

SESUAI  
KURIKULUM  
TERBARU

Indri Purwanti

# STRATEGI KEBUT SEMALAM

# Fisika

## SMA KELAS X, XI, & XII

SIAP & SUKSES Ujian  
dalam Semalam

- Intisari Materi yang Sering Keluar Ulangan
- Rumus Praktis dan Super Lengkap
- Trik Cerdik dan Cepat Selesaikan Soal:
  - Ulangan Harian
  - Ujian Nasional
  - Ulangan Semester
  - Ujian Masuk PTN

**PLUS!**

- Soal-Soal Ujian Nasional
- Soal-Soal Ujian Masuk PTN
- Disertai Pembahasan
  - + Kunci Jawaban Akurat
- 1 Paket Prediksi UN Fisika
  - + Kunci Jawaban Tepat & Jitu



**Undang-Undang Republik Indonesia  
Nomor 19 Tahun 2002 tentang Hak Cipta**

**Ketentuan Pidana  
Pasal 72**

1. Barang siapa dengan sengaja atau tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam pasal 2 ayat (1) atau pasal 49 ayat (1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barangsiapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana pada ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

**Indri Purwanti**

**Strategi**  
**Kebut Semalam**  
**Fisika SMA**  
**Kelas X, XI, dan XII**



# Strategi Kebut Semalam Fisika SMA Kelas X, XI, dan XII

Oleh: Indri Purwanti

© all rights reserved

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Penyunting : Fina

Pemeriksa Aksara : Triwanto

Desain Sampul : Gunawan

Penerbit:

**CAKRAWALA**

Jl. Cempaka Putih No. 8

Deresan CT X, Gejayan

Yogyakarta 55283

Telp (0274) 555939, 556043

Faks (0274) 546020

*Cetakan pertama, 2014*

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Strategi Kebut Semalam Fisika SMA Kelas X, XI,  
dan XII/Indri Purwanti, Penyunting: Fina - cet. 1-  
Yogyakarta: Penerbit Cakrawala, 2014, viii + 276  
hlm; 11 x 18 cm

ISBN (10) 979-383-261-4

ISBN (13) 978-979-383-261-6

1. Fina

II. Education

I. Judul

370



# KATA PENGANTAR

**Puji syukur** ke hadirat Tuhan YME, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan buku ini. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada rekan-rekan yang telah membantu terbitnya buku ini.

Tidaklah aneh jika dalam satu hari bisa ada ujian lebih dari satu mata pelajaran. Banyak siswa yang bingung menghadapi situasi semacam itu. Akibatnya, siswa menjadi tertekan dan berujung pada gagalnya menempuh ujian. Hal tersebut dapat kita siasati dengan strategi yang tepat dalam belajar.

Buku *Strategi Kebut Semalam Fisika SMA Kelas X, XI, dan XII* disusun untuk membantu siswa mempersiapkan diri menghadapi ulangan harian, ulangan semester, maupun ujian nasional. Materi disusun secara ringkas, sistematis, dan sesuai dengan kurikulum terbaru. Untuk penerapan terhadap materi dan rumus, disertakan soal-soal yang disertai pembahasan. Soal-soal tersebut bersumber dari soal UAS, UN, sampai SNMPTN.



Semoga buku ini dapat membantu siswa dalam mempelajari Fisika SMA dengan baik sekaligus membantu siswa menyusun strategi untuk menghadapi berbagai macam ulangan.

Penulis



# Daftar Isi

<b>Bab 1. Mekanika .....</b>	<b>1</b>
a. Besaran dan Satuan .....	2
Soal dan Pembahasan .....	4
b. Gerak .....	9
Soal dan Pembahasan .....	13
c. Dinamika Gerak Lurus .....	18
Soal dan Pembahasan .....	23
d. Usaha dan Energi .....	30
Soal dan Pembahasan .....	34
e. Gaya Gravitasi dan Pegas .....	41
Soal dan Pembahasan .....	46
f. Impuls dan Momentum .....	55
Soal dan Pembahasan .....	57
g. Dinamika Gerak Rotasi .....	66
Soal dan Pembahasan .....	71
<b>Bab 2. Zat dan Kalor .....</b>	<b>81</b>
a. Tekanan .....	82
b. Fluida .....	86
Soal dan Pembahasan .....	91
c. Zat dan Kalor .....	98
Soal dan Pembahasan .....	104
d. Teori Kinetik Gas dan Termodinamika .....	109
Soal dan Pembahasan .....	110
<b>Bab 3. Gelombang .....</b>	<b>117</b>
a. Gelombang Mekanik .....	118
b. Gelombang Bunyi .....	121
c. Gelombang Elektromagnet .....	124
d. Optik Fisis .....	126
e. Polarisasi Cahaya .....	131
Soal dan Pembahasan .....	134

<b>Bab 4. Optik dan Alat Optik .....</b>	<b>141</b>
a. Pemantulan Cahaya .....	142
Soal dan Pembahasan .....	145
b. Pembiasan Cahaya .....	149
Soal dan Pembahasan .....	154
c. Alat-Alat Optik .....	157
Soal dan Pembahasan .....	162
<b>Bab 5. Listrik dan Medan Magnet .....</b>	<b>169</b>
a. Listrik Statis .....	170
Soal dan Pembahasan .....	175
b. Listrik Arus Searah .....	182
Soal dan Pembahasan .....	188
c. Medan Magnet .....	196
Soal dan Pembahasan .....	200
d. Induksi elektromagnetik dan Arus AC .....	206
Soal dan Pembahasan .....	210
<b>Bab 6. Fisika Modern .....</b>	<b>221</b>
a. Teori Relativitas Khusus .....	222
Soal dan Pembahasan .....	225
b. Radiasi Benda Hitam dan Teori Kuantum ....	232
Soal dan Pembahasan .....	237
c. Atom Hidrogen dan Atom Berelektron	
Banyak .....	242
Soal dan Pembahasan .....	245
d. Fisika Inti dan Radioaktivitas .....	250
Soal dan Pembahasan .....	254
<b>Paket Prediksi UN SMA/MA .....</b>	<b>261</b>
<b>Kunci Jawaban Paket Prediksi UN SMA/MA .....</b>	<b>275</b>

**Strategi Kebut Semalam**

**Fisika SMA**



**MEKANIKA**

## A. BESARAN DAN SATUAN

### 1. Besaran Pokok

Besaran pokok adalah besaran yang satuannya telah ditentukan terlebih dahulu. Sedangkan dimensi merupakan cara menunjukkan bagaimana suatu besaran tersusun dari besaran-besaran pokok.

Satuan dan Dimensi Besaran Pokok

Besaran Pokok	Satuan	Dimensi
panjang	m	[L]
massa	kg	[M]
waktu	s	[T]
kuat arus listrik	A	[I]
suhu	K	[ $\theta$ ]
intensitas cahaya	cd	[J]
jumlah zat	mol	[N]

### 2. Besaran turunan

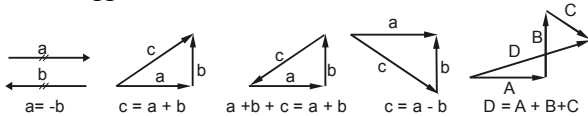
Besaran turunan adalah besaran yang satuannya diturunkan dari besaran pokok. Contoh: percepatan ( $a$ ), gaya ( $F$ ), momentum ( $p$ ), energi/usaha ( $E_k$ ,  $E_p$ ,  $E_m$ ,  $W$ ), daya ( $P$ ).

### 3. Vektor

Vektor adalah besaran yang memiliki nilai dan arah, contoh: gaya, kecepatan, perpindahan, momentum, dan lain sebagainya.



- Penggambaran Vektor



- Dua Vektor Berpadu

Resultan:  $R =$

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \sqrt{(F_1)^2 + (F_2)^2 + 2F_1F_2\cos\theta}$$

Selisih:

$$\vec{F}_1 - \vec{F}_2 = \sqrt{(F_1)^2 + (F_2)^2 - 2F_1F_2\cos\theta}$$

## 4. Angka Penting

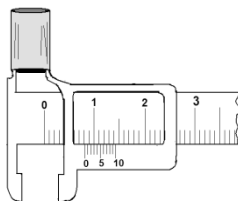
Angka penting adalah angka yang didapat dari hasil pengukuran.

Contoh:

- 0,0103 gram (dihitung dari kiri ke kanan dimulai dari angka bukan nol)  
0,0103 (terdapat tiga angka penting)  
→
- 10.200 meter (terdapat lima angka penting)  
→

## Soal dan Pembahasan

1. Untuk mengukur diameter dalam sebuah gelas dengan jangka sorong seperti pada gambar. Diameter dalam sebuah gelas adalah .... (UNAS, 2009)



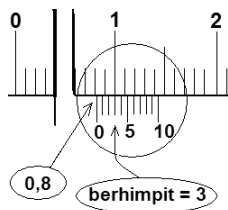
- A. 0,8    B. 0,83    C. 1,67    D. 2,2    E. 2,27

**Pembahasan:**

Dari gambar:

Terukur:

$$0,8 + 0,03 = 0,83 \text{ cm}$$



**Jawaban: B**

2. Besar tetapan Planck adalah  $6,6 \times 10^{-34}$  Js. Dimensi dari tetapan Planck adalah ...
- A.  $ML^{-1}T^{-1}$                       D.  $ML^2T^2$   
B.  $ML^{-1}T^2$                         E.  $ML^2T^{-1}$   
C.  $ML^{-2}T^2$

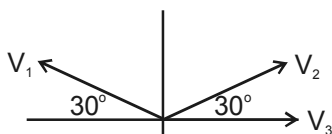
## Pembahasan:

$$\begin{aligned} \text{K. Plank } h &= 6,6 \times 10^{-34} \text{ J s} \\ &(\text{Joule} = (\text{kg})(\text{m/s})^2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Joule sekon} &= (\text{kg})(\text{m/s})^2 \cdot \text{s} \\ &= \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \rightarrow \text{M L}^2 \text{T}^{-1} \end{aligned}$$

**Jawaban: E**

3. Tiga buah vektor setitik tangkap terlihat seperti gambar berikut. Besar masing-masing vektor adalah  $|V_1| = 40$  satuan,  $|V_2| = 40$  satuan, dan  $|V_3| = 60$  satuan.



Besar resultan ketiga vektor tersebut adalah

....

- A. 60 satuan                      D. 180 satuan  
B. 72 satuan                      E. 220 satuan  
C. 100 satuan

## Pembahasan:

Datar ( $\sum x$ )

$$\begin{aligned} \sum x &= x_1 + x_2 + x_3 \\ &= -40 \cos 30^\circ + 40 \cos 30^\circ + 60 \\ &= 60 \end{aligned}$$

Tegak ( $\Sigma y$ )

$$\begin{aligned}\Sigma y &= x_1 + x_2 + x_3 \\ &= 40 \sin 30^\circ + 40 \sin 30^\circ + 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}&= 40 \cdot \frac{1}{2} + 40 \cdot \frac{1}{2} \\ &= 40\end{aligned}$$

$$\text{Resultan: } R = \sqrt{60^2 + 40^2} = 72 \text{ satuan}$$

**Jawaban: B**

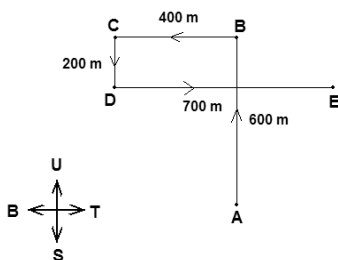
4. Fitria melakukan perjalanan napak tilas dimulai dari A ke B: 600 m arah utara; ke titik C 400 m arah barat; ke titik D 200 m arah selatan, kemudian berakhir di titik E 700 m arah timur. Besar perpindahan yang dialami Fitria ... m.

**(UNAS 2009)**

A. 100 B. 300 C. 500 D. 1.500 E. 1.900

**Pembahasan:**

Bila digambarkan, perjalanan Fitria sebagai berikut:



Perpindahan: besaran vektor awal ke akhir, dari A berakhir di E,

Dari A ke E mendatar:

$$\Delta x = 700 - 400 = 300 \text{ m}$$

Dari A ke E vertikal:

$$\Delta y = 600 - 200 = 400 \text{ m}$$

|perpindahan|

$$= \sqrt{(400)^2 + (300)^2}$$

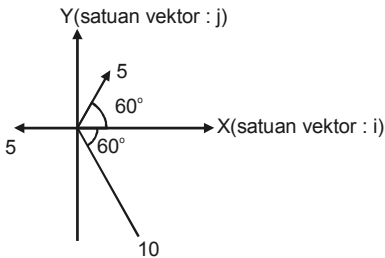
$$= \sqrt{160000 + 90000}$$

$$= \sqrt{250000}$$

$$= 500 \text{ m}$$

**Jawaban: C**

5. Tiga vektor gaya digambarkan dalam diagram Cartesius seperti berikut.



Resultan dari ketiga vektor dinyatakan dalam vektor satuan adalah....

- A.  $2,5i - 5j$                       D.  $5i + 5j$   
B.  $2,5i - 2,5\sqrt{3}j$                 E.  $5i - 2,5\sqrt{3}j$   
C.  $3i + 3\sqrt{3}j$

**Pembahasan:**

Vektor arah mendatar (arah X):

$$-5 + 5 \cdot \cos 60^\circ + 10 \cdot \cos 60^\circ = 2,5$$

Vertikal (arah Y):

$$0 + 5 \cdot \sin 60^\circ - 10 \cdot \sin 60^\circ = -2,5\sqrt{3}$$

Dapat ditulis:  $R = 2,5i - 2,5\sqrt{3}j$

**Jawaban: B**

6. Sebuah kawat lurus panjang dipanasi salah satu ujungnya. Ternyata temperatur titik-titik pada kawat itu (dalam  $^\circ\text{C}$ ) bergantung pada jarak dari ujung yang dipanasi menurut persamaan

$$t = t_0 \left( \frac{a}{x} + bx^2 \right),$$

dengan  $x$  adalah jarak titik yang ditinjau dari ujung yang dipanasi (dalam meter),  $t_0$ ,  $\alpha$ , dan  $\beta$  tetapan-tetapan. Satuan untuk  $t_0$ ,  $\alpha$ , dan  $\beta$  berturut-turut adalah .... **(UM UGM 2008)**

- A.  $^\circ\text{C}$ , meter, dan meter<sup>-2</sup>
- B.  $^\circ\text{C} \cdot \text{meter}$ , tak bersatuan, dan meter
- C.  $^\circ\text{C} \cdot \text{meter}^{-1}$ , meter<sup>2</sup>, dan meter<sup>-1</sup>
- D.  $^\circ\text{C} \cdot \text{meter}^{-1}$ , meter<sup>2</sup>, dan meter<sup>2</sup>
- E.  $^\circ\text{C}$ , meter<sup>-1</sup>, dan meter<sup>-2</sup>

**Pembahasan:**

Satuan  $t$  adalah  $^\circ\text{C}$  dan  $t^0$  diasumsikan bersatuan  $^\circ\text{C}$ . Jika  $x$  menyatakan jarak (satuan meter), maka supaya satuannya sama, haruslah tak bersatuan.

Berarti satuan dari  $\alpha$  adalah meter, sedangkan satuan dari  $\beta$  adalah meter<sup>-2</sup>.

**Jawaban: A**



## B. GERAK

### 1. Gerak Lurus Beraturan (GLB)

Gerak lintasan lurus kecepatan/kelajuan = konstan

$$S = v \times t$$

t = waktu (sekon)

S = jarak tempuh (m)

v = kecepatan (m/s)

### 2. Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)

Gerak lintasan lurus kecepatan berubah secara teratur: percepatan (a) = konstan.

$$v_t = v_o + a.t$$

$$S_t = v_o.t + \frac{1}{2}.a.t^2$$

$$v_t^2 = v_o^2 + 2.a.S_t$$

$v_o$  = kecepatan awal

$v_t$  = kecepatan setelah t sekon

a = percepatan(+) / perlambatan (-)

t = waktu (sekon)

$S_t$  = perpindahan

**Posisi:**

$$X_t = X_o + S_t$$

$X_t$  = posisi setelah t sekon

$X_o$  = posisi mula-mula

$S_t$  = perpindahan

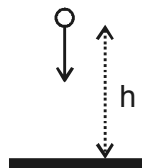


## Penerapan dari GLBB

### Gerak Jatuh Bebas:

(GLBB dengan  $v_0 = 0$ ;

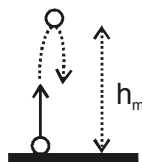
percepatan =  $g$  = percepatan gravitasi)



$$h_t = \frac{1}{2}g \cdot t^2$$

### Gerak benda dilempar vertikal ke atas

(perlambatan =  $g$ )



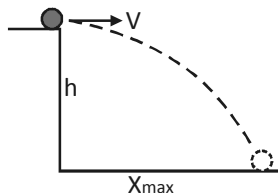
Ketinggian Max

$$: h_{\max} = \frac{v_0^2}{2g}$$

Waktu sampai puncak :

$$t_{\text{puncak}} = \frac{v_0}{g}$$

### GLBB dengan GLB



Benda diluncurkan horizontal dari ketinggian  $h$

dengan kecepatan  $v$ .

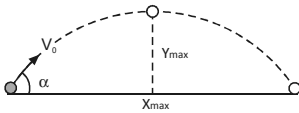
Waktu sampai di tanah

$$: t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Jarak mendatar maksimum :

$$X_{\max} = v \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Benda ditembakkan dengan sudut elevasi  $\alpha$ .



**Kecepatan:**

arah X:  $v_x = v_0 \cos \alpha$

arah Y:  $v_y = v_0 \sin \alpha - g.t$

**Posisi:**

arah X:  $X_t = (v_0 \cos \alpha).t$

arah Y:  $Y_t = (v_0 \sin \alpha)t - g.t^2$

Waktu sampai ke puncak:  $E_n = \frac{-13,6}{n^2} \text{ eV}$

Tinggi maksimum:  $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow T \propto \sqrt{\frac{1}{g}}$

Jarak mendatar maksimum:

$$X_{\max} = \frac{2.v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin(2\alpha)}{g}$$

### 3. Gerak Rotasi dan Persamaan Gerak Rotasi

Hubungan gerak rotasi dan gerak lurus

Kecepatan sudut:  $\omega = \frac{v}{R}$

R = jari-jari putaran, v = laju linier

Percepatan sudut:  $\alpha = \frac{a}{R}$

$a$  = percepatan linier

Perpindahan sudut:  $\theta = \frac{S}{R}$

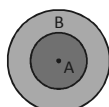
$S$  = perpindahan linier

Kecepatan sudut dinyatakan dalam periode ( $T$ ) dan frekuensi ( $f$ ).

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2.\pi.f$$

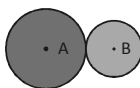
Sifat dari sistem roda sederhana jika berputar ditunjukkan pada gambar di bawah:

Dua Roda Sepusat



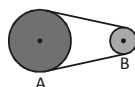
$$\omega_A = \omega_B$$

Dua Roda Bersinggungan



$$v_A = v_B$$

Dua Roda Dihubungkan Rantai



$$v_A = v_B$$

## 4. Gerak Melingkar Beraturan

(GMB,  $\omega = \text{konstan}$ )

Perpindahan sudut:  $\theta = \omega.t$

## 5. Gerak Melingkar Berubah Beraturan

(GMBB,  $\alpha = \text{konstan}$ )

Kecepatan sudut :  $\omega_t = \omega_o + \alpha.t$

Perpindahan sudut :  $\theta_t = \omega_o.t + \frac{1}{2} \alpha.t^2$

Gabungan 2 rumus di atas:

$$\omega_t^2 = \omega_o^2 + 2a.q_t$$

$\omega_t$  = kecepatan sudut saat t sekon

$\omega_o$  = kecepatan sudut awal

$\theta_t$  = perpindahan sudut; t = waktu

$\alpha$  = percepatan sudut (+) atau perlambatan (-)

## Soal dan Pembahasan

1. Sebuah rakit menyeberangi sungai dengan arah kecepatan tegak lurus terhadap arah arus sungai. Kecepatan rakit 0,3 m/s dan kecepatan arus 0,4 m/s. Jika lebar sungai adalah 180 m, maka lintasan yang ditempuh rakit setelah rakit sampai di seberang adalah ... m.

A. 150

C. 240

E. 320

B. 180

D. 300

**Pembahasan:**

$$\frac{\text{lintasan}}{\text{lebar}} = \frac{v_{\text{total}}}{v_{\text{perahu}}}$$

$$\text{Dengan: } v_{\text{total}} = \sqrt{0,4^2 + 0,3^2} = 0,5 \text{ m/s}$$

Jadi,

$$\frac{\text{lintasan}}{180} = \frac{0,5}{0,3}$$

$$\text{lintasan} = \frac{0,5 \times 180}{0,3}$$

$$\text{lintasan} = 300 \text{ m}$$

**Jawaban: D**

2. Sebuah mobil bergerak lurus dipercepat dari keadaan diam dengan percepatan 5 m/s<sup>2</sup>. Mobil tersebut kemudian bergerak dengan

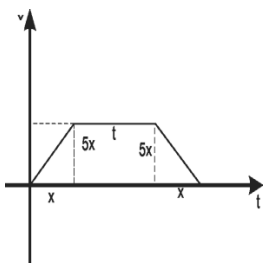
kecepatan konstan. Setelah beberapa saat, mobil mulai diperlambat  $5 \text{ m/s}^2$  hingga berhenti. Bila kecepatan rata-rata mobil adalah  $20 \text{ m/s}$  dan waktu total untuk bergerak 25 detik, maka mobil tadi bergerak dengan kecepatan konstan selama ....

**(UM UGM 2008)**

- A. 20 detik
- B. 18 detik
- C. 15 detik
- D. 10 detik
- E. 5 detik

**Pembahasan:**

Soal di atas dapat disajikan dalam bentuk gambar sebagai berikut:



Luas trapesium menyatakan jarak yang ditempuh. Jadi, didapat:

$$\text{Luas trapesium} = 20 \cdot 25 = 500 \text{ m}$$

Di sisi lain:

$$\text{Luas trapesium} = (25 + 25 - 2x) \cdot 5x / 2$$

Sehingga didapatkan kesamaan:

$$500 = (50 - 2x) \cdot 5x / 2$$

$$\Leftrightarrow 200 = 50x - 2x^2$$

$$\Leftrightarrow x^2 - 25x + 100 = 0$$

$$\Leftrightarrow (x - 20)(x - 5) = 0$$

- $\Leftrightarrow x = 20$  detik atau  $x = 5$  detik
- Untuk  $x = 20$  detik, didapat:  
 $t = 25 - 2.20 = -15$  detik (tidak memenuhi)
  - Untuk  $x = 5$ , didapat:  
 $t = 25 - 2.5 = 15$  detik (memenuhi)

**Jawaban: C**

3. Bola A dilepaskan dari ketinggian  $h$  di atas permukaan tanah. Bersamaan dengan pelepasan bola A, benda B diberi kecepatan vertikal ke atas sebesar  $v$  dari permukaan tanah. Percepatan gravitasi =  $g$ . Agar A dan B mencapai tanah pada saat yang sama, harus dipenuhi hubungan ... **(UM UGM 2009)**

- A.  $h = 4v^2/g$                       D.  $h = 2v^2/g$   
B.  $h = 2v^2/3g$                     E.  $h = v^2/g$   
C.  $h = v^2/2g$

**Pembahasan:**

Bola A dilepas dari ketinggian  $h$  di atas permukaan tanah, sehingga:

$$h = \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Benda B diberi kecepatan vertikal ke atas sebesar  $v$  dari permukaan tanah, diperoleh hubungan:

$$h = v \cdot t - \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

Pada saat benda B mencapai tanah,

maka  $h = 0$ , jadi diperoleh:

$$0 = v \cdot t - \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

Karena waktu bola A dan benda B bersama,

maka pada saat  $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ , diperoleh:

$$0 = v \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}} - \frac{1}{2} g \cdot \frac{2h}{g}$$

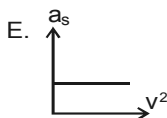
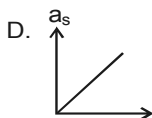
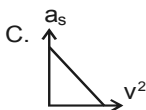
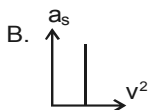
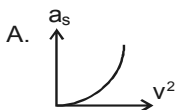
$$\Leftrightarrow h = v \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$\Leftrightarrow h^2 = v^2 \cdot \frac{2h}{g}$$

$$\Leftrightarrow h = \frac{2v^2}{g}$$

**Jawaban: D**

4. Grafik hubungan antara percepatan sentripetal dan kuadrat kecepatan linier dari sebuah benda yang bergerak melingkar adalah ....



**Pembahasan:**

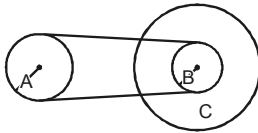
Percepatan sentripetal:

$$a_s = \frac{v^2}{R} \rightarrow a_s \propto v^2$$

Grafik yang menunjukkan hubungan perbandingan lurus adalah D.

**Jawaban: D**

5. Tiga buah roda dihubungkan seperti pada gambar. B dan C menyatu dan sepusat, A dan B dihubungkan dengan ban. Jika jari-jari A = 4 cm, jari-jari B = 2 cm, dan jari-jari C = 10 cm. Jika roda A diputar dengan 6 putaran/sekon, maka roda C akan berputar dengan ... putaran per sekon.



- A. 3    B. 6    C. 9    D. 12    E. 15

**Pembahasan:**

Dari gambar:

$$v_B = v_A \rightarrow \omega_B \cdot R_B = \omega_A \cdot R_A$$

$$\omega_B \cdot 2 = (6) \cdot (4) \rightarrow \omega_B = 12 \text{ put/s}$$

Karena sepusat, maka:  $\omega_C = \omega_B = 12 \text{ put/s}$

**Jawaban: D**

## C. DINAMIKA GERAK LURUS

### 1. Hukum-hukum Newton

#### Hukum I Newton

*“Bila resultan gaya yang bekerja pada suatu benda sama dengan nol, maka benda itu akan diam atau akan bergerak lurus beraturan.”*

Dirumuskan:  $\sum F = 0$

#### Hukum II Newton

*“Percepatan yang dialami sebuah benda sebanding dengan jumlah gaya yang bekerja pada benda itu dan berbanding terbalik dengan massanya.”*

$$a = \frac{\sum F}{m} \rightarrow \sum F = m \cdot a$$

m = massa benda (kg)

a = percepatan benda ( $m/s^2$ )

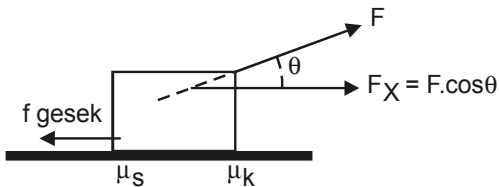
#### Hukum III Newton

*Bila gaya diberikan pada suatu benda (aksi), maka benda yang dikenai gaya tersebut akan memberikan reaksi yang besarnya sama dengan gaya aksi tetapi arahnya berlawanan.*

Dirumuskan:  $F_{\text{aksi}} = -F_{\text{reaksi}}$

## 2. Gaya Gesek

Gaya Gesek adalah gaya yang timbul akibat gesekan dua benda



$F_x$  = gaya searah perpindahan  
(menyebabkan pergeseran)

$f_{\text{gesek}}$  = gaya gesek

$\mu_s$  = koefisien gesek statis

$\mu_k$  = koefisien gesek kinetis

Benda dari keadaan diam, maka:

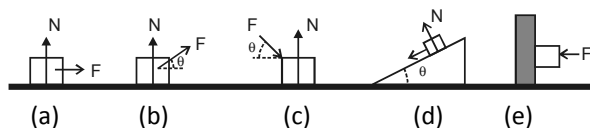
(i) Jika  $F_x \leq \mu_s N \rightarrow$  benda diam  $\rightarrow f_{\text{gesek}} = F_x$

(ii) Jika  $F_x > \mu_s N \rightarrow$  benda bergerak dengan percepatan  $a \rightarrow f_{\text{gesek}} = \mu_k N$

$N$  = gaya normal benda, yaitu gaya yang diberikan bidang pada benda, tegak lurus dengan bidang.

$F_x$  = komponen gaya menarik atau mendorong yang sejajar bidang yang menyebabkan akan pergeseran benda.

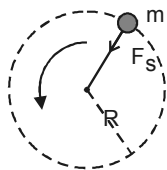
Untuk beberapa kasus, diberikan di bawah:



- |                          |  |  |  |                          |
|--------------------------|--|--|--|--------------------------|
| (a) $N = w$<br>$F_x = F$ | (b) $N = w - F \sin\theta$<br>$F_x = F \cos\theta$ | (c) $N = w + F \sin\theta$<br>$F_x = F \cos\theta$ | (d) $N = w \cdot \cos\theta$<br>$F_x = w \cdot \sin\theta$ | (e) $N = F$<br>$F_x = w$ |
|--------------------------|--|--|--|--------------------------|

### 3. Gaya pada Gerak Melingkar

Benda dapat bergerak melingkar karena ada gaya tarik yang arahnya selalu ke pusat lingkaran (gaya sentripetal ( $F_s$ )).  $F_s$  (gaya sentripetal) merupakan resultan-resultan gaya yang bekerja pada benda.



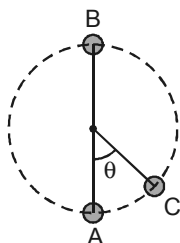
**Rumus gaya sentripetal:**

$$F_s = m \frac{v^2}{R} = m\omega^2 R$$

- $v$  = laju linier
- $R$  = jari-jari putarannya
- $\omega$  = kecepatan sudut
- $m$  = massa benda

**Percepatan sentripetal:**  $a_s = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$

## Tali berputar vertikal



Di titik tertinggi (B) :  $F_s = T + w$

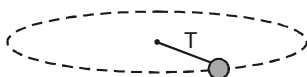
Di titik terendah (A) :  $F_s = T - w$

Di titik C :  $F_s = T - w \cdot \cos\theta$

Dengan: T = tegangan tali

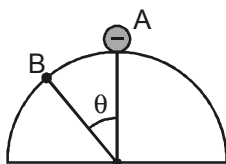
w = berat benda

## Tali berputar horizontal



$F_s = T =$  tegangan tali

## Pada luar bidang melingkar



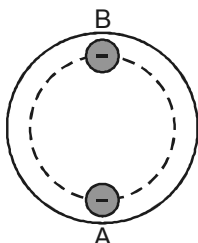
Di titik tertinggi (A) :  $F_s = w - N$

Di titik B :  $F_s = w \cdot \cos\theta - N$

Dengan: N = gaya normal

w = berat benda

## Pada dalam bidang melingkar



Di titik tertinggi (B) :  $F_s = N + w$

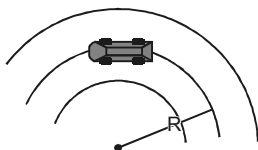
Di titik terendah (A) :  $F_s = N - w$

Dengan: N = gaya normal

w = berat benda

## • Pada Kasus Tikungan

Saat suatu kendaraan membelok di suatu tikungan, bisa didekati sebagai gerak melingkar agar tidak terjadi selip.



Tikungan Datar:  $\frac{v^2}{R \cdot g} = \mu_s$

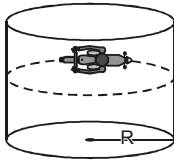
Tikungan Miring:  $\frac{v^2}{R \cdot g} = \frac{\mu_s + \tan \theta}{1 - \mu_s \tan \theta}$

v = laju maksimum kendaraan

$\mu_s$  = koefisien gesekan statis antara roda dengan jalan

- $R$  = jari-jari putaran jalan  
 $\theta$  = sudut kemiringan jalan terhadap horizontal  
 $g$  = percepatan gravitasi

- **Kasus pada Tong Setan**



Pada kasus motor berputar pada dinding vertikal yang melingkar, maka laju minimum putarnya:

$$v_{\min} = \sqrt{\frac{g \cdot R}{\mu_s}}$$

Dengan:

- $\mu_s$  = koefisien gesekan statis antara roda dengan jalan  
 $R$  = jari-jari putaran jalan

## Soal dan Pembahasan

1. Ketika suatu benda diberi gaya 20 N akan mengalami percepatan sebesar  $2 \text{ m/s}^2$ . Jika benda tersebut diberi gaya sebesar 30 N, maka percepatan benda menjadi ...  $\text{m/s}^2$ .  
A. 3    B. 4    C. 5    D. 7    E. 8

**Pembahasan:**

$$F = m \cdot a \rightarrow a = \frac{F}{m} \rightarrow a \propto F$$

$$\frac{a_2}{a_1} = \frac{F_2}{F_1}$$

$$\frac{a_2}{2} = \frac{30}{20}$$

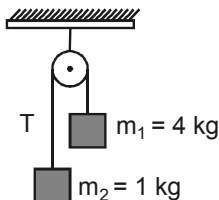
$$a_2 = \frac{30 \times 2}{20}$$

$$a_2 = 3 \text{ m/s}^2$$

**Jawaban: A**

2. Bila massa tali dan massa katrol diabaikan, maka besar tegangan tali T adalah....  
N ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).

- A. 12
- B. 13
- C. 14
- D. 15
- E. 16



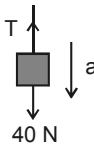
**Pembahasan:**

$$\begin{aligned} a &= \frac{w_1 - w_2}{m_1 + m_2} \\ &= \frac{40 - 10}{4 + 1} \\ &= 6 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

Pada massa 1 kg, gerak ke atas:

$$\begin{aligned} T - 10 &= m_1 \cdot a \\ T - 10 &= 1(6) \\ T &= 16 \text{ N} \end{aligned}$$

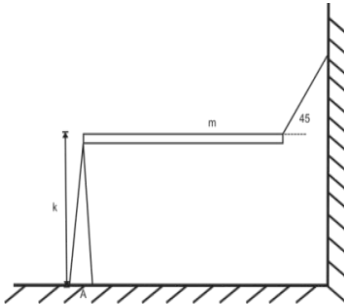
Dapat juga dicari dari massa 4 kg



$$\begin{aligned}
 40 - T &= m_4 \cdot a \\
 40 - T &= 4(6) \\
 T &= 16 \text{ N}
 \end{aligned}$$

**Jawaban: E**

3. Batang homogen bermassa  $m$ , dalam kondisi setimbang seperti gambar di bawah. Dengan percepatan gravitasi  $g$ , besarnya torsi yang dialami tiang penumpu terhadap titik tancapnya A adalah .... **(UM UGM 2008)**



- A.  $4mgh$       D.  $\frac{mgh}{4}$   
 B.  $2mgh$       E.  $\frac{mgh}{4}$   
 C.  $mgh$

**Pembahasan:**

Karena sudutnya  $45^\circ$ , maka gaya  $T_x = T_y$

Kemudian karena  $\sum \tau_A = 0$ , maka didapat:

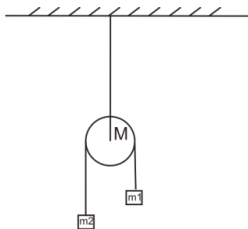
$$mg \cdot \frac{1}{2}L = T_y \cdot L \Leftrightarrow T_y = \frac{1}{2}mg$$

Sehingga:

$$t_A = T_x \cdot h = T_y \cdot h = \frac{1}{2} mgh$$

**Jawaban: D**

4. Sistem katrol seperti gambar di bawah, katrol berupa silinder pejal homogen yang dapat berotasi tanpa gesekan terhadap sumbunya yang tetap. Massa beban  $m_1 = m$ , massa katrol  $M = 2m$ , massa beban  $m_2 = 3m$ , dan diameter katrol  $d$ . Bila percepatan gravitasi  $g$  dan sistem bergerak tanpa pengaruh gaya luar, percepatan sudut rotasi katrol sebesar....  
**(UM UGM 2008)**



- A.  $2g/d$                       D.  $6g/5d$   
 B.  $3g/5d$                      E.  $g/d$   
 C.  $4g/5d$

**Pembahasan:**

Rumus percepatan katrol:

$$\frac{a}{g} = \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2 + k.M},$$

dengan  $k$  adalah konstanta inersial katrol,

$$\text{sehingga didapat: } \frac{a}{g} = \frac{3m - m}{m + 3m + \frac{1}{2} \cdot 2m} = \frac{2}{5}$$

$$\text{atau } a = \frac{2}{5}g$$

di mana  $k = \frac{1}{2}$  karena silinder pejal

$$\text{Rumus percepatan sudut: } \alpha = \frac{a}{R}$$

$$\text{Jadi, didapat: } \alpha = \frac{\frac{2}{5}g}{\frac{1}{2}d} = \frac{4g}{5d}$$

**Jawaban: C**

5. Dalam sebuah lift, ditempatkan sebuah timbangan badan. Saat lift dalam keadaan diam, seseorang menimbang badannya, didapatkan bahwa berat orang tersebut 500 N. Jika lift bergerak ke atas dengan percepatan  $5 \text{ m/s}^2$ ,  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , maka skala timbangan akan menunjukkan angka ... N.
- A. 100      C. 400      E. 750  
B. 250      D. 500

**Pembahasan:**

Gerak dipercepat ke atas:  $\Sigma F = m \cdot a$

$$N - w = m \cdot a$$

$$N - 500 = 50(5)$$

$$N = 750 \text{ N}$$

**Jawaban: E**

6. Bola bermassa 2 kg diikat dengan tali ringan yang panjangnya 1 m, berputar dalam suatu lingkaran horizontal. Jika tali memiliki tegangan maksimum 50 N, kelajuan

maksimum bola itu sebelum putus adalah ...  
m/s.

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

**Pembahasan:**

Gaya sentripetal = tegangan tali

$$T = m \frac{v^2}{R}$$

$$50 = 2 \frac{v^2}{1}$$

$$v^2 = 25$$

$$v = 5 \text{ m/s}$$

**Jawaban: A**

7. Sebuah jambatan melengkung dengan jari-jari ke lengkungan R, titik pusat ke-lengkungan ada di bawah jambatan itu. Gaya yang diakibatkan pada jambatan itu oleh sebuah mobil yang beratnya W yang bergerak dengan kecepatan v sewaktu berada di puncak jambatan itu (jika g adalah percepatan gravitasi) adalah sebesar....

A.  $\frac{W \left( 1 - \frac{v^2}{R} \right)}{g}$

D.  $\frac{W \left( 1 - \frac{v^2}{R} \right)}{g}$

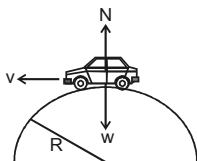
B.  $W \left( 1 - \frac{v^2}{gR} \right)$

E.  $W \left( 1 - \frac{v^2}{gR} \right)$

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

## Pembahasan:

Mobil bergerak pada jembatan melengkung.



Resultan antara  $w$  dengan  $N$  adalah gaya sentripetal, jadi:

$$F_s = w - N$$

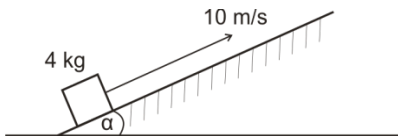
$$m \frac{v^2}{R} = mg - N$$

$$N = mg - m \frac{v^2}{R}$$

$$N = w \left( 1 - \frac{v^2}{gR} \right)$$

**Jawaban: E**

8. Benda bermassa 4 kg diberi kecepatan awal 10 m/s dari ujung bawah bidang miring seperti gambar.



Benda mengalami gaya gesek dari bidang sebesar 16 N dan  $\sin \alpha = 0,85$ . Benda berhenti setelah menempuh jarak .... (UM UGM 2009)

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

## Pembahasan:

Usaha menyatakan perubahan energi kinetik, atau dapat ditulis:  $W = \Delta EK$

Usaha yang dihasilkan dari gaya berat dan gaya gesek sebesar:

$$W = -m \cdot g \cdot h - f \cdot s, \text{ dengan } h = s \cdot \sin \alpha$$

Jadi, diperoleh kesamaan:

$$\begin{aligned} -m \cdot g \cdot h - f \cdot s &= EK_{\text{akhir}} - EK_{\text{awal}} \\ -m \cdot g \cdot s \cdot \sin \alpha - f \cdot s &= \frac{1}{2} m \cdot v_1^2 - \frac{1}{2} m \cdot v_0^2 \end{aligned}$$

Perhatikan bahwa pada saat akhir, benda berhenti, artinya kecepatannya bernilai nol, atau  $v_1 = 0$ , sehingga didapat:

$$m \cdot g \cdot s \cdot \sin \alpha + f \cdot s = \frac{1}{2} m \cdot v_0^2$$

$$\Leftrightarrow 4 \cdot 10 \cdot s \cdot 0,85 + 16 \cdot s = \frac{1}{2} 4 \cdot 10^2$$

$$\Leftrightarrow 34 \cdot s + 16 \cdot s = 200$$

$$\Leftrightarrow 50 \cdot s = 200$$

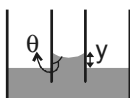
$$\Leftrightarrow s = 4 \text{ m}$$

**Jawaban: B**

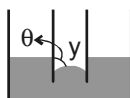
## D. USAHA DAN ENERGI

### 1. Usaha

Usaha adalah kerja atau aktivitas untuk suatu perubahan, dalam mekanika kuantitas dari suatu kerja atau usaha diberikan sebagai berikut:



air



air raksa

Jika sebuah benda ditarik dengan gaya sebesar  $F$  dan benda berpindah sejauh  $S$ , maka usaha yang dilakukan gaya terhadap benda adalah:

Usaha:

$$W = F \cdot S \cdot \cos \theta$$

atau

$$W = F \cdot S; \text{ untuk } \theta = 0^\circ$$

## 2. Energi

Energi adalah kemampuan atau kesanggupan atau potensi untuk dapat melakukan usaha atau kerja, dalam mekanika dikenalkan:

- Energi gerak = Energi kinetik :  $E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$
- Energi potensial gravitasi :  $E_p = m \cdot g \cdot h$
- Energi mekanik :  $E_M = E_k + E_p$

Usaha dapat mengubah energi yang dimiliki benda, sehingga:

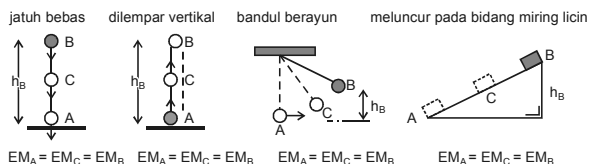
$$W = E_{k_{\text{akhir}}} - E_{k_{\text{awal}}} = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$W = E_{p_{\text{akhir}}} - E_{p_{\text{awal}}} = mg(\Delta h)$$

## 3. Hukum Kekekalan Energi Mekanik

Pada sistem yang konservatif (hanya gaya gravitasi saja yang diperhitungkan) berlaku kekekalan energi mekanik, yaitu energi mekanik di setiap kedudukan adalah sama besar.

Contoh-contohnya:

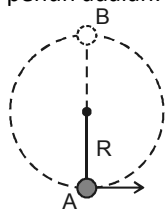


Dari hukum kekekalan energi mekanik pada kasus gambar-gambar di atas, untuk puncak dan dasar berlaku:

$$v_A = \sqrt{2 \cdot g \cdot h_B} \quad \text{atau} \quad h_B = \frac{v_A^2}{2 \cdot g}$$

## • Sebuah Bandul Diputar Vertikal

Dari penerapan hukum kekal energi mekanik, maka syarat agar bandul bergerak 1 lingkaran penuh adalah:



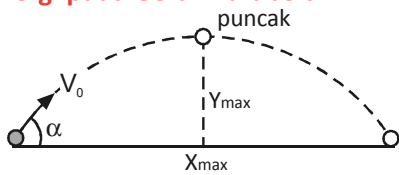
Laju di titik tertinggi (B):

$$v_B = \sqrt{g \cdot R}$$

Laju di titik terendah (A):

$$v_A = \sqrt{5g \cdot R}$$

## • Energi pada Gerak Parabola



Di dasar:

$$E_p = 0 \quad \text{dan} \quad E_k = \frac{1}{2}m \cdot (v_o)^2$$

Di puncak:

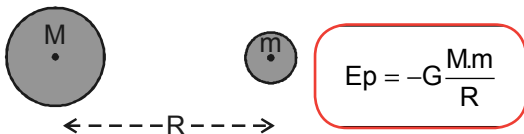
$$E_p = \frac{1}{2}m \cdot (v_o)^2 \sin^2 \alpha$$
$$\text{dan} \quad E_k = \frac{1}{2}m \cdot (v_o)^2 \cos^2 \alpha$$

$v_o$  = laju awal

$\alpha$  = sudut elevasi

$m$  = massa benda

- **Energi Potensial Gravitasi Ditinjau dari Massa Planet**



$G$  = konstanta gravitasi

$R$  = jarak 2 massa

#### 4. Usaha dan Energi Potensial Pegas

Energi potensial pegas:  $E_p = \frac{1}{2}k \cdot x^2$

Usaha:  $W = \Delta E_p = v = \left( \frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} + \frac{1}{c_3} \right) Q$

Jika simpangan dimulai dari titik setimbang, maka:

$$W = E_p = \frac{1}{2}k \cdot x^2$$

$k$  = konstanta pegas (N/m),

$x$  = simpangan pegas (m).

- **Energi pada Gerak Harmonis**

Energi potensial :  $E_p = \frac{1}{2}k.A^2 \cos^2 \theta$   
 $k$  = konstanta pegas,

Energi kinetik :  $E_p = \frac{1}{2}k.A^2 \cos^2 \theta$   
 $k = m.\omega^2$ ;  $m$  = massa;  
 $\omega = 2\pi f$ ,  $A$  = amplitudo;  
 $\theta$  = sudut fase

Energi mekanik :  $EM = E_p + E_k$   
 $EM = E_{total} = E_{maks} = E_{p_{maks}}$

## Soal dan Pembahasan

1. Energi 4.900 joule digunakan untuk mengangkat vertikal benda bermassa 50 kg. Benda akan naik setinggi ... m ( $g = 9,8 \text{ ms}^{-2}$ ).
- A. 0,1                      C. 98                      E. 960  
B. 10                        D. 245

**Pembahasan:**

$$W = \Delta EP$$

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

$$\Leftrightarrow 4.900 = (50) (9,8) \Delta h$$

$$\Leftrightarrow \Delta h = \frac{4900}{490}$$

$$\Leftrightarrow \Delta h = 10 \text{ m}$$

**Jawaban: B**

2. Data perubahan kecepatan sebuah benda yang bergerak lurus disajikan seperti tabel berikut:

No.	Massa benda (kg)	Kecepatan awal (m/s)	Kecepatan akhir (m/s)
1.	8	2	4
2.	8	3	5
3.	10	5	6
4.	10	0	4
5.	20	3	3

Usaha yang paling besar dilakukan oleh benda nomor .... (UNAS 2009)

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

**Pembahasan:**

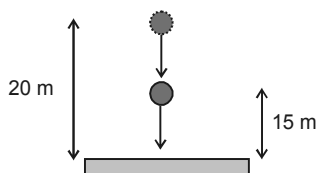
$$\text{Usaha: } W = F \cdot s = \Delta E_k = \frac{1}{2}mv_t^2 - \frac{1}{2}mv_o^2$$

- $W_1 = \frac{1}{2} \cdot 8 \cdot (42 - 22) = 48 \text{ J}$
- $W_2 = \frac{1}{2} \cdot 8 \cdot (52 - 32) = 64 \text{ J}$
- $W_3 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot (62 - 52) = 55 \text{ J}$
- $W_4 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot (42 - 02) = 80 \text{ J}$
- $W_5 = \frac{1}{2} \cdot 20 \cdot (32 - 32) = 0 \text{ J}$

Usaha paling besar dimiliki  $W_4$ ; nomor 4.

**Jawaban: D**

3. Perhatikan gambar di bawah! Sebuah benda jatuh bebas dari 20 m. Jika  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , maka kecepatan benda saat berada 15 m di atas tanah adalah...m/s. (UNAS 2009)



- A. 2      B. 5      C. 10      D. 15      E. 20

**Pembahasan:**

Jatuh bebas laju awal = 0

$$EM_1 = EM_2$$

$$\Leftrightarrow EP_1 + EK_1 = EP_2 + EK_2$$

$$\Leftrightarrow mgh_1 + \frac{1}{2}mv_1^2 = mgh_2 + \frac{1}{2}mv_2^2$$

$$\Leftrightarrow (10)(20) + 0 = (10)(15) + \frac{1}{2}v_2^2$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2}v_2^2 = 50$$

$$\Leftrightarrow v_2^2 = 100$$

$$\Leftrightarrow v_2 = 10 \text{ m/s}$$

**Jawaban: C**

4. Batu dengan berat  $w$  dilempar vertikal ke atas dari permukaan tanah dengan kecepatan awal  $V_0$ . Sepanjang perjalanan geraknya, batu tersebut mengalami gaya gesek udara konstan  $f$ , tinggi maksimum yang dapat dicapai oleh batu adalah.... **(UM UGM 2008)**

A.  $\frac{V_0^2}{2g}$

D.  $\frac{2V_0^2}{g(1+\frac{f}{w})}$

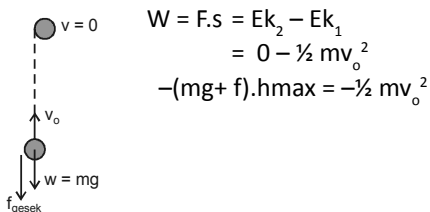
B.  $\frac{2V_0^2}{g}(1+\frac{f}{w})$

E.  $\frac{V_0^2}{2g(1+\frac{f}{w})}$

C.  $\frac{V_0^2}{2g}(1+\frac{f}{w})$

## Pembahasan:

Dari soal di atas, bila digambarkan:



Diperoleh:

$$\begin{aligned}
 h_{\max} &= \frac{m v_0^2}{2(mg + f)} \\
 &= \frac{v_0^2}{2\left(g + \frac{f}{m}\right)} \\
 &= \frac{v_0^2}{2g\left(1 + \frac{f}{mg}\right)}
 \end{aligned}$$

**Jawaban: E**

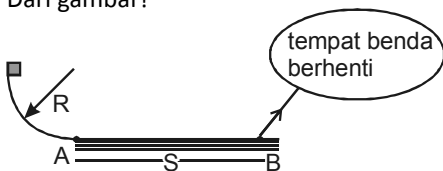
5. Sebuah balok bermassa 2 kg mula-mula diam dilepaskan dari puncak bidang lengkung yang berbentuk seperempat lingkaran dengan jejari R. Kemudian balok meluncur pada bidang datar dan berhenti di B yang berjarak 3 m dari titik awal bidang datar A. Jika bidang lengkung tersebut licin, sedangkan gaya gesek antara balok dan bidang datar sebesar 8 N, maka R adalah ... m.



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

**Pembahasan:**

Dari gambar!



Pada kasus di atas, koefisien gesekan pada bidang AB dapat dicari:  $\mu = \frac{R}{S}$ , maka:

$$f_g = \mu \cdot N$$

$$f_g = \frac{R}{S} \cdot mg$$

$$R = \frac{S \cdot f_g}{m \cdot g}$$

$$R = \frac{3 \cdot 8}{2 \cdot 10}$$

$$R = 1,2 \text{ m}$$

**Jawaban: C**

6. Sebuah bandul 1 kg diikat kemudian digerakkan ke kanan, lihat gambar di bawah! Bandul mencapai ketinggian maksimum 0,5 m. Jika massa tali diabaikan, maka laju bandul di titik B adalah ... m/s.

A. 1                                      C.  $\sqrt{5}$                                       E. 10

B. 2                                      D.  $\sqrt{10}$

**Pembahasan:**

$$EP_A + EK_A = EP_B + EK_B$$

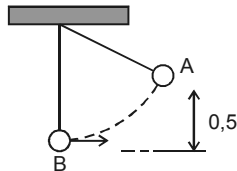
$$mgh_A + 0 = 0 + \frac{1}{2} mv_B^2$$

$$\begin{aligned}
 v_B^2 &= 2gh_A \\
 v_B &= \sqrt{2gh_A} \\
 v_B &= \sqrt{2(10)(0,5)} \\
 v_B &= \sqrt{10} \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

**Jawaban: D**

7. Sepotong tembaga dijatuhkan dari ketinggian 490 meter di atas lantai. Kalor yang terjadi pada proses tumbukan dengan lantai 60%-nya diserap oleh tembaga untuk kenaikan suhunya. Jika kalor jenis tembaga = 420 J/(kg°C) dan percepatan gravitasi bumi 10 ms<sup>-2</sup>, maka kenaikan suhu tembaga adalah... °C.

- A. 4            D. 12  
 B. 7            E. 16  
 C. 9



**Pembahasan:**

$$\begin{aligned}
 0,6(mgh) &= mc \cdot \Delta T \\
 0,6(10)(490) &= 420 \cdot \Delta T \\
 3940 &= 420 \cdot \Delta T \\
 \text{Diperoleh: } \Delta T &= 7 \text{ }^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

**Jawaban: B**

8. Sebuah benda meluncur pada permukaan datar dengan kecepatan  $v = 4 \text{ m/s}$ , kemudian benda naik pada bidang miring dengan kemiringan 30°. Bila tidak ada gesekan antara benda dan bidang luncur, maka panjang lintasan benda pada bidang miring adalah ... cm.

A. 40

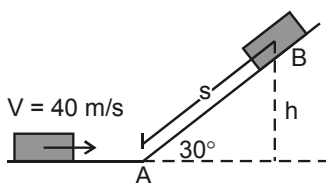
C. 80

E. 160

B. 60

D. 120

**Pembahasan:**



Dapat digambar!

Karena tanpa gesekan, maka berlaku hukum kekekalan energi mekanik  $EM_A = M_B$

$$\frac{1}{2}mV_A^2 + mgh_A = \frac{1}{2}mV_B^2 + mgh_B$$

$$\frac{1}{2}V_A^2 + 0 = 0 + g(s)\sin 30^\circ$$

$$\frac{1}{2}(4)^2 = (10)s\left(\frac{1}{2}\right)$$

$$s = \frac{16}{10}$$

$$s = 1,6 \text{ m}$$

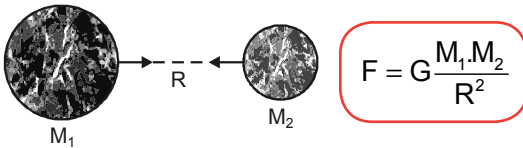
$$s = 160 \text{ cm}$$

**Jawaban: E**

## E. GAYA GRAVITASI DAN PEGAS

### 1. Gaya Gravitasi

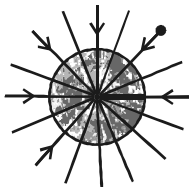
Dua massa yang terpisah pada jarak tertentu akan mengalami gaya tarik-menarik yang sering disebut gaya gravitasi atau gaya berat. Gaya tarik-menarik dua buah benda yang masing-masing punya massa  $M_1$  dan  $M_2$  dan dipisahkan pada jarak  $R$  adalah:



$G$  = konstanta gravitasi =  $6,673 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$

### 2. Kuat Medan Gravitasi (Percepatan Gravitasi)

- Medan gravitasi adalah tempat di mana gaya gravitasi dapat terjadi.
- Kuat medan gravitasi adalah percepatan gravitasi adalah gaya gravitasi tiap satu-satuan massa, yang besarnya:



$$g = G \frac{M}{R^2}$$

## 3. Hukum Kepler

### Hukum I Kepler

*Lintasan planet berbentuk elips dan matahari di salah satu titik fokusnya.*

- Aphelium: titik terjauh
- Perihelium: titik terdekat

### Hukum II Kepler

*Garis yang menghubungkan planet dan matahari akan menyapu luas juring dan dalam waktu yang sama.*

### Hukum III Kepler

*Perbandingan kuadrat periode revolusi planet ( $T^2$ ) terhadap jari-jari rata-rata planet pangkat tiga ( $R^3$ ) selalu tetap untuk setiap planet.*

$$\left(\frac{T_A}{T_B}\right)^2 = \left(\frac{R_A}{R_B}\right)^3$$

## 4. Elastisitas

Suatu bahan panjang bila ditarik dengan gaya tertentu, maka bahan tersebut akan mulur (merenggang). Dari hal tersebut dapat kita klasifikasikan:



## a. Tegangan

$$\tau = \frac{F}{A}$$

F : gaya

A : Luas penampang

## b. Regangan

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

$\Delta L$  : perubahan panjang

L : panjang mula-mula

## c. Modulus Young

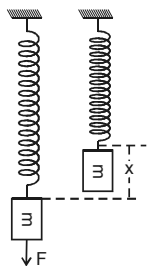
Merupakan perbandingan antara tegangan dengan regangan. Dirumuskan:

$$Y = \frac{\tau}{\varepsilon} = \frac{F \cdot L}{A \cdot \Delta L}$$

## 5. Pegas

### a. Gaya pada Pegas

Pegas diberi gaya akan mengalami perubahan panjang yang dirumuskan:



$$F = k \cdot x$$

F : gaya yang menarik atau mendorong pegas

K : konstanta pegas (N/m)

x : perubahan panjang (m)

## b. Gerak Harmonik pada Pegas

Gerak harmonik pada pegas adalah getaran selaras pada pegas yang mana kedudukan benda terhadap titik setimbang selalu berubah-ubah.

### 1. Simpangan

$$y = A \sin \theta$$

$y$  : simpangan getar

$A$  : amplitudo (simpangan maksimum)

$\theta$  : sudut fase,  $\theta = \omega t + \theta_0$ ; dan

$$\text{fase: } \varphi = \frac{\theta}{2\pi}$$

$\omega$  : frekuensi sudut (rad/s)

$\theta_0$  : sudut fase awal

### 2. Kecepatan getar

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

$v$  : kecepatan getar

$y$  : simpangan getar

$A$  : amplitudo (simpangan maksimum)

Frekuensi sudut (rad/s):

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

$f$  : frekuensi getaran (Hz)

$T$  : periode getaran

### 3. Percepatan getar

$$a = -\omega^2 \cdot A \sin \theta = -\omega^2 y$$

y : simpangan getar

A : amplitudo (simpangan maksimum)

### 4. Frekuensi/periode pegas dan bandul sederhana

Suatu sistem pegas dengan konstanta k, pada pegas digantungkan massa m, maka jika digetarkan sistem pegas akan selalu memiliki frekuensi:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

untuk periode (T)

$$T = \frac{1}{f}$$

Sedangkan untuk ayunan bandul sederhana frekuensi diberikan:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}}$$

untuk periode (T)

$$T = \frac{1}{f}$$

g : percepatan gravitasi

L : panjang tali

## Soal dan Pembahasan

1. Suatu benda memiliki berat 180 N di permukaan bumi. Jika dibawa ke suatu planet yang massanya 2 kali massa bumi dan jari-jarinya  $\frac{3}{2}$  kali jari-jari bumi, berat benda akan menjadi ....

**(SIMULASI UN)**

- A. 90                      C. 180                      E. 120  
B. 160                      D. 240

**Pembahasan:**

$$\text{Gaya gravitasi: } F = G \frac{M_1 M_2}{r^2}$$

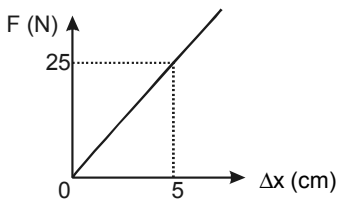
$$\frac{F_P}{F_B} = \frac{M_P}{M_B} \times \left( \frac{r_B}{r_P} \right)^2$$

$$\frac{F_P}{F_B} = \frac{2M_B}{M_B} \times \left( \frac{r_B}{\frac{3}{2}r_B} \right)^2$$

$$\frac{F_P}{F_B} = \frac{8}{9}$$

**Jawaban: C**

2. Gambar di bawah adalah grafik hubungan antara gaya  $F$  terhadap pertambahan panjang  $\Delta x$  dari sebuah pegas.



Usaha yang dibutuhkan untuk menyimpangkan pegas dari keadaan setimbang hingga menyimpang 2 cm adalah ....

**(SIMULASI UN)**

- A. 0,1                      C. 1                      E. 2,5  
B. 0,5                      D. 2

**Pembahasan:**

Dari grafik, konstanta pegas:

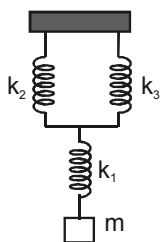
$$k = \frac{F}{\Delta x} = \frac{25}{0,05} = 500 \text{ N/m}$$

Maka:

$$\begin{aligned} W &= \frac{1}{2} k \Delta x^2 \\ &= \frac{1}{2} (500) (0,02)^2 \\ &= 0,1 \text{ J} \end{aligned}$$

**Jawaban: A**

3. Tiga buah pegas identik disusun seperti pada gambar. Jika beban 300 gram digantung pada k1, pegas akan bertambah panjang 4 cm. Besar konstanta seluruh pegas ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ) adalah ... N/m. **(UNAS 2009)**



- A. 225
- B. 75
- C. 50
- D. 25
- E. 5

**Pembahasan:**

Untuk satu pegas:

$$F = k_1 \cdot x$$

$$\Leftrightarrow 3 = k_1(0,04)$$

$$\Leftrightarrow k_1 = 300/4 = 75 \text{ N/m}$$

Untuk sistem pegas (2k seri dengan k):

$$\frac{1}{k_s} = \frac{1}{2k} + \frac{1}{k}$$

$$\frac{1}{k_s} = \frac{3}{2k}$$

$$k_s = \frac{2k}{3}$$

$$k_s = \frac{2(75)}{3}$$

$$k_s = 50 \text{ N/m}$$

**Jawaban: C**

4. Dua buah planet berbentuk bola mempunyai rapat massa rata-rata sama, sedangkan jari-jarinya  $R_1$  dan  $R_2$ . Perbandingan medan gravitasi pada permukaan planet pertama terhadap medan gravitasi pada permukaan planet kedua adalah ....



Kawat	Panjang	Diameter
3	200 cm	2 mm
4	300 cm	3 mm

Kawat yang memiliki pertambahan paling besar jika diberikan gaya yang sama adalah

....

- A. kawat (1)
- B. kawat (2)
- C. kawat (3)
- D. kawat (4)
- E. semua sama

**Pembahasan:**

Modulus elastis:

$$E = \frac{F \cdot L}{A(\Delta L)} \rightarrow \Delta L \propto \frac{L}{A} \propto \frac{L}{d^2}$$

Dari data soal yang  $\Delta L = \text{max.}$  pada kawat 1

$$\Delta L \propto \frac{50}{(0,5)^2}$$

**Jawaban: A**

6. Seutas kawat gitar memiliki panjang 1 m dan luas penampangnya  $0,5 \text{ mm}^2$ . Karena dikencangkan kawat, tersebut memanjang sebesar 0,2 cm. Jika modulus elastis kawat adalah  $4 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$ , maka gaya yang diberikan pada kawat adalah... N.
- A. 200
  - B. 300
  - C. 400
  - D. 500
  - E. 600

**Pembahasan:**

Modulus elastis:

$$E = \frac{F.L}{A(\Delta L)}$$

$$\Leftrightarrow 4 \times 10^{11} = \frac{F(1)}{0,5 \times 10^{-6} (0,002)}$$

$$\Leftrightarrow 4 \times 10^{11} = \frac{F(1)}{1 \times 10^{-9}}$$

$$\Leftrightarrow F = 400 \text{ N}$$

**Jawaban: C**

7. Dua buah sistem massa pegas A dan B bergetar pada frekuensi  $f_A$  dan  $f_B$ . Bila  $f_A = 2f_B$  dan tetapan pegas kedua sistem dianggap sama, maka kedua massa  $m_A$  dan  $m_B$  memenuhi hubungan ....
- A.  $m_A = \frac{1}{4} m_B$                       D.  $m_A = 2 m_B$   
B.  $m_A = \frac{1}{2} m_B$                       E.  $m_A = 4 m_B$   
C.  $m_A = \frac{1}{2} m_B$

**Pembahasan:**

Frekuensi pegas:  $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \rightarrow f \propto \sqrt{\frac{1}{m}}$

$$\Leftrightarrow \frac{4}{1} = \frac{m_B}{m_A}$$

$$m_A = \frac{1}{4} m_B$$

**Jawaban: A**

8. Pada saat energi kinetik benda yang bergetar selaras sama dengan energi tiga kali energi potensialnya, sudut fasenya adalah....  
A.  $0^\circ$    B.  $30^\circ$    C.  $45^\circ$    D.  $53^\circ$    E.  $60^\circ$

**Pembahasan:**

$$E_k = 3E_p$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2}kA^2 \cos^2 \theta = 3 \times \frac{1}{2}kA^2 \sin^2 \theta$$

$$\Leftrightarrow \cos^2 \theta = 3 \sin^2 \theta$$

$$\Leftrightarrow \frac{\sin^2 \theta}{\cos^2 \theta} = \frac{1}{3}$$

$$\Leftrightarrow \tan \theta = \pm \sqrt{\frac{1}{3}} \rightarrow \theta = 30^\circ, 150^\circ, 210^\circ, \dots$$

**Jawaban: B**

9. Sebuah jam bandul yang biasanya dipergunakan di bumi dibawa ke sebuah planet yang gaya gravitasinya  $\frac{1}{4}$  gaya gravitasi bumi. Astronaut mencatat periode jam bandul di planet tersebut adalah 2 jam. Periode jam bandul tersebut saat di bumi adalah ... jam.  
A. 0,5   B. 1   C. 2   D. 4   E. 4,5

**Pembahasan:**

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow T \propto \sqrt{\frac{1}{g}}$$

$$\frac{T_b}{T_p} = \sqrt{\frac{g_p}{g_b}}$$

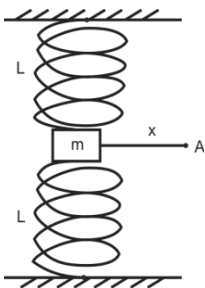
$$\Leftrightarrow \frac{T_b}{T_p} = \sqrt{\frac{\frac{1}{4}g}{g}}$$

$$\Leftrightarrow \frac{T_b}{2} = \frac{1}{2}$$

$$\Leftrightarrow T_b = 1 \text{ jam}$$

**Jawaban: B**

10. Dua buah pegas dengan konstanta yang sama  $k$ , dipasang pada sebuah benda bermassa  $m$  seperti tampak pada gambar.



Mula-mula kedua pegas memiliki panjang tak teregang sebesar  $L$ . Benda kemudian digeser sejauh  $x$  ke titik A pada arah tegak lurus susunan pegas (lihat gambar).

Usaha yang dilakukan kedua pegas terhadap benda ketika benda bergerak dari posisi A ke posisi mula-mula adalah ... **(UM UGM 2009)**

A.  $2k(\sqrt{x^2 + L^2} - L)^2$

B.  $k(\sqrt{x^2 + L^2} - L)^2$

- C.  $k(x^2 - L^2)$
- D.  $kx^2 / 2$
- E.  $k\left(\sqrt{x^2 + L^2} - L\right)^2$

**Pembahasan:**

Diketahui panjang pegas mula-mula adalah  $L$ , kemudian ditarik horizontal sejauh  $x$ , berarti panjang pegas menjadi:

$$L_1 = \sqrt{L^2 + x^2}$$

Misalkan perubahan panjang pegas adalah  $\Delta x$ , diperoleh:

$$\Delta x = L_1 - L = \sqrt{L^2 + x^2} - L$$

Rumus usaha pada pegas:  $W = k.(\Delta x)^2$

Untuk satu pegas diperoleh:

$$W = k.(\sqrt{L^2 + x^2} - L)^2$$

Untuk dua pegas diperoleh:

$$W = 2k.(\sqrt{L^2 + x^2} - L)^2$$

**Jawaban: A**

## F. IMPULS DAN MOMENTUM

### 1. Pengertian

#### Momentum (P)

Jika dua buah mobil  $m_1$  dan  $m_2$  bergerak dengan kecepatan masing-masing  $v_1$  dan  $v_2$ , maka yang lebih sulit dihentikan adalah mobil yang hasil kali massa dengan kecepatannya lebih besar. Hasil kali massa dengan kecepatan ( $m \cdot v$ ) didefinisikan sebagai besar momentum.

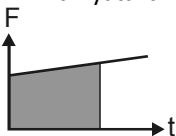
$$p = mv$$

- $p$  = momentum ( $\text{kgms}^{-1}$ )  
besaran vektor  
 $m$  = massa (kg)  
 $v$  = kecepatan ( $\text{ms}^{-1}$ )

#### Impuls (I)

Gaya yang bekerja pada suatu benda dalam selang waktu  $\Delta t$  adalah Impuls (I), dapat dirumuskan:

- Untuk gaya  $F$  tetap :  $I = F \cdot \Delta t$
- Untuk gaya  $F = f(t)$  :  $I = \int_{t_1}^{t_2} F \cdot dt$
- Untuk grafik hubungan antara  $F$  dan  $t$ , impuls  $I$  dinyatakan oleh luas di bawah grafik.



$I = \text{luas daerah yang diarsir}$

Impuls juga merupakan perubahan momentum, sehingga dapat kita tuliskan:

$$I = \Delta p = p_{\text{akhir}} - p_{\text{awal}}$$

## 2. Hukum Kekekalan Momentum

Pada proses tumbukan/ledakan berlaku kekekalan momentum.

$$\sum p_{\text{sebelum}} = \sum p_{\text{sesudah}}$$

Jika terjadi pada 2 benda bergerak dalam 1 garis lurus berlaku:

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

## 3. Tumbukan

Kelentingan suatu tumbukan ditentukan dengan koefisien restitusi ( $e$ ).

$$e = -\frac{(v'_1 - v'_2)}{v_1 - v_2}$$

1. Lenting Sempurna:  
Koefisien restitusi  $e = 1$
2. Lenting Sebagian:  
Koefisien restitusi  $0 < e < 1$
3. Tidak Lenting Sama Sekali:  
Koefisien restitusi  $e = 0$

## Benda Dijatuhkan dan Memantul

Benda yang jatuh kemudian memantul, besar koefisien restitusi dirumuskan dengan:

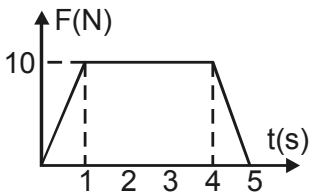
$$e = -\frac{v_1'}{v_1} = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}}$$

Berlaku: 
$$e = \sqrt{\frac{h_{n+1}}{h_n}}$$

di mana  $h_n$  adalah tinggi pantulan ke- $n$  ( $n = 0, 1, 2$ )

## Soal dan Pembahasan

1. Sebuah gaya  $F$  yang bervariasi terhadap waktu seperti grafik di bawah ini.



Gaya tersebut bekerja pada sebuah benda bermassa 10 kg. Jika benda mula-mula diam, maka momentum yang dimiliki benda saat  $t = 5$  sekon adalah ... Ns.

- A. 50    B. 40    C. 36    D. 25    E. 16

## Pembahasan:

Pada grafik  $F - t$ :

Impuls:

$$I = \text{luas}$$

$$= (5 + 3) \times \frac{10}{2} = 40 \text{ Ns}$$

Jadi,

$$I = p_5 - p_0$$

$$\Leftrightarrow 40 = p_5 - 0$$

$$\Leftrightarrow p_5 = 40 \text{ Ns}$$

**Jawaban: B**

2. Energi kinetik suatu benda bertambah 300%. Jika massa benda tetap, ini berarti momentum benda bertambah sebesar ....

A. 50%

C. 150%

E. 300%

B. 100%

D. 200%

## Pembahasan:

$$E_k = \frac{p^2}{2m} \rightarrow p \propto \sqrt{E_k}$$

Bertambah 300%  $\rightarrow$  menjadi 4 kalinya

$$\frac{p'}{p} = \frac{\sqrt{4E_k}}{\sqrt{E_k}} = 2 \rightarrow p' = 2p \text{ (tambah 100%)}$$

**Jawaban: B**

3. Dua bola A dan B yang mempunyai massa sama bergerak saling mendekati, masing-masing dengan kecepatan 1 m/s dan 2 m/s, A ke kanan dan B ke kiri. Keduanya bertumbukan lenting sempurna. Kecepatan bola A sesaat setelah tumbukan adalah ....

- A. 1 m/s ke kanan
- B. 1 m/s ke kiri
- C. 2 m/s ke kanan
- D. 2 m/s ke kiri
- E. 3 m/s ke kanan

**Pembahasan:**

Tumbukan 2 benda lenting sempurna massa sama besar, berlaku: tukar kecepatan

$$v_A' = v_B \text{ dan } v_B' = v_A, \text{ maka:}$$

$$v_A' = 2 \text{ m/s ke kiri}$$

**Jawaban: D**

4. Balok bermassa 4 kg diam di atas lantai dengan koefisien gesek antara balok dan lantai 0,1. Kemudian balok ditumbuk secara sentral dan elastis sempurna oleh benda bermassa 6 kg dengan kecepatan 5 m/s arah horizontal. Akibat tumbukan tersebut, balok bergerak di atas lantai dan mampu menempuh jarak sepanjang ...
- A. 20 m
  - B. 18 m
  - C. 16 m
  - D. 12 m
  - E. 10 m

**Pembahasan:**

Pada tumbukan elastis sempurna berlaku hukum kekekalan momentum:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$

Karena balok mula-mula diam, maka  $v_1 = 0$ , sehingga didapat:

$$4 \cdot 0 + 6 \cdot 5 = 4 \cdot v_1' + 6 \cdot v_2'$$

$$\Leftrightarrow 2v_1' + 3v_2' = 15 \quad (i)$$

Koefisien restitusi pada tumbukan elastis sempurna bernilai 1, sehingga didapat:

$$e = \frac{-(v_2' - v_1')}{v_2 - v_1} = 1$$

$$\Leftrightarrow \frac{-(v_2' - v_1')}{5 - 0} = 1$$

$$\Leftrightarrow v_1' - v_2' = 5$$

$$\Leftrightarrow 2v_1' - 2v_2' = 10 \quad (\text{ii})$$

Mengurangkan persamaan (i) dengan (ii) didapat:

$$5v_2' = 5 \text{ atau } v_2' = 1 \text{ m/s}$$

Dengan mensubstitusikan  $v_2' = 1 \text{ m/s}$  ke dalam persamaan (ii) diperoleh:

$$v_1' = 5 + v_2' = 5 + 1 = 6 \text{ m/s}$$

Menggunakan teorema usaha-energi didapat:

$$W = \Delta EK$$

$$f \cdot S = EK_{\text{akhir}} - EK_{\text{awal}}$$

$$(\mu \cdot m_1 \cdot g) \cdot S = \frac{1}{2} m_1 (v_1')^2 - \frac{1}{2} m_1 v_1^2$$

$$(0,1 \cdot 4 \cdot 10) \cdot S = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 6^2 - \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 0^2$$

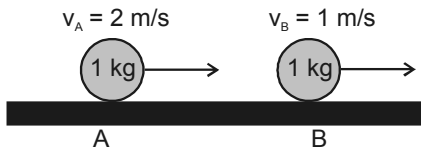
$$S = \frac{\frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 6^2}{0,1 \cdot 4 \cdot 10}$$

$$S = 18 \text{ m}$$

**Jawaban: B**

5. Dua bola A dan B mula-mula bergerak seperti gambar. Kedua bola kemudian bertumbukan tidak lenting sama sekali. Kecepatan A dan B setelah tumbukan adalah...m/s.

(UNAS 2009)



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

**Pembahasan:**

Tumbukan 2 benda dalam 1 dimensi tidak lenting

$$v'_A = v'_B = v'$$

$$\Leftrightarrow m_A v_A + m_B v_B = (m_A + m_B) \cdot v'$$

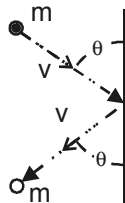
$$\Leftrightarrow (1)(2) + (1)(1) = 2 \cdot v'$$

$$\Leftrightarrow 2v' = 3$$

$$\Leftrightarrow v' = 1\frac{1}{2} \text{ m/s}$$

**Jawaban: C**

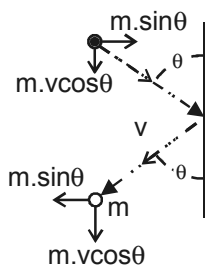
6. Sebuah atom gas bermassa  $m$  bergerak dengan kelajuan tetap  $v$  bertumbukan lenting sempurna dengan dinding wadahnya seperti ditunjukkan dalam gambar. Besar perubahan momentum atom gas adalah ....



- A.  $2 mv$
- B.  $mv \sin\theta$
- C.  $mv \cos\theta$
- D.  $2 mv \sin\theta$
- E.  $2 mv \cos\theta$

**Pembahasan:**

Bila digambarkan:



Terjadi pada dua dimensi

$$x : I_x = m.v.\sin\theta - (-m.v.\sin\theta) ; \text{ beda arah}$$

$$I_x = 2m.v.\sin\theta$$

$$y : I_y = m.v.\cos\theta - (m.v.\cos\theta)$$

$$I_y = 0$$

**Jawaban: D**

7. Benda A massa 2 kg bergerak dengan kecepatan 3 m/s menumbuk benda B bermassa 1 kg yang diam. Jika tumbukan kedua benda lenting sempurna, maka kecepatan benda pertama dan kedua sesaat setelah tumbukan adalah....
- A.  $v_A' = 2 \text{ m/s}$  dan  $v_B' = -2 \text{ m/s}$
  - B.  $v_A' = 1 \text{ m/s}$  dan  $v_B' = 6 \text{ m/s}$

- C.  $v_A' = 1 \text{ m/s}$  dan  $v_B' = 4 \text{ m/s}$
- D.  $v_A' = 6 \text{ m/s}$  dan  $v_B' = 2 \text{ m/s}$
- E.  $v_A' = 1 \text{ m/s}$  dan  $v_B' = 2 \text{ m/s}$

### Pembahasan:

Tumbukan 2 benda dalam 1 dimensi berlaku:

$$m_A \cdot v_A + m_B \cdot v_B = m_A \cdot v_A' + m_B \cdot v_B'$$

$$\Leftrightarrow (2)(3) + 0 = 2 \cdot v_A' + 1 \cdot v_B'$$

$$\Leftrightarrow 2v_A' + v_B' = 6 \quad \dots (i)$$

Dari sifat kelentingannya berlaku:

$$e = -\frac{v_A' - v_B'}{v_A - v_B}$$

$$\Leftrightarrow 1 = -\frac{v_A' - v_B'}{3 - 0}$$

$$\Leftrightarrow -v_A' + v_B' = 3 \quad \dots (ii)$$

Dengan sistem persamaan linier

$$2v_A' + v_B' = 6 \quad \dots (i)$$

$$\frac{-v_A' + v_B' = 3 \quad \dots (ii)}{3v_A' = 3} \quad -$$

$$3v_A' = 3 \rightarrow v_A' = 1 \text{ m/s}$$

Dari persamaan (ii)

$$-(1) + v_B' = 3 \rightarrow v_B' = 4 \text{ m/s}$$

Cara lain:

Tumbukan 2 benda dalam 1 dimensi berlaku:

$$m_A \cdot v_A + m_B \cdot v_B = m_A \cdot v_A' + m_B \cdot v_B'$$

$$\Leftrightarrow (2)(3) + 0 = 2 \cdot v_A' + 1 \cdot v_B'$$

$$\Leftrightarrow 2v_A' + v_B' = 6$$

Masukkan jawaban, dan yang memenuhi adalah:

$$v_A' = 1 \text{ dan } v_B' = 4$$

**Jawaban: C**

8. Sebuah granat yang diam tiba-tiba meledak dan pecah menjadi 2 bagian yang bergerak saling berlawanan. Perbandingan massa kedua bagian itu adalah  $m_1 : m_2 = 1:2$ . Bila energi yang dibebaskan adalah  $3 \cdot 10^5$  joule, maka perbandingan energi kinetik pecahan granat pertama dan kedua adalah....

- A. 1: 1      C. 1: 3      E. 7: 5  
B. 2: 1      D. 5: 1

**Pembahasan:**

Dari hukum kekekalan momentum:

$$0 = p_1 + p_2 \text{ (momentum sama besar)}$$

$$Ek_1 : Ek_2 = \frac{p^2}{2m_1} : \frac{p^2}{2m_2} = 2 : 1$$

**Jawaban: B**

9. Sebutir peluru bermassa 20 gram ditembakkan dari sepucuk senapan bermassa 3 kg. Senapan tersentak ke belakang dengan kelajuan 0,2 m/s. Besar momentum peluru saat ditembakkan adalah...kg m/s.

- A. 0      B. 0,6      C. 4,0      D. 60,0      E. 60,4

**Pembahasan:**

$$\sum p_{\text{sebelum}} = \sum p_{\text{sesudah}}$$

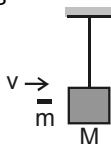
$$\Leftrightarrow 0 - m_p \cdot v_p' + m_s \cdot v_s'$$

$$\Leftrightarrow 0 = m_p \cdot v_p' + (3)(0,2)$$

$$\text{Momentum peluru } p_p' = -0,6$$

**Jawaban: B**

10. Sebutir peluru dengan massa  $m = 10$  gram membentur sebuah balok kayu dengan massa  $M = 2$  kg.

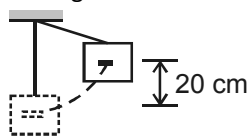


Kemudian peluru tersebut tertahan di dalam balok yang menyebabkan balok tersebut terayun mencapai ketinggian maksimum 20 cm dari posisi horizontal. Besar kecepatan peluru yang bergerak mendatar sebelum menembus balok adalah...m/s.

- A. 4                      C. 398                      E. 723  
 B. 201                    D. 402

**Pembahasan:**

Bila digambarkan:



Berlaku hukum kekekalan energi mekanik:

$$\frac{1}{2} mv^2 + 0 = mgh + 0$$

$$\Leftrightarrow v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2(10)(0,2)} = 2 \text{ m/s}$$

Dan dari hukum kekekalan momentum:

$$m.v_p + M.v_B = (m + M).v; \text{ awal balok diam}$$

$$\Leftrightarrow 0,01.v_p + 0 = (0,01 + 2).(2)$$

$$\Leftrightarrow v_p = 402 \text{ m/s}$$

**Jawaban: D**

## G. DINAMIKA GERAK ROTASI

### 1. Momen Inersia

Momen inersia adalah besaran yang analog dengan massa untuk gerak rotasi.

$$I = k \cdot m \cdot R^2 \quad k = \text{konstanta},$$

- Untuk 1 partikel,  $k = 1$
- Untuk beberapa partikel:

$$I = m_1 \cdot R_1^2 + m_2 \cdot R_2^2 + m_3 \cdot R_3^2 + \dots$$

Untuk benda yang sudah baku diberikan tabel sebagai berikut:

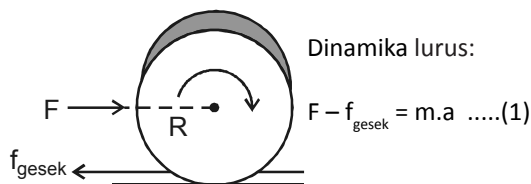
No.	Bentuk Benda	Momen Inersia
1.	Benda berupa titik	$I = mR^2$
2.	Benda panjang, homogen, diputar di salah satu ujung	$I = \frac{1}{3} ml^2$
3.	Benda panjang, homogen, diputar tepat di tengah	$I = \frac{1}{12} ml^2$
4.	Bola berongga	$I = \frac{2}{3} mR^2$
5.	Bola pejal	$I = \frac{2}{5} mR^2$
6.	Silinder berongga tipis	$I = mR^2$

7.	Silinder pejal	$I = \frac{1}{2} mR^2$
8.	Silinder berongga tidak tipis	$I = \frac{1}{2} m(R_1^2 + R_2^2)$

## 2. Hukum Dinamika Rotasi

$$\sum \tau = I \cdot \alpha$$

Kita dapat meninjau suatu kasus benda yang menggelinding (berotasi dan bertranslasi) seperti gambar di bawah ini:



Dinamika rotasi:

$$\tau = I \cdot \alpha$$

$$\begin{aligned} f_{\text{gesek}}(R) &= k \cdot m \cdot R^2 \left( \frac{a}{R} \right) \\ f_{\text{gesek}} &= k \cdot m \cdot a \quad \dots\dots\dots(2) \end{aligned}$$

Persamaan (2) disubstitusikan ke (1) akan didapat:

$$a = \frac{F}{m(1+k)}$$

$k$  = konstanta pada rumus momen inersia:

silinder pejal  $k = \frac{1}{2}$ ; bola pejal  $k = \frac{2}{5}$ ; dan seterusnya.

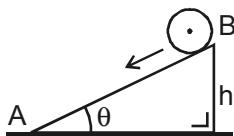
## Energi Kinetik

Untuk benda menggelinding (rotasi & translasi)

$$Ek_{\text{translasi}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

$$\begin{aligned} Ek_{\text{rotasi}} &= \frac{1}{2} \cdot I \cdot \omega^2 = \frac{1}{2} \cdot (k m R^2) \left(\frac{v}{R}\right)^2 \\ &= \frac{1}{2} \cdot k m \cdot v^2 \end{aligned}$$

$$Ek_{\text{total}} = Ek_{\text{translasi}} + Ek_{\text{rotasi}} = \frac{1}{2} m v^2 (1 + k)$$



$$Ek_{\text{total}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 (1 + k)$$

$$m \cdot g h = \frac{1}{2} m \cdot v^2 (1 + k)$$

$$v_A = \sqrt{\frac{2gh}{(1+k)}}$$

$v_A$  = laju di dasar

### 3. Momentum Sudut

$$L = I\omega$$

Setiap perubahan pada gerak rotasi berlaku kekekalan jumlah momentum sudutnya:

$$\sum L_{\text{sebelum}} = \sum L_{\text{sesudah}}$$

### 4. Kestimbangan Benda Tegar

Benda dikatakan setimbang jika benda tidak bergerak (percepatan = 0) baik secara translasi atau secara rotasi.

- Secara Translasi

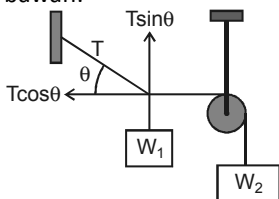
- Gaya-gaya dalam arah mendatar haruslah:

$$0 \rightarrow \sum F_y = 0$$

- Gaya-gaya dalam arah vertikal haruslah:

$$0 \rightarrow \sum F_y = 0$$

Sehingga, jika diberikan kasus setimbang di bawah:

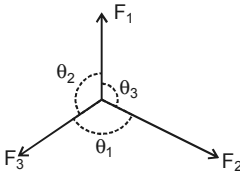


$$\sum F_y = 0 \rightarrow w_2 - T \cos \theta = 0$$

$$0 \rightarrow w_2 = T \cos \theta$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow w_1 - T \sin\theta = 0 \rightarrow w_1 = T \sin\theta$$

- **Setimbang oleh 3 Buah Gaya**



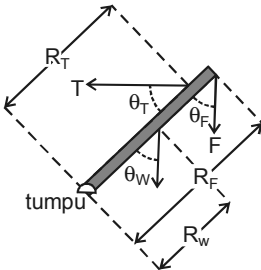
Berlaku:

$$\frac{F_1}{\sin\theta_1} = \frac{F_2}{\sin\theta_2} = \frac{F_3}{\sin\theta_3}$$

- **Kesetimbangan Rotasi**

Setimbang rotasi jika di setiap titik tumpu: jumlah momen gaya = 0  $\rightarrow \sum \tau = 0$

Jika terdapat gaya  $w$ ,  $F$ , dan  $T$  bekerja pada batang seperti gambar:



$$\sum \tau = 0$$

Jika sistem tetap dalam keadaan setimbang rotasi, maka:

$$(w)(R_w) \cdot \sin\theta_w + (F)(R_f) \cdot \sin\theta_f - (T)(R_T) \sin\theta_T = 0$$

Atau

$$(w)(R_w) \cdot \sin\theta_w + (F)(R_f) \cdot \sin\theta_f = (T)(R_T) \sin\theta_T$$

## 5. Titik Berat

Titik berat adalah titik tangkap gaya berat dan juga merupakan perpotongan garis berat.

Titik berat gabungan dari benda-benda teratur yang mempunyai berat  $W_1$ ,  $W_2$ ,  $W_3$ , ... dan seterusnya.

$$x_o = \frac{\sum w_n x_n}{\sum w_n} = \frac{w_1 x_1 + w_2 x_2 + w_3 x_3 + \dots}{w_1 + w_2 + w_3 + \dots}$$

$$y_o = \frac{\sum w_n y_n}{\sum w_n} = \frac{w_1 y_1 + w_2 y_2 + w_3 y_3 + \dots}{w_1 + w_2 + w_3 + \dots}$$

Di mana:  $w$  = berat benda

**$w$  (berat)  $\sim$   $m$  (massa)  $\sim$   $V$  (Volum)e  $\sim$   $A$  (luas)  $\sim$   $L$  (panjang)**  $\rightarrow$  rumus di atas bisa diganti dengan besaran-besaran di atas.

## Soal dan Pembahasan

1. Batang tak bermassa yang panjangnya  $2R$  dapat berputar di sekitar sumbu vertikal melewati pusatnya seperti ditunjukkan oleh gambar. Sistem berputar dengan kecepatan sudut  $\omega$  ketika kedua massa  $m$  berjarak sejauh  $R$  dari sumbu. Massa secara simultan ditarik sejauh mendekati sumbu oleh gaya yang arahnya sepanjang batang.

Berapakah kecepatan sudut yang baru dari sistem?

**(SNMPTN, 2009)**

- A.  $\omega/4$                       D.  $2\omega$   
B.  $\omega/2$                       E.  $4\omega$   
C.  $\omega$

**Pembahasan:**

Dengan menggunakan hukum kekekalan momentum sudut, maka:

$$L_1 = L_2$$

$$I_1\omega_1 = I_2\omega_2$$

Momen inersia ( $I$ ) dari sistem yang terdiri dari dua partikel bermassa  $m$  tersebut dapat ditentukan dengan rumus  $I = \sum m_i \cdot r_i^2$ . Hal ini karena batang penghubung kedua partikel dianggap tak bermassa, sehingga:

$$I = mR^2 + mR^2 = 2mR^2$$

$$I = m\left(\frac{R}{2}\right)^2 + m\left(\frac{R}{2}\right)^2 = \frac{1}{2}mR$$

Masukkan nilai  $I_1$  dan  $I_2$  ini ke persamaan hukum kekekalan momentum sudut.

$$I_1\omega_1 = I_2\omega_2$$

$$2mR^2\omega = \frac{1}{2}mR^2\omega_2$$

$$\omega_2 = 4\omega$$

**Jawaban: E**

2. Sebuah bola pejal bermassa  $M$  dan jari-jari  $R$  menggelinding menuruni sebuah bidang miring dengan sudut  $\theta$  terhadap arah mendatar. Percepatan bola adalah ...  $m/s^2$ .
- A.  $\frac{2}{5} g \sin \theta$                       D.  $g \sin \theta$   
B.  $\frac{3}{7} g \sin \theta$                       E.  $\frac{7}{5} g \sin \theta$   
C.  $\frac{5}{7} g \sin \theta$

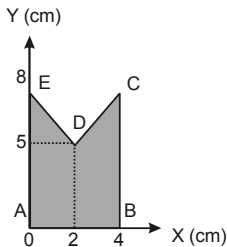
**Pembahasan:**

Percepatan linear:

$$\begin{aligned} a &= \frac{F_x}{M(1+k)} \\ &= \frac{w \sin \theta}{M(1+k)} \\ &= \frac{Mg \sin \theta}{M(1+\frac{2}{5})} \\ &= \frac{5}{7} g \sin \theta \end{aligned}$$

**Jawaban: C**

3. Sebuah bidang homogen ABCDE seperti gambar.



Letak titik ordinat bidang yang diarsir terhadap sisi AB adalah.... (UNAS 2009)

- A.  $1\frac{4}{15}$       C.  $3\frac{4}{13}$       E.  $5\frac{6}{13}$   
B.  $3\frac{5}{8}$       D.  $5\frac{3}{5}$

**Pembahasan:**

$$\frac{A_1 y_1}{A_1} = \frac{A_2 y_2}{A_2}$$

$$y_1 = 4; \quad y_2 = 8 - \frac{1}{3}(3) = 7$$

$$A_1 = (4)(8); \quad A_2 = (4)(3) \quad \frac{1}{2} = 6$$

$$y_0 = \frac{(32)(4) - (6)(7)}{(32) - (6)}$$

$$= \frac{128 - 42}{26}$$

$$= \frac{86}{26} = 3\frac{8}{26} = 3\frac{4}{13}$$

**Jawaban: C**

4. Sebuah bola pejal bertranslasi dan berotasi dengan kecepatan linear dan kecepatan sudut masing-masing  $v$  dan  $\omega$ . Energi kinetik total bola pejal tersebut adalah ... joule.  
A.  $\frac{2}{5} mv^2$       C.  $\frac{7}{10} mv^2$       E.  $\frac{5}{2} mv^2$   
B.  $\frac{1}{2} mv^2$       D.  $\frac{10}{9} mv^2$

**Pembahasan:**

$$E_{\text{total}} = E_{k_{\text{translasi}}} + E_{k_{\text{rotasi}}}$$

$$\begin{aligned} E_{\text{total}} &= \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 \\ &= \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}(k)R^2\left(\frac{v}{R}\right)^2 \\ &= \frac{1}{2}(1+k)mv^2 \\ &= \frac{1}{2}\left(1 + \frac{2}{5}\right)mv^2 \\ &= \frac{7}{10}mv^2 \end{aligned}$$

**Jawaban: C**

5. Sebuah tongkat yang panjangnya  $L$ , hendak diputar agar bergerak rotasi dengan sumbu putar pada batang tersebut. Jika besar gaya untuk memutar tongkat  $F$  (newton), maka torsi maksimum akan diperoleh ketika:
- (1)  $F$  melalui tegak lurus di tengah batang
  - (2)  $F$  melalui segaris dengan batang
  - (3)  $F$  melalui tegak lurus di ujung batang
  - (4)  $F$  melalui  $\frac{1}{4}L$  dari sumbu putar
- Pernyataan yang benar adalah...

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

**Pembahasan:**

Momen gaya (torsi)  $\tau = F \cdot R \cdot \sin\theta$

$F$  = gaya,  $R$  = jarak titik tangkap gaya ke tumpu (sumbu rotasi) dan  $\theta$  = sudut yang dibentuk gaya dengan  $R$ .



Torsi oleh gaya  $F$  akan maksimal bila tumpu di ujung dan titik tangkap juga di ujung ( $R = \text{maksimal}$ ) dan  $\theta = 90^\circ$  ( $\sin 90^\circ = 1$ ) = tegak lurus.

**Jawaban: E**

6. Sebuah tangga homogen dengan panjang  $L$  diam bersandar pada tembok yang licin di atas lantai yang kasar dengan koefisien gesekan statis antara lantai dan tangga adalah  $\mu$ . Jika tangga membentuk sudut  $\theta$  tepat saat akan tergelincir, besar sudut  $\theta$  adalah....

- A.  $q = \frac{m}{L}$   
B.  $\tan q = 2m$   
C.  $\tan q = \frac{1}{2m}$   
D.  $\sin q = \frac{1}{m}$   
E.  $\cos q = m$

**Pembahasan:**

Diagram gaya-gaya yang bekerja pada tangga ketika tangga tepat akan bergerak, maka berlaku syarat keseimbangan, yaitu:

$$\begin{aligned}\sum F_x &= 0 & \sum F_y &= 0 \\ f - N_p &= 0 & N_L &= mg \\ f &= N_p \\ mN_L &= N_p\end{aligned}$$

Diperoleh:

$$m = \frac{N_p}{mg}$$

Sehingga  $\sum = 0$

(ambil poros di ujung tangga yang berada di lantai)

$$N_p \times L \sin \theta - mg \times \frac{1}{2} L \cos \theta = 0$$

$$N_p L \sin \theta = 2 L \cos \theta$$

$$N_p = \frac{mg}{2 \tan \theta}$$

(masukkan ke persamaan koefisien gesek)

$$\mu = \frac{N_p}{mg} = \frac{\frac{mg}{2 \tan \theta}}{mg} = \frac{1}{2 \tan \theta}$$

Dengan demikian, diperoleh:

$$\tan \theta = \frac{1}{2\mu}$$

**Jawaban: C**

7. Jarak sumbu kedua roda depan terhadap sumbu kedua sumbu roda belakang yang bermassa 3.000 kg adalah 3 meter. Pusat massa truk terletak 2 meter di belakang roda muka. Maka, beban yang dipikul oleh kedua roda depan truk tersebut adalah...

- A. 5 kN                      C. 15 kN                      E. 25 kN  
 B. 10 kN                    D. 20 kN

**Pembahasan:**

Berat beban yang dipikul oleh kedua roda depan truk adalah sama dengan gaya normal di A ( $N_A$ ) dan untuk menentukannya, terapkan syarat kesetimbangan untuk poros di B.

$$\sum \tau_B = 0$$

$$wl - N_A l_A = 0$$

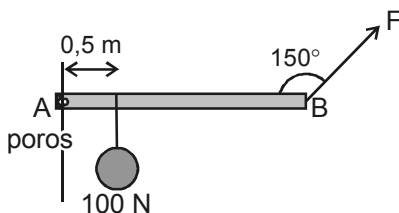
$$mgl = N_A l_A$$

$$(300\text{kg})\left(10\text{m/s}^2\right)(3\text{m} - 2\text{m}) = N_A (3\text{m})$$

$$N_A = \frac{3.000}{3} \text{ N} = 10.000\text{N} = 10 \text{ kN.}$$

**Jawaban: B**

8. Batang homogen AB panjang 2 m, beratnya 60 N pada jarak 0,5 m diberi beban 100 N,

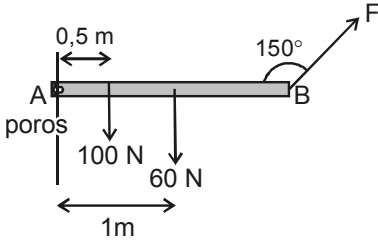


Agar batang tetap pada posisi horizontal pada ujung AB diberi gaya F seperti gambar, besar F adalah ... N.

- A. 160    B. 120    C. 110    D. 55    E. 45

## Pembahasan:

Diagram gaya-gaya selain di titik tumpu (A)



$$\sum \tau_A = 0$$

$$\Leftrightarrow (100)(0,5) + (60)(1) - F(2)\sin 150^\circ = 0$$

$$\Leftrightarrow F = 110 \text{ N}$$

**Jawaban: C**



**Strategi Kebut Semalam**

**Fisika SMA**



**ZAT DAN KALOR**

## A. TEKANAN

Tekanan adalah gaya tiap satu-satuan luas:

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

F : Besar gaya yang tegak lurus bidang tekanan (N),

A : Luas bidang tekanan ( $m^2$ ),

P : Tekanan ( $N/m^2$ ).

Satuan tekanan: atmosfer (atm), sentimeter raksa (cmHg), dan milibar (mB), juga Pa (pascal) =  $N/m^2$  (SI).

**Konversi:**

$$1 \text{ bar} = 10^6 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg} = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$$

### 1. Tekanan Hidrostatik

Tekanan pada dasar bejana yang disebabkan oleh berat zat cair yang diam di atasnya dinamakan tekanan hidrostatik, yang dirumuskan:

$$P_h = \frac{w}{A} = \rho \cdot g \cdot h$$



$\rho$  : massa jenis zat cair ( $kg/m^3$ ),

$g$  : percepatan gravitasi bumi ( $m/s^2$ ),

$h$  : kedalaman zat cair dari permukaannya (m),

$P_h$  : tekanan hidrostatik pada kedalaman  $h$  ( $N/m^2$ ).

Tekanan mutlak (total) pada kedalaman  $h$  dari permukaan zat cair adalah:

$$P_M = P_o + \rho \cdot g \cdot h$$

$P_o$  = tekanan atmosfer

## 2. Hukum Pokok Hidrostatik

Jika bejana bentuk U diisi dua fluida, maka pada bidang batas garis lurus berlaku:

$$P_1 = P_2$$
$$\rho_1 \cdot g \cdot h_1 = \rho_2 \cdot g \cdot h_2$$

$$\rho_1 \cdot h_1 = \rho_2 \cdot h_2$$

$\rho_m$  = massa jenis minyak ( $\text{kg/m}^3$ ),

$\rho_a$  = massa jenis air ( $\text{kg/m}^3$ ),

$h_m$  = ketinggian minyak (m),

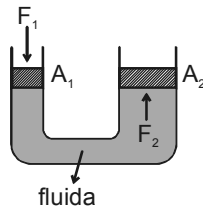
$h_a$  = beda tinggi kaki kiri  $\rightarrow \rho_m \cdot h_m = \rho_a \cdot h_a$

## 3. Hukum Pascal

Tekanan yang diberikan pada suatu zat cair yang ada di dalam ruang tertutup diteruskan ke segala arah dengan sama besar.

$$p_2 = p_1$$

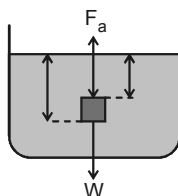
$$\frac{F_2}{A_2} = \frac{F_1}{A_1}$$



## 4. Hukum Archimedes

Sebuah benda yang tercelup ke dalam zat cair (fluida) mengalami gaya apung yang besarnya sama dengan berat zat cair yang dipindahkannya.

$$F_a = \rho \cdot g \cdot V$$



$\rho$  = massa jenis air ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ),

$g$  = percepatan gravitasi bumi ( $\text{m}/\text{s}^2$ ),

$V$  = volume benda yang tercelup ( $\text{m}^3$ ),

$F_a$  = gaya apung = gaya Archimedes (N).

Akibatnya berat benda di dalam zat cair lebih kecil daripada beratnya di udara.

$$w_f = w - F_a$$

$w$  = berat benda di udara

$w_f$  = berat benda di dalam zat cair

$F_a$  = gaya apung

Untuk benda homogen yang dicelupkan ke dalam zat cair, ada tiga kemungkinan, yaitu: tenggelam, melayang, dan terapung.

- Benda akan tenggelam, jika  $\rho_{\text{benda}} > \rho_{\text{zat cair}}$
- Benda akan melayang, jika  $\rho_{\text{benda}} = \rho_{\text{zat cair}}$
- Benda akan terapung, jika  $\rho_{\text{benda}} < \rho_{\text{zat cair}}$

Pada kasus terapung, berlaku:

$$\rho_{\text{benda}} \cdot V_{\text{benda}} = \rho_{\text{cair}} \cdot V_{\text{celup}}$$

## 5. Tegangan Permukaan

Tegangan permukaan didefinisikan sebagai gaya permukaan per satuan panjang permukaan.

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

Keterangan:

$F$  = gaya permukaan (N),

$\ell$  = panjang permukaan (m),

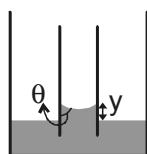
$\gamma$  = tegangan permukaan (N/m).

Peristiwa terkait tegangan permukaan:

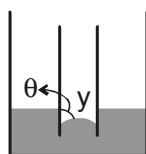
- Permukaan zat cair cenderung mempunyai luas yang sekecil-kecilnya.  
Contoh: Tetesan air hujan cenderung berbentuk bola.
- Permukaan zat cair cenderung mirip kulit elastis yang liat.  
Contoh: Nyamuk dapat hinggap di permukaan air.

## 6. Kapilaritas

Kapilaritas adalah gejala naik turunnya permukaan zat cair di dalam pembuluh yang sempit (pipa kapiler).



air



air raksa

Selisih ketinggian antara permukaan zat di dalam dan di luar pipa kapiler dapat dirumuskan sebagai berikut:

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

Keterangan:

$y$  = selisih tinggi permukaan zat cair (m),

$\gamma$  = tegangan permukaan ( $\text{Nm}^{-1}$ ),

$\rho$  = massa jenis zat cair ( $\text{kg/m}^3$ ),

$g$  = percepatan gravitasi ( $\text{m s}^{-2}$ ),

$r$  = jari-jari pipa kapiler (m).

## B. FLUIDA

### 1. Fluida Bergerak

Besarnya fluida yang mengalir tiap satu-satuan waktu didefinisikan sebagai debit ( $Q$ ):

$$Q = \frac{V}{t} = A \cdot v$$

$V$  = volume ( $\text{m}^3$ ),

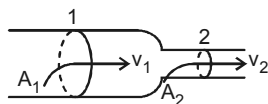
$A$  = luas penampang,

$v$  = laju aliran fluida.

## 2. Persamaan Kontinuitas

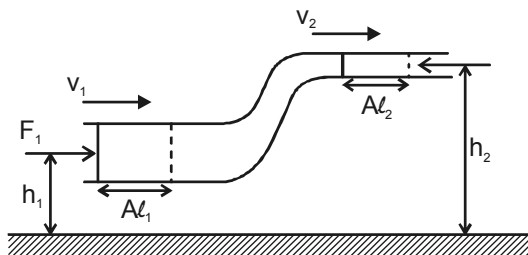
Tinjau sebuah tabung aliran seperti dalam gambar di bawah, debit yang mengalir pada  $A_1$  = pada  $A_2$ .

$$Q_1 = Q_2$$
$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$



## 3. Persamaan Bernoulli

Tinjau aliran tunak tak termampatkan dan tak kental dari suatu fluida yang mengalir melalui tabung aliran seperti pada gambar di bawah.



Berlaku:

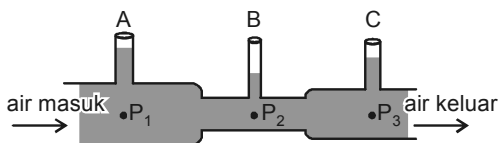
$$P + \frac{1}{2} \rho \cdot v + \rho \cdot g \cdot h = \text{konstan}$$

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

## 4. Penggunaan Persamaan Bernoulli

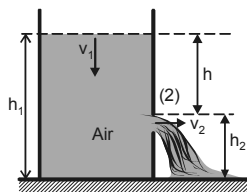
### a. Pipa mendatar

Pada pipa mendatar (horizontal), tekanan paling besar pada bagian yang kelajuan paling kecil, dan tekanan paling kecil pada bagian laju paling besar



Karena  $v_1 < v_3 < v_2$ , maka berlaku:  $P_1 > P_3 > P_2$ .

### b. Bejana dengan Lubang Aliran



Laju pancuran:  $v_2 = \sqrt{2g(h_1 - h_2)}$

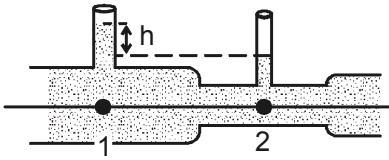
$$v_2 = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Jarak mendatar pancuran:  $x = 2\sqrt{h(h_2)}$

### c. Venturimeter

Venturimeter adalah alat untuk mengukur laju aliran fluida. Ada 2 jenis venturimeter, yaitu:

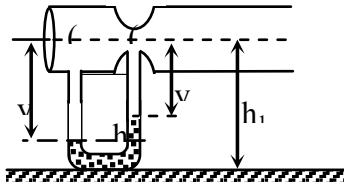
## 1. Venturimeter tanpa manometer



Laju aliran fluida di bagian pipa besar

$$v_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot h}{\left(\left[\frac{A_1}{A_2}\right]^2 - 1\right)}}$$

## 2. Venturimeter dengan manometer



$$v_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot h (\rho' - \rho)}{\rho \left(\left[\frac{A_1}{A_2}\right]^2 - 1\right)}}$$

$A_1$  = luas penampang tabung (1) ( $m^2$ ),

$A_2$  = luas penampang tabung pada bagian (2) ( $m^2$ ),

$v_1$  = kecepatan zat cair yang melewati  $A_1$  (m/s),

$v_2$  = kecepatan zat cair yang melewati  $A_2$  (m/s),

- $h$  = selisih tinggi zat cair di dalam pipa U (m),
- $g$  = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ ),
- $\rho$  = massa jenis zat cair di dalam tabung aliran ( $kg/m^3$ ).

### Pada venturimeter dengan manometer

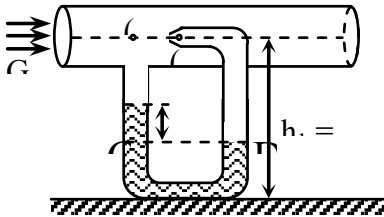
- $\rho$  = massa jenis zat cair di dalam pipa U, (sering pakai Hg) ( $kg/m^3$ )

Untuk mencari  $v_1$  dapat digunakan rumus:

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

## 5. Tabung Pitot

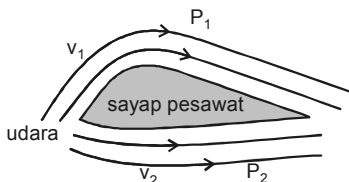
Tabung pitot adalah alat untuk mengukur laju aliran gas. Ditunjukkan gambar berikut ini.



$$v_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot h \cdot (\rho')}{\rho}}$$

- $v_1$  = laju gas dalam pipa aliran ( $ms^{-1}$ ),
- $\rho$  = massa jenis gas ( $kgm^{-3}$ ),
- $\rho'$  = massa jenis air raksa ( $kgm^{-3}$ ),
- $g$  = percepatan gravitasi ( $ms^{-2}$ ),
- $h$  = selisih tinggi permukaan air raksa (m).

## 6. Gaya Angkat Sayap Pesawat Terbang



Haruslah berlaku:  $v_1 > v_2$  dan  $P_1 < P_2$

Gaya angkat sayap:

$$F = (P_2 - P_1) \cdot A = \left( \frac{1}{2} \rho v_1^2 - \frac{1}{2} \rho v_2^2 \right) \cdot A$$

$F$  = gaya angkat sayap pesawat terbang (N),

$P_2$  = tekanan di bawah sayap ( $\text{Nm}^{-2}$ ),

$P_1$  = tekanan di atas sayap ( $\text{Nm}^{-2}$ ),

$A$  = luas total bidang di bawah sayap ( $\text{m}^2$ ).

## Soal dan Pembahasan

1. Sebuah kolam renang dalamnya 5,2 meter berisi penuh air ( $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$  dan gravitasi  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ). Berapakah tekanan hidrostatis suatu titik yang berada 40 cm di atas dasar bak?  
A. 35 kPa                      D. 52 kPa  
B. 40 kPa                      E. 56 kPa  
C. 48 kPa

## Pembahasan:

Tekanan hidrostatik:  $P_h = \rho g h$

$$h = (5,2 - 0,4) = 4,8 \text{ m}$$

$$\rho = 1 \text{ g/cm}^3 = 1.000 \text{ kg/m}^3$$

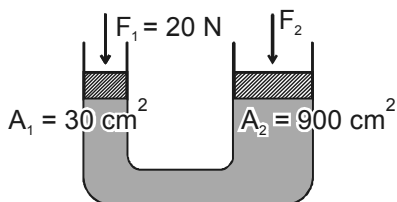
$$P_h = (1.000)(10)(4,8)$$

$$= 48.000 \text{ N/m}^2$$

$$= 48 \text{ kPa}$$

**Jawaban: C**

2. Gambar berikut menunjukkan sebuah tabung U yang berisi zat cair dan diberi pengisap (berat dan gesekan diabaikan). Agar pengisap tetap seimbang, maka berat beban  $F_2$  yang harus diberikan adalah ... N.



A. 150

C. 600

E. 2.400

B. 400

D. 1.200

## Pembahasan:

Berlaku:

$$P_1 = P_2$$

$$\Leftrightarrow \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$\Leftrightarrow \frac{20}{30} = \frac{F_2}{900}$$

$$\Leftrightarrow F_2 = 600 \text{ N}$$

**Jawaban: C**

3. Gaya apung terjadi yang bekerja pada suatu benda yang berada dalam fluida adalah ....
- (1) sebanding dengan kerapatan zat cair
  - (2) sebanding dengan kerapatan benda
  - (3) sebanding dengan volume benda yang masuk pada zat cair
  - (4) sebanding dengan massa benda

**Pembahasan:**

$$\text{Gaya apung : } F_a = \rho_f \cdot g \cdot V_{\text{celup}}$$

$\rho_f$  = kerapatan zat cair

$V_{\text{celup}}$  = volume benda yang masuk zat cair

**Jawaban: B**

4. Sebuah balok kubus dari kayu yang sisinya 10 cm dan kerapatannya  $0,5 \text{ g/cm}^3$ , terapung di dalam sebuah bejana berisi air. Sejumlah minyak dengan kerapatan  $0,8 \text{ g/cm}^3$  dituangkan ke atas air itu, sehingga permukaan atas lapisan minyak berada 4 cm di bawah permukaan atas balok itu. Besarnya tekanan total pada permukaan bawah balok adalah (dalam kilopascal)... **(SNMPTN 2008)**
- A. 100,5    C. 301,5    E. 502,5  
B. 201      D. 402

## Pembahasan:

Kubus kayu di dalam kedua zat cair tersebut mengalami gaya ke atas dari minyak ( $F_m$ ), gaya ke atas dari air ( $F_a$ ), dan gaya berat ( $w$ )  
 $\Sigma F = 0$  (benda terapung)

$$w = F_m + F_a$$

$$mg = \rho_m V_m g + \rho_a V_a g$$

$(V_m = \text{volume kubus dalam minyak};$

$V_a = \text{volume kubus dalam air})$

$$\rho_b V_b = \rho_m V_m + \rho_a V_a$$

$$(0,5g/cm^3)(1.000cm^3) = 0,8 \cdot V_m + 1 \cdot V_a$$

Volume kubus yang tercelup ke dalam fluida

adalah =  $(10 - 4) \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$

$$= 600 \text{ cm}^3$$

$$V_m + V_a = 600 \text{ cm}^3$$

$$\Leftrightarrow V_a = 600 - V_m$$

$$\Leftrightarrow 500 = 0,8 V_m + (600 - V_m)$$

$$\Leftrightarrow 100 = 0,2$$

$$\Leftrightarrow V_m = 500 \text{ cm}^3$$

Sehingga,  $V_a = (600 - 500) \text{ cm}^3 = 100 \text{ cm}^3$

Karena sisi kubus = 10 cm, maka tinggi kubus yang tercelup ke dalam minyak ( $h_m$ ) dan air ( $h_a$ ) adalah:

$$h_m = \frac{500 \text{ cm}^3}{100 \text{ cm}^2} = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$$

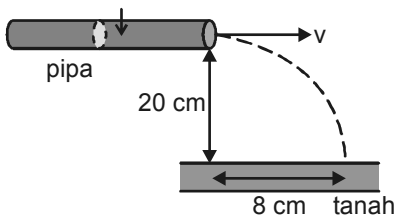
$$h_a = \frac{100 \text{ cm}^3}{100 \text{ cm}^2} = 1 \text{ cm} = 0,01 \text{ m}$$

Ketika tercelup ke dalam fluida, kubus akan mengalami tekanan atmosfer ( $p_0$ ) ke bawah dan tekanan hidrostatik ke atas (dalam hal ini,  $p_{hm}$  dan  $p_{ha}$ ), sehingga:

$$\begin{aligned}
 p_{\text{tot}} &= p_0 - (p_{hm} + p_{ha}) \\
 &= 1,01 \times 10^5 \text{ Pa} - (\rho_m g h_m + \rho_a g h_a) \\
 &= 1,01 \times 10^5 \text{ Pa} - \{(800 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ m/s}^2 \times 0,05 \text{ m}) + (1.000 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ m/s}^2 \times 0,01 \text{ m})\} \\
 &= 1,01 \times 10^5 \text{ Pa} - (400 \text{ Pa} + 100 \text{ Pa}) \\
 &= 100.500 \text{ Pa} = 100,5 \text{ kPa}.
 \end{aligned}$$

**Jawaban: A**

5. Sebuah pancaran air yang keluar dari pipa yang dipasang setinggi 20 m di atas permukaan tanah, jatuh sejauh 8 m.



Jika luas penampang dalam pipa  $A = 50 \text{ cm}^3$ , maka debit air pada pipa adalah ... (dalam Liter/s).

- A. 10    B. 16    C. 20    D. 24    E. 32

**Pembahasan:**

$$\diamond y = \frac{1}{2} g t^2$$

$$\Leftrightarrow 20 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2$$

$$\Leftrightarrow t^2 = 4$$

$$\Leftrightarrow t = 2 \text{ sekon}$$

$$\diamond x = v \cdot t$$

$$\Leftrightarrow 8 = v \cdot 2$$

$$\Leftrightarrow v = 4 \text{ m/s}$$

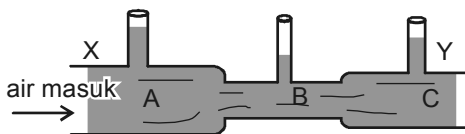
Dengan demikian diperoleh:

$$Q = A \cdot v = 50 \times 10^{-4} \times 4 = 2 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 20 \text{ L/s}$$

**Jawaban: C**

6. Gambar di bawah ini menunjukkan sebuah pipa XY. Pada pipa itu, air dialirkan dari kiri ke kanan.  $p_1$ ,  $p_2$ , dan  $p_3$  adalah tekanan pada titik-titik di bawah pipa A, B, dan C. Pernyataan yang benar adalah ....



A.  $p_1 > p_2 < p_3$

D.  $p_1 > p_2 > p_3$

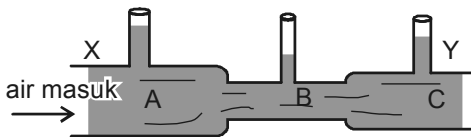
B.  $p_2 > p_1 < p_3$

E.  $p_1 = p_2 = p_3$

C.  $p_1 > p_3 < p_2$

**Pembahasan:**

Dari asas Bernoulli: makin besar lajunya, makin kecil tekanannya, maka:



$$P_1 > P_2 \text{ dan } P_2 < P_3$$

**Jawaban: A**

7. Benda yang volumenya  $100 \text{ cm}^3$ , ketika ditimbang di dalam air murni menunjukkan massa semuanya sebesar 120 gram. Jika rapat massa air murni  $1 \text{ g/cm}^3$ , maka rapat massa benda tersebut adalah ....

**(UM UGM 2009)**

- A.  $2.400 \text{ kg/cm}^3$       D.  $1.800 \text{ kg/cm}^3$   
B.  $2.200 \text{ kg/cm}^3$       E.  $2.600 \text{ kg/cm}^3$   
C.  $2.000 \text{ kg/cm}^3$

**Pembahasan:**

$$w_A = w_B - F_A$$

Jadi, didapat:

$$m_A \cdot g = \rho_B \cdot V_B \cdot g - \rho_A \cdot V_B \cdot g$$

$$\Leftrightarrow m_A = (\rho_B - \rho_A) \cdot V_B$$

$$\Leftrightarrow \rho_B - \rho_A = m_A / V_B$$

$$\Leftrightarrow \rho_B - 1 = 120 / 100$$

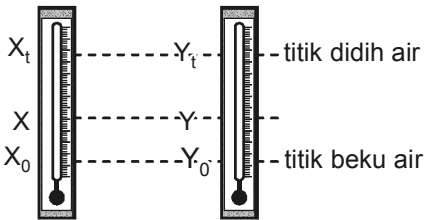
$$\Leftrightarrow \rho_B = 2,2 \text{ g/cm}^3 = 2.200 \text{ kg/m}^3$$

**Jawaban: B**

## C. ZAT DAN KALOR

### 1. Suhu

Alat untuk mengukur suhu disebut termometer. Hubungan antara skala termometer, pemuaian zat cair, yang satu dengan lainnya diberikan:



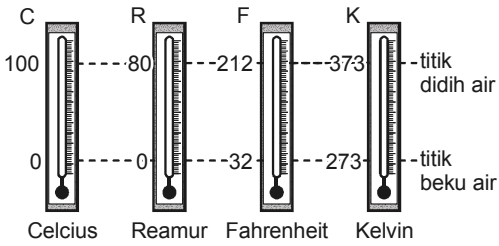
termometer X    termometer Y

$$\frac{X - X_0}{X_t - X_0} = \frac{Y - Y_0}{Y_t - Y_0}$$

X : suhu yang ditunjukkan termometer X,

Y : suhu yang ditunjukkan termometer Y.

Untuk skala **Celcius**, **Fahrenheit**, **Reamur**, dan **Kelvin** hubungannya sebagai berikut:



Celcius

Reamur

Fahrenheit

Kelvin

$$C : R : (F - 32) = 5 : 4 : 9$$

Untuk hubungan skala Kelvin (K) dan Celcius (C):

$$K = 273 + C$$

## 2. Pemuaiian

Kebanyakan zat memuai jika dipanaskan dan menyusut ketika didinginkan.

Memuai = bertambah panjang, bertambah luas, dan bertambah volume

- **Pemuaiian Panjang**

$$\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta T$$

$L_0$  = panjang mula-mula, (m)

$\Delta L$  = perubahan panjang, (m)

$\Delta T$  = perubahan suhu, (K atau  $^{\circ}C$ )

$\alpha$  = koefisien muai panjang, ( $/K$  atau  $/^{\circ}C$ )

Setelah suhu naik  $\Delta T$ , panjangnya menjadi:

$$L = L_0 + \Delta L$$

- **Pemuaiian Luas**

$$\Delta A = \beta \cdot A_0 \cdot \Delta T$$

$A_0$  = luas mula-mula ( $m^2$ ),

$\Delta A$  = perubahan luas ( $m^2$ ),

$\Delta T$  = perubahan suhu (K atau  $^{\circ}C$ ),

$\beta$  = koefisien muai luas ( $/K$  atau  $/^{\circ}C$ ),  
dengan  $\beta = 2\alpha$ .

Setelah suhu naik  $\Delta T$ , luasnya menjadi:  $A = A_0 + \Delta A$

- **Pemuaian Volume**

$$\frac{p \cdot V}{T} = \text{tetap}$$

$V_0$  = volume mula-mula ( $\text{m}^3$ ),

$\Delta V$  = perubahan volume ( $\text{m}^3$ ),

$\Delta T$  = perubahan suhu ( $^\circ\text{C}$ ),

$\gamma$  = koefisien muai volume ( $/^\circ\text{C}$ ),  
dengan  $\gamma = 3\alpha$ .

Setelah suhu naik  $\Delta T$ , volumenya menjadi:

$$V = V_0 + \Delta V$$

- **Hukum pada Pemuaian Gas**

### Hukum Boyle – Gay Lussac

*Perbandingan antara hasil kali tekanan dan volume gas dengan suhu mutlaknya (satuan Kelvin) adalah konstan.*

$$\frac{p \cdot V}{T} = \text{tetap}$$

Jika pada suhu  $T_1$  volume gas  $V_1$  dan tekanannya  $p_1$ ; dan pada suhu  $T_2$  volume gas  $V_2$  dan tekanannya  $p_2$ , maka berlaku:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$$

## 2. KALOR

### a. Kalor

Menaikkan atau menurunkan suhu:

suhu naik  $\rightarrow$  kalor diserap/diterima

suhu turun  $\rightarrow$  kalor dilepas

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

$m$  = massa benda (kg, g),

$c$  = kalor jenis benda (J/kg K; kal/gK),

$\Delta T$  = perubahan suhu.

### b. Kalor Perubahan Wujud

Mencair, menguap  $\rightarrow$  kalor diserap

Membeku, mengembun  $\rightarrow$  kalor dilepas

$$Q = m \cdot L$$

$m$  = massa benda (kg, g),

$L$  = kalor laten/kalor lebur/kalor uap  
(J/kg; kal/g).

### c. Asas Black

Pada proses percampuran beberapa zat terjadi proses pelepasan dari yang suhu/fase tinggi ke suhu/fase lebih rendah. Penerimaan kalor ini akan terus berlangsung sampai kedua benda itu memiliki suhu yang sama. Pada proses ini berlaku: Jumlah kalor dilepas = jumlah kalor diserap.

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

- **Perpindahan Kalor**

Ada 3 cara perpindahan kalor, yaitu:

1. Konduksi (hantaran/rambatan) → biasa pada zat padat
2. Konveksi (aliran) → biasa pada zat cair dan gas
3. Radiasi (pancaran) → tanpa zat perantara

**1. Laju Perpindahan Kalor secara Konduksi dirumuskan:**

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

$Q/t$  : laju kalor secara konduksi (J/s),

$k$  : konduktivitas (koefisien konduksi) termal zat, (W/m K),

$A$  : luas penampang lintang ( $m^2$ ),

$\Delta T$  : selisih suhu antara ujung-ujung zat padat (K),

$L$  : panjang (tebal) zat padat (m).

Pada persambungan 2 konduktor berlaku laju rambatan kalor sama.



$$h_x = h_y$$
$$k_x \frac{A_x \cdot (T_x - T)}{L_x} = k_y \frac{A_y \cdot (T - T_y)}{L_y}$$

## 2. Laju Perpindahan Kalor secara Konveksi dirumuskan:

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

- $Q/t$  : laju kalor secara konveksi (J/s atau W),  
 $A$  : luas permukaan benda yang kontak dengan fluida ( $m^2$ ),  
 $\Delta T$  : beda suhu antara benda dan fluida ( $C^\circ$  atau K),  
 $h$  : koefisien konveksi (J/s  $m^2K$ ).

## 3. Laju Perpindahan Kalor secara Radiasi, yang secara matematis dituliskan:

$$P = \frac{Q}{t} = e \sigma A T^4$$

- $P$  : daya (laju) radiasi energi (J/s atau W),  
 $e$  : emisivitas permukaan,  
 $\sigma$  : konstanta Stefan-Boltzmann ( $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$ ),  
 $A$  : luas permukaan benda ( $m^2$ ),  
 $T$  : suhu mutlak benda (K).

Jika sebuah benda berada dalam kesetimbangan termis dengan sekitarnya,  $T = T_s$ , dan benda memancarkan serta menyerap radiasi pada laju yang sama, maka laju total radiasi sebuah benda pada suhu  $T$  dengan lingkungan pada suhu  $T_s$  adalah:

$$P_{\text{total}} = e \sigma A (T^4 - T_s^4)$$

## Soal dan Pembahasan

1. Filamen pemanas listrik dengan hambatan  $48 \Omega$  dan tegangan operasi  $240$  volt digunakan untuk memanaskan  $100$  kg air. Kalor jenis air adalah  $4.200 \text{ J}/(\text{kg}^\circ\text{C})$ . Waktu yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu air dari  $40^\circ\text{C}$  menjadi  $60^\circ\text{C}$  adalah... **(UM UGM 2009)**
- A.  $700$  s                      D.  $7.000$  s  
B.  $1.000$  s                    E.  $11.000$  s  
C.  $3.000$  s

### Pembahasan:

Rumus energi listrik:  $Q = V^2 \cdot t / R$

Rumus energi kalor:  $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$

Energi listrik berubah menjadi energi kalor, berarti:

$$V^2 \cdot t / R = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$\Leftrightarrow 240^2 \cdot t / 48 = 100 \cdot 4200 \cdot 20$$

$$\Leftrightarrow t = 8,4 \cdot 10^6 \cdot 48 / (240^2) = 7.000 \text{ s}$$

**Jawaban: D**

2. Suatu termometer menunjukkan angka  $-20^\circ\text{C}$  ketika es mencair dan menunjukkan angka  $140^\circ\text{C}$  ketika air mendidih. Kenaikan skala termometer ini bersifat linear terhadap kenaikan suhu. Angka yang ditunjukkan termometer tersebut ketika termometer berskala Fahrenheit menunjukkan angka  $0^\circ$  adalah ... **(UM UGM 2009)**

- A.  $-8,44$                       D.  $-48,44$   
B.  $-18,44$                     E.  $-58,44$   
C.  $-28,44$

**Pembahasan:**

Titik beku (titik bawah) pada termometer Fahrenheit nilai  $F_0 = -32^\circ\text{F}$  dan  $F_1 = 212^\circ\text{F}$   
Rumus perbandingan dua buah termometer:

$$\frac{T - T_0}{T_1 - T_0} = \frac{F - F_0}{F_1 - F_0}$$

Jadi, diperoleh:

$$\frac{T - (-20)}{140 - (-20)} = \frac{0 - 32}{212 - 32}$$

$$\Leftrightarrow \frac{T + 20}{160} = \frac{-32}{180}$$

$$\Leftrightarrow \frac{T + 20}{8} = \frac{-32}{9}$$

$$\Leftrightarrow T + 20 = \frac{8}{9} \cdot (-32)$$

$$\Leftrightarrow T = -48,44$$

**Jawaban: D**

3. Dua macam zat cair sejenis tapi berbeda suhu dicampur. Massa zat cair yang lebih panas ( $m_1$ ) sama dengan dua kali massa zat cair yang lebih dingin ( $m_2$ ). Suhu awal zat cair yang lebih panas ( $T_1$ ) juga sama dengan dua kali suhu awal zat cair yang lebih dingin  $T_2 = 30^\circ\text{C}$ . Suhu campuran pada keadaan setimbang adalah ... **(UM UGM 2008)**

- A. 55 °C                      D. 40 °C  
B. 50 °C                      E. 35 °C  
C. 45 °C

**Pembahasan:**

Dengan menggunakan Asas Black (hukum kekekalan energi kalor):

$$\begin{aligned}Q_{\text{lepas}} &= Q_{\text{terima}} \\ \Leftrightarrow m_1 \cdot c \cdot (T_1 - T_c) &= m_2 \cdot c \cdot (T_c - T_2) \\ \Leftrightarrow 2m_2 \cdot c \cdot (60 - T_c) &= m_2 \cdot c \cdot (T_c - 30) \\ \Leftrightarrow 120 - 2T_c &= T_c - 30 \\ \Leftrightarrow T_c &= (120 + 30)/3 = 50 \text{ }^\circ\text{C}\end{aligned}$$

**Jawaban: B**

4. Benda hitam pada suhu  $T$  memancarkan radiasi dengan daya sebesar 300 mW. Radiasi benda hitam tersebut pada suhu  $\frac{1}{2}T$  akan menghasilkan daya sebesar ... **(UM UGM 2009)**
- A. 300 mW                      D. 37,5 mW  
B. 150 mW                      E. 18,75 mW  
C. 75 mW

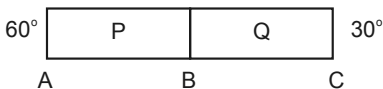
**Pembahasan:**

Daya pada peristiwa radiasi berbanding lurus dengan pangkat empat dari suhunya, atau  $P \sim T^4$ . Jadi, diperoleh hubungan:

$$\begin{aligned}\frac{P_1}{P_2} &= \frac{T_1^4}{T_2^4} \\ \frac{300}{P_2} &= \frac{T^4}{(\frac{1}{2}T)^4} \\ P_2 &= \frac{300}{2^4} = 18,75 \text{ mW}\end{aligned}$$

**Jawaban: E**

5. Dua batang logam P dan Q disambungkan pada salah satu ujungnya. Dan ujung-ujung yang lain diberi suhu yang berbeda. Lihat gambar!



Bila panjang dan luas penampang kedua logam sama tapi konduktivitas logam P dua kali konduktivitas logam Q, maka suhu tepat pada sambungan di B adalah .... (UNAS 2009)

- A. 20 B. 30 C. 40 D. 50 E. 60

### Pembahasan:

Pada persambungan berlaku:  $H_p = H_Q$

Ukuran sama (A dan d) sama besar

$$\frac{k_p \cdot A(\Delta T_p)}{d} = \frac{k_Q \cdot A(\Delta T_Q)}{d}$$

$$\Leftrightarrow 2k_Q(60 - T) = k_Q(T - 30)$$

$$\Leftrightarrow 120 - 2T = T - 30$$

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

**Jawaban: D**

6. Suatu pelat dari logam berbentuk persegi dengan sisi 10 cm koefisien muai panjang logam adalah  $3 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$ . Jika temperatur pada pelat dipanasi hingga bertambah  $20^\circ\text{C}$ , maka luas plat logam tersebut menjadi ...  $\text{cm}^2$ .

- A. 112      C. 100,12      E. 100,0012  
B. 101,2      D. 100,012

## Pembahasan:

Pertambahan luas pemuaian:

$$\Delta A = A_0 \cdot \beta \cdot \Delta T$$

Dengan:

$$\beta = 2\alpha = 2(3 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}) = 6 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta A = A_0 \cdot \beta \cdot \Delta T = (10 \times 10)(6 \times 10^{-5})(20)$$

$$= 0,12 \text{ cm}^2$$

Luas logam menjadi:

$$A_t = 100 + 0,12 = 100,12 \text{ cm}^2$$

**Jawaban: C**

7. Gas ideal yang berada dalam suatu bejana dimampatkan (ditekan), maka gas akan mengalami.... **(UNAS 2009)**
- A. penurunan laju partikel
  - B. penurunan suhu
  - C. kenaikan suhu
  - D. penambahan partikel gas
  - E. penurunan partikel gas

## Pembahasan:

Volume konstan, maka berlaku:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

Ditekan = tekanan naik:

$$P_2 > P_1 \rightarrow T_2 > T_1$$

Suhu ikut naik  $\rightarrow$  laju efektif ikut naik.

**Jawaban: C**

## D. TEORI KINETIK GAS DAN TERMODINAMIKA

### 1. Gas Ideal

Sifat-sifat gas ideal:

- Gas ideal terdiri dari partikel-partikel tersebar merata dalam ruang dengan jumlah sangat banyak.
- Partikel gas ideal bergerak secara acak.
- Gerak partikel gas ideal mengikuti Hukum Newton tentang gerak.
- Ukuran partikel gas ideal jauh lebih kecil daripada jarak antara partikel-partikelnya.
- Tidak adanya gaya luar yang bekerja pada partikel gas, kecuali bila terjadi tumbukan.

$$p \cdot V = nRT \quad \text{atau} \quad p \cdot V = NkT$$

Keterangan:

$p$  = tekanan gas (Pa)

$V$  = volume gas ( $m^3$ )

$n$  = jumlah mol (g/mol) =

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{N}{N_A}$$

$T$  = suhu mutlak (K)

$R$  = tetapan gas umum =  $8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

$N$  = jumlah partikel gas

$k$  = konstanta Boltzman =  $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$

$m$  = massa gas

$M_r$  = berat molekul gas

$R$  =  $k \cdot N_A$

$N_A$  =  $6,02 \cdot 10^{23}$  molekul/mol

## 2. Hukum I Termodinamika

### Intisari Hukum I Termodinamika:

Energi kalor mengalir ke dalam sebuah sistem, akan diterima sistem untuk mengubah energi di dalamnya dan atau melakukan usaha terhadap lingkungannya.

$$Q = W + \Delta U$$

$Q$  = banyaknya kalor yang diserap/dilepaskan oleh sistem

$W$  = usaha yang dilakukan oleh gas terhadap lingkungan

$\Delta U$  = perubahan energi-energi dalam sistem

## Soal dan Pembahasan

1. Sejumlah gas ideal menjalani proses isobarik (tekanan tetap), sehingga suhu kelvinnnya menjadi 4 kali semula. Volumennya menjadi  $n$  kali semula, dengan  $n$  adalah ... kali semula.  
A. 4    B. 3    C. 2    D.  $\frac{1}{2}$     E.  $\frac{1}{4}$

### Pembahasan:

Perubahan gas ideal memenuhi:

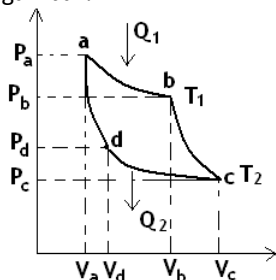
$$\frac{p_1 V_1}{N_1 T_1} = \frac{p_2 V_2}{N_2 T_2}$$

Karena tekanan ( $p$ ) tetap dan jumlah ( $N$ ) gas sudah tetap, maka:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{nV_1}{4T_1} \Leftrightarrow n = 4$$

Jawaban: C

2. Perhatikan grafik P – V untuk mesin Carnot seperti gambar!



Jika mesin mempunyai efisiensi 57 %, banyaknya panas yang dapat diubah menjadi usaha adalah ....

- A.  $0,57 Q_1$                       C.  $0,32 Q_1$                       E.  $0,21 Q_1$   
 B.  $0,37 Q_1$                       D.  $0,27 Q_1$

**Pembahasan:**

Efisiensi Carnot:

$$\eta = \frac{W}{Q_1} \Leftrightarrow 0,57 = \frac{W}{Q_1} \Leftrightarrow W = 0,57Q$$

**Jawaban: A**

3. Gas ideal monoatom sebanyak 1 kmol pada tekanan konstan 1 atm ( $1 \text{ atm} = 1,0 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ ) dipanaskan dari  $27^\circ \text{C}$  ke  $127^\circ \text{C}$ . Perubahan tenaga dalam ( $\Delta U$ ) gas akibat pemanasan tersebut adalah sekitar ...  $\times 10^6 \text{ J}$ .
- A. 2,9                      C. 1,25                      E. 0,42  
 B. 2,08                      D. 0,83

**Pembahasan:**

Perubahan energi dalam:  $\Delta U = \frac{3}{2}n.R.(\Delta T)$

$$\Delta U = \frac{3}{2}(10^5)(127 - 27) \approx 1,25 \times 10^6 \text{ J}$$

**Jawaban: C**

4. Sejumlah gas dalam tabung tertutup dipanaskan secara isokhorik, sehingga suhunya menjadi empat kali semula. Energi kinetik rata-rata gas akan menjadi.... **(UNAS 2009)**
- A.  $\frac{1}{4}$  kali semula
  - B.  $\frac{1}{2}$  kali semula
  - C. sama dengan semula
  - D. 2 kali semula
  - E. 4 kali semula

**Pembahasan:**

$$\overline{E_k} = \frac{3}{2}k.T \rightarrow \overline{E_k} \propto T$$

suhu empat kali (4T)  $\rightarrow 4 \overline{E_k}$

**Jawaban: E**

5. Kecepatan efektif molekul hidrogen pada suhu 300 K adalah  $v$ . Berapakah kecepatan efektif molekul hidrogen pada suhu 450 K?

- A.  $\frac{2v}{3}$
- B.  $v\sqrt{\frac{2}{3}}$
- C.  $v\sqrt{\frac{3}{2}}$
- D.  $\frac{3v}{2}$
- E.  $\frac{9v}{4}$

**Pembahasan:**

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3R.T}{M}} \text{ karena gas sama } v_{rms} \propto \sqrt{T},$$

$$\frac{v_2}{v} = \sqrt{\frac{450}{300}} \rightarrow v_2 = v\sqrt{\frac{3}{2}}$$

**Jawaban: C**

6. Satu mol gas ideal mengalami proses isothermal pada suhu  $T$ , sehingga volumenya menjadi dua kali. Jika  $R$  adalah konstanta gas molar, usaha yang dikerjakan oleh gas selama proses tersebut adalah...

**(SNMPTN 2009)**

- A.  $RTV$                       D.  $RT \ln 2$   
 B.  $RT \ln V$                 E.  $RT \ln(2V)$   
 C.  $2RT$

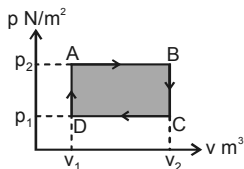
**Pembahasan:**

Usaha pada proses isothermal adalah:

$$\begin{aligned} W &= n RT \ln \frac{V_2}{V_1} \text{ karena } V_2 = 2 V_1 \\ &= n RT \ln \frac{2V_1}{V_1} \\ &= RT \ln 2 \end{aligned}$$

**Jawaban: D**

7. Di bawah adalah grafik  $P$  (tekanan) –  $V$  (volume) suatu gas di ruang tertutup, yang mengalami berbagai proses.



Bagian dari grafik yang menyatakan gas memperoleh usaha luar adalah ....

- A. AB                      C. CD                      E. AC  
B. BC                      D. DA

**Pembahasan:**

Memperoleh usaha dari luar = volume memampat pada CD

**Jawaban: C**

8. Pernyataan yang benar tentang mesin Carnot dari gas ideal adalah... **(SNMPTN 2009)**
1. usaha yang dihasilkan tidak nol.
  2. jumlah kalor yang masuk tidak nol
  3. jumlah kalor yang masuk lebih besar dari jumlah kalor yang keluar
  4. efisiensi dalam berubah

**Pembahasan:**

Pada siklus Carnot gas ideal:

- Usaha yang dihasilkan tidak nol, yaitu sama dengan panas (kalor) yang diserap dari tandon panas, yaitu:
  - Jumlah kalor yang masuk tidak nol, yaitu kalor yang berasal dari tandon panas.
  - Jumlah kalor yang masuk lebih besar dari jumlah kalor yang keluar.
  - Efisiensi dalam mesin Carnot tidak berubah.

Jadi, (1), (2), (3) benar, berarti pilihan yang tepat adalah A.

**Jawaban: A**

9. Satu mol gas ideal pada suhu  $T$  memuai secara isothermal sampai volumenya tiga kali lipat. Berapakah perubahan entropi dari gas ini ( $R$  = tetapan umum)?

- A.  $R \ln(3)$       C.  $2R \ln(5)$       E.  $2RT \ln(4)$   
B.  $2R \ln(2)$       D.  $RT \ln(3)$

**Pembahasan:**

Perubahan entropi:  $\Delta S = \left( \frac{Q}{T} \right)$

$$Q = W + \Delta U$$

Pada proses isothermal  $\Delta U = 0$  dan

$$\begin{aligned} W &= nRT \cdot \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) \\ &= (1)RT \cdot \ln\left(\frac{4V}{V}\right) \\ &= RT \cdot \ln(4) \end{aligned}$$

Perubahan entropi:

$$\Delta S = \left( \frac{R \cdot T \cdot \ln(3)}{T} \right) = R \cdot \ln(3)$$

**Jawaban: A**



**Strategi Kebut Semalam**

**Fisika SMA**



**GELOMBANG**

## A. GELOMBANG MEKANIK

### 1. Pengertian Gelombang

Gelombang adalah getaran yang merambat atau energi yang menjalar.

Setiap gelombang memiliki cepat rambat:

$$v = \lambda \cdot f = \frac{\lambda}{T}$$

$v$  = cepat rambat gelombang (m/s)

$\lambda$  = panjang gelombang (m)

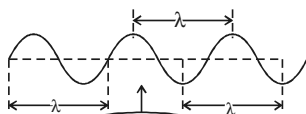
$f$  = frekuensi gelombang (Hz) = jumlah gelombang tiap waktu

$T$  = periode gelombang (s) = waktu untuk terjadi satu gelombang

Karena merambat, maka ada jarak yang ditempuh, yaitu  $S = v \times t$  dengan  $t$  = waktu (s).

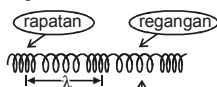
### 2. Beberapa Bentuk Gelombang

- Transversal



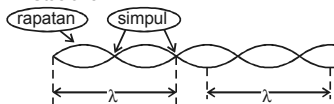
satu gelombang :  
1 bukit dan 1 lembah

- Longitudinal



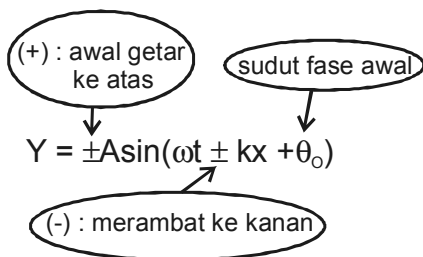
satu gelombang :  
1 rapatan dan  
1 regangan

- Stasioner



## 3. Persamaan Gelombang

### Gelombang transversal



Sudut fase :  $\theta = (\omega t \pm kx + \theta_0)$

Fase :  $\varphi = \frac{\theta}{2\pi} = \frac{\theta}{360^\circ}$

### Gelombang stasioner

- Ujung Terikat

$$Y = 2A \cos(kx) \cos(\omega t - k\ell)$$



- Ujung Bebas

$$Y = 2A \cos(kx) \cos(\omega t - k\ell)$$



$\ell$  = panjang tali

Untuk semua:

A : amplitudo gelombang transversal

$\omega$  : frekuensi sudut:

$$\omega = 2\pi \cdot f = \frac{2\pi}{T} \rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi}$$

f : frekuensi dan T: periode

k : bilangan gelombang:

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

$\lambda$  : panjang gelombang

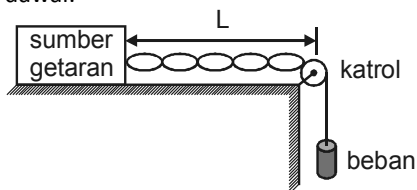
x : posisi dan t: waktu

Cepat rambat gelombang dapat juga dirumuskan:

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

## 4. Percobaan Melde

Percobaan Melde bertujuan untuk menentukan cepat rambat gelombang transversal dalam dawai.



Didapat cepat rambat gelombang pada dawai:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

dengan

$$\mu = \frac{m}{L}$$

- F = gaya tegangan tali (N)  
m = massa dawai sepanjang L (kg)  
L = panjang dawai (m)  
 $\mu$  = massa per satuan panjang dawai ( $\text{kg m}^{-1}$ )

## B. GELOMBANG BUNYI

Daerah frekuensi bunyi:

- 20 Hz – 20.000 Hz : frekuensi audio (dapat didengar manusia)
- di bawah 20 Hz : frekuensi infrasonik
- di atas 20.000 Hz : frekuensi ultrasonik

Bunyi dengan frekuensi teratur disebut nada, tinggi rendahnya nada bunyi ditentukan oleh frekuensi bunyi.

### 1. Cepat Rambat Bunyi

#### Cepat rambat bunyi dalam gas

Berdasarkan Hukum Laplace:

$$v = \sqrt{\gamma \frac{RT}{M}}$$

R = konstanta gas umum =  $8,31 \times 10^3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

T = suhu mutlak

M = berat molekul ( $\text{kg mol}^{-1}$ )

$\gamma$  = konstanta Laplace, bergantung jenis gas

#### Cepat rambat bunyi dalam zat cair

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$$

di mana:

B = modulus Bulk, ( $\text{N m}^{-2}$ )

$\rho$  = massa jenis zat cair, ( $\text{kg m}^{-3}$ )

## Cepat rambat bunyi dalam zat padat

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

$E$  = modulus Young zat padat, ( $\text{N m}^{-2}$ )

$\rho$  = masa jenis zat padat, ( $\text{kg m}^{-3}$ )

## 2. Frekuensi pada Dawai dan Pipa Organa

### Frekuensi Getaran dalam Dawai

$$f_n = \frac{(n+1)}{2L} \times v \quad (n = 0, 1, 2, 3, \dots)$$

### Frekuensi Getaran Pipa Organa Terbuka

$$f_n = \frac{(n+1)}{2L} \times v \quad (n = 0, 1, 2, 3, \dots)$$

### Frekuensi Pipa Organa Tertutup

$$f_n = \frac{(2n+1)}{4L} \times v \quad (n = 0, 1, 2, 3, \dots)$$

$n = 0 \rightarrow$  nada dasar

$n = 1 \rightarrow$  nada atas I

$n = 2 \rightarrow$  nada atas II

## 3. Efek Doppler

- Jika sumber bunyi dan pendengar relatif mendekat  $\rightarrow$  frekuensi terdengar lebih tinggi ( $f_p > f_s$ ).

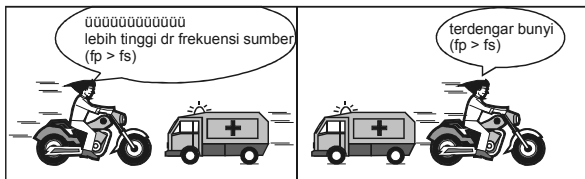
# Strategi Kebut Semalam Fisika SMA

- Jika sumber bunyi dan pendengar relatif menjauh  $\rightarrow$  frekuensi terdengar lebih rendah ( $f_p < f_s$ ).
- Jika sumber bunyi dan pendengar relatif diam  $\rightarrow$  frekuensi terdengar sama ( $f_p = f_s$ ).

$$f_p = \frac{v \pm v_p}{v \pm v_s} \times f_s$$

$v_p (+)$  : pendengar mendekati sumber bunyi.

$v_s (+)$  : sumber bunyi menjauhi pendengar.



## 4. Energi Bunyi dan Daya

Energi Gelombang:

$$E = \frac{1}{2} m A^2 \omega^2 = 2\pi^2 m \cdot f^2 \cdot A^2$$

Daya:

$$P = \frac{E}{t}$$

## 5. Intensitas Bunyi (Daya Tiap Satu Satuan Luas)

$$I = \frac{P}{A} = \frac{E}{A \cdot t}$$

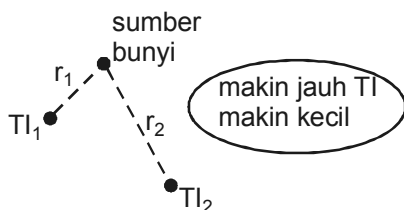
Untuk luasan bola:

$$I = \frac{P}{4\pi r^2}$$

Taraf intensitas bunyi adalah tingkat/derajat kebisingan bunyi. Batas kebisingan bagi telinga manusia:  $10^{-12}$  watt.m<sup>-2</sup> sampai 1 watt.m<sup>-2</sup>. Taraf Intensitas Bunyi diberikan:

$$TI = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad (\text{desi Bell atau dB})$$

Perbedaan taraf intensitas bunyi karena perbedaan jarak:



Taraf intensitas bunyi n kali sumber → makin banyak makin besar

TI<sub>1</sub> : taraf intensitas 1 sumber bunyi

TI<sub>n</sub> : taraf intensitas n kali sumber bunyi

## C. GELOMBANG ELEKTROMAGNET

Kecepatan rambat gelombang elektromagnetik dalam vakum memenuhi hubungan:

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$$

$\mu_0$  = permeabilitas vakum (=  $4\pi \times 10^{-7}$  Wb/A.m)

$\epsilon_0$  = permitivitas vakum (=  $8,85 \times 10^{-12}$  C<sup>2</sup>/N.m<sup>2</sup>)

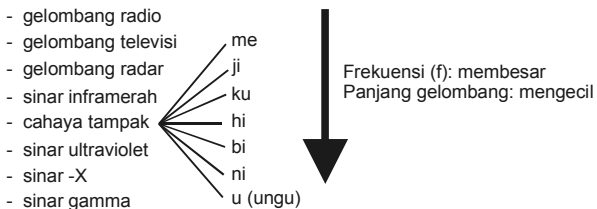
## 1. Sifat-sifat Gelombang Elektromagnetik

Berdasarkan hasil percobaan H.R. Hertz, gelombang elektromagnetik memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

- Merupakan gelombang transversal
- Dapat merambat dalam ruang hampa
- Dapat mengalami refleksi
- Dapat mengalami refraksi
- Dapat mengalami difraksi
- Dapat mengalami interferensi
- Dapat mengalami polarisasi
- Tidak dibelokkan oleh medan listrik maupun magnet

## 2. Spektrum Gelombang Elektromagnetik

Urutan spektrum gelombang elektromagnetik mulai dari frekuensi terkecil ke frekuensi terbesar:



## 3. Kuat Medan Listrik dan Kuat Medan Magnetik

Persamaan medan listrik dan magnetik masing-masing:

$$E = E_{\text{maks}} \cos (kx - \omega t)$$

$$B = B_{\text{maks}} \cos (kx - \omega t)$$

Maka, akan diperoleh hubungan:

$$\frac{E_{\text{maks}}}{B_{\text{maks}}} = \frac{E}{B} = \frac{\omega}{k} = c$$

$E_{\text{maks}}$  = amplitudo medan listrik, (N/C)

$B_{\text{maks}}$  = amplitudo medan magnetik, (Wb/m<sup>2</sup>)

$c$  = laju gelombang elektromagnetik dalam vakum

## 4. Intensitas (laju energi tiap luasan) Gelombang Elektromagnetik

Intensitas gelombang elektromagnetik (laju energi per m<sup>2</sup>) disebut juga Poynting (lambang  $S$ ), yang nilai rata-ratanya:

$$\bar{S} = I = \frac{P}{A} = \frac{E_m \cdot B_m}{2\mu_0} = \frac{E_m^2}{2\mu_0 \cdot c} = \frac{c \cdot B_m^2}{2\mu_0}$$

## 5. Rapat Energi Rata-rata

$$\bar{u} = \frac{\bar{S}}{c}$$

dan  $c$  = laju GEM dalam vakum

## D. OPTIK FISIS

### 1. Warna Cahaya

- Cahaya polikromatik: cahaya yang dapat terurai menjadi beberapa macam warna.
- Cahaya monokromatik: hanya terdiri dari satu warna.
- Satu warna: memiliki satu kisaran panjang gelombang.

## 2. Dispersi Sinar Putih

- Dispersi adalah penguraian cahaya menjadi komponen-komponen warna dasarnya.
- Sinar putih dapat terurai menjadi beberapa warna. Penguraian sinar putih dapat menggunakan prisma. Dari percobaan didapat deviasi minimum berurutan dari kecil ke besar:  
merah - jingga - kuning - hijau - biru - nila - ungu.
- Sudut dispersi ( $\varphi$ ) adalah beda sudut deviasi minimum ungu dengan sudut deviasi minimum merah.

$$\begin{aligned}\varphi &= D_u - D_m \\ &= (n_u - 1)\beta - (n_m - 1)\beta \\ &= (n_u - n_m)\beta\end{aligned}$$

$n_u$  = indeks bias sinar ungu

$n_m$  = indeks bias sinar merah

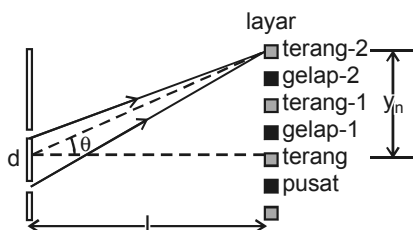
$\beta$  = sudut prisma

$D_u$  = deviasi minimum ungu

$D_m$  = deviasi minimum merah

## 3. Percobaan Interferensi Thomas Young

Dengan membangkitkan sumber sinar koheren dengan menggunakan celah ganda. Hasil perpaduan (interferensi) berkas sinar adalah pola garis gelap terang pada layar.



Interferensi maksimum (terang) terjadi:

$$d \sin \theta = m \cdot \lambda \quad m = 0, 1, 2, \dots$$

Interferensi minimum (gelap) terjadi:

$$d \sin \theta = \left( m - \frac{1}{2} \right) \lambda \quad m = 1, 2, 3, \dots$$

dengan:

$d$  : jarak antarcelah

$\theta$  : sudut antara terang pusat dengan terang ke- $n$

$\lambda$  : panjang gelombang cahaya

Untuk sudut yang relatif kecil berlaku pendekatan:

$$\sin \theta \cong \frac{y_n}{L} = \tan \theta$$

$y_n$  = jarak antara terang pusat dengan terang ke- $n$

$L$  = jarak antara celah dan layar

## 4. Difraksi Celah Tunggal

- Difraksi celah tunggal terjadi jika cahaya dirintangi oleh celah yang sempit.
- Interferensi maksimum terjadi jika:

$$d \sin \theta = \left( m - \frac{1}{2} \right) \lambda \quad m = 1, 2, 3, \dots$$

- Interferensi minimum terjadi jika:

$$d \sin \theta = m \cdot \lambda \quad m = 1, 2, 3, \dots$$

dengan  $d$  = lebar celah.

Untuk sudut yang relatif kecil berlaku pendekatan:

$$\sin \theta \cong \frac{y_n}{L} = \tan \theta$$

## 5. Difraksi pada Kisi (Celah Banyak)

Dengan memperbanyak celah, dapat mempertajam garis gelap dan terang hal tersebut ada pada percobaan difraksi kisi. Jika  $N$  menyatakan banyaknya garis (celah) per satuan panjang, maka:

$$d = \frac{1}{N}$$

- Interferensi maksimum (terang) terjadi:

$$d \sin \theta = m \cdot \lambda \quad m = 0, 1, 2, \dots$$

- Interferensi minimum terjadi jika:

$$d \sin \theta = \left( m - \frac{1}{2} \right) \lambda \quad m = 1, 2, 3, \dots$$

dengan  $d$  = lebar celah.

Untuk sudut yang relatif kecil berlaku pendekatan:

$$\sin \theta \cong \frac{y_n}{L} = \tan \theta$$

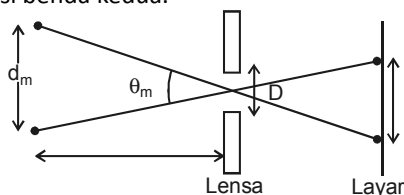
## 6. Jarak Terang/Gelap Berurutan

Dari ketiga kasus di atas untuk menentukan jarak antargaris gelap atau antargaris terang diberikan:

$$\Delta y = \frac{L}{d} \times \lambda$$

## 7. Perhitungan Difraksi pada Daya Urai Suatu Lensa

Dua benda titik tepat dapat dipisahkan (terlihat jelas pisah) jika pusat dari pola difraksi benda pertama berimpit dengan minimum pertama dari difraksi benda kedua.



$\theta_m$  : sudut pemisah (sudut resolusi minimum)

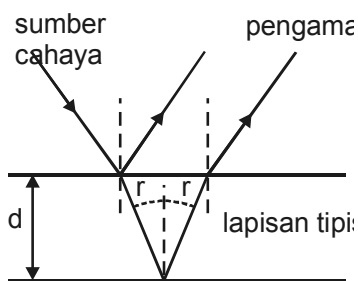
Agar dua benda titik masih dapat dipisahkan secara tepat berlaku:

$$\sin \theta_m = 1,22 \frac{\lambda}{D}$$

Karena sudut  $\theta_m$  sangat kecil, persamaannya menjadi:

$$\theta_m \cdot L = d_m = 1,22 \frac{\lambda \cdot L}{D}$$

## 8. Interferensi pada Lapisan Tipis



Interferensi maksimum:

$$2nd \cos r = (m^{-1}/2)\lambda \quad ; m = 1, 2, ..$$

Interferensi minimum:

$$2nd \cos r = m\lambda \quad ; m = 0, 1, 2 ..$$

$n$  : indeks bias lapisan tipis

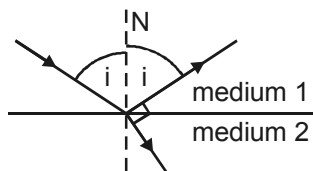
## E. POLARISASI CAHAYA

- Polarisasi adalah proses penyerapan sebagian arah getar gelombang transversal.
- Cahaya yang sudah dipolarisasi disebut *cahaya terpolarisasi*.
- Akibat polarisasi cahaya merambat dengan arah getar tertentu saja, sedang arah getar lain terserap atau berkurang.

### 1. Polarisasi karena Pemantulan

Sudut sinar datang yang menyebabkan cahaya terpolarisasi seperti pada gambar adalah  $57^\circ$ .

## 2. Polarisasi karena Pembiasan dan Pemantulan



- Polarisasi dapat terjadi antara sudut sinar bias dan sinar pantul siku-siku =  $90^\circ$ .
- Sudut datang yang menjadi sinar ini terpolarisasi disebut sudut Brewster ( $i_p$ )

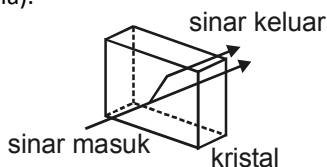
$$\text{tg } i_p = \frac{n_2}{n_1}$$

$n_1$  : indeks bias medium 1

$n_2$  : indeks bias medium 2

## 3. Polarisasi karena Pembiasan Ganda

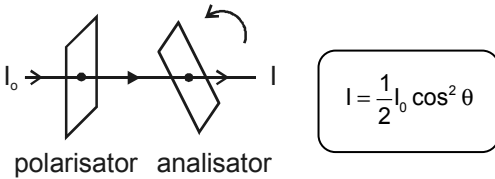
Polarisasi yang terjadi jika sinar dilewatkan pada sebuah bahan yang anisotropik (arah perjalanan cahaya di setiap titik di dalam bahan tersebut tidak sama).



## 4. Polarisasi karena Penyerapan Selektif

- Proses ini menggunakan dua lensa, polarisator, dan analisator.
- Mula-mula cahaya dilewatkan polarisator,

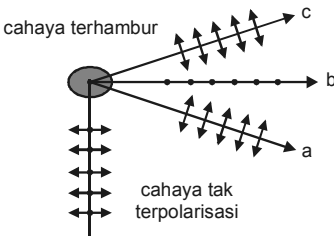
sehingga terpolarisasi. Untuk melihat bahawa cahaya tersebut terpolarisasi, maka digunakan keping yang sama sebagai analisator. Dengan memutar analisator pada sumbu antara kedua keping, dapat teramati penurunan intensitas karena telah terjadi penyerapan.



- $I$  : intensitas cahaya setelah melalui analisator
- $I_0$  : intensitas cahaya setelah melalui polarisator
- $\theta$  : sudut antara analisator dan polarisator

## 5. Polarisasi karena Hamburan

Polarisasi juga dapat terjadi ketika cahaya tak terpolarisasi dilewatkan pada bahan, kemudian cahaya tersebut dihamburkan.



- a dan c : cahaya terpolarisasi sebagian
- b : cahaya terpolarisasi seluruhnya

## Contoh:

Cahaya matahari dihamburkan oleh molekul-molekul di atmosfer, hingga langit terlihat biru, karena cahaya biru paling banyak dihamburkan.

## Soal dan Pembahasan

1. Sebuah gelombang merambat dari sumber S kekanan dengan laju 20 m/s, frekuensi 40 Hz, amplitudo 4 cm. Persamaan gelombang diberikan ....
- A.  $y = 2\sin(5\pi t - \pi \cdot x)$  cm
  - B.  $y = 2\sin(10\pi t + 4\pi \cdot x)$  cm
  - C.  $y = 2\sin(20\pi t - 4\pi \cdot x)$  cm
  - D.  $y = 4\sin(40\pi t + 2\pi \cdot x)$  cm
  - E.  $y = 4\sin(80\pi t - 4\pi \cdot x)$  cm

### Pembahasan:

Dari soal didapat

- amplitudo:  $A = 4$  cm
- arah rambat ke kanan: tanda = negatif
- frekuensi:  $f = 40$  Hz
- panjang gelombang:

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{20}{40} = 0,5 \text{ m}$$

Sehingga persamaan:

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

$$\Leftrightarrow y = A \sin (2\pi f \cdot t - )$$

$$\Leftrightarrow y = 4 \sin (80\pi \cdot t - 4\pi \cdot x)$$

**Jawaban: E**

2. Suatu sumber bunyi bergerak dengan laju 30 m/s menjauh dari seorang pendengar yang juga bergerak menuju sumber dengan laju 20 m/s. Jika frekuensi dari sumber bunyi 640 Hz dan cepat rambat bunyi di udara adalah 300 m/s, maka pendengar akan mendengar bunyi dengan frekuensi ... Hz.

A. 600      C. 605      E. 615  
B. 602      D. 610

**Pembahasan:**

Dari rumus

$$f_p = \frac{v \pm v_p}{v \mp v_s} \times f_s$$

Keterangan:

Karena p mendekat, maka  $v_p$  positif dan karena s menjauh, maka  $v_s$  positif. Jadi:

$$\begin{aligned} f_p &= \frac{v + v_p}{v + v_s} \times f_s \\ &= \frac{300 + 20}{300 + 40} \times 640 \\ &= \frac{320}{340} \times 640 \\ &= 602 \text{ Hz} \end{aligned}$$

**Jawaban: B**

3. Intensitas bunyi mesin jahit yang sedang bekerja  $10^{-9}$  watt/m<sup>2</sup>, untuk intensitas ambang  $10^{-12}$  watt/m<sup>2</sup>, maka taraf intensitas 10 mesin jahit identik yang sedang bekerja adalah ... dB. (UNAS 2009)

A. 400    B. 300    C. 40    D. 30    E. 20

## Pembahasan:

Taraf intensitas satu mesin jahit:

$$TI = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{I_0}\right) = 10 \cdot \log\left(\frac{10^{-9}}{10^{-12}}\right) = 30 \text{ dB}$$

Jika 10 mesin dibunyikan bersama:

$$\begin{aligned} TI_n &= TI_1 + 10 \log n \\ &= 30 + 10 \cdot \log(10) \\ &= 40 \text{ dB} \end{aligned}$$

**Jawaban: C**

4. Sebuah atom memancarkan radiasi dengan panjang gelombang  $\lambda$  ketika sebuah elektronnya melakukan transisi dari tingkat energi  $E_1$  dan  $E_2$ . Manakah dari persamaan berikut yang menyatakan hubungan antara  $\lambda$ ,  $E_1$ , dan  $E_2$ ?

- A.  $\lambda = \frac{h}{c}(E_1 - E_2)$     D.  $\lambda = \frac{hc}{(E_1 - E_2)}$   
B.  $\lambda = hc(E_1 - E_2)$     E.  $\lambda = \frac{(E_1 - E_2)}{hc}$   
C.  $\lambda = \frac{c}{h}(E_1 - E_2)$

## Pembahasan:

$$\begin{aligned} E_1 - E_2 &= \frac{hc}{\lambda} \\ \Leftrightarrow \lambda &= \frac{hc}{(E_1 - E_2)} \end{aligned}$$

**Jawaban: D**

5. Dua celah yang berjarak 1 mm, disinari cahaya merah dengan panjang gelombang  $6,5 \times 10^{-7}$  m. Garis gelap terang dapat diamati pada layar yang berjarak 1 m dari celah. Jarak antara gelap ketiga dan terang kelima adalah ... mm.

- A. 0,85                      C. 2,55                      E. 4,87  
 B. 1,62                      D. 3,25

**Pembahasan:**

Jarak 2 garis terang atau gelap berurutan:

$$\Delta p = \frac{d}{L} \lambda$$

Jarak antara gelap ke-3 dan terang ke-5:

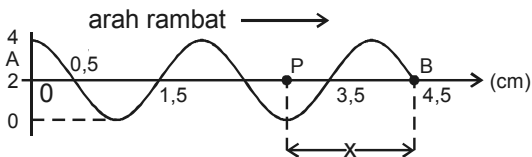
$$X = 2,5 \Delta p$$



$$X = 2,5 \cdot \left( \frac{10^{-3}}{1} \times 6,5 \times 10^{-7} \right) = 1,62 \times 10^{-3} \text{ m}$$

**Jawaban: B**

6. Gelombang berjalan pada permukaan air dengan data seperti gambar di bawah ini.



Jika jarak  $AB = 4,5$  cm ditempuh dalam selang waktu  $0,5$  sekon, maka simpangan titik  $P$  memenuhi persamaan ....

A.  $Y_p = 2\sin 2\pi(5t - \frac{x}{1,8})$  cm

B.  $Y_p = 2\sin 2\pi(4,5t - \frac{x}{2})$  cm

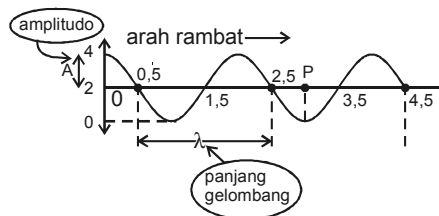
C.  $Y_p = 4\sin 2\pi(5t - \frac{x}{5})$  cm

D.  $Y_p = 4\sin 2\pi(1,8t + \frac{x}{5})$  cm

E.  $Y_p = 4\sin 2\pi(4,5t - \frac{x}{6})$  cm

### Pembahasan:

Dari gambar:



- Amplitudo:  $A = 4 - 2 = 2$  cm
- Arah rambat ke kanan: tanda = negatif
- Panjang gelombang:  $\lambda = 2,5 - 0,5 = 2$  cm
- Frekuensi:

$$f = \frac{\text{jumlah gelombang}}{\text{waktu}} = \frac{2,25}{0,5} = 4,5 \text{ Hz}$$

Sehingga persamaan:

$$\begin{aligned} Y &= A \sin \left( 2\pi f \cdot t - 2\pi \frac{x}{\lambda} \right) \\ &= 2 \sin 2\pi \left( 4,5t - \frac{x}{2} \right) \end{aligned}$$

**Jawaban: B**

7. Sebuah rangkaian osilator menghasilkan kuat medan listrik maksimum  $3\pi \times 10^4$  N/C. Laju rata-rata dari energi gelombang elektromagnetik yang dipancarkan adalah ...  $10^7$  W/m<sup>2</sup>.

- A.  $\frac{\pi}{8}$       C.  $\frac{3\pi}{8}$       E.  $\frac{5\pi}{8}$   
B.  $\frac{\pi}{4}$       D.  $\frac{\pi}{2}$

**Pembahasan:**

Laju rata-rata energi gelombang:

$$\begin{aligned} \bar{S} &= \frac{E_m^2}{2\mu_0 \cdot c} \\ &= \frac{(3\pi \times 10^4)^2}{2(4\pi \times 10^{-7})(3 \times 10^8)} \\ &= \frac{3\pi}{8} \times 10^7 \text{ W/m} \end{aligned}$$

**Jawaban: C**



**Strategi Kebut Semalam**

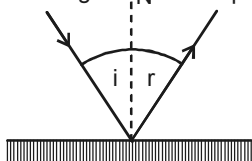
**Fisika SMA**



**OPTIK DAN ALAT OPTIK**

## A. PEMANTULAN CAHAYA

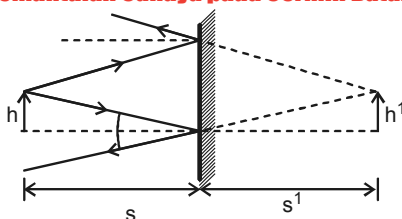
sinar datang      N      sinar pantul



**Hukum pemantulan cahaya:**

- Sinar datang, garis normal, sinar pantul ada pada satu bidang datar.
- Sudut datang ( $i$ ) = sudut pantul ( $r$ ).

### 1. Pemantulan Cahaya pada Cermin Datar



**Sifat-sifatnya:**

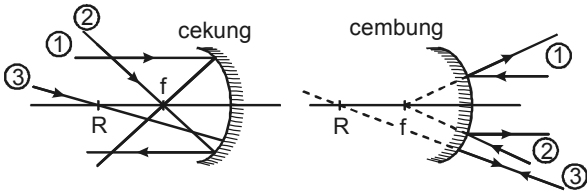
- Maya
- Tegak seperti bendanya
- Sama besar dengan bendanya
- Jarak bayangan ke cermin = jarak benda ke cermin.

Banyaknya bayangan dari dua buah cermin datar diletakkan saling membentuk sudut  $\alpha$ :

$$n = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$$

## 2. Pembentukan Bayangan pada Cermin Cekung dan Cembung

### a. Sinar Istimewa yang Mengenai Cermin Cermin Cekung



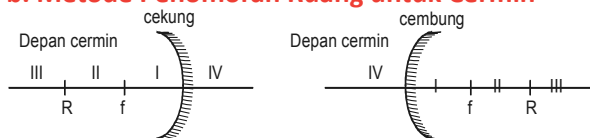
- sinar sejajar dipantulkan melalui fokus
- sinar melalui fokus dipantulkan sejajar
- sinar melalui  $R$  dipantulkan berimpit

### Cermin Cembung

- sinar sejajar dipantulkan seakan dari fokus
- sinar menuju fokus dipantulkan sejajar
- sinar menuju  $R$  dipantulkan berimpit

*“Bayangan terbentuk oleh perpotongan minimal dua berkas sinar atau perpanjangannya”*

## b. Metode Penomoran Ruang untuk Cermin



1. Nomor ruang benda + nomor ruang bayangan = 5
2. Nomor ruang benda < nomor ruang bayangan → diperbesar dan kebalikannya
3. Bayangan di belakang cermin → maya, tegak
4. Bayangan di depan cermin → nyata, terbalik

## c. Persamaan pada Cermin

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

$$M = -\frac{s'}{s} = -\frac{f}{s-f} = \frac{h'}{h}$$

f : jarak fokus

s : jarak benda ke cermin

s' : jarak bayangan

R : 2f : jari-jari kelengkungan

M : perbesaran

h : tinggi benda

h' : tinggi bayangan

f (+): cermin cekung

f (-): cermin cembung

s' (+): bayangan nyata (di depan cermin)

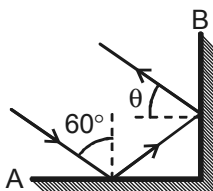
s' (-): bayangan maya (di belakang cermin)

M (+): maya

M (-): nyata

## Soal dan Pembahasan

1. Seberkas sinar mengenai cermin A dengan sudut datang  $60^\circ$  dari cermin A dipantulkan menuju cermin B yang tegak lurus dengan cermin A seperti gambar berikut:

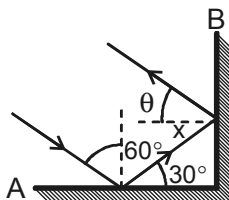


Sinar tersebut akan dipantulkan dari cermin B dengan sudut  $\theta$ , besarnya  $\theta$  adalah ....

- A.  $0^\circ$  B.  $30^\circ$  C.  $45^\circ$  D.  $60^\circ$  E.  $90^\circ$

### Pembahasan:

Dari gambar didapat:



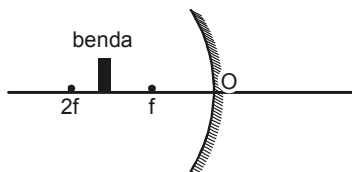
$x$  : sudut datang pada cermin B

Sudut datang = sudut pantul

$$\theta = x = 30^\circ$$

**Jawaban: B**

2. Sebuah benda berada di depan cermin cekung seperti ditunjukkan pada gambar.

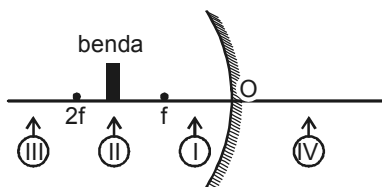


Letak bayangan benda ....

- A. antara  $f$  dan  $2f$
- B. lebih jauh dari  $2f$
- C. dibelakang cermin
- D. antara  $O$  dan  $f$
- E. tidak tentu

**Pembahasan:**

No. Ruang benda + No. Ruang bayang = 5



Benda di ruang II maka bayangan:

$5 - 2 = 3 =$  ruang III = lebih jauh dari  $2f$

**Jawaban: B**

3. Cermin cembung dengan jarak titik api 10 cm. Sebuah benda ditempatkan 10 cm di depan cermin, maka perbesarannya ... kali.
- A. 0,25
  - B. 0,50
  - C. 1,00
  - D. 2,00
  - E. 4,00

**Pembahasan:**

Perbesaran:

$$M = -\frac{s'}{s} = -\frac{f}{s-f} = -\frac{-10}{10 - (-10)} = 0,5$$

**Jawaban: B**

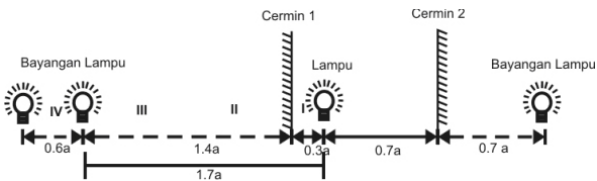
4. Sebuah lampu berada di antara dua buah cermin datar yang saling berhadapan. Jarak antara kedua cermin adalah  $a$ . Lampu tadi berada pada jarak  $0,3a$  dari salah satu cermin yang kita sebut sebagai cermin pertama. Berikut ini adalah jarak tiga bayang pertama dari lampu di belakang cermin pertama ...

**(UM UGM, 2009)**

- A.  $0,3a$ ;  $0,6a$ ;  $0,9a$       D.  $0,3a$ ;  $1,7a$ ;  $2,3a$   
 B.  $0,3a$ ;  $2,3a$ ;  $4,3a$       E.  $0,3a$ ;  $0,7a$ ;  $2,3a$   
 C.  $0,3a$ ;  $0,7a$ ;  $1,7a$

**Pembahasan:**

Perhatikan gambar ilustrasi pada soal berikut!



Jadi, jawaban yang memenuhi adalah D.

**Jawaban: D**

5. Sebuah objek yang menghasilkan cahaya berada pada jarak  $L$  dari layar. Agar objek ini dapat memiliki bayangan jelas di layar, maka panjang fokus maksimum yang dapat dimiliki sebuah lensa yang berada antara objek dan layar adalah ...

**(UM UGM 2008)**

- A.  $4L$       C.  $L$       E.  $L/4$   
B.  $2L$       D.  $L/2$

**Pembahasan:**

Misalkan jarak sebenarnya adalah  $s$ , karena jarak objek dari layar  $L$ , maka jarak bayangan:

$$s' = L - s$$

Kemudian dari rumus lensa:

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

Atau

$$f = \frac{ss'}{s + s'} = \frac{s(L - s)}{s + (L - s)} = s - \frac{s^2}{L}$$

Fokus  $f$  mencapai maksimum pada saat turunan pertama  $f$  terhadap  $s$  bernilai nol,

atau dapat ditulis  $\frac{df}{ds} = 0$ . Di lain pihak,  $f$

mempunyai turunan pertama terhadap  $s$ , yaitu:

$$\frac{df}{ds} = \frac{d}{ds} \left( s - \frac{s^2}{L} \right) = 1 - \frac{2s}{L}$$

Sehingga diperoleh:

$$1 - \frac{2s}{L} = 0 \Leftrightarrow s = \frac{1}{2}L$$

Jadi,  $f$  mencapai maksimum pada saat

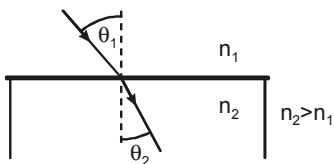
$s = \frac{1}{2}L$  dengan nilai:

$$f_{\max} = \frac{1}{2}L - \frac{\left(\frac{1}{2}L\right)^2}{L} = \frac{1}{4}L$$

Jawaban: E

## B. PEMBIASAN CAHAYA

### a. Hukum Pembiasan Menurut Snellius



Dirumuskan:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

$\theta_1$  : sudut datang

$\theta_2$  : sudut bias

$n_1$  : indeks bias mutlak medium I

$n_2$  : indeks bias mutlak medium II

$v_1$  : kecepatan cahaya dalam medium I

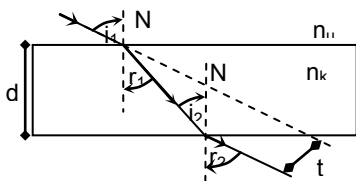
$v_2$  : kecepatan cahaya dalam medium II

$\lambda_1$  : panjang gelombang cahaya dalam medium I

$\lambda_2$  : panjang gelombang cahaya dalam medium II

$\frac{n_2}{n_1}$  : indeks bias relatif medium II terhadap medium I

## b. Pembiasan Cahaya pada Kaca Planparalel



$$t = d \frac{\sin(i_1 - r_1)}{\cos r_1}$$

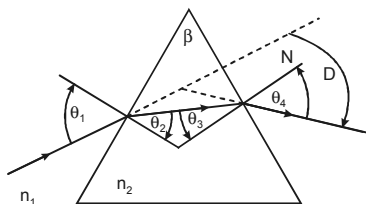
$t$  : pergeseran sinar

$d$  : tebal kaca planparalel

$i_1$  : sudut datang mula-mula

$r_1$  : sudut bias di dalam kaca

## c. Pembiasan Cahaya pada Prisma



Sudut deviasi ( $D$ ) dirumuskan:

$$D = \theta_1 + \theta_4 - \beta \quad \text{dan} \quad \beta = \theta_2 + \theta_3$$

Sudut deviasi = minimum jika:  $\theta_2 = \theta_3$  dan  $\theta_1 = \theta_4$

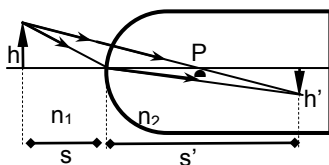
Besar sudut deviasi minimum dapat ditentukan dengan rumus:

- $n_1 \sin \frac{1}{2} (D_m + \beta) = n_2 \sin \frac{1}{2} \beta$   
untuk ( $\beta > 15^\circ$ )

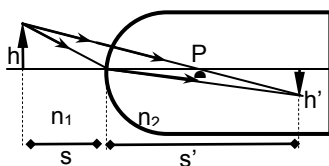
- $D_m = \left( \frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \beta \rightarrow (\beta < 15^\circ)$

## d. Pembiasan pada Permukaan Sferik

Pembentukan bayangan yang dibentuk oleh permukaan sferik (lengkung bola) dengan jari-jari R ditunjukkan pada gambar berikut:



1) Hubungan antara  $s$ ,  $s'$ , dan  $R$ :



## 2) Perbesaran

$$M = \frac{h'}{h} = \left| \frac{n_1}{n_2} \times \frac{s'}{s} \right|$$

Keterangan:

$n_1$  : indeks bias medium tempat benda berada

$n_2$  : indeks bias medium tempat pengamatan

$s$  : jarak benda

$s'$  : jarak bayangan

$R$  : jari-jari kelengkungan

Perjanjian tanda untuk  $s$ ,  $s'$ , dan  $R$ :

$s$  (-) : (benda maya) jika letak benda di belakang permukaan sferik

$s'$  (-) : (bayangan maya) jika letak bayangan di depan permukaan sferik

$R$  (+) : Jika titik pusat ke lengkungan di belakang permukaan sferik

$R$  (-) : Jika titik pusat ke lengkungan di depan permukaan sferik

Depan permukaan sferik = tempat di mana sinar datang.

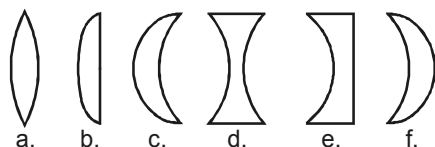
## e. Lensa Tipis

Jarak fokus pada lensa tipis:

$$\frac{1}{f} = \left( \frac{n_L}{n_m} - 1 \right) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

- $f$  : jarak fokus lensa tipis  
 $n_L$  : indeks bias lensa  
 $n_m$  : indeks bias medium tempat lensa berada  
 $R_1$  : jari-jari kelengkungan I  
 $R_2$  : jari-jari kelengkungan II
- R + Jika permukaannya cembung  
- Jika permukaannya cekung  
~ Jika permukaannya datar

## Macam-macam Bentuk Lensa Tipis:



- a. Lensa bikonveks  
b. Lensa plankonveks  
c. Lensa konkaf-konveks  
d. Lensa bikonkaf  
e. Lensa plan-konkaf  
f. Lensa konveks-konkaf

Kekuatan Lensa:

$$P = \frac{100}{f}$$

Dioptri (D)  $\rightarrow$   $f$  dalam cm

Lensa Gabungan:

Jarak fokus lensa gabungan berimpit dirumuskan:

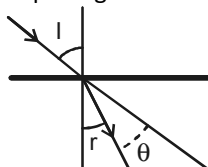
$$\frac{1}{f_{\text{gab}}} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_3} + \dots$$

## Soal dan Pembahasan

1. Suatu sinar datang pada permukaan kaca dengan sudut datang  $i$  kemudian dibiaskan dengan sudut bias  $r$ , maka biasan sinar itu mengalami deviasi sebesar ....
- A.  $r$                       C.  $180^\circ - i$                       E.  $180^\circ - i - r$   
B.  $i - r$                       D.  $180^\circ - r$

### Pembahasan:

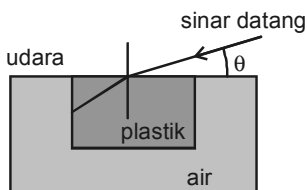
Dapat digambarkan:



Pergeseran sudut  $\theta = i - r$

**Jawaban: B**

2. Sepotong plastik transparan (indeks bias =  $n_k$ ) terapung di permukaan air (indeks bias =  $n_a$ ). Agar sinar datang seperti pada gambar dipantulkan sempurna oleh permukaan batas plastik air, maka sudut  $\theta$  harus memenuhi syarat ....



A.  $\tan \theta = \frac{n_a}{n_k}$

D.  $\sin \theta = \frac{n_a}{n_k}$

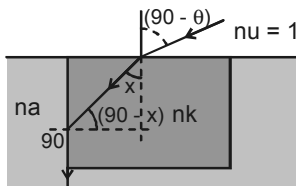
B.  $\sin \theta = \frac{n_a}{n_k}$

E.  $\cos \theta = \frac{n_k}{\sqrt{(n_k^2 - n_a^2)}}$

C.  $\cos \theta = \sqrt{(n_k^2 - n_a^2)}$

### Pembahasan:

Pemantulan sempurna terjadi = sudut pembias =  $90^\circ$ , maka dapat digambarkan jalannya sinar



Berlaku:

- udara ke kaca

$$n_u \cdot \sin(90 - \theta) = n_k \cdot \sin(x)$$

$$\Leftrightarrow (1) \cdot \cos(\theta) = n_k \cdot \sin(x)$$

- kaca ke air

$$n_k \cdot \sin(90 - x) = n_a \cdot \sin(90)$$

$$\Leftrightarrow n_k \cdot \cos(x) = n_a$$

$$\Leftrightarrow \cos(x) = \frac{n_a}{n_k}$$

Maka:

$$\sin(x) = \sqrt{1 - \cos^2(x)} = \sqrt{1 - \left(\frac{n_a}{n_k}\right)^2}$$

Dari persamaan awal:

$$\begin{aligned}\cos\theta &= n_k \cdot \sin x \\ &= n_k \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{n_a}{n_k}\right)^2} \\ &= \sqrt{n_k^2 - n_a^2}\end{aligned}$$

**Jawaban: C**

3. Andaikanlah bahwa indeks bias udara besarnya 1, indeks bias air sama dengan  $4/3$ , dan indeks bias bahan suatu lensa tipis sama dengan  $3/2$ . Jika lensa tipis tersebut di udara kekuatannya sama dengan 5 dioptri, lalu dimasukkan ke dalam air, maka kekuatan lensa di dalam air menjadi ...

**(SNMPTN 2008)**

- A.  $40/9$  dioptri    C.  $5/4$  dioptri    E.  $4/3$  dioptri  
B.  $5/2$  dioptri    D.  $4/5$  dioptri

**Pembahasan:**

Gunakan persamaan pembuat lensa!

$$P = \frac{1}{f} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

$n_2$  : indeks bias bahan lensa

$n_1$  : indeks bias medium tempat lensa

berada baik dalam medium udara maupun

air, nilai  $\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \text{konstan}$ , sehingga:

$$\frac{P_U}{P_A} = \frac{\left(\frac{n_L}{n_U} - 1\right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)}{\left(\frac{n_L}{n_A} - 1\right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)}$$

$$\frac{5}{P_A} = \frac{\left(\frac{\frac{3}{2}}{1} - 1\right)}{\left(\frac{\frac{3}{2}}{\frac{4}{3}} - 1\right)} \Rightarrow \frac{5}{P_A} = 4 \Rightarrow P_A = \frac{5}{4} \text{ dioptri}$$

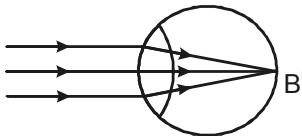
Jawaban: C

## C. ALAT-ALAT OPTIK

### 1. Mata dan Kacamata

#### a. Mata Normal

Bagan mata normal



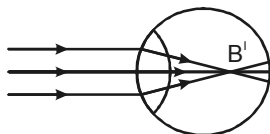
Titik dekat: PP = ± 25 cm

Titik jauh: PR = ∼ (tak hingga)

#### b. Cacat Mata Miopi (rabun jauh)

Titik dekat: PP = ± 25 cm

Titik jauh: PR << ∼

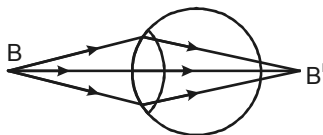


Ditolong menggunakan lensa negatif:  $\frac{h}{\sqrt{2 \text{ m.e.V}}}$

## c. Hipermetropi (rabun dekat)

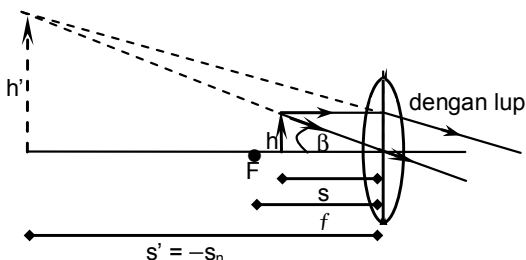
Titik dekat: PP  $> \pm 25 \text{ cm}$

Titik jauh: PR  $= \sim$



Ditolong menggunakan lensa positif:  $p = \frac{100}{s_n} - \frac{100}{PP}$   
Biasanya  $s_n = 25 \text{ cm}$

## 2. Lup (Kaca Pembesar)



### a. Pengamatan akomodasi maksimum

Bayangan  $s' = -s_n =$  titik dekat pengamat

Perbesaran:

$$M_{\alpha} = \frac{s_n}{f} + 1$$

## b. Pengamatan tanpa akomodasi

Bayangan  $s' = \infty =$  titik jauh pengamat

Perbesaran:

$$M_{\alpha} = \frac{s_n}{f}$$

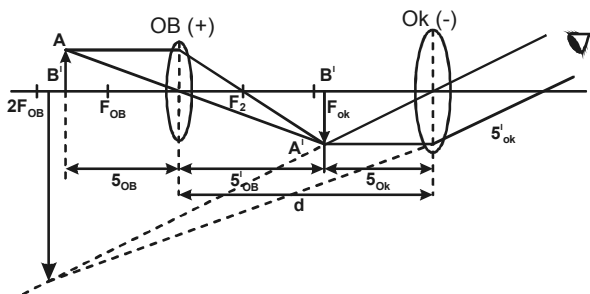
## c. Pengamatan pada akomodasi x

Bayangan  $s' = -x =$  titik jauh pengamat

Perbesaran:

$$M_{\alpha} = \frac{s_n}{f} + \frac{s_n}{x}$$

## 3. Mikroskop



Bayangan Lensa Objektif:

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

Perbesaran Lensa Objektif:

$$M_{ob} = \left| \frac{h_{ob}'}{h_{ob}} \right| = \left| \frac{s_{ob}'}{s_{ob}} \right| = \left| \frac{f_{ob}}{s_{ob} - f_{ob}} \right|$$

Perbesaran Lensa Okuler

- Akomodasi Maksimum ( $s'_{ok} = -s_n$ ):

$$M_{ok} = \frac{s_n}{f_{ok}} + 1$$

- Akomodasi Minimum ( $s_{ok} = f_{ok}$  dan  $s'_{ok}$ ):

$$M_{ok} = \frac{s_n}{f_{ok}}$$

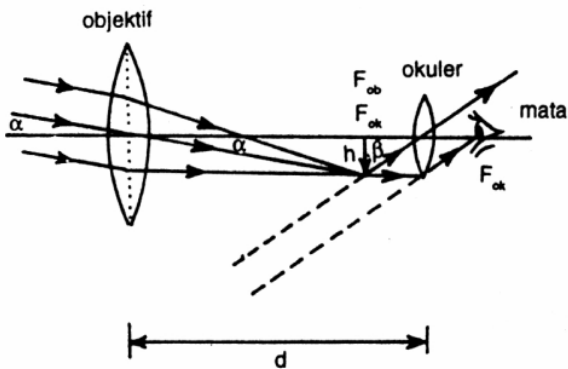
Pembesaran total mikroskop:

$$M_{tot} = M_{ob} \times M_{ok}$$

Jarak antara lensa objektif dan lensa okuler dirumuskan:

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

## 3. Teropong Bintang/Teropong Astronomi



### Tanpa Akomodasi

Perbesaran angular:

$$M_{\alpha} = \frac{f_{ob}}{f_{ok}}$$

$f_{ok}$  : jarak fokus lensa objektif

$f_{ob}$  : jarak fokus lensa okuler

Panjang teropong dirumuskan:  $d = f_{ob} + f_{ok}$

### Akomodasi maksimum

Perbesaran angular:

$$M_{\alpha} = \frac{f_{ob}}{s_{ok}}$$

Panjang teropong dirumuskan:  $d = f_{ob} + s_{ok}$

$s_{ok}$  : jarak benda (bayangan lensa objektif) ke lensa okuler

## Soal dan Pembahasan

1. Sebuah objek diletakkan pada jarak 1,5 cm dari lensa objektif mikroskop, Mikroskop memiliki jarak fokus lensa objektif dan okuler berturut-turut 10 mm dan 6 cm. Jika mikroskop digunakan pengamatan yang memiliki titik dekat 30 cm secara akomodasi maksimum, maka perbesaran bayangan yang dihasilkan adalah ... kali. **(UNAS 2009)**  
A. 10   B. 12   C. 18   D. 20   E. 25

### Pembahasan:

Perbesaran mikroskop akomodasi maksimum:

$$M = \left( \frac{s_n}{f_{ok}} + 1 \right) \times \left( \frac{f_{ob}}{s_{ob} - f_{ob}} \right)$$

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

$$M = 6 \times 2$$

$$M = 12 \text{ kali}$$

**Jawaban: B**

2. Sebuah lensa cembung-cembung yang terbuat dari suatu kaca berindeks bias 1,5 memiliki jarak fokus 2,5 cm di udara. Untuk keperluan tertentu, lensa itu dibenamkan ke dalam suatu cairan yang berindeks bias 1,3. Hitunglah jarak fokus lensa dalam cairan itu! **(UM UGM, 2009)**

- A. 2,8 cm
- B. 4,2 cm
- C. 5,6 cm
- D. 6,6 cm
- E. 8,1 cm

### Pembahasan:

Karena fokus lensa gabungan di udara ( $f_{L_{gab}}$ ) adalah 2,5 cm, maka masing-masing lensa mempunyai fokus di udara sebesar 1,25 cm, atau mempunyai jari-jari kelengkungan ( $R$ ) masing-masing 2,5 cm.

Rumus fokus lensa dalam cairan adalah:

$$\frac{1}{f} = \left( \frac{n_k}{n_k} - 1 \right) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

Jadi, didapat:

$$\frac{1}{f} = \left( \frac{1,5}{1,3} - 1 \right) \left( \frac{1}{2,5} + \frac{1}{2,5} \right)$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1,5 - 1,3}{1,3} \cdot \frac{2}{2,5}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{0,4}{3,25}$$

$$f = \frac{3,25}{0,4} = 8,1 \text{ cm}$$

**Jawaban: E**

3. Mikroskop dengan perbearan total 750x menggunakan lensa objektif dengan panjang fokus 0,40 cm. Diketahui panjang tabung (= jarak antarlensa) 20 cm, bayangan akhir berada pada posisi tak terhingga, dan mata

diasumsikan normal dengan jarak titik dekat 25 cm. Panjang fokus okuler adalah mendekati ... (SNMPTN 2008)

- A. 1,0 cm      C. 0,75 cm      E. 0,25 cm  
 B. 1,5 cm      D. 0,50 cm

**Pembahasan:**

$$M_{\text{tot}} = \frac{s'_{\text{ob}}}{s_{\text{ob}}} \times \left( \frac{s_n}{f_{\text{ok}}} \right)$$

$$750 = \frac{s'_{\text{ob}}}{s_{\text{ob}}} \times \frac{25}{f_{\text{ok}}}$$

Karena  $s_{\text{ob}} = \frac{s'_{\text{ob}} f_{\text{ob}}}{s'_{\text{ob}} - f_{\text{ob}}}$ , maka

$$750 = \frac{s'_{\text{ob}}}{\frac{s'_{\text{ob}} f_{\text{ob}}}{s'_{\text{ob}} - f_{\text{ob}}}} \times \frac{25}{f_{\text{ok}}}$$

$$750 \left( \frac{s'_{\text{ob}} f_{\text{ob}}}{s'_{\text{ob}} - f_{\text{ob}}} \right) = s'_{\text{ob}} \times \frac{25}{f_{\text{ok}}}$$

$$750 \frac{f_{\text{ob}}}{s'_{\text{ob}} - f_{\text{ob}}} = \frac{25}{f_{\text{ok}}}$$

$$\frac{750 \times 0,4}{s'_{\text{ob}} - 0,4} = \frac{25}{f_{\text{ok}}} \Leftrightarrow \frac{12}{s'_{\text{ob}} - 0,4} = \frac{1}{f_{\text{ok}}}$$

$$12f_{\text{ok}} = s'_{\text{ob}} - 0,4$$

$$12f_{\text{ok}} - s'_{\text{ob}} + 0,4 = 0 \dots (1)$$

Karena bayangan akhir di tak hingga, maka:

$$s'_{ok} = f_{ok}$$

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

$$20 = s'_{ob} + f_{ok}$$

$$f_{ok} + s'_{ob} - 20 = 0 \dots (2)$$

Eliminasi (1)(2)

$$12f_{ok} - s'_{ob} + 0,4 = 0$$

$$\frac{f_{ok} + s'_{ob} - 20}{13f_{ok} - 19,6} = 0$$

$$13f_{ok} - 19,6 = 0$$

$$13f_{ok} = 19,6$$

$$f_{ok} = \frac{19,6}{13} \text{ cm} = 1,51 \text{ cm.}$$

**Jawaban: B**

4. Seorang pengendara yang berada dalam mobil yang diam melihat bayangan mobil pada spion berada pada jarak 20 m dan mobil tersebut tampak sedang bergerak mendekati dengan kelajuan 2 m/s. Jika jarak fokus cermin yang dipakainya adalah -25 m, maka posisi mobil di belakangnya yang sebenarnya adalah ... **(SNMPTN 2008)**
- A. 100 m                      C. 400 m                      E. 1000 m  
B. 200 m                      D. 500 m

**Pembahasan:**

Catatan: Untuk benda nyata di depan cermin cembung, maka bayangan yang terbentuk

adalah maya, tegak, di belakang cermin, sehingga  $s'$  bertanda negatif.

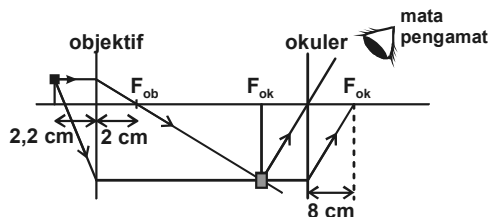
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$-\frac{1}{25} = \frac{1}{s} + \frac{1}{20}$$

$$\frac{1}{s} = \frac{1}{20} - \frac{1}{25} = \frac{5}{100} - \frac{4}{100} \Rightarrow s = 100\text{m}$$

**Jawaban: A**

5. Amatilah diagram pembentukan bayangan oleh mikroskop di bawah ini!



Berkas yang keluar dari lensa okuler merupakan berkas sinar sejajar, berarti jarak antara lensa objektif dan okuler adalah... cm.

- A. 8    B. 17    C. 22    D. 30    E. 39

**Pembahasan:**

Karena berkas sinar sejajar dari okuler atau bayangan objektif ada di fokus okuler, maka pengamatan = tanpa akomodasi, panjang mikroskop:  $d = s'_{ob} + s_{ok}$  tanpa akomodasi:

$$d = s'_{Ob} + F_{Ok}$$

$$\frac{1}{s'_{Ob}} = \frac{1}{F_{Ob}} - \frac{1}{s_{Ob}}$$

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

$$\frac{1}{s'_{Ob}} = \frac{11-10}{22}$$

$$\frac{1}{s'_{Ob}} = \frac{1}{22}$$

$$s'_{Ob} = 22 \text{ cm} \rightarrow d = 22 + 8 = 30 \text{ cm}$$

**Jawaban: D**



**Strategi Kebut Semalam**

**Fisika SMA**



**LISTRIK DAN  
MEDAN MAGNET**

## A. LISTRIK STATIS

### 1. Hukum Coulomb

Jika dua benda bermuatan  $q_1$  dan  $q_2$  terpisah sejauh  $r$ , maka pada benda akan muncul gaya (Gaya Coulomb/listrik) yang besarnya:

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

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

Jika tidak dalam ruang hampa, maka  $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_r \cdot \epsilon_0}$

$\epsilon_0$  : permitivitas listrik dalam hampa

$\epsilon_1$  : permitivitas relatif bahan (di hampa  $\epsilon_r = 1$ )

### 2. Medan Listrik dan Kuat Medan Listrik

Medan Listrik : daerah di mana gaya listrik masih terjadi

Kuat Medan : menunjukkan kuantitas dari medan listrik dengan definisinya disepakati adalah = gaya tiap satu-satuan muatan positif

Kuat medan :  $E = \frac{F}{q}$

Gaya listrik :  $F = qE$

E: kuat medan listrik

Medan listrik merupakan vektor, arah  $\vec{E}$  menjauhi muatan sumber positif dan menuju muatan negatif.

### 3. Energi Potensial Listrik

Suatu muatan berada pada  $q'$  terpisah sejauh  $r$  dari  $q$ , maka  $q'$  memiliki energi potensial:

$$EP = k \frac{q \cdot q'}{r}$$

Energi potensial listrik termasuk besaran skalar.

### 4. Potensial Listrik

Potensial listrik di sebuah titik = energi potensial listrik dibagi dengan muatan uji di titik itu.

$$V = \frac{EP}{q} \rightarrow EP = q \cdot V$$

Potensial oleh muatan titik potensial:  $V = k \frac{q}{r}$

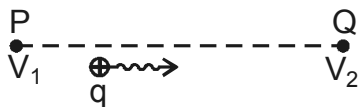
$V$  : potensial listrik pada jarak  $r$  dari muatan sumber ( $V$ )

$q$  : muatan sumber (C)

$r$  : jarak titik terhadap muatan sumber (m)

### 5. Usaha untuk Memindahkan Muatan

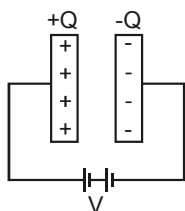
Usaha yang diperlukan untuk memindahkan muatan uji positif  $q$  dari titik yang potensial satu ke satunya:



$$W_{PQ} = q \cdot (V_2 - V_1) = q \cdot \Delta V$$

## 6. Kapasitor

Kapasitor atau kondensator adalah komponen listrik yang dapat menyimpan muatan listrik ( $Q$ ), terdiri dari dua penghantar (konduktor) yang terisolasi satu sama lain oleh bahan penyekat.



Perbandingan antara  $Q$  dan  $V$  disebut kapasitansi kapasitor, yang diberi lambang  $C$ .

$$C = \frac{Q}{V}$$

$Q$  : besar muatan pada tiap-tiap keping ( $C$ )

$V$  : beda potensial antara kedua keping ( $V$ )

$C$  : kapasitas kapasitor ( $F = \text{Farad}$ )

## 7. Kapasitas Kapasitor

Nilai kapasitas kapasitor sendiri dipengaruhi oleh keadaan fisik dari kapasitor sendiri, untuk keping sejajar diberikan:

$$C_o = \frac{\epsilon_r \epsilon_o A}{d}$$

$A$  = luas tiap keping, ( $m^2$ )

$d$  = jarak antarkeping, ( $m$ )

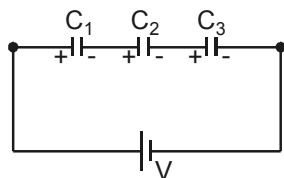
$\epsilon_o$  = permitivitas listrik dalam vakum/udara

$\epsilon_r$  = permitivitas relatif bahan

## 8. Susunan Kapasitor

### a. Seri

Dalam susunan seri, semua kapasitor memiliki muatan yang sama, positif atau negatif, pada tiap-tiap kepingnya.



Beda potensial totalnya adalah:

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$
$$V = \left( \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \right) \cdot Q$$

Dengan demikian pada rangkaian seri berlaku perbandingan tegangan:

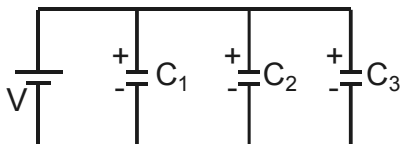
$$V_1 : V_2 : V_3 = \frac{1}{C_1} : \frac{1}{C_2} : \frac{1}{C_3}$$

Dan kapasitas ekuivalennya adalah:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

## b. Paralel

Dalam susunan paralel, beda potensial  $V$  sama untuk semua kapasitor, seperti pada gambar di bawah.



Dengan demikian muatan totalnya adalah:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n$$

$$Q = (C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n) \cdot V$$

Kapasitas ekuivalennya adalah:

$$C = \frac{Q}{V} = C = C_1 + C_2 + C_3$$

## 9. Energi yang Tersimpan dalam Kapasitor

Salah satu fungsi kapasitor adalah untuk menyimpan energi:

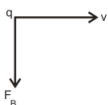
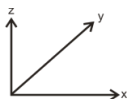
$$W = \frac{1}{2} C \cdot V^2$$

Karena  $Q = CV$ , maka energi dapat juga:

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

## Soal dan Pembahasan

1. Partikel bermuatan  $q = -0,04 \text{ C}$  bergerak masuk ke dalam daerah bermedan magnet seragam  $B$  dengan kecepatan  $v = 2 \times 10^4 \text{ m/s}$  (lihat gambar) yang tegak lurus  $B$ . Akibatnya partikel tersebut mengalami gaya magnet  $F_B = 400 \text{ N}$ . Dapat disimpulkan bahwa medan magnet  $B$  adalah sebesar ... (UM UGM 2009)



- A. 1,5 T ke arah sumbu y negatif
- B. 1,5 T ke arah sumbu y positif
- C. 0,5 T ke arah sumbu y positif
- D. 0,5 T ke arah sumbu y negatif
- E. 2,0 T ke arah sumbu z positif

### Pembahasan:

Rumus gaya magnet:  $F = B \cdot q \cdot v$

Jadi:

$$400 = B \cdot 0,04 \cdot 2 \times 10^4$$

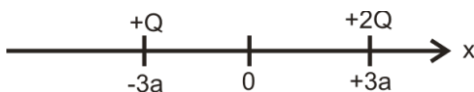
$$B = 0,5 \text{ T}$$

Dengan menggunakan kaidah tangan kanan dapat disimpulkan bahwa arah medan magnet  $B$  ke arah sumbu y positif.

**Jawaban: C**

2. Dua muatan titik diletakkan pada sumbu  $x$  seperti tampak dalam gambar. Muatan  $+2Q$  ditempatkan di  $x = +3a$  dan muatan  $+Q$  ditempatkan di  $x = -3a$ . Besar medan listrik di titik asal  $O$  akan sama dengan nol bila muatan ketiga  $+4Q$  diletakkan di ...

**(UM UGM 2009)**



- A.  $x = +6a$       D.  $x = -2a$   
 B.  $x = +2a$       E.  $x = -6a$   
 C.  $x = +a$

**Pembahasan:**

Diketahui  $q_1 = +2Q$ ,  $q_2 = +Q$ , dan  $q_3 = +4Q$   
 Misal posisi  $q_3$  berjarak  $x$  dari titik  $O$ , agar medan listrik di titik asal  $O$  sama dengan nol, maka berlaku:

$E$  di kiri titik  $O = E$  di kanan titik  $O$

$$\begin{aligned}
 k \frac{q_3}{r_3^2} + k \frac{q_2}{r_2^2} &= k \frac{q_1}{r_1^2} \\
 k \frac{4Q}{x^2} + k \frac{Q}{(3a)^2} &= k \frac{2Q}{(3a)^2} \\
 \frac{4Q}{x^2} &= \frac{Q}{(3a)^2} \\
 \frac{4}{x^2} &= \frac{1}{9a^2} \\
 x^2 &= 36a^2 \\
 x &= \pm 6a
 \end{aligned}$$

Karena posisi  $q_3$  terletak di kiri titik asal O, maka yang memenuhi adalah  $x = -6a$

**Jawaban: E**

3. Partikel dengan muatan 2 kali muatan elektron bergerak dalam medan magnet homogen B secara tegak lurus. Besar medan B adalah  $\pi/4$  tesla. Bila frekuensi siklotron partikel tadi adalah 1.600 Hz, maka besar massanya adalah ...
- A.  $2,5 \times 10^{-23}$  kg                      D.  $5 \times 10^{-23}$  kg  
B.  $1,2 \times 10^{-23}$  kg                      E.  $7,5 \times 10^{-23}$  kg  
C.  $3,3 \times 10^{-23}$  kg

**Pembahasan:**

Rumus massa partikel:

$$m = \frac{Bq}{\omega} = \frac{Bq}{2\pi f}$$

Jadi, didapat:

$$m = \frac{\frac{\pi}{4} \cdot 2e}{2\pi \cdot 1600} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19}}{4 \cdot 1600} = 2,5 \cdot 10^{-23} \text{ kg}$$

**Jawaban: A**

4. Nilai kapasitas kapasitor keping sejajar dengan luas penampang (A); jarak kedua keping (d); dan konstanta dielektrikum ( $K_1$ ). Bila dihubungkan pada beda potensial V adalah C farad. Untuk meningkatkan nilai kapasitas kapasitor menjadi dua kali semula dengan beberapa cara, antara lain:
- (1) Menambah luas keping
  - (2) Mendekatkan kedua keping

- (3) Mengganti bahan dielektrikum ( $K_2$ ) dengan  $K_2 > K_1$
- (4) Meningkatkan beda potensial kedua ujung

Pernyataan yang benar adalah.... **(UNAS, 2009)**

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

**Pembahasan:**

Nilai kapasitas kapasitor:  $C = \frac{k \cdot \epsilon_0 \cdot A}{d}$

Kapasitas menjadi makin besar jika:

- Luas (A) diperbesar
- Jarak antarkeping (d) diperkecil atau didekatkan
- K diperbesar  $\rightarrow$  mengganti bahan dengan K yang lebih besar

Beda potensial tidak akan memengaruhi nilai kapasitas kapasitor.

**Jawaban: A**

5. A dan B adalah dua benda bermuatan  $-10 \mu\text{C}$  dan  $40 \mu\text{C}$ . Mula-mula keduanya terpisah pada jarak 0,5 m dan timbul gaya F N, jika jarak A dan B diperbesar menjadi 1,5 m gaya tarik-menarik keduanya menjadi .... **(UNAS 2009)**

- A.  $\frac{2}{3}C$     B.  $\frac{2}{3}C$     C.  $\frac{2}{3}C$     D. 3F    E. 9F

## Pembahasan:

Gaya Coulomb:  $F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$ , jarak diubah

$$F \propto \frac{1}{r^2} \rightarrow$$

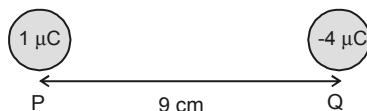
$$\frac{F_2}{F_1} = \left( \frac{r_1}{r_2} \right)^2$$

$$\frac{F_2}{F} = \left( \frac{0,5}{1,5} \right)^2$$

$$F_2 = \frac{1}{9}F$$

**Jawaban: A**

6. Dua muatan P dan Q masing-masing  $1 \mu\text{C}$  dan  $-4 \mu\text{C}$  terpisah sejauh 9 cm.



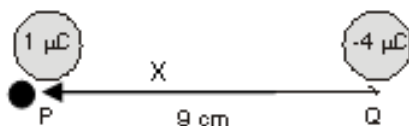
Letak medan listrik = nol adalah ....

**(UNAS 2009)**

- A. 3 cm di kanan P    D. 4 cm di kanan P  
B. 6 cm di kanan P    E. 4 cm di kiri P  
C. 3 cm di kiri P

## Pembahasan:

Medan listrik = 0 oleh dua muatan tidak sejenis  $\rightarrow$  di luar dan dekat kecil (harga mutlak)



Letak x harus memenuhi:

$$k \frac{q_P}{r_P^2} = k \frac{q_Q}{r_Q^2}$$

$$\frac{1}{x^2} = \frac{4}{(9+x)^2}$$

Diakar:

$$\frac{1}{x} = \frac{2}{9+x}$$

$$9+x = 2x$$

$$x = 9 \text{ cm kiri P}$$

**Jawaban: -**

7. Sepotong pecahan kaca (massa 5 mg) bermuatan  $2 \mu\text{C}$ . Berapakah kuat medan listrik yang diperlukan untuk menahan agar potongan kaca tersebut dapat terapung di udara? ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ) (dalam V/m)

A. 10    B. 1,8    C. 25    D. 100    E. 19,5

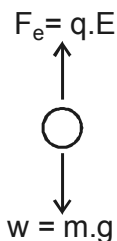
**Pembahasan:**

Benda terapung di medan listrik, maka:

gaya berat = gaya listrik

Massa  $m = A$

E: medan listrik,  $E = V/d$ , maka:



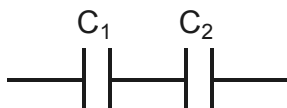
$$m.g = q.E$$

$$\Leftrightarrow 5 \times 10^{-6} (10) = 2 \times 10^{-6} . E$$

$$\Leftrightarrow E = 25 \text{ V/m}$$

**Jawaban: C**

8. Dua buah kapasitor masing-masing  $C_1 = 15 \mu\text{F}$ ,  $C_2 = 30 \mu\text{F}$  dirangkai seperti gambar.



Kemudian dihubungkan dengan sumber tegangan 6 volt. Besar energi listrik yang tersimpan dalam rangkaian tersebut adalah ....

- A.  $18 \times 10^{-6} \text{ J}$                       D.  $1,8 \times 10^{-5} \text{ J}$   
B.  $1,8 \times 10^{-6} \text{ J}$                       E.  $18 \times 10^{-5} \text{ J}$   
C.  $180 \times 10^{-5} \text{ J}$

**Pembahasan:**

Kapasitas gabungan seri:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C}$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{15} + \frac{1}{30}$$

$$\frac{1}{C} = \frac{3}{30}$$

$$C = 10 \mu\text{C}$$

Energi listrik yang tersimpan:

$$\begin{aligned}W &= \frac{1}{2} \cdot C \cdot V^2 \\&= \frac{1}{2} (10 \times 10^{-6}) (6)^2 \\&= 18 \times 10^{-5} \text{ Joule}\end{aligned}$$

Jawaban: E

## B. LISTRIK ARUS SEARAH

Pada dasarnya, arus listrik adalah aliran dari elektron-elektron bebas dari suatu potensial rendah ke tinggi (dapat juga aliran muatan). Untuk menyatakan besarnya arus listrik, digunakan konsep kuat arus listrik yang mana kuat arus adalah perubahan muatan tiap satu-satuan waktu.

$$I = \frac{\Delta Q}{t}$$

$I$  : kuat arus (A)

$\Delta Q$  : besar perubahan muatan (C)

$t$  : waktu (s)

- Arah aliran muatan negatif berlawanan dengan arah arus listrik yang ditimbulkan.
- Arah aliran muatan positif searah dengan arah arus listrik yang ditimbulkan.

Dari percobaan oleh ohm bahwa perbandingan antara beda potensial dengan kuat arus listrik nilainya selalu konstan, nilai tersebut disebut hambatan:

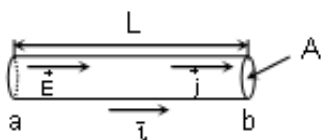
$$R = \frac{V}{I} \quad \text{atau} \quad V = I \cdot R$$

$V$  : beda potensial listrik (V)

$I$  : kuat arus listrik (A)

$R$  : hambatan ( $\Omega$ )

Secara fisiknya hambatan dapat dicari, perhatikan gambar penghantar kawat homogen berikut ini.



Untuk penghantar kawat homogen dan berpenampang lintang sama, besaran  $\rho \frac{L}{A}$  disebut hambatan penghantar tersebut.

Jadi:

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

$\rho$  : hambatan jenis bahan logam ( $\Omega \text{ m}$ ),

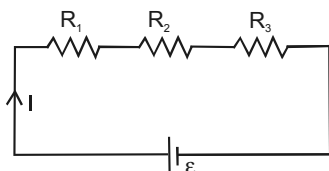
$L$  : panjang penghantar (m),

$A$  : luas penampang lintang penghantar ( $\text{m}^2$ ),

$R$  : hambatan penghantar ( $\Omega$ ).

## 1. Susunan Penghambat

### a. Susunan Seri



$$R_s = R_1 + R_2 + R_3$$

Sifat-sifat:

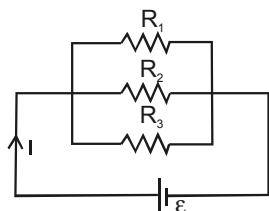
- Arus  $I_{\text{total}} = I_1 = I_2 = I_3$

$$\text{Maka: } \frac{V_{\text{total}}}{R_{\text{total}}} = \frac{V_1}{R_1} = \frac{V_2}{R_2} = \frac{V_3}{R_3}$$

- Beda potensial

$$V_{\text{total}} = \varepsilon = V_1 + V_2 + V_3$$

### b. Susunan Paralel



$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Sifat-sifat:

- Arus

$$I_{\text{total}} = I_1 + I_2 + I_3$$

Perbandingan arus:

$$I_1 : I_2 : I_3 = \frac{1}{R_1} : \frac{1}{R_2} : \frac{1}{R_3}$$

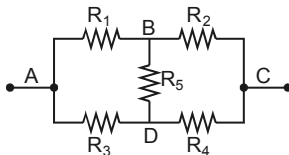
- Beda potensial

$$V_{\text{total}} = \varepsilon = V_1 + V_2 + V_3$$

$$(I_{\text{total}})(R_{\text{total}}) = I_1 R_1 = I_2 R_2 = I_3 R_3$$

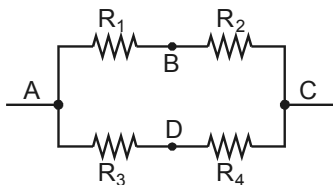
## 2. Susunan Jembatan Wheatstone

Diagram susunan jembatan Wheatstone ditunjukkan seperti pada gambar-gambar berikut.

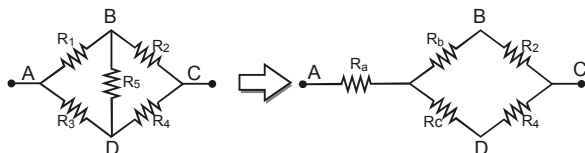


Cara menentukan hambatan ekuivalen pada susunan (rangkai)an) jembatan Wheatstone.

1. Jika  $R_1 R_4 = R_2 R_3$ , maka  $R_5$  tidak berfungsi (dapat dihilangkan).



2. Jika  $R_1 R_4 \neq R_2 R_3$ , maka hambatan ekuivalennya dapat diselesaikan dengan transformasi  $\Delta$  (delta)  $\rightarrow$  Y (star) sebagai berikut:



Dengan nilai-nilai  $R_a$ ,  $R_b$ , dan  $R_c$  sebagai berikut:

$$R_a = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_3 + R_5} ; R_b = \frac{R_1 \cdot R_5}{R_1 + R_3 + R_5} ; R_c = \frac{R_3 \cdot R_5}{R_1 + R_3 + R_5}$$

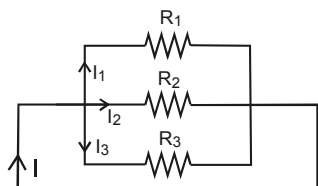
### 3. Hukum Kirchhoff

#### Hukum I Kirchhoff:

*Jumlah aljabar kuat arus listrik yang melalui titik cabang sama dengan nol.*

$$\sum I = 0$$

- Tanda positif (+) jika arah arus listrik menuju ke titik cabang.
- Tanda negatif (-) jika arah arus listrik meninggalkan titik cabang yang sama.



$$I - I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

$$\text{Maka: } I = I_1 + I_2 + I_3$$

## Hukum II Kirchhoff:

Dalam rangkaian tertutup (loop), jumlah aljabar GGL ( $\mathcal{E}$ ) dan jumlah penurunan potensial ( $IR$ ) sama dengan nol.

Ketentuan tanda untuk  $\mathcal{E}$  dan  $I$ :

$$\sum IR + \sum \mathcal{E} = 0$$

- $\mathcal{E}$  = (+), jika gerak mengikuti arah loop bertemu dengan kutub (+) sumber tegangan terlebih dahulu.
- $\mathcal{E}$  = (-), jika gerak mengikuti arah loop bertemu dengan kutub (-) sumber tegangan terlebih dahulu.
- $I$  = (+), jika arah loop searah dengan arah arus.
- $I$  = (-), jika arah loop berlawanan dengan arah arus.

## 4. Energi dan Daya Listrik

Energi listrik diperoleh dari sumber tegangan listrik. Untuk memindahkan muatan listrik dari titik yang satu ke titik yang lain dalam suatu penghantar logam, sumber tegangan yang terpasang harus mengeluarkan energi.

Besarnya Energi Listrik:

$$W = V \cdot I \cdot t = I^2 \cdot R \cdot t = \frac{V^2}{R} \times t$$

$V$  : beda potensial, (v)

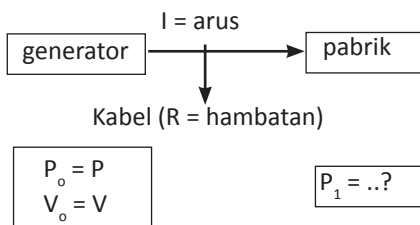
$I$  : kuat arus listrik, (A)

$R$  : hambatan listrik, ( $\Omega$ )

$t$  : waktu, (s)



## Pembahasan:



Hambatan kabel akan menimbulkan disipasi daya, yang besarnya adalah  $P_{\text{disipasi}} = I^2 R$ ,

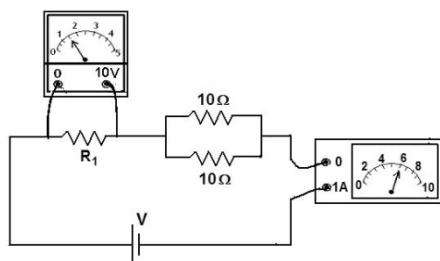
sehingga  $P_1 = P_o - P_{\text{disipasi}} = P - I^2 R$

Karena  $P = V_p I$ , maka  $I = \frac{P}{V}$ , sehingga:

$$P = P - \left( \frac{P}{V} \right)^2 R$$

**Jawaban: E**

- Amperemeter dan voltmeter digunakan untuk mengukur kuat arus dan tegangan pada suatu rangkaian, seperti gambar.



Besar tegangan sumber  $V$  adalah ... volt.

(UNAS 2009)

- A. 3    B. 5    C. 6    D. 10    E. 15

**Pembahasan:**

Sumber tegangan:  $V = V_{R_1} + V_{10//10}$

Pada alat voltmeter terukur:

$$V_{R_1} = \frac{1,5}{5} \times 10 = 3 \text{ Volt}$$

Pada amperemeter terukur:

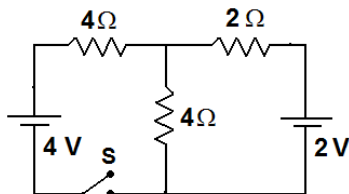
$$I = \frac{6}{10} \times 1 = 0,6$$

$V_{10//10} = I \times R_{10//10} = 0,6 \times 5 = 3 \text{ volt}$

$V = V_{R_1} + V_{10//10} = 3 + 3 = 6 \text{ volt}$

**Jawaban: C**

3. Perhatikan rangkaian listrik berikut!



Bila saklar S ditutup, maka kuat arus pada hambatan  $4\Omega$  adalah ... A. (**UNAS 2009**)

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

**Pembahasan:**

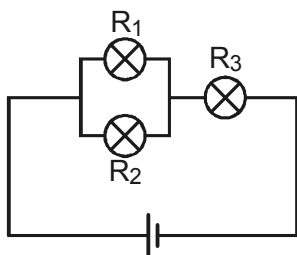
Hambatan  $4\Omega$  ada dua? Kita akan hitung

yang di tengah menggunakan rumus praktis:

$$\begin{aligned} I_2 &= \frac{(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)R_3 + (\varepsilon_3 - \varepsilon_2)R_1}{R_1 \cdot R_2 + R_1 \cdot R_3 + R_2 \cdot R_3} \\ &= \frac{(4 - 0)2 + (2 - 0)4}{(4)(4) + (4)(2) + (4)(2)} \\ &= \frac{16}{32} \\ &= 0,5A \end{aligned}$$

**Jawaban: A**

4. Tiga buah lampu dirangkai dengan sumber tegangan seperti pada gambar di bawah ini.

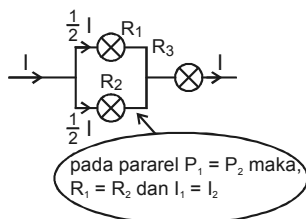


Ternyata daya yang terdisipasi pada masing-masing lampu adalah sama besar. Perbandingan hambatan ketiga lampu itu adalah ....

- A.  $R_1 : R_2 : R_3 = 1 : 1 : 4$
- B.  $R_1 : R_2 : R_3 = 1 : 1 : 2$
- C.  $R_1 : R_2 : R_3 = 1 : 1 : 1$
- D.  $R_1 : R_2 : R_3 = 1 : 1 : \frac{1}{2}$
- E.  $R_1 : R_2 : R_3 = 1 : 1 : \frac{1}{4}$

## Pembahasan:

Misalkan dari ggl mengalir arus  $I$ , maka:



Tiga lampu punya daya sama

$$P_1 = P_2 = P_3 = \left(\frac{1}{2}I\right)^2 \cdot R_1 = \left(\frac{1}{2}I\right)^2 \cdot R_2 = I^2 \cdot R_3$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{4}R_1 = \frac{1}{4}R_2 = R_3$$

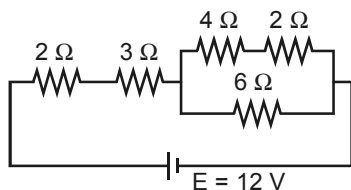
$$\Leftrightarrow R_1 : R_2 = 1 : 1$$

$$\Leftrightarrow R_2 : R_3 = 1 : \frac{1}{4}$$

$$\left. \begin{array}{l} R_1 : R_2 = 1 : 1 \\ R_2 : R_3 = 1 : \frac{1}{4} \end{array} \right\} R_1 : R_2 : R_3 = 1 : 1 : \frac{1}{4}$$

**Jawaban: E**

5. Perhatikan gambar rangkaian di bawah!

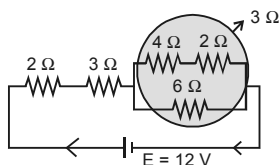


Kuat arus yang melalui hambatan  $6 \Omega$  pada gambar di atas adalah ....

- |              |                |
|--------------|----------------|
| A. 12 ampere | D. 1,5 ampere  |
| B. 6 ampere  | E. 0,75 ampere |
| C. 3 ampere  |                |

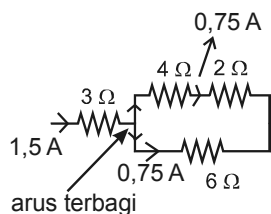
## Pembahasan:

Perhatikan rangkaian!



Hambatan total:  $R = 2 + 3 + 3 = 8 \Omega$

Arus keluar sumber:  $I = \frac{12}{8} = 1,5 \text{ A}$



Arus lewat  $6 \Omega : I_6 = 0,75 \text{ A}$

**Jawaban: E**

6. Arus listrik 3 A mengalir dari X ke Y, sehingga besar beda potensial antara X dan Y adalah 12 volt. Dengan demikian, besar hambatan R adalah ... (UM UGM 2009)



- |               |               |
|---------------|---------------|
| A. $1 \Omega$ | D. $4 \Omega$ |
| B. $2 \Omega$ | E. $5 \Omega$ |
| C. $3 \Omega$ |               |

## Pembahasan:

Rumus beda potensial antara titik X dan Y:

$$V_{xy} = \sum I.R + \sum E$$

Jadi, didapat:

$$12 = 3(2+R)+(6 - 9)$$

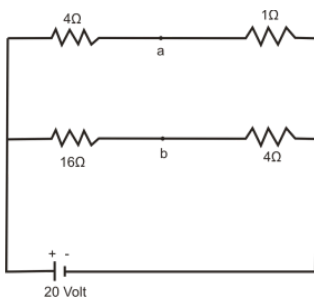
$$\Leftrightarrow 12 = 6 + 3R - 3$$

$$\Leftrightarrow 9 = 3R$$

$$\Leftrightarrow R = 3 \Omega$$

**Jawaban: C**

7. Perhatikan gambar rangkaian listrik di bawah ini. Apabila titik a dan titik b disambung/ dihubungkan dengan kawat penghantar yang memiliki hambatan  $0,002 \Omega$ . Hitung kuat arus yang mengalir melalui kawat penghantar itu!  
**(UM UGM 2008)**



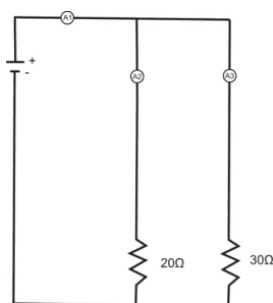
- A. 0 A                      D. 2,4 A  
B. 1,2 A                    E. 3,2 A  
C. 1,6 A

## Pembahasan:

Jika titik a dan titik b dihubungkan, maka  $I_{ab} = 0$  A, sebab hasil perkalian hambatan yang saling bersilangan adalah sama, yaitu  $4.4 = 16.1$ .

**Jawaban: A**

8. Bila Ammeter A1 dilewati arus 10 ampere, maka arus yang melewati Ammeter A3 adalah sebesar ... (UM UGM 2008)



- A. 2 ampere                      D. 8 ampere  
B. 4 ampere                      E. 10 ampere  
C. 6 ampere

## Pembahasan:

Perhatikan bahwa:

$$I \sim \frac{1}{R}$$

Jadi, didapat:

$$I_3 = \frac{R_2}{R_2 + R_3} \cdot I_1 = \frac{20}{20 + 30} \cdot 10 = 4 \text{ A}$$

**Jawaban: B**

## C. MEDAN MAGNET

### 1. Kuat Medan Magnet

Sementara besarnya kuat medan magnet oleh beberapa bentuk kawat diberikan di bawah:

#### a. Kawat Berarus Listrik yang Panjangnya Tak Berhingga

$$B_p = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi a} \quad \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$$

#### b. Kawat Berarus Listrik yang Panjangnya Berhingga

$$B_p = \frac{\mu_0 \cdot I}{4\pi \cdot a} (\cos \theta_1 + \cos \theta_2)$$

#### c. Kuat Medan Magnet oleh Kawat Melingkar

Di pusat lingkaran (titik O):

$$B_O = \frac{\mu_0 \cdot I}{2a}$$

Di titik P (sepanjang sumbu lingkaran):

$$B_p = \frac{\mu_0 \cdot I}{2a} \sin^3 \theta$$

## d. Kuat Medan Magnet oleh Solenoida

Solenoida adalah kumparan yang cukup panjang.

Kuat medan induksi magnet adalah:

Di pusat solenoida:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot N}{L}$$

Di salah satu ujung:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot N}{2L}$$

N : jumlah lilitan solenoida

L : panjang solenoida

## e. Kuat Medan Induksi Magnet pada Toroida

Toroida adalah solenoida yang dibengkokkan hingga membentuk lingkaran. Kuat medan magnet dalam toroida yang berjarak  $r$  dari pusat lingkaran adalah:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot N}{2\pi r}$$

## 2. Gaya Lorentz

### a. Gaya Lorentz pada Kawat Berarus

Bila kawat berarus  $I$  yang panjangnya  $L$  terletak dalam medan magnet ( $B$ ) akan mengalami gaya (gaya Lorentz). Besarnya:

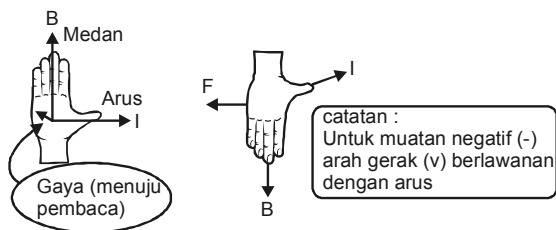
$$F_L = B \cdot I \cdot L \sin \theta \quad \theta = \text{sudut antara } B \text{ dan } I$$

### b. Gaya Lorentz pada Partikel Bermuatan

Muatan listrik bergerak juga merupakan sebuah arus listrik, sehingga partikel bergerak dalam medan magnet juga akan mengalami gaya.

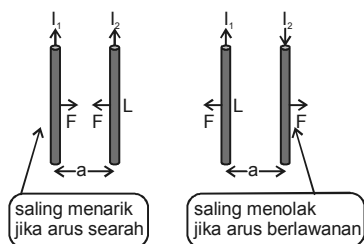
$$F_L = q \cdot v \cdot B \sin \theta \quad \theta = \text{sudut antara } B \text{ dan arah gerak } q$$

Arah gaya Lorentz diatur pakai kaidah tangan kanan II



### c. Gaya Lorentz pada Dua Kawat Lurus Sejajar

Bila dua kawat lurus disejajarkan, maka akan muncul gaya pada kedua kawat tersebut.



Gaya Lorentz per satuan panjang untuk kasus ini adalah:

$$\frac{F}{L} = \frac{\mu_0 \cdot I_1 \cdot I_2}{2 \cdot \pi \cdot a}$$

#### d. Gerak Melingkar Muatan pada Medan Magnet Homogen

Bila partikel bermuatan bergerak dalam medan magnet homogen secara tegak lurus, maka yang terjadi partikel akan bergerak dengan lintasan melingkar:

Jari-jari lintasan diberikan:

$$R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B}$$

#### e. Gerak Lurus Muatan pada Medan Magnet dan Listrik Saling Tegak Lurus

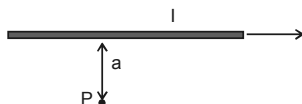
Partikel bermuatan dapat bergerak lurus dalam medan magnet dan medan listrik yang saling tegak lurus, dengan syarat laju:

$$v = \frac{E}{B}$$

Rumus didapat dari menyamakan gaya listrik ( $F_e = q.E$ ) dengan gaya magnet ( $F_L = qvB$ ) dengan  $E$  menyatakan medan listrik.

## Soal dan Pembahasan

1. Sepotong kawat penghantar dialiri arus  $I$ . Besarnya induksi magnet di titik  $P$  dipengaruhi oleh:



- (1) Kuat arus yang mengalir dalam kawat
- (2) Jarak titik ke kawat penghantar
- (3) Permeabilitas bahan media
- (4) Jenis arus

Pernyataan yang benar adalah ....

**(UNAS 2009)**

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

**Pembahasan:**

Besar induksi magnet oleh kawat berarus pada suatu titik:

$$B = \frac{\mu_r \cdot \mu_o}{2\pi} \frac{I}{a}$$

$I$  = kuat arus;  $a$  = jarak titik dengan kawat;  
 $\mu_r$  = permeabilitas relatif ruang (pada ruang

hampa atau udara  $\mu_r = 1$ );  $\mu_o$  = permeabilitas ruang hampa  $\mu_o = 4\pi \times 10^{-7}$  Wb/A.m

**Jawaban: A**

2. Sebuah magnet batang digerakkan menjauhi kumparan yang terdiri dari 600 lilitan, medan magnet yang memotong kumparan berkurang dari  $9 \times 10^{-5}$  Wb menjadi  $4 \times 10^{-5}$  Wb dalam selang waktu 0,015 sekon, besar GGL induksi antarkedua ujung kumparan adalah ... volt. **(UNAS 2009)**
- A. 2      B. 3      C. 4      D. 5      E. 6

**Pembahasan:**

GGL Induksi yang dihasilkan:

$$\begin{aligned}\varepsilon &= -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \\ &= -600 \frac{(4 \times 10^{-5} - 9 \times 10^{-5})}{0,015} \\ &= 2 \text{ Volt}\end{aligned}$$

**Jawaban: A**

3. Gambar di bawah menunjukkan kawat yang dialiri arus 40A. Dalam gambar tersebut, garis yang ditarik dari arah arus datang dengan arah arus keluar berpotongan pada titik pusat lingkaran secara saling tegak lurus. Bagian kawat yang melingkar berjari-jari 2 cm. Kuat medan pada titik P adalah ... **(SNMPTN 2008)**
- A. 0,30 mT      C. 1,24 mT      E. 5,20 mT  
B. 0,94 mT      D. 3,14 mT

**Pembahasan:**

Konsep: Medan magnet

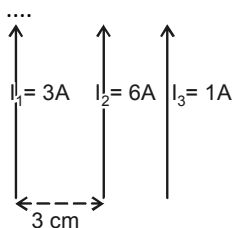
Jawab:

$$B_P = \frac{\mu_0 I}{2R} = \frac{(4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2)(40\text{A})}{2(0,02\text{m})}$$

$$= 0,001256\text{T} = 1,256\text{mT}.$$

**Jawaban: -**

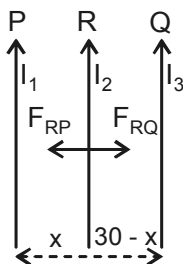
4. Dua kawat lurus P dan Q diletakkan sejajar dan terpisah sejauh 3 cm, seperti gambar. Kawat R yang dialiri arus listrik 1 A, akan mengalami gaya magnetik nol jika diletakkan



- A. 1 cm kanan P
- B. 1 cm kiri P
- C. 2 cm kanan P
- D. 1 cm kanan Q
- E. 2 cm kanan Q

**Pembahasan:**

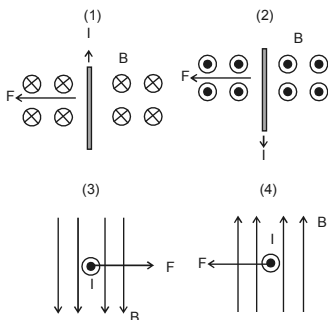
Karena arah arus searah, maka kawat R akan tertarik ke kawat P dan juga tertarik ke kawat Q. Agar R mengalami gaya = 0, maka kawat R harus diletakkan di antara P dan Q.



$$\begin{aligned}
 F_{RP} &= F_{RQ} \\
 \Leftrightarrow \frac{\mu_0 \cdot I_1 \cdot I_3}{2\pi \cdot a_{RP}} L &= \frac{\mu_0 \cdot I_2 \cdot I_3}{2\pi \cdot a_{RQ}} L \\
 \Leftrightarrow \frac{I_1}{a_{RP}} &= \frac{I_2}{a_{RQ}} \\
 \Leftrightarrow \frac{3}{x} &= \frac{6}{3-x} \\
 \Leftrightarrow 9 - 3x &= 6x \\
 \Leftrightarrow x &= 1 \text{ cm kanan P}
 \end{aligned}$$

**Jawaban: A**

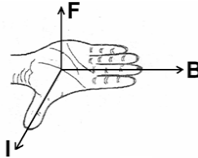
- 5 Kawat berarus sebesar  $I$  berada dalam medan magnet  $B$ , seperti ditunjukkan pada gambar. Manakah gambar yang benar mengenai gaya magnet pada kawat? **(UNAS 2009)**



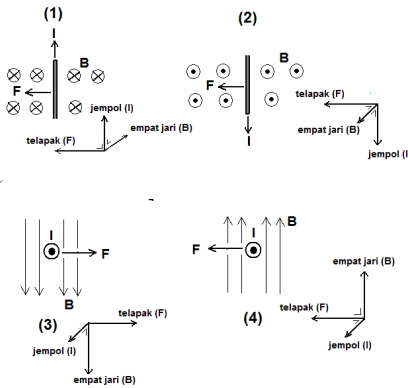
- A. 1 dan 3 saja      D. 2, 3, dan 4  
 B. 2 dan 4 saja      E. 1, 2, 3, dan 4  
 C. 2, 3, dan 4

**Pembahasan:**

Dengan kaidah tangan kanan ke-2:



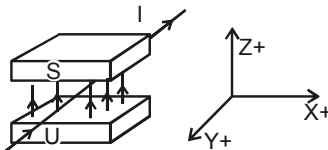
Tangan dapat diatur hingga arah sesuai pada gambar.



Keempat gambar sesuai → benar semua

**Jawaban: E**

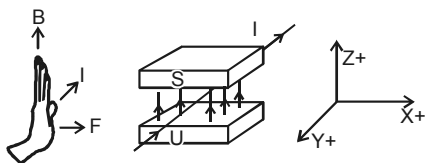
6. Sepotong kawat berarus listrik  $I$  dengan arah sejajar sumbu  $Y$ .



Berada di antara dua kutub magnet (lihat gambar). Kawat akan mendapat gaya Lorentz ke arah ....

- A. sumbu X+
- B. sumbu Y-
- C. sumbu X-
- D. sumbu Z+
- E. sumbu Z-

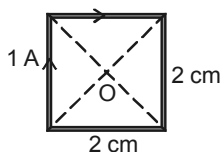
**Pembahasan:**



Dengan menggunakan kaidah tangan kanan 2 didapat arah gaya Lorentz: sumbu X+ (positif)

**Jawaban: A**

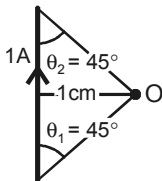
7. Kawat bujur sangkar dengan sisi 2 cm dialiri arus listrik searah 1 A. Besar induksi magnet di pusat bujur sangkar adalah ... tesla.



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

## Pembahasan:

Untuk satu sisi kuat induksi di O adalah:



$$\begin{aligned}
 B_{O1} &= \frac{\mu_0}{4\pi} \times \frac{I}{a} (\cos\theta_1 + \cos\theta_2) \\
 &= 10^{-7} \times \frac{1}{0,01} \left( \frac{1}{2}\sqrt{2} + \frac{1}{2}\sqrt{2} \right) \\
 &= \sqrt{2} \times 10^{-5}
 \end{aligned}$$

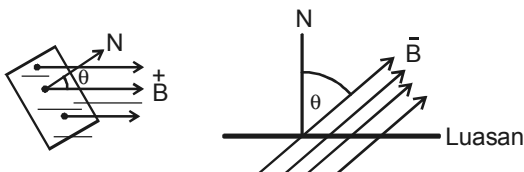
Oleh empat sisi, maka:  $B_o = 4 \sqrt{2} \times 10^{-5}$

**Jawaban: C**

## D. INDUKSI ELEKTROMAGNETIK DAN ARUS AC

### 1. Fluks Magnetik

Fluks magnetik adalah banyaknya garis-garis magnet yang menembus secara tegak lurus pada suatu luasan. Fluks magnetik dituliskan:



$$\Phi_m = \vec{B} \cdot \vec{A} = B \cdot A \cdot \cos(\theta)$$

A : luas permukaan,

$\alpha$  : sudut antara vektor B dengan garis normal A.

## 2. Hukum Imbas Faraday

Perubahan fluks magnetik pada suatu kumparan akan menghasilkan sumber tegangan atau GGL, yang besarnya sesuai dengan Hukum Imbas Faraday, yaitu gaya gerak listrik (GGL) dalam sebuah rangkaian sebanding dengan laju perubahan fluks yang melalui rangkaian tersebut.

$$\varepsilon = -N \frac{d\Phi}{dt}$$

Untuk GGL rata-rata:

$$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

N : banyaknya lilitan

Negatif (-) menunjukkan fluks yang muncul melawan perubahan. Seperti dijelaskan pada Hukum Lenz.

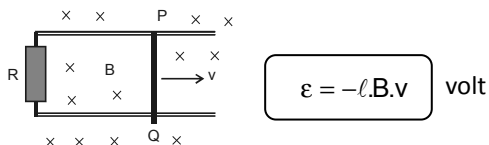
## 3. Hukum Lenz

*“Arus imbas akan muncul di dalam arah yang sedemikian rupa, sehingga arah tersebut menentang perubahan yang menghasilkannya.”*

## 4. Penerapan Hukum Faraday dan Hukum Lenz

### a. Perubahan Luas pada Kawat Segiempat

Bila kawat PQ digeser ke kanan, maka luasan segiempat akan berubah (bertambah besar/berkurang) → Fluks juga berubah → timbul GGL:

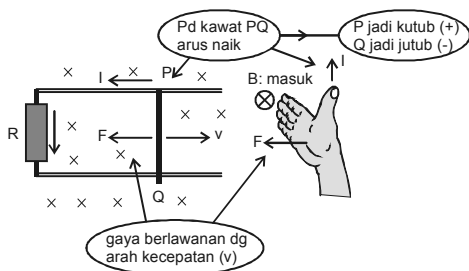


$B$  : kuat medan magnet (T),

$l$  : panjang kawat PQ (m),

$v$  : laju gerak kawat PQ (m/s).

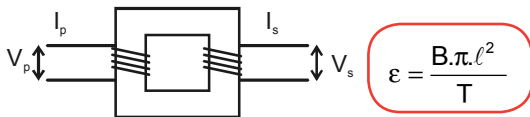
Arah arus dapat diatur dengan hukum Lenz yang pada kasus ini dapat pula dihubungkan dengan kaidah tangan kanan II



### b. Kawat Diputar Sejajar Bidang yang Tegak Lurus B

Bila kawat OP diputar, maka luasan juring OPQ akan berubah → Fluks juga berubah → timbul GGL.

Besarnya:



$\ell$  : panjang kawat OP (jari-jari),

$T$  : periode (waktu 1 kali putar)

### c. Transformator

Berdasarkan konsep imbas elektromagnetik, pada trafo berlaku:

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

$N_p$  dan  $N_s$  : jumlah lilitan pada kumparan primer dan sekunder

$V_p$  dan  $V_s$  : tegangan primer dan sekunder

Efisiensi trafo diberikan:

$$\eta = \frac{P_s}{P_p} = \frac{V_s \cdot I_s}{V_p \cdot I_p}$$

$P_p$  : daya kumparan primer (Watt),

$P_s$  : daya kumparan sekunder (Watt).

### d. Induktansi Diri

GGL imbas akan timbul dalam sebuah kumparan jika arus dalam kumparan berubah terhadap waktu. GGL yang dihasilkan dinamakan GGL induksi diri.

$$\epsilon_{\text{ind}} = -L \frac{dI}{dt} \quad \text{atau} \quad \bar{\epsilon}_{\text{ind}} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} \rightarrow \text{rerata}$$

- L : induktansi diri (henry (H)),  
1 Henry = 1 volt.detik/ampere

## Soal dan Pembahasan

1. Sebuah kumparan terdiri dari 1.000 lilitan berada dalam medan magnetik sehingga fluks magnetiknya  $4 \times 10^{-5}$  Wb. Jika fluks dalam waktu 0,02 sekon fluks magnet hilang, GGL induksi rata-rata (dalam volt) yang timbul pada kumparan adalah ....  
A. 0,5    B. 1    C. 2    D. 2,5    E. 4

### Pembahasan:

GGL induksi rata-rata:

$$\begin{aligned}\epsilon &= -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \\ &= -1000 \frac{(0 - 4 \times 10^{-5})}{0,02} \\ &= 2 \text{ Volt}\end{aligned}$$

**Jawaban: C**

2. Suatu generator menghasilkan GGL maksimumnya E volt. Jika jumlah lilitan dikurangi 25% dan frekuensi putar dijadikan 4 kali

putaran semula, maka GGL maksimum yang dihasilkan adalah ... volt.

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

**Pembahasan:**

GGL generator:  $\varepsilon = N B A \omega \sin \omega t$

$$\varepsilon_{\text{maks}} = N B A \omega = E$$

N berkurang 25%,  $\rightarrow N' = 75\% N$

$$N' = N$$

$\omega' = 4 \omega$ ; B dan A tetap

$$\omega'_{\text{maks}} = N' B' A' \omega'$$

$$= \frac{3}{4} \times N \times B \times A \times 4 \omega$$

$$= 3NBA \omega$$

$$= 3 \omega_{\text{maks}}$$

$$= 3E$$

**Jawaban: E**

3. Sebuah magnet batang digerakkan menjauhi kumparan yang terdiri dari 600 lilitan, medan magnet yang memotong kumparan berkurang dari  $9 \times 10^{-5}$  Wb menjadi  $4 \times 10^{-5}$  Wb dalam selang waktu 0,015 sekon, besar GGL induksi antarkedua ujung kumparan adalah ... volt.

**(UNAS 2009)**

- A. 2      B. 3      C. 4      D. 5      E. 6

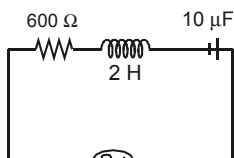
**Pembahasan:**

GGL Induksi yang dihasilkan:

$$\begin{aligned}\varepsilon &= -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \\ &= -600 \frac{(4 \times 10^{-5} - 9 \times 10^{-5})}{0,015} \\ &= 2 \text{ Volt}\end{aligned}$$

**Jawaban: A**

4. Perhatikan gambar berikut!



$$V = 100.\sin(100t)$$

Nilai arus efektif rangkaian adalah ... A.

**(UNAS 2009)**

- A. 0,05      C. 0,01      E. 1  
B. 0,5      D. 0,1

**Pembahasan:**

$$\text{Arus efektif: } I_{\text{eff}} = \frac{V_{\text{eff}}}{Z}$$

$$v_{\text{eff}} = \frac{v_{\text{max}}}{\sqrt{2}} = \frac{100}{\sqrt{2}} = 50\sqrt{2} \text{ volt}$$

$$X_L = \omega.L = (100)(2) = 200 \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{\omega.C} = \frac{1}{(100).(10^{-5})} = 1000 \Omega$$

$$\begin{aligned}Z &= \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \\&= \sqrt{600^2 + (200 - 1000)^2} \\&= \sqrt{600^2 + (-800)^2} \\&= \sqrt{360000 + 640000} \\&= \sqrt{1000000} \\&= 1000 \Omega\end{aligned}$$

$$Z = 1000 \Omega \rightarrow I_{\text{eff}} = \frac{50\sqrt{2}}{1000} = 0,05\sqrt{2} \text{ A}$$

**Jawaban: A**

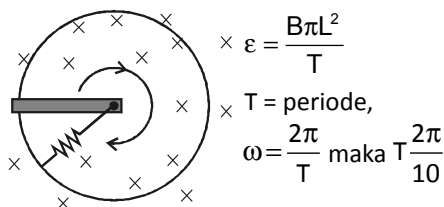
5. Tongkat konduktor yang panjangnya 40 cm berputar dengan kecepatan sudut tetap sebesar 10 rad/s di dalam daerah bermedan magnet seragam  $B = 0,5 \text{ T}$ . Sumbu putaran tersebut melalui salah satu ujung tongkat dan sejajar arahnya dengan arah garis-garis medan magnet di atas. GGL yang terinduksi antara kedua ujung tongkat (dalam V) besarnya ....

A. 0,4   B. 0,8   C. 1,6   D. 3,1   E. 6,0

**Pembahasan:**

Kasus yang dimaksud pada soal adalah seperti gambar berikut:

GGL tongkat konduktor berputar dalam medan magnet:



Diperoleh:

$$\varepsilon = \frac{(0,5) \cdot \pi \cdot (0,4)^2}{\frac{2\pi}{10}} = 0,4 \text{ volt}$$

**Jawaban: A**

6. Sebuah rangkaian R-L-C seri terdiri dari resistor  $100 \Omega$  kumparan berinduksi  $1 \text{ H}$  dan kapasitor  $50 \mu\text{F}$ . Rangkaian ini dihubungkan dengan sumber daya  $220 \text{ V}$ ,  $200 \text{ Hz}$ . Sudut fase dari impedansinya adalah ....

A.  $30^\circ$  B.  $37^\circ$  C.  $45^\circ$  D.  $53^\circ$  E.  $60^\circ$

**Pembahasan:**

$$X_L = \omega L = 200 \Omega$$

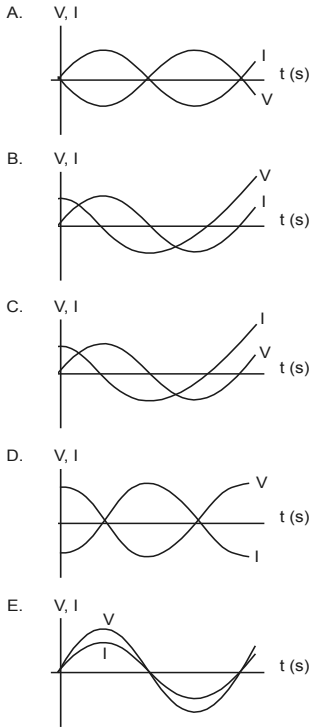
$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{(200)5 \times 10^{-5}} = 100 \Omega$$

$$\text{tg } \theta = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{100}{100} = 1$$

$$\theta = \text{arctg } 1 = 45^\circ$$

**Jawaban: C**

7. Grafik hubungan  $I$  dan  $V$  terhadap  $t$  untuk kapasitor yang dialiri arus bolak-balik adalah .... (UNAS 2009)



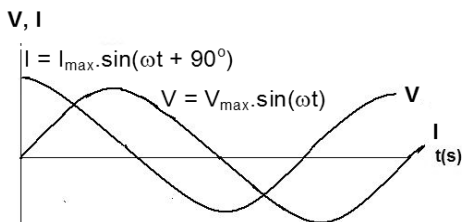
**Pembahasan:**

Tegangan dan arus AC pada kapasitor saja:

Jika tegangan  $V = V_{\max} \cdot \sin(\omega t)$ , maka arus akan mendahului tegangan:

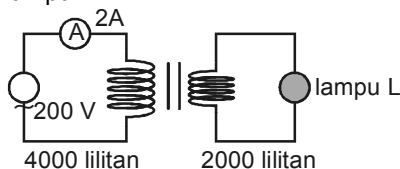
$$I = I_{\max} \cdot \sin(\omega t + 90^\circ)$$

Sehingga grafik yang tepat:



**Jawaban: C**

8. Gambar di bawah melukiskan transformator dengan efisiensi 75% dengan kumparan sekundernya dihubungkan dengan sebuah lampu L.

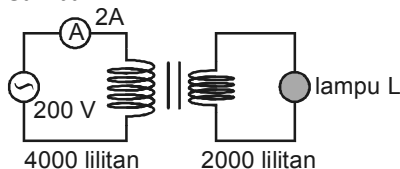


Maka ....

- (1) Tegangan sekunder 200 Volt
- (2) Daya lampu (rangkaiannya sekunder) 400 watt
- (3) Arus yang lewat lampu 4 A
- (4) Hambatan lampu sekitar 33,33  $\Omega$

**Pembahasan:**

Gambar



$$(1) \frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

$$\Leftrightarrow \frac{V_s}{200} = \frac{2000}{4000}$$

$$\Leftrightarrow V_s = 100 \text{ V}$$

(2) Effisiensi:

$$\eta = \frac{3}{4} = \frac{P_s}{P_p}$$

Dengan  $P_p = I_p \cdot V_p$  diperoleh

$$P_s = 300 \text{ W}$$

(3) Arus:

$$P_s = V_s \cdot I_s$$

$$\Leftrightarrow 300 = (100)I_s$$

$$\Leftrightarrow I_s = 3 \text{ A}$$

(4) R lampu:

$$R = \frac{V_s}{I_s} = \frac{100}{3} = 33,33 \Omega$$

**Jawaban: D**

9. Untuk menguji sebuah trafo, sebuah siswa melakukan pengukuran tegangan dan arus dari kumparan primer maupun kumparan sekunder. Hasil pengukuran dituangkan dalam tabel di bawah ini.

$V_p$ (V)	$I_p$ (mA)	$N_p$ (lilitan)	$V_s$ (V)	$I_s$ (mA)	$N_s$ (lilitan)
240	2,0	X	Y	50	50

Berdasarkan data dalam tabel di atas, nilai X dan Y adalah....(SNMPTN 2009)

- A.  $X = 2$ ;  $Y = 6.000$
- B.  $X = 50$ ;  $Y = 9,6$
- C.  $X = 480$ ;  $Y = 1,0$
- D.  $X = 1.250$ ;  $Y = 9,6$
- E.  $X = 1.250$ ;  $Y = 240$

**Pembahasan:**

Pada transformator berlaku:

$$\frac{N_s}{N_p} = \frac{v_s}{v_p} = \frac{I_p}{I_s}$$

$$\frac{N_s}{N_p} = \frac{I_p}{I_s}$$

$$\frac{50}{X} = \frac{2 \text{ mA}}{50 \text{ mA}}$$

$$X = \frac{2500}{2} = 1250 \text{ lilitan}$$

$$\frac{v_s}{v_p} = \frac{I_p}{I_s}$$

$$\frac{Y}{240 \text{ V}} = \frac{2 \text{ mA}}{50 \text{ mA}}$$

$$Y = 240 \times \frac{2}{50} = 9,6 \text{ volt}$$

**Jawaban: D**

10. Sebuah solenoida terdiri dari 1.000 lilitan dengan jari-jari 10 cm dan panjang 1 m. Solenoida kemudian dialiri arus listrik 10 A.

Berapakah besar energi yang tersimpan oleh solenoida tersebut?

- A. 1 J            C. 4 J            E. 16 J  
B. 2 J            D. 8 J

**Pembahasan:**

Energi tersimpan pada induktor:  $W = \frac{1}{2}LI^2$

$$\text{Induktansi: } L = \frac{\mu_0 \cdot N^2 A}{\ell} = \frac{4\pi \times 10^{-7} (10^3)^2 (\pi \times 0,1^2)}{1}$$

Dengan  $\pi^2 = 10 \rightarrow L = 0,04$

$$\text{Energi: } W = \frac{1}{2}(0,04)(10)^2 = 2 \text{ J}$$

**Jawaban: B**



**Strategi Kebut Semalam**

**Fisika SMA**



**FISIKA MODERN**

## A. TEORI RELATIVITAS KHUSUS

### 1. Teori Relativitas Einstein

#### Postulat pertama:

*"Hukum-hukum fisika dapat dinyatakan dalam persamaan yang berbentuk sama dalam semua kerangka acuan inersial"*

#### Postulat kedua:

*"Kelajuan cahaya dalam ruang hampa adalah sama untuk semua pengamat, tidak bergantung pada gerak relatif antara pengamat dan sumber cahaya"*

Akibat postulat kedua Einstein, besaran-besaran fisika nilainya menjadi bersifat relatif bergantung pada kerangka acuan satu dengan lainnya (pembuktian dengan perhitungan transformasi Lorentz).

### 2. Kecepatan Relativitas

Kecepatan bersifat relatif yang berdasar teori relativitas khusus. Laju peluru C menurut pengamat A adalah:

$$v_{AC} = \frac{v_{AB} + v_{BC}}{1 + \frac{v_{AB} \cdot v_{BC}}{c^2}}$$

Catatan: jika arah berlawanan laju bertanda negatif (-).

Laju peluru C menurut pengamat B adalah:

$$v_{BC} = \frac{v_{AC} - v_{AB}}{1 - \frac{v_{AC} \cdot v_{AB}}{c^2}}$$

Catatan: jika arah berlawanan laju bertanda negatif (-).

### 3. Relativitas Panjang, Massa, dan Waktu

#### a. Relativitas Panjang

Sebuah benda dengan panjang  $L_0$  akan terukur memendek menjadi  $L$  bila benda dan kerangka pengukur saling bergerak dengan kecepatan relatif  $v$ , maka diberikan persamaan:

$$L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

#### b. Relativitas Massa

Sebuah benda dengan panjang  $m_0$  akan terukur lebih berat ( $m$ ), bila benda dan kerangka pengukur saling bergerak dengan kecepatan relatif  $v$ , maka diberikan persamaan:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

#### c. Dilatasi Waktu

Karena relativitas khusus mengharuskan kita memandang perbedaan selang waktu antara dua

kerangka yang bergerak dengan kecepatan relatif  $v$ , maka diberikan persamaan:

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$\Delta t_0$  = selang waktu yang terukur oleh “pengukur waktu” yang diam relatif terhadap pengamat.

$\Delta t$  = selang waktu yang terukur oleh “pengukur waktu” yang bergerak relatif terhadap pengamat.

## 4. Momentum dan Energi Relativistik

### a. Momentum Relativistik

Untuk mempertahankan hukum kekekalan momentum linier tetap berlaku dalam relativitas Einstein, maka momentum relativistik didefinisikan sebagai:

$$p = m \cdot v \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

### b. Energi Relativistik

Menurut Einstein massa adalah bentuk lain dari energi, suatu benda saat diam bermassa  $m_0$ , maka benda tersebut memiliki energi (energi diam):

$$E_0 = m_0 c^2$$



2. Menurut pengamat di sebuah planet, ada dua pesawat antariksa yang mendekatinya dari arah yang berlawanan, masing-masing adalah pesawat A yang kecepataannya  $0,5c$  dan pesawat B yang kecepataannya  $0,4c$  ( $c$  = cepat rambat cahaya). Menurut pilot pesawat A, besar kecepatan pesawat B adalah ....
- A.  $0,1c$                       C.  $0,4c$                       E.  $0,9c$   
 B.  $0,25c$                      D.  $0,75c$

**Pembahasan:**

Laju relatif diberikan:

$$v_{ab} = \frac{v_a - v_b}{1 - \frac{v_a v_b}{c^2}} = \frac{0,5c - (-0,4c)}{1 - \frac{(0,5c)(-0,4c)}{c^2}} = 0,75c$$

**Jawaban: D**

3. Bila laju partikel  $0,6c$  maka perbandingan massa relativistik partikel itu terhadap massa diamnya adalah ....
- A.  $5 : 3$                       C.  $8 : 5$                       E.  $7 : 4$   
 B.  $5 : 4$                       D.  $25 : 9$

**Pembahasan :**

Massa relativistik:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\frac{m}{m_0} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{(0,6c)^2}{c^2}}} = \frac{1}{0,8} = \frac{5}{4}$$

**Jawaban: B**

4. Sebuah benda bermassa 50 kg di Bumi. Ketika benda itu berada di dalam roket yang bergerak meninggalkan Bumi, massanya menjadi 100 kg diukur oleh pengamat di Bumi. Laju roket tersebut adalah ....

- A.  $\frac{2}{3}c$                       C.  $\frac{2}{3}c$                       E.  $\frac{1}{3}c\sqrt{2}$   
B.  $\frac{1}{3}c\sqrt{2}$                       D.  $\frac{2}{3}c$

**Pembahasan:**

Massa relativistik:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \rightarrow 100 = \frac{50}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{50}{100} = \frac{1}{2}$$

$$\Leftrightarrow 1 - \frac{v^2}{c^2} = \frac{1}{4}$$

$$\Leftrightarrow v^2 = \frac{3}{4}c^2$$

$$\Leftrightarrow v = \frac{1}{2}c\sqrt{3}$$

**Jawaban: B**

5. Kelajuan partikel yang memiliki momentum linier 5 MeV/c dan energi relativistik total 10 MeV adalah ....
- A. 0,25c                      C.  $(1/\sqrt{3})c$                       E. c  
B. 0,5c                      D. 0,75c

## Pembahasan:

Hubungan momentum energi:

$$E_t^2 - E_o^2 + p^2 c^2$$

dengan  $E_t = 10 \text{ MeV}$  dan  $p = 5 \text{ MeV}/c$

$$(10 \text{ MeV})^2 = E_o^2 + (5 \text{ MeV}/c)^2 c^2$$

$$\Leftrightarrow E_o^2 = 75 (\text{MeV})^2$$

$$\Leftrightarrow E_o = \text{Mev}$$

Dari perbandingan  $E_o$  dengan  $E_t$

$$\frac{E_o}{E_t} = \frac{m_o c^2}{m_o c^2 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{5\sqrt{3}}{10}$$

$$\Leftrightarrow \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{1}{2} \sqrt{3}$$

$$\Leftrightarrow v = 0,5 c$$

**Jawaban: B**

6. Dua orang A dan B, A berada di bumi dan B naik pesawat antariksa dengan kecepatan  $0,8c$  pulang-pergi terhadap bumi. Bila A mencatat perjalanan B selama 20 tahun, maka B mencatat perjalanan pesawat yang ditumpanginya selama ....
- A. 6 tahun    C. 12 tahun    E. 20 tahun  
B. 9 tahun    D. 15 tahun

## Pembahasan:

20 tahun waktu berjalan di bumi dan menurut A adalah waktu yang dia lihat dari keadaan

bergerak ( $\Delta t$ ), maka waktu yang berjalan di dalam pesawat:

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{(0,8c)^2}{c^2}}} = \frac{\Delta t_0}{0,6}$$

$$\Leftrightarrow 20 = \frac{\Delta t_0}{0,6}$$

$$\Leftrightarrow \Delta t_0 = 12 \text{ tahun}$$

**Jawaban: C**

7. Bila  $K$  adalah energi kinetik relativistik dari sebuah partikel dan  $v$  adalah kecepatannya, maka massa diam partikel tersebut diberikan oleh ...

**(UM UGM 2008)**

- A.  $\frac{K}{v^2} \left( \sqrt{1 - (v^2/c^2)} + 1 \right)$
- B.  $\frac{K}{v^2} \left( \sqrt{1 - (v^2/c^2)} - 1 + (v^2/c^2) \right)$
- C.  $\frac{K}{v^2} \sqrt{1 - (v^2/c^2)}$
- D.  $\frac{K}{v^2} \left( \sqrt{1 - (v^2/c^2)} + (v^2/c^2) \right)$
- E.  $\frac{K}{v^2} \left( \sqrt{1 - (v^2/c^2)} - 1 + (v^2/c^2) \right)$

## Pembahasan:

Rumus untuk energi kinetik relativistik:

$$EK = mc^2 - m_0c^2$$

dan massa relativistik:  $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$

sehingga didapat:

$$\begin{aligned} K &= \frac{m_0c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} - m_0c^2 \\ &= m_0c^2 \left( \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} - 1 \right) \\ &= \frac{m_0c^2 \left( 1 - \sqrt{1 - v^2/c^2} \right)}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \end{aligned}$$

Jadi didapat:

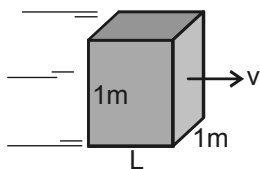
$$\begin{aligned} m_0 &= \frac{K}{c^2} \cdot \frac{\sqrt{1 - v^2/c^2}}{1 - \sqrt{1 - v^2/c^2}} \cdot \frac{1 + \sqrt{1 - v^2/c^2}}{1 + \sqrt{1 - v^2/c^2}} \\ &= \frac{K}{c^2} \cdot \frac{\sqrt{1 - v^2/c^2} \left( 1 + \sqrt{1 - v^2/c^2} \right)}{1 - \left( 1 - v^2/c^2 \right)} \\ &= \frac{K}{c^2} \cdot \frac{\sqrt{1 - v^2/c^2} + \left( 1 - v^2/c^2 \right)}{v^2/c^2} \\ &= \frac{K}{v^2} \cdot \left( \sqrt{1 - v^2/c^2} + 1 - v^2/c^2 \right) \end{aligned}$$

Jawaban: E

8. Sebuah tangki kubus mempunyai volume  $1 \text{ m}^3$ , menurut pengamat yang diam terhadap kubus. Apabila pengamat bergerak relatif terhadap kubus dengan kecepatan  $0,6c$ , maka volume kubus yang teramati adalah ...  $\text{m}^3$ .
- A. 0,3                      C. 0,8                      E. 0,9  
B. 0,6                      D. 0,8

**Pembahasan :**

Hanya sisi-sisi yang searah  $v$  yang menyusut:



$$L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$v = 0,6c, \text{ maka: } \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 0,8c$$

$$\text{Jadi, } L = 1(0,8) = 0,8 \text{ m}$$

Volume:

$$V = 0,8 \times 1 \times 1 = 0,8 \text{ m}^3$$

**Jawaban: C**

## B. RADIASI BENDA HITAM DAN TEORI KUANTUM

### 1. Radiasi Kalor

Radiasi kalor merupakan pemancaran energi kalor oleh permukaan suatu benda ke lingkungannya. Energi kalor yang dipancarkan bergantung pada sifat permukaan benda, suhu mutlak benda ( $T$ ), luas permukaan benda ( $A$ ), dan waktu ( $t$ ).

Energi radiasi:  $E = e \cdot \sigma \cdot T^4 \cdot A \cdot t$

$e$  : Emisivitas = koefisien emisi, ( $0 \leq e \leq 1$ )

$\sigma$  : Tetapan Stefan – Boltzmann =  $5,67 \times 10^{-8}$   
 $W/m^2 \cdot K^4$

$T$  : Suhu mutlak benda, (Kelvin)

Daya Radiasi:  $P = \frac{E}{t}$

Intensitas Radiasi:  $I = \frac{P}{A_0}$

$A_0$  : luasan yang ditembus oleh radiasi kalor  
(seringnya berupa luasan bola  $4\pi \cdot R^2$ )

Benda hitam sempurna memiliki nilai  $e = 1$ .

### 2. Teori Foton

Untuk dapat menjelaskan hubungan radiasi kalor benda hitam dengan pergeseran Wien, Planck sampai pada dua kesimpulan tentang osilasi

molekul-molekul pada dinding benda berongga sebagai berikut:

1. Molekul-molekul yang bergetar akan memancarkan energi diskrit:

$$E_n = n.h.f$$

- $n$  : bilangan bulat positif: 1, 2, 3, ..., yang dinamakan bilangan kuantum.  
 $f$  : frekuensi getaran molekul-molekul  
 $h$  : tetapan Planck, yang besarnya:  
 $h = 6,63 \times 10^{-34}$  Js

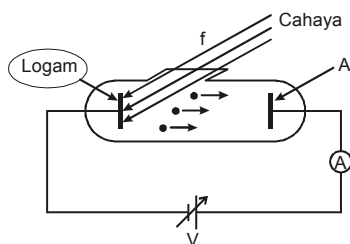
2. Molekul-molekul memancarkan atau menyerap energi dalam bentuk satuan-satuan diskrit yang disebut foton atau kuantum. Tiap-tiap foton mempunyai energi sebesar:

$$E = h.f$$

Molekul akan memancarkan atau menyerap energi hanya ketika molekul itu berubah tingkat energinya. Jika molekul tetap tinggal pada satu tingkat energi tertentu, maka tidak ada energi yang dipancarkan atau diserapnya.

### 3. Efek Fotolistrik

Untuk lebih memperjelas tentang teori kuantam, Einstein berdasar pada percobaan yang sudah jauh sebelumnya dilakukan oleh Hertz, yakni pada efek fotolistrik:



## Penjelasan Einstein tentang Efek Fotolistrik

Menurut Einstein, cahaya merambat dalam bentuk paket-paket energi disebut foton. Foton berperilaku seperti partikel dan tiap foton mengandung energi sebesar:

$$E = h \cdot f = h \frac{c}{\lambda}$$

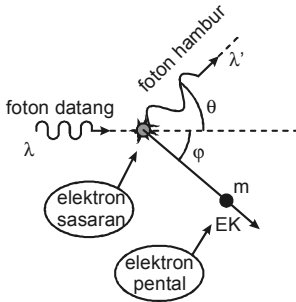
Ketika foton cahaya membentur permukaan logam, energi satu foton cahaya ini diserap seluruhnya oleh sebuah elektron. Bila energi foton sebesar  $hf$  ini cukup besar, maka sebagian energi digunakan untuk melepaskan elektron dari ikatannya, dan sisanya dipakai untuk energi kinetik elektron.

$$h \cdot f = \underbrace{h \cdot f_0}_{W_0} + E_{k_{\text{maks}}}$$

- $hf$  : energi foton cahaya yang digunakan
- $hf_0$  : energi foton minimal diperlukan untuk melepaskan elektron = energi ambang = fungsi kerja (ditulis  $W_0$ )
- $EK_{maks}$  : energi kinetik maksimum fotoelektron

## 4. Efek Compton

Efek Compton adalah peristiwa terhamburnya sinar X akibat tumbukan dengan elektron. Panjang gelombang sinar X yang terhambur menjadi lebih besar dari sebelum tumbukan.



Dari percobaan di atas foton (GEM, termasuk cahaya) memiliki sifat sebagai materi tapi tetap saja foton tidak bermassa dan tidak pula bermuatan, hanya dia memiliki momentum (terkait tumbukan) besarnya:

$$p = \frac{h}{\lambda}$$

Dari hukum kekekalan momentum serta kekekalan energi, panjang gelombang pada hamburan Compton diperoleh:

$$\lambda' = \lambda + \frac{h}{mc}(1 - \cos \theta)$$

$\lambda$  : panjang gelombang foton sebelum tumbukan

$\lambda'$  : panjang gelombang foton setelah tumbukan

$h$  : tetapan Planck

$m$  : massa elektron

$c$  : kecepatan cahaya dalam vakum

$\theta$  : sudut hamburan foton terhadap arah semula

## 5. Produksi Pasangan

Selain dua peristiwa di atas, ada juga peristiwa lain, yakni produksi pasangan, adalah peristiwa di mana foton lenyap dan menjelma menjadi dua materi saling anti contoh elektron dan positron, persamaannya:

$$E_{\text{foton}} = E_{\text{materi}} \rightarrow h \cdot f = 2m_0 c^2 + Ek_{\text{tot}}$$

$f$  : frekuensi gelombang foton,

$h$  : tetapan Planck,

$m_0$  : massa diam elektron/positron,

$c$  : kecepatan cahaya dalam vakum,

$Ek_{\text{tot}}$  : energi kinetik total (kedua materi).

Dapat juga proses kebalikan dari produksi pasangan di mana materi lenyap dan menjelma menjadi foton.

$$E_{\text{materi}} = E_{\text{foton}}$$

## 6. Hipotesis de Broglie

Dari hal di atas, de Broglie beranggapan cahaya (foton) punya sifat sebagai partikel, partikel juga harus punya sifat sebagai cahaya (GEM),

yang mana partikel bergerak memiliki panjang gelombang:

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$$

$\lambda$  : panjang gelombang de Broglie

$m$  : massa partikel

$v$  : kecepatan partikel

Jika partikel dipercepat oleh suatu beda potensial maka panjang gelombang diberikan:

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{\sqrt{2mq(\Delta V)}}$$

$q$  : muatan partikel,

$\Delta V$  : beda potensial.

## Soal dan Pembahasan

1. Benda hitam pada suhu  $T$  memancarkan radiasi dengan daya sebesar 300 mW. Radiasi benda hitam tersebut pada suhu  $\frac{1}{2}T$  akan menghasilkan daya sebesar ...

**(UM UGM 2009)**

- |           |             |
|-----------|-------------|
| A. 300 mW | D. 37,5 mW  |
| B. 150 mW | E. 18,75 mW |
| C. 75 mW  |             |

## Pembahasan:

Daya pada peristiwa radiasi berbanding lurus dengan pangkat empat dari suhunya, atau  $P \sim T^4$ .

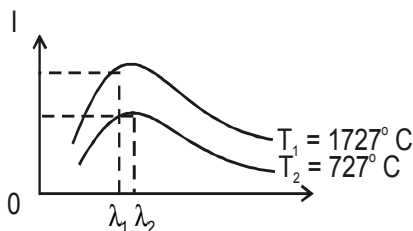
Jadi, diperoleh hubungan:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1^4}{T_2^4}$$
$$\frac{300}{P_2} = \frac{T^4}{(\frac{1}{2}T)^4}$$
$$P_2 = \frac{300}{2^4} = 18,75 \text{ mW}$$

**Jawaban: E**

2. Grafik menyatakan hubungan intensitas gelombang ( $I$ ) terhadap panjang gelombang pada saat intensitas maksimum ( $\lambda_m$ ) dari radiasi suatu benda hitam sempurna.

**(UNAS 2009)**



Jika konstanta Wien =  $2,9 \times 10^{-3}$  m.K, maka panjang gelombang radiasi maksimum pada T1 adalah ...

- A. 5.000      C. 14.500      E. 25.000  
B. 10.000    D. 20.000

**Pembahasan:**

Pergeseran Wien:  $\lambda_m \cdot T = c = 2,9 \times 10^{-3} \text{ m}\cdot\text{K}$

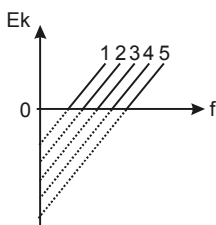
dengan  $T_1 = 1.727 + 273 = 2.000 \text{ K}$ . Maka:

$$\begin{aligned}\lambda_{m_1} \cdot (2000) &= 2,9 \times 10^{-3} \\ &= 1,45 \times 10^{-6} \text{ m} \\ &= 14.500 \text{ \AA}\end{aligned}$$

**Jawaban: C**

3. Grafik berikut menginformasikan energi kinetik maksimum yang disebabkan logam 1, 2, 3, 4, dan 5 yang disinari cahaya, frekuensi ambang terbesar logam adalah ...

**(UNAS 2009)**



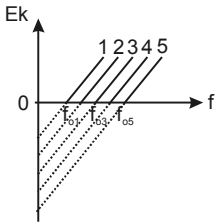
- A. 1      B. 2      C. 3      D. 4      E. 5

**Pembahasan:**

Dari persamaan efek foto listrik:

$$E_k = h \cdot f - h \cdot f_0$$

$f_0$  adalah frekuensi ambang, grafik ditunjukkan di bawah:



Frekuensi ambang terbesar adalah logam 5

**Jawaban: E**

4. Pada saat cahaya kuning dikenakan pada suatu logam, diamati adanya fotoelektron yang lepas dari logam tersebut. Pada saat itu terjadi, selanjutnya intensitas cahaya kuning kemudian diperkecil hingga mendekati nol. Gejala yang dapat diamati adalah ...

**(SNMPTN 2008)**

1. Laju maksimum gerak elektron yang lepas menjadi berkurang.
2. Fotoelektron menjadi tidak mampu lepas dari logam.
3. Tenaga kinetik maksimum fotoelektron yang lepas menjadi kecil.
4. Cacah fotoelektron menjadi berkurang.

**Pembahasan:**

Cahaya kuning yang diradiasikan pada suatu logam menyebabkan terjadinya efek fotolistrik.

Jika intensitas cahaya ini diperkecil, maka:

- Pernyataan 1 salah, karena laju maksimum gerak fotoelektron dipengaruhi oleh nilai potensial henti ( $V_0$ ) dan tidak

dipengaruhi oleh intensitas cahaya ( $\frac{1}{2}mV_0^2 = eV_0$ ).

- Pernyataan 2 salah, karena terlepasnya fotoelektron dari logam bergantung pada frekuensi cahaya yang digunakan, yaitu jika  $hf > W_0$ , maka terjadi efek fotolistrik untuk intensitas berapa pun.
- Pernyataan 3 salah ( $E_{km} = eV_0 = hf - w_0$ )
- Pernyataan 4 benar.

**Jawaban: D**

5. Sebuah elektron ( $m = 9,0 \times 10^{-31}$ ) dipercepat dari keadaan diam oleh beda potensial 200 V. Panjang gelombang de Broglie-nya adalah ....
- A. 0,87    B. 1,6    C. 3,4    D. 5,4    E. 7,9

**Pembahasan:**

Panjang gelombang de Broglie:

$$\begin{aligned}\lambda &= \frac{h}{mv} \\ &= \frac{h}{\sqrt{2 m e V}} \\ &= \frac{6,6 \times 10^{-34}}{\sqrt{2(9 \times 10^{-31})(1,6 \times 10^{-19})(2 \times 10^2)}} \\ &= 8,68 \times 10^{-11} \text{ m} = 0,87 \text{ \AA}\end{aligned}$$

**Jawaban: A**

6. Sinar X dengan panjang gelombang 0,2 nm, dihamburkan oleh suatu balok karbon. Jika radiasi yang dihamburkan dideteksi

membentuk sudut  $90^\circ$  terhadap sinar datang, maka pergeseran Compton ( $\Delta\lambda$ ) adalah ... m.

- A.  $0,12 \times 10^{-11}$                       D.  $0,42 \times 10^{-11}$   
B.  $0,24 \times 10^{-11}$                       E.  $0,54 \times 10^{-11}$   
C.  $0,36 \times 10^{-11}$

**Pembahasan:**

Perubahan panjang gelombang:

$$\Delta\lambda = \frac{h}{m_0 \cdot c} (1 - \cos \theta)$$

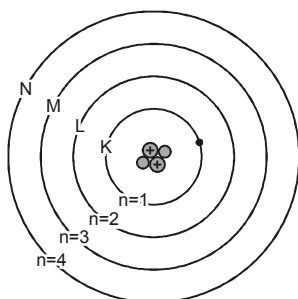
$$\begin{aligned}\Delta\lambda &= \frac{(6,6 \times 10^{-34})}{(9,0 \times 10^{-31}) (3 \times 10^8)} (1 - \cos 90^\circ) \\ &= 0,24 \times 10^{-11} \text{ m}\end{aligned}$$

**Jawaban: B**

## C. ATOM HIDROGEN DAN ATOM BER-ELEKTRON BANYAK

### 1. Model Atom Niels Bohr

Atom terdiri dari inti yang dikelilingi oleh elektron, dan elektron mengelilingi inti atom dalam lintasan-lintasan yang sudah pasti dan lintasan tersebut menunjukkan status dari elektron atau tingkat energi elektron (kulit atom).



Elektron ada di kulit  $n$  atom H, artinya ia punya tingkat energi:

$$E_n = \frac{13,6}{n^2} \text{eV}$$

Sedangkan pada atom lain dengan ion 1 elektron:

$$E_n = \frac{13,6(Z^2)}{n^2} \text{eV}$$

Namun demikian, ada beberapa hal terkait dengan elektron pada kulit atom.

- Elektron bisa pindah dari satu kulit ke kulit lain dengan disertai melepas/menyerap energi ( $\Delta E$ ).
  - Dari luar ke dalam  $\rightarrow$  melepas  $\Delta E =$  negatif.
  - Dari dalam ke luar  $\rightarrow$  menyerap  $\Delta E =$  positif.
- Besar  $\Delta E$  pada transisi atom Hidrogen:

$$\Delta E = -13,6 \left( \frac{1}{n_B^2} - \frac{1}{n_A^2} \right) \text{eV}$$

$n_B$  : kulit yang dituju

Besar  $\Delta E$  pada transisi atom bukan Hidrogen dengan ion satu elektron:

$$\Delta E = -13,6 \left( \frac{1}{n_B^2} - \frac{1}{n_A^2} \right) \text{ eV}$$

$n_B$  : kulit yang dituju

$Z$  : nomor atom

Lintasan elektron juga menunjukkan besar momentum sudut yang dimiliki elektron:

$$m.v.r_n = n \cdot \frac{h}{2\pi}$$

## 2. Spektrum Atom Hidrogen

Bila elektron bertransisi dari kulit luar ke dalam, maka atom akan melepaskan energi  $\rightarrow$  energi berupa foton.

Analisis terhadap gelombang yang dipancarkan atom hidrogen digambarkan dalam bentuk garis-garis spektrum, yang besarnya diberikan:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left[ \frac{1}{n_B^2} - \frac{1}{n_A^2} \right] \text{ dengan } R = 1,097 \times 10^7 / \text{m}$$

$n_B =$  kulit yang dituju

$n_B = 1 \rightarrow$  Deret Lyman

$n_B = 2 \rightarrow$  Deret Balmer

$n_B = 3 \rightarrow$  Deret Paschen

$n_B = 4 \rightarrow$  Deret Bracket

$n_B = 5 \rightarrow$  Deret Pfund

## Soal dan Pembahasan

1. Dalam spektrum hidrogen, rasio panjang gelombang terpendek untuk radiasi Paschen terhadap panjang gelombang terpanjang radiasi Balmer adalah ...

(UM UGM 2008)

- A.  $5/48$                       D. 3  
B.  $5/4$                         E. 9  
C.  $1/3$

**Pembahasan:**

Rumus panjang gelombang pada spektrum hidrogen:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2} \right)$$

Berarti:

$$\lambda \sim \frac{1}{\frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2}}$$

Untuk Paschen:  $\lambda$  terpendek dari  $n_1 = \infty$   
ke  $n_2 = 3$

Untuk Balmer:  $\lambda$  terpendek dari  $n_1 = 3$  ke  
 $n_2 = 2$

Jadi, didapat:

$$\frac{\lambda_{\text{Paschen}}}{\lambda_{\text{Balmer}}} = \frac{\frac{1}{2^2} - \frac{1}{\infty^2}}{\frac{1}{3^2} - \frac{1}{\infty^2}} = \frac{\frac{9-4}{36}}{\frac{1}{9} - 0} = \frac{5}{4}$$

**Jawaban: B**

2. Momentum sudut orbital yang tidak mungkin dimiliki oleh elektron dalam suatu atom adalah ... (UM UGM 2008)

- A. 0                      D.  $\sqrt{10}\hbar$   
B.  $\sqrt{2}\hbar$               E.  $2\sqrt{14}\hbar$   
C.  $\sqrt{6}\hbar$

**Pembahasan:**

Rumus momentum sudut orbital:

$$L = \sqrt{\ell(\ell+1)}\hbar, \ell = 0, 1, 2, 3, \dots$$

Untuk  $\ell = 0$ , didapat:  $L = 0$

Untuk  $\ell = 1$ , didapat:  $L = \sqrt{2}\hbar$

Untuk  $\ell = 2$ , didapat:  $L = \sqrt{6}\hbar$

Untuk  $\ell = 3$ , didapat:  $L = \sqrt{12}\hbar$

Untuk  $\ell = 7$ , didapat:  $L = \sqrt{56}\hbar = 2\sqrt{14}\hbar$

Jadi, yang tidak mungkin dimiliki adalah  $\sqrt{10}\hbar$ .

**Jawaban: D**

3. Ketika atom hidrogen mengalami transisi dari tingkat eksitasi kedua menuju ke keadaan dasar, energi dari foton yang dipancarkannya adalah ... (UM UGM 2009)

- A. 0                      D. 12,1 eV  
B. 1,2 eV              E. 13,6 eV  
C. 9,1 eV

**Pembahasan:**

Tingkat-tingkat energi pada atom hidrogen:

$n = 1$ ,  $E_1 = -13,6 \text{ eV} \rightarrow$  keadaan dasar

$n = 2, E_2 = -3,4 \text{ eV} \rightarrow$  eksitasi pertama

$n = 3, E_3 = -1,51 \text{ eV} \rightarrow$  eksitasi kedua

$n = 4, E_4 = -0,85 \text{ eV} \rightarrow$  eksitasi ketiga

$n = 5, E_5 = -0,54 \text{ eV} \rightarrow$  eksitasi keempat

Berarti energi dari foton yang dipancarkan atom hidrogen dari tingkat eksitasi kedua menuju ke keadaan dasarnya adalah:

$$E = E_3 - E_1 = -1,51 - (-13,6) = 12,1 \text{ eV}$$

**Jawaban: D**

4. Perbedaan model atom Rutherford dan model atom Bohr adalah ....

**(UNAS 2009)**

- A. elektron berputar mengelilingi inti dengan membebaskan sejumlah energi
- B. elektron merupakan bagian atom yang bermuatan negatif
- C. atom berbentuk bola kosong dengan inti ada di tengah
- D. secara keseluruhan atom bersifat netral
- E. massa atom terpusat pada inti atom

**Pembahasan:**

Atom model Bohr (singkat)

- elektron mengelilingi inti dengan lintasan yang stasioner (tetap)
- elektron dapat berpindah dari satu lintasan ke lintasan yang lain dengan cara menyerap atau membebaskan energi

Kritik model atom Rutherford

- elektron yang senantiasa membebaskan energi pada saatnya akan kehabisan energi yang menyebabkan elektron jatuh ke inti  $\rightarrow$  hal itu tidak mungkin terjadi

**Jawaban: A**

5. Energi elektron atom hidrogen pada tingkat dasarnya  $E_1 = -13,6$  eV. Besar energi yang dipancarkan ketika elektron bertransisi dari keadaan  $n = 2$  ke tingkat  $n = 1$  adalah ... eV.

**(UNAS 2009)**

- A. 6,82                      C. 9,07                      E. 12,09  
B. 8,53                      D. 10,20

**Pembahasan:**

Energi yang dilepas elektron:

$$\Delta E = -13,6 \left( \frac{1}{n_B^2} - \frac{1}{n_A^2} \right) \quad n_B : \text{yang dituju}$$

$$\Delta E = -13,6 \left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right) = 10,2 \text{ eV}$$

**Jawaban: D**

6. Keberadaan tingkat energi di dalam atom dapat ditunjukkan secara langsung dengan mengamati bahwa ...

**(SNMPTN 2008)**

- A. atom dapat memancarkan spektrum garis  
B. fotoelektron hanya dapat dipancarkan dari permukaan logam ketika cahaya yang menyinari memiliki panjang gelombang kritis

- C. partikel  $\alpha$  dipancarkan balik dengan sudut besar oleh atom-atom di dalam zat padat
- D. sinar X terhambur bila mengenai padatan kristal
- E. atom-atom di dalam zat padat mendifraksikan elektron seperti pada gejala difraksi sinar X oleh kristal

**Pembahasan:**

Keberadaan tingkat energi dalam atom dapat ditunjukkan dengan kemampuan suatu atom untuk memancarkan spektrum garis.

**Jawaban: A**

7. Dalam spektrum pancaran atom Hidrogen, rasio antara panjang gelombang untuk radiasi  $n = 2$  ke  $n = 1$  terhadap radiasi Balmer  $n = 3$  ke  $n = 2$  adalah ....
- A. 5/27      C. 1/3      E. 27/5  
B. 5/24      D. 3

**Pembahasan:**

Panjang gelombang yang dipancarkan:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n_B^2} - \frac{1}{n_A^2} \right), \text{ maka perbandingan:}$$

$$\frac{\lambda_{2 \rightarrow 1}}{\lambda_{3 \rightarrow 2}} = \frac{-13,6 \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right)}{-13,6 \left( \frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right)} = \frac{\frac{5}{36}}{\frac{3}{4}} = \frac{5}{27}$$

**Jawaban: A**

8. Tingkat-tingkat energi atom hidrogen dapat dinyatakan dalam bilangan kuantum utama  $n$  dan suatu konstanta negatif  $E_0$  melalui persamaan ....

A.  $E_0(1-n^2)$       C.  $E_0(n+\frac{1}{2})$       E.  $\frac{E_0}{n^2}$   
 B.  $-\frac{E_0}{n^2}$       D.  $E_0(\frac{1}{n^2}-\frac{1}{4})$

**Pembahasan:**

Tingkat-tingkat atom hidrogen:

$$E_n = \frac{-13,6}{n^2} \text{ eV}$$

Karena  $E_0 =$  konstanta negatif, maka  $E_0 = -13,6$   
 Sehingga:

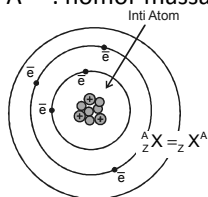
$$E_n = \frac{E_0}{n^2} \text{ eV}$$

**Jawaban: E**

## D. FISIKA INTI DAN RADIOAKTIVITAS

Inti atom disusun oleh nuklida yang didominasi oleh proton dan neutron:

- X : lambang atom (unsur, partikel juga)
- Z : nomor atom (jumlah proton)
- A : nomor massa (jumlah proton + neutron)



Jumlah neutron:

$$N = A - Z$$

Untuk atom bukan ion  $Z$  selain menunjukkan jumlah proton, juga menunjukkan jumlah elektron.

Simbol nomor atom dan nomor massa juga dipakai untuk partikel-partikel:

Elektron = ${}_{-1}^0e =$ sinar $\beta$	Sinar $\gamma = {}_0^0\gamma =$ Gel. Elektromagnet
Positron = ${}_1^0e$	Deutron = ${}^2_1H$ (inti dari atom deutrium ${}^2_1H$ )
Proton = ${}^1_1p$	Triton = ${}^3_1H$
Neutron = ${}^1_0n$	Neutrino = ${}^0_0\nu$
Sinar $\alpha =$ inti He = ${}^4_2He$	Antineutrino = ${}^0_0\bar{\nu}$

## 1. Defek Massa

Beberapa proton dan neutron bergabung membentuk inti atom ternyata massa inti yang terbentuk selalu lebih kecil dari jumlah massa pembentuknya, selisih massa tersebut disebut Defek Massa.

$$\Delta m = Z.m_p + (A - Z).m_n - m_{\text{inti}}$$

$m_p$  : massa proton dan  $m_n$  : massa neutron

Defek massa inilah yang digunakan sebagai energi pengikat inti, disebut: Energi Ikat Inti.

$$E_{\text{ikat}} = \Delta m.c^2 \quad (\text{kgm}^2 / \text{s}^2)$$

atau

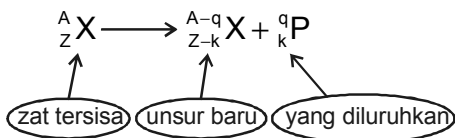
$$E_{\text{ikat}} = \Delta m.(931 \text{ MeV})$$

## 2. Radioaktivitas

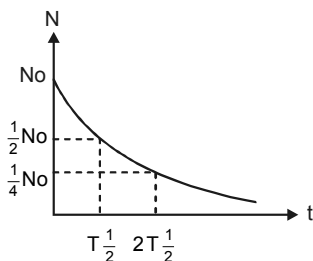
Kestabilan inti atom ditentukan oleh banyaknya proton (Z) dan neutron (N) dalam inti. Syarat nuklida mantap:

- Untuk  $Z \leq 20$ , nilai  $\frac{N}{Z} = 1$
- Untuk  $(20 < Z < 83)$ , nilai  $\frac{N}{Z} \approx \pm 1,5$

Proses inti meluruh menuju stabil sering disebut radioaktivitas, yang mana reaksinya dapat dituliskan:



Yang mana jumlah zat tersisa terhadap waktu dari hasil eksperimen dapat digambarkan:



Dapat dirumuskan:

$$N = N_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_{1/2}}}$$

- N : jumlah zat sisa (menunjuk kuantitas zat: massa, jumlah partikel, mol, %, bagian)  
No : jumlah awal (menunjuk kuantitas zat: massa, jumlah partikel, mol, 100%, 1 bagian)  
t : waktu berjalan  
 $T_{\frac{1}{2}}$  : waktu paruh (saat  $N = \frac{1}{2} N_0$ )

Untuk tiap-tiap zat radioaktif memiliki waktu paruh sendiri-sendiri yang sering juga dinyatakan dengan konstanta peluruhan ( $\lambda$ ).

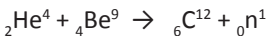
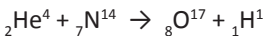
$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{0,693}{T_{\frac{1}{2}}}$$

### 3. Reaksi Inti

Reaksi Inti adalah proses perubahan susunan inti atom akibat tumbukan dengan partikel-partikel atau inti lain yang berenergi tinggi dan terbentuklah inti baru yang beda dengan inti semula. Contoh-contoh:

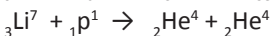
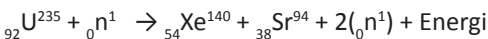
#### a. Reaksi Fusi

(terbentuk inti atom yang lebih berat)



#### b. Reaksi Fisi

(terbentuk inti atom-atom lebih ringan)



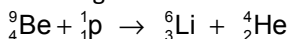
## Soal dan Pembahasan

1. Contoh reaksi fisi yang benar adalah ....

- A.  ${}^1_1\text{H} + {}^{12}_6\text{C} \rightarrow {}^{13}_7\text{N} + \text{Q}$
- B.  ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n} + \text{Q}$
- C.  ${}^9_4\text{Be} + {}^1_1\text{p} \rightarrow {}^6_3\text{Li} + {}^4_2\text{He}$
- E.  ${}^{12}_6\text{C} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^{13}_7\text{N} + \text{Q}$
- D.  ${}^1_1\text{H} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^2_1\text{H} + {}^0_1\text{e} + \text{Q}$

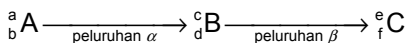
### Pembahasan:

Reaksi yang fisi = pecah menjadi inti yang lebih ringan:



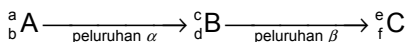
Jawaban: C

2. Dalam proses peluruhan radioaktif berantai sebagai berikut:

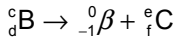
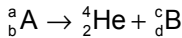


- (1)  $e = c + 1$
- (2)  $d = b - 2$
- (3)  $a = c - 4$
- (4)  $f = d + 1$

### Pembahasan:



Dapat dituliskan menjadi:



Berdasar pada hukum kekekalan massa dan muatan, maka diperoleh:

$$d = b - 2; \quad c = a - 4$$

$$f = d + 1; \quad e = c$$

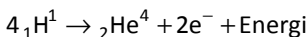
Jadi, pernyataan (2) dan (4) benar.

**Jawaban: C**

3. Di dalam inti setiap bintang di jagat raya ini terjadi reaksi termonuklir yang mengakibatkan perubahan (konversi) dari hidrogen menjadi helium. Dari setiap satu kilogram inti hidrogen yang diubah menjadi helium terpancar energi radiasi sebesar  $6 \times 10^{14}$  J. Perkirakanlah massa helium yang telah dibentuk di seluruh bintang yang ada di galaksi Bimasakti dengan menganggap umur galaksi kita ini  $10^{10}$  tahun dan energi radiasi yang dipancarkan oleh semua bintang itu tiap detiknya  $4 \times 10^{36}$  watt! (**UM UGM 2008**)
- A.  $10^{36}$  kg                      D.  $4 \times 10^{42}$  kg  
B.  $2 \times 10^{39}$  kg                E.  $5 \times 10^{42}$  kg  
C.  $3 \times 10^{40}$  kg

### Pembahasan:

Reaksi termonuklir perubahan hidrogen menjadi helium dapat dilihat sebagai berikut:



Selanjutnya didapat:

$$\begin{aligned}m_{\text{He}} &= \frac{P.t}{E} \\ &= \frac{4.10^{36} \cdot (10^{10} \text{ tahun})}{6.10^{14}} \\ &= \frac{4.10^{22} (10^{10} \cdot 365.24.3600 \text{ detik})}{6} \\ &= 2,1.10^{39} \approx 2.10^{39} \text{ kg}\end{aligned}$$

**Jawaban: B**

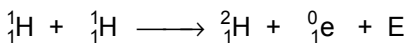
4. Radio isotop karbon-14 bermanfaat untuk....  
**(UNAS 2009)**
- A. pengobatan kanker
  - B. mendeteksi kebocoran pipa
  - C. menentukan umur batuan atau fosil
  - D. mekanisme reaksi fotosintesis
  - E. uji mutu kerusakan bahan industri

**Pembahasan:**

Karbon-14 bermanfaat untuk menentukan umur batuan atau fosil.

**Jawaban: A**

5. Perhatikan persamaan reaksi fusi berikut ini!



Jika massa atom  ${}_1^0\text{e} = 1,009 \text{ sma}$ ,  ${}_1^0\text{e} = 2,014 \text{ sma}$ ,  ${}_1^0\text{e} = 0,006 \text{ sma}$ , dan 1 sma setara dengan energi 931 MeV, maka energi yang

dihasilkan dari reaksi ini adalah ... MeV.

**(UNAS 2009)**

- A. 1,862      B. 1,892      C. 1,982  
D. 2,289      E. 2,298

**Pembahasan:**

$$\sum \text{massa-energi}_{\text{sebelum}} = \sum \text{massa-energi}_{\text{sesudah}}$$

$$\Leftrightarrow (m_H + m_H)931 = (m_H + m_e)931 + E$$

$$\Leftrightarrow (1,009 + 1,009).931 = (2,014 + 0,006).931 + E$$

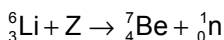
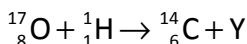
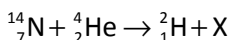
$$\Leftrightarrow E = (-0,002)931$$

$$\Leftrightarrow E = -1,862 \text{ MeV}$$

Karena bernilai negatif, maka reaksinya = memerlukan energi.

**Jawaban: A**

6. Perhatikan reaksi inti berikut ini!



Maka X, Y, dan Z adalah ....

	X	Y	Z
A	${}^{18}_9\text{O}$	${}^1_1\text{H}$	${}^2_1\text{H}$
B	${}^{17}_9\text{O}$	${}^4_2\text{He}$	${}^1_0\text{n}$
C	${}^{16}_8\text{O}$	${}^4_2\text{He}$	${}^2_1\text{H}$
D	${}^{17}_9\text{O}$	${}^1_0\text{n}$	${}^2_1\text{H}$
E	${}^{17}_8\text{O}$	${}^2_1\text{H}$	${}^0_{-1}\text{e}$

## Pembahasan:

Pada reaksi inti berlaku:

- jumlah nomor atom sebelum = sesudah
- jumlah nomor massa sebelum = sesudah

$$\text{Pada X : } A = 14 + 4 - 2 = 16$$

$$Z = 7 + 2 - 1 = 8$$

$$\text{Pada Y : } A = 17 + 1 - 14 = 4$$

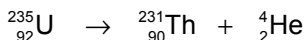
$$Z = 8 + 1 - 6 = 2$$

$$\text{Pada Z : } A = 7 + 1 - 6 = 2$$

$$Z = 4 + 0 - 3 = 1$$

**Jawaban: C**

7. Sebuah inti uranium yang rehat meluruh menjadi inti torium dan inti helium dengan:



Dalam proses tersebut berlaku ....

- A. kedua hasil reaksi memiliki kelajuan sama
- B. hasil peluruhan cenderung untuk bergerak ke arah yang sama
- C. hasil reaksi memiliki energi kinetik sama
- D. inti torium memperoleh momentum melebihi momentum inti helium
- E. inti helium memperoleh energi kinetik melebihi energi inti torium

## Pembahasan:

Berlaku:

$$\sum \text{momentum}_{\text{sebelum}} = \sum \text{momentum}_{\text{sesudah}}$$

$$\text{Awalnya rehat} \rightarrow \text{momentum}_{\text{sebelum}} = 0$$

$$0 = p_{\text{Th}} + p_{\text{He}}$$

$$\Leftrightarrow p_{\text{Th}} = -p_{\text{He}} \text{ (arah berlawanan)}$$

$$\Leftrightarrow m_{\text{Th}} \cdot v_{\text{Th}} = -m_{\text{He}} \cdot v_{\text{He}}$$

$$m_{\text{Th}} > m_{\text{He}} \text{ dan } E_k = \frac{p^2}{2m} \text{ dan } p \text{ sama.}$$

Maka energi kinetik He > energi kinetik Th.

**Jawaban: E**



# PAKET PREDIKSI

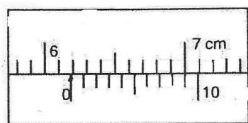
## UJIAN NASIONAL SMA/MA

**Mata pelajaran** : Fisika  
**Waktu** : 120 Menit  
**Jumlah Soal** : 40 Butir

Pilihlah salah satu jawapan yang benar!

1. Panjang benda diukur dengan jangka sorong bernonius 10 ditunjukkan dengan skala seperti gambar di bawah. Panjang benda adalah ... cm.

- A. 6,15
- B. 7,17
- C. 6,19
- D. 6,20
- E. 6,21



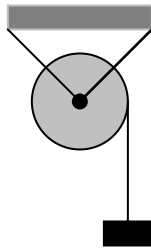
2. Pesawat capung terbang ke arah timur dengan jarak 240 km. Tiba-tiba angin bertiup dan mengubah arah dari utara ke selatan sejauh 180 km. Perpindahan pesawat tersebut menjadi ....

- A. 250 km
- B. 280 km
- C. 300 km
- D. 360 km
- E. 420 km

3. Truk dengan kecepatan 10 m/s direm mendadak, sehingga terbentuk bekas di jalan sepanjang 20 m. Waktu pengereman yang dibutuhkan sampai berhenti sebesar....

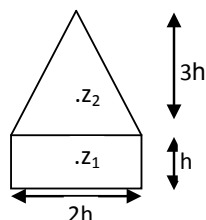
- A. 2 s
- B. 4 s
- C. 6 s
- D. 8 s
- E. 10 s

4. Sebuah katrol cakram pejal massanya 8 kg, berjari-jari 10 cm, pada tepinya dililitkan seutas tali yang ujungnya diikatkan beban 4 kg ( $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ ). Percepatan gerak turunnya beban adalah .... ( $\text{ms}^{-2}$ )



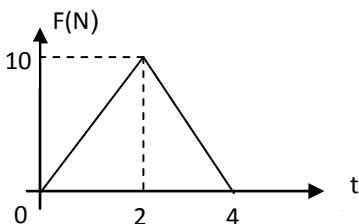
- A. 2,5                      D. 20,0  
 B. 5,0                      E. 33,3  
 C. 10,0
5. Balok massa 5 kg ditarik gaya  $F$  sebesar 100 N di atas bidang licin membentuk sudut  $\alpha$  terhadap horizontal. Jika  $\tan \alpha = \frac{3}{4}$ , maka percepatan balok sebesar ....
- A.  $4 \text{ m/s}^2$                       D.  $16 \text{ m/s}^2$   
 B.  $8 \text{ m/s}^2$                       E.  $20 \text{ m/s}^2$   
 C.  $12 \text{ m/s}^2$
6. Dua benda angkasa berbentuk bola mempunyai rapat massa rata-rata sama, sedangkan jari-jarinya  $R_1$  dan  $R_2$ . Perbandingan medan gravitasi pada permukaan benda pertama terhadap medan gravitasi pada permukaan benda kedua adalah ....
- A.  $R_1 : R_2$                       D.  $R_2^2 : R_1^2$   
 B.  $R_2 : R_1$                       E.  $\sqrt{R_1} : \sqrt{R_2}$   
 C.  $R_1^2 : R_2^2$

7. Perhatikan gambar luasan berikut, jika  $z_1$  adalah titik berat segi empat,  $z_2$  adalah titik berat segi tiga dan  $z_0$  adalah titik berat gabungannya, maka jarak  $z_0$  ke  $z_1$  adalah....



- A.  $0,5 h$     C.  $0,9 h$     E.  $1,4 h$   
 B.  $0,7 h$     D.  $1,2 h$
8. Sebuah roda berbentuk silinder pejal homogen berjari-jari  $20 \text{ cm}$  dan bermassa  $2 \text{ kg}$ . Silinder tersebut diputar pada porosnya dengan kecepatan sudut  $2 \text{ rad s}^{-1}$ . Energi kinetik total silinder tersebut adalah .... joule.
- A.  $5 \times 10^{-1}$                       D.  $1,6 \times 10^{-1}$   
 B.  $4 \times 10^{-1}$                       E.  $8 \times 10^{-2}$   
 C.  $2,4 \times 10^{-1}$
9. Gaya yang bekerja pada sebuah benda bermassa  $4 \text{ kg}$  pada selang waktu  $4 \text{ s}$  dinyatakan dengan grafik berikut. Jika mula-mula benda dalam keadaan diam, maka energi kinetik setelah  $4 \text{ sekon}$  sebesar....

- A.  $50 \text{ J}$   
 B.  $100 \text{ J}$   
 C.  $200 \text{ J}$   
 D.  $300 \text{ J}$   
 E.  $400 \text{ J}$



10. Batang baja panjang  $L$ , luas penampang  $A$ , dan modulus elastis  $E$ . Jika batang ditarik gaya  $F$ , maka pertambahan panjang batang adalah ....
- A.  $FE/AL$                       D.  $EA/FL$   
B.  $FL/AE$                       E.  $AL/FE$   
C.  $FA/LE$
11. Sebuah benda bermassa 4 kg dilepaskan dari ketinggian 10 m. Energi kinetik benda itu ketika berada pada ketinggian 6 meter dari permukaan tanah bernilai sekitar ....
- A. 40 J                              D. 240 J  
B. 100 J                            E. 400 J  
C. 160 J
12. Bola bermassa 10 kg bergerak ke kanan dengan  $v_1 = 8$  m/s dan bola 12 kg bergerak ke kiri dengan  $v_2 = 4$  m/s. Jika sesudah tumbukan, benda kedua bergerak ke kanan dengan kecepatan 6 m/s, maka kecepatan benda pertama menjadi ....
- A. 6 m/s, ke kanan    D. 4 m/s, ke kiri  
B. 6 m/s, ke kiri      E. 2 m/s, ke kanan  
C. 4 m/s, ke kanan
13. Suatu kalorimeter yang kapasitas kalornya 20 kal/°C berisi air sejumlah 112 gram pada suhu 30°C. Kemudian ke dalam kalorimeter ini dimasukkan besi panas yang suhunya

75°C dan kalor jenisnya 0,11 kal/gram°C ternyata temperatur akhirnya menjadi 35°C. Maka massa besi yang dimasukkan tadi ialah

....

- A. 50 gram
- B. 75 gram
- C. 100 gram
- D. 125 gram
- E. 150 gram

14. Zat cair mengalir melalui sebuah pipa, diameter penampang pipa A dua kali diameter pipa B. Jika kecepatan aliran pada pipa A 5 m/s, maka kecepatan aliran air pada pipa B adalah ....

- A. 1,25 m/s
- B. 2,5 m/s
- C. 10 m/s
- D. 15 m/s
- E. 20 m/s

15. Jika volume gas ideal diperbesar dua kali volume semula, suhu dinaikkan 4 kali semula, maka tekanan gas menjadi ....

- A. 8 kali semula
- B. 2 kali semula
- C. Tetap
- D.  $\frac{1}{2}$  kali semula
- E.  $\frac{1}{8}$  kali semula

16. Sebuah benda dimasukkan dalam cairan yang massa jenisnya 1.200 kg/m<sup>3</sup> dan bagian yang tercelup sama dengan bagian yang terapung, massa jenis benda tersebut adalah .... kg/m<sup>3</sup>.

- A. 600
- B. 750
- C. 900
- D. 1.200
- E. 2.400

17. Sebuah mesin Carnot yang menggunakan reservoir suhu tinggi 800 K mempunyai efisiensi 20 %. Untuk menaikkan efisiensinya menjadi 36 %, suhu reservoir kalor suhu tinggi dinaikkan menjadi ....
- A. 928 K                      D. 1.200 K  
B. 1.000 K                  E. 1.380 K  
C. 1.160 K
18. Sifat bayangan yang dibentuk lensa objektif pada mikroskop bersifat....
- A. maya, terbalik, diperbesar  
B. nyata, terbalik, diperbesar  
C. maya, tegak, diperbesar  
D. nyata, tegak, diperbesar  
E. nyata, terbalik, diperkecil
19. Sejumlah gelombang elektromagnet berikut:
1. Sinar X
  2. Sinar inframerah
  3. Sinar ultraviolet
  4. Sinar gamma
  5. Gelombang mikro
- Urutan yang menyatakan energi yang mengecil adalah ....
- A. 1, 2, 3, 4, 5                  D. 2, 1, 4, 3, 5  
B. 3, 2, 1, 4, 5                  E. 4, 1, 3, 2, 5  
C. 4, 1, 2, 3, 5

20. Sebuah gelombang berjalan dinyatakan dengan fungsi  $y = 0,05 \sin 20(0,005 x - t + \pi/3)$  dalam SI, maka ....
- A. Amplitudonya 0,1 m
  - B. Frekuensinya 20 Hz
  - C. Panjang gelombangnya 0,1 m
  - D. Fasenya  $1/3$  rad
  - E. Cepat rambat gelombangnya 200 m/s
21. Cahaya monokromatik dilewatkan pada celah ganda dengan jarak kedua celah 1 mm. Jika celah berjarak 60 cm dari layar dan terbentuk pola garis terang ke dua sejauh 9,6 mm dari terang utama, maka panjang gelombang cahaya yang dipakai adalah....
- A. 2.000 Å
  - B. 3.200 Å
  - C. 4.800 Å
  - D. 6.000 Å
  - E. 8.000 Å
22. Pada percobaan kisi difraksi memakai kisi 5.000 garis/cm menghasilkan garis terang orde kedua membentuk sudut  $30^\circ$ . Panjang gelombang sinarnya sebesar....
- A.  $5 \times 10^{-6}$  m.
  - B.  $2,5 \times 10^{-6}$  m.
  - C.  $5 \times 10^{-7}$  m
  - D.  $2,5 \times 10^{-7}$  m
  - E.  $1,25 \times 10^{-7}$  m
23. Mobil pemadam kebakaran bergerak dengan kecepatan 20 m/s membunyikan sirine berfrekuensi 640 Hz. Frekuensi yang diterima

oleh orang yang diam di tepi jalan saat mobil pemadam mendekatnya adalah....(kelajuan bunyi di udara 340 m/s)

- A. 320 Hz
- B. 460 Hz
- C. 600 Hz
- D. 640 Hz
- E. 680 Hz

24. Perbandingan intensitas bunyi yang didengar pada jarak 30 m dan 90 m dari sebuah sumber bunyi adalah ....

- A. 1 : 3
- B. 3 : 1
- C. 1 : 9
- D. 9 : 1
- E. 3 : 9

25. Satu mesin jahit menimbulkan taraf intensitas 70 dB. Taraf intensitas yang ditimbulkan 100 mesin jahit yang dibunyikan bersama adalah .....

- A. 50 dB
- B. 70 dB
- C. 90 dB
- D. 120 dB
- E. 170 dB

26. Dua buah muatan listrik  $q_1 = + 2 \mu\text{C}$  dan  $q_2 = - 3 \mu\text{C}$  berada di udara dengan jarak 30 cm satu sama lain. Besarnya medan listrik suatu titik P yang berada di tengah-tengah antara kedua muatan adalah ....

- A.  $1 \times 10^6 \text{ N/C}$
- B.  $2 \times 10^6 \text{ N/C}$
- C.  $3 \times 10^6 \text{ N/C}$
- D.  $4 \times 10^6 \text{ N/C}$
- E.  $5 \times 10^6 \text{ N/C}$

27. Tiga buah kapasitor identik dengan kapasitas C. Dua kapasitor disusun paralel dan dibuat seri dengan satu kapasitor, perbandingan jumlah muatan yang melewati susunan seri dengan muatan yang melewati susunan paralel adalah ....

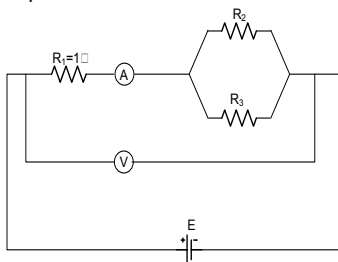
- A. 1 : 1
- B. 1 : 2
- C. 1 : 3
- D. 2 : 1
- E. 3 : 1

28. Arus maksimum yang diperkirakan melewati hambatan R adalah 1 A, jarum amperemeter menunjukkan skala 60 dari skala maksimum 100 ketika sumber tegangan 1,8 volt disambungkan. Besarnya hambatan adalah ....

- A. 2  $\Omega$
- B. 3  $\Omega$
- C. 4  $\Omega$
- D. 5  $\Omega$
- E. 6  $\Omega$

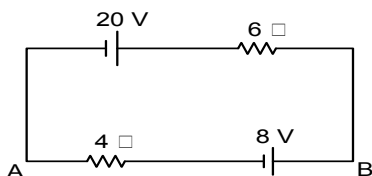
29. Tiga buah hambatan dipasang pada rangkaian di bawah. Apabila voltmeter terbaca 6 volt dan hambatan totalnya 12 ohm, maka pembacaan amperemeter adalah ....

- A. 2 A
- B. 0,5 A
- C. 0,25 A
- D. 0,2 A
- E. 0,1 A



30. Rangkaian listrik searah ditunjukkan gambar berikut. Bila hambatan dalam kedua baterai masing-masing  $1 \Omega$ , maka tegangan antara titik A dan B adalah....

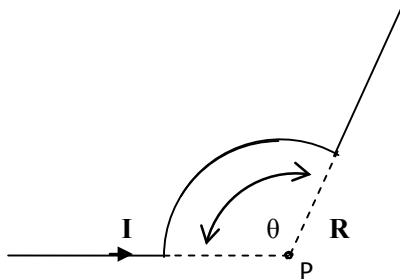
- A. 3 V
- B. 8 V
- C. 10 V
- D. 12 V
- E. 13 V



31. Penghantar lurus membentang arah timur-barat dan mengalir arus listrik ke timur. Induksi magnetik di atas kawat berarah ke ....

- A. utara
- B. selatan
- C. atas
- D. bawah
- E. timur

32. Perhatikan gambar berikut!



Sepotong kawat penghantar membentuk busur lingkaran dengan jari-jari  $R$  menghadap sudut pusat  $\theta$  radian seperti pada gambar. Pada kawat dialiri arus listrik  $I$ . Besar induksi

magnetik di titik P adalah ....

- A.  $\frac{\mu_o I \theta}{4\pi^2 R}$                       D.  $\frac{\mu_o I \theta}{\pi^2 R}$   
B.  $\frac{\mu_o I \theta}{4\pi R}$                       E.  $\frac{\mu_o I \theta}{2\pi R}$   
C.  $\frac{\mu_o I \theta}{2\pi^2 R}$

33. Suatu kawat lingkaran mempunyai hambatan 6 ohm berada dalam fluks magnet yang dinyatakan dengan  $\Phi = (t + 4)^3$ , maka arus yang mengalir pada saat  $t = 2$  sekon adalah....

- A. 72 A      D. 9 A  
B. 36 A      E. 6 A  
C. 18 A

34. Rangkaian seri R-L-C seri ac dengan  $R = 12 \Omega$ ,  $X_L = 13 \Omega$  dan  $X_C = 8 \Omega$ , mempunyai impedansi sebesar....

- A. 7  $\Omega$                       D. 17  $\Omega$   
B. 13  $\Omega$                       E. 21  $\Omega$   
C. 15  $\Omega$

35. Sebuah benda yang bergerak secara relativistik mempunyai energi kinetik sebesar energi diamnya, maka kecepatannya sebesar....

- A.  $\frac{1}{2} c$                       D.  $\frac{\sqrt{2}}{3} c$   
B.  $\frac{1}{2} \sqrt{2} c$                       E.  $\frac{\sqrt{3}}{3} c$   
C.  $\frac{1}{2} \sqrt{3} c$

36. Teori atom dari waktu ke waktu mengalami penyempurnaan. Dua hal yang merupakan kelemahan model atom Rutherford yang perlu disempurnakan adalah ...
- A. Elektron yang mengelilingi inti akan memancarkan energi dan elektron tidak memiliki orbital stasioner
  - B. Model atom Rutherford hanya terbatas berlakunya dan bertentangan dengan model atom Bohr
  - C. Atom-atom menjadi tidak stabil dan bertentangan dengan hasil pengalaman tentang spektrum atom hidrogen yang berbentuk diskrit
  - D. Tidak menjelaskan adanya tingkat energi atom dan atom-atom menjadi tidak stabil
  - E. Elektron bergerak mengelilingi inti dan massa atom terpusat pada intinya
37. Energi yang diradiasikan sebuah benda hitam adalah....
- A. Sebanding dengan suhu mutlak
  - B. Sebanding dengan kuadrat suhu mutlak
  - C. Sebanding dengan akar suhu mutlak
  - D. Sebanding dengan pangkat tiga suhu mutlak
  - E. Sebanding dengan pangkat empat suhu mutlak
38. Sinar biru berfrekuensi  $10^{15}$  Hz dijatuhkan pada permukaan logam yang mempunyai energi ambang  $1/3$  kali kuantum energi sinar

biru. Jika  $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$  Js, maka energi kinetik maksimum foto elektron adalah....

- A.  $1,1 \cdot 10^{-19}$  J    D.  $4,4 \cdot 10^{-19}$  J  
B.  $2,2 \cdot 10^{-19}$  J    E.  $6,6 \cdot 10^{-19}$  J  
C.  $3,3 \cdot 10^{-19}$  J

39. Pada proses peluruhan  ${}_{83}\text{Bi}^{215}$  menjadi  ${}_{84}\text{Po}^{215}$  terjadi pelepasan....

- A. Positron    D. Proton  
B. Zarah  $\alpha$     E. Elektron  
C. Neutron

40. Radioisotop yang berperan dalam bidang teknologi kedokteran adalah:

- 1) Sebagai pisau bedah dalam operasi pasien.
- 2) Untuk membunuh sel-sel kanker.
- 3) Untuk membakar kelebihan lemak dalam tubuh.
- 4) Menyelidiki cara kelenjar gondok.

Pernyataan yang benar adalah:

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

**KUNCI JAWABAN**

**PAKET  
PREDIKSI**

**UJIAN NASIONAL SMA/MA**

## KUNCI JAWABAN PAKET PREDIKSI UJIAN NASIONAL FISIKA SMA/MA

1. C	11. C	21. E	31. B
2. C	12. D	22. C	32. B
3. B	13. E	23. E	33. C
4. D	14. E	24. D	34. B
5. B	15. B	25. C	35. C
6. A	16. A	26. B	36. A
7. C	17. B	27. D	37. E
8. E	18. B	28. B	38. D
9. A	19. E	29. B	39. E
10. B	20. E	30. E	40. E