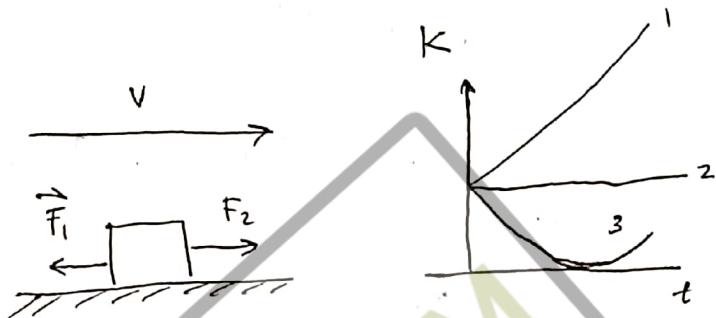


A. PERTANYAAN

- ① Jawaban : a) 2 b) 3 c) 1

Penjelasan :

$$W_{\text{total}} = \Delta K$$



a) $F_1 = F_2$

$$W_{\text{total}} = \Delta K$$

$$W_1 + W_2 = \Delta K$$

$$-F_1d + F_2d = \Delta K$$

$$\Delta K = \Delta K \rightarrow k_2 - k_1$$

$$k_1 = k_2$$

jadi, grafiknya adalah no(2) (garis lurus)

b) $F_1 > F_2$

$$W_{\text{tot}} = \Delta K$$

$$W_1 + W_2 = \Delta K$$

$$-F_1d + F_2d = \Delta K$$

$$\text{negatif} = \Delta K \rightarrow k_2 - k_1 = \text{negatif}$$

maka nilai k_2 akan menurun hingga nol,
dan setelah berhenti masih bergerak ke kanan

jadi, grafiknya no (3)

$$c) F_1 < F_2$$

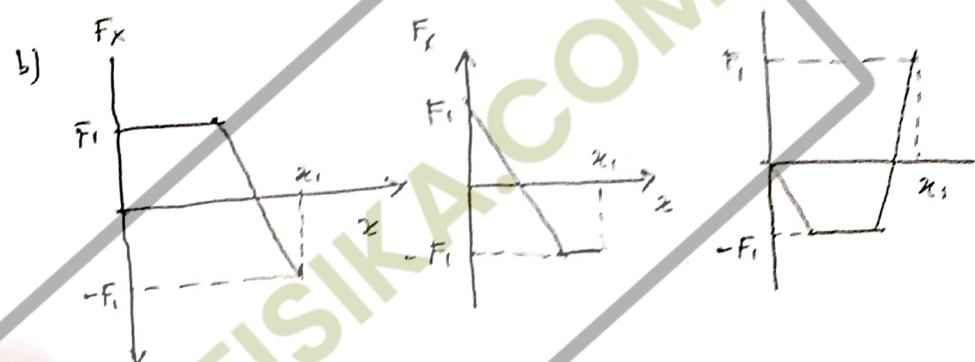
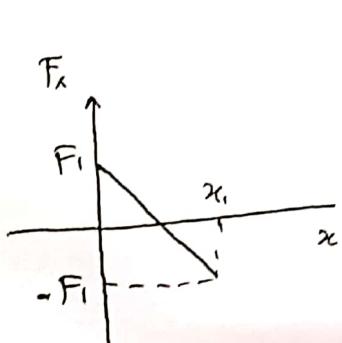
$$W_{kt} = \Delta K$$

$$\underbrace{-F_1 d + F_2 d}_{\text{positif}} = \Delta K$$

$$\text{positif} = \Delta K$$

$k_2 - k_1 = \text{positif}$ artinya k_2 bernilai lebih besar dari k_1

sehingga grafiknya (1)



Jawaban : b) usaha (+), a (usaha nol), c (usaha (-)), d usaha lebih negatif

Penjelasan :

$$W = \int F dx$$

$W = \text{luas grafik } F - x$

a) luas grafik total = $h_1 + L_{II}$

$$W = \frac{1}{2}at - \frac{1}{2}at = 0$$

$\underbrace{L_{\text{segitiga}}}_{\text{Luas segitiga}}$

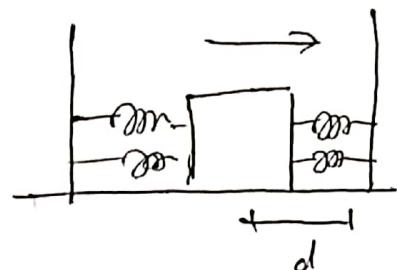
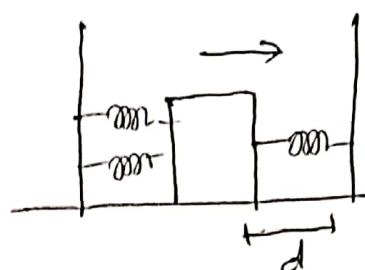
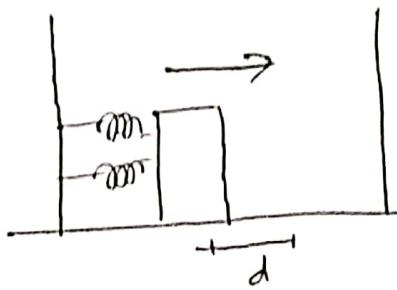
b) $W = L_{\text{trapesium}} - L_{\text{segitiga}} = \text{positif}$

$L_{\text{trapesium}} > L_{\text{segitiga}}$

a)

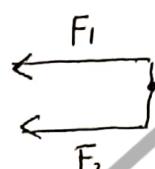
3

(1)



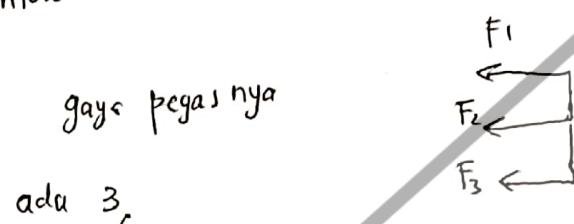
• jika digeser ke kanan sejauh d , gaya yang bekerja pada balok adalah gaya pegas,

• untuk balok (1), gaya pegas berarah ke kiri, dengan arah seperti berikut.



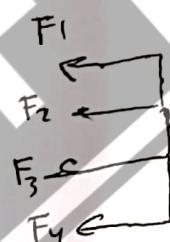
$$\text{besarnya } F_{\text{total}} = F_1 + F_2$$

• untuk balok (2)



$$\text{besarnya } F_{\text{total}} = F_1 + F_2 + F_3$$

• Untuk balok (3)



$$\text{besarnya } F_{\text{total}} \text{ adalah } F_1 + F_2 + F_3 + F_4$$

Jadi, urutan besar F_{total} jika digeser ke kanan sebesar d adalah 3, 2, 1

b) jika digeser keluar sejauh d , maka urutannya sama dengan yang (a) $\rightarrow 3, 2, 1$

c) dan $F_{\text{pegas total}} = F_{\text{total}}$ pada balok, sehingga urutannya sama dengan (a) $\rightarrow W = F_{\text{total}} \cdot d \rightarrow 3, 2, 1$

d) \rightarrow sama dengan (a), (b), (c),

Jadi, jawaban a-d adalah 3, 2, 1

- ④ Jawaban :
- bertambah
 - berkurang
 - berkurang
 - konstan AB dan BC, dan berkurang pada CD

Penjelasan :

a) pada daerah AB

pada daerah ini licin, sehingga tidak ada gaya gesek, kemudian tidak ada gaya eksternal pada balok, maka :

$$W_{\text{external}} = \Delta EM + W_{\text{gesek}}$$

$$\delta = \Delta EM + 0$$

$$\Delta EM = 0$$

\rightarrow berlaku kekekalan energi mekanik

Sehingga $EM_A = EM_B$

$$U_A + K_A = U_B + K_B$$

$$mgh_A + 0 = 0 + K_B$$

$$U = \text{energi potensial}$$

$$K = \text{energi kinetik}$$

$$K_B = mgh_A$$

Sehingga K_B bertambah setesar mgh_A dari awalnya nol ($K_A = 0$)

[bertambah]

b) pada daerah BC

Lintasan licin, berlaku $\Delta EM = 0$

$$EM_B = EM_C$$

$$K_C = mg(h_A - h_C)$$

$$K_B + U_B = K_C + U_C$$

sehingga $K_C < K_B$

$$mgh_A + 0 = K_C + mg h_C$$

[berkurang]

④

c) Daerah CD

$$W_{ext} = \Delta EM + W_{gesek}$$

$$\circ = \Delta EM + W_{gesek}$$

$$\circ = EM_D - EM_C + W_{gesek}$$

$$EM_D + W_{gesek} = EM_C$$

$$K_D + \gamma_b + \mu_k \cdot mg d = K_C + \gamma_C$$

$$K_D = K_C - \mu_k mg d$$

$K_D < K_C$ sehingga \circ [berkurang]

d)) pada daerah AB

daerah ini licin dan tidak ada gaya eksternal,

$$\text{sehingga berlaku } EM_A = EM_B$$

Jadi, jawabannya EM konstan

i) pada daerah BC

Sama dengan daerah AB, EM konstan berlaku $EM_B = EM_C$

o) pada daerah CD

daerah kasar, dan tidak ada gaya luar, sehingga $W_{ext} = \Delta EM + W_{gesek}$

④ d)

$$\Delta E = \Delta EM + W_{gesek}$$

$$\Delta E = EM_D - EM_C + W_{gesek}$$

$$EM_D = EM_C - W_{gesek}$$

$$EM_D < EM_C \rightarrow \text{sehingga } EM \text{ terkurang}$$

⑤

Karena ketiga lintasan berada pada lintasan ~~tidak ada gaya hambatan~~ tidak ada gaya hambatan dan $F_{external}$ sepanjang lintasan tidak ada, maka berlaku kekekalan energi mekanik.

$$W = \Delta EM + W_{gesek}$$

$$\Delta E = \Delta EM + 0$$

$$\Delta EM = 0$$

$$EM_f - EM_i = 0 \rightarrow EM_f = EM_i$$

(1) Lintasan 1

$$EM_A = EM_B$$

$$K_A + U_A = K_B + U_B$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 + 0 = \frac{1}{2}mv^2 + mgh$$

$$v^2 = v_0^2 - 2gh \rightarrow v = \sqrt{v_0^2 - 2gh}$$

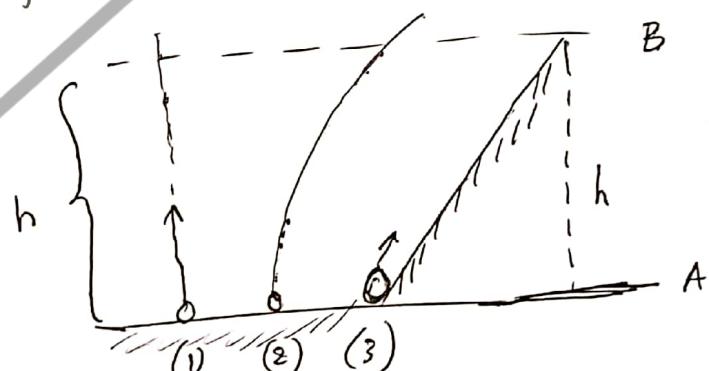
(2) Lintasan 2

$$EM_A = EM_B$$

$$K_A + U_A = K_B + U_B$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 + 0 = \frac{1}{2}mv^2 + mgh$$

$$v = \sqrt{v_0^2 - 2gh}$$



(3) Lintasan 3

$$EM_A = EM_B$$

$$K_A + U_A = K_B + U_B$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 + 0 = \frac{1}{2}mv^2 + mgh$$

$$v = \sqrt{v_0^2 - 2gh}$$

Jadi, Jawabannya Sama

B. SOAL

dibuat oleh : Wawan K

- ① Perubahan energi kinetik dapat dituliskan sebagai :

$$\Delta K = \frac{1}{2} m (V_f^2 - V_i^2)$$

$$= \frac{1}{2} m (2a \Delta x)$$

$$\Delta K = m a \Delta x$$

kita gunakan hubungan

$$V_f^2 = V_i^2 + 2a \Delta x \quad (\text{rumus GHBB})$$

Dari tabel (grafik) disoal dapat kita lihat,

$$\Delta K = (0 - 40) J = -40 J \quad \text{ketika } \Delta x = +5 \text{ m, maka}$$

perputarannya : $a = \frac{\Delta K}{m \Delta x} = \frac{(-40)}{(8 \text{ kg})(5 \text{ m})} = -1 \text{ m/s}^2$

Tanda negatif berarti massa diperlambat, dari gambar juga dapat diperoleh

ketika $x = 5 \text{ m}$, energi kinetik nol, yakni massa akan berhenti saat

sehingga : $V_0^2 = V^2 + 2a \Delta x = 0 - 2(-1)(5) = 10 \text{ m/s}^2$

$$V_0 = \sqrt{10} = 3,16 \text{ m/s} = 3,2 \text{ m/s}$$

Sehingga kelajuan objek saat $x = -5 \text{ m}$ adalah :

$$V = \sqrt{V_0^2 + 2a \Delta x}$$

$$= \sqrt{10 + 2(-1)(-5)}$$

$$V = \sqrt{20} = 4,47 \approx 4,5 \text{ m/s}$$



②

$$W_{\text{tot}} = \Delta K$$

$$W_a + W_g = \Delta K$$

$$W_a = W_{\text{applied}}$$

= W yang diberjalan tali

$$W_a = W_{\text{circular}}$$

$$W_g = W_{\text{gravitasi}}$$

$$W_g = mgh$$

$$W_a = - (60 \text{ N}) (0,30) = -18 \text{ J}$$

(tanda negatif berarti F berlawanan θ)

$$W_a = -18 \text{ J}$$

◦) jika tidak ada tali, $W_a = 0$

$$\Delta K = W_a + W_g$$

$$95 = -18 + W_g$$

$$W_g = 113 \text{ J}$$

$$\Delta K = W_a (=0) + W_g$$

$$\Delta K = 0 + 113 \text{ J}$$

Sehingga Energi kinetiknya lebih besar dari 18 J

③ a) karena benda bergerak sepanjang sumbu x dari $x_i = 5 \text{ m}$ ke $x_f = 6 \text{ m}$,

Usaha yang dilakukan oleh gaya adalah :

$$W = \int_{x_i}^{x_f} F_x dx = \int_{x_i}^{x_f} -gx dx$$

$$= -4,5 (x_f^2 - x_i^2)$$

$$= -4,5 (36 - 25)$$

$$W = -49,5 \text{ J}$$

③ a) Berdasarkan teorema Usaha - energi kinetik,

$$W = \Delta K = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2)$$

$$W = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2)$$

$$\frac{2W}{m} = v_f^2 - v_i^2$$

$$v_f^2 = v_i^2 + \frac{2W}{m}$$

$$v_f = \sqrt{v_i^2 + \frac{2W}{m}}$$

$$= \sqrt{12^2 + \frac{2(-49,5)}{3}}$$

$$v_f = \sqrt{144 - 33}$$

$$v_f = \sqrt{111} = 10,5 \text{ m/s}$$

b) Kecepatan partikel $v_f = 8 \text{ m/s}$, ketika berada di $x = x_f$.

Berdasarkan teorema Usaha - energi dari no(a)

$$W = \int_{x_i}^{x_f} F_x dx = - \int_{x_i}^{x_f} g_x dx$$

$$W = -4,5 (x_f^2 - x_i^2)$$

maka

$$\frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2) = -4,5 (x_f^2 - x_i^2)$$

$$1,5 (v_f^2 - v_i^2) = -4,5 (x_f^2 - x_i^2)$$

$$\textcircled{3} \quad b) \quad V_f^2 - V_i^2 = -3(x_f^2 - x_i^2)$$

$$\frac{V_f^2 - V_i^2}{3} = -x_f^2 + x_i^2$$

$$x_f^2 = x_i^2 - \frac{(V_f^2 - V_i^2)}{3}$$

$$x_f = \sqrt{x_i^2 - \frac{(V_f^2 - V_i^2)}{3}}$$

$$= \sqrt{5^2 - \frac{(8^2 - 1^2)}{3}}$$

$$= \sqrt{25 + \frac{80}{3}}$$

$$x_f = 7,18 \text{ m}$$

\textcircled{4}

$$W = \int F dx$$

$$= \int ma dx$$

$$W = m \underbrace{\int a dx}_{\text{luas grafik}}$$

$$m = 2 \text{ kg}$$

luas grafik

$$W = 2 \int a dx$$

luas grafik

luas grafik

$$a) \quad \text{Saat } x = 4 \text{ m, maka } W = 2 \left[\text{luas } (0-1 \text{ m}) + \text{luas } (1-4 \text{ m}) \right]$$

④

a) $x = 4 \text{ m}$

$$W = 2 \left[\frac{1}{2} 1 \cdot 6 + 3 \times 6 \right]$$

$$= 2 [3 + 18]$$

$$W = 42 \text{ J}$$

Jadi usaha yang diterapkan gaya pada $x = 4 \text{ m}$ adalah 42 J

b) Sama seperti nomor (a), maka :

Saat $x = 7 \text{ m}$

$$W = 2 \left[\text{luas } 1 \Big|_0^1 + \text{luas } 2 \Big|_1^4 + \text{luas } 3 \Big|_4^5 + (-\text{luas } 4) \Big|_5^7 \right]$$

luas 4 (negatif) \rightarrow di bawah sumbu x

$$W = 2 \left[3 + 18 + \left(\frac{1}{2} (1)(6) \right) - \left((2+1) \times \frac{6}{2} \right) \right]$$

$$= 2 [24 - 9]$$

$W = 30 \text{ J} \rightarrow$ usaha oleh gaya pada $x = 7 \text{ m}$ adalah 30 J

c) Saat $x = 9 \text{ m}$

$$W = 2 \left[\text{luas } 1 \Big|_0^5 - \text{luas } 2 \Big|_5^9 \right]$$

$$= 2 \left[\left(\frac{5+3}{2} \times 6 \right) - \left(\frac{4+2}{2} \times 6 \right) \right] = 2 [24 - 18] = 12 \text{ J}$$

Usaha oleh gaya pada $x = 9 \text{ m}$ adalah 12 J

- luas 1 \rightarrow trapesium dari $(x=0 \rightarrow x=5)$

, luas 2 \rightarrow trapesium dari $(x=5 \rightarrow x=9)$

④ d) Berdasarkan teorema Usaha - energi kinetik , untuk interval $(0 \leq x \leq 4)$

$$W = \Delta K$$

Saat $x = 4 \text{ m} \rightarrow W = 42 \text{ J} , V_0 = 0$

sehingga , $42 = \frac{1}{2} m (V_f^2 - 0)$

$$42 = \frac{1}{2} (2) V_f^2$$

$$V_f^2 = 42$$

$$V_f = 6,48 \text{ m/s}$$

$$\boxed{V_f \approx 6,5 \text{ m/s}}$$

Kecapatan nya positif maka arahnya ke sumbu $x +$

e) untuk interval $0 \leq x \leq 7$

Saat $x = 7 \text{ m} \rightarrow W = 30 \text{ J}$

$$30 = \frac{1}{2} m (V_f^2 - 0)$$

$$30 = V_f^2 \rightarrow V_f = 5,47 \text{ m/s}$$
$$\boxed{V_f \approx 5,5 \text{ m/s}}$$

Kecapatan nya $V_f = 5,5 \text{ m/s}$ berarah ke sumbu $x +$

④ f) untuk interval ($0 \leq x \leq 9 \text{ m}$)

Saat $x = 9 \text{ m}$, $W = 12 \text{ J}$

maka : $W = \Delta K$

$$12 = \frac{1}{2}m(v_f^2 - 0)$$

$$12 = v_f^2$$

$$v_f = 3,46 \text{ m/s}$$

$$v_f \approx 3,5 \text{ m/s}$$

Jadi kecepatan nya $v_f = +3,5 \text{ m/s}$ terarah ke sumbu $x+$

⑤ a) Kompresi dari pegas adalah $d = 0,10 \text{ m}$

Usaha yang dilakukan oleh gaya gravitasi (yang bekerja pada balon)

adalah :

$$W_1 = mgd = (0,4)(9,8)(0,10) = 0,392 \text{ J}$$

b) Usaha yang dilakukan oleh pegas adalah :

$$W_2 = -\frac{1}{2}kd^2$$

$$= -\frac{1}{2}(450 \text{ N/m})(0,10)^2$$

$$W_2 = -2,25 \text{ J}$$

c) Laju balon sebelum menempuh/menumbuk pegas,

$$W = \Delta K$$

⑤ c)

$$W = \Delta K \text{ atau}$$

$$\Delta K = W$$

$$0 - \frac{1}{2}mv_i^2 = W_1 + W_2$$

$$v_i^2 = -2 \frac{(W_1 + W_2)}{m}$$

$$v_i = \sqrt{-2 \frac{(0,392 - 2,25)}{0,40}}$$

$$= \sqrt{9,29}$$

$$= 3,047 \text{ m/s}$$

$$v_i \approx 3,1 \text{ m/s}$$

d)

Dengan teorema Usaha-energi kinetik

$$W = \Delta K$$

$$W_1' + W_2' = 0 - \frac{1}{2}mv_i^2$$

$$mgd' + \left(-\frac{1}{2}kd'^2\right) = -\frac{1}{2}mv_i^2, \text{ (persamaan kuadrat)}$$

maka

$$d' = \frac{mg + \sqrt{m^2g^2 + mkv_i'^2}}{k}$$

$$v_i = 3,1 \text{ m/s} \text{ maka } v_i' = 6,2 \text{ m/s}$$

$$\text{sehingga } d' = 0,4(9,8) + \sqrt{(0,14)^2(9,8)^2 + 0,4(450)(6,2)^2}$$

⑤ d)

$$d^1 = \frac{3,92 + \sqrt{0,16(96,04) + 6919,2}}{450}$$

$$d^1 = 0,19 \text{ m}$$

==

⑥ Ketika sistem berada dalam keadaan terisolasi (tidak ada gaya gesek dan tidak ada gaya eksternal), sehingga berlaku keterkaitan energi mekanik.

$$W_{\text{eksternal}} = \Delta EM + W_{\text{gesek}}$$

$$0 = \Delta EM + 0$$

$$\Delta EM = 0$$

$$EM_f - EM_i = 0$$

$$EM_f = EM_i$$

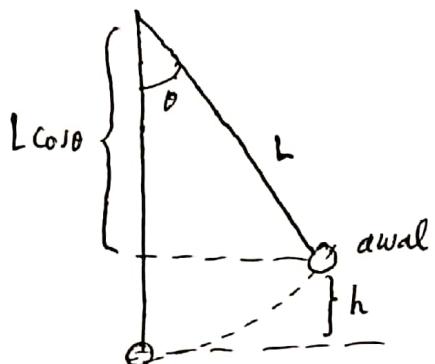
a) Kita terapkan keadaan awal dan akhir saat h ↓ titik terendah

Lebih jauh:

$$EM_f = EM_i$$

$$K_f + U_f = K_0 + U_0$$

$$\frac{1}{2}mv^2 + 0 = \frac{1}{2}mv_0^2 + mgL(1-\cos\theta_0)$$



$$h = L - L \cos\theta$$

$$h = L(1 - \cos\theta)$$

$$v = \sqrt{\frac{2}{m} \left[\frac{1}{2}mv_0^2 + mgL(1-\cos\theta_0) \right]}$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2gL(1-\cos\theta_0)} = \sqrt{9^2 + 2(9,8)(1,5)(1-\cos 35^\circ)}$$

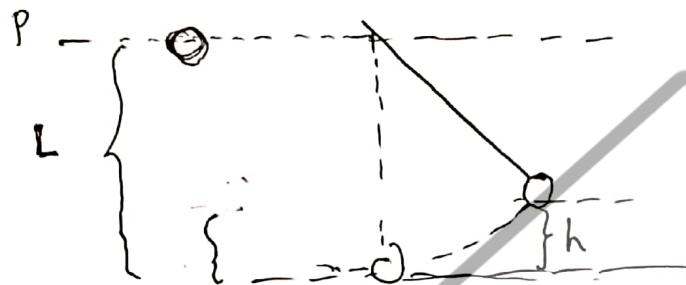
⑥ a)

$$V = \sqrt{81 + (5,316)}$$

$$V = 9,29$$

$$V = 9,3 \text{ m/s}$$

b)



Untuk mencapai titik horizontal (P), sedalamnya saat

$$V \text{ di } P = 0, \text{ sehingga}$$

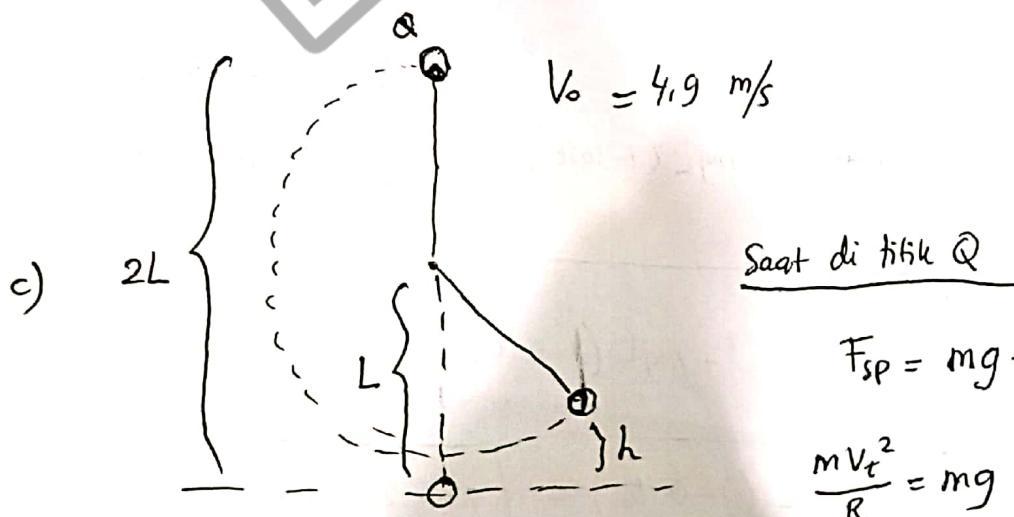
$$EM_f = EM_i$$

$$K_f + U_f = K_i + U_i$$

$$0 + mgL = \frac{1}{2}mV_0^2 + mgL(1 - \cos\theta)$$

$$V_0 = \sqrt{2gL \cos\theta_0}$$

$$= \sqrt{2(9,8)(1,5) \cos(35^\circ)}$$



(6)

c) $F_{sp} = mg + T \quad (T=0)$

$$\frac{mV_t^2}{R} = mg$$

$$V_t^2 = gL$$

Sehingga, $EM_f = EM_0$

$$K_a + U_q \neq K_0 + U_0$$

$$\frac{1}{2}mV_t^2 + mg(2L) = \frac{1}{2}mV_0^2 + mgL(1 - \cos\theta_0)$$

$$\frac{1}{2}mgL + 2mgL = \frac{1}{2}mV_0^2 + mgL(1 - \cos\theta_0)$$

$$V_0 = \sqrt{gL(3 + 2\cos\theta_0)}$$

$$= \sqrt{9,8(1,5)(3 + 2\cos 35^\circ)}$$

$$= \sqrt{14,7(4,638)}$$

$$V_0 = 8,25 \text{ m/s}$$

\equiv

- d) Energi potensial awal lebih besar, energi kinetik akan dibutuhkan sedikit untuk mencapai posisi yang digambarkan bayangan (b) dan (c).

Penambahan θ_0 menyebabkan penambahan U_0 .

Jadi, kita dapat melihat bahwa θ_0 bertambah, maka hasil V_0 pada (b) dan (c)

akan berkurang.

7) kita ambil ketinggian balok awal (original) sebagai $y=0$.

maka saat balok bergerak turun, ketinggiannya adalah $y = -d \sin 30^\circ$

a) Dengan memanfaatkan konserstasi energi mekanik,

$$EM_f = EM_i$$

$$\frac{1}{2}MV^2 + mgy + \frac{1}{2}kd^2 = 0 + 0$$

$$\frac{1}{2}mv^2 + mg(-d \sin 30^\circ) + \frac{1}{2}kd^2 = 0$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = mg d \sin 30^\circ - \frac{1}{2}kd^2$$

$$V^2 = 2g d \sin 30^\circ - \frac{k}{m} d^2$$

$$V = \sqrt{2(9,8)(0,1) \sin 30^\circ - \frac{160}{3}(0,1)^2}$$

$$= \sqrt{0,98 - 0,1533}$$

$$V = 0,66 \text{ m/s}$$

b) berhenti sejenak, $V_f = 0$, maka $k_f = 0$



$$\sin 30^\circ = \frac{y}{d}$$

$$EM_f = EM_i$$

$$k_f + U_f = k_i + U_i$$

$$0 + mgy + \frac{1}{2}kd^2 + 0 + 0$$

$$y = -d \sin 30^\circ$$

$$y = d \sin 30^\circ$$

$$-mgd \sin 30^\circ + \frac{1}{2}kd^2 = 0$$

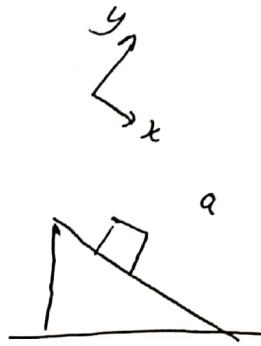
$$mgd \sin 30^\circ = +\frac{1}{2}kd^2 \rightarrow d = +\frac{2mg \cdot \sin 30^\circ}{k}$$

$$d = +0,18 \text{ m} //$$

(7)

c) a) Gaya pegas besarnya : $F_{\text{pegas}} = kd$
 $= 160 (0,18)$

$F_{\text{pegas}} = 28,8 \text{ N}$



gaya ini berarah ke atas bidang miring.

b) komponen gaya gravitasi sejajar bidang miring adalah

$mgs \sin 30^\circ = 3(9,8)(\frac{1}{2}) = 14,7 \text{ N}$

Sehingga : $\sum F_x = ma$

$14,7 - 28,8 = 3a$

$|\vec{a}| = |-4,7| \text{ m/s}^2 = 4,7 \text{ m/s}^2$

d) arahnya ke atas bidang miring

(8) a) kita ketahui bahwa, $\Delta U = -W = -F(r) dr$

$U = - \int F \cdot dr \quad \text{atau} \quad F = - \frac{dU}{dr}$

saat kesetimbangan $r = r_{\text{equilibrium}}$, gaya yang bekerja adalah nol

$r = r_{\text{eq}}$

maka :

$F = - \frac{dU}{dr} \Big|_{r=r_{\text{eq}}} = 0$

$- \frac{12A}{r_{\text{eq}}^{13}} + \frac{6B}{r_{\text{eq}}^7} = 0$

(8) a)

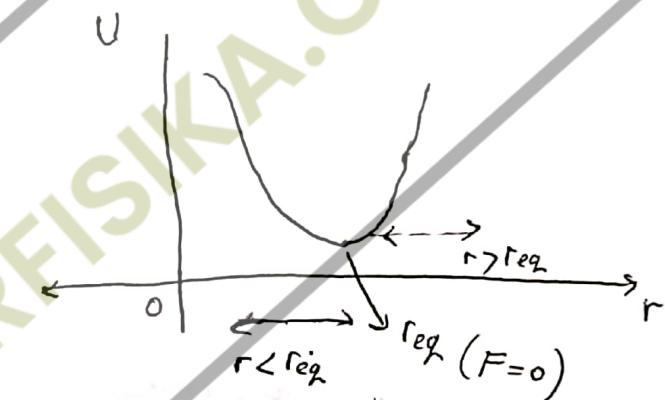
$$-\frac{12A}{r_{eq}^{13}} + \frac{6B}{r_{eq}^7} = 0$$

$$r_{eq} = \left(\frac{2A}{B} \right)^{\frac{1}{6}}$$

$$\boxed{r_{eq} = 1,12 \left(\frac{A}{B} \right)^{\frac{1}{6}}} \quad \dots \dots \text{1)}$$

- b) persamaan (1) pada nomor (a) menyatakan sebuah minimum dalam kurva energi potensial. yang berarti bahwa untuk r lebih kecil dari r_{eq} kemiringan kurva adalah negatif.

sehingga gayanya positif dan arinya tolak melepas



- c) Untuk $r > r_{eq}$, kemiringan kurva positif, sehingga $F \rightarrow$ negatif

F_{negatif} berarti tarik menarik

(9)

- a) Usahanya adalah $W = Fd = (55)(4) = 220 \text{ J}$

↓
oleh gaya eksternal

$$b) \Delta E_{\text{thermal}} = f_{\text{gesek}} \cdot d = W_{\text{gesek}}$$

$$\Delta E_{\text{thermal}} = \mu mg d = 0,55 (3) (9,8)(4) = 64,68 \text{ J}$$

jika 30J telah pergi ke bawah, maka $(64,68 - 30) = 34,68 \text{ J}$ telah pergi ke bantai

(g) c) Usaha yang dilakukan $F_{\text{tensional besar}} = 220 \text{ J}$ akan dikurangi: $\Delta E_{\text{th}} = 64,68$

$$\text{Sehingga } W_{\text{total}} = 220 - 64,68 = 155,32 \text{ J}$$

$$W_{\text{total}} = \Delta K$$

maka
$$\boxed{\Delta K = 155,32 \text{ J}}$$

(h) Energi kinetik awal dan akhir adalah nol.

Kita akan terapkan konsep konservasi energi sesuai $W_{\text{ext}} = \Delta E_{\text{rec}} + \Delta E_{\text{th}}$. Jika ini terjadi saat benda berhenti selamanya di suatu titik. Namun, dalam soal tentunya ini terjadi saat benda ayunan pertama (kearah kanan), atau ayunan kedua (kearah kiri), dapat terjadi selama ayunan pertama (kearah kanan), atau ayunan kedua (kearah kiri), atau ayunan ketiga (kearah kanan lagi) dst.

- jika terjadi pada ayunan pertama, energi termal yang dihasilkan adalah

$$\Delta E_{\text{th}} = f_d d \quad \text{dimana } d \leq L \quad \text{dan} \quad f_d = \mu_k mg$$

- jika terjadi pada ayunan kedua, total energi termal adalah

$$\Delta E_{\text{th}} = \mu_k mg (L+d)$$

dengan $0 \leq d \leq L$

Dengan menghasilkan ke-n ayunan, kita dapatakan pola.

$$\Delta E_{\text{th}} = \mu_k mg ((n-1)L + d)$$

Sehingga: $W_{\text{ext}} = \Delta E_M + \Delta E_{\text{th}}$

$$0 = EM_f - EM_i + \Delta E_{\text{th}}$$

$$EM_i = EM_f + \Delta E_{\text{th}}$$

$$h_f = 0$$

\hookrightarrow mendatar

(10)

$$mgh = 0 + \Delta E_{th}$$

$$mgh = \mu_k mg [(n-1)L + d]$$

dengan $h = \frac{L}{2}$, maka

$$g\left(\frac{L}{2}\right) = \mu_k g ((n-1)L + d)$$

$$\frac{L}{2} = \mu_k [(n-1)L + d] \Rightarrow$$

$$L = 2\mu_k [(n-1)L + 2d]$$

$$L = 2\mu_k [nL - L + d]$$

$$2d = 2\mu_k (n-1)L - L$$

$$\frac{1}{2\mu_k} = n - 1 + \frac{d}{L}$$

$$\frac{2d}{L} = 2\mu_k (n-1) - 1$$

$$\frac{d}{L} = \mu_k n - \mu_k - \frac{1}{2}$$

$$\frac{d}{L} = \frac{1}{2\mu_k} + 1 - n$$

Untuk ruas kanan,

$$\left(1 + \frac{1}{2\mu_k}\right) = 3,5$$

syarat yang diperlukan

$$0 \leq d \leq L \text{ atau } 0 \leq \frac{d}{L} < 1$$

Sehingga, $\frac{d}{L} = 3,5 - n$

lalu ambil $n=3$

$$\frac{d}{L} = 0,5 \quad (\text{diperbolehkan})$$

Jadi, $d = \frac{1}{2}L = \frac{1}{2}(30 \text{ cm}) = 15 \text{ cm}$ pada ayunan ketiga pada bidang datar.