



الزخم الخطي والدفع

الدرس الأول

محتويات الدرس:

- 2 ← قانون نيوتن الثاني بدلالة الزخم
4 ← حفظ الزخم الخطي.

- 1 ← الزخم الخطي
3 ← الدفع

[1] الزخم الخطي (p)

"ناتج ضرب كتلة الجسم في سرعته المتجهة"

$$p = mv$$

p : الزخم الخطي $\Rightarrow kg \cdot m/s$

m : الكتلة $\Rightarrow kg$

v : السرعة المتجهة $\Rightarrow m/s$

رياضياً \Leftarrow

\Leftarrow اتجاه الزخم الخطي باتجاه السرعة المتجهة.

(؟) ما العوامل التي يعتمد عليها الزخم الخطي لجسم؟

جواب: (1) كتلة الجسم (طردياً) (2) سرعة الجسم المتجهة (طردياً).

(؟) ماذا تعني بأن الزخم الخطي يساوي $(5 kg m/s)$ ؟

جواب: أي أن جسم كتلته $(1 kg)$ يتحرك بسرعة $(5 m/s)$

أو أن جسم كتلته $(5 kg)$ يتحرك بسرعة $(1 m/s)$



\Leftarrow الطاقة الحركية (KE) هي الطاقة التي يمتلكها الجسم بسبب حركته.

تذكر!!

$$K_E = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

$$= \frac{1}{2} p v$$

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

\Leftarrow الطاقة الحركية والزخم

سؤال (1) إذا كان لجسمين نفس الزخم الخطي وكتلة الجسم الأول أكبر من كتلة الجسم الثاني فإن الجسمين سرعته أكبر؟

جواب:

حل سريع

$$p = mv$$

$$v = \frac{p}{m} \quad \therefore \frac{p}{m_1} > \frac{p}{m_2}$$

حسب العلاقة ($p = mv$) فإن العلاقة عكسية بين الكتلة والسرعة بثبوت الزخم، إذا الجسم الذي له سرعة أكبر هو الذي كتلته أقل.
 $m_1 > m_2 \quad \therefore v_2 > v_1$

سؤال (2) يتحرك جسمان بزخم خطي متساوي إذا كانت سرعة الجسم الأول أكبر من الجسم الثاني، فإي الجسمين كتلته أكبر؟

جواب:

حل سريع

$$p = mv$$

$$v = \frac{p}{m} \quad \therefore \frac{p}{m_2} > \frac{p}{m_1}$$

حسب العلاقة ($p = mv$) فإن العلاقة عكسية بين الكتلة والسرعة بثبوت الزخم، إذا الجسم الذي له كتلة أكبر هو الذي سرعته أقل.
 $m_2 > m_1 \quad \therefore v_2 > v_1$

سؤال (3) جسمان لهما نفس السرعة وكتلة الأول أكبر من كتلة الثاني فأَي الجسمين زخمه أكبر؟

جواب:

حل سريع

$$p = mv$$

$$p = m_1 v > m_2 v$$

حسب العلاقة ($p = mv$) فإن العلاقة طردية بين الكتلة والزخم بثبوت السرعة، إذا الجسم الذي له كتلة أكبر له زخم خطي أكبر.
 $m_1 > m_2 \quad \therefore P_1 > p_2$

مثال (1)

* جسم كتلته (20 kg) ويتحرك بسرعة (3 m/s) باتجاه الشرق، احسب زخمه الخطي:

$$m = 20 \text{ kg} \quad / \quad v = 3 \text{ m/s} \quad / \quad p = ??$$

الحل:

$$p = mv$$

$$p = 20 \times 3 = 60 \text{ kg.m/s, +x}$$

مثال (2)

إذا كان الزخم الخطي لجسم ($40 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$) ووزن هذا الجسم (200 N) فأحسب:

[1] السرعة المتجهة للجسم;

[2] إذا كان لجسم آخر وزنه ضعف وزن الجسم الأول نفس الزخم الخطي فأحسب مقدار سرعته.

$$p = 40 \text{ kg} \cdot \text{m/s} \quad / \quad F_g = 200 \text{ N} \quad / \quad v = ?? \quad / \quad v_2 = ?!$$

الحل:

$$p = mv$$

الوزن (F_g)

تذكر !!

[1]

$$40 = 20 \times v \Rightarrow v = \frac{2m}{s}$$

$F_g = mg$ تسارع الجاذبية الأرضية g :

$$200 = m \times 10$$

$$m = 20 \text{ kg}$$

[2]

$$\frac{P_2}{p_1} = \frac{m_2 v_2}{m_1 v_1} \Rightarrow 1 = \frac{2 m_1 v_2}{m_1 v_1}$$

$$\Rightarrow v_2 = \frac{1}{2} v_1 = \frac{1}{2} \times 2 = 1 \text{ m/s}$$

مثال (3)

جسم زخمه الخطي ($2 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$) وسرعته (8 m/s) فأحسب:

[1] كتلة الجسم.

[2] الزخم الخطي للجسم إذا تحرك بسرعة تساوي ثلاثة أضعاف سرعته.

$$P = 2 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m/s} \quad / \quad v = 8 \text{ m/s} \quad / \quad m = ?? \quad / \quad P_2 = ? \quad / \quad v_2 = 3v_1 \quad \text{الحل:}$$

$$1] p = mv \Rightarrow 2 \times 10^3 = m \times 8 \Rightarrow m = 250 \text{ kg}$$

$$2] \frac{P_2}{p_1} = \frac{m_2 v_2}{m_1 v_1} \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{3 v_1}{v_1} = 3$$

$$\therefore p_2 = 3 p = 3 \times 2 \times 10^3 = 6 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$



مثال (4)

جسمان يتحركان نحو الشرق وسرعتها على الترتيب ($v_1 = 5v, v_2 = 4v$) وكتلة الأول ضعف كتلة الثاني.

[1] أحسب نسبة الزخم الخطي للجسم الأول إلى الجسم الثاني.

[2] أي الجسمين يلزمنا قوة أكبر لإبقائه.

$$v_1 = 5v \quad / \quad v_2 = 4v \quad / \quad m_1 = 2m_2 \quad / \quad (r_1 : D_2) = ?? \quad \text{الحل:}$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{m_1 v_1}{m_2 v_2} = \frac{2m_2 \times 5v}{m_2 \times 4v} = \frac{10}{4} = \frac{5}{2} \Rightarrow (5:2) \quad [1]$$

[2] يلزمنا قوة أكبر لإيقاف الجسم الأول لأن زخمه أكبر.

مثال (5)

جسم يتحرك نحو الشرق بسرعة (12 m/s) وكتلته إذا تحرك نحو الغرب بنفس السرعة فكم يصبح زخمه الخطي مقداراً واتجاهاً.

$$p = mv \Rightarrow p = 2 - 12 = -24 \quad \text{الحل:}$$

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

مثال (6)

جسم كتلته (4 kg) يتحرك أفقياً بطاقة حركية ($5 \times 10^3 \text{ J}$) أحسب الزخم الخطي للجسم.

$$m = 4 \quad / \quad K_E = 5 \times 10^3 \quad / \quad p = ?? \quad \text{الحل:}$$

$$K_E = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow 5 \times 10^3 = \frac{1}{2} \times 4 \times v^2$$

$$\Rightarrow v^2 = \frac{1}{4} \times 10^4 \Rightarrow v = \frac{1}{2} \times 10^2 \text{ m/s}$$

$$p = mv \Rightarrow p = 4 \times \frac{1}{2} \times 10^2 = 2 \times 10^2 \text{ kg.m/s}$$

مثال (7)

تسير سيارة على مسار أفقي بسرعة (v) إذا زادت سرعة السيارة للضعف فماذا يحدث لزخمها الخطي.

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{m_2 v_2}{m_1 v_1} = \frac{2v}{v} = \frac{2}{1} \Rightarrow p_2 = 2p_1 \quad \text{يتضاعف مرتين}$$

مثال (8)

إذا كان لجسمان الطاقة الحركية نفسها فهل يتساويان في الزخم الخطي؟

$$K_{E_1} = K_{E_2} \quad \Leftarrow \text{(معطيات السؤال)}$$

الحل:

$$\frac{1}{2}m_1v_1^2 = \frac{1}{2}m_2v_2^2 \Rightarrow m_1 v_1 v_1 = m_2 v_2 v_2$$

$$\Rightarrow p_1 v_1 = p_2 v_2$$

$$\Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{v_2}{v_1}$$

∴ لا يتساوى جسمان لهما نفس الطاقة الحركية بالزخم الخطي إلا إذا كان متساويان بالكتلة والسرعة.

مثال (9)

يتحرك جسمان بنفس الزخم الخطي، إذا كانت كتلة الجسم الأول أكبر من كتلة الجسم الثاني فأَي الجسمين:

[1] سرعته أكبر.

[2] طاقته الحركية أكبر.

الحل:

$$p_1 = p_2 \quad / \quad m_1 > m_2 \quad / \quad v?? \quad / \quad K_E??$$

$$p = mv$$

[1]

$$\checkmark \begin{matrix} \uparrow \\ (1) \end{matrix} \begin{matrix} \downarrow \\ (1) \end{matrix} \Rightarrow v_1 < v_2$$

[2] أو

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

$$K_E \downarrow = \frac{1}{2}p \checkmark v \downarrow$$

$$\therefore \downarrow = \begin{matrix} \uparrow \downarrow \\ (1)(1) \end{matrix}$$

$$K_{E_1} < K_{E_2}$$

مثال (10)

جسمان لهما نفس الطاقة الحركية، وكتلة الجسم الأول أربعة أضعاف كتلة الجسم الثاني فما النسبة بين زخم الجسم الأول إلى زخم الجسم الثاني:

$$K_{E_1} = K_{E_2} \Rightarrow \frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} m_2 v_2^2$$

$$4m_1 v_1^2 = m_2 v_2^2 \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{m_1 v_1}{m_2 v_2} = \frac{4m_2}{m_2} \times \frac{1}{2}$$

$$= 2 \Rightarrow (2:1)$$

مثال (11)

إذا علمت أن كتلة البروتون تساوي (1800) ضعف كتلة الإلكترون واطلقا معاً أفقياً بحيث كانت الطاقة الحركية للبروتون نصف الطاقة الحركية للإلكترون، فاحسب النسبة بين الزخم الخطي للبروتون والزخم الخطي للإلكترون.

$$m_p = 1800 m_e \quad / \quad K_{E_p} = \frac{1}{2} K_{E_e} m_2$$

الحل:

$$\frac{K_{E_p}}{K_{E_e}} = \frac{1}{2} = \frac{\frac{1}{2} m_p v_p^2}{\frac{1}{2} m_e v_e^2} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{1800 m_e}{m_e} \times \frac{v_p^2}{v_e^2}$$

$$\Rightarrow \frac{v_p^2}{v_e^2} = \frac{1}{3600} \Rightarrow \frac{v_p}{v_e} = \frac{1}{60}$$

$$\text{المطلوب} \Rightarrow \frac{p_p}{p_e} = \frac{m_p v_p}{m_e v_e} = 1800 \times \frac{1}{60}$$

$$= \frac{30}{1} \Rightarrow (30:1)$$

مثال (12)



[2] قانون نيوتن الثاني والزخم الخطي:

"المعدل الزمني لتغير الزخم الخطي لجسم يساوي القوة المحصلة المؤثرة فيه".

$$\sum F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

 $\sum F \rightarrow N$ القوة المحصلة:

 $v \cdot g \rightarrow$ و التغير في الزمن: Δp
 $\Delta t \rightarrow s$ الزمن:

← اتجاه القوة المحصلة باتجاه تغير الزخم.

$$\Delta p = p_f - p_i \quad \leftarrow$$

الزخم الابتدائي - الزخم النهائي = Δp

← عند ثبات الكتلة يمكن التعبير عن قانون نيوتن الثاني بالشكل التالي:

$$\sum F = \frac{dp}{dt} = \frac{dmv}{dt} = \frac{mdv}{dt} = ma$$

سؤال (1): كيف يمكن إيقاف جسم يتحرك بزخم معين باستعمال أقل قوة ممكنة؟

جواب: بزيادة زمن التأثير على الجسم بتلك القوة.

أمثلة: (1) تغطي أرضية الملاعب بالعشب أو بالرمل.

(2) وجود حزام مطاطي حول السيارات في مدينة الألعاب.

(3) يثني الشخص قدميه عند السقوط على الأرض من ارتفاع معين.

← وذلك لزيادة زمن تأثير القوة مما يعني نقصان مقدار القوة المؤثرة.

سؤال (2): كيف يمكن زيادة زخم جسم معين باستعمال نفس القوة المحصلة؟

جواب: بزيادة زمن التأثير القوة على الجسم.

أمثلة: (1) دفع عربة تسوق باستخدام قوة ثابتة وكلما زاد زمن التأثير زاد زخم العربة وزادت سرعتها.

(2) ركل كرة قدم باستخدام قوة ثابتة / وكلما زاد زمن تلامس الكرة مع القدم زادت

سرعتها وزخمها.

سؤال (3): فسر كل مما يلي:

- أ] وجود حزام من المطاط حول السيارات الكهربائية في مدينة الألعاب.
 ب] تغطي أرضية ساحات الألعاب بالعشب أو الرمل.
 ج] يثني المظلي قدميه عن ملامسته لسطح الأرض.
 جواب: أ/ب/ج: لزيادة زمن تأثير القوة وحسب العلاقة.

$$\sum F \downarrow = \frac{\Delta p}{\uparrow \Delta t}$$

سؤال (4): فسر كل مما يلي:

- أ] تزداد سرعة كرة القدم (جسم) كلما زاد زمن ملامستها مع قدم اللاعب (زمن تأثير القوة الثابتة).
 ب] تزداد سرعة الصاروخ بعد انطلاقه بمرور الوقت.
 جواب: أ/ب: لزيادة زمن تأثير القوة على الجسم يزداد مقدار التغير في زخمه الخطي حسب العلاقة

$$\sum F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

 ← مما يؤدي إلى زيادة زخم الجسم وزيادة سرعته بالتالي.

سؤال (5): جسمان موضوعان على سطح أملس، أثرت في كل منهما القوة المحصلة نفسها لنفس

الفترة الزمنية، إذا علمت أن كتلة الجسم الأول أكبر من كتلة الجسم الثاني، فأَي الجسمين:

- أ] له زخم خطي أكبر. ب] له سرعة نهائية أكبر. ج] طاقة حركية أكبر.

$$\sum F_1 = \sum F_2 \quad / \quad \Delta t_1 = \Delta t_2 \quad / \quad m_1 > m_2$$

جواب:

$$\checkmark \sum F = \frac{\Delta p}{\Delta t} \checkmark \Rightarrow \Delta p_1 = \Delta p_2 \quad \text{أ]}$$

$$p = mv \Rightarrow \checkmark = \begin{matrix} \uparrow \\ (1) \end{matrix} \begin{matrix} \downarrow \\ (1) \end{matrix} \Rightarrow v_2 > v_1 \quad \text{ب]}$$

$$K_E = \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{ج]}$$

$$\therefore \downarrow = \begin{matrix} \uparrow \\ (1) \end{matrix} \downarrow \Rightarrow K_{E_2} > K_{E_1}$$

مثال (1)

إذا تغير الزخم الخطي لجسم ما بمقدار $(30 \text{ kg} \cdot \text{m/s})$ خلال (5 s) ، أحسب مقدار القوة المحصلة المؤثرة فيه.

$$\Delta p = 30 \text{ kg} \cdot \text{m/s} \quad / \quad \Delta t = 5 \quad / \quad \Sigma F = ??$$

الحل:

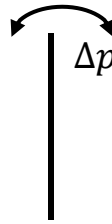
$$\Sigma F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{30}{5} = 6 \text{ N}$$

مثال (2)

جسم كتلته (20 kg) بدأ حركته من السكون تحت تأثير قوة محصلة ثابتة، فأصبحت سرعته بعد (8 s) تساوي (4 m/s) نحو $(+x)$ أحسب مقدار القوة المحصلة المؤثرة فيه.

$$m = 20 \text{ kg} \quad / \quad v_i = 0 \quad / \quad v_f = 4 \text{ m/s} \quad / \quad \Delta t = 8 \text{ s} \quad / \quad \Sigma F = ?? \quad \text{الحل:}$$

$$\Sigma F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{80}{8} = 10 \text{ N}, +x$$



$$\Delta p = p_f - p_i = m v_f - m v_i$$

$$= 20 \times 4 - 20 \times 0 = 80 \text{ kg} \cdot \text{m/s} \text{ و } +x$$

مثال (3)

يتحرك جسم بسرعة مقدارها (3 m/s) نحو $(+x)$ وكتلته (5 kg) فارتطم بحاجز أمامه، فتوقف عن الحركة بعد (1.5 s) من ارتطامه بالحاجز، أحسب مقدار القوة المحصلة المؤثرة على الجسم خلال فترة التصادم؟

$$v_i = 3 \text{ m/s} \quad / \quad m = 5 \text{ kg} \quad / \quad v_f = 0 \quad / \quad \Delta t = 1.5$$

الحل:

$$\Delta p = p_f - p_i = 0 - m_1 v_1 = -5 \times 3 = -15 = 15 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} (-x)$$

$$\Sigma F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{-15}{1.5} = -10 \text{ N} = 10 \text{ N}, -x$$

مثال (4)

تتحرك عربة بسرعة ثابتة، بحيث كان زخمها الخطي (12 kg m/s) فأضيف للعربة ثقلاً بحيث تضاعفت كتلتها مرتين في بناء سرعتها ثابتة، أحسب:

[1] الزخم الخطي للعربة بعد إضافة الثقل.

[2] متوسط القوة المحصلة المؤثرة في العربة إذا علمت أن كتلتها تضاعفت خلال (1.2 s).

الحل:

$$p_i = 12 \quad / \quad m_f = 2m_i \quad / \quad v_f = v_i \quad / \quad p_f = ??$$

$$\frac{p_f}{p_i} = \frac{m_f v_f}{m_i v_i} = \frac{2m_i v_i}{m_i v_i} = 2 \Rightarrow p_f = 2p_i = 24 \text{ kg m/s} \quad [1]$$

$$\sum F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{p_f - p_i}{\Delta t} = \frac{24 - 12}{1.2} = \frac{12}{1.2} = 10 \text{ N} \quad [2]$$

مثال (5)

كرة كتلتها (0.2 kg) إذا كانت سرعتها لمحظة اصطدامها بالأرض (8 m/s) وسرعة ارتدادها (3 m/s) احسب مقدار واتجاه القوة المتوسطة المؤثرة في الكرة نتيجة هذا الاصطدام إذا استمر مدة (1 s).

الحل:

$$m = 0.2 \text{ kg} \quad / \quad v_i = -8 \text{ m/s} \quad / \quad v_f = 3 \text{ m/s} \quad / \quad F = ??$$

$$\Delta p = p_f - p_i = m(v_f - v_i) = 0.2(3 - (-8)) = 2.2 \text{ kg m/s} \quad [1]$$

$$\sum F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{2.2}{1} = 2.2 \text{ N, +y} \quad [2]$$

مثال (6)

إذا انطلقت كرة بسرعة (20 m/s) نحو حائط فاصطدمت به وارتدت عنه بنفس السرعة وكانت فترة تلامس الكرة مع الحائط (0.2 s) فاحسب مقدار القوة المحصلة المؤثرة في الكرة إذا علمت أن كتلتها (10 g).

الحل:

$$v_i = 20 \text{ m/s} \quad / \quad v_f = -20 \text{ m/s} \quad / \quad \Delta t = 0.2 \text{ s} \quad / \quad m = 10 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$\sum F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{-4 \times 10^{-1}}{2 \times 10^{-1}} = -2 \quad \text{عكس اتجاه السرعة الابتدائية, } = 2 \text{ N}$$

$$\Delta p = p_f - p_i = m(v_f - v_i) = 10 \times 10^{-3}(-20 - 20) = -400 \times 10^{-3} = -4 \times 10^{-1}$$

مثال (7)

رجل يدفع عربة تسوق كتلتها (4 kg) على أرض أفقية وبسرعة (2 m/s) وفي أثناء حركته أضاف للعربة كيس من الأرز كتلته (3 kg) فأصبحت سرعة العربة (1 m/s) وذلك خلال فترة زمنية (1.5 s) فأحسب.

[1] الزخم الخطي للعربة بعد إضافة كيس الأرز لها.

[2] مقدار القوة المحصلة المؤثرة في العربة خلال فترة إضافة كيس الأرز.

$$m_i = 4 \text{ kg} / m_1 = 4 + 3 = 7 \text{ kg} / v_i = 2 \text{ m/s} / v_1 = 1$$

الحل:

$$\Delta t = 1.5 / p_f = ? / \sum F = ??$$

$$p_f = m_f v_f = 7 \times 1 = 7 \text{ kg.m/s} \quad [1]$$

$$\sum F = F = \frac{\Delta p}{\Delta t} \quad \Delta p = p_f - p_e \quad [2]$$

$$= \frac{1}{1.5} = \frac{2}{3} \text{ N}, -x$$

$$= m_f v_f - m_i v_i$$

$$= 7 \times 1 - 4 \times 2$$

$$= 7 - 8 = 1 \text{ kg.m/s}$$

مثال (8)

أثرت قوة محصلة باتجاه الشرق على جسم ساكن لمدة مقدارها (3.6 s) حتى أصبحت سرعته وطاقته الحركية بالترتيب (15 J 5 m/s) فأحسب مقدار واتجاه الضوء المحصلة المؤثرة فيه.

$$v_i = 0 / \Delta t = 3.6 \text{ s} / v_f = 5 \text{ m/s} / K_E = 15 / \sum F = ??$$

الحل:

$$\sum F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

$$= \frac{6}{3.6} = \frac{10}{6} = \frac{5}{3} \text{ N}$$

$$\Delta p = m(v_f - v_i)$$

$$= \frac{6}{5} \times 5 = 6 \text{ kg.m/s}$$

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

$$15 = \frac{1}{2} m \times 25$$

$$m = \frac{30}{25} = \frac{6}{5} \text{ kg}$$

مثال (9)

استخدم لاعب هوكي عصاه لضرب قرص هوكي ساكن بقوة (8N) فبدأ القرص الحركة بعد تلامسه مع العصا لمدة (0.5 s) بسرعة (20 m/s) فأحسب كتلة قرص الهوكي؟.

$$F = 8 \text{ N} / \Delta t = 0.5 \text{ s} / v_f = 20 \text{ m/s} / v_i = 0 \text{ m/s} / m = ?$$

الحل:

$$\bar{F} = \frac{\Delta p}{\Delta t} \Rightarrow 18 = \frac{m(v_f - v_i)}{0.5}$$

$$4 = m(20 - 0) \Rightarrow m = \frac{4}{20} = 0.2 \text{ kg}$$

مثال (10)

في تجربة لاختبار حزام الأمان لسيارة تم وضع مجسم كتلته (90 kg) يرتدي حزام الأمان للسيارة التي تسير بسرعة (10 m/s) لتصدم بحائط وتتوقف تماماً، إذا علمت أن حزام الأمان احتاج (2.0 s) للإيقاف المجسم تماماً.

1] أحسب مقدار القوة المحصلة المؤثرة على حزام الأمان بإهمال أي قوة احتكاك بين المجسم والمقعد.

2] إذا أردنا أن نتخير تحمل حزام الأمان لقوة مقدارها (1000N) خلال (3 s) فكم يجب أن تكون سرعة السيارة قبل التصادم.

الحل:

$$m = 90 \text{ kg} / v_i = 10 \text{ m/s} / v_f = 0 \text{ m/s} / \Delta t = 2 \text{ s}$$

$$1) \sum_{\text{مجسم}} F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{m(v_f - v_i)}{\Delta t}$$

$$= \frac{90 \times -10}{2} = -450$$

$$\therefore \sum_{\text{الحزام}} F = 450 \text{ N}$$

$$2) \sum F = \frac{\Delta p}{\Delta L}$$

$$1000 = \frac{\Delta p}{3}$$

$$\Delta p = 3000 \text{ N.s}$$

$$\Delta p = m(v_f - v_i)$$

$$3000 = -40v_i$$

$$v_i = \frac{3000}{9} = 33.3 \text{ m/s}$$



تمرينات

تمرين (1): ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة:

1] وحدة قياس الزخم الخطي ($kg \cdot m/s$) تكافئ:

(أ) N/m (ب) $N \cdot m$ (ج) N/s (د) $N \cdot s$

2] إذا أردنا إيقاف جسم يتحرك بزخم معين بأقل قوة ممكنة فإنه يجب:

(أ) زيادة زمن تأثير القوة (ب) تقليل زمن تأثير القوة.
(ج) زيادة سرعة الجسم. (د) تقليل سرعة الجسم.

3] جسم زخمه الخطي ($12 kg \cdot m/s$) وكتلته ($2 kg$) فإن سرعته:

(أ) $24 m/s$ (ب) $6 m/s$ (ج) $12 m/s$ (د) $3 m/s$

4] تتحرك سيارة نحو الشرق بزخم خطي ($10 kg \cdot m/s$) إذا تحركت نحو الغرب بنفس السرعة فإن زخمها الخطي يساوي:

(أ) $10 kg \cdot m/s$ (ب) $-10 kg \cdot m/s$ (ج) صفر (د) $20 kg \cdot m/s$

5] رُكلت كرة بسرعة معينة نحو الشرق ثم رُكلت نفس الكرة بضعف هذه السرعة فإن النسبة بين الزخم الخطي لكرة في المرة الأولى إلى زخمها في المرة الثانية ($p_1 : p_2$)

(أ) (1 : 2) (ب) (2 : 1) (ج) (1 : 4) (د) (4 : 1)

6] صندوقان (B, A) يستقران على سطح أفقي أملس، أثرت في كل منهما القوة المحصلة نفسها باتجاه محور (+x) للفترة الزمنية (Δt) نفسها إذا علمت أن كتلة الصندوق (M_A) أكبر من كتلة الصندوق (M_B) فأى العلاقات التالية صحيحة:

(أ) $P_A < P_B, K_{EA} < K_{EB}$ (ب) $P_A = P_B, K_{EA} > K_{EB}$

(ج) $P_A = P_B, K_{EA} < K_{EB}$ (د) $P_A > P_B, K_{EA} > K_{EB}$

7] رميت كرة كتلتها (m) أفقياً بسرعة مقدارها (v) نحو جدار فارتدت الكرة أفقياً بمقدار السرعة نفسه، إن مقدار التغير في الزخم الخطي للكرة:

- (أ) mv (ب) $-mv$ (ج) $2mv$ (د) صفر

8] عند حركة مجموعة من الأجسام باتجاه معين فإن الجسم الذي له زخم خطي أكبر يكون له:

- (أ) كتلة أكبر (ب) سرعة أكبر
(ج) طاقة حركية أكبر (د) حاصل ضرب الكتلة بالسرعة أكبر

9] جسم كتلته ($2m$) وسرعته ($2v$) وجسم آخر كتلته ($\frac{1}{2}m$) وسرعته ($6v$) فإن أحد العبارات التالية صحيحة:

- (أ) $P_1 > P_2, K_{E1} > K_{E2}$ (ب) $P_1 < P_2, K_{E1} < K_{E2}$
(ج) $P_1 > P_2, K_{E1} < K_{E2}$ (د) $P_1 < P_2, K_{E1} > K_{E2}$

10] إذا احتجنا قوة مقدارها (100 N) لإيقاف جسم كتلته (5 kg) خلال (2.0 s) فإن مقدار سرعته الابتدائية:

- (أ) 100 m/s (ب) 40 m/s (ج) 10 m/s (د) 4 m/s

تمرين (2): كتلة مقدارها (1 kg) تتحرك بسرعة (10 m/s) بالاتجاه ($+x$)، فأثرت عليها قوة محصلة لمدة (4 s) فقلت سرعتها إلى (4 m/s) من دون تغيير اتجاهها حركتها، احسب:

[1] مقداره التغير في زخم الجسم.

[2] مقدار واتجاه القوة الحصلة المؤثرة فيه.

تمرين (3): تتحرك سيارة كتلتها ($1.4 \times 10^3\text{ kg}$) بسرعة (20 m/s) فنصطدم بجدار وتتوقف خلال (2.0 s) فما متوسط القوة المؤثرة في السيارة خلال التصادم.

تمرين (4): يطلق محرك طائرة نفاثة في كل ثانية (1000kg) من الهواء الساخن بسرعة (20 m/s) فما متوسط قوة دفع المحرك للطائرة نحو الامام.

تمرين (5): أثرت قوة مقدارها ($4 \times 10^3 \text{ N}$) في كتلة (40 kg) لمدة (10 s) فاحسب:
 (أ) التغير في الزخم الخطي للجسم.
 (ب) التغير في مقدار سرعة الجسم المتجهة.

تمرين (6): إذا تحرك جسم كتلته (5 kg) بطاقة حركية ($3 \times 10^3 \text{ J}$) فاحسب مقدار الزخم الخطي لحركته.

تمرين (7): جسم يتحرك بطاقة حركية (70 J) اذا ضاعفنا زخمه ثلاث أضعاف ما كان عليه بثبات كتلته فكم تصبح طاقته الحركية.

تمرين (8): جسم يتحرك بزخم خطي (p) اذا قلت طاقته الحركية للربع فكم يصبح زخمه الخطي بثبات الكتلة.

تمرين (9): جسم يتحرك بسرعة مقدارها ($2 \times 10^2 \text{ m/s}$) وكتلته (100g) وجسم آخر كتلته (75g) كم يجب أن تكون سرعة الجسم الثاني ليمتلك نفس زخم الجسم الأول.

تمرين (10): يضرب لاعب كرة تنس الكرة المتجهة نحوه بسرعة (60 m/s) باستخدام مضربه فترتد بسرعة (80 m/s) اذا استمر تلامس المضرب مع الكرة (0.4 s) فاحسب مقدار القوة المحصلة المؤثرة في المضرب والمؤثرة في الكرة.

تمرين (11): جسم كتلته (8 kg) يتحرك بسرعة (3 m/s) شرقاً، فاحسب:
 (1) التغير في زخمه الخطي اذا غير سرعته بحيث أصبحت (2 m/s) غرباً.
 (2) مقدار القوة المحصلة اللازمة لتغير سرعته إلي (2 m/s) غرباً اذا أثرت لمدة (1.5 s).

تمرين (12): كرة قش مشتعلة وكانت كتلتها (2 kg) حيث بدأت حركتها افقياً بسرعة ثابتة (12 m/s) فكم يجب أن تخسر من كتلتها نتيجة الاحتراق ليصبح زخمها الخطي يساوي نصف زخمها الخطي الابتدائي اذا استمرت بالحركة بنفس السرعة الابتدائية.

تمرين (13): عند دفعك لطاولة على أرض ملساء بقوة (100N) شرقاً وتغير زخم الطاولة الخطي بمقدار (4 N.s) فاحسب.

(أ) زمن تلامس يدك مع الطاولة.

(ب) مقدار واتجاه للقوة المؤثرة على يدك.



المصطلحات

.....

.....

.....

.....

.....

.....

أفكار مهمة

.....

.....

.....

.....

.....

.....

القوانين

--	--	--	--

■ أسئلة لم أفهمها:

السؤال (رقم)	الصفحة	السبب (بعد مراجعة الاستاذ)	سأذكر (بعد مراجعتك لنفسك)

■ أسئلة يجب مراجعتها عند دراسة الامتحان:

السؤال (رقم)	صفحة	مراجعة (1)	مراجعة (2)	مراجعة (3)
		اكتفيت	اكتفيت	اكتفيت
مثال: 1	1	X	✓	

(3) الدفع:

"هو ناتج ضرب القوة المحصلة المؤثرة في جسم في زمن تأثيرها"

$\sum F$: القوة المحصلة، N

Δt : زمن تأثير القوة، S

$$I = \sum F \Delta t$$

رياضياً \Leftarrow

I : دفع القوة، $N.S$

* ماذا نعني بأن الدفع المؤثر على جسم يساوي $(1 N.S)$ ؟

أي أنه يتأثر بقوة مقدارها $(1 N)$ لمدة $(1 S)$.

* مبرهنة (الزخم الخطي - الدفع):

"دفع القوة المحصلة المؤثرة على جسم يساوي التغير في زخمه الخطي"

$$\Delta P = P_f - P_i$$

ΔP : التغير في الزخم

$$I = \Delta P \Leftarrow$$

سؤال (1) ما العوامل التي يعتمد عليها الدفع؟

(1) القوة المحصلة المؤثرة (طردياً)

جواب:

(2) زمن تأثير القوة (طردياً)

سؤال (2) عند زيادة الزخم الخطي لجسم إلى الضعف فكم يكون مقدار الدفع المؤثر فيه بالنسبة لزمجه الابتدائي.

$$P_2 = 2P_1 \Rightarrow \Delta P = P_2 - P_1 = 2P_1 - P_1 = P_1$$

جواب:

$$I = \Delta P = P_1$$

سؤال (3) عند زيادة التغير في الزخم الخطي لجسم إلى الضعف فماذا يحدث للدفع المؤثر فيه.

$$\Delta P_2 = 2\Delta P_1$$

جواب:

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{\Delta P_2}{\Delta P_1} = \frac{2\Delta P_1}{\Delta P_1} = 2$$

$$I_2 = 2I_1$$

يزداد الدفع للضعف

سؤال (4) إذا أثرتنا على جسمين بنفس المقدار من القوة ولنفس المدة الزمنية وكانت كتلة الجسم الأول أكبر في كتلة الجسم الثاني، فأجب عما يلي:

(1) أي الجسمين يتأثر بدفع أكبر.

(2) أي الجسمين يكون مقدار التغير في سرعته أكبر.

$$F_1 = F_2 / \Delta t_1 = \Delta t_2 / M_1 > M_2 \quad \text{جواب:}$$

$$(1) \text{ يتأثران بنفس القوة ولنفس } I = \sum \checkmark F \Delta t \checkmark$$

الزمن إذاً سيكون لهما نفس الدفع.

$$(2) \text{ لهما نفس التغير في الزخم } \Delta'p = M \Delta v$$

وكتلة الأول أكبر إذاً سرعته أقل (1) (1) ✓

$$\Delta V_2 > \Delta V_1$$

مثال (1)

جسم يتأثر بقوة محصلة نحو الشرق مقدارها (40 N) لمدة (10 s) احسب مقدار الدفع المؤثر فيها.

$$\sum F = 40 / \Delta t = 10 / I = !?$$

الحل:

$$I = \sum F \Delta t = 40 \times 10 = 400 \text{ N.S}$$

مثال (2)

جسم ساكن كتلته (4 kg) يتأثر بقوة محصلة نحو (+x) لمدة (3 s) فتصبح سرعته بعد نهاية الثانية (3) تساوي (25 m/s) فاحسب:

(أ) الزخم الخطي النهائي للجسم. (ب) القوة المحصلة المؤثر فيه والدفع.

$$\text{الحل: } \sum F = !? / P_f = ? / V_1 = 25 \text{ m/s} / V_i = 0 / \Delta t = 3 \text{ s} / m = 4 \text{ kg}$$

$$\sum F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{P_f - P_i}{\Delta t} \quad (\text{ب})$$

$$= \frac{100 - 0}{3} = 33,3 \text{ N, +X}$$

$$I = \Delta P = 100 \text{ N.S, +X}$$

$$P_f = M_F V_F$$

$$= 4 \times 25 = 100 \text{ kg.m/s } \text{و } +X$$

مثال (3)

يتأثر جسم بقوة مقدارها (100 N) نحو الشرق لمدة (10 s)

(أ) احسب مقدار الدفع المؤثر في الجسم.

(ب) إذا زاد زمن تأثير القوة لثلاثة أضعاف ما كان عليه فماذا يحدث للدفع المؤثر في الجسم.

$$\sum F = 100 \text{ N} / \Delta t = 10 \text{ s} \quad \text{الحل:}$$

$$\Delta t_2 = 3\Delta t_1, \frac{I_2}{I_1} = ??$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{F \Delta t_2}{F \Delta t_1} = \frac{3 \Delta t_1}{\Delta t_1} = \frac{3}{1}$$

$$I_2 = 3I_1 \text{ يتضاعف ثلاث مرات.}$$

$$(ب) \quad I = \sum F \Delta t \quad (أ)$$

$$= 100 \times 10$$

$$= 1000 \text{ N.S} , +X$$

مثال (4)

جسم ساكن كتلته (10 kg) تأثر بقوة محصلة نحو الشرق لمدة زمنية مقدارها (20 s) إلى أن أصبحت سرعته (5 m/s)، فاحسب:

(أ) التغير في الزخم الخطي للجسم.

(ب) الدفع المؤثر في الجسم.

(ج) مقدار واتجاه القوة المحصلة المؤثرة في الجسم.

$$m = 10 \text{ Kg} / v_i = 0 / \Delta t = 20 / V_f = 5 \quad \text{الحل:}$$

$$I = F \Delta t \quad (ج) \quad \Delta P = P_f - P_i \quad (أ)$$

$$50 = F \times 20 \Rightarrow F = \frac{50}{20} = 2.5 \text{ N}$$

$$= m(V_f - V_i)$$

$$= 10 (5 - 0) = 50 \text{ kg.m/s}$$

$$\text{أو } F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{50}{20} = 2.5 \text{ N} , +X$$

$$I = \Delta P = 50 \text{ N.S} , +X \quad (ب)$$

مثال (5)

أثبت أن وحدة قياس الزخم الخطي ($kg\ m/s$) تكافئ وحدة القياس ($N.S$)

$$I = \sum F \Delta t \quad \text{لكن } (I = \Delta P)$$

$$\Delta P = \sum F \Delta t \quad (\Delta P = \Delta(mv))$$

$$\Delta(mv) = \sum F \Delta t$$

$$\Rightarrow kg.m/s = N.S \quad \#$$

مثال (6)

قوتان تؤثران في جسم، الأولى نحو الأعلى ومقدارها ($30\ N$) والثانية ($40\ N$) نحو اليمين، لمدة ($20\ s$) أحسب:

(1) الدفع المؤثر على الجسم. (2) التغير في الزخم الخطي للجسم.

$$\text{الحل:} \quad F_1 = 30\ N, +y \quad / \quad F_2 = 40\ N, +X \quad / \quad \Delta t = 20$$

$$I = \sum F \Delta t$$

$$I = 50 \times 20 = 1000\ N.S$$

$$\sum F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} \quad (1)$$

$$= \sqrt{30^2 + 40^2} = \sqrt{2500} = 50\ N, \theta$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{30}{40}\right)$$

$$I = \Delta P = 1000\ N.S$$

(2)

مثال (7)

سيارة تسير بسرعة ثابتة مقدارها ($36\ Km/h$) نحو الشرق، اضطر سائقها للدوس على المكابح لمدة ($3\ s$) لوجود عائق أمامه فتوقفت السيارة بعدها إذا علمت أن كتلة السيارة ($1500\ kg$) فأحسب:

(1) الدفع المؤثر في السيارة.

(2) مقدار قوة الاحتكاك المؤثرة في السيارة أثناء فترة التوقف.

الحل:

$$v_i = 36\ km/h = \frac{36 \times 1000}{3600} = 10\ m/s / v_f = 0 / \Delta t = 3 / m = 1500$$

$$I = \Delta P = m(v_f - v_i) = 1500(0 - 10) = 15 \times 10^3\ N.S, -X \quad (1)$$

$$\sum F = f_s = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{15 \times 10^3}{3} = 5 \times 10^3, -X \quad (2)$$

مثال (8)

جسم كتلته (m) ويتحرك بسرعة (v) وجسم آخر كتلته ($\frac{1}{3}m$) وسرعته ($2v$) فأَي الجسمين يلزمنا دفع أكبر لإيقافه؟ احسب النسبة بين الدفع للجسم الأول إلى الدفع للجسم الثاني اللازم لإيقافهما؟

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{\Delta P_1}{\Delta P_2} = \frac{m_1(v_f - v_i)_1}{m_2(v_f - v_i)_2}$$

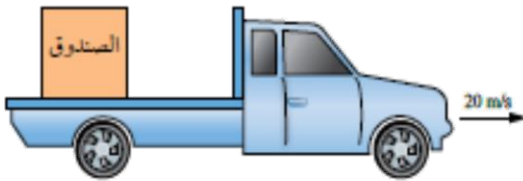
$$\left| \begin{array}{l} m_2 = \frac{1}{3}m / m_1 = m \\ v_2 = 2v / v_1 = v \end{array} \right.$$

$$= \frac{m \times -v}{\frac{1}{3}m \times -2v} = \frac{3}{2} \Rightarrow I_1 = \frac{3}{2} I_2$$

يلزمنا دفع أكبر لإيقاف الجسم الأول.

مثال (9)

مثال الكتاب (ص 13)



وضع صندوق كتلته (100 kg) في شاحنة تتحرك شرقاً بسرعة مقدارها (20 m/s) اذا ضغط السائق على المكابح، فتوقفت الشاحنة خلال (5 s) من لحظة الضغط على المكابح، فاحسب مقدار:

(أ) الزخم الخطي الابتدائي للصندوق.

(ب) الدفع المؤثر في الصندوق.

(ج) قوة الاحتكاك المتوسطة اللازم تأثيرها في الصندوق لمنعه من الانزلاق.

$$m = 100 \text{ kg} / v_i = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} / v_f = 0 / \Delta t = 5 \text{ s}$$

الحل:

$$P_i = m v_i = 100 \times 20 = 2 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m/s}, +X \quad (\text{أ})$$

$$I = \Delta P = m(v_f - v_i) = 100(0 - 20) = -2 \times 10^3 \quad (\text{ب})$$

$$= 2 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}, -X$$

$$\sum F = f_s = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{2 \times 10^3}{5} = 4 \times 10^2 \text{ N}, -X \quad (\text{ج})$$



مثال (10) مثال الكتاب (ص14).

يركل لاعب كرة قدم ساكنة كتلتها (0.45 kg) ، فتنتلق بسرعة (30 m/s) باتجاه $(+X)$ ، اذا علمت أن مقدار القوة المتوسطة المؤثرة في الكرة (135 N) فاحسب مقدار ما يأتي بإهمال وزن الكرة:

(أ) الزخم الخطي للكرة عند لحظة ابتعادها عن قدم اللاعب.

(ب) زمن تلامس الكرة مع قدم اللاعب.

(ج) الدفع المؤثر في الكرة خلال زمن تلامسها مع قدم اللاعب.

$$m = 0.45 \text{ kg} / v_i = 0 / v_f = 30 \text{ m/s}, +X / \sum F = 135 \text{ N}, +X$$

الحل:

$$P_f = ? / \Delta t = ? / I = ?$$

$$P_f = m v_f = 0.45 \times 30 = 13.5 \text{ kg.m/s}, +X \quad (\text{أ})$$

$$\sum F = \frac{\Delta P}{\Delta t} \Rightarrow 135 = \frac{P_f - P_i}{\Delta t} \Rightarrow 135 = \frac{13.5}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 0.1 \text{ s} \quad (\text{ب})$$

$$I = \Delta P = P_f - P_i = 13.5 \text{ N.S}, +X \quad (\text{ج})$$

مثال (11)

رجل يدفع عربة تسوق كتلتها (4 kg) على أرض أفقية نحو $(+X)$ وبسرعة (2 m/s) وفي أثناء حركته أضاف للعربة كيس من الأرز كتلته (3 kg) فأصبحت سرعة العربة (1.5 m/s) خلال (2 s) ، احسب:

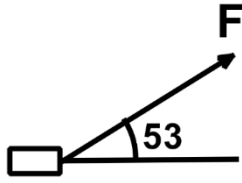
(1) مقدار الدفع المؤثر في العربة.

(2) القوة المتوسطة المؤثرة في العربة خلال فترة إضافة كيس الأرز؟

$$m_i = 4 / v_i = 2 / m_f = 4 + 3 = 7 / v_f = 1.5 / \Delta t = 2 \quad \text{الحل:}$$

$$\begin{aligned} \sum F = \bar{F} = \frac{\Delta P}{\Delta t} \quad (\text{ب}) & \quad I = \Delta P = m_f v_f - m_i v_i \quad (1) \\ = \frac{2.5}{2} = 1.25 \text{ N}, +X & \quad = 7 \times 1.5 - 4 \times 2 = 10.5 - 8 \\ & \quad = 2.5 \text{ N.S}, +X \end{aligned}$$

مثال (12)



تؤثر قوة مقدارها (20 N) بالاتجاه الموضح في الشكل على جسم كتلته (3 kg) لمدة (4 s) فيتحرك الجسم أفقياً، احسب:

(1) مقدار واتجاه الدفع المؤثر في الجسم.

(2) وزن الجسم إذا علمت انه على وشك الارتفاع عن السطح:

$$F = 20 \text{ N} \quad / \quad m = 3 \quad / \quad \Delta t = 4 \text{ s}$$

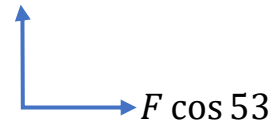
الحل:

$$I = \sum F \Delta t \quad \Rightarrow \quad I = F \cos 53 \times \Delta t$$

$$= 20 \times 0.6 \times 4$$

$$= 48 \text{ N.S} , +X$$

$$F \sin 53 \quad (\text{أ})$$

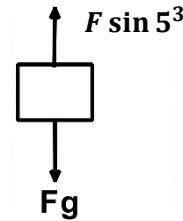


(ب) بما أن الجسم لم يتحرك نحو الأعلى إذاً هو متزن

← وهو على وشك الحركة نحو الأعلى إذا لا يتأثر بقوة رد فعل السطح تقريباً:

$$F_g = F \sin 53$$

$$= 20 \times 0.8 = 16 \text{ N}$$



تمارين

تمرين (1): ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة:

1] يمكن زيادة الدفع المؤثر في جسم بزيادة:

- (أ) الزخم الخطي للجسم
(ب) كتلة الجسم
(ج) القوة المؤثرة على الجسم
(د) سرعة الجسم.

2] يقاس الدفع المؤثر في جسم بوحدة.

- (أ) $N \cdot m$ (ب) N/m (ج) $N \cdot s$ (د) N/S

3] جسم ساكن كتلته (100 kg) تعرض لقوة (1000 N) لمدة (0.2) فإن مقدار سرعته النهائية بوحدة (m/s) :

- (أ) 2 (ب) 20 (ج) 200 (د) 0.2

* أثرت قوة مقدارها $(3 \times 10^3 \text{ N})$ في كتلة مقدارها (600 kg) لمدة (5 s) ، اجب عن الفقرات (4)، (5)، (6)

4] ان مقدار الدفع المؤثر على الكتلة يساوي بوحدة $(KN \cdot s)$

- (أ) 15 (ب) 1.5 (ج) 0.6 (د) 6

5] التغير في الزخم الخطي للكتلة بوحدة $(kg \cdot m/s)$ يساوي

- (أ) 15 (ب) 15×10^3 (ج) 6×10^3 (د) 6

6] التغير في مقدار السرعة المتجهة بوحدة (m/s) :

- (أ) 2.5 (ب) 0.25 (ج) 25 (د) 4

7] سقطت كرة كتلتها (1 kg) نحو الأرض وقمت بالتقاطها عندما كانت سرعتها (v) فإن مقدار واتجاه الدفع المؤثر في يدك يساوي:

(أ) $v, +y$ (ب) $v, -y$ (ج) $2v, +y$ (د) $2v, -y$

8] جسم يتحرك بسرعة (v) نحو الشرق إذا تضاعفت سرعته مرتين فإن الدفع المؤثر في الجسم إذا كانت كتلته (m) هو:

(أ) mv (ب) $2mv$ (ج) $\frac{1}{2}mv$ (د) $m(2v)$

9] تتحرك عربة بسرعة ثابتة (v) حيث كان مقدار زخمها الخطي ($10\text{ N}\cdot\text{S}$) إذا اضيف لها أثقالاً بحيث تضاعفت كتلتها مرتين مع ثبات سرعتها فإن الدفع المؤثر في العربة يساوي بوحدة ($\text{N}\cdot\text{S}$): -

(أ) 20 (ب) 10 (ج) 30 (د) 5

10] في أي في الحالات التالية لا يتأثر الدفع المؤثر في جسم:

(أ) زيادة كتلة الجسم

(ب) زيادة الفرق بين سرعة الجسم الابتدائية والنهائية.

(ج) زيادة سرعة الجسم الابتدائية

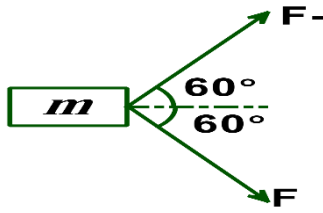
(د) زيادة مقدار القوة المحصلة مرتين وزيادة سرعته النهائية مرتين

(ح) مع نقصان زمن تأثيرها للنصف

11] جسم يتحرك نحو ($+x$) بزخم خطي (P) اذا واجه قوة محصلة فمكست اتجاه حركته وبزخم خطي ($2p$) بأن مقدار الدفع الموازي في الجسم: -

(أ) $+x, p$ (ب) $-x, p$ (ج) $+x, 3p$ (د) $+x, 3p$

12] أثرت قوتان متساويتان على جسم لمدة زمنية معينة (t) كما في الشكل، أن مقدار الدفع الكلي المؤثر على الجسم: -



(ب) $2F t$

(أ) $F * t$

(د) صفر

(ج) $\frac{1}{2} Ft$

13] إذا كان مقدار الزخم الخطي لجسم يساوي طاقته الحركية فإن سرعته تساوي:

(د) $4m/s$

(ج) $3m/s$

(ب) $2m/s$

(أ) $1m/s$

14] جسم يتحرك نحو ($+x$) وكتلته ($10kg$) أثرت عليه قوة محصلة ($100N$) بزاوية (53°) لمدة ($5s$) وظل الجسم يتحرك نحو ($+x$)، فإن مقدار التغير في سرعته بوحدة (m/s)

(د) 20

(ج) 40

(ب) 30

(أ) 50

15] جسمان يتأثران بنفس القوة فإذا كان الدفع على الجسم الثاني يساوي أربعة أضعاف الدفع على الجسم الأول فإن زمن تأثير القوة الثانية بالنسبة لزمن تأثير القوة الأولى (Δt_1) يساوي:

(د) $\frac{1}{2} \Delta t_1$

(ج) $4\Delta t_1$

(ب) $\frac{1}{4} \Delta t_1$

(أ) $2\Delta t_1$

16] كرة كتلتها ($1kg$) تتحرك أفقياً بسرعة ($10m/s$) فاصطدمت بجدار وارتدت عنه وكان الدفع المؤثر عليها يساوي ($20N \cdot s$) فإن مقدار سرعة ارتداد الكرة عن الحائط يساوي بوحدة (m/s)

(د) صفر

(ج) 6

(ب) 16

(أ) 26

17] عند التأثير على الجسم بقوة مقدارها ($50N$) لمدة ($2s$) ثم أردنا التأثير عليها بقوة ($20N$) بحيث يتأثر الجسم بنفس الدفع فإن زمن تأثير القوة الثانية يساوي

(د) $2s$

(ج) $3s$

(ب) $4s$

(أ) $5s$

تمرين (2): كرة كتلتها (150 g) إذا كانت سرعتها لحظة اصطدامها بالأرض (6.5 m/s) وسرعة ارتدادها تساوي (3.5 m/s) إذا علمت ان الاصطدام استمر لمدة (0.02 S) فأحسب:

(1) التغير في الزخم الكرة.

(2) مقدار واتجاه القوة المؤثرة في الأرض نتيجة هذا الاصطدام.

تمرين (3): سيارة كتلتها (1600 kg) تتحرك بسرعة (60 km/h) فقرر السائق إيقافها باستخدام المكابح فاحسب مقدار القوة المتوسطة المؤثرة على السيارة لإيقافها خلال (6 s).

تمرين (4): إذا قمت برمي كرة كتلتها (200 g) أفقياً بسرعة (30 m/s) باتجاه الشرق فوصلت إلى صديقك فضربها نحوك بسرعة (15 m/s)، فأجب عما يلي:

أ] احسب مقدار التغير في الزخم الخطي للكرة.

ب] احسب مقدار الدفع المؤثر في الكرة وحدد اتجاهه.

ج] إذا كان زمن تلامس الكرة والمضرب (0.3 s) فأحسب مقدار القوة المتوسطة التي اثر بها المضرب على الكرة.

تمرين (5): الكتاب ص (15)

كرة تنس كتلتها (60 g)، يقذفها لاعب إلى الأعلى وعند وصولها لأقصى ارتفاع يضربها أفقياً بالمضرب فتنتقل بسرعة (55 m/s) في اتجاه (+X)، إذا علمت ان زمن تلامس الكرة مع المضرب ($4.0 \times 10^{-3}\text{ s}$) احسب:

أ] الدفع الذي يؤثر به المضرب بالكرة.

ب] القوة المتوسطة أي أثر بها المضرب في الكرة.



المصطلحات

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

أفكار مهمة

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

القوانين

--	--	--	--

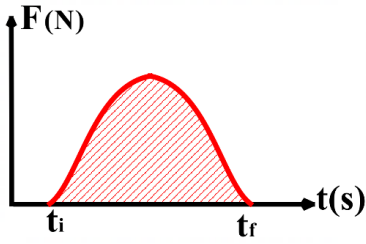
■ أسئلة لم أفهمها:

السؤال (رقم)	الصفحة	السبب (بعد مراجعة الاستاذ)	سأذكر (بعد مراجعتك لنفسك)

■ أسئلة يجب مراجعتها عند دراسة الامتحان:

السؤال (رقم)	صفحة	مراجعة (1)	مراجعة (2)	مراجعة (3)
		اكتفيت	اكتفيت	اكتفيت
مثال: 1	1	X	✓	

(4) فنحنج (القوة - الزمن)

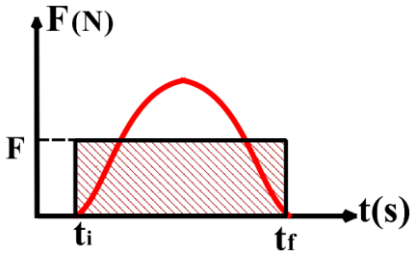


* يمثل المنحنى في الشكل المجاور قوة متغيرة تؤثر على جسم بالنسبة للزمن:

الدفع = المساحة تحت المنحنى

$$(I = \text{المساحة})$$

* منحنى (القوة المتوسطة - الزمن):



في الشكل المجاور مقدار القوة المتوسطة (\bar{F}) المؤثرة في جسم لفترة زمنية محددة:

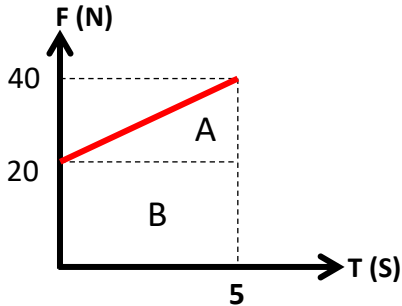
الدفع = المساحة تحت المنحنى.

$$(I = \bar{F} \Delta t)$$

* القوة المتوسطة: هي القوة المحصلة الثابتة التي تحدث نفس الدفع الذي تحدثه المتغيرة في الفترة الزمنية نفسها.

مثال (1)

تتغير مقدار القوة المحصلة المؤثرة في جسم كتلته (4 kg) كما في الشكل، اعتمد على البيانات المثبتة عليه واحسب:



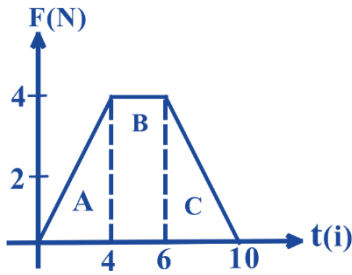
أ] الدفع الكلي المؤثر في الجسم.

ب] مقدار الزيادة في سرعة الجسم عند نهاية الثانية (s)

ج] القوة المتوسطة المؤثرة في الجسم.

الحل: نقسم المساحة تحت المنحنى (شبه المنحرف) إلى مثلث (A) ومستطيل (B)

$\sum F = \bar{F} = \frac{\Delta P}{\Delta t}$ $= \frac{150}{5}$ $= 30 \text{ N}$	[ج]	$I = \Delta P$ $150 = m \Delta v$ $150 = 4 \times \Delta v$ $\therefore \Delta v = \frac{150}{4} = 37.5 \text{ m/s}$	[ب]	$I = A + B$ $= \frac{1}{2} \times 5 \times 20 + 5 \times 20$ $= 50 + 100 = 150 \text{ N.S}$	[أ]
---	-----	--	-----	---	-----



مثال (2) مثال الكتاب (ص 15)

تؤثر قوة محصلة باتجاه (+X) في صندوق ساكن كتلته (3 kg)، اذا علمت أن مقدار القوة المحصلة يتغير بالنسبة للزمن كما في الشكل فاحسب:

أ] الدفع الكلي المؤثر في الصندوق، وحدد اتجاهه.

ب] السرعة النهائية للصندوق، وحدد اتجاهها.

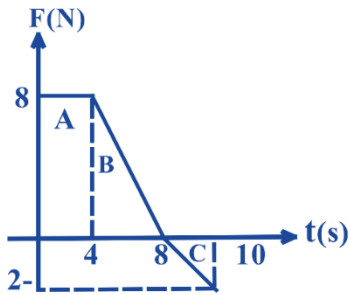
ج] القوة المتوسطة المؤثرة في الصندوق خلال هذه الفترة الزمنية:

$$m = 3 \text{ kg} / v_i = 0 / I = ? / v_f = ? / \bar{F} = ?$$

الحل:

$$\begin{array}{l} \Sigma F = \bar{F} = \frac{\Delta P}{\Delta t} \quad [ج] \\ = \frac{24}{10} \\ = 2.4 \text{ N}, +X \end{array} \quad \left| \quad \begin{array}{l} I = \Delta P = m(v_f - v_i) \quad [ب] \\ 24 = 3(v_f - 0) \\ v_f = 8 \text{ m/s}, +X \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} I = \text{المساحة} = A + B + C \quad [أ] \\ = \frac{1}{2} \times 4 \times 4 + 2 \times 4 + \frac{1}{2} \times 4 \times 4 \\ = 8 + 8 + 8 = 24 \text{ N.s}, +X \end{array}$$

مثال (3)



يتغير مقدار القوة المحصلة المؤثرة في جسم بالنسبة للزمن كما في الشكل، اذا علمت ان كتلة الجسم (12 kg) فاحسب:

أ] سرعة الجسم عند نهاية الثانية (4) بافتراض أنه كان ساكناً.

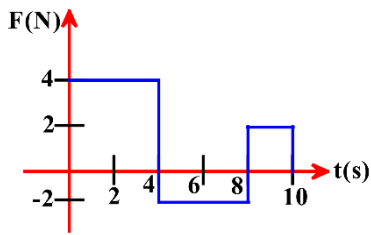
ب] الدفع الكلي المؤثر في الجسم.

ج] القوة المتوسطة المؤثرة في الجسم.

الحل:

$$\begin{array}{l} \bar{F} = \Sigma F = \frac{\Delta P}{\Delta t} \quad [ج] \\ = \frac{46}{10} = 4.6 \text{ N}, +X \end{array} \quad \left| \quad \begin{array}{l} I = A + B + C \\ = 4 \times 8 + \frac{1}{2} \times 4 \times 8 + \frac{1}{2} \times 2 \times -2 \\ = 32 + 16 + -2 = 46 \text{ N.s}, +x \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} I_A = \Delta p_A = m(v_f - v_i) \quad [ب] \\ 4 \times 8 = 12(v_f - 0) \\ \frac{32}{12} = v_f = \frac{8}{3} \text{ m/s}, x + x \end{array}$$

مثال (4)



قوة متغيرة تتمثل بالرسم البياني المجاور تؤثر في جسم كتلته (2kg) فأحسب:

أ] سرعة الجسم عند نهاية الثانية الرابعة.

ب] الدفع خلال الثانيةين الأخيرتين من تأثير القوة.

ج] دفع القوة الكلي.

د] الطاقة الحركية في نهاية مدة التأثير.

الحل: $/m = 2kg$

أ]

$$I = \Delta P = F \Delta t$$

$$\Rightarrow m(v_f - v_i) = 4 \times 4 \Rightarrow 2v_f = 16 \Rightarrow v_f = 8m/s$$

ب] الدفع مقداره يساوي المساحة تحت المنحني:

$$I = 2(10 - 8) = 4N.S$$

ج] الدفع الكلي يساوي المساحة الكلية:

$$I = 4 \times 4 + -2 \times 4 + 2 \times 2 = 16 - 8 + 4 = 12N.S$$

د]

$$I = \Delta P = m(v_f - v_i)$$

$$12 = 2(v_f - 0) \Rightarrow v_f = 6m/s$$

$$K_E = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 6^2 = 36J$$

مثال (5)

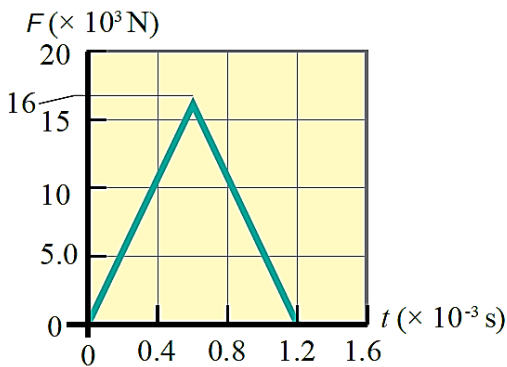
يوضح الشكل المجاور منحنى (القوة - الزمن) للقوة المحصلة المؤثرة في كرة بيسبول كتلتها (145g) في أثناء تلامسها مع المضرب، استعن بالبيانات المثبتة على الشكل وأجب عما يلي بإهمال وزن الكرة:

أ] ما الذي يمثله الرقم (16) على محور القوة؟

ب] احسب مقدار الدفع المؤثر في الكرة خلال زمن تلامسها مع المضرب.

ج] أحسب مقدار السرعة النهائية للكرة في نهاية الفترة الزمنية، بالاعتبار أنها كانت ساكنة قبل تأثير القوة.

د] أحسب مقدار القوة المتوسطة المؤثرة في الكرة.



$$m = 145g = 0.145 kg \quad \text{الحل:}$$

أ] يمثل القيمة العظمى للقوة المحصلة.

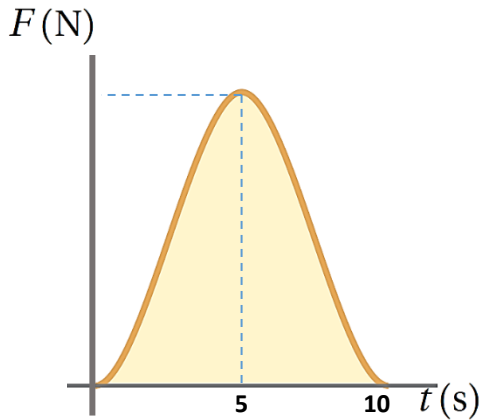
$$I = \text{المساحة} = \frac{1}{2} \times 1.2 \times 10^{-3} \times 16 \times 10^3 = 9.6 N.S \quad \text{[ب]}$$

$$I = \Delta P = m(v_f - v_i) \quad \text{[ج]}$$

$$9.6 = 0.145 \times (v_f - 0) = \frac{9.6}{0.145} = v_f \Rightarrow v_f = 66.2$$

$$\Sigma F = \bar{F} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{9.6}{1.2 \times 10^{-3}} = 8 \times 10^3 N \quad \text{[د]}$$

مثال (6)



أثرت قوة متغيرة على جسم فحركته من السكون بحيث أصبحت سرعته بعد (10s) تساوي (30 m/s) إذا علمت أن كتلة الجسم تساوي (5kg) فأحسب: -

[1] المساحة الكلية تحت المنحنى.

[2] متوسط القوة المحصلة على الجسم خلال المدة الزمنية (10s).

الحل:

$$v_i = 0 \quad / \quad v_{10} = 30 m/s \quad / \quad m = 5kg$$

$$\text{المساحة الكلية} = \text{الدفع} = I = \Delta P = m(v_f - v_i) = 5(30 - 0) = 150 v_i g.m/s \quad \text{[1]}$$

$$I = \Sigma F \Delta t \Rightarrow 150 = \Sigma F \times 10 \Rightarrow \Sigma F = 15N \quad \text{[2]}$$

(5) حفظ الزخم الخطي وقانون نيوتن الثالث

← "عندما يتفاعل جسمان أو أكثر في نظام معزول، يظل الزخم الخطي الكلي للنظام ثابت.

بصيغة أخرى:

← الزخم الخطي الكلي قبل التصادم يساوي الزخم الخطي الكلي بعد التصادم مباشرة في نظام معزول."

* **النظام المعزول:** هو نظام تكون فيه محصلة القوى الخارجية المؤثرة تساوي صفر، والقوى المؤثرة هي قوى داخلية فقط.

* دراستنا ستقتصر على الأنظمة المعزولة.

$$\Sigma P_i = \Sigma P_f$$

رياضياً ←

*** اشتقاق مبدأ خط الزخم الخطي.**

← عند تصادم جسمين معاً في نظام معزول يتأثران بقوتين متساويتين مقداراً ومتعاكستين اتجاهاتاً قانون نيوتن الثالث).

القوي في الجسم الثاني على الأول : F_{21} / القوة في الجسم الأول على الثاني : $F_{12} = -F_{21} \Rightarrow F_{12}$

بضرب الطرفين بـ (Δt) ← تؤثر القوتان لنفس الزمن $F_{12}\Delta t = -F_{21}\Delta t \Rightarrow$

الدفع على الجسم الأول : I_{21} / الدفع على الجسم الثاني : $I_{12} = -I_{21} \Rightarrow$

يثيرين أطراف المعادلة $\Delta P_2 = -\Delta P_1 \Rightarrow P_{2f} - P_{2i} = P_{1f} - P_{1i} \Rightarrow$

$$\Rightarrow P_{1i} + P_{2i} = P_{1f} + P_{2f} \Rightarrow \Sigma P_i = \Sigma P_f$$

ملاحظات مهمة: * عند تصادم جسمين معاً فإنه:

[1] يكون لهما نفس الدفع باتجاهين متعاكسين. $(I_{12} = -I_{21})$

[2] يكون لهما نفس مقدار التغير في الزخم باتجاهين متعاكسين $(\Delta P_1 = -\Delta P_2)$

[3] يتأثران بقوتين متساويتين ومتعاكستين $(F_{12} = -F_{21})$

← سندرس التصادمات في بعد واحد فقط.

سؤال (١) متى يكون الزخم الخطي لنظام محفوظاً؟

عندما يكون النظام معزولاً عن تأثير القوى الخارجية والقوى المؤثرة فيه قوى داخلية فقط.

سؤال (٢) لماذا يحتاج خرطوم إطفاء الحرة عادةً إلى أكثر من أطفائي للامساك به عند اندفاع الماء منه؟

لأن الزخم الخطي للنظام في هذه الحالة محفوظ، فالتغير في زخم الماء المندفع في الخرطوم يجب أن يساوي التغير في الزخم الخرطوم ويعاكسه في الاتجاه ليعطي الزخم الكلي للخرطوم والماء يساوي (صفر).

سؤال (٣) ما سبب ارتداد البندقية للخلف عند انطلاق رصاصة منها؟

لأن الزخم الخطي للنظام في هذا الحالة محفوظ، فالتغير في الزخم الخطي للرصاصة يساوي التغير في الزخم الخطي للبندقية ويعاكسه في الاتجاه.

سؤال (٤) إذا كانت تقف على جليد وترتدي زلاجات في قدميك وتحمل حقيبة، وكنت تريد ان يتحرك

جسمك نحو الخلف فلأي اتجاه ترمي الحقيبة؟

أقوم برمي الحقيبة نحو الأمام، فقبل رمي الحقيبة يكون الزخم الكلي لجسمك والحقيبة يساوي (صفر)، وبعد رمي الحقيبة نحو الأمام يجب أن يتحرك جسمك بالاتجاه المعاكس ليبقى مجموع زخم الحقيبة وجسمك يساوي صفر.

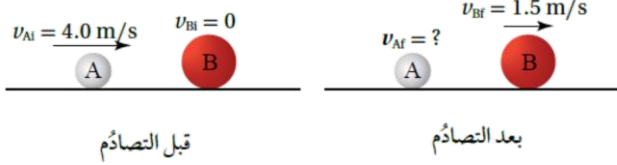
ملاحظات مهمة: (أشكال التصادمات).

[1] اصطدام جسمان متحركان (أو أحدهما متحرك) وبعد التصادم يتحرك كلاهما أو أحدهما.

$$[2] \text{ التهام جسمان معاً بعد التصادم } \Leftrightarrow \sum P_f = (m_1 + m_2)v_f$$

$$[3] \text{ انفجار (انقسام) جسم ساكن إلى قسمين أو أكثر } \Leftrightarrow \sum P_i = \text{ صفر}$$

مثال (1) مثال الكتاب (ص 19)



يوضح الشكل تصادم كرتين (A) و (B) حيث تتحرك الكرة (A) نحو (+x) بسرعة (4 m/s) والكرة (B) ساكنة، وبعد التصادم تحركت الكرة (B) بسرعة (1.5 s) نحو (+x) اذا علمت أن $(m_1 = 1Kg, m_2 = 2Kg)$ فأحسب سرعة الكرة (A) بعد التصادم

الحل: $v_{Ai} = 4, +x / v_{Bi} = 0 / v_{Bf} = 1.5 m/s, +x / m_A = 1 / m_B = 2$

$v_{Af} = ??$

$$\sum P_i = \sum P_f$$

$$P_{Ai} + P_{Bi} = P_{Af} + P_{Bf}$$

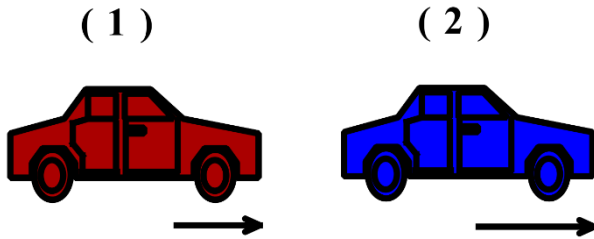
$$m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = m_A v_{Af} + m_B v_{Bf}$$

$$1 \times 4 + 2 \times 0 = 1 \times v_{Af} + 2 \times 1.5$$

$$4 = v_{Af} + 3 \Rightarrow v_{Af} = 1 m/s$$

مثال (2)

سيارتان تسيران باتجاه (+x) وسرعتها على الترتيب:



وهدمت السيارة الأولى السيارة الثانية من الخلف فتوقفت السيارة تماماً بعد التصادم فكم تصبح سرعة السيارة الثانية

الحل: $v_{1i} = 40 / v_{2i} = 20 / v_{1f} = 0 / v_{2f} = ?? / m_1 = m_2$

$$\sum P_i = \sum P_f$$

$$P_{1i} + P_{2i} = P_{1f} + P_{2f}$$

$$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f}$$

$$m(v_{1i} + v_{2i}) = m(v_{1f} + v_{2f})$$

$$40 + 20 = 0 + v_{2f} \Rightarrow v_{2f} = 60 m/s$$

مثال (3) مثال الكتاب ص 20

مدفع ساكن كتلته $(2 \times 10^3 \text{ kg})$ ، فيه قذيفة كتلتها (50 kg) ، أطلقت القذيفة أفقياً من المدفع بسرعة $(1.2 \times 10^2 \text{ m/s})$ باتجاه محور $(+x)$ احسب ما يلي.

أ] الدفع الذي تؤثر به القذيفة في المدفع، وحدد اتجاهه.

ب] سرعة ارتداد المدفع. القذيفة: B / المدفع: A

$$m_A = 2 \times 10^3 / m_B = 50 / v_{Ai} = v_{Bi} = 0 / v_{Bf} = 1.2 \times 10^2 \text{ m/s}, +x$$

$$I_{BA} = ?? \quad , \quad v_{Af} = ??$$

الحل:

$$I_{BA} = -I_{AB} = -\Delta P_B = -\left(P_{Bf} - \overset{\text{صفر}}{P_{Bi}} \right) = -50 \times 1.2 \times 10^2 \quad \text{أ]}$$

$$= -6 \times 10^2 = 6 \times 10^3 \text{ N.s}, -x$$

$$\sum P_i = \sum P_f \Rightarrow P_{Ai} + P_{Bi} = P_{Bf} + P_{Af} \quad \text{ب] من قانون حفظ الزخم}$$

$$\Rightarrow 0 = m_B v_{Bf} + m_A v_{Af}$$

$$0 = 50 \times 1.2 \times 10^2 + 2 \times 10^3 \times v_{Af}$$

$$\Rightarrow v_{Af} = \frac{-50 \times 1.2 \times 10^2}{2 \times 10^3} = -3 = 3 \text{ m/s}, -x$$

مثال (4)

في الشكل نابض خفيف مضغوط بين صندوقين كتليهما $(m_2 = 2m / m_1 = m)$ فجد النسبة بين سرعتيهما لحظة افلات النابض.



الحل:

$$\sum P_i = \sum P_f \Rightarrow 0 = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f}$$

$$0 = m v_{1f} + 2m v_{2f} \Rightarrow -m v_{1f} = 2m v_{2f}$$

$$\Rightarrow \frac{v_{1f}}{v_{2f}} = -\frac{2}{1} = \frac{2}{1}, \quad \text{ومتعاكستان في الاتجاه}$$

مثال (5)

كرة (A) تتحرك بسرعة $(2m/s)$ غرباً، فتصطدم بكرة أخرى ساكنة (B) مماثلة لها تصادماً مرناً في بعد واحد إذا توقفت الكرة (A) بعد التصادم، فأحسب مقدار سرعة الكرة (B) واتجاهها بعد التصادم؟

$$\text{الحل: } v_{Ai} = 2m/s, -x / v_{Bi} = 0 / m_A = m_B / v_{Af} = 0$$

$$\sum P_i = \sum P_f \Rightarrow m v_{Ai} + m v_{Bi}^{\text{صفر}} = m v_{Af} + m v_{Bf}$$

$$\Rightarrow -2 = v_{Bf}$$

$$v_{Bf} = 2 m/s , -x$$

مثال (6)

جسمان لهما نفس الكتلة الجسم الأول ساكن والجسم الثاني يتحرك نحو الأول بسرعة (v) فيصطدم بالجسم الأول ويلتحمان معاً فأحسب سرعة الجسمين معاً بعد التصادم.



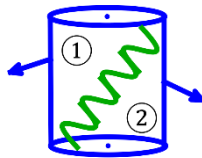
$$\text{الحل: } m_1 = m_2 / v_{1i} = 0 / v_{2i} = v$$

$$\sum P_i = \sum P_f \Rightarrow m_1 v_{1i}^{\text{صفر}} + m_2 v_{2i} = (m_1 + m_2) v_f$$

$$\Rightarrow m \times v = 2m v_f$$

$$v_f = \frac{1}{2} v$$

مثال (7)



عند سكب ماء ساخن في كوب من الزجاج انكسر الكوب إلى نصفين (طق) بحيث كانت كتلة الجزء الأول $(20 g)$ وسرعته $(0.5 m/s, -x)$ وكتلة الجزء الثاني $(30 g)$ فأحسب سرعة الجزء الثاني:

$$\sum P_i = \sum P_f \Rightarrow 0 = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f}$$

$$\Rightarrow 0 = 20 \times 10^{-3} \times -0.5 + 30 \times 10^{-3} \times v_{2f}$$

$$10 \times 10^{-3} = 30 \times 10^{-3} v_{2f} \Rightarrow v_{2f} = \frac{1}{3} m/s , +x$$

مثال (8)

رجل كتلته (95 kg) يحمل بندقية كتلتها (5kg) ويقف ساكن على ارض ملساء، وعند ضغطه على الزناد انطلقت رصاصة كتلتها (100 g) من فوهة البندقية بسرعة (1000 m/s) شرقاً، فأحسب:

(1) سرعة ارتداد الرجل والبندقية واتجاهها.

(2) الدفع الذي يؤثر على البندقية.

(3) الرصاصة

(2) البندقية

(1) الرجل

الحل:

$$m_1 = 95kg/m_2 = 5kg/m_3 = 0.1 kg / v_3 = 1000$$

$$v_{1f} = v_{2f} = v_{12f}$$

$$\sum P_i = \sum P_f \Rightarrow 0 = P_{3f} + P_{12f}$$

$$0 = m_3 v_{1f} + m_{12} v_{12f}$$

$$0 = 1 \times 10^{-1} \times 10^3 + (95 + 5) \times v_{12f}$$

$$-1 \times 10^2 = 100 v_{12f}$$

$$v_{12f} = -1 m/s = 1 m/s, -x$$

الحل:

$$I_2 = \Delta P_2 = P_f - P_i = m_2 v_{f2} - m_2 v_i \quad [2]$$

$$= 5 \times -1 - 0$$

$$= 5 N.s, -x$$

مثال (9)

رجل كتلته (95 kg) يحمل بندقية كتلتها (5kg) ويركض شرقاً بسرعة (10 m/s)، و يضغط على الزناد فانطلقت رصاصة كتلتها (100 g) من فوهة البندقية بسرعة (1000 m/s) شرقاً، فكم تصبح سرعة الرجل والبندقية:

الحل:

$$m_1 = 95kg/m_2 = 5kg/m_3 = 0.1 kg / v_{3f} = 10^3$$

$$\sum P_i = \sum P_f \Rightarrow (m_1 + m_2 + m_3)v_i = (m_1 + m_2)v_{12f} + m_3 v_{3f}$$

$$\Rightarrow (95 + 5 + 0.1) \times 10 = 100 \times v_{12f} + 0.1 \times 10^3$$

$$1001 = 100 v_{12f} + 100$$

$$\frac{901}{100} = v_{12f} \Rightarrow v_{12f} = 9.01 m/s, +x$$

مثال (10)

رجل كتلته (60 kg) يقف في قارب ساكن كتلته (300 kg) فقفز الرجل إلى الشاطئ بسرعة (3 m/s) شرقاً فأحسب مقدار سرعة القارب؟

الحل: (1) الرجل (2) القارب

$$m_1 = 60 / m_2 = 300 / v_i = 0 / v_{1f} = 3 / v_{2f} = ??$$

$$\sum P_i = \sum P_f \Rightarrow 0 = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f}$$

$$\Rightarrow 0 = 60 \times 3 + 300 v_{2f}$$

$$\Rightarrow \frac{-60 \times 3}{300} = v_{2f}$$

$$\Rightarrow v_{2f} = \frac{18}{30} = 0.6 \text{ m/s}, -x$$

مثال (11)

رجل كتلته (60 kg) يقف في قارب يتحرك نحو الشرق بسرعة (20 m/s) وكتلته (300 kg) فقفز الرجل نحو الغرب بسرعة (3 m/s) فأحسب سرعة القارب بعد قفز الرجل.

الحل: (1) الرجل (2) القارب

$$m_1 = 60 / m_2 = 300 / v_{12i} = 20 \text{ m/s} / v_{1f} = -3 \text{ m/s} / v_{2f} = ??$$

$$\sum P_i = \sum P_f \Rightarrow (m_1 + m_2) v_{12f} = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f}$$

$$\Rightarrow 360 \times 20 = 60 \times -3 + 300 \times v_{2f}$$

$$\Rightarrow \frac{72 \times 10^2 + 1.8 \times 10^2}{3 \times 10^2} = v_{2f}$$

$$v_{2f} = \frac{73.8}{3} = v_{2f} \Rightarrow v_{2f} = 24.6 \text{ m/s}, +x$$

* في المثال السابق كم ستصبح سرعة القارب إذا قفز الرجل بنفس السرعة شرقاً:

$$\sum P_i = \sum P_f \Rightarrow (m_1 + m_2) v_{12f} = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f}$$

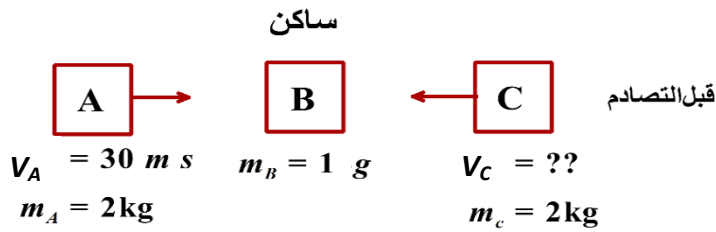
الحل :

$$\Rightarrow 360 \times 20 = 60 \times 3 + 300 \times v_{2f}$$

$$\Rightarrow \frac{72 \times 10^2 - 1.8 \times 10^2}{3 \times 10^2} = v_{2f}$$

$$v_{2f} = \frac{70.2}{3} = 23.4 \text{ m/s}, +x$$

مثال (12)



ثلاثة أجسام (A, B, C) الجسم (B) ساكن والجسمان (C, A) يتحركان كما في الشكل، اصطدمت معاً بنفس اللحظة فتوقف الجسم (C) تماماً بينما الجسمان (B, A) تحركاً معاً كما في الشكل، احسب سرعة الجسم (C) قبل التصادم:

الحل:



$$\sum P_i = \sum P_f \Rightarrow P_{Ai} + P_{Bi} + P_{Ci} = P_{ABf} + P_{Cf}$$

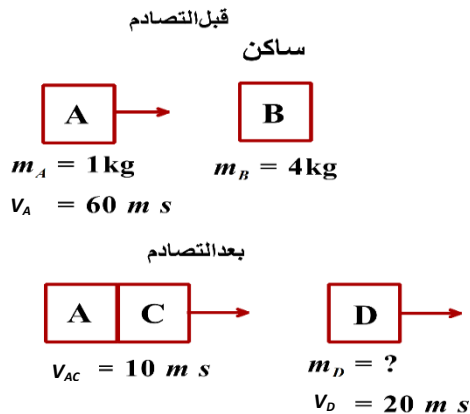
$$\Rightarrow m_A v_{Ai} + m_C v_{Ci} = (m_A + m_B) v_{ABf} + \text{صفر}$$

$$\Rightarrow 2 \times 30 + 2 \times v_{Ci} = 3 \times -20$$

$$\Rightarrow 60 + 2 v_{Ci} = -60$$

$$v_{Ci} = -\frac{120}{2} = -60 \text{ m/s} = 60 \text{ m/s}, -x$$

مثال (13)



في الشكل الجسمين (A, B) اصطدمتا معاً وبعد التصادم انقسم الجسم (B) إلى جسمين (C, D) بحيث تحرك الجسم (D) نحو الشرق والتحم الجسمان (A, C) وتحركتا معاً، معتمداً على البيانات في الشكل احسب كتلة الجسم (D) وكتلة الجسم (C).

الحل: انتبه

$$m_B = m_C + m_D \quad \Leftarrow$$

$$4 = m_C + m_D \quad \Leftarrow$$

$$m_D = 4 - m_C$$

$$\sum P_i = \sum P_f \Rightarrow P_{Ai} + P_{Bi} = P_{ACf} + P_{Df}$$

$$\Rightarrow m_A v_A = (m_A + m_C) v_{ACf} + m_D v_{Df}$$

$$\Rightarrow 1 \times 60 = 10 + 10 m_C + m_D \times 20 \Rightarrow$$

$$50 = 10 m_C + (4 - m_C) 20 \Rightarrow m_C = 3 \text{ kg}$$

تمارين

تمرين (1): ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة:

1] كرة (A) تتحرك بسرعة $(2m/s)$ غرباً، فتتصادم بكرة أخرى ساكنة (B) مماثلة لها، فتوقفت الكرة (A) بعد التصادم، فإن سرعة الكرة (B) بعد التصادم:

(أ) $3m/s$ شرقاً (ب) $2m/s$ غرباً (ج) $1m/s$ شرقاً (د) $1m/s$ غرباً

2] يركض عمر شرقاً بسرعة $(4m/s)$ ، ويقفز في عربة كتلتها $(90kg)$ تتحرك شرقاً بسرعة مقدارها $(1.5m/s)$ إذا علمت ان كتلة عمر $(60kg)$ فما مقدار سرعة حركة عمر والعربة معاً؟ وما اتجاههما؟

(أ) $2m/s$ شرقاً (ب) $5.5m/s$ غرباً (ج) $4.2m/s$ غرباً (د) $2.5m/s$ شرقاً

3] يجلس رجل كتلته $(60kg)$ في قارب ساكن كتلته $(140kg)$ ويحمل حقيبة كتلتها $(20kg)$ ، اذا قام برمي الحقيبة شرقاً بسرعة $(4m/s)$ فكم مقدار السرعة التي سيتحرك بها القارب؟

(أ) 0.8 شرقاً (ب) 0.8 غرباً (ج) 0.4 شرقاً (د) 0.4 غرباً

(تجربة شخصية) اقرأ الفقرة التالية واجب عن الفقرات (4, 5, 6)

سيارة كتلتها $(1600kg)$ تسير افقياً بسرعة ثابتة فتتصادم بحاوية ساكنة كتلتها $(200kg)$ ، فتتحركاً معاً شرقاً بسرعة $(20m/s)$:

4] ما الزخم الخطي الكلي للسيارة والحاوية معاً بعد التصادم بوحدة $(KN.S)$

(أ) 36 (ب) 32 (ج) 4 (د) صفر

5] ما الزخم الخطي الكلي للسيارة والحاوية معاً قبل التصادم بوحدة $(KN.S)$

(أ) 36 (ب) 32 (ج) 4 (د) صفر

6] ما سرعة السيارة قبل تصادمها بوحدة (m/s)

(أ) 20.5 (ب) 22.5 (ج) $45m/s$ (د) صفر

تمرين (2): متزلج على جليد كتلته (60 kg) يقف ساكناً عندما اتجه نحوه متزلج آخر كتلته (40 kg) بسرعة (12 km/h) ، ليمسك به ويتحركان معاً كنظام واحد بسرعة (v) ، فأحسب مقدار هذه السرعة.

تمرين (3): بروتون كتلته $(1.6 \times 10^{-27} \text{ kg})$ وسرعته (10^8 m/s) تصادم مع جسيم ساكن كتلته ضعف كتلة البروتون فإرتد البروتون بسرعة $(0.5 \times 10^8 \text{ kg})$ فأحسب سرعة الجسيم الثاني بعد التصادم.

تمرين (4): انفجر جسم كتلته (200 g) وانقسم إلى نصفين متساويين احسب سرعة الجزء الثاني منه اذا كانت سرعة الجزء الأول $(0.1 \text{ m/s} - x)$ جواب: $(v_2 = 0.1 \text{ m/s} + x)$

تمرين (5): يقف رجل كتلته (76 kg) على لوح خشف طافي كتلته (45 kg) اذا مشي بعيداً عن اللوحة الخشف باتجاه اليايسة بسرعة (2.5 m/s) شرقاً كم ستبلغ سرعة اللوح الخشف؟
الجواب: $(v_2 = 4.2 \text{ m/s} - x)$

تمرين (6): كرة كتلتها (0.25 kg) وسرعتها $(6 \text{ m/s} + x)$ تصادمت مع كرة أخرى ساكنة كتلتها (45 kg) احسب سرعة الكرة الصغيرة بعد التصادم اذا كانت سرعة الكبيرة $(3 \text{ m/s} , +x)$.
الجواب: $(v = 5.4 \text{ m/s} , -x)$

تمرين (7): كرة كتلتها (100 g) تتحرك بسرعة (10 m/s) شرقاً لتصادم بكرة أخرى كتلتها (50 g) اذا كانت سرعة الكرة الأولى بعد التصادم (5 m/s) شرقاً فأحسب سرعة الكرة الثانية بعد التصادم.

مراجعة الدرس

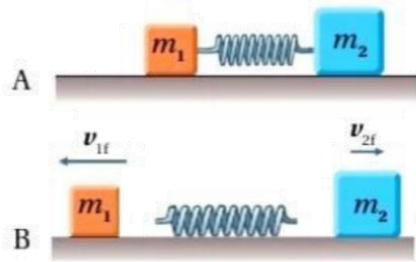
1 [الفكرة الرئيسية]: ما المقصود بالزخم الخطي لجسم؟ ما العلاقة بين الدفع المؤثر في الجسم والتغير في زخمة الخطي؟

2 [أحلل]: بحسب علاقة تعريف الزخم الخطي $P = mv$ ؛ تكون وحدة قياسه $kg.m/s$ ، وبحسب مبرهنة (الزخم الخطي - الدفع) تكون وحدة قياسه $(N.s)$ أثبت ان هاتين الوحدتين متكافئتان.

3 [أوضح]: متي يكون الزخم الخطي لنظام محفوظاً؟

4 [أفسر]: ذهب محمد على مدينة الألعاب، وعند قيادته سيارة كهربائية واصطدامها بالسيارات الأخرى وجد أن تأثير هذه التصادمات عليه قليل، وعند تركيز انتباهه على هذه السيارات؛ لاحظ وجود حزام من مادة مطاطية يحيط بجسم السيارة، أفسر سبب وجود هذه الحزام المطاطي.

5 [أحلل وأستنتج]: وضعت إسلام نابض خفيف مضغوط بين



صندوقين كتليتهما m_1, m_2 موضوعين على سطح أفقي أملس، كما هو مبين في الشكل (A) لحظة إفلات إسلام النابض، تحرك الصندوقان باتجاهين متعاكسين كما في الشكل B، اذا علمت أن $m_2 = 2m_1$ ، فأجد نسبة مقدار سرعة الصندوق الأول النهائية إلى مقدار سرعة الصندوق الثاني النهائية لحظة ابتعاد كل منهما عن النابض.

6 [أحلل واستنتج]: في أثناء مشاهدة هند عرضاً عسكرياً لمجموعة من جنود الجيش العرق الأردني لفت انتباهها إسناد الجنود كعوب بنادقهم على أكتافهم بإحكام عند إطلاق الرصاص منها. لماذا يفعلون ذلك؟

7 [أصدر حكماً]: في أثناء جلسة نقاش داخل غرفة الصف عن كيفية حركة المركبات الفضائية في الفضاء، قالت بتول: "تندفع المركبة الفضائية في الغلاف الجوي للأرض، ويتغير مقدار سرعتها واتجاه حركتها عندما تدفع الغازات المنطلقة من الصواريخ المثبتة عليها الهواء الجوي، وأنه لا فائدة من وجود هذه الصواريخ في المركبة الفضائية في الفضاء؛ إذ لا يمكن لهذه الصواريخ أن تغير مقدار سرعة هذه المركبة في الفضاء أو اتجاه حركتها× لأنه لا يوجد هواء في الفضاء تدفعه الغازات الخارجة منها". أناقش صحة قول بتول.

إجابة أسئلة "مراجعة الدرس" الأول (ص 21)

[1] الزخم الخطي: هو حاصل ضرب كتلة الجسم في سرعته المتجهة.

والدفع المؤثر في جسم يساوي التغير في زخمه الخطي.

[2] من خلال قوانين الدفع المؤثر في جسم

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

$$kg \cdot m/s = N \cdot s$$

[3] عند اصطدام السيارتين معاً يعمل الحزام المطاطي على زيادة زمن التصادم (زمن تأثير القوة) مما يؤدي الى نقصان القوة المحصلة المؤثرة على السيارات حسب العلاقة $(\sum F = \frac{\Delta P}{\Delta t})$.

[4] اذا كان النظام معزول، أي أن القوة الخارجية المؤثرة في النظام مهملة (تساوي صفراً) والقوى المؤثرة هي قوى داخلية فقط.

$$m_2 = 2m_1 / v_i = 0 / (v_{1f} : v_{2f}) = ?? \quad [5]$$

$$\sum P_i = \sum P_f \Rightarrow 0 = P_{1f} + P_{2f}$$

$$\Rightarrow 0 = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f}$$

$$\Rightarrow m_1 v_{1f} = -2m_1 v_{2f}$$

$$\frac{v_{1f}}{v_{2f}} = -\frac{2}{1} \Rightarrow (v_{1f} : v_{2f}) = (2 : 1) \quad \text{ومتعاكستان في الاتجاه}$$

[6] لأن الزخم الخطي في هذه الحالة محفوظ، فالتغير في زخم الرصاصة يقابله تغير في زخم البندقية بالاتجاه المعاكس.

[7] الزخم الخطي للصاروخ في الفضاء محفوظ، لذا عن اندفاع الغازات باتجاه يندفع الصاروخ بالاتجاه المعاكس ليبقى الزخم الكلي بعد اندفاع الغازات يساوي الزخم الكلي قبل اندفاع الغازات.

ملاحظة: لا يوجد أكسجين في الفضاء لعملية الاحتراق، لذا يتم استخدام الأكسجين المسال والمخزن داخل الصاروخ.

المصطلحات

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

أفكار مهمة

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

القوانين

--	--	--	--

■ أسئلة لم أفهمها:

السؤال (رقم)	الصفحة	السبب (بعد مراجعة الاستاذ)	سأذكر (بعد مراجعتك لنفسك)

■ أسئلة يجب مراجعتها عند دراسة الامتحان:

السؤال (رقم)	صفحة	مراجعة (1)	مراجعة (2)	مراجعة (3)
		اكتفيت	اكتفيت	اكتفيت
مثال: 1	1	X	✓	



التصادمات

الدرس الثاني

* محتويات الدرس:

1 ⇐ تعريف التصادمات وتصنيفها.

2 ⇐ التصادم المرن

3 ⇐ التصادم غير المرن.

4 ⇐ التصادم عديم المرونة.

5 ⇐ البندول القذفي.

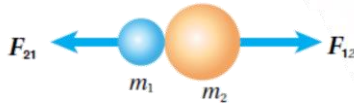
[1] التصادمات وتصنيفها

التصادم: هو حدث يقترب فيه جسمان أحدهما من الآخر، ويؤثر كل منهما على الآخر بقوة.

* تصنيف التصادمات من حيث التلامس:

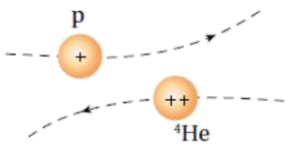
أ] تصادمات مع حدوث تلامس

مثل: تصادم الأجسام الجاهزية (كرات بلياردو، سيارات،)



ب] تصادمات دون حدوث تلامس

مثل: تصادم الجسيمات المشحونة دون الجاهزية (إلكترونات، بروتونات)



⇐ في كل تصادم يؤثر كل جسم على الآخر بقوى متساوية مقداراً ومتعاكسة اتجاهاً.

* تصنيف التصادمات من حيث الطاقة الحركية:

أ] **التصادم المرن:** هو التصادم الذي يحدث بين جسمين أو أكثر بحيث يكون مجموع الطاقة الحركية للأجسام

قبل التصادم يساوي مجموع طاقتها بعد التصادم.

أي أن \Leftarrow عند تصادم الأجسام تصادم مرن يكون:

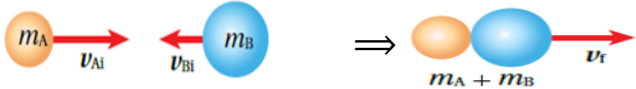
$$\sum P_i = \sum P_f \quad \& \quad \sum K_{Ei} = \sum K_{Ef}$$

ب [**التصادم غير المرن**: هو التصادم الذي يحدث بين جسمين أو أكثر بحيث مجموع الطاقة الحركية للأجسام قبل التصادم لا يساوي مجموع طاقتها الحركية بعد التصادم.

\Leftarrow الفرق في الطاقة \Leftarrow يتحول إلى أي شكل آخر من أشكال الطاقة مثل طاقة حرارية أو حركية أو تشوه في شكل الجسم.

* **تصادم عديم المرونة**: هو من أشكال التصادم غير المرن ويحدث عند التحام الأجسام المتصادمة معاً بعد التصادم وتحركهما معاً.

\Leftarrow كتلة الجسم الناتج بعد التصادم يساوي مجموع كتل الأجسام المتصادمة.

$$m_f = m_1 + m_2 + m \dots \dots \dots$$


أي أن \Leftarrow في التصادم غير المرن:

$$\sum P_i = \sum P_f \quad \text{لكن} \quad \Rightarrow \quad \sum K_{Ei} \neq \sum K_{Ef}$$

ملاحظة مهمة: يقتصر الكتاب على دراسة التصادمات في بعد واحد فقط \Leftarrow بحيث تكون الأجسام

قبل وبعد التصادم تتحرك على الخط المستقيم نفسه.



سؤال (١) أثبت أنه عند تصادم جسمين معاً فإن الدفع المؤثر من كل منهما على الآخر متساوي في جميع أنواع التصادمات؟

جواب: في جميع أنواع التصادمات الزخم الخطي محفوظ، أذاً.

$$\sum P_i = \sum P_f$$

$$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f}$$

$$m_1(v_{1i} - v_{1f}) = m_2(v_{2f} - v_{2i}) \Rightarrow -\Delta P_1 = \Delta P_2$$

$$\Rightarrow -I_1 = I_2 \quad \#$$

سؤال (٢) في أي نوع في التصادمات يكون الزخم محفوظ؟

جواب: في جميع أنواع التصادمات.

سؤال (٣) في أي نوع من التصادمات تكون الطاقة الحركية محفوظة؟

جواب: في التصادمات المرنة فقط.

سؤال (٤) في أي نوع من التصادمات يتحرك الجسمان معاً بنفس الاتجاه وب نفس السرعة بعد التصادم؟

التصادم؟

جواب: في التصادم عديم المرونة وهو من التصادمات غير المرنة.

سؤال (٥) إذا تصادمت كرتان معاً رأساً برأس بحيث كانت سرعتهما قبل التصادم متساويتان

وباتجاهين متعاكسين وكتلة الكرة الأولى أكبر من كتلة الكرة الثانية، فإي الكرتين يكون التغيير في زخمها الخطي أكبر؟

جواب: الزخم الخطي في جميع التصادمات محفوظة وهذا يعني أن التغيير في زخم كل من الجسمين متساوي وباتجاهين متعاكسين.

الكتاب ص 26

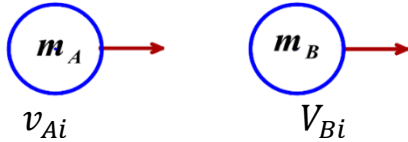
مثال (1)

تتحرك الكرة (A) باتجاه محور (+x) بسرعة (6 m/s) فتصطدم رأساً برأساً بكرة أخرى (B) أمامها تتحرك باتجاه محور (+x) بسرعة (3 m/s)، وبعد التصادم تحركت الكرة (B) بسرعة (5 m/s) بالاتجاه نفسه قبل التصادم، اذا علمت أن ($m_A = 5 \text{ kg}$ ، $m_B = 3 \text{ kg}$)

أجب عما يلي:

أ] احسب مقدار سرعة الكرة (A) بعد التصادم

ب] حدد نوع التصادم.



$$v_{Ai} = 6 \text{ m/s}, +x / v_{Bi} = 3 \text{ m/s} + x / v_{Bf} = 5 \text{ m/s}, +x / m_A = 5 \text{ kg} \quad \text{الحل:}$$

$$m_B = 3 \text{ kg} / v_{Af} = ??$$

$$\sum P_i = \sum P_f \Rightarrow P_{Ai} + P_{Bi} = P_{Af} + P_{Bf}$$

$$m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = m_A v_{Af} + m_B v_{Bf}$$

$$5 \times 6 + 3 \times 3 = 5 v_{Af} + 3 \times 5$$

$$30 + 9 = 5 v_{Af} + 15 \Rightarrow v_{Af} = \frac{24}{5} = 4.8 \text{ m/s}, +x$$

ب] لمعرفة نوع التصادم نحسب التغير في الطاقة الحركية

$$\Delta k_E = \frac{1}{2} m_A \Delta v_A^2 + \frac{1}{2} m_B \Delta v_B^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 5 (4.8^2 - 6^2) + \frac{1}{2} \times 3 (5^2 - 3^2)$$

$$-32.4 + 24 = -8.4 \text{ J}$$

← تعني الإشارة السالبة أن هناك نقص في الطاقة الحركية.

← إذا التصادم غير مرّن.

مثال (2)

إذا تصادم جسمان معاً وكانت سرعة الجسم الأول والثاني قبل التصادم ($v_1 = 10 \text{ m/s}$ ، $v_2 = 2 \text{ m/s}$) شرقاً وكان النقص في الطاقة الحركية للنظام يساوي (20 J) فأحسب مقدار كل من كتله

الجسم الأول وكتلة الجسم الثاني اذا علمت أن سرعتيهما بعد التصادم ($v_1 = 5$ ، $v_2 = 3$)

$$v_{1i} = 10 / v_{2i} = 2 / v_{1f} = 5 / v_{2f} = 3 / \Delta k_E = -20$$

الحل:

$$\sum P_i = \sum P_f \Rightarrow m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f}$$

$$10 m_1 + 2 m_2 = 5 m_1 + 3 m_2$$

$$\Rightarrow 5 m_1 - m_2 = \text{صفر} \dots \dots \dots (1)$$

وبتطبيق علاقة التغير في الطاقة الحركية

$$\Delta k_E = \frac{1}{2} m_1 v_{1f}^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{2f}^2 - \frac{1}{2} m_1 v_{1i}^2 - \frac{1}{2} m_2 v_{2i}^2$$

$$-20 = \frac{1}{2} (25 m_1 + 9 m_2 - 100 m_1 - 4 m_2)$$

$$-40 = -75 m_1 + 5 m_2 \dots \dots \dots (2)$$

عوض (1) في (2) \Leftarrow

$$-40 = -75 m_1 + 5 (5 m_1) \Rightarrow m_1 = \frac{4}{5} = 0.8 \text{ kg}$$

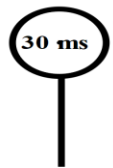
عوض في (1) \Leftarrow

$$5 \times 0.8 - m_2 = \text{صفر} \Rightarrow m_2 = 4 \text{ kg}$$

عوضنا التغير في الطاقة الحركية (سالبة) لأنها نقصت

مثال (3)

على احدى الطرق السريعة اصطدمت شاحنة كتلتها (3000 kg) مع سيارة كتلتها (1500 kg) وتحركان شرقاً، وتمكن فروه التحقف المرورى من معرفة سرعة السيارة في الرادار الموجود على الطرء قبل التصادم فكانت (20 m/s) والذي لم يتمكن في قياس سرعة الشاحنة، ومن أثر الإطارات على الشارع حدد فروه التحقف بأن سرعة الشاحنة والسيارة بعد التصادم كانت (25 m/s)، فادعى سائق السيارة بأن الشاحنة كانت قد تجاوزت السرعة المحددة، تحقق من هذا الادعاء.



$$= 1500 / v_{2i} = 20 \text{ m/s} / v_f = 25 \text{ m/s}$$

الحل: (1) شاحنة

(2) السيارة

$$\sum P_i = \sum P_f \Rightarrow m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = (m_1 + m_2) v_f$$

$$3000 \times v_{1i} + 1500 \times 20 = 4500 \times 25$$

$$\Rightarrow 3000 \times v_{1i} = 112500 - 30000$$

$$\Rightarrow v_{1i} = \frac{82500}{3000} = 27.5 \text{ m/s}$$

← سائق الشاحنة (مسكين).

مثال (4)

رجلان يتزلجان على الجليد كتلة الأول (50 kg) وسرعته (10 m/s) شرقاً والثاني كتلته (100 kg) وسرعته (5 m/s) شرقاً اصطدماً معاً تصادماً مرناً فأحسب:

1] سرعة كل منهما بعد التصادم.

2] الدفع المؤثر على الرجل الأول

الحل:

$$m_1 = 50 / m_2 = 100 / v_{1i} = 10 / v_{2i} = 5 \text{ m/s}$$

$$\sum P_i = \sum P_f \Rightarrow m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f}$$

$$\Rightarrow 50 \times 10 + 100 \times 5 = 50 v_{1f} + 100 v_{2f} \Rightarrow 20 = v_{1f} + 2 v_{2f}$$

$$\Rightarrow \boxed{v_{1f} = 20 - 2v_{2f}} \dots \dots \dots (1)$$

من حفظ الطاقة الحركية

$$\sum K_i = \sum K_f \Rightarrow \frac{1}{2} m_1 v_{1i}^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{2i}^2 = \frac{1}{2} m_1 v_{1f}^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{2f}^2$$

$$\Rightarrow 50 \times 100 + 100 \times 25 = 50 v_{1f}^2 + 100 v_{2f}^2$$

$$\Rightarrow 7500 = 50 (v_{1f}^2 + 2 v_{2f}^2)$$

$$\Rightarrow \boxed{150 = v_{1f}^2 + 2 v_{2f}^2} \dots \dots \dots (2)$$

عوض (1) في (2)

$$150 = (20 - 2 v_{2f})^2 + 2 v_{2f}^2$$

$$150 = 400 - 80 v_{2f} + 4 v_{2f}^2 + 2 v_{2f}^2$$

$$0 = 6 v_{1f}^2 - 80 v_{2f} + 250$$

← (تبسيط)

$$0 = 3 v_{2f}^2 - 40 v_{2f} + 125$$

$$v_{2f} = \frac{+40 \pm \sqrt{1600 - 4 \times 3 \times 125}}{6}$$

$$v_{2f} = 8,3 \text{ m/s} \quad \text{و} \quad v_{1f} = 8.3 \text{ m/s} \quad \Rightarrow \text{عوض في (1)}$$

$$v_{2f} = 5 \text{ m/s} \quad \text{و} \quad v_{1f} = 10 \text{ m/s} \quad \Rightarrow \text{عوض في (1)} \quad \text{غير مقبولة}$$

* لأنها تعني أن الجسم الأول اخترق الجسم الثاني وأكمل حركته بنفس السرعة.

تذكر!!

$$aX^2 + bX + C = 0 \quad \Leftarrow \text{المعادلة التربيعية}$$

$$X = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad \Leftarrow \text{حل المعادلة من القانون العام}$$

مثال (5)

كرة (A) تتحرك بسرعة (2 m/s) غرباً، فتصطدم بكرة أخرى ساكنة (B) مماثلة لها تصادم مرناً في بعد واحد، اذا توقفت الكرة A بعد التصادم، فأحسب مقدار سرعة الكرة (B) واتجاهها بعد التصادم.

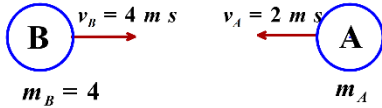
$$\sum P_i = \sum P_f \Rightarrow m_A v_{Ai} + \cancel{m_B v_{Bi}} = \cancel{m_A v_{Af}} + m_B v_{Bf}$$

$$m_A v_{Ai} = \cancel{m_B v_{Bf}}$$

$$v_{Ai} = v_{Bf} = 2 \text{ m/s} \quad \text{غرباً}$$

مثال (6)

كرة (A) تتحرك بسرعة (2m/s) غرباً، فتصطدم بكرة أخرى (B) كتلتها (4 kg) وتتحرك بسرعة (4 m/s) شرقاً اصطدمتاً معاً تصادمًا مرناً، وأصبحت سرعة الكرة (A) تساوي (1 m/s) شرقاً فاحسب سرعة الكرة (B) بعد التصادم وكتلة الكرة (A).



$$v_{Ai} = -2 \text{ m/s} \quad m_B = 4 \quad v_{Bi} = 4 \quad v_{Af} = 1 \quad v_{Bf} = ? \quad m_A = ??$$

الحل:

⇐ ساقوم بحل هذه المثال بطريقة مختلفة ⇐ للتوصل لعلاقة مهمة في التصادمات المرنة.

$$\Delta P_A = -\Delta P_B \Rightarrow m_A(v_{Af} - v_{Ai}) = -m_B(v_{Bf} - v_{Bi}) \dots \dots \dots (1)$$

$$\Delta K_{EA} = \Delta K_{EB} \Rightarrow \frac{1}{2} m_A (v_{Af}^2 - v_{Ai}^2) = \frac{1}{2} m_B (v_{Bf}^2 - v_{Bi}^2)$$

$$\Rightarrow m_A (v_{Af}^2 - v_{Ai}^2) = m_B (v_{Bf}^2 - v_{Bi}^2) \dots \dots \dots (2)$$

$$\frac{(v_{Af}^2 - v_{Ai}^2)}{(v_{Af} - v_{Ai})} = \frac{(v_{Bf}^2 - v_{Bi}^2)}{(v_{Bf} - v_{Bi})} \quad \leftarrow \text{بقسمة المعادلة (2) على (1)}$$

$$(v_{Af} + v_{Ai}) = (v_{Bf} + v_{Bi}) \quad \leftarrow \text{بتحليل البسط والاختصار مهمة}$$

$$1 + -2 = v_{Bf} + 4 \Rightarrow v_{Bf} = -5 \text{ m/s} = 5 \text{ m/s} \quad \text{غرباً}$$

عوض في المعادلة (1)

$$m_A(1 + 2) = -4(-5 - 4) \Rightarrow 3 m_A = 36$$

$$\Rightarrow m_A = 12 \text{ kg}$$

* استنتاج مهم: في التصادم المرن يمكن استخدام العلاقة التالية لحل أسئلة اضع دائرة k التصادم المرن:

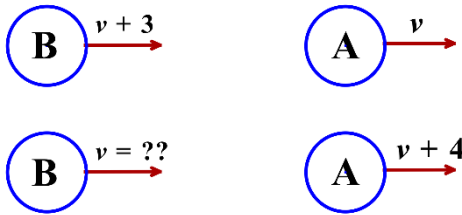
$$\left. \begin{aligned} v_{Ai} + v_{Bi} &= v_{Af} + v_{Bf} \\ \frac{m_A}{m_B} &= -\frac{-\Delta v_B}{\Delta v_A} \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \end{array} \left. \begin{array}{l} \text{في التصادم المرن} \\ \text{في التصادم المرن} \end{array} \right\}$$

* ملاحظة مهمة: (الفيزياء مشن حفظ)

في العادة لا أفضل استنتاج علاقات لحالات خاصة وذلك لتنوع أسئلة الوزارة وعدم اقتصرها على حالة خاصة مثلاً في الاستنتاج السابق لن نستطيع استخدام العلاقة في هذا الشكل في حالة تصادم ثلاث جسيمات مثلاً!

مثال (7)

تتحرك الكرة (A) التي كتلتها (2 kg) شرقاً بسرعة (v) وتصادم بها الكرة (B) التي كانت تتحرك بسرعة (v + 3) شرقاً تصادمًا مرناً وبعد التصادم أصبحت سرعة الكرة (A) تساوي (v + 4) شرقاً، اجب عما يلي:



أ] ما سرعة الكرة (B) بعد التصادم بدلالة (v)

ب] احسب كتلة الكرة (B).

الحل:

سنجرب الحل السريع بما أنه تصادم مرن: -

$$v_{Ai} + v_{Af} = v_{Bi} + v_{Bf} \Rightarrow v + v + 4 = v + 3 + v_{Bf}$$

$$v_{Bf} = v + 1$$

$$\frac{m_A}{m_B} = \frac{-\Delta v_B}{\Delta v_A} \Rightarrow \frac{2}{m_B} = \frac{-(v+1-v-3)}{v+4-v}$$

$$\frac{2}{m_B} = \frac{+2}{4} \Rightarrow m_B = 4 \text{ kg}$$

(جرب حلاً آخر)

مثال (8) الكتاب ص (27)

كرت بلياردو كتلة كل منهما (0.16 kg) تتحرك الكرة (A) باتجاه محور +x بسرعة (2m/s) نحو الكرة (B) الساكنة، وتتصادمان رأساً برأساً تصادماً مرناً، احسب سرعة الكرة (B) بعد التصادم، وحدد اتجاهها.



$$m_A = m_B = 0.16 \quad / \quad v_{Ai} = 2m/s, +x \quad / \quad v_{Bi} = 0 \quad / \quad v_{Bf} = ?$$

الحل:

$$\sum P_i = \sum P_f$$

(الحل: حفظ الزخم)

$$m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = m_A v_{Af} + m_B v_{Bf}$$

(لكن $m_A = m_B$)

$$v_{Ai} + v_{Bi} = v_{Af} + v_{Bf}$$

$$2 + 0 = v_{Af} + v_{Bf}$$

$$(v_{Af} = 2 - v_{Bf}) \dots \dots \dots (1)$$

$$\sum K_{Ei} = \sum K_{Ef}$$

(حفظ الطاقة الحركية)

$$\frac{1}{2} m_A v_{Ai}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{Bi}^2 = \frac{1}{2} m_A v_{Af}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{Bf}^2$$

$$4 + 0 = v_{Af}^2 + v_{Bf}^2$$

$$v_{Af}^2 + v_{Bf}^2 = 4 \dots \dots \dots (2)$$

$$(2 - v_{Bf})^2 + v_{Bf}^2 = 4$$

بتعويض المعادلة (1) في (2)

$$4 + v_{Bf}^2 - 4 v_{Bf} + v_{Bf}^2 = 4$$

$$2 v_{Bf}^2 - 4 v_{Bf} = 0 \Rightarrow v_{Bf}(v_{Bf} - 2) = 0$$

$$\therefore v_{Bf} = 2 m/s, +x \Rightarrow \text{عوض في (1)} \Rightarrow v_{Af} = 0$$

(الحل الأول)

$$v_{Bf} = 0 \Rightarrow \text{عوض في (1)} \Rightarrow v_{Af} = 2 m/s, +x$$

(الحل الثاني)

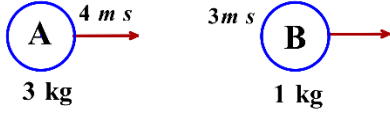
الحل الأول (مقبول) أما الحل الثاني (مرفوض) لأنه يعني أن الكرة (A) اخترقت الكرة (B) واستمرت بنفس السرعة.

• **استنتاج مهم:** في التصادم المرن الفرق بين سرعتي الكرتين قبل التصادم يساوي الفرق بين

$$(v_A - v_B)_i = -(v_A - v_B)_f \quad \Leftarrow \quad \text{سرعتهما بعد التصادم}$$

مثال (9)

كرتان، الكرة (A) كتلتها (3 kg) تتحرك بسرعة (+x, 4 m/s) والكرة (B) كتلتها (1 kg) وتتحرك بسرعة (+x, 3 m/s) تصادمتا معاً تصادماً مرناً فاحسب سرعة كل منهما بعد التصادم:



الحل:

$$\sum P_i = \sum P_f \Rightarrow m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = m_A v_{Af} + m_B v_{Bf}$$

$$3 \times 4 + 1 \times 3 = 3v_{Af} + v_{Bf}$$

$$15 = 3v_{Af} + v_{Bf}$$

$$\Rightarrow v_{Bf} = 15 - 3v_{Af} \dots \dots \dots (1)$$

$$\sum K_{Ei} = \sum K_{Ef} \Rightarrow \frac{1}{2} m_A v_{Ai}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{Bi}^2 = \frac{1}{2} m_A v_{Af}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{Bf}^2$$

$$\Rightarrow 3 \times 16 + 9 = 3v_{Af}^2 + v_{Bf}^2$$

$$57 = 3v_{Af}^2 + ((15 - 3v_{Af}))^2$$

$$57 = 3v_{Af}^2 + 225 + 9v_{Af}^2 + -90v_{Af}$$

$$0 = 12v_{Af}^2 - 90v_{Af} + 168 \quad \Leftarrow (\div 3)$$

$$0 = 4v_{Af}^2 - 30v_{Af} + 56 \quad \Leftarrow (\div 2)$$

$$0 = 2v_{Af}^2 - 15v_{Af} + 28$$

$$v_{Af} = \frac{15 \pm \sqrt{225 - 224}}{4}$$

$$v_{Af} = 4$$

$$v_{Bf} = 3$$

(غير مقبول)

$$v_{Af} = 3.5$$

$$v_{Bf} = 4.5$$

(مقبول)

حل آخر \Leftarrow

$$\sum P_i = \sum P_f \Rightarrow m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = m_A v_{Af} + m_B v_{Bf}$$

حل مثال (9)

$$\Rightarrow 3 \times 4 + 1 \times 3 = 3v_{Ai} + v_{Bf}$$

$$\Rightarrow 15 = 3v_{Af} + v_{Bf}$$

$$\Rightarrow v_{Bf} = 15 - 3v_{Af} \dots \dots \dots (1)$$

هذا الحل ما زال غير معتمد في الوزارة

$$v_{Ai} + v_{Af} = v_{Bi} + v_{Bf}$$

$$\Rightarrow 4 + v_{Af} = 3 + v_{Bf}$$

$$v_{Bf} = 1 + v_{Af} \dots \dots \dots (2)$$

عوض (1) في (2)

$$15 - 3 v_{Af} = 1 + v_{Af} \Rightarrow 4 v_{Af} = 14$$

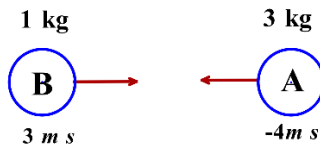
$$v_{Af} = 3.5 \text{ m/s}, +x$$

$$v_{Bf} = 4.5, +x$$

عوض في (2)

مثال (10)

كرتان، الكرة (A) كتلتها (3 kg) تتحرك بسرعة (+x, 4 m/s) والكرة أخرى (B) كتلتها (1 kg) وتتحرك بسرعة (-x, 3 m/s) تصادمتا معاً تصادماً مرناً فأحسب سرعة كل منهما بعد التصادم:



الحل:

$$\sum P_i = \sum P_f \Rightarrow m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = m_A v_{Af} + m_B v_{Bf}$$

$$\Rightarrow 3 \times -4 + 1 \times 3 = 3v_{Af} + v_{Bf}$$

$$\Rightarrow -9 = 3 v_{Af} + v_{Bf} \Rightarrow v_{Bf} = -9 - 3 v_{Af} \dots \dots \dots (1)$$

$$v_{Ai} + v_{Af} = v_{Bi} + v_{Bf}$$

نجرّب الحل بالمعادلة السهلة

$$-4 + v_{Af} = 3 + v_{Bf} \Rightarrow -7 + v_{Af} = v_{Bf} \dots \dots \dots (2)$$

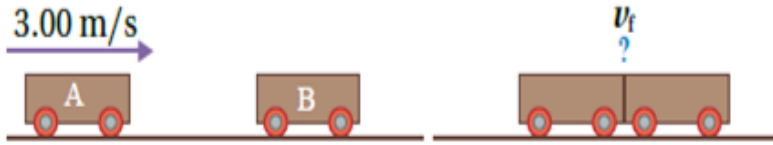
عوض (1) في (2) \Leftarrow

$$-7 + v_{Af} = -9 - 3v_{Af} \Rightarrow 4 v_{Af} = -2$$

$$v_{Af} = -\frac{1}{2} = \frac{1}{2} \text{ m/s}, -x \quad \therefore v_{Bf} = -7,5 = 7.5 \text{ m/s}, -x$$

مثال (11) الكتاب ص (29)

عربة قطار (A) كتلتها (1.8×10^3) تتحرك في مسار أفقي مستقيم لسكة حديد بسرعة مقدارها (3 m/s) باتجاه (+x) فتصطدم بعربة أخرى (B) كتلتها (2.2×10^3) تقف على المسار نفسه، وتلتحمان معاً وتتحركان على المسار المستقيم لسكة الحديد نفسه كما هو موضح في الشكل:



أ] احسب مقدار سرعة عربتي القطار بعد التصادم، وحدد اتجاههما.

ب] ما نوع التصادم، وهل الطاقة الحركية محفوظة؟

الحل:

$$m_A = 1.8 \times 10^3 \quad / \quad m_B = 2.2 \times 10^3 \quad v_{Ai} = 3 \text{ m/s} , +x \quad / \quad v_{Bi} = 0$$

$$\sum P_i = \sum P_f \Rightarrow m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = (m_A + m_B) v_f$$

$$\Rightarrow 1.8 \times 10^3 \times 3 + 2.2 \times 10^3 \times 0 = 4 \times 10^3 v_f$$

$$5.4 \times 10^3 = 4 \times 10^3 v_f$$

$$\Rightarrow v_f = 1.35 \text{ m/s} , +x$$

ب] التصادم هو تصادم عديم المرونة والطاقة الحركية فيه غير محفوظة وللتأكد نحسب الفرق في الطاقة الحركية.

$$K_{Ei} = \frac{1}{2} m_A v_{Ai}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{Bi}^2$$

$$= \frac{1}{2} (1.8 \times 10^3 \times 9 + 2.2 \times 10^3 \times 0) = 8.1 \times 10^3 \text{ J}$$

$$K_{Ef} = \frac{1}{2} (m_A + m_B) v_f^2$$

$$= \frac{1}{2} (1.8 \times 10^3 + 2.2 \times 10^3) \times (1.35)^2 = 3.64 \times 10^3 \text{ J}$$

$$\Delta K_E = (3.64 - 8.1) \times 10^3 = \underline{-4.46 \times 10^3 \text{ J}}$$

أي أن الطاقة الحركية قلت بمقدار (-4.46×10^3) وهي غير محفوظة.

* تطبيق: البندول القذفي.

تعريف:

هو كتلة كبيرة ساكنة من الخشب معلقة رأسياً بخيطين خفيفين.

الاستخدام:

يستخدم لقياس سرعة مقذوف، مثل رصاصة أو سهم

أليه عمله:

- (1) يطلق المقذوف باتجاه البندول الخشبي فيخترقه ويستقر داخله
- (2) فيتحرك النظام المكون منهما كنظام واحد ويرتفع مسافة رأسية (h) .
- (3) ويمكن حساب سرعة المقذوف قبل التصادم اذا حسبنا (h) .

من العلاقة التالية \Leftarrow

$$v_{1A} = \left(\frac{m_1 + m_2}{m_1} \right) \sqrt{2gh}$$

سرعة القذيفة قبل التصادم: v_{1A} كتلة الرصاصة: m_1 كتلة البندول الخشبي: m_2 أقصى ارتفاع للبندول والرصاصة h بعد التصادم

سؤال أثبت أن سرعة القذيفة قبل التصادم بالبندول تعطى بالعلاقة

$$v_{1A} = \left(\frac{m_1 + m_2}{m_1} \right) \sqrt{2gh}$$

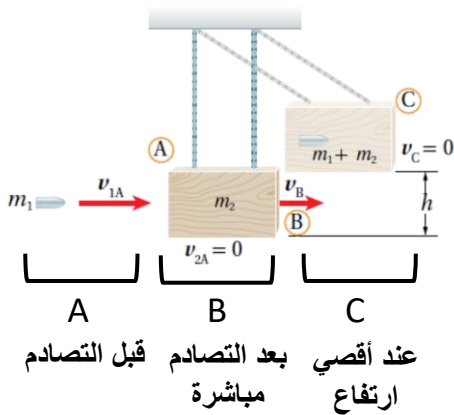
* من الرحلة (A) إلى (B) الزخم الخطي محفوظ

$$\sum P_i = \sum P_f$$

جواب:

$$m_1 v_{1A} + 0 = (m_1 + m_2) v_B$$

$$v_B = \frac{m_1 v_{1A}}{m_1 + m_2} \dots \dots \dots (1)$$



من المرحلة (B) إلى المرحلة (C) تكون الطاقة الميكانيكية محفوظة

$$M_{EB} - M_{EC} \Rightarrow K_{EB} + P_{EB} = K_{EC} + P_{EC}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v_B^2 + 0 = 0 + (m_1 + m_2)gh - (2)$$

بتعويض المعادلة (1) في (2)

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \left(\frac{m_1 v_{1A}}{m_1 + m_2} \right)^2 = gh$$

$$\Rightarrow \boxed{v_{1A} = \left(\frac{m_1 + m_2}{m_1} \right) \sqrt{2gh}} \quad \#$$

$$M_E = K_E + P_E \quad \leftarrow \text{تذكر} \quad \leftarrow$$

الطاقة الميكانيكية: M_E

طاقة الوضع: P_E

الطاقة الحركية: K_E

\leftarrow طاقة الوضع عن مستوى الاسناد تساوي صفر ($P_E = 0$)

\leftarrow طاقة الحركة عند أقصى ارتفاع تساوي صفر ($K_E = 0$)

مثال (1) الكتاب ص (28)

أطلق يعد سهماً كتلته (0.03 kg) أفقياً باتجاه بندول قذفي كتلته (0.72 kg) ، فأصطدم به والتحما معاً، بحيث كان أقصى ارتفاع وصل إليه البندول فوق المستوى الابتدائي (20 cm) اجب عما يلي:

أ] أي مراحل حركة النظام المكون من البندول والسهم يكون فيهما الزخم الخطي محفوظاً؟

ب] أي مراحل حركة النظام تكون فيهما الطاقة الميكانيكية محفوظة؟

ج] احسب مقدار السرعة الابتدائية للسهم.

الحل: البندول (B) السهم (A)

$$m_A = 0.03 / m_B = 0.72 / h = 20 \times 10^{-2}$$

أ] في التصادم عديم المرونة بين البندول والسهم.

ب] للسهم قبل التصادم، وللبندول والسهم معاً بعد التصادم مباشرة وحتى وصولهما لأقصى ارتفاع

$$v_{Ai} = \left(\frac{m_A + m_B}{m_A} \right) \sqrt{2gh} = \frac{0.72 + 0.03}{0.03} \sqrt{2 \times 10 \times 0.20} \quad \text{ج}$$

$$= 25 \times 2 = 50 \text{ m/s}$$

مثال (2)

أطلق محقق رصاصة كتلتها (0.03kg) أفقياً باتجاه بندول قذفي كتلته (0.97kg) فاصطدمت به والتحما معاً، فكان أقصى ارتفاع وصل إليه البندول فوق المستوي الابتدائي له (45cm) احسب مقدار السرعة الابتدائية للرصاصة.

الحل: (1) الرصاصة (2) البندول.

$$m_1 = 0.03 / m_2 = 0.97 / h = 45 \times 10^{-2} / v_{1i} = ??$$

$$v_{1i} = \left(\frac{m_1 + m_2}{m_1} \right) \sqrt{2gh} = \frac{0.97 + 0.03}{0.03} \sqrt{2 \times 10 \times 45 \times 10^{-2}}$$

$$= \frac{1}{3 \times 10^{-2}} \times 3$$

$$= 1 \times 10^2 = 100\text{ m/s}$$

مثال (3) الوحدة

أطلقت سهماً كتلته (0.20kg) أفقياً بسرعة (15 m/s) باتجاه الشرق نحو هدف ساكن كتلته (2.8 kg) معلق بخيط حفيف فارتفع عن مستواه الابتدائي.

[أ] احسب سرعة النظام (السهم والهدف) بعد التصادم.

[ب] أقصى ارتفاع يصل له النظام.

[ج] التغير في طاقة حركة النظام بعد التصادم مباشرة وقبله.

$$m_1 = 0.20 / m_2 = \quad / v_1 = 15\text{ m/s} \quad \text{الحل:}$$

$$\sum P_i = \sum P_f \Rightarrow m_1 v_{1i} + 0 = (m_1 + m_2) v_f \quad \text{[أ]}$$

$$0.2 \times 15 = 3 \times v_f \Rightarrow v_f = 1\text{ m/s}$$

$$v_{1i} = \left(\frac{m_1 + m_2}{m_1} \right) \sqrt{2gh} \Rightarrow 15 = \frac{3}{2 \times 10^{-1}} \times \sqrt{2 \times 10 h} \quad \text{[ب]}$$

$$1 = \sqrt{20h} \Rightarrow h = \frac{1}{20} = 0.05\text{ m/s}$$

$$\Delta K_E = K_{Ef} - K_{Ei} = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v_f^2 - \frac{1}{2} m_1 v_1^2 - 0 \quad \text{[ج]}$$

$$= \frac{1}{2} \times 3 \times 1 - \frac{1}{2} \times 0.2 \times 225 = 1.5 - 22.5 = -21\text{ J} \quad \text{خسارة في الطاقة الحركية}$$

مراجعة الدرس

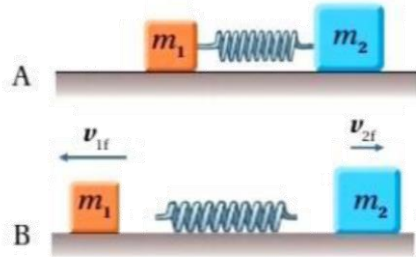
1 [الفكرة الرئيسية]: ما المقصود بالزخم الخطي لجسم؟ ما العلاقة بين الدفع المؤثر في الجسم والتغير في زخمة الخطي؟

2 [أحلل]: بحسب علاقة تعريف الزخم الخطي $P = mv$ ؛ تكون وحدة قياسه $kg.m/s$ ، وبحسب مبرهنة (الزخم الخطي - الدفع) تكون وحدة قياسه $(N.s)$ أثبت ان هاتين الوحدتين متكافئتان.

3 [أوضح]: متي يكون الزخم الخطي لنظام محفوظاً؟

4 [أفسر]: ذهب محمد إلى مدينة الألعاب، وعند قيادته سيارة كهربائية واصطدامها بالسيارات الأخرى وجد أن تأثير هذه التصادمات عليه قليل، وعند تركيز انتباهه على هذه السيارات؛ لاحظ وجود حزام من مادة مطاطية يحيط بجسم السيارة، أفسر سبب وجود هذه الحزام المطاطي.

5 [أحلل وأستنتج]: وضعت إسلام نابض خفيف مضغوط بين



صندوقين كتليهما m_1, m_2 موضوعين على سطح أفقي أملس، كما هو مبين في الشكل (A) لحظة إفلات إسلام النابض، تحرك الصندوقان باتجاهين متعاكسين كما في الشكل B، اذا علمت أن $m_2 = 2m_1$ ، فأجد نسبة مقدار سرعة الصندوق الأول النهائية إلى مقدار سرعة الصندوق الثاني النهائية لحظة ابتعاد كل منهما عن النابض.

6 [أحلل واستنتج]: في أثناء مشاهدة هند عرضاً عسكرياً لمجموعة من جنود الجيش العرق الأردني لفت انتباهها إسناد الجنود كعوب بنادقهم على أكتافهم بإحكام عند إطلاق الرصاص منها. لماذا يفعلون ذلك؟

7 [أصدر حكماً]: في أثناء جلسة نقاش داخل غرفة الصف عن كيفية حركة المركبات الفضائية في الفضاء، قالت بتول: "تندفع المركبة الفضائية في الغلاف الجوي للأرض، ويتغير مقدار سرعتها واتجاه حركتها عندما تدفع الغازات المنطلقة من الصواريخ المثبتة عليها الهواء الجوي، وأنه لا فائدة من وجود هذه الصواريخ في المركبة الفضائية في الفضاء؛ إذ لا يمكن لهذه الصواريخ أن تغير مقدار سرعة هذه المركبة في الفضاء أو اتجاه حركتها× لأنه لا يوجد هواء في الفضاء تدفعه الغازات الخارجة منها". أناقش صحة قول بتول.

حل أسئلة مراجعة الدرس الثاني:

[1] التصادم المرن: تكون فيه الطاقة الحركية للأجسام محفوظة.

التصادم الغير مرن: تكون فيه الطاقة الحركية للأجسام غير محفوظة

[2] لا، لأن التصادم المرن يعني أن تكون الطاقة الحركية محفوظة.

ولا علاقة لإلتحام الأجسام بعد التصادم يكون التصادم مرن أو غير مرن.

[3] لا، لأن سرعة الاجسام المتصادمة تختلف بعد التصادم.

لكن التغير في زخم الجسم يساوي مقداراً التغير في زخم الجسم الآخر.

ب] لا، لأن سرعة الاجسام المتصادمة تختلف بعد التصادم.

لكن التغير في الطاقة الحركية لجسم يساوي مقداراً التغير في الطاقة الحركية للجسم الآخر.

$$m_1 = 2 \text{ kg} / v_{1i} = v, +x / v_{2i} = 0 / v_f = \frac{1}{4} v, +x \quad [4]$$

$$\sum P_i = \sum P_f$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v_f \Rightarrow 2v + 0 = (2 + m_2) x \frac{1}{4} v$$

$$\Rightarrow 8 = 2 + m_2 \Rightarrow m_2 = 6 \text{ kg}$$

$$m_A = m_B / v_{Ai} = v + 1.2 / v_{Bi} = v / v_{Af} = v / v_{Bf} = v + 1.2 \quad [5]$$

من الواضح أن التصادم مرن لأن الفرق بين سرعة الكرتين قبل التصادم يساوي مقداراً الفرق بين سرعتهما بعد التصادم.

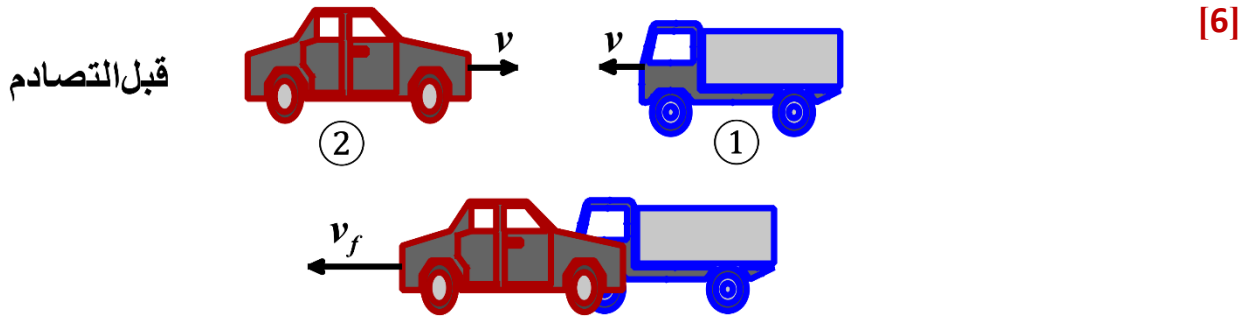
لكن للتأكد / نوجد الفرق في الطاقة الحركية.

$$\sum K_{Ei} = \frac{1}{2} m_A v_{Ai}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{Bi}^2 = \frac{1}{2} m ((v + 1.2)^2 + v^2) \dots \dots \dots (1)$$

$$\sum K_{Ef} = \frac{1}{2} m_A v_{Af}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{Bf}^2 = \frac{1}{2} m (v^2 + (v + 1.2)^2) \dots \dots \dots (2)$$

$\sum K_{Ei} = \sum K_{Ef}$ إذا الطاقة الحركية محفوظة

($\Delta K_E =$ صفر) والتصادم مررن



[أ] من القانون حفظ الزخم الخطي ($\Delta P_A = -\Delta P_B$)

فإن للشاحنة والسيارة نفس المقدار في التغير في الزخم الخطي.

$$\Delta K_{E1} = \frac{1}{2} m_1 (v_f^2 - v_i^2) = \frac{1}{2} m_1 (v_f^2 - (-v)^2) \quad [ب]$$

$$= \frac{1}{2} m_1 \Delta v^2$$

$$\Delta K_{E2} = \frac{1}{2} m_2 (v_f^2 - v_i^2) = \frac{1}{2} m_2 (v_f^2 - v^2)$$

$$= \frac{1}{2} m_2 \Delta v^2$$

وبما أن كتلة الشاحنة أكبر إذا فالتغير في طاقتها الحركية أكبر.

تمارين

تمرين (1): اختر الإجابة الصحيحة في كل مما يلي:

1] اذا تصادم جسمان تصادماً مرناً فأى العبارات التالية غير صحيحة بالنسبة لهذا التصادم.

(أ) مجموع الطاقة الحركية للجسمان متساوية قبل التصادم وبعده

(ب) مقدار التغير في الطاقة الحركية للجسم الأول تساوي مقدار التغير في الطاقة الحركية للجسم الثاني.

(ج) الزخم الخطي لأحد الجسمين قبل التصادم يساوي زخمه الخطي بعد التصادم.

(د) القوى المؤثرة على الجسمين قوى داخلية فقط.

2] اذا تصادم جسمان تصادماً غير مرناً فأى العبارات التالية صحيحة بالنسبة لهذا التصادم.

(أ) مقدار التغير في زخم الجسم الأول يساوي مقدار التغير في زخم الجسم الثاني.

(ب) مقدار الدفع المؤثر على الجسم الأول يساوي مقدار الدفع المؤثر على الجسم الثاني.

(ج) القوى المؤثرة على الجسمين قوى داخلية فقط.

(د) سرعة كل من الجسمين بعد التصادم أقل من سرعتهما قبل التصادم.

3] اذا تصادم جسمان تصادماً عديم المرونة فأى العبارات التالية غير صحيحة بالنسبة لهذا التصادم.

(أ) الجسم الذي كتلته أكبر تكون سرعته أكبر بعد التصادم.

(ب) الجسم الذي كتلته أصغر تكون سرعته أكبر بعد التصادم.

(ج) يكون للجسمين نفس السرعة بعد التصادم.

(د) تزداد الطاقة الحركية للنظام بعد التصادم.

4] في أي نوع من أنواع التصادمات يكون الزخم محفوظ.

- (أ) التصادم المرين. (ب) التصادم غير المرين.
(ج) التصادم عديم المرونة. (د) جميع ما سبق صحيح.

5] الشرط اللازم لكي يكون الزخم محفوظ في التصادمات:

- (أ) أن لا يحدث تشوه في شكل أحد الأجسام المتصادمة.
(ب) أن تكون القوى الداخلية في النظام مهملة أو معدومة.
(ج) أن يكون النظام معزول عن تأثير القوى الخارجية.
(د) أن تكون الطاقة الحركية للنظام محفوظة.

6] في أي نوع من أنواع التصادمات تكون الطاقة الحركية محفوظة:

- (أ) التصادم المرين. (ب) التصادم غير المرين.
(ج) التصادم عديم المرونة. (د) جميع ما ذكر صحيح.

7] اذا تصادم جسمان معاً فإن مقدار الدفع المؤثر على الجسم الأول يساوي مقدار الدفع المؤثر على الجسم الثاني في التصادم:

- (أ) المرين. (ب) الغير مرين. (ج) عديم المرونة. (د) جميع ما ذكر صحيح.

8] اذا تصادم جسمان معاً فإن مقدار القوة المؤثرة على أحد الجسمين تساوي مقدار القوة المؤثرة على الجسم الآخر في التصادم:

- (أ) المرين. (ب) الغير مرين.
(ج) عديم المرونة. (د) جميع ما ذكر صحيح.

9] اذا تصادم جسمان وكان التغير في الطاقة الحركية للجسم الأول تساوي (5) والتغير في الطاقة الحركية للجسم الثاني (5) فإن هذا التصادم:

(أ) المرين. (ب) غير مرين. (ج) عديم المرونة. (د) غير معزول.

10] اذا تصادم جسمان وكان التغير في طاقة حركة الجسم الأول (5) والتغير في طاقة حركة الجسم الثاني (-5) فإن هذا التصادم:

(أ) المرين. (ب) غير مرين. (ج) عديم المرونة. (د) غير معزول.

11] اذا تصادم جسمان وكان التغير في طاقة حركة الجسم الأول (-5) والتغير في طاقة حركة الجسم الثاني (-5) وسرعة الجسم الأول أكبر من الثاني بعد التصادم فإن هذا التصادم:

(أ) المرين. (ب) غير مرين. (ج) عديم المرونة. (د) (ب+ج).

12] اذا تصادم جسمان وكان التغير في زخم الجسم الأول (10 N.s) والتغير في زخم الجسم الثاني (-8 N.s) فإن هذا التصادم:

(أ) المرين. (ب) غير مرين. (ج) عديم المرونة. (د) غير معزول.

13] كرة تتحرك بسرعة (v_1) اصطدمت بكرة أخرى ساكنة تصادماً مرناً، فارتدت الكرة الأولى للخلف بسرعة تساوي نصف سرعتها الاصلية، فإن سرعة الكرة الثانية بعد التصادم:

(أ) $\frac{1}{2} v_1$ (ب) $-\frac{1}{2} v_1$ (ج) $\frac{3}{2} v_1$ (د) $\frac{-3}{2} v_1$

14] في الفقرة السابقة تكون كتلة الكرة الثانية تساوي:

(أ) $\frac{1}{3} m_1$ (ب) $3 m_1$ (ج) $\frac{1}{2} m_1$ (د) $2 m_1$

تمرين (2): كرة كتلتها (6) كغ تحركت بسرعة مقدارها (4 m/s) نحو كرة أخرى كتلتها (2) كغ وساكنة ، اصطدمت الكرتان فتحركت الأولى بعد التصادم بسرعة (2 m/s) احسب سرعة الكرة الثانية بعد التصادم.

تمرين (3): جسمان كتلتها ($m_1 = 9 \text{ kg}$, $m_2 = 6 \text{ kg}$) وسرعتها ($v_1 = 5 \text{ m/s}$, $v_2 = 10 \text{ m/s}$) شرقاً، التحما معاً بعد تصادمهما فأحسب الفرق بين مجموع طاقتهم قبل وبعد التصادم.

تمرين (4): جسمان كتلتها ($m_1 = 8$, $m_2 = 10 \text{ kg}$) تحركاً بخط مستقيم بسرعة ($v_1 = 5 \text{ m/s}$, $+x$) و ($v_2 = 2 \text{ m/s}$, $-x$) فاصطدما معاً تصادماً مرناً، احسب سرعة كل منهما بعد التصادم.

تمرين (5): رجلان كتلة الأول (100 kg) ويتحرك شرقاً بسرعة (4 m/s) والثاني كتلته (80 kg) ويتحرك غرباً اصطدما معاً وتوقفاً تماماً بعد التصادم.

[1] احسب سرعة الرجل الثاني قبل التصادم.

[2] احسب مقدار التغير في الطاقة الحركية للرجلين قبل وبعد التصادم.

تمرين (6): تنطلق رصاصة كتلتها (10 g) بسرعة (200 m/s) في اتجاه جسم كتلته (5 kg) مستقر على سطح أملس.

[1] اذا استقرت الرصاصة داخل الجسم ما مقدار التغير في زخمها.

[2] اذا ارتدت الرصاصة بالاتجاه المعاكس بسرعة (100 m/s) ما مقدار التغير في زخمها.

تمرين (7): سمكة قرش كتلتها (25 kg) تسبح بسرعة (10 m/s, +x) نحو سمكة صغيرة

كتلتها (5 kg) تتحرك غرباً بسرعة (10 m/s) وقامت سمكة القرش بابتلاع

السمكة الصغيرة بإهمال تأثيراً أي قوة خارجية احسب:

1] سرعة سمكة القرش بعد ابتلاعها السمكة الصغيرة.

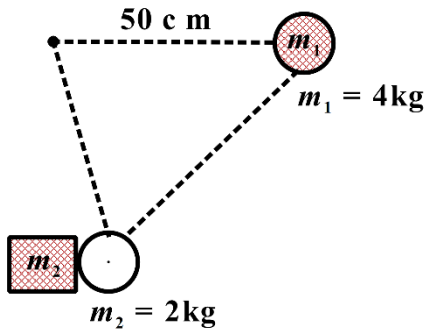
2] التغير في الطاقة الحركية للنظام.

تمرين (8): قنبلة كتلتها (10 kg) سقطت رأسياً على الأرض فانفجرت إلى أربعة أجزاء بحيث

كانت كتلة كل جزء ($m_1 = 4 \text{ kg} / m_2 = 3 \text{ kg} / m_3 = 2 \text{ kg} / m_4 = 1 \text{ kg}$)

وسرعة الجزء الأول (100 m/s, +x) الثاني (50 m/s, +x) والثالث

(80 m/s, -x) فأحسب مقدار واتجاه سرعة الجزء الرابع.



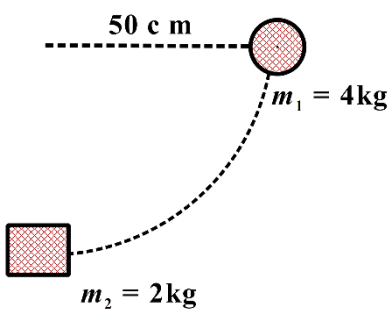
تمرين (9): كرة معلقة بخيط خفيف بشكل افقي طوله (50cm)

تركت من السكون فتحركت نحو مكعب خشف

موضوع اسفل نقطة تثبيت الحبل، فتصطدم الكرة

بالمكعب وتحركه بسرعة (6m/s) غرباً احسب سرعة

الكرة قبل التصادم وبعده.



تمرين (10): كرة معلقة بخيط خفيف بشكل افقي طوله (50cm)

تركت من السكون فتتحرك نحو المكعب الخشف

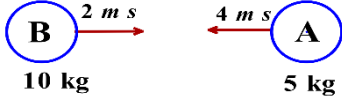
موضوع اسفل نقطة التثبيت، فتصطدم الكرة بالمكعب

تصادماً مرناً، فأحسب سرعة الكرة قبل وبعد التصادم

وسرعة المكعب بعد التصادم.

تمرين (11): تصادمت كرتان (B, A) كما في الشكل بحيث كانت القوة المحصلة المؤثرة على

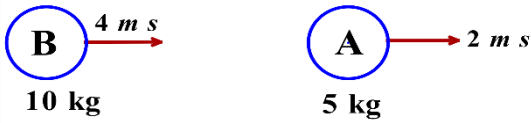
الكرة (A) خلال التصادم تساوي (100N) شرقاً الذي استمر (0.2 s) احسب



مقدار واتجاه سرعة كل من الكرتين بعد التصادم:

تمرين (12): تصادمت كرتان (B, A) كما في الشكل بحيث كانت القوة المحصلة المؤثرة على

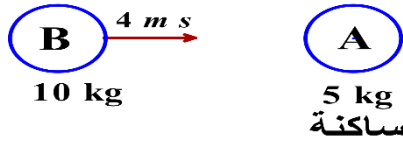
الكرة (A) خلال التصادم تساوي (100N) شرقاً الذي استمر (0.2 s) احسب



سرعة كل من الكرتين بعد التصادم:

تمرين (13): تصادمت كرتان (B, A) كما في الشكل بحيث كانت القوة المحصلة المؤثرة على

الكرة (A) خلال التصادم (100N) شرقاً الذي استمر (0.2 s) احسب سرعة كل

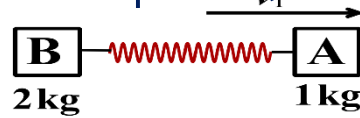


من الكرتين بعد التصادم:

تمرين (14): جسمان (B, A) مربوطان معاً بنابض مضغوط ويتحركان معاً بسرعة (2 m/s)

شرقاً وفي أثناء حركتهما أفلت النابض فتوقف الجسم (B) عن الحركة واستمر

الجسم (A) بالحركة شرقاً فاحسب سرعة الجسم (A) بعد افلات النابض:



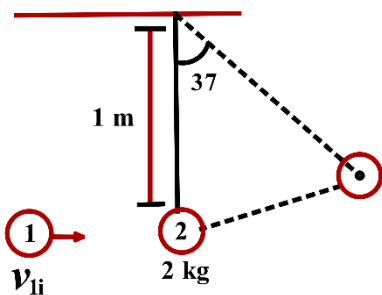
تمرين (15): كرة معلقة بخيط خفيف كما في الشكل، قذفت

بكرة صغيرة كتلتها (200 g)، فالتحمت الكرتان معاً

وبدأتا بالارتفاع حتى توقفت لحظياً عندما كانت الزاوية

بين الحبل والاتجاه الرأسي (37°) فأحسب سرعة

الكرة الصغيرة قبل التصادم.



أسئلة تفكير

[1] أضع دائرة حول رمز الإجابة لكل جملة مما يأتي:

[1] أي مما يأتي زخمه الخطي أكبر: قارب مثبت برصيف ميناء، أم قطرة مطر ساقطة؟

أ) القارب ب) قطرة المطر

ج) لهما الزخم الخطي نفسه د) الجسمان لا يملكان زخماً خطياً.

[2] دراجة هوائية كتلتها (30 kg) ، ومقدار زخمها الخطي $(150 \text{ kg} \cdot \text{m/s})$. إن مقدار سرعتها بوحدة (m/s) يساوي:

أ) 4500 ب) 15 ج) 5 د) 45

[3] إذا تضاعف مقدار سرعة جسم مرتان؛ فإن مقدار زخمه الخطي:

أ) لا يتغير ب) يتضاعف مرتان.

ج) يتضاعف أربع مرات. د) يصبح نصف مقدار زخمه الخطي الابتدائي.

[4] يقفز قصي من قارب ساكن كتلته (400 kg) إلى الشاطئ، فيتحرك القارب مبتعداً عن الشاطئ بسرعة أفقية مقدارها (1.0 m/s) . إذا علمت أن كتله قصي (80 kg) ؛ فما مقدار سرعة حركته؟ وما اتجاهها؟

أ) (0.2 m/s) نحو الشاطئ ب) (0.5 m/s) بعيداً عن الشاطئ

ج) (5.0 m/s) بعيداً عن الشاطئ د) (5.0 m/s) نحو الشاطئ.

[2] رمت دعاء كرة كتلتها (0.18 kg) أفقياً بسرعة مقدارها (20.0 m/s) باتجاه محور $+x$ ؛ فضربتها صديقها مريم بالمضرب، حيث ارتدت الكرة بالاتجاه المعاكس بسرعة مقدارها (30.0 m/s) . أجب عما يأتي:

أ] أحسب مقدار التغير في الزخم الخطي للكرة.

ب] أحسب مقدار المؤثر في الكرة، وأحدد اتجاهه.

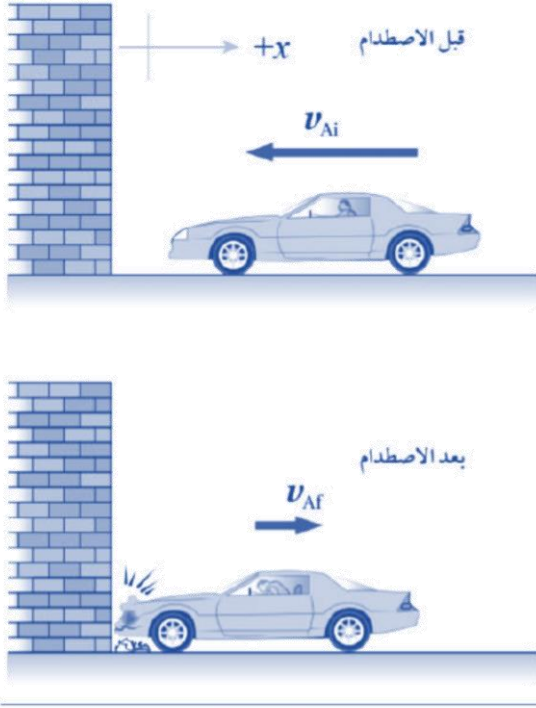
ج] إذا كان زمن تلامس الكرة والمضرب (0.60 s) ؛ أحسب مقدار القوة المتوسطة التي أثر بها المضرب في الكرة.

[3] أحل: عند تحرك سيارة في مسار دائري بسرعة ثابتة مقدار؛ فهل يتغير زخمها الخطي؟ أفسر إجابتي.

[4] تتحرك عربة بسرعة ثابتة؛ حيث كان مقدار زخمها الخطي يساوي $(12\text{ kg} \cdot \text{m/s})$. إذا أضفت أثقالاً إلى

العربة بحيث تضاعفت كتلتها مرتين مع بقاء سرعتها ثابتة؛ فكم يصبح مقدار زخمها الخطي؟

[5] أحل واستنتج:



تعريض سيارة لحادث اصطدام بحاجز.

لاختبار مستوي الأمان في السيارات، وفاعلية الوسائد الهوائية، وأحزمة الأمان فيها؛ توضع دمية مكان السائق، ثم يجري تعريض السيارة لحادث اصطدام بحاجز، كما هو موضح في الشكل. إذا علمت أن كتلة السيارة $(1.5 \times 10^3 \text{ kg})$ ، وسرعتها قبل الاصطدام (15 m/s) غرباً، وسرعتها بعد الاصطدام مباشرة (3.0 m/s) شرقاً، وزمن التلامس بين السيارة والحاجز (0.15 s) ؛ أجد ما يأتي:

أ] الدفع الذي يؤثر به الحاجز في السيارة.

ب] القوة المتوسطة التي يؤثر بها الحاجز في السيارة.

حل أسئلة التفكير

(1) [1 الإجابة: (ب)]

لأن القارب ساكن فزخمه (صفر)

وقطرة الماء سرعتها عالية فزخمها أكبر مع صغر كتلتها

[2 الإجابة: (ج)]

$$m = 30 / P = 150 / P = m v \Rightarrow 150 = 30 v \Rightarrow v = 5 \text{ m/s}$$

[3 الإجابة: (ب)]

العلاقة طردية خطية بين السرعة والزخم بثبوت الكتلة ($P = mv$)

[4 الإجابة: (د)]

$$m_1 = 400 \text{ kg} / v_i = 0 / v_{1f} = 1 \text{ m/s} / m_2 = 80 \text{ kg} / v_{2f} = ??$$

$$\sum P_i = \sum P_f \Rightarrow 0 = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f}$$

$$0 = 400 \times 1 + 80 \times v_{2f}$$

$$v_{2f} = -5 \text{ m/s} = 5 \text{ m/s} \quad \text{أي نحو الشاطئ عكس اتجاه القارب}$$

$$m_1 = 0.18 \text{ kg} / v_i = 20 \text{ m/s}, +x / v_f = 30 \text{ m/s}, -x \quad (2)$$

$$\Delta P = P_f - P_i = m(v_f - v_i) \quad [أ]$$

$$= 0.18 (-30 - 20) = -9 \text{ kg m/s}$$

$$= 9 \text{ kg}, \text{m/s} \cdot -x$$

$$I_{\text{الكرة}} = \Delta P = 9 \text{ N} \cdot \text{s}, -x \quad [ب]$$

$$\Delta t = 0.6 \text{ s} / \sum f = \frac{-9}{0.6} = 15 \text{ N}, -x \quad [ج]$$

(3) لا يتغير الزخم الخطي، لأن كتلة السيارة ومقدار سرعتها لم يتغير.

$$P_i = 12 \text{ kg.m/s} / m_f = 2 m_i / v_f = v_i = v \quad (4)$$

$$\frac{P_f}{P_i} = \frac{m_f v_f}{m_i v_i} = \frac{2m_i v}{m_i v_f} \Rightarrow \frac{P_f}{12} = 2 \Rightarrow p_f = 24 \text{ kg.m/s}$$

$$m_1 = 1.5 \times 10^3 \text{ kg} / v_{1i} = 15 \text{ m/s}, -x / v_{2f} = 3 \text{ m/s}, +x \quad \Delta t = 0.15 \text{ s} \quad (5)$$

$$I = \Delta P = P_f - P_i = m(v_f - v_i) \quad [أ]$$

$$= 1.5 \times 10^3 (3 - -15)$$

$$= 27 \times 10^3 \text{ N.s}, +x$$

$$\Sigma f = \bar{f} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{27 \times 10^3}{15 \times 10^{-2}} = 1.8 \times 10^5 \text{ N}, +x \quad [ب]$$

مراجعة الوحدة

[1] أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكل جملة مما يأتي:

1] وحد قياس الزخم الخطي حسب النظام الدولي للوحدات، هي:

أ) $N \cdot m/s$ ب) $kg \cdot m^2/s$ ج) N/S د) $kg \cdot m/s$

2] كلما زاد زمن تأثير قوة (F) في جسم كتلته (m):

- أ) زاد الدفع المؤثر فيه، وزاد التغير في زخمه الخطي.
 ب) زاد الدفع المؤثر فيه، ونقص التغير في زخمه الخطي.
 ج) نقص الدفع المؤثر فيه، وزاد التغير في زخمه الخطي.
 د) نقص كل من: الدفع المؤثر فيه، والتغير في زخمه الخطي.

3] يعتمد الزخم الخطي لجسم على:

- أ) كتلته فقط ب) سرعته المتجهة فقط.
 ج) كتلته وسرعته المتجهة. د) وزنه وتسارع السقوط الحر.

4] يتحرك جسم كتلته ($10kg$) أفقياً بسرعة ثابتة ($5 m/s$) شرقاً. إن مقدار الزخم الخطي لهذا الجسم واتجاهه هو:

أ) $0.5kg \cdot m/s$ شرقاً ب) $50kg \cdot m/s$ غرباً
 ج) $2kg \cdot m/s$ غرباً د) $50kg \cdot m/s$ شرقاً.

5] تتحرك سيارة شمالاً بسرعة ثابتة؛ بحيث كان زخمها الخطي يساوي ($9 \times 10^4 N \cdot s$). إذا تحركت السيارة جنوباً بمقدار السرعة نفسه فإن زخمها الخطي يساوي:

أ) $9 \times 10^4 N \cdot s$ ب) $-9 \times 10^4 N \cdot s$ ج) $18 \times 10^4 N \cdot s$ د) $0 N \cdot s$

6] تركض لينا غرباً بسرعة مقدارها ($3 m/s$). إذا ضاعفت لينا مقدار سرعتها مرتان فإن مقدار زخمها الخطي:

- أ) يتضاعف مرتان. ب) يتضاعف أربع مرات
 ج) يقل بمقدار النصف د) يقل بمقدار الربع.

7] صندوقان (B, A) يستقران على سطح أفقي أملس. أثرت في كل منهما القوة المحصلة نفسها باتجاه محور $x +$ للفترة الزمنية (Δt) نفسها. إذا علمت أن كتله الصندوق (m_A) أكبر من كتله الصندوق (m_B)؛ فأى العلاقات الآتية صحيحة في نهاية الفترة الزمنية؟

أ) $p_A < p_B, KE_A < KE_B$ ب) $p_A = p_B, KE_A > KE_B$

ج) $p_A = p_B, KE_A < KE_B$ د) $p_A > p_B, KE_A > KE_B$

8] رميت كرة كتلتها m أفقياً بسرعة مقدارها v نحو جدار؛ فارتدت الكرة أفقياً بمقدار السرعة نفسه. إن مقدار التغير في الزخم الخطي للكرة يساوي:

أ) mv ب) $-mv$ ج) $2mv$ د) صفرًا

9] كرة (A) تتحرك بسرعة (2 m/s) غرباً؛ فتصطدم بكرة أخرى ساكنة (B) مماثلة لها تصادمًا مرناً في بعد واحد. إذا توقفت الكرة (A) بعد التصادم، فإن مقدار سرعة الكرة (B) واتجاهها بعد التصادم يساوي:

أ) 2 m/s شرقاً ب) 2 m/s غرباً

ج) 1 m/s شرقاً د) 1 m/s غرباً

10] يركض عمر شرقاً بسرعة (4.0 m/s) ، ويقفز في عربة كتلتها (90.0 kg) تتحرك شرقاً بسرعة مقدارها (1.5 m/s). إذا علمت أن كتلة عمر (60.0 kg)؛ فما مقدار سرعة حركة عمر والعربة معاً؟ وما اتجاهها؟

أ) 2.0 m/s شرقاً ب) 5.5 m/s غرباً

ج) 4.2 m/s غرباً د) 2.5 m/s شرقاً

11] تقفز شذى من قارب ساكن كتلته (300 kg) إلى الشاطئ بسرعة أفقية مقدارها (3 m/s). إذا علمت أن كتله شذى (50 kg) فما مقدار سرعة حركة القارب؟ وما اتجاهها؟

أ) 3 m/s نحو الشاطئ ب) 3 m/s بعيداً عن الشاطئ

ج) 0.5 m/s بعيداً عن الشاطئ د) 18 m/s نحو الشاطئ.

* أقرأ الفقرة الآتية، ثم أجب عن الأسئلة (12-14) بافتراض الاتجاه الموجب باتجاه محور x .

سيارة رياضية كتلتها $(1.0 \times 10^3 \text{ kg})$ تتحرك شرقاً $(+x)$ بسرعة ثابتة مقدارها (90.0 m/s) ، فتصطدم بشاحنة كتلتها $(3.0 \times 10^3 \text{ kg})$ تتحرك في الاتجاه نفسه. بعد التصادم التحوطاً معاً وتحركتا على المسار المستقيم نفسه قبل التصادم بسرعة مقدارها (25 m/s) .

12] ما الزخم الخطي الكلي للسيارة والشاحنة بعد التصادم؟

أ) $-7.5 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ ب) $1.0 \times 10^5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

ج) $7.5 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ د) $1.0 \times 10^5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

13] ما الزخم الخطي الكلي للسيارة والشاحنة قبل التصادم؟

أ) $-7.5 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ ب) $7.5 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

ج) $1.0 \times 10^5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ د) $-1.0 \times 10^5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

14] ما السرعة المتجهة للشاحنة قبل التصادم مباشرة؟

أ) -25 m/s ب) 25 m/s ج) -3.3 m/s د) 3.3 m/s

15] المساحة المحصورة تحت منحنى (القوة - الزمن) تساوي مقدار:

أ) القوة المحصلة. ب) الزخم الخطي

ج) الدفع د) الطاقة الحركية.

[2] أفسر ما يأتي:

أ] تقف نرجس على زلاجة ساكنة موضوعة على أرضية غرفة ملساء وهي تحمل حقيبتها. وعندما قذفت حقيبتها إلى الأمام تحركت هي والزلاجة معاً إلى الخلف.

ب] تغطي أرضية ساحات الألعاب عادة بالشعب أو الرمل، حيث يكمن خطر سقوط الأطفال.

[3] أحلل: يقف صياد على سطح قارب صيد طويل ساكن، ثم يتحرك من نهاية القارب نحو مقدمته. أجب عما يأتي:

أ] أفسر: هل يتحرك القارب أم لا؟ أفسر إجابتي.

ب] أقارن بين مجموع الزخم الخطي للقارب والصياد قبل بدء حركة الصياد وبعد حركته.

[4] **أحلل:** جسمان (B-A) لهما الطاقة الحركية نفسها، هل يكون لهما مقدار الزخم الخطي نفسه؟ أفسر إجابتني.

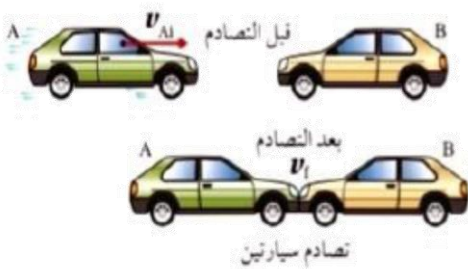
[5] **التفكير الناقد:** حمل رائد فضاء حقيبة معدات خاصة لإصلاح خلل في الهيكل الخارجي للمحطة الفضائية، وفي أثناء ذلك انقطع الحبل الذي يثبته بها. اقترح طريقة يمكن أن يعود بها الرائد إلى المحطة الفضائية. أفسر إجابتني.

[6] **أصدر حكماً:** في أثناء دراسة غيث لهذا الدرس، قال: "إن وسائل الحماية في السيارات قديماً أفضل منها في السيارات الحالية؛ إذ أن هياكل السيارات الحديثة مرنة تتشوه بسهولة عند تعرض السيارة لحادث، على عكس هياكل السيارات القديمة الصلبة". أناقش صحة قول غيث.

[7] **أحلل وأستنتج:** تتحرك سيارة كتلتها $(1.35 \times 10^3 \text{ kg})$ بسرعة مقدارها (15 m/s) شرقاً، فتصطدم بجدار وتتوقف تماماً خلال فترة زمنية مقدارها (0.115 s) ، فأحسب مقدار ما يأتي:

أ] التغير في الزخم الخطي للسيارة.

ب] القوة المتوسطة التي يؤثر به الجدار في السيارة.



[8] **أحسب:** السيارة (A) كتلتها $(1.1 \times 10^3 \text{ kg})$ تتحرك بسرعة (6.4 m/s) باتجاه محور $+x$ ، فتصطدم رأساً برأساً بسيارة ساكنة (B) كتلتها $(1.2 \times 10^3 \text{ kg})$ ؛ وتلتحم السيارتان معاص بعد التصادم وتتحركان على المسار المستقيم نفسه قبل التصادم، كما هو موضح في الشكل المجاور. أحسب مقدار ما يأتي:

أ] سرعة السيارتين بعد التصادم، وأحدد اتجاهها.

ب] الدفع الذي تؤثر به السيارة (B) في السيارة (A).

[9] **أستخدم الأرقام:** جسم ساكن موضوع على سطح أفقي أملس يتكون من جزأين، A و B كتلة الجزء A تساوي $(8.0 \times 10^2 \text{ kg})$ ، وكتلة الجزء B تساوي $(1.5 \times 10^3 \text{ kg})$. إذا انفصل الجزء B عن الجزء A وتحرك مبتعداً بسرعة (10.0 m/s) ، فأحسب مقدار ما يأتي:

أ] سرعة اندفاع الجزء A، وأحدد اتجاهها.

ب] الدفع المؤثر في الجزء A.

[10] أصدر حكماً: في أثناء دراسة رويدا هذه الوحدة، قالت: "إنه عندما يقفز شخص من ارتفاع معين عن سطح الأرض؛ فإنه يتعين عليه أن يبقي رجليه ممدودتين لحظة ملامسة قدميه سطح الأرض حفاظاً على سلامته". أناقش صحة قول رويدا بناء على المفاهيم الفيزيائية التي تعلمتها في هذه الوحدة.

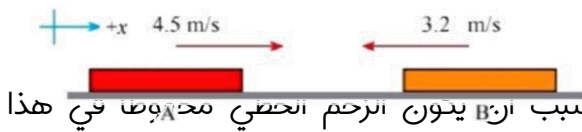
[11] أحسب: أثرت قوة محصلة مقدارها $(1 \times 10^3 N)$ في جسم ساكن كتلته $(10 kg)$ وحركته باتجاهها فترة زمنية مقدارها $(0.01 s)$. أحسب مقدار ما يأتي:

أ] التغير في الزخم الخطي للجسم.

ب] السرعة النهائية للجسم.

[12] جسمان (A - B)، ينزلان باتجاهين متعاكسين على مسار أفقي مستقيم أملس كما هو موضح في الشكل، فتصطدمان رأساً برأس ويرتدان باتجاهين متعاكسين على المسار المستقيم نفسه. إذا علمت أن كتلة الجسم A تساوي $(0.28 kg)$ ، وسرعة الجسمين بعد التصادم مباشرة: $(v_{Af} = -1.9 m/s)$ و $(v_{Bf} = 3.7 m/s)$ ، فأجيب عما يأتي:

أ] أحسب مقدار كتلة الجسم (B).



ب] أستخدم القانون الثالث لنيوتن في الحركة لتوضيح سبب ارتداد الجسمين عن بعضهما البعض في هذا التصادم.

ج] أوضح هل التصادم مرن أم غير مرن؟

[13] أطلقت مريم سهماً كتلته $(0.20 kg)$ أفقياً بسرعة مقدارها $(15 m/s)$ باتجاه الغرب نحو هدف ساكن كتلته $(5.8 kg)$ ، فاصطدم به واستقر فيه وتحركا كجسم واحد نحو الغرب. أحسب مقدار ما يأتي:

أ] سرعة النظام (السهام والهدف) بعد التصادم.

ب] التغير في الطاقة الحركية للنظام.

[14] تنزلق كرة زجاجية كتلتها $(0.015 kg)$ باتجاه الغرب بسرعة مقدارها $(0.225 m/s)$ ، فتصطدم رأساً برأس بكرة أخرى كتلتها $(0.030 kg)$ تنزلق شرقاً بسرعة مقدارها $(0.180 m/s)$. بعد التصادم ارتدت الكرة الأولى شرقاً بسرعة مقدارها $(0.315 m/s)$. أجيب عما يأتي:

أ] أحسب مقدار سرعة الكرة الثانية بعد التصادم، وأحدد اتجاهها.

ب] أحدد نوع التصادم.

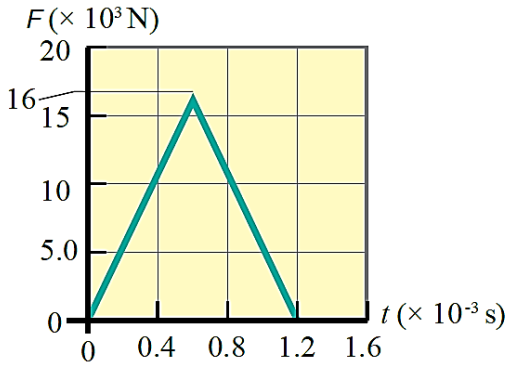
15] يوضح الشكل المجاور منحنى (القوة - الزمن) للقوة المحصلة المؤثرة في كرة بيسبول كتلتها (145g) في أثناء تلامسها مع المضرب، أستعن بهذا المنحنى والبيانات المثبتة فيه للإجابة عما يأتي بإهمال وزن الكرة:

أ] ما الذي يمثله الرقم (16) على محور القوة؟

ب] احسب مقدار الدفع المؤثر في الكرة خلال زمن تلامسها مع المضرب.

ج] أحسب مقدار السرعة النهائية للكرة في نهاية الفترة الزمنية لتأثير القوة المحصلة فيها باعتبارها ساكنة لحظة بدء تأثير القوة المحصلة.

د] أحسب مقدار القوة المتوسطة المؤثرة في الكرة خلال زمن تلامسها مع المضرب.



حل أسئلة الوحدة الأولى

(1) [1 الإجابة: (د)]

$$\sum f = \frac{\Delta P}{\Delta t} \Rightarrow \uparrow I = \uparrow \Delta P$$

[2 الإجابة: (أ)]

$$P = m v$$

[3 الإجابة: (ج)]

$$P = m v = 10 \times 5 = 50 \text{ kg} / \text{m/s}$$

[4 الإجابة: (د)]

[5 الإجابة: (ب)]

[6 الإجابة: (أ)]

العلاقة طردية خطية بين السرعة والزخم الخطي بثبوت الكتلة $P = m v$

[7 الإجابة: (ج)]

$$\sum f = \frac{\Delta P}{\Delta t} \Rightarrow \Delta P = P_f - P_i \quad \Rightarrow \quad P_f = m \uparrow v_f \downarrow_A$$

$$k E_f = \frac{1}{2} P_f v_f \Rightarrow \therefore \downarrow_A = \sqrt{\downarrow_A}$$

[8 الإجابة: (ج)]

$$\Delta P = P_f - P_i = m v_f - m v_i = m(-v_i - v_i) = -2m v_i$$

$$= 2m v_2 \quad (v_i) \text{ عكس اتجاه}$$

[9 الإجابة: (ب)]

$$\sum P_i = \sum P_f \Rightarrow m_A v_{Ai} + 0 = m_B v_{Bf} + 0 \Rightarrow v_{Bf} = 2 \text{ m/s} , \text{ غرباً}$$

[10 الإجابة: (د)]

$$v_{1i} = 4 \text{ m/s} / m_1 = 60 / m_2 = 90 / v_{2i} = 1.5$$

$$\sum P_i = \sum P_f \Rightarrow m_1 v_{1i} + m_2 v_{2f} = (m_1 + m_2) v_f$$

$$\Rightarrow 60 \times 4 + 90 \times 1.5 = (60 + 90) v_f$$

$$\Rightarrow 240 + 135 = 150 v_f$$

$$\Rightarrow v_f = \frac{375}{150} = 2.5 \text{ m/s} , +x$$

$$m_1 = 300 / v_i = 0 / v_{2f} = 3m/s / m_2 = 50 / v_{1f} = ? \quad [11] \text{ الإجابة: (ج)}$$

$$\sum P_i = \sum P_f \Rightarrow (m_1 + m_2)v_i = m_1v_{1f} + m_2v_{2f}$$

$$\Rightarrow 0 = 300 v_{1f} + 50 \times 3$$

$$v_{1f} = -\frac{1}{2} m/s$$

$$= \frac{1}{2} m/s \quad \text{مبتعداً عن الشاطئ}$$

$$m_1 = 1 \times 10^3 kg / v_{1i} = 90, +x / m_2 = 3 \times 10^3 / v_f = 25 m/s, +x \quad *$$

$$[12] \text{ الإجابة: (ب)}$$

$$P_f = (m_1 + m_2)v_f = 4 \times 10^3 \times 25 = 100 \times 10^3 = 1 \times 10^5 m/s$$

$$\sum P_i = \sum P_f = 1 \times 10^5 \quad m/s \quad [13] \text{ الإجابة: (ج)}$$

$$[14] \text{ الإجابة: (د)}$$

$$\sum P_i = m_1v_{1i} + m_2v_{2i}$$

$$1 \times 10^5 = 1 \times 10^3 \times 90 + 3 \times 10^3 \times v_{2i}$$

$$10 \times 10^4 - 9 \times 10^4 = 3 \times 10^3 \times v_{2i} \Rightarrow v_{2i} = 3.3 m/s, +x$$

$$[15] \text{ الإجابة: (ج)}$$

[2] (أ) لأن هذا النظام معزول وزخمه محفوظ.

مجموع الزخم قبل رمي الحقيبة يساوي صفر، وليكون مجموع الزخم بعد رمي الحقيبة يساوي صفر يجب أن تتحرك نرجس والسيارة بالاتجاه المعاكس للحقيبة.

(ب) لزيادة زمن تغير الزخم مما يؤدي إلى نقصان القوة المحصلة المؤثرة على الجسم الساقط.

[3] (أ) نعم يتحرك القارب عكس اتجاه حركة الصياد حتى يبقى زخم النظام محفوظ.

$$\sum P_i = \sum P_f \quad (\text{ب})$$

$$K_{EA} = K_{EB} \Rightarrow \frac{1}{2} P_A v_A = \frac{1}{2} P_B v_B \quad [4] \text{ لا}$$

$$\Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = \frac{v_B}{v_A}$$

لا يتساويان إلا إذا كان لهما نفس السرعة والكتلة.

[5] يقوم برمي أو دفع الحقيقية بالاتجاه المعاكس للمركبة الفضائية، لأن الزخم الخطي سيكون محفوظاً، وبالتالي سيتحرك عكس اتجاه حركة الحقيقية أي نحو المركبة.

[6] غير صحيح، لأن الهياكل المرنة في السيارات الحديثة تجعل زمن التصادم أكبر مما يقلل من قوة تأثير

$$\downarrow \sum f = \frac{\Delta P}{\Delta t} \quad \text{التصادم}$$

$$\Delta P = m(v_f - v_i) = 1.35 \times 10^3(0 - 15) \quad [7] \text{ (أ)}$$

$$= -20250 \text{ kg.m/s}$$

$$\sum f = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{-20.250}{0.115} = 17,08, N = 17,08, N, -x \quad \text{(ب)}$$

$$m_1 = 1.1 \times 10^3 / v_{1i} = 6.4 + x / m_2 - 1.2 \times 10^3 / v_{2i} = 0 \quad [8]$$

$$\sum P_i = \sum P_f \quad \text{(أ)}$$

$$m_1 v_{1i} + 0 = (m_1 + m_2) v_f$$

$$1.1 \times 10^3 \times 6.4 = 2.3 \times 10^3 \times v_f$$

$$v_f = \frac{1.1 \times 6.4}{2.3} = 3.06 \text{ m/s}, +x$$

$$I_A = \Delta P_A = m_A(v_f - v_i)_A \quad \text{(ب)}$$

$$= 1.1 \times 10^3(3.06 - 6.4) = 1.1 \times 10^3(-3.34) = 3.37 \times 10^3 \text{ N.s}, -x$$

$$m_A = 8 \times 10^2 / m_B = 1.5 \times 10^3 / v_i = 0 / v_{Bf} = 10 \text{ m/s} \quad [9]$$

$$\sum P_i = \sum P_f \Rightarrow 0 = m_A v_{Af} + m_B v_{Bf} \quad (أ)$$

$$\Rightarrow 0 = 8 \times 10^2 \times v_{Af} + 1.5 \times 10^3 \times 10$$

$$\Rightarrow -\frac{1.5 \times 10^4}{8 \times 10^2} = v_{Af} \Rightarrow v_{Af} = 18.75 \text{ m/s} \quad \text{عكس اتجاه حركة (B)}$$

$$I_A = \Delta P_A = m_A (v_{Af} - v_{Ai}) \quad \text{(ب)}$$

$$= 8 \times 10^2 \times -18.75 = -150 \times 10^2 = 150 \times 10^2 \text{ N.s, } -x$$

[10] بقاء رجليه ممدودتين يعني أن زمن تغير الزخم سيكون قليل وبالتالي تأثير القوة على الشخص سيكون كبير.

إذاً يجب ثني القدمين عند ملامسته الأرض لإطالة زمن تغير الزخم.

$$\sum f = 1 \times 10^3 \text{ N} / m = 10 \text{ kg} / v_i = 0 / \Delta t = 10 \quad [11]$$

$$\sum f = \frac{\Delta P}{\Delta t} \Rightarrow 1 \times 10^3 = \frac{\Delta p}{1 \times 10^{-2}} \Rightarrow \Delta P = 10 \text{ N.s}$$

(أ)

$$\Delta P = P_f - P_i \Rightarrow 10 = m (v_f - v_i)$$

(ب)

$$10 = 10 (v_f - 0)$$

$$v_f = 1 \text{ m/s}$$

$$m_A = 0.28 / v_{Af} = -1.9 / v_{Bf} = 3.7 \quad [12]$$

$$/v_{Ai} = 4.5 / v_{Bi} = -3.2/ \quad (أ)$$

$$\sum P_i = \sum P_f \Rightarrow m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = m_A v_{Af} + m_B v_{Bf}$$

$$\Rightarrow 0.28 \times 4.5 + m_B \times -3.2 = 0.28 \times -1.9 + m_B \times 3.7$$

$$\Rightarrow 0.28 (6.4) = m_B \times 6.9$$

$$\Rightarrow m_B = \frac{0.28 \times 6.4}{6.9} = 0.26 \text{ kg}$$

$$F_{AB} = -F_{BA} \Rightarrow F_{AB} \Delta t = -F_{BA} \Delta t \quad (\text{ب})$$

$$\Rightarrow I_B = -I_A \Rightarrow \Delta P_B = -\Delta P_A$$

يؤثران على بعضهما بقوتين متساويتين مقداراً ومتعاكسين \Rightarrow اتجاههما لنفس الزمن ويمكنهما اهمال تأثير القوة الخارجة

$$\sum K_{fi} = \frac{1}{2}(m_A v_{Ai}^2 + m_B v_{Bi}^2) = \frac{1}{2}(0.28 \times (4.5)^2 + 0.26 \times (3.2)^2) \cong 4.16 \quad (\text{ج})$$

$$\sum K_{Ef} = \frac{1}{2}(m_A v_{Af}^2 + m_B v_{Bf}^2) = \frac{1}{2}(0.28 \times (1.9)^2 + 0.26 \times (3.7)^2) \cong 2.26$$

$$\Delta KE = 2.16 - 4.16 \cong -1.9 J \quad \therefore \text{غير مرص}$$

$$m_1 = 0.20 \text{ kg} / v_{1i} = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}, -x / m_2 = 5.8 \text{ kg} / v_{2i} = 0 \quad [13]$$

$$\sum P_i = \sum P_f \quad (\text{أ})$$

$$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = (m_1 + m_2) v_f$$

$$0.2 \times -15 = (5.8 + 0.2) v_f$$

$$-3 = 6 v_f \Rightarrow v_f = +\frac{1}{2} \text{ m/s}, -x$$

$$\Delta k_E = \frac{1}{2}(m_1 + m_2) v_f^2 - \frac{1}{2}(m_1 v_{1i}^2 + m_2 v_{2i}^2) \quad (\text{ب})$$

$$= \frac{1}{2} \times 6 \times \frac{1}{4} - \frac{1}{2}(0.2 \times 225 + 5.8 \times 0)$$

$$= 0.75 - 22.5 = -21.75 J$$

$$m_1 = 0.015 / v_{1i} = 0.225, -x / m_2 = 0.03 / v_{2i} = 0.18, x + / v_{1f} = 0.315, +x \quad [14]$$

$$\sum P_i = \sum P_f \quad (\text{أ})$$

$$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f}$$

$$-0.015 \times 0.225 + 0.03 \times 0.18 = \underline{0.015 \times 0.315} + 0.03 v_{2f}$$

$$-0.015 \times 0.540 + \frac{0.03 \times 0.18}{0.03} = \frac{0.030}{0.030} v_{2f}$$

$$\Rightarrow -\frac{1}{2} \times 0.54 + 0.18 = v_{2f}$$

$$v_{2f} = 9 \text{ m/s}, -x$$

[15] (أ) يمثل القيمة العظمى للقوة المتغيرة المؤثرة على الجسم.

$$I = \text{المساحة} = \frac{1}{2} \times 1.2 \times 10^{-3} \times 16 \times 10^3 = 9.6 \text{ N.s}, +x \quad (\text{ب})$$

$$I = \Delta P = P_f - P_i \quad (\text{ج})$$

$$9.6 = m(v_f - v_i) \Rightarrow 9.6 = 145 \times 10^{-3}(v_f - 0)$$

$$\Rightarrow v_f = \frac{96 \times 10^{-1}}{145 \times 10^{-3}} = 0.66 \times 10^2 \text{ m/s}$$

$$\Sigma f = \bar{f} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{9.6}{1.2 \times 10^{-3}} = 8 \times 10^3 \text{ N}, +x \quad (\text{د})$$

المصطلحات

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

أفكار مهمة

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

القوانين

--	--	--	--

■ أسئلة لم أفهمها:

السؤال (رقم)	الصفحة	السبب (بعد مراجعة الاستاذ)	سأذكر (بعد مراجعتك لنفسك)

■ أسئلة يجب مراجعتها عند دراسة الامتحان:

السؤال (رقم)	صفحة	مراجعة (1)	مراجعة (2)	مراجعة (3)
		اكتفيت	اكتفيت	اكتفيت
مثال: 1	1	X	✓	