

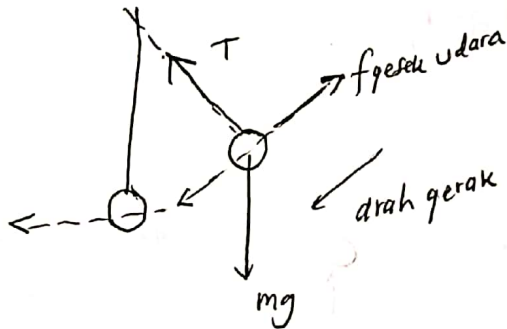
A. Perfanyaan

- ① - Energi kinetik maksimum pada saat titik awal pelepasan. $E_{kmax} = \frac{1}{2} m v_{max}^2$
- Energi potensial maksimum di titik tertinggi, $E_{pmax} = m g h_{max}$

- ② Usaha $W = \int \vec{F} \cdot d\vec{x}$ = luas grafik

urutan nya adalah (b), (a), (c) dan (d)
 ↓ ↓ ↓ ↓
 positif nol negatif lebih negatif

- ③ Bandul sederhana berayun



- a) Gaya yang tidak melakukan usaha : Tegangan tali.

$$W = T \cdot s \cos \theta$$

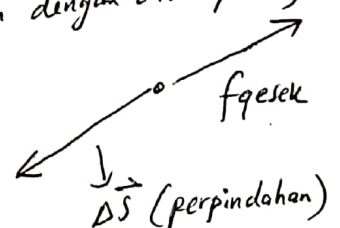
$$= T \cdot S \cos 90^\circ$$

$$W = 0$$

- b) Gaya yang selalu melakukan usaha negatif : Gaya gesek udara.

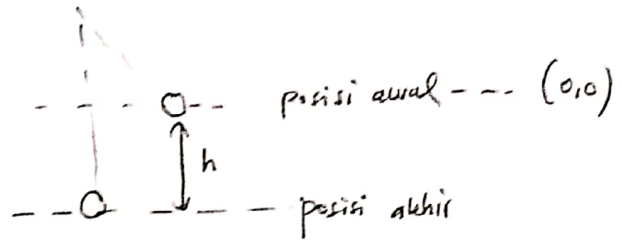
W = f_{ges} \cdot S \cos(180^\circ)

Selalu membentuk sudut 180°
(berlawanan dengan arah gerak)



③ Usaha yang dilakukan oleh gaya gravitasi dapat positif/negatif tergantung perpindahan bandul.

① Saat perpindahan ke bawah



maka perpindahan $h_2 - h_1 = -h(-\hat{j})$

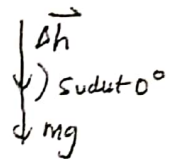
maka, usahanya :

$$W = mg(-\hat{j}) \cdot h(-\hat{j})$$

$$W = mgh \text{ atau}$$

$$W = mgh \cos 0$$

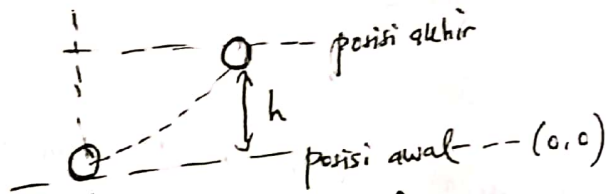
$$W = mgh$$



$$W = \text{positif}$$

Jadi, usahanya positif

② Saat perpindahan ke atas



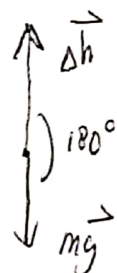
perpindahan : $h_2 - h_1 = h\hat{j} - 0 = h\hat{j}$

$$W = \vec{mg} \cdot \vec{\Delta h} = mg(-\hat{j}) \cdot h\hat{j}$$

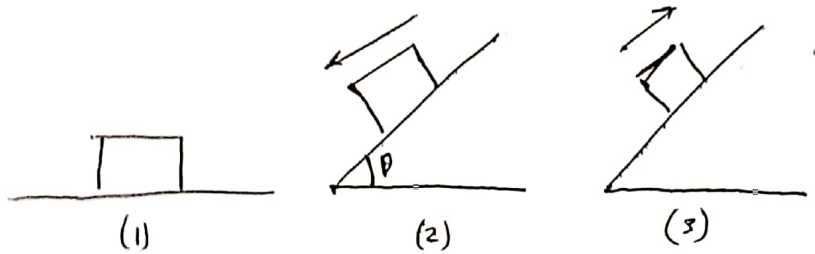
$$\boxed{W = -mgh} \text{ (usaha negatif)}$$

atau $W = mgh \cos 180^\circ$

$$\boxed{W = -mgh}$$



4



kita ketahui bahwa,

$$W_{tot} = \Delta E_{mekanik} + \Delta E_{thermal}$$

$$\Delta E_{th} = f_k \cdot d = \text{energi termal} = \text{energi panas} \\ = \text{usaha oleh gaya gesek}$$

$$\text{maka } \Delta E_{panas} = W_{tot} - \Delta E_{mekanik}$$

$$W_{tot} = W_{eksternal} = F_{eksternal} \cdot d$$

•) untuk keadaan (1)

$$\begin{aligned} \Delta E_{panas} &= F \cdot s - \Delta E_{mek} \\ &= F \cdot s - (\Delta U + \Delta K) \\ &= F \cdot s - (0 + (0 - \frac{1}{2}mv_0^2)) \end{aligned}$$

$F = \text{sama}$

$s = \text{jarak yang ditempuh sama, (gaya gesek sama)}$

$$\Delta E_{panas} = F_s + \frac{1}{2}mv_0^2$$

•) untuk keadaan (2)

$$\begin{aligned} \Delta E_{panas} &= F \cdot s - \Delta E_{mek} \\ &= F \cdot s - (\Delta U + \Delta K) \\ &= F \cdot s - (-mgh - \frac{1}{2}mv_0^2) \end{aligned}$$

$$\Delta E_{panas} = F \cdot s + mgh + \frac{1}{2}mv_0^2$$

Jadi, urutan nya adalah, 2, 1, 3

•) untuk keadaan (3)

$$\begin{aligned} \Delta E_{panas} &= F \cdot s - \Delta E_{mek} \\ &= F \cdot s - (\Delta U + \Delta K) \\ &= F \cdot s - (mgh - \frac{1}{2}mv_0^2) \end{aligned}$$

$$\Delta E_{panas} = F \cdot s - mgh + \frac{1}{2}mv_0^2$$

5) Situasi A (memenuhi prinsip kekekalan energi)

karena kelajuan akan berkurang seiring dengan bertambah ketinggian.

E_k berkurang \rightarrow E_p bertambah

$$\Delta EM = 0$$

$$EM_f = EM_i$$

$$U_f + K_f = U_i + K_i$$

c) untuk situasi B

$V \rightarrow$ konstan E_k konstan dan E_p bertambah

tidak mengikuti prinsip hukum kekekalan energi

B. Soal

- ① Usaha yang dilakukan oleh air pada balok es:

$$\begin{aligned} W &= \vec{F} \cdot \vec{d} = [(210\text{ N})\hat{i} - (150\text{ N})\hat{j}] \cdot [(15\text{ m})\hat{i} - (12\text{ m})\hat{j}] \\ &= 210\text{ N}(15\text{ m}) - (-150\text{ N})(-12\text{ m}) \\ W &= 5 \times 10^3 \text{ J} \end{aligned}$$

- ② a) Usaha yang dilakukan F_a adalah $W = \vec{F}_a \cdot \vec{d} = F_a d \cos \phi$
Kita lihat dari grafik, $W = 25 \text{ J}$ ketika $\phi = 0$ dan $d = 5 \text{ cm}$.

$$\text{maka } F_a = \frac{W}{d} = \frac{25 \text{ J}}{0,050 \text{ m}} = 5 \times 10^2 \text{ N}$$

- b) untuk $\phi = 60^\circ$, maka $W = F_a d \cos(60^\circ)$

$$= 500(0,050)\left(\frac{1}{2}\right)$$

$$W = 12,5 \text{ J}$$

- ③ a) Gaya konstan, maka usahnya $W = \vec{F} \cdot \vec{d}$

$$\bullet \text{ untuk } \vec{F}_1 \rightarrow W_1 = F_1 d \cos \phi_1 = (5\text{ N})(3\text{ m}) \cos 0^\circ = 15 \text{ J}$$

$$\bullet \text{ untuk } \vec{F}_2 \rightarrow W_2 = F_2 d \cos \phi_2 = (9\text{ N})(3\text{ m}) \cos(120^\circ) = -13,5 \text{ J}$$

$$\bullet \text{ untuk } \vec{F}_3 \rightarrow W_3 = F_3 d \cos \phi_3 = 0 \text{ (karena } \cos 90^\circ = 0)$$

$$\text{Jadi, Usaha total pada benda} \Rightarrow W = W_1 + W_2 + W_3 = 15 \text{ J} - 13,5 \text{ J} + 0$$

$$W = +1,50 \text{ J} //$$

④ a) $W_{\text{total}} = W_{\text{normal}} + W_{\text{gravitasi}} + W_{F_a}$

•) W oleh gaya normal :

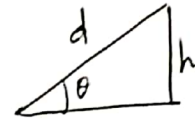
$$W_N = N \cdot d \cos 90^\circ = 0$$

•) W gravitasi

$$W_g = (mg) h \cdot (-\hat{j} \cdot \hat{j})$$

$$= -3(9,8)(0,25)$$

$$W_g = -7,35 \text{ J}$$



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

$$= 0,5 (0,5)$$

$$h = 0,25$$

• W oleh F_a

$$W_{F_a} = F_a \cdot d \cos 30^\circ$$

$$= 20(0,5)(0,5\sqrt{3})$$

$$W_{F_a} = 8,66 \text{ J}$$

$$W_{\text{total}} = 0 - 7,35 \text{ J} + 8,66 \text{ J} = +1,31 \text{ J}$$

b) $W = \Delta k = K_f - K_i$

$$W = K_f \rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = W$$

$$v = \sqrt{\frac{2W}{m}} = \sqrt{\frac{2(1,31)}{3}}$$

$$v = 0,935 \text{ m/s}$$

a) untuk $x = 9 \text{ m}$

$$W = \int F dx$$

$$= m \int a dx$$

$$= 2 \left[\begin{array}{ccccccc} \text{luas trapesium} & + & \text{luas segitiga} & - & \text{luas segitiga} & + & \text{luas persegi empat} - \text{luas segitiga} \\ x=0 \rightarrow x=4 & & x=4 \rightarrow x=5 & & x=5 \rightarrow x=6 & & x=6 \rightarrow x=8 & & x=8 \rightarrow x=9 \end{array} \right]$$

$$= 2 [21 + 3 - 3 - 12 - 3]$$

$$W = 12 \text{ J}$$

b) $W = \Delta K$

c) untuk $x = 4 \text{ m}$

$$42 = \frac{1}{2} m v^2$$

$$\frac{2(42)}{2} = v^2 \rightarrow v = \sqrt{42} = 6,5 \text{ m/s}$$

Vektor \vec{a} berarah ke sumbu $x(+)$, dengan mengalami percepatan (penambahan kecepatan), maka \vec{v} ke arah x positif

d) untuk $x = 7 \text{ m}$

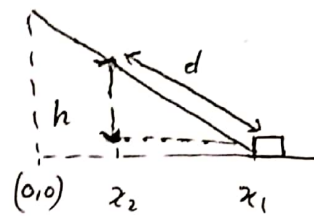
$$30 = \frac{1}{2} m v^2 \rightarrow v = \sqrt{30} = 5,5 \text{ m/s}$$

meskipun mengalami perlambatan, kecepatan tetap berarah ke x positif

Benda bergerak tetap ke arah positif x .

5) Dengan menerapkan teorema Usaha - Energi kinetik,

$$W = \Delta K$$



dengan $W = Fd$, F gaya tegangan tali, d panjang tali yang ditarik

$$\begin{aligned} \text{maka: } d &= \sqrt{x_1^2 + h^2} - \sqrt{x_2^2 + h^2} \\ &= \sqrt{3^2 + (1,2)^2} - \sqrt{(1)^2 + (1,2)^2} \end{aligned}$$

$$d = 3,23 \text{ m} - 1,56 \text{ m} = 1,67 \text{ m}$$

$$\text{maka: } \Delta K = F \cdot d = (25 \text{ N})(1,67 \text{ m}) = 41,7 \text{ J}$$

6) a) 1) Usaha yang dilakukan pada posisi $x = 4 \text{ m}$

$$W = \int F \cdot dx$$

$$= \int m a dx$$

$$= m \int a dx$$

$$= m (\text{luas grafik antara } x=0 \text{ s.d } x=4 \text{ m})$$

$$= m \left[(4+3) \cdot \frac{1}{2} \right]$$

$$W = 2 [21] = 42 \text{ J}$$

• Usaha pada posisi $x = 7$

$$W = \int F \cdot dx$$

$$= m \int a dx$$

$$= 2 [\text{luas trapesium} + \text{luas segitiga} - \text{luas segitiga} - \text{luas persegi panjang}]$$

$$W = 2 [21 + 3 - 3 - 6] = 30 \text{ J}$$

⑥ b) untuk $x = 9\text{ m}$

$$W = \Delta K$$

$$12 = \frac{1}{2} m v_f^2$$

$$v_f = \sqrt{12} = 3,5 \text{ m/s}$$

benda bergerak ke arah x positif. meskipun mengalami perlambatan.

Sehingga, \vec{v} arah tetap ke x positif

⑦ a) Perpindahan antara titik awal (P) dan Q adalah $h = R$.

$$\text{maka } W_g = \vec{F}_g \cdot \vec{d}$$

$$= mg(4R) (\hat{i} \cdot \hat{j})$$

$$= 4mgR$$

$$= 4(3,2 \times 10^{-2} \text{ kg})(9,8 \text{ m/s}^2)(0,12 \text{ m})$$

$$W_g = 0,15 \text{ J}$$

b) • Energi potensial pada titik P

$$y = h = 5R, \text{ maka } U = 5mgR = 5(3,2 \times 10^{-2})(9,8)(0,12)$$

$$U = 0,11 \text{ J}$$

• Energi potensial pada titik Q

$$y = R, \text{ maka } U = mgR = (3,2 \times 10^{-2})(9,8)(0,12) = 0,038 \text{ J}$$

• Energi potensial pada puncak lintasan lingkaran :

$$y = 2R, \text{ maka } U = 2mgR = 2(3,2 \times 10^{-2})(9,8)(0,12) = 0,075 \text{ J}$$

⑧ Daya yang diberikan adalah $P = FV$

$$W = \int_{t_1}^{t_2} P dt = \int_{t_1}^{t_2} FV dt$$

karena $F \rightarrow$ gaya neto, besar percepatan $a = \frac{F}{m}$, $V_0 = 0$

maka: $V = V_0 + at$

$$V = \left(\frac{F}{m}\right)t$$

Sehingga: $W = \int_{t_1}^{t_2} \left(\frac{F^2}{m}\right)t dt$

$$W = \frac{1}{2} \left(\frac{F^2}{m}\right) (t_2^2 - t_1^2)$$

a) untuk $t_1 = 0$ dan $t_2 = 1s$

$$W = \frac{1}{2} \left(\frac{(5)^2}{15}\right) (1)^2 = 0,83 J$$

b) untuk $t_1 = 1s$ dan $t_2 = 2s$

$$W = \frac{1}{2} \left(\frac{5^2}{15}\right) (2^2 - 1^2) = 2,5 J$$

c) untuk $t_1 = 2s$ dan $t_2 = 3s$

$$W = \frac{1}{2} \left(\frac{5^2}{15}\right) (3^2 - 2^2) = 4,2 J$$

d) $V = \left(\frac{F}{m}\right)t$ dan $P = FV$

maka $P = \frac{F^2 t}{m} = \left(\frac{(5^2)(3)}{15}\right) = 5 W$

9 a) $+x$ arah keatas bidang miring.

tinggi awal pegas (dengan pegas terleleh sejauh $x = 0,200 \text{ m}$)

adalah : $h_1 = (D+x) \sin \theta$. dengan $\theta = 37^\circ$

Dengan menggunakan kekekalan energi mekanik,

$$K_1 + U_1 = K_2 + U_2$$

$$0 + mg(D+x) \sin \theta + \frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} mV_2^2 + mgD \sin \theta$$

dengan $m = 2 \text{ kg}$ dan $k = 170 \text{ N/m}$

$$\text{diperoleh} = V_2 = \sqrt{2gx \sin \theta + \frac{kx^2}{m}}$$

$$V_2 = 2,40 \text{ m/s}$$

b) $K_1 + U_1 = K_3 + U_3$

$$0 + mg(D+x) \sin \theta + \frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} mV_3^2 + 0$$

$$V_3 = \sqrt{2g(D+x) \sin \theta + \frac{kx^2}{m}}$$

$$V_3 = 4,19 \text{ m/s}$$

10 Dalam permasalahan ini, Energi mekanik (jumlah $K+U$) adalah konstan sepanjang pergerakan partikel.

a) $U_B + K_B = U_A + K_A$,

energi kinetik dan potensial pada daerah A ($3 \text{ m} \leq x \leq 4 \text{ m}$) adalah :

$$K_A = 12 \text{ J} - 9 \text{ J} + 4 \text{ J} = 7 \text{ J}$$

dengan $K_A = \frac{1}{2} m V_A^2$, laju partikel pada $x = 3,5 \text{ m}$. (di dalam daerah A) adalah :

$$V_A = \sqrt{\frac{2K_A}{m}} = \sqrt{\frac{2(7\text{J})}{0,200 \text{ kg}}} = 8,37 \text{ m/s}$$

b) pada $x = 6,5 \text{ m}$, $U = 0$ dan $K = U_B + K_B = 12\text{J} + 4\text{J} = 16\text{J}$

$$\text{maka: } V = \sqrt{\frac{2K}{m}} = \sqrt{\frac{2(16)}{0,200}} = 12,6 \text{ m/s}$$

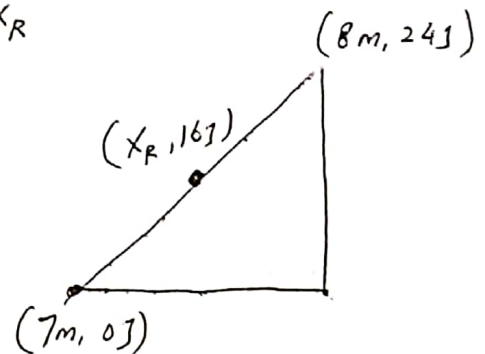
c) Pada titik hentikan, laju partikel adalah nol.

Kita misalkan posisi titik batu di kanan adalah x_R

maka kita peroleh (dari gambar):

$$\frac{16\text{J} - 0}{x_R - 7\text{m}} = \frac{24\text{J} - 16\text{J}}{8\text{m} - x_R}$$

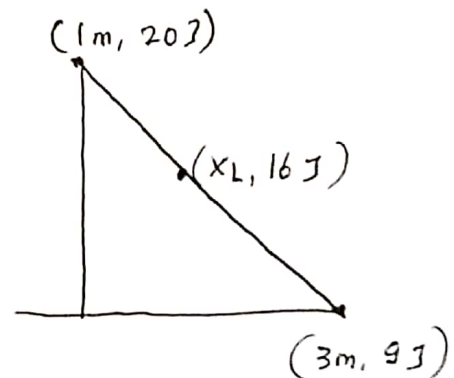
$$x_R = 7,67 \text{ m}$$



d) misalkan titik batu di kiri x_L , maka:

$$\frac{16\text{J} - 20\text{J}}{x_L - 1\text{m}} = \frac{9\text{J} - 16\text{J}}{3\text{m} - x_L}$$

$$x_L = 1,73 \text{ m}$$



Good luck

oleh: Wawan K