

**STANDAR KOMPETENSI LULUSAN (SKL)  
MATA PELAJARAN FISIKA**

SKL	URAIAN
1. Memahami prinsip-prinsip pengukuran dan melakukan pengukuran besaran fisika secara langsung dan tidak langsung secara cermat, teliti, dan obyektif.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengukuran besaran fisika dan penggunaan angka penting (pembacaan jangka sorong/ <i>micrometer scrup</i>)</li> <li>• Operasi vektor (penjumlahan/pengurangan vektor)</li> </ul>
2. Menganalisis gejala alam dan keteraturannya dalam cakupan mekanika benda titik, benda tegar, kekekalan energi, elastisitas, impuls, dan momentum.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerak lurus dengan percepatan konstan (GLBB)</li> <li>• Gerak melingkar dengan kelajuan konstan (GMB)</li> <li>• Hukum Newton dan penerapannya pada benda</li> <li>• Gaya gravitasi antar planet</li> <li>• Titik berat</li> <li>• Dinamika rotasi</li> <li>• Hubungan antara usaha dengan perubahan energi</li> <li>• Elastisitas dan penerapannya</li> <li>• Hukum kekekalan energi mekanik</li> <li>• Hukum kekekalan momentum</li> </ul>
3. Mendeskripsikan prinsip dan konsep konservasi kalor sifat gas ideal, fluida dan perubahannya yang menyangkut hukum termodinamika serta penerapannya dalam mesin kalor.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Azas Black dan perpindahan kalor</li> <li>• Penerapan azas Bernoulli dalam fluida</li> <li>• Persamaan umum gas ideal</li> <li>• Faktor yang mempengaruhi energi kinetik gas</li> <li>• Usaha dalam proses termodinamika pada mesin kalor (Carnot)</li> </ul>
4. Menerapkan konsep dan prinsip optik dan gelombang dalam berbagai penyelesaian masalah dan produk teknologi.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alat optik ( mikroskop/teropong)</li> <li>• Spektrum gelombang elektromagnetik</li> <li>• Persamaan gelombang berjalan dan stasioner</li> <li>• Interferensi dan difraksi cahaya</li> <li>• Intensitas dan taraf intensitas bunyi</li> <li>• Efek Doppler</li> </ul>

SKL	URAIAN
<p>5. Menerapkan konsep dan prinsip kelistrikan dan kemagnetan dalam berbagai masalah dan produk teknologi.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hukum Coulomb dan medan listrik</li> <li>• Kapasitor keping sejajar</li> <li>• Pengukuran arus dan tegangan listrik</li> <li>• Hukum Ohm dan hukum Kirchoff dalam rangkaian tertutup (<i>loop</i>)</li> <li>• Induksi magnetik di sekitar kawat berarus</li> <li>• Gaya magnetik (Gaya Lorentz)</li> <li>• Induksi Faraday</li> <li>• Rangkaian R, L dan C dalam arus bolak balik</li> </ul>
<p>6. Menjelaskan konsep dan prinsip relativitas, teori atom dan radioaktivitas serta penerapannya.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teori Relativitas, kesetaraan massa dan energi</li> <li>• Teori atom Thompson, Rutherford, dan Niels Bohr</li> <li>• Radiasi benda hitam</li> <li>• Teori kuantum Planck</li> <li>• Inti atom, defek massa, dan energi ikat inti</li> <li>• Radioaktivitas dan manfaat radioisotop dalam kehidupan</li> </ul>

## UNIT SATU BESARAN DAN SATUAN

### A. Ringkasan Materi

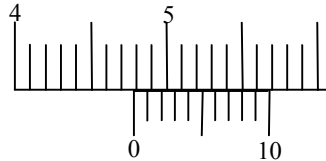
Membaca alat ukur harus tepat (akurat) dan teliti (presisi), dengan mempertimbangkan cara melihat dengan tegak lurus dan satuan yang digunakan alat ukur.

**Jangka sorong** digunakan untuk ketebalan benda keras (kayu, logam) terdiri dari skala utama dan nonius. **Contoh:**

Skala utama 47,0 mm

skala nonius  $\frac{8}{10} = 0,8\text{mm}$

Hasil pengukuran 47,8 mm



**Micrometer** digunakan untuk mengukur benda keras dan agak lunak (karet) terdiri dari skala utama dan putar.

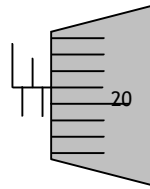
**Contoh:**

Skala utama 1,50 mm

Skala putar  $\frac{21}{100} = 0,21\text{ mm}$

Hasil pengukuran 1,71 mm

Micrometer memiliki ketelitian sampai 0,01 mm



**Ketelitian alat ukur** dapat dihitung dengan cara  $\frac{1}{2}$  kali skala terkecil alat ukur.

Misalnya untuk mistar milimeter berarti ketelitiannya 0,5 mm

Hasil pengukuran ditulis dengan angka penting, terdiri dari angka pasti dan satu angka taksiran.

Beberapa ketentuan angka penting:

1. Semua angka bukan nol adalah angka penting
2. Angka nol yang diapit angka bukan nol adalah angka penting.
3. Angka nol di sebelah kiri bukan angka penting
4. Angka nol di sebelah kanan adalah angka penting, kecuali ada tanda khusus

Contoh:

1. 12,56 cm terdiri dari 4 angka penting
2. 1,02 gram terdiri dari tiga angka penting
3. 2,50 ml terdiri dari tiga angka penting
4. 0,0051 km terdiri dari dua angka penting
5. 2,102 terdiri dari dua angka penting

Memasang amperemeter harus dilakukan seri, sedangkan voltmeter dilakukan secara parallel seperti gambar di samping.

Pembacaan voltmeter atau amperemeter seperti contoh di samping.

Hasil pengukuran

$$V = \frac{4}{10} \times 12 = 4,8V$$

**Resultan dua vector** dapat dihitung dengan rumus

$$F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2 \cdot \cos \theta}$$

Jika  $F_1 = F_2 = x$ , dengan sudut  $\theta = 60^\circ$ , maka  $F_R = x\sqrt{3}$

Jika  $F_1 = F_2 = x$ , dengan sudut  $\theta = 90^\circ$ , maka  $F_R = x\sqrt{2}$

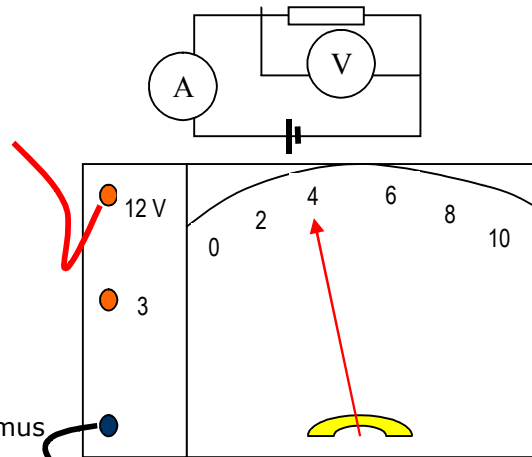
Jika  $F_1 = F_2 = x$ , dengan sudut  $\theta = 120^\circ$ , maka  $F_R = x$

Resultan tiga vektor atau lebih dihitung dengan cara analisis (menguraikan vektor menjadi komponen-komponennya)

$$F_R = \sqrt{(\sum F_x)^2 + (\sum F_y)^2}$$

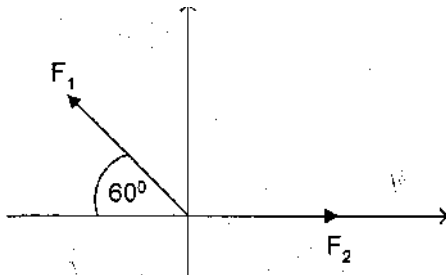
$$F_x = F \cdot \cos \theta$$

$$F_y = F \cdot \sin \theta$$



## B. Contoh dan Pembahasan

1. Vektor  $F_1 = 14 \text{ N}$  dan  $F_2 = 14 \text{ N}$  diletakkan pada diagram seperti gambar



Resultan  $F_R = F_1 + F_2$  adalah ....

A. 28

B.  $14\sqrt{3}$

C.  $14\sqrt{2}$

D. 14

E. 7

Penjelasan

$$\sum F_x = F_2 - F_{1x} = 14 - 14(0,5) = 7$$

$$\sum F_y = F_{1y} = 14 \cdot \frac{1}{2} \sqrt{3} = 7\sqrt{3}$$

$$R = \sqrt{\sum x^2 + \sum y^2} = 14$$

2. Hasil pengukuran panjang dan lebar sebidang tanah berbentuk empat persegi panjang adalah 15,35 m dan 12,5 m. Luas tanah menurut aturan angka penting adalah ....

A. 191,875 m<sup>2</sup>

D. 191,9 m<sup>2</sup>.

B. 191,88 m<sup>2</sup>

E. 192 m<sup>2</sup>

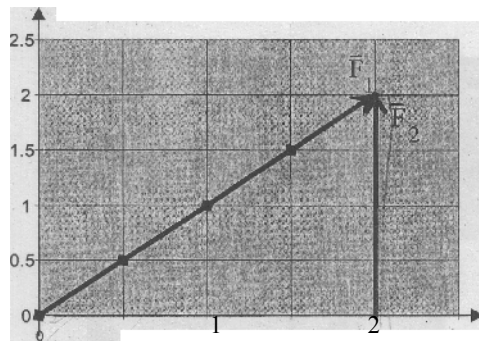
C. 191,87 m<sup>2</sup>

Jawab E

Penjelasan:

Hasil kali ditulis dengan angka penting yang paling sedikit. Jadi ditulis dengan tiga angka penting.

3. Berikut ini disajikan diagram vektor  $F_1$ , dan  $F_2$ !



Persamaan yang tepat untuk resultan  $R = F_1 + F_2$  adalah ....

A.  $2i + 2j$

D.  $4i + 2j$

B.  $i + 4j$

E.  $4i + 4j$

C.  $2i + 4j$

Jawab: E

$$\Sigma x = F_{1x} = 4$$

$$\Sigma y = F_{1y} + F_2 = 2 + 2 = 4$$

$$R = 4i + 4j$$

## UNIT DUA MEKANIKA PARTIKEL

### A. Ringkasan Materi

**Gerak lurus berubah beraturan** (GLBB) adalah gerak dengan percepatan konstan, kecepatannya berubah secara beraturan. Pada glbb berlaku persamaan berikut ini.

$$v_t = v_o + a.t \quad v_t^2 = v_o^2 + 2a.s \quad s = v_o.t + \frac{1}{2}a.t^2, \text{ dan } \Sigma F = m.a$$

**Persamaan gerak** untuk gerak translasi dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$r = x.i + y.j \quad v = v_x.i + v_y.j \quad a = a_x.i + a_y.j$$

$$v = \frac{\partial r}{\partial t} \quad a = \frac{\partial v}{\partial t} = \frac{\partial^2 r}{\partial t^2}$$

$$r = r_o + \int v.dt \quad v = v_o + \int a.dt$$

**Gerak melingkar beraturan** (GMB) memiliki kecepatan anguler ( $\omega$ ) konstan, laju linier konstan, dan arah kecepatan linier selalu berubah (tegak lurus jari-jari). Percepatan sentripetal ( $a_s$ ) selalu menuju pusat putaran. Pada gmb berlaku persamaan berikut ini.

$$\omega = 2\pi.f = \frac{2\pi}{T} \quad v = \omega.R \quad a_s = \omega^2.R = \frac{v^2}{R}$$

Persamaan gerak rotasi adalah:

$$\omega_t = \omega_o + \alpha.t \quad \omega_t^2 = \omega_o^2 + 2\alpha.\theta \quad \theta = \omega_o.t + \frac{1}{2}\alpha.t^2$$

**Hukum Newton 1** ( $\Sigma F = 0$ ) berlaku untuk benda diam dan bergerak lurus dengan kecepatan tetap.

Hukum Newton II ( $\Sigma F = m.a$ ) berlaku pada benda yang bergerak dengan percepatan. Pada gerak melingkar terdapat gaya sentripetal ( $F_s = m.a_s$ ) yang arahnya menuju pusat putaran. Jika terdapat gesekan maka gesekan selalu menghambat gerak.

**Gesekan** terjadi ketika benda bergerak bersentusan dengan benda lain. Saat benda belum bergerak terjadi gesekan statis yang nilainya sama dengan gaya luar. Nilai maksimal gesekan statis tergantung koefisien gesek dan gaya normal.

$$f_s = \mu_s.N$$

Jika benda bergerak, terjadi gesekan kinetis yang besarnya:  $f_k = \mu_k.N$

**Gaya gravitasi** berlaku pada setiap benda bermassa. Gaya gravitasi sebanding dengan massa masing-masing dan berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya. Gaya gravitasi sering disebut gaya berat ( $w$ ). Besarnya gaya gravitasi adalah:

$$F = G \cdot \frac{M.m}{r^2} \quad F = w = m.g \quad \text{jadi} \quad g = G \cdot \frac{M}{r^2}$$

Perbandingan berat benda sebanding dengan percepatan gravitasi, jadi berlaku

$$\frac{w}{w'} = \frac{g}{g'} = \frac{M}{M'} \times \left(\frac{r'}{r}\right)^2$$

**Usaha adalah perubahan energi.** Kuantitas usaha terjadi jika ada perpindahan dan/ atau perubahan energi. Energi kinetik ( $E_k$ ) dan energi potensial ( $E_p$ ) merupakan energi mekanik ( $E_m$ ).

$$W = F \cdot s$$

$$W = \frac{1}{2} m(v_t^2 - v_o^2)$$

$$W = m \cdot g \cdot \Delta h$$

$$E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

$$E_p = \frac{1}{2} k(\Delta L)^2$$

**Hukum kekekalan energi mekanik** berlaku pada benda yang bergerak tanpa gaya luar.

$$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$$

**Gaya impuls** adalah gaya yang bekerja sesaat. Gaya impuls menimbulkan perubahan momentum ( $\Delta p$ ) atau impuls ( $I$ )

$$p = m \cdot v$$

$$I = m \cdot (v' - v)$$

$$I = F \cdot \Delta t$$

Pada setiap tumbukan berlaku **hukum kekekalan momentum** .

$$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 + \dots = m_1 \cdot v'_1 + m_2 \cdot v'_2 + \dots$$

Pada tumbukan tidak elastis berlaku

$$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 + \dots = (m_1 + m_2 + \dots) v'$$

Pada tumbukan elastis sempurna berlaku

$$v_1 + v'_1 = v_2 + v'_2$$

Pada ayunan balistik berlaku;

$$v' = \sqrt{2gh}$$

$$v_p = \frac{(m_p + m_b) \cdot v'}{m_p}$$

$$h = l(1 - \cos \theta)$$

## B. Contoh Pembahasan

1. Sebuah benda bermassa 2 kg meluncur pada bidang miring licin dengan sudut kemiringan  $30^\circ$ . Sebuah gaya luar  $F$  bekerja pada benda sehingga benda bergerak turun dengan percepatan  $3 \text{ m/s}^2$ . Jika besar percepatan gravitasi  $10 \text{ m/s}^2$ , besar dan arah  $F$  adalah ...

- |  |  |
|--|--|
| A. 6 N, ke atas sejajar bidang miring  | D. 4 N, ke bawah sejajar bidang miring |
| B. 6 N, ke bawah sejajar bidang miring | E. 2 N, ke atas sejajar bidang miring  |
| C. 4 N, ke atas sejajar bidang miring  |  |

Jawab: C

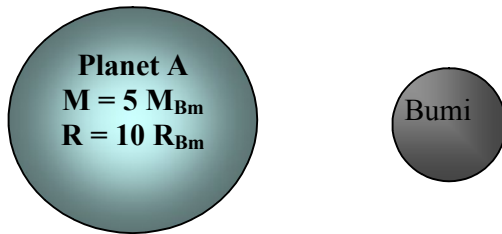
Penjelasan:

Jika tidak ada gaya lain

$$a = g \sin 30^\circ = 10(0,5) = 5 \text{ m/s}^2$$

Berarti ada selisih percepatan  $2 \text{ m/s}^2$  akibat gaya luar  $F = m \cdot a = 2 \text{ kg} \cdot 2 \text{ m/s}^2 = 4 \text{ N}$  berlawanan arah gerak

2. Perhatikan gambar di bawah ini!



Jika berat benda di bumi adalah  $500 \text{ N}$ , maka berat benda di Planet A adalah ....

- A.  $10 \text{ N}$
- B.  $25 \text{ N}$
- C.  $75 \text{ N}$
- D.  $100 \text{ N}$
- E.  $250 \text{ N}$

Jawab: B

$$W = m \cdot G \frac{M}{R^2}$$

$$\frac{w_1}{w_2} = \frac{M_1}{M_2} \times \left[ \frac{R_2}{R_1} \right]^2 = \frac{1}{5} \times \left[ \frac{10}{1} \right]^2 = \frac{100}{5}$$

$$w_2 = 500 \times \frac{5}{100} = 25 \text{ N}$$

3. Gerobak yang massanya  $20 \text{ kg}$  mula-mula diam, ditarik dengan gaya mendatar  $10 \text{ N}$  selama  $20 \text{ detik}$ . Berapa usaha yang diubah menjadi energi kinetik?

- A.  $250 \text{ joule}$
- B.  $400 \text{ joule}$
- C.  $500 \text{ joule}$
- D.  $800 \text{ joule}$
- E.  $1000 \text{ joule}$

Jawab: e

Penjelasan:

$$W = F \cdot s$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{10}{20} = 0,5 \text{ m/s}^2$$

$$s = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} 0,5 (20)^2 = 100$$

$$W = 10(100) = 1000 \text{ joule}$$



4. Sebuah benda ( $m = 0,5 \text{ kg}$ ) bergerak melingkar dengan jari-jari  $0,5 \text{ m}$ . Kecepatan sudut gerak itu  $20 \text{ rad/s}$ . Besar gaya sentripetal yang diperlukan adalah ....

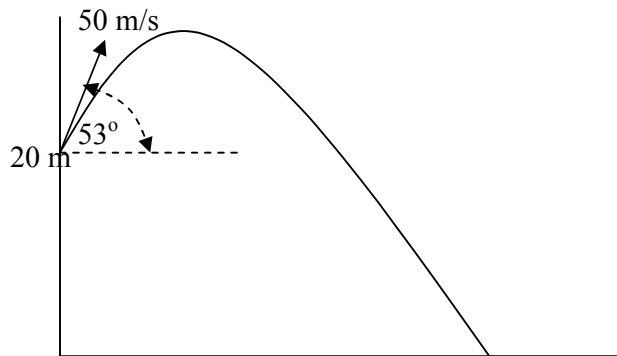
- A. 400 N  
 B. 200 N  
 C. 100 N  
 D. 50 N  
 E. 25 N

Jawab: C

Penjelasan:

$$F_s = m \cdot \omega^2 \cdot R = 0,5 (400) \cdot 0,5 = 100 \text{ N}$$

5. Perhatikan gerak parabola berikut



Jika  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ , maka persamaan posisi untuk gerak itu adalah ....

- A,  $(20 + 40t)i + (30t - 5t^2)j$   
 B,  $(20 - 40t)i + (30t - 5t^2)j$   
 C,  $(20 + 40t)i + (30t + 5t^2)j$   
 D,  $(20 - 40t)i + (30t - 5t^2)j$   
 E,  $(30t)i + (20 + 40t - 5t^2)j$

Jawab: E

Penjelasan:

$$r_0 = 20j$$

$$v_0 = 30i + 40j$$

$$a = -10j$$

$$v = v_0 + \int a \cdot dt = 30i + (40 - 10t)j$$

$$r = r_0 + \int v \cdot dt = 20j + 30ti + 40tj - 5t^2j$$

6. Bola kasti ( $m = 0,2 \text{ kg}$ ) datang dengan laju  $5 \text{ m/s}$ . Setelah dipukul laju bola menjadi  $12 \text{ m/s}$  dengan arah tegak lurus dari gerak semula. Impuls gaya pemukul adalah ....

- A, 1,4 N.s  
 B, 1,7 N.s  
 C, 2,0 N.s  
 D, 2,6 N.s  
 E, 6,0 N.s

Jawab: D

Penjelasan:

$$I = \Delta p = p' - p$$

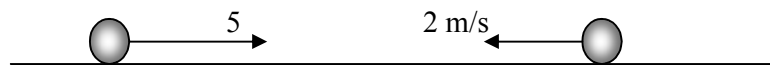
$$p = 0,2 \cdot (5) = 1 \text{ N.s}$$

$$p' = 0,2 \cdot (12) = 2,4 \text{ N.s}$$

p dan p' saling tegak lurus

$$\Delta p = \sqrt{p'^2 + p^2} = 2,6 \text{ N.s}$$

7. Dua bola identik bertumbukan seperti gambar.



Kecepatan masing-masing setelah tumbukan elastis sempurna adalah ....

A, 5 m/s ke kanan dan 2 m/s ke kiri

D, 2 m/s ke kiri dan 5 m/s ke kanan

B, 5 m/s ke kiri dan 2 m/s ke kanan

E, 2 m/s ke kiri dan 2 m/s ke kanan

C, 2 m/s ke kanan dan 5 m/s ke kiri

Jawab: D

Penjelasan:

$$v_1 + v'_1 = v_2 + v'_2$$

$$5 + v'_1 = -2 + v'_2$$

$$v'_1 - v'_2 = -7$$

$$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = m_1 \cdot v'_1 + m_2 \cdot v'_2$$

$$1(5) + 1(-2) = 1v'_1 + 1 \cdot v'_2$$

$$3 = v'_1 + v'_2$$

Hasil eliminasi  $v'_1 = -2$   
 $v'_2 = 5$

## UNIT TIGA MEKANIKA BENDA NON PARTIKEL (KONTINU)

### A. Ringkasan Materi

**Tekanan hidrostatis** ( $P_h$ ) terjadi saat berada pada fluida.

$$P_h = \rho \cdot g \cdot h$$

Benda yang berada dalam fluida mengalami gaya ke atas atau **gaya Archimedes**

$$F_A = \rho_f \cdot V_b \cdot g \qquad \frac{\rho_b}{\rho_f} = \frac{w}{F_A} \qquad F_A = w - w'$$

Sistem hidrolik menerapkan **hukum Pascal** untuk memperbesar gaya, karena tekanan diteruskan dalam fluida sama rata.

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{A_1}{A_2} = \left( \frac{d_1}{d_2} \right)^2$$

Tegangan permukaan timbul karena adanya gaya kohesi dan adhesi.

$$\gamma = \frac{F}{L}$$

Gejala **kapilaritas** dipengaruhi adhesi dan kohesi serta penampang pipakapiler.

$$h = \frac{2\gamma \cdot \cos \theta}{\rho \cdot g \cdot r}$$

Gesekan dalam fluida sering dinamakan **Viskositas**

$$F = 6\eta \cdot \pi \cdot r \cdot v \rightarrow \text{untuk bola bergerak dalam fluida}$$

**Kecepatan terminal** merupakan kecepatan tertinggi gerak jatuh bebas dalam fluida.

$$v_T = \frac{2 \cdot r^2 (\rho_b - \rho_f)}{9 \eta}$$

Aliran fluida pada penampang mengecil akan semakin cepat, sesuai dengan **asas kontinuitas**.

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{A_2}{A_1} = \left( \frac{d_2}{d_1} \right)^2$$

Pada aliran fluida juga berlaku **Azas Bernoulli**, yang banyak dijumpai prinsip hukumnya seperti pada gaya angkat pesawat, venturimeter, dan kebocoran tangki.

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho \cdot v_1^2 + \rho \cdot g \cdot h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho \cdot v_2^2 + \rho \cdot g \cdot h_2$$

Gaya angkat pesawat  $F = \Delta p \cdot A = \frac{1}{2} \rho \cdot A (v_1^2 - v_2^2)$

Kebocoran tangki  $v = \sqrt{2gh}$   $x = 2\sqrt{h \cdot h_1}$

Venturimeter

$$v_1 = A_2 \sqrt{\frac{2gh}{A_1^2 - A_2^2}}$$

**Titik berat** merupakan titik tangkap resultan gaya berat. Kordinat titik berat Z ( $x_o, y_o$ ) dihitung sebagai berikut.

$$x_o = \frac{x_1 \cdot m_1 + x_2 \cdot m_2 + \dots}{m_1 + m_2 + \dots} = \frac{x_1 \cdot A_1 + x_2 \cdot A_2 + \dots}{A_1 + A_2 + \dots} = \frac{x_1 \cdot V_1 + x_2 \cdot V_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots}$$

$$y_o = \frac{y_1 \cdot m_1 + y_2 \cdot m_2 + \dots}{m_1 + m_2 + \dots} = \frac{y_1 \cdot A_1 + y_2 \cdot A_2 + \dots}{A_1 + A_2 + \dots} = \frac{y_1 \cdot V_1 + y_2 \cdot V_2 + \dots}{V_1 + V_2 + \dots}$$

**Dinamika rotasi** berlaku pada gerak melingkar dengan percepatan konstan atau gerak melingkar berubah beraturan (GMBB). Percepatan gerak rotasi ( $\alpha$ ) tergantung pada momen gaya atau torsi (M) dan momen inersia (I). Pada gmbb berlaku formula berikut ini.

$$M = I \cdot \alpha \quad M = F \cdot d \quad E_k = \frac{1}{2} I \cdot \omega^2 \quad I = k \cdot (m \cdot r^2) \quad k = \text{konstanta}$$

Benda titik dan selinder rongga  $k = 1$

Selinder pejal  $k = \frac{1}{2}$

Bola berongga  $k = \frac{2}{3}$

Bola pejal  $k = \frac{2}{5}$

Tongkat diputar di ujungnya  $I = \frac{1}{3} M \cdot L^2$

**Hukum kekekalan momentum sudut** berlaku pada gerak rotasi

$$I \cdot \omega = I' \cdot \omega'$$

Pada **benda elastis** berlaku gaya pemulih (F) sebanding dengan perubahan panjang ( $\Delta L$ ) dan kontantanya (k). Konstanta pegas benda elastis bergantung pada luas penampang (A), panjang (L) dan modulus elastisitasnya (E).

$$F = k \cdot \Delta L \quad k = E \cdot \frac{A}{L} \quad F = \frac{E \cdot A}{L} \cdot \Delta L$$

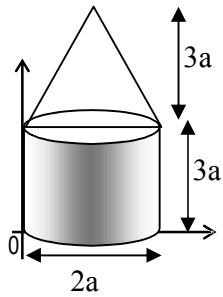
Jika disusun seri kontanta pegas mengecil, jika disusun paralel makin besar

$$k_p = k_1 + k_2 + \dots \quad \frac{1}{k_s} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \dots$$

Energi potensial pegas  $E_p = \frac{1}{2} k \cdot \Delta L^2$

**B. Contoh Soal dan Pembahasan**

1. Perhatikan gambar berikut.



Titik berat sistem benda yang terdiri kulit kerucut dan kulit selinder homogen terhadap titik 0 adalah ....

- A.  $(a, \frac{3}{7}a)$
- B.  $(a, \frac{7}{9}a)$
- C.  $(a, \frac{17}{8}a)$
- D.  $(2a, \frac{3}{7}a)$
- E.  $(2a, \frac{7}{13}a)$

Jawaban: C

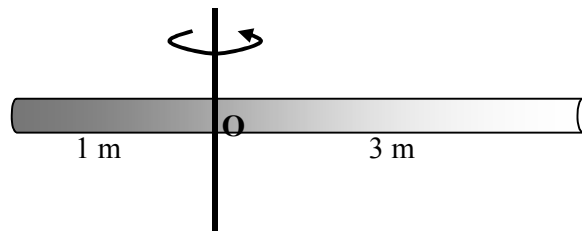
Penjelasan:

$$Z_1 = (a, \frac{3}{2}a); V_1 = \pi \cdot a^2 \cdot 3a = 3\pi a^3$$

$$Z_2 = (a, 4a); V_2 = \frac{1}{3} \pi \cdot a^2 \cdot 3a = \pi \cdot a^3$$

$$Y_0 = \frac{V_1 \cdot y_1 + V_2 \cdot y_2}{V_1 + V_2} = \frac{\frac{3}{2}a(3\pi \cdot a^3) + 4a(\pi \cdot a^3)}{3\pi \cdot a^3 + \pi \cdot a^3} = \frac{17}{8}a$$

2. Batang AB homogen panjang 4 m dengan massa 4 kg diletakkan seperti pada gambar!



Bila batang di putar dengan sumbu putar melalui titik 0, momen inersianya adalah ....

- A. 12,0 kg.m<sup>2</sup>
- B. 10,7 kg.m<sup>2</sup>
- C. 9,3 kg.m<sup>2</sup>
- D. 6,7 kg.m<sup>2</sup>
- E. 4,5 kg.m<sup>2</sup>

Jawaban: C

Penjelasan:

$$I = \frac{1}{3}ML^2 = \frac{1}{3}\left(\frac{1}{4}\right).1^2 + \frac{1}{3}\left(\frac{3}{4}\right).3^2 = 9,33$$

3. Perhatikan gambar tangki air berikut.

Jarak x sebagai tempat jatuh air adalah ....

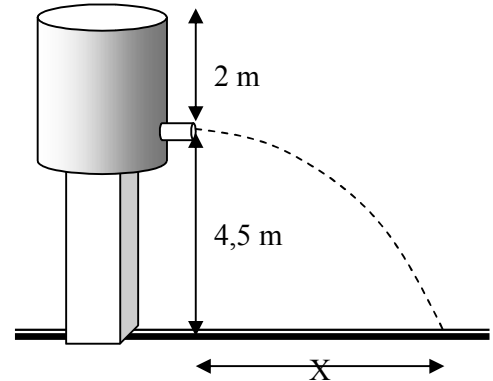
- A, 2,0 m
- B, 3,0 m
- C, 4,5 m
- D, 6,0 m
- E, 6,5 m

Jawaban: D

Penjelasan:

$$X = 2\sqrt{H.h}$$

$$x = 2\sqrt{4,5.(2)} \rightarrow X = 6,0 \text{ m}$$



4. Momen gaya 10 N.m bekerja pada benda yang memiliki momen inersia 5 kg.m<sup>-2</sup>. Akibatnya benda bergerak rotasi dengan percepatan sudut ....

- A, 5,0 rad.s<sup>-2</sup>
- B, 2,5 rad.s<sup>-2</sup>
- C, 2,0 rad.s<sup>-2</sup>
- D, 1,0 rad.s<sup>-2</sup>
- E, 0,5 rad.s<sup>-2</sup>

Jawaban: C

$$M = I.\alpha$$

$$\alpha = 10 : 5 = 2 \text{ rad.s}^{-2}$$

5. Petugas sirkus yang berdiri di tepi komedi putar, loncat ke luar komedi. Semula komedi putar itu bergerak dengan kelajuan 2 rad/s. Momen inersia komedi putar 200 kg.m<sup>-2</sup> dengan jari-jari 2 m. Massa petugas sirkus 50 kg. Akibat loncatan itu kelajuan komedi putar menjadi ....

- A, 8 rad/s
- B, 4 rad/s
- C, 2 rad/s
- D, 1 rad/s
- E, 0,5 rad/s

Jawaban: B

Penjelasan:

$$I.\omega = I'.\omega'$$

$$(200 + 50.2^2).2 = 200.\omega'$$

$$\omega' = \frac{800}{200} = 4 \text{ rad.s}^{-1}$$

6. Perhatikan hasil percobaan berikut

Percobaan	Medium	Berat benda (N)
1	Udara	2,0
2	Air	1,5
3	Minyak	1,8

Jika massa jenis air  $1000 \text{ Kg.m}^{-3}$ , maka massa jenis minyak adalah ....

A,  $400 \text{ kg.m}^{-3}$

D,  $1200 \text{ kg.m}^{-3}$

B,  $600 \text{ kg.m}^{-3}$

E,  $2500 \text{ kg.m}^{-3}$

C,  $800 \text{ kg.m}^{-3}$

Jawaban: A

Penjelasan:

$$F_A = \rho_c \cdot g \cdot V_b$$

$$\frac{F_a}{F_m} = \frac{\rho_a}{\rho_m}$$

$$\frac{0,5}{0,2} = \frac{1000}{\rho_m}$$

$$\rho_m = 400$$

7. Saat pesawat terbang bergerak di landasan pacu, udara bergerak ke belakang dengan laju  $50 \text{ m/s}$  di bagian atas dan  $40 \text{ m/s}$  di bagian bawahnya. Lebar kedua sayap pesawat itu  $50 \text{ m}^2$ . Jika masa jenis udara  $10 \text{ kg.m}^{-3}$ , maka besar gaya angkat pesawat saat itu adalah ....

A,  $550000 \text{ N}$

D,  $250000 \text{ N}$

B,  $450000 \text{ N}$

E,  $225000 \text{ N}$

C,  $375000 \text{ N}$

Jawaban: E

Penjelasan:

$$F = \Delta p \cdot A = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot (v_1^2 - v_2^2) \cdot A = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot (50^2 - 40^2) \cdot 50$$

$$F = 5 \cdot (2500 - 1600) \cdot 50 = 225000 \text{ N}$$

## UNIT EMPAT GETARAN, GELOMBANG DAN ALAT OPTIK

### A. Ringkasan Materi

Getaran adalah gerak bolak-balik secara periodik melewati titik keseimbangan. Keadaan titik yang bergetar dinyatakan dengan persamaan simpangan, kecepatan, dan percepatan.

$$Y = A \cdot \sin \omega t \qquad v = \omega \cdot A \cdot \cos \theta \qquad a = -\omega^2 \cdot y$$

Getaran harmonik secara alamiah terjadi pada pegas dan ayunan bandul.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \qquad T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Energi getaran adalah energi mekanik, terdiri dari energi kinetik dan energi potensial

$$E_k = \frac{1}{2} k \cdot A^2 \cos^2 \theta = \frac{1}{2} k (A^2 - y^2) \qquad k = m \cdot \omega^2$$

$$E_p = \frac{1}{2} k \cdot A^2 \sin^2 \theta = \frac{1}{2} k \cdot y^2 \qquad \omega = 2\pi \cdot f = \frac{2\pi}{T}$$

$$E_m = \frac{1}{2} k \cdot A^2$$

### Persamaan gelombang berjalan

$$Y = A \cdot \sin(\omega t - k \cdot x)$$

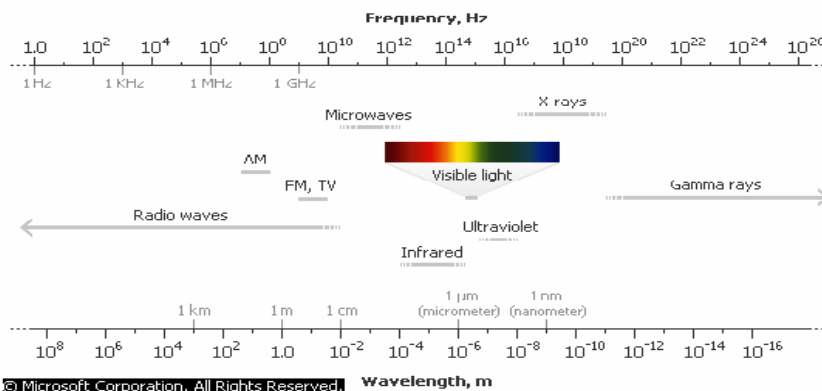
$$\omega = 2\pi \cdot f \qquad k = \frac{2\pi}{\lambda} \qquad v = \lambda \cdot f = \frac{\omega}{k}$$

Persamaan gelombang stasioner (hasil perpaduan gelombang dengan arah berlawanan).

Ujung bebas  $Y = 2A \cos k \cdot x \cdot \sin \omega(t - \frac{l-x}{v})$

Ujung terikat  $Y = 2A \sin k \cdot x \cdot \cos \omega(t - \frac{l-x}{v})$

**Spektrum gelombang elektromagnetik** yang dipancarkan matahari berdasarkan kenaikan frekuensi adalah sebagai berikut.





**Interferensi** Gelombang adalah perpaduan dua gelombang yang koheren. Hasilnya berupa interferensi konstruktif atau maksimum (*jika selisih lintasan  $\Delta x = 0, \lambda, 2\lambda, \dots$* ) dan interferensi destruktif atau minimum (*jika selisih lintasan  $\Delta x = \frac{1}{2}\lambda, \frac{3}{2}\lambda, \frac{5}{2}\lambda, \dots$* ).

**Interferensi celah ganda dan celah banyak** (kisi)

$$\Delta x = d \cdot \sin \theta = \frac{d \cdot p}{L}$$

Terang  $\rightarrow \Delta x = 0, \lambda, 2\lambda, \dots$

Gelap  $\rightarrow \Delta x = \frac{1}{2}\lambda, \frac{3}{2}\lambda, \frac{5}{2}\lambda, \dots$

**Difraksi** adalah peristiwa lenturan gelombang karena melewati celah sempit. Difraksi pada celah tunggal berlaku:

$$\Delta x = d \cdot \sin \theta = \frac{d \cdot p}{L}$$

Gelap  $\rightarrow \Delta x = n \cdot \lambda$   $n = \text{orde difraksi}$

Terang  $\rightarrow \Delta x = \frac{3}{2}\lambda, \frac{5}{2}\lambda, \dots$

**Intensitas bunyi** tergantung pada jarak, panjang gelombang, frekuensi, cepat rambat dan amplitudo gelombang.

$$I \approx \lambda, v, f^2, A^2$$

$$I \approx \frac{1}{r^2}$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$$

Taraf intensitas (satuan dB)

- Satu sumber bunyi  $TI = 10 \log \frac{I}{I_0}$

- Jika jarak sumber berubah  $TI_2 = TI_1 - 20 \log \frac{r_2}{r_1}$

- Jika terdapat beberapa sumber bunyi identik  $TI_2 = TI_1 + 10 \log n$

**Efek Dopler** merupakan gejala terjadinya perbedaan frekuensi antara sumber dan pendengar akibat gerak relatif sumber dan pendengar.

$$f_p = f_s \left( \frac{v \pm v_p}{v \pm v_s} \right) \text{ letakkan P di kiri dan S di kanan } \rightarrow \text{arah kanan positif.}$$

Alat optik yang sering digunakan berfungsi untuk membantu daya penglihatan manusia (daya akomodasi), misalnya lup, kacamata, mikroskop, dan teropong. Alat optik tersebut memanfaatkan sifat dan pembiasan cahaya pada lensa.

Pada **lensa** berlaku persamaan  $\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$

**Sifat lensa negatif** adalah divergen, selalu membentuk bayangan maya, tegak, dan diperkecil.

**Sifat lensa positif** adalah konvergen, bayangannya bergantung pada letak benda dari lensa.

**Kekuatan lensa** dinyatakan dengan dioptri (D)

$$D = \frac{1}{f(m)} = \frac{100}{f(cm)}$$

Kaca mata lensa positif digunakan oleh penderita cacat mata rabun dekat yang ingin melihat normal pada jarak  $s = 25 \text{ cm}$ . Bayangan kaca mata jatuh pada titik dekat penderita (hipermetrop), yaitu  $s' = -$  **titik dekatnya**.

Kaca mata lensa negatif digunakan oleh penderita cacat mata rabun jauh yang ingin melihat normal pada jarak jauh ( $s =$  **tak hingga**). Bayangan kaca mata jatuh pada titik jauh penderita (miop), yaitu  $s' = -$  **titik jauhnya**.

**Lup** digunakan untuk melihat benda kecil agar terlihat lebih besar. Perbesaran lup tergantung akomodasi mata.

Akomodasi maksimum  $M = \frac{PP}{f} + 1$

Tidak berakomodasi  $M = \frac{PP}{f}$

**Mikroskop** memiliki dua lensa positif yang berbeda jarak fokusnya, yaitu lensa objektif dan lensa okuler ( $f_{ob} < f_{ok}$ )

Perbesaran mikroskop  $M = M_{ob} \times M_{ok}$   $M_{ob} = \frac{s'}{s}$

$M_{ok} = \text{Lup}$

Pada saat akomodasi maksimum, bayangan okuler tepat pada titik dekat pengamat.

Pada saat tidak berakomodasi, bayangan objektif tepat pada titik fokus okuler.

Panjang mikroskop  $d = s'_{ob} + s_{ok}$

**Teropong** digunakan untuk melihat benda yang sangat jauh ( $f_{ob} > f_{ok}$ )

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

Panjang teropong

$d = f_{ob} + f_{ok}$  untuk teropong bintang-panggung

$d = f_{ob} + f_{ok} + f_p$  untuk teropong bumi

## B. Contoh Pembahasan

1. Getaran benda elastis memiliki persamaan simpangan  $Y = 0,2 \sin 10\pi.t$ , y dalam meter dan t dalam sekon. Kecepatan maksimum getaran adalah ...

A, 31,4 m/s                      B, 12,6 m/s

C, 6,28 m/s                      D, 3,14 m/s

E, 1,26 m/s

Jawaban: C

Penjelasan:

$$\omega = 10\pi \text{ dan } A = 0,2$$

$$v_{\max} = \omega \cdot A = 10\pi \cdot (0,2) = 2\pi = 6,28 \text{ m/s}$$

2. Beban 200 gram diikat dengan tali yang panjangnya 61,25 cm. Beban berayun membentuk gerak harmonis sederhana dengan simpangan 5 cm. Jika percepatan gravitasi  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$ , periode bandul adalah ....

A, 3,14 detik                      B, 1,57 detik

C, 1,05 detik                      D, 0,63 detik

E, 0,25 detik

Jawaban: B

Penjelasan:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = 2 \cdot (3,14) \sqrt{\frac{0,6125}{9,8}} = 6,28 \sqrt{\frac{1}{16}} = \frac{6,28}{4} = 1,57$$

3. Gelombang berjalan memiliki persamaan simpangan  $Y = 0,2 \sin 4\pi \cdot t \cos 5\pi \cdot x$

Berdasarkan persamaan tersebut.

(1) frekuensinya 4 Hz

(2) panjang gelombang 0,4 m

(3) cepat rambat 0,8 m/s

(4) terjadi pada ujung tetap

Pernyataan yang benar adalah ...

A. 1, 2, dan 3 saja

B. 1 dan 4 saja

C. 1, 3, dan 4 saja

D. 3 dan 4 saja

E. 2 dan 3 saja

Jawaban: E

Penjelasan:

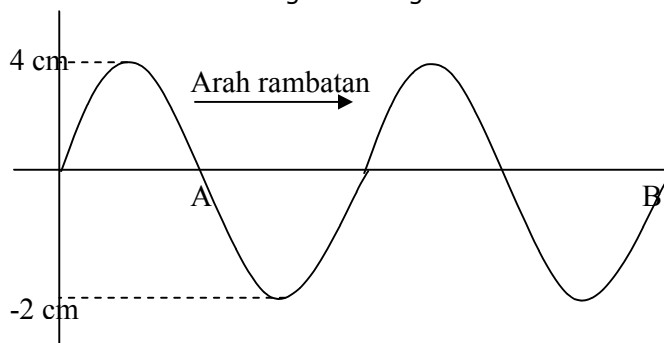
$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{4\pi}{2\pi} = 2 \text{ Hz}$$

$$\lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{5\pi} = 0,4 \text{ m}$$

$$v = \lambda \cdot f = 0,8 \text{ m/s}$$

Terjadi pada ujung bebas (pada persamaan simpangan tertulis  $\cos kx$ )

4. Perhatikan ilustrasi gelombang berikut.



Gelombang merambat dari A ke B ( $AB = 6 \text{ m}$ ) dengan frekuensi  $4 \text{ Hz}$ . Persamaan gelombang yang tepat adalah ....

A.  $Y = 0,04 \sin 2\pi (4t - \frac{x}{4})$

D.  $Y = 0,03 \sin 2\pi (8t - \frac{x}{2})$

B.  $Y = 0,04 \sin 2\pi (8t - \frac{x}{2})$

E.  $Y = 0,03 \sin 2\pi (4t + \frac{x}{4})$

C.  $Y = 0,03 \sin 2\pi (4t - \frac{x}{4})$

Jawaban: C

Penjelasan:

Amplitudo =  $\frac{1}{2} (4 - -2) = 0,03 \text{ m}$

$$\lambda = \frac{6}{1,5} = 4 \text{ m}$$

$$Y = A \sin 2\pi (f.t - \frac{x}{\lambda})$$

$$Y = 0,03 \sin 2\pi (4t - \frac{x}{4})$$

5. Cahaya polikromatik datang tegak lurus pada dua celah yang terpisah  $5 \text{ mm}$ . Sebuah layar diletakkan pada jarak  $1 \text{ m}$  dari celah untuk menampilkan pola garis terang. Jarak dua garis yang berdekatan ternyata  $5 \text{ cm}$ . Panjang gelombang cahaya yang digunakan adalah ....

A.  $500 \mu\text{m}$

B.  $250 \mu\text{m}$

C.  $200 \mu\text{m}$

D.  $125 \mu\text{m}$

D.  $100 \mu\text{m}$

Jawaban:

Penjelasan:

untuk satu gelombang  $1.\lambda = \frac{d.p}{L} = \frac{5 \times 10^{-3} \cdot (5 \times 10^{-2})}{1} = 25 \times 10^{-5} \text{ m} = 250 \mu\text{m}$

6. Siswa yang akan menyeberang jalan tertahan berdiri karena ada ambulance yang akan lewat dengan kecepatan tinggi  $90 \text{ km/j}$ . Ambulance meraung-raung membunyikan sirene dengan frekuensi  $945 \text{ Hz}$ . Jika cepat rambat bunyi saat itu  $340 \text{ m/s}$ , berapa frekuensi bunyi sirene yang didengar siswa sesaat sebelum Ambulance lewat?

A.  $1080 \text{ Hz}$

B.  $1020 \text{ Hz}$

C.  $980 \text{ Hz}$

D.  $945 \text{ Hz}$

E.  $910 \text{ Hz}$

Jawaban: B

Penjelasan:

Kecepatan ambulance (sumber) =  $90 \text{ km/jam}$



C. 15 kali

D. 25 kali

E. 30 kali

Jawaban: E

Penjelasan:

pada lensa objektif  $\frac{1}{s'} = \frac{1}{5} - \frac{1}{6} = \frac{1}{30}$

$$M_{ob} = \frac{s'}{s} = \frac{30}{6} = 5kali$$

$$M_{ok} = \frac{PP}{f} + 1 = \frac{25}{5} + 1 = 6kali$$

$$M_{total} = 5 \times 6 = 30 \text{ kali}$$

## UNIT LIMA

### KALOR, TEORI KINETIK GAS DAN TERMODINAMIKA

#### A. Ringkasan Materi

**Kalor** mempengaruhi suhu benda, wujud, dan ukurannya (pemuaiian). Banyaknya kalor yang diterima atau dilepas bergantung pada massa ( $m$ ), jenis, dan/ atau perubahan suhunya.

$$Q = m.c.\Delta t \quad Q = m.L$$

Jika dua benda berbeda suhu atau wujudnya akan terjadi perpindahan kalor dari suhu tinggi ke suhu rendah. Pada peristiwa pertukaran kalor berlaku **Azas Black**, yaitu

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

**Perpindahan kalor** dilakukan dengan cara konduksi (zat padat), konveksi (cair dan gas), dan radiasi (tanpa perantara)

$$Q = k.A.\frac{\Delta T}{L}.t \quad Q = H.A.\Delta T.t \quad Q = \delta.e.A.t.T^4$$

**Pemuaiian** tergantung pada perubahan suhu, jenis, dan ukuran awal

Pemuaiian panjang (padat)  $\Delta L = L_0\alpha.\Delta t$

Pemuaiian luas (padat)  $\Delta A = A_0\beta.\Delta t$

Pemuaiian volume (padat, cair, gas)  $\Delta V = V_0\gamma.\Delta t$

**Persamaan umum gas ideal** menggambarkan keadaan gas yang saling berpengaruh antara suhu, tekanan, volume dan mol gas.

$$P.V = n.R.T \quad P.V = N.k.T$$

$$n = mol = \frac{m}{M_R} \quad N = n.N_A \quad N_A = \text{Bilangan Avogadro}$$

**Energi kinetik gas** bergantung pada suhu dan derajat kebebasan.

$$E_k = (f)\frac{1}{2}kT \quad f = \text{derajat kebebasan}$$

Gas ideal (helium, neon, dan halogen lainnya) dan gas lain pada suhu rendah  $\rightarrow f = 3$

Diatomik ( $H_2$ ,  $O_2$ , dll) pada suhu sedang (300 – 1000 K)  $\rightarrow f = 5$

Diatomik ( $H_2$ ,  $O_2$ , dll) pada suhu tinggi (lebih dari 1000K)  $\rightarrow f = 7$

#### Usaha pada proses termodinamika

- Proses isobarik  $W = p.\Delta V$
- Proses isokhorik  $W = nol$
- Proses isotermik  $W = 2,3n.R.T \log \frac{V_2}{V_1}$

**Hukum utama termodinamika**, kalor yang diserap gas umumnya digunakan untuk kerja dan/atau penambahan energi dalamnya

$$Q = U + W$$

**Mesin Carnot** bekerja diantara reservoir suhu tinggi ( $T_1$ ) dan reservoir suhu rendah ( $T_2$ ). Siklus Carnot terdiri dari dua proses isotermik dan dua proses adiabatik.

Usaha per siklus  $W = Q_1 - Q_2$

Efisiensi mesin  $\eta = \frac{W}{Q_1} \times 100\% = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \times 100\%$

## B. Contoh Pembahasan

1. Panjang kawat pada suhu  $20^\circ\text{C}$  adalah 80,0 cm. Jika dipanaskan sampai  $70^\circ\text{C}$ , panjangnya menjadi 81,5 cm. Jika dipanaskan sampai  $200^\circ\text{C}$ , panjang kawat akan menjadi ....

- A. 85,4 cm                      B. 85,0 cm  
C. 84,5 cm                      D. 83,2 cm  
E. 82,5 cm

Jawab: A

Penjelasan:

$$\frac{\Delta L}{\Delta L'} = \frac{\Delta t}{\Delta t'} = \frac{50}{180} = \frac{5}{18}$$

$$\Delta L' = 1,5 \times \frac{18}{5} = 5,4 \text{ cm}$$

$$L = 80 + 5,4 \text{ cm} = 85,4 \text{ cm}$$

2. 100 gram air yang suhunya  $20^\circ\text{C}$  dicampur dengan 150 gram air yang suhunya  $80^\circ\text{C}$ . Suhu campuran akan menjadi ....

- A.  $20^\circ\text{C}$                       B.  $28^\circ\text{C}$   
C.  $40^\circ\text{C}$                       D.  $56^\circ\text{C}$   
E.  $80^\circ\text{C}$

Jawaban: C

Penjelasan:

$$m \cdot c \cdot \Delta t = m' \cdot c' \cdot \Delta t'$$

$$100 \cdot (1) \cdot (t - 20) = 150 \cdot (1) \cdot (80 - t)$$

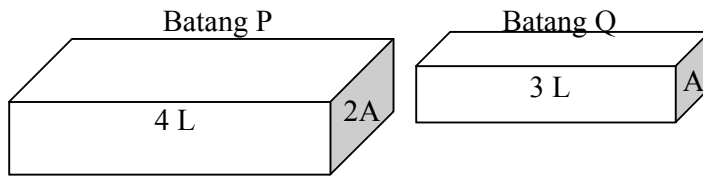
$$2t - 40 = 240 - 3t$$

$$5t = 200$$

$$t = 40$$



3. Dua batang P dan Q dengan konstanta konduktivitas sama mempunyai ukuran seperti gambar.



Bila beda suhu kedua ujung batang P dan Q sama, maka jumlah kalor konduksi persatuan waktu pada batang P dan Q berbanding ....

- A. 1 : 1                                      B. 2 : 3  
 C. 3 : 2                                      D. 3 : 8  
 E. 8 : 3

Jawaban: C

Penjelasan:

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

$$\frac{Q_A}{Q_B} = \frac{2A}{A} \times \frac{3L}{4L} = \frac{3}{2}$$

4. Sebanyak 3 liter gas Argon pada suhu 27°C tekanan 1 atm ( 1 atm = 10<sup>5</sup> Pa) berada dalam tabung. Jika konstanta gas umum R = 8,314 J.m<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup> dan banyaknya partikel tiap mol gas 6,02 x 10<sup>23</sup> partikel, maka banyaknya partikel gas Argon dalam tabung adalah ... partikel.

- A. 0,83 x 10<sup>23</sup>                              B. 0,72 x 10<sup>23</sup>  
 C. 0,42 x 10<sup>23</sup>                              D. 0,22 x 10<sup>23</sup>  
 E. 0,12 x 10<sup>23</sup>

Jawaban: B

Penjelasan:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$n = \frac{P \cdot V}{R \cdot T}$$

$$N = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} \cdot N_A = \frac{10^{-5} \cdot 3 \cdot 10^{-3}}{8,314 \cdot (300)} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 0,72 \cdot 10^{23}$$

5. Sejumlah gas menerima kalor 2000 joule dan melakukan kerja 500 kalori. Maka energi dalam gas ....

- A. naik 2500 Joule                              B. naik 1500 Joule  
 C. turun 1500 Joule                              D. turun 2000 Joule  
 E. turun 2200 joule

Jawaban: E

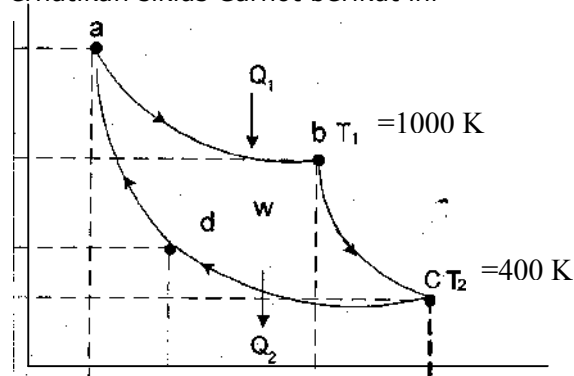
Penjelasan:

$$\Delta Q = \Delta U + W$$

$$200 = \Delta U + 500(4,2)$$

$$\Delta U = 2000 - 4200 = -2200J$$

6. Perhatikan siklus Carnot berikut ini



Jika dalam tiap siklus menyerap 4000 joule, maka usaha per siklus adalah ....

- A. 4000 Joule
- B. 3600 joule
- C. 3200 Joule
- D. 2400 Joule
- E. 1600 Joule

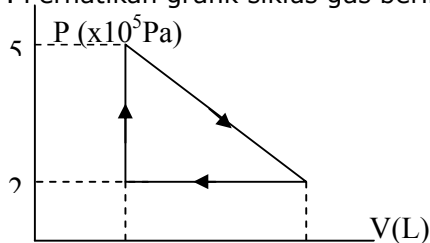
Jawaban:D

Penjelasan:

$$W = \eta x Q_1 = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) x Q_1 = \left(1 - \frac{400}{1000}\right) x 4000$$

$$W = 0,6.(4000) = 2400Joule$$

7. Perhatikan grafik siklus gas berikut.



Usaha gas per siklus adalah ....

- A, 900 Joule
- B, 1200 Joule
- C, 1500 Joule
- D, 1800 joule
- E, 2400 joule

Jawaban:A

Penjelasan:

$$W = Luas = \frac{1}{2} (3x10^5)(6x10^{-3}) = 900$$

## UNIT ENAM LISTRIK DAN MAGNIT

### A. Ringkasan Materi

**Hukum Coulomb** menjelaskan bahwa antara dua muatan listrik terdapat gaya elektrostatik (tolak/tarik) yang besarnya sebanding dengan besar muatan dan berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya.

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

$$k = \frac{1}{4\pi \cdot \epsilon}$$

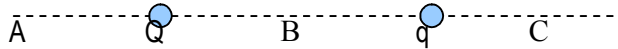
$$F \approx \frac{1}{\epsilon}$$

**Medan listrik** adalah gaya per satuan muatan

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

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

Di antara dua muatan listrik terdapat titik yang memiliki kuat medan nol



Jika kedua muatan sama jenisnya, maka daerah B terdapat titik dengan kuat medan listrik nol

Jika kedua muatan beda jenisnya, maka daerah A atau C terdapat titik dengan kuat medan listrik nol

**(letaknya selalu lebih dekat ke muatan yang lebih kecil)**

**Kapasitor** mampu menyimpan muatan listrik atau energi listrik. Kapasitas kapasitor keping sejajar bergantung pada luas penampang, jarak antar celah, dan isolator (dielektrikum) antara dua keping.

$$Q = C \cdot V$$

$$W = \frac{1}{2} Q \cdot V = \frac{1}{2} C \cdot V^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

$$C = K \cdot \epsilon_o \frac{A}{d}$$

Rangkaian kapasitor seri memperkecil kapasitas rangkaian, sedangkan susunan paralel memperbesar kapasitas rangkaian.

$$C_p = C_1 + C_2 + \dots$$

$$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots$$

**Hukum Kirchoff** menjelaskan arus listrik pada rangkaian tertutup dan bercabang.

Pada rangkaian bercabang  $\Sigma I_{masuk} = \Sigma I_{keluar}$

Pada loop tertutup  $\Sigma E + \Sigma I(R + r) = Nol$

**Medan magnet** disebabkan karena: ada magnet di sekitarnya, atau ada arus listrik di sekitarnya. Adanya medan magnet di sekitar arus listrik ditemukan oleh Oersted.

Besarnya induksi magnet (kuat medan magnet) di sekitar arus listrik bergantung pada: kuat arus, jarak, dan panjang kawat.

Kawat lurus  $B = \frac{\mu_o \cdot I}{2\pi \cdot r}$

Kawat melingkar  $B = \frac{\mu_o \cdot I}{2 \cdot r}$

Solenoida  $B = \mu_o I \frac{N}{l}$

Interaksi antara medan magnet dan arus listrik, menimbulkan **gaya magnetik** (gaya Lorentz).

$$F = B \cdot i \cdot l \sin \theta \qquad F = \frac{\mu_o \cdot I_1 \cdot I_2}{2\pi r} l \qquad F = q \cdot v \cdot B$$

Prinsip gaya magnetik diterapkan pada motor listrik, meteran listrik, dll.

**Induksi Faraday** menjelaskan gejala terjadinya arus listrik akibat adanya perubahan medan magnet atau fluks magnet.

$$\varepsilon = N \frac{\partial \Phi}{\partial t} \qquad \Phi = B \cdot A \cdot \cos \theta$$

- Kawat bergerak (A berubah)  $\varepsilon = B \cdot l \cdot v$
- Medan magnet berubah  $\varepsilon = N \cdot A \cdot \cos \theta \cdot \frac{\partial B}{\partial t}$
- Sudut berubah (diputar)  $\varepsilon = N \cdot B \cdot A \cdot \omega \cdot \sin \theta$

**Arus bolak-balik** yang dihasilkan generator dengan menerapkan prinsip induksi Faraday. Arus maupun tegangan bolak balik memiliki nilai sinusoidal dengan persamaan.

$$\varepsilon = \varepsilon_{mak} \sin \omega t \qquad i = i_{mak} \sin \omega t \qquad \varepsilon = i \cdot Z$$

Z = impedansi, merupakan nilai hambatan total rangkaian dengan satuan ohm

Hambatan rangkaian arus bolak balik terdiri dari resistor, induktor, dan/ atau kapasitor.

- Pada rangkaian resistor murni, arus dan tegangan sefase  $\rightarrow Z = R$
- Pada rangkaian induktor murni, tegangan mendahului arus dengan beda fase  $\frac{\pi}{2} \rightarrow$

$$Z = X_L = \omega \cdot L$$

- Pada rangkaian kapasitor murni, arus mendahului tegangan dengan beda fase  $\frac{\pi}{2} \rightarrow$

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

- Pada rangkaian seri R-L-C, arus dan tegangan memiliki beda fase  $\theta \rightarrow$

$$\tan \theta = \frac{X_L - X_C}{R}$$

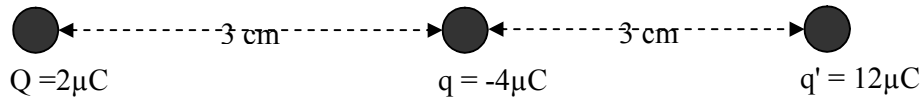
Impedansi rangkaian R-L-C  $\rightarrow Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

Tegangan total  $\varepsilon = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}$

Jika  $X_L = X_C$ , maka  $V_L = V_C$ , akan terjadi peristiwa resonansi. Pada saat resonansi nilai Z menjadi minimum, sedangkan kuat arus menjadi maksimum.

## B. Contoh Pembahasan

1. Perhatikan tiga muatan titik berikut ini



Besar gaya yang dialami muatan Q akibat muatan q dan muatan q' adalah ....

- A. 20 N
- B. 18 N
- C. 12 N
- D. 6 N
- E. no

Jawaban: A

Penjelasan:

Muatan Q akan mengalami tarikan oleh q dan tolakan q' yang arahnya berlawanan, maka

$$F_R = k \frac{Q \cdot q}{r_1^2} - k \frac{Q \cdot q'}{r_2^2}$$
$$F_R = 9 \times 10^9 \cdot 2 \times 10^{-6} \left( \frac{4 \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2} - \frac{12 \times 10^{-6}}{(6 \times 10^{-2})^2} \right)$$
$$F_R = 20 \text{ N}$$

2. Dua muatan A dan B masing-masing  $20 \mu\text{C}$  dan  $-45 \mu\text{C}$  terpisah sejauh 2 cm. Titik P berada di sekitar kedua muatan, mengalami kuat medan nol. Letak titik P adalah ....

- A. 2 cm dari A dan 2 cm dari B
- B. 1 cm dari A dan 1 cm dari B
- C. 1 cm dari A dan 3 cm dari B
- D. 4 cm dari A dan 2 cm dari B
- E. 4 cm dari A dan 6 cm dari B

Jawaban:

Penjelasan

Karena kedua muatan berbeda jenis, titik P berada di luar garis hubung lebih dekat ke muatan yang kecil, yaitu di kiri A

$$E_A = E_B$$

$$k \frac{Q_A}{r_A^2} = k \frac{Q_B}{r_B^2}$$

$$\frac{20}{x^2} = \frac{45}{(x+2)^2}$$

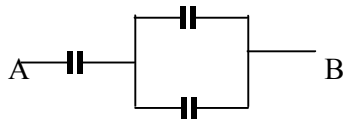
$$5 \left( \frac{2}{x} \right)^2 = 5 \left( \frac{3}{x+2} \right)^2$$

$$3x = 2x + 4$$

$$x = 4$$

Berarti 4 cm dari A di kiri A dan 6 cm dari B

3. Perhatikan rangkaian kapasitor berikut.



Kapasitas masing-masing kapasitor adalah 12 F. Jika beda potensial AB = 12 Volt, maka energi yang tersimpan pada kapasitor A adalah ....

- A. 384 J                      B. 192 J  
C. 167 J                      D. 150 J  
E. 144 J

Jawaban:

Penjelasan:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{C_2}{C} = \frac{24}{12} = \frac{2}{1}$$

Tegangan pada kapasitor 6 F adalah  $\rightarrow V = \frac{2}{3} \times 12 = 8 \text{ Volt}$

Energi kapasitor  $W = \frac{1}{2} C \cdot V^2 = \frac{1}{2} 12 (8)^2 = 384 \text{ Joule}$

4. Dua kawat lurus dan panjang ditempatkan sejajar masing-masing berarus listrik 4 A dan 3 A terpisah sejauh 5 cm dengan arah berlawanan. Titik P berada pada jarak 4 cm dari kawat pertama dan 3 cm dari kawat ke dua. Kuat medan magnet di titik P adalah ....

- A.  $4 \times 10^{-5} \text{ Tesla}$                       B.  $2 \times 10^{-5} \sqrt{3} \text{ Tesla}$   
C.  $2 \times 10^{-5} \sqrt{2} \text{ Tesla}$                       D.  $2 \times 10^{-5} \text{ Tesla}$   
E.  $1 \times 10^{-5} \sqrt{2} \text{ Tesla}$

Jawaban:

Penjelasan: C

Induksi magnetik di titik P, yaitu  $B_1$  dan  $B_2$  saling tegak lurus

$$B_1 = \mu \frac{I_1}{2\pi r_1} = 4\pi \times 10^{-7} \frac{4}{4 \times 10^{-2}} = 2 \times 10^{-5}$$

$$B_2 = \mu \frac{I_2}{2\pi r_1} = 4\pi \times 10^{-7} \frac{3}{3 \times 10^{-2}} = 2 \times 10^{-5}$$

$$B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = 2 \times 10^{-5} \sqrt{2} \text{ Tesla}$$

5. Kawat lurus yang panjangnya 50 cm berada pada medan magnet homogen 20 T arah ke atas. Arus listrik pada kawat 2 A arah ke Barat. Besar dan arah gaya magnetik yang dialami kawat adalah ....

- A. 20 N ke atas                      B. 10 N ke utara  
C. 20 N ke timur                  D. 10 N ke Barat  
E. 20 N ke utara

Jawaban: E

Penjelasan:

$$F = B \cdot I \cdot L = 20 (2) \cdot (0,5) = 20 \text{ N}$$

Arah ke utara (kaidah tangan kanan)

6. Medan magnet pada kumparan yang terdiri dari 100 lilitan berubah dari 20 weber menjadi nol dalam waktu 5 detik. GGL induksi yang terjadi adalah ....

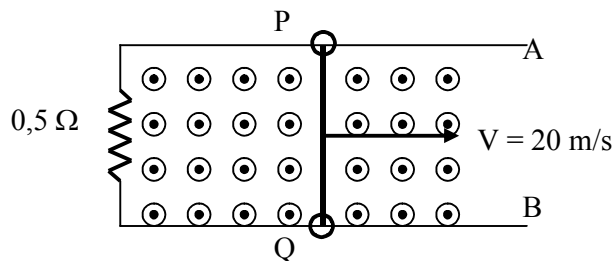
- A. 50 volt                              B. 100 volt  
C. 200 volt                            D. 400 volt  
E. 500 volt

Jawaban: D

Penjelasan:

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -100 \frac{20}{5} = 400 \text{ Volt}$$

7. Kawat PQ panjang 50 cm digerakkan tegak lurus sepanjang kawat AB memotong medan magnetik serba sama 0,05 Tesla seperti pada gambar:



Besar dan arah arus induksi hambatan  $0,5 \Omega$  adalah ....

- A. 1 ampere dari P ke Q      B. 1 ampere dari Q ke P  
C. 4 ampere dari P ke Q      D. 4 ampere dari Q ke P  
E. 4,8 ampere dari P ke Q

Jawaban: B

Penjelasan:

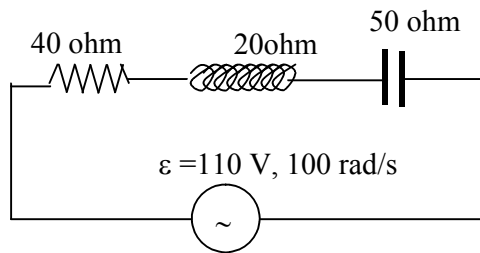
$$\varepsilon = B.l.v = 0,05(0,5).20 = 0,5 \text{ volt}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{0,5}{0,5} = 1A$$

Arah arus pada kawat PQ dari P ke Q

Arah arus pada hambatan R dari Q ke P

8. Perhatikan gambar rangkaian berikut:



Besar impedansi rangkaian adalah ...

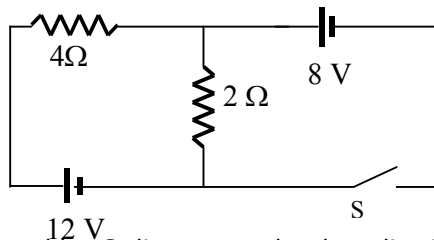
- A. 20 ohm  
B. 30 ohm  
C. 40 ohm  
D. 50 ohm  
E. 110 ohm

Jawaban:D

Penjelasan:

$$Z = \sqrt{40^2 + (20 - 50)^2} = 50 \text{ ohm}$$

9. Perhatikan rangkaian berikut ini



Bila saklar S ditutup, maka daya listrik pada  $R = 4 \Omega$  adalah ....

- A. 4 Watt  
B. 9 Watt  
C. 18 Watt  
D. 20 Watt  
E. 32 Watt

Jawaban:

Penjelasan:

Hukum Kirchoff

$$\Sigma E + \Sigma I.R = 0 \text{ dan } I_3 = I_1 + I_2$$

Loop kanan:

Terdapat arus  $I_2$  dan  $I_3$  berlawanan arah jarum jam

$$-8 + 2I_3 + (0)I_2 = 0 \rightarrow I_3 = 4$$

Loop kiri:



Terdapat arus  $I_1$  dan  $I_3$  searah jarum jam

$$-12 + 4I_1 + 2I_3 = 0 \rightarrow 4I_1 = 12 - 2(4) = 4$$

Arus pada  $R = 4 \Omega \rightarrow I_1 = 1 \text{ A}$

$$\text{Daya} = I^2 \cdot R = 1^2 \cdot 4 = 4 \text{ Watt}$$

## UNIT TUJUH FISIKA MODERN

### A. Ringkasan Materi

**Kecepatan relatif** menurut Galileo  $v = v_1 + v_2$

**Kecepatan relatif** menurut Einstein  $v = \frac{v_1 + v_2}{1 + \frac{v_1 \cdot v_2}{c^2}}$

**Relativitas waktu:** waktu menurut acuan bergerak relatif lebih lama (dilatasi waktu-melar)  $t = \gamma \cdot t_o$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

Massa yang diukur menurut pengamat bergerak lebih besar  $m = \gamma \cdot m_o$

Panjang yang diukur menurut pengamat bergerak lebih pendek  $L = \frac{L_o}{\gamma}$

**Kesetaraan massa dan energi** menurut Einstein  $E = m \cdot c^2$

Hubungan antara energi kinetik relativistik dengan energi diam dan energi total adalah  $E = E_o + E_k$   $E_k = (\gamma - 1)E_o$   $E_o = m_o \cdot c^2$

### **Teori atom Thomson:**

- Atom berbentuk bola terdiri dari muatan positif dan negatif
- Muatan positif dan negatif tersebar secara merata seperti roti kismis

### **Teori atom Rutherford**

- Muatan positif atom terpusat di tengah atom (inti atom)
- Muatan negatif bergerak mengelilingi inti
- Elektron yang bergerak akan kehilangan energi selama gerakannya sehingga memecarkan energi kontinu

### **Teori atom Bohr**

- Muatan positif berada dalam inti atom
- Elektron bergerak pada lintasan tertentu tanpa mengalami kehilangan energi
- Elektron dapat pindah lintasan dengan menyerap atau melepas energi

- Besar momentum sudut elektron  $L = m \cdot v \cdot r = n \frac{h}{2\pi}$

Radiasi benda hitam memiliki energi  $W = e \cdot \delta \cdot A \cdot t \cdot T^4$

Panjang gelombang yang semakin pendek jika suhu semakin tinggi

$\lambda_m \cdot T = C$  → Hukum pergeseran Wien

Radiasi yang dipancarkan merupakan paket-paket energi secara diskrit, disebut kuantum.

Besar energi **kuantum**  $E = h.f = h \frac{c}{\lambda}$

Pada peristiwa **efek fotolistrik**, besar energi kinetik elektron yang lepas tergantung pada:

- energi (frekuensi) foton yang datang
- fungsi kerja (energi ambang) elektron pada logam

$$E_k = E - W_o \quad E_k = h.f - h.f_o$$

Elektron tidak terlepas jika besar energi (frekuensi) foton kurang dari energi (frekuensi) ambang dari logam yang digunakan, meskipun intensitas foton terus meningkat.

Salah satu sifat kuantum (foton) memiliki momentum (p).  $p = \frac{h}{\lambda}$

**Inti atom** atau nuklida diberi lambang  ${}_Z X^A$

Z = jumlah proton    X = nama nuklida    A = jumlah nukleon

A-z = jumlah neutron

Meskipun terdapat proton-proton saling tolak dalam inti, namun ikatan inti sangat kuat karena terdapat energi ikat inti yang menghasilkan gaya inti. Gaya ikat inti jauh lebih kuat dari gaya elektrostatis, namun jangkauannya sangat pendek (sekitar  $10^{-15}$  m).

Energi ikat inti muncul ketika terbentuk nuklida dari proton-neutron yang kehilangan massa (defek massa -  $\Delta m$ ).

**Defek massa**  $\Delta m = (z.m_p + (A - z).m_n) - m_{inti}$

**Energi ikat inti**  $E = \Delta m.c^2$  atau  $E = \Delta m.x931MeV$

Jika jumlah nukleon makin banyak (misalnya inti berat) maka volume nuklida makin besar, akibatnya makin melebihi jangkauan gaya ikat inti. Nuklida akan tidak stabil dan melepas sebagian nukleonnya (proton, neutron, atau lainnya). Peristiwa ini dinamakan peluruhan dengan memancarkan radiasi untuk mencapai kestabilan inti.

Waktu yang dibutuhkan isotop menjadi setengahnya disebut waktu paruh.

$$N = N_o.e^{-\lambda.t} \quad \frac{N}{N_o} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}} \quad T = \frac{0,693}{\lambda} \quad A = \lambda.N$$

Beberapa radiasi yang dipancarkan dalam reaksi inti.

Neutron  ${}_0n^1$

Proton  ${}_1p^1$

Deutron  ${}_1H^2$

Tritron  ${}_1H^3$

Alpha  ${}_2He^4$

Beta  $-\beta^0$   
 Positron  $+\beta^0$

Radiasi dari berbagai inti tidak stabil dinamakan radioisotop. Radioisotop banyak dimanfaatkan untuk kehidupan manusia bidang industri, kedokteran-kesehatan, pertanian, dan lain-lain.

Radioisotop sebagai perunut:

$I^{123}$  untuk deteksi gagal ginjal dan tumor gondok

$Na^{24}$  untuk deteksi kedudukan penyempitan pembuluh darah (trombosit)

Silikon untuk kebocoran pipa saluran minyak

Untuk pengobatan membunuh sel kanker digunakan  $Co^{60}$

Untuk sterilisasi digunakan sinar gamma

Radiasi sinar beta dari  $Sr^{90}$  untuk industri kertas (ketebalan)

Penentuan umur fosil dengan  $C^{14}$

## B. Contoh Pembahasan

1. Berapa energi foton yang memiliki panjang gelombang 500 nm jika konstanta Planck =  $6 \times 10^{-34}$  J.s?

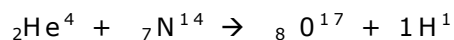
- A.  $3,6 \times 10^{-19}$  Joule                      B.  $3,0 \times 10^{-19}$  Joule  
 C.  $1,8 \times 10^{-19}$  Joule                      D.  $1,2 \times 10^{-19}$  Joule  
 E.  $8,3 \times 10^{-20}$  Joule

Jawaban: A

Penjelasan:

$$E = h \frac{c}{\lambda} = 6 \times 10^{-34} \frac{3 \times 10^8}{500 \times 10^{-9}} = 3,6 \times 10^{-19} \text{ Joule}$$

2. Jika Nitrogen ditembak dengan partikel alfa, maka dihasilkan sebuah inti Oksigen dan sebuah proton seperti terlihat pada reaksi inti berikut ini:



Diketahui massa inti

$${}_2\text{He}^4 = 4,00260 \text{ sma} \quad {}_7\text{N}^{14} = 14,00307 \text{ sma}$$

$${}_8\text{O}^{17} = 16,99913 \text{ sma} \quad {}_1\text{H}^1 = 1,00783 \text{ sma}$$

Jika 1 sma setara dengan energi 931 Mev, maka pada reaksi di atas ....

- A. dihasilkan energi 1,20099 MeV                      D. diperlukan energi 1,10000 MeV  
 B. diperlukan energi 1,20099 MeV                      E. diperlukan energi 1,00783 MeV  
 C. dihasilkan energi 1,10000 MeV

Jawaban: A

Penjelasan:

$$\text{Energi reaksi} = \Delta m \cdot c^2$$

$$\Delta m = \Sigma m_{\text{kiri}} - \Sigma m_{\text{kanan}}$$

$$E = ((4,00260 + 14,00307) - (16,99913 + 1,00783)) \times 931 \text{ MeV}$$

$$= 1,20099 \text{ MeV}$$

Positip → dihasilkan energi

Negatip → diperlukan energi

3. Massa unsur radioaktif suatu fosil ketika ditemukan adalah 0,5 gram. Diperkirakan massa unsur radioaktif yang dikandung mula-mula adalah 2 gram. Jika waktu paruh unsur radioaktif tersebut 6000 tahun maka umur fosil tersebut adalah ....

- A. 18.000 tahun                      B. 12.000 tahun  
C. 9.000 tahun                        D. 6.000 tahun  
E. 2.000 tahun

Jawaban: B

Penjelasan:

$$\frac{m}{m_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{6000}}$$

$$\left(\frac{0,5}{2}\right) = \left(\frac{1}{2}\right)^2$$

$$t = 2 \times 6000 = 12000 \text{ tahun}$$

4. Panjang gelombang yang dideteksi adalah 58 nm. Jika konstanta Wien =  $2,9 \times 10^{-3}$  m.K, maka suhu radiasi gelombang adalah ....

- A. 500000 K                            B. 200000 K  
C. 50000 K                             D. 20000 K  
E. 10000 K

Jawaban: C

Penjelasan:

$$\lambda_m \cdot T = C$$

$$T = \frac{2,9 \times 10^{-3}}{58 \times 10^{-9}} = 50000 \text{ K}$$

5. Berapa momentum foton yang memiliki panjang gelombang 400 nm jika konstanta Planck =  $6 \times 10^{-34}$  J.s?

- A.  $3,6 \times 10^{-27}$  N.s                      B.  $3,0 \times 10^{-27}$  N.s  
C.  $1,8 \times 10^{-27}$  N.s                      D.  $1,5 \times 10^{-27}$  N.s  
E.  $8,3 \times 10^{-28}$  N.s

Jawaban: D

Penjelasan:

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6 \times 10^{-34}}{400 \times 10^{-9}} = 1.5 \times 10^{-27}$$

6. Pilot pesawat angkasa luar melintasi mendekati Bumi dengan laju  $0,8c$ . Ia menangkap pajang landasan sepanjang 900 m. Pajang landasan menurut petugas Bandara adalah...

- a. 600 m  
b. 900 m  
c. 1000 m  
d. 1200 m  
e. 1500 m

Jawaban; E

Penjelasan:

$$L = L_0 \sqrt{1 - \left(\frac{v^2}{c^2}\right)}$$

$$800 = L_0 \sqrt{1 - \left(\frac{0.64c^2}{c^2}\right)}$$

$$L_0 = 1500 \text{ m}$$

7. Dua orang kembar Rahul dan Vijay sama-sama bekerja pada Badan Antariksa. Sehari setelah ulang tahun ke 25, Rahul bertugas ke Antariksa. Menurut perhitungan Rahul dengan pesawat yang kecepatannya  $0.6 c$  ia akan kembali setelah 12 tahun. Umur Rahul dan Vijay saat Rahul kembali ke Bumi adalah ...

- a. 40 tahun dan 37 tahun  
b. 37 tahun dan 40 tahun  
c. 40 tahun dan 40 tahun  
d. 37 tahun dan 37 tahun  
e. 38 tahun dan 37 tahun

Kunci Jawaban: B

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v^2}{c^2}\right)}} \quad \Delta t = \frac{12}{\sqrt{1 - \left(\frac{0.36v^2}{c^2}\right)}} = 15$$

$$\text{Umur Rahul} = 25 + 12 = 37 \text{ tahun}$$

$$\text{Umur Vijay} = 25 + 15 = 40 \text{ tahun}$$