

BUNDEL SOAL TPB



SOAL-SOAL TPB 2002-2009

SEMERU COLLECTION

DAFTAR ISI

Ujian Tengah Semester I Fisika Dasar I.....	- 5 -
Soal Ujian Tengah Semester I Tahun 2002/2003.....	- 6 -
Solusi Ujian Tengah Semester I Tahun 2002/2003.....	- 8 -
Soal Ujian Tengah Semester I Tahun 2003/2004.....	- 14 -
Solusi Ujian Tengah Semester I Tahun 2003/2004.....	- 16 -
Soal Ujian Tengah Semester I Tahun 2004/2005.....	- 20 -
Solusi Ujian Tengah Semester I Tahun 2004/2005.....	- 22 -
Soal Ujian Tengah Semester I Tahun 2005/2006.....	- 25 -
Solusi Ujian Tengah Semester I Tahun 2005/2006.....	- 27 -
Soal Ujian Tengah Semester I Tahun 2006/2007.....	- 32 -
Solusi Ujian Tengah Semester I Tahun 2006/2007.....	- 34 -
Soal Ujian Tengah Semester I Tahun 2007/2008.....	- 38 -
Solusi Ujian Tengah Semester I Tahun 2007/2008.....	- 39 -
Soal Ujian Tengah Semester I Tahun 2008/2009.....	- 43 -
Solusi Ujian Tengah Semester I Tahun 2008/2009.....	- 45 -
Ujian Tengah Semester II Fisika Dasar I.....	- 48 -
Soal Ujian Tengah Semester II Tahun 2002/2003.....	- 49 -
Solusi Ujian Tengah Semester II Tahun 2002/2003.....	- 50 -
Soal Ujian Tengah Semester II Tahun 2003/2004.....	- 53 -
Solusi Ujian Tengah Semester II Tahun 2003/2004.....	- 55 -
Soal Ujian Tengah Semester II Tahun 2004/2005.....	- 58 -
Solusi Ujian Tengah Semester II Tahun 2004/2005.....	- 60 -
Soal Ujian Tengah Semester II Tahun 2005/2006.....	- 63 -
Solusi Ujian Tengah Semester II Tahun 2005/2006.....	- 65 -
Soal Ujian Tengah Semester II Tahun 2006/2007.....	- 69 -
Solusi Ujian Tengah Semester II Tahun 2006/2007.....	- 71 -
Soal Ujian Tengah Semester II Tahun 2007/2008.....	- 76 -

Solusi Ujian Tengah Semester II Tahun 2007/2008.....	- 78 -
Soal Ujian Tengah Semester II Tahun 2008/2009.....	- 81 -
Solusi Ujian Tengah Semester II Tahun 2008/2009.....	- 83 -
Ujian Akhir Semester I Fisika Dasar I	- 85 -
Soal Ujian Akhir Semester I Tahun 2003/2004.....	- 86 -
Solusi Ujian Akhir Semester I Tahun 2003/2004.....	- 88 -
Soal Ujian Akhir Semester I Tahun 2004/2005.....	- 90 -
Solusi Ujian Akhir Semester I Tahun 2004/2005.....	- 91 -
Soal Ujian Akhir Semester I Tahun 2007/2008.....	- 93 -
Solusi Ujian Akhir Semester I Tahun 2007/2008.....	- 94 -
Ujian Tengah Semester I Fisika Dasar II	- 85 -
Soal Ujian Tengah Semester I Tahun 2002/2003	- 97 -
Solusi Ujian Tengah Semester I Tahun 2002/2003	- 98 -
Soal Ujian Tengah Semester I Tahun 2003/2004.....	- 101 -
Solusi Ujian Tengah Semester I Tahun 2003/2004.....	- 102 -
Soal Ujian Tengah Semester I Tahun 2005/2006.....	- 106 -
Solusi Ujian Tengah Semester I Tahun 2005/2006.....	- 108 -
Soal Ujian Tengah Semester I Tahun 2006/2007	- 111 -
Solusi Ujian Tengah Semester I Tahun 2006/2007	- 113 -
Soal Ujian Tengah Semester I Tahun 2007/2008.....	- 118 -
Solusi Ujian Tengah Semester I Tahun 2007/2008.....	- 119 -
Soal Ujian Tengah Semester I Tahun 2008/2009	- 118 -
Solusi Ujian Tengah Semester I Tahun 2008/2009	- 126 -
Ujian Tengah Semester II Fisika Dasar II.....	- 128 -
Soal Ujian Tengah Semester II Tahun 2002/2003.....	- 129 -
Solusi Ujian Tengah Semester II Tahun 2002/2003.....	- 130 -
Soal Ujian Tengah Semester II Tahun 2003/2004.....	- 135 -
Solusi Ujian Tengah Semester II Tahun 2003/2004.....	- 137 -
Soal Ujian Tengah Semester II Tahun 2004/2005.....	- 141 -

Solusi Ujian Tengah Semester II Tahun 2004/2005.....	- 142 -
Soal Ujian Tengah Semester II Tahun 2005/2006.....	- 146 -
Solusi Ujian Tengah Semester II Tahun 2005/2006.....	- 148 -
Soal Ujian Tengah Semester II Tahun 2006/2007.....	- 153 -
Solusi Ujian Tengah Semester II Tahun 2006/2007.....	- 154 -
Soal Ujian Tengah Semester II Tahun 2007/2008.....	- 158 -
Solusi Ujian Tengah Semester II Tahun 2007/2008.....	- 160 -
Soal Ujian Tengah Semester II Tahun 2008/2009.....	- 164 -
Solusi Ujian Tengah Semester II Tahun 2008/2009.....	- 165 -
Ujian Akhir Semester II Fisika Dasar II.....	- 167 -
Soal Ujian Akhir Semester II Tahun 2003/2004	- 168 -
Solusi Ujian Akhir Semester II Tahun 2003/2004	- 169 -
Soal Ujian Akhir Semester II Tahun 2007/2008	- 172 -
Solusi Ujian Akhir Semester II Tahun 2007/2008	- 173 -

UJIAN TENGAH SEMESTER I

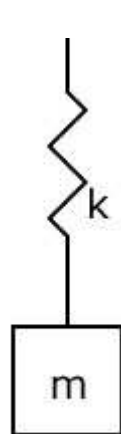
FISIKA DASAR I

SOAL UJIAN TENGAH SEMESTER I

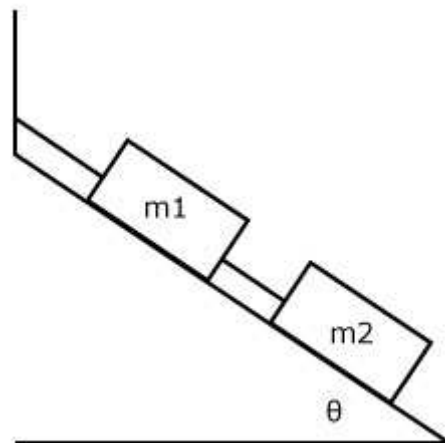
FISIKA DASAR I

TAHUN 2002/2003

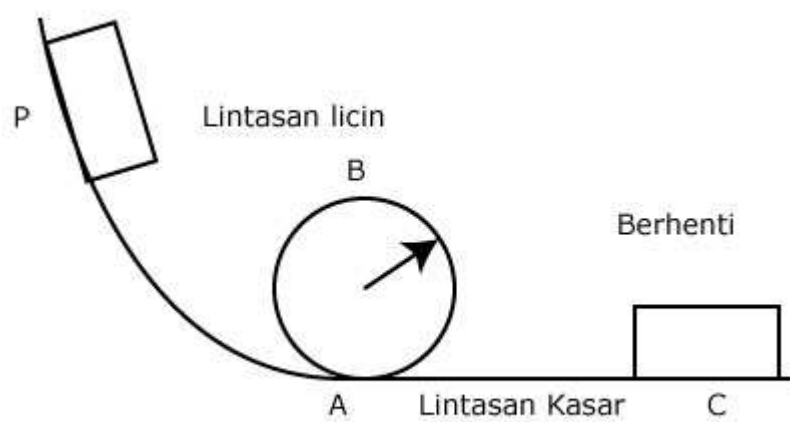
1. Sebuah balok $m = 1$ kg diikatkan pada sebuah pegas dengan $k = 50$ N/m, kemudian ditarik sejauh 10 cm dan dilepaskan. Jika pada $t = 0$ s diambil saat pegas dalam keadaan setimbang (gambar 1),
 - a. Tentukan fungsi osilator harmonik yang diperoleh
 - b. Hitunglah kecepatan balok pada saat simpangan pegas setengah dari simpangan maksimum
 2. Dua buah benda (lihat gambar 2) $m_1 = 2$ kg, $m_2 = 1$ kg dihubungkan dengan tali ideal, tak lentur dan tanpa massa di atas bidang miring ($\theta = 37^\circ$) yang memiliki $\mu_s = 0,2$ dan $\mu_k = 0,04$.
 - a. Gambarkan diagram benda bebas untuk m_1 dan m_2
 - b. Berapa tegangan tali masing-masing benda saat tepat akan bergerak?
 - c. Jika tali yang menghubungkan benda 1 dan dinding diputus, tentukanlah percepatan masing-masing benda
 - d. Berdasarkan hasil c, apakah m_1 akan menabrak benda m_2 ? Jelaskan jawaban saudara
 3. Sebuah perahu bergerak menyeberangi sungai ke arah utara dengan kecepatan awal $v = 2$ m/s. Di saat yang sama hujan turun dengan kecepatan air jatuh terhadap tanah rata-rata 1 m/s. Air hujan akan mengakibatkan air sungai mengalir sedemikian rupa sehingga kecepatan aliran air terhadap tanah akan berubah dengan kecepatan $v(t) = (3t^2 + 1)$ m/s ke arah timur.
 - a. Jika lebar sungai 10 meter, tentukanlah posisi perahu di seberang sungai. Anggaplah posisi awal perahu di titik (0,0)
 - b. Hitung kecepatan rata-rata aliran sungai antara 0 sampai 2 detik
 - c. Hitunglah kecepatan perahu sampai di seberang
 - d. Tentukanlah kecepatan air hujan yang dirasakan oleh orang yang berada di perahu
 4. Benda kecil yang massanya m meluncur sepanjang lintasan licin yang bentuknya seperti pada gambar 3. Benda dilepaskan dari titik P.
 - a. Tentukan ketinggian minimal P agar benda dapat mencapai satu putaran penuh dalam lintasan lingkaran
 - b. Dimanakah benda akan berhenti dari titik A pada bidang datar AC, jika bidang tersebut cukup kasar dengan koefisien gesek kinetik μ_k ?
 5. Sebuah balok $m = 1$ kg diikatkan pada sebuah pegas seperti pada gambar 4, sehingga pegas bertambah panjang sejauh $x(0) = 5$ cm dari keadaan awalnya.
 - a. Gambarkan diagram benda bebas dari balok tersebut di titik seimbang
 - b. Tentukan konstanta pegas
 - c. Jika balok ditarik ke bawah sejauh 20 cm dari titik seimbang, tentukanlah kecepatan benda saat melewati titik seimbang
-



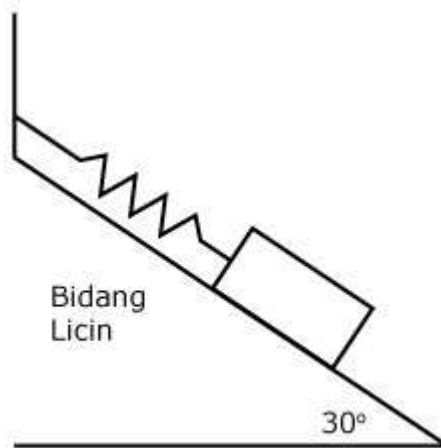
gambar 1



gambar 2



Gambar 3



Gambar 4

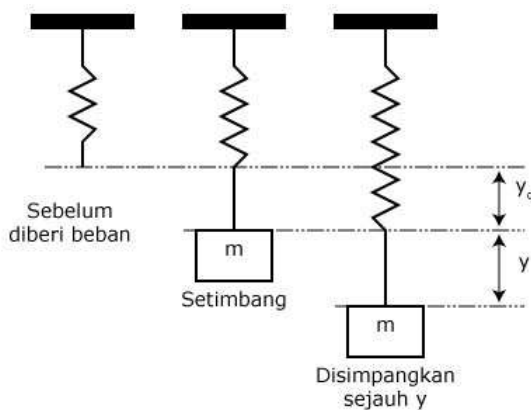
SOLUSI UJIAN TENGAH SEMESTER I

FISIKA DASAR I

TAHUN 2002/2003

1. Diketahui : $m = 1 \text{ kg}$
 $k = 50 \text{ N/m}$
 $A = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$

- a. Ditanyakan : Fungsi osilasi harmonik
Jawab : Perhatikan gambar berikut



Dari gambar di samping dapat terlihat bahwa setelah ujung pegas diberi beban maka pegas akan meregang sejauh y_0 . Pada keadaan ini sistem berada pada keadaan setimbang sehingga jumlah gaya yang bekerja pada benda sama dengan nol. Dari hukum Newton dapat diperoleh

$$\begin{aligned}\sum F &= 0 \\ mg - ky_0 &= 0 \\ y_0 &= \frac{mg}{k} = \frac{10}{50} = 0,2\end{aligned}$$

Apabila pegas diberi simpangan lagi (dengan cara ditarik ke bawah), maka benda tidak lagi berada dalam keadaan kesetimbangan sehingga benda tersebut akan mengalami gerak harmonik terhadap titik kesetimbangannya. Gerak harmonik tersebut dapat dimodelkan dengan persamaan

$$\begin{aligned}y(t) &= A \cos(\omega t + \varphi_0) \\ y(t) &= 0,1 \cos(\sqrt{50}t + \varphi_0)\end{aligned}$$

Untuk mendapatkan harga φ_0 , nilai y pada saat $t = 0$ dimasukkan ke dalam persamaan di atas. Kemudian didapatkan

$$\begin{aligned}y(t) &= 0,1 \cos(\varphi_0) = 0, & t = 0 \rightarrow y(0) &= 0 \\ \cos(\varphi_0) &= 0 & \varphi_0 &= \pi/2\end{aligned}$$

Sehingga diperoleh fungsi osilasi harmonik balok adalah

$$y(t) = 0,1 \cos(\sqrt{50}t + \pi/2)$$

- b. Ditanyakan : kecepatan benda saat $y = A/2$
Jawab :

Fungsi kecepatan balok dapat diperoleh dari turunan pertama fungsi osilasi harmonik terhadap waktu

$$v(t) = \frac{dy}{dt} = -0,1\sqrt{50} \sin(\sqrt{50}t + \pi/2)$$

Simpangan pegas setengah dari simpangan maksimum terjadi pada saat

$$y(t) = 0,1 \cos\left(\sqrt{50}t + \frac{\pi}{2}\right) = 0,05$$

$$\cos\left(\sqrt{50}t + \frac{\pi}{2}\right) = 0,5$$

$$\sqrt{50}t + \frac{\pi}{2} = -\frac{\pi}{3}$$

$$t = \frac{\pi}{6\sqrt{50}} \text{ s}$$

Dengan mensubstitusikan hasil ini ke dalam fungsi kecepatan balok maka akan didapatkan besarnya kecepatan sesaat balok ketika simpangannya mencapai setengah dari simpangan maksimum

$$v(t) = -0,1\sqrt{50} \sin(\sqrt{50}t + \pi/2) \quad , t = \frac{\pi}{6\sqrt{50}} \text{ s}$$

$$v\left(\frac{\pi}{6\sqrt{50}}\right) = -0,1\sqrt{50} \sin\left(\sqrt{50}\frac{\pi}{6\sqrt{50}} + \frac{\pi}{2}\right)$$

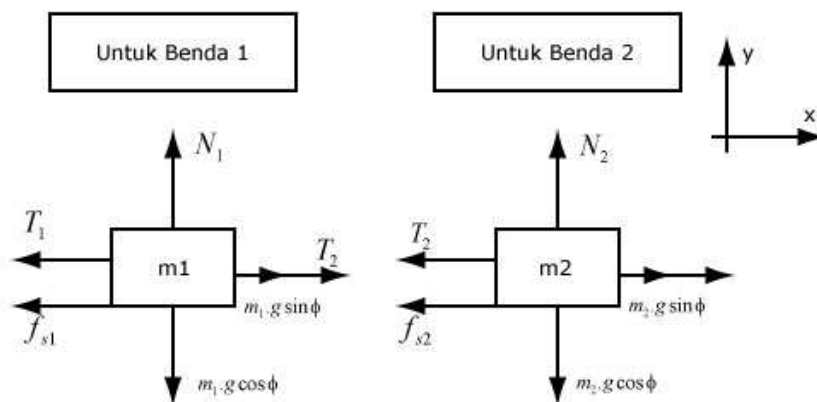
$$v\left(\frac{\pi}{6\sqrt{50}}\right) = -0,1\sqrt{50} \sin\left(\frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{2}\right) = -0,1\sqrt{50} \sin\left(\frac{2\pi}{3}\right)$$

Sehingga akan didapatkan kecepatan balok sebesar $v = -0,25\sqrt{6} \text{ m/s}$

2. Diketahui : $m_1 = 2 \text{ kg}$ $\mu_s = 0,2$ $\theta = 37^\circ$
 $m_2 = 1 \text{ kg}$ $\mu_k = 0,04$

- a. Ditanyakan : Diagram benda bebas

Jawab :



- b. Ditanyakan : Tegangan tali pada saat benda tepat akan bergerak

Jawab :

Hukum Newton untuk benda m_1 pada arah sumbu-x

$$\sum F_x = 0$$

$$T_2 + m_1 g \sin \theta - T_1 - f_{s1} = 0$$

$$T_2 - T_1 = \mu_s m_1 g \cos \theta - m_1 g \sin \theta$$

Hukum Newton untuk benda m_2 pada arah sumbu-x

$$\sum F_x = 0$$

$$m_2 g \sin \theta - T_2 - f_{s2} = 0$$

$$T_2 = -\mu_s m_2 g \cos \theta + m_2 g \sin \theta$$

Dengan mensubstitusikan nilai-nilai sesuai dengan yang telah diketahui dari soal, maka didapatkan harga tegangan tali T_2 sebesar 4,4 N. Setelah mendapatkan nilai tegangan tali T_2 , maka nilai tegangan T_1 dapat dicari melalui persamaan

$$T_2 - T_1 = \mu_s m_1 g \cos \theta - m_1 g \sin \theta$$

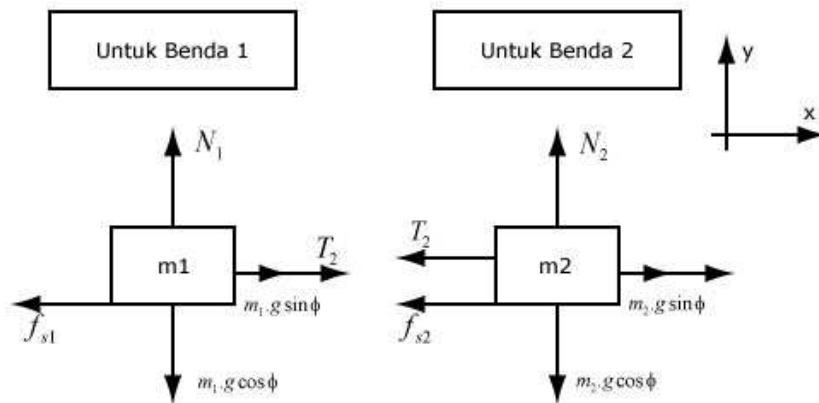
Sehingga akan didapatkan $T_1 = 13,2 \text{ N}$

- c. Ditanyakan : Percepatan masing-masing benda, jika tali T_1 terputus

Jawab :

Asumsi : Tali T_2 yang menghubungkan balok m_1 dan m_2 tetap tegang sehingga kedua balok akan bergerak dengan percepatan yang sama, $a_1 = a_2 = a$

Perhatikan diagram benda bebas berikut



Hukum Newton untuk balok 1 pada arah sumbu-x menghasilkan

$$\begin{aligned}\sum F_x &= ma \\ T_2 + m_1 g \sin \theta - f_{k1} &= m_1 a \\ T_2 + m_1 g \sin \theta - \mu_k m_1 g \cos \theta &= m_1 a\end{aligned}$$

Hukum Newton untuk balok 2 pada arah sumbu-x menghasilkan

$$\begin{aligned}\sum F_x &= ma \\ m_2 g \sin \theta - T_2 - f_{k2} &= m_2 a \\ m_2 g \sin \theta - T_2 - \mu_k m_2 g \cos \theta &= m_2 a\end{aligned}$$

Dengan mengeliminasi T_2 dari kedua persamaan itu maka akan didapatkan

$$m_1 g \sin \theta - \mu_k m_1 g \cos \theta + m_2 g \sin \theta - T_2 - \mu_k m_2 g \cos \theta = m_1 a + m_2 a$$

Sehingga didapatkan

$$a = g \sin \theta - \mu_k g \cos \theta = 5,68 \text{ m/s}^2$$

Kemudian perlu dicek kembali apakah asumsi yang digunakan memang benar atau tidak. Untuk menguji hal tersebut akan dihitung percepatan masing-masing balok apabila tali penghubung keduanya tidak tegang ($T_2=0$). Dengan mensubstitusikan nilai ini didapatkan

$$m_1 g \sin \theta - \mu_k m_1 g \cos \theta = m_1 a_1$$

$$m_2 g \sin \theta - \mu_k m_2 g \cos \theta = m_2 a_2$$

Sehingga didapatkan $a_1 = a_2 = g \sin \theta - \mu_k g \cos \theta = 5,68 \text{ m/s}^2$, yang membuktikan asumsi di atas.

d. Ditanyakan : Apakah m_1 akan menabrak m_2

Kedua balok bergerak dengan kecepatan awal dan percepatan yang sama, sehingga kedua balok tidak akan bertabrakan.

3. Diketahui : Besar kecepatan perahu relatif terhadap air sungai (v_{pa}) 2 m/s

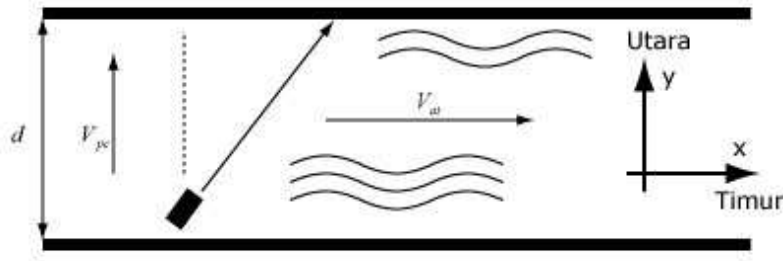
Besar kecepatan air hujan relatif terhadap tanah (v_{ht}) 1 m/s

$$v_{at}(t) = 3t^2 + 1 \text{ m/s} \quad d = 10 \text{ m} \quad \vec{r}_0 = 0$$

a. Ditanyakan : Posisi perahu di seberang sungai

Jawab :

Perhatikan gambar berikut



Kecepatan perahu relatif terhadap tanah dapat dituliskan

$$\vec{v}_{pt} = \vec{v}_{pa} + \vec{v}_{at} = v_{pa}\hat{j} + v_{at}\hat{i} = (3t^2 + 1)\hat{i} + 2\hat{j} \text{ m/s}$$

Waktu yang diperlukan untuk menyeberang adalah

$$t = \frac{d}{v_{pa}} = 5 \text{ s}$$

Posisi perahu setelah sampai di seberang sungai adalah

$$\begin{aligned}\vec{r} &= \vec{r}_0 + \int_0^5 \vec{v}_{pt} dt = 0 + \int_0^5 (3t^2 + 1)\hat{i} + 2\hat{j} dt \\ \vec{r} &= 130\hat{i} + 10\hat{j} \text{ m}\end{aligned}$$

b. Ditanyakan : Kecepatan rata-rata aliran sungai

Jawab :

Kecepatan rata-rata merupakan hasil perpindahan per satuan waktu. Untuk mendapatkan perpindahan aliran sungai dapat dicari dengan mengintegrasikan fungsi kecepatan sesaat aliran sungai

$$\begin{aligned}v_{at}(t) &= \frac{dx}{dt} = 3t^2 + 1 \text{ m/s} \\ dx &= (3t^2 + 1)dt \rightarrow \int_{x_0}^{x_t} dx = \int_{t_0}^t (3t^2 + 1)dt \\ x_t - x_0 &= \Delta x = t^3 + t - t_0^3 - t_0\end{aligned}$$

Untuk selang waktu dari $t = 0 \text{ s}$ sampai $t = 2 \text{ s}$ didapatkan

$$\Delta x = 2^3 + 2 = 10 \text{ m}$$

Sehingga akan didapatkan kecepatan rata-rata aliran sungai

$$\frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{10\hat{i}}{2} = 5\hat{i} \text{ m/s}$$

c. Ditanyakan : Kecepatan perahu ketika sampai di seberang

Jawab :

Setelah 5 detik perahu akan sampai di seberang. Pada saat itu perahu memiliki kecepatan

$$\begin{aligned}\vec{v}_{pt} &= \vec{v}_{pa} + \vec{v}_{at} \\ (3t^2 + 1)\hat{i} + 2\hat{j} &= (3(5)^2 + 1)\hat{i} + 2\hat{j} = 76\hat{i} + 2\hat{j} \text{ m/s}\end{aligned}$$

d. Ditanyakan : Kecepatan air hujan yang dirasakan oleh orang yang berada di perahu

Jawab :

Kecepatan air hujan yang dirasakan oleh orang yang berada di perahu adalah sama dengan kecepatan relatif air hujan terhadap perahu, \vec{v}_{hp} , yang diberikan oleh

$$\vec{v}_{hp} = \vec{v}_{ht} - \vec{v}_{pt}$$

Ambil arah ke atas sebagai sumbu-z positif maka \vec{v}_{ht} dapat dituliskan

$$\vec{v}_{ht} = v_{ht}(\hat{k}) = -\hat{k}$$

Sehingga kecepatan air hujan yang dirasakan oleh orang yang berada di perahu adalah

$$\vec{v}_{hp} = \vec{v}_{ht} - \vec{v}_{pt} = -\hat{k} - (3t^2 + 1)\hat{i} - 2\hat{j} \text{ m/s}$$

4. Diketahui : Benda bermassa m meluncur sepanjang lintasan licin

- a. Ditanyakan : Ketinggian minimal P agar benda dapat mencapai satu putaran penuh
Jawab :

Agar benda tersebut dapat mencapai satu putaran penuh maka salah satu syarat yang harus dipenuhi adalah benda tersebut memiliki gaya normal minimal yang besarnya nol pada saat benda tersebut berada di titik B ($N_B \geq 0 \text{ N}$)

Gaya sentripetal yang bekerja pada benda di titik B adalah

$$F_{sp} = N + mg.$$

Gunakan tinjauan Newton untuk benda yang bergerak melingkar $\sum F_{sp} = m \frac{v^2}{r}$ sehingga pada titik B akan diperoleh hubungan $N + mg = m \frac{v_B^2}{r}$

Dengan memasukkan nilai N sebagai syarat (dalam hal ini $N=0$) diperoleh

$$g = \frac{v_B^2}{r} \rightarrow v_B^2 = gr$$

Kecepatan yang dimiliki benda berasal dari energi potensial benda di titik awal dilepaskan. Untuk mencari ketinggian awal minimum kita tinjau persamaan energi sistem dari kedua keadaan sistem yang berbeda

$$E_{total A} = E_{total B}$$

$$mgh_{min} = mg(2R) + \frac{1}{2}mv_{B \min}^2$$

$$mgh_{min} = mg(2R) + \frac{1}{2}m(gR)$$

Sehingga akan kita dapatkan $h_{min} = \frac{5}{2}R$

- b. Ditanyakan : Dimana benda akan berhenti jika terdapat gaya gesek pada bidang datar

Jawab :

Pada saat benda memasuki lintasan kasar (AC), akan ada usaha oleh gaya gesek sehingga akhirnya benda kehilangan kecepatannya. Dalam kasus ini berlaku

$$W = \Delta E_k$$

$$-f_g s_{max} = 0 - \frac{1}{2}mv^2$$

Catatan : usaha akibat gaya gesek kinetik memiliki nilai negatif karena memiliki arah gaya yang berlawanan dengan arah perpindahan

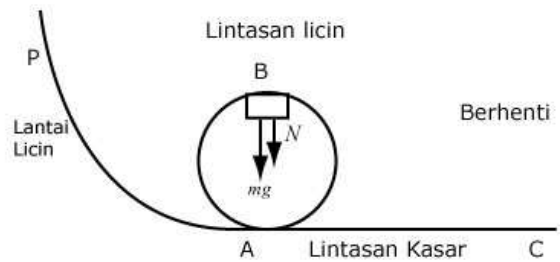
Nilai energi kinetik berasal dari energi potensial sebesar $\frac{5}{2}mgR$ sehingga akan didapatkan

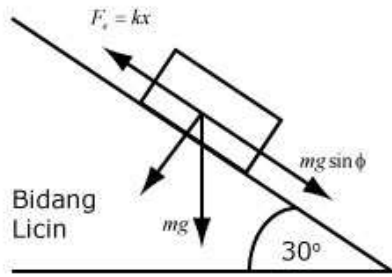
$$\frac{5}{2}mgR = -f_g s_{max} = -\mu_k mgs_{max} \text{ atau } s_{max} = -\frac{5R}{2\mu_k}$$

5. Diketahui : $m = 1 \text{ kg}$
 $x(0) = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$

- a. Ditanyakan : Diagram benda bebas pada keadaan setimbang

Jawab :





b. Ditanyakan : Konstanta pegas

Jawab :

Pada keadaan setimbang berlaku $\sum F = 0$ sehingga akan diperoleh

$$kx - mg \sin \theta = 0$$

$$k = \frac{mg \sin \theta}{x}$$

Dengan memasukkan nilai-nilai yang telah diketahui akan diperoleh $k = 100 \text{ N/m}$

c. Ditanyakan : Kecepatan balok saat melewati titik seimbang

Jawab :

Karena bidang licin, maka tidak ada energi yang hilang sebagai akibat gesekan dengan permukaan bidang. Untuk seterusnya kita dapat menggunakan prinsip konservasi energi mekanik

$$EK_1 + EP_{\text{pegas}} + EP_{\text{gravitasi}} = EK_2 + EP_{\text{pegas } 2} + EP_{\text{gravitasi } 2}$$

$$0 + \frac{1}{2} kx^2 + 0 = \frac{1}{2} mv^2 + mg(x \sin \theta)$$

$$v = \sqrt{\frac{k}{m} x^2 - 2gx \sin \theta}$$

Dengan memasukkan nilai-nilai yang telah diketahui akan diperoleh $v = \sqrt{2} \text{ m/s}$

SOAL UJIAN TENGAH SEMESTER I

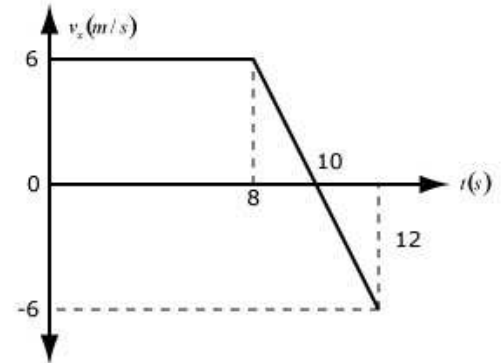
FISIKA DASAR I

TAHUN 2003/2004

1. Kecepatan sebuah kereta mainan dalam arah sumbu-x dapat dilihat pada gambar dan dalam arah sumbu-y diberikan oleh fungsi $v_y(t) = (-0,5t + 6)\text{m/s}$.

Posisinya pada $t = 0$ adalah $\vec{r}_0 = (2\hat{i} - 6\hat{j})\text{m}$.

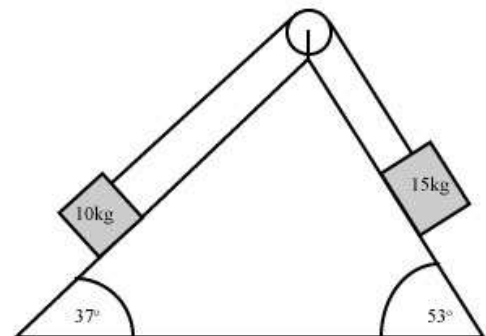
- Gambarkan kurva percepatan dalam arah sumbu-x terhadap waktu
- Hitung besar perpindahannya dari 0s hingga 12s
- Tentukan besar posisinya saat $t = 12\text{s}$
- Tentukan besar kecepatan rata-rata totalnya dari 0s hingga 12s



2. Sebuah benda ($m = 1\text{ kg}$) diikat pada sebuah pegas ($k = 100\pi^2\text{N/m}$) beresilasi harmonik sederhana (dalam bentuk cosines) di atas bidang datar. Diketahui pada saat $t = 0\text{s}$, simpangannya adalah $0,032\text{ m}$ dan kecepatannya $0,24\pi\text{ m/s}$ ke arah sumbu-x negatif. Tentukanlah

- Simpangan maksimum dan tetapan fase
- Fungsi simpangan benda terhadap waktu
- Kecepatan pada saat simpangan $-0,016\text{m}$

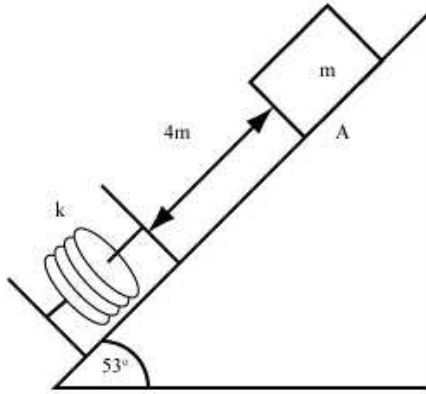
3. Dua buah balok diletakkan pada bidang miring dan dihubungkan melalui seutas tali melewati sebuah katrol (lihat gambar). Massa balok pertama adalah 10kg dan massa balok kedua 15kg . Koefisien gesekan statik dan kinetik antara balok dan bidang berturut-turut adalah $0,3$ dan $0,2$. Gesekan antara benda bermassa, katrol dengan tali, kemudian massa tali dan massa katrol dapat diabaikan



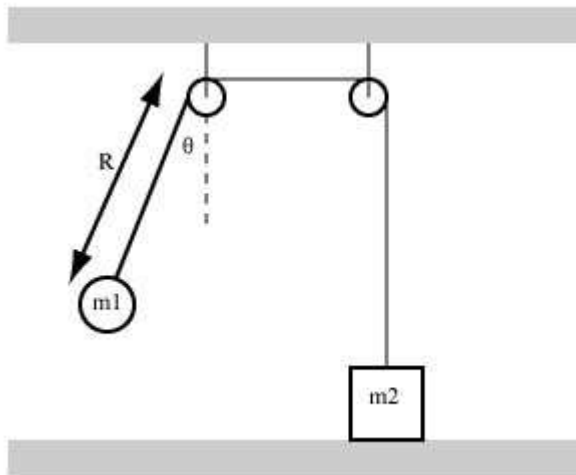
- Tentukan apakah kedua benda tersebut akan diam atau bergerak. Jika bergerak kemana arahnya?
- Gambarkan diagram gaya untuk masing-masing balok dan berapa besar resultan gayanya saat bergerak?
- Tentukan tegangan talinya

4. Benda bermassa $m = 0,5\text{kg}$ dilepas dari keadaan diam di titik A pada bidang miring kasar ($\mu_s = 0,4$ dan $\mu_k = 0,2$) seperti pada gambar. Apabila konstanta pegas $k = 200\text{N/m}$ dan massa pegas diabaikan, tentukanlah :

- Laju benda sesaat sebelum menyentuh pegas
 - Simpangan maksimum pegas
 - Jarak maksimum benda setelah terpental dari pegas
-



5. Dua buah benda ($m_1 = 3\text{ kg}$ dan $m_2 = 6\text{ kg}$) dilewatkan pada katrol melalui tali (lihat gambar). Massa katrol dan tali dapat diabaikan. Diketahui $R = 1,2\text{ m}$ dan semula m_2 diam di atas bidang datar
- Hitung laju m_1 di atas lintasan ketika $\theta = 37^\circ$
 - Pada sudut minimum berapa dari sumbu vertikal, m_1 harus dilepas supaya m_2 tepat akan terangkat dari bidang datar



SOLUSI UJIAN TENGAH SEMESTER I**FISIKA DASAR I****TAHUN 2003/2004**

1. Diketahui : $v_y(t) = 0,5t + 6$
 $\vec{r}_0 = (2\hat{i} - 6\hat{j})$

- a. Ditanyakan : Kurva percepatan dalam arah sumbu-x terhadap waktu

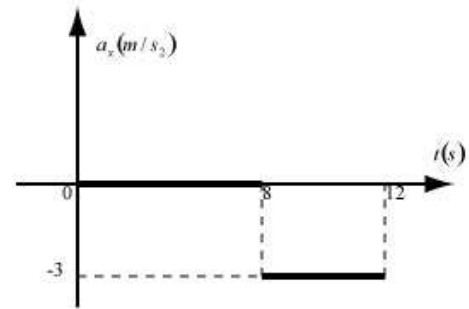
Jawab : Untuk membuat kurva percepatan dalam arah sumbu-x terhadap waktu, terlebih dahulu akan dihitung percepatan untuk tiap-tiap selang waktu

Untuk selang waktu $0 \leq t \leq 8$

$$a_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{v_x(8) - v_x(0)}{8 - 0} = 0 \text{ m/s}^2$$

Untuk selang waktu $8 \leq t \leq 12$

$$a_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{v_x(12) - v_x(8)}{12 - 8} = -3 \text{ m/s}^2$$



Kurva percepatan dalam arah sumbu-x terhadap waktu dapat digambarkan sebagai berikut

- b. Ditanyakan : Besar perpindahan dari $t = 0$ sampai dengan $t = 12$ s

Jawab : Besar perpindahan dalam arah sumbu-x dapat dihitung dari luas daerah di bawah grafik v_x terhadap t pada selang $t = 0$ sampai $t = 12$ s

$$\Delta x = 8 \times 6 + \frac{1}{2} \times 2 \times 6 - \frac{1}{2} \times 2 \times 6 = 48 \text{ m}$$

Besar perpindahan dalam arah sumbu-y dapat dihitung dari integral

$$\Delta y = \int_0^{12} v_y dt = \int_0^{12} 0,5t + 6 dt = 36 \text{ m}$$

Sedangkan besar perpindahan adalah

$$\Delta r = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = \sqrt{48^2 + 36^2} = 60 \text{ m}$$

- c. Ditanyakan : Posisi pada saat $t = 12$ s

$$\begin{aligned} \text{Jawab : } \vec{r}(12) &= \vec{r}_0 + \Delta \vec{r} = 2\hat{i} - 6\hat{j} + \Delta x\hat{i} + \Delta y\hat{j} \\ \vec{r}(12) &= 2\hat{i} - 6\hat{j} + 48\hat{i} + 36\hat{j} = 50\hat{i} + 30\hat{j} \text{ m} \end{aligned}$$

- d. Ditanyakan : Besarnya kecepatan rata-rata total dari 0s sampai 12s adalah

$$\text{Jawab : } \bar{v} = \frac{\Delta r}{\Delta t} = \frac{60}{12} = 5 \text{ m/s}$$

2. Diketahui : $m = 1\text{kg}, k = 100\pi^2\text{N/m} \rightarrow \omega = \sqrt{k/m} = 10\pi \text{ rad/s}$
 $x(0) = 0,032\text{m}$ dan $v(0) = 0,24 \pi \text{ m/s}$

- a. Ditanyakan : Simpangan maksimum dan tetapan fase

Jawab : Pada saat t tertentu berlaku

$$x(t) = A \cos(\omega t + \theta_0) \rightarrow \cos(\omega t + \theta_0) = \frac{x(t)}{A}$$

$$v(t) = -\omega A \sin(\omega t + \theta_0) \rightarrow \sin(\omega t + \theta_0) = -\frac{v(t)}{\omega A}$$

Lalu digunakan identitas trigonometri untuk mendapatkan besar A sebagai fungsi posisi dan kecepatan sesaat

$$\sin^2(\omega t + \theta_0) + \cos^2(\omega t + \theta_0) = \left(\frac{x(t)}{A}\right)^2 + \left(\frac{-v(t)}{\omega A}\right)^2 = 1$$

Sehingga didapatkan

$$A = \sqrt{[x(0)]^2 + \left[\frac{v(0)}{\omega}\right]^2} = (0,032)^2 + \left(\frac{-0,24\pi}{10\pi}\right)^2 = 0,04 \text{ m}$$

Untuk mendapatkan tetapan fase, kita bagi fungsi sinus dan cosinus yang telah didapatkan dan kita peroleh

$$\tan\theta_0 = -\frac{v_0}{\omega x_0} \rightarrow \theta_0 = \arctan\left(-\frac{v_0}{\omega x_0}\right) = 0,64\text{rad} = 37^\circ$$

b. Ditanyakan : Fungsi simpangan terhadap waktu

Jawab :

$$x(t) = A\cos(\omega t + \theta_0) = 0,04\cos(10\pi t + 0,64) \text{ m}$$

c. Ditanyakan : Kecepatan saat $x = -0,016\text{m}$

Jawab : Dari hubungan $\left(\frac{x(t)}{A}\right)^2 + \left(\frac{-v(t)}{\omega A}\right)^2 = 1$ didapatkan

$$v(t) = \omega\sqrt{A^2 - [x(t)]^2} = 10\pi\sqrt{(0,04)^2 - (-0,016)^2} = 1,15 \text{ m/s}$$

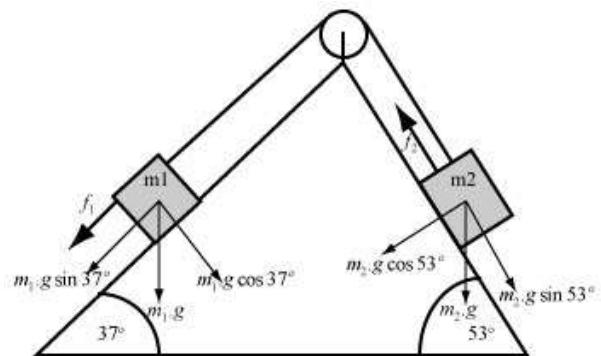
3. Diketahui : $m_1 = 10\text{kg}$; $m_2 = 15\text{kg}$; $\mu_s = 0,3$; $\mu_k = 0,2$

a. Ditanyakan : Kemungkinan gerak sistem

Jawab :

Asumsikan sistem akan bergerak ke kanan. Terdapat tiga kemungkinan nilai resultan gaya. Jika nilainya nol, maka sistem akan diam. Jika nilainya positif, maka sistem akan bergerak sesuai dengan asumsi semula, yaitu ke kanan. Sedangkan jika nilainya negatif, maka sistem akan bergerak ke kiri

Perhatikan gambar, f_1 dan f_2 akan memiliki arah ke kiri karena asumsi gerak sistem adalah ke kanan. Gaya gesek ini merupakan gaya gesek statik.



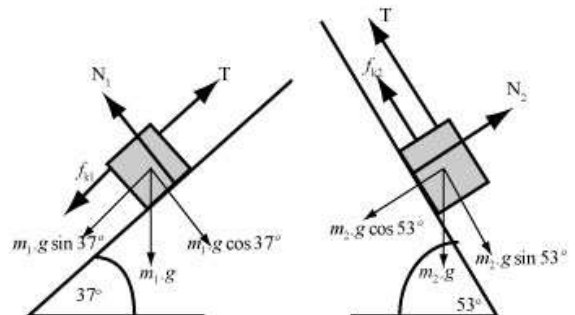
$$\begin{aligned}\sum F &= m_2 g \sin 53^\circ - f_1 - f_2 - m_1 g \sin 37^\circ \\ \sum F &= m_2 g \sin 53^\circ - \mu_s m_2 g \cos 53^\circ - \mu_s m_1 g \cos 37^\circ - m_1 g \sin 37^\circ \\ \sum F &= 120 - 27 - 24 - 60 = 9 \text{ N}\end{aligned}$$

Dengan mencermati hasil tersebut dapat kita lihat bahwa resultan gaya sesuai dengan asumsi semula, yaitu ke kanan

b. Ditanyakan : Diagram Gaya

Jawab :

Benda sudah dapat dipastikan bergerak sehingga gaya gesek yang sekarang bekerja adalah gaya gesek kinetik. Sehingga akan didapatkan resultan gaya



$$\begin{aligned}\sum F &= m_2 g \sin 53^\circ - f_{k1} - f_{k2} - m_1 g \sin 37^\circ \\ \sum F &= m_2 g \sin 53^\circ - \mu_k m_2 g \cos 53^\circ - \mu_k m_1 g \cos 37^\circ - m_1 g \sin 37^\circ \\ \sum F &= 120 - 18 - 16 - 60 = 26 \text{ N}\end{aligned}$$

c. Ditanyakan : Tegangan tali

Jawab :

Benda 1 dan 2 terhubung oleh tali dan akan memiliki percepatan yang sama. Dengan menerapkan hukum Newton maka akan didapatkan

$$\begin{aligned}\sum F &= (m_1 + m_2)a \\ 26 &= (10 + 15)a \rightarrow a = \frac{26}{25} \text{ m/s}^2\end{aligned}$$

Maka untuk benda 1 didapatkan

$$\begin{aligned}\sum F &= m_1 a \\ T - m_1 g \sin 37^\circ - f_{k1} &= m_1 a \\ T &= m_1 g \sin 37^\circ + f_{k1} + m_1 a = 86,4 \text{ N}\end{aligned}$$

Untuk benda 2 didapatkan

$$\begin{aligned}\sum F &= m_2 a \\ T - m_2 g \sin 53^\circ - f_{k2} &= m_2 a \\ T &= m_2 g \sin 53^\circ + f_{k2} + m_2 a = 86,4 \text{ N}\end{aligned}$$

4. Diketahui : $m = 0,5 \text{ kg}$; $\mu_s = 0,4$; $\mu_k = 0,2$; $k = 200 \text{ N/m}$; $s = 4 \text{ m}$; $\theta = 53^\circ$

a. Ditanyakan : Laju benda sebelum menyentuh pegas

Jawab : $W_{total} = \Delta E_k$

Usaha total disebabkan oleh gaya gravitasi dan gaya gesek

$$\begin{aligned}-f_g s + m g s \sin \theta &= \frac{1}{2} m v^2 - 0 \\ -\mu m g \cos \theta + m g s \sin \theta &= \frac{1}{2} m v^2\end{aligned}$$

Didapatkan

$$v = \sqrt{2 g s (\sin \theta - \mu \cos \theta)} = 7,38 \text{ m/s}$$

b. Ditanyakan : Simpangan maksimum pegas

Jawab : $W_{total} = \Delta E_k$

Usaha total disebabkan oleh gaya gravitasi, gaya pegas, dan gaya gesek

$$-f_g x - \frac{1}{2} k x^2 + m g x \sin \theta = 0 - \frac{1}{2} m v^2$$

Catatan : Usaha akibat gaya gesek dan pegas bertanda negatif karena memiliki arah yang berlawanan dengan arah perpindahan

$$\begin{aligned}-\frac{1}{2} k x^2 + (\mu m g \cos \theta - m g \sin \theta) - \frac{1}{2} m v^2 &= 0 \\ 100 x^2 - 3,4 x - 13,6 &= 0\end{aligned}$$

Dengan menggunakan rumus penyelesaian persamaan kuadrat didapatkan hasil untuk x

$$x = \frac{-(-3,4) \pm \sqrt{(-3,4)^2 - 4(100)(-13,6)}}{2(100)}$$

Maka didapatkan

$$\begin{aligned}x_1 &= 0,39 \text{ m} \\ x_2 &= -0,35 \text{ m (tidak memenuhi)}\end{aligned}$$

c. Ditanyakan : Jarak maksimum benda setelah terpental

Jawab :

$$\begin{aligned}W_{total} &= \Delta E_k \\ -f_g s_{max} - \frac{1}{2} k x^2 - m g s_{max} \sin \theta &= 0\end{aligned}$$

Catatan : Kecepatan awal dan akhir benda sama dengan nol. Sementara itu benda bergerak ke atas sehingga usaha yang diakibatkan oleh gaya gravitasi berharga negatif

$$s_{max} = \frac{kx^2}{2mg(\mu \cos \theta + \sin \theta)} = 3,3 \text{ m}$$

5. Diketahui : $m_1 = 3 \text{ kg}$; $m_2 = 6 \text{ kg}$; $R = 1,2 \text{ m}$

a. Ditanyakan : Laju m_1 di dasar lintasan ketika $\theta = 37^\circ$

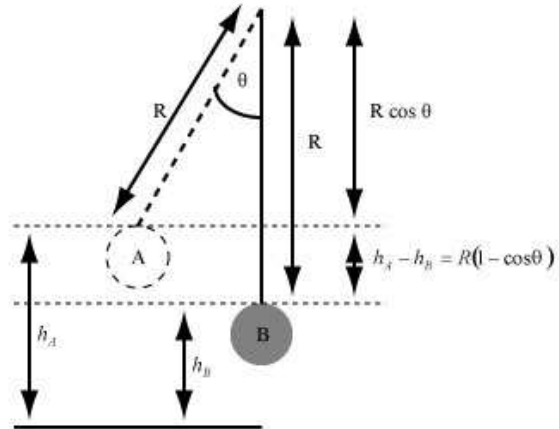
Jawab : Untuk menghitung kecepatan di dasar lintasan dapat digunakan prinsip konservasi energi mekanik. Perhatikan gambar

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

$$mg(h_A - h_B) = \frac{1}{2}mv_B^2$$

, kecepatan awal sama dengan nol

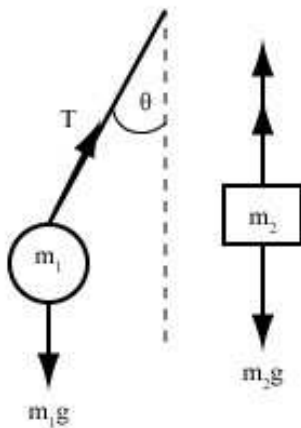
$$v_B = \sqrt{2gR(1 - \cos \theta)} = 2,2 \text{ m/s}$$



b. Ditanyakan : Sudut minimum agar m_2 tepat akan terangkat

Jawab :

Perhatikan gambar



Tegangan tali pada benda m_1 akan maksimum apabila m_1 berada pada titik terendah (titik B). Karena m_1 bergerak melingkar maka menurut hukum Newton dapat dituliskan

$$\sum F_{sp} = m \frac{v^2}{r} \rightarrow T - m_1 g = \frac{m_1 v_B^2}{R}$$

Pada saat benda m_2 tepat akan bergerak, gaya normal yang bekerja pada benda tersebut sama dengan nol, sehingga

$$(m_2 - m_1)g = \frac{m_1 v_B^2}{R}$$

Karena telah diketahui bahwa $v_B = \sqrt{2gR(1 - \cos \theta)}$ maka didapatkan

$$(m_2 - m_1)g = \frac{m_1 \sqrt{2gR(1 - \cos \theta)}}{R}$$

$$m_2 - m_1 = 2m_1(1 - \cos \theta)$$

$$\cos \theta = 1 - \frac{m_2 - m_1}{2m_1} = 0,5 \rightarrow \theta = 60^\circ$$

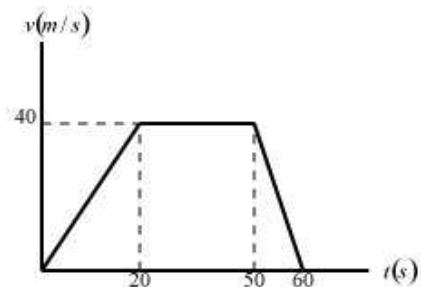
SOAL UJIAN TENGAH SEMESTER I

FISIKA DASAR I

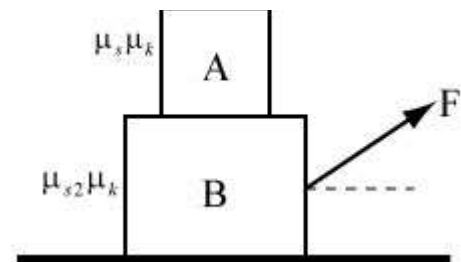
TAHUN 2004/2005

1. a) Sebuah benda dilempar secara vertikal ke atas dengan laju awal v_0 . Bagaimana kecepatan dan percepatannya saat
 - i. benda mencapai titik tertinggi
 - ii. benda tersebut tepat kembali ke permukaan bumib) Apakah mungkin terdapat gerak dengan laju tetap yang memiliki percepatan? Jelaskan!
2. a) Sebuah benda bergerak lurus pada suatu bidang mendatar akibat suatu gaya konstan yang diberikan padanya. Jenis gerak apa yang dihasilkan bila gaya tersebut :
 - i. lebih besar dari gaya gesek
 - ii. sama dengan gaya gesek
 - iii. lebih kecil dari gaya gesek
 - iv. bila tiba-tiba gayanya dihilangkanb) Kapan kita dapat mengatakan bahwa usaha atau kerja adalah negatif dari perubahan energi potensial dan berikan satu contoh peristiwa yang memenuhi pernyataan di atas
- c) Sebuah bola dijatuhkan ke lantai. Bola tersebut terpukul hingga mencapai ketinggian semula, jatuh lagi dan terpantul lagi, demikian terus menerus. Apakah gerak tersebut termasuk gerak harmonik sederhana atau bukan? Jelaskan!

3. Sebuah mobil pembersih jalan bergerak dengan kurva kecepatan (v) terhadap waktu (t) seperti gambar
 - a. Hitunglah kecepatan rata-rata dari $t = 0s$ hingga $t = 60s$
 - b. Gambarkan kurva percepatan terhadap waktu
 - c. Gambarkan kurva posisi terhadap waktu jika posisi awalnya 100m

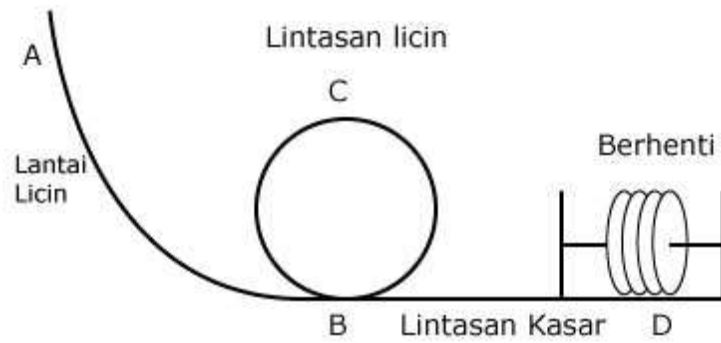


4. Sebuah benda A bermassa m_A berada di atas benda B bermassa m_B . Pada benda B bekerja gaya sebesar F yang membentuk sudut α dari bidang datar sedemikian sehingga kedua benda bergerak bersama. Koefisien gesek statik dan kinetik antara permukaan benda A dengan benda B serta benda B dengan permukaan lantai dinyatakan oleh μ_s dan μ_k
 - a. Gambarkan diagram gaya pada masing-masing benda
 - b. Berapakah percepatan gerak sistem tersebut



5. Suatu benda terletak di suatu titik pada permukaan bumi khatulistiwa (equator). Jari-jari bumi $6,37 \times 10^6$ meter. Misalkan pengaruh gerak bumi terhadap matahari serta gerak matahari terhadap pusat galaksi bima sakti diabaikan
 - a. Hitung kecepatan sudut benda tersebut
 - b. Hitung pula kecepatan linearnya
 - c. Percepatan apakah yang dialami benda tersebut dan berapa besarnya
 6. Sebuah benda bermassa 50 gr dihubungkan pada ujung pegas mendatar yang massanya dapat diabaikan. Benda ditarik mendatar sejauh 10 cm kemudian dipaskan sehingga berosilasi harmonik sederhana dengan frekuensi sudut 4π rad/s
 - a. Tentukan besarnya nilai konstanta pegas
 - b. Tentukan kecepatan gerak sistem ketika benda pada posisi 2 cm dari posisi setimbangnya
-

-
- c. Tentukan besarnya percepatan maksimum dari gerak tersebut
7. Suatu mainan kereta luncur bermassa m memiliki lintasan yang terdiri dari lengkungan, lingkaran serta garis lurus seperti pada gambar. Lintasan dianggap licin kecuali bagian sepanjang BD (dengan jarak d) dengan koefisien gesek kinetik μ . Di bagian ujung (titik D) dipasang pegas dengan massa yang dapat diabaikan
- Nyatakan dalam R (jari-jari lingkaran) ketinggian minimum h_{min} kereta luncur agar dapat melalui lintasan lingkaran dengan sempurna
 - Jika keadaan pada soal (a) terpenuhi, tentukan kecepatan di B (dalam R) dan perubahan energi potensial pegas saat tertekan maksimum terhadap titik setimbangnya dalam μ , g , R , m , dan d



SOLUSI UJIAN TENGAH SEMESTER I

FISIKA DASAR I

TAHUN 2004/2005

1. Diketahui : benda memiliki laju awal v_0

a. Ditanyakan : Kecepatan dan percepatan benda

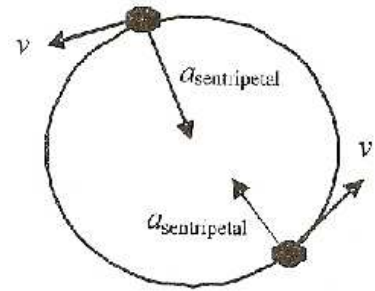
Jawab :

(i) di titik tertinggi $v = 0$ dan $a = -g$

(ii) di titik semula $v = -v_0$ dan $a = -g$

b. Ditanyakan : Mungkinkah terdapat gerak dengan laju tetap yang memiliki percepatan?

Jawab : Sangatlah mungkin ada gerak dengan laju konstan tetapi memiliki perubahan arah sehingga vektor kecepatan berubah. Maka dalam kasus ini akan muncul percepatan. Seperti gerak melingkar beraturan yang memiliki laju tetap tetapi memiliki percepatan sentripetal yang arahnya selalu menuju ke pusat lingkaran.



2. a. Ditanyakan : Jenis gerak yang dihasilkan

Jawab :

Misalkan gaya konstannya adalah F_0

(i) $F_0 > f$, benda bergerak dipercepat

(ii) $F_0 = f$, benda bergerak dengan kecepatan konstan

(iii) $F_0 < f$, benda tidak mengalami perlambatan

(iv) F_0 tiba-tiba dihilangkan, gerak diperlambat

b. Ditanyakan : Contoh peristiwa dimana usaha dan kerja adalah negatif dari perubahan energi potensial

Jawab : $W = -\Delta U$ jika gayanya bersifat konservatif

contoh : gaya gravitasi, gaya pegas, gaya listrik

c. Ditanyakan : Jenis gerak bola jatuh ke lantai

Jawab : Gerak harmonik dicirikan oleh arah percepatan yang selalu berlawanan dengan arah simpangan. Berdasarkan hal tersebut dapat kita simpulkan bahwa kasus tersebut bukanlah termasuk gerak harmonik sederhana karena percepatan gravitasi hanya memiliki satu arah saja yaitu ke bawah, tidak peduli arah simpangan benda

3. Diketahui : Kurva kecepatan mobil pembersih jalan diberikan

a. Ditanyakan : Kecepatan rata-rata dari $t = 0$ sampai $t = 60$ s

Jawab : $v_{rata-rata} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\text{luas grafik di bawah kurva } v-t}{60s} = 30 \text{ m/s}$

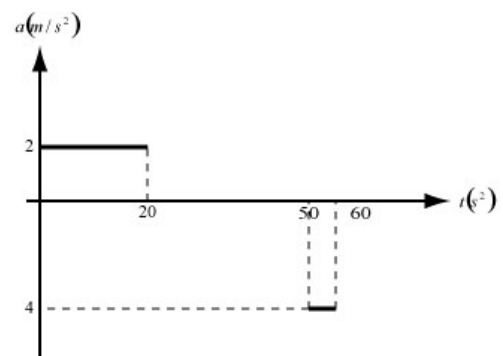
b. Ditanyakan : Kurva percepatan terhadap waktu

Jawab :

untuk $0 \leq t \leq 20$, $a = \frac{40}{20} = 2 \text{ m/s}^2$

untuk $20 \leq t \leq 50$, $a = 0 \text{ m/s}^2$

untuk $50 \leq t \leq 60$, $a = \frac{-40}{10} = -4 \text{ m/s}^2$



c. Ditanyakan : Kurva posisi terhadap waktu

Jawab :

$$x(t) = x_0 + \int_0^t v(t)dt = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

untuk $0 \leq t \leq 20$, $x = 500$ m

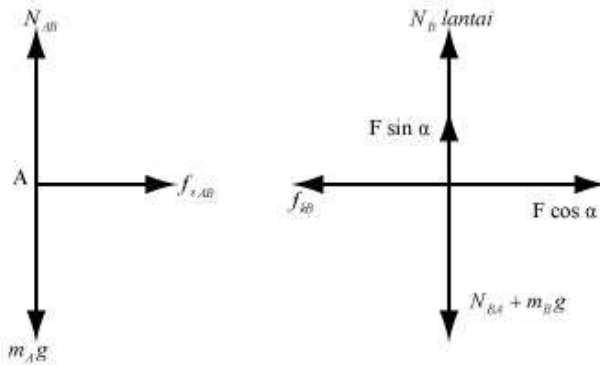
untuk $20 \leq t \leq 50$, $x = 1700$ m

untuk $50 \leq t \leq 60$, $x = 1900$ m

4. Diketahui : Sistem dua benda diberikan gaya F dengan sudut tertentu

a. Ditanyakan : Diagram benda bebas

Jawab :



b. Ditanyakan : Percepatan gerak sistem

Jawab :

Tinjau sistem massa A dan B dalam arah vertikal

$$F \sin \alpha + N_{B, \text{lantai}} - N_{BA} - W_B + N_{AB} - W_A = 0$$

$$N_{AB} = N_{BA}, \text{ sehingga saling menghilangkan}$$

$$N_{B, \text{lantai}} = W_B + W_A - F \sin \alpha$$

Dalam arah horizontal

$$\sum f_s = m_s a_s \rightarrow F \cos \alpha - f_{s,BA} - f_{kB} - f_{s,AB} = m_s a_s$$

$$a_s = \frac{F \cos \alpha - f_{kB}}{m_A + m_B} = \frac{F \cos \alpha - \mu_k N_{B, \text{lantai}}}{m_A + m_B} = \frac{F \cos \alpha - \mu_k (m_B g + m_A g - F \sin \alpha)}{m_A + m_B}$$

5. Diketahui : Suatu benda terletak di permukaan bumi khatulistiwa

a. Ditanyakan : Kecepatan sudut

Jawab : Karena rotasi bumi, benda di khatulistiwa bergerak melingkar dengan jari-jari sama dengan jari-jari bumi dengan periode 24 jam. Benda berada di suatu titik (kecepatan sudutnya sama dengan rotasi bumi)

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} = 7,27 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$$

b. Ditanyakan : Kelajuan linear

$$\text{Jawab : } v = \omega R = 464 \text{ m/s}$$

c. Diketahui : Percepatan yang dialami benda

$$\text{Jawab : } a = a_{\text{sentripetal}} = \frac{v^2}{R} = 33,7 \times 10^{-2} \text{ m/s}^2$$

Benda tersebut juga mengalami percepatan gravitasi sebesar $9,8 \text{ m/s}^2$

6. Diketahui : $m = 5 \text{ gr}$; $A = 0,1 \text{ m}$; $\omega = 4\pi \text{ rad/s}$

- a. Ditanyakan : Tetapan pegas

Jawab :

Pada kasus osilasi pegas ini, resultan gaya yang bekerja pada benda merupakan gaya pemulih. Jika gerak pegas dimodelkan sebagai gerak harmonik sederhana maka

$$\sum F = ma \rightarrow -kx = ma$$

$$-kA \cos \omega t = -m\omega^2 A \cos \omega t$$

$$k = m\omega^2 = 0,05(16\pi^2) = 8 \text{ N/m}$$

- b. Ditanyakan : Kelajuan saat simpangan 2 cm

Jawab : $x = A \cos \omega t$

$$0,02 = 0,1 \cos \omega t$$

$$\cos \omega t = 0,2 \rightarrow \sin \omega t = \frac{2}{5} \sqrt{6}$$

$$\text{Maka } v = -\omega A \sin \omega t = -4\pi(0,1) \frac{2}{5} \sqrt{6} = -\frac{0,8\pi}{5} \sqrt{6} \text{ m/s}$$

- c. Ditanyakan : Percepatan maksimum

$$\text{Jawab : } a_m = \omega^2 A = 1,6\pi^2 \text{ m/s}^2$$

7. Diketahui : Kereta luncur melewati suatu lengkungan, lintasan melingkar, lintasan lurus kasar, dan pada akhirnya menumbuk pegas

- a. Ditanyakan : Ketinggian minimum agar kereta luncur dapat melalui lintasan lingkaran

Jawab : Agar dapat sampai di C, gaya gravitasi harus cukup menyediakan gaya sentripetal

$$mg = \frac{mv^2}{R}, \text{ gaya normal di C sama dengan nol}$$

$$v_c = \sqrt{gR}$$

Dari prinsip konservasi energi didapatkan

$$EK_A + EP_A = EK_B + EP_B$$

$$\frac{1}{2}mv_a^2 + mgh_a = \frac{1}{2}mv_c^2 + mgh_c$$

Dengan memasukkan nilai v_c yang telah diperoleh dan kondisi diam di titik A ($v_a = 0$) didapatkan $h_{min} = 2,5R$

- b. Ditanyakan : Kecepatan di B dan perubahan energi potensial pegas saat tertekan maksimum

Jawab : Prinsip konservasi energi mekanik, $EM_A = EM_B$

$$mg(2,5R) = \frac{1}{2}mv_B^2 \rightarrow v_B = \sqrt{5gR}$$

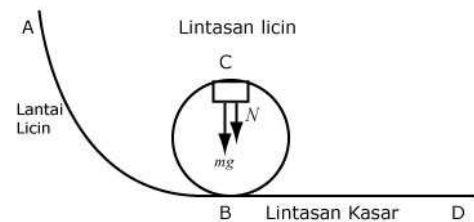
Pada saat tertekan maksimum

$$W_{total} = \Delta EK$$

$$-f_g d - \frac{1}{2}kx^2 = 0 - \frac{1}{2}m(\sqrt{5gR})^2$$

$$\frac{1}{2}kx^2 = 2,5mgR - \mu mgd$$

$$\Delta U_{pegas} = mg(2,5R - \mu d)$$

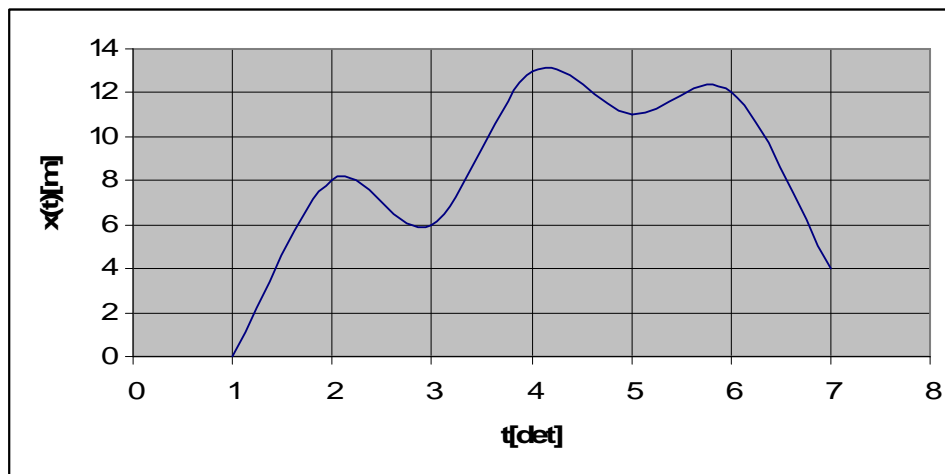


SOAL UJIAN TENGAH SEMESTER I

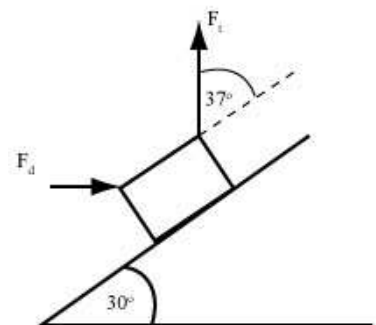
FISIKA DASAR I

TAHUN 2005/2006

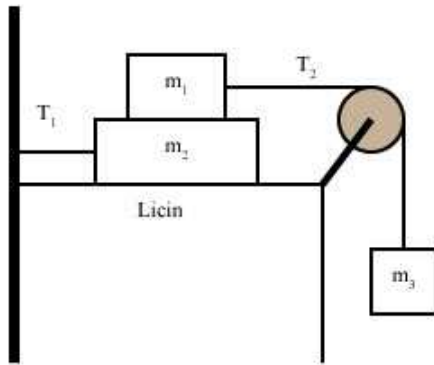
1. Sebuah benda suatu saat berada di posisi $\vec{r} = (2\hat{i} + 3\hat{j})$ m. Benda tersebut mengalami perpindahan selama 10 detik mengikuti hubungan $\Delta\vec{r}(t) = (8t\hat{i} + 10t^2\hat{j})$ m.
 - a. Tentukan besar perpindahan dari $t = 0s$ sampai $t = 10s$
 - b. Tentukan posisi benda tersebut pada saat $t = 10s$
 - c. Gambarkan grafik kecepatan dan percepatan sebagai fungsi waktu untuk komponen dalam sumbu-y, mulai dari saat $t = 0s$ sampai $t = 10s$
2. Gerak sebuah benda dalam arah sumbu-x sebagai fungsi dari waktu ditunjukkan oleh gambar di bawah
 - a. Tentukan panjang lintasan pada saat $t = 2, 4, 8, 10$, dan $12s$
 - b. Tentukan waktu pada saat benda berhenti
 - c. Tentukan kecepatan rata-rata dari $t = 0s$ sampai $t = 12s$



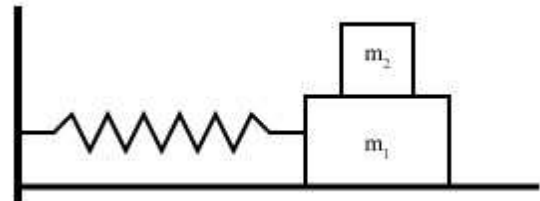
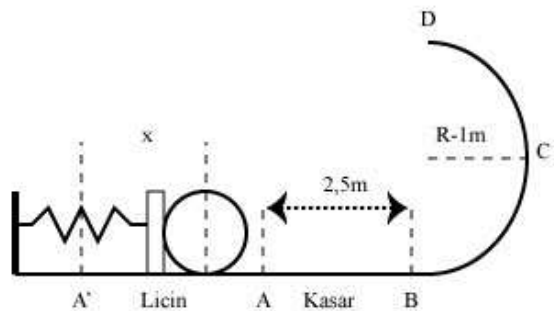
3. Sebuah benda dengan massa 25kg pada bidang miring dengan kemiringan sebesar 30° . Benda tersebut dari keadaan diam didorong dengan gaya horisontal sebesar $F_d = 20N$ dan ditarik ke atas dengan gaya sebesar $F_t = 40N$ pada arah 37° terhadap bidang miring seperti terlihat pada gambar. Bidang miring tersebut memiliki koefisien gesek statik dan kinetik berturut-turut 0,3 dan 0,2. Gunakan $g = 10 \text{ m/s}^2$.
 - a. Gambarkan diagram gaya yang bekerja pada benda
 - b. Tentukan besar gaya dan arah percepatan gerak benda
 - c. Tentukan harga kecepatan benda setelah menempuh 2m



4. Tinjaulah sistem benda pada gambar. Diketahui bahwa koefisien gesek statik dan kinetik antara m_1 dan m_2 berturut-turut adalah 0,4 dan 0,2. Diketahui $m_1 = 2 \text{ kg}$, $m_2 = 3 \text{ kg}$, dan $m_3 = 1 \text{ kg}$. Gunakan $g=10\text{m/s}^2$.
-



- a. Buat diagram gaya untuk m_1 , m_2 , dan m_3
 - b. Tentukan besar percepatan pada soal (a)
 - c. Tentukan besar tegangan tali T_1 dan T_2
5. Suatu gaya luar bekerja pada benda bermassa 0,2 kg sehingga menekan pegas berkonstanta pegas 1200N/m sejauh x dari titik setimbang. Kemudian gaya luar tersebut dilepaskan sehingga benda menempuh lintasan horisontal $A'A$, AB dan lintasan melingkar BCD seperti pada gambar. Lintasan $A'A$ dan BCD adalah bidang licin sedangkan lintasan AB kasar dengan koefisien gesek kinetik 0,2. Gunakan $g=10\text{m/s}^2$.
- a. Tentukan simpangan minimal pegas agar benda dapat mencapai titik D
 - b. Tentukan besar dan arah percepatan benda di titik C saat kondisi soal (a) dipenuhi
 - c. Setelah mencapai D, benda kemudian bergerak parabolik. Tentukan jarak jatuhnya bola terhadap titik B
6. Sebuah balok, m_1 bermassa 1kg diikatkan pada ujung sebuah pegas yang memiliki konstanta pegas sebesar 120 N/m dan diletakkan pada lantai licin. Di atas benda tersebut diletakkan balok lain, m_2 , bermassa 0,5 kg. Dari keadaan setimbangnya pegas ditarik sejauh 5 cm kemudian dilepaskan. Selanjutnya sistem dua benda tersebut bergerak osilasi harmonik.
- a. Tentukan syarat yang harus dipenuhi agar kedua benda tersebut dapat bergerak osilasi harmonik
 - b. Tentukan periode osilasi sistem tersebut
 - c. Tentukan kecepatan osilasi pada saat simpangan osilasi 2 cm



SOLUSI UJIAN TENGAH SEMESTER I

FISIKA DASAR I

TAHUN 2005/2006

1. Diketahui : $\vec{r} = (2\hat{i} + 3\hat{j})$ m $\Delta\vec{r}(t) = (8t\hat{i} + 10t^2\hat{j})$ m

a. Ditanyakan : Perpindahan dari $t = 0$ sampai $t = 10$ s

Jawab : $\Delta\vec{r}(10) = (8(10)\hat{i} + 10(10)^2\hat{j}) = 80\hat{i} + 1000\hat{j}$ m

b. Ditanyakan : Posisi benda pada saat $t = 10$ s

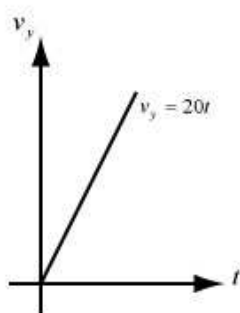
Jawab : $\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \Delta\vec{r}(t)$

$$\vec{r}(10) = \vec{r}_0 + \Delta\vec{r}(10) = 2\hat{i} + 3\hat{j} + 80\hat{i} + 1000\hat{j} = 82\hat{i} + 1003\hat{j} \text{ m}$$

c. Ditanyakan : Grafik kecepatan dan percepatan untuk komponen y

Jawab : Dari persamaan $\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \Delta\vec{r}(t) = (8t + 2)\hat{i} + (10t^2 + 3)\hat{j}$, diperoleh komponen perpindahan dalam arah y adalah $y = 10t^2 + 3$. Kecepatan dalam arah sumbu-y : $v_y = \frac{dy}{dt} = 20t$ m/s

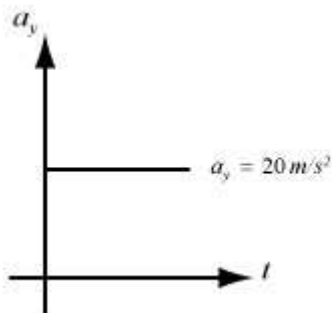
Grafik v_y terhadap t adalah



Percepatan dalam arah sumbu-y :

$$a_y = \frac{dv_y}{dt} = 20 \text{ m/s}^2$$

Grafik a_y terhadap t adalah



2. Diketahui : Diberikan kurva posisi sebuah benda dalam sumbu-x terhadap waktu

a. Ditanyakan : Panjang lintasan

Jawab : Berdasarkan grafik yang diberikan pada soal didapatkan panjang lintasan (seluruh lintasan ditambahkan)

Pada saat $t = 2$ s adalah 8 m; Pada saat $t = 4$ s adalah 13 m;

Pada saat $t = 8$ s adalah 19 m; Pada saat $t = 10$ s adalah 20 m;

Pada saat $t = 12$ s adalah 28 m

b. Ditanyakan : Waktu pada saat benda berhenti

Jawab : Benda berhenti ditandai oleh suatu waktu pada saat gradien grafik $x(t)$ sama dengan nol

Sehingga benda berhenti pada saat $t = 2, 3, 6, 8, 10$, dan 12 s

c. Ditanyakan : Kecepatan rata-rata dari $t = 0$ sampai $t = 12$ s

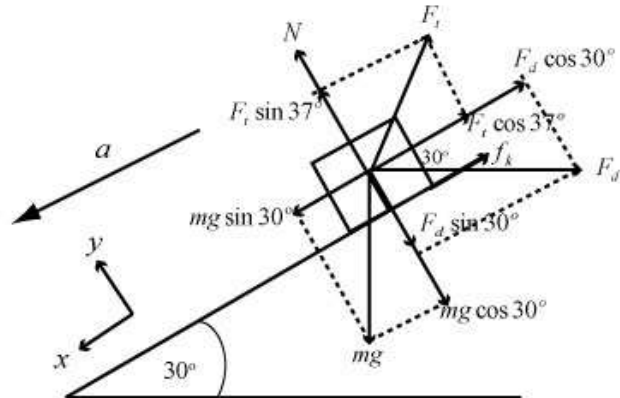
Jawab :

$$\bar{v} = \frac{x(12) - x(0)}{12 - 0} = \frac{4}{12} = \frac{1}{3} \text{ m/s}$$

3. Diketahui : $m = 25 \text{ kg}$; $F_d = 20 \text{ N}$; $\mu_s = 0,3$; $\mu_k = 0,2$

a. Ditanyakan : Diagram benda bebas

Jawab : Asumsi : Benda bergerak ke bawah dengan percepatan a



b. Ditanyakan : Besar dan arah percepatan benda

Jawab : Dari diagram benda bebas di atas, kita dapat menuliskan hukum Newton

- Dalam arah sumbu-x

$$\sum F_x = ma$$

$$mg \sin 30^\circ - F_d \cos 30^\circ - F_t \cos 37^\circ - f_k = ma$$

- Dalam arah sumbu-y

$$\sum F_y = 0$$

$$N + F_t \sin 37^\circ - mg \cos 30^\circ - F_d \sin 30^\circ = 0$$

Gaya gesek kinetik diberikan oleh persamaan $f_k = \mu_k N$. Dengan menggunakan persamaan sebelumnya didapatkan

$$N = mg \cos 30^\circ + F_d \sin 30^\circ - F_t \sin 37^\circ$$

Maka,

$$f_k = \mu_k N = \mu_k (mg \cos 30^\circ + F_d \sin 30^\circ - F_t \sin 37^\circ)$$

Setelah memasukkan nilai-nilai yang telah diketahui sebelumnya maka didapatkan $f_k = 40,5 \text{ N}$

Dengan menggunakan persamaan resultan gaya pada sumbu-x akan didapatkan percepatan

$$a = \frac{1}{m} (mg \sin 30^\circ - F_d \cos 30^\circ - F_t \cos 37^\circ - f_k) = 1,41 \text{ m/s}^2$$

Karena percepatan yang didapatkan bernilai positif, maka hal ini mengindikasikan bahwa asumsi yang dipakai sebelumnya memang benar. Jadi benda akan bergerak turun dengan percepatan sebesar $1,41 \text{ m/s}^2$.

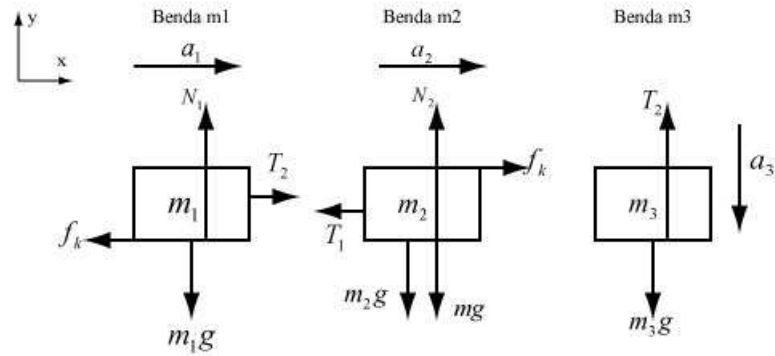
c. Diketahui : Kecepatan benda setelah menempuh jarak 2 m

$$\text{Jawab : } v_t^2 = v_0^2 + 2as = 5,64; \quad v_t = \sqrt{5,64} = 2,37 \text{ m/s}$$

4. Diketahui : $\mu_{s12} = 0,4$; $\mu_{k12} = 0,2$; $m_1 = 2 \text{ kg}$; $m_2 = 3 \text{ kg}$; $m_3 = 1 \text{ kg}$

a. Ditanyakan : Diagram gaya

Jawab :



b. Ditanyakan : Besar percepatan

Jawab : Dari gambar di atas dapat disimpulkan bahwa benda m_2 diam (karena ditahan oleh tali T_1), sedangkan benda m_1 dan benda m_3 bergerak dengan percepatan yang sama, $a_1 = a_3 = a$. Kita terapkan hukum Newton untuk masing-masing benda dan kita dapatkan

Untuk benda 1 :

Untuk benda 2 :

Untuk benda 3 :

$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 \rightarrow N_1 = m_1 g \\ \sum F_x &= m_1 a \\ T_2 - f_k &= m_1 a \\ T_2 - \mu_{k12} m_1 g &= m_1 a\end{aligned}$$

$$a_2 = 0$$

$$\begin{aligned}\sum F_y &= m_1 a \\ m_3 g - T_2 &= m_1 a\end{aligned}$$

Dengan mengeliminasi T_2 dari persamaan sebelumnya akan didapatkan

$$a = \frac{1}{m_1 + m_3} (m_3 g - \mu_{k12} m_1 g) = 2 \text{ m/s}^2$$

Sehingga diperoleh percepatan benda 1 dan benda 3 adalah sama besar yaitu 2 m/s^2 dan percepatan benda 2 adalah nol.

c. Ditanyakan : Besar tegangan tali T_1 dan T_2

Jawab :

Dari persamaan hukum Newton untuk benda 2 akan diperoleh

$$\begin{aligned}\sum F_x &= 0 \\ T_1 - f_{g12} &= 0 \\ T_1 &= \mu_{k12} m_1 g = 4 \text{ N}\end{aligned}$$

Dari persamaan hukum Newton untuk benda 3 akan diperoleh

$$\begin{aligned}\sum F_y &= ma \\ m_3 g - T_2 &= m_1 a \\ T_2 &= m_3 g - m_1 a = 6 \text{ N}\end{aligned}$$

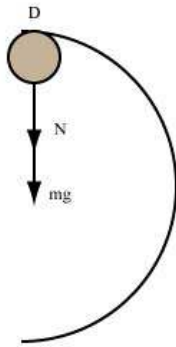
5. Diketahui : $m = 0,2 \text{ kg}$; $k = 1200 \text{ N/m}$; $\mu_k = 0,2$; $R = 1 \text{ m}$; $s = 2,5 \text{ m}$

a. Ditanyakan : Simpangan pegas minimum agar benda dapat mencapai titik D

Jawab :

Perhatikan gambar berikut

Karena sepanjang lintasan BCD benda bergerak melingkar, maka pada titik D berlaku $F_{sp} = mg + N = m \frac{v_D^2}{R}$. Agar dapat mencapai titik D, gaya normal di titik tersebut harus lebih besar atau sama dengan nol ($N \geq 0$), sehingga kecepatan minimum di titik D adalah $v_D^2 = gR$ (yaitu ketika gaya normalnya nol).



Karena lintasan BCD licin maka kita dapat menggunakan prinsip konservasi energi mekanik. Dengan mengambil titik B sebagai acuan (energi potensial di titik B bernilai nol), akan diperoleh

$$EK_B = EK_D + EP_D = \frac{1}{2}mv_D^2 + mgh_D$$

$$EK_B = \frac{1}{2}mgR + mg(2R) = \frac{5}{2}mgR$$

Pada lintasan AB berlaku

$$EK_A = W_{gesek} + EK_B$$

$$EK_A = f_k s + \frac{5}{2}mgR = \mu_k mg + \frac{5}{2}mgR$$

Lintasan A'A licin sehingga berlaku konservasi energi

$$EP_{A'} = EK_A$$

$$\frac{1}{2}kx^2 = \mu_k mg + \frac{5}{2}mgR = mg(\mu_k + 2,5R)$$

$$\text{Maka simpangan minimum, } x = \sqrt{\frac{2mg(\mu_k + 5R)}{k}} = 0,095 \text{ m}$$

b. Ditanyakan : Besar dan arah percepatan di titik C

Jawab :

Berdasarkan gambar di samping, dapat dihitung besar percepatan di titik C

$$a = \sqrt{a_{sp}^2 + g^2} = \sqrt{\left(\frac{v_C^2}{R}\right)^2 + g^2}$$

Untuk mencari v_0 kita dapat menggunakan prinsip konservasi energi dengan mengambil titik C sebagai acuan (energi potensial di C bernilai nol), sehingga

$$EK_C = EK_D + EP_D$$

$$\frac{1}{2}mv_C^2 = \frac{1}{2}mv_D^2 + mgh_D$$

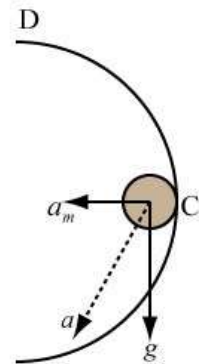
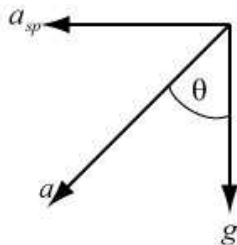
$$v_C^2 = v_D^2 + 2gR = gR + 2gR = 3gR$$

Substitusikan hasil ini ke persamaan percepatan maka akan didapatkan

$$a = \sqrt{\left(\frac{v_C^2}{R}\right)^2 + g^2} = \sqrt{\left(\frac{3gR}{R}\right)^2 + g^2} = g\sqrt{10} = 10\sqrt{10} \text{ m/s}^2$$

Untuk menentukan arah percepatan di titik C, perhatikan gambar berikut

$$\tan \theta = \frac{a_{sp}}{g} = 3 \quad \theta = \tan^{-1}(3) = 71,56^\circ$$

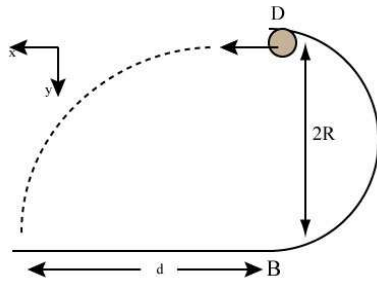


c. Ditanyakan : Jarak jatuhnya bola setelah melewati titik D

Jawab :

Perhatikan gambar berikut

Benda akan bergerak dengan lintasan parabola, untuk itu akan kita analisis gerak untuk masing-masing komponen (komponen-x dan komponen-y)



Untuk komponen-x berlaku gerak lurus beraturan,
 $d = v_D t$

Untuk komponen-y berlaku gerak lurus berubah beraturan, $2R = \frac{1}{2} g t^2$

Substitusikan t yang diperoleh dari komponen-y ke persamaan komponen-x, sehingga kita dapatkan

$$d = 2v_D \sqrt{\frac{R}{g}} = 2gR \sqrt{\frac{R}{g}} = 2R = 2 \text{ m}$$

Sehingga benda akan jatuh pada posisi 2 meter di sebelah kiri titik B.

6. Diketahui : $m_1 = 1 \text{ kg}$; $k = 120 \text{ N/m}$; $m_2 = 0,5 \text{ kg}$; $A = 0,05 \text{ m}$

a. Ditanyakan : Syarat yang harus dipenuhi agar kedua benda dapat bergerak osilasi harmonik

Jawab :

Agar balok m_1 dan m_2 dapat bergerak bersama, maka gaya gesekan statis antara kedua balok tersebut harus lebih besar atau sama dengan gaya pegas maksimum

$$f_s \geq kA \rightarrow \mu_s m_2 g \geq kA$$

$$\mu_s \geq \frac{kA}{m_2 g} = 1,2$$

Jadi syarat yang harus dipenuhi agar kedua benda dapat bergerak osilasi harmonik adalah koefisien gesek statik antara kedua benda tersebut haruslah lebih besar atau sama dengan 1,2

b. Ditanyakan : Periode osilasi sistem

Jawab :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{1 + 0,5}{120}} = 0,70 \text{ s}$$

c. Ditanyakan : Kecepatan osilasi pada saat simpangan $y = 2 \text{ cm}$

Jawab :

Dengan menggunakan prinsip konservasi energi didapatkan

$$\frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v^2 + \frac{1}{2} k y^2$$

Sehingga didapatkan

$$v = \sqrt{\frac{k}{m_1 + m_2} (A^2 - y^2)} = \sqrt{\frac{120}{1,5} (0,05^2 - 0,02^2)} = 0,41 \text{ m/s}$$

SOAL UJIAN TENGAH SEMESTER I

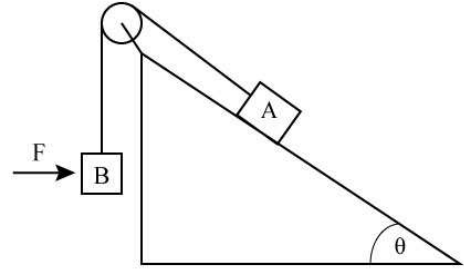
FISIKA DASAR I

TAHUN 2006/2007

Gunakan $g = 9,80 \text{ m/s}^2$

1. Seorang tentara tengah berlatih menembak dari ketinggian 10 m di atas tanah. Tentara tersebut menembakkan peluru dengan laju 100 m/s dan sudut elevasi α ($\tan \alpha = 3/4$)

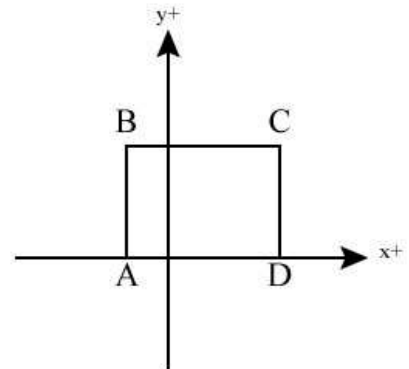
- Tentukanlah posisi peluru sebagai fungsi waktu dengan menganggap bahwa peluru ditembakkan pada saat $t = 0$ s. Gambarkan secara skematik koordinat x-y yang saudara pilih dan tentukan posisi peluru pada saat $t = 1$ s
- Berapakah ketinggian maksimum yang dapat dicapai peluru pada saat $t = 1$ s
- Pada saat t berapakah peluru mencapai tanah



2. Balok A dan balok B ($m_A = 5 \text{ kg}$ dan $m_B = 1 \text{ kg}$) terhubung dengan seutas tali melalui katrol tidak bermassa. Anggap tali dan katrol tidak bermassa. Balok A berada di atas bidang miring kasar dengan sudut kemiringan θ ($\tan \theta = \frac{3}{4}$). Koefisien gesekan bidang miring adalah $\mu_s = 0,25$ dan $\mu_k = 0,2$; sedangkan koefisien gesekan statik bidang vertikal adalah $\mu_s = 0,25$
- Mula-mula balok B ditahan dengan cara member gaya horisontal F pada balok B, sehingga balok B menekan bidang vertikal. Dalam kondisi ini kedua balok adalah setimbang (diam). Gambarkan diagram gaya benda bebas balok A dan balok B
 - Berapa besar gaya F minimum agar sistem dalam keadaan diam. Hitung besar gaya normal pada balok B dan ke mana arahnya
 - Jika gaya F dilepas, hitung besar percepatan balok (anggap balok B dengan dinding vertikal tidak ada gaya gesekan)

3. Sebuah benda bermassa 1 kg mula-mula berada di titik A (lihat gambar). Pada benda tersebut dikenakan gaya $\vec{F} = (y\hat{i} - x\hat{j})$ N, benda bergerak menuju titik C dengan 2 jalur yang ditempuh, yaitu $A(-2,0) \rightarrow B(-2,8) \rightarrow C(6,8)$ dan $A \rightarrow D(6,0) \rightarrow C$

- Hitunglah usaha yang dibutuhkan untuk bergerak di masing-masing jalur
- Apakah gaya F konservatif? Jelaskan pendapat saudara
- Ketika benda menempuh jalur AB, tentukanlah besar kecepatan benda di titik $(-2,4)$, jika pada saat awal kecepatan benda adalah nol



4. Sebuah benda bermassa 0,1 kg dihubungkan dengan sebuah pegas dengan konstanta pegas 10 N/m. Benda ditempatkan pada bidang datar yang licin sempurna. Benda ditarik sehingga pegas memanjang 10 cm, dan kemudian benda dilepaskan pada $t = 0$ s
- Dengan menggunakan hukum II Newton, turunkan persamaan diferensial osilasi harmonik dari benda tersebut
 - Tentukan solusi dari persamaan diferensial di atas dinyatakan dalam fungsi sinus
 - Tentukanlah energi kinetik pada saat simpangannya 0,4 kali besar amplitude
-

-
5. Dalam permainan softball, seorang pelempar bola melemparkan bola (massa 250 gr) dengan kecepatan $30\hat{j}$ m/s. Bola dipukul sehingga kecepatannya berubah menjadi $10\hat{i} - 20\hat{j} + 20\hat{k}$ m/s
- Hitunglah impuls pada bola
 - Jika tumbukan bola dengan pemukul terjadi selama 0,01 detik, hitung besar gaya rata-rata pada bola
-

SOLUSI UJIAN TENGAH SEMESTER I

FISIKA DASAR I

TAHUN 2006/2007

1. Diketahui : $h = 10 \text{ m}$; $v = 100 \text{ m/s}$; $\tan \alpha = 3/4$

a) Ditanyakan : Posisi peluru sebagai fungsi waktu

Jawab :

Keadaan awal : posisi dan kecepatan awal

$$\vec{r}(0) = 10\hat{j} \text{ m}$$

$$\vec{v}(0) = 100 \cos \alpha \hat{i} + 100 \sin \alpha \hat{j} = 80\hat{i} + 60\hat{j} \text{ m/s}$$

Mengingat $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$ dan $\vec{a} = -g\hat{j} = -9,8 \text{ m/s}^2$ maka

$$\vec{r}(t) = \vec{r}(0) + \vec{v}(0)t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$$

$$\vec{r}(t) = 10\hat{j} + (80\hat{i} + 60\hat{j})t - 4,9t^2\hat{j} = 80t\hat{i} + (10 + 60t - 4,9t^2)\hat{j}$$

Pada saat $t = 1$ diperoleh

$$\vec{r}(1) = 80(1)\hat{i} + (10 + 60(1) - 4,9(1)^2)\hat{j} = 80\hat{i} + 65,1\hat{j}$$

b) Ditanyakan : Ketinggian maksimum peluru saat $t = 1 \text{ s}$

Jawab :

Ketika peluru ditembakkan ke atas, pada ketinggian maksimumnya (sesaat sebelum berganti arah), kecepatan peluru dalam arah-y adalah nol sehingga

$$v_y(t) = v_y(0) + a_y t$$

Substitusi $v_y(t) = 0$; $a_y = g$; $v_y = v \sin \alpha$ didapatkan

$$t = \frac{v(0) \sin \alpha}{g} = 6,122 \text{ s}$$

$$y(t) = y(0) + \frac{1}{2}gt^2$$

Sehingga ketinggian maksimum adalah

$$y(t) = y(0) + \frac{1}{2}gt^2 = 10 + \frac{(v(0))^2 \sin^2 \alpha}{2g} = 193,67 \text{ m}$$

c) Ditanyakan : Kapan peluru mencapai tanah

Jawab :

Ketika mencapai tanah, $y(t) = 0$

Dari jawaban poin (a) didapatkan $y(t) = 10 + 60t - 4,9t^2 = 0$

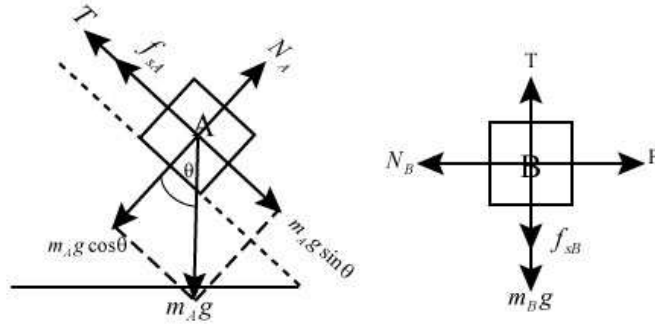
$$\text{maka } t = \frac{-60 \pm \sqrt{(60)^2 - 4(-4,9)(10)}}{2(-4,9)} = 6,122 \mp 6,287$$

Sehingga yang memenuhi hanyalah $t = 12,409 \text{ s}$

2. Diketahui : $m_A = 5 \text{ kg}$; $m_B = 1 \text{ kg}$; $\tan \theta = 3/4$; $\mu_s = 0,25$; $\mu_k = 0,2$

a) Ditanyakan : Diagram gaya

Jawab :



Karena sistem dalam keadaan diam dan memiliki kecenderungan gerak ke kanan maka f_{sA} memiliki arah ke kiri dan f_{sB} memiliki arah ke bawah

- b) Ditanyakan : F minimum agar sistem diam

Jawab :

F minimum dicapai ketika f_{sA} maksimum dan f_{sB} maksimum

Untuk benda A

$$\sum F_A = 0$$

$$m_A g \sin \theta - T - f_{sA} = 0$$

$$m_A g \sin \theta - T - \mu_s m_A g \cos \theta = 0$$

$$T = m_A g (\sin \theta - \mu_s \cos \theta)$$

Untuk benda B

$$\sum F_B = 0$$

$$T - f_{sB} - m_B g = 0$$

$$T - \mu_s N_B - m_B g = 0, N_B = F$$

$$T - \mu_s F - m_B g = 0$$

$$\text{maka } F = \frac{T - m_B g}{\mu_s}$$

Dengan substitusi pada tegangan tali didapatkan

$$F = \frac{m_A g (\sin \theta - \mu_s \cos \theta) - m_B g}{\mu_s} = 39,2 \text{ N}$$

- c) Ditanyakan : Percepatan balok jika F dilepas

Jawab : Jika F dilepas maka tidak ada gaya gesek antara benda B dengan dinding vertikal

$$\sum F = \sum ma$$

$$m_A g \sin \theta - f_{kA} - m_B g = (m_A + m_B) a$$

$$m_A g \sin \theta - \mu_k m_A g \cos \theta - m_B g = (m_A + m_B) a$$

$$a = \frac{(m_A \sin \theta - \mu_k m_A \cos \theta - m_B) g}{(m_A + m_B)} = 1,96 \text{ m/s}^2$$

3. Diketahui : $m = 1 \text{ kg}$; $\vec{F} = y\hat{i} - x\hat{j}$; Jalur tempuh A-B-C dan A-D-C

- a) Ditanyakan : Usaha pada masing-masing jalur

Jawab : $\vec{F} = y\hat{i} - x\hat{j}$; $d\vec{r} = dx\hat{i} + dy\hat{j}$; $\vec{F} \cdot d\vec{r} = ydx - xdy$

Jalur ABC

$$W = \int \vec{F} \cdot d\vec{r} = \int_A^C ydx - xdy = \int_A^B ydx - xdy + \int_B^C ydx - xdy$$

Karena pada lintasan AB tidak ada perubahan x dan pada lintasan BC tidak ada perubahan y , maka elemen dx pada proses integrasi lintasan AB sama dengan nol dan elemen dy pada proses integrasi lintasan BC juga sama dengan nol. Integral di atas kemudian menjadi

$$W = - \int_A^B xdy + \int_B^C ydx$$

Pada integrasi lintasan AB terjadi perubahan titik koordinat- y dari 0 ke 8 dengan x konstan di titik -2, dan pada integrasi lintasan BC terjadi perubahan titik koordinat- x dari -2 ke 6 dengan y konstan di titik 8. Dengan demikian

$$W = - \int_0^8 (-2)dy + \int_{-2}^6 8dx = 80 \text{ J}$$

Jalur ADC

$$W = \int \vec{F} \cdot d\vec{r} = \int_A^C ydx - xdy = \int_A^D ydx - xdy + \int_D^C ydx - xdy$$

Karena pada lintasan AD tidak ada perubahan y dan pada lintasan DC tidak ada perubahan x, maka elemen dx pada proses integrasi lintasan AD sama dengan nol dan elemen dy pada proses integrasi lintasan DC juga sama dengan nol. Integral di atas kemudian menjadi

$$W = -\int_A^B xdy + \int_B^C ydx$$

Pada integrasi lintasan AD terjadi perubahan titik koordinat-x dari -2 ke 6 dengan y konstan di titik 0, dan pada integrasi lintasan DC terjadi perubahan titik koordinat-y dari 0 ke 8 dengan x konstan di titik 6. Dengan demikian

$$W = -\int_{-2}^6 (0)dx + \int_0^8 6dy = -48 \text{ J}$$

b) Ditanyakan : Apakah F konservatif

Jawab : Sifat gaya F tidak konservatif karena $W_{ABC} \neq W_{ADC}$

c) Ditanyakan : Besar kecepatan di titik (-2,4)

Jawab : $W = \int \vec{F} \cdot d\vec{r} = \int_{-2,0}^{-2,4} ydx - xdy$

Karena tidak ada perubahan titik koordinat-x maka $dx=0$ sehingga persamaan tersebut menjadi

$$W = -\int_0^4 xdy = -\int_0^4 (-2)dy = 8 \text{ J}$$

$$W = \frac{1}{2}mv^2 = 8 \rightarrow v = 4 \text{ m/s}^2$$

4. Diketahui : $m = 0,1 \text{ kg}$; $k = 10 \text{ N/m}$; $\Delta x = 10 \text{ cm}$

a) Ditanyakan : Persamaan gerak

Jawab : Gunakan persamaan diferensial untuk hukum Newton

$$F = ma = m \frac{d^2x}{dt^2}, -kx = m \frac{d^2x}{dt^2}$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0, \frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2x = 0, \text{ dengan } \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

b) Ditanyakan : Solusi persamaan diferensial

Jawab : Salah satu solusi persamaan diferensial di atas adalah dalam bentuk sinus

$$x(t) = A \sin(\omega t + \varphi) \text{ dengan } \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{10}{0,1}} = 10 \text{ rad/s dan } A = 0,1 \text{ m}$$

Sehingga solusinya menjadi $x(t) = 0,1 \sin(10t + \varphi)$

Pada saat $t = 0 \text{ s}$, $x = A = 0,1$

$$0,1 = 0,1 \sin(10(0) + \varphi)$$

$$\sin \varphi = 1 \rightarrow \varphi = \frac{\pi}{2}$$

Sehingga bentuk persamaan lengkapnya adalah $x(t) = 0,1 \sin(10t + \frac{\pi}{2})$

c) Ditanyakan : Energi kinetik saat simpangan 0,4A

Jawab : Gunakan prinsip konservasi energi

$$\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2$$

$$EK = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}k(A^2 - x^2) = 0,042 \text{ J}$$

5. Diketahui : $m = 0,25 \text{ kg}$; $\vec{v}_0 = 30\hat{j} \text{ m/s}$; $\vec{v}_a = 10\hat{i} - 20\hat{j} + 20\hat{k} \text{ m/s}$

a) Ditanyakan : Impuls bola

Jawab : Gunakan hubungan impuls-momentum

$$\vec{I} = \Delta \vec{P} = \vec{P}_{akhir} - \vec{P}_{awal}$$

$$\vec{I} = m(\vec{v}_{akhir} - \vec{v}_{awal})$$

$$\vec{I} = 0,25[(10\hat{i} - 20\hat{j} + 20\hat{k}) - 30\hat{j}] = 2,5\hat{i} - 12,5\hat{j} + 5\hat{k} \text{ Ns}$$

b) Ditanyakan : Gaya rata-rata pada bola

Jawab : Gunakan hubungan impuls-gaya

$$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$$

$$\vec{F} = \frac{\vec{I}}{\Delta t} = \frac{2,5\hat{i} - 12,5\hat{j} + 5\hat{k}}{0,01} = 250\hat{i} - 1250\hat{j} + 500\hat{k}$$

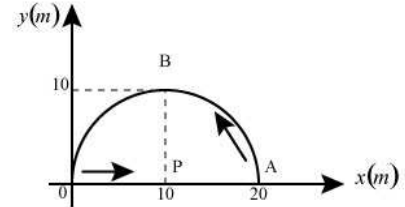
$$\text{Maka } |\vec{F}| = \sqrt{(250)^2 + (1250)^2 + (500)^2} = 1369,3 \text{ N}$$

SOAL UJIAN TENGAH SEMESTER I

FISIKA DASAR I

TAHUN 2007/2008

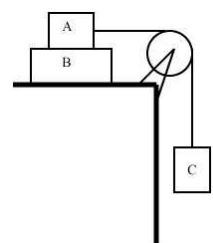
1. Sebuah benda bergerak sepanjang lintasan OPA (lurus) dan ABO (setengah lingkaran) seperti tampak pada gambar di samping. Besar kecepatan benda di setiap titik lintasan adalah 5 m/s. Tentukanlah :
- Vektor posisi benda ketika berada di titik P dan ketika berada di titik B
 - Waktu yang diperlukan benda untuk bergerak dari titik P ke titik B
 - Vektor kecepatan rata-rata benda untuk bergerak dari titik P ke titik B
 - Laju rata-rata benda untuk bergerak dari titik P ke titik B



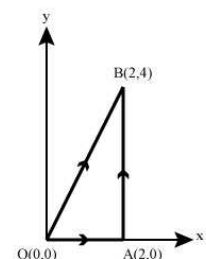
2. Sebuah balok dengan massa 1 kg pada bidang horisontal licin dihubungkan dengan sebuah pegas (massa pegas diabaikan) sehingga berosilasi sejajar bidang tersebut (sumbu-x) dengan frekuensi osilasi 2 Hz. Jika pada $t = 1\text{ s}$ benda berada di $x = 5\sqrt{3} \times 10^{-2}\text{ m}$ dan $v = -20\pi \times 10^{-2}\text{ m/s}$. Tentukan :
- Konstanta pegas dan amplitude
 - Simpangan sebagai fungsi waktu
3. Sebuah benda P ditekan pada sebuah pegas (konstanta pegas 50 N/m) sehingga pegas memendek $5 \times 10^{-2}\text{ m}$ (lihat gambar di bawah). Ketika tekanan dilepas, benda P bergerak dan menumbuk benda Q, yang mula-mula diam, secara elastik sempurna. Akhirnya benda Q berhenti di titik C. Bidang datar AB licin dan bidang datar BC kasar dengan koefisien gesek kinetik antara benda dan bidang 0,2. Kedua benda mempunyai massa yang sama sebesar 2 kg. Tentukanlah :
- Kecepatan P sesaat sebelum menumbuk Q
 - Kecepatan P dan Q sesaat sesudah tumbukan
 - Jarak BC



4. Perhatikan gambar di samping. Massa katrol dan tali diabaikan dan panjang tali tetap. Koefisien gesek antara benda A dan benda B adalah $\mu = 0,2$ dan $\mu_k = 0,1$. Jika lantai licin dan massa masing-masing benda adalah $m_A = 3\text{ kg}$; $m_B = 5\text{ kg}$; $m_C = 0,3\text{ kg}$, maka
- Gambarkan diagram gaya benda bebas pada masing-masing benda A, benda B, benda C
 - Periksalah apakah benda A dan B bergerak bersama
 - Hitunglah percepatan untuk masing-masing benda B dan benda C



5. Sebuah gaya $F = -4xi$ (untuk Fisika IB, gaya $F = -3i$) Newton bekerja pada sebuah benda yang bermassa m dengan lintasan seperti ditunjukkan pada gambar di samping
- Tentukan kerja yang dilakukan gaya tersebut untuk perpindahan benda dari titik O ke titik B :
 - dengan lintasan 1 (OB)
 - dengan lintasan 2 (OAB)
 - Apakah gaya di atas konservatif? Jelaskan



SOLUSI UJIAN TENGAH SEMESTER I

FISIKA DASAR I

TAHUN 2007/2008

1. Diketahui : $v = 5 \text{ m/s}$; Lintasan OPA dan ABO

a. Ditanyakan : Vektor posisi benda ketika berada di titik P dan B

Jawab : Dari grafik y terhadap x dapat diketahui

$$\vec{r}_P = 10\hat{i} \text{ m}$$

$$\vec{r}_B = 10\hat{i} + 10\hat{j} \text{ m}$$

b. Ditanyakan : Waktu yang diperlukan dari titik P ke B

$$\text{Jawab : } t_{PB} = t_{PA} + t_{AB} = \frac{S_{PA}}{v} + \frac{S_{AB}}{v} = \frac{10}{5} + \frac{0,5\pi \cdot 10}{5} = 5,14 \text{ s}$$

c. Ditanyakan : Vektor kecepatan rata-rata

$$\text{Jawab : } \bar{v} = \frac{r_B - r_P}{t_{PB}} = \frac{10\hat{i} + 10\hat{j} - 10\hat{i}}{5,14} = 1,95\hat{j} \text{ m/s}$$

d. Ditanyakan : Laju rata-rata

$$\text{Jawab : } v_{rata-rata} = \frac{s_{total}}{t_{total}} = \frac{S_{PA} + S_{AB}}{t_{PB}} = 5 \text{ m/s}$$

2. Diketahui : $m = 1 \text{ kg}$; $f = 2 \text{ Hz}$

$$x(t = 1) = 5\sqrt{3} \times 10^{-2} \text{ m} ; v(t = 1) = -20\pi \times 10^{-2} \text{ m/s}$$

a. Ditanyakan : Konstanta pegas

$$\text{Jawab : } f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \rightarrow k = 4\pi^2 f m = 158 \text{ N/m}$$

$$\text{Amplitudo: } \frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} k x^2 \rightarrow A = \sqrt{\frac{m v^2 + k x^2}{k}}$$

Dengan memasukkan nilai-nilai variabel yang telah diketahui pada $t = 1 \text{ s}$ maka akan didapatkan $A = 0,1 \text{ m}$

b. Ditanyakan : Simpangan sebagai fungsi waktu

$$\text{Jawab : } x = A \cos(\omega t + \varphi)$$

$$x = 0,1 \cos(4\pi t + \varphi)$$

$$\text{Substitusi nilai } x = 5\sqrt{3} \cdot 10^{-2} \text{ m ketika } t = 1 \text{ s}$$

$$5\sqrt{3} \cdot 10^{-2} = 0,1 \cos(4\pi t + \varphi)$$

$$\cos(4\pi(1) + \varphi) = \cos(\varphi) = 0,5\sqrt{3}$$

$$\text{Maka didapatkan } \varphi = \mp \frac{\pi}{6}$$

3. Diketahui : $k = 50 \text{ N/m}$; $\Delta x = 5 \times 10^{-2} \text{ m}$; $m = 2 \text{ kg}$; $\mu_k = 0,2$

a. Ditanyakan : Kecepatan P sebelum menumbuk Q

Jawab : Akan terjadi perubahan bentuk energi dari energi potensial pegas menjadi energi kinetik ketika pegas tertekan tersebut dilepas

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

$$v = x\sqrt{\frac{k}{m}} = 5 \cdot 10^{-2} \sqrt{\frac{50}{2}} = 25 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$$

b. Ditanyakan : Kecepatan setelah tumbukan

Jawab : Hukum kekekalan momentum

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v'_1 + m_2v'_2, m_1 = m_2, v_2 = 0$$

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

Gunakan hubungan koefisien restitusi

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

Dengan memasukkan nilai $e = 1$ (elastik sempurna), $v_2 = 0$

$$v_1 = v'_2 - v'_1 \text{ atau } v'_1 = v'_2 - v_1$$

Substitusi v'_1 menghasilkan $v_1 = v'_2 - v_1 + v'_2$

$$2v_1 = 2v'_2 \text{ atau } v_1 = v'_2 = 25 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$$

Dengan mensubstitusikan hasil tersebut didapatkan $v'_1 = 0$

c. Ditanyakan : Jarak BC

Jawab : Ketika menempuh jarak BC, akan bekerja usaha oleh gaya gesek sehingga benda akhirnya berhenti.

$$W = \Delta EK$$

$$-f \cdot s = \frac{1}{2}mv_{akhir}^2 - \frac{1}{2}mv_{awal}^2; v_{akhir} = 0; f = \mu mg$$

$$-\mu mgs = 0 - \frac{1}{2}mv^2$$

$$\text{Didapatkan } s = \frac{\frac{1}{2}mv_{awal}^2}{\mu mg} = 0,0156 \text{ m}$$

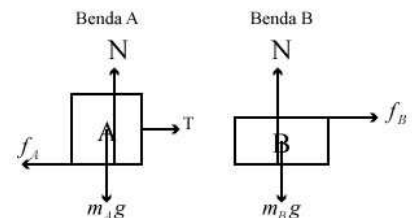
4. Diketahui : $\mu_s = 0,2$; $\mu_k = 0,1$; $m_A = 3 \text{ kg}$; $m_B = 5 \text{ kg}$; $m_C = 0,3 \text{ kg}$

a. Ditanyakan : Diagram gaya bebas masing-masing benda

Jawab :

b. Ditanyakan : Apakah A dan B bergerak bersama

Jawab : Untuk mengetahui apakah benda A dan B bergerak bersama, kita cari dahulu percepatan sistem ketika kondisi tersebut terpenuhi (A tidak slip terhadap B)



Logika soal :

Untuk mengerti persoalan ini kita tinjau benda B. Dari tinjauan gaya, benda B dapat bergerak ke kanan disebabkan oleh gaya gesek yang mendorongnya ke kanan (lihat diagram gaya benda B). Dengan kata lain, jika antara B dan A tidak terdapat gesekan (licin), maka B tidak akan bergerak. Gaya gesek tersebut akan memberikan percepatan a_B sesuai dengan hukum Newton $\sum F_x = m_B a_B$

Pada saat sistem bergerak bersama (A diam relatif terhadap B), besar gaya gesek yang bekerja pada B adalah gaya gesek statik. Yang jadi poin penting adalah gaya gesek (sebagai penyebab bergeraknya benda B) yang bekerja pada benda B memiliki nilai maksimum yaitu $f_{g \max} = \mu N$ yang memberikan percepatan maksimum pada benda B sebesar

$$\sum F_x = m_B a_B$$

$$\mu m_A g = m_B a_{B \max}$$

$$a_{B \max} = \frac{\mu m_A g}{m_B} = 1,2 \text{ m/s}^2$$

Jika percepatan sistem total lebih besar dari $a_{B \max}$ maka benda A dan B tidak akan bergerak bersama (gaya gesek tidak mampu memberikan percepatan lebih besar dari $a_{B \max}$)

Percepatan sistem :

Tinjau benda A Tinjau benda B Tinjau benda C

$$\begin{array}{lll} \sum F_x = ma & \sum F_x = ma & \sum F_y = ma \\ T - f_g = m_A a & f_g = m_B a & m_C g - T = m_C a \end{array}$$

Substitusi menghasilkan

$$T - m_B a = m_A a \rightarrow T = m_B a + m_A a$$

Maka didapatkan

$$\begin{array}{l} m_C g - T = m_C a \\ m_C g - (m_B a + m_A a) = m_C a \\ a = \frac{m_C g}{m_C + m_B + m_A} = 0,36 \text{ m/s}^2 \end{array}$$

Karena percepatan ini lebih kecil dibanding percepatan maksimum maka benda A dan B bergerak bersama-sama

c. Ditanyakan : Percepatan masing-masing

Jawab : Karena sistem bergerak bersama-sama maka $a_A = a_B = a_C = 0,36 \text{ m/s}^2$

5. Diketahui : $\vec{F} = -4x \hat{i}$ (Fisika IA) ; $\vec{F} = -3 \hat{i}$ (Fisika IB)

Fisika Dasar IA

a. Ditanyakan : Kerja untuk berpindah dari O ke B

Jawab : $F = -4x \hat{i}$

Usaha lintasan 1

$$\begin{array}{l} W = \int \vec{F} \cdot d\vec{s} ; d\vec{s} = ds \cos \theta \hat{i} + ds \sin \theta \hat{j} \\ W = \int_0^B (-4x \hat{i}) (ds \cos \theta \hat{i} + ds \sin \theta \hat{j}) = \int_0^B -4x ds \cos \theta \end{array}$$

Karena $x = s \cos \theta \rightarrow dx = ds \cos \theta$ dapat dituliskan

$$W = \int_0^2 -4x dx = -8 \text{ J}$$

Usaha lintasan 2

$$W = \int_0^A \vec{F} \cdot d\vec{x} + \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{y} = \int_0^2 -4x dx = -8 \text{ J}$$

b. Ditanyakan : Apakah gaya konservatif

Jawab : Gaya tersebut konservatif karena usaha yang dilakukan tidak bergantung lintasan

Fisika Dasar IB

a. Ditanyakan : Kerja untuk berpindah dari O ke B

Jawab : $F = -3 \hat{i}$

Usaha lintasan 1

$$\begin{array}{l} W = \int \vec{F} \cdot d\vec{s} ; d\vec{s} = ds \cos \theta \hat{i} + ds \sin \theta \hat{j} \\ W = \int_0^B (-3 \hat{i}) (ds \cos \theta \hat{i} + ds \sin \theta \hat{j}) = \int_0^B -3 ds \cos \theta \end{array}$$

Karena $x = s \cos \theta \rightarrow dx = ds \cos \theta$ dapat dituliskan

$$W = \int_0^2 -3 dx = -6 \text{ J}$$

Usaha lintasan 2

$$W = \int_0^A \vec{F} \cdot d\vec{x} + \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{y} = \int_0^2 -3 dx = -6 \text{ J}$$

b. Ditanyakan : Apakah gaya konservatif

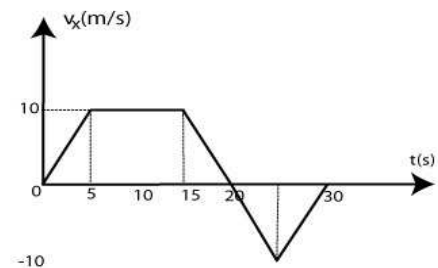
Jawab : Gaya tersebut konservatif karena usaha yang dilakukan tidak bergantung lintasan

SOAL UJIAN TENGAH SEMESTER I

FISIKA DASAR I A

TAHUN 2008/2009

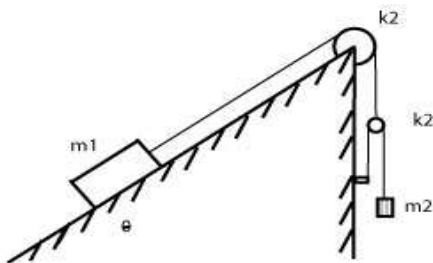
1. Sebuah kendaraan berjalan sepanjang sumbu $-x$ dengan kecepatan seperti terlihat pada gambar. Pada $t = 0$ kendaraan tersebut ada pada posisi $x_0 = 10$ m.
 - a) Gambarkan kurva percepatan kendaraan tersebut terhadap waktu untuk selang $t = 0$ sampai dengan $t = 30$ s.
 - b) Hitung jarak yang ditempuh kendaraan itu dari $t = 0$ hingga $t = 30$ s.
 - c) Tentukan posisi kendaraan pada saat $t = 30$ s.
 - d) Gambarkan sketsa posisi terhadap waktu untuk selang $t = 0$ sampai dengan $t = 30$ s.



2. Suatu sistem dua benda dan katrol terlihat seperti gambar disamping. Bidang miring kasar ($\tan \theta = 3/4$ dan $\mu_s = 0,4$), katrol dan tali tidak memiliki massa. Tidak ada gesekan antara tali dan katrol, dan katrol k_2 dapat bebas bergerak.

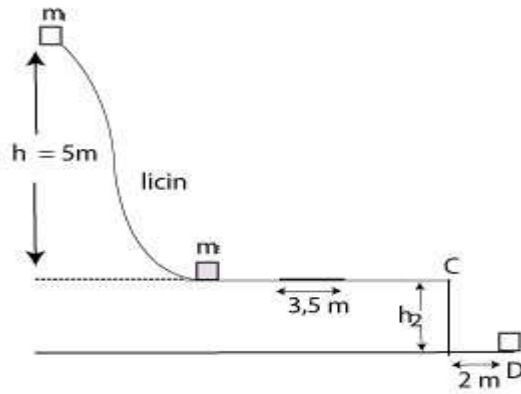
Gambarkan diagram benda bebas untuk m_1 , m_2 dan katrol k_2 , jika m_2 cenderung turun.

- a) Tentukan massa minimum benda m_2 (dalam m_1) supaya benda m_1 tepat akan bergerak ke atas.
- b) Apabila bidang miring licin dan benda $m_2 = 0,2$ m_1 ke arah mana gerak benda m_1 dan berapa percepatan benda m_1 .

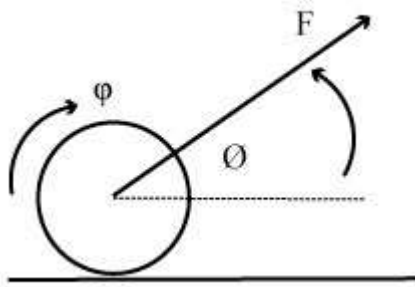


3. Sebuah benda mendapat sejumlah gaya dengan resultan gaya $\vec{F}_R = (6\hat{i} + 15\hat{j} - 7\hat{k})$ N. Awalnya benda berada di posisi $\vec{r}_0 = (\hat{i} + \hat{j} + \hat{k})$ m dengan energi kinetik awal $K = 50$ J. Setelah 4 detik benda di posisi $\vec{R}_4 = (10\hat{i} + 25\hat{j} - \hat{k})$ m, tentukan:

- a) Usaha yang dilakukan oleh gaya resultan tersebut.
 - b) Energi kinetik benda pada posisi \vec{r}_4 .
 - c) Daya yang diberikan pada benda selama selang waktu 4s.
4. Benda 1 ($m_1 = 1$ kg) berada pada ketinggian 5 meter di atas bukit (titik A). Kemudian diluncurkan pada lintasan licin dan menumbuk secara lenting sempurna benda 2 ($m_2 = 3$ kg). Setelah tumbukan, benda 2 bergerak melintasi bidang kasar yang panjang 3,5 m ($\mu_k = 0,3$). Tentukanlah
 - a) Kecepatan benda 1 dan benda 2 setelah tumbukan.
 - b) Kecepatan benda 2 di titik C.
 - c) Tinggi h_2 kalau benda 2 jatuh sejauh 2 m dari sisi tebing (titik D).
-



5. Sebuah silinder pejal dengan massa M dan jari-jari penampang R semula diam di tarik pada sumbu putar ($I = \frac{1}{2}MR^2$) yang melewati tengah silinder dengan gaya F yang membentuk sudut θ dengan bidang horizontal (lihat gambar). Apabila silinder menggelinding murni dan permukaan silinder dan lantai memiliki gaya gesek, tentukanlah:
- Percepatan translasi pusat massa dan gaya gesek (dalam F , M dan θ).
 - Energi kinetik total setelah silinder menempuh jarak d meter.

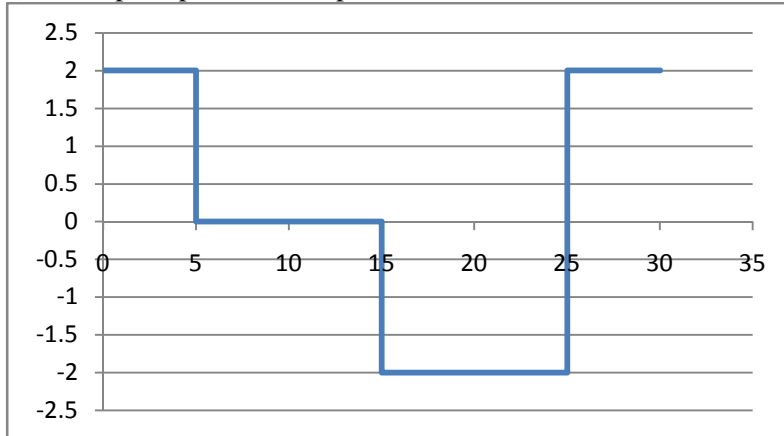


SOLUSI UJIAN TENGAH SEMESTER I

FISIKA DASAR I A

TAHUN 2008/2009

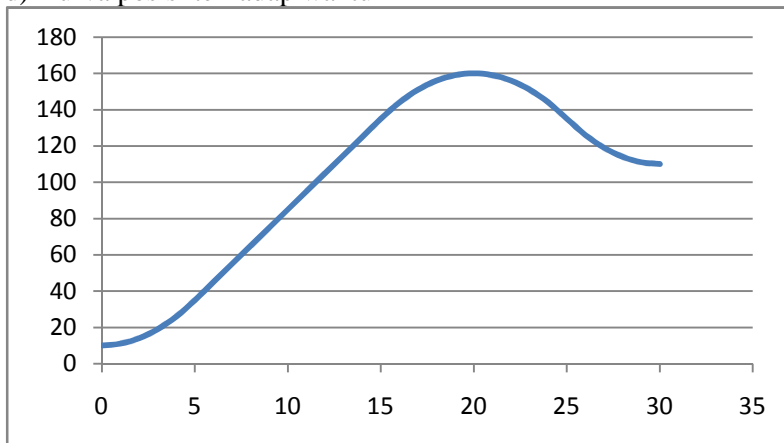
1. a) Kurva percepatan terhadap waktu



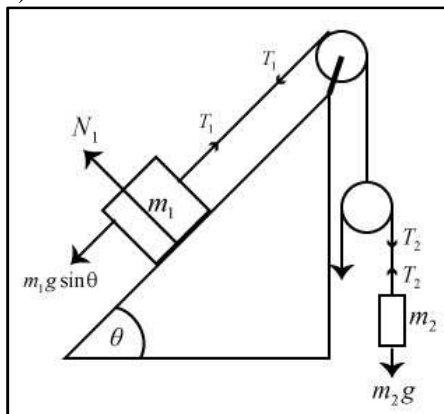
b) Jarak yang ditempuh kendaraan adalah luas total kurva, yaitu 200 m.

c) Posisi kendaraan adalah luas kurva di atas sumbu- x dikurangi luas kurva di bawah sumbu- y ditambah posisi awal, sehingga posisi adalah $150 - 50 + 10 = 110$.

d) Kurva posisi terhadap waktu



2. a)



b) Dari diagram benda bebas didapat persamaan

$$\begin{aligned} T_1 - m_1 g \sin \theta - N_1 \mu_k &= m_1 a_1 \\ N_1 &= m_1 g \cos \theta \end{aligned}$$

$$T_1 = 2T_2$$

$$m_2g - T_2 = m_2a_2$$

$$a_1 = 2a_2$$

Kondisi supaya benda tepat akan bergerak ke atas adalah

$$T_1 - m_1g \sin \theta - N_1\mu_k = 0$$

$$T_1 = m_1g \sin \theta + m_1g \cos \theta \mu_k$$

$$T_1 = 2T_2$$

$$m_2g = T_2$$

$$2m_2g = m_1g \sin \theta + m_1g \cos \theta \mu_k$$

Akhirnya akan didapat massa minimum $m_2 = 0.46m_1$

c) Karena m_2 kurang dari massa minimum maka m_1 akan bergerak ke bawah
Persamaan geraknya adalah

$$m_1g \sin \theta - T_1 = m_1a_1$$

$$T_1 = 2T_2$$

$$T_2 - m_2g = m_2a_2$$

$$a_1 = 2a_2$$

Dengan memasukkan $a_1 = 2a_2$ ke persamaan $T_2 - m_2g = m_2a_2$ akan didapat $T_2 - m_2g = m_2 \frac{a_1}{2}$, kemudian dengan memasukkan $T_1 = 2T_2$ ke persamaan $m_1g \sin \theta - T_1 = m_1a_1$ akan didapat $m_1g \sin \theta - 2m_2g - m_2a_1 = m_1a_1$, dan hasilnya akan didapat $10 \times 0.6m_1 - 2 \times 0.2 \times 10m_1 = (m_1 + 0.2m_1)a_1$, sehingga didapat $a_1 = 1.67 \text{ m/s}^2$

3. a) $W = \int \vec{F} \cdot d\vec{s}$ atau $W = \vec{F} \cdot \Delta\vec{r}$

Dari informasi yang didapat dari soal didapat bahwa

$$W = \vec{F}_R \cdot (\vec{r}_4 - \vec{r}_0)$$

$$W = (6\hat{i} + 15\hat{j} - 7\hat{k}) \cdot (9\hat{i} + 24\hat{j} - 2\hat{k})$$

$$W = 428 \text{ J}$$

b) $W = \Delta K$, misalkan energi kinetik benda pada posisi \vec{r}_4 adalah K , maka $W = K - K_0$, didapat $K = W + K_0$, $K = 478 \text{ J}$

c) $P = W/t$, $P = 107 \text{ W}$

4. a) Kecepatan benda 1 ketika bertumbukan dengan benda 2 adalah

$$v_1 = \sqrt{2gh_1} = 10 \text{ m/s},$$

dengan menggunakan hukum kekekalan momentum akan didapatkan

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v'_1 + m_2v'_2$$

Karena tumbukan bersifat lenting sempurna maka

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

Kecepatan benda 2 sesaat sebelum bertumbukan adalah 0, maka persamaan di atas menjadi

$$m_1v_1 = m_1v'_1 + m_2v'_2$$

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

Dengan memasukkan $m_1 = 1 \text{ kg}$, dan $m_2 = 3 \text{ kg}$ didapat

$$v_1 = v'_1 + 3v'_2$$

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

$$v_1 = v'_1 + 3v_1 + 3v'_1$$

$$-2v_1 = 4v'_1$$

Didapat $v'_1 = -\frac{1}{2}v_1$, $v'_1 = -5 \text{ m/s}$, tanda minus menunjukkan bahwa benda 1 bergerak berlawanan arah setelah tumbukan. Dan dengan memasukkan v'_1 akan didapatkan $v'_2 = 5 \text{ m/s}$

b) Kecepatan benda 2 di titik C dapat dihitung dengan persamaan $v^2 = v_0^2 - 2\mu_k g d$, dimana v_0 adalah kecepatan benda 2 setelah tumbukan yaitu 5 m/s . Jadi $v^2 = 25 - 2 \times 0.3 \times 10 \times 3.5$, didapat $v = 2 \text{ m/s}$

c) Waktu yang diperlukan oleh benda 2 untuk mencapai lantai adalah $t = \frac{s}{v} = \frac{2}{2} = 1 \text{ s}$, $t = \sqrt{\frac{2h_2}{g}}$,

didapat $h_2 = 5 \text{ m}$

5. a) Persamaan gerak rotasi adalah $F \cos \theta R = I\alpha$

$$F \cos \theta R = I \frac{a}{R}$$

Dimana I adalah momen inersia dengan sumbu pada dasar bola, menurut teorema sumbu sejajar didapat $I = \frac{3}{2} MR^2$

$$F \cos \theta R^2 = \frac{3}{2} MR^2 a$$

$$\text{Didapat } a = \frac{2F \cos \theta}{3M}$$

Persamaan gerak translasi adalah $F - \mu Mg = Ma$, $F - \mu Mg = M \frac{2F \cos \theta}{3M}$, $F - \frac{2F \cos \theta}{3} = \mu Mg$,

$$\text{didapat } \mu = \frac{F}{Mg} - \frac{2F \cos \theta}{3Mg}$$

b) Waktu yang diperlukan silinder untuk mencapai jarak d didapat dari persamaan $d = \frac{1}{2} at^2$,

$$t = \sqrt{\frac{6dM}{2F \cos \theta}}, \text{ kecepatan translasi ketika mencapai } d \text{ adalah } v = at = \frac{2F \cos \theta}{3M} \sqrt{\frac{6dM}{2F \cos \theta}}, v = \sqrt{\frac{2F \cos \theta}{3M}} \sqrt{2d}, \text{ sedangkan kecepatan rotasi adalah } \omega = \alpha t = \frac{a}{R} \sqrt{\frac{6dM}{2F \cos \theta}}, \omega = \sqrt{\frac{2F \cos \theta}{3M}} \frac{\sqrt{2d}}{R}, \text{ energi}$$

$$\text{kinetik total adalah energi kinetik translasi ditambah energi kinetik rotasi. } E_k = \frac{1}{2} Mv^2 + \frac{1}{2} I\omega^2 = \frac{1}{2} M \frac{2F \cos \theta}{3M} 2d + \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} MR^2 \frac{2F \cos \theta}{3M} \frac{2d}{R^2} = \frac{2Fd \cos \theta}{3} + Fd \cos \theta = \frac{5Fd \cos \theta}{3}$$

UJIAN TENGAH SEMESTER II

FISIKA DASAR I

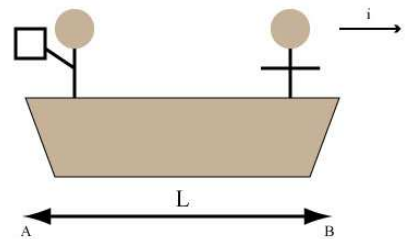
SOAL UJIAN TENGAH SEMESTER II

FISIKA DASAR I

TAHUN 2002/2003

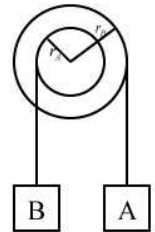
1. Dalam suatu rumah bertingkat, air dipompakan dari lantai dasar dengan menggunakan pipa berdiameter 2,5 cm dengan laju 40 cm/s ke sebuah bak penampungan air di lantai tiga pada ketinggian 10 meter dari pompa, air tersebut mengalir pada sebuah keran dengan diameter 1 cm dan tekanan air pada ketinggian tersebut adalah $1,3 \times 10^5 \text{ N/m}^2$.
- Berapa laju gerak air sesaat keluar dari keran di lantai tiga rumah itu
 - Hitunglah tekanan air di lantai dasar

2. Dua orang anak A dan B ($m_A = 35 \text{ kg}$; $m_B = 30 \text{ kg}$) berdiri di atas ujung-ujung sebuah perahu ($m_{\text{perahu}} = 60 \text{ kg}$; panjang perahu $L = 2 \text{ m}$) yang sedang diam (seperti terlihat pada gambar), massa perahu tersebut terdistribusi secara merata. Terdapat juga sebuah benda ($m_{\text{benda}} = 5 \text{ kg}$) yang dipegang oleh A. (catatan : perahu dapat bergerak bebas di dalam air, gesekan air dapat diabaikan)



- Jika anak-anak tersebut dengan laju yang sama bertukar tempat, ke arah mana perahu bergerak berapa jauhnya?
 - Jika sebelum bertukar tempat anak A melempar benda yang ia pegang secara horizontal ke luar perahu (arah \hat{i}) dengan laju 10 m/s, tentukan kecepatan perahu sesaat setelah lemparan tersebut
3. Sebuah kubus pejal dengan panjang sisi 0,75 cm. Kubus tersebut mengapung di atas minyak (rapat massa minyak 800 kg/m^3) dengan sepertiga volum kubus tersebut berada di atas permukaan minyak
- Berapa gaya apung pada kubus tersebut
 - Berapa rapat massa bahan kubus tersebut

4. Sebuah katrol dengan dua alur berbeda seperti pada gambar ($m_k = 5 \text{ kg}$; $I_k = 8 \text{ kg m}^2$) dihubungkan dengan benda A ($m_A = 20 \text{ kg}$) dan benda B dengan tali yang massanya dapat diabaikan seperti pada gambar. Jika $r_A = 0,15 \text{ meter}$ dan $r_B = 0,10 \text{ meter}$, dan katrol bergerak tanpa gesekan
- Hitung massa benda B agar sistem dalam keadaan setimbang
 - Jika diketahui $m_B = 40 \text{ kg}$, tentukan :
 - Besar dan arah percepatan sudut
 - Tegangan tali pada masing-masing benda



5. Satu mol gas ideal monoatomik ($\gamma = 5/3$) mula-mula mempunyai volume $8,31 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ dan tekanan $3 \times 10^5 \text{ N/m}^2$. Gas tersebut mengalami proses pemanasan pada tekanan tetap hingga volumenya menjadi dua kali lipat volume sebelumnya, kemudian dilakukan pendinginan ke suhu awal pada volume tetap. Kemudian gas tersebut mengalami pemampatan isotermis sehingga kembali ke keadaan semula
- Gambarkan diagram $P - V$ untuk proses yang dialami gas ideal tersebut
 - Tentukan $Q, W, \Delta U$ untuk tiap proses yang dialami gas tersebut
 - Tentukan efisiensi suatu mesin yang prosesnya mengikuti siklus gas tersebut. Jika diketahui efisiensi merupakan perbandingan kerja total yang dilakukan oleh gas dengan kalor yang masuk.
-

SOLUSI UJIAN TENGAH SEMESTER II

FISIKA DASAR I

TAHUN 2002/2003

1. Diketahui : $d_1 = 2,5 \text{ cm}$; $d_2 = 1 \text{ cm}$; $v_1 = 0,4 \text{ m/s}$
 $h_1 = 0$; $h_2 = 10 \text{ m}$; $P_2 = 1,3 \cdot 10^5 \text{ N/m}$

- a. Ditanyakan : Laju gerak air saat keluar keran

Jawab : Dengan menggunakan persamaan kontinuitas dapat diperoleh

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 ; A = \pi \left(\frac{d}{2} \right)^2$$

Maka,

$$v_2 = \left(\frac{A_1}{A_2} \right) v_1 = \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^2 v_1 = 2,5 \text{ m/s}$$

- b. Ditanyakan : Tekanan air di dasar

Jawab : Dari persamaan Bernoulli didapatkan

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

$$P_1 = P_2 + \rho g (h_2 - h_1) + \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2) = 2,33 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

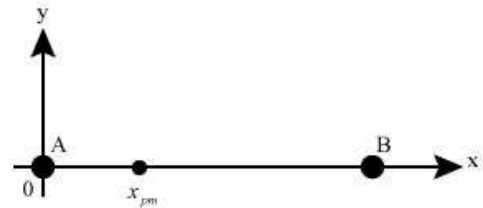
2. Diketahui : $m_A = 35 \text{ kg}$; $m_B = 30 \text{ kg}$; $m_{\text{benda}} = 5 \text{ kg}$; $m_p = 60 \text{ kg}$; $L = 2 \text{ m}$

- a. Ditanyakan : Arah gerak perahu

Jawab : Karena tidak ada gaya luar yang bekerja, maka pusat massa sistem tidak akan berubah. Dengan memilih anak A sebagai acuan, kita dapat menggambarkan posisi anak A, anak B, dan titik pusat massa dalam sebuah sistem koordinat

Posisi pusat massa relatif terhadap titik A adalah

$$X_{pm,A} = \frac{m_A(x_A) + m_P(x_{pm,P}) + m_B(x_B)}{m_A + m_B + m_P} = \frac{12}{13} \text{ m}$$



Apabila terjadi pertukaran tempat, misalkan perahunya bergerak sejauh a dari A, maka

$$X_{pm,A} = \frac{m_A(2+a) + m_P(1+a) + m_B(a)}{m_A + m_B + m_P} = \frac{140 + 130a}{130} = \frac{12}{13} \text{ m}$$

sehingga didapatkan $a = -\frac{2}{13} \hat{i} \text{ m}$

- b. Ditanyakan : Kecepatan perahu sesaat setelah lemparan

Jawab : Karena tidak ada gaya luar yang bekerja pada perahu, maka momentum perahu akan kekal, sehingga

$$\vec{P}_{awal} = \vec{P}_{akhir}$$

Akan tetapi pada awalnya perahu dalam keadaan diam, sehingga momentum awal perahu sama dengan nol

$$0 = (m_p + m_A + m_B)v_p + m_b(v_b)$$

sehingga didapatkan $v_p = \frac{50}{125} \hat{i} = 0,4 \hat{i} \text{ m/s}$

3. Diketahui : $r = 0,75 \text{ cm} \rightarrow V = r^3 = 0,421875 \text{ cm}^3$
Rapat massa fluida, $\rho_f = 800 \text{ kg/m}^3$
-

- a. Ditanyakan : Gaya apung kubus

Jawab : Gaya apung dapat ditentukan dengan persamaan

$$F_A = \rho_f V_{bf} g \text{ dengan } V_{bf} \text{ adalah volume benda yang tercelup dalam fluida, } V_{bf} = \frac{2}{3} V_b$$

$$\text{Sehingga didapatkan } F_A = \rho_f V_{bf} g = \rho_f \left(\frac{2}{3} V_b \right) g = 2,25 \cdot 10^3 \text{ N}$$

- b. Ditanyakan : Rapat massa kubus

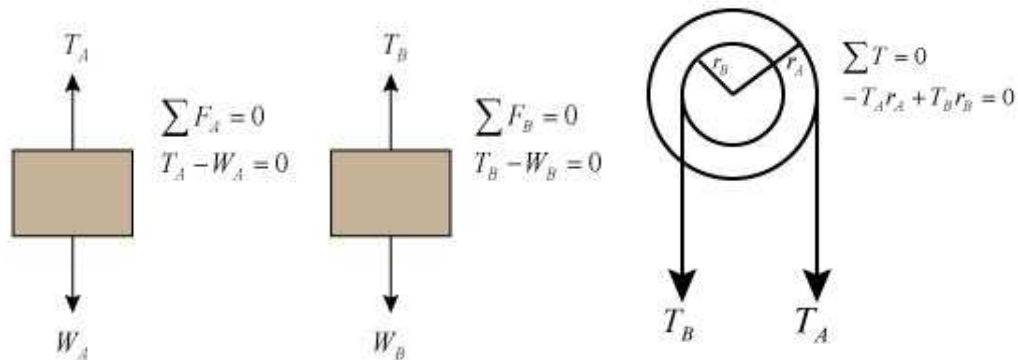
Jawab : Karena benda mengapung (sistem setimbang), maka $F_A = w = \rho_b V_b g$ sehingga didapatkan

$$\rho_f V_{bf} = \rho_b V_b \rightarrow \rho_b = \frac{\rho_f V_{bf}}{V_b} = 0,533 \text{ gr/cm}^3$$

4. Diketahui : $m_k = 5 \text{ kg}$; $I_k = 8 \text{ kg m}^2$; $m_A = 20 \text{ kg}$; $r_A = 0,15 \text{ m}$; $r_B = 0,10 \text{ m}$

- a. Ditanyakan : Massa benda B agar sistem dalam keadaan setimbang

Jawab : Perhatikan diagram benda bebas untuk masing-masing benda dan katrol



Jika T_A dan T_B disubstitusikan maka didapatkan

$$T_A r_A = T_B r_B \rightarrow W_A r_A = W_B r_B$$

$$W_B = \frac{W_A r_A}{r_B} ; m_B = \frac{m_A r_A}{r_B} = 30 \text{ kg}$$

- b. Ditanyakan : Percepatan dan tegangan tali jika diketahui $m_B = 40 \text{ kg}$

Jawab :

- i. Besar dan arah percepatan sudut katrol

Karena $m_B = 40 \text{ kg} > 30 \text{ kg}$, maka katrol akan bergerak berlawanan arah jarum jam dengan percepatan sudut α , atau benda A akan bergerak ke atas dengan percepatan linear $a_A = \alpha r_A$, benda B bergerak ke bawah dengan percepatan linear $a_B = \alpha r_B$

Sehingga didapatkan persamaan menurut hukum Newton

$$T_A - W_A = m_A a_A = m_A \alpha r_A$$

$$W_B - T_B = m_B a_B = m_B \alpha r_B$$

$$-T_A r_A - T_B r_B = I_k \alpha$$

Kalikan kedua ruas persamaan pertama dengan r_A dan persamaan kedua dengan r_B lalu jumlahkan keduanya dengan persamaan ketiga, maka didapatkan

$$W_B r_B - W_A r_A = I_k \alpha + m_B \alpha r_B^2 + m_A \alpha r_A^2$$

$$\alpha = g \frac{m_B r_B - m_A r_A}{I_k + m_A r_A^2 + m_B r_B^2} = 1,13 \text{ rad/s}^2$$

- ii. Tegangan tali masing-masing benda

$$a_A = \alpha r_A = (0,15)(1,13) = 0,17 \text{ m/s}^2$$

$$a_B = \alpha r_B = (0,1)(1,13) = 0,113 \text{ m/s}^2$$

Sehingga didapatkan

$$T_A = m_A g + m_A a_A = 203,4 \text{ N}$$

$$T_A = m_B g + m_B a_B = 395,48 \text{ N}$$

5. Diketahui :

$n = 1$ mol gas ideal monoatomik

$$V_A = 8,31 \cdot 10^{-3}$$

$$P_A = 3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$P_B = 3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$V_B = 2V_A = 1,662 \cdot 10^{-2}$$

$$V_C = V_B = 1,662 \cdot 10^{-2}$$

$$T_A = (P_A V_A) / nR = 300 \text{ K}$$

$$T_B = (P_B V_B) / nR = 600 \text{ K}$$

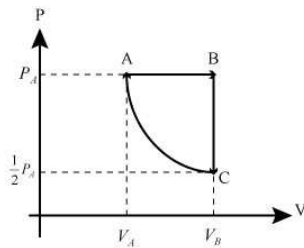
$$T_C = T_A = 300 \text{ K}$$

$$P_C = (nRT_C) / V_C = 1,5 \cdot 10^5$$

$$\gamma = \frac{5}{3}$$

a. Ditanyakan : Diagram $P - V$ untuk proses yang dialami gas

Jawab :



b. Ditanyakan : $Q, W, \Delta U$ untuk tiap proses

Jawab :

Untuk proses AB

$$W = \int P dV = P_A (V_B - V_A) = 2493 \text{ J}$$

$$\Delta U = C_v \Delta T = \frac{3}{2} nR \Delta T = 3739,5 \text{ J}$$

$$Q = \Delta U + W = 6232 \text{ J (} Q_{\text{in}} \text{)}$$

Untuk proses BC

$$W = \int P dV = 0$$

$$\Delta U = C_v \Delta T = \frac{3}{2} nR \Delta T = -3739,5 \text{ J}$$

$$Q = \Delta U + W = -3739,5 \text{ J}$$

Untuk proses CA

$$W = \int P dV = \int \frac{nRT}{V} dV = \frac{nRT}{V} \ln \left(\frac{V_A}{V_C} \right) = -1728 \text{ J}$$

$$\Delta U = C_v \Delta T = 0$$

$$Q = \Delta U + W = -1728 \text{ J}$$

c. Ditanyakan : Efisiensi mesin yang prosesnya mengikuti siklus gas

Jawab :

Efisiensi adalah perbandingan antara kerja yang dilakukan oleh gas dengan kalor yang masuk, sehingga efisiensi

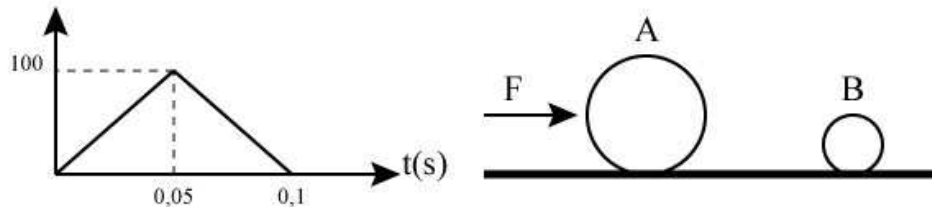
$$\eta = \frac{|Q_{\text{in}}| - |Q_{\text{out}}|}{|Q_{\text{in}}|} \times 100\% = \frac{W_{AB} + W_{BC} + W_{CA}}{Q_{\text{in}}} \times 100\% = 12,3\%$$

SOAL UJIAN TENGAH SEMESTER II

FISIKA DASAR IA

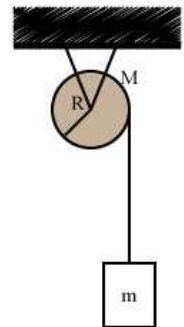
TAHUN 2003/2004

1. Bola A bermassa 2 kg diam di atas bidang datar ($x - y$) yang licin kemudian dipukul dengan gaya $F(t)$ mendatar ke kanan (sumbu- x positif) seperti pada gambar

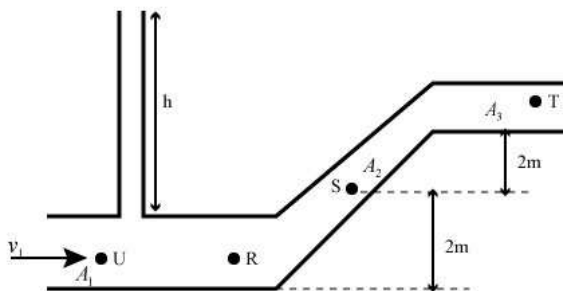


Setelah dipukul, bola A menumbuk bola B bermassa 1 kg yang diam di depannya. Jika setelah tumbukan bola A mempunyai kecepatan 1 m/s ke arah sumbu- y positif. Tentukan :

- Vektor kecepatan bola A setelah dipukul, dan
 - Vektor kecepatan bola B setelah ditumbuk bola A
2. Sebuah katrol bermassa $M = 2,5$ kg, jari-jari $R = 20$ cm (momen inersia $I = 0,5MR^2$) digantungkan vertikal seperti terlihat pada gambar. Sebuah balok bermassa $m = 0,5$ kg digantungkan dengan tali ideal (massa dapat diabaikan dan tidak mulur) yang dililitkan pada katrol tersebut. Setelah balok dilepaskan dari keadaan diam, tentukan :
- Percepatan jatuhnya balok
 - Tegangan pada tali
 - Percepatan sudut katrol



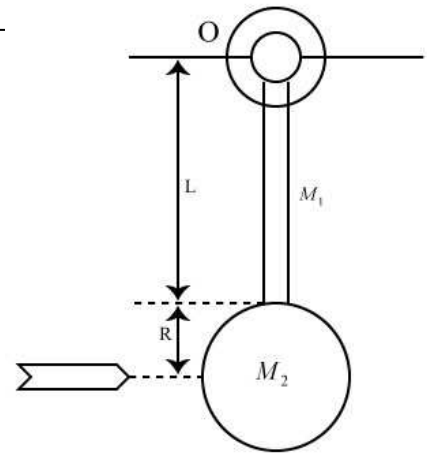
3. Air pompa seperti terlihat pada gambar di bawah ini



Luas penampang $A_1 = 8 \text{ cm}^2$; $A_2 = 0,5A_1$; dan $A_3 = A_2$. Tekanan udara luar sebesar 10^5 Pa. Jika tekanan di U adalah $1,5 \times 10^5$ Pa dan air mengalir di U dengan laju $v_1 = 5$ m/s, tentukan :

- Debit aliran air di T
 - Tekanan air di S
 - Naiknya air di pipa vertikal (h)
4. Suatu sistem termodinamik, yang berupa gas ideal monoatomik dengan keadaan awal ($P, V, T = (2 \times 10^5 \text{ Pa} ; 4 \times 10^{-3} \text{ m}^3 ; 300 \text{ K})$) mengalami ekspansi dengan tekanan tetap hingga volumenya menjadi dua kali lipat. Selanjutnya ia dimampatkan pada suhu konstan hingga mencapai volume semula dan akhirnya didinginkan pada volume konstan hingga mencapai tekanan semula
- Gambarkan proses tersebut dalam diagram $P - V$
 - Tentukan suhu pada proses isothermalnya
 - Tentukan kerja dan kalor selama satu siklus
 - Apakah sistem melakukan kerja dan apakah sistem menerima kalor
5. Sebuah batang kaku yang panjangnya $L = 1$ m dan massanya $M_1 = 0,3$ kg. Ujung atasnya (titik O) digantung pada sebuah engsel tanpa gesekan (lihat gambar). Pada ujung bawah batang diletakkan sebuah bola pejal dengan massa $M_2 = 1,5$ kg dan jari-jari $R = 10$ cm (I_{bola} terhadap sumbu melalui pusat bola $= \frac{2}{5}MR^2$)

-
- Tentukan momen inersia sistem batang-bola terhadap titik O
 - Tentukan jarak titik pusat massa sistem batang-bola terhadap titik O
 - Jika sebuah peluru dengan massa $m = 0,01$ kg ditembakkan horizontal tepat ke arah titik pusat massa bola dengan kecepatan tumbukan peluru tertancap di pusat bola, tentukan kecepatan sudut sistem bola-batang-peluru tepat setelah peluru menumbuk bola



SOLUSI UJIAN TENGAH SEMESTER II

FISIKA DASAR IA

TAHUN 2003/2004

1. Diketahui : $m_A = 2 \text{ kg}$; $m_B = 1 \text{ kg}$; $\vec{v}_A = 1 \hat{j} \text{ m/s}$

a. Ditanyakan : Vektor kecepatan bola A setelah dipukul

Jawab : Impuls yang diberikan kepada bola A adalah $I = \int F dt$ = luas daerah di bawah kurva $F(t)$ terhadap $t = (0,5)(0,1)(100) = 5 \text{ Ns}$

Perubahan momentum bola A adalah

$$I = \Delta p$$

$$m_A v_A = 5$$

$$v_A = 2,5 \hat{i} \text{ m/s}$$

b. Ditanyakan : Vektor kecepatan bola B setelah ditumbuk bola A

Jawab : Dengan menggunakan hukum kekekalan momentum akan diperoleh

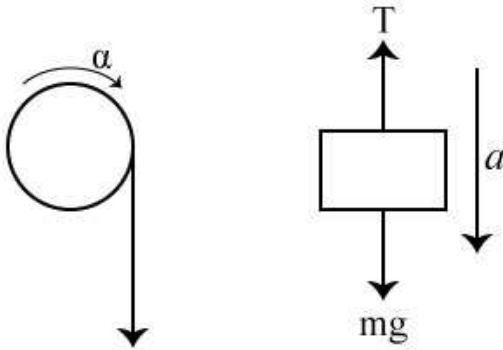
$$m_A \vec{v}_A = m_A \vec{v}'_A + m_B \vec{v}'_B$$

$$\vec{v}'_B = 5 \hat{i} - 2 \hat{j} \text{ m/s}$$

2. Diketahui : $M = 2 \text{ kg}$; $R = 0,2 \text{ m}$; $I = 0,5MR^2$; $m = 0,5 \text{ kg}$

a. Ditanyakan : Percepatan jatuhnya balok

Jawab : Perhatikan gambar berikut



Hukum Newton untuk kasus ini adalah

$$\sum F = ma \rightarrow mg - T = ma$$

$$\sum \tau = I \alpha \rightarrow TR = I \alpha$$

Dengan mengeliminasi T dari kedua persamaan tersebut akan diperoleh

$$mg - \frac{I}{R} \alpha = ma$$

$$mg - \frac{0,5MR^2}{R} \frac{a}{R} = ma$$

$$a = \frac{2mg}{(2m+M)} = 2,86 \text{ m/s}^2$$

b. Ditanyakan : Tegangan tali

$$\text{Jawab : } \sum F = ma$$

$$mg - T = ma \rightarrow T = m(g - a) = 0,5(10 - 2,86) = 3,57 \text{ N}$$

c. Ditanyakan : Percepatan sudut katrol

$$\text{Jawab : } \sum \tau = I \alpha$$

$$TR = I \alpha \rightarrow \alpha = \frac{TR}{I} = \frac{(3,57)(0,2)}{(0,5)(2,5)(0,2)^2} = 14,28 \text{ rad/s}^2$$

3. Diketahui : $A_1 = 8 \text{ cm}^2$; $A_3 = A_2 = 0,5A_1$; $P_0 = 10^5 \text{ Pa}$; $h_3 = 4 \text{ m}$

$$P_1 = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa} ; v_1 = 5 \text{ m/s} ; P_3 = 10^5 \text{ Pa}$$

a. Ditanyakan : Debit air di T

$$\text{Jawab : } Q_T = A_3 v_3 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^3$$

b. Ditanyakan : Tekanan di S

Jawab : Gunakan persamaan kontinuitas untuk memperoleh besar kecepatan di titik 2

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \rightarrow v_2 = \frac{A_1}{A_2} v_1 = 10 \text{ m/s}$$

Dengan menggunakan persamaan Bernoulli didapatkan

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

$$P_s = P_1 + \rho g (h_1 - h_s) - \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

c. Ditanyakan : Naiknya air pada pipa vertikal

Jawab : Air dalam pipa vertikal diam sehingga hukum yang berlaku adalah fluida statik.

Ketinggian pipa vertikal memenuhi hubungan $P_1 = P_0 + \rho g h$

$$\text{Maka didapatkan } h = \frac{P_1 - P_0}{\rho g} = 5 \text{ m}$$

4. Diketahui : $(P_A, V_A, T_A) = (2 \cdot 10^5 \text{ Pa} ; 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 ; 300 \text{ K})$

a. Ditanyakan : Diagram $P - V$

Jawab :

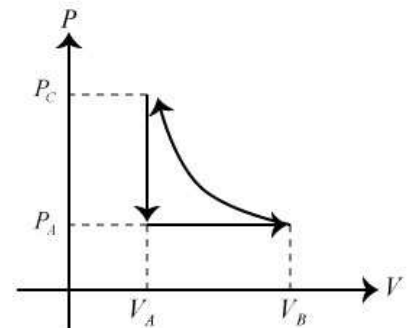
b. Ditanyakan : Suhu pada proses isothermal

Jawab :

$$\text{Gunakan hubungan } \frac{V_A}{T_A} = \frac{V_B}{T_B}$$

Sehingga didapatkan suhu pada proses isothermal adalah

$$T_B = 2T_A = 600 \text{ K}$$



c. Ditanyakan : Kerja dan kalor selama satu siklus

Jawab :

Tinjau proses isobarik (tekanan konstan)

$$W = \int_{V_A}^{V_B} P dV = P_A (V_B - V_A), V_B = 2V_A$$

$$W = P_A V_A = 800 \text{ J}$$

Tinjau proses isothermal (suhu konstan)

$$W = \int_{V_B}^{V_C} P dV = \int_{V_B}^{V_C} \frac{nRT_B}{V} dV, V_A = V_C$$

$$W = nRT_B \ln \frac{V_A}{V_B} = nRT_B \ln \frac{1}{2} = -1109 \text{ J}$$

Tinjau proses isokhorik (volume konstan)

$$W = \int P dV$$

Karena dalam proses ini tidak ada perubahan volume maka kerja proses sama dengan nol ($W = 0$)

Kalor untuk satu siklus sama dengan jumlah kerja dalam satu siklus

$$Q = W_{\text{isobarik}} + W_{\text{isothermal}} + W_{\text{isokhorik}} = -309 \text{ J}$$

d. Ditanyakan : Apakah sistem melakukan kerja dan apakah sistem menerima kalor

Jawab : Berdasarkan konvensi, harga negatif yang terdapat pada kalor siklus mengindikasikan bahwa sistem menerima usaha dari luar dan menghasilkan kalor

5. Diketahui : $L = 1 \text{ m} ; M_1 = 0,3 \text{ kg} ; M_2 = 1,5 \text{ kg} ; R = 10 \text{ cm}$

a. Ditanyakan : Momen inersia sistem batang-bola

Jawab : Momen inersia sistem = momen inersia batang terhadap titik O + momen inersia bola terhadap titik O

$$\text{Momen inersia batang terhadap titik O} = \frac{1}{3} mL^2$$

Momen inersia bola terhadap titik O dapat dicari dengan menggunakan teorema sumbu sejajar, $I_0 = I_{pm} + m\Delta x^2$, dengan Δx merupakan besar perpindahan sumbu putar. Dalam kasus ini sumbu putar berpindah dari pusat massa ke titik O sejauh $\Delta x = L + R$ sehingga didapatkan $I_{bola} = \frac{2}{5}mR^2 + m(L + R)^2$

$$\text{Jadi } I_{sistem} = \frac{1}{3}mL^2 + \frac{2}{5}mR^2 + m(L + R)^2 = 1,921 \text{ kg m}^2$$

- b. Ditanyakan : Jarak titik pusat massa sistem batang-bola terhadap titik O

Jawab :

Ambil titik O sebagai pusat dari koordinat kartesian dengan batang dan bola berada pada sumbu-y. Dari gambar pada soal dapat kita ketahui titik pusat massa batang berada pada $x_1 = \frac{L}{2}$. Sedangkan titik pusat massa dari bola sendiri berada di $x_2 = L + R$ (terhadap titik O). Maka titik pusat sistem batang-bola terhadap titik O adalah

$$x_{pm} = \frac{M_1x_1 + M_2x_2}{M_1 + M_2} = 1 \text{ m}$$

- c. Ditanyakan : Kecepatan sudut sistem sesaat setelah tumbukan

Jawab : Untuk meninjau tumbukan yang terjadi kita gunakan hukum kekekalan momentum. Akan tetapi karena sistem yang kita tinjau sistem benda tegar (bukan titik) maka yang digunakan adalah hukum kekekalan momentum sudut. Jenis tumbukan yang terjadi tidak elastik sama sekali

$$L_0 = L' \rightarrow m_p v_p (L + R) = I_{sistem} \omega' + m_p v'_p (L + R)$$

Peluru yang bersarang di bola menyebabkan terpenuhinya hubungan $\omega'(L + R) = v'_p$ sehingga didapatkan

$$m_p v_p (L + R) = I_{sistem} \omega' + m_p \omega' (L + R)^2$$

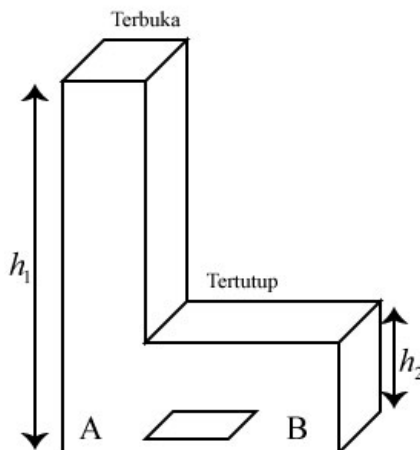
$$\omega' = \frac{m_p v_p (L + R)}{I_{sistem} + m_p (L + R)^2}, \quad I_{sistem} = \text{momen inersia sistem batang bola}$$

SOAL UJIAN TENGAH SEMESTER II

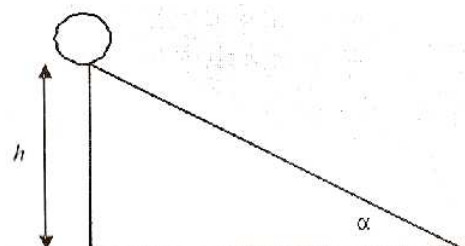
FISIKA DASAR I

TAHUN 2004/2005

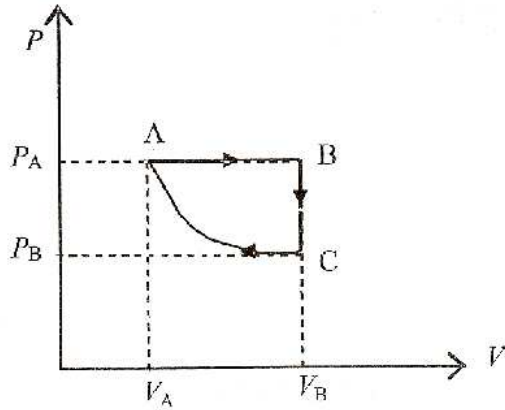
1. a. Dapatkah sistem yang terdiri dari dua benda atau lebih mempunyai energi kinetik total tidak sama dan memiliki momentum sama dengan nol? Jelaskan
b. Bagaimana mungkin gaya yang besar dapat menghasilkan momen gaya nol? Jelaskan
2. Bola tenis bermassa 400 gr menumbuk dinding dalam arah horizontal dengan laju 30 m/s, akibatnya bola memantul dengan arah yang berlawanan arah semula dengan laju 20 m/s
 - a. Tentukan besar dan arah impuls yang dialami bola
 - b. Bila waktu kontak antara bola dengan dinding adalah 0,01 detik, hitunglah besarnya gaya rata-rata yang dialami bola selama kontakanya
3. Sebuah tabung berbentuk huruf L terisi penuh cairan dengan titik A dan B ada pada dasar tabung (lihat gambar). Gunakan tekanan udara luar ρ_0 N/m² dan rapat massa cairan ρ kg/m³, lalu tentukan
 - a. Besar tekanan di A dan B, dan
 - b. Gaya hidrostatik yang dialami sebuah potongan kaca yang luasnya α m² di B



4. Sebuah kawat terbuat dari besi berdiameter 2 cm (modulus Young besi = 100×10^9 N/m²) bersambung secara vertikal dengan kawat baja berdiameter 1 cm (modulus Young baja = 22×10^{10} N/m²). Panjang masing-masing kawat adalah 6 m. Berapakah pertambahan panjang masing-masing kawat jika sistem tersebut dibebani dengan massa 400 kg?
5. Seekor jerapah memerlukan jantung yang kuat karena lehernya panjang. Diketahui perbedaan antara katup nadi (tempat dimana pembuluh darah nadi keluar dari jantung) dan kepala adalah 2,5 m serta pembuluh nadi dekat katup nadi sampai ke kepala memiliki penampang lintang yang sama dengan 3,0 mm. Darah merupakan fluida tak kompresibel dengan rapat massa 1,0 g/cm³.
 - a. Hitunglah tekanan minimum pada katup nadi jerapah (tekanan yang menyebabkan darah sampai ke kepala dengan tekanan nol)
 - b. Jika kecepatan aliran darah dalam soal (a) adalah 7,0 cm/detik, tentukan debit darah yang mengalir
6. Bola pejal A ($I_A = \frac{2}{5}MR^2$) dan silinder pejal B ($I_B = \frac{1}{2}MR^2$) memiliki massa dan jari-jari sama yaitu $M = 0,5$ kg dan $R = 0,05$ m. Keduanya digelindingkan tanpa selip dari ketinggian $h = 2$ meter pada sebuah bidang miring ($\tan \alpha = 0,75$)



-
- a. Gambarkan gaya-gaya yang bekerja pada bola dan silinder
 - b. Hitunglah percepatan translasi masing-masing benda
 - c. Bila bidang miring licin, bagaimana keadaan gerak benda dan berapa beda waktu yang diperlukan oleh A dan B untuk sampai ke dasar bidang miring?
7. Sejumlah 2 mol gas ideal monoatomik mengalami proses siklus A-B-C-A seperti ditunjukkan pada gambar di bawah. Proses C-A adalah satu di antara dua proses berikut : adiabatik atau isotermik. Diketahui $P_A = 150 \text{ kPa}$; $V_A = 0,03 \text{ m}^3$; $V_B = 0,045 \text{ m}^3$; $P_C = 100 \text{ kPa}$.
- a. Apakah proses C-A adiabatik atau isotermik?
 - b. Untuk masing-masing proses hitung Q , W , dan ΔU
 - c. Hitung efisiensi siklus ini



SOLUSI UJIAN TENGAH SEMESTER II

FISIKA DASAR I

TAHUN 2004/2005

1. Jawab :

- a. Dapat. Untuk N buah benda yang masing-masing massanya m_i dan kecepatan $v_i \neq 0$, maka energi kinetik total adalah $EK = \sum \frac{1}{2} m_i v_i^2 \neq 0$. Momentum $\vec{p} = \sum m_i \vec{v}_i$, nilai p mungkin saja nol, karena momentum merupakan vektor sehingga tidak hanya ditentukan oleh besarnya saja tetapi juga arahnya.
- b. Momen gaya $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$, $|\tau| = |\vec{r}| |\vec{F}| \sin \theta$; θ sudut antara vektor \vec{r} dan vektor \vec{F} , apabila $\vec{F} \neq 0$, momen gaya dapat bernilai nol jika jarak dari titik kerja gaya ke sumbu putar (r) bernilai nol, atau jika sudut yang dibentuk antara vektor \vec{r} dan \vec{F} (yaitu θ) sama dengan nol.

2. Diketahui : $m_{bola} = 0,4 \text{ kg}$; $\vec{v} = 30\hat{i} \text{ m/s}$; $\vec{v}' = -20\hat{i} \text{ m/s}$

- a. Ditanyakan : Besar dan arah impuls yang dialami oleh bola

Jawab :

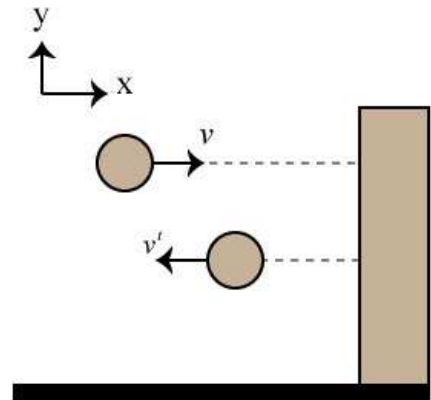
$$\vec{I} = m(\vec{v}' - \vec{v}) = 0,4(-20\hat{i} - 30\hat{i}) = -20\hat{i} \text{ kg m/s}$$

Jadi besar impuls yang dialami oleh bola adalah 20 kg m/s dengan arah ke sumbu-x negatif

- b. Ditanyakan : Gaya rata-rata yang dialami bola

Jawab :

$$I = F_{rata-rata} \Delta t \rightarrow F_{rata-rata} = \frac{I}{\Delta t} = 2000 \text{ N}$$



3. Diketahui : Tabung berbentuk L terisi cairan

- a. Ditanyakan : Besar tekanan di titik A dan B

Jawab : Karena titik A dan B berada pada kedalaman yang sama, maka tekanan hidrostatik di kedua titik tersebut adalah sama

$$P_A = P_B = P_0 + \rho g h_1$$

- b. Ditanyakan : Gaya hidrostatik yang dialami potongan kaca

Jawab : $F = P_B \propto (P_0 + \rho g h_1) \propto$

4. Diketahui : $d_1 = 2 \text{ cm}$; $d_2 = 1 \text{ cm}$; $L_1 = L_2 = 6 \text{ m}$
 $Y_{besi} = 100 \times 10^9 \text{ N/m}^2$; $Y_{besi} = 22 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$

Ditanyakan : Pertambahan panjang masing-masing kawat

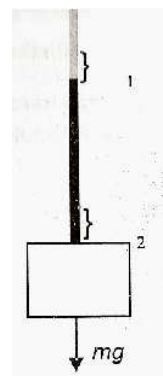
Jawab :

Pertambahan panjang masing-masing kawat dapat dihitung dengan menggunakan hukum Hooke $\frac{F}{A} = Y \frac{\Delta L}{L}$. Karena disusun seri maka tegangan masing-masing kawat sama yaitu sebesar $F = mg$, maka

Pertambahan panjang kawat besi

$$\frac{mg}{\pi(d_1/2)^2} = Y_{besi} \frac{\Delta L_{besi}}{L_1} \rightarrow \Delta L_{besi} = \frac{mg L_1}{\pi(d_1/2)^2 Y_{besi}} = \frac{0,0024}{\pi} \text{ m}$$

Pertambahan panjang kawat baja



$$\frac{mg}{\pi(d_2/2)^2} = Y_{baja} \frac{\Delta L_{baja}}{L_2} \rightarrow \Delta L_{baja} = \frac{mgL_2}{\pi(d_2/2)^2 Y_{baja}} = \frac{0,0044}{\pi} \text{ m}$$

5. Diketahui : $h = 2,5 \text{ m}$; $\rho = 1,0 \text{ gr/cm}^3$

a. Ditanyakan : Tekanan minimum pada katup nadi jerapah

Jawab :

Gunakan persamaan Bernoulli $P_n + \rho gh_n + \frac{1}{2} \rho v_n^2 = P_k + \rho gh_k + \frac{1}{2} \rho v_k^2$

Pilih $h_n = 0$ dan $P_k = 0$ (tekanan darah di kepala nol). Karena memiliki luas penampang lintang yang sama maka kecepatan aliran di nadi dan kepala sama. $v_n = v_k$ sehingga persamaan di atas dapat disederhanakan sebagai berikut

$$P_n = P_k + \rho gh_k = 2,5 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

b. Ditanyakan : Debit aliran darah

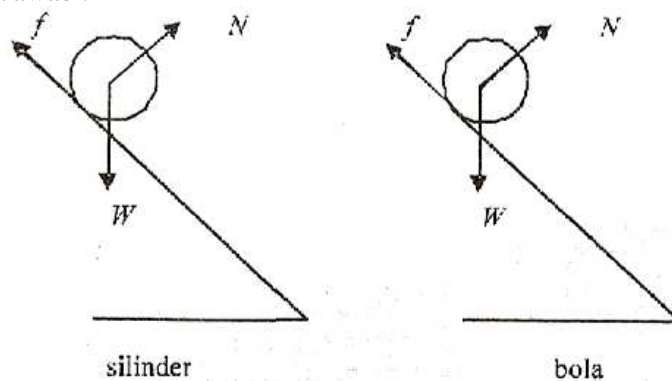
Jawab :

$$\text{Debit } Q = vA = 7 \times 10^{-2} \pi \left(\frac{3 \cdot 10^{-3}}{2} \right)^2 = \frac{63}{4} \pi \cdot 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}$$

6. Diketahui : $I_A = \frac{2}{5} MR^2$; $I_B = \frac{1}{2} MR^2$; $M = 0,5 \text{ kg}$; $R = 0,05 \text{ m}$; $h = 2 \text{ m}$; $\tan \alpha = 3/4$

a. Ditanyakan : Gambar gaya-gaya yang bekerja bola dan silinder

Jawab :



b. Ditanyakan : Percepatan translasi masing-masing benda

Jawab :

Bola

$$\begin{aligned} \sum F &= ma \\ mg \sin \theta - f &= ma_{pm} \\ \sum \tau &= I \alpha \\ fR &= I \frac{a_{pm}}{R} \end{aligned}$$

Dengan menghilangkan f maka didapatkan

$$\begin{aligned} mg \sin \theta - I \frac{a_{pm}}{R^2} &= ma_{pm} \\ mg \sin \theta - \left(\frac{2}{5} MR^2 \right) \frac{a_{pm}}{R^2} &= ma_{pm} \\ a_{pm} &= \frac{5}{7} g \sin \theta = \frac{30}{7} \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

Silinder

$$\begin{aligned} \sum F &= ma \\ mg \sin \theta - f &= ma_{pm} \\ \sum \tau &= I \alpha \\ fR &= I \frac{a_{pm}}{R} \end{aligned}$$

Dengan menghilangkan f maka didapatkan

$$mg \sin \theta - I \frac{a_{pm}}{R^2} = ma_{pm}$$
$$mg \sin \theta - \left(\frac{1}{2}mR^2\right) \frac{a_{pm}}{R^2} = ma_{pm}$$
$$a_{pm} = \frac{2}{3}g \sin \theta = 4 \text{ m/s}^2$$

- c. Ditanyakan : Keadaan gerak benda dan beda waktu antara A dan B

Jawab : Jika tidak ada gaya gesek maka torka akan bernilai nol sehingga kedua benda hanya akan bergerak translasi (tidak menggelinding). Jika kedua benda pada saat $t = 0$ berada pada ketinggian yang sama dan memiliki kecepatan awal yang sama maka kedua benda tersebut akan tiba di dasar bidang miring pada waktu yang sama

7. Diketahui : 2 mol gas ideal monoatomik, siklus A-B-C-A

$$P_A = 150 \text{ kPa} ; V_A = 0,03 \text{ m}^3 ; V_B = 0,045 \text{ m}^3 ; P_C = 100 \text{ kPa}$$

- a. Ditanyakan : Jenis proses C-A

Jawab : Periksa suhu di titik A dan C. Jika sama maka proses AC isothermal, jika tidak sama maka proses tersebut adiabatic

$$T_A = \frac{P_A V_A}{nR} = 270,7 \text{ K}$$
$$T_C = \frac{P_C V_C}{nR} = 270,7 \text{ K}$$

Karena $T_A = T_C$ maka proses CA adalah isothermal

Sedangkan suhu di titik B ditentukan sebagai berikut $T_B = \frac{P_B V_B}{nR} = 406,1 \text{ K}$

- b. Ditanyakan : Nilai $Q, \Delta U, Q$ masing-masing proses

Jawab :

Proses AB (isobaric)

$$W = \int P dV = P(V_B - V_A) = 2250 \text{ J}$$

$$\Delta U = nC_v \Delta T = \frac{3}{2}nR\Delta T = 3375 \text{ J}$$

$$Q = \Delta U + W = 3367 + 2250 = 5625 \text{ J (} Q_{in} \text{)}$$

Proses BC (isokhorik)

$$W = \int P dV = 0$$

$$\Delta U = nC_v \Delta T = \frac{3}{2}nR\Delta T = -3375 \text{ J}$$

$$Q = \Delta U + W = -3375 \text{ J}$$

Proses CA (isothermal)

$$W = \int P dV = \int \frac{nRT}{V} dV = nRT \ln \left(\frac{V_A}{V_C} \right) = -1824 \text{ J}$$

$$\Delta U = nC_v \Delta T = 0$$

$$Q = \Delta U + W = -1824 \text{ J (} Q_{out} \text{)}$$

- c. Ditanyakan : Efisiensi siklus

Jawab : Kalor yang masuk ke sistem : $Q_{in} = Q_{AB} = 5625 \text{ J}$

Kalor yang keluar dari sistem : $Q_{out} = |Q_{BC}| + |Q_{CA}| = 5199 \text{ J}$

Netto kalor $Q = Q_{in} - Q_{out} = 5625 - 5199 = 426 \text{ J}$

Dengan demikian efisiensi dari mesin kalor tersebut adalah

$$\eta = \frac{W}{Q_{in}} = \frac{426}{5625} \times 100\% = 7,6\%$$

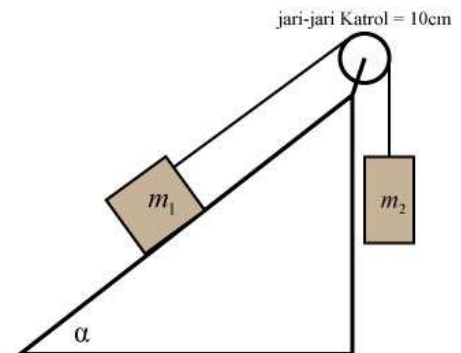
SOAL UJIAN TENGAH SEMESTER II

FISIKA DASAR I

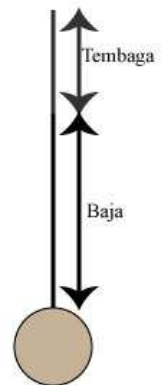
TAHUN 2005/2006

1. Sebuah bola padat yang mula-mula dalam keadaan diam, pecah menjadi tiga bagian. Pecahan pertama bergerak dengan momentum $1,2\hat{i}$ kg m/s. Pecahan kedua memiliki momentum $0,5\hat{j}$ kg m/s.
- Kemanakah arah pecahan ketiga akan bergerak? (nyatakan dalam sudut relatif terhadap sumbu-y positif)
 - Jika massa pecahan ketiga adalah 0,5 kg, berapakah energi kinetik pecahan ketiga tersebut?

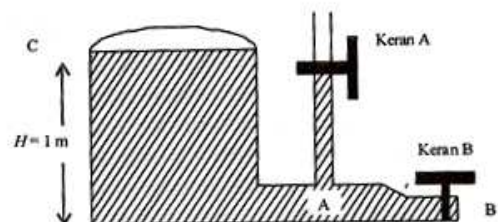
2. Dua buah benda masing-masing bermassa $m_1 = 4\text{ kg}$ dan $m_2 = 1\text{ kg}$ dihubungkan dengan tali tak bermassa dan katrol yang memiliki momen inersia $0,05\text{ kg m}^2$. Benda m_1 berada pada bidang miring dengan sudut kemiringan α , koefisien gesek statik dan kinetik antara benda m_1 bidang miring adalah $\mu_s = 0,2$; $\mu_k = 0,1$ jika $\sin \alpha = 0,6$. Tentukanlah
- Arah gerak benda
 - Percepatan benda m_2 , dan
 - Tegangan tali T_1 dan T_2



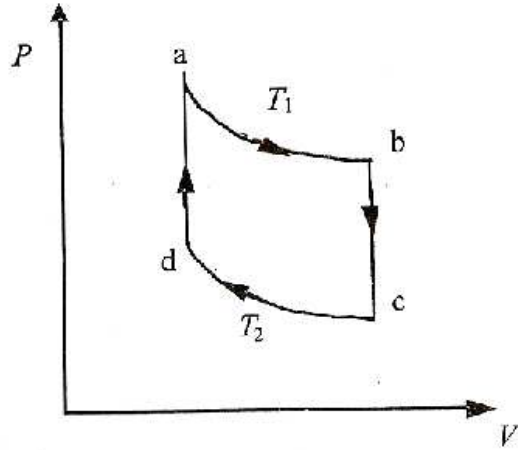
3. Di dalam ruang kuliah yang sangat besar, bandul dibuat dengan menggantungkan bola bermassa 5 kg di ujung kawat baja yang memiliki panjang 2 meter. Kawat baja tersebut disambungkan dengan kawat tembaga yang panjangnya 1 meter. Kedua jenis kawat tersebut memiliki luas penampang yang sama, yaitu 1 mm^2 . Modulus Young baja adalah $20 \times 10^{10}\text{ N/m}^2$, sedangkan modulus Young tembaga adalah $10 \times 10^{10}\text{ N/m}^2$
- Hitunglah regangan masing-masing kawat
 - Hitunglah tegangan pada masing-masing kawat
4. Partikel π -meson memiliki waktu hidup rata-rata sebesar $2,6 \times 10^{-8}$ detik (diukur dalam kerangka diam terhadap meson di laboratorium)
- Jika partikel tersebut bergerak terhadap laboratorium dengan kecepatan $0,8c$ ($c = 3 \times 10^8\text{ m/s}$), berapa waktu hidupnya diukur oleh pengamat di laboratorium?
 - Bila diukur di laboratorium, hitunglah jarak yang ditempuh selama waktu hidupnya



5. Sebuah tangki air yang tertutup berisi air hingga setinggi 1 meter dan di atas permukaannya diberi tekanan absolute 1,2 atm. Di sisi samping di dekat dasar tangki dilubangi sehingga air bisa mengalir keluar (lihat gambar). Luas penampang tangki jauh lebih besar dibandingkan lubang itu. Rapat massa air adalah 1 gr/cm^3 . Tekanan udara luar 1 atm
- Pada saat kran air B masih tertutup sehingga air tak mengalir berapa atm-kah tekanan di titik A di dasar
 - Jika kran B dibuka berapakah kecepatan air keluar di B
 - Pada keadaan soal (b) tetapi kran D dibuka, berapakah tinggi kolom air di atas titik A, bilamana luas di lubang B = 2 cm^2 dan luas pipa A = 4 cm^2



-
6. Sebuah model mesin Stirling ideal menggunakan 0,01 mol gas ideal sebagai bahan penggerakannya. Mesin bekerja pada reservoir bertemperatur tinggi $T_2 = 300$ K. Volume kerja menjadi dua kali lipat saat ekspansi
- Tentukan kerja yang dilakukan mesin dalam satu siklus
 - Berapa jumlah kalor yang masuk ke dalam sistem dalam satu siklus
 - Hitung efisiensi mesin



SOLUSI UJIAN TENGAH SEMESTER II

FISIKA DASAR I

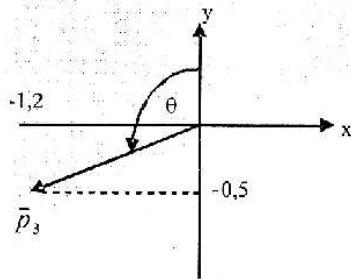
TAHUN 2005/2006

1. Diketahui : $\vec{p}_0 = 0$; $\vec{p}_1 = 1,2\hat{i}$; $\vec{p}_2 = 0,5\hat{j}$; $m_3 = 0,5$ kg

a. Ditanyakan : Arah pecahan ketiga

Jawab : Dengan menggunakan hukum kekekalan momentum kita akan memperoleh

$$\vec{p}_0 = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \vec{p}_3 \rightarrow \vec{p}_3 = \vec{p}_0 - \vec{p}_1 - \vec{p}_2$$
$$\vec{p}_3 = 0 - 1,2\hat{i} - 0,5\hat{j} = -1,2\hat{i} - 0,5\hat{j} \text{ kg m/s}$$



Secara grafik, vektor \vec{p}_3 dapat digambarkan pada gambar di samping

$$\theta = \frac{\pi}{2} + \tan^{-1} \left(\frac{-0,5}{-1,2} \right) = 112,62^\circ$$

Jadi pecahan ketiga akan bergerak ke arah $112,62^\circ$ terhadap sumbu-y positif

b. Ditanyakan : Energi kinetik pecahan ketiga

Jawab :

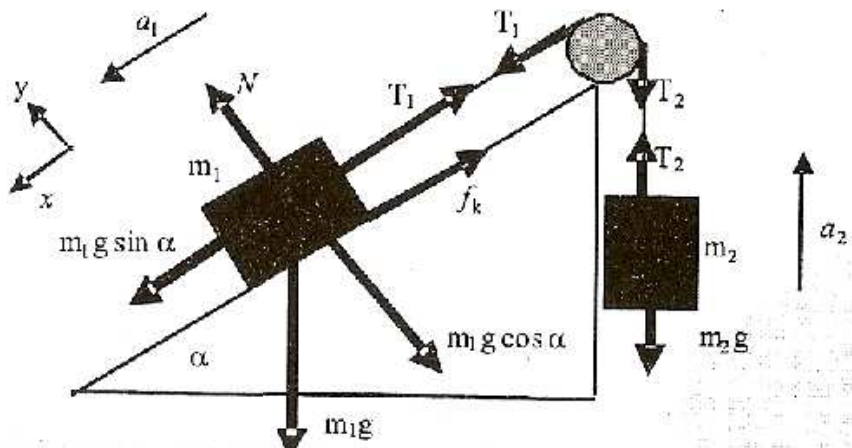
$$EK_3 = \frac{1}{2} m_3 v_3^2 = \frac{p_3^2}{2m_3} = \frac{(-1,2)^2 + (-0,5)^2}{2(0,5)} = 1,69 \text{ J}$$

2. Diketahui : $m_1 = 4 \text{ kg}$; $m_2 = 1 \text{ kg}$; $I_k = 0,05 \text{ kg m}^2$
 $\mu_s = 0,2$; $\mu_k = 0,1$; $\sin \alpha = 0,6$

a. Ditanyakan : Arah gerak benda

Jawab :

Perhatikan gambar berikut



Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa untuk menentukan arah gerak dari benda, cukup dengan membandingkan besarnya gaya yang bekerja pada m_1 yaitu $m_1 g \sin \alpha - f_s$ dengan besarnya gaya yang bekerja pada m_2 yaitu $m_2 g$

Sekarang akan kita periksa besarnya gaya pada masing-masing benda

$$m_1 g \sin \alpha - f_s = m_1 g \sin \alpha - \mu_s N$$
$$= m_1 g \sin \alpha - \mu_s m_1 g \cos \alpha$$

$$= m_1 g (\sin \alpha - \mu_s \cos \alpha)$$

$$= 17,6 \text{ N}$$

Dengan memasukkan nilai-nilai yang telah diperoleh didapatkan bahwa

$$m_1 g \sin \alpha - f_s > m_2 g$$

Sehingga benda m_1 bergerak ke bawah dan benda m_2 bergerak ke atas

b. Ditanyakan : Percepatan benda m_2

Jawab : Percepatan untuk benda m_1 sama dengan benda m_2

$$a_1 = a_2 = a$$

Hukum Newton untuk masing-masing benda

$$m_1 g \sin \alpha - T_1 - f_k = m_1 a$$

$$T_2 - m_2 g = m_2 a$$

$$T_1 - T_2 = I \frac{a}{R^2}$$

Dengan menjumlahkan persamaan-persamaan tersebut akan diperoleh

$$m_1 g \sin \alpha - m_2 g - f_k = \left(m_1 + m_2 + \frac{I}{R^2} \right) a$$

Gaya gesekan kinetik diberikan oleh

$$f_k = \mu_k N = \mu_k m_1 g \cos \alpha$$

Substitusi akan menghasilkan

$$a = \frac{m_1 g \sin \alpha - m_2 g - \mu_k m_1 g \cos \alpha}{m_1 + m_2 + \frac{I}{R^2}} = 1,08 \text{ m/s}^2$$

c. Ditanyakan : Tegangan tali T_1 dan T_2

Jawab : Lihat kembali gambar diagram di atas

$$m_1 g \sin \alpha - T_1 - f_k = m_1 a \rightarrow T_1 = m_1 g \sin \alpha - \mu_k m_1 g \cos \alpha - m_1 a$$

$$= 24 - 3,2 - 4,32 = 16,48 \text{ N}$$

$$T_2 - m_2 g = m_2 a \rightarrow T_2 = m_2 g + m_2 a = 10 + 1,08 = 11,08 \text{ N}$$

3. Diketahui : $m_B = 5 \text{ kg}$; $L_b = 2 \text{ m}$; $d_b = d_t$; $A = 1 \text{ mm}^2$
 $Y_b = 20 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$; $Y_t = 10 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$

a. Ditanyakan : Regangan pada masing-masing kawat

Jawab : Dari hukum Hooke didapatkan hubungan $\frac{F}{A} = Y \frac{\Delta L}{L}$, dengan $\frac{\Delta L}{L}$ adalah regangan dan $\frac{F}{A}$ adalah tegangan

Karena kawat terhubung secara seri, maka $F_b = F_t = m_b g$

$$\text{Regangan kawat baja} = \frac{F_b}{Y_b A} = \frac{m_b g}{Y_b A} = 2,5 \times 10^{-4}$$

$$\text{Regangan kawat tembaga} = \frac{F_t}{Y_t A} = \frac{m_b g}{Y_t A} = 5 \times 10^{-4}$$

b. Ditanyakan : Tegangan pada masing-masing kawat

Jawab : Karena gaya yang bekerja pada masing-masing kawat dan luas penampang masing-masing kawat adalah sama, maka tegangan pada masing-masing kawat adalah sama, yaitu sebesar

$$\text{Tegangan} = \frac{F}{A} = \frac{m_b g}{A} = 5 \times 10^7 \text{ N/m}^2$$

4. Diketahui : $\Delta t_0 = 2,6 \times 10^{-8} \text{ s}$; $v = 0,8c$

a. Ditanyakan : Waktu hidup yang diukur oleh pengamat di laboratorium

Jawab : Pengamat di laboratorium akan mengamati waktu hidup meson lebih lama dari seharusnya (karena meson bergerak mendekati kecepatan cahaya) yaitu

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{2,6 \times 10^{-8}}{\sqrt{1 - \frac{(0,8c)^2}{c^2}}} = 4,33 \times 10^{-8} \text{ s}$$

b. Ditanyakan : Jarak yang ditempuh

$$\text{Jawab : } \Delta L = v \Delta t = (0,8 \times 10^8)(4,33 \times 10^{-8}) = 10,4 \text{ m}$$

5. Diketahui : $H = 1 \text{ m}$; $P_c = 1,2 \text{ atm} = 1,2 \times 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$

a. Ditanyakan : Tekanan di titik A sebelum kran B dibuka

$$\text{Jawab : } P_{A0} = P_c + \rho gh = 1,3156 \times 10^5 \text{ Pa}$$

b. Ditanyakan : Kecepatan keluarnya air di B

Jawab : Dengan menggunakan persamaan Bernoulli untuk titik B dan C akan diperoleh

$$P_c + \rho gh_c + \frac{1}{2} \rho v_c^2 = P_b + \rho gh_b + \frac{1}{2} \rho v_b^2$$

Karena tangki memiliki luas penampang yang jauh lebih besar dibandingkan lubang, maka pergerakan fluida di C dapat diabaikan ($v_c = 0$). Maka akan didapatkan

$$P_c + \rho gh_c = P_b + \frac{1}{2} \rho v_b^2$$

$$v_b = \sqrt{\frac{2(P_c + \rho gh - P_0)}{\rho}} = 7,78 \text{ m/s}$$

c. Ditanyakan : Tinggi kolom air di atas titik A

Jawab : Untuk mencari ketinggian air di atas titik A kita harus cari terlebih dahulu tekanan di titik A karena ketinggian air di atas titik A berkaitan dengan tekanan di titik A. Dengan persamaan Bernoulli didapatkan

$$P_a + \rho gh_a + \frac{1}{2} \rho v_a^2 = P_b + \rho gh_b + \frac{1}{2} \rho v_b^2, P_b = P_0$$

Karena $h_a = h_b$ maka

$$P_a = P_0 + \frac{1}{2} \rho v_b^2 - \frac{1}{2} \rho v_a^2$$

Dengan menggunakan hubungan $v_a = \frac{A_B}{A_A} v_B$ didapatkan

$$P_a = P_0 + \frac{1}{2} \rho v_b^2 \left(1 - \left(\frac{A_B}{A_A} \right)^2 \right)$$

Air dalam pipa di atas titik A diam sehingga hukum yang berlaku adalah hukum fluida statik dengan persamaan

$$P_a = P_0 + \rho gh$$

$$P_0 + \frac{1}{2} \rho v_b^2 \left(1 - \left(\frac{A_B}{A_A} \right)^2 \right) = P_0 + \rho gh$$

Maka didapatkan tinggi kolom di atas titik A

$$h = \frac{v_b^2 \left(1 - \left(\frac{A_B}{A_A} \right)^2 \right)}{2g} = 2,27 \text{ m}$$

6. Diketahui : $n = 0,01$; $T_2 = 360 \text{ K}$; $T_1 = 300 \text{ K}$; $R = 8,314$

a. Ditanyakan : Kerja yang dilakukan mesin dalam satu siklus

Jawab :

$$\text{Langkah AB : Proses isotermik} \rightarrow W_{ab} = nRT_2 \ln \left(\frac{V_b}{V_a} \right)$$

Karena ketika proses ekspansi, volume kerja menjadi dua kali lipat. Maka didapatkan $V_b = 2V_a$, sehingga $W_{ab} = nRT_2 \ln 2$

$$\text{Langkah BC : Proses isokhorik} \rightarrow W_{bc} = 0 \text{ (} V_b = V_a \text{)}$$

Langkah CD : Proses isotermik $\rightarrow W_{cd} = nRT_1 \ln \left(\frac{V_d}{V_c} \right)$

Karena ketika proses kompresi, volume kerja menjadi setengah dari volume semula, maka $W_{cd} = -nRT_1 \ln 2$

Langkah DA : Proses isokhorik $\rightarrow W_{da} = 0$ ($V_d = V_a$)

Jadi kerja yang dilakukan mesin dalam satu siklus adalah

$$W = W_{ab} + W_{bc} + W_{cd} + W_{da} = nRT_2 \ln 2 - nRT_1 \ln 2 = 3,46 \text{ J}$$

b. Ditanyakan : Kalor yang masuk dalam satu siklus

Jawab :

Langkah AB : Proses isotermik

$$Q_{ab} = W_{ab} = nRT_2 \ln 2 \text{ (kalor masuk ke sistem)}$$

Langkah BC : Proses isobaric

$$Q_{bc} = C_p(T_1 - T_2) \text{ (kalor keluar dari sistem)}$$

Langkah CD : Proses isotermik

$$Q_{cd} = W_{cd} = -nRT_2 \ln 2 \text{ (kalor keluar ke sistem)}$$

Langkah DA : Proses isobaric

$$Q_{da} = C_p(T_2 - T_1) \text{ (kalor masuk ke sistem)}$$

Jadi kalor yang masuk dalam satu siklus

$$Q_{in} = nRT_2 \ln 2 + \frac{5}{2} nR(T_2 - T_1)$$

Dengan menganggap gas ideal monoatomik maka $C_p = \frac{5}{2} nR$ sehingga

$$Q_{in} = nRT_2 \ln 2 + \frac{5}{2} nR(T_2 - T_1) = 33,22 \text{ J}$$

c. Ditanyakan: Efisiensi mesin

$$\text{Jawab : } \eta = \frac{W}{Q_{in}} \times 100\% = \frac{3,46}{33,22} \times 100\% = 10,41\%$$

SOAL UJIAN TENGAH SEMESTER II

FISIKA DASAR IA

TAHUN 2006/2007

1. Kalian diberikan dua buah silinder besi yang memiliki massa sama M dan panjang sama L . Silinder pertama pejal dengan jari-jari R_1 dan silinder kedua berongga konsentris dengan jari-jari dalam R_1 dan jari-jari luar R_2 . Kedua silinder dilepaskan pada bidang miring yang memiliki koefisien gesekan statik $\mu_s = 0,3$ dan koefisien gesekan kinetik $\mu_k = 0,2$. Berdasarkan informasi tersebut tentukan :
Setelah dilepas, potongan plastik melakukan gerak osilasi dengan kecepatan sudut ω . Tentukan kecepatan sudut tersebut! (Petunjuk : Analogikan gaya yang dialami plastik dengan hukum Hooke. Cari “konstanta pegas” berdasarkan analogi tersebut. Lalu cari kecepatan sudut osilasi)
 - a. Momen inersia silinder pejal dan silinder berongga dinyatakan dalam M dan R_1
 - b. Sudut kemiringan bidang miring agar silinder pejal tetap menggelinding sempurna (tidak slip) dan sudut kemiringan bidang miring agar silinder berongga tetap menggelinding sempurna (catatan : untuk masing-masing silinder, sudut kemiringan bidang bukan satu tetapi banyak), dan
 - c. Sudut kemiringan bidang miring agar kedua silinder tetap menggelinding sempurna
 - d. Jika kedua silinder dilepaskan dari ketinggian $h = 4$ meter pada bidang miring, tentukan laju translasi pusat massa masing-masing silinder saat tepat mencapai dasar bidang miring jika dua silinder menggelinding sempurna (gunakan teorema usaha energi)
 2. Kerjakan poin-poin berikut
 - a. Sebanyak 100 mL air dimasukkan ke dalam sebuah gelas ukur. Ke dalam air tersebut kemudian dimasukkan sepotong plastik (plastik terapung di air) hingga permukaan air dalam gelas ukur menunjuk angka 150 mL. Hitunglah massa potongan air tersebut. Diberikan rapat massa air 1 gr/mL
 - b. Ke dalam gelas ukur sejenis dimasukkan air garam (terlarut sempurna) hingga permukaannya menunjuk angka 100 mL, kemudian potongan plastik yang sama dimasukkan sehingga permukaan air garam naik ke level 140 mL. Hitunglah massa jenis air garam
 - c. Anggap potongan plastik berbentuk silinder dengan panjang L dan luas penampang A . Kemudian plastik ditekan sehingga masuk sejauh x dari posisi setimbang (anggap x sangat kecil). Berapa gaya yang dialami potongan plastik saat tiba-tiba tangan dilepas? Anggap massa jenis plastik ρ_p dan massa jenis zat cair ρ_0 dan penampang gelas ukur jauh lebih besar daripada penampang plastik
 3. Lumpur Lapindo Brantas di Porong, Jawa Timur berasal dari reservoir yang berada pada kedalaman sekitar 2 km di bawah permukaan tanah. Lumpur dari kedalaman tersebut bergerak keluar melalui lubang pengeboran vertikal dan muncrat hingga ketinggian 30 meter di atas permukaan tanah. Jika massa jenis lumpur sekitar $1,3 \text{ g/cm}^3$, tentukan
 - a. Kecepatan lumpur tepat mencapai permukaan tanah
 - b. Luas penampang lubang tempat keluar lumpur, dan
 - c. Tekanan lumpur di permukaan atas reservoir (anggap percepatan gravitasi hingga kedalaman 2 km sama dengan di permukaan tanah dan kecepatan lumpur di permukaan reservoir nol)
 4. Diketahui suatu siklus yang berupa sistem n mol gas ideal monoatomik. Proses dari titik mula A kembali ke A, yaitu A-B-C-D-A berturut-turut adalah isothermal, isokhorik, isothermal, isokhorik.
 - a. Tentukan perubahan energi dalam, kerja yang dilakukan lingkungan pada gas dan kalor pada masing-masing tahap siklus : $A \rightarrow B$, $B \rightarrow C$, $C \rightarrow D$, $D \rightarrow A$
 - b. Pada tahap siklus mana kalor masuk ke dalam sistem dan pada tahap siklus mana kalor keluar meninggalkan sistem. Beri alasannya
 - c. Berapa kerja total yang dilakukan lingkungan pada gas dalam satu siklus dan efisiensi mesin? (Catatan : hati-hati pada tanda pada definisi kerja)
-

-
5. Tiga orang sahabat : Mega, Buana, dan Topan melakukan relativistik. Mereka merancang dua buah pesawat yang panjangnya masing-masing 10 meter dan dapat bergerak dengan kecepatan mendekati kecepatan cahaya. Buana dan Topan masing-masing mengawaki pesawat sedangkan Mega mengamati dari bumi. Pada saat percobaan, tiba-tiba pesawat Buana dan Topan melintasi bumi dalam arah yang sama dan Mega mencatat bahwa panjang pesawat Buana adalah 6 meter dan panjang pesawat Topan adalah 8 meter. Berdasarkan informasi tersebut
- a. Berapa laju pesawat Topan dan Buana terhadap bumi
 - b. Berapa laju relative pesawat Buana terhadap pesawat Topan
 - c. Berapa panjang pesawat Buana menurut Topan dan panjang pesawat Topan menurut Buana
 - d. Misalkan pada dua pesawat masing-masing ada jam yang dapat diamati oleh Buana maupun Topan. Ketika Buana mencatat jamnya sudah bergerak selama 1 menit, berapa lama pergerakan jam tersebut menurut Buana?
-

SOLUSI UJIAN TENGAH SEMESTER II

FISIKA DASAR IA

TAHUN 2006/2007

1. Diketahui : $\mu_s = 0,3$; $\mu_k = 0,2$

a. Ditanyakan : Momen inersia silinder pejal dan berongga

Jawab :

Massa silinder pejal memenuhi $M = \pi R_1^2 L \rho$

Massa silinder berongga memenuhi $M = \pi(R_2^2 - R_1^2)L\rho$

Karena diminta momen inersia dalam variabel R_1 , maka kita cari terlebih dahulu hubungan R_1 dan R_2

Diketahui massa silinder sama sehingga berlaku

$$\pi(R_2^2 - R_1^2)L\rho = \pi R_1^2 L\rho \rightarrow R_2^2 = 2R_1^2$$

$$R_2 = \sqrt{2}R_1$$

Momen inersia silinder pejal terhadap sumbu pusat adalah

$$I_p = \frac{1}{2}MR_1^2$$

Momen inersia silinder berongga terhadap sumbu pusat

$$I_r = \frac{1}{2}M(R_2^2 + R_1^2) = \frac{1}{2}M(2R_1^2 + R_1^2) = \frac{3}{2}MR_1^2$$

b. Ditanyakan : Sudut kemiringan bidang agar silinder tidak slip

Jawab : Agar tetap menggelinding sempurna, bidang miring harus bisa menyediakan gaya gesek yang dibutuhkan oleh silinder untuk menggelinding sempurna. Untuk menghitung besar gaya gesek yang bekerja pada silinder, pertama-tama tinjau persamaan gaya sistem

$$\sum F = ma$$

$$Mg \sin \theta - f_s = Ma_r$$

Lalu tinjau persamaan torsi sistem silinder pejal

$$\sum \tau = I \propto$$

$$f_s R_1 = \frac{1}{2}MR_1^2 \propto$$

Catatan : gaya berat tidak memberikan torsi karena bekerja pada pusat sumbu rotasi

Untuk gerak menggelinding sempurna berlaku $\propto R_1 = a$

$$f_s = \frac{1}{2}MR_1 \propto \frac{1}{2}Ma$$

Substitusi menghasilkan

$$Mg \sin \theta - f_s = M \left(\frac{2f_s}{M} \right) \rightarrow f_s = \frac{1}{3}Mg \sin \theta$$

Gaya gesek maksimum yang bisa disediakan lantai adalah $f_{s,max} = \mu_s N$ dengan $N = Mg \cos \theta$.

Jadi agar silinder dapat menggelinding tanpa slip harus terpenuhi

$$f_s < f_{s,max}$$

$$\frac{1}{3}Mg \sin \theta < \mu_s Mg \cos \theta$$

$$\tan \theta \leq 3\mu_s \rightarrow \theta \leq 42^\circ$$

Sehingga didapatkan agar silinder pejal tidak slip maka sudut kemiringan bidang harus lebih kecil atau sama dengan 42°

Dengan cara yang sama didapatkan bahwa sudut kemiringan silinder berongga agar tetap menggelinding memenuhi $\tan \theta \leq \frac{7}{3} \mu_s \rightarrow \theta \leq 35^\circ$

- c. Ditanyakan : Sudut kemiringan bidang agar kedua silinder tidak slip

Jawab :

Agar kedua silinder dapat tetap bergerak menggelinding maka sudut kemiringan harus kurang dari 35° karena daerah sudut tersebut yang dipenuhi oleh silinder pejal maupun silinder berongga

- d. Ditanyakan : Laju translasi pusat massa masing-masing silinder

Jawab : Untuk menentukan laju translasi pusat massa masing-masing, kita dapat menggunakan hukum kekekalan energi. Akan tetapi harus diperhatikan bahwa gaya gesek statik tidak melakukan kerja karena tidak ada pergeseran antara permukaan bola dengan lantai selama pergerakan bola menggelinding.

$$EM_{awal} = EM_{akhir}$$

$$Mgh = EK_{rotasi} + EK_{translasi}$$

Untuk silinder pejal

$$Mgh = \frac{1}{2} Mv^2 + \frac{1}{2} I_p \omega^2$$

$$Mgh = \frac{1}{2} Mv^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} MR_1^2 \right) \omega^2$$

Untuk gerak menggelinding sempurna dipenuhi $\omega R_1 = v$

$$Mgh = \frac{3}{4} Mv^2$$

Sehingga didapatkan

$$v = \sqrt{\frac{4}{3} gh} = 7,3 \text{ m/s}$$

Dengan cara yang sama, laju translasi silinder berongga adalah

$$v = \sqrt{\frac{4}{3} gh} = 6,8 \text{ m/s}$$

2. Jawab :

- a. Karena plastik terapung dalam cairan, maka

$$\sum F = m_{plastik}g - F_{apung} = 0$$

$$m_{plastik}g = \rho_{air}V_{air}g$$

$$m_{plastik} = \rho_{air}V_{air} = 50 \text{ gr}$$

- b. Berat plastik sama dengan berat air garam yang dipindahkan

$$m_{plastik}g = \rho_{air \text{ garam}}V_{air \text{ garam}}g$$

$$\rho_{air \text{ garam}} = \frac{m_{plastik}}{V_{air \text{ garam}}} = 1,25 \text{ gr/mL}$$

- c. Sebelum ditekan, plastik berada dalam kesetimbangan dengan persamaan gaya

$$\sum F = 0$$

$$F_{apung} - m_{plastik}g = 0, \text{ dengan } F_{apung} = \rho_a V_{celup}g$$

Ketika ditekan sejauh x , maka V_{celup} plastik akan bertambah menjadi $A(L_{celup} + x)$

Sehingga ketika dilepaskan

$$\sum F = F'_{apung} - m_{plastik}g$$

$$\sum F = \rho_a A(L_{celup} + x)g - m_{plastik}g$$

$$\sum F = \rho_a AL_{celup}g + \rho_a Axg - m_{plastik}g$$

Karena telah didapatkan $\rho_{celup}AL_{celup}g - m_{plastik}g = 0$ maka

$$\sum F = \rho_{celup}Axg$$

3. Diketahui : $d = 2 \text{ km} ; h = 30 \text{ m} ; \rho = 1,3 \text{ g/cm}^3$

a. Diketahui : Kecepatan lumpur saat mencapai permukaan tanah

Jawab : Misalkan kecepatan lumpur saat tepat mencapai permukaan adalah v , maka dengan kecepatan v tersebut partikel-partikel air akan mencapai ketinggian maksimum $h = 30 \text{ m}$ dari permukaan tanah. Tinjau proses naiknya partikel lumpur tersebut dengan hukum kekekalan energi

$$\begin{aligned} E_{awal} &= E_{akhir} \\ \frac{1}{2}mv^2 &= mgh \\ v &= \sqrt{2gh} = 24,5 \text{ m/s} \end{aligned}$$

b. Ditanyakan : Luas penampang lubang

Jawab : Gunakan hubungan debit lumpur, kecepatan aliran, dan luas penampang

$$\begin{aligned} Q &= A \times v \\ v &= \frac{1,16}{24,5} = 0,05 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

c. Ditanyakan : Tekanan lumpur di permukaan atas reservoir

Jawab : Untuk mencari tekanan lumpur di permukaan, kita gunakan hukum Bernoulli antara titik di permukaan reservoir (keadaan 1) dan di permukaan tanah (keadaan 2)

$$P_1 + \rho gh_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \rho gh_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

Berdasarkan asumsi yang diberikan, kecepatan lumpur di permukaan reservoir $v_1 = 0$. Karena keadaan 2 merupakan keadaan pada permukaan tanah tempat keluar lumpur maka $P_2 = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$ (tekanan atmosfer)

Kemudian persamaan Bernoulli akan menjadi

$$\begin{aligned} P_1 &= P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g(h_2 - h_1), \text{ dengan } h_2 - h_1 = 2 \text{ km} \\ P_1 &= 1,01 \times 10^5 + \frac{1}{2}(1300)(24,5)^2 + 1300(10)(2000) = 2,65 \times 10^7 \text{ Pa} \end{aligned}$$

4. Diketahui : Siklus n mol gas ideal monoatomik
Siklus A-B-C-D-A, isothermal-isokhorik-sotermal-isokhorik

a. Ditanyakan : ΔU , W , dan Q masing-masing siklus

Jawab :

Tahap A-B : proses isothermal

$$\begin{aligned} \Delta U &= 0 \\ W &= \int P dV = \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT_2}{V} dV = nRT_2 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) \\ Q &= \Delta U + W = nRT_2 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) \end{aligned}$$

Tahap B-C : proses isokhorik

$$\begin{aligned} W &= \int P dV = 0 \\ \Delta U &= C_v \Delta T ; \text{ untuk gas monoatomik } C_v = \frac{3}{2}nR \\ \Delta U &= \frac{3}{2}nR\Delta T = \frac{3}{2}nR(T_1 - T_2) \\ Q &= \Delta U + W = \frac{3}{2}nR(T_1 - T_2) \end{aligned}$$

Tahap C-D : proses isothermal

$$\Delta U = 0$$

$$W = \int P dV = \int_{V_2}^{V_1} \frac{nRT_1}{V} dV = nRT_1 \ln\left(\frac{V_1}{V_2}\right)$$

$$Q = \Delta U + W = nRT_1 \ln\left(\frac{V_1}{V_2}\right)$$

Tahap D-A : proses isokhorik

$$W = 0$$

$$\Delta U = C_v \Delta T = \frac{3}{2} nR \Delta T = \frac{3}{2} nR(T_2 - T_1)$$

$$Q = \Delta U + W = \frac{3}{2} nR(T_2 - T_1)$$

b. Ditanyakan : Menentukan kalor yang masuk dan keluar sistem

Jawab :

Tahap A-B

$Q = nRT_2 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$, karena $V_2 > V_1$ maka $Q > 0$ sehingga kalor masuk ke dalam sistem

Tahap B-C

$Q = \frac{3}{2} nR(T_1 - T_2)$, karena $T_1 < T_2$ maka $Q < 0$ sehingga kalor keluar dari sistem

Tahap C-D

$Q = nRT_1 \ln\left(\frac{V_1}{V_2}\right)$, karena $V_2 > V_1$ maka $Q < 0$ sehingga kalor keluar dari sistem

Tahap D-A

$Q = \frac{3}{2} nR(T_2 - T_1)$, $T_1 < T_2$ maka $Q > 0$ sehingga kalor masuk ke dalam sistem

c. Ditanyakan : Kerja total dan efisiensi mesin

Jawab :

$$W = W_{AB} + W_{BC} + W_{CD} + W_{DA}$$

$$W = nRT_2 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) + 0 + nRT_1 \ln\left(\frac{V_1}{V_2}\right) + 0$$

$$W = nRT_2 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) - nRT_1 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = nR(T_2 - T_1) \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

Kalor yang masuk ke dalam sistem

$$Q_{in} = Q_{AB} + Q_{DA}$$

$$Q_{in} = nRT_2 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) + \frac{3}{2} nR(T_2 - T_1)$$

Sehingga didapatkan efisiensi

$$\eta = \frac{W}{Q_{in}} = \frac{nR(T_2 - T_1) \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)}{nRT_2 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) + \frac{3}{2} nR(T_2 - T_1)} = \frac{(T_2 - T_1) \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)}{T_2 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) + \frac{3}{2} (T_2 - T_1)}$$

5. Diketahui : $L_0 = 10 \text{ m}$; $L_B = 6 \text{ m}$; $L_T = 8 \text{ m}$

a. Ditanyakan : Laju pesawat Buana terhadap bumi

Jawab : Panjang pesawat Buana L_B lebih pendek dari sebenarnya L_0

$$L_B < L_0, \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} > 1$$

$$L_B = \frac{L_0}{\gamma} = L_0 \sqrt{1 - \frac{v_B^2}{c^2}} \rightarrow v_B = c \sqrt{1 - \frac{L_B^2}{L_0^2}} = c \sqrt{1 - \frac{6^2}{10^2}} = 0,8c$$

Dengan menggunakan cara yang sama, laju pesawat Topan terhadap bumi menurut Mega adalah

$$v_T = c \sqrt{1 - \frac{L_T^2}{L_0^2}} = c \sqrt{1 - \frac{8^2}{10^2}} = 0,6c$$

b. Ditanyakan : Laju relatif pesawat Buana terhadap pesawat Topan

Jawab : Gunakan formula pertambahan kecepatan secara relativistik

$$v_{BT} = \frac{v_B - v_T}{1 - \frac{v_B v_T}{c^2}} = 0,38c$$

c. Ditanyakan : Panjang pesawat Buana menurut Topan dan sebaliknya

Jawab : Topan melihat Buana bergerak dengan kecepatan v_{BT}

$$L_{BT} < L_0 \text{ maka } L_{BT} = \frac{L_0}{\gamma}, \gamma \geq 1$$

$$L_{BT} = L_0 \sqrt{1 - \frac{v_{BT}^2}{c^2}} = 9,2 \text{ m}$$

Buana akan melihat Topan dengan laju yang sama pula $v_{BT} = 0,38c$ sehingga Buana pun akan melihat panjang pesawat Topan menjadi lebih pendek dari yang sebenarnya. Karena laju relatif kedua pesawat adalah sama, maka $L_{BT} = L_{TB} = 9,2 \text{ m}$

d. Ditanyakan : Pergerakan jam menurut Buana

Jawab : Topan yang melihat Buana bergerak dengan kecepatan $v_{BT} = 0,38c$ akan melihat seluruh pergerakan Buana menjadi lebih lambat. Hal ini mengakibatkan Topan akan mencatat waktu yang lebih lama (Δt_T) daripada yang dicatat Buana (Δt_0)

$$\Delta t_T > \Delta t_0 \text{ maka } \Delta t_T = \gamma \Delta t_0, \gamma \geq 1$$

$$\Delta t_T = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v_{TB}^2}{c^2}}} = 1,1 \text{ menit}$$

Di saat yang sama, Buana akan melihat Topan bergerak dengan laju yang sama pula $v_{TB} = 0,38c$ sehingga Buana akan melihat seluruh pergerakan Topan lebih lambat dari yang sebenarnya. Hal ini akan mengakibatkan Buana mencatat waktu yang lebih lama Δt_T pula dari apa yang dicatat oleh Topan (Δt_0)

$$\Delta t_T = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v_{TB}^2}{c^2}}} = 1,1 \text{ jam}$$

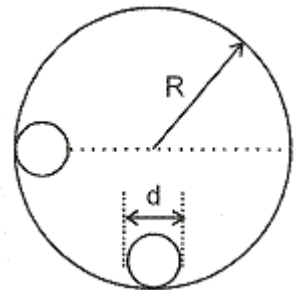
SOAL UJIAN TENGAH SEMESTER II

FISIKA DASAR I

TAHUN 2007/2008

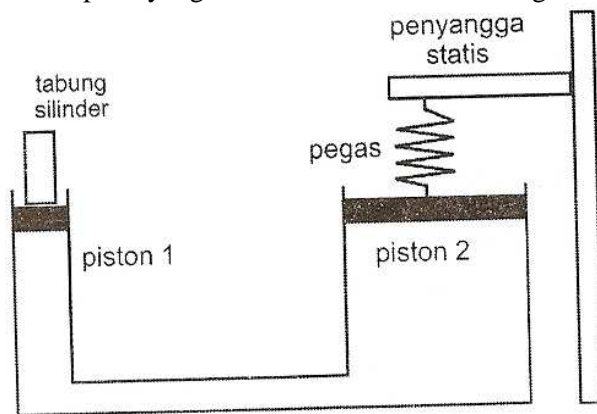
1. Sebuah silinder baja dengan diameter 4,8 cm menyembul dari suatu dinding bangunan dengan arah horizontal sepanjang 5,3 cm. Sebuah beban dengan massa 1200 kg digantung pada ujung luar silinder baja tersebut. Modulus geser (shear modulus) silinder baja adalah $3 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$. Dengan mengabaikan massa silinder baja
 - a. Hitung tegangan geser (shear stress) pada silinder baja
 - b. Tentukan perbandingan secara vertikal ujung silinder baja tersebut relatif terhadap posisinya ketika belum mendapat beban

2. (Fisika IA) Sebuah bola padat dengan diameter $d = 0,5 \text{ cm}$ dan massa $m = 0,56 \text{ g}$ (massa terdistribusi seragam) menggelinding murni di permukaan dalam suatu lintasan berbentuk lingkaran dengan jari-jari $R = 15 \text{ cm}$. Bola mulai bergerak dari ketinggian dimana pusat massanya berada di ketinggian R dari titik terendah permukaan lintasan ($I_{\text{bola}} = \frac{2}{5} m(d/2)^2$ relatif terhadap sumbu yang melalui pusat massanya)

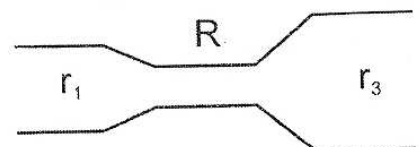


- a. Hitung energi kinetik benda saat berada di titik terendah
- b. Hitung besar kecepatan linier benda saat berada di titik terendah
- c. Hitung besar gaya normal terhadap benda ketika bola mencapai titik terendah

2. (Fisika IB) Pada gambar di samping, sebuah pegas diikatkan pada suatu penyangga statis dan ujung lainnya diikatkan pada piston 1 (luas penampang A) suatu pompa hidrolik. Sebuah tabung silinder dengan massa yang sangat ringan dan dapat diabaikan diletakkan pada piston 2 (luas penampang $A/18$). Pada awalnya, pegas berada pada keadaan setimbang (konstanta pegas $3 \times 10^4 \text{ N/m}$). Sejumlah pasir yang harus dimasukkan ke tabung silinder agar pegas tertekan sejauh 5 cm?



3. Pada gambar di samping, air mengalir dari pipa bagian kiri dengan jejari $r_1 = 2.00R$ melalui pipa bagian tengah dengan jejari R yang mengecil ke pipa bagian kanan dengan jejari $r_3 = 3.00R$. Kecepatan air saat berada di pipa bagian tengah adalah 0.5 m/s (massa jenis air 1000 kg/m^3)



- a. Berapa kecepatan air pada pipa bagian kiri
 - b. Berapa kecepatan air pada pipa bagian kanan
 - c. Berapa usaha yang dilakukan untuk memindahkan 0.4 m^3 air dari pipa bagian kiri ke pipa bagian kanan
-

-
4. Suatu sistem gas ideal monoatomik yang memiliki tekanan awal $6 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ pada suhu 330 K mengalami pemuaian volume dari 550 cm^3 menjadi 1500 cm^3 . Jika proses pemuaian itu adalah isothermal, tentukan
- Tekanan akhir
 - Usaha yang dilakukan oleh sistem
- Jika proses pemuaian tersebut adalah adiabatik, tentukan
- Usaha yang dilakukan sistem
5. Terdapat kerangka acuan inersia S' bergerak dengan kecepatan v relatif terhadap kerangka acuan S , dengan arah x . Pengamat di S mendeteksi dua kedipan cahaya. Mula-mula kedipan cahaya merah terjadi pada $x_1 = 1200 \text{ m}$. Kedipan cahaya biru terjadi $5 \mu\text{s}$ kemudian pada $x_2 = 480 \text{ m}$. Untuk pengamat di S' , kedua peristiwa kedipan cahaya tersebut terjadi pada x' yang sama.
- Tentukan kecepatan relatif S' dalam c (kecepatan cahaya)
 - Apakah S' bergerak ke arah x positif atau x negatif?
 - Untuk pengamat di S' , kedipan mana yang terjadi pertama-tama?
 - Untuk pengamat di S' , berapa interval waktu antara kedua peristiwa kedipan cahaya?
-

SOLUSI UJIAN TENGAH SEMESTER II

FISIKA DASAR I

TAHUN 2007/2008

1. Diketahui : $d = 4,8 \text{ cm}$; $h = 5,3 \text{ cm}$; $m = 1200 \text{ kg}$

a. Ditanyakan : Tegangan geser

Jawab :

$$\frac{F}{A} = \frac{F}{\frac{1}{4}\pi d^2} = 6,63 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

b. Ditanyakan : Perpindahan vertikal

Jawab :

$$\frac{F}{A} = G \frac{\Delta x}{h} \rightarrow \Delta x = \frac{hF}{GA} = 1,17 \times 10^{-5} \text{ m}$$

2. (FISIKA IA)

Diketahui : $d = 0,5 \text{ cm}$; $m = 0,56 \text{ g}$; $R = 15 \text{ cm}$; $I_{bola} = \frac{2}{5}m(d/2)^2$

a. Ditanyakan : Energi kinetik saat di titik terendah

Jawab :

Energi kinetik berasal dari energi potensial

$EK = mgh = mg(R - d/2)$ dengan h merupakan ketinggian pusat massa bola

$$EK = 8,26 \times 10^{-4} \text{ J}$$

b. Ditanyakan : Kecepatan linier benda saat di titik terendah

Jawab : Karena bola menggelinding maka energi kinetik terdiri dari komponen kinetik translasi dan rotasi, sebagai berikut

$$EK = EK_{translasi} + EK_{rotasi}$$

$$EK = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2, \text{ dengan } I = \frac{2}{5}m\left(\frac{d}{2}\right)^2$$

Karena bola menggelinding sempurna maka terpenuhi $v = \omega\left(\frac{d}{2}\right)$

$$EK = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}\frac{2}{5}mv^2 = \frac{7}{10}mv^2$$

$$\text{Sehingga didapatkan } v = \sqrt{\frac{10EK}{7m}} = 1,45 \text{ m/s}$$

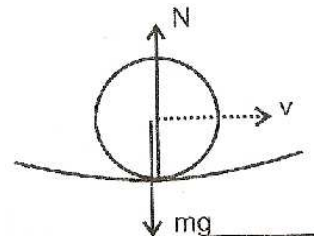
c. Ditanyakan : Gaya normal saat benda di titik terendah

Jawab : Untuk mencari gaya normal digunakan hukum Newton

$$\sum F = m \frac{v^2}{r}$$

$$N - mg = m \frac{v^2}{r} \rightarrow N = mg + m \frac{v^2}{r}$$

$$N = m \left(g + \frac{v^2}{(R-d/2)} \right) = 1,36 \times 10^{-2} \text{ N}$$



2. (FISIKA IB)

Diketahui : $A_1 = A$; $A_2 = A/18$; $k = 3 \times 10^4 \text{ N/m}$; $\Delta x = 5 \text{ cm}$

Ditanyakan : Jumlah pasir yang dimasukkan

Jawab :

$$P_{pasir} = P_{pegas}$$

$$\frac{m_{pasir}g}{A/18} = \frac{kx}{A} \rightarrow m_{pasir} = \frac{kx}{18g} = 8,3 \text{ kg}$$

3. Diketahui : $r_1 = 2R$; $r_2 = 3R$; $v = 0,5$ m/s

a. Ditanyakan : Kecepatan air pada pipa bagian kiri

Jawab : $A_1 v_1 = A_2 v_2$
 $\pi(2R)^2 v_1 = \pi R^2 v_2$
 $v_1 = \frac{1}{4} 0,5 = 0,125$ m/s

b. Ditanyakan : Kecepatan air pada pipa bagian kanan

Jawab : $A_2 v_2 = A_3 v_3$
 $\pi R^2 v_1 = \pi(3R)^2 v_2$
 $v_1 = \frac{1}{9} 0,5 = 0,056$ m/s

c. Ditanyakan : Usaha untuk memindahkan $0,400$ m³

Jawab : $W = \Delta EK = \frac{1}{2} m v_3^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 = -2,5$ J

4. Diketahui : $P_1 = 6 \times 10^5$ N/m² ; $K_1 = 330$ K ; $V_1 = 500$ cm³ ; $V_2 = 1500$ cm³

a. Ditanyakan : Tekanan akhir

Jawab : Tekanan akhir pada proses isothermal
 $P_1 V_1 = P_2 V_2$
 $P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2} = 2 \times 10^5$ N/m²

b. Ditanyakan : Usaha yang dilakukan sistem

Jawab : Usaha oleh sistem pada proses isothermal
 $W = \int P dV$

Karena P merupakan fungsi dari V , maka P disubstitusi menggunakan hubungan gas ideal
 $PV = nRT$

$$W = \int_{500}^{1500} \frac{nRT}{V} dV = nRT \ln \left(\frac{1500}{500} \right) = 328$$
 J

c. Ditanyakan : Usaha jika pemuaiannya adiabatik

Jawab : $W = \int P dV$

Untuk mencari usaha dalam proses adiabatik, akan digunakan pendekatan

$$Q = W + \Delta U, \quad Q = 0 \text{ (adiabatic)}$$

$$W = -\Delta U = -\frac{3}{2} nR(T_1 - T_0)$$

Diketahui $PV^\gamma = \text{konstan}$, $PV = nRT$

$$\left(\frac{nRT}{V} \right) V^\gamma = \text{konstan}$$

$$TV^{\gamma-1} = \text{konstan}$$

$$T_0 V_0^{\gamma-1} = T_1 V_1^{\gamma-1}$$

$$T_1 = \frac{V_0^{\gamma-1}}{V_1^{\gamma-1}} T_0, \text{ untuk gas monoatomik } \gamma = \frac{c_p}{c_v} = \frac{5}{3}$$

$$T_1 = \left(\frac{500}{1500} \right)^{\frac{5}{3}-1} 330 \text{ K} = 158 \text{ K}$$

Maka didapatkan usaha

$$W = -\frac{3}{2} (0,109)(8,31)(158 - 330) = 234 \text{ J}$$

5. Diketahui : $x_1 = 1200$ m ; $x_2 = 480$

a. Ditanyakan : Kecepatan relatif S' dalam c

Jawab : Pertama-tama kita asumsikan kerangka s' bergerak ke arah sumbu-x positif dengan kecepatan v

Hubungan antara x' pada kerangka s' terhadap x di kerangka s adalah

$$x' = \gamma(x - vt)$$

Kedipan pertama di x_1 pada t_1 di kerangka s

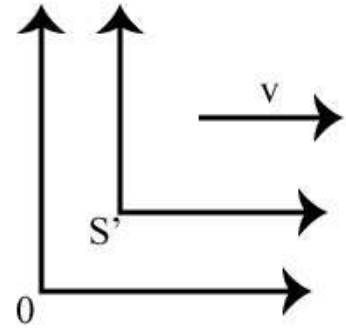
$$x_1' = \gamma(x_1 - vt_1)$$

Sementara kedipan kedua terjadi di x_2 pada t_2

$$x_2' = \gamma(x_2 - vt_2)$$

Sehingga dapat dituliskan

$$x_1' - x_2' = \gamma[(x_1 - x_2) - c(t_1 - t_2)]$$



Dalam soal diketahui bahwa dalam kerangka s' kedipan cahaya terjadi di tempat yang sama atau $x_1' = x_2'$. Kedipan kedua terjadi $5\mu s$ kemudian dari kedipan pertama ($t_{21} - t = 5\mu s$ atau $t_{12} - t = 5\mu s$).

Substitusikan seluruh nilai yang diketahui sehingga akan didapatkan

$$0 = \gamma[(1200 - 480) - v(-5 \times 10^{-6})]$$

$$v = -1,44 \times 10^8 = -0,48c \text{ (berlawanan dengan arah pergerakan yang diasumsikan)}$$

b. Ditanyakan : Arah gerak S'

Jawab : Kerangka s' bergerak ke arah sumbu-x negatif (berlawanan dengan asumsi awal ke arah sumbu-x positif)

c. Ditanyakan : Kedipan yang lebih dulu terjadi untuk pengamat di S'

Jawab : Digunakan pendekatan seperti (a)

$$t'_1 = \gamma\left(t_1 + \frac{vx_1}{c}\right) \quad t'_2 = \gamma\left(t_2 + \frac{vx_2}{c}\right)$$

Dapat dituliskan

$$t'_2 - t'_1 = \gamma\left[(t_2 - t_1) + \frac{v(x_2 - x_1)}{c^2}\right] = \gamma(3,85 \times 10^{-6}) \text{ s}$$

Karena $t'_2 > t'_1$, maka dalam kerangka s' kedipan cahaya merah akan teramati lebih dulu dibandingkan cahaya biru

d. Ditanyakan : Interval waktu antara kedua kedipan cahaya untuk pengamat di S'

Jawab : Gunakan hubungan yang diturunkan pada (c)

$$t'_2 - t'_1 = \gamma(3,85 \times 10^{-6}) = \frac{3,85 \times 10^{-6}}{\sqrt{1 - \left(\frac{0,48c}{c}\right)^2}}$$

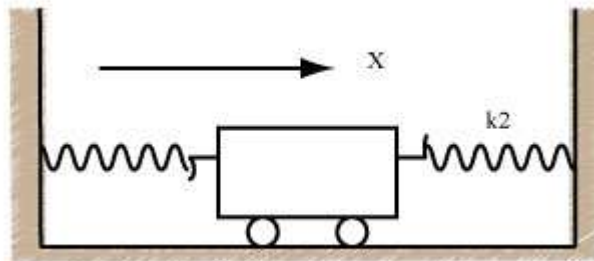
$$\Delta t' = 4,39 \times 10^{-6} \text{ s}$$

SOAL UJIAN TENGAH SEMESTER II

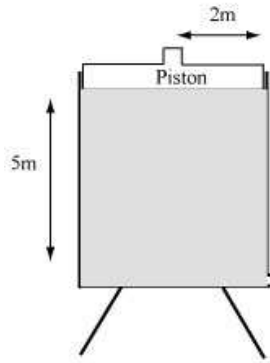
FISIKA DASAR I A

TAHUN 2008/2009

1. Sebuah derek mengangkat balok besi ($\rho_{\text{besi}} = 7,990 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$) dari dalam air laut ($\rho_{\text{air laut}} = 1,03 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$). Balok besi tersebut berukuran $0,25 \text{ m} \times 0,20 \text{ m} \times 10,00 \text{ m}$ di permukaan laut yang bertekanan $1,01 \times 10^3 \text{ N/m}^2$. Modulus bulk besi adalah $1,20 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$.
Pada kedalaman $5,00 \times 10^3 \text{ m}$, tentukanlah (hingga empat angka berarti):
 - a) Tekanan total yang dialami balok besi (anggap kerapatan air laut konstan).
 - b) Volume balok besi.
 - c) Gaya apung yang dialami balok besi.
2. Sebuah gerobak kosong, bermassa m yang dapat bergerak tanpa gesekan di atas permukaan licin, kedua sisinya dihubungkan dengan dinding statik melalui dua buah pegas yang mempunyai konstanta pegas masing-masing k_1 dan k_2 seperti ditunjukkan pada gambar:



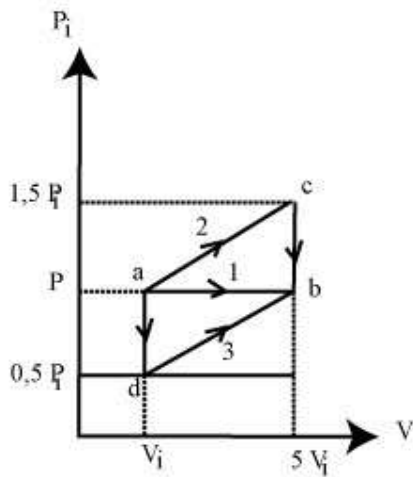
- a) Jika gerobak kosong diberi sedikit simpangan sebesar Δx ke kanan lalu dilepaskan sehingga berosilasi harmonik sederhana, turunkan frekuensi sudut (ω) osilasi gerobak dinyatakan dalam m , k_1 dan k_2 .
 - b) Jika sejumlah pasir dengan massa M ditambah ke dalam gerobak kosong kemudian gerobak diberi simpangan sebesar Δx , tentukan perbandingan frekuensi sudut osilasi gerobak yang berisi pasir terhadap frekuensi sudut osilasi gerobak kosong.
 - c) Laju maksimum gerobak setelah pasir ditambahkan.
 3. Sebuah gelombang merambat pada seutas tali yang tegang. Simpangan transversal partikel tali diberikan oleh fungsi gelombang $y(x,t) = 0,30 \sin(10\pi t - 2\pi x)$ meter. Variabel x dan t masing-masing menyatakan posisi partikel tali (dalam meter) dan waktu rambat gelombang (dalam sekon).
 - a) Tentukan arah dan laju rambat gelombang.
 - b) Buatlah sketsa kurva y terhadap x pada $t = 0$ dan kurva y terhadap t pada $x = 0$.
 - c) Hitunglah laju transversal partikel tali pada $x = 0,5 \text{ m}$ dan $t = 0,1 \text{ s}$.
 4. Sebuah tangki berbentuk silinder dengan jari-jari penampang 2 m dan tinggi 5 m terisi penuh dengan air ($\rho_{\text{air}} = 1000 \text{ kg/m}^3$). Di bagian dasar tangki terdapat lubang pembuangan yang berbentuk lingkaran dengan jari-jari $1 \times 10^{-2} \text{ m}$ yang pada awalnya tertutup. Pada bagian atas tangki terdapat piston dengan massa 10^4 kg yang menekan seluruh permukaan air. Tekanan udara luar $P_0 = 1,01 \times 10^5 \text{ N/m}^2$. Jika gesekan piston dengan dinding tangki diabaikan, tentukan :
 - a) Tekanan pada kedalaman 2 m dari permukaan air.
 - b) Laju air yang keluar dari lubang pembuangan sesaat setelah lubang pembuangan dibuka .
 - c) Waktu yang diperlukan untuk mengkosongkan tangki.
-



5. Sejumlah n mol gas ideal monoatomik mengalami perubahan dari keadaan a ke keadaan b melalui 3 macam proses seperti ditunjukkan gambar. Kalor yang diterima gas dalam proses $a \rightarrow b$ adalah $10 P_i V_i$.

Tentukanlah (dalam P_i dan V_i):

- Kalor yang dipindahkan dalam proses $a \rightarrow c \rightarrow b$.
- Perubahan energi internal (ΔU) dalam proses $a \rightarrow d \rightarrow b$.

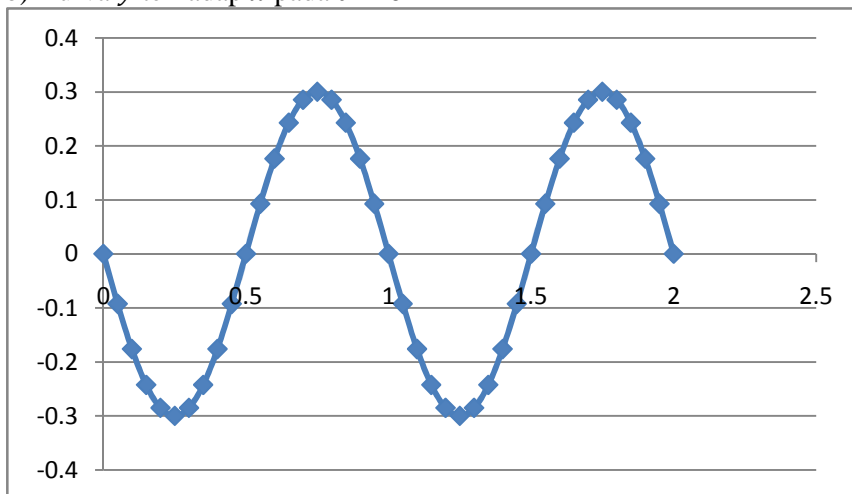


SOLUSI UJIAN TENGAH SEMESTER II

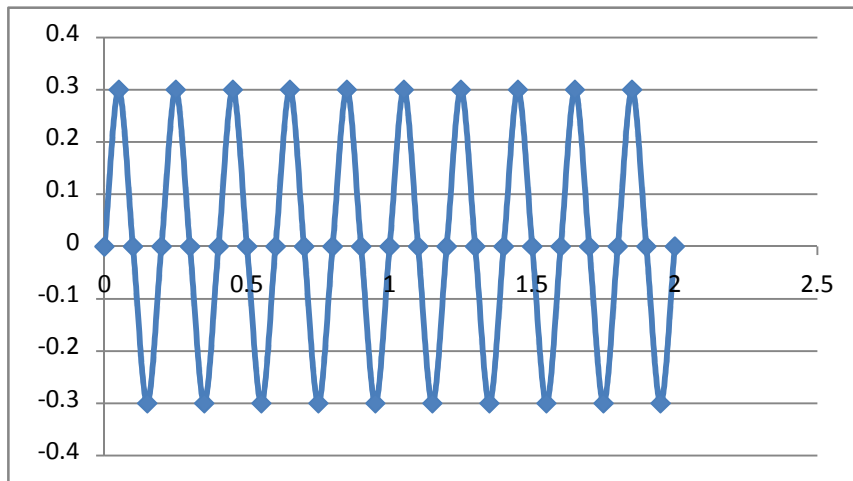
FISIKA DASAR I A

TAHUN 2008/2009

1. a) Tekanan yang dialami oleh alas besi adalah $P = P_0 + \rho_{air}gh = 1,01 \times 10^5 + 1,03 \times 10^3 \times 10 \times 5000 = 1,01 \times 10^5 + 515 \times 10^5 = 516,01 \times 10^5$, tekanan yang dialami oleh tutup besi adalah $P = P_0 + \rho_{air}gh = 1,01 \times 10^5 + 1,03 \times 10^3 \times 10 \times 4990 = 1,01 \times 10^5 + 513,97 \times 10^5 = 514,98 \times 10^5$, tekanan yang dialami oleh selimut adalah $P = 4(P_0 + \int \rho_{air}gdh)$, $P = 4(1,01 \times 10^5 + 1,03 \times 10^3 \times 10 \times \Delta h)$, $P = 4(1,01 \times 10^5 + 1,03 \times 10^3 \times 10 \times 10) = 8,16 \times 10^5$, jadi tekanan total adalah $1039,15 \times 10^5$
b) $B = \frac{\Delta P}{\Delta V/V_0}$, dimana ΔP adalah perbedaan tekanan ketika balok besi berada di permukaan dengan ketika berada di dalam kedalaman, jadi $\Delta P = P_{total} - 6P_0 = 1033,09 \times 10^5$, kemudian didapat $\Delta V = \frac{V_0 \Delta P}{B} = \frac{0,5 \times 1033,09 \times 10^5}{1,2 \times 10^{11}} = 4,3 \times 10^{-4}$, $\Delta V = V_0 - V$, jadi $V = V_0 - \Delta V$, $V = 0,5 - 4,3 \times 10^{-4} = 0,44957$
c) $F_A = \rho_{air}gV_{besi} = 4630,571 \text{ N}$
2. a) Persamaan gerak untuk benda tersebut adalah $-(k_1 + k_2)x = m \frac{d^2x}{dt^2}$, didapat $\omega = \sqrt{\frac{k_1 + k_2}{m}}$
b) Persamaan gerak untuk benda tersebut adalah $-(k_1 + k_2)x = (m + M) \frac{d^2x}{dt^2}$, didapat $\omega_2 = \sqrt{\frac{k_1 + k_2}{m + M}}$, perbandingan $\omega_2/\omega = \sqrt{\frac{m}{m + M}}$
c) v_{maks} akan terjadi jika $a = 0$. Persamaan gerak untuk Gerak Harmonik Sederhana adalah $x = A \sin(\omega t)$, $v = \frac{dx}{dt} = A\omega \cos(\omega t)$, $a = -A\omega^2 \sin(\omega t)$, a akan nol apabila $t = 0$, jadi didapat $v_{maks} = A\omega$
3. a) Arah rambat gelombang adalah ke arah sumbu x positif, laju rambat gelombang adalah $v = \frac{\omega}{k} = \frac{10\pi}{2\pi} = 5 \text{ m/s}$
b) Kurva y terhadap x pada $t = 0$



Kurva y terhadap t pada $x = 0$



c) $v_y = \frac{dy}{dt} = 3\pi \cos(10\pi t - 2\pi x)$, v_y pada $x = 0,5 \text{ m}$ dan $t = 0,1 \text{ s}$, didapat $v_y =$

$$3\pi \cos(\pi - \pi) = 3\pi$$

4. a) Tekanan piston terhadap air adalah $P_{piston} = P_0 + \frac{F}{A}$, dimana F adalah gaya akibat berat, yaitu $F = mg = 10^5 \text{ N}$, jadi $P_{piston} = 1,01 \times 10^5 + \frac{10^5}{\pi r^2} = 1,01 \times 10^5 + 0,07958 \times 10^5 = 1,08958 \times 10^5 \text{ N/m}^2$, tekanan pada kedalaman 2 m adalah $P = P_{piston} + \rho gh = 1,08958 \times 10^5 + 1000 \times 10 \times 2 = 1,08958 \times 10^5 + 0.2 \times 10^5 = 1,28958 \times 10^5$
- b) Laju air pada lubang pembuangan dapat dihitung dengan hukum Bernoulli, yaitu $P_{piston} + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_0 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2$, $0,07958 \times 10^5 + \frac{1}{2}\rho \times 0 + 1000 \times 10 \times 5 = \frac{1}{2} \times 1000 \times v_2^2$, $0,57958 \times 10^5 = 500 \times v_2^2$, didapat $v_2 = 10,76643 \text{ m/s}$
- c) Secara umum, karena tinggi air semakin berkurang terhadap waktu, maka v_2 dapat dinyatakan sebagai fungsi h_1 , yaitu $0,07958 \times 10^5 + 1000 \times 10 \times h_1 = \frac{1}{2} \times 1000 \times v_2^2$, didapat $v_2 = \sqrt{15,916 + 20h_1}$, kemudian dari persamaan debit, yaitu $\frac{V}{t} = Av$ dapat dihitung waktu t , $\frac{Ah_1}{t} = A\sqrt{15,916 + 20h_1}$, $\frac{h_1}{t} = \sqrt{15,916 + 20h_1}$, $\frac{h_1^2}{t^2} = 15,916 + 20h_1$, $t^2 = \frac{25}{115,916} = 0.2157$, $t = 0,4644 \text{ s}$
5. a) untuk kasus $a \rightarrow b$, $\Delta U = Q - W$, dimana W adalah usaha yang dilakukan pada proses $a \rightarrow b$, yaitu luas daerah di bawah kurva $a \rightarrow b$, yaitu $4P_i V_i$, jadi didapat $\Delta U = 10P_i V_i - 4P_i V_i = 6P_i V_i$, karena ΔU hanya bergantung pada posisi awal dan akhir, maka ΔU yang sama juga berlaku untuk proses $a \rightarrow c \rightarrow b$ dan $a \rightarrow d \rightarrow b$. Sekarang untuk menemukan kalor yang dipindahkan dalam proses $a \rightarrow c \rightarrow b$ maka cukup menghitung W , dimana W adalah usaha yang dilakukan pada proses $a \rightarrow c \rightarrow b$, yaitu luas daerah di bawah kurva $a \rightarrow c \rightarrow b$, didapat $W = 5P_i V_i$, $\Delta U = Q - W$, $6P_i V_i = Q - 5P_i V_i$, $Q = 11P_i V_i$
- b) Perubahan energi internal pada proses $a \rightarrow d \rightarrow b$ adalah $6P_i V_i$

UJIAN AKHIR SEMESTER I

FISIKA DASAR I

**(Untuk Mahasiswa Dengan nilai di bawah C
setelah UTS 1 dan UTS 2)**

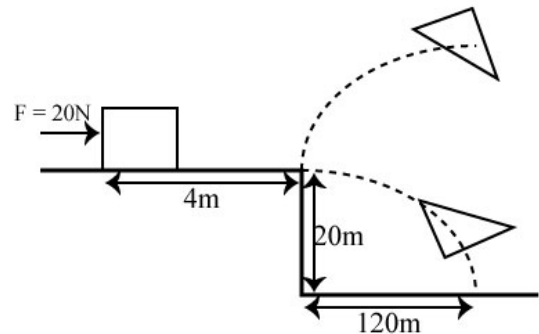
SOAL UJIAN AKHIR SEMESTER I

FISIKA DASAR I

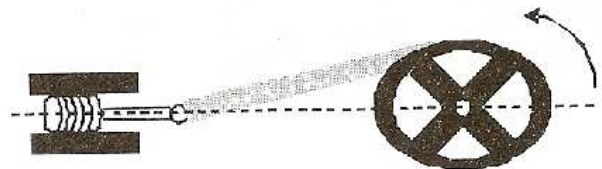
TAHUN 2003/2004

1. Sebuah paket bom di atas permukaan tanah bermassa $m = 2 \text{ kg}$ didorong oleh tim gegana dengan gaya $F = 20 \text{ N}$ seperti pada gambar. (koefisien gesekan permukaan tanah 0,2 dan kedalaman tebing 20 m)

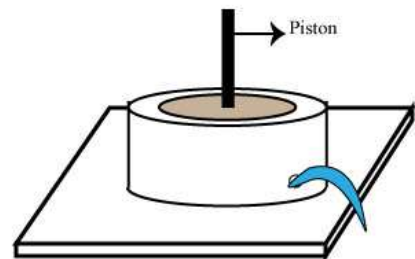
- Berapakah kecepatan paket bom setelah menempuh tanah sejauh 4 km?
- Ketika di bibir tebing bom meledak dan pecah menjadi dua bagian yaitu bagian 1 = $(2/3) \text{ m}$ dan bagian 2 = $(1/3) \text{ m}$. Jika serpihan bagian 1 ditemukan sejauh 120 m, dimanakah tim gegana akan menemukan serpihan bagian 2?
- Jika ketika pecah bagian 1 mempunyai kecepatan $\vec{v} = 6\hat{i} - 3\hat{j} \text{ m/s}$, berapakah v_2 ?



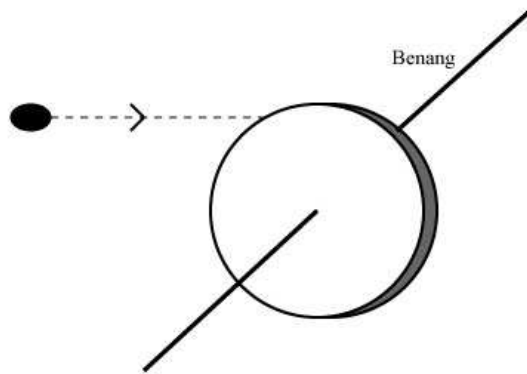
2. Putaran roda pada gambar menggerakkan piston yang dihubungkan dengan kedua ujung batang. Piston bergerak isolasi harmonik sederhana dengan simpangan $X(t) = A \cos \omega t$, dimana X dan t dalam satuan meter dan detik. Jari-jari roda adalah 20 cm dengan putaran 4 putaran per detik



- Berapa nilai amplitudo dan periode tersebut?
 - Berapa nilai maksimum kelajuan dan percepatan piston?
3. Sebuah tangki dengan luas permukaan $0,7 \text{ m}^2$ diisi air. Tangki yang dilengkapi piston dengan massa 10 kg pada gambar



- Berapa laju awal aliran air yang keluar dari lubang?
 - Berapa debit keluarannya?
4. Sebuah peluru bermassa 10 g ditembakkan dengan kecepatan 20 m/s ke arah sebuah keping logam bermassa 100 g dan berjari-jari 25 cm yang pusatnya disangga oleh sebuah benang pengikat seperti pada gambar. Momen inersia keping terhadap pusat rotasi diketahui $I = \frac{1}{2}MR^2$. Peluru tersebut menempel pada tepi keping logam dan menyebabkan logam berputar



- a. Hitung kecepatan putar keping logam setelah peluru tersebut menempel
 - b. Selidiki apakah seluruh energi mekanik dapat dipakai untuk gerak rotasi sistem itu
5. Suatu ruang reaksi yang dilengkapi dengan piston penggerak memiliki volume 10^{-2} m^3 , pada suhu ruang 27° C dan diisi oleh 1000 g gas nitrogen (N_2) sampai tekanan mencapai 10^5 Pa . Gas N_2 dianggap memenuhi sifat ideal gas
- a. Tentukan berapa banyak partikel gas N_2 yang ada dalam ruang reaksi tersebut
 - b. Hitung kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu ruang tersebut sebesar 100° C pada tekanan tetap, dan hitung pula kenaikan energi dalamnya. Kapasitas molar gas pada volume tetap, $C_v = \frac{5}{2} nR \text{ J/K}$
 - c. Selidiki apakah sistem melakukan kerja atau sebaliknya
-

SOLUSI UJIAN AKHIR SEMESTER I

FISIKA DASAR I

TAHUN 2003/2004

1. Diketahui : $m = 2\text{ kg}$; $F = 20\text{ N}$; $\mu = 0,2$; $h = 20\text{ m}$

a. Ditanyakan : Kecepatan paket bom tepat di bibir tebing

Jawab : Percepatan benda dapat dihitung dengan menggunakan hukum Newton

$$F - f_g = ma$$

$$F - \mu_g = ma$$

$$a = \frac{20 - 0,2(2)(10)}{2} = 8\text{ m/s}^2$$

Karena percepatan benda konstan maka kecepatan benda setelah menempuh jarak sejauh s adalah

$$v_t^2 = v_0^2 + 2as$$

$$v_t = \sqrt{2as} = \sqrt{(2)(8)(4)} = 8\text{ m/s}$$

b. Ditanyakan : Posisi serpihan bagian kedua

Jawab : $v_{ox} = 8\text{ m/s}$ $v_{oy} = 0\text{ m/s}$

$$h = h_0 + v_{oy}t - 1/2 gt^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2(20)}{(10)}} = 2\text{ s}$$

Sehingga $x_{pm} = v_{pm}t = 16\text{ meter}$

Jika $x_1 = 120\text{ meter}$ didapatkan

$$x_{pm} = \frac{2}{3}x_1 + \frac{1}{3}x_2$$

$$16 = \frac{2}{3}(120) + \frac{1}{3}(x_2) \rightarrow x_2 = -192\text{ meter}$$

c. Ditanyakan : Kecepatan v_2

Jawab : $v_{ypm} = \frac{2}{3}v_{1y} + \frac{1}{3}v_{2y} = 0$

$$v_{2y} = -2(-3) = 6\text{ m/s}$$

$$v_{xpm} = \frac{2}{3}v_{1x} + \frac{1}{3}v_{2x} = 8$$

$$v_{2x} = 3\left(8 - \frac{2}{3}6\right) = 12\text{ m/s}$$

2. Diketahui : $R = 20\text{ cm}$; $A = 20\text{ cm}$

a. Ditanyakan : Nilai amplitudo dan periode

Jawab : Amplitudo/simpangan terjauh terjadi pada sisi terjauh roda dari piston yaitu pada $R = 20\text{ cm}$, sehingga $A = 20\text{ cm}$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 25\text{ rad/s}$$

b. Ditanyakan : Nilai maksimum kelajuan dan percepatan piston

Jawab : $v = \frac{dx}{dt} = A\omega \sin \omega t \rightarrow v_{max} = A\omega = 5\text{ m/s}$

$$a = \frac{dv}{dt} = -A\omega^2 \cos \omega t \rightarrow a_{max} = A\omega^2 = 1,3 \times 10^2\text{ m/s}$$

3. Diketahui : $A = 0,7\text{ m}^2$; $m = 10\text{ kg}$; $r = \frac{d}{2} = 0,007\text{ m}$; $h = 0,6\text{ m}$

-
- a. Ditanyakan : Laju awal air yang keluar dari lubang

Jawab : Gunakan persamaan Bernoulli di permukaan di air dan di lubang

$$P_a + \frac{1}{2}\rho v_a^2 + \rho gh_a = P_b + \frac{1}{2}\rho v_b^2 + \rho gh_b$$

Tekanan di permukaan air $P_a = P_0 + P_{piston}$ dengan $P_{piston} = mg/A$

Tekanan di lubang adalah P_0

$v_a \approx 0$ karena A pada permukaan air $\gg A$ pada lubang air

$$P_0 + P_{piston} + \rho gh = P_0 + \frac{1}{2}\rho v^2$$

$$v^2 = \frac{2(\frac{mg}{A} + \rho gh)}{\rho} = 2g\left(\frac{mg}{A\rho} + h\right) = 12,3$$

$$v = 3,5 \text{ m/s}$$

- b. Ditanyakan : Debit keluaran

Jawab : $Q = Av = \pi r^2 v = 5,3 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$

4. Diketahui : $m_p = 10 \text{ g}$; $v_p = 20 \text{ m/s}$; $m_k = 100 \text{ g}$; $R = 25 \text{ cm}$; $I = \frac{1}{2}MR^2$

- a. Ditanyakan : Kecepatan putar keping ω

Dengan menggunakan hukum kekekalan momentum sudut, kita akan memperoleh

Momentum sudut awal = momentum sudut akhir

$$m_p v_p R = (I_p + I_k)\omega = \left(m_p R^2 + \frac{1}{2}MR^2\right)\omega = (m_p + \frac{1}{2}M)R^2\omega$$

$$\omega = \left(\frac{m_p v_p}{(m_p + \frac{1}{2}M)R}\right) = 13,33 \text{ rad/s}$$

- b. Ditanyakan : Apakah seluruh energi mekanik dapat dipakai gerak rotasi sistem

Jawab : Energi kinetik awal, EK_i

$$EK_i = \frac{1}{2}m_p v_p^2 = 2 \text{ J}$$

Energi kinetik akhir, EK_2

$$EK_a = I\omega^2 = \frac{1}{2}\left(m_p R^2 + \frac{1}{2}MR^2\right)\omega^2 = \frac{1}{2}\left(m_p + \frac{1}{2}M\right)R^2\omega^2$$

$$EK_a = 3,33 \times 10^{-2} \text{ J}$$

$$EK_i - EK_a = 2 - 0,033 = 1,967 \text{ J}$$

Sehingga pada peristiwa ini terdapat energi kinetik yang hilang sebesar 1,967 J. Dengan kata lain tidak sepenuhnya energi kinetik peluru dipakai untuk gerak rotasi sistem

5. Diketahui : $V = 10^{-2} \text{ m}^3$; $T = 27^\circ\text{C}$; $m = 1 \text{ kg}$; $P = 10^5 \text{ Pa}$

- a. Ditanyakan : Jumlah partikel gas N_2

Jawab : Dengan menggunakan persamaan gas ideal, akan diperoleh

$$PV = nRT$$

$$n = \frac{PV}{RT} = 0,4 \text{ mol}$$

Jumlah partikel

$$N = 0,4N_A = 0,4 \times 6,02 \times 10^{23} = 2,4 \times 10^{22} \text{ partikel gas}$$

- b. Ditanyakan : Kalor yang diperlukan

Jawab : Kenaikan suhu $\Delta T = 100^\circ\text{C}$

Kalor yang diperlukan, ΔQ pada tekanan tetap adalah

$$\Delta Q = C_p \Delta T = (C_v + nR)\Delta T$$

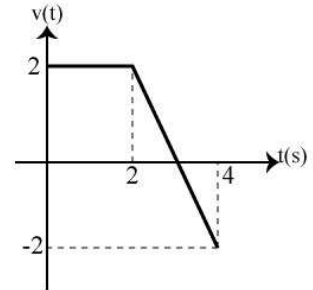
$$\Delta Q = \left(\frac{5}{2}nR + nR\right)\Delta T = 8,31 \text{ J}$$

SOAL UJIAN AKHIR SEMESTER I

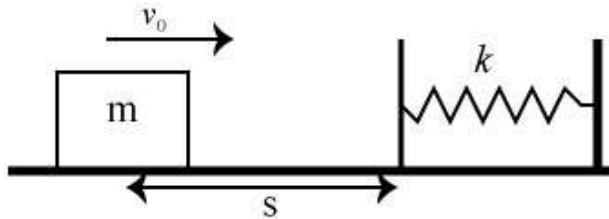
FISIKA DASAR I

TAHUN 2004/2005

1. Sebuah benda memiliki kecepatan dalam arah sumbu-x yang diperlihatkan pada grafik $v(t)$ berikut ini. Apabila mula-mula benda tersebut berada di titik $x = 4$, hitunglah
- Percepatan rata-ratanya dalam selang waktu $t = 2\text{s}$ hingga 4s
 - Besarnya perpindahan benda $t = 0\text{s}$ hingga 4s



2. Benda bermassa m bergerak dengan laju awal v_0 pada saat jaraknya dengan konstanta pegas k . Apabila tidak terdapat gesekan antara benda dengan lantai, tentukanlah besarnya energi yang diserap menjadi energi potensial pada pegas



3. Tiga buah partikel bermassa $m_1 = 4\text{ kg}$, $m_2 = 8\text{ kg}$, $m_3 = 3\text{ kg}$ yang terletak di titik $(-2, 2)$ m, $(4, 1)$ m, $(1, -3)$ m, mengalami gaya eksternal. Masing-masing gaya eksternal tersebut adalah $F = -6\hat{i}\text{ N}$; $F = 16\hat{j}\text{ N}$; dan $F = 14\hat{i}\text{ N}$. Hitunglah
- Koordinat pusat massanya
 - Percepatan pusat massa
4. Benda berbentuk kubus pejal dengan panjang sisinya 10 cm terapung di air dengan 25% bagiannya muncul di permukaan. Apabila massa jenis air adalah 1 g/cm^3 , hitunglah massa benda tersebut
5. Sebuah benda ($m = 1\text{ kg}$) diikatkan pada sebuah pegas ($k = 100\pi^2\text{ N/m}$) berosilasi harmonik sederhana secara horizontal pada bidang datar yang licin. Diketahui pada saat $t = 0\text{ s}$ simpangannya $0,032\text{ m}$ dan bergerak ke arah sumbu-x negatif dengan kecepatan $0,24\pi\text{ m/s}$. Tentukanlah
- Amplitudo dan tetapan fase osilasi dengan hukum kekekalan energi
 - Fungsi osilasi (dalam fungsi cosinus)
6. Satu mol gas ideal bertekanan awal $1,01 \times 10^6\text{ Pa}$ mengalami proses isotermik pada suhu 350 K sedemikian sehingga tekanannya naik menjadi $2,5 \times 10^6\text{ Pa}$
- Hitunglah volume awal dan akhir gas
 - Hitunglah usaha yang dilakukan terhadap gas tersebut
 - Perubahan energi dalam gas tersebut

SOLUSI UJIAN AKHIR SEMESTER I

FISIKA DASAR I

TAHUN 2004/2005

1. Diketahui : $x_0 = 4$

a. Ditanyakan : Percepatan rata-rata dalam selang waktu $t = 2$ s hingga $t = 4$ s

Jawab :

$$\bar{a} = \frac{v(4) - v(2)}{4 - 2} = -2 \text{ m/s}$$

b. Ditanyakan : Perpindahan benda dalam selang waktu $t = 2$ s hingga $t = 4$ s

Jawab :

$$x(4) = \int_0^4 v(t) dt + x(0) = 4 + 4 = 8 \text{ m}$$

2. Diketahui : Sistem balok pegas

Ditanyakan : Energi yang diserap menjadi energi potensial

Jawab :

Energi yang diserap menjadi energi pegas

$$E_{awal} = \frac{1}{2} m v_0^2$$

$$E_{akhir} = \frac{1}{2} k \Delta x^2 = E_p$$

$$E_{pegas} = \frac{1}{2} m v_0^2$$

3. Diketahui : $m_1 = 4 \text{ kg}$, $m_2 = 8 \text{ kg}$, $m_3 = 3 \text{ kg}$

$(-2, 2) \text{ m}$, $(4, 1) \text{ m}$, $(1, -3) \text{ m}$

$F = -6\hat{i} \text{ N}$; $F = 16\hat{j} \text{ N}$; dan $F = 14\hat{i} \text{ N}$

a. Ditanyakan : Koordinat pusat massa

Jawab :

$$x_{pm} = \frac{(8)(4) + (4)(-2) + (4)(1)}{16} = 1,8 \text{ m}$$

$$y_{pm} = \frac{(8)(1) + (4)(2) + (4)(-3)}{16} = 0,25 \text{ m}$$

b. Ditanyakan : Percepatan pusat massa

Jawab :

$$F_x = (14 - 6) \text{ N} = 8 \text{ N}$$

$$F_y = 16 \text{ N}$$

$$\vec{F} = (8\hat{i} + 16\hat{j}) \text{ N}$$

$$\vec{a}_{pm} = \frac{\vec{F}}{M} = (0,5\hat{i} + \hat{j}) \text{ N}$$

4. Diketahui : $r = 10 \text{ cm}$; 25% terapung; $\rho = 1 \text{ gr/cm}^3$

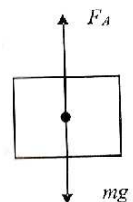
Ditanyakan : Massa benda

Jawab :

$$F_A = mg$$

$$0,75 \rho_b g V_f = V_b g \rho_b$$

$$m_b = \rho_b V_b = 0,75 \rho_f V_b = 750 \text{ gram}$$



5. Diketahui : $m = 1 \text{ kg}$; $k = 100\pi^2 \text{ N/m}$; $x(0) = 0,032 \text{ m}$; $v = 0,24\pi$

-
- a. Ditanyakan : Amplitudo dan tetapan fase

Jawab :

Dari hukum kekekalan energi $\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2$ didapatkan

$$mv_0^2 + kx^2 = kA^2, \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$v_0^2 + \omega^2 x_0^2 = \omega^2 A^2 \rightarrow A = \sqrt{x_0^2 + \left(\frac{v_0}{\omega}\right)^2} = 0,04 \text{ m}$$

Misalkan $X(t) = A \cos(\omega t + \varphi_0)$ maka $v(t) = -A\omega \sin(\omega t + \varphi_0)$, didapatkan

$$x(0) = A \cos(\varphi_0) \text{ dan } v(0) = -A\omega \sin(\varphi_0)$$

$$\text{Sehingga } \tan \varphi_0 = -\frac{v_0}{\omega x_0} \rightarrow \varphi_0 = -0,64 \text{ rad}$$

- b. Didapatkan : Fungsi osilasi

Jawab :

Fungsi osilasi dapat dituliskan sebagai

$$x(t) = 0,032 \cos(10\pi t - 0,64) \text{ m}$$

6. Diketahui : $P_1 = 1,01 \times 10^6 \text{ Pa}$; $T = 350 \text{ K}$; $P_2 = 1,01 \times 10^6 \text{ Pa}$

- a. Ditanyakan : Volume awal dan akhir

Jawab :

Dari persamaan gas ideal $PV = nRT$ didapatkan

$$V_0 = \frac{nRT}{P_0} = 2,9 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$V = \frac{nRT}{P} = 1,2 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

- b. Ditanyakan : Usaha yang dilakukan terhadap gas

Jawab :

$$W = \int_{V_0}^V P(V) dV = \int_{V_0}^V \frac{nRT}{V} dV = nRT \ln \left| \frac{V}{V_0} \right| = -2,6 \times 10^3 \text{ J}$$

- c. Ditanyakan : Perubahan energi dalam

Jawab :

$$\Delta U = nC_v \Delta T$$

$$\text{isotermik} \rightarrow \Delta T = 0 \rightarrow \Delta U = 0$$

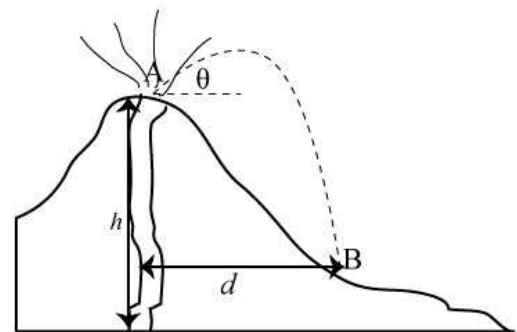
SOAL UJIAN AKHIR SEMESTER I

FISIKA DASAR I

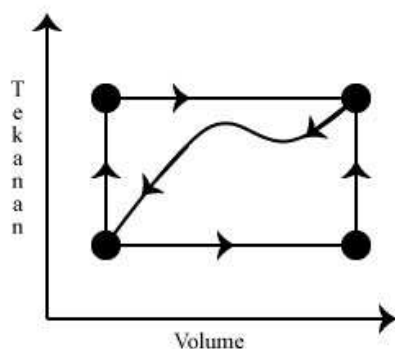
TAHUN 2007/2008

1. Sebuah motor listrik menggerakkan batu pengasah pisah (gerinda) berbentuk silinder. Kemudian motor tersebut dimatikan pada saat gerinda memiliki laju rotasi 240 putaran/menit. Putaran gerinda tidak serta merta berhenti dan percepatan sudutnya dianggap konstan selama berputar tersebut. Setelah 2 detik laju rotasi gerinda 180 putaran/menit
 - a. Tentukan percepatan sudut gerinda
 - b. Tentukan banyaknya putaran yang dialami gerinda selama 2 detik tersebut

2. Pada suatu letusan gunung api, bongkahan batu padat terlempar keluar dari kawahnya. Bongkahan batu tersebut biasanya disebut bom vulkanik. Gambar di samping ini adalah penampang lintang gunung Merapi di Jawa Tengah



- a. Pada laju awal berapa sebuah bom vulkanik dapat terlempar dari mulut kawah A dengan sudut $\theta = 37^\circ$, agar dapat jatuh di titik B, dengan jarak $h = 2$ km jarak horizontal $d = 10$ km (abaikan pengaruh gesekan udara pada lintasan bom tersebut)
 - b. Berapakah waktu yang diperlukan oleh bom vulkanik tersebut untuk mencapai titik B tersebut
3. Sebuah bola titanium bermassa 300 g bergerak pada permukaan mendatar yang licin dengan laju awal 1,2 m/s mengalami tumbukan elastik sempurna dengan bola titanium lainnya yang sedang diam dan massanya tidak diketahui. Setelah tumbukan, bola pertama bergerak dalam arah yang sama dengan arah semula dengan laju 0,6 m/s. Tentukanlah
 - a. Massa bola kedua
 - b. Laju bola kedua tersebut setelah tumbukan



4. Sebuah pipa berdiameter 2 cm dialiri air. Air (rapat massa 1000 kg/m^3) mengalir dalam pipa dengan laju awal 0,8 m/s dan bertekanan 150 kPa. Jika diameter pipa tersebut mengecil menjadi 1 cm dan naik menuju lantai ketiga dengan beda ketinggian 8,0 m, hitunglah
 - a. Laju air pada lantai ketiga tersebut
 - b. Tekanan air pada lantai ketiga tersebut

5. Bila suatu sistem gas ideal mengalami perubahan dari keadaan i menuju keadaan f melalui lintasan iaf (lihat gambar di samping), maka kalor yang diserap sistem $Q = 50 \text{ J}$ dan kerja oleh sistem pada lingkungan $W = 20 \text{ J}$
 - a. Jika energi dalam pada keadaan i (U_i) 10 J, hitunglah energi dalam pada keadaan f (U_f)
 - b. Bila melalui lintasan ibf, $Q = 36 \text{ J}$, hitunglah W bila melalui ibf
 - c. Jika untuk kembali dari keadaan f ke keadaan i melalui lintasan fi diperlukan $W = -13 \text{ J}$, hitunglah kalor Q yang harus dipindahkan untuk lintasan ini
-

SOLUSI UJIAN AKHIR SEMESTER I

FISIKA DASAR I

TAHUN 2007/2008

1. Diketahui : $\omega_0 = 240$ putaran/menit ; $\omega' = 180$ putaran/menit ; $\Delta t = 2$ detik

a. Ditanyakan : Percepatan sudut

Jawab :

$$\omega_0 = 240 \text{ putaran/menit} = 4 \text{ putaran/sekon} = 8\pi \text{ rad/s}$$

$$\omega' = 180 \text{ putaran/menit} = 3 \text{ putaran/sekon} = 6\pi \text{ rad/s}$$

Percepatan sudut

$$\alpha = \frac{\omega' - \omega_0}{\Delta t} = \frac{6\pi - 8\pi}{2} = -\pi \text{ rad/s}^2$$

b. Ditanyakan : Banyaknya putaran

Jawab :

$$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2 = 8\pi(2) - \frac{1}{2} \pi(2)^2 = 14\pi \text{ rad} = 7 \text{ putaran}$$

2. Diketahui : $\theta = 37^\circ$; $h = 2$ km ; $d = 10$ km

a. Ditanyakan : Laju awal bom vulkanik

Jawab :

Tinjau sumbu-x

$$d = v_0 \cos \theta \ t$$

Tinjau sumbu-y

$$-h = v_0 \sin \theta \ t - \frac{1}{2} g t^2$$

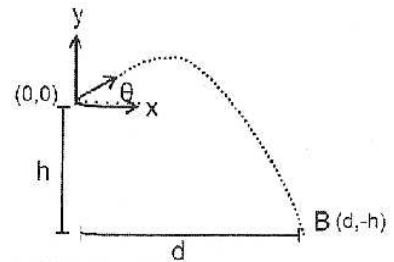
Substitusi nilai t menghasilkan

$$-h = v_0 \sin \theta \left(\frac{d}{v_0 \cos \theta} \right) - \frac{1}{2} g \left(\frac{d}{v_0 \cos \theta} \right)^2$$

$$-h = d \tan \theta - \frac{1}{2} g \frac{d^2}{v_0^2 \cos^2 \theta}$$

Sehingga didapatkan

$$v_0 = \sqrt{\frac{1}{2} g \frac{d^2}{\cos^2 \theta d \tan \theta + h}} = 287 \text{ m/s}$$



b. Ditanyakan : Waktu yang diperlukan sampai ke titik B

Jawab : Substitusikan nilai v sehingga didapatkan

$$t = \frac{d}{v_0 \cos \theta} = \frac{10 \times 10^3}{287 \cos 37^\circ} = 43,6 \text{ s}$$

3. Diketahui : $m = 300$ gr ; $v_1 = 1,2$ m/s ; $v'_1 = 0,6$ m/s

a. Ditanyakan : Massa bola kedua

Jawab :

Tinjau hukum kekekalan momentum sebelum dan sesudah tumbukan

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

Tinjau persamaan koefisien restitusi

$$e = -\frac{v'_2 - v'_1}{v_2 - v_1} = 1, \quad v_2 = 0 \text{ (elastik sempurna)}$$

$$v'_2 - v'_1 = v_1$$

Substitusi menghasilkan

$$m_1 v_1 = m_1 v'_1 + m_2 (v'_1 + v_1)$$

Sehingga didapatkan

$$m_2 = \frac{m_1 v_1 - m_1 v'_1}{v'_1 + v_1} = 0,1 \text{ kg}$$

- b. Ditanyakan : Laju bola kedua setelah tumbukan

Jawab :

$$v'_2 = v'_1 + v_1 = 0,6 + 1,2 = 1,8 \text{ m/s}$$

4. Diketahui : $d_1 = 2 \text{ cm}$; $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$; $v_1 = 0,8 \text{ m/s}$; $P_1 = 150 \text{ kPa}$
 $d_2 = 1 \text{ cm}$; $h_2 = 8 \text{ m}$

- a. Ditanyakan : Laju air pada lantai ketiga

Jawab :

Untuk mendapatkan laju digunakan persamaan kontinuitas debit $A_1 v_1 = A_2 v_2$

$$v_2 = \frac{A_1}{A_2} v_1 = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 v_1 = 3,2 \text{ m/s}$$

- b. Ditanyakan : Tekanan air pada lantai ketiga

Jawab :

Untuk mencari tekanan air kita gunakan persamaan Bernoulli

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

Untuk $h_1 = 0$ didapatkan untuk P_2

$$P_2 = P_1 + \frac{1}{2} \rho (v_1^2 - v_2^2) - \rho g h_2 = 65,2 \text{ kPa}$$

5. Diketahui : $Q = 50 \text{ J}$; $W = 20 \text{ J}$

- a. Ditanyakan : Energi dalam pada keadaan f

Jawab :

Untuk mencari energi dalam akhir, perlu dicari terlebih dahulu perubahan energi dalam ΔU proses tersebut. Gunakan hukum termodinamika pertama

$$Q = \Delta U + W$$

$$\Delta U = Q - W = 50 - 20 = 30 \text{ J}$$

$$U_f = U_i + \Delta U = 10 + 30 = 40 \text{ J}$$

- b. Ditanyakan : Kerja pada proses lintasan ibf

Jawab :

$$Q = \Delta U + W$$

$$W = Q - \Delta U = 36 - 30 = 6 \text{ J}$$

Catatan : pada diagram tekanan terhadap volume, berbeda dengan Q dan W yang tergantung pada lintasan yang diambil, perubahan energi dalam hanya ditentukan oleh posisi awal dan akhir dan tidak bergantung pada lintasan. Oleh sebab itu pada bagian (b), nilai ΔU yang digunakan sama dengan pada bagian (b) karena posisi awal dan akhir yang sama

- c. Ditanyakan : Kalor untuk lintasan fi

Jawab :

$$Q = \Delta U + W = 30 - 13 = 17 \text{ J}$$

UJIAN TENGAH SEMESTER I

FISIKA DASAR II

**(Untuk Mahasiswa Dengan Nilai Di Bawah C Setelah
Uts 1 Dan Uts 2)**

SOAL UJIAN TENGAH SEMESTER I

FISIKA DASAR II

TAHUN 2002/2003

1. Sebuah dipole listrik bermuatan $+Q$ dan $-Q$, kedua muatan tersebut terpisah sejauh d
 - a. Hitung vektor medan listrik di titik A
 - b. Jika sebuah muatan titik $q = 0,1Q$ diletakkan di A, hitunglah gaya pada q yang disebabkan oleh dipole tersebut
 - c. Jika titik A digeser ke posisi B dengan $y \gg d$, hitung vektor medan listrik di titik B dengan menggunakan aproksimasi $(1+\alpha)^n = 1 + na$ untuk $n \ll 1$
 2. Kulit bola yang tebal dengan jari-jari dalam a dan jari-jari luar b bermuatan total $-3Q$. Kemudian sebuah muatan titik $-Q$ diletakkan di pusat bola. Tentukan :
 - a. Besar dan arah kuat medan listrik di $r < a$; $a < r < b$; serta $r > b$
 - b. Besar muatan induksi pada permukaan dalam dan luar kulit bola
 - c. Gambar kurva potensial listrik di $r < a$; $a < r < b$; serta $r > b$. Asumsikan potensial di $r = b$, adalah v_0
 3. Sebuah kapasitor pelat sejajar terpisah oleh jarak 1 cm dan dengan luas penampang $0,2 \text{ m}^2$. Mula-mula kapasitor dihubungkan dengan sumber potensial 30 V. Setelah kapasitor jenuh muatan, sumber potensial dilepas kemudian bahan plastik bermuatan sama dengan tebal 0,5 cm disisipkan di antara pelat tersebut. Beda potensial pada keadaan ini adalah 20 V. Hitunglah
 - a. Besar kapasitansi sebelum diisi bahan plastik dan besar muatan pada masing-masing pelat
 - b. Besar kapasitansi setelah diisi bahan plastik dan tetapan dielektriknya
 - c. Besar kuat medan listrik dan rapat energi setelah diisi bahan plastik
 4. Ion-ion positif dilewatkan pada selektor kecepatan yang memiliki beda potensial antara pelat sebesar V dan medan magnet serba sama B_1 . Setelah keluar dari selektor kecepatan, hanya ion tertentu dengan massa m dan muatan q yang dapat memasuki ruang pembelok ion yang memiliki medan magnet serba sama B_2
 - a. Tentukan laju ion yang akan memasuki ruang pembelok ion
 - b. Buat sketsa lintasan ion setelah keluar dari celah ruang pembelok ion
 - c. Tentukan posisi jatuhnya ion pada pelat detektor relative titik O, dinyatakan dalam besaran-besaran yang diketahui
 5. Perhatikan rangkaian listrik berikut ini. Bila sumber potensial $\varepsilon = 24V$ serta $R_1 = R_7 = 4\Omega$; $R_2 = R_6 = 6\Omega$; $R_3 = R_5 = 3\Omega$; dan $R_4 = 1\Omega$, hitunglah
 - a. Arus yang melalui R_1, R_4 , dan R_7
 - b. Beda potensial antara titik a dan $b (V_a - V_b)$
-

SOLUSI UJIAN TENGAH SEMESTER I

FISIKA DASAR II

TAHUN 2002/2003

1. Diketahui : Muatan dipole $+q$ dan $-Q$ terpisah sejauh d

a. Ditanyakan : Vektor medan listrik di A

Jawab :

Oleh muatan $q_1 = Q$

$$E_{A1} = k \frac{Q(2d - d/2)}{[(2d)^2 + (2/d)^2]^{3/2}}$$

Oleh muatan $q_1 = -Q$

$$E_{A2} = k \frac{Q(2d - d/2)}{[(2d)^2 + (2/d)^2]^{3/2}}$$

Resultan

$$E_A = E_{A1} + E_{A2} = \frac{-kQd}{[(2d)^2 + (2/d)^2]^{3/2}}$$

b. Ditanyakan : Gaya pada q

Jawab :

Gaya pada muatan q di titik A adalah $F = qE_A$ dengan $q = 0,1Q$ maka

$$F_A = \frac{-0,1kQ^2d}{[(2d)^2 + (2/d)^2]^{3/2}}$$

c. Ditanyakan : Vektor medan listrik di B

Jawab :

Untuk sebarang titik B (0,y) pada sumbu-y maka kuat medannya analog dengan hasil (a) dengan menggunakan y pada suku (2d)

$$E_B = \frac{-kQd}{[y^2 + (2/d)^2]^{3/2}} = \frac{-kQd}{y^3[1 + (d/2y)^2]^{3/2}}$$

Aproksimasi $(1+\alpha)^n = 1 + n\alpha$ memberikan

$$[1 + (d/2y)^2]^{3/2} \approx 1 + \frac{3}{2} \left(\frac{d}{2y}\right)^2 = 1 + \frac{3d^2}{8y^2} \quad \text{sehingga didapatkan}$$

$$E_B = \frac{-kQd}{1 + \frac{3d^2}{8y^2}}$$

2. Diketahui : $r_a = a$; $r_b = b$; $q_{total} = -3Q$

a. Ditanyakan : Besar dan arah kuat medan listrik

Jawab :

Simetri persoalannya akan menghasilkan medan listrik yang berarah radial (bisa ke dalam maupun ke luar) oleh karena itu akan diselesaikan dengan hukum Gauss dengan pilihan permukaan berbentuk bola dengan jari-jari r untuk masing-masing kasus

$$r < a$$

$$\oint \vec{E} d\vec{A} = \frac{Q}{\epsilon_0} \rightarrow E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

b. Ditanyakan : Muatan induksi

Jawab :

Karena $E = 0$ dalam kulit bola konduktor, maka menurut hukum Gauss

$$\oint \vec{E} d\vec{A} = \text{muatan induksi } Q_a$$

$$q = 0 = Q_q + Q \text{ atau } Q_a = 0$$

3. Diketahui : $A = 0,2 \text{ m}$; $d = 0,01 \text{ m}$; $V_0 = 30 \text{ V}$; $d_{plastik} = 0,5 \text{ cm}$

a. Ditanyakan : Kapasitansi dan muatan sebelum diisi plastik

Jawab :

$$C_0 = \epsilon_0 \frac{A}{d} = \epsilon_0 \frac{0,2}{0,01} = 20\epsilon_0 \text{ F}$$

Muatan mula-mula

$$Q_0 = C_0 V_0 = 20\epsilon_0 (30) = 600\epsilon_0 \text{ C}$$

b. Ditanyakan : Kapasitansi setelah diisi bahan plastik

Jawab :

Setelah diisi dan baterai dilepas

$$Q_1 = C_{ekv} V_1 \rightarrow C_{ekv} = \frac{Q_1}{V_1} = \frac{600\epsilon_0}{20} = 30\epsilon_0 \text{ F}$$

c. Ditanyakan : Kuat medan listrik dan rapat energi

Jawab :

Kuat medan listrik pada keadaan plastik terpasang

i. $E_u = \frac{V_0}{d} = \frac{30}{0,01} = 3000 \text{ V/m}$

ii. $E_p = \frac{E_0}{K} = \frac{3000}{3} = 1000 \text{ V/m}$

iii. Rapat energi pada bagian plastik

$$U = 0,5\epsilon_0 E_u^2 = 0,5(3000)^2 \epsilon_0 = 4,5\epsilon_0 \times 10^6 \text{ J/m}^3$$

iv. Rapat energi pada bagian udara

$$U = 0,5\epsilon_0 E_p^2 = 0,5(1000)^2 \epsilon_0 = 1,5\epsilon_0 \times 10^6 \text{ J/m}^3$$

4. Diketahui : Ion positif dilewatkan pada selektor kecepatan dan ruang pembelok ion

a. Ditanyakan : Laju ion yang memasuki ruang pembelok ion

Jawab :

Ada dua gaya yang berlawanan yang bekerja pada ion dalam selektor kecepatan : gaya listrik $F_a = qE = qV/d$, medan magnet $F_b = qvB$. Ion yang akan lolos melewati selektor kecepatan adalah yang mengalami gaya $F_a = F_b$ tapi saling berlawanan arah maka

$$qV/d = qvB_1 \rightarrow v = V/B_1 d$$

b. Ditanyakan: Lintasan ion

Jawab :

Dalam ruang pembelok ion mengalami pembelokan karena gaya magnet $F = qvB_2$ (vektor \vec{v} tegak lurus \vec{B}_2), karena gaya magnet selalu tegak lurus v maka berfungsi sebagai gaya sentripetal, sehingga lintasannya berbentuk lingkaran yang membelok ke bawah

c. Ditanyakan : Posisi jatuh ion

Jawab :

Besar gaya magnet ketika dibelokkan $F = qvB_2$

$$qvB_2 = \frac{mv^2}{R} \rightarrow R = \frac{mv}{qB_2} = \frac{mV}{qdB_1B_2}$$

$$y = 2 \frac{mV}{qdB_1B_2}$$

5. Diketahui : $\epsilon = 24\text{V}$; $R_1 = R_7 = 4\Omega$; $R_2 = R_6 = 6\Omega$; $R_3 = R_5 = 3\Omega$; $R_4 = 1\Omega$

a. Ditanyakan :

Jawab :

Soal ini dapat diselesaikan dengan hukum Kirchoff dengan menyederhanakan rangkaian secara bertahap

$$R_2 \text{ paralel dengan } R_3 : R_{23} = 2 \Omega$$

$$R_5 \text{ paralel dengan } R_6 : R_{56} = 2 \Omega$$

R_1 seri dengan $R_{23} : R_{123} = 6 \Omega$
 R_4 seri dengan $R_{56} : R_{456} = 3 \Omega$
 R_{123} paralel dengan $R_{456} : R_{16} = 6 \Omega$
 R_{16} seri dengan $R_7 : R_{total} = 6 \Omega$

Arus yang lewat R_7

$$i_7 = \frac{E}{R_{total}} = \frac{24}{6} = 4 \text{ A}$$

Melihat arah arus di R_{16} maka $V_b > V_a$

$$V_{ba} = i_7 R_{total} = 4(6) = 24 \text{ V}$$

$$V_{ba} = i_1 R_{123} = i_4 R_{456}, \text{ sehingga } 6i_1 = 3i_4 \rightarrow i_1 : i_4 = 1 : 2$$

$$i_7 = i_1 + i_4 = 4 \text{ A}$$

$$i_1 = 4/3 \text{ A dan } i_4 = 8/3 \text{ A}$$

b. Ditanyakan : Beda potensial antara titik a dan b

Jawab :

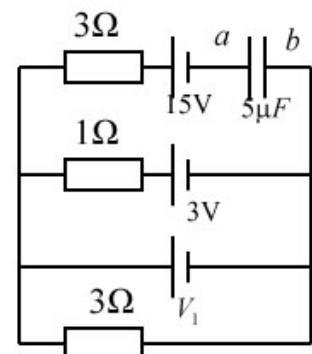
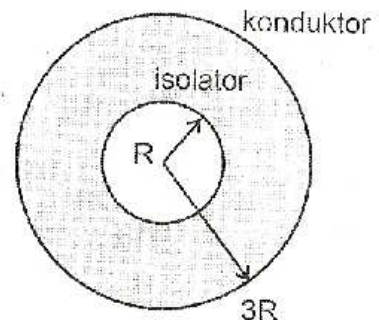
$$V_a - V_b = -V_{ba} = -24 \text{ V}$$

SOAL UJIAN TENGAH SEMESTER I

FISIKA DASAR IIA

TAHUN 2003/2004

1. Dua buah muatan titik $Q_1 = 30\mu C$ berada di titik (0,6) m sedangkan $Q_2 = -10\mu C$ di titik (-8,0) m. Hitunglah
 - a. Gaya yang dialami oleh muatan Q_1
 - b. Medan listrik di titik (0,0)
 - c. Potensial listrik di titik (0,-6) m
2. Sebuah kapasitor keping mempunyai luas penampang 4 cm^2 dengan jarak antar kepingnya 0,1 mm. Kapasitor tersebut kemudian dihubungkan dengan sumber tegangan 200V
 - a. Tentukan besarnya kapasitansi, muatan, dan besar medan listrik pada kapasitor tersebut
 - b. Tanpa melepas sumber tegangan, kapasitor tersebut kemudian disisipi dielektrik yang memiliki permitivitas relatif (konstanta dielektrik) 30. Tentukan besar kapasitansi, muatan dan besar medan listriknya
 - c. Tegangan pada kapasitor tersebut diputus dan kemudian dielektrik dicabut. Tentukanlah medan listrik akhir yang bekerja
3. Bola isolator dengan muatan $+Q$ yang terdistribusi secara merata pada seluruh volumenya, terletak sepusat di dalam sebuah konduktor berongga yang bermuatan $-2Q$ seperti pada gambar. Tentukan
 - a. Medan listrik E pada posisi-posisi $r < R$; $R < r < 3R$; dan $r > 3R$ dan sketsa grafik E terhadap r
 - b. Potensial listrik V pada posisi $r = R$, dengan mengasumsikan bahwa $V = 0$ di tempat tak hingga
4. Medan magnetik seragam sebesar 10^{-1}T berarah tegak lurus memasuki bidang tulis. Jika sebuah proton dalam medan magnetik tersebut mempunyai kecepatan 10^5 m/s ke arah kanan
 - a. Tentukan besar gaya dan arah gaya proton (abaikan gaya gravitasi proton)
 - b. Gambarkan sketsa lintasan proton dalam medan magnetik tersebut. Jelaskan mengapa demikian
 - c. Jika selain medan magnetik ditambahkan medan listrik sebesar 10^4 N/C ke bawah tegak lurus medan magnetik, berapa gaya total yang dialami proton dan gambarkan sketsa lintasan proton tersebut
5. Dari gambar di bawah, apabila diketahui $V_1 = 9\text{V}$ dan kapasitor dalam keadaan terisi penuh), tentukan :
 - a. Nilai arus yang melewati masing-masing hambatan
 - b. $(V_a - V_b)$ dan muatan di dalam kapasitor
 - c. Disipasi daya pada hambatan 1Ω



SOLUSI UJIAN TENGAH SEMESTER I

FISIKA DASAR IIA

TAHUN 2003/2004

1. Diketahui : $Q_1 = 30\mu\text{C}$; $\vec{r}_1 = 6\hat{j} \text{ m}$; $Q_2 = -10\mu\text{C}$; $\vec{r}_2 = -8\hat{i} \text{ m}$

a. Ditanyakan : Gaya yang dialami muatan Q_1

Jawab :

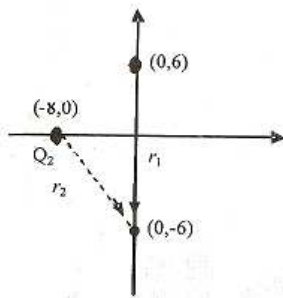
$$\begin{aligned}\vec{F}_{12} &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|^3} (\vec{r}_1 - \vec{r}_2) \\ \vec{F}_{12} &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{|6\hat{j} + 8\hat{i}|^3} (6\hat{j} + 8\hat{i}) = 9 \times 10^9 \frac{(30 \times 10^{-6})(-10 \times 10^{-6})}{|\sqrt{6^2 + 8^2}|^3} (6\hat{j} + 8\hat{i}) \\ \vec{F}_{12} &= \frac{-2700 \times 10^{-3}}{10^3} (6\hat{j} + 8\hat{i}) = 0,0162\hat{i} + 0,0216\hat{j}\end{aligned}$$

b. Diketahui : Medan listrik di (0,0)

Jawab :
$$\begin{aligned}\vec{E} &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1}{|0 - \vec{r}_1|^3} (0 - \vec{r}_1) + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_2}{|0 + \vec{r}_2|^3} (0 + \vec{r}_2) \\ \vec{E} &= -7,5 \times 10^3 \hat{i} - 1,4 \times 10^3 \hat{j} \text{ N/C}\end{aligned}$$

c. Ditanyakan : Potensial di (0,6)

Jawab : Perhatikan gambar berikut



$$\begin{aligned}V &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1}{r_1} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_2}{r_2} \\ &= 9 \times 10^9 \frac{30 \times 10^{-6}}{12} - 9 \times 10^9 \frac{-10 \times 10^{-6}}{10} \\ &= 13,5 \times 10^3 \text{ V}\end{aligned}$$

2. Diketahui : $d = 0,1\text{mm} = 10^{-4}\text{m}$; $A = 4\text{cm} = 4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

a. Ditanyakan : Kapasitansi, muatan, dan medan listrik

Jawab :
$$\begin{aligned}C &= \epsilon_0 \frac{A}{d} = 8,85 \times 10^{-12} \frac{4 \times 10^{-4}}{10^{-4}} = 3,54 \times 10^{-11} \text{ F} \\ Q &= CV = 3,54 \times 10^{-11} \times 200 = 7,08 \times 10^{-9} \text{ C} \\ E &= \frac{V}{d} = 2 \times 10^6 \text{ N/m}\end{aligned}$$

b. Ditanyakan : Kapasitansi, muatan, dan medan listrik setelah disisipi dielektrik

Jawab : Karena sumber tegangan tidak dilepas maka $V' = V = 200 \text{ V}$

$$\begin{aligned}C &= \kappa\epsilon_0 \frac{A}{d} = 30 \times 8,85 \times 10^{-12} \frac{4 \times 10^{-4}}{10^{-4}} = 1,06 \times 10^{-9} \text{ F} \\ Q &= CV = 1,06 \times 10^{-9} \times 200 = 2,12 \times 10^{-7} \text{ C} \\ E &= \frac{V}{d} = 2 \times 10^6 \text{ N/m}\end{aligned}$$

c. Ditanyakan : Medan listrik setelah tegangan diputus dan dielektrik dicabut

Jawab :

Muatan pada kapasitor tidak berubah $Q = 2,12 \times 10^{-7} \text{ C}$

Setelah dielektrik dicabut maka kapasitansi akan sama dengan kapasitansi pada (a)

$$C = 3,54 \times 10^{-11} \text{ F}$$

Dari hasil ini akan diperoleh potensial $V = \frac{Q}{C} = \frac{2,12 \times 10^{-7}}{3,54 \times 10^{-11}} = 6,24 \times 10^3 \text{ V}$

Medan listrik $E = \frac{V}{d} = \frac{6,24 \times 10^3}{10^{-4}} = 6,24 \times 10^7 \text{ N/m}$

3. Diketahui : Bola isolator $+Q$ dan konduktor berongga $-2Q$ sepusat

a. Ditanyakan : Medan listrik E dan sketsa grafik $E - r$

Jawab :

Untuk daerah $r < R$

Rapat muatan pada konduktor $\rho = \frac{Q}{V} = \frac{Q}{\frac{4}{3}\pi R^3}$ dengan

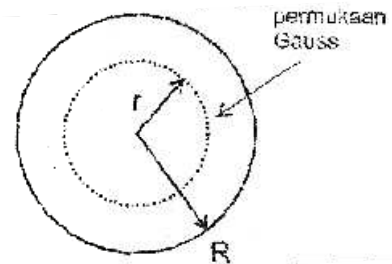
$$A = 4\pi r^2$$

Dengan menggunakan hukum gauss akan diperoleh

$$\oint \vec{E} d\vec{A} = \frac{q_{in}}{\epsilon_0}$$

$$E(4\pi r^2) = \frac{1}{\epsilon_0} \int \rho dV = \frac{\rho}{\epsilon_0} \left(\frac{4}{3}\pi R^3 \right)$$

$$\text{Sehingga akan didapatkan } E = \frac{\rho}{3\epsilon_0} r$$



Untuk daerah $R < r < 3R$

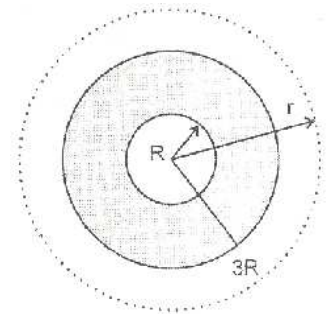
$E = 0$ (daerah tersebut berada di dalam konduktor)

Untuk daerah $r > 3R$

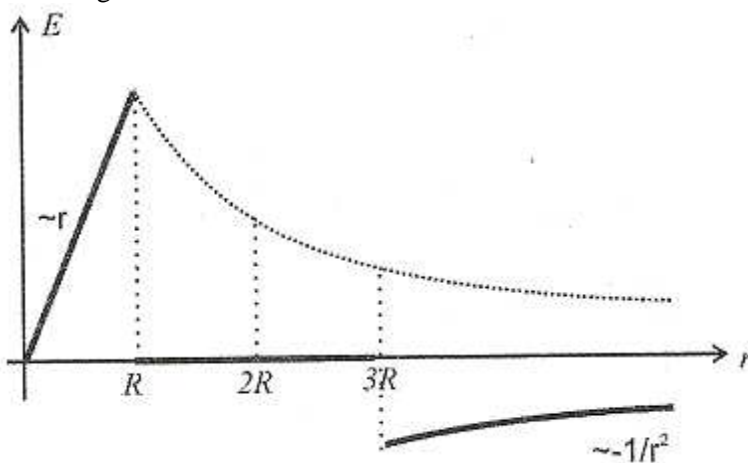
Muatan yang dilingkupi oleh permukaan Gauss adalah $q_{in} = Q - 2Q = -Q$, yaitu muatan pada isolator ditambah muatan pada konduktor. Dengan menggunakan hukum Gauss akan diperoleh

$$\oint \vec{E} d\vec{A} = \frac{q_{in}}{\epsilon_0} \rightarrow E(4\pi R^2) = \frac{-Q}{\epsilon_0}$$

$$E = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$$



Sketsa grafik



b. Diketahui : Potensial listrik V pada posisi $r = R$

Jawab :

$$V(R) = -\int_{\infty}^{3R} E dr - \int_{3R}^R E dr$$

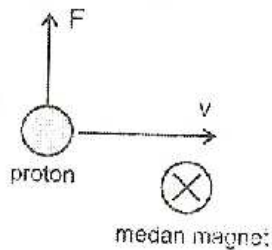
$$V = -\int_{\infty}^{3R} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{-Q}{r^2} dr - \int_{3R}^R 0 dr = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{-Q}{3R} = \frac{1}{12\pi\epsilon_0} \frac{-Q}{R}$$

4. Diketahui : $B = 10^{-1} \text{ T}$; $v = 10^5 \text{ m/s}$

a. Ditanyakan : Gaya pada proton

Jawab :

Perhatikan gambar berikut

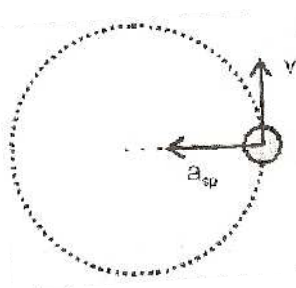


Besar gaya Lorentz yang dialami oleh proton adalah

$$F = qvB = (1,6 \times 10^{-19})(10^5)(10^{-1}) = 1,6 \times 10^{-15} \text{ N}$$

b. Diketahui : Sketsa lintasan proton

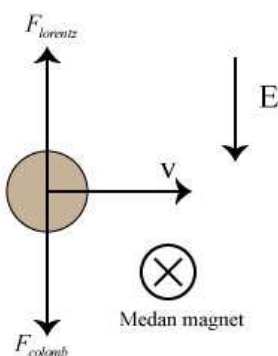
Jawab :



Proton akan memiliki lintasan lingkaran karena gaya Lorentz yang bekerja selalu memiliki arah tegak lurus kecepatan linier (memberikan gaya sentripetal)

c. Ditanyakan : Gaya total dan sketsa proton jika terdapat medan listrik

Jawab :



Besar gaya listrik

$$F_E = qE = (1,6 \times 10^{-19})(10^4) = 1,6 \times 10^{-15} \text{ N}$$

Karena besar gaya magnetik sama dengan besar gaya listrik maka benda akan bergerak lurus dengan kecepatan konstan sebesar v

5. Diketahui : $V_1 = 9 \text{ V}$

a. Ditanyakan : Arus yang melewati masing-masing hambatan

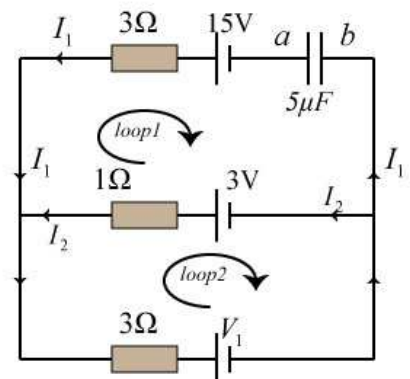
Jawab :

Perhatikan gambar disamping.

Karena kapasitor telah terisi penuh maka tidak ada arus yang melewati kapasitor sehingga arus yang melewati hambatan R_1 sama dengan nol ($I_1 = 0$)

$$I_2 = I_3$$

Dari loop 2 akan diperoleh



$$\sum \varepsilon = \sum iR$$

$$V_1 - 3 = I_2 R_2 + I_3 R_3$$

$$9 - 3 = 4I_2 \rightarrow I_2 = I_3 = 1,5 \text{ A}$$

Sehingga didapatkan arus yang melewati R_2 dan R_3 adalah 1,5 A

- b. Ditanyakan : $(V_a - V_b)$ dan muatan di dalam kapasitor

Jawab :

Dari loop 1 akan diperoleh

$$\sum \varepsilon = \sum iR$$

$$-15 + V_{ab} + 3 = I_2 R_2$$

$$V_{ab} = 15 - 3 - 1,5 = 10,5 \text{ V}$$

$$\text{Muatan dalam kapasitor } Q = CV_{ab} = (5 \times 10^{-6})(10,5) = 5,25 \times 10^{-5} \text{ C}$$

- c. Ditanyakan : Disipasi daya pada hambatan 1

Jawab :

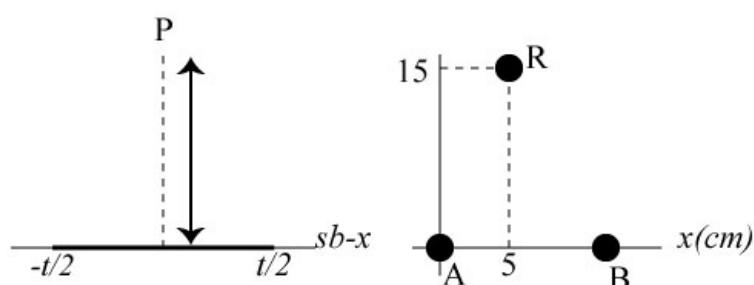
$$P = I^2 R = (1,5)^2 (1) = 2,25 \text{ W}$$

SOAL UJIAN TENGAH SEMESTER I

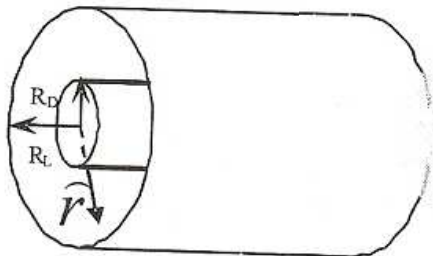
FISIKA DASAR IIA

TAHUN 2005/2006

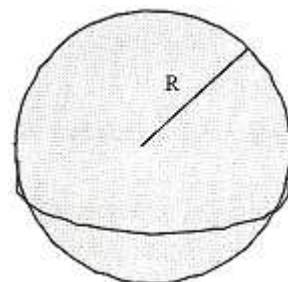
1. Muatan titik A (+10nC) dan B (-10nC) terletak masing-masing di (0,0) dan (0,10) cm. Hitunglah
 - a. Besar dan gaya arah gaya Coulomb pada muatan +5nC di titik R (5,15) cm tersebut
 - b. Kerja yang diperlukan untuk memindahkan muatan +5nC dari titik tak berhingga ke titik R (5,15) cm
2. Muatan listrik Q tersebar secara merata pada sebuah batang yang memiliki panjang l . Hitunglah
 - a. Kuat medan listrik total yang disebabkan oleh batang logam pada titik P seperti terlihat pada gambar
 - b. Potensial listrik di titik tersebut di atas dengan acuan potensial di titik tak berhingga adalah nol



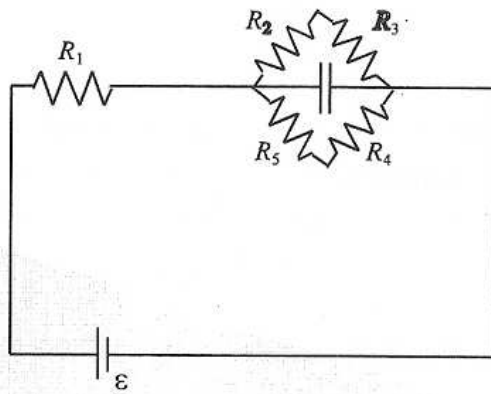
3. Sebuah kapasitor silinder memiliki diameter dalam R_d dan diameter luar R_l diisi oleh bahan dielektrik dengan tetapan dielektrik relatif sebesar ϵ_r . Jika kuat medan listrik di dalam dielektrik tersebut adalah $\vec{E}(r) = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_r\epsilon_0} \frac{1}{r} \vec{r}$ dengan λ menyatakan rapat muatan per satuan panjang, hitunglah
 - a. Beda potensial antara silinder luar dan silinder dalam
 - b. Kapasitansinya



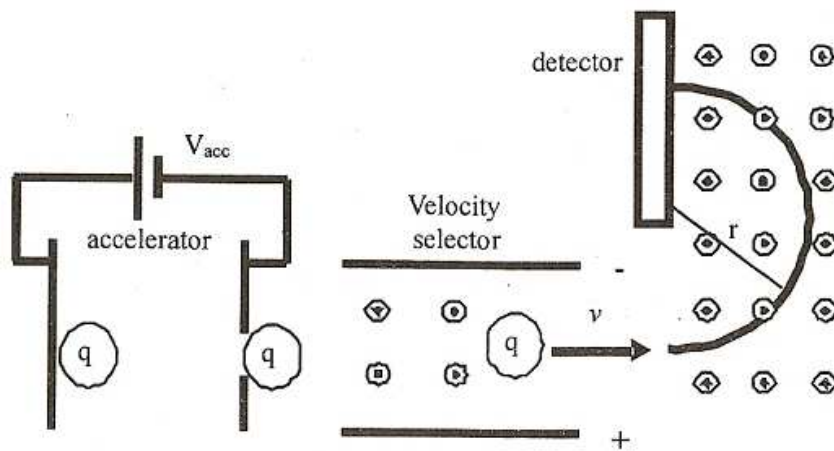
4. Muatan total $Q = 10\mu C$ terdistribusi secara uniform pada sebuah bola isolator berjari-jari $R = 1$ cm dengan tetapan dielektrik $\kappa=10$
 - a. Hitunglah kuat medan listrik di dalam bola
 - b. Hitunglah medan listrik di luar bola (medium udara)
 - c. Gambarkan kurva kuat medan terhadap r



5. $R_2 = 2\Omega$; $R_3 = 3\Omega$; $R_4 = 1\Omega$; $R_5 = 2\Omega$; $\epsilon = 6V$; dan $C = 50\mu F$. Jika dalam keadaan stasioner (muatan pada kapasitor telah penuh), arus yang mengalir pada R_1 adalah 0,75 A. Tentukan :
 - a. Besarnya R_1
 - b. Beda potensial titik a dan b
 - c. Muatan pada kapasitor
-



6. Dua buah ion klorin dengan massa 35 amu dan 37 amu bergerak ke dalam medan magnet sebesar 0,50T dengan kecepatan $2,0 \times 10^5$ m/s ($1 \text{ amu} = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$). Hitung
- Jari-jari atom klorin dengan massa 35 amu
 - Jari-jari atom klorin dengan massa 37 amu



SOLUSI UJIAN TENGAH SEMESTER I

FISIKA DASAR IIA

TAHUN 2005/2006

1. Diketahui : $Q_A = +10nC$; $Q_B = -10nC$; $\vec{r}_A = 0$; $\vec{r}_B = 10\hat{j}$ cm

a. Ditanyakan : Gaya Coulomb pada muatan $+5nC$ di titik R (5,15) cm

Jawab :

Gaya Coulomb dalam bentuk vektor dapat dituliskan sebagai

$$\vec{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{|\vec{r}_1 - \vec{r}_2|^3} (\vec{r}_1 - \vec{r}_2)$$

Gaya Coulomb pada muatan yang berada di titik R

$$\vec{F}_R = \vec{F}_{RA} + \vec{F}_{RB}$$
$$\vec{F}_R = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_R Q_A}{|\vec{r}_R - \vec{r}_A|^3} (\vec{r}_R - \vec{r}_A) + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_R Q_B}{|\vec{r}_R - \vec{r}_B|^3} (\vec{r}_R - \vec{r}_B)$$

$$\vec{F}_R = \frac{Q_R}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{Q_A}{|\vec{r}_R - \vec{r}_A|^3} (\vec{r}_R - \vec{r}_A) + \frac{Q_B}{|\vec{r}_R - \vec{r}_B|^3} (\vec{r}_R - \vec{r}_B) \right)$$

$$\vec{F}_R = 450 \times 10^{-5} \left(\frac{5\hat{i} + 15\hat{j}}{|\sqrt{5^2 + 15^2}|^3} + \frac{-5\hat{i} - 15\hat{j}}{|\sqrt{5^2 + 5^2}|^3} \right)$$

c. Ditanyakan : Kerja yang diperlukan untuk memindahkan muatan $+5nC$ dari titik tak berhingga ke titik R (5,15) cm

Jawab :

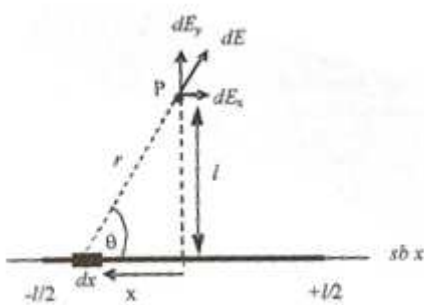
$$W = Q_R V_R = \frac{Q_R}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{Q_A}{|\vec{r}_R - \vec{r}_A|} + \frac{Q_B}{|\vec{r}_R - \vec{r}_B|} \right) = 450 \times 10^{-7} \left(\frac{1}{|\sqrt{5^2 + 15^2}|} - \frac{1}{|\sqrt{5^2 + 5^2}|} \right)$$

2. Diketahui : Muatan Q tersebar merata pada batang l

a. Ditanyakan : Kuat medan listrik di P

Jawab :

Perhatikan gambar berikut



Medan listrik di titik P oleh muatan yang terletak pada elemen kawat dx adalah dE . Karena komponen dE_x akan saling menghilangkan maka

$$dE = dE_y = dE \sin \theta = k \frac{dq}{r^2} \sin \theta = k \frac{\lambda dx}{r^2} \sin \theta$$

Dari gambar di atas dapat disimpulkan bahwa $x = l \cot \theta$ sehingga didapatkan

$$dx = -\frac{l}{\sin^2 \theta} d\theta \text{ dan } r^2 = x^2 + l^2 = \frac{l^2}{\sin^2 \theta}$$

$$dE = k \frac{\lambda dx}{r^2} \sin \theta = k \lambda \sin \theta \left(\frac{\sin^2 \theta}{l^2} \right) \left(-\frac{l}{\sin^2 \theta} d\theta \right) = -\frac{k \lambda}{l} \sin \theta d\theta$$

jadi

$$E = \int dE = -\frac{k \lambda}{l} \int_{\theta_1}^{\theta_2} \sin \theta d\theta = \frac{k \lambda}{l} (\cos \theta_2 - \cos \theta_1) = \frac{2k \lambda}{5l} \sqrt{5}$$

b. Ditanyakan : Potensial listrik di P

Jawab : $V = -\int E dl = -\frac{2k \lambda}{5} \sqrt{5} \int \frac{dl}{l} = \frac{2k \lambda}{5} \sqrt{5} \ln l$

3. Diketahui : $\vec{E}(r) = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0\epsilon_r} \frac{1}{r} \vec{r}$

a. Ditanyakan : Beda potensial antara silinder luar dan silinder dalam

Jawab : $V = - \int E dr = - \int_{R_L}^{R_D} \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0\epsilon_r} \frac{dr}{r} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0\epsilon_r} \ln \frac{R_L}{R_D}$

b. Ditanyakan : Kapasitansi

Jawab : $C = \frac{Q}{V} = \frac{\lambda l}{\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0\epsilon_r} \ln \left(\frac{R_L}{R_D} \right)}$

4. Diketahui : $Q = 10\mu C$; $R = 1cm$; $\kappa = 10$

a. Ditanyakan : Kuat medan listrik di dalam bola

Jawab : Dengan menggunakan hukum Gauss kita akan dapatkan

$$\int \vec{E} d\vec{A} = \frac{q_{in}}{\kappa\epsilon_0} \rightarrow E(4\pi r^2) = \frac{Q(r)}{\kappa\epsilon_0}$$

Untuk $r < R$, nilai q_{in} tidak sama dengan Q total

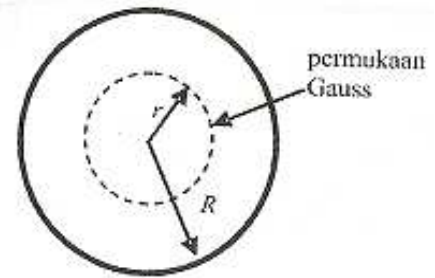
Karena homogen, q_{in} akan memenuhi

$$Q(r) = \frac{Q}{\frac{4}{3}\pi R^3} \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{Q}{R^3} r^3$$

Sehingga

$$E(4\pi r^2) = \frac{1}{\kappa\epsilon_0} \left(\frac{Q}{R^3} r^3 \right)$$

$$E = \frac{1}{4\pi\kappa\epsilon_0} \frac{Q}{R^3} r$$

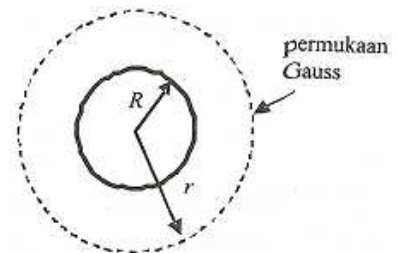


b. Ditanyakan : Medan listrik di luar bola

Jawab : Dengan menggunakan hukum Gauss akan didapatkan

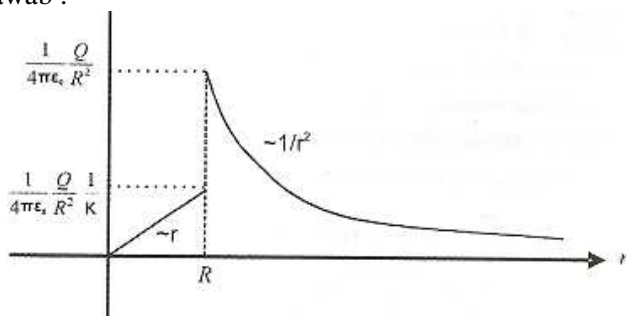
$$\int \vec{E} d\vec{A} = \frac{q_{in}}{\kappa\epsilon_0} \rightarrow E(4\pi r^2) = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$



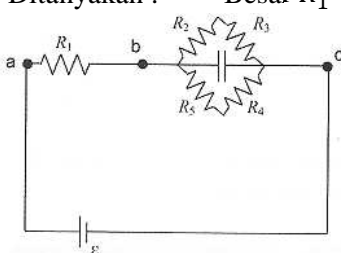
c. Ditanyakan : Kurva kuat medan terhadap r

Jawab :



5. Diketahui : $R_2 = 2\Omega$; $R_3 = 3\Omega$; $R_4 = 1\Omega$; $R_5 = 2\Omega$; $\epsilon = 6V$; $C = 50\mu F$

a. Ditanyakan : Besar R_1



Jawab : Perhatikan gambar berikut

Karena berada dalam keadaan stasioner, maka kapasitor tidak dilewati arus. Titik ab memiliki hambatan pengganti

$$R_{ab} = \frac{(R_2+R_3)(R_4+R_5)}{R_2+R_3+R_4+R_5} = \frac{(5)(3)}{2+3+1+2} = 1,875\Omega$$

Tinjau titik ac

$$V_{ac} = \varepsilon = IR_1 + IR_{ab}$$

$$R_1 = \frac{\varepsilon}{I} - R_{ab} = \frac{6}{0,75} - 1,875 = 6,13 \, \Omega$$

b. Ditanyakan : Beda potensial di titik a dan b

Jawab :

$$V_{ab} = IR_{ab} = 0,75(1,875) = 1,41V$$

c. Ditanyakan : Muatan pada kapasitor

Jawab :

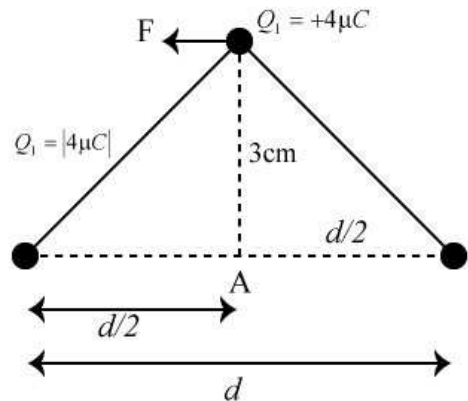
$$Q = CV = (50 \times 10^{-6})(1,41) = 5,05 \times 10^{-5} \, C$$

SOAL UJIAN TENGAH SEMESTER I

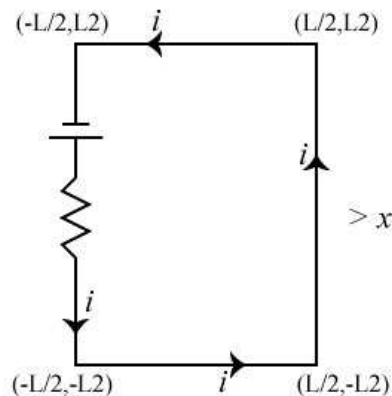
FISIKA DASAR IIA

TAHUN 2006/2007

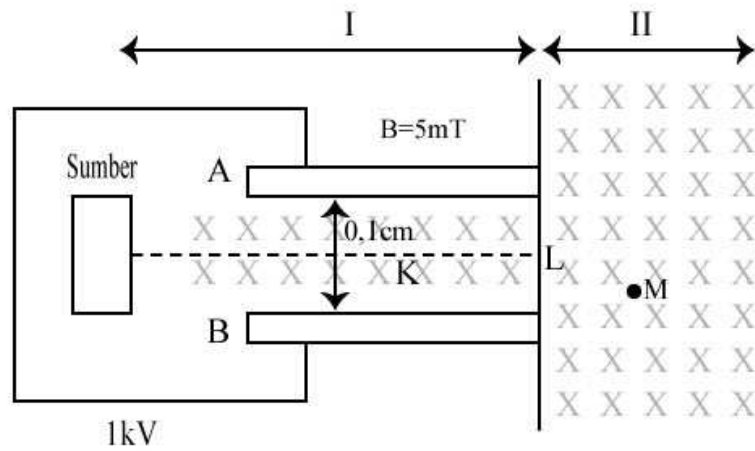
1. Mula-mula tiga buah muatan disusun pada gambar di samping. Besar muatan Q_1 adalah $2\mu C$ yang jenisnya (tanda) belum diketahui. Muatan Q_2 tidak diketahui besar dan jenisnya. Sedangkan jenis muatan Q_3 adalah positif dan besarnya $4\mu C$. Resultan gaya \vec{F} yang bekerja pada muatan Q_3 ke arah sumbu-x negatif
- Tentukanlah Q_1 dan Q_2 (besar dan tanda/jenis)
 - Tentukanlah besarnya gaya \vec{F}
 - Tentukanlah potensial di titik A
 - Jika posisi Q_1 dan Q_2 tetap seperti pada gambar dan Q_3 bebas bergerak, apakah gaya total yang bekerja pada muatan Q_3 selalu tetap terhadap waktu? Jelaskan dengan ringkas dan singkat



2. Tinjau sebuah bola pejal isolator berjari-jari R yang mempunyai muatan $+Q$ tersebar secara merata
- Dengan menggunakan hukum Gauss tentukanlah medan listrik sebagai fungsi dari jarak dari pusat bola isolator di dalam dan di luar bola isolator
 - Tentukanlah potensial listrik sebagai fungsi dari jarak dari pusat bola isolator di dalam dan di luar bola isolator
 - Jika bola isolator ini ditempatkan dalam daerah dengan kuat medan listrik $\vec{E} = 5\hat{i}$ N/C, hitunglah fluks total yang melewati seluruh permukaan bola isolator tersebut
3. Diberikan rangkaian listrik seperti pada gambar. $C = 2000\mu F$. Jika pada $t = 0$ kapasitor dalam keadaan kosong, maka
- Hitunglah arus i sesaat setelah saklar s ditutup
 - Tentukanlah V_{ab} pada saat kapasitor dalam keadaan tunak (terisi penuh muatan)
 - Tentukanlah energi yang tersimpan dalam kapasitor saat tunak
4. Sebuah kawat berupa bujur sangkar terletak dalam bidang xy seperti pada gambar, dengan sumbu-z positif keluar bidang kertas (abaikan pengaruh gravitasi dan medan magnet yang ditimbulkan kawat berarus i)
- Tentukanlah gaya Lorentz yang bekerja pada kawat apabila medan magnet \vec{B} searah dengan sumbu-z positif
 - Jika medan magnetnya diganti menjadi $\vec{B} = y\hat{j}$, hitunglah gaya Lorentz pada kawat tersebut
 - Bagaimanakah gerak kawat untuk soal (b), jelaskan dengan ringkas dan singkat



5. Diberikan sistem spectrometer massa seperti pada gambar di bawah
- Tentukan besar dan arah dari gaya-gaya yang bekerja pada elektron di titik K dan M
 - Turunkan persamaan kecepatan elektron di titik L
 - Tentukan jari-jari lintasan elektron, dimanakah posisi detector harus ditempatkan? Gambarkan jawaban Anda



SOLUSI UJIAN TENGAH SEMESTER I

FISIKA DASAR IIA

TAHUN 2006/2007

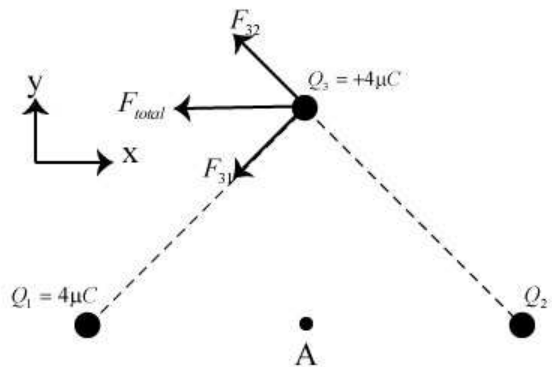
1. Diketahui : $Q_1 = 2 \mu C$; $Q_3 = +4 \mu C$

a. Ditanyakan : Tentukan Q_1 dan Q_2

Jawab :

Susunan gaya yang memungkinkan agar didapatkan hasil seperti pada gambar adalah sebagai berikut

Agar mendapatkan susunan seperti gambar, maka jenis muatan Q_2 haruslah positif dan jenis muatan Q_1 haruslah negatif. Selain itu, gaya yang diakibatkan muatan Q_1 dan Q_2 harus sama agar didapatkan resultan total hanya dalam arah sumbu-x. Oleh karena itu, besar muatan Q_2 harus sama dengan muatan Q_1 (jarak antara Q_1 dan Q_3 sama dengan jarak Q_2 dan Q_3). Maka dapat disimpulkan bahwa jenis muatan Q_1 adalah negatif dan jenis muatan Q_2 positif serta $|Q_1| = |Q_2|$



b. Ditanyakan : Besar gaya \vec{F}

Jawab :

Gaya total yang bekerja pada Q_3 diakibatkan oleh Q_1 dan Q_2

$$\vec{F}_{total} = \vec{F}_{31} + \vec{F}_{32} = (-\vec{F}_{31} \cos \theta \hat{i} + \vec{F}_{31} \sin \theta \hat{j}) + (-\vec{F}_{32} \cos \theta \hat{i} - \vec{F}_{32} \sin \theta \hat{j})$$

$$\vec{F}_{31} = \vec{F}_{32} = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

Gaya total dalam arah sumbu-y adalah nol sehingga

$$\vec{F} = -2k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \cos \theta \hat{i} \quad , \text{ dari gambar didapatkan } \cos \theta = \frac{3}{5}$$

c. Ditanyakan : Potensial di titik A

Jawab : Potensial listrik merupakan besaran skalar

$$V_A = V_{A1} + V_{A2} + V_{A3}$$

$$V_A = k \frac{Q_1}{r_{A1}} + k \frac{Q_2}{r_{A2}} + k \frac{Q_3}{r_{A3}}$$

$Q_2 = -Q_1$, $r_{A1} = r_{A2}$, sehingga akan didapatkan

$$V_A = k \frac{Q_3}{r_{A3}}$$

d. Ditanyakan : Apakah gaya total konstan

Jawab : Gaya total yang bekerja pada muatan Q_3 berubah terhadap waktu karena gaya yang dialami Q_3 bergantung pada jarak. Karena Q_3 bebas bergerak, maka posisinya akan berubah terhadap waktu (akibat gaya yang bekerja padanya) sehingga jarak Q_3 terhadap muatan Q_1 dan Q_2 akan berubah

2. Diketahui : bola pejal isolator bermuatan

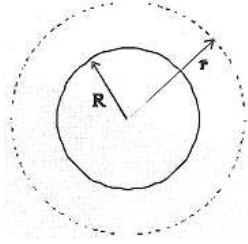
a. Ditanyakan : Medan listrik sebagai fungsi jarak

Untuk $r > R$

$$\int \vec{E} d\vec{A} = \frac{q_{in}}{\epsilon_0}$$

Nilai muatan yang dilingkupi oleh permukaan Gauss untuk $r > R$ selalu sama dengan Q

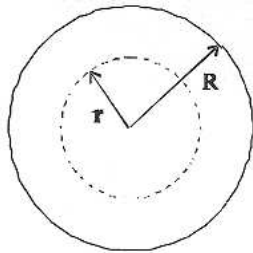
$$E(4\pi r^2) = \frac{Q}{\epsilon_0} \rightarrow E \quad \text{---}$$



Untuk $r < R$

$$\int \vec{B} d\vec{A} = \frac{q_{in}}{\epsilon_0}$$

$$E(4\pi r^2) = \frac{Q(r)}{\epsilon_0}$$



Untuk $r < R$ besar

permukaan Gauss yang diambil

Karena muatan tersebar merata dapat dituliskan

$$Q(r) = \int \rho dV = \rho V \quad \text{---}$$

$$Q(r) = \frac{Q}{R^3} r^3$$

Maka didapatkan medan listrik

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R^3} r$$

b. Ditanyakan : Potensial listrik

Jawab :

Untuk $r < R$

Potensial di titik yang berjarak

dengan titik lain di posisi tak hingga (potensial suatu titik di tak hingga

$$V(r) = - \int_{\infty}^r \quad \text{---}$$

$$V(r) = - \left(\text{---} \right)$$

Karena bentuk medan listrik di dalam dan di luar bola berbeda, maka penurunan fungsi potensial harus dilakukan secara dua tahap yaitu mencari beda potensial antara titik tak hingga dengan potensial di kulit luar bola berjari

antara kulit berjari-jari

di titik r adalah

$$V = - \int_{\infty}^R E_1$$

$$V = - \int_{\infty}^R \left(\frac{1}{4\pi} \text{---} \right) \quad \text{---}$$

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{Q}{R} \text{---} \right)$$

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{3}{2} \frac{Q}{R} \text{---} \right)$$

$$V = \frac{1}{8\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R} \left(3 \text{---} \right)$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$$

c. Ditanyakan : Fluks total

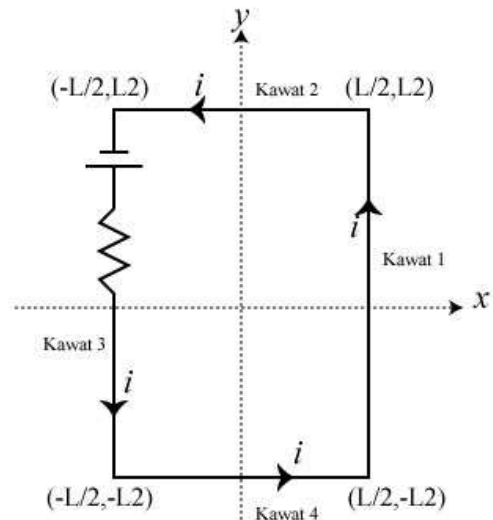
Jawab :

$$\Phi = \int \vec{E} d\vec{A}$$

$$\Phi = \int (\vec{E}_{\text{sumber dalam}} + \vec{E}_{\text{sumber luar}}) d\vec{A}$$

Dari hukum Gauss didapatkan $\int \vec{E}_{\text{sumber dalam}} d\vec{A} = \frac{Q}{\epsilon_0}$ karena muatan yang menyebabkan medan listrik tersebut berada di dalam permukaan tertutup tersebut ($q_{in} = Q$). Sementara untuk $\int \vec{E}_{\text{sumber dalam}} d\vec{A} = 0$ karena muatan yang menyebabkan medan luar tersebut berada di luar permukaan tertutup ($q_{in} = 0$). Sehingga total fluks adalah

$$\Phi = \int \vec{E}_{\text{sumber dalam}} d\vec{A} + 0 = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

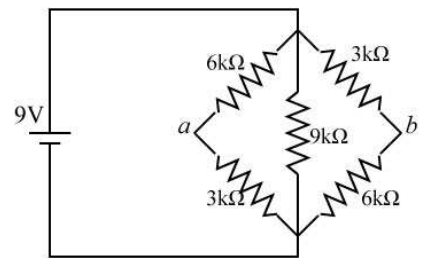


3. Diketahui : $C = 2000\mu F$

a. Ditanyakan : Arus sesaat i setelah saklar ditutup

Jawab :

Setelah saklar ditutup arus akan mulai mengalir melalui rangkaian. Karakteristik arus yang mengalir dalam rangkaian pada percabangan kapasitor mencapai maksimum pada awalnya dan terus menurun secara eksponensial (kapasitor mulai terisi muatan) hingga akhirnya menjadi nol setelah kapasitor terisi penuh (keadaan tunak)



Untuk kasus soal bagian (a), rangkaian sesaat setelah ditutup dapat disederhanakan sebagai berikut (muatan dalam kapasitor masih kosong)

Rangkaian tersebut memiliki hambatan pengganti

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{(6+3)} + \frac{1}{9} + \frac{1}{(3+6)} = \frac{3}{9} = \frac{1}{3}$$

$$R_p = 3 \text{ k}\Omega$$

Nilai arus i yang mengalir dapat diketahui melalui hubungan

$$i = \frac{V}{R_p} = \frac{9}{3k} = 3 \text{ mA}$$

b. Ditanyakan : V_{ab} saat kapasitor dalam keadaan tunak

Jawab :

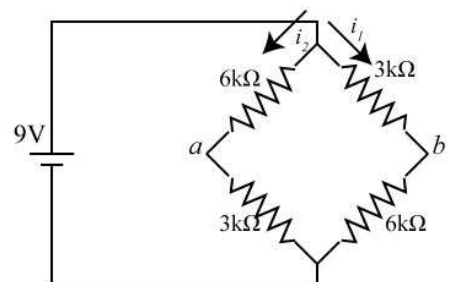
Pada keadaan tunak, tidak ada arus yang mengalir pada kapasitor sehingga rangkaian dapat disederhanakan sebagai berikut (kapasitor telah terisi penuh)

$$i_2 = \frac{V}{R_a} = \frac{9}{9k} = 1 \text{ mA}$$

Beda tegangan antara titik a dan titik b dapat diketahui dengan menggunakan loop (Hukum Kirchhoff) sebagai berikut

$$V_a = -i_1(6k\Omega) + i_2(3k\Omega) + V_b$$

$$V_a - V_b = -i_1(6k\Omega) + i_2(3k\Omega)$$



$$V_a - V_b = -0,001(6000) + 0,001(3000) = -3 \text{ V}$$

- c. Ditanyakan : Energi yang tersimpan dalam kapasitor saat tunak
Jawab :

$$E = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} (2000 \times 10^{-6})(9)^2 = 8,1 \times 10^{-2} \text{ J}$$

4. Diketahui : Kawat berupa bujur sangkar dialiri arus

- a. Ditanyakan : Gaya Lorentz

Jawab :

$$\vec{F}_L = \vec{I}l \times \vec{B}$$

Gaya pada kawat 1

$$\vec{F}_{L1} = \vec{I}L \hat{j} \times \vec{B} \hat{k} = iLB \hat{i}$$

Gaya pada kawat 2

$$\vec{F}_{L2} = \vec{I}L(-\hat{i}) \times \vec{B} \hat{k} = iLB \hat{j}$$

Gaya pada kawat 3

$$\vec{F}_{L3} = \vec{I}L(-\hat{j}) \times \vec{B} \hat{k} = iLB \hat{i}$$

Gaya pada kawat 4

$$\vec{F}_{L4} = \vec{I}L \hat{i} \times \vec{B} \hat{k} = iLB \hat{j}$$

Gaya totalnya adalah

$$\vec{F}_L = \vec{F}_{L1} + \vec{F}_{L2} + \vec{F}_{L3} + \vec{F}_{L4} = 0$$

- b. Ditanyakan : Gaya Lorentz untuk $\vec{B} = y \hat{j}$

Jawab :

Karena medan magnet bekerja dalam arah sumbu-y maka gaya yang bekerja pada kawat 1 dan 3 yang juga berarah dalam sumbu-y adalah nol karena hasil perkalian cross untuk vektor satuan dalam arah yang sama (arah \hat{j}) adalah nol

Dengan demikian, $\vec{F}_{L1} = \vec{F}_{L3} = 0$

Gaya pada kawat 2, $\vec{B} = L/2 \hat{j}$

$$\vec{F}_{L2} = \vec{I}L(-\hat{i}) \times (L/2) \hat{j} = -iL^2/2 \hat{k}$$

Gaya pada kawat 4, $\vec{B} = -L/2 \hat{j}$

$$\vec{F}_{L4} = \vec{I}L \hat{i} \times (L/2) \hat{j} = -iL^2/2 \hat{k}$$

Sehingga gaya totalnya adalah

$$F_{total} = -iL^2 \hat{k}$$

- c. Ditanyakan : Gerak kawat pada kasus (b)

Jawab :

Kawat akan bergerak lurus dipercepat dalam arah sumbu-z negatif. Hal ini terlihat dari gaya total yang bekerja pada kawat berarah ke sumbu-z negatif. Kawat tidak akan berotasi karena $\sum \tau = 0$

5. Diketahui : Spektrometer massa

- a. Ditanyakan : Gaya yang bekerja pada elektron di K dan M

Jawab :

Gaya yang bekerja pada titik K adalah gaya listrik dan gaya Lorentz. Misalkan sumbu-z positif berarah keluar bidang kertas dan sumbu-x positif searah gerak elektron di daerah I

$$F_{listrik} = q\vec{E} = (-e)\frac{V}{d}(-\hat{j}) = e\frac{V}{d}\hat{j}$$

$$F_{lorentz} = q\vec{v} \times \vec{B} = (-e)(v\hat{i}) \times B(-\hat{k}) = evB \hat{j}$$

Gaya yang bekerja pada titik M adalah gaya Lorentz yang berarah radial ke pusat lintasan melingkar dengan besar $|F_{\text{lorentz}}| = evB$

- b. Ditanyakan : Persamaan kecepatan elektron di L

Jawab :

Kecepatan di titik L dapat diketahui dengan meninjau gerakan elektron dalam daerah I. Dari gambar terlihat bahwa elektron bergerak lurus (tidak terbelokkan dalam arah sumbu-y) sehingga dalam arah sumbu-y berlaku hubungan

$$\sum F_y = 0$$

$$F_{\text{listrik}} + F_{\text{lorentz}} = 0$$

$$e \frac{V}{d} \hat{j} + evB \hat{j} = 0$$

Sehingga didapatkan

$$v = V/Bd$$

- c. Ditanyakan : Jari-jari elektron

Jawab :

Ketika mulai memasuki daerah II, elektron akan bergerak melingkar ke arah sumbu-y negatif karena gaya listrik yang awalnya berperan melawan gaya magnet sudah tidak ada. Sehingga dalam daerah II berlaku hubungan

$$\sum F = m \frac{v^2}{r}$$

$$qvB = m \frac{v^2}{r}$$

Sehingga didapatkan

$$r = \frac{mv}{eB}$$

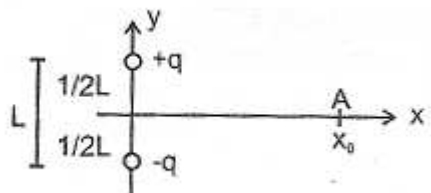
SOAL UJIAN TENGAH SEMESTER I

FISIKA DASAR IIA

TAHUN 2007/2008

1. Sebuah dipole listrik terletak di sepanjang sumbu-y dan terpisah sejauh L seperti pada gambar

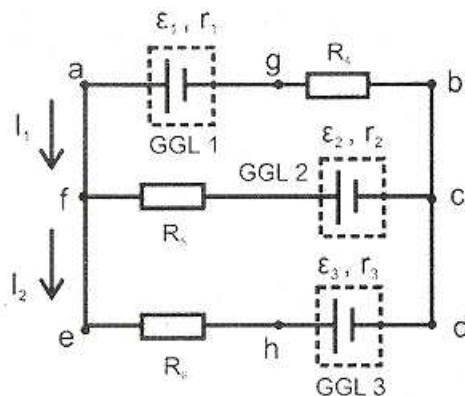
- Tentukan medan listrik di titik A ($x_0, 0$)
- Tentukan potensial di titik A
- Jika dipole tersebut ditempatkan dalam pengaruh medan listrik luar yang homogeny $\vec{E} = 3\hat{i} + 4\hat{j}$ N/C, tentukanlah arah dipole tersebut supaya menghasilkan energi potensial minimum



2. (Fisika IIB) Sebuah bola isolator pejal berjari-jari a mempunyai muatan Q yang tersebar merata
- Dengan menggunakan hukum Gauss tentukan medan listrik di $r < a$ dan $r > a$
 - Gambarkan grafik potensial di $r < a$ dan $r > a$ (anggap potensial di posisi tak hingga sama dengan nol)
3. (Fisika IIA) Sebuah bola isolator bermuatan dengan jari-jari a , memiliki rapat muatan yang tidak seragam, yaitu $\rho = A/r$, dengan A adalah konstanta positif dan r yaitu jarak radial dari pusat bola
- Dengan menggunakan hukum Gauss tentukan medan listrik di $r < a$ dan $r > a$
 - Gambarkan grafik medan listrik terhadap jarak radial
 - Tentukan potensial di $r < a$ dan $r > a$ (anggap potensial di titik tak hingga = 0)
 - Berapa besar kerja yang harus dilakukan untuk memindahkan muatan q_0 dari posisi $r = 2a$ ke posisi $r = 4a$

4. Diketahui rangkaian tertutup seperti gambar di samping ini

- Tentukan \mathcal{E}_2 dan \mathcal{E}_3
- Apabila GGL 2 digantikan dengan sebuah kapasitor berkapasitansi $5\mu C$ dan \mathcal{E} diganti menjadi 8 volt, setelah kapasitor mencapai keadaan tunak, tentukanlah muatan yang tersimpan pada kapasitor



SOLUSI UJIAN TENGAH SEMESTER I

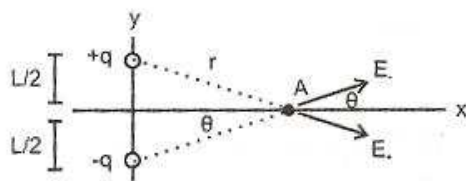
FISIKA DASAR IIA

TAHUN 2007/2008

1. Diketahui : Dipol listrik sepanjang sumbu-y terpisah sejauh L

a. Ditanyakan : Medan listrik di A

Jawab :



Misalkan sudut yang dibentuk oleh E_+ dan E_- terhadap sumbu-x adalah θ , maka

$$\vec{E}_A = \vec{E}_+ + \vec{E}_-$$

$$\vec{E}_A = (\vec{E}_+ \cos \theta \hat{i} - \vec{E}_+ \sin \theta \hat{j}) + (\vec{E}_- \cos \theta \hat{i} + \vec{E}_- \sin \theta \hat{j})$$

Karena jarak masing-masing muatan ke titik A sama, maka

$$\vec{E}_+ = \vec{E}_- = \frac{kq}{r^2}, \text{ dari gambar didapatkan } r = \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + x_0^2}$$

Substitusi menghasilkan

$$\vec{E}_A = 2\vec{E}_+ \cos \theta \hat{i} = 2 \frac{kq x_0}{r^2} \hat{i}$$

$$\vec{E}_A = 2 \frac{kq x_0}{\left(\left(\frac{L}{2}\right)^2 + x_0^2\right)^{3/2}} \hat{i}$$

b. Ditanyakan : Potensial di titik A

Jawab :

$$V_A = V_+ + V_{A-} = \frac{kq}{r} - \frac{kq}{r} = 0$$

c. Ditanyakan : Energi potensial dipole

Jawab :

$\vec{U} = -\vec{p} \cdot \vec{E} = -|\vec{p}| |\vec{E}| \cos \theta$ dengan θ merupakan sudut antara arah dipole terhadap medan listrik. Agar minimum maka $\cos \theta$ harus bernilai +1 atau $\theta = 0$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dipole harus memiliki arah yang sama dengan medan listrik luar

$$\hat{p} = \frac{3}{5} \hat{i} + \frac{4}{5} \hat{j}$$

2. Diketahui : Bola isolator pejal bermuatan

a. Ditanyakan : Medan listrik di $r < a$ dan $r > a$

Jawab :

Medan listrik untuk $r < a$

$$\int E dA = \frac{q_{in}}{\epsilon_0}$$

$$E(4\pi r^2) = \frac{Q(r)}{\epsilon_0}$$

Untuk $r < a$ besar q yang dilingkupi oleh permukaan Gauss bergantung pada besar jari-jari permukaan Gauss yang diambil

$$Q(r) = \int \rho dV = \rho V = \left(\frac{Q}{\frac{4}{3}\pi R^3}\right) \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{Q}{R^3} r^3$$

$$E(4\pi r^2) = \frac{Q(r)}{\epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0 R^3} r^3$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R^3} r$$

Untuk $r > a$

$$\int E dA = \frac{q_{in}}{\epsilon_0}$$

$$E(4\pi r^2) = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$$

b. Ditanyakan : Grafik potensial

Jawab :

Untuk menggambar grafik potensial, kita harus terlebih dahulu mengetahui fungsi potensial untuk $r < a$ dan $r > a$

Untuk $r < a$

$$V(r) = - \int_{\infty}^r E dr = - \int_{\infty}^r \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R^2} \right) dr$$

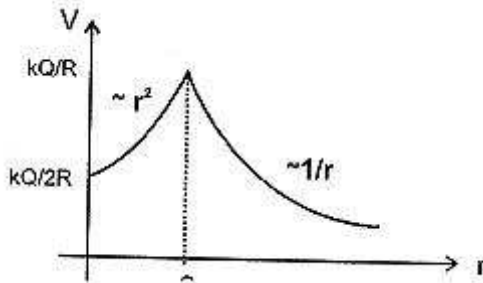
$$V(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r}$$

Untuk $r > a$

$$V = - \int_{\infty}^r E dr = - \int_{\infty}^R \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} dr - \int_R^r \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R^3} r dr$$

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R^3} \left(\frac{1}{2} R^2 - \frac{1}{2} r^2 \right) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} Q \left(\frac{1}{2R} + \frac{r^2}{2R^3} \right)$$

Sehingga diperoleh grafik potensial sebagai berikut



3. Diketahui : Rangkaian tertutup

a. Ditanyakan : ϵ_1 dan ϵ_2

Jawab :

Pada umumnya kita menggunakan loop (hukum Kirchoff) untuk mencari arus yang mengalir pada masing-masing kawat. Pada soal ini arus yang mengalir diberitahu yaitu $I_1 = 1A$ dan $I_2 = 2A$

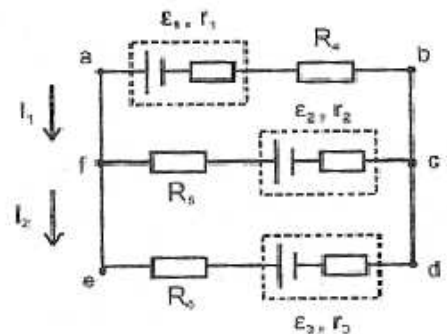
Karena disusun secara paralel maka berlaku hubungan

$$V_{ab} = V_{fc} = V_{ed}$$

Ambil loop terbuka dari a-b

$$V_a - V_b = \epsilon_1 - I_1 R_1 - I_1 R_4$$

$$V_{ab} = 15 - 1(1) - 1(3) = 11V$$



Untuk menentukan ε_2 ambil loop terbuka f-c

$$V_f - V_c = -(I_2 - I_1)R_5 + \varepsilon_2 - (I_2 - I_1)R_2$$

$$V_{fc} = V_{ab} = 11 = -1,2 + \varepsilon_2 - 1,1$$

$$\varepsilon_2 = 11 + 1(2) + 1(1) = 14V$$

Untuk menentukan ε_3 ambil loop terbuka e-d

$$V_e - V_d = I_2R_6 + \varepsilon_3 + I_2R_3$$

$$V_{ed} = V_{ab} = 11 = 2(2) + \varepsilon_3 + 2(1)$$

$$\varepsilon_3 = 11 - 2(2) - 2(1) = 5V$$

b. Ditanyakan : Muatan yang tersimpan dalam kapasitor

Jawab :

GGL 2 diganti dengan kapasitor $C = 5\mu F$ dan $\varepsilon_3 = 8V$

Pada keadaan tunak, tidak ada arus yang mengalir pada kapasitor sehingga tidak terjadi percabangan pada titik f (hanya ada satu nilai arus dalam rangkaian). Gunakan loop untuk mencari arus yang mengalir pada rangkaian

Gunakan loop untuk mencari arus yang mengalir pada rangkaian

Loop a-b-c-d-e-f-a

$$0 = I_1R_6 + \varepsilon_3 + I_1R_3 + I_1R_4 + I_1R_1 - \varepsilon_1$$

$$0 = 2I_1 + 8 + I_1 + 3I_1 + I_1 - 15$$

$$7 = 7I_1 \rightarrow I_1 = 1A$$

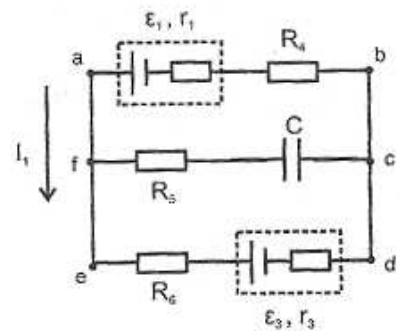
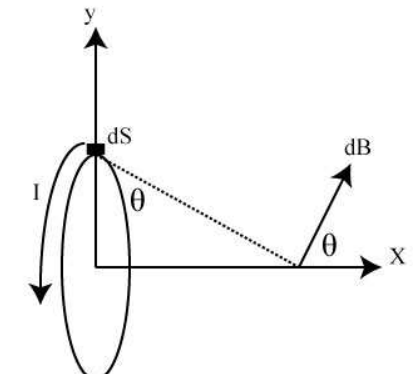
Ambil loop dari kiri kapasitor-f-e-d-c-kanan kapasitor

$$V_c = I_5R_5 + I_1R_6 + \varepsilon_3 + I_1R_3$$

$$V_c = 0(2) + 1(2) + 8 + 1(1) = 11V$$

Muatan yang tersimpan pada kapasitor

$$Q = CV_{\text{kapasitor}} \quad , \quad Q = 5\mu F(11V) = 55\mu C$$



4. Medan magnet pada titik yang berjarak x dari pusat cincin merupakan hasil kontribusi dari seluruh elemen cincin. Oleh sebab itu kita tinjau sebuah elemen kecil cincin setelah itu diintegrasikan

Medan akibat elemen kecil ds

$$dB = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \frac{d\vec{s} \times \vec{r}}{r^2} = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \frac{ds}{r^2} (\cos \theta \hat{i} + \sin \theta \hat{j})$$

Dari arah medan magnet terlihat bahwa jika diintegrasikan untuk seluruh elemen cincin, komponen medan magnet dalam arah sumbu-y akan saling menghilangkan. Medan magnet hanya bekerja dalam arah sumbu-x, sehingga didapatkan

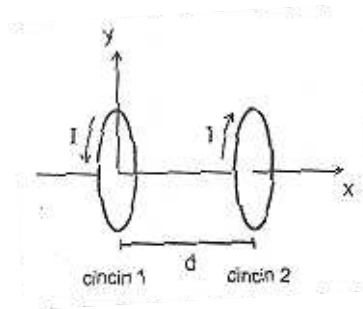
$$B = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \frac{\cos \theta}{r^2} \int ds \hat{i} \quad , \quad \sin \theta \text{ dan } r \text{ untuk seluruh elemen adalah sama}$$

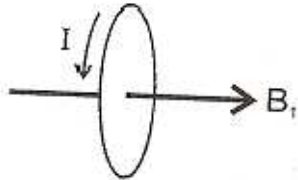
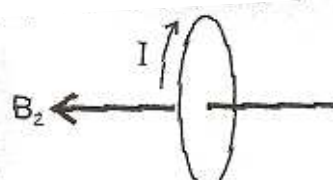
$$B = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \frac{1}{r^2} \left(\frac{R}{r}\right) (2\pi R) \hat{i} \quad \cos \theta = R/r \quad \int ds = s = 2\pi R$$

$$B = \frac{\mu_0 i}{2} \frac{R^2}{(x^2 + R^2)^{3/2}} \hat{i}$$

$$|\vec{B}| = \frac{\mu_0 i R^2}{2(x^2 + R^2)^{3/2}}$$

Dua buah cincin



Arah medan magnet cincin 1	Arah medan magnet cincin 2
	

Untuk $x < 0$

$$\vec{B}_{total} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$$

$$\vec{B}_{total} = \frac{\mu_0 i}{2} \frac{R^2}{(x^2 + R^2)^{3/2}} \hat{i} - \frac{\mu_0 i}{2} \frac{R^2}{((x+d)^2 + R^2)^{3/2}} \hat{i}$$

Untuk $0 < x < d$

$$\vec{B}_{total} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$$

$$\vec{B}_{total} = \frac{\mu_0 i}{2} \frac{R^2}{(x^2 + R^2)^{3/2}} \hat{i} - \frac{\mu_0 i}{2} \frac{R^2}{((d-x)^2 + R^2)^{3/2}} \hat{i}$$

Untuk $x > d$

$$\vec{B}_{total} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$$

$$\vec{B}_{total} = \frac{\mu_0 i}{2} \frac{R^2}{(x^2 + R^2)^{3/2}} \hat{i} - \frac{\mu_0 i}{2} \frac{R^2}{((x-d)^2 + R^2)^{3/2}} \hat{i}$$

Posisi x agar medan magnet B maksimum, yaitu $x = 0$ (pusat cincin 1) atau $x = d$ (pusat cincin 2)

5. Jawab :

a. Hukum Ampere

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 i$$

$$B(2\pi r) = \mu_0 i \rightarrow B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$$

b. Medan total di titik A

$$\vec{B}_A = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$$

$$\vec{B}_A = -\frac{\mu_0 i}{2\pi r_1} \hat{j} + \frac{\mu_0 i}{2\pi r_2} (-\cos \theta \hat{j} + \sin \theta \hat{k})$$

Dari soal bisa didapatkan

$$r_1 = 0,03 \text{ m} \quad r_2 = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \text{ cm}$$

$$\sin \theta = \frac{4}{5} \quad \cos \theta = \frac{3}{5}$$

Substitusikan seluruh nilai yang diketahui

$$\vec{B}_A = -\frac{4\pi \times 10^{-7}(20)}{2\pi(0,03)}\hat{j} + \frac{4\pi \times 10^{-7}(20)}{2\pi(0,05)}\left(-\frac{3}{5}\hat{j} + \frac{4}{5}\hat{k}\right)$$

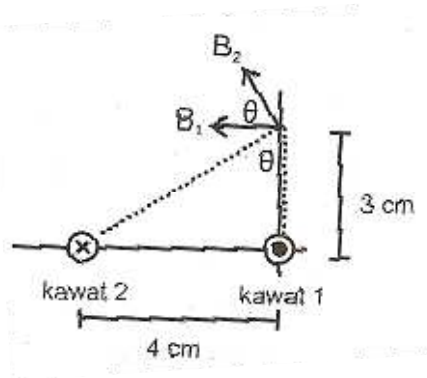
$$\vec{B}_A = -1,81 \times 10^{-4}\hat{j} + 6,4 \times 10^{-5}\hat{k}$$

c. Gaya magnet per satuan panjang

Gaya Lorentz antar kawat

$$F = il \times B = ilB = il\left(\frac{\mu_0 i}{2\pi r_d}\right)$$

$$\frac{F}{l} = \frac{\mu_0 i^2}{2\pi d} = \frac{4\pi \times 10^{-7}(20)^2}{2\pi(4)} = 2 \times 10^{-5} \text{ N/m}$$



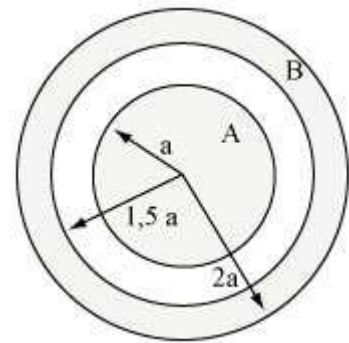
SOAL UJIAN TENGAH SEMESTER I

FISIKA DASAR IIA

TAHUN 2008/2009

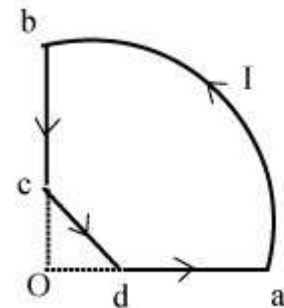
1. Pada bidang xy , muatan q_1 sebesar $+Q$ diletakkan pada posisi $(0, a)$ dan muatan q_2 sebesar $Q\sqrt{3}$ diletakkan pada posisi $(a, 0)$.
- Tentukanlah gaya Coulomb yang dialami oleh muatan q_3 dengan besar $+2Q$ yang diletakkan di posisi (a, a) akibat muatan q_1 dan q_2 .
 - Tentukanlah posisi muatan q_4 yang besarnya $-2Q$ sedemikian rupa sehingga muatan q_3 yang diletakkan pada posisi (a, a) tidak mengalami gaya Coulomb.

2. Sebuah bola logam pejal A yang mempunyai jejari a dan bermuatan $-Q$ disusun sepusat dengan bola logam berongga B bermuatan total $+Q$. Jejari dalam dan luar bola berongga tersebut masing-masing adalah $1,5a$ dan $2a$ seperti ditunjukkan dalam gambar.



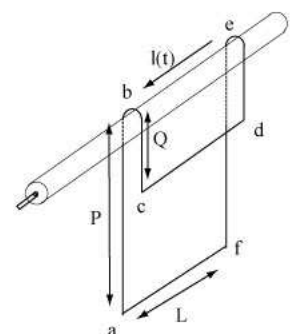
- Tentukan medan listrik di ruang antara kedua bola logam tersebut ($a < r < 1,5a$)
- Jika ruang antara kedua bola logam tersebut diisi bahan dielektrik yang memiliki konstanta dielektrik (permitivitas relatif) k , tentukanlah kapasitansi kapasitor bola tersebut.

3. Potongan kawat yang dialiri arus sebesar I dibentuk menjadi loop tertutup $abcd$ seperti ditunjukkan dalam gambar. Arah arus I adalah berlawanan arah jarum jam seperti ditunjukkan oleh anak panah. Segmen ab berbentuk busur seperempat lingkaran yang titik pusatnya di O dan berjari-jari R , sedangkan ketiga segmen lainnya berbentuk garis lurus. Panjang bc sama dengan panjang da yaitu $2R/3$.



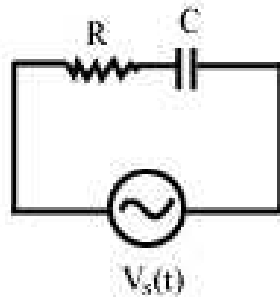
- Tentukan medan magnetik di titik O oleh masing-masing segmen kawat dengan menggunakan hukum Biot-Savart. Bila perlu gunakan bentuk integral tak tentu berikut ini
$$\int \frac{dx}{(x^2 + a^2)^{3/2}} = \frac{x}{a^2(x^2 + a^2)^{1/2}}.$$
- Tentukan medan magnetik di titik O oleh seluruh kawat.
- Bila sebuah muatan q dengan besar $+Q$ memiliki lintasan sedemikian rupa sehingga saat ini ia berada di titik O kecepatannya sedang berarah dari titik O menuju titik d dengan besar v , tentukanlah gaya magnetik yang dialami oleh muatan q tersebut di titik O .

4. Sebuah loop konduktor segiempat $abcdefa$ yang berbentuk seperti ditunjukkan dalam gambar diletakkan dekat kawat panjang lurus sedemikian sehingga bagian $bcde$ berada di sebuah kawat lurus tersebut sedangkan bagian $efab$ berada di sebelah kiri kawat tersebut. Kawat panjang lurus itu dialiri arus yang berubah terhadap waktu dan dinyatakan $I(t) = 2t^2 + 1$ dengan ke arah seperti gambar.



- Tentukanlah fluks magnet total pada loop konduktor $abcdefa$.

-
- b. Tentukanlah besar dan arah ggl induksi pada loop konduktor *abcdefa*.
5. Suatu rangkaian arus bolak-balik yang terdiri dari hambatan $R = 30\ \Omega$ dan kapasitor $C = 250\ \mu F$ disusun seri dengan sumber tegangan seperti ditunjukkan dalam gambar di samping. Tegangan sumber mempunyai bentuk $V_s(t) = 50 \cos(100t)$ volt.
- Tentukanlah impedansi rangkaian tersebut.
 - Tentukan tegangan sesaat pada masing-masing komponen dinyatakan dalam bentuk fungsi cosinus.



SOLUSI UJIAN TENGAH SEMESTER I

FISIKA DASAR IIA

TAHUN 2008/2009

1. a) Gaya Coulomb yang dialami muatan q_3 oleh muatan q_1 yaitu F_{31} adalah $F_{31} = \frac{k2Q^2}{a^2} \hat{i}$, sedangkan gaya Coulomb yang dialami muatan q_3 oleh muatan q_2 yaitu F_{32} adalah $F_{32} = \frac{k2Q^2\sqrt{3}}{a^2} \hat{j}$, gaya Coulomb total adalah $F_3 = \frac{k2Q^2}{a^2} \hat{i} + \frac{k2Q^2\sqrt{3}}{a^2} \hat{j}$
b) Supaya resultan gaya Coulomb menjadi nol maka gaya Coulomb yang dialami muatan q_3 oleh muatan q_4 haruslah $F_{34} = \frac{k2Q^2}{a^2} - \hat{i} + \frac{k2Q^2\sqrt{3}}{a^2} - \hat{j}$, maka didapat posisi muatan q_4 adalah $(0, a - \frac{a}{\sqrt{3}})$
 2. a) Berdasarkan hukum Gauss, maka dapat dihitung medan listrik pada ruang kosong di antara kedua bola tersebut, yaitu $\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q_{in}}{\epsilon_0}$, $E \times 4\pi r^2 = \frac{-Q}{\epsilon_0}$, $E = \frac{-Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$
b) Beda potensial antara kedua kulit bola adalah $V_{AB} = V_A - V_B = \frac{Q}{4\pi K\epsilon_0 r_A} - \frac{Q}{4\pi K\epsilon_0 r_B} = \frac{Q(r_B - r_A)}{4\pi K\epsilon_0 r_A r_B} = \frac{Q(2a - a)}{4\pi K\epsilon_0 2a^2} = \frac{Q}{4\pi K\epsilon_0 2a}$, sehingga kapasitansi bola tersebut adalah $C = \frac{Q}{V} = 4\pi K\epsilon_0 2a$
 3. a) Medan magnet oleh segmen kawat lurus cd adalah $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{l}{x\sqrt{x^2 + \frac{l^2}{4}}}$, arahnya dapat dicari dengan aturan tangan kanan, yaitu masuk ke dalam bidang kertas, dimana x adalah jarak kawat cd terhadap titik O, yang dapat dicari dengan hukum Pythagoras, yaitu $\frac{R}{6}\sqrt{2}$, dan l adalah panjang kawat cd , yaitu $\frac{R}{3}\sqrt{2}$. Jadi didapat $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{\frac{R}{3}\sqrt{2}}{\frac{R}{6}\sqrt{2} \sqrt{\frac{R^2}{18} + \frac{2R^2}{9}}} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{2}{\frac{R}{3}\sqrt{2}}$, medan magnet oleh segmen bc dan da adalah nol, sedangkan oleh segmen ab adalah $B = \frac{\mu_0 I}{8R}$, arahnya adalah keluar dari bidang kertas
b) Medan magnet total adalah $B = \frac{\mu_0 I}{8R} - \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{2}{\frac{R}{3}\sqrt{2}}$
c) $F = qvB_{total}$
 4. a) Arus pada loop $bcde$ adalah berlawanan arah dengan jarum jam. Arah medan magnet yang dihasilkan oleh arus pada loop $bcde$ adalah keluar dari bidang kertas, medan magnet yang dihasilkan oleh kawat bc dan de adalah sama besar dan arahnya, yaitu $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi x}$, sedangkan yang dihasilkan oleh kawat eb dan cd adalah $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi y}$, karena medan magnet yang dihasilkan oleh semua segmen kawat adalah sama arahnya, maka untuk mencari medan magnet total tinggal dijumlahkan saja, yaitu $B = 2 \left(\frac{\mu_0 I}{2\pi x} + \frac{\mu_0 I}{2\pi y} \right)$, fluks magnet total untuk loop $bcde$ adalah $\Phi = \int B dA = \int 2 \left(\frac{\mu_0 I}{2\pi x} + \frac{\mu_0 I}{2\pi y} \right) dx dy = 2 \left(\int \frac{\mu_0 I}{2\pi x} dx dy + \int \frac{\mu_0 I}{2\pi y} dx dy \right) = 2 \left(\frac{\mu_0 I}{2\pi} Q \ln L + \frac{\mu_0 I}{2\pi} L \ln Q \right)$.
Arus pada loop $bafe$ adalah berlawanan arah dengan jarum jam. Arah medan magnet yang dihasilkan oleh arus pada loop $bafe$ adalah keluar dari bidang kertas, medan magnet yang dihasilkan oleh kawat ba dan fe adalah sama besar dan arahnya, yaitu $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi x}$, sedangkan yang dihasilkan oleh kawat eb dan af adalah $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi y}$, karena medan magnet yang dihasilkan oleh semua segmen kawat adalah sama arahnya, maka
-

untuk mencari medan magnet total tinggal dijumlahkan saja, yaitu $B = 2 \left(\frac{\mu_o I}{2\pi x} + \frac{\mu_o I}{2\pi y} \right)$, fluks magnet total untuk loop *bafe* adalah $\Phi = \int B dA = \int 2 \left(\frac{\mu_o I}{2\pi x} + \frac{\mu_o I}{2\pi y} \right) dx dy = 2 \left(\int \frac{\mu_o I}{2\pi x} dx dy + \int \frac{\mu_o I}{2\pi y} dx dy \right) = 2 \left(\frac{\mu_o I}{2\pi} P \ln L + \frac{\mu_o I}{2\pi} L \ln P \right)$. Jadi fluks total pada loop *abcdefa* adalah $\Phi = 2 \left(\frac{\mu_o I}{2\pi} Q \ln L + \frac{\mu_o I}{2\pi} L \ln Q + \frac{\mu_o I}{2\pi} P \ln L + \frac{\mu_o I}{2\pi} L \ln P \right)$

b) $\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -2 \left(\frac{\mu_o 4t}{2\pi} Q \ln L + \frac{\mu_o 4t}{2\pi} L \ln Q + \frac{\mu_o 4t}{2\pi} P \ln L + \frac{\mu_o 4t}{2\pi} L \ln P \right)$, arahnya adalah searah dengan jarum jam.

5. a) Impedansi rangkaian $Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$, dimana $X_C = 1/\omega_C$, yaitu

$$X_C = 1/100 \times 250 \times 10^{-6} = 40 \Omega, \text{ didapat } Z = \sqrt{30^2 + 40^2} = 50\Omega$$

b) Arus total pada rangkaian adalah $I = V/Z = \cos(100t) A$

Tegangan sesaat pada masing-masing komponen diberikan oleh
 $V_R = IR = 30 \cos(100t) \text{ volt}, V_C = IX_C = 40 \cos(100t) \text{ volt}$

UJIAN TENGAH SEMESTER II

FISIKA DASAR II

SOAL UJIAN TENGAH SEMESTER II

FISIKA DASAR II

TAHUN 2002/2003

1. Dua buah kawat panjang dan lurus terletak sejajar dengan sumbu-z. Kawat pertama terletak pada posisi $x = 0$ dan $y = 0$ dan dialiri arus sebesar 2A ke arah sumbu-z positif, dan kawat kedua terletak pada posisi $x = 0$ dan $y = 3$ serta dialiri arus sebesar 3A ke arah sumbu-z negatif
 - a. Tentukan arah dan medan magnet yang terjadi di titik (4,0,0)
 - b. Tentukan gaya per satuan panjang yang dialami oleh kawat pertama
 2. Suatu gelombang merambat pada sebuah tali, yang memiliki massa per satuan panjang $\mu = 0,1$ kg/m dan tegangan tali adalah $F = 2,5$ N. Osilasi gelombang tersebut tiap saat diamati pada titik $x = 0$ dan memenuhi persamaan $y(t) = 5 \cos(10\pi t + \pi/4)$, yang pada $t = 0$ s sedang bergerak ke arah sumbu-y negatif, y dinyatakan dalam meter dan t dalam detik
 - a. Tentukan laju rambat gelombang tersebut
 - b. Tuliskan fungsi gelombang jika gelombang tersebut merambat ke sumbu-x positif
 - c. Tentukan kecepatan getar tali pada saat $t = 0,2$ detik di $x = 0,125$ meter
 3. Tiga celah identik dengan jarak antar celah $d = 0,03$ mm disinari tegak lurus dengan cahaya yang panjang gelombangnya 6000 angstrom dan pola interferensinya diamati pada layar yang jaraknya 5 meter dari celah
 - a. Tentukan beda fasa δ yang menghasilkan intensitas maksimum dan minimum dengan cara fasor
 - b. Gambarkan distribusi intensitas I terhadap δ pola interferensi tersebut
 - c. Gambarkan distribusi intensitas I terhadap δ jika celah mempunyai lebar $w = 0,01$ mm
 4. Perhatikan rangkaian RLC yang ditunjukkan gambar. Tegangan sumber yang terukur pada voltmeter adalah 60V, dan diketahui frekuensi dari sumber adalah 50Hz serta fasa awal adalah $\varphi_0 = \pi/6$. Apabila diketahui $R = 30\Omega$, $L = 100/\pi$ mH, dan $C = 200/\pi$ μ F
 - a. Tuliskan tegangan sumber $V_{ad}(t)$ dalam fungsi cosinus
 - b. Tentukan persamaan arus total, $I(t)$ pada rangkaian tersebut dalam fungsi cosinus
 - c. Carilah $V_{ac}(t)$ dalam fungsi cosinus
 5. Dua buah solenoid ideal yang sama panjang (l) disusun sepusat. Solenoida tersebut masing-masing mempunyai penampang yang berbentuk lingkaran berjari R_1 dan R_2 ($R_1 < R_2$). Solenoida yang berjari R_1 dialiri $I(t)$ dan mempunyai jumlah lilitan N_2 sementara solenoid yang berjari R_2 mempunyai lilitan N_1 dan dihubungkan dengan sebuah hambatan r
 - a. Tentukan fluks magnetik pada solenoid besar (berjari R_2)
 - b. Tentukan induktansi bersama sistem ini
 - c. Jika arus pada solenoid besar dinyatakan dengan $I(t) = 3t + 2$ Ampere, tentukan besar dan arah arus induksi pada hambatan r
-

SOLUSI UJIAN TENGAH SEMESTER II

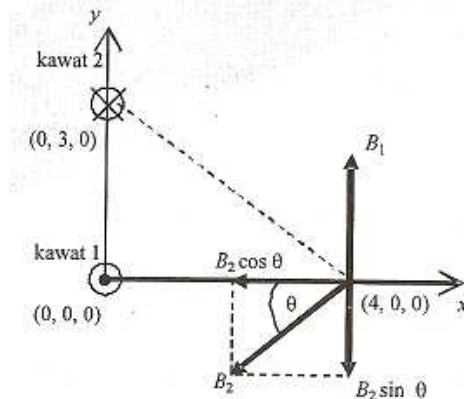
FISIKA DASAR II

TAHUN 2002/2003

1. Diketahui : $I_1 = +2 \text{ A}$; $I_2 = -3 \text{ A}$

Ditanyakan : Besar dan arah medan magnet pada titik (4,0,0)

Jawab : Gambar pada bidang $x - y$ (dengan sumbu-z keluar bidang kertas)



Jarak dari kawat 1 ke titik (4,0,0) adalah $a_1 = 4 \text{ m}$

Jarak dari kawat 2 ke titik (4,0,0) adalah $a_2 = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \text{ m}$

Kuat medan magnet di (4,0,0) oleh kawat 1 adalah $B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi a_1} = 10^{-7} \text{ T}$

Kuat medan magnet di (4,0,0) oleh kawat 2 adalah

$$B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi a_2} = 1,2 \times 10^{-7} \text{ T}$$

Dengan menguraikan B_2 dalam arah sumbu-x dan sumbu-y akan diperoleh

$$B_{2x} = -0,72 \times 10^{-7} \text{ T}$$

$$B_{2y} = -0,96 \times 10^{-7} \text{ T}$$

Sementara untuk B_1 didapatkan

$$B_{1x} = 0$$

$$B_{1y} = 10^{-7} \text{ T}$$

Sehingga arah dan besar medan magnet di titik (4,0,0)

$$\vec{B} = \vec{B}_x \hat{i} + \vec{B}_y \hat{j} = (-0,72 \times 10^{-7})\hat{i} + ((1 - 0,96) \times 10^{-7})\hat{j}$$

$$\vec{B} = (-0,72 \times 10^{-7})\hat{i} + (0,04 \times 10^{-7})\hat{j}$$

2. Diketahui : $\mu = 0,1 \text{ kg/m}$; $F = 2,5 \text{ N}$

Berosilasi pada titik $x = 0 \rightarrow y(t) = 5 \cos(10\pi t + \pi/4)$

- a. Ditanyakan : Laju rambat gelombang

Jawab : $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{2,5}{0,1}} = 5 \text{ m/s}$

- b. Ditanyakan : Fungsi gelombang tersebut jika merambat ke sumbu-x positif

Jawab :

Bentuk umum fungsi gelombang yang merambat ke sumbu-x positif adalah

$$y(x, t) = A \cos(\omega t - kx + \varphi_0)$$

Karena $v = \omega/k$ maka $k = \omega/v = 2\pi$

Fungsi gelombang pada tali tersebut adalah

$$y(x, t) = 5 \cos(10\pi t - 2\pi x + \pi/4)$$

c. Ditanyakan : Kecepatan getar tali pada saat $t = 0,25$ s dan $x = 0,125$ m

Jawab :

$$\begin{aligned} v_{tr} &= \frac{dy}{dt} = -50 \sin(10\pi t - 2\pi x + \pi/4) \\ &= -50 \sin(10\pi(0,2) - 2\pi(0,125) + \pi/4) \\ &= -50 \sin(2\pi) = 0 \end{aligned}$$

Jadi kecepatan getar tali pada saat $t = 0,25$ s dan $x = 0,125$ m adalah nol

3. Diketahui : $d = 0,03$ mm ; $\lambda = 6000$ Å ; $L = 5$ m ; $w = 0,01$ mm

a. Ditanyakan : Beda fasa δ yang menghasilkan intensitas maksimum dan minimum

Jawab :

Misalkan persamaan gelombang untuk sinar s_1, s_2, s_3 masing-masing adalah

$$s_1: y_1 = A \cos(\omega t - kx_1)$$

$$s_2: y_2 = A \cos(\omega t - kx_2)$$

$$s_3: y_3 = A \cos(\omega t - kx_3)$$

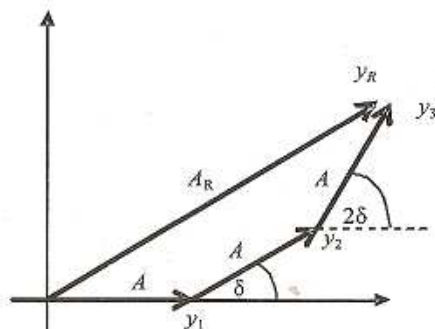
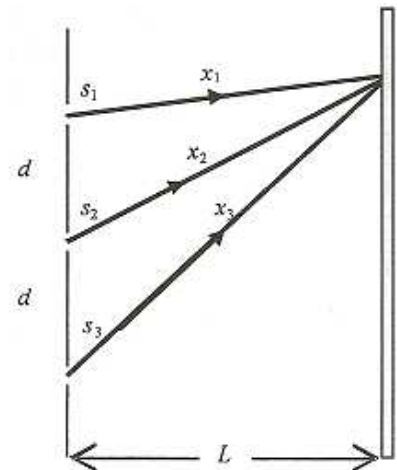
Karena ketiga celah tersebut identik, maka kita dapat menuliskan

$$y_1 = A \cos(\omega t - kx)$$

$$y_2 = A \cos(\omega t - kx + \delta)$$

$$y_3 = A \cos(\omega t - kx + 2\delta)$$

Diagram fasor pada saat $t = 0$ dan $x = 0$ adalah



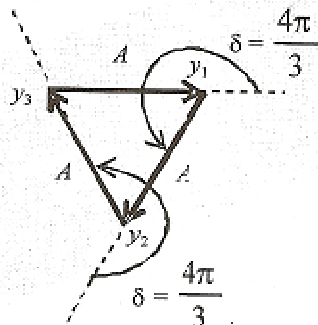
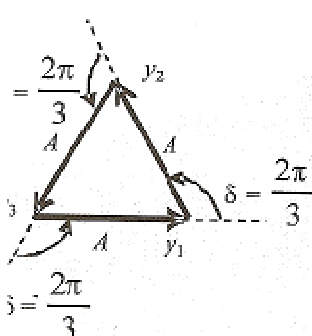
Secara geometris, susunan fasor yang akan menghasilkan A_R terbesar adalah $A_R = 3A$



Susunan ini diperoleh bila $\delta = 0, \pm 2\pi, \pm 4\pi, \pm 6\pi, \dots$

(Catatan : δ adalah beda fasa antara dua fasor berurutan)

Susunan fasor yang akan menghasilkan A_R terkecil (minimum) adalah



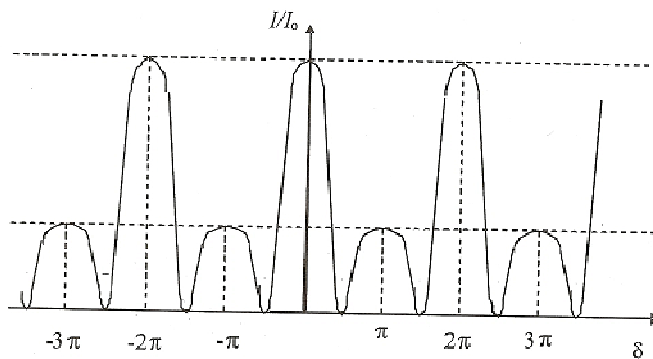
A_R minimum diperoleh dari dua konfigurasi yang masing-masing $\delta = \frac{2\pi}{3}$ dan $\delta = \frac{4\pi}{3}$

b. Ditanyakan : Distribusi intensitas terhadap δ

Jawab :

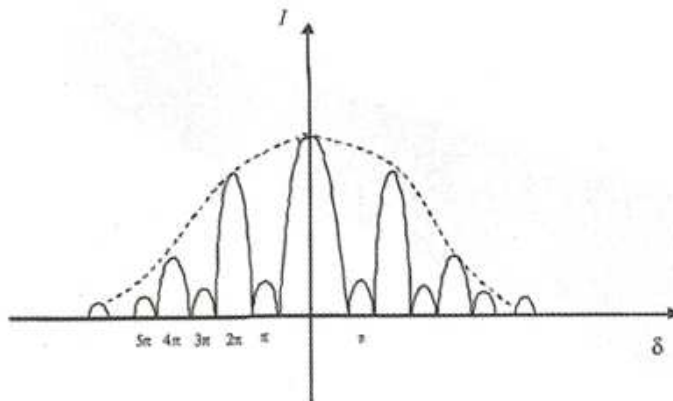
	δ	I/I_0
Maksimum Utama	$m \times 2\pi$	9
Minimum	$m \times 2\pi \pm \frac{2\pi}{3}$	0
Maksimum Sekunder	$m \times 2\pi \pm \pi$	1

Gambar distribusi intensitas terhadap δ adalah



c. Ditanyakan : Distribusi intensitas terhadap jika $\delta w = 0,01 \text{ mm}$

Jawab :



4. Diketahui : Sumber yang terukur $v_{s \text{ eff}} = 60 \text{ V}$

Frekuensi sumber $f = 50 \text{ Hz}$

Fase awal $\phi_0 = \pi/6$

$R = 30 \Omega$; $L = 100/\pi \text{ mH}$; $C = 200/\pi \text{ mF}$

a. Ditanyakan : Tegangan sumber sebagai fungsi cosinus

Jawab :

Tegangan maksimum sumber $v_m = v_{\text{eff}} \sqrt{2} = 60\sqrt{2}$

Frekuensi sudut $\omega = 2\pi f = 100\pi \text{ rad/s}$

Jadi tegangan sumber adalah

$$v_s(t) = v_m \cos(\omega t + \phi_0) = 60\sqrt{2} \cos(100\pi t + \pi/6) \text{ V}$$

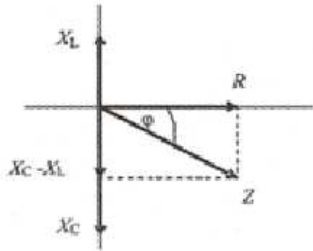
b. Ditanyakan : Persamaan arus total

Jawab :

$$\text{Impedansi rangkaian } Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2} = 50 \, \Omega$$

$$\text{Arus maksimum } I_m = \frac{V_m}{Z} = \frac{60\sqrt{2}}{50} = \frac{6\sqrt{2}}{5} \, \text{A}$$

Diagram fasor



Dari diagram fasor di atas dapat dilihat bahwa arus mendahului tegangan dengan beda fase φ

$$\tan \varphi = \left| \frac{X_L - X_C}{R} \right| = \frac{4}{3} \rightarrow \varphi = 53^\circ = 0,3\pi \, \text{rad}$$

Jadi persamaan arus pada rangkaian adalah

$$i(t) = i_m \cos(\omega t + \varphi_0 + \varphi) \\ = \frac{6}{5}\sqrt{2} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{6} + 0,3\pi\right) = \frac{6}{5}\sqrt{2} \cos(100\pi t + 0,47\pi) \, \text{A}$$

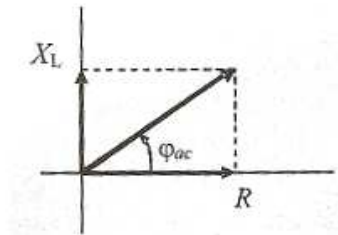
c. Ditanyakan : Beda potensial pada titik ac

Jawab :

$$\text{Impedansi pada titik ac, } Z_{ac} = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{30^2 + 10^2} = 10\sqrt{10} \, \Omega$$

$$\text{Tegangan maksimum pada titik ac, } V_{ac \, maks} = I_m Z_{ac} = \frac{6}{5}\sqrt{2} \times 10\sqrt{10} = 24\sqrt{5} \, \text{V}$$

Diagram fasor



Dari diagram fasor di atas dapat dilihat bahwa tegangan mendahului arus dengan beda fase sebesar φ_{ac}

$$\tan \varphi_{ac} = \left| \frac{X_L}{R} \right| = \frac{10}{30} = \frac{1}{3}$$

$$\varphi_{ac} = \tan^{-1}\left(\frac{1}{3}\right) = 0,32^\circ = 0,1\pi \, \text{rad}$$

Jadi persamaan beda potensial antara titik a dan c adalah

$$v_{ac}(t) = v_{ac \, maks} \cos(\omega t + \varphi_0 + \varphi + \varphi_{ac}) \\ = 24\sqrt{5} \cos(100\pi t + 0,57\pi)$$

5. Diketahui : Dua solenoida ideal sepusat

a. Ditanyakan : Fluks magnetik pada solenoida besar

Jawab : Tinjau solenoid berjejari R_2

$$\phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{A} = B \int dA = B\pi R_2^2$$

b. Ditanyakan : Induktansi bersama

$$\text{Jawab : } \varepsilon_2 = -M \frac{dI}{dt} \text{ dan } \varepsilon_2 = -N_1 \frac{d\phi_B}{dt}$$

Dari keduanya kita dapatkan hubungan antara induktansi bersama dengan fluks magnetik yaitu

$$M = N_1 \frac{d\phi_B}{dt} \frac{1}{dI/dt}$$

Karena arus yang mengalir berubah terhadap waktu, maka fluks magnetiknya pun berubah terhadap waktu

$$M = N_1 \pi R_2^2 \frac{dI}{dt} \frac{1}{dI/dt} = N_1 \pi R_2^2$$

c. Ditanyakan : Besar dan arus induksi

Jawab :

Arus yang mengalir pada hambatan r adalah arus yang berasal dari solenoid R_2 . Maka dengan mengetahui besar tegangan yang dihasilkan oleh induktor, kita dapat mengetahui arus yang mengalir pada hambatan menggunakan hukum Ohm

$$\varepsilon_2 = -N_1 \frac{d\phi_B}{dt} = -N_1 \pi R_2^2 \frac{dI}{dt} = -3N_1 \pi R_2^2$$

Dengan menggunakan hukum Ohm kita dapat mengetahui besarnya arus yang mengalir pada hambatan r

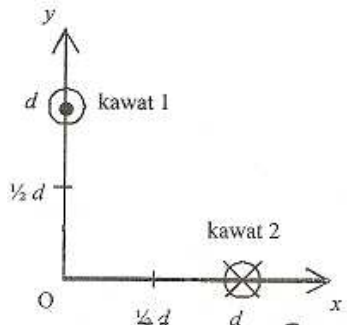
$$I = \frac{\varepsilon}{r} = -\frac{3N_1 \pi R_2^2}{r}$$

SOAL UJIAN TENGAH SEMESTER II

FISIKA DASAR II

TAHUN 2003/2004

1. Dua buah kawat lurus panjang tak berhingga dialiri arus I yang arahnya berlawanan menembus bidang $x - y$ seperti terlihat pada gambar di samping



- Tentukan besar dan arah medan magnet di titik O (0,0)
 - Tentukan besar dan arah medan magnet di titik P ($d/2, d/2$)
2. Pada gambar di samping dapat dilihat sebuah rangka kawat berbentuk U terbalik pada bidang vertikal di medan gravitasi dan medan magnet homogen. Besar medan magnet tersebut 2T yang arahnya ditunjukkan pada gambar (masuk bidang kertas). Batang konduktor ab memiliki hambatan R sebesar 1Ω panjangnya 50 cm, dan massanya 10 gram yang dapat meluncur tanpa gesekan pada kawat berbentuk U terbalik
- Gambarkan gaya-gaya yang bekerja pada batang ab
 - Pada saat batang ab bergerak dengan laju tetap, tentukan besar dan arah arus induksi yang mengalir pada batang ab (ke kiri atau ke kanan)
 - Tentukan besar ggl imbas pada batang ab
 - Tentukan laju tetap dari batang ab tersebut
3. Sebuah transformator diperlukan oleh sebuah perusahaan untuk mengubah sumber tegangan bolak-balik dari 20kV menjadi 200V dengan kuat arus sekunder sebesar 50 A
- Tentukan jumlah lilitan pada kumparan primer jika jumlah lilitan pada kumparan sekunder adalah 100
 - Tentukan kuat arus primer maksimum
 - Jika digunakan sumber tegangan searah, tentukan tegangan dan kuat arus pada sekundernya
4. Sumber tegangan bolak-balik dengan frekuensi 50 Hz dihubungkan pada lampu tabung (TL=tube lamp) diasumsikan sebagai hambatan murni. Jika tegangan efektif sumber yang digunakan 228,5 V dan sumber hambatan dalam $r = 166,3\Omega$, kuat arus efektif yang mengalir adalah 0,6A dan tegangan listrik efektif pada lampu adalah 84V
- Hitung induksi L
 - Tentukan beda fasa antar tegangan dan kuat arus
 - Hitung daya rata-rata pada tabung
 - Jika pada rangkaian di atas dipasang kapasitor secara seri $4,7 \mu\text{F}$, berapakah kuat arus efektif yang mengalir
5. Gelombang sinusoida merambat dalam tali. Ujung tali ($x = 0$) berosilasi menurut persamaan $y = y_m \cos \omega t$, dengan $y_m = \cos(\omega t - \pi/4)$, t dalam detik
-

-
- a. Hitung besar frekuensi gelombang
 - b. Jika gelombang merambat ke arah sumbu-x positif, berapa panjang gelombang dan laju rambatnya
 - c. Tentukan fungsi gelombang
-

SOLUSI UJIAN TENGAH SEMESTER II

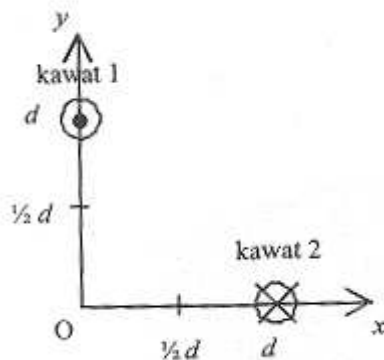
FISIKA DASAR II

TAHUN 2003/2004

1. Diketahui : Dua kawat panjang lurus tak berhingga dialiri arus I dengan arah berlawanan

a. Ditanyakan : Medan magnet di titik O

Jawab : Perhatikan gambar



Karena besar arus yang mengalir pada kawat 1 dan 2 adalah sama dan jarak dari kawat 1 ke titik O sama dengan jarak dari kawat 2 ke titik O maka besar medan magnet yang dihasilkan oleh kedua kawat tersebut pada titik O adalah sama, yaitu sebesar

$$B_{O1} = B_{O2} = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}$$

Arah kedua vektor medan magnet tersebut dapat digambarkan sebagai

Vektor medan magnet di titik O adalah resultan dari vector medan-medan magnet yang dihasilkan oleh

masing-masing kawat, yaitu

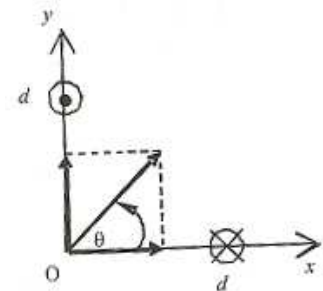
$$\begin{aligned}\vec{B}_O &= \vec{B}_{O1} + \vec{B}_{O2} \\ &= \frac{\mu_0 I}{2\pi d} \hat{i} + \frac{\mu_0 I}{2\pi d} \hat{j} = \frac{\mu_0 I}{2\pi d} (\hat{i} + \hat{j})\end{aligned}$$

Besar medan magnet di titik O adalah

$$B_0 = \sqrt{(B_{O1})^2 + (B_{O2})^2} = \frac{\mu_0 I}{2\pi d} \sqrt{2}$$

Dengan arah membentuk sudut θ terhadap sumbu-x positif, dimana

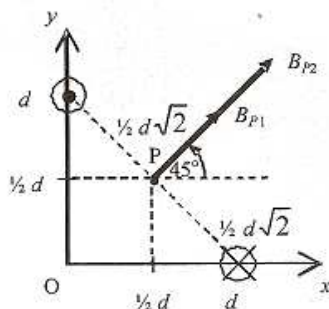
$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{B_{O1}}{B_{O2}} \right) = \tan^{-1}(1) = 45^\circ$$



b. Ditanyakan : Medan magnet di titik P ($d/2, d/2$)

Jawab :

Perhatikan gambar berikut



Jarak dari kawat 1 ke titik P sama dengan jarak dari kawat 2 ke titik P yaitu sebesar $1/2 d\sqrt{2}$. Sehingga besar medan magnet yang dihasilkan oleh masing-masing kawat adalah

$$B_{P1} = B_{P2} = \frac{\mu_0 I}{2\pi \frac{1}{2} d\sqrt{2}} = \frac{\mu_0 I}{\pi d\sqrt{2}} = \frac{\mu_0 I}{2\pi d} \sqrt{2}$$

Besar medan magnet di titik P adalah

$$B_P = B_{P1} + B_{P2} = \frac{\mu_0 I}{\pi d} \sqrt{2}$$

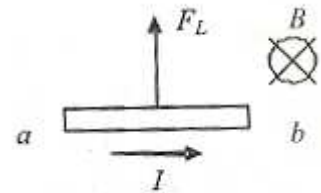
Dengan arah membentuk sudut 45° terhadap sumbu-x positif

2. Diketahui : $B = 2 \text{ T}$; $R = 1 \Omega$; $L = 0,5 \text{ m}$; $m = 10\text{g} = 0,01\text{kg}$; $g = 10 \text{ m/s}^2$

a. Ditanyakan : Gaya-gaya yang bekerja pada batang ab

Jawab :

Gaya-gaya yang bekerja pada batang ab adalah gaya gravitasi dan gaya Lorentz. Gaya-gaya pada batang ab diperlihatkan pada gambar di samping. Total gaya yang bekerja pada batang ab adalah nol



b. Ditanyakan : Besar dan arah arus induksi yang mengalir pada batang ab

Jawab :

Ketika batang ab bergerak dengan laju tetap maka berlaku

$$\sum F = 0 \rightarrow F_L - mg = 0$$

$$BIL - mg = 0 \rightarrow I = \frac{mg}{BL}$$

Sehingga arus yang mengalir pada kawat ab adalah

$$I = \frac{mg}{BL} = \frac{(0,01)(10)}{(2)(0,5)} = 0,1\text{A}$$

Dengan menggunakan aturan tangan kanan dapat disimpulkan bahwa arah yang mengalir pada kawat ab adalah ke kanan

c. Ditanyakan : Besar ggl imbas pada batang ab

Jawab :

$$\varepsilon = IR = (0,1)(1) = 0,1 \text{ V}$$

d. Ditanyakan : Laju batang ab

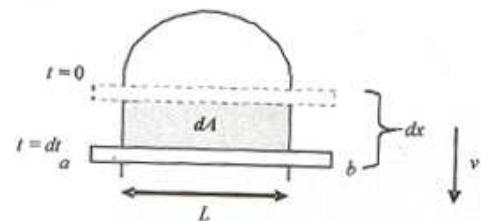
Jawab :

Untuk menghitung laju batang ab kita dapat menggunakan hukum Faraday. Perhatikan gambar berikut

$$\varepsilon = \frac{d\phi}{dt} = \frac{d}{dt}(B \cdot A) = A \frac{dB}{dt} + B \frac{dA}{dt}$$

Karena medan magnet konstan maka $\frac{dB}{dt} = 0$

sehingga $\varepsilon = B \frac{dA}{dt}$



Dari gambar dapat disimpulkan bahwa $dA = L dx$ sehingga

$$\varepsilon = B \frac{dA}{dt} = BL \frac{dx}{dt} = BLv$$

$$v = \frac{\varepsilon}{BL} = \frac{(0,1)}{(2)(0,5)} = 0,1 \text{ m/s}$$

3. Diketahui : $V_p = 20\text{kV}$; $V_s = 200\text{V}$; $I_s = 50 \text{ A}$; $N_s = 100$

a. Ditanyakan : Jumlah lilitan pada kumparan primer

Jawab :

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} \rightarrow N_p = \frac{V_p}{V_s} N_s$$

b. Ditanyakan : Kuat arus primer maksimum

Jawab :

Dengan menganggap transformator ideal maka daya pada kumparan primer sama dengan kumparan sekunder

$$P_p = P_s$$

$$V_p I_p = V_s I_s$$

$$I_p = \frac{V_s}{V_p} I_s = \frac{200}{20000} 50 = 0,5 \text{ A}$$

c. Ditanyakan : Tegangan dan kuat arus sekunder

Jawab :

Transformator bekerja berdasarkan hukum Faraday yaitu ggl induksi yang muncul karena adanya perubahan fluks. Jika tegangan yang digunakan adalah tegangan searah yang tidak berubah terhadap waktu maka tidak akan terjadi perubahan fluks dan tidak akan dihasilkan ggl induksi pada kumparan sekunder. Jadi jika digunakan tegangan searah maka tegangan dan kuat arus pada kumparan sekunder adalah nol

4. Diketahui : $f = 50 \text{ Hz}$; $V_{s\text{ eff}} = 228,5 \text{ V}$; $r = 166,3 \Omega$; $I_{\text{eff}} = 0,6 \text{ A}$; $V_{R\text{ eff}} = 84 \text{ V}$

a. Ditanyakan : Induksi L

Jawab :

$$V_{s\text{ eff}} = I_{s\text{ eff}} Z \rightarrow V_{s\text{ eff}} = I_{s\text{ eff}} \sqrt{(r + R)^2 + (\omega L)^2}$$

$$V_{s\text{ eff}} = I_{s\text{ eff}} \sqrt{\left(r + \frac{V_{R\text{ eff}}}{I_{s\text{ eff}}}\right)^2 + (2\pi f L)^2}$$

$$\left(\frac{V_{s\text{ eff}}}{I_{s\text{ eff}}}\right)^2 = \left(r + \frac{V_{R\text{ eff}}}{I_{s\text{ eff}}}\right)^2 + (2\pi f L)^2$$

$$(2\pi f L)^2 = \left(\frac{V_{s\text{ eff}}}{I_{s\text{ eff}}}\right)^2 - \left(r + \frac{V_{R\text{ eff}}}{I_{s\text{ eff}}}\right)^2$$

$$L = \frac{1}{2\pi f} \sqrt{\left(\frac{V_{s\text{ eff}}}{I_{s\text{ eff}}}\right)^2 - \left(r + \frac{V_{R\text{ eff}}}{I_{s\text{ eff}}}\right)^2}$$

$$L = \frac{1}{2\pi(50)} \sqrt{\left(\frac{228,5}{0,6}\right)^2 - \left(166,3 + \frac{84}{0,6}\right)^2} = 0,72 \text{ H}$$

b. Ditanyakan : Beda fase antara tegangan dan arus

Jawab :

$$\tan \varphi = \frac{\omega L}{R + r} = \frac{2\pi(50)(0,72)}{306,3} = 0,74$$

$$\varphi = \arctan(0,74) = 0,636 \text{ rad} = 50,4^\circ$$

c. Ditanyakan : Daya rata-rata pada lampu tabung

Jawab :

$$P = V_{R\text{ eff}} I_{s\text{ eff}} = (84)(0,6) = 50,4 \text{ W}$$

d. Ditanyakan : Kuat arus

Jawab :

Jika kapasitor $C = 4,7 \mu\text{F}$ dipasang seri, maka impedansi total

$$Z = \sqrt{(R + r)^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2} = \sqrt{306,3^2 + \left(2\pi(50)(72) - \frac{1}{2\pi(50)(10^{-3})}\right)^2}$$

$$Z = 545,7 \Omega$$

Arus efektif yang mengalir

$$I_{s\text{ eff}} = \frac{V_{s\text{ eff}}}{Z} = \frac{228,5}{545,7} = 0,42 \text{ A}$$

-
5. Diketahui : pada $x = 0$; $y = y_m \cos \omega t$
pada $x = 0,05 \text{ m}$; $y = y_m \cos(\omega t - \pi/4)$
 $y_m = 0,1 \text{ m}$; $\omega = 20\pi \text{ rad/s}$

- a. Ditanyakan : Frekuensi gelombang

Jawab :

$$\text{Dari hubungan } \omega = 2\pi f \text{ akan diperoleh } f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{20\pi}{2\pi} = 10 \text{ Hz}$$

- b. Ditanyakan : Panjang gelombang dan laju rambat

Jawab :

Bentuk umum persamaan gelombang yang merambat ke arah sumbu-x positif adalah $y = y_m \cos(\omega t - kx)$. Dengan membandingkan persamaan gelombang pada titik $x = 0,05 \text{ m}$ akan diperoleh

$$y(0,05) = y_m \cos(\omega t - 0,05k) = y_m \cos(\omega t - \pi/4)$$

$$\text{Maka dapat disimpulkan bahwa } 0,05k = \pi/4 \text{ sehingga } k = \frac{\pi}{(0,05)(4)} = 5\pi \text{ m}^{-1}$$

- c. Ditanyakan : Fungsi gelombang

Jawab :

Dengan mensubstitusikan nilai-nilai yang telah didapatkan ke bentuk umum, persamaan gelombang akan diperoleh

$$y = y_m \cos(\omega t - kx)$$

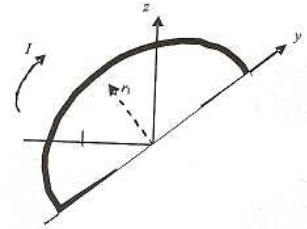
$$y = 0,1 \cos(20\pi t - 5\pi x)$$

SOAL UJIAN TENGAH SEMESTER II

FISIKA DASAR II

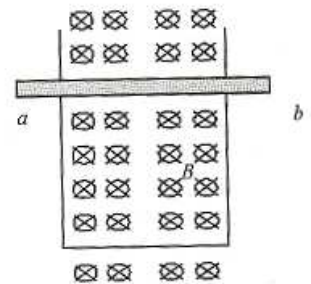
TAHUN 2004/2005

1. Suatu kawat dilekukkan membentuk dua buah setengah lingkaran seperti terlihat pada gambar. Setengah lingkaran pertama memiliki jari-jari $r_1 = 10$ cm dan terletak pada bidang $y - z$ sedangkan setengah lingkaran kedua berjari-jari $r_2 = 5$ cm dan terletak pada bidang $x - y$. Titik pusat lengkungan tersebut berada pada pusat koordinat. Jika kawat diari arus $I = 0,1$ A dalam arah seperti ditunjukkan pada gambar



- Tentukan besar dan arah medan magnet di pusat koordinat yang dihasilkan oleh masing-masing lengkungan kawat
- Tentukan besar dan arah medan magnet resultan di pusat koordinat

2. Dua rel logam berbentuk U yang bukaanannya menghadap ke atas ditempatkan dalam ruang yang memiliki medan magnet $B = 0,6$ T dengan arah masuk tegak lurus bidang gambar. Batang logam ab yang panjangnya 2 m dan massanya 0,03 kg mula-mula diam, kemudian dilepaskan tanpa kecepatan awal. Ketika tercapai keadaan seimbang, tentukan



- Gaya-gaya yang bekerja pada batang ab
 - Besar dan arah induksi yang mengalir pada logam
3. Ujung tali digetarkan dengan periode 0,4s. Simpangan maksimum yang dibentuk adalah 10 cm pada saat $t = 0,2$ s, ujung tali (yaitu $x = 0$) mengalami simpangan dan gelombang yang terbentuk merambat ke arah x positif dengan laju 4 m/s. Jika dianggap belum ada gelombang terpantulkan tentukan
- Panjang gelombang dan frekuensi sudut
 - Persamaan gelombang dalam fungsi cosinus
 - Simpangan pada posisi $x = 0,4$ pada saat $t = 0,3$ s

5. Cahaya sejajar dari sumbu kromatik dijatuhkan secara tegak lurus pada celah interferensi atau difraksi

- Jika dijatuhkan pada celah interferensi 4 celah, gambarkan pola interferensi sebagai fungsi $\sin \theta$ (sampai pada orde dua). Diketahui jarak antar celah adalah d
 - Jika dijatuhkan pada suatu celah difraksi dengan lebar w , gambarkan pola intensitas difraksi sebagai fungsi $\sin \theta$ (sampai orde 3)
 - Jika dijatuhkan pada empat buah celah difraksi dengan lebar celah w , dan jarak antar celah d , gambarkan pola interferensi /difraksi sebagai fungsi $\sin \theta$ (dari orde ke 0 sampai orde 5). Diketahui $d = 4w$
 - Pada pertanyaan (c), maksimum ke berapa dari pola interferensi yang hilang akibat adanya difraksi?
6. Jawablah pertanyaan berikut ini
- Gambarkan model atom Rutherford, dan berikan penjelasan kualitatif tentang model atom ini tidak stabil
 - Mengapa model atom tidak stabil?
 - Apa usul Bohr untuk menstabilkan model atom ini?
 - Turunkan persamaan kuantisasi energi elektron model Bohr untuk atom hidrogen jika diketahui, massa elektron $m_e = 9,1 \times 10^{-31}$ kg dan muatannya $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C serta konstanta Planck $h = 6,6 \times 10^{-34}$ Js
-

SOLUSI UJIAN TENGAH SEMESTER II

FISIKA DASAR II

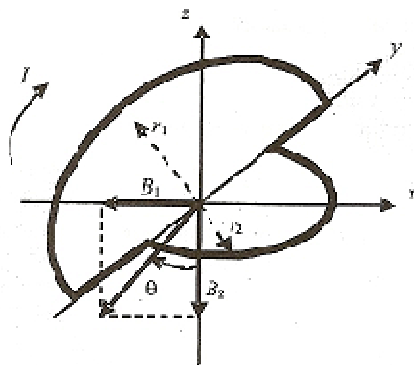
TAHUN 2004/2005

1. Diketahui : $r_1 = 10 \text{ cm}$; $r_2 = 5 \text{ cm}$; $I = 0,1 \text{ A}$

a. Ditanyakan : Besar dan arah medan magnet di titik pusat koordinat

Jawab :

Perhatikan gambar berikut



i. Medan magnet yang dihasilkan oleh lekukan kawat yang berada pada bidang $y - z$

Besar :

$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{4r_1} = \frac{(4\pi \times 10^{-7})(0,1)}{4(0,1)} = 3,14 \times 10^{-7} \text{ T}$$

Arah : Sumbu-x negatif

ii. Medan magnet total

Lekukan kawat pada bidang $x - y$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I}{4r_2} = \frac{(4\pi \times 10^{-7})(0,1)}{4(0,05)} = 6,28 \times 10^{-7} \text{ T}$$

Arah : Sumbu-z negatif

$$\text{Besar } B, B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = \sqrt{(3,14 \times 10^{-7})^2 + (6,28 \times 10^{-7})^2} = 7,02 \times 10^{-7} \text{ T}$$

b. Ditanyakan : Besar dan arah medan magnet resultan

Jawab :

$$\text{Besar } B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = \sqrt{(3,14 \times 10^{-7})^2 + (6,28 \times 10^{-7})^2} = 7,02 \times 10^{-7} \text{ T}$$

Arah : bidang $x - y$ dengan membentuk sudut terhadap sumbu-z negatif

$$\theta = \arctan\left(\frac{B_1}{B_2}\right) = \arctan\left(\frac{3,14 \times 10^{-7}}{6,28 \times 10^{-7}}\right) = \arctan\left(\frac{1}{2}\right) = 26,6^\circ$$

2. Diketahui : $l = 2 \text{ m}$; $m = 0,03 \text{ kg}$; $B = 0,6 \text{ T}$

a. Ditanyakan : Gaya yang bekerja pada batang ab

Jawab :

Gaya yang bekerja pada kawat adalah gaya Lorentz ke atas $F_B = ILB$ dan gaya berat ke bawah $W = mg$

b. Ditanyakan : Besar dan arah Induksi yang mengalir

Jawab :

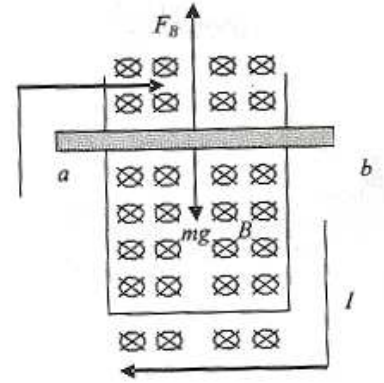
Dalam keadaan setimbang, kedua gayanya sama besar, sehingga arus induksi adalah

$$I = \frac{mg}{lB} = \frac{(0,03)(10)}{(2)(0,6)} = 0,25 \text{ A}$$

Arah arus :

Penjelasan 1 : Karena gerak turun kawat memperkecil luas daerah yang dilingkupi batang ab dan rel maka terjadi pengurangan fluks. Menurut hukum Lorentz, arus induksi harus menghasilkan medan magnet yang melawan perubahan fluks. Karena itu arah medan magnet di dalam loop yang dihasilkan arus induksi harus dari depan ke belakang tegak lurus bidang juga. Untuk menghasilkan medan magnet arah tegak lurus ke belakang, maka arah arus induksi adalah dari a ke b kemudian turun ke sisi kanan rel

Penjelasan 2 : Karena gerak turun batang ab , maka muatan dalam batang ab memiliki kecepatan ke bawah. Karena ada medan magnet ke arah belakang, maka muatan tersebut mengalami gaya Lorentz yang arahnya ke ujung b untuk muatan positif dan ujung a untuk muatan negatif. Karena arah arus sesuai dengan arah aliran muatan positif, maka arah arus adalah dari a ke b kemudian turun di sisi kanan rel



3. Diketahui : $T = 0,4 \text{ s}$; $v = 4 \text{ m/s}$; $A = 0,1 \text{ m}$

a. Ditanyakan : Panjang gelombang dan frekuensi sudut

Jawab :

$$\text{Frekuensi sudut } \omega = 2\pi/T = 5\pi \text{ rad/s}$$

$$\text{Panjang gelombang } \lambda = vt = (4)(0,4) = 1,6 \text{ m}$$

$$\text{Bilangan gelombang } k = 2\pi/\lambda = 2\pi/1,6 = 5\pi/4$$

b. Ditanyakan : Persamaan gelombang

Jawab :

$$y(x, t) = A \cos(\omega t - kx + \varphi_0) = 0,1 \cos\left(5\pi t - \frac{5\pi}{4}x + \varphi_0\right)$$

Pada saat $t = 0,2 \text{ s}$, simpangan titik $x = 0$ adalah maksimum. Jadi $y = 0,1 \text{ m}$. Sehingga $0,1 = 0,1 \cos\left(5\pi(0,2) - \frac{5\pi}{4}(0) + \varphi_0\right) \rightarrow \pi + \varphi_0 = 0 \rightarrow \varphi_0 = -\pi$

Sehingga bentuk lengkap persamaan gelombang

$$y(x, t) = 0,1 \cos\left(5\pi t - \frac{5\pi}{4}x - \pi\right) \text{ m}$$

c. Ditanyakan : Simpangan di titik $x = 0,4 \text{ m}$ saat $t = 0,3 \text{ s}$

Jawab :

$$y(0,4 ; 0,3) = 0,1 \cos\left(5\pi(0,3) - \frac{5\pi}{4}(0,4) - \pi\right) = 0,1 \text{ m}$$

4. a. Hambatan total : $R = R_1 + R_2 = 30 + 50 = 80 \Omega$

$$\text{Reaktansi induktif : } X_L = \omega L = (10^4)(4 \times 10^{-3}) = 40 \Omega$$

$$\text{Reaktansi kapasitif : } X_C = 1/\omega C = 1/(10^4)(10^{-6}) = 100 \Omega$$

$$\text{Impedansi total : } Z_{ad} = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$\text{Fase : } \phi = \arctan\left(\frac{40-100}{80}\right) = \arctan\left(-\frac{3}{4}\right) = -0,64 \text{ rad atau } -37^\circ$$

Potensial maksimum antara titik a dan b

$$V_m = I_m Z_{ab} = (0,02)(100) = 2 \text{ V}$$

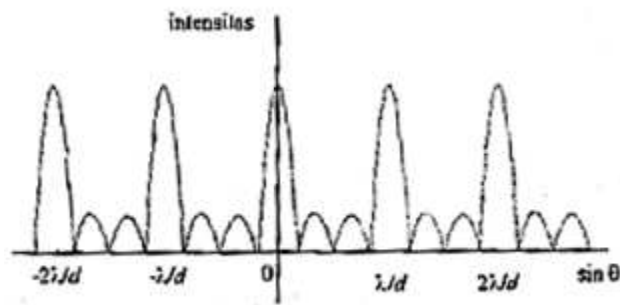
Karena $X_C > X_L$ maka rangkaian bersifat kapasitif. Oleh karena itu arus mendahului tegangan. Kebergantungan tegangan antara a dan b terhadap waktu adalah

$$V_{ab}(t) = 2 \cos(\omega t + \pi/6 - 0,64) = 2 \cos(\omega t - 0,12) \text{ V}$$

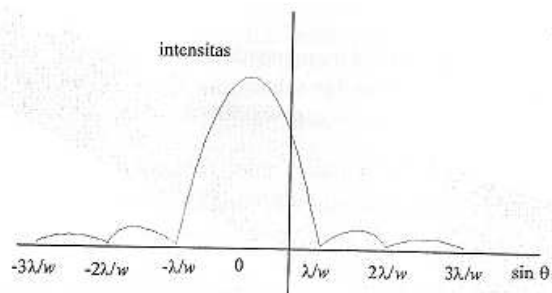
$$\text{c. } P_{ac} = \frac{1}{2} I^2 R = \frac{1}{2} (0,02)^2 (80) = 0,016 \text{ W}$$

5. Diketahui : Cahaya sejajar monokromatik dijatuhkan tegak lurus pada celah interferensi atau difraksi

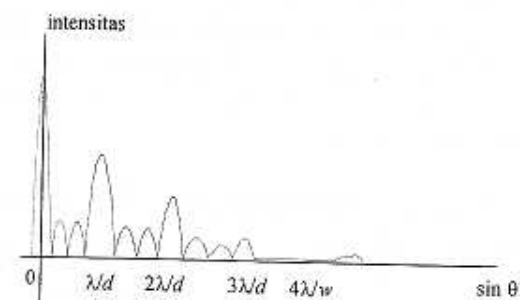
a.



b.



c.



d. Maksimum keempat pola interferensi hilang karena tepat berhimpit dengan minimum pertama pola difraksi

6. Jawab :

a. Gambaran model atom Rutherford

- Atom terdiri dari inti dimana hampir seluruh massa atom terkonsentrasi dan elektron-elektron mengitari inti dalam orbit lingkaran
- Jari-jari orbit elektron jauh lebih besar dari ukuran inti sehingga hampir semua volume atom merupakan ruang kosong
- Elektron tetap berada pada orbitnya karena adanya gaya Coulomb antara elektron dengan inti

b. Masalah kestabilan atom yang dihadapi model atom Rutherford. Berdasarkan teori elektrodinamika klasik :

- Muatan yang bergerak dengan percepatan memancarkan gelombang EM
- Elektron adalah partikel bermuatan
- Karena bergerak melingkar maka elektron memiliki percepatan sentripetal, karena itu elektron selalu memancarkan gelombang EM
- Akibat energi yang dimiliki elektron semakin kecil hingga jarak elektron ke inti makin kecil
- Pada akhirnya elektron jatuh ke inti, yang berarti atom tidak stabil

-
- c. Bohr memperkenalkan konsep kuantisasi momentum sudut elektron. Meskipun memiliki percepatan saat mengitari inti, elektron tidak memancarkan gelombang EM jika momentum sudutnya, L , memenuhi

$$L = n h/2\pi \text{ dengan } n = 1, 2, 3, \dots$$

- d. Gaya sentripetal elektron selama mengitari inti sama dengan gaya Coulomb, sehingga

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

Dari (i) kita dapat menuliskan energi kinetik elektron

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{8\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r}$$

$$U = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r}$$

$$E = K + U = \frac{1}{8\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r}$$

$$E = -\frac{1}{8\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r}$$

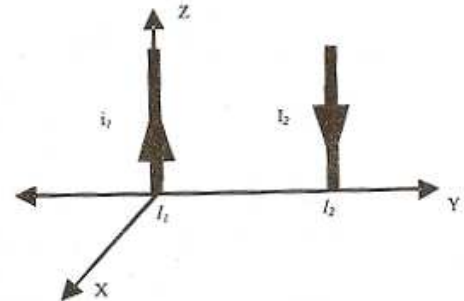
$$E_n = -\frac{me^4}{8\epsilon_0^2 h^2} \frac{1}{n^2} = -\frac{13,6}{n^2} \text{ eV}$$

SOLUSI UJIAN TENGAH SEMESTER II

FISIKA DASAR II

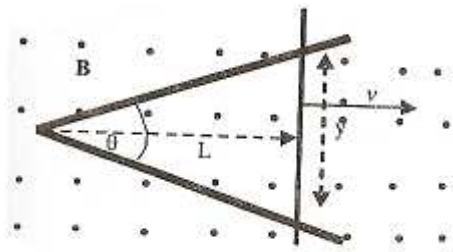
TAHUN 2005/2006

1. Dua kawat yang sangat panjang I_1 dan I_2 sejajar sumbu-z menembus bidang $x-y$ masing-masing di titik $(0, 0, 0)$ dan di titik $(0, 1, 0)$ m. Kawat I_1 dialiri arus $I_1 = 1\text{A}$ dan kawat I_2 dialiri arus $I_2 = 2\text{A}$ dengan arah masing-masing seperti terlihat pada gambar di bawah



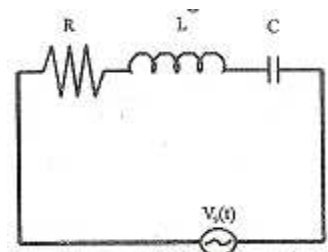
- Dengan menggunakan hukum ampere tentukan medan magnet (arah dan besar) pada kawat I_1 oleh arus pada kawat I_2
- Tentukan gaya per satuan panjang yang dialami oleh kawat I_1 karena arus pada kawat I_2

2. Di dalam medan magnet $B = 50\text{ mT}$ dengan arah keluar bidang gambar, sebuah batang konduktor dibentuk seperti “<” dengan sudut. Sebuah batang konduktor l disentuhkan di atas batang konduktor “<” tersebut dan digerakkan mulai dari titik A dengan kecepatan tetap $v = 0,1\text{ m/s}$. Ketika batang konduktor l berada pada posisi $L = 50\text{ cm}$, dan $y = 80\text{ cm}$ serta membentuk segitiga sama kaki seperti terlihat pada gambar di bawah, tentukanlah



- Besar fluks magnetik dalam loop segitiga yang terbentuk
- Besar ggl induksi yang dihasilkan
- Arah arus induksi yang terjadi pada loop segitiga

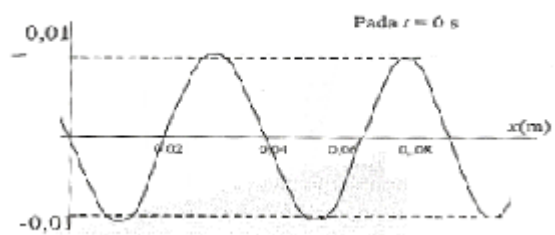
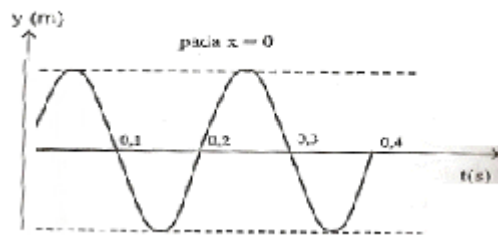
3. Suatu rangkaian RLC seri seperti terlihat pada gambar di bawah ini, terdiri $R = 40\ \Omega$, $C = 10\ \mu\text{F}$, dan $L = 70\text{ mH}$. Jika rangkaian RLC seri tersebut dihubungkan dengan sumber tegangan bolak-balik $V_s(t) = 5 \cos(1000t + (\pi/3))\text{ V}$, tentukanlah



- Reaktansi kapasitansi (X_C), reaktansi induktif (X_L), dan impedansi total rangkaian
- Arus $i(t)$ yang mengalir pada rangkaian itu
- Tegangan $V(t)$ pada masing-masing komponen R , L , dan C , yaitu $V_R(t)$, $V_L(t)$, dan $V_C(t)$

4. Gambar di bawah menunjukkan dua buah grafik yang melukiskan gelombang transversal pada tali. Gelombang merambat ke arah sumbu-x positif. Dengan menggunakan informasi yang ada di dalam kedua grafik tersebut

- Tentukan panjang gelombang, periode gelombang, dan laju rambat gelombang dalam tali
 - Tuliskan fungsi gelombang secara lengkap
 - Tentukan kecepatan osilasi elemen tali pada $x = 0$ dan $t = 0,25\text{ s}$
-



5. Seberkas cahaya merah ($\lambda = 625 \text{ nm}$) dilewatkan pada sistem kisi 3 celah dengan jarak antar kisi sama dengan $0,5 \text{ nm}$. Kisi tersebut berjarak 2 meter dari layar. (Pakailah aproksimasi bahwa sudut pandang sangat kecil)
 - a. Tentukan dengan menggunakan diagram fasor, beda yang menghasil interferensi dengan intensitas maksimum (baik utama maupun sekunder) dan intensitas minimum
 - b. Tentukan jarak antara maksimum utama pertama dengan maksimum utama kedua
 - c. Jika jarak antar celah adalah 3 kali lebar celah, tentukan pola intensitas yang terbentuk di layar
6. Diketahui suatu elektron di dalam atom hidrogen bertransisi dari tingkat energi $n = 4$ ke tingkat energi $n = 2$. Jika tetapan Planck $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ Js}$ dan tingkat energi dasar pada atom hidrogen $E_1 = -13,6 \text{ eV}$, tentukan
 - a. Energi yang dipancarkan elektron
 - b. Frekuensi dan panjang gelombang foton dipancarkan oleh gelombang elektromagnetik tersebut

SOLUSI UJIAN TENGAH SEMESTER II

FISIKA DASAR II

TAHUN 2005/2006

1. Diketahui : $I_1 = 1 \text{ A}$; $I_2 = 2 \text{ A}$; $d = 1 \text{ m}$

a. Ditanyakan : Medan magnet pada kawat I_1 oleh arus I_2

Jawab :

Medan magnet pada kawat I_1 oleh arus pada kawat I_2

Dengan menggunakan hukum Ampere akan diperoleh

$$\oint \vec{B} d\vec{l} = \mu_0 I_{in}$$

$$B_2 \int dl = \mu_0 I_2$$

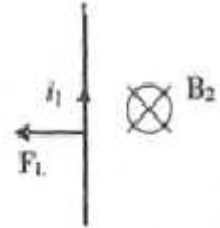
$$B_2 (2\pi d) = \mu_0 I_2$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d}$$

Dengan memasukkan nilai-nilai yang diberikan pada soal, akan diperoleh besar medan magnet pada kawat I_1 oleh arus pada kawat I_2 , yaitu

$$B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d} = \frac{(4\pi \times 10^{-7})(2)}{2\pi(1)} = 4 \times 10^{-7} \text{ T}$$

Arah medan magnet tersebut adalah masuk bidang kertas (dapat ditentukan dengan menggunakan aturan tangan kanan)



b. Ditanyakan : Gaya per satuan panjang pada kawat I_1 karena arus pada kawat I_2

Jawab :

Gaya Lorentz yang bekerja pada kawat adalah

$$F_L = I_1 l B_2$$

Jadi gaya per satuan panjang kawat adalah

$$\frac{F_L}{l} = I_1 B_2 = 4 \times 10^{-7} \text{ N/m dengan arah ke kiri}$$

2. Diketahui : $B = 50 \text{ mT} = 0,05 \text{ T}$; $v = 0,1 \text{ m/s}$; $L = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$; $y = 0,8 \text{ m}$

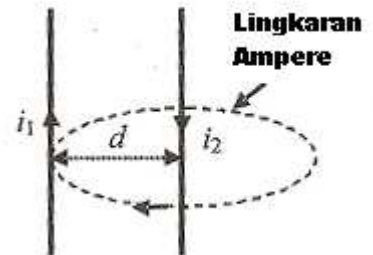
a. Ditanyakan : Fluks magnetik

Jawab :

Dari gambar akan diperoleh

$$\phi = BA = B \left[\frac{1}{2} (y)(L) \right]$$

$$\phi = BL^2 \tan(\theta/2) = (0,05)(0,5)^2 (4/5) = 0,01 \text{ Tm}^2$$



b. Ditanyakan : Besar ggl induksi

Jawab : Dari hukum Faraday akan diperoleh

$$|\varepsilon_{ind}| = \frac{d\phi}{dt} = 2BL \tan(\theta/2) \frac{dL}{dt} = 2BLv \tan(\theta/2) = 0,004 \text{ V}$$

c. Ditanyakan : Arah arus induksi

Jawab :

Dengan menggunakan hukum Lenz dapat kita simpulkan bahwa arah arus yang mengalir pada batang konduktor l adalah dari atas ke bawah. Arah arus pada loop segitiga dapat digambarkan sebagai



3. Diketahui : $R = 40 \, \Omega$; $C = 10 \mu F$; $L = 70 \, \text{mH}$; $V_s(t) = 5 \cos(1000t + (\pi/3))$

a. Ditanyakan : Reaktansi kapasitif (X_C), reaktansi induktif (X_L), dan impedansi (Z)

Jawab :

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{(1000)(10 \times 10^{-6})} = 100 \, \Omega$$

$$X_L = \omega L = (1000)(70 \times 10^{-3}) = 70 \, \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{40^2 + (70 - 100)^2} = 50 \, \Omega$$

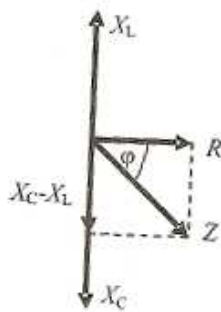
b. Ditanyakan : Arus yang mengalir pada rangkaian

Jawab :

Arus maksimum yang mengalir pada rangkaian adalah

$$I_m = \frac{V_m}{Z} = \frac{5}{50} = 0,1 \, \text{A}$$

Untuk menentukan beda fase antara arus dan tegangan, perhatikan diagram fasor berikut



$$\tan \varphi = \frac{X_C - X_L}{R} = \frac{3}{4}$$

$$\varphi = \tan^{-1}(3/4) = 37^\circ$$

Dari diagram fasor di samping dapat disimpulkan bahwa tegangan tertinggal 37° dari arus, atau dapat dikatakan bahwa pada rangkaian, arus mendahului tegangan dengan beda fase 37°

Persamaan arus yang mengalir pada rangkaian adalah

$$i(t) = 0,1 \cos(1000t + (\pi/3) + 37^\circ) \, \text{A}$$

c. Ditanyakan : Tegangan pada masing-masing komponen

Pada resistor

$$\text{Tegangan maksimum : } V_{R \text{ maks}} = I_m R = 0,1(40) = 4 \, \text{V}$$

Beda fase antara arus dan tegangan sama dengan nol

Jadi tegangan pada resistor dapat dituliskan sebagai

$$V_R(t) = 4 \cos(1000t + (\pi/3) + 37^\circ) \, \text{V}$$

Pada kapasitor

$$\text{Tegangan maksimum : } V_{C \text{ maks}} = I_m X_C = 0,1(100) = 10 \, \text{V}$$

Beda fase antara arus dan tegangan adalah 90° (arus mendahului tegangan)

Jadi tegangan pada kapasitor dapat dituliskan sebagai

$$V_C(t) = 10 \cos(1000t + (\pi/3) + 37^\circ - 90^\circ) \, \text{V}$$

$$V_C(t) = 10 \cos(1000t + (\pi/3) - 53^\circ) \, \text{V}$$

Pada induktor

$$\text{Tegangan maksimum : } V_{L \text{ maks}} = I_m X_L = 0,1(70) = 7 \, \text{V}$$

Beda fase antara arus dan tegangan adalah 90° (tegangan mendahului arus)

Jadi tegangan pada induktor dapat dituliskan sebagai

$$V_R(t) = 7 \cos(1000t + (\pi/3) + 37^\circ + 90^\circ) \text{ V}$$

$$V_R(t) = 7 \cos(1000t + (\pi/3) + 127^\circ) \text{ V}$$

4. Diketahui : Tali merambat sepanjang sumbu-x positif

a. Ditanyakan : Panjang gelombang, periode gelombang, laju rambat gelombang

Jawab :

$$\text{Panjang gelombang } \lambda = 0,04 \text{ m}$$

$$\text{Periode } T = 0,2 \text{ s}$$

$$\text{Laju rambat gelombang } \frac{\lambda}{T} = \frac{0,04}{0,2} = 0,2 \text{ m/s}$$

b. Ditanyakan : Fungsi gelombang

Jawab :

$$\text{Bentuk umum fungsi gelombang : } y(t) = y_m \sin(kx - \omega t + \varphi_0)$$

Dengan memasukkan nilai-nilai yang diberikan pada gambar ke bentuk umum fungsi gelombang, maka dapat disimpulkan bahwa fungsi gelombang untuk soal ini adalah $y(t) = -0,01 \sin(50\pi x - 10\pi t)$

c. Ditanyakan : Kecepatan osilasi pada $x = 0$ dan $t = 0,25 \text{ s}$

Jawab :

$$\text{Kecepatan osilasi } \frac{dy}{dt} = 0,1\pi \cos(50\pi x - 10\pi t)$$

$$\text{Kecepatan osilasi ketika } x = 0 \text{ dan } t = 0,25 \text{ s}$$

$$\frac{dy}{dt} = 0,1\pi \cos(-2,5\pi) = 0$$

5. Diketahui : $\lambda = 625 \text{ nm}$; $n = 3$; $d = 0,5 \text{ mm}$

a. Ditanyakan : Beda fase yang menghasilkan interferensi maksimum, minimum, dan maksimum sekunder

Jawab :

Misalkan persamaan gelombang untuk sinar s_1, s_2, s_3 masing-masing adalah

$$s_1 : y_1 = A \cos(\omega t - kx_1)$$

$$s_2 : y_2 = A \cos(\omega t - kx_2)$$

$$s_3 : y_3 = A \cos(\omega t - kx_3)$$

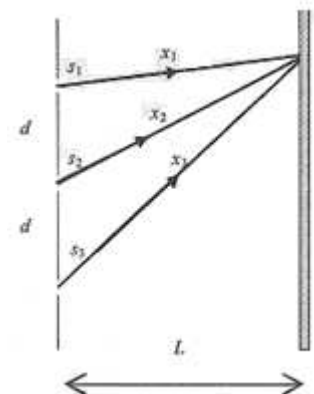
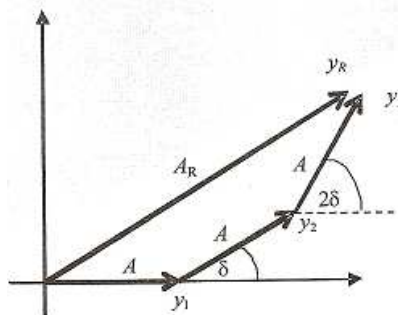
Karena ketiga celah tersebut identik, maka kita dapat menuliskan

$$y_1 = A \cos(\omega t - kx)$$

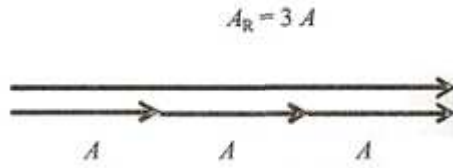
$$y_2 = A \cos(\omega t - kx + \delta)$$

$$y_3 = A \cos(\omega t - kx + 2\delta)$$

Diagram fasor pada saat $t = 0$ dan $x = 0$ adalah



Secara geometris, susunan fasor yang akan menghasilkan A_R terbesar adalah



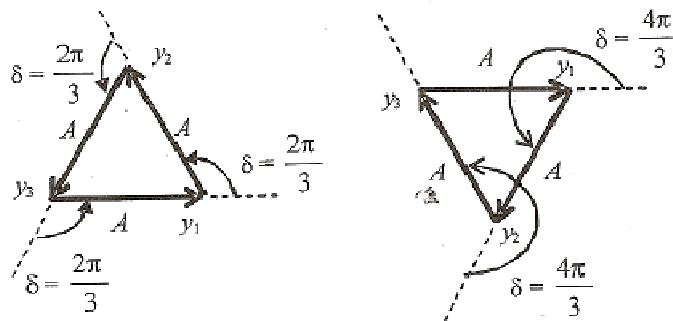
Susunan ini diperoleh bila $\delta = 0, \pm 2\pi, \pm 4\pi, \pm 6\pi, \dots$

(Catatan : δ adalah beda sudut fase antara dua fasor berurutan)

Susunan fasor yang akan menghasilkan A_R terkecil (minimum) adalah

A_R minimum diperoleh dari dua konfigurasi yang masing-masing $\delta = \frac{2\pi}{3}$ dan $\delta = \frac{4\pi}{3}$

Susunan fasor yang akan menghasilkan maksimum sekunder adalah



Beda fase untuk susunan ini adalah $\delta = \pm\pi$

Jadi dapat disimpulkan

	δ	I/I_0
Maksimum utama	$m \times 2\pi$	9
Minimum	$m \times 2\pi \pm \frac{2\pi}{3}$	0
Maksimum Sekunder	$m \times 2\pi \pm \pi$	1

Catatan : $m = 0, 1, 2, 3, \dots$

- b. Ditanyakan : Jarak antara maksimum utama pertama dengan maksimum utama kedua

Jawab :

Dengan menggunakan aproksimasi sudut kecil dapat diperoleh

$$\delta = kd \sin \theta = k \frac{dy}{L}$$

Sehingga untuk maksimum utama pertama ($\delta = 0$) akan diperoleh

$$y = 0$$

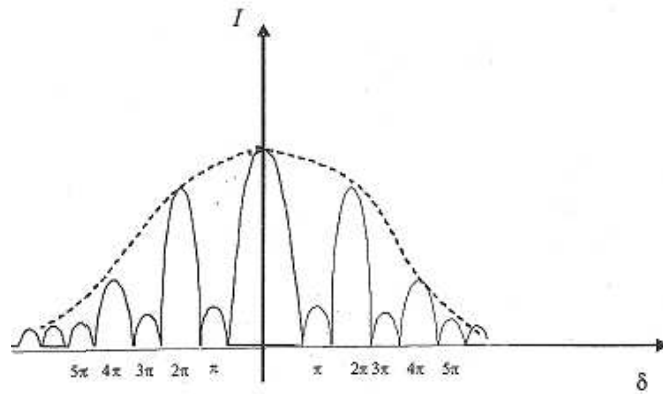
Sedangkan untuk maksimum utama kedua ($\delta = 2\pi$) akan diperoleh

$$2\pi = k \frac{dy}{L} \rightarrow 2\pi = \frac{2\pi}{\lambda} \frac{dy}{L} \rightarrow y = \frac{\lambda L}{d}$$

Jadi jarak antara maksimum utama pertama dan kedua adalah

$$y = \frac{\lambda L}{d} = \frac{(625 \times 10^{-9})(2)}{(0,5 \times 10^{-3})} = 2,5 \text{ mm}$$

- c. Ditanyakan : Pola intensitas yang terbentuk di layar jika $d = 3w$



6. Diketahui : $n_1 = 4$; $n_2 = 2$; $E_1 = -13,6 \text{ eV}$

- a. Ditanyakan : Energi yang dipancarkan elektron
Jawab :

Transisi dari $n = 4$ ke $n = 2$

Energi yang dipancarkan pada transisi tersebut adalah

$$\Delta E = E_2 - E_4 = \frac{-13,6}{2^2} - \left(\frac{-13,6}{4^2} \right) = -2,25 \text{ eV}$$

Tanda negatif menunjukkan pemancaran energi

- b. Ditanyakan : Frekuensi dan panjang gelombang yang dipancarkan
Jawab :

Energi yang dipancarkan pada transisi tersebut adalah

$$-2,25 \text{ eV} = 4,08 \times 10^{-19} \text{ J}$$

Frekuensi dari gelombang yang dipancarkan adalah

$$\Delta E = hf \rightarrow f = \frac{\Delta E}{h} = \frac{4,08 \times 10^{-19}}{6,63 \times 10^{-34}} = 6,15 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

Panjang gelombangnya adalah $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{6,15 \times 10^{14}} = 4,88 \times 10^{-7} \text{ m}$

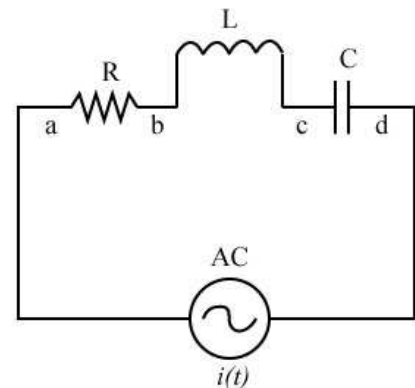
SOAL UJIAN TENGAH SEMESTER II

FISIKA DASAR II

TAHUN 2006/2007

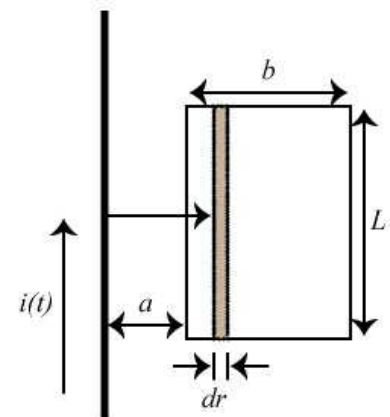
1. a. Sebutkan kelemahan model atom Thomson (model atom kismis)
b. Sebutkan perbedaan model atom Rutherford dan model atom Bohr
c. Dengan deret Balmer pada atom Bohr, hitunglah bilangan kuantum (tingkat energi) awal dari spectrum cahaya tampak atom hidrogen dengan $\lambda = 496 \text{ nm}$
Diketahui konstanta Rydberg, $R = 1,097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$

2. Suatu rangkaian RLC seri (lihat gambar) memiliki $R = 10 \Omega$, $L = 200/\pi \text{ H}$, dan $C = 1000/\pi \mu\text{F}$. Rangkaian tersebut dialiri $i(t)$ fungsi cosinus yang memiliki frekuensi $f = 50 \text{ Hz}$, fasa awal arus $\phi_0 = \pi/2 \text{ rad}$, dan arus $i_{rms} = 2 \text{ A}$



- a. Tentukan persamaan arus $i(t)$
b. Tentukan X_L , X_C , dan impedansi total Z
c. Tentukan fungsi tegangan $V_{ab}(t)$, $V_{bc}(t)$, dan $V_{cd}(t)$
d. Tentukan beda fasa antara arus dengan tegangan sumber
3. Seutas tali diberi gangguan yang merambat dengan fungsi sebagai berikut $y(x, t) = \cos\{\pi(2x - t + 1/2)\}$ (y dan x dalam cm, dan t dalam detik)
a. Tentukan amplitudo, panjang gelombang, dan frekuensi gelombang
b. Tentukan simpangan pada $x = 1 \text{ cm}$, dan $t = 5 \text{ detik}$
c. Tentukan jarak antara dua titik terdekat dalam arah rambat yang mempunyai beda fasa π pada saat tertentu
d. Tentukan nilai maksimum laju getar partikel tali
4. Dua buah celah sempit berjarak $0,85 \text{ mm}$ disinari cahaya dengan panjang gelombang 600 nm . Pola interferensi diamati pada layar yang berjarak $2,80 \text{ m}$ dari celah (Gunakan pendekatan sudut kecil)
a. Tentukan beda fase dari hasil interferensi dua gelombang pada titik di layar yang berjarak $2,50 \text{ mm}$ dari pusat pola interferensi
b. Tentukan rasio intensitas antara pola interferensi pada titik berjarak seperti soal (a) dari pusat pola interferensi terhadap intensitas pola interferensi di pusat

5. Kawat lurus panjang dialiri arus yang berubah terhadap waktu $i(t) = (2t + 5) \times 10^{-3} \text{ A}$, dimana t dalam detik. Di sampingnya diletakkan kawat berbentuk loop segiempat yang memiliki hambatan $R = 2,0 \Omega$, seperti pada gambar. Diketahui $L = 20 \text{ cm}$, $b = 10 \text{ cm}$, dan $a = 5 \text{ cm}$



- a. Tentukan besar dan arah medan magnetik pada titik yang berjarak r dari kawat lurus panjang
b. Berapa fluks magnetik total yang melewati loop kawat?
c. Ke mana arah arus induksi dalam loop kawat? Berikan alasannya
-

SOLUSI UJIAN TENGAH SEMESTER II

FISIKA DASAR II

TAHUN 2006/2007

1. Jawab :

a. Kelemahan model atom Thomson (model roti kismis)

Tidak dapat menjelaskan mengapa dalam percobaan hamburan partikel alfa oleh foil emas sebagian kecil partikel dipantulkan dengan sudut yang sangat besar. Selain itu ada sebagian kecil partikel alfa yang dipantulkan dalam arah yang hampir berlawanan dengan sinar datang

b. Perbedaan model atom Rutherford dan model atom Bohr

Pada model atom Rutherford, elektron mengelilingi inti dengan orbit yang tidak stasioner dan spectrum emisi atom bersifat kontinu, sementara pada model atom Bohr elektron mengelilingi inti dengan orbit stasioner dan spectrum emisi atom bersifat diskrit.

c. Bilangan kuantum (tingkat energi) awal dari spektrum cahaya tampak (deret Balmer) atom hidrogen dengan $\lambda = 496 \text{ nm}$

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2} \right)$$
$$\frac{1}{486 \times 10^{-9}} = 1,097 \times 10^7 \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{m^2} \right)$$

Sehingga didapatkan $m^2 = 16$ atau $m = 4$

2. Diketahui : $R = 10 \Omega$; $L = 200/\pi \text{ H}$; $C = 1000/\pi \mu\text{F}$; $f = 50 \text{ Hz}$

a. Ditanyakan : Persamaan arus $i(t)$

Jawab :

$$i(t) = i_0 \cos(\omega t + \varphi_0)$$
$$i(t) = 2\sqrt{2} \cos(100\pi t + \pi/2) \text{ A}$$

b. Ditanyakan : X_L, X_C , dan impedansi total Z

Jawab :

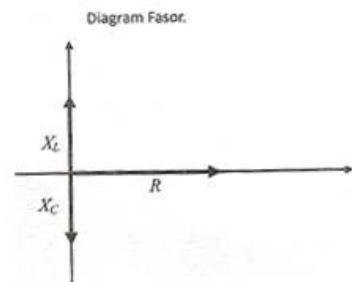
$$X_L = \omega L = 2\pi f L$$
$$X_L = 2\pi(50) \left(\frac{200}{\pi} \times 10^{-3} \right) = 20 \Omega$$
$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$$
$$X_C = \frac{1}{2\pi(50) \left(\frac{1000}{\pi} \times 10^{-6} \right)} = 10 \Omega$$
$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{10^2 + (20 - 10)^2} = 10\sqrt{2} \Omega$$

c. Ditanyakan : Fungsi tegangan $V_{ab}(t), V_{bc}(t)$, dan $V_{cd}(t)$

Jawab :

$$V_{ab}(t) = i(t)R$$
$$= \left(2\sqrt{2} \cos \left(100\pi t + \frac{\pi}{2} \right) \right) (10)$$
$$= 20\sqrt{2} \cos \left(100\pi t + \frac{\pi}{2} \right)$$

Untuk mencari tegangan $V_{bc}(t)$, ingatlah kembali diagram fasor untuk R, X_L , dan X_C . Beda fasa antara R dan X_L adalah sebesar $+\pi/2$, sedangkan beda fasa antara R



dengan X_C sebesar $-\pi/2$.

$$\begin{aligned} V_{bc}(t) &= i(t)X_L \\ &= \left(2\sqrt{2} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2}\right)\right) (20) \\ &= 40\sqrt{2} \cos(100\pi t + \pi) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{ca}(t) &= i(t)X_C \\ &= \left(2\sqrt{2} \cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{2}\right)\right) (10) \\ &= 20\sqrt{2} \cos(100\pi t) \end{aligned}$$

d. Ditanyakan : Beda fase

Jawab :

Perhatikan kembali gambar diagram fasor di atas

$$\tan \varphi_z = \frac{X_L - X_C}{R}, \text{ dengan } \varphi_z \text{ adalah beda fasa}$$

$$\text{Sehingga } \varphi_z = \arctan\left(\frac{X_L - X_C}{R}\right) = \arctan\left(\frac{20 - 10}{10}\right) = \arctan 1 = 45^\circ$$

3. Diketahui : $y(x, t) = \cos\left\{\pi\left(2x - t + \frac{1}{2}\right)\right\}$

a. Ditanyakan : Amplitudo, panjang gelombang, dan frekuensi gelombang

Jawab : Lihat panjang gelombang kembali

$$y(x, t) = \cos\left\{\pi\left(2x - t + \frac{1}{2}\right)\right\}$$

Secara umum, persamaan gelombang dituliskan sebagai

$$y(x, t) = A \cos(kx - \omega t + \varphi)$$

Dari perumusan tersebut terlihat bahwa

Amplitudo gelombang, $A = 1$ cm

Panjang gelombang, $\lambda = 2\pi/k = 2\pi/2\pi = 1$ cm

Frekuensi gelombang, $\omega = 2\pi f = \pi \rightarrow f = 1/2$ Hz

b. Ditanyakan : Simpangan pada $x = 1$ cm dan $t = 5$ detik adalah

Jawab :

$$\begin{aligned} y(x = 1, t = 5) &= \cos\left\{\pi\left(2(1) - (5) + \frac{1}{2}\right)\right\} \\ &= \cos(2\pi - 5\pi + \pi/2) \\ &= \cos\left(-\frac{5}{2}\pi\right) = 0 \end{aligned}$$

c. Ditanyakan : Jarak antara dua titik terdekat

Jawab : $\Delta\varphi = k\Delta x$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = \pi(2(\Delta x)) = \pi \rightarrow \Delta x = \frac{1}{2} \text{ cm}$$

d. Ditanyakan : Laju getar maksimum

Jawab :

$$v = \frac{dy}{dt} = \pi \sin \pi\left(2x - t + \frac{1}{2}\right) \text{ m/s}$$

Laju maksimum terjadi saat nilai sinus sama dengan satu

$$\sin \pi\left(2x - t + \frac{1}{2}\right) = 1 \rightarrow v_{maks} = \pi$$

4. Diketahui : $\lambda = 600$ nm ; $d = 0,85$ mm ; $L = 2,8$ m

a. Ditanyakan : Beda fase

Jawab :

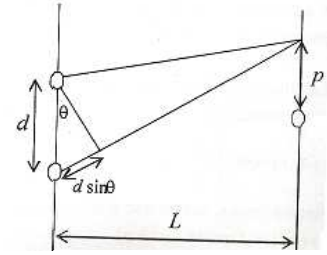
Menghitung beda fase n

Pada soal ini diketahui jarak sebuah titik $p = 2,5 \text{ mm}$ terhadap pusat interferensi. Berdasarkan gambar, beda fase n dari interferensi gelombang pada titik yang berjarak p dari pusat interferensi harus memenuhi $d \sin \theta = n\lambda$

Jika dianggap sudut θ cukup kecil, maka $\sin \theta \approx \tan \theta = p/L$, sehingga persamaan di atas akan menjadi $\frac{pd}{L} = n\lambda$

$$n = \frac{pd}{\lambda L} = \frac{(2,5 \times 10^{-3})(0,85 \times 10^{-3})}{(600 \times 10^{-9})(2,8)} = 1,26$$

Atau bila dinyatakan dalam sudut, beda fasenya adalah 1,26



b. Ditanyakan : Rasio intensitas

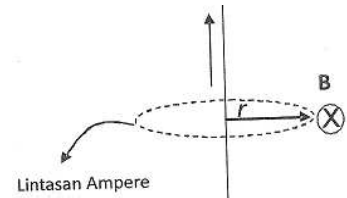
$$\text{Jawab : } \frac{I}{I_0} = \frac{(1,26 A_0)^2}{(A_0)^2} = (1,26)^2$$

5. Diketahui : $I(t) = (2t + 5) \times 10^{-3} \text{ A}$; $R = 2\Omega$; $L = 20 \text{ cm}$; $b = 10 \text{ cm}$; $a = 5 \text{ cm}$

a. Ditanyakan : Medan magnet di titik yang berjarak r

Jawab : Gunakan hukum Ampere

$$\begin{aligned} \oint \vec{B} d\vec{l} &= \mu_0 I(t) \\ B(2\pi r) &= \mu_0 I(t) \\ B &= \frac{\mu_0 I(t)}{2\pi r} = \frac{\mu_0 (2t+5) \times 10^{-3}}{2\pi r} \text{ T dengan arah masuk menembus} \\ &\text{bidang kertas} \end{aligned}$$



b. Ditanyakan : Fluks magnetik total yang melewati loop kawat

Jawab : Tinjau elemen luas yang diarsir setebal dr . Perubahan fluks yang melewati elemen luas tersebut adalah $d\phi = \vec{B} d\vec{A}$. Perhatikan gambar

$$\begin{aligned} dA &= d(Lr) \rightarrow dA = Ldr \text{ (L konstan)} \\ d\phi &= BLdr \end{aligned}$$

Fluks total yang melewati loop kawat adalah

$$\begin{aligned} \phi &= \int d\phi = \int_a^{a+b} BL dr \\ &= \int_a^{a+b} \left(\frac{\mu_0 (2t+5) \times 10^{-3}}{2\pi r} \right) L dr \\ &= \left(\frac{\mu_0 (2t+5) \times 10^{-3}}{2\pi} \right) L \int_a^{a+b} \frac{1}{r} dr \\ &= \left(\frac{\mu_0 (2t+5) \times 10^{-3}}{2\pi} \right) L \ln \left(\frac{a+b}{a} \right) \end{aligned}$$

Masukkan nilai $L = 20 \text{ cm}$; $b = 10 \text{ cm}$; dan $a = 5 \text{ cm}$

$$\begin{aligned} \phi &= \left(\frac{\mu_0 (2t+5) \times 10^{-3}}{2\pi} \right) (0,2) \ln \left(\frac{0,05+0,1}{0,05} \right) \\ &= 0,1 \left(\frac{\mu_0 (2t+5) \times 10^{-3}}{\pi} \right) \ln 3 \\ &= 0,035(4\pi \times 10^{-7})(2t+5) \times 10^{-3} \\ \phi &= 0,4396(2t+5) \times 10^{-10} \text{ Wb} \end{aligned}$$

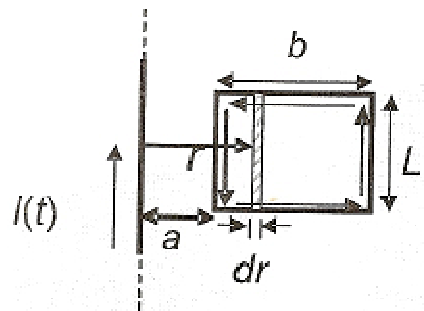
c. Ditanyakan : Besar ggl induksi dalam loop kawat

$$\begin{aligned} \text{Jawab : } \varepsilon &= -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{d}{dt} (0,4396(2t+5) \times 10^{-10}) \\ \varepsilon &= 0,8792 \times 10^{-10} \text{ V} \end{aligned}$$

d. Ditanyakan : Arah arus induksi

Jawab : Arah arus induksi harus berlawanan dengan arah arus jarum jam

Menurut hukum Lenz, arah arus listrik yang terjadi menyebabkan fluks magnetik induksi yang melawan perubahan fluks magnetik asal



Keterangan :

→ : Arah arus induksi

Menurut hukum Lenz, arah arus listrik yang terjadi menyebabkan fluks magnetik induksi yang
fluks magnetik asal

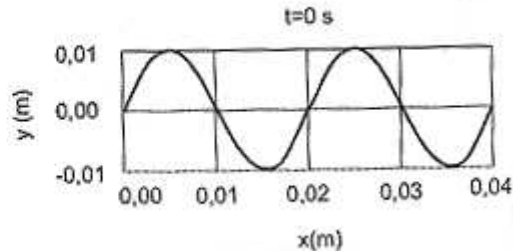
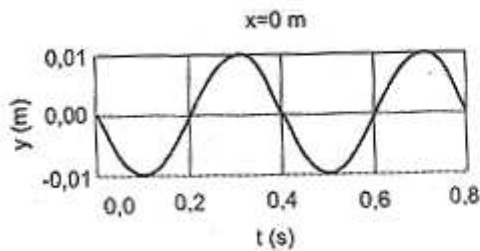
SOAL UJIAN TENGAH SEMESTER II

FISIKA DASAR II

TAHUN 2007/2008

Tambahan data konstanta:

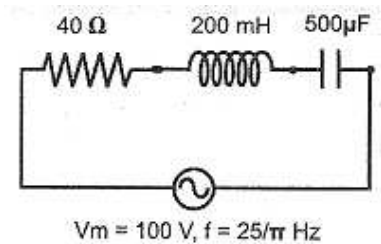
Konstanta Planck, $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ m}^2 \text{ kg/s}$; laju rambat cahaya dalam vacuum, $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$



1. Gambar di atas menunjukkan dua buah kurva simpangan gelombang pada tali yang merambat ke arah sumbu-x positif. Tentukanlah :
 - a. Amplitudo, panjang gelombang, dan periode gelombang
 - b. Fungsi gelombang yang merambat pada tali dinyatakan dalam fungsi cos
 - c. Besar kecepatan getar maksimum dan percepatan getar maksimum tali

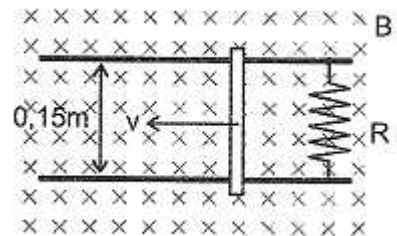
2. Perhatikan gambar di samping. Bila dimisalkan arus sesaat yang mengalir pada rangkaian tersebut memiliki bentuk $I(t) = I_m \sin \omega$, berturut-turut dalam satuan ampere, rad/s dan sekon. Tentukanlah

- a. Impedansi total rangkaian dan beda fase tegangan sumber terhadap arus
- b. Arus maksimum dan tegangan sesaat pada sumber
- c. Tegangan sesaat pada resistor, kapasitor, dan induktor



3. Diketahui bahwa fungsi kerja (work function, M) atom Na adalah 2,35 eV. Sebuah foton dengan panjang gelombang 342 nm menumbuk sebuah elektron yang terikat pada atom tersebut
 - a. Berapakah momentum foton dan energi foton
 - b. Hitunglah energi kinetik maksimum elektron setelah terlepas dari atom Na
 - c. Apakah yang terjadi jika foton dengan panjang gelombang yang sama menumbuk elektron pada atom Fe (dengan fungsi kerja 4,31 eV)

4. Sebuah batang logam, tidak ber hambatan dan memiliki panjang 0,15 m, diletakkan pada rel konduktor tak ber hambatan sehingga kedua ujung logam bebas bergerak. Sebuah hambatan $R = 1 \Omega$ dihubungkan pada kedua ujung rel. Rangkaian tersebut diletakkan dalam medan magnetik $B = 500 \text{ mT}$ seperti tampak pada gambar. Jika batang digerakkan horizontal ke kiri dengan laju $v = 2 \text{ m/s}$, tentukanlah



- a. Besar dan arah ggl induksi pada batang logam
- b. Besar dan arah arus induksi yang mengalir hambatan R

5. (Fisika IIB) Pada sebuah percobaan difraksi celah tunggal, digunakan seberkas sinar dengan panjang gelombang 500 nm dengan jarak antara celah dan layar sejauh 1,2 m. Jika lebar celah adalah 2,5 mm tentukanlah
 - a. Posisi intensitas minimum pertama
 - b. Lebar daerah terang utama
-

-
- c. Perbandingan intensitas maksimum sekunder terhadap intensitas maksimum utama
6. (Fisika IIA) Sumber cahaya monokromatik (panjang gelombang λ) dilewatkan pada tiga buah celah sempit. Jarak antar dua celah berdekatan d .
- Tentukan beda fase berapa saja interferensi akan maksimum dengan cara fasor
 - Tentukan beda fase berapa saja interferensi akan minimum dengan cara fasor
 - Gambarkan pola interferensi (intensitas terhadap $\sin \theta$) pada layar
 - Jika lebar celah $w = 0,25d$, gambarkan pola interferensi-difraksi (intensitas terhadap $\sin \theta$) pada layar
-

SOLUSI UJIAN TENGAH SEMESTER II

FISIKA DASAR II

TAHUN 2007/2008

1. Diketahui : Dua kurva simpangan gelombang ke arah sumbu-x positif

a. Ditanyakan : Amplitudo, panjang gelombang, dan periode

Jawab :

Amplitudo $A = 0,01$ m

Panjang gelombang $\lambda = 0,02$ m

Periode $T = 0,4$ s

b. Ditanyakan : Fungsi gelombang dalam cosinus

Jawab : Karena gelombang merambat dalam sumbu-x positif maka persamaan umumnya

$$y = A \cos(\omega t - kx + \varphi_0) \text{ atau } y = A \cos(kx - \omega t + \varphi_0)$$

Misalkan kita gunakan persamaan yang pertama, substitusikan nilai A, λ , dan T yang telah didapat

$$y = 0,01 \cos(5\pi t - 100x + \varphi_0)$$

Untuk mendapatkan φ_0 , kita gunakan grafik y terhadap x atau y terhadap t (pilih salah satu). Misal kita gunakan grafik y terhadap x . Substitusikan nilai $y = 0$ pada $t = 0$ dan $x = 0$ sehingga didapatkan

$$0 = 0,01 \cos(0 - 0 + \varphi_0) = \cos(\varphi_0)$$

Sehingga nilai φ_0 yang memenuhi adalah $\varphi_0 = \pi/2$ atau $\varphi_0 = 3\pi/2 = -\pi/2$

Kita harus tentukan nilai φ_0 yang sesuai dengan grafik. Untuk itu kita periksa turunan kedua (gradien) dari grafik y terhadap x $\left(\frac{\partial y}{\partial x}\right)$

Catatan : Jika grafik yang digunakan y terhadap t maka gradiennya $\frac{\partial y}{\partial t}$

$$\frac{\partial y}{\partial x} = 1 \sin(5\pi t - 100x + \varphi_0)$$

Pada $t = 0$ dan $x = 0$ gradien grafik positif

$\frac{\partial y}{\partial x} = \sin(\varphi_0) > 0$ agar sesuai kita gunakan nilai $\varphi_0 = \pi/2$ sehingga persamaan akhirnya

$$y = 0,01 \left(5\pi t - 100x + \frac{\pi}{2} \right)$$

Dengan cara yang sama, jika kita gunakan persamaan yang kedua maka akan didapatkan hasil akhir

$$y = 0,01 \left(100x - 5\pi t - \frac{\pi}{2} \right)$$

Dengan menggunakan hubungan cosinus dapat dibuktikan bahwa kedua persamaan itu sama

c. Ditanyakan : Besar kecepatan dan percepatan maksimum

Jawab :

Persamaan kecepatan getar

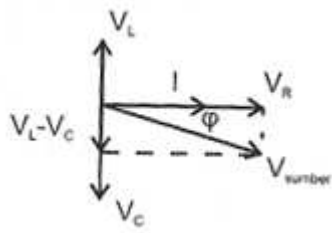
$$\frac{\partial y}{\partial t} = -0,05\pi \sin \left(5\pi t - 100x + \frac{\pi}{2} \right), \text{ maka kecepatan maksimum adalah } 0,05\pi$$

Persamaan percepatan

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = -0,25\pi^2 \sin \left(5\pi t - 100x + \frac{\pi}{2} \right), \text{ maka percepatan maksimum adalah } 0,25\pi^2$$

2. Diketahui : $I(t) = I_m \sin \omega$

- a. Ditanyakan : Impedansi total
Jawab :



$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{40^2 + (10 - 40)^2} = 50 \, \Omega$$

Beda fase tegangan terhadap sumber arus ($X_L < X_C$)

$$\tan \varphi = \frac{V_L - V_C}{V_R} = \frac{X_L - X_C}{R} = -\frac{3}{4}$$

$$\varphi = \arctan\left(-\frac{3}{4}\right) = -37^\circ = -0,2\pi$$

- b. Ditanyakan : Arus maksimum
Jawab :

$$I_{max} = \frac{V_{max}}{Z_{total}} = \frac{100}{50} = 2 \, A$$

Karena persamaan yang diberikan adalah persamaan sesaat arus $i(t)$, maka seluruh persamaan terhadap fungsi waktu mengacu pada persamaan arus yang diberikan. Sehingga untuk mencari tegangan sumber sesaat adalah

$$V_{sumber}(t) = V_{max} \sin(\omega t + \Delta\varphi)$$

$\Delta\varphi$ adalah beda fase tegangan sumber relatif terhadap arus (karena jadi acuan). Pemilihan fungsi sinus menyesuaikan dengan persamaan arus yang juga dalam fungsi sinus (bukan cosinus)

Dari grafik fasor, terlihat bahwa tegangan tertinggal (tegangan berada di bawah arus) sebesar $0,2\pi$ maka $\Delta\varphi = -0,2\pi$ sehingga didapatkan persamaan $V_{sumber}(t) = 100 \sin(25t - 0,2\pi)$

- c. Ditanyakan : Tegangan sesaat resistor, kapasitor, dan inductor
Jawab :

Tegangan resistor

$$V_R(t) = I_{max} R \sin(25t + \Delta\varphi_R)$$

Dari grafik fasor terlihat bahwa arus searah dengan tegangan resistor sehingga $\Delta\varphi_R = 0$

$$V_R(t) = 80 \sin(25t)$$

Tegangan kapasitor

$$V_C(t) = I_{max} X_C \sin(25t + \Delta\varphi_C)$$

Dari grafik fasor terlihat bahwa tegangan kapsitor tertinggal sebesar $0,5\pi$

$$V_C(t) = 80 \sin(25t - 0,5\pi)$$

Tegangan induktor

$$V_L(t) = I_{max} X_L \sin(25t + \Delta\varphi_L)$$

Dari grafik fasor terlihat bahwa tegangan kapsitor mendahului sebesar $0,5\pi$

$$V_C(t) = 20 \sin(25t + 0,5\pi)$$

3. Diketahui : fungsi kerja Na 2,35 eV ; $\lambda = 342 \, \text{nm}$

- a. Ditanyakan : Momentum dan energi foton
Jawab :

Momentum foton

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6,63 \times 10^{-34}}{342 \times 10^{-9}} = 1,94 \times 10^{-27} \, \text{Ns}$$

Energi foton

$$E = \frac{hc}{\lambda} = pc = 5,82 \times 10^{-19} \, \text{J} = 3,64 \, \text{eV}$$

- b. Ditanyakan : Energi kinetik maksimum elektron

Jawab : Elektron mendapatkan energi 3,64 eV dari foton. Energi tersebut akan digunakan untuk lepas dari atom Na. Sisa energinya merupakan energi kinetik elektron

$$E_{foton} = \phi + E_k$$

$$E_k = 3,64 - 2,35 = 1,29 \text{ eV}$$

- c. Ditanyakan : Yang terjadi jika foton menumbuk elektron atom Fe

Jawab :

Karena energi yang diberikan foton ($E = 3,64 \text{ eV}$) lebih kecil dari work function Fe ($\phi = 4,31 \text{ eV}$) maka elektron tidak tereksitasi tetapi tetap berada dalam atom tersebut

4. Diketahui : $l = 0,15 \text{ m}$; $R = 1 \Omega$; $B = 500 \text{ mT}$; $v = 2 \text{ m/s}$

- a. Ditanyakan : GGL induksi

Jawab :

$$|\varepsilon| = \frac{d\phi}{dt} = \frac{d(BA)}{dt} = B \frac{dA}{dt} = B \frac{d(Lx)}{dt} = BLv$$

$$|\varepsilon| = BLv = (500 \times 10^{-3})(0,15)(2) = 0,15 \text{ V}$$

- b. Ditanyakan : Arus induksi

$$\text{Jawab : } i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{0,15}{1} = 0,15 \text{ A}$$

Arah induksi harus menghasilkan medan magnet berarah ke luar bidang kertas untuk melawan pertambahan fluks akibat gerakan batang. Oleh sebab itu, berdasarkan aturan tangan kanan, arus induksi akan memiliki arah berlawanan arah jarum jam (juga untuk GGL induksi)

5. (Fisika IIB)

Diketahui : $\lambda = 500 \text{ nm}$; $L = 1,2 \text{ m}$; $w = 2,5 \text{ mm}$

- a. Ditanyakan : Posisi intensitas minimum pertama

Jawab : Persamaan titik minimum difraksi

$$w \sin \theta = n\lambda$$

$$w \frac{y}{L} = n\lambda, \text{ minimum pertama } n = 1$$

$$y = \frac{\lambda L}{w} = \frac{(500 \times 10^{-9})(1,2)}{2,5 \times 10^{-3}} = 2,4 \times 10^{-4} \text{ m}$$

- b. Daerah terang utama dibatasi oleh minimum pertama di kedua sisinya. Maka lebar celah utama akan sama dengan 2 kali posisi minimum pertama dari pusat

$$h = 2 \times (2,4 \times 10^{-4}) = 4,8 \times 10^{-4} \text{ m}$$

- c. Intensitas maksimum sekunder I dibandingkan dengan intensitas maksimum utama I_0 (maksimum utama memiliki intensitas sama dengan intensitas sumber) yaitu

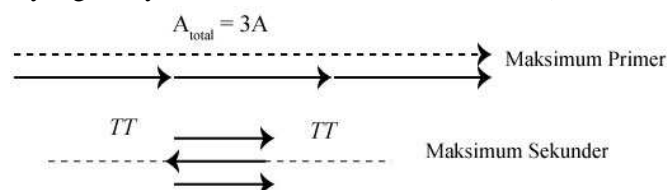
$$\frac{I}{I_0} = \frac{\sin^2(\delta/2)}{(\delta/2)^2} \text{ dengan } \delta = \frac{2\pi}{\lambda} w \sin \theta$$

5. (Fisika IIA)

Diketahui : Cahaya monokromatik dilewatkan pada tiga buah celah sempit

- a. Ditanyakan : Beda fase untuk interferensi maksimum

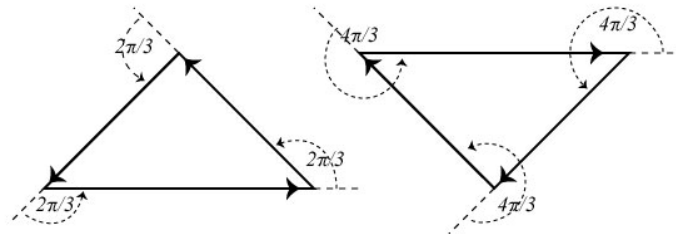
Jawab : Susunan yang menyebabkan interferensi maksimum (cara fasor)



Maksimum primer Beda fase $\delta = 0$ atau kelipatan 2π
Maksimum sekunder Beda fase $\delta = \pi$

b. Ditanyakan : Beda fase untuk interferensi minimum

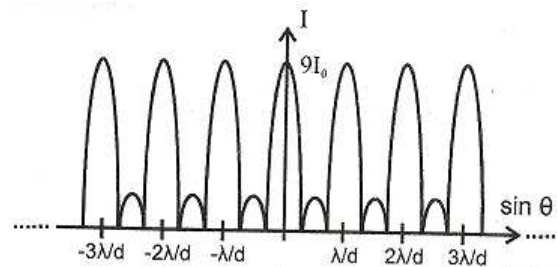
Jawab : Susunan yang menyebabkan interferensi minimum (cara fasor)



Dari susunan di atas terlihat bahwa interferensi minimum terjadi ketika terdapat beda fase sebesar $\delta = 2\pi/3$ dan $\delta = 4\pi/3$

c. Ditanyakan : Pola intensitas terhadap $\sin \theta$

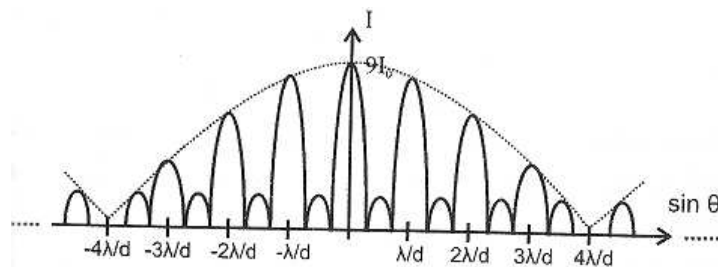
Jawab :



Karena lebar celah cukup besar dibandingkan dengan jarak antar celah, maka akan teramati pula pola difraksi sehingga pola yang terbentuk pada layar merupakan kombinasi antara keduanya sebagai berikut

d. Ditanyakan : Pola interferensi-difraksi

Jawab :



Besar intensitas maksimum menjadi lebih kecil dari pita pusat diakibatkan oleh teramatinya gejala difraksi. Yang jadi poin paling penting pada grafik di atas adalah posisi jatuhnya minimum pertama dari pola difraksi (pada kasus ini ketika $\sin \theta = 4\lambda/d$)

Hubungan tersebut dapat diturunkan sebagai berikut

Persamaan difraksi minimum

$$w \sin \theta = n\lambda$$

minimum pertama ketika $n = 1$

$$\sin \theta = \lambda/w$$

$\sin \theta$ ketika minimum pertama terjadi

Substitusi hubungan $w = 0,25d$ sehingga didapatkan

$$\sin \theta = \frac{4\lambda}{d}$$

terlihat posisi jatuhnya minimum pertama, sehingga pada grafik tidak

diamati pita terang (dari pola interferensi, silakan bandingkan dengan grafik sebelumnya).

SOAL UJIAN TENGAH SEMESTER II

FISIKA DASAR IIA

TAHUN 2008/2009

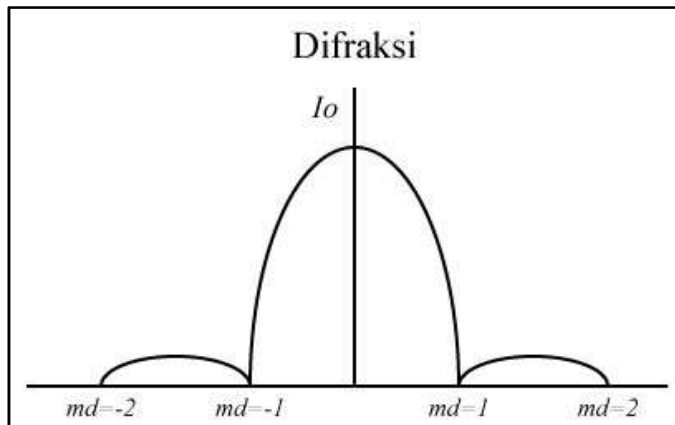
1. Medan magnetik dari gelombang elektromagnetik (EM) dinyatakan sebagai berikut: $\vec{B} = 70 \cos(0,126z - 3,77 \times 10^7 t) \hat{nT}$; z dan t dalam SI. Tentukan
 - a) Panjang gelombang dan frekuensi dari gelombang EM tersebut.
 - b) Fungsi gelombang medan listrik \vec{E}
 - c) Intensitas dan arah perambatan energi gelombang EM tersebut
 2. Cahaya monokromatik dengan panjang gelombang 400 nm dikenakan pada suatu permukaan logam yang menghasilkan efek fotolistrik dengan energi kinetik elektron maksimum 1,1 eV.
 - a) Hitung fungsi kerja logam tersebut.
 - b) Jelaskan apakah efek fotolistrik terjadi jika cahaya yang digunakan mempunyai panjang 600 nm?
 - c) Hitung panjang gelombang de Broglie elektron dengan energi kinetik sebagaimana disebutkan di atas.
 3.
 - a) Sebuah cahaya tak terpolarisasi dengan intensitas I_0 diarahkan ke polarisator, menghasilkan cahaya dengan intensitas I , yang kemudian dilewatkan ke analisator. Cahaya yang keluar dari analisator ternyata mempunyai intensitas 30% dari intensitas awalnya (I_0). Hitunglah intensitas I dan besarnya sudut antara sumbu transmisi (sumbu mudah) polarisator dan analisator.
 - b) Apabila sinar datang dari medium dengan indeks bias $n = 1,2$ dijatuhkan pada sebuah kristal, ternyata pada sudut 30° sinar pantulannya terpolarisasi sempurna. Hitunglah indeks bias kristal tersebut.
 4. Dua belah celah sempit dengan jarak antar celah 9 disinari cahaya koheren dengan panjang gelombang 600 nm. Cahaya jatuh pada celah secara tegak lurus dan jarak celah ke layar adalah 2 m.
 - a) Tentukan jarak antara dua minimum yang berurutan.
 - b) Andaikan celah mempunyai lebar 3 , tentukanlah orde interferensi maksimum yang hilang (pada kasus soal a).
 - c) Buat sketsa intensitas sebagai fungsi jarak dari pusat terang utama pada layar dengan memperhatikan efek lebar celah.
 5. Dua pesawat ruang angkasa A dan B diluncurkan bersamaan dari sebuah tempat peluncuran dengan kecepatan tetap dan searah, berturut-turut sebesar $V_a = 0,5 c$ dan $V_b = 0,8 c$ (relatif terhadap tempat peluncuran). Pesawat B membawa sebuah batang bermassa 2 kg dengan panjang 2 m (memanjang searah gerak pesawat). Massa dan panjang tersebut diukur oleh penumpang pesawat B dengan alat ukur yang berada di dalam pesawat tersebut. Tentukan:
 - a) Laju pesawat B menurut pengamat yang berada di pesawat A.
 - b) Panjang batang menurut pengamat yang berada di pesawat A.
 - c) Massa dan energi kinetik batang menurut pengamat yang berada di tempat peluncuran.
-

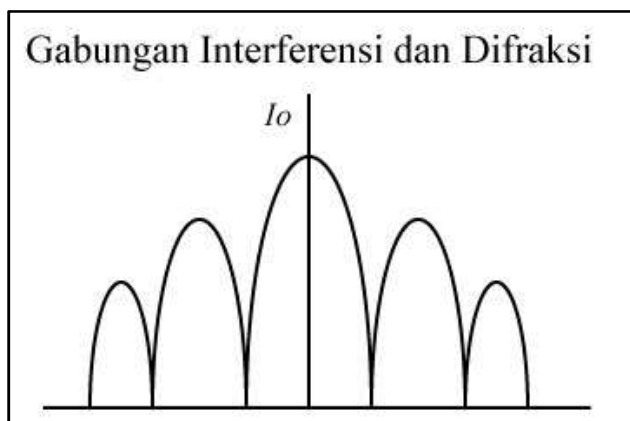
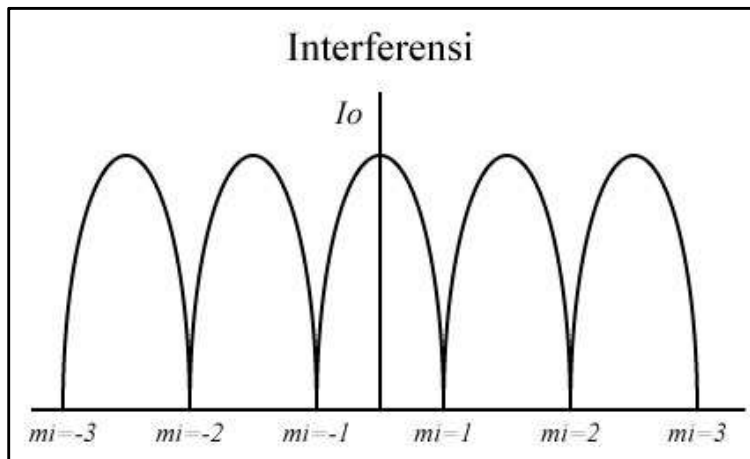
SOLUSI UJIAN TENGAH SEMESTER II

FISIKA DASAR IIA

TAHUN 2008/2009

1. a) $k = 0.126 = \frac{2\pi}{\lambda}$, $\lambda = \frac{2\pi}{0.126} = 49.84 \text{ m}$
 $\omega = 3.77 \times 10^7 = 2\pi f$, $f = \frac{3.77 \times 10^7}{2\pi} = 6.003 \times 10^6 \text{ hertz}$
- b) $E_{maks} = cB_{maks} = 70c$, dengan demikian maka fungsi gelombang medan listrik \vec{E} adalah
 $\vec{E} = 70c \cos(0.126z - 3.77 \times 10^7 t) - \hat{j}$
- c) Intensitas adalah $I = \frac{E_{maks}B_{maks}}{2\mu} = \frac{70c \times 70}{2\mu} = \frac{4900c}{2\mu}$, arah perambatan gelombang adalah
 $\vec{E} \times \vec{B} = -\hat{j} \times \hat{i} = \hat{k}$, berarti arah perambatan gelombang adalah ke arah sumbu y positif
2. a) $K_{maks} = \frac{hc}{\lambda} - W$, $W = \frac{hc}{\lambda} - K_{maks}$, $W = \frac{6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{4 \times 10^{-7}} - 1.1 \text{ eV} = 4.9695 \times 10^{-19} \text{ J} - 1.1 \text{ eV} = 3.1 \text{ eV} - 1.1 \text{ eV} = 2 \text{ eV}$
- b) Jika $\frac{hc}{\lambda} > W$, maka terjadi efek fotolistrik, jadi tinggal kita hitung saja $\frac{hc}{\lambda}$, $\frac{hc}{\lambda} = \frac{6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{6 \times 10^{-7}} = 3.313 \times 10^{-19} \text{ J} = 2.07 \text{ eV}$, karena $\frac{hc}{\lambda} > W$, maka terjadi efek fotolistrik
- c) $K_{maks} = \frac{hc}{\lambda_e}$, $1.1 \text{ eV} = \frac{hc}{\lambda_e}$, $1.7622 \times 10^{-19} = \frac{6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{\lambda_e}$,
 $\lambda_e = \frac{6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{1.7622 \times 10^{-19}} = 1.13 \mu\text{m}$
3. a) $I = 0.3 I_0$, $I = I_0 (\cos \phi)^2$, $0.3 = (\cos \phi)^2$, $\cos \phi = 0.548$, $\phi = 56.79$
- b) $\tan \theta_p = \frac{n_b}{n_a}$, $\tan 30 = \frac{n_b}{1.2}$, $n_b = 0.693$
4. a) $d \sin \theta = n\lambda$, $d \frac{x}{L} = 1\lambda$, $9 \times 10^{-6} \frac{x}{2} = 6 \times 10^{-7}$, $x = \frac{2 \times 6 \times 10^{-7}}{9 \times 10^{-6}} = 0.13 \text{ m}$
- b) Minimum difraksi ditandai oleh bilangan bulat $m_d = \pm 1, \pm 2, \dots$ sedangkan maksimum interferensi ditandai dengan bilangan bulat $m_i = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$, persamaan untuk interferensi adalah $d \sin \theta = m_i \lambda$, dan persamaan untuk difraksi adalah $W \sin \theta = m \lambda$, akhirnya dengan perbandingan akan didapat bahwa maksimum interferensi akan berimpit dengan minimum difraksi pada $m_i = \pm 3, \pm 6, \pm 9$
- c)





5. a) $v' = \frac{v-u}{1-\frac{uv}{c^2}} = \frac{0,3c}{1-0,4} = 0,5c$
- b) $l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v'^2}{c^2}} = 2\sqrt{1 - 0,25} = 1,732 \text{ m}$
- c) $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v'^2}{c^2}}} = 2,31 \text{ kg}, K = (\gamma - 1)m_0 c^2 = 0,156 \times 2 \times c^2 = 0,312c^2$

UJIAN AKHIR SEMESTER II

FISIKA DASAR II

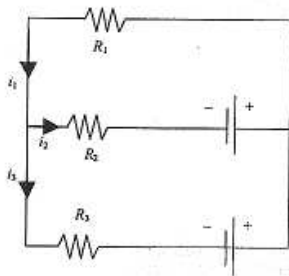
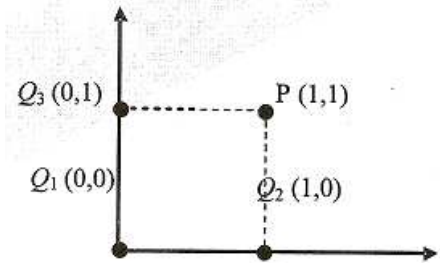
**(Untuk Mahasiswa Dengan nilai di bawah C
setelah UTS 1 dan UTS 2)**

SOAL UJIAN AKHIR SEMESTER II

FISIKA DASAR II

TAHUN 2003/2004

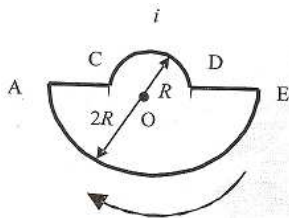
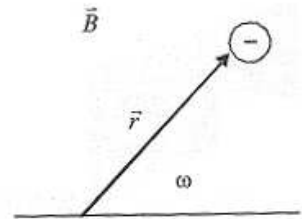
1. Tiga buah partikel bermuatan sama besar yaitu masing-masing $15\mu\text{C}$ terletak pada titik-titik seperti pada gambar di samping ini :
 - a. Tentukan potensial listrik di titik P
 - b. Hitung kerja yang harus dilakukan untuk memindahkan muatan $Q_4 = 20\mu\text{C}$ dari tempat tak hingga ke titik P
 - c. Hitung energi potensial listrik sistem empat partikel bermuatan tersebut



2. Diketahui suatu rangkaian arus searah dilukiskan oleh gambar di bawah ini. Dimana $\varepsilon_1 = 20\text{ V}$; $\varepsilon_2 = 20\text{ V}$; $R_1 = 6\ \Omega$; $R_2 = 2\ \Omega$; $R_3 = 4\ \Omega$

- a. Tentukan arus yang mengalir pada R_1, R_2, R_3
- b. Tentukan daya disipasi pada masing-masing resistor (R_1, R_2, R_3)
- c. Tentukan V_{ab}

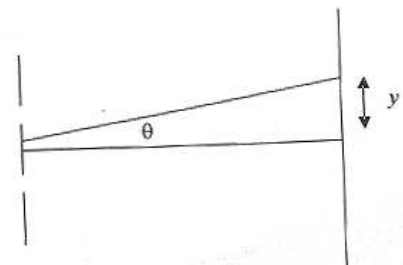
3. Batang logam yang panjangnya L diletakkan pada daerah yang memiliki medan magnet homogen. Batang logam diputar dengan kecepatan sudut tetap ω pada arah berlawanan dengan arah jarum jam (poros putar di titik O)
 - a. Tentukan besar dan arah gaya yang dialami elektron yang terletak sejauh \vec{r} dari poros O
 - b. Tentukan ggl imbas yang terjadi



4. Sebuah kawat berarus yang berbentuk seperti pada gambar di samping, dialiri arus i yang arahnya ditunjukkan oleh panah. Tentukan besar dan arah medan magnetik B di titik O

- a. Oleh kawat setengah lingkaran CD dan EA
- b. Oleh kawat lurus
- c. Oleh seluruh kawat (total)

5. Cahaya merah dengan $\lambda = 633\text{ nm}$ jatuh pada dua celah yang jarak antar celahnya $0,1\text{ mm}$. Pola interferensi ditangkap pada layar yang jaraknya $6,55\text{ meter}$ dari celah tersebut
 - a. Gunakan cara fasor untuk menentukan posisi-posisi intensitas maksimum dan minimum pada layar. Nyatakan dalam $\sin \theta$. Gunakan asumsi θ kecil
 - b. Berapa perbandingan intensitas maksimum terhadap intensitas masing-masing sumber
 - c. Berapa jarak antar dua maksimum berurutan di layar



SOLUSI UJIAN AKHIR SEMESTER II

FISIKA DASAR II

TAHUN 2003/2004

1. Diketahui : Tiga buah muatan $15 \mu\text{C}$

a. Ditanyakan : Potensial listrik di titik P

Jawab :

$$V_P = k \left(\frac{Q_1}{r_{P1}} + \frac{Q_2}{r_{P2}} + \frac{Q_3}{r_{P3}} \right) = (9 \times 10^9)(15 \times 10^{-6}) \left(\frac{1}{\sqrt{2}} + 1 + 1 \right)$$
$$V_P = 3,65 \times 10^5 \text{ V}$$

b. Ditanyakan : Kerja yang dibutuhkan

Jawab :

$$W = Q_4 V_P = (20 \times 10^{-6})(3,65 \times 10^5) = 7,3 \text{ J}$$

c. Ditanyakan : Energi potensial sistem empat partikel

Jawab :

$$U = k \left(\frac{Q_1 Q_2}{r_{12}} + \frac{Q_1 Q_3}{r_{13}} + \frac{Q_1 Q_4}{r_{14}} + \frac{Q_2 Q_3}{r_{23}} + \frac{Q_2 Q_4}{r_{24}} + \frac{Q_3 Q_4}{r_{34}} \right)$$
$$U = (9 \cdot 10^9)(15 \cdot 10^{-6}) \left(\frac{15 \times 10^{-6}}{1} + \frac{15 \times 10^{-6}}{1} + \frac{20 \times 10^{-6}}{\sqrt{2}} + \frac{15 \times 10^{-6}}{\sqrt{2}} + \frac{20 \times 10^{-6}}{1} + \frac{20 \times 10^{-6}}{1} \right)$$
$$U = 12,79 \text{ J}$$

2. Diketahui : $\varepsilon_1 = 20 \text{ V}$; $\varepsilon_2 = 20 \text{ V}$; $R_1 = 6 \Omega$; $R_2 = 2 \Omega$; $R_3 = 4 \Omega$

a. Ditanyakan : Tentukan arus yang mengalir R_1, R_2, R_3

Jawab :

Loop 1 :

$$\sum iR = \sum \varepsilon$$

$$i_1 R_1 + i_2 R_2 = \varepsilon_1$$

$$i_1 = i_2 + i_3$$

Substitusi menghasilkan

$$i_2(R_1 + R_2) + i_3 R_1 = \varepsilon_1$$

$$8i_2 + 6i_3 = 20$$

Loop 2 :

$$\sum iR = \sum \varepsilon$$

$$-i_2 R_2 + i_3 R_3 = \varepsilon_2 - \varepsilon_1$$

$$-2i_2 + 4i_3 = 16$$

Dari dua persamaan tersebut dihasilkan

$$i_3 = -2 \text{ A}$$

$$i_2 = \frac{1}{8}(20 - 6(-2)) = 4 \text{ A}$$

$$i_1 = i_2 + i_3 = 4 - 2 \text{ A}$$

b. Ditanyakan : Daya disipasi pada masing-masing resistor

Jawab :

$$\text{Daya disipasi pada } R_1 \text{ adalah } P(R_1) = (I_1)^2 R_1 = (4)(6) = 24 \text{ W}$$

$$\text{Daya disipasi pada } R_2 \text{ adalah } P(R_2) = (I_2)^2 R_2 = (16)(2) = 32 \text{ W}$$

$$\text{Daya disipasi pada } R_3 \text{ adalah } P(R_3) = (I_3)^2 R_3 = (4)(4) = 16 \text{ W}$$

c. Ditanyakan : V_{ab}

Jawab :

$$V_{ab} = (V_a - V_b) = \sum iR - \sum \varepsilon \\ = i_2 R_2 - \varepsilon_1 = (4)(2) - 20 = -12 \text{ V}$$

3. Diketahui : Batang dalam pengaruh medan magnet diputar

a. Ditanyakan : Gaya yang dialami elektron

Jawab : $\vec{F}_m = q\vec{v} \times \vec{B}$

$$F_m = qvB \sin \theta, v \text{ tegak lurus } B \text{ maka } \theta = 90^\circ$$

$$F_m = qvB = q\omega rB \text{ dengan arah seperti pada gambar}$$

b. Ditanyakan : GGL imbas yang terjadi

Jawab : GGL yang ditimbulkan oleh perputaran batang

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -B \frac{dA}{dt} = -\frac{1}{2}BL^2 \frac{d\theta}{dt} = -\frac{1}{2}BL^2\omega$$

Maka besarnya GGL yang timbul pada batang L adalah $\frac{1}{2}BL^2\omega$

4. Diketahui : Kawat berbentuk seperti gambar dialiri arus

a. Ditanyakan : Medan magnet di O akibat kawat CD dan EA

Jawab :

Hukum Biot-Savart

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{i d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2}$$

Sepanjang CD \hat{r} tegak lurus $d\vec{l}$, sehingga dapat dituliskan

$$\vec{B}_{CD} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_C^D \frac{i d\vec{l}}{R^2} = \frac{\mu_0 i}{4\pi R^2} \int_C^D d\vec{l} = \frac{\mu_0 i}{4\pi R^2} (\pi R) = \frac{\mu_0 i}{4R} \text{ (dengan arah masuk bidang gambar)}$$

Untuk kawat EA, dengan cara yang sama seperti di atas didapatkan

$$\vec{B}_{EA} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_E^A \frac{i d\vec{l}}{R^2} = \frac{\mu_0 i}{4\pi R^2} \int_E^A d\vec{l} = \frac{\mu_0 i}{4\pi R^2} (2\pi R) = \frac{\mu_0 i}{2R} \text{ (dengan arah masuk bidang gambar)}$$

b. Ditanyakan : Medan magnet di O akibat kawat lurus

Jawab :

Untuk kawat AC

$$\vec{B}_{AC} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_A^C \frac{i d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2}$$

Karena \hat{r} sejajar $d\vec{l}$, perkalian cross menghasilkan nol

$$\vec{B}_{AC} = 0$$

Hasil yang sama berlaku pula pada kawat DE, sehingga $\vec{B}_{DE} = 0$

c. Medan magnet di O akibat seluruh kawat

Jawab :

$$\text{Total } B \text{ adalah } \vec{B} = \vec{B}_{AC} + \vec{B}_{CD} + \vec{B}_{DE} + \vec{B}_{EA}$$

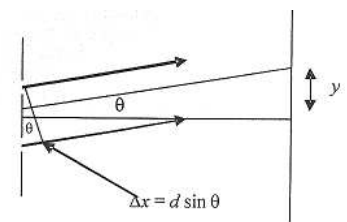
$$\vec{B} = 0 + \frac{\mu_0 i}{4R} + 0 + \frac{\mu_0 i}{2R} = \frac{3\mu_0 i}{4R} \text{ (dengan arah masuk bidang gambar)}$$

5. Diketahui : $\lambda = 633 \text{ nm}$; $d = 0,1 \text{ mm}$; $l = 6,55 \text{ m}$

a. Ditanyakan : Posisi intensitas maksimum dan minimum

Jawab : Untuk θ kecil (layar jauh dari celah), berkas-berkas dari celah dapat dianggap sejajar sehingga beda lintasan antar celah tersebut adalah

$$\Delta x = d \sin \theta$$



$$\text{Beda fasa } \Delta\varphi = k\Delta x = kd \sin \theta$$

Intensitas maksimum pada layar :

$$\text{Beda fasa } \Delta\varphi = 2n\pi$$

$$A = 2A_0$$

$$kd \sin \theta = 2n\pi$$

$$\frac{2\pi}{\lambda} d \sin \theta = 2n\pi \rightarrow \sin \theta = n \frac{\lambda}{d}$$

Intensitas minimum pada layar :

$$\text{Beda fasa } \Delta\varphi = (2n + 1)\pi$$

$$A = 0$$

$$kd \sin \theta = (2n + 1)\pi$$

$$\frac{2\pi}{\lambda} d \sin \theta = (2n + 1)\pi \rightarrow \sin \theta = n \frac{(2n+1)\lambda}{d}$$

b. Ditanyakan : Perbandingan intensitas maksimum terhadap intensitas sumber

$$\text{Jawab : } \frac{I_{\max}}{I_0} = \frac{(2A_0)^2}{(A_0)^2} = 4$$

c. Ditanyakan : Jarak antara dua maksimum berurutan

Jawab :

$$\theta \text{ kecil maka } \sin \theta \approx \tan \theta = \frac{y}{l}$$

$$\text{Intensitas maksimum : } \sin \theta = n \lambda / d$$

$$\frac{y}{l} = n \frac{\lambda}{d} \rightarrow y = n \frac{\lambda L}{d}$$

Jadi jarak antara dua maksimum berurutan adalah ($\Delta n = 1$)

$$\Delta y = (\Delta n) \frac{\lambda L}{d} = \frac{(6,33 \times 10^{-7})(6,55)}{0,1 \times 10^{-3}} = 41 \times 10^{-3} \text{ m} = 4,1 \text{ cm}$$

SOAL UJIAN AKHIR SEMESTER II

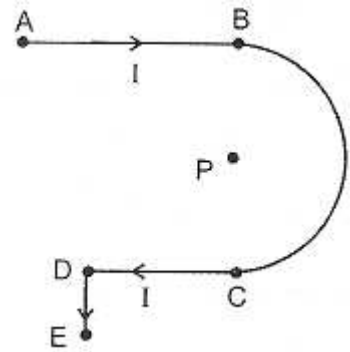
FISIKA DASAR II

TAHUN 2007/2008

1. Suatu rangkaian RLC disusun secara seri dengan $L = 0,1 \text{ H}$; $C = 1,014 \mu\text{C}$; dan $R = 5\Omega$. Rangkaian ini berada dalam keadaan resonansi, dan sumber tegangan yang digunakan memiliki $V_{maks} = 50 \text{ V}$
- Hitunglah reaktansi induktif, reaktansi kapasitif, dan impedansi rangkaian dalam keadaan ini
 - Hitung juga beda fase antara $i(t)$ dan $v(t)$ serta besarnya arus maksimum yang mengalir
 - Hitunglah tegangan maksimum pada resistor, induktor, dan kapasitor rangkaian ini

2. Suatu kapasitor $C_1 = 100 \mu\text{F}$ dihubungkan dengan sumber tegangan 12 volt. Setelah keadaan tunak tercapai, kapasitor ini dilepaskan dari sumber tegangan dan dihubungkan secara parallel dengan kapasitor C_2 (tidak bermuatan) yang memiliki dimensi persis sama dengan C_1 , namun mengandung bahan dielektrik $\epsilon_r = 3,0$
- Hitung muatan dan energi yang tersimpan pada masing-masing kapasitor pada keadaan akhir
 - Berapakah tegangan masing-masing kapasitor pada keadaan akhir

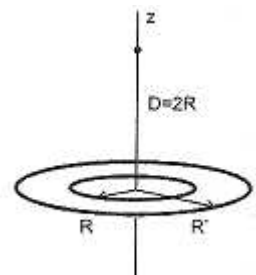
3. Suatu kawat penghantar (lihat gambar) dialiri arus searah sebesar $I = 2 \text{ A}$. Panjang kawat $AB = 4 \text{ m}$, garis tengah setengah lingkaran $BC = 6 \text{ m}$, kawat $CD = 3 \text{ m}$, dan kawat $DE = 1 \text{ m}$. P adalah titik pusat lengkung BC



- Dengan menggunakan hukum Biot-Savart, turunkanlah besar dan arah medan magnet di titik P akibat arus pada segmen kawat AB
- Dengan hukum yang sama, turunkanlah besar dan arah medan magnet di titik P akibat arus pada kawat lengkung BC
- Dengan memakai perumusan pada soal (a) dan (b), tentukanlah besar dan arah medan magnet di titik P yang ditimbulkan oleh arus pada seluruh kawat penghantar

4. Diketahui gelombang transversal sinusoidal pada tali memiliki perioda $T = 25 \text{ ms}$ dan merambat dalam arah x positif dengan laju 30 m/s . Pada $t = 0$, elemen tali di $x = 0$ memiliki simpangan 2 cm dan bergerak ke bawah dengan laju 2 m/s . Tentukan
- Amplitudo dan fasa awal dari gelombang
 - Laju transversal (laju osilasi) maksimum pada tali
 - Fungsi gelombang untuk gelombang tersebut

5. Dua buah cincin konsentrik dengan jari-jari cincin dalam adalah R dan cincin luar $R' = 4R$, seperti tampak pada gambar di samping. Titik P terdapat pada sumbu putar kedua cincin tersebut yang berjarak $2R$ dari titik pusat cincin. Cincin dalam bermuatan Q



- Turunkan besar dan arah listrik di titik P karena muatan listrik pada cincin dalam
 - Tentukan muatan pada cincin luar agar medan listrik di titik P sama dengan nol
-

SOLUSI UJIAN AKHIR SEMESTER II

FISIKA DASAR II

TAHUN 2007/2008

1. Diketahui : $L = 0,1 \text{ H}$; $C = 1,014 \mu\text{C}$; $R = 5 \Omega$; $V_{maks} = 50 \text{ V}$

a. Ditanyakan : Reaktansi induktif, kapasitif, dan impedansi rangkaian

Jawab : Pada keadaan resonansi terpenuhi hubungan

$$X_L = X_C \rightarrow \omega L = 1/\omega C$$

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}} = \sqrt{\frac{1}{(0,1)(1,014 \times 10^{-6})}} = 3140 \approx 1000\pi$$

Maka didapatkan

$$\text{Reaktansi induktif} \quad X_L = \omega L = 100\pi \Omega$$

$$\text{Reaktansi kapasitif} \quad X_C = X_L = 100\pi \Omega$$

Impedansi rangkaian

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = R = 5 \Omega$$

b. Ditanyakan : Beda fase antara $v(t)$ dan $i(t)$

Jawab : Diagram fasor secara umum

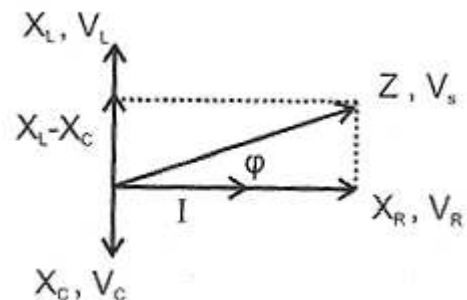
Secara umum, beda fase antara arus dan tegangan total adalah ϕ dan memiliki besar

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

Dalam keadaan resonansi, $X_L - X_C = 0$ sehingga $\tan \phi = 0$ dan beda fase $\phi = 0$

Arus maksimum

$$I_{max} = \frac{V_{max}}{Z_{tot}} = \frac{50}{5} = 10 \text{ A}$$



c. Ditanyakan : Tegangan maksimum pada masing-masing komponen

Jawab :

$$V_{R max} = I_{max} R = 50 \text{ V}$$

Tegangan maksimum resistor

$$V_{L max} = I_{max} X_L = 5000\pi \text{ V}$$

Tegangan maksimum induktor

$$V_{C max} = I_{max} X_C = 5000\pi \text{ V}$$

Tegangan maksimum kapasitor

2. Diketahui : $C_1 = 100 \mu\text{F}$; $V = 12 \text{ V}$; $\epsilon_r = 3,0$

a. Ditanyakan : Muatan dan energi pada kapasitor

Jawab : Untuk mencari muatan pada masing-masing kapasitor kita harus mengetahui terlebih dahulu tegangan masing-masing kapasitor. Setelah itu kita dapat menggunakan hubungan $Q = CV$ untuk menentukan besar muatan dalam kapasitor

Ketika disambungkan, muatan dalam kapasitor 1 akan mengisi kapasitor 2

Jumlah muatan dalam sistem tetap yaitu $Q = C_1 V_0$ sehingga berlaku hubungan

$$C_1 V_0 = C_1 V'_1 + C_2 V'_2$$

Perpindahan muatan akan berhenti ketika beda potensial antara kedua kapasitor sama, atau $V'_1 = V'_2 = V'$. Dengan substitusi ke persamaan di atas didapatkan

$$V' = \frac{C_1 V_0}{C_1 + C_2}$$

Dari soal diketahui hubungan $C_2 = \epsilon_r C_1$

Catatan : Kapasitor yang mengandung bahan dielektrik memiliki kapasitas ϵ_r kali lebih besar

$$V' = \frac{(100\mu F)(12)}{100\mu F + 300\mu F} = 4 \text{ V}$$

Muatan C_1

$$Q_1 = C_1 V' = (100 \times 10^{-6})(4) = 4 \times 10^{-4} \text{ C}$$

Energi C_1

$$U_1 = \frac{1}{2} C_1 V'^2 = \frac{1}{2} (100 \times 10^{-6})(4)^2 = 8 \times 10^{-4} \text{ J}$$

Muatan C_2

$$Q_2 = C_2 V' = (300 \times 10^{-6})(4) = 1,2 \times 10^{-3} \text{ C}$$

Energi C_2

$$U_2 = \frac{1}{2} C_2 V'^2 = \frac{1}{2} (300 \times 10^{-6})(4)^2 = 2,4 \times 10^{-3} \text{ J}$$

b. Ditanyakan : Tegangan masing-masing kapasitor

$$\text{Jawab : } V'_1 = V'_2 = 4 \text{ V}$$

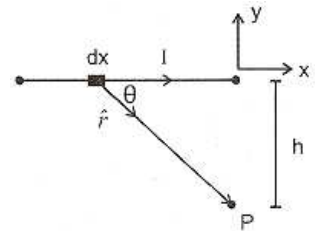
3. Diketahui : $I = 2 \text{ A}$; $AB = 4 \text{ m}$; $BC = 6 \text{ m}$; $CD = 3 \text{ m}$; $DE = 1 \text{ m}$

a. Ditanyakan : Medan magnet di titik P akibat kawat AB

Jawab :

Medan magnet di titik P merupakan kontribusi seluruh elemen. Oleh sebab itu kita tinjau satu elemen kemudian diintegrasikan

$$\begin{aligned} dB &= \frac{\mu_0 i}{2\pi} \frac{d\vec{x} \times \hat{r}}{r^2} = \frac{\mu_0 i}{2\pi} \frac{dx \sin \theta}{r^2} = \frac{\mu_0 i}{2\pi} \frac{dx}{r^2} \left(\frac{h}{r} \right) \\ dB &= \frac{\mu_0 i}{2\pi} \frac{h}{(x^2 + h^2)^{3/2}} dx \\ B &= \int \frac{\mu_0 i}{2\pi} \frac{h}{(x^2 + h^2)^{3/2}} dx = \frac{\mu_0 i}{2\pi} h \int_{-L}^0 \frac{1}{(x^2 + h^2)^{3/2}} dx \\ B &= \frac{\mu_0 i}{2\pi} h \left(\frac{x}{h^2 \sqrt{x^2 + h^2}} \right)_{-L}^0 = \frac{\mu_0 i}{2\pi} \frac{L}{h \sqrt{L^2 + h^2}} \end{aligned}$$



Substitusikan nilai-nilai yang telah diketahui

$$\text{Didapatkan } B = \frac{4\pi \times 10^{-7} (2)}{2\pi} \frac{4}{3\sqrt{4^2 + 3^2}} = 1,07 \times 10^{-7} \text{ T dengan arah masuk bidang kertas}$$

b. Ditanyakan : Medan magnet di titik P akibat kawat BC

Jawab : Medan listrik di titik P merupakan kontribusi seluruh elemen. Oleh sebab itu kita tinjau satu elemen kemudian diintegrasikan

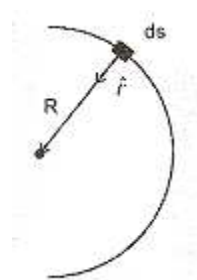
$$dB = \frac{\mu_0 i}{2\pi} \frac{d\vec{s} \times \hat{r}}{r^2} = \frac{\mu_0 i}{2\pi} \frac{ds}{r^2}, \quad d\vec{s} \text{ tegak lurus terhadap } \hat{r} \text{ sehingga } \sin \theta = 1$$

Seluruh nilai r konstan untuk seluruh elemen yaitu $r = R$ sehingga

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi} \frac{1}{R^2} \int ds = \frac{\mu_0 i}{2\pi} \frac{1}{R^2} \pi R = \frac{\mu_0 i}{2R}$$

Substitusi nilai yang telah diketahui menghasilkan

$$B = \frac{4\pi \times 10^{-7}}{2(3)} = 2,09 \times 10^{-7} \text{ T}$$



c. Ditanyakan : Medan magnet di titik P akibat seluruh kawat

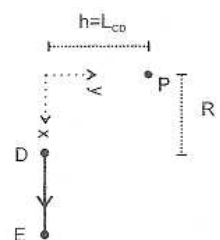
Jawab :

Medan di titik P merupakan akumulasi dari seluruh bagian kawat

$$B_P = B_{AB} + B_{BC} + B_{CD} + B_{DE}$$

Medan B_{CD}

$$B_{CD} = \frac{\mu_0 i}{2\pi} \frac{L_{CD}}{h \sqrt{L_{CD}^2 + h^2}} = \frac{4\pi \times 10^{-7}}{2\pi} \frac{3}{3\sqrt{3^2 + 3^2}} = 4,71 \times 10^{-8} \text{ T}$$



Medan B_{DE}

Medan akibat kawat AB, BC, dan CD dapat ditentukan dari penurunan pada bagian sebelumnya. Untuk kawat DE, penurunannya sama akan tetapi berbeda pada batas integralnya

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi} h \left(\frac{x}{h^2 \sqrt{x^2 + h^2}} \right)_R^{R+L_{DE}} = \frac{\mu_0 i}{2\pi} \left(\frac{1}{L_{CD}} \right) \left(\frac{R}{\sqrt{L_{CD}^2 + R^2}} - \frac{R+L_{DE}}{\sqrt{(R+L_{DE})^2 + L_{CD}^2}} \right)$$

Substitusi nilai-nilai yang diketahui menghasilkan

$$B_{DE} = \frac{4\pi \times 10^{-7}}{2\pi} \left(\frac{1}{3} \right) \left(\frac{3}{\sqrt{3^2 + 3^2}} - \frac{3+1}{\sqrt{(3+1)^2 + 3^2}} \right) = -6,19 \times 10^{-9} \text{ T}$$

Sehingga didapatkan medan total di titik P adalah

$$\begin{aligned} B_P &= B_{AB} + B_{BC} + B_{CD} + B_{DE} \\ B_P &= 1,07 \times 10^{-7} + 2,09 \times 10^{-7} + 4,71 \times 10^{-8} - 6,19 \times 10^{-9} \\ B_P &= 3,52 \times 10^{-7} \text{ T} \end{aligned}$$

4. Diketahui : $T = 25 \text{ ms}$; $v = 30 \text{ m/s}$; $y = 2 \text{ cm}$

a. Ditanyakan : Amplitudo dan fase awal

Jawab :

Misal fungsi simpangan $y = A \cos(kx - \omega t + \varphi_0)$

Maka fungsi kecepatan $v = \frac{\partial y}{\partial t} = \omega A \sin(kx - \omega t + \varphi_0)$

Atau $\frac{v}{\omega} = A \sin(kx - \omega t + \varphi_0)$ dengan $\omega = \frac{2\pi}{T} = 80\pi \text{ rad/s}$

Untuk mendapatkan amplitudo, kita gunakan sedikit trik matematika

$$y^2 + (v/\omega)^2 = A^2 (\sin^2(kx - \omega t + \varphi_0) + \cos^2(kx - \omega t + \varphi_0)) = A^2$$

$$A = \sqrt{y^2 + \left(\frac{v}{\omega}\right)^2} = \sqrt{0,02^2 + \left(\frac{30}{80\pi}\right)^2} = 0,12 \text{ m}$$

Untuk mencari fase awal, bagi v dengan ωy

$$\tan(\omega t + \varphi_0) = v/\omega y \quad \text{Substitusikan nilai ketika } t = 0$$

$$\tan(\varphi_0) = -\frac{2}{(80\pi)(0,02)} \rightarrow \varphi = -0,378 = -0,12\pi$$

b. Ditanyakan : Laju transversal maksimum

Jawab :

Laju osilasi maksimum didapatkan dari amplitudo persamaan kecepatan yaitu

$$\omega A = 80\pi(0,02) = 5,03 \text{ m/s}$$

c. Ditanyakan : Fungsi gelombang

Jawab :

Kita tentukan terlebih dahulu nilai bilangan gelombang k dari hubungan

$$v_{rambat} = \frac{\omega}{k} \rightarrow k = \frac{\omega}{v_{rambat}} = \frac{80\pi}{30} = 8\pi/3$$

Sehingga fungsi gelombang menjadi

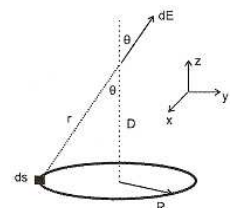
$$y = 0,12 \cos\left(\frac{8}{3}\pi x - 80\pi t - 0,12\pi\right) \text{ m}$$

5. Diketahui : $R' = 4R$

a. Ditanyakan : Medan listrik di titik P akibat muatan cincin dalam

Jawab :

Medan listrik di titik P merupakan hasil kontribusi seluruh elemen cincin. Oleh karena itu kita tinjau kontribusi satu elemen kemudian integralkan untuk seluruh cincin



Elemen dalam arah horizontal (bidang xy) akan saling menghilangkan satu sama lain, sehingga medan listrik total akan berarah ke sumbu-z

$$dE_{total} = dE_z$$

$$dE_{total} = k \frac{dq}{r^2} \cos \theta = k \frac{dq}{r^2} \frac{D}{r}$$

Nilai r , θ , dan D adalah konstan untuk seluruh elemen sehingga

$$E_{total} = k \frac{1}{r^2} \frac{D}{r} \int dq = k \frac{Q}{r^3} D$$

$$E_{total} = k \frac{Q(2R)}{(R^2 + D^2)^{3/2}} \text{ dengan arah ke sumbu-z positif}$$

b. Ditanyakan : Muatan cincin luar agar medan di P nol

Jawab : Misalkan muatan cincin luar Q' maka agar nol harus terpenuhi

$$E_{luar} = -E_{dalam}$$

$$k \frac{Q'D}{((4R)^2 + D^2)^{3/2}} = k \frac{-QD}{(R^2 + D^2)^{3/2}}$$

$$Q' = -Q \left(\frac{16R^2 + (2R)^2}{R^2 + (2R)^2} \right)^{3/2} = Q \left(\frac{16R^2 + 4R^2}{R^2 + 4R^2} \right)^{3/2} = -8Q$$
