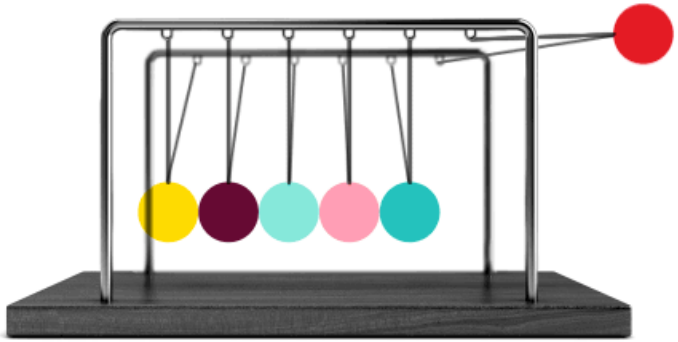
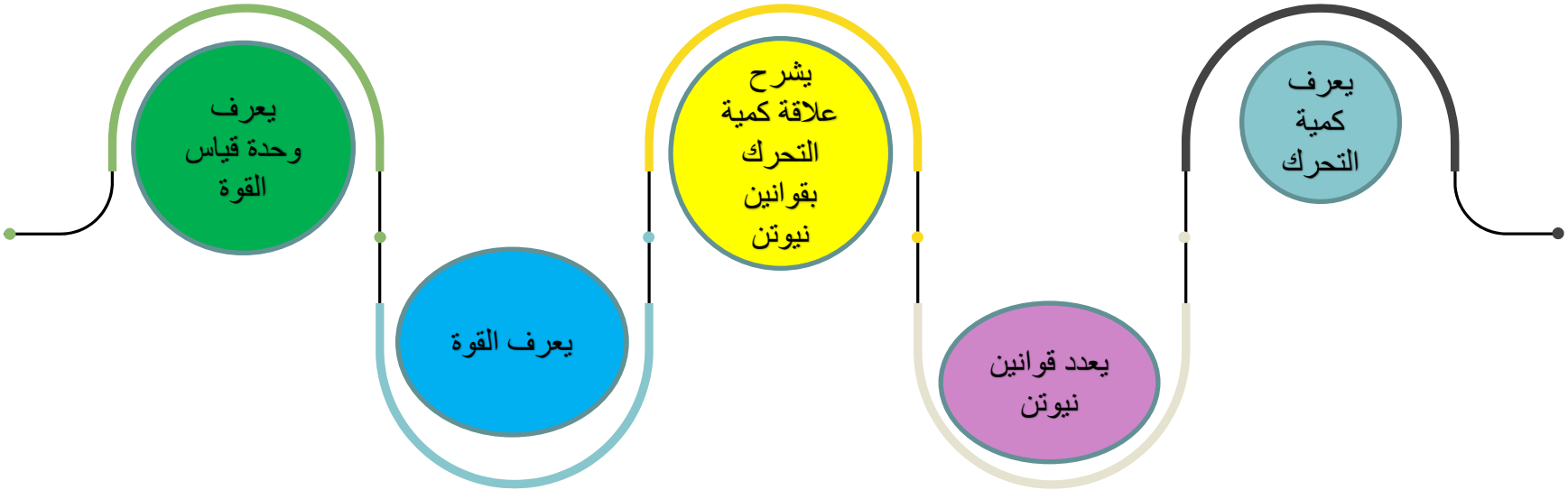


6-5 كمية التحرك وقوانين نيوتن

معايير النجـــــــاح وتوقعات الطلاب

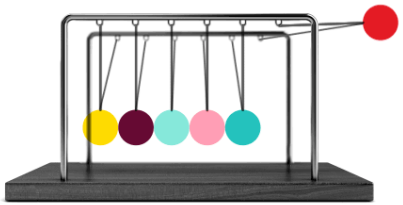


قانون نيوتن الأول

يبقى الجسم في حالة سكون أو في حالة حركة منتظمة مالم تؤثر عليه قوة محصلة

الجسم الذي يستمر بالحركة لديه كمية تحرك

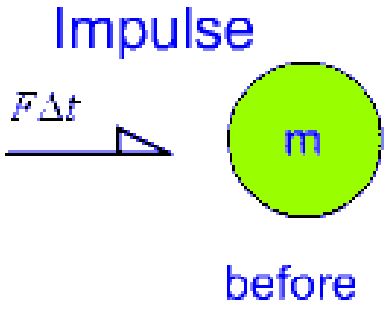
الجسم المتحرك بسرعة ثابتة لديه كمية تحرك ثابتة



كمية التحرك لجسم ما تبقى نفسها مالم تؤثر عليه قوة خارجية

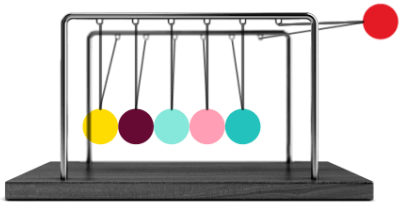
قانون نيوتن الثاني

القوة المؤثرة على جسم ما تتناسب طرديا مع (أو تساوي)معدل تغير كمية التحرك



القوّة المحصلة ∝ معدل تغير كمّية التحرك

$$\vec{F} \propto \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$



اذا كانت القوة المحصلة لا تساوي صفر فكمية التحرك ستتغير

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

القوة المحصلة على جسم ما تساوي معدل التغير في كمية التحرك وتكون القوة المحصلة والتغير في كمية التحرك في نفس الاتجاه

قد لايكون مقدار القوة ثابت أثناء تغيير كمية التحرك لذلك تسمح المعادلة بحساب متوسط القوة

القوة المحصلة = معدل تغير كمّية التحرك

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

٥. احسب متوسط القوة المؤثرة على سيارة كتلتها (900 kg) عندما تتغيّر سرعتها من ($5.0\ m\ s^{-1}$) إلى ($30\ m\ s^{-1}$) في زمن مقداره (12 s).

احسب كمّية التحرك الابتدائية وكمّية التحرك النهائية للسيارة:

كمّية التحرك = الكتلة × السرعة

كمّية التحرك الابتدائية:

$p_1 = mu = 900 \times 5.0$

$= 4500 \text{ kg m s}^{-1}$

كمّية التحرك النهائية:

$p_2 = mv = 900 \times 30$

$= 27000 \text{ kg m s}^{-1}$

: احسب متوسط القوة المؤثرة على السيارة باستخدام قانون نيوتن الثاني للحركة:

$$\overrightarrow{F} = \frac{\Delta \overrightarrow{p}}{\Delta t}$$

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

$$= \frac{27000 - 4500}{12}$$

$$F = 1875 \text{ N} \approx 1900 \text{ N}$$

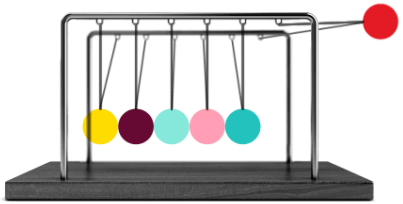
متوسط القوة المؤثرة على السيارة (1.9 kN) تقريبًا.

حالة خاصة لقانون نيوتن الثاني للحركة

اذا أثرت قوة على جسم كتلته ثابتة سوف تغير من كمية التحرك للجسم

$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \frac{m\vec{v} - m\vec{u}}{t}$$

بما ان كتلة الجسم ثابتة يمكن كتابة المعادلة بصورة أخرى



$$\vec{F} = \frac{m(\vec{v} - \vec{u})}{\Delta t}$$

$$\vec{F} = m\left(\frac{\vec{v} - \vec{u}}{t}\right)$$

تسارع الجسم

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

أسئلة

(١٤) تتحرك سيارة كتلتها (1000 kg) بسرعة متجهة مقدارها ($10\ m\ s^{-1}$) وتتسارع لمدة (15 s)، لتصل سرعتها المتجهة إلى ($24\ m\ s^{-1}$). احسب:

أ. التغير في كمّية تحرك السيارة في الفترة الزمنية (15 s).

ب. متوسط القوة المحصلة المؤثرة على السيارة في أثناء تسارعها.

(١٥) ركل لاعب كرة، فكان متوسط القوة المؤثرة على الكرة (240 N) وبقي تأثير القوة مستمرًا لمدة (0.25 s).

أ. احسب التغير في كمّية تحرُّك الكرة.

ب. اذكر اتجاه التغيّر في كمّية التحرك.

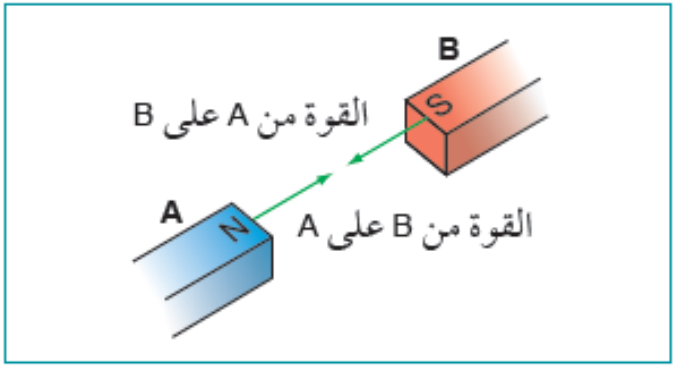
(١٦) تسقط مياه من أنبوب مكسور على سقف مستو. فتصل سرعة الماء إلى ($5.0\ m\ s^{-1}$) عندما يلامس الماءُ السقف. وكتلة الماء التي تلامس السقف في كل ثانية تساوي ($10\ kg\ s^{-1}$). احسب القوة التي يلامس بها الماء السقف (افترض أن الماء لا يرتدّ عندما يلامس السقف، وإذا ارتدّ الماء، فهل ستكون إجابتك أكبر أم أصغر؟).

(١٧) كرة جولف كتلتها (0.046 kg) فإذا كانت السرعة المتجهة النهائية للكرة بعد ضربها بمضرب الجولف ($50\ m\ s^{-1}$)، وبقي مضرب الجولف على تلامس بالكرة لمدة (1.3 ms)، فاحسب متوسط القوة التي أثّر بها مضرب الجولف على الكرة.

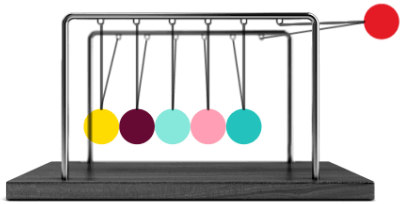
قانون نيوتن الثالث

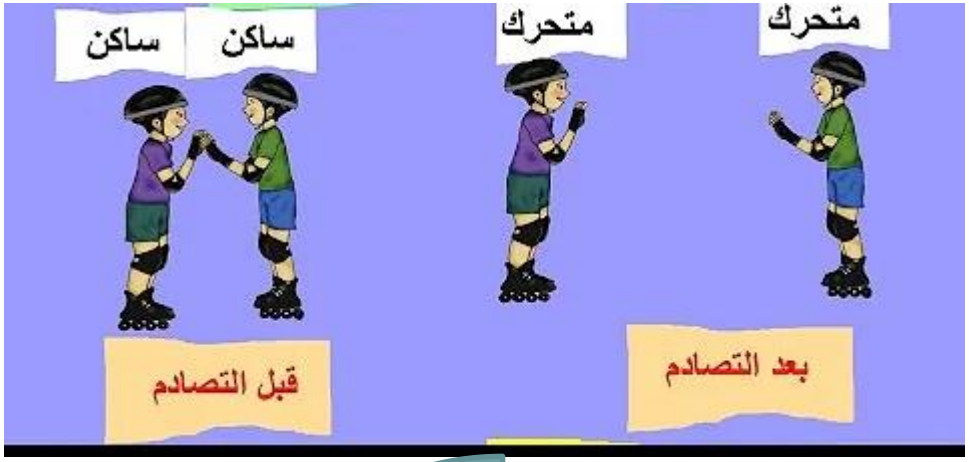
عندما يتأثر جسمان أحدهما بالآخر فإن القوى التي يؤثر بها كلا منهما على الآخر تكون متساوية في المقدار ومتعاكسة في الاتجاه

يجذب كلا المغناطيسين الاخر بقوة مساوية لقوة جذب الاخر



عندما يتم تحرير المغناطيسان يكتسب كل مغناطيس كمية تحرك مساوية لكمية تحرك الاخر ولكن في الاتجاه المعاكس

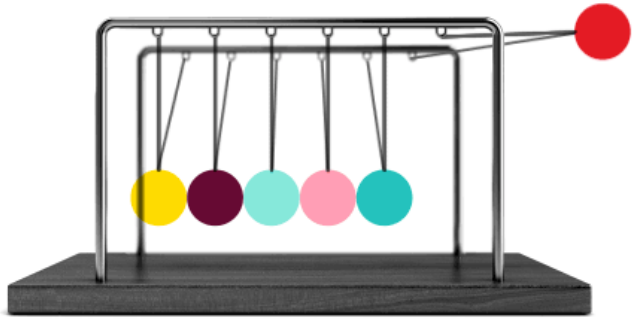




$$\vec{F}_A = -\vec{F}_B$$

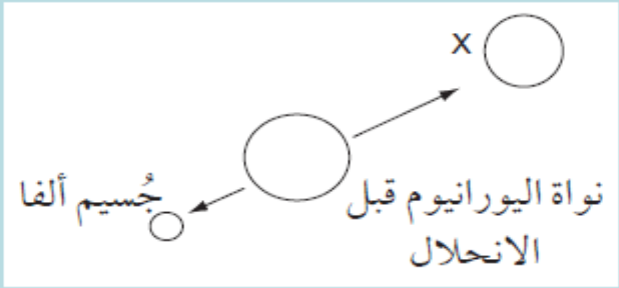
$$\frac{\Delta(m_A\vec{v}_A)}{\Delta t} = -\frac{\Delta(m_B\vec{v}_B)}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta(m_A\vec{v}_A + m_B\vec{v}_B)}{\Delta t} = 0$$



تدريبات على الوحدة الخامسة

١٢ يوضح الشكل ٥–١٧ انحلال نواة يورانيوم ساكنة فينبعث منها جُسيم ألفا كتلته (6.65×10^{-27} kg) وتتشكّل نواة أخرى X كتلتها (3.89×10^{-25} kg).



الشكل ٥–١٧

أ. اشرح سبب انبعاث جُسيم ألفا والنواة X باتجاهَين متعاكسَين تمامًا.

ب. باستخدام الرموز (v_α) و (v_x) للسرعتَين المتجهتَين لكل من جُسيم (α) ولنواة (x)، اكتب معادلة حفظ كمّية التحرك في هذا الانحلال.

ج. باستخدام إجابتك عن الجزئية (ب)، احسب النسبة (v_α) : (v_x) بعد الانحلال.

١٢. أ. كمية التحرك محفوظة في النظام المغلق حيث لا توجد قوى خارجية.

وبالتالي يجب أن تكون كمية التحرك لجسيم ألفا في اتجاه ما مساوية لكمية تحرّك نواة اليورانيوم في الاتجاه المعاكس تمامًا حتى يكون التغيّر في كمية التحرك الكلية صفرًا.

ب. $6.65 \times 10^{-27} \times \vec{v}_a + 3.89 \times 10^{-25} \times \vec{v}_x = 0$

ج. $\frac{v_a}{v_x} = -58.5$

١٣ أ. اذكر **كميّتَين** تكونان محفوظتَين في التصادم المرن كلّيًا.

ب. يطلق رشاش رصاصة كتلتها (0.014 kg) بسرعة ($640\ m\ s^{-1}$).

١. احسب كمّية التحرك لكل رصاصة عندما تخرج من فوهة الرشاش.

٢. وضّح سبب تعرض الجندي الذي يحمل الرشاش إلى قوة عند إطلاق الرصاص من الرشاش.

٣. أقصى قوة أفقية ثابتة يمكن للجندي بذلها على الرشاش (140 N) احسب العدد الأقصى لطلقات الرصاص التي يمكن للرشاش أن يطلقها في ثانية واحدة.

١٣. أ. كمية التحرك وطاقة الحركة.

ب. ١. كمية تحرّك الرصاصة:

$= 0.014 \times 640 = 8.96 \text{ kg m s}^{-1}$

$\approx 9.0 \text{ kg m s}^{-1}$ أو

٢. تنطلق الرصاصات بكمية تحرّك إلى الأمام وللرشاش كمية تحرّك متساوية في المقدار وتتجه إلى الخلف.

لإيقاف حركة / كمية تحرّك الرشاش، يجب على الجندي بذل قوة.

٣. $\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$؛

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

$140 = n \times \frac{8.96}{1}$

عدد الرصاصات في الثانية:

$= 15.6$

(اقبل الإجابات 15 أو 16)

كتاب النشاط ص25

٤. تتحرك عربة A كتلتها (5 kg) بسرعة ($2.0\ m\ s^{-1}$)، وتتحرك عربة B كتلتها (2.5 kg) بسرعة ($4.0\ m\ s^{-1}$) في الاتجاه المعاكس. تتصادم العربتان وتلتصق إحداهما بالأخرى.

أ. احسب كمّية التحرك لكل عربة قبل التصادم.

.....

.....

.....

ب. ما سرعتهما بعد التصادم؟ اشرح إجابتك.

.....

.....

.....

ج. لماذا يبدو هذا التصادم مثل الانفجار الذي يحدث بطريقة عكسية (وكأننا نعود بالزمن إلى الوراء، مثلما نعيد مشاهدة مقطع فيديو بعكس زمن حدوثه)؟ اشرح إجابتك.

.....

.....

.....

٤. أ. كمية التحرك للعربة A:

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

$$= 5 \times 2.0 = 10 \text{ kg m s}^{-1}$$

كمية التحرك للعربة B:

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

$$= 2.5 \times -4.0 = -10 \text{ kg m s}^{-1}$$

ب. يجب أن تكون سرعتهما صفرًا؛ لأن كمية التحرك الابتدائية الكلية قبل التصادم تساوي صفرًا، وإذا تلاصقا معًا فإن القيمة الوحيدة للسرعة التي تعطي صفرًا لكمية التحرك هي صفر.

ج. في حالة الانفجار يظهر لكل من الجسمَين كمية تحرّك متساوية في المقدار ومتعاكستان في الاتجاه؛ وهنا لدينا جسمان يتصادمان مع كمية تحرّك لكل منهما متساويتَين في المقدار ومتعاكستين في الاتجاه فيبدو الانفجار وكأنه بطريقة عكسية للتصادم.

كتاب النشاط ص26

١. كتلة ساكنة تنفجر إلى جزأين كتلتهما (3.0 kg) و (4.5 kg). الكتلة الأصغر تتحرك بسرعة ($12\ m\ s^{-1}$).

أ. حدّد قيم $m_1\vec{u_1}$ و $m_2\vec{u_2}$.

.....

.....

.....

ب. احسب سرعة الكتلة الأكبر بعد الانفجار.

.....

.....

.....

ج. ماذا يمكنك أن تقول عن الاتجاه الذي يتحرك فيه كل جزء بعد الانفجار؟

.....

١ - أ. $m_1\vec{u_1} = 0 \text{ kg m s}^{-1}$

$m_2\vec{u_2} = 0 \text{ kg m s}^{-1}$

ب. كمية التحرك الابتدائية = كمية التحرك النهائية

$m_1\vec{u_1} + m_2\vec{u_2} = m_1\vec{v_1} + m_2\vec{v_2}$

$0 + 0 = (3.0 \times 12) + (4.5 \times \vec{v})$

$0 = 36 + 4.5\vec{v}$

$\vec{v} = -8.0 \text{ m s}^{-1}$

ج. يجب أن تكون السرعتان المتجهتان في اتجاهَين متعاكسَين بحيث تكون كمية التحرك قبل الانفجار وبعده صفرًا، وبالتالي تكون محفوظة.

كتاب النشاط ص28

١. سيارة كتلتها (750 kg) تتسارع من ($10\ m\ s^{-1}$) إلى ($25\ m\ s^{-1}$) في فترة زمنية (22.5 s).

أ. احسب التغيّر في كمّية تحرك السيارة.

.....

.....

.....

ب. استخدم إجابتك في الجزئية (أ) لحساب القوة التي تسببت بتسارع السيارة.

.....

.....

.....

يمكنك حساب القوة بطريقة أخرى:

ج. احسب تسارع السيارة.

.....

.....

.....

د. احسب القوة باستخدام $\vec{F} = m\vec{a}$. هل حصلت على الإجابة نفسها كما في الجزئية (ب)؟

.....

١. أ. باستخدام $\Delta\vec{p} = m\Delta\vec{v}$:

$\Delta\vec{p} = 750 \times (25 - 10)$

$= 11250 \text{ kg m s}^{-1}$

ب. القوة:

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

$$= \frac{11250}{22.5}$$

$= 500 \text{ N}$

ج. باستخدام $\vec{F} = m\vec{a}$:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

$$= \frac{500}{750} = 0.67 \text{ m s}^{-2}$$

د.

$$\vec{a} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$$

$$= \frac{(25 - 10)}{22.5} = 0.67 \text{ m s}^{-2}$$

باستخدام $\vec{F} = m\vec{a}$:

$\vec{F} = 750 \times 0.67 = 500 \text{ N}$

(المقدار السابق نفسه للقوة في الجزئية ب).

كتاب النشاط ص30

٢. يتعلق هذا السؤال **بقانون نيوتن الثاني للحركة**.

أ. يتحرك جسم في خط مستقيم بتسارع ثابت.

١. ماذا يمكنك أن تقول عن معدل تغير كمّية التحرك للجسم؟

.....

.....

٢. علامَ ينصّ قانون نيوتن الثاني حول القوى المؤثرة على الجسم؟

.....

.....

ب. مظلّي يهبط باتجاه سطح الأرض. سرعته المتجهة تتزايد لكن تسارعه يتناقص.

١. علامَ ينصّ قانون نيوتن الثاني عن القوى المؤثرة على المظلّي؟ فكّر في كمّية تحرك المظلّي والمعدل الذي تتغيّر فيه كميّة تحركه.

.....

.....

٢. أ. ١. تتغير سرعته بتسارع ثابت أي بمعدل ثابت، لذا فإن كمية تحرّكه تتزايد أيضًا بمعدل ثابت.

٢. القوة المحصلة لا تساوي صفرًا وتساوي معدل التغير في كمية التحرك.

ب. ١. معدل الازدياد في كمية التحرك يتناقص، وبالتالي فإن القوة المحصلة تتناقص.

٢. القوى هي الوزن (إلى الأسفل) وقوة مقاومة (إلى الأعلى)، وهو أقل من الوزن. الوزن ثابت ولكن قوة مقاومة الهواء تزداد كلما ازدادت السرعة. لذلك فإن القوة المحصلة تتناقص، الأمر الذي يتسبب في ازدياد كمية التحرك بمعدل أبطأ.