الوحدة الأولى

الزاجر الخطي والانضباط المدرسي

یحیی شجری

الزخم الخطي (p)

- هو ناتج ضرب كتلة الجسم (m) في سرعته المتجهة (v) .

ورمزه (p) ، ووحدة قياسه $(kg.m\backslash s)$.

$p = mv$ [كمية التحرُّك]

- الزخم كمية متجهة ، له نفس اتجاه السرعة ، ويعتمد على :-

1- كتلة الجسم
2- سرعة الجسم
} تناسب طردي

* ΣF = القوة المحصلة المؤثرة في الجسم . ثابتة $\equiv m$

* $\overline{F}$ ≡ متوسط القوة

$$* \sum F = m\,a = m\,\frac{dv}{dt} = \frac{dp}{dt}$$

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

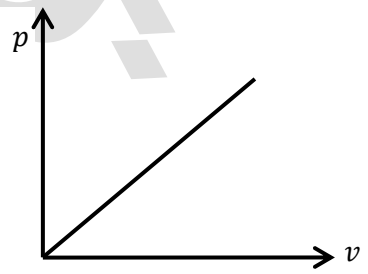
- نص قانون نيوتن الثاني حسب الزخم :-

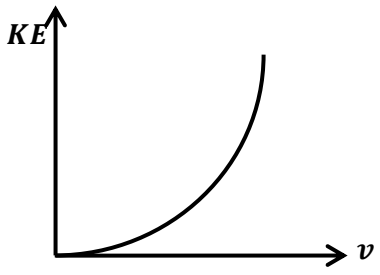
(المعدل الزمني لتغير الزخم الخطي لجسم يساوي القوة المحصلة المؤثرة فيه) .

* يكون اتجاه التغير في الزخم باتجاه القوة المحصلة دائمًا .

* الطاقة الحركية كمية قياسية .

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





* غالبًا الطاقة الحركية > الزخم الخطي لنفس الجسيم

* KE ≡ دائمًا موجبة [كمية قياسية]

* P ≡ ممكن + محور موجب $(+x)$ $(+y)$

≡ ممكن− محور سالب $(-x)$ $(-y)$

كمية متجهة

* الجسم الساكن لا يمتلك زخم خطي أو طاقة حركية .

* الدفع (I) :-

ناتج ضرب القوة المحصلة المؤثرة في الجسم في زمن تأثيرها

$$* I = \Sigma F \ \Delta t = \Delta p = p_F - p_i$$

$$= mV_F - mV_i$$

مبرهنة (الزخم الخطي- الدفع)

---

* الدفع كمية متجهة له نفس اتجاه (ΣF) .

* عند ثبات القوة ⟵ $(\Delta p \propto \Delta t)$

* عند ثبات التغير في الزخم ⟵ $(\Sigma F \frac{1}{\propto} \Delta t)$

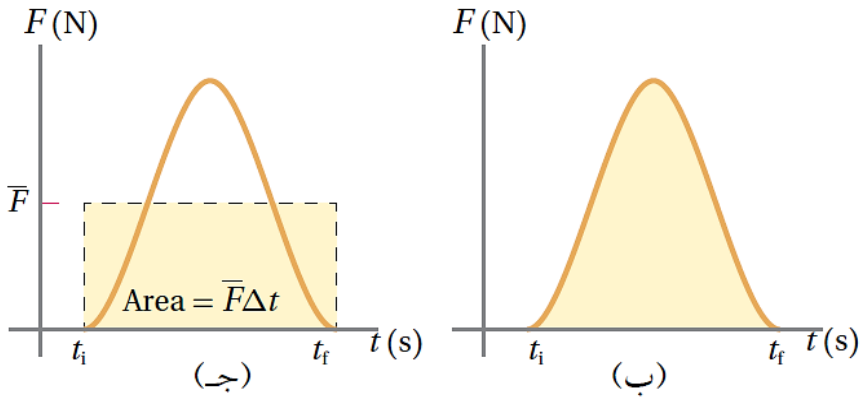
* يقاس الدفع بوحدة $(N.s)$ ويكافيء $(kg.m\backslash s)$

---

*نص مبرهنة (الزخم الخطي- الدفع) :-

(دفع قوة محصلة مؤثرة في جسم يساوي التغير في زخمه الخطي) .

* مثال : لاعب يركل كرة القدم



- مساحة ما تحت المنحنى :- يُعطي مقدار الدفع المؤثر في الكرة .

أو باستخدام مقدار القوة المتوسطة $(\bar{F})$ مضروبًا في زمن تأثيرها.

ملاحظة:- نقوم بحساب متوسط القوة وذلك لصعوبة تحديد مقدار القوة المؤثرة اللحظية المتغيرة في كل لحظة.

- القوة المتوسطة:- هي القوة المحصلة الثابتة التي إذا أثرت في الجسم لفترة زمنية (Δt) لأحدثت

الدفع نفسه الذي تحدثه القوة المتغيرة أثناء الفترة الزمنية نفسها.

أمثلة :-

1-عند ثبات القوة المحصلة $(\Delta p \propto \Delta t)$

* دفع عربة تسوق بقوة ثابتة:-

يزداد الزخم الخطي للعربة بزيادة زمن تأثير القوة فيها.

2- عند ثبات التغير في الزخم $\left(\Sigma F \underset{\propto}{\frac{1}{}} \Delta t\right)$

*هبوط المظلي على سطح الأرض :-

يُثني المظلي رجليه فتزداد الفترة الزمنية للهبوط ويقلل القوة المحصلة .

* زيادة الفترة الزمنية بالزخم دائماً يعمل على :

1) زيادة الزخم الخطي .

2) (أو) تقليل القوة المحصلة .

* عند ثبات الفترة الزمنية (Δt) . $[\ \Sigma F \propto \Delta p\ ]$

مثال:-

وُضع صندوق كتلته $(100\ kg)$ في شاحنة تتحرّك شرقًا بسرعة مقدارها $(20\ m\backslash s)$، إذا ضغط السائق على المكابح ، فتوقف الشاحنة خلال $(5\ s)$ ، من لحظة ضغط المكابح ، احسب :-

أ) الزخم الخطي الابتدائي والنهائي للصندوق .

ب) الدفع المؤثر في الصندوق .

ج) قوة الاحتكاك المتوسطة التي قامت بإيقاف الشاحنة .

الحـــــــــــل

أ)

$$p_i = mv_i = 100 \times 20 = 2 \times 10^3\ kg.m\backslash s\ , (+x)$$

$$p_f = mv_f = 100 \times 0 = 0$$

ب)

$$I = \Delta p = p_f - p_i = 0 - 2 \times 10^3$$

$$= -2 \times 10^3\ kg.m\backslash s.(-x)$$

- يؤثر الدفع بعكس اتجاه سرعته الابتدائية للصندوق لإيقافه .

ج)

$$\Sigma F = \overline{F}_s = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{-2 \times 10^3}{5}$$

$$\overline{F}_s = -4 \times 10^2\ N\ ,\quad (-x)$$ لأنها سالبة

---

* انتبه للإتجاهات

* وحدة قياس الدفع $(N.s)$ وتُكافيء $(kg.m\backslash s)$

مثال :-

يركل لاعب كرة قدم ساكنة كتلتها $(0.45\ kg)$، فتنطلق بسرعة $(30\ m\backslash s)$ باتجاه $(+x)$ ، إذا علمت أن القوة المحصلة المؤثرة المتوسطة في الكرة تساوي $(135\ N)$ ، احسب :-

(بإهمال وزن الكرة)

أ) زخم الكرة لحظة ابتعادها عن قدم اللاعب.

ب) زمن تلامس الكرة مع قدم اللاعب.

ج) الدفع المؤثر في الكرة.

الحـــــــــــل

أ)

$$p_f = m\,v_f = 0.45 \times 30 = 13.5\ kg.m\backslash s\ ,(+x)$$

$$p_i = 0$$

ب)

$$\Sigma F = \frac{\Delta p}{\Delta t} \Longrightarrow \Delta t = \frac{\Delta p}{\Sigma F} = \frac{p_f - p_i}{\Sigma F}$$

$$\Delta t = \frac{13.5 - 0}{135} = 0.1\ s$$

ج)

$$I = \Delta p = p_f - p_i = 13.5 - 0$$

$$= 13.5\ kg.m\backslash s\ ,(+x)$$

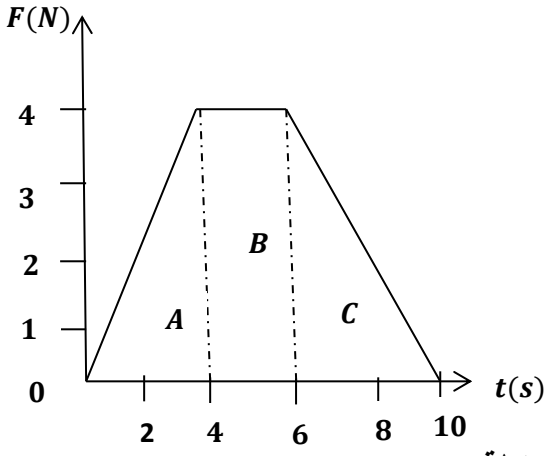
أو

$$I = \Sigma F\ \Delta t = 135 \times 0.1$$

$$= 13.5\ N.s\ ,(+x)$$

مثال:-

تؤثر قوة باتجاه محور $(+x)$ في صندوق ساكن كتلته $(3\ kg)$ في مدة زمنية مقدارها $(10\ s)$ ، كما بالشكل المجاور، احسب ما يلي :-



أ) الدفع المؤثر في الصندوق خلال الفترة الزمنية كاملة.

ب) سرعة الصندوق النهائية في نهاية الفترة الزمنية.

ج) القوة المتوسطة المؤثرة في الصندوق خلال هذه الفترة.

الحـــــــــــل

أ)

$$I = I_A + I_B + I_C = \frac{1}{2} \times 4 \times 4 + 4 \times 2 + \frac{1}{2} \times 4 \times 4$$

$$= 8 + 8 + 8 = 24\ kg.m\backslash s\ , (+x)$$

ب)

$$I = \Delta p = p_f - p_i = m\, v_f - 0$$

$$v_f = \frac{I}{m} = \frac{24}{3} = 8\ m\backslash s\ , (+x)$$

ج)

$$\overline{F} = \Sigma F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{24}{10} = 2.4\ N\ , (+x)$$

سؤال (1):-

كرة تنس كتلتها $(60\ g)$، بقذفها لاعب إلى أعلى، وعند وصولها إلى قمة مسارها يضربها اللاعب أفقيًا بسرعة مقدارها $(55\ m\backslash s)$ باتجاه $(+x)$، إذا علمت أنّ زمن تلامس الكرة مع المضرب $(4 \times 10^{-3}\ s)$، احسب:-

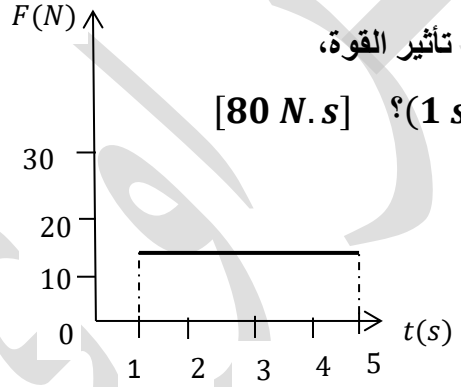
أ) الدفع الذي يؤثر به المضرب في الكرة. $[3.3\ N.s\ +x]$

ب) القوة المتوسطة التي أثر بها المضرب في الكرة. $[825\ N\ +x]$

سؤال (2):

يوضح الشكل المجاور العلاقة بين القوة المؤثرة في جسم وزمن تأثير القوة،

جد مقدار الدفع الذي تحدثه القوة في الفترة الزمنية $(1\ s \rightarrow 5\ s)$؟ $[80\ N.s]$



سؤال (3):-

تؤثر قوة في جسم كتلته $(4\ kg)$، ويتحرك بسرعة $(5\ m\backslash s)$ شرقًا ، لمدة زمنية مقدارها $(10\ s)$ فتصبح سرعته النهائية $(8\ m\backslash s)$،

احسب:-

أ) التغير في الزخم الخطي للجسم . $[12\ kg.m\backslash s\ + x]$

ب) القوة المتوسطة المؤثرة فيه. $[1.2\ N\ + x]$

سؤال (4):-

*** اثبت أن الطاقة الحركية لجسم كتلته (m) وزخمه الخطي (p) تُعطى بالعلاقة :-** $KE = \frac{p^2}{2m}$

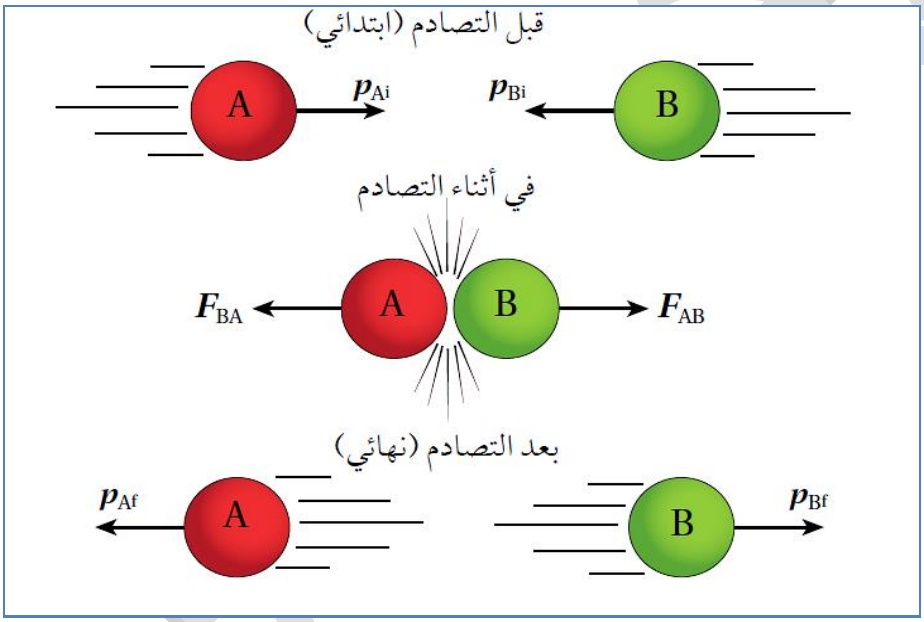
حفظ الزخم الخطي في بُعد واحد

* يكون الزخم الخطي محفوظ بالنظام المعزول (شرط) .

أي يتأثر النظام بقوى داخلية فقط ، ولا يتأثر بقوى خارجية .

أي مجموع القوى الخارجية المحصلة المؤثرة فيه تساوي صفرًا.

أو نقوم بإهمالها مثل قوة الاحتكاك :



- أثناء تصادم كرتين كما بالشكل السابق ، تؤثر كل منهما بالأخرى بقوة متساوية مقداراً و متعاكسة اتجاهًا أثناء عملية التصادم وذلك حسب قانون نيوتن الثالث (لكل فعل رد فعل)

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

- الفترة الزمنية نفسها للكرتين ، بالتالي فإن دفع كل كرة على الأخرى متساوي مقدارًا ومتعاكس اتجاهًا ،

$$\boldsymbol{I_{AB} = -I_{BA} \Rightarrow \Delta p_B = -\Delta p_A}$$

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

وبترتيب الحدود نجد أنّ :-

$$p_{Ai} + p_{Bi} = p_{Af} + p_{Bf} \Longrightarrow \Sigma p_i = \Sigma p_f$$

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

*** قانون حفظ الزخم ***

(عندما يتفاعل جسمان أو أكثر في نظام معزول يبقى الزخم الخطي الكلي للنظام ثابتًا)

*** تجربة المدرج الهوائي تثبت أن الزخم محفوظ في النظام المعزول .**

*** أمثلة على الأجسام المتصادمة (المتفاعلة) :-**

1) ارتداد الأجسام عن بعضها (كرات البلياردو).

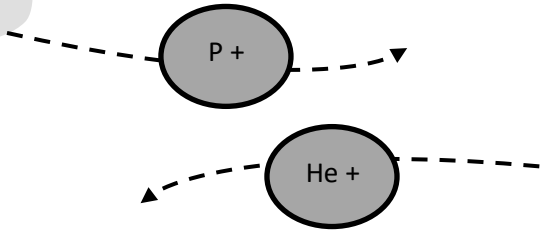
2) التصاق الأجسام ببعضها (اختراق رصاصة لجسم معين).

3) انفصال الأجسام عن بعضها (الإنفجار).

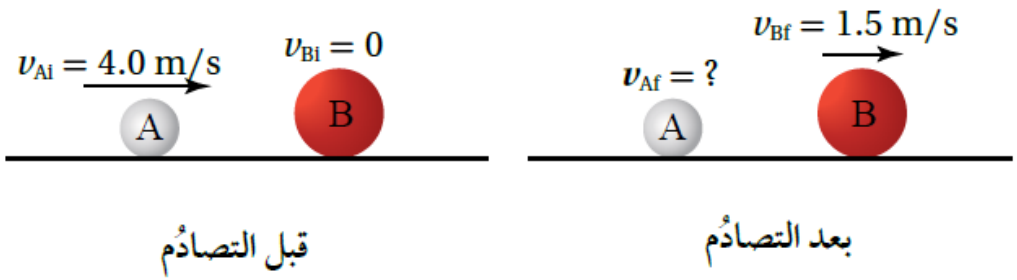
*** بالتصادم :- ليس شرطاً تلامس الأجسام ، لكن الأغلب تلامس .**

*** مثل تصادم شحنتان متشابهتان ، يقتربان من بعضهما كثيرًا ثم يتنافران (لكن لا يتلامسان) .**

***انتبه:-**



مثال



- حسب الرسم المبين بالشكل السابق والبيانات على الرسم ، احسب:-

سرعة الكرة (A) بعد التصادم مع تحديد الاتجاه ؟

الحـــــــــــل

$$\Sigma p_i = \Sigma p_f \Rightarrow p_{Ai} + p_{Bi} = p_{Af} + p_{Bf}$$

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

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

$$v_{Af} = 4 - 3 = 1\ m\backslash s\ , (+x)$$

---

* القنبلة قبل الانفجار يكون زخمها الخطي (صفر) ، لأنها ساكنة ، بعد الانفجار تتحرك الأجزاء المنفصلة عن القنبلة باتجاهات متعددة بحيث يبقى الزخم الخطي الكلي لها جميعًا يساوي صفرًا.

مهم* $p_i = \Sigma p_f$

- وهذا يفسر ارتداد أية سلاح للخلف عند إطلاق رصاصة منه ، كما يفسر لماذا يحتاج خرطوم إطفاء الحريق العديد من رجال الإطفاء للإمساك به عند اندفاع الماء منه ، لكن بعد بداية اندفاع الماء يحتاج إلى عدد أقل من رجال الإطفاء .

مثال:-

مدفع ساكن كتلته ($2 \times 10^3 kg$) ، بداخله قذيفه كتلتها ($50\ kg$) ، **أطلقت قذيفة أفقيًا بسرعة** ($1.2 \times 10^2 m\backslash s$ ، x^+)

احسب ما يلي:

أ) الدفع الذي يؤثر بالمدفع من القذيفة ، وأُحدد اتجاهه؟

ب) سرعة ارتداد المدفع ؟

الحـــــــــــــل

نفرض رمز المدفع (A) ، ورمز القذيفة (B)

أ)

$$I_{BA} = -I_{AB} = -\Delta P_B = -(P_{Bf} - P_{Bi})$$

$$= -(mv_{Bf} - mv_{Bi}) = -m(v_{Bf} - v_{Bi})$$

$$= -50\ (1.2 \times 10^2 - 0) = -6 \times 10^3\ kg.m\backslash s$$

$$I_{BA} = 6 \times 10^3\ kg.m\backslash s \ , \quad (-x)$$

ب)

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

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

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

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

$$v_{Af} = -3\ m\backslash s = 3\ m\backslash s \text{ ، } (-x).$$

سؤال (1):-

أثبت أن وحدة الزخم الخطي $(kg.m\backslash s)$ تكافيء وحدة الدفع $(N.s)$؟

سؤال (2):-

علل:-

في رياضة الوثب الطويل تُغطى أرضية مكان هبوط اللاعب بطبقة من الرمل ليسقط عليها ؟

سؤال (3):-

جسيمات لها الطاقة الحركية نفسها ، هل يكون لهما مقدار الزخم الخطي نفسه ، فسِّر إجابتك ؟

***حل الأسئلة صـــ*16*ـــــ بالكتاب.**

الزخم الخطي والطاقة الحركية في التصادمات

* تعتمد الطاقة الحركية الخطية على :-

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

1- كتلة الجسم (m)

2- مربع سرعته (v^2)

$\propto$ [

- حالات حفظ الطاقة الحركية :-

1- الطاقة الحركية محفوظة (تصادم مرن)

$$\Sigma KE_i = \Sigma KE_f$$

2- الطاقة الحركية غير محفوظة (تصادم غير مرن + تصادم عديم المرونة)

$$\Sigma KE_i > \Sigma KE_f$$

$$\Delta KE = \Sigma KE_f - \Sigma KE_i$$ (سالب دائماً)

- فرق الطاقة الحركية المفقود يتحول إلى طاقة حرارية غالبًا نتيجة قوة الاحتكاك من التصادم .

---

*أنواع التصادمات:-

1- التصادم المرن :- مثل تصادم كرات البلياردو.

$$(\Sigma p_i = \Sigma p_f) \Rightarrow m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = m_A v_{Af} + m_B v_{Bf}$$

$$(\Sigma KE_i = \Sigma KE_f) \Rightarrow \frac{1}{2}m_A v_{Ai}^2 + \frac{1}{2}m_B v_{Bi}^2 = \frac{1}{2}m_A v_{Af}^2 + \frac{1}{2}m_B v_{Bf}^2$$

- عدد الأجسام ثابت قبل وبعد التصادم .

2- التصادم غير المرن :-

- **مثل اصطدام كرة مطاطية بسطح صلب (مضرب مثلًا)**
  حيث تفقد الكرة جزءًا من طاقتها الحركية أثناء ملامستها للسطح .
- **الزخم محفوظ.**

$$\Sigma p_i = \Sigma p_f$$

- **الطاقة الحركية غير محفوظة.**

$$\Sigma KE_i \neq \Sigma KE_f$$

*** يوصف هذا التصادم بأنه عديم المرونة عندما تلتحم الأجسام المتصادمة معًا بعد التصادم لتصبح جسمًا واحدًا.**

- **الزخم محفوظ**

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

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

- **مثل :**

*** تصادم كرتي صلصال معًا .**

*** اختراق رصاصة لجسم وتستقر به .**

*** اصطدام سيارتين وتحركهما معًا بعد التصادم .**

مهم	التصادم المرن	التصادم غير المرن	التصادم عديم المرونة
حفظ الزخم الخطي	محفوظ	محفوظ	محفوظ
حفظ الطاقة الحركية	$\Delta KE = 0$ محفوظة	$\Delta KE \neq 0$ غير محفوظة	$\Delta KE \neq 0$ غير محفوظة
التحام الأجسام	لا يوجد التحام	لا يوجد التحام	يوجد التحام

*** التصادم عديم المرونة :-**

عدد الأجسام غير ثابت قبل وبعد التصادم .

*** يتم تحديد نوع التصادم بخطوتين:-**

1- حساب ΔKE .

2- حدوث تلاحم أم لا .

*** البندول القذفي :-**

*** يُستخدم لقياس مقدار سرعة جسم مقذوف .**

مثل:- الرصاصة أو السهم .

*** وهو مثال على التصادم عديم المرونة.**

***العمل عليه يتم على مرحلتين:-**

1- مرحلة التحام المقذوف بالجسم الساكن وتحركهما معًا بسرعة (v_B) كما يلي :-

$$v_B = \frac{m_1 v_{A1}}{m_1 + m_2} \quad \ldots\ldots (1)$$

2- مرحلة تحركهما معًا مثل البندول لأعلى ارتفاع رأسي (h) يصلان إليه ، حينها تكون الطاقة الميكانيكية محفوظة .

***بافتراض** $ME_B = ME_c$, $KE_c = 0$, $PE_B = 0$

$$\frac{1}{2}(m_1 + m_2)v_B^2 = (m_1 + m_2)gh \quad \ldots\ldots (2)$$

- **نستطيع افتراض** $(m_1 + m_2) = \acute{m}$

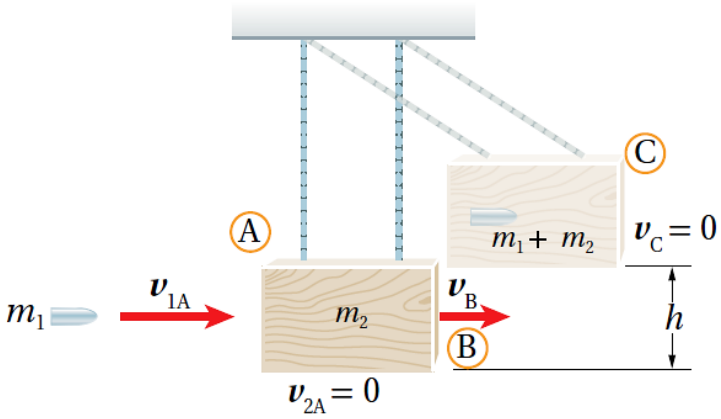
انتبه:-

$KE = \frac{1}{2}mv^2$ $PE = m\ g\ h$

- بتعويض المعادلة (1) في (2)

$$v_{1A} = \frac{m2+m_1}{m_1}\sqrt{2gh}$$

$$\acute{m} = m_1 + m_2$$



---

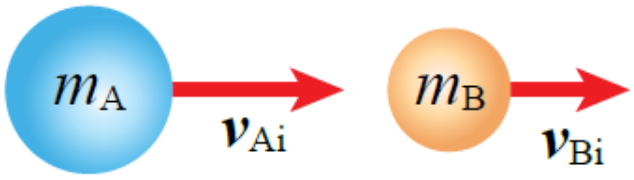
* جميع هذه التصادمات تُصنّف على أنها تصادمات في بُعد واحد ، أي أن حركة الأجسام قبل التصادم وبعده تكون على امتداد الخط المستقيم نفسه ، ويتصادمان رأسًا لرأس ، بحيث تبقى حركتيهما بعد التصادم على مسار المستقيم نفسه .

مثال:-

تتحرك الكرة (A) شرقًا بسرعة $(6\ m\backslash s)$ فتصطدم رأسًا برأس بالكرة (B) التي تتحرك أمامها شرقًا بسرعة $(3\ m\backslash s)$ ، بعد التصادم تحركت الكرة (B) بسرعة مقدارها $(5\ m\backslash s)$ بالاتجاه نفسه ، إذا علمت أنّ $(m_A = 5\ kg,\ m_B = 3kg)$ ، أجب عما يلي :-

أ) احسب مقدار سرعة الكرة (A) مع تحديد الاتجاه بعد التصادم ؟

ب) حدد نوع التصادم ؟



الشكل (17): تصادم كرتين في بُعد واحد.

الحـــــــــــــل

أ)

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

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

$$39 = 5\, v_{Af} + 15 \Rightarrow v_{Af} = \frac{24}{5}$$

$$v_{Af} = 4.8\, m\backslash s\ (+x)$$

ب) نحسب ΔKE

$$\Delta KE = \Sigma KE_f - \Sigma KE_i$$

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

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

$$= 95.1 - 103.5$$

$$\Delta KE = -8.4\, J$$

يوجد تغير في الطاقة الحركية والكرتان لم تلتحما إذًا يكون التصادم غير مرن .

مثال :-

كرتان بلياردو متماثلتان ، كتلة كل منهما $(0.16\ kg)$ **تتحرك الكرة (A) نحو الشرق بسرعة** $(2\ m\backslash s)$ **باتجاه الكرة (B) الساكنة ، وتتصادمان رأسًا برأس تصادمًا مرنًا ، احسب :-**

أ) سرعة الكرة (B) بعد التصادم ، وحدد اتجاهها ؟

ب) سرعة الكرة (A) بعد التصادم ، وحدد اتجاهها ؟

الحـــــــــــــــل

أ) يوجد مجهولان ، نستخدم معادلتي حفظ الزخم والطاقة الحركية للحل

$$\Sigma P_i = \Sigma P_f$$

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

$m_A = m_B$ $\qquad 2 + 0 = v_{Af} + v_{Bf}$

نختصرهما من المعادلة:-

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

نختصر $mA = mB$

$$\Sigma KE_i = \Sigma KE_f$$

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

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

*** نعوض المعادلة (1) في (2) :-**

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

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

إما $(v_{Bf} = 2\ m\backslash s)$ أو $(v_{Bf} = 0)$

نستبعد $(v_{Bf} = 0)$ **غير منطقي** ← **إذن:-**

$$(v_{Bf} = 2\ m\backslash s\ , (+x))$$

ب) بالتعويض في المعادلة (1) :-

$$(v_{Af} = 0\ m\backslash s)$$

- **الكرة (A) بعد الاصطدام ، والكرة (B) تكتسب نفس سرعة الكرة (A) قبل الاصطدام .**
  وهذا يحدث عندما يكون للكرتين الكتلة نفسها والتصادم مرن . (مهم)

مثال:-

تم إطلاق سهم كتلته $(0.03\ kg)$ أفقيًا باتجاه بندول قذفي كتلته $(0.72\ kg)$، فاصطدم به والتحما معًا ، وتحركا حتى وصلا إلى أقصى ارتفاع فوق المستوى الإبتدائي يساوي $(h = 20\ cm)$ اعتبر تسارع السقوط الحر $(10\ m\backslash s^2)$ ، أجب عما يلي :-

أ) أي مراحل حركة النظام يكون فيه الزخم الخطي محفوظاً ؟

ب) أي مراحل حركة النظام تكون فيه الطاقة الميكانيكية محفوظة ؟

ج) احسب مقدار السرعة الإبتدائية للسهم ؟

الحـــــــــــــل

أ) في التصادم عديم المرونة بين السهم والبندول .

ب) في جميع المراحل بإهمال قوى الإحتكاك ما عدا لحظة التصادم .

ج)

$$v_{1A} = \left(\frac{m_1 + m_2}{m_1}\right)\sqrt{2gh} = \frac{(0.75)\sqrt{2 \times 10 \times 0.2}}{0.03}$$

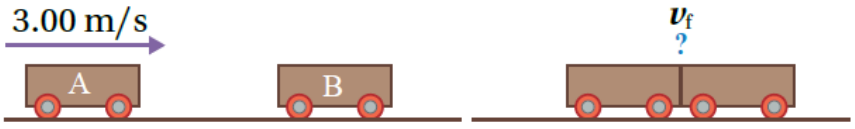
$$= \frac{0.75 \times 2}{0.03} = 50\ m\backslash s$$

مثال:-

عربة (A) تتحرك بسرعة $(3\ m\backslash s)$ شرقًا، كتلتها $(1.8 \times 10^3 kg)$، تصطدم بعربة أخرى (B) ساكنة كتلتها $(2.2 \times 10^3 kg)$، تقف على نفس المسار وتلتحمان معًا وتتحركان على نفس المسار والسكة، أجب عما يلي :-

أ) احسب سرعتهما معًا بعد التصادم مع تحديد الاتجاه ؟

ب) هل الطاقة الحركية محفوظة ، واذكر نوع التصادم ؟



الشكل (19): تصادم عربتي قطار.

أ)

$$\Sigma P_i = \Sigma P_F \quad \Rightarrow \quad m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = (m_A + m_B)\ \upsilon_f$$

$$1.8 \times 10^3 \times 3 + 0 = (1.8 + 2.2) \times 10^3\ \ v_f$$

$$v_f = 1.35\ m\backslash s\ , (+x)$$

ب)

* التحام العربتان يعني تصادم عديم المرونة .

$$\Delta KE = \Sigma KE_f - \Sigma KE_i$$

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

$$= \frac{1}{2}(4 \times 10^3 \times (1.35)^2) - \frac{1}{2} \times 1.8 \times 10^3 \times (3)^2 + 0$$

$$= 3.645 \times 10^3 - 8.1 \times 10^3$$

$$= -4.455 \times 10^3\ \ J$$

*الطاقة الحركية غير محفوظة (تصادم عديم المرونة) .

<u>سؤال (1):-</u>

أُطلقت رصاصة كتلتها $(30\ g)$ أفقيًا باتجاه بندول قذفي كتلته $(0.97\ kg)$ ، فاصطدمت به والتحما معًا ، وتحركا حتى وصلا إلى أقصى ارتفاع فوق المستوى الإبتدائي $(45\ cm)$ ، احسب مقدار السرعة الإبتدائية للرصاصة .

<u>$[100\ m\backslash s]$</u>

سؤال (2):-

رصاصة كتلتها $(50\ g)$ تتحرك أفقيًا بسرعة $(980\ m\backslash s)$ وتصطدم بقطعة خشبية مُعلّقة رأسيًا ساكنة كتلتها $(9.95\ kg)$ فإذا استقرت الرصاصة داخل قطعة الخشب ، جد :-

أ) سرعة القطعة بعد التصادم مباشرة ؟ $[4.9\ m\backslash s]$

ب) أقصى ارتفاع رأسي تصل إليه القطعة فوق المستوى الإبتدائي ؟ $[1.2\ m]$

سؤال (3):-

أُطلقَت رصاصة كتلتها $(100\ g)$ بسرعة $(200\ m\backslash s)$ أفقيًا على لوح سميك من الخشب كتلته $(4.5\ kg)$ ساكن على سطح أفقي أملس ، إذا استقرت الرصاصة داخل لوح الخشب وتحركا معًا ، أوجد :-

أ) سرعة المجموعة بعد التصادم مباشرة ؟ $[4.35\ m\backslash s]$

ب) التغير بالطاقة الحركية أثناء التصادم ونوع التصادم ؟ $[\ 1856.5\ J\ ]$

سؤال (4):-

جسم كتلته $(4\ kg)$ يتحرك بسرعة أفقية $(50\ m\backslash s)$ نحو جدار ، فاصطدم به وارتد بعد أن فقد 20% من طاقته الحركية ، إذا علمت أن زمن التلامس بين الجسم والجدار $(0.01\ s)$ ، جِد :-

أ) القوة التي أثر بها الجدار في الجسم ؟ $[-2120\ N]$

ب) إذا علمت أن زمن التلامس تضاعف ، كم تصبح مقدار القوة ؟ $[-1060\ N]$

تصميم السيارة والسلامة

- **وسائل الأمان الثانوية بالسيارات :-**

1- أجزاء مرنة مصنوعة من صفائح لينة :

- **يتم تصميم هيكل السيارات وخاصة الجزء الأمامي من أجزاء مرنة مصنوعة من صفائح لينة تعمل على امتصاص جزء كبير من الطاقة الحركية للسيارة والركاب في حال حدوث توقف مفاجيء للسيارة أو حدوث حادث ، هذه الأجزاء تعمل أيضًا على زيادة زمن التصادم مما يقلل القوة المحصلة المؤثرة في السيارة والركاب مما يقلل احتمالية تعرضهم لإصابات خطيرة .**

2- حزام الأمان :- تؤثر في الركاب بقوة متوسطة مقدارها $(10^4 N)$، بعكس اتجاه حركة السيارة خلال مسافة أمان مقدارها $(0.5\ m)$، مما يعمل على تثبيت الراكب بالمقعد وزيادة زمن تغير سرعته ويقلل مقدار القوة المؤثرة بالركاب .

3- الوسائد الهوائية :- تعمل على حماية السائق والركاب من الإصابات الخطيرة ، إذ تزيد من زمن تغير السرعة فيقل مقدار القوة المؤثرة فيه ، وتحمي الركاب من الاصطدام بزجاج السيارة .

4- مساند الرأس :- تضمن عدم رجوع رأس الراكب للخلف ، مما يمنع كسر الجزء العلوي من العمود الفقري أو تلفه .

- **عوامل السلامة الأساسية :-**

1- ثبات السيارة على الطريق .
2- كفاءة الكوابح .
3- انتباه السائق .
4- فاعلية أنظمة القيادة والتوجيه .
5- مقدرة السائق على التعامل مع المتغيرات التي تحدث أثناء القيادة .

ورقة عمل (1)

س[1])

سيارة كتلتها ($500\ kg$) تتحرك بسرعة ($10\ m\backslash s$) غربًا ، اصطدمت بشاحنة رأسًا برأس كتلتها ($1500\ kg$) وتتحرك بسرعة ($20\ m\backslash s$) شرقًا ، فالتحما معًا ، جد ما يلي :-

أ) السرعة المشتركة لهما بعد الإلتحام ؟

$$[v_f = 12.5\ m\backslash s\ , (+x)]$$

ب) التغير في طاقة حركة كل منهما ؟

[للسيارة $\Delta KE = 14062.5\ J$]　[للشاحنة $\Delta KE = -182812.5\ J$]

س[2])

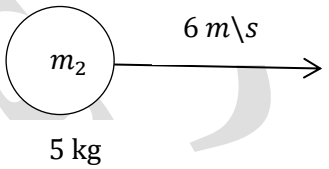
بيِّن ماذا يحدث عندما تصطدم كرتان متماثلتان أحدهما متحركة والأخرى ساكنة تصادمًا مرنًا ؟

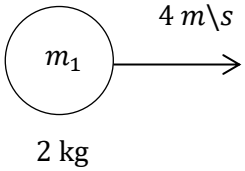
س[3])

ما اهمية القفازات السميكة لحارس المرمى عندما يقوم بالتقاط كرة مسددة نحوه بسرعة كبيرة ؟

س[4])

في الشكل المجاور،





بعد تصادم الكرتان استمرت الكرة الثابتة بالحركة نحو اليمين بسرعة ($5.2\ m\backslash s$) ،

جِد سرعة الكرة الأولى بعد التصادم؟

$$[v_{1f} = 6\ m\backslash s\ , (+x)]$$

س[5])

جسم لا يمتلك طاقة حركية ، كم يكون زخمه ؟

س^{6})

اذكر وحدة كل من :-

أ) الدفع .

ب) الزخم الخطي .

ج) الطاقة الحركية.

س^{7})

يتحرك جسم كتلته $(5\ kg)$ باتجاه محور الصادات الموجب $(+y)$ ، بسرعة $(2\ m\backslash s)$ ، تصادم مع جسم آخر يتحرك على الخط نفسه كتلته $(3\ kg)$ بسرعة $(6\ m\backslash s)$ باتجاه $(-y)$ ، إذا التصق الجسمان ليكونا جسمًا واحدًا ، أجب عما يلي :-

أ) ماذا يسمى هذا النوع من التصادم ؟

ب) احسب سرعتها النهائية ؟

$[v_f = -1\ m\backslash s\ , (-y)]$

ج) جد الطاقة الحركية الضائعة نتيجة التصادم (ΔKE) ؟

$[\ \Delta KE = -60\ \ J\ ]$

إجابات أسئلة الوحدة

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

س[2])

أ) حسب قانون نيوتن الثالث لكل فعل رد فعل مساوٍ له بالمقدار ومعاكس له بالاتجاه .

*** الزخم الخطي محفوظ قبل وبعد قذف الحقيبة بحيث يبقى مجموع الزخم الخطي (صفرًا) ، لذا تتحرك الزلاجة للخلف .**

ب) لزيادة زمن امتصاص سقوط الأطفال مما يقلل القوة المؤثرة عليهم وتقليل الخطورة من الإصابات .

س[3])

أ) نعم ، يتحرك عكس اتجاه حركة الصياد .

ب) متساوي .

س[4])

حسب الكتلة لكل منهما ، غالبًا لا .

س[5])

يرمي رائد الفضاء حقيبة المعدات بالاتجاه المعاكس للمركبة فيتحرك تلقائيًا نحو المركبة وذلك لأن الزخم الخطي محفوظ .

س[6]) للنقاش

س7)

أ) $\Delta P = -20.25\ kg.m\backslash s$

ب) $\overline{F} = 176\ N\ ,(-x)$

س8)

أ) $v_f = 3.06\ m\backslash s\ ,(+x)$

ب) $I_{BA} = 7.04 \times 10^3\ N.s\ ,(-x)$

س9)

أ) $v_A = 18.75\ \ m\backslash s$

ب) $I_A = 15 \times 10^3\ \ N\backslash s$

س10) للنقاش

س11)

أ) $\Delta P = I = 10\ \ \ kg.m\backslash s$

ب) $v_f = 1\ \ \ m\backslash s$

س12)

أ) $m_B = 0.26\ kg$

ب) القوة ثابتة والزمن ثابت لكلا الجسمين فيكون الزخم محفوظ .

ج) تصادم غير مرن

$\Delta KE = -1.8811\ \ \ J$

س[13])

أ)

$$v_f = 0.5\ m\backslash s\ , (-x)$$

ب)

$$\Delta KE = -21.75\ \ J$$

س[14])

أ) غربًا

$$v_{2f} = 0.09\ m\backslash s\ , (-x)$$

ب)

$$\Delta KE = 0$$

- التصادم مرن .

س[15])

أ) أكبر قوة لحظية تؤثر بكرة البيسبول .

ب) $I = 9.6\ \ N.s$

ج) $v_f = 66.2\ \ m\backslash s$

د) $\overline{F} = 8 \times 10^3\ \ N$

يحيى شجراوي

یحیی شجراوی

یحیی شجراوی

یحیی شجری

یحیی شجراوی

یحیی شجراوی