

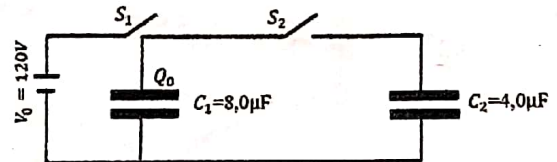


Gunakan : $\epsilon_0 = 8,854 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$, $k = 1/4\pi\epsilon_0 = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m/A}$

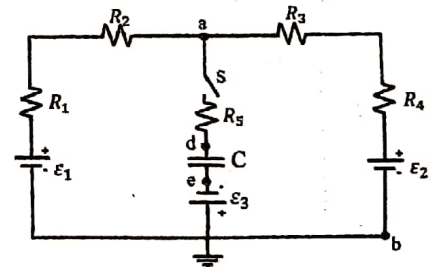
1. Sebuah batang dengan panjang $2a$ bermuatan positif dengan rapat muatan per satuan panjang $\lambda = 2x \text{ C/m}^2$. Batang berada di sumbu x dengan salah satu ujung batang berjarak d dari titik $(0,0)$ (lihat gambar).



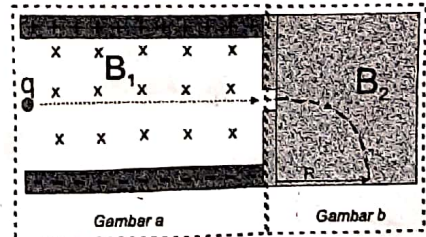
- Formulasikan besar elemen medan listrik (dE) di titik $(0,0)$ yang ditimbulkan oleh elemen muatan pada batang sebesar dq yang terletak di posisi x .
 - Tentukan besar medan listrik (E) di titik $(0,0)$ oleh seluruh muatan pada batang.
 - Jika di titik $(0,0)$ diletakkan muatan sebesar $+Q'$, hitung besar gaya yang dialami oleh muatan Q' akibat seluruh muatan pada batang.
2. Sebuah bola isolator pejal berjari-jari R memiliki muatan $+Q$ yang tersebar merata.
- Dengan menggunakan hukum Gauss, tentukan medan listrik di dalam dan di luar bola.
 - Dari hasil (a), tentukanlah potensial listrik di luar bola dan di dalam bola (asumsikan $V = 0$ pada $r \rightarrow \infty$).
 - Buat sketsa grafik $E(r)$ dan $V(r)$ sebagai fungsi r .
3. Ketika saklar S_1 di tutup dan saklar S_2 dalam keadaan terbuka, kapasitor pelat sejajar dengan kapasitansi $C_1 = 8,0 \mu\text{F}$ terhubung dengan sumber tegangan DC, $V_0 = 120\text{V}$ hingga kapasitor C_1 terisi penuh muatan (Q_0).

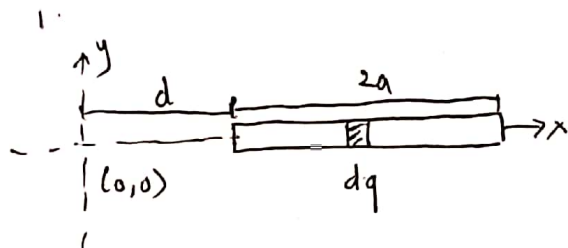


- Berapa besar muatan (Q_0) dan energi yang tersimpan di dalam kapasitor C_1 ?
 - Setelah itu saklar S_1 dibuka dan saklar S_2 ditutup. Jika kapasitor $C_2 = 4,0 \mu\text{F}$ awalnya kosong (tidak berisi muatan listrik), tentukan beda potensial pada masing-masing kapasitor (V_1 dan V_2) dan besar muatan pada masing-masing kapasitor (Q_1 dan Q_2) dalam keadaan tunak.
 - Berapa besar energi akhir dari sistem ini dalam kondisi (b).
4. Rangkaian arus searah terdiri atas resistor, baterai dan kapasitor (dalam keadaan kosong) seperti tampak pada gambar disamping. Diketahui $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 1\text{k}\Omega$, $R_5 = 2\text{k}\Omega$ dan $\mathcal{E}_1 = 8\text{V}$, $\mathcal{E}_2 = 4\text{V}$ serta $\mathcal{E}_3 = 6\text{V}$. Sebuah kapasitor $C = 10 \mu\text{F}$ dihubungkan dengan rangkaian melalui sebuah saklar S .



- Hitung arus yang melalui R_5 sesaat setelah saklar ON (tertutup), dan hitung pula daya pada R_5
 - Hitung arus yang melalui R_2 dan R_3 , jika saklar ON dan kapasitor sudah terisi penuh dengan muatan (tunak). Hitung pula V_{ab}
 - Tentukan muatan yang tersimpan dalam kapasitor.
5. Sebuah spektrometer massa terdiri atas dua bagian besar yaitu selektor kecepatan (Gambar a) dan Siklotron (Gambar b) seperti ditunjukkan pada gambar di bawah. Selektor kecepatan terdiri atas dua pelat yang dihubungkan dengan beda potensial listrik sehingga menghasilkan medan listrik sebesar $E = 10^6 \text{ V/m}$. Dalam selektor kecepatan tersebut diberikan medan magnet \vec{B}_1 yang arahnya masuk bidang kertas dan pada bagian Siklotron diberikan medan magnet $B_2 = 0,4 \text{ T}$. Sebuah partikel dengan muatan q (dalam C) dan massa m (dalam kg) ditempatkan pada bagian ujung kiri selektor kecepatan, kemudian bergerak dengan lintasan berupa garis lurus (garis putus putus). Partikel tersebut kemudian memasuki daerah medan magnet \vec{B}_2 dan bergerak di dalam daerah bermedan magnet tersebut dengan lintasan $1/4$ lingkaran dengan jejari 1 m .
- Tentukan jenis muatan partikel tersebut (positif/negatif/netral) dan arah medan magnet \vec{B}_2 , Jelaskan !
 - Tentukan besar medan magnet \vec{B}_1 yang harus diberikan di daerah antar pelat pada selektor kecepatan tersebut agar partikel yang lolos melalui celah dan masuk ke daerah medan magnet B_2 memiliki kecepatan $v = 4 \times 10^7 \text{ m/s}$.
 - Tentukan besar perbandingan m/q dari partikel tersebut.





$$\lambda = 2x$$

$$dq = \lambda \cdot dx$$

Hukum Coulumb

$$dq = 2x \cdot dx$$

$$dE = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dq}{r^2}$$

$$dE = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{2x \cdot dx}{x^2}$$

$$dE = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{2}{x} \cdot dx$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot 2 \int_d^{d+2a} \frac{1}{x} \cdot dx$$

$$E = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \ln x \Big|_d^{d+2a}$$

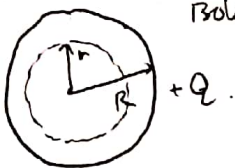
$$E = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \ln \left[\frac{d+2a}{d} \right]$$

Jika di titik (0,0) diletakkan muatan +Q'

Gaya yang timbul

$$F = qE = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0} \ln \left[\frac{d+2a}{d} \right]$$

2. Isolator pejal.



Hukum Gauss

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q_{enc}}{\epsilon_0}$$

Untuk di dalam bola isolator

$$q_{enc} = \frac{r^3}{R^3} Q$$

$$E_1 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^3} r \quad (0 < r < R)$$

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

$$E \cdot 4\pi r^2 = \frac{r^3}{R^3} \frac{Q}{\epsilon_0}$$

di luar isolator

$$q_{enc} = Q$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q_{enc}}{\epsilon_0}$$

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

$$E_2 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad (r > R)$$

Potensial di luar bola

$$V(r) - V_{\infty} = - \int_{\infty}^r E_2(r) \cdot dr$$

$$V(r) - 0 = - \int_{\infty}^r \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \cdot dr$$

$$V(r) = - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left[-\frac{1}{r} \right]_{\infty}^r$$

$$V(r) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{r}$$

Potensial di dalam bola

$$V(r) - V_{\infty} = - \int_{\infty}^R E_2(r) \cdot dr - \int_R^r E_1(r) \cdot dr$$

$$= - \int_{\infty}^R \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{r^2} \cdot dr - \int_R^r \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^3} r \cdot dr$$

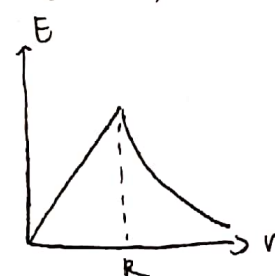
$$= - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left[-\frac{1}{r} \right]_{\infty}^R - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^3} \left[\frac{1}{2} r^2 \right]_R^r$$

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{R} - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^3} \frac{1}{2} (r^2 - R^2)$$

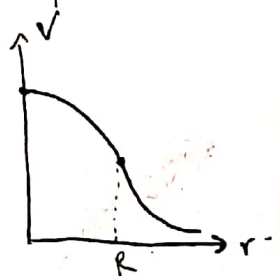
$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{R} - \frac{Q}{8\pi\epsilon_0 R^3} r^2 + \frac{Q}{8\pi\epsilon_0 R}$$

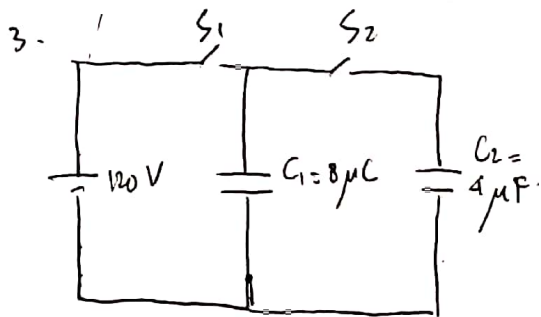
$$= \frac{3Q}{8\pi\epsilon_0} \frac{1}{R} - \frac{Q}{8\pi\epsilon_0} \frac{r^2}{R^3}$$

Graph E(r)



Graph V(r)





Saat S_1 ditutup, S_2 dibuka.
tensi penuh (Q_0).

$$Q_0 = C \cdot V$$

$$= 8 \cdot 10^{-6} \cdot 120$$

$$= 960 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$= 960 \mu\text{C}$$

Energi yang tersimpan C_1

$$U = \frac{1}{2} \cdot C V^2 = \frac{1}{2} \cdot 8 \cdot 10^{-6} \cdot 120^2$$

$$= 576 \cdot 10^{-4} \text{ J}$$

$$= 0,0576 \text{ J}$$

Sekarang S_1 dibuka, Saklar S_2 ditutup
 C_2 awalnya kosong, maka muatan
dari C_1 akan mengalir ke C_2
maka

$$q_1 + q_2 = Q_0$$

saat dalam keadaan tunak

$$V_1 = V_2$$

$$\frac{q_1}{C_1} = \frac{q_2}{C_2}$$

$$\frac{q_1}{8} = \frac{q_2}{4}$$

$$q_1 = 2q_2$$

$$2q_2 + q_2 = Q_0$$

$$q_2 = \frac{Q_0}{3} = \frac{960}{3} = 320 \mu\text{C}$$

$$q_1 = 2 \cdot q_2 = 2(320) = 640 \mu\text{C}$$

$$V_1 = \frac{q_1}{C_1} = \frac{640 \mu\text{C}}{8 \mu\text{F}} = 80 \text{ V}$$

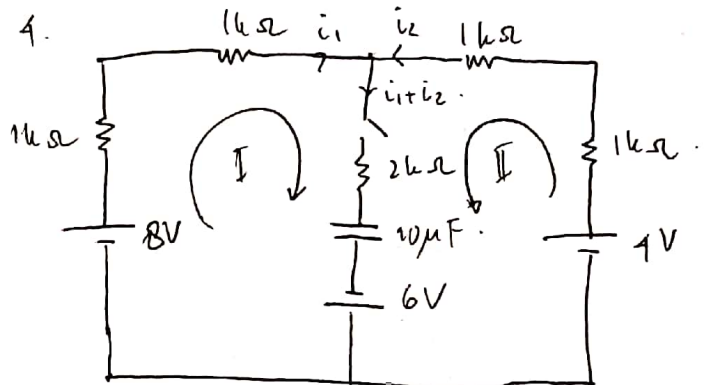
$$V_2 = \frac{q_2}{C_2} = \frac{320 \mu\text{C}}{4 \mu\text{F}} = 80 \text{ V}$$

Energi yang disimpan

$$U_1 = \frac{1}{2} \cdot C_1 V_1^2 = \frac{1}{2} \cdot 8 \cdot 10^{-6} \cdot 80^2$$

$$= 256 \cdot 10^{-4} \text{ J}$$

$$U_2 = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 80^2 \cdot 10^{-6} = 128 \cdot 10^{-4} \text{ J}$$



Ketika saklar di tutup, akan timbul
arus sesaat, maka kita anggap C sebagai
kabel

$$+8 - 2k i_1 - 2k(i_1 + i_2) + 6 = 0$$

$$+4k i_1 + 2k i_2 = 14 \dots \textcircled{1}$$

$$+4 - 2k i_2 - 2k(i_1 + i_2) + 6 = 0$$

$$2k i_1 + 4k i_2 = 10 \dots \textcircled{2}$$

Jumlahkan Pers ① dan ②

$$6k(i_1 + i_2) = 24$$

$$i_1 + i_2 = \frac{24}{6 \cdot 10^3} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

$$i_{RS} = 4 \text{ mA}$$

$$P = i^2 R = (4 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 2 \cdot 10^3 = 32 \cdot 10^{-3} \text{ W}$$

b. Saat keadaan tunak, arus tidak mengalir
di R_5

$$i_{\text{total}} = \frac{8-4}{(1+1+1)k} = \frac{4}{4 \cdot 10^3} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

$$V_{ab} = V_a - V_b = 2 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^{-3} + 4$$

$$= 6 \text{ V}$$

c. Muatan yang tersimpan di kapasitor.



$$V_{ab} = 6V$$

V di kapasitor (V_c)

$$V_{ab} = V_c - \epsilon_3$$

$$V_c = 6 + 6 = 12V$$

$$q = C \cdot V = 10 \cdot 10^{-6} \cdot 12 = 120 \mu C$$

Perbandingan $\frac{m}{q}$.

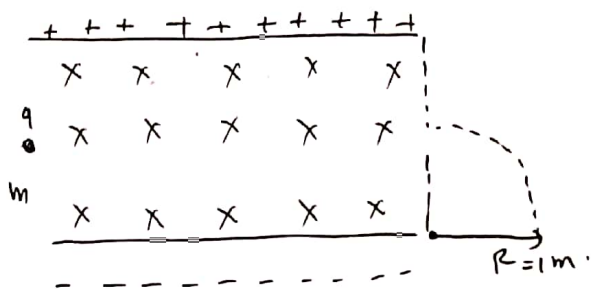
Saat di daerah. Selektor, partikel mengalami gaya sentripetal dan gaya magnet

$$F_s = F_B$$

$$\frac{mv^2}{R} = qvB$$

$$\frac{m}{q} = \frac{BR}{v} = \frac{0,4 \cdot 1}{4 \cdot 10^7} = \frac{1}{10^8} = 10^{-8}$$

5.



$$E = 10^6 \frac{V}{m} \quad B_2 = 0,4 T$$

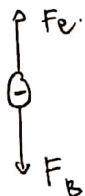
a. Saat berada di selektor partikel mengalami gaya elektro statis dan magnet

Asumsi muatan positif, maka diagram gaya



maka arah B_z keluar bidang kertas agar mengalami Lorentz sesuai lintasan

Asumsi muatan negatif, diagram gaya



maka arah B_z masuk bidang kertas agar mengalami Lorentz sesuai lintasan.

Saat berada di selektor.

$$F_E = F_B$$

$$qE = qv \times B = qvB_1$$

$$B_1 = \frac{E}{v} = \frac{1 \cdot 10^6}{4 \cdot 10^7} = \frac{1}{40} = 0,025 T$$