



**SUMATIF AKHIR SEMESTER  
TAHUN PELAJARAN 2024/2025**

Mata Pelajaran : Fisika  
Hari/Tanggal : , Juni 2025  
Kelas : XI (Sebelas)  
Waktu : 90 Menit

**PETUNJUK PENGERJAAN :**

1. Bacalah Basmalah sebelum menjawab pertanyaan
2. Kerjakanlah soal yang mudah terlebih dahulu
3. Bacalah Hamdallah setelah selesai menjawab semua soal
4. Bekerjalah dengan penuh kejujuran dan rasa tanggung jawab

**I. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat pada pilihan A, B, C, D dan E di bawah ini!**

1. Dua gelombang memancarkan frekuensi 100 Hz dan 110 Hz. Periode layangan yang teramati adalah ...  
A. 10 sekon  
B. 5 sekon  
C. 2,5 sekon  
D. 0,2 sekon  
**E. 0,1 sekon**

**Frekuensi Layangan ( $f_{layangan}$ ):**

$$f_{layangan} = |110 \text{ Hz} - 100 \text{ Hz}| = 10 \text{ Hz}$$

**Periode Layangan ( $T_{layangan}$ ):**

$$T_{layangan} = \frac{1}{f_{layangan}} = \frac{1}{10 \text{ Hz}} = 0.1 \text{ detik}$$

Jadi, periode layangan yang teramati adalah 0.1 detik.

2. Mobil ambulan sedang bergerak ke arah kanan dengan kecepatan 72 km/jam sambil membunyikan sirinenya yang berfrekuensi 1.000 Hz. Pada saat yang sama seorang pengendara motor bergerak ke arah kiri menjauhi ambulan tersebut di jalur berbeda. Berapakah kecepatan pengendara motor tersebut jika ia mendengar sirine tersebut berfrekuensi 900 Hz dan cepat rambat bunyi sebesar 340 m/s ...  
**A. 57,6 km/jam**  
B. 56,7 km/jam  
C. 58,6 km/jam  
D. 60,0 km/jam  
E. 61,0 km/jam

Diketahui:

- $v_s = 72 \text{ km/jam} = 20 \text{ m/s}$  (kecepatan ambulan)
- $f_s = 1.000 \text{ Hz}$  (frekuensi sirine)
- $f_p = 900 \text{ Hz}$  (frekuensi didengar)
- $v = 340 \text{ m/s}$  (cepat rambat bunyi)
- Arah: Sumber dan pendengar saling menjauhi.

Rumus Efek Doppler (saling menjauhi):

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

Penyelesaian:

$$900 = 1000 \left( \frac{340-v_p}{340+20} \right)$$

$$0.9 = \frac{340-v_p}{360}$$

$$0.9 \times 360 = 340 - v_p$$

$$324 = 340 - v_p$$

$$v_p = 340 - 324$$

$$v_p = 16 \text{ m/s}$$

Jika dikonversi ke km/jam:

$$v_p = 16 \text{ m/s} \times \frac{3600 \text{ s}}{1000 \text{ m}} = 57.6 \text{ km/jam}$$

Kecepatan pengendara motor adalah 16 m/s atau 57.6 km/jam.

3. Sebuah ambulan bergerak mendekati seorang pengamat dengan kecepatan 34 m/s dan frekuensi 1024 Hz. Jika pengamat bergerak menjauhi mobil ambulan dengan kecepatan 17 m/s dan cepat rambat bunyi di udara adalah 340 m/s, frekuensi bunyi yang didengar oleh pengamat adalah ...  
A. 920 Hz  
**B. 1.080 Hz**  
C. 1.120 Hz  
D. 1.220 Hz  
E. 1.320 Hz

**Diketahui:**

- $v_s = 34 \text{ m/s}$  (ambulan mendekati pengamat)
- $f_s = 1024 \text{ Hz}$
- $v_p = 17 \text{ m/s}$  (pengamat menjauhi ambulan)
- $v = 340 \text{ m/s}$

**Rumus Efek Doppler:**

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

**Penyelesaian:**

$$f_p = 1024 \left( \frac{340 - 17}{340 - 34} \right)$$

$$f_p = 1024 \left( \frac{323}{306} \right)$$

$$f_p \approx 1024 \times 1.0556$$

$$f_p \approx 1080.0 \text{ Hz}$$

Frekuensi bunyi yang didengar pengamat adalah sekitar **1080.0 Hz**.

4. Gelombang bunyi termasuk jenis gelombang....

- A. Mekanik
- B. Elektromagnetik
- C. Transversal
- D. Radar
- E. Mikro

5. Kuat lemah bunyi ditentukan oleh....

- A. Frekuensi
- B. Panjang gelombang
- C. Udara
- D. Suhu
- E. **Amplitudo**

6. Seutas dawai panjangnya 40 cm, kedua ujungnya terikat dan digetarkan sehingga pada seluruh panjang dawai terbentuk empat perut gelombang. Dawai tersebut ditarik dengan gaya 100 N. jika massa dawai 1 gram, frekuensi getaran dawai adalah ...

- A. 200 Hz
- B. 400 Hz
- C. 800 Hz
- D. **1.000Hz**
- E. 1.600 Hz

**Diketahui:**

- $L = 40 \text{ cm} = 0.4 \text{ m}$
- Perut = 4  $\implies n = 3$  (harmonik ke-3)
- $F = 100 \text{ N}$
- $m = 1 \text{ gram} = 0.001 \text{ kg}$

**1. Massa per satuan panjang ( $\mu$ ):**

$$\mu = \frac{m}{L} = \frac{0.001}{0.4} = 0.0025 \text{ kg/m}$$

**2. Cepat rambat gelombang ( $v$ ):**

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{100}{0.0025}} = \sqrt{40000} = 200 \text{ m/s}$$

**3. Frekuensi ( $f_n$ ):**

$$f_n = (n + 1) \frac{v}{2L} = (3 + 1) \frac{200}{2 \times 0.4} = 4 \times \frac{200}{0.8} = 4 \times 250 = 1000 \text{ Hz}$$

Frekuensi getaran dawai adalah **1000 Hz**.

7. Dari hasil percobaan Quincke didapatkan, interferensi minimum untuk kali pertamanya terjadi pada saat beda lintasan gelombang bunyi untuk sampai ke membran 20 cm. Jika sumber bunyi memiliki frekuensi 870 Hz, kecepatan perambatan gelombang bunyi di dalam tabung percobaan adalah ...

- A. 174 m/s
- B. 326 m/s
- C. 348 m/s**
- D. 384 m/s
- E. 396 m/s

**Diketahui:**

- Beda lintasan ( $\Delta x$ ) = 20 cm = 0.2 m (ini adalah beda lintasan untuk interferensi minimum pertama kali, jadi  $\Delta x = \frac{1}{2}\lambda$ )
- Frekuensi ( $f$ ) = 870 Hz

**Langkah 1: Hitung panjang gelombang ( $\lambda$ )**

Dari kondisi interferensi minimum pertama:

$$\Delta x = \frac{1}{2}\lambda$$

$$0.2 \text{ m} = \frac{1}{2}\lambda$$

$$\lambda = 0.2 \text{ m} \times 2$$

$$\lambda = 0.4 \text{ m}$$

**Langkah 2: Hitung kecepatan perambatan gelombang bunyi ( $v$ )**

Hubungan antara kecepatan gelombang, frekuensi, dan panjang gelombang adalah:

$$v = f \times \lambda$$

$$v = 870 \text{ Hz} \times 0.4 \text{ m}$$

$$v = 348 \text{ m/s}$$

Jadi, kecepatan perambatan gelombang bunyi di dalam tabung percobaan adalah **348 m/s**.

8. Taraf intensitas percakapan antara 2 orang siswa di dalam kelas adalah 30 dB. Jika ada 20 orang siswa sedang bercakap-cakap, taraf intensitas yang dihasilkan menjadi ...

- A. 40 dB**
- B. 50 dB
- C. 60 dB
- D. 80 dB
- E. 90 dB

**Diketahui:**

- $TI_2 = 30 \text{ dB}$  (untuk 2 siswa)
- Jumlah siswa awal ( $N_1$ ) = 2
- Jumlah siswa akhir ( $N_2$ ) = 20

**1. Taraf Intensitas untuk 1 siswa ( $TI_1$ ):**

$$TI_2 = TI_1 + 10 \log(N_1)$$

$$30 = TI_1 + 10 \log(2)$$

$$30 = TI_1 + 3$$

$$TI_1 = 27 \text{ dB}$$

**2. Taraf Intensitas untuk 20 siswa ( $TI_{20}$ ):**

$$TI_{20} = TI_1 + 10 \log(N_2)$$

$$TI_{20} = 27 + 10 \log(20)$$

$$TI_{20} = 27 + 10 \times 1.3$$

$$TI_{20} = 27 + 13 = 40 \text{ dB}$$

Taraf intensitas yang dihasilkan adalah **40 dB**.

9. Taraf intensitas suatu ledakan petasan dari jarak 10 m adalah 60 dB. Jika diketahui intensitas ambang pendengaran  $10^{-12} \text{ W/m}^2$ , daya bunyi ledakan petasan tersebut adalah ...
- $4 \times 10^{-8} \text{ Watt}$
  - $4\pi \times 10^{-7} \text{ Watt}$
  - $4 \times 10^{-6} \text{ Watt}$
  - $4 \times 10^{-5} \text{ Watt}$
  - $4 \times 10^{-4} \text{ Watt}$

Diketahui:

- Jarak ( $r$ ) = 10 m
- Taraf Intensitas (TI) = 60 dB
- Intensitas Ambang Pendengaran ( $I_0$ ) =  $10^{-12} \text{ W/m}^2$

1. Cari Intensitas Bunyi ( $I$ ):

$$\begin{aligned} TI &= 10 \log \left( \frac{I}{I_0} \right) \\ 60 &= 10 \log \left( \frac{I}{10^{-12}} \right) \\ 6 &= \log \left( \frac{I}{10^{-12}} \right) \\ 10^6 &= \frac{I}{10^{-12}} \\ I &= 10^6 \times 10^{-12} = 10^{-6} \text{ W/m}^2 \end{aligned}$$

2. Cari Daya Bunyi ( $P$ ):

Intensitas adalah daya per satuan luas. Untuk sumber titik, luas adalah luas bola ( $4\pi r^2$ ).

$$\begin{aligned} I &= \frac{P}{4\pi r^2} \\ P &= I \times 4\pi r^2 \\ P &= 10^{-6} \text{ W/m}^2 \times 4\pi(10 \text{ m})^2 \\ P &= 10^{-6} \times 4\pi \times 100 \\ P &= 400\pi \times 10^{-6} \text{ W} \\ P &= 4\pi \times 10^{-4} \text{ W} \end{aligned}$$

Daya bunyi ledakan petasan tersebut adalah  $4\pi \times 10^{-4} \text{ W}$ .

10. Titik A dan B mempunyai jarak masing – masing 800 m dan 400 m dari sumber bunyi. Jika pada daerah A mendengar bunyi dengan intensitas  $10^{-3} \text{ W/m}^2$ , maka perbandingan taraf intensitas titik A dan B adalah... ( $\log 2 = 0,3$  dan  $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ )
- 14 : 15
  - 15 : 11
  - 15 : 16**
  - 16 : 11
  - 16 : 15

Diketahui:

- Jarak A ( $r_A$ ) = 800 m
- Jarak B ( $r_B$ ) = 400 m
- Intensitas di A ( $I_A$ ) =  $10^{-3} \text{ W/m}^2$
- Intensitas ambang ( $I_0$ ) =  $10^{-12} \text{ W/m}^2$
- $\log 2 = 0,3$

1. Taraf Intensitas di Titik A ( $TI_A$ ):

$$\begin{aligned} TI_A &= 10 \log \left( \frac{I_A}{I_0} \right) \\ TI_A &= 10 \log \left( \frac{10^{-3}}{10^{-12}} \right) \\ TI_A &= 10 \log(10^9) \\ TI_A &= 10 \times 9 = 90 \text{ dB} \end{aligned}$$

2. Intensitas di Titik B ( $I_B$ ):

Intensitas berbanding terbalik dengan kuadrat jarak ( $I \propto \frac{1}{r^2}$ ).

$$\begin{aligned} \frac{I_B}{I_A} &= \left( \frac{r_A}{r_B} \right)^2 \\ \frac{I_B}{10^{-3}} &= \left( \frac{800}{400} \right)^2 \\ \frac{I_B}{10^{-3}} &= (2)^2 \\ \frac{I_B}{10^{-3}} &= 4 \\ I_B &= 4 \times 10^{-3} \text{ W/m}^2 \end{aligned}$$

3. Taraf Intensitas di Titik B ( $TI_B$ ):

$$\begin{aligned} TI_B &= 10 \log \left( \frac{I_B}{I_0} \right) \\ TI_B &= 10 \log \left( \frac{4 \times 10^{-3}}{10^{-12}} \right) \\ TI_B &= 10 \log(4 \times 10^9) \\ TI_B &= 10(\log 4 + \log 10^9) \\ TI_B &= 10(2 \log 2 + 9) \\ TI_B &= 10(2 \times 0.3 + 9) \\ TI_B &= 10(0.6 + 9) \\ TI_B &= 10 \times 9.6 = 96 \text{ dB} \end{aligned}$$

4. Perbandingan Taraf Intensitas ( $TI_A : TI_B$ ):

$$TI_A : TI_B = 90 : 96$$

Bisa disederhanakan dengan membagi keduanya dengan 6:  
 $90/6 : 96/6 = 15 : 16$

Perbandingan taraf intensitas titik A dan B adalah 15 : 16.

11. Seorang siswa mengamati gelombang pada permukaan air dengan meletakkan dua buah gabus yang terapung tepat di puncak gelombang. Jarak antara kedua gabus adalah 1 meter. Jika di antara kedua gabus dipisahkan 2 puncak gelombang maka panjang gelombang permukaan air tersebut adalah ...
- 53,3 cm
  - 43,3 cm
  - 33,3 cm**
  - 23,3 cm
  - 13,3 cm

- Jarak antar gabus: 1 m
- Puncak di antara gabus: 2 (artinya total ada  $1 + 2 + 1 = 4$  puncak)
- Jumlah panjang gelombang: Dari puncak ke-1 ke puncak ke-4 adalah  $4 - 1 = 3\lambda$ .

$$\begin{aligned} 3\lambda &= 1 \text{ m} \\ \lambda &= \frac{1}{3} \text{ m} = \frac{1}{3} \times 100 \text{ cm} \approx 33.3 \text{ cm} \end{aligned}$$

12. Sebuah pegas (slinky) digetarkan sehingga menghasilkan gelombang longitudinal dengan jarak rapatan dan renggangan terdekat = 40 cm. Jika cepat rambat gelombangnya 20 m/s, maka panjang gelombang dan frekuensi gelombangnya adalah ...
- 0,2 m dan 100 Hz
  - 0,4 m dan 50 Hz
  - 0,8 m dan 25 Hz**
  - 40 m dan 0,50 Hz
  - 80 m dan 0,25 Hz

Diketahui:

- Jarak rapatan-renggangan terdekat = 40 cm = 0.4 m (ini adalah  $1/2\lambda$ )
- Cepat rambat ( $v$ ) = 20 m/s

1. Panjang Gelombang ( $\lambda$ ):

$$\frac{1}{2}\lambda = 0.4 \text{ m} \implies \lambda = 0.8 \text{ m}$$

2. Frekuensi ( $f$ ):

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{20 \text{ m/s}}{0.8 \text{ m}} = 25 \text{ Hz}$$

Panjang gelombang adalah **0.8 m** dan frekuensi adalah **25 Hz**.

13. Syarat terjadinya interferensi gelombang adalah gelombang-gelombang yang mengalami interferensi harus bersifat koheren, maksudnya adalah . . .
1. memiliki panjang gelombang yang sama
  2. memiliki amplitudo yang sama
  3. memiliki frekuensi yang sama
  4. memiliki fase yang sama
- Pernyataan di atas yang benar adalah ...
- A. 1), 2), dan 3)
  - B. 1), dan 3)**
  - C. 1), 2), 3), dan 4)
  - D. 2) dan 4)
  - E. 4) saja
14. Sebuah slinki menghasilkan gelombang longitudinal dengan jarak rengangan dan juga jarak rapatan masing-masing 7,5 cm. Jika cepat rambat gelombangnya sebesar 3 m/s, maka frekuensi gelombangnya sebesar ...
- A. 3 Hz
  - B. 7,5 Hz
  - C. 10 Hz
  - D. 20 Hz**
  - E. 22,5 Hz
- Diketahui:**
- Jarak rengangan-rapatan = 7,5 cm = 0,075 m (ini adalah  $1/2\lambda$ )
  - Cepat rambat ( $v$ ) = 3 m/s
- 1. Panjang Gelombang ( $\lambda$ ):**  
 $\frac{1}{2}\lambda = 0,075 \text{ m} \implies \lambda = 0,075 \text{ m} \times 2 = 0,15 \text{ m}$
- 2. Frekuensi ( $f$ ):**  
 $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{3 \text{ m/s}}{0,15 \text{ m}} = 20 \text{ Hz}$
- Frekuensi gelombangnya adalah **20 Hz**.
15. Wahid merasakan getaran gempa yang frekuensinya 15 Hz. Jika sumber getarannya dari pantai yang berjarak 60 km dan tiba dalam waktu 20 s, maka panjang gelombang gempa tersebut ...
- A. 100 m
  - B. 200 m**
  - C. 500 m
  - D. 1.000 m
  - E. 1.500 m
- Diketahui:**
- $f = 15 \text{ Hz}$
  - $s = 60 \text{ km} = 60.000 \text{ m}$
  - $t = 20 \text{ s}$
- 1. Cepat Rambat ( $v$ ):**  
 $v = \frac{s}{t} = \frac{60.000}{20} = 3.000 \text{ m/s}$
- 2. Panjang Gelombang ( $\lambda$ ):**  
 $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{3.000}{15} = 200 \text{ m}$
- Panjang gelombang gempa tersebut adalah **200 meter**.
16. Suatu gelombang berjalan merambat pada tali yang sangat panjang dengan frekuensi 10 Hz dan cepat rambat gelombang 5 m/s. Jika besar amplitudo 10 cm maka persamaan simpangan gelombang tersebut pada suatu titik yang berjarak  $x$  dari sumber gelombang yang benar adalah...
- A.  $y = 0,1 \sin 20\pi(t - 5x)$
  - B.  $y = 0,1 \sin 20\pi(t - 0,5x)$
  - C.  $y = 0,1 \sin 20\pi(t - 0,2x)$**
  - D.  $y = 0,1 \sin 10\pi(t - 5x)$
  - E.  $y = 0,1 \sin 10\pi(t - 0,2x)$
- Diketahui:**
- $f = 10 \text{ Hz}$
  - $v = 5 \text{ m/s}$
  - $A = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$
- 1. Hitung Kecepatan Sudut ( $\omega$ ):**  
 $\omega = 2\pi f = 2\pi(10) = 20\pi \text{ rad/s}$
- 2. Bentuk Persamaan Gelombang:**  
Gunakan bentuk  $y = A \sin(\omega(t - x/v))$ .  
 $y = 0,1 \sin(20\pi(t - x/5))$   
 $y = 0,1 \sin(20\pi(t - 0,2x))$
17. Suatu gelombang dinyatakan dengan persamaan  $y = 0,20 \sin 0,40\pi(x - 60t)$ . Bila  $x$  dalam cm dan  $t$  sekon, maka pernyataan berikut ini:
1. panjang gelombang bernilai 5 cm
  2. frekuensi gelombangnya bernilai 12 Hz
  3. gelombang menjalar dengan kecepatan  $60 \text{ cm s}^{-1}$
  4. simpangan 0,1 cm saat  $x = 35/12 \text{ cm}$  dan  $t = 1/24 \text{ sekon}$
- Yang benar adalah nomor ...
- A. 1, 2, 3 dan 4**
  - B. 1, 2 dan 3
  - C. 1 dan 3
  - D. 2 dan 4
  - E. 4
- Ubah ke bentuk standar  $y = A \sin(kx - \omega t)$ :  
 $y = 0,20 \sin(0,40\pi x - 24\pi t)$   
Dari sini:  $A = 0,20 \text{ cm}$ ,  $k = 0,40\pi \text{ rad/cm}$ ,  $\omega = 24\pi \text{ rad/s}$ .
- Analisis Pernyataan:**
1. Panjang gelombang ( $\lambda$ ):  $\lambda = 2\pi/k = 2\pi/(0,40\pi) = 5 \text{ cm}$ . **(Benar)**
  2. Frekuensi ( $f$ ):  $f = \omega/(2\pi) = 24\pi/(2\pi) = 12 \text{ Hz}$ . **(Benar)**
  3. Kecepatan gelombang ( $v$ ):  $v = \omega/k = 24\pi/(0,40\pi) = 60 \text{ cm/s}$ . **(Benar)**
  4. Simpangan saat  $x = 35/12 \text{ cm}$  dan  $t = 1/24 \text{ s}$ :  $y = 0,20 \sin(0,40\pi(35/12) - 24\pi(1/24))$   $y = 0,20 \sin(14\pi/12 - \pi) = 0,20 \sin(7\pi/6 - \pi)$   $y = 0,20 \sin(\pi/6) = 0,20 \times 0,5 = 0,1 \text{ cm}$ . **(Benar)**
- Kesimpulan:**  
Semua pernyataan (1, 2, 3, dan 4) adalah benar.

18. Suatu gelombang transversal memiliki persamaan  $y = 0,2 \sin \pi (40t - 0,5x)$  m.

Tentukan periode dan panjang gelombangnya ...

- A. 40 s dan 0,5 m
- B. 20 s dan 0,25 m
- C. 5 s dan 0,5 m
- D. 0,05 s dan 4 m**
- E. 0,025 s dan 8 m

Persamaan Gelombang:  $y = 0.2 \sin \pi(40t - 0.5x)$

Ini bisa ditulis sebagai  $y = 0.2 \sin(40\pi t - 0.5\pi x)$

Dari bentuk umum  $y = A \sin(\omega t - kx)$ :

- $\omega = 40\pi$  rad/s
- $k = 0.5\pi$  rad/m

#### Perhitungan

##### 1. Periode (T):

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{40\pi} = \frac{1}{20} \text{ s} = 0.05 \text{ s}$$

##### 2. Panjang Gelombang ( $\lambda$ ):

$$\lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{0.5\pi} = \frac{2}{0.5} \text{ m} = 4 \text{ m}$$

Periode gelombangnya adalah 0.05 detik dan panjang gelombangnya adalah 4 meter.

19. Sebuah ruang tertutup berisi gas ideal dengan suhu T dan kecepatan partikel gas didalamnya v. Jika suhu gas dinaikkan menjadi 2T maka kecepatan partikel gas tersebut menjadi ....

- A.  $\sqrt{2} v$**
- B.  $\frac{1}{2} v$
- C.  $2 v$
- D.  $\frac{1}{2}\sqrt{2} v$
- E.  $2\sqrt{2} v$

Kecepatan efektif partikel gas ( $v$ ) berbanding lurus dengan akar kuadrat suhu absolut ( $T$ ).

$$v \propto \sqrt{T}$$

Jika suhu naik dari  $T$  menjadi  $2T$ :

$$\frac{v_{baru}}{v} = \sqrt{\frac{2T}{T}} = \sqrt{2}$$

$$v_{baru} = v\sqrt{2}$$

Kecepatan partikel gas menjadi  $v\sqrt{2}$ .

20. Gas hidrogen yang dipanaskan dari suhu 27 C sampai 39 C dalam bejana yang bebas hingga memuai. Sebesar 24 KJ Kalor dibutuhkan dalam proses tersebut. Berapa Besar kapasitas kalor hidrogen?

- A. 500 J/K
- B. 2.000 J/K**
- C. 288 J/K
- D. 2.880 J/K
- E. 200 J/K

#### Diketahui:

- $T_1 = 27^\circ\text{C} = 300 \text{ K}$
- $T_2 = 39^\circ\text{C} = 312 \text{ K}$
- $Q = 24 \text{ kJ} = 24.000 \text{ J}$

#### 1. Perubahan Suhu ( $\Delta T$ ):

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 312 \text{ K} - 300 \text{ K} = 12 \text{ K}$$

#### 2. Kapasitas Kalor ( $C$ ):

$$C = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{24.000 \text{ J}}{12 \text{ K}} = 2.000 \text{ J/K}$$

Kapasitas kalor hidrogen adalah 2.000 J/K.

21. Suatu sistem gas ideal dapat mengubah kalor yang diserap menjadi tambahan energi dalam jika prosesnya adalah ....

- A. Pemampatan
- B. Isokhorik**
- C. Isobarik
- D. Adiabatik
- E. Isothermal

22. Dalam termodynamika, gas ideal mengalami proses isotermik jika ....

- A. Semua molekul bergerak dengan kecepatan berbeda
- B. Pada suhu tinggi kecepatan molekulnya lebih tinggi
- C. Tekanan dan volume gas tidak mengalami perubahan
- D. Semua keadaan gas suhunya selalu berubah
- E. Perubahan keadaan gas suhunya selalu tetap**

23. Gelombang air dengan muka gelombang yang datar melewati dua celah yang sempit. Setelah melewati kedua celah, kedua gelombang yang berasal dari setiap celah tersebut akan bersuperposisi satu sama lain. Peristiwa tersebut disebut dengan ....

- A. Difraksi pada gelombang air yang melewati satu celah
- B. Interferensi
- C. Difraksi pada gelombang air yang melewati dua celah
- D. Interferensi pada gelombang air yang melewati dua celah**
- E. Interferensi pada gelombang air yang melewati satu celah

24. Sebanyak 500 g es diletakkan pada wadah yang berisi 100 g air bersuhu 0 °C. Keduanya dikondisikan pada keadaan adiabatik, maka . . .

- A. Keadaan air dan es tetap  
 B. Es mencair sebanyak 100 gram  
 C. Air membeku sebanyak 50 gram  
 D. Seluruhnya menjadi es  
 E. Seluruhnya menjadi air

- Suhu awal: Es 0°C, Air 0°C.
- Kondisi: Adiabatik (tidak ada pertukaran kalor dengan lingkungan).
- Pada suhu 0°C, air dan es berada dalam **kesetimbangan fasa**.
- Karena tidak ada perbedaan suhu yang mendorong perpindahan kalor, dan sistem bersifat adiabatik, **tidak ada kalor yang akan berpindah** dari air ke es atau sebaliknya untuk menyebabkan perubahan fasa.

**Kesimpulan:**

Keadaan air dan es akan **tetap** seperti semula. Tidak ada es yang mencair atau air yang membeku.

Jawaban: A. Keadaan air dan es tetap

25. Pembuatan termometer X dengan titik beku 30 °X dan titik didih air 270 °X. Segelas air dengan suhu 30 °R akan setara dengan . . . °X

- A. 320  
 B. 280  
 C. 150  
**D. 120**  
 E. 80

**Diketahui:**

- Skala X: Titik beku = 30°X, Titik didih = 270°X
- Skala R: Titik beku = 0°R, Titik didih = 80°R
- Suhu air = 30°R

Gunakan perbandingan:

$$\frac{T_X - T_{X,beku}}{T_{X,didih} - T_{X,beku}} = \frac{T_R - T_{R,beku}}{T_{R,didih} - T_{R,beku}}$$

$$\begin{aligned} \frac{T_X - 30}{270 - 30} &= \frac{30 - 0}{80 - 0} \\ \frac{T_X - 30}{240} &= \frac{30}{80} \\ T_X - 30 &= \frac{3}{8} \times 240 \\ T_X - 30 &= 90 \\ T_X &= 120^\circ X \end{aligned}$$

26. Tentukan perubahan suhu air terjun yang jatuh dari ketinggian 1 km, jika seluruh energinya berubah menjadi kalor . . .

- A. 4,17  
 B. 3,6  
**C. 2,4**  
 D. 1,2  
 E. 0,6

$$mgh = mc\Delta T$$

$$gh = c\Delta T$$

$$\Delta T = \frac{gh}{c}$$

$$\Delta T = \frac{10 \text{ m/s}^2 \times 1000 \text{ m}}{4200 \text{ J/kg°C}}$$

$$\Delta T = \frac{10000}{4200}^\circ \text{C} \approx 2.38^\circ \text{C}$$

Jawaban: Pilihan terdekat adalah C. 2,4.

27. Logam berbentuk lempeng lingkaran yang terdapat lubang di bagian tengah akan mengalami pemuaian hingga tidak terdapat lubang. Hal tersebut . . .

- A. dapat terjadi karena logam mempunyai ke arah lubang  
 B. tidak dapat terjadi karena logam keterbatasan ruang pada lubang sehingga mempunyai ke arah luar  
**C. dapat terjadi karena logam memuai ke segala arah**  
 D. tidak dapat terjadi karena perbedaan suhu pada lubang relatif konstan sehingga memuai ke arah luar  
 E. tidak dapat terjadi karena kalor tidak mengalir ke arah dalam sehingga memuai ke arah luar

28. Es kepala milo jumbo terbuat dari 500 gr milo dengan suhu 5 °C. Jika kalor jenis milo setara dengan kalor jenis air maka massa es yang digunakan agar suhu tetap 0 °C adalah . . .

- A. 0,1125 gr  
 B. 0,2125 gr  
**C. 0,3125 gr**  
 D. 0,4125 gr  
 E. 0,5125 gr

$$\begin{aligned} Q_{lepas} &= m_{milo} \times c_{milo} \times \Delta T \\ Q_{lepas} &= 500 \text{ gr} \times 1 \text{ kal/gr°C} \times 5^\circ \text{C} = 2500 \text{ kal} \end{aligned}$$

Hitung massa es yang melebur ( $Q_{lepas} = Q_{terima}$ ):

$$m_{es} = Q_{lepas} / L_f$$

$$m_{es} = 2500 \text{ kal} / 80 \text{ kal/gr} = 31.25 \text{ gr}$$

29. Hot green tea latte terbuat dari teh hijau panas bersuhu 80 °C dan caramel dingin bersuhu 10 °C dengan perbandingan massa 10:1. Suhu campuran Hotel green tea latte dan caramel tersebut adalah . . .

- A. 75,5 °C  
 B. 74,5 °C  
**C. 73,6 °C**  
 D. 72,5 °C  
 E. 71,5 °C

**Diketahui:**

- Teh: 80°C, massa  $10x$
- Karamel: 10°C, massa  $x$
- Kalor jenis ( $c$ ) sama

**Perhitungan:**

$$Q_{lepas} = Q_{terima}$$

$$10x \cdot c \cdot (80 - T_c) = x \cdot c \cdot (T_c - 10)$$

$$10(80 - T_c) = T_c - 10$$

$$800 - 10T_c = T_c - 10$$

$$810 = 11T_c$$

$$T_c \approx 73.63^\circ \text{C}$$

Suhu campuran adalah sekitar 73.63°C.

30. Perhatikan diaram kalor berikut ini!



Jika kalor jenis es, kalor jenis air, dan kalor lebur es berturut-turut adalah 2100 J/kg °C, 4200 J/kg °C, dan 336000 J/kg °C, maka kalor yang diperlukan untuk mengubah 2 kg es menjadi air seperti pada diagram dari proses A ke D adalah . . .

- A. 42 kJ
- B. 252 kJ
- C. 294 kJ
- D. 672 kJ
- E. 966 kJ

Diketahui:

- Massa es = 2 kg
- Dari A ke D:
  1. Es dari -10°C ke 0°C →  $Q_1 = 2 \cdot 2100 \cdot 10 = 42,000 \text{ J} = 42 \text{ kJ}$
  2. Melebur di 0°C →  $Q_2 = 2 \cdot 336,000 = 672,000 \text{ J} = 672 \text{ kJ}$
  3. Air dari 0°C ke 30°C →  $Q_3 = 2 \cdot 4200 \cdot 30 = 252,000 \text{ J} = 252 \text{ kJ}$

Total kalor:

$$Q_{\text{total}} = 42 + 672 + 252 = 966 \text{ kJ}$$

31. A gram es batu bersuhu -10 °C dicampur dengan air sebanyak B gram yang bersuhu 10 °C. Jika campuran tersebut diharapkan memiliki suhu 5 °C, maka perbandingan antara massa A dan B adalah . . .

- A. 1/18
- B. 1/9
- C. 1/6
- D. 1/3
- E. 1/1

**Prinsip:** Kalor diterima es = Kalor dilepas air

1. **Kalor Diterima Es ( $Q_{\text{terima}}$ ):**

- Es naik dari -10°C ke 0°C:  $A \cdot c_{\text{es}} \cdot 10 = A \cdot 0.5 \cdot 10 = 5A$
- Es melebur di 0°C:  $A \cdot L_f = A \cdot 80 = 80A$
- Air hasil lebur naik dari 0°C ke 5°C:  $A \cdot c_{\text{air}} \cdot 5 = A \cdot 1 \cdot 5 = 5A$   $Q_{\text{terima}} = 5A + 80A + 5A = 90A$

2. **Kalor Dilepas Air ( $Q_{\text{lepas}}$ ):**

- Air turun dari 10°C ke 5°C:  $B \cdot c_{\text{air}} \cdot 5 = B \cdot 1 \cdot 5 = 5B$

3. **Perbandingan:**

$$90A = 5B$$

$$\frac{A}{B} = \frac{5}{90} = \frac{1}{18}$$

Perbandingan A : B adalah 1 : 18.

32. Kenaikan suhu tiap Kelvin benda dengan kalor jenis 0,49 J/gK terjadi akibat perubahan kecepatan sebesar . . .

- A.  $0,07 \sqrt{2} \text{ m/s}$
- B.  $0,7 \sqrt{2} \text{ m/s}$
- C.  $7 \sqrt{2} \text{ m/s}$
- D.  $2 \text{ m/s}$
- E.  $\sqrt{2} \text{ m/s}$

1. **Energi per massa:**  $E/m = c \times \Delta T = 0.49 \text{ J/kgK} \times 1 \text{ K} = 0.49 \text{ J/kg}$

2. **Hubungan ke kecepatan:**  $E/m = \frac{1}{2}\Delta(v^2)$ .  $\frac{1}{2}\Delta(v^2) = 0.49 \text{ J/kg} \Delta(v^2) = 0.98 \text{ J/kg} = 0.98 \text{ m}^2/\text{s}^2$ .

3. **Hitung kecepatan:**  $\Delta v = \sqrt{0.98} = \sqrt{0.49 \times 2} = 0.7\sqrt{2} \text{ m/s}$ .

Jawaban: B.  $0,7\sqrt{2} \text{ m/s}$

33. Semua gas ideal mengalami proses isokhorik sehingga...

- A. semua molekul kecepatannya sama
- B. pada suhu tinggi kecepatan rata-rata molekul lebih besar
- C. tekanan gas menjadi tetap
- D. gas akan melakukan usaha
- E. tidak memiliki energi dalam

34. Pada percobaan Joule, beban bermassa 5 kg mengalami perpindahan kedudukan sebesar 2 m. Jika massa air sebesar 0,2 kg, perubahan suhu air akibat kalor hasil gesekan sudu-sudu dan air adalah...

- A. 1°C
- B. 10°C
- C. 100°C
- D. 0,1°C
- E. 0,12 oC

**Prinsip:** Usaha mekanik = Kalor yang diserap air ( $W = Q_{\text{air}}$ )

1. **Hitung Usaha (W):**

$$W = m_{\text{beban}} \times g \times h$$

$$W = 5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times 2 \text{ m} = 98 \text{ J}$$

2. **Hitung Perubahan Suhu ( $\Delta T$ ):**

$$W = m_{\text{air}} \times c_{\text{air}} \times \Delta T$$

$$98 \text{ J} = 0.2 \text{ kg} \times 4200 \text{ J/kg°C} \times \Delta T$$

$$98 = 840 \times \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{98}{840} \approx 0.1166^\circ\text{C}$$

Pilihan terdekat adalah E. 0,12°C.

35. Sebuah mesin Carnot yang menggunakan reservoir suhu tinggi bersuhu 800 K mempunyai efisiensi sebesar 40%. Agar efisiensinya naik menjadi 50%, maka suhu reservoir suhu tinggi dinaikkan menjadi....

- A. 900 K
- B. 960 K
- C. 1000 K
- D. 1180 K
- E. 1600 K

1. **Cari Suhu Reservoir Dingin ( $T_C$ ) dari Kondisi Awal:**

- $\eta_1 = 40\% = 0.40$
- $T_{H1} = 800 \text{ K}$
- $\eta_1 = 1 - \frac{T_C}{T_{H1}} \implies 0.40 = 1 - \frac{T_C}{800}$
- $\frac{T_C}{800} = 0.60 \implies T_C = 0.60 \times 800 = 480 \text{ K}$

2. **Cari Suhu Reservoir Tinggi Baru ( $T_{H2}$ ) untuk Efisiensi Baru:**

- $\eta_2 = 50\% = 0.50$
- $T_C = 480 \text{ K}$
- $\eta_2 = 1 - \frac{T_C}{T_{H2}} \implies 0.50 = 1 - \frac{480}{T_{H2}}$
- $\frac{480}{T_{H2}} = 0.50 \implies T_{H2} = \frac{480}{0.50} = 960 \text{ K}$

Suhu reservoir suhu tinggi harus dinaikkan menjadi 960 K.

36. Suatu mesin Carnot, jika reservoir panasnya bersuhu 400 K akan mempunyai efisiensi 40%. Jika reservoir panasnya bersuhu 640 K, efisiensinya....%
- 50,0
  - 52,5
  - 57,0
  - 62,5**
  - 64,0

**1. Cari Suhu Reservoir Dingin ( $T_C$ ) dari Kondisi Awal:**

- $\eta_1 = 40\% = 0.40$
- $T_{H1} = 400 \text{ K}$
- Gunakan rumus efisiensi:  $\eta = 1 - \frac{T_C}{T_H}$
- $0.40 = 1 - \frac{T_C}{400}$
- $\frac{T_C}{400} = 1 - 0.40 = 0.60$
- $T_C = 0.60 \times 400 = 240 \text{ K}$

**2. Hitung Efisiensi Baru ( $\eta_2$ ) dengan Suhu Reservoir Panas Baru:**

- $T_{H2} = 640 \text{ K}$
- $T_C = 240 \text{ K}$  (Suhu reservoir dingin tetap)
- $\eta_2 = 1 - \frac{T_C}{T_{H2}}$
- $\eta_2 = 1 - \frac{240}{640}$
- $\eta_2 = 1 - \frac{24}{64}$  (sederhanakan pecahan dengan membagi 8)
- $\eta_2 = 1 - \frac{3}{8}$
- $\eta_2 = \frac{5}{8} = 0.625$
- $\eta_2 = 0.625$

**3. Konversi ke Persen:**

$$\eta_2 = 0.625 \times 100\% = 62.5\%$$

37. Pada tekanan konstan 106 Pa, suhu 10 mol gas helium naik dari  $-20^\circ\text{C}$  menjadi  $0^\circ\text{C}$ . Perubahan energi dalam dan besar usaha yang dilakukan gas helium jika gas tersebut menyerap kalor sebesar 4 kJ adalah... ( $R = 8,31 \text{ J/K mol}$ )

- $\Delta U = 2,49 \text{ kJ}, W = 1,51 \text{ kJ}$**
- $\Delta U = 1,51 \text{ kJ}, W = 2,49 \text{ kJ}$
- $\Delta U = -2,49 \text{ kJ}, W = -1,51 \text{ kJ}$
- $\Delta U = -1,51 \text{ kJ}, W = -2,49 \text{ kJ}$
- $\Delta U = 2,49 \text{ kJ}, W = 6,49 \text{ kJ}$

**Diketahui:**

- $n = 10 \text{ mol}$
- $T_1 = -20^\circ\text{C} = 253 \text{ K}$
- $T_2 = 0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$
- $Q = 4 \text{ kJ}$
- $R = 8,31 \text{ J/K mol}$
- Helium (monoatomik),  $f = 3$

**1. Perubahan Suhu ( $\Delta T$ ):**

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 273 - 253 = 20 \text{ K}$$

**2. Perubahan Energi Dalam ( $\Delta U$ ):**

$$\Delta U = \frac{f}{2}nR\Delta T = \frac{3}{2} \times 10 \times 8,31 \times 20 = 2493 \text{ J} \approx 2.49 \text{ kJ}$$

**3. Usaha ( $W$ ):**

Menggunakan Hukum Termodinamika Pertama ( $Q = \Delta U + W$ ):

$$W = Q - \Delta U = 4 \text{ kJ} - 2.49 \text{ kJ} = 1.51 \text{ kJ}$$

**Jawaban:**

$$\Delta U = 2.49 \text{ kJ}, W = 1.51 \text{ kJ}$$

38. Kalor sebanyak 2000 Joule ditambahkan pada sistem dan lingkungan melakukan usaha 2500 Joule pada sistem. Perubahan energi dalam sistem adalah....
- 4.000 J
  - 4.500 J**
  - 5.000 J
  - 5.500 J
  - 6.000 J

**Prinsip:** Hukum Termodinamika Pertama:  $\Delta U = Q - W$

**Diketahui:**

- Kalor ditambahkan ke sistem:  $Q = +2000 \text{ J}$
- Lingkungan melakukan usaha pada sistem:  $W = -2500 \text{ J}$

**Perhitungan:**

$$\Delta U = 2000 \text{ J} - (-2500 \text{ J})$$

$$\Delta U = 2000 \text{ J} + 2500 \text{ J}$$

$$\Delta U = 4500 \text{ J}$$

Perubahan energi dalam sistem adalah 4500 Joule.

39. Tiga mol gas memuai secara isothermal pada suhu  $270^\circ\text{C}$ , sehingga volumenya berubah dari  $20 \text{ cm}^3$  menjadi  $50 \text{ cm}^3$ . Hitunglah besar usaha yang dilakukan gas tersebut!

- 6.852,94 Joule**
- 6.752,94 Joule
- 6.652,94 Joule
- 6.552,94 Joule
- 6.452,94 Joule

$$W = nRT \ln \left( \frac{V_2}{V_1} \right)$$

**Diketahui:**

- Jumlah mol gas ( $n$ ) = 3 mol
- Suhu ( $T$ ) =  $27^\circ\text{C} = 27 + 273 = 300 \text{ K}$
- Volume awal ( $V_1$ ) =  $20 \text{ cm}^3$
- Volume akhir ( $V_2$ ) =  $50 \text{ cm}^3$
- Konstanta gas ideal ( $R$ ) =  $8,314 \text{ J/mol K}$  (nilai standar yang lebih presisi)

**Perhitungan:**

$$W = 3 \text{ mol} \times 8,314 \text{ J/mol K} \times 300 \text{ K} \times \ln \left( \frac{50 \text{ cm}^3}{20 \text{ cm}^3} \right)$$

$$W = 3 \times 8,314 \times 300 \times \ln(2.5)$$

$$W = 7482.6 \times 0.91629$$

$$W \approx 6852.94 \text{ Joule}$$

**Jawaban:**

Usaha yang dilakukan gas adalah sekitar **6.852,94 Joule**.

40. Kalor sebanyak 3000 Joule ditambahkan pada sistem dan lingkungan melakukan usaha 2500 Joule pada lingkungan. Perubahan energi dalam sistem adalah .....

- 200 J
- 300 J
- 400 J
- 500 J**
- 600 J

**Hukum Termodinamika I:**  $\Delta U = Q - W$

- $Q = +3000 \text{ J}$  (kalor masuk)
- $W = +2500 \text{ J}$  (usaha oleh sistem)

$$\Delta U = 3000 \text{ J} - 2500 \text{ J} = 500 \text{ J}$$

