

② Sebuah batu digantung dari keadaan diam pada  $t=0$ . Batu kedua dengan massa 2 kali massa batu pertama digantung dari titik yg sama pada  $t=100\text{ ms}$ .

a) Berapa jarak dibawah titik penahanan massa akibat kedua batu pada  $t=300\text{ ms}$ ?

b) Berapa cepat putar massa dari sistem & batu bergerak dasar waduk tersebut!

$$\text{a)} y(t) = \frac{1}{2} g \Delta t^2$$

$\Rightarrow$  gerak sederhana  
 $y = \text{jarak rambu}$

$$\Delta t = +20\text{ ms}$$

$$t = 300\text{ ms} - 0$$

$$= 300\text{ ms}$$

$$8 = \frac{300\text{ ms}}{1000} = 0,3 \cdot 8 = 2,4\text{ m}$$

$$y_1 = \frac{1}{2} \cdot 9 \cdot \Delta t^2 = \frac{1}{2} (10) \cdot (0,3)^2$$

$$= 0,45\text{ m}$$

$$y_2 = \frac{1}{2} \cdot 9 \cdot \Delta t^2 = \frac{1}{2} [(10), (0,3 - 0,1)]^2$$

(masa beruntung)

$$= 0,2\text{ m}$$

$$y_{pm} = \frac{m_1 y_1 + m_2 y_2}{m_1 + m_2} = \frac{m_1 (0,45) + 2m_2 (0,2)}{m_1 + 2m_2}$$

$$= \frac{0,45m_1 + 0,4m_2}{3m_1}$$

$$= 0,28\text{ m}$$

$$\text{b)} v_{pm} = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$$

$$= \frac{m_1 (9)(0,3) + 2m_2 (9)(0,3 - 0,1)}{m_1 + 2m_2}$$

$$= \frac{m_1 (10)(0,3) + 2m_2 (10)(0,2)}{m_1 + 2m_2}$$

$$= \frac{3m_1 + 4m_2}{3m_1}$$

$$= \frac{7m_1}{3m_1} = 2,3\text{ m/s}$$

③ Dik: Ma = 0,5 kg torloid di titik awal sistem ( $x, y$ )

$$M_b = 1,5\text{ kg } (1,2)\text{ m}$$

$$t = 0$$

$$F_a = (2i + 3j)\text{ N}$$

$$F_b = (-3i - 2j)\text{ N}$$

Berapakah perpindahan pusat massa sistem setelah berjalan  $t=4\text{ s}$  di bawah pada posisinya  $t=0$ ?

$$\Leftrightarrow a_{pm} = \frac{\sum F}{m_{tot}}$$

$$= \frac{(-1i + 1j)}{(0,5 + 1,5)}$$

$$= \frac{(-1i + 1j)}{2,0} = -0,5i + 0,5j$$

$$= \frac{1}{2} (5 + 8)\text{ m/s}^2$$

$$\Delta r_{pm} = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot (-0,5 + 0,5)(4,0)$$

$$= 4(1,7 + 1)$$

$$= 16\text{ m/s}^2$$

Persamaan perubahan posisi massa:

$$\Delta \vec{r}_{\text{pm}} = M_A \Delta \vec{r}_A + M_B \Delta \vec{r}_B$$

$$= \frac{M_A + M_B}{2} \vec{r}_{\text{pm}}$$

Benda A:

$$\Delta \vec{r}_A = \frac{1}{2} \vec{a}_A t^2 = \frac{1}{2} \frac{\vec{F}_A}{m_A} t^2$$

Benda B:

$$\Delta \vec{r}_B = \frac{1}{2} \vec{a}_B t^2 = \frac{1}{2} \frac{\vec{F}_B}{m_B} t^2$$

Jadi:

$$\Delta \vec{r}_{\text{pm}} = M_A \left( \frac{1}{2} \frac{\vec{F}_A}{m_A} t^2 \right) + M_B \left( \frac{1}{2} \frac{\vec{F}_B}{m_B} t^2 \right)$$

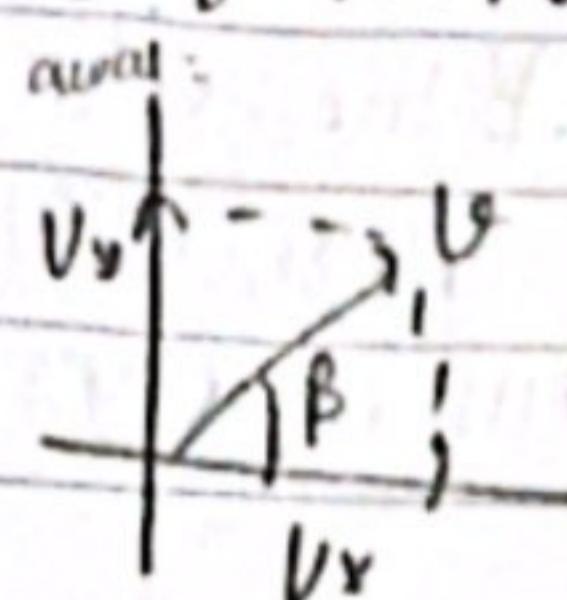
$$= \frac{1}{2} \frac{(\vec{F}_A + \vec{F}_B) t^2}{M_A + M_B}$$

$$= \frac{1}{2} \frac{[\vec{F}_{\text{pm}} \vec{F}_{\text{pm}}]}{M_A + M_B} t^2$$

$$= \frac{1}{2} \left( \frac{\sum F}{\sum m} \right) t^2$$

$$= \frac{1}{2} C_{\text{pm}} t^2$$

$$\textcircled{3} \quad \vec{v} = \vec{v}_i + \vec{v}_{yj}$$



$$\tan \beta = \frac{v_y}{v_x}$$

arah  $v$  membentuk sudut  $\beta$

thd sumbu  $x$ , dengan:

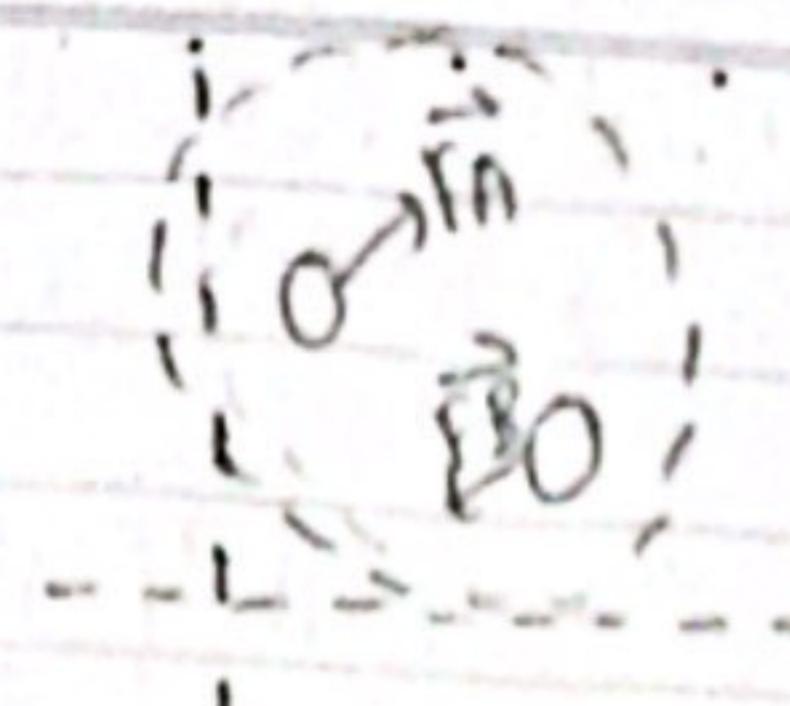
$$\tan \beta = \frac{v_y}{v_x}$$

$$4\vec{v} = \frac{1}{2} \vec{v}_1 + \frac{1}{2} \vec{v}_2$$

$$\boxed{\vec{v} = \frac{\vec{v}_1 + \vec{v}_2}{2}}$$

$$\Gamma_{pm} = \frac{1}{2} \alpha_{pm} t^2$$

$$= 4(1 - \frac{1}{2}) \text{ m}$$



- ⑦ Benda bermassa  $m_1$  &  $m_2$  yang melalui menadi 2 bagian dan massa  $2m$ . Kedua bagian tersebut bergerak dengan kecerahan  $3 \text{ m/s}$  ke arah  $\theta = 30^\circ$  ke timur. Soal tersebut meminta untuk mencari kecerahan awal benda!
- ⑧ momentum awal benda = momentum total kedua bagian

$$\vec{N\bar{V}} = \frac{m_1}{2} \vec{V}_1 + \frac{m_2}{2} \vec{V}_2$$

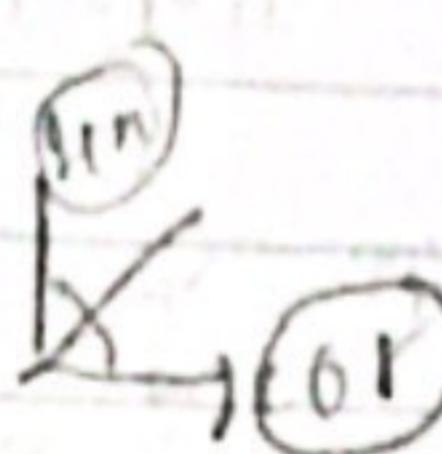
$$\vec{V} = \frac{1}{2} (\vec{V}_1 + \vec{V}_2)$$

$$\vec{V} = \frac{1}{2} (3\hat{i} + 5 \cos 30^\circ \hat{j} + 5 \sin 30^\circ \hat{k})$$

$$= \left( \frac{3}{2} + \frac{5\sqrt{3}}{4} \right) \hat{i} + \left( \frac{5}{4} \right) \hat{j}$$

$$V = \sqrt{\left( \frac{5\sqrt{3}}{2} + \frac{3}{2} \right)^2 + \left( \frac{5}{4} \right)^2}$$

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



### SYSTEM OF PARTICLES

$$\Gamma_{total} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N m_k \cdot r_k$$

$$x_{pm} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^N m_k x_k$$

$$y_{pm} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^N m_k y_k$$

$$z_{pm} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^N m_k z_k$$

Benda tetap

$$x_{com} = \frac{1}{m} \int x dm \quad y_{com} = \frac{1}{m} \int y dm \quad z_{com} = \frac{1}{m} \int z dm$$

$$p = dm = \frac{m}{v} dv \quad dm = m dv$$

$$x_{com} = \frac{1}{m} \int x dm = \frac{1}{v} \int y dv$$

$$y_{com} = \frac{1}{v} \int y dv$$

$$z_{com} = \frac{1}{v} \int z dv$$

- ① Gambar sketsa manunegara lampung

dengan dimensi  $d_1 = 11 \text{ cm}$ ,  $d_2 = 8,0 \text{ cm}$  &  $d_3 = 13 \text{ cm}$  ( $\rho_{Al} = 2,70 \text{ g/cm}^3$  &  $\rho_{Fe} = 7,85 \text{ g/cm}^3$ )

Beratnya:

a) koordinat  $x$

b) koordinat  $y$

c) koordinat  $z$  dan pusat massa lampung?

$$\text{a) } X_{pm} = \frac{d_1}{2} = 5,5 \text{ cm}$$

$$\text{b) } Y_{pm} = \frac{d_1 + d_2}{2} = 9,5 \text{ cm}$$

$$\text{c) } Z_{pm} = \frac{(m_1 \cdot Y_{pm} + m_2 \cdot Y_{pm})}{(m_1 + m_2)}$$

$m_1 = \text{Aluminum}$  &  $m_2 = \text{besi}$

$$Y_{pm} = m_1 Y_{com1} + m_2 Y_{com2}$$

$m_1 = 600 \text{ g}$   
 $m_2 = 1000 \text{ g}$

P.M.V  
m.P.V

No .....  
Date .....

$$y_{pm} = \frac{m_1 y_{pm} + m_2 y_{pm}}{m_1 + m_2}$$

$$= P_1 V_1 y_{pm} + P_2 V_2 y_{pm}$$

$$= \frac{(1,85)(16,5) + (2,7)(16,5)}{7,85+2,7} \cdot \frac{33}{2} \text{ cm}$$

$$\textcircled{c} 2pm = \frac{2,8}{2} = 1,4 \text{ cm}$$

4 sebuah truk dengan massa 2100 kg yang bergerak ke kiri dengan kecerapan  $41 \text{ km/h}$  berbalik arah timur & momen putar terhadap sumbu si arah

a) berapakah perubahan energi kinetik truk?

(b) Besarnya perubahan momentum?

(c) Arah perubahan momentum truk?

(d) perubahan energi kinetik:

$$\Delta K = \frac{1}{2} M V_f^2 - \frac{1}{2} M V_i^2$$

$$= \frac{1}{2} 2100 \left( \frac{5100}{3600} \right)^2 - \left( \frac{41000}{3600} \right)^2$$

$$= 74537,03104 \text{ J} = 74537,03 \text{ kJ}$$

$$\textcircled{b} |\Delta \vec{V}| = \sqrt{(V_i)^2 - (V_f)^2}$$

$$= \sqrt{(41)^2 + (51)^2}$$

$$= 65,4 \text{ km/h}$$

$$|\Delta \vec{P}| = M |\Delta \vec{V}|$$

$$= 2100 \cdot 65,4 \cdot \frac{1000}{3600}$$

$$= 30150 = 30150 \text{ kg m/s}$$

$$\frac{u+d}{2}$$

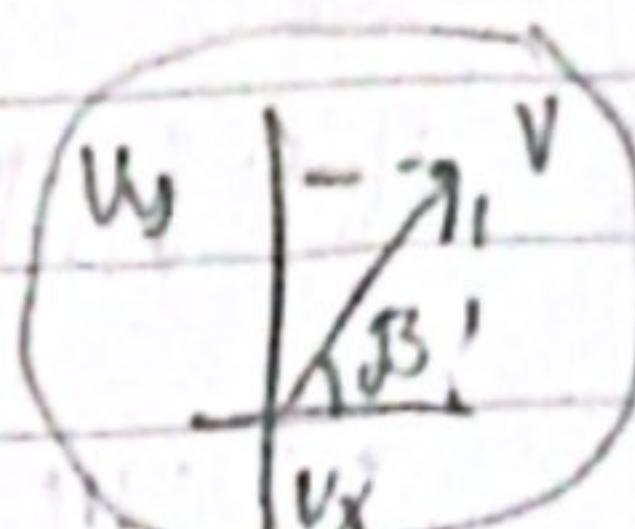
$$\frac{11+11}{2} = 16,5$$

\circ Arah perubahan momenium =

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{V_i}{V_f} \right)$$

$$= \tan^{-1} \left( \frac{41}{51} \right)$$

$$= 39^\circ$$



$$\frac{V_y}{V_x} = \frac{41}{51}$$

5. sebuah bola bermassa 0,40 kg

bergerak dengan kecerapan 14 m/s

ke arah positif sumbu x. sebuah gaya

berupa pukul bola selama 27 ms

ke arah negatif sumbu x. Impuls

yang diberikan adalah 32,4 Ns.

a) Berapakah kecerapan bola setelah

gaya berkerja?

b) Apa arah kecerapan bola setelah

gaya berkerja?

c) Berapakah besar gaya ralat yang

berkerja pada bola?

d) Apakah impuls yang berjasa

ada bola?

$$F_{avg} = \frac{1}{t} = 32,4$$

$$= 2,7 \times 10^{-3}$$

$$= 12000 \text{ N}$$

$$- F_{avg} \Delta t = \Delta p$$

$$= M(V_f - V_i)$$

$$a) M V_f = M V_i - F_{avg} \Delta t$$

$$V_f = \frac{M V_i - F_{avg} \Delta t}{M}$$

$$= 10,41(14) - (12000) (27 \times 10^{-3})$$

$$= 0,4$$

$$= -67 \text{ m/s}$$

$$|V_f| = 67 \text{ m/s}$$

## ga ada gaya luar-konstan

No \_\_\_\_\_  
Date \_\_\_\_\_

b) arah gerakan:

→ impuls diberikan dalam arah negatif sumbu x.

→ karena impuls = perubahan momentum, maka arah gerakan bola juga akan berubah ke arah negatif sumbu x.

c)  $F_{avg} = \frac{\text{impuls}}{\Delta t}$

$$= \frac{4}{1}$$

$$= \frac{32,4 \text{ N}}{(2 \times 10^{-3})}$$

$$= 1200 \text{ N}$$

d) Arah impuls = arah gaya yang bekerja

∴ ke sumbu x negatif.

e) sebuah mobil mainan yang bergerak sepanjang sumbu x. Mobil ini diberi gaya yang bervariasi:

$$M: S \text{ kg}, t: 0, F = 5 \text{ N}$$

Dalam notasi vektor satuan  $x_F$ .

$$(a) t = 4,0 \text{ s}$$

$$(b) t = 7,0 \text{ s}$$

$$(c) berapa  $v$  pada  $t = 9,0 \text{ s}$ ?$$

luas diagram  $\Delta$  dibawah kurva

$$\bar{F} =$$

4) Impuls = perubahan momentum

$$V_{0x} = P_0 = 0$$

$$(a) P_4 = ?$$

$$\text{luas } 0-4 = \Delta P_x = P_4 - P_0$$

$$\frac{1}{2} \cdot 10 (2+4) = [30 \text{ N}] \quad (P_4 = 30 \text{ N})$$

$$(b) P_7 = ?$$

$$\text{luas } 0-7 = \Delta P_x = P_7 - P_0$$

$$\text{luas } \Delta = \text{luas } \Delta = P_7 - P_0$$

$$\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 6 \cdot 10 = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 5 = P_7 - 0$$

$$40 - 2,5 = P_7 = 37,5 \text{ N}$$

$$\therefore P_7 = 37,5 \text{ N}$$

c)  $\bar{F}$  at  $t = 9,0 \text{ s}$

$$\text{luas } 0-9 = P_9 - P_0$$

$$40 \cdot 1 \cdot 5 (1+3) = P_9$$

$$P_9 = 40 \cdot 10 = 30 \text{ N}$$

$$\bar{v} = \frac{\bar{P}}{m} = \frac{30}{5} = 6 \text{ m/s}$$

MUg.30

EXINI

$V_9 = \frac{30}{5} \text{ m/s}$

$\frac{6}{1}$

$S[1 \frac{2}{3} 4 \frac{1}{2} 7]_5$

$6 \frac{1}{2}$

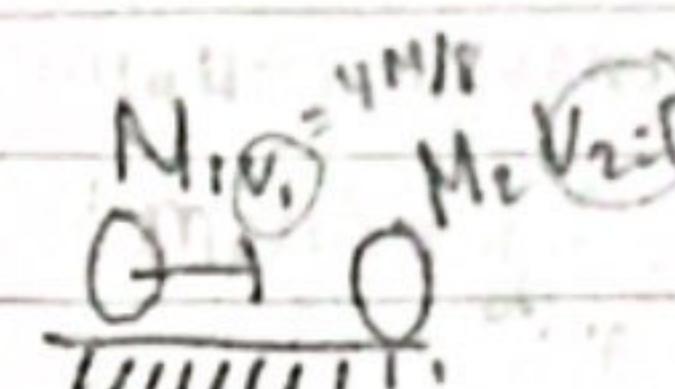
8) sebuah benda massa  $2,0 \text{ kg}$  melakukan tumbukan elastis dengan benda lain yang diam & terus bergerak ke arah yang sama dengan kecepatan awalnya & berhenti dari kelebihannya.

(a) Berapa massa benda lainnya?

(b) Berapa kecepatan awal massa dari 2 benda jika kec. akhir benda  $2 \text{ kg} = 4,0 \text{ m/s}$ ?

w Gambar kedudukan awal & akhir

① awal massa = akhir massa



$$M_1 V_1 = \frac{1}{4} V_1$$

② Kelebihan momentum

$$\sum P_i = \sum P_f$$

$$M_1 V_1 + M_2 V_2 = M_1 V_1' + M_2 V_2'$$

$$2 \times 4 = 2(1) + M_2 V_2'$$

$$8 = 2 + M_2 V_2'$$

$$M_2 V_2' = 6 \quad \text{①}$$

③ → sifat elastik

$$\sum K_i = \sum K_f$$

$$\frac{1}{2} M_1 V_1^2 = \frac{1}{2} M_1 V_1'^2 + \frac{1}{2} M_2 V_2'^2$$

$$2 \times 16 = 2 + M_2 V_2'^2$$

$$32 = 2 + M_2 V_2'^2$$

$$M_2 V_2'^2 = 30 \quad \text{②}$$

$$\frac{M_2^2 V_2'^2}{M_2 V_2'^2} = \frac{30}{30} = \frac{26}{6}$$

$$\frac{26}{6} = \frac{13}{3}$$

## ⑥ MONENTUM KEKAL

$\Sigma F_{ext} : 0 \rightarrow V_{pm} = \text{konstan}$

$$\frac{M_1 U_1 + M_2 V_2}{M_1 + M_2} = V_{pm} = V_{pm'}$$

↓      ↗ sejukah  
sebelum      tiba-tiba  
tumbuh

$$= \frac{2(4)}{2+6} = \frac{8}{16} \times 5 = \boxed{\frac{40}{16} \text{ m/s}}$$

9) Sebuah proton proyektil dengan kelepatan 500 m/s bertemu dengan elatis dengan proton target yang awalnya diam. Kedua proton kemudian bergerak sepanjang lintasan tegak lurus dengan lintasan proyektil pada  $60^\circ$  dari arah awal. Setelah tumbukan, beratukah kelepatan:

a) proton target

b) proton proyektil

$\angle \theta = 60^\circ$  (KWK I)

$\phi = -30^\circ$  (KWK II)

$$m_1 = m_2 \quad v_1 = 500 \text{ m/s}$$

$$@ v_2' = v_1 \sin \theta = (500) \sin 60^\circ$$

$$= \frac{\sin(\theta - \phi)}{\sin(90^\circ)}$$

$$= 433 \text{ m/s}$$

$$\sin \theta \cos \phi = \sin(0 - \phi)$$

$$⑥ v_1' = \frac{v_1 \sin \theta}{\sin(\phi - \theta)} = (500) \sin(-30^\circ)$$

$$= \frac{\sin(180^\circ)}{\sin(150^\circ)}$$

$$= 250 \text{ m/s}$$

10) Dik = tumbukan elatis antara 2 bola, yaitu bola kecil dengan massa  $m^{\frac{1}{2}}$  bola besar dengan massa M.

Kedua bola disatuhukan dari ketenggungan yang sama & bola besar menumbuk lantai terlebih dahulu, kemudian menumbuk bola kecil secara elatis.

Dit: a) massa bola besar berhenti? & b) Berapa ketenggungan yang dicapai?

• berat diantara bola besar & lantai

• berat diantara bola

< elatis =>

$$V = \sqrt{2g} h$$

$$\Delta M - mV = Mv_F$$

$$Mv_F$$

$$P = (M/m)V$$

$$v_F = \frac{M - m}{M} V$$

Karena tumbukan tetap

BERAT:

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

$$= \frac{1}{2} \frac{(M-m)^2}{M} V^2$$

$$(a) M$$

$$3$$

$$(b) v_F = 2V \quad (\text{bola kecil})$$

$$h_{\text{max}} = \frac{h}{2}$$

$$V_F^2 = 4h$$

$$29$$

⑥ NON

EFEKSI

M.V.F

M

= 21

2