

BAB 9

Kalor

A. Kalor (Q)

Kalor adalah salah bentuk energi yang dapat berpindah dari benda yang memiliki suhu yang tinggi ke benda yang bersuhu rendah. Besarnya kalor sebanding dengan massa (m), kalor jenis (c), dan perubahan suhunya (ΔT). Secara matematis, kalor dapat dirumuskan sebagai berikut:

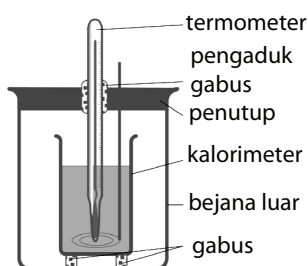
$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Keterangan: Q = kalor (J)
 c = kalor jenis ($J/kg^{\circ}C$)
 $\Delta T = T_2 - T_1$ ($^{\circ}C$)
 m = massa (kg)

Dalam satuan SI, satuan kalor adalah joule (J). Ingat Konversi satuan kalor berikut!

1 kalori = 4,2 Joule
1 Joule = 0,24 kalori

Satu kalori dapat didefinisikan sebagai banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu $1^{\circ}C$ air murni yang massanya 1 gram. Alat untuk mengukur kalori dinamakan Kalorimeter.



B. Kalor Jenis (c)

Kalor jenis (c) adalah banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg zat sebesar $1^{\circ}C$. Berikut ini beberapa kalor jenis suatu zat:

Tabel 9:1 Kalor Jenis Beberapa Zat

Zat	Kalor Jenis (J/kg°C)	Zat	Kalor jenis (J/kg°C)
Air	4.180	Kuningan	376
Air laut	3.900	Raksa	140
Alumunium	903	Seng	388
Besi	450	Spirtus	240
Es	2.060	Tembaga	385
Kaca	670	Timbal	130

Kalor jenis setiap zat ditentukan dengan persamaan:

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$$

Keterangan: Q = kalor (J)
C = kalor jenis (J/kg°C)
 $\Delta T = T_2 - T_1$ (°C)
m = massa (kg)

C. Kapasitas Kalor (C)

Kapasitas kalor (C) adalah banyaknya kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu benda sebesar 1°C dan dirumuskan sebagai berikut:

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

Keterangan: Q = kalor (J)
c = kapasitas kalor (J/kg)
 $\Delta T = T_2 - T_1$ (°C)

D. Asas Black

Asas Black merupakan prinsip keseimbangan kalor yang bunyinya:

Pada campuran dua zat, banyaknya kalor yang dilepas zat bersuhu tinggi sama dengan banyaknya kalor yang diterima zat yang bersuhu rendah.

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{lepas}} &= Q_{\text{serap}} \\ m_1 c_1 \Delta T_1 &= m_2 c_2 \Delta T_2 \\ m_1 c_1 (T_1 - T_c) &= m_2 c_2 (T_c - T_2) \end{aligned}$$

Keterangan:

m_1 = massa zat yang memiliki suhu yang lebih tinggi (kg)

m_2 = massa zat yang memiliki suhu yang lebih rendah (kg)

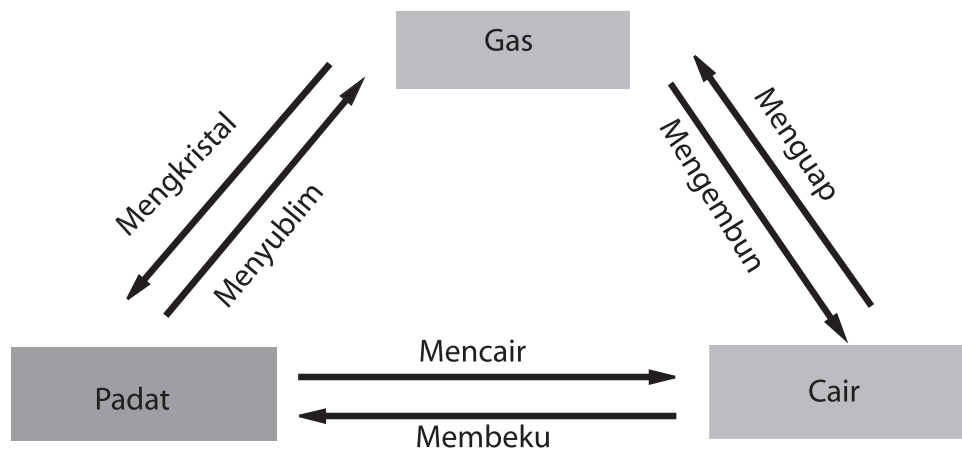
c_1 = kalor jenis zat yang memiliki suhu yang lebih tinggi (J/kg°C)

c_2 = kalor jenis zat yang memiliki suhu yang lebih rendah (J/kg°C)

T_1 = suhu yang lebih tinggi ($^{\circ}\text{C}$)
 T_2 = suhu yang lebih rendah ($^{\circ}\text{C}$)
 T_c = suhu campuran ($^{\circ}\text{C}$)

E. Perubahan Wujud Zat

Pengaruh kalor pada suatu zat adalah kalor dapat mengubah suhu dan mengubah wujud suatu zat. Kamu pasti sudah mengetahui bahwa ada 3 jenis wujud zat, yaitu zat padat, zat cair, dan gas. Jika sebuah zat diberikan kalor, maka pada zat tersebut akan terjadi perubahan wujud zat.



Keterangan:

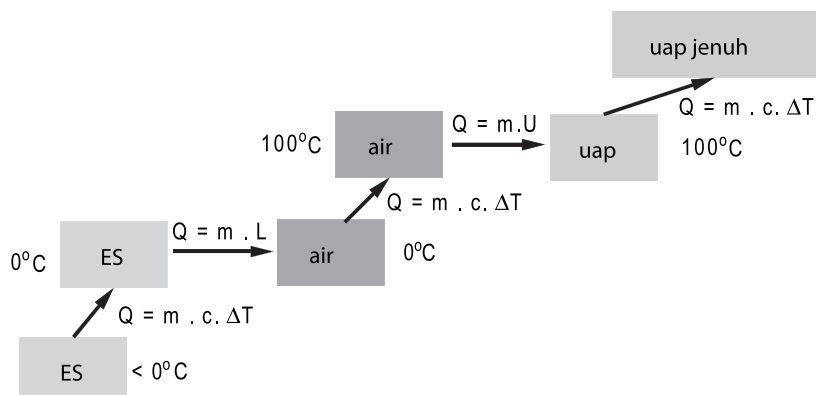
- Melebur atau mencair → perubahan wujud zat dari padat menjadi cair.
- Membeku → perubahan wujud zat dari cair menjadi padat.
- Menguap → perubahan wujud zat dari cair menjadi gas.
- Mengembun → perubahan wujud zat dari gas menjadi cair.
- Mengkristal → perubahan wujud zat dari gas menjadi padat
- Menyublim → perubahan wujud zat dari padat menjadi gas.

F. Kalor Laten

Kalor yang diperlukan oleh tiap satuan massa zat untuk mengubah wujudnya disebut kalor laten. Jenis-jenis kalor laten, yaitu:

1. Kalor lebur (L) adalah banyaknya kalor yang diperlukan untuk mengubah wujud 1 kg zat padat menjadi zat cair.
2. Kalor beku (B) adalah banyaknya kalor yang dilepaskan untuk mengubah wujud 1 kg zat cair menjadi zat padat
3. Kalor uap atau kalor didih (U) adalah banyaknya kalor yang diperlukan untuk mengubah wujud 1 kg zat cair menjadi gas.
4. Kalor embun (E) adalah banyaknya kalor yang dilepaskan untuk mengubah 1 kg gas menjadi zat cair.

Perubahan wujud es sampai menjadi uap jenuh, beserta persamaan kalor yang diserap digambarkan seperti ini:



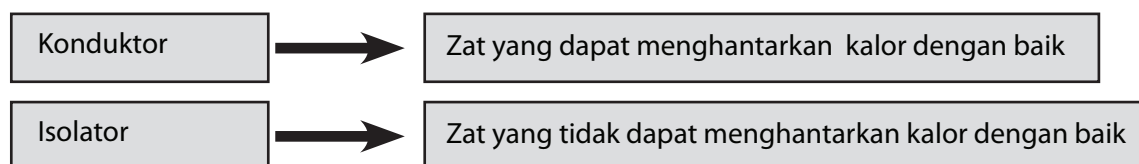
- Dari es dengan suhu $< 0^{\circ}\text{C}$ sampai es 0°C , kalor yang diserap: $Q = m_{\text{es}} \cdot c_{\text{es}} \cdot \Delta t$
- Dari es dengan suhu 0°C sampai air 0°C (es melebur), kalor yang diserap: $Q = m_{\text{es}} \cdot L_{\text{es}}$
- Dari air dengan suhu 0°C sampai air 100°C , kalor yang diserap: $Q = m_{\text{a}} \cdot c_{\text{a}} \cdot \Delta t \rightarrow m_{\text{a}} = m_{\text{es}}$
- Dari air dengan suhu 100°C sampai uap 100°C (air mendidih), kalor yang diserap: $Q = m_{\text{a}} \cdot U$
- Dari uap dengan suhu 100°C sampai uap jenuh, kalor yang diserap: $Q = m_{\text{u}} \cdot c_{\text{u}} \cdot \Delta t \rightarrow m_{\text{u}} = m_{\text{es}}$

G. Perpindahan Kalor

1. Konduksi

Perpindahan kalor secara konduksi (hantaran) adalah perpindahan kalor melalui zat perantara dimana partikel-partikel zat perantara tersebut tidak berpindah.

Berdasarkan daya hantar panasnya maka zat dikelompokkan menjadi dua yaitu konduktor dan isolator:



Rumus konduksi:

$$\frac{Q}{\Delta t} = H = k \cdot A \frac{\Delta T}{L}$$

Keterangan:

H = perambatan kalor tiap satuan waktu (J/s)

K = koefisien konduksi termal (W/m.K)

ΔT = perbedaan suhu (K)

A = luas penampang (m^2)

L = panjang (m)

2. Konveksi

Perpindahan kalor secara konveksi (aliran) adalah perpindahan kalor karena aliran zat yang dipanaskan. Konveksi terjadi pada zat yang dapat mengalir, yaitu zat cair dan zat gas. Banyaknya kalor yang merambat tiap satuan waktu secara konveksi dapat dinyatakan dengan rumus:

$$H = h.A.\Delta T$$

Keterangan:

H = perambatan kalor tiap satuan waktu (J/s)

K = koefisien konveksi (W/m².K)

ΔT = perbedaan suhu (K)

A = luas penampang (m²)

3. Radiasi

Radiasi adalah perpindahan kalor tanpa zat perantara. Perpindahan kalor dari matahari ke bumi terjadi lewat radiasi (pancaran). Alat yang digunakan untuk mengetahui adanya radiasi (pancaran) kalor dinamakan termoskop.

Banyaknya kalor yang dipancarkan tiap satuan luas, tiap satuan waktu dapat dinyatakan rumus:

$$\frac{Q}{\Delta t} = e\sigma AT^4$$

Keterangan :

Q = kalor yang di pancarkan benda (J)

e = emisivitas, besarnya tergantung sifat permukaan

σ = konstanta stefan - Boltzman = $5,672.10^{-8} \text{ W/m}^2\text{k}^4$

T = suhu mutlak (K)

A = luas penampang benda (m²)

ΔT = selang waktu yang diperlukan (s)

Catatan :

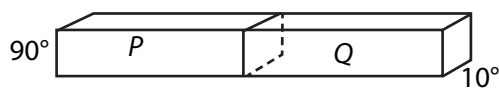
Untuk benda hitam $e = 1$

Untuk benda bukan hitam $0 < e < 1$

Latihan Soal



1. Jika 75 gr air yang suhunya 0°C dicampur dengan 50 gr air yang suhunya 100°C . Maka suhu akhir campuran itu adalah
A. 25°C
B. 40°C
C. 60°C
D. 65°C
E. 75°C
2. Gelas berisi 200 gram air bersuhu 20°C dimasukkan 50 gram es bersuhu -2°C . Jika hanya terjadi pertukaran kalor antara air dan es saja, setelah terjadi kesetimbangan akan diperoleh ($c_{\text{air}} = 1 \text{ kal/g}^{\circ}\text{C}$; $c_{\text{es}} = 0,5 \text{ kal/gr}^{\circ}\text{C}$; $L = 80 \text{ kal/g}$)
A. seluruh es mencair dan suhunya di atas 0°C
B. seluruh es mencair dan suhunya 0°C
C. tidak seluruh es mencair dan suhunya 0°C
D. suhu seluruh sistem di bawah 0°C
E. sebagian air membeku dan suhu sistem 0°C
3. Perhatikan gambar di bawah ini!

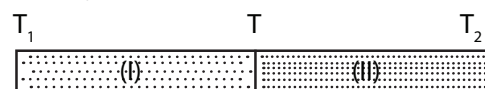


Dua buah batang PQ dengan ukuran yang sama, tetapi jenis logam berbeda dilekatkan seperti gambar di bawah ini. Jika koefisien konduksi termal P adalah dua kali koefisien konduksi termal Q , maka suhu pada bidang batas P dan Q adalah

- A. 84°C
- B. 78°C
- C. 72°C
- D. $63,3^{\circ}\text{C}$
- E. 90°C

4. Teh panas yang massanya 20 g pada suhu t dituang ke dalam cangkir bermassa 190 g dan bersuhu 20°C . Jika suhu kesetimbangan termal 36°C dan panas jenis air teh adalah 8 kali panas jenis cangkir, maka suhu air teh mula-mula adalah
A. 50°C
B. 55°C
C. 65°C
D. 75°C
E. 80°C

5. Dua batang penghantar mempunyai panjang dan luas penampang yang sama disambung menjadi satu seperti pada gambar di bawah ini. Koefisien konduksi termal batang penghantar kedua adalah = 2 kali koefisien konduksi termal batang pertama.



Jika batang pertama dipanaskan sehingga $T_1 = 100^{\circ}\text{C}$ dan $T_2 = 25^{\circ}\text{C}$, maka suhu pada sambungan (T) adalah

- A. 30°C
- B. 35°C
- C. 40°C
- D. 45°C
- E. 50°C

6. Air sebanyak 60 gram bersuhu 90°C (kalor jenis air = $1 \text{ kal/g}^{\circ}\text{C}$) dicampur 40 gram air sejenis bersuhu 25°C . Jika tidak ada faktor lain yang mempengaruhi proses ini, maka suhu akhir campuran adalah

- A. $15,4^{\circ}\text{C}$
- B. $23,0^{\circ}\text{C}$
- C. $46,0^{\circ}\text{C}$
- D. $64,0^{\circ}\text{C}$
- E. $77,0^{\circ}\text{C}$

7. Air bermassa 200 gram dan bersuhu 30°C dicampur air mendidih bermassa 100 gram dan bersuhu 90°C . (Kalor jenis air = $1 \text{ kal/gram}^{\circ}\text{C}$). Suhu air campuran pada saat kesetimbangan termal adalah

- A. 10°C
- B. 30°C
- C. 50°C
- D. 75°C
- E. 150°C

8. Sebuah jendela kaca suatu ruangan panjangnya 2 m, lebarnya 1 m dan tebalnya 10 mm. Suhu di permukaan dalam dan permukaan luar kaca masing-masing 23°C dan 33°C . Jika konduktivitas termal = $8 \times 10^{-1} \text{ W/m.K}$, maka jumlah kalor yang mengalir ke dalam ruangan melalui jendela itu setiap sekon adalah

- A. 160 J
- B. 1600 J
- C. 800 J
- D. 16000 J
- E. 80 J

9. Perhatikan pernyataan berikut:

- (1) konduktivitas logam
- (2) perbedaan suhu ujung-ujung logam
- (3) panjang logam
- (4) massa logam

Faktor-faktor yang menentukan laju perambatan kalor pada logam adalah

- A. (1), (2), dan (3)
- B. (1) dan (4)
- C. (2) dan (4)

- D. (3) dan (4)
- E. (4) saja

10. Bila kalor jenis es = $0,5 \text{ kal/g}^{\circ}\text{C}$, maka untuk menaikkan suhu 800 gram es dari suhu -12°C menjadi 0°C dibutuhkan kalor sebanyak

- A. $2,08 \times 10^{-4} \text{ kal}$
- B. $1,50 \times 10^{-2} \text{ kal}$
- C. $3,33 \times 10^2 \text{ kal}$
- D. $4,80 \times 10^3 \text{ kal}$
- E. $1,92 \times 10^4 \text{ kal}$

11. Jika titik lebur es 0°C , kalor jenis es $0,5 \text{ kal/g}^{\circ}\text{C}$, kalor jenis air $1 \text{ kal/gr}^{\circ}\text{C}$, kalor lebur es 80 kal/g , maka kalor yang diperlukan untuk melebur 1 kg es pada suhu -2°C adalah

- A. $4,1 \times 10^3 \text{ kal}$
- B. $6,2 \times 10^3 \text{ kal}$
- C. $8,1 \times 10^3 \text{ kal}$
- D. $8,1 \times 10^4 \text{ kal}$
- E. $9,0 \times 10^4 \text{ kal}$

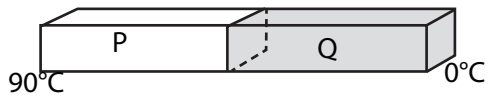
12. Kalor yang mengalir persatuan waktu melalui suatu konduktor :

- (1) sebanding dengan selisih suhu antara kedua ujungnya.
- (2) berbanding terbalik dengan panjang konduktor.
- (3) sebanding dengan luas penampang konduktor.
- (4) tergantung pada jenis konduktor.

Pernyataan di atas yang benar adalah

- A. (1), (2), (3)
- B. (1) dan (3)
- C. (2) dan (4)
- D. (4) saja
- E. (1), (2), (3), (4)

13. Dua buah batang PQ dengan ukuran yang sama, tetapi jenis logam berbeda dilekatkan seperti gambar di berikut ini.



Jika koefisien konduksi termal P adalah dua kali koefisien konduksi termal Q, maka suhu pada bidang batas P dan Q adalah

- A. 84°C
 - B. 78°C
 - C. 72°C
 - D. 66°C
 - E. 60°C
14. Perpindahan kalor konveksi terjadi pada
- A. hanya dalam zat cair
 - B. hanya dalam zat padat
 - C. hanya dalam gas
 - D. hanya dalam zat cair dan gas
 - E. hanya dalam zat padat, cair dan gas
15. Laju kalor pada sebatang logam yang panjangnya x , luas penampangnya A , dan perbedaan suhunya ΔT adalah
- A. berbanding lurus dengan luas penampang
 - B. berbanding terbalik dengan perbedaan suhu
 - C. berbanding lurus dengan panjang logam
 - D. berbanding terbalik dengan luas penampang
 - E. berbanding lurus dengan waktu

Pembahasan



1. Jawaban: B

Diketahui: $m_A = 75 \text{ g}$

$$m_B = 50 \text{ g}$$

$$T_{oA} = 0^\circ\text{C}$$

$$T_{oB} = 100^\circ\text{C}$$

Ditanyakan: Suhu akhir campuran (T_s)?

Jawab:

$$Q_{\text{terima}} = Q_{\text{lepas}}$$

$$m_A c_A (T_s - T_{oA}) = m_B c_B (T_{oB} - T_s)$$

$$75 \cdot c \cdot (T_s - 0) = 50 \cdot c \cdot (100 - T_s)$$

$$75T_s = 5000 - 50T_s$$

$$125T_s = 5000$$

$$T_s = \frac{5000}{125}$$

$$T_s = 40^\circ\text{C}$$

2. Jawaban: C

Diketahui: $m_A = 200 \text{ g}$

$$m_B = 50 \text{ g}$$

$$T_{oA} = 20^\circ\text{C}$$

$$T_{oB} = -2^\circ\text{C}$$

Ditanyakan: Yang terjadi setelah kesetimbangan?

Jawab:

$$Q_{\text{terima}} = Q_{\text{lepas}}$$

$$m_A c_A (T_s - T_{oA}) = m_B c_B (T_{oB} - T_s) + m_{\text{es}} L_{\text{es}}$$

$$200 \cdot 1 \cdot (20 - 0) = 50 \cdot (0,5) \cdot (0 - (-2)) + m_{\text{es}} 80$$

$$200(20) = 50 + m_{\text{es}} 80$$

$$4000 - 50 = 80m_{\text{es}}$$

$$m_{\text{es}} = \frac{3950}{80}$$

$$m_{\text{es}} = 49,375 \text{ g}$$

Jadi, pada suhu 0°C tidak semua es mencair.

3. Jawaban: D

Diketahui: $T_p = 90^\circ$

$$T_Q = 10^\circ$$

$$k_Q = k$$

$$k_p = 2k$$

Ditanyakan: Suhu pada bidang batas P dan Q

(T_{PQ})?

Jawab:

Hantaran kalor pada batas medium adalah sama, jadi:

$$H = \frac{kA\Delta T}{L}$$

$$H_p = H_Q$$

$$\frac{k_p A_Q \Delta T}{L_p} = \frac{k_Q A_Q \Delta T}{L_Q}$$

$$\frac{k_p A (90 - T_{PQ})}{L} = \frac{k_Q A (T_{PQ} - 10)}{L}$$

$$\frac{2kA (90 - T_{PQ})}{L} = \frac{kA (T_{PQ} - 10)}{L}$$

$$180 - 2T_{PQ} = T_{PQ} - 10$$

$$3T_{PQ} = 190^\circ\text{C}$$

$$T_{PQ} = 63,3^\circ\text{C}$$

4. Jawaban: B

Diketahui: $m_t = 20 \text{ gram}$

$$T_{ot} = t$$

$$m_c = 190 \text{ gram}$$

$$T_{oc} = 20^\circ\text{C}$$

$$T = T_a = T_c = 36^\circ\text{C}$$

$$c_t = 8 c_c$$

Ditanyakan: Suhu air teh mula-mula (t)?

Jawab:

Menurut asas Black,

$$Q_{\text{lepas}} = Q_{\text{terima}}$$

$$m_1 c_1 \Delta T_1 = m_2 c_2 \Delta T_2$$

$$m_t c_t (t - T) = m_c c_c (T - T_{oc})$$

$$20.8 c_c (t - 36) = 190 c_c (36 - 20)$$

$$160 (t - 36) = 190.16$$

$$t - 36 = \frac{190.16}{160}$$

$$t = 19 + 36 = 55^\circ\text{C}$$

5. Jawaban: E

$$\text{Diketahui: } T_1 = 100^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 25^\circ\text{C}$$

$$k_2 = 2k_1$$

Ditanyakan: Suhu pada sambungan (T)?

Persamaan hantaran kalor pada suatu permukaan benda:

$$H = \frac{kA\Delta T}{L}$$

$$H_1 = H_2$$

$$\frac{k_1 A_1 \Delta T_1}{L_1} = \frac{k_2 A_2 \Delta T_2}{L_2}$$

Dikarenakan $A_1 = A_2$ dan $L_1 = L_2$ maka:

$$k_1 (T_1 - T) = k_2 (T - T_2)$$

$$k_1 (T_1 - T) = 2k_1 (T - T_2)$$

$$(T_1 - T) = 2(T - T_2)$$

$$(T_1 - T) = 2T - 2T_2$$

$$3T = T_1 + 2T_2$$

$$3T = 100^\circ + 2(25^\circ\text{C})$$

$$T = \frac{150^\circ}{3}$$

$$T = 50^\circ\text{C}$$

6. Jawaban: D

$$\text{Diketahui: } T_1 = 90^\circ\text{C}$$

$$m_1 = 60 \text{ g}$$

$$T_2 = 25^\circ\text{C}$$

$$m_2 = 40 \text{ g}$$

$$c_1 = c_2 = 1 \text{ kal/g}^\circ\text{C}$$

Ditanyakan: Suhu campuran (T_c)?

Jawab:

Menurut asas Black:

$$Q_{\text{lepas}} = Q_{\text{terima}}$$

$$m_1 c_1 \Delta T_1 = m_2 c_2 \Delta T_2$$

$$m_1 c_1 (T_1 - T_c) = m_2 c_2 (T_c - T_2)$$

$$60.1.(90 - T_c) = 40.1.(T_c - 25)$$

$$60(90 - T_c) = 40(T_c - 25)$$

$$5400 - 60T_c = 40T_c - 1000$$

$$100T_c = 6400$$

$$T_c = 64^\circ\text{C}$$

7. Jawaban: C

$$\text{Diketahui: } m_1 = 200 \text{ g}$$

$$m_2 = 100 \text{ g}$$

$$T_1 = 30^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 90^\circ\text{C}$$

$$c_{\text{air}} = 1 \text{ kal/g}^\circ\text{C}$$

Ditanyakan: Suhu campuran (T_c)?

Jawab:

Menurut asas Black:

$$Q_{\text{terima}} = Q_{\text{lepas}}$$

$$m_1 c_1 \Delta T_1 = m_2 c_2 \Delta T_2$$

$$m_1 c (T_1 - T_c) = m_2 c (T_c - T_2)$$

$$200.1.(30 - T_c) = 100.1.(T_c - 90)$$

$$6000 - 200T_c = 100T_c - 9000$$

$$300T_c = 15000^\circ\text{C}$$

$$T_c = 50^\circ\text{C}$$

Jadi, suhu keseimbangan termalnya adalah

$$50^\circ\text{C}$$

8. Jawaban: B

$$\text{Diketahui: panjang} = 2 \text{ m}$$

$$\text{lebar} = 1 \text{ m}$$

$$\text{tebal} = 10 \text{ mm} = 0,01 \text{ m}$$

$$\Delta T = 33^\circ\text{C} - 23^\circ\text{C} = 10^\circ\text{C}$$

$$k = 8 \times 10^{-1} \text{ W/m.K}$$

Ditanyakan: Jumlah kalor yang mengalir ke dalam ruangan melalui jendela itu setiap sekon (ΔQ)?

Luas penampang (A) = panjang $\times$ lebar = $2 \times 1 = 2 \text{ m}^2$

$$\frac{Q}{\Delta t} = k \frac{A}{L} \Delta T$$

$$\frac{Q}{1} = 8 \times 10^{-1} \frac{2}{10^{-2}} (10)$$

$$Q = 1600 \text{ J}$$

9. Jawaban: A

Untuk mengukur laju kalor digunakan persamaan:

$$\frac{Q}{\Delta t} = H = k.A \frac{\Delta T}{L}$$

Dimana:

H = perambatan kalor tiap satuan waktu (J/s)

K = koefisien konduksi termal (W/m.K)

ΔT = perbedaan suhu (K)

A = luas penampang (m^2)

L = panjang (m)

Jadi, faktor-faktor yang menentukan laju perambatan kalor pada logam adalah konduktivitas logam, perbedaan suhu di ujung-ujung logam, dan panjangnya.

10. Jawaban: D

Diketahui:

$$c_{\text{es}} = 0,5 \text{ kal/g}^\circ\text{C}$$

$$m_{\text{es}} = 800 \text{ g}$$

$$t_0 = -12^\circ\text{C}$$

$$t_1 = 0^\circ\text{C}$$

Ditanyakan: Banyak kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu 800 gram es dari suhu -12°C menjadi 0°C (Q)?

Jawab:

$$\begin{aligned} Q &= m.c. t \\ &= 800.0,5. (0 - (-12)) \\ &= 4800 \text{ kalori} = 4,8 \times 10^3 \text{ kalori} \end{aligned}$$

Jadi kalor yang dibutuhkan sebanyak $4,8 \times 10^3$ kalori.

11. Jawaban: D

Diketahui: $c_{\text{es}} = 0,5 \text{ kal/g}^\circ\text{C}$

$$c_{\text{air}} = 1 \text{ kal/g}^\circ\text{C}$$

$$L = 80 \text{ kal/g}$$

$$m_{\text{es}} = 1 \text{ kg} = 1000 \text{ gram},$$

$$t = -2^\circ\text{C}$$

Ditanyakan: Kalor yang diperlukan untuk melebur 1 kg es pada suhu -2°C (Q)?

Jawab:

- Tahap pertama menurunkan suhu es dari -2°C menjadi 0°C :
 $Q_1 = m.c_{\text{es}}. \Delta t = 1000.0,5.(0 - (-2)) = 1000$ kalori
- Tahap kedua meleburkan es pada suhu 0°C :
 $Q_2 = m.L = 1000.80 = 80000$ kalori

Jadi total kalor yang dibutuhkan adalah:

$$Q_T = Q_1 + Q_2 = 1000 + 80000 = 81000 = 8,1 \times 10^4 \text{ kalori.}$$

12. Jawaban: E

Kalor yang mengalir persatuan waktu melalui suatu konduktor dapat dihitung dengan rumus:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{kA\Delta T}{L}$$

Dari rumus di atas dapat disimpulkan bahwa kalor yang mengalir persatuan waktu melalui suatu konduktor:

- Sebanding dengan selisih suhu antara kedua ujungnya.
- Berbanding terbalik dengan panjang konduktor.
- Sebanding dengan luas penampang konduktor.
- Tergantung pada jenis konduktor.

13. Jawaban: E

Diketahui: $T_p = 90^\circ$

$$T_Q = 0^\circ$$

$$k_Q = k$$

$$k_p = 2k$$

Ditanyakan: Suhu pada bidang batas P dan Q (T_{PQ})?

Jawab:

$$H_p = H_Q$$

$$\frac{k_p A_p \Delta T}{L_p} = \frac{k_Q A_Q \Delta T}{L_Q}$$

$$\frac{2k A_p (90 - T_{PQ})}{L_p} = \frac{k A_Q (T_{PQ} - 0)}{L_Q}$$

$$A_p = A_Q \text{ dan } L =_p L_Q,$$

maka persamaan di atas menjadi:

$$2(90 - T_{PQ}) = T_{PQ}$$

$$180 - 2T_{PQ} = T_{PQ}$$

$$180 = 3T_{PQ}$$

$$T_{PQ} = \frac{180}{3}$$

$$T_{PQ} = 60$$

Jadi, suhu pada bidang batas P dan Q (T_{PQ}) adalah 60°C .

14. Jawaban: D

Konveksi adalah salah satu bentuk perpindahan kalor. Perpindahan kalor secara konveksi berupa sebuah aliran zat, sehingga hanya terjadi pada zat cair dan gas.

15. Jawaban: A

Kalor yang mengalir persatuan waktu melalui logam tersebut dapat dihitung dengan rumus:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{kA\Delta T}{L} = \frac{kA\Delta T}{x}$$

Dari rumus tersebut, dapat disimpulkan bahwa laju laju kalor konduksi berbanding lurus dengan luas penampangnya.

BAB 10

Gelombang

A. Jenis-jenis Gelombang

Gelombang adalah getaran yang merambat. Berdasarkan medium perambatannya, gelombang dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Gelombang Mekanik

Gelombang mekanik adalah gelombang yang dalam perambatannya memerlukan medium. Contoh gelombang bunyi, gelombang tali, gelombang pegas, dan gelombang permukaan air.

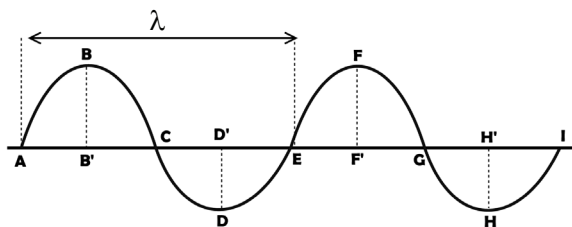
2. Gelombang Elektromagnetik

Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang dalam perambatannya tidak memerlukan medium, contohnya adalah gelombang radio.

Berdasarkan arah getarnya, gelombang dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu:

1. Gelombang Transversal

Gelombang transversal adalah gelombang yang arah getarannya tegak lurus arah perambatan gelombang. Contohnya gelombang pada tali dan ombak.

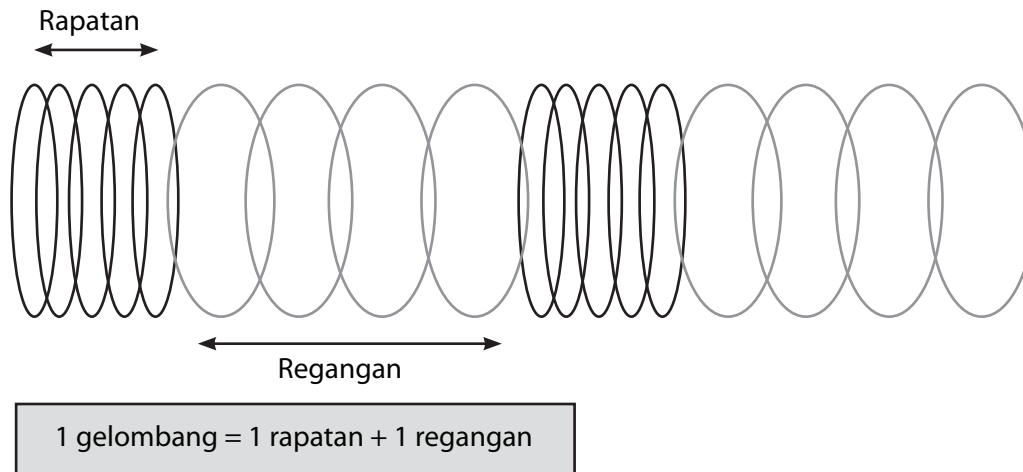


Keterangan:

- 1 gelombang = 1 lembah 1 puncak = ABCDE, EFGHI, CDEFG
- Amplitudo = BB', DD', FF', dan HH'
- Puncak = ABC dan EFG
- Lembah = CDE dan GHI

2. Gelombang Longitudinal

Gelombang longitudinal merupakan gelombang yang arah getarannya berimpit atau sejajar dengan arah perambatan gelombang. Contohnya gelombang bunyi.



B. Gelombang Satu Dimensi

1. Gelombang Berjalan

Persamaan umum gelombang

Periode (T)	$T = \frac{1}{f}$ atau $T = \frac{t}{n}$
Frekuensi (f)	$f = \frac{1}{T}$ atau $f = \frac{n}{t}$
Panjang Gelombang (λ)	$n \lambda = d$
Kecepatan (v)	$v = \lambda \times f$ atau $v = \frac{\lambda}{T}$

Keterangan:

T = periode (s)

f = frekuensi (Hz)

n = banyaknya gelombang

t = waktu (s)

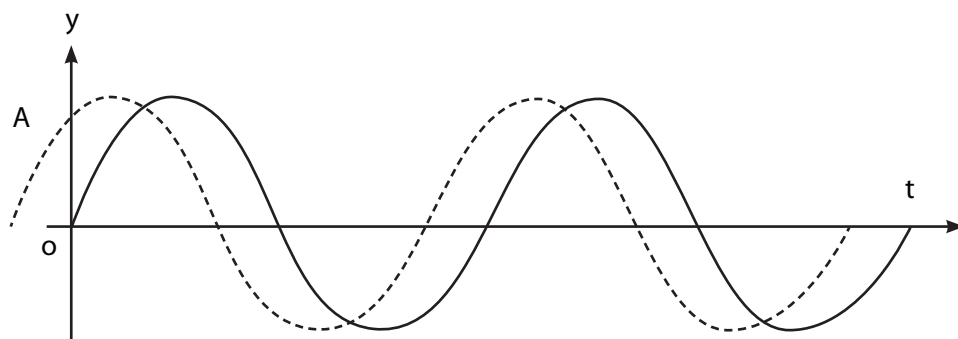
v = kecepatan (m/s)

λ = panjang gelombang (m)

d = jarak gelombang (m)

2. Persamaan Gelombang Berjalan

Gelombang merambat dari titik O sebagai pusat koordinat menuju arah sumbu x positif.



$$y = A \sin \omega t$$

Keterangan:

y = simpangan gelombang = simpangan getaran titik yang dilalui (m)

A = amplitudo = simpangan maksimum (m)

ω = kecepatan sudut (rad/s): $\omega = 2\pi f$ dengan frekuensi getar

t = lamanya bergetar (s)

Fase Gelombang	$\varphi = t.f = \frac{t}{T}$
Sudut Fase Gelombang	$\theta = \omega t$
Rumus Fungsi Gelombang	$y(x, t) = A \sin \omega \left(t - \frac{x_p}{v} \right)$
Persamaan Gelombang	$y_p = A \sin \omega \left(t \pm \frac{x}{v} \right)$ $= A \sin 2\pi f \left(t \pm \frac{x}{v} \right)$ $= A \sin \left(2\pi f t \pm 2\pi f \frac{x}{v} \right)$ $y_p = A \sin(2\pi f t \pm kx)$
Persamaan Simpangan Gelombang Harmonik	$y = \pm A \cos(\omega t \pm kx)$

Keterangan:

y_p = simpangan gelombang di titik P (m)

A = amplitudo getaran (m)

x = posisi titik P pada tali diukur dari titik asal (m)

v = laju perambatan gelombang (m/s)

ω = kecepatan sudut getaran (rad/s) = frekuensi sudut gelombang

f = frekuensi getaran (Hz) = frekuensi gelombang

T = periode getaran = periode gelombang (s)

k = bilangan gelombang = tetapan penjaran gelombang = $\frac{2\pi}{\lambda}$

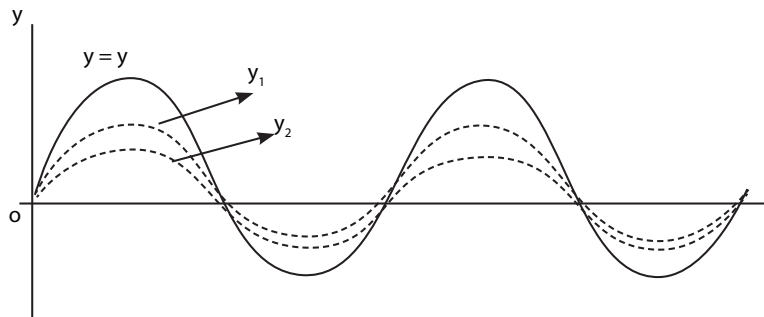
t = lamanya titik asal telah bergetar (s)

λ = panjang gelombang (m)

θ = sudut yang di belakang sin atau cos = sudut fase gelombang

3. Superposisi Gelombang

Jika dua gelombang atau lebih merambat pada medium yang sama. Maka, gelombang-gelombang tersebut akan datang di suatu titik pada saat yang sama sehingga terjadilah superposisi gelombang.



Persamaan Getaran Hasil Superposisi	$y = 2A \cos\left(\frac{\Delta\theta}{2}\right) \sin\left(\omega t + \frac{\Delta\theta}{2}\right)$
Amplitudo Gelombang Hasil Superposisi	$2A \cos\left(\frac{\Delta\theta}{2}\right)$

4. Intensitas Gelombang

Intensitas gelombang didefinisikan sebagai jumlah energi bunyi per satuan waktu (daya) yang menembus tegak lurus suatu bidang per satuan luas.

$$I = \frac{P}{A}$$

Keterangan:

P = daya atau energi gelombang per satuan waktu (watt)

A = luas bidang (m^2)

I = intensitas gelombang (W/m^2)

5. Energi Gelombang

Gelombang memindahkan energi dari satu tempat ke tempat lain. Ketika gelombang merambat melalui medium, maka energi dipindahkan dalam bentuk energi getaran dari partikel satu ke partikel lain dalam medium.

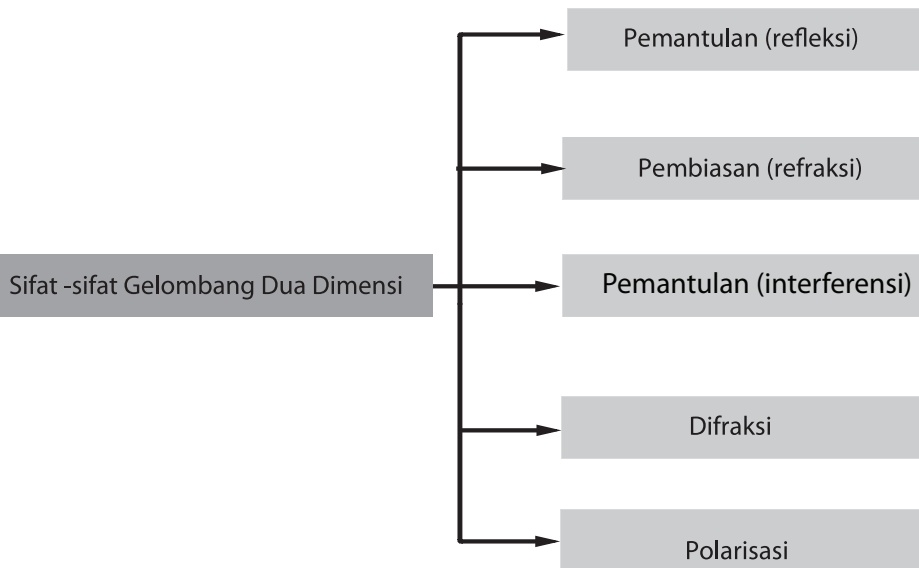
$$E = \frac{1}{2}ky^2$$

$$E = \frac{1}{2}(4\pi^2mf^2)y^2$$

$$E = 2\pi^2mf^2y^2$$

C. Gelombang Dua Dimensi

Sifat-sifat gelombang dua dimensi



D. Gelombang Elektromagnetik

1. Hipotesis Maxwell

Menurut Maxwell:

- Perubahan medan magnetik akan menimbulkan perubahan medan listrik dan sebaliknya.
- Perubahan medan listrik dan perubahan medan magnetik ini menghasilkan gelombang medan listrik dan gelombang medan magnetik yang dapat merambat di ruang hampa.
- Gelombang medan listrik (E) dan medan magnetik (B) kemudian dikenal dengan nama gelombang elektromagnetik.
- Kecepatan perambatan gelombang elektromagnetik bergantung pada permitivitas listrik dan permeabilitas magnetik medium.
- Maxwell menyatakan kecepatan gelombang elektromagnetik dengan rumus:

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}} = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

Keterangan:

ε = permitivitas listrik medium

μ = permeabilitas magnetik medium di ruang hampa

$\varepsilon = \varepsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 / \text{N.M}^2$

$\mu = \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N.s}^2/\text{C}^2$

Spektrum Gelombang Elektromagnetik

Jika diurut dari frekuensi terbesar hingga frekuensi terkecil adalah sebagai berikut:

F r e k u e n s i M a k i n R e n d a h	Sinar Gama	Panjang gelombangnya antara 1020 Hz sampai 1025 Hz. Sinar gama dapat menembus plat beberapa centimeter.
	Sinar - X	Sinar X ini dapat menembus bagian dalam tubuh, sehingga digunakan untuk rontgen.
	Sinar Ultraviolet	Sinar ultraviolet ini dihasilkan oleh matahari. Sinar ini membantu pembentukan vitamin D.
	Sinar Cahaya Tampak	Sinar ini dapat dilihat oleh mata. Jika diurutkan dari frekuensi terkecil ke frekuensi terbesar, yaitu merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, dan ungu.
	Sinar Inframerah	Sinar inframerah memiliki jangkauan frekuensi antara 1011 hertz sampai 1014 hertz.
	Gelombang Mikro	Gelombang mikro digunakan, di antaranya untuk komunikasi jarak jauh, radar (radio detection and ranging) dan memasak (oven).
	Gelombang Radio	Gelombang radio digunakan untuk membawa isyarat bunyi dan isyarat gambar melalui jarak yang jauh.
	Gelombang Televisi	Gelombang TV mempunyai panjang gelombang sekitar 3 m dan memerlukan satelit karena tidak dipantulkan ionosfer.

Latihan Soal

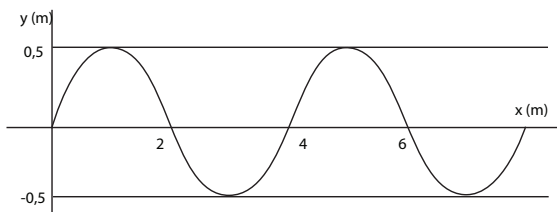


- Di antara pernyataan tentang kecepatan berikut ini, yang benar adalah
 - mengalami nilai maksimum pada simpangannya maksimum
 - sebanding dengan pangkat dua periode getaran
 - berbanding terbalik dengan f
 - berbanding lurus dengan periodenya
 - berbanding lurus dengan f

- Pemanfaatan gelombang elektromagnetik dalam pengobatan memiliki efek menyembuhkan dan dapat merusak. Jenis gelombang elektromagnetik yang energinya paling besar sehingga dapat merusak jaringan sel manusia adalah
 - inframerah
 - gelombang mikro
 - sinar gamma
 - ultraviolet
 - cahaya tampak

- inframerah
- gelombang mikro
- sinar gamma
- ultraviolet
- cahaya tampak

- Perhatikan gambar di bawah ini!



Jika periode gelombang 2 s, maka persamaan gelombangnya adalah

- $y = 0,5 \sin 2\pi (t - 0,5x)$
- $y = 0,5 \sin \pi (t - 0,5x)$
- $y = 0,5 \sin \pi (t - x)$
- $y = 0,5 \sin 2\pi \left(t - \frac{x}{4}\right)$

$$E. y = 0,5 \sin 2\pi \left(t - \frac{x}{6}\right)$$

- Perhatikan daftar gelombang elektromagnetik berikut:

- Infra merah
- Cahaya tampak
- Sinar X
- Gelombang TV

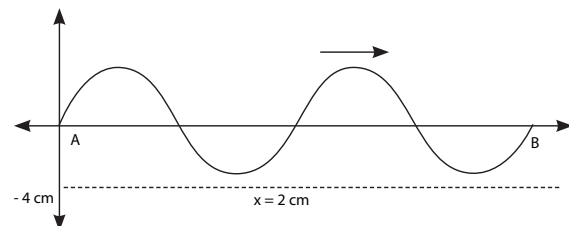
Urutan dari energi paling besar sampai energi paling kecil adalah

- (1) – (2) – (3) – (4)
- (2) – (4) – (3) – (1)
- (3) – (2) – (1) – (4)
- (3) – (1) – (4) – (2)
- (4) – (1) – (3) – (2)

- Gelombang mikro adalah gelombang elektromagnetik yang dapat digunakan untuk

- membunuh sel kanker
- memeriksa cacat logam
- mencari jejak sebuah benda
- memasak makanan dengan cepat
- mensterilkan peralatan kedokteran

- Rambatan gelombang berjalan pada tali seperti pada diagram.



Jika AB ditempuh dalam waktu 0,4 sekon, maka persamaan gelombang berjalan tersebut adalah

- A. $y_p = 4 \sin \pi (10t - 0,8x) \text{ cm}$
 B. $y_p = 4 \sin \pi (10t + 0,8x) \text{ cm}$
 C. $y_p = 4 \sin \pi (10t - 2x) \text{ cm}$
 D. $y_p = 4 \sin \pi (5t - 0,8x) \text{ cm}$
 E. $y_p = 4 \sin \pi (5t + 2x) \text{ cm}$
7. Gelombang elektromagnetik dengan periode 10^{-15} sekon (cepat rambat dalam ruang hampa $3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$) merupakan
 A. gelombang radio dan televisi
 B. gelombang mikro
 C. sinar inframerah
 D. cahaya tampak
 E. sinar ultraviolet
8. Sebuah gelombang yang merambat pada tali memenuhi persamaan $y = 0,03 \sin \pi (2t - 0,1x)$ di mana y dan x dalam meter dan t dalam sekon, maka:
 (1) Panjang gelombangnya 20 m.
 (2) Frekuensi gelombangnya 1 Hz.
 (3) Cepat rambat gelombangnya 20 m/s.
 (4) Amplitudo gelombangnya 2 m.
 Pernyataan yang benar adalah
 A. (1), (2), dan (3)
 B. (1) dan (3) saja
 C. (2) dan (4) saja
 D. (4) saja
 E. (1), (2), (3) dan (4)
9. Suatu gelombang stasioner mempunyai persamaan $y = 0,2 (\cos 5\pi x) \sin (10 \pi t)$ (y dan x dalam meter dan t dalam waktu). Jarak antara perut dan simpul yang berurutan pada gelombang ini adalah
 A. 0,1 m
 B. 0,2 m
 C. 0,4 m
 D. 2,5 m
 E. 5 m
10. Kecepatan merambatnya gelombang transversal pada dawai:
 (1) Berbanding lurus dengan akar gaya tegang dawai.
 (2) Berbanding terbalik dengan akar massa persatuan panjang dawai.
 (3) Berbanding terbalik dengan akar panjang dawai.
 (4) Berbanding terbalik dengan akar panjang gelombangnya.
 Yang benar adalah
 A. (1) dan (2)
 B. (1), (2) dan (3)
 C. (1), (2) dan (4)
 D. (2) dan (4)
 E. (3) dan (4)
11. Sebuah benda melakukan gerak harmonik dengan persamaan simpangannya $y = 5 \sin (10t)$ (y dalam m, t dalam sekon). Kecepatan getaran benda itu pada detik ke-6 adalah
 A. 0,25 m/s
 B. $2,5 \sqrt{3} \text{ m/s}$
 C. 10,0 m/s
 D. $25 \sqrt{3},0 \text{ m/s}$
 E. 25 m/s
12. Pada benda yang melakukan gerak harmonik sederhana, besaran yang berbanding lurus dengan percepatannya adalah
 A. simpangan
 B. amplitudo
 C. kecepatan
 D. energi kinetik
 E. energi potensial
13. Sebuah benda bermassa 0,4 kg melakukan gerak harmonis dengan amplitudo 0,5 m dan frekuensi 4 Hz. Besar energi kinetik pada saat simpangannya setengah amplitudonya adalah ($\pi^2 = 10$).

- A. 24 joule
 - B. 18 joule
 - C. 12 joule
 - D. 10 joule
 - E. 6 joule
14. Diantara pernyataan berikut tentang kecepatan gerak harmonik, yang benar adalah
- A. mengalami nilai maksimum pada saat simpangan maksimum
 - B. mengalami nilai maksimum pada saat simpangan minimum
 - C. berbanding terbalik dengan amplitudo
 - D. berbanding terbalik dengan simpangannya
 - E. sebanding dengan kuadrat frekuensi
15. Persamaan gelombang berjalan pada seutas tali adalah $y = 8 \sin \pi (50t - 4x)$, di mana x dan y dalam cm dan t dalam sekon. Maka panjang gelombangnya adalah
- A. 0,25 cm
 - B. 0,50 cm
 - C. 0,75 cm
 - D. 1,0 cm
 - E. 5 cm

Pembahasan



1. Jawaban: E

Rumus kecepatan gerak harmonik antara lain:

$$v = \lambda f \quad \text{atau} \quad v = \frac{\lambda}{T}$$

Keterangan:

v = kecepatan (m/s)

λ = panjang gelombang (m)

f = frekuensi (Hz)

T = periode (s)

Berdasarkan rumus tersebut, maka dapat diperoleh kesimpulan:

- Kecepatan berbanding lurus dengan panjang gelombangnya (λ)
- Kecepatan berbanding lurus dengan frekuensi (f)
- Kecepatan berbanding terbalik dengan periodenya (T)

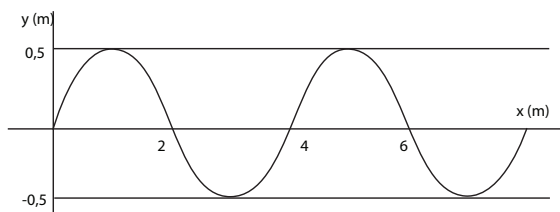
2. Jawaban: C

Urutan energi gelombang elektromagnetik dari yang terbesar ke terkecil adalah:

sinar gamma $\rightarrow$ sinar-X $\rightarrow$ sinar ultraviolet $\rightarrow$ sinar inframerah

Jadi, sinar gamma adalah gelombang elektromagnetik dengan energi terbesar yang dapat merusak jaringan sel. Sinar gamma memiliki frekuensi yang tinggi.

3. Jawaban: B



Diketahui: $A = 0,5$

$T = 2$ sekon

Ditanyakan: Persamaan gelombang?

Jawab:

Menentukan panjang gelombang (λ)

$$\lambda = \frac{\text{jarak gelombang}}{\text{banyaknya gelombang}} = \frac{8}{2} = 4$$

Jadi, persamaan gelombangnya adalah:

$$y = A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

$$y = 0,5 \sin 2\pi \left(\frac{t}{2} - \frac{x}{4} \right)$$

$$y = 0,5 \sin \pi (t - 0,5x)$$

4. Jawaban: C

Energi foton bergantung terhadap frekuensi cahayanya, maka frekuensi gelombang cahaya yang dari yang tertinggi adalah: sinar-X $\rightarrow$ cahaya tampak $\rightarrow$ inframerah $\rightarrow$ gelombang TV.

5. Jawaban: D

Gelombang mikro dapat dimanfaatkan untuk memasak makanan dengan cepat dan ekonomis (*microwave oven*). Sinar gamma digunakan untuk sterilisasi alat-alat kedokteran dan membunuh sel kanker, sinar-X digunakan untuk memeriksa cacat atau keretakan logam dan, untuk mencari jejak bisa digunakan gelombang radar.

6. Jawaban: C

Diketahui: $t_{AB} = 0,4$ s

Ditanyakan: Persamaan gelombang?

Jawab:

Persamaan umum gelombang berjalan adalah:

$$y = \pm A \sin (\omega t \pm kx)$$

Mula-mula gelombang bergerak ke atas dan menjalar ke sebelah kanan, maka persamaan gelombang menjadi:

$$y = A \sin (\omega t - kx)$$

$$f = \frac{\text{banyaknya gelombang}}{t_{AB}} = \frac{2}{0,4} = 5 \text{ Hz}$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi (5) = 10\pi$$

$$v = \frac{AB}{t_{AB}} = \frac{2 \text{ cm}}{0,4 \text{ s}} = 5 \text{ cm/s}$$

$$k = \frac{\omega}{v} = \frac{10\pi}{5} = 2\pi$$

A = amplitudo = 4 cm

Jadi, persamaan gelombangnya adalah: $y = 4 \sin (10\pi t - 2\pi x) = 4 \sin \pi (10t - 2x)$

7. Jawaban: D

Diketahui: $T = 10^{-15} \text{ s}$

$$v = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

Ditanyakan: Jenis spektrum gelombang elektromagnetik

Jawab:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{10^{-15}} = 10^{15} \text{ Hz}$$

Gelombang elektromagnetik yang berfrekuensi ($f = 10^{15}$) termasuk cahaya tampak.

8. Jawaban: A

Diketahui: $y = 0,03 \sin \pi (2t - 0,1x)$

Ditanyakan: Pernyataan yang benar?

Jawab :

Berdasarkan persamaan $y = 0,03 \sin \pi (2t - 0,1x)$ diperoleh:

$$A = 0,03 \text{ m}$$

$$\omega = 2\pi$$

$$k = 0,1\pi$$

Sehingga:

$$\omega = 2\pi$$

$$2\pi f = 2\pi$$

$$f = \frac{2\pi}{2\pi} = 1 \text{ Hz}$$

$$v = \frac{\omega}{k} = \frac{2\pi}{0,1\pi} \text{ m/s} = 20 \text{ m/s}$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{20}{1} = 20 \text{ m}$$

Maka pernyataan 1, 2, dan 3 benar.

9. Jawaban: C

Diketahui: $y = 0,2 (\cos 5\pi x) \sin (10\pi t)$

Ditanyakan: Jarak antara perut dan simpul yang berurutan (λ)?

Jawab:

$$y = 0,2 (\cos 5\pi x) \sin (10\pi t)$$

$$y = 2A \cos 2\pi \left(\frac{x}{\lambda} \right) \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{1}{\lambda} \right)$$

$$\cos \frac{2\pi x}{\lambda} = \cos 5\pi x$$

$$\lambda = 5\pi x$$

$$2\pi x = 5\pi x \lambda$$

$$\lambda = \frac{2\pi x}{5\pi x}$$

$$\lambda = 0,4 \text{ m}$$

10. Jawaban: A

Cepat rambat gelombang pada dawai dapat dinyatakan ke dalam persamaan:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{FL}{m}} = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$$

Keterangan:

v = cepat rambat gelombang

F = gaya

m = massa

L = panjang

μ = massa linier (massa persatuan panjang)

dawai

ρ = massa jenis dawai

A = luas penampang dawai

Jadi, pernyataan yang benar adalah kecepatan gelombang transversal pada dawai berbanding lurus dengan akar gaya tegang dawai dan berbanding terbalik dengan akar massa persatuan panjang dawai.

11. Jawaban: A

Diketahui: $y = 5 \sin(10t)$

Ditanyakan: Kecepatan getaran benda itu pada detik ke-6 (v)?

Jawab:

$$y = 5 \sin 10t$$

$$v = \frac{dy}{dt}$$

$$v = 50 \cos 10t$$

$$v(6) = 50 \cos(10)6$$

$$v = 50 \cos 60^\circ$$

$$v = 50 \left(\frac{1}{2} \right)$$

$$v = 25 \text{ cm/s}$$

$$v = 0,25 \text{ m/s}$$

12. Jawaban: E

Pada getaran harmonik sederhana, besaran yang berbanding lurus dengan percepatan adalah:

$$E_p = \frac{1}{2} ky^2$$

$$E_p = \frac{1}{2} m\omega^2 y^2$$

$$E_p = \frac{1}{2} (a)(m)y$$

Jadi, energi potensialnya berbanding lurus dengan percepatan.

13. Jawaban: A

Diketahui: $m = 0,4 \text{ kg}$

$$A = 0,5 \text{ m}$$

$$f = 4 \text{ Hz}$$

Ditanyakan: Besar energi kinetik pada saat simpangannya setengah amplitudonya (E_k)?

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2$$

$$E_k = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2 \cos^2 \omega t$$

Pada saat simpangan $\frac{1}{2}$ amplitudonya:

$$y = A \sin \omega t$$

$$\frac{1}{4} = \frac{1}{2} \sin \omega t$$

$$\sin \omega t = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

$$\omega t = 30^\circ$$

Maka:

$$E_k = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2 \cos^2 \omega t$$

$$E_k = \frac{1}{2} m 4\pi^2 f^2 A^2 \cos^2 30^\circ$$

$$E_k = \frac{1}{2} 0,4 \cdot 4 \cdot 10(4)^2 \cdot \left(\frac{1}{2} \right)^2 \cdot \left(\frac{1}{2} \sqrt{3} \right)^2$$

$$E_k = 24 \text{ Joule}$$

14. Jawaban: B

Rumus kecepatan pada gerak harmonik:

$$v = \omega \sqrt{A^2 - y^2}$$

Maka kesimpulan dari rumus di atas adalah, jika nilai y minimum maka v menjadi maksimum.

15. Jawaban: B

Diketahui: $y = 8 \sin \pi (50t - 4x)$

Ditanyakan: Panjang gelombang (λ)?

$$y = 8 \sin(50\pi t - 4\pi x)$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

$$4\pi = \frac{2\pi}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{1}{2} \text{ cm}$$

$$\lambda = 0,5 \text{ cm}$$

BAB 11

ALAT OPTIK

A. Mata

1. Bagian-Bagian dari Mata

Tabel 11:1 Bagian-bagian Mata dan Fungsinya

Bagian Mata	Fungsi
Kornea	Bagian paling luar dari mata yang berfungsi melindungi mata bagian dalamnya dan meneruskan cahaya yang masuk menuju retina.
Iris	Memberikan warna pada mata dan mengatur besar kecilnya pupil.
Pupil	Mengatur banyak dan sedikitnya cahaya yang masuk ke mata.
Lensa	Memfokuskan cahaya yang masuk.
Retina	Tempat pembentukan bayangan.
Otot siliar	Menggerakkan bola mata.

2. Sifat Bayangan pada Mata

Sifat bayangan yang terbentuk pada mata adalah nyata, terbalik, dan diperkecil.

3. Daya akomodasi

Daya akomodasi adalah kemampuan mata untuk mengubah kecembungan lensa mata sehingga bayangan dapat tepat jatuh pada retina.

4. Titik Jauh dan Titik Dekat

Titik Jauh (Punctum Remotum)	Titik terjauh dari mata yang masih dapat dilihat dengan mata dalam keadaan tidak berakomodasi.
Titik dekat (punctum proximum)	Titik terdekat dari mata yang masih dapat dilihat dengan jelas oleh mata dalam keadaan berakomodasi maksimal.

5. Cacat Mata

Tabel 11:2 Jenis-jenis Cacat perlu Mata

Cacat Mata	Pengertian	Dibantu Lensa
Miopi (Rabun Jauh)	Tidak dapat melihat benda-benda jauh dikarenakan bayangan yang terbentuk jatuh di depan retina.	Cekung
Hipermetropi (Rabun Dekat)	Tidak dapat melihat benda-benda dekat dikarenakan bayangan yang terbentuk jatuh di belakang retina.	Cembung
Presbiopi (Rabun Tua)	Penglihatan tidak normal disebabkan oleh berkurangnya daya akomodasi seseorang karena usia lanjut.	Rangkap (Cembung dan Cekung)
Astigmatisme	Tidak mampu melihat garis-garis horizontal dan vertikal secara simultan (bersama-sama). dikarenakan bentuk kornea mata tidak berbentuk bola melainkan lebih melengkung pada satu bidang daripada bidang yang lain.	Silindris

Rumus pada lensa cekung

Untuk membantu mata rabun jauh, jarak fokus dan kuat lensa yang dapat digunakan untuk memperbaiki mata adalah:

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$$
$$P = \frac{1}{f}$$

Keterangan:

s = titik terjauh mata normal = ∞

s' = titik jauh penderita, bernilai (–) karena bayangan yang terlihat maya (dalam satuan m)

f = fokus lensa

P = kuat lensa (dioptri)

Rumus pada lensa cembung

Bagi penderita rabun dekat, maka untuk membantunya penglihatannya diperlukan jarak fokus dan kuat lensa sebesar:

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$$
$$P = \frac{1}{f}$$

Keterangan:

s = titik dekat mata normal (25 cm)

s' = titik dekat penderita, bernilai (–) karena bayangan yang terbentuk maya

f = fokus lensa

P = kuat lensa (dioptri)

B. Lup

Lup adalah alat optik yang terdiri dari sebuah lensa cembung yang digunakan untuk mengamati benda-benda kecil sehingga tampak lebih besar dan jelas. Bayangan yang dihasilkan oleh lup adalah maya, tegak, dan diperbesar.

Tabel 11:3 persamaan pada Lup

Perbesaran pada Mata Tak Berakomodasi	Perbesaran pada Mata Berakomodasi	Perbesaran pada Mata Berakomodasi pada jarak x
$M = \frac{S_n}{f}$	$M = \frac{S_n}{f} + 1$	$M = \frac{S_n}{f} + \frac{S_n}{x}$

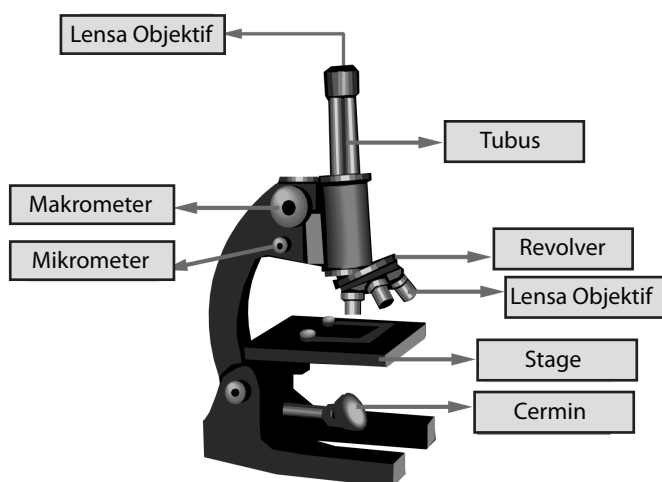
Keterangan:

M = perbesaran sudut

S_n = jarak titik dekat pengamat (25 cm untuk mata normal)

f = jarak fokus

C. Mikroskop



1. Bagian-Bagian Mikroskop

Lensa Objektif	Lensa yang dekat dengan objek
Lensa Okuler	Lensa yang dekat dengan mata
Makrometer	Pemutar Kasar
Mikrometer	Pemutar Halus
Stage	Tempat Objek
Tubus	Penghubung antara lensa objektif dan lensa okuler
Cermin	Untuk menangkap cahaya

2. Sifat Bayangan Pada Mikroskop

- Bayangan yang dibentuk oleh lensa objektif bersifat: nyata, terbalik dan diperbesar.
- Bayangan yang dibentuk oleh lensa okuler bersifat: maya, terbalik, dan diperbesar.

3. Perbesaran Mikroskop

Perbesaran mikroskop tanpa akomodasi maksimum

Perbesaran Lensa Objektif	$M_{OB} = \frac{S'_{OB}}{S_{OB}}$
Perbesaran Lensa Okuler	$M_{OK} = \frac{S'_{OK}}{S_{OK}}$ atau $M_{OK} = \frac{S_n}{f_{OK}}$
Perbesaran Mikroskop Total	$M_{TOT} = M_{OB} \times M_{OK} $ $M_{TOT} = \left \frac{S'_{OB}}{S_{OB}} \times \frac{S_n}{f_{OK}} \right $
Panjang Mikroskop	$d = S'_{OB} + S_{OK}$ atau $d = S'_{OB} + f_{OK}$

Perbesaran mikroskop dengan akomodasi maksimum

Perbesaran Lensa Objektif	$M_{OB} = \frac{S'_{OB}}{S_{OB}}$
Perbesaran Lensa Okuler	$M_{OK} = \frac{S_n}{f_{OK}} + 1$
Perbesaran Mikroskop Total	$M_{TOT} = \left \frac{S'_{OB}}{S_{OB}} \times \left(\frac{S_n}{f_{OK}} + 1 \right) \right $
Panjang Mikroskop	$d = S'_{OB} + S_{OK}$

Keterangan:

M_{OB} = perbesaran dari lensa objektif

M_{OK} = perbesaran dari lensa okuler

M_{TOT} = perbesaran total pada mikroskop

S_{OB} = jarak benda terhadap lensa objektif

S'_{OB} = jarak bayangan terhadap lensa objektif

S_n = jarak titik dekat mata pengamat

f_{OK} = jarak fokus lensa okuler

D. Teropong atau Teleskop

Teropong atau teleskop adalah alat optik yang digunakan untuk melihat benda-benda yang sangat jauh agar tampak lebih dekat dan jelas. Dua jenis utama teropong, yaitu:

1. Teropong bias (lensa), yang terdiri dari beberapa lensa, contohnya adalah teropong bintang, teropong bumi, teropong prisma, dan teropong panggung.
2. Teropong pantul (cermin), yang terdiri dari beberapa lensa dan cermin.

1. Teropong Bintang

- Teropong bintang untuk mengamati objek-objek yang berada di luar angkasa. Teropong bintang terdiri atas dua lensa cembung yang merupakan lensa objektif dan lensa okuler.
- Lensa objektif teropong membentuk bayangan yang bersifat nyata, terbalik, dan diperkecil
- Lensa okuler membentuk bayangan yang bersifat maya, terbalik, dan diperbesar.
- Perbesaran pada teropong bintang:

Perbesaran Sudut Teropong	$M = \frac{S'_{OB}}{S_{OK}}$
Perbesaran Tak Berakomodasi $s'_{OB} = f_{OB}$ dan $s_{OK} = f_{OK}$	$M = \frac{f_{OB}}{f_{OK}}$
Perbesaran Untuk Berakomodasi Maksimum $s'_{OB} = f_{OB'}$ dan $s'_{OK} = -S_n$	$M = \frac{f_{OB}}{f_{OK}} \cdot \left(\frac{S_n + f_{OK}}{S_n} \right)$
Panjang Teropong Tanpa Akomodasi	$d = f_{OB} + f_{OK}$
Panjang Teropong Untuk yang Berakomodasi	$d = f_{OB} + S_{OK}$

2. Teropong Bumi

Teropong bumi digunakan untuk mengamati benda yang berada di permukaan bumi. Teropong bumi terdiri dari tiga lensa cembung, yaitu lensa objektif, lensa okuler, dan lensa pembalik yang terletak diantara lensa objektif dan lensa okuler. Sifat bayangan yang terbentuk adalah maya, tegak, dan diperbesar.

Perbesaran teropong tanpa akomodasi maksimum

Perbesaran Sudut	$M = \frac{f_{OB}}{f_{OK}}$
Panjang Teropong	$d = f_{OB} + 4f_{PB} + f_{OK}$

Perbesaran teropong dengan akomodasi maksimum

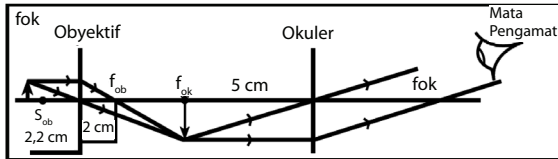
Perbesaran Sudut	$M_{OK} = \frac{f_{OB}}{f_{OK}} = \left(\frac{S_n + f_{OK}}{S_n} \right)$
Panjang Teropong	$d = S'_{OB} + 4f_{PB} + S_{OK}$

f_{PB} = panjang fokus lensa pembalik

Latihan Soal



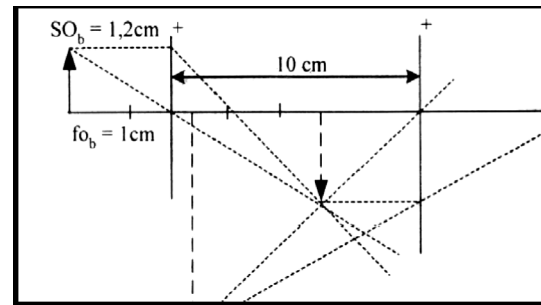
1. Amatilah diagram pembentukan bayangan oleh mikroskop berikut ini!



Jika berkas sinar yang keluar dari lensa okuler merupakan berkas sejajar, dan mata yang mengamati berpenglihatan normal, maka perbesaran mikroskop adalah ($S_n = 25 \text{ cm}$)

- 10 kali
 - 18 kali
 - 22 kali
 - 30 kali
 - 50 kali
2. Bayangan yang terbentuk oleh cermin cembung dan sebuah benda yang tingginya h yang ditempatkan di depan cermin bersifat
- nyata, tegak, diperbesar
 - maya, tegak, diperbesar
 - nyata, tegak, diperkecil
 - nyata, terbalik, diperbesar
 - maya, tegak, diperkecil
3. Seseorang bermata hipermetropi supaya dapat melihat dengan normal harus menggunakan kaca mata yang kuat lensanya +2 dioptri. Maka jarak terdekat yang dapat dilihat orang tersebut tanpa kaca mata adalah
- 2,5 cm
 - 15 cm
 - 50 cm
 - 60 cm
 - 100 cm

4. Seorang siswa ($S_n = 25 \text{ cm}$) melakukan percobaan menggunakan mikroskop, dengan data seperti diagram berikut:



Perbesaran mikroskop adalah

- 30 kali
 - 36 kali
 - 40 kali
 - 46 kali
 - 50 kali
5. Sebuah benda diletakkan 20 cm di depan cermin cembung yang jarak fokusnya 30 cm. Letak dan sifat bayangan yang dibentuk oleh cermin tersebut adalah
- 60 cm di depan cermin, maya, tegak
 - 60 cm di belakang cermin, nyata, tegak
 - 60 cm di depan cermin, nyata, terbalik
 - 12 cm di belakang cermin, maya, tegak
 - 12 cm, di depan cermin, nyata, tegak
6. Seseorang bermata normal (titik dekatnya 25 cm) mengamati benda dengan mata berakomodasi maksimum. Diameter pupil matanya 2 mm dan mata peka terhadap cahaya. $550 \cdot 10^{-6} \text{ mm}$. Batas daya urai mata orang itu adalah

- A. 0,01 mm
- B. 0,08 mm
- C. 0,18 mm
- D. 0,8 mm
- E. 1,8 mm

7. Alat optik di bawah ini yang selalu menghasilkan bayangan maya, tegak dan diperkecil dari suatu benda nyata, adalah

- A. cermin datar
- B. cermin cekung
- C. cermin cembung
- D. lensa positif
- E. lensa negatif

8. Letak bayangan yang dibentuk lensa bikonveks 20 cm di belakang lensa. Apabila kekuatan lensa 10 dioptri, maka jarak benda terhadap lensa adalah

- A. 5 cm
- B. 10 cm
- C. 15 cm
- D. 20 cm
- E. 40 cm

9. Seorang dengan mata normal menggunakan mikroskop dengan mata berakomodasi maksimum itu berarti

- A. Bayangan lensa obyektif 25 cm di belakang lensa
- B. Bayangan lensa obyektif tak hingga
- C. Bayangan lensa okuler tak hingga
- D. Bayangan lensa okuler 25 cm di depan
- E. Bayangan lensa okuler 25 cm di belakang

10. Sebuah lup mempunyai jarak fokus 5 cm, jika titik dekat mata normal = 25 cm, maka perbesaran lup untuk mata berakomodasi maksimum adalah

- A. 3 kali

- B. 4 kali
- C. 5 kali
- D. 6 kali
- E. 7 kali

11. Bayangan dari sebuah benda yang di bentuk oleh cermin cembung adalah

- A. selalu di belakang cermin
- B. selalu di perbesar
- C. kadang-kadang di perkecil
- D. kadang-kadang terbalik
- E. kadang-kadang nyata

12. Seorang tukang servis jam memiliki titik dekat 20 cm, menggunakan lup yang jarak fokusnya 10 cm. Besar perbesaran bayangan dengan tanda berakomodasi adalah

- A. 2 kali
- B. 1 kali
- C. 3 kali
- D. 5 kali
- E. 6 kali

13. Sebuah lensa berjarak fokus 5 cm, digunakan sebagai lup. Mata normal menggunakan lup tersebut dengan berakomodasi maksimum, maka perbesaran anguler lup adalah

- A. 3 kali
- B. 4 kali
- C. 5 kali
- D. 6 kali
- E. 8 kali

14. Sebuah objek ditempatkan pada jarak 1,5 cm dari lensa objektif sebuah mikroskop, jika mikroskop memiliki jarak fokus lensa objektif dan okuler berturut-turut 10 mm dan 6 cm dan pengamatan dilakukan dengan akomodasi maksimum dengan titik dekat 30 cm, maka perbesaran mikroskop adalah ... kali

- A. 10

- B. 12
- C. 18
- D. 20
- E. 25

15. Seorang teropong diarahkan ke bintang, menghasilkan perbesaran angular 25 kali. Jika jarak fokus objektif 150 cm, maka jarak antara lensa objektif dan lensa okuler teropong tersebut adalah ... cm
- A. 175
 - B. 156
 - C. 150
 - D. 144
 - E. 120

Pembahasan



1. Jawaban: E

Diketahui: $s_{ob} = 2,2 \text{ cm}$

$$f_{ob} = 2 \text{ cm}$$

$$S_n = 25 \text{ cm}$$

$$f_{ok} = 5 \text{ cm}$$

Ditanyakan: perbesaran mikroskop (M)?

Jawab:

$$\frac{1}{f_{ob}} = \frac{1}{s_{ob}} + \frac{1}{s'_{ob}}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{1}{2,2} + \frac{1}{s'_{ob}}$$

$$\frac{1}{2} - \frac{1}{2,2} = \frac{1}{s'_{ob}}$$

$$\frac{1,1-1}{2,2} = \frac{1}{s'_{ob}}$$

$$\frac{0,1}{2,2} = \frac{1}{s'_{ob}}$$

$$s'_{ob} = \frac{2,2}{0,1} = 22 \text{ cm}$$

Perbesaran mikroskop (M):

$$M = \left| \frac{s'_{ob}}{s_{ob}} \times \frac{s_n}{f_{ok}} \right| = \left| \frac{22}{2,2} \times \frac{25}{5} \right| = 10 \times 5 = 50 \text{ kali}$$

2. Jawaban: E

Bayangan yang terbentuk oleh cermin cembung dan sebuah benda yang tingginya h yang ditempatkan di depan cermin adalah maya, tegak, diperkecil.

3. Jawaban: C

Diketahui: $P = 2 \text{ dioptri}$

$$s = 25 \text{ cm}$$

Ditanyakan: PP (jarak terdekat yang dapat dilihat orang tersebut tanpa kaca mata)?

Jawab:

$$f = \frac{1}{P} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ m} = 50 \text{ cm}$$

Jarak bayangan adalah:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{50} = \frac{1}{25} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{s'} = \frac{1}{50} - \frac{1}{25}$$

$$\frac{1}{s'} = \frac{1-2}{50}$$

$$\frac{1}{s'} = -\frac{1}{50}$$

$$s' = -50 \text{ cm}$$

$$PP = 50 \text{ cm}$$

4. Jawaban: A

Diketahui: $s_n = 25 \text{ cm}$

$$f_{ob} = 1 \text{ cm}$$

$$s_{ob} = 1,2 \text{ cm}$$

$$f_{ok} = 5 \text{ cm}$$

Ditanyakan: Perbesaran bayangan (M)?

Jawab:

$$\frac{1}{f_{ob}} = \frac{1}{s_{ob}} + \frac{1}{s'_{ob}}$$

$$\frac{1}{1} = \frac{1}{1,2} + \frac{1}{s'_{ob}}$$

$$\frac{1}{s'_{ob}} = \frac{1}{1} - \frac{1}{1,2}$$

$$\frac{1}{s'_{ob}} = \frac{1,2-1}{1,2}$$

$$\frac{1}{s'_{ob}} = \frac{0,2}{1,2}$$

$$s'_{ob} = \frac{1,2}{0,2} = 6 \text{ cm}$$

Perbesaran(M):

$$M = \left| \frac{s'_{ob}}{s_{ob}} \times \left(\frac{S_n}{f_{ok}} + 1 \right) \right|$$

$$M = \left| \frac{6}{1,2} \times \left(\frac{25}{5} + 1 \right) \right|$$

$$M = 5 \times (5 + 1)$$

$$M = 5(6)$$

$$M = 30$$

5. Jawaban: D

Diketahui: $s = 20 \text{ cm}$

$$f = -30 \text{ cm}$$

Ditanyakan: Letak bayangan (s') dan sifat bayangan?

Jawab:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{-30} = \frac{1}{20} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{s'} = -\frac{1}{30} - \frac{1}{20}$$

$$\frac{1}{s'} = \frac{-2-3}{60}$$

$$\frac{1}{s'} = \frac{-5}{60}$$

$$s' = \frac{60}{-5} = -12$$

Jadi, letak bayangan 12 cm di belakang cermin dengan sifat maya dan tegak

6. Jawaban: B

Diketahui:

$$\text{Titik dekat } (\ell) = 25 \text{ cm} = 250 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter pupil } (d) = 2 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang gelombang } (\lambda) = 550 \times 10^{-6} \text{ mm}$$

Ditanyakan: Batas urai mata (dm)?

Jawab:

$$dm = \frac{1,22 \lambda \ell}{d} = \frac{1,22 (55 \times 10^{-5}) (25 \times 10)}{2} = 0,08 \text{ mm}$$

7. Jawaban: C

Sifat bayangan dari cermin cembung adalah maya, tegak dan diperkecil.

8. Jawaban: D

Diketahui: $s' = 20 \text{ cm}$

$$P = 10 \text{ dioptri}$$

Ditanyakan: Jarak benda (s)?

Jawab:

$$f = \frac{100}{P} = \frac{100}{10} = 10 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{s} = \frac{1}{f} - \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{s} = \frac{1}{10} - \frac{1}{20}$$

$$\frac{1}{s} = \frac{2-1}{20}$$

$$\frac{1}{s} = \frac{1}{20}$$

$$s = 20 \text{ cm}$$

9. Jawaban: E

Mata normal menggunakan mikroskop dengan berakomodasi maksimum, berarti:

Bayangan yang dilihat selalu bayangan maya yang dibentuk oleh okuler.

1. Karena bayangan maya maka letak bayangan di depan lensa yaitu searah dengan arah datangnya cahaya.

2. Karena berakomodasi maksimum berarti bayangan terletak pada jarak 25 cm dari mata.

10. Jawaban: D

Diketahui: $f = 5 \text{ cm}$

$$S_n = 25 \text{ cm}$$

Ditanyakan: Perbesaran (M)?

Jawab:

Untuk mata berakomodasi maksimum

$$M = \frac{S_n}{f} + 1$$

$$M = \frac{25}{5} + 1$$

$$M = 5 + 1$$

$$M = 6 \text{ kali}$$

11. Jawaban: A

Bayangan yang dihasilkan oleh cermin cembung selalu maya, tegak, dan diperkecil dengan letak bayangan di belakang cermin.

12. Jawaban: A

$$\text{Diketahui: } S_n = 20 \text{ cm}$$

$$f = 10 \text{ cm}$$

Ditanyakan: Perbesaran (M)?

Jawab:

$$M = \frac{S_n}{f} = \frac{20}{10} = 2 = 2 \text{ kali}$$

13. Jawaban: D

$$\text{Diketahui: } S_n = 25 \text{ cm}$$

$$f = 5 \text{ cm}$$

Ditanyakan: Perbesaran (M)?

Jawab:

$$M = \frac{S_n}{f} + 1 = \frac{25}{5} + 1 = 5 + 1 = 6 \text{ kali}$$

14. Jawaban: B

$$\text{Diketahui: } S_n = 30 \text{ cm}$$

$$f_{ok} = 6 \text{ cm}$$

$$f_{ob} = 1 \text{ cm}$$

$$S_{ob} = 1,5 \text{ cm}$$

Ditanyakan: Perbesaran (M)?

Jawab:

$$M = \left| \frac{S'_{OB}}{S_{OB}} \times \left(\frac{S_n}{f_{OK}} + 1 \right) \right|$$

Dicari S'_{OB} :

$$\frac{1}{S'_{OB}} = \frac{1}{f_{OB}} - \frac{1}{S_{OB}}$$

$$\frac{1}{S'_{OB}} = \frac{1}{1} - \frac{1}{1,5} = \frac{1,5}{1,5} - \frac{1}{1,5} = \frac{0,5}{1,5} = \frac{1}{3}$$

$$S'_{OB} = 3$$

$$M = \left| \frac{S'_{OB}}{S_{OB}} \times \left(\frac{S_n}{f_{OK}} + 1 \right) \right|$$

$$M = \left| \frac{3}{1,5} \times \left(\frac{30}{6} + 1 \right) \right|$$

$$M = 2 \times (5 + 1)$$

$$M = 2 \times 6 = 12$$

15. Jawaban: B

$$\text{Diketahui: } M = 25 \text{ kali}$$

$$f_{ob} = 150 \text{ cm}$$

Jawab:

Ditanyakan: Panjang teropong (d)?

$$M = \frac{f_{ob}}{f_{ok}}$$

$$25 = \frac{150}{f_{ok}}$$

$$f_{ok} = \frac{150}{25}$$

$$f_{ok} = 6 \text{ cm}$$

$$d = f_{ob} + f_{ok} = 150 + 6 = 156 \text{ cm}$$

BAB 12

Bunyi

A. Pengertian Bunyi

Bunyi adalah gelombang yang membutuhkan medium udara dalam perambatannya, berbentuk longitudinal, terdiri atas partikel-partikel yang berosilasi searah dengan gerak gelombang tersebut, dan membentuk daerah bertekanan tinggi dan rendah.

Sifat-sifat bunyi:

1. Tinggi rendah bunyi → Menunjukkan besar frekuensi bunyi
2. Kuat lemahnya bunyi → Menunjukkan besar amplitudo
3. Warna bunyi → bunyi yang diterima oleh alat pendengaran berdasarkan sumber getarannya.

B. Efek Doppler

Efek Doppler merupakan perubahan frekuensi yang disebabkan gerak relatif antara sumber dan pengamat. Jika keduanya bergerak saling mendekat, maka frekuensi yang terdengar akan lebih tinggi, tetapi jika keduanya saling menjauh, frekuensi yang terdengar akan lebih rendah.

$$f_p = \left(\frac{v \pm v_p}{v \pm v_s} \right) f_s$$

Keterangan:

f_p = frekuensi pendengar (Hz)

f_s = frekuensi sumber (Hz)

v = cepat rambat (m/s)

v_s = cepat rambat sumber bunyi (m/s)

v_p = cepat rambat pendengar (m/s)

Pemakaian tanda (+) dan negatif (-):

- v_s (-) jika sumber mendekati pendengar dan (+) jika sumber menjauhi pendengar.
- v_p (-) jika pendengar menjauhi sumber bunyi dan (+) jika pendengar mendekati sumber.

C. Cepat Rambat

Cepat Rambat Gelombang Pada Dawai	$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{FL}{m}} = \sqrt{\frac{F}{\mu A}}$
Cepat Rambat Bunyi Pada Zat Padat	$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$
Cepat Rambat Bunyi Pada Zat Cair	$v = \sqrt{\frac{\beta}{\rho}}$
Cepat Rambat Bunyi Pada Zat Gas	$v = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}}$ atau $v = \sqrt{\gamma \frac{RT}{M}}$

Keterangan:

L = panjang kawat atau dawai (m)

F = tegangan kawat atau beban (N)

μ = massa kawat per satuan panjang (kg/m)

E = modulus Young (N/m²)

ρ = massa jenis (kg/m³)

β = modulus Bulk (N/m²)

R = tetapan molar gas (J/mol K)

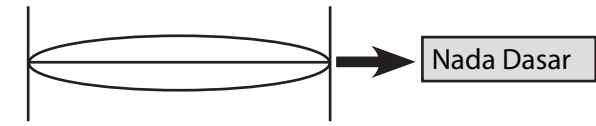
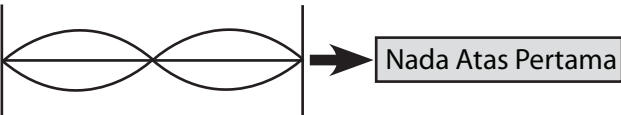
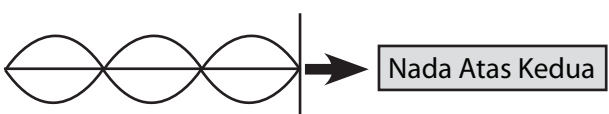
M = massa satu mol gas

T = suhu termodinamika (K)

D. Sumber Bunyi

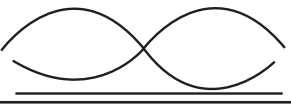
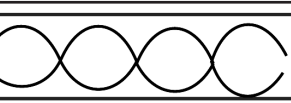
1. Dawai

Tabel 12:1 Persamaan Saat Dawai Bergetar

Gambar	Frekuensi (f)	Panjang dawai (l)
	$f_1 = \frac{v}{2L}$	$L = \frac{1}{2}\lambda_1$
	$f_2 = \frac{v}{L}$	$L = \lambda_2$
	$f_3 = \frac{3v}{2L}$	$L = \frac{3}{2}\lambda_3$

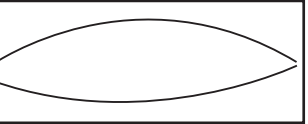
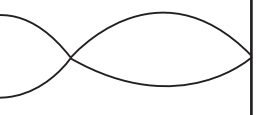
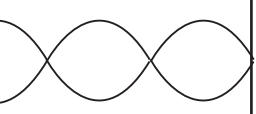
2. Pipa Organa Terbuka

Tabel 12:2 Bentuk Gelombang Stationer pada Pipa Organa terbuka

Gambar	Frekuensi (f)	Panjang dawai (l)
 → Nada Dasar	$f_1 = \frac{v}{2L}$	$L = \frac{1}{2}\lambda_1$
 → Nada atas Pertama	$f_2 = \frac{v}{L}$	$L = \lambda_2$
 → Nada atas Kedua	$f_3 = \frac{3v}{2L}$	$L = \frac{3}{2}\lambda_3$

3. Pipa Organa Tertutup

Tabel 12:3 Bentuk Gelombang Stationer pada Pipa Organa Tertutup

Gambar	Frekuensi (f)	Panjang dawai (L)
 → Nada Dasar	$f_1 = \frac{v}{4L}$	$L = \frac{1}{4}\lambda_1$
 → Nada Dasar Pertama	$f_3 = \frac{3v}{4L} = 3f_1$	$L = \frac{3}{4}\lambda_2$
 → Nada Dasar Kedua	$f_5 = \frac{5v}{4L} = 5f_1$	$L = \frac{5}{4}\lambda_3$

E. Energi dan Intensitas Gelombang

Energi Gelombang Bunyi	$E = \frac{1}{2}kA^2$
Intensitas Gelombang Bunyi	$I = \frac{P}{A}$ $I = \frac{P}{4\pi r^2}$
Taraf Intensitas Bunyi	$TI = 10 \log \frac{I}{I_0}$

Keterangan:

E = energi gelombang bunyi (J)

k = tetapan/konstanta (N/m)

I = intensitas bunyi (watt/m^2)

P = Daya (Watt)

TI = Taraf Intensitas bunyi (dB)

I_0 = Harga ambang batas (10 watt/m^2)

F. Pelayangan Bunyi

Karena bunyi adalah gelombang, maka dua bunyi yang frekuensi dan amplitudonya berbeda dapat bergabung (superposisi) jika bertemu pada satu tempat. Efeknya, kamu bisa mendengar bunyi yang kuat dan lemah bergantian. Ini disebut pelayangan bunyi. Frekuensi layangan bunyi adalah selisih frekuensi dua bunyi. Jika $f_2 > f_1$, besar frekuensi pelayangan bunyi:

$$\Delta f = f_2 - f_1$$

G. Manfaat Bunyi

1. Sonar meterapi medis.
2. Bunyi ultrasonik digunakan dalam bidang kedokteran dengan menggunakan teknik pulsa gema. Teknik ini digunakan untuk mengetahui keadaan tumor dan pertumbuhan abnormal.
3. Dalam dunia industri, dengan menggunakan bor-bor ultrasonik dapat dibuat berbagai bentuk atau ukuran lubang pada gelas dan baja.
4. Mengetahui keadaan di dalam bumi.
5. Digunakan untuk terapi medis.

Latihan Soal



- Jarak A ke sumber bunyi adalah $\frac{2}{3}$ kali jarak B ke sumber bunyi tersebut. Jika intensitas bunyi yang didengar A adalah I_0 , maka intensitas yang didengar B adalah
 - $\frac{1}{3}I_0$
 - $\frac{4}{9}I_0$
 - $\frac{3}{2}I_0$
 - $\frac{2}{3}I_0$
 - $\frac{9}{4}I_0$
- Dua pipa organa terbuka (panjang dan suhunya sama) ditiup seorang anak secara bergantian. Pipa organa pertama menghasilkan nada atas pertama sedang pipa organa kedua menghasilkan nada atas kedua. Perbandingan frekuensi pipa organa pertama dan kedua adalah
 - 1 : 2
 - 1 : 3
 - 1 : 4
 - 2 : 3
 - 3 : 4
- Benda A adalah sumber bunyi yang mengeluarkan nada dengan frekuensi P . B adalah pendengar. Saat A dan B diam di tempatnya masing-masing, B mendengar nada itu dengan frekuensi Q . Kemudian B bergerak mendekati A sehingga nada yang didengarnya berfrekuensi R . Setelah melewati A, nada yang didengar B berfrekuensi S . Hubungan frekuensi P , Q , R dan S dinyatakan sebagai
 - $P = Q = R = S$
 - $Q = P, R > P, S > P$
 - $Q = P, R > P, S < P$
 - $Q = P, R < P, S > P$
 - $Q < P, R < P, S < P$
- Pipa organa tertutup A ditiup secara bersamaan dengan pipa organa tertutup B. Ternyata nada dasar pipa organa A sama tinggi dengan nada atas pertama pipa organa B. Perbandingan panjang pipa A dan B adalah
 - 1 : 2
 - 1 : 3
 - 2 : 1
 - 2 : 3
 - 3 : 2
- Sebuah lokomotif mendekati stasiun dengan kecepatan 30 m/s sambil mengeluarkan bunyi peluit yang berfrekuensinya 2000 Hz. Kecepatan bunyi di udara saat itu 330 m/s. Frekuensi yang didengar oleh seseorang di stasiun adalah
 - 1818 Hz
 - 1833 Hz
 - 2000 Hz
 - 2181 Hz
 - 2200 Hz
- Jarak A ke sumber bunyi adalah 2 kali jarak B ke sumber bunyi tersebut. Perbandingan intensitas bunyi yang diterima A dan B adalah
 - 1 : 2
 - 1 : 4
 - 1 : 6

D. 2 : 1

E. 4 : 1

7. Sebuah sumber bunyi berfrekuensi 680 Hz bergerak dengan kecepatan 20 m/s menjauhi pendengar yang diam. Di dekat pendengar terdapat sumber bunyi lain yang memancarkan bunyi berfrekuensi 644 Hz. Jika cepat rambat gelombang bunyi di udara 320 m/s, maka frekuensi pelayangan bunyi yang diterima pendengar adalah

A. 14 Hz

B. 6,7 Hz

C. 4 Hz

D. 3 Hz

E. 2,7 Hz

8. Pipa organa tertutup A memiliki frekuensi nada atas pertama yang sama tinggi dengan frekuensi nada dasar pipa organa terbuka B. Jika dalam keadaan yang sama panjang pipa B = 20 cm, panjang pipa A adalah

A. 90 cm

B. 60 cm

C. 30 cm

D. 15 cm

E. 7,5 cm

9. Seorang pengendara sepeda motor memacu kendaraannya dengan kelajuan v_1 karena dikejar mobil patroli yang bergerak dengan kelajuan v_2 sambil membunyikan sirine dengan frekuensi f_2 . Jika kelajuan bunyi di udara adalah v , maka frekuensi bunyi yang didengar oleh pengendara sepeda motor adalah

A. $f_1 = \frac{v + v_1}{v + v_2} f_2$

B. $f_1 = \frac{v + v_1}{v - v_2} f_2$

C. $f_1 = \frac{v - v_1}{v + v_2} f_2$

D. $f_1 = \frac{v - v_2}{v - v_1} f_2$

E. $f_1 = \frac{v - v_1}{v - v_2} f_2$

10. Yang dimaksud dengan taraf intensitas bunyi adalah

A. jumlah energi bunyi yang merambat

B. perbandingan antara intensitas bunyi dari intensitas ambang

C. jumlah frekuensi yang ditangkap tiap detik oleh telinga

D. logaritma perbandingan antara intensitas bunyi dengan intensitas ambang

E. jumlah energi bunyi tiap satuan waktu tegak lurus tiap satuan luas bidang

11. Taraf intensitas satu ekor lebah yang berdengung adalah 10 dB. Jika bunyi dengung masing-masing lebah tersebut dianggap identik dan intensitas ambang pendengaran manusia 10^{-12} W/m^2 maka intensitas bunyi dengung 1000 lebah adalah

A. 10^{-8} W/m^2

B. 10^{-7} W/m^2

C. 10^{-6} W/m^2

D. 10^{-5} W/m^2

E. 10^{-4} W/m^2

12. Seseorang bergerak dengan kecepatan 10 m/s mendekati sumber bunyi yang diam, frekuensi sumber bunyi 680 Hz. Setelah sampai di sumber bunyi orang tersebut bergerak menjauhi sumber bunyi dengan kecepatan yang sama. Jika kecepatan sumber bunyi di udara 340 m/s, maka perbandingan kedua frekuensi yang didengar ketika bergerak mendekati sumber dengan saat menjauhi sumber adalah

A. 33/34

B. 33/35

C. 34/35

- D. 35/33
E. 35/34
13. Sirine di menara sebuah pabrik berbunyi dengan frekuensi 1.700 Hz. Seorang sopir yang mengendarai mobilnya mendekati menara mendengar sirine tersebut dengan frekuensi 2.000 Hz. Jika kecepatan rambat bunyi di udara 340 m/s, maka mobil tersebut bergerak dengan percepatan
A. 60 m/s
B. 51 m/s
C. 40 m/s
D. 30 m/s
E. 20 m/s
14. Diketahui taraf intensitas bunyi sebuah mesin X adalah 45 dB ($I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$). Perbandingan taraf intensitas bunyi untuk 10 mesin X dengan 100 mesin X adalah
A. 10 : 11
B. 11 : 12
C. 11 : 13
D. 12 : 13
E. 13 : 14
15. Dini berada di dalam kereta api A yang berhenti. Sebuah kereta api lain (B) bergerak mendekati A dengan kecepatan 2 m/s sambil membunyikan peluit dengan frekuensi 676 Hz. Bila cepat rambat bunyi di udara 340 m/s, maka frekuensi peluit kereta B yang didengar oleh Dini adalah
A. 680 Hz
B. 676 Hz
C. 660 Hz
D. 656 Hz
E. 640 Hz

Pembahasan



1. Jawaban: B

Diketahui: $r_A = \frac{2}{3}r_B$
 $I_A = I_0$

Ditanyakan: Intensitas yang didengar B (I_B)?

Jawab:

$$\frac{I_A}{I_B} = \frac{P/4\pi r_A^2}{P/4\pi r_B^2}$$

$$\frac{I_A}{I_B} = \frac{4\pi r_B^2}{4\pi r_A^2} = \frac{r_B^2}{r_A^2}$$

$$\frac{I_A}{I_B} = \frac{r_B^2}{r_A^2}$$

$$\frac{I_A}{I_B} = \frac{r_B^2}{\left(\frac{2}{3}r_B\right)^2}$$

$$\frac{I_A}{I_B} = \frac{r_B^2}{\frac{4}{9}r_B^2}$$

$$I_B = \frac{4}{9}I_A = \frac{4}{9}I_0$$

2. Jawaban: D

Diketahui:

Pipa organa terbuka (panjang dan suhunya sama).

Pipa ke-1 = frekuensi nada atas ke-1 (f_1)

Pipa ke-2 = frekuensi nada atas ke-2 (f_2)

Ditanyakan: Perbandingan frekuensi pipa organa pertama dan kedua ($f_1 : f_2$)?

Jawab:

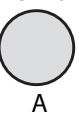
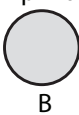
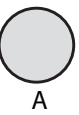
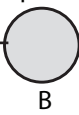
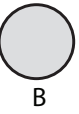
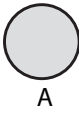
$$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} \rightarrow L = \lambda_1, \text{ maka } f_1 = \frac{v}{L}$$

$$f_2 = \frac{v}{\lambda_2} \rightarrow L = \frac{3}{2}\lambda_2, \text{ maka } f_2 = \frac{3v}{2L}$$

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{\frac{v}{L}}{\frac{3v}{2L}} \rightarrow \frac{1}{3} = \frac{2}{3}$$

Jadi, perbandingannya adalah 2 : 3

3. Jawaban: C

I	$f_s = P$ $V_s = 0$  A	$f_p = Q$ $V_p = 0$  B	$f_p = f_s$ maka $P = Q$
II	$f_s = P$ $V_s = 0$  A	$f_p = R$ $V_p = +$  B	$f_p = \frac{v+V_p}{v}f_s$ karena $\frac{v+V_p}{v} > 1$ Maka $f_p > f_s$ atau $R > P$
III	$f_s = S$ $V_p = 0$  B	$f_s = P$ $V_s = 0$  A	$f_p = \frac{v-V_p}{v}f_s$ karena $\frac{v-V_p}{v} < 1$ Maka $f_p < f_s$ atau $S < P$

4. Jawaban: B

Diketahui:

Frekuensi nada dasar pipa A = f_{1A}

Frekuensi nada atas pertama pipa B = f_{2B}

$$f_{1A} = f_{2B}$$

Ditanyakan: Perbandingan panjang pipa A dan B (L_A dan L_B)?

$$f_{1A} = f_{2B}$$

$$\frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{\lambda_2}$$

$$\frac{1}{4L_1} = \frac{1}{\frac{4}{3}L_2}$$

$$\frac{1}{4L_A} = \frac{3}{4L_B}$$

$$\frac{L_A}{L_B} = \frac{1}{3}$$

$$L_A : L_B = 1 : 3$$

5. Jawaban: E

Diketahui: $v = 330 \text{ m/s}$

$$v_s = 30 \text{ m/s}$$

$$v_p = 0 \text{ m/s}$$

$$f_s = 2000 \text{ Hz}$$

Ditanyakan: Frekuensi yang didengar oleh seseorang di stasiun (f_p)?

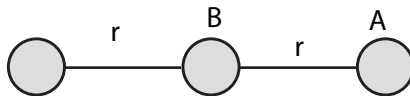
Jawab:

$$f_p = \frac{v + v_p}{v - v_s} \cdot f_s$$

$$f_p = \frac{330}{330 - 30} \cdot 2000$$

$$f_p = 2200 \text{ Hz}$$

6. Jawaban: B



Diketahui: $r_A = 2r$

$$r_B = r$$

Ditanyakan: Perbandingan intensitas bunyi yang diterima A dan B ($I_A : I_B$)?

Jawab:

$$\frac{I_A}{I_B} = \frac{P/4\pi r_A^2}{P/4\pi r_B^2}$$

$$\frac{I_A}{I_B} = \frac{\frac{1}{r_A^2}}{\frac{1}{r_B^2}} = \frac{1}{(2r)^2} = \frac{1}{4} = 1:4$$

7. Jawaban: C

$$v_{s1} = 20 \text{ m/s}$$

$$v_p = 0$$

$$v_{s2} = 0$$

Sumber bunyi 1

Pendengar

Sumber bunyi 2

Diketahui: $f_{s1} = 680 \text{ Hz}$

$$f_{s2} = 644 \text{ Hz}$$

$$v = 320 \text{ m/s}$$

Ditanyakan: Frekuensi pelayangan bunyi yang diterima pendengar (Δf)?

$$f_{p1} = \frac{v + v_p}{v + v_{s1}} \cdot f_{s1}$$

$$f_p = \frac{320 + 0}{320 + 20} \cdot 680$$

$$f_p = 640 \text{ Hz}$$

Jadi, frekuensi pelayangan yang diterima pendengar:

$$\Delta f = f_{s2} - f_p = 644 - 640 = 40 \text{ Hz}$$

8. Jawaban: C

Diketahui:

A = pipa organa tertutup

B = pipa organa terbuka

frekuensi nada atas pertama

A = frekuensi nada dasar B

L_B = panjang pipa B

Ditanyakan: Panjang pipa A (L_A)?

Jawab:

Pada organa B:

$$L_B = \frac{1}{2} \lambda$$

$$20 = \frac{1}{2} \lambda$$

$$\lambda = 40 \text{ cm}$$

Pada organa A:

$$L_A = \frac{3}{4} \lambda$$

$$= \frac{3}{4} (40)$$

$$L_A = 30 \text{ cm}$$

9. Jawaban: E

Diketahui = Kelajuan pengendara motor/pendengar = v_1

Kelajuan mobil patroli/sumber bunyi = v_2
 Frekuensi sirine/frekuensi sumber bunyi = f_2
 Kelajuan bunyi di udara = v

Ditanyakan: Frekuensi bunyi yang didengar oleh pengendara sepeda motor (f_1)?

Jawab:

Rumus efek Doppler:

$$f_1 = \frac{v \pm v_1}{v \pm v_2} f_2$$

Ingat ya!!

$v_1 \rightarrow$ menjauhi sumber bunyi (sirine) bernilai negatif (-)

$v_2 \rightarrow$ mendekati pendengar bernilai (-)

Jadi, persamaan yang sesuai adalah

$$f_1 = \frac{v - v_1}{v - v_2} f_2$$

10. Jawaban: D

Intensitas bunyi:

$$TI = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

Keterangan:

TI = taraf intensitas

I = intensitas bunyi

I_0 = intensitas ambang pendengaran atau intensitas bunyi minimum yang masih dapat didengar manusia, sebesar 10^{-12} W/m^2 .

Jadi taraf intensitas bunyi adalah logaritma dari perbandingan intensitas bunyi dan intensitas ambang.

11. Jawaban: A

Diketahui: $TI_1 = 10 \text{ dB}$

$$I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

$$n = 1000$$

Ditanyakan: I_2

Jawab:

$$TI_2 = TI_1 + 10 \log n$$

$$= (10 + 10 \log 1000) \text{ dB}$$

$$= (10 + 10 \times 3) \text{ dB}$$

$$= 40 \text{ dB}$$

$$TI_2 = 10 \log \frac{I_2}{I_0}$$

$$40 = 10(\log I_2 - \log I_0)$$

$$4 = \log I_2 - \log (10^{-12})$$

$$4 = \log I_2 + 12$$

$$\log I_2 = -8$$

$$I_2 = 10^{-8}$$

12. Jawaban: D

Diketahui: $v_{p1} = +10 \text{ m/s}$

$$v_{s1} = 0$$

$$f_{s1} = 680 \text{ Hz}$$

$$v_{p1} = -10 \text{ m/s}$$

$$v_{s2} = 0$$

$$f_{s2} = 680 \text{ Hz}$$

$$v = 340 \text{ m/s}$$

Ditanyakan: Perbandingan frekuensi yang didengar saat mendekati sumber dengan saat menjauhi sumber ($f_{p1} : f_{p2}$)?

Jawab :

Efek doppler didefinisikan:

$$\frac{f_{p1}}{f_{p2}} = \frac{\left\{ \frac{v \pm v_{p1}}{v \pm v_{s1}} \right\} f_{s1}}{\left\{ \frac{v \pm v_{p2}}{v \pm v_{s2}} \right\} f_{s2}} = \frac{\frac{v + v_{p1}}{v}}{\frac{v - v_{p2}}{v}}$$

$$= \frac{340 + 10}{340 - 10} = \frac{350}{330} = \frac{35}{33}$$

13. Jawaban: A

Diketahui: $f_s = 1700 \text{ Hz}$

$$f_p = 2000 \text{ Hz}$$

$$v = 340 \text{ m/s}$$

$$v_s = 0$$

Ditanyakan: Kecepatan pendengar (v_p)?

Jawab:

$$f_p = \frac{v + v_p}{v + v_s} f_s$$

$$2000 = \frac{340 + v_p}{340 + 0} (1700)$$

$$\frac{2000}{1700} = \frac{340 + v_p}{340}$$

$$\frac{20}{17} = 1 + \frac{v_p}{340}$$

$$\frac{20}{17} - \frac{17}{17} = \frac{v_p}{340}$$

$$\frac{3}{17} = \frac{v_p}{340}$$

$$v_p = \frac{340(3)}{17}$$

$$v_p = 60 \text{ m/s}$$

14. Jawaban: C

Diketahui: $TI = 45 \text{ dB}$

$$I_o = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

Ditanyakan: Perbandingan taraf intensitas bunyi untuk 10 mesin X dengan 100 mesin X ($TI_{10} : TI_{100}$)?

Jawab:

$$TI_{10} = TI + 10 \log n = 45 + 10 \log 10 = 45 + 10 = 55 \text{ dB}$$

$$TI_{100} = TI + 10 \log n = 45 + 10 \log 100 = 45 + 10(2) = 65 \text{ dB}$$

$$TI_{10} : TI_{100} = 55 : 65 = 11 : 13$$

15. Jawaban: A

Diketahui: $v_s = 2 \text{ m/s}$

$$f_s = 676 \text{ Hz}$$

$$v = 340 \text{ m/s}$$

$$v_p = 0 \text{ m/s}$$

Ditanyakan: Frekuensi pendengar (f_p)?

Jawab:

$$f_p = \left(\frac{v + v_p}{v - v_s} \right) f_s$$

$$f_p = \left(\frac{340 + 0}{340 - 2} \right) 676$$

$$f_p = \left(\frac{340}{338} \right) 676$$

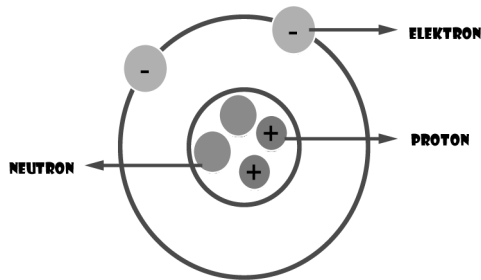
$$f_p = 680 \text{ Hz}$$

BAB 13

Listrik Statis

A. Muatan Listrik

Atom listrik terdiri dari inti atom dan kulit elektron. Inti atom terdiri dari proton (muatan positif) dan neutron (netral). Sedangkan kulit atom terdiri dari elektron (muatan negatif). **Jika suatu atom kelebihan elektron maka muatan atom tersebut negatif, sedangkan jika suatu atom kekurangan elektron maka muatannya positif.** Dua muatan yang sejenis akan tolak menolak saat didekatkan, sedangkan dua muatan yang berbeda akan tarik menarik. Gaya tarik menarik dan gaya tolak menolak antara benda bermuatan listrik ini disebut gaya Coulomb.



B. Hukum Coulomb

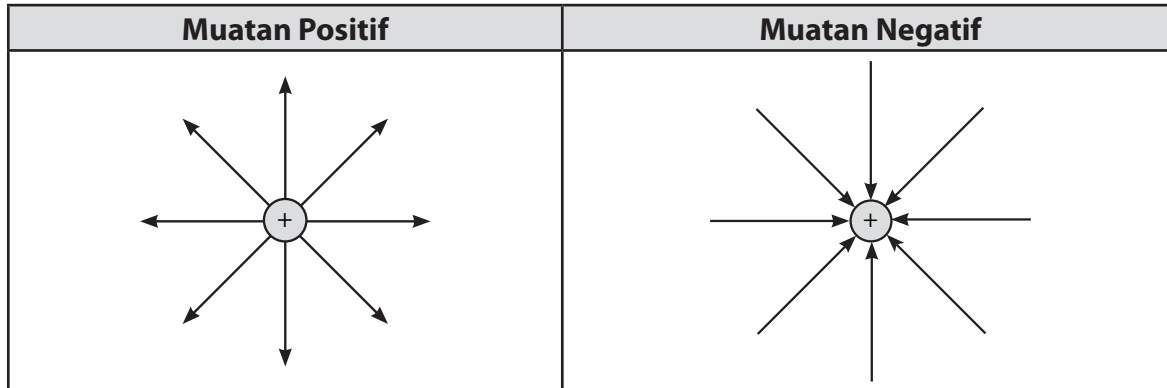
Hukum Coulomb menyatakan "besar gaya listrik berbanding lurus dengan perkalian besar kedua muatannya dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak kedua benda."

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

F = gaya (N)
 q_1 = muatan (C)
 q_2 = muatan (C)
 r = jarak (m)
 k = tetapan Coulomb
 $= 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2 / \text{C}^2$

C. Medan Listrik

Medan listrik adalah daerah di sekitar benda bermuatan listrik yang masih mengalami gaya listrik. Medan listrik ini digambarkan dengan garis-garis gaya listrik.



D. Kuat Medan Listrik

Kuat Medan Listrik	$E = \frac{F}{q}$
Kuat Medan Listrik Oleh muatan	$E = k \frac{q}{r^2}$
Kuat Medan Listrik Pada Konduktor Keping sejajar	$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$
Kuat Medan Listrik Pada Konduktor Bola Berongga	Di dalam = $E = 0$ Di luar $E = k \frac{q}{r^2}$

Keterangan:

F = gaya (N)

q = muatan (C)

E = kuat medan Listrik (N/C)

$k = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$

r = jarak (m)

σ = rapat muatan pelat (C/m²)

ϵ_0 = permitivitas ruang hampa (C²/N.m²)

E. Usaha dan Energi Listrik

Usaha	$W = (V_2 - V_1) q = q\Delta V$
Energi Potensial	$E_p = q \cdot V$

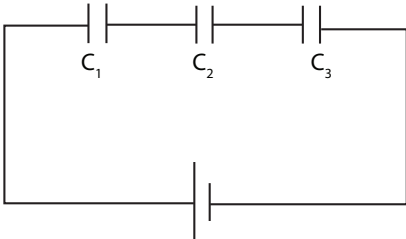
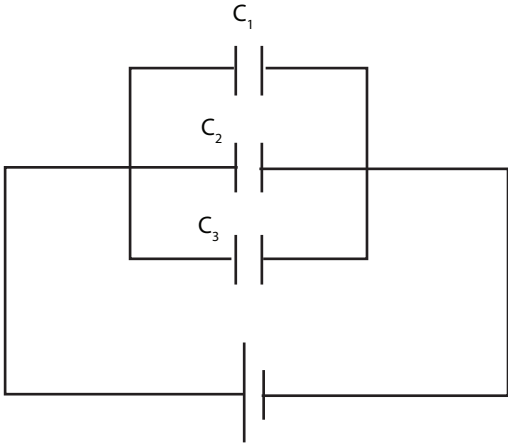
Keterangan:

W = usaha (J)

q = muatan (C)

V = potensial listrik (V)

F. Kapasitor

Kapasitas (C)	$C = \frac{q}{V}$
Kapasitor Rangkaian Seri	 $V = V_1 + V_2 + V_3$ $\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$
Kapasitor Rangkaian Paralel	 $V = V_1 = V_2 = V_3$ $C_p = C_1 + C_2 + C_3$
Energi yang Tersimpan Dalam Kapasitor	$W = \frac{1}{2} CV^2$

Keterangan:

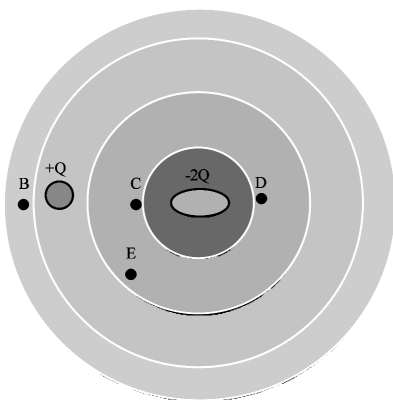
C = kapasitas kapasitor (F)

V = beda potensial (V)

Latihan Soal

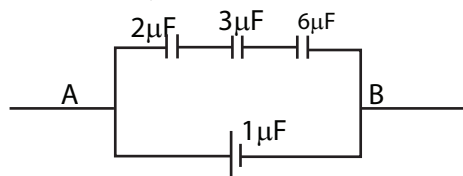


1. Perhatikan gambar di bawah ini!



Pada gambar di atas, dua buah muatan titik $+Q$ dan $-2Q$ terletak di udara dan terpisah pada jarak x . Letak titik yang mungkin kuat medan listriknya sama dengan nol adalah di titik

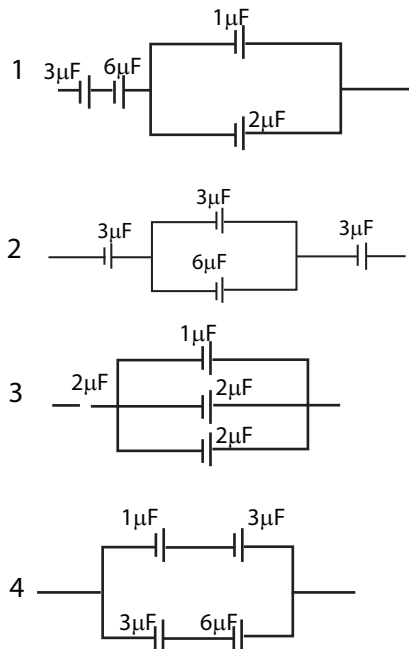
- B
 - C
 - D
 - E
 - Tidak ada
2. Perhatikan gambar di bawah ini!



Jika $V_{AB} = 3$ volt, maka energi potensial total pada rangkaian kapasitor dalam mikrojoule adalah

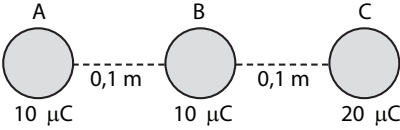
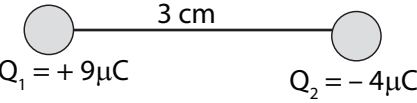
- 15
- 12
- 9
- 6
- 3

3. Perhatikan rangkaian kapasitor berikut ini!

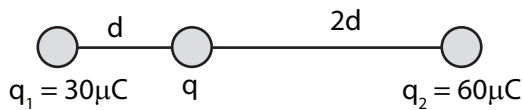


Yang memiliki kapasitas gabungan yang sama adalah rangkaian

- (1), (2) dan (3)
 - (1), (2), (3) dan (4)
 - (1) dan (3)
 - (2) dan (4)
 - tidak ada yang sama
4. Bila sebuah partikel bermuatan 4×10^{-19} C ditempatkan dalam medan listrik homogen yang kuat medannya $1,2 \times 10^5$ N/C, maka partikel tersebut akan mengalami gaya sebesar
- $4,8 \times 10^{-14}$ N
 - $5,2 \times 10^{-14}$ N
 - $3,0 \times 10^{-23}$ N
 - $3,3 \times 10^{-24}$ N
 - $4,8 \times 10^{-24}$ N

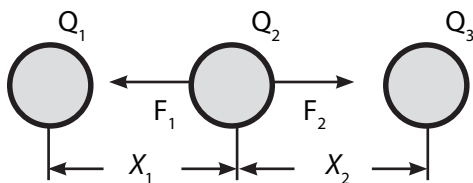
5. Dua buah kapasitor masing-masing kapasitasnya $2\ \mu\text{F}$ dan $3\ \mu\text{F}$ dirangkai seri. Bila beda potensial antara ujung-ujung gabungannya 10 volt, maka perbandingan muatan kapasitor $2\ \mu\text{F}$ terhadap $3\ \mu\text{F}$ adalah
- 1 : 1
 - 1 : 2
 - 1 : 3
 - 2 : 1
 - 3 : 2
6. Dua kapasitor masing-masing dengan kapasitas $2\ \mu\text{F}$ dan $3\ \mu\text{F}$ dipasang secara seri. Beda potensial antara ujung-ujung gabungan 10 volt. Besar muatan pada kapasitor $2\ \mu\text{F}$ adalah
- $1,2\ \mu\text{C}$
 - $12\ \mu\text{C}$
 - $21\ \mu\text{C}$
 - $30\ \mu\text{C}$
 - $50\ \mu\text{C}$
7. Dua titik A dan B berjarak $\frac{1}{2}\text{ m}$ satu dengan yang lain, masing-masing bermuatan listrik: $q_A = -4 \times 10^{-6}\text{ C}$; $q_B = +9 \times 10^{-6}\text{ C}$. Titik C terletak 1 m di kiri A dan segaris dengan A dan B, maka kuat medan listrik di C adalah ($k = 9 \times 10^9\text{ N.m}^2/\text{C}^2$)
- nol
 - $1,6 \times 10^5\text{ N/C}$
 - $3,6 \times 10^5\text{ N/C}$
 - $7,2 \times 10^5\text{ N/C}$
 - $8,1 \times 10^5\text{ N/C}$
8. Sebuah kapasitor mempunyai kapasitas 4 μFarad . Jika beda potensial antara keping-kepingnya 100 volt, maka kapasitor menyimpan energi listrik sebesar
- 10^{-2} Joule
 - $2 \times 10^{-2}\text{ Joule}$
 - $4 \times 10^{-2}\text{ Joule}$
 - $4 \times 10^{-6}\text{ Joule}$
 - $6 \times 10^{-2}\text{ Joule}$
9. Sebuah titik bermuatan q berada di titik P dalam medan listrik yang ditimbulkan oleh muatan (-), sehingga mengalami gaya 1 N dalam arah menuju muatan tersebut. Jika medan di titik P besarnya $0,2\text{ N/C}$, maka besar dan jenis muatan pada titik P adalah
- 5 C positif
 - 5 C negatif
 - 5 mC positif
 - 5 mC negatif
 - 2 mC positif
10. Tiga buah muatan disusun seperti pada gambar di bawah ini.
- 
- Gaya Coulomb yang dialami muatan B sebesar ($k = 9 \times 10^9\text{ N.m}^2/\text{C}^2$, $1\ \mu\text{C} = 10^{-6}\text{ C}$)
- $9 \times 10^1\text{ N}$ ke muatan C
 - $9 \times 10^1\text{ N}$ ke muatan A
 - $18 \times 10^1\text{ N}$ ke muatan C
 - $18 \times 10^1\text{ N}$ ke muatan A
 - $36 \times 10^1\text{ N}$ ke muatan C
11. Perhatikan gambar dua muatan titik berikut!
- 
- $Q_1 = +9\ \mu\text{C}$ $Q_2 = -4\ \mu\text{C}$
- Dimana letak titik P agar kuat medan listrik di titik P tersebut sama dengan nol? ($k = 9 \times 10^9\text{ N.m}^2/\text{C}^2$, $1\ \mu\text{C} = 10^{-6}\text{ C}$)
- tepat di tengah Q_1 dan Q_2
 - 6 cm di kanan Q_2
 - 6 cm di kiri Q_1
 - 2 cm di kanan Q_2
 - 2 cm di kiri Q_1

12. Perhatikan gambar di bawah. Ketiga muatan listrik q_1 , q , dan q_2 adalah segaris.



Bila $q = 5,0 \mu\text{C}$ dan $d = 30 \text{ cm}$, maka besar dan arah gaya listrik yang bekerja pada muatan q adalah ($k = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$)

- A. 7,5 N menuju q_1
 - B. 7,5 N menuju q_2
 - C. 15 N menuju q_1
 - D. 22,5 N menuju q_1
 - E. 22,5 N menuju q_2
13. Dua partikel masing-masing bermuatan $q_A = 1 \mu\text{C}$ dan $q_B = 4 \mu\text{C}$ diletakkan terpisah sejauh 4 cm ($k = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$). Besar kuat medan listrik di tengah-tengah q_A dan q_B adalah
- A. $6,75 \times 10^7 \text{ N/C}$
 - B. $4,50 \times 10^7 \text{ N/C}$
 - C. $4,20 \times 10^7 \text{ N/C}$
 - D. $3,60 \times 10^7 \text{ N/C}$
 - E. $2,25 \times 10^7 \text{ N/C}$
14. Perhatikan gambar di bawah ini!



Tiga muatan titik dalam kesetimbangan seperti pada gambar ($x_1 = x_2 = x$). Jika Q_3 digeser $\frac{1}{4} x$ mendekati Q_2 , maka perbandingan besar gaya Coulomb $F_1 : F_2$ menjadi

- A. 1 : 4
- B. 4 : 9
- C. 9 : 4
- D. 9 : 16
- E. 16 : 9

15. Dua muatan listrik Q_1 dan Q_2 diletakkan berjarak R , sehingga kuat medan yang dialami Q_2 sebesar E_o . Jika Q_2 digeser sehingga jarak kedua muatan menjadi $\frac{1}{2} R$ maka kuat medan yang dialami Q_2 muatan menjadi E . Perbandingan antara E_o dan E adalah

- A. 1 : 4
- B. 1 : 2
- C. 1 : 1
- D. 2 : 1
- E. 4 : 1

Pembahasan

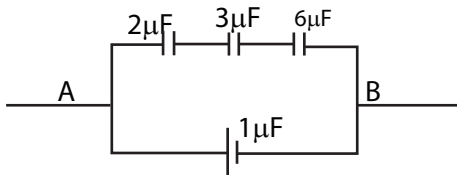


1. Jawaban: A

Titik yang memiliki kuat medan listriknya nol adalah titik B. Dikarenakan yang sebelah kanan memiliki kekuatan $-2Q$ sedangkan di sebelah kiri ada $+Q$, maka untuk memperoleh nilai nol harus berada di sebelah kiri $+Q$ yaitu titik B.

2. Jawaban: C

Diketahui: $C_1 = 2 \mu\text{F}$; $C_2 = 3 \mu\text{F}$; $C_3 = 6 \mu\text{F}$; $C_4 = 1 \mu\text{F}$; $V_{AB} = 3 \text{ volt}$



Ditanyakan: Energi potensial total pada rangkaian kapasitor dalam mikrojoule (E_p)?

Jawab:

$$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{3+2+1}{6} = \frac{6}{6} = 1 \mu\text{F}$$

$$C_p = 1 \mu\text{F} + 1 \mu\text{F} = 2 \mu\text{F}$$

$$E_p = \frac{1}{2} C_p V_{AB}^2 = \frac{1}{2} (2 \mu\text{F}) (3)^2 = 9 \mu\text{J}$$

3. Jawaban: E

I	$C_p = 1 \mu\text{F} + 2 \mu\text{F} = 3 \mu\text{F}$ $C_s = \frac{1}{3 \mu\text{F}} + \frac{1}{6 \mu\text{F}} + \frac{1}{3 \mu\text{F}} = \frac{2+1+2}{6} = \frac{5}{6}$ $C_s = \frac{6}{5} \mu\text{F}$
II	$C_p = 3 \mu\text{F} + 6 \mu\text{F} = 9 \mu\text{F}$ $\frac{1}{C_s} = \frac{1}{3} + \frac{1}{9} + \frac{1}{3} = \frac{3+1+3}{9} = \frac{7}{9}$ $C_s = \frac{9}{7} \mu\text{F}$

III	$C_p = 1 \mu\text{F} + 2 \mu\text{F} + 1 \mu\text{F} = 4 \mu\text{F}$ $\frac{1}{C_s} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} = \frac{2+1}{4} = \frac{3}{4}$ $C_s = \frac{4}{3} \mu\text{F}$
IV	$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{1} + \frac{1}{3} = \frac{3+1}{3} = \frac{4}{3} \mu\text{F} \rightarrow C_s = \frac{3}{4} \mu\text{F}$ $\frac{1}{C_s} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{2+1}{6} = \frac{3}{6} \rightarrow C_s = \frac{6}{3} = 2 \mu\text{F}$ $C_p = \frac{3}{4} + 2 = \frac{3+8}{4} = \frac{11}{4} = 2 \frac{3}{4} \mu\text{F}$

4. Jawaban: A

Diketahui: $q = 4 \times 10^{-19} \text{ C}$

$$E = 1,2 \times 10^5 \text{ N/C}$$

Ditanyakan: Besar gaya listrik (F)?

Jawab:

$$F = q \cdot E = (4 \times 10^{-19} \text{ C}) (1,2 \times 10^5 \text{ N/C}) = 4,8 \times 10^{-14} \text{ N}$$

5. Jawaban: A

Ciri kapasitor yang disusun seri adalah:

- Muatan yang tersimpan pada setiap kapasitor sama besar.
- Tegangan pada setiap kapasitor berbeda.

Jadi, perbandingan muatan kapasitor tersebut adalah sama besar yaitu 1 : 1.

6. Jawaban: B

Diketahui: $C_1 = 2 \mu\text{F}$

$$C_2 = 3$$

C_1 dan C_2 dipasang seri

$$V_{AB} = 10 \text{ V}$$

Ditanyakan: Besar muatan pada kapasitor $2 \mu\text{F}$ (q)?

Jawab:

$$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{3+2}{6} = \frac{5}{6}$$

$$C_s = \frac{6}{5} \mu F = \frac{6}{5} \times 10^{-6} F$$

$$q = C \cdot V = \frac{6}{5} \times 10^{-6} (10) = 12 \times 10^{-6} C = 12 \mu C$$

7. Jawaban: A

Diketahui: $q_A = -4 \times 10^{-6} C$

$$q_B = 9 \times 10^{-6} C$$

$$r_{AC} = 1 m$$

$$r_{BC} = 1,5 m$$

Ditanyakan: Kuat medan listrik di C (E)?

Jawab:

$$E_{AC} = k \frac{q_A}{r_{AC}^2} = 9 \times 10^9 \frac{(-4 \times 10^{-6})}{1^2} = -36 \times 10^3 N/C$$

$$E_{BC} = k \frac{q_B}{r_{BC}^2} = 9 \times 10^9 \frac{9 \times 10^{-6}}{1,5^2} = 36 \times 10^3 N/C$$

$$E_{total} = E_{AC} + E_{BC} = -36 \times 10^3 N/C + 36 \times 10^3 N/C = 0 N/C$$

8. Jawaban: B

Diketahui: $C = 4 \mu F = 4 \times 10^{-6} F$

$$V = 100 V$$

Ditanyakan: Energi listrik (W)

Jawab:

$$W = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} (4 \times 10^{-6}) (100)^2 = 2 \times 10^{-2} J$$

9. Jawaban: A

Diketahui: $F = 1 N$

$$E = 0,2 N/C$$

Ditanyakan: Muatan (q) dan jenisnya?

Jawab:

$$q = \frac{F}{E} = \frac{1}{0,2} = 5 C$$

10. Jawaban: B

Diketahui: $q_A, q_B = 10 \mu C$

$$q_C = 20 \mu C$$

$$r_{BA}, r_{BC} = 0,1 m$$

Ditanyakan: Gaya Coulomb yang dialami B (F_B)?

Jawab:

$$F_B = F_A - F_C$$

$$\sum F_B = F_A - F_C$$

$$\sum F_B = k q_B \left(\frac{q_A}{r_{BA}^2} - \frac{q_C}{r_{BC}^2} \right)$$

$$\begin{aligned} \sum F_B &= (9 \times 10^9) (10 \times 10^{-6}) \left(\frac{(10 \times 10^{-6})}{(10^{-1})^2} - \frac{(20 \times 10^{-6})}{(10^{-1})^2} \right) \\ &= (9 \times 10^9) (10 \times 10^{-6}) \left(-\frac{(10 \times 10^{-6})}{(10^{-1})^2} - \frac{(20 \times 10^{-6})}{(10^{-1})^2} \right) \end{aligned}$$

$$F_B = -90 N$$

Jadi, gaya coulomb di B adalah $9 \times 10^1 N$ ke muatan A

11. Jawaban: B

Diketahui: $q_1 = +9 \mu C$

$$q_2 = -4 \mu C$$

$$r_{12} = 3 cm$$

Ditanyakan: Letak titik P agar kuat medan listrik di titik P tersebut sama dengan nol?

Jawab:

$$k \frac{q_1}{r_1^2} = k \frac{q_2}{r_2^2}$$

$$\frac{q_1}{q_2} = \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2$$

$$\frac{9 \times 10^{-6}}{4 \times 10^{-6}} = \left(\frac{3+x}{x} \right)^2$$

$$\sqrt{\frac{9}{4}} = \frac{3+x}{x}$$

$$\frac{3}{2} = \frac{3+x}{x}$$

$$3x = 6 + 2x$$

$$x = 6 cm$$

Jadi, nilai $E = 0$ terletak pada 6 cm di kanan

Q2.

12. Jawaban: B

Diketahui: $q_1 = 30 \mu\text{C}$

$q = 5,0 \mu\text{C}$

$q_2 = 60 \mu\text{C}$

$d = 30 \text{ cm}$

Ditanyakan: Besar gaya listrik (F) yang bekerja pada muatan q dan arahnya?

Jawab:

$$F_{\text{total}} = -F_2 + F_1$$

$$F_{\text{total}} = -k \frac{qq_2}{r_2^2} + k \frac{qq_1}{r_1^2}$$

$$F_{\text{total}} = kq \left(-\frac{q_2}{r_2^2} + \frac{q_1}{r_1^2} \right)$$

$$F_{\text{total}} = kq \left(-\frac{q_2}{(2d)^2} + \frac{q_1}{d^2} \right)$$

$$F_{\text{total}} = \frac{kq}{d^2} \left(-\frac{q_2}{4} + q_1 \right)$$

$$F_{\text{total}} = \frac{(9 \times 10^9)(5 \times 10^{-6})}{(3 \times 10^{-1})^2} \left(-\frac{(60 \times 10^{-6})}{4} + (30 \times 10^{-6}) \right)$$

$$F_{\text{total}} = \frac{(9 \times 10^9)(5 \times 10^{-6})}{9 \times 10^{-2}} ((-15 \times 10^{-6}) + (30 \times 10^{-6}))$$

$$F_{\text{total}} = 5 \times 10^5 (15 \times 10^{-6})$$

$$F_{\text{total}} = 75 \times 10^{-1}$$

$$F_{\text{total}} = 7,5 \text{ N menuju } q_2$$

13. Jawaban: A

Diketahui: $q_A = 1 \mu\text{C}$

$q_B = 4 \mu\text{C}$

$r_{AB} = 4 \text{ cm}$

Ditanyakan: Besar kuat medan listrik (E) di tengah-tengah q_A dan q_B ?

$$E_p = E_A + E_B$$

$$E_p = k \frac{q_A}{r^2} + k \frac{q_B}{r_2^2}$$

$$E_p = \frac{k}{r^2} (q_A + q_B)$$

$$E_p = \frac{(9 \times 10^9)}{(2 \times 10^{-2})^2} (10^{-6} + 4 \times 10^{-6})$$

$$E_p = \frac{(9 \times 10^9)}{4 \times 10^{-4}} (5 \times 10^{-6})$$

$$E_p = \frac{(9 \times 10^9)}{4 \times 10^{-4}} (5 \times 10^{-6})$$

$$E_p = 6,75 \times 10^7 \text{ N/C}$$

14. Jawaban: D

Diketahui: $q_1 = Q_1$

$q_2 = Q_2$

$q_3 = Q_3$

$r_{12} = x_1$

$r_{23} = x_2$

Ditanyakan: Jika Q_3 digeser $\frac{1}{4} x$ mendekati Q_2 , maka perbandingan besar gaya Coulomb $F_1 : F_2$?

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

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{k \frac{Q_1 Q_2}{x^2}}{k \frac{Q_3 Q_2}{\left(\frac{3}{4}x\right)^2}}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{k \frac{Q_1 Q_2}{x^2}}{k \frac{16 Q_3 Q_2}{9 x^2}} = \frac{\frac{Q_1 Q_2}{x^2}}{\frac{16 Q_3 Q_2}{9 x^2}} = \frac{9}{16}$$

15. Jawaban: A

Diketahui: $q_1 = Q_1$

$q_2 = Q_2$

$E = E_o$

$r = R$

$r' = \frac{1}{2}R$

$E' = E$

Ditanyakan: Jika jarak kedua muatan menjadi $\frac{1}{2} R$, perbandingan antara E_o dan E adalah

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

$$\frac{E_o}{E} = \frac{k \frac{Q_1}{R^2}}{k \frac{Q_1}{\left(\frac{1}{2}R\right)^2}} = \frac{\frac{Q_1}{R^2}}{\frac{Q_1}{\frac{1}{4}R^2}} = \frac{1}{4}$$

BAB 14

LISTRIK DINAMIS

A. Kuat Arus

Arus listrik merupakan aliran muatan listrik positif pada suatu penghantar dari potensial tinggi ke potensial rendah. Jadi, perlu diingat bahwa arah arus listrik berlawanan arah dengan arah elektron hanya mengalir di dalam rangkaian tertutup.

Rumus Arus Listrik

$$I = \frac{q}{t}$$

Keterangan:

I = kuat arus (A)

q = muatan (C)

t = waktu (s)

B. Beda Potensial

Potensial listrik adalah banyaknya muatan yang terdapat dalam suatu benda.

Beda potensial

$$V = \frac{W}{q}$$

Keterangan:

V = beda potensial (V)

q = muatan (C)

W = energi (J)

C. Hukum Ohm

Hukum Ohm menunjukkan hubungan antara kuat arus listrik dan tegangan listrik. Bunyi hukum Ohm adalah: "Kuat arus yang mengalir pada suatu penghantar sebanding dengan beda potensial antara ujung-ujung penghantar itu dengan syarat suhunya konstan/tetap."

Hukum Ohm	$I = \frac{V}{R}$
-----------	-------------------

Keterangan:

V = beda potensial (V)

I = arus listrik (A)

R = hambatan (ohm/ Ω)

D. Hambatan

Tidak hanya merumuskan hukum Ohm, dari hasil eksperimen Ohm juga menemukan kalau hambatan suatu kawat logam bergantung kepada jenis bahan, berbanding lurus dengan panjangnya dan berbanding terbalik dengan luas penampangnya.

Hambat Jenis	$R = \rho \frac{L}{A}$
--------------	------------------------

Keterangan:

L = panjang penghantar (m)

R = hambatan (ohm/ Ω)

ρ = hambatan jenis kawat penghantar (ohm meter)

A = luas penampang (m^2)

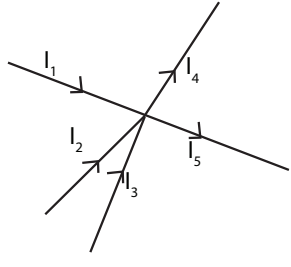
E. Hukum Kirchhoff

Hukum Kirchhoff yang dirumuskan oleh Gustav Robert Kirchhoff pada dasarnya merupakan cara menentukan arus listrik pada rangkaian bercabang.

1. Hukum I Kirchhoff

“Jumlah kuat arus yang masuk dalam titik percabangan sama dengan jumlah kuat arus yang keluar dari titik percabangan.”

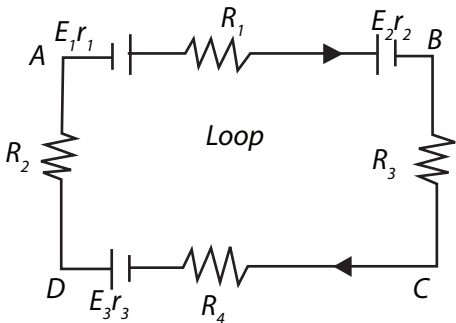
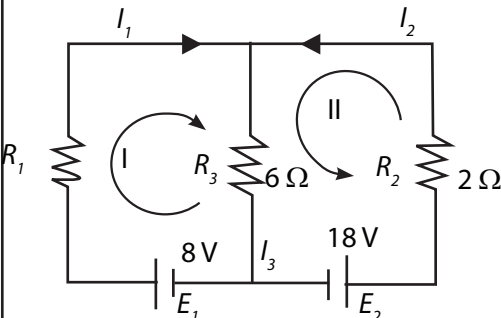
Tabel 14:1 Persamaan Hukum I Kirchhoff

Hukum I Kirchhoff	Gambar Rangkaian
$\sum I_{\text{masuk}} = \sum I_{\text{keluar}}$	 $I_1 + I_2 + I_3 = I_4 + I_5$

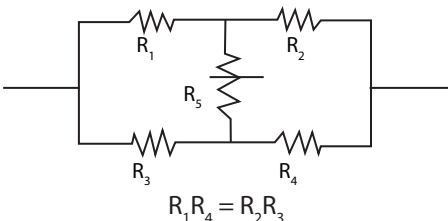
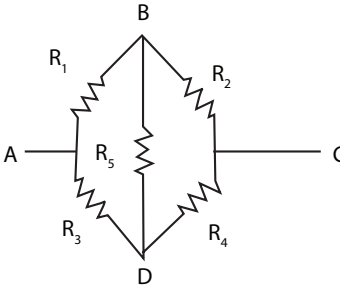
2. Hukum II Kirchhoff

"Jumlah aljabar dari GGL (Gaya Gerak Listrik) sumber beda potensial dalam suatu rangkaian tertutup (loop) sama dengan nol."

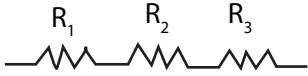
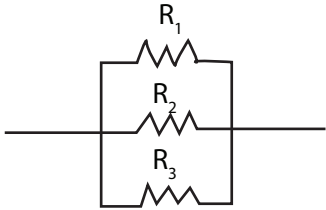
Tabel 14:2 persamaan Hukum II Kirchhoff

Gambar	Rumus
	$E_1 - E_2 + E_3 = I(r_1 + R_1 + r_2 + R_2 + R_3 + R_4 + r_3)$
	$\sum IR + \sum E = 0$ Ketentuan tanda untuk E dan I: E (+) : jika arah loop bertemu dengan kutub (+) E (-) : jika arah loop bertemu dengan kutub (-) I (+) : jika arah loop searah dengan arah arus I (-) : jika arah loop berlawanan arah dengan arah arus

F. Susunan Jembatan Wheatstone

Jembatan Wheatstone	
	
	$R_A = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_3 + R_5}$ $R_B = \frac{R_1 \cdot R_5}{R_1 + R_3 + R_5}$ $R_C = \frac{R_3 \cdot R_5}{R_1 + R_3 + R_5}$

G. Rangkaian Hambatan Listrik

Jenis rangkaian hambatan	Rumus	Keterangan
Seri 	$R_s = R_1 + R_2 + R_3$ Untuk V dan I: $V = V_1 + V_2 + V_3$ $I = I_1 = I_2 = I_3$	R_s = hambatan seri R = hambatan
Paralel 	$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ Untuk V dan I: $V = V_1 = V_2 = V_3$ $I = I_1 + I_2 + I_3$	R_p = hambatan paralel R = hambatan

H. Energi dan Daya Listrik

Daya (P)	$P = V \times I$ atau $P = \frac{W}{t}$ atau $P = I^2 R$ atau $P = \frac{V^2}{R}$
Energi Listrik (W)	$W = P \times t$ atau $W = VIt$ atau $W = I^2 RT$ atau $W = \frac{V^2}{R} t$

Keterangan:

P = daya (W)

V = beda potensial (V)

I = kuat arus (A)

R = hambatan (ohm /Ω)

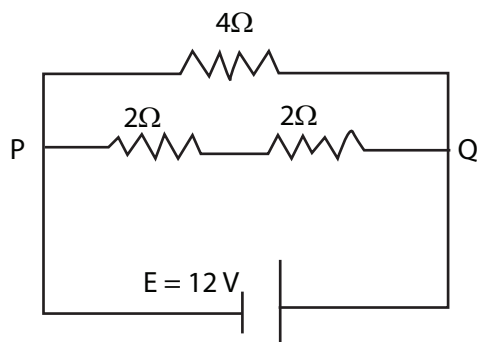
W = energi listrik (J)

Latihan Soal



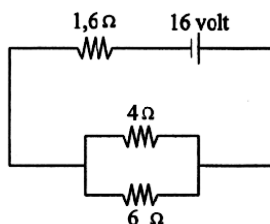
1. Pada sebuah lampu pijar tertulis 100 W, 220 V, apabila lampu tersebut dipasang pada tegangan X volt, maka daya disipasi lampu ternyata hanya 25 watt. Berapakah nilai X
A. 100 volt
B. 110 volt
C. 150 volt
D. 200 volt
E. 220 volt

2. Perhatikan gambar di bawah!



Jika sebuah hambatan yang nilainya 4R dirangkakan paralel pada titik P dan Q, maka nilai arus listrik pada rangkaian akan menjadi

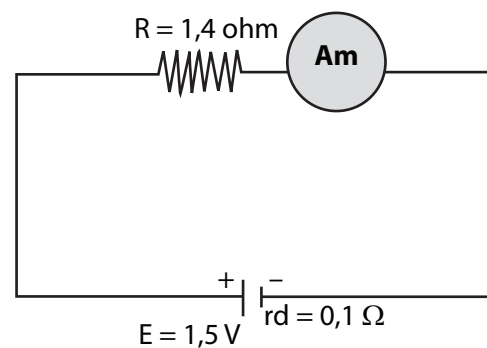
- A. 2 ampere
 - B. 3 ampere
 - C. 4 ampere
 - D. 6 ampere
 - E. 9 ampere
3. Perhatikan rangkaian listrik berikut



Besar kuat arus yang mengalir pada hambatan 4 Ω adalah

- A. 1,0 A
- B. 1,2 A
- C. 1,6 A
- D. 2,4 A
- E. 3,2 A

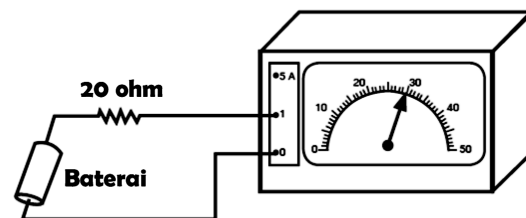
4. Perhatikan rangkaian listrik seperti pada gambar!



Kuat arus terukur amperemeter adalah

- A. 0,1 A
- B. 0,5 A
- C. 1,0 A
- D. 1,5 A
- E. 3,0 A

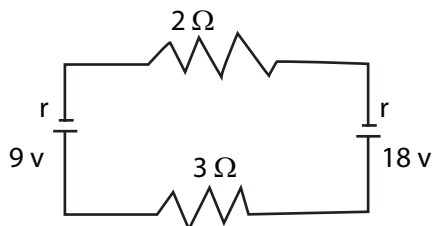
5. Perhatikan pengukuran pada rangkaian listrik berikut!



Beda potensial pada ujung-ujung hambatan 20 ohm adalah

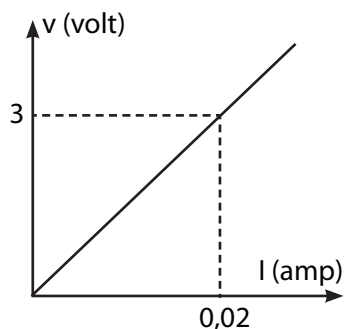
- A. 0,6 volt
- B. 1,2 volt
- C. 1,5 volt
- D. 3 volt
- E. 12 volt

6. Perhatikan rangkaian dibawah ini



Bila hambatan dalam sumber tegangan masing-masing $0,5 \Omega$, besar kuat arus yang melalui rangkaian tersebut adalah

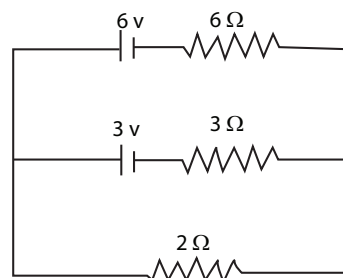
- A. 0,5 A
 - B. 1,5 A
 - C. 1,8 A
 - D. 4,5 A
 - E. 5,4 A
7. Sebuah lampu pijar bertuliskan 80 watt; 220 volt, di pasang pada suatu sumber tegangan 110 volt. Daya lampu pijar itu menjadi
- A. 80 watt
 - B. 60 watt
 - C. 40 watt
 - D. 20 watt
 - E. 10 watt
8. Dari percobaan hubungan tegangan (V) dengan kuat arus (I) pada resistor, dihasilkan grafik V sebagai berikut!



I pada gambar di samping. Jika $V = 4,5$ volt maka besar kuat arus yang mengalir adalah

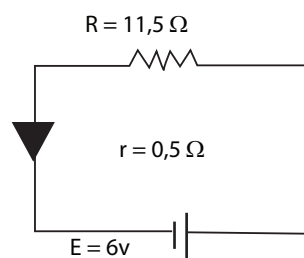
- A. 5 mA
 - B. 10 mA
 - C. 20 mA
 - D. 30 mA
 - E. 35 mA
9. Jika sebuah lampu 60 watt/220 volt dipasang pada tegangan 110 volt, lampu tersebut akan menyala dengan daya
- A. 15 watt
 - B. 20 watt
 - C. 25 watt
 - D. 30 watt
 - E. 60 watt

10. Perhatikan gambar berikut ini!



Kuat arus listrik yang mengalir pada hambatan 2Ω adalah

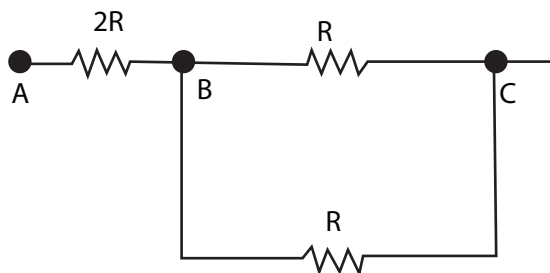
- A. 0,5 A
 - B. 0,75 A
 - C. 1 A
 - D. 1,5 A
 - E. 2 A
11. Perhatikan gambar di bawah ini!



Pada gambar di atas, tegangan dan kuat arus pada hambatan R adalah

- A. 6,00 V ; 12 A
- B. 5,75 V ; 0,52 A
- C. 5,75 V ; 0,50 A
- D. 4,00 V ; 0,50 A
- E. 4,00 V ; 0,52 A

12. Rangkaian sederhana terdiri dari 3 hambatan seperti pada gambar!



Jika beda potensial $V_{AB} = 160$ volt, maka beda potensial V_{AC} adalah

- A. 40 volt
- B. 120 volt
- C. 150 volt
- D. 200 volt
- E. 240 volt

13. Setiap kawat atau penghantar memiliki sifat menghambat arus listrik, besaran-besaran berikut memengaruhi hambatan setiap penghantar, yaitu:

- (1) massa kawat
- (2) panjang kawat
- (3) warna kawat
- (4) luas penampang kawat

Pernyataan yang benar adalah

- A. (1), (2), dan (3)
- B. (1) dan (3)
- C. (2) dan (4)
- D. 4 saja
- E. semua benar

14. Alat pemanas listrik memakai arus 10 A, apabila dihubungkan dengan sumber 220 V. Hambatannya adalah ... Ω .

- A. 0,05
- B. 10
- C. 22
- D. 220
- E. 2200

15. Lampu 20 W/24 V dihubungkan sumber tegangan 12 V, lampu menyala dengan menyerap daya sebesar ... W.

- A. 80
- B. 40
- C. 20
- D. 10
- E. 5

Pembahasan



1. Jawaban: B

Diketahui: $P_1 = 100 \text{ W}$

$V_1 = 220 \text{ V}$

$P_{\text{dis}} = 25 \text{ W}$

Ditanyakan: Nilai tegangan X (V_2)?

Jawab:

$$P = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^2 P_1$$

$$25 = \left(\frac{V_2}{220} \right)^2 100$$

$$\frac{25}{100} = \left(\frac{V_2}{220} \right)^2$$

$$\sqrt{\frac{25}{100}} = \frac{V_2}{220}$$

$$\frac{5}{10} = \left(\frac{V_2}{220} \right)$$

$$V_2 = \frac{220(5)}{10}$$

$$V_2 = 110 \text{ V}$$

2. Jawaban: D

Diketahui: R_s pada titik P dan Q = 2Ω , 2Ω

R_p pada titik P dan Q = 4Ω

$E = 12 \text{ V}$

Ditanyakan: Arus listrik pada rangkaian (I)?

$$R_s = 2 + 2 = 4\Omega$$

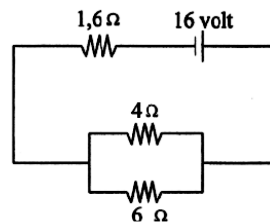
$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{2}{4}$$

$$R_p = \frac{4}{2} = 2\Omega$$

$$I = \frac{V}{R_p} = \frac{12}{2} = 6 \text{ A}$$

3. Jawaban: D

Rangkaian listrik:



Ditanyakan: Kuat arus yang mengalir pada hambatan 4Ω (I)?

Nilai hambatan:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{4} + \frac{1}{6} = \frac{3+2}{12} = \frac{5}{12}$$

$$R_p = \frac{12}{5}$$

$$R_s = \frac{12}{5} + 1,6 = \frac{12+8}{5} = \frac{20}{5} = 4\Omega$$

Kuat Arus

$$I = \frac{V}{R_s} = \frac{16}{4} = 4 \text{ A}$$

$$I \text{ pada } R \rightarrow 4\Omega = \frac{6}{6+4} \cdot 4 = 2,4 \text{ A}$$

4. Jawaban: C

Diketahui: $R = 1,4\Omega$

$r_d = 0,1\Omega$

$E = 1,5 \text{ V}$

Ditanyakan: Arus yang terukur pada amperemeter (I)?

Jawab:

$$R_{\text{total}} = R + r_d$$

$$V = I R_{\text{total}}$$

$$I = \frac{V}{R_{\text{total}}} = \frac{1,5}{1,4+0,1} = \frac{1,5}{1,5} = 1 \text{ A}$$

5. Jawaban: E

Diketahui: Jangkauan = 1 A

Hasil pengukuran = 30 A

Skala maksimum = 50 A

$R = 20 \text{ ohm}$

Ditanyakan: Beda potensial (V)?

Jawab:

$$I = \frac{\text{skala yang ditunjuk}}{\text{skala maksimum}} \times \text{jangkauan}$$

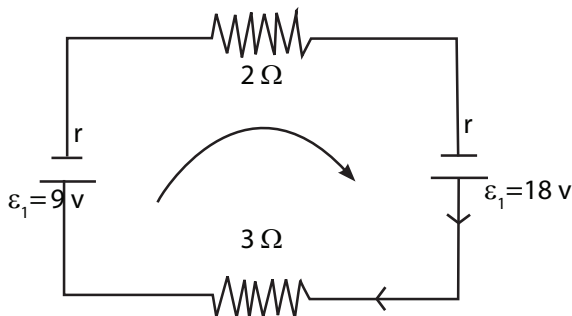
$$I = \frac{30}{50} \times 1 = \frac{3}{5} \text{ A}$$

$$V = I \times R = \frac{3}{5} \times 20 = 12 \text{ V}$$

6. Jawaban: B

Diketahui: $r = 0,5 \text{ A}$; $R_1 = 2 \Omega$; $R_2 = 3 \Omega$; $\varepsilon_1 = 9 \text{ V}$;

$\varepsilon_2 = 18 \text{ V}$



Ditanyakan: Kuat arus (I)?

Jawab:

Hukum II Kirchoff

$$\Sigma \varepsilon + \Sigma IR = 0$$

$$\varepsilon_1 + (-\varepsilon_2) + I.r + I.R_1 + I.r + I.R_2 = 0$$

$$9\text{V} - 18\text{V} + I(0,5) + I(2) + I(0,5) + I(3) = 0$$

$$-9 + 6I = 0$$

$$I = 1,5 \text{ A}$$

7. Jawaban: D

Diketahui: $P_1 = 80 \text{ W}$

$V_1 = 220 \text{ V}$

$V_2 = 110 \text{ V}$

Ditanyakan: (P_2)?

Jawab:

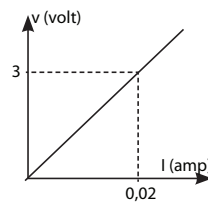
$$\frac{V_1^2}{P_1} = \frac{V_2^2}{P_2}$$

$$\frac{220^2}{80} = \frac{110^2}{P_2}$$

$$P_2 = \frac{110 \cdot 110 \cdot 80}{220 \cdot 220}$$

$$P_2 = 20 \text{ W}$$

8. Jawaban: D



Dari grafik dicari nilai hambatannya:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{3}{2 \times 10^{-2}} = 150 \Omega$$

Berarti arus yang mengalir jika $V = 4,5 \text{ V}$ adalah:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{4,5}{150} = 0,03 \text{ A} = 30 \text{ mA}$$

9. Jawaban: A

Diketahui: $P_1 = 60 \text{ W}$

$V_1 = 220 \text{ V}$

$V_2 = 110 \text{ V}$

Ditanyakan: Lampu menyala dengan besar daya (P_2)?

Jawab:

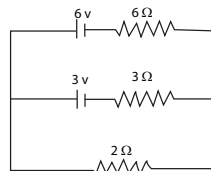
$$\frac{V_1^2}{P_1} = \frac{V_2^2}{P_2}$$

$$\frac{220^2}{60} = \frac{110^2}{P_2}$$

$$P_2 = \frac{110(110)60}{220 \cdot 220}$$

$$P_2 = 15 \text{ W}$$

10. Jawaban: C



Ditanyakan: Kuat arus listrik yang mengalir pada hambatan $2\ \Omega$?

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} + \frac{1}{2} = \frac{1}{6} + \frac{2}{6} + \frac{3}{6} = \frac{6}{6} = 1\ \Omega$$

$$R_p = 1\ \Omega$$

Kuat arus (I)

$$I_p = \sum \frac{V}{R} = \frac{6}{6} + \frac{3}{3} = 1 + 1 = 2\ \text{A}$$

$$V_p = (I_p)R_p = (2)1 = 2\ \text{V}$$

Maka arus pada hambatan $2\ \Omega$:

$$I = \frac{V_p}{R_2} = \frac{2}{2} = 1\ \text{A}$$

11. Jawaban: C

Diketahui: $R = 11,5\ \Omega$

$$r = 0,5\ \Omega$$

$$E = 6\ \text{V}$$

Ditanyakan: Tegangan dan kuat arus pada hambatan R (V dan I)?

$$\sum V = \sum IR$$

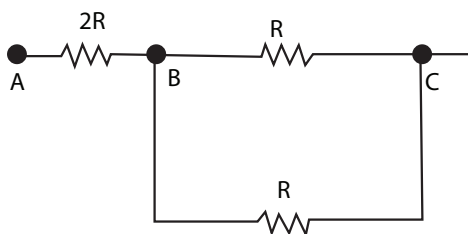
$$6 = I(11,5 + 0,5)$$

$$I = \frac{6}{12} = 0,5\ \text{A}$$

$$V_R = IR = 0,5(11,5) = 5,75\ \text{V}$$

12. Jawaban: D

Diketahui: $V_{AB} = 160\ \text{V}$



Ditanyakan: Beda potensial V_{AC} ?

Jawab:

Arus yang mengalir pada AB:

$$I = \frac{V_{AB}}{R_{AB}} = \frac{160}{2R} = \frac{80}{R}$$

Hambatan pada rangkaian paralel BC:

$$\frac{1}{R_{BC}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$$

$$R_{BC} = \frac{R}{2}$$

$$V_{BC} = I(R_{BC}) = \frac{80}{R} \times \frac{1}{2}R = 40\ \text{V}$$

$$V_{AC} = V_{AB} + V_{BC} = 160 + 40 = 200\ \text{V}$$

13. Jawaban: C

Rumus hambatan listrik adalah:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

Keterangan:

R = hambatan

ρ = hambatan jenis

L = panjang kawat

A = luas

Jadi, hambatan jenis dipengaruhi panjang kawat (2) dan luas penampang kawat (4).

14. Jawaban: C

Diketahui: $I = 10\ \text{A}$

$$V = 220\ \text{V}$$

Ditanyakan: Besar hambatan (R)?

Jawab:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{220}{10} = 22\ \text{ohm}$$

15. Jawaban: E

Diketahui: $P_1 = 60\ \text{W}$

$$V_1 = 24\ \text{V}$$

$$V_2 = 12\ \text{V}$$

Ditanyakan: Besar daya (P_2)?

$$\frac{V_1^2}{P_1} = \frac{V_2^2}{P_2}$$

$$\frac{24^2}{60} = \frac{12^2}{P_2}$$

$$P_2 = \frac{12^2(60)}{24^2}$$

$$P_2 = 5\ \text{watt}$$

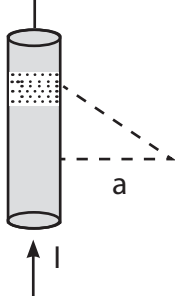
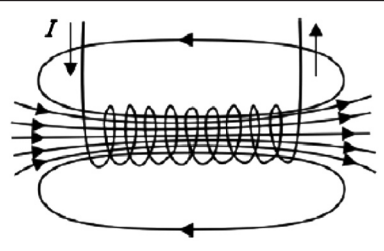
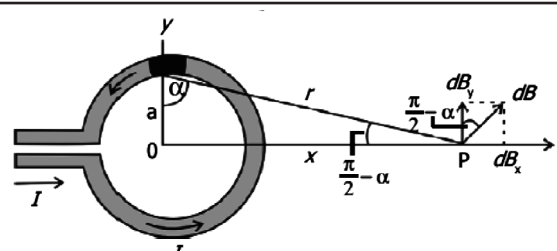
BAB 15

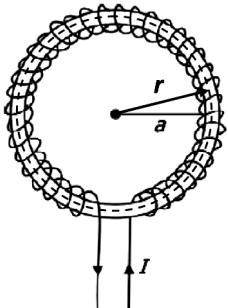
Medan Magnet dan Induksi Elektromagnetik

A. Medan Magnet

Medan magnet adalah ruang disekitar magnet yang masih dipengaruhi oleh gaya magnet. Orang yang pertama kali menemukan adanya medan magnet disekitar arus listrik adalah Hans Christian Oersted.

Tabel 15:1 Jenis dan Persamaan Medan Magnet

Jenis Medan Magnet	Gambar	Rumus
Kawat Lurus		$B_p = \frac{\mu_o I}{2\pi a}$
Solenoida		Di pusat: $B = \frac{\mu_o IN}{L}$ Di ujung: $B = \frac{\mu_o IN}{2L}$
Kawat Melingkar		Di titik O: $B = \frac{\mu_o I}{2a}$ Di titik P: $B = \frac{\mu_o I}{2a} \sin^3 \theta$

Toroida		$B = \frac{\mu_0 IN}{2\pi r}$
---------	---	-------------------------------

Keterangan:

B = medan magnet (Wb/m² atau T)

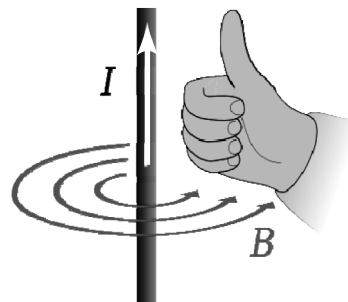
$\mu = 4\pi \times 10^{-7}$ Tm/A

a = jarak (m)

N = jumlah lilitan

L = panjang solenoida (m)

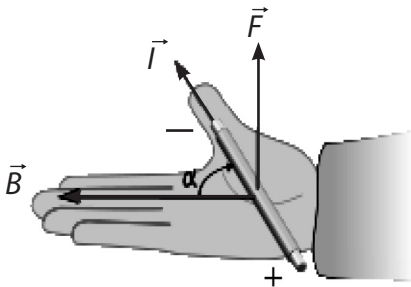
Kuat medan magnet merupakan besaran vektor (memiliki besar dan arah). Arahnya dapat ditentukan dengan menggunakan kaidah tangan kanan. Buatlah seolah tangan kananmu menggenggam kawat lurus sementara ibu jari ditegakkan. Maka arah arus listrik sesuai dengan arah ibu jari dan induksi magnet sesuai dengan arah putaran keempat jari yang lain.



Kaidah tangan kanan. Sumber gambar: http://id.wikipedia.org/wiki/Kaidah_tangan_kanan

B. Gaya Lorentz

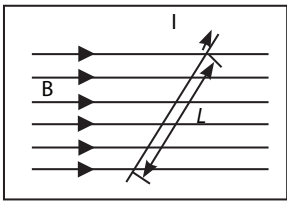
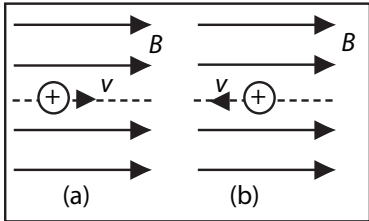
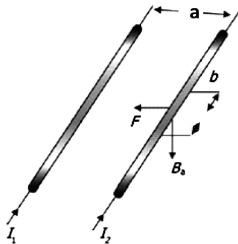
Gaya Lorentz adalah gaya yang ditimbulkan oleh muatan listrik yang bergerak atau oleh arus listrik yang berada dalam suatu medan magnet. Arah gaya Lorentz juga dapat ditentukan dengan menggunakan kaidah tangan kanan. Saat tangan kanan dibuka, arah ibu jari menunjukkan arah arus, empat jari lainnya menunjukkan arah medan magnet B , dan telapak tangan menunjukkan arah gaya Lorentz.



Kaidah tangan kanan untuk gaya Lorentz.

Sumber gambar: http://id.wikipedia.org/wiki/Gaya_Lorentz_kanan

Tabel 15:2 Persamaan pada Gaya Lorentz

Jenis Gaya Lorentz	Gambar	Rumus
Gaya Lorentz Pada Kawat Berarus		$F = BIL$
Gaya Lorentz Pada Partikel Bermuatan		$F = Bqv \sin \theta$
Gaya Lorentz Pada Dua Kawat Lurus Sejajar		$\frac{F}{L} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi a}$ a = jarak antar kawat

C. Fluks Magnetik dan Hukum Faraday

Fluks Magnetik (Φ_m)	$\Phi_m = B.A.\cos \theta$
Hukum Induksi Faraday (ε)	$\varepsilon = -N \frac{d\Phi}{dt} \text{ volt}$

D. Penerapan Hukum Faraday dan Hukum Lenz

Perubahan Luas Kawat U	$GGL(\varepsilon) = -B.L.v$
Kawat Diputar Sejajar Bidang yang Tegak lurus B	$\varepsilon = \frac{B\pi L^2}{T}$ T = periode (s)
Generator AC	$\varepsilon = NBA\omega$
Transformator	$\eta = \frac{P_{\text{sekunder}}}{P_{\text{primer}}} \times 100\% = \frac{V_s \times I_s}{V_p \times I_p} \times 100\%$
Induktansi Diri (L)	$L = \frac{\mu_r \mu_0 N^2 A}{l}$
Energi dalam Solenoida	$W = \frac{1}{2} LI^2$

E. Sumber Arus dan Tegangan AC

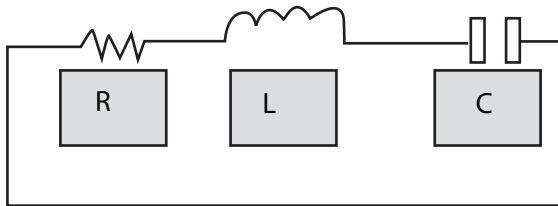
Sumber arus dan tegangan AC	Penjelasan
Tegangan AC	$V = V_m \sin \omega t$
Arus AC	$I = I_m \sin \omega t$

F. Nilai Efektif dan Tegangan Bolak-Balik

Nilai Efektif	Penjelasan
Arus Bolak-Balik	$I_{\text{eff}} = \frac{I_{\text{maks}}}{\sqrt{2}}$
Tegangan Bolak-Balik	$V_{\text{eff}} = \frac{V_{\text{maks}}}{\sqrt{2}}$

G. Rangkaian Seri R – L – C

Resistor, induktor dan kapasitor dapat dipasang secara seri dalam rangkaian arus bolak-balik, dengan impedansi dari rangkaian seri RLC dapat dianggap sebagai hambatan pengganti seri dari rangkaian.



Impedansi (nilai hambatan total):

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$X_L = \omega \cdot L$$

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$$

Keterangan:

L= Induktansi (H)

C= Kapasitas (F)

X_L = Reaktansi Induktif (Ω)

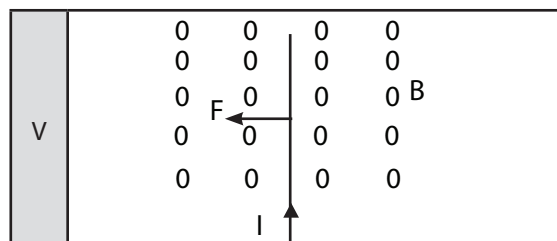
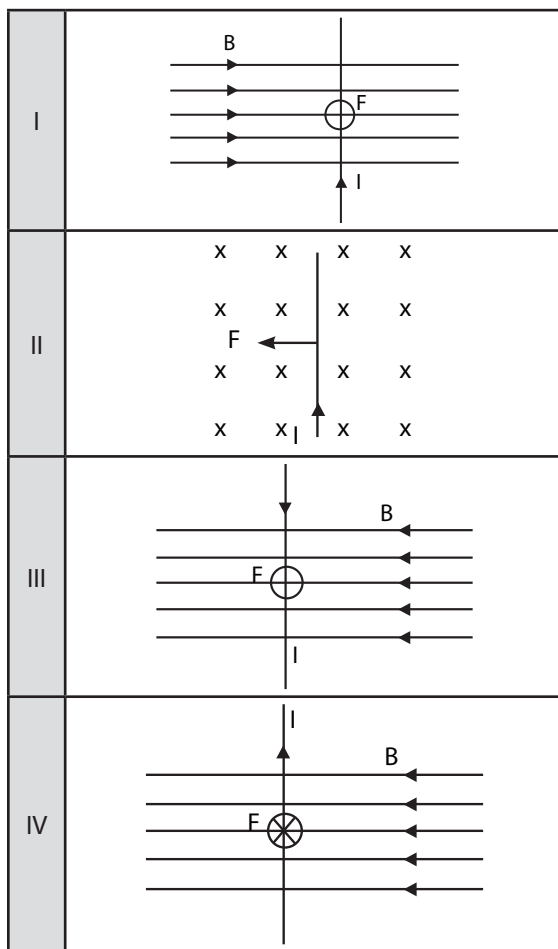
X_C = Reaktansi Kapasitas (Ω)

Latihan Soal



- Sebuah transformator menurunkan tegangan listrik bolak-balik dari 220 volt menjadi 10 volt. Efisiensi transformator 60%. Bila kuat arus pada kumparan sekunder 6,6 ampere, maka kuat arus pada kumparan primernya adalah
 A. 1 ampere
 B. 0,8 ampere
 C. 0,5 ampere
 D. 0,4 ampere
 E. 0,3 ampere

- Perhatikan gambar arah arus listrik (I), medan magnetik (B) dan gaya magnetik (F).



Keterangan:

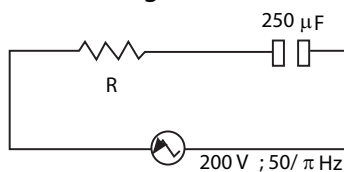
o = Arah menembus keluar bidang gambar
 x = Arah menembus kedalam bidang gambar

Hubungan arah I , B , dan F yang benar adalah pada gambar

- I
 - II
 - III
 - IV
 - V
- Reaktansi induktif sebuah induktor akan mengecil, bila
 A. frekuensi arusnya diperbesar, induktansi induktor diperbesar
 B. frekuensi arusnya diperbesar, induktansi induktor diperkecil
 C. frekuensi arusnya diperbesar, arus listriknya diperkecil
 D. frekuensi arusnya diperkecil, induktansi induktor diperbesar
 E. frekuensi arusnya diperkecil, induktansi induktor diperkecil
 - Induksi magnetik pada solenoida menjadi bertambah besar, bila
 A. jumlah lilitannya diperbanyak, arusnya diperkecil

- B. jumlah lilitannya dikurangi, arusnya diperbesar
- C. jumlah lilitannya diperpanjang, arusnya diperbesar
- D. solenoidanya diperpanjang, arusnya diperbesar
- E. solenoidanya diperpanjang, arusnya diperkecil

5. Perhatikan gambar berikut ini!

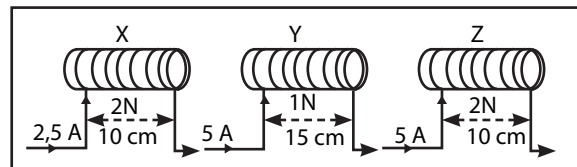


Jika kuat arus dalam rangkaian = 4A, maka nilai resistor R pada rangkaian adalah

- A. 60 ohm
 - B. 50 ohm
 - C. 40 ohm
 - D. 30 ohm
 - E. 20 ohm
6. Perbandingan jumlah lilitan kumparan primer dan sekunder sebuah transformator adalah 2 : 1. Bila efisiensi transformator itu 80% dan arus keluarnya 8 A, maka arus listrik pada kumparan primernya adalah
- A. 12,8 A
 - B. 8,8 A
 - C. 5,0 A
 - D. 4,4 A
 - E. 3,2 A
7. Partikel bermuatan positif 0,4 coulomb bergerak dengan kecepatan 4 m/s dalam medan induksi magnetik homogen yang besarnya 10 Wb/m^2 . Apabila arah gerak partikel dengan arah vektor induksi medan magnetik sejajar maka besar gaya yang dialami muatan tersebut adalah
- A. 0 N
 - B. 0,16 N

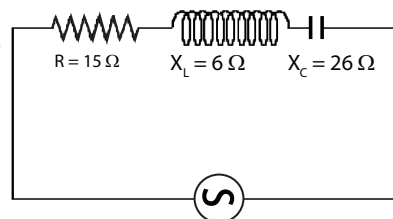
- C. 1 N
- D. 4 N
- E. 16 N

8. Perhatikan gambar di bawah ini!



Urutan yang menghasilkan induksi magnetik dari besar ke kecil adalah

- A. X, Y, Z
 - B. X, Z, Y
 - C. Y, X, Z
 - D. Y, Z, X
 - E. Z, X, Y
9. Pada rangkaian AC terlukis di bawah, impedansinya adalah



- A. 13 ohm
 - B. 17 ohm
 - C. 20 ohm
 - D. 25 ohm
 - E. 35 ohm
10. Rangkaian seri RLC dengan nilai $R = 30 \text{ ohm}$, $L = 40 \text{ mH}$ dan $C = 50 \text{ μF}$ dihubungkan pada sumber listrik. Rangkaian ini akan beresonansi pada frekuensi
- A. $\frac{10}{\pi} \sqrt{10} \text{ Hz}$
 - B. $\frac{250}{\pi} \sqrt{10} \text{ Hz}$
 - C. $\frac{40}{\pi} \sqrt{10} \text{ Hz}$

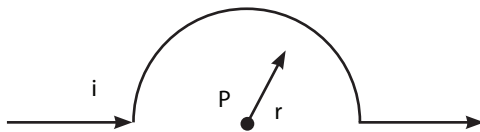
D. $\frac{2500}{\pi} \sqrt{10} \text{ Hz}$

E. $1000\pi \text{ Hz}$

11. Sebuah transformator step up mengubah tegangan 25 volt menjadi 220 volt. Jika efisiensi transformator 80% dan kumparan sekunder dihubungkan dengan lampu 50 W, 220 volt, maka kuat arus kumparan primer adalah

- A. 1,00 ampere
B. 1,25 ampere
C. 1,50 ampere
D. 2,00 ampere
E. 2,50 ampere

12. Seutas kawat lurus dilengkungkan seperti gambar dan dialiri arus 2 A.

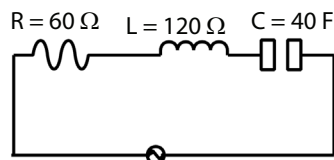


Jika jari-jari kelengkungan $2\pi \text{ cm}$ dan $I = 2 \text{ A}$, maka induksi magnetik di P adalah

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Wb/A.m}$

- A. $5 \times 10^{-5} \text{ T}$ keluar bidang gambar
B. $4 \times 10^{-5} \text{ T}$ keluar bidang gambar
C. $3 \times 10^{-5} \text{ T}$ masuk bidang gambar
D. $2 \times 10^{-5} \text{ T}$ masuk bidang gambar
E. $1 \times 10^{-5} \text{ T}$ masuk bidang gambar

13. Perhatikan gambar rangkaian listrik berikut!



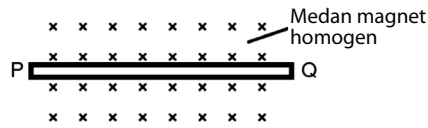
Jika tegangan maksimum sumber arus bolak-balik = 200 V, maka besar kuat arus maksimum yang mengalir pada rangkaian adalah

- A. 1,5 A
B. 2,0 A
C. 3,5 A

D. 4,0 A

E. 5,0 A

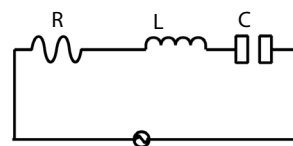
14. Sebuah kawat PQ diletakkan di dalam medan magnet homogen seperti gambar.



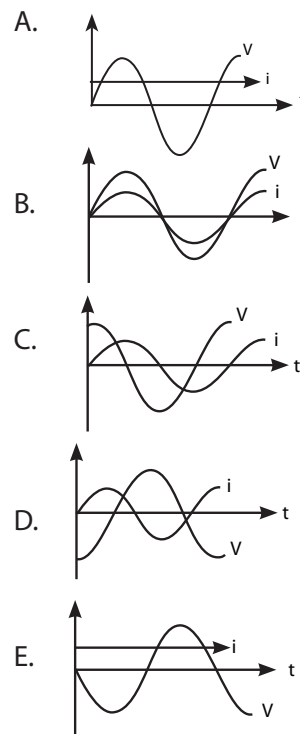
Jika kawat dialiri arus dari Q menuju P, maka arah kawat akan melengkung

- A. ke bawah
B. ke atas
C. ke samping
D. keluar bidang gambar
E. masuk bidang gambar

15. Rangkaian R – L – C disusun seperti gambar di bawah ini.



Grafik gelombang sinus yang dihasilkan jika $X_L > X_C$ adalah



Pembahasan



1. Jawaban: C

Diketahui: $V_p = 220 \text{ V}$

$V_s = 10 \text{ V}$

$I_s = 6,6 \text{ A}$

$\eta = 60\%$

Ditanyakan: Kuat arus pada kumparan primer (I_p)?

Jawab:

$$\eta = \frac{V_s \times I_s}{V_p \times I_p} \times 100\%$$

$$60\% = \frac{10(6,6)}{(220)I_p} \times 100\%$$

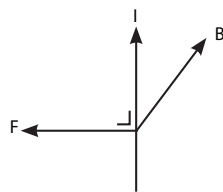
$$I_p = \frac{6600}{(60)(220)}$$

$$I_p = 0,5 \text{ A}$$

2. Jawaban: B

Dengan menggunakan kaidah tangan kanan:

- Ujung-ujung jari dirapatkan menunjukkan arah medan magnet (B).
- Telapak tangan menunjukkan arah gaya Lorentz (F).
- Ujung ibu jari menunjukkan arah kuat arus (I).



Jadi, gambar yang sesuai adalah gambar II.

3. Jawaban: E

$$X_L = \omega L = 2\pi f \cdot L$$

Keterangan:

X_L = reaktansi induktif

L = induktif

f = frekuensi

L = panjang

Jadi, frekuensi arusnya diperkecil, induktansi induktor diperkecil.

4. Jawaban: C

Solenoida di ujung:

$$B = \frac{\mu_0 IN}{2L}$$

Solenoida di tengah:

$$B = \frac{\mu_0 IN}{L}$$

Keterangan:

B = medan magnet

I = kuat arus

N = lilitan

L = panjang

μ_0 = permitivitas

Jadi, jumlah lilitannya diperpanjang, arusnya diperbesar.

5. Jawaban: D

Diketahui: $I = 4 \text{ A}$

$V = 200 \text{ V}$

$C = 250 \mu\text{F}$

$f = 50/\pi \text{ Hz}$

Ditanyakan: Nilai resistor R?

Jawab:

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2\pi \left(\frac{50}{\pi}\right) 2,5 \times 10^{-4}}$$

$$= \frac{1}{2,5 \times 10^{-2}} = \frac{100}{25} = 40 \text{ ohm}$$

$$Z = \frac{V}{I} = \frac{200}{4} = 50 \, \Omega$$

$$R^2 = Z^2 - X_c^2$$

$$R^2 = 50^2 - 40^2$$

$$R^2 = 2500 - 1600$$

$$R^2 = 900$$

$$R = 30 \, \text{ohm}$$

6. Jawaban: C

$$\text{Diketahui: } N_p : N_s = 2 : 1$$

$$\eta = 80\%$$

$$I_s = 8 \, \text{A}$$

Ditanyakan: Arus listrik pada kumparan primer (I_p)?

Jawab:

$$\eta = \frac{V_s \times I_s}{V_p \times I_p} \times 100\%$$

$$\text{Jika } N_p : N_s = 2 : 1, \text{ maka } V_p : V_s = 2 : 1$$

$$80\% = \frac{V_s \times I_s}{V_p \times I_p} \times 100\%$$

$$80\% = \frac{1(8)}{2(I_p)} \times 100\%$$

$$I_p = \frac{8(100)}{80(2)}$$

$$I_p = 5 \, \text{A}$$

7. Jawaban: A

$$\text{Diketahui: } q = 0,4 \, \text{C}$$

$$v = 4 \, \text{m/s}$$

$$B = 10 \, \text{Wb/m}^2$$

$\theta = 0^\circ$ (arah gerak partikel sejajar dengan arah vektor induksi magnetik)

Ditanyakan: Gaya (F)?

Jawab:

$$F = B q v \sin \theta = (10)(0,4)(\sin 0^\circ) = (10)(0,4)(0) = 0$$

8. Jawaban: E

Diketahui:

$$\text{Solenoida X: } N = 2 \, \text{N}$$

$$L = 10 \, \text{cm} = 0,1 \, \text{m}$$

$$I = 2,5 \, \text{A}$$

Solenoida Y: $N = 1 \, \text{N}$

$$L = 15 \, \text{cm} = 0,15 \, \text{m}$$

$$I = 5 \, \text{A}$$

Solenoida Z: $N = 2 \, \text{N}$

$$L = 10 \, \text{cm} = 0,1 \, \text{m}$$

$$I = 5 \, \text{A}$$

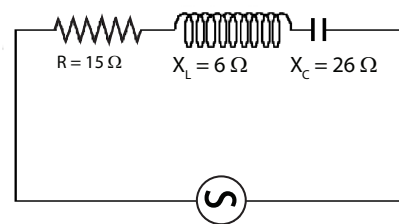
$$B = \frac{\mu_o I N}{L}$$

$$B_x = \mu_o (2,5) \frac{2N}{0,1} = 50 \mu_o N$$

$$B_y = \mu_o (5) \frac{N}{0,15} = \frac{100}{3} \mu_o N$$

$$B_z = \mu_o (5) \frac{2N}{0,1} = 100 \mu_o N$$

9. Jawaban: D



Impedansinya adalah:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$Z = \sqrt{15^2 + (6 - 26)^2}$$

$$Z = \sqrt{225 + 400}$$

$$Z = \sqrt{625}$$

$$Z = 25 \, \text{ohm}$$

10. Jawaban: B

$$\text{Diketahui: } R = 30 \, \text{ohm}$$

$$L = 40 \, \text{mH} = 4 \times 10^{-2} \, \text{H}$$

$$C = 50 \, \mu\text{F} = 5 \times 10^{-5} \, \text{F}$$

Ditanyakan: Frekuensi (f)?

Jawab:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC}}$$

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{(4 \times 10^{-2}) 5 \times 10^{-5}}}$$

$$f = \frac{250}{\pi} \sqrt{2} \text{ Hz}$$

11. Jawaban: E

Diketahui: $V_p = 25 \text{ V}$

$V_s = 220 \text{ V}$

$P_s = 50 \text{ watt}$

$\eta = 80\%$

Ditanyakan: Kuat arus kumparan primer (I_p)?

Jawab:

$$\eta = \frac{P_s}{V_p \times I_p} \times 100\%$$

$$80\% = \frac{50}{25 I_p} \times 100\%$$

$$I_p = \frac{5000}{25(80)}$$

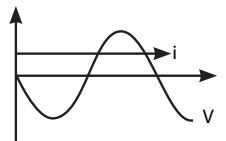
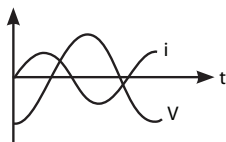
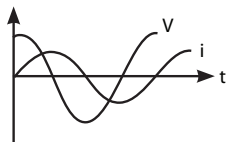
$$I_p = 2,5 \text{ A}$$

12. Jawaban: D

Diketahui: $I = 2 \text{ A}$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Wb/A.m}$$

$$r = 2\pi \text{ cm} = 2\pi \times 10^{-2} \text{ m}$$



Ditanyakan: Induksi magnetiknya (B)?

Jawab:

Besar induksi magnetik di titik P berupa kawat melingkar, sehingga:

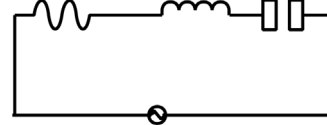
$$B = \mu_0 \frac{I}{2r} = 4\pi \times 10^{-7} \frac{2}{2(2\pi \times 10^{-2})}$$

$$= \frac{8\pi \times 10^{-7}}{4\pi \times 10^{-2}} = 2 \times 10^{-5} \text{ (masuk bidang gambar)}$$

13. Jawaban: B

Diketahui: $V = 200 \text{ V}$

$R = 60 \Omega$ $L = 120 \Omega$ $C = 40 \text{ F}$



Ditanyakan: Arus maksimum (I_{maks})?

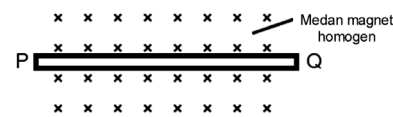
Jawab:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{60^2 + (120 - 40)^2}$$

$$= \sqrt{3600 + 6400} = \sqrt{10000} = 100 \Omega$$

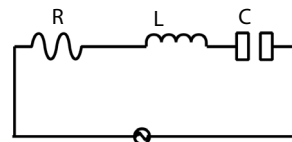
$$I_{\text{maks}} = \frac{V}{Z} = \frac{200 \text{ V}}{100 \Omega} = 2 \text{ A}$$

14. Jawaban: A



Jika arah arus mengalir dari arah Q ke arah P, maka gaya Lorentz arahnya ke bawah, sehingga kawat PQ akan mengarah ke bawah

15. Jawaban: C



Jika $X_L > X_C$ maka rangkaian tersebut bersifat induktif. Jika rangkaian tersebut bersifat induktif, maka tegangan akan mendahului arus dengan beda fase 90° .

BAB 16

FISIKA MODERN

A. Perkembangan Teori Atom

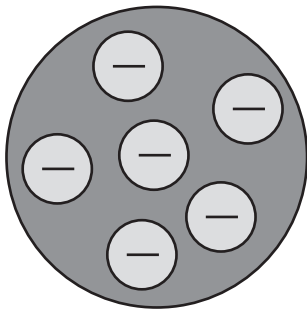
1. Model Atom Dalton



Teori model atom Dalton:

- Atom merupakan bagian terkecil dari suatu zat yang tidak dapat dibagi lagi.
- Atom penyusun suatu zat memiliki sifat yang sama, sementara atom unsur berbeda memiliki sifat dan massa yang berbeda pula.
- Perbedaan antara satu zat dengan zat lainnya adalah perbedaan pada atom penyusunnya.
- Dua atom atau lebih dari sebuah unsur dapat membentuk suatu molekul.
- Reaksi kimia merupakan penyusunan kembali atom-atom penyusun zat dengan perbandingan massa yang tetap.

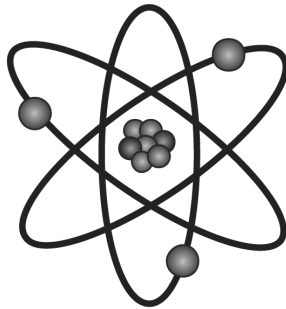
2. Model Atom Thomson



Teori model atom Thomson:

- Atom bukan merupakan bagian terkecil dari suatu zat.
- Atom adalah bola padat bermuatan positif dengan muatan negatif tersebar merata di seluruh bagian atom seperti roti kismis.
- Jumlah muatan positif dan negatif adalah sama sehingga muatan bersifat netral.

3. Model Atom Rutherford



Teori model atom Rutherford:

- Atom memiliki inti atom, yang merupakan tempat berkumpulnya muatan positif.
- Inti atom memiliki ukuran yang sangat kecil dibandingkan dengan ukuran atomnya.
- Sebagian ruang dalam atom adalah ruang kosong.
- Muatan negatif bergerak mengitari inti atom dalam lintasan tertentu seperti lintasan planet mengelilingi matahari.
- Terdapat gaya tarik-menarik antara inti atom dengan elektron yang menahan elektron agar tetap pada lintasannya.

4. Spektrum Atom Hidrogen

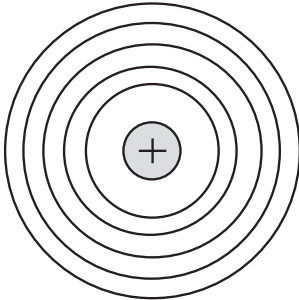
Jika kamu mengalirkan arus listrik ke dalam tabung yang berisikan gas, maka gas tersebut akan memancarkan cahaya yang berbeda-beda tergantung pada karakteristik gas. Cahaya ini dipancarkan dalam bentuk spektrum garis. Spektrum garis merupakan deretan warna cahaya dengan panjang gelombang berbeda. Deret panjang gelombang ini mempunyai pola tertentu yang dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan matematis, dikenal sebagai deret spektrum hidrogen seperti dapat dilihat pada tabel berikut.

Deret Lyman (Daerah ultra ungu)	$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right), n = 2, 3, 4, \dots$
Deret Balmer (Daerah cahaya tampak)	$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right), n = 3, 4, 5, \dots$
Deret Paschen (Daerah inframerah I)	$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right), n = 4, 5, 6, \dots$

Deret Brackett (Daerah inframerah II)	$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2} \right), n = 5, 6, 7, \dots$
Deret Pfund (Daerah inframerah III)	$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2} \right), n = 6, 7, 8, \dots$

R adalah konstanta Rydberg yang besarnya $1,097 \times 10^7/\text{m}$.

5. Model Atom Niels Bohr



Teori model atom hidrogen Niels Bohr:

- Elektron atom hidrogen bergerak mengitari inti dalam orbit yang berbentuk lingkaran yang berada di bawah pengaruh gaya Coulomb.

$$F_{\text{Coulomb}} = F_{\text{sentripetal}}$$

$$k \frac{q^2}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

$$E = E_k + E_p$$

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

$$= -k \frac{q^2}{2r}$$

- Elektron berputar mengelilingi inti dalam suatu lintasan tertentu yang disebut orbit stasioner.
- Elektron dapat berpindah dari satu orbit ke orbit yang lain sambil melepas atau menyerap energi.
- Orbit yang diperkenankan ditempati elektron adalah orbit yang momentum sudutnya merupakan

$$mvr = n \left(\frac{h}{2\pi} \right), n = 1, 2, 3, \dots$$

Keterangan:

n = bilangan kuantum utama

h = konstanta Planck = $6,62 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

Pada intinya, struktur atom berdasarkan model atom Bohr menyatakan bahwa elektron dapat berada di dalam lintasan-lintasan stasioner dengan energi tertentu, dimana elektron pada lintasan ke- n akan memiliki jari-jari lintasan dan energi sebesar:

$$r_n = 0,053n^2$$

$$E_n = \frac{-13,6}{n^2}$$

Keterangan:

r = jari-jari dalam nanometer (nm)

E = energi dalam elektron Volt (eV)

B. Mekanika Kuantum

Dalam usaha memahami struktur atom secara lengkap, maka digunakan prinsip dualisme gelombang-partikel. Prinsip yang menyatakan bahwa sebuah objek dapat berperilaku sebagai gelombang maupun partikel. Di sini gerak elektron digambarkan sebagai gejala gelombang, sehingga digunakan persamaan Schrodinger yang menyatakan fungsi gelombang untuk elektron sebagai pengganti dinamika Newton yang biasa dipakai untuk menjelaskan gerak elektron. Model atom seperti ini disebut model atom mekanika kuantum.

1. Persamaan de Broglie

Menurut Louis de Broglie, panjang gelombang suatu partikel mempunyai momentum dengan persamaan yang serupa untuk foton, yaitu:

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = \frac{h}{\sqrt{2meV}}$$

Keterangan:

λ = panjang gelombang de Broglie

$h = 6,6 \times 10^{-34}$ J.s

m = massa elektron (9×10^{-31} kg)

e = muatan elektron ($1,6 \cdot 10^{-19}$ C)

V = tegangan pemercepat (V)

v = kecepatan elektron (m/s)

Persamaan tersebut disebut juga gelombang de Broglie atau gelombang materi.

2. Ketidakpastian Heisenberg

- Menurut ketidakpastian Heisenberg adalah tidak mungkin mengetahui posisi dan momentum partikel secara tepat, yang dapat ditentukan hanya posisi orbital atau momentumnya.
- Posisi dan momentum elektron dalam atom tidak dapat diketahui secara pasti karena elektron selalu bergerak.

3. Bilangan Kuantum

Teori atom mekanika kuantum mengemukakan bahwa kedudukan elektron dalam suatu atom ditentukan oleh bilangan kuantum elektron. Ada empat bilangan kuantum untuk menentukan keadaan elektron dalam struktur atom. Keempat bilangan kuantum ini diturunkan dari persamaan fungsi gelombang Schrodinger.

Bilangan Kuantum Utama (n)	Menunjukkan jumlah kulit elektron ($n = 1, 2, 3, 4, \dots$)
Bilangan Kuantum Orbital (l)	Menentukan subkulit elektron ($s = 0, p = 1, d = 2, f = 3$)
Bilangan Kuantum Magnetik (m)	Menentukan arah momentum sudut elektron $m = -l, \dots, 0, \dots, l$
Bilangan Kuantum Spin (s)	Menentukan arah perputaran elektron $s = +\frac{1}{2}$ (searah jarum jam) $s = -\frac{1}{2}$ (berlawanan arah jarum jam)

C. Relativitas

1. Relativitas Newton

Terdapat dua kerangka acuan yang kita kenal, yaitu kerangka inersial dan non inersial.

Kerangka Inersial	Benda tidak mengalami percepatan tambahan akibat gerakan.
Kerangka Noninersial	Benda mengalami percepatan tambahan akibat gerakan kerangka.

Prinsip relativitas Newton adalah setiap hukum dalam fisika berlaku pada setiap kerangka inersial, dan semua gerak adalah relatif, artinya tidak ada gerak yang absolut.

2. Konsep Eter

- Cahaya dapat merambat melalui ruang hampa, hal ini berarti gelombang cahaya dapat merambat tanpa memerlukan medium perambatan.
- Medium yang dipercaya sebagai medium perambatan cahaya adalah eter, karena eter tidak bermassa dan tidak memberikan efek apapun pada suatu benda.
- Konsep eter ini pertama kali diperkenalkan oleh Huygens untuk menjawab pertanyaan apa yang menjadi medium rambat cahaya matahari untuk sampai ke bumi jika cahaya dianggap sebagai gelombang. Pada masa itu, orang-orang masih menganggap gelombang membutuhkan medium untuk merambat. Menurut Huygens medium itu adalah eter, zat yang sangat ringan dan tembus pandang. Namun, percobaan yang dilakukan oleh Michelson dan Morley pada tahun 1887 tidak menemukan bukti mengenai keberadaan eter.

3. Relativitas Einstein

Menurut Einstein, semua hukum fisika sama dalam semua kerangka acuan inersial (kerangka acuan yang diam atau bergerak konstan) dan kecepatan cahaya dalam ruang hampa adalah 3×10^8 m/s dalam semua kerangka acuan.

Dua pernyataan Einstein tersebut pada dasarnya menyatakan bahwa setiap gerak dapat dinyatakan secara relatif terhadap suatu kerangka tertentu yang telah ditetapkan dan tidak ada yang bisa bergerak melebihi kecepatan rambat cahaya. Pernyataan-pernyataan ini dapat digunakan dalam meninjau objek yang bergerak dengan kelajuan mendekati cepat rambat cahaya (kelajuan relativistik).

Kecepatan Relativitas Einstein:

$$V_{AB} = \frac{V_{AO} + V_{BO}}{1 + \frac{V_{AO} V_{BO}}{c^2}}$$

Keterangan:

V_{AB} = kecepatan A terhadap B (m/s)

V_{AO} = kecepatan A terhadap suatu kerangka acuan O (m/s)

V_{BO} = kecepatan B terhadap suatu kerangka acuan O (m/s)

c = kecepatan cahaya (m/s)

4. Kontraksi Lorentz

Kontraksi panjang menyebabkan benda yang bergerak akan tampak lebih pendek menurut kerangka

$$L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

Keterangan:

L = panjang benda diukur oleh pengamat yang bergerak terhadap benda (m)

L_0 = panjang benda diukur oleh pengamat yang diam terhadap benda (m)

v = kecepatan relatif antara kerangka acuan (m)

5. Dilatasi Waktu

Pada peristiwa dilatasi waktu, waktu seolah-olah diperlambat.

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Keterangan:

Δt = selang waktu yang diukur oleh pengamat yang bergerak terhadap kejadian

Δt_0 = selang waktu yang diukur oleh pengamat yang diam terhadap kejadian

v = kecepatan relatif antara kerangka acuan (m)

6. Massa Relativistik

Massa relativistik menyebabkan massa benda yang bergerak tampak lebih besar.

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Keterangan:

m_0 = massa benda dalam keadaan diam

m = massa benda dalam keadaan bergerak

7. Momentum Relativistik

Rumus momentum harus dapat membuat hukum kekekalan momentum berlaku pada setiap proses tumbukan relativistik.

$$p = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \gamma \cdot m_0 v$$

p = momentum relativistik

8. Energi Relativistik

Usaha untuk menggerakkan benda dari diam sampai kecepatannya v sama dengan energi kinetik benda yang kecepatannya v .

$$E_k = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \gamma \cdot m_0 c^2$$

Keterangan:

E_k = energi kinetik relativistik

D. Fisika Inti

Defek massa merupakan selisih dari jumlah massa proton dan neutron dengan massa inti.

$$\Delta m = [Zm_p + (A - Z)m_n - m_{\text{inti}}]$$

Keterangan:

Δm = defek massa

1 sma = $1,6660559 \times 10^{-27}$ kg = 931,5 MeV/ c^2

E. Radioaktivitas

1. Penemuan Radioaktivitas

Radioaktivitas merupakan pemancaran energi dalam bentuk sinar radioaktif dari inti tidak stabil untuk membentuk inti stabil. Gejala radioaktivitas pertama kali ditemukan oleh Rontgen yang mengamati bahwa penyinaran tabung katode dapat menghitamkan pelat fotografi.

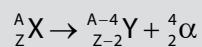
2. Jenis Sinar Radioaktif

a. Sinar alfa (α)

Partikel alfa merupakan partikel bermuatan positif yang identik dengan inti atom helium. Partikel ini memiliki dua proton dan dua neutron, dan disimbolkan sebagai ${}^4_2\text{He}$ atau ${}^4_2\alpha$.

➤ Sifat partikel alfa:

- Mempunyai daya tembus yang paling lemah karena massanya paling besar.
- Daya ionisasinya paling besar.
- Dapat dibelokkan oleh medan magnet dan medan listrik ke kutub negatif.

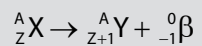


b. Sinar beta (β)

Partikel beta merupakan partikel bermuatan negatif yang identik dengan elektron.

➤ Sifat partikel beta:

- Mempunyai daya tembus lebih besar daripada sinar alfa.
- Daya ionisasinya lebih kecil.
- Dapat dibelokkan oleh medan magnet dan medan listrik ke kutub positif.

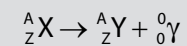


c. Sinar gama (γ)

Sinar gama merupakan radiasi gelombang elektromagnetik dengan energi tinggi yang tidak memiliki massa dan muatan.

➤ Sifat sinar gama:

- Mempunyai daya tembus paling besar karena tidak bermassa.
- Daya ionisasinya paling lemah.
- Tidak dibelokkan oleh medan magnet maupun medan listrik karena tidak memiliki muatan dan kecepatannya sama dengan cahaya.



3. Waktu Paruh

Yang dimaksud dengan waktu paruh adalah selang waktu yang dibutuhkan zat radioaktif untuk meluruh menjadi tinggal setengah dari jumlah mula-mula.

$$X(t) = X_o \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}}$$

Keterangan:

$X(t)$ = jumlah radioaktif setelah meluruh

X_o = jumlah radioaktif mula-mula

t = waktu peluruhan

$T_{\frac{1}{2}}$ = waktu paruh

Atau, bila dinyatakan dalam konstanta peluruhan (λ):

$$\lambda = \frac{0,693}{T_{\frac{1}{2}}}$$

Latihan Soal



1. Bila laju partikel $0,8 c$, maka perbandingan massa relativistik partikel itu terhadap massa diamnya adalah
A. $5 : 3$
B. $25 : 9$
C. $5 : 4$
D. $25 : 4$
E. $8 : 5$
2. Energi foton sinar gama adalah 10^8 eV ($h = 6,6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$; $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ joule}$), panjang gelombang sinar gama tersebut dalam angstrom ($c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$) adalah
A. $4,125 \times 10^{-15}$
B. $1,2375 \times 10^{-14}$
C. $4,125 \times 10^{-5}$
D. $1,2375 \times 10^{-4}$
E. $7,27 \times 10^{-6}$
3. Hal di bawah ini yang merupakan sifat foton cahaya:
1. Energi foton tidak bergantung pada intensitas berkas cahayanya
2. Momentum foton memenuhi kaitan $P = \frac{h}{\lambda}$ dengan h tetapan planck dan λ panjang gelombang cahaya.
3. Foton tidak dibelokkan oleh medan magnet maupun medan listrik.
4. Energi yang dibawa oleh tiap foton besarnya $E = h \frac{c}{\lambda}$
A. 1, 2, 3 benar
B. 1, 3 benar
C. 2, 4 benar
D. 4 benar
E. 1, 2, 3, 4 benar
4. Jika massa proton dan neutron masing-masing $1,0078$ dan $1,00086 \text{ sma}$, serta massa 1 sma setara dengan energi sebesar 931 MeV , maka besar energi ikat $^{13}\text{C}_6$ yang massanya $= 13,003 \text{ sma}$ adalah
A. $20,072 \text{ MeV}$
B. $33,170 \text{ MeV}$
C. $40,664 \text{ MeV}$
D. $94,952 \text{ MeV}$
E. $96,824 \text{ MeV}$
5. Pembawa muatan mayoritas dalam bahan semi konduktor ekstrinsik tipe N adalah
A. elektron
B. positron
C. hole
D. elektron dan hole
E. neutron dan hole
6. Inti atom yang terbentuk memenuhi reaksi fusi berikut ini:
 $^1_1\text{H} + ^1_1\text{H} \rightarrow ^2_1\text{d} + ^0_1\text{e} + E$
Diketahui:
Massa $^1_1\text{H} = 1,0078 \text{ sma}$
Massa $^2_1\text{d} = 2,01410 \text{ sma}$
Massa $^0_1\text{e} = 0,00055 \text{ sma}$
 $1 \text{ sma} = 931 \text{ MeV}$
Nilai E (energi yang dihasilkan) pada reaksi fusi tersebut adalah
A. $0,44 \text{ MeV}$
B. $0,88 \text{ MeV}$
C. $0,98 \text{ MeV}$
D. $1,02 \text{ MeV}$
E. $1,47 \text{ MeV}$

7. Yang menunjukkan perbedaan pendapat tentang atom menurut Rutherford dan Bohr adalah

	Rutherford	Bohr
A	Atom terdiri dari elektron yang bermuatan negatif dan inti atom yang bermuatan positif.	Elektron tersebar merata di dalam inti atom.
B	Elektron tersebar merata di dalam inti atom.	Atom terdiri dari elektron yang bermuatan negatif dan inti atom yang bermuatan positif.
C	Elektron bergerak mengorbit inti atom.	Orbit elektron dalam atom menempati lintasan yang tetap.
D	Orbit elektron dalam atom menempati lintasan yang tetap.	Elektron dapat berpindah lintasan dengan menyerap/melepas energi.
E	Elektron yang tereksitasi akan menyerap energi.	Elektron yang bertransisi ke lintasan terdalam akan melepas energi.

8. Pernyataan-pernyataan berikut:

- (1) terapi radiasi
- (2) mengukur kandungan air tanah
- (3) sebagai perunut
- (4) menentukan umur fosil

Yang merupakan pemanfaatan radioisotop di bidang kesehatan adalah

- A. (1), (2), (3), dan (4)
- B. (1), (2), dan (3)
- C. (1) dan (3)
- D. (2) dan (4)
- E. (4)

9. Pernyataan yang benar tentang efek fotolistrik adalah

- A. peristiwa dapat dijelaskan dengan menganggap cahaya sebagai gelombang

- B. elektron yang keluar dari permukaan logam akan berkurang jika frekuensi cahayanya diperbesar
- C. intensitas cahaya tidak mempengaruhi energi elektron yang keluar dari permukaan logam
- D. efek fotolistrik terjadi pada daerah inframerah
- E. efek fotolistrik akan terjadi, asalkan intensitas cahaya yang mengenai logam cukup besar

10. Sebuah inti atom uranium $^{238}_{92}\text{U}$ = 238,0508 sma, massa proton (m_p) = 1,0078 sma, massa neutron (m_n) = 1,0086 sma. (1 sma = 931 MeV) maka besar energi ikat atom uranium $^{238}_{92}\text{U}$ adalah

- A. 9271,76 MeV
- B. 2830,50 MeV
- C. 2399,73 MeV
- D. 1922,24 MeV
- E. 1789,75 MeV

11. Perhatikan pernyataan-pernyataan berikut!

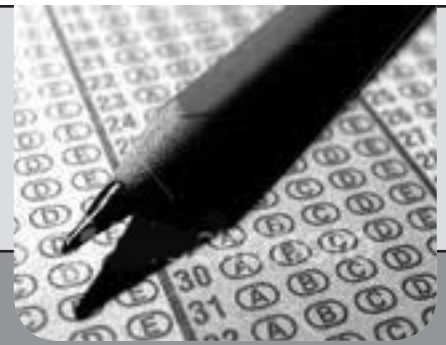
- (1) Sinar gama digunakan untuk membunuh sel-sel kanker.
- (2) Sinar gama digunakan untuk mensterilkan alat-alat kedokteran.
- (3) Sinar alfa digunakan untuk mendeteksi adanya kebocoran suatu pipa.
- (4) Sinar beta digunakan untuk mendeteksi kebocoran suatu pipa.

Pernyataan yang merupakan manfaat sinar radioaktif yang dihasilkan radioisotop adalah

- A. (1), (2), dan (3)
- B. (1) dan (3) saja
- C. (2) dan (4) saja
- D. (1), (2), dan (4)
- E. (1) dan (4) saja

12. Sebuah partikel elektron bermassa 9×10^{-31} kg bergerak dengan laju $3,3 \times 10^6$ m/s. Jika konstanta Planck $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J.s, panjang gelombang de Broglie dari elektron adalah
- A. $2,20 \times 10^{-10}$ m
B. $4,80 \times 10^{-10}$ m
C. $5,00 \times 10^{-10}$ m
D. $6,67 \times 10^{-10}$ m
E. $8,20 \times 10^{-10}$ m
13. Apabila massa inti ${}^4_2\text{He} = 4$ sma, massa proton 1,00783 sma dan massa neutron 1,008665 sma ($1 \text{ sma} = 931 \text{ MeV}$), maka energi ikat inti atom tersebut adalah
- A. 3,07 MeV
B. 6,14 MeV
C. 16,26 MeV
D. 30,7 MeV
E. 60,14 MeV
14. Massa unsur radioaktif P mula-mula X gram dengan waktu paruh 2 hari. Setelah 8 hari unsur yang tersisa Y gram. Perbandingan antara X : Y =
- A. 16 : 1
B. 8 : 1
C. 4 : 1
D. 1 : 8
E. 1 : 16
15. Pada model atom Bohr, energi elektron atom hidrogen pada keadaan dasar $-13,6$ eV. Jika elektron mengalami eksitasi dari kulit M ke kulit L, maka besar perubahan energi elektron adalah
- A. 1,89 eV
B. 2,27 eV
C. 3,4 eV
D. 13,6 eV
E. 68 eV

Pembahasan



1. Jawaban: A

Diketahui: $v = 0,8c$

Ditanyakan: Perbandingan massa ($m : m_0$)?

Jawab:

$$\begin{aligned}\frac{m}{m_0} &= \frac{\frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}}{m_0} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{(0,8c)^2}{c^2}}} \\ &= \frac{1}{\sqrt{\frac{c^2-0,64c^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{0,36}} \\ &= \frac{1}{0,6} = 10 : 6 = 5 : 3\end{aligned}$$

2. Jawaban: B

Diketahui: $E = 10^8 \text{ eV}$ ($1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ joule}$) =

$1,6 \times 10^{-11} \text{ joule}$

$h = 6,6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

Ditanyakan: Panjang gelombang sinar gamma (λ)?

Jawab:

$$\begin{aligned}E &= h \frac{c}{\lambda} \\ 1,6 \times 10^{-11} &= 6,6 \times 10^{-34} \frac{3 \times 10^8}{\lambda} \\ \lambda &= \frac{(6,6 \times 10^{-34})(3 \times 10^8)}{1,6 \times 10^{-11}} \\ \lambda &= 1,2375 \times 10^{-14} \text{ m}\end{aligned}$$

3. Jawaban: E

Sifat-sifat foton:

- Tidak bergantung pada intensitas cahaya.
- Momentum foton, $P = \frac{h}{\lambda}$.

- Foton tidak dibelokan oleh medan magnet dan medan listrik.

- Energi foton, $E = hf = h \frac{c}{\lambda}$.

4. Jawaban: E

Diketahui: $m_p = 1,0078 \text{ sma}$

$m_n = 1,0086 \text{ sma}$

$m_{\text{inti}} = 13,003 \text{ sma}$

Ditanyakan: Energi ikat $^{13}\text{C}_6$ (E)?

Jawab:

$$\begin{aligned}\Delta m &= (Zm_p + Nm_n) - m_{\text{inti}} \\ &= (6,1,0078 + 7,1,0086) - 13,003 \\ &= (6,0468 + 7,0602) - 13,003 = 13,107 - \\ &\quad 13,003 = 0,104 \text{ sma}\end{aligned}$$

$$\Delta mc^2 = 0,104 \times 931 = 96,824 \text{ MeV}$$

5. Jawaban: A

Pada semikonduktor type-N yang berperan sebagai pembawa muatan mayoritas adalah elektronnya.

6. Jawaban: B

Diketahui: Massa $^1_1\text{H} = 1,0078 \text{ sma}$

Massa $d_1^2 = 2,01410 \text{ sma}$

Massa $e_1^0 = 0,00055 \text{ sma}$

$1 \text{ sma} = 931 \text{ MeV}$

Ditanyakan: Energi yang dihasilkan (E)?

Jawab:

$$E = \Delta m \times 931 \text{ MeV}$$

$$E = (m_{\text{sebelum}} - m_{\text{sesudah}}) \times 931 \text{ MeV}$$

$$E = [\{m_1^1\text{H} + m_1^1\text{H}\} - \{m_1^2\text{d} + m_1^0\text{e}\}] 931 \text{ MeV}$$

$$E = [\{1,0078 + 1,0078\} - \{2,01410 + 0,00055\}] 931 \text{ MeV}$$

$$E = [\{2,0156\} - \{2,01465\}] 931 \text{ MeV}$$

$$E = 0,88 \text{ MeV}$$

7. Jawaban: C

Perbedaan teori atom antara Rutherford dengan Bohr adalah letak lintasan elektronnya. Menurut Rutherford, elektron mengelilingi inti atom seperti planet mengelilingi matahari. Kelemahan teori Rutherford adalah tidak mampu menjelaskan mengapa elektron tidak jatuh ke inti. Kelemahan teori ini kemudian diperbaiki oleh Bohr dengan mengeluarkan teori atom yaitu elektron dalam atom akan menempati lintasan yang tetap, lintasan tersebut disebut lintasan stabil.

8. Jawaban: C

Berikut ini adalah pemanfaatan radioisotop

- Terapi radiasi = bidang kesehatan
- Mengukur kandungan air tanah = bidang hidrologi
- Sebagai perunut = bidang kesehatan
- Menentukan umur fosil = bidang arkeologi

9. Jawaban: C

Efek fotolistrik merupakan gejala dimana seberkas cahaya yang dikenakan pada logam dapat menimbulkan elektron keluar dari permukaan logam. Ini terjadi jika cahayanya memiliki frekuensi yang besar (lebih besar dari frekuensi ambang yang merupakan frekuensi tertentu dari cahaya ketika elektron terlepas dari permukaan logam). Jadi pernyataan yang benar tentang efek fotolistrik adalah intensitas cahaya tidak mempengaruhi energi elektron yang keluar dari permukaan logam, yang mempengaruhi energi elektron yang keluar adalah frekuensi.

10. Jawaban: E

Diketahui: ${}_{92}^{238}\text{U} = 238,0508 \text{ sma}$
 massa neutron (m_n) = 1,0086 sma
 massa proton (m_p) = 1,0078 sma
 1 sma = 931 MeV

Ditanyakan: Energi ikat inti atom (E)?

Jawab:

$$\Delta m = (Zm_p + (A - Z)m_n - m_{\text{inti}})$$

$$\Delta m = (92 \cdot 1,0078 + (238 - 92) \cdot 1,0086 - 238,0508)$$

$$\Delta m = 92,7176 + 147,2556 - 238,0508$$

$$\Delta m = 1,9224 \text{ sma}$$

$$E = 1,9224 \times 931 \text{ MeV}$$

$$E = 1789,75 \text{ MeV}$$

11. Jawaban: A

Pernyataan yang benar adalah:

- (1) Sinar gama digunakan untuk membunuh sel-sel kanker (**benar**).
- (2) Sinar gama digunakan untuk mensterilkan alat-alat kedokteran (**benar**).
- (3) Sinar alfa digunakan untuk mendeteksi adanya kebocoran suatu pipa (**benar**).
- (4) Sinar beta digunakan untuk mendeteksi kebocoran suatu pipa (**salah**).

12. Jawaban: A

Diketahui: $m = 9 \times 10^{-31} \text{ kg}$
 $v = 3,3 \times 10^6 \text{ m.s}^{-1}$
 $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

Ditanyakan:

Menurut postulat de Broglie:

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6,63 \times 10^{-34}}{(9 \times 10^{-31})(3,3 \times 10^6)}$$

$$= \frac{6,63 \times 10^{-34}}{29,7 \times 10^{-25}}$$

$$= 2,2 \times 10^{-10} \text{ m}$$

13. Jawaban: D

Diketahui: $A = 4$

$$Z = 2$$

$$m_p = 1,008 \text{ sma}$$

$$m_n = 1,009 \text{ sma}$$

$$\text{massa inti } {}^4_2\text{He} = 4 \text{ sma}$$

Ditanyakan: Energi ikat inti atom (E)?

Jawab:

$$\Delta m = (Zm_p + (A - Z)m_n - m_{\text{inti}})$$

$$\Delta m = \{ [2(1,008) + (4 - 2)1,009] - 4 \} (931)$$

$$\Delta m = 0,03299(931)$$

$$\Delta m = 30,7 \text{ MeV}$$

14. Jawaban: A

Diketahui: $T_{\frac{1}{2}} = 2 \text{ hari}$

$$t = 8 \text{ hari}$$

$$X_o = X$$

$$X(t) = Y$$

Ditanyakan: Perbandingan X dan Y ($X : Y$)?

Jawab:

$$X(t) = X_o \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}}$$

$$Y = X \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{8}{2}}$$

$$Y = X \left(\frac{1}{2} \right)^4$$

$$Y = \frac{1}{16} X$$

Jadi, $X : Y = 16 : 1$.

15. Jawaban: A

Diketahui: Kulit L $\rightarrow n = 2$

Kulit M $\rightarrow n = 3$

Ditanyakan: Besar perubahan energi elektron?

Jawab:

$$E = \frac{-13,6}{n^2}$$

$$E_2 = \frac{-13,6}{2^2} = -3,4$$

$$E_3 = \frac{-13,6}{3^2} = -1,51$$

$$\Delta E = E_3 - E_2 = -1,51 - (-3,4) = 1,89 \text{ eV}$$