6})^2$$

$$= \frac{81 \times 10^9 \times 10^{-12}}{16 \times 10^{-2}}$$

$$\vec{F}_{12} = 5 \times 10^{-1} N \hat{i}$$

$$\vec{F}_{12} = k \frac{q_1 q_2}{|r_{12}|^2} (-\hat{j})$$

$$= \frac{9 \times 10^9 (3 \times 10^{-6})^2}{(0,4)^2} (-\hat{j})$$

$$= 5,1 \times 10^{-1} \text{ N } (-\hat{j})$$

$$\vec{F}_{13} = -5,1 \times 10^{-1} \text{ N } \hat{j}$$

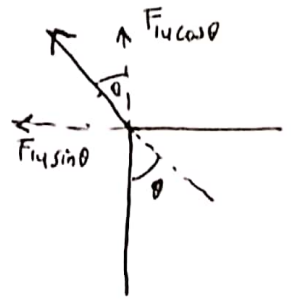
$$\vec{F}_{14} = -F_{14} \sin \theta \hat{i} + F_{14} \cos \theta \hat{j}$$

$$\vec{F}_{14} = k \frac{q_1 q_4}{|r_{14}|^2}$$

$$= \frac{9 \times 10^9 (3 \times 10^{-6})^2}{(0,4\sqrt{2})^2}$$

$$= \frac{8,1 \times 10^{-3}}{32 \times 10^{-2}}$$

$$F_{14} = 2,5 \times 10^{-1}$$



maka: $\vec{F}_{14} = -2,5 \times 10^{-1} \sin 45^\circ \hat{i} + 2,5 \times 10^{-1} \cos 45^\circ \hat{j}$

$$= -2,5 \times 10^{-1} \left(\frac{1}{2}\sqrt{2}\right) \hat{i} + 2,5 \times 10^{-1} \left(\frac{1}{2}\sqrt{2}\right) \hat{j}$$

$$\vec{F}_{14} = (-1,8 \times 10^{-1} \hat{i} + 1,8 \times 10^{-1} \hat{j}) \text{ N}$$

Jadi, gaya yang dialami q_1 adalah:

$$\vec{F}_1 = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{13} + \vec{F}_{14}$$

$$= 5 \times 10^{-1} \hat{i} + (-5,1 \times 10^{-1}) \hat{j} + (-1,8 \times 10^{-1} \hat{i} + 1,8 \times 10^{-1} \hat{j})$$

$$\vec{F}_1 = (3,2 \times 10^{-1} \hat{i} - 3,3 \times 10^{-1} \hat{j}) \text{ N}$$

6

a

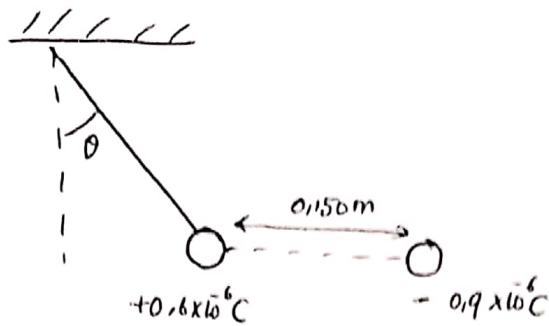
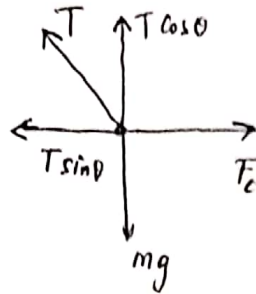


Diagram bebas gaya nya :



$$\sum F_x = 0$$

$$\text{dan } \sum F_y = 0$$

$$F_e - T \sin \theta = 0$$

$$T \cos \theta - mg = 0$$

$$T \sin \theta = F_e \dots 1) \quad T \cos \theta = mg \dots 2)$$

Bagi pers (1) dan pers (2), maka :

$$\frac{T \sin \theta}{T \cos \theta} = \frac{F_e}{mg}$$

$$\tan \theta = \frac{k \frac{q_1 q_2}{r^2}}{mg}$$

b) gaya tegangan benang,

$$T \cos \theta = mg$$

$$T = \frac{mg}{\cos \theta}$$

$$= \frac{8 \times 10^{-2} (9,8)}{\cos (87,87)}$$

$$= \frac{78,4 \times 10^{-2}}{3,25}$$

$$= 24 \times 10^{-2}$$

$$T = 0,24 \text{ N}$$

==

$$\tan \theta = k \frac{q_1 q_2}{mg r^2}$$

$$= \frac{9 \times 10^9 (0,6 \times 10^{-6}) (0,9 \times 10^{-6})}{8 \times 10^{-2} (0,150)^2}$$

$$= \frac{4,86 \times 10^{-3}}{0,18 \times 10^{-2}}$$

$$= 27 \times 10^{-1}$$

$$\tan \theta = 2,7$$

$$\theta = 87,87^\circ$$

==

7

Bola konduktor pejal dengan jari-jari R

a) $r > R$

$$\oint E dA = \frac{q_{enc}}{\epsilon_0}$$

$$E 4\pi r^2 = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

b) $r = R$

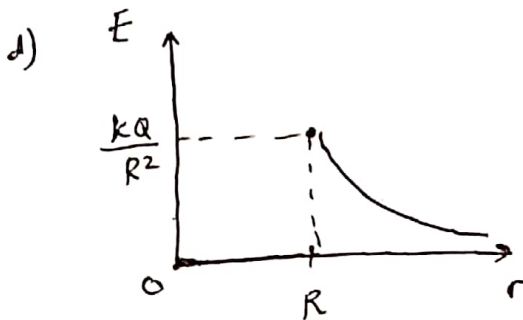
$$\oint E dA = \frac{q_{enc}}{\epsilon_0} \rightarrow E \cdot 4\pi r^2 = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^2}$$

c) $r < R$ (di dalam bola konduktor)

$$\oint E dA = \frac{q_{enc}}{\epsilon_0}$$

$$E 4\pi r^2 = \frac{0}{\epsilon_0} \rightarrow E = 0$$



8

$$E = \sum \frac{kq}{r^2} \hat{r}$$

$$= \frac{kq}{a^2} (-\hat{i}) + \frac{kq}{(2a)^2} (-\hat{i}) + \frac{kq}{(3a)^2} (-\hat{i}) + \dots = -\frac{kq}{a^2} \hat{i} \left(1 + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} + \dots \right)$$

$$\vec{E} = -\frac{\pi^2 kq}{6a^2} \hat{i}$$

$$\text{dengan } k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

9) $E = 1,40 \times 10^6 \text{ N/C}$

$$V = \frac{1}{10} c$$

$$V = V_0 + at \rightarrow 0,1 \times 3 \times 10^8 \text{ m/s} = 0 + at$$

$$0,3 \times 10^8 = at$$

$$t = \frac{0,3 \times 10^8}{\left(\frac{F}{m}\right)}$$

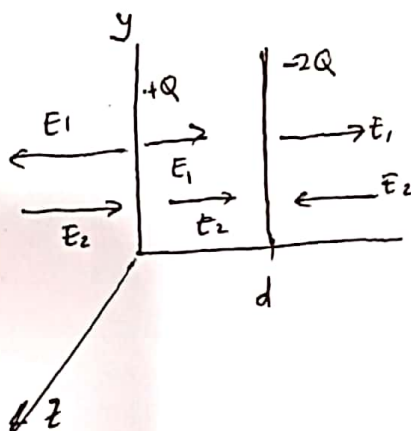
$$= \frac{0,3 \times 10^8}{\frac{qE}{m}} = m_e \times \frac{0,3 \times 10^8}{qE}$$

$$= \frac{9,1 \times 10^{-31} \times 0,3 \times 10^8}{1,6 \times 10^{-19} (1,4 \times 10^6)}$$

$$= \frac{2,73 \times 10^{-23}}{2,24 \times 10^{-13}}$$

$$t = 1,2 \times 10^{-10} \text{ s}$$

10



kita ketahui E akibat lempeng non konduksi

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

*) daerah $x < 0$

$$E = -E_1 + E_2$$

$$= \frac{-|Q|}{2\epsilon_0} + \frac{|-2Q|}{2\epsilon_0}$$

$$\vec{E} = \frac{Q}{2\epsilon_0} \hat{i}$$

10

• Daerah $0 < x < d$

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

$$= \frac{|Q|}{2\epsilon_0} + \frac{|-2Q|}{2\epsilon_0}$$

$$\vec{E} = \frac{3}{2} \frac{Q}{\epsilon_0} \hat{i}$$

• Daerah $x > d$

$$\vec{E} = \vec{E}_1 - \vec{E}_2$$

$$= \frac{Q}{2\epsilon_0} - \frac{|-2Q|}{2\epsilon_0}$$

$$\vec{E} = -\frac{Q}{2\epsilon_0} \hat{i}$$

Good luck

disusun oleh : Ka Uluwan Alwan Verschuur

• Youtube : BerfisiKa.com

• MesConsulting