

## حل تمارين الوحدة السابعة: كمية الحركة والتصادمات



### تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الإماراتية

موقع المناهج ← المناهج الإماراتية ← الصف الحادي عشر المتقدم ← فيزياء ← الفصل الثالث ← ملفات متنوعة ← الملف

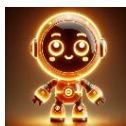
تاريخ إضافة الملف على موقع المناهج: 2026-06-28 12:55:01

ملفات اكتب للمعلم اكتب للطالب ا اختبارات الكترونية ا اختبارات ا حلول ا عروض بوربوينت ا أوراق عمل  
منهج انجليزي ا ملخصات وتقارير ا مذكرات وبنوك ا الامتحان النهائي ا للمدرس

المزيد من مادة  
فيزياء:

إعداد: ظريف محب الكنانى

### التواصل الاجتماعي بحسب الصف الحادي عشر المتقدم



صفحة المناهج  
الإماراتية على  
فيسبوك

الرياضيات

اللغة الانجليزية

اللغة العربية

التربية الاسلامية

المواد على تلغرام

### المزيد من الملفات بحسب الصف الحادي عشر المتقدم والمادة فيزياء في الفصل الثالث

كمية الحركة والتصادمات

1

ملخص وتدريبات الزخم والتصادمات

2

تجميع قوانين الفيزياء

3

BE READY END OF TERM 3 REVISION - ANSWERS PHYSICS

4

كن مستعدا مراجعة نهاية الفصل 2026م

5

منتدى  
منهج الفيزياء المطور

حل تمارين الوحدة السابعة

كمية الحركة والنصادمات

إعداد: أ/ ظريف محب الكنانى





منتدى

# منهج الفيزياء المطور

|                   |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |
|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                   |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            | <u>1</u>   |            |           |           |           |           |           |           |           |
|                   |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            | <u>3</u>   | <u>2</u>   |            |           |           |           |           |           |           |           |
|                   |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            | <u>6</u>   | <u>5</u>   | <u>4</u>   |            |           |           |           |           |           |           |           |
|                   |            |            |            |            |            |            |            |            | <u>10</u>  | <u>9</u>   | <u>8</u>   | <u>7</u>   |            |            |           |           |           |           |           |           |           |
|                   |            |            |            |            |            |            | <u>15</u>  | <u>14</u>  | <u>13</u>  | <u>12</u>  | <u>11</u>  |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |
|                   |            |            |            |            | <u>21</u>  | <u>20</u>  | <u>19</u>  | <u>18</u>  | <u>17</u>  | <u>16</u>  |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |
|                   |            |            |            | <u>28</u>  | <u>27</u>  | <u>26</u>  | <u>25</u>  | <u>24</u>  | <u>23</u>  | <u>22</u>  |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |
|                   |            |            | <u>36</u>  | <u>35</u>  | <u>34</u>  | <u>33</u>  | <u>32</u>  | <u>31</u>  | <u>30</u>  | <u>29</u>  |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |
|                   |            | <u>45</u>  | <u>44</u>  | <u>43</u>  | <u>42</u>  | <u>41</u>  | <u>40</u>  | <u>39</u>  | <u>38</u>  | <u>37</u>  |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |
|                   | <u>55</u>  | <u>54</u>  | <u>53</u>  | <u>52</u>  | <u>51</u>  | <u>50</u>  | <u>49</u>  | <u>48</u>  | <u>47</u>  | <u>46</u>  |            |            |            |            |           |           |           |           |           |           |           |
|                   |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            | <u>66</u>  | <u>65</u>  | <u>64</u>  | <u>63</u>  | <u>62</u> | <u>61</u> | <u>60</u> | <u>59</u> | <u>58</u> | <u>57</u> | <u>56</u> |
|                   |            |            |            |            |            |            |            |            |            | <u>78</u>  | <u>77</u>  | <u>76</u>  | <u>75</u>  | <u>74</u>  | <u>73</u> | <u>72</u> | <u>71</u> | <u>70</u> | <u>69</u> | <u>68</u> | <u>67</u> |
|                   |            |            |            |            |            |            |            | <u>91</u>  | <u>90</u>  | <u>89</u>  | <u>88</u>  | <u>87</u>  | <u>86</u>  | <u>85</u>  | <u>84</u> | <u>83</u> | <u>82</u> | <u>81</u> | <u>80</u> | <u>79</u> |           |
| <u>105</u>        | <u>104</u> | <u>103</u> | <u>102</u> | <u>101</u> | <u>100</u> | <u>99</u>  | <u>98</u>  | <u>97</u>  | <u>96</u>  | <u>95</u>  | <u>94</u>  | <u>93</u>  | <u>92</u>  |            |           |           |           |           |           |           |           |
| كل عام وانتم بخير |            |            |            |            | <u>115</u> | <u>114</u> | <u>113</u> | <u>112</u> | <u>111</u> | <u>110</u> | <u>109</u> | <u>108</u> | <u>107</u> | <u>106</u> |           |           |           |           |           |           |           |

B

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

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

القائمة الرئيسية

حسب مبدأ حفظ كمية الحركة عندما تندفع الرصاصة للإمام فان المسدس يندفع للخلف لكن مسافة أقل بسبب فرق الكتلة .



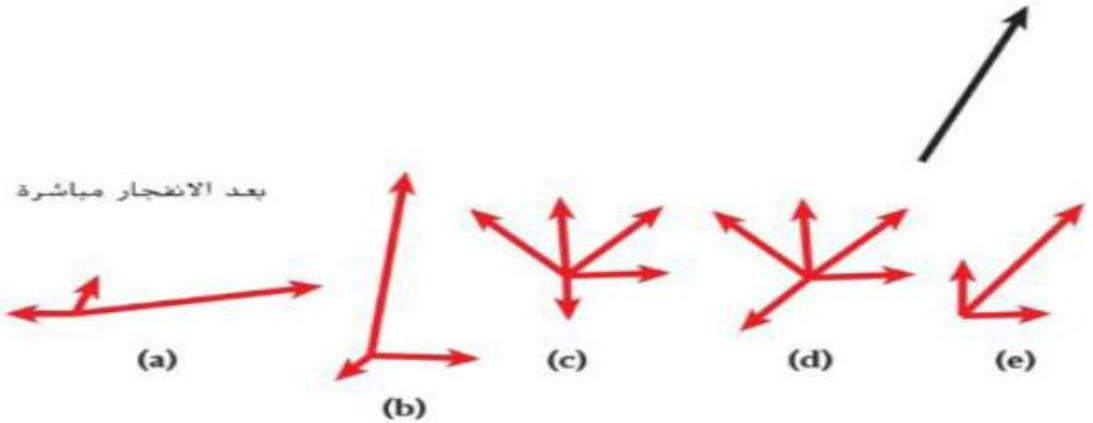
b , c

القائمة الرئيسية



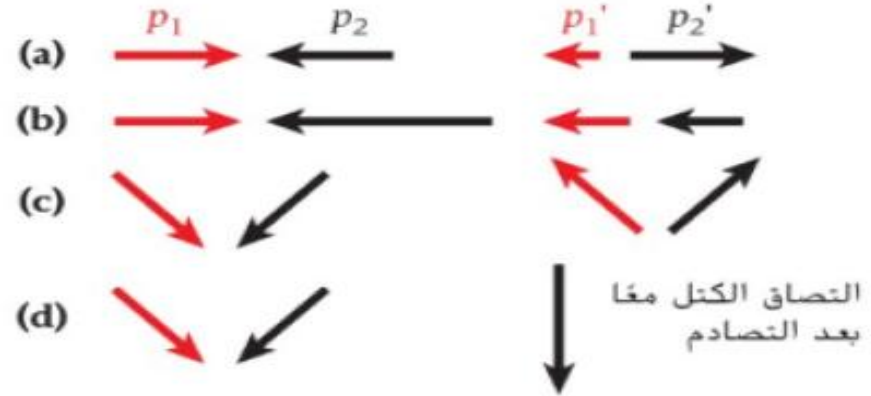
7.2 تنطلق مغذوقات الألعاب النارية إلى أعلى كما هو موضح في الشكل على اليمين قبل انفجارها مباشرة. وفي ما يلي توضيح لمجموعات متجهات كمية الحركة المحتملة لشظايا القذيفة عقب الانفجار مباشرة. أي المجموعات يمكن أن تحدث في الواقع؟

قبل الانفجار مباشرة



يجب الحفاظ على محصلة كمية الحركة ليكون لأعلى

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



b , d

حسب جمع المتجهات يجب أن تكون المحصلة نفسها قبل وبعد

القائمة الرئيسية



e

- 7.4 تتعادل قيمة كمية حركة نظام ما في وقت لاحق مع كمية الحركة نفسها في وقت سابق في حال عدم وجود
- (a) تصادمات بين الجسيمات داخل النظام.
  - (b) تصادمات لا مرنة بين الجسيمات داخل النظام.
  - (c) تغيرات في كمية حركة الجسيمات الفردية داخل النظام.
  - (d) قوى داخلية مؤثرة بين الجسيمات داخل النظام.
  - (e) قوى خارجية مؤثرة بين جسيمات النظام.

كمية الحركة تكون محفوظة داخل النظام إذا لم تكن هناك قوة خارجية تؤثر في مكونات النظام ولكن يحدث دائما تأثير من المكونات على بعضها وتبادل للطاقة وكمية الحركة

القائمة الرئيسية



e

7.5 فُكِّر في هذه الحالات الثلاث:

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

في أي حالة تتعرض الكرة لأكبر تغيير في كمية الحركة؟

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

جميع الحالات الثلاث تتضمن نفس الكتلة ونفس التغير في السرعة لذلك يكون نفس التغير في كمية الحركة

القائمة الرئيسية



b

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

- (a) تتعرض العربة ذات الكتلة  $m$  لتغيُّر أكبر.
- (b) تتعرض العربة ذات الكتلة  $2m$  لتغيُّر أكبر.
- (c) يتعادل التغيُّر في كمية الحركة لكلتا العربتين.
- (d) يستحيل معرفة الأمر من خلال المعلومات المعطاة.

العربتان تتعرضان لنفس القوة لذلك تكون لهما عجلتين مختلفتين عكسيا مع الكتلة  $a_m = 2a_{2m}$

وبذلك تصلان لسرعتين مختلفتين  $v_{1f} = \sqrt{2ax}$  ,  $v_{2f} = \sqrt{ax}$  ويكون التغير في كميتي الحركة مختلفين

$$\Delta p_1 = m\sqrt{2ax} = \sqrt{2}(m\sqrt{ax}), \quad \Delta p_2 = 2m\sqrt{ax} = 2(m\sqrt{ax}) \quad \therefore \Delta p_2 > \Delta p_1$$



C

7.7 فُكِّر في عربتين، كتلتاهما  $m$  و  $2m$ ، في حالة سكون على مسار هوائي عديم الاحتكاك. إذا دفعت العربة ذات الكتلة الأدنى لمدة  $3\text{ s}$  ثم دفعت العربة الأخرى لمقدار المدة الزمنية نفسه وبالقوة ذاتها، فأَي من السيارتين ستتعرض لتغيُّر أكبر في كمية الحركة؟

- (a) تتعرض العربة ذات الكتلة  $m$  لتغيُّر أكبر.
- (b) تتعرض العربة ذات الكتلة  $2m$  لتغيُّر أكبر.
- (c) يتعادل التغيُّر في كمية الحركة لكلتا العربتين.
- (d) يستحيل معرفة الأمر من خلال المعلومات المعطاة.

من قانون الدفع كمية الحركة ولان العربتين تتأثران بنفس القوة في نفس الزمن يكون نفس التغير في

$$F\Delta t = \Delta p \text{ كمية الحركة}$$

القائمة الرئيسية



a

### القائمة الرئيسية



7.8 أي العبارات التالية المتعلقة بتصادمات السيارة صحيحة؟

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

تكون مناطق امتصاص الصدمات غير صلبة بالقدر الكافي وذلك يؤدي حدوث أكبر قدر ممكن من التشوّه في أطول زمن ممكن وبذلك حسب قانون الدفع كمية الحركة إطالة الزمن يقلل من القوة المؤثرة على السائق

C

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

هبوط القطعة الأخرى عن نقطة الانطلاق؟

- |          |          |
|----------|----------|
| $3D$ (c) | $D$ (a)  |
| $4D$ (d) | $2D$ (b) |

عند أعلى نقطة تكون للقذيفة قبل الانشطار السرعة الأفقية وبعد الانشطار تكمل إحدى القسمين في نفس المسار بضعف السرعة التي كانت عليها القذيفة كاملة بينما ترتد الأخرى بنفس السرعة في الاتجاه العكسي الجزء الذي أكمل في نفس المسار يقطع مسافة أفقية  $2D$  بذلك يكون البعد عن نقطة القذف  $3D$

$$(m v_0 \cos \theta) - (m 2v_0 \cos \theta) = (2m v_0 \cos \theta) \text{ القذيفة كاملة}$$

القائمة الرئيسية



a

7.10 بصطدم حجر كيرلنغ أحمر يتحرك بسرعة مقدارها  $2.0 \text{ m/s}$  مع حجر كيرلنغ أصفر في حالة سكون (تصادم مرن تمامًا). ما سرعة كل من حجري الكيرلنغ بعد التصادم مباشرة؟

(a) يكون الحجر الأحمر في حالة سكون في حين يتحرك الحجر الأصفر بسرعة مقدارها  $2.0 \text{ m/s}$ .

(b) يتحرك كل من الحجر الأحمر والحجر الأصفر بسرعة مقدارها  $1.0 \text{ m/s}$ .

(c) يرتد الحجر الأحمر عن الحجر الأصفر ويتحرك بسرعة مقدارها  $2.0 \text{ m/s}$ ، ويظل الحجر الأصفر في حالة سكون.

لأن التصادم مرن تمامًا والجسمين متساويين في الكتلة والتصادم يحدث رأسياً أي على محور واحد لذلك يتوقف الجسم الأول ويتحرك الثاني بنفس السرعة الابتدائية للأول وفي نفس الاتجاه

القائمة الرئيسية



a,b,c

7.11 بالنسبة إلى التصادم المرن تمامًا بين جسمين، أي العبارات التالية صحيحة؟

- (a) يتم حفظ الطاقة الميكانيكية الكلية.
- (b) يتم حفظ الطاقة الحركية الكلية.
- (c) يتم حفظ كمية الحركة الكلية.
- (d) يتم حفظ كمية الحركة لكل جسم على حدة.
- (e) يتم حفظ الطاقة الحركية لكل جسم على حدة.

في التصادم المرن تمام يتم تحول الطاقة من صورة لأخرى دون فقد لذلك تحفظ الطاقة الميكانيكية عند التصادم في ثلاث أبعاد وتحفظ طاقة الحركة إذا كان التصادم في الاتجاه الأفقي فقط أما كمية الحركة فهي

محفوظة في جميع التصادمات

القائمة الرئيسية



C

- 7.12 بالنسبة إلى التصادم اللامرن تمامًا بين جسمين، أي العبارات التالية صحيحة؟
- (a) يتم حفظ الطاقة الميكانيكية الكلية.
  - (b) يتم حفظ الطاقة الحركية الكلية.
  - (c) يتم حفظ كمية الحركة الكلية.
  - (d) دائمًا ما تساوي كمية الحركة الكلية بعد التصادم صفرًا.
  - (e) لا يمكن أن تساوي الطاقة الحركية الكلية بعد التصادم صفرًا على الإطلاق.

في جميع أنواع التصادمات تكون كمية الحركة محفوظة

القائمة الرئيسية



7.13 يُستخدم بندول قذفي لقياس سرعة رصاصة يتم إطلاقها من بندقية. كتلة الرصاصة تساوي 50.0 g، وكتلة الكتلة تساوي 20.0 kg. عندما تصطدم الرصاصة بالكتلة، ترتفع الكتلة المجمع مسافة رأسية مقدارها 5.00 cm. كم كانت سرعة الرصاصة عند اصطدامها بالكتلة؟

d) 479 m/s

a) 397 m/s

e) 503 m/s

b) 426 m/s

c) 457 m/s

a

بعد التصادم  $m g h_f + \frac{1}{2} m v_i^2 = m g h_f + \frac{1}{2} m v_f^2$

$$v_i = \sqrt{2 g h_f} = \sqrt{2 \times 9.81 \times 0.05} = 0.99 \text{ m/s}$$

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

$$v_{1i} = \frac{(m_1 + m_2) v_f}{m_1} = \frac{(0.050 + 20.0) 0.99}{0.050} = 396.99 \cong 397.0 \text{ m/s}$$

القائمة الرئيسية



**7.14** علقت إحدى رائدات الفضاء أثناء جولة في الفضاء عقب حدوث عطل في مجموعتها النفاثة. لحسن الحظ، كان يوجد بالقرب منها جسمان يمكنها دفعهما لمساعدتها في العودة إلى محطة الفضاء الدولية. حيث إن كتلة الجسم الأول تساوي كتلة رائدة الفضاء، وكتلة الجسم الثاني أكبر بمقدار 10 أضعاف. لتحقيق كمية حركة محددة نحو محطة الفضاء الدولية من خلال دفع أحد هذين الجسمين بعيداً عن محطة الفضاء الدولية، أي الجسمين يجب عليها دفعه؟ بمعنى، أي الجسمين يتطلب شغلاً أقل لتحقيق مقدار الدفع نفسه؟ مبدئياً، تُعد رائدة الفضاء والجسمان في حالة سكون بالنسبة إلى محطة الفضاء الدولية. (ملاحظة: تذكر أن الشغل يساوي القوة في المسافة وفكر في كيفية تحرك الجسمين عند دفعهما).

تختار الجسم الأكثر كتلة لأنها سوف ترتد بسرعة عشرة أضعاف السرعة التي يرتد بها الجسم الثقيل، لكن في حال استخدمت الجسم المماثل لها في الكتلة سوف ترتد بنفس السرعة التي ينطلق بها الجسم.



7.15 فُكّر في بندول قذفي (انظر القسم 7.6) اصطدمت رصاصة بالكتلة الخشبية المتصلة به. تتدلى الكتلة الخشبية من السقف وتتأرجح لتصل إلى أقصى مقدار من الارتفاع بعد اصطدام الرصاصة بها. في العادة، تندمج الرصاصة في الكتلة الخشبية. بافتراض أن الرصاصة نفسها وبسرعة الرصاصة الأولية نفسها اصطدمت بالكتلة الخشبية ذاتها، هل سيتغير الحد الأقصى لارتفاع الكتلة الخشبية إذا لم تتوقف الرصاصة داخل الكتلة الخشبية بل اخترقتها لتصل إلى الجهة الأخرى؟ هل سيتغير الارتفاع إذا كانت الرصاصة والسرعة ثابتتين لكن الكتلة كانت من الفولاذ وارتدت عنها الرصاصة إلى الخلف مباشرة؟

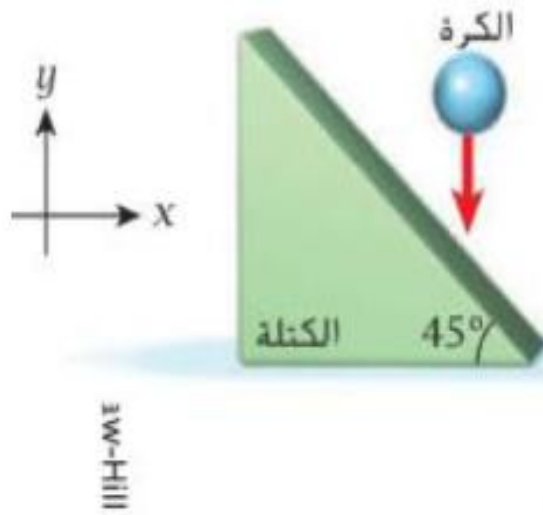
إذا اخترقت الرصاصة ومرت خلال الكتلة فإنها لن تعطي الكتلة كل ما لديها من كمية حركة وبالتالي لن ترتفع الكتلة نفس المسافة لو توقفت الرصاصة خلالها بل مسافة أقل .



7.16 يشعر لاعب القفز بالحبال بالقلق حيال احتمال انقطاع الحبل المرن إذا تمدد بدرجة كبيرة ويفكر في استبدال الحبل بكبل فولاذي ذي قدرة شد عالية. هل هذه فكرة جيدة؟

ليست فكرة جيدة حيث يؤدي تمدد الحبل المطاطي إلى امتصاص الطاقة التي يكتسبها اللاعب في زمن طويل نسبياً ويخزنها في شكل طاقة وضع مرونية ثم يؤثر على اللاعب وتتحول إلى طاقة حركة , في حال كبل الصلب لن يتمدد وبالتالي يسبب دفع على اللاعب في فترة زمنية قصيرة فتكون القوة المؤثرة كبيرة مما يسبب ضرر بالغ على اللاعب





7.17 تسقط كرة مباشرة على كتلة على شكل إسفين مثبتة على ثلج عديم الاحتكاك. حيث تكون الكتلة في حالة سكون مبدئيًا (انظر الشكل). بافتراض أن التصادم مرن تمامًا، هل يتم حفظ كمية حركة نظام الكتلة الخشبية / الكرة؟ هل تتساوى الطاقة الحركية الكلية لنظام الكتلة الخشبية / الكرة تمامًا قبل التصادم وبعده؟ اشرح إجابتك.

في جميع التصادمات البسيطة التي تتضمن بعد واحد أو بعدين تكون كمية الحركة محفوظة لكن في هذه الحالة تصادم في ثلاث أبعاد تكون الأمور معقدة ولا تحفظ كمية الحركة لكن طاقة الحركة الكلية للنظام تكون محفوظة .

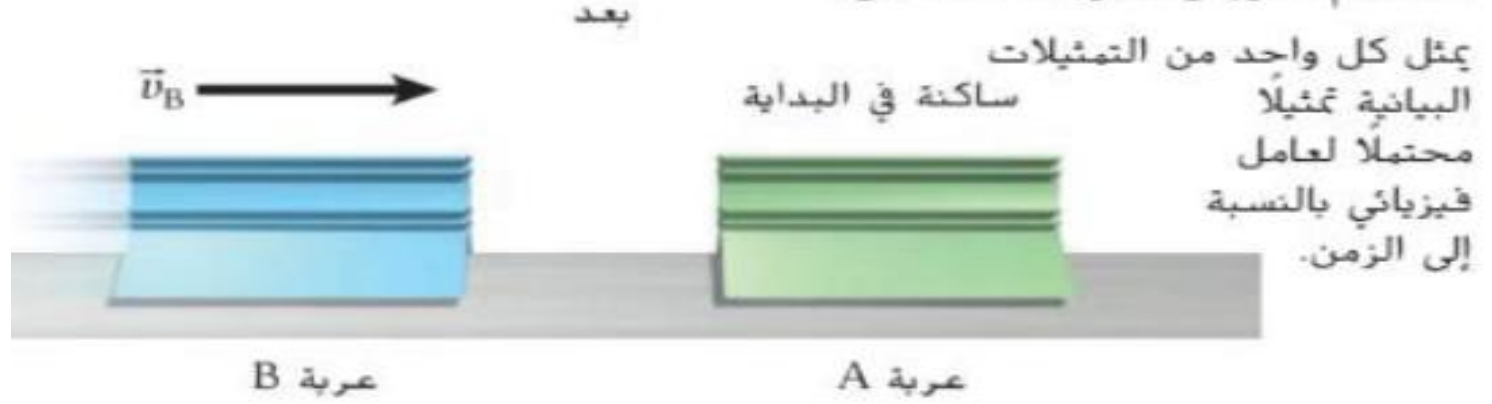


7.18 حل المسائل التي تتضمن المذوفات المنتقلة عبر الهواء من خلال تطبيق قانون حفظ كمية الحركة، يتطلب الأمر تقييم كمية حركة النظام قبل التصادم أو الانفجار مباشرة وبعده مباشرة. لماذا؟

لتطبيق مبدأ حفظ كمية الحركة في التصادمات نشترط عدم تدخل قوى خارجية لذلك نتعامل مع الأجسام المتصادمة قبل التصادم وبعده مباشرة وذلك لتجنب تأثير القوى غير المحافظة مثل الاحتكاك ومقاومة الهواء



**7.19** تتحرك عربتان على مسار هوائي كما هو موضح في الشكل. عندما يكون الزمن  $t = 0$ ، فإنَّ العربة B تكون عند نقطة الأصل وتتحرك في اتجاه  $x$  الموجب بسرعة مقدارها  $v_B$  والعربة A في حالة سكون كما هو موضح في الرسم التخطيطي. تصطدم العربتان لكنهما لا تلتصقان.

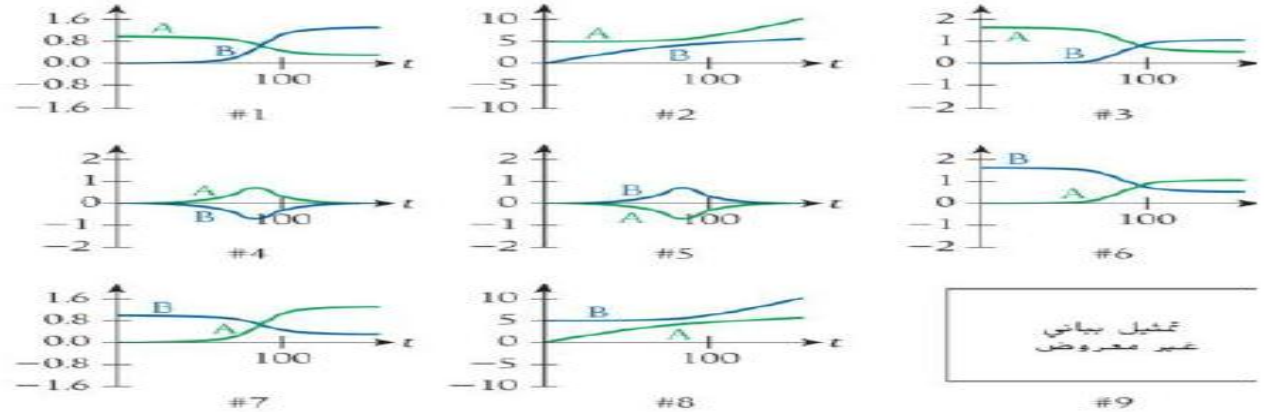


الشكل رقم 4 يشير إلى القوة المؤثرة في كل من الجسمين قبل وأثناء التصادم ونلاحظ قبل التصادم القوة صفر، أثناء التصادم القوتين متساويتين في المقدار ومتعاكستين في الاتجاه





يتضمن كل تمثيل بياني منحنيين، منحني واحد لكل عربة، ويُسمى كل منحني منهما بحرف العربة. بالنسبة إلى كل خاصية من الخصائص التالية من (a) إلى (e)، حدد التمثيل البياني الذي يمكن أن يكون تمثيلًا للخاصية، في حال عدم وجود تمثيل بياني لإحدى الخصائص، اختر البديل 9.



- (a) الخوتان اللتان تبدلتهما العربتان  
(b) موقعا العربتين  
(c) السرعتان المتجهتان للعربتين  
(d) عجلتا العربتين  
(e) كميتا الحركة للعربتين

الشكل رقم 4 يشير إلى القوة المؤثرة في كل من الجسمين قبل وأثناء التصادم ونلاحظ قبل التصادم القوة

صفر، أثناء التصادم القوتين متساويتين في المقدار ومتعاكستين في الاتجاه

7.20 باستخدام مبادئ كمية الحركة والقوة، اشرح لماذا تُحد الوسادة الهوائية من خطر التعرض للإصابة في حال تصادم السيارة.

تعمل الوسائد الهوائية على مبدأ الدفع - كمية الحركة والذي يشير إلى أن التغير في كمية الحركة ثابت يبقى التدقيق في الدفع الذي يمكن الحصول عليه من قوة صغيرة لفترة طويلة أو قوة كبيرة لفترة قصيرة . تعمل الوسائد الهوائية على إطالة زمن التصادم فتقلل القوة المؤثرة على ركاب السيارة .

القائمة الرئيسية



7.21 يعمل الصاروخ بواسطة طرد الغاز (الوقود) من فتحاته بسرعة متجهة عالية. ومع ذلك، إذا افترضنا أن النظام يتمثل في الصاروخ والوقود، فاشرح من وجهة نظر نوعية سبب قدرة الصاروخ الثابت على الحركة.

في البداية تكون كمية الحركة الكلية للصاروخ والوقود صفر، وعند بدء الحركة يكتسب الوقود كمية حركة لأسفل، وللحفاظ على كمية الحركة الكلية يندفع الصاروخ بنفس كمية الحركة في الاتجاه المعاكس.



**7.22** في حال الضرب في الوجه، فإن الملاكّم "يُبعد وجهه لتخفيف اللكمة"؛ مما يعني أنّه إذا توقع اللكمة، فإنّه سيبدأ في تحريك رأسه نحو الخلف قبل وصول قبضة يد غريمه، ثم يتحرك رأسه نحو الخلف بسهولة نتيجة الضربة. من منظور كمية الحركة-الدفع، اشرح السبب في كون هذا أفضل بكثير من تصليب عضلات رقبتة وتخصين نفسه من اللكمة.

عند تحريك الملاكّم رأسه للخلف فإنه يطيل زمن الضربة وبالتالي تقلّ القوة المؤثرة على وجهه.

القائمة الرئيسية



7.23 تتحرك عربة قطار مفتوحة بسرعة  $v_0$  على مضمار سكة حديد مستوٍ عديم الاحتكاك، دون محرك يجرها. بدأ المطر في الهطول. يسقط المطر عمودياً ويبدأ في ملء عربة القطار. هل ستتناقص سرعة العربة أم ستزيد أم ستبقى كما هي دون تغيير؟ اشرح إجابتك.

حسب مبدأ كمية حفظ كمية الحركة للعربة والماء ولأن سرعة الماء الابتدائية تكون صفر في الاتجاه الأفقي وهذا يؤدي إلى أن زيادة الكتلة الكلية للعربة والماء يقلل من السرعة حيث كمية الحركة النهائية تساوي كمية الحركة الابتدائية.

القائمة الرئيسية



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

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

$$p_a = m v = 1.0 \times 10^6 \times 500 = 5.0 \times 10^8 \text{ kg.m/s}$$

$$p_b = m v = 1.8 \times 10^5 \times 83.3 = 1.50 \times 10^7 \text{ kg.m/s}$$

$$p_c = m v = 1.2 \times 10^2 \times 10 = 1.2 \times 10^3 \text{ kg.m/s}$$

$$p_d = m v = 1.0 \times 10^1 \times 120 = 1.2 \times 10^3 \text{ kg.m/s}$$

$$p_e = m v = 2.0 \times 10^{-27} \times 2.0 \times 10^8 = 4.0 \times 10^{-19} \text{ kg.m/s}$$

$$p_a > p_b > p_c = p_d > p_e$$





$$K_a = \frac{1}{2} m v^2 = 0.50 \times 1.0 \times 10^6 \times 500^2 = 1.25 \times 10^{11} \text{ J}$$

$$K_b = \frac{1}{2} m v^2 = 0.50 \times 1.8 \times 10^5 \times 83.3^2 = 6.25 \times 10^8 \text{ J}$$

$$K_c = \frac{1}{2} m v^2 = 0.50 \times 1.2 \times 10^2 \times 10^2 = 6.0 \times 10^3 \text{ J}$$

$$K_d = \frac{1}{2} m v^2 = 0.50 \times 1.0 \times 10^1 \times 120^2 = 7.2 \times 10^4 \text{ J}$$

$$K_e = \frac{1}{2} m v^2 = 0.50 \times 2.0 \times 10^{-27} \times (2.0 \times 10^8)^2 = 4.0 \times 10^{-11} \text{ J}$$

$$K_a > K_b > K_d > K_c > K_e$$

**7.25** سيارة كتلتها 1200 kg، تتحرك بسرعة 72.0 mph على طريق سريع، تتخطى سيارة رياضية متعددة الأغراض صغيرة كتلتها أكبر بمقدار مرة ونصف، وتتحرك بسرعة تصل إلى  $\frac{2}{3}$  من سرعة السيارة.

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

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

$$\frac{p_s}{p_c} = \frac{m_s v_s}{m_c v_c} = \frac{\frac{3}{2} m_c \frac{2}{3} v_c}{m_c v_c} = 1$$

$$\frac{K_s}{K_c} = \frac{\frac{1}{2} m_s v_s^2}{\frac{1}{2} m_c v_c^2} = \frac{\frac{3}{2} m_c \left(\frac{2}{3} v_c\right)^2}{m_c v_c^2} = \frac{\frac{3}{2} m_c \frac{4}{9} v_c^2}{m_c v_c^2} = \frac{2}{3}$$



**7.26** يمثل الإلكترون فولت، eV، وحدة من وحدات الطاقة (J =  $1.602 \times 10^{-19}$  J, 1 MeV =  $1.602 \times 10^{-13}$  J). حيث إنَّ وحدة كمية الحركة تمثّل وحدة الطاقة مقسومة على وحدة السرعة المتجهة، عادة ما يحدد علماء الفيزياء النووية كميات حركة النويات بوحدات MeV/c، حيث تمثّل c سرعة الضوء ( $c = 2.998 \times 10^8$  m/s). بالوحدات نفسها، تم تحديد كتلة البروتون ( $1.673 \times 10^{-27}$  kg) بالمقدار  $938.3 \text{ MeV}/c^2$ . إذا كان البروتون يتحرك بسرعة 17,400 km/s، فما كمية حركته بوحدات MeV/c؟

$$v = \frac{1.74 \times 10^7}{2.998 \times 10^8} = 0.058 c$$

$$p = m v = (938.3)(0.058 c) = 54.5 \text{ MeV}/c$$



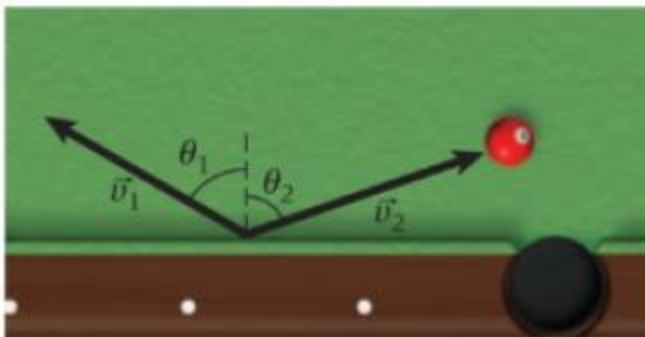
7.27 تترد كرة قدم كتلتها 442 g عن عارضة المرمى ثم تنحرف إلى أعلى بزاوية قدرها  $58.0^\circ$  بالنسبة إلى المستوى الأفقي. بعد الانحراف مباشرة، كانت الطاقة الحركية للكرة 49.5 J. ما المركبات الرأسية والأفقية لكمية حركة الكرة عقب اصطدامها بالعارضة مباشرة؟

$$v = \sqrt{\frac{2K}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 49.5}{0.442}} = 14.97 \text{ m/s}$$

$$p_x = m v_x = 0.442 \times 14.97 \cos 58.0 = 3.51 \text{ kg.m/s}$$

$$p_y = m v_y = 0.442 \times 14.97 \sin 58.0 = 5.61 \text{ kg.m/s}$$





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

$$\Delta p_x = (0.250 \times 10 \cos 289) - (0.250 \times 27 \cos 240) = 4.20 \text{ kg.m/s}$$

$$\Delta p_y = (0.250 \times 10 \sin 289) - (0.250 \times 27 \sin 240) = 3.48 \text{ kg.m/s}$$

$$\Delta p = \sqrt{\Delta p_x^2 + \Delta p_y^2} = \sqrt{(4.20)^2 + (3.48)^2} = 5.45 \text{ kg.m/s}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{\Delta p_y}{\Delta p_x} \right) = \tan^{-1} \left( \frac{3.48}{4.20} \right) = 50.36^\circ$$



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

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

$$J_{\text{صعود}} = \Delta p = m(v_f - v_i) = 9.09(0.0 - 2.70) = -24.54 \text{ N.m}$$

$$J_{\text{صعود}} = \Delta p = m(v_f - v_i) = 9.09(2.70 - 0.0) = 24.54 \text{ N.m}$$



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

- (a) ما الدفع الذي ينقله اللاعب الظهير إلى اللاعب المهاجم؟  
 (b) ما أثر الدفع في مقدار تغير كمية حركة اللاعب المهاجم؟  
 (c) ما كمية حركة اللاعب المهاجم عندما تلمس قدماه الأرض؟  
 (d) إذا استمر اللاعب الظهير في بذل مقدار القوة نفسه بعد ملاصقة قدمي اللاعب المهاجم للأرض، فهل ستظل هذه هي القوة الوحيدة المؤثرة في تغيير كمية حركة اللاعب المهاجم؟

$$J = F\Delta t = 900 \times 0.750 = 675 \text{ N.m}$$

$$J = \Delta p = 675 \text{ N.m}$$

$$p_f = J + p_i = -675 + (83.0 \times 6.50) = 136 \text{ kg.m/s}$$

سوف تؤثر قوة دفع الأرض للمهاجم لأعلى على تغيير كمية الحركة

$$v_f = \frac{p_f}{m} = \frac{136}{83.0} = 1.63 \text{ m/s}$$



7.31 يقذف الرامي في كرة البيسبول كرة سريعة تعبر القاعدة الرئيسة بزاوية قدرها  $7.25^\circ$  أسفل المستوى الأفقي وبسرعة قدرها 88.5 mph. نرتد الكرة (كتلتها 0.149 kg) فوق رأس اللاعب بزاوية  $35.53^\circ$  أعلى المستوى الأفقي وبسرعة قدرها 102.7 mph. ما مقدار الدفع الذي تلغته الكرة؟

$$\Delta p_x = (0.149 \times 45.9 \cos 35.53) + (0.149 \times 39.6 \cos 352.75) =$$

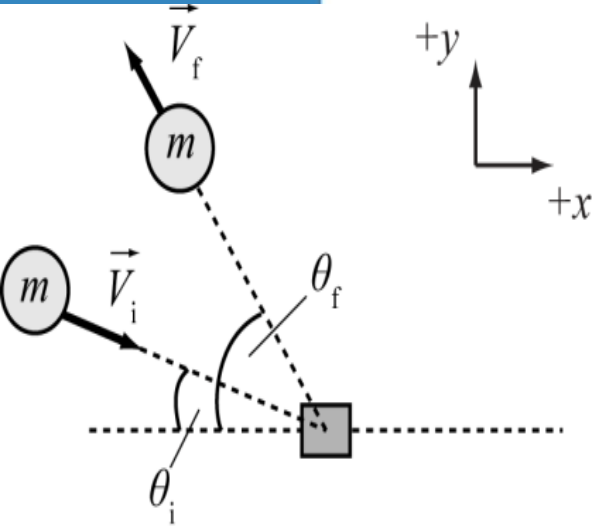
$$11.42 \text{ kg.m/s}$$

$$\Delta p_y = (0.149 \times 45.9 \sin 35.53) - (0.149 \times 39.6 \sin 352.75) = 4.72 \text{ kg.m/s}$$

$$\Delta p = \sqrt{\Delta p_x^2 + \Delta p_y^2} = \sqrt{(11.42)^2 + (4.72)^2} = 12.36 \cong 12.4 \text{ kg.m/s}$$

$$J = \Delta p = 12.4 \text{ kg.m/s}$$





**7.32.** على الرغم من انعدام كتلتها، تكون للفوتونات، التي تتحرك بسرعة الضوء، كمية حركة. فكر خبراء السفر إلى الفضاء في الاستغادة من هذه الحقيقة من خلال بناء أشعة شمسية - ألواح كبيرة من مادة يمكن أن تعمل بانعكاس الفوتونات عليها. نظرًا لأن كمية حركة الفوتون ستنعكس، سيتم بذل دفع عليه بواسطة الأشعة الشمسية، ووفقًا للقانون الثالث لنيوتن، سيتم بذل دفع على الشراع أيضًا، مما ينتج عنه قوة. في الفضاء القريب من الأرض، يسقط حوالي  $3.84 \times 10^{21}$  فوتونًا في كل متر مربع في الثانية. في المتوسط، تبلغ كمية حركة الفوتون الواحد  $1.30 \times 10^{-27} \text{ kg}$  m/s. بالنسبة إلى سفينة فضاء كتلتها  $1000 \text{ kg}$  تبدأ حركتها من وضع السكون ويتصل بها شراع على شكل مربع طول ضلعه  $20.0 \text{ m}$ ، كم تبلغ السرعة التي ستتحرك بها بعد مرور ساعة واحدة؟ بعد أسبوع واحد؟ بعد شهر واحد؟ ما المدة الزمنية التي ستستغرقها السفينة لتصل إلى سرعة قدرها  $8000 \text{ m/s}$ ، تعادل تقريبًا سرعة مكوك فضائي يدور في مداره؟





$$\frac{J}{1s} = P = (3.84 \times 10^{21}) \times (20 \times 20) \times (1.30 \times 10^{-27}) = 1.996 \times 10^{-3} N$$

$$J_{\text{ساعة}} = \Delta p = 2p_i = 2(1.996 \times 10^{-3})(1 \times 60 \times 60) = m(v_f - v_i) = 1000(v_f - 0.0)$$

$$\therefore v_{\text{ساعة}} = 0.0144 m/s$$

$$J_{\text{اسبوع}} = \Delta p = 2p_i = 2(1.996 \times 10^{-3})(1 \times 7 \times 24 \times 60 \times 60) = 1000(v_f - 0.0)$$

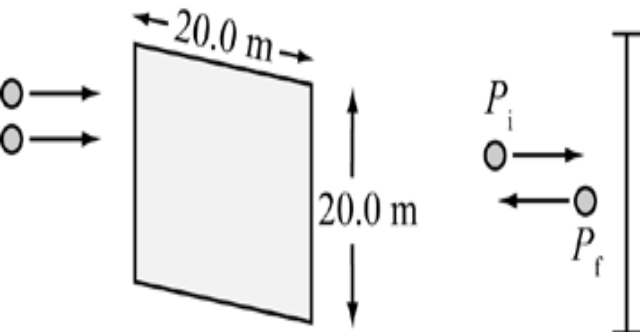
$$\therefore v_{\text{اسبوع}} = 2.416 m/s$$

$$J_{\text{شهر}} = \Delta p = 2p_i = 2(1.996 \times 10^{-3})(1 \times 30 \times 24 \times 60 \times 60) = 1000(v_f - 0.0)$$

$$\therefore v_{\text{شهر}} = 10.34 m/s$$

$$J_{\Delta t} = 2(1.996 \times 10^{-3})(\Delta t) = 1000(8000 - 0.0)$$

$$\therefore \Delta t = \frac{2004008016}{(60 \times 60 \times 24 \times 30)} = 733 \text{ شهر}$$

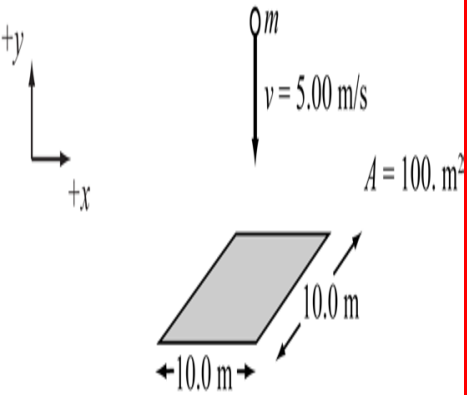


7.33 في العاصفة الشديدة، يسقط 1.00 cm من المطر على سطح أفقي مستوي في 30.0 min. إذا كانت مساحة السطح تساوي 100. m<sup>2</sup> والسرعة المتجهة الطرفية تساوي 5.00 m/s، فما متوسط القوة التي يبذلها المطر على السطح أثناء العاصفة.

$$F \Delta t = m(v_f - v_i) \quad \therefore F = \frac{m(v_f - v_i)}{\Delta t} = \frac{\rho V(v_f - v_i)}{\Delta t} = \frac{\rho Ah(v_f - v_i)}{\Delta t}$$

$$\therefore F = \frac{\rho Ah(v_f - v_i)}{\Delta t} = \frac{1000 \times 100 \times 0.01(0.0 - 5.0)}{30.0 \times 60} = -27.8 \text{ N}$$





**7.34 •** أولت وكالة ناسا الفضائية مزيدًا من الاهتمام للكويكبات الموجودة بالقرب من الأرض. يمكن أن تمر هذه الأجسام، التي اشتهرت في بعض الأفلام الشهيرة، بالقرب من الأرض على نطاق كوني، ما يقرب من 1.6 مليون كيلومتر في بعض الأحيان. تتسم معظم هذه الأجسام بصغر حجمها، بقطر أقل من 500 m. وفي حين أنَّ الاصطدام بالأجسام الصغيرة منها قد يكون خطيرًا، فإنَّ الخبراء يعتقدون أنَّه قد لا يكون كارثيًا على الجنس البشري. يتضمن أحد أنظمة الدفاع المحتملة للحماية من الكويكبات القريبة من الأرض إطلاق صاروخ على الكويكب القادم لتحويل مساره. افترض أنَّ كويكبًا صغيرًا نسبيًا كتلته  $2.10 \times 10^{10} \text{ kg}$  يتجه نحو الأرض بسرعة معتدلة قدرها 12.0 km/s.

(a) ما السرعة التي يجب أن يتحرك بها صاروخ كتلته  $8.00 \times 10^4 \text{ kg}$  عندما يصطدم بالكويكب بصورة مباشرة لإيقافه؟ افترض أنَّ الصاروخ والكويكب التصفا معًا بعد التصادم.

(b) ستمثل الطريقة البديلة في تحويل مسار الكويكب بنسبة صغيرة ومن ثمَّ يتفادى الاصطدام بالأرض. ما مقدار السرعة التي يجب أن يتحرك بها الصاروخ الوارد في الجزء (a) عند التصادم من أجل تحويل مسار الكويكب بمقدار  $1.00^\circ$  في هذه الحالة، افترض أنَّ الصاروخ يضرب الكويكب أثناء سيره على امتداد خط متعامد على مسار الكويكب.





$$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f} = 0.0$$

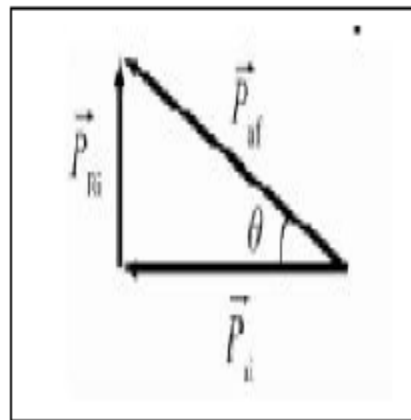
$$(2.10 \times 10^{10} \times 12000) + (8.0 \times 10^4 v_{2i}) = 0.0$$

$$\therefore v_{2i} = -3.15 \times 10^9 \text{ m/s}$$

$$p_{if} = p_{1i} \tan \theta$$

$$m_1 v_{1i} \tan \theta + m_2 v_{2i} = 0.0$$

$$v_{2i} = \frac{(2.10 \times 10^{10} \times 12000) \tan 1.0}{8.0 \times 10^4} = 5.50 \times 10^7 \text{ m/s}$$



7.35• في إلكترونيات المقياس النانوي، يمكن التعامل مع الإلكترونات كما لو كانت كرات بلياردو. يوضح الشكل جهازًا بسيطًا يخضع للدراسة حاليًا حيث يصطدم فيه الإلكترون تصادمًا مرئيًا بجدار صلب (ترانزستور الإلكترونات القذفية). يمثل القضيبان باللون الأخضر القطبين اللذين يمكن أن يبذلا قوة أفقية قدرها  $8.00 \times 10^{-13} \text{ N}$  على الإلكترونات. إذا كان للإلكترون مبدئيًا مركبتا السرعة المتجهة  $v_x = 1.00 \times 10^5 \text{ m/s}$  و  $v_y = 0$  والجدار يحيل بزاوية  $45.0^\circ$ ، وزاوية الانحراف  $\theta_D$  تساوي  $90.0^\circ$ . ما المدة التي يجب فيها بذل القوة الأفقية من القطبين للوصول إلى زاوية انحراف قدرها  $120^\circ$ ؟

من الشكل يجب حساب الزاوية التي ينحرف بها الشعاع عن الاتجاه الأفقي

$$\theta_E = 180 - 135 - 30 = 15$$

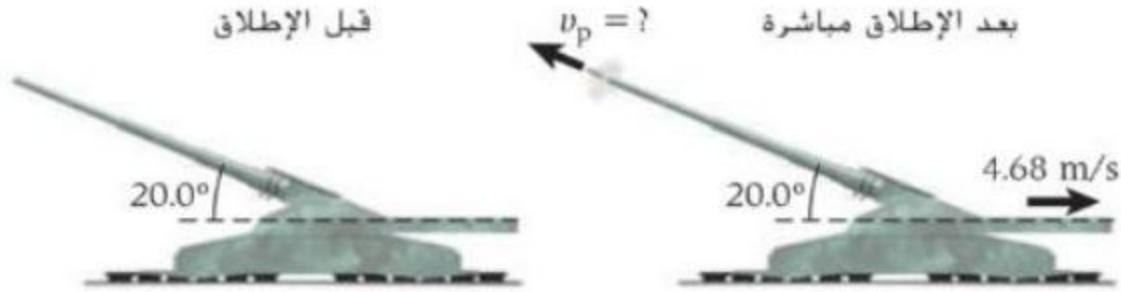
$$F \Delta t = \Delta p \quad \Delta t = \frac{\Delta p}{F} = \frac{m(v_{fx} - v_{ix})}{F} = \frac{m(v_f \cos \theta_E - v_i)}{F}$$

$$\Delta t = \frac{m(v_f \cos \theta_E - v_i)}{F} = \frac{(9.11 \times 10^{-31})(1.0 \times 10^5 \cos 15)}{8.0 \times 10^{-13}} = 1.099 \times 10^{-13} \text{ s}$$



**7.36.** كان يطلق على أكبر مدفع سكة حديدية تم إنشاؤه اسم "جوستاف" وقد استخدم لفترة وجيزة أثناء الحرب العالمية الثانية كانت كتلة المدفع والمتراسر وعربة القطار تساوي  $1.22 \times 10^6 \text{ kg}$ . أطلق

المدفع قذيفة طول قطرها 80.0 cm كتلتها 7502 kg. في صورة إطلاق النار الموضحة في الشكل، تم رفع المدفع  $20.0^\circ$  أعلى من المستوى الأفقي. إذا كان مدفع السكة الحديدية في وضع سكون قبل إطلاق النار وتحرك ناحية اليمين بسرعة 4.68 m/s بعد الإطلاق مباشرة، فكم كانت سرعة القذيفة بمجرد انطلاقها من ماسورة المدفع (سرعة الفوهة)؟ ما المسافة التي تقطعها القذيفة إذا تم تجاهل مقاومة الهواء؟ افترض أن محاور العجلات عديمة الاحتكاك.



القائمة الرئيسية





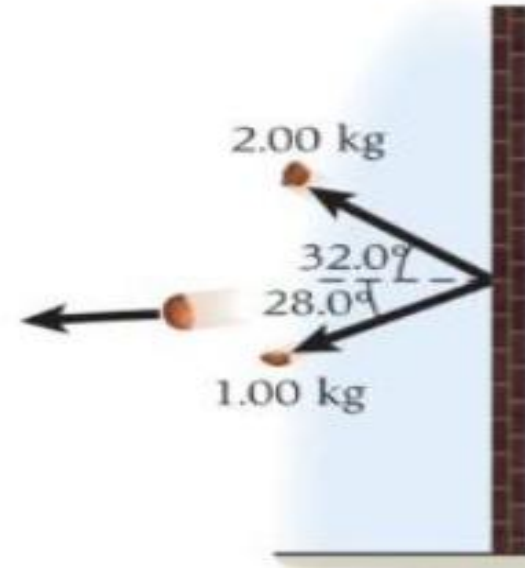
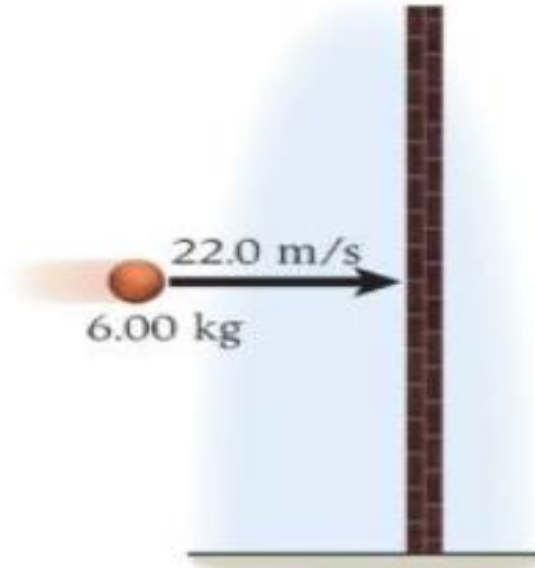
$$m_1 v_{1f} = m_2 v_{2f} \cos \theta \quad \therefore v_{2f} \cos \theta = \frac{m_1 v_{1f}}{m_2} = \frac{(1.22 \times 10^6)(4.68)}{7502} = 761 \text{ m/s}$$

$$v_{2f} = \frac{761}{\cos 20.0} = 809.9 \cong 810 \text{ m/s}$$

$$\Delta y = v_o (\sin \theta) t - \frac{1}{2} g t^2 = 0.0 \quad \therefore t = \frac{2v_o (\sin \theta)}{g} = \frac{2 \times 810 \times \sin 20.0}{9.81} = 56.48 \text{ s}$$

$$\Delta x = v \cos \theta t = 810 \times 56.48 \times \cos 20 = 42989.8 \text{ m} \cong 43.0 \text{ km}$$

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





$$F_y = 0.0 \quad \Delta p_y = 0.0$$

$$m_1 v_{1y} + m_2 v_{2y} + m_3 v_{3y} = 0.0$$

$$v_{3y} = \frac{m_1 v_{1y} + m_2 v_{2y}}{-m_3} = \frac{(2.0 \times 10.0 \sin 32.0) - (1.0 \times 8.0 \sin 28.0)}{-3.0} = -2.28 \text{ m/s}$$

$$-F \Delta t = -(m_1 v_{1x} + m_2 v_{2x} + m_3 v_{3x}) - M v_{ix}$$

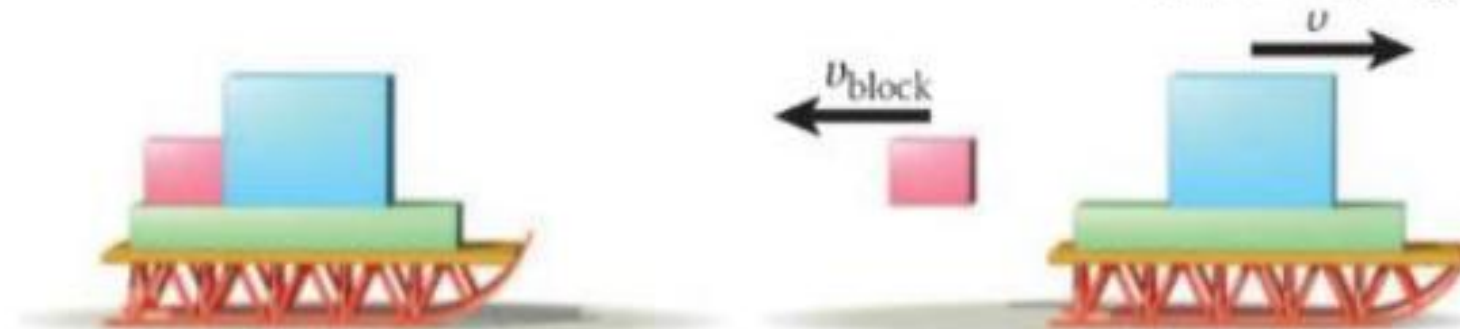
$$v_{3x} = \frac{-F \Delta t + M v_{ix} + m_1 v_{1x} + m_2 v_{2x}}{-m_3}$$

$$= \frac{-(2640 \times 0.100) + (6.0 \times 22.0) + (2.0 \times 10.0 \cos 32.0) + (1.0 \times 8.0 \cos 28.0)}{-3.0} = 36.0 \text{ m/s}$$

$$v_3 = \sqrt{v_{3x}^2 + v_{3y}^2} = \sqrt{(36.)^2 + (-2.28)^2} = 36.0 \text{ m/s}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{-2.28}{36.0} \right) = -3.62^\circ$$

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



$$m_b v_b + m_s v_s = 0.0$$

$$v_s = \frac{m_b v_b}{-m_s} = \frac{13.5 \times (-13.6)}{-(52.0 - 13.5)} = 4.77 \text{ m/s}$$



**7.39** علقت في بركة متجمدة ولا تملك سوى كتاب الفيزياء، وقررت الاستفادة من مبادئ الفيزياء ثم رميت الكتاب الذي كتلته  $5.00 \text{ kg}$ . إذا كانت كتلتك تساوي  $62.0 \text{ kg}$  ورميت الكتاب بسرعة  $13.0 \text{ m/s}$ ، فكم تبلغ سرعتك عندما تنزلج على الجليد؟ (افترض عدم وجود الاحتكاك).

$$m_b v_b + m_p v_p = 0.0$$

$$v_p = \frac{m_b v_b}{-m_p} = \frac{5.0 \times 13.0}{-62.0} = -1.05 \text{ m/s}$$

عكس اتجاه رمي الكتاب



**7.40** يلعب رواد الفضاء كرة البيسبول على محطة الفضاء الدولية. ضرب أحد رواد الفضاء كرة البيسبول بـ ضربه وكانت كتلة رائد الفضاء هذا تساوي  $50.0 \text{ kg}$  وهو في وضع سكون مبدئيًا. كانت كرة البيسبول تتحرك ابتدائيًا نحو رائد الفضاء بسرعة  $35.0 \text{ m/s}$ ، وبعد ضربها، ارتدت إلى الاتجاه نفسه بسرعة  $45.0 \text{ m/s}$ . تبلغ كتلة كرة البيسبول  $0.140 \text{ kg}$ . كم تبلغ السرعة المتجهة لتراجع رائد الفضاء؟

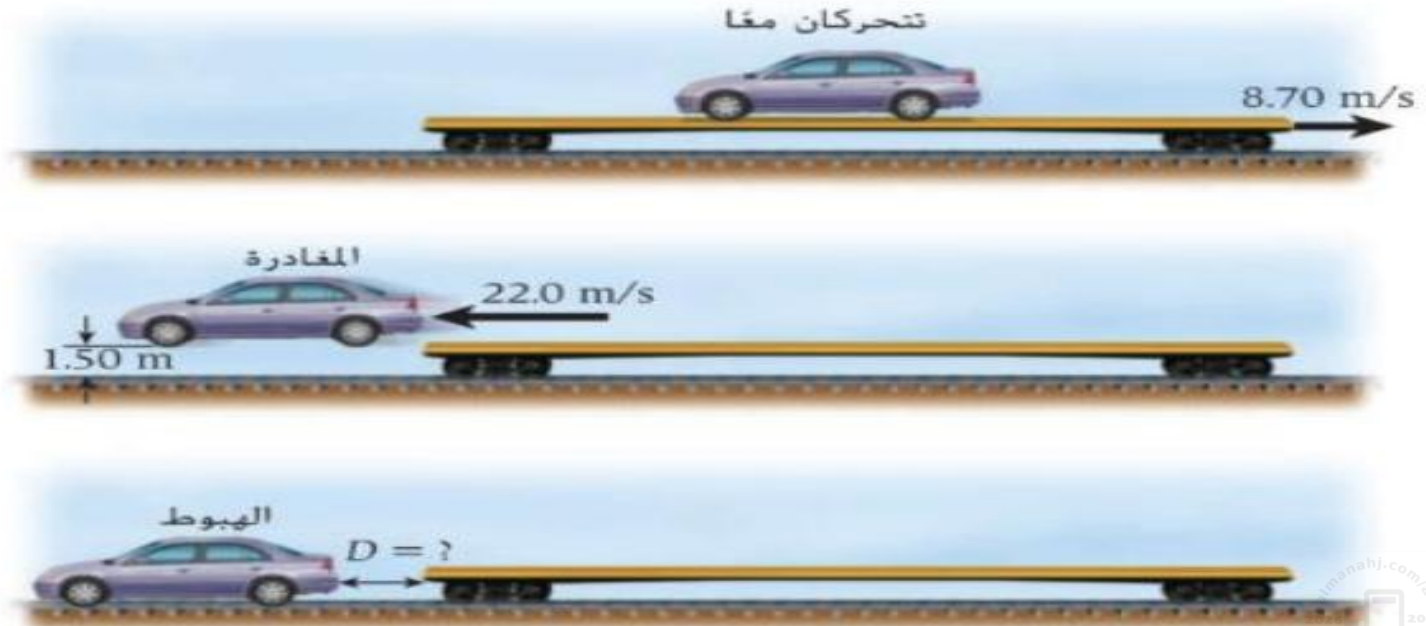
$$m_m v_{mi} + m_b v_{bi} = m_m v_{mf} + m_b v_{bf}$$

$$0.0 + (0.140 \times 35.0) = 50.0 v_{mf} + (0.140 \times (-45.0))$$

$$\therefore v_{mf} = \frac{(0.140 \times 35.0) - (0.140 \times (-45.0))}{50.0} = 0.224 \text{ m/s}$$



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





$$m_c v_{ci} + m_t v_{ti} = m_c v_{cf} + m_t v_{tf}$$

$$v_{tf} = \frac{m_c v_{ci} + m_t v_{ti} - m_c v_{cf}}{m_t} = \frac{(1450 \times 8.7) + (38500 \times 8.7) - (1450(-22))}{38500} = 9.86 \text{ m/s}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \Delta y}{g}} = \sqrt{\frac{2(-1.50)}{-9.81}} = 0.55 \text{ s} \quad \text{زمن وصول السيارة للأرض كمقذوف أفقي}$$

$$\Delta x_c = v t = 22 \times 0.55 = 12.1 \text{ m} \quad \text{المسافة الأفقية التي تقطعها السيارة}$$

$$\Delta x_t = v t = 9.86 \times 0.55 = 5.42 \text{ m} \quad \text{المسافة الأفقية التي تقطعها القاطرة}$$

$$d = 12.1 + 5.42 = 17.52 \text{ m}$$

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

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 + m_3 v_3 + M_b v_b = 0.0$$

$$v_{bx} = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2 + m_3 v_3}{-M_b} = \frac{(62 \times 12) + (73 \times 8 \cos 120) + (55 \times 11 \cos 240)}{-120.0} = -1.2458 \text{ m/s}$$

$$v_{by} = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2 + m_3 v_3}{-M_b} = \frac{(62 \times 12) + (73 \times 8 \sin 120) + (55 \times 11 \sin 240)}{-120.0} = 0.15155 \text{ m/s}$$

$$v_b = \sqrt{(v_{bx})^2 + (v_{by})^2} = \sqrt{(1.2458)^2 + (0.15155)^2} = 1.26 \text{ m/s}$$



**7.43.** يُطلق صاروخ لأعلى في الهواء. عند أعلى نقطة في مساره، انقسم إلى ثلاثة أجزاء متساوية الكتلة، يتحرك كل منها أفقياً مبتعداً عن مركز الانفجار. يتحرك الجزء الأول أفقياً بزاوية  $28.0^\circ$  شرقي الشمال بسرعة قدرها  $30.0 \text{ m/s}$ . يتحرك الجزء الثاني أفقياً بزاوية  $12.0^\circ$  جنوبي الغرب بسرعة قدرها  $8.00 \text{ m/s}$ . كم تبلغ السرعة المتجهة للقطعة المتبقية؟ اذكر كلا من السرعة والزاوية.

في أعلى نقطة كان الصاروخ ساكناً لذلك كمية الحركة كانت صفراً قبل الانفجار وتبقى صفراً بعده .

$$p_x = m v_{1x} + m v_{2x} + m v_{3x} = 0.0$$

$$p_x = (30 \cos 62^\circ) + (8 \cos 192^\circ) + v_3 \cos \theta = 0 \quad \therefore \quad v_3 \cos \theta = -6.259 \text{ m/s}$$

$$p_y = (30 \sin 62^\circ) + (8 \sin 192^\circ) + v_3 \sin \theta = 0 \quad \therefore \quad v_3 \sin \theta = -24.825 \text{ m/s}$$

$$\frac{v_3 \sin \theta}{v_3 \cos \theta} = \frac{-24.825}{-6.259} = \tan \theta \quad \therefore \quad \theta = 78.85^\circ$$

$$v_3 = \sqrt{v_{3x}^2 + v_{3y}^2} = \sqrt{(6.259)^2 + (-24.825)^2} = 25.6 \text{ m/s}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{-24.825}{-6.259} \right) = 75.8 + 180 = 255.8^\circ \quad \text{المركبتان سالتان لذلك المتجه غي الربع الثالث}$$



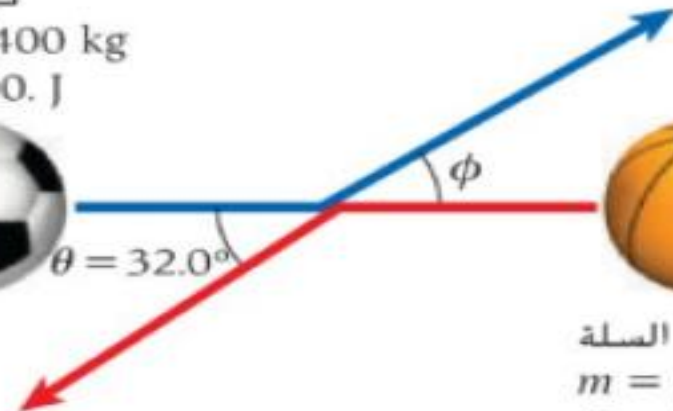
**7.44..** في السابق أصبحت كرة المراهقة، إحدى الرياضات المفضلة التي تمارس في الملاعب، مشهورة بين البالغين من جميع الأعمار الذين يهدفون إلى المحافظة على لياقتهم البدنية والذين يشاركون في بطولات منظمة. تعد لعبة جوتبول بديلاً أقل شهرة من كرة المراهقة حيث يُسمح للاعبين فيها بإحضار أدواتهم الخاصة (عادة ما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

تتصادم الكرتان في الهواء (انظر الشكل)، وتطير كرة السلة بطاقة قدرها  $95.0 \text{ J}$  بزاوية  $32.0^\circ$  بالنسبة إلى مسارها الابتدائي. قبل التصادم، كانت طاقة كرة القدم تساوي  $100 \text{ J}$  وطاقة كرة السلة  $112 \text{ J}$ ، عند أي زاوية وبأي سرعة تحركت كرة القدم بعيداً عن التصادم؟

كرة القدم  
 $m = 0.400 \text{ kg}$   
 $K = 100. \text{ J}$



$\theta = 32.0^\circ$



كرة السلة  
 $m = 0.600 \text{ kg}$   
 $K = 112. \text{ J}$





$$v_{fi} = \sqrt{\frac{2K}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 100}{0.400}} = 22.36 \text{ m/s}$$

$$v_{bi} = \sqrt{\frac{2K}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 112}{0.600}} = 19.32 \text{ m/s}$$

$$v_{bf} = \sqrt{\frac{2K}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 95}{0.600}} = 17.96 \text{ m/s}$$

$$(m_f v_{fi})_x + (m_b v_{bi})_x = (m_f v_{ff})_x + (m_b v_{bf})_x$$

$$(0.4 \times 22.36)_x + (0.6 \times (-19.32))_x = (0.4 v_{ff})_x + (0.6 \times (17.96 \cos 212))_x$$

$$(v_{ff})_x = 16.23 \text{ m/s}$$



$$(m_f v_{fi})_y + (m_b v_{bi})_y = (m_f v_{ff})_y + (m_b v_{bf})_y$$

$$0.0 = (0.4 v_{ff})_y + (0.6 \times 17.96 \sin 212)_y \quad \therefore (v_{ff})_y = 14.28 \text{ m/s}$$

$$v_{ff} = \sqrt{(v_{ff})_x^2 + (v_{ff})_y^2} = \sqrt{(16.23)^2 + (14.28)^2} = 21.62 \text{ m/s}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{(v_{ff})_y}{(v_{ff})_x} \right) = \tan^{-1} \left( \frac{14.28}{16.23} \right) = 41.34^\circ$$

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

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

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

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

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

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





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

بالتعويض في المعادلة الأولى

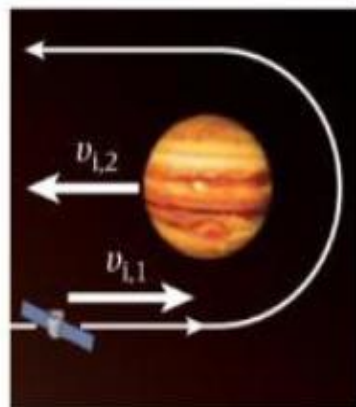
$$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = m_1 v_{1f} + m_2 (v_{1i} + v_{1f} - v_{2i})$$

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

$$188(20.4 - v_{1f}) = 143(20.4 + v_{1f} - 2.0 \times 9.0)$$

$$3835.2 - 188v_{1f} = 343.2 + 143v_{1f}$$

$$v_{1f} = \frac{3835.2 - 343.2}{188 + 143} = 10.55 \text{ m/s}$$



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

$$m_S v_{Si} + m_P v_{Pi} = m_S v_{Sf} + m_P v_{Pf}$$

$$m_S (v_{Si} - v_{Sf}) = m_P (v_{Pf} - v_{Pi}) \quad (1)$$

$$\frac{1}{2} m_S v_{Si}^2 + \frac{1}{2} m_P v_{Pi}^2 = \frac{1}{2} m_S v_{Sf}^2 + \frac{1}{2} m_P v_{Pf}^2$$

$$m_S (v_{Si}^2 - v_{Sf}^2) = m_P (v_{Pf}^2 - v_{Pi}^2)$$

$$m_S (v_{Si} - v_{Sf})(v_{Si} + v_{Sf}) = m_P (v_{Pf} - v_{Pi})(v_{Pf} + v_{Pi})$$





$$(v_{Si} + v_{Sf}) = \frac{m_P(v_{Pf} - v_{Pi})}{m_S(v_{Si} - v_{Sf})} (v_{Pf} + v_{Pi}) \quad (2)$$

بالتعويض في المعادلة (1)  $v_{Pf} = v_{Si} + v_{Sf} - v_{Pi}$   $v_{Si} + v_{Sf} = v_{Pf} + v_{Pi}$

$$m_S v_{Si} + m_P v_{Pi} = m_S v_{Sf} + m_P (v_{Si} + v_{Sf} - v_{Pi})$$

$$m_S v_{Si} - m_P v_{Si} + m_P v_{Pi} + m_P v_{Pi} = m_S v_{Sf} + m_P v_{Sf}$$

$$(m_S - m_P) v_{Si} + 2m_P v_{Pi} = (m_S + m_P) v_{Sf}$$

$$v_{Sf} = \frac{(m_S - m_P) v_{Si} + 2m_P v_{Pi}}{(m_S + m_P)} = \frac{(m_S - m_P) v_{Si}}{(m_S + m_P)} + \frac{2m_P v_{Pi}}{(m_S + m_P)}$$

نظرا لكبر كتلة الكوكب بالنسبة للقمر يمكن اعتبار  $\frac{(m_S - m_P)}{(m_S + m_P)} \approx -1$  ,  $\frac{2m_P}{(m_S + m_P)} \approx 2$

$$v_{Sf} = -v_{Si} + 2v_{Pi} = -13.5 + (2 \times (-10.5)) = -34.5 \text{ km/s}$$

**7.47•** رأيت زوجين من الأحذية مربوطين معًا برباط معلقين فوق خط الهاتف. ألقيت حجرًا كتلته 0.250 kg على أحد الحذائين (كتلته = 0.370 kg). وتصادم الحجر تصادمًا مرئيًا مع الحذاء بسرعة متجهة قدرها 2.30 m/s في الاتجاه الأفقي. ما المسافة التي سيتحركها الحذاء إلى أعلى؟

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

$$m_1 v_{1i} + 0.0 = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f}$$

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

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

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

$$m_1 (v_{1i} - v_{1f})(v_{1i} + v_{1f}) = m_2 v_{2f}^2 \quad (2) \quad \text{بالتعويض من المعادلة (1)}$$

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





$$m_2 v_{2f}(v_{1i} + v_{1f}) = m_2 v_{2f}^2 \quad \therefore v_{2f} = (v_{1i} + v_{1f}), \quad \therefore v_{1f} = v_{2f} - v_{1i}$$

$$m_1 v_{1i} + 0.0 = m_1(v_{2f} - v_{1i}) + m_2 v_{2f} \quad \text{بالتعويض في ( 1 )}$$

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

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

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

$$\frac{1}{2} m v^2 = m g h \quad \therefore h = \frac{v^2}{2g} \quad \text{للحذاء بعد التصادم أثناء الحركة لأعلى}$$

$$h = \frac{m v^2}{2 m g} = \frac{1}{2 g} \left( \frac{2m_1 v_{1i}}{(m_1 + m_2)} \right)^2 = \frac{1}{2 \times 9.81} \left( \frac{2.0 \times 0.250 \times 2.30}{(0.250 + 0.370)} \right)^2 = 0.175 \text{ m}$$

**7.48•** ضغطت الكتلة A والكتلة B معًا، لينتج عنهما

انضغاط زنبرك (يبلغ ثابت الزنبرك  $k = 2500 \text{ N/m}$ )

موجود بينهما ليقل طوله بمقدار  $3.00 \text{ cm}$  عن طوله في حالة الاتزان. لم يتم تثبيت

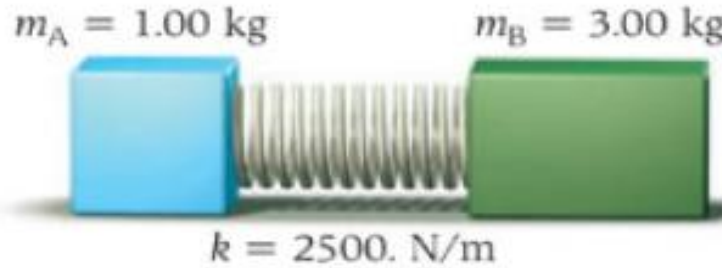
الزنبرك، ذي الكتلة المهملية، في أي من الكتلتين وسقط على السطح بعد تمدده. ما

سرعة كل من الكتلتين A و B في هذه

اللحظة؟ (افترض أن الاحتكاك بين

الكتلتين والسطح الداعم منخفض

لدرجة أنه يمكن إهماله).



$$m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = m_A v_{Af} + m_B v_{Bf} = 0.0 \quad (1)$$

$$0.0 + 0.0 = m_A v_{Af} + m_B v_{Bf} \quad \therefore m_A v_{Af} = -m_B v_{Bf} : v_{Af} = \frac{-m_B v_{Bf}}{m_A}$$



$$\frac{1}{2} k x^2 = \frac{1}{2} m_A v_{Af}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{Bf}^2$$

$$k x^2 = m_A \left( \frac{-m_B v_{Bf}}{m_A} \right)^2 + m_B v_{Bf}^2 = \frac{m_B^2 v_{Bf}^2}{m_A} + m_B v_{Bf}^2 = \left( \frac{m_B^2}{m_A} + m_B \right) v_{Bf}^2$$

$$v_{Bf} = \sqrt{\frac{k x^2}{\left( \frac{m_B^2}{m_A} + m_B \right)}} = \sqrt{\frac{2500 \times 0.03^2}{\left( \frac{3.0^2}{1.0} + 3.0 \right)}} = 0.433 \text{ m/s}$$

$$v_{Af} = \frac{-m_B v_{Bf}}{m_A} = -\frac{3.0 \times 0.433}{1.0} = -1.299 \text{ m/s}$$

7.49• تصادم جسيم ألفا (كتلته  $4.00 \text{ u}$ ) تصادمًا مرئيًا مواجهًا بنواة (كتلتها  $166 \text{ u}$ ) كانت في وضع سكون مبدئيًا. ما النسبة المئوية للطاقة الحركية المنتقلة من جسيم ألفا إلى النواة أثناء التصادم؟

$$m_A v_{Ai} + m_N v_{Ni} = m_A v_{Af} + m_N v_{Nf} \quad (1)$$

$$m_A v_{Ai} + 0.0 = m_A v_{Af} + m_N v_{Nf}$$

$$m_A (v_{Ai} - v_{Af}) = m_N v_{Nf} \quad (2)$$

$$\frac{1}{2} m_A v_{Ai}^2 = \frac{1}{2} m_A v_{Af}^2 + \frac{1}{2} m_N v_{Nf}^2$$

$$m_A (v_{Ai}^2 - v_{Af}^2) = m_N v_{Nf}^2$$

$$m_A (v_{Ai} - v_{Af})(v_{Ai} + v_{Af}) = m_N v_{Nf}^2$$

$$(v_{Ai} + v_{Af}) = v_{Nf} \quad (3) \quad \text{بالتعويض من (3) في (1)}$$





$$m_A v_{Ai} = m_A (v_{Nf} - v_{1i}) + m_N v_{Nf}$$

$$2m_A v_{Ai} = (m_A + m_N) v_{Nf}$$

$$v_{Nf} = \frac{2m_A v_{Ai}}{(m_A + m_N)} = \frac{2 \times 4u v_{Ai}}{(4u + 166u)} = \frac{8.0u}{170u} v_{Ai} = \frac{8.0}{170} v_{Ai}$$

$$\frac{k_{lost}}{k_{Ai}} = \frac{0.50 \times 166u \times \left[ \frac{8.0}{170} v_{Ai} \right]^2}{0.50 \times 4u \times (v_{Ai})^2} = \frac{166 \times \left[ \frac{8.0}{170} \right]^2}{4} = 0.0919 = 9.19\%$$

7.50 • لاحظت أن عربة التسوق التي تبعد بمقدار 20.0 m تتحرك نحوك بسرعة متجهة قدرها 0.700 m/s. وأطلقت عربة مماثلة بسرعة متجهة قدرها 1.10 m/s نحو العربة الأخرى مباشرة لتعترض طريقها. عندما اصطدمت العربتان تصادمًا مرئيًا، بقيتا متلامستين لمدة 0.200 s. مثل بيانًا موقع كل من العربتين وسرعتيهما المتجهة وقوتيهما في صورة دالة زمنية.

$$mv_{1i} + m v_{2i} = mv_{1f} + m v_{2f}$$

$$v_{1i} - v_{1f} = v_{2f} - v_{2i} \quad (1)$$

$$\frac{1}{2} m v_{1i}^2 + \frac{1}{2} m v_{2i}^2 = \frac{1}{2} m v_{1f}^2 + \frac{1}{2} m v_{2f}^2$$

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

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





بالتعويض في (1)  $\therefore v_{2f} = v_{1i} + v_{1f} - v_{2i}$   $(v_{1i} + v_{1f}) = (v_{2f} + v_{2i})$

$$v_{1i} - v_{1f} = v_{2f} + v_{1f} - v_{2i} - v_{2i} \quad \therefore 2v_{1f} = 2v_{2i}$$

$$\Delta p = m(v_{1f} - v_{1i}) = m(v_{2f} - v_{2i})$$

$$F\Delta t = \Delta p \quad \therefore F_2 = \frac{\Delta p_2}{\Delta t} = \frac{m(v_{2f} - v_{2i})}{\Delta t}$$

لحساب الزمن حتى تتصادم العربتان  $x_1 = v_1 t$  ,  $x_2 = v_2 t$  :  $x_1 + x_2 = 20.0$

$$v_1 t + v_2 t = 20.0 \quad \therefore t = \frac{20.0}{v_1 + v_2} = \frac{20.0}{1.10 + 0.70} = 11.11 \text{ s}$$

- 7.51• اصطدمت كرة كتلتها 0.280 kg تصادمًا مرئيًا مواجهًا مع كرة أخرى في وضع سكون مبدئيًا. تحركت الكرة الثانية بمقدار نصف السرعة الأصلية للكرة الأولى.
- (a) ما كتلة الكرة الثانية؟
- (b) ما نسبة الطاقة الحركية الأصلية ( $\Delta K/K$ ) التي انتقلت إلى الكرة الثانية؟

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

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

$$\frac{1}{2} m_1 v_{1i}^2 + 0.0 = \frac{1}{2} m_1 v_{1f}^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{2f}^2$$

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

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

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





$$v_{1i} + v_{1f} = v_{2f} \quad \therefore v_{1f} = v_{2f} - v_{1i} \quad \text{بالتعويض في ( 1 )}$$

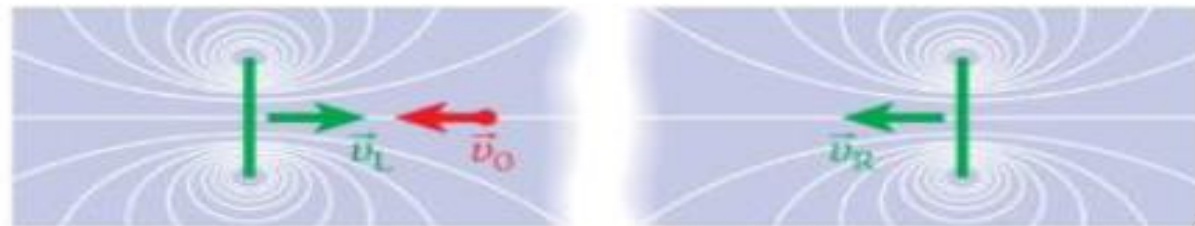
$$m_1 v_{1i} = m_1 v_{2f} - m_1 v_{1i} + m_2 v_{2f}$$

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

$$m_2 = \frac{m_1 (2v_{1i} - v_{2f})}{v_{2f}} = \frac{0.280 \left( 2v_{1i} - \frac{v_{1i}}{2} \right)}{\frac{v_{1i}}{2}} = \frac{0.280 \left( \frac{3v_{1i}}{2} \right)}{\frac{v_{1i}}{2}} = 0.840 \text{ kg}$$

$$\frac{\Delta k}{k} = \frac{\frac{1}{2} m_2 \left( \frac{v_{1i}}{2} \right)^2}{\frac{1}{2} m_1 v_{1i}^2} = \frac{m_2 v_{1i}^2}{4 m_1 v_{1i}^2} = \frac{m_2}{4 m_1} = \frac{0.840}{4 \times 0.280} = \frac{3}{4}$$

**7.52..** تحتوي الأشعة الكونية المنبعثة من الفضاء والساقطة على الأرض على بعض الجسيمات المشحونة بالطاقات بنسبة تفوق ما يمكن إنتاجه في أكبر معجل عمليات المرات. يوضح الشكل أحد النماذج المقترحة لتفسير هذه الجسيمات بصورة تخطيطية. ثمة مصدران قويان للمجال المغناطيسي يتحركان نحو بعضهما ويعكسان الجسيمات المشحونة المحتبسة بينهما بصورة متكررة. يمكن تقريب مصادر المجال المغناطيسي هذه باعتبارها جدرانًا ثقيلة بشكل لانهائي حيث يمكن انعكاس الجسيمات المشحونة عنها انعكاسًا مرئيًا. لقد انعكست الجسيمات فائقة الطاقة الساقطة على الأرض عددًا كبيرًا من المرات للحصول على الطاقات الملاحظة. لتوضيح هذا الأثر، ثمة حالة مشابهة بها بضعة انعكاسات فقط. افترض أن سرعة الجسم المتجهة الابتدائية تساوي  $2.21 \text{ km/s}$  (يتحرك في اتجاه  $x$  السالب، نحو اليسار). ويتحرك الجدار الأيسر بسرعة متجهة قدرها  $1.01 \text{ km/s}$  نحو اليمين، في حين يتحرك الجدار الأيمن بسرعة متجهة قدرها  $2.51 \text{ km/s}$  نحو اليسار. ما سرعة الجسم المتجهة بعد التعرض لستة تصادمات مع الجدار الأيسر وخمسة تصادمات مع الجدار الأيمن؟



القائمة الرئيسية





$$m_1 v_{1i} + M_2 v_{2i} = m_1 v_{1f} + M_2 v_{2f} \quad (1)$$

$$m_1 (v_{1i} - v_{1f}) = M_2 (v_{2f} - v_{2i})$$

$$\frac{1}{2} m_1 v_{1i}^2 + \frac{1}{2} M_2 v_{2i}^2 = \frac{1}{2} m_1 v_{1f}^2 + \frac{1}{2} M_2 v_{2f}^2$$

$$m_1 (v_{1i}^2 - v_{1f}^2) = M_2 (v_{2f}^2 - v_{2i}^2)$$

$$m_1 (v_{1i} - v_{1f})(v_{1i} + v_{1f}) = M_2 (v_{2f} - v_{2i})(v_{2f} + v_{2i})$$

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

$$v_{2f} = v_{1i} + v_{1f} - v_{2i} \quad (1) \text{ بالتعويض في}$$



$$m_1 v_{1i} + M_2 v_{2i} = m_1 v_{1f} + M_2 (v_{1i} + v_{1f} - v_{2i})$$

$$2M_2 v_{2i} = (M_2 - m_1)v_{1i} + (M_2 + m_1)v_{1f}$$

$$v_{1f} = \frac{2M_2 v_{2i} - (M_2 - m_1)v_{1i}}{(M_2 + m_1)} = \frac{2M_2 v_{2i}}{(M_2 + m_1)} - \frac{(M_2 - m_1)v_{1i}}{(M_2 + m_1)}$$

بسبب كبر كتلة الجدار بالنسبة للجسيم يمكن اعتبار  $\frac{2M_2}{(M_2 + m_1)} \approx 2$  ,  $\frac{(M_2 - m_1)}{(M_2 + m_1)} \approx 1$

بالنسبة لجدار واحد فقط  $v_{1f} = 2 v_{2i} - v_{1i}$

للجدارين احدهما خمس تصادمات والآخر 6  $v_{1f} = 2 (5v_{2i}) - 2 (6v_{3i}) - v_{1i}$

$$v_{1f} = 2 (5 \times 1.01) - 2 (6 \times 2.51) - 2.21 = -22.23 \text{ km/s}$$

- 7.53..** إليك عرض توضيحي لمحاضرة شهيرة يمكنك أدائها في المنزل. ضع كرة جولف فوق كرة سلة، وألقهما من السكون بحيث تسقطان على الأرض. (حتى تكون الأسباب واضحة بمجرد حل هذه المسألة، لا تحاول إجراء هذه التجربة بالداخل ولكن بدلاً من ذلك، قم بإجرائها في الخارج!) مع قليل من الممارسة، يمكنك الوصول إلى الحالة الواردة هنا: تظل كرة الجولف فوق كرة السلة حتى تصطدم كرة السلة بالأرض. كتلة كرة الجولف تساوي  $0.0459 \text{ kg}$ ، وكتلة كرة السلة تساوي  $0.619 \text{ kg}$ .
- (a) إذا تم تحرير الكرتين من ارتفاع يكون فيه الجزء السفلي من كرة السلة عند  $0.701 \text{ m}$  فوق سطح الأرض، فما القيمة المطلقة لكمية حركة كرة السلة قبل اصطدامها بالأرض مباشرة؟
- (b) ما القيمة المطلقة لكمية حركة كرة الجولف في هذه اللحظة؟
- (c) تعامل مع تصادم كرة السلة مع الأرض وتصادم كرة الجولف مع كرة السلة على أنهما تصادمان مرثان تمامًا في بعد واحد. (b) ما المقدار المطلق لكمية حركة كرة الجولف بعد هذين التصادمين؟
- (d) حان دور السؤال المهم: كم يبلغ ارتفاع ارتداد كرة الجولف، قياسًا من الأرض، بعد تصادمها مع كرة السلة؟





$$v_f = \sqrt{v_i - 2g \Delta y} = \sqrt{0.0 - 2 \times 9.81 \times (-0.701)} = -3.71 \text{ m/s}$$

$$p_b = m v = 0.619 \times 3.71 = 2.30 \text{ kg.m/s}$$

$$p_g = m v = 0.0459 \times 3.71 = 0.170 \text{ kg.m/s}$$

$$m_b v_{bi} + m_g v_{gi} = m_b v_{bf} + m_g v_{gf}$$

$$m_g (v_{gf} - v_{gi}) = m_b (v_{bi} - v_{bf}) \quad (i)$$

$$\frac{1}{2} m_b v_{bi}^2 + \frac{1}{2} m_g v_{gi}^2 = \frac{1}{2} m_b v_{bf}^2 + \frac{1}{2} m_g v_{gf}^2$$

$$m_g (v_{gf}^2 - v_{gi}^2) = m_b (v_{bi}^2 - v_{bf}^2)$$

$$m_g (v_{gf} + v_{gi})(v_{gf} - v_{gi}) = m_b (v_{bi} + v_{bf})(v_{bi} - v_{bf})$$

$$(v_{gf} + v_{gi}) = (v_{bi} + v_{bf})$$

$$v_{bf} = v_{gf} + v_{gi} - v_{bi} \quad (i) \text{ بالتعويض في المعادلة}$$



$$m_b v_{bi} + m_g v_{gi} = m_b v_{gf} + m_b v_{gi} - m_b v_{bi} + m_g v_{gf}$$

$$m_b v_{bi} + m_b v_{bi} + m_g v_{gi} - m_b v_{gi} = m_b v_{gf} + m_g v_{gf}$$

$$2m_b v_{bi} + (m_g - m_b)v_{gi} = (m_b + m_g)v_{gf}$$

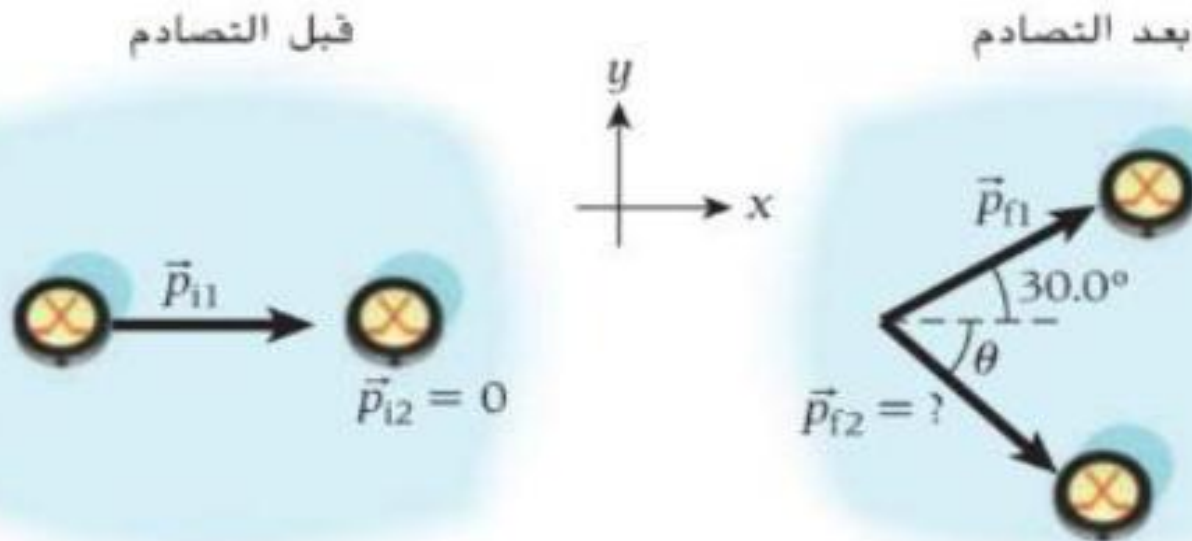
$$v_{gf} = \frac{2m_b v_{bi} + (m_g - m_b)v_{gi}}{(m_b + m_g)} = \frac{2m_b v_{bi}}{(m_b + m_g)} + \frac{(m_g - m_b)v_{gi}}{(m_b + m_g)}$$

$$v_{gf} = \frac{2 \times 0.619 \times 3.71}{(0.619 + 0.0459)} + \frac{(0.0459 - 0.619)3.71}{(0.619 + 0.0459)} = 6.0458 \text{ m/s}$$

$$k = \frac{1}{2} m_g v_{gf}^2 = 0.5 \times 0.0459 \times (6.0458)^2 = 0.8388 \text{ J}$$

$$h = \frac{v^2}{2g} = \frac{(6.0458)^2}{2 \times 9.81} = 1.863 \text{ m}$$

**7.54** قرص هوكي كتلته  $0.170 \text{ kg}$  ويتحرك على امتداد الخط الأزرق (خط مستقيم أزرق اللون مرسوم على الجليد في ملعب الهوكي) بسرعة  $1.50 \text{ m/s}$  يصطدم بقرص ثابت له مقدار الكتلة نفسه. يخرج القرص الأول من التصادم في اتجاه بعيدًا عن الخط المستقيم الأزرق بزاوية  $30.0^\circ$  بسرعة  $0.750 \text{ m/s}$  (انظر الشكل). (b) ما اتجاه السرعة المتجهة للقرص الثاني ومقدارها بعد التصادم؟ هل هذا بعد تصادمًا مرئيًا؟





نطبق حفظ كمية الحركة في اتجاهين

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

$$(0.170 \times 1.50) + 0.0 = (0.170 \times 0.750 \cos 30) + 0.170 v_{2f} \cos \theta$$

$$v_{2x} = v_{2f} \cos \theta = 0.850 \text{ m/s}$$

$$0.0 + 0.0 = (0.170 \times 0.750 \sin 30) + 0.170 v_{2f} \sin \theta$$

$$v_{2y} = v_{2f} \sin \theta = -0.375 \text{ m/s}$$



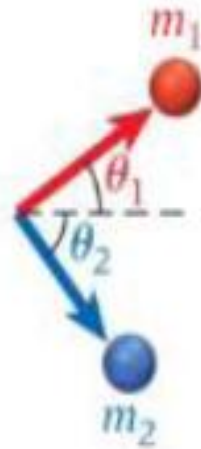
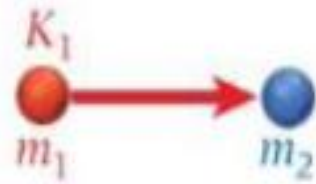
$$v_2 = \sqrt{v_{2x}^2 + v_{2y}^2} = \sqrt{(0.850)^2 + (-0.375)^2} = 0.929 \text{ m/s}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{-0.375}{0.850} \right) = -23.8^\circ$$

$$k_i = 0.5 \times 0.170 \times (1.50)^2 = 0.191 \text{ J}$$

$$k_f = [0.5 \times 0.170 \times (0.750)^2] + [0.5 \times 0.170 \times (0.929)^2] = 0.121 \text{ J}$$

$$k_f < k_i \quad \text{تصادم غير مرئي}$$



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

$$(m_1 v_{1i} = m_1 v_{1f} \cos \theta_1 + m_2 v_{2f})_x$$

$$v_{1i} = v_{1f} \cos \theta_1 + v_{2f} \quad \therefore \quad v_{2fx} = v_{1i} - v_{1f} \cos \theta_1$$

$$(m_1 v_{1i} = m_1 v_{1f} \sin \theta_1 + m_2 v_{2f})_y$$

$$0.0 = v_{1f} \sin \theta_1 + v_{2f} \quad v_{2fy} = -v_{1f} \sin \theta_1$$





$$v_{2f} = \sqrt{(v_{1i} - v_{1f} \cos \theta_1)^2 + (-v_{1f} \sin \theta_1)^2} =$$

$$v_{1i} = \sqrt{\frac{2k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 2.97}{0.210}} = 5.318 \text{ m/s}$$

$$k_{1i} + 0.0 = k_{1f} + k_{2f}$$

$$2.94 + 0.0 = (0.5 \times 0.210 \times v_{1f}^2) + (0.5 \times 0.210 \times v_{2f}^2)$$

$$28 = v_{1f}^2 + v_{2f}^2 \qquad v_{2f} = \sqrt{28 - v_{1f}^2} \quad (1)$$



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

$$5.318 = (v_{1f} \cos 30.6) + (v_{2f} \cos \theta_2) \quad (2)$$

$$0.0 = v_{1f} \sin 30.6 + v_{2f} \sin \theta_2 \quad (3)$$

لحل الثلاث معادلات نعوض من (1) في (2) و (3)

بحل المعادلات الثلاث

**7.56** عندما تفتح باب الغرفة المزودة بمكيف هواء، فإنك تخلط الغاز الساخن بالغاز البارد. بافتراض أن الغاز الساخن أو البارد يشير إلى متوسط الطاقة فعلياً؛ مما يعني أن جزيئات الغاز الساخن تحتوي على طاقة حركية أكبر من جزيئات الغاز البارد. يقل الفارق في الطاقة الحركية في الغازات المختلطة بمرور الوقت نتيجة التصادمات المرونة بين جزيئات الغاز التي تعيد توزيع الطاقة. فكم في تصادم ثنائي الأبعاد بين جزيئي نيتروجين ( $N_2$ ، حيث إن الكتلة المولية للنيتروجين =  $28.0 \text{ g/mol}$ ). يتحرك أحد الجزيئات نحو اليمين وإلى أعلى بزاوية  $30.0^\circ$  بالنسبة إلى المستوى الأفقي بسرعة متجهة قدرها  $672 \text{ m/s}$ . يتصادم هذا الجزيء مع جزيء ثانٍ يتحرك في الاتجاه الأفقي السالب بسرعة قدرها  $246 \text{ m/s}$ . ما سرعتان المتجهتان النهائيتان للجزيئين إذا كان الجزيء الأعلى طاقة يتحرك في الاتجاه الرأسي الموجب بعد التصادم؟





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

$$672 \cos 30 + 246 \cos 180 = v_{1f} \cos 90 + v_{2f} \cos \theta_2 \quad (1)$$

$$672 \sin 30 + 246 \sin 180 = v_{1f} \sin 90 + v_{2f} \sin \theta_2 \quad (2)$$

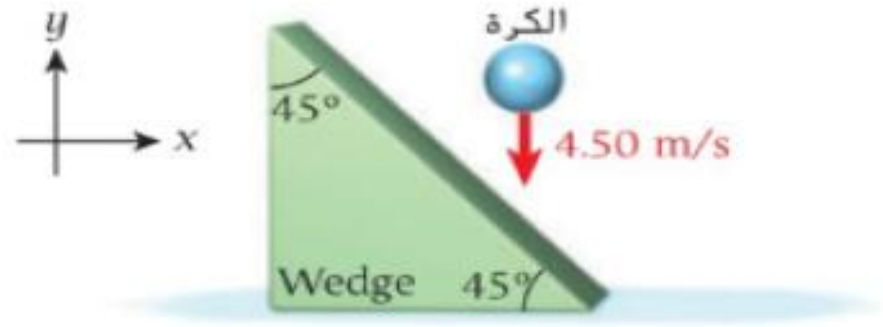
$$\frac{1}{2} m_1 v_{1i}^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{2i}^2 = \frac{1}{2} m_1 v_{1f}^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{2f}^2$$

$$v_{1i}^2 + v_{2i}^2 = v_{1f}^2 + v_{2f}^2$$

$$(672)^2 + (-246)^2 = 198900 = v_{1f}^2 + v_{2f}^2 \quad (3)$$

بحل المعادلات الثلاث

7.57 • تسقط كرة كتلتها 3.00 kg عمودياً على إسفين مقدار زاويته 45° متصل بالأرض بإحكام. كانت الكرة تتحرك بسرعة 4.50 m/s عند سقوطها على الإسفين. بافتراض أنَّ التصادم لحظي ومرن تماماً، فما كمية حركة الارتداد التي تتلقاها الأرض



أثناء التصادم؟

التصادم تام المرونة لذلك نطبق حفظ كمية الحركة على الاتجاهين

$$\Delta p_x = m (v_{fx} - v_{ix}) = 3.0(4.50 - 0.0) = 13.5 \text{ kg.m/s}$$

$$\Delta p_y = m (v_{fy} - v_{iy}) = 3.0(0.0 - 4.50) = -13.5 \text{ kg.m/s}$$

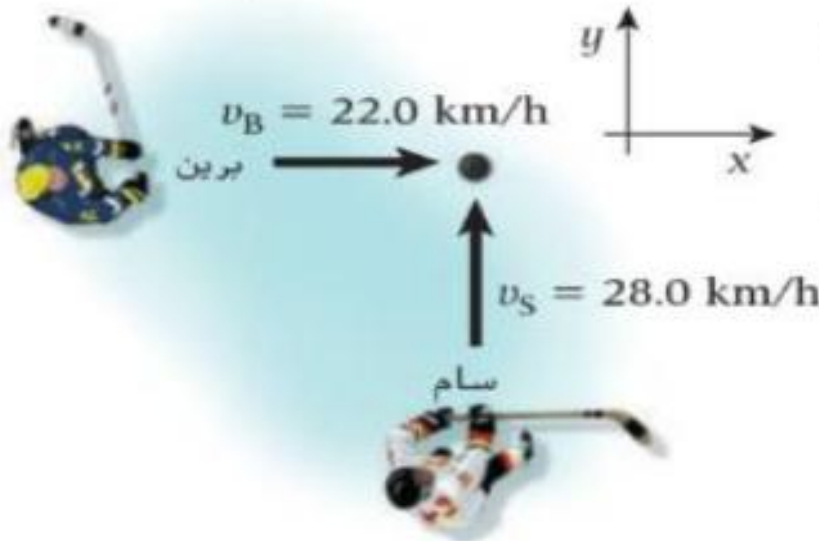
$$\Delta p = \sqrt{\Delta p_x^2 + \Delta p_y^2} = \sqrt{(13.5)^2 + (-13.5)^2} = 19.091 \text{ kg.m/s}$$

وهو نفس التغير في كمية حركة الأرض

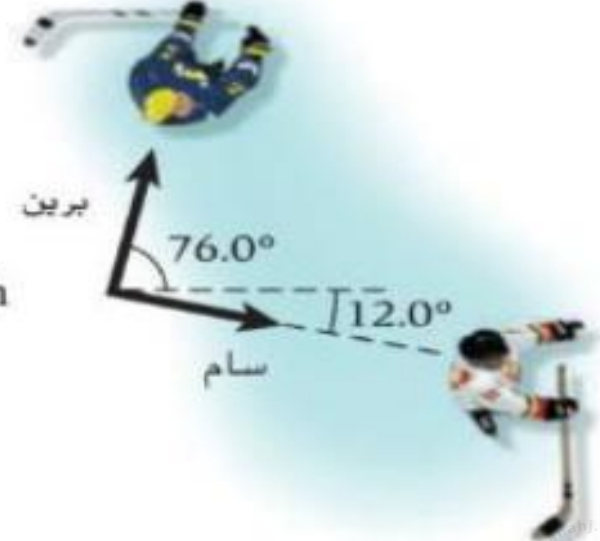


**7.58** يتسابق برين براون (حيث  $m_B = 55.0 \text{ kg}$ ,  $v_B = 22.0 \text{ km/h}$  في اتجاه  $x$  الموجب) وسام سميث (حيث  $m_S = 45.0 \text{ kg}$ ,  $v_S = 28.0 \text{ km/h}$  في اتجاه  $y$  الموجب) للحصول على قرص الهوكي. بعد التصادم مباشرة، كان برين يتجه في اتجاه بزاوية  $76.0^\circ$  عكس عقارب الساعة من اتجاهه الأصلي، وسام يتجه إلى الخلف وإلى يمينه في اتجاه بزاوية  $12.0^\circ$  من المحور  $x$ . ما الطاقة الحركية النهائية لكل من برين وسام؟ هل يحدث تصادم مرن؟

قبل التصادم مباشرة



بعد التصادم مباشرة





$$(m_B v_{Bi} \cos 0.0)_x + (m_s v_{si} \cos 90)_x = (m_B v_{Bf} \cos 76)_x + (m_s v_{sf} \cos 12)_x$$

$$(55 \times 6.11)_x + 0.0 = (55 v_{Bf} \cos 76)_x + (45 v_{sf} \cos 12)_x$$

$$336 + 0.0 = (13.31 v_{Bf})_x + (44.02 v_{sf})_x$$

$$v_{sf} = \frac{336 - 13.31 v_{Bf}}{44.02 \cos 12} \quad (1)$$

$$(55 \times 6.11 \sin 0.0)_y + (45 \times 7.78 \sin 90)_y = (55 v_{Bf} \sin 76)_y + (45 v_{sf} \sin 12)_y$$

$$0.0 + 350.1 = 53.37 v_{Bf} - 9.37 v_{sf}$$

$$350.1 = 53.37 v_{Bf} - 9.37 v_{sf} \quad (2)$$

بالتعويض من (1) في (2)

$$350.1 = 53.37 v_{Bf} - 9.37 \left( \frac{336 - 13.31 v_{Bf}}{44.02 \cos 12} \right)$$



$$350.1 = 53.37v_{Bf} + \left( \frac{-3148.3 + 124.7 v_{Bf}}{44.02 \cos 12} \right)$$

$$350.1 = 53.37v_{Bf} + \left( \frac{-3148.3}{44.02 \cos 12} \right) \left( \frac{124.7 v_{Bf}}{44.02 \cos 12} \right)$$

$$350.1 = 53.37v_{Bf} - 73.12 + 2.90v_{Bf} \quad \therefore \quad v_{Bf} = \frac{350.1 + 73.12}{53.37 + 2.90} = 7.52 \text{ m/s}$$

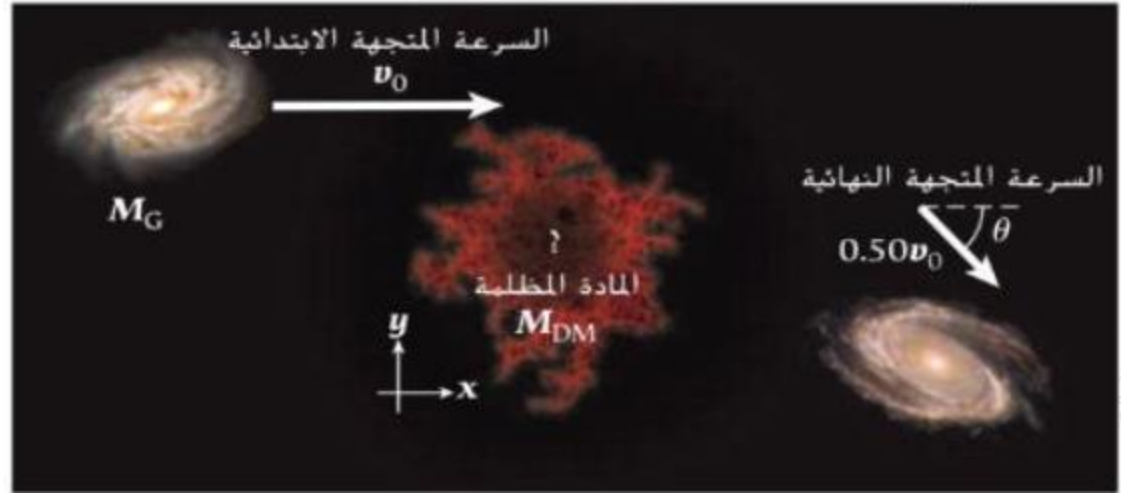
$$v_{Sf} = \frac{336 - 13.31 v_{Bf}}{44.02 \cos 12} = \frac{336 - (13.31 \times 7.52)}{44.02 \cos 12} = 5.48 \text{ m/s}$$

$$k_{Bf} = \frac{1}{2} m_B v_{Bf}^2 = 0.5 \times 55 \times (7.52)^2 = 1555.14 \text{ J}$$

$$k_{Sf} = \frac{1}{2} m_S v_{Sf}^2 = 0.5 \times 45 \times (5.48)^2 = 675.68 \text{ J}$$

**7.59** تشير القياسات الحالية والنظريات الكونية إلى أنَّ حوالي 4.6% فقط من كتلة الكون الكلية تتكون من مادة عادية. ويتكون حوالي 23% من الكتلة من مادة مظلمة، لا ينبعث منها ضوء ولا ينعكس عنها ويمكن ملاحظتها من خلال تفاعل جاذبيتها مع المواد المحيطة بها (انظر الوحدة 12). افترض أنَّ مجرة كتلتها  $M_G$  تتحرك في خط مستقيم في اتجاه  $x$ . وبعد أن تتفاعل مع مجموعة من المادة المظلمة كتلتها  $M_{DM}$ ، فإنَّ المجرة تتحرك بنسبة 50% من سرعتها الابتدائية في خط مستقيم في اتجاه مستدير بزاوية  $\theta$  عن سرعتها المتجهة الابتدائية. افترض أنَّ السرعتين المتجهتين الابتدائية والنهائية محددتان لموقعين تبعد فيهما المجرة عن مجموعة المادة المظلمة بدرجة كبيرة، بحيث يمكن تجاهل تأثير الجاذبية في هذه المواقع. كما أنَّ المادة المظلمة في وضع السكون مبدئيًا. حدد  $M_{DM}$  بدلالة  $M_G$  و  $v_0$  و  $\theta$ .

### القائمة الرئيسية





$$M_G v_0 = M_G \frac{v_0}{2} \cos \theta + M_{DM} v_{Df} \quad (1)$$

$$M_G \left( v_0 - \frac{v_0}{2} \cos \theta \right) = M_{DM} v_{Df}$$

$$\frac{1}{2} M_G v_0^2 = \frac{1}{2} M_G \left( \frac{v_0}{2} \right)^2 + \frac{1}{2} M_{DM} v_{Df}^2$$

$$M_G \left( v_0^2 - \left( \frac{v_0}{2} \right)^2 \right) = M_{DM} v_{Df}^2$$

$$M_G \left( v_0 - \frac{v_0}{2} \right) \left( v_0 + \frac{v_0}{2} \right) = M_{DM} v_{Df}^2$$

$$M_{DM} v_{Df} \left( v_0 + \frac{v_0}{2} \right) = M_{DM} v_{Df}^2$$



$$\left(v_0 + \frac{v_0}{2}\right) = v_{Df} = \frac{3v_0}{2} \quad \text{بالتعويض في (1)}$$

$$M_G v_0 = M_G \frac{v_0}{2} \cos\theta + M_{DM} \frac{3v_0}{2}$$

$$M_G \left(v_0 - \frac{v_0}{2} \cos\theta\right) = M_{DM} \frac{3v_0}{2}$$

$$M_{DM} \frac{M_G \left(v_0 - \frac{v_0}{2} \cos\theta\right)}{\frac{3v_0}{2}} = \frac{2M_G \left(1 - \frac{1}{2} \cos\theta\right)}{3}$$

خارج  
المقرر

القائمة الرئيسية



**7.60** تصطدم عربة سكة حديدية كتلتها  $1439 \text{ kg}$  وتتحرك بسرعة  $12.0 \text{ m/s}$  بعربة مماثلة في وضع السكون. إذا اتصلت العربتان معًا نتيجة التصادم، فكم تبلغ سرعتيهما المشتركة إلى الأمام (بوحدة  $\text{m/s}$ )؟

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

$$(1439 \times 12.0) + (0.0) = (1439 + 1439) v_f$$

$$v_f = 6.0 \text{ m/s}$$

خارج  
المقرر

القائمة الرئيسية



7.61 تعد الخفافيش بارعة للغاية في صيد الحشرات في الهواء. إذا اصطاد خفاش كتلته 50.0 g وبطير في اتجاه واحد بسرعة 8.00 m/s حشرة كتلتها 5.00 g نظير في الاتجاه المعاكس بسرعة 6.00 m/s ، فما سرعة الخفاش بعد اصطاد الحشرة مباشرة؟

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

$$(0.050 \times 8.0) + (0.005 \times (-6.0)) = (0.050 + 0.005) v_f$$

$$v_f = 6.73 \text{ m/s}$$

خارج  
المقرر

القائمة الرئيسية



7.62. تتصادم سيارة صغيرة كتلتها 1000 kg تتحرك بسرعة قدرها 33.0 m/s تصادمًا مواجهًا بسيارة كبيرة كتلتها 3000 kg وتتحرك في اتجاه مضاد بسرعة قدرها 30.0 m/s. التصادم السيارتان معًا. مدة التصادم تساوي 100. ms. ما العجلة التي سيتعرض لها راكبو السيارة الصغيرة (بوحدة g)؟ ما العجلة التي سيتعرض لها راكبو السيارة الكبيرة (بوحدة g)؟

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

$$(1000 \times 33.0) + (3000 \times (-30)) = (1000 + 3000) v_f$$

$$\therefore v_f = -14.25 \text{ m/s}$$



خارج  
المقرر

$$F t = \Delta p \quad \therefore F = \frac{\Delta p}{t}$$

$$F_1 = \frac{\Delta p}{t} = \frac{m(v_f - v_i)}{t} = \frac{1000(-14.25 - 33)}{1.0 \times 10^{-1}} = -4.725 \times 10^5 N$$

$$a_1 = \frac{F_1}{m_1} = \frac{-4.725 \times 10^5}{1000} = -472.5 m/s^2$$

$$F_2 = \frac{\Delta p}{t} = \frac{m(v_f - v_i)}{t} = \frac{3000(-14.25 + 30)}{1.0 \times 10^{-1}} = +4.725 \times 10^5 N$$

$$a_2 = \frac{F_2}{m_2} = \frac{+4.725 \times 10^5}{3000} = 157.5 m/s^2$$

خارج  
المقرر

7.63• لتحديد سرعة الفوهة للرصاص التي تم إطلاقها من البندقية، قمت بتصويب رصاصة كتلتها 2.00 g نحو كتلة خشبية كتلتها 2.00 kg. كانت الكتلة الخشبية معلقة بأسلاك في السقف بحيث تكون في وضع سكون مبدئيًا. بعد أن انقرست الرصاصة في الكتلة الخشبية، تآرجحت إلى أقصى ارتفاع لها بمقدار 0.500 cm فوق موقعها الابتدائي. ما السرعة المتجهة للرصاص عند مغادرة ماسورة البندقية؟

$$\frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2 = (m_1 + m_2) gh$$

$$v_f = \sqrt{2 g h} = \sqrt{2 \times 9.81 \times 5 \times 10^{-3}} = 0.313 \text{ m/s} \quad \text{بعد التصادم}$$

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

$$0.002 v_{1i} + 0.0 = (0.002 + 2.0) \times 0.313 \quad v_{1i} = 313.3 \text{ m/s}$$

## القائمة الرئيسية



خارج  
المقرر

## القائمة الرئيسية



**7.64.** التفت سيارة كاديلاك كتلتها  $2000 \text{ kg}$  بسيارة فولكس فاجن كتلتها  $1000 \text{ kg}$  عند تقاطع طرق. كانت إشارة المرور قد تغيرت للتو إلى اللون الأخضر، والسيارة كاديلاك تتقدم متجهة نحو الشمال لتصل إلى التقاطع. أخفقت السيارة فولكس فاجن، المتجهة شرقاً، في التوقف. اصطدمت السيارة فولكس فاجن بالمصد الأمامي الأيسر في السيارة كاديلاك؛ ثم التصفت السيارتان ببعضهما وانزلقتا حتى توقفتا. عند استجابة الضابط توم للحادث، شاهد أن علامات الانزلاق متجهة بزاوية  $55.0^\circ$  شمالي الشرق من نقطة التصادم. أفاد قائد السيارة كاديلاك، الذي كان يراقب عداد السرعة باستمرار، أنه كان يتحرك بسرعة  $30.0 \text{ m/s}$  عندما وقع الحادث. كم تبلغ سرعة حركة السيارة فولكس فاجن قبل حدوث التصادم مباشرة؟



خارج  
المقرر

$$(m_k v_{ki})_y = (m_V + m_k) v_{fy} \sin 55$$

$$(2000 \times 30.0)_y = (1000 + 2000) v_f \sin 55 \quad \therefore \quad v_f = 24.416 \text{ m/s}$$

$$(m_V v_{Vi})_x = (m_V + m_k) v_f \cos 55$$

$$(1000 v_{Vi})_x = (1000 + 2000) \times 24.415 \cos 55$$

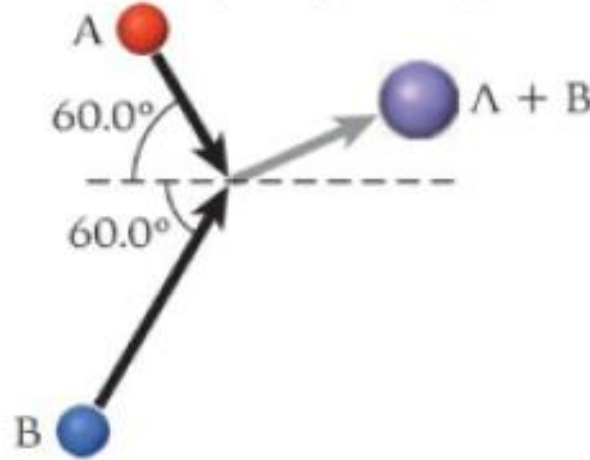
$$v_{Vi} = 42.011 \text{ m/s}$$

خارج  
المقرر

القائمة الرئيسية



7.65 • تصطدم كرتان متساويتان في الكتلة وتلتصقان ببعضهما كما هو موضح في الشكل. حيث تكون السرعة المتجهة للكرة B ضعف السرعة المتجهة للكرة A.



(a) احسب الزاوية التي تقع أعلى من المستوى الأفقي لحركة الكتلة  $A + B$  بعد التصادم.  
(b) ما النسبة بين السرعة المتجهة النهائية للكتلة  $A + B$  والسرعة المتجهة الابتدائية للكرة A،  $v_f/v_A$  ؟  
(c) ما النسبة بين الطاقة النهائية للنظام والطاقة الأولية للنظام،  $E_f/E_i$  ؟

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

$$(m v_A \cos 330)_x + (m 2v_A \cos 60)_x = (2m) v_{fx}$$



خارج  
المقرر

$$((\cos 33^\circ)_x + (2\cos 60^\circ)_x)v_A = 2v_{fx} \quad \therefore v_{fx} = 0.933v_A$$

$$(mv_A \sin 33^\circ)_y + (m2v_A \sin 60^\circ)_y = (2m)v_{fy}$$

$$((\sin 33^\circ)_y + (2\sin 60^\circ)_y)v_A = (2)v_{fy} \quad \therefore v_{fy} = 0.616v_A$$

$$v_f = \sqrt{(0.93v_A)^2 + (0.616v_A)^2} = 1.1155v_A$$

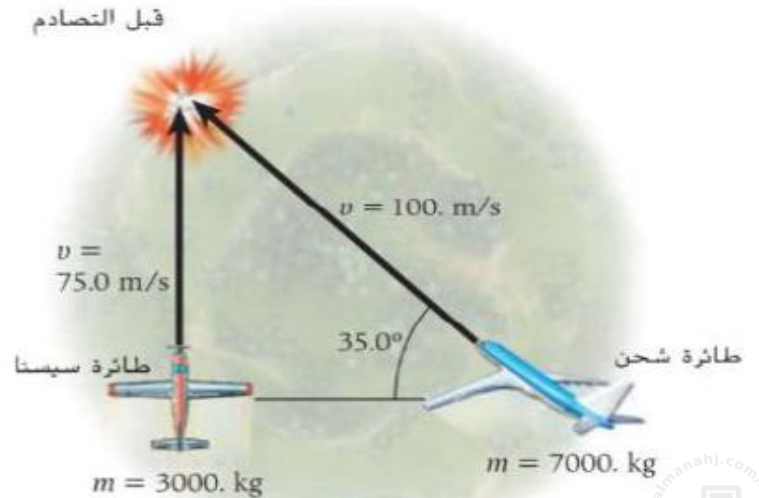
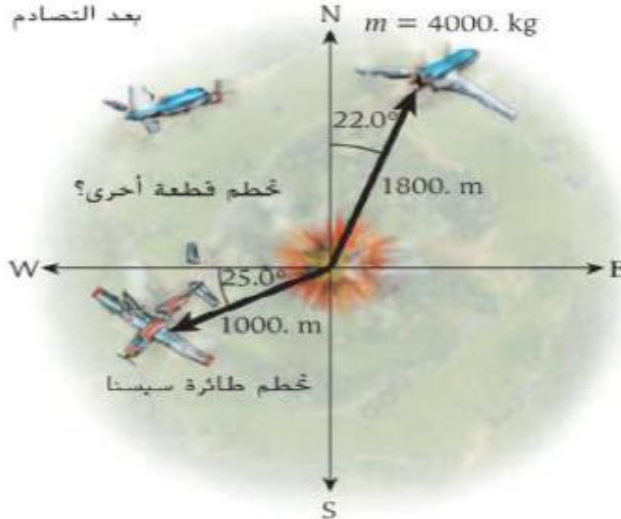
$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{v_{fy}}{v_{fx}}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{0.616v_A}{0.93v_A}\right) = 33.4^\circ$$

$$\frac{K_f}{K_A} = \frac{\frac{1}{2}(m_A + m_B)v_f^2}{\frac{1}{2}m_A v_A^2} = \frac{2m v_f^2}{m v_A^2} = \frac{2(1.1155v_A)^2}{v_A^2} = 2.489$$

## خارج المقرر

### القائمة الرئيسية

7.66 •• اصطدمت طائرة من طراز سيسنا كتلتها  $3000 \text{ kg}$  محلقة في اتجاه الشمال بسرعة  $75.0 \text{ m/s}$  وعلى ارتفاع  $1600 \text{ m}$  فوق أدغال البرازيل بطائرة شحن كتلتها  $7000 \text{ kg}$  محلقة بزاوية  $35.0^\circ$  شمالي الغرب بسرعة قدرها  $100 \text{ m/s}$ . عند القياس من نقطة على الأرض تقع أسفل التصادم مباشرة، عُثر على حطام طائرة سيسنا على بعد  $1000 \text{ m}$  بزاوية  $25.0^\circ$  جنوبي الغرب، كما هو موضح في الشكل. انقسمت طائرة الشحن إلى جزأين. حدد عمال الإنقاذ موقع أحد الجزأين الذي تبلغ كتلته  $4000 \text{ kg}$  على بعد  $1800 \text{ m}$  من النقطة نفسها بزاوية  $22.0^\circ$  شرقي الشمال. أين يجب عليهم البحث عن الجزء الثاني من طائرة الشحن؟ حدد المسافة والاتجاه من النقطة التي تقع أسفل التصادم مباشرة.





نتعامل مع حطام الطائرتين بعد التصادم كمقذوفات أفقية وبمعرفة المدى الأفقي والرأسي نحسب السرعة

$$\Delta y = v_{oy}t - \frac{1}{2}g t^2 \quad \therefore t = \sqrt{\frac{2\Delta y}{-g}} = \sqrt{\frac{2(-1600)}{-9.81}} = 18.06 \text{ s} \quad \text{زمن وصول الحطام للأرض}$$

$$\Delta x = v_{ox} t \quad \therefore v_{ox} = \frac{\Delta x}{t}$$

$$\therefore (v_{ox})_{\text{الجزء الأول}} = \frac{\Delta x}{t} = \frac{1800}{18.06} = 99.67 \text{ m/s} \quad \text{سرعة الجزء الأول بعد التصادم}$$

$$\therefore (v_{ox})_{\text{الطائرة سيسنا}} = \frac{\Delta x}{t} = \frac{1000}{18.06} = 55.37 \text{ m/s}$$

نطبق مبدأ حفظ كمية الحركة في اتجاهين

$$m_s v_{si} + m_c v_{ci} = m_s v_{sf} + m_{p1} v_{p1} + m_{p2} v_{p2}$$

$$(3000 \times 75 \cos 90)_x + (7000 \times 100 \cos 145)_x = (3000 \times 55.37 \cos 205)_x +$$

$$(4000 \times 99.67 \cos 68)_x + (3000 v_{p2})_x \quad \therefore (v_{p2})_x = -190.74 \text{ m/s}$$

خارج  
المقرر



خارج  
المقرر

$$(3000 \times 75 \sin 90)_y + (7000 \times 100 \sin 145)_y = (3000 \times 55.37 \sin 205)_y + (4000 \times 99.67 \sin 68)_y + (3000 v_{p2})_y \quad \therefore (v_{p2})_y = 109.02 \text{ m/s}$$

$$v_{p2} = \sqrt{(v_{p2})_x^2 + (v_{p2})_y^2} = \sqrt{(-190.74)^2 + (109.02)^2} = 219.70 \text{ m/s}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{(v_{p2})_y}{(v_{p2})_x} \right) = \tan^{-1} \left( \frac{109.02}{-190.74} \right) = -29.75^\circ \text{ شمال الشرق}$$

$$\Delta x = v_o t = 219.70 \times 18.06 = 3967.8 \text{ m}$$

خارج  
المقرر

القائمة الرئيسية



**7.67** تسقط الأجسام المدرجة في الجدول من ارتفاع قدره 85 cm حيث تم تسجيل الارتفاع الذي وصلت إليه بعد الارتداد. حدد معامل ارتداد كل جسم منها.

| الجسم                    | $H$ (cm) | $h_1$ (cm) | $\epsilon$ |
|--------------------------|----------|------------|------------|
| مدى كرة الجولف           | 85.0     | 62.6       |            |
| كرة التنس                | 85.0     | 43.1       |            |
| كرة البلياردو            | 85.0     | 54.9       |            |
| كرة اليد                 | 85.0     | 48.1       |            |
| الكرة الخشبية            | 85.0     | 30.9       |            |
| محمل الكرة الفولاذية     | 85.0     | 30.3       |            |
| كرة زجاجية               | 85.0     | 36.8       |            |
| كرة من الأحزمة المطاطية  | 85.0     | 58.3       |            |
| كرة بلاستيكية صلبة مجوفة | 85.0     | 40.2       |            |



خارج  
المقرر

$$\varepsilon^2 = \frac{h_f}{h_i} \quad \therefore \varepsilon = \sqrt{\frac{h_f}{h_i}}$$

| $\varepsilon$ | h       | H      | الجسم                   |
|---------------|---------|--------|-------------------------|
| 0.858         | 0.626 m | 0.85 m | كرة الجولف              |
| 0.712         | 0.431 m | 0.85 m | كرة التنس               |
| 0.804         | 0.549 m | 0.85 m | كرة البلياردو           |
| 0.753         | 0.481 m | 0.85 m | كرة اليد                |
| 0.603         | 0.309 m | 0.85 m | الكرة الخشبية           |
| 0.597         | 0.303   | 0.85 m | محمل الكرة الفولاذية    |
| 0.658         | 0.368 m | 0.85 m | كرة زجاجية              |
| 0.828         | 0.583 m | 0.85 m | كرة من الأحزمة المطاطية |

خارج  
المقرر

القائمة الرئيسية



7.68 تم تحرير كرة جولف من وضع السكون من ارتفاع  $0.811 \text{ m}$  فوق سطح الأرض واصطدمت بالأرض، حيث كان معامل الارتداد يساوي  $0.601$  ما أقصى ارتفاع وصلت إليه الكرة عند ارتدادها بعد التصادم؟

$$h_f = \varepsilon^2 h_i = (0.601) \times 0.811 = 0.293$$

خارج  
المقرر

## القائمة الرئيسية



7.69• تتحرك كرة بلياردو كتلتها 0.162 kg بسرعة 1.91 m/s وتصطدم بجانب طاولة البلياردو بزاوية  $35.9^\circ$  بالنسبة إلى العمود المقام. بالنسبة إلى هذا التصادم، كان معامل الارتداد يساوي 0.841 ما الزاوية التي تتحرك بها الكرة بعيدًا عن نقطة التصادم بالنسبة إلى جانب الطاولة (بالدرجات)؟

في الاتجاه الموازي للجدار لا يحدث تغير  $v_f \sin \theta = \varepsilon v_i \sin 39.9$

$$v_f \sin \theta = 1.91 \sin 35.9 = 1.120 \text{ m/s}$$

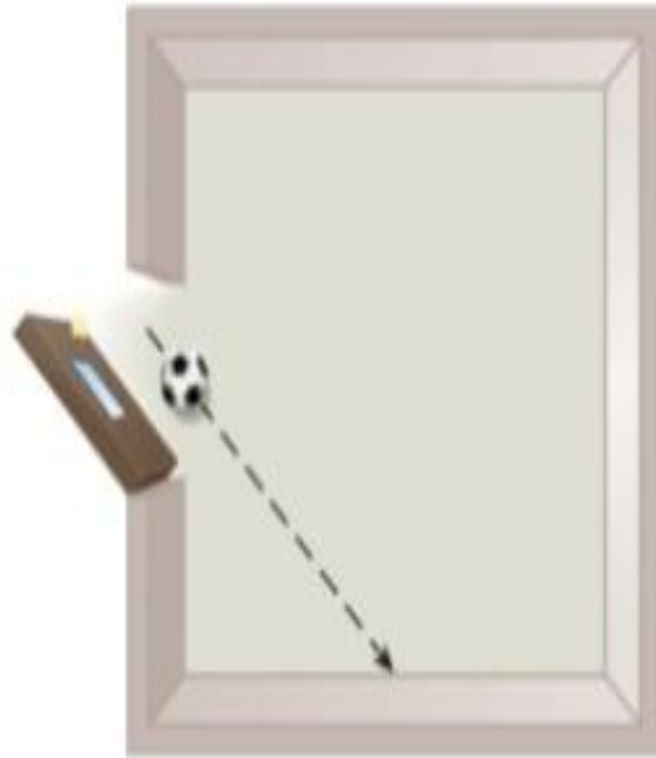
في الاتجاه العمودي على الجدار  $v_f \cos \theta = 0.841 \times 1.91 \cos 35.9 = 1.301 \text{ m/s}$

$$\frac{v_f \sin \theta}{v_f \cos \theta} = \frac{1.120}{1.301} = \tan \theta \quad \therefore \theta = 40.7$$

$$v_f \sin \theta = 1.120 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \therefore v_f = \frac{1.120}{\sin 40.7} = 1.72 \text{ m/s}$$

## خارج المقرر

### القائمة الرئيسية



**7.70** • تدحرجت كرة قدم إلى خارج صالة ألعاب رياضية عبر منتصف المدخل لتصل إلى الحجرة المجاورة. تبلغ مساحة الغرفة المجاورة  $6.00\text{ m}$  في  $6.00\text{ m}$  ولها مدخل عرضه  $2.00\text{ m}$  مصمم في منتصف الجدار. اصطدمت الكرة بمركز الجدار الجانبي بزاوية  $45.0^\circ$  إذا كان معامل ارتداد كرة القدم يساوي  $0.850$ ، فهل سترتد الكرة إلى خارج الغرفة؟ (لا حظ أن الكرة تتدحرج من دون انزلاق، بحيث لا تفقد الطاقة في الأرض).

## خارج المقرر

7.71. في فيلم كرتون *Tom and Jerry*™، بطارد الفط نوم الفأر بالخارج في الفناء. يقع المنزل في مجاورة حيث تتشابه جميع المنازل تمامًا، كما تتميز جميعها بفناء بالحجم ذاته وسور محيط بالفناء ارتفاعه  $2.00\text{ m}$  في الكرتون، نوم يلف جيري على الكرة ويلقي به من فوق السور. يتحرك جيري مثل الفذيفة، ويرتد من وسط الفناء المجاور، ويواصل حركته باتجاه السور التالي، الذي يقع على بعد  $7.50\text{ m}$ . إذا كان ارتفاع جيري الأصلي فوق الأرض حينما ألقيه نوم بساوي  $5.00\text{ m}$ ، والمدى الأصلي بساوي  $15.0\text{ m}$ ، ومعامل ارتداده بساوي  $0.80$ ، فهل سيتمكن من تجاوز السور التالي؟

### القائمة الرئيسية



خارج  
المقرر

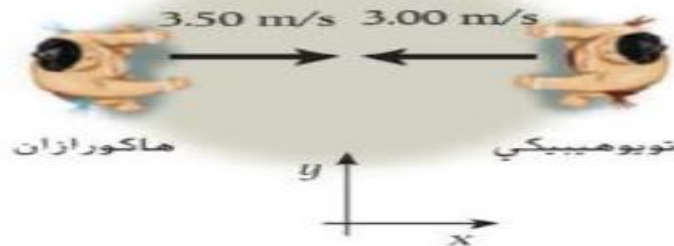
القائمة الرئيسية

7.72 تعرض اثنان من مصارعى السومو إلى تصادم لأمرن. كتلة المصارع الأول.

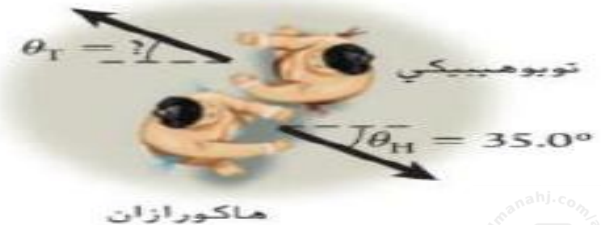


هاكوراوان، تساوي  $135 \text{ kg}$  ويتقدم إلى الأمام على طول اتجاه  $x$  الموجب بسرعة قدرها  $3.50 \text{ m/s}$ . وكتلة المصارع الثاني، تويوهيبكي، تساوي  $173 \text{ kg}$  ويتجه مباشرة نحو هاكوراوان بسرعة  $3.00 \text{ m/s}$  انحراف هاكوراوان بعد التصادم مباشرة بزاوية  $35.0^\circ$  إلى اليمين (انظر الشكل). في هذا التصادم، فُقد  $10.0\%$  من الطاقة الحركية الابتدائية الكلية للمصارعين. ما الزاوية التي يتحرك بها تويوهيبكي بعد التصادم مباشرة؟

قبل التصادم مباشرة



بعد التصادم مباشرة



خارج  
المقرر

## القائمة الرئيسية



7.73.. انزلق قرص هوكي ( $m = 170 \text{ g}$  و  $v_0 = 2.00 \text{ m/s}$ ) على الجليد دون احتكاك واصطدم بلوحة جانب الملعب بزاوية  $30.0^\circ$  بالنسبة إلى العمود المقام. ارتد قرص الهوكي عن اللوحة بزاوية  $40.0^\circ$  بالنسبة إلى العمود المقام. ما معامل ارتداد قرص الهوكي؟ ما النسبة بين الطاقة الحركية النهائية لقرص الهوكي والطاقة الحركية الابتدائية؟

$$v_i \sin 30 = v_f \sin 40 \quad v_f = \frac{v_i \sin 30}{\sin 40} = \frac{2.0 \sin 30}{\sin 40} = 1.556 \text{ m/s}$$

$$\frac{k_f}{k_i} = \frac{\frac{1}{2} m v_f^2}{\frac{1}{2} m v_i^2} = \frac{(1.556)^2}{(2.00)^2} = 0.605$$

$$\varepsilon = \frac{v_{xf}}{v_{xi}} = \frac{1.556 \cos 40}{2.0 \cos 30} = 0.688$$

7.74 كم تبلغ السرعة التي يجب أن تنطلق بها ذبابة كتلتها 5.00 g لإبطاء سيارة كتلتها 1900 kg تتحرك بسرعة 55.0 mph لتتوقف سرعتها بمقدار 5.00 mph إذا اصطدمت الذبابة بالسيارة في تصادم مواجه لأمراً تاماً؟

$$m_A v_{Ai} + m_C v_{Ci} = (m_A + m_C) v_f$$

$$0.005 v_{Ai} + (1900 \times 55) = (0.005 + 1900) (50)$$

$$v_{Ai} = -1899950 \text{ mph} \cong -1.9 \times 10^6 \text{ mph}$$



**7.75** في محاولة لتسجيل هدف، قفز المهاجم المتقدم الذي كتلته 85.0 kg فوق معترضيه، محققًا سرعة أفقية قدرها 8.90 m/s. قابله اللاعب الظهير الذي تبلغ كتلته 110 kg في الهواء بالقرب من خط المرمى حيث كان يتحرك في الاتجاه المعاكس بسرعة قدرها 8.00 m/s. أمسك اللاعب الظهير بالمهاجم المتقدم.

- (a) ما سرعة المهاجم المتقدم واللاعب الخلفي المشتبكين معًا بعد التصادم مباشرة؟  
 (b) هل سيحرز المهاجم المتقدم هدفًا (شريطة أنه لا توجد فرصة بالطبع للاعب آخر أن يشارك في إحراز الهدف)؟

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

$$(85.0 \times 8.90) + (110 \times (-8.0)) = (85.0 + 110) v_f \quad \therefore v_f = -0.63 \text{ m/s}$$

لن يستطيع أن يحرز هدفًا لأن السرعة النهائية تكون عكس اتجاه المهاجم



7.76 من المعروف أن نواة الثوريوم 228 المشع، التي تبلغ كتلتها حوالي  $3.78 \times 10^{-25} \text{ kg}$ ، تنحل بانبعث جسيم ألفا الذي تبلغ كتلته حوالي  $6.64 \times 10^{-27} \text{ kg}$ . إذا انبعث جسيم ألفا بسرعة  $1.80 \times 10^7 \text{ m/s}$ ، فما سرعة ارتداد النواة المتبقية (نواة ذرة الرادون)؟

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

$$0.0 = [(6.64 \times 10^{-27})(1.80 \times 10^7)] + (3.78 \times 10^{-25} - 6.64 \times 10^{-27})v_{Bf}$$

$$v_{Bf} = 3.22 \times 10^5 \text{ m/s}$$



7.77 يوجد رائد فضاء كتلته 60.0 kg داخل كبسولة فضائية طولها 7.00 m وكتلتها 500 kg، ويسبح في أحد طرفيها مع انعدام الجاذبية. ركل رائد الفضاء الجدار بسرعة متجهة قدرها 3.50 m/s في اتجاه الطرف الآخر من الكبسولة. كم المدة التي سيستغرقها رائد الفضاء ليصل إلى الجدار البعيد؟

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

$$0.0 + 0.0 = (60.0 \times 3.50) + (500 \times v_{Bf}) \quad v_{Bf} = -0.42 \text{ m/s}$$

السرعة النسبية بين الرائد والكبسولة  $v = 3.50 + 0.42 = 3.92 \text{ m/s}$

$$t = \frac{x}{v} = \frac{7.0}{3.92} = 1.785 \cong 1.79 \text{ s}$$



**7.78** مطيافية موسباور هي طريقة دراسة الجزيئات من خلال دراسة ذرة محددة داخلها. على سبيل المثال، يمكن استخدام قياسات موسباور للحديد (Fe) داخل الهيموجلوبين، الجزيء المسؤول عن نقل الأكسجين في الدم، لتحديد مدى مرونة الهيموجلوبين. تبدأ التقنية بانبعث الأشعة السينية من نويات ذرات ثاني أكسيد الكربون  $^{57}\text{Co}$ . بعد ذلك تستخدم هذه الأشعة السينية لدراسة الحديد (Fe) في الهيموجلوبين. الطاقة وكمية الحركة لكل شعاع من الأشعة السينية تساوي  $14.0 \text{ keV}$  و  $14.0 \text{ keV}/c$  (انظر المثال 7.5 للاطلاع على شرح الوحدات). ترتد نواة  $^{57}\text{Co}$  بمجرد انبعث الأشعة السينية. تبلغ كتلة نواة  $^{57}\text{Co}$  الواحدة  $9.52 \times 10^{-26} \text{ kg}$ . ما الطاقة الحركية وكمية الحركة النهائية لنواة  $^{57}\text{Co}$ ؟ ما وجه المقارنة بينها وبين قيم الأشعة السينية؟

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

$$0.0 + 0.0 = m_1 v_{1f} - (m_2 - m_1) v_{2f}$$

$$v_{2f} = \frac{m_1 v_{1f}}{(m_2 - m_1)} = \frac{(6.64 \times 10^{-27})(1.8 \times 10^7)}{(3.8 \times 10^{-25}) - (6.64 \times 10^{-27})} = 320119.99 \text{ m/s}$$



**7.79** افترض أن كتلة نواة ذرة الرادون  $^{222}\text{Rn}$  تبلغ  $3.68 \times 10^{-25} \text{ kg}$ . تنحل النواة المشعة من خلال انبعاث جسيم ألفا بطاقة قدرها  $8.79 \times 10^{-13} \text{ J}$ . تبلغ كتلة جسيم ألفا  $6.64 \times 10^{-27} \text{ kg}$ . بافتراض أن نواة الرادون كانت في وضع السكون مبدئيًا، فما السرعة المتجهة للنواة المتبقية بعد الانحلال؟

$$v_{\alpha} = \sqrt{\frac{2K}{m}} = \sqrt{\frac{2(8.79 \times 10^{-13})}{(6.64 \times 10^{-27})}} = 1.627 \times 10^7 \text{ m/s}$$

$$m_{\alpha} v_{\alpha i} + m_R v_{Ri} = m_{\alpha} v_{\alpha f} + m_R v_{Rf}$$

$$0.0 = [(6.64 \times 10^{-27})(1.627 \times 10^7)] + (3.68 \times 10^{-25} - 6.64 \times 10^{-27})v_{Rf}$$

$$v_{Rf} = 2.99 \times 10^5 \text{ m/s}$$



7.80 يركب أحد المتزلجين الذي تبلغ كتلته 35.0 kg على لوح التزلج الذي تبلغ كتلته 3.50 kg وبتزلج بسرعة 5.00 m/s. يقفز المتزلج من فوق لوح التزلج إلى الخلف، دافعاً لوح التزلج إلى الأمام بسرعة 8.50 m/s. ما السرعة التي يتحرك بها المتزلج عندما يلمس الأرض بقدميه؟

$$m_b v_{bi} + m_w v_{wi} = m_b v_{bf} + m_w v_{wf}$$

$$(35.0 \times 5.0) + (3.5 \times 5.0) = 35.0 v_{bf} + (3.5 \times 8.50)$$

أي أن الولد يقفز للخلف لكن سرعته مازالت في نفس اتجاه اللوح للإمام  $v_{bf} = 4.65 \text{ m/s}$



7.81 في إحدى فعاليات التزلج على الجليد الرائعة، روبن هوود على الجليد، يقف أحد الرماة الذي تبلغ كتلته 50.0 kg ثابتًا على زلاجات الجليد. افترض أن الاحتكاك بين زلاجات الجليد والجليد يمكن إهماله. يرمي الرامي سهمًا أفقيًا كتلته 0.100 kg بسرعة مقدارها 95.0 m/s. ما السرعة التي يرتد بها الرامي؟

$$m_m v_{mi} + m_A v_{Ai} = m_m v_{mf} + m_A v_{Af}$$

$$0.0 + 0.0 = 50.0 v_{mf} + (0.100 \times 95.0)$$

$$v_{mf} = -0.19 \text{ m/s}$$



7.82 يلعب رواد الفضاء لعبة النقاط الكرة على محطة الفضاء الدولية. يرمي أحد رواد الفضاء الذي تبلغ كتلته  $55.0 \text{ kg}$ ، وهو في وضع السكون مبدئيًا، كرة البيسبول التي تبلغ كتلتها  $0.145 \text{ kg}$  بسرعة قدرها  $31.3 \text{ m/s}$ . ما السرعة التي يرتد بها رائد الفضاء؟

$$m_m v_{mi} + m_b v_{bi} = m_m v_{bf} + m_b v_{bf}$$

$$0.0 + 0.0 = 55.0 v_{mf} + (0.145 \times 31.3)$$

$$v_{mf} = -0.0825 \text{ m/s}$$



**7.83** يحقق أحد لاعبي القفز بالحبال الذي تبلغ كتلته 55.0 kg سرعة قدرها 13.3 m/s متحركاً إلى أسفل مباشرة حينما يبدأ الحبل المطاطي المربوط بقدميه في سحبه إلى أعلى مجدداً. بعد 1.25 s، يتجه لاعب القفز إلى أعلى بسرعة 10.5 m/s. ما متوسط القوة التي يبذلها الحبل المطاطي على لاعب القفز؟ ما متوسط عدد وحدات  $g$  التي يتأثر بها لاعب القفز أثناء تغيير الاتجاه هذا؟

$$J = F t = m (v_f - v_i)$$

$$F_{net} = \frac{m(v_f - v_i)}{t} = \frac{55.0(10.5 - (-13.3))}{1.25} = 1047.2 \text{ N}$$

$$F_{net} = F_{\text{حبل}} - F_g \quad \therefore F_{\text{حبل}} = F_{net} + F_g$$

$$a = \frac{F_{net} + F_g}{m} = \frac{(1047.2) + (55.0 \times 9.81)}{55.0} = 99.34 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cong 2.99g$$



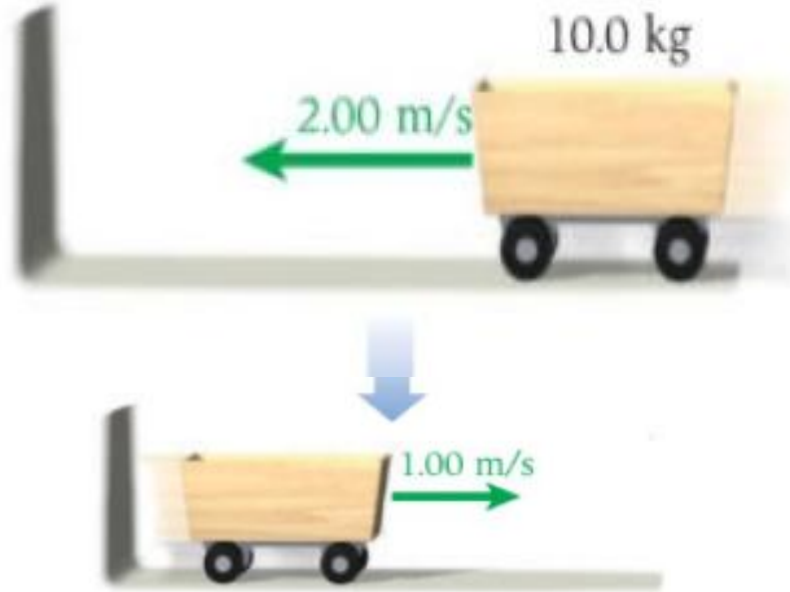
7.84 ألقيت كرة من الصلصال كتلتها  $3.00 \text{ kg}$  بسرعة  $21.0 \text{ m/s}$  نحو جدار والتصقت به. ما مقدار الدفع المبذول على الكرة؟

$$J = F t = m (v_f - v_i) = 3.0(21.0 - 0.0) = 63.0 \text{ kg.m/s}$$

القائمة الرئيسية



**7.85** يوضح الشكل مشاهد قبلية وبعديّة لاصطدام عربة بأحد الجدران وارتدادها. ما التغيّر في كمية حركة العربة؟ (افترض أنّ اتجاه اليمين هو الاتجاه الموجب في النظام الإحداثي).



$$\Delta p = m (v_f - v_i) = 10.0(1.0 + 2.0) = 30.0 \text{ kg.m/s}$$



**7.86** تستطيع بطلة التنس، فينوس ويليامز، ضرب كرة التنس بسرعة قدرها 127 mph تقريبًا. (a) بافتراض أنَّ مضربها ملامس للكرة التي كتلتها 57.0 g لمدة 0.250 s، فما متوسط القوة التي يبذلها المضرب على الكرة؟

(b) بافتراض أنَّ مضرب المنافس يلامس الكرة أيضًا لمدة 0.250 s، فما متوسط القوة التي يجب أن يبذلها مضرب المنافس لصد ضربة ويليامز للكرة بسرعة قدرها 50.0 mph؟

$$F = \frac{m(v_f - v_i)}{t} = \frac{0.057(56.8 - 0.0)}{0.250} = 12.95 \approx 13.0 \text{ N}$$

$$F = \frac{m(v_f - v_i)}{t} = \frac{0.057(-22.4 - 56.8)}{0.250} = -18.06 \approx -18.1 \text{ N}$$



**7.87** تخلق ثلاثة طيور في تشكيل مدمج. يطير الطائر الأول الذي تبلغ كتلته 100 g بزاوية  $35.0^\circ$  شرقي الشمال بسرعة  $8.00 \text{ m/s}$ . ويطير الطائر الثاني الذي تبلغ كتلته 123 g بزاوية  $2.00^\circ$  شرقي الشمال بسرعة  $11.0 \text{ m/s}$ . ويطير الطائر الثالث الذي تبلغ كتلته 112 g بزاوية  $22.0^\circ$  غربي الشمال بسرعة  $10.0 \text{ m/s}$ . ما متجه كمية الحركة التشكيل؟ كم سيبلغ مقدار واتجاه سرعة الطائر الذي تبلغ كتلته 115 g وله كمية الحركة نفسها؟

$$p_x = (m_1 v_1 \cos 55) + (m_2 v_2 \cos 88) + (m_3 v_3 \cos 112)$$

$$p_x = (0.10 \times 8 \cos 55) + (0.123 \times 11 \cos 88) + (0.112 \times 10 \cos 112) = 0.0865 \text{ kg.m/s}$$

$$p_y = (0.10 \times 8 \sin 55) + (0.123 \times 11 \sin 88) + (0.112 \times 10 \sin 112) = 3.046 \text{ kg.m/s}$$

$$p = \sqrt{p_x^2 + p_y^2} = \sqrt{(0.0865)^2 + (3.046)^2} = 3.047 \text{ kg.m/s}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{3.046}{0.0865} \right) = 88.37^\circ \text{ شمال الشرق or } 1.63 \text{ شمال}$$



**7.88** تتصادم كرة جولف كتلتها 45.0 g وتتحرك بسرعة 120 km/h تصادمًا مواجهًا بقطار تي جي في الفرنسي عالي السرعة الذي تبلغ كتلته  $3.80 \times 10^5$  kg ويتحرك بسرعة 300 km/h. بافتراض أن التصادم مرن، كم ستكون سرعة كرة الجولف بعد التصادم؟ (لا تحاول إجراء هذه التجربة!)

$$m_b v_{bi} + m_t v_{ti} = m_b v_{bf} + m_t v_{tf} \quad (1)$$

$$m_b (v_{bi} - v_{bf}) = m_t (v_{tf} - v_{ti})$$

$$\frac{1}{2} m_b v_{bi}^2 + \frac{1}{2} m_t v_{ti}^2 = \frac{1}{2} m_b v_{bf}^2 + \frac{1}{2} m_t v_{tf}^2$$

$$m_b (v_{bi}^2 - v_{bf}^2) = m_t (v_{tf}^2 - v_{ti}^2)$$

$$m_b (v_{bi} - v_{bf})(v_{bi} + v_{bf}) = m_t (v_{tf} - v_{ti})(v_{tf} + v_{ti})$$





بالتعويض في المعادلة ( 1 )  $\therefore v_{tf} = v_{bi} + v_{bf} - v_{ti}$

$$m_b v_{bi} + m_t v_{ti} = m_b v_{bf} + m_t (v_{bi} + v_{bf} - v_{ti})$$

$$m_b v_{bi} - m_b v_{bf} = m_t v_{bi} + m_t v_{bf} - m_t v_{ti} - m_t v_{ti}$$

$$0.045 (33.3 - v_{bf}) = (3.80 \times 10^5)(-33.3 + v_{bf} - 2 \times 83.3)$$

$$1.499 - 0.045 v_{bf} = -7.596 \times 10^7 + 3.80 \times 10^5 v_{bf}$$

$$v_{bf} = \frac{1.499 + 7.596 \times 10^7}{0.045 + 3.80 \times 10^5} = 199.8947 \cong 200 \text{ m/s}$$

**7.89** في لعبة البوتشي، يتمثل الهدف من اللعبة في تجميع الكرات الخاصة بك (كتلة كل منها تساوي  $M = 1.00 \text{ kg}$ ) أقرب ما يمكن من الكرة البيضاء الصغيرة (كرة البالينا، وكتلتها  $m = 0.0450 \text{ kg}$ ). جاءت رميتك الأولى للكرة في موضع على بعد  $2.00 \text{ m}$  إلى يسار البالينا. إذا وصلت رميتك الثانية بسرعة  $v = 1.00 \text{ m/s}$  وكان معامل الاحتكاك الحركي يساوي  $\mu_k = 0.200$ ، فما المسافة النهائية لكرتلك من البالينا في كل من الحالتين التاليتين؟ افترض أن التصادمات مرنة.

(a) ألقيت الكرة من اليسار لتتصادم بالكرة الأولى.

(b) ألقيت الكرة من اليمين لتتصادم بكرة البالينا.

(ملاحظة: استخدم حقيقة أن  $m \ll M$  وتجاهل قطر الكرة).

$$F r \cos 180 = \frac{1}{2} M (v_f^2 - v_i^2)$$

$$0.200 \times 1.00 \times 9.81 r \cos 180 = \frac{1}{2} \times 1.00 (0.0 - 1.0^2)$$

$$r = 0.2548 \text{ m} \quad \therefore x = 2.0 - 0.2548 = 1.75 \text{ m}$$

لان كتلة كرة البالينا صغيرة جدا بالنسبة للكرة الكبيرة لذلك تكتسب ضعف سرعتها بعد التصادم





$$M_1 v_{1i} + m_P v_{Pi} = M_1 v_{1f} + m_P v_{Pf}$$

$$1.0 (-1.0) + 0.0 = 1.0 v_{1f} + 0.0450 \times 2.0$$

نحسب المسافة التي تتحركها الكرة بعد التصادم حتى تتوقف  $v_{1f} = -1.09 \text{ m/s}$

$$F r \cos 180 = \frac{1}{2} M (v_f^2 - v_i^2)$$

$$0.200 \times 1.00 \times 9.81 r_1 \cos 180 = \frac{1}{2} \times 1.00 (0.0 - (-1.09)^2)$$

$$r_1 = 0.303 \text{ m}$$

نحسب المسافة التي تتحركها الباليينا حتى تتوقف  $F r_2 \cos 180 = \frac{1}{2} M (v_f^2 - v_i^2)$

$$0.200 \times 0.0450 \times 9.81 r_2 \cos 180 = \frac{1}{2} \times 0.0450 (0.0 - 2.18^2)$$

$$r_2 = 1.211 \text{ m}$$

$$d = r_2 - r_1 = 1.211 - 0.303 = 0.908 \text{ m}$$

7.90 كرة كتلتها 0.265 kg في وضع السكون مبدئيًا وزُكِلت بزاوية  $20.8^\circ$  بالنسبة إلى المستوى الأفقي. تنتقل الكرة عبر الهواء مسافة أفقية قدرها 52.8 m بعد ركلها. ما الدفع الذي تستقبله الكرة أثناء ركلها؟ افترض عدم وجود مقاومة الهواء.

نحسب سرعة ركل الكرة كمقذوف بزاوية

$$\Delta y = v_o \sin \theta t - \frac{1}{2} g t^2 \quad : \Delta y = 0.0$$

$$t = \frac{2 v_o \sin \theta}{g} \quad \Delta x = v_o \cos \theta t = v_o \cos \theta \left( \frac{2 v_o \sin \theta}{g} \right)$$

$$52.8 = \frac{2 v_o^2 \sin \theta}{g} \cos \theta \quad \therefore v_o = \sqrt{\frac{52.8 \times 9.81}{2(\sin 20.8)(\cos 20.8)}} = 27.93 \text{ m/s}$$

$$\Delta p_x = m(v_{fx} - v_{ix}) = 0.0$$

$$\begin{aligned} \Delta p_y &= m(v_{fy} - v_{iy}) = 0.265(-27.93 \sin 20.8 - 27.93 \sin 20.8) \\ &= -5.2566 \text{ kg.m/s} \end{aligned}$$



7.91. أطلقت رصاصة كتلتها 35.5 g بشكل أفقي من بندقية. تنغرس الرصاصة في كتلة خشبية كتلتها 5.90 kg معلقة بخيوط. تتأرجح الكتلة المجمعة لأعلى، لتكتسب ارتفاعاً قدره 12.85 cm، كم كانت تبلغ سرعة الرصاصة عندما خرجت من البندقية؟ (يمكن تجاهل مقاومة الهواء هنا).

$$\frac{1}{2} (m_1 + m_2) v_{\text{بعد التصادم}}^2 = (m_1 + m_2)gh$$

$$\therefore v_{\text{بعد التصادم}} = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 9.81 \times 0.1285} = 1.59 \text{ m/s}$$

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

$$0.0355 v_{1i} + 0.0 = (0.0355 + 5.90) \times 1.59 \quad v_{1i} = 265.8 \text{ m/s}$$



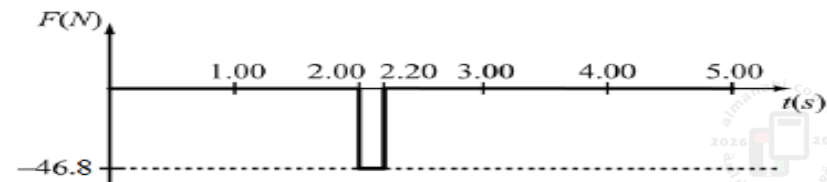
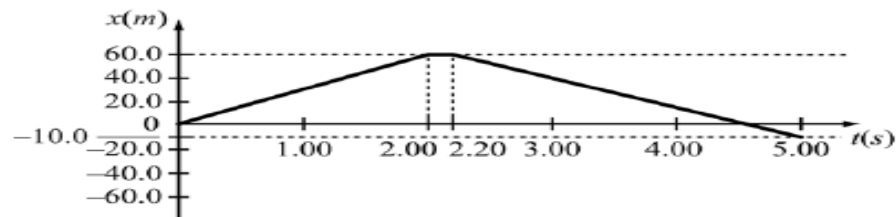
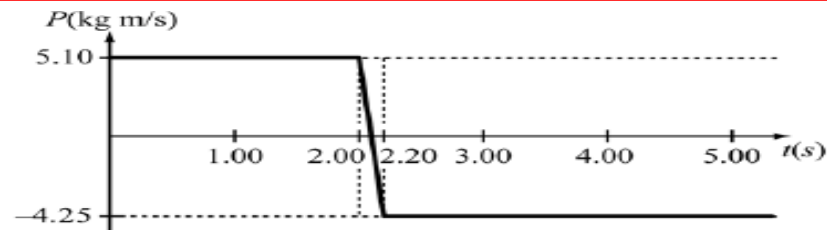
**7.92.** يتحرك قرص هوكي تبلغ كتلته  $170 \text{ g}$  في اتجاه  $x$  الموجب بسرعة قدرها  $30.0 \text{ m/s}$  ويضرب بعصا في زمن  $t = 2.00 \text{ s}$  ليتحرك في الاتجاه المضاد بسرعة  $25.0 \text{ m/s}$ . إذا كان قرص الهوكي يلامس العصا لمدة  $0.200 \text{ s}$ ، فممثل كمية حركة القرص وموضعه والقوة المبذولة عليه في صورة دالة زمنية، بداية من  $0$  حتى  $5.00 \text{ s}$ . تأكد من تسمية محاور الأحداثيات بأرقام معقولة.

$$F = \frac{m(v_f - v_i)}{t} = \frac{0.170(-25.0 - 30.0)}{0.200} = -46.75 \text{ N}$$

$$x_{t=2.0s} = v t = 30.0 \times 2.0 = 60.0 \text{ m}$$

$$x_{t=5.0s} = x_0 + v t$$

$$= 60 + (-25)(5.0 - 2.20) = -10.0 \text{ m}$$



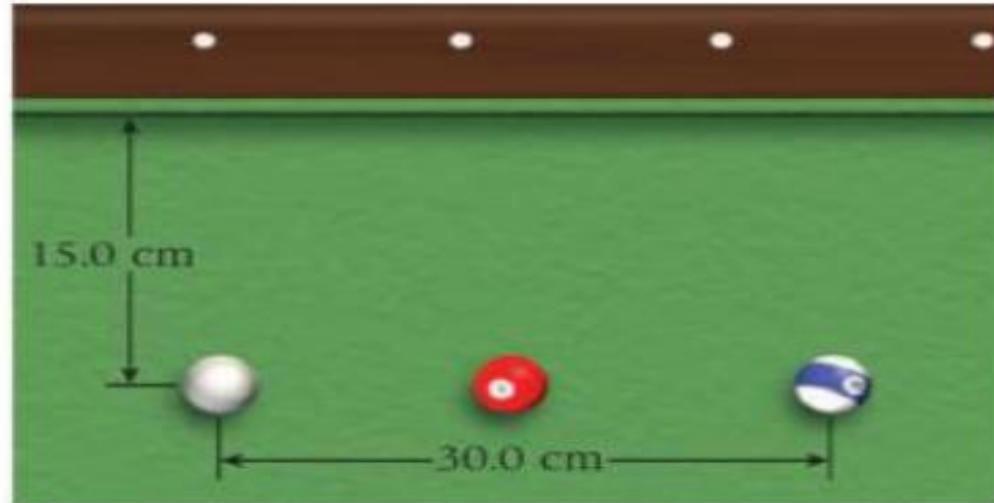
القائمة الرئيسية



**7.93•** توجد كرات على طاولة بلياردو كما هو موضح في الشكل. أنت تلعب بالكرات المخطططة في حين يلعب منافسك بالكرات السادة. تتمثل خطتك في ضرب الكرة الهدف من خلال ارتداد الكرة البيضاء عن جانب الطاولة.

(a) عند أي زاوية بالنسبة إلى العمود المقام يجب أن تضرب الكرة البيضاء جانب الطاولة لتحقيق تصادم مرن تمامًا؟

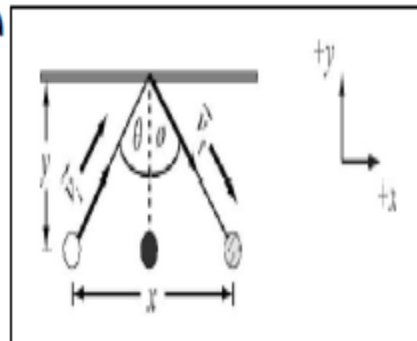
(b) بصفتك لاعبًا قوي الملاحظة، تحدد حقيقة أن معامل ارتداد التصادمات التي تحدث بين كرات البلياردو وجوانب الطاولة يساوي 0.600 ما الزاوية التي ستحددها لضرب الكرة؟





من الرسم ومن تعريف التصادم المرن يجب ان تساوي زاوية السقوط زاوية الانعكاس ومن حساب المثلثات نجد مثلث قائم الزاوية متساوي الساقين

$$\theta = 45.0^\circ$$



على المستوى الموازي للسطح لا تتغير كمية الحركة

$$mv_2 \sin \theta_2 = -mv_1 \sin \theta_1$$

في المستوى العمودي على السطح يحدث تغير  $\varepsilon v_2 \cos \theta_2 = v_1 \cos \theta_1$



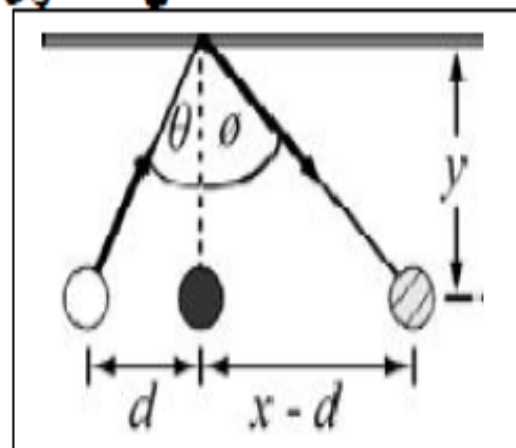
$$\frac{v_2 \sin \theta_2}{\varepsilon v_2 \cos \theta_2} = \frac{v_1 \sin \theta_1}{v_1 \cos \theta_1}$$

$$\therefore \varepsilon \tan \theta_2 = \tan \theta_1$$

$$0.600 \left( \frac{30-d}{h} \right) = \frac{d}{h}$$

$$0.6 \times (30 - d) = d \quad \therefore d = \frac{0.6 \times 30}{1.6} = 11.25 \text{ cm}$$

$$\theta_1 = \tan^{-1} \left( \frac{11.25}{15.0} \right) = 36.87^\circ \quad \& \quad \theta_2 = \tan^{-1} \left( \frac{30-11.25}{15.0} \right) = 51.34^\circ$$



**7.94** أسقطت هاتفك المحمول خلف خزانة الكتب المرتفعة جدًا ولا يمكنك الوصول إليه من أعلى ولا من الجوانب. قررت إخراج الهاتف من خلال إجراء تصادم مرن بينه وبين مجموعة المفاتيح بحيث يتسنى للآخرين الانزلاق إلى الخارج. إذا كانت كتلة الهاتف المحمول تساوي  $0.111 \text{ kg}$  وكتلة حلقة المفاتيح تساوي  $0.020 \text{ kg}$  وكتلة كل مفتاح تساوي  $0.023 \text{ kg}$ ، فما الحد الأدنى من المفاتيح الذي تحتاج إلى توفيره في حلقة المفاتيح حتى تتمكن من إخراج المفاتيح والهاتف المحمول من جانب خزانة الكتب نفسه؟ إذا كانت حلقة المفاتيح بها خمسة مفاتيح وسرعتها المتجهة عند اصطدامها بالهاتف المحمول تساوي  $1.21 \text{ m/s}$ ، فما السرعتان المتجهتان النهائيتان للهاتف وحلقة المفاتيح؟ افترض أن التصادم مرن ويحدث في بعد واحد وتجاهل الاحتكاك.

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

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

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

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





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

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

$$v_{1i} + v_{1f} = v_{2f} \quad \text{بالتعويض في ( 1 )}$$

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

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

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

$$v_{1f} = \frac{(m_1 - m_2)v_{1i}}{(m_1 + m_2)} = \frac{((0.020 + 5 \times 0.023) - 0.111)1.21}{((0.020 + 5 \times 0.023) + 0.111)} = 0.118 \text{ m/s}$$

$$v_{2f} = v_{1i} + v_{1f} = 1.21 + 0.118 = 1.328 \text{ m/s}$$

**7.95.** في فعاليات التزحلق على الماء، يحدث "السقوط من فوق الزلاجة" عندما يفقد أحد المتزلجين السيطرة ويسقط وتتطاير زلاجتا التزحلق على الماء في اتجاهين مختلفين. في حادث محدد، كان أحد المتزلجين المبتدئين يتزلج على سطح الماء بسرعة  $22.0 \text{ m/s}$  عندما فقد السيطرة. طارت الزلاجة التي تبلغ كتلتها  $1.50 \text{ kg}$ ، بزاوية  $12.0^\circ$  إلى يسار الاتجاه الابتدائي للمتزلج بسرعة قدرها  $25.0 \text{ m/s}$  ثم طارت الزلاجة الأخرى المماثلة نتيجة الاصطدام بزاوية  $5.00^\circ$  إلى اليمين وبسرعة قدرها  $21.0 \text{ m/s}$  ما السرعة المتجهة للمتزلج الذي تبلغ كتلته  $61.0 \text{ kg}$ ؟ حدد السرعة والاتجاه بالنسبة إلى منته السرعة الابتدائية.

### القائمة الرئيسية





$$M v_{ix} = m_1 v_{1f} \cos\theta_1 + m_2 v_{2f} \cos\theta_2 + m_p v_{pfx}$$

$$(61 + 1.5 + 1.5) \times 22 = (1.5 \times 25 \cos 12) + (1.5 \times 21 \cos 5) + 61 v_{pfx}$$

$$1408 = 36.68 + 31.38 + 61 v_{pfx} \quad \therefore v_{pfx} = 21.9662 \text{ m/s}$$

$$M v_{iy} = m_1 v_{1f} \sin\theta_1 + m_2 v_{2f} \sin\theta_2 + m_p v_{pfy}$$

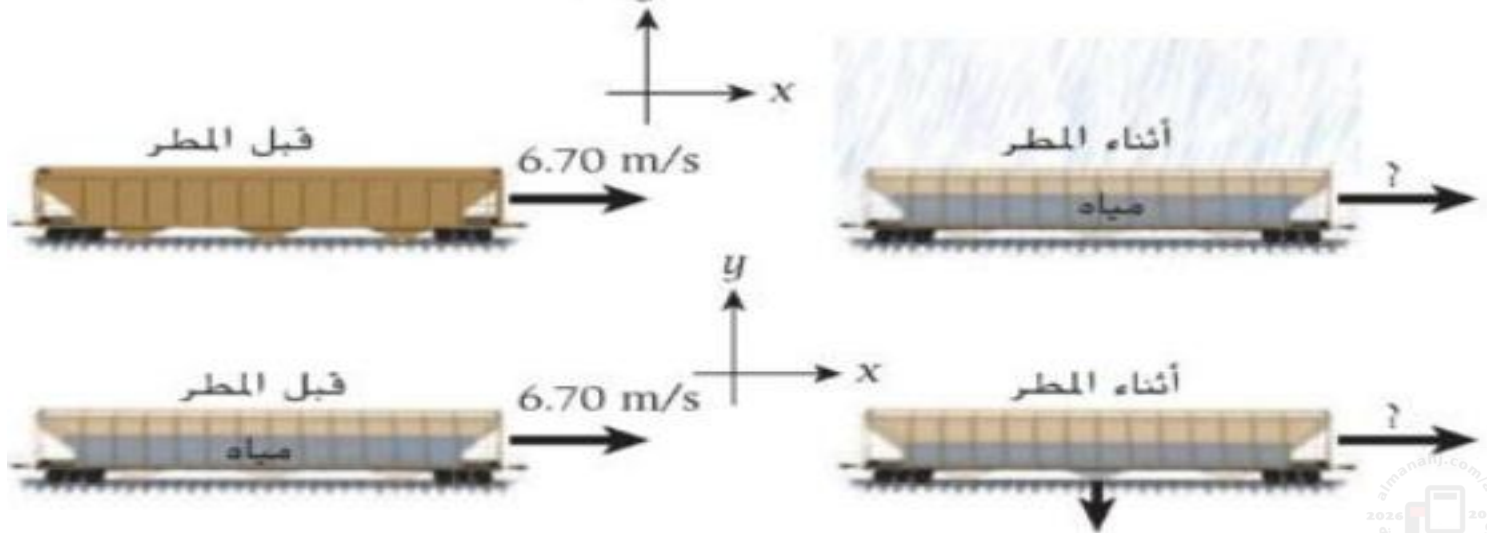
$$0 = (1.5 \times 25 \sin 12) - (1.5 \times 21 \sin 5) + 61 v_{pfy} \quad \therefore v_{pfy} = -0.0828 \text{ m/s}$$

$$v_{pf} = \sqrt{(v_{pfx})^2 + (v_{pfy})^2} = \sqrt{(21.966)^2 + (-0.0828)^2} = 21.97 \text{ m/s}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{-0.0828}{21.966} \right) = -0.216^\circ$$

7.96• تنزلق عربة قطار مكشوف من قطار بضائع دون احتكاك أو مقاومة هوائية على امتداد مضمار مستو بسرعة ثابتة مقدارها  $6.70 \text{ m/s}$  في اتجاه  $x$  الموجب. كتلة السيارة تساوي  $1.18 \times 10^5 \text{ kg}$

- (a) أثناء انزلاق العربة، بدأت عاصفة موسمية مطيرة وبدأت المياه تتجمع في قاعوس السيارة (انظر الشكل). ما سرعة العربة بعد أن تجمعت المياه في العربة بمقدار  $1.62 \times 10^4 \text{ kg}$ ؟ افترض أن المطر يسقط رأسيًا في اتجاه  $y$  السالب.
- (b) توقف المطر وفتح صمام في قاع العربة لتصريف المياه. بلغت سرعة السيارة عند فتح الصمام  $6.70 \text{ m/s}$  مجددًا في اتجاه  $x$  الموجب (انظر الشكل). تم تصريف المياه رأسيًا في اتجاه  $y$  السالب. ما سرعة السيارة بعد أن تم تصريف المياه منها كليًا؟





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

$$(1.18 \times 10^5 \times 6.70) + 0.0 = (1.18 \times 10^5 + 1.62 \times 10^4) v_f$$

$$v_f = 5.89 \text{ m/s}$$

**7.97.** ينتج مرفق النظائر النادرة شعاعًا بمقدار  $7.25 \times 10^5$  من النويات في الثانية من النظير النادر الذي تبلغ كتلته  $8.91 \times 10^{-26} \text{ kg}$  كانت النويات تتحرك بنسبة 24.7% من سرعة الضوء عندما اصطدمت بمصد الشعاع (عبارة عن كتلة من المواد التي تعمل على إبطاء الجسيمات في الشعاع لتصل سرعتها إلى صفر). ما مقدار متوسط القوة التي يبذلها هذا الشعاع على مصد الشعاع؟

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

$$= (7.25 \times 10^5)(8.91 \times 10^{-26}) \left[ 0.0 - \left( \frac{24.7}{100} \times 3.0 \times 10^8 \right) \right] = -4.7867 \times 10^{-12} \text{ N.s}$$



**7.98.** قفز طالب كتلته  $60.0 \text{ kg}$  في الهواء بشكل عمودي باستخدام رجليه لبذل متوسط قوة مقدارها  $770 \text{ N}$  على الأرض لمدة  $0.250 \text{ s}$ . افترض أن كمية الحركة الابتدائية للطالب والأرض تساوي صفرًا. فما كمية حركة الطالب بعد هذا الدفع

مباشرة؟ وما كمية حركة الأرض بعد هذا الدفع؟ ما سرعة الأرض بعد هذا الدفع؟ ما نسبة الطاقة الحركية الكلية التي انتقلت إلى الأرض بعد أن أنتجها الطالب برجليه (كتلة الأرض تساوي  $5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$ )؟ باستخدام حفظ الطاقة، كم يبلغ الارتفاع الذي يصل إليه الطالب؟

$$F_s \Delta t = \Delta p = 770 \times 0.250 = 192.5 \text{ kg.m/s}$$

$$F_E \Delta t = -\Delta p = -770 \times 0.250 = -192.5 \text{ kg.m/s}$$

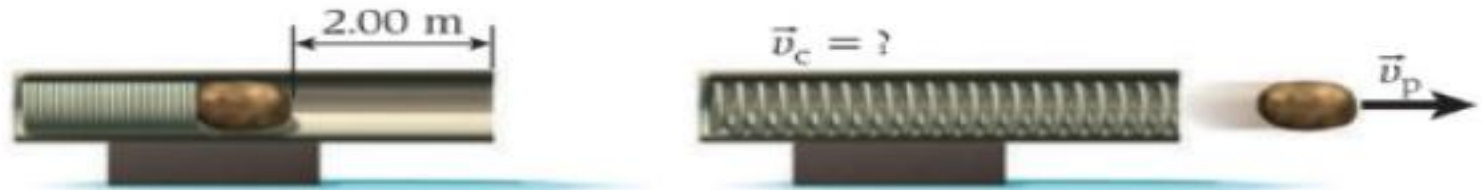
$$v_E = \frac{-\Delta p_E}{M_E} = \frac{-192.5}{5.98 \times 10^{24}} = 3.21 \times 10^{-23} \text{ m/s}$$

$$\frac{k_E}{k_S} = \frac{m_S}{M_E} = \frac{60}{5.98 \times 10^{24}} = 1.003 \times 10^{-23}$$



**7.99-** يُستخدم مدفع البطاطس لدفع البطاطس على بحيرة متجمدة، كما هو موضح في الشكل. كتلة مدفع البطاطس،  $m_c$ ، تساوي  $10.0 \text{ kg}$  وكتلة البطاطس،  $m_p$ ، تساوي  $0.850 \text{ kg}$  ينضغط زنبرك المدفع (يبلغ ثابت الزنبرك  $k_c = 7.06 \times 10^3 \text{ N/m}$ ) بمقدار  $2.00 \text{ m}$  قبل قذف البطاطس، والمدفع في وضع السكون. تنطلق البطاطس من فوهة المدفع وتتحرك أفقيًا جهة اليمين بسرعة قدرها  $v_p = 175 \text{ m/s}$ . تجاهل تأثيرات دوران البطاطس. افترض عدم وجود احتكاك بين المدفع وثلج البحيرة وكذلك بين ماسورة المدفع والبطاطس.

- (a) ما اتجاه سرعة المدفع المتجهة ومقدارها،  $v_c$ ، بعد خروج البطاطس من الفوهة؟  
 (b) ما الطاقة الميكانيكية الكلية (طاقة الوضع والطاقة الحركية) لنظام البطاطس/المدفع قبل إطلاق البطاطس وبعده؟



القائمة الرئيسية

$$m_c v_{ci} + m_p v_{pi} = m_c v_{cf} + m_p v_{pf}$$

$$0.0 + 0.0 = 10.0 v_{cf} + (0.850 \times 175) \quad \therefore v_{cf} = -14.875 \text{ m/s}$$

$$E = \frac{1}{2} k x^2 = 0.5 \times 7.06 \times 10^3 \times 2.0^2 = 14120 \text{ J}$$

**7.100.** يُستخدم مدفع البطاطس لإطلاق البطاطس على بحيرة متجمدة، كما في التمرين 7.99. تتساوى جميع الكميات مع تلك المسألة، باستثناء أن قطر البطاطس أكبر وأشد خشونة، مما ينتج عنه وجود احتكاك بين ماسورة المدفع والبطاطس. تنطلق البطاطس الخشنة من فوهة المدفع وتتحرك أفقياً جهة اليمين بسرعة قدرها  $v_p = 165 \text{ m/s}$ . تجاهل تأثيرات دوران البطاطس.

(a) ما اتجاه سرعة المدفع المتجهة ومقدارها،  $v_c$ ، بعد خروج البطاطس الخشنة من الفوهة؟

(b) ما الطاقة الميكانيكية الكلية (طاقة الوضع والطاقة الحركية) لنظام البطاطس/المدفع قبل إطلاق البطاطس وبعده؟

(c) ما الشغل،  $W_f$ ، المبذول بواسطة قوة الاحتكاك على البطاطس الخشنة؟





$$m_c v_{ci} + m_p v_{pi} = m_c v_{cf} + m_p v_{pf}$$

$$0.0 + 0.0 = 10.0 v_{cf} + (0.850 \times 165) \quad \therefore v_{cf} = -14.025 \text{ m/s}$$

$$E = \frac{1}{2} k x^2 = 0.5 \times 7.06 \times 10^3 \times 2.0^2 = 14120 \text{ J}$$

$$W_k = E_{tot} - \left[ \left( \frac{1}{2} m v^2 \right)_p + \left( \frac{1}{2} m v^2 \right)_c \right]$$

$$= 14120 - [(0.5 \times 0.850 \times 165^2) + (0.5 \times 10 \times (-14.02)^2)] = 1566.57 \text{ J}$$

7.101 • يتحرك جسيم ( $M_1 = 1.00 \text{ kg}$ ) بزاوية قدرها

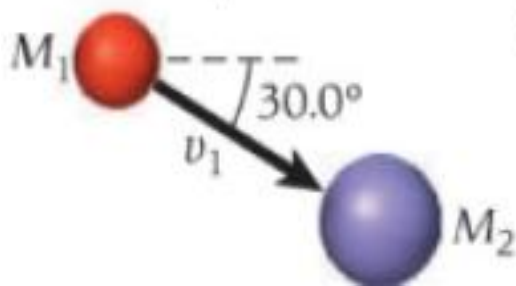
$30.0^\circ$  إلى أسفل بالنسبة إلى المستوى الأفقي وبسرعة قدرها  $v_1 = 2.50 \text{ m/s}$  ويصطدم بجسيم ثانٍ ( $M_2 = 2.00 \text{ kg}$ ) في وضع السكون. بعد التصادم، تنخفض

سرعة  $M_1$  إلى  $0.500 \text{ m/s}$ ، ويتجه إلى اليسار بزاوية

$32.0^\circ$  إلى أسفل بالنسبة إلى المستوى الأفقي. لا

يمكنك افتراض أن التصادم مرن. ما سرعة  $M_2$  بعد

التصادم؟



$$M_1 v_{1i} \cos 330 = M_1 v_{1f} \cos 212 + M_2 v_{2f} \cos \theta_2$$

$$(1.0 \times 2.5 \cos 330) = (1.0 \times 0.5 \cos 212) + 2.0 v_{2f} \cos \theta_2$$

$$v_{2x} = v_{2f} \cos \theta_2 = 1.295 \text{ m/s}$$





$$(1.0 \times 2.5 \sin 330) = (1.0 \times 0.5 \sin 212) + 2.0 v_{2f} \sin \theta_2$$

$$v_{2y} = v_{2f} \sin \theta_2 = -0.4925 \text{ m/s}$$

$$v_2 = \sqrt{v_{2x}^2 + v_{2y}^2} = \sqrt{(1.295)^2 + (-0.4925)^2} = 1.39 \text{ m/s}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{-0.4925}{1.295} \right) = -20.82^\circ \text{ or } 20.82 + 270 = 290.82^\circ$$

7.102.. يُعد العديد من التصادمات النووية

تصادمات مرنة حقًا. في حال تصادم بروتون طاقته الحركية  $E_0$  تصادمًا مرئيًا مع بروتون آخر في وضع السكون ليتحرك بزاوية قدرها  $25.0^\circ$  بالنسبة إلى مساره الابتدائي، كم تبلغ طاقته بعد التصادم بالنسبة إلى طاقته الأصلية؟ ما الطاقة النهائية للبروتون الذي كان في وضع السكون في الأصل؟

نطبق حفظ كمية الحركة على المحور الأفقي  $m v_{1i} = m v_{1f} \cos 25 + m v_{2f} \cos 65$

$$v_{1i} = v_{1f} \cos 25 + v_{2f} \cos 65 \quad (1)$$

نطبق حفظ كمية الحركة على المحور الرأسي

$$m v_{1f} \sin 25 = m v_{2f} \sin 65 \quad v_{2f} = \frac{v_{1f} \sin 25}{\sin 65} = 0.4663 v_{1f} \quad (1) \text{ بالتعويض في}$$

$$v_{1i} = v_{1f} \cos 25 + (0.4663 v_{1f}) \cos 65 = 1.10337 v_{1f} \quad v_{1f} = \frac{v_{1i}}{1.10337}$$

$$\frac{k_{1f}}{k_{1i}} = \frac{\frac{1}{2} m v_{1f}^2}{\frac{1}{2} m v_{1i}^2} = \frac{\left(\frac{v_{1i}}{1.10337}\right)^2}{v_{1i}^2} = \frac{v_{1i}^2}{(1.10337)^2 v_{1i}^2} = \frac{1}{(1.10337)^2} = 0.82\%$$

القائمة الرئيسية



**7.103..** ثمة طريقة لتحديد التركيب الكيميائي للمادة وهو التشتت الارتدادي لرذرفورد (RBS). حيث أطلق هذا الاسم نسبة إلى أول عالم اكتشف أن الذرة تحتوي على نواة عالية الكثافة موجبة الشحنة، بدلاً من أنها تحتوي على شحنة موجبة موزعة فيها بانتظام. في التشتت الارتدادي لرذرفورد (RBS)، يتم إطلاق جسيمات ألفا نحو المادة المستهدفة مباشرة ويتم قياس طاقة جسيمات ألفا التي ترتد مباشرة. حيث إن كتلة جسيم ألفا تساوي  $6.65 \times 10^{-27} \text{ kg}$ . يتصادم جسيم ألفا الذي يحتوي على طاقة حركية ابتدائية  $2.00 \text{ MeV}$  تصادمًا مرئيًا مع الذرة X. إذا كانت الطاقة الحركية المشتتة لجسيم ألفا تساوي  $1.59 \text{ MeV}$ ، فما كتلة الذرة X؟ افترض أن الذرة X في وضع السكون مبدئيًا. ستحتاج إلى إيجاد الجذر التربيعي للتعبير، الذي ستنتج عنه إجابتان محتملتان (إذا كان  $a = b^2$ ، إذا  $b = \pm\sqrt{a}$ ). بما أنك تعرف أن الذرة X أكبر من جسيم ألفا، إذا، يمكنك اختيار الجذر الصحيح وفقًا لذلك. إلى أي العناصر تنتمي الذرة X؟ (افحص الجدول الدوري للعناصر، حيث ترد الكتلة الذرية بوحدة الجرامات لمول واحد من الذرات، التي تساوي  $6.02 \times 10^{23}$  ذرات).





$$v_{ai} = \sqrt{\frac{2k_i}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 2.0 \times 10^6 \times 1.602 \times 10^{-19}}{6.65 \times 10^{-27}}} = 9.816 \text{ m/s}$$

$$v_{af} = \sqrt{\frac{2k_f}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 1.59 \times 10^6 \times 1.602 \times 10^{-19}}{6.65 \times 10^{-27}}} = 8.753 \text{ m/s}$$

$$m_\alpha v_{ai} + m_x v_{xi} = m_\alpha v_{af} + m_x v_{xf}$$

$$m_\alpha (v_{ai} - v_{af}) = m_x v_{xf} \quad (1)$$

$$\frac{1}{2} m_\alpha v_{ai}^2 + \frac{1}{2} m_x v_{xi}^2 = \frac{1}{2} m_\alpha v_{af}^2 + \frac{1}{2} m_x v_{xf}^2$$

$$m_\alpha (v_{ai}^2 - v_{af}^2) = m_x v_{xf}^2$$

$$m_\alpha (v_{ai} - v_{af})(v_{ai} + v_{af}) = m_x v_{xf}^2$$



$$m_x v_{xf}(v_{ai} + v_{af}) = m_x v_{xf}^2$$

$$v_{ai} + v_{af} = v_{xf} \quad \text{بالتعويض في (1)}$$

$$m_a (v_{ai} - v_{af}) = m_x (v_{ai} + v_{af})$$

$$m_x = \frac{m_a (v_{ai} - v_{af})}{(v_{ai} + v_{af})} = \frac{(6.65 \times 10^{-27})(9.816 - 8.753)}{(9.816 + 8.753)} = 3.806 \times 10^{-28} \text{ kg} \quad \text{احتمال أول مرفوض}$$

$$m_x = \frac{m_a (v_{ai} - v_{af})}{(v_{ai} + v_{af})} = \frac{(6.65 \times 10^{-27})(9.816 + 8.753)}{(9.816 - 8.753)} = 1.161 \times 10^{-25} \text{ kg} \quad \text{احتمال ثاني مقبول}$$

$$\frac{m_x}{m_a} = \frac{1.161 \times 10^{-25}}{6.65 \times 10^{-27}} = 17.5$$

**7.104** تتميز كرة كبيرة بمعامل ارتداد 0.8887 إذا ألقيت الكرة من ارتفاع قدره 3.853 m فوق سطح الأرض، فما أقصى ارتفاع ستصل إليه في المرة الثالثة من الارتداد؟

$$h_f = \varepsilon^2 h_i = (0.8887)^2 \times 3.853 = 3.043 \text{ m} \quad \text{المرة الأولى}$$

$$h_f = \varepsilon^2 h_i = (0.8887)^2 \times 3.043 = 2.403 \text{ m} \quad \text{المرة الثانية}$$

$$h_f = \varepsilon^2 h_i = (0.8887)^2 \times 2.403 = 1.898 \text{ m}$$



7.105 تتميز كرة كبيرة بمعامل ارتداد 0.9115 من أي ارتفاع يجب إلقاء الكرة بحيث يكون أقصى ارتفاع تصل إليه في المرة الثالثة من الارتداد هو 2.234 m؟

$$\varepsilon^2 = \frac{h_f}{h_i} \quad \text{ثلاث مرات} \quad \varepsilon^6 = \frac{h_f}{h_i}$$

$$h_i = \frac{h_f}{\varepsilon^6} = \frac{2.234}{0.9115^6} = 3.895 \text{ m}$$



7.106 ألقيت كرة كبيرة من ارتفاع قدره 3.935 m وكان أقصى ارتفاع وصلت إليه في المرة الثالثة من الارتداد هو 2.621 m، فما معامل ارتداد الكرة؟

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{h_f}{h_i}} = \sqrt{\frac{2.621}{3.935}} = 0.9345$$



**7.107** تخلق طائرتان شراعتان فوق مسار هوائي أفقي عديم الاحتكاك. كتلة الطائرة الشراعية  $m_1 = 160,1 \text{ g}$  وتتحرك في اتجاه اليمين (اتجاه  $x$  الموجب) بسرعة  $2.723 \text{ m/s}$ . كتلة الطائرة الشراعية الثانية  $m_2 = 354,1 \text{ g}$  وتتحرك في اتجاه اليسار (اتجاه  $x$  السالب) بسرعة  $3.515 \text{ m/s}$ . تتعرض الطائرتان لتصادم مرن تمامًا. ما السرعة المتجهة للطائرة الشراعية 1 بعد التصادم؟

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

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

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

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

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





بالتعويض في (1)  $\therefore v_{2f} = v_{1i} + v_{1f} - v_{2i}$   $(v_{1i} + v_{1f}) = (v_{2f} + v_{2i})$

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

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

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

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

$$0.1601 (2.723 - v_{1f}) = 0.3541 (2.723 + v_{1f} - 2 (-3.515))$$

$$0.4360 - 0.1601 v_{1f} = 3.4535 + 0.3541 v_{1f}$$

$$v_{1f} = \frac{0.4360 - 3.4535}{0.3541 + 0.1601} = -5.868 \text{ m/s}$$

7.108 خَلَق طَائِرَتَانِ شَرَاعِيَتَانِ فَوْقَ مَسَارِ هَوَائِيٍّ أَفْقِيٍّ عَدِيمِ الْاِحْتِكَاكِ. تَتَمَيَّزُ الطَّائِرَةُ الشَّرَاعِيَّةُ 1 بِكَتْلَةٍ  $m_1 = 176,3 \text{ g}$  وَتَتَحَرَّكُ فِي اتِّجَاهِ الْيَمِينِ (اتِّجَاهُ  $x$  الْمَوْجِبِ) بِسُرْعَةٍ  $2.199 \text{ m/s}$ . تَتَحَرَّكُ الطَّائِرَةُ الشَّرَاعِيَّةُ 2 فِي اتِّجَاهِ الْيَسَارِ (اتِّجَاهُ  $x$  السَّالِبِ) بِسُرْعَةٍ  $3.301 \text{ m/s}$ . تَتَعَرَّضُ الطَّائِرَتَانِ لِتَصَادَمٍ مَرْنٍ تَمَامًا. السَّرْعَةُ الْمَتَّجِهَةُ لِلطَّائِرَةِ الشَّرَاعِيَّةِ 1 بَعْدَ التَّصَادَمِ تَسَاوِي  $-4.511 \text{ m/s}$ . كَمْ تَسَاوِي كِتْلَةُ الطَّائِرَةِ الشَّرَاعِيَّةِ 2؟

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

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

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

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

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





بالتعويض في (1)  $\therefore v_{2f} = v_{1i} + v_{1f} - v_{2i}$   $(v_{1i} + v_{1f}) = (v_{2f} + v_{2i})$

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

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

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

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

$$0.1763 (2.199 - (-4.511)) = m_2 (2.199 + (-4.511) - 2 (-3.301))$$

$$m_2 = 0.27575 \text{ kg} = 275.8 \text{ g}$$

7.109 تخلق طائرتان شراعتان فوق مسار هوائي أفقي عديم الاحتكاك. تتحرك الطائرة الشراعية 1 في اتجاه اليمين (اتجاه  $x$  الموجب) بسرعة قدرها  $2.277 \text{ m/s}$ . كتلة الطائرة الشراعية الثانية  $m_2 = 277,3 \text{ g}$  وتتحرك في اتجاه اليسار (اتجاه  $x$  السالب) بسرعة  $3.789 \text{ m/s}$ . تتعرض الطائرتان لتصادم مرّن تمامًا. السرعة المتجهة للطائرة الشراعية 1 بعد التصادم تساوي  $-4.887 \text{ m/s}$ . كم تساوي كتلة الطائرة الشراعية 1؟

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

$$m_1 (2.277 - (-4.887)) = 0.2773 (2.277 + (-4.887) - 2(-3.789))$$

$$m_1 = 0.192755 \text{ kg} = 192.8 \text{ g}$$



**7.110-** تصطدم كرة مضرب كتلتها 41.05 g وسرعتها 15.49 m/s بجدار الملعب بزاوية  $43.53^\circ$  بالنسبة إلى العمود المقام على الجدار. معامل ارتداد كرة المضرب يساوي 0.8199 ما الزاوية التي ستبتعد بها الكرة عن الجدار بالنسبة إلى العمود المقام؟

نحسب المركبة الموازية والعمودية على الجدار لكمية الحركة الابتدائية

$$p_{ix} = m v_i \cos\theta = 0.04105 \times 15.49(\cos 43.53) = 0.461 \text{ kg.m/s} \text{ العمودية}$$

$$p_{iy} = m v_i \sin\theta = 0.04105 \times 15.49(\sin 43.53) = 0.438 \text{ kg.m/s} \text{ الموازية}$$

المركبة الموازية للجدار لا تتغير بعد التصادم أما المركبة العمودية تضرب في معامل الارتداد

$$p_{fy} = p_{iy} = 0.438 \text{ kg.m/s}$$

$$p_{fx} = \varepsilon p_{ix} = 0.8199 \times 0.461 = 0.378 \text{ kg.m/s}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{p_{fy}}{p_{fx}} \right) = \tan^{-1} \left( \frac{0.438}{0.378} \right) = 49.2^\circ$$



7.111 تصطدم كرة مضرب كتلتها 41.97 g وسرعتها 15.69 m/s بجدار الملعب  
 بزاوية  $48.67^\circ$  بالنسبة إلى العمود المقام على الجدار. تترك كرة المضرب الجدار  
 بزاوية  $55.75^\circ$  بالنسبة إلى العمود المقام على الجدار. ما معامل ارتداد الكرة؟

$$p_{ix} = m v_i \cos\theta = 0.04197 \times 15.69(\cos 48.67) = 0.435 \text{ kg.m/s} \text{ العمودية}$$

$$p_{iy} = m v_i \sin\theta = 0.04197 \times 15.69(\sin 48.67) = 0.494 \text{ kg.m/s} \text{ الموازية}$$

المركبة الموازية للجدار لا تتغير بعد التصادم أما المركبة العمودية تضرب في معامل الارتداد

$$p_{fy} = p_{iy} = 0.494 \text{ kg.m/s}$$

$$\tan 55.75^\circ = \left( \frac{0.494}{p_{fx}} \right) \quad \therefore p_{fx} = 0.336 \text{ kg.m/s}$$

$$p_{fx} = \varepsilon p_{ix} \quad \therefore \varepsilon = \frac{p_{fx}}{p_{ix}} = \frac{0.336}{0.435} = 0.7724$$



7.112 تصطدم كرة مضرب كتلتها 38.87 g وسرعتها 15.89 m/s بجدار الملعب، تترك الكرة الجدار بزاوية قدرها  $57.24^\circ$  بالنسبة إلى العمود المقام على الجدار. معامل ارتداد كرة المضرب يساوي 0.8787 ما الزاوية الابتدائية التي ستصطدم بها الكرة بالجدار بالنسبة إلى العمود المقام على الجدار؟

$$m v_f \sin\theta_2 = m v_i \sin\theta_1 \quad (1)$$

$$m v_f \cos\theta_2 = \varepsilon m v_i \cos\theta_1 \quad (2)$$

$$\frac{(1)}{(2)} = \frac{m v_f \sin\theta_2}{m v_f \cos\theta_2} = \frac{m v_i \sin\theta_1}{\varepsilon m v_i \cos\theta_1}$$

$$\tan\theta_2 = \frac{\tan\theta_1}{\varepsilon}$$

$$\therefore \theta_1 = \tan^{-1}(\varepsilon \tan\theta_2) = \tan^{-1}(0.8787 \tan 57.24) = 53.78 = 49.2^\circ$$



**7.113** يلعب ولد كتلته  $48.95 \text{ kg}$  كرة المراوغة باستخدام الزلاجات. حيث إن الزلاجات التي يستخدمها عديمة الاحتكاك وهو في وضع السكون مبدئيًا. ألقيت كرة مراوغة كتلتها  $511.1 \text{ kg}$  نحوه مباشرة بسرعة  $23.63 \text{ m/s}$ . التقط كرة المراوغة. ما السرعة التي يتحرك بها الولد بعد التقاط الكرة؟

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

$$0.0 + (0.5111 \times 23.63) = (48.95 + 0.5111) v_f \quad \therefore v_f = 0.244 \text{ m/s}$$



7.114 يلعب ولد كتلته 53.53 kg كرة مراوغة باستخدام الزلاجات. حيث إن الزلاجات التي يستخدمها عديمة الاحتكاك وهو في وضع السكون مبدئيًا. ألقيت كرة مراوغة كتلتها 513.1 kg نحوه مباشرة والتقطها. بعد التقاط الكرة، تحرك الولد بسرعة 0.2304 m/s ما السرعة التي ألقيت بها كرة المراوغة؟

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

$$0.0 + (0.5131 \times v_{2i}) = (53.53 + 0.5131) \times 0.2304 \quad \therefore v_{2i} = 24.27 \text{ m/s}$$



7.115 يلعب ولد كرة مراوغة باستخدام الزلاجات. حيث إن الزلاجات التي يستخدمها عديمة الاحتكاك وهو في وضع السكون مبدئيًا. ألقيت كرة مراوغة كتلتها 515,1 kg نحوه مباشرة بسرعة 24.91 m/s. التقط الكرة وحرك بسرعة 0.2188 m/s ما كتلة الولد؟

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

$$0.0 + (0.5151 \times 24.91) = (m_1 + 0.5151) 0.2188 \quad \therefore m = 58.13 \text{ kg}$$





# الحمد لله رب العالمين