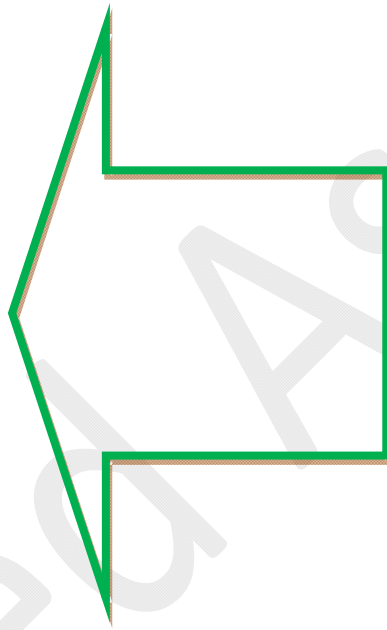


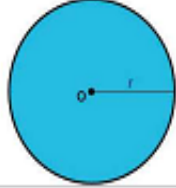
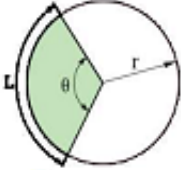
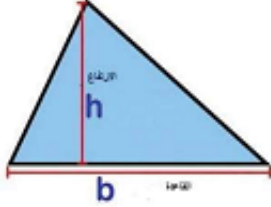
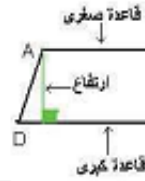
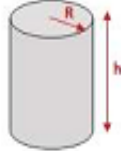
تحويلات مهمة

نضرب بـ 10^{-3}
نضرب بـ 10^{-2}
نضرب بـ 10^{-1}
نضرب بـ 10^{-3}
نضرب بـ 10^{-6}
نضرب بـ 10^{-9}
نضرب بـ 10^{-2}
نضرب بـ 10^{-4}
نضرب بـ 10^{-6}
نضرب بـ 10^{-6}
نضرب بـ 10^{-9}
نضرب بـ 10^{-12}
نضرب بـ 60
نضرب بـ 3600



من gm إلى Kg
من cm/s إلى m/s
من gm/cm إلى kg/m
من mm إلى m
من mm ² إلى m ²
من mm ³ إلى m ³
من cm إلى m
من cm ² إلى m ²
من cm ³ إلى m ³
من ميكرو (μ)
من ناتو (n)
من بيكو (p)
من ساعة (h) إلى دقيقة (min)
من ساعة (h) إلى ثانية (s)

علاقات مهمة

$r^2\pi$	مساحة الدائرة	الدائرة	
$2r\pi$	محيط الدائرة		
$2r + 2\pi r \theta/360$	محيط القطاع الدائري	القطاع الدائري	
$\frac{1}{2} \text{ القاعدة} \times \text{الارتفاع}$	مساحة المثلث	المثلث	
$\text{مجموع القاعدتين} \times \frac{\text{الارتفاع}}{2}$	مساحة شبه المنحرف	شبه المنحرف	
$\text{مساحة القاعدة} \times \text{الارتفاع}$ $r^2 \pi \times \text{الارتفاع}$	حجم الاسطوانة	الاسطوانة	

$$\text{الكتلة} = \text{الحجم} \times \text{الكثافة}$$

معادلات الحركة في خط مستقيم بتسارع ثابت:

- $v_f = v_i + at$
- $\Delta r = v_i t + \frac{1}{2} at^2$
- $v_f^2 = v_i^2 + 2a\Delta r$

■ في حالة الحركة الرأسية في مجال الجاذبية الأرضية فان $a = -g$ "تسارع السقوط الحر"

■ في حالة قذف جسم رأسياً للأعلى فان $a = -g$

■ عند أقصى ارتفاع: $v_f = 0$

■ ولحساب سرعة وصول جسم للأرض في حالة سقوطه من السكون من ارتفاع h فإن:

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

أو لحساب سرعة ارتداده اذا وصل أقصى ارتفاع h

قوانين مهمةالقانون الثاني لنيوتن:

$$N = kg.m/s^2$$

$$F_t = ma_t = m \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

الشغل:

$$J = N.m$$

$$W = Fd \cos \theta$$

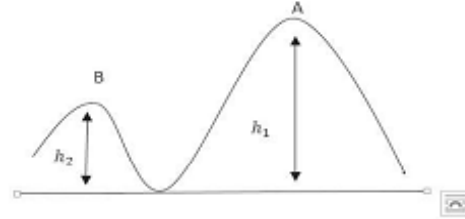
وفي حالة نظام محافظ فإن

$$W = \Delta k$$

قانون حفظ الطاقة الميكانيكية لنظام محافظ:

$$U_A + K_A = U_B + K_B$$

$$mgh_1 + \frac{1}{2}mv_1^2 = mgh_2 + \frac{1}{2}mv_2^2$$



مثل بندول بسيط يتأرجح بين a, b مرورا بالوضع الراسي c

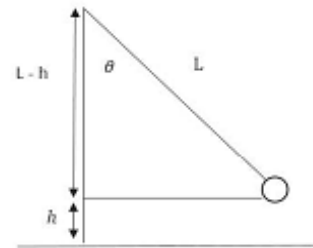
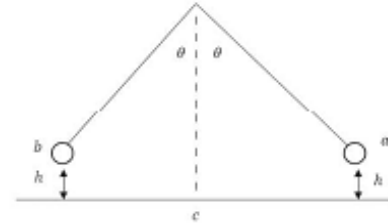
$$U_b = U_a = K_c$$

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

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

سرعة الجسم لحظة مروره بالوضع الراسي

$$\cos \theta = \frac{L-h}{L}$$

قانون حفظ الزخم:

$$\sum P_i = \sum P_f$$

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

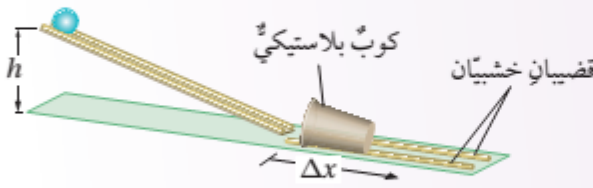
مع ملاحظة أن الجمع جمع تحصيلي

تجربة إستهلالية

الزخم الخطي

المواد والأدوات: كرة زجاجية أو فلزية، كرة تنس، سطح خشبيّ مستوٍ أملس فيه مجرى، حامل فلزيّ، كوب بلاستيكيّ، قضبان خشبيّان طول كل منهما (30 cm) تقريباً، مسطرةٌ مِتريةٌ، شريطٌ لاصقٌ.

إرشادات السلامة: الحذر من سقوط الكرات على أرضية المختبر، أو تقاذف الطلبة الكرات بينهم.



خطوات العمل:

بالتعاون مع أفراد مجموعتي؛ أنفذ الخطوات الآتية:

1 أضع السطح الخشبيّ على سطح الطاولة، ثم أرفع أحد طرفيه بالحامل الفلزيّ ليصبح مستوياً مائلاً، ثم أثبت قطعة شريط لاصقٍ عليه عند ارتفاع محددٍ. بعدها؛ أثبت القضيبين الخشبيين بشكل متوازٍ على بُعد محدد من نهاية المستوى المائل لتشكّل مجرى للكوب البلاستيكي، وأضع الكوب بينهما، بحيث تكون فوهته مقلبةً للمستوى المائل، كما هو موضح في الشكل.

2 **أقيس:** أضع الكرة الزجاجية على المستوى المائل عند الشريط اللاصق، ثم أفلتها، وأقيس المسافة التي تحركها الكوب بعد اصطدام الكرة به، وأدونها.

3 أكرّر الخطوة السابقة باستخدام كرة التنس.

4 **أجرب:** أكرّر الخطوة 2 باستخدام الكرة الزجاجية، على أن أغيّر الارتفاع الراسي (h) الذي أفلتت الكرة منه.

التحليل والاستنتاج:

- 1. أفرّن** بين المسافة التي تحركها الكوب البلاستيكي في الخطوتين (2، 3). ماذا أستنتج؟ أفسّر إجابتي.
- 2. أفرّن** بين المسافة التي تحركها الكوب البلاستيكي في الخطوتين (2، 4). ماذا أستنتج؟ أفسّر إجابتي.
- 3. أستنتج:** استناداً إلى ملاحظاتي في التجربة، ما العوامل التي تحدّد المسافة التي يتحركها الكوب؟ أفسّر إجابتي.

الدرس الأول / الزخم الخطي والدفع

سؤال : وضح المقصود بالزخم الخطي (كمية التحرك) ؟

جواب : ناتج ضرب كتلة الجسم (m) في سرعته المتجهة (v) ، ورمزه (p) .

$$\text{الزخم الخطي} = \text{الكتلة} \times \text{السرعة المتجهة}$$

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

سؤال : ما وحدة قياس الزخم الخطي ؟

جواب : وحدة كتلة \times وحدة سرعة = kg.m/s

سؤال : ما هو اتجاه الزخم الخطي ؟

جواب : الزخم الخطي كمية متجهة ، له اتجاه السرعة نفسه .

سؤال : ما العوامل التي تعتمد عليها في إيقاف جسم يندفع باتجاهك (تغيير حالته الحركية) ؟

وعليه يعتبر الزخم الخطي مقياس لممانعة الجسم للحركة

جواب : (1) كتلة الجسم . (طردية)

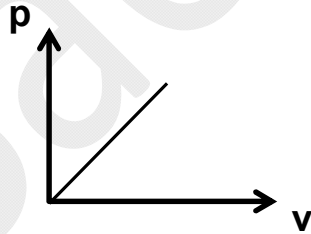
(2) سرعة الجسم . (طردية)

سؤال : ماذا نقصد بقولنا أن الزخم الخطي لجسم يساوي (100 kg.m/s) ؟

جواب : أي أن جسم كتلته (100 kg) سوف يتحرك بسرعة قدرها (1 m/s) إذا أثرت عليه قوة خارجية .

سؤال : كيف يمكن ل شاحنة كتلتها (5) أمثال كتلة سيارة أن تتساوى معها في الزخم الخطي ؟

جواب : أن تكون سرعة السيارة (5) أمثال سرعة الشاحنة .



سؤال : ماذا يمثل ميل الخط المستقيم من الشكل ؟

جواب : يمثل ميل الخط المستقيم كتلة الجسم لأن

$$m = \frac{\Delta p}{\Delta v}$$

مثال (1) : أثبت أن جول/ث/م (J . s) هي وحدة قياس الزخم الخطي .

الحل :

بتعويض $J = N.m$

$$\frac{J.s}{m} = \frac{N.m.s}{m}$$

من قانون نيوتن الثاني

$$N = \frac{kg.m}{s^2}$$

$$= \frac{kg.m.s}{s^2} = kg.m/s$$

وهو المطلوب

مثال (2) : رصاصة كتلتها (5 gm) تتحرك في خط مستقيم بسرعة ثابتة (4 m/s) ، احسب زخمها الخطي .

الحل :

$$\begin{aligned} p &= m v \\ &= 5 \times 10^{-3} \times 4 \\ &= 2 \times 10^{-2} \text{ kg.m/s} \end{aligned}$$

مثال (3) : ما العلاقة بين زخم الجسم وطاقته الحركية ؟

الحل :

نضرب في 2m

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

$$2m KE = (m v)^2$$

$$2m KE = p^2$$

$$p = \sqrt{2m KE}$$

$$\text{or } KE = \frac{p^2}{2m}$$

بأخذ جذر الطرفين

مثال (4) : سيارة كتلتها (1600 kg) تتحرك جنوباً بطاقة حركية ($8 \times 10^4 \text{ jol}$) ، احسب زخمها .

الحل :

$$\begin{aligned} p &= \sqrt{2m KE} \\ &= \sqrt{2 \times 1600 \times 8 \times 10^4} \\ &= 16 \times 10^3 \text{ kg.m/s} \end{aligned}$$

مثال (5) : جسمان كتلة الأول مثلي كتلة الثاني فما زخم الثاني بالنسبة إلى زخم الأول ، إذا كانت :

1) سرعة الثاني (4) أمثال سرعة الأول .
2) طاقة حركة الثاني (4) أمثال طاقة حركة الأول .

الحل :

$$2) m_1 = 2 m_2 , KE_2 = 4KE_1$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{\sqrt{2 m_2 KE_2}}{\sqrt{2 m_1 KE_1}}$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{\sqrt{2 m_2 4KE_1}}{\sqrt{2 \times 2m_2 KE_1}} = \sqrt{2}$$

$$1) m_1 = 2 m_2 , v_2 = 4v_1$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{m_2 v_2}{m_1 v_1}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{m_2 4v_1}{2m_2 v_1} = 2$$

$$p_2 = 2 p_1$$

مثال (6) : إذا تضاعفت سرعة مركبة إلى 3 أمثال ما كانت عليه جد النسبة بين الزخم الخطي الثاني إلى الزخم

الخطي الأول ($p_2 : p_1$) .

الحل :

$$(p_2 : p_1) = (3 : 1)$$

الزخم الخطي والقانون الثاني لنيوتن في الحركة

* يلزم تأثير قوة على جسم لتغيير مقدار زخمه الخطي أو اتجاهه أو كليهما ، ويستخدم القانون الثاني لنيوتن في الحركة للربط بين الزخم الخطي للجسم والقوة المحصلة المؤثرة فيه ، حيث أن :

(ΣF) : القوة المحصلة

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

$$= \frac{d(mv)}{dt} = m \frac{dv}{dt} = ma$$

وعندما يحدث تغير في الزخم الخطي (Δp) خلال فترة زمنية معينة (Δt) ، يمكن إعادة كتابة العلاقة السابقة كالتالي :

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

سؤال : أذكر نص قانون نيوتن الثاني بدلالة الزخم الخطي ، وما هو اتجاه الزخم الخطي ؟
جواب : "المعدل الزمني لتغير الزخم الخطي لجسم يساوي القوة المحصلة المؤثرة فيه" ، ويكون متجه التغير في الزخم الخطي بنفس اتجاه القوة المحصلة دائماً .

سؤال : ما العلاقة بين القوة المحصلة والمعدل الزمني للتغير في الزخم الخطي ؟
جواب : القوة المحصلة تساوي المعدل الزمني للتغير في الزخم الخطي .

سؤال : ما العلاقة بين القوة المحصلة والتغير في الزخم الخطي ؟
جواب : فقط عند ثبوت التغير في الزمن تكون العلاقة بين القوة المحصلة والتغير في الزخم الخطي طردية .

سؤال : ما العلاقة بين القوة المحصلة والتغير في الزمن ؟
جواب : فقط عند ثبوت التغير في الزخم الخطي تكون العلاقة بين القوة المحصلة والتغير في الزمن عكسية .

سؤال : ما العلاقة بين التغير في الزخم الخطي والتغير في الزمن ؟
جواب : فقط عند ثبوت القوة المحصلة تكون العلاقة بين التغير في الزخم الخطي والتغير في الزمن طردية .

العلاقة بين الزخم الخطي والدفع

سؤال : وضح المقصود بـ الدفع المؤثر في جسم ؟
جواب : ناتج ضرب القوة المحصلة المؤثرة في الجسم في زمن تأثيرها . ويرمز له بالرمز (I) .

سؤال : وضح المقصود بـ الدفع المؤثر في جسم رياضياً ، وما وحدة قياسه ؟

جواب :

$$I = \Sigma F \Delta t$$

وعليه تكون وحدة قياس الدفع = وحدة قياس القوة المحصلة × وحدة قياس الزمن = N.S

سؤال : ما العلاقة بين الدفع وقانون نيوتن الثاني ؟

جواب :

من العلاقة السابقة :

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

$$I = \Delta p$$

يكون :

وتسمى هذه المعادلة مبرهنة (الزخم الخطي - الدفع)

سؤال : أذكر نص مبرهنة (الزخم الخطي - الدفع) .

جواب : دفع قوة محصلة في جسم ما يساوي التغير في زخمه الخطي .

سؤال : ماذا نقصد بقولنا أن الدفع على جسم يساوي (5 N.S) ؟

جواب : أي تؤثر قوة قدرها (5 N) على الجسم لمدة ثانية واحدة .

سؤال : أثبت أن وحدة قياس الدفع (N.S) تكافئ وحدة قياس الزخم (Kg.m/s) .

جواب :

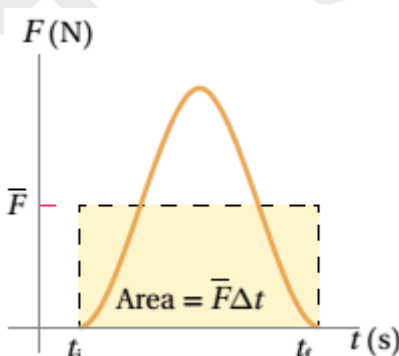
$$\begin{aligned} I &= \sum F \Delta t \\ &= ma \Delta t \\ &= \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{s} = \text{kg} \cdot \text{m/s} \end{aligned}$$

سؤال : وضح المقصود بـ القوة المتوسطة .

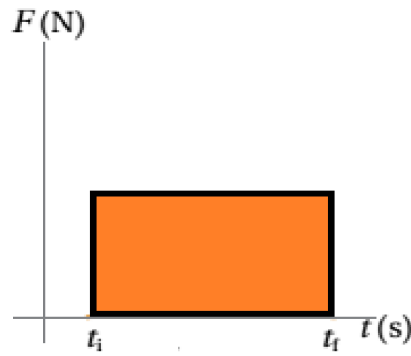
جواب : هي القوة المحصلة الثابتة التي إذا أثرت في الجسم لفترة زمنية (Δt) لأحدثت الدفع نفسه الذي تحدثه القوة المتغيرة أثناء الفترة الزمنية نفسها .

* يبين المنحنى رقم (1) في الشكل التالي العلاقة بين القوة المتغيرة المؤثرة على الجسم والزمن ويبين المنحنى (2) العلاقة بين قوة محصلة ثابتة تؤثر على الجسم والزمن وفي كلا المنحنيين تمثل **المساحة تحت المنحنى التغير في الزخم الخطي (الدفع)** لنفس الفترة الزمنية .

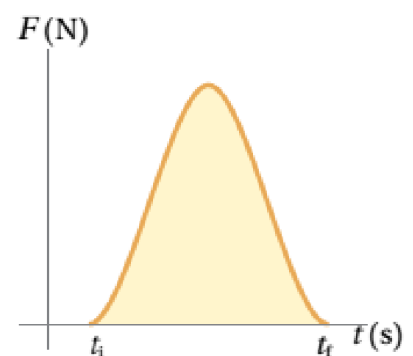
* يبين المنحنى (3) القوة المتوسطة لأن المساحة تحت المنحنيين متساوية أي أن التغير في الزخم الخطي (الدفع) الناتج عن القوة المتغيرة يساوي التغير في الزخم الخطي (الدفع) الناتج عن القوة المحصلة الثابتة .



(3)

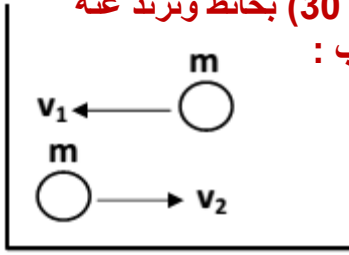


(2)



(1)

مثال (1) : من الشكل المجاور تصطدم كرة كتلتها (0.4 kg) تسير أفقياً بسرعة (30 m/s) بحائط وترتد عنه بسرعة (20 m/s) وكان زمن التلامس بين الكرة والجدار (0.1 s) احسب :



(أ)

$$p_i = mv_i = 0.4 \times -30 = -12 \text{ kg.m/s}$$

$$p_f = mv_f = 0.4 \times 20 = 8 \text{ kg.m/s}$$

$$I = \Delta P = P_f - P_i = 8 - (-12) = 20 \text{ N.S}$$

الحل :

(ب)

$$\sum F = \bar{F} = \frac{\Delta P}{\Delta t}$$

$$= \frac{20}{0.1} = 200 \text{ N}$$

واتجاه القوة المتوسطة بنفس اتجاه الدفع (I) أي باتجاه محور (+x)

مثال (2) : وضع صندوق كتلته (100 kg) في شاحنة تتحرك شرقاً بسرعة مقدارها (20 m/s) ، إذا ضغط السائق على دواسة المكابح ، فتوقفت الشاحنة خلال (5 s) من لحظة الضغط على المكابح ، احسب :

(أ) الزخم الخطي الابتدائي للصندوق .

(ب) الدفع المؤثر بالصندوق .

(ج) قوة الإحتكاك المتوسطة اللازم تأثيرها في الصندوق لمنعه من الإنزلاق .

الحل : (أ) تكون السرعة المتجهة للصندوق موجبة لأنها تتحرك نحو محور (+x)

$$p_i = mv_i = 100 \times 20 = 2 \times 10^3 \text{ kg.m/s} , +x$$

(ب) الدفع المؤثر في الصندوق هو التغير في زخمه الخطي ويكون الزخم الخطي النهائي صفراً لأن الشاحنة توقفت

$$I = \Delta P = P_f - P_i$$

$$= 0 - 2 \times 10^3 = -2 \times 10^3$$

$$I = 2 \times 10^3 , -x$$

الدفع سالب ، ويؤثر باتجاه الغرب (-x) ، لأنه يؤثر بالصندوق بعكس اتجاه سرعته الابتدائية .

(ج)

$$\sum F = \bar{f}_k = \frac{\Delta P}{\Delta t}$$

$$= \frac{-2 \times 10^3}{5} = -4 \times 10^2 \text{ N}$$

$$\bar{f}_k = 4 \times 10^2 \text{ N} , -x$$

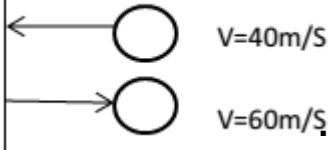
تؤثر قوة الإحتكاك في الإتجاه المعاكس لإتجاه سرعة الصندوق ، لذا يكون اتجاهها في اتجاه (-x) .

مثال (3) : كرة كتلتها (0.2 kg) اقتربت من مضرب بسرعة (40 m/s) بالإتجاه الموضح

بالشكل وارتدت عنه بسرعة (60 m/s) احسب :

(1) الدفع على الكرة .

(2) متوسط القوة التي أثر بها المضرب على الكرة ، إذا كان زمن التلامس (0.1 s)



الحل :

1) $I = 20 \text{ N.s}$, 2) 200 N

مثال (4) : سائق سيارة كتلته (80 kg) يقود سيارة بسرعة (25 m/s) ، ضغط على المكابح فاندفع للأمام ، إلا أن حزام

الأمان أوقف جسمه عن الحركة خلال (0.5 s) ، احسب :

(1) متوسط القوة التي أثر بها الحزام في السائق .

(2) متوسط القوة التي سيؤثر بها المقود في السائق عند ارتطامه خلال (0.001 s) في حال عدم وضع الحزام .

الحل :

1) $\sum F = - 4000 \text{ N}$, 2) $\sum F = - 2 \times 10^6 \text{ N}$

مثال (5) : مركبتان متساويتان في الكتلة ، وسرعة إحداهما ضعفا سرعة الأخرى ، أيهما تحتاج قوة أكبر لإيقافها في

نفس الفترة الزمنية . ولماذا ؟

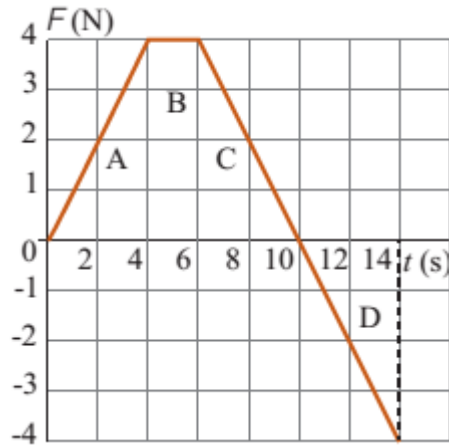
الحل :

$$m_2 = m_1 , v_2 = 2v_1$$

$$p_1 = m_1 v_1 , p_2 = m_1 (2v_1) = 2p_1$$

$$F_1 = \frac{\Delta p_1}{\Delta t} \Rightarrow F_2 = \frac{2 \Delta p_1}{\Delta t} = 2F_1$$

تحتاج المركبة الثانية لقوة مثلي القوة التي تحتاجها المركبة الأولى



مثال (6) : تؤثر قوة محصلة باتجاه محور (+ x) في صندوق ساكن كتلته (4 kg)

مدة زمنية مقدارها (14 s) ، إذا علمت أن مقدار القوة المحصلة يتغير بالنسبة للزمن كما هو موضح في منحنى (القوة - الزمن) في الشكل ، فاحسب مقدار ما يأتي :

(أ) الدفع المؤثر في الصندوق خلال الفترة الزمنية لتأثير القوة المحصلة ، وأحدد اتجاهه .

(ب) السرعة النهائية للصندوق في نهاية الفترة الزمنية لتأثير القوة المحصلة وأحدد اتجاهها .

(ج) القوة المتوسطة المؤثرة في الصندوق خلال هذه الفترة الزمنية .

الحل :

ب. أستخدم مبرهنة (الزخم الخطي - الدفع) لحساب مقدار السرعة النهائية للصندوق في نهاية الفترة الزمنية.

$$I = \Delta p = p_f - p_i$$

$$16 = mv_f - 0$$

$$v_f = \frac{16}{4} = 4 \text{ m/s}$$

السرعة النهائية موجبة، فيكون اتجاهها باتجاه محور +x.

ج. أستخدم القانون الثاني لنيوتن لحساب القوة المتوسطة المؤثرة في الصندوق، كما يأتي:

$$\sum F = \bar{F} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{16}{14} = 1.1 \text{ N}$$

يكون اتجاه القوة المتوسطة باتجاه المحور +x.

أختار نظام إحداثيات يكون فيه الاتجاه الموجب باتجاه محور +x.

أ. الدفع المؤثر في الصندوق خلال فترة تأثير القوة يساوي المساحة المحصورة بين منحنى (القوة - الزمن) ومحور الزمن، ويساوي مجموع المساحات A و B و C و D. وأحسب مقداره كما يأتي:

$$I = A + B + C + D$$

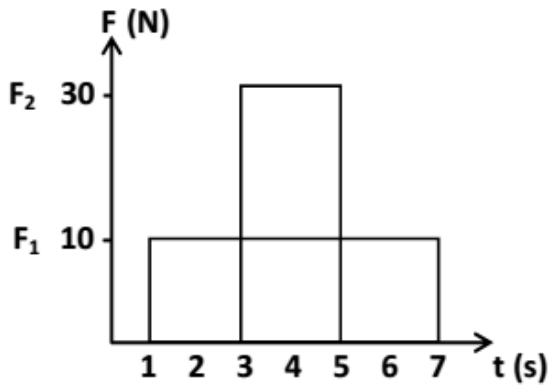
$$= \frac{1}{2} \times (4 - 0) \times 4 + 4 \times (6 - 4) + \frac{1}{2} \times (10 - 6)$$

$$\times 4 + \frac{1}{2} \times (14 - 10) \times (-4)$$

$$= 16 \text{ kg.m/s}$$

$$I = 16 \text{ kg.m/s, +x}$$

اتجاه الدفع باتجاه محور +x.



مثال (7) : معتمداً على الشكل جد :

(ب) زمن تأثير (F₁) .

(أ) دفع القوة (F₁) .

(د) زمن تأثير (F₂) .

(ج) دفع القوة (F₂) .

الحل :

(ب) زمن تأثيرها (6 s) .

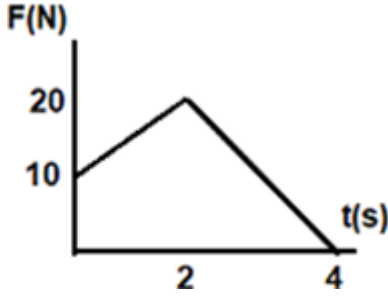
$$I_1 = \sum F \Delta t = 10 \times 6 = 60 \text{ N.s}$$

(أ)

(د) زمن تأثيرها (2 s) .

$$I_2 = \sum F \Delta t = 30 \times 2 = 60 \text{ N.s}$$

(ج)

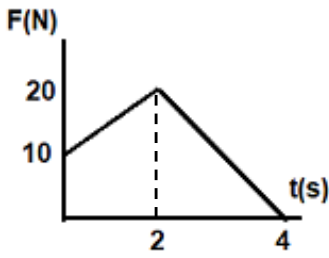


مثال (8) : جسم كتلته (2 kg) يتحرك بسرعة (3 m/s) على سطح أفقي أملس ، أثرت عليه قوة متغيرة مثلت بيانياً مع الزمن كما في

الشكل ، ما مقدار :

(1) الدفع الكلي المؤثر عليه بوحدة (N.s) .

(2) السرعة النهائية للجسم .



الحل : (1) المساحة المحصورة تحت المنحنى = I

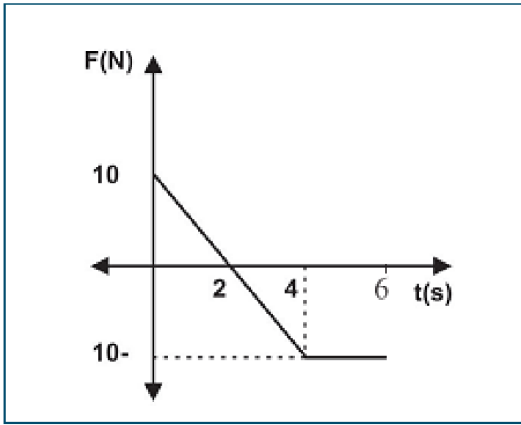
I = مساحة شبه المنحرف + مساحة المثلث

$$= \frac{1}{2} \times 2 \times 20 + \frac{1}{2} \times (20 + 10) \times 2 = 50 \text{ N.s}$$

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

$$50 = 2(v_f - 3)$$

$$v_f = 25 + 3 = 28 \text{ m/s}$$



مثال (9) : جسم كتلته (2 Kg) يتحرك بسرعة (5 m/s) على سطح أفقي أملس ، أثرت عليه قوة متغيرة ، مثلت بيانياً مع الزمن

كما في الشكل المجاور ، بالإعتماد على البيانات المثبتة عليه

جد :

(أ) أكبر سرعة يمكن أن يمتلكها الجسم في نفس اتجاه حركته .

(ب) دفع القوة خلال (4 s) ، (6 s) .

الحل :

(أ) أكبر سرعة يمكن أن يمتلكها الجسم في نفس اتجاه الحركة

تكون في نهاية الدفع الموجب .

$$I = \frac{1}{2} \times 2 \times 10 = 10 \text{ N.s}$$

$$I = \Delta p$$

$$10 = 2 (V_2 - 5) \Rightarrow V_2 = 10 \text{ m/s}$$

(ب) * الدفع عند (t = 4 s)

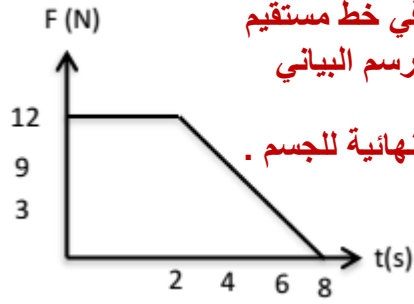
$$I = \frac{1}{2} \times 2 \times 10 - \frac{1}{2} \times (4 - 2) \times 10 = 0$$

* الدفع عند (t = 6 s)

$$I = \frac{1}{2} \times 2 \times 10 - \frac{1}{2} \times (4 + 2) \times 10 = -20 \text{ N.s}$$

مثال (10) : يتحرك جسم كتلته (2 kg) بسرعة (7 m/s) ، على سطح أفقي أملس وفي خط مستقيم فإذا أثرت عليه قوة في نفس اتجاه حركته وكانت تتغير مع الزمن حسب الرسم البياني الموضح ، احسب :
 (1) دفع القوة المؤثرة في الجسم .
 (ب) مقدار السرعة النهائية للجسم .

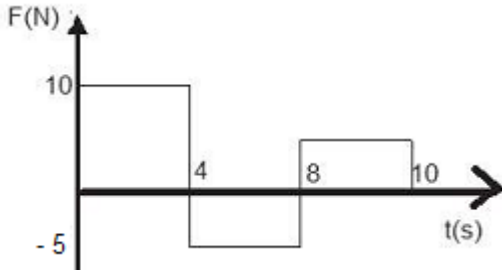
الحل :



1) $I = 60 \text{ N.s}$, 2) $V_f = 37 \text{ m/s}$

مثال (11) : أثرت قوة متغيرة في جسم ساكن كتلته (2 kg) احسب :
 (1) سرعة الجسم في نهاية الثانية الرابعة .
 (2) دفع القوة بعد (8 s) .
 (3) دفع القوة خلال الثانية الثامنة .
 (4) أكبر سرعة للجسم .

الحل :



1) $v_f = 20 \text{ m/s}$, 2) $I = 20 \text{ N.s}$, 3) $I = - 5 \text{ N.s}$, 4) $v_f = 20 \text{ m/s}$

حفظ الزخم الخطي والقانون الثالث لنيوتن بالحركة

سؤال : وضح المقصود بـ النظام المعزول .
جواب : هو النظام الذي تكون القوة المحصلة الخارجية المؤثرة فيه صفراً ، وتكون القوى المؤثرة فيه قوى داخلية فقط .

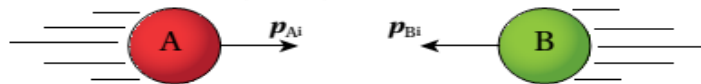
سؤال : أعط مثلاً على نظام معزول . فسر إجابتك ؟
جواب : النظام المكون من كرسي بلياردو ، لأن القوى الخارجية المؤثرة فيه مثل قوة الاحتكاك صغيرة مقارنة بالقوى الداخلية التي تؤثر بها كل من الكرتين بالأخرى .

سؤال : أذكر نص قانون حفظ الزخم الخطي .
جواب : عندما يتفاعل جسمان أو أكثر في نظام معزول ، يظل الزخم الخطي الكلي للنظام ثابتاً .

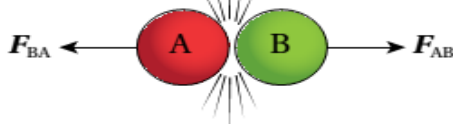
سؤال : ما العلاقة بين اتجاه الدفع المؤثر في جسم واتجاه التغير في زخمه ؟
جواب : يكون الدفع والقوة والتغير في السرعة والتغير في الزخم الخطي بنفس الإتجاه دائماً .

* عند تصادم الكرتين في الشكل تؤثر كل كرة بقوة في الكرة الأخرى وتكون هاتين القوتين متساويتين في المقدار متعاكستين بالإتجاه (قانون نيوتن الثالث) ، إذ أنهما تمثلان زوجي تأثير متبادل (فعل ورد فعل) حيث أن :

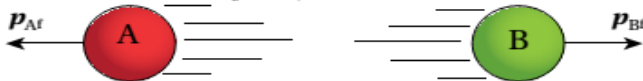
قبل التصادم (ابتدائي)



في أثناء التصادم



بعد التصادم (نهائي)



$$F_{AB} = - F_{BA}$$

والفترة الزمنية التي أثرت بها كل من الكرتين في الأخرى أثناء التلامس متساوية :

$$F_{AB} \Delta t = - F_{BA} \Delta t$$

$$I_{AB} = - I_{BA}$$

$$\Delta p_B = - \Delta p_A$$

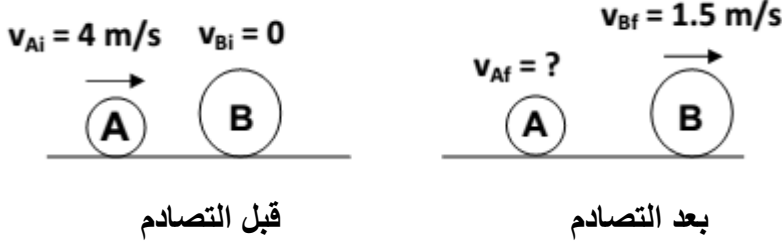
$$p_{Bf} - p_{Bi} = - (p_{Af} - p_{Ai})$$

قانون حفظ الزخم الخطي

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

حيث $(v_{Af}$ و v_{Ai}) تمثلان سرعتين المتجهتين للجسم الأول قبل التصادم وبعد التصادم ، $(v_{Bf}$ و v_{Bi}) المتجهتين للجسم الثاني قبل التصادم وبعد التصادم

مثال (1): يوضح الشكل تصادم كرتين A و B ، حيث تتحرك الكرة A باتجاه محور +x بسرعة (4 m/s) نحو الكرة B الساكنة . بعد التصادم تحركت الكرة B بسرعة مقدارها (1.5 m/s) باتجاه محور +x . إذا علمت أن (m_A = 1 kg) و (m_B = 2 kg) ، فاحسب مقدار سرعة الكرة A بعد التصادم وأحدد اتجاهها .



الحل : نختار الإتجاه +x هو الاتجاه الموجب

$$\sum p_i = \sum p_f$$

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

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

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

$$v_{Af} = 4 - 3 = 1 \text{ m/s}$$

$$v_{Af} = 1 \text{ m/s} , +x$$

مثال (2): مدفع ساكن كتلته (2 × 10³ kg) ، فيه قذيفة كتلتها (50 kg) ، أطلقت القذيفة من المدفع بسرعة (1.2 × 10² m/s) باتجاه محور (+ x) . احسب مقدار ما يأتي :
(أ) الدفع الذي تؤثر به القذيفة في المدفع ، وأحدد اتجاهه .
(ب) سرعة ارتداد المدفع .

الحل :

(أ) الدفع الذي تؤثر به القذيفة في المدفع (I_{BA}) يساوي في المقدار ويعاكس في الاتجاه الدفع الذي يؤثر به المدفع في القذيفة (I_{AB}) .

$$I_{BA} = - I_{AB} = - \Delta p_B$$

$$I_{BA} = - (p_{Bf} - p_{Bi})$$

$$= - m_B (v_{Bf} - v_{Bi}) = - 50 \times (1.2 \times 10^2 - 0)$$

$$= - 6 \times 10^3 \text{ kg.m/s}$$

$$I_{BA} = 6 \times 10^3 \text{ kg.m/s} , - X$$

الدفع سالب ، حيث يؤثر في المدفع باتجاه محور -x .

(ب)

$$\Delta p_f = \Delta p_i$$

$$p_{Ai} + p_{Bi} = p_{Af} + p_{Bi}$$

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

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

$$v_{Af} = \frac{-6 \times 10^3}{2 \times 10^3} = -3 \text{ m/s}$$

$$v_{Af} = 3 \text{ m/s} , - x$$

بما أن السرعة المتجهة النهائية للمدفع سالبة (A) ، فهذا يعني أن اتجاه سرعته باتجاه محور -x ، أي بعكس اتجاه حركة القذيفة .

مثال (3) : يجلس طالب كتلته (35 kg) في قارب ساكن كتلته (65 kg) ، ويحمل صندوقاً كتلته (6 kg) ، إذا قذف الولد الصندوق أفقياً بسرعة مقدارها (10 m/s) وبإهمال مقاومة الماء ، جد سرعة القارب بعد قذف الصندوق مباشرة .

الحل :

$$\begin{aligned}\sum p_i &= \sum p_f \\ (m_1 + m_2) v_i &= m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f} \\ 0 &= 6 \times 10 + 100 v_{2f} \\ v_{2f} &= - 0.6 \text{ m/s} = 0.6 \text{ m/s} , - x\end{aligned}$$

ما المعنى الفيزيائي للإشارة السالبة ؟

مثال (4) : يتحرك جسمان كتلتاهما (5 kg ، 2 kg) في خط مستقيم ، وسرعاتهما (6 m/s ، 4 m/s) على الترتيب فإذا اصطدما معاً وأكمل الأول حركته باتجاهه الأصلي بسرعة (5.2 m/s) ، جد سرعة واتجاه الثاني في الحالتين :

(أ) إذا كان الجسمان يتحركان قبل التصادم باتجاه واحد (الأول يلحق بالثاني) .
(ب) إذا كان الجسمان يسيران قبل التصادم باتجاهين متضادين .

الحل :

(أ) نختار الإتجاه +x هو الاتجاه الموجب للسرعة

$$\sum P_i = \sum P_f$$

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

$$5 \times 6 + 2 \times 4 = 5 \times 5.2 + 2 \times v_{2f}$$

$$30 + 8 = 26 + 2 \times v_{2f}$$

$$2 \times v_{2f} = 12$$

$$v_{2f} = 6 \text{ m/s}$$

$$v_{2f} = 6 \text{ m/s} , + x$$

(ب) نختار الإتجاه +x هو الاتجاه الموجب للسرعة

$$\sum P_i = \sum P_f$$

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

$$5 \times 6 + 2 \times -4 = 5 \times 5.2 + 2 \times v_{2f}$$

$$30 - 8 = 26 + 2 \times v_{2f}$$

$$2 \times v_{2f} = -4$$

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

$$v_{2f} = 2 \text{ m/s} , - x$$

مثال (5) : كرة (A) كتلتها (6kg) تحركت بسرعة مقدارها (4 m/s) نحو كرة أخرى (B) كتلتها (2 kg) وكانت الثانية في حالة سكون ، اصطدمت الكرتان فتحركت الأولى بعد التصادم بسرعة (2 m/s) احسب سرعة الكرة الثانية بعد التصادم وأحدد اتجاهها .

الحل : من قانون حفظ الزخم الخطي

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

$$6 \times 4 + 2 \times 0 = 6 \times 2 + 2 v_{Bf}$$

$$24 = 12 + 2 v_{Bf}$$

$$v_{Bf} = 6 \text{ m/s}$$

مثال (6) : يقف متزلج كتلته (45 kg) على الجليد في حالة سكون ، رمى إليه صديقه كرة كتلتها (5 kg) فانزلقا معاً إلى الورا بسرعة قدرها (0.5 m/s) ، جد مقدار سرعة الكرة قبل أن يمسكها المتزلج مباشرة .

الحل :

لأن الإحتكاك مع الجليد صفرأ فيكون النظام معزول

$$\sum P_i = \sum P_f$$

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

$$0 + 5 \times v_{2i} = (45 + 5) \times 0.5$$

$$5 \times v_{2i} = 25$$

$$v_{2i} = 5 \text{ m/s}$$

مثال (7) : يركب احمد الذي كتلته (48 kg) لوح تزلج كتلته (2 kg) ويتحركان بسرعة (1.2 m/s) ، فإذا قفز احمد عن اللوح وتوقف لوح التزلج تماماً في مكانه جد مقدار سرعة قفزة احمد .

الحل :

$$\sum P_i = \sum P_f$$

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

$$(48 + 2) \times 1.2 = 0 + 48 \times v_{2f}$$

$$v_{2f} = 1.25 \text{ m/s}$$

مثال (8) : جسم كتلته (4 kg) يتحرك بسرعة (100 m/s) ، انقسم إلى جزأين كتلة كل منهما (2 kg) . تحرك الجزء الأول المنقسم بسرعة (40 m/s) ، وتحرك الجزء الثاني باتجاه الجزء الأول نفسه . احسب الزخم الخطي للجزء الثاني .

الحل :

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

$$4 \times 100 = 2 \times 40 + 2 \times v_{2f}$$

$$400 = 80 + 2 v_{2f}$$

$$320 = 2 v_{2f}$$

$$v_{2f} = 160 \text{ m/s}$$

$$p_2 = m_2 v_2 = 2 \times 160 = 320 \text{ kg.m/s}$$

مثال (9) : انفجر جسم ساكن كتلته (5 kg) إلى جزأين ، فإذا كانت كتلة الجزء الأول (3 kg) ، وتحرك باتجاه محور السينات الموجب بسرعة (30 m/s) ، جد مقدار سرعة الجزء الثاني وحدد اتجاهه .

الحل :

$$v_{2f} = 45 \text{ m/s } (-x)$$

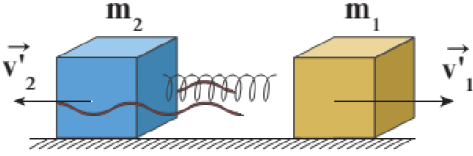
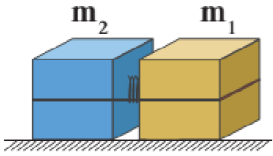
مثال (10) : كتلتان مقدارهما ($m_1 = 1 \text{ kg}$, $m_2 = 2 \text{ kg}$) مربوطتان بخيط من النايلون وتضغطان نابضاً بينهما

موضوعتان على سطح أفقي أملس عديم الاحتكاك ، عند حرق الخيط

يتحرر النابض ويدفع الكتلتين كما في الشكل حيث ($v_1 = 1.8 \text{ m/s}$) :

(1) هل كمية حركة النظام محفوظة ؟ فسر ذلك .

(2) أحسب سرعة الكتلة (m_2) . وأحدد اتجاهها .



$$\underline{v_2 = 0.9 \text{ m/s} , (-x)}$$

مثال (11) : انفجر جسم ساكن إلى جزأين كتلة الجزء الأول ثلاث أمثال كتلة الجزء الثاني ، إذا كانت الطاقة الحركية

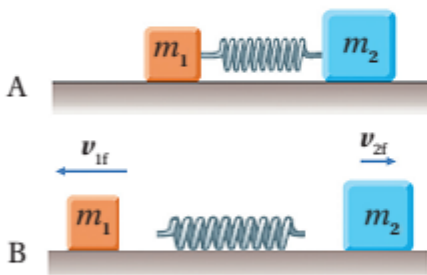
الناتجة عن الانفجار (6000 J) ، احسب الطاقة الحركية التي يكتسبها كل من الجسمين .

الحل :

$$\underline{KE_1 = 1500 \text{ J} , KE_2 = 4500 \text{ J}}$$

مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسية:** ما المقصود بالزخم الخطي لجسم؟ ما العلاقة بين الدفع المؤثر في جسم والتغير في زخمه 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 أن هاتين الوحدتين متكافئتان.
3. **أوضح:** متى يكون الزخم الخطي لنظام محفوظاً؟
4. **أفسر:** ذهب محمّد 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 هذا الحزام المطاطي.



5. **أحلل وأستنتج:** وضعت إسلام نابض خفيف مضغوط بين صندوقين كتليتهما m_1 و m_2 موضعين على سطح أفقي أملس، كما هو مبين في الشكل A. لحظة إفلات إسلام النابض، تحرك الصندوقان باتجاهين متعاكسين كما في الشكل B. إذا 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 وأستنتج:** في أثناء مشاهدة هند عرضاً عسكرياً لمجموعة من جنود القوات المسلحة الأردنية - الجيش العربي لفت انتباهها إسناد الجنود كعوب بنادقهم على أكتافهم بإحكام عند إطلاق الرصاص منها. لماذا يفعلون ذلك؟
7. **أفسر:** تُغيّر المركبة الفضائية مقدار سرعتها واتجاه حركتها باندفاع غازات منها. أوضح كيف يعمل اندفاع الغازات على تغيير مقدار السرعة واتجاهها.

إجابة مراجعة الدرس

1. الزخم الخطي لجسم يساوي ناتج ضرب كتلة الجسم (m) في سرعته المتجهة (v)، رمزه p ، وهو كمية متجهة.

دفع قوة مؤثرة في جسم يساوي التغير في زخمه الخطي، $I = \Delta p$.

2.

$$N \cdot s = \frac{kg \cdot m}{s^2} \times s = kg \cdot m/s$$

3. يكون الزخم الخطي محفوظًا للنظام المعزول، وهو نظام تكون القوة المحصلة الخارجية المؤثرة فيه تساوي صفرًا. وعندما تكون القوى الخارجية المؤثرة في النظام صغيرة جدًا مقارنة بالقوى الداخلية المتبادلة بين أجزاء النظام بحيث يمكن إهمالها، يمكن التعامل مع النظام على أنه معزول وأن زخمه الخطي محفوظ.

4. يزيد الحزام المطاطي زمن التصادم، مما يقلل من مقدار القوة المؤثرة في السيارات نتيجة التصادم.

يؤدي تشوه هذه الأجزاء بسهولة إلى زيادة الزمن المستغرق لتوقف السيارة (زمن التصادم)، ولأن $\sum F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ فإن مقدار القوة المؤثرة في السيارة والركاب نتيجة التصادم سيقبل بزيادة زمن التصادم.

5. أختار الاتجاه الموجب (اتجاه محور $+x$) باتجاه حركة أحد الصندوقين. ونطبق قانون حفظ الزخم الخطي على نظام الصندوقين، مع مراعاة أن $m_2 = 2m_1$.

$$\sum p_i = \sum p_f$$

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

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

$$0 = -m_1 \times v_{1f} + 2m_1 \times v_{2f}$$

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

$$\frac{v_{1f}}{v_{2f}} = 2$$

6. عند عدم إسناد البندقية على الكتف فإنها ترتد في الاتجاه المعاكس لحركة الرصاصة نتيجة حفظ الزخم الخطي، مما يجعلها تصطدم بالكتف. لكن عند تثبيت البندقية بالكتف يكون زخم الارتداد لكتلة الجندي وكتلة البندقية معًا، مسببًا سرعة ارتداد مقدارها أقل بكثير من سرعة ارتداد البندقية منفردة في الحالة الأولى؛ لأن كتلة الجندي والبندقية معًا أكبر بكثير من كتلة البندقية.

7. قول بتول غير صحيح علميًا؛ فحسب قانون حفظ الزخم الخطي، عندما تندفع الغازات المقذوفة من الصاروخ فإنها تندفع الصاروخ نفسه إضافة إلى المركبة الفضائية.

الدرس الثاني / التصادمات

التصادمات والطاقة الحركية

* التصادم : اقتراب جسمان من بعضهما ويؤثر كل منهما بالآخر بقوة . وقد يتضمن التصادم تلامساً بين الجسمين مثل تصادم كرتي البلياردو ، أو عدم تلامس مثل اقتراب البروتون الموجب من جسيم ألفا الموجب فإتجاههما يتنافران عندما يقتربان من بعضهما دون أن يتلامسان .

* الزخم الخطي يكون محفوظاً في جميع التصادمات المرنة وغير المرنة .

* التصادم في بعد واحد : عندما يتصادم جسمان على امتداد الخط المستقيم نفسه ، ويتصادمان رأساً برأس بحيث تبقى حركتهما بعد التصادم على المسار المستقيم نفسه .

* أنواع التصادمات :

1) التصادم المرن : هو التصادم الذي يكون فيه مجموع الطاقة الحركية لأجزاء النظام قبل التصادم يساوي مجموع طاقتها الحركية بعد التصادم مثل تصادم كرتي البلياردو وتطبق فيه معادلتى حفظ الزخم الخطي وحفظ الطاقة الحركية .

$$\sum KE_i = \sum KE_f$$

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

مثال (1) : كرتا بلياردو كتلة كل منهما (0.16 kg) ، تتحرك الكرة (A) باتجاه محور X + بسرعة (2 m/s) نحو الكرة (B) الساكنة وتتصادما رأساً برأس تصادماً مرناً . احسب مقدار سرعة الكرة (B) بعد التصادم ، وأحدد اتجاهها .



الحل : من قانون حفظ الزخم الخطي

$$\sum p_i = \sum p_f$$

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

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

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

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

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

من قانون حفظ الطاقة الحركية

$$\sum KE_i = \sum KE_f$$

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

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

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

نعوض المعادلة (1) في المعادلة (2)

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

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

$$2 v_{Bf}^2 - 4 v_{Bf} = 0$$

$$v_{Bf} (v_{Bf} - 2) = 0$$

أي (v_{Bf} = 2 m/s) وهذا يعني أن اتجاه سرعتها باتجاه محور X + أو (v_{Bf} = 0 m/s) وهذا مرفوض لكون سرعة الكرة (A) لم تتغير بعد التصادم أي اخترقت الكرة (B) . فيكون (v_{Bf} = 2 m/s)

مثال (2) : كرة (A) كتلتها (0.4 kg) وسرعتها (3 m/s) تصادمت تصادماً مرناً مع كرة أخرى (B) ساكنة كتلتها (0.6 kg) جد سرعة كل كرة بعد التصادم مباشرة .

جواب :



$$v_{1f} = -0.6 \text{ m/s} , v_{2f} = 2.4 \text{ m/s}$$

مثال (3) : جسم (A) كتلته (4 kg) يتحرك لليمين بسرعة (2 m/s) ، اصطدم بجسم آخر (B) كتلته (2 kg) ويتحرك في اتجاه معاكس وبالسرعة نفسها ، احسب سرعة كل من الجسمين بعد التصادم مباشرة إذا كان التصادم مرناً .

الحل :

من قانون حفظ الزخم الخطي

$$\sum p_i = \sum p_f \quad m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = m_A v_{Af} + m_B v_{Bf}$$

$$4 \times 2 + 2 \times -2 = 4 \times v_{1f} + 2 \times v_{2f}$$

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

$$v_{Bf} = 2 - 2 v_{Af} \quad \text{..... (1)}$$

من قانون حفظ الطاقة الحركية :

$$\frac{1}{2} m_1 v_{1i}^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{2i}^2 = \frac{1}{2} m_A v_{Af}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{Bf}^2$$

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

$$4 \times 4 + 2 \times (-2)^2 = 4 \times v_{Af}^2 + 2 \times (2 - 2 v_{Af})^2$$

$$24 = 4 \times v_{Af}^2 + 2 \times (2 - 2 v_{Af})^2$$

$$12 = 2 \times v_{Af}^2 + (2 - 2 v_{Af})^2$$

$$12 = 2 \times v_{Af}^2 + 4 - 8 v_{Af} + 4 \times v_{Af}^2$$

$$8 = 6 v_{Af}^2 - 8 v_{Af}$$

$$6 v_{Af}^2 - 8 v_{Af} - 8 = 0$$

$$(3 v_{Af} + 2)(v_{Af} - 2) = 0$$

$$v_{Af} = -\frac{2}{3} \text{ m/s} \quad \longrightarrow \quad v_{Bf} = \frac{10}{3} \text{ m/s}$$

$$v_{Af} = 2 \text{ m/s}$$

هذا الحل مرفوض لأنه يعني أن الكرة (A) اخترقت الكرة (B)

مثال (4) : جسم كتلته (2 kg) اصطدم اصطداماً تام المرونة بجسم ساكن وبعد التصادم استمر الجسم الأول بنفس الإتجاه بسرعة تعادل ربع سرعته الأصلية ، احسب كتلة الجسم الثاني .

الحل :

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

$$2 v_{1i} + 0 = 2 (0.25 v_{1i}) + m_2 v_{2f}$$

$$2 v_{1i} = 0.5 v_{1i} + m_2 v_{2f}$$

$$1.5 v_{1i} = m_2 v_{2f} \quad \text{..... (1)}$$

$$v_{12i} = -v_{12f}$$

$$v_{1i} - v_{2i} = v_{2f} - v_{1f}$$

$$v_{1i} - 0 = v_{2f} - (0.25 v_{1i})$$

$$1.25 v_{1i} = v_{2f} \quad \text{..... (2)}$$

بتعويض معادلة 2 في معادلة 1 ينتج :

$$1.5 v_{1i} = m_2 v_{2f}$$

$$1.5 v_{1i} = m_2 (1.25 v_{1i})$$

$$m_2 = \frac{1.5}{1.25} = 1.2 \text{ kg}$$

مثال (5): جسم سرعته (55 m/s) وكتلته (m_1) تصادم تصادماً مرناً مع جسم آخر ساكن كتلته (5 kg) ، وبعد التصادم تحرك الجسم الأول في الإتجاه المعاكس بسرعة (20 m/s) ، احسب كتلة الجسم الأول .

الحل :

من قانون حفظ الزخم الخطي $\sum p_i = \sum p_f$

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

$$m_1 \times 55 + 0 = m_1 \times -20 + 5 \times v_{2f}$$

$$75 m_1 = 5 v_{2f}$$

$$15 m_1 = v_{2f}$$

$$v_{12i} = - v_{12f} = v_{21f}$$

$$55 - 0 = v_{2f} - - 20$$

$$v_{2f} = 35 \text{ m/s}$$

$$m_1 = 2.33 \text{ kg}$$

مثال (6): جسم كتلته (2 kg) يتحرك بسرعة (4 m/s) ، اصطدم تصادماً مرناً مع جسم آخر ساكن ، وبعد التصادم تحرك الجسم الثاني بسرعة (5 m/s) باتجاه (+ x) ، احسب كتلة الجسم الثاني .

$$m = 1.2 \text{ kg}$$

سؤال: في التصادمات المرنة هل يبقى مقدار الزخم الخطي لكل جسم قبل التصادم يساوي مقدار الزخم الخطي لكل جسم بعد التصادم .

جواب : لا ، لا يبقى ثابتاً للجسم الواحد لكن مجموع الزخم الخطي للأجسام المكونة للنظام يبقى ثابتاً قبل وبعد التصادم .

سؤال: في التصادمات المرنة هل يبقى مقدار الطاقة الحركية لكل جسم قبل التصادم يساوي مقدار الطاقة الحركية لكل جسم بعد التصادم .

جواب : لا ، لا يبقى ثابتاً للجسم الواحد لكن مجموع الطاقة الحركية للأجسام المكونة للنظام يبقى ثابتاً قبل وبعد التصادم .

(2) التصادم غير المرن : هو التصادم الذي لا يكون فيه مجموع الطاقة الحركية لأجزاء النظام قبل التصادم يساوي مجموع طاقتها الحركية بعد التصادم بل يحدث نقص في الطاقة الحركية بسبب تحول جزء منها إلى طاقة صوتية وحرارية وحركية في الأجزاء المتطايرة مثل تصادم كرة مطاطية بجسم صلب مثل المضرب حيث تفقد جزء من طاقتها الحركية عندما يتغير شكلها أثناء ملامستها للمضرب .

*** التصادم عديم المرونة :** هو التصادم غير المرن عندما تلتحم الأجسام المتصادمة معاً بعد التصادم ، لتصبح جسماً واحداً كتلته تساوي مجموع كتل الأجسام المتصادمة (مثل حوادث السيارات ، تصادم كرات الصلصال) . ونطبق فيه قانون حفظ الزخم الخطي فقط .

$$m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = (m_A + m_B) v_f$$

$$v_f = \frac{m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi}}{m_A + m_B}$$

سؤال: قارن بين أنواع التصادم من حيث : حفظ الزخم الخطي ، الدفع ، حفظ الطاقة الحركية ، مقدار النقص في الطاقة الحركية ، طبيعة الأجسام .

جواب :

نوع التصادم	التصادم المرن	التصادم غير المرن	التصادم عديم المرونة
حفظ الزخم الخطي	محفوظ	محفوظ	محفوظ
الدفع	متساوي مقداراً ومتعاكس اتجاهاً ($I_1 = -I_2$)	متساوي مقداراً ومتعاكس اتجاهاً	متساوي مقداراً ومتعاكس اتجاهاً
حفظ الطاقة الحركية	محفوظة $\sum K_i = \sum K_f$	غير محفوظة $\sum K_i > \sum K_f$	غير محفوظة $\sum K_i \gg \sum K_f$
مقدار النقص في الطاقة الحركية	صفر	كبيرة	كبيرة جداً
طبيعة الأجسام	منفصلة قبل التصادم وبعده	منفصلة قبل التصادم وبعده	تتحد كجسم واحد بعد التصادم

سؤال: أثبت أن الدفع في جميع التصادمات متساوي مقداراً متعاكساً اتجاهياً .

جواب :

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

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

$$m_1 (v_{1i} - v_{1f}) = m_2 (v_{2f} - v_{2i})$$

$$- m_1 (v_{1f} - v_{1i}) = m_2 (v_{2f} - v_{2i})$$

$$- I_1 = I_2$$

وهو المطلوب

مثال (1): تتحرك الكرة (A) باتجاه محور x + بسرعة (6 m/s) ، فتصطدم رأساً برأس بكرة أخرى (B) أمامها تتحرك باتجاه محور x + بسرعة (3 m/s) ، بعد التصادم تحركت الكرة (B) بسرعة مقدارها (5 m/s) بالاتجاه نفسه قبل التصادم . إذا علمت أن ($m_B = 3 \text{ kg}$ ، $m_A = 5 \text{ kg}$) فأجب عما يأتي :
 (أ) احسب مقدار سرعة الكرة (A) بعد التصادم . وأحدد اتجاهها .
 (ب) أعدد نوع التصادم .

الحل :

(أ)



$$\sum p_i = \sum p_f$$

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

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

$$v_{Af} = 4.8 \text{ m/s}$$

بما أن السرعة موجبة أي أن اتجاه الكرة (A) باتجاه محور x +

$$\Delta KE = \frac{1}{2} m_A v_{Af}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{Bf}^2 - \left(\frac{1}{2} m_A v_{Ai}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{Bi}^2 \right) \quad (\text{ب})$$

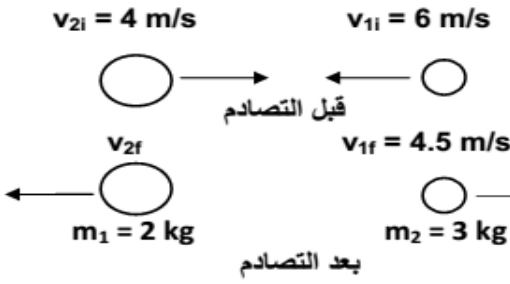
$$= \frac{1}{2} (5 \times (4.8)^2 + 3 \times (5)^2) - \frac{1}{2} (5 \times (6)^2 + 3 \times (3)^2) = -8.4 \text{ J}$$

بما أن التغير في الطاقة الحركية للنظام سالب ، فهذا يعني حدوث نقص في الطاقة الحركية والكرتان لم تلتحما بعد التصادم ، إذاً التصادم غير مرن .

مثال (2): عربة قطار كتلتها (2000 kg) تتحرك على قضبان مستقيمة أفقية بسرعة (2 m/s) ، اصطدمت بها عربة أخرى كتلتها (3000 kg) تسير بالاتجاه نفسه وبسرعة (5 m/s) ، وتحركا معاً كجسم واحد ، فما مقدار السرعة المشتركة بعد التصادم .

الحل :

$$v_f = 3.8 \text{ m/s}$$



مثال (3) : تتحرك كرة كتلتها (2 kg) نحو الغرب بسرعة (6 m/s) فتتصادم

بأخرى كتلتها (3 kg) تتحرك نحو الشرق بسرعة (4 m/s) .

إذا أصبحت سرعة الكرة الأولى بعد التصادم (4.5 m/s) كما في

الشكل حيث بقي الجسمان يتحركان على نفس الخط ودام التصادم

(0.02 s) جد :

(1) سرعة الكرة الثانية بعد التصادم مباشرة .

(2) متوسط القوة التي أثرت بها الكرة الأولى على الكرة الثانية اثناء التصادم .

$$\sum p_i = \sum p_f \quad (1)$$

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

$$2 \times -6 + 3 \times 4 = 2 \times 4.5 + 3 \times v_{2f}$$

$$v_{2f} = -3 \text{ m/s}$$

$$\Delta P_2 = \text{الدفع على الكرة الثانية} \quad (2)$$

$$F \Delta t = m_2 (v_{2f} - v_{2i})$$

$$F \times 0.02 = 3 (-3 - 4) = -1050 \text{ N}$$

مثال (4) : جسمان (A) كتلته (9 kg) ، (B) كتلته (6 kg) ، يتحركان في خط مستقيم باتجاه واحد (+ x) تتحرك الكرة

(A) بسرعة (10 m/s) و تتحرك الكرة (B) بسرعة (5 m/s) ، كونا جسما واحد بعد تصادمهما فما الفرق

بين مجموع طاقتيهما قبل وبعد التصادم .

الحل : من قانون حفظ الزخم الخطي نوجد مقدار سرعة الجسمين بعد التصادم

$$m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = (m_A + m_B) v_{AB}$$

$$9 \times 10 + 6 \times 5 = (9+6) v_{AB}$$

$$120 = 15 v_{AB}$$

$$v_{AB} = 8 \text{ m/s} , + x$$

$$\Delta KE = \frac{1}{2} (m_A + m_B) v_{ABf}^2 - \left(\frac{1}{2} m_A v_{Ai}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{Bi}^2 \right)$$

$$\Delta KE = \frac{1}{2} (9 + 6) \times 64 - \left(\frac{1}{2} \times 9 \times (10)^2 + \frac{1}{2} \times 6 \times (5)^2 \right)$$

$$= 480 - (450 + 75) = -45 \text{ J}$$

الإشارة السالبة تعني أن الطاقة الحركية نقصت

مثال (5) : جسم كتلته (6 kg) يتحرك بسرعة مقدارها (15 m/s) اصطدم بجسم آخر كتلته (4 kg) وكان في حالة سكون وبعد التصادم التحم الجسمان وكونا جسماً واحداً احسب سرعة هذا الجسم المتكون بعد التصادم .

الحل :

$$v_f = 9 \text{ m/s}$$



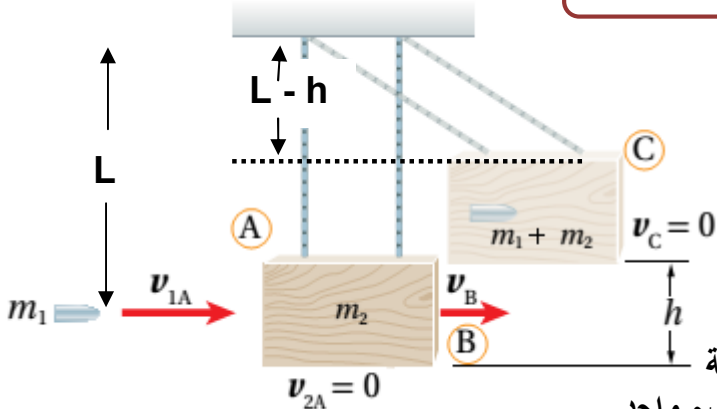
مثال (6) : أحسب: السيارة (A) كتلتها ($1.1 \times 10^3 \text{ kg}$) تتحرك بسرعة (6.4 m/s) باتجاه محور $+x$ ، فتصطدم رأساً برأس سيارة ساكنة (B) كتلتها ($1.2 \times 10^3 \text{ kg}$)؛ وتلتحم السيارتان معاً بعد التصادم وتتحرّكان على المسار المستقيم نفسه قبل التصادم، كما هو موضح في الشكل المجاور. أحسب مقدار ما يأتي:

أ . سرعة السيارتين بعد التصادم، وأحدّد اتجاهها.

ب. الدفع الذي تؤثر به السيارة (B) في السيارة (A).

$$v_f = 3.06 \text{ m/s} , I_{BA} = - 3674 \text{ N.s}$$

تطبيق البندول القذفي



سؤال: أذكر وظيفة البندول القذفي .

جواب : قياس مقدار سرعة المقذوف مثل الرصاصة .

سؤال: ما نوع التصادم في البندول القذفي ؟

جواب : التصادم عديم المرونة .

* تطلق رصاصة كتلتها (m_1) باتجاه كتلة ساكنة من الخشب كتلتها (m_2) ، معلقة رأسياً بخيطين خفيفين . فتستقر الرصاصة داخل الكتلة الخشبية ، ويتحرك النظام (الرصاصة والخشبة) كجسم واحد ويرتفع مسافة (h) .

* نطبق قانون حفظ الزخم الخطي على النظام قبل التصادم مباشرة (A) وبعد التصادم مباشرة (B) :

$$\sum p_i = \sum p_f$$

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

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

السرعة الابتدائية للنظام

* يكون النظام محافظاً بعد التصادم مباشرة (B) وصولاً لأقصى ارتفاع (h) عند (C) أي تكون الطاقة الميكانيكية محفوظة :

$$ME_B = ME_C$$

$$KE_B + PE_B = KE_C + PE_C$$

$$\frac{1}{2} (m_1 + m_2) v_B^2 + 0 = 0 + (m_1 + m_2) g h$$

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

السرعة الابتدائية للنظام

بتعويض (v_B) من معادلة حفظ الزخم

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

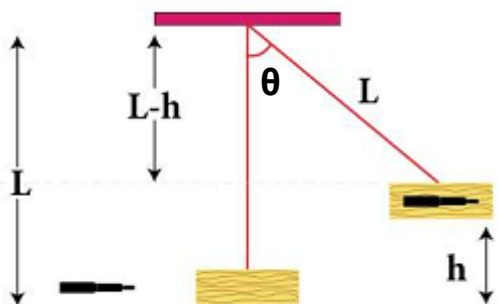
السرعة الابتدائية للمقذوف

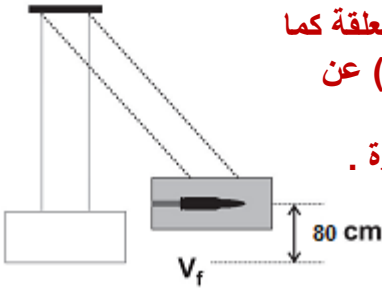
$$v_{1A} = \left(\frac{m_1 + m_2}{m_1} \right) \sqrt{2 g h}$$

ملاحظة للإحتياط: إذا لم يعطي الارتفاع (h) وأعطى الزاوية (θ) نقوم بحساب الارتفاع من العلاقة :

$$\cos(\theta) = \frac{L-h}{L}$$

$$h = L - L \cos(\theta)$$





- مثال (1) :** اطلقت رصاصة كتلتها (30 gm) على كتلة خشبية كتلتها (4.97 kg) معلقة كما في الشكل المجاور ، فكان أكبر ارتفاع رأسي وصلته المجموعة (80 cm) عن المستوى الأفقي الأصلي احسب كلاً من :
- (1) سرعة النظام المكون من الرصاصة والكتلة الخشبية بعد التصادم مباشرة .
 - (2) سرعة الرصاصة الابتدائية .
 - (3) مقدار النقص في الطاقة الحركية .

الحل :

$$v_B = \sqrt{2 g h} \quad (1)$$

$$= \sqrt{2 \times 10 \times 80 \times 10^{-2}} = 4 \text{ m/s}$$

$$m_1 v_{1A} + 0 = (m_1 + m_2) v_B \quad (2)$$

$$0.03 \times v_{1A} = (0.03 + 4.97) \times 4$$

$$0.03 \times v_{1A} = 20$$

$$v_{1A} \approx 670 \text{ m/s}$$

$$\Delta KE = KE_f - KE_i = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v_B^2 - \frac{1}{2} m_1 v_{1A}^2 \quad (3)$$

$$= \frac{1}{2} \times 5 \times (4)^2 - \frac{1}{2} \times 0.03 \times (670)^2$$

$$= 40 - 6733.5 = -6693.5 \text{ J}$$

- مثال (2) :** أطلق مهيب سهماً كتلته (0.03 kg) أفقياً باتجاه بندول قذفي كتلته (0.72 kg) ، فاصطدم به والتحما معاً بحيث كان أقصى ارتفاع وصل إليه البندول فوق المستوى الابتدائي له يساوي (20 cm) ، وباعتبار تسارع السقوط الحر (10 m/s²) . أجب عما يأتي :

- (1) أي مراحل حركة النظام المكون من البندول والسهام يكون فيها الزخم الخطي محفوظاً .
- (2) أي مراحل حركة النظام تكون فيها الطاقة الميكانيكية محفوظة .
- (3) احسب مقدار السرعة الابتدائية للسهام .

الحل :

(1) يكون الزخم الخطي محفوظاً في التصادم عديم المرونة بين السهم والبندول .

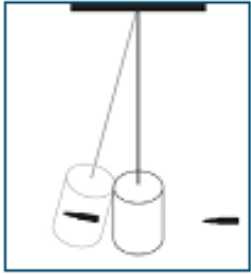
(2) تكون الطاقة الميكانيكية محفوظة للسهام قبل التصادم ، كما تكون الطاقة الميكانيكية محفوظة للبندول

والسهام بدءاً من حركتهما معاً بعد التصادم مباشرة ، وحتى وصولهما إلى أقصى ارتفاع ، وذلك عند إهمال قوى الاحتكاك .

(3)

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

$$= \left(\frac{0.72 + 0.03}{0.03} \right) \sqrt{2 \times 10 \times 0.2} = 50 \text{ m/s}$$



مثال (3) : اصطدمت رصاصة كتلتها (20 gm) بقطعة خشبية معلقة كتلتها (980 gm) فاستقرت بها ، وارتفعت المجموعة عن وضع الإتزان (10 cm) ، احسب سرعة الرصاصة قبل الإصطدام .

الحل :

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

$$= \left(\frac{20 \times 10^{-3} + 980 \times 10^{-3}}{20 \times 10^{-3}} \right) \sqrt{2 \times 10 \times 10 \times 10^{-2}}$$

$$= 50 \times \sqrt{2} = 70.7 \text{ m/s}$$

مثال (4) : أطلقت رصاصة كتلتها (30 gm) بسرعة (500 m/s) على قطعة خشبية ساكنة معلقة كبنول كتلته (0.75 kg) فاخترقتها ، وخرجت منها بسرعة (100 m/s) . جد كلاً مما يلي :

(1) سرعة القطعة الخشبية بعد الإصطدام مباشرة .
(2) مقدار النقص في الطاقة الحركية .

الحل :

$$\sum p_i = \sum p_f \quad (1)$$

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

$$0.03 \times 500 + 0 = 0.03 \times 100 + 0.75 \times v_{2f}$$

$$v_{2f} = 16 \text{ m/s}$$

$$\Delta KE = KE_f - KE_i \quad (2)$$

$$= (0.5 \times 0.03 \times (100)^2 + 0.5 \times 0.75 \times (16)^2) - (0.5 \times 0.03 \times (500)^2)$$

$$= - 3504 \text{ J}$$

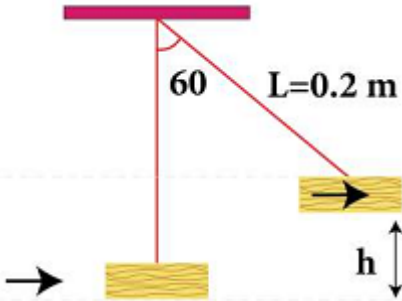
على ماذا تدل الإشارة السالبة ؟

مثال (5) : اصطدمت رصاصة كتلتها (30 gm) بقطعة خشبية ساكنة معلقة كتلتها (4.97 kg) فاستقرت بها ، وكانت سرعة المجموعة بعد التصادم (1.26 m/s) ، احسب :

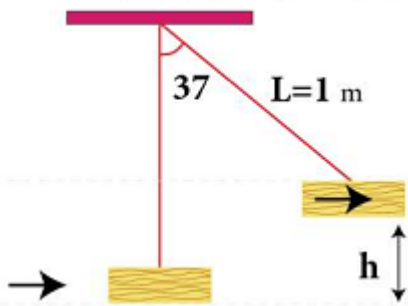
(1) سرعة الرصاصة قبل الإصطدام .
(2) أقصى ارتفاع (h) تصله المجموعة .

$$v_1 = 210 \text{ m/s} , h = 0.08 \text{ m}$$

مثال (6) : اصطدمت رصاصة كتلتها (10 gm) بقطعة خشبية ساكنة كتلتها (990 g) ، معلقة بخيط طوله (20 cm) فاستقرت بها ، وكان ميل الخيط (60) عن وضعه الأصلي ، احسب :
 (1) سرعة الرصاصة قبل الإصطدام .
 (2) نوع التصادم .



$v_{1i} = 100\sqrt{2} \text{ m/s}$ ، عديم المرونة



مثال (7) : أطلقت رصاصة كتلتها (0.5 kg) بسرعة (v) على قطعة خشبية ساكنة معلقة كبنديل كتلته (2.5 kg) ومربوطة بخيط طوله (1 m) فيتحركان معاً ويصبح ميل الخيط (37) . جد كلاً مما يلي :
 (1) سرعة النظام بعد الإصطدام مباشرة .
 (2) سرعة الرصاصة قبل التصادم .
 (3) مقدار النقص في الطاقة الحركية .

$v_B = 2 \text{ m/s}$ ، $v_{1a} = 12 \text{ m/s}$ ، $\Delta KE = - 30 \text{ J}$

مراجعة الدرس

1. **الفكرة الرئيسة:** ما نوعا التصادم بحسب حفظ الطاقة الحركية؟ وما الفرق بينهما؟
2. **أفسر:** عندما تتصادم سيارتان فإنهما عادةً لا تلتحمان معاً؛ فهل يعني ذلك أن تصادمهما مرناً؟ أوضح إجابتي.
3. **أحلل وأستنتج:** تصادم جسمان تصادمًا مرناً. أجب عما يأتي:
 - أ. هل مقدار الزخم الخطي لكل جسم قبل التصادم يساوي مقدار زخمه الخطي بعد التصادم؟ أفسر إجابتي.
 - ب. هل مقدار الطاقة الحركية لكل جسم قبل التصادم يساوي مقدار طاقته الحركية بعد التصادم؟ أفسر إجابتي.
4. **أستخدم المتغيرات:** كرة صلصال كتلتها (2 kg) تتحرك شرقاً بسرعة ثابتة، وتصطدم بكرة صلصال أخرى ساكنة، فتلتحمان معاً وتتحركان شرقاً بسرعة مقدارها ربع مقدار السرعة الابتدائية للكرة الأولى. أحسب مقدار كتلة الكرة الثانية.
5. **أحلل وأستنتج:** كرتا بلياردو (A و B) لهما الكتلة نفسها وتتحركان في الاتجاه نفسه في خط مستقيم، كما هو موضح في الشكل. بالاستعانة بالبيانات المثبتة في الشكل، أبين إذا كان التصادم مرناً أم غير مرناً.



6. **أصدر حكماً:** تتحرك شاحنة غرباً بسرعة ثابتة؛ فتصطدم تصادمًا عديم المرونة مع سيارة صغيرة تتحرك شرقاً بمقدار سرعة الشاحنة نفسه. أجب عما يأتي:
 - أ. أيهما يكون مقدار التغير في زخمها الخطي أكبر: الشاحنة أم السيارة؟
 - ب. أيهما يكون مقدار التغير في طاقتها الحركية أكبر: الشاحنة أم السيارة؟

إجابة الدرس

1. نوعا التصادم: تصادم مرن، وتصادم غير مرن.
الفرق بينهما: في التصادم المرن تكون الطاقة الحركية محفوظة للأجسام المتصادمة، والأجسام لا تلتحم بعد التصادم.
في التصادم غير المرن لا تكون الطاقة الحركية محفوظة للأجسام المتصادمة، وقد تلتحم الأجسام معاً بعد التصادم حيث يسمّى عندها تصادم عديم المرونة.
2. لا، التصادم غير مرن؛ إذ يُبدّد جزء من الطاقة الحركية الكلية في تهشيم هيكل السيارتين مثلاً، ويُبدّد جزء بسيط على شكل طاقة صوتية، إضافة إلى أشكال أخرى من الطاقة.
3. أ. الزخم الخطي للنظام المكوّن من الجسمين يكون محفوظاً، وليس لكل جسم على حدة.
ب. التصادم مرن، لذا فإن الطاقة الحركية للنظام المكوّن من الجسمين تكون محفوظة، وليس لكل جسم على حدة.
4. أطبق قانون حفظ الزخم الخطي على النظام المكوّن من الكرتين.

$$\sum p_i = \sum p_f$$

$$m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = (m_A + m_B) v_f$$

$$2 \times v_{Ai} + m_B \times 0 = (2 + m_B) v_f$$

$$v_f = \frac{1}{4} v_{Ai} \text{ : أعوض}$$

$$2 \times v_{Ai} = (2 + m_B) \frac{1}{4} v_{Ai}$$

$$m_B = 6 \text{ kg}$$

5. أحسب التغير في الطاقة الحركية للكرتين كما يأتي:

$$\Delta KE = KE_f - KE_i$$

$$= \frac{1}{2} m v_{Af}^2 + \frac{1}{2} m v_{Bf}^2 - \left[\frac{1}{2} m v_{Ai}^2 + \frac{1}{2} m v_{Bi}^2 \right]$$

$$= \frac{1}{2} \times m \times v^2 + \frac{1}{2} \times m \times (v + 1.2)^2 - \frac{1}{2} \times m \times (v + 1.2)^2 - \frac{1}{2} \times m \times v^2 = 0$$

إذا التصادم مرن.

6. أ. الزخم الخطي محفوظ قبل التصادم وبعده مباشرة. فيكون التغير في الزخم الخطي للنظام صفراً، وهذا يعني أنّ مقداري التغير في الزخم الخطي للسيارة والشاحنة متساويان.

ب. السرعتان الابتدائيتان للشاحنة والسيارة متساويتان في المقدار، وسرعتهما النهائية هي نفسها لأنهما

التحمتا معاً، لذا فإن التغير في الطاقة الحركية يعتمد على الكتلة فقط، وبما أن كتلة الشاحنة أكبر فإن

التغير في طاقتها الحركية أكبر.

تعليقات مهمة

- (1) تجعل سبطانات (مواسير) المدافع والبنادق ذات المدى الكبير طويلة .
السبب : لزيادة زمن تأثير قوة الدفع على القذيفة أو الرصاصة وبالتالي زيادة الدفع على القذيفة أو الرصاصة والذي يؤدي إلى تغير كبير في زخمها الخطي فتخرج بسرعة كبيرة .
- (2) عندما يقفز شخص من مكان عال إلى أرض منخفضة فإنه يثني ركبتيه عند ملامسة الأرض .
السبب : لزيادة فترة التلامس بين قدميه والأرض مما يقلل من قوة الدفع المؤثرة عليه من ارتطامه بالأرض .
- (3) القفز من مكان عال أكثر أمناً وسلاماً عندما يحط على أرض رملية من أن يحط على أرض صلبة .
السبب : عندما يحط على أرض صلبة يكون زمن التلامس صغيراً وبذلك تكون قوة دفع الأرض كبيرة وعندما يحط على أرض رملية يكون زمن التلامس كبيراً لأنه يحتاج فترة زمنية لانغراز قدمه في الأرض وبذلك تكون قوة دفع الأرض صغيرة ويكون أكثر أمناً .
- (4) ضرورة تزويد السيارات بوسائد هوائية واستخدام حزام الأمان عند ركوبها .
السبب : لأنها تزيد من زمن التصادم فتقل من قوة الدفع على السائق مما يقلل من الأضرار .
- (5) تحطم عدد من حجارة الطوب المرتبة بعضها فوق بعض عندما يضربها سريعاً بقوة لاعب الكاراتيه بيده .
السبب : لأن لاعب الكاراتيه يؤثر على الطوب بقوة دفع كبيرة في زمن قصيرة جداً فتكون قوة الدفع كبيرة جداً .
- (6) يلجأ حارس المرمى بضرب الكرة بمشط القدم .
السبب : تتولد قوة كبيرة عند الضرب بمشط القدم مما يجعل التغير في الزخم الخطي كبيراً فتكون سرعة الكرة كبيرة .
- (7) يجد رجل الإطفاء صعوبة كبيرة في مسك الخرطوم أثناء اطفاء الحرائق .
السبب : لأن الزخم محفوظ يكون زخم الماء المنطلق من الخرطوم كبيراً ويساوي في المقدار ويعاكس بالاتجاه زخم الخرطوم مما يسبب دفع للخرطوم بعكس اتجاه خروج الماء .
- (8) توضع أكياس من الرمل بمحاذاة خنادق الجنود المعرضة للقصف .
السبب : يكون زمن التلامس كبيراً نسبياً بين القذيفة وأكياس الرمل مقارنة مع الأماكن الصلبة مما يقلل من قوة الدفع للقذيفة فيقلل من الأضرار .
- (9) سرعة ارتداد المدفع أقل من سرعة ارتداد القذيفة .
السبب : لأن الزخم الخطي للقذيفة والمدفع محفوظ فيكون التغير في الزخم الخطي للرصاصة يساوي في المقدار ويعاكس في الإتجاه التغير في الزخم الخطي للمدفع ولأن كتلة المدفع كبيرة تكون سرعته قليلة .
- (10) يقف صياد ساكن داخل قارب في الماء وعندما يتحرك الصياد داخل القارب يتحرك القارب عكس اتجاه حركة الصياد .
السبب : لأن الزخم الخطي للقارب والصياد محفوظ (قبل وبعد الحركة) ، فيكون الزخم الخطي للصياد يساوي في المقدار ويعاكس في الإتجاه الزخم الخطي للقارب وتكون سرعة القارب أقل لأن كتلته أكبر .

ورقة عمل (1)

سؤال : ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة :

- 1) الكمية التي تمثل (المعدل الزمني للتغير في الزخم الخطي) هي :
- (أ) الدفع (ب) الشغل (ج) القوة (د) التسارع
- 2) مقدار الدفع على حائط عند اصطدام جسم كتلته (2 kg) يتحرك أفقياً بسرعة (4 m/s) بحائط وارتداده بنفس السرعة بوحدة (N.s) باتجاه معاكس لحركته يساوي :
- (أ) 8 (ب) 16 (ج) 0 (د) 32
- 3) إذا مثلت العلاقة بيانياً بين الزخم لجسم على محور (y) والزمن على محور (x) فإن ميل المنحنى يمثل :
- (أ) الزخم (ب) مقلوب الدفع (ج) الطاقة الحركية (د) القوة
- 4) إذا مثلت العلاقة بيانياً بين الزخم لجسم على محور (x) وسرعته المتجهة على محور (y) فإن ميل الخط يمثل :
- (أ) الكتلة (ب) مقلوب الكتلة (ج) الدفع (د) القوة
- 5) جسم كتلته (0.5 kg) سقط من السكون من ارتفاع (180 cm) عن سطح الأرض ، فإن مقدار زخمه عند وصوله سطح الأرض بوحدة (kg.m/s) :
- (أ) 5 (ب) 6 (ج) 3 (د) 9
- 6) جسم كتلته (4 kg) يتحرك بسرعة (2 m/s) ، أثرت عليه قوة قدرها (8 N) لمدة (5 s) ، فإن زخمه يصبح بوحدة (kg.m/s) :
- (أ) 32 (ب) 8 (ج) 40 (د) 48
- 7) كرة كتلتها (0.2 kg) تقترب أفقياً من مضرب لاعب بيسبول بسرعة (40 m/s) ، وترتد عنه بالإتجاه المعاكس بسرعة (50 m/s) ، إذا دام التلامس (0.2 s) ، فإن مقدار متوسط القوة التي يؤثر بها المضرب على الكرة بوحدة N :
- (أ) 18 (ب) 10 (ج) 90 (د) 2
- 8) في منحنى (القوة - الزمن) ، تمثل المساحة تحت المنحنى :
- (أ) التغير في السرعة (ب) التسارع (ج) الدفع (د) الزخم الخطي
- 9) إذا دفع رجل كتلته (70 kg) يقف على أرض جليدية أفقية ولدأ ساكناً كتلته (50 kg) ، فإن التغير في زخم الرجل والولد معاً بوحدة (kg.m/s) يساوي :
- (أ) 0 (ب) 100 (ج) 140 (د) 240
- 10) إذا علمت مقدار الدفع المؤثر على جسم كتلته (m) ، فإن الكمية التي يمكنك حسابها هي :
- (أ) سرعته الابتدائية (ب) سرعته النهائية (ج) تسارعه (د) التغير في سرعته
- 11) قذيفة كتلتها (2 kg) انطلقت أفقياً بسرعة (200 m/s) من فوهة مدفع ساكن كتلته (500 kg) ، فإن سرعة ارتداد المدفع بوحدة (m/s) تساوي :
- (أ) 1.25 (ب) 0.75 (ج) 0.8 (د) 2.5

ورقة عمل (2)

* ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة :

(1) في النظام المغلق والمعزول فإن :

(أ) القوة الخارجية المحصلة = صفر

(ج) أ + ب

(ب) التغير في الزخم الخطي = صفر

(د) سرعة مركز الكتلة = صفر

(2) جسمان (A , B) حيث $(m_B = 2m_A)$ وزخمهما الخطي متساوي فإن :(أ) $v_A = 2v_B$ (ب) $v_B = v_A$ (ج) $v_B = 2v_A$ (د) $v_A = 4v_B$ (3) جسمان (A , B) حيث $(m_B = 2m_A)$ والطاقة الحركية لهما متساوية فإن :(أ) $v_A = 2v_B$ (ب) $v_B = v_A$ (ج) $v_B = \sqrt{2} v_A$ (د) $v_A = \sqrt{2} v_B$

(4) جسمان (A , B) حيث كتلة (B) تساوي أربع أمثال كتلة (A) والطاقة الحركية لهما متساوية فإن :

(أ) $p_A = p_B$ (ب) $P_A = 2P_B$ (ج) $2P_A = P_B$ (د) $4P_A = P_B$

(5) يتحرك جسم كتلته (2 kg) بسرعة ثابتة (3 m/s) شرقاً ، أثرت عليه قوة فتوقف ، يكون دفع القوة بوحدة N.s :

(أ) 6 شرقاً (ب) 6 غرباً (ج) صفر (د) 1.5 غرباً

(6) عند مضاعفة الطاقة الحركية لجسم زخمه (16 kg.m/s) بمقدار (4) مرات بثبوت الكتلة فإن زخمه

بوحدة (kg.m/s) يساوي :

(أ) 16 (ب) 4 (ج) 64 (د) 32

(7) قوتان الأولى (3) أمثال الثانية ، ليكون لهما نفس الدفع على نفس الجسم فإن زمن تأثير الأولى يساوي :

(أ) زمن تأثير الثانية (ب) (3) أمثال زمن الثانية (ج) ثلث زمن الثانية (د) (9) أمثال زمن الثانية

(8) جسمان كتلة الأول (4 kg) وسرعته (6 m/s) ، فإن سرعة جسم آخر كتلته (2 kg) ليكون له نفس الزخم

يساوي بوحدة (kg.m/s) :

(أ) 3 (ب) 6 (ج) 12 (د) 36

(9) جسمان A , B لهما نفس الكتلة ، كما أن طاقة حركة A تساوي (4) أمثال طاقة حركة B فإن زخم A يساوي :

(أ) زخم B (ب) 2 زخم B (ج) 4 زخم B (د) 0.5 زخم B

(10) الصيغة التي تمثل القانون الثالث لنيوتن في التصادم بين جسمين :

(أ) $F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$ (ب) $\Delta p_1 = - \Delta p_2$ (ج) $p = \text{ثابت}$ (د) $\Delta p = 0$

(11) القوة تساوي المعدل الزمني للتغير في الزخم الخطي لجسم تمثل :

(أ) الدفع (ب) القانون الأول لنيوتن (ج) القانون الثاني لنيوتن (د) القانون الثالث لنيوتن

- 12) إذا سقطت كرة على الأرض وارتدت إلى نفس الارتفاع الذي سقطت منه فإن :
 (أ) التصادم مرن (ب) التصادم عديم المرونة (ج) التصادم غير مرن (د) $\Delta p = 0$
- 13) يتحرك جسم كتلته (2 kg) أفقياً بسرعة (8 m/s) ، أثرت عليه قوة أفقية قدرها (20 N) مدة (0.1 s) وفي الاتجاه المعاكس ، فإن سرعة الجسم بعد تأثير القوة مباشرة :
 (أ) 6 (ب) 12 (ج) 7 (د) 26
- 14) أثرت قوة مقدارها (20 N) على جسم كتلته (5 kg) لمدة (4 s) ، فإن التغيير في سرعة الجسم بوحدة (m/s) :
 (أ) 3 (ب) 6 (ج) 16 (د) 26
- 15) قانون حفظ الزخم الخطي لنظام معزول تمثل :
 (أ) الدفع (ب) القانون الأول لنيوتن (ج) القانون الثاني لنيوتن (د) القانون الثالث لنيوتن
- 16) أطلقت قذيفة كتلتها (2 kg) بسرعة (200 m/s) من فوهة مدفع موضوع على الأرض ، فإن سرعة ارتداد المدفع الذي كتلته (500 kg) تساوي بوحدة (m/s) :
 (أ) 0.8 (ب) 200 (ج) 1.25 (د) 5
- 17) في منحنى (الدفع - التغيير في السرعة) يكون ميل الخط المستقيم يمثل :
 (أ) القوة المحصلة (ب) التسارع (ج) الزخم الخطي (د) كتلة الجسم
- 18) جسم ساكن كتلته (5 kg) انفجر إلى جزأين ، الأول كتلته (3 kg) ، وتحرك باتجاه محور السينات الموجب بسرعة (30 m/s) ، فيكون مقدار واتجاه سرعة الجزء الثاني :
 (أ) $-x$ ، 30 m/s (ب) $-x$ ، 45 m/s (ج) $+x$ ، 30 m/s (د) $+x$ ، 45 m/s
- 19) كرة كتلتها (2 kg) اصطدمت بحائط بسرعة (10 m/s) ، فتأثرت من الحائط بقوة قدرها (240 N) خلال زمن (0.1 s) ، فيكون مقدار سرعتها بعد التصادم بوحدة (m/s) يساوي :
 (أ) 2 (ب) 12 (ج) 24 (د) صفر
- 20) اصطدم جسم كتلته (2 kg) يتحرك بسرعة (4 m/s) بحائط ، وارتد عنه بنفس السرعة فإن التغيير في طاقته الحركية بوحدة (J) يساوي :
 (أ) صفر (ب) 32 (ج) 16 (د) 8

ورقة عمل (3)

1) يتحرك جسم كتلته (8 kg) بسرعة (4 m/s) ، إن زخمه الخطي يساوي :

- (أ) 0.5 (ب) 2 (ج) 12 (د) 32

2) جسم كتلته (4 kg) وزخمه الخطي (12 N.s) ، إذا تضاعفت كتلته ثلاث مرات ، وقلت سرعته إلى النصف ، فإن الدفع يساوي :

- (أ) 6 (ب) 18 (ج) -6 (د) 12

3) إذا كان الدفع المؤثر على جسم يساوي (80 N.s) نحو الأسفل ، وأثر على الجسم لمدة (5 s) ، فإن القوة المؤثرة على الجسم تساوي :

- (أ) -16 (ب) 16 (ج) 400 (د) -400

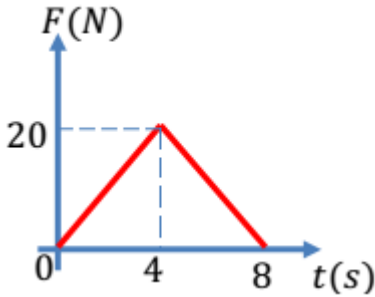
4) سيارتان لهما نفس الكتلة ، سرعة الأولى تساوي 3 أضعاف سرعة الثانية ، إن نسبة زخم الأولى إلى الثانية ونسبة الطاقة الحركية للأولى إلى الثانية يساويان (K₁:K₂ - p₁:p₂) :

- (أ) (1:3 - 1:3) (ب) (3:1 - 3:1) (ج) (1:3 - 1:3) (د) (9:1 - 3:1)

5) يتحرك جسم كتلته (10 kg) لليمين بسرعة مقدارها (30 m/s) ، فاصطدم بجدار وارتد عنه بسرعة مقدارها (20 m/s) خلال (0.2 s) . إن القوة المؤثرة على الجسم تساوي :

- (أ) -250 (ب) -2500 (ج) -100 (د) -500

6) اعتماداً على الرسم البياني التالي ، إن متوسط القوة المؤثرة على الجسم تساوي :



- (أ) 80 (ب) 800 (ج) 10 (د) 100

7) عندما تتضاعف الطاقة الحركية لجسم (4) أضعاف ، ويقل زخمه إلى النصف ، فإن نسبة كتلته النهائية إلى الابتدائية (m₂:m₁) يساوي :

- (أ) 1:4 (ب) 1:8 (ج) 1:16 (د) 16:1

8) قام لاعب بضرب كرة كتلتها (0.02 kg) بالمضرب عندما كانت عند أقصى ارتفاع لها ، بحيث انطلقت بسرعة (100 m/s) ، إن مقدار التغير في زخم الكرة يساوي :

- (أ) 20 (ب) 2 (ج) 200 (د) 2 × 10⁵

9) يمكن أن يقاس الزخم الخطي بوحدة :

- (أ) W.s²/m (ب) J/s (ج) J.m (د) J.m/s

10) سيارة كتلتها (m) وشاحنة كتلتها $(4m)$ ، إذا كانت سرعة الشاحنة $(10 m/s)$ وزخمها ضعفي زخم السيارة ، فإن سرعة السيارة تساوي :

- (أ) 5 (ب) 80 (ج) 40 (د) 20

11) قفزت سارة التي كتلتها $(40 kg)$ من قارب نحو الشاطئ بسرعة تساوي (5) أضعاف سرعة ارتداد القارب عكس الشاطئ . إن كتلة القارب تساوي :

- (أ) 8 (ب) 40 (ج) 400 (د) 200

12) عند تصادم كرتا بلياردو تصادمًا مرئيًا ، فإن :

(أ) $\vec{v}_{2f} = \vec{v}_{1i}$ (ب) $\vec{v}_{2f} = \vec{v}_{1f}$ (ج) $\vec{v}_{2f} = -\vec{v}_{1i}$ (د) $\vec{v}_{2f} = -\vec{v}_{1f}$

13) تتحرك كرة A كتلتها $(4m)$ نحو اليمين بسرعة $(6 m/s)$ فاصطدمت بكرة B ساكنة كتلتها $(2m)$ ، فإذا تحركت الكرة B نحو اليمين بسرعة $(6 m/s)$ ، فإن سرعة الكرة A بعد التصادم تساوي :

- (أ) -6 (ب) 0 (ج) 3 (د) -3

14) في البندول القذفي ، تكون سرعة انطلاق النظام المكون من الجسم والرصاصة مباشرة بعد التصادم :
 (أ) أكبر من سرعة الرصاصة الابتدائية .
 (ب) أقل من سرعة الرصاصة الابتدائية .
 (ج) تساوي سرعة الرصاصة الابتدائية .
 (د) صفر .

*** النص التالي يتضمن معلومات للأسئلة 15 – 18 : تصادمات كرتان متساويتان في الكتلة ، كتلة كل منهما $(2 kg)$ ، بحيث كانت سرعة الأولى $(4 m/s)$ لليسار ، فإذا توقفت الكرتان بعد التصادم . أجب عما يلي :

15) إن سرعة الكرة الثانية قبل التصادم تساوي :

- (أ) -4 (ب) 4 (ج) 8 (د) 2

16) إن نوع التصادم بين الكرتين هو :

- (أ) عديم المرونة (ب) مرن (ج) غير مرن (د) التحام بين جسمين

17) مقدار النقص في الطاقة الحركية في التصادم هي :

- (أ) -32 (ب) 0 (ج) -16 (د) 32

18) إذا استمر التلامس بين الكرتين $(0.1 s)$ ، فإن القوة التي تؤثر بها الكرة الثانية على الأولى تساوي :

- (أ) 8 (ب) 80 (ج) -8 (د) -80

19) يتحرك سهم كتلته $(0.2 kg)$ نحو اليمين بسرعة $(100 m/s)$ ، فاصطدم ببندول قذفي ساكن كتلته $(4.8 kg)$ إن أقصى ارتفاع سيعصده إليه النظام بعد التصادم هو :

- (أ) 8 m (ب) 0.4 m (ج) 0.8 m (د) 4 m

20) بندقية كتلتها (12 kg) ، وبداخلها رصاصة كتلتها (0.02 kg) ، فإذا انطلقت الرصاصة بحيث ارتدت البندقية بسرعة (0.5 m/s) ، فإن سرعة انطلاق الرصاصة تساوي :

- أ) 30 ب) 3000 ج) 3 د) 300

21) يدور قمر صناعي حول الأرض ، فإذا كانت كتلته (m) ومقدار سرعته الثابتة (v) ، فإن مقدار التغير في زخمه لدى اجتيازه نصف دوره حول الأرض يساوي :

- أ) mv ب) $3mv$ ج) $2mv$ د) 0

إجابة ورقة عمل (1)

11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
ج	د	أ	ج	ج	د	ج	ب	د	ب	ج

إجابة ورقة عمل (2)

10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
ب	ب	ج	ج	د	ب	ج	د	أ	ج
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11
أ	أ	ب	د	أ	د	ج	ج	أ	ج

إجابة ورقة عمل (3)

10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	السؤال
د	أ	ب	ج	ج	ب	د	أ	ب	د	الجواب
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	السؤال
د	ج	ب	أ	ج	ب	ب	ج	أ	د	الجواب
									21	السؤال
									ج	الجواب

اسئلة الكتاب

1. أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكل جملة مما يأتي:

1. وحدة قياس الزخم الخطي حسب النظام الدولي للوحدات، هي:
أ. $N.m/s$. ب. $kg.m^2/s$. ج. N/s . د. $kg.m/s$.

2. كلما زاد زمن تأثير قوة (F) في جسم كتلته (m):

أ. زاد مقدار الدفع المؤثر فيه، وزاد مقدار التغير في زخمه الخطي.
ب. زاد مقدار الدفع المؤثر فيه، نقص مقدار التغير في زخمه الخطي.
ج. نقص مقدار الدفع المؤثر فيه، وزاد مقدار التغير في زخمه الخطي.
د. نقص مقدار 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 (10 kg) أفقيًا بسرعة ثابتة (5 m/s) شرقًا. إن مقدار الزخم الخطي لهذا الجسم واتجاهه هو:
أ. 0.5 kg.m/s شرقًا. ب. 50 kg.m/s غربًا. ج. 2 kg.m/s شرقًا. د. 50 kg.m/s شرقًا.

5. تتحرك سيارة شمالًا بسرعة ثابتة؛ بحيث كان زخمها الخطي يساوي ($9 \times 10^4\text{ N.s}$). إذا تحركت السيارة جنوبًا بمقدار السرعة نفسه فإن زخمها الخطي يساوي:

أ. $9 \times 10^4\text{ N.s}$. ب. $-9 \times 10^4\text{ N.s}$. ج. $18 \times 10^4\text{ N.s}$. د. 0 N.s .

6. تركض لينا غربًا 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 (A و B) 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 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. رُميت كرة كتلتها m أفقيًا بسرعة مقدارها v نحو جدار؛ فارتدت الكرة أفقيًا 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) غربًا؛ فتصطدم بكرة أخرى ساكنة (B) مماثلة لها تصادمًا مرئيًا في بُعد واحد. إذا توقفت الكرة (A) بعد التصادم، فإن مقدار سرعة الكرة (B) واتجاهها بعد التصادم يساوي:

أ. 2 m/s شرقًا. ب. 2 m/s غربًا. ج. 1 m/s شرقًا. د. 1 m/s غربًا.

10. يركض عمرٌ شرقاً بسرعة (4.0 m/s)، ويقفز في عربةٍ كتلتها (90.0 kg) تتحرك شرقاً بسرعةٍ مقدارها (1.5 m/s). إذا علمتُ أن كتلة عمر (60.0 kg)؛ فما مقدارُ سرعة حركة عمر والعربة معاً؟ وما اتجاهها؟
أ. 2.0 m/s شرقاً. ب. 5.5 m/s غرباً. ج. 2.75 m/s شرقاً. د. 2.5 m/s شرقاً.

11. تقفز شذى من قاربٍ ساكنٍ كتلته (300 kg) إلى الشاطئ بسرعةٍ أفقيّةٍ مقدارها (3 m/s). إذا علمت أن كتلة 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 بعيداً عن الشاطئ.

اقرأ الفقرة الآتية، ثم أجب عن الأسئلة (12-14) بافتراض الاتجاه الموجب باتجاه محور x .

سيارة رياضية كتلتها (1.0×10^3 kg) تتحرك شرقاً ($+x$) بسرعةٍ ثابتةٍ مقدارها (90.0 m/s)، فتصطدم بشاحنةٍ كتلتها (3.0×10^3 kg) تتحرك في الاتجاه نفسه. بعد التصادم التحوطاً معاً وتحركتا على المسار المستقيم نفسه قبل التصادم بسرعةٍ مقدارها (25 m/s).

12. ما الزخم الخطي الكلي للسيارة والشاحنة بعد التصادم؟

أ. -7.5×10^4 kg.m/s ب. 1.0×10^5 kg.m/s

ج. 7.5×10^4 kg.m/s د. -1.0×10^5 kg.m/s

13. ما الزخم الخطي الكلي للسيارة والشاحنة قبل التصادم؟

أ. -7.5×10^4 kg.m/s ب. 7.5×10^4 kg.m/s ج. 1.0×10^5 kg.m/s د. -1.0×10^5 kg.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 زلاجةٍ ساكنةٍ موضوعةٍ على أرضيةٍ غرقةٍ ملساء وهي تحمل حقيبتها. وعندما قذفت حقيبتها إلى الأمام تحركت هي والزلاجة معاً إلى الخلف.

ب. تغطي أرضية ساحات الألعاب عادةً بالعشب أو الرمل، حيث يكمن خطر سقوط الأطفال.

3. أحلل: يقف صياد على سطح قاربٍ صيدٍ طويلٍ ساكنٍ، ثم يتحرك من نهاية القارب نحو مقدمته. أجب عما يأتي:

أ. أفسر: هل يتحرك القارب أم لا؟ أفسر إجابتي.

ب. أفسر: بين مجموع الزخم الخطي للقارب والصياد قبل بدء حركة الصياد وبعد حركته.

4. أحلل: جسمان (A و B) لهما الطاقة الحركية نفسها، هل يكون لهما مقدار الزخم الخطي نفسه؟ أفسر إجابتي.

5. **التفكير الناقد:** حمل رائد فضاءٍ حقيبة معدّاتٍ خاصةٍ لإصلاح خللٍ في الهيكل الخارجي للمحطة الفضائية، وفي أثناء ذلك انقطع الحبل الذي يثبته بها. اقترح طريقةً يُمكن أن يعود بها الرائد إلى المحطة الفضائية. أفسر إجابتي.

6. **أصدرُ حُكمًا:** في أثناء دراسة غيثٍ لهذا الدرس، قال: «إنّ وسائل الحماية في السيارات قديمًا أفضل منها في السيارات الحالية؛ إذ أن هياكل السيارات الحديثة مرنةٌ تشوّه بسهولة عند تعرّض السيارة لحادث، على عكس هياكل السيارات القديمة الصلبة». ناقش صحة قول غيث.

7. **أحلل وأستتج:** تتحرّك سيارةٌ كتلتها $(1.35 \times 10^3 \text{ kg})$ بسرعةٍ مقدارها (15 m/s) شرقًا، فتصطدم بجدارٍ وتتوقف تمامًا خلال فترة زمنيةٍ مقدارها (0.115 s) ، فأحسب مقدار ما يأتي:
أ. التغيّر في الزخم الخطي للسيارة.
ب. القوة المتوسطة التي يؤثر به الجدار في السيارة.

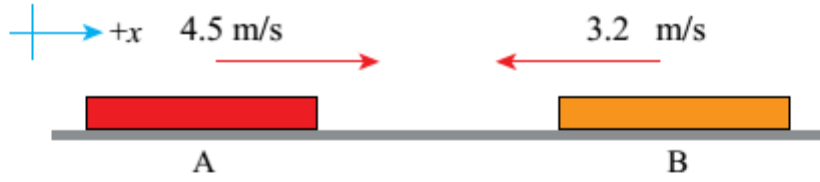


8. **أحسب:** السيارة (A) كتلتها $(1.1 \times 10^3 \text{ kg})$ تتحرك بسرعة (6.4 m/s) باتجاه محور $+x$ ، فتصطدم رأسًا برأس سيارةٍ ساكنةٍ كتلتها $(1.2 \times 10^3 \text{ kg})$ ؛ وتلتحم السيارتان معًا بعد التصادم وتتحركان على المسار المستقيم نفسه قبل التصادم، كما هو موضح في الشكل المجاور. أحسب مقدار ما يأتي:
أ. سرعة السيارتين بعد التصادم، وأحدّد اتجاهها.
ب. الدفع الذي تؤثر به السيارة (B) في السيارة (A).

9. **أستخدم الأرقام:** جسمٌ ساكنٌ موضوع على سطحٍ أفقيٍّ 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 مبتعدًا بسرعة (10.0 m/s) ، فأحسب مقدار ما يأتي:
أ. سرعة اندفاع الجزء A، وأحدّد اتجاهها.
ب. الدفع المؤثر في الجزء A.

10. **أصدرُ حُكمًا:** في أثناء دراسة رُويدًا هذه الوحدة، قالت: «إنّه عندما يقفز شخص من ارتفاعٍ معيّن عن سطح الأرض؛ فإنه يتعيّن عليه أن يبقي رجليه ممدودتين لحظة ملامسة قدميه سطح الأرض حفاظًا على سلامته». ناقش صحة قول رُويدًا بناءً على المفاهيم الفيزيائية التي تعلمتها في هذه الوحدة.

11. **أحسب:** أثرت قوةٌ محصلة مقدارها $(1 \times 10^3 \text{ N})$ في جسم ساكن كتلته (10 kg) وحركته باتجاهها فترةً زمنيةً مقدارها (0.01 s) . أحسب مقدار ما يأتي:
أ. التغيّر في الزخم الخطي للجسم.
ب. السرعة النهائية للجسم.



12. عربتان (A و B)، تتحركان باتجاهين متعاكسين على مسار أفقي مستقيم أملس كما هو موضح في الشكل، فتصطدمان رأساً برأس وترتدان باتجاهين متعاكسين على المسار المستقيم نفسه. إذا علمت أن كتلة العربة A تساوي (0.28 kg)، وسرعة العريبتين بعد التصادم مباشرة: ($v_{Af} = -1.9 \text{ m/s}$) و ($v_{Bf} = 3.7 \text{ m/s}$)، فأجيب عما يأتي:

أ. أحسب مقدار كتلة العربة (B).
ب. أستخدم القانون الثالث لنيوتن في الحركة لتوضيح سبب أن يكون الزخم الخطي محفوظاً في هذا التصادم.
ج. أوضح هل التصادم مرناً أم غير مرناً؟

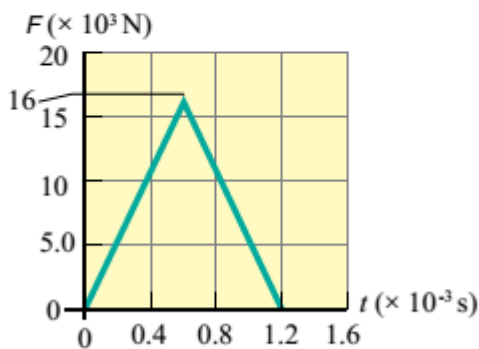
13. أطلقت مريم سهمًا كتلته (0.20 kg) أفقيًا بسرعة مقدارها (15 m/s) باتجاه الغرب نحو هدف ساكن كتلته (5.8 kg)، فاصطدم به واستقر فيه وتحركا كجسم واحد نحو الغرب. أحسب مقدار ما يأتي:

أ. سرعة النظام (السهم 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 بكررة 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. **أفسر البيانات:** يوضح الشكل المجاور منحنى (القوة - الزمن) للقوة المحصلة المؤثرة في كرة بيسبول كتلتها (145 g) في أثناء زمن تلامسها مع المضرب. أستعين بهذا المنحنى والبيانات المثبتة فيه للإجابة عما يأتي بإهمال وزن الكرة:



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

ب. **أحسب** 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.

إجابات مراجعة الوحدة

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
ج	د	ج	ب	ج	د	ب	ج	ج	أ	ب	د	ج	أ	د

.2

أ. الزخم الخطي للنظام (نرجس-الحقيبة-الزلاجة) محفوظ ويساوي صفرًا؛ بسبب وضع السكون قبل رمي الحقيبة، فالزخم الخطي للحقيبة عند قذفها يساوي الزخم الخطي لنرجس والزلاجة في المقدار، ويعاكسه في الاتجاه، لذلك تتحرك نرجس والزلاجة بعكس اتجاه حركة الحقيبة.

ب. العشب أو الرمل يتشوهان أثناء الاصطدام، بحيث يزداد زمن اصطدام الطفل. وباستخدام العلاقة $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ ، ولأن مقدار التغير في الزخم ثابت، فإن مقدار القوة المؤثرة يقل بزيادة Δt .

.3

أ. نعم يتحرك القارب؛ الزخم الخطي محفوظ، لذا فإن حركة الصياد نحو مقدمة القارب تؤدي إلى حركة القارب في الاتجاه المعاكس بمقدار الزخم الخطي نفسه، فيكون مجموع الزخم الخطي لهما صفرًا.
ب. الزخم الخطي الابتدائي للنظام المكوّن من القارب والصياد يساوي صفرًا، لذا يجب أن يساوي الزخم الخطي النهائي للنظام صفرًا أيضًا بحسب قانون حفظ الزخم الخطي.

.4. لهما الطاقة الحركية نفسها:

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \Rightarrow p_1 v_1 = p_2 v_2$$

لذلك يمتلكان مقدار الزخم الخطي نفسه فقط إذا تساوت سرعتاهما في المقدار وتساوت كتلتاهما أيضًا.

5. يرمي رائد الفضاء حقيبة المعدات بعيدًا عن المحطة الفضائية، وحسب قانون حفظ الزخم الخطي يندفع الرائد نحو المحطة.

6. كلام غيث غير صحيح علميًا؛ لأن التشوه في هيكل السيارة عند تعرّضها لحادث يُساهم في إبطاء سرعتها تدريجيًا، وبالتالي زيادة زمن التصادم مما يُقلّل من مقدار القوة المؤثرة في السائق والركاب.

.7

أ. أختار الاتجاه الموجب باتجاه محور $+x$ (الشرق)، وأحسب التغير في الزخم الخطي للسيارة كما يأتي:

$$\begin{aligned} \Delta p &= p_f - p_i = mv_f - mv_i = m(v_f - v_i) \\ &= 1.35 \times 10^3 \times (0 - 15) \\ &= -20.25 \times 10^3 \text{ kg.m/s} \end{aligned}$$

$$= -2.025 \times 10^4 \text{ kg.m/s}$$

التغير في الزخم الخطي سالب، إذ يكون باتجاه محور $-x$ ؛ باتجاه القوة المحصلة التي يؤثر بها الجدار في السيارة.

ب. أستخدم القانون الثاني لنيوتن.

$$\Sigma F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{-2.025 \times 10^4}{0.115} = -1.761 \times 10^5 \text{ N}$$

.8

أ. أختار نظام إحداثيات يكون فيه الاتجاه الموجب باتجاه محور $+x$.

أطبق قانون حفظ الزخم الخطي؛ الزخم الخطي الكلي للسيارتين قبل التصادم مباشرة يساوي الزخم الخطي الكلي لهما بعد التصادم مباشرة. بعد التصادم تتحرك السيارتان معًا كجسم واحد، بالسرعة نفسها على المسار نفسه قبل التصادم.

$$\Sigma p_i = \Sigma p_f$$

$$p_{Ai} + p_{Bi} = p_f$$

$$m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = (m_A + m_B) v_f$$

$$1.1 \times 10^3 \times 6.4 + 1.2 \times 10^3 \times 0 = (1.1 \times 10^3 + 1.2 \times 10^3) v_f$$

$$v_f = \frac{7.04 \times 10^3}{2.3 \times 10^3} = 3.06 \text{ m/s} \approx 3.1 \text{ m/s}$$

$$v_f = 3.1 \text{ m/s}, +x$$

السرعة المتجهة النهائية للسيارتين موجبة، وهذا يعني أن اتجاه سرعتهما باتجاه محور $+x$ ، أي بنفس اتجاه حركة السيارة (A) قبل التصادم.

ب. الدفع الذي تؤثر به السيارة (B) في السيارة (A) هو (I_{BA}) ويساوي التغير في الزخم الخطي للسيارة (A). أستخدم مبرهنة (الزخم الخطي - الدفع) لحسابه.

$$I_{BA} = \Delta p_A = p_{Af} - p_{Ai}$$

$$= m_A (v_{Af} - v_{Ai}) = 1.1 \times 10^3 \times (3.1 - 6.4)$$

$$= -3.63 \times 10^3 \text{ kg.m/s}$$

$$I_{BA} = 3.63 \times 10^3 \text{ kg.m/s}, -x$$

الدفع سالب، حيث يؤثر في السيارة (A) باتجاه محور $-x$.

9. أختار نظام إحداثيات يكون فيه الاتجاه الموجب باتجاه حركة الجزء B، وأفترض أنه



باتجاه المحور $+x$.

أ. أطبق قانون حفظ الزخم الخطي، مع ملاحظة أن مجموع الزخم الخطي لجزأي الجسم يساوي صفرًا قبل انفصال الجزء B.

$$\sum p_i = \sum p_f$$

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

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

$$0 = 8.0 \times 10^2 \times v_{Af} + 1.5 \times 10^3 \times 10.0$$

$$v_{Af} = \frac{-1.5 \times 10^4}{8.0 \times 10^2}$$

$$= -18.75 \text{ m/s}$$

$$v_{Af} = 18.75 \text{ m/s, } -x$$

بما أن السرعة النهائية للجزء A سالبة، فهذا يعني أنها اتجاه سرعته بعكس اتجاه حركة الجزء B.

ب. الدفع الذي يؤثر به الجزء B في الجزء A هو (I_{BA}) . أستخدم مبرهنة (الزخم الخطي - الدفع) لحسابه.

$$I_{BA} = \Delta p_A = p_{Af} - p_{Ai}$$

$$= m_A (v_{Af} - v_{Ai})$$

$$= 8.0 \times 10^2 \times (-18.75 - 0)$$

$$= -1.500 \times 10^4 \text{ kg. m/s}$$

$$I_{BA} = 1.500 \times 10^4 \text{ kg. m/s, } -x$$

الدفع سالب، حيث يؤثر في الجزء A بعكس اتجاه حركة الجزء B.

10. كلامها غير صحيح علميًا؛ لأنه عند ثني الرجلين تزداد الفترة الزمنية المستغرقة لإيقاف الجسم،

فيقل مقدار القوة المتوسطة المؤثرة فيه للتغير نفسه في الزخم الخطي.

.11

أ.

$$F \Delta t = I = \Delta p$$

$$\Delta p = 1 \times 10^3 \times 0.01 = 10 \text{ N.s}$$

ب. باعتبار اتجاه تأثير القوة المحصلة هو الاتجاه الموجب، والجسم انطلق من السكون.

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

$$10 = 10 (v_f - 0)$$

$$v_f = 1 \text{ m/s}$$

.12

أ. أستخدم قانون حفظ الزخم الخطي.

$$\Sigma p_i = \Sigma p_f$$

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

$$0.28 \times 4.5 + m_B \times (-3.2) = 0.28 \times (-1.9) + m_B \times 3.7$$

$$6.9 m_B = 1.792$$

$$m_B = 0.26 \text{ kg}$$

ب. من القانون الثالث لنيوتن: $F_{AB} = -F_{BA}$ ، وبضرب الطرفين في زمن التصادم الذي يكون متساوياً لكلا الجسمين، أجد أن:

$$F_{AB} \Delta t = -F_{BA} \Delta t$$

$$I_{AB} = -I_{BA}$$

$$\Delta p_B = -\Delta p_A$$

$$\Delta p_A + \Delta p_B = 0$$

وهذا يعني أن الزخم الخطي محفوظ في التصادم، حيث يكون التغير في الزخم الخطي للجسم (A) مساوياً في المقدار ومعاكساً في الاتجاه للتغير في الزخم الخطي للجسم (B).

ج. أحسب التغير في الطاقة الحركية.

$$\Delta KE = KE_f - KE_i$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{2} m_A v_{Af}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{Bf}^2 - \left[\frac{1}{2} m_A v_{Ai}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{Bi}^2 \right] \\
&= \frac{1}{2} \times 0.28 \times (1.9)^2 + \frac{1}{2} \times 0.26 \times (3.7)^2 - \frac{1}{2} \times 0.28 \times (4.5)^2 \\
&\quad - \frac{1}{2} \times 0.26 \times (3.2)^2 \\
&= 2.2851 - 4.1662 = -1.8811 \text{ J}
\end{aligned}$$

بما أن الطاقة الحركية غير محفوظة فإن التصادم غير مرن.

.13

أ. أختار نظام إحداثيات يكون فيه الاتجاه الموجب باتجاه الشرق، باتجاه محور $+x$.

أستخدم قانون حفظ الزخم الخطي. الرمز A للسهم والرمز B للهدف.

$$\sum p_i = \sum p_f$$

$$m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = (m_A + m_B) v_f$$

$$0.20 \times -15 + 0 = (0.20 + 5.8) v_f$$

$$v_f = -0.50 \text{ m/s}$$

$$v_f = 0.50 \text{ m/s}, -x$$

ب.

$$\Delta KE = KE_f - KE_i$$

$$= \frac{1}{2} (m_A + m_B) v_f^2 - \left[\frac{1}{2} m_A v_{Ai}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{Bi}^2 \right]$$

$$= \frac{1}{2} \times (0.20 + 5.8) \times (0.50)^2 - \left[\frac{1}{2} \times 0.20 \times (15)^2 + 0 \right]$$

$$= 0.75 - 22.5 = -21.75 \text{ J}$$

.14

أ. أختار نظام إحداثيات يكون فيه الاتجاه الموجب باتجاه الشرق (باتجاه محور $+x$).

أستخدم قانون حفظ الزخم. الرمز A للكرة الأولى والرمز B للكرة الثانية.

$$\sum p_i = \sum p_f$$

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

$$1.5 \times 10^{-2} \times (-0.225) + 3.0 \times 10^{-2} \times 0.180 \\ = 1.5 \times 10^{-2} \times 0.315 + 3.0 \times 10^{-2} \times v_{Bf}$$

$$-3.375 \times 10^{-3} + 5.4 \times 10^{-3} = 4.725 \times 10^{-3} + 0.030 \times v_{Bf}$$

$$v_{Bf} = \frac{2.025 \times 10^{-3} - 4.725 \times 10^{-3}}{0.030} = -\frac{2.7 \times 10^{-3}}{0.030} = -0.09 \text{ m/s}$$

$$v_{Bf} = 0.09 \text{ m/s}, -x$$

بما أن إشارة v_{Bf} سالبة، فإن اتجاه حركة الكرة الثانية يكون غربًا.

ب. أحسب التغير في الطاقة الحركية.

$$\Delta KE = KE_f - KE_i$$

$$= \frac{1}{2} m_A v_{Af}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{Bf}^2 - \left[\frac{1}{2} m_A v_{Ai}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{Bi}^2 \right]$$

$$= \frac{1}{2} \times [1.5 \times 10^{-2} \times (0.315)^2 + 3.0 \times 10^{-2} \times (0.09)^2] \\ - \frac{1}{2} \times [1.5 \times 10^{-2} \times (0.225)^2 + 3.0 \times 10^{-2} \times (0.180)^2]$$

$$= 8.6569 \times 10^{-4} - 8.6569 \times 10^{-4} = 0$$

بما أن الطاقة الحركية محفوظة فإن التصادم مرن.

.15

أ. مقدار القيمة العظمى للقوة التي يؤثر بها المضرب في الكرة، ويساوي $(16 \times 10^3 \text{ N})$.

ب. مقدار الدفع المؤثر في الكرة خلال فترة تأثير القوة المحصلة فيها يساوي المساحة المحصورة بين منحنى (القوة - الزمن) ومحور الزمن، ويساوي مساحة المثلث الموضح في الشكل. وأحسب مقداره كما يأتي:

$$I = \text{Area} = \frac{1}{2} \times (1.2 - 0) \times 10^{-3} \times 16 \times 10^3 = 9.6 \text{ kg.m/s}$$

اتجاه الدفع باتجاه القوة المحصلة المؤثرة في الكرة.

ج. أستخدم مبرهنة (الزخم الخطي - الدفع) لحساب مقدار السرعة النهائية للكرة في نهاية الفترة الزمنية.

$$I = \Delta p = p_f - p_i$$

$$9.6 = mv_f - 0$$

$$v_f = \frac{9.6}{145 \times 10^{-3}} = 66.2 \text{ m/s}$$

د. أستخدم القانون الثاني لنيوتن لحساب القوة المتوسطة المؤثرة في الكرة، كما يأتي:

$$\begin{aligned} \sum F &= \bar{F} = \frac{\Delta p}{\Delta t} \\ &= \frac{9.6}{1.2 \times 10^{-3}} \\ &= 8 \times 10^3 \text{ N} \end{aligned}$$

أو يمكن استخدام العلاقة الآتية لحساب القوة المتوسطة:

$$\begin{aligned} I &= \sum F \Delta t = \bar{F} \Delta t \\ \bar{F} &= \frac{I}{\Delta t} = \frac{9.6}{1.2 \times 10^{-3}} = 8 \times 10^3 \text{ N} \end{aligned}$$

اسئلة من منهاج فلسطين

س١: ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي:

١. أي الكميات الآتية تمثل (المعدل الزمني للتغير في الزخم)؟

(أ) الدفع (ب) الشغل (ج) القوة (د) التسارع

٢. ما مقدار الدفع على الحائط عند اصطدام جسم كتلته 2 kg يتحرك أفقياً بسرعة 4 m/s بحائط وارتداده بنفس السرعة بوحدة (N.s) باتجاه معاكس لحركته؟

(أ) 8 (ب) 16 (ج) 0 (د) 32

٣. إذا مثلت العلاقة بيانياً بين الزخم لجسم على المحور الصادي والزمن على المحور السيني، ماذا يمثل ميل المنحنى؟

(أ) الزخم (ب) مقلوب الدفع (ج) الطاقة الحركية (د) القوة

٤. جسم كتلته 0.5 kg سقط من السكون من ارتفاع 180 cm عن سطح الأرض، ما مقدار زخمه عند وصوله الأرض بوحدة (kg.m/s)؟

(أ) 5 (ب) 6 (ج) 3 (د) 9

٥. يدور قمر صناعي حول الأرض فإذا كانت كتلته (m) ومقدار سرعته (v) ثابت، فما مقدار التغير في زخمه لدى اجتيازه نصف المدار حول الأرض؟

(أ) 0 (ب) $\frac{1}{2} m v$ (ج) $m v$ (د) $2 m v$

٦. جسم كتلته 4 kg يتحرك بسرعة 2 m/s أثرت عليه قوة 8N بنفس اتجاه حركته لمدة 5s، كم يصبح مقدار زخمه بوحدة (kg.m/s)؟

(أ) 32 (ب) 8 (ج) 40 (د) 48

٧. كرة كتلتها 0.2 kg تقترب أفقياً من مضرب لاعب بسرعة 40 m/s وترتد عنه بالإتجاه المعاكس بسرعة 50 m/s إذا دام التلامس 0.2s، فكم يساوي مقدار متوسط القوة التي يؤثر بها المضرب على الكرة بوحدة N؟

(أ) 18 (ب) 10 (ج) 90 (د) 2

٨. في منحنى (القوة - الزمن)، ماذا تمثل المساحة تحت المنحنى؟

(أ) التغير في السرعة (ب) التسارع (ج) الدفع (د) الزخم

٩. إذا دفع رجل كتلته 70 kg يقف على أرض جليدية أفقية ولدأ ساكناً كتلته 50 kg، فكم يساوي التغير في زخم الرجل والولد معاً بوحدة (kg.m/s)؟

(أ) 0 (ب) 100 (ج) 140 (د) 240

١٠. إذا علمت مقدار الدفع المؤثر على جسم كتلته (m)، فأى مما يأتي تستطيع حسابه؟

(أ) سرعته الابتدائية (ب) سرعته النهائية (ج) تسارعه (د) التغير في سرعته

١١. قذيفة كتلتها 2 kg انطلقت أفقياً بسرعة 200 m/s من فوهة مدفع ساكن كتلته 500 kg، ما سرعة ارتداد المدفع بوحدة (m/s)؟

(أ) 1.25 (ب) 0.75 (ج) 0.8 (د) 2.5

س٢: وضح المقصود بكل من: الزخم، والدفع، والنظام المعزول.

س٣: علل:

١. تنكسر بيضة نيئة إذا سقطت من ارتفاع ما باتجاه أرض صلبة من الإسمنت وقد لا تنكسر البيضة نفسها إذا وقعت على أرض رملية من نفس الارتفاع.

٢. تكون مواشير بنادق الصيد طويلة.

٣. سرعة ارتداد المدفع أقل بكثير من سرعة انطلاق القذيفة.

س٤: أثرت قوة مقدارها 15 N في جسم، ودام تأثيرها 7s، احسب:

أ- الدفع الذي أثر في الجسم.

ب- الزمن اللازم لقوة مقدارها 1.5 N تؤثر في الجسم ويكون لها نفس دفع القوة الأولى.

س٥: ضرب لاعب كرة ساكنة كتلتها 0.6 kg، فانطلقت بسرعة 15 m/s، احسب:

أ- التغير في زخم الكرة.

ب- متوسط القوة التي أثر بها اللاعب على الكرة إذا دام التلامس 0.06s.

س٦: أثرت قوة لمدة 0.6 s على جسم، فازداد زخمه بمقدار 12 kg.m/s، احسب متوسط القوة المؤثرة.

س٧: سائق سيارة كتلته 80 kg يقود سيارة بسرعة 25 m/s شاهد حيوانا على الطريق، فضغط على الكوابح، ليتفادى الاصطدام بالحيوان، فاندفع إلى الأمام إلا أن حزام الأمان أوقفه عن الحركة خلال 0.5 s، أجب عما يأتي:

١. ما متوسط القوة التي أثر بها حزام الأمان في السائق؟

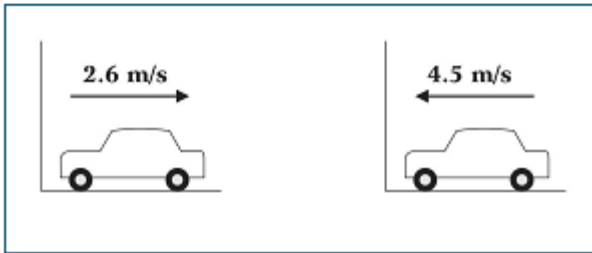
٢. ما متوسط القوة التي سيؤثر بها المقود في السائق عند ارتطامه به خلال 0.001 s في حالة عدم وضع حزام الأمان؟

٣. ماذا تستنتج من خلال إجابتك عن الفرعين السابقين؟

س٨: تسير سيارة كتلتها 600 kg بجانب متسابق وبسرعة 9 km/h، إذا كانت كتلة المتسابق 60 kg

- ما مقدار زخم كل من السيارة والمتسابق؟

- هل يمكن أن يركض المتسابق بحيث يكون له زخم السيارة نفسه؟ علل إجابتك.

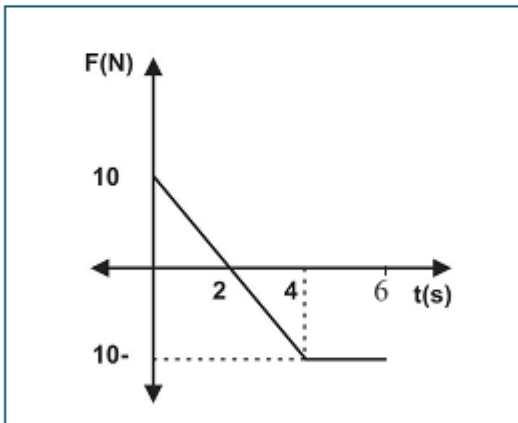


س٩: في الشكل تقترب سيارة كتلتها 1600 kg من جدار وترتد عنه في الإتجاه المعاكس، فما:

١. التغير في زخم السيارة.

٢. الطاقة الحركية المفقودة.

س١٠: جسم كتلته (2 kg) يتحرك بسرعة (5 m/s) على سطح أفقي أملس، أثرت عليه قوة متغيرة، مثلت بيانياً مع الزمن كما في الشكل المجاور، بالاعتماد على البيانات المثبتة عليه، جد:



١. أكبر سرعة يمكن أن يمتلكها الجسم في نفس إتجاه حركته.

٢. زمن توقف الجسم.

٣. دفع القوة خلال 4 s ، 6 s.

٤. متوسط القوة المؤثرة من بداية تأثيرها وحتى سکون الجسم.

الإجابات

س1: ضع دائرة حول رمز الاجابة الصحيحة

رقم الفقرة	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
رمز الاجابة	ج	ب	د	ج	د	د	ج	ج	أ	د	ج

س2: وضح المقصود بكل من :

- **الزخم**: كمية فيزيائية متجهة تساوي حاصل ضرب كتلة الجسم في سرعته وتكون باتجاه السرعة.
- **الدفع**: كمية فيزيائية متجهة تساوي حاصل ضرب متوسط القوة في زمن تأثيرها واتجاهه باتجاه القوة
- **النظام المعزول**: النظام الذي تكون محصلة القوى الخارجية المؤثرة عليه تساوي صفراً، فيكون مجموع زخم هذه الأجسام ثابتاً او محفوظ.

س 4 : علل

1. حسب العلاقة $(F = \frac{\Delta P}{\Delta t})$: عندما تسقط البيضة على أرض صلبة يكون زمن التصادم Δt صغيرة جداً فتكون قوة الدفع المؤثرة على البيضة كبيرة جداً فتتكسر، أما على الأرض الرملية يكون زمن التصادم Δt كبير حيث تحتاج البيضة لفترة زمنية لانغرازها في الرمل، فتكون قوة الدفع المؤثرة على البيضة صغيرة فلا تنكسر.
2. لزيادة زمن تأثير قوة الدفع على القذيفة أو الرصاصة وبالتالي زيادة الدفع على القذيفة والذي يؤدي إلى تغير كبير في الزخم $(I = \Delta P = F \times \Delta t)$ فتخرج القذيفة بسرعة كبيرة وبالتالي يزيد مداها الأفقي.
3. لأن كتلة المدفع أكبر بكثير من كتلة القذيفة، فإن سرعة ارتداد المدفع أقل بكثير من سرعة انطلاق القذيفة ، حيث الزخم محفوظ (زخم المدفع = زخم القذيفة).

س 4:

1. $I = F \times \Delta t = 15 \times 7 = 105 \text{ N.s}$

2. $105 = 1.5 \times \Delta t \longrightarrow \Delta t = 70 \text{ s}$

س 5: أ- التغير في الزخم $\Delta P = m \times \Delta v = 0.6 \times 15 = 9 \text{ kg.m / s}$

ب- متوسط القوة $F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{9}{0.06} = 150 \text{ N}$

$$F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{12}{0.6} = 20 \text{ N} \quad \text{متوسط القوة المؤثرة} \quad \text{س 6 :}$$

س 7 :

$$F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{m(v_f - v_i)}{\Delta t} = \frac{80(0-25)}{0.5} = -4000 \text{ N} \quad \text{أ. متوسط القوة التي أثر بها حزام الأمان في السائق}$$

ب. متوسط القوة التي يؤثر بها المقود في السائق في حالة عدم وجود حزام امان

$$F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{m(v_f - v_i)}{\Delta t} = \frac{80(0-25)}{0.001} = -2 \times 10^6 \text{ N}$$

ج. نستنتج أن حزام الأمان يعمل على إطالة الزمن مما يقلل القوة المؤثرة على السائق.

س 8 :

$$P = mv = 600 \times \frac{9 \times 1000}{60 \times 60} = 1500 \text{ kg.m/s} \quad \text{1. زخم السيارة}$$

$$P = mv = 60 \times \frac{9 \times 1000}{60 \times 60} = 150 \text{ kg.m/s} \quad \text{زخم المتسابق}$$

$$P = mv \rightarrow 1500 = 60 \times v \quad \text{2.}$$

$$v = \frac{1500}{60} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 90 \text{ km/h}$$

لا يمكن لأي شخص أن يركض بهذه السرعة.

س 9 :

$$\Delta P = m(v_f - v_i) = 1600 \times (2.6 - -4.5) = 11360 \text{ kg.m/s} \quad \text{1. التغير في زخم السيارة}$$

$$\Delta K = \frac{1}{2} \times 1600 \times ((2.6)^2 - (4.5)^2) = -10792 \text{ J} \quad \text{2. التغير في الطاقة الحركية}$$

إشارة السالب في التغير في الطاقة الحركية تعني انها طاقة مفقودة

س 10 :

1. أكبر سرعة يمكن ان يمتلكها الجسم في نفس اتجاه الحركة تكون في نهاية الدفع الموجب.
نحسب الدفع خلال ($t=2$) عندها تكون السرعة أكبر ما يمكن بنفس اتجاه الحركة

$$I = \frac{1}{2} \times 2 \times 10 = 10 \text{ N.s}$$

$$I = \Delta P$$

$$10 = 2(v_2 - 5) \longrightarrow v_2 = 10 \text{ m/s}$$

2. نفرض أن الجسم يتوقف عند (t).

$$I = \Delta P$$

$$\frac{1}{2} \times 2 \times 10 - \frac{1}{2} \times [(t-2) + (t-4)] \times 10 = 2(0-5)$$

$$t = 5 \text{ s}$$

3. الدفع عند ($t=4$)

$$I = \frac{1}{2} \times 2 \times 10 + \frac{1}{2} \times [4 - 2] \times -10$$

$$I = 0$$

- الدفع عند ($t=6$)

$$I = 0.5 \times 2 \times 10 - 0.5 \times [2+4] \times 10 = -20 \text{ N.s}$$

4. عند سكون الجسم يكون ($t=5$) والدفع عندها يساوي ($I = \Delta P = -10 \text{ N.s}$)

$$F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{-10}{5} = -2 \text{ N}$$