Solusi Tutorial 2 Fisika Dasar IA ITB

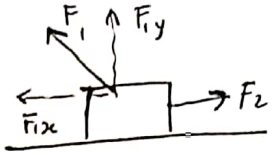
oleh: Wawan K

A. Pertanyaan

① untuk kasus diam dan bergerak dengan kecepatan konstan, kita terapkan hukum Newton pertama, $\Sigma F = 0$.

Hal ini berimplikasi pada $\Sigma F_x = 0$ dan $\Sigma F_y = 0$

⊙ untuk kasus (1)



- arah sumbu $x \rightarrow \Sigma F_x = F_2 - F_{1x}$ → dapat = 0 mungkin
- arah sumbu $y \rightarrow \Sigma F_y = F_{1y}$ → tidak mungkin nol

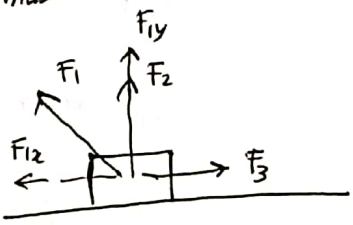
Sehingga kasus (1) tidak termasuk.

⊙ untuk kasus (2)

$\Sigma F_x = F_2 - F_1$ → dapat kemungkinan nol

keddaan (2) termasuk.

- untuk kasus (3)

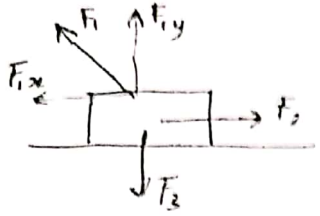


untuk arah x: $\Sigma F_x = F_3 - F_{12}$ → dapat mungkin nol

$\Sigma F_y = F_{1y} + F_2$ → tidak mungkin nol

Jadi, keadaan (3) tidak termasuk.

④ keadaan (4)



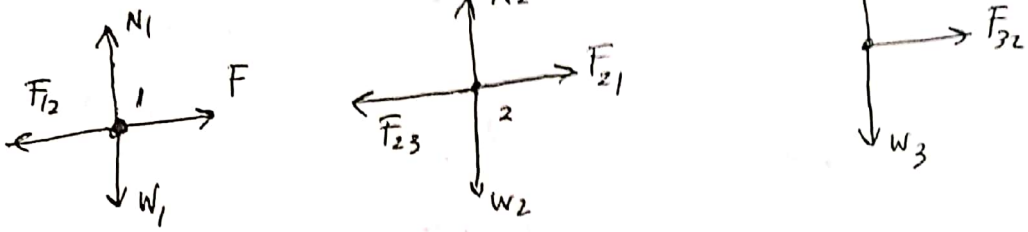
$\Sigma F_x = F_2 - F_{1x}$ → mungkin nol

$\Sigma F_y = F_{1y} - F_3$ → mungkin nol

} keadaan (4) termasuk.

jadi, keadaan (2) dan (4)

② Diagram gaya masing-masing balok:



a) massa total oleh gaya F adalah:

tinjau sistem: $\Sigma F_x = m_{tot} \cdot a$

$F - F_{12} + F_{21} + F_{32} - F_{23} = m_{tot} \cdot a$

$m_{tot} = \frac{F}{a}$

Tinjau benda 1:

$F - F_{12} = m_1 a$

$F = F_{12} + m_1 a$

$= 12a + 5a$

$F = 17a$

tinjau benda 2

$F_{21} - F_{23} = m_2 a$

$F_{21} = F_{23} + m_2 a$

$= 10a + 2a$

$F_{21} = 12a$

tinjau benda 3

$F_{32} = m_3 a$

$F_{32} = 10a$

maka $m_{tot} = \frac{F}{a} = \frac{17a}{a} = \boxed{17\ kg}$

b) massa total oleh F_{21} (yang dipercepat) adalah :

Tinjau benda 2

$$F_{21} - F_{23} = m_2 a$$

$$m_2 = \frac{F_{21} - F_{23}}{a}$$

$$= \frac{12a - 10a}{a}$$

$$m_2 = 2\ kg$$

Dari nomor a, kita peroleh

$F_{21} = 12a$

$F_{32} = 10a$

Tinjau benda 2

$F_{21} - F_{23} = m_2 a$

$F_{21} = F_{23} + m_2 a$

$F_{21} = 10a + 2a = 12a$

$m_{tot} = \frac{F_{21}}{a} = \frac{12a}{a}$

$m_{tot} = 12\ kg$

massa total dipercepat F_{21}

c) massa total yang dipercepat oleh F_{32} adalah :

Tinjau benda 3 :

$$F_{32} = m_3 a$$

$$m_3 = \frac{F_{32}}{a} = \frac{10a}{a} = \boxed{10\ kg}$$

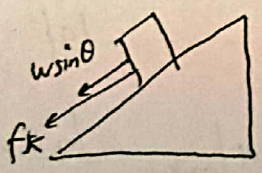
d) percepatan ketiga balok sama, $a_1 = a_2 = a_3 = a$

e) urutan gaya nya F, F_{21} dan F_{32}

(3) Waktu yang diperlukan saat turun lebih lama dibandingkan waktu saat naik. Jika bidang miring licin, maka waktu naik sama dengan waktu turun.

Alasan :

Saat naik



$$-w\sin\theta - fk = ma \qquad a = -\frac{(w\sin\theta + \mu_k mg\cos\theta)}{m}$$

(3) maka besar $|a|_{naik} = g\sin\theta + \mu_k g\cos\theta$

$$|a|_{naik} = g(\sin\theta + \mu_k \cos\theta)$$

Saat turun : $-w\sin\theta + f_k = ma$

$$a = \frac{\mu_u mg\cos\theta - mg\sin\theta}{m}$$

$$|a|_{turun} = g(\mu_u \cos\theta - \sin\theta)$$

$|a|_{naik} > |a|_{turun}$

Kita ketahui $y = \frac{1}{2}at^2 \longrightarrow t^2 = \frac{2y}{a}$

$$t \sim \sqrt{\frac{2y}{a}}$$

jadi, waktu berbanding terbalik dengan percepatan.

Sehingga $t_{naik} < t_{turun}$

⊙ Jika kondisi licin, maka $f_k = 0$

Sehingga : Saat naik : $-mg\sin\theta = ma$

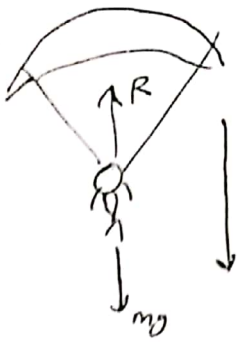
$$|a| = g\sin\theta$$

Saat turun : $mg\sin\theta = ma$

$$|a| = g\sin\theta$$

$|a|_{naik} = |a|_{turun}$, maka $t_{naik} = t_{turun}$

④ Saat penerjun payung jatuh, maka persamaan geraknya :



$$\Sigma F_y = ma_y$$

$$mg - R = m\frac{dV_y}{dt}$$

$$mg - \frac{1}{2}\rho A D V_y^2 = m\frac{dV_y}{dt}$$

$$g - \frac{\frac{1}{2}\rho A D V_y^2}{m} = \frac{dV_y}{dt}$$

Saat kecepatan terminal, maka $a_y = 0$

maka $\frac{dV_y}{dt} = 0$

$$0 = g - \frac{\rho A D V_y^2}{2m}$$

$$g = \frac{\rho A D V_y^2}{2m}$$

$$V_y^2 = \frac{2mg}{\rho A D}$$

$$V_y = \sqrt{\frac{2mg}{\rho A D}}$$

$V_y \rightarrow$ menurun maka $A \rightarrow$ bertambah

$D \rightarrow$ bertambah

Jadi, parameternya : A (luas parasut) dan D (koefisien angkat parasut)

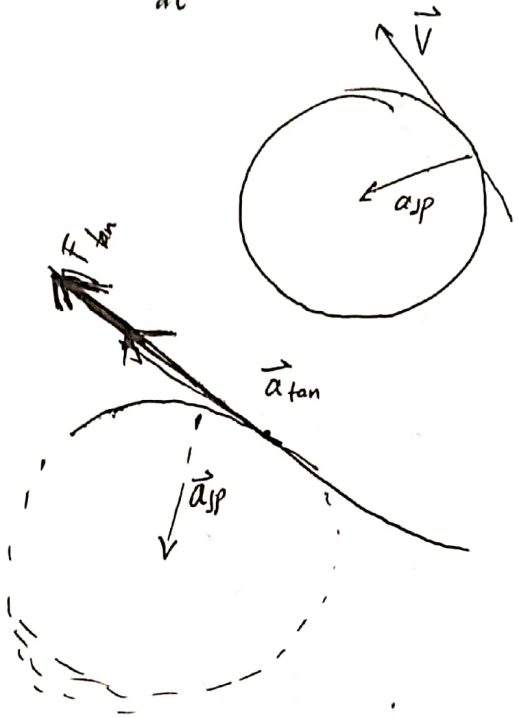
⑤ kelajuan akan berubah. Gaya tangensial (komponen gaya tangensial menyebabkan percepatan tangensial).

- Pada kasus gerak melingkar dengan kelajuan konstan terdapat percepatan sentripetal.

$$a_{sp} = \frac{|V|^2}{R}$$ arahnya menuju pusat lingkaran.

- Jika kelajuan berubah, maka terjadi percepatan tangensial.

$$a_{tan} = \frac{d|V|}{dt}$$ → disebabkan gaya tangensial (gaya yang menyinggung lintasan)



B. SOAL

① kecepatan $\vec{V}$ konstan, (tidak berubah terhadap waktu)

maka $\vec{a} = \frac{d\vec{V}}{dt} = \frac{d}{dt}(3\hat{i} + 4\hat{j}) = 0$

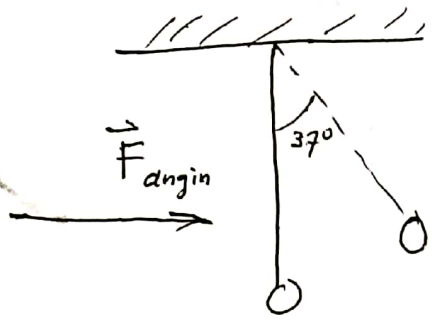
Sehingga: $\Sigma F = m\frac{d\vec{V}}{dt} = 0$

$$\vec{F_1} + \vec{F_2} = 0$$

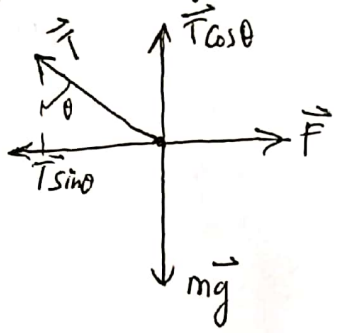
$$(2N)\hat{i} + (-6N)\hat{j} = -\vec{F_2}$$

$$\vec{F_2} = (-2N)\hat{i} + (6N)\hat{j}$$

②



kita gambarkan diagram benda bebas:



$\Sigma F_x = 0$

$F - T\sin\theta = 0$

$F = T\sin 37°$

$\Sigma F_y = 0$

$T\cos\theta - mg = 0$

$T = \frac{mg}{\cos\theta}$

maka: $F = \frac{mg}{\cos\theta} \cdot \sin\theta = mg\tan\theta$

$= (3\times10^{-4})(9{,}8)\tan 37°$

$|\vec{F}| = 2{,}2\times10^{-3}\ N$ //

(b) $|\vec{T}| = \frac{mg}{\cos\theta} = \frac{(3\times10^{-4})(9{,}8)}{0{,}8} = 3{,}7\times10^{-3}\,N$

(3) Diketahui :

$\Sigma F = ma$, $\hat{a}$ → arah dari $\vec{a}$

$(-2\hat{i}+2\hat{j}+5\hat{i}-3\hat{j}-45\hat{i})\,N = m(3{,}75\ m/s^2)\,\hat{a}$

$(-42\hat{i}-1\hat{j})\,N = m(3{,}75\ m/s^2)\,\hat{a}$

$\Sigma F = \sqrt{(-42)^2+(-1)^2}\ N$ pada sudut $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{1}{42}\right)$ dibawah sumbu x

$\Sigma F = 42\ N$ pada $181^\circ = m(3{,}75\ m/s^2)\,\hat{a}$

Untuk Vektor-Vektor yang memiliki nilai sama, (besar dan arahnya harus sama)

a) $\hat{a}$ berada pada 181° berlawanan jarum jam dari sumbu x

b) $m = \frac{42\ N}{3{,}75\ m/s^2} = 11{,}2\ kg$

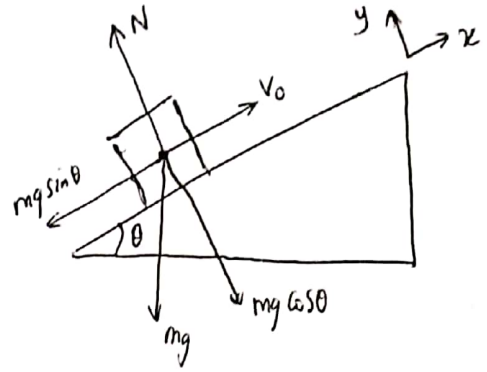
d) $V_f = V_i + at = 0 + (3{,}75\ m/s^2 \text{ pada } 181^\circ)\,10s$, maka $V_f = 37{,}5\ m/s$ pada 181°

$V_f = 37{,}5\ m/s\ \cos 181^\circ\,\hat{i} + 37{,}5\ m/s\ \sin 181^\circ\,\hat{j}$

$V_f = (-37{,}5\,\hat{i} - 0{,}893\,\hat{j})\ m/s$

c) $|V_f| = \sqrt{(37{,}5)^2+(0{,}893)^2} = 37{,}5\ m/s$

(4)



- kita tetapkan arah +x arah ke atas bidang miring, arah +y searah gaya normal. Sumbu pusat koordinat di ujung bawah bidang miring.

$$\Sigma F_x = ma$$

$$-mg\sin\theta = ma$$

$$a = -g\sin\theta$$

Saat mencapai titik tertinggi, maka $V = 0$

$$V = V_0 + at \rightarrow t = \frac{-V_0}{a}$$

a) Posisi balok saat berhenti

$$V^2 = V_0^2 + 2ax$$

$$0 = V_0^2 + 2ax \longrightarrow x = -\frac{1}{2}\frac{V_0^2}{a} = -\frac{1}{2}\left(\frac{(3{,}5\ m/s)^2}{-(9{,}8\ m/s^2)\sin 32^\circ}\right)$$

$$x = 1{,}18\ m$$

b) Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai titik tertinggi,

$$t = \frac{-V_0}{a} = -\frac{V_0}{-g\sin\theta} = \frac{-3{,}5\ m/s}{-9{,}8\sin 32^\circ} = 0{,}674\ s$$

c) Laju kembali ke titik awal adalah sama dengan laju awal (yang diharapkan) karena tidak ada gaya disipasi (yang menyebabkan energi berubah) dalam kasus ini.

mari kita buktikan,

Kita ambil $x = 0$ pada saat titik kembali,

maka : $x = V_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ untuk total waktu (ke atas dan baru ke bawah)

$$0 = V_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$-V_0 t = \frac{1}{2} a t^2$$

$$t = \frac{-2V_0}{a} = \frac{-2V_0}{-g \sin\theta} = \frac{-2\,(3{,}5\ m/s)}{-9{,}8\ m/s^2 \sin 32^\circ} = 1{,}355\ s$$

kecepatan saat kembali,

$$V = V_0 + at$$

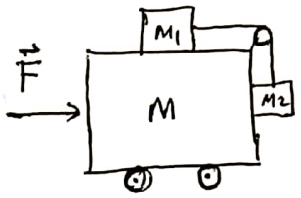
$$= V_0 - gt \sin\theta$$

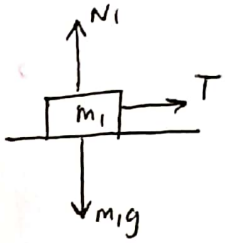
$$= 3{,}50\ m/s - (9{,}8\ m/s^2)(1{,}355\ s) \sin 32^\circ$$

$$V = -3{,}50\ m/s$$

Tanda negatif menyatakan arah ke bawah bidang miring.

(5)

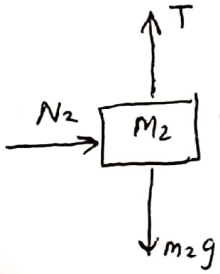




$\Sigma F = ma$

untuk m_1 : ~~$T - m_1 g = m_1 a$~~

$\hookrightarrow T = m_1 a$

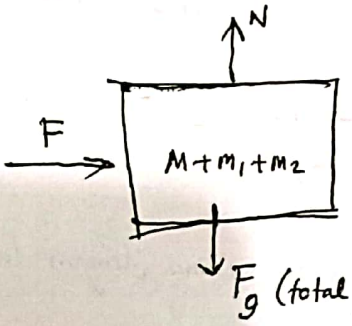


untuk m_2 :

$T - m_2 g = 0$

$T = m_2 g$, eliminasi T, maka

$$a = \frac{m_2 g}{m_1}$$



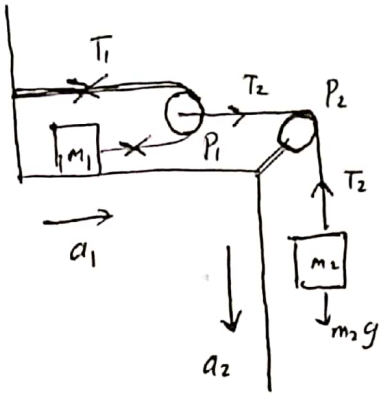
untuk ketiga balok :

$$F = (M + m_1 + m_2)a = (M + m_1 + m_2)\left(\frac{m_2 g}{m_1}\right)$$

(6) a) katrol P_1 memiliki percepatan a_2

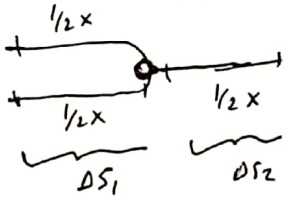
karena m_1 bergerak dua kali jarak yang ditempuh P_1 dalam waktu yang sama, maka m_1 memiliki dua kali percepatan dari P_1

$$a_1 = 2a_2$$



Catatan :

Dalam waktu yang sama :



$$\Delta S_1 = \tfrac{1}{2}x + \tfrac{1}{2}x = x$$

$$\Delta S_2 = \tfrac{1}{2}x$$

$$\frac{\Delta S_1}{\Delta S_2} = \frac{x}{\frac{1}{2}x} = 2$$

$$\Delta S_1 = 2\Delta S_2$$

$$S = v_0 t + \tfrac{1}{2}at^2$$

$$S \sim a$$

maka $a_1 = 2a_2$

b) $\Sigma F = ma$

Untuk benda 2

$$m_2 g - T_2 = m_2 a_2 \quad \text{---- 1)}$$

Untuk benda 1

$$T_1 = m_1 a_1 = 2 m_1 a_2 \quad \text{--- 2)}$$

Untuk katrol P_1

$$T_2 - 2T_1 = 0$$

Pers (1) menjadi : $m_2 g - 2T_1 = m_2 a_2$ kombinasikan pers ini dengan pers (2), maka diperoleh :

$$\frac{T_1}{m_1}\left(2m_1 + \frac{m_2}{2}\right) = m_2 g$$

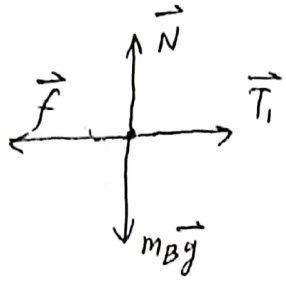
$$T_1 = \left(\frac{m_1 m_2}{2m_1 + \frac{1}{2}m_2}\right) g \quad \text{dan} \quad T_2 = \left(\frac{m_1 m_2}{m_1 + \frac{1}{4}m_2}\right) g$$

c) dari nilai T_1 dan T_2 kita peroleh :

$$a_1 = \frac{T_1}{m_1} = \frac{m_2 g}{2m_1 + \frac{1}{2}m_2} \quad \text{dan} \quad a_2 = \frac{1}{2}a_1 = \frac{m_2 g}{4m_1 + m_2}$$

(7) Diagram benda bebas

Balok B

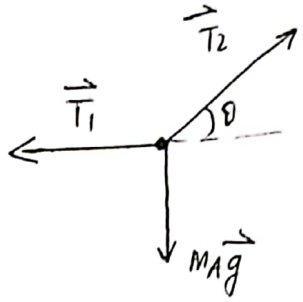


$\Sigma F_x = 0$

$T_1 - f_{s\,maks} = 0 \rightarrow T_1 = f_{s\,maks}$

$\Sigma F_y = 0 \rightarrow N - W_B = 0 \rightarrow N = W_B$

Benda A



$\Sigma F_x = 0$

$T_2 \cos\theta - T_1 = 0 \rightarrow T_1 = T_2 \cos\theta$

$\Sigma F_y = 0 \rightarrow T_2 \sin\theta - W_A = 0$

$T_2 \sin\theta = W_A$

$T_2 = \frac{W_A}{\sin\theta}$

Dari persamaan 2 tersebut, kita peroleh :

$T_1 = \mu_s W_B \rightarrow T_2 \cos\theta = \mu W_B$

kemudian $\frac{W_A}{\sin\theta} \cdot \cos\theta = \mu_s W_B$

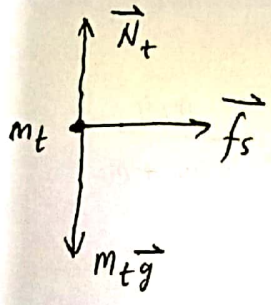
$W_A = \mu_s W_B \cdot \tan\theta$

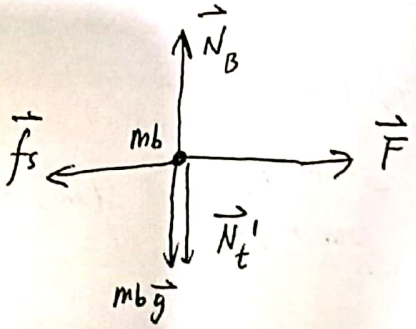
$= 0{,}25\,(711) \tan 30^\circ$

$W_A = 102{,}6\ N$

$W_A \approx 103\ N$

(8) Diagram benda bebas





(8) Sistem terdiri dari dua balok, satu di atas (m_t) dan di bawah (m_b).

Jika kita dorong balok bawah terlalu keras, maka balok atas akan bergeser terhadap balok bawah.

Kita akan fokuskan terhadap gaya maksimum yang bekerja sehingga kedua balok akan bergerak bersama.

$F = 12\,N \rightarrow$ gaya agar tidak tergelincir, maka

$$F = f_{s\,maks} = \mu_s N_t = \mu_s m_t g$$

$$\mu_s = \frac{F_t}{m_t g} = \frac{12\,N}{4\,kg\,(9{,}8\,m/s^2)} = 0{,}31$$

maka untuk kedua balok bergerak bersama, gaya maksimum yang dikerjakan : $F = \mu_s (m_t + m_b) g$ $\qquad a_{atas} = a_{bawah} = a_{max}$

atau :

tinjau balok atas

$$f_{s\,maks} = m_t a$$

$$\mu_s m_t g = m_t a$$

$$\boxed{a_{max} = \mu_s g}$$

tinjau balok bawah

$$F - f_{s\,max} = m_b a$$

$$F = f_{s\,max} + m_b a$$

$$= \mu_s m_t g + m_b (\mu_s g)$$

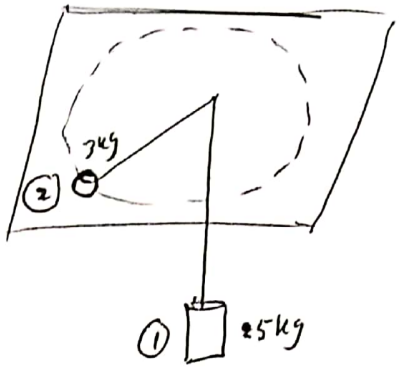
$$\boxed{F = \mu_s (m_t + m_b) g}$$

a) $F = \mu_s (m_t + m_b) g = 0{,}31\,(4\,kg + 5\,kg)\,(9{,}8\,m/s^2) = 27\,N$

b) $a_{max} = \mu_s g = 0{,}31\,(9{,}8\,m/s^2) = 3\,m/s^2$

(9)

Tali dapat menggantung beban tersebut,



$\Sigma F_y = 0$

$T - mg = 0$

$T = m_1 g$

$= 25(9,8)$

$T = 245,25 N$

Benda ke2, $m_2 = 3kg$ diputar diatas meja $r = 0,8 m$

maka: $\Sigma F = ma_{sp}$

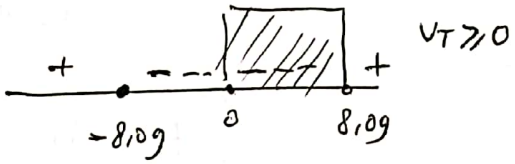
$T \geq \frac{mV_T^2}{r}$

$245,25 \geq \frac{3(V_T^2)}{0,8}$

$(V_T)^2 \leq 65,4$

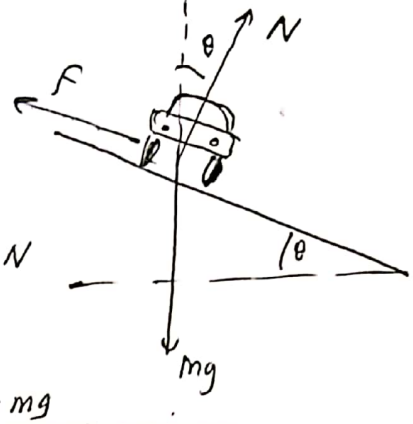
$V_T^2 - 65,4 \leq 0$

$(V_T - 8,09)(V_T + 8,09) \leq 0$



Jadi, rentang nya $0 \leq V_T \leq 8,09$

(10) a) jika mobil tergelincir ke bawah, f berarah keatas bidang miring.

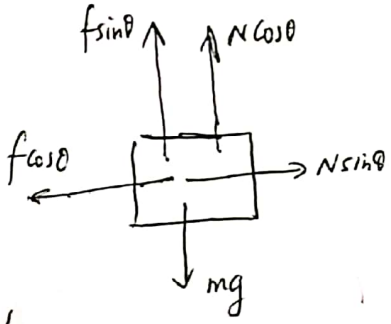


$\Sigma F_y = N\cos\theta + f\sin\theta - mg = 0$ dimana $f = \mu_s N$

$$N = \frac{mg}{\cos\theta\,(1+\mu_s\tan\theta)} \quad \text{dan} \quad f = \frac{\mu_s mg}{\cos\theta\,(1+\mu_s\tan\theta)}$$

kemudian, $\Sigma F_x = N\sin\theta - f\cos\theta = \frac{m V_{min}^2}{R}$, menghasilkan

$$V_{min} = \sqrt{\frac{Rg(\tan\theta - \mu_s)}{1+\mu_s\tan\theta}}$$



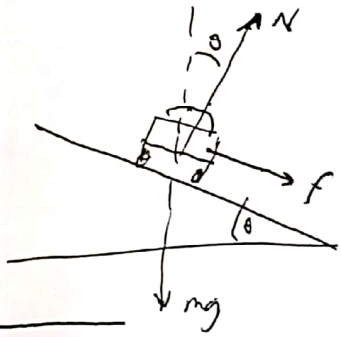
ketika mobil tergelincir (slip) ke atas bidang miring, f berarah kebawah bidang miring.

$\Sigma F_y = N\cos\theta - f\sin\theta - mg = 0$, dengan $f = \mu_s N$

maka: $$N = \frac{mg}{\cos\theta\,(1-\mu_s\tan\theta)} \quad \text{dan} \quad f = \frac{\mu_s mg}{\cos\theta\,(1-\mu_s\tan\theta)}$$

Dalam kasus ini, $\Sigma F_x = N\sin\theta + f\cos\theta = \frac{m V_{max}^2}{R}$

$$V_{max} = \sqrt{\frac{Rg(\tan\theta + \mu_s)}{1-\mu_s\tan\theta}}$$



Jadi rentangnya: saat tidak tergelincir

$$\sqrt{\frac{Rg(\tan\theta - \mu_s)}{1+\mu_s\tan\theta}} \leq V \leq \sqrt{\frac{Rg(\tan\theta + \mu_s)}{1-\mu_s\tan\theta}}$$

b) jika $V_{min} = \sqrt{\frac{Rg(\tan\theta - \mu_s)}{1 + \tan\theta\ \mu_s}} = 0$

maka : $\mu_s = \tan\theta$

~~= konstan~~

c) $V_{min} = \sqrt{\frac{(100\ m)(9{,}8\ m/s^2)\tan(10° - 0{,}1)}{1 + (0{,}1)\tan 10°}} = 8{,}57\ m/s$

$V_{max} = \sqrt{\frac{(100\ m)(9{,}8\ m/s^2)(\tan(10° + 0{,}1)}{1 - (0{,}1)\tan 10°}} = 16{,}6\ m/s$

maka saat tergelincir $8{,}57\ m/s \leq V \leq 16{,}6\ m/s$