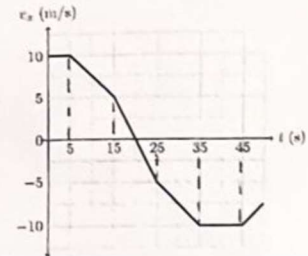


SOLUSI UTS FISIKA DASAR 1B (FI 1101)

Sabtu, 15 Oktober 2022

Pukul 09.00 – 11.00 WIB

1. Gerak suatu benda sepanjang sumbu x ditunjukkan oleh grafik kecepatan terhadap waktu seperti pada gambar. Diketahui pada saat $t = 15$ s benda berada di posisi $x = -25$ m.
- Tentukan percepatan rata-rata benda antara $t = 0$ sampai $t = 25$ s.
 - Tentukan percepatan sesaat benda pada $t = 30$ s.
 - Tentukan posisi awal benda.



JAWAB :

1a) Ingat bahwa percepatan rata – rata dirumuskan sebagai berikut :

$$\bar{a} = \frac{v_x(t_f) - v_x(t_i)}{t_f - t_i}$$

Maka diperoleh hasil sebagai berikut :

$$\bar{a} = \frac{v_x(25) - v_x(0)}{25} = \frac{-5 - 10}{25} = -\frac{3}{5} \text{ m/s}^2$$

1b) untuk mencari percepatan sesaat, berarti cari gradien dari grafik dari waktu $t = 25$ hingga $t = 35$

$$m = a = \frac{dv_x}{dt} = \frac{v_x(t_f) - v_x(t_i)}{t_f - t_i} = \frac{-10 - (-5)}{35 - 25} = \frac{-5}{10} = -0.5 \text{ m/s}^2$$

1c) Untuk menentukan posisi awal benda, ingat bahwa :

- posisi/jarak merupakan integral dari fungsi kecepatan terhadap variabel waktu
- integral merupakan luas di bawah garis/kurva pada fungsi kecepatan terhadap waktu

dari dua pernyataan di atas, maka hitung dulu perubahan jaraknya (Δx), yang nilainya adalah luas grafik dari $t_i = 0$ hingga $t_f = 15$. Sehingga :

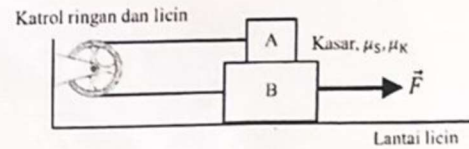
$$\Delta x = 5 \cdot 10 + \frac{(5 + 10) \cdot 10}{2} = 50 + 75 = 125 \text{ m}$$

Jarak/posisi akhir dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$x(t_f) = x(t_i) + \Delta x \rightarrow -25 = x(t_i) + 125$$

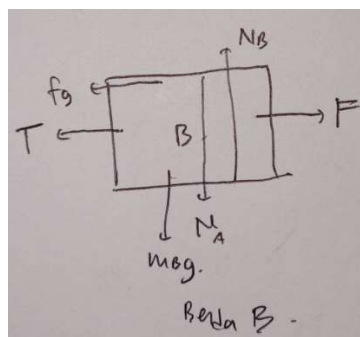
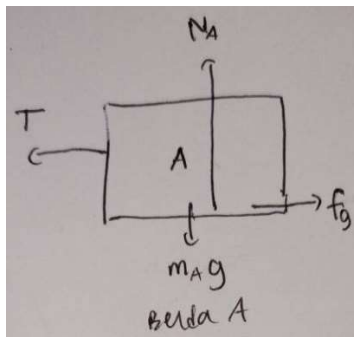
$$x(t_i) = -150 \text{ m}$$

2. Dua buah balok masing-masing bermassa $m_A = 2 \text{ kg}$ dan $m_B = 3 \text{ kg}$ terhubung dengan tali ringan yang melalui sebuah katrol licin dan ringan seperti pada gambar. Lantai horizontal licin, sedangkan permukaan A dan permukaan B kasar dengan koefisien gesekan statis dan kinetik masing-masing adalah $\mu_s = 0,8$ dan $\mu_k = 0,6$. Balok B ditarik oleh sebuah gaya konstan yang berarah horizontal dengan besar $F = 50 \text{ N}$. Percepatan gravitasi adalah $g = 10 \text{ m/s}^2$.
- Gambarkan diagram benda bebas untuk balok A dan balok B.
 - Tentukan besar percepatan untuk masing-masing balok.
 - Tentukan besar gaya tegangan tali.



JAWAB :

2a) diagram benda bebasnya dapat dilihat sebagaimana gambar di bawah :



2b) kedua benda berada dalam kondisi satu tali, yang artinya percepatan balok memiliki nilai sama

- Ketika ada koefisien gesek, kita perlu uji terlebih dahulu apakah gaya gesek akibat koefisien gesek statis dari dua benda lebih besar dibandingkan gaya tarikannya. Jika lebih besar, maka benda selalu akan diam. Jika lebih kecil, maka benda bergerak
- Dalam meninjau koefisien gesek statis, tinjau saat benda diam
- Gunakan persamaan $f_g \leq \mu_s N_A$, dimana syarat ini adalah syarat benda diam

Tinjau balok A :

$$\Sigma F_y = 0$$

$$N_A - m_A g = 0 \rightarrow N_A = m_A g \quad (1)$$

$$\Sigma F_x = 0$$

$$T - f_g = 0 \rightarrow T = f_g \quad (2)$$

Tinjau balok B :

$$\Sigma F_x = 0$$

$$F - T - f_g = 0 \rightarrow F = 2f_g \rightarrow f_g = \frac{F}{2} = \frac{50}{2} = 25 \text{ Newton}$$

Kita lihat nilai dari koefisien gesek pada kedua benda

$$\mu_s \cdot N_A = 0,8 \cdot 2 \cdot 10 = 16 \text{ Newton}$$

Dua nilai tadi setelah kita bandingkan dengan $f_g \leq \mu_s N_A$, nilai f_g dan $\mu_s N_A$ tidak memenuhi persamaan tersebut, yang artinya benda bergerak.

Oleh karena itu, kita sekarang meninjau benda dalam posisi bergerak

Tinjau balok A :

$$\Sigma F_y = 0$$

$$N_A - m_A g = 0 \rightarrow N_A = m_A g \quad (1)$$

$$\Sigma F_x = m_A a$$

$$T - f_g = m_A a \rightarrow T - \mu_k N_A = m_A a \quad (2)$$

Tinjau balok B :

$$\Sigma F_x = m_B a$$

$$F - T - f_g = m_B a \rightarrow F - T - \mu_k N_A = m_B a$$

$$F - m_A a - 2\mu_k N_A = m_B a$$

$$F - 2\mu_k m_A g = (m_A + m_B) a$$

$$a = \frac{F - 2\mu_k m_A g}{m_A + m_B}$$

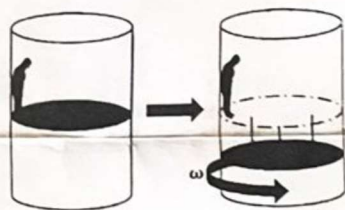
$$a = \frac{50 - 2 \cdot 0,6 \cdot 2 \cdot 10}{2 + 3} = \frac{26}{5} = 5,2 \text{ m/s}^2$$

Besar gaya tegangan tali dapat disubstitusi melalui persamaan 2 :

$$T = m_A a + \mu_k N_A = m_A a + \mu_k m_A g$$

$$T = 2 \cdot \frac{26}{5} + 0,6 \cdot 2 \cdot 10 = \frac{52}{5} + \frac{60}{5} = \frac{112}{5} = 22,4 \text{ Newton}$$

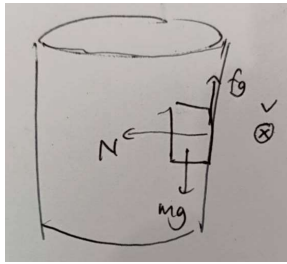
3. Sebuah wahana di taman hiburan terdiri dari silinder vertikal berputar dengan dinding yang kasar. Lantai pada wahana awalnya berada di tengah dinding silinder seperti yang ditunjukkan pada gambar. Setelah seorang penumpang masuk dan silinder berputar cukup cepat, lantai diturunkan ke bawah, namun penumpang tidak ikut meluncur ke bawah (tetap di posisinya/tanpa pinjakan). Penumpang tersebut memiliki massa 60 kilogram. Diketahui jari-jari (R) wahana silinder adalah 5 meter, frekuensi putaran silinder adalah $1/\pi$ putaran per detik. Percepatan gravitasi adalah $g = 10 \text{ m/s}^2$.



- Gambarkan dan identifikasi semua gaya pada penumpang ketika silinder telah berputar dan lantai telah turun.
- Tentukan koefisien gesek statik minimum antara penumpang dengan dinding yang menahan penumpang agar tidak jatuh saat lantai diturunkan.
- Pada laju rotasi wahana yang sama, apabila ada penumpang lain yang bermassa lima kali penumpang sebelumnya, apakah penumpang tersebut akan meluncur ke bawah wahana? Jelaskan jawaban anda.

JAWAB :

3a) gaya – gaya tersebut dapat dilihat diagramnya sebagai berikut



3b) Tentukan dulu kecepatan sudut dari putaran silinder

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{\pi} = 2 \text{ rad/s}$$

$$v = \omega R = 2 \cdot 5 = 10 \text{ m/s}$$

Ketika posisi seimbang, maka gaya berat dengan gaya gesek berada dalam kondisi seimbang

$$\Sigma F_y = 0$$

$$mg = f_g \rightarrow mg = \mu_s N \quad (1)$$

Tinjau dalam arah pusat perputaran. Percepatan yang ditinjau dalam kasus ini adalah percepatan sentripetal, karena

$$N = m a_s \rightarrow N = \frac{mv^2}{R}$$

$$\frac{g}{\mu_s} = \frac{v^2}{R} \rightarrow \mu_s = \frac{gR}{v^2} = \frac{10 \cdot 5}{10^2} = 0,5$$

3c) dengan memisalkan nilai koefisien geseknya sesuai dengan nilai pada soal b), maka kita lihat perbandingan gaya ke atas dengan gaya ke bawah dari benda

$$N = \frac{mv^2}{R} = \frac{5 \cdot 60 \cdot 10^2}{5} = 6000 \text{ N}$$

Gaya gesek ke atas yang terjadi pada penumpang ini adalah :

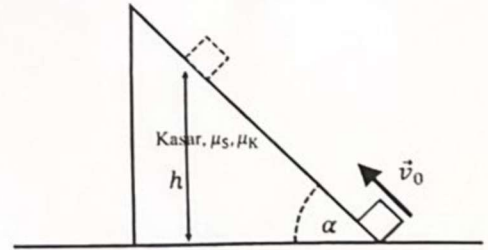
$$f_g = \mu_s N = 0,5 \cdot 6000 = 3000 \text{ N}$$

Sedangkan gaya gravitasi pada penumpang ini adalah :

$$W = mg = 5 \cdot 60 \cdot 10 = 3000 \text{ N}$$

Karena gaya gesek dengan gaya berat bernilai sama, maka dapat dikatakan bahwa penumpang ini **tidak akan meluncur ke bawah** karena gayanya seimbang

4. Sebuah balok bermassa $m = 2 \text{ kg}$ berada di dasar sebuah bidang miring tetap dengan sudut kemiringan $\alpha = 45^\circ$. Koefisien gesekan statik dan kinetik antara permukaan balok dan bidang miring masing-masing adalah $\mu_s = 0,7$ dan $\mu_k = 0,5$. Balok diberikan laju awal sebesar $v_0 = 6 \text{ m/s}$, dan mulai bergerak naik sepanjang bidang miring, dan kemudian berhenti setelah sampai pada ketinggian h . Percepatan gravitasi adalah $g = 10 \text{ m/s}^2$. Tinjau balok sebagai partikel.



- Tentukan nilai h .
- Tentukan usaha yang dilakukan oleh gaya gesek dari mulai bergerak hingga sampai balok pada ketinggian h .
- Setelah sampai pada ketinggian h , apakah balok tetap diam atau akan turun kembali? Jelaskan jawaban anda.

JAWAB :

4a) karena bendanya sudah bergerak, maka koefisien gesek yang digunakan disini adalah koefisien gesek kinetis.

Ingat bahwa, jika ada gesekan pada sistem, maka ada usaha luar oleh gaya gesek yang bekerja, dimana berlaku hubungan sebagai berikut :

$$W = \Delta E_m = E_{m_f} - E_{m_i}$$

Dengan usahanya adalah sebagai berikut :

$$W = -f_g s = -\frac{f_g h}{\sin \alpha} = -\frac{\mu_k mg \cos \alpha h}{\sin \alpha} = -\frac{\mu_k mgh}{\tan \alpha} \quad (1)$$

$$E_{m_i} = \frac{1}{2} m v^2 \quad (2)$$

$$E_{m_f} = mgh \quad (3)$$

Substitusi ke persamaan usaha energi, maka diperoleh sebagai berikut :

$$-\frac{\mu_k mgh}{\tan \alpha} = mgh - \frac{1}{2} m v^2$$

$$\frac{1}{2} \cdot 6^2 = 10h + \frac{0,5 \cdot 10 \cdot h}{\tan 45^\circ}$$

$$15h = 18 \rightarrow h = 1,2 \text{ meter}$$

4b) usaha oleh gaya gesek hingga ketinggian h :

$$W = \frac{\mu_k mgh}{\tan \alpha} = \frac{0,5 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 1,2}{\tan 45^\circ} = 12 \text{ Joule}$$

4c) Tinjau kondisi saat diam pada ketinggian h . Ingat bahwa ketika benda diam, koefisien yang digunakan disini adalah koefisien gesek statis. Ketika gayanya memenuhi kondisi $f_s \leq \mu_s N$, maka benda masih diam

$$\Sigma F_x = 0$$

$$W - f_s = 0 \rightarrow f_s = mg \sin \alpha$$

$$f_s = 2 \cdot 10 \cdot \sin 45^\circ = 10 \sqrt{2} \text{ Newton}$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$N = mg \cos \alpha$$

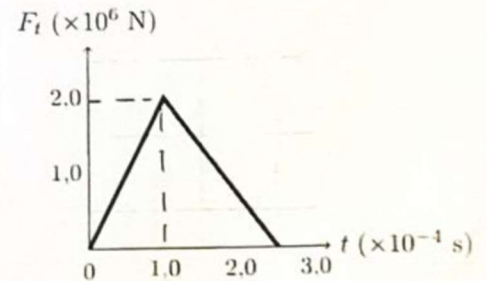
$$N = 2 \cdot 10 \cdot \cos 45^\circ = 10\sqrt{2} \text{ Newton}$$

Nilai ini kita bandingkan dengan $\mu_s N$

$$\mu_s N = 0,7 \cdot 10\sqrt{2} = 7\sqrt{2} \text{ Newton}$$

Nilai antara f_s dan $\mu_s N$ tidak memenuhi kondisi $f_s \leq \mu_s N$, sehingga benda **akan turun**

5. Benda bermassa $m = 2 \text{ kg}$ bergerak lurus sepanjang sumbu $+x$ dengan laju konstan $v = 10 \text{ m/s}$. Pada suatu tempat, benda dipukul dengan gaya $\vec{F} = F_t(\cos \theta \hat{i} + \sin \theta \hat{j})$ dengan besar gaya F_t berubah terhadap waktu seperti ditunjukkan pada grafik dan $\theta = 30^\circ$ adalah sudut terhadap arah $+x$. Interaksi benda dengan pemukul terjadi dalam waktu yang sangat singkat. Akibat dipukul dengan gaya tersebut, benda pecah menjadi dua bagian sama besar. Tentukanlah
- momentum benda sebelum dipukul dengan gaya \vec{F} ,
 - impuls yang diberikan oleh pemukul pada benda,
 - kecepatan pusat massa benda setelah dipukul dengan gaya \vec{F} .



JAWAB :

5a) momentum benda sebelum mengenai gaya adalah sebagai berikut :

$$p_x = mv_x = 2 \cdot 10 = 20 \text{ kg m/s}$$

$$p_y = mv_y = 2 \cdot 0 = 0 \text{ kg m/s}$$

$$\vec{p} = 20\hat{i} \text{ kg m/s}$$

$$p = \sqrt{p_x^2 + p_y^2} = 20 \text{ kg m/s}$$

5b) ingat bahwa impuls merupakan integral dari gaya terhadap waktu

$$I = \int_{t_0}^t F dt$$

Integral dari F dengan t merupakan luas di bawah kurva

$$\int_0^{2,5} F_t dt = \frac{1 \cdot 2}{2} \cdot 10^2 + \frac{1,5 \cdot 2}{2} \cdot 10^2 = 250 \text{ Ns}$$

Oleh karena itu, impuls dalam arah x dan y dapat dihitung sebagai :

$$I_x = \int_0^{2,5} F_x dt = \int_0^{2,5} F_t \cos 30^\circ dt = \cos 30^\circ \int_0^{2,5} F_t dt$$

$$I_x = \frac{1}{2} \sqrt{3} \cdot 250 = 125 \sqrt{3} \text{ Ns}$$

$$I_y = \int_0^{2,5} F_y dt = \int_0^{2,5} F_t \sin 30^\circ dt = \sin 30^\circ \int_0^{2,5} F_t dt$$

$$I_y = \frac{1}{2} \cdot 250 = 125 \text{ Ns}$$

Besar impulsnya adalah sebagai berikut :

$$I = \sqrt{I_x^2 + I_y^2} = 250 \text{ Ns}$$

5c) kecepatan pusat massa kedua benda setelah bertumbukan dapat dihitung dengan impuls momentum

$$I_x = \Delta p_x = p_{fx} - p_{ix}$$

$$I_x = \frac{m}{2} v'_{1x} + \frac{m}{2} v'_{2x} - p_x$$

$$125 \sqrt{3} = \frac{2}{2} v'_{1x} + \frac{2}{2} v'_{2x} - 20$$

$$v'_{1x} + v'_{2x} = 125 \sqrt{3} + 20 \quad (1)$$

$$I_y = \Delta p_y = p_{fy} - p_{iy}$$

$$125 = \frac{2}{2} v'_{1y} + \frac{2}{2} v'_{2y} - 0$$

$$v'_{1y} + v'_{2y} = 125 \quad (2)$$

Menghitung kecepatan pusat massa :

$$v_{pm\ x} = \frac{\frac{m}{2} v'_{1x} + \frac{m}{2} v'_{2x}}{m} = \frac{1}{2} (125 \sqrt{3} + 20) \text{ m/s}$$

$$v_{pm\ y} = \frac{\frac{m}{2} v'_{1y} + \frac{m}{2} v'_{2y}}{m} = \frac{1}{2} \cdot 125 \text{ m/s}$$

$$v_{pm} = \sqrt{v_{pm\ x}^2 + v_{pm\ y}^2} = 118,517 \text{ m/s}$$