



2021-2022

إليسون

في الفيزياء

الزخم الخطي و التصادمات

الصف الثاني عشر - علمي

A collection of handwritten physics formulas in yellow and white ink on a dark background. The formulas include:

- $E_k = \frac{1}{2} m v^2$
- $\rho V = n R T$
- $\vec{\Psi} = \iint \vec{D} d\vec{S} = A D$
- $H_\lambda = \frac{\Delta M_e}{\Delta \lambda}$
- $\Phi = N B S$
- $\vec{F}_m = \vec{B} I l = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi a} l$
- $E = h \omega$
- $\vec{F}_g = \frac{m_1 m_2}{r^2}$
- $E = m c^2$
- $\vec{D} d\vec{S} = Q$
- $\vec{S} = \frac{1}{\mu_0} (\vec{E} \times \vec{B})$
- $\vec{F}_v = \int \frac{F_n}{R}$
- $\vec{E} d\vec{l} = - \int \frac{d\vec{B}}{dt} \cdot d\vec{S}$
- $\vec{u} = U_m \sin \omega(t - \tau) = U_m \sin 2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda})$

0772009030

الأستاذ : أمجد القبيلات

الأستاذ أمجد القبيلات

ماجستير في الفيزياء

الدرس الأول : الزخم الخطي و الدفع

الزخم الخطي linear momentum: هو كمية الحركة للجسم و يعرف بأنه حاصل ضرب كتلة الجسم (m) في سرعته (v) و نرسم له بالرمز p

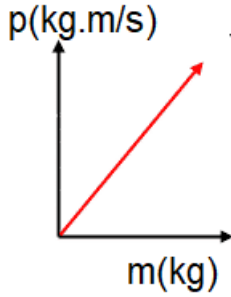
المفهوم الفيزيائي: مقياس للممانعة الجسم لتغيير حالته الحركية و يعتبر مقياس لمدى صعوبة إيقاف الجسم.

$$p = mv$$

الكميات: m تقاس بالـ (kg) v تقاس بالـ (m/s) أي أن p تقاس بوحدة (kg.m/s)

التناسب و العلاقات

- يتناسب زخم الجسم الخطي طردياً مع كل من كتلة الجسم و سرعته
أي أننا يمكن تمثيل العلاقات بين الكتلة و الزخم أو الكتلة و السرعة بيانياً كالتالي:



1- العلاقة الطردية بين الكتلة و الزخم الخطي

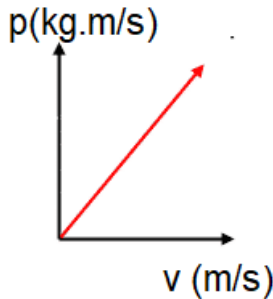
و يمكن حساب الميل و الذي يمثل في هذه الحالة سرعة الجسم

$$\text{slope} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\Delta p}{\Delta m} = v$$

لكن عادةً نحن لا ندرس حالة الأجسام ذات الكتلة المتغيرة

2- العلاقة الطردية بين السرعة و الزخم الخطي

و يمكن حساب الميل و الذي يمثل في هذه الحالة كتلة الجسم



$$\text{slope} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\Delta p}{\Delta v} = m$$



أشهر قانون للقوة ؟ طبعاً قانون نيوتن الثاني ، بس شو علاقته بالزخم؟

السيد نيوتن أصلاً عبر عن قانون القوة باستخدام الزخم للأجسام يلي كتلتها ثابتة كالتالي:

$$\sum F = \frac{dp}{dt} \dots \text{قانون نيوتن الثاني الجديد}$$

$\sum F$: هي محصلة القوى المؤثرة على الجسم الذي يتحرك بسرعة مقدارها v

$\frac{dp}{dt}$: تغير الزخم الخطي بالنسبة للزمن


عوض قانون الزخم بقانون نيوتن الثاني بحلته الجديدة كالتالي

$$\sum F = \frac{d(mv)}{dt} \dots \text{الكتلة } m \text{ ثابتة تطلع برا الاشتقاق (لأنه تغير بالنسبة للزمن)}$$

$$\sum F = m \frac{dv}{dt} \dots \text{تذكر أن التغير بالسرعة بالنسبة للزمن ما هو إلا التسارع}$$

$$\sum F = ma \dots \text{و هاد شكل قانون نيوتن الثاني يلي منعرفه.}$$

$$\bar{F} = \sum F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{p_2 - p_1}{\Delta t} = \frac{m(v_2 - v_1)}{\Delta t}$$

و يمكن كتابة القانون كالتالي 

و ينص على أن " المعدل الزمني للتغير في الزخم الخطي ($\frac{\Delta p}{\Delta t}$) للجسم يساوي محصلة القوى المؤثرة على الجسم "

P_2 : الزخم النهائي للجسم p_1 : الزخم الابتدائي للجسم v_1 : السرعة الابتدائية للجسم

v_2 : السرعة النهائية للجسم

أسئلة على الزخم:

1- كرة كتلتها (0.5 kg) تتحرك بسرعة (20 m/s) باتجاه الغرب، احسب الزخم الخطي للكرة.

الجواب: (10 kg.m/s) باتجاه x-

2- احسب التغير في الزخم لعربة كتلتها (20 kg) بدأت حركتها بسرعة (5 m/s) و استمرت غي الحركة حتى أصبحت سرعتها (15 m/s).

الجواب : (200 kg.m/s)

3- يتزلج سعيد صاحب ال (70 kg) على أرض ملساء بسرعة ابتدائية (10 m/s) إذا أصبحت سرعته (20 m/s) خلال (35 s) ، احسب :

أ- التغير في الزخم الخطي

ب- المعدل الزمني للتغير في الزمن الخطي

ج- ما الكمية الفيزيائية التي يمثلها هذا المعدل

د- احسب القوة المحصلة المؤثرة على حركة سعيد

هـ- إذا أصبحت كتلة سعيد ضعفي ما كانت عليه فماذا سيحدث لزوجمه الخطي الابتدائي و النهائي؟

الجواب : (أ - 700 kg.m/s ب- 20 N ج- القوة المحصلة د-20 N هـ- يتضاعف)

4- هل يمكن ان يكون الزخم الخطي لجسمين متساوي علماً بأن كتلة الجسم الاول ثلاثة اضعاف كتلة الجسم الثاني؟

الدفع Impulse: هو حاصل ضرب القوة المحصلة المؤثرة على الجسم في زمن تأثيرها (Δt)

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

و يقاس بوحدة N.s

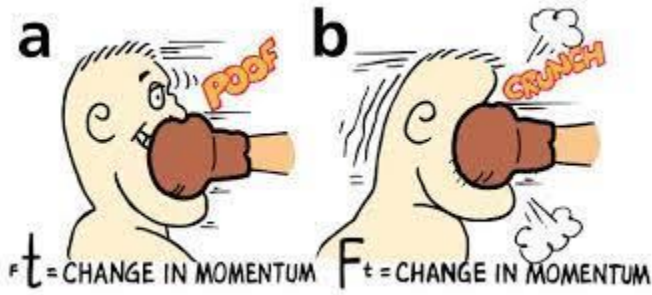
و يمكن الربط بين الزخم و الدفع من خلال مبرهنة (الزخم الخطي الدفع):

$$I = \Delta p$$

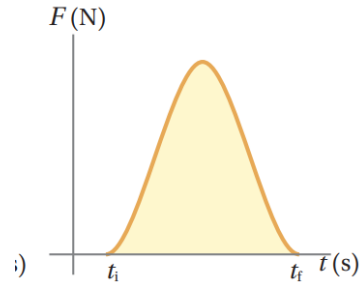
نص المبرهنة: " دفع قوة محصلة لجسم ما يساوي التغير في زخمه الخطي "

شوية ملاحظات عالماشي:

1. الزخم و الدفع و القوة كميات متجهة
2. يكون الدفع و الزخم و القوة بنفس الاتجاه و هو اتجاه حركة الجسم (يعني الإشارات ضرورية لتحديد الاتجاهات)
3. تتناسب القوة المحصلة عكسياً مع مدة الزمن المؤثر

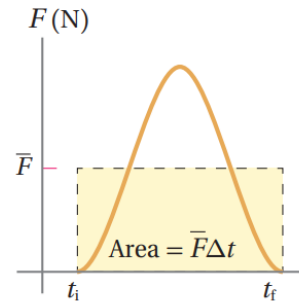


في الشكل المجاور عندي قوة (F) مؤثرة على جسم خلال فترة زمنية (Δt) ، إذا مثلنا العلاقة بين القوة على محور الصادات و الزمن على محور السينات فإن الشكل البياني يكون كالتالي:



و يمكن حساب القوة المتوسطة \bar{F} و هي مقدار القوة المحصلة

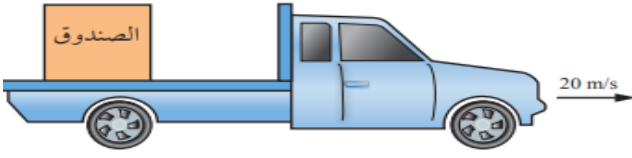
الثابتة يلي بتعطيني نفس مقدار الدفع الناتج من القوة المتغيرة في نفس الفترة الزمنية



و بنحسب الدفع من خلال المساحة تحت المنحنى

area under the curve

مثال (1) الكتاب المدرسي صفحة 13



وُضِعَ صندوقٌ كتلته (100 kg) في شاحنةٍ تتحرك شرقاً بسرعة مقدارها (20 m/s)، كما هو موضح في الشكل (4). إذا ضغط السائق على دَوَاسِةِ المكابح، فتوقفت الشاحنة خلال (5.0 s) من لحظة الضغط على المكابح؛ فأحسب مقدار ما يأتي:

أ. الزخم الخطي الابتدائي للصندوق.

ب. الدفع المؤثر في الصندوق.

ج. قوة الاحتكاك المتوسطة اللازم تأثيرها في الصندوق لمنع الانزلاق.

الشكل (4): شاحنة تحمل صندوقاً تتحرك شرقاً بسرعة ثابتة.

الجواب : أ- $p_i = 2 \times 10^3 \text{ kg.m/s}$, +x ب- $I = 2 \times 10^3 \text{ kg.m/s}$, -x ج- $f_s = 4 \times 10^2 \text{ N}$, -x

مثال (2) الكتاب المدرسي صفحة 14

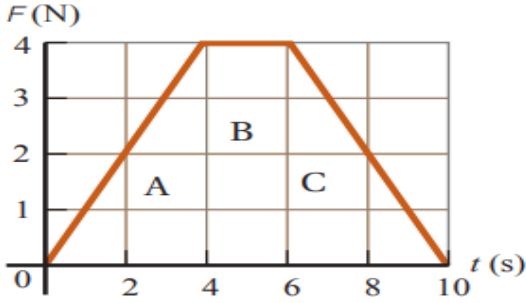
يركُل لاعب كرة قدم ساكنة كتلتها (0.450 kg)؛ فتنتطلق بسرعة (30.0 m/s) في اتجاه محور $+x$. أنظر الشكل (5). إذا علمت أن



مقدار القوة المتوسطة المؤثرة في الكرة خلال زمن تلامسها مع قدم اللاعب يساوي (135 N)؛ فأحسب مقدار ما يأتي بإهمال وزن الكرة مقارنة بالقوة المؤثرة فيها.

أ. الزخم الخطي للكرة عند لحظة ابتعادها عن قدم اللاعب. الشكل (5): لاعب
ب. زمن تلامس الكرة مع قدم اللاعب.
ج. الدفع المؤثر في الكرة خلال زمن تلامسها مع قدم اللاعب.

الجواب : أ- $p_f = 13.5 \text{ kg.m/s}$, $+x$ ب- $\Delta t = 0.1 \text{ s}$ ج- $I = 13.5 \text{ N.s}$, $+x$



الشكل (6): منحنى (القوة - الزمن).

تؤثر قوة محصلة باتجاه محور $+x$ في صندوق ساكن كتلته (3 kg) مدة زمنية مقدارها (10 s). إذا علمت أن مقدار القوة المحصلة يتغير بالنسبة للزمن كما هو موضح في منحنى (القوة - الزمن) في الشكل (6)؛ فأحسب 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.

الجواب: أ- $I = 24 \text{ kg.m/s}$, $+x$ ب- $v_f = 8 \text{ m/s}$ ج- $\sum F = 2.4 \text{ N}$

ولسوف يعطيك ربك فترضى

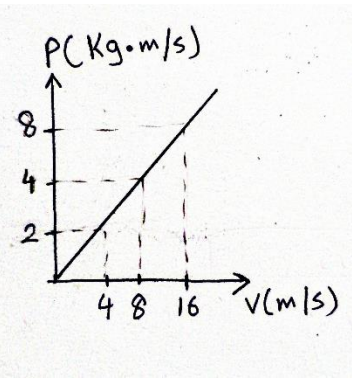
كرة تنس كتلتها (0.06 kg) يقذفها لاعب إلى أعلى، وعند وصولها إلى قمة مسارها الرأسي يضربها أفقياً بالمضرب فتنتقل بسرعة مقدارها (55 m/s) باتجاه محور السنتات الموجب إذا علمت أن زمن تلامس الكرة مع المضرب (4×10^{-3} s) ، أحسب مقدار ما يأتي:

أ- الدفع الذي يؤثر به المضرب بالكرة

ب- القوة المتوسطة التي أثر بها المضرب في الكرة

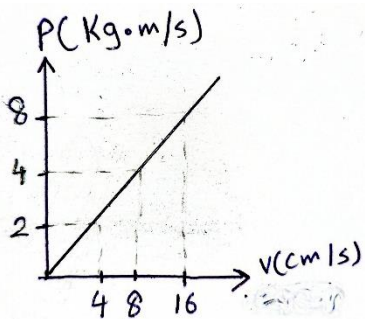
مثال (5) : معتمداً على الشكل الذي يمثل علاقة مرسومة بين الزخم الخطي لجسم و سرعته ، احسب مقدار كتلة الجسم؟

الجواب (0.5) Kg

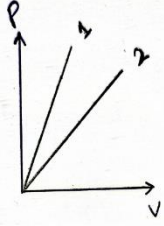


مثال (6) : معتمداً على الشكل الذي يمثل علاقة بيانية مرسومة بين الزخم الخطي لجسم و سرعته ، احسب مقدار كتلته؟

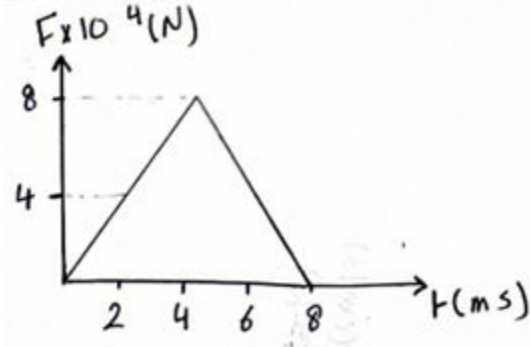
الجواب 50 Kg



مثال (7) : معتمداً على الشكل البياني الذي يمثل العلاقة بين الزخم الخطي p و السرعة v لجسمين، حدد اي الجسمين كتلته اكبر؟



مثال (8): يوضح الشكل المجاور منحنى القوة-الزمن للقوة المحصلة المؤثرة في كرة بيسبول كتلتها 200 g في اثناء تلامسها مع المضرب ، معتمداً على الشكل و مهملاً وزن الكرة اجب عما يلي:



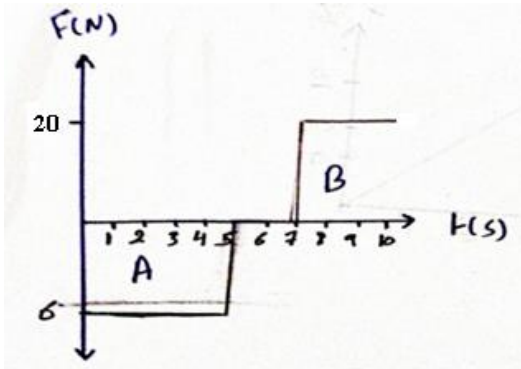
- 1- ماذا يمثل الرقم 8 على محور القوة؟
- 2- احسب مقدار الدفع المؤثر في الكرة خلال زمن تلامسها مع المضرب؟
- 3- احسب مقدار السرعة النهائية للكرة في نهاية الفترة الزمنية لتأثير القوة المحصلة فيها باعتبارها ساكنة لحظة بدأ تأثير القوة .
- 4- احسب مقدار القوة المتوسطة المؤثرة في الكرة خلال زمن تلامسها مع المضرب.

الجواب (2- 320 N.s 3- 1600 m/s 4- $4 \times 10^5\text{ N}$)

مثال (9): تؤثر قوة محصلة في جسم ساكن 3 Kg باتجاه الغرب و من ثم مثلت العلاقة البيانية كما هو موضح:

- 1- دفع القوة بعد مرور 5 ثواني.
- 2- مقدار سرعة الجسم بعد مرور 10 ثواني.

الجواب (1- 30 N.s باتجاه الغرب 2- 10 m/s)



مثال (10): جسم كتلته 7 Kg يتحرك بسرعة مقدارها 10 m/s باتجاه اليمين اثرت عليه قوة لمدة 0.2 s فأصبحت سرعته 10 m/s باتجاه اليسار معتمداً على ما سبق اجب عما يلي:

- 1- دفع القوة المؤثرة على الجسم.
 - 2- متوسط القوة المؤثرة على الجسم مقداراً و اتجاهها.
- الجواب (1- 140 N.s 2- 700 N باتجاه اليسار)

مثال (11) : جسم كتلته m و سرعته v ماذا سيحدث لزمه الخطي في كل حالة:

- 1- إذا أصبحت سرعته مثلي ما كانت عليه.
- 2- إذا أصبحت كتلته 3 امثال ما كانت عليه
- 3- إذا قلت سرعته اربع مرات (الى الربع) و أصبحت كتلته 4 اضعاف ما كانت عليه

لا تقل أبداً
أني سوف أفشل
فإنّ عقلك الباطن لا يأخذ الأمر
بشكل هزلي بل إنه يشرع فوراً بتحقيقه

حفظ الزخم الخطي conservation of linear momentum

حالات حفظ الزخم الخطي

أولاً: اصطدام جسمين ببعضهما .

في الشكل المجاور كرتين بلياردو تصادمتا

في نظام محفوظ (طاقته محفوظة) أي أن القوة

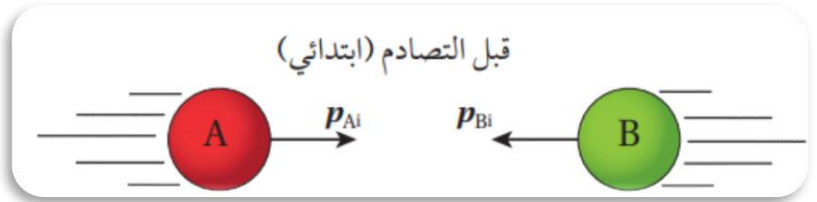
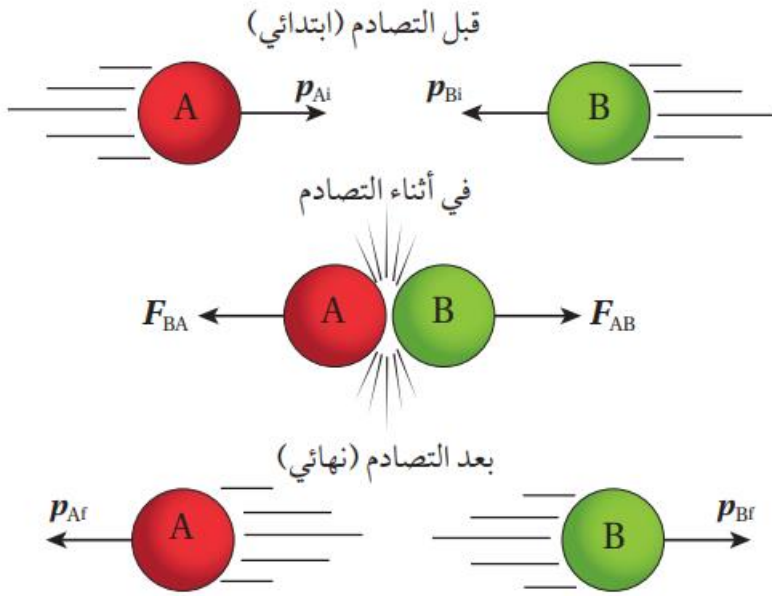
المحصلة الخارجية المؤثرة على النظام صفر

$$\sum F_{ext} = 0$$

و يكون كل القوة في النظام داخلية فقط.

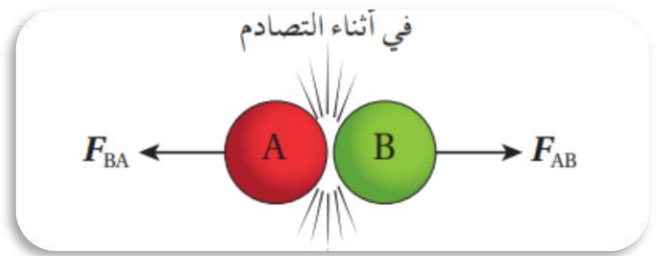
رح نقسم الرسمة فوق ل ثلاث أقسام

1- قبل التصادم *initial*



كرتين بيتحركوا بسرعتين متعاكستين في الاتجاه أي أن كل واحدة منهما لها كتلة و لها سرعة يعنبر إليها زخم

2- أثناء التصادم



في أثناء عملية التصادم تؤثر كل من الكرتين على الأخرى بقوة متساوية في المقدار متعاكسة في الاتجاه (قانون نيوتن الثالث) و بنفس الفترة الزمنية Δt

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

بما أن زمن التصادم نفسه فإنه يمكننا ضرب طرفي المعادلة ب Δt لتصبح

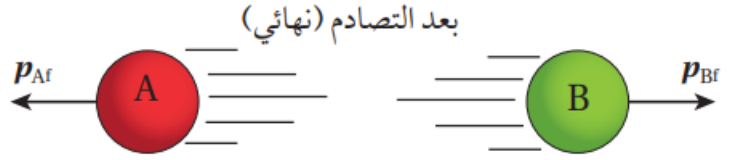
$$F_{BA} \Delta t = -F_{AB} \Delta t$$

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

المعادلة تعني " الجسم الأول يدفع الجسم الثاني بنفس مقدار دفع الجسم الثاني للأول و لكن بعكس الاتجاه"
و بتعويض القانون $I = \Delta p$ في القانون السابق يصبح

$$\Delta p_B = \Delta p_A$$

3- بعد التصادم *final*



تعود كل كرة بالاتجاه المعاكس و عكس اتجاه حركتها قبل التصادم .
هلاً... بدنا نفرط المعادلة

$$\Delta p_B = \Delta p_A$$

$$p_{B_f} - p_{B_i} = - (p_{A_f} - p_{A_i})$$

وزع السالب عالاقواس في الطرف اليمين

$$p_{B_f} - p_{B_i} = (p_{A_i} - p_{A_f})$$

إعادة ترتيب المعادلة بالتقسيم ل قبل التصادم و بعد التصادم

$$p_{B_i} + p_{A_i} = p_{B_f} + p_{A_f}$$

$$\sum p_i = \sum p_f$$

$$mv_{B_i} + mv_{A_i} = mv_{B_f} + mv_{A_f}$$

قانون حفظ الزخم الخطي: " الزخم الخطي الكلي للنظام محفوظ إذا تفاعل جسمان في نظام معزول "

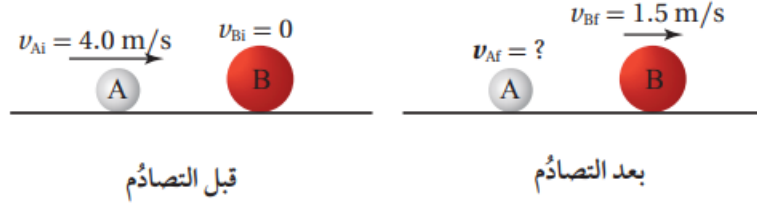
" الزخم الكلي للأجسام المتصادمة قبل التصادم مباشرة يساوي الزخم الكلي للأجسام المتصادمة بعد التصادم"

ثانياً: انفصال جسمين عن بعضهما

الأجسام المنفصلة تبدأ حركتها من السكون مثل السهم و الرامي و البندقية و المدفع

مثال (4) الكتاب المدرسي صفحة 19

يُوضَّح الشكل (9) تصادم كرتين A و B، حيث تتحرك الكرة A باتجاه محور x بسرعة مقدارها (4.0 m/s) نحو الكرة B الساكنة. بعد التصادم تحركت الكرة B بسرعة مقدارها (1.5 m/s) باتجاه محور x . إذا علمت أن $(m_A = 1.0 \text{ kg})$ و $(m_B = 2.0 \text{ kg})$ ؛ فأحسب مقدار سرعة الكرة A بعد التصادم وأحدّد اتجاهها.



مثال (5) الكتاب المدرسي صفحة 20

مدفع ساكن كتلته $(2.0 \times 10^3 \text{ kg})$ ، فيه قذيفة كتلتها (50.0 kg) . أطلقت القذيفة أفقياً من المدفع بسرعة $(1.2 \times 10^2 \text{ m/s})$ باتجاه محور x . أحسب مقدار ما يأتي:

أ . الدفع الذي تؤثر به القذيفة في المدفع، وأحدّد اتجاهه.

ب . سرعة ارتداد المدفع.

أسئلة متنوعة على حفظ الزخم الخطي:

1- رامي سهام كتلته (60 kg) يقف ساكناً على سطح جليدي أملس و يطلق سهما كتلته (0.03 kg) بسرعة ($85 \text{ m/s} \times +$) احسب السرعة التي سينزلق بها الرامي للوراء على الجليد.

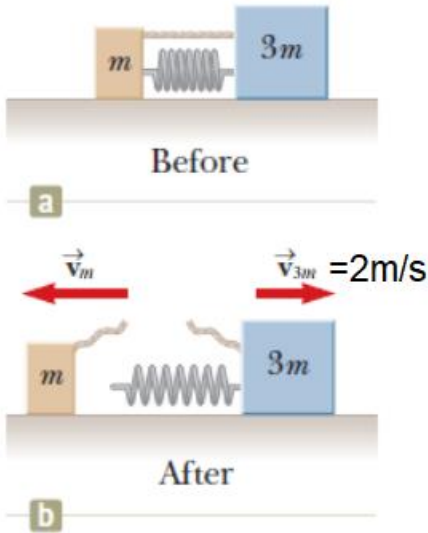


illustrations of.com #1321127

2- يرتدي سعيد (40 kg) وأخته (30kg) أحذية ذات عجلات و يقفان على أرض ملساء مهملة الاحتكاك ، قام سعيد بدفع أخته بسرعة (3m/s) باتجاه الشرق ، أجب عن الأسئلة الآتية:

- (أ) صف حركة سعيد مباشرة بعد التصادم
(ب) هل الزخم محفوظ في عملية دفع سعيد لأخته، وضع اجابتك.
(ج) احسب السرعة النهائية لاخت سعيد بعد (4s)

3- كتلتين الأولى m و الثانية $3m$ مربوطتين ببعضهما البعض كما في الشكل المجاور a ، تم حرق الحبل الواصل بينهما مما أدى إلى تحركهما باتجاهات متعاكسة ، بناءً على ما سبق و بالإضافة للمعلومات المثبتة على الشكل احسب سرعة الكتلة m النهائية.

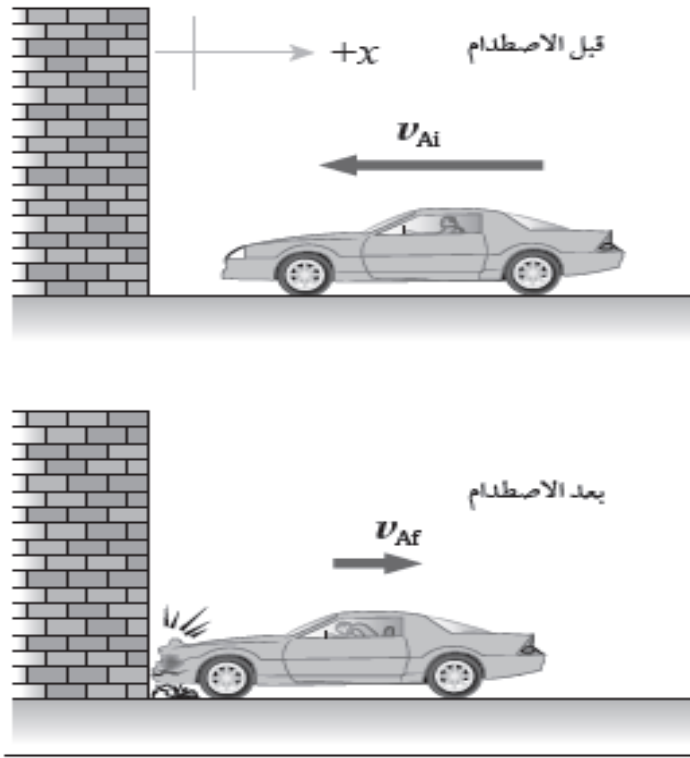


نكشة مخ من كتاب الانشطة:

أسئلة تفكير

- 1- أضخ دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لثَلْ جملة ممّا يأتي:
 1. أيّ ممّا يأتي زخمه الخطّي أكبر: قاربٌ مُثَبَّتٌ برصيف ميناء، أم قطرة مطرٍ ساقطة؟
 - أ. القارب.
 - ب. قطرة المطر.
 - ج. لهما الزخم الخطّي نفسه.
 - د. الجسبان لا يملكان زخمًا خطّيًا.
 2. دراجة هوائية كتلتها (30 kg) ، ومقدار زخمها الخطّي (150 kg.m/s) . إن مقدار سرعتها بوحدة (m/s) يساوي:
 - أ. 4500
 - ب. 15
 - ج. 5
 - د. 45
 3. إذا تضاعف مقدار سرعة جسم مرّتان؛ فإن مقدار زخمه الخطّي:
 - أ. لا يتغيّر.
 - ب. يتضاعف مرّتان.
 - ج. يتضاعف أربع مرّات.
 - د. يصبح نصف مقدار زخمه الخطّي الابتدائي.
 4. يقفز قُصي من قاربٍ ساكنٍ كتلته (400 kg) إلى الشاطئ ، فيتحرك القاربُ مبتعدًا عن الشاطئ بسرعة أفقيّة مقدارها (1.0 m/s) . إذا علمت أنّ كتلة قُصي (80 kg) ؛ فما مقدار سرعة حركته؟ وما اتجاهها؟
 - أ. (0.2 m/s) نحو الشاطئ.
 - ب. (0.5 m/s) بعيدًا عن الشاطئ.
 - ج. (5.0 m/s) بعيدًا عن الشاطئ.
 - د. (5.0 m/s) نحو الشاطئ.
- 2- رَمَت دعاءُ كرةً كتلتها (0.18 kg) أفقيًا بسرعة مقدارها (20.0 m/s) باتجاه محور x ؛ فضربتها صديقته مريم بالمضرب، حيث ارتدّت الكرة بالاتجاه المعاكس بسرعة مقدارها (30.0 m/s) . أجب عما يأتي:
 - أ. أحسب مقدار التغيّر في الزخم الخطّي للكرة.
 - ب. أحسب مقدار الدفع المؤثر في الكرة، وأحدّد اتجاهه.
 - ج. إذا كان زمن تلامس الكرة والمضرب (0.60 s) ؛ أحسب مقدار القوة المتوسطة التي أقر بها المضرب في الكرة.
- 3- أحتلّ: عند تحرك سيارة في مسارٍ دائريٍّ بسرعة ثابتة مقدارها؛ فهل يتغيّر زخمها الخطّي؟ أفسر إجابتي.

- 4- تتحرك عربةٌ بسرعة ثابتة؛ حيث كان مقدار زخمها الخطّي يساوي (12 kg.m/s) . إذا أضفت أثقالًا إلى العربة بحيث تضاعفت كتلتها مرّتين مع بقاء سرعتها ثابتة؛ فكم يُصبح مقدار زخمها الخطّي؟



تعريض سيارة لحادث اصطدام بحاجز.

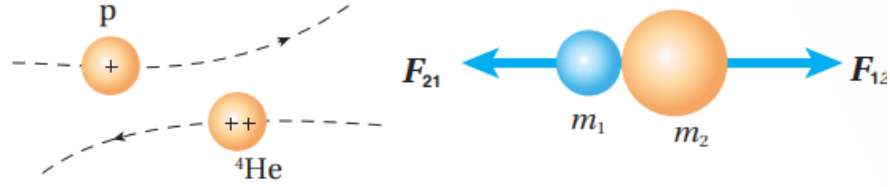
5- أحل وأستنتج: لاختبار مستوى الأمان في السيارات، وفعالية الوسائد الهوائية، وأحزمة الأمان فيها؛ تُوضَع دمية مكان السائق، ثم يجري تعريض السيارة لحادث اصطدام بحاجز، كما هو موضَّح في الشكل. إذا علمت أن كتلة السيارة ($1.5 \times 10^3 \text{ kg}$)، وسرعتها قبل الاصطدام (15 m/s) غرباً، وسرعتها بعد الاصطدام مباشرة (3.0 m/s) شرقاً، وزمن التلامس بين السيارة والحاجز (0.15 s)؛ أجد ما يأتي:

أ. الدفع الذي يؤثر به الحاجز في السيارة.

ب. القوة المتوسطة التي يؤثر بها الحاجز في السيارة.

الدرس الثاني: التصادمات

التصادم : هو حدث يقترب به جسمين من بعضهما البعض إما أن يتلامسا مثل الأجسام العادية كبيرة الحجم (كرتا بلياردو – سيارتان- ...) أو أن يقتربا بدون تلامس مثل ما يحدث مع الأجسام الذرية و الدون ذرية (بروتون مع نواة ذرة هيلويوم)

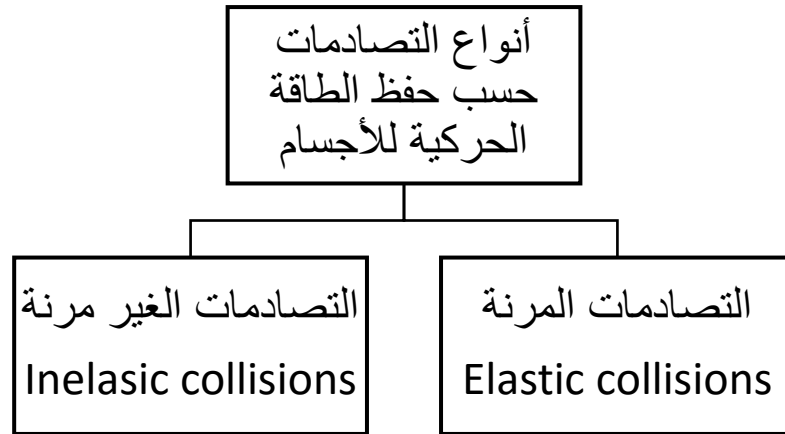


الطاقة الحركية للجسم (KE) Kinetic Energy

و هي طاقة يكتبها الجسم أثناء حركته الانتقالية من مكان لآخر و تعتمد على كل من كتلة الجسم (m) و مربع سرعته (v^2) في القانون الآتي

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

- تكون الطاقة الحركية للأجسام في التصادمات إما محفوظة أو غير ملاحظة و يتم تصنيف التصادمات حسب حفظ الطاقة الحركية للأجسام المتصادمة حسب الآتي:



أولاً : التصادمات المرنة Elastic collisions

تكون الطاقة الحركية للأجسام في هذا النوع من التصادم محفوظة و نهمل أي ضياع للطاقة على شكل طاقة صوتية مثلاً أو ضوئية.

و هناك معادلتين يمكن صياغتهما لتصادم جسمين A و B تصادمًا مرناً

$$\sum p_i = \sum p_f$$

$$\sum KE_i = \sum KE_f$$

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

ثانياً : التصادمات الغير مرنة inelastic collision

و هي تصادمات يكون فيها مجموع الزخم للأجسام المتصادمة محفوظ بينما مجموع الطاقة الحركية محفوظ

مثل: تصادم كرة بالمضرب ضياع الطاقة هنا يكون على شكل تشوه بشكل الكرة

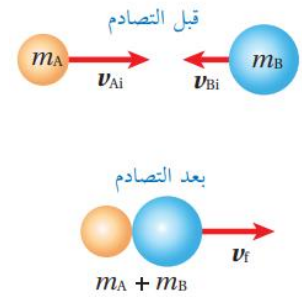


ثالثاً: التصادمات عديم المرونة Perfectly inelastic collision

و هي حالة تلتحم فيها الأجسام المتصادمة و تصبح جسماً واحداً و يمكن التعبير عنها بالمعادلة التالية لحساب السرعة النهائية.

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

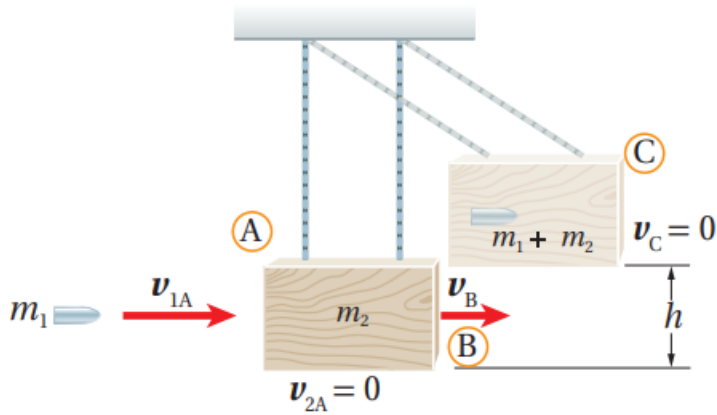
$$v_f = \frac{m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi}}{m_A + m_B}$$



تطبيق على التصادمات عديمة المرونة : البندول القذفي Ballistic pendulum

استخدامه : جهاز يستخدم في قياس سرعة المقذوف مثل الرصاصة.

آلية عمله:



يتم إطلاق رصاصة كتلتها (m_1) بسرعة (v_{1A}) على قطعة خشبية كتلتها (m_2) معلقة بخيطين خفيفين مهملين الكتلة و عندما تستقر الرصاصة بالقطعة

الخشبية فإنهما يرتفعان ارتفاع مقداره h و هو أقصر ارتفاع (السرعة عنده صفر) و منه يمكن حساب السرعة الابتدائية للمقذوف (الرصاصة)

$$\sum p_i = \sum p_f$$

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

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

بما أنه لا يوجد قوى غير محافظة تؤثر على النظام (مثل قوى الاحتكاك) فإن الطاقة الميكانيكية للنظام محفوظة

$$ME_B = ME_C$$

$$KE_B + PE_B = KE_C + PE_C$$

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

بتعويض (v_B) من معادلة حفظ الزخم؛ أجد علاقةً لحساب (v_{1A}).

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

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

ملاحظات على التصادمات :

1- سوف ندرس فقط التصادمات في بعد واحد فقط (Head On Collision)

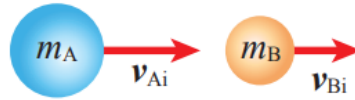


2- الزخم دائماً محفوظ في كل أنواع التصادمات $\Delta p = 0$

3- المحفوظ هو مجموع الطاقة الحركية للأجسام كلها قبل و بعد التصادم و مش الطاقة الحركية للجسم الواحد

مثال (6) الكتاب المدرسي صفحة 26

تتحرك الكرة (A) باتجاه محور x بسرعة (6.0 m/s) ؛ فتصطدم رأساً برأس بكرة أخرى (B) أمامها تتحرك باتجاه محور x بسرعة (3.0 m/s) . أنظر الشكل (17). بعد التصادم تحركت الكرة (B) بسرعة مقدارها (5.0 m/s) بالاتجاه نفسه قبل التصادم. إذا علمت أن $(m_A = 5.0 \text{ kg}, m_B = 3.0 \text{ kg})$ ، فأجب عما يأتي:



الشكل (17): تصادم كرتين في بُعد واحد.

- أ . أحسب مقدار سرعة الكرة (A) بعد التصادم، وأحدّد اتجاهها.
- ب . أحدّد نوع التصادم.

كرتا بلياردو كتلة كل منهما (0.16 kg). تتحرك الكرة الحمراء (A) باتجاه محور x بسرعة (2 m/s) نحو الكرة الزرقاء (B) الساكنة وتتصادمان رأساً برأس تصادمًا مرناً، أنظر الشكل (18). أحسب مقدار سرعة الكرة (B) بعد التصادم، وأحدد اتجاهها.

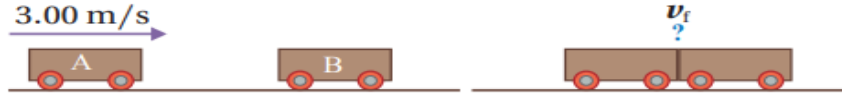


الشكل (18): تصادم مرّن لكرتين في بُعد واحد.

أطلق سعدٌ سهمًا كتلته (0.03 kg) أفقيًا باتجاه بندول قذفيّ كتلته (0.72 kg)؛ فاصطدم به والتحما معًا، بحيث كان أقصى ارتفاع وصل إليه البندول فوق المستوى الابتدائي له يساوي (20 cm). باعتبار تسارع السقوط الحر (10 m/s^2)، أجب عما يأتي:

- أي مراحل حركة النظام المكوّن من البندول والسهم يكون فيها الزخم الخطي محفوظًا؟
- أي مراحل حركة النظام تكون فيها الطاقة الميكانيكية محفوظة؟
- أحسب مقدار السرعة الابتدائية للسهم.

عربة قطار (A) كتلتها $(1.80 \times 10^3 \text{ kg})$ تتحرك في مسارٍ أفقيٍّ مستقيمٍ لسكة حديدٍ بسرعةٍ مقدارها (3.00 m/s) باتجاه محور $+x$ ، فتصطدم بعربةٍ أخرى (B) كتلتها $(2.20 \times 10^3 \text{ kg})$ تقف على المسار نفسه، وتلتحمان معاً وتتحركان على المسار المستقيم لسكة الحديد نفسه، كما هو موضح في الشكل (19). أجب عما يأتي:



الشكل (19): تصادم عربتي قطار.

- أحسب مقدار سرعة عربتي القطار بعد التصادم، وأحدّد اتجاهها.
- ما نوع التصادم؟ وهل الطاقة الحركية محفوظة في هذا النوع من التصادمات؟ أبرّر إجابتي.

لتدريب

1. **أحسب:** أطلق مُحَقِّقُ رصاصةً كتلتها (0.030 kg) أفقيًا باتجاه بندول قذفي كتلته (0.97 kg)، فاصطدمت به والتحما معًا، فكان أقصى ارتفاع وصل إليه البندول فوق المستوى الابتدائي له (45 cm). أحسب مقدار السرعة الابتدائية للرصاصة.
2. **تفكير ناقد:** تظهر في الشكل أدناه لعبة شهيرة تسمى كرات نيوتن (Newton's cardle)؛ تتكون من كرات عدّة فلزية متماثلة متراصة معلقة بخيوط خفيفة. عند سحب إحدى الكرات الفلزية الخارجية نحو الخارج ثم إفلاتها؛ فإنها تصطدم تصادمًا مرئيًا بالكرة التي كانت مجاورة لها، وبدلًا من حركة هذه الكرة؛ ألاحظ أنّ الكرة الخارجية على الجانب الآخر من اللعبة تقفز في الهواء.
 - أ. **أفسّر** ما الذي حدث.
 - ب. **أتوقع:** ماذا سيحدث إذا سحبْتُ كرتين من الجانب الأيسر جانبيًا ثم أفلتتهما معًا؟
 - ج. **أتوقع:** ماذا سيحدث إذا رفعتُ الكرتين الخارجيتين كليهما على الجانبين إلى الارتفاع نفسه وأفلتتهما في اللحظة نفسها؟

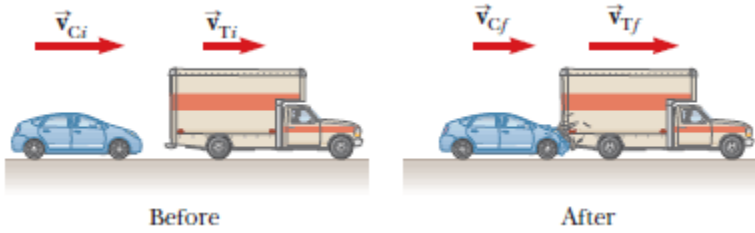
أسئلة متنوعة على التصادمات :

1- سيارة كتلتها (1800 kg) تقف على إشارة ضوئية اصطدمت بها سيارة كتلتها (900 kg) من الخلف فتشابكتا معاً و تحركتا معاً بنفس الاتجاه، إذا كانت سرعة السيارة الصغيرة قبل التصادم (20 m/s) ، احسب سرعة السيارتين المتشابكتين بعد التصادم.

2- سيارة كتلتها (1200 kg) تتحرك بسرعة ابتدائية ($v_{ci} = 25 \text{ m/s}$) اصطدمت بشاحنة كتلتها (9000 kg) تتحرك بسرعة ($v_{Ti} = 20 \text{ m/s}$) سرعة السيارة مباشرة بعد التصادم ($v_{cf} = 18 \text{ m/s}$) كما هو موضح في الشكل احسب

أ- سرعة الشاحنة بعد التصادم

ب- الفرق في الطاقة الحركية لنظام (السيارة- الشاحنة)



3- يتحرك جسم كتلته 12 Kg باتجاه الشرق بسرعة 6 m/s و يتحرك جسم اخر كتلته 4 Kg باتجاه الغرب بسرعة 2 m/s و بعد فترة زمنية اصطدم الجسمان معاً و التحما معتمداً على ما سبق اجب عما يلي:

- 1- سرعتهما بعد الاصطدام مباشرة.
 - 2- هل التصادم مرن ام غير مرن
 - 3- الطاقة الحركية الابتدائية لمكونات النظام قبل حدوث التصادم
 - 4- الطاقة الحركية لمكونات النظام بعد حدوث التصادم.
 - 5- الجواب (1- 1.5 m/s باتجاه +x. 2- غير مرن
- (18J -4 J 224 -3)

4- جسم كتلته 2 Kg يتحرك بسرعة فكانت طاقته الحركية 4 J اجب عما يلي:

- 1- زخمه الخطي.
 - 2- سرعة الجسم..
- الجواب (1- 4 Kg.m/s 2- 2 m/s)

5- اطلق رجل رصاصة كتلتها 0.02 Kg أفقياً على بندول فذفي كتلته 0.98 Kg بسرعة ابتدائية مقدارها 1000 m/s ، احسب أقصى ارتفاع وصل اليه البندول؟

الجواب (20) m

مراجعة الدرس

- الفكرة الرئيسة:** ما نوعا التصادم بحسب حفظ الطاقة الحركية؟ وما الفرق بينهما؟
- أفسر:** عندما تصادم سيارتان فإنهما عادة لا تلتحمان معاً؛ فهل يعني ذلك أن تصادمهما مرناً؟ أوضح إجابتي.
- أحلل وأستنتج:** تصادم جسمان تصادمًا مرناً. أجب عما يأتي:
 - هل مقدار الزخم الخطي لكل جسم قبل التصادم يساوي مقدار زخمه الخطي بعد التصادم؟ أفسر إجابتي.
 - هل مقدار الطاقة الحركية لكل جسم قبل التصادم يساوي مقدار طاقته الحركية بعد التصادم؟ أفسر إجابتي.
- أستخدم المتغيرات:** كرة صلصال كتلتها (2 kg) تتحرك شرقاً بسرعة ثابتة، وتصطدم بكرة صلصال أخرى ساكنة، فتلتحمان معاً وتتحركان شرقاً بسرعة يساوي مقدارها ربع مقدار السرعة الابتدائية للكرة الأولى. احسب مقدار كتلة الكرة الثانية.
- أحلل وأستنتج:** كرتا بلياردو (A و B) لهما الكتلة نفسها وتتحركان في الاتجاه نفسه في خط مستقيم، كما هو موضح في الشكل. قبل التصادم، مقدار سرعة الكرة (A) يزيد بمقدار (1.2 m/s) عن مقدار سرعة الكرة (B). بعد التصادم، مقدار سرعة الكرة (A) يساوي مقدار سرعة الكرة (B) قبل التصادم، ومقدار سرعة الكرة (B) يزيد بمقدار (1.2 m/s) عن مقدار سرعة الكرة (A). هل التصادم مرناً أم غير مرناً؟ أوضح إجابتي.



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

تصميم السيارة والسلامة Car Design and Safety

الإثراء والتوسع



تصادم رأس برأس في اختبار تصادم.

عند توقف سيارة بشكل مفاجئ نتيجة لحدوث تصادم، فإن قوى كبيرة تؤثر في السيارة وركابها، وتُبدد طاقتهم الحركية.

يوجد في مقدمة السيارة ونهايتها مناطق انهيار (مصاصات صدمات) Crumple zones؛ تتبع وتتسوّه بطريقة يجري فيها امتصاص الطاقة الحركية للسيارة وركابها تدريجياً، كما هو موضّح في الصورة. حيث يتسوّه هيكل السيارة المرن المصنوع من صفائح ليئة مما يؤدي إلى تناقص سرعتها

تدريجياً وامتصاص جزء كبير من الطاقة الحركية للسيارة والركاب، وهذا بدوره يزيد زمن التصادم، ويقلل مقدار القوة المُحصّلة المؤثرة في السيارة والركاب، مما يقلل احتمالية تعرّضهم لإصابات خطيرة.

أما أحزمة الأمان Seat belts؛ فتؤثر في الركاب بقوة مقدارها (10000 N) تقريباً، بعكس اتجاه حركة السيارة، خلال مسافة مقدارها (0.5 m)، وهي تقريباً المسافة بين راكب المقعد الأمامي والزعجاج الأمامي. ففي أثناء الاصطدام، يُثبت حزام الأمان الراكب في المقعد ويزيد زمن تغيير سرعته، وبما أن مقدار التغيير في الزخم الخطي للراكب ثابت (إذ يتوقف الراكب في النهاية سواء استخدم حزام الأمان أم لم يستخدمه)؛ فإن مقدار القوة المؤثرة فيه يصبح أقل نتيجة زيادة زمن التوقف. وفي حال عدم استخدام حزام الأمان سيرتطم الراكب بعجلة القيادة أو زجاج السيارة الأمامي، ويتوقف خلال فترة زمنية قصيرة مقارنةً بزمن التوقف عندما يستخدم حزام الأمان، مما يعني تأثير قوة كبيرة فيه لإيقافه.

تنفخ الوسائد الهوائية Air bags الموجودة في بعض السيارات عند حدوث تصادم؛ وتحمي السائق والركاب من الإصابات الخطيرة، فهي مثلاً؛ تحمي السائق من الاصطدام بعجلة القيادة، وتزيد زمن تغيير سرعته، فيقلل مقدار القوة المؤثرة فيه، وتوزع القوة المؤثرة فيه على مساحة أكبر من جسمه.

أما مساند الرأس Head restraints؛ فتضمن حركة رأس الراكب والسائق إلى الأمام مع الجسم، عند صدم السيارة من الخلف. وهذا يمنع كسر الجزء العلوي من العمود الفقري أو تلفه. وتقلل احتمالية التعرض لإصابات خطيرة عند وقوع حادث بمقدار كبير إذا استعملت أحزمة الأمان وثبتت مساند الرأس.

تُساعد وسائل الأمان الثانوية هذه جميعها على الحماية من الإصابات الخطيرة عند وقوع الحوادث. أما عوامل السلامة الأساسية فهي التي تُمنع وقوع الحوادث وتعتمد على: ثبات السيارة على الطريق، وكفاءة المكابح، وفاعلية أنظمة القيادة والتوجيه، ومقدرة السائق على التعامل مع المتغيرات التي تحدث في أثناء القيادة، إضافةً إلى انتباه السائق؛ نظراً لأن معظم الحوادث ناتجة عن أخطاء يرتكبها السائقون.

مراجعة الوحدة

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 الدفع المؤثر فيه، وزاد التغيير في زخمه الخطي.
 - ب. زاد الدفع المؤثر فيه، نقص التغيير في زخمه الخطي.
 - ج. نقص الدفع المؤثر فيه، وزاد التغيير في زخمه الخطي.
 - د. نقص كل من: الدفع المؤثر فيه، والتغيير 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) أفقياً بسرعة ثابتة (5 m/s) شرقاً. إن مقدار الزخم الخطي لهذا الجسم واتجاهه هو:
 - أ. 0.5 kg.m/s شرقاً. ب. 50 kg.m/s غرباً. ج. 2 kg.m/s شرقاً. د. 50 kg.m/s شرقاً.
 5. تتحرك سيارة شمالاً بسرعة ثابتة؛ بحيث كان زخمها الخطي يساوي ($9 \times 10^4\text{ N.s}$). إذا تحركت السيارة جنوباً 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 غرباً بسرعة مقدارها (3 m/s). إذا ضاعفت لينا مقدار سرعتها مرتان فإن مقدار زخمها الخطي:
 - أ. يتضاعف مرتان.
 - ب. يتضاعف أربع مرات.
 - ج. يقل بمقدار النصف.
 - د. يقل بمقدار الربع.
 7. صندوقان (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)؛ فأَيُّ 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 أفقياً بسرعة مقدارها v نحو جدار؛ فارتدت الكرة أفقياً بمقدار السرعة نفسه. إن مقدار التغيير في الزخم الخطي للكرة يساوي:
 - أ. mv . ب. $-mv$. ج. $2mv$. د. صفراً.
 9. كرة (A) تتحرك بسرعة (2 m/s) غرباً؛ فتصطدم بكرة أخرى ساكنة (B) مماثلة لها تصادماً مرناً في بُعد واحد. إذا توقفت الكرة (A) بعد التصادم، فإن مقدار سرعة الكرة (B) واتجاهها بعد التصادم يساوي:
 - أ. 2 m/s شرقاً. ب. 2 m/s غرباً. ج. 1 m/s شرقاً. د. 1 m/s غرباً.

10. يركض 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 عمرَ والعربة معاً؟ وما اتجاهها؟
 أ. 2.0 m/s شرقاً. ب. 5.5 m/s غرباً. ج. 4.2 m/s غرباً. د. 2.5 m/s شرقاً.
11. تقفز شذى من قاربٍ ساكنٍ كتلته (300 kg) إلى الشاطئ بسرعةٍ أفقيةٍ 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 غرباً الشاطئ.
- اقرأ الفقرة الآتية، ثم أجب عن الأسئلة (14-12) بافتراض الاتجاه الموجب باتجاه محور x .
 سيارةٌ رياضيةٌ 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 مباشرةً؟
 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 نرجسُ على زلاجةٍ ساكنةٍ موضوعةٍ على أرضيةٍ غرقةٍ ملساء وهي تحمل حقيبتها. وعندما قذفت حقيبتها إلى الأمام تحركت هي والزلاجة معاً إلى الخلف.
 ب. تُغطى 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. **أقارن** 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 فضاء حقيبة معدّاتٍ خاصة لإصلاح خللٍ في الهيكل الخارجي للمحطة الفضائية، وفي أثناء ذلك انقطع الحبل الذي يثبته بها. اقترح طريقة يُمكن أن يعود بها الرائد إلى المحطة الفضائية. أفسر إجابتي.

6. **أصدرُ حكماً:** في أثناء دراسة غيثٍ لهذا الدرس، قال: «إن وسائل الحماية في السيارات قديماً أفضل منها في السيارات الحالية؛ إذ أن هياكل السيارات الحديثة مرنة تشوّه بسهولة عند تعرّض السيارة لحادث، على عكس هياكل السيارات القديمة الصلبة». أناقش صحّة قول غيث.

7. **أحلل وأستنتج:** تتحرّك سيارةٌ كتلتها $(1.35 \times 10^3 \text{ kg})$ بسرعةٍ مقدارها (15 m/s) شرقاً، فتصطدم بجدارٍ وتتوقف تماماً خلال فترة زمنيّة مقدارها (0.115 s) ، فأحسبُ مقدار ما يأتي:

أ. التغيّر في الزخم الخطّي للسيارة.

ب. القوة المتوسطة التي يؤثر بها الجدار في السيارة.



8. **أحسبُ:** السيارة (A) كتلتها $(1.1 \times 10^3 \text{ kg})$ تتحرك بسرعة (6.4 m/s) باتجاه محور $+x$ ، فتصطدم رأساً برأس سيارةٍ ساكنةٍ (B) كتلتها $(1.2 \times 10^3 \text{ kg})$ ؛ وتلتصم السيارتان معاً بعد التصادم وتحرّكان على المسار المستقيم نفسه قبل التصادم، كما هو موضح في الشكل المجاور. أحسبُ مقدار ما يأتي:

أ. سرعة السيارتين بعد التصادم، وأحد اتجاههما.

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

9. **أستخدم الأرقام:** جسمٌ ساكنٌ موضوع على سطح أفقيّ أملس يتكون من جزأين، A و B. كتلة الجزء A تساوي $(8.0 \times 10^2 \text{ kg})$ ، وكتلة الجزء B تساوي $(1.5 \times 10^3 \text{ kg})$. إذا انفصل الجزء B عن الجزء A وتحرك مبتعداً بسرعة (10.0 m/s) ، فأحسبُ مقدار ما يأتي:

أ. سرعة اندفاع الجزء A، وأحد اتجاههما.

ب. الدفع المؤثر في الجزء A.

10. **أصدرُ حكماً:** في أثناء دراسة رُويداً هذه الوحدة، قالت: «إنه عندما يقفز شخص من ارتفاعٍ معيّن عن سطح الأرض؛ فإنه يتعيّن عليه أن يُبقي رجليه ممدودتين لحظة ملامسة قدميه سطح الأرض حفاظاً على سلامته». أناقش صحّة قول رُويداً بناءً على المفاهيم الفيزيائية التي تعلمتها في هذه الوحدة.

11. **أحسبُ:** أثرت قوّة محصلة مقدارها $(1 \times 10^3 \text{ N})$ في جسم ساكن كتلته (10 kg) وحركته باتجاهها فترةً زمنيّة مقدارها (0.01 s) . أحسبُ مقدار ما يأتي:

أ. التغيّر في الزخم الخطّي للجسم.

ب. السرعة النهائية للجسم.

12. جسمان (A و B)، ينزلان باتجاهين متعاكسين على مسار أفقي مستقيم أملس كما هو موضح في الشكل، فيصطدمان رأساً برأس ويرتدان باتجاهين متعاكسين على المسار المستقيم نفسه. إذا علمت أن كتلة الجسم A تساوي (0.28 kg)، وسرعة الجسمين بعد التصادم مباشرة: ($v_M = -1.9 \text{ m/s}$) و ($v_{M'} = 3.7 \text{ m/s}$)، فأجيب عما يأتي:

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

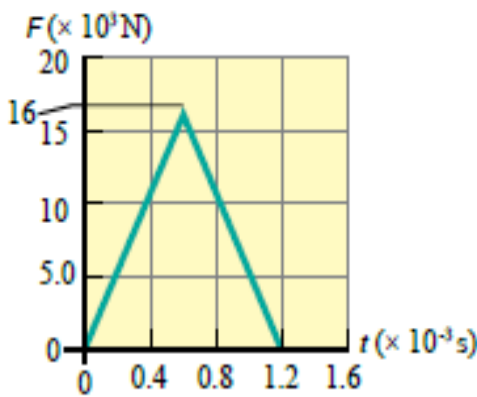
13. أطلقت مريم سهمًا كتلته (0.20 kg) أفقياً بسرعة مقدارها (15 m/s) باتجاه الغرب نحو هدف ساكن كتلته (5.8 kg)، فاصطدم به واستقر فيه وتحركا كجسم واحد نحو الغرب. أحسب مقدار ما يأتي:

أ. سرعة النظام (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 برأس بكرة أخرى كتلتها (0.030 kg) تنزلق شرقاً بسرعة مقدارها (0.180 m/s). بعد التصادم ارتدت الكرة الأولى شرقاً بسرعة مقدارها (0.315 m/s). أجيب عما يأتي:

أ. أحسب مقدار سرعة الكرة الثانية بعد التصادم، وأحدد اتجاهها.
ب. أحدد نوع التصادم.

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



أ. ما الذي يُمثله 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.

اسئلة متنوعة على الوحدة الاولى

1- جسم كتلته 200 kg و زخمه الخطي 400 kg.m/s اثرت عليه قوة فأصبح زخمه الخطي ضعفي ما كان عليه ، احسب مقدار الطاقة الحركية ؟ الجواب J 1600

2*- قذف جسم كتلته 2kg الى اعلى بسرعة 40 m/s بعد مرور ثانيتين احسب:

أ-زخمه الخطي. ب- طاقته الحركية الجواب (أ- 40 kg.m./s ب- J 400)

3** -جسمان a, b اذا علمت ان الزخم الخطي للجسم a يساوي نصف الزخم الخطي للجسم b و ان مجموع الطاقة الحركية للجسمين J 100 جد مقدار الطاقة الحركية للجسمين علماً بـ $m_a = m$ و $m_b = 4m$ ؟ الجواب J 50 لكل جسم

4***-جسم متحرك بسرعة 2 m/s و كتلته 8 kg انفجر الى جزئين متماثلين فكانت الطاقة الحركية لمكونات النظام بعد الانفجار J 16 جد سرعة الجسمين بعد حدوث الانفجار؟

الجواب (2 m/s لكل جسم)

الحياة مستمرة

سواء ضحكت أم بكيت
فلا تُحَقِّل نفسك هموماً
لن تستفيد منها وابتسم