

Tetapan yang dapat digunakan :

$$k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ WbA}^{-1} \text{ m}^{-1}$$

Untuk soal no 1 s/d 4

Sebuah benda bermuatan $6\mu\text{C}$, dan sebuah titik A berada pada jarak 30 cm dari muatan tersebut.

1. Kuat medan di titik A adalah ... N/C.

- A. $2 \cdot 10^5$
- B. $4 \cdot 10^5$
- C. $6 \cdot 10^5$
- D. $8 \cdot 10^5$
- E. $1 \cdot 10^6$

Pembahasan :

$$E = k \cdot \frac{Q}{r^2} = (9 \cdot 10^9) \frac{(6 \cdot 10^{-6})}{(30 \cdot 10^{-2})^2} = \frac{(9 \cdot 10^9)(6 \cdot 10^{-6})}{(9 \cdot 10^2)(10^{-4})} = 6 \cdot 10^5 \text{ N/C}$$

2. Potensial listrik di titik A adalah ... V.

- A. $3 \cdot 10^4$
- B. $6 \cdot 10^4$
- C. $9 \cdot 10^4$
- D. $18 \cdot 10^4$
- E. $27 \cdot 10^4$

Pembahasan :

$$V = k \cdot \frac{Q}{r} = (9 \cdot 10^9) \frac{(6 \cdot 10^{-6})}{(30 \cdot 10^{-2})} = 18 \cdot 10^4 \text{ V}$$

3. Jika di titik A diletakkan muatan sebesar $5\mu\text{C}$, gaya Coulomb kedua muatan adalah ... N.

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4
- E. 5

Pembahasan :

$$F = k \cdot \frac{Qq}{r^2} = (9 \cdot 10^9) \frac{(6 \cdot 10^{-6})(5 \cdot 10^{-5})}{(30 \cdot 10^{-2})^2} = \frac{(9 \cdot 10^9)(6 \cdot 10^{-6})(5 \cdot 10^{-5})}{(9 \cdot 10^2)(10^{-4})} = 3 \text{ N}$$

4. Jika pada soal no 3, muatan $5\mu C$ digeser 10 cm mendekati muatan sumber $6\mu C$, maka energi yang diperlukan adalah ... J.
- A. 0,15
 - B. 0,30
 - C. 0,45
 - D. 0,60
 - E. 0,75

Pembahasan :

$$EPL = k \cdot Qq \left(\frac{1}{r_2} - \frac{2}{r_1} \right) = 0,45 \text{ joule}$$

5. Medan listrik sebesar 6 N/C menembus bidang persegi yang mempunyai panjang sisi 3 cm. Banyaknya fluks listrik jika sudut antara medan listrik dan garis normal bidang 45° adalah ... Nm^2/C .
- A. $2,7 \cdot 10^{-3}\sqrt{2}$
 - B. $1,8 \cdot 10^{-3}\sqrt{2}$
 - C. $9 \cdot 10^{-4}\sqrt{2}$
 - D. $6 \cdot 10^{-4}\sqrt{2}$
 - E. $3 \cdot 10^{-4}\sqrt{2}$

Pembahasan :

$$\Phi_{\text{listrik}} = E \cdot A \cdot \cos\theta = (6)(3 \cdot 10^{-2})^2 \left(\frac{1}{2}\sqrt{2} \right) = 2,7 \cdot 10^{-3}\sqrt{2} Nm^2 / C$$

6. Dua buah keping sejajar berupa persegi dengan panjang sisi 4 cm bermuatan $32\mu C$ terpisah pada jarak tertentu. Rapat muatan yang terjadi sebesar ... C/m^2 .
- A. $1 \cdot 10^{-2}$
 - B. $2 \cdot 10^{-2}$
 - C. $3 \cdot 10^{-2}$
 - D. $4 \cdot 10^{-2}$
 - E. $5 \cdot 10^{-2}$

Pembahasan :

$$\sigma = \frac{Q}{A} = 2 \cdot 10^{-2}$$

7. Sebuah konduktor bola berongga bermuatan $18\mu C$ mempunyai jari-jari 6 cm. Kuat medan listrik di permukaan bola adalah ... N/C.
- A. $7,5 \cdot 10^7$
 - B. $6,0 \cdot 10^7$

- C. $4,5 \cdot 10^7$
- D. $3,0 \cdot 10^7$
- E. $1,5 \cdot 10^7$

Pembahasan :

$$E = k \frac{Q}{R^2} = 4,5 \cdot 10^7 \text{ N/C}$$

8. Sebuah kawat lurus sangat panjang dialiri arus 3 A ke arah sumbu +y (atas), maka besar kuat medan magnet pada titik P yang berjarak 6 cm di sebelah kiri kawat adalah ... T.
- A. $\pi \cdot 10^{-5}$
 - B. $1 \cdot 10^{-5}$
 - C. $\pi \cdot 10^{-7}$
 - D. $1 \cdot 10^{-7}$
 - E. $0,75 \cdot 10^{-7}$

Pembahasan :

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi \cdot a} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

9. Seutas kawat dilengkungkan menjadi lingkaran. Kawat diberi arus 2 A, maka besar kuat medan magnet yang dihasilkan pada titik P di pusat lingkaran yang berdiameter 4 cm adalah ... T
- A. $2\pi \cdot 10^{-5}$
 - B. $2 \cdot 10^{-5}$
 - C. $2\pi \cdot 10^{-7}$
 - D. $1 \cdot 10^{-7}$
 - E. $\pi \cdot 10^{-7}$

Pembahasan :

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot a} = 2\pi \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

10. Sebuah solenoida sepanjang 5 cm terdapat 20 lilitan. Jika kawat dialiri arus 4 A, maka besar kuat medan magnet yang dihasilkan pada pusat solenoida adalah ... T.
- A. $16\pi \cdot 10^{-5}$
 - B. $16\pi \cdot 10^{-7}$
 - C. $16 \cdot 10^{-5}$
 - D. $64\pi \cdot 10^{-5}$
 - E. $64 \cdot 10^{-5}$

Pembahasan :

$$B = \frac{N}{L} \mu_0 I = 64\pi \cdot 10^{-5} T$$

11. Pada ilustrasi soal solenoida nomor 10, kuat medan magnet yang dihasilkan pada ujung solenoida adalah ... T.
- A. $16\pi \cdot 10^{-5}$
 - B. $8\pi \cdot 10^{-7}$
 - C. $16 \cdot 10^{-5}$
 - D. $32\pi \cdot 10^{-5}$
 - E. $32 \cdot 10^{-5}$

Pembahasan :

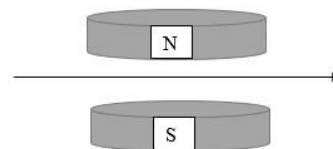
$$B = \frac{N}{2L} \mu_0 I = 32\pi \cdot 10^{-5} T$$

12. Sebuah toroida berdiameter 10 cm memiliki 25 buah lilitan. Jika arus yang mengalir adalah 5 A, maka kuat medan magnet yang dihasilkan pada pusat toroida adalah ... T.
- A. $25 \cdot 10^{-5}$
 - B. $10\pi \cdot 10^{-5}$
 - C. $25\pi \cdot 10^{-5}$
 - D. $50\pi \cdot 10^{-5}$
 - E. $5 \cdot 10^{-4}$

Pembahasan :

$$B = N \frac{\mu_0 I}{2\pi a} = 5 \cdot 10^{-4} T$$

13. Sepotong kawat berarus listrik berada dalam medan magnet homogen seperti pada gambar di samping, maka kawat tersebut akan mengalami gaya Lorentz yang arahnya
- A. menembus kertas mendekati pembaca
 - B. menembus kertas menjauhi pembaca
 - C. ke atas
 - D. ke bawah
 - E. ke segala arah



Pembahasan :

Gunakan analisis vektor dengan ketentuan:

Arah depan sebagai arah $+x$, vektor satuannya $+\hat{i}$

Arah belakang sebagai arah $-x$, vektor satuannya $-\hat{i}$

Arah kanan sebagai arah $+y$, vektor satuannya $+\hat{j}$

Arah kiri sebagai arah $-y$, vektor satuannya $-\hat{j}$

Arah atas sebagai arah $+z$, vektor satuannya $+\hat{k}$

Arah bawah sebagai arah $-z$, vektor satuannya $-\hat{k}$

Pada gambar di atas, arah arus adalah ke kanan atau $+\hat{j}$, sedangkan arah medan magnet ke bawah atau $-\hat{k}$. Gaya adalah perkalian silang atau *Cross Product* antara arus terhadap medan magnet, ditulis $\vec{F} = (+\hat{j}) \otimes (-\hat{k}) = -\hat{i}$. Dari sini dapat disimpulkan bahwa arah gaya adalah $-\hat{i}$ atau ke belakang (atau menembus kertas menjauhi pembaca).

Hint ! Ingat sifat – sifat perkalian silang atau *cross-product*

Soal ini juga dapat diselesaikan dengan kaidah tangan kanan, dengan arah ibu jari sebagai arah arus, telunjuk sebagai arah medan magnet, dan tida jari lainnya sebagai arah gaya, yang mana arah ibu jari, telunjuk dan tiga jari lainnya saling tegak lurus.

14. Jika soal no 13, kuat medan magnet besarnya 0,5 Tesla, kuat arus yang mengalir 3 Ampere, panjang kawat penghantar 5 cm, sudut antara medan magnet dan kawat penghantar sebesar 30° , maka besar gaya Lorentz yang ditimbulkan pada kawat tersebut adalah ... N.
- A. $3,75 \times 10^{-2}$
 - B. $7,5 \times 10^{-2}$
 - C. 3,75
 - D. 7,5
 - E. 15×10^{-2}

Pembahasan :

$$\vec{F} = \vec{i} l \otimes \vec{B} = i.l.B \sin \theta = 3,75.10^{-2} N$$

15. Kuat medan magnet sebuah magnet homogen sebesar 0,05 Tesla menembus bidang seluas 4 cm^2 , yang arah garis normalnya 60° terhadap arah medan magnet. Maka fluks yang menembus bidang tersebut besarnya adalah Weber.
- A. 20
 - B. 10
 - C. 10^{-6}
 - D. 10^{-5}
 - E. $10\sqrt{3} \times 10^{-5}$

Pembahasan :

$$\Phi_{magnet} = B.A.\cos\theta = (0,05)(4.10^{-2})^2(\frac{1}{2}) = 10^{-5} \text{ weber}$$

Essay

Prosedur pengerjaan essay adalah adanya : diketahui, ditanyakan, gambar bila perlu, persamaan, baru kemudian penyelesaian secara lengkap disertai satuan, plus keterangan lain sebagai penjelas bila perlu. Pada pembahasan kali ini saya hanya menguraikan persamaan dilanjut penyelesaian untuk menyingkat waktu.

1. Dua buah muatan $-2\mu C$ dan $-8\mu C$ terpisah sejauh 6 cm. Tentukan:
 - a. Kuat medan listrik di tengah kedua muatan
 - b. Posisi titik X, di mana posisi tersebut mempunyai medan listrik 0 N/C.

Pembahasan :

$$a. E_{oleh -Q_1} = k \cdot \frac{Q_1}{r_1^2} = (9 \cdot 10^9) \frac{(-2 \cdot 10^{-6})}{(3 \cdot 10^{-2})^2} = \frac{(9 \cdot 10^9)(-2 \cdot 10^{-6})}{(9 \cdot 10^{-4})} = -2 \cdot 10^7 \text{ N/C}$$

$$E_{oleh -Q_2} = k \cdot \frac{Q_2}{r_2^2} = (9 \cdot 10^9) \frac{(-8 \cdot 10^{-6})}{(3 \cdot 10^{-2})^2} = \frac{(9 \cdot 10^9)(-8 \cdot 10^{-6})}{(9 \cdot 10^{-4})} = -8 \cdot 10^7 \text{ N/C}$$

Misal Q_1 terletak di sebelah kiri Q_2 (coba gambarkan keadaan ini !). Oleh karena arah medan listrik menuju muatan tersebut jika muatan negatif, maka medan listrik oleh muatan 1 ke arah kiri dengan besar medan listrik $2 \cdot 10^7 \text{ N/C}$ sedangkan medan listrik oleh muatan 2 ke arah kanan dengan besar medan listrik $8 \cdot 10^7 \text{ N/C}$ (gambarkan keadaan ini !). Sehingga total medan listrik di titik tengah tersebut adalah $(8 - 2) \cdot 10^7 \text{ N/C} = 6 \cdot 10^7 \text{ N/C}$ menuju ke arah kanan (diperjelas dengan gambar!).

- b. (Gambarkan dulu keadaan ini), misal: jarak Q_1 terhadap titik tersebut adalah r cm, maka jarak Q_2 terhadap titik tersebut adalah $(6 - r)$ cm. kuat medan listrik di titik tersebut akan bernilai nol jika gaya Coulomb di titik tersebut juga nol, maka :

$$F_{oleh -Q_1} = F_{oleh -Q_2}$$

$$\Leftrightarrow k \frac{Q_1 q}{r_1^2} = k \frac{Q_2 q}{r_2^2}$$

$$\Leftrightarrow \frac{Q_1}{r_1^2} = \frac{Q_2}{r_2^2}$$

$$\Leftrightarrow \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{r_1^2}{r_2^2}$$

$$\Leftrightarrow \frac{-2 \cdot 10^{-6}}{-8 \cdot 10^{-6}} = \frac{6^2}{(6-r)^2}$$

$$\Leftrightarrow \sqrt{\frac{Q_1}{Q_2}} = \sqrt{\frac{r_1^2}{r_2^2}}$$

$$\Leftrightarrow \sqrt{\frac{1}{4}} = \frac{r}{6-r}$$

dilanjut $\Leftrightarrow \frac{1}{2} = \frac{r}{6-r}$

$$\Leftrightarrow 6-r = 2r$$

$$\therefore r = 2 \text{ cm}$$

2. Tiga buah kapasitor masing-masing $2\mu F$, $5\mu F$, dan $10\mu F$ dipasang seri dan dihubungkan dengan sumber tegangan 12 V. Tentukan:
- Kapasitas kapasitor total
 - Muatan yang mengalir pada rangkaian

Penjelasan :

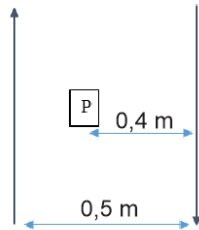
$$a. \frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{2\mu F} + \frac{1}{5\mu F} + \frac{1}{10\mu F} = \frac{5+2+1}{10\mu F} = \frac{8}{10\mu F}, \text{ maka}$$

$$C_s = \frac{10\mu}{8} F = 1,25\mu F$$

- b. Persamaan Kapasitas Kapasitor :

$$C = \frac{Q}{V}, \Leftrightarrow Q = C.V = (1,25 \cdot 10^{-6} F)(12V) = 15FV = 15C$$

3. Pada gambar di samping, ditunjukkan dua kawat lurus panjang dan sejajar. Kedua kawat dialiri arus 3 A dengan arah saling berlawanan. Tentukan besar dan arah induksi magnet (medan magnet) di titik P !



Pembahasan :

$$B_1 = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi \cdot a_1} = \frac{(4\pi \cdot 10^{-7})(3)}{(2\pi)(0,1)} = 60 \cdot 10^{-7} T \text{ arah masuk dan lebih kuat besar } B \text{ nya}$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi \cdot a_2} = \frac{(4\pi \cdot 10^{-7})(3)}{(2\pi)(0,4)} = 15 \cdot 10^{-7} T \text{ arah juga masuk}$$

Karena B_1 dan B_2 memiliki arah yang sama, maka saling menguatkan. Jadi

$$B_{total} = B_1 + B_2 = 75 \cdot 10^{-7} T$$

4. Sebuah transformator ideal memiliki jumlah lilitan pada kumparan primer sebanyak 500 lilitan. Jika kumparan primer dihubungkan dengan sumber tegangan 220 volt, 5 ampere. Tentukan :
- Jumlah lilitan pada kumparan sekunder jika diharapkan tegangan keluarannya 11 volt
 - Kuat arus pada kumparan sekunder

Pembahasan :

Gunakan persamaan umum kumparan ideal : $\frac{V_{primer}}{V_{sekunder}} = \frac{N_{primer}}{N_{sekunder}} = \frac{I_{sekunder}}{I_{primer}}$, maka

a. $\frac{V_{primer}}{V_{sekunder}} = \frac{N_{primer}}{N_{sekunder}} \Leftrightarrow N_{sekunder} = \frac{(11)(500)}{(220)} = 25$ lilitan

b. $\frac{V_{primer}}{V_{sekunder}} = \frac{I_{sekunder}}{I_{primer}} \Leftrightarrow I_{sekunder} = \frac{(220)(5)}{(11)} = 100$ ampere

Ragi | Rudi Priyanto, S.Si.