afidni .com



# الأنشطة

## نشاط ٥-١ حساب كمّية التحرك الخطية

يقدّم هذا النشاط تدريبًا على إعادة ترتيب معادلة **كمّية التحرك الخطية** واستخدامها. إن عملية حساب كمّية التحرك لجسم ما ليس بالأمر الصعب، لكن تذكّر أن كمّية التحرك هي كميّة متجهة.

تذكّر دائمًا أن تتحقق من وحدات القياس، وعند الحاجة اكتب الناتج بالتدوين العلمي.

**مصطلحات علمية**

**كمّية التحرك الخطية Linear momentum:** هي حاصل ضرب كتلة جسم ما في سرعته المتجهة.

١. احسب كمّية التحرك لـ:

أ. عربة مختبر كتلتها (1.0 kg) تتحرك بسرعة ($20\ cm\ s^{-1}$).

$mv = 20 \times 1.0 = 20\ kg\ cm\ s^{-1}$

$= 0.2 \times 1.0 = 0.2\ kg\ m\ s^{-1}$

ب. سيارة كتلتها (650 kg) تتحرك بسرعة ($24\ m\ s^{-1}$).

$mv = 24 \times 650 = 15\,600\ kg\ m\ s^{-1}$

$= 1.6 \times 10^{4}\ kg\ m\ s^{-1}$

ج. الأرض، علمًا بأن كتلتها ($6.0 \times 10^{24}$ kg)، وتتحرك بسرعة ($29.8\ km\ s^{-1}$) في مدارها حول الشمس.

$mv = 6.0 \times 10^{24} \times 29.8 \times 10^{3}$

$= 1.788 \times 10^{29}\ kg\ m\ s^{-1}$

٢. عدّاء كتلته (74 kg) يجري بسرعة ($7.5\ m\ s^{-1}$). يتسارَع هذا العدّاء إلى سرعة ($8.8\ m\ s^{-1}$).

أ. ما المقدار الذي ازدادت به كمّية تحرك العدّاء؟

يمكنك استخدام التغيّر في السرعة لحساب التغيّر في كمّية التحرك.

$\Delta p = m \Delta v = m(v - u)$

$= 74\ (8.8 - 7.5) = 96.2\ kg\ m\ s^{-1}$



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ب. ما مقدار الزيادة في طاقته الحركية؟

$\Delta KE = \frac{1}{2} m (v^2 - u^2)$

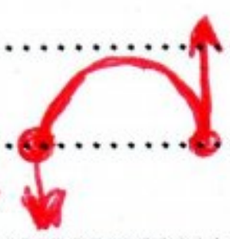
$= \frac{1}{2} \times 74 (8.8^2 - 7.5^2) = 784.03$ J

**مهمّ**

انتبه! لا يمكنك استخدام التغيّر في السرعة لحساب التغيّر في طاقة الحركة.

٣. قمر صناعي صغير كتلته (40 kg) يدور في مسار دائري حول الأرض، حيث يتحرك بسرعة ثابتة تبلغ ($8.1\ km\ s^{-1}$). يكمل هذا القمر الصناعي نصف دورة في زمن مقداره (46 min).

أ. ما التغير في كمّية تحرك القمر الصناعي خلال هذه الفترة الزمنية؟ تذكّر أن كمّية التحرك هي كميّة متجهة.




$\Delta mv = m(v - (-v))$

$= 2mv = 2 \times 40 \times 8.1 \times 10^3 = 6.5 \times 10^5$ Kgms$^{-1}$

ب. ما مقدار تغيّر طاقة حركته خلال هذه الفترة الزمنية؟ اشرح إجابتك.

$\Delta KE = \frac{1}{2} m (v^2 - v^2) = 0$

لأن القمر الصناعي لا يفقد أي طاقة أثناء دورانه

ج. تجعل قوة الجاذبية القمر الصناعي يدور في مداره. احسب الشغل المبذول بواسطة هذه القوة خلال نصف دورة.

الشغل يساوي صفرا لا يوجد حركة في اتجاه القوة (القوة عمودية على الإزاحة) لا يوجد شغل

**مهمّ**

الشغل المبذول = القوة × المسافة المقطوعة (في اتجاه القوة)

## نشاط ٥-٢ تغيّرات كمّية التحرك

يمكنك استخدام مبدأ **حفظ كمّية التحرك** لتصور ما يحدث عندما يتصادم جسمان مباشرة، أو عندما ينفجر جسم فينقسم إلى جسمَين يبتعد أحدهما عن الآخر.

١. تخيّل تصادمًا يتصادم فيه جسم متحرك بجسم ثابت ويلتصقان بعد التصادم، فإذا كانت كمّية التحرك محفوظة، يجب أن يتحرك الجسمان بعد التصادم بسرعة متجهة أقل من السرعة المتجهة الابتدائية للجسم المتحرك.

**مصطلحات علمية**

**مبدأ حفظ كمّية التحرك Principle of conservation of momentum:**
في النظام المغلق تكون كمّية التحرك الكلّية للأجسام ثابتة، أي أن كمية التحرك قبل التصادم تساوي كمية التحرك بعد التصادم.



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

أ. يتحرك جسم كتلته (1 kg) بسرعة ($6\ m\ s^{-1}$) ويتصادم مع جسم آخر ساكن كتلته (2 kg) ويلتصقان بعد التصادم. حدد سرعتهما المتجهة بعد التصادم.

بما أن كتلة الجسم الثاني ضعف الأول ستكون سرعتهما بعد التصادم ثلث سرعة الأول

(في اتجاه الجسم الأول) $v = \frac{6}{3} = 2\ m\ s^{-1}$

ب. تتحرك عربة كتلتها (4 kg) بسرعة ($5\ m\ s^{-1}$) وتتصادم مع عربة أخرى ساكنة كتلتها (1 kg) وتلتصق إحداهما بالأخرى بعد التصادم. حدد سرعتهما المتجهة بعد التصادم.

$m_1u + m_2u = m_1v + m_2v$

$4 \times 5 + 0 = (m_1 + m_2)v$

$20 = 5v \Rightarrow v = \frac{20}{5} = 4\ m\ s^{-1}$

٢. الآن تخيل تصادمًا لا يلتصق فيه الجسمان معًا.

أ. يتحرك جسم كتلته (1 kg) بسرعة ($6\ m\ s^{-1}$) ويتصادم مع جسم آخر ساكن كتلته (1 kg) ولا يلتصقان. بعد التصادم يتوقف الجسم الأول. ما السرعة المتجهة للجسم الثاني بعد التصادم؟

بما أن الجسمين لهما نفس الكتلة إذن يتكسب الجسم الثاني نفس سرعة الجسم الأول في نفس اتجاه السرعة للجسم الأول $v = 6\ m\ s^{-1}$

قبل $\vec{P} = \vec{P}$ بعد

$m_1u_1 + 0 = m_1v_1 + m_2v_2$

$1 \times 6 = 0 + v_2$

$v_2 = 6\ m\ s^{-1}$

ب. اذكر ما إذا كانت طاقة الحركة محفوظة في هذا التصادم.

قبل التصادم $KE_1 = \frac{1}{2}m_1u^2 + \frac{1}{2}m_2u^2 = 18\ J$

بعد التصادم $KE_2 = 18$

محفوظة $KE_1 = KE_2$

٣. الآن تخيل انفجارًا ينقسم فيه جسم ساكن إلى جزأين يتباعد أحدهما عن الآخر في اتجاهَين متعاكسَين.

أ. جسم ينفجر إلى جزأين متساويين في الكتلة. ماذا يمكنك أن تقول عن سرعتَيهما المتجهة؟

سرعتهما متساوية وعكس الاتجاه



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

جلود حراحفة
٢- هلال الشكيلي
٣- المتاحي

ب. جسم ينفجر فينفصل إلى جزأين كتلة أحدهما (2 kg) وكتلة الآخر (5 kg)، تتحرك الكتلة البالغة (2 kg) بسرعة ($30\ cm\ s^{-1}$). احسب سرعة الكتلة (5 kg).

حفظ الانفجار ... كمية الحركة قبل الانفجار = بعده ... $m_1v_1 + m_2v_2 = 0$

$(2 \times 30) + 5v_2 = 0$

$v_2 = \frac{-60}{5} = -12\ m\ s^{-1}$ ... الإشارة السالبة تدل على أن الاتجاه عكس الآخر

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.

$\vec{P}_A = m_A\vec{u}_A = 5 \times 2.0 = 10\ kg\ m\ s^{-1}$ ... الاتجاه الأول

$\vec{P}_B = m_B\vec{u}_B = 2.5 \times -4.0 = -10\ kg\ m\ s^{-1}$ ... عكس اتجاه الأول

ب. ما سرعتهما بعد التصادم؟ اشرح إجابتك.

قبل $\vec{P} = \vec{P}$ بعد

$m u_A + m u_B = (m_1 + m_2)V$

$10 - 10 = (5 + 25)V \Rightarrow V = 0$

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.

لأن العربتين بعد التصادم سمّيناهما عربة واحدة وقبل التصادم تمثل الشظايا وفي اتجاهات متعاكسة لذلك

بعد = قبل
$P = P = 0$

## نشاط ٥-٣ حساب حفظ كمّية التحرك

نظرًا لأنه يتم حفظ كمّية التحرك دائمًا عندما يتفاعل جسمان أو أكثر، يمكننا حساب قيم غير معروفة للسرعة المتجهة. بالنسبة إلى جسمَين يمكننا كتابة مبدأ حفظ كمّية التحرك بالمعادلة الآتية:

$$\vec{p}_{\text{قبل التصادم}} = \vec{p}_{\text{بعد التصادم}}$$

$$m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2 = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$$



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

يتيح لك هذا النشاط تدريبًا على استخدام هذه المعادلة.

١. كتلة ساكنة تنفجر إلى جزأَين 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 $m_2\vec{u_2}$.

$m_1u_1 = m_2u_2 = 0$

ب. احسب سرعة الكتلة الأكبر بعد الانفجار.

$P_1 = P_2$

$0 = m_1v_1 + m_2v_2$

$0 = 3.0 \times 12 + 4.5\,v_2$

$v_2 = \frac{-36}{4.5} = -8\ ms^{-1}$

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

تكون حركتهما عكس بعضهما

٢. تتدحرج كرة كتلتها (0.35 kg) على الأرضية بسرعة ($0.60\ m\ s^{-1}$) وتصطدم بكُرة أخرى ساكنة كتلتها (0.70 kg). بعد التصادم تتحرك الكرة الأولى بسرعة ($0.40\ m\ s^{-1}$) في الاتجاه نفسه الذي كانت تتحرك فيه، وتتحرك الكرة الثانية بسرعة ($0.10\ m\ s^{-1}$).

أ. احسب كمّية التحرك للكرة الأولى قبل التصادم.

$m_1\vec{u_1} = 0.35 \times 0.60 = 0.21\ kg\,ms^{-1}$

ب. احسب كمّية التحرك لكل كرة بعد التصادم.

$m_1v_1 = 0.35 \times 0.40 = 0.14\ kg\,ms^{-1}$

$m_2v_2 = 0.70 \times 0.10 = 0.07\ kg\,ms^{-1}$



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ج. بيّن أن كمّية التحرك محفوظة في هذا التصادم.

$P_1 = m_1u_1 + m_2u_2 = 0.21 + 0 = 0.21 \text{ kg m s}^{-1}$

$P_2 = m_1v_1 + m_2v_2 = 0.14 + 0.07 = 0.21 \text{ kg m s}^{-1}$

$P_1 = P_2$

د. في حالة التصادم المرن كليًا يتم حفظ طاقة الحركة الكلية. احسب طاقة الحركة لكل كرة قبل التصادم وبعده. هل هذا التصادم مرن كليًا؟

قبل $KE_1 = \frac{1}{2}m_1u^2 = \frac{1}{2} \times 0.35 \times (0.60)^2 = 0.063 \text{ J}$

بعد $KE_2 = \frac{1}{2} \times 0.35 \times 0.4^2 + \frac{1}{2} \times 0.7 \times (0.1)^2$

$= 0.028 + 3.5 \times 10^{-3} = 0.0315 \text{ J}$

$KE_1 \neq KE_2$ غير مرنة

٣. يقذف طفل كرة كتلتها (0.30 kg) باتجاه جدار. تصطدم الكرة بالجدار بسرعة ($5.0 \text{ m s}^{-1}$) وترتد بالسرعة نفسها في الاتجاه المعاكس.

أ. احسب التغيّر في كمّية التحرك للكرة.

$\Delta m'u = m\Delta v$

$= 0.30 \times (5.0 - -5.0)$

$= 3 \text{ kg m s}^{-1}$

ب. تصطدم الكرة بالجدار لكن الجدار مثبت بسطح الأرض؛ هذا يعني أن كمّية تحرك الأرض قد تغيرت بسبب التصادم. إذا علمت أن كتلة الأرض هي ($6.0 \times 10^{24} \text{ kg}$)، فاحسب التغيّر في سرعة الأرض الناجم عن التصادم بالكرة.

$P_1 = P_2$

$0.3 \times 5 + 0 = 0.3 \times -5 + Mv$

$1.5 + 1.5 = mv$

$v = \frac{3.0}{6 \times 10^{24}}$

$= 5 \times 10^{-25} \text{ m s}^{-1}$

## نشاط ٥-٤ القوة وكمّية التحرك

عندما تؤثر قوة على جسم ما وتحدث إزاحة للجسم تبذل القوة المؤثرة شغلًا على الجسم فيتسارع، لذلك تتغير كمّية تحرك الجسم. ترتبط القوة ومعدل تغير كمّية التحرك الناجم عنها من خلال المعادلة: القوة = معدل تغير كمّية التحرك. يمكننا كتابة المعادلة على النحو الآتي:

$$\text{القوة} = \frac{\text{التغيّر في كمّية التحرك}}{\text{الزمن المُستغرَق}}$$

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



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

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.

$\Delta P = m \Delta v = 750 \times (25 - 10) = 11250\ kg\ ms^{-1}$

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

$F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{11250}{22.5} = 500\ N$

يمكنك حساب القوة بطريقة أخرى:

ج. احسب تسارع السيارة.

$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{25-10}{22.5} = \frac{15}{22.5}$

$= 0.67\ ms^{-2}$

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

$F = m.a$

$= 750 \times 0.67 = 500\ N$

٢. يوضح الشكل ٥-١ رسمًا تخطيطيًا لمركبة فضائية كتلتها (420 kg) تدور حول الأرض في مسار دائري وسرعتها في نقطتَين متقابلتَين على مسارها الدائري:

**الشكل ٥-١**: للسؤال ٢: رسم تخطيطي يوضح مركبة فضائية تدور حول الأرض مع سرعتها المتجهة في نقطتَين مختلفتَين.



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

أ. احسب التغيّر في كمّية تحركها عندما تقطع نصف مدارها.

$\Delta P = m\Delta v = m(v_2 - v_1)$

$= 420(7850 - 7850) = 6.6 \times 10^6$ kg m s$^{-1}$

ب. القوة المؤثرة على المركبة الفضائية التي تبقيها في المدار هي وزنها. احسب وزنها، إذا كانت شدة مجال الجاذبية ($g$) (8.9 N kg$^{-1}$).

$W = mg$

$= 420 \times 8.9 = 3738$ N

٣. يجري صديقك في الشارع ويصطدم بشخص آخر فيقع على الأرض. يشتكي الشخص: «لقد آذيتني حقًا». يردّ صديقك: «لكنك صدمتني بالقوة نفسها التي صدمتك بها!». هل صديقك محقّ؟ اشرح إجابتك.

نعم محق ... القوة متبادلة بين الجسمين متساوية في المقدار ومتعاكسة في الاتجاة حسب النظرية الثالثة لنيوتن

## نشاط ٥-٥ كمّية التحرك وقوانين نيوتن للحركة

تلخّص قوانين نيوتن الكثير من الموضوعات التي تمّت تغطيتها في الوحدة الرابعة. تمّ تصميم هذا النشاط للتحقق من فهمك لهذه القوانين المهمّة.

١. يتعلق هذا السؤال **بقانون نيوتن الأول للحركة**.

أ. جسم ساكن ولا توجد قوة تؤثر عليه. ماذا يخبرنا قانون نيوتن الأول عن حركته؟

يظل الجسم ساكن

ب. جسم يتحرك ولا توجد قوة تؤثر عليه. ماذا يخبرنا قانون نيوتن الأول عن حركته؟

يظل الجسم متحرك

**مصطلحات علمية**

**قانون نيوتن الأول للحركة**
**Newton's first law of motion:**
يبقى الجسم في حالة سكون أو في حالة حركة منتظمة ما لم تؤثّر عليه قوة محصّلة.



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ج. جسم يتحرك ويتم التأثير عليه بواسطة أربع قوى حيث تكون قوتها المحصلة صفرًا. ماذا يخبرنا قانون نيوتن الأول عن حركته؟

يبقى الجسم محافظاً على حركته بنفس السرعة ..... بسرعة ثابتة .....

د. جسم يتحرك بسرعة متجهة ثابتة. ماذا يخبرنا قانون نيوتن الأول عن القوى المؤثرة عليه؟

محصلة القوى المؤثرة على الجسم تساوي صفراً .....

هـ. يتحرك جسم بسرعة ثابتة على طول مسار مقوس. ماذا يخبرنا قانون نيوتن الأول عن القوى المؤثرة عليه؟

يبقى الجسم في حركة دورانية بسبب تأثير القوة المركزية وإذا انعدمت القوة المركزية يتحرك في خط مستقيم

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؟

يبقى معدل التغير ثابتاً .....

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

القوة المؤثرة على الجسم تتناسب طردياً مع تسارع 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.

القوة المحصلة المظلي تقل ..... كمية التحرك تزداد ..... ومعدل تغير كمية الحركة تقل

**مصطلحات علمية**

**قانون نيوتن الثاني للحركة**
**Newton's second law of motion:**
القوة المحصلة التي تؤثر على جسم ما تتناسب طرديًا مع (أو تساوي) معدل تغيّر كمّية التحرك للجسم.



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٢. تؤثر قوّتان على المظلّي عندما يهبط. عبر وصف هاتَين القوّتَين، اشرح كيف يمكن أن تزداد سرعة المظلّي أثناء تناقص تسارعه.

قوة وزنه وقوة أطاوحة الهواء

لانا المتارع يعتمد على مقدار المقيرى الورقة

واذا كان المقيرى يقل تزيادة الورقة فان تسارعة يقل

٣. يمكننا كتابة قانون نيوتن الثاني باستخدام وحدات القياس في النظام الدولي للوحدات (SI):

القوة المحصلة = معدل تغير كمّية التحرك

أ. لماذا تُعدّ هذه المعادلة صحيحة فقط عند استخدام وحدات القياس في النظام الدولي للوحدات (SI)؟ اشرح إجابتك.

لانا القوة يقاس بوحدة النيوتن وهي

حاصل ضرب كمية الحركة مقسومة على الزمن

ب. استخدم المعادلة للتعبير عن وحدة النيوتن (N) بدلالة وحدات القياس الأساسية في النظام الدولي للوحدات.

$F = \frac{\Delta mv}{\Delta t} \Rightarrow \frac{kg\,m\,s^{-1}}{s} = kg\,m\,s^{-2} = N$

٤. يتعلق هذا السؤال **بقانون نيوتن الثالث للحركة**. يتم وضع قضيب مغناطيس بالقرب من مغناطيس آخر بحيث يتواجهان بقطبَيهما الشماليَّين.

أ. اذكر ما إذا كان المغناطيسان سيتجاذبان أم سيتنافران.

سيتنافران

ب. علامَ ينصّ قانون نيوتن الثالث عن القوة التي يؤثر بها كل مغناطيس على الآخر؟

أن القوة التي يؤثر بها كل من المغناطيسين على الآخر متساوية مقدارا وعكسية إتجاها

**مصطلحات علمية**

**قانون نيوتن الثالث للحركة**
**Newton's third law of motion:**
عندما يتأثر جسمان أحدهما بالآخر، فإن القوى التي يؤثر بها كل منهما على الآخر، تكون متساوية في المقدار ومتعاكسة في الاتجاه.



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner