

شرح وحدة الشغل والطاقة من هيكل الفيزياء الحادي عشر العام بريدج الفصل الأول 2025-2026

الشغل والطاقة والآلات

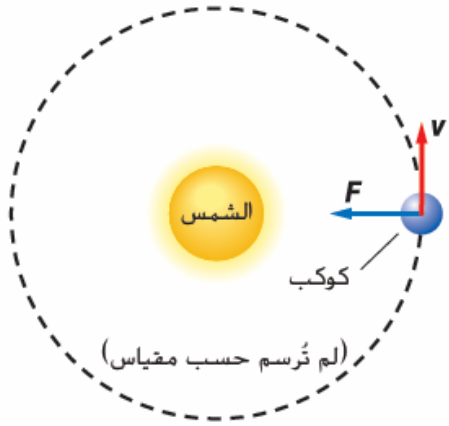
الفكرة الرئيسية يؤدي القيام بشغل على نظام ما إلى تغيير طاقته.

الأقسام

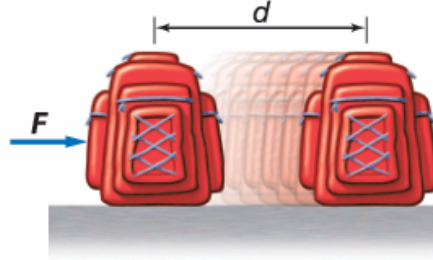
1 الشغل والطاقة

1	يوضح انه يتم بذل شغل على الجسم عند تطبيق قوة خلال إزاحة الجسم.	كتاب الطالب	5~4
2	يحدد الشغل على انه كمية قياسية تقاس بوحدة النيوتن (N.m) أو الجول (J) .	كتاب الطالب	4
3	يذكر أن القوة العمودية (العمودية على اتجاه الحركة) لا تبذل شغلاً على الجسم لكنها تغير اتجاه حركته.	كتاب الطالب	6~4

الشكل 1 يتم الشغل عند تطبيق قوة باتجاه إزاحة.
حدّد مثلاً آخر عندما تبذل قوة شغلاً على جسم ما.



لا تبذل قوة الجاذبية شغلاً على كوكب في مدار دائري لأن القوة تكون متعامدة على اتجاه الحركة.



عند تطبيق قوة (F) باتجاه إزاحة (d) حركة الجسم، يُبذل الشغل (W).

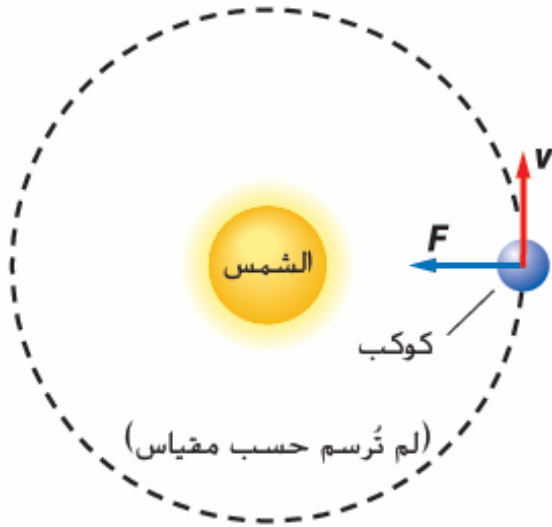
أن النظام هو الجسم أو الأجسام المعنية والعالم الخارجي هو كل شيء آخر. فقد بُدلت قوة (F) على نظام ما أثناء تحرك نقطة التماس. عندما تُطبق قوة باتجاه إزاحة، يتم بذل **شغل** (W) على النظام.

تسمى وحدة النظام الدولي للوحدات لقياس الشغل **الجول** (J). والجول الواحد يساوي $1 \text{ N}\cdot\text{m}$. يُبذل جول واحد من الشغل عندما تؤثر قوة مقدارها 1 N في نظام ما عبر إزاحة مقدارها 1 m . فالتفاحة التي تزن حوالي 1 N ، تحتاج إلى قوة مقدارها 1 N تقريباً لرفعها بسرعة متجهة ثابتة. لذلك، عندما ترفع تفاحة مسافة 1 m بسرعة متجهة ثابتة، فإنك تبذل شغلاً عليها مقداره 1 J .

1	يوضح انه يتم بذل شغل على الجسم عند تطبيق قوة خلال إزاحة الجسم.	كتاب الطالب	5~4
2	يحدد الشغل على انه كمية قياسية تقاس بوحدة النيوتن (N.m) أو الجول (J) .	كتاب الطالب	4
3	يذكر أن القوة العمودية (العمودية على اتجاه الحركة) لا تبذل شغلاً على الجسم لكنها تغير اتجاه حركته.	كتاب الطالب	6~4

ماذا يحدث إذا كانت القوة المبذولة متعامدة على اتجاه الحركة؟ على سبيل المثال، إذا كان كوكب ما في مدار دائري، فإن القوة تكون دائماً متعامدة على اتجاه الحركة، كما هو موضح في الشكل 1 الأيسر. تذكر من دراستك لقوانين نيوتن أن القوة المتعامدة لا تتغير سرعة النظام، بل تغير اتجاهه فقط. فلا تتغير سرعة الكوكب وبهذا الجانب الأيمن من المعادلة $\frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2$ يساوي صفراً. ومن ثم، يساوي الشغل المبذول صفراً هو الآخر.

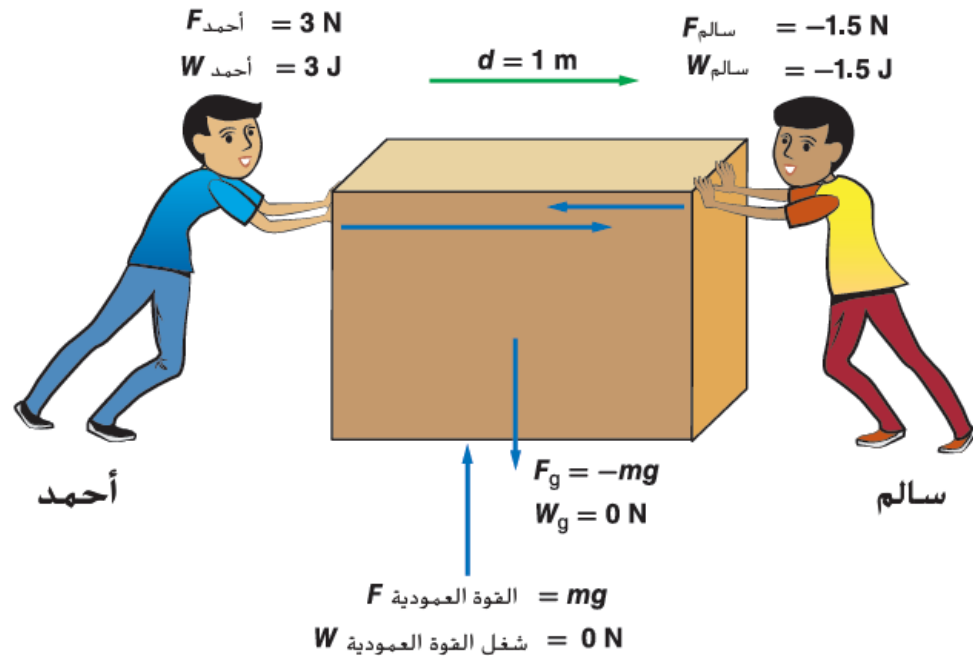
$$W = Fd \cos \theta$$



لا تبذل قوة الجاذبية شغلاً على كوكب في مدار دائري لأن القوة تكون متعامدة على اتجاه الحركة.

1	يوضح انه يتم بذل شغل على الجسم عند تطبيق قوة خلال إزاحة الجسم.	كتاب الطالب	5~4
2	يحدد الشغل على انه كمية قياسية تقاس بوحدة النيوتن (N.m) أو الجول (J) .	كتاب الطالب	4
3	يذكر أن القوة العمودية (العمودية على اتجاه الحركة) لا تبذل شغلاً على الجسم لكنها تغير اتجاه حركته.	كتاب الطالب	6~4

الشغل الذي تبذله عدة قوى



عند تطبيق عدة قوى على نظام ما، احسب الشغل الذي تبذله كل قوة ثم اجمع النتائج. في الصندوق الموجود في الشكل 3، نجد أن قوتي الدفع لأعلى ولأسفل (الجاذبية والقوة العمودية) متعامدتان ($\theta = 90^\circ$) على اتجاه الحركة ولا يبذلان شغلاً وبالنسبة إلى هذه القوى، $\theta = 90^\circ$ ، مما يجعل $\cos \theta = 0$ ، لذا فإن، $W = 0$. تكون القوة (أحمد) في اتجاه الإزاحة، ولهذا يساوي الشغل الذي يبذله أحمد

$$W_{\text{أحمد}} = F_{\text{أحمد}} d$$

يبذل سالم قوة ($F_{\text{سالم}}$) في الاتجاه المعاكس للإزاحة ($\theta = 180^\circ$). نظرًا لأن $\cos 180^\circ = -1$ ، فإن سالم يبذل شغلاً سالبًا:

$$W_{\text{سالم}} = -F_{\text{سالم}} d$$

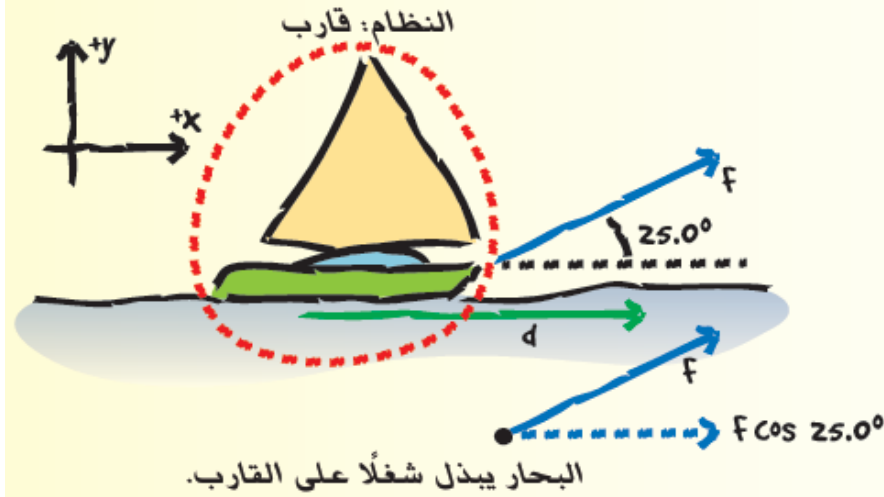
حيث يمثل الشغل الكلي المبذول على الصندوق

$$W_{\text{الكلي}} = F_{\text{أحمد}} d - F_{\text{سالم}} d.$$

5	كتاب الطالب	يطبق العلاقة بين القوة F والشغل الذي تبذله القوة على النظام عبر الإزاحة d	4
9	مثال 2	حيث تمثل θ الزاوية بين اتجاه القوة واتجاه الإزاحة. ($W = Fd \cos \theta$)	
9	تطبيقات Q.(8,6)		

مثال 2

القوة والإزاحة عند زاوية يسحب بحار قاربًا مسافة 30.0 m في اتجاه رصيف الميناء مستخدمًا حبلًا يصنع زاوية قدرها 25.0° مع المحور الأفقي. ما مقدار الشغل الذي يبذله الحبل على القارب إذا كانت قوة شدّه 255 N؟



5	كتاب الطالب		يطبق العلاقة بين القوة F والشغل الذي تبذله القوة على النظام عبر الازاحة d	4
9	مثال 2	$6.5 \times 10^3 \text{ J}$	حيث تمثل θ الزاوية بين اتجاه القوة واتجاه الازاحة. ($W = Fd \cos \theta$)	
9	تطبيقات Q.(8,6)			

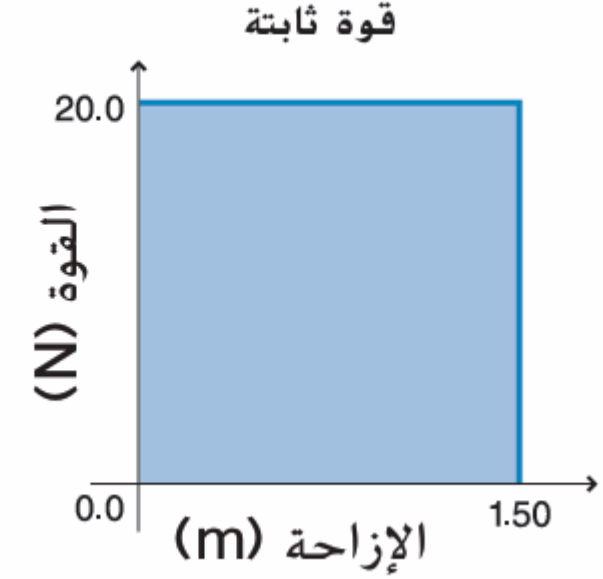
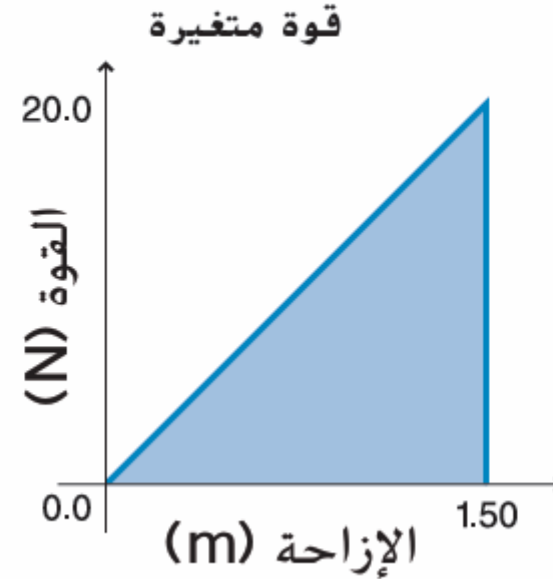
6. يرفع شخصان صندوقًا ثقيلًا مسافة 15 m ويستخدمان حبلين يصنع كل منهما زاوية 15° مع المحور الرأسي. يبذل كل من الشخصين قوة مقدارها 225 N، فما مقدار الشغل الذي يبذله الحبلان؟

5	كتاب الطالب			
9	مثال 2	8. $6.54 \times 10^3 \text{ J}$	يطبق العلاقة بين القوة F والشغل الذي تبذله القوة على النظام عبر الإزاحة d	4
9	تطبيقات Q.(8,6)		($W = Fd \cos \theta$) حيث تمثل θ الزاوية بين اتجاه القوة واتجاه الإزاحة.	

8. يُستخدم حبل في سحب صندوق معدني مسافة 15.0 m على الأرض. فإذا كان الحبل مربوطًا بزاوية 46.0° على الأرض وتؤثر قوة مقدارها 628 N في الحبل، فما مقدار الشغل الذي يبذله الحبل على الصندوق؟

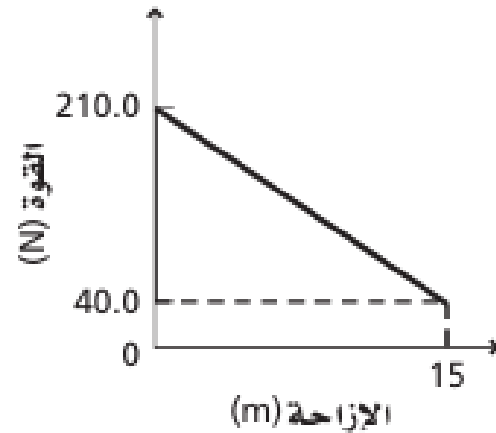
7	كتاب الطالب	يوجد بيانياً الشغل التي تبذله القوة من خلال المساحة أسفل الرسم البياني للقوة - الإزاحة.	5
13	مراجعة Q.(17)		
25	تقويم الوحدة Q.(61)		

الشكل 4 المساحة أسفل الرسم البياني للقوة - الإزاحة تساوي الشغل.



7	كتاب الطالب	17. 1.9×10^3 ج	5
13	مراجعة Q.(17)	يوجد بيانياً الشغل التي تبذله القوة من خلال المساحة أسفل الرسم البياني للقوة - الإزاحة.	
25	تقويم الوحدة Q.(61)		

17. الشغل افترض أنك تدفع سيارة متوقفة. وأثناء حركة السيارة، تحتاج إلى قوة أقل وأقل كي تستمر في الحركة. خلال أول 15 m تناقصت قوتك بمعدل ثابت من 210.0 N إلى 40.0 N. فما مقدار الشغل الذي بذلته على السيارة؟ ارسم رسماً بيانياً للقوة - الإزاحة لتمثيل الشغل المبذول خلال هذه الفترة.



7	كتاب الطالب		
13	مراجعة Q.(17)		
25	تقويم الوحدة Q.(61)		
5	يوجد بيانياً الشغل التي تبذله القوة من خلال المساحة أسفل الرسم البياني للقوة - الإزاحة.		

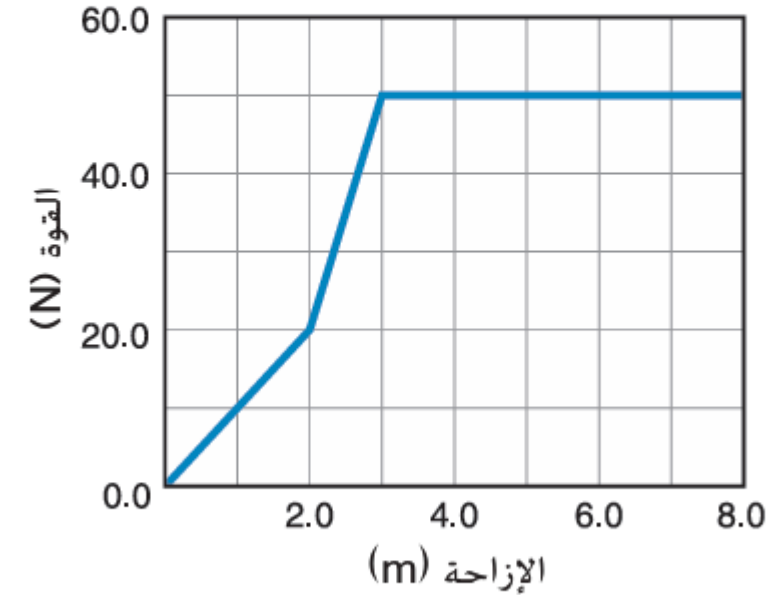
61. a. إجمالي $2.6 \times 10^2 \text{ J}$
b. $1.3 \times 10^2 \text{ W}$

61. يوضح الرسم البياني الوارد في الشكل 23 القوة المبذولة على جسم يجري سحبه وإزاحة هذا الجسم.

a. أوجد الشغل المبذول لسحب الجسم مسافة 7.0 m.

b. احسب القدرة المكتسبة عند بذل الشغل خلال 2.0 s.

القوة مقابل الإزاحة



الشكل 23

10	كتاب الطالب	يُعرف الطاقة الحركية، ويطبق العلاقة بين الطاقة الحركية للجسم وكتلته وسرعته $(KE = \frac{1}{2}mv^2)$	6
----	-------------	--	---

الطاقة المرتبطة بالحركة تسمى **الطاقة الحركية** (KE) .

الطاقة الحركية الانتقالية تساوي الطاقة الحركية الانتقالية للنظام $\frac{1}{2}$ مضروبًا في كتلة النظام مضروبة في مربع سرعة النظام.

$$KE_{\text{trans}} = \frac{1}{2}mv^2$$

10	كتاب الطالب	يعرف نظرية الشغل الطاقة (أو نظرية الشغل -الطاقة الحركية) $W = \Delta E$ ويستخدم النماذج لتوضح النظرية.	7
13	مراجعة Q.(15)		
29	الاختبار المعياري Q.(1)		

نفسه أو في ما يحيط به. وهذه الخاصية المتمثلة في قدرة النظام على إحداث تغيير في نفسه أو فيما يحيط به تسمى **الطاقة** ويعبر عنها بالرمز E .

نظرية الشغل – الطاقة

الشغل المبذول على نظام ما يساوي التغير في طاقة النظام.

$$W = \Delta E$$

نظرًا لأن الشغل يُقاس بوحدة الجول، يجب أيضًا قياس الطاقة بوحدة الجول. في الواقع، تستمد الوحدة اسمها من عالم الفيزياء جيمس بريسكوت جول الذي كان يعيش في القرن التاسع عشر، والذي أثبت العلاقة بين الشغل المبذول والتغير في الطاقة. تذكر أن الجول الواحد يساوي $1 \text{ N}\cdot\text{m}$ وأن 1 N يساوي $1 \text{ kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$. لذلك، فإن الجول الواحد يساوي $1 \text{ kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}^2$. هذه هي وحدات $\frac{1}{2}mv^2$ نفسها.

10	كتاب الطالب	يعرف نظرية الشغل الطاقة (أو نظرية الشغل -الطاقة الحركية) $W = \Delta E$ ويستخدم النماذج	7
13	مراجعة Q.(15)	لتوضح النظرية.	
29	الاختبار المعياري Q.(1)		

15. **الفكرة الرئيسية** إذا ضاعف الشغل المبذول على جسم ما من طاقته الحركية، فهل يضاعف سرعته؟ إذا لم يكن كذلك، فما نسبة تغييره للسرعة؟

15. **تناسب الطاقة الحركية مع مربع السرعة المتجهة،**
لذلك فإن مضاعفة الطاقة تضاعف من مربع السرعة المتجهة. تزداد السرعة المتجهة بمعامل جذر تربيعي يبلغ 2 أو 1.4.

10	كتاب الطالب	يعرف نظرية الشغل الطاقة (أو نظرية الشغل -الطاقة الحركية) $W = \Delta E$ ويستخدم النماذج لتوضح النظرية.	7
13	مراجعة Q.(15)		
29	الاختبار المعياري Q.(1)		

1. كرة قدم وزنها 4 N مُلقاة في وضع السكون على أرضية الملعب. تبذل قدم لاعب قوة على الكرة تبلغ 5 N لمسافة 0.1 m. فتتحرك الكرة مسافة 10 m. ما مقدار الطاقة الحركية التي تكتسبها الكرة من قدم اللاعب؟

- A. 0.5 J
B. 0.9 J
C. 9 J
D. 50 J

10	كتاب الطالب		
26	تقويم الوحدة (69).Q	يحل مسائل متعلقة بالشغل والطاقة الحركية.	8
29	الاختبار المعياري (1,6).Q		

6. ينزلق متزلج كتلته 50.0 kg عبر بركة جليدية بدون احتكاك يذكر، وعند اقترابه من صديق له، يمسك كل منهم بيد الآخر ويبذل صديقه قوة في الاتجاه المعاكس لحركة المتزلج، مما يخفض سرعة المتزلج من 2.0 m/s إلى 1.0 m/s . ما مقدار التغير في الطاقة الحركية للمتزلج؟
- A. -25 J C. -100 J
 B. -75 J D. -150 J

10	كتاب الطالب	يحل مسائل متعلقة بالشغل والطاقة الحركية.	8
26	تقويم الوحدة (69).Q		
29	الاختبار المعياري (1,6).Q		

69. مسألة عكسية اكتب مسألة فيزيائية تنطوي على أجسام من الحياة اليومية تكون المعادلة التالية جزءًا من حلها:

$$(12.5 \text{ N})d = \frac{1}{2} (6.0 \text{ kg})(1.10 \text{ m/s})^2 - \frac{1}{2} (6.0 \text{ kg})(0.05 \text{ m/s})^2$$

69. ستتغير الإجابات ولكن الصياغة التالية من النماذج الصحيحة للإجابة "تؤثر قوة ثابتة تبلغ 12.5 N في جسم يبلغ 6.0kg مما يزيد من سرعته من 0.05 m/s إلى 1.10 m/s. ما المسافة التي تؤثر فيها هذه القوة؟"

القدرة

تساوي القدرة تغير الطاقة مقسومًا على الزمن اللازم لحدوث التغير.

$$P = \frac{\Delta E}{t}$$

عندما يسبب الشغل تغييرًا في الطاقة، تساوي القدرة الشغل المبذول مقسومًا على الزمن اللازم لبذل الشغل.

$$P = \frac{W}{t}$$

فكّر في الرافعتين الشوكيتين الموجودتين في الشكل 7. ترفع الرافعة الشوكية اليسرى الحمولة في 5 ثوانٍ وترفع الرافعة الشوكية اليمنى الحمولة في 10 ثوانٍ. حيث إن الرافعة الشوكية اليسرى أكثر قوة من اليمنى. فرغم أن كليهما تنجز الشغل نفسه، إلا أن الرافعة اليسرى تنجزه في زمن أقل ومن ثمّ توفر قدرة أكبر.

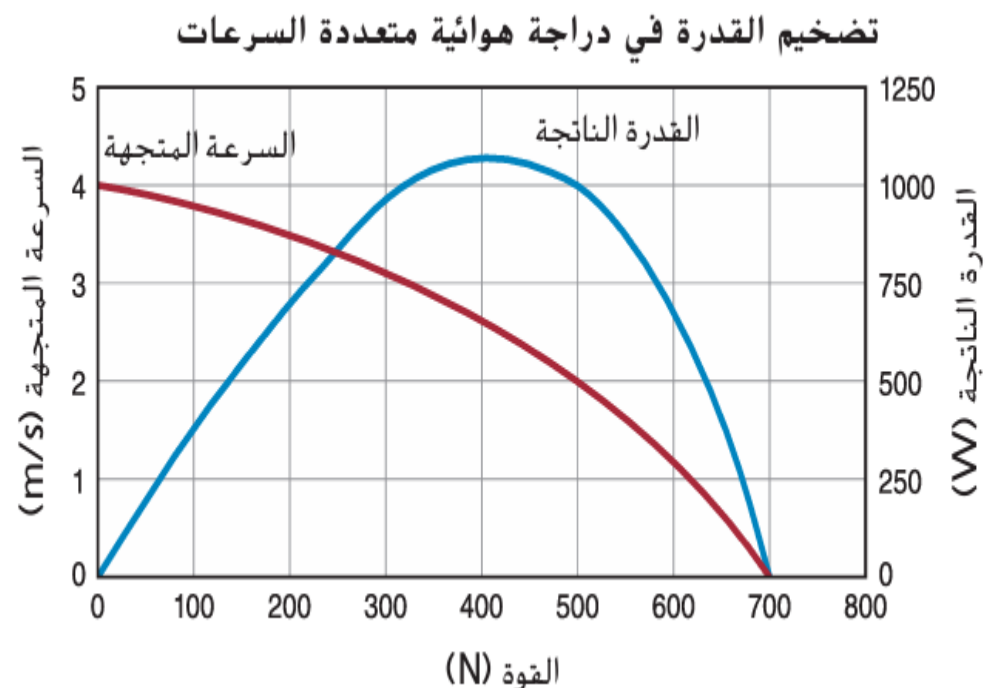
تُقاس القدرة بوحدة الواط (W). ويساوي **الواط** الواحد انتقال طاقة مقدارها 1 J خلال 1 s. أي أن $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$. ويمثل الواط وحدة قياس قدرة صغيرة نسبيًا. على سبيل المثال، يبلغ وزن كوب من الماء حوالي 2 N، فإذا رفعته مسافة 0.5 m إلى فمك بسرعة ثابتة فإنك تكون قد بذلت شغلًا مقداره 1 J. وإذا رفعت الكوب خلال 1 s فستكون قد بذلت شغلًا بمعدل 1 W. ولأن الواط وحدة صغيرة فإن القدرة تقاس غالبًا بوحدة الكيلوواط (kW). ويساوي الكيلوواط الواحد 1000 W.

13	كتاب الطالب		
25	تقويم الوحدة (56) Q.	يُوجد القدرة كنتاج ضرب سرعة الجسم ومركبة القوة في اتجاه السرعة.	10
28	تقويم الوحدة (94/a , 95) Q.		

القدرة والسرعة

القدرة أيضًا يمكن حسابها باستخدام المعادلة $P = F_x v$.

الشكل 9 عندما تتركب دراجة متعددة السرعات، تعتمد القدرة الناتجة على القوة التي تبذلها وسرعتك. لاحظ أن الرسم البياني يعبر عن علاقتين: العلاقة بين الرعة والقوة (باللون الأحمر) والعلاقة بين القدرة الناتجة والقوة (باللون الأزرق)



الفيزياء

13	كتاب الطالب		
25	تقويم الوحدة (56) Q.	يُوجد القدرة كنتاج ضرب سرعة الجسم ومركبة القوة في اتجاه السرعة.	10
28	تقويم الوحدة (94/a , 95) Q.		

56. 9.0×10^1 kW

56. محرك القارب يدفع محرك قاربًا عبر المياه بسرعة ثابتة تبلغ 15 m/s . يجب أن يبذل المحرك قوة بمقدار 6.0 kN لموازنة القوة التي تبذلها المياه ضد جسم القارب. ما مقدار القدرة التي يكتسبها المحرك؟

13	كتاب الطالب		
25	تقويم الوحدة (56) Q.	يُوجد القدرة كنتاج ضرب سرعة الجسم ومركبة القوة في اتجاه السرعة.	10
28	تقويم الوحدة (94/a , 95) Q.		

94. يسحب ونش كهربائي صندوقاً قوته 875 N لأعلى سطح مائل بزاوية 15° بسرعة 0.25 m/s . يبلغ معامل الاحتكاك بين الصندوق والسطح المائل 0.45 .

a. ما مقدار القدرة التي يكتسبها النش؟

b. ما مقدار القدرة الكهربائية التي ينبغي تزويد النش بها إذا كانت كفاءته 85% بالمئة؟

13	كتاب الطالب		
25	تقويم الوحدة (56) Q.	يُوجد القدرة كنتاج ضرب سرعة الجسم ومركبة القوة في اتجاه السرعة.	10
28	تقويم الوحدة (94/a , 95) Q.		

95. a. $6.1 \times 10^2 \text{ W}$

b. $1.2 \times 10^3 \text{ W}$

95. طَبِّق المفاهيم يجري عدّاء كتلته 75 kg سباق 50.0 m

خلال 8.50 s. افترض أن تسارع العدّاء ثابت طوال السباق.

a. أوجد متوسط قُدرة العدّاء في السباق.

b. ما القُدرة القصوى التي يكتسبها العدّاء؟

يوضح متى يكون الشغل موجباً أو سالباً أو صفراً بأمثلة مناسبة.

6 ~ 4

كتاب الطالب

5

كتاب الطالب

9

مثال 2

9

تطبيقات Q.(6,8,9)

25,24

تقويم الوحدة Q.(53,57)

- يحسب الشغل الذي تبذله (قوة مطبقة بزاوية على اتجاه الحركة) كنتاج ضرب مركبة القوة في اتجاه الإزاحة ومقدار الإزاحة.
- يحسب الشغل الكلي المبذول على النظام كمجموع الشغل الناتج عن كل قوة تؤثر في النظام.

9. a. $6.9 \times 10^3 \text{ J}$

b. $-1.5 \times 10^4 \text{ J}$



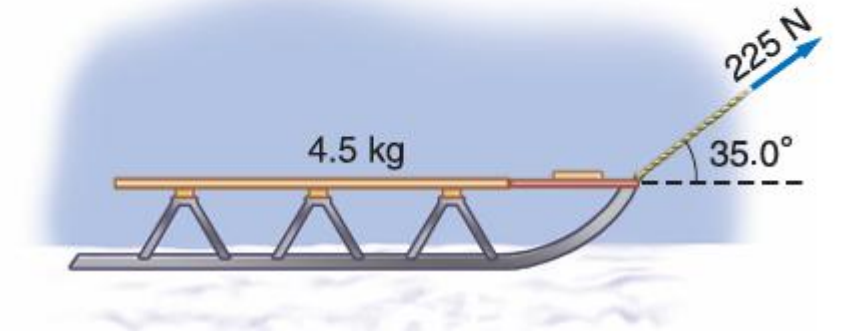
9. **مسألة تحفيزية** راكب دراجة يدفع دراجة كتلتها 13 kg إلى أعلى ثل شديد الانحدار. يبلغ الميل 25° وطول الطريق 275 m كما هو موضح في الشكل 5. ويدفع الراكب الدراجة في اتجاه مواز للطريق بقوة مقدارها 25 N.

a. ما مقدار الشغل الذي يبذله الراكب على الدراجة؟

b. ما مقدار الشغل الذي تبذله قوة الجاذبية على الدراجة؟

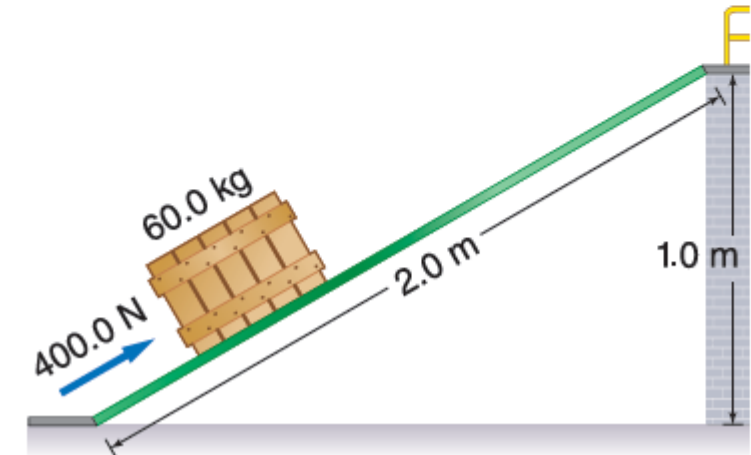
6 ~ 4	كتاب الطالب	يوضح متى يكون الشغل موجباً أو سالباً أو صفراً بأمثلة مناسبة.	Part 1	21
5 9 9 25,24	كتاب الطالب مثال 2 تطبيقات Q.(6,8,9) تقويم الوحدة Q.(53,57)	- يحسب الشغل الذي تبذله (قوة مطبقة بزاوية على اتجاه الحركة) كنتاج ضرب مركبة القوة في اتجاه الإزاحة ومقدار الإزاحة. - يحسب الشغل الكلي المبذول على النظام كمجموع الشغل الناتج عن كل قوة تؤثر في النظام.	Part 2	

53. الزلاجة يسحب علي زلاجة عبر سطح الجليد، كما هو موضح في الشكل 19. إذا تحركت الزلاجة مسافة 65.3 m، فما مقدار الشغل الذي يبذله علي على الزلاجة؟



6 ~ 4	كتاب الطالب	يوضح متى يكون الشغل موجباً أو سالباً أو صفراً بأمثلة مناسبة.	Part 1	21
5 9 9 25,24	كتاب الطالب مثال 2 تطبيقات Q.(6,8,9) تقويم الوحدة Q.(53,57)	- يحسب الشغل الذي تبذله (قوة مطبقة بزاوية على اتجاه الحركة) كنتاج ضرب مركبة القوة في اتجاه الإزاحة ومقدار الإزاحة. - يحسب الشغل الكلي المبذول على النظام كمجموع الشغل الناتج عن كل قوة تؤثر في النظام.	Part 2	

57. يسحب خالد صندوقاً أعلى منحدر مائل يستند إلى منصة، كما هو موضح في الشكل 20. يلزم بذل قوة بمقدار 400.0 N موازية للمنحدر، لسحب الصندوق لأعلى المنحدر بسرعة ثابتة.
- a. ما مقدار الشغل الذي يبذله خالد لسحب الصندوق إلى أعلى المنحدر؟
- b. ما مقدار الشغل المبذول على الصندوق إذا قام خالد برفع الصندوق من الأرضية إلى أعلى المنصة مباشرة بسرعة ثابتة؟



10	كتاب الطالب	يطبق نظرية الشغل-الطاقة لربط الشغل الكلي المبذول على نظام والتغير الناتج في الطاقة الحركية.	1 Part	22
29	تدريب الوحدة Q.(1,6)			
11	كتاب الطالب	يُطبق العلاقة بين القدرة والشغل والفترة الزمنية التي تم من خلالها بذل الشغل	2 Part	
12	مثال 3	$(P = \frac{W}{t})$.		
12	تطبيقات Q.(10,13)			

مثال 3

القدرة يرفع محرك كهربائي مصعدًا مسافة 9.00 m خلال 15.0 s ببذل قوة لأعلى مقدارها $1.20 \times 10^4 \text{ N}$. ما القدرة التي ينتجها المحرك بوحدة kW؟

10	كتاب الطالب	يطبق نظرية الشغل-الطاقة لربط الشغل الكلي المبذول على نظام والتغير الناتج في الطاقة الحركية.	1 Part	22
29	تدريب الوحدة Q.(1,6)			
11	كتاب الطالب	يُطبق العلاقة بين القدرة والشغل والفترة الزمنية التي تم من خلالها بذل الشغل	2 Part	
12	مثال 3	$(P = \frac{W}{t})$.		
12	تطبيقات Q.(10,13)	10. $1.15 \times 10^3 \text{ W}; 1.15 \text{ kW}$		

10. يُرفع صندوق وزن 575 N رأسياً إلى أعلى مسافة 20.0 m بواسطة سلك موصل بمحرك. يتحرك الصندوق بسرعة متجهة ثابتة وتكتمل المهمة خلال 10.0 s. فما القدرة التي يولدها المحرك بوحدة W ووحدة kW؟

10	كتاب الطالب	يطبق نظرية الشغل-الطاقة لربط الشغل الكلي المبذول على نظام والتغير الناتج في الطاقة الحركية.	1 Part	22
29	تدريب الوحدة Q.(1,6)			
11	كتاب الطالب	يُطبق العلاقة بين القدرة والشغل والفترة الزمنية التي تم من خلالها بذل الشغل	2 Part	
12	مثال 3	$(P = \frac{W}{t})$.		
12	تطبيقات Q.(10,13)	13. $1.3 \times 10^5 \text{ N}$		

13. يولد محرك كهربائي قدرة 65 kW أثناء رفع مصعد مكتمل الحمولة مسافة 17.5 m خلال 35 s. ما مقدار القوة التي يبذلها المحرك؟

شرح وحدة الزخم وحفظه من هيكل الفيزياء الحادي عشر العام بريدج الفصل الأول 2025-2026

الزخم (كمية الحركة) وحفظه

الفكرة الرئيسية إذا كانت محصلة القوة في نظام معزول تساوي صفرًا، فسيكون الزخم الكلي لهذا النظام محفوظًا.

الأقسام

1 الدفع والزخم

2 حفظ الزخم



نظرية الدفع - الزخم

إن مشاهدة لاعب البيسبول وهو يحرز النقاط أمر مثير للدهشة. حيث يرمي اللاعب الكرة باتجاه صفيحة الملعب. فيتميل المضرب وترتد الكرة تحت تأثير دفع المضرب. وقبل أن يحدث التصادم تتحرك الكرة باتجاه المضرب. وفي أثناء التصادم، تتأثر الكرة بالمضرب مما يؤدي إلى انضغاطها. وبعد التصادم تتحرك الكرة بعيداً عن المضرب بسرعة متجهة عالية في حين يكمل المضرب مساره ولكن بسرعة متجهة أقل. وفقاً لقانون نيوتن الثاني للحركة، فإن السرعة المتجهة للكرة تغيرت بفعل قوة المضرب؛ وتتغير هذه القوة خلال الزمن، كما هو موضح في الشكل 1. تنضغط الكرة بعد حدوث التلامس مباشرة، وتستمر القوة في التزايد حتى تصل إلى أقصى قيمة لها حيث تزيد عن وزن الكرة بمقدار 10000 مرة، ثم تستعيد الكرة شكلها، وتتحرك مبتعدة عن المضرب بسرعة. ويقل مقدار القوة المؤثرة في الكرة مباشرة ليصبح صفراً. ويستغرق هذا الحدث فترة زمنية مقدارها 3.0 ms. كيف يمكنك حساب التغير في السرعة المتجهة لكرة البيسبول؟

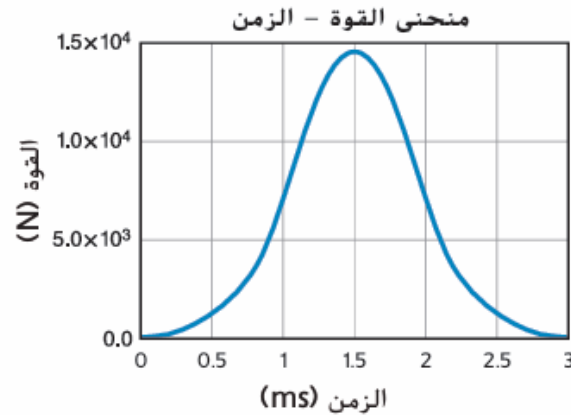
الدفع يمكن إعادة صياغة قانون نيوتن الثاني للحركة ($F = ma$) باستخدام التغير في السرعة المتجهة مقسومًا على زمن ذلك التغير.

$$F = ma = m \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)$$

بضرب طرفي المعادلة في الفترة الزمنية (Δt)، نحصل على المعادلة التالية.

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

يُعرف الطرف الأيسر لهذه المعادلة ($F\Delta t$) بالدفع. إن **الدفع** هو حاصل ضرب متوسط القوة المؤثرة في جسم في زمن تأثير القوة. ويُقاس الدفع بوحدة نيوتن ثانية. يتم إيجاد مقدار الدفع في الحالات التي تتغير فيها القوة F مع الزمن من خلال تحديد المساحة أسفل منحنى الرسم البياني للقوة - الزمن، كما هو موضح في الشكل 1.



الشكل 1 تزيد القوة المؤثرة في كرة البيسبول ثم تقل في أثناء التصادم.

34

مثال 1

35

تطبيقات Q.(4)

39

مراجعة Q.(13)

53

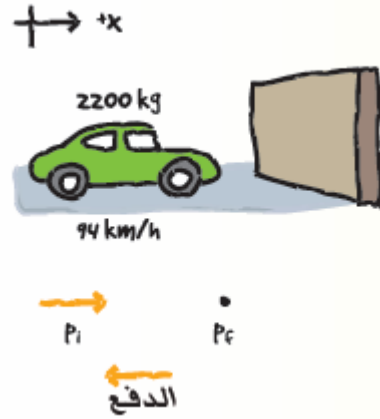
تقويم الوحدة Q.(52)

13

يحل مسائل تنطوي على الدفع.

مثال 1

متوسط القوة تتحرك مركبة كتلتها 2200 kg بسرعة 94 km/h (26 m/s) حيث يمكنها التوقف خلال 21 s، عن طريق الضغط على المكابح برفق. ويمكن أن تتوقف المركبة خلال 3.8 s إذا ضغط السائق على المكابح بشدة، بينما يمكن أن تتوقف خلال 0.22 s إذا اصطدمت بحائط أسمنتى. ما مقدار الدفع على المركبة؟ ما متوسط القوة المؤثرة في المركبة في كل حالة من حالات التوقف؟



34

مثال 1

35

تطبيقات Q.(4)

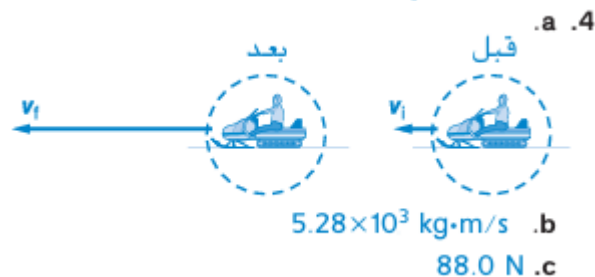
39

مراجعة Q.(13)

53

تقويم الوحدة Q.(52)

4. يعمل السائق على تسارع عربة ثلوج كتلتها 240.0 kg فينتج عن ذلك قوة تزيد من سرعة العربة من 6.00 m/s إلى 28.0 m/s خلال فترة زمنية تبلغ 60.0 s .



a. ارسم الحدث، موضحًا الوضع الابتدائي والنهائي للعربة.

b. ما التغير في زخم العربة؟ ما الدفع على العربة؟

c. ما مقدار متوسط القوة التي أثرت في العربة؟

34

مثال 1

35

تطبيقات Q.(4)

39

مراجعة Q.(13)

53

تقويم الوحدة Q.(52)

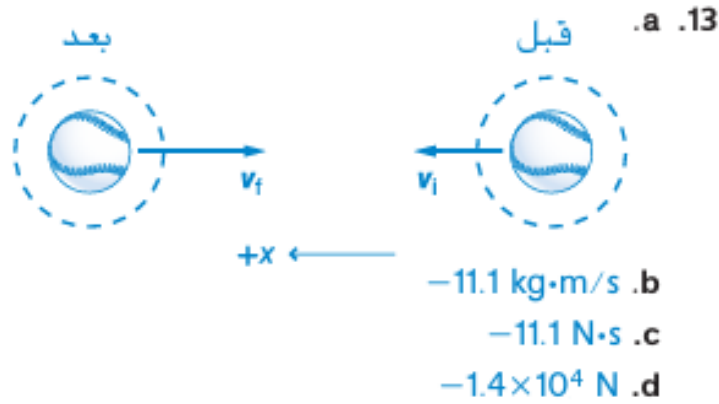
13. الدفع والزخم قُذفت كرة بيسبول كتلتها 0.174 kg أفقيًا بسرعة 26.0 m/s . وبعد أن ضُربت الكرة بالمضرب، تحركت في الاتجاه المعاكس بسرعة 38.0 m/s .

a. ارسم أسهمًا توضح زخم الكرة قبل ضربها بالمضرب وبعده.

b. ما مقدار التغير في زخم الكرة؟

c. ما الدفع الناتج عن المضرب؟

d. إذا تلامس المضرب مع الكرة لمدة 0.80 ms ، فما مقدار متوسط القوة التي أثر بها المضرب في الكرة؟



34

مثال 1

35

تطبيقات Q.(4)

39

مراجعة Q.(13)

53

تقويم الوحدة Q.(52)

52. الهوكي ضرب لاعبُ قرص هوكي مؤثرًا فيه بقوة ثابتة مقدارها 30.0 N لمدة 0.16 s . فما مقدار الدفع المؤثر في القرص؟

33	كتاب الطالب	يعرف الزخم (الخطي) على انه حاصل ضرب كتلة الجسم في سرعته الخطية ويحدد وحدة قياس الزخم الخطي.	14
35	تطبيقات Q.(1)		
39	مراجعة Q.(11)		

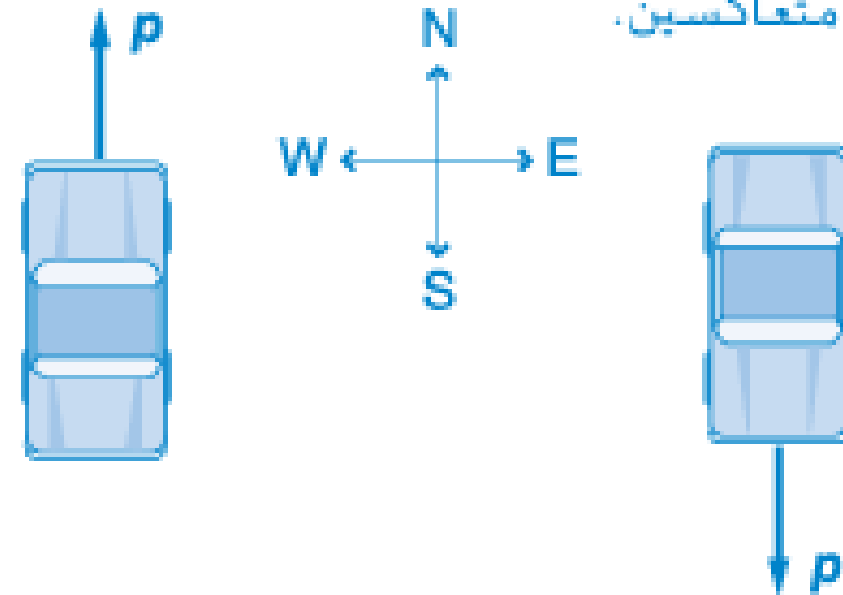


1. تتحرك سيارة صغيرة كتلتها 725 kg ، بسرعة 115 km/h في اتجاه الشرق. عبّر عن حركة السيارة برسم تخطيطي.
- a. احسب مقدار زخمها وحدد اتجاهه. ارسم سهمًا على الرسم التخطيطي يعبر عن الزخم.
- b. إذا كان لسيارة ثانية الزخم نفسه وكانت كتلتها 2175 kg ، فما سرعتها المتجهة؟

33	كتاب الطالب	يعرف الزخم (الخطي) على انه حاصل ضرب كتلة الجسم في سرعته الخطية ويحدد وحدة قياس الزخم الخطي.	14
35	تطبيقات Q.(1)		
39	مراجعة Q.(11)		

11. الزخم هل يختلف زخم سيارة تتحرك جنوبًا عن زخم السيارة نفسها عندما تتحرك شمالًا، إذا كان مقدار السرعة في الحالتين متساويًا؟
ارسم متجهات الزخم لتدعم إجابتك.

11. نعم، فالزخم كمية متجهة ويكون زخم السيارتين في اتجاهين متعاكسين.



33	كتاب الطالب	15	يطبق معادلة الزخم لحساب الزخم الخطي لأنظمة مختلفة.
35	مراجعة Q.(1)		
53	تقويم الوحدة Q.(51)		

الزخم

زخم جسم ما يساوي حاصل ضرب كتلة الجسم في سرعته المتجهة.

$$p = mv$$

نظرية الدفع - الزخم

الدفع على جسم ما يساوي التغير في الزخم لهذا الجسم.

$$F\Delta t = p_f - p_i$$

33	كتاب الطالب		
35	مراجعة Q.(1)	يطبق معادلة الزخم لحساب الزخم الخطي لأنظمة مختلفة.	15
53	تقويم الوحدة Q.(51)		

51. $D < A < B < C = E$

51. مهمة ترتيب رتب الأجسام التالية وفقاً لمقدار زخمها من الأقل إلى الأكبر. ووضح أي روابط بشكل خاص.

الجسم A: الكتلة 2.5 kg، السرعة المتجهة 1.0 m/s شرقاً
 الجسم B: الكتلة 3.0 kg، السرعة المتجهة 0.90 m/s غرباً

الجسم C: الكتلة 3.0 kg، السرعة المتجهة 1.2 m/s غرباً
 الجسم D: الكتلة 4.0 kg، السرعة المتجهة 0.50 m/s شمالاً

الجسم E: الكتلة 4.0 kg، السرعة المتجهة 0.90 m/s شرقاً

33	كتاب الطالب	يطبق نظرية الدفع – الزخم لحل مسائل رياضية ذات صلة.	16
52	تقويم الوحدة (42,45,46,50) Q.		

42. a. $-14 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$

b. $-3.2 \times 10^4 \text{ N}$

42. رُميت كرة بيسبول كتلتها 0.145 kg بسرعة 42 m/s .
فضربها لاعب المضرب أفقيًا في اتجاه الرامي بسرعة
 58 m/s .

a. أوجد التغير في زخم الكرة.

b. إذا لامست الكرة المضرب مدة $4.6 \times 10^{-4} \text{ s}$ ، فما متوسط
القوة أثناء التلامس؟

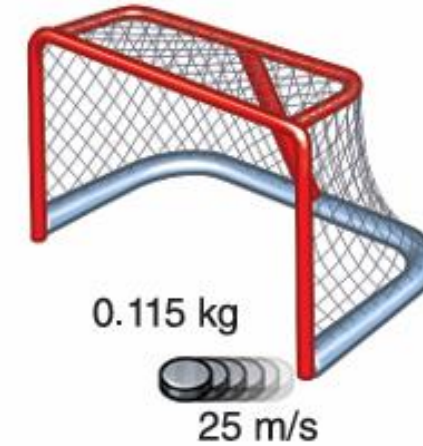
45. a. $-7.1 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$

b. $-1.4 \times 10^4 \text{ N}$

45. الهوكي إذا اصطدم قرص هوكي كتلته 0.115 kg بعمود المرمى بسرعة 37 m/s ، وارتد عنه في الاتجاه المعاكس بسرعة 25 m/s ، كما هو موضح في الشكل 18.

a. فما الدفع على القرص؟

b. ما متوسط القوة المؤثرة في القرص، إذا استغرق التصادم $5.0 \times 10^{-4} \text{ s}$ ؟



الشكل 18

33	كتاب الطالب	46. a. $2.0 \times 10^4 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$	16 يطبق نظرية الدفع – الزخم لحل مسائل رياضية ذات صلة.
52	تقويم الوحدة (42,45,46,50) Q.	b. $1.3 \times 10^3 \text{ N}$	

46. تتسارع شاحنة نقل كتلتها 5500 kg من 4.2 m/s إلى 7.8 m/s خلال 15.0 s وذلك عن طريق تطبيق قوة ثابتة عليها.

a. ما التغير الحاصل في الزخم؟

b. ما مقدار القوة المؤثرة في الشاحنة؟

33	كتاب الطالب	50. a. $-5.1 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$	16 يطبق نظرية الدفع – الزخم لحل مسائل رياضية ذات صلة.
52	تقويم الوحدة (42,45,46,50) Q.	b. $-1.0 \times 10^2 \text{ N}$	
		c. $-1.0 \times 10^1 \text{ N}$	

50. البيسبول تتحرك كرة بيسبول كتلتها 0.145 kg بسرعة 35 m/s قبل أن يمسكها اللاعب مباشرة.

a. أوجد التغير في زخم الكرة.

b. إذا كانت اليد التي أمسكت بالكرة والمحمية بقفاز في وضع ثابت، حيث أوقفت الكرة خلال 0.050 s ، فما متوسط القوة المؤثرة في الكرة؟

c. إذا تحركت اليد المحمية بقفاز أثناء إيقاف الكرة إلى الخلف حيث استغرقت الكرة 0.500 s لتتوقف، فما متوسط القوة التي أثرت بها اليد المحمية بقفاز في الكرة؟

35
39
52
56

كتاب الطالب
مراجعة Q.(12)
تقويم الوحدة Q.(39)
تقويم الوحدة Q.(97,98)

يستقصي بعض تطبيقات الدفع – الزخم في الحياة اليومية.

17

12. الدفع والزخم عندما تقفز من ارتفاع معين إلى الأرض فإنك تثني رجليك لحظة ملامسة قدميك الأرض. اشرح لماذا تفعل ذلك بناءً على مفاهيم الفيزياء الواردة في هذه الوحدة.

12. لقد قلت القوة بزيادة الفترة الزمنية التي استغرقتها لإيقاف حركة جسمك.

35
39
52
56

كتاب الطالب
مراجعة Q.(12)
تقويم الوحدة Q.(39)
تقويم الوحدة Q.(97,98)

يستقصي بعض تطبيقات الدفع – الزخم في الحياة اليومية.

17

39. لماذا تُزود السيارات بمصاص صدمات يمكنه الانضغاط أثناء الاصطدام؟

39. تزود السيارات بمصاص صدمات ينضغط في أثناء التصادم لزيادة زمن التصادم مما يقلل القوة.

35	كتاب الطالب	يستقصي بعض تطبيقات الدفع – الزخم في الحياة اليومية.	17
39	مراجعة Q.(12)		
52	تقويم الوحدة Q.(39)		
56	تقويم الوحدة Q.(97,98)		

97. كيف يمكن أن تصمم حواجز الطريق السريع لتكون أكثر فاعلية في حماية أرواح الأشخاص؟ ابحث في هذه القضية، وصف كيف يمكن استخدام الدفع والتغير في الزخم لتحليل تصاميم الحواجز.

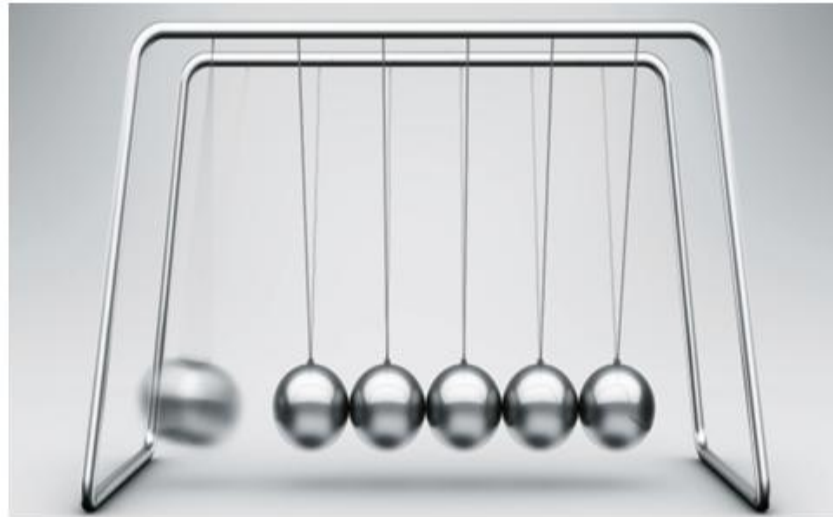
98. على الرغم من أن الوسائد الهوائية تحمي العديد من الأرواح، إلا أنها قد تسبب إصابات تؤدي إلى الموت. اكتب آراء صانعي السيارات في هذه العبارة. وحدّد ما إذا كانت المشاكل تتضمن الدفع والزخم أو أشياء أخرى.

97. لا يعتمد التغير في زخم السيارة على الفترة الزمنية التي تستغرقها السيارة للتوقف. وهكذا، فإن الدفع أيضًا لا يتغير. ولتقليل القوة، يجب زيادة الفترة الزمنية التي تستغرقها السيارة للتوقف. ويعمل استخدام الحواجز على زيادة الفترة الزمنية اللازمة لتوقف السيارة لذا تقل القوة. وتستخدم عادة الحواجز البلاستيكية المرنة المملوءة بالرمل.

98. توجد طريقتان لكي تعمل الوسائد الهوائية على تقليل الإصابات. أولاً، تنتفخ الوسائد الهوائية طوال فترة تأثير الدفع ومن ثم تقل القوة. ثانيًا، أن تنشر الوسادة الهوائية القوة فوق مساحة أكبر لذا يقل الضغط. وهكذا فإن الإصابات الناجمة عن القوى الناجمة عن الأجسام الصغيرة تقل. إن معظم أخطار الوسائد الهوائية تنجم عن أن هذه الوسائد يجب أن تنتفخ بسرعة كبيرة. يمكن لسطح الوسادة الهوائية أن يقترب من الراكب بسرعة تصل إلى 322 km/h (200 mph). وتحدث الإصابات عندما تصطدم الوسادة الهوائية المتحركة بالراكب. وما زالت هذه الأنظمة تتطور حتى ينضبط معدل امتلاء الوسادة الهوائية بالغازات لتطابق حجم الراكب.

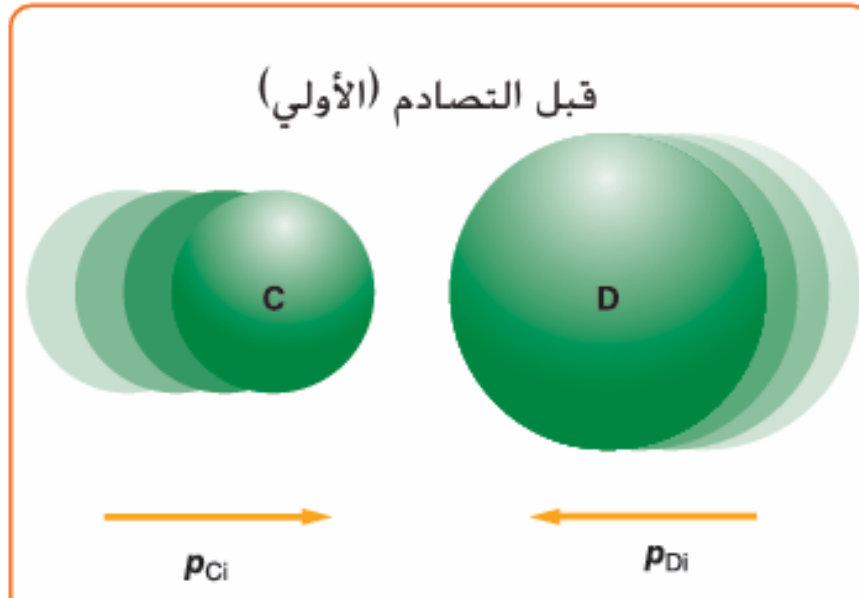
القوة والدفع أثناء تصادم الكرتين، فإن كل كرة تؤثر في الأخرى بقوة. وعلى الرغم من اختلاف حجمي الكرتين وسرعتيهما المتجهتين، فإن القوتين اللتين تؤثر بهما كل كرة في الأخرى متساويتان في المقدار ومتعاكستان في الاتجاه، استنادًا إلى قانون نيوتن الثالث للحركة. وتُمثّل هاتان القوتان بالمعادلة: أزرق في أحمر $F = -F$ أحمر في أزرق F . ما أوجه المقارنة بين الدفعين اللذين تبادلت الكرتان التأثير بهما؟ بما أن القوتين أثرتا في الفترة الزمنية نفسها، فإن الدفعين اللذين تبادلت الكرتان التأثير بهما يجب أن يكونا متساويين في المقدار ومتعاكسين في الاتجاه: أزرق في أحمر $(F\Delta t) = -(F\Delta t)$ أحمر في أزرق $(F\Delta t)$. لاحظ أنه لم يرد ذكر كتلتي الكرتين. وبالرغم من أن الكرتين مختلفتان في الحجم وتحركت كل منهما تجاه الأخرى بسرعتين متجهتين مختلفتين، وبالرغم من أنهما مختلفتان في الكتلة، فإن القوة والدفع تبادلت الكرتان التأثير بهما متساويان في المقدار ومتعاكسان في الاتجاه.

الشكل 9 تؤثر الكرات مختلفة بعضها في بعض بقوى متساوية في المقدار ومتعاكسة في الاتجاه مهما اختلفت في أحجامها وكتلتها ومقادير سرعتها.



الشكل 10 عند تصادم كرتين مختلفتي الكتلة والسرعة المتجهة، يتغير زخميهما؛ ولكن إذا كان النظام معزولاً، فإن مجموع زخم الكرتين قبل التصادم يساوي مجموع زخميهما بعد التصادم.

حلل كيف نعرف من الرسم أن دفعي الكرتين متساويان في المقدار؟



الزخم كيف يتغير زخم الكرات في المجموعة الظاهرة في **الشكل 9** نتيجة التصادم؟ قارن بين التغيرات الموضحة في **الشكل 10**.

$$\text{في } C \Delta t: p_{Cf} - p_{Ci} = F_D \text{ بالنسبة إلى الكرة } C$$

$$\text{في } D \Delta t: p_{Df} - p_{Di} = F_C \text{ بالنسبة إلى الكرة } D$$

استناداً إلى نظرية الدفع - الزخم، فإن التغير في الزخم يساوي الدفع. ولأن دفعي الكرتين متساويان في المقدار ومتعاكسان في الاتجاه، فإننا نعرف ما يلي:

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

$$p_{Cf} + p_{Df} = p_{Ci} + p_{Di}$$

تشير هذه المعادلة إلى أن مجموع زخم الكرتين في **الشكل 10** قبل التصادم يساوي مجموع زخميهما بعد التصادم. وهذا يعني أن الزخم المكتسب من الكرة D يساوي الزخم المفقود من الكرة C. فإذا كان النظام يتكون من الكرتين، فإن مجموع الزخم المكتسب والمفقود يساوي صفراً، ومن ثم، فإن زخم النظام يكون محفوظاً.

• • • • •

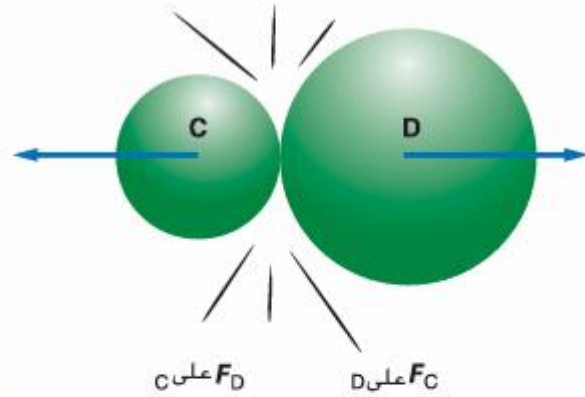
الزخم في نظام مغلق معزول

ما الشروط التي يكون عندها زخم النظام المكون من كرتين محفوظًا؟ إنَّ الشرط الأول والأكثر وضوحًا هو عدم فقدان النظام أو اكتسابه كرات. ويُسمى النظام الذي لا يكتسب كتلة ولا يفقدها **نظامًا مغلقًا**.

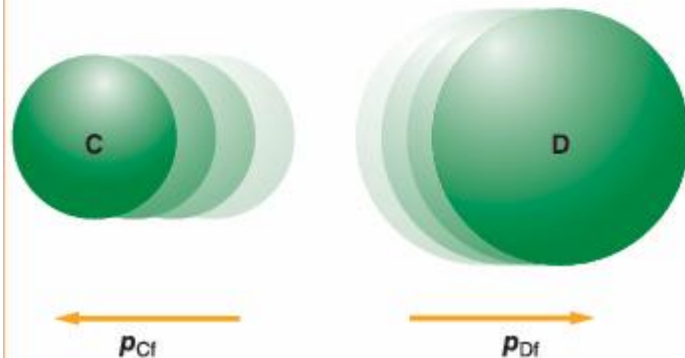
أما الشرط الثاني لحفظ الزخم في أي نظام فهو أن تكون القوى المؤثرة فيه قوى داخلية؛ أي أن النظام لا يتأثر بقوى غير متوازنة من أجسام موجودة خارجه. عندما تكون محصلة القوى الخارجية التي تؤثر في النظام المغلق تساوي صفرًا، فإنه يوصف بأنه **نظام معزول**. ولا يوجد على سطح الكرة الأرضية نظام يمكن وصفه بأنه معزول تمامًا؛ لأنه دائمًا ما يوجد بعض التفاعلات بين النظام ومحيطه. وغالبًا ما تكون هذه التفاعلات صغيرة جدًا، بحيث يمكن إهمالها عند حل المسائل الفيزيائية.

يمكن للأنظمة أن تحوي عددًا غير محدود من الأجسام. ويمكن أن تلتصق هذه الأجسام المكوِّنة للنظام ببعضها البعض أو تنفك عند التصادم. ولكن حتى في ظل هذه الظروف، يبقى الزخم محفوظًا. ينص **قانون حفظ الزخم** على أن زخم أي نظام مغلق ومعزول لا يتغير. ومن خلال هذا القانون يمكنك الربط بين ظروف النظام قبل التفاعل وبعده دون معرفة تفاصيل هذا التفاعل.

في أثناء التصادم



بعد التصادم (نهائي)



• يعرف قانون حفظ الزخم الخطي..

• يعرف النظام، ويطبق قانون حفظ الزخم الخطي في حالات مختلفة في بعد واحد.

مراجعة Q.(32)
تقويم الوحدة Q.(62, 70,73)

49

54

32. حفظ الزخم في ضربة البداية للعبة التنس، يستمر مضرب اللاعب في التقدم إلى الأمام بعد ضرب الكرة، فهل يكون الزخم محفوظًا في التصادم بين المضرب والكرة؟ اشرح، وتأكد من تعريف النظام.

32. لا، لأن كتلة المضرب أكبر كثيرًا من كتلة الكرة، ويتطلب تغييرًا صغيرًا في سرعته المتجهة. بالإضافة إلى أن المضرب محمول بكتلة كبيرة وهي الذراع المتحركة المرتبطة مع الجسم المتصل بالأرض. لذا، فإن المضرب والكرة لا يشكلان نظامًا معزولًا.

• يعرف قانون حفظ الزخم الخطي..

• يعرف النظام، ويطبق قانون حفظ الزخم الخطي في حالات مختلفة في بعد واحد.

مراجعة Q.(32)

تقويم الوحدة Q.(62, 70,73)

49

54

62. تتحرك كرة على طاولة البلياردو، فتصطدم بالكرة الثابتة التي تحمل الرقم 8. فإذا كان للكرتين الكتلة نفسها، وسكنت الكرة الأولى بعد تصادمهما معًا. فماذا يمكننا أن نستنتج حول سرعة الكرة الثانية؟

62. إذا اعتبرت أن الكرتين تكونان نظامًا، فيجب أن تتحرك الكرة التي تحمل الرقم 8 بالسرعة المتجهة نفسها لكرة البلياردو قبل أن تصدمها.

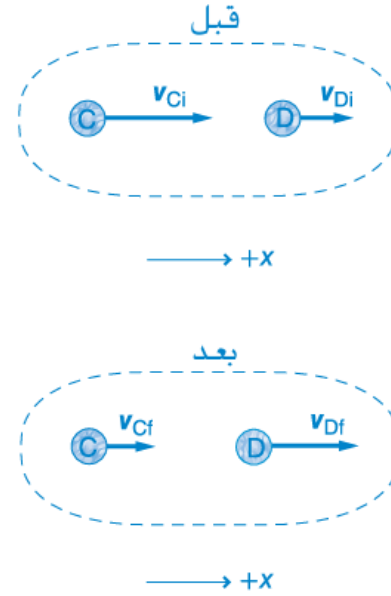
49

مراجعة Q.(32)

54

تقويم الوحدة Q.(62, 70,73)

- b. $p_{Ci} = 1.0 \times 10^{-3} \text{ kg}\cdot\text{m/s}$, $p_{Di} = 1.0 \times 10^{-3} \text{ kg}\cdot\text{m/s}$
 c. $4.0 \times 10^{-4} \text{ kg}\cdot\text{m/s}$
 d. $1.6 \times 10^{-3} \text{ kg}\cdot\text{m/s}$
 e. 16 cm/s



- يعرف قانون حفظ الزخم الخطي..
- يعرف النظام، ويطبق قانون حفظ الزخم الخطي في حالات مختلفة في بعد واحد.

70. تحركت كرة زجاجية C كتلتها 5.0 g بسرعة مقدارها 20.0 cm/s، فاصطدمت بكرة زجاجية أخرى D كتلتها 10.0 g وتتحرك بسرعة 10.0 cm/s في الاتجاه نفسه. أكملت الكرة C حركتها بعد الاصطدام بسرعة مقدارها 8.0 cm/s وفي الاتجاه نفسه.

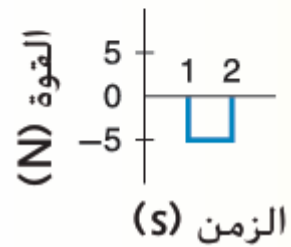
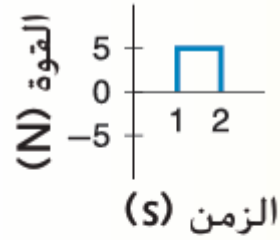
- a. ارسم الوضع، وحدد النظام. ثم حدد الوضعين قبل الاصطدام وبعده وأنشئ نظام الإحداثيات.
- b. احسب زخمي الكرتين الزجاجيتين قبل التصادم.
- c. احسب زخم الكرة C بعد التصادم.
- d. احسب زخم الكرة D بعد التصادم.
- e. ما مقدار سرعة الكرة D بعد التصادم؟

- يعرف قانون حفظ الزخم الخطي..
 - يعرف النظام، ويطبق قانون حفظ الزخم الخطي في حالات مختلفة في بعد واحد.
- مراجعة Q.(32) 49
تقويم الوحدة Q.(62, 70,73) 54

73. التزلج يركب سعود الذي كتلته 42.00 kg لوح تزلج 1.26 m/s في الاتجاه نفسه الذي كان يتحرك فيه كتلته 2.00 kg ، ويتحركان بسرعة 1.20 m/s . فإذا قفز سعود عن اللوح وتوقف لوح التزلج تمامًا في مكانه، فما اتجاه قفزه وما مقدار سرعته المتجهة؟

35,32 35 55,54	كتاب الطالب تطبيقات Q.(3) تقويم الوحدة Q.(43,79)	• يحسب الدفع في حال قوة ثابتة وقوة متغيرة باحتساب حاصل ضرب متوسط القوة في الفترة الزمنية التيتم خلالها تطبيق القوة او بإيجاد المساحة أسفل منحنى الرسم البياني (القوة – الزمن). • يشرح استخدام نظرية الدفع – الزخم في حالة الوسائد الهوائية في السيارات للحفاظ على الحياة أثناء التصادم.	1 Part	23
33 35	كتاب الطالب تطبيقات Q.(1,4) تقويم الوحدة Q.(51,52,53,54,55)	• يطبق معادلة الزخم لحساب الزخم الخطي لأنظمة مختلفة. • يطبق نظرية الدفع – الزخم لحل مسائل رياضية ذات صلة.	2 Part	

3. يتحرك جسم كتلته 7.0 kg بسرعة 2.0 m/s، وتؤثر فيه قوتان مختلفتان. يوضح الشكل 2، تأثير كل من القوتين. احسب سرعة الجسم واتجاه حركته بعد كل دفع من الدفعين.



- يحسب الدفع في حال قوة ثابتة وقوة متغيرة باحتساب حاصل ضرب متوسط القوة في الفترة الزمنية التيتم خلالها تطبيق القوة او بإيجاد المساحة أسفل منحنى الرسم البياني (القوة – الزمن).
- يشرح استخدام نظرية الدفع – الزخم في حالة الوسائد الهوائية في السيارات للحفاظ على الحياة أثناء التصادم.

Part 1

23

35,32

35

55,54

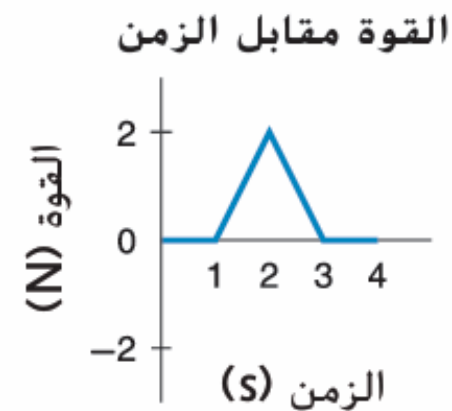
كتاب الطالب

تطبيقات Q.(3)

تقويم الوحدة Q.(43,79)

43. 25 m/s

43. تتحرك كرة كتلتها 0.150 kg في الاتجاه الموجب بسرعة مقدارها 12 m/s بفعل الدفع المؤثر فيها والموضح في الرسم البياني في الشكل 17. ما مقدار سرعة الكرة عند 4.0 s؟

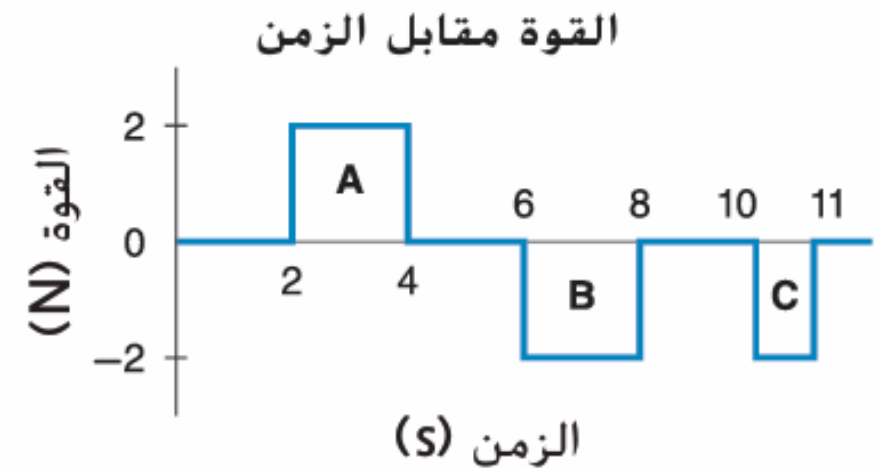


الشكل 17

35,32 35 55,54	كتاب الطالب تطبيقات Q.(3) تقويم الوحدة Q.(43,79)	• يحسب الدفع في حال قوة ثابتة وقوة متغيرة باحتساب حاصل ضرب متوسط القوة في الفترة الزمنية التيتم خلالها تطبيق القوة او بإيجاد المساحة أسفل منحنى الرسم البياني (القوة - الزمن). • يشرح استخدام نظرية الدفع - الزخم في حالة الوسائد الهوائية في السيارات للحفاظ على الحياة أثناء التصادم.	Part 1 23
-------------------------------	---	--	----------------------

بعد زمن الدفع A يتحرك الجسم بسرعة متجهة موجبة وثابتة.
وبعد زمن الدفع B يصبح الجسم ساكنًا. وبعد زمن الدفع C
يتحرك الجسم بسرعة متجهة سالبة وثابتة.

79. إذا تعرض جسم ساكن مبدئيًا إلى قوى دفع جرى تمثيلها في الرسم البياني في الشكل 22. فصف حركة الجسم بعد كل من الدفع A و B و C.



الشكل 22

33 35	كتاب الطالب تطبيقات Q.(1,4) تقويم الوحدة Q.(51,52,53,54,55)	Part 2 • يطبق معادلة الزخم لحساب الزخم الخطي لأنظمة مختلفة. • يطبق نظرية الدفع – الزخم لحل مسائل رياضية ذات صلة. 53. $3.5 \times 10^2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 54. 42 m/s
----------	---	--

53. التزلج إذا كانت كتلة أخيك 35.6 kg وكان لديه لوح تزلج كتلته 1.3 kg . فما الزخم المشترك لأخيك مع لوح التزلج إذا تحركا بسرعة 9.50 m/s ؟

33 35	كتاب الطالب تطبيقات Q.(1,4) تقويم الوحدة Q.(51,52,53,54,55)	53. $3.5 \times 10^2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ 54. 42 m/s	• يطبق معادلة الزخم لحساب الزخم الخطي لأنظمة مختلفة. • يطبق نظرية الدفع – الزخم لحل مسائل رياضية ذات صلة.	2 Part
----------	---	---	--	-----------

54. ضرب لاعب قرص هوكي ساكنًا كتلته 0.115 kg . فأثر فيه بقوة ثابتة مقدارها 30.0 N لمدة 0.16 s . فما مقدار السرعة التي سيتجه بها إلى الهدف؟

33 35	كتاب الطالب تطبيقات Q.(1,4) تقويم الوحدة Q.(51,52,53,54,55)	• يطبق معادلة الزخم لحساب الزخم الخطي لأنظمة مختلفة. • يطبق نظرية الدفع – الزخم لحل مسائل رياضية ذات صلة.	2 Part
----------	---	--	-----------

55. إذا تحرك جزيء نيتروجين كتلته $4.7 \times 10^{-26} \text{ kg}$ بسرعة 550 m/s واصطدم بجدار الإناء الذي يحويه مرتدًا إلى الوراء بمقدار السرعة نفسه.

- فما الدفع الذي أثر به الجزيء في الجدار؟
- إذا حدث 1.5×10^{23} تصادم كل ثانية، فما متوسط القوة المؤثرة في الجدار؟

44 ~ 41 44,42 45	كتاب الطالب مثال 3، مثال 4 تطبيقات Q.(23,24)	• يشرح ويعرف قانون حفظ الزخم الخطي، ويعبر عنه بمعادلة $(P_f = P_i)$. • يعرف النظام، ويطبق قانون حفظ الزخم الخطي في حالات مختلفة في بعد واحد مثل الارتداد والدفع في الفضاء أو غيرها لحساب الكميات الفيزيائية المختلفة	24
------------------------	--	--	----

23. 7.91 m/s

23. أطلق نموذج لصاروخ كتلته 4.00 kg. فنفت 50.0g من الوقود المحترق من العادم بسرعة 625 m/s. ما السرعة المتجهة للصاروخ بعد احتراق الوقود؟ تلميح: أهمل القوتين الخارجيتين الناتجتين عن الجاذبية ومقاومة الهواء.

44 ~ 41 44,42 45	كتاب الطالب مثال 3، مثال 4 تطبيقات Q.(23,24)	• يشرح ويعرف قانون حفظ الزخم الخطي، ويعبر عنه بمعادلة $(P_f = P_i)$. • يعرف النظام، ويطبق قانون حفظ الزخم الخطي في حالات مختلفة في بعد واحد مثل الارتداد والدفع في الفضاء أو غيرها لحساب الكميات الفيزيائية المختلفة	24
------------------------	--	--	----

24. 9.0 cm/s نحو اليمين

24. ترتبط عربتان كتلة إحداهما 1.5 kg والأخرى 4.5 kg بخيط. وفور احتراق الخيط، دفع زنبرك مضغوط العربتين في اتجاهين متعاكسين، فاندفعت العربة التي كتلتها 1.5 kg بسرعة متجهة 27 cm/s إلى اليسار، فما السرعة المتجهة للعربة الأخرى التي كتلتها 4.5 kg؟

- يشرح ويعرف قانون حفظ الزخم الخطي، ويعبر عنه بمعادلة $(P_f = P_i)$.
- يعرف النظام، ويطبق قانون حفظ الزخم الخطي في حالات مختلفة في بعد واحد مثل الارتداد والدفع في الفضاء أو غيرها لحساب الكميات الفيزيائية المختلفة

كتاب الطالب
مثال 3، مثال 4
تطبيقات Q.(23,24)

41 ~ 44
42، 44
45

مثال 4

السرعة أطلق رائد فضاء في وضع السكون غازًا من مسدس دفع ينفث 35 g من الغاز الساخن بسرعة 875 m/s. فإذا كانت كتلة رائد الفضاء والمسدس معًا 84 kg، فما مقدار سرعة رائد الفضاء وفي أي اتجاه يتحرك بعد إطلاق الغاز من المسدس؟

