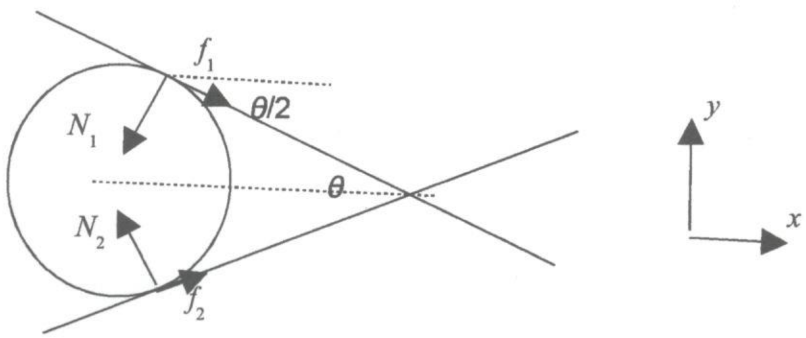
Solusi Fisika Seleksi OSN 2008

Tingkat Provinsi

1. Pada saat tidak bergeser lagi, terjadi keseimbangan gaya pada sistem

   Perhatikan gambar di bawah



1.0 poin

Dari simetri, kita bisa ketahui bahwa besar N_1 dan N_2 sama: $N_1 = N_2 = N$. (1) 1.0 poin

Demikian juga besar f_1 dan f_2 sama: $f_1 = f_2 = f$. (2) 1.0 poin

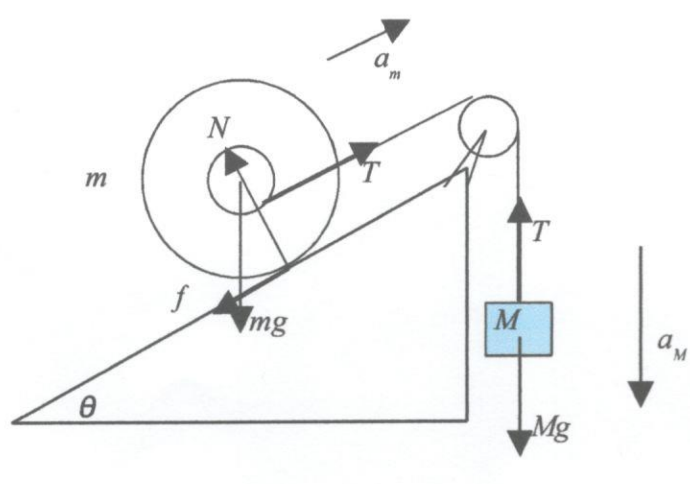
Karena simetri, komponen gaya dalam arah y akan saling menghapuskan.

Dalam arah x: $f \cos \theta/2 - N \sin \theta/2 = 0$ (3) 2.0 poin

Dalam keadaan hampir terpeleset: $f = \mu N$. (4) 2.0 poin

Sehingga didapat $\tan \theta/2 = \mu$. (5) 1.0 poin

2. kasus a.



1.0 poin

Ada gaya gesek yang bekerja pada sistem. Arah gaya gesek ke bawah. Persamaan gerak sistem:

massa m: arah x': $T - f - mg\sin\theta = ma_m$ (1) 1.0 poin

arah y': $N - mg\cos\theta = 0$ (2)

Sumbu x' searah bidang miring, dan sumbu y' tegak lurus bidang miring.

rotasi: $fR - Tr = \frac{1}{2}mR^2\alpha$ (3) 1.0 poin

massa M: arah y: $Mg - T = Ma_M$ (4) 0.5 poin

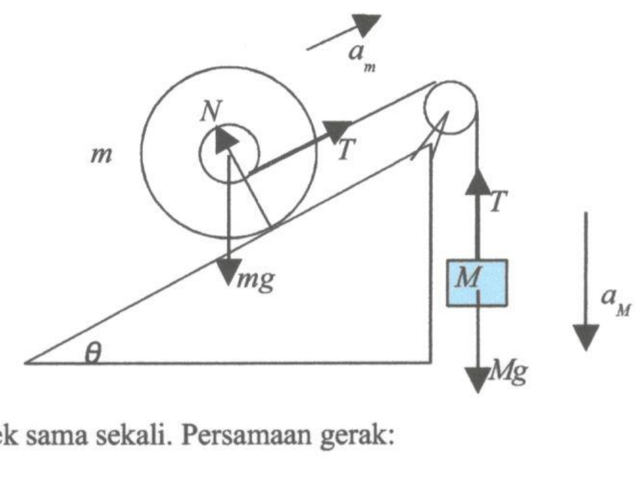
hubungan percepatan: $a_M = a_m\left(1 - \frac{r}{R}\right)$ (5) 1.0 poin

hubungan rotasi: $\alpha = \frac{a_m}{R}$ (6) 0.5 poin

gunakan persamaan (1), (3), (4), (5), (6) dan hubungan $r = \lambda R$, $M = \eta\, m$ didapat

$$a_M = \frac{\eta(1-\lambda)^2 - (1-\lambda)\sin\theta}{1.5 + \eta(1-\lambda)^2}g \qquad (7)$$ 1.0 poin

kasus b.



1.0 poin

Tidak ada gaya gesek sama sekali. Persamaan gerak:

massa m: arah x': $T - mg\sin\theta = ma_m$ (8) 1.0 poin

arah y': $N - mg\cos\theta = 0$ (9)

dengan sumbu x' searah bidang miring, dan sumbu y' tegak lurus bidang miring.

rotasi : $Tr = \frac{1}{2} mR^2 \alpha$ (10) 1.0 poin

massa M: arah y: $Mg - T = Ma_M$ (11) 1.0 poin

hubungan percepatan: $a_M = a_m + \alpha r$ (12) 1.0 poin

Diperoleh hubungan: $a_M = \frac{(1+2\lambda^2)\eta - \sin\theta}{(1+2\lambda^2)\eta + 1} g$ (13) 1.0 poin

Dengan memasukkan besar η dan λ didapat

$a_M = g/8$ untuk kasus a, (14) 1.0 poin

$a_M = 5g/8$ untuk kasus b. (15) 1.0 poin

3. Energi mula-mula adalah energi kinetik dan energi potensial:

Energi mula-mula: $E = -mgl\cos(\theta) + \frac{1}{2} mv^2$. (1) 2.0 poin

Supaya tidak menyentuh atap, kecepatan akhir hanya dalam arah azimuthal saat $\theta = \pi/2$.

Energi akhir: $E = \frac{1}{2} mv_{\varphi^2}$. (2) 2.0 poin

Kekekalan momentum sudut: $ml\sin(\theta) v = mlv_\varphi$. (3) 2.0 poin

Dari persamaan-persamaan ini didapat $v = \sqrt{\frac{2gl}{\cos\theta}}$ (4) 2.0 poin

4. Pada saat tumbukan, sistem ini bisa dipandang sebagai sistem 2 massa: m dan $2m$ yang dihubungkan dengan pegas k.

Dalam kerangka pusat massa, pusat massa sistem diam. Posisi pusat massa = 2/3 L dari massa m dengan L adalah panjang pegas. Dihitung dari massa $2m$, jarak pusat massa = 1/3 L.

Massa $2m$ akan berosilasi dengan pegas sepanjang 1/3 L, yang mempunyai konstanta pegas $3k$.

Jadi periode osilasi $T = 2\pi\sqrt{\frac{2m}{3k}}$. 2.5 poin

Proses tumbukan terjadi selama osilasi dari titik kesetimbangan, ke amplitudo minimum kemudian ke titik keseimbangan lagi. Jadi lama proses tumbukan = setengah osilasi.

$t = ½\, T$.

Jadi jawaban untuk pertanyaan a. $t = \pi\sqrt{\frac{2m}{3k}}$ 2.5 poin

Dalam kerangka pusat massa, posisi $2m$ sebelum tumbukan sama dengan posisi massa $2m$ setelah tumbukan. Dalam kerangka lab, pergeseran massa $2m$ sama dengan pergeseran pusat massa.

Kecepatan pusat massa = $\frac{mv}{m+2m} = \frac{1}{3}v$

Jadi pergeseran massa $2m$ adalah $\frac{\pi v}{3}\sqrt{\frac{2m}{3k}}$ 6.0 poin

Dalam frame lab, sebelum tumbukan: kecepatan massa $m = v/3$, kecepatan massa $2m = 0$.

Dalam frame pusat massa, sebelum tumbukan: kecepatan massa $m = 2v/3$, kecepatan massa $2m = -v/3$.

Dalam frame pusat massa, sesudah tumbukan: kecepatan massa $m = -2v/3$, kecepatan massa $2m = v/3$.

Dalam frame lab, sesudah tumbukan:

kecepatan massa m: $-v/3$, kecepatan massa $2m = 2v/3$. 3.0 poin

5. Kecepatan massa m sudah berada di B adalah v.

maka kecepatan massa M saat itu adalah $v \sin\theta$: 2.0 poin

Saat m bergeser ke B, massa M turun sejauh $\frac{h}{\cos\theta_0} - \frac{h}{\cos\theta}$. 2.0 poin

Energi mula-mula = 0.

Kekekalan energi: $0=\frac{1}{2}mv^2+\frac{1}{2}M(v\sin\theta)^2-Mgh\left(\frac{1}{\cos\theta_0}-\frac{1}{\cos\theta}\right)$. 2.0 poin

Didapat $v=\sqrt{\frac{2Mgh}{m+M\sin^2\theta}\left(\frac{1}{\cos\theta_0}-\frac{1}{\cos\theta}\right)}$ 1.0 poin

Saat $\theta=0$, didapat $v=\sqrt{\frac{2Mgh}{m}\left(\frac{1}{\cos\theta_0}-1\right)}$ 1.0 poin

6. Saat kereta lepas dari lintasan, kecepatan kereta membentuk sudut α terhadap horizontal. Besar kecepatan v. Jarak yang ditempuh adalah $L=\frac{2v\sin\alpha}{g}v\cos\alpha=\frac{2v^2\sin\alpha\cos\alpha}{g}$.

Jarak ini harus sama dengan lebar celah $2R\sin\alpha$.

Jadi $2R\sin\alpha=\frac{2v^2\sin\alpha\cos\alpha}{g}$, atau $v^2=\frac{gR}{\cos\alpha}$ 3.0 poin

(Agar kereta tidak lepas lintasan dibutuhkan kecepatan $\frac{mv^2}{R}=mg\cos\alpha$ atau $v^2=gR\cos\alpha$. Kecepatan yang dibutuhkan dari perhitungan di atas lebih tinggi daripada ini).

Dari kekekalan energi: $mgH=mgR(1+\cos\alpha)+\frac{mv^2}{2}$. 3.0 poin

$H=R\left(1+\cos\alpha+\frac{1}{2\cos\alpha}\right)$. 2.0 poin