

A. PERTANYAAN

① momentum adalah

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

momentum adalah besaran vektor, dan sebanding dengan kecepatan (vektor)

Jadi, arah momentum akan sama dengan arah kecepatan.

$$\vec{p}_1 = \vec{p}_2 \quad \text{maka} \quad \vec{v}_1 = \vec{v}_2$$

\downarrow arah sama \downarrow arahnya sama

Jadi, tidak dapat \vec{p} sama, arahnya berbeda
 \downarrow
 tidak mungkin

②

Misalkan ada dua benda, dengan m sama,

dan $\vec{v}_1 = v \hat{i}$ dan $\vec{v}_2 = v(-\hat{i})$

• momentum total: $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$

$$\vec{p} = m\vec{v} - m\vec{v} = 0$$

• Ek total = $\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}mv^2 = mv^2$

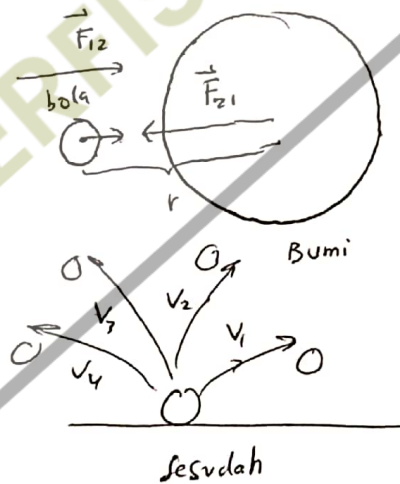
Karena \vec{p} besaran vektor, maka mungkin bernilai nol. Sedangkan Energi kinetik nilainya selalu positif (>0), jadi tidak mungkin bernilai nol.

③ Jika bentuk donat sempurna dan densitasnya seragam, maka pusat massa donat akan terletak pada pusat dari lubang (bagian kosong).

④ Karena bola menggelinding turun pada sebuah bidang miring. Bumi menerima sebuah impuls yang sama besar dan arahnya berlawanan seperti dari bola.
jika kita tinjau sistem bumi-bola, kekal momentum tidak dilanggar.

$$F_{\text{ext}} = \frac{\Delta P}{\Delta t} \rightarrow \Delta P = 0 \rightarrow \text{momentum kekal}$$

gaya yang bekerja pada Bumi-bola adalah gaya internal yang saling berlawanan, yakni gaya gravitasi



⑤

• Saat sebelum meledak, bom memiliki : U_i (energi potensial kimia)

• Saat setelah meledak, bom memiliki : $K_f = \frac{1}{2} m v_f^2$ (energi kinetik)

a) $F_{\text{ext}} = \frac{dP}{dt}$ atau $F_{\text{ext}} = \frac{\Delta P}{\Delta t}$

Karena tidak ada gaya luar yang bekerja pada sistem, maka $F_{\text{ext}} = 0$

Sehingga : $0 = \frac{\Delta P}{\Delta t} \rightarrow \Delta P = 0 \rightarrow$ tidak ada perubahan momentum

5

$$\Delta P = 0$$

$$P_f - P_i = 0$$

$P_f = P_i \rightarrow$ momentum awal sebelum tumbukan sama dengan momentum akhir setelah tumbukan

berarti $P \rightarrow$ konstan, artinya $P_i = P_f$

Jadi, momentum linear dari sistem adalah kekal

b) $K_{\text{sebelum tumbukan}} = 0$

$$K_{\text{sesudah tumbukan}} = \frac{1}{2}mv^2$$

Jadi, energi kinetik dari sistem tidak kekal

BF

BERFISIKA.COM

B. SoAL

①

kekalkan momentum

$$\vec{P}_i = \vec{P}_f$$

$$m_1 = m_2 = m$$

$$m_1 V_1 + m_2 V_2 = m_1 V_1' + m_2 V_2'$$

$$V_1 + V_2 = V_1' + V_2'$$

$$(25\hat{i} + 40\hat{j}) + (-20\hat{j} - 5\hat{j}) = -5\hat{i} + 20\hat{j} + V_2'$$

$$\vec{V}_2' = (10\hat{i} + 15\hat{j}) \text{ m/s}$$

② Energi kinetik Sebelum tumbukan :

$$K_i = \frac{1}{2} m \left[\left(\sqrt{V_{1x}^2 + V_{1y}^2} \right)^2 + \left(\sqrt{V_{2x}^2 + V_{2y}^2} \right)^2 \right]$$

$$= \frac{1}{2} m \left[V_{1x}^2 + V_{1y}^2 + V_{2x}^2 + V_{2y}^2 \right]$$

$$= \frac{1}{2} (5) \left[25^2 + 40^2 + (-20)^2 + (-5)^2 \right]$$

$$K_i = 6625 \text{ J}$$

③ Energi kinetik setelah tumbukan :

$$K_f = \frac{1}{2} m \left[V_{1x}^2 + V_{1y}^2 + V_{2x}^2 + V_{2y}^2 \right] = \frac{1}{2} (5) \left[25 + 400 + 100 + 225 \right]$$

$$K_f = 1875 \text{ J}$$

$$\textcircled{1} \quad \Delta K = K_i - K_f$$

$$= 1875 \text{ J} - 6625 \text{ J}$$

$$\Delta K = -4750 \text{ J} \quad (\text{tanda negatif artinya hilang})$$

Jadi, persentase energi kinetik yang hilang adalah

$$\frac{\Delta K}{K_{awal}} = \frac{4750}{6625} \times 100\%$$

$$= 0,716 \times 100\%$$

Persentase loss energy:	$= 71,6 \%$
-------------------------------	-------------

$$\textcircled{2} \quad \text{Impuls} : J = F \Delta t$$

$$J_x = F_x (t_2 - t_1)$$

$$= (-12)(0,050)$$

$$\vec{J}_x = -0,600 \text{ kg m/s } \hat{i} \quad (\text{tanda negatif karena gaya berarah ke kiri})$$

$$J_x = \Delta P_x$$

$$J_x = P_{2x} - P_{1x} \rightarrow P_{2x} = J_x + P_{1x}$$

$$P_{2x} = -0,600 + (0,160)(3) = -0,120 \text{ kg m/s}$$

$$P_{2x} = m V_{2x}$$

$$V_{2x} = \frac{P_{2x}}{m} = \frac{-0,120}{0,160} = -0,75 \text{ m/s} \quad (\text{ke kiri})$$

③ Asumsi arah awal dari bola adalah arah x negatif

a) Impuls, $\vec{J} = \Delta \vec{p} = m\vec{v}_f - m\vec{v}_i$
 $= (0,10)(36)\hat{i} - (0,10)(40)(-\hat{i})$

$$\vec{J} = 7\hat{i} \text{ Ns}$$

b) Usaha, $W = \Delta K$

$$= K_f - K_i$$

$$= \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2$$

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

$$= \frac{1}{2}(0,10)(36^2 - 40^2)$$

$$W = -35 \text{ J}$$

④



→ dari bandul
Energi mekanik awal dan saat bertumbukan di titik terendah,
bandul $EM_i = M_f$

$$Mgh + 0 = \frac{1}{2}(M+m)v^2$$

$$2Mgh = (M+m)v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2Mgh}{M+m}}$$

$$v = \sqrt{2gh}$$

(4)

a) kekalkan momentum saat tumbukan

$$m_1 v_1 + 0 = (m+M) v$$

$$M \sqrt{2gH} = (m+M) v$$

$$v = \frac{\sqrt{2gH} M}{(m+M)}$$

$$v = \frac{M}{(m+M)} \sqrt{2gH}$$

-) Dengan menerapkan kekalkan energi mekanik pada saat titik terendah dan titik berhenti (titik ketinggian h).

$$E_{Mi} = E_{Mf}$$

$$\frac{1}{2} (m+M) v^2 + 0 = (m+M) gh + 0$$

$$\frac{1}{2} v^2 = gh$$

$$\frac{1}{2} \left(\frac{M}{m+M} \sqrt{2gH} \right)^2 = gh$$

$$h = \frac{M^2}{2g} (2gH) \times \frac{1}{(m+M)^2}$$

$$h = \left(\frac{M}{m+M} \right) H$$

5) Tumbukan bersifat elastis

- Asumsi A adalah proton, dan B adalah target inti

Target inti awalnya diam, $V_{B1x} = 0$

V_{B2x} = kecepatan B setelah tumbukan

V_{A1x} = kecepatan A sebelum tumbukan

V_{A2x} = kecepatan A setelah tumbukan

- karena bersifat elastis (tumbukan nya)

maka $K_i = K_f$

$$\frac{1}{2} m_A V_{A1x}^2 + 0 = \frac{1}{2} m_A V_{A2x}^2 + \frac{1}{2} m_B V_{B2x}^2$$

$$m_A V_{A1x}^2 = m_A V_{A2x}^2 + m_B V_{B2x}^2 \quad \dots \dots 1)$$

kekalan momentum :

$$P_i = P_f$$

$$m_A V_{A1x} + 0 = m_A V_{A2x} + m_B V_{B2x} \quad \dots \dots 2)$$

- a) Pers (1) dapat kita susun menjadi,

$$m_B V_{B2x}^2 = m_A (V_{A1x}^2 - V_{A2x}^2)$$

$$m_B V_{B2x}^2 = m_A (V_{A1x} - V_{A2x})(V_{A1x} + V_{A2x}) \quad \dots \dots (3)$$

- a) Pers (2) dapat kita susun ulang :

$$m_B V_{B2x} = m_A (V_{A1x} - V_{A2x}) \quad \dots \dots (4)$$

Bagi pers (3) oleh pers (4)

maka diperoleh:

$$V_{B2X} = V_{A1X} + V_{A2X} \dots (5)$$

pers (5) substitusi ke pers (4), maka:

$$m_B (V_{A1X} + V_{A2X}) = m_A (V_{A1X} - V_{A2X}) \dots (6)$$

$$V_{A2X} = \left(\frac{m_A - m_B}{m_A + m_B} \right) V_{A1X} \dots (7)$$

$$\text{dan } V_{B2X} = \left(\frac{2m_A}{m_A + m_B} \right) V_{A1X} \dots (8)$$

(a)

Pada kasus soal

$V_{A1X} = 1,5 \times 10^7 \text{ m/s}$ dan $V_{A2X} = -1,20 \times 10^7 \text{ m/s}$ (negatif karena berlawanan dengan arah datang)

Dari pers (6), kita dapatkan

$$m_B = m_A \left(\frac{V_{A1X} - V_{A2X}}{V_{A1X} + V_{A2X}} \right)$$

$$= m \left(\frac{1,50 \times 10^7 + 1,20 \times 10^7}{1,50 \times 10^7 - 1,20 \times 10^7} \right)$$

$$= m \left(\frac{2,70}{0,30} \right)$$

$$m_B = 9m$$

(5) b) dari persamaan (8),

$$V_{p2x} = \left(\frac{2m_A}{m_A + m_B} \right) V$$

$$= \left(\frac{2m}{m + 3m} \right) (1,50 \times 10^4)$$

$$V_{p2x} = 3 \times 10^6 \text{ m/s}$$

(6) $x_p = 0$

$$x_c = 19700 \text{ km}$$

$$m = \rho V = \rho \left(\frac{4}{3} \pi r^3 \right) = \frac{1}{6} \rho \pi d^3$$

$$x_{pm} = \frac{m_p x_p + m_c x_c}{m_p + m_c} = \left(\frac{m_c}{m_p + m_c} \right) x_c = \left(\frac{\frac{1}{6} \rho \pi d_c^3}{\frac{1}{6} \rho \pi d_p^3 + \frac{1}{6} \rho \pi d_c^3} \right) x_c$$

$$x_{pm} = \left(\frac{d_c^3}{d_p^3 + d_c^3} \right) x_c$$

$$= \left(\frac{(1250 \text{ km})^3}{(2370 \text{ km})^3 + (1250 \text{ km})^3} \right) (19700 \text{ km})$$

$$x_{pm} = 2,52 \times 10^3 \text{ km}$$

7

$$P_x = P_{Ax} + P_{Bx}$$

$$P_y = P_{Ay} + P_{By}$$

Asumsi arah $+x \rightarrow$ ke barat dan $+y$ arah ke selatan,

diket $P_{Ax} = 0, \quad P_{By} = 0$

$$P_x = (7200) \sin 60^\circ = 6235 \text{ kg m/s}$$

maka $P_{Bx} = 6235 \text{ kg m/s} \rightarrow P_x = P_{Ax} + P_{Bx} \rightarrow \boxed{P_x = P_{Bx}}$

$\Rightarrow 0$

$$\boxed{V_{Bx} = \frac{P_{Bx}}{m_B} = \frac{6235}{2000} = 3,12 \text{ m/s}}$$

$$P_y = (7200) \cos 60^\circ = 3600 \text{ kg m/s}$$

maka: $P_y = P_{Ay} + P_{By}$

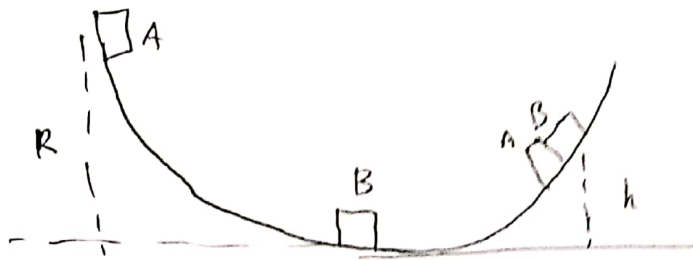
$\Rightarrow 0$

$$3600 = P_{Ay}$$

$$P_{Ay} = m_A V_{Ay}$$

$$\boxed{V_{Ay} = \frac{3600 \text{ kg m/s}}{1500 \text{ kg}} = 2,40 \text{ m/s}}$$

8



⊙ Berdasarkan kekekalan energi mekanik (tidak ada Torkernal dan gesek)

$$E_{M_i} = M_f$$

$$K_i + U_i = U_f + K_f$$

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

$$v = \sqrt{2gR}$$

kecepatan benda A sesaat bertumbukan di dasar.

$$v = \sqrt{2gR}$$

⊙ Kedua benda bertumbukan,

$$P_i = P_f$$

$$m_A v_A + 0 = (m_A + m_B) v$$

$$m \sqrt{2gR} = 2m v$$

$$v = \frac{1}{2} \sqrt{2gR}$$

$$v = \sqrt{\frac{gR}{2}}$$

$$m_A = m_B = m$$

8

kekkekalan energi mekanik sistem, setelah kmbukan dan setelah mencapai h,

$$E_{Mi} = E_{Mf}$$

$$U_i + K_i = U_f + K_f$$

$$0 + \frac{1}{2}(2m)v^2 = 2mgh + 0$$

$$\frac{1}{2}v^2 = gh$$

$$\frac{1}{2}v^2 = gh$$

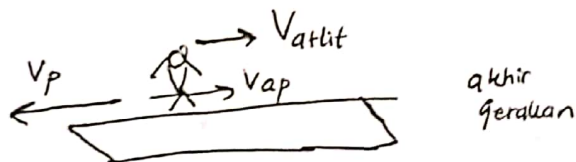
$$\frac{1}{2}\left(\sqrt{\frac{gR}{2}}\right) = gh$$

$$h = \frac{R}{4}$$

9



$V_{ap} = v_{atlit \text{ relatif papan}}$



$V_{ao} =$ Kecepatan atlet relatif es

$V_{po} =$ Kecepatan papan relatif es

$$V_{ao} - V_{po} = 2 \text{ m/s} \dots (1)$$

9

kita juga punya persamaan,

$m_a v_{ao} + v_{po} m_p = 0$, karena total momentum sistem atlet-papan adalah nol relatif permukaan es.

$$50 v_{ao} + 125 v_{po} = 0$$

$$v_{ao} = -25 v_{po} \text{ ---- (2)}$$

substitusikan (2) ke pers (1)

$$\text{pers (1)} \rightarrow v_{ao} - v_{po} = 2 \text{ m/s}$$

$$-25 v_{po} - v_{po} = 2 \text{ m/s}$$

$$\vec{v}_{po} = -\frac{2}{26}$$

$$\vec{v}_{po} = -0,0769 \text{ m/s } \hat{i}$$

sehingga kecepatan atlet =

$$v_{ao} = -25(-0,0769) \rightarrow \vec{v}_{ao} = 1,92 \text{ m/s } \hat{i}$$

$$|v_{ao}| = 1,92 \text{ m/s}$$

a) Laju atlet relatif es adalah
 $|v_{ao}| = 1,9 \text{ m/s}$

b) Laju papan relatif permukaan es adalah

$$|v_{po}| = 0,077 \text{ m/s}$$

10

karena tumbukan elastis,

Seperti no (5) penurunannya, maka :

$$\begin{aligned} a) \quad V_{A2x} &= \left(\frac{m_A - m_B}{m_A + m_B} \right) V_{A1x} \\ &= \left(\frac{1250 - 750}{1250 + 750} \right) (5 \text{ m/s}) \\ &= \left(\frac{500}{2000} \right) 5 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$V_{A2x} = 1,25 \text{ m/s}$$

Jadi, kecepatan akhir mobil A adalah $1,25 \text{ m/s } \hat{i}$

b) Sama dengan no a)
maka dari penurunan no(5), kita dapatkan

$$V_{B2x} = \left(\frac{2m_A}{m_A + m_B} \right) V_{A1x}$$

$$= \left(\frac{2(1250)}{2000} \right) 5$$

$$\vec{V}_{B2x} = \left(\frac{2500}{2000} \right) \times 5 = 6,25 \text{ m/s } \hat{i}$$

Jadi, kecepatan akhir mobil B adalah $6,25 \text{ m/s } \hat{i}$