

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

هيكـل الصف التاسع المتقدم فيزياء الإلكتروني

Mr.Mohamed Shawky

+971504104328
0201069989662

بسم الله والصلاه والسلام علي رسول الله من يهديه الله فلا مضل له ومن يضل فلا هادي له الا الله

تقبل الله منا هذا العمل لوجهه الكريم فاللهم ارزقنا واياكم
حسن العمل وحسن الطاعات وجنبنا واياكم شر المنكرات

ان شاء الله تجدون شرح الهيكل هنا في هذه

+971504104328

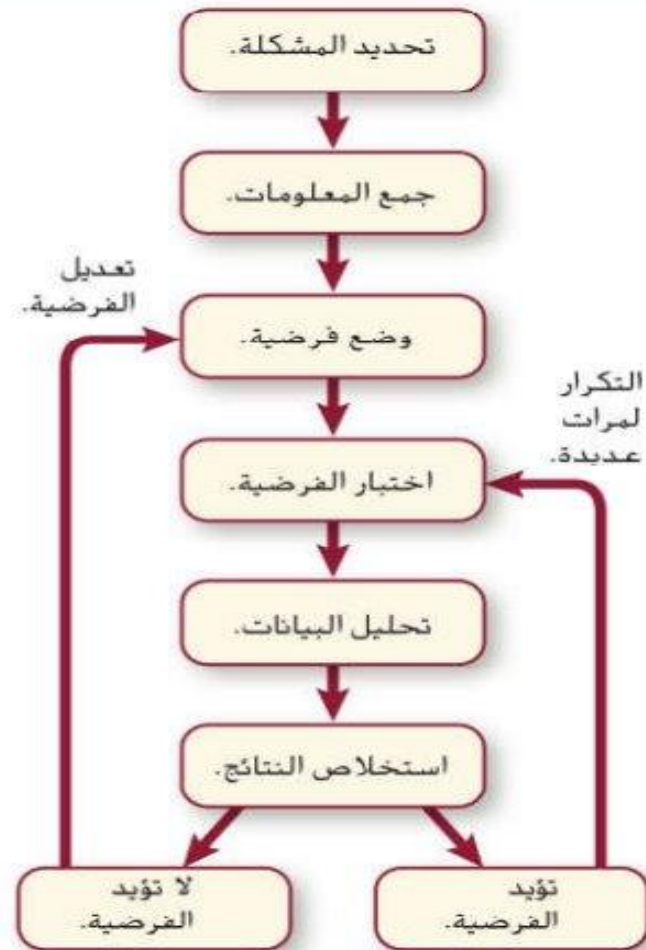
القناه <https://www.youtube.com/@scienceme>

[dia4556](#)

[HTTPS://YOUTU.BE/YQJCYCYDS](https://youtu.be/YQJCYCYDSUC)
[UC](https://youtu.be/YQJCYCYDSUC)

حل اول جزء بالهيكل الصف التاسع

P.(5 - 7)	كتاب الطالب	1. تعريف مصطلح المنهج العلمي. 2. ذكر الخطوات الشائعة للمنهج العلمي المستخدمة في الاستقصاءات. 3. تعريف مصطلح الفرضية والتعرف على الطرق التي يمكن من خلالها اختبار الفرضية.	1
P.9; P.26	Q.(1 - 3); Q.27		
P.7	كتاب الطالب		2
P.9	Q.(3, 6, 7)	شرح سبب أهمية تجنب العلماء للتحيز.	



لا يبيع العلماء دائمًا مجموعة ثابتة من الخطوات، لكن غالبًا ما تتبع التحقيقات التي يقومون بها أنماطًا متشابهة. ونسعى هذه الأنماط المتبعة في إجراءات التحقيق **المنهج العلمي**. ويوضح الشكل 2 الخطوات العامة المستخدمة في المنهج العلمي. وحسب كل تحقيق على حدة، يمكن للعالم أن يضيف خطوات جديدة أو يترك بعض الخطوات أو يستغنى عن بعضها نهائيًا.

1. **الفكرة الرئيسية** لخص الخطوات التي قد تتبعها لإجراء تحقيق باستخدام المنهج العلمي.

2. **عرّف** المصطلح فرضية وحدّد ثلاث طرق لاختبار إحدى الفرضيات.

3. **صِف** أهمية أن يتجنب العلماء التحيز.

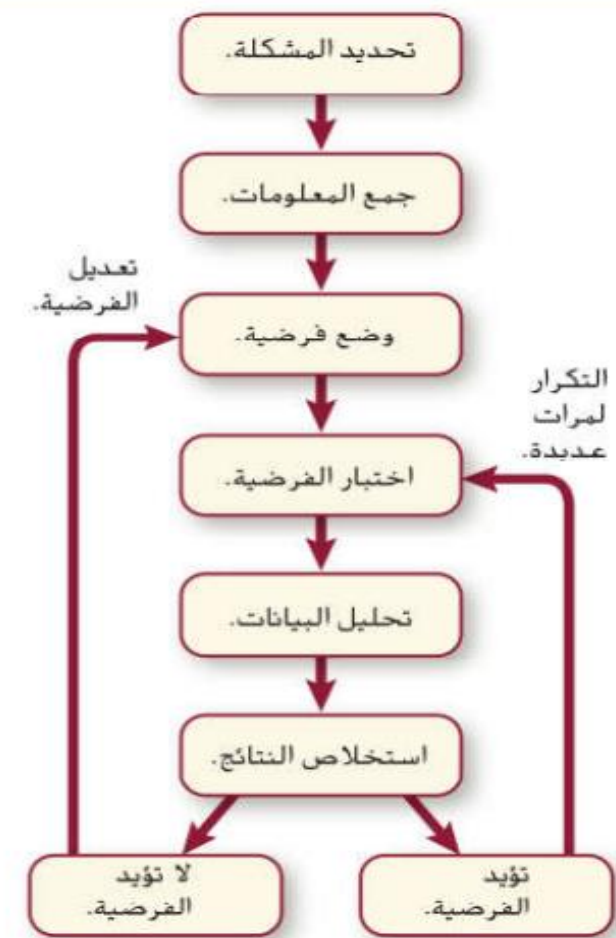
تحديد المشكلة عندما تبدأ تحقيقًا، ينبغي أن نحدد ما ستحقق فيه، وتبدأ الكثير من التحقيقات عندما يلاحظ أحد الأشخاص حدثًا طبيعيًا ويتساءل لماذا يحدث أو كيف يحدث. إن السؤال "لماذا" أو "كيف" هو ما يحدد المشكلة.

وقديمًا طرح العلماء هذه الأسئلة: لماذا تسقط الأجسام إلى الأرض؟ وما السبب في حدوث الليل والنهار؟ وكيف نوّلد الكهرباء لنستخدمها في أنشطتنا اليومية؟ وفي كثير من الأحيان يظهر تحديد المشكلة بعد أن ينتهي أحد التحقيقات وتثير نتائجه أسئلة جديدة. على سبيل المثال، بعد أن فهم العلماء السبب في حدوث الليل والنهار، أرادوا أن يعرفوا السبب في دوران الأرض حول محورها.

البحث وجمع المعلومات قبل البدء في إجراء تحقيق، من المفيد أن نبحث في ما تم التوصل إليه بالفعل بشأن المشكلة. فإجراء الملاحظات والتفسيرات ودراستها من قبل المصادر الموثوقة يساهم في ضبط السؤال وصياغته في شكل فرضية.

وضع فرضية واختبارها الفرضية هي تفسير محتمل لمشكلة ما استنادًا إلى ما تعرفه وما لاحظته. ويمكن اختبار الفرضيات العلمية من خلال التجريب والملاحظة. وفي بعض الأحيان، ينتظر العلماء تطوير وسائل تكنولوجية جديدة حتى يتمكنوا من اختبار فرضية ما. على سبيل المثال، ظهرت أولى الفرضيات القائلة بوجود الذرات قبل أكثر من 2300 عام، لكن الوسائل التكنولوجية المطلوبة لاختبار هذه الفرضيات لم تكن متوفرة طوال هذه القرون.

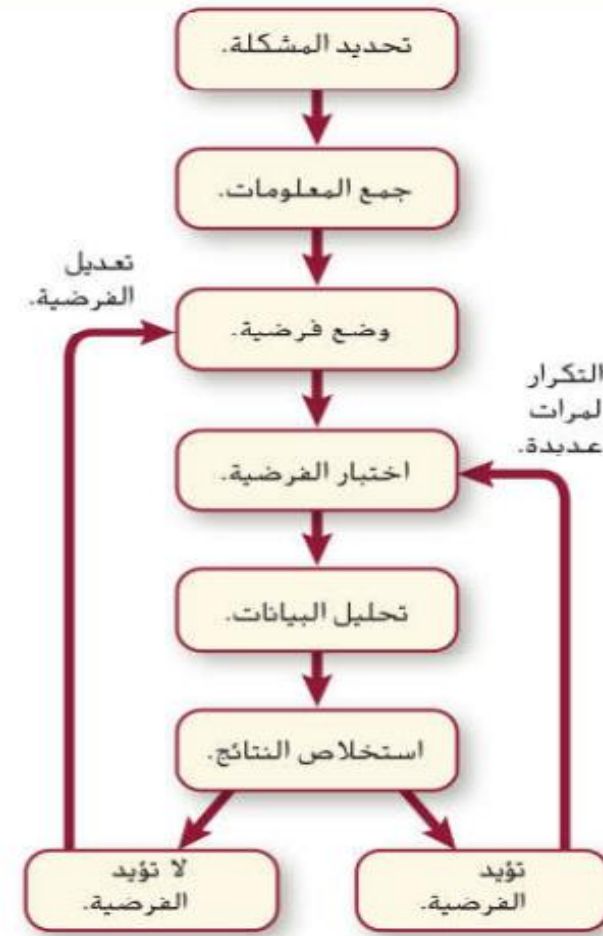
تحليل البيانات من الأجزاء المهمة في كل تحقيق تسجيل الملاحظات وتنظيم البيانات في جداول ورسومات بيانية تسهل قراءتها. وستدرس في أجزاء لاحقة من هذه الوحدة طرق عرض البيانات. وعند إجراء الملاحظات وتسجيلها، ينبغي تسجيل جميع النتائج، حتى النتائج غير المتوقعة. فقد أدت النتائج غير المتوقعة إلى الكثير من الاكتشافات المهمة.



الاستنتاج بناءً على تحليل البيانات، تكون الخطوة التالية تحديد ما إذا كانت البيانات تؤيد الفرضية أم لا تؤيدها. ولكي تُعد الفرضية صحيحة ومقبولة على نطاق واسع، يجب الحصول على النتائج نفسها في كل مرة يتكرر فيها إجراء التجربة. وإذا لم تكن نتائج التجربة مؤيدة للفرضية، فيجب إعادة النظر في الفرضية. فربما تكون الفرضية بحاجة إلى تنقيح، أو ربما تكون الإجراءات التي اتبعتها القائم بالتجربة بحاجة إلى تحسين.

مراجعة النظراء قبل نشر المعلومات المستندة إلى المنهج العلمي، يراجعها مجموعة من نظراء العالم؛ وهم علماء متخصصون في مجال الدراسة نفسه. ومراجعة النظراء عملية تقيّم الإجراءات والنتائج الخاصة بتجربة ما على يد مجموعة من نظراء العالم الذي أجرى البحث. ومراجعة أعمال العلماء الآخرين هي مسؤولية يضطلع بها الكثير من العلماء.

الموضوعية ينبغي الحرص أيضًا على الحدّ من التحيز في التحقيقات العلمية. فقد يحدث التحيز عندما تؤثر توقعات العالم في طريقة تحليل البيانات أو استنتاج النتائج. وقد يؤدي ذلك إلى أن يختار العالم نتيجة تجربة معينة دون نتائج التجارب الأخرى. وقد يحدث التحيز أيضًا إذا كانت مزايا المنتج الخاضع للاختبار مستخدمة في الترويج للمنتج من دون ذكر عيوبه. لكن بإمكان العلماء تقليل التحيز عن طريق إجراء أكبر عدد ممكن من التجارب وتدوين ملحوظات دقيقة عن جميع الملاحظات التي يشاهدونها.



1. الفكرة الرئيسة لخص الخطوات التي قد تتبعها لإجراء تحقيق باستخدام المنهج العلمي.

4. اشرح سبب استخدام العلماء للنماذج. اضرب مثلاً على نموذج علمي لم يُذكر في هذا القسم.

2. عرّف المصطلح فرضية وحدّد ثلاث طرق لاختبار إحدى الفرضيات.

5. اشرح السبب في أن النظرية العلمية لا يمكن أن تتحول إلى قانون علمي.

3. صف أهمية أن يتجنب العلماء التحيز.

6. حلّ يجري صديقك استطلاعًا يسأل فيه الطلاب في المدرسة عن وجبات الغداء التي تقدمها الكافيتريا. ووجد أن 90 بالمئة من الطلاب الذين شملهم الاستطلاع يحبون البيتزا. فاستنتج أن هذا يثبت علميًا أن الجميع يحبون البيتزا. ما تعليقك على استنتاج صديقك؟

7. التفكير الناقد القيمة المقبولة لتسارع السقوط الحر هي 9.8 m/s^2 . وفي تجربة باستخدام البندول، كان حسابك لهذه القيمة 9.4 m/s^2 . اشرح سبب اختلاف القيمة التجريبية عن القيمة المقبولة.

27. صف إحدى طرق المنهج العلمي المتبعة لدراسة مشكلة.

28. اشرح سبب استخدام العلماء لكل من النماذج التالية.

a. نموذج مادي للنظام الشمسي

b. نموذج حاسوبي للديناميكا الهوائية للطائرات

c. نموذج رياضي لقوة الجذب بين جسمين

تقنيات القياس الجيد

لضمان تحقيق الضبط والدقة، يجب أن تُستخدم الأدوات بطريقة صحيحة. كما يجب إجراء القياسات بعناية كي تصل إلى أعلى درجة من الضبط تسمح بها الأداة. من مصادر الخطأ الشائعة الزاوية التي تؤخذ منها قراءة أداة القياس. إذ يجب أن تُقرأ القياسات بالنظر عموديًا وبعين واحدة. كما هو موضح في الشكل 13. أما إذا قُرئ القياس بشكل مائل، كما هو موضح في الشكل 13، فسنحصل على قيمة مختلفة أقل دقة. ويرجع اختلاف القراءات إلى **اختلاف زاوية النظر**. وهو التغير الظاهري في موقع الجسم عند النظر إليه من زوايا مختلفة. ولكي تلاحظ أثر اختلاف زاوية النظر في القياس، قم بقياس طول قلم بالنظر إليه بشكل عمودي على تدريج المسطرة، ثم اقرأ التدريج بعد أن تحرك رأسك إلى جهة اليمين أو جهة اليسار.

تشير الدقة إلى مدى اتفاق نتائج القياس مع القيمة "الحقيقية". أي القيمة المقبولة حسب القياسات التي أخذها خبراء مؤهلون. كما يظهر في الشكل 11. إذا كان طول الزنبرك الذي قاسه الطلاب الثلاثة يساوي 14.8 cm، فإن قياس الطالب الثاني هو الأكثر دقة وقياس الطالب الثالث هو الأقل دقة. ما الذي قد يتسبب في أن يأخذ الشخص قياسات غير دقيقة؟ كيف يمكنك أن تتأكد من دقة القياسات؟ من الطرق الشائعة للتحقق من دقة الأدوات طريقة تسمى معايرة الجهاز. أولاً، هل تكون قراءة الأداة صفراً عندما ينبغي أن تكون كذلك، كما هو موضح في الشكل 12؟ ثانياً، ان تخلو الاداة من عيوب التصنيع، ومن الضروري إجراء فحوص دورية للدقة على أدوات القياس الحساسة، مثل الخرج الإشعاعي للأجهزة التي تُستخدم في علاج السرطان.

17. اختلاف زاوية النظر هل يؤثر اختلاف زاوية النظر في ضبط القياسات التي تأخذها؟ اشرح إجابتك.

اختلاف زاوية النظر



القراءة الصحيحة



الشكل 13 عند النظر إلى التدريج بشكل عمودي (كما في الشكل على اليمين)، ستكون نتائجك أكثر دقة مما لو نظرت بشكل مائل (كما في الشكل على اليسار).

حدّد إلى أي مدى غيّر اختلاف زاوية النظر من القياس الموجود على اليمين؟

مثال 1

المسألة

استخدم المسافة والزمن لإيجاد السرعة إذا كانت السيارة تقطع 434 km في 4.5 h. فما متوسط سرعة السيارة؟

1. اقرأ المسألة بعناية.
2. تأكد من أنك تفهم المطلوب في المسألة.

تحليل المسألة ورسمها

1. اقرأ المسألة مرة ثانية.
2. حدد المعطيات ودون البيانات المعروفة. اجمع المعلومات من الرسومات البيانية أو الجداول أو الصور. عند الحاجة.

3. حدد القيم المجهولة ودونها.
4. حدد ما إذا كنت تحتاج إلى رسم المسألة للمساعدة في حلها.
5. خطط الخطوات التي ستتبعها لإيجاد الحل.

إيجاد المجهول

1. إذا كان الحل بصيغة رياضية. فاكتب المعادلة مع عزل العامل المجهول.
2. عوّض عن الكميات المعروفة في المعادلة.
3. حل المعادلة.
4. تابع عملية الحل حتى تحل المسألة.

تقييم الإجابة

1. أعد قراءة المسألة. هل الإجابة مقبولة؟
2. تحقق من صحة العمليات الرياضية. هل الوحدات والأرقام المعنوية صحيحة؟

1

تحليل المسألة ورسمها سرعة السيارة مجهولة. القيم المعروفة هي المسافة التي قطعها السيارة والزمن الذي قطعها فيه. استخدم العلاقة بين السرعة والمسافة والزمن لإيجاد سرعة السيارة.

المعطيات	المجهول
المسافة = 434 km	السرعة = ؟ km/h
الزمن = 4.5 h	

2 إيجاد المجهول

المسافة = السرعة × الزمن ◀ اذكر العلاقة في شكل معادلة.

$$\frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}} = \text{السرعة}$$

$$\text{السرعة} = \frac{434 \text{ km}}{4.5 \text{ h}} = 96.4 \text{ km/h}$$

السرعة = 96 km/h ◀ اقسم الوحدات واحسبها.

3 تقييم الإجابة

تحقق من صحة إجابتك باستخدامها في حساب المسافة التي قطعها السيارة.

$$\text{المسافة} = \text{السرعة} \times \text{الزمن} = 96.4 \text{ km/h} \times 4.5 \text{ h} = 434 \text{ km}$$

المسافة المحسوبة تطابق المسافة المذكورة في المسألة. وهذا يعني أن متوسط السرعة صحيح.

على سبيل المثال. نظراً لأن $1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$ يمكنك إنشاء معاملات التحويل التالية:

$$1 = \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \quad 1 = \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}}$$

اختر معامل التحويل الذي يؤدي إلى شطب الوحدات الأولية. بحيث نحصل على الإجابة بالوحدات المطلوبة. على سبيل المثال. لتحويل 1.34 kg من الحديد الخام إلى الجرام. قم بما يلي.

$$1.34 \text{ kg} \left(\frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \right) = 1340 \text{ g}$$

وقد نحتاج أيضاً إلى عمل سلسلة من التحويلات. لتحويل 43 km/h إلى m/s. قم بما يلي:

$$\left(\frac{43 \text{ km}}{1 \text{ h}} \right) \left(\frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \right) \left(\frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} \right) \left(\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right) = 12 \text{ m/s}$$

الأرقام المعنوية

افترض أنك تستخدم مسطرة مترية لقياس قلم ووجدت أن طرف القلم يتخطى قليلاً علامة 138 على المسطرة. كما هو موضح في الشكل 8. ومن ثم تقدر أن القلم يتخطى آخر علامة على المسطرة بمقدار جزء عشري من المليمتر. وتسجل طول القلم على أنه 138.1 mm. يتضمن هذا القياس أربعة أرقام صحيحة: الثلاثة الأولى منها أرقام مؤكدة والرقم الأخير غير مؤكد. يُطلق على الأرقام الصحيحة في القياس اسم **الأرقام المعنوية**. والرقم الأخير في القياس هو الرقم غير المؤكد. وجميع الأرقام غير الصفرية في القياس هي أرقام معنوية.

هل جميع الأصفار أرقام معنوية؟ لا. ففي القياس 0.0860 m مثلاً. يُستخدم أول صفرين لتحديد مكان الفاصلة العشرية فقط وهما ليسا رقمين معنويين. أما الصفر الأخير فهو الرقم المُتقدّر وهو رقم معنوي. وقد يحتوي القياس 172,000 m على 3 أو 4 أو 5 أو 6 أرقام معنوية. ومنغاً لهذا اللبس. يُستخدم الترميز العلمي. من الواضح أن القياس $1.7200 \times 10^5 \text{ m}$ يحتوي على خمسة أرقام معنوية.

العمليات الحسابية بالأرقام المعنوية عند إجراء أي عملية حسابية. من المهم أن نتذكر أن النتيجة لا يمكن أن تكون أكثر ضبطاً من القياس الأقل ضبطاً. لجميع القياسات أو طرحها. نقذ العملية الحسابية أولاً ثم قُرب النتيجة بحيث تتوافق مع القيمة الأقل ضبطاً. فمثلاً $3.86 \text{ m} + 2.4 \text{ m} = 6.3 \text{ m}$ لأن القياس الأقل ضبطاً مقرب إلى جزء عشري من المتر.

لضرب القياسات أو قسمتها. نقذ العملية الحسابية ثم قُرب الناتج بحيث يكون عدد الأرقام المعنوية فيه مساوياً لتلك الموجودة في القياس الأقل ضبطاً. فمثلاً.

$$\frac{409.2 \text{ km}}{11.4 \text{ L}} = 35.9 \text{ km/L}$$

لأن القياس الأقل ضبطاً يتضمن ثلاثة أرقام معنوية. تعرض بعض الآلات الحاسبة العديد من الأرقام الإضافية. في حين يقوم البعض الآخر بالتقريب إلى نقاط معينة. تأكد من تسجيل إجاباتك بالعدد الصحيح من الأرقام.

الشكل 8 سجل الطالب الذي قاس طول هذا القلم أن طوله 138.1 mm.

استدلّ لماذا يُعد الرقم الأخير في هذا القياس غير مؤكد؟



P.(12 – 13)	كتاب الطالب	1. تحديد الأرقام المعنوية في عدد معين. 2. استخدام الأرقام المعنوية المناسبة لتسجيل الإجابات الناتجة عن عملية حسابية مُستخدماً العديد الصحيح من الأرقام.	4
P.13; P.26	Q.12; Q.(35 - 41)		
P.(12 - 13)	كتاب الطالب	قياس الكميات الأساسية وبعض الكميات المشتقة باستخدام الأداة المناسبة، وتسجيل القياسات بمُراعاة دقة الأداة والأرقام المعنوية والرميز العلمي.	6
P.27; P.29	Q.(49 - 50); Q.74		

12. الأرقام المعنوية حل المسائل التالية باستخدام عدد الأرقام المعنوية الصحيح في كل مرة.

a. $139 \text{ cm} \times 2.3 \text{ cm}$

b. $13.78 \text{ g} / 11.3 \text{ mL}$

c. $6.201 \text{ cm} + 7.4 \text{ cm} + 0.68 \text{ m} + 12.0 \text{ cm}$

d. $13.78 \text{ g} / 11.3 \text{ mL}$

e. $6.201 \text{ cm} + 7.4 \text{ cm} + 0.68 \text{ m} + 12.0 \text{ cm}$

f. $mc \ 0021 + m \ 26.1 + mk \ 6.1$

35. أوجد حلًا لكل مسألة. واذكر العدد الصحيح للأرقام المعنوية في الإجابات.

a. $4.667 \times 10^{-4} \text{ g} + 3.02 \times 10^{-5} \text{ g}$

b. $(1.70 \times 10^{-2} \text{ J}) \div (5.922 \times 10^{-4} \text{ cm}^3)$

إتقان حل المسائل

36. حوّل القياسات التالية إلى أمتار.

a. 42.3 cm

b. 6.2 pm

c. 21 km

d. 0.023 mm

e. 214 μm

f. 57 nm

37. اجمع أو اطرح حسب المطلوب.

a. $5.80 \times 10^9 \text{ s} + 3.20 \times 10^8 \text{ s}$

b. $4.87 \times 10^{-6} \text{ m} - 1.93 \times 10^{-6} \text{ m}$

c. $3.14 \times 10^{-5} \text{ kg} + 9.36 \times 10^{-5} \text{ kg}$

d. $8.12 \times 10^7 \text{ g} - 6.20 \times 10^6 \text{ g}$

38. مهمة التصنيف صتّف الأعداد التالية من الأكبر إلى الأصغر من

حيث عدد الأرقام المعنوية بها: 0.13, 1,234, 0.250, 7,603, 0.08.

وضح الروابط بينها بوجه خاص.

39. اذكر عدد الأرقام المعنوية في كل من القياسات التالية.

a. 0.00003 m

b. 64.01 fm

c. 80.001 m

d. $6 \times 10^8 \text{ kg}$

e. $4.07 \times 10^{16} \text{ m}$

40. اجمع أو اطرح حسب المطلوب.

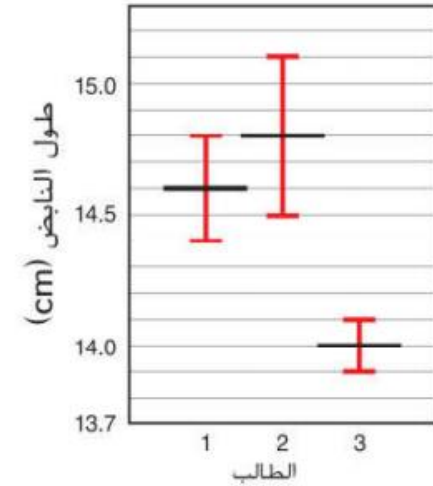
a. $16.2 \text{ m} + 5.008 \text{ m} + 13.48 \text{ m}$

b. $5.006 \text{ m} + 12.0077 \text{ m} + 8.0084 \text{ m}$

c. $78.05 \text{ cm}^2 - 32.046 \text{ cm}^2$

d. $15.07 \text{ kg} - 12.0 \text{ kg}$

بيانات التجربة المصغرة



افترض أن ثلاثة طلاب نفذوا التجربة المصغرة الواردة في القسم 1 عدة مرات. مستخدمين زنبركات لها الطول نفسه. مع تعليق حلقتين على النابض. أخذ الطالب الأول عدة قياسات تراوحت بين 14.4 cm و 14.8 cm. وكان متوسط قياساته 14.6 cm. كما يظهر في الشكل 10. سُجلت هذه النتيجة على أنها (14.6 ± 0.2) cm. وسُجل الطالب الثاني طول الزنبرك على أنه (14.8 ± 0.3) cm. وسُجل الطالب الثالث طول الزنبرك على أنه (14.0 ± 0.1) cm.

هل يمكن أن تستنتج أن هناك توافقاً بين القياسات الثلاثة؟
هل تتكرر نتيجة الطالب الأول؟ تتقاطع نطاقات نتائج الطالبين الأول والثاني بين 14.5 cm و 14.8 cm. ولكن لا تتقاطع نتائجهما مع نتيجة الطالب الثالث. ومن ثم لا تتوافق معها.

الضبط والدقة

يمثل كل من الضبط والدقة خاصية من خصائص القيم المقاسة. كما يظهر في الشكل 11. ما مدى الضبط والدقة في قياسات الطلاب الثلاثة الواردة أعلاه؟ الضبط هو درجة توافق القياسات المختلفة **لكمية مقيسة**. في المثال الوارد أعلاه، قياسات الطالب الثالث هي الأكثر ضبطاً وبهامش خطأ مقداره 0.1 cm. في حين كانت قياسات الطالبين الآخرين أقل ضبطاً لأن لها هامش خطأ أكبر (الطالب الأول = $0.2 \pm$ cm، الطالب الثاني = $0.3 \pm$ cm).

يعتمد الضبط على كل من الأداة والطريقة المستخدمة في القياس. وبوجه عام، كلما كانت الأداة ذات تدرج بقيم أصغر كانت القياسات أكثر ضبطاً. ودقة القياس يساوي نصف قيمة أصغر تدرج في الأداة. فعلى سبيل المثال، إذا كان للمخبار المدرج تدرجات كل منها يساوي 1 mL : فإنك تستطيع من خلال هذه الأداة أن تقيس بضبط يصل إلى 0.5 mL. أما إذا كان أصغر تدرج في الكأس يساوي 50 mL، فما ضبط قياساتك مقارنة بالقياسات المأخوذة بالمخبار المدرج؟

تشير الأرقام المعنوية في الإجابة إلى درجة ضبطها. فالقياس 67.100 g مضبوط إلى أقرب جزء من الألف في الجرام. وقد ذكرنا في القسم 2 قواعد إجراء العمليات الخاصة بالقياسات ذات مستويات الضبط المختلفة. فعند إضافة 1.2 mL من حمض إلى كأس يحتوي على 2.4×10^2 mL من الماء، لا يمكن القول بأن لديك 2.41×10^2 mL من السائل لأن حجم الماء لم يتم قياسه إلى أقرب جزء من عشرة من المليلتر. بل إلى أقرب 10 mL.



هذه الأسهم متفرقة وبعيدة عن المركز. وهي مثال على ثلاثة قياسات غير دقيقة وغير مضبوطة.



الأسهم المتجمعة بعيداً عن المركز وهي مثال على ثلاثة قياسات مضبوطة ولكنها ليست دقيقة.



الأسهم المتجمعة عند المركز وهي مثال على قياسات دقيقة ومضبوطة.

الشكل 11 تمثل المنطقة الصفراء في مركز كل هدف القيمة المقبولة لقياس معين. تمثل الأسهم قياسات أخذها أحد العلماء أثناء إحدى التجارب.

تشير الدقة إلى مدى اتفاق نتائج القياس مع القيمة "الحقيقية". أي القيمة المقبولة حسب القياسات التي أخذها خبراء مؤهلون. كما يظهر في الشكل 11. إذا كان طول الزنبرك الذي قاسه الطلاب الثلاثة يساوي 14.8 cm. فإن قياس الطالب الثاني هو الأكثر دقة وقياس الطالب الثالث هو الأقل دقة. ما الذي قد يتسبب في أن يأخذ الشخص قياسات غير دقيقة؟ كيف يمكنك أن تتأكد من دقة القياسات؟ من الطرق الشائعة للتحقق من دقة الأدوات طريقة تسمى معايرة الجهاز. أولاً، هل تكون قراءة الأداة صغراً عندما ينبغي أن تكون كذلك، كما هو موضح في الشكل 12؟ ثانياً، ان تخلص الأداة من عيوب التصنيع، ومن الضروري إجراء فحوص دورية للدقة على أدوات القياس الحساسة، مثل الخرج الإشعاعي للأجهزة التي تُستخدم في علاج السرطان.

✓ **التأكد من فهم النص** قارن وقابل بين الضبط والدقة.

تقنيات القياس الجيد

لضمان تحقيق الضبط والدقة، يجب أن تُستخدم الأدوات بطريقة صحيحة، كما يجب إجراء القياسات بعناية كي تصل إلى أعلى درجة من الضبط تسمح بها الأداة. من مصادر الخطأ الشائعة الزاوية التي تؤخذ منها قراءة أداة القياس. إذ يجب أن تُقرأ القياسات بالنظر عمودياً وبعين واحدة، كما هو موضح في الشكل 13. أما إذا قُرئ القياس بشكل مائل، كما هو موضح في الشكل 13، فسنحصل على قيمة مختلفة أقل دقة. ويرجع اختلاف القراءات إلى **اختلاف زاوية النظر**، وهو التغير الظاهري في موقع الجسم عند النظر إليه من زوايا مختلفة. ولكي نلاحظ أثر اختلاف زاوية النظر في القياس، قم بقياس طول قلم بالنظر إليه بشكل عمودي على تدرج المسطرة، ثم اقرأ التدرج بعد أن تحرك رأسك إلى جهة اليمين أو جهة اليسار.

اختلاف زاوية النظر



القراءة الصحيحة



15. **الحكرة** الرئيسة لديك ميكرومتر (أداة تُستخدم لقياس طول الأجسام أو قطرها إلى أقرب 0.001 mm) تعرض لانتشاء شديد. كيف تقارنه بعضاً مترية جديدة ذات نوعية جيدة من حيث الضبط؟ ومن حيث الدقة؟

16. **الدقة** بعض المساطر الخشبية لا يبدأ صفرها عند الحافة. وإنما بعد عدة ملليمترات منها. كيف يمكن أن يحسن ذلك من دقة المسطرة؟

17. **اختلاف زاوية النظر** هل يؤثر اختلاف زاوية النظر في ضبط القياسات التي تأخذها؟ اشرح إجابتك.

18. **هامش الخطأ** يخبرك صديقك أن طوله يبلغ 182 cm. وضح مدى دقة هذا القياس.

19. **الضبط** صندوق طوله 18.1 cm وعرض 19.2 cm وارتفاعه 20.3 cm.

a. ما حجم الصندوق؟

b. ما مدى ضبط قياس الطول؟ وما مدى ضبط قياس الحجم؟

c. ما ارتفاع مجموعة من 12 صندوقاً من النوع نفسه؟

d. ما مدى ضبط قياس ارتفاع صندوق واحد؟ ما مدى ضبط ارتفاع مجموعة من 12 صندوقاً؟

20. **التفكير الناقد** كتب زميلك في تقريره أن متوسط الزمن اللازم

لتدور سيارة دورة كاملة في مسار طوله 1.5 mi هو 65.414 s.

وقد سُجلت هذه القراءة عن طريق قياس زمن 7 دورات باستخدام

ساعة درجة ضبطها 0.1 s. ما مدى ثقتك في النتائج الواردة في

التقرير؟ اشرح إجابتك.



تفسير الخطوط البيانية لمنحنيات الموقع مع الزمن، والسرعة مع الزمن، لحركة جسم على خط مُستقيم بحركة مُنتظمة أو غير منتظمة بتسارع ثابت أو مُتغير، ويوظف مُعادلات الحركة لحل مسائل ذات صلة.

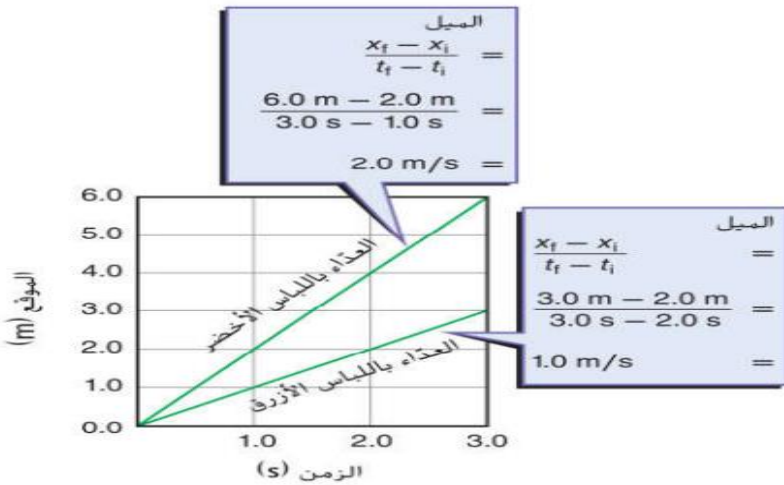
السرعة المتجهة والسرعة القياسية

لنفترض أنك سجلت حركة عدّاءين على رسم. كما هو موضح في الشكل 19. يتغير موقع العدّاء الأخضر أكثر من موقع العدّاء الأزرق. خلال فترة زمنية محددة، يصبح مقدار الإزاحة (Δx) أكبر للعدّاء الأخضر لأنه يتحرك بسرعة أكبر. لنفترض الآن أن كل عدّاء قطع مسافة 100 m. ستكون الفترة الزمنية (Δt) لمسافة 100 m أقل للعدّاء الأخضر منها للعدّاء الأزرق.

ميل الرسم البياني لمنحنى (الموقع - الزمن) قارن بين الخططين اللذين يمثلان العدّاءين في الرسم البياني الموضح في الشكل 19. ميل خط البياني العدّاء الأخضر أكبر. مما يشير إلى حدوث تغيير أكبر في الموقع خلال الفترة الزمنية نفسها. تذكر أنك تجد ميل الخط باختيار نقطتين أولاً على الخط. ثم تطرح الإحداثي الرأسي للموقع النهائي من الإحداثي الرأسي للموقع الابتدائي لتحصل على التغير في الموقع. تطرح بعد ذلك الإحداثي الأفقي (t في هذه الحالة) للزمن النهائي من الإحداثي الأفقي للزمن الابتدائي لتحصل على التغير في الزمن. تحصل على الميل من قسمة التغير في الموقع على التغير في الزمن.

الشكل 19 يوضح الميل الأكبر أن العدّاء الأخضر قطع المسافة بسرعة أكبر.

التحليل كم تبعد المسافة التي قطعها العدّاء الأخضر عن العدّاء الأزرق خلال فترة 3 s الموضحة في الرسم البياني؟



تفسير الميل ميل الخط البياني للعلاقة بين الموقع والزمن في الشكل 20 هو -5.0 m/s . لاحظ أن ميل الرسم البياني يشير إلى كل من المقدار والاتجاه. بحساب الميل، تجد أن السرعة المتوسطة للجسم الذي يمثله الرسم البياني حركته يساوي -5.0 m/s . بدأ الجسم بموقع موجب وجب وتحرك نحو نقطة الأصل. بعد مرور 4 s، يمر بنقطة الأصل ويواصل التحرك في الاتجاه المعاكس بمعدل 5.0 m/s .

تأكد من فهمك اشرح مدلول ميل الرسم البياني للعلاقة بين الموقع والزمن أعلى أو أسفل وفوق أو تحت المحور الأفقي x .

السرعة المتوسطة يساوي القيمة المطلقة للميل الجسم الذي سرعته 5.0 m/s تساوي إزاحة الجسم مقسومة على الزمن المستغرق لقطع هذه الإزاحة. في ما يتعلق بالحركة المنتظمة، فإن السرعة المتوسطة تساوي القيمة المطلقة لميل الخط البياني للعلاقة بين الموقع والزمن الخاص بالجسم. مقدار السرعة المتوسطة والاتجاه الذي يتحرك فيه الجسم يمثل السرعة المتوسطة المتجهة. تذكر أنه إذا تحرك الجسم في الاتجاه المعاكس، فسيصبح التغير الذي يحدث في موقعه سالبًا، يعني هذا أن إزاحة الجسم وسرعته المتجهة يكونان في الاتجاه نفسه دائمًا.

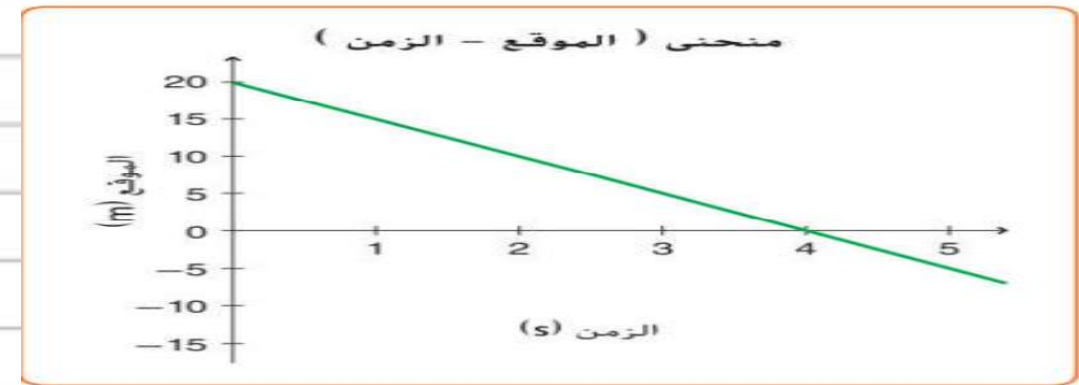
السرعة المتوسطة المتجهة لاحظ أن ميل خط العدّاء الأسرع في الشكل 19 هو عدد أكبر. يشير الميل الأكبر إلى وجود سرعة أكبر. لاحظ أيضًا أن وحدة قياس الميل هي المتر في الثانية. بالنظر إلى كيفية حساب الميل، يمكنك أن تعرف أن الميل هو التغير في مقدار الموقع مقسومًا على الفترة الزمنية التي حدث فيها هذا التغير، $\frac{x_f - x_i}{t_f - t_i}$ أو $\frac{\Delta x}{\Delta t}$. عندما تزداد Δx ، يزداد الميل؛ وعندما تزداد Δt ، يقل الميل. يتوافق ذلك مع التفسير الوارد في الصفحة السابقة الخاص بسرعة العدّاء الأخضر والعدّاء الأزرق. **السرعة المتوسطة** نسبة التغير في موقع الجسم بالنسبة إلى الفترة الزمنية التي حدث فيها هذا التغير. إذا كان الجسم يتحرك بحركة منتظمة، فإن سرعته لا تتغير. ومن ثمّ تصبح سرعته المتوسطة هي الخط المستقيم لمنحنى (الموقع - الزمن).

السرعة المتوسطة يُعرف السرعة المتوسطة بتغير الموقع مقسومًا على الزمن الذي حدث خلاله التغير.

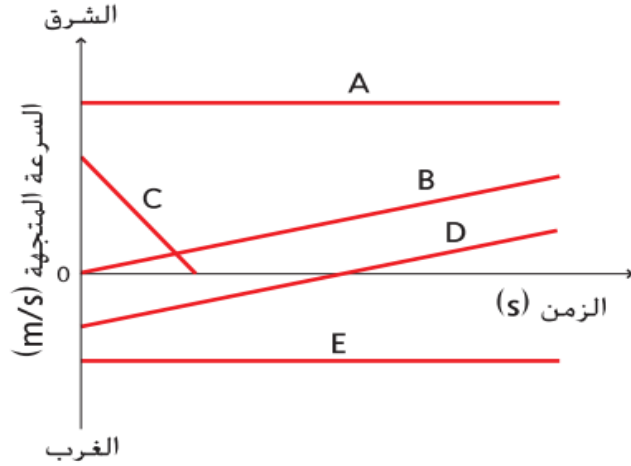
$$v_{avg} \equiv \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i}$$

الشكل 20 يوضح الميل للخط المستقيم في الرسم البياني للعلاقة بين الموقع والزمن هذا أن الحركة في الاتجاه المعاكس.

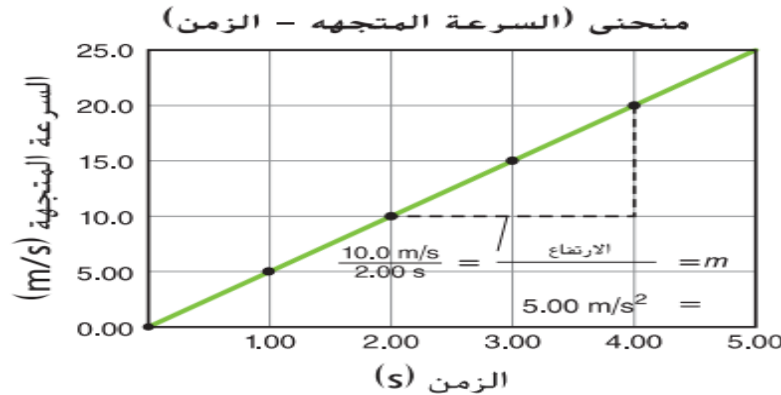
التحليل كيف سيبدو الرسم البياني إذا كانت الحركة بالسرعة نفسها. ولكن في الاتجاه الموجب؟



منحنى (السرعة المتجهة - الزمن) لخمس عداثين



الشكل 6 نظرًا لاختيار الشرق كاتجاه موجب على الرسم البياني، فإن السرعة المتجهة تكون موجبة إذا كان الخط فوق المحور الأفقي وسالبة إذا كان الخط أسفل المحور. يكون التسارع موجبًا إذا كان الخط مائلًا لأعلى على الرسم البياني. يكون التسارع سالبًا إذا كان الخط مائلًا لأسفل على الرسم البياني. يشير الخط الأفقي إلى سرعة متجهة ثابتة وتسايرًا يساوي صفرًا.



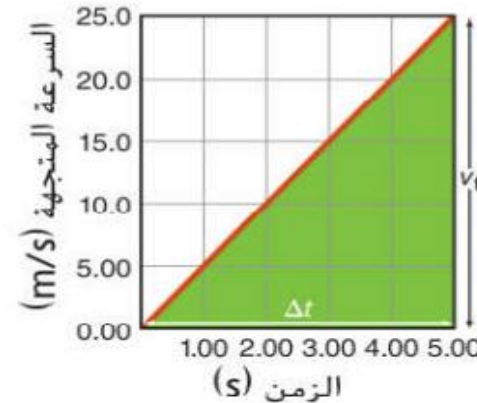
قراءة منحنى (السرعة المتجهة - الزمن) يعرض الشكل 6 حركات العداثين الخمسة. افترض أن الاتجاه الموجب في اتجاه الشرق. ويساوي ميل الخطين البيانيين (A) و (E) صفرًا. ومن ثم، فإن تسارع كل منهما يساوي صفرًا. يوضح كلا الخطين البيانيين الحركة بسرعة متجهة ثابتة - العدا (A) يتجه شرقًا والعداء (E) يتجه غربًا. كما يوضح الخط البياني (B) وجود حركة بسرعة متجهة موجبة شرقًا. ويشير ميله إلى وجود تسارع موجب وثابت. يمكنك استنتاج أن السرعة تزداد لأن السرعة المتجهة والتسارع موجبان. الرسم الخط (C) له ميل سالب. ويوضح الحركة التي تبدأ بسرعة متجهة موجبة وتقل ثم تتوقف. ويعني هذا أن التسارع والسرعة المتجهة في اتجاهين متعاكسين. وتوضح النقطة التي يتقاطع عندها الخطان البيانيان (C) و (B) أن سرعات العداثين المتجهة متساوية عند ذلك الزمن. ولكن هذه النقطة لا تحدد مواقعهم.

يشير الخط البياني (D) إلى الحركة التي تبدأ باتجاه الغرب وتقل وللحظة معينة تصبح سرعته المتجهة صفرًا ثم يتحرك شرقًا بسرعة متزايدة. ويتميز الخط البياني (D) بميل موجب. نظرًا لأن السرعة المتجهة والتسارع في اتجاهين متعاكسين منذ البداية، تنخفض السرعة إلى صفر عند الزمن الذي يتقاطع فيه الرسم البياني مع المحور X. بعد ذلك الزمن، تصبح السرعة المتجهة والتسارع في الاتجاه نفسه وتزداد السرعة.

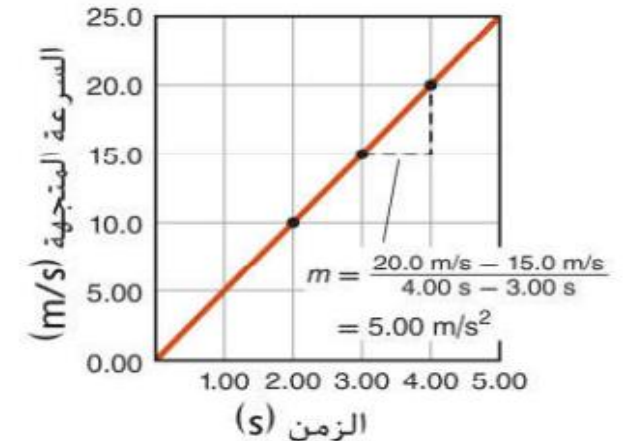
الشكل 12 ميل منحنى (الموقع - الزمن) في الشكل 11 موضح في هذه منحنى (السرعة المتجهة - الزمن). يمكن الحصول على التسارع المُوضح جهة اليسار بقسمة نسبة الارتفاع على المسافة الأفقية. يمكن الحصول على الإزاحة المُوضحة جهة اليمين من خلال المساحة أسفل المنحنى.

احسب ما الميل في الرسم البياني للسرعة المتجهة - الزمن جهة اليسار بين $t = 2.00\text{ s}$ و $t = 5.00\text{ s}$

مساحة أسفل منحنى (السرعة المتجهة - الزمن) تُستخدم لحساب الإزاحة

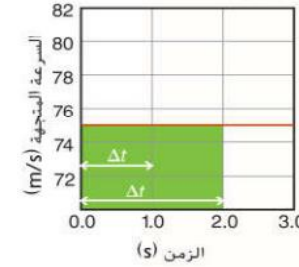


الميل منحنى (السرعة المتجهة - الزمن) لحساب التسارع



مثال 3

إيجاد الإزاحة من رسم بياني للسرعة المتجهة - الزمن يوضح منحنى (السرعة المتجهة - الزمن) على اليمين حركة طائرة ما. أوجد إزاحة الطائرة عندما $\Delta t = 1.0\text{ s}$ و $\Delta t = 2.0\text{ s}$. بافتراض أن الاتجاه للأمام هو الاتجاه الموجب.



1 تحليل المسألة ورسم مخطط لها

- الإزاحة هي المساحة أسفل الرسم البياني v-t.
- تبدأ الفترات الزمنية عندما $t = 0.0\text{ s}$.

المجهول	المعلوم
$v = +75\text{ m/s}$	$\Delta x = ?$
$\Delta t = 1.0\text{ s}$	
$\Delta t = 2.0\text{ s}$	

2 إيجاد المجهول

استخدم العلاقة بين الإزاحة والسرعة المتجهة والفصل الزمني لإيجاد Δx خلال $\Delta t = 1.0\text{ s}$

$$\Delta x = v\Delta t$$

$$= (+75\text{ m/s})(1.0\text{ s})$$

$$= +75\text{ m}$$

استخدم العلاقة نفسها لإيجاد قيمة Δx خلال الفترة $\Delta t = 2.0\text{ s}$.

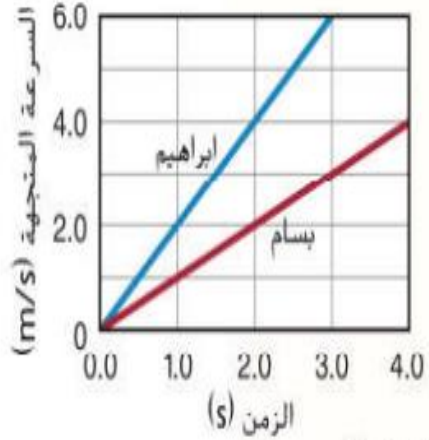
$$\Delta x = v\Delta t$$

$$= (+75\text{ m/s})(2.0\text{ s})$$

$$= +150\text{ m}$$

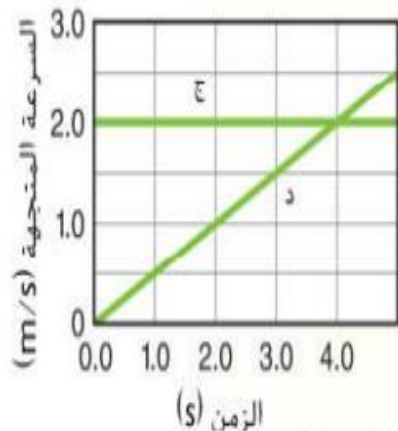
تطبيق

20. يصف منحنى (السرعة المتجهة - الزمن) في الشكل 13 حركة سائقي دراجات، هما ابراهيم وبسام. يبدآن الحركة من وضع السكون ويتجهان شمالاً مع زيادة سرعتيهما بتسارع ثابت. فكم كانت قيمة الإزاحة الكلية لكل سائق دراجة خلال الفترة المُوضحة لكل منهما؟ تلميح: استخدم مساحة المثلث: المساحة = $\frac{1}{2}$ (القاعدة) (الارتفاع).



الشكل 13

21. يصف منحنى (السرعة المتجهة - الزمن) في الشكل 14 حركة شخصين، يتحركان جنوباً على طول مسار مستقيم. ما الإزاحة الكلية لكل شخص خلال الفاصل الزمني 4.0 s المُوضح على الرسم البياني؟



الشكل 14

22. مسألة تحفيزية سيارة تدخل في امتداد مستقيم لطريق سريع وتسير بتسارع ثابت في اتجاه الغرب تبدأ السرعة من 0 m/s وتصل إلى 25 m/s خلال 12 s.

- ارسم رسماً بيانياً $v-t$ لحركة السيارة.
- استخدم الرسم البياني لتحديد إزاحة السيارة خلال الفترة الزمنية 12.0 s.
- تسير سيارة أخرى على نفس امتداد الطريق السريع وتقطع المسافة نفسها خلال الزمن نفسه مثل السيارة الأولى ولكن بسرعة متجهة ثابتة. ارسم رسماً بيانياً $v-t$ لحركة هذه السيارة.
- اشرح كيف توصلت إلى السرعة المتجهة للسيارة.

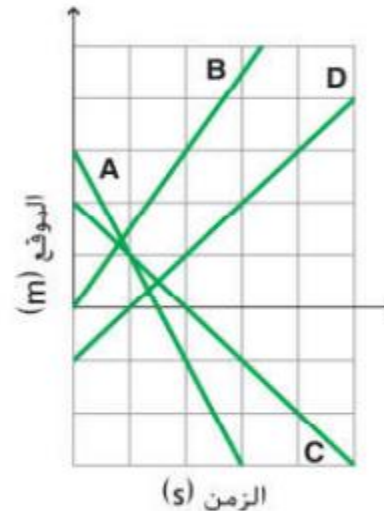
معادلة الحركة

من الأفضل غالبًا استخدام معادلة، بدلاً من رسم بياني، لحل المسائل. في أي وقت ترسم خطًا مستقيمًا، يمكنك أن تجد معادلة لوصفه. ألق نظرة أخرى على الرسم البياني الموضح في الشكل 20 للجسم الذي يتحرك بسرعة ثابتة -5.0 m/s . تذكر أنه يمكنك تمثيل أي خط مستقيم بالمعادلة $y = mx + b$. بحيث تكون y هي الكمية الممثلة على المحور الرأسي و m هي ميل الخط و x هي الكمية الممثلة على المحور الأفقي و b هي تقاطع الخط مع y .

في ما يتعلق بالرسم البياني الموضح في الشكل 20، الكمية الممثلة على المحور الرأسي هي الموقع ويمثلها المتغير x . ميل الخط هو -5.0 m/s ، وهو السرعة المتوسطة للجسم v_{avg} . الكمية الممثلة على المحور الأفقي هي الزمن (t) . التقاطع مع y يساوي 20.0 m . ما الذي تمثله هذه القيمة 20.0 m ؟ يوضح هذا أن الجسم كان عند الموقع 20.0 m عندما تكون $t = 0.0 \text{ s}$. يُسمى ذلك الموقع الابتدائي للجسم ويُشار إليه بالرمز x_i .

71. استخدام الآلات الحاسبة وقف زملاء من فصل الفيزياء بعيدًا 4. بمسافة 25 m واستخدموا ساعات إيقاف لقياس الزمن الذي مرت فيه إحدى السيارات التي تسير على الطريق السريع على كل شخص. يظهر الجدول 2 بيانات الموقع والزمن.

مهمة الترتيب رتب الرسومات البيانية الموضحة في الشكل 25 حسب الموقع الابتدائي لكل جسم، من أكبر موقع موجب إلى أكبر موقع سالب. أشر إلى أي معادلة على وجه التحديد، هل سيختلف ترتيبك إذا رُتبت حسب المسافة الابتدائية من نقطة الأصل؟



الشكل 25

الجدول 2 الموقع والزمن

الموقع (m)	الزمن (s)
0.0	0.0
25.0	1.3
50.0	2.7
75.0	3.6
100.0	5.1
125.0	5.9
150.0	7.0
175.0	8.6
200.0	10.3

السرعة اللحظية لماذا نسمي الكمية $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ السرعة المتوسطة المتجهة؟ لماذا لا

نسميها السرعة المتجهة فقط؟ يوضح رسم الحركة وضع الجسم المتحرك في بداية

الفترة الزمنية ونهايتها. ومع ذلك، لا يشير إلى ما حدث خلال هذه الفترة الزمنية. خلال الفترة الزمنية، يمكن أن تظل سرعة الجسم على حالها أو تزيد أو تقل. يمكن أن يتوقف الجسم أو حتى يُغير اتجاهه. يمكنك إيجاد السرعة المتوسطة لكل فترة زمنية في رسم الحركة، ولكن لا يمكنك إيجاد سرعة الجسم واتجاهه في أي لحظة معينة. تُسمى سرعة الجسم واتجاهه في لحظة معينة **السرعة اللحظية**. في هذا الكتاب المدرسي، يشير مصطلح السرعة إلى السرعة اللحظية التي تُمثل بالرمز v .

✓ **تأكد من فهمك** اشرح إلى أي مدى تختلف السرعة المتوسطة عن السرعة.

السرعة المتوسطة في مخططات الحركة عندما يتحرك جسم بين نقطتين،

تصبح سرعته المتوسطة في نفس اتجاه إزاحته. تتناسب الكميتان تناسبًا طرديًا أيضًا.

عندما تزيد الإزاحة خلال فترة زمنية معينة، تزداد سرعته المتوسطة كذلك. يشير رسم الحركة إلى اتجاه السرعة المتوسطة ومقدارها.

تخيل نزول سيارتين من طريق بسرعات مختلفة. تسجل كاميرا فيديو حركة

السيارات بسرعة بحيث تقطع مسافة محيط إطار واحد في كل ثانية. تخيل أن كل

سيارة توجد بها فرشاة رسم تنزل معها تلقائيًا وترسم خطًا على الأرض خلال نصف ثانية

كل ثانية. سترسم السيارة الأسرع خطًا أطول على الأرض. تشبه المتجهات التي ترسمها

على رسم الحركة لتمثيل السرعة الخطوط التي ترسمها فرش الرسم على الأرض أسفل

السيارات. في هذا الكتاب، نستخدم اللون الأحمر للإشارة إلى المتجهات المرسومة على

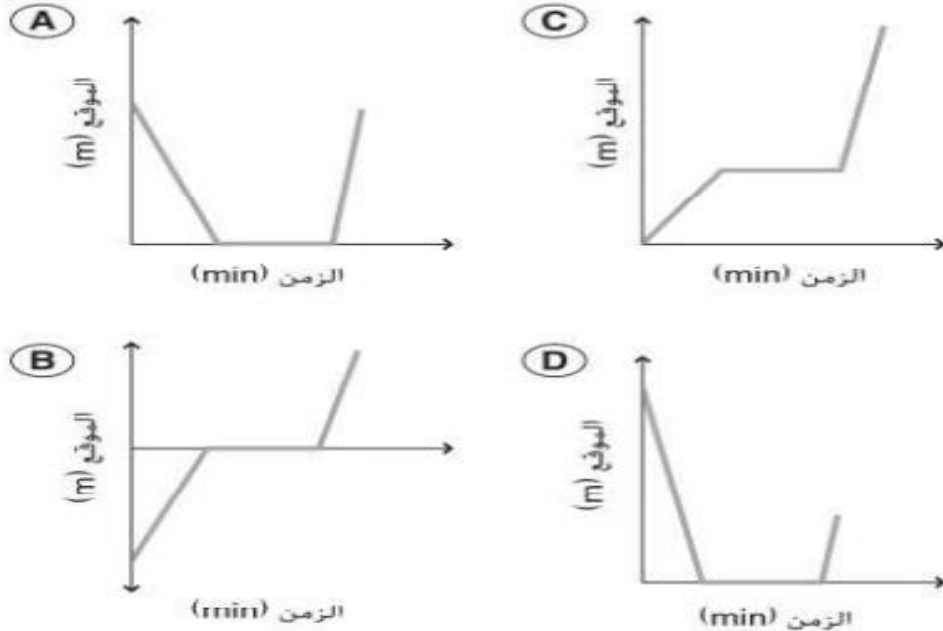
رسومات الحركة. يوضح الشكل 23 رسومات الحركة المرسومة عليها متجهات السرعة

لسيارتين. تتحرك واحدة إلى اليمين، والأخرى إلى اليسار.

4. كم تبلغ السرعة المتوسطة لقطار يتحرك على طول مسار مستقيم إذا كانت إزاحته 192 m شرقاً خلال فترة زمنية 8.0 s ؟

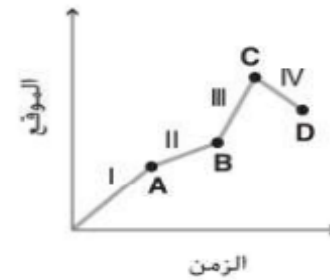
- A. 12 m/s شرقاً
B. 24 m/s شرقاً
C. 48 m/s شرقاً
D. 96 m/s شرقاً

5. ينزل سنجاب على شجرة يبلغ ارتفاعها 8m بسرعة ثابتة في غضون 1.5 min. لا يزال في قاعدة الشجرة منذ 2.3 min. صدر ضجيج عال جعل السنجاب يصعد مرة أخرى إلى مكانه بالضبط على الفرع الذي بدأ منه في غضون 0.1 min. عند إهمال حركة زيادة السرعة وإبطاء السرعة، ما الرسم البياني لمنحنى (الموقع - الزمن) الذي يمثل حركة السنجاب؟



3. يوضح الشكل التالي رسماً بسيطاً لحركة دراجة. (تُهمل حركة زيادة السرعة وإبطاء السرعة.) في أي المراحل تكون سرعة الدراجة الأكبر؟

- A. المرحلة I
B. المرحلة II
C. المرحلة III
D. المرحلة IV



مثال 1

تحليل رسم بياني للعلاقة بين الموقع والزمن ما الزمن الذي وصل فيه العداء الذي وُصفت حركته في الشكل 11 إلى مسافة 12.0 m بدءًا من نقطة البداية؟ وما الموقع الذي وصل إليه بعد مرور 4.5 s؟

1 تحليل المسألة

أعد صياغة السؤالين.

السؤال 1: في أي وقت كان مقدار موقع العداء (x) يساوي 12.0 m؟

السؤال 2: ما موقع العداء عندما كان الزمن $t = 4.5$ s؟

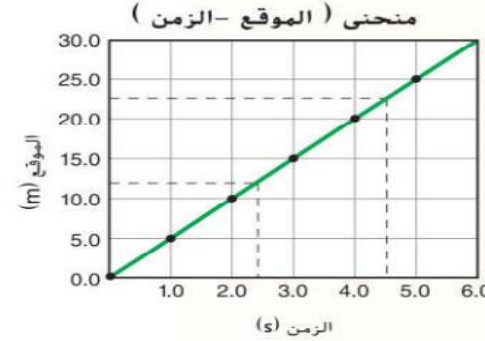
2 إيجاد المجهول

السؤال 1

أمعن النظر في الرسم البياني لمعرفة نقطة تقاطع خط الموازية الأفضل مع خط أفقي عند العلامة 12.0 m. ثم حدّد النقطة التي يتقاطع فيها خط رأسي قادم من تلك النقطة مع محور الزمن. فيكون الموقع t عند هذه النقطة هي 2.4 s.

السؤال 2

حدّد نقطة تقاطع الخط البياني مع خط رأسي المار من الزمن 4.5 s (في المنتصف بين الزمنين 4.0 s و 5.0 s على هذا الرسم البياني). ثم حدّد النقطة التي يتقاطع فيها خط أفقي من تلك النقطة مع محور الموقع. قيمة x هي 22.5 m تقريبًا.



تحديد المواضع

عند تحليل حركة معقدة، غالبًا ما يكون من المفيد تمثيل الحركة بعدة طرق. يحتوي رسم الحركة على معلومات عن موقع الجسم في توقيتات زمنية مختلفة. يمكن أيضًا أن توضح هذه الجداول والرسومات البيانية هذه المعلومات نفسها. راجع رسمة الحركة في الشكل 8 والشكل 9. يمكنك استخدام هذين الرسمين لتنظيم التوقيتات الزمنية ومواضع العداء المخالفة، كما هو موضح في الجدول 1.

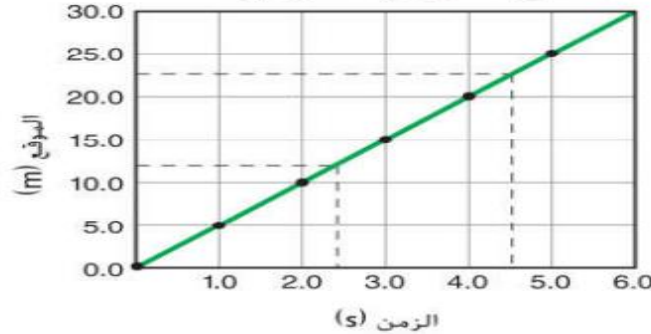
تحديد البيانات يمكن تمثيل البيانات الواردة في الجدول 1 في رسم بياني للعلاقة

بين الموقع والزمن. بحيث تُحدّد فيه بيانات الزمن على محور أفقي وبيانات الموقع على محور رأسي. يُظهر الرسم البياني لحركة العداء في الشكل 11. لرسم هذا الرسم البياني، حدّد مواضع العداء أولاً، ثم ارسم الخط الأكثر ملاءمة للنقاط.

تقدير الزمن والموقع لاحظ أن الرسم البياني ليس مائلًا لمسار حركة العداء -

فخط الرسم البياني مائل، ومسار حركة العداء كان أفقيًا. بل يمثل الخط أكثر مواضع العداء احتمالاً في الفترات الزمنية بين نقاط البيانات المسجلة. على الرغم من أنه لا توجد بيانات توضح بدقة الزمن عندما كان العداء على بُعد 12.0 m من نقطة البداية أو توضح موقع العداء عند $t = 4.5$ s، إلا أنه يمكنك استخدام الرسم البياني لتقدير الزمن أو الموقع. يوضح مثال المسألة الوارد في الصفحة التالية كيف يتم ذلك.

منحنى (الموقع - الزمن)

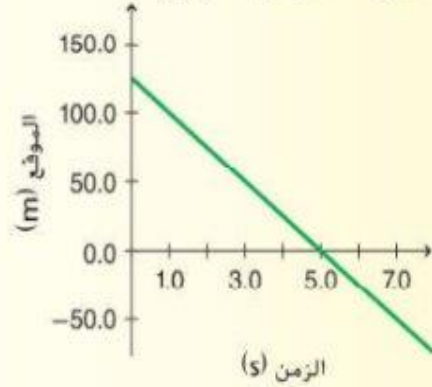


الشكل 11 يمكنك إنشاء رسم بياني للعلاقة بين الموقع والزمن من خلال تحديد المواضع والفترات الزمنية من الجدول. وعن طريق رسم أفضل خط بياني لجميع النقاط، يمكنك تقدير الفترات الزمنية والمواقع غير الواردة في الجدول.

أشرح لماذا يظهر الخط البياني على الرسم البياني مائلًا رغم أنه يصف حركة جسم في خط مستقيم؟

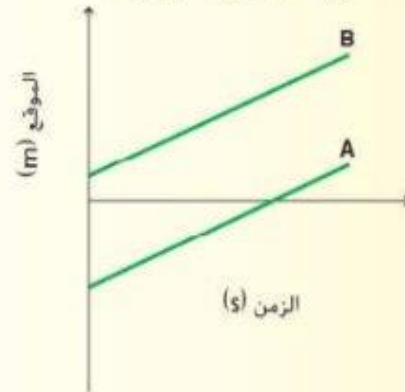
تطبيق

منحنى (الموقع - الزمن)



الشكل 12

منحنى (الموقع - الزمن)



الشكل 13

بالنسبة إلى المسائل 11-13 ارجع إلى الشكل 12.

11. يمثل الرسم البياني الوارد في الشكل 12 حركة سيارة تسير على طريق سريع في خط مستقيم. صف بالكلمات حركة السيارة.

12. ارسم مخطط حركة باستخدام نموذج جسم نقطي يتناسب مع الرسم البياني.

13. أجب عن الأسئلة التالية عن حركة السيارة. افترض أن الاتجاه x الموجب شرق نقطة الأصل وأن الاتجاه x السالب غرب نقطة الأصل.

a. في أي وقت كان موقع السيارة على بُعد 25.0 m شرق نقطة الأصل؟

b. أين كانت السيارة عند النقطة الزمنية $t = 1.0$ s؟

c. ماذا كانت إزاحة السيارة بين النقطتين الزمنيتين $t = 1.0$ s و $t = 3.0$ s؟

14. يمثل الرسم البياني الوارد في الشكل 13 حركة شخصين يسيران في خط مستقيم على رصيف للمشاة في المدينة. صف بالكلمات حركة الشخصين المترجلين وافترض أن الاتجاه الموجب شرق نقطة الأصل.

15. التحدي سار سالم من الكافيتريا إلى غرفة الموسيقى عبر فاعة المدرسة الرئيسية مسافة 100.0 m. يستل فصل من طلاب الفيزياء موقعه كل 2.0 s ويحددونه على رسم بياني. مع العلم أنه كان يتحرك مسافة 2.6 m كل 2.0 s فمتى كان سالم في المواضع التالية؟

a. 25.0 m من الكافيتريا

b. 25.0 m من غرفة الموسيقى

c. أنشئ رسماً بيانياً يوضح حركة سالم.



جميع أنواع الحركة

لقد تعرفت على العمليات العلمية التي ستكون مفيدة في دراستك لعلم الفيزياء. ستبدأ الآن في استخدام هذه الأدوات لتحليل الحركة. في الوحدات التالية، ستطبق هذه العمليات على العديد من أنواع الحركة. ستستخدم مفردات ومخططات ورسومات تخطيطية ورسومات بيانية ومعادلات، ستساعدك هذه المفاهيم على تحديد مقدار سرعة حركة الجسم ومدى بعده واتجاه حركة الجسم وهل تزداد سرعة هذا الجسم أم تنقص وما إذا كان هذا الجسم ساكن أم يتحرك بسرعة ثابتة.

تغير الموقع ما الذي يخطر ببالك عندما تسمع كلمة الحركة؟ ركوب الطبق الدوار في الملاهي؟ ارتفاع كرة البيسبول التي يضربها المهاجم أعلى السياج؟ توجد الحركة في كل شيء حولك، بدءًا من القطارات السريعة والمتزلجين الذين يتسمون بالسرعة إلى النسائم البطيئة والسحاب المتناقل. تتحرك الأجسام بطرق عديدة ومختلفة، مثل مسار الخط المستقيم لكرة البولينج في مسار مضمار البولينج والمسار المنحني لسيارة تنعطف وهبوط الطائرة الورقية بشكل حلزوني ودوامات الماء حول المصارف. عندما يكون الجسم في حالة حركة، مثل قطار المترو الموضح في الشكل 1، فإن موقعه يتغير. بعض أنواع الحركة تعتبر أكثر تعقيدًا من غيرها. عند البدء في مجال دراسة جديد، يُنصح بأن تبدأ بالحالة الأقل تعقيدًا وتتعلمها قدر الإمكان ثم نضيف تدريجيًا المزيد من التعقيد إلى هذا النموذج البسيط. في حالة الحركة، ستبدأ دراستك بالحركة على طول خط مستقيم.



الشكل 2 يمكنك أن تقول إن العداء في حالة حركة لأن موقعه يتغير بالنسبة إلى الشجرة والأرض.

الحركة على طول خط مستقيم بصمة عامة، يمكن أن يتحرك الجسم على طول العديد من أنواع المسارات المختلفة. إلا أن الحركة في خط مستقيم تتبع مسارًا مباشرًا بين نقطتين من دون الاتجاه يمينًا أو يسارًا. على سبيل المثال، يمكنك أن تصف حركة الجسم بأنه يتحرك للأمام والخلف أو لأعلى وأسفل أو باتجاه الشمال والجنوب. في كل حالة من هذه الحالات، يتحرك الجسم على طول خط مستقيم.

لنفترض أنك تقرأ هذا الكتاب المدرسي في المنزل. عندما بدأت القراءة، وقعت عينك على الأرنب الموجود لديك ورأيتته جالسًا في ركن من القفص. ثم وقعت عينك عليه في وقت لاحق ورأيتته جالسًا بجانب طبق الطعام في الركن المقابل من القفص. يمكنك استنتاج أن الأرنب تحرك من مكان آخر في الفترة ما بين ملاحظتك. ما العوامل التي ساعدتك على تكوين هذا الاستنتاج عن حركة الأرنب؟

يتعلق وصف الحركة بوصف المكان والزمن. يجب أن تجيب عن الأسئلة المتعلقة بمكان الجسم والزمن الذي كان فيه على هذا الوضع لكي تتمكن من وصف حركته بوضوح. بعد ذلك، ستبحث عن بعض الأدوات التي تساعدك على تحديد وقت وجود الجسم في مكان ما.

✓ **تأكد من فهمك** حدد عاملين يجب معرفتهما لوصف حركة جسم على طول خط مستقيم.

رسومات الحركة

فكر في مثال الحركة في خط مستقيم التالي، يركض عداء على طول طريق مستقيم. ثمة طريقة لتمثيل حركة العداء وهي التقاط مجموعة من الصور توضح موقع العداء على فترات زمنية متساوية. يمكنك القيام بذلك عن طريق تصوير العداء أثناء الحركة للحصول على مجموعة متتالية من الصور. ستوضح كل شكل العداء وهو في نقطة أبعد على طول الطريق المستقيم.

الصور المتتالية لنفترض أنك وضعت كاميرا في اتجاه معين وقطعت العداء مجال الرؤية الخاص بالكاميرا. ثم التقطت مجموعة من الصور للعداء على فترات زمنية متساوية من دون تحريك الكاميرا. توضح الشكل 2 ما تبدو عليه مجموعة الصور المتتالية التي التقطت للعداء. لاحظ أن العداء في موقع مختلف في كل شكل. ولكن يظل كل شيء في الخلفية موجودًا في الموقع نفسه. يثبت ذلك أن العداء هو من يتحرك فقط بالنسبة إلى الكاميرا والأرض.

✓ **تأكد من فهمك** حدد هل يجب أن تكون المساحات بين موقع الجسم المتحرك متساوية إذا التقطت صور للجسم على فترات زمنية متساوية. اشرح.

جمع الصور لنفترض أنك وضعت صور العداء الأربع بداية من الشكل 2 فوق بعضها. يوضح الشكل 3 ما تبدو عليه هذه الأشكال المجمعة. ترى أكثر من شكل لحركة العداء، ولكنك ترى شكل واحدة فقط للشجرة والأجسام الأخرى الثابتة في الخلفية. تُسمى مجموعة الصور التي توضح أوضاع الجسم المتحرك على فترات زمنية متساوية **مخطط الحركة**.

نماذج الجسيمات



الشكل 3 ينتج عن جمع الصور من الشكل 2 مخطط الحركة هذا الخاص بحركة العداء. مجموعة النقاط التي توجد في الجزء السفلي من الشكل هي نموذج الجسيم الذي يوافق مخطط الحركة. **اشرح** كيف يوضح نموذج الجسيم أن سرعة العداء لا تتغير.



1. الفكرة الرئيسية كيف يمثل مخطط الحركة حركة جسم؟

2. **مخطط حركة راكب دراجة** ارسم مخطط حركة نموذج الجسيم لراكب دراجة يتحرك بسرعة ثابتة على طول طريق مستقيم.

3. **مخطط حركة سيارة** ارسم مخطط حركة نموذج جسيم يوافق مخطط الحركة الموضح في الشكل 4 لسيارة توشك على الوصول إلى لوحة التوقف. أي نقطة على السيارة استخدمتها لتمثيل السيارة؟



الشكل 4

4. **مخطط حركة طائر** ارسم مخطط حركة نموذج جسيم يوافق مخطط الحركة الموضح في الشكل 5 لطائر أثناء طيرانه. ما النقطة التي اخترتها على جسم الطائر لتمثله؟



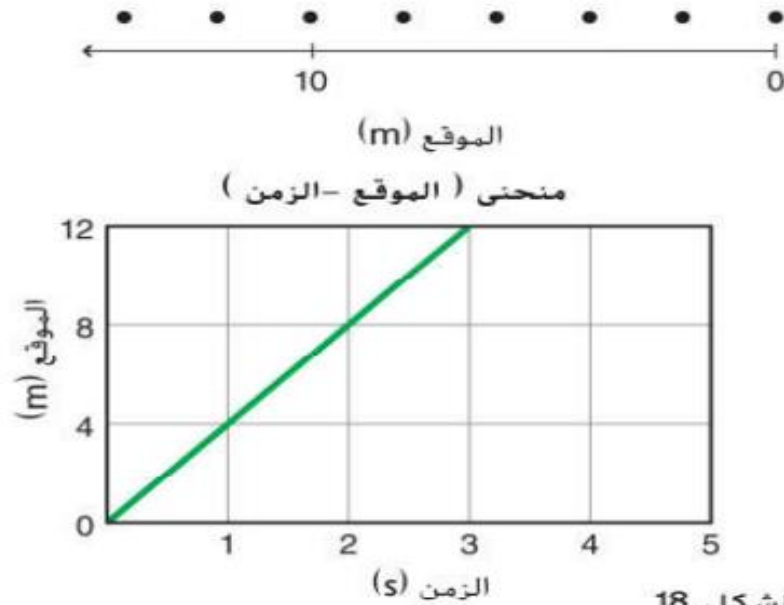
الشكل 5

5. **التفكير الناقد** ارسم مخططات حركة نموذج جسيم لعداءين أثناء سباق يعبر فيه أحدهما خط النهاية ويقطع الآخر ثلاثة أرباع المسافة حتى خط النهاية.

24. **المسافة** استخدم الرسم البياني للعلاقة بين الموقع والزمن في **الشكل 17** لتحديد المسافة التي تحركها قرص الهوكي من الفترة الزمنية 0.0 s إلى الفترة الزمنية 5.0 s.

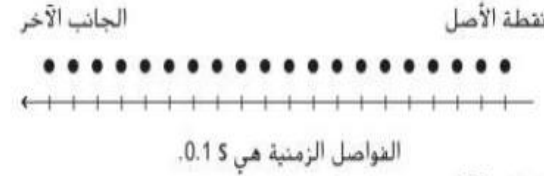
25. **الفترة الزمنية** استخدم الرسم البياني للعلاقة بين الموقع والزمن لقرص الهوكي لتحديد مقدار الزمن الذي استغرقه القرص للتحرك من نقطة تبعد 40 m عن نقطة الأصل إلى نقطة تبعد 80 m عن نقطة الأصل.

26. **التفكير الناقد** انظر إلى رسم نموذج الجسيم النقطي والرسم البياني للعلاقة بين الموقع والزمن الموضحين في **الشكل 18**. هل يصنفان الحركة نفسها؟ كيف عرفت ذلك؟ لا تخلط بين النظام الإحداثي للموقع في نموذج الجسيم النقطي والمحور الأفقي في الرسم البياني للعلاقة بين الموقع والزمن. مع العلم أن الفترات الزمنية في رسم نموذج الجسيم النقطي هي 2 s.



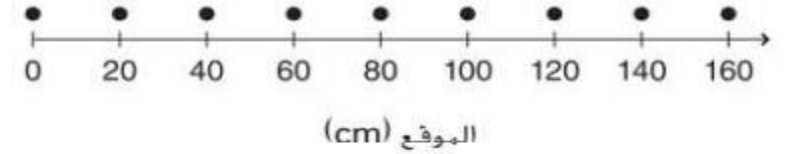
الشكل 18

65. **الشكل 30** عبارة عن رسم لنموذج جسيم يمثل الدجاج الذي يسير عرضياً عبر الطريق. ارسم رسماً بيانياً متطابقاً للعلاقة بين الموقع والزمن. واكتب معادلة نصف حركة الدجاج.



الشكل 30

21. **الفكرة الرئيسية** باستخدام نموذج الجسيم النقطي لرسم الحركة الموضح في **الشكل 16** لرضيع يحبو في المطبخ. ارسم الرسم البياني للعلاقة بين الموقع والزمن لتمثيل حركة الرضيع. مع العلم أن الفترة الزمنية بين النقاط المتتالية على الرسم هي 1 s.

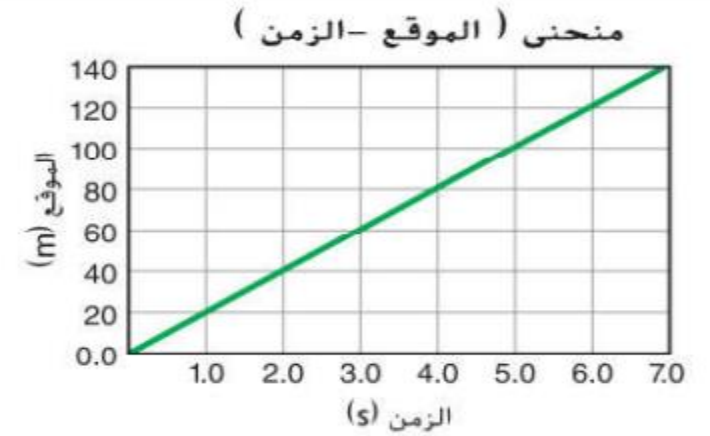


الشكل 16

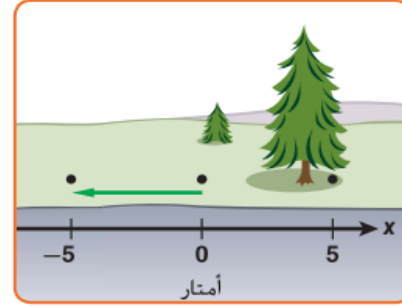
بالنسبة إلى المسائل 22-25، ارجع إلى **الشكل 17**.

22. **نموذج الجسيم النقطي** أنشئ رسم حركة باستخدام نموذج الجسيم النقطي من الرسم البياني للعلاقة بين الموقع والزمن في **الشكل 17** لانتزلاق قرص الهوكي على سطح جليد.

23. **الزمن** استخدم الرسم البياني للعلاقة بين الموقع والزمن لقرص الهوكي لتحديد الزمن الذي كان فيه القرص على بُعد 10.0 m من نقطة الأصل.



الشكل 17

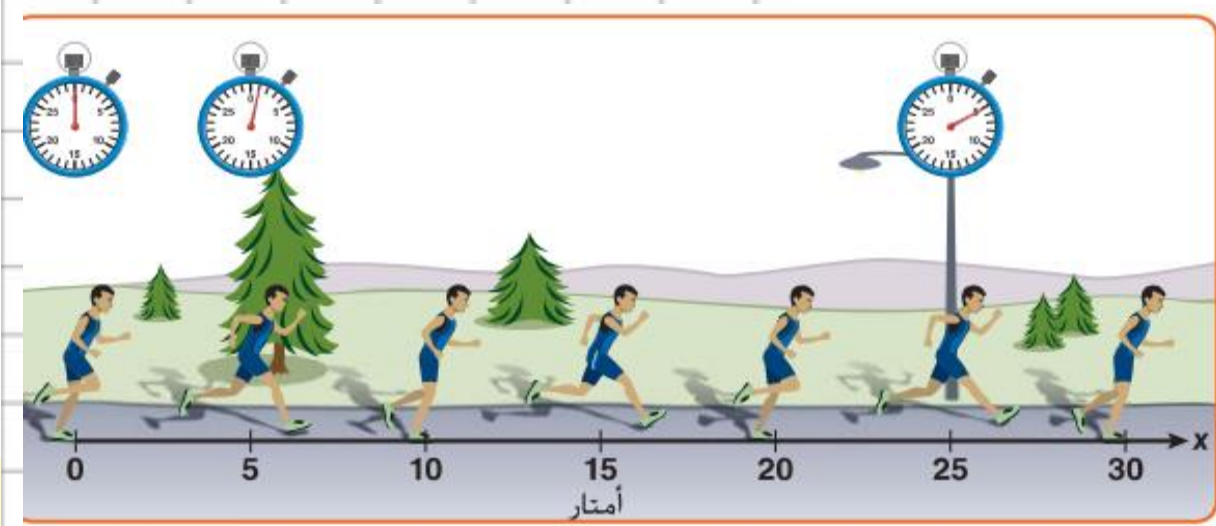


الشكل 7 يوضح السهم الأخضر إزاحة سالبة مقدارها -5.0 m. إذا تم اختيار الاتجاه الموجود على يمين نقطة الأصل كاتجاه موجب.

الاستدلال ما الموقع الذي يمكن أن يوضحه السهم إذا اخترت الاتجاه الموجود على يسار نقطة الأصل كاتجاه موجب؟

يمثل الحرفان السفليان t_i والزمن الابتدائي والنهائي، لكن يمكن أن يكونا الزمن الابتدائي والنهائي لأي فترة زمنية تختارها. في مثال العداء، يكون الزمن الذي يستغرقه للركض من نقطة الشجرة إلى نقطة عمود الإنارة هو $t_f - t_i = 5.0 \text{ s} - 1.0 \text{ s} = 4.0 \text{ s}$ أو يمكنك وصف الفترة الزمنية لركض العداء من نقطة الأصل إلى نقطة عمود الإنارة.

في هذه الحالة، ستكون الفترة الزمنية $t_f - t_i = 5.0 \text{ s} - 0.0 \text{ s} = 5.0 \text{ s}$. لكن ماذا عن موقع العداء؟ هل هو كمية عددية أيضاً؟



الفترة الزمنية

تساوي الفترة الزمنية الزمن النهائي مطروحاً منه الزمن الابتدائي.

$$\Delta t = t_f - t_i$$

الموقع السالب هل يوجد ما يُسمى بالموقع السالب؟ افترض أنك اخترت النظام الإحداثي الذي تم توضيحه للتو، لكنك وضعت نقطة الأصل هذه المرة على بُعد 4 m يسار الشجرة مع امتداد المحور الأفقي x في الاتجاه الموجب ناحية اليمين. سيكون الموقع على بُعد 9 m يسار الشجرة، أو 5 m يسار نقطة الأصل موقعاً سالباً، كما هو موضح في الشكل 7.

الكميات المتجهة وغير المتجهة

توجد كميات كثيرة في الفيزياء لها حجم، يُسمى أيضاً **المقدار**. واتجاه. تُسمى الكمية التي لها مقدار واتجاه **متجهاً**. يمكن تمثيل المتجه بالسهم. حيث يمثل طول السهم مقدار المتجه، ويمثل اتجاه السهم اتجاه المتجه. يُطلق على الكمية التي تمثل عدداً من دون أي اتجاه، كالمسافة أو الزمن أو درجة الحرارة، اسم **كمية عددية**. في هذا الكتاب المدرسي، نستخدم أحرفاً مكتوبة بخط عريض لتمثيل الكميات المتجهة وأحرفاً مكتوبة بالخط العادي لتمثيل الكميات العددية.

تُعتبر الفترات الزمنية كميات عددية. عند تحليل حركة العداء، ربما تحتاج إلى معرفة الزمن الذي استغرقه للركض من نقطة الشجرة إلى نقطة عمود الإنارة. يمكنك الحصول على هذه القيمة عن طريق إيجاد الفرق بين قراءة ساعة الإيقاف عند الشجرة وقراءتها عند عمود الإنارة. يوضح الشكل 8 هاتين القراءتين. يُسمى الفرق بين زمنين **فترة زمنية**.

والرمز الشائع للفترة الزمنية هو Δt ، حيث يُستخدم الحرف اليوناني (Δ) لتمثيل التغير في الكمية. افترض أن t_i يمثل الزمن الابتدائي (البداية)، عندما كان العداء عند الشجرة. وافترض أن t_f يمثل الزمن النهائي (النهاية) للفترة الزمنية، عندما كان العداء عند عمود الإنارة. حينها تُعرّف الفترة الزمنية رياضياً على النحو التالي.

1. تعريف النظام الإحداثي، وتحديد نقطة الأصل والموقع والمسافة فيه.
2. التمييز بين الكميات القياسية والمتجهة مع إعطاء الأمثلة على كل منها.

الازاحات تعتبر متجهات. لقد رأيت سابقًا كيف يمكن وصف الموقع باعتباره موجبًا أو سالبًا بهدف توضيح هل الموقع على يمين نقطة الأصل أم على يسارها في المستوى الإحداثي. يشير ذلك إلى أن الموقع متجه لأن له اتجاه – إما إلى اليمين أو اليسار في هذه الحالة.

يوضح الشكل 9 موقع العداء عند كل من نقطة الشجرة ونقطة عمود الإنارة. لاحظ أنه يمكنك رسم سهم من نقطة الأصل إلى موقع العداء في كل حالة. وسيكون لهذه الأسهم مقدار واتجاه. يمكنك استخدام الرمز x لتمثيل الموقع رياضيًا. في الشكل 9، يمثل الرمز x_i الموقع عند الشجرة، بينما يمثل الرمز x_f الموقع عند عمود الإنارة. يمثل الرمز Δx التغير في الموقع من نقطة الشجرة إلى نقطة عمود الإنارة. نظرًا لكثرة وصف التغير في الموقع وتحليله في مجال الفيزياء، فإن له اسمًا خاصًا. في الفيزياء، يُسمى التغير في الموقع **الازاحة**. ولأن الإزاحة لها اتجاه، فهي متجه.

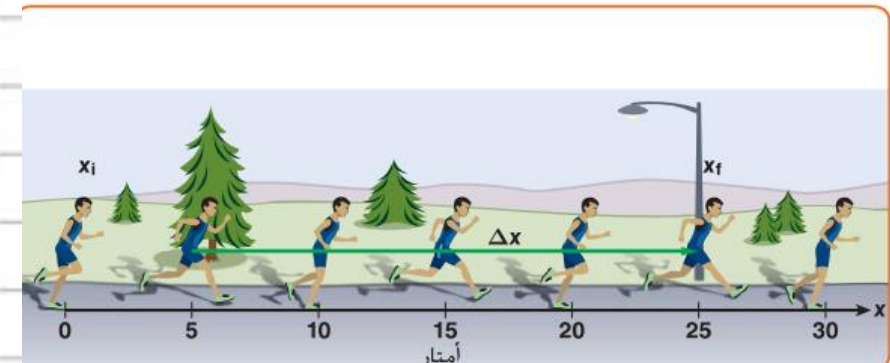
✓ **تأكد من فهمك** فارق بين المسافة التي يتحركها الجسم وإزاحة الجسم لحركة في خط مستقيم.

ماذا كانت إزاحة العداء عندما ركض من الشجرة إلى عمود الإنارة؟ عند النظر إلى الشكل 9، ترى أن هذه الإزاحة كانت 20 m إلى اليمين. لاحظ أيضًا أن الإزاحة من الشجرة إلى عمود الإنارة (Δx) تساوي قيمة الموقع عند عمود الإنارة (x_f) مطروحا منها قيمة الموقع عند الشجرة (x_i). هذه حقيقة عامة؛ فالإزاحة تساوي الموقع النهائي مطروحا منه الموقع الابتدائي.

الإزاحة

الإزاحة هي التغير في الموقع و تساوي الموقع النهائي مطروحا من الموقع الابتدائي.

$$\Delta x = x_f - x_i$$



جمع المتجهات وطرحها ستتعرف على أنواع كثيرة ومختلفة من المتجهات في علم الفيزياء، بما في ذلك السرعة المتجهة والتسارع والقوة الدافعة. ستحتاج غالبًا إلى إيجاد مجموع متجهين أو الفرق بين متجهين. يُسمى المتجه الذي يمثل مجموع متجهين آخرين **المحصلة**. يوضح الشكل 10 كيفية جمع المتجهات في بُعد واحد وطرحها. وفي وحدة مقبلة، ستتعلم كيفية جمع المتجهات في بُعدين وطرحها.

9. الإزاحة الرسم أدناه يوضح الحركة لطالب يذهب إلى المدرسة سيرًا على الأقدام.

المنزل • • • • • المدرسة

انقل مخطط الحركة هذا. ثم ارسم متجهات لتمثيل الإزاحة بين كل نقطتين.

10. التفكير الناقد تتحرك سيارة في شارع من محل بقالة إلى مكتب بريد في خط مستقيم. ولتمثيل حركتها، استخدمت نظامًا إحداثيًا نقطة الأصل فيه عند محل البقالة واتجاه حركة السيارة فيه هو الاتجاه الموجب. بينما استخدم صديقك نظامًا إحداثيًا نقطة الأصل فيه عند مكتب البريد والاتجاه العكسي فيه هو الاتجاه الموجب. هل ستتفقان على موقع السيارة؟ والإزاحة؟ والمسافة؟ والفترة الزمنية التي استغرقتها الرحلة؟ اشرح.

P.(38 - 39)	كتاب الطالب
P.40; P.57	Q.(6 - 10); Q.2

6. الفكرة الرئيسة حدد نظامًا إحدائيًا يمكنك استخدامه لوصف حركة طفلة تسبح في حمام سباحة مستطيل الشكل.
7. الإزاحة الرسم أدناه يوضح الحركة لسيارة على طريق دولي سريع. نقطتا البداية والنهاية موضحتان.
- البداية • • • • • النهاية
- انسخ الرسم. ثم ارسم متجهًا يمثل إزاحة السيارة من زمن البداية إلى نهاية الفترة الزمنية الثالثة.
8. الموقع مثلث طالبتان رسم حركة لموقع جسم متحرك بعد $t = 2s$. وعندما قارنتا بين الرسمين، وجدتا أن الموقعين ليسا في الاتجاه نفسه. اشرح.

1. تعريف النظام الإحدائي، وتحديد نقطة الأصل والموقع والمسافة فيه.
2. التمييز بين الكميات القياسية والمتجهة مع إعطاء الأمثلة على كل منها.

11

2. ما العبارة الصحيحة عن رسم المتجهات؟

- A. ينبغي أن يتناسب طول المتجه تناسبًا طرديًا مع مقداره.
- B. تحتاج إلى رسم متجه لحل جميع مسائل الفيزياء بشكل صحيحة.
- C. المتجه هو كمية لها مقدار وليس لها اتجاه.
- D. جميع الكميات في الفيزياء عبارة عن متجهات.

السرعة اللحظية لماذا تسمى الكمية $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ السرعة المتوسطة المتجهة؟ لماذا لا

نسميها السرعة المتجهة فقط؟ يوضح رسم الحركة وضع الجسم المتحرك في بداية الفترة الزمنية ونهايتها. ومع ذلك، لا يشير إلى ما حدث خلال هذه الفترة الزمنية. خلال الفترة الزمنية، يمكن أن تظل سرعة الجسم على حالها أو تزيد أو تقل. يمكن أن يتوقف الجسم أو حتى يغير اتجاهه. يمكنك إيجاد السرعة المتوسطة لكل فترة زمنية في رسم الحركة، ولكن لا يمكنك إيجاد سرعة الجسم واتجاهه في أي لحظة معينة. تُسمى سرعة الجسم واتجاهه في لحظة معينة **السرعة اللحظية**. في هذا الكتاب المدرسي، يشير مصطلح السرعة إلى السرعة اللحظية التي تُمثل بالرمز v .

✓ **تأكد من فهمك** اشرح إلى أي مدى تختلف السرعة المتوسطة عن السرعة.

السرعة المتوسطة في مخططات الحركة عندما يتحرك جسم بين نقطتين، تصبح سرعته المتوسطة في نفس اتجاه إزاحته. تتناسب الكميتان تناسبًا طرديًا أيضًا. عندما تزيد الإزاحة خلال فترة زمنية معينة، تزداد سرعته المتوسطة كذلك. يشير رسم الحركة إلى اتجاه السرعة المتوسطة ومقدارها.

تخيل نزول سيارتين من طريق بسرعات مختلفة. تسجل كاميرا فيديو حركة السيارات بسرعة بحيث تقطع مسافة محيط إطار واحد في كل ثانية. تخيل أن كل سيارة توجد بها فرشاة رسم تنزل معها تلقائيًا وترسم خطًا على الأرض خلال نصف ثلث كل ثانية. سترسم السيارة الأسرع خطًا أطول على الأرض. تشبه المتجهات التي ترسمها على رسم الحركة لتمثيل السرعة الخطوط التي ترسمها فرش الرسم على الأرض أسفل السيارات. في هذا الكتاب، نستخدم اللون الأحمر للإشارة إلى المتجهات المرسومة على رسومات الحركة. يوضح الشكل 23 رسومات الحركة الرسوم عليها متجهات السرعة لسيارتين. تتحرك واحدة إلى اليمين، والأخرى إلى اليسار.

✓ **تأكد من فهمك** حدد المقصود بأطوال متجهات السرعة.

معادلة الحركة

من الأفضل غالبًا استخدام معادلة، بدلاً من رسم بياني، لحل المسائل. في أي وقت ترسم خطًا مستقيمًا، يمكنك أن تجد معادلة لوصفه. ألق نظرة أخرى على الرسم البياني الموضح في الشكل 20 للجسم الذي يتحرك بسرعة ثابتة -5.0 m/s . تذكر أنه يمكنك تمثيل أي خط مستقيم بالمعادلة $y = mx + b$ ، بحيث تكون y هي الكمية الممثلة على المحور الرأسي و m هي ميل الخط و x هي الكمية الممثلة على المحور الأفقي و b هي تقاطع الخط مع y .

في ما يتعلق بالرسم البياني الموضح في الشكل 20، الكمية الممثلة على المحور الرأسي هي الموقع ويمثلها المتغير x ، ميل الخط هو -5.0 m/s ، وهو السرعة المتوسطة للجسم v_{avg} . الكمية الممثلة على المحور الأفقي هي الزمن (t) . التقاطع مع y يساوي 20.0 m . ما الذي تمثله هذه القيمة 20.0 m ؟ يوضح هذا أن الجسم كان عند الموقع 20.0 m عندما تكون $t = 0.0 \text{ s}$. يُسمى ذلك الموقع الابتدائي للجسم ويُشار إليه بالرمز x_i .

يوجد ملخص على اليمين يوضح كيفية تمثيل الرموز في معادلة الخط المستقيم إلى الكميات المحددة التي تستخدمها لوصف الحركة. يوضح الجدول أيضًا القيم العددية للسرعة المتوسطة والموقع الابتدائي. ادرس الرسم البياني الموضح في الصورة 20. في ما يلي المعادلة الرياضية للخط الممثل بيانيًا:

$$y = (5.0 - \text{m/s})x + 20.0 \text{ m}$$

يمكنك إعادة كتابة المعادلة باستخدام x للموضع و t للزمن.

$$x = (5.0 - \text{m/s})t + 20.0 \text{ m}$$

نستخدم الرموز y و x في الرياضيات ولكن يمكنك استخدام x و t في الفيزياء. يمكنك ذلك نظرًا لوجود العديد من أنواع الرسومات البيانية في الفيزياء، بما في ذلك رسومات الموقع والزمن ورسومات السرعة والزمن ورسومات القوة والإزاحة، في ما يتعلق بالرسم البياني للموقع والزمن، يمكن إعادة كتابة المعادلة الرياضية $y = mx + b$ على النحو التالي:

الموقع

موقع الجسم هو يساوي حاصل ضرب السرعة المتوسطة في زمن حركة الجسم مضافًا له الموقع الابتدائي للجسم.

$$x_f = \bar{v}t + x_i$$

تعطيك هذه المعادلة طريقة أخرى لتمثيل الحركة. لاحظ أن الرسم البياني (الموقع - الزمن) سيكون خطًا مستقيمًا.

تطبيق

لحل المسائل 33-36، راجع الشكل 24.

33. يوضح الرسم الموجود على اليسار مسار سفينةبحر بسرعة 42 km/h باتجاه الشرق. ما موقع السفينة عندما تصل إلى النقطة C، بالنسبة إلى نقطة البدء A، إذا أبحرت من النقطة B إلى النقطة C في زمن 1.5 h ؟

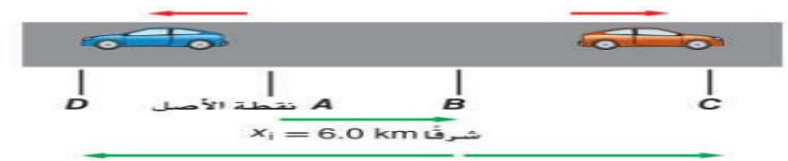
34. تبدأ سفينة أخرى في الوقت نفسه من النقطة B، ولكن سرعتها المتوسطة 58 km/h شرقًا. ما موقعها بالنسبة إلى النقطة A، بعد مرور 1.5 h ؟

35. ماذا سيكون موقع السفينة إذا بدأت هذه السفينة من النقطة B وأبحرت بسرعة متوسطة 35 km/h غربًا إلى النقطة D في فترة زمنية 1.2 h ؟

36. **التحدي** لنفترض أن السفينتين تبدآن من النقطة B وتبحران غربًا. تبحر سفينة بسرعة متوسطة 35 km/h لفترة 2.2 h وتبحر الأخرى بسرعة متوسطة 26 km/h لفترة 2.5 h . ما الموقع النهائي لكل سفينة؟

الشكل 24

42. **الموقع** تسير سيارتان على طول طريق مستقيم كما هو موضح في الشكل 26. ثمران يبعثهما عند النقطة B ثم تستمران في الاتجاهين المعاكسين. تسير السيارة الحمراء لمدة 0.25 h من النقطة B إلى النقطة C بسرعة ثابتة 32 km/h شرقًا. تسير السيارة الزرقاء لمدة 0.25 h من النقطة B إلى النقطة D بسرعة ثابتة 48 km/h غربًا. ما المسافة التي قطعتها كل سيارة بعيدًا عن النقطة B؟ ما موضع كل سيارة بالنسبة إلى نقطة الأصل والنقطة A؟



الشكل 26

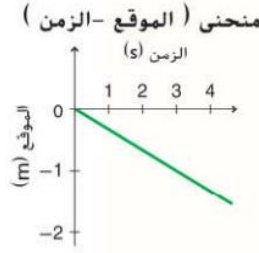
43. **الموقع** تسير سيارة شمالًا على طول طريق سريع مستقيم بسرعة متوسطة 85 km/h . بعد قطع مسافة 2.0 km ، تمر السيارة بمحطة وقود وتستمر على طول الطريق السريع. ما موضع السيارة بالنسبة إلى بداية رحلتها بعد مرور 0.25 h من مرورها بمحطة الوقود؟

44. **التفكير الناقد** عند حل مسألة فيزيائية، لماذا يُعد من المهم إنشاء نماذج تصويرية ومادية قبل محاولة حل المعادلة؟

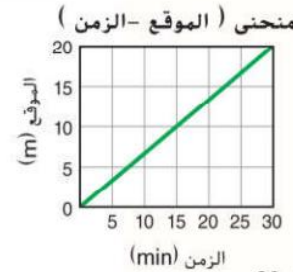
67. القيادة تقادر السيارة A والسيارة B المدرسة عندما تشير ساعة الإيقاف إلى صفر. تتحرك السيارة A بسرعة ثابتة تبلغ 75 km/h وتتحرك السيارة B بسرعة ثابتة تبلغ 85 km/h .
- a. ارسم رسمًا بيانيًا للعلاقة بين الموقع والزمن يوضح حركة السيارتين على خلال 3 ساعات. ما المسافة التي تبعدهما السيارتان عن المدرسة عندما تشير ساعة الإيقاف إلى 2.0 h ؟ احسب المسافتين ووضحهما على رسمك البياني.
- b. مرت السيارتان على محطة بنزين بعد الابتعاد عن المدرسة مسافة 120 km . ما الزمن اللازم لمرور كل سيارة على محطة البنزين؟ احسب الزمنين ووضحهما على رسمك البياني.
68. ارسم رسمًا بيانيًا يتناول العلاقة بين الموقع والزمن ويخص لسيارتين متوجهتين إلى الشاطئ الذي يقع على بُعد 50 km من المدرسة. عند الظهيرة، تغادر السيارة A المخزن الذي يكون أقرب إلى الشاطئ عن المدرسة بمسافة 10 km وتتحرك بسرعة 40 km/h . تبدأ السيارة B في مغادرة المدرسة عند $12:30$ ظهرًا وتتحرك بسرعة 100 km/h . متى تصل كل سيارة إلى الشاطئ؟
69. تسير سيارتان بطول طريق مستقيم. عندما تشير ساعة الإيقاف إلى $t = 0.00 \text{ h}$ تكون السيارة A قد قطعت مسافة $x_A = 48.0 \text{ km}$ وتكون متحركة بسرعة 36.0 km/h لاحقًا. عندما تشير الساعة إلى $t = 0.50 \text{ h}$ تكون السيارة B قد قطعت مسافة $x_B = 0.00 \text{ km}$ وتكون متحركة بسرعة 48.0 km/h . أجب عن الأسئلة التالية. صمم رسمًا بيانيًا يتناول العلاقة بين الموقع والزمن. ثم جبريًا عن طريق كتابة المعادلات المناسبة للموقعين x_A و x_B بدلالة الزمن (t) .
- a. ما الذي ستشير إليه الساعة عندما تمر السيارة B بالسيارة A؟
- b. ما الموقع الذي ستمر به السيارة B بالسيارة A؟
- c. عندما تمر السيارتان ببعضهما البعض، كم تساوي فترة التقائهما علمًا بأن السيارة A كانت عند النقطة المرجعية؟

الشكل 20 يوضح الميل للخط المستقيم في الرسم البياني للعلاقة بين الموقع والزمن هذا أن الحركة في الاتجاه المعاكس.

التحليل كيف يبدو الرسم البياني إذا كانت الحركة بالسرعة نفسها، ولكن في الاتجاه الموجب؟



الشكل 21



الشكل 22

27. يوضح الرسم البياني الوارد في الشكل 21 حركة سفينة سياحية تبحر ببطء عبر المياه الهادئة إلى الجنوب.

a. كم تبلغ السرعة المتوسطة القياسية للسفينة؟

b. كم تبلغ السرعة المتوسطة المتجهة للسفينة؟

28. صف بالكلمات حركة السفينة السياحية في المسألة السابقة.

29. كم تبلغ السرعة المتوسطة لجسم يتحرك من الموقع 6.5 cm إلى 3.7 cm بالنسبة إلى نقطة الأصل خلال 2.3 s؟

30. يمثل الرسم البياني الوارد في الشكل 22 حركة دراجة.

a. كم تبلغ السرعة المتوسطة القياسية لحركة الدراجة؟

b. كم تبلغ السرعة المتوسطة المتجهة لحركة الدراجة؟

31. صف بالكلمات حركة الدراجة في المسألة السابقة.

32. التحدي أنطلقت دراجة بسرعة ثابتة مقدارها 0.55 m/s

أرسم مخططاً توضيحياً للحركة ورسمًا بيانيًا لمنحنى (الموقع - الزمن) تبين فيهما حركة الدراجة لمسافة 19.8m.

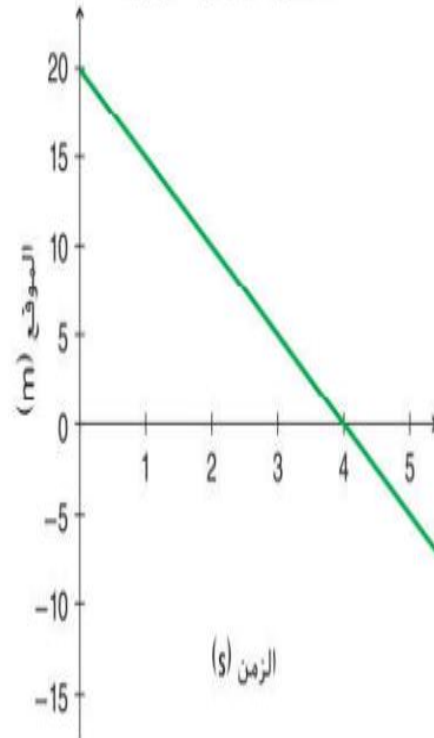
50. الفكرة الرئيسية ما المعادلة التي نصف مدى ارتباط السرعة المتوسطة لجسم متحرك بإزاحته؟

51. المشي مقابل الركض ينطلق الشخص الذي يمشي والشخص الذي يركض من أمامك في اللحظة نفسها. يتحركان في الاتجاه نفسه بسرعات ثابتة مختلفة. صف رسومات البيانات للعلاقة بين الموقع والزمن لكل منهما.

52. ماذا يمثل ميل الخط المستقيم في الرسم البياني للعلاقة بين الموقع والزمن؟

53. إذا كنت تعرف الزمن الذي استغرقه جسم ما للتنقل بين نقطتين ومواقع الجسم على النقطتين. فهل يمكنك تحديد السرعة اللحظية للجسم؟ وسرعته المتوسطة؟ اشرح.

منحنى (الموقع - الزمن)



الزمن (s)

السرعة المتوسطة المتجهة لاحظ أن ميل خط العداء الأسرع في الشكل 19 هو عدد أكبر. يشير الميل الأكبر إلى وجود سرعة أكبر. لاحظ أيضًا أن وحدة قياس الميل هي المتر في الثانية. بالنظر إلى كيفية حساب الميل، يمكنك أن تعرف أن الميل هو التغيير في مقدار الموقع مقسومًا على الفترة الزمنية التي حدث فيها هذا التغيير، $\frac{x_f - x_i}{t_f - t_i}$ أو $\frac{\Delta x}{\Delta t}$. عندما تزداد Δx ، يزداد الميل؛ وعندما تزداد Δt ، يقل الميل. يتوافق ذلك مع التفسير الوارد في الصفحة السابقة الخاص بسرعة العداء الأخضر والعداء الأزرق. **السرعة المتوسطة** نسبة التغيير في موقع الجسم بالنسبة إلى الفترة الزمنية التي حدث فيها هذا التغيير. إذا كان الجسم يتحرك بحركة منتظمة، فإن سرعته لا تتغير. ومن ثمّ تصبح سرعته المتوسطة هي الخط المستقيم لمنحنى (الموقع - الزمن).

السرعة المتوسطة يُعرف السرعة المتوسطة بتغيير الموقع مقسومًا على الزمن الذي حدث خلاله التغيير.

$$v_{avg} \equiv \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i}$$

تفسير الميل ميل الخط البياني للعلاقة بين الموقع والزمن في الشكل 20 هو 5.0 m/s. لاحظ أن ميل الرسم البياني يشير إلى كل من المقدار والاتجاه. بحساب الميل، تجد أن السرعة المتوسطة للجسم الذي يمثلته الرسم البياني حركته يساوي 5.0 m/s. بدأ الجسم بموقع موجب وتحرك نحو نقطة الأصل. بعد مرور 4 s، يمر بنقطة الأصل ويواصل التحرك في الاتجاه المعاكس بمعدل 5.0 m/s.

تأكد من فهمك اشرح مدلول ميل الرسم البياني للعلاقة بين الموقع والزمن أعلى أو أسفل وفوق أو تحت المحور الأفقي x.

السرعة المتوسطة يساوي القيمة المطلقة للميل الجسم الذي سرعته 5.0 m/s تساوي إزاحة الجسم مقسومة على الزمن المستغرق لقطع هذه الإزاحة. في ما يتعلق بالحركة المنتظمة، فإن السرعة المتوسطة تساوي القيمة المطلقة لميل الخط البياني للعلاقة بين الموقع والزمن الخاص بالجسم. مقدار السرعة المتوسطة والاتجاه الذي يتحرك فيه الجسم يمثل السرعة المتوسطة المتجهة. تذكر أنه إذا تحرك الجسم في الاتجاه المعاكس، فسيصبح التغير الذي يحدث في موقعه سالبًا. يعني هذا أن إزاحة الجسم وسرعته المتجهة يكونان في الاتجاه نفسه دائمًا.

1. ربط ميل الرسم البياني لمنحنى (السرعة-الزمن) بالتسارع المتوسط للجسم المتحرك.

2. حساب التسارع اللحظي من الرسم البياني لمنحنى (السرعة المتجهة-الزمن).

السرعة المتوسطة يُعرف السرعة المتوسطة بتغيير الموقع مقسومًا على الزمن الذي حدث خلاله التغيير.

$$v_{avg} \equiv \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i}$$

الموقع

موقع الجسم هو يساوي حاصل ضرب السرعة المتوسطة في زمن حركة الجسم مضافا له الموقع الابتدائي للجسم.

$$x_f = \bar{v}t + x_i$$

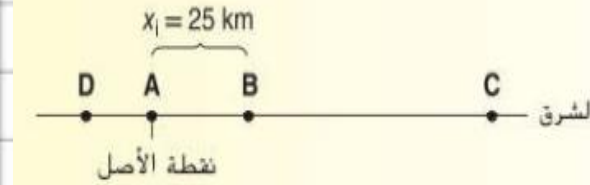
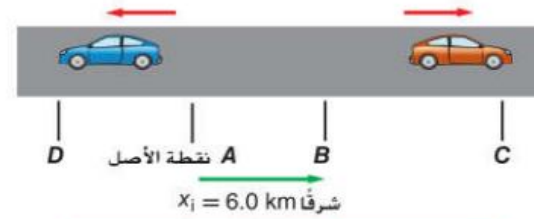
33. يوضح الرسم الموجود على اليسار مسار سفينة تبحر بسرعة 42 km/h باتجاه الشرق. ما موقع السفينة عندما تصل إلى النقطة C، بالنسبة إلى نقطة البدء A، إذا أبحرت من النقطة B إلى النقطة C في زمن 1.5 h؟

34. تبدأ سفينة أخرى في الوقت نفسه من النقطة B، ولكن سرعتها المتوسطة 58 km/h شرقًا. ما موقعها بالنسبة إلى النقطة A، بعد مرور 1.5 h؟

35. ماذا سيكون موقع السفينة إذا بدأت هذه السفينة من النقطة B وأبحرت بسرعة متوسطة 35 km/h غربًا إلى النقطة D في فترة زمنية 1.2 h؟

36. **التحدي** لنفترض أن السفينتين تبدآن من النقطة B وتبحران غربًا. تبحر سفينة بسرعة متوسطة 35 km/h لفترة 2.2 h وتبحر الأخرى بسرعة متوسطة 26 km/h لفترة 2.5 h. ما الموقع النهائي لكل سفينة؟

42. **الموقع** تسير سيارتان على طول طريق مستقيم كما هو موضح في الشكل 26. تبران ببعضهما عند النقطة B ثم تستمران في الاتجاهين المعاكسين. تسير السيارة الحمراء لمدة 0.25 h من النقطة B إلى النقطة C بسرعة ثابتة 32 km/h شرقًا. تسير السيارة الزرقاء لمدة 0.25 h من النقطة B إلى النقطة D بسرعة ثابتة 48 km/h غربًا. ما المسافة التي قطعتها كل سيارة بعيدًا عن النقطة B؟ ما موضع كل سيارة بالنسبة إلى نقطة الأصل والنقطة A؟

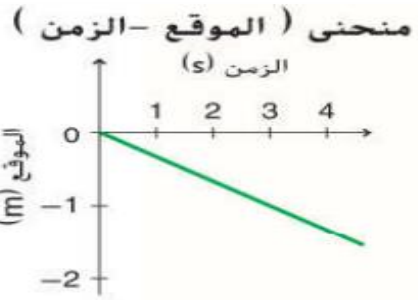
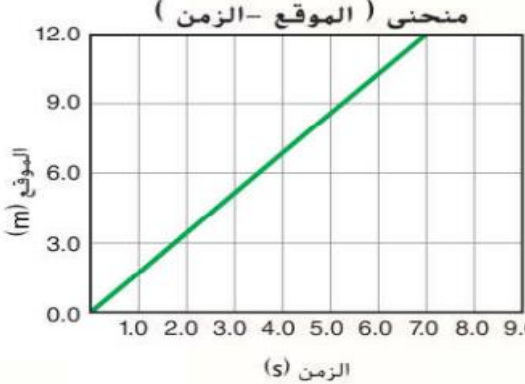
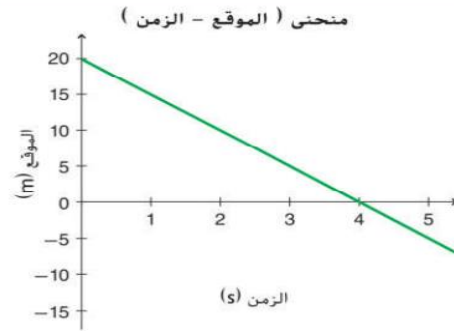


الشكل 24

P.(46 - 65)

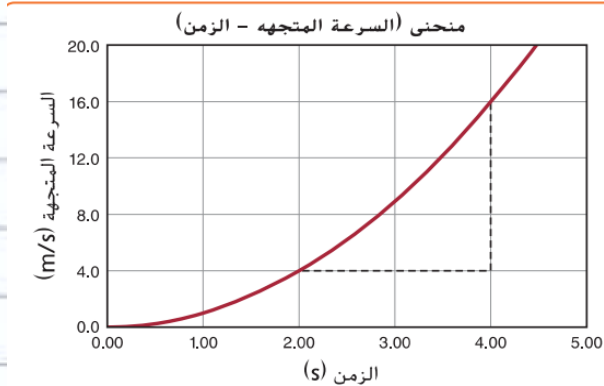
P.64; P.(66 - 67); P.82; P.87

الشكل 7، تأكد من فهمك Q.(1 - 10); Q.(55, 56, 59 - 60); Q.8



الشكل 21

الشكل 22



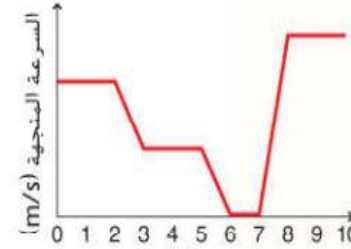
الشكل 7 يبين الخط المنحني على المنحنى (السرعة المتجهة - الزمن) أن التسارع يتغير. يشير الميل إلى التسارع المتوسط خلال الفاصل الزمني الذي تختاره.

احسب كم يبلغ مقدار التسارع المتوسط بين 0.00 s و 2.00 s؟

1. ربط ميل الرسم البياني لمنحنى (السرعة-الزمن) بالتسارع المتوسط للجسم المتحرك.
2. حساب التسارع اللحظي من الرسم البياني لمنحنى (السرعة المتجهة-الزمن).

تطبيق

تطبيق



1. الرسم البياني للسرعة المتجهة - الزمن في الشكل 8 يصف حركة جسد وهو يسير على طول منتصف الطريق في القرية العالمية بديي. ارسم مخطط الحركة المطابق. أدرج متجهات السرعة المتجهة في مخططك.
2. استخدم الرسم البياني $v-t$ للعبة القطار الموضح في الشكل 9 للإجابة عن هذه الأسئلة.

أ. متى تكون سرعة القطار ثابتة؟

ب. خلال أي فاصل زمني يكون تسارع القطار موجباً؟

ج. متى يكون تسارع القطار سلبياً لأقصى درجة؟

3. راجع الشكل 9 لإيجاد التسارع المتوسط للقطار خلال الفواصل الزمنية التالية.

أ. 0.0 s إلى 5.0 s ب. 15.0 s إلى 20.0 s ج. 0.0 s إلى 40.0 s

4. تحدي صمّم الرسم البياني $v-t$ الذي يمثل الحركة التالية: مصعد يبدأ الحركة من وضع السكون عند الطابق الأرضي في مركز تسوق مكون من ثلاثة طوابق. ثم تزيد سرعته لأعلى لمدة 2.0 s بمعدل 0.5 m/s^2 ويستمر في الصعود بسرعة متجهة ثابتة قدرها 1.0 m/s لمدة 12.0 s ثم تقل سرعته بتسارع ثابت لأسفل بمقدار 0.25 m/s^2 لمدة 4.0 s حتى يصل إلى الطابق الثالث.

5. تزيد سيارة سباق من سرعتها المتجهة للأمام من 4.0 m/s إلى 36 m/s على مدار فاصل زمني مقداره 4.0 s. ما تسارعها المتوسط؟

6. نقل سرعة سيارة السباق الواردة في المسألة السابقة من 36 m/s إلى 15 m/s خلال 3.0 s. فما تسارعها المتوسط؟

55. الشكل 26 يوضح منحنى (السرعة المتجهة - الزمن) لسيارة تسير على مضمار اختبار. صف كيف تتغير سرعتها المتجهة بمرور الزمن.



- أفلة أثناء الضغط على الفرامل؟
- ب. الزمن السابق لتوقف، فكيف لتسارع الذي وجدته في الجزء a؟

8. تتحرك سيارة إلى الخلف على منحدر بسرعة 3.0 m/s عندما يبدأ السائق تشغيل المحرك. وبعد مرور 2.5 s تتحرك السيارة أعلى المنحدر بسرعة 4.5 m/s . في حالة اختيار اتجاه أعلى المنحدر كاتجاه موجب، ما التسارع المتوسط للسيارة؟

9. كان سلطان يعدو باتجاه الشرق نحو موقف الحافلات بسرعة 3.5 m/s عندما نظر إلى ساعته فلاحظ أن لديه متسفاً من الوقت قبل أن تصل الحافلة، فأبطأ سرعة عدوه خلال 10.0 s التالية ليسير على مهل بسرعة 0.75 m/s . ما تسارعه المتوسط خلال هذه الفترة التي تبلغ 10.0 s؟

10. تحفيز إذا نبأ بمعدل الانحراف القاري على نحو مفاجئ من 1.0 cm/y إلى 0.5 cm/y خلال فاصل زمني مقداره سنة، فكم يكون التسارع المتوسط؟

1. ربط ميل الرسم البياني لمنحنى (السرعة-الزمن) بالتسارع المتوسط للجسم المتحرك.

2. حساب التسارع اللحظي من الرسم البياني لمنحنى (السرعة المتجهة-الزمن).

55. الشكل 26 يوضح منحنى (السرعة المتجهة - الزمن) لسيارة تسير على مضمار اختبار. صف كيف تتغير سرعتها المتجهة بمرور الزمن.



56. إذا كان منحنى (السرعة المتجهة - الزمن) لجسم ما يتحرك على مسار مستقيم يأخذ شكل خط مواز للمحور الأفقي، فما الذي يمكن أن نستنتجه عن تسارع هذا الجسم؟

8. يوضح الرسم البياني أدناه حركة شاحنة أحد المزارعين. كم تبلغ الإزاحة الكلية للشاحنة؟ افترض أن الشمال هو الاتجاه الموجب.

150 m جنوباً

300 m شمالاً

600 m جنوباً

125 m شمالاً



60. صمّم رسماً بيانياً لمنحنى (السرعة المتجهة - الزمن) باستخدام المعلومات الواردة في الجدول 1 وأجب عن الأسئلة التالية:

a. خلال أي فترة زمنية تزايد سرعة الجسم؟ وخلال أي فترة تقل؟

b. في أي زمن ينعكس اتجاه حركة الجسم؟

c. كيف يختلف التسارع المتوسط للجسم الذي خلال الفترة 0.0 s و 2.0 s والتسارع المتوسط خلال الفترة 7.0 s و 12.0 s؟

الجدول 1 السرعة المتجهة والزمن

الزمن (s)	السرعة المتجهة (m/s)
0.00	4.00
1.00	8.00
2.00	12.0
3.00	14.0
4.00	16.0
5.00	16.0
6.00	14.0
7.00	12.0
8.00	8.00
9.00	4.00
10.0	0.00
11.0	-4.00
12.0	-8.00

P.(46 - 65)

P.64; P.(66 - 67); P.82; P.87

الشكل 7, تأكد من فهمك Q.(1 - 10); Q.(55, 56, 59 - 60); Q.8

59. يصف الرسم البياني الموضح في الشكل 27 حركة جسم يتحرك شرقاً بمحاذاة مسار مستقيم. أوجد قيمة تسارع الجسم في كل من هذه الفترات:

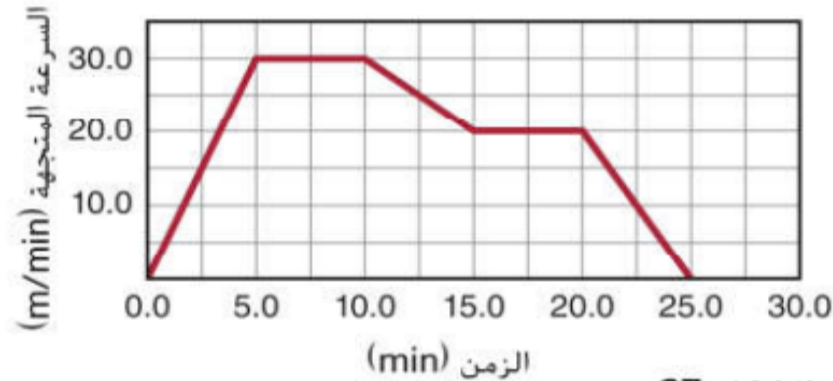
a. خلال أول 5.0 min من التحرك

b. بين 5.0 min و 10.0 min

c. بين 10.0 min و 15.0 min

d. بين 20.0 min و 25.0 min

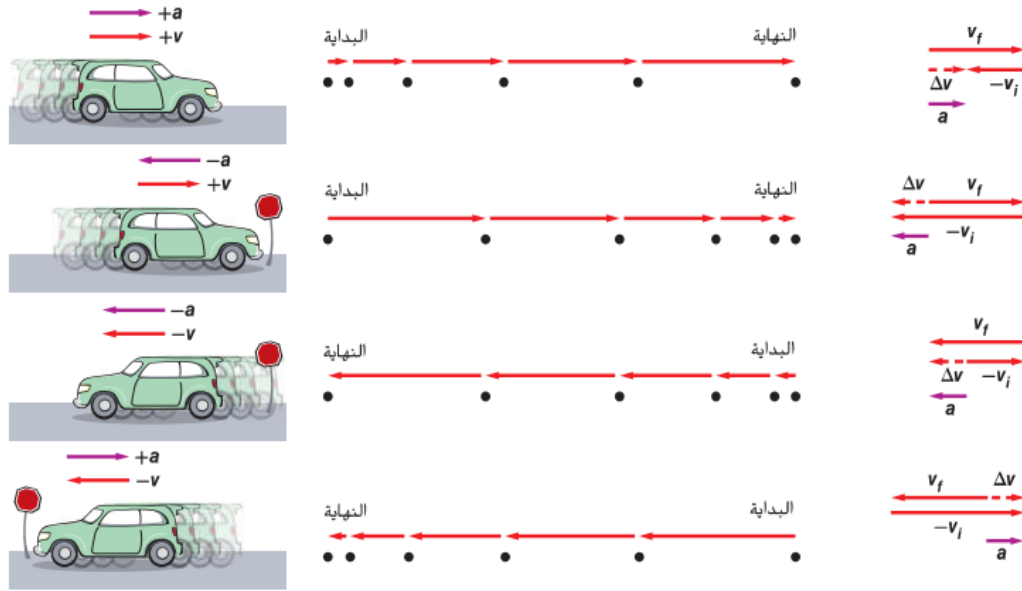
منحنى (السرعة المتجهة - الزمن)



وصف حركة جسم ما إذا كانت سرعته وتسارعه في نفس الاتجاه أو في اتجاهين متعاكسين، ومن ثم تحديد ما إذا كان الجسم يتباطأ أو يتسارع.

الشكل 4 نحتاج إلى معرفة اتجاه كل من السرعة المتجهة ومتجهات التسارع لكي تحدد ما إذا كانت سرعة الجسم تزيد أم تقل.

■ السرعة المتجهة ومخطط الحركة



السرعة المتجهة	Δv	a
تزداد	في الاتجاه الموجب	في الاتجاه الموجب
تزداد	في الاتجاه السالب	في الاتجاه السالب
تتناقص	في الاتجاه الموجب	في الاتجاه السالب
تتناقص	في الاتجاه السالب	في الاتجاه السالب

اتجاه التسارع

نأمل الحالات الأربع الموضحة في الشكل 4 حيث يستطيع الجسم أن يتحرك بسرعة متغيرة. ويوضح مخطط الحركة الأول نحرك السيارة في الاتجاه الموجب وازدياد سرعتها. ويوضح مخطط الحركة الثاني تحرك السيارة في الاتجاه الموجب وتناقص سرعتها. كما يوضح مخطط الحركة الثالث ازدياد سرعة السيارة في الاتجاه السالب، ويوضح المخطط الرابع تناقص سرعة السيارة أثناء تحركها في الاتجاه السالب. ويبيّن الشكل أيضًا متجهات السرعة المتجهة خلال الفاصل الزمني الثاني لكل مخطط، مع متجهات التسارع المطابقة. لاحظ أن Δt تساوي 1s.

في الحالتين الأولى والثالثة، عندما تزداد سرعة السيارة، تشير متجهات السرعة المتجهة والتسارع إلى الاتجاه نفسه. أما في الحالتين الأخريين، عندما يكون متجه التسارع في الاتجاه المعاكس لمتجهات السرعة المتجهة، فإن السيارة تقل سرعتها. بمعنى آخر، عندما يكون تسارع السيارة وسرعتها المتجهة في نفس الاتجاه فإن سرعة السيارة تزداد بينما تتناقص سرعة السيارة عندما يكونان في اتجاهين متضادين.

نحتاج إلى معرفة كل من اتجاه السرعة المتجهة للجسم واتجاه تسارعه لتحديد ما إذا كانت سرعة الجسم تزيد أم تقل. ويكون تسارع الجسم موجبًا عندما يكون متجه التسارع في الاتجاه الموجب ويكون سالبًا عندما يكون متجه التسارع في الاتجاه السالب. لذلك من المهم ملاحظة أن إشارة التسارع وحدها لا تحدد ما إذا كانت سرعة الجسم تزيد أم تقل.

✓ تأكد من فهمك صف حركة الجسم إذا كانت متجهات سرعته المتجهة وتسارعه لها إشارات متضادة.

وصف حركة جسم ما إذا كانت سرعته وتسارعه في نفس الاتجاه أو في اتجاهين مُتعاكسين، ومن ثم تحديد ما إذا كان الجسم يتباطأ أو يتسارع.

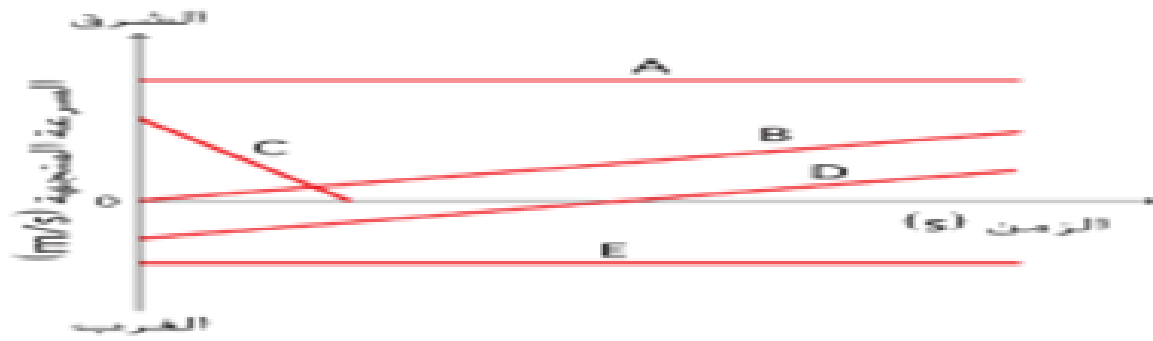
كتاب الطالب

P.62

Q.(53 - 54). الشكل 6 , تأكد من فهمك; الشكل 4

P.62; P.63; P.82

متحني (السرعة المتجهة - الزمن) لخمس عدادين



الشكل 6: نظروا لاختيار الشرق كأنحاء موجب على الرسم البياني. فإن السرعة المتجهة تكون موجبة إذا كان الخط فوق المحور الأفقي وسالبة إذا كان الخط أسفل المحور. يكون التسارع موجباً إذا كان الخط مائلاً لأعلى على الرسم البياني. يكون التسارع سالباً إذا كان الخط مائلاً لأسفل على الرسم البياني. يحدد الخط الأفقي إلى سرعة متجهة ثابتة وتسايراً يساوي صفراً.

53. الفكرة الرئيسية ما الرابط بين السرعة المتجهة والتسارع؟

54. أعط مثالاً على كلٍ مما يلي:

- جسم تقل سرعته ولكن تسارعه موجب
- جسم تزداد سرعته ولكن تسارعه سالب
- جسم يتحرك بسرعة ثابتة ولكنه يتسارع

تحليل وتفسير الخطوط البيانية لمنحنيات (الموقع - الزمن)، و(السرعة - الزمن) لحركة جسم على خط مُستقيم، بحركة مُنتظمة أو غير مُنتظمة بتسارع ثابت أو مُتغير، وتوظيف مُعادلات الحركة لحل مسائل ذات صلة.

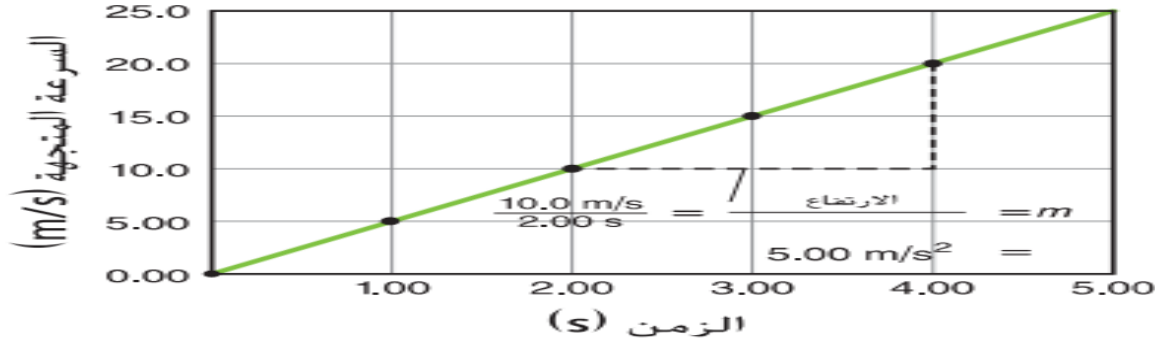
كتاب الطالب

P.(63 - 64)

Q.13; Q.90; مثال 2, (1 - 4) Q.

P.66; P.67; P.85

منحنى (السرعة المتجهة - الزمن)



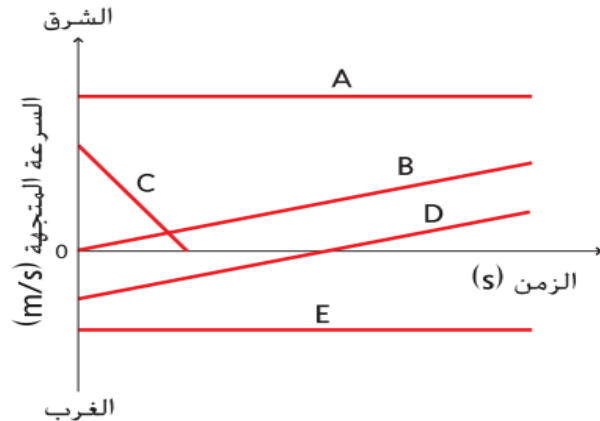
قراءة منحنى (السرعة المتجهة - الزمن) يعرض الشكل

6 حركات العدائين الخمسة. افترض أن الاتجاه الموجب في اتجاه الشرق. ويساوي ميلا الخططين البيانيين (A) و(E) صفراً. ومن ثم، فإن تسارع كل منهما يساوي صفراً. يوضح كلا الخططين البيانيين الحركة بسرعة متجهة ثابتة - العداء (A) يتجه شرقاً والعداء (E) يتجه غرباً. كما يوضح الخط البياني (B) وجود حركة بسرعة متجهة موجبة شرقاً. ويشير ميله إلى وجود تسارع موجب وثابت. يمكنك استنتاج أن السرعة تزداد لأن السرعة المتجهة والتسارع موجبان. الرسم الخط (C) له ميل سالب. ويوضح الحركة التي تبدأ بسرعة متجهة موجبة وتقل ثم تتوقف. ويعني هذا أن التسارع والسرعة المتجهة في اتجاهين متعاكسين. وتوضح النقطة التي يتقاطع عندها الخطان البيانيان (C) و(B) أن سرعات العدائين المتجهة متساوية عند ذلك الزمن. ولكن هذه النقطة لا تحدد مواقعهم.

يشير الخط البياني (D) إلى الحركة التي تبدأ باتجاه الغرب وتقل وللحظة معينة تصبح سرعته المتجهة صفراً ثم يتحرك شرقاً بسرعة متزايدة. ويتميز الخط البياني (D) بميل موجب. نظراً لأن السرعة المتجهة والتسارع في اتجاهين متعاكسين منذ البداية، تنخفض السرعة إلى صفر عند الزمن الذي يتقاطع فيه الرسم البياني مع المحور X. بعد ذلك الزمن، تصبح السرعة المتجهة والتسارع في الاتجاه نفسه وتزداد السرعة.

✓ **تأكد من فهمك** صف معنى تقاطع الخط البياني مع المحور X في منحنى (السرعة المتجهة - الزمن).

منحنى (السرعة المتجهة - الزمن) لخمس عدائين



الشكل 6 نظراً لاختيار الشرق كاتجاه موجب على الرسم البياني، فإن السرعة المتجهة تكون موجبة إذا كان الخط فوق المحور الأفقي وسالبة إذا كان الخط أسفل المحور. يكون التسارع موجباً إذا كان الخط مائلاً لأعلى على الرسم البياني. يكون التسارع سالباً إذا كان الخط مائلاً لأسفل على الرسم البياني. يشير الخط الأفقي إلى سرعة متجهة ثابتة وتساوياً يساوي صفراً.

التسارع المتوسط والتسارع اللحظي

كيف تشعر باختلاف إذا كانت السيارة التي تقودها تتسارع قليلاً أو تتسارع كثيراً. كما هو الحال مع السرعة المتجهة، يتغير تسارع معظم الأجسام المتحركة باستمرار. إذا كنت تريد أن تصف تسارع جسم ما، فغالباً ما يكون أكثر ملاءمة أن تصف التغير الكلي في السرعة المتجهة خلال فاصل زمني معين بدلاً من وصف التغير المستمر.

يشير **التسارع المتوسط** لجسم ما إلى تغير سرعته المتجهة خلال فاصل زمني قابل للقياس مقسوماً على ذلك الفاصل الزمني. ويُقاس التسارع المتوسط بالأمتار لكل ثانية في كل ثانية (m/s/s) أو ببساطة يقاس بالأمتار لكل ثانية مربعة (m/s²). قد تزيد السيارة من سرعتها سريعاً في بعض الأوقات وتصبح أكثر بطئاً في بعض الأوقات. كما أن السرعة المتوسطة تعتمد على الإزاحة عند بداية الحركة ونهايتها. يعتمد التسارع المتوسط فقط على السرعة المتجهة عند بداية الحركة ونهايتها خلال فاصل زمني معين. يوضح الشكل 7 رسماً بيانياً لحركة يتغير فيها التسارع. يُحدد التسارع المتوسط خلال فاصل زمني معين مثلما هو موضح تماماً في الشكل 5 بالنسبة إلى التسارع الثابت. ومع ذلك، لاحظ أنه نظراً لانحناء الخط، يختلف التسارع المتوسط في هذا الرسم البياني اعتماداً على الفاصل الزمني الذي تختاره.

يسمى التغير في السرعة المتجهة للجسم في لحظة من الزمن **التسارع اللحظي**. يمكنك تحديد التسارع اللحظي لجسم ما عن طريق رسم خط مماس على الرسم البياني لمنحنى (السرعة المتجهة - الزمن) عند النقطة الزمنية التي تريد تحديد السرعة عندها. يساوي ميل هذا الخط التسارع اللحظي. معظم الحالات المدروسة في هذا الكتاب المدرسي تفترض حالة مثالية للتسارع الثابت. عندما يكون التسارع واحداً في جميع النقاط خلال فاصل زمني معين، يتساوى التسارع المتوسط والتسارع اللحظي.

تحليل وتفسير الخطوط البيانية لمنحنيات (الموقع - الزمن)، و(السرعة - الزمن) لحركة جسم على خط مُستقيم، بحركة مُنتظمة أو غير مُنتظمة بتسارع ثابت أو مُتغير، وتوظيف مُعادلات الحركة لحل مسائل ذات صلة.

كتاب الطالب

P.(63 - 64)

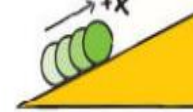
Q.13; Q.90; مثال 2, (1 - 4)

P.66; P.67; P.85

تطبيق

مثال 2

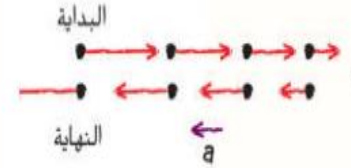
التسارع صيف حركة الكرة أثناء تدرجها صعودًا على طريق مائل، حيث تبدأ الحركة بسرعة 2.50 m/s وتقل سرعتها لمدة 5.00 s وتقف للحظة ثم تتدحرج لأسفل. ووقع الاختيار على أعلى الطريق ليكون هو الاتجاه الموجب. نقطة الأصل هي مكان بدء الحركة. فما إشارة ومقدار تسارع الكرة عندما تتدحرج صعودًا على الطريق؟



1 تحليل المسألة

• ارسم مخططًا للموقف.

• ارسم منحنى (السرعة المتجهة - الزمن) اعتمادًا على مخطط الحركة.



المجهول

$a = ?$

المعلوم

$v_i = +2.50 \text{ m/s}$

$v_f = 0.00 \text{ m/s}$ عندما $t = 5.00 \text{ s}$

2 إيجاد المجهول

أوجد مقدار التسارع من ميل الرسم البياني.

أوجد التغير في السرعة المتجهة والزمن اللازم لإجراء هذا التغير.

$$\Delta v = v_f - v_i$$

$$= 0.00 \text{ m/s} - 2.50 \text{ m/s} = -2.50 \text{ m/s}$$

$$\Delta t = t_f - t_i$$

$$\Delta t = 5.00 \text{ s} - 0.00 \text{ s} = 5.00 \text{ s} \quad \text{التعويض } v_f = 0.00 \text{ m/s} \text{ عندما } t_f = 5.00 \text{ s}, v_i = 2.50 \text{ m/s} \text{ عندما } t_i = 0.00 \text{ s}$$

أوجد مقدار التسارع.

$$\bar{a} \equiv \frac{\Delta v}{\Delta t} = (-2.50 \text{ m/s}) / 5.00 \text{ s}$$

$$\bar{a} = -0.500 \text{ m/s}^2 \text{ أو } 0.500 \text{ m/s}^2 \text{ أسفل الطريق} \quad \text{التعويض } \Delta v = -2.50 \text{ m/s}, \Delta t = 5.00 \text{ s}$$

1. الرسم البياني للسرعة المتجهة - الزمن في الشكل 8 يصف حركة جمد وهو يسير على طول منتصف الطريق في القرية العالمية بدي. ارسم مخطط الحركة المطابق. أدرج منجهاث السرعة المتجهة في مخططك.

2. استخدم الرسم البياني $v-t$ للعبة القطار الموضح في الشكل 9 للإجابة عن هذه الأسئلة.

أ. متى تكون سرعة القطار ثابتة؟

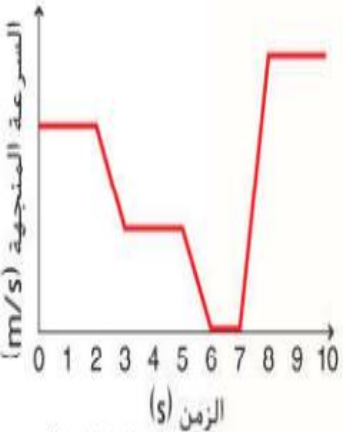
ب. خلال أي فاصل زمني يكون تسارع القطار موجبًا؟

ج. متى يكون تسارع القطار سلبًا لأقصى درجة؟

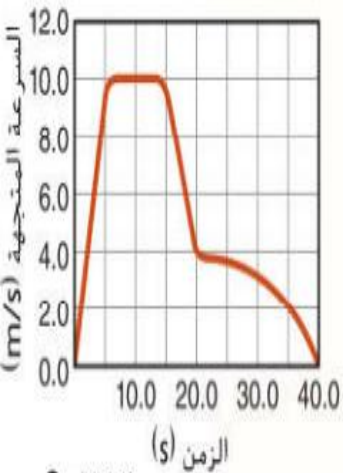
3. راجع الشكل 9 لإيجاد التسارع المتوسط للقطار خلال الفواصل الزمنية التالية.

أ. 0.0 s إلى 5.0 s ب. 15.0 s إلى 20.0 s ج. 0.0 s إلى 40.0 s

4. تحدي صمّم الرسم البياني $v-t$ الذي يمثل الحركة التالية: مصعد يبدأ الحركة من وضع السكون عند الطابق الأرضي في مركز تسوق مكون من ثلاثة طوابق، ثم تزيد سرعته لأعلى لمدة 2.0 s بمعدل 0.5 m/s^2 ويستمر في الصعود بسرعة متجهة ثابتة قدرها 1.0 m/s لمدة 12.0 s ثم تقل سرعته بتسارع ثابت لأسفل بمقدار 0.25 m/s^2 لمدة 4.0 s حتى يصل إلى الطابق الثالث.



الشكل 8



الشكل 9

P.(63 - 64)	كتاب الطالب	16	تحليل وتفسير الخطوط البيانية لمنحنيات (الموقع - الزمن)، و(السرعة - الزمن) لحركة جسم على خط مُستقيم. بحركة مُنتظمة أو غير مُنتظمة بتسارع ثابت أو مُتغير، وتوظيف مُعادلات الحركة لحل مسائل ذات صلة.
P.66; P.67; P.85	Q.13; Q.90; مثال 2, (1 - 4) Q.		

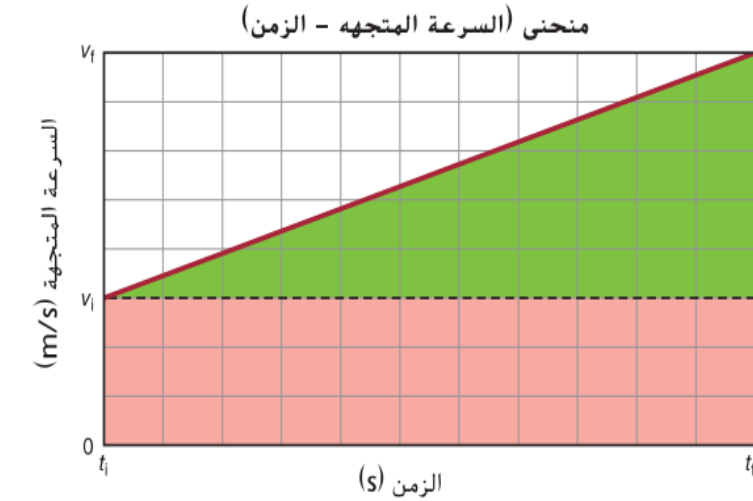
90. المسافة الكلية التي تتدحرجها كرة فولاذية أسفل منحدر في أزمنة مختلفة موضحة في الجدول 2.

a. ارسم رسمًا بيانيًا منحنى (الموقع - الزمن) لحركة الكرة. عند إنشاء المحاور، استخدم خمسة أقسام لكل 10 m مسافة لحركة الكرة على المحور. استخدم خمسة أقسام لمدة 1 s على المحور t.

b. احسب المسافة التي تدحرجتها الكرة بنهاية فترة الـ 2.2 s.

13. رسم بياني للسرعة المتجهة - الزمن: صمّم رسمًا بيانيًا للسرعة المتجهة - الزمن لسيارة تتحرك شرقًا بسرعة 25 m/s لمدة 100 s ثم غربًا بسرعة 25 m/s لمدة 100 s أخرى.

تطبيق معادلة الحركة التي تربط الموقع النهائي لجسم ما بموضعه الابتدائي، وسرعته الابتدائية، وتسارعه المنتظم، وزمنه $x_f = x_i + v_i t_f + \frac{1}{2} a t_f^2$.



الحركة بسرعة متجهة ابتدائية لا تساوي صفر يصف الرسم البياني في الشكل 15 تسارعاً ثابتاً بدأ بسرعة متجهة ابتدائية مقداره v_i . لتحديد الإزاحة، يمكنك تقسيم المساحة أسفل الرسم البياني إلى مستطيل ومثلث. ومن ثم تكون المساحة الكلية كالتالي:

$$\Delta x = \Delta x_{\text{مستطيل}} + \Delta x_{\text{مثلث}} = v_i(\Delta t) + \left(\frac{1}{2}\right)a\Delta t^2$$

بالتعويض بـ $a\Delta t$ عن تغير السرعة المتجهة في المعادلة تكون النتيجة:

$$\Delta x = \Delta x_{\text{مستطيل}} + \Delta x_{\text{مثلث}} = v_i(\Delta t) + \left(\frac{1}{2}\right)a(\Delta t)^2$$

عندما يكون الموقع الابتدائي أو النهائي للجسم معروفاً، يمكن كتابة المعادلة كالتالي:

$$x_f - x_i = v_i(\Delta t) + \left(\frac{1}{2}\right)a(\Delta t)^2 \text{ أو } x_f = x_i + v_i(\Delta t) + \left(\frac{1}{2}\right)a(\Delta t)^2$$

إذا كان الزمن الابتدائي $t_i = 0$ ، فعندئذٍ تصبح المعادلة كالتالي:

2

الموقع مع التسارع المتوسط

الموقع النهائي لجسم ما يساوي مجموع موقعه الابتدائي وحاصل ضرب السرعة المتجهة الابتدائية والزمن النهائي ونصف حاصل ضرب التسارع ومربع الزمن النهائي.

$$x_f = x_i + v_i t_f + \left(\frac{1}{2}\right)a t_f^2$$

الشكل 15 بالنسبة إلى الحركة بتسارع ثابت، إذا كانت السرعة المتجهة الابتدائية في منحنى (السرعة المتجهة - الزمن) لا تساوي صفراً، تكون المساحة أسفل منحنى (السرعة المتجهة - الزمن) هي مجموع مساحة المستطيل ومساحة المثلث.

معادلة بديلة

من المفيد دائماً الربط بين الموقع والسرعة المتجهة والتسارع الثابت دون تضمين الزمن. أعد ترتيب المعادلة $v_f = v_i + at_f$ لإيجاد قيمة الزمن، $t_f = \frac{v_f - v_i}{a}$. يمكنك بعد ذلك إعادة كتابة قيمة الموقع بمعادلة حساب التسارع المتوسط بالتعويض بـ t_f للحصول على ما يلي:

$$x_f = x_i + v_i \left(\frac{v_f - v_i}{a} \right) + \left(\frac{1}{2} \right) a \left(\frac{v_f - v_i}{a} \right)^2$$

يمكن حل هذه المعادلة لإيجاد السرعة المتجهة (v_f) عند أي موقع (x_f).

السرعة المتجهة بتسارع ثابت

مربع السرعة المتجهة النهائية يساوي مجموع مربع السرعة المتجهة الابتدائية ومثلي حاصل ضرب التسارع في الإزاحة خلال الفترة الزمنية.

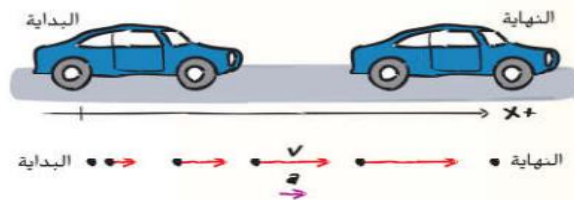
$$v_f^2 = v_i^2 + 2a(x_f - x_i)$$

مثال 4

الإزاحة: سيارة تبدأ حركتها من وضع السكون وتزيد سرعتها بمعدل 3.5 m/s^2 بعد أن تضيئ إشارة مرور بالضوء الأخضر. فكم المسافة التي ستكون قد قطعتها عندما تصل سرعتها إلى 25 m/s ؟

1 حل المسألة وارسم مخططاً لها

- ارسم مخططاً للموقف.
- أنشئ محاور إحداثية وافترض أن اتجاه اليمين هو الاتجاه الموجب.
- ارسم مخططاً للحركة.



المعلوم المجهول

$$x_f = ?$$

$$x_i = 0.00 \text{ m}$$

$$v_i = 0.00 \text{ m/s}$$

$$v_f = +25 \text{ m/s}$$

$$\bar{a} = a = +3.5 \text{ m/s}^2$$

2 إيجاد المجهول

استخدم العلاقة بين السرعة المتجهة والتسارع والإزاحة لإيجاد x_f .

$$v_f^2 = v_i^2 + 2a(x_f - x_i)$$

$$x_f = x_i + \frac{v_f^2 - v_i^2}{2a}$$

$$= 0.00 \text{ m} + \frac{(+25 \text{ m/s})^2 - (0.00 \text{ m/s})^2}{2(+3.5 \text{ m/s}^2)}$$

$$= +89 \text{ m}$$

الفيزياء

في حياتك

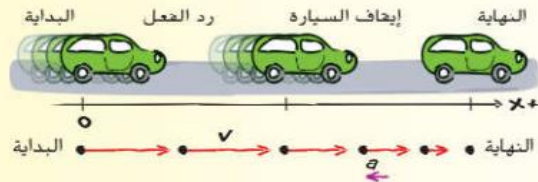
سباق السحب يحاول المتسابق في سباق السحب الوصول إلى أعلى تسارع له على مضمار السباق. أسرع زمن مُسجل لدى الرابطة الوطنية الأمريكية للسيارات المعدلة لسباق 402 m هو 3.771 s. بينما تبلغ أعلى سرعة نهائية مسجلة 145.3 m/s (ما يساوي 324.98 m/ph).

مثال 5

حركة مؤلفة من جزأين تتود سيارة بسرعة متجهة ثابتة تبلغ 25 m/s على طول طريق مستقيم عندما ترى طفلاً يعبر الطريق فجأة. يستغرق الأمر منك 0.45 s لتتفاعل مع الموقف وتضغط على الفرامل. ونتيجة لذلك، تنخفض سرعة السيارة بتسارع ثابت مقداره 8.5 m/s^2 في الاتجاه المعاكس لحركة سيارتك وتتوقف. ما الإزاحة الكلية للسيارة قبل أن تتوقف؟

1 تحليل المسألة ورسم مخطط لها

- ارسم مخططاً للموقف.
- اختر نظاماً إحداثياً بحيث تكون حركة السيارة في الاتجاه الموجب.
- ارسم مخطط الحركة وارسم عليه الأحرف v و a .



المجهول

$$\begin{aligned} \text{رد الفعل: } x_{\text{رد الفعل}} &= ? \\ \text{إيقاف السيارة: } x_{\text{إيقاف}} &= ? \\ \text{الإجمالي: } x_{\text{إجمالي}} &= ? \end{aligned}$$

المعلوم

$$\begin{aligned} \text{رد الفعل: } v_{\text{رد الفعل}} &= 25 \text{ m/s} \\ \text{رد الفعل: } t_{\text{رد الفعل}} &= 0.45 \text{ s} \\ \text{إيقاف السيارة: } a_{\text{إيقاف}} &= -8.5 \text{ m/s}^2 \\ \text{إيقاف السيارة: } v_i &= +25 \text{ m/s} \\ \text{إيقاف السيارة: } v_f &= 0.00 \text{ m/s} \end{aligned}$$

2 إيجاد المجهول

رد الفعل:

استخدم العلاقة بين الإزاحة والسرعة المتجهة والزمن لإيجاد إزاحة السيارة أثناء تحركها بسرعة ثابتة.

$$\begin{aligned} \text{رد الفعل: } v_{\text{رد الفعل}} &= t_{\text{رد الفعل}} \\ \text{رد الفعل: } x_{\text{رد الفعل}} &= (+25 \text{ m/s})(0.45 \text{ s}) \\ &= +11 \text{ m} \end{aligned}$$

إيقاف السيارة:

استخدم العلاقة بين السرعة المتجهة والتسارع والإزاحة لإيجاد إزاحة السيارة أثناء إيقافها.

$$\begin{aligned} \text{أوجد قيمة إيقاف السيارة: } x_{\text{إيقاف السيارة}} &= 2a \\ \text{إيقاف السيارة: } v_f^2 &= v_i^2 + 2a x_{\text{إيقاف السيارة}} \\ &= v_i^2 + 2a x_{\text{إيقاف السيارة}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{إيقاف السيارة: } x_{\text{إيقاف السيارة}} &= \frac{v_f^2 - v_i^2}{2a} \\ &= \frac{0.00^2 - 25^2}{2(-8.5)} \\ &= +37 \text{ m} \end{aligned}$$

الإزاحة الكلية تساوي مجموع إزاحة رد الفعل وإزاحة إيقاف السيارة.

أوجد قيمة الإجمالي x .

$$\begin{aligned} \text{إيقاف السيارة: } x_{\text{إيقاف السيارة}} &= x_{\text{رد الفعل}} + x_{\text{إيقاف}} \\ &= +11 \text{ m} + 37 \text{ m} \\ &= +48 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{بالتعويض } x_{\text{إيقاف السيارة}} = +37 \text{ m}, x_{\text{رد الفعل}} = +11 \text{ m}$$

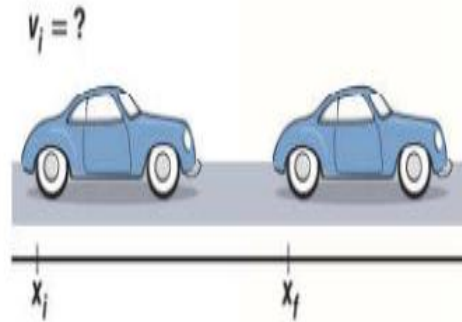
23. يتحرك متزلج على لوح نزلج بسرعة ثابتة 1.75 m/s عندما يبدأ في الصعود على مستوى مائل تنبأاً بحركته بمعدل ثابت -0.20 m/s^2 . احسب الزمن اللازم لتصل سرعته صفراً وعندها يبدأ بالانزلاق لأسفل؟

24. تتحرك سيارة سباق على مضمار سباق مستقيم بسرعة متجهة إلى الأمام تبلغ 44 m/s وتنخفض بمعدل ثابت لتصل إلى سرعة متجهة 22 m/s خلال 11 s . فما المسافة التي تتحركها خلال هذا الزمن؟

25. تتحرك سيارة بسرعة تزداد بمعدل ثابت يبدأ من 15 m/s ويصل إلى 25 m/s خلال سيرها مسافة 125 m . فكم تستغرق من الزمن للوصول إلى السرعة النهائية؟

26. راكب دراجات يقود دراجته بتسارع ثابت لتصل سرعتها المتجهة شمالاً إلى 7.5 m/s خلال فترة 4.5 s . وتبلغ إزاحة الدراجة 19 m شمالاً خلال فترة التسارع. فكم كانت السرعة المتجهة الابتدائية للدراجة؟

27. مسألة تحفيزية تتحرك السيارة الموضحة في الشكل 16 غرباً بتسارع للأمام يبلغ 0.22 m/s^2 . كم كانت السرعة المتجهة للسيارة (v_i) عند النقطة x_i إذا كانت تقطع مسافة 350 m خلال 18.4 s ؟



الشكل 16

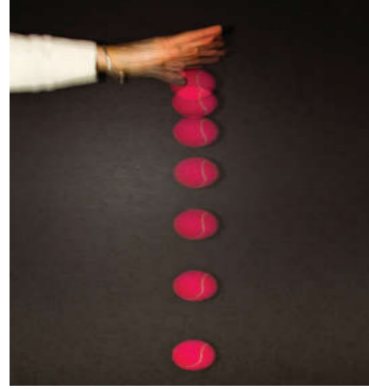
تسارع السقوط الحر

يشرح اكتشاف جاليليو سبب قدرة هواة القفز بالمظلات على تشكيل حلقة في الجو، حيث إنهم يهيئون بالتسارع نفسه. بصرف النظر عن كتل أجسامهم. لفهم التسارع الذي يحدث أثناء السقوط الحر. انظر إلى الشكل متعددة الفلاشات للكرة الساقطة في الشكل 20. يبلغ الفاصل الزمني بين الصور 0.06 s. وتتسع المسافة بين كل زوج منهم، ومن ثمّ تزداد السرعة. إذا كان الاتجاه لأعلى موجباً، فإن السرعة المتجهة تصبح سالبة بدرجة أكبر.

كرة مقذوفة لأعلى هل يمكن أن تعرض هذا الشكل أيضًا كرة مقذوفة لأعلى بدلاً من كرة ساقطة؟ لنفترض أنك رميت كرة لأعلى بسرعة 20.0 m/s. فإذا اخترت أن يكون الاتجاه لأعلى موجباً، فإن الكرة تبدأ حركتها عند الجزء السفلي من الشكل بسرعة متجهة موجبة. التسارع يساوي $a = -9.8 \text{ m/s}^2$. نظرًا لأن السرعة المتجهة والتسارع في اتجاهين متضادين، تقل سرعة الكرة. إذا كنت تعتقد أن الجزء السفلي من الشكل هو موضع بداية حركة الكرة، فهذا يتوافق مع الشكل متعددة الفلاشات.

حركة الصعود والهبوط بعد مرور 1 s، تقل السرعة المتجهة للكرة بمعدل 9.8 m/s. ولهذا فهي تتحرك الآن بسرعة 10.2 m/s^2 . وبعد مرور 2 s، تصبح السرعة المتجهة للكرة -0.4 m/s . وتستمر الكرة في التحرك لأعلى. ما الذي سيحدث خلال الثانية التالية؟ تقل السرعة المتجهة للكرة بمعدل 9.8 m/s أخرى لتساوي -9.4 m/s . تتحرك الكرة في هذه اللحظة لأسفل. وبعد مرور 4 s، تصبح السرعة المتجهة -19.2 m/s . وهذا يعني أن الكرة تسقط بسرعة أكبر.

الرسم البياني للسرعة - الزمن يظهر الرسم البياني $v-t$ للكرة أثناء حركتها لأعلى وأسفل الشكل 21. ميل الخط المستقيم إلى أسفل لا يعني أن السرعة تنخفض دائمًا. تنخفض السرعة عندما ترتفع الكرة لأعلى وتزداد عندما تسقط لأسفل. عند 2 s تقريبًا، تتغير السرعة المتجهة بسلامة من موجبة إلى سالبة. وعندما تسقط الكرة، تزداد سرعتها في الاتجاه السالب. كما توضح الشكل منظرًا مقربًا للرسم البياني $v-t$. في لحظة معينة، بالقرب من 2.04 s، تصبح السرعة المتجهة صفرًا.



قياس التغير

كيف تؤثر زيادة الكتلة في طول النابض؟
الشكل 20 تزداد سرعة هذه الكرة الساقطة بمعدل 9.8 m/s كل ثانية بفعل تسارع السقوط الحر.

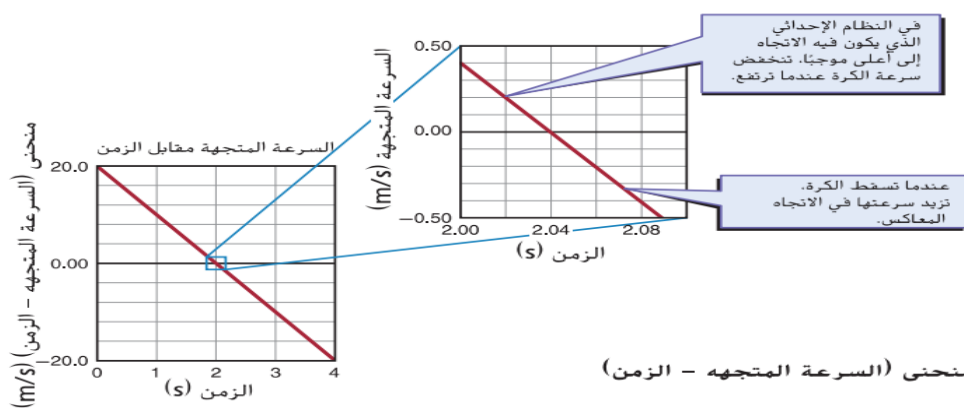
تجربة مصغرة

السقوط الحر

كيف يمكنك استخدام حركة جسم ساقط لتقدير تسارع السقوط الحر؟

الشكل 21 يصف منحني (السرعة المتجهة - الزمن) التغير في سرعة حركة الكرة عند ارتفاعها وسقوطها. يوضح الرسم البياني على اليمين صورةً مقربةً للتغير في السرعة المتجهة في أعلى نقطة في مسار الكرة.

حل كيف سيكون شكل المنحنى في حالة اختيار الاتجاه لأسفل ليكون هو الاتجاه الموجب؟



المفردات

الاستخدام العلمي مقابل الاستخدام العام

السقوط الحر
• الاستخدام العلمي
حركة جسم ما عندما يمكن تجاهل مقاومة الهواء. وعندما يمكن اعتبار التسارع ناتجاً عن تأثير الجاذبية وحدها
التسارع أثناء السقوط الحر يساوي 9.8 m/s^2 لأسفل.

• الاستخدام العام
سقوط أو هبوط سريع ومتواصل
السقوط الحر للبورصة عام 1929 كان بداية للكساد الكبير.

مختبر الفيزياء

تسارع السقوط الحر

تجربة الإنترنت كيف يمكنك استخدام

منحنى (الموقع - الزمن) طالع منحنى (الموقع - الزمن) في الشكل 22. يوضح هذا المنحنى كيف يتغير ارتفاع الكرة أثناء صعودها لأعلى وسقوطها لأسفل. إذا كان جسم ما يتحرك بتسارع ثابت، فإن الرسم البياني للموقع - الزمن يأخذ شكل قطع متكافئ. ونظرًا لأن الكرة تتحرك صعودًا وهبوطًا، يأخذ المنحنى لحركتها شكل قطع متكافئ مقلوب. يتضح من خلال شكل المنحنى معدل تعاقب الوقت. وهذا لا يعني أن مسار الكرة كان على شكل قطع متكافئ. يوضح المنحنى المُقَرَّب على اليمين أن الكرة تصل إلى أقصى ارتفاع لها عند 2.04 s تقريبًا.

أقصى ارتفاع فارق بين المنحنيات في الشكل 21 والشكل 22. تبدأ السرعة المتجهة للكرة في الانخفاض في الاتجاه السالب قبل وصولها إلى أقصى ارتفاع لها مباشرةً. في اللحظة التي تبلغ فيها أقصى ارتفاع لها، تكون سرعتها المتجهة صفرًا. تبدأ السرعة المتجهة للكرة في الانخفاض في الاتجاه السالب بعد وصولها إلى أقصى ارتفاع لها مباشرةً.

التسارع يكون ميل الخط على منحنى (السرعة المتجهة - الزمن) المُوضَّح في الشكل 21 ثابتًا عند -9.8 m/s^2 . وهذا يدل على أن تسارع السقوط الحر للكرة يبلغ 9.8 m/s^2 في اتجاه الهبوط طوال فترة الصعود والهبوط. قد يبدو أن التسارع يجب أن يساوي صفرًا عند قمة مسار حركة الكرة. ولكن الأمر ليس كذلك. عند وصولها إلى أعلى ارتفاع لها، فإن السرعة المتجهة للكرة تساوي 0 m/s. وإذا كان تسارعها يساوي صفرًا أيضًا، فلن تتغير السرعة المتجهة للكرة وستظل 0 m/s. لا تكسب الكرة سرعتها متجهة لأسفل وستظل تتأرجح في الهواء. هل رأيت ذلك يحدث من قبل؟ تسقط الأجسام المقذوفة في الهواء على سطح الأرض دائمًا. ومن ثمّ لا بد أنك تعلم أن تسارع جسم ما لا يجب أن يساوي صفرًا عند وصوله لأعلى ارتفاع أثناء حركته. فضلًا عن ذلك، يجب أن يكون اتجاه التسارع لأسفل نظرًا لأن الجسم يسقط لأسفل.

44. تقذف كرة تنس لأعلى في اتجاه مستقيم بسرعة ابتدائية تبلغ 22.5 m/s . ويلتقطها أحدهم عند المسافة نفسها التي قذفت منها فوق سطح الأرض.

a. كم يبلغ أقصى ارتفاع تصل اليه الكرة فوق النقطة التي قذفت منها؟

b. كم يبلغ زمن بقاء الكرة في الهواء؟

تلميح: تستغرق الكرة للصعود نفس الزمن الذي تستغرقه للسقوط.

45. لنفترض أنك قررت الاقتراع بالدرهم لتحديد هل ستقوم بأداء واجبك المنزلي لمادة الفيزياء أم مادة اللغة الإنجليزية. وقذفت بقطعة الدرهم لأعلى في اتجاه مستقيم.

a. كم تبلغ السرعة المتجهة وتسارع الدرهم عند أعلى ارتفاع؟

b. إذا وصل الدرهم إلى نقطة ارتفاعها 0.25 m فوق المكان الذي قذف منه، فكم كانت سرعته الابتدائية؟

c. إذا التقت الدرهم من الارتفاع نفسه الذي قذفته منه، فكم الزمن الذي بقيه في الهواء؟

50. أقصى ارتفاع للرحلة وزمنها تسارع السقوط الحر على كوكب المريخ يساوي ثلث قيمته تقريباً على كوكب الأرض. لنفترض أنك رميت كرة لأعلى على كوكب المريخ بالسرعة المتجهة نفسها المستخدمة على سطح الأرض.

a. قارن أقصى ارتفاع للكرة على كوكب المريخ بنظيره كوكب الأرض.

b. قارن بين زمن حركتها على الكوكبين؟

51. السرعة المتجهة والتسارع لنفترض أنك قذفت بكرة لأعلى في اتجاه مستقيم في الهواء. صف التغيرات في السرعة المتجهة للكرة. صف التغيرات في تسارع الكرة.

52. **التفكير الناقد** يستمر صعود الكرة المقذوفة رأسياً لأعلى حتى تصل إلى نقطة معينة ثم تهبط لأسفل. تصبح السرعة المتجهة صفراً لحظياً عند أعلى نقطة ارتفاع تلك. هل تتسارع الكرة عند تلك النقطة؟ ابتكر تجربة لإثبات صحة إجابتك أو إثبات عدم صحتها.

الموقع مع التسارع الثابت

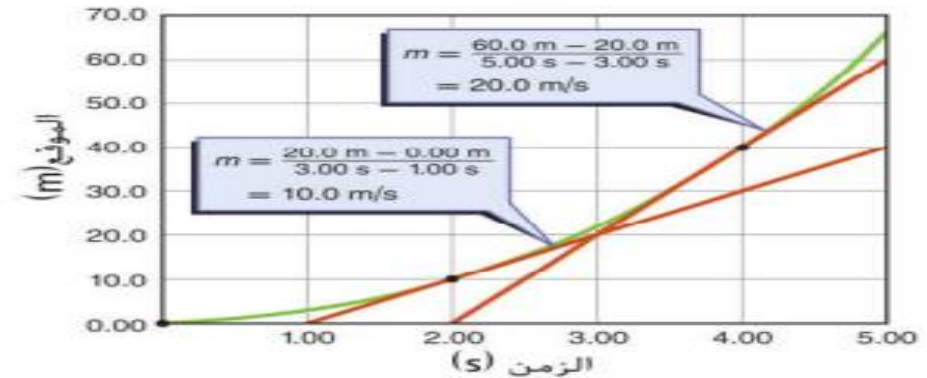
إذا تحرك جسم ما بتسارع ثابت، تتغير سرعته المتجهة بمعدل ثابت. كيف يتغير موقعه؟ يعرض الشكل 11 رسومات بيانية لمواقع سيارة ذات تسارع ثابت في أزمنة مختلفة. يوضح الرسم البياني أن حركة السيارة غير منتظمة، حيث تزيد مساحات الإزاحة للفاصل الزمني المتساوية على الرسم البياني باستمرار. نتيجة لذلك، يزداد انحدار ميل الخط في الشكل 11 مع مرور الوقت، بالنسبة إلى جسم يتحرك بتسارع ثابت. يأخذ الرسم البياني للموقع - الزمن شكل القطع المتكافئ.

استخدمت ميل ميل الرسم البياني للموقع - الزمن في الشكل 11 لإنشاء الرسم البياني للسرعة المتجهة - الزمن التوضيح جهة اليسار في الشكل 12. بالنسبة إلى جسم يتحرك بتسارع ثابت، يأخذ الرسم البياني للسرعة المتجهة - الزمن شكل خط مستقيم.

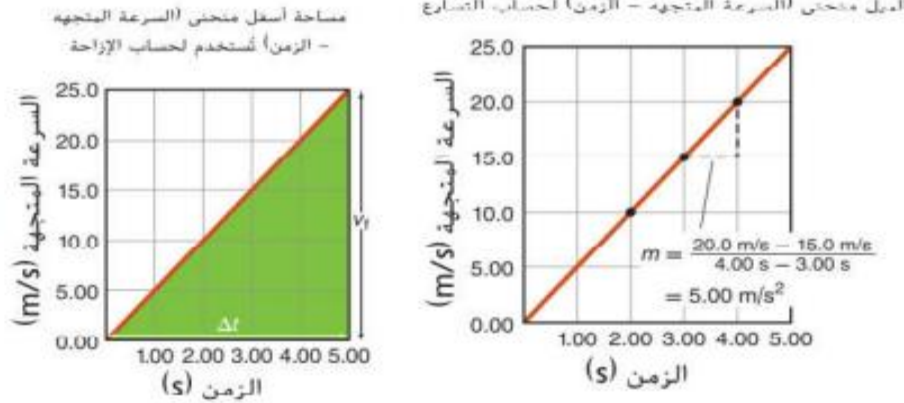
لا يمكن إنشاء رسم بياني فريد للموقع - الزمن باستخدام رسم بياني للسرعة المتجهة - الزمن نظراً لعدم احتواء الأخير على معلومات عن الموقع. لكنه يحتوي على معلومات عن الإزاحة، تذكر أن السرعة المتجهة تساوي مقدار الإزاحة مقسوماً على الفاصل الزمني بالنسبة إلى جسم يتحرك بسرعة متجهة ثابتة. ومن ثم فإن الإزاحة تساوي ناتج ضرب السرعة المتجهة في التغير في الزمن. في الرسم البياني على اليسار في الشكل 12 في الصفحة التالية، مساحة المثلث تساوي Δx ، or $\left(\frac{1}{2}\right) v \Delta t$. ومن ثم، فإن المساحة الموجودة أسفل الخط البياني لمنحنى (السرعة المتجهة - الزمن) تساوي الإزاحة.

تأكد من فهمك حدّد ما شكل الرسم البياني للموقع - الزمن لجسم يتحرك بتسارع ثابت؟

منحنى (الموقع - الزمن)



الشكل 11 يتغير ميل منحنى (الموقع - الزمن) بمرور الوقت بالنسبة إلى جسم ذي تسارع ثابت.



السرعة المتجهة مع التسارع المتوسط

لقد قرأت أنه يمكن إعادة ترتيب معادلة حساب متوسط السرعة المتجهة جبرياً لتوضيح الموقع الجديد بعد فترة من الزمن. في حالة معرفة الموقع الابتدائي ومتوسط السرعة المتجهة، وبالمثل، يمكن تعديل تعريف التسارع المتوسط لتوضيح السرعة المتجهة الجديدة بعد فترة من الزمن في حالة معرفة السرعة المتجهة الابتدائية والتسارع المتوسط.

إذا كنت تعرف التسارع المتوسط لجسم ما خلال فاصل زمني معين، فيمكنك استخدامه لتحديد مقدار تغيّر السرعة المتجهة خلال تلك الفترة. يمكنك إعادة كتابة تعريف التسارع المتوسط كالتالي: $(\bar{a} \equiv \frac{\Delta v}{\Delta t})$

$$\Delta v = \bar{a} \Delta t$$

$$v_f - v_i = \bar{a} \Delta t$$

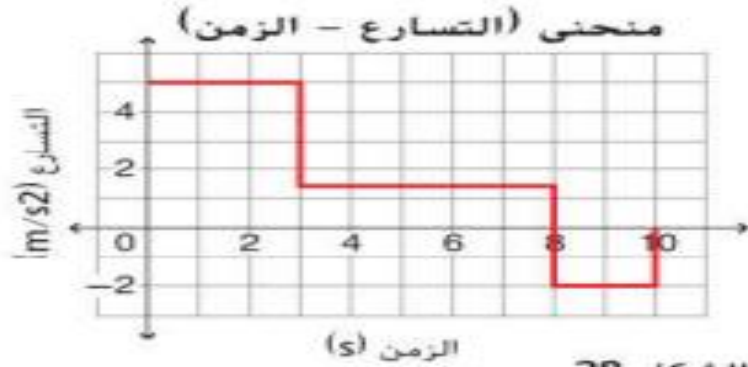
يمكن كتابة معادلة حساب السرعة المتجهة النهائية مع التسارع المتوسط كالتالي:

السرعة المتجهة النهائية مع التسارع المتوسط
السرعة المتجهة النهائية تساوي السرعة المتجهة الابتدائية مضافاً إليها ناتج ضرب التسارع المتوسط والفاصل الزمني.

$$v_f = v_i + \bar{a} \Delta t$$

في الحالات التي يكون فيها التسارع ثابتاً، تكون قيمة التسارع المتوسط (a) هي قيمة التسارع اللحظي نفسها (a). يمكن إعادة ترتيب هذه المعادلة لتحديد الزمن الذي يكون فيه لجسم ما ذا تسارع ثابت وسرعته المتجهة معلومة. كما يمكنك استخدامها لحساب السرعة المتجهة الابتدائية لجسم ما في حالة معرفة كل من سرعته المتجهة والزمن الذي حدثت فيه.

64. مسألة عكسية اكتب مسألة فيزيائية تتضمن أجسامًا من واقع الحياة يكون الرسم البياني الوارد في الشكل 28 جزءًا من حلها.



الشكل 28

إتقان المسائل

65. تتحرك سيارة إلى الأمام أثناء صعود مرتفع بسرعة 12 m/s يتسارع منتظم إلى الخلف يبلغ 1.6 m/s^2 .

a. ما إزاحة السيارة بعد 6.0 s ؟

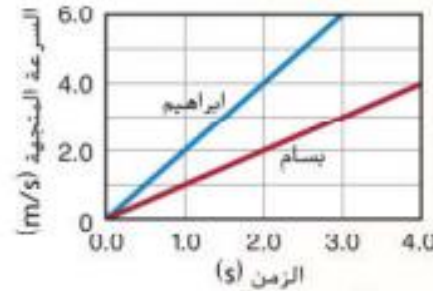
b. ما إزاحتها بعد 9.0 s ؟

66. طائرة أوجد إزاحة طائرة تتحرك بتسارع منتظم من 88 m/s شمالًا إلى 88 m/s شمالًا خلال 12 s .

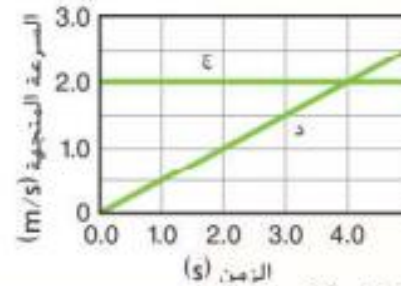
67. سيارة سباق تقل سرعة سيارة سباق يتسارع ثابت يبلغ 11 m/s^2 عكس اتجاه حركتها.

a. إذا كانت السيارة تسير بسرعة 55 m/s ما المسافة التي تقطعها السيارة قبل أن تتوقف؟

b. ما المسافة التي ستقطعها سيارة تسير يمثلها هذه السرعة لتتوقف؟



الشكل 13



الشكل 14

68. راجع الشكل 9 لحساب مقدار الإزاحة خلال الفترات الزمنية التالية. قُرّب الإجابات إلى أقرب متر.

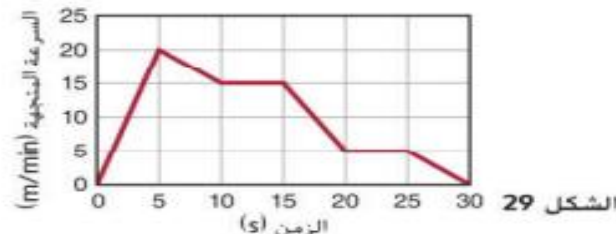
a. $t = 5.0 \text{ min}$ و $t = 10.0 \text{ min}$

b. $t = 10.0 \text{ min}$ و $t = 15.0 \text{ min}$

c. $t = 25.0 \text{ min}$ و $t = 30.0 \text{ min}$

d. $t = 0.0 \text{ min}$ و $t = 25.0 \text{ min}$

متحنى (السرعة المتجهة - الزمن)



20. يصف منحنى (السرعة المتجهة - الزمن) في الشكل 13 حركة سائقي دراجات. هما ابراهيم ويسام. يبدأان الحركة من وضع السكون ويتجهان شمالًا مع زيادة سرعتيهما بتسارع ثابت. فكم كانت قيمة الإزاحة الكلية لكل سائق دراجة خلال الفترة الموضحة لكل منهما؟ تلميح: استخدم مساحة المثلث، المساحة $\left(\frac{1}{2}\right)$ (القاعدة) (الارتفاع).

21. يصف منحنى (السرعة المتجهة - الزمن) في الشكل 14 حركة شخصين. يتحركان جنوبيًا على طول مسار مستقيم. ما الإزاحة الكلية لكل شخص خلال الفاصل الزمني 4.0 s الموضح على الرسم البياني؟

22. مسألة تحفيزية سيارة تدخل في امتداد مستقيم لطريق سريع وتسير بتسارع ثابت في اتجاه الغرب تبدأ السرعة من 0 m/s وتصل إلى 25 m/s خلال 12 s .

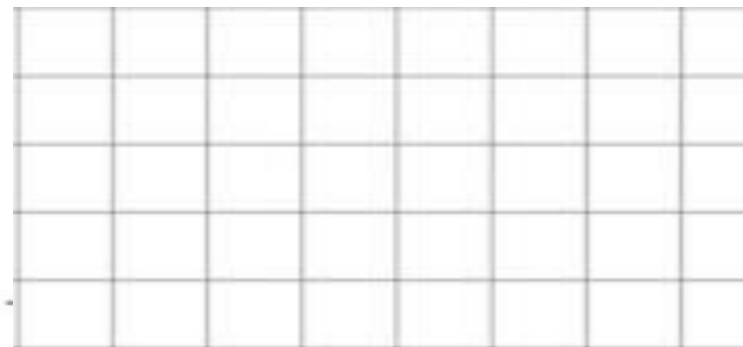
a. ارسم رسمًا بيانيًا $v-t$ لحركة السيارة.

b. استخدم الرسم البياني لتحديد إزاحة السيارة خلال الفترة الزمنية 12.0 s .

c. تسير سيارة أخرى على نفس امتداد الطريق السريع وتقطع المسافة نفسها خلال الزمن نفسه مثل السيارة الأولى ولكن بسرعة متجهة ثابتة. ارسم رسمًا بيانيًا $v-t$ لحركة هذه السيارة.

d. اشرح كيف توصلت إلى السرعة المتجهة للسيارة.

63. ما الكمية التي تمثلها المساحة الموجودة أسفل الرسم البياني للسرعة المتجهة - الزمن؟



83. القمر تبلغ قيمة تسارع السقوط الحر على سطح القمر حوالي سدس قيمته على الأرض.

a. هل ستصل كرة سقطت من راند قضاء إلى سطح القمر بسرعة أكبر من أو تساوي أو تقل عن سرعة وصول كرة أسقطت على الأرض من الارتفاع نفسه؟

b. هل سيستغرق سقوط الكرة وقتاً أكثر أو أقل أو الوقت نفسه؟

84. المشتري يزيد تسارع السقوط الحر لجسم على كوكب المشتري بحوالي ثلاثة أضعاف مقارنةً بكوكب الأرض. لتفترض أنه يمكن رمي كرة إلى أعلى رأسياً على كوكب الأرض وكوكب المشتري بالسرعة المتجهة الابتدائية نفسها. تجاهل تأثيرات مقاومة الغلاف الجوي لكوكب المشتري وافترض أن الجاذبية هي القوة الوحيدة المؤثرة في الكرة.

a. ما أوجه التشابه بين أقصى ارتفاع وصلت إليه الكرة على المشتري وأقصى ارتفاع بلغته على الأرض؟

b. إذا زُميت الكرة على كوكب المشتري بسرعة متجهة ابتدائية تزيد بثلاثة أضعاف. فكيف سيؤثر ذلك في إجابتك عن الجزء أ؟



الشكل 24 كلما زاد الارتفاع عن الأرض، قل مقدار تسارع السقوط الحر.

حلل وفقاً للمخطط، ما مقدار تسارع السقوط الحر على مسافة فوق سطح الأرض تساوي نصف قطر الأرض؟

تغير التسارع في السقوط الحر

عندما أجرى رائد الفضاء ديفيد سكوت تجربته للسقوط الحر على سطح القمر، لم تسقط المطرقة والريشة بمقدار تسارع يساوي 9.8 m/s^2 . القيمة 9.8 m/s^2 هي تسارع السقوط الحر بالقرب من سطح الأرض فقط. يبلغ مقدار تسارع السقوط الحر على سطح القمر 1.6 m/s^2 . وهو ما يعادل نحو سدس قيمته على الأرض.

عندما تدرس القوة والحركة، سنتعرف على العوامل التي تؤثر في قيمة تسارع السقوط الحر، ومنها كتلة الجسم المسؤول عن التسارع، مثل الأرض أو القمر. لا يكون تسارع السقوط الحر بالقوة نفسها بالقرب من سطح القمر نظراً لأن كتلة القمر أقل بكثير. كما يعتمد تسارع السقوط الحر على المسافة الفاصلة عن الجسم المسؤول عن هذا التسارع. توضح الارتفاعات المرسومة حول الأرض في الشكل 24 كيف أن تسارع السقوط الحر يقل بالبعد عن سطح الأرض. رغم ذلك، من المهم أن نفهم أن تغير التسارع في السقوط الحر من مواقع مختلفة على سطح الأرض محدودة للغاية، حتى مع وجود أنواع كبيرة في الارتفاع. في دولة الإمارات العربية المتحدة على سبيل المثال، يبلغ مقدار تسارع السقوط الحر 9.792 m/s^2 تقريباً. سنستخدم القيمة 9.8 m/s^2 لتسارع السقوط الحر.

P.(10 - 11), P.(18 - 23)	كتاب الطالب	1- يُعدّد الكميات الفيزيائية المألوفة كالزمن، الكتلة، درجة الحرارة، الحجم، الكثافة، ويصنفها إلى كميات أساسية وكميات مشتقة ويحدد وحدة قياس كل من هذه الكميات في النظام الدولي	Q1
P.21; P.22; P.23; P.27; P.28	مسألة تحفيزية; Q (53 - 56); Q.(22 - 26); Q.21.(58 - 61)	2- يكتشف اتجاهات التغير في البيانات المجدولة، ويمثلها برسم بياني مناسب ليكتشف العلاقة بين المتغيرات، ومن ثم يطور نموذجاً رياضياً، معادلة رياضية، ليتنبأ بقيمة المتغير التابع عند القيم المختلفة للمتغير المستقل وبالعكس	



P.44	كتاب الطالب	الفرع A: تفسير الخطوط البيانية لمنحنيات (الموقع – الزمن)، و(السرعة – الزمن) لحركة جسم على خط مستقيم بحركة منتظمة أو غير منتظمة بتسارع ثابت أو متغير، وتوظيف مُعادلات الحركة لحل مسائل ذات صلة. الفرع B: التمييز بين الكميات القياسية (المسافة، السرعة ... الخ) والكميات المتجهة (الإزاحة، السرعة ... الخ) مع الأمثلة.	Q2
P.(38 – 40)			
P.44; P.45; P.(49 - 50); P.54; P.55	2 مثال; Q.(16 - 20); Q.(32 - 35); Q.(38 - 40); Q.(59 - 60);(63, 66 - 69)		
P.54	Q.47		

P.(68 - 74)	كتاب الطالب	حل المسائل باستخدام مجموعة معادلات الحركة للتسارع الثابت.	Q3
P.(68 - 74)	Q. (16 - 39)		
صلي علي رسول الله صلي الله عليه وسلم			MR /MOHAMED SHAWKY

P.(76 – 78)	كتاب الطالب	<u>الفرع A:</u> تطبيق معادلات الحركة للأجسام تحت السقوط الحر، لحساب المتغيرات المجهولة.	Q4
P.(75 - 76)			
P.78; P.79	Q.(41 – 46); Q.(48 – 51)	<u>الفرع B:</u> تعريف السقوط الحر وتسارع السقوط الحر.	
P.75; P.79; P.83	الشكل 19 Q.47; Q.(69 – 71)		



توضيح معنى المصطلحات والمفاهيم المهمة الواردة في الوحدة 1: مجموعة أدوات الفيزياء، والوحدة 2: تمثيل الحركة.

كتاب الطالب

P.(4 - 51)

المصطلحات والمفاهيم المهمة الواردة في الوحدة 1: مجموعة أدوات الفيزياء، والوحدة 2: تمثيل الحركة

P.(4 - 51)