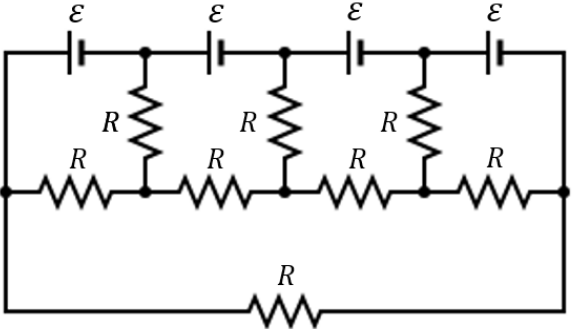
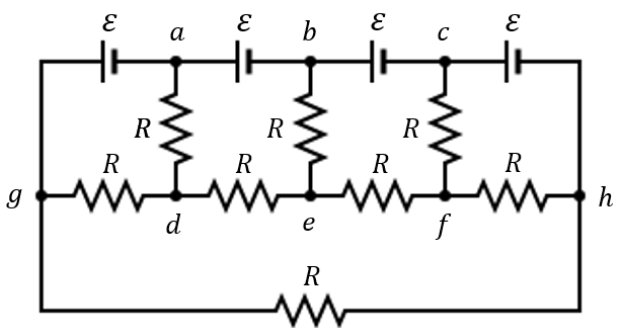


**Soal dan Solusi IRC Fisika
Paket Soal untuk Indonesia Bagian Timur dan Tengah
Tingkat Provinsi**

No	Soal dan Solusi
1	<p>Sebuah balok m dilepas dari keadaan diam pada puncak sebuah bidang miring. Balok akan bergerak turun pada bidang miring sejauh L, kemudian bergerak naik pada sebuah bidang miring kedua. Diketahui kedua bidang miring memiliki sudut inklinasi θ. Bidang miring pertama licin, sedangkan bidang miring kedua memiliki koefisien gesek yang bervariasi, $\mu = \frac{x}{L} \tan \theta$, dengan x adalah jarak dari dasar bidang miring. Karena adanya gesekan, suatu saat balok akan berhenti. Jarak posisi akhir balok dari dasar bidang miring dapat dinyatakan dalam $(A + \sqrt{B})L$. Tentukan nilai dari $A + B$!</p> <p>Jawaban: 2</p> <p>Penyelesaian:</p> <p>Kita dapat menggunakan pendekatan energi untuk menyelesaikan soal ini. Jarak akhir balok d pasti akan lebih kecil dari L, karena adanya usaha oleh gaya gesek, yaitu W.</p> $W = \int_0^d \mu mg \cos \theta \, dx = \frac{mg \sin \theta}{L} \int_0^d x \, dx = \frac{mgd^2 \sin \theta}{2L}$ <p>Kemudian kita dapat menggunakan hubungan usaha dan energi.</p> $mgL \sin \theta = mgd \sin \theta + \frac{mgd^2 \sin \theta}{2L}$ <p>Setelah proses penyederhanaan, kita akan mendapatkan persamaan kuadrat berikut.</p> $d^2 + 2Ld - 2L^2 = 0$ <p>Solusi dari persamaan kuadrat di atas adalah</p> $d = (\sqrt{3} - 1)L$
2	<p>Sebuah partikel bermassa m bergerak dengan kecepatan v_0 pada arah sumbu x menumbuk secara elastis partikel bermassa $\sqrt{3}m$ yang diam. Jika kecepatan arah sumbu x kedua partikel setelah tumbukan sama, tentukan sudut yang dibentuk antara vektor kecepatan kedua partikel dalam derajat!</p> <p>Jawaban: 105</p> <p>Penyelesaian:</p> <p>Pada soal ini, kita perlu menggunakan hukum kekekalan momentum untuk sumbu x dan y serta hukum kekekalan energi. Hukum kekekalan momentum untuk sumbu x memberikan kecepatan $v_x = \frac{v_0}{\sqrt{3}+1}$ untuk kedua partikel. Hukum kekekalan momentum untuk sumbu y memberikan persamaan $v_{1y} = -\sqrt{3}v_{2y}$, dengan v_{1y} adalah kecepatan arah y partikel m dan v_{2y} adalah kecepatan arah y partikel $\sqrt{3}m$. Hukum kekekalan energi adalah sebagai berikut.</p> $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}m \left[\left(\frac{v_0}{\sqrt{3}+1} \right)^2 + (\sqrt{3}v_{2y})^2 \right] + \frac{1}{2}\sqrt{3}m \left[\left(\frac{v_0}{\sqrt{3}+1} \right)^2 + (v_{2y})^2 \right]$

	<p>Dari persamaan tersebut, didapatkan $v_{2y} = \frac{v_0}{\sqrt{3+1}}$ dan $v_{1y} = -\frac{\sqrt{3}v_0}{\sqrt{3+1}}$. Sehingga, sudut yang dibentuk antara vektor kecepatan kedua partikel adalah</p> $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{-v_{1y}}{v_x}\right) + \tan^{-1}\left(\frac{v_{2y}}{v_x}\right) = 105^\circ$
3	<p>Sebuah batang homogen bermassa m, panjang L, diletakkan paralel sumbu x dengan pusat massa berada di $x = \frac{1}{2}L$. Sebuah partikel yang bermassa m diletakkan pada $x = 2L$. Pada $x = x_0$ sebuah partikel yang bermassa $2m$ diletakkan sehingga partikel tersebut bebas dari pengaruh gaya gravitasi. Jika $x_0 = \frac{a}{b}L$, tentukan nilai dari $a + b$!</p> <p>Jawaban: 6</p> <p>Penyelesain:</p> <p>Kita akan mencari medan gravitasi yang disebabkan oleh batang homogen.</p> $E = \int_x^{x-L} \frac{Gm}{x'^2L} dx' = \frac{Gm}{L} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{x-L} \right)$ <p>Sehingga persamaan medan gravitasi sebagai fungsi x adalah sebagai berikut.</p> $E(x) = \frac{Gm}{L} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{x-L} \right) + \frac{Gm}{(2L-x)^2}$ <p>Pada $x = x_0$, medan gravitasi bernilai nol.</p> $0 = \frac{Gm}{L} \left(\frac{1}{x_0} - \frac{1}{x_0-L} \right) + \frac{Gm}{(2L-x_0)^2}$ <p>Setelah proses penyederhanaan, akan didapatkan $x_0 = \frac{4}{3}L$.</p>
4	<p>Sebuah projektil diluncurkan secara horizontal terhadap permukaan suatu planet dengan kecepatan yang cukup besar sehingga mencapai ketinggian 6400 km di atas permukaan planet. Jika projektil yang sama diluncurkan secara vertikal, ketinggian maksimum yang dapat dicapai adalah 12800 km di atas permukaan planet. Tentukan besar jari-jari planet tersebut dalam km!</p> <p>Jawaban: 6400</p> <p>Penyelesain:</p> <p>Untuk projektil yang diluncurkan secara horizontal, kita dapat menggunakan tinjauan hukum kekekalan energi dan hukum kekekalan momentum sudut.</p> $-\frac{GMm}{R^2} + \frac{1}{2}mv^2 = -\frac{GMm}{h_1} + \frac{1}{2}mv'^2$ $mvR = mv'h_1$ <p>Untuk projektil yang diluncurkan secara vertikal, kita dapat menuliskan hukum kekekalan energinya.</p> $-\frac{GMm}{R^2} + \frac{1}{2}mv^2 = -\frac{GMm}{h_2}$ <p>Dengan ketiga persamaan yang ada, kita akan mendapatkan sebuah persamaan kuadrat</p> $R^2 - h_2R + h_1h_2 - h_1^2 = 0$ <p>Solusi dari persamaan kuadrat tersebut dengan memasukkan nilai h_1 dan h_2 adalah</p> $R = 6400 \text{ km}$

- 5 Dua bola lampu 24 V dirangkai seri dan dihubungkan dengan tegangan sumber sebesar 30 V . Jika daya pada lampu pertama sebesar 40 W , maka supaya kedua lampu dapat berfungsi dengan baik, daya pada lampu kedua harus berada di antara $\alpha\text{ W}$ dan $\beta\text{ W}$. Tentukan nilai dari $\alpha + \beta$!
- Jawaban: 170**
- Penyelesain:**
- Perbandingan daya pada kedua lampu memenuhi persamaan $\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_1^2 R_2}{V_2^2 R_1}$. Arus yang mengalir pada kedua lampu sama, sehingga $\frac{V_1}{R_1} = \frac{V_2}{R_2}$. Maka, perbandingan daya dapat disederhanakan menjadi $\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_1}{V_2}$.
- Karena kedua lampu dirangkai seri, maka tegangan 30 V akan terbagi dua di antara kedua lampu tersebut. Nilai tegangan maksimal pada salah satu lampu adalah 24 V , oleh karena itu nilai tegangan minimalnya adalah 6 V .
- Daya pada lampu pertama adalah 40 W , sehingga daya maksimal pada lampu kedua adalah $\frac{24}{6} \times 40\text{ W} = 160\text{ W}$, dan daya minimalnya adalah $\frac{6}{24} \times 40\text{ W} = 10\text{ W}$.

- 6 Perhatikan rangkaian listrik berikut!
- 
- Total daya yang terdisipasi pada semua resistor dapat dinyatakan dalam $\gamma \frac{\epsilon^2}{R}$. Tentukan nilai dari γ !
- Jawaban: 20**
- Penyelesaian:**
- 

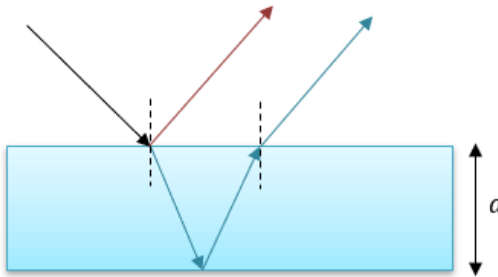
Satu observasi yang penting adalah $V_a = V_d$, $V_b = V_e$, dan $V_c = V_f$, sehingga tidak ada arus yang mengalir pada R_{ad} , R_{be} , dan R_{cf} .

Beda tegangan pada resistor R_{ad} , R_{be} , dan R_{cf} adalah ε , sedangkan beda tegangan pada resistor paling bawah adalah 4ε .

Sehingga kita dapat menghitung daya yang terdistribusi pada semua resistor, dan hasilnya adalah

$$P = 20 \frac{\varepsilon^2}{R}$$

- 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. Jika tebal kaca adalah d , tentukan perbedaan panjang lintasan optik maksimum (Δ_{max}) yang mungkin antara kedua sinar ini



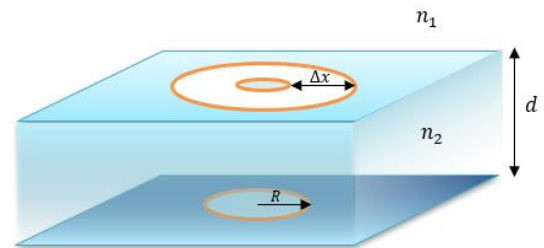
Jawaban: $\Delta = 2nd$

Penyelesaian:

$$\Delta = 2nd \cdot \cos \theta_r$$

$$\boxed{\Delta_{max} = 2nd}$$

- 8 Suatu cincin tipis berjari-jari R yang sangat terang berada di dasar suatu medium dengan indeks bias n_2 dan kedalaman d . Seorang pengamat yang berada di medium n_1 (dimana $n_1 < n_2$) mengamati bahwa pada perbatasan antara n_1 dan n_2 , terdapat daerah terang yang berjari-jari Δx . Untuk $n_2 = \sqrt{5}n_1$, tentukan besar Δx !



Jawaban: $\Delta x = d$

Penyelesaian:

$$\Delta x = \frac{2d}{\sqrt{\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 - 1}} \quad \left. \vphantom{\Delta x} \right) n_2 = \sqrt{5} \cdot n_1$$

$$\boxed{\Delta x = d}$$

- 9 Sebuah kumparan tak berhambatan dengan luas penampang A , jumlah lilitan N , serta memiliki induktansi L , berada di suatu daerah dimana terdapat medan magnet sebagai fungsi waktu $B = B_0 \alpha t$, dimana α adalah suatu konstanta. Jika kumparan diletakkan sedemikian sehingga medan magnet dapat menembus kumparan secara tegak lurus, tentukan besar arus yang timbul di kumparan sebagai fungsi waktu!

Jawaban: $i = \frac{B_0 AN \alpha}{L} t$

Penyelesaian:

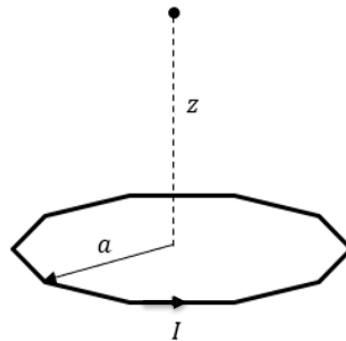
$$i = \frac{B_0 AN d}{R} (1 - e^{-\frac{R}{L} t})$$

$$\downarrow \lim_{R \rightarrow 0}$$

$$i \approx \frac{B_0 AN d}{R} (1 - (1 - \frac{R}{L} t))$$

$$\boxed{i = \frac{B_0 AN d}{L} t}$$


- 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 $z = a$ di atas pusat poligon! (ambil arah vertikal atas sebagai acuan sumbu z positif)




Jawaban:

$$\frac{N \mu_0 I \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{N}\right)}{4\pi a \sqrt{2} \left(\cos^2\left(\frac{\pi}{N}\right) + 1\right)}$$

Arah: vertikal atas (+z)

	<p>Penyelesaian:</p> $B = \frac{N\mu_0 I}{4\pi} \frac{a^2 \sin\left(\frac{2\pi}{N}\right)}{\sqrt{a^2+z^2} \cdot (a^2 \cos^2\left(\frac{\pi}{N}\right) + z^2)} \quad \left. \vphantom{B} \right) z = a$ $B = \frac{N\mu_0 I}{4\pi} \cdot \frac{a^2 \sin\left(\frac{2\pi}{N}\right)}{a\sqrt{2} \cdot a^2 \cdot (1 + \cos^2\left(\frac{\pi}{N}\right))}$ <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $B = \frac{N\mu_0 I \sin\left(\frac{2\pi}{N}\right)}{4\pi a\sqrt{2} (1 + \cos^2\left(\frac{\pi}{N}\right))} \quad (+\hat{z})$ </div>
11	<p>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 $\Delta\lambda = \frac{h}{m_e \cdot c} (1 - \cos\theta)$, dimana θ adalah sudut yang dibentuk antara arah propagasi gelombang akhir dan awal. Tentukan panjang gelombang akhir dari sinar yang terpantul Kembali dari pelat sehingga bergerak pada arah membentuk sudut φ terhadap permukaan pelat!</p> <p>Jawaban:</p> $\lambda' = \frac{hc}{E} + \frac{h}{m_e c} (1 + \sin\varphi)$ <p>Penyelesaian:</p>  $E = \frac{hc}{\lambda_0} \rightarrow \lambda_0 = \frac{hc}{E}$ $\Delta\lambda = \lambda' - \lambda_0 = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos(90^\circ + \varphi))$ $\lambda' = \frac{hc}{E} + \frac{h}{m_e \cdot c} (1 + \sin\varphi)$
12	<p>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 $= \frac{nh}{2\pi}$, dimana h adalah konstanta planck dan n adalah bilangan bulat positif. Tentukan energi atom untuk elektron yang berada di tingkat orbit n!</p> <p>Jawaban:</p> $E = -\frac{m_e e^4}{8\epsilon_0^2 h^2 N^2}$

Penyelesaian:



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

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r^2} = \frac{m_e \cdot v^2}{r}$$

$$\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} = m_e v^2 \quad \text{--- (1)}$$

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

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

$$\text{(3)} \rightarrow \text{(1)} \Rightarrow \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot \frac{nh}{2\pi m_e v}} = m_e v^2$$

$$\frac{m_e v \cdot e^2}{2\epsilon_0 nh} = m_e v^2$$

$$v = \frac{e^2}{2\epsilon_0 nh} \quad \text{--- (4)}$$

$$E = \frac{1}{2} m_e v^2 - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{r}$$

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

$$\text{(4)} \rightarrow \text{(2)} \Rightarrow E = -\frac{1}{2} m_e \cdot \left(\frac{e^2}{2\epsilon_0 nh}\right)^2$$

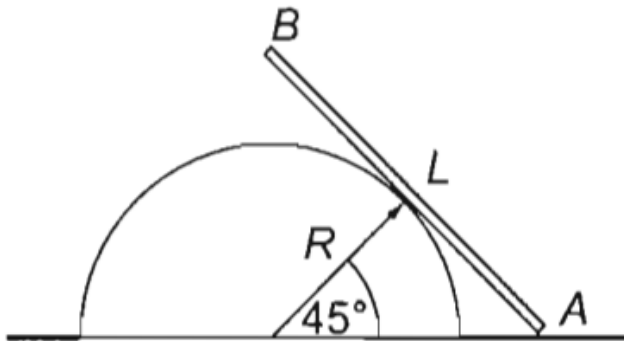
$$E = -\frac{m_e \cdot e^4}{8\epsilon_0^2 n^2 h^2}$$

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

$$\frac{m_e \cdot e^4}{8\epsilon_0^2 h^2} \left(1 - \frac{1}{N^2}\right) = hf$$

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

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 kecepatan sudut batang saat ujung B bersentuhan dengan silinder dalam rad/s?

Jawaban: 0,5467 rad/s

Penyelesaian:

$$mg \left(\frac{R\sqrt{2}}{2} - R\frac{\sqrt{5}}{5} \right) = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$$

$$v_{pm} = \omega r_{pm} \quad v_B = \omega r_B$$

$$r_{pm} = R\sqrt{17} \quad r_B = 4R$$

$$mgR \left(\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{\sqrt{5}} \right) = \frac{1}{2}m\omega^2(17R)$$

$$= \frac{1}{2}m\omega^2(17R^2) + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}m(2R)^2\omega^2$$

$$mgR \left(\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{\sqrt{5}} \right) = \frac{26}{3}m\omega^2R^2$$

$$\omega = \sqrt{\frac{3}{26} \left(\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{\sqrt{5}} \right) \frac{g}{R}} = 0,5467 \text{ rad/s}$$

$$v_B = \omega \cdot 4R = 2,19 \text{ m/s}$$

- 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. Setengah batang biru memberikan gaya pada setengah batang merah saat membentuk sudut 60° terhadap horizontal. Ke mana arah gaya tersebut? Berikan jawaban dalam bentuk sudut derajat terhadap horizontal.

Jawaban: $58,73^\circ$

Penyelesaian:

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

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

$$F_{\text{tangenial}} + \frac{Mg}{2} \cos \theta = \frac{M}{2} a_{\text{tangenial}}$$

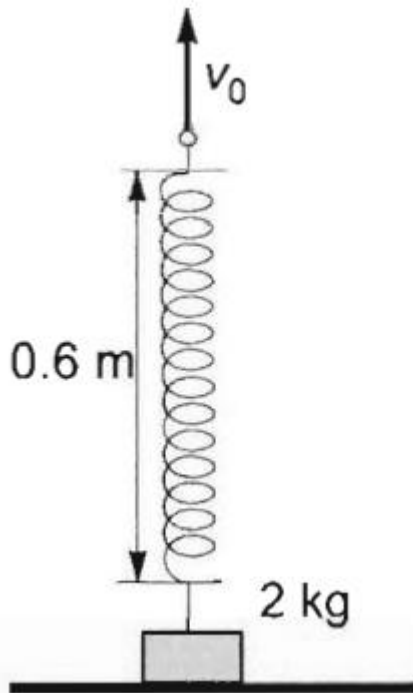
$$F_{\text{radial}} - \frac{Mg}{2} \sin \theta = \frac{M}{2} a_{\text{radial}}$$

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

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

$$\Sigma F = \frac{mg}{16} \sqrt{\frac{1}{4} + 26^2 \cdot \frac{3^2}{4}} = 1,4096 mg$$

15



Pegas dengan $k = 80 \text{ N/m}$ dan panjang rileks $0,6 \text{ m}$ dipasang pada massa 2 kg . Pada posisi seperti gambar, Adam menarik ujung pegas dengan kecepatan $0,5 \text{ m/s}$ ke atas. Dari awal pergerakan sampai $t = 1,75 \text{ s}$ berapa usaha yang dikerjakan Adam?

Jawaban: **15,53 J**

Penyelesaian:

$$t_{\text{benda mulai naik}} = \frac{mg}{k v_0} = 0,5 \text{ s} \equiv u$$

$$\text{Amplitud} = v_0 \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$y = v_0(t-u) - v_0 \sqrt{\frac{m}{k}} \sin\left(\sqrt{\frac{k}{m}}(t-u)\right)$$

↳ posisi balok

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

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

$$y(t) = 0,625 - 0,099 \sin(6,32(t-0,5))$$

$$v(t) = 0,5 - 0,5 \cos(6,32(t-0,5))$$

$$W = \frac{1}{2}mv^2 + mgy + \frac{1}{2}k\Delta x^2$$

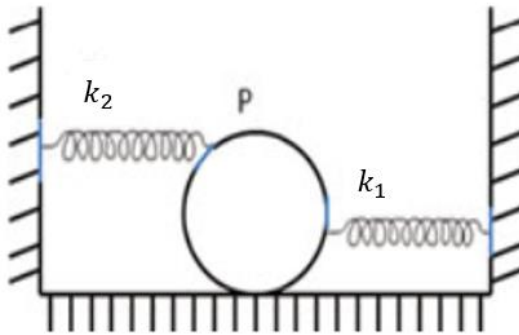
$$t = 1,75 \text{ s}$$

$$W = \frac{1}{2}m \cdot 0,33^2 + mg \cdot 0,546 + \frac{1}{2}k \cdot 0,329^2$$

$$\Delta x(t) = 0,25 + 0,099 \sin(6,32(t-0,5))$$

$$W = 15,53 \text{ J}$$

16



Dua pegas dipasang pada silinder pejal dengan konfigurasi seperti pada gambar. Silinder kemudian disimpangkan dari posisi setimbang. Periode osilasi sistem adalah $2\pi \sqrt{\frac{Am}{Bk_1 + Ck_2}}$. Berapakah A+B+C?

Jawaban: 13

Penyelesaian:

$$E = \frac{1}{2}m\dot{x}^2 + \frac{1}{2}I\dot{\theta}^2 + \frac{1}{2}k_1x^2 + \frac{1}{2}k_2(2x)^2$$

$$= \frac{3}{4}mr^2\dot{\theta}^2 + \frac{1}{2}r^2(k_1 + 4k_2)\dot{\theta}^2$$

$$\frac{dE}{dt} = 0 = \frac{3}{2}mr^2\dot{\theta}\ddot{\theta} + r^2(k_1 + 4k_2)\dot{\theta}\ddot{\theta}$$

$$0 = \ddot{\theta} + \frac{2}{3m}(k_1 + 4k_2)$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{3m}{2k_1 + 8k_2}}$$

$$A+B+C = 3+2+8 = 13$$

17	<p>C_p dan C_v suatu gas saat dijumlahkan sama dengan $1,25R$. Berapakah konstanta Laplace γ gas tersebut?</p> <p>Jawaban: 9</p> <p>Penyelesaian:</p> $C_p + C_v = \frac{5}{4}R$ $\frac{\gamma R}{\gamma - 1} + \frac{R}{\gamma - 1} = \frac{5}{4}R$ $4(\gamma + 1) = 5(\gamma - 1)$ $\gamma = 9$
18	<p>Terdapat sebuah bola konduktor berjari-jari R yang tidak dibumikan. Sebuah muatan $+Q$ berada pada jarak $4R$ dari pusat bola. Besar medan listrik pada permukaan bola konduktor yang terdekat dengan muatan adalah $z \frac{kQ}{R^2}$. Berapakah z?</p> <p>Jawaban: 11/36</p> <p>Penyelesaian:</p> $E = \frac{kQ}{(3R)^2} + \frac{kQ}{\left(\frac{3R}{4}\right)^2 \cdot 4} - \frac{kQ}{R^2 \cdot 4}$ $= \frac{kQ}{R^2} \left(\frac{1}{9} + \frac{4}{9} - \frac{1}{4} \right)$ $= \frac{11}{36} \frac{kQ}{R^2}$
19	<p>Sebuah muatan $+Q$ berada pada jarak d dari bidang konduktor tak hingga. Titik pada bidang yang terdekat dan terjauh (anggap mendekati tak hingga) dengan muatan disebut titik A dan B. Selisih potensial listrik titik A dan B adalah $j \frac{kQ}{R}$. Berapakah j?</p> <p>Jawaban: 0</p> <p>Penyelesaian:</p> $\Delta V = 0$

20 Adam sedang memanaskan 2 L air dari suhu 25°C sampai 70°C. Berapa perubahan entropi semesta dalam J/K? Kalor jenis air = 4,2 kJ/kg°C

Jawaban: 1181

Penyelesaian:

$$\int ds = \int \frac{dQ}{T}$$
$$\Delta S = \int \frac{mc dT}{T} = mc \ln T \Big|_{T_1}^{T_2} = mc \ln \left(\frac{70+273}{25+273} \right)$$
$$= 2.4200 \cdot \ln \left(\frac{70+273}{25+273} \right)$$