

4 Medan dan Potensial Listrik

Kompetensi Dasar

- Menerapkan konsep gaya listrik, medan listrik dan hukum Gauss pada distribusi muatan listrik
- Memformulasikan konsep potensial dan energi potensial listrik serta keterkaitannya

Indikator

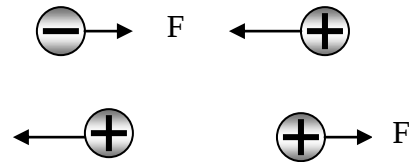
- Memformulasikan hukum Coulomb
- Memformulasikan medan listrik oleh distribusi muatan titik
- Memformulasikan hukum Gauss
- Mengaplikasikan hukum Coulomb dan Gauss untuk mencari medan listrik bagi distribusi muatan kontinu
- Memformulasikan potensial listrik dan kaitannya dengan medan listrik
- Menentukan potensial listrik oleh distribusi muatan titik dan kontinu
- Memformulasikan energi potensial listrik dan kaitannya dengan gaya atau medan listrik dan potensial listrik
- Menentukan beda energi potensial antara dua titik dalam medan listrik

PENDALAMAN MATERI

A. Hukum Coulomb

Muatan listrik ada dua jenis, yaitu muatan positif dan muatan negatif. Benda bermuatan positif jika benda kekurangan elektron, dan benda bermuatan negatif jika benda kelebihan elektron. Jika suatu benda mengandung muatan negatif yang jumlahnya sama dengan muatan positif, maka benda dikatakan netral (tidak bermuatan listrik). Besar kecilnya muatan listrik diukur dalam satuan Coulomb (C.). Misalnya Sebuah elektron memiliki muatan sebesar $-1,6 \cdot 10^{-19}$ C dan sebuah proton memiliki muatan sebesar $+1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

Dua muatan sejenis akan saling tolak menolak, sebaliknya dua muatan tak sejenis akan tarik menarik. Dengan percobaan melalui neraca puntir, Charles Coulomb (1785) mengungkapkan Hukum Coulomb, yang berbunyi : *Besarnya gaya tarik menarik atau gaya tolak-menolak antara dua buah muatan listrik sebanding dengan besarnya masing-masing muatan dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara kedua muatan tersebut.*



Besarnya gaya elektrostatik antara dua muatan listrik yang terletak di udara pada jarak r adalah:

$$F = \frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2} \quad \text{dengan } k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

F = gaya elektrostatik dua muatan (N)
 k = konstanta Coulomb ($9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$)
 q = muatan listrik (C).
 r = jarak kedua muatan (m)

ϵ_0 = **permitivitas ruang hampa**
($8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$)

Jika kedua muatan listrik terletak ditempat yang memiliki nilai permitivitas relatif bahan (konstanta dielektrik) K (beberapa buku menggunakan simbol ϵ_r), maka besarnya gaya elektrostatik menjadi :

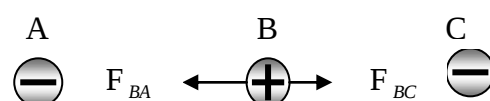
$$F_{\text{bahan}} = \frac{F_{\text{udara}}}{\epsilon_r} = \frac{F_{\text{udara}}}{K}$$

F_{udara} = gaya elektrostatik di udara (N)
 $K = \epsilon_r$ = konstanta (koefisien) dielektrik bahan/permitivitas relatif bahan
 (untuk udara $K = 1$)

B. GAYA ELEKTROSTATIS AKIBAT BEBERAPA MUATAN LISTRIK

Besarnya gaya elektrostatik di suatu titik yang ditimbulkan oleh beberapa muatan listrik merupakan jumlah vector dari seluruh gaya di titik tersebut.

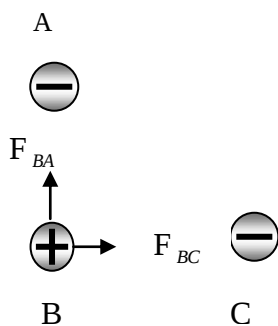
Perhatikan tiga buah muatan sejajar berikut :



Besarnya gaya total yang dialami muatan B akibat muatan A dan C adalah :

$$F_B = F_{BC} - F_{BA}$$

Perhatikan juga tiga muatan yang berada pada titik-titik sudut segitiga berikut :



Besarnya gaya elektrostatis yang dialami muatan B dihitung dengan rumus pithagoras adalah :

$$F_B = \sqrt{F_{BA}^2 + F_{BC}^2 + 2F_{BA}F_{BC} \cdot \cos \theta}$$

F_B = gaya elektrostatis di B (N)

F_{BA} = gaya antara muatan B dan A (N)

F_{BC} = gaya antara muatan B dan C (N)

θ = sudut antara F_{BA} dan F_{BC} (sudut di B)

Bila $\theta = 90^\circ$ maka :

$$F_B = \sqrt{F_{BA}^2 + F_{BC}^2}$$

Contoh Soal

Dua muatan listrik masing-masing $1 \mu\text{C}$ dan $2 \mu\text{C}$ terletak di udara ($k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$) pada jarak 30 cm. Hitunglah besarnya gaya elektrostatis antara dua muatan tersebut !

Diketahui :

$$q_1 = 1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$$

$$q_2 = 2 \mu\text{C} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

Ditanya : F ...?

Jawab :

$$F = \frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

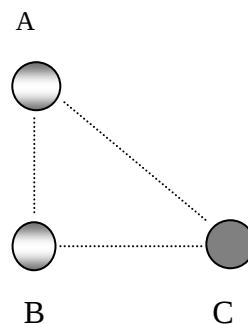
$$F = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{(0,3)^2}$$

$$F = 0,2 \text{ N}$$

Uji Kompetensi

- Dua buah muatan sejenis sebesar $3 \mu\text{C}$ terletak di udara pada jarak 10 cm. Tentukan gaya elektrostatis !
- Dua buah keping bermuatan $24 \mu\text{C}$ dan $18 \mu\text{C}$ berjarak 12 cm. Hitung besarnya gaya Coulomb kedua muatan jika kedua muatan :
 - terletak di udara
 - terletak dalam bahan dengan permitivitas relatif = 2
- Dua bola kecil bermuatan listrik sama besar dan sejenis terpisah di udara pada jarak 3 m dan timbul gaya elektrostatis 40 N. Hitung besarnya masing-masing muatan !

- Dua muatan A dan B berjarak 3 cm terletak di udara timbul gaya Coulomb 80 N. Besar muatan B = dua kali muatan A. Tentukan besarnya muatan A dan muatan B
- Dua bola A dan B bermuatan listrik sejenis dan sama besar, terpisah dengan jarak r dan antara keduanya timbul gaya elektrostatis sebesar 90 N. Jika jarak kedua muatan dijadikan $3r$, berapa besarnya gaya elektrostatis antara keduanya sekarang ?
- Tiga buah partikel A, B dan C bermuatan $-4 \mu\text{C}$, $+5 \mu\text{C}$ dan $-9 \mu\text{C}$ diletakkan segaris. Partikel B terletak di tengah-tengah antara muatan A dan C. Jika jarak AC 50 cm, tentukan besarnya gaya elektrostatis yang dialami oleh :
 - muatan A
 - muatan B
 - muatan C
- Dua buah partikel A, B bermuatan $-4 \mu\text{C}$ dan $-9 \mu\text{C}$ diletakkan pada jarak 50 cm, tentukan letak suatu titik sepanjang garis yang melewati A dan B yang memiliki gaya elektrosatis = nol !
- Tiga buah muatan listrik jenis dan besarnya sama terletak pada sudut-sudut segitiga sama sisi ABC. Jika gaya antara dua muatan adalah 6 N, berapa besar gaya Coulomb di titik C ?
- Perhatikan tiga muatan berikut :

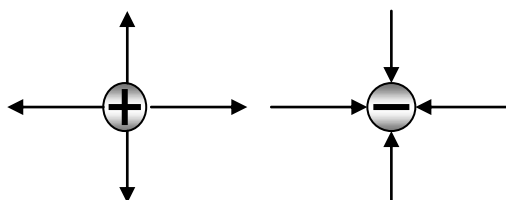


Jika muatan A, B dan C masing-masing $50 \mu\text{C}$, $40 \mu\text{C}$ dan $50 \mu\text{C}$, tentukan gaya elektrosatis di B bila sisi AB = 3m dan BC = 4m!

- Pada titik-titik sudut segitiga sama sisi terdapat muatan A, B dan C masing-masing $1 \mu\text{C}$, $2 \mu\text{C}$ dan $4 \mu\text{C}$. Jika panjang sisi segitiga 30 cm, tentukan besarnya gaya yang bekerja pada muatan A !

C. MEDAN LISTRIK

Medan listrik adalah daerah disekitar benda bermuatan listrik. Arah medan listrik menurut Faraday sama dengan arag gaya yang dialami oleh benda yang bermuatan positif. Medan listrik digambarkan dengan garis-garis gaya listrik yang menjauhi muatan positif dan mendekati muatan negatif.



1. Kuat Medan Listrik yang dialami oleh muatan listrik

Besarnya medan listrik yang dialami oleh suatu benda bermuatan listrik disebut kuat medan listrik (E).

Kuat medan listrik yang dialami oleh sebuah muatan q adalah :

$$E = \frac{F}{q}$$

E = kuat medan listrik (N/m)

F = gaya elektrostatis (N)

q = muatan listrik (C.)

Dua muatan A dan B yang didekatkan pada jarak r , akan menimbulkan kuat medan listrik pada masing-masing muatan akibat gaya elektrostatis antar kedua muatan.



Kuat medan listrik yang dialami muatan A (E_A) dan B (E_B) masing-masing sebesar :

$$E_A = \frac{F}{q_A} \text{ atau } E_A = \frac{k \cdot q_B}{r^2}$$

$$E_B = \frac{F}{q_B} \text{ atau } E_B = \frac{k \cdot q_A}{r^2}$$

E_A = kuat medan listrik di A (N/m)

E_B = kuat medan listrik di B (N/m)

F = gaya elektrostatis muatan A dan B

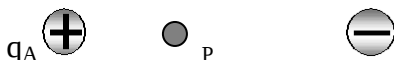
q_A = muatan A (C.)

q_B = muatan B (C.)

k = konstanta coulomb (Nm^2/C^2)

r = jarak muatan A dan B (m)

2. Kuat Medan Listrik Oleh Beberapa Muatan Segaris



Jika sebuah benda P terletak sejauh r_A dari muatan A (q_A) dan sejauh r_B dari muatan B (q_B), maka kuat medan listrik total di titik P adalah jumlah vector dari kuat medan listrik oleh muatan A dan B.

- Kuat medan listrik di titik P akibat muatan A adalah :

$$E_1 = \frac{k \cdot q_A}{r_A^2} \text{ (menjauhi } q_A \text{ = ke kanan)}$$

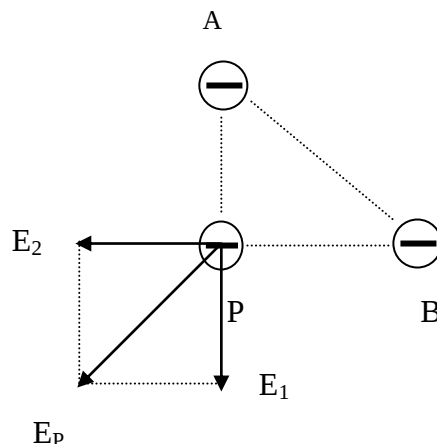
- Kuat medan listrik di titik P akibat muatan B adalah :

$$E_2 = \frac{k \cdot q_B}{r_B^2} \text{ (mendekati } q_B \text{ = ke kanan)}$$

- Kuat medan listrik total di titik P akibat muatan A dan B adalah :

$$E_P = E_1 + E_2$$

3. Kuat Medan Listrik Oleh Beberapa Muatan Tidak Segaris



- Kuat medan listrik di titik P akibat muatan A adalah :

$$E_1 = \frac{k \cdot q_A}{r_A^2} \text{ (menjauhi } q_A \text{ = ke bawah)}$$

- Kuat medan listrik di titik P akibat muatan B adalah :

$$E_2 = \frac{k \cdot q_B}{r_B^2} \text{ (menjauhi } q_B \text{ = ke kiri)}$$

- Kuat medan listrik total di titik P (E_P) akibat muatan A dan B jumlah vektor E_1 dan E_2 adalah :

$$E_P = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$$

D. HUKUM GAUSS

Hukum Gauss didasarkan pada konsep fluks, yaitu kuantitas yang menyatakan banyaknya medan listrik yang menembus suatu permukaan. Besarnya fluks listrik dirumuskan :

$$\phi = E \cdot A \cdot \cos \theta$$

ϕ = fluks listrik (weber = Wb)

E = kuat medan listrik (N/C)

A = luas permukaan yang ditembus medan listrik (m)

θ = sudut antara medan listrik dengan bidang

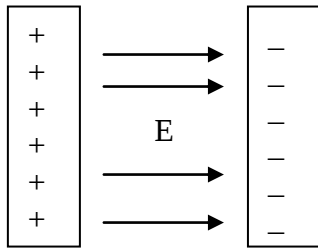
Dari konsep fluks listrik tersebut, Gauss menyatakan hukum Gauss, yang berbunyi : "Jumlah garis gaya yang keluar dari suatu permukaan tertutup sebanding dengan jumlah muatan listrik yang dilingkupi oleh permukaan tertutup itu". Secara matematis ditulis :

Dengan $\epsilon = K \cdot \epsilon_0$ maka

$$\phi = \frac{q}{\epsilon}$$

Penerapan Hukum Gauss

a. Medan Listrik pada Keping Sejajar



Jika dua keping sejajar yang luasnya sama (A) diberikan muatan sama besar (q) berlawanan jenis, maka antara dua keping timbul medan listrik (E) dari keping positif menuju keping negatif.

Rapat muatan tiap keping (σ) adalah sebesar :

$$\sigma = \frac{q}{A}$$

Karena $\phi = E \cdot A = \frac{q}{\epsilon}$, maka besarnya kuat medan

listrik kedua keping adalah :

$$E = \frac{q}{A \cdot \epsilon} = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

E = kuat medan listrik (N/C)

q = muatan keping (C.)

A = luas tiap keping (m^2)

ϵ_r = permitivitas relatif bahan

σ = rapat muatan tiap keping (C/m^2)

b. Kuat Medan Listrik pada Bola Berongga

Bola konduktor berongga yang berjari-jari R bermuatan listrik q , akan memiliki kuat medan listrik sebagai berikut :

- Kuat medan listrik di dalam bola = nol
- Kuat medan listrik di permukaan bola

$$E = \frac{k \cdot q}{R^2}$$

- Kuat medan listrik di titik luar permukaan bola yang jaraknya r dari pusat bola

$$E = \frac{k \cdot q}{r^2}$$

Contoh Soal

Tentukan kuat medan listrik pada jarak 20 cm yang dari sebuah muatan $2 \mu C$!

Jawab :

$$E = \frac{k \cdot q}{r^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{0,2^2} = 4,5 \cdot 10^5 \text{ N/C}$$

Uji Kompetensi

1. Sebuah benda bermuatan 200 mC terletak di dalam medan listrik yang besarnya $4 \cdot 10^{-4} \text{ N/C}$. Tentukan besarnya gaya Coulomb yang di alami muatan tersebut !
2. Dua muatan A dan B besarnya sama tetapi berbeda jenis sebesar $18 \mu C$ terpisah sejauh 60 cm . Tentukan kuat medan listrik di tengah-tengah antara kedua muatan tersebut !
3. Dua muatan A dan B besarnya $-5 \mu C$ dan $+2 \mu C$ berjarak 1 m . Titik P terletak diantara kedua muatan berjarak 60 cm dari muatan A. Tentukan kuat medan listrik di titik P tersebut !
4. Titik P berada sejauh 6 cm dari muatan A. Muatan B yang besarnya sama dengan muatan A sebesar $10 \mu C$ diletakkan di tengah-tengah keduanya. Tentukan besarnya medan listrik di titik P !
5. Dua muatan A dan B masing-masing $20 \mu C$ dan $5 \mu C$ berada pada garis lurus dan terpisah sejauh 6 m . Tentukan letak titik C (sepanjang garis lurus tersebut) yang kuat medan listriknya sama dengan nol !
6. Muatan A dan B masing-masing $+30 \mu C$ dan $-270 \mu C$ berada sejauh 2 m . Tentukan letak titik C yang kuat medan listriknya sama dengan nol !
7. Tiga buah titik A, B dan C membentuk suatu bangun segitiga siku-siku di B panjang sisi $AB = BC = 100 \text{ cm}$. Ditik A dan C diletakkan muatan positif sama besar $10 \mu C$. Tentukan kuat medan listrik di titik B !
8. Sebuah konduktor keping sejajar dengan luas tiap keping 20 cm^2 bermuatan $1,77 \mu C$. Tentukan rapat muatan tiap keping dan besarnya kuat medan listrik diantara kedua keping !
9. Sebuah bola konduktor berongga dengan diameter 6 cm bermuatan $-60 \mu C$. Hitung kuat medan listrik pada :
 - a. jarak 2 cm dari pusat bola
 - b. permukaan bola
 - c. 2 cm dari permukaan bola
10. Bola konduktor diameternya 2 m . Jika kuat medan di permukaan bola = 1440 N/C , berapa kuat medan di titik P yang berjarak 3 m dari pusat bola ?
11. Sebutir debu bermassa 5 mg bermuatan $10 \mu C$ dapat mengapung bebeas di dalam medan listrik. Jika percepatan gravitasi bumi 10 m/s^2 , tentukan besarnya kuat medan listrik tersebut !

E. POTENSIAL DAN ENERGI POTENSIAL LISTRIK

1. Potensial Listrik di Sekitar Muatan

Disekitar muatan listrik, selain timbul medan listrik juga akan timbul potensial listrik. Medan listrik merupakan besaran vector, sedangkan potensial listrik merupakan besaran scalar. Besarnya potensial listrik di suatu titik yang ditimbulkan oleh muatan q adalah:

$$V = \frac{k \cdot q}{r}$$

V = potensial listrik (volt = V)
 q = muatan listrik (C.)
 r = jarak titik terhadap muatan (m)
 k = konstanta Coulomb

Jika suatu titik dipengaruhi oleh beberapa muatan listrik, maka besarnya potensial listrik merupakan jumlah aljabar masing-masing potensial listrik.

2. Potensial Listrik Bola Konduktor

- Potensial listrik di dalam bola sama dengan potensial di permukaan bola, yaitu sebesar :

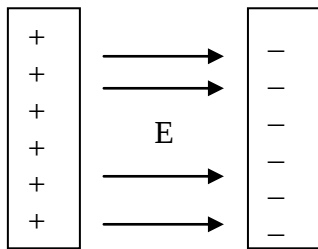
$$V = \frac{k \cdot q}{R}$$

- Potensial listrik di luar permukaan bola

$$V = \frac{k \cdot q}{r}$$

R = jari-jari bola (m)
 r = jarak titik dengan pusat bola (m)

3. Potensial Listrik Keping Sejajar



Jika dua keping sejajar yang luasnya sama (A) diberikan muatan sama besar (q) berlawanan jenis, maka antara dua keeping timbul potensial listrik (V), yang besarnya :

$$V = E \cdot r$$

V = potensial listrik antar keeping (volt)
 E = kuat medan listrik dua keping (N/C)
 r = jarak antar keeping (m)

4. Energi Potensial Listrik

Dua muatan A dan B yang terpisah sejauh r akan timbul energi potensial pada masing-masing muatan.



- Potensial listrik di A akibat B adalah :

$$V_A = \frac{k \cdot q_B}{r}$$

- Potensial listrik di B akibat A adalah :

$$V_B = \frac{k \cdot q_A}{r}$$

Besarnya energi potensial listrik yang dimiliki muatan A sama dengan energi potensial listrik yang dimiliki muatan B, yaitu sebesar :

$$EP = q_A \cdot V_B = q_B \cdot V_A = \frac{k \cdot q_A \cdot q_B}{r}$$

EP = energi potensial listrik (Joule = J)

q_A = muatan A (C.)

q_B = muatan B (C.)

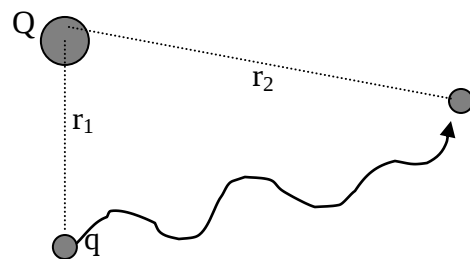
V_A = potensial listrik muatan A (V)

V_B = potensial listrik muatan A (V)

r = jarak muatan A dan B (m)

F. USAHA LISTRIK

Usaha listrik adalah usaha untuk memindahkan suatu muatan dari suatu titik ke titik lain.



Sebuah muatan q mula-mula terletak sejauh r_1 dari muatan Q . Muatan q di pindahkan sejauh r_2 dari muatan Q . Usaha yang diperlukan untuk memindahkan muatan q dari kedudukan r_1 ke r_2 adalah sebesar :

$$W = EP_2 - EP_1 = q \cdot (V_2 - V_1)$$

atau

$$W = k \cdot q \cdot Q \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right)$$

W = usaha listrik (J)

EP_2 = energi potensial saat di r_2 (J)

EP_1 = energi potensial saat di r_1 (J)

q = muatan yang dipindahkan (C.)

r_1 = jarak awal sebelum pindah (m)

r_2 = jarak akhir setelah pindah (m)

G. HUKUM KEKALKAN ENERGI

Gerak partikel di dalam medan listrik memenuhi hukum kekekalan energi mekanik jika hanya gaya Coulomb saja yang bekerja pada partikel tersebut. Jika partikel yang bermuatan q bermassa m bergerak di dalam medan magnet, maka energi mekanik awal hingga akhir gerak besarnya tetap.

$$EK_1 + EP_1 = EK_2 + EP_2$$

Karena $EP = q \cdot V$ dan $EK = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$, maka hukum kekekalan energi mekanik dapat ditulis sebagai berikut :

$$q.V_1 + \frac{1}{2}.m.v_1^2 = q.V_2 + \frac{1}{2}.m.v_2^2$$

atau

$$q(V_1 - V_2) = \frac{1}{2}.m.(v_2^2 - v_1^2)$$

atau

$$q.\Delta V = \frac{1}{2}.m.(v_2^2 - v_1^2)$$

q = muatan partikel yang bergerak (C.)

m = massa partikel (kg)

$\Delta V = V_1 - V_2$ = beda potensial (volt)

V_1 = potensial listrik pada kedudukan awal (V)

V_2 = potensial listrik pada kedudukan akhir (V)

v_1 = kecepatan partikel awal (m/s)

v_2 = kecepatan partikel akhir (m/s)

Contoh Soal

Usaha yang diperlukan untuk memindahkan muatan 20 C dari titik A ke titik B 2 J. Jika jarak titik A dan B 20 cm, tentukan beda potensial antara titik A dan B !

Jawab :

$$W = q.(V_B - V_A)$$

$$W = q.\Delta V$$

$$2 = 20.\Delta V$$

$$\Delta V = 0,1 \text{ Volt}$$

Uji Kompetensi

1. Tentukan besarnya potensial listrik di titik P yang terletak sejauh 2,5 cm dari muatan positif 2,5 μC !
2. Titik A bermuatan 5 μC berada sejauh 1 m dari titik B yang bermuatan - 3 μC . Besarnya potensial listrik di titik C yang terletak di tengah-tengah antara A dan B !
3. Tiga muatan 3 μC , 5 μC dan 5 μC berada pada koordinat (4,0) cm, (0,3) cm dan (4,3) cm. Tentukan potensial listrik di pusat koordinat !
4. Titik A berjarak 25 cm dari muatan listrik q . Jika potensial di titik A sebesar 200 V, hitunglah kuat medan di titik A tersebut !
5. Sebuah bola konduktor bermuatan +2 μC berjari-jari 10 cm. Tentukan besarnya potensial listrik :
 - a. di pusat bola
 - b. di titik yang berjarak 2 cm dari pusat bola
 - c. dipermukaan bola
 - d. di titik yang berjarak 10 dari permukaan bola
6. Dua pelat konduktor sejajar masing-masing luasnya 10 cm^2 bermuatan masing-masing 0,885 μC . Jika jarak kedua pelat 10 cm, tentukan potensial listrik yang timbul antara kedua keeping !

7. Dua muatan -1 μC dan -0,5 μC menimbulkan energi potensial pada masing-masing muatan sebesar 18 J. Tentukan jarak kedua muatan !
8. Tiga muatan A, B dan C masing-masing 1 μC , 2 μC dan -6 μC terletak pada titik-titik sudut segitiga sama sisi dengan panjang sisi 2 cm. Tentukan :
 - a. energi potensial pada muatan A
 - b. energi potensial sistem
9. Hitung usaha yang diperlukan untuk memindahkan muatan 100 μC dari tempat yang potensialnya -10 V ke tempat yang potensialnya 20 V !
10. Dua keeping logam A dan B masing-masing potensialnya 6 V dan 2 V. Hitung usaha yang diperlukan electron untuk berpindah dari keeping A ke B ! (*muatan electron* = $-1,6.10^{-19}$ C)
11. Sebuah bola logam berjari-jari 2 cm bermuatan 1 μC . Tentukan usaha yang diperlukan untuk memindahkan sebuah muatan 10^{-4} μC yang berada pada jarak 10 cm dari pusat bola ke permukaan bola tersebut !
12. Beda potensial dua plat sejajar 200 V. Sebuah proton bergerak dari plat A ke plat B. Hitung kecepatan proton saat menumbuk logam B ! (*massa proton* = $1,6.10^{-27}$ kg, *muatan proton* = $+1,6.10^{-19}$ C).
13. Dalam tabung diode, sebuah electron keluar dari katode tanpa kecepatan awal dan dipercepat menuju anode. Elektron menumbuk anode dengan kecepatan 4.10^7 m/s. Tentukan beda potensial antara katode dan anode !

EVALUASI

1. Empat buah muatan A, B, C dan D bermuatan listrik. Titik A menolak B, titik B menarik C dan titik C menolak D. Jika muatan D negatif, maka muatan jenis A, B dan C adalah ...
 - a. positif, positif, negatif
 - b. positif, negatif, negatif
 - c. negatif, positif, positif
 - d. negatif, negatif, negatif
 - e. positif, positif, positif
2. Dua muatan berjarak 2 m berada di udara. Jika jarak kedua muatan dijadikan dua kali semula, besarnya gaya coulomb menjadi ... kali semula.
 - a. 4
 - b. $\frac{1}{4}$
 - c. $\frac{1}{8}$
 - d. $\frac{1}{16}$
 - e. 16
3. Dua muatan -9 μF dan +6 μC berada pada jarak 3 cm di udara. Besar gaya yang dialami kedua muatan N
 - a. 0,054
 - b. 0,54
 - c. 5,4
 - d. 54
 - e. 540
4. Tiga buah titik bermuatan listrik besar dan jenisnya sama terletak pada sudut-sudut segitiga sama sisi ABC. Jika gaya antara dua titik = F, maka besar gaya Coulomb pada titik C adalah ...

- a. $\frac{1}{4} F \sqrt{2}$
 b. $\frac{1}{3} F \sqrt{2}$
 c. $\frac{1}{2} F \sqrt{2}$
 d. $F \sqrt{2}$
 e. $F \sqrt{3}$
5. Dua partikel bermuatan di dalam bahan tertentu menimbulkan gaya Coulomb 0,5 N dan di udara menimbulkan gaya 3 N. Besarnya permitivitas relatif bahan adalah ...
 a. 6
 b. 4
 c. 3
 d. 2
 e. 1
6. Tiga buah partikel A, B dan C masing-masing bermuatan $-2 \mu\text{C}$, $-8 \mu\text{C}$ dan $+3 \mu\text{C}$. Jika jarak AB 60 cm, partikel C diletakkan antara A dan B. Jarak partikel C dengan A agar tidak terpengaruh oleh gaya coulomb A dan B adalah ... m
 a. 0,1
 b. 0,2
 c. 0,4
 d. 0,6
 e. 0,8
7. Sebuah benda A 20 gram bermuatan $0,5 \mu\text{C}$ digantung pada seutas tali ringan yang massanya diabaikan. Tepat di kanan benda pada jarak 15 cm diletakkan benda B bermuatan $-1 \mu\text{C}$ sehingga benda A tertarik ke kanan dan menyimpang dengan sudut θ . Tegangan tali sebesar N
 a. 0,2
 b. 0,24
 c. 0,28
 d. 0,32
 e. 0,4
8. Pada titik sudut B dan D sebuah bujur sangkar ABCD masing-masing diletakkan muatan $+q$. Agar kuat medan listrik di titik A sama dengan nol, maka di titik C harus diletakkan sebuah partikel yang bermuatan
 a. $-q$
 b. $+q$
 c. $-q \sqrt{2}$
 d. $+q \sqrt{2}$
 e. $-2q \sqrt{2}$
9. Partikel bermuatan $4 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ diletakkan di dalam medan listrik homogen $1,2 \cdot 10^5 \text{ N/C}$ akan mengalami gaya coulomb sebesar ... N
 a. $3,3 \cdot 10^{-24} \text{ C}$
 b. $4,8 \cdot 10^{-14} \text{ C}$
 c. $5,2 \cdot 10^{-24} \text{ C}$
 d. $3,0 \cdot 10^{-23} \text{ C}$
 e. $4,8 \cdot 10^{-24} \text{ C}$
10. Sebuah titik P terletak di sebelah kiri partikel A dan partikel B. Jarak PA = 1 m dan PB = 3 m. Jika kuat muatan A = $30 \mu\text{C}$ dan kuat medan di titik P sama dengan nol, besarnya muatan C adalah ... μC
 a. 270
 b. 90
 c. -90
 d. -120
 e. -270
11. Garis medan yang menembus bidang secara tegak lurus sebesar 6 Wb. Jika luas permukaan bidang $0,08 \text{ m}^2$, kuat medan listrik tersebut sebesar ... N/C
 a. 0,48
 b. 62
 c. 75
 d. 125
 e. 714
12. Bola konduktor muatannya $10 \mu\text{C}$ dan jari-jarinya 10 cm. Besarnya kuat medan di titik yang berjarak 3 cm dari pusat bola adalah ... N/C
 a. 0
 b. 3
 c. 9
 d. 18
 e. 27
13. Dua plat parallel terpisah sejauh 6 cm. Jika diinginkan besar kuat medan listrik antara kedua plat 300 V/m, besarnya potensial yang digunakan adalah ... V
 a. 6
 b. 12
 c. 18
 d. 24
 e. 32
14. Dua muatan $5 \mu\text{C}$ dan $-3 \mu\text{C}$ berjarak 1 m. Besarnya potensial listrik di tengah-tengah kedua muatan adalah ... V
 a. 26000
 b. 36000
 c. 600000
 d. 2600000
 e. 3600000
15. Beda potensial antara titik A dan B akibat bola konduktor adalah 5400 V. Jika jarak A dengan bola 6 cm, jarak B dengan bola 8 cm, maka muatan bola konduktor adalah ... C
 a. $14,4 \cdot 10^{-8}$
 b. $12 \cdot 10^{-8}$
 c. $-14,4 \cdot 10^{-8}$
 d. $-12 \cdot 10^{-8}$
 e. $14,4 \cdot 10^8$
16. Potensial listrik di titik P 12000 V. Usaha yang diperlukan untuk memindahkan muatan $400 \mu\text{C}$ ke titik tersebut adalah ... J
 a. 1,2
 b. 2,4
 c. 4,8
 d. 8,4
 e. 840
17. Dua muatan $10 \mu\text{C}$ dan $40 \mu\text{C}$ terpisah 6 cm. Sebuah muatan $-0,02 \mu\text{C}$ diletakkan di titik C yang terletak ditengah-tengah kedua muatan. Energi potensial muatan di titik C sebesar J
 a. -10
 b. -0,7
 c. -0,3
 d. -0,15
 e. -0,1
18. Muatan A $5 \mu\text{C}$ diletakkan di pusat koordinat. Muatan B $-2 \mu\text{C}$ diletakkan pada koordinat (3,0) dan muatan C $4 \mu\text{C}$ terletak pada koordinat (0,4). Energi potensial muatan C adalah J
 a. 3060
 b. 306
 c. 30,6
 d. 0,306
 e. 0,0306

19. Sebuah electron mula-mula diam lalu bergerak melalui beda potensial 1000 V. Energi kinetik akhirnya adalah J
- a. 1000
 - b. $1,6 \cdot 10^{-16}$
 - c. $5,7 \cdot 10^{-24}$
 - d. $-1,6 \cdot 10^{-31}$
 - e. $14,6 \cdot 10^{-50}$
20. Sebuah proton ($m = 1,6 \cdot 10^{-27}$ kg dan $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C) bergerak dari pelat positif menuju pelat negatif yang beda potensialnya 220 V. Kecepatan proton saat menumbuk pelat negatif jika pelat berada dalam ruang vakum adalah m/s
- a. 180000
 - b. 200000
 - c. 240000
 - d. 270000
 - e. 360000