

الفصل الأول

مدخل إلى

علم الفيزياء

1- الرياضيات والفيزياء

مسائل تدريبية:

أعد كتابة المعادلات المستخدمة في حل المسائل التالية، ثم احسب المجهول.

١. وُصِّل مصباح كهربائي مقاومته 50.0Ω (ohms) في دائرة كهربائية مع بطارية فرق جهدها 9.0 volts، ما مقدار التيار الكهربائي المار في المصباح؟

$$I = \frac{V}{R} = \frac{9}{50} = 0.18 \text{ ampere.}$$

٢. إذا تحرك جسم من السكون بتسارع منتظم a ، فإن سرعته v_f بعد زمن مقداره t تُعطى بالعلاقة $v_f = at$. ما تسارع دراجة تتحرك من السكون فتصل سرعتها إلى 6m/s خلال زمن قدره 4s؟

$$A = \frac{V}{t} = \frac{6}{4} = 1.5 \text{ m/s}^2.$$

٣. ما الزمن الذي تستغرقه دراجة نارية تتسارع من السكون بمقدار 0.400 m/s² حتى تبلغ سرعتها 0.400m/s؟ (علمًا بأن $v = at$).

$$t = \frac{V}{a} = \frac{4}{0.4} = 10s.$$

٤. يُحسب الضغط P المؤثر في سطح ما بقسمة مقدار القوة F المؤثرة عموديًا على مساحة السطح A حيث $P = \frac{F}{A}$. فإذا أثر رجل ووزنه 520 N يقف على الأرض بضغط مقداره 32500 N/m² فما مساحة نعلي الرجل؟

$$A = \frac{F}{P} = \frac{520}{32500} = 0.016 \text{ m}^2.$$

1-1 مراجعة

٥. **رياضيات:** لماذا توصف المفاهيم في الفيزياء بواسطة المعادلات الرياضية؟
المعادلات الرياضية أداة مهمة لنمذجة المشاهدات ووضع التوقعات لتفسير
الظواهر الفيزيائية المختلفة.

٦. **مغناطيسية:** تحسب القوة المؤثرة على شحنة تتحرك في مجال مغناطيسي
بالعلاقة $F = Bqv$ حيث:

F القوة المؤثرة بوحدة kg.m/s^2

q الشحنة بوحدة A.s

v السرعة بوحدة m/s

B كثافة الفيض المغناطيسي بوحدة T (telsa) .

ما وحدة T مُعبّرًا عنها بالوحدات أعلاه؟

$$B = \frac{F}{q v}$$

$$T = \frac{\text{kg.m/s}^2}{\text{A.s. m/s}} = \text{kg.A/s}^2.$$

٧. **مغناطيسية:** أعد كتابة المعادلة: $F = Bqv$ للحصول على v بدلالة كل من F ،

q ، و B .

$$v = \frac{F}{Bq}$$

٨. التفكير الناقد: القيمة المقبولة لتسارع الجاذبية الأرضية هي

9.8 m/s^2 . وفي تجربة لقياسها باستخدام البندول حصلت على قيمة 9.4 m/s^2 ، هل تقبل هذه القيمة؟ فسر إجابتك.

لا، لأن قيمة تسارع الجاذبية الأرضية 9.8 m/s^2 من الثوابت الفيزيائية، تم اعتمادها وإقرارها بعد عدد كبير من التجارب والقياسات، ويمكن أن يكون أحد العوامل الأخرى هو سبب التغير في هذه القيمة مثل مقدار التغير في دقة القياس.

2-1 القياس

مسائل تدريبية

استخدم تحليل الوحدات للتحقق من المعادلة قبل إجراء عملية الضرب

٩. كم MHz في 750kHz؟

$$(750 \times 10^3) \div 10^6 = 750 \times 10^3 = 0.75 \text{ MHz}.$$

١٠. عبر عن 5201 cm بوحدة km.

$$5201 \div (10^{-2} \times 10^3) = 5.201 \times 10^{-2} \text{ Km}.$$

١١. كم ثانية في السنة الميلادية الكبيسة (السنة الكبيسة 366 يوماً)؟

$$366 \times 24 \times 60 = 31622400 \text{ s}.$$

١٢. حوّل السرعة 5.30 m/s إلى km/h.

$$(5.3 \times 60) \div 10^3 = 0.318 \text{ Km/h}.$$

1-2 مراجعة

١٣. **مغناطيسية:** بروتون شحنته $1.6 \times 10^{-19} \text{ A.s}$ يتحرك بسرعة $2.4 \times 10^5 \text{ m/s}$ عمودياً على مجال مغناطيسي شدته 4.5 T . لحساب القوة المغناطيسية المؤثرة في البروتون:

(a) عوض بالقيم في المعادلة $F = Bqv$ ، وتحقق من صحة المعادلة بتعويض الوحدات في طرفيها.

$$F \text{ (in kg. m/s}^2\text{)} = 4.5 \text{ T} \times 2.4 \times 10^5$$

$$\text{m/s} \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ A.s}$$

نعم، المعادلة صحيحة.

(b) احسب مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة في البروتون.

$$\text{قيمة مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة علي البروتون} = 17.28 \times 10^{-14} \text{ kg. m/s}^2$$

١٤. **الضبط:** بعض المساطر الخشبية لا يبدأ صفرها عند الحافة، إنما بعد عدة

ملمترات منها. كيف يؤثر هذا في ضبط المسطرة؟

إذا بدأ التدرج من حافة المسطرة مباشرة ستختفي علامات المليمتر الأول والثاني إذا تلف طرف المسطرة.

١٥. **الأدوات:** لديك ميكرومتر (جهاز يستخدم لقياس طول الأجسام أو قطرها إلى

أقرب 0.01 mm) مُنَحْنٍ بشكل سيئ، كيف تقارنه بمسطرة مترية ذات نوعية جيدة، من حيث الدقة والضبط؟

سيكون أكثر دقة ولكنه أقل ضبطاً.

١٦. **اختلاف زاوية النظر:** هل يؤثر اختلاف زاوية النظر في دقة القياسات التي

تجريها؟ وضح ذلك.

نعم، فهو يغطي قيمة مختلفة وغير مضبوطة.

١٧. **الأخطاء:** أخبرك صديقك أن طوله 182 cm، وضح مدى دقة هذا القياس.
سيكون طوله بين 181.5 cm, 182.5 cm (182 ± 0.5).

١٨. **الدقة:** صندوق طوله 19.2 cm، وعرضه 18.1 cm، وارتفاعه 20.3 cm.
(a) ما حجم الصندوق؟

$$19.2 \times 18.1 \times 20.3 = 7.06 \times 10^3 \text{ cm}^3.$$

(b) ما دقة قياس الطول؟ وما دقة قياس الحجم؟
الطول إلى اقرب واحد بال عشرة من السنتيمتر والحجم 10 cm^3 .
(c) ما ارتفاع مجموعة من 12 صندوقاً من النوع نفسه؟

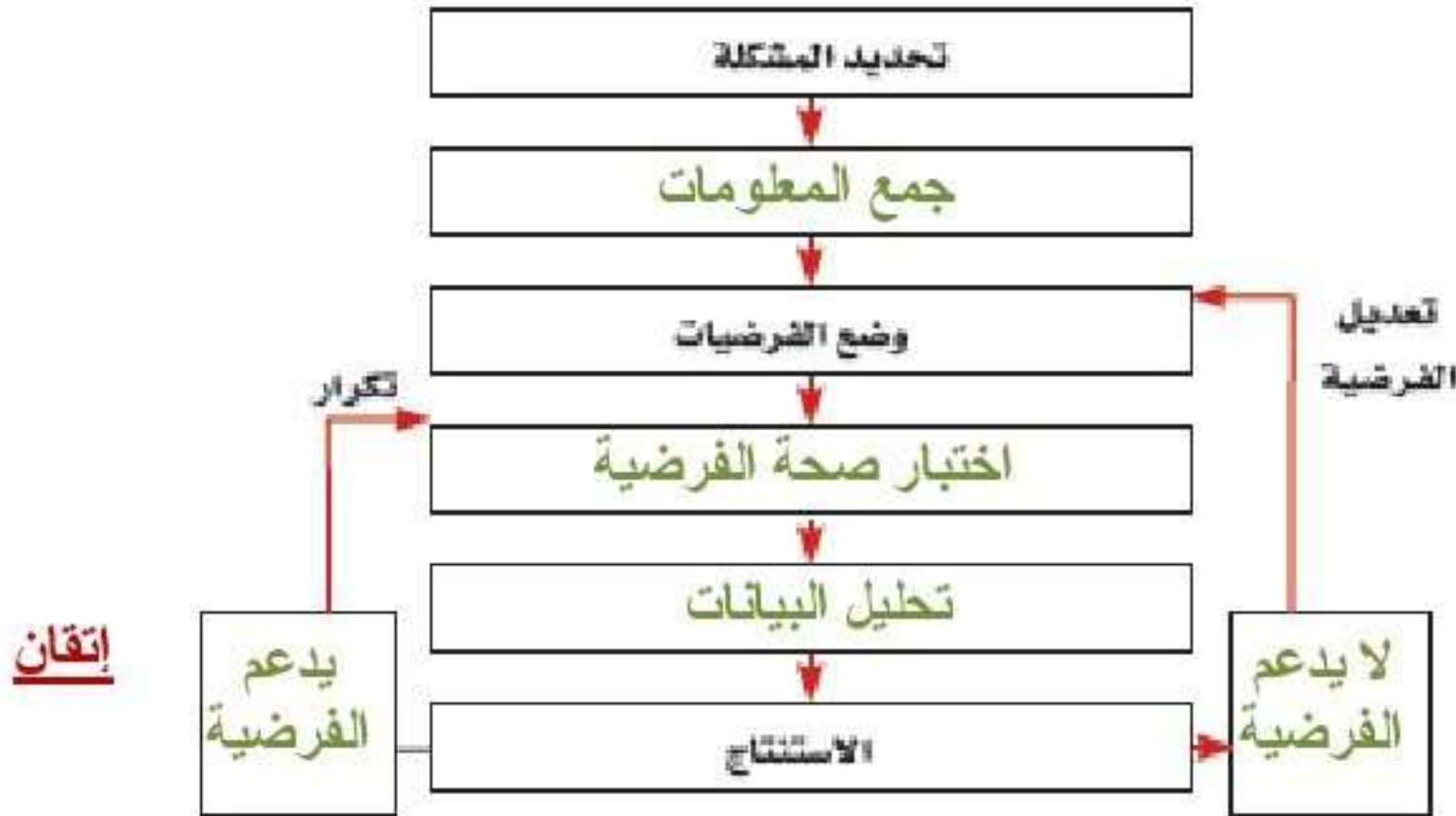
$$243.6 \text{ cm}.$$

(d) ما دقة قياس ارتفاع الصندوق مقارنة بدقة قياس ارتفاع 12 صندوقاً؟
إلى اقرب واحد من العشرة من السنتيمتر.

١٩. **التفكير الناقد:** كتب زميلك في تقريره أن متوسط الزمن اللازم ليدور جسم
دورة كاملة في مسار دائري هو 65.414 s. وقد سجلت هذه القراءة عن
طريق قياس زمن 7 دورات باستخدام ساعة دقتها 0.1 s. ما مدى ثقتك في
النتيجة المدونة في التقرير؟ وضح إجابتك.
لن تتجاوز دقة النتيجة أقل دقة للقياسات فمتوسط زمن الدورة المحسوب
يتجاوز دقة القياس المتوقعة من الساعة لذا فإن النتيجة المدونة في التقرير
ليست موثوقة.

خريطة المفاهيم:

٢٠. أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات التالية: جمع المعلومات، تحليل البيانات، يدعم الفرضية، اختبار صحة الفرضية، لا يدعم الفرضية.



إتقان المفاهيم:

٢١. ما المقصود بالطريقة العلمية؟ (1-1)

قاعدة طبيعية تجمع مشاهدات مترابطة لوصف ظاهرة طبيعية متكررة ويعبر عنها بعبارة تصف العلاقة بين متغيرين أو أكثر ويمكن التعبير عن هذه العلاقة في معظم الحالات بمعادلة رياضية.

٢٢. ما أهمية الرياضيات في علم الفيزياء؟ (1-1)

تستخدم الفيزياء الرياضيات باعتبارها لغة قادرة على التعبير عن القوانين والظواهر الفيزيائية بشكل واضح ومفهوم والمعادلات الرياضية تمثل أداة مهمة في نمذجة المشاهدات ووضع التوقعات لتفسير الظواهر الفيزيائية المختلفة.

٢٣. ما النظام الدولي للوحدات؟ (2-1)

هو نظام دولي للقياس يحتوي على سبع كميات أساسية للقياس المباشر معتمدا على وحدات معيارية لكل من الطول والزمن والكتلة.

٢٤. ماذا يطلق على قيم المتر التالية؟ (2-1)

$$\frac{1}{100} \text{ m (a)}$$

سنتيمتر.

$$\frac{1}{1000} \text{ m (b)}$$

مليمتر.

$$1000 \text{ m (c)}$$

كيلومتر.

٢٥. في تجربة عملية، قيس حجم الغاز داخل بالون وحددت علاقته بتغير درجة الحرارة. ما المتغير المستقل، والمتغير التابع فيها؟ (دليل الرياضيات 224)
درجة الحرارة متغير مستقل وحجم الغاز متغير تابع.

٢٦. ما نوع العلاقة الموضحة في الشكل التالي؟ (دليل الرياضيات 229 – 225)
علاقة تربيعية.

٢٧. لديك العلاقة التالية $F = \frac{mV^2}{R}$. ما نوع العلاقة بين كل مما يلي؟ (دليل

الرياضيات 229 – 225)

(a) F و R علاقة عكسية.

(b) F و m علاقة طردية.

(c) F و v علاقة طردية.

تطبيق المفاهيم

٢٨. ما الفرق بين النظرية العلمية والقانون العلمي؟ وما الفرق بين الفرضية والنظرية العلمية؟ أعط أمثلة مناسبة.

القانون العلمي قاعدة طبيعية تجمع مشاهدات مترابطة لوصف ظاهرة طبيعية مثل قانون الانعكاس بينما النظرية العلمية تفسر للقانون العلمي بالاعتماد على المشاهدات تفسر النظرية سبب حدوث الحدث بينما يصف القانون الحدث نفسه.

تختبر النظرية العلمية أكثر من مرة قبل أن تقبل إما الفرضية فهي فكرة أو تصور عن كيفية حدوث الأشياء.

٢٩. **الكثافة:** تُعرف الكثافة بأنها كتلة وحدة الحجم وتساوي الكتلة مقسومة على الحجم.

(a) ما وحدة الكثافة في النظام الدولي؟
 kg/m^3 .

(b) هل وحدة الكثافة أساسية أم مشتقة؟
مشتقة.

٣٠. قام طالبان بقياس سرعة الضوء، فحصل الأول على $(3.001 \pm 0.001) \times 10^8 \text{ m/s}$

وحصل الثاني على $(2.999 \pm 0.006) \times 10^8 \text{ m/s}$.

(a) أيهما أكثر دقة؟

$(3.001 \pm 0.001) \times 10^8 \text{ m/s}$.

(b) أيهما أكثر ضبطاً؟ علماً بأن القيمة المعيارية لسرعة الضوء هي:

$2.99792458 \times 10^8 \text{ m/s}$.

$(2.999 \pm 0.006) \times 10^8 \text{ m/s}$.

٣١. ما طول ورقة الشجر المبينة في الشكل 13-1، ضمّن إجابتك خطأ القياس؟

$$8.3 \text{ cm} \pm 0.05 \text{ cm}.$$

إتقان حل المسائل:

1-1 الرياضيات والفيزياء

٣٢. يُعبّر عن مقدار قوة جذب الأرض للجسم بالعلاقة $F = mg$ ، حيث تمثل m كتلة الجسم و g التسارع الناتج عن الجاذبية الأرضية ($g = 9.8 \text{ m/s}^2$).

(a) أوجد القوة المؤثرة في جسم كتلته 41.63 kg .

$$F = mg = 41.63 \times 9.8 = 407.974 \text{ kg. m/s}^2.$$

(b) إذا كانت القوة المؤثرة في جسم هي 632 kg.m/s^2 ، فما كتلة هذا الجسم؟

$$m = \frac{F}{g} = \frac{632}{9.8} = 64.489 \text{ Kg}.$$

٣٣. يقاس الضغط بوحدة الباسكال Pa حيث $1 \text{ Pa} = 1 \text{ kg/m.s}^2$ ، هل يمثل التعبير

$$\frac{(0.55 \text{ Kg.})(2.1 \text{ m/s})}{9.8 \text{ m/s}^2}$$
 التالي قياساً للضغط بوحدة صحيحة؟

لا ليست صحيحة.

1-2 القياس:

٣٤. حوّل كلاً مما يلي إلى متر:

(a) 42.3 cm

(b) 6.2 pm

(c) 2.1 km

(d) 0.023 mm

(e) 2.14 pm

5.7 nm (f)

٣٥. وعاء ماء كتلته فارغاً 3.64 kg، إذا أصبحت كتلته بعد ملئه بالماء 51.8

kg، فما كتلة الماء فيه؟

$$51.8 - 3.64 = 48.16 \text{ kg.}$$

٣٦. ما دقة القياس التي تستطيع الحصول عليها من الميزان الموضح في الشكل

14-1؟

$$\pm 0.05\text{g.}$$

٣٧. اقرأ القياس الموضح في الشكل 15-1، ضمّن خطأ القياس في الإجابة.

$$(3.6 \pm 0.05) \text{ Ampere.}$$

٣٨. يمثل الشكل 16-1، العلاقة بين كتل ثلاث مواد وحجومها التي تتراوح بين 0-

$$60\text{cm}^3$$

(a) ما كتلة 30 cm^3 من كل مادة؟

$$A = 80\text{g}, B = 260\text{g}, C = 400\text{g.}$$

(b) إذا كان لديك 100g من كل مادة فما حجم كل منها؟

$$A = 36\text{cm}^3, B = 11\text{cm}^3, C = 7\text{cm}^3.$$

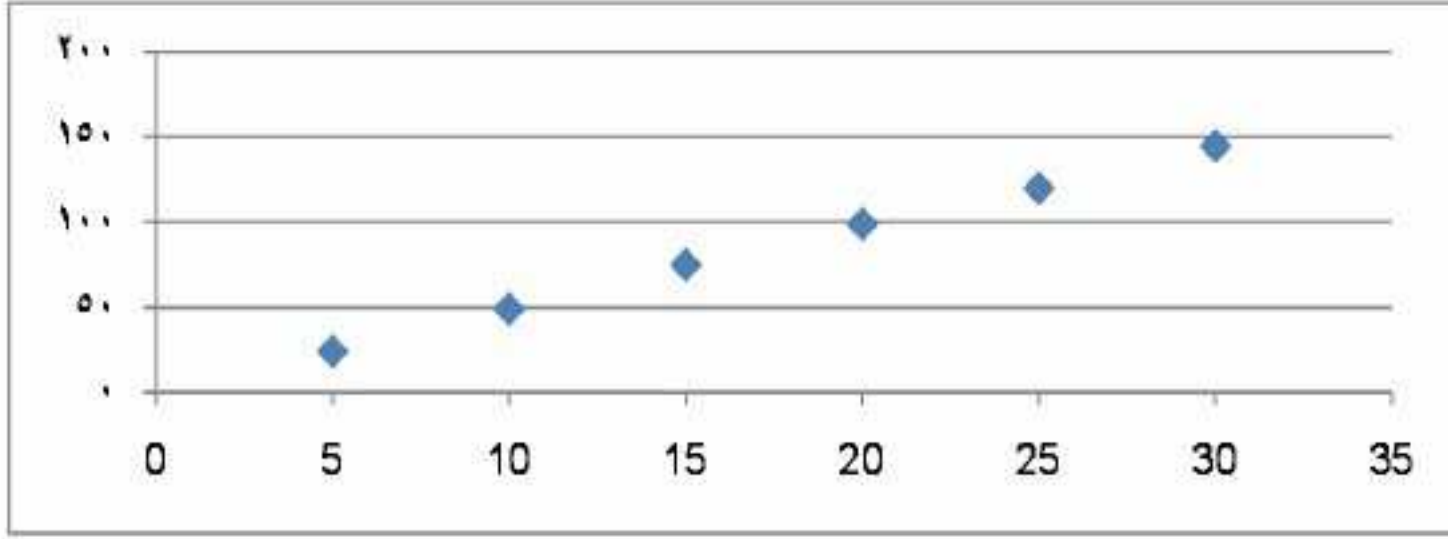
(c) ماذا يمثل ميل الخطوط المبينة في الرسم؟ وضح ذلك بجملة أو جملتين.

الكثافة.

٣٩. في تجربة أجريت داخل مختبر المدرسة، قام معلم الفيزياء بوضع كتلة على

سطح طاولة مهمة الاحتكاك تقريباً، ثم أثر في هذه الكتلة بقوى أفقية متغيرة،

وقاس المسافة التي تقطعها الكتلة في خمس ثوان تحت تأثير كل قوة منها،
 وحصل على الجدول التالي: (دليل الرياضيات 229 – 224)
 (a) مثل بيانيا القيم المعطاة بالجدول، وارسم خط المواءمة الأفضل (الخط الذي يمر في أغلب النقاط).



(b) صف الرسم البياني الناتج.

خط مستقيم.

(c) استخدم الرسم لكتابة معادلة تربط المسافة مع القوة.

$$D = 4.9 F.$$

(d) ما الثابت في المعادلة؟ وما وحدته؟

الثابت = 4.9، الوحدة = cm / N.

(e) توقع المسافة المقطوعة في 5s عندما تؤثر في الجسم قوة مقدارها
 22.0N.

108 cm, 110 cm.

مراجعة عامة:

٤٠ . تتكون قطرة الماء في المتوسط من 1.7×10^{21} جزيء. إذا كان الماء يتبخر بمعدل مليون جزيء في الثانية فاحسب الزمن اللازم لتبخر قطرة الماء تمامًا؟
 1.7×10^{15} ثانية.

التفكير الناقد:

٤١ . احسب كتلة الماء بوحدة kilograms اللازمة لملء وعاء طوله 1.4 m، وعرضه 0.600 m، وعمقه 34.0 cm علمًا بأن كثافة الماء تساوي 1.00 g/cm^3 .

حجم الماء: $140 \times 60 \times 34 = 285.6 \text{ cm}$

كتلة الماء = 286 Kg

٤٢ . **صمم تجربة:** إلى أي ارتفاع تستطيع رمي كرة؟ ما المتغيرات التي من المحتمل أن تؤثر في إجابة هذا السؤال؟
كتلة الكرة، موضع القدم، التدريب، الأحوال الجوية.

الكتابة في الفيزياء:

٤٣ . اكتب مقالة عن تاريخ الفيزياء توضح فيها كيفية تغير الأفكار حول موضوع أو كشف علمي ما مع مرور الزمن. تأكد من إدراج إسهامات العلماء، وتقويم أثرها في تطور الفكر العلمي، وفي واقع الحياة.
تختلف الإجابة من كل طالب لأخر اكتب مقالة عن تاريخ الفيزياء.

٤٤ . وضح كيف أن تحسين الدقة في قياس الزمن يؤدي إلى دقة أكثر في التوقعات المتعلقة بكيفية سقوط الجسم.

يمكن أن يقترح الطلاب أن تحسين دقة قياس الزمن سيؤدي إلى أن تكون الملاحظات أفضل.

اختبار متقن

أسئلة الاختيار من متعدد:

اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي:

١. استخدم العالمان (A و B) تقنيات التأريخ بالكربون المشع لتحديد عمر رمحين خشبيين اكتشفاهما في كهف. فوجد العالم A أن عمر الرمح الأول هو 2250 ± 50 years، ووجد العالم B أن عمر الرمح الثاني هو 2215 ± 50 years، أي الخيارات التالية صحيح؟

(a) قياس العالم A أكثر ضبطاً من قياس العالم B.

(b) قياس العالم A أقل ضبطاً من قياس العالم B.

(c) قياس العالم A أكثر دقة من قياس العالم B.

(d) قياس العالم A أقل دقة من قياس العالم B.

٢. أي القيم أدناه تساوي 86.2 cm:

8.62 m (a)

0.862 mm (b)

8.62×10^{-4} km (c)

862 dm (d)

٣. إذا أعطيت المسافة بوحدة km والسرعة بوحدة m/s، فلي من العمليات أدناه
تعبّر عن إيجاد الزمن بالثواني (s)؟

- (a) ضرب المسافة في السرعة، ثم ضرب الناتج في 1000.
- (b) قسمة المسافة على السرعة، ثم ضرب الناتج على 1000.
- (c) قسمة المسافة على السرعة ثم قسمة الناتج على 1000.
- (d) ضرب المسافة بالسرعة ثم قسمة الناتج على 1000.

٤. أي الصيغ الآتية مكافئة للعلاقة $D = \frac{m}{V}$:

$V = \frac{m}{d}$ (a)

$V = dm$ (b)

$V = \frac{md}{V}$ (c)

$V = \frac{d}{m}$ (d)

٥. ميل الخط المستقيم المرسوم في الشكل أعلاه يساوي: (دليل الرياضيات 226)

0.25 m/s^2 (a)

الأسئلة الممتدة:

٦. تُريد حساب التسارع بوحدة m/s^2 ، فإذا كانت القوة مقبّسة بوحدة N، والكتلة بوحدة g، حيث $1N = 1kg.m/s^2$.

(a) فلعد كتابة المعادلة $F = ma$ بحيث تعطي قيمة التسارع a بدلالة m و F.

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

(b) ما معامل التحويل اللازم لتحويل grams إلى kilograms؟

بالضرب في 10^{-3}

(c) إذا أثرت قوة مقدارها 2.7 N في جسم كتلته 350g، ما المعادلة التي تستخدمها في حساب التسارع؟ ضمن الإجابة معامل التحويل.

$$A = \frac{2.7}{350} \times \frac{1000}{1} = 7.7 m/s^2.$$

الفصل الثاني

مقتل الحركة

2-1 مراجعة

١. مخطط توضيحي لحركة دراج استخدم نموذج الجسم النقطي لرسم مخطط توضيحي لراكب دراجة هوائية يتحرك بسرعة ثابتة.



٢. مخطط توضيحي لحركة طائر استخدم نموذج الجسم النقطي لرسم نموذج توضيحي مبسط يتناسب مع المخطط التوضيحي لحركة طائر أثناء طيرانه، كما في الشكل 2-4. ما النقطة التي اخترتها على جسم الطائر لتمثله؟ رأس الطائر هي النقطة التي تمثل حركته.



٣. مخطط توضيحي لحركة سيارة استخدم نموذج الجسم النقطي لرسم نموذج توضيحي مبسط يتناسب مع المخطط التوضيحي لحركة سيارة ستتوقف عند إشارة مرور، كما في الشكل 2-5. حدد النقطة التي اخترتها على جسم السيارة لتمثيلها.

مقدمة السيارة هي النقطة التي تمثل حركتها.



٤. التفكير الناقد: استخدم نموذج الجسم النقطي لرسم مخططات الحركة التوضيحية لعدّاءين في سباق، عندما يتجاوز الأول خط النهاية يكون الآخر قد قطع ثلاثة أرباع مسافة السباق فقط.



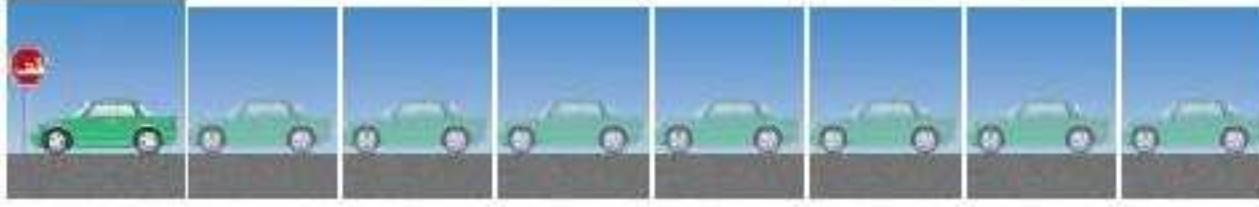
2 - 2 مراجعة

٥. **الإزاحة:** يمثل الشكل التالي النموذج الجسيمي النقطي لحركة سيارة على طريق

سريع، وقد حددت نقطة الانطلاق كالتالي:

من هنا إلى هناك

أعد رسم هذا النموذج الجسيمي النقطي، وارسم متجهًا يمثل إزاحة السيارة من نقطة البداية حتى نهاية الفترة الزمنية الثالثة.

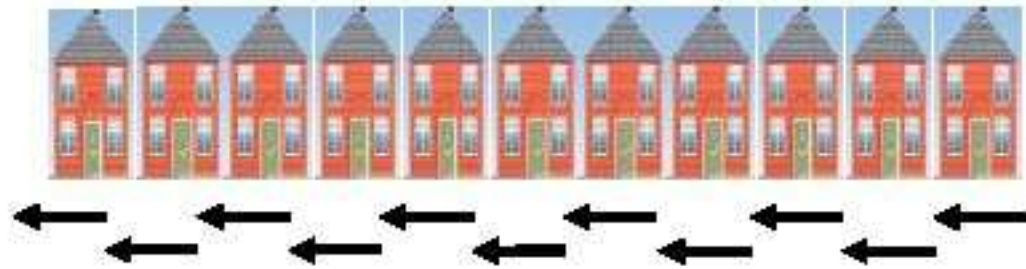


٦. لإزاحة يمثل النموذج الجسيمي النقطي أناء حركة طالب يسير من بيته إلى المدرسة:

البيت المدرسة



أعد رسم الشكل، وارسم متجهات لتمثيل الإزاحة بين كل نقطتين.



٧. الموقع قارن طالبان متجهي الموقع اللذين رسماهما على مخطط للحركة لتحديد

موقع جسم متحرك في اللحظة نفسها، فوجدا أن المتجهين المرسومين لا

يشيران إلى الاتجاه نفسه. فسر ذلك.

يبدأ متجه الموقع من نقطة الأصل إلى موضع الجسم وعند اختلاف نقاط الأصل تختلف متجهات الموقع من جهة أخرى ليس للإزاحة علاقة بنقطة الأصل.

٨. **التفكير الناقد:** تتحرك سيارة في خط مستقيم من البقالة إلى مكتب البريد، ولتمثيل حركتها استخدمت نظامًا إحداثيًا، نقطة الأصل فيه البقالة، واتجاه حركة السيارة هو الاتجاه الموجب. أما زميلك فستخدم نظامًا إحداثيًا، نقطة الأصل فيه مكتب البريد، والاتجاه المعاكس لحركة السيارة هو الموجب. هل ستتفان على كل من موقع السيارة والإزاحة والمسافة والفترة الزمنية التي استغرقتها الرحلة؟ وضح ذلك.

سيتفق الطالبان على كل من الإزاحة والمسافة والفترة الزمنية للرحلة لأن هذه الكميات ليس لها علاقة بنقطة الأصل في النظام الإحداثي ولكنهما سيختلفان حول موقع السيارة لأن مقدار الموقع يقاس من نقطة الأصل في النظام الإحداثي إلى موضع السيارة.

2-3 منحي (الموقع - الزمن)

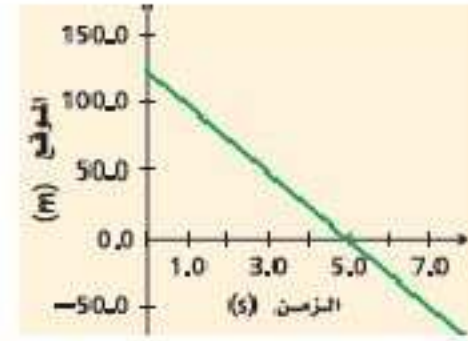
مسائل تدريبية

استعن بالشكل 2-13 في حل المسائل من 9-11:

٩. صف حركة السيارة المبينة في الرسم البياني.

انطلقت السيارة من موقع على بعد 125 m وتحركت في اتجاه نقطة الأصل فوصلت نقطة الأصل بعد 5s من بدء الحركة واستمرت في حركتها لمل بعد نقطة الأصل.

١٠. ارسم مخططاً للحركة يتوافق مع الرسم البياني.



١١. أجب عن الأسئلة التالية حول حركة السيارة: (افترض أن الاتجاه الموجب للإزاحة في اتجاه الشرق والاتجاه السالب نحو الغرب).

(a) متى كانت السيارة على بعد 25.0 m شرق نقطة الأصل؟

بعد مرور 4 ثوان.

(b) أين كانت السيارة عند 1.0s؟

على بعد 100 m شرقاً.

١٢. صف بالكلمات حركة اثنين من المشاة A و B كما يوضحها الخطان البيانيان

في الشكل 14-2. مفتوحاً أن الاتجاه الموجب في اتجاه الشرق على الشارع الفرعي، ونقطة الأصل هي نقطة تقاطع الشارع الرئيسي والفرعي.

بدأ الشخص A الحركة من غرب الشارع ومشى نحو الشرق (الاتجاه

الموجب) وبدأ الشخص B الحركة من شرق الشارع الرئيسي ومشى نحو

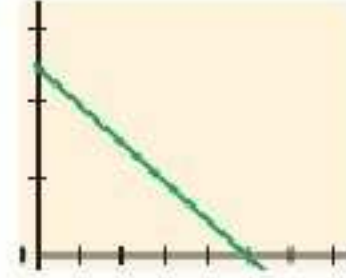
الغرب (الاتجاه السالب) وفي لحظة ما بعد عبور الشخص B للشارع الرئيسي

التقي كل من A , B في نقطة واحدة وبعد التقائهما قام A بعبور الشارع

الرئيسي.

١٣. تحركت سعاد في خط مستقيم من أمام المقصف إلى مختبر العلوم، فقطعت مسافة 100.0m. في هذه الأثناء قامت زميلاتها بتسجيل وتحديد موقعها كل 2.0s، فلاحظن أنها قد تحركت مسافة 2.6m كل 2.0s.

(a) مثل بالرسم البياني حركة سعاد.



(b) متى كانت سعاد في المواقع التالية:

• على بعد 25.0 m من المقصف؟

بعد مرور 19s تقريباً.

• على بعد 52.0 m من مختبر العلوم؟

بعد مرور 37s.

مسائل تدريبية

للإجابة عن المسائل 14-17 ارجع إلى الشكل في مثال 2

١٤. ما الحدث الذي حصل عند اللحظة $t = 0.0s$ ؟

مر العداء A بنقطة الأصل.

١٥. أي العدّاعين كان متقدماً في اللحظة $t = 48s$ ؟

العداء B.

١٦. أين كان العداء B عندما كان النقطة A عند النقطة 0.0M؟

عند الزمن $t = 0s$ وكان العداء B متأخراً ب 50 m.

١٧. ما المسافة الفاصلة بين العداء A والعداء B في اللحظة $t = 20.0s$.
30 m.

١٨. خرج أحمد في نزهة مشياً على الأقدام، وبعد وقت بدأ صديقة نبيل السير خلفه، وقد تم تمثيل حركتيهما بمنحنى (الموقع – الزمن) المبين في الشكل
2-16.

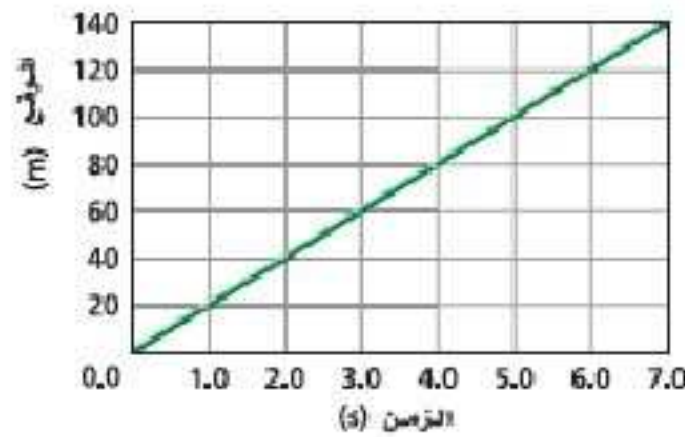
(a) ما الزمن الذي سار خلاله أحمد قبل أن يبدأ نبيل بالمشي؟
360s.

(b) هل سيلحق نبيل بأحمد؟ فسر ذلك.

لا، لن يلحق به أبداً لأن الخطان الممثلان لحركة كل من أحمد ونبيل يتباعداً كل ما ازداد الزمن وبذلك فإنهما لن يتقاطعا.

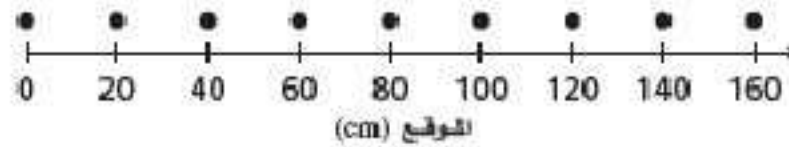
2-3 مراجعة

١٩. **منحنى (الموقع – الزمن):** يمثل النموذج الجسيمي النقطي في الشكل 2-17 طفلاً يزحف على أرضية غرفة. مثل حركته باستخدام منحنى (الموقع – الزمن)، علماً بأن الفترة الزمنية بين كل نقطتين متتاليتين تساوي 1s.



٢٠. **المخطط التوضيحي للحركة:** يبين الشكل 18-2 منحنى (الموقع – الزمن) لحركة قرص مطاطي ينزلق على بركته متجمدة في لعبة الهوكي.

استخدم الرسم البياني في الشكل لرسم النموذج الجسيمي النقطي لحركة القرص.



ارجع إلى الشكل 18-2 عند حل المسائل 21-23.

٢١. **الزمن:** متى كان القرص على بعد 10.0 m من نقطة الأصل؟
بعد مرور 0.5s.

٢٢. **المسافة:** حدد المسافة التي قطعها قرص الهوكي بين اللحظتين 0.0s و 5.0s.
100 m.

٢٣. **الفترة الزمنية:** حدد الزمن الذي استغرقه قرص الهوكي ليتحرك من موقع يبعد 40 m عن نقطة الأصل إلى موقع يبعد 80 m عنها.
 $2 - 4 = 2s$.

٢٤. **التفكير الناقد:** تفحص النموذج الجسيمي النقطي ومنحنى (الموقع – الزمن) الموضحين في الشكل 19-2. هل يصفان الحركة نفسها؟ كيف تعرف ذلك؟
علمًا بأن الفترات الزمنية في النموذج الجسيمي النقطي تساوي 2s.
لا يصفان الحركة نفسها لأن الرسم البياني يوضح حركة جسيم يقطع 4 m كل 1s لذلك فهو يسير بسرعة اكبر من الآخر.

2-4 السرعة المتجهة

مسائل تدريبية

٢٥. يصف الرسم البياني في الشكل 2-22 حركة سفينة في البحر. وبعد الاتجاه

الموجب للحركة هو اتجاه الجنوب.

(a) ما السرعة المتوسطة للسفينة؟

$$v = 0.33 \text{ m/s.}$$

(b) ما السرعة المتجهة المتوسطة للسفينة؟

$$v = -0.33 \text{ m/s.}$$

٢٦. صف بالكلمات حركة السفينة في المسألة السابقة.

تتجه السفينة في اتجاه الشمال مقدار 0.33 m كل 1 s .

٢٧. يمثل الرسم البياني في الشكل 2-23 حركة دراجة هوائية. احسب كلاً من السرعة المتوسطة، والسرعة المتجهة المتوسطة للدراجة، ثم صف حركتها بالكلمات.

$$v = \left| \frac{20-10}{30-15} \right| = \frac{2}{3} \text{ m/s.}$$

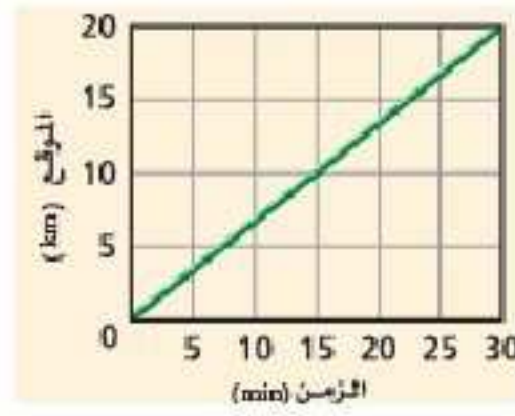
$$v = \frac{20-10}{30-15} = \frac{2}{3} \text{ m/s.}$$

تسير الدراجة بسرعة $\frac{2}{3} \text{ m/s}$ أي أنها تقطع 2 m كل 3 s .

٢٨. انطلقت دراجة بسرعة ثابتة مقدارها 0.55 m/s ، ارسم مخططاً توضيحياً

للحركة ومنحنى بيانياً للموقع – الزمن، تبين فيهما حركة الدراجة لمسافة

$$19.8 \text{ m}$$



2-4 مراجعة

استخدم الشكل 2-24 في حل المسائل 29-31.

٢٩. **السرعة المتوسطة:** رتب منحنيات (الموقع – الزمن) وفق السرعة المتوسطة للجسم، من الأكبر إلى الأصغر، اشر إلى الروابط إن وجدت.

A, B, C, D.

٣٠. **السرعة المتجهة المتوسطة:** رتب المنحنيات وفق السرعة المتجهة المتوسطة من السرعة الأكبر إلى السرعة الأقل.

B, D, C, A.

٣١. **الموقع الابتدائي:** رتب الخطوط البيانية بحسب الموقع الابتدائي للجسم (بدءًا بأكبر قيمة موجبة وانتهاءً بأكبر قيمة سالبة). هل سيكون ترتيبك مختلفًا إذا طلب إليك أن ترتبها بحسب المسافة الابتدائية للجسم عن نقطة الأصل؟

A, C, B, D.

٣٢. **السرعة المتوسطة، والسرعة المتجهة المتوسطة:** وضع العلاقة بين السرعة المتوسطة، والسرعة المتجهة المتوسطة.

السرعة المتوسطة هي قيمة دائما موجبة لأنها تعبر عن مقدار فقط لكن السرعة المتجهة المتوسطة هي قيمة يمكن أن تكون موجبة ويمكن أن تكون سالبة لأنها تعبر عن مقدار واتجاه.

٣٣. التفكير الناقد: ما أهمية عمل نماذج مصورة نماذج فيزيائية للحركة قبل بدء في حل معادلة ما؟

لأن النماذج الفيزيائية تسهل حل المعادلات وتوضح اتجاه الحركة للجسم.

التقويم

خريطة المفاهيم:

٣٤. أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات التالية: الكلمات، التمثيلات المتكافئة، منحنى (الوقع - الزمن).



إتقان المفاهيم

٣٥. ما الهدف من رسم المخطط التوضيحي للحركة؟ (1-2)

يعطي المخطط التوضيحي للحركة صورة عن الحركة تساعد على تصور كل من الإزاحة والسرعة المتجهة.

٣٦. متى يمكن معاملة الجسم كجسيم نقطي؟ (1-2)

إذا كانت حركته الداخلية غير مهمة وإذا كان الجسم صغيرا مقارنة بالمسافة التي يتحركها.

٣٧. **وضح الفرق بين كل من: الموقع، والمسافة، والإزاحة.** (2-2)

يختلف مفهوم كل من الموقع والإزاحة عن مفهوم المسافة لأن كليهما يتضمن معلومات عن الاتجاه الذي يتحرك فيه الجسم بينما لا تتضمن المسافة الاتجاه وتختلف كل من المسافة والإزاحة عن الموقع لأنهما يصفان تغير موقع الجسم خلال فترة زمنية محددة بينما يخبرك الموقع فقط عن موضع الجسم عن زمن محدد.

٣٨. **كيف يمكنك استخدام ساعة حائط لتعيين فترة زمنية؟** (2-2)

بتعيين القراءة عن بداية الفترة ونهايتها واطرح مقدار وقت البداية من وقت النهاية.

٣٩. **خط التزلج:** وضح كيف يمكنك أن تستخدم منحنى (الموقع – الزمن)

لمتزلجين على مسار التزلج؛ لتحديد ما إذا كان أحدهما سيتجاوز الآخر، ومتى؟ (3-2)

ارسم المنحنيين على مجموعة المحاور نفسها فإذا تقاطع المنحنيان الممثلان لحركتهما فهذا يعني أن أحدهما سيتجاوز الآخر وتعطي إحداثيات نقطة الخططين موقع التجاوز.

٤٠. **المشي والركض:** إذا غادر منزلكم شخصان في الوقت نفسه، أحدهما يعدو

والآخر يمشي، وتحركا في الاتجاه نفسه بسرعتين متجهتين منتظمين،

فصف منحنى (الموقع – الزمن) لكل منها. (4-2)

كلاهما خط مستقيم يبدأ من الموقع نفسه ولكن ميل الخط الممثل لحركة العداء سيكون أكبر.

٤١. **ماذا يمثل ميل الخط البياني لمنحنى (الموقع – الزمن)؟** (4-2)

يمثل السرعة المتجهة المتوسطة.

٤٢. إذا عملت موقع جسم متحرك عند نقطتين في مسار حركته، وكذلك الزمن الذي استغرقه الجسم للوصول من النقطة الأولى على الأخرى، فهل يمكنك تعيين سرعته المتجهة اللحظية، وسرعته المتجهة المتوسطة؟ فسر ذلك.

(2-4)

من الممكن حساب السرعة المتجهة المتوسطة من المعلومات المعطاة ولكن ليس بالإمكان إيجاد السرعة المتجهة اللحظية.

تطبيق المفاهيم

٤٣. يمثل الشكل 2-25 رسماً بيانياً لحركة عدائين.

(a) صف موقع العداء A بالنسبة للعداء B بحسب التقاطع مع المحور الرأسي.

بدأ العداء A السباق متقدماً على العداء B.

(b) أي العدائين أسرع؟

العداء B هو الأسرع.

(c) ماذا يحدث عند النقطة P وما بعدها؟

عند النقطة P يتجاوز العداء B العداء A.

٤٤. يبين منحنى (الموقع – الزمن) في الشكل 2-26 حركة أربعة من الطلاب في طريق عودتهم من المدرسة. رتب الطلاب بحسب السرعة المتجهة المتوسطة لكل منهم من الأبطأ إلى الأسرع.

جمال، فواز، أحمد، أنور.

٤٥. يمثل الشكل 2-27 منحنى (الموقع – الزمن) لأرنب يهرب من كلب. صف

كيف يختلف هذا الرسم البياني إذا:

(a) ركض الأرنب بضعفي سرعته.

ميل الخط المستقيم سيصبح أكبر بمقدار الضعفين.

(b) ركض الأرنب في الاتجاه المعاكس.

سيبقى مقدار الميل كما هو ولكنه سيكون سالباً.

إتقان حل المسائل

٤٦. تحركت دراجة هوائية بسرعة ثابتة مقدارها 4.0 m/s لمدة 5.0 s ، ما

المسافة التي قطعتها خلال هذه المدة؟

$$4 \times 5 = 20 \text{ m.}$$

٤٧. **علم الفلك:** يصل الضوء من الشمس إلى الأرض في 8.3 min ، فإذا كانت

سرعة الضوء $3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$ ما بعد الأرض عن الشمس؟

$$(8.3 \times 60) \times 3 \times 10^8 = 1.494 \times 10^{11} \text{ m.}$$

٤٨. تتحرك سيارة في شارع بسرعة 55 km/h ، وفجأة ركض أمامها طفل ليعبر

الشارع. فإذا لزم سائق السيارة 0.75 s ليستجيب ويضغط على الفرامل فما

المسافة التي تحركتها السيارة قبل أن تبدأ في التباطؤ؟

$$11 \text{ m.}$$

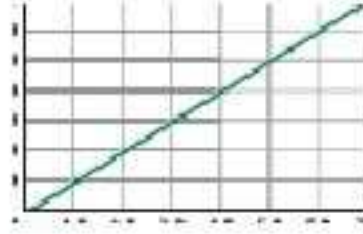
٤٩. **قيادة السيارة:** إذا قاد والدك سيارته بسرعة 90.0 km/h، بينما قاد صديقه سيارته بسرعة 95.0 km/h، فسبق والدك في الوصول إلى نهاية الرحلة. فما الزمن الذي سينتظره صديق والدك في نهاية الرحلة التي يبلغ طولها 50 km؟

$$50 \div (95 - 90) = 50 \div 5 = 10 \text{ h.}$$

مراجعة عامة

٥٠. يبين الشكل 2-28 نموذج الجسيم النقطي لحركة ولد يعبر طريقاً بشكل عرضي. ارسم منحنى (الموقع – الزمن) المكافئ للنموذج، واكتب المعادلة التي تصف حركة الولد، علماً بأن الفترات الزمنية هي 0.1 s.

$$\Delta d = v \Delta t.$$



٥١. يبين الشكل 2-29 منحنى (الموقع – الزمن) لحركة كل من زيد و خليل وهما يجدفان في قاربين عبر نهر.

(a) عند أي زمن s كان زيد و خليل في المكان نفسه؟

$$1 \text{ h.}$$

(b) ما الزمن الذي يستغرقه زيد في التجديف قبل أن يتجاوز خليل؟

$$2700 \text{ s.}$$

(c) في أي موقع من النهر يوجد تيار سريع؟

من 6.0 km إلى 09.0 km من نقطة الأصل.

٥٢. غادرت السيارتين A و B المدرسة عندما كانت قراءة ساعة الإيقاف صفراً،

وكانت السيارة A تتحرك بسرعة منتظمة 75 km/h، والسيارة B تتحرك

بسرعة منتظمة 85 km/h.

(a) ارسم منحنى (الموقع – الزمن) لحركة كل من السيارتين. ووضح بعد كل

منهما عن المدرسة عندما تشير ساعة الإيقاف إلى 2.0 h؟ حدد ذلك على

رسمك البياني.



السيارة A: 150 km، السيارة B: 170 km.

(b) إذا مرت كلتا السيارتين بمحطة وقود تبعد 120 km عن المدرسة، فمتى

مرت كل منهما بالمحطة؟ حدد ذلك على الرسم.

تمر بها السيارة A بعد مرور 96 s، تمر بها السيارة B بعد مرور 84 s

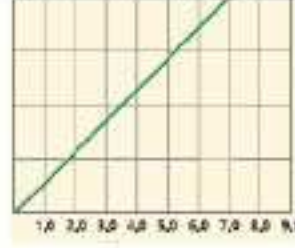
تقريباً.

٥٣. ارسم منحنى (الموقع – الزمن) لسيارتين A و B تسيران نحو الشاطئ يبعد

50 km عن المدرسة. عند الساعة 12:00 pm تحركت السيارة A بسرعة

40 km/h من متجر يبعد 40 km عن الشاطئ بينما تحركت السيارة B من

المدرسة عند الساعة 12:30 pm بسرعة 100 km/h. متى تصل كل من
السيارتين A و B إلى الشاطئ؟



السيارتان تصلان إلى الشاطئ الساعة الواحدة.

٤.٥. يبين الشكل 2-30 منحنى (الموقع – الزمن) لحركة علي ذهاباً وإياباً في
ممر، افترض أن نقطة الأصل عند أحد طرفي الممر.

(a) اكتب فقرة تصف حركة علي في الممر، بحيث تتطابق مع الحركة الممثلة
في الرسم البياني التالي.

تحرك علي بسرعة منتظمة لمدة 8 ثواني من نقطة البداية فقطع 6 أمتار
ثم توقف حتى الثانية 24 ثم تحرك بسرعة منتظمة لمدة 8 ثوان فقطع
مسافة 6 أمتار أخرى ثم توقف لمدة 6 ثوان تقريباً ثم تحرك بسرعة
منتظمة في الاتجاه المعاكس لمدة 8 ثوان فقطع مسافة 9 أمتار ثم توقف
لمدة 5 ثوان ثم عاد للحركة بسرعة منتظمة في الاتجاه الأول لمدة ثمانية
فقطع مسافة 3 أمتار ثم توقف لمدة ثانيتين ثم تحرك بسرعة منتظمة
فقطع مسافة 6 أمتار في الاتجاه المعاكس فعاد إلى نقطة البداية.

(b) متى كان موقع علي بعد 6.0 m؟

بعد مرور 7.5s.

(c) ما الزمن بين لحظة دخول علي في الممر ووصوله إلى موقع يبعد 12.0 m عن نقطة الأصل؟ ما السرعة المتجهة المتوسطة لعلّي خلال الفترة الزمنية (37s – 40s)؟

$$v = \frac{12-10}{37-40} = -\frac{2}{3} \text{ m/s} \quad 33.0\text{s}, 32.5\text{s}.$$

التفكير الناقد

٥٥. **تصميم تجربة:** تنطلق دراجة نارية من أمام منزلٍ يعتقد أصحابه أنها تتجاوز حدود السرعة المسموح بها وهي 40 km/h. صف تجربة بسيطة يمكنك إجراؤها لتقرر ما إذا كانت هذه الدراجة تتجاوز السرعة المحددة فعلاً، عندما تمر أمام المنزل.

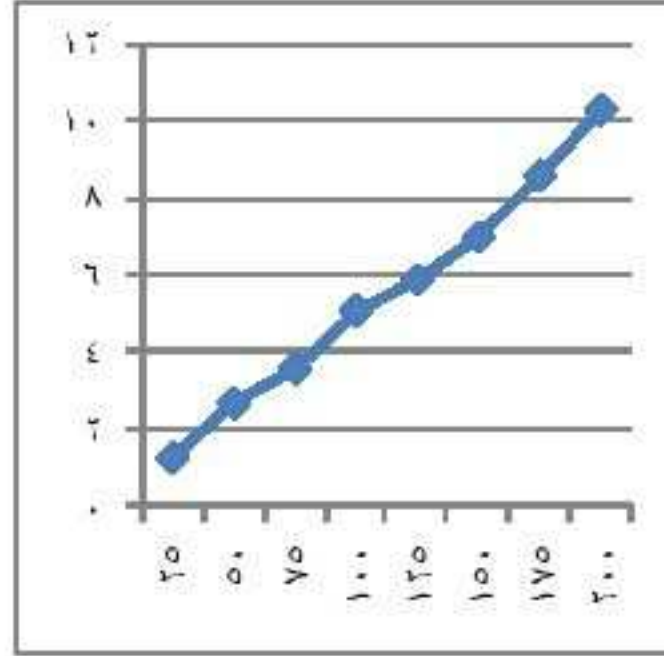
نقيس الزمن اللازم للوصول إلى نقطة معينة وبحساب المسافة لبعده هذه النقطة عن المنزل وقياس الزمن اللازم يمكن قياس سرعة الدراجة النارية وتحديد إذا كانت تتجاوز السرعة المسموح بها أم لا.

٥٦. **تفسير الرسوم البيانية:** هل يمكن أن يكون المنحنى البياني لـ (الموقع – الزمن) لجسم خطاً أفقياً؟ وهل يمكن أن يكون خطاً رأسياً؟ إذا كانت إجابتك "نعم" صف بالكلمات هذه الحركة.

يمكن أن يكون خطاً أفقياً عندما يكون الجسم لا يتحرك أي أنه لا يوجد تغير في المسافة مع مرور الزمن، لكن لا يمكن أن يكون خطاً رأسياً أبداً.

٥٧. وقف طلبة شعبة الفيزياء في صف واحد، وكانت المسافة بين كل طالبين m 25، واستخدموا ساعات إيقاف لقياس الزمن الذي تمر عنده سيارة تتحرك على طريق رئيسي أمام كل منهم. وتم تدوين البيانات في الجدول 2-3.

ارسم منحني (الموقع – الزمن) مستخدماً البيانات الواردة في الجدول، ثم أوجد ميل الخط البياني في المنحني، واستنتج سرعة السيارة.



ميل المستقيم = غير ثابت لذلك فسرعة السيارة أيضا غير ثابتة.

الكتابة في الفيزياء

٥٨. حدد علماء الفيزياء سرعة الضوء $3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$ ، كيف توصلوا إلى هذا؟

اقرأ حول سلسلة التجارب التي أجريت لتحديد سرعة الضوء، ثم صف كيف تطورت التقنيات التجريبية لتجعل نتائج التجارب أكثر دقة؟

تم التوصل إلى هذا العدد بعد سلسلة تجارب كثيرة وباستخدام تقنيات مختلفة للوصول إلى اقرب النتائج دقة.

مراجعة تراكمية

٩٥. حول كلّ من قياسات الزمن التالية إلى ما يعادلها بالثواني:

(a) 58 ns

(b) 0.046 Gs

(c) 9270 ms

(d) 12.3 ks

اختبار مقتن

أسئلة اختيار من متعدد

اختر رمز الإجابة الصحيحة فيمت يلي:

١. أي العبارات التالية تعبر بشكل صحيح عن النموذج الجسيمي النقطي لحركة طائرة تقلع من مطار؟.

(a) تكون النقاط نمطاً وتفصل بينها مسافات متساوية.

(b) تكون النقاط متباعدة في البداية، ولكنها تتقارب مع تسارع الطائرة.

(c) تكون النقاط متقاربة في البداية، ثم تتباعد مع تسارع الطائرة.

(d) تكون النقاط متقاربة في البداية، ثم تتباعد ثم تتقارب مرة أخرى عندما تستوي الطائرة وتتحرك بالسرعة العادية للطيران.

يبين الرسم البياني حركة شخص يركب دراجة هوائية. استخدام هذا الرسم للإجابة

عن الأسئلة 2-4.

٢. متى بلغت السرعة المتجهة للدراجة أقصى قيمة لها؟

(a) في الفترة I.

(b) في الفترة III.

(c) عند النقطة C.

(d) عند النقطة B.

٣. ما الموقع التي تكون عنده الدراجة أبعد ما يمكن عن نقطة البداية؟

(a) النقطة A.

(b) النقطة B.

(c) النقطة C.

(d) النقطة D.

٤. في أي فترة زمنية قطع راكب الدراجة أكبر مسافة؟

(a) الفترة I.

(b) الفترة II.

(c) الفترة III.

(d) الفترة IV.

٥. نزل سنجاب من فوق شجرة ارتفاعها 8 m بسرعة منتظمة خلال 1.5 min،

وانتظر عند أسفل الشجرة مدة 2.3 min، ثم تحرك مرة أخرى في اتجاه حبة

بندق على الأرض لمدة 0.7 min. فجأة صدر صوت مرتفع سبب فرار

السنجاب بسرعة إلى أعلى الشجرة، فبلغ الموقع نفسه الذي انطلق منه خلال

0.1 min. أي الرسوم البيانية التالية يمثل بدقة الإزاحة الرأسية للسنجاب

مقبسه من قاعدة الشجرة؟ (نقط الأصل تقع عند قاعدة الشجرة).

A

الأسئلة الممتدة:

٦. احسب الإزاحة الكلية لمتسابق في متاهة، إذا سلك داخلها المسار التالي:
البداية، 1.0 m شمالاً، 0.3 m شرقاً، 0.8 m جنوباً، 0.4 m شرقاً، النهاية.

$$-1.6 \text{ m} = 0.4 - 0.8 + 0.3 - 1.0 \text{ أي أنه تحرك } 1.6 \text{ m جنوباً.}$$

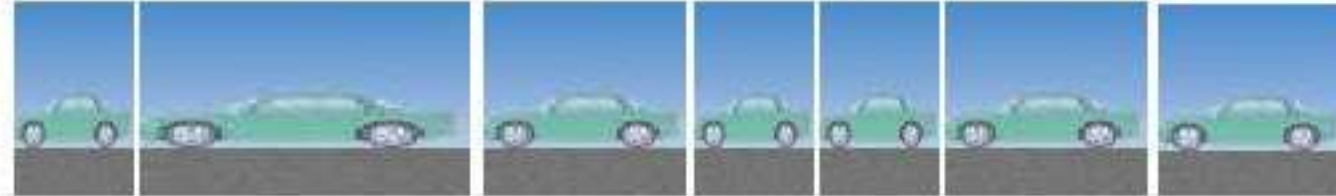
3-1 التسارع (العجلة)

مسائل تدريبية

١. ركضت قطة داخل المنزل، ثم أبطأت من سرعتها بشكل مفاجئ، وانزلقت على الأرضية الخشبية حتى توقفت. لو افترضنا أنها تباطأت بتسارع ثابت فلرسم مخططاً توضيحياً للحركة يوضح هذا الموقف، واستخدام متجهات السرعة لإيجاد متجه التسارع.



٢. يبين الشكل 3-5 منحنى (السرعة المتجهة – الزمن) لجزء من رحلة أحمد بسيارته على الطريق. ارسم المخطط التوضيحي للحركة الممثلة في الرسم البياني، وأكملة برسم متجهات السرعة.



٣. استعن بالشكل 3-6 الذي يوضح منحنى (السرعة المتجهة – الزمن) لقطار لعبة على الإجابة عن الأسئلة التالية:

(a) متى كان القطار يتحرك بسرعة منتظمة؟

في الفترة الزمنية من بداية التحرك حتى مرور 15s.

(b) خلال أي الفترات الزمنية كان تسارع القطار موجباً؟

في الفترة الزمنية من بداية التحرك حتى مرور 5s.

(c) متى اكتسب القطار أكبر تسارع سالب؟
في الفترة الزمنية من 15s حتى 20s.

٤. استعن بالشكل 3-6 لإيجاد التسارع المتوسط للقطار خلال الفترات الزمنية التالية:

(a) من 0.0s إلى 5.0s.

$$a = \frac{10-0}{5-0} = 2 \text{ m/s}^2.$$

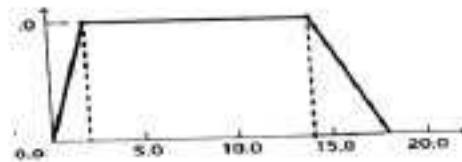
(b) من 15.0s إلى 20.0s.

$$a = \frac{4-10}{20-15} = -\frac{6}{5} \text{ m/s}^2.$$

(c) من 0.0s إلى 40.0s.

$$a = \frac{10-0}{5-0} + \frac{4-10}{20-15} + \frac{4-0}{40-20} = 0 \text{ m/s}^2.$$

٥. ارسم منحنى (السرعة المتجهة – الزمن) لحركة مصعد يبدأ من السكون عند الطابق الأرضي في بناية من ثلاثة طوابق، ثم يتسارع إلى أعلى مدة 2.0s بمقدار 0.5 m/s^2 . ويستمر في الصعود بسرعة منتظمة 1.0 m/s لمدة 12.0s، وبعدئذ يتأثر بتسارع ثابت إلى أسفل مقداره 0.25 m/s^2 مدة 4.0s حتى يصل إلى الطابق الثالث.



٦. سيارة سباق تزداد سرعتها من 4.0 m/s إلى 36 m/s خلال فترة زمنية مقدارها 4.0s أوجد تسارعها المتوسط.

$$a = \frac{36-4}{4} = 8 \text{ m/s}^2.$$

٧. إذا تباطأت سرعة سيارة سباق من 36 m/s إلى 15 m/s خلال 3.0s، فما تسارعها المتوسط؟

$$a = \frac{15-36}{3} = -7 \text{ m/s}^2.$$

٨. تتحرك سيارة إلى الخلف على منحدر بفعل الجاذبية الأرضية. استطاع السائق تشغيل المحرك عندما كانت سرعتها 3.0 m/s وبعد مرور 2.50s من لحظة تشغيل المحرك وكانت السيارة تتحرك صاعدة المنحدر بسرعة 4.5 m/s. إذا اعتبرنا اتجاه المنحدر إلى أعلى هو الاتجاه الموجب فما التسارع المتوسط للسيارة؟

$$a = 3 \text{ m/s}^2.$$

٩. تسير حافلة بسرعة 25 m/s، ضغط السائق على الفرامل فتوقفت بعد 3.0s.

(a) ما التسارع المتوسط للحافلة في أثناء الضغط على الفرامل؟

$$A = \frac{-25}{3} \text{ m/s}^2.$$

(b) كيف يتغير التسارع المتوسط للحافلة إذا استغرقت ضعف الفترة الزمنية السابقة للتوقف؟

يقل التسارع للنصف.

١٠. كان خالد يعدو بسرعة 3.5 m/s نحو موقف حافلة لمدة 2.0 min ، وفجأة نظر إلى ساعته فلاحظ أن لديه متسعاً من الوقت قبل وصول الحافلة، فأبطأ سرعة عدوه خلال الثواني العشر التالية إلى 0.75 m/s ، ما تسارعه المتوسط خلال هذه الثواني العشر؟

$$a = \frac{0.75 - 3.5}{10} = -0.275 \text{ m/s}^2.$$

١١. إذا تباطأ معدل الانجراف القاري على نحو مفاجئ من 1.0 cm/y إلى 0.5 cm/y خلال فترة زمنية مقدارها سنة، فكم سيكون التسارع المتوسط للانجراف القاري؟

$$A = \frac{0.5 - 1}{1} = -0.5 \text{ m/y}^2.$$

3-1 مراجعة

١٢. **منحنى (السرعة المتجهة- الزمن):** ما المعلومات التي يمكن استخلاصها من منحنى (السرعة المتجهة- الزمن)؟
مقدار السرعة المتجهة عند أي وقت والزمن الذي يكون للجسم عنده سرعة معينة وإشارة كل من السرعة المتجهة والإزاحة.

١٣. **منحنيات الموقع - الزمن والسرعة المتجهة- الزمن:** عداوان أحدهما على بعد 15 m إلى الشرق من نقطة الأصل، والآخر على بعد 15 m غربها، وذلك عند الزمن $t = 0$. إذا ركض هذان العداوان بسرعة منتظمة مقدارها 7.5 m/s في اتجاه الشرق فأجب عما يلي:

(a) ما الفرق بين الخططين البيانيين الممثلين لحركتي العدائين في منحنى (الموقع - الزمن)؟

سيكون لهما الميل نفسه ولكن موقعيهما بالنسبة إلي المحور الرأسي

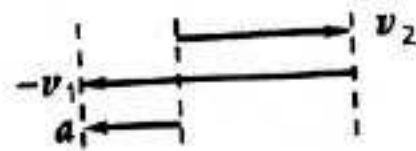
سيختلف حيث سيكون إحداهما عند $+15\text{ m}$ والآخر سيكون عند -15 m .

(b) ما الفرق بين الخطين البيانيين الممثلين لحركتي العدائين في منحنى (السرعة المتجهة – الزمن)؟

لا يوجد فرق بين الخطين البيانيين.

١٤. **السرعة المتجهة:** وضح كيف يمكنك استخدام منحنى (السرعة المتجهة – الزمن)، لتحديد الزمن الذي يتحرك عنده الجسم بسرعة معينة.
ارسم خطاً أفقياً عند السرعة المحددة وأوجد النقطة التي يتقاطع فيها المنحنى مع هذا الخط ثم اسقط خطاً عمودياً من نقطة التقاطع على محور الزمن ونحصل على الزمن المطلوب.

١٥. **منحنى (السرعة – الزمن):** مثل بيانياً منحنى (السرعة المتجهة – الزمن) لحركة سيارة تسير في اتجاه الشرق بسرعة 25 m/s مدة 100 s ، ثم في اتجاه الغرب بسرعة 25 m/s مدة 100 s أخرى.



١٦. **السرعة المتجهة المتوسطة والتسارع المتوسط:** يتحرك قارب بسرعة 2 m/s في عكس اتجاه جريان نهر، ثم يدور حول نفسه وينطلق في اتجاه جريان النهر بسرعة 4.0 m/s ، فإذا كان الزمن الذي استغرقه القارب في الدوران 8.0 s :

(a) فما السرعة المتجهة المتوسطة للقارب؟

$$\Delta \tilde{V} = 1\text{ m/s}.$$

(b) وما التسارع المتوسط للقارب؟

$$a = 0.8 \text{ m/s}^2.$$

١٧. **التفكير الناقد:** ضبط شرطي مرور سائقاً يسير بسرعة تزيد 32 km/h على حد السرعة المسموح به لحظة تجاوزه سيارة أخرى تنطلق بسرعة أقل. سجل رجل المرور على كلا السائقين إشعار مخالفة لتجاوز السرعة. وقد أصدر القاضي حكماً على كلا السائقين. وتم اتخاذ الحكم استناداً إلى فرضية تقول إن كلتا السيارتين كانتا تسيران بالسرعة نفسها؛ لأنه تم ملاحظتهما عندما كانت الأولى بجانب الثانية. هل كان كل من القاضي ورجل المرور على صواب؟ وضح ذلك باستخدام مخطط توضيحي للحركة، ورسم منحني (الموقع – الزمن). لا، كان لهما الموقع نفسه لا السرعة نفسها فحتى يكون لهما السرعة نفسها يجب أن يكون لهما الموقع النسبي نفسه طوال الفترة الزمنية.

2-3 الحركة بتسارع ثابت

مسائل تدريبية

١٨. تتدحرج كرة جولف إلى أعلى تل في اتجاه حفرة الجولف، افترض أن الاتجاه نحو الحفرة هو الاتجاه الموجب وأجب عما يلي:

(a) إذا انطلقت كرة الجولف بسرعة 2.0 m/s ، وتباطأت بمعدل ثابت

$$0.50 \text{ m/s}^2، فما سرعتها بعد مضي 2.0 s ؟$$

$$v_f = v_i + a \Delta t = 2 - 0.5 \times 2 = 1 \text{ m/s}.$$

(b) ما سرعة كرة الجولف إذا استمر التسارع الثابت مدة 6.0s؟

$$v_f = v_i + a \Delta t = 2 - 0.5 \times 6 = -1 \text{ m/s.}$$

(c) صف حركة كرة الجولف بالكلمات، ثم باستخدام المخطط التوضيحي للحركة.

تقل سرعة كرة الجولف بتسارع 0.5 m/s^2 لمدة 4s حتى تتوقف ثم تهبط الكرة بتسارع بنفس المقدار التي صعدت به.

١٩. تسير حافلة بسرعة 30.0 km/h ، فإذا زادت سرعتها بمعدل ثابت مقدار

3.5 m/s^2 ، فما السرعة التي تصل إليها الحافلة بعد 6.8s؟

$$v_f = v_i + a \Delta t = 30 + 3.5 \times 6.8 = 53.8 \text{ m/s.}$$

٢٠. إذا تسارعت سيارة من السكون بمقدار ثابت 5.5 m/s^2 ، فما الزمن اللازم

لتصل سرعتها إلى 28 m/s ؟

$$0 + 5.5 \times \Delta t = 28 \quad v_f = v_i + a \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{56}{11} = 5.1 \text{ s.}$$

٢١. تتباطأ سيارة سرعتها 22 m/s بمعدل ثابت مقداره 2.1 m/s^2 ، احسب الزمن

الذي تستغرقه السيارة لتصبح سرعتها 3.0 m/s ؟

$$22 - 2.1 \times \Delta t = 3 \quad v_f = v_i + a \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{3-22}{-2.1} = \frac{190}{21} = 9 \text{ s.}$$

٢٢. استخدام الشكل 11-3 لتعيين سرعة المتجهة لطائرة تتزايد سرعتها عند

كل من الأزمنة التالية:

1.0 s (a)

2.0 s (b)

2.5 s (c)

٢٣. تسير سيارة بسرعة منتظمة مقدارها 25 m/s لمدة 10.0 min، ثم ينفذ منها الوقود فيسير السائق على قدميه في الاتجاه نفسه بسرعة 1.5 m/s مدة 20.0 min ليصل إلى أقرب محطة وقود. فإذا استغرق السائق 2.0 min لملء جالون من البنزين، ثم سار عائداً إلى السيارة بسرعة 1.2 m/s، وأخيراً تحرك بالسيارة إلى البيت بسرعة 25 m/s في اتجاه معاكس لاتجاه رحلته الأصلية.

(a) ارسم منحنى (السرعة المتجهة – الزمن) معتمداً الثانية s وحدة للزمن.

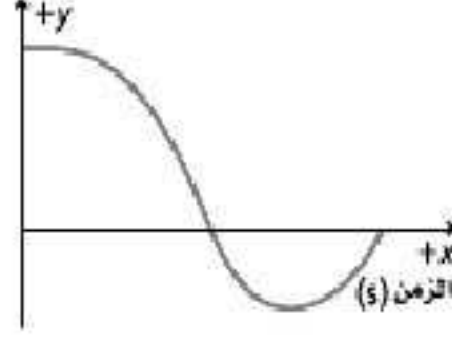
إرشاد: احسب المسافة التي قطعها السائق إلى محطة الوقود، لإيجاد الزمن الذي استغرقه حتى يعود إلى السيارة.

$$t = \frac{d}{v} = \frac{1800}{1.2} = 1500 \text{ s}, d = Vt = 1800\text{m} = 1.8 \text{ km}.$$

(b) ارسم منحنى (الموقع – الزمن) باستخدام المساحات تحت منحنى (السرعة المتجهة – الزمن).

متروك للطلاب.

٢٤. يوضح الشكل 12-3 منحنى (الموقع – الزمن) لحركة حصان في حقل.
ارسم منحنى (السرعة المتجهة – الزمن) المتوافق معه، باستخدام مقياس الزمن نفسه.



٢٥. يتحرك متزلج بسرعة منتظمة 1.75 m/s ، وعندما بدأ يصعد مستوى مائلاً
تباطأت سرته وفق تسارع ثابت (-0.20 m/s^2) ما الزمن الذي استغرقه
حتى توقف عند نهاية المستوى المائل؟

$$T_f = \frac{V_f - V_i}{a} = \frac{0 - 1.75}{0.2} = 8.75t$$

٢٦. تسير سيارة سباق في حلبة بسرعة 44 m/s ، وتتباطأ بمعدل ثابت، بحيث
تصل سرعتها إلى 22 m/s خلال 11 s . ما المسافة التي قطعتها السيارة
خلال هذا الزمن؟

$$A = \frac{V_f - V_i}{\Delta t} = \frac{22 - 44}{11} = -2 \text{ m/s}^2.$$

$$d = \frac{V_f^2 - V_i^2}{2a} = 363 \text{ m}.$$

٢٧. تتسارع سيارة بمعدل ثابت من 15 m/s إلى 25 m/s لتقطع مسافة 125 m .
ما الزمن الذي استغرقته السيارة لتصل إلى هذه السرعة؟

$$a = \frac{V_f^2 - V_i^2}{2d} = 1.6 \text{ m/s}^2.$$

$$t_f = \frac{V_f - V_i}{a} = \frac{25 - 15}{1.6} = 6.25 \text{ s}.$$

٢٨. يتحرك راكب دراجة هوائية وفق تسارع ثابت ليصل إلى سرعة مقدارها 7.5 m/s خلال 4.5s. فإذا كانت إزاحة الدراجة خلال فترة التسارع تساوي 19 m، أوجد السرعة الابتدائية.

$$a = \frac{v}{t} = \frac{7.5}{4.5} = 1.667 \text{ m/s}^2.$$

$$V_i^2 = V_f^2 - 2a \Delta d = (7.5)^2 - 2 \times 1.6 \times 19 = \frac{-85}{12} \text{ m/s}, V_i =$$

$$0.94 \text{ m/s}.$$

٢٩. يركض رجل بسرعة 4.5 m/s لمدة 15.0 min، ثم يصعد تلاً يتزايد ارتفاعه تدريجياً، حيث تتباطأ سرعته بمقدار ثابت 0.05 m/s^2 مدة 90.0s حتى يتوقف. أوجد المسافة التي ركضها.

$$a = \frac{4.5}{15 \times 60} = 5 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2.$$

$$D = d_{f1} + d_{f2} = 4300 \text{ m}.$$

٣٠. يتدرب خالد على ركوب الدراجة الهوائية، حيث يدفعه والده فيكتسب تسارعاً ثابتاً مقداره 0.50 m/s^2 لمدة 6.0 s، ثم يقود ذلك خالد الدراجة بمفرده بسرعة 3.0 m/s مدة 6.0 قبل أن يسقط أرضاً. ما مقدار إزاحة خالد؟

إرشاد: لحل هذه المسألة ارسم منحى (السرعة المتجهة – الزمن)، ثم احسب المساحة المحصورة تحته.

$$V_i = \frac{a}{t} = \frac{0.5}{6} = \frac{1}{12} \text{ m/s}.$$

$$A = \frac{V_f - V_i}{t} = \frac{3 - 0.083}{6} = 0.486 \text{ m/s}^2.$$

$$d_f = V_i t_f + \frac{1}{2} a t_f^2 = 27 \text{ m.}$$

٣١. بدأت ركوب دراجتك الهوائية من قمة تل، ثم هبطت في اتجاه أسفل التل بتسارع ثابت 2.00 m/s^2 ، وعندما وصلت إلى أسفل التل كانت سرعتك قد بلغت 18.0 m/s ، وواصلت استخدام دواسات الدراجة لتحافظ على هذه السرعة لمدة 1.00 min . ما بُعدك عن قمة التل؟

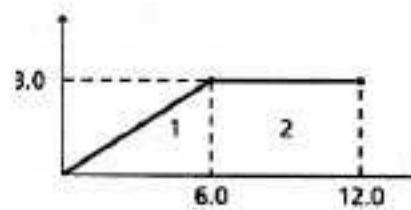
$$T_1 = \frac{v}{a} = \frac{18}{2} = 9 \text{ s}$$

$$T_f = t_1 + t_2 = 9 + 1 = 10 \text{ s.}$$

$$D_f = V_i t_f + \frac{1}{2} a t_f^2 = 1160 \text{ m.}$$

٣٢. يتدرب حسن استعداداً للمشاركة في سباق الـ 5.0 ، فبدأ تدريباته بالركض بسرعة منتظمة مقدارها 4.3 m/s مدة 19 min ، ثم تسارع بمعدل ثابت حتى اجتاز خط النهاية بعد مضي 19.4 s . ما مقدار تسارعه خلال الجزء الأخير من التدريب؟

$$a = \frac{2(5 \times 1000 - 40902 - 4.3 \times 19.4)}{19.4 \times 19.4} = 0.077 \text{ m/s}^2.$$



3-2 مراجعة

٣٣. **التسارع:** أثناء قيادة رجل سيارته بسرعة 23 m/s شاهد غزالاً يقف وسط الطريق، فاستخدم الفرامل عندما كان على بعد 210 m من الغزال. فإذا لم يتحرك الغزال، وتوقفت السيارة تمامًا قبل أن تماس جسمه، فما مقدار التسارع الذي أحدثته فرامل السيارة؟

$$A = \frac{V_f^2 - V_i^2}{2d} = \frac{0 - 23 \times 23}{2 \times 210} = -1.3 \text{ m/s}^2.$$

٣٤. **الإزاحة:** إذا أُعطيت سرعتين المتجهتين الابتدائية والنهائية، والتسارع الثابت لجسم، وطلب إليك إيجاد الإزاحة، فما المعادلة التي ستستخدمها؟

$$D_f = \frac{V_f^2 - V_i^2}{2a}$$

٣٥. **المسافة:** بدأ متزلج حركته من السكون في خط مستقيم، وزادت سرعته إلى 5.0 m/s خلال 4.5s ثم استمر بالتزلج بهذه السرعة المنتظمة لمدة 4.5s أخرى. ما المسافة الكلية التي تحركها المتزلج على مسار التزلج؟

$$a = \frac{V_f - V_i}{t} = \frac{5 - 0}{4.5} = 1.111 \text{ m/s}^2.$$

$$d_{f1} = V_i t_f + \frac{1}{2} a t_f^2 = 0.5 \times 1.11 \times 4.5^2 = 11.24 \text{ m}.$$

$$d_{f2} = V_i t_f + \frac{1}{2} a t_f^2 = 5 \times 4.5 + 0.5 \times 1.11 \times 4.5^2 = 33.74 \text{ m}.$$

$$d_f = d_{f1} + d_{f2} = 45 \text{ m}.$$

٣٦. **السرعة النهائية:** تتسارع طائرة بانتظام من السكون بمقدار 5.0 m/s^2 ما

سرعة الطائرة بعد قطعها مسافة $5.0 \times 10^2 \text{ m}$ ؟

$$V_f^2 = V_i^2 + 2a d = 0 + 2 \times 5 \times 5 \times 10^2 = 5000.$$

$$V_f = 70.7 \text{ m/s}.$$

٣٧. **السرعة النهائية:** تسارعت طائرة بانتظام من السكون بمقدار 5.0 m/s^2

لمدة 14 s ، ما السرعة النهائية التي تكتسبها الطائرة؟

$$V_f = A\Delta t + V_i = 5 \times 14 = 70 \text{ m/s}.$$

٣٨. **المسافة:** بدأت طائرة حركتها من السكون، وتسارعت بمقدار منتظم 3.00 m/s^2

لمدة 30.0 s قبل أن ترتفع عن سطح الأرض.

(a) ما المسافة التي قطعتها الطائرة؟

$$d_f = 0.5 \times 3 \times 30^2 = 1350 \text{ m}.$$

(b) ما سرعة الطائرة لحظة إقلاعها؟

$$V = 3 \times 30 = 90 \text{ m/s}.$$

٣٩. **الرسوم البيانية:** يسير عداء نحو خط البداية بسرعة منتظمة، ويأخذ موقعه

قبل بدء السباق، وينتظر حتى يسمع صوت طلقة البداية، ثم ينطلق

فيتسارع حتى يصل إلى سرعة منتظمة. ثم يحافظ على هذه السرعة حتى

يجتاز خط النهاية. ثم يتباطأ إلى أن يمشي، فيستغرق في ذلك وقتاً أطول مما

استغرقه لزيادة سرعته في بداية السباق. مثل حركة العداء باستخدام الرسم

البياني لكل من منحني (السرعة المتجهة – الزمن)، ومنحني (الموقع –

الزمن). ارسم الرسمين أحدهما فوق الآخر باستخدام مقياس الزمن نفسه،

وبين على منحنى (الموقع – الزمن) مكان كل من نقطة البداية وخط النهاية.

٤٠. التفكير الناقد: صف كيف يمكنك أن تحسب تسارع سيارة؟ مبيناً أدوات القياس التي ستستخدمها.

نحتاج لساعة إيقاف وأداة لقياس الأطوال نبدأ بحساب سرعة السيارة من نقطة البداية حيث تبدأ حركتها من السكون حتى وبعد زمن محدد نقيس المسافة التي قطعها ومن هذه المعطيات نحسب التسارع.

3 – 3 السقوط الحر

٤١. أسقط عامل بناء عَرَضاً قطعة قرميد من سطح بناية.

(a) ما سرعة قطعة القرميد بعد 4.0 s؟

$$V = 9.8 \times 4 = 39.2 \text{ m/s.}$$

(b) ما المسافة التي تقطعها قطعة القرميد خلال هذا الزمن؟

$$D = V_i t_f + \frac{1}{2}at_f^2 = 235.2 \text{ m.}$$

(c) كيف تختلف إجابتك عن المسألة السابقة إذا قمت باختيار النظام الإحداثي بحيث يكون الاتجاه المعاكس هو الاتجاه الموجب.

ستختلف إشارة المسافة والسرعة لأن اتجاه الحركة سيكون عكس الاتجاه الموجب.

٤ ٢ . أسقط طالب كرة من نافذة ترتفع 3.5 m عن الرصيف. ما سرعتها لحظة ملامستها أرضية الرصيف؟

$$V = 2ad = 2 \times 9.8 \times 3.5 = 68.6 \text{ m/s.}$$

٤ ٣ . قذفت كرة تنس رأسياً إلى أعلى بسرعة ابتدائية 22.5 m/s، وتم الإمساك بها عند عودتها إلى الارتفاع نفسه الذي قذفت منه.

(a) احسب الارتفاع الذي وصلت إليه الكرة.

$$D = \frac{V_f^2 - V_i^2}{2a} = \frac{0 - 506.25}{2 \times -9.8} = 25.829 \text{ m.}$$

(b) ما الزمن الذي استغرقته الكرة في الهواء.

$$D = V_i t_f + \frac{1}{2} a t_f^2.$$

$$t = 4.59 \text{ s.}$$

إرشاد: الزمن الذي تستغرقه الكرة في الصعود يساوي الزمن الذي تستغرقه في الهبوط.

٤ ٤ . رميت كرة بشكل رأسي إلى أعلى. فإذا كان أقصى ارتفاع وصلت إليه 0.25 m

(a) ما السرعة الابتدائية للكرة؟

$$V_i^2 = -2ad = -2 \times -9.8 \times 0.25 = 4.9 \text{ m/s, } V_i = 2.2 \text{ m/s.}$$

(b) إذا أمسكت الكرة عند عودتها إلى الارتفاع نفسه الذي أطلقتها منه. فما الزمن الذي استغرقته في الهواء؟

$$T = 0.255 \text{ s.}$$

3-3 مراجعة

٤٥. **أقصى ارتفاع، وزمن التحليق:** إذا كان تسارع الجاذبية على سطح المريخ يساوي $(\frac{1}{3})$ تسارع الجاذبية على سطح الأرض؛ فإذا قذفت كرة إلى أعلى من فوق سطح كل من المريخ والأرض بالسرعة نفسها:

(a) قارن بين أقصى ارتفاع تصله الكرة على سطح المريخ و سطح الأرض.

أقصى ارتفاع لها على سطح المريخ يساوي $\frac{1}{3}$ أقصى ارتفاع لها على سطح الأرض.

(b) قارن بين زمني التحليق؟

زمن التحليق على سطح الأرض يساوي $\frac{1}{3}$ زمن التحليق على سطح المريخ.

٤٦. **السرعة والتسارع:** افرض انك قذفت كرة إلى أعلى. صف التغيرات في كل من سرعة الكرة المتجهة وتسارعها.

تقل سرعة وتسارعها الكرة كلما ارتفعت لأعلى حتى تتوقف ثم تهبط ثانية وتتزايد سرعتها وتسارعها حتى تصل إلى الأرض.

٤٧. **السرعة النهائية:** أسقط أخوك جناء على طلبك- مفاتيح المنزل من نافذة الطابق الثاني. فإذا التقطتها على بعد 4.3 m من نقطة السقوط، فاحسب

سرعة المفاتيح عند التقاطك لها؟

$$V_f^2 = 2ad = 2 \times 9.8 \times 4.3 = 84.28, V_f = 9.18 \text{ m/s.}$$

٤٨. **السرعة المتجهة الابتدائية وأقصى ارتفاع:** يتدرب طالب على ركل كرة

القدم رأسياً إلى أعلى، وتعود الكرة إثر كل ركلة لتصطدم بقدمه. إذا

استغرقت الكرة من لحظة ركلها حتى اصطدامها بقدمه 3.0s:

(a) فما السرعة المتجهة الابتدائية للكرة؟

$$V_i = V_f - a\Delta t = -9.8 \times 0.5 = -14.7 \text{ m/s.}$$

(b) ما الارتفاع الذي وصلت إليه الكرة بعد أن ركلها الطالب؟

$$D = \frac{V_f^2 - V_i^2}{2a} = 11.025 \text{ m.}$$

٤٩. **التفكير الناقد:** عند قذف كرة رأسياً إلى أعلى، تستمر في الارتفاع حتى

تصل إلى موقع معين، ثم تسقط إلى أسفل، وتكون سرعتها المتجهة

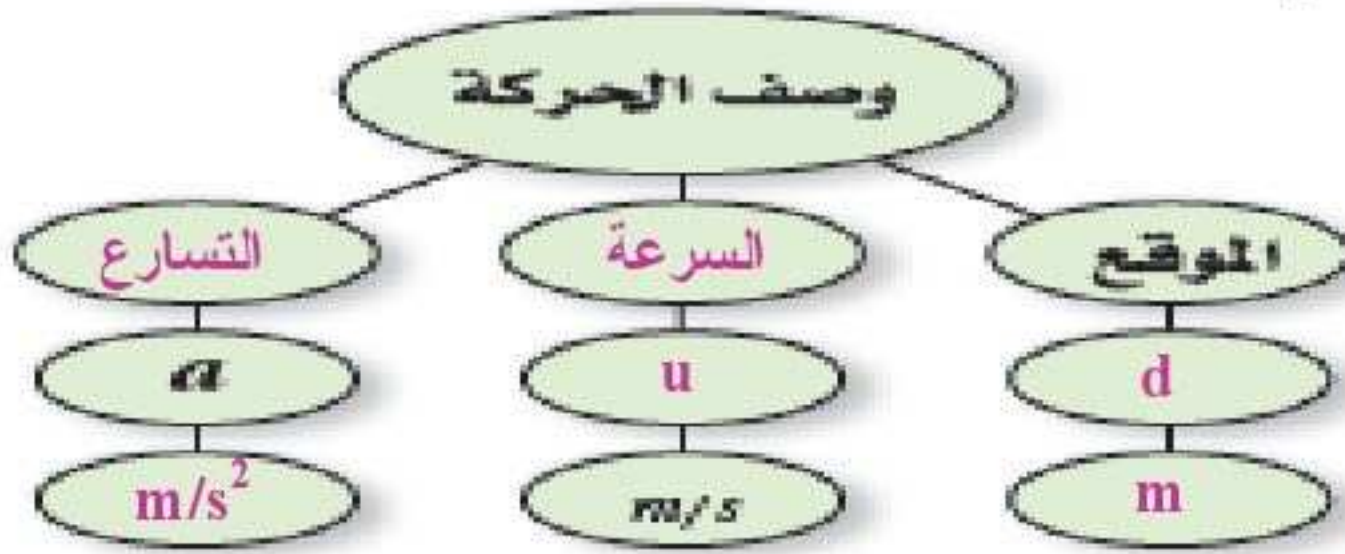
اللحظية عند أقصى ارتفاع صفراً. هل تتسارع الكرة عند أقصى ارتفاع؟

صمم تجربة لإثبات صحة أو خطأ إجابتك.

نعم، تتسارع.

التقويم

٥٠. أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستعمال الرموز والمصطلحات التالية: v ، m ، d ، m/s^2 ، التسارع، السرعة المتجهة.



إتقان المفاهيم

٥١. ما العلاقة بين السرعة المتجهة والتسارع؟ (1-3)

التسارع هو التغير في السرعة مقسوماً على الفترة الزمنية الذي حدث فيها التغير أنه معدل التغير في السرعة.

٥٢. أعط مثلاً على كل مما يلي: (1-3)

(a) جسم تتناقص سرعته وله تسارع موجب.

إذا كان الاتجاه نحو الأمام موجباً فإن السيارة تتحرك إلى الخلف بسرعة متناقضة.

(b) جسم تتزايد سرعته، وله تسارع سالب.

في النظام الإحداثي نفسه تتحرك السيارة للخلف بسرعة متزايدة.

٥٣. يبين الشكل 3-16 منحنى (السرعة المتجهة – الزمن) لسيارة تتحرك على

طريق. صف كيف تتغير السرعة المتجهة مع الزمن. (3-1)

تبدأ السيارة من السكون وتزيد سرعتها ومع ازدياد سرعة السيارة يغير السائق ناقل الحركة.

٥٤. ماذا يمثل ميل المماس لمنحنى (السرعة المتجهة – الزمن)؟ (3-1)

التسارع اللحظي.

٥٥. هل يمكن أن يكون لسيارة تتحرك على طريق عام، سرعة متجهة سالبة،

وتسارع موجب في الوقت نفسه؟ وضح ذلك. وهل يمكن أن تتغير إشارة

السرعة المتجهة لسيارة أثناء حركتها بتسارع ثابت؟ وضح ذلك. (3-1)

نعم، تكون سرعة السيارة موجبة أو سالبة حسب اتجاه حركتها من نقطة

مرجعية ما ويكون الجسم خاضعاً لتسارع موجب عندما تزداد سرعته في

الاتجاه الموجب أو عندما تنقص سرعته في الاتجاه السالب ويمكن أن تتغير

إشارة سرعة السيارة في أثناء حركتها بتسارع ثابت فمثلاً ربما تكون سائر

نحو اليمين بينما التسارع نحو اليسار وتخفض السيارة من سرعتها ثم

تتوقف ثم تأخذ في اتجاه السيارة.

٥٦. هل يمكن أن تتغير السرعة المتجهة لجسم عندما يكون تسارعه ثابتاً؟ إذا

أمكن ذلك فلنحط مثلاً، وإذا لم يكن فوضح ذلك. (3-1)

نعم، يمكن أن تتغير سرعة جسم عندما يكون تسارعه منتظماً مثل إسقاط

كتاب لان التسارع يظل ثابتاً يساوي g .

٥٧. إذا كان منحنى (السرعة المتجهة – الزمن) لجسم ما خطاً مستقيماً يوازي

محور الزمن t ، فماذا يمكنك أن تستنتج عن تسارع الجسم؟ (1-3)

عندما يكون المنحني البياني خطاً مستقيماً موازياً لمحور الزمن t فإن التسارع يكون صفراً.

٥٨. ماذا تمثل المساحة تحت منحنى (السرعة المتجهة – الزمن)؟ (2-3)

التغير في الإزاحة.

٥٩. اكتب معادلات كل من الموقع والسرعة المتجهة والزمن لجسم يتحرك وفق

تسارع ثابت. (2-3)

$$t = \frac{v_f - v_i}{a}, V = a \Delta t, D = v_i t_f + \frac{1}{2} a t_f^2.$$

٦٠. عند إسقاط كرتين متماثلتين في الحجم إحداهما من الألومنيوم والأخرى من

الفولاذ، من الارتفاع نفسه، فإنهما تصلان سطح الأرض عند اللحظة

نفسها. لماذا؟ (3-3)

لأنهما يسقطان بنفس التسارع ويساوي g وب نفس السرعة الابتدائية ونفس الارتفاع.

٦١. اذكر بعض الأمثلة على أجسام تسقط سقوطاً حراً، ولا يمكن إهمال تأثير

مقاومة الهواء فيها. (3-3)

ورقة الشجر، قطرات المطر، مظلة.

٦٢. اذكر بعض الأمثلة لأجسام تسقط سقوطاً حراً ويمكن إهمال تأثير مقاومة

الهواء عليها. (3-3)

سقوط كتاب، سقوط سباح في بركة السباحة، صخرة.

تطبيق المفاهيم

٦٣. هل للسيارة التي تتباطأ تسارع سالب دائماً؟ فسر إجابتك.
- لا، إذا كان المحور الموجب يشير في اتجاه يعاكس السرعة المتجهة فإن التسارع سيكون موجباً.
٦٤. تتدحرج كرة كريكت بعد ضربها بالمضرب، ثم تتباطأ وتتوقف. هل لسرعة الكرة المتجهة وتسارعها الإشارة نفسها؟
- لا، لهما إشارتان مختلفتان.
٦٥. إذا كان تسارع جسم يساوي صفراً، فهل هذا يعني أن سرعته تساوي صفراً؟ أعط مثالاً.
- لا، عندما تكون السرعة منتظمة فإن التسارع يساوي صفراً.
٦٦. إذا كانت السرعة المتجهة لجسم عند لحظة ما تساوي صفراً فهل من الضروري أن يكون يساري تسارعه صفراً؟ أعط مثالاً.
- لا، عندما تتدحرج الكرة صاعده تلة، تكون سرعتها المتجهة لحظة تغير اتجاه تدحرجها صفراً ولكن تسارعها لا يساوي صفراً.
٦٧. إذا أعطيت جدولاً يبين السرعة المتجهة لجسم عند أزمنة مختلفة فكيف يمكنك أن تكتشف ما إذا كان التسارع ثابتاً، أم غير ثابت؟
- بحساب التسارع عن أكثر من فترة ومقارنة النتائج.
٦٨. تظهر في منحنى (السرعة المتجهة – الزمن) في الشكل 16-3 ثلاثة مقاطع نتجت عندما غير السائق ناقل الحركة. صف التغيرات في السرعة المتجهة للسيارة وتسارعها أثناء المقطع الأول. هل التسارع قبل لحظة تغير الناقل أكبر أم أصغر من التسارع في اللحظة التي تلي التغير؟ وضح إجابتك.
- تبدأ السيارة من السكون وتزيد سرعتها ومع ازدياد سرعة السيارة يغير

السائق ناقل الحركة، التسارع قبل لحظة تغيير الناقل أكبر من التسارع في اللحظة التي تلي التغيير.

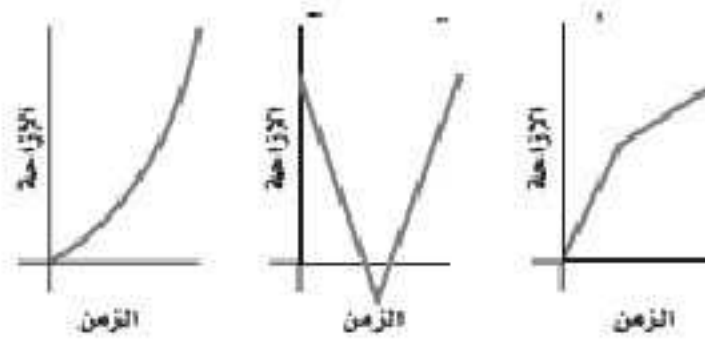
٦٩. استخدم الرسم البياني في الشكل 3-16 لتعيين الفترة الزمنية التي يكون التسارع خلالها أكبر ما يمكن، والفترة الزمنية التي يكون التسارع خلالها أصغر ما يمكن.

الفترة الأولى فيها التسارع أكبر ما يمكن والفترة الأخيرة فيها التسارع أقل ما يمكن.

٧٠. وضح كيف تسير بحيث تمثل حركتك كل من منحنىي (الموقع – الزمن) الموضحين في الشكل 3-17.

تحرك في الاتجاه الموجب بسرعة ثابتة ثم تحرك في الاتجاه الموجب بسرعة متزايدة لزمان قصير استمر السير بسرعة متوسطة لفترة زمنية تساوي ضعف الفترة السابقة وخفض سرعتك لفترة زمنية قصيرة ثم توقف واستمر في التوقف ثم در إلى الخلف وكرر الخطوات حتى تصل إلى الموقع الأصلي.

٧١. ارسم منحنى (السرعة المتجهة – الزمن) لكل من الرسوم البيانية في الشكل 3-18.



٧٢. قذف جسم رأسياً إلى أعلى فوصل أقصى ارتفاع له بعد مضي 7.0s، وسقط جسم آخر من السكون فاستغرق 7.0s للوصول إلى سطح الأرض. قارن بين إزاحتي الجسمين خلال هذه الفترة الزمنية.

تحرك كلا الجسمين المسافة نفسها يرتفع الجسم الذي قذف رأسياً إلى أعلى إلى الارتفاع نفسه الذي سقط منه الجسم الآخر.

٧٣. التسارع الناتج عن جاذبية القمر (g_m) يساوي $\frac{1}{6}$ التسارع الناتج عن

الجاذبية الأرضية (g).

(a) إذا أسقطت كرة من ارتفاع ما على سطح القمر، فهل تصطدم بسطح القمر بسرعة أكبر أم مساوية أم أقل من سرعة الكرة نفسها إذا أسقطت من الارتفاع نفسه على سطح الأرض؟
ستتصادم بسطح القمر بسرعة أقل من اصطدامها بسطح الأرض.

(b) هل الزمن الذي تستغرقه الكرة لتصل إلى سطح القمر سيكون أكبر، أو أقل، أو مساوياً للزمن الذي تستغرقه للوصول إلى سطح الأرض؟
الزمن على سطح القمر سيكون أكبر من الزمن على سطح الأرض.

٧٤. لكوكب المشتري ثلاثة أمثال التسارع الناتج عن الجاذبية الأرضية تقريباً. افترض أن كرة قذفت رأسياً بالسرعة المتجهة الابتدائية نفسها على كل من الأرض والمشتري؛ مع إهمال تأثير مقاومة الغلاف الجوي للأرض وللمشتري، وبافتراض أن قوة الجاذبية هي القوة الوحيدة المؤثرة في الكرة:

- (a) قارن بين أقصى ارتفاع تصله الكرة على كل من المشتري والأرض.
أقصى ارتفاع تصله الكرة على سطح الأرض يساوي ثلاث أضعاف
أقصى ارتفاع على سطح كوكب المشتري.
- (b) إذا قذفت الكرة على المشتري بسرعة متجهة ابتدائية تساوي ثلاثة
أمثال السرعة المتجهة في الفقرة a، فكيف سيؤثر ذلك في إجابتك؟
سيكون أقصى ارتفاع تصل إليه الكرة على سطح الأرض وأقصى ارتفاع
على كوكب المشتري متساو ويكون لها نفس زمن السقوط.

٧٥. أسقطت الصخرة A من تل، وفي اللحظة نفسها قذفت الصخرة B للأعلى من
الموقع نفسه:

- (a) أي الصخرتين ستكون سرعتها المتجهة أكبر لحظة الوصول إلى أسفل
التل؟

ستصطدم الصخرة B بالأرض بسرعة أكبر.

- (b) أي من الصخرتين لها تسارع أكبر؟

لهما نفس التسارع.

- (c) أيهما تصل أولاً؟

الصخرة A.

إتقان حل المسائل:

1-3 التسارع:

٧٦. تحركت سيارة مدة 2.0h بسرعة 40.0 km/h، ثم تحركت مدة 2.0h
أخرى بسرعة 60.0 km/h وفي الاتجاه نفسه.

(a) ما السرعة المتوسطة للسيارة؟

$$50 \text{ km/h.}$$

(b) ما السرعة المتوسطة للسيارة إذا قطعت مسافة $1.0 \times 10^2 \text{ km}$ بسرعة 40.0 km/h ومسافة $1.0 \times 10^2 \text{ km}$ أخرى بسرعة 60.0 km/h .

$$50 \text{ km/h.}$$

٧٧. أوجد التسارع المنتظم الذي يسبب تغيراً في سرعة سيارة من 32 m/s إلى 96 m/s خلال فترة زمنية مقدارها 8.0 s .

$$a = 8 \text{ m/s}^2.$$

٧٨. سيارة سرعتها المتجهة 22 m/s تسارعت بانتظام بمقدار 1.6 m/s^2 مدة 6.8 s ، ما سرعتها المتجهة النهائية؟

$$V_f = axt + V_i = 32.88 \text{ m/s.}$$

٧٩. بالاستعانة بالشكل 3-19 أوجد تسارع الجسم المتحرك في الأزمنة التالية:
(a) خلال الثواني الخمس الأولى من الرحلة (5.0 s).

$$A = 6 \text{ m/s}^2.$$

(b) بين 5.0 s و 10.0 s .

$$A = 0 \text{ m/s}^2.$$

(c) بين 10.0 s و 15.0 s .

$$a = -2 \text{ m/s}^2.$$

(d) بين 20.0 s و 25.0 s .

$$A = -4 \text{ m/s}^2.$$

٨٠. احسب السرعة المتجهة النهائية لبروتون سرعته المتجهة الابتدائية 2.35 $\times 10^5$ m/s، تم التأثير عليه بمجال كهربائي، بحيث يتسارع بانتظام بمقدار $(-1.10 \times 10^{12} \text{ m/s}^2)$ مدة 1.50×10^{-7} s.

$$V_f = axt + V_i = 70000 \text{ m/s.}$$

٨١. ارسم منحنى (السرعة المتجهة – الزمن) باستخدام البيانات في الجدول 4-3، وأجب عن الأسئلة التالية:

(a) **خلال أي الفترات الزمنية:** تزداد سرعة الجسم – تقل سرعة الجسم؟

تزداد في الست ثوان الأولى ثم تقل بعد ذلك.

(b) متى يعكس الجسم اتجاه حركته؟

بعد الثانية العاشرة.

(c) كيف يختلف التسارع المتوسط للجسم في الفترة الزمنية بين 0.0s و

2.0s عن التسارع المتوسط في الفترة الزمنية بين 7.0s و 12.0s؟

في الفترة الزمنية بين 0.0s و 2.0s يكون التسارع بإشارة موجبة أي

يزداد ويساوي 4.

أما في الفترة الزمنية بين 7.0s و 12.0s يكون التسارع بإشارة سالبة

ولا يكون قيمة ثابتة.

٨٢. يمكن زيادة سرعة السيارة A من 0 m/s إلى 17.9 m/s خلال 4.0s،

والسيارة B من 0 m/s إلى 22.4 m/s خلال 6.0s والسيارة C من 0 m/s

إلى 26.8 m/s خلال 6.0s. رتب السيارات الثلاث من الأكبر إلى الأقل

تسارعاً، مع الإشارة إلى العلاقة التي قد تربط بين تسارع كل منها.

B الأكثر تسارعاً، A متوسطة التسارع، C أقلهم تسارعاً

وباستخدام الأرقام المعنوية، السيارة A، والسيارة C ترتبطان بتسارع 4.0

m/s^2

٨٣. تطير طائرة نفاثة بسرعة 145 m/s وفق تسارع ثابت مقداره 23.1 m/s^2 لمدة 20.0.

(a) ما سرعتها النهائية؟

$$V_f = axt + V_i = 607 \text{ m/s.}$$

(b) إذا كانت سرعة الصوت في الهواء 331 m/s فما سرعة الطائرة بدلالة سرعة الصوت؟

سرعتها تساوي 1.83 سرعة الصوت تقريباً.

2 - 3 الحركة بتسارع ثابت:

٨٤. استعن بالشكل 19-3 لإيجاد الإزاحة المقطوعة خلال الفترات الزمنية الآتية:

(a) $t = 0.0\text{s}$ إلى $t = 5.0\text{s}$

$$D = 75 \text{ m.}$$

(b) $t = 5.0\text{s}$ إلى $t = 10.0\text{s}$

$$D = 150 \text{ m.}$$

(c) $t = 10.0\text{s}$ إلى $t = 15.0\text{s}$

$$D = 125 \text{ m.}$$

(d) $t = 0.0\text{s}$ إلى $t = 25.0\text{s}$

$$D = 600 \text{ m.}$$

٨٥. بدأ متزلج حركته من السكون بتسارع مقداره 49 m/s^2 ، ما سرعته عندما يقطع مسافة 325 m ؟

$$V_f = 849.4 \text{ m/s.}$$

٨٦. تتحرك سيارة بسرعة متجهة 12 m/s صاعدة تلا بتسارع ثابت -1.6 m/s^2 ما إزاحتها بعد 6 s و 9 s ؟

$$\text{بعد } 6 \text{ s سيكون } d = 43.2 \text{ m، بعد } 9 \text{ s سيكون } d = 43.2 \text{ m.}$$

٨٧. تتباطأ سيارة سريلق بمقدار ثابت (-11 m/s^2) ، أجب عما يأتي:

(a) إذا كانت السيارة منطلقة بسرعة 55 m/s ، فما المسافة التي تقطعها بالأمطار قبل أن تقف؟

$$d = 137.5 \text{ m.}$$

(b) ما المسافة التي تقطعها السيارة قبل أن تقف إذا كانت سرعتها مثلي السرعة السابقة؟

$$d = 550 \text{ m.}$$

٨٨. ما المسافة التي تطيرها طائرة خلال 15 s ، بينما تتغير سرعتها المتجهة بمعدل منتظم من 145 m/s إلى 75 m/s ؟

$$d = 1650 \text{ m.}$$

٨٩. تتحرك سيارة شرطة من السكون وبتسارع ثابت مقداره 7.0 m/s^2 لتلحق بسيارة تتجاوز حد السرعة المسموح به وتسير بسرعة منتظمة مقدارها 30.0 m/s ، كم تكون سرعة سيارة الشرطة عندما تلحق بالسيارة المخالفة؟

٩٠. شاهد سائق سيارة تسير بسرعة 90.0 km/h فجأة أضواء حاجز على بعد 40.0 أمامه، فإذا استغرق السائق 0.75 s حتى يضغط على الفرامل، وكان التسارع المتوسط للسيارة في أثناء ضغطه على الفرامل (-10.0 m/s^2) .

(a) فحدد ما إذا كانت السيارة ستصطدم بالحاجز أم لا؟
نعم، سيصطدم بالحاجز.

(b) ما أقصى سرعة يمكن أن تسير بها السيارة دون أن تصطدم بالحاجز؟
(بافتراض أن التسارع لم يتغير).

(بفرض أن التسارع لم يتغير). $V = 57 \text{ m/s}$

3 – 3 السقوط الحر:

٩١. أسقط رائد فضاء ريشة من نقطة على ارتفاع 1.2 m فوق سطح القمر. فإذا كان تسارع الجاذبية على سطح القمر 1.62 m/s^2 ، فما الزمن الذي تستغرقه الريشة حتى تصطدم بسطح القمر؟
 $t = 1.22 \text{ s}.$

٩٢. يسقط حيز سقوطاً حراً، ما سرعته بعد 8.0 s ، وما إزاحته؟
 $V = 78.4 \text{ m/s}, d = 313.6 \text{ m}.$

٩٣. قذفت كرة بسرعة 2.0 m/s رأسياً إلى أسفل من نافذة منزل. ما سرعتها حين تصل إلى رصيف المشاة الذي يبعد 2.5 m عن نقطة القذف؟
 $V_f = 7.28 \text{ m/s}.$

٩٤. في السؤال السابق، إذا قذفت الكرة رأسياً إلى أعلى بدلاً من الأسفل فما السرعة التي تصل بها الكرة إلى الرصيف؟

$$V_f = 7.28 \text{ m/s.}$$

٩٥. إذا قذفت كرة مضرب في الهواء والتقطتها بعد 2.2s، فلجّب عما يأتي:

(a) ما الارتفاع الذي وصلت إليه الكرة؟

$$D = 5.929 \text{ m.}$$

(b) ما السرعة المتجهة الابتدائية للكرة؟

$$V = 10.78 \text{ m/s.}$$

مراجعہ عامہ

٩٦. سفينة فضائية تتحرك بتسارع ثابت وتتغير سرعتها من 65.0 m/s إلى

162.0 خلال 10.0s. ما المسافة التي ستقطعها؟

$$D = 1135 \text{ m.}$$

٩٧. يبين الشكل 20-3 صورة ستروبية لكرة تتحرك أفقيًا. ما المعلومات التي

تحتاج إليها حول الصورة؟ وما القياسات التي ستجريها حتى تقدر التسارع؟

المسافة بين كل نقطتين وسرعة الكرة والزمن التي تستغرقه لقطع هذه

المسافة.

٩٨. يطير بللون أرصاد جوية يطير على ارتفاع ثابت فوق سطح الأرض، سقطت

منه بعض الأدوات واصطدمت بالأرض (-73.5 m/s). ما الارتفاع الذي

سقطت منه هذه الأدوات؟

$$d = 275.625 \text{ m.}$$

٩٩. يبين الجدول 3-5 المسافة الكلية التي تتدحرجها كرة إلى أسفل مستوى

مائل في أزمنة مختلفة.