الزخم الخطي و التصادمات

Linear Momentum and Collisions

الزخم الخطي

Linear Momentum

1. قانون نيوتن الأول يخبرنا أن الاجسام في الطبيعة تبقى متحركة بسرعة ثابتة ما لم تتأثر بقوة خارجية (قانون القصور الذاتي)

2. ومن خلال خبرتنا ودراستنا نعلم جيدا أن:
   - ✓ عندما يكون لدينا جسمين **مختلفين في الكتلة (m1<<m2) ولها نفس السرعة المتجهة (v)** فأن الجسم الذي كتلته اكبر m2 سيكون من الصعب ايقافه اكثر من الجسم الأقل كتلة.
   - ✓ و عندما يكون لدينا جسمين متساويين **في الكتلة (m1 = m2)**، ولكن يتحركان **بسرعات متجهة مختلفة المقدار (v1<< v2)** فأن الجسم الأسرع هو الجسم الأصعب إيقافه .

3. هذه الملحوظة المذكورة أعلاه تقودنا الى تعريف كمية فيزيائية **(الزخم الخطي Momentum Linear)** والذي يرمز له بالرمز **(p)** حيث تأخذ بعين الاعتبار الملاحظات المذكورة أنفا في النقطة (2) حيث المقصود بالزخم الخطي :
   - ✓ الزخم الخطي لجسم ما هو ناتج ضرب كتلة الجسم (m) في سرعته المتجهة (v) ورمزه p ويقاس بوحدة kg.m/s حسب النظام العالمي للوحدات

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

   - ✓ الزخم الخطي هو مقياس لممانعة الجسم لتغيير حالته الحركية (قانون نيوتن الأول)

4. **الزخم Momentum** هو كمية فيزيائية متجهة (لها مقدار واتجاه) حيث من الضروري أن نحدد اتجاهها، مثلا نحو اليمين (الشرق أوx+) اليسار (الغرب x-) الأعلى (شمالاy+) أسفل (جنوب y-) أو بزاوية محددة يكون فيها للزخم مركبات في بعدين .

$$p_x = mv_x \qquad p_y = mv_y$$

5. في هذه المرحلة سنتعامل مع الزخم في بعد واحد فقط (X) أو (y)

معادلة الزخم والدفع

Impulse – Momentum Equation

1. التغير في الزخم .

نفرض ان حدثا (قوة) قد غير زخم جسما من pi الى pf ما حيث :

- **pi** هو الزخم الابتدائي للجسم قبل تأثير الحدث (القوة)
- **pf** هو الزخم النهائي بعد تأثير الحدث (القوة)
- **Δp** سيكون مقدار التغير في الزخم

$$\Delta p = pf - pi$$

2. أن تغيير الزخم الخطي لجسم ما يتطلب قوة و هي الفكرة التي اعتمدها نيوتن في كتابة قانونه الثاني في الحركة

$$\vec{F}_{net} = m\vec{a} = m\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{\Delta(m\vec{v})}{\Delta t}$$

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

حيث الكتلة ثابتة لا تتغير

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

- ✓ هذه الصيغة توضح لنا العلاقة بين القوة المحصلة المؤثرة في جسم ما و معدل تغيير زخمه الخطي كالتالي :
- ✓ يمكن التعبيرعن قانون نيوتن الثاني في الحركة بحسب هذه الصيغة (المعدل الزمني لتغيير الزخم الخطي لجسم ما يساوي القوة المحصلة المؤثرة فيه و يكون متجه التغيير في الزخم الخطي باتجاه القوة المحصلة دائما)
- ✓ أنه اذا كانت محصلة القوة على جسم ما تساوي صفرا فان الزخم الخطي لهذا الجسم لا يتغير

(أي ان الزخم الخطي للجسم محفوظ عندما تكو $\vec{F}_{net} = 0$ **)**

- ✓ لتغيير الزخم الخطي لجسم ما يتطلب تأثير مستمر لهذه القوة خلال فترة زمنية مقدارها Δt وهذا يقودنا الى تعريف الدفع (Impulse)

3. يعرف الدفع المؤثر في جسم ما بأنه ناتج ضرب القوة المحصلة المؤثرة في الجسم في زمن تأثيرها

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

4. يقاس الدفع بوحدة (N.s) حسب النظام العالمي للوحدات
5. يمكن استخدام قانون نيوتن الثاني للتعبير عن الدفع بالعلاقة التالية:

$$\mathbf{I}= \Delta \boldsymbol{p}$$

- ✓ وتسمى هذه المعادلة بمبرهنة (الزخم الخطي – الدفع)(Impulse – Momentum Theorem) والتي تنص على أن : دفعُ قوة محصّلةٍ مُؤثّرةٍ في جسمٍ يساوي التغيُّر في زخَمه الخطيّ.
- ✓ الدفعُ كميّةٌ متّجهة، يكون باتّجاه تغيُّر الزخَم الخطيّ، وهو اتّجاه القوّة المُحصّلة نفسُه.
- ✓ وبما أن الزخَم الخطيَّ والدفع والقوّة كميّاتٌ مُتّجهةٌ فإنّ الإشاراتِ الموجبةَ والسالبة ضروريةٌ لتحديد اتّجاهاتها، لذا؛ يلزمُ اختيارُ نظام إحداثيّاتٍ يُحدّد فيه الاتّجاه المُوجِب.

6. ما العلاقة بين دفع قوة محصلة مؤثرة في جسم و التغير في زخمه الخطي؟
هذه الصيغة توضح هذه العلاقة كالتالي:

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

- ➢ عند ثبات مقدار القوة المحصلة المؤثرة في الجسم وزيادة زمن تأثيرها فأن الزخم الخطي للجسم يزداد : امثلة :
  - ✓ عند دفع عربة تسوق بقوة ثابتة يزداد زخمها الخطي بزيادة زمن تأثير القوة
  - ✓ عند ركل لاعب كرة قدم يزداد زخمها الخطي بزيادة زمن تلامسها مع قدمه
- ➢ عند ثبات مقدار التغير في الزخم الخطي فان مقدار القوة المحصلة المؤثرة في الجسم يتناسب عكسيا مع زمن تأثيرها: امثلة:
  - ✓ يثني المظلي رجليه لحظة ملامسة قدميه سطح الأرض لحظة وصوله و هذا يجعل تغير زخمه الخطي يستغرق فترة زمنية أطول فيقل مقدار القوة المحصلة المؤثرة فيه
  - ✓ ثني الارجل تلقائيا عند ملامسة الاقدام سطح الأرض بعد القفز

حفظ الزخم الخطي

Conservation of Linear Momentum

1. عندما يصطدم جسمان أو اكثر في نظام معزول فأن الزخم الخطي لهم يبقى ثابت المقدار.
2. يعبر عن مبدا حفظ الزخم رياضيا كالتالي:

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

✓ لا تنسى أن الدفع كذلك محفوظ وعليه:

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

✓ وهذا يعني أن دفع الجسم A على الجسم B يساوي دفع الجسم B على الجسم A ويعاكسه في الاتجاه

أسئلة مفاهيمية :

(الزخم و حفظه)

1. عصفور كتلته 28 g يطير بسرعة مقدارها 8.4 m/s . ما هو زخمه ؟

$$p = mv = (0.028\ \text{kg})(8.4\ \text{m/s}) = \boxed{0.24\ \text{kg}\cdot\text{m/s}}$$

2. من لديه اكبر زخم، سيارة كتلتها 1000 kg تسير بسرعة مقدارها 100 km /h أم سيارة نقل كتلتها 2000 kg و تسير بسرعة مقدارها 50 km/h ؟

السيارتان لهما نفس مقدار الزخم

3. قوة احتكاك ثابتة المقدار 25 N تؤثر على متزلج على الجليد لمدة 15 s كتلة المتزلج 65 kg . ما مقدار التغير في سرعة المتزلج؟

$$\vec{\mathbf{F}}\Delta t = m\Delta\vec{\mathbf{v}} \quad \rightarrow \quad \Delta\vec{\mathbf{v}} = \frac{\vec{\mathbf{F}}\Delta t}{m}$$

$$\Delta v = -\frac{F\Delta t}{m} = -\frac{(25\ \text{N})(15\ \text{s})}{65\ \text{kg}} = \boxed{-5.8\ \text{m/s}}$$

4. هل يمكن لجسم ما أن يمتلك دفعا؟

الإجابة : كلا

السبب هو أن الدفع ليس شيئا يمكن للجسم امتلاكه مثل الزخم . فالدفع هو ما يمكن للجسم أن يقدمه لجسم أخر أو يتأثر فيه من جسم أخر . الدفع و القوة هي اشيئا لا تمتلكها الأجسام أنما تقدمها و تتلقاها من خلال التفاعل مع أجسام أخرى.

5. هنالك مدفعان أحداهما يمتلك ماسورة طويلة و الأخر ماسورة قصيرة . المدفعان يؤثران على قذائف متساوية الكتلة بنفس القوة . أي المدفعين يؤثر بدفع اكبر على قذيفته ؟

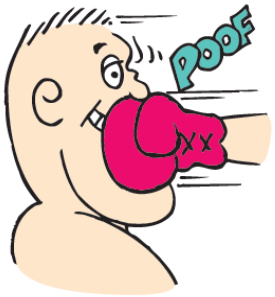
الإجابة :

المدفع الذي لديه ماسورة طويلة يؤثر بدفع اكبر لان القوة فيه ستأثر لمدة أطول (تذكر انه كلما زاد الدفع كلما كان التغير في الزخم اكبر) و لهذا فأن المدفع ذو الماسورة الأطول سيعطي سرعة اكبر للقذيفة من المدفع الأقصر .

6. عربة قطار كتلتها 7150 kg تسير بسرعة ثابتة مقدارها 15 m/s على سكة حديد مهملة الاحتكاك تم أسقاط حمل كتلته 3350 kg من السكون على عربة القطار . كم ستصبح سرعة العربة الجديدة؟

$$p_{\text{initial}} = p_{\text{final}} \rightarrow m_A v_A + m_B v_B = (m_A + m_B)v' \rightarrow$$
$$v' = \frac{m_A v_A + m_B v_B}{m_A + m_B} = \frac{(7150\ \text{kg})(15.0\ \text{m/s}) + 0}{7150\ \text{kg} + 3350\ \text{kg}} = \boxed{10.2\ \text{m/s}}$$

7. اذا تمكن الملاكم من زيادة وقت تأثير لكمته على وجه خصمه بمقدار 3 أضعاف الوقت الأصلي عندما ضرب بأقصى قوته فكم ستنخفض تأثير القوة على وجه خصمه؟



الجواب:

تأثير القوة ستنخفض بمقدار الثلث

8. اذا تمكن الملاكم من تخفيض مدة تأثير قوته بمقدار نصف وقت تأثير القوة الأصلية ، فكم نسبة زيادة القوة المؤثرة على وجه خصمه؟

الإجابة :

ستزداد القوة بمقدار ضعف القوة الأصلية

9. هل من الممكن أن يتساوى الدفع مع الزخم ؟

الإجابة :

بشكل عام الدفع يساوي التغير في الزخم . فاذا كان الزخم الابتدائي يساوي صفرا عندها فأن الزخم النهائي يساوي الدفع المطبق و العكس صحيح فاذا كان الزخم النهائي يساوي صفرا عندها فأن الزخم الابتدائي يساوي الدفع المطبق.

10. تقوم لاعبة الكاراتيه بتكسير الطوب (انظر الصورة المرفقة) . كيف يمكن مقارنة القوة التي تؤثر فيها يد اللاعبة على الطوب مقارنة بتأثير الطوب على يد اللاعبة – إيهما اكبر مقدارا؟

الجواب :

حسب قانون نيوتن الثالث فأن القوتين متساويتين في المقدار

و لكن متعاكستان في الاتجاه

11. حسب قانون نيوتن الثاني في الحركة، اذا كانت محصلة القوة المؤثرة على جسم تساوي صفرا فأن الجسم لن يكسب تسارعا . هل هذا الأمر يؤدي الى أن الجسم لن يتغير زخمه ؟

الجواب :

نعم صحيح لان اكتساب الجسم لتسارع يعني انه كان هنالك تغير في السرعة و بما أن محصلة القوة تساوي صفرا فلن يكون هنالك تغير في سرعة الجسم و بالتالي لن يكون هنالك تغير في الزخم

12. عندما يطلق مدفع قذيفته فأن القوة التي يؤثر فيها المدفع على القذيفة هي نفس القوة التي تؤثر فيها القذيفة على المدفع و لكن في اتجاه معاكس (حسب قانون نيوتن الثالث في الحركة)، هل الدفع الذي يولده المدفع على القذيفة يساوي و يعاكس في الاتجاه الدفع الذي تولده القذيفة على المدفع؟

الجواب :

نعم صحيح . لان التفاعل بين القذيفة و المدفع حصل خلال نفس الفترة الزمنية و بما أن زمن التأثير متساوي و القوة كذلك متساوية و متعاكسة في الاتجاه اذا الدفع ($I = ft$) كذلك متساوي في المقدار و متعاكس في الاتجاه (تذكر أن الدفع كمية متجهة)، و تتناسب طرديا مع القوة المؤثرة.

13. جسم كتلته 0.5 kg يتحرك على سطح املس عديم الاحتكاك بسرعة مقدارها v_{before} يصطدم بجسم ساكن كتلته 1.5 kg ويلتحم معه ليصبحا جسما واحدا . ما هي سرعة الجسم الجديد v_{after} ؟.

$$(0.5\ \text{kg})\ v_{\text{before}} = (0.5\ \text{kg} + 1.5\ \text{kg})\ v_{\text{after}}$$

$$v_{\text{after}} = \frac{(0.5\ \text{kg})\ v_{\text{before}}}{(0.5\ +\ 1.5)\ \text{kg}} = \frac{0.5\ v_{\text{before}}}{2} = \frac{v_{\text{before}}}{4}$$

14. من يمتلك زخما اكبر، سيارة نقل كبيرة كتلتها 20000 kg تقف ساكنة أم لوح تزلج كتلته 1.5 kg يتحرك بسرعة مقدارها 2 m/s ؟

لوح التزلج له زخم اكبر من زخم سيارة النقل حيث إن سيارة النقل سرعتها صفر

15. اذكر طريقتين نزيد فيهما من الدفع؟
   a. زيادة القوة المؤثرة
   b. زيادة زمن تأثير القوة

16. ما هي علاقة (الزخم – الدفع) مع قانون نيوتن الثاني؟

علاقة (الزخم – الدفع) تم اشتقاقها من قانون نيوتن الثاني

17. حتى يمتلك جسم ما اكبر زخم هل نزيد القوة المؤثرة عليه أم نزيد من زمن تأثير هذه القوة، أم نزيدهما معا ؟

حتى نحقق اكبر زيادة في الزخم لهذا الجسم فأنه يجب علينا استخدام اكبر قوة و اكبر زمن تأثير لها

18. تستخدم الوسائد الهوائية في السيارات لحماية الركاب و السائقين ؟

لان الوسائد الهوائية تطيل من زمن التلامس و بالتالي فان التغير في الزخم يستغرق وقتا أطول نسبيا و بالتالي قوة اقل ستأثر على الركاب

19. مصارعين في حلبة المصارعة، اللاعب الأول كتلته 110 kg يتجه بسرعة 2.5 m/s نحو المصارع الثاني مباشرة ويلتحم معه يريد أن يلقيه أرضا . كتلة المصارع الثاني 82 kg و يتحرك بسرعة 5 m/s و يتحرك أيضا باتجاه المصارع الأول (وجه لوجه) . كم ستصبح سرعتهما المشتركة مباشرة بعد أن يمسكا ببعضهم البعض؟

$$p_{\text{initial}} = p_{\text{final}} \rightarrow m_A v_A + m_B v_B = (m_A + m_B)v' \rightarrow$$
$$v' = \frac{m_A v_A + m_B v_B}{m_A + m_B} = \frac{(82\text{ kg})(5.0\text{ m/s}) + (110\text{ kg})(-2.5\text{ m/s})}{82\text{ kg} + 110\text{ kg}} = 0.703\text{ m/s} \approx \boxed{0.70\text{ m/s}}$$

20. احسب القوة التي تؤثر على صاروخ عندما تقذف الغازات من مؤخرة الصاروخ بمعدل 1300 kg /s بسرعة 4.5×10^4 m/s ؟

$$F_{\text{gas}} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{m\Delta v}{\Delta t} = \Delta v \frac{m}{\Delta t} = (4.5\times10^4\text{ m/s})(1300\text{ kg/s})$$
$$= 5.9\times10^7\text{ N}$$

باتجاه اندفاع الغاز

21. سيارة رقم 1 تسير بسرعة 14 m/s و كتلتها 7700 kg تصطدم بالسيارة رقم 2 التي تقف ثابتة التحمت السيارتان وأصبحت سرعتهما المشتركة بعد الاصطدام 5 m/s . ما هي كتلة السيارة رقم 2 ؟

$$p_{\text{initial}} = p_{\text{final}} \rightarrow m_A v_A + m_B v_B = (m_A + m_B)v' \rightarrow$$
$$m_B = \frac{m_A(v_A - v')}{v'} = \frac{(7700\ \text{kg})(14\ \text{m/s} - 5.0\ \text{m/s})}{5.0\ \text{m/s}} = 13{,}860\ \text{kg} \approx \boxed{14{,}000\ \text{kg}}$$

22. يجلس ولد في قارب (انظر الصورة) . يقذف الولد حجر كتلته 5.3 kg أفقيا بسرعة مقدارها 10 m/s . احسب سرعة القارب مباشرة بعد أن قام الولد برمي الحجر (افترض أن القارب كان ساكنا) . كتلة الولد 24 kg و كتلة القارب 35 kg ؟

$$p_{\text{initial}} = p_{\text{final}} \rightarrow (m_A + m_B)v = m_A v'_A + m_B v'_B = 0 \rightarrow$$
$$v'_A = -\frac{m_B v'_B}{m_A} = -\frac{(5.30\ \text{kg})(10.0\ \text{m/s})}{(24.0\ \text{kg} + 35.0\ \text{kg})} = \boxed{-0.898\ \text{m/s}}$$

23. نواة ذرة مشعة في حالة سكون، تتحلل إشعاعيا (تنقسم) الى جسيم أشعة الفا و نواة جديدة لعنصر جديد . ما هي سرعة ارتداد النواة الجديدة بعد الانقسام اذا علمت أن سرعة جسيم الفا هي 2.8×10^5 m/s . علما أن كتلة النواة المرتدة تبلغ 57 ضعف كتلة جزئ الفا؟

$$p_{\text{initial}} = p_{\text{final}} \rightarrow 0 = m_A v'_A + m_B v'_B \rightarrow$$
$$v'_B = -\frac{m_A v'_A}{m_B} = -\frac{m_A(2.8\times10^5\ \text{m/s})}{57 m_A} \rightarrow |v'_B| = \boxed{4900\ \text{m/s}}$$

24. نواة ذرة مشعة تتحرك بسرعة ابتدائية مقدارها 320 m/s تشع جسيم الفا بنفس اتجاه سرعتها فانخفضت سرعة النواة الجديدة الى 280 m/s فاذا كانت كتلة جسيم الفا هي (4 u) و كتلة النواة الأصلية قبل الإشعاع تساوي(222 u). ما هي سرعة جسيم الفا لحظة انبعاثه من النواة؟

$$p_{\text{initial}} = p_{\text{final}} \rightarrow (m_A + m_B)v = m_A v'_A + m_B v'_B \rightarrow$$
$$v'_A = \frac{(m_A + m_B)v - m_B v'_B}{m_A} = \frac{(222\ \text{u})(320\ \text{m/s}) - (218\ \text{u})(280\ \text{m/s})}{4.0\ \text{u}} = \boxed{2500\ \text{m/s}}$$

25. جسم ساكن انكسر فجاءة الى قسمين بواسطة انفجار . احد القسمين كانت طاقة حركته ضعفي طاقة حرة القسم الأخر . ما النسبة بين كتلتيهما ؟

$$p_{\text{initial}} = p_{\text{final}} \quad \rightarrow \quad 0 = m_A v'_A + m_B v'_B \quad \rightarrow \quad v'_B = -\frac{m_A v'_A}{m_B}$$

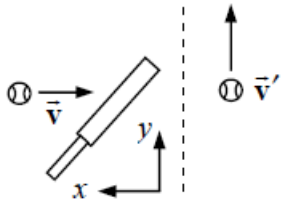
$$\text{KE}_A = 2\text{KE}_B \quad \rightarrow \quad \tfrac{1}{2} m_A v'^2_A = 2\left(\tfrac{1}{2} m_B v'^2_B\right) = m_B \left(-\frac{m_A v'_A}{m_B}\right)^2 \quad \rightarrow \quad \frac{m_A}{m_B} = \boxed{\frac{1}{2}}$$

26. رصاصة كتلتها 22 g تسير بسرعة 240 m/s تخترق كتلة من الخشب مقدارها 2 kg و تنفذ منها بسرعة مقدارها 150 m/s . اذا كانت كتلة الخشب ثابتة ومستقرة على سطح عديم الاحتكاك عندما اصطدمت فيها الرصاصة . كم سرعة الكتلة بعد أن اخترقتها الرصاصة ؟

$$p_{\text{initial}} = p_{\text{final}} \quad \rightarrow \quad m_A v_A + m_B v_B = m_A v'_A + m_B v'_B \quad \rightarrow$$

$$v'_B = \frac{m_A v_A - m_A v'_A}{m_B} = \frac{(0.022\ \text{kg})(240\ \text{m/s}) - (0.022\ \text{kg})(150\ \text{m/s})}{2.0\ \text{kg}} = \boxed{0.99\ \text{m/s}}$$

27. كرة بيسبول كتلتها 0.145 kg قذفت أفقيا بسرعة 27 m/s تم صدها بمضرب كرة البيسبول و تحركت عاموديا الى ارتفاع 31.5 m . اذا كان زمن التلامس بين الكرة و المضرب هو 2.5 ms . احسب متوسط القوة بين الكرة و المضرب أثناء الاصطدام و اتجاهها؟



$$(\text{KE}_{\text{initial}} = \text{PE}_{\text{final}})_{\substack{\text{after}\\\text{collision}}} \quad \rightarrow \quad \tfrac{1}{2} m v'^2 = mg\Delta y \quad \rightarrow$$

$$v' = \sqrt{2g\Delta y} = \sqrt{2(9.80\ \text{m/s}^2)(31.5\ \text{m})} = 24.85\ \text{m/s}$$

$$\overline{F}_x = \frac{\Delta p_x}{\Delta t} = \frac{m(v'_x - v_x)}{\Delta t} = \frac{(0.145\ \text{kg})(0 - -27.0\ \text{m/s})}{2.5\times10^{-3}\ \text{s}} = 1566\ \text{N}$$

$$\overline{F}_y = \frac{\Delta p_y}{\Delta t} = \frac{m(v'_y - v_y)}{\Delta t} = \frac{(0.145\ \text{kg})(24.85\ \text{m/s} - 0)}{2.5\times10^{-3}\ \text{s}} = 1441\ \text{N}$$

$$\overline{F} = \sqrt{\overline{F}_x^2 + \overline{F}_y^2} = \sqrt{(1566\ \text{N})^2 + (1441\ \text{N})^2} = 2128\ \text{N} \approx \boxed{2100\ \text{N}}$$

$$\theta = \tan^{-1}\frac{\overline{F}_y}{\overline{F}_x} = \tan^{-1}\frac{1441}{1566} = 42.6^\circ \approx \boxed{43^\circ}$$

28. رياح تهب على مبنى بسرعة 120 km/h و تصطدم فيه بشكل مباشر و بعد الاصطدام يسكن الهواء . المبنى ارتفاعه 75 m و عرضه 45 m و كثافة الهواء 1.3 kg لكل m^3 . احسب متوسط قوة الرياح على المبنى؟

$$120\ \text{km/h}\left(\frac{1\ \text{m/s}}{3.6\ \text{km/h}}\right)=33.33\ \text{m/s}.$$

$$F=\frac{\Delta p}{\Delta t}=\frac{m\Delta v}{\Delta t}v=\frac{V\rho\Delta v}{\Delta t}=\frac{(45\ \text{m})(75\ \text{m})(33.33\ \text{m})(1.3\ \text{kg/m}^3)(33.33\ \text{m/s}-0)}{1\ \text{s}}$$
$$=\boxed{4.9\times10^6\ \text{N}}$$

التصادمات و الدفع

29. كرة بيسبول كتلتها 0.145 kg رميت بسرعة مقدارها 31 m/s تم ضربها بعصا البيسبول أفقيا مرتدة على نفس مسارها باتجاه الرامي بسرعة 46 m/s . اذا كان زمن التلامس بين الكرة و العصا يساوي $5\ X\ 10^{-3}$s ، احسب القوة بين العصا و الكرة؟

$$\Delta p=F\Delta t=m\Delta v\ \rightarrow$$
$$F=m\frac{\Delta v}{\Delta t}=(0.145\ \text{kg})\left(\frac{46.0\ \text{m/s}--31.0\ \text{m/s}}{5.00\times10^{-3}\ \text{s}}\right)=\boxed{2230\ \text{N, toward the pitcher}}$$

30. كرة غولف كتلتها 0.045 kg ضربت بعصا الغولف وانطلقت بسرعة 38 m/s , كان زمن التلامس بين عصا الغولف و كرة الغولف $3.5\ X\ 10^{-3}$ s احسب ما يلي:

a. الدفع على كرة الغولف

$$\Delta p=m\Delta v=(4.5\times10^{-2}\ \text{kg})(38\ \text{m/s}-0)=1.71\ \text{kg}\cdot\text{m/s}\approx\boxed{1.7\ \text{kg}\cdot\text{m/s}}$$

b. متوسط القوة المؤثر على الكرة من العصا

$$\overline{F}=\frac{\Delta p}{\Delta t}=\frac{1.71\ \text{kg}\cdot\text{m/s}}{3.5\times10^{-3}\ \text{s}}=\boxed{490\ \text{N}}$$

31. مطرقة كتلتها 12 kg تضرب مسمار بسرعة مقدارها 7.5 m/s ومن ثم تتوقف تماما خلال فترة زمنية مقدارها 8 ms . احسب ما يلي:

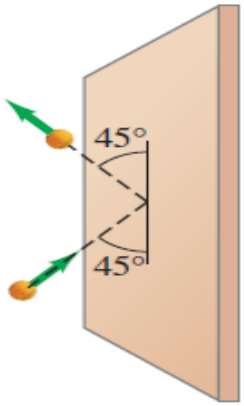
a. ما هو الدفع للمسمار

$$\Delta p_{\text{nail}}=-\Delta p_{\text{hammer}}=[mv_{\text{initial}}-mv_{\text{final}}]_{\text{hammer}}=(12\ \text{kg})(7.5\ \text{m/s})-0=\boxed{9.0\times10^1\ \text{kg}\cdot\text{m/s}}$$

b. ما هو متوسط القوة المؤثر على المسمار

$$F_{\text{avg}} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{9.0\times10^{1}\ \text{kg}\cdot\text{m/s}}{8.0\times10^{-3}\ \text{s}} = \boxed{1.1\times10^{4}\ \text{N}}$$

32. كرة تنس طاولة كتلتها 0.06 kg و سرعة v = 28 m/s تصطدم بحائط بزاويا مقدارها 45° وترتد بنفس السرعة ونفس الزاوية (كما في الشكل المرفق) . ما هو مقدار الدفع و اتجاهه المؤثر على الكرة؟



$$\Delta_{p_\perp} = m\upsilon_{\perp\ \text{final}} - m\upsilon_{\perp\ \text{initial}} = m(\upsilon\sin 45^\circ - \upsilon\sin 45^\circ) = 2m\upsilon\sin 45^\circ$$
$$= 2(6.0\times10^{-2}\ \text{km})(28\ \text{m/s})\sin 45^\circ = \boxed{2.4\ \text{kg}\cdot\text{m/s, to the left}}$$

33. رائد فضاء كتلته (مع البدلة الفضائية) تساوي 125 kg اكتسب سرعة مقدارها 2.5 m/s عن طريق دفع الكبسولة الفضائية بقدميه، كتلت الكبسولة 1900 kg . احسب ما يلي:

a. ما مقدار التغير في سرعة الكبسولة الفضائية

$$\upsilon_{\text{A}} = \upsilon_{\text{B}} = 0. \qquad \upsilon'_{\text{A}} = 2.50\ \text{m/s}.$$

$$p_{\text{initial}} = p_{\text{final}} \rightarrow m_{\text{A}}\upsilon_{\text{A}} + m_{\text{B}}\upsilon_{B} = 0 = m_{\text{A}}\upsilon'_{\text{A}} + m_{\text{B}}\upsilon'_{\text{B}} \rightarrow$$
$$\upsilon'_{\text{B}} = -\upsilon'_{\text{A}}\frac{m_{\text{A}}}{m_{\text{B}}} = -(2.50\ \text{m/s})\frac{125\ \text{kg}}{1900\ \text{kg}} = -0.1645\ \text{m/s} \approx \boxed{-0.16\ \text{m/s}}$$

b. اذا استغرقت الدفعة زمن مقداره 0.6 s . ما مقدار الدفع المؤثر على كل من الكبسولة و رائد الفضاء

$$F_{\text{avg}} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{m(\upsilon'_{\text{A}} - \upsilon_{\text{A}})}{\Delta t} = \frac{(125\ \text{kg})(2.50\ \text{m/s} - 0)}{0.600\ \text{s}} = \boxed{521\ \text{N}}$$

c. ما مقدار الطاقة الحركية لكل منهما بعد الدفعة

$$\text{KE}_{\text{astronaut}} = \tfrac{1}{2}(125\ \text{kg})(2.50\ \text{m/s})^2 = \boxed{391\ \text{J}},\ \text{KE}_{\text{capsule}} = \tfrac{1}{2}(1900\ \text{kg})(-0.1645\ \text{m/s})^2 = \boxed{26\ \text{J}}$$

34. يتساقط المطر بمعدل 2.5 cm/h ويتجمع في أناء . سرعة قطرات ماء المطر أثناء اصطدامها في الأناء يساوي 8 m/s . احسب القوة المؤثرة على قاع الأناء (مساحة القاع $1\ m^2$) على فرض أن قطرات الماء لا ترتد عن القاع. كثافة الماء $1 \times 10^3\ kg/m^3$ ؟

$$F_{avg} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{(mv_f - mv_0)}{\Delta t} = -\frac{m}{\Delta t}(v_f - v_0) = \frac{\rho V}{\Delta t}v_0 = \frac{\rho Ah}{\Delta t}v_0 = \frac{h}{\Delta t}\rho A v_0$$

$$= \frac{(2.5\times10^{-2}\ \text{m})}{1\ \text{h}\left(\frac{3600\ \text{s}}{1\ \text{h}}\right)}(1.00\times10^3\ \text{kg/m}^3)(1.0\ \text{m}^2)(8.0\ \text{m/s}) = \boxed{0.056\ \text{N}}$$

35. في لعبة كرة القدم الأمريكية (انظر الصورة) المدافع (fullback) يركض بسرعة مقدارها 3 m/s باتجاه الشرق و الذي تم إيقافه بواسطة المهاجم (tackler) الذي كان يركض باتجاه الغرب من خلال التصادم معه وجه لوجه . زمن التصادم كان 0.85 s ، احسب ما يلي :

a. زخم المدافع قبل الاصطدام

$$p_{\substack{\text{original}\\\text{fullback}}} = mv_{\substack{\text{original}\\\text{fullback}}} = (95\ \text{kg})(3.0\ \text{m/s}) = 285\ \text{kg}\cdot\text{m/s} \approx \boxed{290\ \text{kg}\cdot\text{m/s, to the east}}$$

b. الدفع المؤثر على المدافع

$$\Delta p_{\text{fullback}} = m(v_{\substack{\text{final}\\\text{fullback}}} - v_{\substack{\text{final}\\\text{fullback}}}) = (95\ \text{kg})(0-3.0\ \text{m/s}) = -285\ \text{kg}\cdot\text{m/s} \approx \boxed{-290\ \text{kg}\cdot\text{m/s}}$$

إشارة **السالب** تعني أن الدفع باتجاه الغرب

c. الدفع المؤثر على المهاجم

الدفع على المهاجم سيكون معاكس للدفع المؤثر على المدافع

$$\boxed{290\ \text{kg}\cdot\text{m/s, to the east}}$$

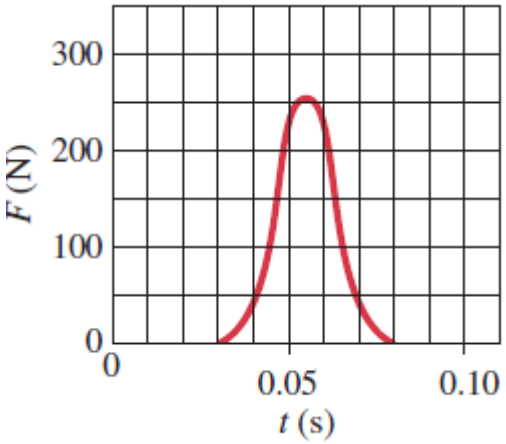
d. متوسط القوة المؤثرة على المهاجم

$$\overline{F} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{285\ \text{kg}\cdot\text{m/s}}{0.85\ \text{s}} = \boxed{340\ \text{N, to the east}}$$

36. ما هي كمية الدفع التي يجب أن تؤثر على صحيفة كتلتها 0.5 kg لتكسبها سرعة مقدارها 3 m/s من السكون؟

$$\Delta_p = m(v_{\text{final}} - v_0) = (0.50\ \text{kg})(3.0\ \text{m/s}) = \boxed{1.5\ \text{kg}\cdot\text{m/s}}$$

37. لنفرض أن القوة المؤثرة على كرة تنس كتلتها 0.6 kg تتجه نحو (x+) ، تم رسم العلاقة ما بين القوة المؤثرة على الكرة و الزمن (انظر الرسم البياني) . احسب ما يلي:



a. مقدار الدفع المؤثر على الكرة ؟

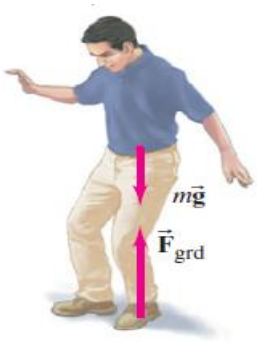
$$\Delta p = \tfrac{1}{2}(250\ \text{N})(0.04\ \text{s}) \approx \boxed{5\ \text{N}\cdot\text{s}}$$

أو من خلال عد المربعات و(تقريب و جمع) المربعات غير المكتملة و الذي سيعطينا نفس الإجابة

b. احسب سرعة الكرة بعد الضربة على فرض أن الكرة كانت بحالة السكون

$$\Delta p = m\Delta v = m(v_f - v_i) \quad \rightarrow \quad v_f = v_i + \frac{\Delta p}{m} = 0 + \frac{5\ \text{N}\cdot\text{s}}{6.0\times10^{-2}\ \text{kg}} \approx \boxed{80\ \text{m/s}}$$

38. رجل كتلته 55 kg قفز من ارتفاع 2.8 m الى الأرض (انظر الصورة) . احسب ما يلي:



a. الدفع الذي تؤثر فيه الأرض على الرجل؟

$$E_{initial} = E_{final} \quad \rightarrow \quad mgh = \tfrac{1}{2}mv_y^2 \quad \rightarrow$$

$$v_y = \pm\sqrt{2gh} = \sqrt{2(9.80\ \text{m/s}^2)(2.8\ \text{m})} = 7.408\ \text{m/s, down}$$

$$\vec{\mathbf{J}} = \Delta\vec{\mathbf{p}} = m(\vec{\mathbf{v}}_f - \vec{\mathbf{v}}_0) = (55\ \text{kg})(0 - -7.408\ \text{m/s}) = 407\ \text{kg}\cdot\text{m/s} \approx \boxed{410\ \text{kg}\cdot\text{m/s, upward}}$$

b. متوسط القوة التي تؤثر فيها الأرض على أقدام الرجل اذا هبط و أقدامه ممدودة بدون أن يثنيهما على فرض أن جسم الرجل تحرك مسافة 1 cm ؟

$$F_{net} = F_{ground} - mg = ma \quad \rightarrow$$

$$F_{ground} = m(g+a) = m\left(g + \frac{(v_f^2 - v_0^2)}{2\Delta x}\right) = (55\ \text{kg})\left((9.80\ \text{m/s}^2) + \frac{0 - (-7.408\ \text{m/s})^2}{2(-0.010\,\text{m})}\right)$$

$$= \boxed{1.5\times10^5\ \text{N, upward}}$$

c. متوسط القوة التي تؤثر فيها الأرض على أقدام الرجل اذا هبط و حنى رجليه مسافة 50 cm ؟

$$F_{ground} = m\left(g + \frac{(v_f^2 - v_0^2)}{2\Delta x}\right) = (55\ \text{kg})\left((9.80\ \text{m/s}^2) + \frac{0 - (-7.408\ \text{m/s})^2}{2(-0.5\ \text{m})}\right)$$

$$= 3557\ \text{N} \approx \boxed{4000\ \text{N, upward}}$$

تمارين إضافية

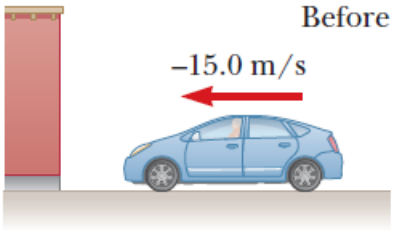
1. كرة بيسبول كتلتها 0.150 kg تتحرك بسرعة مقدارها 40.0 m/s تم ضربها من اللاعب الذي يحمل العصا وعكس اتجاهها بسرعة مقدارها 50 m/s ؟
   a. ما هو مقدار الدفع الذي بذل على الكرة من المضرب؟
   b. ما هو متوسط القوة المبذول من المضرب على الكرة اذا علمت ان زمن التلامس بينهما هو 2×10^{-3} s

الإجابة (a - 13.5 kg.m/s , b - 6.75 N)

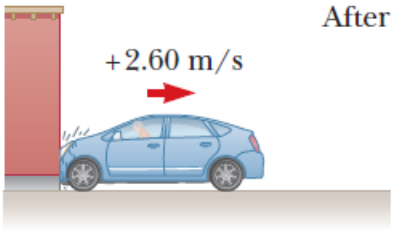
2. اثناء اختبار تصادم سيارة (كتلتها 1.50×10^3 kg) مع حائط (الصورة المرفقة) . اذا كان زمن التصادم هو 0.150 s . احسب ؟
   a. الدفع المؤثر على السيارة من الحائط
   b. حجم و اتجاه متوسط القوة المؤثر على السيارة
   c. فرضا ان السيارة لم ترتد للخلف عن الحائط بعد الاصطدام، أي ان سرعة السيارة بعد الاصطدام تساوي صفرا، لكن زمن الاصطدام بقي كما هو 0.150 s . احسب متوسط القوة المؤثرة على السيارة؟

الجواب هو ($+1.5 \times 10^5$ N)

$$p_i = mv_i = (1.50 \times 10^3\,\text{kg})(-15.0\,\text{m/s})$$
$$= -2.25 \times 10^4\,\text{kg} \cdot \text{m/s}$$
$$p_f = mv_f = (1.50 \times 10^3\,\text{kg})(+2.60\,\text{m/s})$$
$$= +0.390 \times 10^4\,\text{kg} \cdot \text{m/s}$$
$$I = p_f - p_i$$
$$= +0.390 \times 10^4\,\text{kg} \cdot \text{m/s} - (-2.25 \times 10^4\,\text{kg} \cdot \text{m/s})$$
$$I = 2.64 \times 10^4\,\text{kg} \cdot \text{m/s}$$



قبل التصادم



بعد التصادم

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{2.64 \times 10^4\,\text{kg} \cdot \text{m/s}}{0.150\,\text{s}} = +1.76 \times 10^5\,\text{N}$$

3. جسمين لهما كتل مختلفة تحركا من السكون . اثر عليهما نفس المقدار من القوة المحصلة خلال حركتهما وانتقالهما لمسافة متساوية، كيف يمكن المقارنة ما بين طاقة حركتهما النهائية ؟

a. الجسم الأكبر كتلة له طاقة حركة اكبر
b. الجسم الأقل كتلة له طاقة حركة اكبر
c. الجسمين لهما نفس طاقة الحركة
d. لا يمكن الحكم على ذلك

4. كرة تنس كتلتها 57.0g تتحرك بشكل مستقيم باتجاه لاعب بسرعة مقدارها 21.0 m/s , يقوم اللاعب بضربها بالمضرب فيعكس اتجاهها بشكل مستقيم بسرعة مقدارها 25 m/s اذا كان زمن تلامس الكرة بالمضرب هو 0.06 s فما مقدار متوسط القوة التي اثر فيها المضرب على الكرة؟

a. 22.6 kg . m/s^2
b. 32.5 kg . m/s^2
c. 43.7 kg . m/s^2
d. 72.1 kg . m/s^2
e. 102 kg . m/s^2

5. لاعب كرة قدم يجري خلف كرة قدم كتلتها 0.450 kg تتحرك بسرعة مقدارها 3.2 m/s يقوم اللاعب برفس الكرة في نفس اتجاه حركتها ويزيد من سرعتها لتصبح 12.8 m/s ما هو مقدار الدفع الذي يؤثر فيه اللاعب على الكرة ؟

a. 2.45 kg . m/s
b. 4.32 kg . m/
c. 5.61 kg . m/
d. 7.08 kg . m/s
e. 9.79 kg . m/s

6. ينزلق صحن (bowl)على طاولة الخدمة (عديمة الاحتكاك) في مطعم، طاقته الحركية مقدارها E . يقوم احد العمال في المطعم وبتوقيت مناسب بوضع كرة (ball)من الرز داخل الصحن أثناء حركته . اذا علمت ان الصحن و كرة الرز لهما نفس الكتلة فما مقدار الطاقة الحركية للنظام(للصحن وكرة الرز) ؟

$$KE_f = \frac{1}{2}\left(m_{\text{ball}} + m_{\text{bowl}}\right)v_f^2 = \frac{1}{2}\left(2m_{\text{bowl}}\right)\left(\frac{v_i}{2}\right)^2 = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}m_{\text{bowl}}v_i^2\right) = \frac{E}{2}$$

a. $2E$
b. E
c. $E/2$
d. $E/4$
e. $E/8$

7. جسمين يملكان طاقة حركة متساوية المقدار فهل يملكان نفس الزخم؟

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{\sqrt{2m_2\left(KE\right)_2}}{\sqrt{2m_1\left(KE\right)_1}} = \sqrt{\left(\frac{m_2}{m_1}\right)\frac{\left(KE\right)_2}{\left(KE\right)_1}}$$

a. نعم دائما
b. لا ابدا
c. نعم طالما يملكان نفس الكتلة
d. نعم اذا كانا يملكان نفس الكتلة ونفس اتجاه الحركة
e. لا، الا اذا تحركا بشكل متعامد

8. اذا كان هنالك جسمين لهما نفس الزخم فهل لهما نفس طاقة الحركة ؟

a. نعم، دائما هذا هو الحال
b. لا، لا يمكن ان يحصل هذا
c. نعم طالما يملكان نفس الكتلة
d. لا، الا اذا لهما نفس السرعة
e. نعم، طالما يسيران بشكل متوازي

$$KE = \frac{mv^2}{2} = \frac{m^2v^2}{2m} = \frac{(mv)^2}{2m} = \frac{p^2}{2m}$$

$$\frac{(KE)_2}{(KE)_1} = \frac{p_2^2/2m_2}{p_1^2/2m_1} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^2\left(\frac{m_1}{m_2}\right)$$

9. كرة كتلتها m يتم رميها في الهواء بشكل عامودي بسرعة ابتدائية مقدارها V_o :

a. جد صيغة لإيجاد اقصى ارتفاع تصل اليه الكرة بدلالة V_o و g ؟

$$v_y^2 = v_{0y}^2 + 2a_y(\Delta y), \qquad v_y = 0 \text{ at } \Delta y = h_{\max}.$$

$$h_{\max} = \frac{0 - v_0^2}{2(-g)} = \boxed{v_0^2/2g}$$

b. باستخدام مبدأ حفظ الطاقة الميكانيكية و النتيجة التي توصلت اليها في الفرع a جد صيغة تعبر عن الزخم الخطي للكرة عندما تصل الى نصف اقصى ارتفاع بدلالة V_o و g ؟

$$y_f = h_{\max}/2 = v_0^2/4g.$$

$$KE_f + PE_{g,f} = KE_i + PE_{g,i}$$

$$\frac{1}{2}mv^2 + mg\left(\frac{v_0^2}{4g}\right) = \frac{1}{2}mv_0^2 + 0$$

$$v^2 = v_0^2/2, \text{ or } v = v_0/\sqrt{2}.$$

$$p = mv = \boxed{mv_0/\sqrt{2}}$$

10. جسم طاقة حركته 275 J وزخمه الخطي 25 kg.m/s ، جد ما يلي:

a. سرعة الجسم
b. كتلة الجسم

$$KE = p^2/2m.$$

11. الرسم البياني المرفق يوضح العلاقة ما بين القوة المؤثرة على جسم كتلته 1.5 kg مع الزمن. احسب ما يلي:

a. الدفع على الجسم

الدفع هو مجموع المساحات تحت المستطيل و المثلث

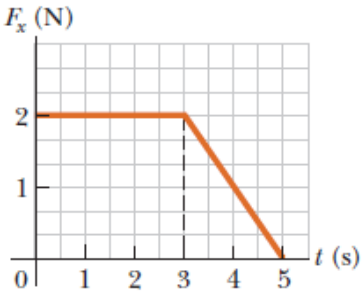
$$I = (2.0\ \text{N})(3.0\ \text{s}) + \frac{1}{2}(2.0\ \text{N})(2.0\ \text{s}) = \boxed{8.0\ \text{N}\cdot\text{s}}$$

b. السرعة النهائية للجسم اذا علمت ان سرعته الابتدائية تساوي صفر

$$I = F_{\text{av}}(\Delta t) = \Delta p = m(v_f - v_i)$$

$$8.0\ \text{N}\cdot\text{s} = (1.5\ \text{kg})v_f - 0, \quad \text{giving} \quad v_f = \boxed{5.3\ \text{m/s}}$$

c. السرعة النهائية للجسم اذا علمت ان يسير على طول المحور x بسرعة ابتدائية مقدارها 2m/s-



$$I = F_{\text{av}}(\Delta t) = \Delta p = m(v_f - v_i), \ \text{so} \ \ v_f = v_i + \frac{I}{m}$$

$$v_f = -2.0\ \text{m/s} + \frac{8.0\ \text{N}\cdot\text{s}}{1.5\ \text{kg}} = \boxed{3.3\ \text{m/s}}$$

12. لاعب تنس يقوم بصد كرة تنس تتحرك باتجاهه أفقيا بسرعة مقدارها 50 m/s فيعكس اتجاهها ويكسبها سرعة مقدارها 40 m/s , كتلة الكرة 0.06 kg:

a. ما مقدار الدفع على الكرة

$$I = \Delta p = m(v_f - v_i) = (0.060\ 0\ \text{kg})\left[40.0\ \text{m/s} - (-50.0\ \text{m/s})\right]$$

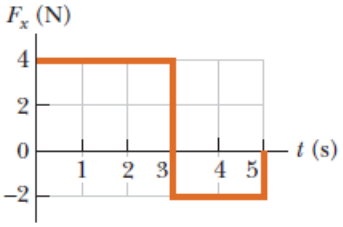
$$I = +5.40\ \text{kg}\cdot\text{m/s} = \boxed{5.40\ \text{N}\cdot\text{s in direction of final velocity}}.$$

b. ما مقدار الشغل المبذول من المضرب على الكرة

$$W_{\text{net}} = \Delta KE = \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2)$$

$$= \frac{(0.060\ 0\ \text{kg})\left[(40.0\ \text{m/s})^2 - (50.0\ \text{m/s})^2\right]}{2} = \boxed{-27.0\ \text{J}}$$

13. الرسم البياني المرفق يظهر منحنى القوة مع الزمن المؤثر على جسم كتلته 1.5 kg ، الجسم يتحرك من السكون. احسب التالي:



a. الدفع خلال الفترة الزمنية من t=0 الى t=3 s

الدفع هو المساحة تحت المنحنى

$$I = (4.0\ \text{N})(3.0\ \text{s}) = \boxed{12\ \text{N}\cdot\text{s}}$$

b. الدفع خلال الفترة الزمنية من t=0 الى t=5 s

$$I = (4.0\ \text{N})(3.0\ \text{s}) + (-2.0\ \text{N})(2.0\ \text{s}) = \boxed{8.0\ \text{N}\cdot\text{s}}$$

c. سرعة الجسم عند t = 3 s و t=5 s

$$I = F_{\text{av}}(\Delta t) = \Delta p = m(v_f - v_i),\ \text{giving}\quad v_f = v_i + I/m$$

$$\text{At 3.0 s:}\qquad v_f = v_i + \frac{I}{m} = 0 + \frac{12\ \text{N}\cdot\text{s}}{1.50\ \text{kg}} = \boxed{8.0\ \text{m/s}}$$

$$\text{At 5.0 s:}\qquad v_f = v_i + \frac{I}{m} = 0 + \frac{8.0\ \text{N}\cdot\text{s}}{1.50\ \text{kg}} = \boxed{5.3\ \text{m/s}}$$

14. سيارة متوقفة على إشارة ضوئية . عند الإشارة الخضراء تسارعت السيارة من الصفر الى 5.2 m/s خلال فترة زمنية مقدارها 0.832 s احسب:

a. مقدار الدفع

$$I = m(\Delta v) = (70.0\ \text{kg})(5.20\ \text{m/s} - 0) = +364\ \text{kg}\cdot\text{m/s} = \boxed{364\ \text{N}\cdot\text{s}\quad\text{forward}}$$

b. متوسط القوة المؤثرة على راكب في السيارة كتلته 70 kg خلال فترة التسارع

$$F_{\text{av}} = \frac{I}{\Delta t} = \frac{+364\ \text{kg}\cdot\text{m/s}}{0.832\ \text{s}} = +438\ \text{kg}\cdot\text{m/s}^2 = \boxed{438\ \text{N}\ \text{ forward}}$$

15. لاعب كرة سلة كتلته 65 kg يقفز بشكل عامودي للأعلى ويغادر سطح الأرض بسرعة مقدارها 1.8 m/s :

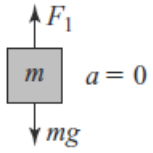
a. ما مقدر الدفع الذي يختبره اللاعب

$$I = m(v_f - v_i) = (65.0\ \text{kg})(+1.80\ \text{m/s} - 0) = +117\ \text{kg}\cdot\text{m/s} = \boxed{117\ \text{kg}\cdot\text{m/s}\quad \text{upward}}$$

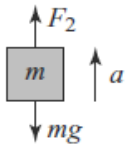
b. ما هي القوة التي تؤثر فيها الأرض على اللاعب قبل القفزة

$$\Sigma F_y = ma_y = 0 \quad \Rightarrow \quad F_1 = mg$$

$$F_1 = (65.0\ \text{kg})(9.80\ \text{m/s}^2) = +637\ \text{N} = \boxed{637\ \text{N upward}}$$



c. ما هو متوسط القوة التي تؤثر الأرض على اللاعب خلال القفزة اذا كان زمن التلامس بين الأرض و اللاعب 0.45 s



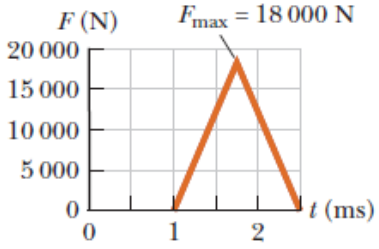
$$F_{\text{net}} = \frac{I}{\Delta t} = \frac{+117\ \text{kg}\cdot\text{m/s}}{0.450\ \text{s}} = +260$$

$$F_{\text{net}} = F_2 - mg = F_2 - F_1$$

$$F_2 = F_{\text{net}} + F_1 = +260\ \text{N} + 637\ \text{N} = +897\ \text{N} = \boxed{897\ \text{N upward}}$$

16. بناء على الرسم البياني المرفق والذي يبين القوة المؤثرة على كرة بيسبول اثناء ضربها بعصاة البيسبول : احسب:

a. الدفع المؤثر على الكرة



$$I = \frac{1}{2}(1.50\times10^{-3}\ \text{s})(18\,000\ \text{N}) = \boxed{13.5\ \text{N}\cdot\text{s}}$$

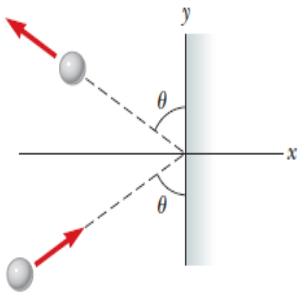
b. متوسط القوة المؤثرة على الكرة

$$F_{\text{av}} = \frac{I}{\Delta t} = \frac{13.5\ \text{N}\cdot\text{s}}{1.50\times10^{-3}\ \text{s}} = 9.00\times10^{3}\ \text{N} = \boxed{9.00\ \text{kN}}$$

c. اقصى مقدار للقوة

18000 N

17. كرة من الفولاذ كتلتها 3 kg تصطدم وترتد عن حائط بسرعة مقدارها 10 m/s بزاوية مقدارها 60° (حسب الشكل المرفق) , اذا كان زمن التلامس بين الكرة والحائط 0.2 s . ما هو متوسط القوة التي يؤثر فيها الحائط على الكرة؟

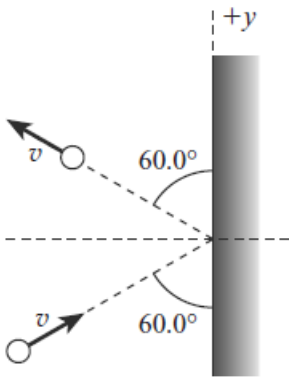


$$\vec{\mathbf{F}}_{\text{av}} = \frac{\Delta \vec{\mathbf{p}}}{\Delta t} \quad \text{so} \quad (F_{\text{av}})_x = \frac{\Delta p_x}{\Delta t} \quad \text{and} \quad (F_{\text{av}})_y = \frac{\Delta p_y}{\Delta t}$$

$$(F_{\text{av}})_y = \frac{m\left[(v_y)_f - (v_y)_i\right]}{\Delta t} = \frac{m\left[v\cos 60.0^\circ - v\cos 60.0^\circ\right]}{\Delta t} = 0$$

$$(F_{\text{av}})_x = \frac{m\left[(v_x)_f - (v_x)_i\right]}{\Delta t} = \frac{m\left[(-v\sin 60.0^\circ) - (+v\sin 60.0^\circ)\right]}{\Delta t}$$

$$= \frac{-2mv\sin 60.0^\circ}{\Delta t} = \frac{-2(3.00\ \text{kg})(10.0\ \text{m/s})\sin 60.0^\circ}{0.200\ \text{s}} = -260\ \text{N}$$



Thus, $\vec{\mathbf{F}}_{\text{av}} =$ **260 N in the negative x-direction or perpendicular to the wall**

18. مضرب كرة غولف كتلته 200 g سرعته 55 m/s قبل أن يصطدم بكرة غولف ساكنة كتلتها 46 g, بعد الاصطدام استمر المضرب بالتحرك في نفس الاتجاه لكن سرعته كانت 40 m/s . احسب سرعة كر الغولف بعد الاصطدام؟

$$(m_{\text{club}}v_{\text{club}} + m_{\text{ball}}v_{\text{ball}})_f = (m_{\text{club}}v_{\text{club}} + m_{\text{ball}}v_{\text{ball}})_i$$

$$(200\ \text{g})(40\ \text{m/s}) + (46\ \text{g})\,v_{\text{ball}} = (200\ \text{g})(55\ \text{m/s}) + 0$$

$$v_{\text{ball}} = \boxed{65\ \text{m/s}}$$

19. بندقية وزنها 30 N تطلق رصاصة كتلتها 5 g بسرعة مقدارها 300 m/s . احسب ما يلي:

a. سرعة ارتداد البندقية

$$m = \frac{w}{g} = \frac{30\ \text{N}}{9.80\ \text{m/s}^2} = \left(\frac{30}{9.8}\right)\ \text{kg}$$

$$\left(m_{\text{rifle}} v_{\text{rifle}} + m_{\text{bullet}} v_{\text{bullet}}\right)_f = \left(m_{\text{rifle}} v_{\text{rifle}} + m_{\text{bullet}} v_{\text{bullet}}\right)_i$$

$$\left[(30/9.8)\ \text{kg}\right] v_{\text{rifle}} + \left(5.0\times10^{-3}\ \text{kg}\right)(-300\ \text{m/s}) = 0 + 0$$

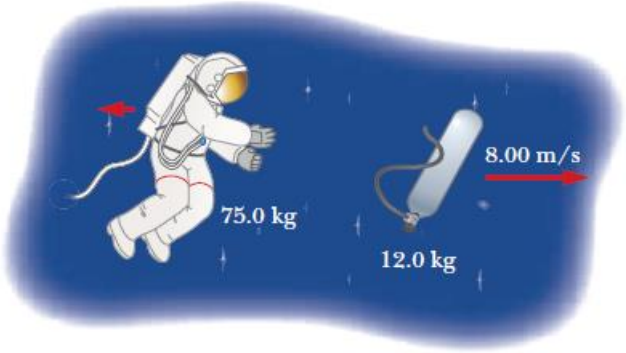
$$v_{\text{rifle}} = \frac{9.8\left(5.0\times10^{-3}\ \text{kg}\right)(300\ \text{m/s})}{30\ \text{kg}} = \boxed{0.49\ \text{m/s}}$$

b. اذا كانت البندقية محمولة من قبل رجل وزنه 700 N بثبات على كتفه احسب سرعة ارتداد الرجل والبندقية

$$m = \frac{730\ \text{N}}{9.80\ \text{m/s}^2} = 74.5\ \text{kg}$$

$$v = \left(\frac{5.0\times10^{-3}\ \text{kg}}{74.5\ \text{kg}}\right)(300\ \text{m/s}) = \boxed{2.0\times10^{-2}\ \text{m/s}}$$

20. رائدة فضاء (a) كتلتها 87 kg (بما في ذلك البذلة الفضائية و خزان الأكسجين)، كانت في مهمة خارج مركبتها فانقطع الحبل الذي يربطها مع المركبة، أرادت العودة الى المركبة فقررت التخلص من خزان الأكسجين (t) الذي كتلته 12 kg , من خلال رميه بعيدا عنها بسرعة 8 m/s حتى يدفعها للعودة الى السفينة . فرضا ان رائدة الفضاء كانت ساكنة قبل رمي خزان الاكسجين . ما هي اقصى مسافة يمكن لرائدة الفضاء ان تبتعد فيها عن السفينة الفضائية وتستطيع تطبيق هذه المناورة خلال فترة 2 دقيقة (الزمن المسموح لها بكمية الهواء المتبقية في الخوذة بالتنفس بشكل طبيعي قبل النفاذ) ؟



$$m_a v_{af} + m_t v_{tf} = 0 + 0 \qquad \text{or} \qquad v_{af} = -\left(\frac{m_t}{m_a}\right) v_{tf}$$

$$v_{af} = -\left(\frac{12.0\ \text{kg}}{75.0\ \text{kg}}\right)(-8.00\ \text{m/s}) = +1.28\ \text{m/s}$$

$$d = v_{af} t = (1.28\ \text{m/s})(120\ \text{s}) = \boxed{154\ \text{m}}$$

21. صياد اسماك كتلته mf = 75 kg يستخدم قارب كتلته mB = 125 kg. يقوم الصياد برمي رزمة كتلتها mp = 15 kg بشكل افقي باتجاه اليمين بسرعة ابتدائية مقدارها Vi = 4.5 m/s كما يبين الشكل المرفق . مع اهمال مقاومة الماء وافتراض ان القارب كان ساكنا قبل رمي الرزمة . احسب سرعة القارب بعد رمي الرزمة؟

$$m_{BF} = m_B + m_F = 125\ \text{kg} + 75\ \text{kg} = 200\ \text{kg}$$

$$m_{BF} v_{BF} + m_p v_p = 0$$

$$v_{BF} = -\left(\frac{m_p}{m_{BF}}\right) v_p = -\left(\frac{15\ \text{kg}}{200\ \text{kg}}\right)(+4.5\ \text{m/s})$$

$$v_{BF} = -0.34\ \text{m/s} \qquad \text{or} \qquad \boxed{0.34\ \text{m/s toward the left}}$$

22. رجل كتلته 65 kg يتزلج على الجليد بسرعة مقدارها 2.5 m/s للأمام يرمي كرة ثلج كتلتها 0.045 kg بسرعة مقدارها 30 m/s باتجاه رجل أخر كتلته 60 kg يقف ساكنا على الجليد لابسا زلاجات فيلتقط الكرة الثلجية . ما هي سرعة الرجلين بعد تبادل قذف كرة الثلج فيما بينهما؟ مهملا الاحتكاك ما بين الزلاجات و الجليد.

✓ في الحالة الأولى عندما رمى الرجل 65 kg الكرة نريد حساب سرعته بعد قذف الكرة ($v_{thrower}$)

$$(65.0\ \text{kg})\,v_{\text{thrower}} + (0.045\ 0\ \text{kg})(30.0\ \text{m/s}) = (65.0\ \text{kg} + 0.045\ 0\ \text{kg})(2.50\ \text{m/s})$$

$$v_{\text{thrower}} = \boxed{2.48\ \text{m/s}}$$

✓ في الحالة الثانية عندما تلقى الرجل الثاني الكرة كم ستصبح سرعته ($v_{catcher}$)

$$(60.0\ \text{kg} + 0.045\ 0\ \text{kg})\,v_{\text{catcher}} = (0.045\ 0\ \text{kg})(30.0\ \text{m/s}) + (60.0\ \text{kg})(0)$$

$$v_{\text{catcher}} = \boxed{2.25 \times 10^{-2}\ \text{m/s}}$$

التصادمات

Collisions

1. هنالك نوعان من التصادمات

- التصادم المرن Elastic Collision

✓ في التصادم المرن الزخم الخطي يكون محفوظ

✓ طاقة الحركة تكون محفوظة

$$\sum \boldsymbol{p}_i = \sum \boldsymbol{p}_f$$

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

$$\sum KE_i = \sum KE_f$$

$$1/2 m_A v^2_{Ai} + 1/2\, m_B v^2_{Bi} = 1/2 m_A v^2_{Af} + 1/2 m_B v^2_{Bf}$$

- التصادم غير المرن Inelastic Collision

✓ في التصادم الغير مرن تكون طاقة الحركة غير محفوظة

✓ الزخم الخطي يكون محفوظ

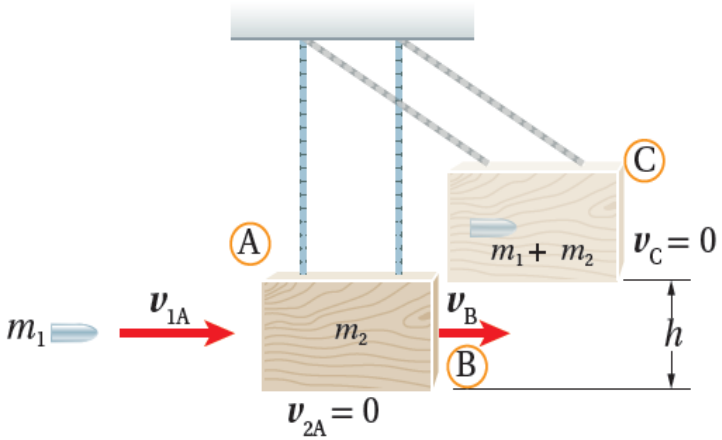
✓ يوصف التصادم الغير مرن بانه **تصادم عديم المرونة** فقط اذا التحم الجسمان بعد الاصطدام واصبحا جسما واحدا تساوي كتلته كتل الاجسام المتصادمة

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

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

✓ البندول القذفي هو تطبيق نموذجي للتصادم عديم المرونة

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



أسئلة على التصادمات:

التصادمات المرنة

1. كرة A كتلتها 0.44 kg تتحرك شرقا (+ x) بسرعة مقدارها 3.8 m/s تصطدم راس براس مع كرة B كتلتها 0.22 kg ساكنة . اذا كان التصادم مرنا . ماذا ستكون سرعة واتجاه كل كرة بعد التصادم؟

VA' = 1.27 m/s (east)
VB' = 5.07 m/s (east)

2. قرص هوكي A كتلته 0.45 kg يتحرك شرقا بسرعة مقدارها 5.8 m/s . يصطدم راس براس مع قرص هوكي B أخر ساكن كتلته 0.9 kg تصادما مرنا . ماذا ستكون سرعة كل منهما و اتجاه حركته؟

VA' = - 1.933 m/s (west)
VB' = 3.87 m/s (east)

3. كرة تنس A كتلتها 0.06 kg سرعتها 5.5 m/s اصطدمت تصادما مرنا بكرة تنس أخرى B كتلتها 0.09 kg تسير في نفس اتجاه الكرة الأولى وبسرعة مقدارها 3 m/s . احسب سرعة واتجاه كل كرة بعد الاصطدام ؟

VA' = + 2.5 m/s

VB' = +5 m/s

4. كرتي بلياردو لهما نفس الكتلة اصطدمتا تصادما مرنا راس براس الكرة A سرعتها الابتدائية 2 m/s و الكرة الثانية B سرعتها الابتدائية 3.6 m/s في الاتجاه المعاكس للكرة A . احسب سرعتهما و اتجاه كل منهما بعد التصادم؟

VA' = - 3 m/s
VB' = + 2 m/s

5. كرة بلياردو A كتلتها 0.28 kg تصطدم بكرة أخرى B ساكنة تصادما مرنا . الكرة الأخرى B تحركت بعد الاصطدام بسرعة مقدارها نصف سرعة الكرة الأولى A :

a. ما هي كتلة الكرة B

الجواب : $m_B = 3m_A = 3(0.280\ \text{kg}) = \boxed{0.840\ \text{kg}}$

b. ما مقدار نسبة طاقة الحركة (ΔKE / KE) التي انتقلت الى الكرة B من الكرة A

$$\frac{KE'_B}{KE_A} = \frac{\frac{1}{2}m_B v_B'^2}{\frac{1}{2}m_A v_A^2} = \frac{3m_A\left(\frac{1}{2}v_A\right)^2}{m_A v_A^2} = \boxed{0.75}$$

6. كرة A كتلتها m تصطدم راس براس تصادما مرنا بكرة أخرى B ساكنة فارتدت الكرة A بسرعة تساوي 0.45 من سرعتها الأصلية . ما هي كتلة الكرة B ؟

الجواب : $\boxed{m_B = 2.64 m_A}$

7. كرة A كتلتها 0.22 kg تسير بسرعة 5.5 m/s تصطدم راس براس تصادما مرنا بكرة B ساكنة . مباشرة بعد الاصطدام الكرة A ترتد للاتجاه المعاكس بسرعة 3.8 m/s . احسب ما يلي:

a. سرعة الكرة B بعد الاصطدام

الجواب : $\boxed{1.7 \text{ m/s}}$

b. كتلة الكرة B

الجواب : $\boxed{1.2 \text{ kg}}$

التصادمات الغير مرنة

1. في تجربة للبندول القذفي تم اطلاق مقذوفين لهما نفس الكتلة وكانت النتيجة أن المقذوف 1 أدى الى أن يرتفع البندول الى ارتفاع (h = 2.6 cm) . المقذوف 2 أدى الى أن يرتفع البندول ضعفي ارتفاع المقذوف الأول (h = 5.2 cm) . كم ضعف سرعة المقذوف الثاني بالنسبة الى المقذوف الأول ؟

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\frac{m+M}{m}\sqrt{2gh_2}}{\frac{m+M}{m}\sqrt{2gh_1}} = \frac{\sqrt{h_2}}{\sqrt{h_1}} = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}} = \sqrt{\frac{5.2}{2.6}} = \sqrt{2} \quad \rightarrow \quad \boxed{v_2 = \sqrt{2} v_1}$$

2. اشتق صيغة تستطيع من خلالها احتساب نسبة الطاقة الحركية المفقودة (ΔKE / KE) في البندول القذفي . الصيغة تكون بدلالة M و m و من ثم استخدم هذه الصيغة في احتساب نسبة الطاقة الحركية المفقودة لمقذوف كتلته m = 18 g و كتلة البندول M = 380 g .

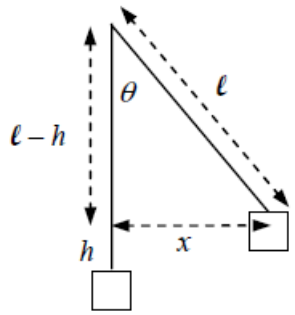
$$\text{KE}_i = \tfrac{1}{2} m v^2 \qquad \text{KE}_f = \tfrac{1}{2}(m+M) v'^2. \qquad v' = \frac{m}{m+M} v.$$

$$\frac{\Delta \text{KE}}{\text{KE}_i} = \frac{\text{KE}_f - \text{KE}_i}{\text{KE}_i} = \frac{\frac{1}{2}(m+M)v'^2 - \frac{1}{2}mv^2}{\frac{1}{2}mv^2} = \frac{(m+M)\left(\frac{m}{m+M}v\right)^2 - mv^2}{mv^2}$$

$$= \frac{\frac{m^2 v^2}{m+M} - mv^2}{mv^2} = \frac{m}{m+M} - 1 = \boxed{\frac{-M}{m+M}} \qquad \frac{-M}{m+M} = \frac{-380 \text{ g}}{398 \text{ g}} = -0.95.$$

أي أن 95% من الطاقة قد فقد

3. رصاصة بندقية كتلتها 28 g و سرعتها 190 m/s تصطدم وتستقر بكتلة بندول قذفي كتلتها 3.1 kg طول خيطها 2.8 m ، مما أدى الى أن تتأرجح الكتلة الى الأعلى بشكل قوسي . احسب المكونات الأفقية والعامودية للإزاحة القصوى لكتلة البندول ؟



$$h = \frac{1}{2g}\left(\frac{mv}{m+M}\right)^2 = \frac{1}{2(9.80\ \text{m/s}^2)}\left(\frac{(0.028\ \text{kg})(190\ \text{m/s})}{0.028\ \text{kg}+3.1\ \text{kg}}\right)^2$$
$$= 0.1476\ \text{m} \approx \boxed{0.15\ \text{m}}$$

$$\ell^2 = (\ell - h)^2 + x^2$$
$$x = \sqrt{\ell^2 - (\ell - h)^2} = \sqrt{(2.8\ \text{m})^2 - (2.8\ \text{m} - 0.1476\ \text{m})^2} = \boxed{0.90\ \text{m}}$$

4. جسم ساكن أدى انفجار الى كسره الى قسمين، احد القسمين كتلته 1.5 ضعف كتلة القسم الأخر . اذا علمت انه تم اطلاق 5500 J من الانفجار . احسب كمية الطاقة الحركية التي اكتسبها كل قسم بعد الانفجار؟

- ✓ لنفترض أن الجسم الأثقل هو A و الجسم الأخف هو B و أن الجسمين بعد الانفجار تحركا باتجاه متعاكس
- ✓ الجسم الأثقل بالاتجاه الموجب و الجسم الأخف بالاتجاه السالب
- ✓ **$m_A = 1.5\ m_B$**

$$v_A = v_B = 0.$$

$$p_{\text{initial}} = p_{\text{final}} \quad \rightarrow \quad 0 = m_A v'_A + m_B v'_B \quad \rightarrow \quad v'_A = -\frac{m_B v'_B}{m_A} = -\frac{2}{3} v'_B$$

الإشارة السالبة تشير الى الاتجاه

- ✓ بما انه لا يوجد طاقة ميكانيكية قبل الانفجار . اذا سوف تكون الطاقة الحركية للجسمين بعد الانفجار هي نفسها الطاقة التي انطلقت بسبب الانفجار

$$E_{\text{released}} = \text{KE}'_A + \text{KE}'_B = \tfrac{1}{2} m_A v'^2_A + \tfrac{1}{2} m_B v'^2_B = \tfrac{1}{2}(1.5 m_B)(\tfrac{2}{3} v'_B)^2 + \tfrac{1}{2} m_B v'^2_B = \tfrac{5}{3}(\tfrac{1}{2} m_B v'^2_B) = \tfrac{5}{3}\text{KE}'_B$$
$$\text{KE}'_B = \tfrac{3}{5} E_{\text{released}} = \tfrac{3}{5}(5500\ \text{J}) = 3300\ \text{J} \quad \text{KE}'_A = E_{\text{released}} - \text{KE}'_B = 5500\ \text{J} - 3300\ \text{J} = 2200\ \text{J}$$

$$\boxed{\text{KE}'_A = 2200\ \text{J};\quad \text{KE}_B = 3300\ \text{J}}.$$

5. سيارة سباق A كتلتها 980 kg تصطدم بسيارة B متوقفة على إشارة ضوئية كتلتها 2300 kg من الخلف فالتحمت السيارتان و أصبحتا جسم واحد و تحركتا مسافة 2.6 m بعد الاصطدام حتى التوقف الكامل . قدر شرطي السير معامل الاحتكاك الحركي للسيارتين مع الشارع بعد الاصطدام 0.8 . احسب سرعة سيارة السباق عند لحظة الاصطدام ؟

- ✓ لنفرض أن اتجاه سيارة السباق نحو X+
- ✓ VB = 0
- ✓ VA' = VB'

$$p_{\text{initial}} = p_{\text{final}} \quad \rightarrow \quad m_A v_A + 0 = (m_A + m_B) v'_A \quad \rightarrow \quad v_A = \frac{m_A + m_B}{m_A} v'_A$$

نطبق نظرية الشغل – الطاقة الحركية

$$W_{\text{fr}} = (\text{KE}_{\text{final}} - \text{KE}_{\text{initial}})_{\substack{\text{after} \\ \text{collision}}} = 0 - \tfrac{1}{2}(m_A + m_B) v'^2_A$$

$$W_{\text{fr}} = F_{\text{fr}} \Delta x \cos 180^\circ = -\mu_k (m_A + m_B) g \Delta x$$

$$-\tfrac{1}{2}(m_A + m_B) v'^2_A = -\mu_k (m_A + m_B) g \Delta x \quad \rightarrow \quad v'_A = \sqrt{2\mu_k g \Delta x}$$

$$v_A = \frac{m_A + m_B}{m_A} v'_A = \frac{m_A + m_B}{m_A} \sqrt{2\mu_k g \Delta x} = \frac{980\ \text{kg} + 2300\ \text{kg}}{980\ \text{kg}} \sqrt{2(0.80)(9.80\ \text{m/s}^2)(2.6\ \text{m})}$$

$$= 21.37\ \text{m/s} \approx \boxed{21\ \text{m/s}}$$

6. تم أسقاط كرة كتلتها 14 g من ارتفاع مقداره 1.5 m و ارتدت لارتفاع 0.85 m . ماذا كان الدفع الكلي على الكرة عندما اصطدمت بالأرض . اهمل احتكاك الهواء؟

$$\text{Falling:} \quad \text{KE}_{\text{bottom}} = \text{PE}_{\text{top}} \quad \rightarrow \quad \tfrac{1}{2} m v^2_{\text{down}} = m g h_{\text{down}} \quad \rightarrow \quad v_{\text{down}} = -\sqrt{2 g h_{\text{down}}}$$

$$\text{Rising:} \quad \text{KE}_{\text{bottom}} = \text{PE}_{\text{top}} \quad \rightarrow \quad \tfrac{1}{2} m v^2_{\text{up}} = m g h_{\text{up}} \quad \rightarrow \quad v_{\text{up}} = \sqrt{2 g h_{\text{up}}}$$

$$\text{Impulse} = \Delta p = m \Delta v = m(v_{\text{up}} - v_{\text{down}}) = m\left(\sqrt{2 g h_{\text{up}}} - -\sqrt{2 g h_{\text{down}}}\right) = m\sqrt{2g}\left(\sqrt{h_{\text{up}}} + \sqrt{h_{\text{down}}}\right)$$

$$= (0.014\ \text{kg})\sqrt{2(9.80\ \text{m/s}^2)}\left(\sqrt{0.85\ \text{m}} + \sqrt{1.5\ \text{m}}\right) = 0.13\ \text{kg} \cdot \text{m/s}$$

الدفع باتجاه الأعلى

7. سيارة A تسير بسرعة مقدارها 38 m/s تصطدم من الخلف بسيارة B المتوقفة (كتلتي السيارتين متساوية) . بعد الاصطدام توقفت السيارة A و تحركت السيارة B للأمام بسرعة مقدارها 15 m/s . ما هي نسبة فقدان الطاقة الحركية الابتدائية بسبب الاصطدام؟

$$\frac{\mathrm{KE_{initial}} - \mathrm{KE_{final}}}{\mathrm{KE_{initial}}} = \frac{\frac{1}{2}m_\mathrm{A}v_\mathrm{A}^2 - \frac{1}{2}m_\mathrm{B}v_\mathrm{B}'^2}{\frac{1}{2}m_\mathrm{A}v_\mathrm{A}^2} = \frac{v_\mathrm{A}^2 - v_\mathrm{B}'^2}{v_\mathrm{A}^2} = \frac{(38\ \mathrm{m/s})^2 - (15\ \mathrm{m/s})^2}{(38\ \mathrm{m/s})^2} = \boxed{0.84}$$

8. قطعة خشبية كبيرة تم قطعها الى كتلتين، الأولى mA كتلتها ثلاث أضعاف الكتلة mB . تم حفر ثقب في الكتلتين في منتصف مكان القطع و تم وضع متفجرات في الثقبين و من ثم تم إعادة الكتلتين الى وضعهما الأصلي قبل القطع . تم وضع الكتلتين و بداخلهما المتفجرات على سطح خشن . تم إشعال الفتيل و انفجرت المتفجرات مما أدى الى انفصال و انزلاق الكتل مبتعدة عن بعضها البعض باتجاه متعاكس . ما هي نسبة المسافات التي قطعتها الكتل لبعضها البعض؟

mA = 3 mB

VA = VB = 0

$$p_\mathrm{initial} = p_\mathrm{final} \quad \rightarrow \quad 0 = m_\mathrm{A}v_\mathrm{A}' + m_\mathrm{B}v_\mathrm{B}' = 3m_\mathrm{B}v_\mathrm{A}' + m_\mathrm{B}v_\mathrm{B}' \quad \rightarrow \quad v_\mathrm{A}' = -\frac{1}{3}v_\mathrm{B}'$$

$$W_\mathrm{fr} = \mathrm{KE_{final}} - \mathrm{KE_{initial}} = -\frac{1}{2}mv^2$$

$$W_\mathrm{fr} = F_\mathrm{fr}\Delta x \cos 180^\circ = -\mu_\mathrm{k}F_\mathrm{N}\Delta x = -\mu_\mathrm{k}mg\Delta x$$

$$-\frac{1}{2}mv^2 = -\mu_\mathrm{k}mg\Delta x \quad \rightarrow \quad \Delta x = \frac{v^2}{g\mu_\mathrm{k}} \qquad \frac{(\Delta x)_\mathrm{A}}{(\Delta x)_\mathrm{B}} = \frac{v_\mathrm{A}'^2/g\mu_\mathrm{k}}{v_\mathrm{B}'^2/g\mu_\mathrm{k}} = \frac{v_\mathrm{A}'^2}{v_\mathrm{B}'^2} = \frac{(-\frac{1}{3}v_\mathrm{B}')^2}{v_\mathrm{B}'^2} = \frac{1}{9}$$

So $\boxed{(\Delta x)_\mathrm{heavy}/(\Delta x)_\mathrm{light} = 1/9}$.

9. كرة بيسبول كتلتها 144 g تسير بسرعة 28 m/s تصطدم بطوبة كتلتها 5.25 kg مستقرة على عربة صغيرة (عجال العربة عديمة الاحتكاك مع الأرض أو فيما بينها) . بعد الاصطدام ارتدت كرة البيسبول في نفس المسار و العربة تحركت للأمام بسرعة 1.1 m/s :

a. ما هي سرعة كرة البيسبول بعد الاصطدام؟

$$m_A v_A = m_A v'_A + m_B v'_B \quad \rightarrow$$
$$v'_A = \frac{m_A v_A - m_B v'_B}{m_A} = \frac{(0.144\ \text{kg})(28.0\ \text{m/s}) - (5.25\ \text{kg})(1.10\ \text{m/s})}{0.144\ \text{kg}} = -12.10\ \text{m/s}$$

b. احسب طاقة الحركة الكلية قبل و بعد الاصطدام؟

$$\text{KE}_{\text{before}} = \tfrac{1}{2} m_A v_A^2 = \tfrac{1}{2}(0.144\ \text{kg})(28.0\ \text{m/s})^2 = \boxed{56.4\ \text{J}}$$
$$\text{KE}_{\text{after}} = \tfrac{1}{2} m_A v_A'^2 + \tfrac{1}{2} m_A v_B'^2 = \tfrac{1}{2}(0.144\ \text{kg})(1.21\ \text{m/s})^2 + \tfrac{1}{2}(5.25\ \text{kg})(1.10\ \text{m/s})^2 = \boxed{13.7\ \text{J}}$$

10. بندول يتكون من الكتلة M في طرفه و مثبت بمحور عديم الاحتكاك بواسطة قضيب مهمل الكتلة طوله L (انظر الصورة) . تم اطلاق رصاصة كتلتها m و بسرعة مقدارها v نحو البندول مما أدى الى استقرار الرصاصة داخل كتلة البندول و تحركهما معا بشكل قوسي (حسب الخط المتقطع) . احسب اقل سرعة للرصاصة بحيث تؤدي الى إكمال البندول دورته عند اقصى ارتفاع ؟

$$\text{KE}_{\text{bottom}} = \text{PE}_{\text{top}} \quad \rightarrow \quad \tfrac{1}{2}(m+M)v_{\text{bottom}}^2 = (m+M)g(2L) \quad \rightarrow \quad v_{\text{bottom}} = 2\sqrt{gL}$$

$$p_{\text{initial}} = p_{\text{final}} \quad \rightarrow \quad mv = (m+M)v_{\text{bottom}} \quad \rightarrow \quad v = \frac{m+M}{m} v_{\text{bottom}} = \boxed{2\frac{m+M}{m}\sqrt{gL}}$$

11. سهم (a) كتلته 22.5 g انطلق بسرعة مقدارها 35 m/s نحو هدف (t) كتلته 300 g يتحرك باتجاه معاكس لحركة السهم بسرعة مقدارها 2.5 m/s على سطح املس عديم الاحتكاك، يصطدم السهم بالهدف ويخترقه مكملا طريقه و في نفس لحظة الاصطدام يتوقف الهدف المتحرك تماما بفعل الاصطدام . ما هي سرعة السهم بعد اختراقه الهدف؟

$$(m_a v_a + m_t v_t)_f = (m_a v_a + m_t v_t)_i$$

$$(v_a)_f = \frac{m_a (v_a)_i + m_t (v_t)_i - m_t (v_t)_f}{m_a}$$

$$= \frac{(22.5\ \text{g})(+35.0\ \text{m/s}) + (300\ \text{g})(-2.50\ \text{m/s}) - 0}{22.5\ \text{g}} = \boxed{1.67\ \text{m/s}}$$

12. احمد كتلته 50 kg يركض بسرعة مقدارها 4 m/s و يقفز على زلاجة ساكنة على راس تلة ثلجية (الاحتكاك مهمل) كتلتها 5 kg . يهبط احمد والزلاجة مسافة عامودية مقدارها 5 m عندها يقفز صديق احمد (محمد – ساكن لا يتحرك)) خلف احمد مباشرة و يكملون طريقهم الى اسفل التلة لتصبح المسافة العامودية الكلية المقطوعة 15 m (كتلة محمد 30 kg) . ما هي سرعتهم عند نقطة النهاية ؟

✓ حفظ الزخم

$$(50.0\ \text{kg} + 5.00\ \text{kg})\, v_2 = (50.0\ \text{kg})(4.00\ \text{m/s}) + 0$$

✓ سرعة احمد الزلاجة لحظة نزول التلة الثلجية $v_2 = 3.64\ \text{m/s}.$

✓ بعد نزول احمد الزلاجة مسافة 5 m و تطبيق قانون حفظ الطاقة الميكانيكية

$$\frac{1}{2}(\cancel{55.0\ \text{kg}})\, v_3^2 + (\cancel{55.0\ \text{kg}})(9.80\ \text{m/s}^2)(-5.00\ \text{m}) = \frac{1}{2}(\cancel{55.0\ \text{kg}})(3.64\ \text{m/s})^2 + 0$$

✓ اذا سرعة احمد والزلاجة قبل أن يقفز محمد الى الزلاجة تساوي $v_3 = \sqrt{111}\ \text{m/s}.$

✓ بعد أن قفز محمد الى الزلاجة نطبق حفظ الزخم

$$(55.0\ \text{kg} + 30.0\ \text{kg})\, v_4 = (55.0\ \text{kg})\left(\sqrt{111}\ \text{m/s}\right) + 0$$

✓ سرعة محمد واحمد والزلاجة $v_4 = 6.82\ \text{m/s}.$

✓ بعد أن قطعت الزلاجة واحمد ومحمد 10 m لتصبح المسافة الكلية 15 m نطبق حفظ الطاقة الميكانيكية

$$\frac{1}{2}(\cancel{85.0\ \text{kg}})\, v_5^2 + (\cancel{85.0\ \text{kg}})(9.80\ \text{m/s}^2)(-15.0\ \text{m})$$

$$= \frac{1}{2}(\cancel{85.0\ \text{kg}})(6.82\ \text{m/s})^2 + (\cancel{85.0\ \text{kg}})(9.80\ \text{m/s}^2)(-5.00\ \text{m})$$

or $v_5 = \boxed{15.6\ \text{m/s}}$

13. متزلج على الجليد كتلته 75 kg ويتحرك بسرعة مقدارها 10 m/s يصطدم بمتزلج اخر يقف ساكنا وله نفس كتلة المتزلج الأول . بعد الاصطدام يتحرك المتزلجان كجسم واحد بسرعة مقدارها 5 m/s و كان زمن التلامس للاصطدام يساوي 0.1 s . اذا علمت ان اقصى قوة يستطيع عظم الأنسان احتمالها قبل أن ينكسر هي 4500 N . هل الاصطدام سيتسبب في كسر عظم احد المتزلجين؟

✓ عند تطبيق نظرية الزخم – الدفع لكل متزلج فان:

$$|F_{av}| = \frac{|\Delta p|}{\Delta t} = \frac{m|\Delta v|}{\Delta t} = \frac{(75.0\ \text{kg})(5.00\ \text{m/s})}{0.100\ \text{s}} = \boxed{3.75\times10^{3}\ \text{N}}$$

✓ و بما أن Fav < 4500 N (لن تنكسر عظام احد من المتزلجين)

14. عربة قطار كتلتها 2×10^4 kg تسير بسرعة مقدارها 3 m/s تصطدم و تلتحم مع عربتي قطار كتلة كل منها تساوي نفس كتلة العربة الأولى و تتحركان كجسم واحد بنفس اتجاه العربة الأولى بسرعة مقدارها 1.2 m/s ؟

a. ما هي سرعة الثلاث عربات بعد الاصطدام

لنفترض أن كتلة العربة الواحدة هي M و بتطبيق قانون حفظ الزخم

$$(3M)v_f = M(3.00\ \text{m/s}) + (2M)(1.20\ \text{m/s})$$

or $v_f = \boxed{1.80\ \text{m/s}}$

b. ما هو مقدار الخسارة في طاقة الحركة

$$KE_{\text{lost}} = KE_i - KE_f.$$

$$KE_{\text{lost}} = \frac{1}{2}M(3.00\ \text{m/s})^2 + \frac{1}{2}(2M)(1.20\ \text{m/s})^2 - \frac{1}{2}(3M)(1.80\ \text{m/s})^2$$

$M = 2.00\times10^4\ \text{kg}$ $KE_{\text{lost}} = \boxed{2.16\times10^4\ \text{J}}$.

15. اطلقت رصاصة باتجاه بندول قذفي كتلتها m1 = 5 g و كتلة البندول m2 = 1 kg و كان الارتفاع h = 5 cm

a. احسب سرعة النظام بعد التحام الرصاصة داخل الكتلة

$$(KE + PE)_{\text{after collision}} = (KE + PE)_{\text{top}}$$

$$\tfrac{1}{2}(m_1 + m_2)v_{\text{sys}}^2 + 0 = 0 + (m_1 + m_2)gh$$

$$v_{\text{sys}}{}^2 = 2gh$$

$$v_{\text{sys}} = \sqrt{2gh} = \sqrt{2(9.80\ \text{m/s}^2)(5.00 \times 10^{-2}\ \text{m})}$$

$$v_{\text{sys}} = \boxed{0.990\ \text{m/s}}$$

b. احسب السرعة الابتدائية للرصاصة

$$p_i = p_f$$

$$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = (m_1 + m_2)v_{\text{sys}}$$

$$v_{1i} = \frac{(m_1 + m_2)v_{\text{sys}}}{m_1}$$

$$v_{1i} = \frac{(1.005\ \text{kg})(0.990\ \text{m/s})}{5.00 \times 10^{-3}\ \text{kg}} = \boxed{199\ \text{m/s}}$$

c. ما هي نسبة الزخم بعد الاصطدام الى نسبة الزخم قبل الاصطدام

الزخم محفوظ في كلا نوعي التصادم (المرن وعديم المرونة) وبهذا فأن نسبة الزخم قبل التصادم الى ما بعد التصادم هي كالتالي :

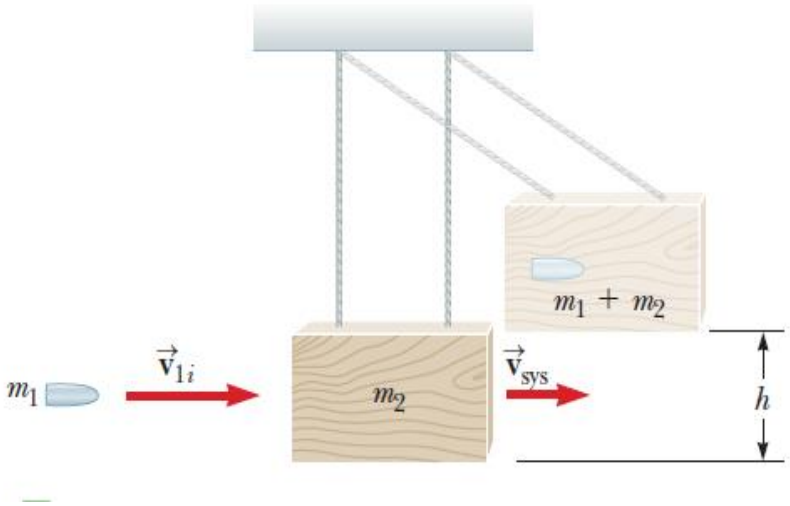
$$\boxed{p_f / p_i = 1}.$$

d. بين انه يمكن التعبير عن نسبة الطاقة الحركية بعد الاصطدام مباشرة الى الطاقة الحركية قبل الاصطدام بالصيغة التالية $\frac{m1}{m1+m2}$

$$p_f = p_i \quad \Rightarrow \quad (m_1 + m_2)v_f = m_1 v_{1i} + m_2(0) \quad \text{or} \quad v_f = \frac{m_1 v_{1i}}{m_1 + m_2}$$

$$KE_i = \frac{1}{2}m_1 v_{1i}^2 + \frac{1}{2}m_2(0) = \frac{1}{2}m_1 v_{1i}^2 \quad \text{and} \quad KE_f = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v_f^2$$

$$\text{so} \quad \frac{KE_f}{KE_i} = \frac{(m_1 + m_2)v_f^2}{m_1 v_{1i}^2} = \frac{(m_1 + m_2)}{m_1 \cancel{v_{1i}^2}} \frac{m_1^2 \cancel{v_{1i}^2}}{(m_1 + m_2)^2} = \boxed{\frac{m_1}{m_1 + m_2}}$$



16. سيارة كتلتها m تسير بسرعة مقدارها V1 تصطدم وتلتحم في مؤخرة سيارة نقل كتلتها 2m تتحرك بسرعة مقدارها V2 اقل من سرعة السيارة لكن في نفس الاتجاه .

a. ما هي السرعة النهائية Vf للسيارتين بعد الاصطدام مباشرة

✓ الزخم محفوظ حتى لو كان التصادم عديم المرونة

$$(m+2m)\,v_f = mv_1 + 2mv_2$$

$$\boxed{v_f = \frac{1}{3}(v_1 + 2v_2)}$$

b. ما مقدار التغير في الطاقة الحركية للنظام اثناء الاصطدام

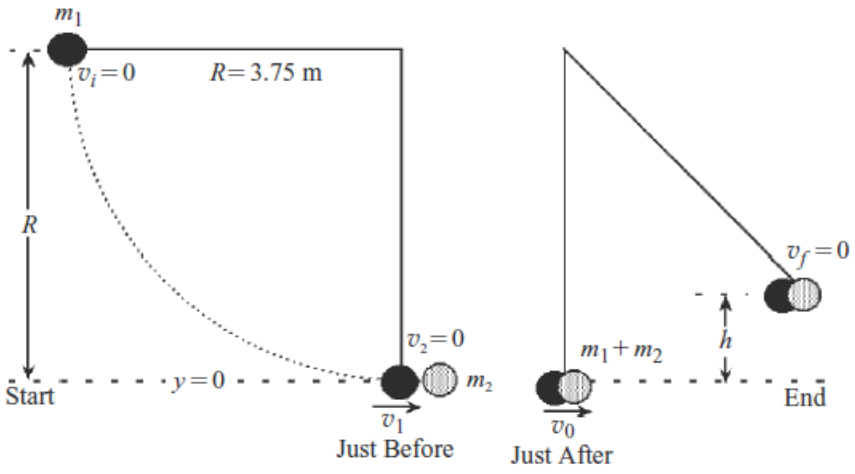
$$KE_i = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}(2m)v_2^2 = \frac{m}{2}(v_1^2 + 2v_2^2)$$

$$KE_f = \frac{1}{2}(3m)v_f^2 = \frac{3}{2}m\left[\frac{1}{9}(v_1^2 + 4v_1v_2 + 4v_2^2)\right] = \frac{m}{2}\left[\frac{1}{3}v_1^2 + \frac{4}{3}v_1v_2 + \frac{4}{3}v_2^2\right]$$

$$\Delta KE = KE_f - KE_i = \frac{m}{2}\left[\left(\frac{1}{3}-1\right)v_1^2 + \frac{4}{3}v_1v_2 + \left(\frac{4}{3}-2\right)v_2^2\right] = \frac{m}{2}\left[-\frac{2}{3}v_1^2 + \frac{4}{3}v_1v_2 - \frac{2}{3}v_2^2\right]$$

$$\Delta KE = -\frac{m}{3}(v_1^2 - 2v_1v_2 + v_2^2) = \boxed{-\frac{m}{3}(v_1 - v_2)^2}$$

17. لاعب سيرك على الارجوحة كتلته 80 kg ، طول حبل الارجوحة 3.75 m . يقفز اللاعب عن منصة بحيث يكون حبل الأرجوحة ممتدا بشكل أفقي، و بالتالي سيكون شكل الأرجحة بشكل قوسي، في اسفل القوس يقوم بالتقاط زميله الذي كتلته 55 kg (تصادم عديم المرونة) . ما هو اقصى ارتفاع يصل اليه اللاعبان بعد الاصطدام اثناء تأرجحهم (حركتهما) للأعلى؟



$$(KE + PE)_1 = (KE + PE)_i$$

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + 0 = 0 + mgR$$

✓ السرعة قبل الاصطدام ستكون

$$v_1 = \sqrt{2gR} = \sqrt{2(9.80\ \text{m/s}^2)(3.75\ \text{m})} = 8.57\ \text{m/s}$$

✓ نطبق حفظ الزخم

$$(m_1 + m_2)v_0 = m_1 v_1 + m_2 (0) \quad \text{or} \quad v_0 = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2} = \frac{(80.0\ \text{kg})(8.57\ \text{m/s})}{80.0\ \text{kg} + 55.0\ \text{kg}} = 5.08\ \text{m/s}$$

✓ حفظ الطاقة مرة أخرى

$$(KE + PE)_f = (KE + PE)_0 \quad \text{or} \quad 0 + \cancel{(m_1 + m_2)}gh = \frac{1}{2}\cancel{(m_1 + m_2)}v_0^2$$

$$h = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{(5.08\ \text{m/s})^2}{2(9.80\ \text{m/s}^2)} = \boxed{1.32\ \text{m}}$$

18. رصاصة m كتلتها 0.03 kg اطلقت بشكل عامودي بسرعة v = 200 m/s على كرة بيسبول M مبدئيا ساكنة لا تتحرك كتلتها 0.15 kg. ما هي المسافة التي يرتفع اليها النظام (الرصاصة – كرة البيسبول) بعد الاصطدام.(افترض أن الرصاصة استقرت داخل الكرة)

حفظ الزخم

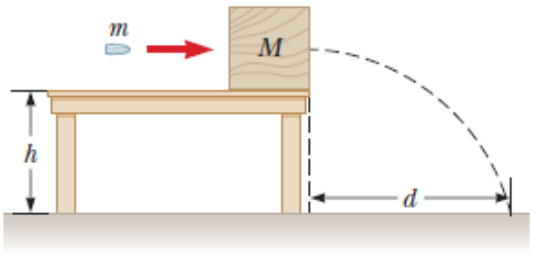
$$(M+m)V = mv + 0 \quad \text{or} \quad V = \left(\frac{m}{M+m}\right)v$$

حفظ الطاقة الميكانيكية

$$0 + (M+m)\,g\,h_{\max} = \frac{1}{2}(M+m)V^2 + 0 \quad \text{or} \quad h_{\max} = \frac{V^2}{2g} = \frac{1}{2g}\left(\frac{m}{M+m}\right)^2 v^2$$

$$h_{\max} = \frac{1}{2(9.80\ \text{m/s}^2)}\left(\frac{0.030\ \text{kg}}{0.15\ \text{kg} + 0.030\ \text{kg}}\right)^2 (200\ \text{m/s})^2 = \boxed{57\ \text{m}}$$

19. رصاصة كتلتها m =8 g اطلقت على صندوق خشبي مصمت كتلته M=250 g ساكن لكنه حر الحركة على طرف طاولة ارتفاعها h=1m كما في الشكل المرفق. استقرت الرصاصة داخل المكعب الخشبي وتحركت مع المكعب كجسم واحد وسقطا عن حفة الطاولة مسافة d=2m عن اسفل الطاولة . ما هي السرعة الابتدائية للرصاصة؟



$$\Delta y = v_{0y}t + \tfrac{1}{2}a_y t^2$$

$$-1.00\ \text{m} = 0 + \frac{1}{2}(-9.80\ \text{m/s}^2)t^2, \text{ giving} \qquad t = 0.452\ \text{s}$$

$$v_{0x} = \frac{\Delta x}{t} = \frac{2.00\ \text{m}}{0.452\ \text{s}} = 4.42\ \text{m/s}$$

الإن حفظ الزخم

$$(8.00\times10^{-3}\ \text{kg})v_b + 0 = (258\times10^{-3}\ \text{kg})(4.42\ \text{m/s})$$

$$v_b = \boxed{143\ \text{m/s}}$$

20. سيارة كتلتها 1200 kg تتحرك بسرعة مقدارها 25 m/s نحو الاتجاه الشرقي وتصطدم بسيارة نقل كتلتها 9000 kg تتحرك بسرعة مقدارها 20 m/s من الخلف (انظر الشكل المرفق) . سرعة السيارة بعد الاصطدام أصبحت 18 m/s باتجاه الشرق .

a. ما هي سرعة سيارة النقل بعد الاصطدام

$$m_T v_{fT} + m_c v_{fc} = m_T v_{iT} + m_c v_{ic},$$

$$v_{fT} = \frac{m_T v_{iT} + m_c \left(v_{ic} - v_{fc} \right)}{m_T}$$

$$= \frac{(9\,000\ \text{kg})(20.0\ \text{m/s}) + (1\,200\ \text{kg})\left[(25.0 - 18.0)\ \text{m/s}\right]}{9\,000\ \text{kg}}$$

$$v_{fT} = \boxed{20.9\ \text{m/s east}}$$

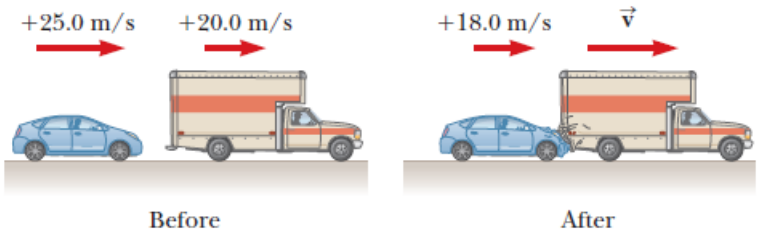
b. ما هو مقدار الفقدان في الطاقة الميكانيكية في الاصطدام

$$KE_{\text{lost}} = KE_i - KE_f = \left[\frac{1}{2} m_c v_{ic}^2 + \frac{1}{2} m_T v_{iT}^2\right] - \left[\frac{1}{2} m_c v_{fc}^2 + \frac{1}{2} m_T v_{fT}^2\right]$$

$$= \frac{1}{2}\left[m_c \left(v_{ic}^2 - v_{fc}^2 \right) + m_T \left(v_{iT}^2 - v_{fT}^2 \right) \right]$$

$$= \frac{1}{2}\ (1\,200\ \text{kg})\left[(25.0)^2 - (18.0)^2\right](\text{m}^2/\text{s}^2) + (9\,000\ \text{kg})\left[(20.0)^2 - (20.9)^2\right](\text{m}^2/\text{s}^2)$$

$$KE_{\text{lost}} = 1.50 \times 10^4\ \text{J}$$



21. أثبت أن العلاقة ما بين الطاقة الحركية KE لجسم كتلته m و زخمه الخطي P تعطى بالعلاقة التالية

$$KE = p^2/2m.$$

$$KE = \frac{mv^2}{2} = \frac{m^2v^2}{2m} = \frac{(mv)^2}{2m} = \boxed{\frac{p^2}{2m}}$$

22. جسم كتلته m يسقط من السكون من ارتفاع بسيط عن سطح الأرض لفترة زمنية مقدارها t مهملا مقاومة الهواء ما هو مقدار الزخم الخطي لهذا الجسم عند الزمن t ؟

a. mgt^2
b. mgt
c. $mg\sqrt{t}$
d. $\sqrt{mgt}$
e. $mgt^2/2$

23. سيارة كتلتها 1400 kg صممت بحيث تكون مسافة 1.2 m من مقدمتها تشكل منطقة انهيار (ماصات صدمات) (Crumple Zones) بحيث تنكمش و تنهار حتى تمتص صدمة الاصطدام . أذا كانت السيارة تسير بسرعة 25 m/s و اصطدمت بحاجز و توقفت تماما وبشكل منتظم بعد قطعها كامل مسافة الانهيار :

a. كم كان زمن الاصطدام

$$\Delta t = \frac{\Delta x}{v_{av}} = \frac{2(\Delta x)}{v_f + v_i} = \frac{2(1.20\ \text{m})}{0 + 25.0\ \text{m/s}} = \boxed{9.60 \times 10^{-2}\ \text{s}}$$

b. كم كان متوسط القوة المؤثر على السيارة

$$F_{av} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{m(\Delta v)}{\Delta t} = \frac{(1\,400\ \text{kg})(25.0\ \text{m/s})}{9.60 \times 10^{-2}\ \text{s}} = \boxed{3.65 \times 10^{5}\ \text{N}}$$

c. ماذا كان تسارع السيارة؟ عبر عن التسارع بمضاعفات g

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{25.0\ \text{m/s}}{9.60 \times 10^{-2}\ \text{s}} = 260\ \text{m/s}^2 = (260\ \text{m/s}^2)\left(\frac{1\ g}{9.80\ \text{m/s}^2}\right) = \boxed{26.5\ g}$$

24. تؤام متطابقين كتلة كل منهما 55 kg يرتديان زلاجات يقفان ساكنين على بحيرة متجمدة (الاحتكاك مهمل) , التؤام A يرمي حقيبة الظهر الخاصة به والتي كتلتها 12 kg افقيا بسرعة مقدارها 3 m/s باتجاه أخيه التؤام B . بأهمال تأثيرات الجاذبية على النظام . ما هي سرعة التؤامين؟

اتجاه حركة الحقيبة هو الاتجاه الموجب

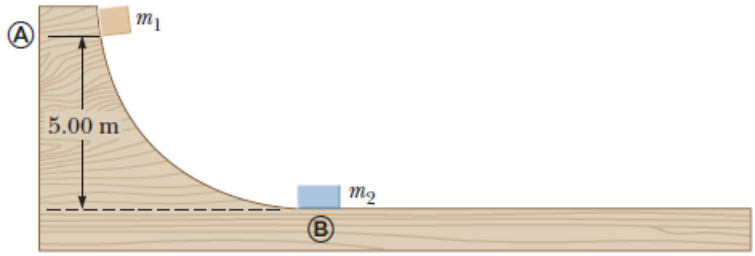
$$m_A v_{Af} + m_{pack} v_{pack} = (m_A + m_{pack})(0) = 0$$

$$v_{Af} = \frac{-m_{pack} v_{pack}}{m_A} = -\left(\frac{12.0\ \text{kg}}{55.0\ \text{kg}}\right)(+3.00\ \text{m/s}) = -0.655\ \text{m/s} \quad \text{and} \quad |v_{Af}| = \boxed{0.655\ \text{m/s}}$$

$$(m_B + m_{pack})\, v_{Bf} = m_B\,(0) + m_{pack} v_{pack}$$

$$v_{Bf} = \frac{m_{pack} v_{pack}}{m_B + m_{pack}} = \frac{(12.0\ \text{kg})(+3.00\ \text{m/s})}{55.0\ \text{kg} + 12.0\ \text{kg}} = \boxed{0.537\ \text{m/s}}$$

25. جسم كتلته m1=5kg يتحرك من النقطة A على المسار عديم الاحتكاك الموضح في الشكل المرفق، يصطدم مع الجسم m2=10kg الذي كان مبدئيا ساكنا تصادما مرنا رأس برأس (الموجود عند النقطة B). احسب اقصى ارتفاع يصل اليه الجسم m1 بعد الاصطدام؟



نطبق حفظ الطاقة الميكانيكية

$$\frac{1}{2}m_1 v_1^2 + 0 = 0 + m_1 g h_i,$$

$$v_1^2 = \sqrt{2gh_i} = \sqrt{2(9.80\ \text{m/s}^2)(5.00\ \text{m})} = 9.90\ \text{m/s}$$

نطبق حفظ الزخم

$$m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f} = m_1 v_{1i} + 0, \qquad v_{2f} = \frac{m_1}{m_2}\left(v_{1i} - v_{1f}\right)$$

ومن ثم نطبق حفظ الطاقة الحركية ينتج لدينا

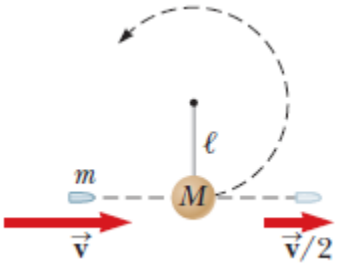
V_{1f} = -3.3 m/s

و من ثم نطبق حفظ الطاقة الميكانيكية مرة أخرى

$$(KE + PE_g)_f = (KE + PE_g)_i$$

$$0 + m_1 g h_{\max} = \frac{1}{2}m_1 v_{1f}^2 + 0 \qquad h_{\max} = \frac{v_{1f}^2}{2g} = \frac{(-3.30\ \text{m/s})^2}{2(9.80\ \text{m/s}^2)} = \boxed{0.556\ \text{m}}$$

26. رصاصة كتلتها m و سرعة v تخترق بشكل كامل كتلة بندول قذفي كتلته تساوي M كما في الشكل المرفق، سرعة الرصاصة بعد الاختراق أصبحت v/2 . كتلة البندول متصلة بقضيب طوله (L) كتلته مهملة . ما هي اقل قيمة للسرعة v بحيث أن كتلة البندول M بالكاد تدور دورة واحدة ؟



نحسب سرعة كتلة البندول في البداية في الأسفل بعد الاصطدام

$$(KE + PE_g)_{\text{bottom}} = (KE + PE_g)_{\text{top}}$$

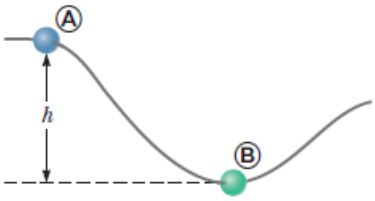
$$\tfrac{1}{2} M V^2 = 0 + M g (2\ell)$$

$$V = 2\sqrt{g\ell}$$

الإن حفظ الزخم لحساب سرعة الرصاصة

$$m\left(\frac{v}{2}\right) + M\left(2\sqrt{g\ell}\right) = mv + 0 \qquad \text{or} \qquad v = \boxed{\frac{4M}{m}\sqrt{g\ell}}$$

27. الخرزة الزرقاء كتلتها 0.4 kg تنزلق على سلك منحني (كما في الشكل) املس عديم الاحتكاك من السكون من النقطة A حيث ارتفاعها h=1.5 m . عند النقطة B تصطدم الخرزة الزرقاء مع الخرزة الخضراء الساكنة (كتلتها 0.6 kg) تصادما مرنا . ما هو اقصى ارتفاع تصل اليه الخرزة الخضراء بعد الاصطدام؟



نستخدم قانون حفظ الطاقة الميكانيكية لحساب سرعة الخرزة الزرقاء

قبل الاصطدام مع الخرزة الخضراء

$$\left(KE + PE_g\right)_B = \left(KE + PE_g\right)_A$$

$$\frac{1}{2} m v_{1i}^2 + 0 = 0 + m g y_A$$

$$v_{1i} = \sqrt{2 g y_A} = \sqrt{2\left(9.80\ \text{m/s}^2\right)\left(1.50\ \text{m}\right)} = 5.42\ \text{m/s}$$

حفظ الزخم و حفظ الطاقة الحركية

28. رجل وزنه 730 N يقف في منتصف بحيرة متجمدة نصف قطرها 5m و لا يستطيع العودة الى اليابسة بسبب انعدام الاحتكاك ما بين سطح البحيرة المتجمدة و حذائه و حتى يستطيع التغلب على هذه المشكلة قام برمي كتاب الفيزياء الذي كتلته 1.2 kg افقيا و بسرعة مقدارها 5m/s باتجاه الشمال . ما هو الوقت المستغرق للرجل حتى يصل الى الشاطئ الجنوبي للبحيرة المتجمدة ؟

سنختار اتجاه الجنوب هو الاتجاه الموجب

$$m = \frac{w}{g} = \frac{730\ \text{N}}{9.80\ \text{m/s}^2} = 74.5\ \text{kg}$$

$$\left(m_{\text{man}} v_{\text{man}} + m_{\text{book}} v_{\text{book}}\right)_f = \left(m_{\text{man}} v_{\text{man}} + m_{\text{book}} v_{\text{book}}\right)_i$$

$$\left(74.5\ \text{kg}\right) v_{\text{man}} + \left(1.2\ \text{kg}\right)\left(-5.0\ \text{m/s}\right) = 0 + 0 \qquad v_{\text{man}} = 8.1 \times 10^{-2}\ \text{m/s}$$

$$t = \frac{\Delta x}{v_{\text{man}}} = \frac{5.0\ \text{m}}{8.1 \times 10^{-2}\ \text{m/s}} = \boxed{62\ \text{s}}$$

29. الجسم الأول كتلته m1 و الجسم الثاني كتلته m2 يقتربان من بعضهم البعض افقيا بسرعة مقدارها Vo لكل منهما . يصطدم الجسمان تصادما مرنا، بعد التصادم يتوقف الجسم الأول تماما بينما يرتد الجسم الثاني بعكس اتجاه حركته قبل التصادم و بسرعة مقدارها V .

a. احسب النسبة m1/m2
b. ما هي النسبة V/Vo

التصادم مرن
اذا الطاقة الحركية و الزخم محفوظتان

أولا نطبق حفظ الزخم

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

$$m_1 (0) + m_2 v = m_1 v_0 + m_2 (-v_0)$$

$$v = \left(\frac{m_1}{m_2} - 1 \right) v_0$$

ثانيا اطبق حفظ الطاقة الحركية سينتج

$$\boxed{m_1 / m_2 = 3}$$

$$\boxed{v / v_0 = 2}$$

أسئلة (مفاهيمية) اختيار من متعدد

1. وحدة الزخم حسب النظام الدولي للوحدات (SI) :
   a. N.m
   b. N/s
   c. N.s
   d. N/m

2. عندما يطلق المدفع قذيفته فأن المدفع يرتد للخلف بسبب:
   a. أن طاقة حركة القذيفة و طاقة حركة المدفع محفوظة
   b. زخم القذيفة و زخم المدفع محفوظ
   c. طاقة حركة القذيفة اكبر من طاقة حركة المدفع
   d. زخم المدفع اكبر من زخم القذيفة

3. عربة شحن قطار تسير على سكة مستوية عديمة الاحتكاك بسرعة ثابتة و العربة مفتوحة من الأعلى، تم القاء حمل كامل من الفحم بنفس حجم عربة الشحن فجاءة داخل العربة . ماذا سيحدث لسرعة العربة بعد القاء الحمل عليها؟
   a. ستزداد
   b. ستبقى ثابتة
   c. ستنقص
   d. لا يمكن الإجابة على السؤال حسب المعلومات المعطاة

4. طفل يسقط عن زلاجة أثناء تزلجه على الجليد (الاحتكاك مهمل) ماذا سيحدث لسرعة الزلاجة؟
   a. ستزداد
   b. ستبقى ثابتة
   c. ستنقص
   d. لا يمكن تحديد ماذا سيحصل حسب معطيات السؤال

5. كرة من المطاط و قطعة من الصلصال لديهم نفس الكتلة . تم رميهم بنفس السرعة باتجاه حائط . ارتدت الكرة بنفس السرعة تقريبا التي رميت فيها بينما التصقت قطعة الصلصال بالحائط، أي منهما اختبرت اكبر تغيير في الزخم؟
   a. الكرة
   b. الصلصال
   c. الاثنين لهم نفس مقدار التغير في الزخم
   d. لا يمكن تحديد ذلك بناء على المعلومات الواردة في السؤال

6. قارب كتلته m يسير بزخم مقداره p . كيف يمكن التعبير عن طاقته الحركية بدلالة هاذين المتغيرين؟
   a. $P^2/2m$
   b. $1/2mp^2$
   c. mp
   d. mp/2

7. اذا قمت بضرب كرة بيسبول و أكسبتها طاقة حركية مقدارها ضعفي الطاقة الحركية التي كنت قد أكسبتها لها خلال الضربة الأولى. فأن مقدار التغير في الزخم سيكون:
   a. سيكون لهما نفس الزخم في الحالتين
   b. 1.14 ضعف
   c. الضعف
   d. 4 أضعاف

8. اذكر نص قانون النيوتن الثاني بدلالة الزخم

9. اذكر قانون حفظ الزخم

10. المساحة تحت منحنى الرسم البياني (للقوة مع الزمن) تمثل:
   a. الدفع
   b. الزخم
   c. الشغل
   d. طاقة الحركة

11. أي من العبارات التالية تعتبر اكثر صحة؟
   a. الزخم لجسم متحرك يكون ثابتا
   b. الزخم لجسم مقذوف يبقى ثابتا
   c. اذا تم التأثير على جسم بمحصلة قوى خارجية لا تساوي صفرا فأن زخمه لن يبقى ثابتا .
   d. اذا تمت مضاعفة الطاقة الحركية لجسم فأن زخمه كذلك سيتضاعف

12. سيارة صغيرة تلتحم مع سيارة نقل كبيرة خلال تصادم راس براس . أي من العبارات التالية صحيحة فيما يتعلق بمتوسط قوة التصادم ؟
   a. سيارة النقل ستتعرض لمتوسط قوة اكبر
   b. السيارة الصغيرة ستتعرض لمتوسط قوة اكبر
   c. السيارة الصغيرة وسيارة النقل سيتعرضان لنفس متوسط القوة
   d. من المستحيل الإجابة على هذا السؤال حيث انه لم يتم ذكر الكتل و السرعات في السؤال

13. كرتان لهما نفس الكتلة (إحداهما حمراء و الأخرى زرقاء) تم إسقاطهما من نفس الارتفاع و ارتدا عن الأرض . كان ارتداد الكرة الحمراء اعلى مسافة من ارتداد الكرة الزرقاء . أي من الكرتين كان قد تعرض لدفع اكبر من الأرض أثناء الاصطدام؟

a. من المستحيل الإجابة حيث إن الفترات الزمنية و القوى غير معطاة في السؤال
b. الكرتين تعرضتا لنفس الدفع
c. الكرة الزرقاء
d. الكرة الحمراء

14. كرة تنس طاولة (بينغ بونغ) تتحرك باتجاه الشرق بسرعة مقدارها 4 m/s تصطدم مع كرة بولينغ. ارتدت كرة تنس الطاولة للخلف باتجاه الغرب بينما تحركت كرة البولينغ ببطء شديد باتجاه الشرق. أي من الكرتين قد تعرض لدفع اكبر خلال التصادم؟

a. الكرتين تعرضتا لنفس مقدار الدفع
b. كرة تنس الطاولة
c. كرة البولينغ
d. من المستحيل الإجابة حيث انه لم تعط السرعات بعد التصادم

15. جسمين اصطدما و ارتدا عن بعضهما البعض . الزخم الخطي

a. بكل تأكيد محفوظ
b. بكل تأكيد غير محفوظ
c. محفوظ فقط اذا كان التصادم مرنا
d. محفوظ فقط اذا لم يكن هنالك احتكاك نهائيا في بيئة التصادم

16. جسم كتلته 3 kg يتحرك باتجاه اليمين بسرعة مقدارها 4 m/s يصطدم راسا براس مع جسم أخر كتلته 6 kg يتحرك باتجاه اليسار بسرعة مقدارها 2 m/s . أي من العبارات التالية صحيحة؟

a. الزخم الكلي قبل و بعد التصادم يساوي 24 kg.m/s
b. الزخم قبل التصادم يساوي 24 kg.m/s, و بعد التصادم يساوي صفرا
c. الزخم الكلي لكليهما قبل و بعد التصادم يساوي صفرا
d. لا شيء مما ذكر صحيح

17. لا عب (ظهير) في كرة القدم الأمريكية كتلته 100 kg ويركض بسرعة 2 m/s يصطدم راسا براس بلاعب خط وسط كتلته 80 kg يركض بسرعة مقدارها 3 m/s . بأهمال قوى الاحتكاك و المؤثرات الخارجية :

a. اللاعب الظهير سوف يدفع لاعب خط الوسط للخلف
b. لاعب خط الوسط سيدفع الظهير الى الخلف
c. لن يتمكن احدهما من دفع الأخر
d. يعتبر هذا كمثال بسيط للتصادمات المرنة

18. في التصادم المرن، اذا كان الزخم محفوظ فأي من العبارات التالية صحيحة :

a. الطاقة الحركية أيضا تعتبر محفوظة
b. يتم اكتساب طاقة حركية
c. هنالك فقد في الطاقة الحركية
d. لا شيء مما ذكر

19. متى تكون الطاقة الحركية محفوظة ؟
a. في التصادمات المرنة
b. في التصادمات الغير مرنة
c. في كل التصادمات بشرط أن لا تلتصق الأجسام مع بعضها البعض
d. في كل التصادمات

20. في لعبة البلياردو تصطدم الكرة البيضاء بالكرة رقم 5 وتقف تماما بينما الكرة رقم 5 تبتعد بنفس سرعة الكرة البيضاء قبل الاصطدام مباشرة . نوع التصادم هو :
a. مرن
b. عديم المرونة
c. عديم المرونة تماما
d. من الممكن أن يكون احد التصادمات المذكور سابقا و يعتمد ذلك على كتل الكرات

21. في التصادم عديم المرونة، اذا كان الزخم محفوظ فأي من العبارات التالية صحيحة فيما يخص الطاقة الحركية:
a. الطاقة الحركية كذلك محفوظة
b. الطاقة الحركية مكتسبة
c. الطاقة الحركية مفقودة
d. لا شيء مما ذكر

22. جسمين اصطدما و التصقا مع بعضهما البعض . في هذه الحالة فأن الطاقة الحركية تكون:
a. بكل تأكيد محفوظة
b. بكل تأكيد غير محفوظة
c. محفوظة فقط اذا كان التصادم مرن
d. محفوظة فقط اذا كان لا يوجد هنالك احتكاك

23. جسم كتلته 3 kg يتحرك لليمين بسرعة مقدارها 4 m/s يصطدم بجسم أخر اصطداما عديم المرونة كتلته 6 kg يتحرك لليسار بسرعة مقدارها 2 m/s . ما هو مقدار الطاقة الحركية الكلية بعد الاصطدام؟
a. 72 J
b. 36 J
c. 24 J
d. 0 J

24. جسم صغير يصطدم مع جسم كبير و يلتصقا . أي من الجسمين سيتعرض لأكبر مقدار من التغير في الزخم؟
a. الجسم الكبير
b. الجسم الصغير
c. الجسمين سيتعرضان لنفس مقدار التغير في الزخم
d. لا يمكن تحديد ذلك من المعلومات المعطاة

أسئلة باستخدام الأرقام

1. ما هو زخم سيارة نقل كتلتها 2000 kg تسير بسرعة مقدارها 35 m/s هو؟
   a. 57 kg.m/s
   b. 3.5×10^4 kg.m/s
   c. 7×10^4 kg.m/s
   d. 7×10^5 kg.m/s

2. كرة كتلتها 0.1 kg أسقطت من ارتفاع 12 m . زخم هذه الكرة عند الاصطدام بالأرض:
   a. 1.5 kg.m/s
   b. 1.8 kg.m/s
   c. 2.4 kg.m/s
   d. 4.8 kg.m/s

3. كرة كتلتها 0.1 kg تسير أفقيا بسرعة 30 m/s تصطدم بحائط و ترتد بسرعة مقدارها 24 m/s . ما مقدار التغير في الزخم للكرة ؟
   a. 0.6 kg.m/s
   b. 1.2 kg.m/s
   c. 5.4 kg.m/s
   d. 72 kg.m/s

4. كرة تنس كتلتها 0.06 kg تسير بسرعة 12 m/s ضربت بمضرب (راكيت Racket) كرة التنس مما أدى ذلك الى إكسابها سرعة 18 m/s بعكس اتجاه سرعتها الأولى . ما هو مقدار التغير في الزخم للكرة ؟
   a. 0.36 kg.m/s
   b. 0.72 kg.m/s
   c. 1.1 kg.m/s
   d. 1.8 kg.m/s

5. ألة لقذف كرات التنس تستخدم لتدريب لاعبي التنس كتلتها 59 kg (باستثناء كتلة كرة التنس) توجد على سطح بحيرة متجمدة (الاحتكاك مهمل بين الالة و سطح البحيرة المتجمدة) . تطلق الالة كرة تنس كتلتها 0.4 kg بسرعة مقدارها 35 m/s باتجاه أفقي . ما هي سرعة ارتداد الالة ؟
   a. 0.14 m/s
   b. 0.28 m/s
   c. 0.7 m/s
   d. 4.4×10^3 m/s

6. رائد فضاء كتلته 70 kg خرج من مركبته الفضائية ليقوم بتجربة علمية، لحظة انقطاع الحبل الذي يربطه بالمركبة الفضائية كان ساكنا . كانت مناورة رائد الفضاء للعودة الى المركبة هي برمي مطرقة كتلتها 2 kg بسرعة مقدارها 14 m/s البعيد عن المركبة . كم ستكون سرعة رائد الفضاء بعد رمي المطرقة؟

a. 0.4 m/s
b. 1.5 m/s
c. 3.5 m/s
d. 5 m/s

7. جسم صغير زخمه 5 kg.m/s يتحرك على مسار تصادم راس براس مع جسم كبير ساكن . يرتد الجسم الصغير للخلف بزخم مقداره 4 kg.m/s . ما هو مقدار زخم الجسم الكبير بعد التصادم ؟

a. 9 kg.m/s
b. 5 kg.m/s
c. 4 kg.m/s
d. 1 kg.m/s

8. متزلج على الجليد كتلته 50 kg سرعته 4 m/s يصطدم مع زميله الذي كتلته 40 kg و يقف ساكنا فامسكا بعضهم البعض و اصبحا جسما واحدا . كم ستكون سرعتهما بعد الاصطدام؟

a. 0 m/s
b. 2.2 m/s
c. 5 m/s
d. 23 m/s

9. سيارة كتلتها 1000 kg تتحرك باتجاه اليمين بسرعة مقدارها 6 m/s على طريق مستوي و مستقيم تصطدم بشكل مباشر مع دراجة نارية متوقفة كتلتها 200 kg . ما هو مقدار الزخم الكلي بعد الاصطدام؟

a. 0 kg.m/s
b. +6000 kg.m/s
c. +2000 kg.m/s
d. +10000 kg.m/s

10. سيارة كتلتها 1000 kg تسير بسرعة 25 m/s تصطدم بمؤخرة سيارة متوقفة كتلتها 1500 kg فيلتحمان مع بعض . ما هي سرعة السيارتان بعد الاصطدام؟

a. 5 m/s
b. 10 m/s
c. 15 m/s
d. 20 m/s

11. عربة قطار كتلتها 200 kg تسير على سكة عديمة الاحتكاك بسرعة مقدارها 10 m/s . رجل مغامر كتلته 70 kg يسقط بشكل عامودي من ارتفاع 4 m الى داخل العربة . كم ستصبح سرعة العربة بعد قفزة الرجل الى داخلها؟

a. 2.8 m/s
b. 4.7 m/s
c. 7.4 m/s
d. 10 m/s

12. قوة مقدارها 4 N أثرت لمدة 3 s على جسم، مقدار القوة ازداد فجاءة الى 15 N واثر لمدة 1 s إضافية . ما مقدار الدفع المؤثر على الجسم من قبل هاتين القوتين:

a. 12 N.s
b. 15 N.s
c. 19 N.s
d. 27 N.s

13. قوة ثابتة المقدار مقدارها 9 N أثرت لمدة 2s على جسم كتلته 6 kg . ما مقدار التغير في سرعة الجسم؟

a. 3 m/s
b. 9 m/s
c. 27 m/s
d. 110 m/s

14. سيارة كتلتها 2000 kg تتحرك لليمين بسرعة 30 m/s تصطدم بحائط فتتوقف تماما بعد الاصطدام . فاذا كان زمن الاصطدام 0.2 s . ما مقدار متوسط القوة الذي أثرت فيه السيارة على الحائط؟

a. 12,000 N لليمين
b. 300,000 N لليمين
c. 60,000 N لليمين
d. لا شيء مما ذكر

15. كرة كتلتها 2 kg تتحرك بسرعة 20 m/s باتجاهك , قمت أنت برفسها في الاتجاه المعاكس لحركتها و بنفس سرعتها . فاذا كان زمن التلامس بين قدمك والكرة هو 0.1 s . ما هي محصلة متوسط القوة التي أثرت فيها قدمك على الكرة؟

a. 0 N
b. 40 N
c. 400 N
d. 800 N

16. كرة كتلتها 0.1 kg تسقط على سطح طاولة . سرعة الكرة قبل الاصطدام و بعده مباشرة كانت 5 m/s و 4 m/s على الترتيب . دام الاصطدام ما بين الكرة وسطح الطاولة مدة 0.15 s . ما هي محصلة متوسط القوة المؤثرة على الكرة من سطح الطاولة؟

a. 0.67 N
b. 1.3 N
c. 3 N
d. 6 N

17. مدفع رشاش كتلته 35 kg يطلق رصاصات كتلة كل واحدة منهن 50 gram بسرعة مقدارها 750 m/s . المدفع الرشاش يطلق الرصاص بمعدل 300 رصاصة بالدقيقة . ما هو متوسط القوة المؤثرة على المدفع الرشاش ؟

a. 94 N
b. 188 N
c. 219 N
d. 438 N

18. خرطوم سيارة إطفاء يستخدم لضخ الماء باتجاه باب مبنى يحترق لغاية فتح الباب، فتح الباب يتطلب قوة مقدارها 1000 N . الخرطوم يقدم 40 kg من الماء في الثانية الواحدة . ما هي اقل سرعة ممكنة للماء المتدفق من الخرطوم لفتح الباب، افترض انه لا يوجد ارتداد للماء عن الباب؟

a. 15 m/s
b. 20 m/s
c. 25 m/s
d. 30 m/s

19. يسقط الماء من نهاية أنبوب أفقي بمعدل 120 kg في الدقيقة مسافة 3.2 m باتجاه الأرض . على فرض أن الماء لا يرتد للأعلى (يطرطش). ما هو متوسط القوة التي يؤثر فيها الماء على الأرض؟

a. 6.2 N
b. 12 N
c. 15.8 N
d. 19.6 N

20. رائدا فضاء كتلتهما 60 kg و 80 kg كانا ساكنين في الفضاء الخارجي، قاما بدفع بعضهما البعض باتجاه معاكس . كم ستكون المسافة الفاصلة بينهما بعد أن يقطع رائد الفضاء الأقل كتلة مسافة 12 m ؟

a. 15 m
b. 18 m
c. 21 m
d. 24 m

21. جسم كتلته 3 kg يتحرك لليمين بسرعة 2 m/s يصطدم بجسم كتلته 6 kg و يتحرك باتجاه اليسار بسرعة 1 m/s تصادما مرنا . ما هو مقدار الطاقة الحركية الكلية بعد الاصطدام ؟

a. 9 J
b. 6 J
c. 3 J
d. 0 J

22. جسم كتلته 0.1 kg و سرعته 0.2 m/s باتجاه x+ يصطدم راس براس تصادما مرنا مع جسم كتلته 0.15 kg ساكن . ما هي السرعة النهائية للجسم الأول بعد الاصطدام؟

a. – 0.16 m/s
b. + 0.16 m/s
c. – 0.04 m/s
d. + 0.04 m/s

23. رصاصة كتلتها 10 g و سرعتها 300 m/s تخترق كتلة خشبية كتلتها 1 kg و تخرج بسرعة مقدارها نصف سرعتها الأصلية . ما هي سرعة الكتلة الخشبية مباشرة بعد الاصطدام؟

a. 1.5 m/s
b. 2.97 m/s
c. 3 m/s
d. 273 m/s

24. شعاع الفا يسير بسرعة مقدارها v يصطدم ببروتون ساكن راس براس اصطداما مرنا . شعاع الفا يتكون من 2 بروتون و 2 نيوترون . ما هي سرعة جسيم شعاع الفا بعد الاصطدام (افترض أن كتلة النيوترون تعادل كتلة البروتون)؟

a. 0 m/s
b. 2v/3
c. 3v/5
d. 5v/3

25. كرة كتلتها 50 g تتحرك بسرعة 10 m/s+ تصطدم راسا براس تصادما مرنا بكرة كتلتها 100 g ساكنة . ما هي سرعة الكرتين بعد الاصطدام؟

a. -3.3 m/s , +6.7 m/s
b. +3.3 m/s , -6.7 m/s
c. -6.7 m/s , +3.3 m/s
d. +6.7 m/s , -3.3 m/s

26. جسم كتلته 2 kg تسير بسرعة 5 m/s تصطدم راسا براس تصادما عديم المرونة بجسم أخر ساكن كتلته 3 kg . ما هي سرعة الجسم الجديد بعد التصادم؟

a. 10 m/s
b. 2.5 m/s
c. 2 m/s
d. 0 m/s

27. جسم كتلته 2 kg يتحرك للشرق بسرعة مقدارها 4 m/s يصطدم راس براس تصادما عديم المرونة مع جسم ثابت كتلته 2 kg . ما مقدار الفقدان في طاقة الحركة أثناء التصادم ؟

a. 16 J
b. 4 J
c. 8 J
d. 0 J

28. سيارة كتلتها m تسير بسرعة مقدارها v تصطدم بسيارة ساكنة كتلتها 2m . التحمت السيارتان (التصادم كان غير مرنا) . ما هي نسبة الطاقة الحركية الابتدائية المفقودة في التصادم ؟

a. ½
b. 1/3
c. ¼
d. 2/3

29. رصاصة كتلتها 15 g تسير بسرعة مقدارها 213 m/s بالاتجاه العامودي و تصطدم بكتلة خشبية ساكنة كتلتها 2.4 kg و تستقر فيها . كنتيجة لهذا الاصطدام فأن النظام من (الرصاصة – الكتلة) يتحركان بشكل عامودي معا للأعلى . احسب ما يلي:

a. سرعة النظام (الكتلة – الرصاصة) عند لحظة الاصطدام
b. اقصى ارتفاع يصل اليه النظام (الكتلة – الرصاصة)
c. هل الطاقة الحركية محفوظة

الإجابات هي

a. 1.3 m/s
b. 0.089 m
c. كلا . لان التصادم عديم المرونة

30. جسم كتلته 4 kg عند نقطة الأصل و جسم أخر كتلته 10 kg عند النقطة x = +21 m . أين تقع إحداثيات مركز الكتلة لهذا النظام؟

a. + 7 m
b. +10.5 m
c. +14 m
d. +15 m

31. مركز الكتلة لجسمين يقع عند نقطة الأصل . الجسم الأول يقع عند إحداثيات (0 , 3m) وكتلته 2 kg . ما هي إحداثيات موقع الجسم الثاني اذا كانت كتلته 3 kg ؟

a. (-3m , 0)
b. (-2m , 0)
c. (2m ,0)
d. (3m , 0)

32. ثلاث كتل لها المقادير و الإحداثيات التالية . (0,0) 2 kg و (2 , 0) 2kg و (1 , 2) 4kg . ما هي إحداثيات مركز الكتلة لهذه الأجسام؟

a. (0.5 , 1.5)
b. (1.5 , 0.5)
c. (2.5 , 1.5)
d. (2.5 , 0.5)

33. ثلاث كتل . 1 kg و 2 kg و 3 kg تتواجد عند الإحداثيات التالية (0 , 0) و (1m , 1m) و (2m- , 2m) على الترتيب . ما هو إحداثيات مركز الكتلة لها؟

a. (1.3 m , 0.67 m)
b. (1.3 m , -0.67 m)
c. (-1.3 m , 0.67 m)
d. (-1.3 m , -0.67 m)

34. جسم كتلته 3 kg يقع عند إحداثيات (8 , 0) و جسم أخر كتلته 1 kg و يقع عند إحداثيات (0 , 12) . ما هي إحداثيات جسم كتلته 4 kg بحيث تكون إحداثيات مركز الكتلة لهذه الأجسام الثلاث هو نقطة الأصل؟

a. (-6 , -3)
b. (-8 , -12)
c. (6 , 3)
d. (-3 , -6)

بنك الأسئلة

Test Bank

1. غطاس كتلته 75 kg يقفز بشكل افقي عن قاربه الذي كتلته تساوي 500 kg , سرعة الغطاس لحظة القفز و مغادرة القارب تساوي 4 m/s , اذا كان زمن التلامس بين الغطاس والقارب يساوي 0.2 s فما هي القوة التي يؤثر فيها الغطاس على القارب؟

a. 900 N
b. 450 N
c. 525 N
d. 1 500 N

2. كرة كتلتها 0.12 kg تتحرك بسرعة مقدارها 6 m/s تم ضربها بمضرب فعكس اتجاهها وأصبحت سرعتها 14 m/s . ما هو مقدار التغيير في الزخم للكرة؟

a. 0.39 kg.m/s
b. 0.42 kg.m/s
c. 1.3 kg.m/s
d. 2.4 kg.m/s

3. الدفع الذي يتعرض له جسم ما، يعادل التغير في :

a. سرعته
b. طاقة حركته
c. زخمه
d. لا شيء مما ذكر

4. كرة مطاط كتلتها 0.15 kg تسقط باتجاه سطح الأرض، كانت سرعتها قبل الاصطدام 6.5 m/s وبعد الاصطدام مباشرة كانت سرعتها 3.5 m/s . كان زمن تلامس الكرة مع الأرض يساوي 0.025 s . ما هو مقدار التغير في زخم الكرة؟
   a. 0.09 kg.m/s
   b. 1.5 kg.m/s
   c. 4.3 kg.m/s
   d. 126 kg.m/s

5. كرة مطاط كتلتها 0.15 kg تسقط باتجاه سطح الأرض، كانت سرعتها قبل الاصطدام 6.5 m/s وبعد الاصطدام مباشرة كانت سرعتها 3.5 m/s . كان زمن تلامس الكرة مع الأرض يساوي 0.025 s . ما ي محصلة القوة التي تؤثر على الكرة من الأرض؟
   a. 60 N
   b. 133 N
   c. 3.0 N
   d. 3.5 N

6. رافعة تسقط كرة فولاذ كتلتها 0.30 kg على منصة فولاذية، سرعة الكرة قبل الاصطدام وبعده كانت تساوي 4.5 m/s و 4.2 m/s على التوالي. اذا كان زمن تلامس الكرة عند الاصطدام يساوي 0.03 s ، ما هو متوسط القوة التي اثرت فيها الكرة على الأرض خلال الاصطدام ؟
   a. 87 N
   b. 133 N
   c. 3.0 N
   d. 3.5 N

7. كرة كتلتها 0.20 kg تصطدم بحائط بسرعة مقدارها 40 m/s وترتد بسرعة مقدارها 60 m/s . ما هو مقدار التغير في زخم الكرة؟
   a. 4.0 kg.m/s
   b. 8.0 kg.m/s
   c. 18 kg.m/s
   d. 20 kg.m/s

8. كرة كتلتها 0.20 kg تصطدم بحائط بسرعة مقدارها 40 m/s وترتد بسرعة مقدارها 60 m/s , اذا كان زمن تلامس الكرة مع الحائط 0.05 s , ما هو مقدار الدفع المؤثر على الكرة؟
   a. 360 N.s
   b. 20 N.s
   c. 400 N.s
   d. 9.0 N.s

9. كرة تمتلك زخما مقداره 4.0 kg+ تصطدم بحائط وترتد دون ان تفقد طاقة حركتها . مقدار التغير في الزخم للكرة يساوي:
   a. 0
   b. -4.0 kg.m/s.
   c. 8.0 kg.m/s.
   d. -8.0 kg.m/s.

10. عند وضع ورقة اسفل كأس مليء بالماء وقمنا بسحب الورقة بسرعة كبيرة لا تنقلب الكاس وبما فيها، مع السحب السريع للورقة :
   a. ستكون القوة المؤثرة على الكاس اقل
   b. سيكون زخم الورقة اكبر
   c. سيكون وقت السحب اقل
   d. معامل الاحتكاك قليل

11. خرطوم ماء يستخدم لغسل شباك سيارة يقوم بضخ الماء بمعدل 1.5 kg/s بسرعة مقدارها 30 m/s . ما هي القوة التي يؤثر فيها الماء على زجاج السيارة ؟ افترض أن الماء لا يرتد للخلف؟
   a. 11 N
   b. 45 N
   c. 110 N
   d. 440 N

12. وحدة الكمية الفيزيائية للدفع تكافئ:
   a. نفس وحدة الطاقة
   b. N.m
   c. Kg.m/s
   d. نفس وحدة القوة

13. مدفع يطلق قذيفة كتلتها 1500 kg بسرعة مقدارها 200m/s بزاوية مقدارها °45 عن الأفق . احسب سرعة ارتداد المدفع للخلف ؟
   a. 1.33 m/s
   b. 0.94 m/s
   c. 2.41 m/s
   d. 1.94 m/s

14. قانون حفظ الزخم على اية نظام لديه احدى هذه الصفات؟
   a. فقط على الاجسام الكبيرة
   b. الجسيمات النووية الصغيرة جدا
   c. الاجسام التي تتفاعل مع بعضها البعض حتى مع وجود الاحتكاك
   d. كل ما ذكر صحيح

15. مدفع رشاش تم تركيبه على عربة قطار (الاحتكاك معدوم ما بين عربة الرشاش و السكة الحديد), كتلة عربة الرشاش بما فيها الرشاش تساوي 6.25×10^4 kg , كم رصاصة يجب ان يطلقها الرشاش بسرعة 250 m/s باتجاه الخلف حتى تكتسب عربة الرشاش سرعة مقدارها 0.5 m/s للأمام ؟ (كتلة الرصاصة الواحدة 25 g)
    a. 400
    b. 2 000
    c. 3 000
    d. 5 000

16. نواة ذرة عنصر يورانيوم كتلتها 238 وحدة، ثابتة لا تتحرك، تتحلل اشعاعيا الى نواة ذرة عنصر الهيليوم كتلتها 4 وحدات ونواة ذرة عنصر الثوريوم كتلتها 234 وحدة . اذا كانت سرعة نواة الهيليوم 6.0×10^5 m/s ، ما هي سرعة نواة الثوريوم بعد التحلل؟
    a. 1.0×10^4 m/s
    b. 3.0×10^4 m/s
    c. 3.6×10^4 m/s
    d. 4.1×10^4 m/s

17. أذا الزخم لجسم ما تضاعف 3 مرات فأن طاقة حركته ستتغير بمقدار
    a. 0
    b. 1/3 الضعف
    c. 3 اضعاف
    d. 9 أضعاف

18. اذا طاقة حركة جسم ما تضاعفت 4 مرات فأن زخمه سيتغير بمقدار:
    a. 0
    b. 2
    c. 8
    d. 4

19. عندما تسقط بيضة على سطح قاسي فأنها تنكسر لكن اذا اسقطت على سطح عشبي فأنها لا تنكسر والسبب في ذلك يعود الى أن:
    a. التغير في الزخم كبير
    b. التغير في الزخم قليل
    c. فترة تأثير القوة طويل
    d. فترة تأثير القوة قليل

20. رجل كتلته 70 kg يقف على حفة القارب اليمنى (كتلة القارب 20 kg) و يريد ان يغادر القارب الى حفة المنصة حيث يتم اصطفاف القارب، لكنه لم يستطع ان يصل الى حفة المنصة مما أدى الى سقوطه في الماء . أي العبارات التالية صحيحة (تجاهل قوة الاحتكاك ان وجدت على الرجل او القارب):

a. الرجل سيتحرك مسافة قليلة الى اليمين قبل سقوطه في الماء والقارب سيتحرك مسافة كبيرة الى اليسار
b. الرجل سيتحرك مسافة كبيرة الى اليمين والقارب سيتحرك مسافة قليلة الى اليسار
c. القارب لن يتحرك نهائيا
d. لا شيء مما ذكر

21. غطاس كتلته 70 kg يقفز من اعلى منصة ارتفاعها 10 m من على سطح الماء . بعد 1 s من دخوله الماء تم إيقاف حركته باتجاه الأسفل بفعل مقاومة الماء، ما هي متوسط قوة رفع الماء للغطاس للأعلى؟

a. 100 N
b. 686 N
c. 980 N
d. لا شيء مما ذكر

22. جسم 1 لديه ضعف كتلة الجسم 2 . الجسمين لديهم نفس طاقة الحركة . أي العبارات التالية صحيحة:

a. لدى الجسمين نفس مقدار الزخم
b. الجسم 1 لديه زخم اكبر من الجسم 2
c. الجسم 2 لديه 4 اضعاف زخم الجسم 1
d. كل العبارات خاطئة

23. الجسم 1 كتلته ضعفي الجسم 2 . الجسمين لديهم نفس قيمة الزخم . أي العبارات التالية صحيحة؟

a. الجسمين لديهم نفس طاقة الحركة
b. احد الجسمين لديه 0.707 طاقة حركة الجسم الاخر
c. احد الجسمين يمتلك ضعفي طاقة حركة الجسم الاخر
d. احد الجسمين لديه 4 اضعاف طاقة حركة الجسم الأخر

24. رصاصة كتلتها 5 g تم اطلاقها نحو قطعة خشبية كتلتها 500 g معلقة على شكل بندول قذفي . تأرجحت القطعة الخشبية بعد اصابت الرصاصة لها لارتفاع مقداره 8 cm . ما مقدار زخم القطعة الخشبية مباشرة بعد الاصطدام؟

a. 6.25×10^{-3} kg.m/s
b. 6.25 kg.m/s
c. 0.632 kg.m/s
d. 0.394 kg.m/s

25. رصاصة كتلتها 12 g تم اطلاقها نحو قطعة خشبية معلقة على شكل بندول قذفي كتلتها 1100 g ، اذا تأرجحت الكتلة الكلية بعد الاصطدام لارتفاع مقداره 8.5 cm . ما طاقة حركة الكتلة الكلية للرصاصة وقطعة الخشب بعد الاصطدام مباشرة:

a. 1.44 J
b. 1.86 J
c. 0.632 J
d. 0.926 J

26. رصاصة كتلتها 5 g تم اطلاقها نحو قطعة خشبية كتلتها 900 g معلقة على شكل بندول قدفي تأرجحت الكتلة الكلية بعد الاصطدام لارتفاع مقداره 8 cm . ماذا كانت الطاقة الحركية للرصاصة مباشرة قبل الاصطدام؟

a. 129 J
b. 23.3 kJ
c. 0.709 J
d. 0.355 J

27. رجل يقف على سطح جليدي عديم الاحتكاك يرمي كتلة مقدارها 1 kg بسرعة مقدارها 20 m/s بزاوية مقدارها 40° عن الأفق. ما مقدار الزخم الذي اكتسبه الرجل بعد رمي الكتلة ؟

a. 16.8 kg·m/s
b. 15.3 kg·m/s
c. 12.9 kg·m/s
d. لا يمكن إيجاد الجواب لان كتلة الرجل غير معلومة

28. رصاصة كتلتها 20 g تتحرك بسرعة مقدارها 1000 m/s تخترق قطعة خشبية كتلتها 1 kg بسرعة مقدارها 100 m/s . اذا كانت القطعة الخشبية ثابتة لا تتحرك ولديها القابلية للحركة بعد الاصطدام ما مقدار سرعة القطعة الخشبية بعد الاصطدام ؟

a. 9 m/s
b. 18 m/s
c. 90 m/s
d. 900 m/s

29. رصاصة كتلتها 20 g تتحرك بسرعة مقدارها 1000 m/s تخترق قطعة خشبية كتلتها 1 kg بسرعة مقدارها 100 m/s . اذا كانت القطعة الخشبية ثابتة لا تتحرك ولديها القابلية للحركة بعد الاصطدام ما مقدار طاقة حركة القطعة الخشبية بعد الاصطدام ؟

a. 10 kJ
b. 9.8 kJ
c. 0.16 kJ
d. 0.018 kJ

30. رصاصة كتلتها 20 g تتحرك بسرعة مقدارها 1000 m/s تخترق قطعة خشبية كتلتها 1 kg بسرعة مقدارها 100 m/s . اذا كانت القطعة الخشبية ثابتة لا تتحرك ولديها القابلية للحركة بعد الاصطدام ما مقدار التغير في طاقة حركة النظام (القطعة الخشبية والرصاصة) بعد الاصطدام ؟

a. 0 J
b. 9.7 kJ
c. -9.7 kJ
d. -18 J

31. جسم كتلته m يتحرك بسرعة مقدارها V_o يصطدم بجسم اخر ثابت كتلته 2m . الجسم الأول يرتد بسرعة ابتدائية مقدارها V_o . هل التصادم مرن ؟ اذا كان ليس مرنا فما مقدار التغير في طاقة حركة النظام؟
   a. التصادم كان مرنا
   b. الطاقة الحركية تقل بمقدار mv^2
   c. الطاقة الحركية تقل بمقدار mv_o^2
   d. الطاقة الحركية تزداد بمقدار mv_o^2

32. خلال اللعب في الثلج، كرتان ثلجيتان كتلها على التوالي كان 0.4kg و 0.6 kg وسرعتهما الابتدائية قبل التصادم كانت 15 m/s لكل واحدة منهما . اصطدمتا رأس برأس وشكلتا كتلة واحدة، ما هي سرعة هذه الكتلة بعد التصادم مباشرة؟
   a. Zero
   b. 3 m/s
   c. 6 m/s
   d. 9 m/s

33. سيارة نقل كتلتها 2500 kg تسير بسرعة مقدارها 10 m/s تصطدم بسيارة واقفة على الإشارة الضوئية وشكلا جسم واحد يسير بسرعة مقدارها 7 m/s . ماذا كانت كتلة السيارة المتوقفة ؟
   a. 1 730 kg
   b. 1 550 kg
   c. 1 200 kg
   d. 1 070 kg

34. كرة بلياردو اصطدمت تصادما مرنا (رأس برأس) مع كرة بلياردو أخرى متوقفة (الكرتان متطابقتان) . بعد التصادم أي من التالية سيحدث للكرة الأولى؟
   a. ستحتفظ بنفس سرعتها قبل التصادم
   b. ستصبح سرعتها 1.5 ضعف سرعتها الاصلية
   c. ستتوقف تماما
   d. ستتحرك بالاتجاه المعاكس

35. كرة بلياردو تصطدم بكرة بلياردو أخرى مطابقة لها تصادما مرنا (رأس برأس) . ما هي طاقة حركة النظام بعد التصادم مقارنتا بطاقة حركة النظام قبل الاصطدام؟
   a. لا يوجد هنالك تغيير
   b. ربع
   c. ضعف
   d. أربعة أضعاف

36. اثناء تصادم جسمين كان الزخم محفوظ للنظام ، أي من العبارات التالية صحيحة بالنسبة للطاقة الحركية؟
   a. يجب ان تكون اقل
   b. يجب ان تكون محفوظة
   c. ربما تكون محفوظة
   d. تتضاعف قيمتها

37. اثناء تصادم جسمين كانت الطاقة الحركية محفوظة للنظام، أي من العبارات التالية تصف الزخم بعد التصادم؟
   a. يجب ان يكون اقل
   b. يجب ان يكون محفوظ أيضا
   c. ربما يكون محفوظ
   d. يتضاعف في قيمته

38. مقطورة شحن تسير على السكة الحديدية بسرعة مقدارها 2 m/s و كتلتها 15000 kg تصطدم بمقطورة شحن محملة كتلتها 50000 kg متوقفة ويسمح لها بالحركة، يتحركان بعد التصادم كجسم واحد . ما هي نسبة المئوية لطاقة حركة العربة الأولى قبل التصادم الى طاقة حركة المقطورتين بعد التصادم؟
   a. 14%
   b. 23%
   c. 86%
   d. 100%

39. في تجربة داخل المختبر تم تركيب بندقية هوائية (تعمل على ضغط الهواء من خلال نابض زنبركي) على زلاجة هوائية، تبلغ كتلة رصاصة البندقية 5 g وكتلة البندقية مع الزلاجة الهوائية 120 g , كان النظام مبدئيا متوقف . تم اطلاق رصاصة من البندقية مما أدى الى تحرك البندقية والزلاجة الهوائية بسرعة مقدارها 0.5 m/s . ما نسبة طاقة حركة الرصاصة الى طاقة حركة نظام (البندقية – الزلاجة الهوائية) ؟
   a. 4.0%
   b. 50%
   c. 96%
   d. 100%

40. جسم كتلته 20 kg متوقف يتم صدمه تصادما مرنا (رأس برأس) من قبل جسم اخر كتلته 10 kg يتحرك بسرعة مقدارها 3 m/s+ . احسب السرعة النهائية للجسم ذو الكتلة 20 kg بعد التصادم؟
   a. -1.0 m/s
   b. -2.0 m/s
   c. +1.5 m/s
   d. +2.0 m/s

41. جسم كتلته 0.10 kg يتحرك مبدئيا بسرعة مقدارها 2+ m/s يصطدم تصادما مرنا (راس براس) مع جسما اخر كتلته 0.15 kg متوقف . ما النسية المئوية للطاقة الحركية التي يحتفظ فيها الجسم ذو الكتلة 0.10 kg بعد التصادم ؟

a. 4%
b. -4%
c. 50%
d. 96%

42. كرتين بلياردو سرعتهما 2 m/s + و 1- m/s يصطدمان تصادما مرنا رأس برأس . ما هي السرعة النهائية للكرة الأولى بعد التصادم؟

a. -2.0 m/s
b. -1.0 m/s
c. -0.5 m/s
d. +1.0 m/s

43. جسمان، احدهما كتلته اكبر من كتلة الأخر، يصطدمان تصادما مرنا ويرتدان عن بعضهما البعض , كانت سرعة الجسمين قبل التصادم متساوية في المقدار ومتعاكسة في الاتجاه . أي الكرتين ستتحرك بشكل اسرع بعد التصادم؟

a. الجسم الأقل كتلة
b. الجسم الأكبر كتلة
c. ستبقى السرعات كما هي بعد التصادم
d. لا يمكن تحديد ذلك بدون معرفة قيم الكتل

44. كرة بولينغ كتلتها 7 kg تصطدم بهدفها (الدبوس) الذي كتلته 2 kg , الهدف يندفع الى الامام بسرعة مقدارها 6 m/s والكرة تستمر مندفعة الى الامام بسرعة مقدارها 4 m/s . ماذا كانت سرعة الكرة قبل الاصطدام؟

a. 4.0 m/s
b. 5.7 m/s
c. 6.6 m/s
d. 3.3 m/s

45. بطة كتلتها 1 kg تطير بشكل افقي بسرعة مقدارها 1.5 m/s فوق راس صياد، اطلق الصياد النار على البطة بشكل عامودي (كتلة الرصاصة 0.01 kg) وسرعة الرصاصة 100 m/s . الرصاصة تستقر في جسم البطة، ماذا ستكون سرعة البطة والرصاصة مباشرة بعد الإصابة؟

a. 1.49 m/s
b. 2.48 m/s
c. 1.80 m/s
d. 1.78 m/s

46. كرة تنس تم وضعها اعلى كرة سلة، تم أسقاط الكرتين في نفس اللحظة على الأرض . كرة التنس ارتدت عن كرة السلة بسرعة عالية والسبب في ذلك هو:
   a. كرة السلة سقطت ابعد من كرة التنس
   b. لان الأرض تجذب مرة التنس بشكل اقل من جذبها لكرة السلة
   c. كرة السلة التي كتلتها اكبر تنقل الزخم الى كرة التنس الأقل كتلة
   d. كرة التنس لها نصف قطر اقل من كرة السلة

47. يرمي احمد قطعة من الصلصال كتلتها 100 g على هدف كتلته 500 g ثابت على سطح أفقي، بعد الاصطدام يتحرك الجسمين معا ككتلة واحدة مسافة 2.1 m قبل التوقف نهائيا على السطح الافقي . اذا كان معامل الاحتكاك $\mu = 0.5$. ما هي سرعة قطعة الصلصال قبل الاصطدام؟
   a. 4.5 m/s
   b. 12 m/s
   c. 27 m/s
   d. 36 m/s
   e.

48. كرتي بولينغ كتلة كل منهما 7 kg يتدحرجان باتجاه بعضهم البعض، الكرة اليسرى تسير بسرعة مقدارها +4m/s والكرة اليمنى تتحرك بسرعة مقدارها -4m/s . ما هي سرعة الكرتين بعد الاصطدام؟
   a. لن يكون هنالك حركة للكرتين بعد الاصطدام
   b. -4 m/s, +4 m/s
   c. +4 m/s, -4 m/s
   d. -14 m/s, 14 m/s

49. جسم كتلته 5 kg يتحرك باتجاه اليمين بسرعة مقدارها 4 m/s يصطدم بجسم اخر يتحرك لليسار بسرعة مقدارها 5m/s . يلتزق الجسمين بعد الاصطدام ويتحركان كجسم واحد . هذا الجسم الجديد سوف:
   a. يتحرك باتجاه اليمين
   b. يتحرك باتجاه اليسار
   c. لن يتحرك نهائيا
   d. ستكون طاقة حركته اقل من طاقة حركة النظام قبل الاصطدام

50. نيوترون في مفاعل نووي يصطدم تصادما مرنا (رأس برأس) مع ذرة كربون متوقفة بدون حركة (كتلة ذرة الكربون تساوي 12 ضعف كتلة النيوترون) . ما هي نسبة طاقة الحركة التي تنتقل من البروتون الى ذرة الكربون؟
   a. 14.4%
   b. 28.4%
   c. 41.4%
   d. 56.6%

51. جسم كتلته 5 kg يتحرك لليمين بسرعة مقدارها 4 m/s يصطدم بجسم كتلته 4 kg يتحرك لليسار بسرعة مقدارها 5 m/s ، يلتزق الجسمان بعد الاصطدام و سوف؟
    a. يكون للجسم الجديد نفس طاقة حرة النظام قبل الاصطدام
    b. يكون للجسم الجديد طاقة حركة اكبر من طاقة حركة النظام قبل الاصطدام
    c. لن يكون له طاقة حركة
    d. يكون زخمه اقل من زخم النظام قبل الاصطدام

52. جسمين كتلتهما m_1 و m_2 حيث $m_1 = 3m_2$ يصطدمان تصادما مرنا (رأس برأس)، كانت سرعتهما قبل الاصطدام V لكل منهما، ماذا ستكون السرعة التي سيتحرك فيها كل من الجسمين بعد الاصطدام؟
    a. $3v$
    b. $v/3$
    c. $3v/4$
    d. *V*

53. جسمان m_1 و m_2 حيث $m_1<m_2$. الجسمان لهما نفس الزخم. كيف يمكن مقارنة طاقة حركتها ؟
    a. KE1 < KE2
    b. KE1 = KE2
    c. KE1 > KE2
    d. لا شيء مما ذكر

54. جسمان يصطدمان احدهما ثابت . هل من الممكن ان للجسمين ان يثبتا بعد الاصطدام بدون حركة؟
    a. نعم اذا كان الاصطدام عديم المرونة
    b. نعم اذا كان الاصطدام مرنا
    c. من الممكن ان يحدث اذا كانت كتلة الجسم الثابت كبيرة جدا
    d. لا يمكن ان يحدث هذا الاصطدام