

فيزياء الثاني عشر متقدم
كمية الحركة والتصادمات

تفوق

اجتهد

ادرس

2018

MR: Mohamed atef

050 3136836

كمية الحركة (P): يساوي كتلة الجسم في السرعة المتجهة له $(P = mv)$
كمية متجهة وحدة قياسه $kg \cdot m / s$

كمية الحركة والقوة

حيث $\vec{p}$ كمية متجهة $\vec{p} = (p_x, p_y, p_z)$ تُقاس بوحدة $kg \cdot m/s$.
يمكن صياغة قانون نيوتن الثاني ليشمل العلاقة بين القوة المؤثرة على جسم وكمية حركته:

$$\vec{F} = m\vec{a} = m \frac{d(\vec{v})}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

أي أن معدل التغير الزمني في كمية الحركة dp/dt لجسم ما يتناسب طردياً مع القوة المؤثرة عليه.

إذا كانت $\vec{F}=0$ ، فهذا يعني أن $\vec{p}$ ثابت

مثال جسم كتلته $m = 3 \text{ kg}$ يتحرك في اتجاه المحور x بسرعة $v = 10 \text{ m/s}$. أحسب زخم الجسم.

الحل:

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

$$= 3 \times 10 = 30 \text{ kg} \cdot \text{m/s} \quad (\text{باتجاه المحور } x)$$

كمية الحركة والطاقة الحركية

$$K = \frac{p^2}{2m}$$

جسم كتلته 2 kg ويمتلك كمية حركة مقدارها $20 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ جد طاقة حركته؟

الدفع: هو حاصل ضرب متوسط القوة المؤثرة في جسم في زمن تأثير هذه القوة

ويساوي التغير في كمية حركة الجسم

$$F \Delta t = \text{الدفع}$$

$$\Delta P = m \Delta v = \text{الدفع}$$

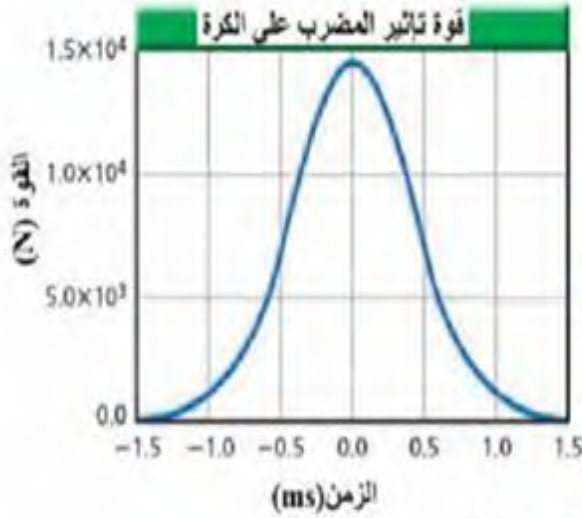
وهو كمية فيزيائية متجهة وحدة قياسه $N \cdot s$ ($N \cdot s = kg \cdot m / s$)

$$\vec{J} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F} dt.$$

$$\vec{J} = \vec{F}_{\text{ave}} \Delta t.$$

$$\vec{J} = \Delta \vec{p}.$$

إذا كانت هناك علاقة بيانية بين القوة المؤثرة على جسم وزمن تأثير هذه القوة فإن الدفع يساوي المساحة تحت المنحنى



إذا كانت القوة المؤثرة على الجسم ثابتة يكون الدفع $F \Delta t$

وإذا كانت القوة المؤثرة على الجسم متغيرة فإن

الدفع = متوسط القوة × زمن تأثيرها

تتغير القوة التي يؤثر بها مضرب التنس على الكرة خلال زمن صغير جدا

كما بالشكل حيث تنضغط شبكة المضرب بعد التلامس مباشرة فتزداد القوة

وتستمر بالتزايد حتى وصول القوة إلى أقصى قيمة لها

وعندما تستعيد شبكة المضرب شكلها وتتحرك الكرة مبتعدة عن المضرب

يكون مقدار القوة يساوي الصفر

نظرية الدفع - كمية الحركة

الدفع على جسم يساوي التغير في **كمية الحركة** هذا الجسم $F \Delta t = \Delta P$

إثبات نظرية الدفع - كمية الحركة

من قانون نيوتن الثاني $F = ma$

$$F = \frac{m \Delta v}{\Delta t}$$

$$F \Delta t = m \Delta v = m(v_f - v_i) = mv_f - mv_i = P_f - P_i = \Delta P$$

أحذية الركض: عندما يضرب العداء قدمه بالأرض فإنها تؤثر في القدم بقوة تساوي أربع أمثال وزنه

لذلك يصمم الحذاء الرياضي بحيث يكون مزودا بزوائد امتصاص لتقليل مقدار القوة من

خلال زيادة زمن تأثيرها

$$\bar{F}_{ave} = \frac{\vec{J}}{\Delta t}$$



الوسائد الهوائية في السيارات:

(ينتج الدفع الكبير عن طريق تأثير قوة كبيرة خلال زمن قصير جدا أو عن طريق تأثير

قوة صغيرة خلال زمن طويل)

عند تصادم السيارة مع سيارة أخرى أو جدار فإنها تتعرض لدفع $F \Delta t$

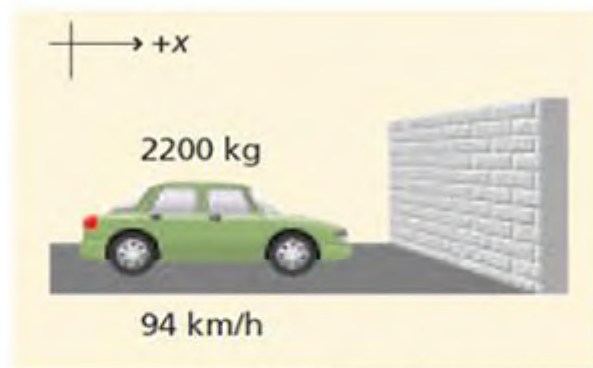
فتدفع الوسادة الهوائية السائق بدفع معادل في المقدار للدفع $(F \Delta t)$

لكنها تعمل على تقليل القوة المؤثرة على السائق عن طريق زيادة زمن تأثير هذه القوة

كما أنها توزع القوة على مساحة أكبر من جسم الشخص

ويكون الزخم النهائي للسائق يساوي الصفر ($P_f = 0$) سواء كان هناك وسادة هوائية أم لا

والزخم الابتدائي $F \Delta t = -P_i$



تمرين 1: تتحرك سيارة كتلتها 2200kg بسرعة 94km / h حيث يمكنها التوقف خلال زمن 21s عند الضغط على الكوابح برفق بينما يمكنها التوقف خلال 3.8s عند الضغط على الكوابح بشدة ويمكنها أن تتوقف خلال زمن 0.22s إذا اصطدمت بحائط اسمنتي احسب متوسط القوة المؤثرة في السيارة في كل حالة

$$v_i = \frac{94 \text{ km}}{h} \left(\frac{1000 \text{ m}}{\text{km}} \right) \left(\frac{h}{3600 \text{ s}} \right) = 26.11 \text{ m/s}$$

$$F \Delta t = m(v_f - v_i) \quad -1$$

$$F \times 21 = 2200(0 - 26.11)$$

$$F = \frac{2200 \times (-26.11)}{21} = -2735.33 = -2.735 \times 10^3 \text{ N}$$

$$F \times 3.8 = 2200(0 - 26.11)$$

$$F = \frac{2200 \times (-26.11)}{3.8} = -15116.315 = -1.5 \times 10^4 \text{ N} \quad -2$$

$$F \times 0.22 = 2200(0 - 26.11)$$

$$F = \frac{2200 \times (-26.11)}{0.22} = -2.61 \times 10^5 \text{ N} \quad -3$$

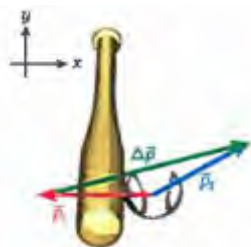
تمرين 2: تتحرك كرة كتلتها 0.2kg بسرعة 8m/s فدفعتها مضرب بقوة F فأصبحت سرعتها 12m/s في نفس الإتجاه احسب مقدار القوة إذا كان زمن تأثيرها 0.15s

$$F \Delta t = m(v_f - v_i)$$

$$F \times 0.15 = 0.2(12 - 8)$$

$$F = \frac{0.2(12 - 8)}{0.15} = 5.33 \text{ N}$$

السرعتين في اتجاه واحد ($v_i = +$) و ($v_f = +$)



يرمي الرامي في دوري كرة البيسبول كرة سريعة تعبر القاعدة الرئيسة بسرعة قدرها 90.0 mph (40.23 m/s) وبزاوية 5.0° أسفل المستوى الأفقي، وبضربها الضارب بقوة إلى خارج الملعب، حيث بدأت بسرعة 110.0 mph (49.17 m/s) وبزاوية 35.0° أعلى من المستوى الأفقي (الشكل 7.4). يلزم أن تكون كتلة كرة البيسبول بين 5 و 5.25 oz. لتفترض أن كتلة الكرة هنا تساوي 5.10 oz (0.145 kg). ما مقدار الدفع المؤثر في كرة البيسبول من المضرب؟

$$\Delta v_x = (49.17 \text{ m/s})(\cos 35.0^\circ) - (40.23 \text{ m/s})(\cos 185.0^\circ) = 80.35 \text{ m/s}$$

$$\Delta v_y = (49.17 \text{ m/s})(\sin 35.0^\circ) - (40.23 \text{ m/s})(\sin 185.0^\circ) = 31.71 \text{ m/s}$$

حساب $\vec{v}_f - \vec{v}_i \equiv \Delta \vec{v}$ للمركبتين x و y

وجمعهما كمتجهات

$$\Delta v = \sqrt{\Delta v_x^2 + \Delta v_y^2} = \sqrt{(80.35)^2 + (31.71)^2} \text{ m/s} = 86.38 \text{ m/s}$$

$$\Delta p = m \Delta v = (0.145 \text{ kg})(86.38 \text{ m/s}) = 12.5 \text{ kg m/s}$$

الدفع: هو التأثير المتبادل بين جسمين بحيث ينتج عنه قوة كبيرة خلال فترة زمنية قصيرة جدًا، ويساوي التغير في كمية حركة الأجسام المتصادمة، ووحدته هي وحدة كمية الحركة.

$$\vec{J} = \Delta \vec{p} = \vec{F} \Delta t$$

تتغير هذه السرعة بشكل سريع من صفر لأعلى قيمة ثم تعود للصفر مرة أخرى، وهي أكبر من أي قوة أخرى مؤثرة خلال التصادم.
أمثلة: المطرقة والمسمار، كرة التنس والمضرب..

تمرين 3: تتحرك كرة كتلتها 0.2kg بسرعة 8m/s فدفعها مضرب بقوة F فأصبحت سرعتها 12m/s

في عكس الاتجاه احسب مقدار القوة إذا كان زمن تأثيرها 0.15s

السرعتين في اتجاهين متعاكسين إما أن تكون $(v_i = -)$ و $(v_f = +)$

$$F \Delta t = m(v_f - v_i)$$

$$F \times 0.15 = 0.2(12 - (-8))$$

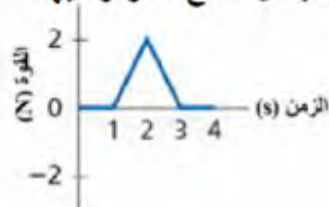
$$F = \frac{0.2(12 + 8)}{0.15} = 26.66\text{N}$$

أو أن تكون $(v_i = +)$ و $(v_f = -)$

$$F \times 0.15 = 0.2(-12 - 8)$$

$$F = \frac{0.2(-20)}{0.15} = -26.66\text{N}$$

تمرين 4: تتحرك كرة كتلتها 0.150kg في الاتجاه الموجب بسرعة 12 m/s بفعل الدفع المؤثر فيها كما



بالرسم احسب سرعة الكرة عند 4.0s

$$\text{الدفع} = \text{المساحة تحت المنحنى} = \frac{2 \times 2}{2} = 2\text{N.s}$$

$$F \Delta t = m(v_f - v_i)$$

$$2 = 0.150(v_f - 12)$$

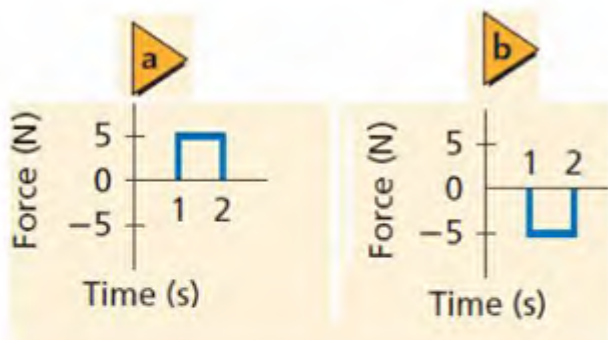
$$v_f = 25.33\text{m/s}$$

تمرين 5: تتدحرج كرة بولينج كتلتها 7kg أسفل الممر بسرعة

2m/s أوجد مقدار سرعة الكرة واتجاهها إذا أثر عليها

1- دفع كما في الشكل (a)

2- دفع كما في الشكل (b)



$$F \Delta t = m(v_f - v_i)$$

$$5 \times 1 = 7(v_f - 2)$$

$$v_f = 2.714\text{m/s}$$

$$-5 \times 1 = 7(v_f - 2)$$

$$v_f = 1.2857\text{m/s}$$

مثال: جسم ساكن كتلته 3 kg على سطح أفقي أملس، أثرت على الجسم قوة مقدارها 10 N تميل على الأفق بزاوية 60° لمدة 6 s . احسب: (أ) الدفع الحاصل على الجسم خلال هذه الفترة. (ب) مقدار الزخم (Δp) الذي يكتسبه الجسم خلال هذه الفترة.



الحل: (أ) الدفع:

$$\begin{aligned} I &= F \cdot (\Delta t) \\ &= (F \cos 60)(6) \\ &= (10 \times 0.5)(6) = 30 \text{ N.s} \end{aligned}$$

(ب) الزخم المكتسب:

$$\begin{aligned} \Delta p &= p_f - p_i = mv_f \\ v_f &= v_i + at = 0 + \frac{\sum F}{m} \cdot t = \frac{F \cos 60}{3} \cdot (6) = 10 \text{ m/s} \\ \Delta p &= 3 \times 10 = 30 \text{ kg.m/s} \end{aligned}$$

مرة أخرى نلاحظ ان الدفع يساوي التغير في الزخم: $I = \Delta p$.

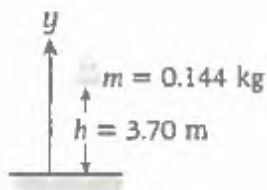
تمرين 6: تتحرك كرة كتلتها 0.174 kg بسرعة 26 m/s فدفعها مضرب بقوة F فأصبحت سرعتها 38 m/s في عكس الاتجاه

- 1- ارسم متجهات الزخم قبل وبعد ضرب الكرة بالمضرب
- 2- احسب التغير في زخم الكرة
- 3- احسب الدفع الناتج عن المضرب
- 4- احسب مقدار متوسط القوة إذا كان زمن تأثيرها 0.8 s

تمرين 7: يقفز لاعب كتلته 60 kg لإرتفاع 0.32 m

- 1- احسب زخم اللاعب عند وصوله للأرض
- 2- احسب الدفع اللازم لإيقاف اللاعب
- 3- احسب متوسط القوة المؤثرة في جسم اللاعب عندما يهبط على الأرض إذا انثنت ركبته لإطالة زمن التوقف إلى 0.05 s

س1: فسر انك عندما تقفز من ارتفاع ما إلى سطح الأرض فإنك تتثنى رجلك لحظة ملاسة قدمك للأرض؟



تسقط بيضة في حاوية خاصة من ارتفاع 3.70 m، وكتلة الحاوية والبيضة معا 0.144 kg. وتؤدي قوة محصلة قيمتها 4.42 N إلى كسر البيضة. ما الحد الأدنى للوقت الذي يمكن أن تتوقف خلاله البيضة / الحاوية دون أن تنكسر البيضة؟

$$v_y^2 = v_{y0}^2 - 2g(y - y_0). \quad v_y = \sqrt{2gh}. \quad \vec{J} = \Delta\vec{p} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F} dt,$$

$$\int_{t_1}^{t_2} \vec{F} dt = \vec{F}(t_2 - t_1) = \vec{F}\Delta t. \quad \Delta p_y = 0 - (-mv_y) = mv_y = F_y\Delta t,$$

$$\Delta t = \frac{(0.144 \text{ kg})\sqrt{2(9.81 \text{ m/s}^2)(3.70 \text{ m})}}{4.42 \text{ N}} = 0.277581543 \text{ s}.$$

حفظ كمية الحركة

إذا وجدت مجموعة من الأجسام في حالة تصادم داخل نظام معزول فإن:

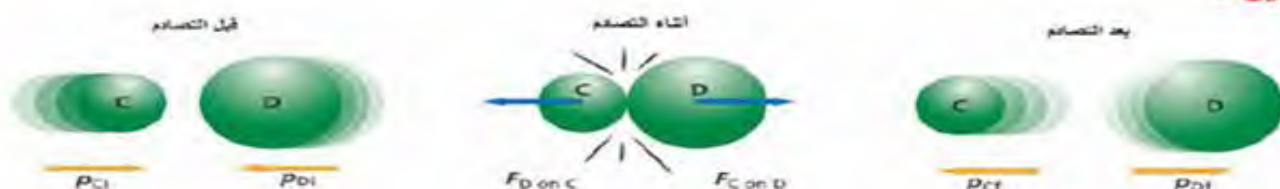
كمية حركة النظام يكون ثابتا مقدارا واتجاها

أي أن مجموع **p** هذه الأجسام قبل التصادم يساوي مجموع **p** هذه الأجسام بعد التصادم

النظام المغلق: هو النظام لا يسمح بتبادل الكتلة مع محيط النظام (كتلة الأجسام داخل النظام مقدار ثابت)

النظام المعزول: هو النظام الذي يكون مغلقا والقوة المؤثرة فيه قوة داخلية ولا توجد قوة تؤثر في النظام من أجسام موجودة خارجه (محصلة القوى الخارجية على هذا النظام = صفرا)

تصادم جسمين :



عند تصادم كرتين فإن كل كرة تؤثر بقوة في الكرة الأخرى وأن هاتين القوتين متساويتين في المقدار ومتعاكستين في الاتجاه حسب قانون نيوتن الثالث الفترة الزمنية التي تؤثر فيها كل من القوتين هي نفسها
إذن دفع الكرة الأولى للثانية يساوي دفع الكرة الثانية للأولى في المقدار ويعاكسه في الاتجاه

$$P_{Cf} - P_{Ci} = -(P_{Df} - P_{Di})$$

$$\therefore P_{Ci} + P_{Di} = P_{Cf} + P_{Df}$$

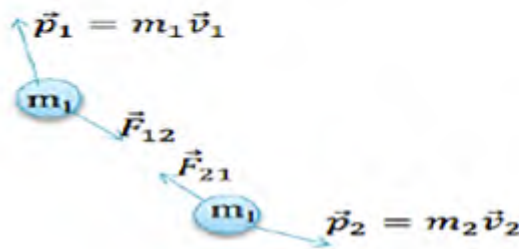
$$m_C v_{Ci} + m_D v_{Di} = m_C v_{Cf} + m_D v_{Df}$$

إذا التصق الجسمان بعد التصادم وتحركا كجسم واحد يكون
حيث أن v_f هي سرعة الكرتين معا بعد التصادم

$$m_C v_{Ci} + m_D v_{Di} = (m_C + m_D) v_f$$

التصادمات

شرط التصادم المرن



$$\vec{p}_{tot} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \text{constant}$$

$$\vec{p}_{1i} + \vec{p}_{2i} = \vec{p}_{1f} + \vec{p}_{2f}$$

$$\underbrace{m_1 \vec{v}_{1i} + m_2 \vec{v}_{2i}}_{\text{مجموع كمية الحركة قبل التصادم}} = \underbrace{m_1 \vec{v}_{1f} + m_2 \vec{v}_{2f}}_{\text{مجموع كمية الحركة بعد التصادم}}$$

وهذا يعني أن كمية الحركة التي يفقدها أحد الجسمين المتحركين نتيجة التصادم، يكتسبها الجسم الآخر.

وبشكل عام: كمية الحركة الكلية لمنظومة ميكانيكية معزولة عن أي مؤثر خارجي لا تتغير.

حفظ الطاقة الحركية كما يلي

$$\frac{p_{1,x}^2}{2m_1} + \frac{p_{2,x}^2}{2m_2} = \frac{p_{1f,x}^2}{2m_1} + \frac{p_{2f,x}^2}{2m_2}$$

السرعتين المتجهتين النهايتين باستخدام $p_x = mv_x$

مركبات منجهي كمية الحركة النهائية:

$$\Delta v_f = -\Delta v_i$$

$$v_{f1,x} = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \right) v_{i1,x} + \left(\frac{2m_2}{m_1 + m_2} \right) v_{i2,x}$$

$$v_{f2,x} = \left(\frac{2m_1}{m_1 + m_2} \right) v_{i1,x} + \left(\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} \right) v_{i2,x}$$

$$p_{f1,x} = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \right) p_{i1,x} + \left(\frac{2m_2}{m_1 + m_2} \right) p_{i2,x}$$

$$p_{f2,x} = \left(\frac{2m_1}{m_1 + m_2} \right) p_{i1,x} + \left(\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} \right) p_{i2,x}$$

حالة خاصة 2: جسم واحد في وضع السكون في البداية

$$p_{f1,x} = \left(\frac{2m_1}{m_1 + m_2} \right) p_{i2,x}$$

$$p_{f2,x} = \left(\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} \right) p_{i2,x}$$

(للحالة الخاصة حيث $p_{i1,x} = 0$)

وبالطريقة نفسها، نحصل على السرعتين المتجهتين النهايتين

$$v_{f1,x} = \left(\frac{2m_2}{m_1 + m_2} \right) v_{i2,x}$$

$$v_{f2,x} = \left(\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} \right) v_{i2,x}$$

(للحالة الخاصة حيث $p_{i1,x} = 0$)

حالة خاصة 1: الكتلتان المتساويتان

$$p_{f1,x} = p_{i2,x}$$

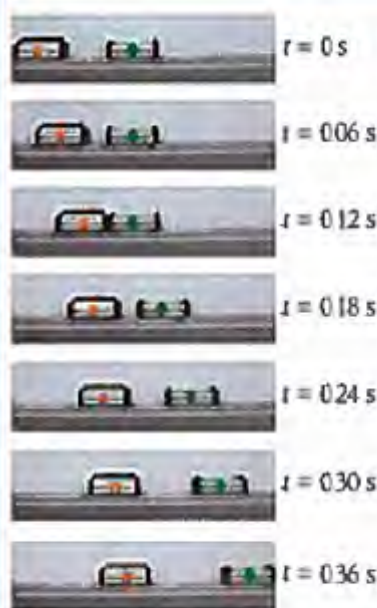
$$p_{f2,x} = p_{i1,x}$$

(للحالة الخاصة حيث $m_1 = m_2$)

$$v_{f1,x} = v_{i2,x}$$

$$v_{f2,x} = v_{i1,x}$$

(للحالة الخاصة حيث $m_1 = m_2$)



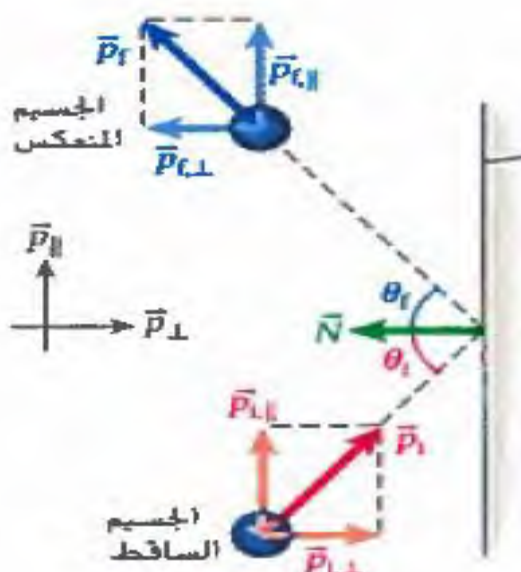
إذا كان $v_{12,x} > 0$ فإن الجسم 2 يتحرك من اليسار إلى اليمين. مع مراعاة أن محور x الموجب يشير إلى اليمين كتعيين تقليدي. هذه الحالة موضحة في الشكل 7.7. بناءً على أي الكتلتين أكبر، يمكن أن يكون للتصادم إحدى أربع نتائج:

1. $m_2 > m_1 \Rightarrow (m_2 - m_1)/(m_2 + m_1) > 0$. تكون السرعة المتجهة النهائية للجسم 2 في الاتجاه نفسه ولكن يقل مقدارها.
2. $m_2 = m_1 \Rightarrow (m_2 - m_1)/(m_2 + m_1) = 0$. الجسم 2 في وضع السكون، ويتحرك الجسم 1 بالسرعة المتجهة الابتدائية للجسم 2.
3. $m_2 < m_1 \Rightarrow (m_2 - m_1)/(m_2 + m_1) < 0$. يترد الجسم 2 إلى الخلف؛ ويتغير اتجاه متجه السرعة المتجهة.
4. $m_2 \ll m_1 \Rightarrow (m_2 - m_1)/(m_2 + m_1) \approx -1$ and $2m_2/(m_1 + m_2) \approx 0$. يظل الجسم 1 في وضع السكون ويعكس الجسم 2 سرعته المتجهة تقريباً. تحدث هذه الحالة، على سبيل المثال، في تصادم كرة مع الأرض. في هذا التصادم، تمثل الأرض الجسم 1 وتمثل الكرة الجسم 2. إذا كان التصادم مرناً بدرجة كافية، فإن الكرة ترتد بالسرعة نفسها التي كانت تتحرك بها قبل التصادم مباشرة، لكن في الاتجاه المضاد - إلى أعلى بدلاً من أسفل.

مضرب الجولف هو المضرب الذي يُستخدم لضرب كرة الجولف لمسافة طويلة. يتميز رأس مضرب الجولف بكتلة نموذجية قدرها 200 g. يستطيع لاعب الجولف المتميز أن يحرك رأس المضرب بسرعة قدرها 40.0 m/s تقريباً، تبلغ كتلة كرة الجولف 45.0 g. تظل الكرة ملاصقة لرأس المضرب لمدة 0.500 ms.

$$v_{f1,x} = \left(\frac{2m_2}{m_1 + m_2} \right) v_{i2,x}, \quad v_{f1,x} = \frac{2(0.200 \text{ kg})}{0.0450 \text{ kg} + 0.200 \text{ kg}} (40.0 \text{ m/s}) = 65.3 \text{ m/s}.$$

$$\Delta p = m\Delta v = mv_{f1,x}, \quad \Delta p = F_{\text{ave}}\Delta t, \quad F_{\text{ave}} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{mv_{f1,x}}{\Delta t} = \frac{(0.045 \text{ kg})(65.3 \text{ m/s})}{0.500 \cdot 10^{-3} \text{ s}} = 5880 \text{ N}.$$



التصادمات المرنة في بعدين وثلاث أبعاد

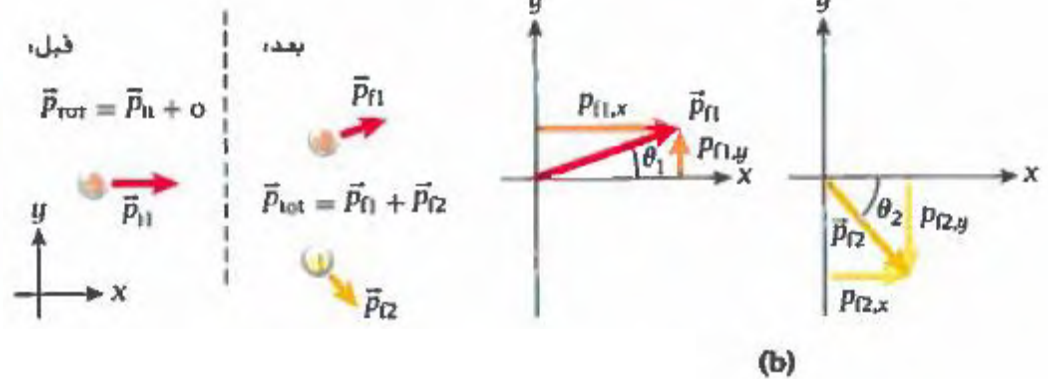
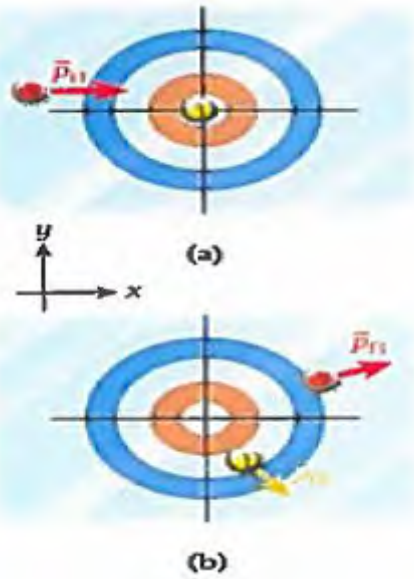
التصادم بالجدران

$$p_i^2 = p_{i,||}^2 + p_{i,\perp}^2 \quad p_f^2 = p_{f,||}^2 + p_{f,\perp}^2$$

$$p_{i,\perp} = -p_{f,\perp} \quad p_{i,||} = p_{f,||}$$

$$\theta_i = \cos^{-1} \frac{p_{i,\perp}}{p_i} = \cos^{-1} \frac{p_{f,\perp}}{p_f} = \theta_r.$$

السرعة المتجهة الابتدائية لحجر الكيرلنغ الأحمر الموضح في الشكل 7.10 تبلغ 1.60 m/s في اتجاه x وينحرف بعد التصادم بالحجر الأصفر بزاوية 32.0° بالنسبة إلى المحور x . ما مقدار كمية الحركة النهائية بعد هذا التصادم المرن المباشر، وما مجموع الطاقة الحركية للحجرين؟



$$p_{i1,x} + 0 = p_{f1,x} + p_{f2,x}$$

$$0 + 0 = p_{f1,y} + p_{f2,y}$$

$$\theta_1 = 32.0^\circ \quad \theta_2 = -58.0^\circ$$

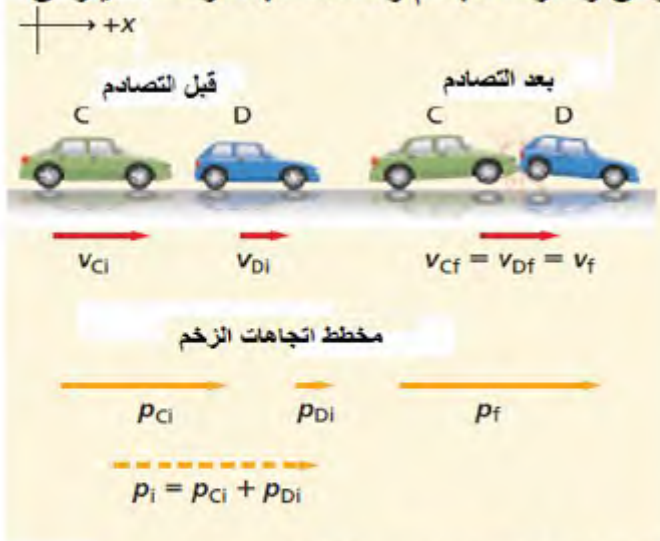
$$p_{i1,x} = p_{f1,x} + p_{f2,x} = p_{f1} \cos \theta_1 + p_{f2} \cos \theta_2$$

وفي الاتجاه y . نحصل على

$$0 = p_{f1,y} + p_{f2,y} = p_{f1} \sin \theta_1 + p_{f2} \sin \theta_2$$

اكمل الحل

تمرين 8: تتحرك سيارة كتلتها 1875kg بسرعة 23 m/s اصطدمت بمؤخرة سيارة كتلتها 1025kg تسير على الجليد بسرعة 17 m/s في الإتجاه نفسه فالتحمت السيارتان وتحركتا كجسم واحد احسب سرعة السيارتان بعد التصادم



$$m_C v_{Ci} + m_D v_{Di} = (m_C + m_D) v_f$$

$$1875 \times 23 + 1025 \times 17 = (1875 + 1025) v_f$$

$$v_f = 20.879\text{ m/s}$$

تمرين 9: يتحرك قرص هوكي كتلته 0.105kg بسرعة 24 m/s فيمسك به حارس مرمى كتلته 75kg في حالة سكون ما السرعة التي ينزلق بها حارس المرمى على الجليد

$$m_C v_{Ci} + m_D v_{Di} = (m_C + m_D) v_f$$

$$0.105 \times 24 + 75 \times 0 = (0.105 + 75) v_f$$

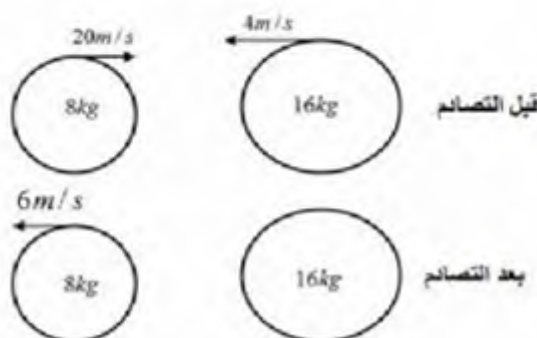
$$v_f = 0.03355\text{ m/s}$$

تمرين 10: تصطدم رصاصة كتلتها 35g بقطعة خشب ساكنة كتلتها 5kg فاستقرت فيها وتحركتا معا بسرعة 8.6 m/s ما السرعة الابتدائية للرصاصة قبل التصادم

$$m_C v_{Ci} + m_D v_{Di} = (m_C + m_D) v_f$$

$$0.035 \times v_{Ci} + 5 \times 0 = (0.035 + 5) 8.6$$

$$v_{Ci} = 1.237 \times 10^3\text{ m/s}$$



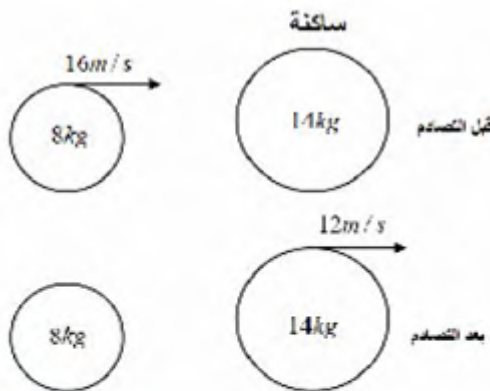
تمرين 11: في الشكل احسب سرعة الكرة الكبيرة بعد التصادم

$$m_C v_{Ci} + m_D v_{Di} = m_C v_{Cf} + m_D v_{Df}$$

$$8 \times 20 + 16(-4) = 8(-6) + 16 v_{Df}$$

$$v_{Df} = 9\text{ m/s}$$

تمرين 12: في الشكل احسب سرعة الكرة الصغيرة بعد التصادم واتجاهها



تمرين 13: تحركت عربة وزنها 24.5 N من السكون على مستوى مائل طوله 1 m ويميل بزاوية 30° درجة لتتصادم عربة أخرى وزنها 36.8 N عند أسفل المستوى المائل

- 1- احسب سرعة العربة الأولى عند نهاية المستوى
- 2- احسب السرعة المشتركة للعربتان إذا التحتما بعد التصادم



- تمرين 14: تتحرك كرة زجاجية C كتلتها 5 g بسرعة 20 cm/s اصطدمت بكرة أخرى D كتلتها 10 g تتحرك بسرعة 10 cm/s في نفس الإتجاه أكملت الكرة C حركتها في الإتجاه نفسه بسرعة 8 cm/s
- 1- ارسم الوضع و عرف النظام
 - 2- احسب زخم الكرتين قبل التصادم
 - 3- احسب زخم الكرة C بعد التصادم
 - 4- احسب زخم الكرة D بعد التصادم
 - 5- احسب سرعة الكرة D بعد التصادم

تحرّكت رصاصة كتلتها (35.0 g) بسرعة (475 m/s) ، فاصطدمت بكيس من الطحين كتلته (2.5 kg) موضوع على أرضية ملساء في حالة سكون ، فاخترقت الرصاصة الكيس ، انظر الشكل ، وخرجت منه بسرعة (275 m/s) . ما سرعة الكيس لحظة خروج الرصاصة منه ؟

$$\begin{aligned} p_{1i} + p_{2i} &= p_{1f} + p_{2f} \\ (m_1 v_{1i}) + (m_2 v_{2i}) &= (m_1 v_{1f}) + (m_2 v_{2f}) \\ (35 \times 10^{-3})(475) + (0) &= (35 \times 10^{-3})(275) + (2.5)v_{2f} \\ 16.625 - 9.625 + 2.5v_{2f} & \\ 2.5v_{2f} &= 16.625 - 9.625 \\ 2.5v_{2f} &= 7 \\ v_{2f} &= \frac{7}{2.5} = 2.8 \text{ m/s} \end{aligned}$$

إذا اصطدمت الرصاصة المذكورة في السؤال السابق بكرة فولاذية كتلتها (2.5 kg) في حالة سكون ، فارتدت الرصاصة عنها بسرعة مقدارها (5.0 m/s) ، فكم تكون سرعة الكرة بعد ارتداد الرصاصة ؟

$$\begin{aligned} p_{1i} + p_{2i} &= p_{1f} + p_{2f} \\ (m_1 v_{1i}) + (m_2 v_{2i}) &= (m_1 v_{1f}) + (m_2 v_{2f}) \\ (35 \times 10^{-3})(475) + (0) &= (35 \times 10^{-3})(-5) + (2.5)v_{2f} \\ 16.625 &= -0.175 + 2.5v_{2f} \\ 2.5v_{2f} &= 16.625 + 0.175 \\ 2.5v_{2f} &= 16.8 \\ v_{2f} &= \frac{16.8}{2.5} = 6.72 \text{ m/s} \end{aligned}$$

تحرّكت كرة كتلتها (0.50 kg) بسرعة (6.0 m/s) ، فاصطدمت بكرة أخرى كتلتها (1.00 kg) تتحرك في الاتجاه المعاكس بسرعة مقدارها (12.0 m/s) . فإذا ارتدت الكرة الأقل كتلة إلى الخلف بسرعة مقدارها (14 m/s) بعد التصادم فكم يكون مقدار سرعة الكرة الأخرى بعد التصادم ؟

$$\begin{aligned} p_{1i} + p_{2i} &= p_{1f} + p_{2f} \\ (m_1 v_{1i}) + (m_2 v_{2i}) &= (m_1 v_{1f}) + (m_2 v_{2f}) \\ (0.5)(6) + (1)(-12) &= (0.5)(-14) + (1)v_{2f} \\ 3 - 12 &= -7 + v_{2f} \\ -9 &= -7 + v_{2f} \\ v_{2f} &= 7 - 9 \\ v_{2f} &= -2 \text{ m/s} \end{aligned}$$

تحركت عربة وزنها (24.5 N) من السكون على مستوى طوله (1.0 m) ويميل على الأفق بزاوية (30.0°) . انظر إلى الشكل . اندفعت العربة إلى نهاية المستوى المائل ، فصدت عربة أخرى وزنها (36.8 N) موضوعة عند أسفل المستوى المائل .

a. احسب مقدار سرعة العربة الأولى عند أسفل المستوى المائل .

b. إذا التحمت العريبتان معاً فما سرعة انطلاقهما بعد التصادم .

a. $F = ma$

$$mg \sin 30 = ma$$

$$a = g \sin 30$$

$$a = (9.8) \sin 30 = 4.9 \text{ m/s}^2$$

$$v_f^2 = v_i^2 + 2ad$$

$$v_f^2 = 0 + 2(4.9)(1) = 9.8 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

$$v_f = 3.13 \text{ m/s}$$

b.

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

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

$$v_f = \frac{m_1 v_{1i}}{m_1 + m_2} = \frac{(2.5)(3.13)}{2.5 + 3.8} = 1.24 \text{ m/s}$$

يستمر مضرب لاعب التنس في التقدم إلى الأمام بعد ضرب الكرة ، فهل يكون الزخم محفوظاً في التصادم ؟ فسّر ذلك ، وتنبه إلى أهمية تعريف

النظام .

وجود قوة ذراع اللاعب الممسك بالمضرب ، واتصال المضرب مع جسم اللاعب المرتبط مع الأرض بقوة الاحتكاك . يجعل النظام (الكرة والمضرب) غير معزول .

يركض لاعب القفز بالزانة في اتجاه نقطة الانطلاق بزخم أفقي . من أين يأتي الزخم الرأسي عندما يقفز اللاعب فوق العارضة ؟

يأتي الزخم الرأسي من قوة دفع الأرض للزانة .

ركض لاعبان في مباراة كرة قدم من اتجاهين مختلفين ، فاصطدما وجهاً لوجه عندما حاولا ضرب الكرة برأسيهما ، فاستقرا في الجو ، ثم سقطا

على الأرض . صف زخميهما الابتدائيين .

بما أن اللاعبين استقرا في الجو معاً فإن زخميهما النهائيين = صفر . إذا : يجب أن يكون مجموع زخميهما الابتدائيين = صفر .

إذا : زخم اللاعبان الابتدائيان متساويين في المقدار ومتعاكسين في الاتجاه .

إذا التقطت كرة وأنت واقف على لوح تزلج فإنك ستندفع إلى الخلف . أما إذا كنت تقف على الأرض فإنه يمكنك تجنب الحركة عندما تلتقط

الكرة . اشرح كلتا الحالتين باستخدام قانون حفظ الزخم ، موضحاً أي نظام استخدمت في كلتا الحالتين .

الشخص والزلاج (يعتبران جسم واحد) ومع الكرة ، يتكون نظام . بما أن قوة الاحتكاك بين الزلاج والأرض صغيرة جداً . إذا النظام معزول . (الزخم محفوظ) .

الشخص (يقف على الأرض) والكرة نظام . وجود قوة الاحتكاك بين الشخص والأرض تعتبر قوة خارجية . إذا النظام غير معزول . (الزخم غير محفوظ)

الأرض في الحالتين ليست من ضمن النظام .

إذا أخذنا الأرض كجسم مع النظام فإن : في الحالتين النظام معزول (الزخم محفوظ)

تمارين علي التصادم في بعدين

تحرکت سيارة كتلتها (925 kg) شمالاً بسرعة (20.1 m/s) ، فاصطدمت بسيارة كتلتها (1865 kg) متحركة غرباً بسرعة (13.4 m/s) ، فالتحمتا معاً . ما مقدار سرعتيهما واتجاهيهما بعد التصادم ؟

$$m_1 = 925 \text{ kg} \quad v_{1y} = 20.1 \text{ m/s}$$

$$m_2 = 1865 \text{ kg} \quad v_{2x} = -13.4 \text{ m/s}$$

$$p_f = \sqrt{(p_{ix})^2 + (p_{iy})^2}$$

$$p_{ix} = m_2 v_{2x} = (1865)(-13.4) = -25 \times 10^3 \text{ kg.m/s}$$

$$p_{iy} = m_1 v_{1y} = (925)(20.1) = 18.6 \times 10^3 \text{ kg.m/s}$$

$$p_f = \sqrt{(-25 \times 10^3)^2 + (18.6 \times 10^3)^2} = 31.2 \times 10^3 \text{ kg.m/s}$$

$$p_f = (m_1 + m_2) v_f$$

$$v_f = \frac{p_f}{(m_1 + m_2)} = \frac{31.2 \times 10^3}{(1865 + 925)} = 11.2 \text{ m/s}$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{p_{iy}}{p_{ix}}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{18.6 \times 10^3}{-25 \times 10^3}\right) = -36.65^\circ \quad \text{شمال الغرب}$$

$$\theta = 180 - 36.65 = 143.35^\circ \quad \text{مع محور x الموجب}$$

اصطدمت سيارة كتلتها (1732 kg) متحركة شرقاً بسرعة (31.3 m/s) ، بسيارة أخرى كتلتها (1383 kg) متحركة جنوباً بسرعة (11.2 m/s) ، فالتحمتا معاً . ما مقدار سرعتيهما واتجاهيهما مباشرة بعد التصادم ؟

$$m_1 = 1732 \text{ kg} \quad v_{1x} = 31.3 \text{ m/s}$$

$$m_2 = 1383 \text{ kg} \quad v_{2y} = -11.2 \text{ m/s}$$

$$p_f = \sqrt{(p_{ix})^2 + (p_{iy})^2}$$

$$p_{ix} = m_1 v_{1x} = (1732)(31.3) = 5.4 \times 10^4 \text{ kg.m/s}$$

$$p_{iy} = m_2 v_{2y} = (1383)(-11.2) = -1.6 \times 10^4 \text{ kg.m/s}$$

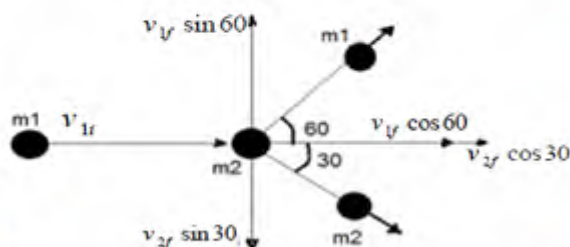
$$p_f = \sqrt{(5.4 \times 10^4)^2 + (-1.6 \times 10^4)^2} = 5.6 \times 10^4 \text{ kg.m/s}$$

$$p_f = (m_1 + m_2) v_f$$

$$v_f = \frac{p_f}{(m_1 + m_2)} = \frac{5.6 \times 10^4}{(1732 + 1383)} = 18.1 \text{ m/s}$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{p_{iy}}{p_{ix}}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{-1.6 \times 10^4}{5.4 \times 10^4}\right) = -16.5^\circ \quad \text{جنوب الشرق}$$

تعرضت كرة بلياردو ساكنة كتلتها (0.17 kg) للاصطدام بكرة ماثلة لها متحركة بسرعة (4.0 m/s) ، فتحررت الكرة الثانية بعد التصادم في اتجاه يميل (60.0°) إلى يسار اتجاهها الأصلي ، في حين تحركت الكرة الأولى في اتجاه يميل (30°) إلى يمين الاتجاه الأصلي للكرة المتحركة . ما سرعة كل من الكرتين بعد التصادم ؟



قانون حفظ الزخم على المحور (x) :

$$\begin{aligned} p_{1x} + p_{2x} &= p_{1x} + p_{2x} \\ m_1 v_{1i} + 0 &= m_1 v_{1f} \cos 60 + m_2 v_{2f} \cos 30 \\ (0.17)(4) &= (0.17)v_{1f} \cos 60 + (0.17)v_{2f} \cos 30 \\ 0.68 &= 0.085v_{1f} + 0.147v_{2f} \end{aligned} \quad \longrightarrow \quad (1)$$

بالتعويض من (2) في (1) :

$$\begin{aligned} 0.68 &= 0.085(0.578v_{2f}) + 0.147v_{2f} \\ 0.68 &= 0.196v_{2f} \\ v_{2f} &= 3.47 \text{ m/s} \end{aligned} \quad \longrightarrow \quad (3)$$

قانون حفظ الزخم على المحور (y) :

$$\begin{aligned} p_{1y} + p_{2y} &= p_{1y} + p_{2y} \\ 0 + 0 &= m_1 v_{1f} \sin 60 + m_2 (-v_{2f} \sin 30) \\ 0 &= (0.17)v_{1f} \sin 60 - (0.17)v_{2f} \sin 30 \\ 0.147v_{1f} &= 0.085v_{2f} \\ v_{1f} &= 0.578v_{2f} \end{aligned} \quad \longrightarrow \quad (2)$$

بالتعويض من (3) في (1) :

$$v_{1f} = 0.578(3.47) = 2 \text{ m/s}$$

تحركت سيارة كتلتها (1923 kg) شمالاً ، فاصطدمت بسيارة أخرى كتلتها (1345 kg) متحركة شرقاً بسرعة (15.7 m/s) فالتحمتا معاً وتحركتا بسرعة مقدارها (14.5 m/s) وبزاوية (63.5°) . فهل كانت السيارة المتحركة شمالاً متجاوزة حد السرعة (20.1 m/s) قبل التصادم ؟

$$\begin{aligned} m_1 &= 1345 \text{ kg} \quad v_{1x} = 15.7 \text{ m/s} \\ m_2 &= 1923 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p_f &= \sqrt{(p_{ix})^2 + (p_{iy})^2} \\ p_f^2 &= p_{ix}^2 + p_{iy}^2 \\ p_{iy}^2 &= p_f^2 - p_{ix}^2 \\ p_{iy} &= \sqrt{p_f^2 - p_{ix}^2} \\ p_{iy} &= \sqrt{((m_1 + m_2)(v_f))^2 - (m_1 v_{1x})^2} \\ p_{iy} &= \sqrt{((1345 + 1923)(14.5))^2 - ((1345)(15.7))^2} \\ p_{iy} &= 4.24 \times 10^4 \text{ kg.m/s} \\ p_{iy} &= m_2 v_{2y} \\ v_{2y} &= \frac{p_{iy}}{m_2} = \frac{4.24 \times 10^4}{1923} = 22.1 \text{ m/s} \end{aligned}$$

نعم ، لقد تجاوز حد السرعة

كان صديقك يقود سيارة كتلتها (1265 kg) في اتجاه الشمال ، فصدته سيارة صغيرة كتلتها (925 kg) متجهة غرباً ، فالتحمتا معاً ، وانزلتتا (23.1 m) في اتجاه يصنع زاوية (42°) شمالاً الغرب . وكانت السرعة القصوى المسموح بها في تلك المنطقة (22 m/s) . افترض أن الزخم كان محفوظاً خلال التصادم ، وأن التسارع كان ثابتاً في أثناء الانزلاق ، ومعامل الاحتكاك الحركي بين الإطارات والأسفلت (0.65) .

1. ادعى صديقك أنه لم يكن مسرعاً ، لكن السائق الآخر كان مسرعاً . كم كانت سرعة سيارة صديقك قبل التصادم ؟
2. كم كانت سرعة السيارة الأخرى قبل التصادم ؟ وهل يمكنك أن تدعم ادعاء صديقك ؟

أولاً : يجب حساب تسارع السيارتين بعد الاصطدام إلى التوقف :

$$\begin{aligned} f &= ma \\ -\mu F_N &= (m_1 + m_2)a \\ -\mu(m_1 + m_2)g &= (m_1 + m_2)a \\ a &= -\mu g = -(0.65)(9.8) = -6.37 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

ثانياً : نحسب سرعة السيارتين بعد الاصطدام مباشرة :

$$\begin{aligned} v_f^2 &= v_i^2 + 2ad \\ 0 &= v_i^2 - 2(6.37)(23.1) \\ v_i^2 &= 2(6.37)(23.1) \\ v_i &= 17.16 \text{ m/s} \end{aligned}$$

وهي سرعة السيارتين النهائية أثناء الالتحام

ثالثاً : نطبق قانون حفظ الزخم :

1 على المحور (y) :

$$\begin{aligned} m_1 v_{1y} &= (m_1 + m_2) v_f \sin 42 \\ (1265) v_{1y} &= (1265 + 925)(17.16) \sin 42 \\ (1265) v_{1y} &= 2.52 \times 10^4 \\ v_{1y} &= 20 \text{ m/s} \end{aligned}$$

2 على المحور (x) :

$$\begin{aligned} m_2 v_{2x} &= (m_1 + m_2) v_f \cos 42 \\ (925) v_{2x} &= (1265 + 925)(17.16) \cos 42 \\ (925) v_{2x} &= 2.79 \times 10^4 \\ v_{2x} &= 30 \text{ m/s} \end{aligned}$$

نعم ادعم ادعاء صديقي (لم يكن مسرعاً ، السائق الآخر كان مسرعاً)

كرتان متماثلتان تتحرك الأولى بسرعة (5.0 m/s) شرقاً نحو الكرة الثانية الساكنة ، فيحدث بينهما تصادم تام المرونة ، فتستقر الكرة الأولى وتتحرك الثانية نحو الشرق.

1- ماسرعة الكرة الثانية بعد الصدم مباشرة .

2- احسب طاقة الحركة للكرتين معاً قبل الصدم مباشرة.

3- احسب طاقة الحركة للكرتين معاً بعد الصدم مباشرة.

4- قارن بين طاقة الحركة قبل الصدم وطاقة الحركة بعد الصدم . ماذا تستنتج ؟

أطلق نموذج لصاروخ كتلته (4.00 kg) ، بحيث نفث (50.0 g) من الوقود المحترق من العادم بسرعة مقدارها (625

m/s) ، ما سرعة الصاروخ المتجهة بعد احتراق الوقود ؟ تلميح : أهمل القوتين الخارجيتين الناتجتين عن الجاذبية ومقاومة

الهواء . النظام مغلق ومعزول : $m_1 = 4kg$ $v_2 = -625m/s$ $m_2 = 50 \times 10^{-3} kg$

$$v_1 = -\frac{m_2}{m_1} v_2 \quad v_1 = -\left(\frac{50 \times 10^{-3}}{4}\right)(-625) = 7.8m/s$$

ترتبط عربتان إحداهما مع الأخرى بخيط يمنعهما من الحركة ، ولدى احتراق الخيط دفع نابض مضغوط بينهما العربتين في اتجاهين متعاكسين ، فإذا اندفعت إحدى العربتين وكتلتها (1.5 kg) بسرعة متجهة (27 m/s) إلى اليسار ، ما السرعة المتجهة للعربة الأخرى التي كتلتها (4.5 kg) ؟

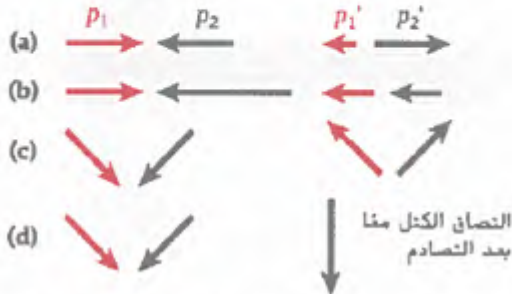
$$\begin{aligned}m_1 &= 1.5 \text{ kg} & v_1 &= -27 \text{ m/s} \\m_2 &= 4.5 \text{ kg} & v_2 &= -\frac{m_1}{m_2} v_1 \\v_2 &= -\frac{1.5}{4.5} (-27) = 9 \text{ m/s} & & \text{إلى اليمين}\end{aligned}$$

قامت صفاء وديمة بإرساء زورق ، فإذا تحركت صفاء التي كتلتها (80.0 kg) إلى الأمام بسرعة (4.0 m/s) عند مغادرة الزورق ، فما مقدار سرعة كل من الزورق وديمة واتجاههما إذا كانت كتلتاهما معاً تساوي (115 kg) ؟

$$\begin{aligned}m_1 &= 80 \text{ kg} & v_1 &= 4 \text{ m/s} \\m_2 &= 115 \text{ kg} & v_2 &= -\frac{m_1}{m_2} v_1 \\v_2 &= -\frac{80}{115} (4) = -2.78 \text{ m/s} & & \text{إلى الخلف}\end{aligned}$$

أسئلة الاختيار من متعدد

7.3 يوضح الشكل مجموعات من متجهات كمية الحركة المحتملة قبل التصادم وبعده، من دون تأثير من أي قوة خارجية. أي المجموعات يمكن أن تحدث في الواقع؟ قبل



7.4 تتبادل قيمة كمية حركة نظام ما في وقت لاحق مع كمية الحركة نفسها في وقت سابق في حال عدم وجود

- (a) تصادمات بين الجسيمات داخل النظام.
- (b) تصادمات لامرنة بين الجسيمات داخل النظام.
- (c) تغيرات في كمية حركة الجسيمات الفردية داخل النظام.
- (d) قوى داخلية مؤثرة بين الجسيمات داخل النظام.
- (e) قوى خارجية مؤثرة بين جسيمات النظام.

7.5 فُكّر في هذه الحالات الثلاث:

- (i) تصل الكرة التي تتحرك نحو اليمين بسرعة v إلى وضع السكون.
- (ii) تنطلق الكرة نفسها التي في وضع السكون بسرعة v نحو اليسار.
- (iii) تُسرّع الكرة نفسها التي تتحرك نحو اليسار بسرعة v لتصل إلى سرعة $2v$.

في أي حالة تتعرض الكرة لأكبر تغيير في كمية الحركة؟

- (a) الحالة (i)
- (b) الحالة (ii)
- (c) الحالة (iii)
- (d) الحالتان (i) و(ii)
- (e) كل الحالات الثلاث

7.8 أي العبارات التالية المتعلقة بتصادمات السيارة صحيحة؟

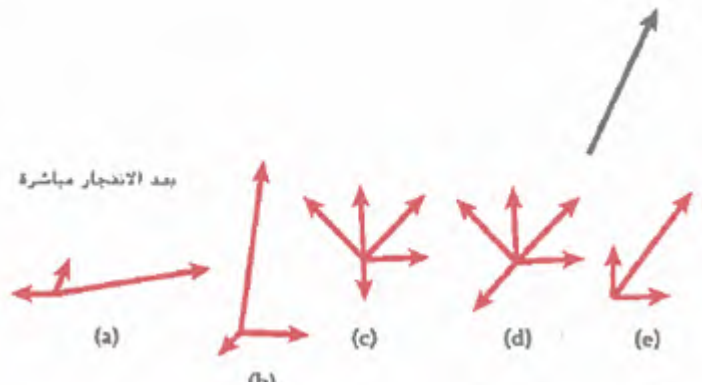
- (a) تعود قائمة الأمان الأساسية لمناطق امتصاص الصدمات (أجزاء في مقدمة السيارة مصممة لتلطي الحد الأقصى من التشوّهات في حال حدوث تصادم مواجه) إلى امتصاصها للطاقة الحركية وتحولها إلى تشوهات وإطالة مدة التصادم الفعلية. ومن ثمّ تقليل متوسط القوة التي يتأثر بها السائق.
- (b) إذا كانت كتلة السيارة 1 تساوي m وسرعتها v ، وكتلة السيارة 2 تساوي $0.5m$ وسرعتها $1.5v$ ، إذاً فإنّ كمية الحركة متساوية للسيارتين.
- (c) في حالة التصادم المواجه لسيارتين متماثلتين ولهما سرعة متماثلة، فإنّ مقدار الدفع الذي تلقاه كل من السيارتين وكل من السائقين هو نفسه كما لو كانت سيارة واحدة تتحرك بالسرعة نفسها قد اصطدمت من الأمام بجدار خرساني.
- (d) كتلة السيارة 1 تساوي m ، وكتلة السيارة 2 تساوي $2m$ في حالة التصادم المواجه بين هاتين السيارتين أثناء حركتهما بسرعة متساوية في اتجاهين متضادين، فإنّ السيارة 1 تتعرض لنسارح أكبر من السيارة 2.
- (e) كتلة السيارة 1 تساوي m ، وكتلة السيارة 2 تساوي $2m$ في حالة التصادم المواجه بين هاتين السيارتين أثناء حركتهما بسرعة متساوية في اتجاهين متضادين، فإنّ السيارة 1 تتلقى دفعا بمقدار أكبر مما تلقاه السيارة 2.

7.1 في العديد من الأفلام الخفيفة، سقط لص على بُعد 3 m بعد أن أطلق عليه عمدة المدينة النار. ما أفضل عبارة نصف ما حدث لعمدة المدينة بعد أن أطلق النار من بندقيته؟

- (a) ظل في مكانه نفسه.
- (b) اندفع إلى الخلف خطوة أو خطوتين.
- (c) اندفع إلى الخلف 3 m تقريباً.
- (d) اندفع إلى الأمام قليلاً.
- (e) اندفع إلى أعلى.

7.2 تنطلق مغذوقات الألعاب النارية إلى أعلى كما هو موضح في الشكل على اليمين قبل انفجارها مباشرة. وفي ما يلي توضيح لمجموعات متجهات كمية الحركة المحتملة لشظايا المغذوقة عقب الانفجار مباشرة. أي المجموعات يمكن أن تحدث في الواقع؟

قبل الانفجار مباشرة



7.6 فُكّر في عربتين، كتلتاهما m و $2m$ ، في حالة سكون على مسار هوائي عديم الاحتكاك. إذا دفعت العربة ذات الكتلة الأدنى لمسافة مقدارها 35 m ثم دفعت العربة الأخرى لمقدار المسافة نفسه وبالقوة ذاتها. فأي من السيارتين تتعرض لتغيّر أكبر في كمية الحركة؟

- (a) تتعرض العربة ذات الكتلة m لتغيّر أكبر.
- (b) تتعرض العربة ذات الكتلة $2m$ لتغيّر أكبر.
- (c) يتبادل التغيّر في كمية الحركة لكتلتا العربتين.
- (d) يستحيل معرفة الأمر من خلال المعلومات المعطاة.

7.7 فُكّر في عربتين، كتلتاهما m و $2m$ ، في حالة سكون على مسار هوائي عديم الاحتكاك. إذا دفعت العربة ذات الكتلة الأدنى لمدة 3 s ثم دفعت العربة الأخرى لمقدار المدة الزمنية نفسه وبالقوة ذاتها. فأي من السيارتين ستعرض لتغيّر أكبر في كمية الحركة؟

- (a) تتعرض العربة ذات الكتلة m لتغيّر أكبر.
- (b) تتعرض العربة ذات الكتلة $2m$ لتغيّر أكبر.
- (c) يتبادل التغيّر في كمية الحركة لكتلتا العربتين.
- (d) يستحيل معرفة الأمر من خلال المعلومات المعطاة.

7.12 بالنسبة إلى التصادم اللامرن تمامًا بين جسمين. أي العبارات التالية صحيحة؟

(a) يتم حفظ الطاقة الميكانيكية الكلية

(b) يتم حفظ الطاقة الحركية الكلية

(c) يتم حفظ كمية الحركة الكلية

(d) دائمًا ما تساوي كمية الحركة الكلية بعد التصادم صفرًا

(e) لا يمكن أن تساوي الطاقة الحركية الكلية بعد التصادم صفرًا على الإطلاق

7.13 يُستخدم بندول قذفي لقياس سرعة رصاصة يتم إطلاقها من بندقة كتلة

الرصاصة تساوي 50.0 g وكتلة الكتلة تساوي 20.0 kg عندما تصطدم

الرصاصة بالكتلة. ترتفع الكتلة المعلقة مسافة رأسية مقدارها 5.00 cm كم كانت

سرعة الرصاصة عند اصطدامها بالكتلة؟

a) 397 m/s

b) 426 m/s

c) 457 m/s

d) 479 m/s

e) 503 m/s

7.9 تطلق مغذوفات الألعاب النارية إلى أعلى بزاوية فوق مستوى مسطح كبير. عندما تصل القذيفة إلى قمة ارتفاعها، عند ارتفاع h فوق نقطة تبعد مسافة أفقية D من نقطة انطلاقها، تنفجر القذيفة وتنشطر إلى قطعتين متساويتين تعكس القطعة الأولى سرعتها المتجهة وتعود مباشرة إلى نقطة الانطلاق. كم تبعد نقطة

هبوط القطعة الأخرى عن نقطة الانطلاق؟

(a) D

(b) $2D$

(c) $3D$

(d) $4D$

7.10 يصطدم حجر كيرلنج أحمر يتحرك بسرعة مقدارها 2.0 m/s مع حجر كيرلنج أصغر في حالة سكون (تصادم مرئي تمامًا). ما سرعة كل من حجري الكيرلنج بعد التصادم مباشرة؟

(a) يكون الحجر الأحمر في حالة سكون في حين يتحرك الحجر الأصغر بسرعة مقدارها 2.0 m/s

(b) يتحرك كل من الحجر الأحمر والحجر الأصغر بسرعة مقدارها 1.0 m/s

(c) يرتد الحجر الأحمر عن الحجر الأصغر ويتحرك بسرعة مقدارها 2.0 m/s ويبطل الحجر الأصغر في حالة سكون

7.11 بالنسبة إلى التصادم المرئي تمامًا بين جسمين. أي العبارات التالية صحيحة؟

(a) يتم حفظ الطاقة الميكانيكية الكلية

(b) يتم حفظ الطاقة الحركية الكلية

(c) يتم حفظ كمية الحركة الكلية

(d) يتم حفظ كمية الحركة لكل جسم على حدة

(e) يتم حفظ الطاقة الحركية لكل جسم على حدة

7.1. b 7.2. b, c 7.3. b, d 7.4. e 7.5. e 7.6. b 7.7. c 7.8. a, c, and d 7.9. c 7.10. a 7.11. a, b, and c 7.12. c 7.13. a

اختيار من متعدد

4. أثرت قوة مقدارها 16 N في حجر بدفع مقدارها 0.8 kg·m/s مسببة تحليق الحجر عن الأرض بسرعة مقدارها 4.0 m/s. ما كتلة الحجر؟

A. 0.2 kg

B. 0.8 kg

C. 1.6 kg

D. 4.0 kg

5. أمسك حارس مرمى الهوكي الذي تبلغ كتلته 82 kg ويقف في سكون قرص هوكي كتلته 0.105 kg ويتحرك بسرعة 46 m/s. ما مقدار السرعة التي سينزلق بها حارس المرمى على الجليد؟

A. 0.059 m/s

B. 0.56 m/s

C. 1.2 m/s

D. 5.3 m/s

6. تسقط صخرة كتلتها 12.0 kg من منحدر على الأرض أسفله مباشرة. بافتراض أن الصخرة لا ترتد، فما الدفع على الصخرة إذا كانت سرعتها المتجهة لحظة الاصطدام بالأرض 20.0 m/s؟

1. يتزلج متزلج كتلته 40.0 kg على الجليد بسرعة مقدارها 2.0 m/s. في اتجاه زلاجة ثابتة كتلتها 10.0 kg على الجليد. وعندما وصل المتزلج إليها، اصطدم بها، ثم وأصل المتزلج انزلاقه مع الزلاجة في الاتجاه الأصلي نفسه لحركته. ما مقدار سرعة المتزلج والزلاجة بعد تصادمهما؟

A. 0.4 m/s

B. 0.8 m/s

C. 1.6 m/s

D. 3.2 m/s

2. يقف متزلج كتلته 45.0 kg على الجليد في حالة سكون. عندما رمى إليه صديقه كرة كتلتها 5.0 kg، انزلق المتزلج والكرة إلى الوراء بسرعة عبر الجليد بسرعة 0.50 m/s. ما مقدار سرعة الكرة قبل أن يمسكها المتزلج مباشرة؟

A. 2.5 m/s

B. 3.0 m/s

C. 4.0 m/s

D. 5.0 m/s

3. ما فرق الزخم بين شخص كتلته 50.0 kg يركض بسرعة مقدارها 3.00 m/s وشاحنة كتلتها 3.00×10^3 kg تتحرك بسرعة مقدارها 1.00 m/s فقط؟

A. 1275 kg·m/s

B. 2550 kg·m/s

C. 2850 kg·m/s

D. 2950 kg·m/s

7.24 رتب الأجسام التالية من الأعلى إلى الأدنى من حيث كمية الحركة ومن الأعلى إلى الأدنى من حيث الطاقة.

- (a) كويكب كتلته 10^6 kg وسرعته 500 m/s
(b) قطار فائق السرعة كتلته $180,000 \text{ kg}$ وسرعته 300 km/h
(c) لاعب ظهير في كرة البيسبول كتلته 120 kg وسرعته 10 m/s
(c) قذيفة مدفع كتلتها 10 kg تصل سرعتها إلى 120 m/s
(e) بروتون كتلته $2 \times 10^{-27} \text{ kg}$ وسرعته $2 \times 10^8 \text{ m/s}$

$$(a) E = \frac{1}{2}(10^6 \text{ kg})(500 \text{ m/s})^2 = 1.3 \cdot 10^{11} \text{ J}, \quad p = (10^6 \text{ kg})(500 \text{ m/s}) = 5.0 \cdot 10^8 \text{ kg m/s},$$

$$(b) E = \frac{1}{2}(1.8 \cdot 10^5 \text{ kg})\left((300 \text{ km/h})\left(\frac{1000 \text{ m/km}}{3600 \text{ s/h}}\right)\right)^2 = 6.3 \cdot 10^8 \text{ J},$$

$$p = (1.8 \cdot 10^5 \text{ kg})\left((300 \text{ km/h})\left(\frac{1000 \text{ m/km}}{3600 \text{ s/h}}\right)\right) = 1.5 \cdot 10^7 \text{ kg m/s}$$

$$(c) p_y = \sqrt{2(49.5 \text{ J})(0.442 \text{ kg}) \sin 58.0^\circ} = 5.610 \text{ kg m/s}, \quad p = (120 \text{ kg})(10 \text{ m/s}) = 1200 \text{ kg m/s}$$

$$(d) E = \frac{1}{2}(10 \text{ kg})(120 \text{ m/s})^2 = 7.2 \cdot 10^4 \text{ J}, \quad p = (10 \text{ kg})(120 \text{ m/s}) = 1200 \text{ kg m/s}$$

$$(e) E = \frac{1}{2}(2 \cdot 10^{-27} \text{ kg})(2 \cdot 10^8 \text{ m/s})^2 = 4 \cdot 10^{-11} \text{ J}, \quad p = (2 \cdot 10^{-27} \text{ kg})(2 \cdot 10^8 \text{ m/s}) = 4 \cdot 10^{-19} \text{ kg m/s}$$

7.25 سيارة كتلتها 1200 kg ، تتحرك بسرعة 72.0 mph على طريق سريع.

تتخطى سيارة رياضية متعددة الأغراض صغيرة كتلتها أكبر بمقدار مرة ونصف، وتتحرك بسرعة تصل إلى $2/3$ من سرعة السيارة.

(a) ما نسبة كمية حركة السيارة الرياضية متعددة الأغراض إلى كمية حركة هذه السيارة؟

(a) ما نسبة الطاقة الحركية للسيارة الرياضية متعددة الأغراض إلى الطاقة الحركية لهذه السيارة؟

$$(a) \frac{p_{\text{SUV}}}{p_{\text{car}}} = \frac{m_{\text{SUV}} v_{\text{SUV}}}{m_{\text{car}} v_{\text{car}}} = \frac{(3/2)m_{\text{car}} (2/3)v_{\text{car}}}{m_{\text{car}} v_{\text{car}}} \quad \frac{p_{\text{SUV}}}{p_{\text{car}}} = \frac{(3/2)(2/3)}{1} = 1$$

$$(b) \frac{K_{\text{SUV}}}{K_{\text{car}}} = \frac{(1/2)m_{\text{SUV}} v_{\text{SUV}}^2}{(1/2)m_{\text{car}} v_{\text{car}}^2} = \frac{(3/2)m_{\text{car}} ((2/3)v_{\text{car}})^2}{m_{\text{car}} v_{\text{car}}^2}$$

$$\frac{K_{\text{SUV}}}{K_{\text{car}}} = \frac{(3/2)(2/3)^2}{1} = \frac{(3/2)(4/9)}{1} = 2/3 = 0.6667$$

7.26 يمثل الإلكترون فولت، eV، وحدة من وحدات الطاقة

($1 \text{ eV} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ J}$, $1 \text{ MeV} = 1.602 \times 10^{-13} \text{ J}$). حيث إن وحدة كمية

الحركة تمثل وحدة الطاقة مقسومة على وحدة السرعة المنجزة، عادة ما يحده

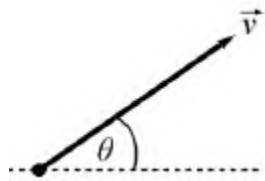
علماء الفيزياء النووية كميات حركة النويات بوحدات MeV/c ، حيث تمثل c سرعة

الضوء ($c = 2.998 \times 10^8 \text{ m/s}$) بالوحدات نفسها. تم تحديد كتلة البروتون

($1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$) بالمقدار $938.3 \text{ MeV}/c^2$ إذا كان البروتون يتحرك بسرعة

$17,400 \text{ km/s}$ فما كمية حركته بوحدات MeV/c ؟

$$p = (938.3 \text{ MeV}/c^2)(0.0580387c) = 54.4577 \text{ MeV}/c$$



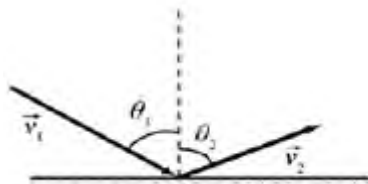
7.27 ترتد كرة قدم كتلتها 442 g عن عارضة المرمى ثم تنحرف إلى أعلى بزاوية قدرها 58.0° بالنسبة إلى المستوى الأفقي. بعد الانحراف مباشرة، كانت الطاقة الحركية للكرة 49.5 J. ما المركبات الرأسية والأفقية لكمية حركة الكرة عقب اصطدامها بالعارضة مباشرة؟

$$K = \frac{1}{2}mv^2, \quad v_x = v \cos \theta, \quad p_x = mv_x, \quad v_y = v \sin \theta, \quad \text{and} \quad \phi = \tan^{-1} \left(\frac{16.756 \text{ m/s}}{-13.928 \text{ m/s}} \right) = -50.27^\circ.$$

$$v = \sqrt{\frac{2K}{m}}, \quad p_x = mv_x = mv \cos \theta = m \sqrt{\frac{2K}{m}} \cos \theta = \sqrt{2Km} \cos \theta, \quad \phi = 50.3^\circ.$$

$$p_x = \sqrt{2(49.5 \text{ J})(0.442 \text{ kg})} \cos 58.0^\circ = 3.505 \text{ kg m/s},$$

$$p_y = \sqrt{2(49.5 \text{ J})(0.442 \text{ kg})} \sin 58.0^\circ = 5.610 \text{ kg m/s}$$



$$\begin{aligned} m &= 0.250 \text{ kg} \\ \theta_1 &= 60.0^\circ \\ v_1 &= 27.0 \text{ m/s} \\ \theta_2 &= 71.0^\circ \\ v_2 &= 10.0 \text{ m/s} \end{aligned}$$

7.28 تصطدم كرة بلياردو كتلتها $m = 0.250 \text{ kg}$ ببطانة حافة طاولة البلياردو بزاوية قدرها $\theta_1 = 60.0^\circ$ وسرعة قدرها $v_1 = 27.0 \text{ m/s}$. ترتد الكرة بزاوية $\theta_2 = 71.0^\circ$ وسرعة قدرها $v_2 = 10.0 \text{ m/s}$.
(a) ما مقدار التغير في كمية حركة كرة البلياردو؟
(b) في أي اتجاه يشير متجه تغير كمية الحركة؟

$$\Delta \vec{p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1 = m(\vec{v}_2 - \vec{v}_1), \quad \Delta p_x = m\Delta v_x = m(v_{2,x} - v_{1,x}) = m(v_2 \sin \theta_2 - v_1 \sin \theta_1),$$

$$\Delta p_y = m(v_2 \cos \theta_2 - v_1 \cos \theta_1), \quad \phi = \tan^{-1} \left(\frac{\Delta p_y}{\Delta p_x} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{v_2 \cos \theta_2 - v_1 \cos \theta_1}{v_2 \sin \theta_2 - v_1 \sin \theta_1} \right),$$

$$|\Delta \vec{p}| = \sqrt{(\Delta p_x)^2 + (\Delta p_y)^2} = m \left[(v_2 \sin \theta_2 - v_1 \sin \theta_1)^2 + (v_2 \cos \theta_2 - v_1 \cos \theta_1)^2 \right]^{1/2}.$$

$$v_x = v_2 \sin \theta_2 - v_1 \sin \theta_1 = (10.0 \text{ m/s})(\sin 71.0^\circ) - (27.0 \text{ m/s})(\sin 60.0^\circ) = -13.928 \text{ m/s},$$

$$v_y = v_2 \cos \theta_2 - v_1 \cos \theta_1 = (10.0 \text{ m/s})(\cos 71.0^\circ) - (27.0 \text{ m/s})(\cos 60.0^\circ) = 16.756 \text{ m/s},$$

$$|\Delta \vec{p}| = (0.250 \text{ kg}) \left[(-13.928 \text{ m/s})^2 + (16.756)^2 \right]^{1/2} = 5.447 \text{ kg m/s}, \quad \phi = \tan^{-1} \left(\frac{16.756 \text{ m/s}}{-13.928 \text{ m/s}} \right) = -50.27^\circ$$

7.29 تُعد لعبة رمي الخزعة إحدى فعاليات ألعاب المرتفعات الأسكتلندية. حيث يتم رمي كعب من القش تصل كتلته إلى 9.09 kg إلى أعلى بشكل مستقيم في الهواء باستخدام المدواة. في الرمية الواحدة، ترتفع الخزعة بشكل مستقيم بسرعة أولية مقدارها 2.70 m/s.

- a) ما الدفع المبذول على الخزعة بواسطة الجاذبية أثناء حركة الخزعة إلى أعلى (من نقطة الانطلاق إلى أقصى ارتفاع)؟
b) بنجاحل متخاومة الهواء. ما الدفع المبذول بواسطة الجاذبية على الخزعة أثناء حركتها إلى أسفل (من أقصى ارتفاع حتى اصطدامها بالأرض)؟
c) باستخدام الدفع الكلي الناتج عن الجاذبية، حدد مقدار المدة الزمنية لطيران الخزعة في الهواء.

$$(a) J = \Delta p = m(v_f - v_i), v_f = 0, v_i = v_0 \Rightarrow J = -mv_0$$

$$(b) J = m(v_f - v_i), v_f = -v_0, v_i = 0 \Rightarrow J = -mv_0$$

$$(c) J_{total} = F\Delta t, F = -mg \Rightarrow \Delta t = \frac{J_{total}}{-mg} = -\frac{J_{total}}{mg} = -\frac{-2mv_0}{mg} = \frac{2v_0}{g}$$

$$(a) J = (9.09 \text{ kg})(-2.7 \text{ m/s}) = -24.54 \text{ kg m/s}$$

$$(b) J = (9.09 \text{ kg})(-2.7 \text{ m/s}) = -24.54 \text{ kg m/s}$$

$$(c) \Delta t = \frac{2(2.7 \text{ m/s})}{(9.81 \text{ N})} = 0.55 \text{ s}$$

7.30 يثبت اللاعب المهاجم الذي تبلغ كتلته 83.0 kg إلى الأمام مباشرة نحو خط متعطف النهاية بسرعة مقدارها 6.50 m/s. يمسك اللاعب الظهير الذي تبلغ كتلته 115 kg اللاعب المهاجم ويبذل قوة بمقدار 900 N في الاتجاه المعاكس، مثنياً قدميه على الأرض. لمدة 0.750 s قبل أن تلمس قدمي اللاعب المهاجم الأرض.

$$(a) \vec{J} = 675 \text{ N s opposite to } \vec{v}$$

$$(b) \Delta \vec{p} = \vec{J} = 675 \text{ N s opposite to } \vec{v}$$

$$(c) \vec{p}_f = 136 \text{ kg m/s opposite to } \vec{v}$$

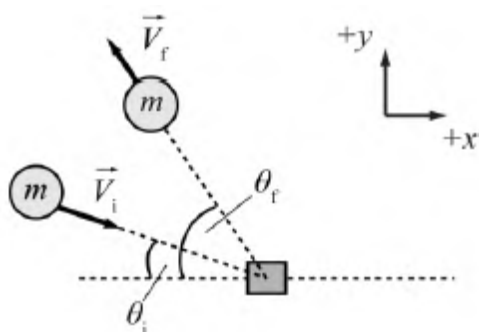
a) ما الدفع الذي ينقله اللاعب الظهير إلى اللاعب المهاجم؟

b) ما أثر الدفع في مقدار تغير كمية حركة اللاعب المهاجم؟

c) ما كمية حركة اللاعب المهاجم عندما تلمس قدميه الأرض؟

d) إذا استمر اللاعب الظهير في بذل مقدار القوة نفسه بعد ملامسة قدمي اللاعب المهاجم للأرض، فهل ستظل هذه هي القوة الوحيدة المؤثرة في تغير كمية حركة اللاعب المهاجم؟

7.31 يقذف الرامي في كرة البيسبول كرة بسرعة تغير القاعدة الرئيسة بزاوية قدرها 7.25° أسفل المستوى الأفقي وبسرعة قدرها 88.5 mph. ترتد الكرة أكتلتها 0.149 kg فوق رأس اللاعب بزاوية 35.53° أعلى المستوى الأفقي وبسرعة قدرها 102.7 mph. ما مقدار الدفع الذي تلته الكرة؟

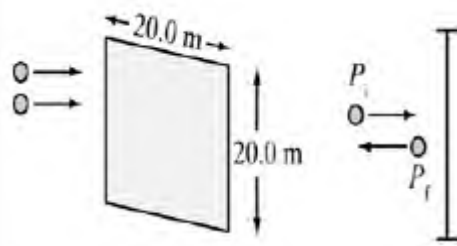


$$J_x = m(v_{fx} - v_{ix}) = m(-v_f \cos \theta_f - v_i \cos \theta_i) = -m(v_f \cos \theta_f + v_i \cos \theta_i), \text{ and}$$

$$J_y = m(v_{fy} - v_{iy}) = m(v_f \sin \theta_f + v_i \sin \theta_i). \text{ The magnitude of impulse is:}$$

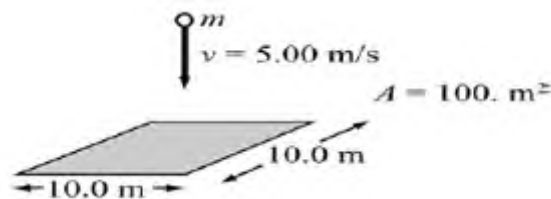
$$\begin{aligned} J &= \sqrt{J_x^2 + J_y^2} = \sqrt{m^2(v_f \cos \theta_f + v_i \cos \theta_i)^2 + m^2(v_f \sin \theta_f + v_i \sin \theta_i)^2} \\ &= m\sqrt{(v_f \cos \theta_f + v_i \cos \theta_i)^2 + (v_f \sin \theta_f + v_i \sin \theta_i)^2} \\ &= m\sqrt{v_f^2 + v_i^2 + 2v_f v_i (\cos \theta_i \cos \theta_f + \sin \theta_i \sin \theta_f)} \\ &= m\sqrt{v_f^2 + v_i^2 + 2v_f v_i \cos(\theta_f - \theta_i)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} J &= (0.149 \text{ kg})\sqrt{(45.9 \text{ m/s})^2 + (39.6 \text{ m/s})^2 + 2(45.9 \text{ m/s})(39.6 \text{ m/s})\cos(35.53^\circ - 7.25^\circ)} \\ &= 12.356 \text{ kg m/s} \end{aligned}$$



$$\vec{J} = F\Delta t = \Delta p = p_f - p_i. \text{ Also, } v = at.$$

7.32+ على الرغم من انعدام كتلتها، تكون للفوتونات، التي تتحرك بسرعة الضوء، كمية حركة. فكر خيرا: السفر إلى الفضاء في الاستفادة من هذه الحقيقة من خلال بناء / سرعة شمسية - ألواح كبيرة من مادة يمكن أن تعمل بانتكاس الفوتونات عليها. نظراً لأن كمية حركة الفوتون يستعكس، سيتم بذل دفع عليه بواسطة الأشرطة الشمسية. ووفقاً للطاقون الثالث لنيوتن، سيتم بذل دفع على الشراع أيضاً، مما ينتج عنه قوة. في الفضاء القريب من الأرض، يسقط حوالي 3.84×10^{21} فوتوناً في كل متر مربع في الثانية. في المتوسط، تبلغ كمية حركة الفوتون الواحد $1.30 \times 10^{-27} \text{ kg m/s}$. بالنسبة إلى سحبة فضاء كتلتها 1000 kg تبدأ حركتها من وضع السكون ويتصل بها شراع على شكل مربع طول ضلعه 20.0 m ، كم تبلغ السرعة التي ستتحرك بها بعد مرور ساعة واحدة؟ بعد أسبوع واحد؟ بعد شهر واحد؟ ما المدة الزمنية التي ستغرقها السحبة لتصل إلى سرعة قدرها 8000 m/s . تعادل تقريباً سرعة مكوك فضائي يدور في مداره؟



7.33+ في العاصفة الشديدة، يسقط 1.00 cm من المطر على سطح أفقي مسطح في 30.0 min إذا كانت مساحة السطح تساوي $100. \text{ m}^2$ والسرعة المتجهة الطرفية تساوي 5.00 m/s . فما متوسط القوة التي يبذلها المطر على السطح أثناء العاصفة.

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{m(v_f - v_i)}{\Delta t}, \quad v_f = 0.$$

$F = -mv_i / \Delta t$. The mass of the rain is $\rho_w V$, where $V = Ah$ is the volume of the water for a depth h of rainfall. $F = -\rho_w Ahv_i / \Delta t$.

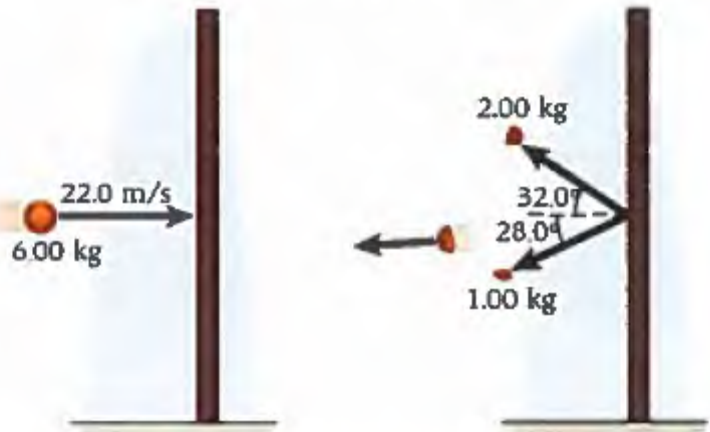
From a table in the textbook, $\rho_w = 1.00 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$. $h = 1.00 \text{ cm} = 1.00 \cdot 10^{-2} \text{ m}$,

$v = -5.00 \text{ m/s}$, and $\Delta t = 1.80 \cdot 10^3 \text{ s}$.

$$F = -\frac{(1.00 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3)(100. \text{ m}^2)(1.00 \cdot 10^{-2} \text{ m})(-5.00 \text{ m/s})}{1.80 \cdot 10^3 \text{ s}} = -2.777778 \text{ N}$$

(b) ستتمثل الطريقة البديلة في تحويل مسار الكويكب بتسوية صغيرة ومن ثم بتفادي الاصطدام بالأرض. ما مقدار السرعة التي يجب أن يتحرك بها الصاروخ الوارد في الجزء (a) عند النضام من أجل تحويل مسار الكويكب بمقدار 1.00° في هذه الحالة. افترض أنَّ الصاروخ يضرب الكويكب أثناء سيره على امتداد خط متعامد على مسار الكويكب.

7.37* ألغيت كرة من الصلصال كتلتها 6.00 kg على جدار متعامد من القرميد بسرعة متجهة قدرها 22.0 m/s وانقسمت إلى ثلاث قطع. حيث ارتدت جميعها إلى الخلف، كما هو موضح في الشكل. يبذل الجدار على الكرة قوة قدرها 2640 N لمدة زمنية قدرها 0.100 s ارتدت قطعة كتلتها 2.00 kg بسرعة متجهة قدرها 10.0 m/s وبزاوية 32.0° أعلى من المستوى الأفقي. ارتدت القطعة الثانية التي تبلغ كتلتها 1.00 kg بسرعة متجهة قدرها 8.00 m/s وبزاوية 28.0° أسفل المستوى الأفقي. كم تبلغ السرعة المتجهة للقطعة الثالثة؟



$$F_x \Delta t = p_{xf} - p_{xi} \text{ and } p_{yi} = p_{yf} \text{ since } F_y = 0. \quad -F \Delta t = -m_1 v_1 \cos \theta_1 - m_2 v_2 \cos \theta_2 - m_3 v_{3x} - M v_0$$

$$0 = m_1 v_1 \sin \theta_1 + m_2 v_2 \sin \theta_2 + m_3 v_{3y}.$$

$$v_{3y} = \frac{-(2.00 \text{ kg})(10.0 \text{ m/s}) \sin 32.0^\circ - (1.00 \text{ kg})(8.00 \text{ m/s}) \sin (-28.0^\circ)}{3.00 \text{ kg}} = -2.281 \text{ m/s},$$

$$v_{3x} = \frac{(2640 \text{ N})(0.100 \text{ s}) - (2.00 \text{ kg})(10.0 \text{ m/s}) \cos 32.0^\circ - (1.00 \text{ kg})(8.00 \text{ m/s}) \cos 28.0^\circ - (6.00 \text{ kg})(22.0 \text{ m/s})}{3.00 \text{ kg}} \\ = 35.992 \text{ m/s},$$

$$v_3 = \sqrt{(35.992 \text{ m/s})^2 + (2.281 \text{ m/s})^2} = 36.064 \text{ m/s}, \text{ and } \theta_3 = \tan^{-1} \left(\frac{-2.281 \text{ m/s}}{35.992 \text{ m/s}} \right) = -3.6263^\circ.$$

7.38 زلاجة في وضع السكون مبدئيًا كتلتها 52.0 kg. شاملة كل محتوياتها، تخرج كتلة كتلتها 13.5 kg نحو اليسار بسرعة قدرها 13.6 m/s. كم تبلغ سرعة الزلاجة والمحتويات المتبقية؟



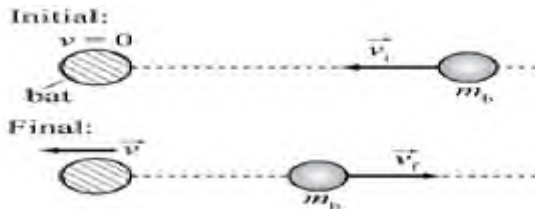
$$p_f = m_{\text{block}} v_{\text{block}} + m v = 0 \Rightarrow v = -\frac{m_{\text{block}} v_{\text{block}}}{m_{\text{full sled}} - m_{\text{block}}}$$

$$v = -\frac{(13.5 \text{ kg})(-13.6 \text{ m/s})}{52.0 \text{ kg} - 13.5 \text{ kg}} = 4.7688 \text{ m/s}$$

$$p_i = p_f \text{ and } p_i = 0$$

$$p_f = 0 = mv + m_B v_B$$

$$v = -\frac{(5.00 \text{ kg})(13.0 \text{ m/s})}{62.0 \text{ kg}} = -1.0484 \text{ m/s}$$



7.39 علقت في بركة منجمدة ولا غلثك سوى كتاب الفيزياء. وقررت الاستفادة من مبادئ الفيزياء لم رميت الكتاب الذي كتلك 5.00 kg إذا كانت كتلتك تساوي 62.0 kg ورميت الكتاب بسرعة 13.0 m/s فكم تبلغ سرعتك عندما تنزلق على الجليد؟ (افترض عدم وجود الاحتكاك)

7.40 يلعب رواد الفضاء كرة البيسبول على محطة الفضاء الدولية. ضرب أحد رواد الفضاء كرة البيسبول بحضيرة وكانت كتلة رائد الفضاء هذا تساوي 50.0 kg وهم في وضع سكون مبدئيًا. كانت كرة البيسبول تتحرك ابتدائيًا نحو رائد الفضاء بسرعة 35.0 m/s وبعد ضربها. ارتدت إلى الاتجاه نفسه بسرعة 45.0 m/s. تبلغ كتلة كرة البيسبول 0.140 kg. كم تبلغ السرعة المنجوة لتراجع رائد الفضاء؟

$$p_i = p_f \Rightarrow m_b v_i + 0 = m_b v_f + m_A v_A \Rightarrow v_A = \frac{m_b (v_i - v_f)}{m_A}$$

$$v_i = -35.0 \text{ m/s}, v_f = 45.0 \text{ m/s}, \text{ and } v_A = \frac{(0.140 \text{ kg})(-35.0 \text{ m/s} - 45.0 \text{ m/s})}{50.0 \text{ kg}} = -0.224 \text{ m/s}.$$

$$D = t \Delta v = \sqrt{2h/g} (v_{rf} - v_{af})$$

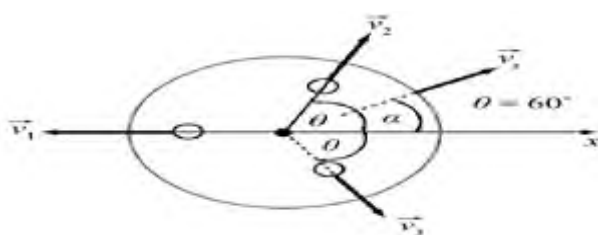
$$= \sqrt{2h/g} \left(\frac{(m_a + m_r) v_i - m_a v_{af}}{m_r} - v_{af} \right)$$

$$= \sqrt{2h/g} \left(\frac{m_a + m_r}{m_r} \right) (v_i - v_{af})$$

7.41- تقف سيارة كتلتها 1450 kg على قاطرة مسطحة متحركة، ترتفع القاطرة المسطحة بمقدار 1.50 m فوق مستوى الأرض. كتلة القاطرة تساوي 38,500 kg وتتحرك نحو اليمين بسرعة ثابتة قدرها 8.70 m/s فوق سكة حديدية عديدة الاحتكاك. ثم تتسارع السيارة بعد ذلك ناحية اليسار. مغادرة القاطرة بسرعة مقدارها 22.0 m/s بالنسبة إلى الأرض. عندما تهبط السيارة أرضًا، ما المسافة D بينها وبين الطرف الأيسر من القاطرة؟ انظر الشكل.



$$D = \sqrt{2(1.5 \text{ m})/(9.81 \text{ m/s}^2)} \left(\frac{1450 \text{ kg} + 38,500 \text{ kg}}{38,500 \text{ kg}} \right) (8.7 \text{ m/s} + 22 \text{ m/s}) = 17.6165 \text{ m}$$



7.42 يستغل ثلاثة أشخاص قاربًا كتلته 120 kg في منتصف بركة في يوم صيف دافئ. قرروا جميعًا المساحة وقضوا من القارب في الوقت ذاته من مواقع متساوية المسافة على مدار محيط القارب. ينفذ الشخص الأول وكتلته 62.0 kg من القارب بسرعة قدرها 12.0 m/s. ينفذ الشخص الثاني وكتلته 73.0 kg من القارب بسرعة قدرها 8.00 m/s. ينفذ الشخص الثالث وكتلته 55.0 kg من القارب بسرعة قدرها 11.0 m/s. ما السرعة التي ينحرف بها القارب عن موقعه الأصلي؟

$$\vec{p}_i = \vec{p}_f, \text{ or } p_{xi} = p_{xf} \text{ and } p_{yi} = p_{yf}$$

$$\vec{p}_i = 0, \text{ i.e. } p_{xi} = 0 \text{ and } p_{yi} = 0.$$

$$p_{xf} = 0 \Rightarrow -m_1 v_1 + m_2 v_2 \cos \theta + m_3 v_3 \cos \theta + m_t v_{tx} = 0 \Rightarrow v_{tx} = \frac{m_1 v_1 - m_2 v_2 \cos \theta - m_3 v_3 \cos \theta}{m_t}.$$

$$p_{yf} = 0 \Rightarrow 0 + m_2 v_2 \sin \theta - m_3 v_3 \sin \theta + m_t v_{ty} = 0 \Rightarrow v_{ty} = \frac{-m_2 v_2 \sin \theta + m_3 v_3 \sin \theta}{m_t}.$$

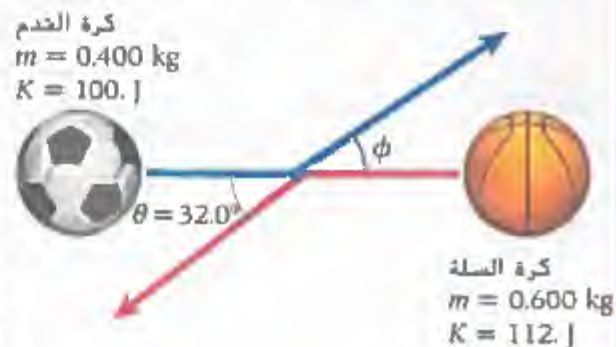
$$v_{tx} = \frac{(62.0 \text{ kg})(12.0 \text{ m/s}) - (73.0 \text{ kg})(8.00 \text{ m/s}) \cos 60.0^\circ - (55.0 \text{ kg})(11.0 \text{ m/s}) \cos 60.0^\circ}{120. \text{ kg}} = 1.2458 \text{ m/s}$$

$$v_{ty} = \frac{-(73.0 \text{ kg})(8.00 \text{ m/s}) \sin 60.0^\circ + (55.0 \text{ kg})(11.0 \text{ m/s}) \sin 60.0^\circ}{120. \text{ kg}} = 0.1516 \text{ m/s}$$

$$v_t = \sqrt{(1.2458 \text{ m/s})^2 + (0.1516 \text{ m/s})^2} = 1.2550 \text{ m/s}$$

7.44** في السابق أصبحت كرة المراهقة، إحدى الرياضات المفضلة التي تمارس في الملاعب، مشهورة بين البالغين من جميع الأعمار الذين يهدفون إلى المحافظة على لياقتهم البدنية والذين يشاركون في بطولات منظمة. تعد لعبة جوتبول بديلاً أقل شهرة من كرة المراهقة حيث يُسمح للاعبين فيها بإحضار أدواتهم الخاصة (عادة ما تكون غير خاضعة للتنظيم) كما يُسمح فيها بتوجيه الضربات البسيطة إلى الوجه. في إحدى مباريات جوتبول في مواجهة أشخاص في منتصف عمره، يلقي أستاذ الفيزياء كرة قدم كتلتها 0.400 kg في اتجاه طفل يرمي كرة سلة كتلتها 0.600 kg.

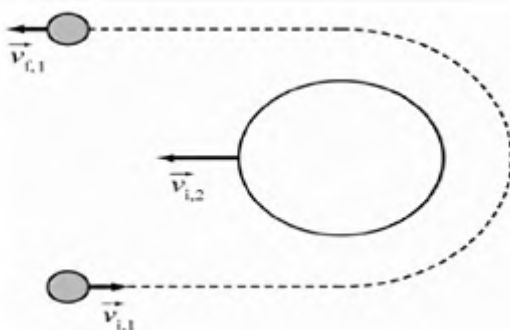
تتصادم الكرتان في الهواء (انظر الشكل). وتنتج كرة السلة بطاقة قدرها 112.0 J. بالنسبة إلى مسارها الابتدائي، قبل التصادم، كانت طاقة كرة القدم تساوي 100 J وطاقة كرة السلة 112.0 J. أي زاوية وبأي سرعة تحركت كرة القدم بعيداً عن التصادم؟



$$\begin{aligned}
 p_{xi} &= p_{xf} \Rightarrow m_1 v_{1i} - m_2 v_{2i} = m_1 v_{1f} \cos \theta_1 - m_2 v_{2f} \cos \theta_2, \\
 p_{yi} &= p_{yf} = 0 \Rightarrow m_1 v_{1f} \sin \theta_1 - m_2 v_{2f} \sin \theta_2 = 0, \\
 v_{1x} &= v_{1f} \cos \theta_1 \text{ and } v_{1y} = v_{1f} \sin \theta_1 \Rightarrow v_{1x} = \frac{m_1 v_{1i} - m_2 v_{2i} + m_2 v_{2f} \cos \theta_2}{m_1} \text{ and } v_{1y} = \frac{m_2 v_{2f} \sin \theta_2}{m_1}, \\
 v_{1i} &= \sqrt{\frac{2K_{1i}}{m_1}}, \quad v_{2i} = \sqrt{\frac{2K_{2i}}{m_2}}, \quad v_{2f} = \sqrt{\frac{2K_{2f}}{m_2}}, \text{ and } v_{1f} = \sqrt{v_{1x}^2 + v_{1y}^2}. \\
 v_{1i} &= \sqrt{\frac{2(100. \text{ J})}{0.400 \text{ kg}}} = 22.36 \text{ m/s}, \quad v_{2i} = \sqrt{\frac{2(112 \text{ J})}{0.600 \text{ kg}}} = 19.32 \text{ m/s}, \quad v_{2f} = \sqrt{\frac{2(95.0 \text{ J})}{0.600 \text{ kg}}} = 17.80 \text{ m/s}, \\
 v_{1x} &= \frac{(0.400 \text{ kg})(22.36 \text{ m/s}) - (0.600 \text{ kg})(19.32 \text{ m/s}) + (0.600 \text{ kg})(17.80 \text{ m/s}) \cos 32.0^\circ}{0.400 \text{ kg}} = 16.02 \text{ m/s}, \\
 v_{1y} &= \frac{(0.600 \text{ kg})(17.80 \text{ m/s}) \sin 32.0^\circ}{0.400 \text{ kg}} = 14.15 \text{ m/s}, \quad v_{1f} = \sqrt{(16.02 \text{ m/s})^2 + (14.15 \text{ m/s})^2} = 21.37 \text{ m/s}, \text{ and} \\
 \theta_1 &= \tan^{-1} \left(\frac{14.15 \text{ m/s}}{16.02 \text{ m/s}} \right) = 41.5^\circ.
 \end{aligned}$$

7.45 تصادمت سيارتان من سيارات التصادم التي تتحرك على سطح عديم الاحتكاك تصادمتا مرئيا. تتحرك سيارة التصادم الأولى نحو اليمين بسرعة 20.4 m/s وتضطدم بمؤخرة سيارة التصادم الثانية، التي كانت تتحرك أيضا ناحية اليمين لكن بسرعة قدرها 9.00 m/s. ما سرعة سيارة التصادم الأولى بعد التصادم؟ تبلغ كتلة سيارة التصادم الأولى 188 kg. وتبلغ كتلة سيارة التصادم الثانية 143 kg. افترض أن التصادم حدث في بعد واحد فقط.

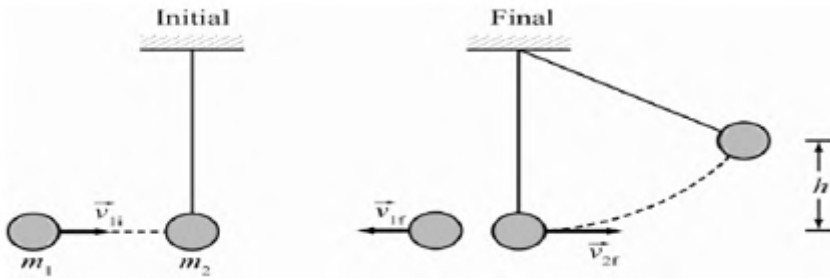
$$\begin{aligned}
 v_{1f} &= \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_{1i} + \frac{2m_2}{m_1 + m_2} v_{2i} \\
 v_{1f} &= \left(\frac{188 \text{ kg} - 143 \text{ kg}}{188 \text{ kg} + 143 \text{ kg}} \right) (20.4 \text{ m/s}) + \left(\frac{2 \cdot 143 \text{ kg}}{188 \text{ kg} + 143 \text{ kg}} \right) (9.00 \text{ m/s}) = 10.55 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$



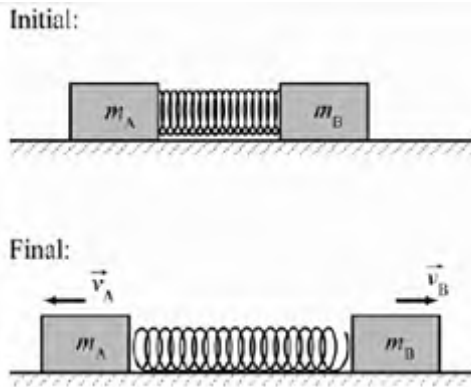
7.46 يقترب قمر صناعي كتلته 274 kg من كوكب كبير بسرعة $v_{i,1} = 13.5 \text{ km/s}$. يتحرك الكوكب بسرعة $v_{i,2} = 10.5 \text{ km/s}$ في الاتجاه المضاد. يدور القمر الصناعي جزئيا حول الكوكب ثم يتحرك بعيدا عن الكوكب في اتجاه مضاد لاتجاهه الأصلي (انظر الشكل). إذا افترض أن هذا التفاعل يشبه التصادم المرن في بعد واحد. تقريبا، فما سرعة القمر الصناعي بعد التصادم؟ غالبا ما يُستخدم هذا الشيء الذي يُطلق عليه اسم أثر المخلع الجاذبي في تسريع المسابير الفضائية للرحلات إلى الأماكن البعيدة من النظام الشمسي. (انظر الوحدة 12).

$$\begin{aligned}
 v_{f,1} &= \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_{i,1} + \frac{2m_2}{m_1 + m_2} v_{i,2} \\
 m_2 &\gg m_1, \quad (m_1 - m_2)/(m_1 + m_2) \approx -1 \quad \text{and} \quad 2m_2/(m_1 + m_2) \approx 2. \quad v_{f,1} \approx -v_{i,1} + 2v_{i,2}.
 \end{aligned}$$

$$v_{f,1} = 13.5 \text{ km/s}, \quad v_{i,2} = -10.5 \text{ km/s}, \quad v_{f,1} = -13.5 \text{ km/s} + 2(-10.5 \text{ km/s}) = -34.5 \text{ km/s}$$



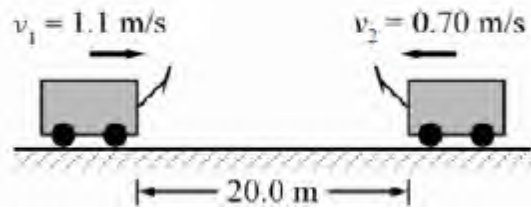
7.47* رأيت زوجين من الأحذية مربوطين معا يرباط معلقين فوق خط الهاتف. ألقيت حجرا كتلته 0.250 kg على أحد الحذائين (كتلته = 0.370 kg). وتصادم الحجر تصادفا مرنا مع الحذاء بسرعة متجهة قدرها 2.30 m/s في الاتجاه الأفقي. ما المسافة التي ستحركها الحذاء إلى أعلى؟



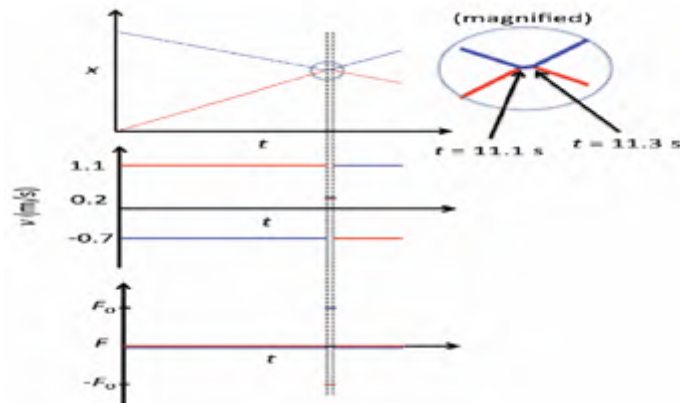
7.48* ضغطت الكتلة A والكتلة B معا. لينتج عنهما انضغاط زنبرك (يبلغ ثابت الزنبرك $k = 2500 \text{ N/m}$) موجود بينهما ليقل طوله بمقدار 3.00 cm عن طوله في حالة الاتزان. لم يتم تثبيت الزنبرك. ذي الكتلة المهملة. في أي من الكتلتين وسقط على السطح بعد تحده. ما سرعة كل من الكتلتين A و B في هذه اللحظة؟ (افتراض أن الاحتكاك بين الكتلتين والسطح الداعم منخفض للغاية لدرجة أنه يمكن إهماله).

$m_A = 1.00 \text{ kg}$ $m_B = 3.00 \text{ kg}$
 $k = 2500. \text{ N/m}$

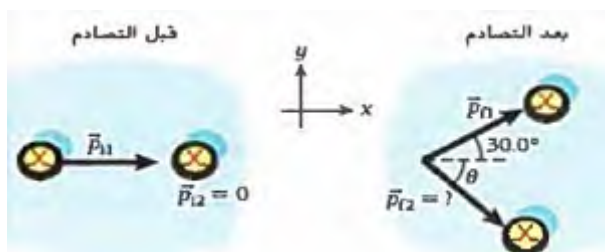
7.49* تصادم جسيم ألفا (كتلته = 4.00 u) تصادفا مرنا مواجهًا بنواة (كتلتها = 166 u) كانت في وضع سكون مبدئيًا. ما النسبة المئوية للطاقة الحركية المنتقلة من جسيم ألفا إلى النواة أثناء التصادم؟



7.50^o لاحظت أن عربة التسوق التي تبعد بمقدار 20.0 m تتحرك نحوك بسرعة متجهة قدرها 0.700 m/s، وأطلقت عربة تالفة بسرعة متجهة قدرها 1.10 m/s نحو العربة الأخرى مباشرة لتعترض طريقها. عندما اصطدمت العريتان تصادتا مرثاً، بقيتا متلامستين لمدة 0.200 s. مثل مائتاً موقع كل من العريتين وسرعتيهما المتجهة وفوتيهما في صورة دالة زمنية.



7.51^o اصطدمت كرة كتلتها 0.280 kg تصادقاً مرثاً مواجهاً مع كرة أخرى في وضع سكون مبدئياً. غرقت الكرة الثانية بمقدار نصف السرعة الأصلية للكرة الأولى (a) ما كتلة الكرة الثانية؟ (b) ما نسبة الطاقة الحركية الأصلية ($\Delta K/K$) التي انتقلت إلى الكرة الثانية؟



7.54 قرص هوكي كتلته 0.170 kg ويتحرك على امتداد الخط الأزرق (الخط المستقيم الأزرق المرسوم على الجليد في ملعب الهوكي) بسرعة 1.50 m/s يصطدم بقرص ثابت له مقدار الكتلة نفسه. يخرج القرص الأول من التصادم في اتجاه بعيداً عن الخط المستقيم الأزرق بزاوية 30.0° بسرعة 0.750 m/s (انظر الشكل). (b) ما اتجاه السرعة المتجهة للقرص الثاني ومقدارها بعد التصادم؟ هل هذا بعد تصادقاً مرثاً؟

$$p_{ix} = p_{fx} \Rightarrow m_1 v_{1i} + 0 = m_1 v_{1f} \cos \theta_1 + m_2 v_{2x}. \text{ Since } m_1 = m_2 = m, \quad v_{2x} = v_{1i} - v_{1f} \cos \theta_1.$$

$$p_{iy} = p_{fy} = 0 \Rightarrow 0 = m_1 v_{1f} \sin \theta_1 + m_2 v_{2y}. \text{ Since } m_1 = m_2 = m, \quad v_{2y} = -v_{1f} \sin \theta_1.$$

$$\text{is } v_2 = \sqrt{v_{2x}^2 + v_{2y}^2} \text{ and the angle is: } \theta = \tan^{-1} \left(\frac{-v_{1f} \sin \theta_1}{v_{1i} - v_{1f} \cos \theta_1} \right).$$

$$v_2 = \sqrt{(1.50 \text{ m/s} - (0.750 \text{ m/s}) \cos 30.0^\circ)^2 + (-(0.750 \text{ m/s}) \sin 30.0^\circ)^2} = 0.92949 \text{ m/s, and}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{-(0.750 \text{ m/s}) \sin 30.0^\circ}{1.50 \text{ m/s} - (0.750 \text{ m/s}) \cos 30.0^\circ} \right) = -23.79^\circ. \text{ Since } m_1 = m_2 = m, \text{ the energy is conserved if}$$

$$v_{1i}^2 = v_{1f}^2 + v_2^2 \text{ we calculate these values to determine if the collision was elastic.}$$

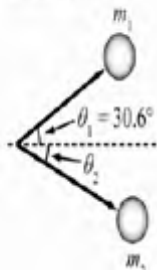
$$v_{1i}^2 = (1.50 \text{ m/s})^2 = 2.25 \text{ (m/s)}^2 \text{ and } v_{1f}^2 + v_2^2 = (0.750 \text{ m/s})^2 + (0.930 \text{ m/s})^2 = 1.43 \text{ (m/s)}^2.$$

Before Collision:

$$K_1 = 2.97 \text{ J} \quad K_2 = 0 \text{ J}$$

$$m_1 = 0.210 \text{ kg} \quad m_2 = 0.210 \text{ kg}$$

After Collision:



7.55* تتصادم كرة كتلتها $m = 0.210 \text{ kg}$ وطاقاتها الحركية $K_1 = 2.97 \text{ J}$ تصادفها مرة أخرى مع كرة ثانية في وضع السكون ولها مقدار الكتلة ذاته. بعد التصادم، تتحرك الكرة الأولى بعيداً بزاوية $\theta_1 = 30.6^\circ$ بالنسبة إلى المستوى الأفقي. كما هو موضح في الشكل. ما الطاقة الحركية للكرة الأولى بعد التصادم؟

يقود رجل دراجته الهوائية بسرعة ثابتة. ثم يطبق قوة ثابتة على الفرامل مقدارها (10 N) لمدة (20 s) .



(أ) ما مقدار الدفع المؤثر في الدراجة؟

$$\vec{F} \Delta t = \text{الدفع} \quad [1]$$

$$\text{الدفع} = -10 \times 20 \quad [1]$$

$$\text{الدفع} = -200 \text{ Ns} \quad [2]$$

درجة على القيمة ودرجة على الوحدة (تقبل الوحدة kg.m/s)

(ب) ما مقدار التغير في كمية الحركة للدراجة؟

$$\text{التغير في كمية الحركة} = \text{الدفع} \quad [1]$$

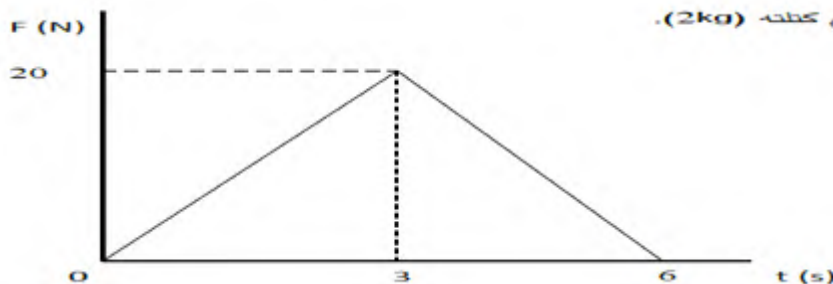
$$\text{التغير في كمية الحركة} = -200 \text{ kg.m/s} \quad [1]$$

الدرجة على القيمة ، ويجب أن يكون الاتجاه متوافق مع ما حصل عليه في المطلوب أ

مدفع كتلته (1500 kg) يطلق قذيفة كتلتها (3.0 kg) . تنطلق القذيفة من المدفع بسرعة (50 m/s) . كم يكون مقدار سرعة المدفع بعد إطلاق القذيفة مباشرة؟

- (a) 0.1 m/s
(b) -0.1 m/s
(c) -10 m/s
(d) 25000 m/s

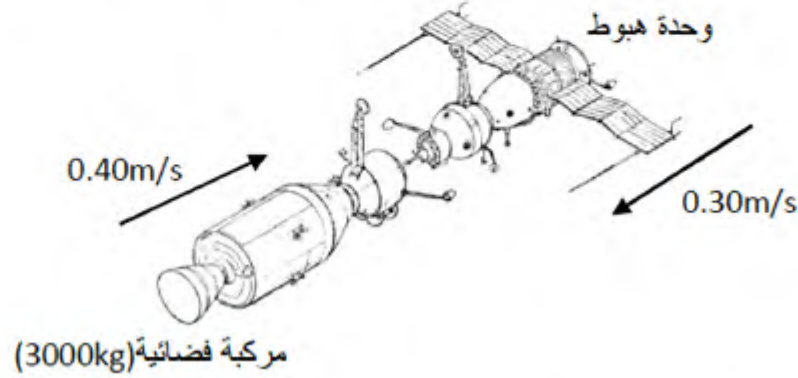
الرسم البياني الآتي يبين قوة تؤثر على جسم كتلته (2 kg) .



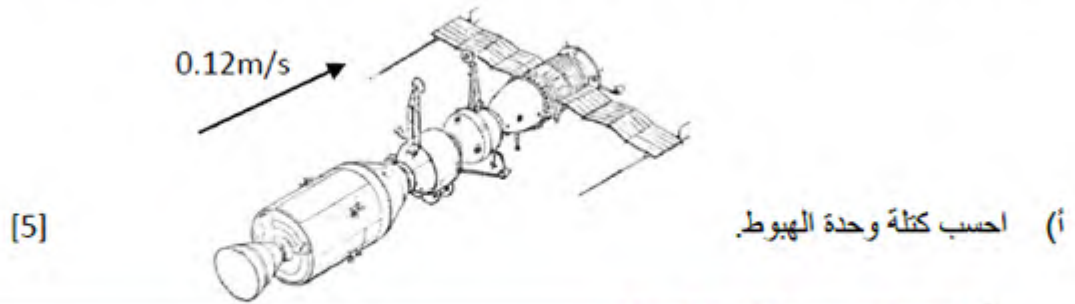
ما مقدار الدفع المؤثر في الجسم؟

- (a) 15 Ns
(b) 30 Ns
(c) 60 Ns
(d) 120 Ns

مركبة فضائية كتلتها (3000kg) تتحرك بسرعة ثابتة مقدارها (0.40m/s) في الاتجاه المبين في الشكل الآتي. تقترب منها وحدة هبوط تتحرك في الاتجاه المعاكس بسرعة (0.30m/s) لتلتحم بها.



بعد الالتحام تتحرك المركبة و الوحدة بسرعة ثابتة مقدارها (0.12m/s) في نفس الاتجاه الذي كانت تتحرك فيه المركبة الفضائية.



بتطبيق قانون حفظ كمية الحركة

$$m_A \vec{v}_{Ai} + m_B \vec{v}_{Bi} = m_A \vec{v}_f + m_B \vec{v}_f \quad [1]$$

$$(3000 \times 0.4) + (m_B \times -0.3) = (3000 \times 0.12) + (m_B \times 0.12) \quad [1]$$

$$m_B = 2000kg \quad [2]$$

(ب) يتم إطلاق نظام الدفع لإبطاء حركة المركبة وإيقافها خلال (1.5s). أوجد مقدار و اتجاه قوة الدفع التي يطبقها نظام الدفع على المركبة.

[5]

$$\vec{F} \Delta t = m \vec{v}_f - m \vec{v}_i$$

$$\vec{F} \times 1.5 = 0 - ((3000 + 2000) \times 0.12)$$

$$\vec{F} = -400N$$

كرة بليارد سوداء كتلتها (0.40kg) تصطدم بكرة بليارد بيضاء لها نفس الكتلة بسرعة (2.2m/s). تتوقف الكرة السوداء بينما تتحرك الكرة البيضاء في الاتجاه الذي كانت تتحرك فيه الكرة السوداء.



أ) ما مقدار التغير في كمية الحركة للكرة السوداء؟

$$\Delta \vec{p} = m_B \vec{v}_{Bf} - m_B \vec{v}_{Bi} \quad [1]$$

$$\Delta \vec{p} = (0.4 \times 0) - (0.4 \times 2.2) \quad [1]$$

$$\Delta \vec{p} = -0.88 \text{ kgm/s} \quad [2]$$

درجة على القيمة ودرجة على الوحدة

ب) وضّح أن سرعة الكرة البيضاء أصبحت (2.2m/s)

كمية الحركة بعد التصادم = كمية الحركة قبل التصادم [1]

(تقبل أي عبارة أخرى لها المعنى الفيزيائي نفسه)

$$m_W \vec{v}_{Wi} + m_B \vec{v}_{Bi} = m_W \vec{v}_{Wf} + m_B \vec{v}_{Bf} \quad [1]$$

$$(0.4 \times 0) + (0.4 \times 2.2) = (0.4 \times \vec{v}_{Wf}) + 0 \quad [1]$$

$$\vec{v}_{Wf} = 2.2 \text{ m/s} \quad [1]$$

الدرجة على القيمة

ج) استخدم قانون حفظ كمية الحركة لمقارنة القوى المؤثرة في كل من الكرتين وفسّر كيف يتفق ذلك مع القانون الثالث لنيوتن.

$$\vec{F}_{W \text{ on } B} = \frac{(\Delta \vec{p})_B}{\Delta t} \quad [1]$$

$$\vec{F}_{W \text{ on } B} = \frac{-0.88}{\Delta t} \quad [1]$$

$$\vec{F}_{B \text{ on } W} = \frac{(\Delta \vec{p})_W}{\Delta t}$$

$$\vec{F}_{B \text{ on } W} = \frac{0.88}{\Delta t} \quad [1]$$

$$\vec{F}_{W \text{ on } B} = -\vec{F}_{B \text{ on } W} \quad \text{نلاحظ أن} \quad [1]$$

وهذا هو القانون الثالث لنيوتن

مراجعة المفاهيم 7.3

نُصمم العديد من السيارات مزودة بمناطق امتصاص الصدمات في المقدمة والتي تتمرض لدمار شديد في حال حدوث تصادم مواجه. الغرض من هذا التصميم هو:

- (a) تقليل الدفع الذي يتعرض له قائد السيارة أثناء التصادم.
- (b) زيادة الدفع الذي يتعرض له قائد السيارة أثناء التصادم.
- (c) تقليل زمن التصادم ومن ثم تقليل القوة المؤثرة في قائد السيارة.
- (d) زيادة زمن التصادم ومن ثم تقليل القوة المؤثرة في قائد السيارة.
- (e) رفع نكاسة الإصلاص إلى أقصى حد ممكن.

مراجعة المفاهيم 7.5

في الحالة الموضحة في الشكل 7.7، افترض أن كتلة العربة ذات المربع البرتقالي أكبر بكثير جدًا من كتلة العربة ذات الدائرة الخضراء. أي النتائج نتوقع؟

- (a) تتشابه النتيجة تقريبًا مع تلك الموضحة في الشكل.
- (b) تتحرك العربة ذات المربع البرتقالي بعد التصادم بسرعة متجهة من دون تغيير تقريبًا. في حين تتحرك العربة ذات الدائرة الخضراء بسرعة متجهة تعادل ضعف السرعة المتجهة الابتدائية للعربة ذات المربع البرتقالي تقريبًا.
- (c) تتحرك العريبتان بمقدار السرعة نفسه الذي كانت تتحرك به العربة ذات المربع البرتقالي قبل التصادم تقريبًا.
- (d) تتوقف العربة ذات المربع البرتقالي. وتتحرك العربة ذات الدائرة الخضراء في اتجاه اليمين بمقدار السرعة نفسه الذي كانت تتحرك به العربة ذات المربع البرتقالي في الأصل.

مراجعة المفاهيم 7.6

في الحالة الموضحة في الشكل 7.7، إذا كانت كتلة العربة ذات الدائرة الخضراء (التي كانت في وضع السكون في الأصل) أكبر بكثير جدًا من كتلة العربة ذات المربع البرتقالي، فأي النتائج نتوقع؟

- (a) النتيجة هي نفسها الموضحة في الشكل تقريبًا.
- (b) تتحرك العربة ذات المربع البرتقالي بعد التصادم بسرعة متجهة من دون تغيير تقريبًا. في حين تتحرك العربة ذات الدائرة الخضراء بسرعة متجهة تعادل ضعف السرعة المتجهة الابتدائية للعربة ذات المربع البرتقالي تقريبًا.
- (c) تتحرك العريبتان بمقدار السرعة نفسه الذي كانت تتحرك به العربة ذات المربع البرتقالي قبل التصادم تقريبًا.
- (d) تتحرك العربة ذات الدائرة الخضراء بسرعة منخفضة جدًا متجهة نحو اليمين قليلًا. وتترك العربة ذات المربع البرتقالي ناحية اليسار بسرعتها الأصلية نفسها تقريبًا.

مراجعة المفاهيم 7.1

مشهد نموذجي من مباراة كرة القدم الأمريكية في الجامعة بعد الظهر من يوم السبت. يركض اللاعب الظهر الذي تبلغ كتلته 95 kg بسرعة قدرها 7.8 m/s. ويركض ملتنط الكرة الذي تبلغ كتلته 74 kg بسرعة قدرها 9.6 m/s نشر إلى مفداري كمية الحركة والطاقة الحركية للاعب الظهر بالرمزين p_p و K_p . على التوالي. ومفداري كمية الحركة والطاقة الحركية الخاصة بملتنط الكرة بالرمزين p_w و K_w . أي مجموعة من المتباينات التالية تعد صحيحة؟

- (a) $p_1 > p_w$ $K_1 > K_w$
- (b) $p_1 < p_w$ $K_1 > K_w$
- (c) $p_1 > p_w$ $K_1 < K_w$
- (d) $p_1 < p_w$ $K_1 < K_w$

مراجعة المفاهيم 7.2

إذا طُربت كرة البيسبول في مثال 7.1 بحيث تتحرك بالمقدار ذاته من السرعة 110 mph بعد ابتعادها عن المضرب إلا أنها أطلقت بزاوية 38° أعلى من المستوى الأفقي. فإلى الدفع الذي تتلقاه كرة البيسبول سيكون

- (a) أكبر.
- (b) أصغر.
- (c) هو نفسه.

مراجعة المفاهيم 7.4

افترض أن تصادمًا مرئيًا حدث في بعد واحد. كما في المثال الموضح في الشكل 7.7. حيث تكون العربة الممبزة بالدائرة الخضراء، في وضع السكون مبدئيًا وتكون للعربة ذات المربع البرتقالي سرعة $v_{orange} > 0$. مما يعني أنها تتحرك من اليسار إلى اليمين. فما رأيك في كتلتي العريبتين؟

- (a) $m_{orange} < m_{green}$
- (b) $m_{orange} > m_{green}$
- (c) $m_{orange} = m_{green}$

مراجعة المفاهيم 7.7

اختر العبارة الصحيحة،

- (a) في تصادم مرين بين جسم ما وجدار، قد تحفظ الطاقة وقد لا تحفظ.
- (b) في تصادم مرين بين جسم ما وجدار، قد تحفظ كمية الحركة وقد لا تحفظ.
- (c) في تصادم مرين بين جسم ما وجدار، تكون زاوية السقوط مساوية للزاوية النهائية.
- (d) في تصادم مرين بين جسم ما وجدار، لا يتغير متجه كمية الحركة الأصلي نتيجة التصادم.
- (e) في تصادم مرين بين جسم ما وجدار، لا يمكن أن يغير الجدار كمية حركة الجسم نظرًا لحفظ كمية الحركة.

مراجعة المفاهيم 7.8

اختر العبارة الصحيحة،

- (a) عندما يصطدم جسم متحرك بجسم ثابت، تكون الزاوية بين متجهي السرعة المتجهة للجسمين بعد التصادم تساوي 90° دائمًا.
- (b) بالنسبة إلى التصادم في الحياة اليومية بين جسم متحرك وجسم ثابت، لا نزل الزاوية التي بين متجهي السرعة المتجهة للجسمين بعد التصادم عن 90° مطلقًا.
- (c) عندما يتصادم جسم متحرك بجسم ثابت تصادمًا مواجهًا، فإن الزاوية بين متجهي السرعة المتجهة بعد التصادم تساوي 90°.
- (d) عندما يتصادم جسم متحرك بجسم ثابت له مقدار الكتلة نفسه تصادمًا مرئيًا مواجهًا، يتوقف الجسم الذي كان يتحرك ويتحرك الجسم الآخر بمقدار السرعة المتجهة الأصلي للجسم المتحرك.
- (e) حينما يتصادم جسم متحرك بجسم ثابت له الكتلة نفسها تصادمًا مرئيًا، لا يمكن أن تكون الزاوية بين متجهي السرعة المتجهة بعد التصادم 90°.