

1. Sebuah truk dengan kecepatan konstan 40 m/s memiliki masa sebesar 2 ton. Berapakah momentum yang dimiliki oleh truk tersebut?

**Penyelesaian:**

Diketahui :  $m = 20.000 \text{ kg}$

$$V = 40 \text{ m/s}$$

Ditanya : P?

**Jawab:**

$$p = mv$$

$$p = 20.000 \text{ kg} \cdot 40 \text{ m/s}$$

$$p = 800.000 \text{ kg.m/s}$$

$$p = 8.105 \text{ kg.m/s}$$

2. Sebuah benda dijatuhkan dari ketinggian 200 cm dari atas tanah. Jika massa benda tersebut sebesar 500 gr dan percepatan gravitasi bumi  $10 \text{ m/s}^2$ , berapakah momentum yang dimiliki benda saat mencapai tanah?

**Penyelesaian:**

Diketahui:  $m = 2500 \text{ g} = 2,5 \text{ kg}$

$$h = 200 \text{ cm} = 2 \text{ m}$$

Ditanya: p di tanah?

**Jawab:**

$$p = m v$$

v dicari dulu menggunakan persamaan gerak jatuh bebas.

Dari persamaan gerak jatuh bebas yang telah dibahas di bagian sebelumnya:

$$m g h = \frac{1}{2} m v_2$$

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

$$v = \sqrt{(2 \cdot 10 \text{ ms}^{-2} \cdot 2 \text{ m})}$$

$$v = 40 \text{ m/s}$$

Dari persamaan momentum diatas:

$$p = m v$$

$$p = 2,5 \text{ kg} \cdot 40 \text{ ms}^{-1}$$

$$p = 100 \text{ kg m s}^{-1}$$

3. Sebuah peluru ditembakkan dari senapan dengan kecepatan 400 m/s, jika massa peluru sebesar 10 gram dan massa senapan sebesar 4000 gram. Berapakah laju senapan tersebut?

**Penyelesaian:**

Diketahui:  $v = 400 \text{ m/s}$

$$m_s = 10 \text{ gram} = 0,01 \text{ kg}$$

$$m_p = 4000 \text{ gram} = 4 \text{ kg}$$

Ditanya:  $v_s$  ?

**Jawab:**

Mula-mula peluru dan senapan diam, jadi:

$$v_s = v_p = 0$$

sehingga,

$$m_s v_s + m_p v_p = m_s v_s' + m_p v_p'$$

$$0 = 4 \cdot v_s' + 0,01 \text{ kg} \cdot 400 \text{ m/s}$$

$$v_s' = -8 \text{ m/s}$$

Kecepatan senapan pada saat peluru ditembakkan 8 m/s, tanda (-) menyatakan arahnya kebelakang/tertolak.

4. Dua pemuda sedang melakukan perjalanan menggunakan sepeda motor. Saat sedang melaju dengan kecepatan 7,75 m/s, seorang pemuda yang dibonceng terjatuh. Jika massa yang dimiliki oleh kedua pemuda adalah sama yaitu 50 kg dan massa sepeda motor 1500 kg, berapakah kecepatan sepeda motor sekarang?

**Penyelesaian:**

Diketahui:  $v_s = 7,75 \text{ m/s}$

$$m_s = 1500 \text{ kg}$$

$$m_p = 50 \text{ kg}$$

Ditanya:  $v_p$  ?

**jawab :**

Momentum mula-mula (sepeda motor dan 2 orang pemuda):

$$p_1 = (2m_p + m_s) \cdot v_s$$

$$p_1 = (2 \cdot 50 \text{ kg} + 1500 \text{ kg}) \cdot 7,75 \text{ m/s}$$

$$p_1 = 12400 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Momentum setelah salah seorang pemuda terjatuh:

$$p_2 = (m_p + m_s) \cdot v_p$$

$$p_2 = (50 \text{ kg} + 1500 \text{ kg}) \cdot v_p$$

$$p_2 = 1550 \text{ kg} \cdot v_p$$

Sehingga menurut hukum kekekalan momentum, maka

$$p_1 = p_2.$$

$$12800 \text{ kg} \cdot \text{m/s} = 1550 \text{ kg} \cdot v_p$$

$$v_p = 8 \text{ m/s}$$

5. Sebuah bola bergerak dengan kecepatan 12 m/s. Jika massa bola tersebut sebesar 2kg. Hitunglah gaya F yang dapat menghentikan batu itu dalam waktu 0,08 menit

**Penyelesaian:**

Diketahui:  $v_0 = 12 \text{ m/s}$

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

$$t = 0,08 \text{ menit} = 4,8 \text{ s}$$

Ditanya:  $v_p$  ?

**Jawab :**

$$F \cdot \Delta t = m (v - v_0)$$

$$F \cdot (4,8) = 2 (0 - 12)$$

$$F = -\frac{24}{4,8}$$

$$F = -5 \text{ N}$$

6. Sebuah bola sepak mula-mula diam, kemudian dipukul hingga kecepatannya menjadi 8 m/s. Jika massa bola 250 gram dan lamanya waktu stick bersentuhan dengan bola 0,02 s. Berpakah besarnya gaya yang mendorong bola tersebut?

**Penyelesaian :**

$$\text{Diketahui: } v_t = 20 \text{ m/s}$$

$$v_0 = 0 \text{ m/s}$$

$$m = 0,25 \text{ kg}$$

$$\Delta t = 0,08 \text{ s}$$

Ditanya:  $v_p$  ?

**Jawab :**

$$F = \frac{mv_t - mv_0}{\Delta t}$$

$$F = \frac{m(v_t - v_0)}{\Delta t}$$

$$F = \frac{0,25(20 - 0) \text{ m/s}}{0,08 \text{ s}}$$

$$F = 6,25 \text{ N}$$

7. Dua buah bola masing-masing mempunyai massa 8 kg dan 6 kg. Bola pertama bergerak ke utara dengan 4 m/s dan bola kedua ke barat dengan 10 m/s. Berapakah besar momentum total kedua benda tersebut ?

**Penyelesaian :**

$$\text{Diketahui : } m_1 = 4 \text{ kg } v_1 = 4 \text{ m/s (arah utara)}$$

$$m_2 = 6 \text{ kg } v_2 = 10 \text{ m/s (arah barat)}$$

Ditanya :  $p_{\text{total}}$  ?

Jawab :

$$p_1 = m_1 v_1$$

$$= 2 \cdot 4$$

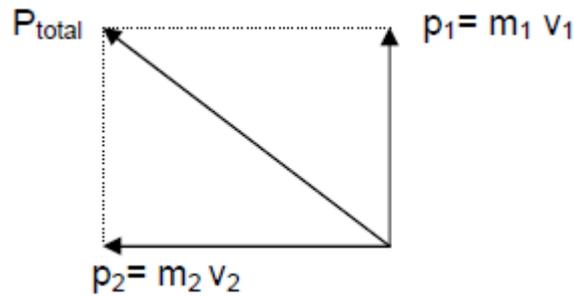
$$= 8 \text{ kg.m/s (arah utara)}$$

$$p_2 = m_2 v_2$$

$$= 1,5 \cdot 4$$

$$= 6 \text{ kg.m/s (arah barat)}$$

Besar momentum total perhatikan gambar :



$$P_{total} = \sqrt{P_1^2 + P_2^2}$$

$$P_{total} = \sqrt{8^2 + 6^2}$$

$$P_{total} = \sqrt{64 + 36}$$

$$P_{total} = \sqrt{100}$$

$$P_{total} = 10 \text{ kg.m/s}$$

8. Energi kinetik suatu benda bermassa  $m$  dan bergerak dengan kecepatan  $v$  sebesar  $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ . Nyatakan Energi kinetik tersebut dengan besarnya momentum.

**Penyelesaian :**

Diketahui :  $m = m$

$v = v$

Ditanya : hubungan  $E_k$  dan  $p$  ?

**Jawab :**

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \times \frac{m}{m}$$

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

$$E_k = \frac{1}{2} \frac{p^2}{m}$$

9. Sebuah benda bermassa 1 ton, bergerak dengan kecepatan 90 km/jam. Berapa momentum yang dimiliki benda tersebut?

**Penyelesaian :**

Diketahui:  $m = 1 \text{ ton} \rightarrow 1000 \text{ kg}$

$V = 90 \text{ km/jam} \rightarrow 25 \text{ m/s}$

$P = \dots\dots?$

$$P = m \cdot v$$

$$= 1000 \cdot 25$$

$$= 25.000 \text{ Ns}$$

10. Ada sebuah benda yaitu benda A bermassa 2 kg, bergerak kekanan dengan kelajuan 10 m/s. Benda B yang bermassa 7 kg bergerak ke kiri dengan kelajuan 4 m/s. Tentukan:
- Momentum benda A
  - Momentum benda B
  - Momentum total benda A dan B Jawab:

**Penyelesaian :**

Diketahui: Benda A  $\rightarrow m = 2 \text{ kg}$

$$V = 10 \text{ m/s}$$

Benda B  $\rightarrow m = 7 \text{ kg}$

$$V = 4 \text{ m/s}$$

Jawab :

- Momentum benda A P  $= m \cdot v$   
 $= 2 \cdot 10$   
 $= 20 \text{ Ns}$
- Momentum benda B P  $= m \cdot v$   
 $= 7 \cdot 4 = 28 \text{ Ns}$
- Momentum total  
benda A dan B P total  $= PA + PB$   
 $= 20 + 28$   
 $= 48 \text{ Ns}$

11. Dalam sebuah permainan sepak bola, seorang pemain melakukan tendangan penalti. Tepat setelah ditendang bola melambung dengan kecepatan 60 m/s. Bila gaya bendanya 300 N dan sepatu pemain menyentuh bola selama 0,3 s maka tentukan:
- Impuls yang bekerja pada bola
  - Perubahan momentumnya,
  - Massa bola

**Penyelesaian:**

$$\begin{aligned}
 V_0 &= 60 \text{ m/s} \\
 F &= 300 \text{ N} \\
 \Delta t &= 0,3 \text{ s}
 \end{aligned}$$

- a. Impuls yang bekerja pada bola sebesar:

$$\begin{aligned}
 I &= F \cdot \Delta t \\
 &= 300 \cdot 0,3 \\
 &= 90 \text{ Ns}
 \end{aligned}$$

- b. Perubahan momentum bola sama dengan besarnya impuls yang diterima

$$\Delta p = 90 \text{ kg m/s}$$

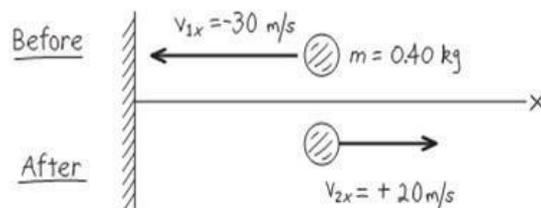
- d. Massa bola dapat ditentukan dengan hubungan berikut:

$$\begin{aligned}
 \Delta p &= I \\
 m \cdot \Delta v &= 90 \\
 m \cdot (60-0) &= 90 \\
 m &= \frac{90}{60} = 1,5 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

12. Sebuah bola bermassa 0,4 kg dilempar dengan kecepatan 30 m/s ke arah sebuah dinding di kiri kemudian bola memantul kembali dengan dengan kecepatan 20 m/s ke kanan. berapa impuls pada bola?

**Penyelesaian :**

Karena momentum merupakan besaran vektor dan memiliki arah maka kita tetapkan acuan ke kanan sebagai sumbu x positif, maka keadaan soal dapat digambarkan



Dengan sumbu x ke kanan positif, maka

$$\begin{aligned}
 p_1 &= m \cdot v_1 \\
 &= (0,4)(-30) \\
 &= -12 \text{ kg m/s}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 p_2 &= m \cdot v_2 \\
 &= (0,4)(+20) \\
 &= +8 \text{ kg m/s}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I &= p_2 - p_1 \\
 &= +8 - (-12) \\
 &= +20 \text{ kg m/s}
 \end{aligned}$$

13. Sebuah bola massa 800 gram ditendang dengan gaya 400 N. Jika kaki dan bola bersentuhan selama 0,5 sekon, tentukan Impuls pada peristiwa tersebut.

**Penyelesaian :**

Diketahui:

$$m = 0,8 \text{ kg}$$

$$F = 400 \text{ N}$$

$$\Delta t = 0,5 \text{ S}$$

Ditanya :

$$I = \dots?$$

Jawab:

$$I = F \cdot \Delta t$$

$$= 400 \cdot 0,5$$

$$= 200 \text{ NS}$$

14. Sebuah bola bergerak ke utara dengan kelajuan 36 km/jam, kemudian bola ditendang ke Selatan dengan gaya 40 N hingga kelajuan bola menjadi 72 km/jam ke Selatan. Jika massa bola 800 gram tentukan :

- Impuls pada peristiwa tersebut
- Lamanya bola bersentuhan dengan kaki

**Penyelesaian :**

Diketahui:

$$V_0 = 36 \text{ km/jam} = 10 \text{ m/s}, m = 800 \text{ gram} = 0,8 \text{ kg}$$

$$V_t = -72 \text{ km/jam} = -20 \text{ m/s}$$

$$F = -40 \text{ N}$$

Ditanya:

a.  $I = \dots?$

b.  $\Delta t = \dots?$

Jawab:

$$I = \Delta P$$

$$I = m \cdot V_t - m \cdot V_0$$

$$I = m(V_t - V_0)$$

$$= 0,8 (-20 - 10)$$

$$= 0,8 - 30$$

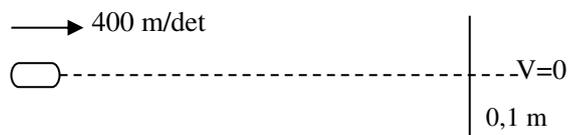
$$= -24 \text{ kg m/s}$$

tanda negatif menyatakan arahnya ke selatan

15. Sebutir peluru massanya 0,05 kg melayang dengan kecepatan  $400 \frac{m}{det}$  masuk sampai 0,1 m ke dalam sebuah balok yang dipancangkan teguh di tanah. Misalkan bahwa gaya penghambatan konstan.

- Hitunglah: a) perlambatan peluru,  
 b) gaya penghambatan,  
 c) lama waktunya (untuk perlambatan),  
 d) impuls tumbukannya!

**Penyelesaian :**



$$\left. \begin{array}{l} V_P = 400 \text{ m/det} \\ x = 0,1 \text{ m} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{a) } a = \dots ? \\ \text{b) } F = \dots ? \\ \text{c) } t = \dots ? \\ \text{d) } I = \dots ? \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{a) } V_t = V_o - at \\ 0 = 400 - at \\ at = 400 \\ t = \frac{400}{a} \end{array} \left| \begin{array}{l} x = V_{ot} - \frac{1}{2} at^2 \\ 0,1 = 400t - \frac{1}{2} \cdot 400t \\ 0,1 = 200t \end{array} \right| \begin{array}{l} at = 400 \\ a = \frac{400}{t} \\ a = \frac{400}{5 \cdot 10^{-4}} \\ a = 8 \cdot 10^5 \text{ ms}^{-2} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{b) } F = m \cdot a \\ = 0,05 \cdot 8 \cdot 10^5 \\ = 4 \cdot 10^4 \text{ N} \end{array}$$

$$\text{c) } t = \frac{0,1}{200} \leftrightarrow 5 \cdot 10^{-4} \text{ det}$$

$$\begin{array}{l} \text{d) } I = F \cdot \Delta t \\ = 4 \cdot 10^4 \cdot 5 \cdot 10^{-4} \\ = 20 \text{ newton det} \end{array}$$

16. Sebuah balok yang massanya 10 kg mula-mula diam di atas permukaan horizontal tanpa gesekan. Suatu gaya yang arahnya horizontal,  $F$  bekerja pada balok itu, besarnya gaya berubah setiap saat dinyatakan oleh persamaan  $F(t) = 10^3 t + 10$  di mana  $F$  dinyatakan dalam Newton dan  $t$  dalam detik.

- Berapa impuls pada balok bila gaya bekerja selama 0,1 detik?
- Berapa kecepatan balok tersebut saat itu?
- Bila gaya  $F$  bekerja selama  $t = 5$  detik, berapa kecepatannya saat itu?

**Penyelesaian :**

$$m = 10 \text{ kg}$$

$$F(t) = 10^3 t + 10$$

$$\begin{aligned} \text{a) } I &= \int F dt \\ &= \int (10^3 t + 10) dt \\ &= 10^3 \cdot \frac{1}{2} t^2 + 10 t \\ &= 10^3 \cdot \frac{1}{2} (0,1)^2 + 10 \cdot 0,1 \\ &= 5 + 1 \end{aligned}$$

$$I = 6 \text{ newton det}$$

b) Impuls = perubahan momentum

$$F dt = m \delta V$$

$$6 = 10 V_{(0,1)} \rightarrow V_{(0,1)} = 0,6 \text{ m/det}$$

c)  $F$  selama 5 detik

$$m dV = F dt = 10^3 \cdot \frac{1}{2} t^2 + 10 t$$

$$m V_{(t)} = 500 t^2 + 10 t$$

$$\begin{aligned} m V_{(5)} &= 500 t^2 + 10 t \\ &= 500 \cdot 25 + 50 \end{aligned}$$

$$m V_{(5)} = 12550$$

$$V_{(5)} = \frac{12550}{10} = 1255 \text{ m/det}$$

17. Sebuah bola dengan massa 2 kg jatuh bebas dari suatu ketinggian 180 m di atas tanah. Besar momentum ketika bola sampai di permukaan tanah adalah ...

**Penyelesaian :**

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : } m &= 2 \text{ kg} \\ h &= 180 \text{ m} \end{aligned}$$

Ditanya :  $p$  ?

**Jawab :**

Pada gerak jatuh bebas :

$$V_t^2 = V_0^2 + 2gh$$

$$V_t^2 = 0 + 2(10)(180) = 3600$$

$$V_t = \sqrt{3600} = 60 \frac{m}{s}$$

Jadi momentumnya :

$$\begin{aligned} p &= mv \\ &= 2 \text{ kg} \cdot 60 \text{ m/s} = 1200 \text{ kg m/s} \end{aligned}$$

18. Dua benda yang memiliki massa sama besar ( $2m_1 = 2m_2$ ) bergerak saling mendekati dengan kecepatan masing-masing  $v_1 = 2 \text{ m/s}$  ke kanan dari  $v_2 = 8 \text{ m/s}$  ke kiri. Setelah bertumbukan kedua benda bergabung menjadi satu dan bergerak dengan kecepatan ...

**Penyelesaian :**

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : } 2m_1 &= 2m_2 \\ v &= 2 \text{ m/s} \\ v_2 &= 8 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Ditanya :  $v'$  ?

**Jawab :**

$$\begin{aligned} m_1 + m_2 &= m_1 v_1' + m_2 v_2' \\ 2m \cdot 2 + 2m(-8) &= (2m + 2m)v' \\ -12m &= 4m \cdot v' \\ v' &= -3 \text{ m/s} \end{aligned}$$

19. Gaya yang bekerja pada sebuah partikel bermassa 2 kg diberikan oleh fungsi  $F = 6t^2 \text{ N}$ ,  $t$  dalam sekon. Jika partikel mulai dari keadaan diam, maka lajunya setelah 2 sekon adalah ...

**Penyelesaian :**

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : } m &= 2 \text{ kg} \\ t &= 2 \text{ s} \\ F &= 6t^2 \text{ N} \end{aligned}$$

Ditanya :  $v_1$  ?

**Jawab :**

Hukum II Newton bentuk momentum :

$$F = \frac{dp}{dt} \rightarrow dp = F dt$$

$$\int_0^2 dp = \int_0^2 F dt$$

$$(p)_0^{p_2} = \int_0^2 6t^2$$

$$p_2 - 0 = \left(\frac{6}{3}t^3\right)_0^2$$

$$p_2 = 2(2)^3 - 2(0)$$

$$p_2 = 2(8) - 0 = 16 \rightarrow p_2 = mv_2$$

$$v_2 = \frac{p_2}{m}$$

$$v_2 = \frac{16}{2} = 8 \text{ m/s}$$

20. Sebuah mobil Ferrari bermassa 500 kg sedang bergerak ke timur dengan kelajuan 40 m/s, dan sebuah bus bermassa 1500 kg sedang bergerak ke utara dengan kelajuan 25 m/s. Berapa besarnya momentum total sesaat sebelum tabrakan terjadi ...

**Penyelesaian :**

Diketahui :  $m_1 = 500 \text{ kg}$   
 $m_2 = 1500 \text{ kg}$   
 $V_1 = 40 \text{ m/s}$   
 $V_2 = 25 \text{ m/s}$

Ditanya : P ?

**Jawab :**

$$P = \sqrt{p_1^2 + p_2^2 + 2p_1p_2\cos\alpha}$$

$$= \sqrt{p_1^2 + p_2^2 + 2p_1p_2\cos 90^\circ}$$

$$= \sqrt{p_1^2 + p_2^2}$$

$$= \sqrt{(m_1v_1)^2 + (m_2v_2)^2}$$

$$= \sqrt{(500 \times 40)^2 + (1500 \times 25)^2}$$

$$= 42.500$$

21. Berapa impuls yang dibutuhkan untuk menambah kecepatan sebuah mobil yang memiliki massa sebesar 150 kg dari 36 km/jam menjadi 72 km/jam adalah sebesar ...

**Penyelesaian :**

Diketahui :  $m = 150 \text{ kg}$   
 $V_1 = 36 \frac{\text{km}}{\text{jam}} = 10 \text{ m/s}$   
 $V_2 = 72 \frac{\text{km}}{\text{jam}} = 20 \text{ m/s}$

Ditanya : I ?

**Jawab :**

$$I = \Delta p$$

$$I = m_2v_2 - m_1v_1$$

$$I = m(v_2 - v_1)$$

$$I = 150(20 - 10)$$

$$I = 1500 \text{ Ns}$$

22. Sebuah bus memiliki massa 1000 kg bergerak dengan kecepatan 20 m/s, tiba-tiba menabrak sebuah tebing. Bus tersebut berhenti setelah 0,4 sekon. Besar gaya rata-rata yang bekerja pada mobil selama tumbukan adalah ...

**Penyelesaian :**

Diketahui :  $m = 1000 \text{ kg}$   
 $V_1 = 20 \text{ m/s}$   
 $V_2 = 0 \text{ m/s}$   
 $\Delta t = 0,4 \text{ s}$

Ditanya :  $F$  ?

**Jawab :**

$$I = \Delta p$$

$$F\Delta t = m(v_2 - v_1)$$

$$F = \frac{m(v_2 - v_1)}{\Delta t}$$

$$F = \frac{1000(0 - 20)}{0,4}$$

$$F = -500000$$

23. Dua bola X dan Y memiliki massa yang sama. Bola X bergerak dengan kecepatan 15 m/s ke arah timur, menumbuk bola Y yang dalam keadaan diam. Jika tumbukan lenting sempurna, maka kecepatan bola X dan Y masing-masing setelah tumbukan adalah ...

**Penyelesaian :**

Diketahui :  $v = 15 \text{ m/s}$   
Tumbukan lenting sempurna ( $e=1$ )  
Ditanya :  $v$  bola X dan  $v$  bola Y ?

**Jawab :**

$$e = \frac{-v'_a + v'_b}{v_a - v_b}$$

$$1 = -\frac{v'_a + v'_b}{15}$$

$$v'_a = v'_b - 15 \dots (1)$$

$$m_a v_a + m_b v_b = m_a v'_a + m_b v'_b$$

$$m \cdot 15 + 0 = m v'_a + m v'_b$$

$$15 = v'_a + v'_b \dots (2)$$

Substitusikan persamaan (1) ke persamaan (2)

$$15 = (v'_b - 15) + v'_b$$

$$30 = 2v'_b$$

$$v'_b = 15 \text{ m/s}$$

Persamaan (1)

$$v'_a = 15 - 15$$

$$= 0$$

24. Partikel bermassa 4 kg bergerak dengan kecepatan  $v = 5i + 2j$  m/s. Jika kecepatan tersebut berubah menjadi  $v = 3i$  m/s dalam waktu 3 detik. Maka perubahan momentum dan gaya yang bekerja pada partikel berturut-turut

...

**Penyelesaian :**

Diketahui :  $m = 4$  kg

$$V_1 = 5i + 2j \text{ m/s}$$

$$V_2 = 3i \text{ m/s}$$

Ditanya :  $p$  ?

**Jawab :**

$$\begin{aligned}\Delta p &= m(v_2 - v_1) \\ &= 4(3i - (5i + 2j))\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta p &= 4(-2i - 2j) \\ &= -8i - 8j\end{aligned}$$

Dan kita tidak perlu menghitung gaya partikel