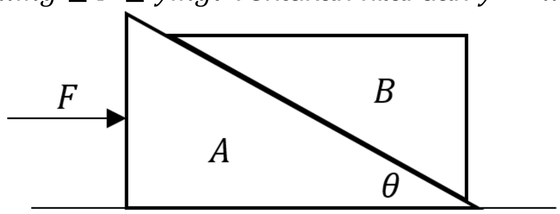
Soal dan Solusi IRC Fisika
Paket Soal untuk Indonesia Bagian Barat
Tingkat Provinsi

<table>
<tr><td>No</td><td>Soal dan Pembahasan</td></tr>
<tr><td>1</td><td>Dua buah bidang miring dengan sudut inklinasi $\theta = 45°$ diletakkan seperti pada gambar. Koefisien gesek antara bidang miring A dan B sama dengan koefisien gesek antara bidang miring A dengan lantai, yaitu $\mu = 0{,}5$. Massa bidang miring A adalah $2m$, massa bidang miring B adalah m. Sebuah gaya horizontal F dikerjakan pada bidang miring A. Rentang nilai F supaya bidang miring B tidak slip terhadap bidang miring A adalah $xmg \leq F \leq ymg$. Tentukan nilai dari $y^2 - x^2$!


Jawaban: 104
Penyelesaian:
Asumsikan bidang miring tidak slip. Persamaan gaya pada sistem adalah sebagai berikut.
$$F - 3\mu mg = 3ma$$
Saat nilai F kecil, bidang miring B cenderung untuk slip ke bawah, sehingga gaya gesek mengarah ke atas. Persamaan gaya pada bidang miring B adalah sebagai berikut.
$$N\cos\theta + f\sin\theta = mg$$
$$N\sin\theta - f\cos\theta = ma$$
Kondisi kritis terjadi saat $f = \mu N$, sehingga dari kedua persamaan di atas didapatkan
$$a = \frac{\sin\theta - \mu\cos\theta}{\cos\theta + \mu\sin\theta}g$$
Dan kita mendapatkan besar F minimal adalah
$$F_{min} = 3mg\frac{(1+\mu^2)\sin\theta}{\cos\theta + \mu\sin\theta}$$
Saat nilai F kecil, bidang miring B cenderung untuk slip ke atas, sehingga gaya gesek mengarah ke bawah. Dengan cara yang mirip, kita mendapatkan besar F maksimal adalah
$$F_{maks} = 3mg\frac{2\mu\cos\theta + (1-\mu^2)\sin\theta}{\cos\theta - \mu\sin\theta}$$
Dengan menggunakan $\theta = 45°$ dan $\mu = 0{,}5$, rentang nilai F yang agar tidak terjadi slip adalah
$$\frac{5}{2}mg \leq F \leq \frac{21}{2}mg$$</td></tr>
<tr><td>2</td><td>Dua buah partikel dapat bergerak bebas sepanjang lintasan kawat melingkar yang licin. Partikel pertama bermassa $5m$ diberikan kelajuan $2v$ searah jarum jam dan partikel kedua bermassa m diberikan kelajuan v berlawanan arah jarum jam. Semua tumbukan</td></tr>
</table>

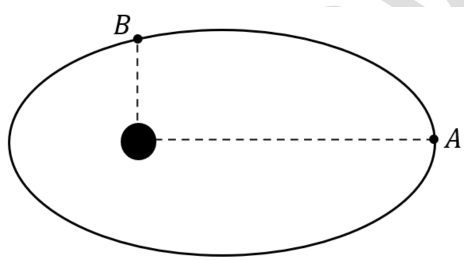
antara kedua partikel bersifat elastis. Kelajuan partikel pertama dan kedua setelah tumbukan yang ke-7 adalah αv dan βv. Tentukan nilai dari $\alpha^2 + \beta^2$!

Jawaban: 17
Penyelesaian:
Karena tumbukan yang terjadi di antara kedua partikel bersifat elastis, maka tidak ada energi kinetik yang berubah menjadi panas. Hukum kekekalan momentum dan hukum kekekalan energi akan memberikan dua solusi untuk kecepatan kedua partikel. Artinya, hanya ada dua kemungkinan pasangan kecepatan kedua partikel. Misalkan kecepatan awal masing-masing partikel adalah v_1 dan v_2. Setelah tumbukan pertama kecepatan masing-masing partikel menjadi v_1' dan v_2'. Kemudian setelah tumbukan kedua kecepatan masing-masing partikel kembali lagi menjadi v_1 dan v_2, demikian seterusnya. Sehingga, kecepatan kedua partikel setelah tumbukan ke-7 sama dengan kecepatan kedua partikel setelah tumbukan pertama, yaitu v_1' dan v_2'.
Untuk mencari v_1' dan v_2', kita menggunakan hukum kekekalan momentum dan koefisien restitusi.

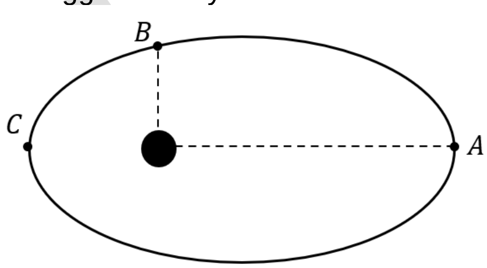
$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$
$$e = 1 = \frac{v_2' - v_1'}{v_2 - v_1}$$

Dengan menyelesaikan persamaan tersebut dan memasukkan nilai-nilai yang diketahui di soal, akan didapatkan $v_1' = v$ dan $v_2' = 4v$.

3 Tinjau planet yang bergerak mengelilingi matahari dalam lintasan elips, dengan matahari berada di salah satu titik fokusnya. Jika eksentrisitas lintasan elips tersebut sebesar $\frac{1}{3}$, maka perbandingan kuadrat kecepatan planet di titik A dan B jika dinyatakan dalam pecahan paling sederhana adalah $\frac{x}{y}$. Tentukan nilai dari $x + y$!

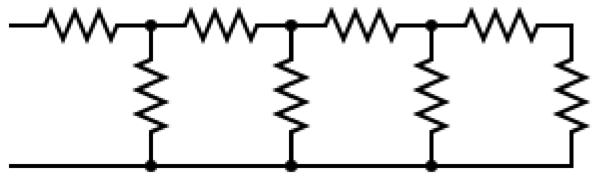


Jawaban: 7
Penyelesaian:
Kita dapat mencari kecepatan planet di titik A terlebih dahulu, kemudian menggunakannya untuk mencari kecepatan planet di titik B.



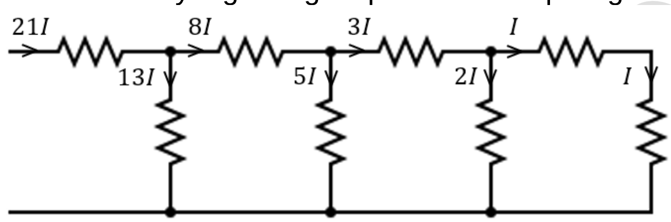
	Untuk planet yang memiliki orbit elips, kita dapat menggunakan hukum kekekalan energi dan hukum kekekalan momentum sudut pada jarak terdekat dan jarak terjauh. Untuk elips dengan sumbu mayor $2a$ dan eksentrisitas e, $R_A = a(1+e)$, $R_C = a(1-e)$, dan $R_B = a(1-e^2)$. Persamaan hukum kekekalan energi adalah sebagai berikut. $$-\frac{GMm}{R_A} + \frac{1}{2}m{v_A}^2 = -\frac{GMm}{R_C} + \frac{1}{2}m{v_C}^2$$ Persamaan hukum kekekalan momentum sudut adalah sebagai berikut. $$mv_A R_A = mv_C R_C$$ Dari kedua persamaan tersebut, didapatkan $${v_A}^2 = \frac{GM(1-e)}{a(1+e)}$$ Kemudian, kita bisa mendapatkan kecepatan planet di titik B dengan hukum kekekalan energi. $$-\frac{GMm}{R_A} + \frac{1}{2}m{v_A}^2 = -\frac{GMm}{R_B} + \frac{1}{2}m{v_B}^2$$ Dengan menggunakan nilai v_A yang sudah didapat sebelumnya, akan didapatkan $${v_B}^2 = \frac{GM(1+e^2)}{a(1-e^2)}$$ Sehingga, didapatkan perbandingan kuadrat kecepatan planet di titik A dan B adalah $$\frac{{v_A}^2}{{v_B}^2} = \frac{(1-e)^2}{(1+e^2)} = \frac{2}{5}$$
4	Dua buah partikel bermassa M dan m diletakkan dengan jarak pisah D. Jika hanya terjadi interaksi gaya gravitasi antar keduanya dan $M \gg m$, waktu yang dibutuhkan untuk keduanya bertumbukan dapat dinyatakan dalam $\pi\sqrt{\frac{D^3}{aGM^b m^c}}$. Tentukan nilai dari $a^2 + b - c$! **Jawaban: 65** **Penyelesaian:** Waktu yang dibutuhkan untuk keduanya bertumbukan sama dengan setengah periode revolusi partikel m terhadap M (karena $M \gg m$). Periode revolusi partikel m terhadap M adalah $T = 2\pi\sqrt{\frac{a^3}{GM}}$ dengan a adalah setengah sumbu mayor elips. Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk keduanya bertumbukan adalah $$t = \frac{1}{2}T = \pi\sqrt{\frac{a^3}{GM}} = \pi\sqrt{\frac{D^3}{8GM}}$$

5 Perhatikan rangkaian listrik berikut!



Sebuah rangkaian listrik yang terdiri dari $2N$ resistor identik dialiri arus $1\ A$ pada resistor paling kiri. Gambar di atas adalah contoh rangkaian listrik untuk $N = 4$. Jika $N = 8$, arus yang mengalir pada resistor paling kanan dapat dinyatakan dalam $\frac{1}{x}A$. Tentukan nilai dari x!

Jawaban: 987
Penyelesaian:
Misalkan arus yang mengalir pada resistor paling kanan adalah I.



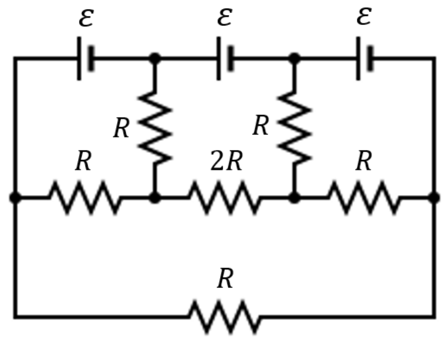
Jika kita menotasikan I_j sebagai arus yang mengalir pada resistor ke-j dari kanan, maka arus yang mengalir pada resistor-resistor di sebelah kirinya dapat dibuktikan akan barisan Fibonacci sebagai berikut.

$$I_j = I_{j-1} + I_{j-2}$$

Dengan $I_1 = I$ dan $I_2 = I$.
Diketahui di soal bahwa pada resistor ke-$2N$ dari kanan ($N = 8$), arus yang mengalir adalah $1\ A$.
Sedangkan dari barisan Fibonacci didapatkan $I_{16} = 987I$. Sehingga arus yang mengalir pada resistor paling kanan adalah $\frac{1}{987}A$.

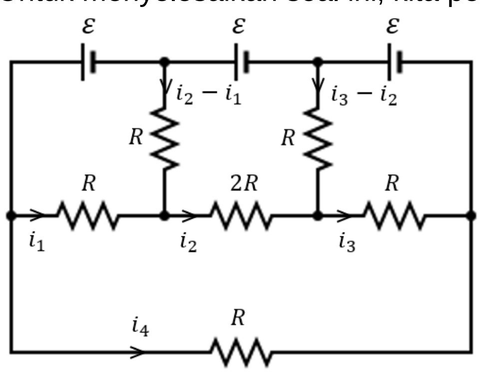
6

Perhatikan rangkaian listrik berikut!



Total daya yang terdisipasi pada semua resistor jika dinyatakan dalam pecahan paling sederhana adalah $\frac{a}{b}\frac{\varepsilon^2}{R}$. Tentukan nilai dari $a + b$ dengan $a, b > 1$!

Jawaban: 37
Penyelesaian:
Untuk menyelesaikan soal ini, kita perlu menggunakan Hukum Kirchoff.



Kita dapat menuliskan persamaan-persamaan berikut.

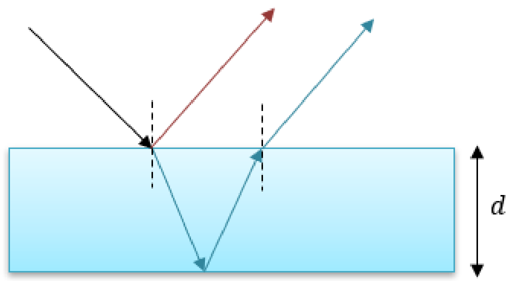
$$\varepsilon - i_1 R + (i_2 - i_1)R = 0$$
$$\varepsilon - (i_2 - i_1)R - i_2(2R) + (i_3 - i_2)R = 0$$
$$\varepsilon - (i_3 - i_2)R - i_3 R = 0$$
$$3\varepsilon - i_4 R = 0$$

Dari 4 persamaan di atas, kita akan mendapatkan $i_1 = \frac{5\varepsilon}{6R}$, $i_2 = \frac{2\varepsilon}{3R}$, $i_3 = \frac{5\varepsilon}{6R}$, dan $i_4 = \frac{3\varepsilon}{R}$.
Sehingga, kita dapat menghitung daya total yang terdisipasi pada semua resistor.

$$P = {i_1}^2 R + {i_2}^2(2R) + {i_3}^2 R + {i_4}^2 R + (i_2 - i_1)^2 R + (i_3 - i_2)^2 R$$
$$P = \frac{34\varepsilon}{3R}$$

7

Suatu sinar dengan panjang gelombang λ datang ke permukaan kaca tipis dengan indeks bias n, dimana akan ada sebagian sinar yang terpantul dan sebagian lagi yang terbiaskan (lihat gambar). Kedua berkas sinar ini dapat menimbulkan interferensi, baik maksimum maupun minimum. Dengan meninjau perbedaan panjang lintasan optik antara kedua sinar ini, tebal minimum kaca d agar dapat terjadi interferensi maksimum dapat dinaytakan sebagai $d = \frac{\alpha\lambda}{\gamma n}$. Maka nilai $\alpha + \gamma$ adalah



Jawaban: 3
Penyelesaian:
Beda lintasan optik 1 dan 2:

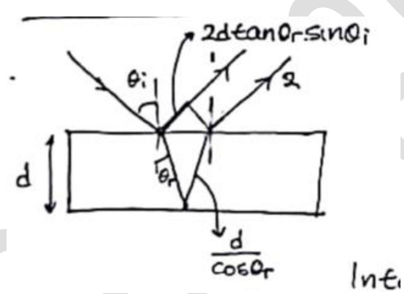
$\Delta = n.\left(\frac{2d}{\cos\theta r}\right) - 2d\tan\theta_r\sin\theta_i$

$\Delta = 2nd\cos\theta$

Inteferensi maksimum saat $\Delta = m\lambda$,

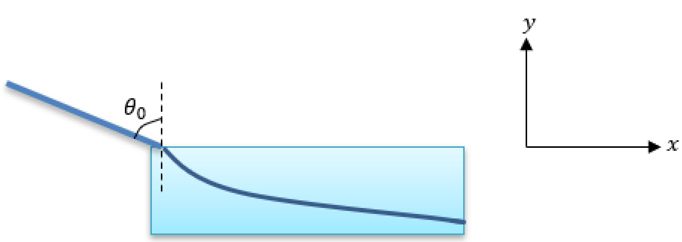
$2nd\cos\theta_r = m\lambda$

$d_{min} = \frac{\lambda}{2n}$



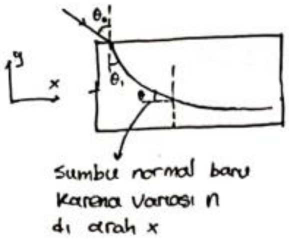
8 Suatu sinar datang dengan sudut θ_0 terhadap sumbu y menembus permukaan kaca di x=0. Kaca ini memiliki indeks bias $n = n_0\sqrt{1-\alpha^2x^2}$, dimana n_0 dan α adalah suatu konstanta. Asumsikan indeks bias udara adalah 1. Dapat dibuktikan bahwa lintasan cahaya di dalam kaca berbentuk $x = \frac{sin\theta_0}{\alpha n_0}\sin(ky+c)$, tentukan besar k untuk $n_0 = \sqrt{\frac{16}{60}}$; $\alpha = 2$ dan $\theta_0 = 30^0$!

Petunjuk: Tentukan terlebih dahulu sumbu normal bidang yang sesuai untuk variasi indeks bias kaca tersebut!



Jawaban: 8

Penyelesain:



$$n_{udara} \cdot \sin\theta_0 = n_0 \cdot \sin\theta_1$$

$$\sin\theta_1 = \frac{\sin\theta_0}{n_0} \quad ---(1)$$

$$n_0 \cdot \sin(90^\circ - \theta_1) = n_0\sqrt{1-\alpha^2x^2} \cdot \sin\theta$$

$$\cos\theta_1 = \sqrt{1-\alpha^2x^2} \cdot \frac{dy}{\sqrt{dy^2+dx^2}}$$

$$\cos^2\theta_1 = (1-\alpha^2x^2) \cdot \frac{1}{\left(\frac{dx}{dy}\right)^2+1}$$

$$1-\sin^2\theta_1 = (1-\alpha^2x^2) \cdot \frac{1}{\left(\frac{dx}{dy}\right)^2+1}$$

$$(1) \rightarrow \left(1-\frac{\sin^2\theta_0}{n_0^2}\right) \cdot \left[1+\left(\frac{dx}{dy}\right)^2\right] = 1-\alpha^2x^2$$

turunkan terhadap y

$$\left(1-\frac{\sin^2\theta_0}{n_0^2}\right) \cdot 2\cancel{\left(\frac{dx}{dy}\right)}\left(\frac{d^2x}{dy^2}\right) = -\alpha^2 \cdot 2x \cdot \cancel{\left(\frac{dx}{dy}\right)}$$

$$\frac{d^2x}{dy^2} = -\frac{\alpha^2}{1-\frac{\sin^2\theta_0}{n_0^2}}\, x$$

$$K = \sqrt{\frac{n_0^2\alpha^2}{n_0^2-\sin^2\theta_0}}$$

$$K = \frac{n_0\alpha}{\sqrt{n_0^2-\sin^2\theta_0}}$$

9 Sebuah kumparan dengan luas penampang A, jumlah lilitan N, serta memiliki hambatan R dan induktansi L, berada di suatu daerah dimana terdapat medan magnet sebagai fungsi waktu $B = D(1+at)$ yang menembus kumparan secara tegak lurus, dimana α adalah suatu konstanta. Kumparan ini kemudian dihubungkan dengan kapasitor dengan kapasitansi C dalam suatu rangkaian tertutup. Modifikasi persamaan diferensial yang anda dapat sedemikian sehingga berbentuk $a.u + b.\frac{du}{dt} + c.\frac{d^2u}{dt^2} = 0$ dan gunakan permisalan $u = u_0e^{\beta t}$untuk menyelesaikannya, anda dapat menemukan 2 solusi jawaban, yaitu β_1 dan β_2 (tidak perlu dicari). Persamaan muatan pada kapasitor sebagai fungsi waktu adalah $Q = u + K = u_1e^{\beta_1 t} + u_2e^{\beta_2 t} + K$, dimana u_1 dan u_2 adalah konstanta yang bergantung pada kondisi awal. Tentukan nilai K!

Jawaban: $K = DANaC$

Penyelesaian:

$$\varnothing = B.A.N = B_0 AN(1+\alpha t)$$

$$\frac{d\varnothing}{dt} = B_0 AN\alpha \;,\; \varepsilon = \frac{d\varnothing}{dt}$$

$$\boxed{Q = u + B_0 AN\alpha C}$$

$$\boxed{K = B_0 AN\alpha C}$$

$$\mathcal{E} = \frac{Q}{C} + \frac{dQ}{dt}.R + \frac{d^2Q}{dt^2}L$$

$$B_0 AN\alpha = \frac{Q}{C} + \frac{dQ}{dt}R + \frac{d^2Q}{dt^2}L$$

$$0 = \frac{(Q - B_0 AN\alpha C)}{C} + \frac{dQ}{dt}R + \frac{d^2Q}{dt^2}L \qquad \text{misal } u = Q - B_0 AN\alpha C$$

$$u \equiv u_0 e^{\beta t}$$

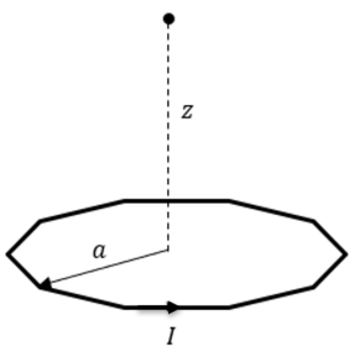
Bagian ini untuk tambahan saja

$$0 = \frac{\cancel{u_0 e^{\beta t}}}{C} + \beta \cancel{u_0 e^{\beta t}}.R + \beta^2 \cancel{u_0 e^{\beta t}}.L$$

$$0 = \beta^2.L + \beta.R + \frac{1}{C} \begin{cases} \beta_1 = \dfrac{-R+\sqrt{R^2 - \frac{4L}{C}}}{2L} \\ \beta_2 = \dfrac{-R-\sqrt{R^2 - \frac{4L}{C}}}{2L} \end{cases} \Big\} \; u = u_1 e^{\beta_1 t} + u_2 e^{\beta_2 t}$$

$$Q - B_0 AN\alpha C = u_1 e^{\beta_1 t} + u_2 e^{\beta_2 t} \rightarrow Q = u_1 e^{\beta_1 t} + u_2 e^{\beta_2 t} + B_0 AN\alpha C$$

10 Suatu poligon beraturan yang memiliki N sisi dengan jarak pusat ke titik sudut adalah a, dialiri oleh arus listrik I (lihat gambar). Tentukan besar serta arah medan magnet yang bekerja pada titik yang berjarak z di atas pusat poligon! (ambil arah vertikal atas sebagai acuan sumbu z positif)

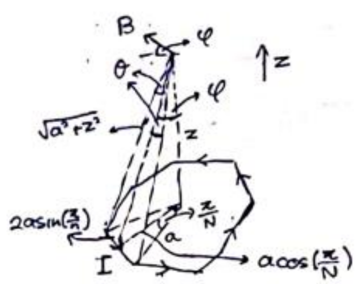


Jawaban:

$$\frac{N\mu_0 I a^2 . \sin\left(\frac{2\pi}{N}\right)}{4\pi\sqrt{a^2+z^2}\left(a^2\cos^2\left(\frac{\pi}{N}\right)+z^2\right)}$$

Arah: vertikal atas (+**z**)

Penyelesaian:



$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{(\sin\theta + \sin\theta)}{\sqrt{a^2\cos^2(\frac{\pi}{N}) + z^2}} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} . 2 . \frac{a\sin(\frac{\pi}{n})}{\sqrt{a^2+z^2}} . \frac{1}{\sqrt{a^2\cos^2(\frac{\pi}{N}) + z^2}}$$

$$B_z = B\sin\varphi = \frac{\mu_0 I}{4\pi} . \frac{2.a\sin(\frac{\pi}{N})}{\sqrt{a^2+z^2}} . \frac{a\cos(\frac{\pi}{N})}{(\sqrt{a^2\cos^2(\frac{\pi}{N}) + z^2})^2}$$

$$B_{total} = N . B_z$$

$$B_{total} = \frac{N\mu_0 I}{4\pi} . \frac{a^2\sin(\frac{2\pi}{N})}{\sqrt{a^2+z^2}\,(a^2\cos^2(\frac{\pi}{N}) + z^2)} \quad (+\hat{z})$$

<table>
<tr><td>11</td><td>
Suatu sinar dengan energi E diarahkan tegak lurus ke suatu pelat logam sehingga akan terhambur oleh elektron-elektron yang terdapat di pelat logam tersebut. Hal ini akan menyebabkan adanya perubahan panjang gelombang cahaya dimana $\Delta\lambda = \frac{h}{m_e.c}(1 - \cos\theta)$, dimana θ adalah sudut yang dibentuk antara arah propagasi gelombang akhir dan awal. Energi akhir dari sinar yang terpantul kembali (tidak menembus) dari pelat sehingga bergerak pada arah membentuk sudut ϕ terhadap permukaan pelat dapat dinyatakan sebagai

$$E' = \frac{Em_ec^{\alpha}}{\beta m_ec^{\gamma} + E(b + sin\phi)}$$

Besar $\alpha\beta + \gamma b = \ldots.$

Jawaban:

$$E' = \frac{Em_ec^2}{m_ec^2 + E(1 + sin\phi)}$$

Jadi $\alpha\beta + \gamma b = 4$

Penyelesaian:

$$E = \frac{hc}{\lambda_0} \rightarrow \lambda_0 = \frac{hc}{E}$$

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda_0 = \frac{h}{m_eC}\left(1 - \cos(90° + \varphi)\right)$$

$$\lambda' = \frac{hc}{E} + \frac{h}{m_e.C}(1 + \sin\varphi)$$

$$E' = \frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\frac{hc}{E} + \frac{h}{m_eC}(1 + \sin\varphi)}$$

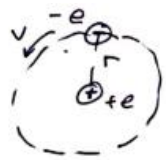
$$E' = E.\frac{m_eC^2}{m_e.C^2 + E(1 - \sin\varphi)}$$
</td></tr>
<tr><td>12</td><td>
Atom hidrogen terdiri dari sebuah proton (bermuatan +e) yang dikelilingi oleh elektron (bermassa m_e dan muatan -e) yang terdapat dalam suatu lintasan orbit yang diskrit. Diketahui bahwa momentum sudut elektron terkuantisasi dengan $L = \frac{nh}{2\pi}$, dimana h adalah konstanta planck dan n adalah bilangan bulat positif. Dengan meninjau perubahan energi atom untuk tingkat orbit tertentu, frekuensi cahaya yang dibutuhkan untuk mengeksitasi elektron dari tingkat orbit $n = 1$ ke $n = N$ (N adalah bilangan bulat) dapat dinyatakan sebagai $f = \frac{m_ee^a}{b\epsilon_0^ch^d}\left(1 - \frac{1}{N^2}\right)$. Besar $abcd = \ldots.$

Jawaban:

$$f = \frac{m_ee^4}{8\epsilon_0^2h^3}\left(1 - \frac{1}{N^2}\right)$$

Besar $abcd = 192$
</td></tr>
</table>

Penyelesaian:



$$\Sigma F_r = \frac{m_e . v^2}{r}$$

$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r^2} = \frac{m_e . v^2}{r}$$

$$\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 r} = m_e v^2 \text{ --- (1)}$$

$$E = \frac{1}{2} m_e v^2 - \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{e^2}{r}$$

$$E = -\frac{1}{2} m_e . v^2 \text{ --- (2)}$$

$$L = \frac{nh}{2\pi}$$

$$m_e . v . r = \frac{nh}{2\pi} \rightarrow r = \frac{nh}{2\pi m_e v} \text{ --- (3)}$$

$$(3) \rightarrow (1) \Rightarrow \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 . \frac{nh}{2\pi m_e v}} = m_e v^2$$

$$\frac{m_e v . e^2}{2\varepsilon_0 n h} = m_e v^2$$

$$v = \frac{e^2}{2\varepsilon_0 n h} \text{ --- (4)}$$

$$(4) \rightarrow (2) \Rightarrow E = -\frac{1}{2} m_e . \left(\frac{e^2}{2\varepsilon_0 n h}\right)^2$$

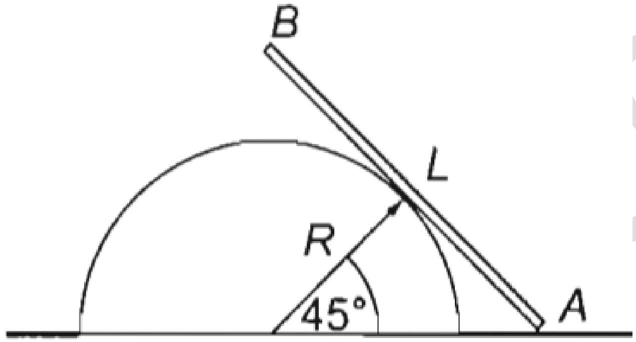
$$\boxed{E = -\frac{m_e . e^4}{8\varepsilon_0^2 n^2 h^2}}$$

$$\Delta E = E_{(N)} - E_{(1)} = hf$$

$$\frac{m_e . e^4}{8\varepsilon_0^2 . h^2}\left(1 - \frac{1}{N^2}\right) = hf$$

$$\boxed{f = \frac{m_e . e^4}{8\varepsilon_0^2 h^3}\left(1 - \frac{1}{N^2}\right)}$$

13



Batang AB dengan panjang $L = 2R$ sedang bersandar pada setengah silinder diam di tanah dengan jari-jari $R = 1$ m. Abaikan gesekan, batang akan tergelincir. Berapa kelajuan ujung B saat ujung B bersentuhan dengan silinder dalam m/s?

Jawaban: 2,19 m/s

	Penyelesaian: $$mg\left(\frac{R\sqrt{2}}{2} - R\frac{\sqrt{5}}{5}\right) = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$$ $$V_{pm} = \omega r_{pm} \qquad V_B = \omega r_B$$ $$r_{pm} = R\sqrt{17} \qquad r_B = 4R$$ $$mgR\left(\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{\sqrt{5}}\right) = \cancel{\frac{1}{2}m\omega^2(4R)}$$ $$= \frac{1}{2}m\omega^2 17R^2 + \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{2}m(2R)^2\omega^2$$ $$mgR\left(\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{\sqrt{5}}\right) = \frac{26}{3}m\omega^2R^2$$ $$\omega = \sqrt{\frac{3}{26}\left(\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{\sqrt{5}}\right)\frac{g}{R}} = 0{,}5467 \text{ rad/s}$$ $$V_B = \omega \cdot 4R = 2{,}19 \text{ m/s}$$
14	Batang homogen dengan panjang L dan massa m dipasang engsel pada ujungnya pada langit-langit dan ditahan pada posisi horizontal. Batang ini dicat warna merah pada setengah bagian atasnya $L/2$ dan dicat warna biru pada setengah bagian bawahnya $L/2$. Batang dilepas tanpa kecepatan awal. Besar gaya yang diberikan setengah batang biru pada setengah batang merah saat membentuk sudut 60° terhadap horizontal adalah Xmg, berapakah X? Tulis dalam 5 angka penting. **Jawaban: 1,4076 mg**

<table>
<tr><td></td><td>

Penyelesaian:

$$mg\frac{L}{2}\sin\theta = \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{3}mL^2\omega^2$$

$$mg\frac{L}{2}\cos\theta = \frac{1}{3}mL^2\alpha$$

$$F_{tangensial} + \frac{mg}{2}\cos\theta = \frac{m}{2}a_{tangensial}$$

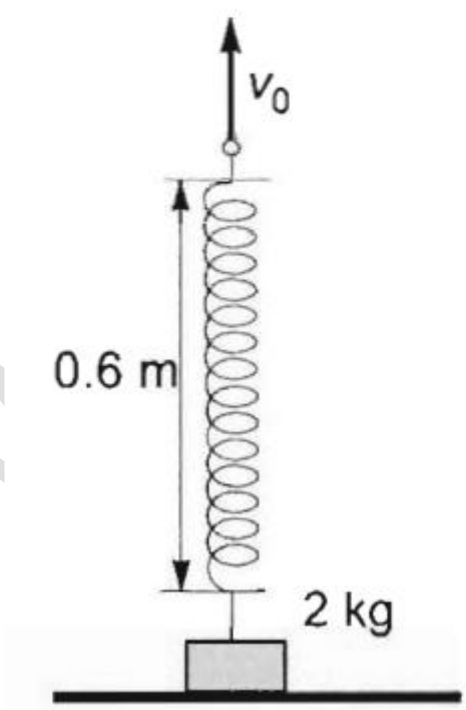
$$F_{radial} - \frac{mg}{2}\sin\theta = \frac{m}{2}a_{radial}$$

$$a_t = \frac{3}{4}L\alpha \qquad a_r = \frac{3}{4}\omega^2 L$$

$$F_t = \frac{1}{16}mg\cos\theta \qquad F_r = \frac{26}{16}mg\sin\theta$$

$$\Sigma F = \frac{mg}{16}\sqrt{\frac{1}{4} + 26^2\cdot\frac{3}{4}} = 1{,}4076mg$$

</td></tr>
<tr><td>15</td><td>



Pegas dengan k = 80 N/m dan panjang rileks 0,6 m dipasang pada massa 2 kg. Pada posisi seperti gambar, Adam menarik ujung pegas dengan kecepatan 0,5 m/s ke atas. Berapa ketinggian massa pada t = 0,5 s dalam meter?

</td></tr>
</table>

Jawaban: 0,625 m
Penyelesaian:

$$t_{\text{benda mulai naik}} = \frac{mg}{kV_0} = 0{,}5\ s \equiv u$$

$$\text{Amplitudo} = V_0\sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$y = V_0(t-u) - V_0\sqrt{\frac{m}{k}}\sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}}(t-u)\right)$$

↳ posisi balok

$$t = 0{,}5\ s$$

$$y = \underline{0{,}625\ m}$$

16 Sebuah partikel massa m berada dalam potensial $U(x) = \frac{a}{x^2} - \frac{b}{x}$. Periode osilasi kecil dekat titik setimbang adalah $2\pi\sqrt{Xma^Yb^Z}$. Berapakah $X + Y + Z$?

Jawaban: 7

	Penyelesaian: $\frac{dU}{dx} = -2ax^{-3} + bx^{-2} = 0$ $\frac{d^2U}{dx^2} = 6ax^{-4} - 2bx^{-3}$ $\frac{2a}{x^{3}} = \frac{b}{x^{2}} \qquad x = \frac{2a}{b}$ $\frac{d^2U}{dx^2} = \frac{6ab^4}{16a^4} - \frac{2b\,b^3}{8a^3} = \frac{1}{8}\frac{b^4}{a^3}$ $\sum F = m\ddot{x}$ $-\frac{b^4}{8a^3}x = m\ddot{x}$ $T = 2\pi\sqrt{\frac{8a^3m}{b^4}}$ $X + Y + Z = 8 + 3 - 4 = 7$
17	Suatu gas memiliki konstanta Laplace γ = 5. C_p dan C_v gas tersebut saat dijumlahkan sama dengan xR. Berapakah x? **Jawaban: 1,5**

<table>
<tr><td></td><td>

Penyelesaian:

$$? = \gamma = \frac{C_v + R}{C_v} = 1 + \frac{R}{C_v}$$
$$C_v = \frac{R}{4} \quad C_p = \frac{5R}{4}$$
$$C_p + C_v = \frac{3}{2}R = 1{,}5R$$

</td></tr>
<tr><td>18</td><td>

Terdapat sebuah bola konduktor berjari-jari R yang dibumikan. Sebuah muatan $+Q$ berada pada jarak $4R$ dari pusat bola. Besar medan listrik pada permukaan bola konduktor yang terdekat dengan muatan adalah $E = \frac{a}{b}\frac{kQ}{R^2}$ dengan $a, b > 1$. Berapakah $a + b$?

Jawaban:

$$\frac{a}{b} = \frac{5}{9}$$
$$a + b = 14$$

Penyelesaian:

$$E = \frac{kQ}{(3R)^2} + \frac{kQ}{\left(\frac{3R}{4}\right)^2 \cdot 4}$$
$$= \frac{kQ}{R^2}\left(\frac{1}{9} + \frac{4}{9}\right)$$
$$= \frac{5}{9}\frac{kQ}{R^2}$$

</td></tr>
<tr><td>19</td><td>

Terdapat sebuah bola konduktor berjari-jari *R*. Sebuah muatan $+Q$ berada pada jarak $4R$ dari pusat bola. Titik pada permukaan bola yang terdekat dan terjauh dengan muatan disebut titik A dan B. Selisih potensial listrik titik A dan B adalah $\mathrm{h}\frac{kQ}{R}$. Berapakah h?

Jawaban: 0
Penyelesaian:

$$\Delta V = 0$$

</td></tr>
</table>

20	Adam sedang mendidihkan 2 L air sampai seluruhnya menjadi uap. Berapa perubahan entropi semesta dalam kJ/K? Kalor uap air = 2,26 MJ/kg. **Jawaban: 12,1** **Penyelesaian:** $\int dS = \int \frac{dQ}{T}$ $\Delta S = \frac{mL}{T} = \frac{2 \cdot 2{,}26 \times 10^3}{100 + 273}$