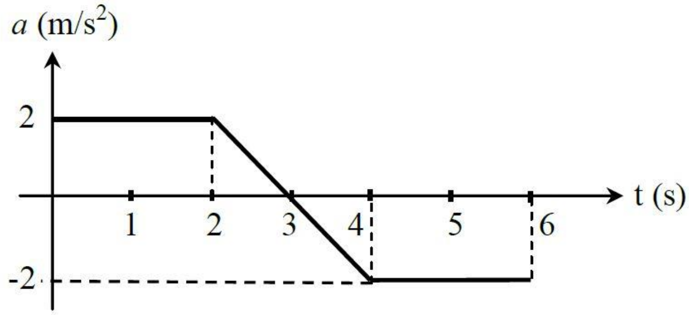
SOAL DAN PEMBAHASAN URAIAN SEMIFINAL
LIGA FISIKA TINGKAT SMA/MA SEDERAJAT
PEKAN ILMIAH FISIKA UNY XIX [2016]

1. **(12 poin)** Sebuah benda mula-mula diam $(t = 0)$ di posisi $x = 0$. Benda kemudian bergerak di sepanjang sumbu x dengan percepatan yang berubah-ubah. Kurva percepatan benda terhadap waktu ditunjukkan oleh gambar di bawah ini.

   a. **(5 poin)** Hitunglah kecepatan benda pada $t = 2$ s, $t = 3$ s, dan $t = 4$ s.

   b. **(7 poin)** Hitunglah jarak tempuh dan perpindahan benda selama bergerak 6 s.



Pembahasan:

a. Percepatan benda pada $0 \leq t \leq 2\text{s}$ adalah $a_1 = 2\ \text{m/s}^2$

Percepatan benda pada $0 \leq t \leq 2\text{s}$ adalah $a_2 = 6 - 2t\ \text{m/s}^2$

Percepatan benda pada $4 \leq t \leq 26$ adalah $a_3 = -2\ \text{m/s}^2$

Kecepatan benda pada $t = 2$ detik:

$$v_2 = v_0 + a_1 t = 0 + 2(2) = 4\ \text{m/s}$$ **1 poin**

Kecepatan sesaat benda pada $2 < t < 4\text{s}$:

$$v_t = v_2 + \int_2^t a_2 dt = 4 + \int_2^t 6 - 2t\ dt = 4 + 6t - t^2 \Big|_2^t = -t^2 + 6t - 4$$

$$v_3 = -3^2 + 6(3) - 4 = 5\ \text{m/s}$$ **2 poin**

$$v_4 = -4^2 + 6(4) - 4 = 4\ \text{m/s}$$ **2 poin**

b. Benda selalu bergerak searah sumbu x positif dalam interval waktu $0 \leq t \leq 6\text{s}$ sehingga besar perpindahan dan jarak tempuh benda sama.

Perpindahan benda dalam rentang waktu $0 \leq t \leq 2$s:

$$x_1 = v_0 t + \frac{1}{2} a_1 t = 0 + \frac{1}{2}(2)s^2 = 4 \text{ m}$$ **2 poin**

Perpindahan benda dalam rentang waktu $2 \leq t \leq 4$s:

$$x_2 = \int_2^4 v dt = \int_2^4 -t^2 + 6t - 4\, dt = -\frac{1}{3}t^3 + 3t^2 - 4t \Big|_2^4 = \frac{28}{3} \text{ m}$$ **2 poin**

Perpindahan benda dalam rentang waktu $4 \leq t \leq 6$s:

$$x_3 = v_4 t + \frac{1}{2} a_3 t = 4(2) - \frac{1}{2}(2)2^2 = 4 \text{ m}$$ **2 poin**

Jarak tempuh dan perpindahan benda:

$$x = x_1 + x_2 + x_3 = 4 + \frac{28}{3} + 4 = \frac{52}{3} \text{ m}$$ **1 poin**

2. **(6 poin)** Sebuah balok dengan berat 100 N terletak pada sebuah bidang datar. Pada saat $t = 0$ s balok diam. Kemudian, dari waktu $t = 0$ s sampai $t = 5$ s balok didorong dengan gaya konstan F Newton sejajar bidang datar sehingga bergerak. Koefisien gesek kinetik antara balok dan bidang datar adalah 0,2. Jika kelajuan balok pada $t = 5$ s dua kali kelajuan balok pada $t = 10$ s, maka tentukan gaya nilai F.

Pembahasan:

Dari $\sum F = ma$ dan $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ diperoleh $\sum F = m\frac{\Delta v}{\Delta t}$ **2 poin**

Dan karena massa benda dan selang waktu pada kedua kondisi adalah sama, maka diperoleh hubungan $\sum F \propto \Delta v$

	$\sum F$	Δv
Kondisi 1	$F - f_k$	$2v$
Kondisi 2	$-f_k$	$-v$

Jadi,

$$\sum F \propto \Delta v \rightarrow \frac{F - f_k}{-f_k} = \frac{2v}{-v}$$ **3 poin**

$$\leftrightarrow \frac{F - 20}{-20} = -2$$

$$\leftrightarrow F - 20 = 40$$

$$\leftrightarrow F = 60 \text{ N}$$ **1 poin**

3. **(8 poin)** Mobil A dan mobil B mulai bergerak pada waktu yang sama, tetapi dari posisi awal yang berbeda. Kedua mobil bergerak searah dengan posisi awal mobil B berada di depan mobil A. Mobil A memiliki kelajuan awal v_A dan perlajuan konstan a_A, sedangkan mobil B memiliki kelajuan awal $v_B (v_A > v_B)$ dan perlajuan konstan $a_B (a_A < a_B)$. Hitung jarak mula-mula mobil A dan mobil B jika kedua mobil bertemu satu kali.

Pembahasan:

Misalkan mula-mula mobil A berada di $x = 0$ dan jarak mula-mula kedua mobil adalah d. Posisi mobil A dan mobil B berturut-turut adalah

$$x_A = v_1 t + \frac{1}{2} a_1 t^2$$ **1 poin**

$$x_B = d + v_2 t + \frac{1}{2} a_2 t^2$$ **1 poin**

Kedua mobil akan bertemu di posisi yang sama

$$x_A = x_B$$

$$v_1 t + \frac{1}{2} a_1 t^2 = d + v_2 t + \frac{1}{2} a_2 t^2$$ **2 poin**

$$\frac{1}{2}(a_2 - a_1)t^2 - (v_1 - v_2)t + d = 0$$

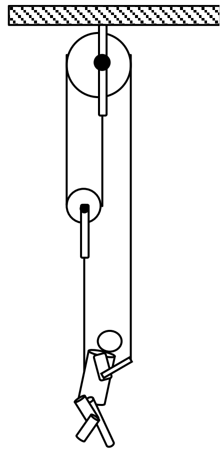
Mobil bertemu satu kali berarti hanya ada satu osilasi waktu. Nilai diskriminan persamaan kuadrat di atas harus sama dengan nol.

$$D = b^2 - 4ac = 0$$ **1 poin**

$$(v_1 - v_2)^2 - 4 \cdot \frac{1}{2}(a_2 - a_1)d = 0$$

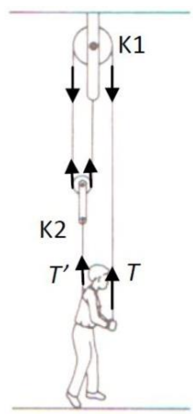
$$d = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2(a_2 - a_1)}$$ **3 poin**

4. **(4 poin)** Seorang (massa 60 kg) terikat dan terhubung ke sebuah sistem katrol sebagaiman pada gambar di bawah. Katrol dan tali dianggap tak bermassa dan licin. Jika percepatan gravitasi dianggap 10 m/s^2, tentukanlah gaya yang harus diberikan oleh orang tersebut ke tali agar ia bisa mempertahankan dirinya untuk tidak menyentuh tanah.



Pembahasan:

Sebut saja gaya tegang pada tali yang ditarik oleh tangan orang tersebut adalah T. Maka, tegangan tali di sepanjang tali tersebut baik yang melalui katrol K1 maupun K2 adalah sama yaitu T (karena kedua katrol dianggap ringan dan licin).



Jadi gaya tegang tali pada katrol K2 yang menahan beban orang tersebut adalah:

$$2T = T'$$ **2 poin**

Maka gaya tegang tali total yang menahan beban orang tersebut adalah:

$$T_t = T' + T = 2T + T = 3T = 600 \text{ N}$$

Jadi besarnya gaya yang harus diberikan orang tersebut adalah:

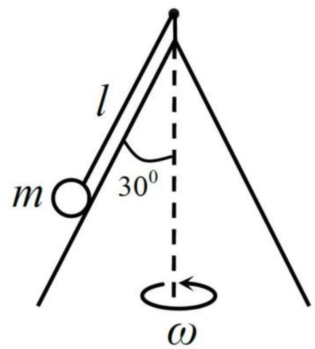
$$F = T = 200 \text{ N}$$ **2 poin**

5. **(13 poin)** Sebuah kerucut pejal bermassa m dengan sisi membentuk 30° terhadap sumbu vertikal. Salah satu ujung tali panjangnya l diikatkan di titik puncak kerucut. Ujung tali lainnya diikatkan pada benda titik bermassa m. Benda mengalami gerak melingkar

beraturan dengan kelajuan sudut ω sedemikian rupa sehingga benda tetap bersentuhan dengan kerucut sepanjang waktu. Gesekan antara benda dan kerucut diabaikan.

a. **(10 poin)** Hitung tegangan tali T dan gaya normal N yang berkerja pada benda.

b. **(3 poin)** Hitung nilai ω maksimum agar benda tetap bersentuhan dengan permukaan kerucut.



Pembahasan:

a. Hukum II Newton pada arah vertikal dan radial:

$$T\sin 30° - N\cos 30° = m\omega l\sin 30° \qquad \boxed{\textbf{2 poin}}$$

$$T\cos 30° + N\sin 30° - mg = 0 \qquad \boxed{\textbf{2 poin}}$$

Besar T dan N:

$$T = \frac{m}{2}\left(\frac{l\omega^2}{2} + \sqrt{3}g\right) \qquad \boxed{\textbf{3 poin}}$$

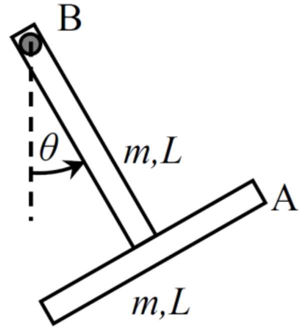
$$N = \frac{m}{2}\left(g - \frac{\sqrt{3}}{2}l\omega^2\right) \qquad \boxed{\textbf{3 poin}}$$

b. Syarat ω_{maks} adalah $N = 0$

$$\omega = \sqrt{\frac{2g}{\sqrt{3}l}} \qquad \boxed{\textbf{3 poin}}$$

6. **(10 poin)** Sebuah pendulum dibentuk oleh dua batang tipis identik homogen A dan B masing-masing panjangnya L dan bermassa m, dihubungkan membentuk siku-siku dengan cara mengikatkan ujung batang B ke titik tengah batang A untuk membentuk pendulum T. Ujung batang B yang satu lagi digantungkan pada langit-langit sebagai

poros sehingga pendulum dapat berosilasi ketika pendulum diberikan simpangan θ terhadap vertikal.



a. **(2 poin)** Hitung torsi relatif terhadap poros ketika pendulum disimpangkan sebesar θ
b. **(4 poin)** Hitung momen inersia rotasi terhadap poros
c. **(2 poin)** Turunkan persamaan gerak pendulum
d. **(2 poin)** Ketika pendulum disimpangkan dengan sudut θ sangat kecil sehingga pendulum bergerak mendekati gerak osilasi harmonik sederhana, berapakah periode osilasinya?

Pembahasan:

a. Torsi terhadap poros:

$$\tau = \tau_A + \tau_B = -mgL\sin\theta - mg\frac{L}{2}\sin\theta = -\frac{3}{2}mgL\sin\theta$$ **2 poin**

b. Momen inersia batang A terhadap poros dihitung menggunakan torema sumbu tegak lurus:

$$I_A = \frac{1}{12}mL^2 + mL^2 = \frac{13}{12}mL^2$$ **2 poin**

Momen inersia batang B:

$$I_B = \frac{1}{3}mL^2$$ **1 poin**

Momen inersia pendulum

$$I = I_A + I_B = \frac{13}{12}mL^2 + \frac{1}{3}mL^2 = \frac{17}{12}mL^2$$ **1 poin**

c. Persmaan gerak pendulum:

$$\tau = I\alpha$$

$$-\frac{3}{2}mgL\sin\theta = \frac{17}{12}mL^2\ddot{\theta}$$

$$\ddot{\theta} + \frac{18}{17}\frac{g}{L}\sin\theta = 0$$ **2 poin**

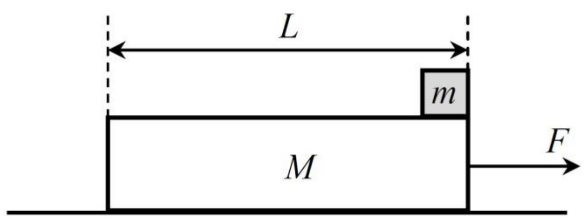
d. Untuk θ kecil, $\sin\theta \approx \theta$ sehingga pendulum memiliki persamaan gerak osilasi harmonik sederhana:

$$\ddot{\theta} + \frac{18}{17}\frac{g}{L}\theta = 0$$

Periode gerak pendulum adalah:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{17L}{18g}}$$ **2 poin**

7. **(6 poin)** Sebuah papan panjang L dan massa M dapat meluncur tanpa gesekan sepanjang permukaan lantai horizontal. Balok kecil bermassa m mula-mula diam di atas papan tepat di ujungnya, seperti ditunjukkan pada gambar. Koefisien gesek antara balok dan papan adalah μ. Papan mula-mula diam dan kemudian bergerak ke kanan dengan kecepatan awal v_0. Berapa nilai kecepatan v_0 paling kecil agar balok kecil lepas dari ujung kiri papan? Asumsikan balok kecil cukup kecil relatif terhadap L sehingga lebarnya dapat diabaikan.



Pembahasan:

Mula-mula kecepatan balok adalah $v_m = 0$ dan kecepatan awal papan adalah $v_M = v_0$. Momentum sistem konstan, karena permukaan lantai licin. Nilai minimum v_0 terjadi ketika balok kecil diam relatif terhadap papan saat mencapai ujung kiri papan, atau $v'_m = v'_M = v$.

Kekekalan momentum:

$$Mv_0 = (M+m)v$$ **2 poin**

Kekekalan energi:

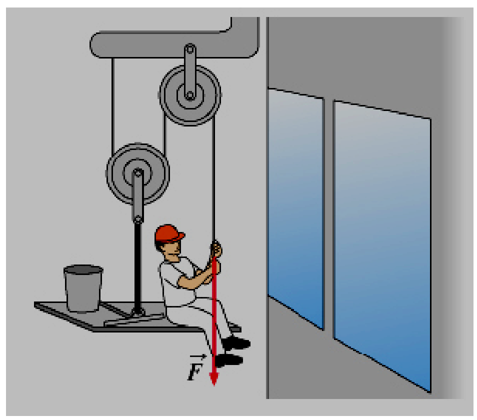
$$EK_{awal} = EK_{akhir} + E_{gesek}$$

$$\frac{1}{2}M{v_0}^2 = \frac{1}{2}(M+m)v^2 + \mu MgL \qquad \boxed{\textbf{1 poin}}$$

Kecepatan minimum balok adalah

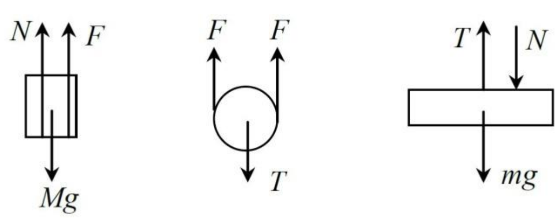
$$v_0 = \sqrt{2\mu gL\left(1+\frac{m}{M}\right)} \qquad \boxed{\textbf{3 poin}}$$

8. **(5 poin)** Seorang pencuci jendela bermassa M sedang duduk di atas papan digantungkan menggunakan sistem tali dan katrol seperti ditunjukkan pada gambar. Dia menarik tali dengan besar gaya F. Tali dan katrol adalah ideal (ringan dan tanpa gesekan), dan papan bermassa m. Percepatan gravitasi bumi g. Berapa nilai gaya F agar dia tetap diam?



Pembahasan:

Pencuci jendela dalam keadaan setimbang. Diagram gaya pada pencuci jendela, katrol paling bawah dan papan:



Persamaan gerak si pencuci jendela:

$$N + F - Mg = 0 \qquad \boxed{\textbf{1 poin}}$$

Persamaan gerak katrol:

$$2F - T = 0 \qquad \boxed{\textbf{1 poin}}$$

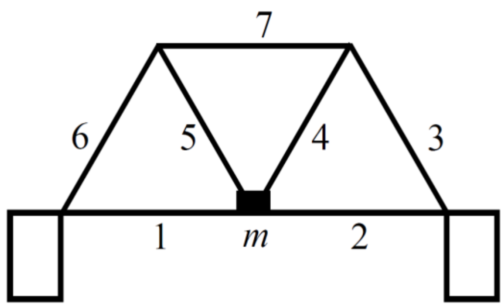
Persamaan gerak papan:

$$T - N - mg = 0$$ **1 poin**

Besar gaya F adalah

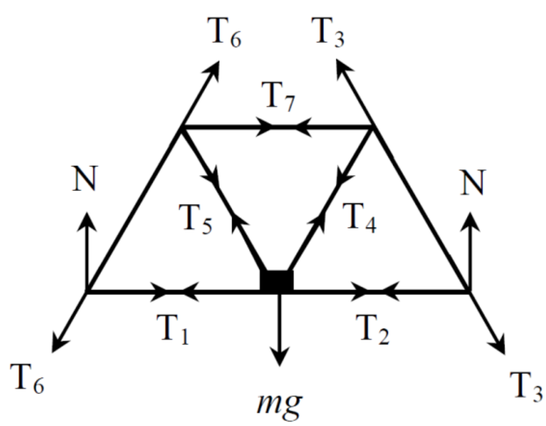
$$F = \left(\frac{M+m}{3}\right)g$$ **2 poin**

9. **(8 poin)** Perhatikan sebuah jembatan pada gambar di bawah ini, teridiri atas segtiga sama sisi yang dibentuk oleh batang-batang identik. Asumsikan tujuh batang tidak bermassa dan di setiap titik sambung antar batang terdapat sebuah engsel. Jika sebuah mobil bermassa m berada di tengah jembatan, hitung besar gaya (tegangan) pada setiap batang. Asumsikan bahwa penopang tidak memberikan gaya horizontal pada jembatan.



Pembahasan:

Diagram gaya pada tiap-tiap batang:



Tinjau seluruh sistem jembatan:

$$2N = mg$$

$$N = \frac{mg}{2}$$ **1 poin**

Tinjau batang 6:

$$T_6 \sin 60° = N$$

$$T_6 = \frac{N}{\sin 60°} = \frac{mg}{\sqrt{3}} \qquad \boxed{\textbf{1 poin}}$$

Tinjau batang 1:

$$T_1 = T_6 \cos 60° = \frac{mg}{2\sqrt{3}} \qquad \boxed{\textbf{1 poin}}$$

Karena sistem simetris sehingga berlaku

$$T_3 = T_6 = \frac{mg}{\sqrt{3}} \qquad \boxed{\textbf{1 poin}}$$

$$T_2 = T_1 = \frac{mg}{2\sqrt{3}} \qquad \boxed{\textbf{1 poin}}$$

$$T_4 = T_5 \qquad \boxed{\textbf{1 poin}}$$

Tinjau mobil:

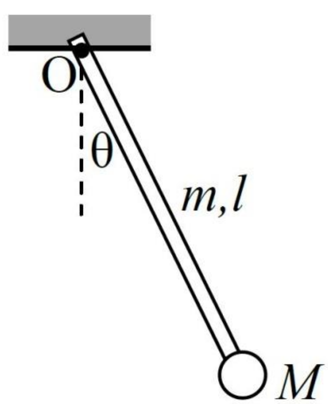
$$(T_4 + T_5) \cos 30° = mg$$

$$T_4 = T_5 = \frac{mg}{2 \cos 30°} = \frac{mg}{\sqrt{3}} \qquad \boxed{\textbf{1 poin}}$$

Tinjau batang 7:

$$T_7 = T_5 \cos 30° + T_6 \cos 60° = \frac{mg}{\sqrt{3}} \qquad \boxed{\textbf{1 poin}}$$

10. **(9 poin)** Sebuah pendulum terdiri dari batang bermassa m dan panjangnya l digantungkan pada titik O sebagai poros. Sebuah bola kecil bermassa M berada di ujung batang seperti pada gambar. Hitung periode pendulum.



Pembahasan:

Momen gaya total terhadap titik O:

$$I_{tot}\frac{d^2\theta}{dt^2} = -Mgl\sin\theta - mg\frac{l}{2}\sin\theta \qquad \boxed{\textbf{2 poin}}$$

$$\left(Ml^2 + \frac{1}{3}ml^2\right)\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\left(M + \frac{1}{2}m\right)gl\sin\theta \qquad \boxed{\textbf{2 poin}}$$

Gunakan pendekatan osilasi kecil $\sin\theta \approx \theta$, kita peroleh

$$\ddot{\theta} + \frac{\left(M + \frac{1}{2}m\right)}{\left(\frac{1}{3}m + M\right)}\frac{g}{l}\theta = 0 \qquad \boxed{\textbf{3 poin}}$$

Periode bandul adalah

$$T = 2\pi\left\{\frac{(M + m/2)}{M + m/3}\frac{g}{l}\right\}^{\frac{1}{2}} \qquad \boxed{\textbf{2 poin}}$$

Untuk kasus $M \gg m$, kita peroleh periode bandul sederhana

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

11. **(6 poin)** Sebuah partikel yang massanya m dan bermuatan q bergerak dengan kelajuan v memasuki medan magnet homogen B secara tegak lurus sehingga lintasan partikel berupa lingkaran. Tentukan:

    a. **(2 poin)** Jari-jari lintasan partikel
    b. **(2 poin)** Kecepatan sudut partikel
    c. **(2 poin)** Momentum sudut partikel

Pembahasan:

a. Pada peristiwa ini gaya Lorentz berperan sebagai gaya sentripetal.

$$F_{lorentz} = F_{sentripetal}$$

$$qvB = \frac{mv^2}{R}$$

$$R = \frac{mv}{qB} \qquad \boxed{\textbf{2 poin}}$$

b. Kecepatan sudut dapat dicari dari hasil (a)

$$R = \frac{mv}{qB} = \frac{m(\omega R)}{qB}$$

$$\omega = \frac{qB}{m} \qquad \boxed{\textbf{2 poin}}$$

c. Momentum sudut partikel

$$L = I\omega = (mR^2)\left(\frac{qB}{m}\right) = R^2Bq \qquad \boxed{\textbf{2 poin}}$$

12. **(5 poin)** Sebuah elektron bergerak dengan kecepatan awal 10^5 m/s pada arah y positif dalam pengaruh medan magnet sebesar 10^4 N/C dalam arah yang sama. Apakah elektron akan makin dipercepat atau diperlambat akibat medan listrik ini? jelaskan. Jika diperlambat, berapakah jarak yang ditempuh sampai akhirnya berhenti?

Pembahasan:

Karena muatan adalah negatif maka arah gaya (percepatan) yang ditimbulkan oleh medan listrik berlawanan dengan medan atau berlawanan dengan kecepatan awal, sehingga elektron akan diperlambat sampai akhirnya berhenti.

Besar perlambatan:

$$a = \frac{q}{m}E = \frac{1{,}6\ x\ 10^{-19}}{9{,}1\ x\ 10^{-31}} \times 10^4 \approx 1{,}76\ \times 10^{15}\ \mathrm{m/s^2} (\text{arah y negatif}) \qquad \boxed{\textbf{2 poin}}$$

$$v^2 = v_0^2 + 2ax$$

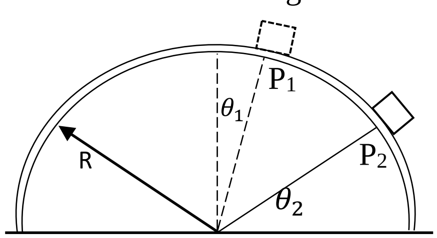
$$v = 0, v_0 = 10^5\ \mathrm{m/s},\ \ a = -1{,}76\ \times 10^{15}\ \mathrm{m/s^2}$$

$$v^2 = v_0^2 + 2ax$$

$$0 = (10^5)^2 + 2(-1{,}76\ \times 10^{15})^2 x$$

$$x = \frac{10^{10}}{3{,}52x10^{15}} \approx 2{,}84 \times 10^{-6}\ \mathrm{m} \qquad \boxed{\textbf{3 poin}}$$

13. **(7 poin)** Sebuah partikel bergerak dari keadaan diam di posisi P_1 pada suatu permukaan bola yang halus yag memiliki jari-jari R. Pada posisi P_2 partikel tersebut terlepas dari permukaan. Carilah hubungan antara θ_1 dan θ_2.



Pembahasan:

$$EK_1 + EP_1 = EK_2 + EP_2$$

$$0 + mgR\cos\theta_1 = \frac{1}{2}m{v_2}^2 + mgR\sin\theta_2$$

$${v_2}^2 = 2gR(\cos\theta_1 - \sin\theta_2)$$ **3 poin**

Pada P_2 gaya normal yang menekan permukaan hilang, dan komponen $mg\sin\theta_2$ sebagai gaya sentripetal.

$$mg\sin\theta_2 = \frac{m{v_2}^2}{R}$$ **2 poin**

$$mg\sin\theta_2 = \frac{m[2gR(\cos\theta_1 - \sin\theta_2)]}{R}$$

$$\sin\theta_2 = 2\cos\theta_1 - 2\sin\theta_2$$

$$\sin\theta_2 = \frac{2}{3}\cos\theta_1$$ **2 poin**

14. **(5 poin)** Sebuah benda dengan massa 200 gram yang diikatkan pada sebuah pegas yang digantung dan memiliki konstanta pegas 15 N/m. Pada keadaan awal, pegas dalam keadaan tidak teregang. Jika pegas tersebut dilepaskan, hitunglah kecepataan benda ketika menyentuh meja yang terletak 20 cm di bawah titik lepas benda tersebut.

Pembahasan:

Energi potensial sistem:

U= $mgh + \frac{1}{2}kx^2$ **1 poin**

$h =$ ketinggian di atas meja

$x =$ panjang regangan dari pegas

Ketika benda akan dilepas:

$h = h_1 = 0{,}2$ m

$x = x_1 = 0$

$v = v_1 = 0$

Ketika benda menyentuh meja:

$h = h_2 = 0$ m

$x = x_2 = h_1 = 0{,}2$ m

$v = v_2$

$E_{K1} + E_{P1} = E_{K2} + E_{P2}$

$0 + mgh_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 + \frac{1}{2}kh_1^2$

$v_2 = \sqrt{2gh_1 - (kh_1^2/m)}$

$v_2 = \sqrt{2(10)(0,2) - [(15)(0,2)^2/(0,2)]} = 1$ m/s **4 poin**

15. **(6 poin)** Sebuah mobil dengan massa 0,8 ton melakukan perjalanan melalui pergunungan pada tingkat kemiringan 30° dengan kecepatan 72 km/jam. Berapakah daya (dalam kilowatt) yang dibutuhkan untuk mengendarai mobil menaiki pegunungan tersebut sejauh 1 km jika diketahui koefisien kinetiknya sebesar 0,15?

Pembahasan:

Massa = 0,8 ton = 800 kg

$v = 72$ km/jam = 20 m/s

$\mu_k = 0{,}15$

$W = mg$

$W = (800\text{ kg})(10\text{ m/s})$

$W = 8000$ N

$W_y = W\cos 30° = 6928{,}2$ N

$W_x = W\sin 30° = 4000$ N

$d = vt$

$1000\text{ m} = 20\text{ m/s}\ x\ t$

$t = 50$ s

$f_k = \mu_k N$

$f_k = (0{,}15)(6928{,}2\text{N}) = 1039{,}23$ N **1 poin**

$$P = \frac{Fd}{t} = \frac{(f_k + W_x)(d)}{t}$$

$$P = (1039{,}23\ \mathrm{N} + 4000\ N)\left(\frac{1000\ \mathrm{m}}{50\ \mathrm{s}}\right)$$

$$P = 100784{,}6\ \text{watt} = 100{,}8\ \text{kilowatt}$$

4 poin

16. **(8 poin)** Suatu kalorimeter berisi es (kalor jenis es = 0,5 kal/gK, kalor lebur es = 80 kal/g) sebanyak 36 g pada temperatur 6℃. Kapasitas kalorimeter adalah 27 kal/K. Kemudian ke dalam kalorimeter tersebut dituangkan alkohol (kalor jenis alkohol = 0,58 kal/gK) pada temperatur 50℃ yang menyebabkan temperatur akhir menjadi 8℃. Tentukan massa alkohol yang dituangkan (dalam gram).

Pembahasan:

Diketahui:

T_{es} = -6℃

C = 27 kal/K

m_{es} = 36 g

c_{es} = 0,5 kal/gK

L_{es} = 80 kal/g

c_{air} = 1 kal/gK

$T_{alkohol}$ = 50℃

$c_{alkohol}$ = 0,58 kal/gK

T = 8℃

Berlaku Azas Black yang menyatakan kalor yang diserap sama dengan kalor yang dilepaskan. Es menyerap kalor, suhunya naik menjadi 0℃, kemudian melebur menjadi air, lalu naik suhunya menjadi 8℃. Kalor yang diserap es adalah:

$Q_{es} = m_{es}.c_{es}.\Delta T + m_{es}.L_{es} + m_{es}.c_{es}.\Delta T$

= 36 x 0,5 x (0-(-6)) + 36 x 80 +36 x 1 x 8

= 3.276 kalori

3 poin

Pada kalorimeter, temperature naik dari -6℃ menjadi 8℃ sehingga kelorimeter menyerap panas sebesar

$Q_{kal} = C.\Delta T$

=27 x (8-(-6))

=378 kalori **2 poin**

Kalor yang dilepas alcohol diserap oleh es dan kalorimeter sehingga

$Q_{kal} = Q_{es} + Q_{kal}$

$m_{alkohol}.c_{alkohol}.\Delta T$ =3.276 + 378

$m_{alkohol}$ x 0,58 x 42 = 3.654

$m_{alkohol}$ = 150 gram **3 poin**

17. **(7 poin)** Air terjun yang tingginya 12 m menerjunkan air 1000 m^3/s dan dimanfaatkan oleh PLTA. Bila percepatan gravitasi 9,8 m/s^2 dan seluruh daya listrik terpakai untuk memanaskan 1000 m^3 air, tentukan kenaikan suhu air per sekon.

Pembahasan:

- Debit air Q = 1000 m^3/s = 1000 x 10^3 dm^3/s = 10^6 dm^3/s. Untuk air berlaku: 1 dm^3=1 L = 1 kg, sehingga massa air per detik = 10^6 kg/s.
- Energy listrik PLTA berasal dari energi potensial air:

$$E_{listrik} = E_p$$

$$Pt = mgh \text{ atau } P = \frac{m}{t} gh$$

$$P = 10^6 \text{ x } 9{,}8 \text{ x } 12 = 117{,}6 \text{ x } 10^6\ W$$ **3 poin**

Energi listrik digunakan untuk memanaskan 1000 m^3 atau 10^6 dm^3 air. Karena 1 dm^3 air = 1 kg, maka massa air yang dipanaskan adalah 10^6 kg. kenaikan suhu air per sekon dapat dihitung sebagai berikut.

$$E_{listrik} = Q$$

$$Pt = mc\Delta T$$

Kalor jenis air c = 1 kal/g°C = 4200 J/kg°C, sehingga

$$\Delta T = \frac{Pt}{mc}$$

$$\Delta T = \frac{117{,}6 \text{ x } 10^6 \text{ x } 1}{10^6 \text{ x } 4200}$$

$$\Delta T = 2{,}8 \text{ x } 10^{-2}\text{°C}$$ **4 poin**

Kenaikan suhu air per sekon adalah 2,8 x 10^{-2}°C

18. **(4 poin)** Sebuah tabung kaca diisi "hingga batas tanda" dengan 50,00 cm^3 air raksa pada 18°C. Jika tabung dan isinya dipanaskan hingga 38°C, berapa banyak air raksa yang akan berada di atas tanda? $\alpha_{kaca} = 9{,}0 \text{ x } 10^{-6}°\text{C}^{-1} dan\ \beta_{air\ raksa} = 182 \text{ x } 10^{-6}°\text{C}^{-1}$.

Pembahasan:

Kita akan mengasumsikan $\beta_{kaca} = 3\alpha_{kaca}$ **1 poin**

sebagai pendekatan yang baik. Bagian dalam tabung akan memuai sebagaimana layaknya sebatang kaca padat. Jadi,

Volume air raksa di atas tanda = $(\Delta\text{V untuk air raksa}) - (\Delta\text{V untuk kaca})$

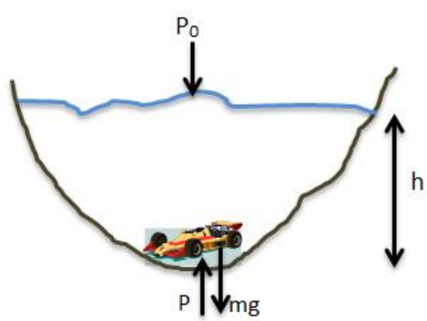
$$\text{Volume air raksa di atas tanda } = \beta_a V_0 \Delta\text{T} - \beta_k V_0 \Delta\text{T} = (\beta_a - \beta_k) V_0 \Delta\text{T}$$

$$= [(182 - 27) \text{ x } 10^{-6}°\text{C}^{-1}](50{,}00 \text{ cm}^3)[(38 - 18)°\text{C}]$$

$$= 0{,}15 \text{ cm}^3$$ **3 poin**

19. **(7 poin)** Sebuah mobil gagal melewati suatu tikungan dan tenggelam ke dalam danau yang dangkal dengan kedalaman 8 m.
    a. **(3 poin)** Jika luas pintu mobil 0,5 m^2, berapakah gaya yang diberikan pada bagian luar pintu oleh air?
    b. **(2 poin)** Berapakah gaya yang diberikan pada bagian dalam pintu oleh udara, dengan mengasumsikan bagian dalam mobil ada pada tekanan atmosfer?
    c. **(2 poin)** Apa yang harus dilakukan penumpang agar pintu dapat terbuka?

Pembahasan:



h = 8 m

A = 0,5 m^2

(a) P_0 = 1 atm = 1,01 x 10^5 Pa

$P = P_0 + \rho gh$

P = 1,01 x 10^5 Pa + (1000 kg/m^3 x 9,8 m/s^2 x 8 m)

P = 179400 Pa

P = F/A

F = PA

F = 179400 Pa x 0,5m^2 = 89700 N = 8,97 x 10^4 N **3 poin**

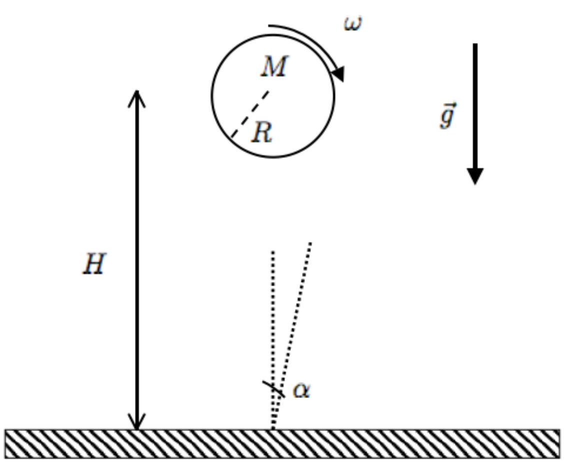
(b) F = P_0A

F = 1,01 x 10^5 Pa x 0,5 m^2

F = 5,02 x 10^4 N **2 poin**

(c) Jika jendela digulung turun, tekanan pada kedua sisi dari pintu akan sama dan pintu akan terbuka **2 poin**

20. **(14 poin)** Bola pejal dengan massa M dan radius R berputar dengan kecepatan sudut ω dijatuhkan dari ketinggian H. Bola memantul di lantai dengan kecepatan vertikal yang sama. Ketika terpantul, bola tidak menggelinding dan dalam proses bola tersebut dikenai gesekan $f = \mu N$, dimana N adalah gaya kontak antara bola dan lantai dan μ konstanta. Oleh karena itu, bola mengalami impuls vertikal dan horizontal. Asumsikan durasi kontak, Δt, sangat pendek.



a. **(7 poin)** Berapa besar sudut pantulan bola α terhadap vertikal?

b. **(4 poin)** Berapa nilai kecepatan sudut akhir bola?

c. **(3 poin)** Berapa nilai H agar bola tidak berputar setelah memantul?

Pembahasan:

a.

$$v_y = \sqrt{2gH} \ldots..1$$

$$\Delta p_y = N\Delta t = 2Mv_y = 2M\sqrt{2gH} \ldots.2$$

3 poin

$$v_x = \frac{\Delta p_x}{M} \approx \frac{F_x \Delta t}{M} = \frac{\mu N \Delta t}{M}$$

2 poin

$$v_x = 2\mu\sqrt{2gH}$$

$$\tan\alpha = \frac{v_x}{v_y} = 2\mu$$

2 poin

b. Gaya gesek pada pantulan akan menghasilkan torsi yang berlawanan arah dengan rotasi benda:

$$\Delta L = I\Delta\omega = -\tau\Delta t = -R\mu N\Delta t = -2R\mu M\sqrt{2gH}$$

$$\omega - \omega_0 = \Delta\omega = \frac{-2R\mu M\sqrt{2gH}}{I}$$

$$I = \frac{2}{5}MR^2$$

$$\omega = \omega_0 - \frac{5\mu\sqrt{2gH}}{R}$$

4 poin

c. Supaya tidak berputar, ω=0,

$$\omega_0 = \frac{5\mu\sqrt{2gH}}{R}$$

$$H = \frac{R^2{\omega_0}^2}{50\mu^2 g}$$

3 poin