مدرسة الرواد النموذجية للتعليم الثانوي

فيزياء الثاني عشر متقدم

الحركة في بعد واحد

www.almanahj.com

2018	ادرس	اجتهد	تفوق

MR:Mohamed atef

050 3136836

الحركة في بعد واحد

متجه الموقع ومتجه الإزاحة والمسافة

$x = 7\frac{3}{8}$ و $x = 4.3$ m
$x = -2.04$ km

متجه الموضع:- نقطة علي خط تمثل الجسم . قديكون بالموجب او السالب

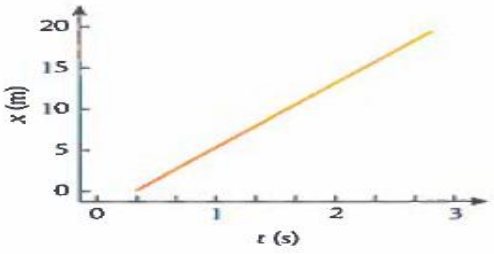
عندما يتحرك الجسم يتغير الموقع كدالة في الزمن ويكون متجه الموقع $\vec{r} = \vec{r}(t)$ أو $x = x(t)$.

الأزاحة: - هي الفرق بين متجه الموقع النهائي ومتجه موقع الأبتدائي $\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$. $\Delta x = x_2 - x_1$.

قد تكون موجبة او سالبة مثل متجه الموقع (**كمية متجهة**)

$$\Delta\vec{r}_{ba} = \vec{r}_b - \vec{r}_a = -(\vec{r}_a - \vec{r}_b) = -\Delta\vec{r}_{ab}.$$

$$\Delta x_{ba} = x_b - x_a = -(x_a - x_b) = -\Delta x_{ab}$$



الشكل 2.3 التمثيل البياني نفسه للشكل 2.2b، لكن مع تدويره حتى يكون محور الزمن أفقيًا وبدون صور للسيارة.

المسافة:- القيمة المطلقة لمتجه الأزاحة (**كمية قياسية**) $\ell = |\Delta\vec{r}|$.

www.almanahj.com

إذا كانت الحركة في بعد واحد

المسافة أكبر من أوتساوي صفر

إذالم تكن الحركة في خط مستقيم أو لم تكن كلها في بعد واحد تقسم الازاحة إلي أجزاء مستقيمةأحاديةالأتجاه

ثم نجمع مسافات الأجزاء للوصول إلي المسافة الكلية

تبلغ المسافة بين دي موين وآيوا سيتي 170.5 km بطول الطريق السريع 80. وكما يتضح من الخريطة (الشكل 2.4)، أن الطريق خط مستقيم تقريبًا. وفي منتصف الطريق تقريبًا بين المدينتين، حيث يتقاطع 80 مع الطريق السريع US63، تقع مدينة مالكوم، التي تبعد 89.9 km عن دي موين.

الشكل 2.4 الطريق 80 بين دي موين وآيوا سيتي.

المسألة

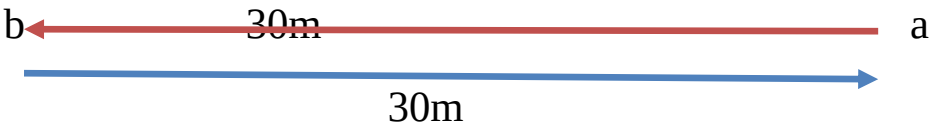
إذا قمنا بالقيادة من مالكوم إلى دي موين ثم انتقلنا إلى آيوا سيتي، فما المسافة الكلية والإزاحة الكلية لهذه الرحلة؟

الأزاحة: - هي الفرق بين متجه الموقع النهائي ومتجه موقع الأبتدائي $\Delta x \equiv x_2 - x_1$.

= 170.5-89.9=80.6km

المسافة= الطول الفعلي للمسار $\ell_{\text{المسار}} = \ell_1 + \ell_2$.

= 170.8+89.9=260.4km



المسافة المقطوعة=

الأزاحة =

متجه السرعة المتجهة والسرعة المتجهة المتوسطة والسرعة

السرعة المتجهة المتوسطة:- هي متوسط السرعة المتجهة خلال فترة زمنية محددة $\bar{v}_x = \frac{\Delta x}{\Delta t}$.

www.almanahj.com

السرعة المتجهة :- نسبة الأزاحة في فترة زمنية معينة

السرعة المتجهة اللحظية :- هي مشتقة الزمن لأزاحة بالنسبة لمركبة X لمتجه السرعة المتجهة

$$v_x = \lim_{\Delta t \to 0} \bar{v}_x = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} \equiv \frac{dx}{dt}.$$

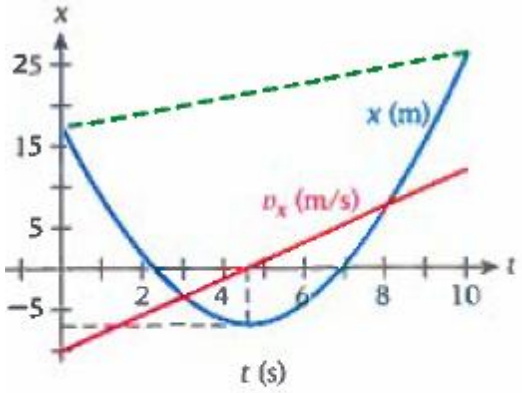
يمكننا الآن تعريف متجه السرعة، $\vec{v}$، بأنه المتجه الذي تكون كل مركبة له هي مشتقة الزمن لمركبة متجه الموقع المناظرة.

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

الشكل 2.6 السرعة اللحظية كحد لنسبة الإزاحة إلى الفترة الزمنية، (a) سرعة متوسطة خلال فترة زمنية كبيرة، و(b) سرعة متوسطة خلال فترة زمنية صغيرة، و(c) سرعة لحظية عند زمن محدد، t_3.

المسألة تغير السرعة المتجهة مع الزمن

خلال الفترة الزمنية من 0.0 إلى 10.0 s. يتحدد متجه الموقع لسيارة تسير على الطريق من المعادلة $x(t) = a + bt + ct^2$ حيث $a = 17.2\ m$ و $b = -10.1\ m/s$ و $c = 1.10\ m/s^2$. ما السرعة المتجهة للسيارة كدالة زمن؟ ما السرعة المتجهة المتوسطة للسيارة خلال هذه الفترة الزمنية؟



الشكل 2.7 التمثيل البياني للموقع x والسرعة المتجهة v_x كدالة للزمن t. يمثل ميل الخط المتقطع السرعة المتوسطة لفترة زمنية من 0 إلى 10 s

www.almanahj.com

السرعة:- القيمة المطلقة للسرعة المتجهة (**دائما موجبة**)

$$\text{السرعة} \equiv v = |\vec{v}| = |v_x|.$$

السرعة المتوسطة:-

$$\text{متوسط السرعة} \equiv \bar{v} = \frac{\ell}{\Delta t}.$$

بفرض أن سباحة تكمل أول 50 m من 100 m في سباق السباحة الحرة في 38.2 s. وبعد أن تصل إلى الجانب البعيد من حمام السباحة الذي يبلغ طوله 50 m. تستدير وتعاود السباحة رجوعًا إلى نقطة البداية خلال 42.5 s

المسألة

ما السرعة المتجهة المتوسطة للسبّاحة ومتوسط السرعة لـ (a) المرحلة من بداية حمام السباحة إلى الجانب البعيد له و(b) مرحلة العودة و(c) الدورة الكلية؟

www.almanahj.com

متجه العجلة

$$\bar{a}_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t}.$$

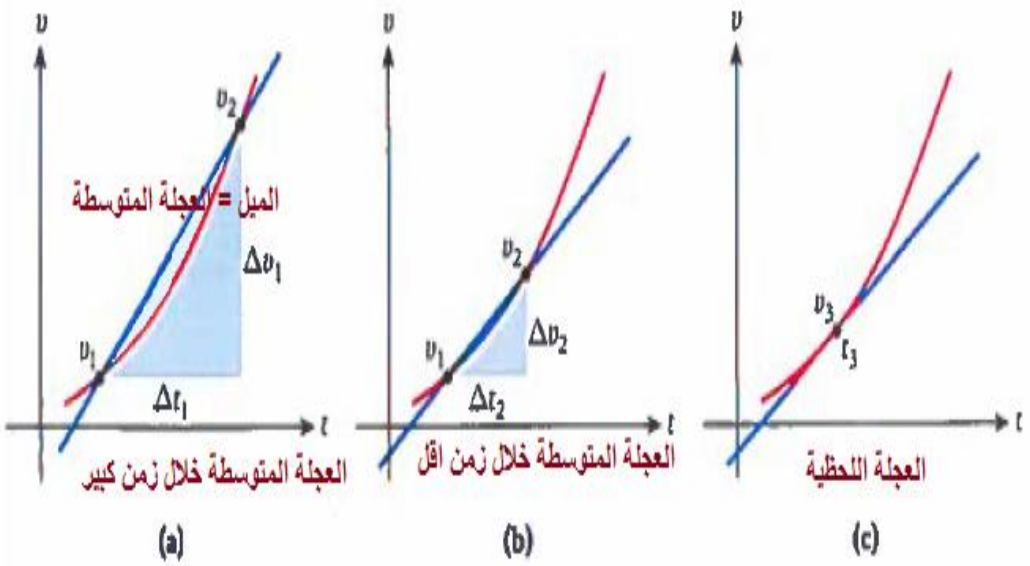
العجلة المتوسطة :- تغير السرعة المتجهة في فترة زمنية معينه

العجلة اللحظية:- نهاية العجلة المتوسطة عند اقتراب الفترة الزمنية من صفر

$$a_x = \lim_{\Delta t \to 0} \bar{a}_x = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta v_x}{\Delta t} \equiv \frac{dv_x}{dt}.$$

العجلة هي مشتقة الزمن للسرعة المتجهة، والسرعة المتجهة هي مشتقة الزمن للإزاحة. والعجلة هي المشتقة الثانية للإزاحة.

$$a_x = \frac{d}{dt} v_x = \frac{d}{dt}\left(\frac{d}{dt} x\right) = \frac{d^2}{dt^2} x.$$



الشكل 2.10 العجلة اللحظية كحد لنسبة التغير في السرعة المتجهة إلى الفترة الزمنية، (a) العجلة المتوسطة خلال فترة زمنية كبيرة، و(b) العجلة المتوسطة خلال فترة زمنية أصغر، و(c) العجلة اللحظية كنهاية عند وصول المدة الزمنية إلى صفر.

1- تقع غرفة نومك على بعد 0.25 كيلومترا من متجر الألبان. فتسير من غرفتك ذاهبا إلى متجر الألبان وعائدا منه. أي العبارات التالية صواب بالنسبة إلى رحلتك؟

a) تبلغ المسافة 0.50 كيلومترا والإزاحة 0.50 كيلومترا.

b) تبلغ المسافة 0.50 كيلومترا والإزاحة 0.00 كيلومترا

c) تبلغ المسافة 0.00 كيلومترا والإزاحة 0.50 كيلومترا.

d) تبلغ المسافة 0.00 كيلومترا والإزاحة 0.00 كيلومترا.

2- يعرض عدّاد السرعة في سيارتك

a) متوسط السرعة.

b) السرعة اللحظية.

c) متوسط الإزاحة.

d) الإزاحة اللحظية.

5- من أمثلة الحركة في بُعد واحد بعجلة ثابتة

a) حركة السيارة في سباق ناسكار.

b) دوران الأرض حول الشمس.

c) سقوط جسم ما سقوطًا حرًا.

d) لا شيء مما سبق يصف الحركة في بُعد واحد بعجلة ثابتة.

3- تعرف العجلة المتوسطة بأنها

a) التغير في الإزاحة في فترة زمنية معينة.

b) التغير في الموقع في فترة زمنية معينة.

c) التغير في السرعة المتجهة في فترة زمنية معينة.

d) التغير في السرعة في فترة زمنية معينة.

4- عندما تقود سيارة على طريق مستقيم، فقد تسير في الاتجاه الموجب أو السالب. وربما تكون حركتك بعجلة موجبة أو عجلة سالبة. صل المجموعات التالية المكونة من السرعة المتجهة والعجلة بقائمة النتائج.

a) سرعة متجهة موجبة. عجلة موجبة

b) سرعة متجهة موجبة. عجلة سالبة

c) سرعة متجهة سالبة. عجلة موجبة

d) سرعة متجهة سالبة. عجلة سالبة

1) تقليل السرعة في الاتجاه الموجب

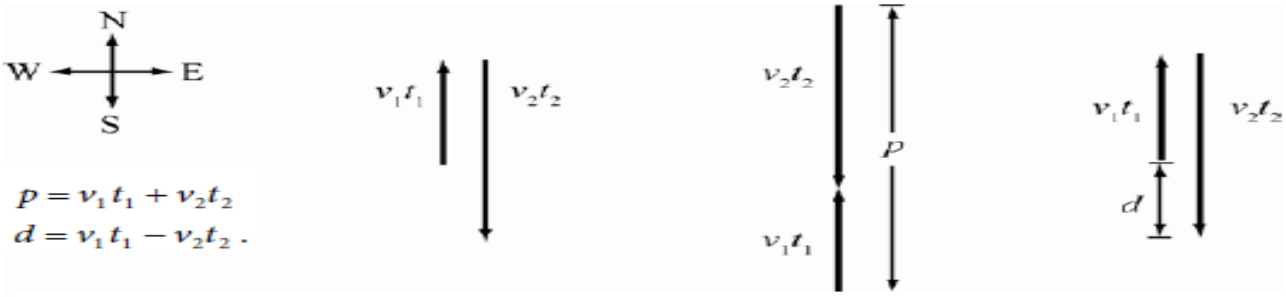
2) زيادة السرعة في الاتجاه السالب

3) زيادة السرعة في الاتجاه الموجب

4) تقليل السرعة في الاتجاه السالب

www.almanahj.com

2.29 تسير سيارة ما في اتجاه الشمال بسرعة 30.0 m/s لمدة 10.0 min ثم تسير بعد ذلك في اتجاه الجنوب بسرعة 40.0 m/s لمدة 20.0 min ما إجمالي المسافة التي تقطعها السيارة وإزاحتها؟



$$p = v_1t_1 + v_2t_2$$
$$d = v_1t_1 - v_2t_2 .$$

$$p = v_1t_1 + v_2t_2 = (30.\ \text{m/s})(6.00 \cdot 10^2\ \text{s}) + (40.\ \text{m/s})(1.20 \cdot 10^3\ \text{s}) = 66{,}000.\ \text{m}$$
$$d = v_1t_1 - v_2t_2 = (30.\ \text{m/s})(6.00 \cdot 10^2\ \text{s}) - (40.\ \text{m/s})(1.20 \cdot 10^3\ \text{s}) = -30{,}000.\ \text{m}$$

2.30 تسير بدراجتك على طول خط مستقيم من منزلك إلى متجر يبعد 1000 m وفي طريق عودتك، توقفتَ عند منزل صديق لك يقع في منتصف الطريق بين منزلك والمتجر.

a) احسب الإزاحة.

b) ما المسافة التي قطعتها؟

c) بعد التحدث مع صديقك، واصلت طريقك إلى المنزل. عند عودتك إلى المنزل، كم تكون الإزاحة؟

d) ما إجمالي المسافة التي قطعتها؟

www.almanahj.com

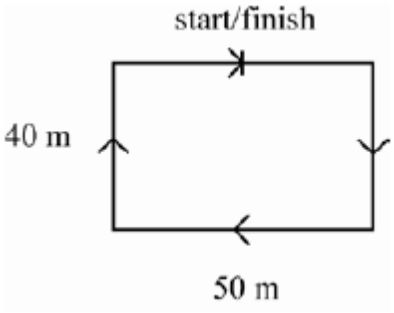
(a) $d = \frac{1}{2}l = \frac{1}{2}(1000.\ \text{m}) = 500.0\ \text{m}$

(b) $p = \frac{3}{2}l = \frac{3}{2}(1000.\ \text{m}) = 1500.\ \text{m}$

(c) $d = 0\ \text{m}$

(d) $p = 2l = 2(1000.\ \text{m}) = 2000.\ \text{m}$

2.31 بينما كنت تعدو في مسار مستطيل أبعاده 50 m في 40 m، أكملت جولة واحدة في زمن قدره 100 s. ما السرعة المتجهة المتوسطة للجولة؟



$$\text{average velocity} = \frac{\text{final position} - \text{initial position}}{\text{time}}$$

$$\overline{v} = \frac{x_f - x_i}{t}$$

$$\overline{v} = \frac{0\ \text{m} - 0\ \text{m}}{100\ \text{s}} = 0\ \text{m/s}$$

2.32 يتحرك إلكترون في اتجاه x الموجب مسافة 2.42 m في زمن قدره 2.91×10^{-8} s. فيصطدم بپروتون متحرك ثم يتحرك في الاتجاه المعاكس مسافة 1.69 m لمدة 3.43×10^{-8} s

a) ما هي السرعة المتجهة المتوسطة للإلكترون خلال المدة الزمنية بالكامل؟

a) ما السرعة المتوسطة للإلكترون خلال المدة الزمنية بالكامل؟

(a) $\bar{v} = \dfrac{d_1 - d_2}{t_1 + t_2} = \dfrac{2.42\text{ m} - 1.69\text{ m}}{2.91\cdot10^{-8}\text{ s} + 3.43\cdot10^{-8}\text{ s}} = 11{,}514{,}195\text{ m/s}$

(b) $s = \dfrac{d_1 + d_2}{t_1 + t_2} = \dfrac{2.42\text{ m} + 1.69\text{ m}}{2.91\cdot10^{-8}\text{ s} + 3.43\cdot10^{-8}\text{ s}} = 64{,}826{,}498\text{ m/s}$

2.33 يصف التمثيل البياني موقع جسيم ما يتحرك في بُعد واحد كدالة للزمن.

a) في أي مدة زمنية يصل الجسيم إلى سرعته القصوى؟ وما مقدار تلك السرعة؟

b) احسب السرعة المتجهة المتوسطة في الفترة الزمنية بين 5- s و 5+ s

c) احسب السرعة المتوسطة في الفترة الزمنية بين 5- s و 5+ s

d) ما نسبة السرعة المتجهة في الفترة الزمنية بين 2 s و 3 s إلى السرعة المتجهة في الفترة الزمنية بين 3 s و 4 s؟

e) في أي زمن تكون السرعة المتجهة للجسيم صفرًا؟

(a) $s = \dfrac{|-4\text{ m} - 4\text{ m}|}{1\text{ s} - (-1\text{ s})} = 4.0\text{ m/s}$

(b) $\bar{v} = \dfrac{-1\text{ m} - 1\text{ m}}{5\text{ s} - (-5\text{ s})} = -0.20\text{ m/s}$

(c) $\bar{s} = \dfrac{14\text{ m}}{5\text{ s} - (-5\text{ s})} = 1.4\text{ m/s}$

(d) $v_1 = \dfrac{(-2\text{ m}) - (-4\text{ m})}{3\text{ s} - 2\text{ s}} = 2.0\text{ m/s}$,

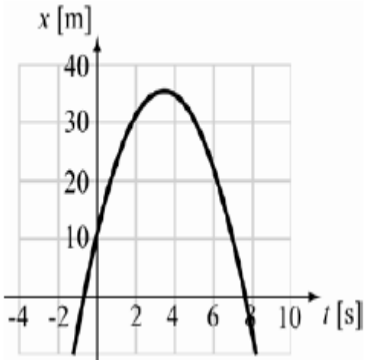
$v_2 = \dfrac{(-1\text{ m}) - (-2\text{ m})}{4\text{ s} - 3\text{ s}} = 1.0\text{ m/s}$,

so $v_1 : v_2 = 2:1$.

(e) There is nothing to calculate.

www.almanahj.com

2.34 يُحدَّد موقع جسيم يتحرك على طول المحور x من خلال $x = (11 + 14t - 2.0t^2)$. حيث يُقاس t بالثواني وx بالأمتار. احسب السرعة المتجهة المتوسطة خلال الفترة الزمنية بين $t = 1.0$ s و $t = 4.0$ s



$\bar{v} = \dfrac{x(t_2) - x(t_1)}{t_2 - t_1}$, with $t_2 = 4.0$ s and $t_1 = 1.0$ s.

$\bar{v} = \dfrac{x(t_2) - x(t_1)}{t_2 - t_1} = \dfrac{\left(11 + 14t_2 - 2.0t_2^2\right) - \left(11 + 14t_1 - 2.0t_1^2\right)}{t_2 - t_1} = \dfrac{14(t_2 - t_1) - 2.0(t_2^2 - t_1^2)}{t_2 - t_1}$

$\bar{v} = \dfrac{14(4.0\text{ s} - 1.0\text{ s}) - 2.0((4.0\text{ s})^2 - (1.0\text{ s})^2)}{4.0\text{ s} - 1.0\text{ s}} = 4.0\text{ m/s}$

2.35 يُحدَّد موقع جسيم يتحرك على المحور x من خلال $x = 3.0t^2 - 2.0t^3$.
حيث يُقاس x بالأمتار و t بالثواني. ما موقع الجسيم عندما يصل إلى سرعته القصوى في اتجاه x الموجب؟

$$v(t) = \frac{d}{dt}x(t) = \frac{d}{dt}(3.0t^2 - 2.0t^3) = 2 \cdot 3.0t^{2-1} - 3 \cdot 2.0t^{3-1} = 6.0t - 6.0t^2$$

$$a(t) = \frac{d}{dt}v(t) = \frac{d}{dt}(6.0t - 6.0t^2) = 6.0t^{1-1} - 2 \cdot 6.0t^{2-1} = 6.0 - 12t$$

Solving for the value of t where a is zero:

$$0 = 6.0 - 12t \Rightarrow 6.0 = 12t \Rightarrow t = 0.50 \text{ s}$$

This time can now be used to solve for the position:

$$x(0.50) = 3.0(0.50)^2 - 2.0(0.50)^3 = 0.500 \text{ m}$$

2.36 يكون معدل حدوث الانجراف القاري في حدود 10.0 mm/yr
ما المدة الزمنية التقريبية التي استغرقتها قارتا أمريكا الشمالية وأوروبا لتصلا إلى الفاصل الحالي بينهما البالغ 3000 mi؟

www.almanahj.com

$d = vt$ $t = d / v$. $t = \dfrac{4827000 \text{ m}}{0.01 \text{ m/yr}} = 482{,}700{,}000 \text{ yr}$

2.37 يُحدَّد موقع الجسم كدالة للزمن من خلال $x = At^3 + Bt^2 + Ct + D$.
والثوابت هي $A = 2.10 \text{ m/s}^3$، $B = 1.00 \text{ m/s}^2$، $C = -4.10 \text{ m/s}$،
$D = 3.00 \text{ m}$.

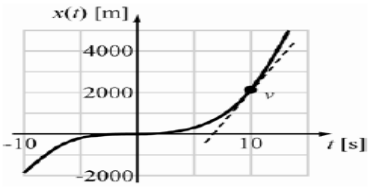
a) ما السرعة المتجهة للجسم عند $t = 10.0 \text{ s}$؟

b) في أي زمن يكون الجسم في وضع السكون؟

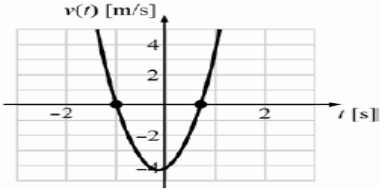
c) ما عجلة الجسم عند $t = 0.50 \text{ s}$؟

d) مثّل العجلة بيانيًا كدالة للزمن للفترة الزمنية من $t = -10.0 \text{ s}$ إلى $t = 10.0 \text{ s}$

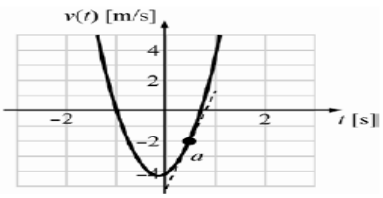
(a)



(b)



(c)



(d) The plot is part of CALCULATE.

(a) $v(t)=\frac{d}{dt}x(t)=\frac{d}{dt}(At^3+Bt^2+Ct+D)=3At^2+2Bt+C$

(b) Set the velocity equal to zero and solve for t using the quadratic formula:

$$t=\frac{-2B\pm\sqrt{4B^2-4(3A)(C)}}{2(3A)}=\frac{-2B\pm\sqrt{4B^2-12AC}}{6A}$$

(c) $a(t)=\frac{d}{dt}v(t)=\frac{d}{dt}(3At^2+2Bt+C)=6At+2B$

(d) There is no need to simplify this equation.

(a) $v(t=10.0\ s)=3(2.10\ \text{m/s}^3)(10.0\ \text{s})^2+2(1.00\ \text{m/s}^2)(10.0\ \text{s})-4.10\ \text{m/s}=645.9\ \text{m/s}$

(b) $t=\frac{-2(1.00\ \text{m/s}^2)\pm\sqrt{4(1.00\ \text{m/s}^2)^2-12(2.10\ \text{m/s}^3)(-4.10\ \text{m/s})}}{6(2.1\ 0\text{m/s}^3)}$

$=0.6634553\ \text{s}, -0.9809156\ \text{s}$

(c) $a(t=0.50\ \text{s})=6(2.10\ \text{m/s}^3)(0.50\ \text{s})+2(1.00\ \text{m/s}^2)=8.30\ \text{m/s}^2$

(d) The acceleration function, $a(t) = 6At + 2B$, can be used to compute the acceleration for time steps of 2.5 s. For example:

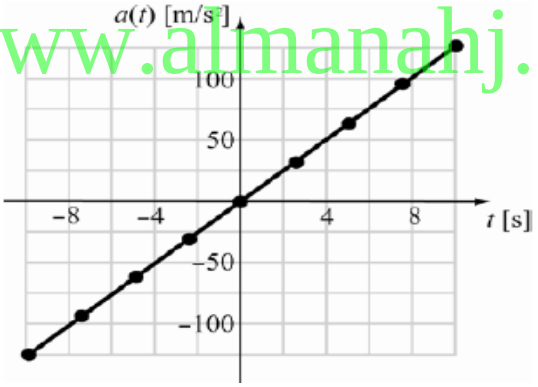
$$a(t=-2.5\ \text{s})=6(2.10\ \text{m/s}^3)(-2.5\ \text{s})+2(1.00\ \text{m/s}^2)=-29.5\ \text{m/s}^2$$

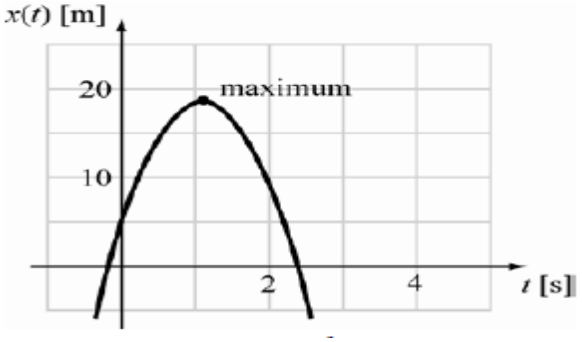
The result is given in the following table.

t [s]	−10.0	−7.5	−5.0	−2.5	0.0	2.5	5.0	7.5	10.0
a [m/s^2]	−124.0	−92.5	−61.0	−29.5	2.0	33.5	65.0	96.5	128.0

These values are used to plot the function.

www.almanahj.com





2.38• يحدد مسار الجسم من خلال المعادلة

$x(t) = (4.35\ \text{m}) + (25.9\ \text{m/s})t - (11.79\ \text{m/s}^2)t^2$

a) في أي زمن t تبلغ الإزاحة $x(t)$ قيمتها القصوى؟

b) كم تبلغ هذه القيمة القصوى؟

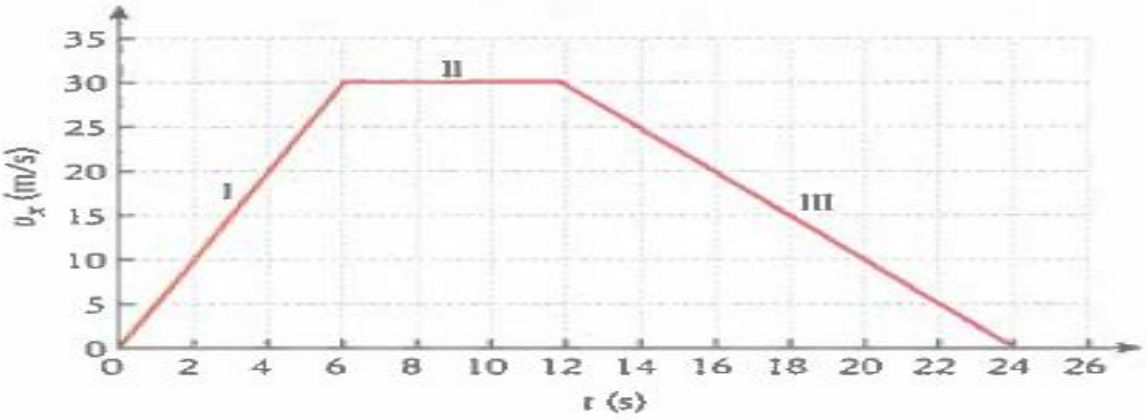
(a) $t=\frac{25.9\ \text{m/s}}{2(11.79\ \text{m/s}^2)}=1.0984\ \text{s}$

(b) $x(t)=4.35\ \text{m}+(25.9\ \text{m/s})t-(11.79\ \text{m/s}^2)t^2$

$=4.35\ \text{m}+(25.9\ \text{m/s})(1.10\ \text{s})-(11.79\ \text{m/s}^2)(1.10\ \text{s})^2$

$=18.5741\ \text{m}$

2.42 وجد أحد الطلاب الزملاء في بيانات الأداء الخاصة بسيارته الجديدة التمثيل البياني للسرعة المتجهة مقابل الزمن الموضّح في الشكل.



a) أوجد متوسط عجلة السيارة أثناء كل من المقاطع I وII وIII.
b) ما إجمالي المسافة التي قطعتها السيارة من الزمن $t = 0$ s إلى $t = 24$ s؟

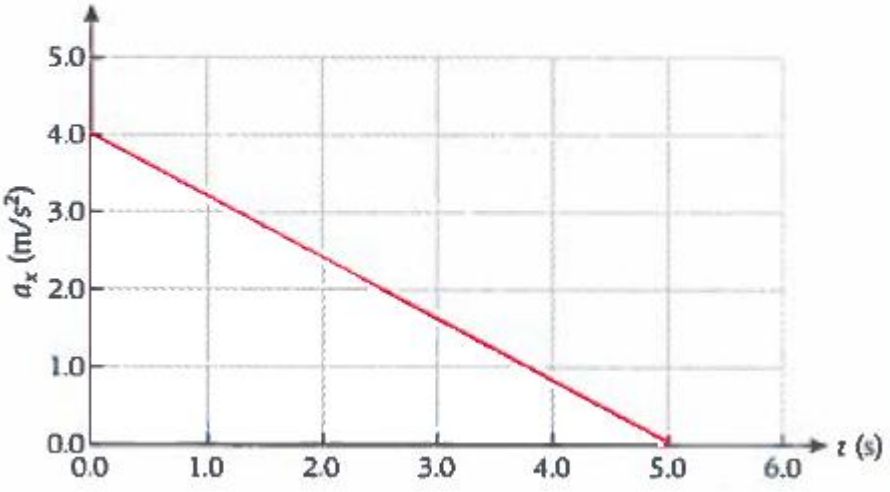
(a) $a_{\text{I}} = \dfrac{30.0\text{ m/s} - 0\text{ m/s}}{6.0\text{ s} - 0\text{ s}} = 5.0\text{ m/s}^2$, $a_{\text{II}} = \dfrac{30.0\text{ m/s} - 30.0\text{ m/s}}{12.0\text{ s} - 6.0\text{ s}} = 0.0\text{ m/s}^2$,

$a_{\text{III}} = \dfrac{0.0\text{ m/s} - 30.0\text{ m/s}}{24.0\text{ s} - 12.0\text{ s}} = -2.50\text{ m/s}^2$

(b) $x = \dfrac{1}{2}(30.0\text{ m/s})(6.0\text{ s} - 0.0\text{ s}) + (30.0\text{ m/s})(12.0\text{ s} - 6.0\text{ s}) + \dfrac{1}{2}(30.0\text{ m/s})(24.0\text{ s} - 12.0\text{ s}) = 450.0\text{ m}$

www.almanahj.com

2.48 تتحرك سيارة في اتجاه x بعجلة a_x تختلف باختلاف الزمن كما هو موضح بالشكل. في اللحظة $t = 0.0$ s. يكون موقع السيارة عند $x = 12$ m وسرعتها المتجهة 6.0 m/s في اتجاه x الموجب. ما السرعة المتجهة للسيارة عند $t = 5.0$ s؟



$v = v_0 + \text{area},\ \text{area of triangle} = \dfrac{\text{base} \cdot \text{height}}{2}$

$v = v_0 + \dfrac{\Delta a \Delta t}{2}$

$v = 6\text{ m/s} + \dfrac{(4.0\text{ m/s}^2)(5.0\text{ s})}{2} = 16\text{ m/s}$

2.45 يوضح خليل بالفيديو للمباراة الأزمنة التجريبية لعبور لاعب كرة القدم الخطوط المرسومة على أرض الملعب.

المتر	1-	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
الزمن	0.00	0.23	1.16	1.80	2.33	2.87	3.37	3.87	4.33	4.80	5.27

1-	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
12.01	11.47	10.34	9.71	9.20	8.67	8.14	7.64	7.17	6.67	6.20	5.73

a) كم كانت سرعته المتوسطة من زمن التقاطه الكرة حتى وصوله إلى وسط الملعب؟

b) كم كانت سرعته المتوسطة من زمن عبوره وسط الملعب وحتى وصوله نقطة التوقف التي تبعد مترًا خلف خط الهدف المقابل؟

c) ما الحجلة المتوسطة طوال مدة العدو؟

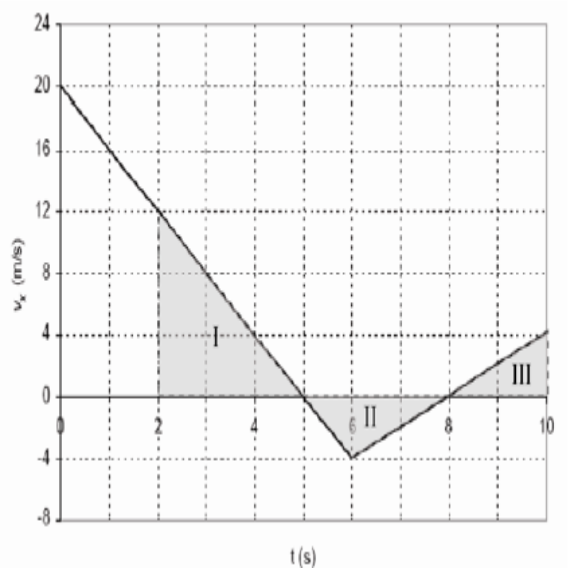
CALCULATE:

(a) $$\frac{\Delta d}{\Delta t}=\frac{(50\text{ yd})-(-1\text{ yd})}{(5.73\text{ s})-(0.00\text{ s})}=8.900522356\text{ yd/s}\left(\frac{3\text{ ft}}{1\text{ yd}}\right)\left(\frac{0.3048\text{ m}}{1\text{ ft}}\right)=8.138638743\text{ m/s}$$

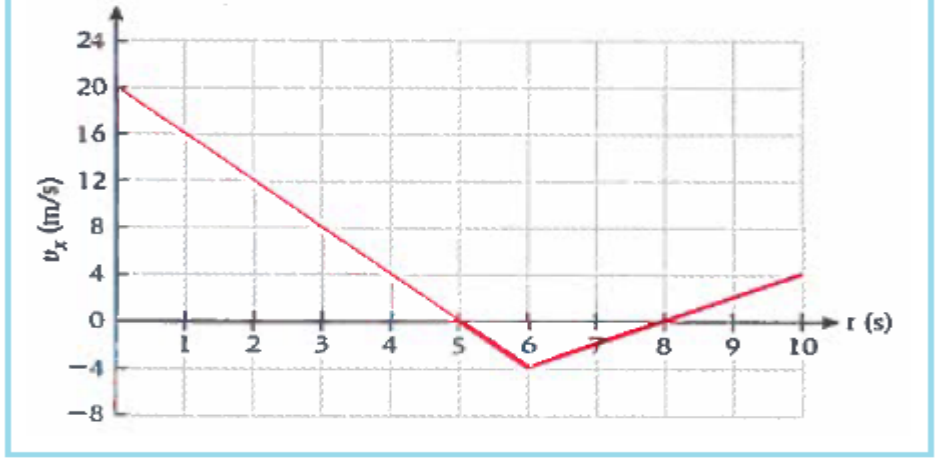
(b) $$\frac{\Delta d}{\Delta t}=\frac{(101\text{ yd})-(50\text{ yd})}{(12.01\text{ s})-(5.73\text{ s})}=8.121019108\text{ yd/s}\left(\frac{3\text{ ft}}{1\text{ yd}}\right)\left(\frac{0.3048\text{ m}}{1\text{ ft}}\right)=7.425859873\text{ m/s}$$

(c) $$\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{v_f-v_i}{t_f-t_i}=\frac{0\text{ m/s}-0\text{ m/s}}{12.01\text{ s}-0.00\text{ s}}=0\text{ m/s}^2$$

www.almanahj.com

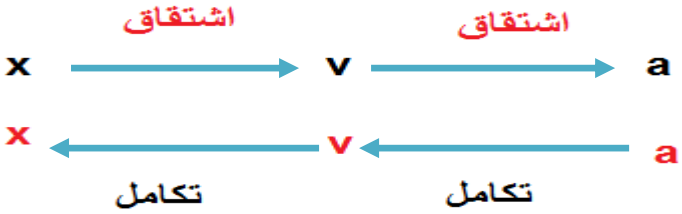


2.51 تتحرك سيارة على طول المحور x وسرعتها المتجهة v_x، تختلف باختلاف الزمن كما هو موضّح في الشكل. فإذا كان $x_0 = 2.0\text{ m}$ عند $t_0 = 2.0\text{ s}$، فما موقع السيارة عند $t = 10.0\text{ s}$؟



$$x=2.0\text{ m}+\frac{1}{2}(12.0\text{ m/s})(5.0\text{ s}-2.0\text{ s})+\frac{1}{2}(-4.0\text{ m/s})(8.0\text{ s}-5.0\text{ s})+\frac{1}{2}(4.0\text{ m/s})(10.0\text{ s}-8.0\text{ s})=18\text{ m}$$

إيجاد الإزاحة والسرعة المتجهة من العجلة



التكامل هو العملية العكسية للتفاضل

بمعني تكامل السرعة المتجهة للحصول علي الأزاحة

$$\int_{t_0}^{t} v_x(t')\,dt' = \int_{t_0}^{t} \frac{dx(t')}{dt'}\,dt' = x(t) - x(t_0) \Rightarrow$$

$$x(t) = x_0 + \int_{t_0}^{t} v_x(t')\,dt'.$$

الموقع الابتدائي

تكامل لمركبة x للعجلة للحصول على تعبير لمركبة x للسرعة المتجهة:

$$\int_{t_0}^{t} a_x(t')\,dt' = \int_{t_0}^{t} \frac{dv_x(t')}{dt'}\,dt' = v_x(t) - v_x(t_0) \Rightarrow$$

$$v_x(t) = v_{x0} + \int_{t_0}^{t} a_x(t')\,dt'.$$

مركبة السرعة المتجهة الابتدائية في اتجاه x

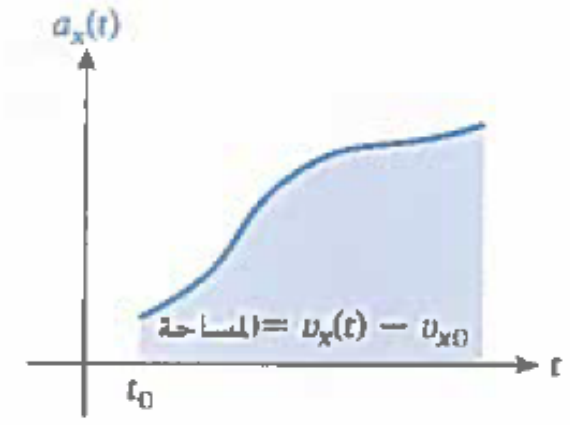
www.almanahj.com

وبالتالي يمكن حساب متجه السرعة المتجهة لأي تغير في متجه العجلة مع الزمن بشرط وجود السرعة الابتدائية

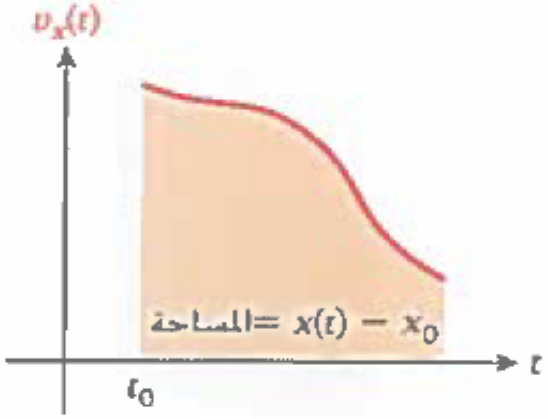
وحساب متجه الإزاحة يلزمنا نعرف قيمته الابتدائية ومقدار تغير متجه السرعة مع الزمن

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \int_{t_0}^{t} \vec{v}(t')\,dt'$$

$$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 + \int_{t_0}^{t} \vec{a}(t')\,dt'.$$



(b) تكامل العجلة بالنسبة للزمن=المساحة تحت المنحي=هوفرق السرعة المتجهة بين الزمنين



(a) تكامل السرعةبالنسبة للزمن=المساحة تحت المنحني= الفرقفي الموضع بين الزمنين

2.49 تُحدَّد السرعة المتجهة كدالة للزمن لسيارة في ألعاب مدينة الملاهي من العلاقة $v = At^2 + Bt$ مع الثوابت $A = 2.0\ m/s^3$, $B = 1.0\ m/s^2$ فإذا انطلقت السيارة من نقطة الأصل. فما موقعها عند $t = 3.0\ s$؟

www.almanahj.com

$x = x_0 + \int_0^{t_f} v(t)dt$. Since the car starts at the origin, $x_0 = 0$ m.

$$x = \int_0^{t_f} v(t)dt = \int_0^{t_f} \left(At^2 + Bt\right)dt = \frac{1}{3}At_f^3 + \frac{1}{2}Bt_f^2$$

$$x = \frac{1}{3}(2.0\ \text{m/s}^3)(3.0\ \text{s})^3 + \frac{1}{2}(1.0\ \text{m/s}^2)(3.0\ \text{s})^2 = 22.5\ \text{m}$$

2.50 يبدأ جسم من وضع السكون وتُحدَّد عجلته من العلاقة $a = Bt^2 - \frac{1}{2}Ct$. حيث $B = 2.0\ m/s^4$, $C = -4.0\ m/s^3$.

a) فكم تكون السرعة المتجهة للجسم بعد $5.0\ s$؟

b) ما المسافة التي يتحركها الجسم بعد $t = 5.0\ s$؟

$v = \int a(t)dt$. $v = \int a(t)dt = \int\left(Bt^2 - \frac{1}{2}Ct\right)dt = \frac{1}{3}Bt^3 - \frac{1}{4}Ct^2 + v_0$, and

$x = \int v(t)dt$. $x = \int vdt = \int\left(\frac{1}{3}Bt^3 - \frac{1}{4}Ct^2 + v_0\right)dt = \frac{1}{12}Bt^4 - \frac{1}{12}Ct^3 + v_0t + x_0$

CALCULATE:

$$v = \frac{1}{3}Bt^3 - \frac{1}{4}Ct^2 + v_0 = \frac{1}{3}(2.0\ \text{m/s}^4)(5.0\ \text{s})^3 - \frac{1}{4}(-4.0\ \text{m/s}^3)(5.0\ \text{s})^2 + 0\ \text{m/s} = 108.33\ \text{m/s}$$

$$x = \frac{1}{12}(2.0\ \text{m/s}^4)(5.0\ \text{s})^4 - \frac{1}{12}(-4.0\ \text{m/s}^3)(5.0\ \text{s})^3 + (0\ \text{m/s})(5.0\ \text{s}) + (0\ \text{m}) = 145.83\ \text{m}$$

الحركة بعجلة ثابتة

يمكن التعامل مع حالة الحركة ثابته بمعادلات مفيدة . اذا كانت العجلة ثابته يكون نتيجة تكامل الزمن المستخدم للحصول علي السرعة المتجهة والأزاحة

$$v_x(t) = v_{x0} + \int_0^t a_x\,dt' = v_{x0} + a_x\int_0^t dt' \Rightarrow$$

$$v_x(t) = v_{x0} + a_x t,$$

حيث افترضنا أن الحد السفلي للتكامل $t_0 = 0$ للتبسيط. ويعني هذا أن السرعة المتجهة دالة خطية للزمن.

$$x = x_0 + \int_0^t v_x(t')\,dt' = x_0 + \int_0^t (v_{x0} + a_x t')\,dt'$$

$$= x_0 + v_{x0}\int_0^t dt' + a_x\int_0^t t'\,dt' \Rightarrow$$

www.almanahj.com

في ما يلي المعادلات الكينماتيكية الخمسة التي حصلنا عليها *للحالة الخاصة للحركة بعجلة ثابتة* (لو اعتبرنا أن الزمن الابتدائي عند $x = x_0$ و$v = v_{0x}$ يساوي 0).

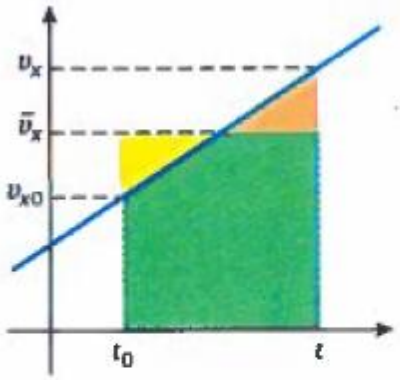
(i) $x = x_0 + v_{x0}t + \frac{1}{2}a_x t^2$

(ii) $x = x_0 + \bar{v}_x t$

(iii) $v_x = v_{x0} + a_x t$

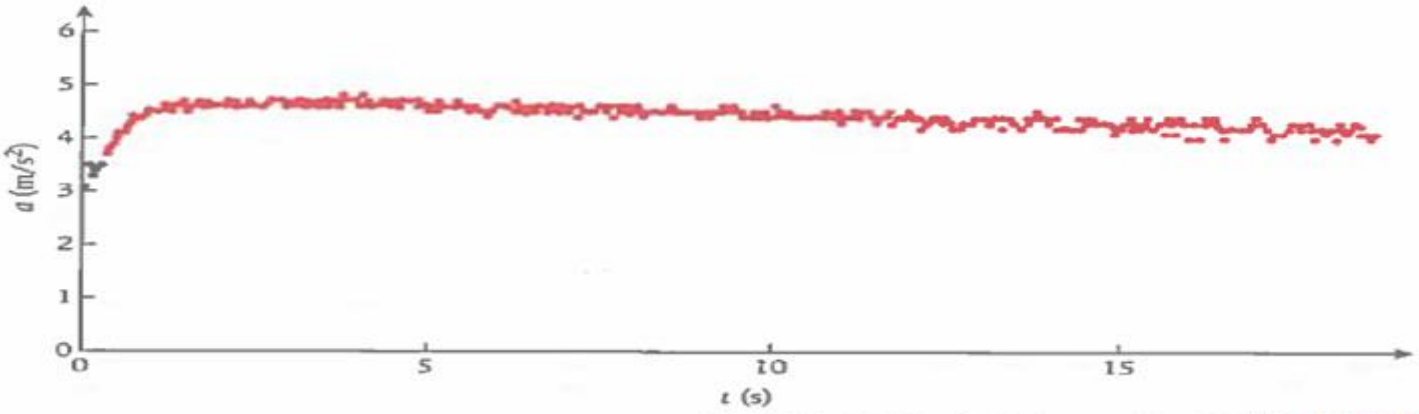
(iv) $\bar{v}_x = \frac{1}{2}(v_x + v_{x0})$

(v) $v_x^2 = v_{x0}^2 + 2a_x(x - x_0)$



الشكل 2.14 التمثيل البياني للسرعة المتجهة مقابل الزمن للحركة بعجلة ثابتة.

عندما تسير طائرة على مدرج الطيران للوصول إلى سرعة الإقلاع. فإنها تستخدم محركاتها النفاثة لتتسارع. وفي رحلة طيران معينة. قاس أحد مؤلفي هذا الكتاب العجلة الناتجة عن المحركات النفاثة للطائرة. ويوضح الشكل 2.15 القياسات.



الشكل 2.15 بيانات عجلة الطائرة النفاثة قبل الإقلاع.

يمكنك أن ترى أن افتراض العجلة الثابتة ليس صحيحًا تمامًا في هذه الحالة. لكن. العجلة المتوسطة $a_x = 4.3\ m/s^2$ خلال الزمن 18.4 s (المقيس باستخدام ساعة التوقيت) الذي استغرقته الطائرة للإقلاع تعتبر قيمة تقريبية جيدة.

المسألة

إذا افترضنا أن الطائرة بدأت من السكون وتحركت بعجلة ثابتة $a_x = 4.3\ m/s^2$. فما السرعة المتجهة لإقلاع الطائرة بعد 18.4 s؟ وما المسافة التي قطعتها الطائرة على مدرج الطيران قبل وقت إقلاعها؟

www.almanahj.com

$$v_x = v_{x0} + a_x t.$$

$$v_x = (4.3\ m/s^2)(18.4\ s) = 79.12\ m/s$$

$$v_x = 79\ m/s$$

$$x = x_0 + v_{x0}t + \frac{1}{2}a_x t^2.$$

$$x = \frac{1}{2}(4.3\ m/s^2)(18.4\ s)^2 = 727.904\ m.$$

$$x = 7.3 \times 10^2\ m.$$

عند التسارع من وضع السكون. تستطيع السيارة في سباق السرعة القصوى الوصول إلى 333.2 mi/h (= 148.9 m/s). وهو الرقم القياسي المسجل في عام 2003. في نهاية ربع الميل (= 402.3 m). بالنسبة إلى هذا المثال. سنفترض أن العجلة ثابتة.

المسألة 1

ما قيمة العجلة الثابتة لسيارة السباق؟

$$v_x^2 = v_{x0}^2 + 2a_x(x - x_0) \Rightarrow a_x = \frac{v_x^2 - v_{x0}^2}{2(x - x_0)} = \frac{(148.9\ m/s)^2}{2(402.3\ m)} = 27.6\ m/s^2.$$

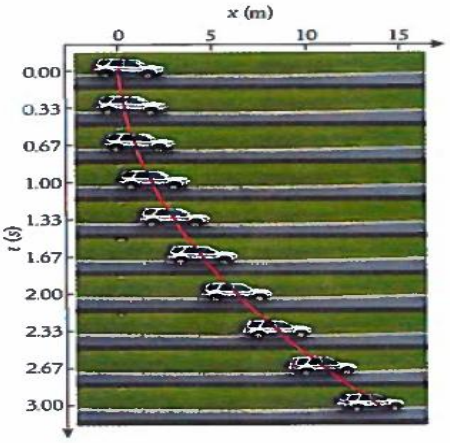
المسألة 2

ما المسافة التي تقطعها سيارة السباق لإكمال سباق ربع ميل من نقطة البدء؟

$$x = x_0 + \bar{v}_x t \Rightarrow t = \frac{x - x_0}{\bar{v}_x} = \frac{402.3\ m}{74.45\ m/s} = 5.40\ s.$$

المسألة

يوضح الشكل 2.19 سلسلة صور، وتوجد فترة زمنية قدرها 0.333 s بين الصور المتتالية. هل يمكنك تحديد مدى السرعة التي تسارعت بها هذه السيارة (التي يبلغ طولها 4.442 m) من وضع السكون؟ وهل يمكنك أيضًا تقدير الزمن الذي تستغرقه هذه السيارة للانتقال من 0 إلى 100 kph؟



الشكل 2.21 تحليل بياني لمسألة تسارع السيارة.

$x = x_0 + \frac{1}{2}a_x t^2 \Rightarrow$

$d = x - x_0 = \frac{1}{2}a_x t^2 \Rightarrow$

$a_x = \frac{2d}{t^2}$.

باستخدام $v_x = v_{x0} + at \Rightarrow t = (v_x - v_{x0})/a_x$.

ونقطة البدء تعني أن $v_{x0} = 0$

$$t(0 - 100\ \text{kph}) = \frac{100\ \text{kph}}{a_x}.$$

$$a_x = \frac{2d}{t^2} = \frac{2 \cdot (15.4315\ \text{m})}{(3.000\ \text{s})^2} = 3.42922\ \text{m/s}^2$$

وبالنسبة إلى الزمن من 0 إلى 100 kph. نحصل على

$$t(0 - 100\ \text{kph}) = \frac{100\ \text{kph}}{a_x} = \frac{(100\ \text{kph})(1000\ \text{m/km})(1\ \text{h}/3600\ \text{s})}{3.42922\ \text{m/s}^2} = 8.10032\ \text{s}.$$

www.almanahj.com

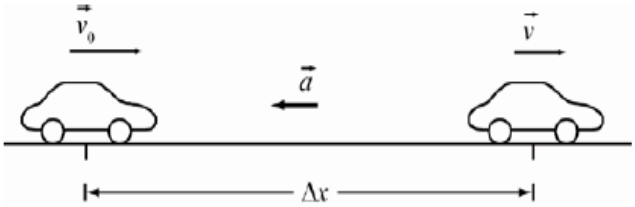
2.54 ما المدة التي تستغرقها سيارة لتزداد سرعتها من نقطة البدء إلى 22.2 m/s إذا كانت العجلة ثابتة وتحركت السيارة 243 m أثناء العجلة؟

$$d = (1/2)(v_0 + v)t \quad . \qquad t = \frac{2d}{v_0 + v} \qquad t = \frac{2(243\ \text{m})}{0.0\ \text{m/s} + 22.2\ \text{m/s}} = 21.8919\ \text{s}$$

2.55 تتباطأ سرعة سيارة من 31.0 m/s إلى 12.0 m/s خلال مسافة 380 m.

a) ما المدة التي تستغرقها بافتراض ثبات العجلة؟

b) ما قيمة هذه العجلة؟



$$\text{(a)}\ t = \frac{2\Delta x}{v_0 + v} = \frac{2(380.\ \text{m})}{(31.0\ \text{m/s} + 12.0\ \text{m/s})} = 17.674\ \text{s}$$

$$\text{(b)}\ a = \frac{v^2 - v_0^2}{2\Delta x} = \frac{(12.0\ \text{m/s})^2 - (31.0\ \text{m/s})^2}{2(380.\ \text{m})} = -1.075\ \text{m/s}^2$$

2.56 بدأ عدّاء كتلته 57.5 kg العدو من وضع السكون وتسارع بعجلة ثابتة قدرها $1.25\ m/s^2$ حتى وصلت سرعته المتجهة 6.3 m/s. ثم تابع العدو بهذه السرعة المتجهة الثابتة.

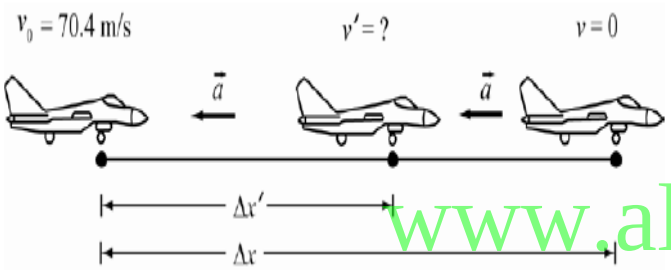
a) ما المسافة التي قطعها بعد مرور 59.7 s؟

b) ما السرعة المتجهة للعدّاء عند هذه النقطة؟

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x_1 \Rightarrow \Delta x_1 = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}, \quad v = v_0 + at_1 \Rightarrow t_1 = \frac{v - v_0}{a}$$

$$\Delta x_2 = vt_2 \Rightarrow \Delta x_2 = v(t_{total} - t_1) \Rightarrow \Delta x_2 = v\left(t_{total} - \frac{v - v_0}{a}\right)$$

$$\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} + v\left(t_{total} - \frac{v - v_0}{a}\right) = \frac{v^2}{2a} + v\left(t_{total} - \frac{v}{a}\right).$$



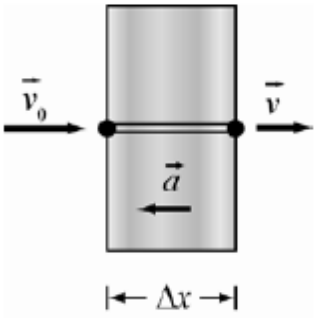
2.57 هبطت مقاتلة نفاثة على سطح حاملة طائرات، ولامست الأرض بسرعة 70.4 m/s وتوقفت تمامًا بعد مسافة 197.4 m. فإذا حدثت تلك العملية بتباطؤ ثابت، فكم تكون سرعة النفاثة قبل موقع توقفها النهائي بمسافة 44.2 m؟

www.almanahj.com

$$a = \frac{v^2 - v_0^2}{2\Delta x} = -\frac{v_0^2}{2\Delta x}$$

$$(v')^2 = v_0^2 + 2a\Delta x' \Rightarrow (v')^2 = v_0^2 + 2\left(-\frac{v_0^2}{2\Delta x}\right)\Delta x' \Rightarrow v' = \sqrt{v_0^2 - \frac{v_0^2}{\Delta x}\Delta x'}$$

$$v' = \sqrt{(70.4\ m/s)^2 - \frac{(70.4\ m/s)^2}{(197.4\ m)}(153.2\ m)} = 33.313\ m/s$$

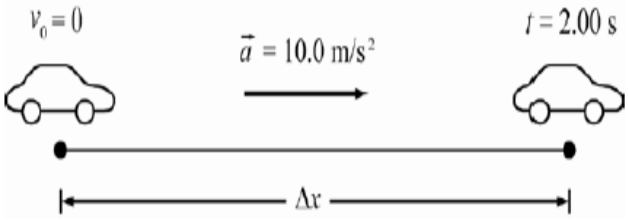


2.58 أُطلقت رصاصة عبر لوحة سمكها 10.0 cm. في مسار حركة عمودي على الجزء الأمامي للوحة. فإذا دخلت الرصاصة اللوحة بسرعة 400. m/s وخرجت منها بسرعة 200. m/s. فكم تكون عجلتها أثناء مرورها عبر اللوحة؟

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x$$

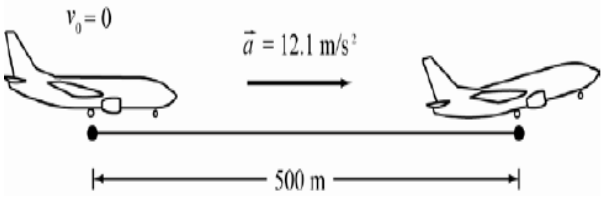
$$a = \frac{v^2 - v_0^2}{2\Delta x}$$

$$a = \frac{(200.\ m/s)^2 - (400.\ m/s)^2}{2(0.100\ m)} = -600{,}000.\ m/s^2$$



2.59 بدأت سيارة من وضع السكون وتسارعت بعجلة $10.0\ \text{m/s}^2$. فما المسافة التي تقطعها خلال $2.00\ \text{s}$؟

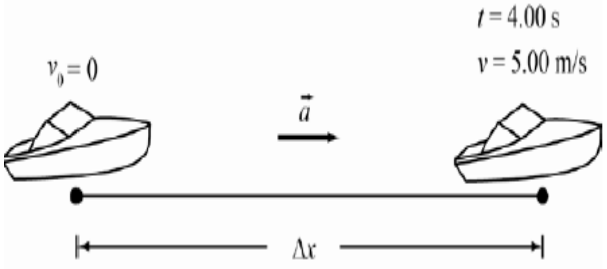
$$\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \qquad v_0 = 0\ \text{m/s},\ \Delta x = \frac{1}{2}at^2.\ \ \Delta x = \frac{1}{2}(10.0\ \text{m/s}^2)(2.00\ \text{s})^2 = 20.0\ \text{m}$$



2.60 بدأت طائرة من وضع السكون وتسارعت بعجلة $12.1\ \text{m/s}^2$. فكم تكون سرعتها عند نهاية مدرج الطيران الذي يبلغ $500\ \text{m}$؟

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x\ ;\ v_0 = 0,\ a = 12.1\ \text{m/s}^2,\ \Delta x = 500\ \text{m}$$
$$v = \sqrt{v_0^2 + 2a\Delta x}$$
$$= \sqrt{2a\Delta x}$$
$$v = \sqrt{2(12.1\ \text{m/s}^2)(500.\ \text{m})} = 110.00\ \text{m/s}$$

www.almanahj.com



2.61 بدأ قارب، من وضع السكون، ثم زادت سرعته إلى $5.00\ \text{m/s}$ بعجلة ثابتة.

a) ما السرعة المتوسطة للقارب؟

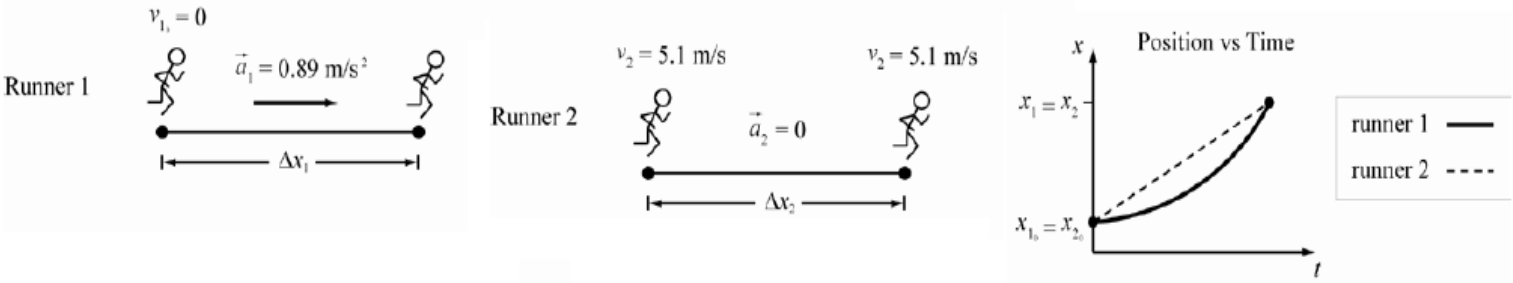
b) إذا استغرق القارب $4.00\ \text{s}$ ليصل إلى هذه السرعة، فما المسافة التي قطعها؟

$$\Delta x = \frac{1}{2}(v_0 + v)t$$

$$\text{(a)}\ v_{avg} = \frac{5.00\ \text{m/s} + 0\ \text{m/s}}{2} = 2.50\ \text{m/s}$$

$$\text{(b)}\ \Delta x = \frac{1}{2}(5.00\ \text{m/s} + 0\ \text{m/s})(4.00\ \text{s}) = 10.00\ \text{m}$$

2.62 يقف العداء 1 في وضع السكون على مضمار سباق مستقيم. ويمر به العداء 2 الذي يعدو بسرعة ثابتة قدرها 5.1 m/s. وبمجرد مرور العداء 2، أخذ العداء 1 يتسارع بعجلة ثابتة قدرها $0.89\ m/s^2$. فأين يلحق العداء 1 بالعداء 2 على طول المضمار؟



$$\Delta x_1 = v_{1_0} t + (1/2) a_1 t^2 . \qquad \Delta x_2 = v_2 t .$$

$$t = \Delta x_2 / v_2 .$$

$$\Delta x_1 = v_{1_0} t + \frac{1}{2} a_1 t^2 \Rightarrow \Delta x_1 = \frac{1}{2} a_1 t^2 \Rightarrow \Delta x_1 = \frac{1}{2} a_1 \left(\frac{\Delta x_2}{v_2} \right)^2$$

Since $\Delta x_1 = \Delta x_2$, I write:

$$\Delta x_1 = \frac{1}{2} a_1 \left(\frac{\Delta x_1}{v_2} \right)^2 \Rightarrow \frac{1}{2} a_1 \frac{\Delta x_1^2}{v_2^2} - \Delta x_1 = 0 \Rightarrow \Delta x_1 \left(\frac{1}{2} a_1 \frac{\Delta x_1}{v_2^2} - 1 \right) = 0$$

www.almanahj.com

$$\Delta x_1 = \frac{2(5.1\ m/s)^2}{(0.89\ m/s^2)} = 58.449\ m$$

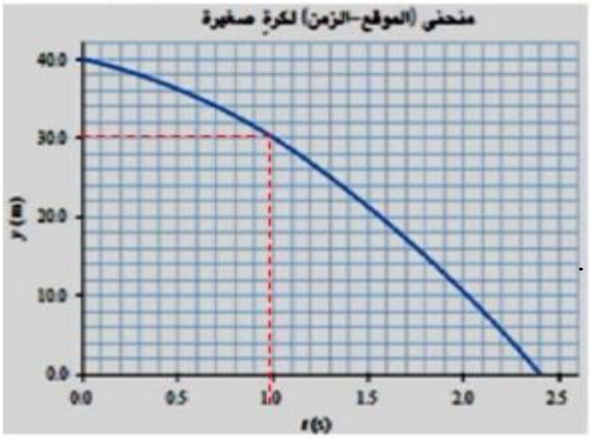
2.63 ركب ولد دراجته. وعندما وصل إلى زاوية، توقف لتناول المياه من زجاجته. وفي هذا الزمن، مر به صديق يتحرك بسرعة ثابتة قدرها 8.0 m/s

a) بعد مرور 20 s عاد الولد إلى دراجته وتحرك بعجلة ثابتة قدرها $2.2\ m/s^2$. فما المدة التي استغرقها الولد ليلحق بزميله؟

b) إذا ظل الولد على دراجته يتجوّل بسرعة 1.2 m/s عند مرور صديقه. فما العجلة الثابتة التي سيحتاج إليها ليلحق بزميله في المدة الزمنية نفسها؟

السقوط الحرّ

هو حركة جسم يسقط تحت تأثير وزنه فقط ، بمعنى إهمال مقاومة الهواء أو أي قوى أخرى .



- الأجسام الساقطة باتجاه الأرض تزداد سرعتها خلال سقوطها ،

من خلال الزيادة في الإزاحات .

عجلة الأجسام الساقطة :

- بغياب مقاومة الهواء تسقط كل الأجسام قرب سطح الكوكب ، بالعجلة نفسها .

وتدعى هذه الحركة **حركة السقوط الحر .**

قذف جسم رأسياً إلى أعلى :

لدى رمينا جسماً إلى أعلى في الهواء فإن الجسم يستمر في الصعود لبعض الوقت ، إلى أن يقف لحظياً في القمة ، ثم يغير اتجاه حركته ويبدأ في السقوط .

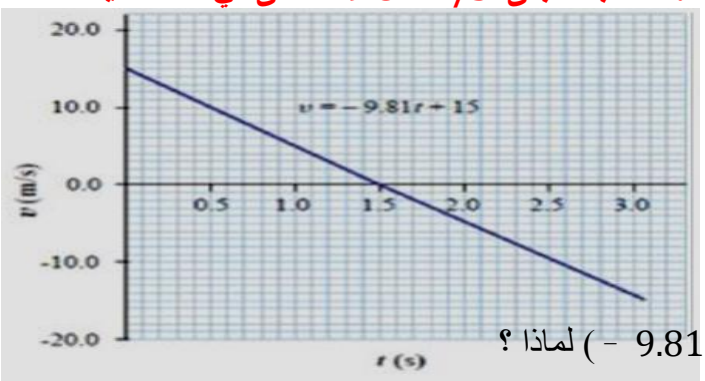
- كل الأجسام المقذوفة إلى أعلى في الهواء يكون لها بعيد إطلاقها ، عجلة ثابتة إلى أسفل مقدارها
- $-9.81 m/s^2$.

س: ما الذي يحدث عند قذف كرة رأسياً إلى أعلى :

www.almanahj.com

ج: تتناقص الإزاحة الرأسية للكرة مع تتابع الفترات الزمنية ، إلى أن تتوقف الكرة وتبدأ أخيراً بالسقوط بسرعة متزايدة إلى أسفل .

- يظهر الشكل التالي منحنى (السرعة – الزمن) البياني للكرة وفيه لحظة معينة تصبح عندها سرعة الكرة صفراً .
ويحصل ذلك عندما تصل الكرة إلى قمة مسارها وقبيل بدء سقوطها . - العجلة تبقى $9.81 m/s^2$ – حتى في القمة حيث السرعة صفر .



- يرمز إلى عجلة السقوط الحر على سطح الأرض بالمتجه g

ومقدارها تقريباً $9.81 m/S^2$ ويسمى عجلة الجاذبية الأرضية .

- تتجه عجلة الجاذبية الأرضية إلى أسفل باتجاه مركز الأرض .

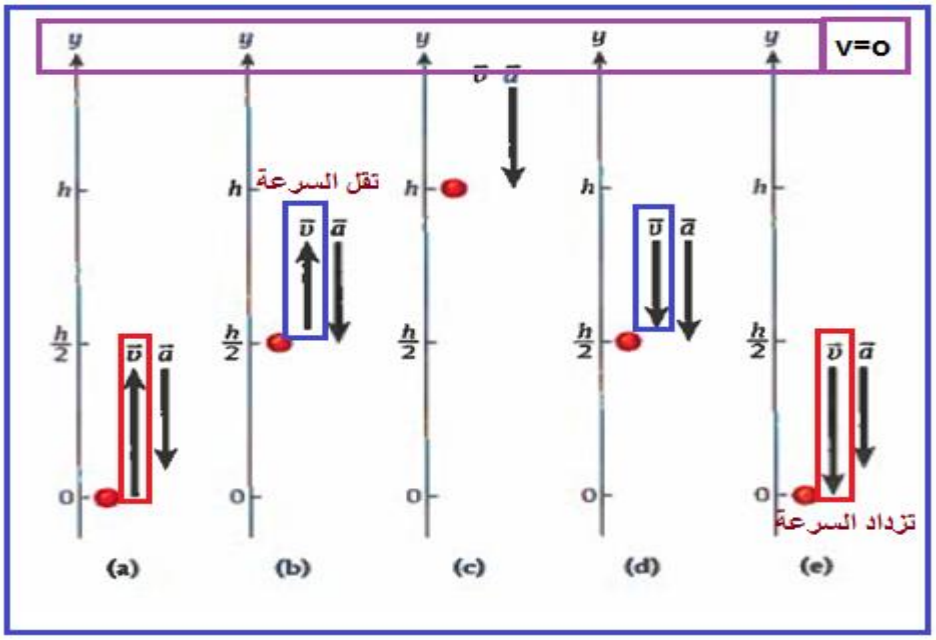
س: مقدار عجلة الأجسام الساقطة تكون قرب سطح الأرض($9.81 m/S^2$ -) لماذا ؟

الجواب : تتجه عجلة الجاذبية الأرضية إلى أسفل باتجاه مركز الأرض . وفي نظام الاحداثيات نختار عادة الاتجاه إلى أسفل سالباً .

- لدى انعدام مقاومة الهواء تسقط كل الأجسام بالعجلة نفسها دون اعتبار لكتلتها .

- سرعة الصعود = سرعة الهبوط

-في منتصف المسافة أثناء الصعود تعمل عجلة الجاذبية علي ابطاء السرعة



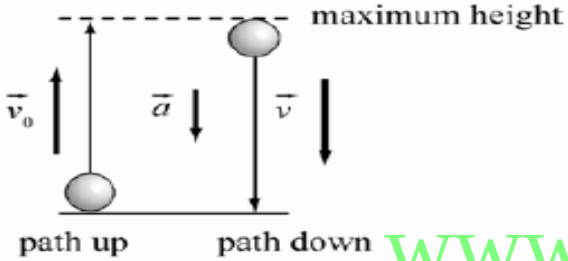
$$(i)\quad y = y_0 + v_{y0}t - \tfrac{1}{2}gt^2$$

$$(ii)\quad y = y_0 + \bar{v}_y t$$

$$(iii)\quad v_y = v_{y0} - gt$$

$$(iv)\quad \bar{v}_y = \tfrac{1}{2}(v_y + v_{y0})$$

$$(v)\quad v_y^2 = v_{y0}^2 - 2g(y - y_0)$$



2.66 رُكلت كرة رأسيًا لأعلى بسرعة ابتدائية قدرها 26.4 m/s. فما المدة التي ستستغرقها الكرة قبل سقوطها على الأرض؟

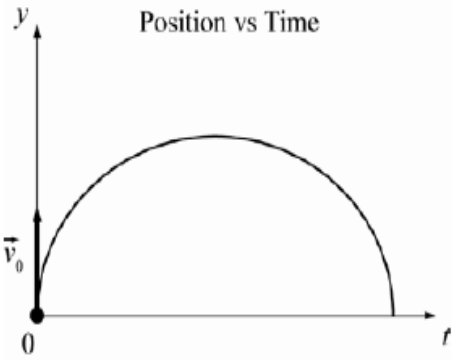
www.almanahj.com

$$v = v_0 + at \qquad t = \frac{v - v_0}{a} = \frac{-v_0 - v_0}{-g} = \frac{2v_0}{g} \qquad t = \frac{2(26.4\ \text{m/s})}{9.81\ \text{m/s}^2} = 5.38226\ \text{s}$$

2.67 قُذف حجر لأعلى من مستوى الأرض بسرعة متجهة ابتدائية قدرها 10.0 m/s.

a) ما السرعة المتجهة للحجر بعد مرور 0.50 s؟

b) كم يبلغ ارتفاع الحجر فوق مستوى الأرض بعد مرور 0.50 s؟



(a) $v = v_0 + at$

$v = v_0 - gt$

$v = 10.0\ \text{m/s} - (9.81\ \text{m/s}^2)(0.50\ \text{s})$

$= 10.0\ \text{m/s} - 4.905\text{m/s}$

$= 5.095\ \text{m/s}$

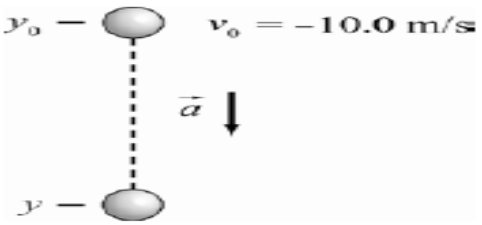
(b) $\Delta y = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ and $\Delta y = h$

$h = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$

$h = (10.0\ \text{m/s})(0.50\ \text{s}) - \frac{1}{2}(9.81\ \text{m/s}^2)(0.50\ \text{s})^2$

$= 5.0\ \text{m} - 1.226\ \text{m}$

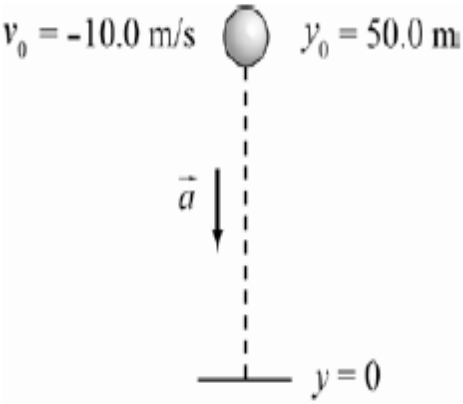
$= 3.774\ \text{m}$



2.68 أسقط حجر لأسفل بسرعة متجهة ابتدائية قدرها 10.0 m/s، وكانت عجلة الحجر ثابتة وتساوي قيمتها عجلة السقوط الحر، 9.81 m/s^2، فما السرعة المتجهة للحجر بعد مرور 0.500 s؟

$$v = v_0 + at$$

$$v = v_0 - gt \qquad v = -10.0 \text{ m/s} - (9.81 \text{ m/s}^2)(0.500 \text{ s}) = -10.0 \text{ m/s} - 4.905 \text{ m/s} = -14.905 \text{ m/s}$$



2.69 أسقطت كرة مباشرة لأسفل، بسرعة ابتدائية قدرها 10.0 m/s من ارتفاع 50.0 m، فما الفاصل الزمني الذي تستغرقه الكرة حتى تصطدم بالأرض؟

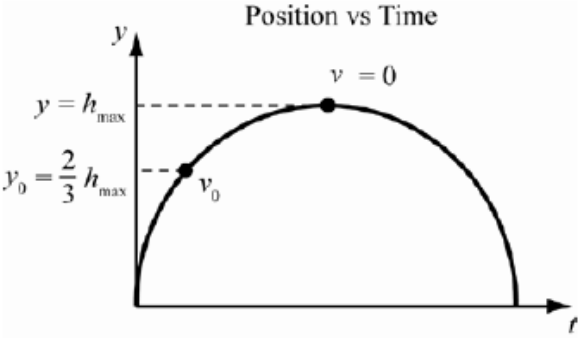
$$\Delta y = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \qquad \frac{1}{2}at^2 + v_0 t - \Delta y = 0.$$

$$t = \frac{-v_0 \pm \sqrt{v_0^2 - 4(\frac{1}{2}a)(-\Delta y)}}{2(\frac{1}{2}a)} = \frac{-v_0 \pm \sqrt{v_0^2 - 2g\Delta y}}{-g}$$

$$t = \frac{-(-10.0 \text{ m/s}) \pm \sqrt{(-10.0 \text{ m/s})^2 - 2(9.81 \text{ m/s}^2)(-50.0 \text{ m})}}{-9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$= -4.3709 \text{ s}, 2.3322 \text{ s}$$

www.almanahj.com

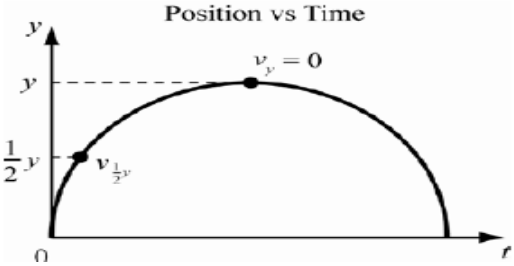


2.70 قُذف جسم رأسيًا لأعلى وكانت سرعته 20.0 m/s عندما بلغ ثلثي أقصى ارتفاع له فوق نقطة إطلاقه، حدد أقصى ارتفاع يصل إليه.

$$v^2 = v_0^2 + 2a(y - y_0)$$

$$v^2 = v_0^2 - 2g\left(h_{max} - \frac{2}{3}h_{max}\right) \Rightarrow v^2 - v_0^2 = -2g\left(\frac{1}{3}h_{max}\right) \Rightarrow h_{max} = -\frac{3\left(v^2 - v_0^2\right)}{2g} \Rightarrow h_{max} = \frac{3v_0^2}{2g}$$

$$h_{max} = \frac{3(20.0 \text{ m/s})^2}{2(9.81 \text{ m/s}^2)} = 61.16 \text{ m}$$



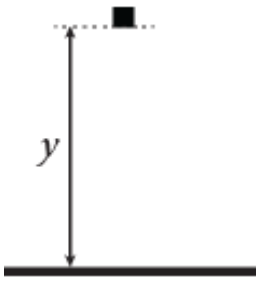
2.71 ما السرعة المتجهة عند نقطة منتصف مسافة كرة يمكن أن تبلغ ارتفاع y عند قذفها لأعلى بسرعة متجهة ابتدائية قدرها v_0؟

$$v_y^2 = v_0^2 + 2a(y - y_0) \qquad v_0 = \sqrt{v_y^2 - 2a(y - y_0)} = \sqrt{2gy}$$

$v_{\frac{1}{2}y}$

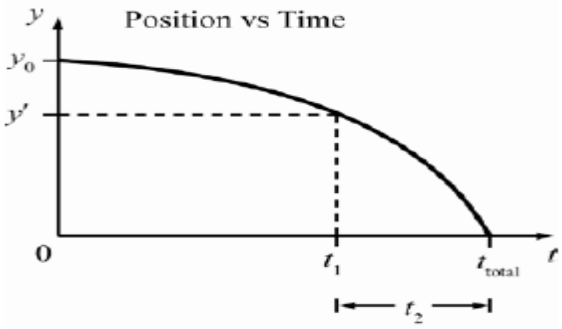
$$\left(v_{\frac{1}{2}y}\right)^2 = v_0^2 + 2a\left(\left(\frac{1}{2}y\right) - y_0\right) \qquad v_{\frac{1}{2}y}^2 = \left(\sqrt{2gy}\right)^2 - 2g\left(\frac{1}{2}y\right) \Rightarrow v_{\frac{1}{2}y}^2 = 2gy - gy \Rightarrow v_{\frac{1}{2}y} = \sqrt{gy}$$

2.72 في 2 أغسطس 1971. أسقط رائد الفضاء ديفيد سكوت، بينما كان واقفًا على سطح القمر، مطرقة كتلتها 1.3 kg وريشة صقر كتلتها 0.030 kg من ارتفاع 1.6 m. فاصطدم كل من الجسمين بسطح القمر بعد إسقاطهما بمدة 1.4 s.
فما مقدار العجلة وفقًا لقوة الجاذبية على سطح القمر؟



$$y = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow g = \frac{2y}{t^2}. \qquad g = \frac{2y}{t^2} = \frac{2(1.6\text{ m})}{(1.4\text{ s})^2} = 1.6327\text{ m/s}^2.$$

www.almanahj.com



2.73 قُذف جسم رأسيًا وكانت سرعته المتجهة لأعلى 25 m/s عند بلوغه ربع أقصى ارتفاع له فوق نقطة إطلاقه. فما سرعة الجسم الابتدائية (الإطلاق)؟

$$t = \sqrt{2h/g} \qquad t_{total} = \sqrt{2h_{total}/g} = \sqrt{2y_0/g} \qquad t_1 = \sqrt{2h_1/g} = \sqrt{2(y_0 - y')/g}.$$

$$t_2 = t_{total} - t_1 = \sqrt{2y_0/g} - \sqrt{2(y_0 - y')/g}$$

$$t_2 = \sqrt{2(63.17\text{ m})/(9.81\text{ m/s}^2)} - \sqrt{2(63.17\text{ m} - 40.95\text{ m})/(9.81\text{ m/s}^2)}$$
$$= 1.4603\text{ s}$$

أسئلة الاختيار من متعدد

2.1 يقفز رياضيّان لأعلى بشكل مستقيم. وعند مغادرة الأرض، تكون سرعة آدم نصف السرعة الأولية ليوسف. فبالمقارنة بآدم، يقفز يوسف

a) أعلى منه بمقدار 0.50 مرة. d) ثلاثة أضعاف ارتفاعه.
b) أعلى منه بمقدار 1.41 مرة. e) أربعة أضعاف ارتفاعه.
c) ضعف ارتفاعه.

2.2 يقفز رياضيّان لأعلى بشكل مستقيم. وعند مغادرة الأرض، تكون سرعة آدم نصف السرعة الأولية ليوسف. فبالمقارنة بآدم، يظل يوسف في الهواء فترة

a) أطول منه بمقدار 0.50 مرة. d) ثلاثة أضعافه.
b) أطول منه بمقدار 1.41 مرة. e) أربعة أضعافه.
c) ضعفه.

2.3 تسير سيارة غربًا بسرعة 20.0 m/s احسب السرعة المتجهة للسيارة بعد 3.00 s إذا كانت العجلة 1.0 m/s² إلى الغرب. افترض أن العجلة تظل ثابتة.

a) 17.0 m/s غربًا c) 23.0 m/s غربًا e) 11.0 m/s جنوبًا
b) 17.0 m/s شرقًا d) 23.0 m/s شرقًا

2.4 تسير سيارة غربًا بسرعة 20.0 m/s احسب السرعة المتجهة للسيارة بعد 37.00 s إذا كانت العجلة 1.0 m/s² إلى الشرق. افترض أن العجلة تظل ثابتة.

a) 17.0 m/s غربًا c) 23.0 m/s غربًا e) 11.0 m/s جنوبًا
b) 17.0 m/s شرقًا d) 23.0 m/s شرقًا

2.5 يتحرك إلكترون ما، بدءًا من وضع السكون وبعجلة ثابتة، ويقطع مسافة 1.0 cm في 2.0 ms ما مقدار هذه العجلة؟

a) 25 km/s² c) 15 km/s² e) 5.0 km/s²
b) 20 km/s² d) 10 km/s²

2.6 تسير سيارة بسرعة 22.0 m/s شمالًا لمدة 30.0 min ثم عكست اتجاهها وسارت بسرعة 28.0 m/s لمدة 15.0 min. ما إجمالي إزاحة السيارة؟

a) 1.44×10^4 m b) 6.48×10^4 m c) 3.96×10^4 m
d) 9.98×10^4 m

2.7 أي من العبارات التالية صواب؟

1. يمكن أن تكون عجلة جسم ما صفرًا ويكون في وضع السكون.
2. يمكن أن تكون عجلة جسم ما غير مساوية للصفر ويكون في وضع السكون.
3. يمكن أن تكون عجلة جسم ما صفرًا ويكون في حالة حركة.

a) 1 فقط b) 1 و3 c) 1 و2
d) 1 و2 و3

2.8 توقفت سيارة كانت تسير بسرعة 60 km/h في غضون 4.0 s. فما متوسط تباطئها؟

a) 2.4 m/s² b) 15 m/s² c) 4.2 m/s² d) 41 m/s²

2.9 افترض أنك تسقط صخرة من منحدر. فإذا تجاهلنا مقاومة الهواء، فأي من العبارات التالية صواب؟

1. ستزداد سرعة الصخرة.
2. ستنخفض سرعة الصخرة.
3. ستزداد عجلة الصخرة.
4. ستقل عجلة الصخرة.

a) 1 b) 1 و4 c) 2 d) 2 و3

2.10 سيارة تسير بسرعة 22.0 kph لمدة 15.0 min وبسرعة 35.0 kph لمدة 30.0 min. ما إجمالي المسافة التي تقطعها؟

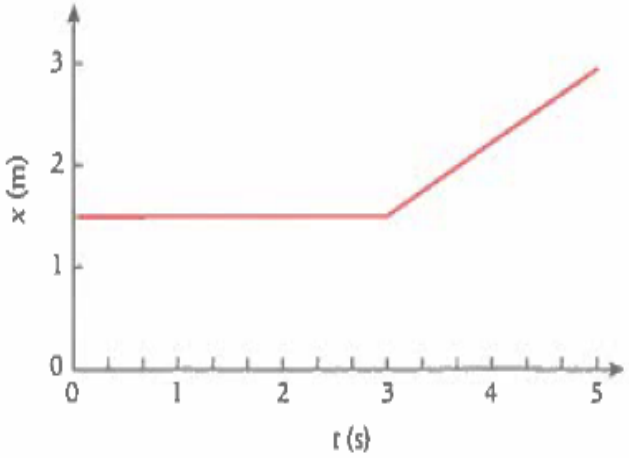
a) 23.0 km b) 3.70×10^4 km c) 1.38×10^3 km
d) 3.30×10^2 km

2.11 إذا كانت البطيخة في المسألة المحلولة 2.5 قد قُذفت لأعلى في خط مستقيم بسرعة متجهة ابتدائية 5.00 m/s في الزمن نفسه الذي أُطلق فيه السهم لأعلى، فما المدة المنقضية قبل التصادم؟

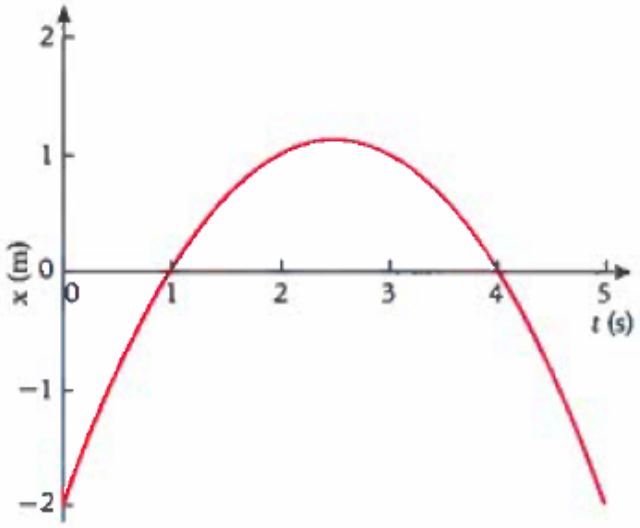
a) 2.32 s d) لا يصطدمان قبل اصطدام البطيخة بالأرض.
b) 2.90 s
c) 1.94 s

www.almanahj.com

2.12 يصف الشكل موقع جسم ما على كدالة للزمن. أي من العبارات التالية صواب؟



a) موقع الجسم ثابت.
a) السرعة المتجهة للجسم ثابتة.
c) يتحرك الجسم في اتجاه x الموجب حتى $t = 3$ s، ثم يتوقف الجسم في وضع السكون.
d) يبقى موقع الجسم ثابتًا حتى $t = 3$ s، ثم يبدأ الجسم في التحرك باتجاه x الموجب.
e) يتحرك الجسم في اتجاه x الموجب من $t = 0$ إلى $t = 3$ s ثم يتحرك في اتجاه محور x السالب من $t = 3$ s إلى $t = 5$ s



يصف هذا الشكل موقع جسم ما كدالة للزمن. فاستخدمه كمرجع للإجابة عن الأسئلة 2.13–2.16.

2.13 أي عبارة مما يلي صحيحة عندما يكون الزمن $t = 1\ s$؟

a) مركبة x للسرعة المتجهة للجسم تساوي صفرًا.

b) مركبة x لعجلة الجسم تساوي صفرًا.

c) مركبة x للسرعة المتجهة للجسم موجبة.

d) مركبة x للسرعة المتجهة للجسم سالبة.

2.14 أي عبارة مما يلي صحيحة عندما يكون الزمن $t = 4\ s$؟

a) مركبة x للسرعة المتجهة للجسم تساوي صفرًا.

b) مركبة x لعجلة الجسم تساوي صفرًا.

c) مركبة x للسرعة المتجهة للجسم موجبة.

d) مركبة x للسرعة المتجهة للجسم سالبة.

2.15 أي عبارة مما يلي صحيحة عندما يكون الزمن $t = 2.5\ s$؟

a) مركبة x للسرعة المتجهة للجسم تساوي صفرًا.

b) مركبة x لعجلة الجسم تساوي صفرًا.

c) مركبة x للسرعة المتجهة للجسم موجبة.

d) مركبة x للسرعة المتجهة للجسم سالبة.

2.16 أي عبارة مما يلي صحيحة عندما يكون الزمن $t = 2.5\ s$؟

a) مركبة x لعجلة الجسم صفر.

b) مركبة x لعجلة الجسم موجبة.

c) مركبة x لعجلة الجسم سالبة.

d) لا يمكن تحديد عجلة الجسم عند هذا الزمن من الشكل.

www.almanahj.com

2.1. e 2.2. c 2.3. c 2.4. b 2.5. e 2.6. a 2.7. d 2.8. c 2.9. a 2.10. b 2.11. b 2.12. d 2.13. c 2.14. d 2.15. a 2.16. c

7- بعد قذف الكرة لأعلى بشكل مستقيم في الهواء مثالًا على حركة السقوط الحر. في اللحظة التي تصل فيها الكرة إلى أقصى ارتفاع لها. أي من العبارات التالية يكون صوابًا؟

a) يشير متجه عجلة الكرة إلى أسفل ومتجه سرعتها المتجهة إلى أعلى.

b) تكون عجلة الكرة صفرًا ويشير متجه سرعتها المتجهة إلى أعلى.

c) يشير متجه عجلة الكرة إلى أعلى ومتجه سرعتها المتجهة إلى أعلى.

d) يشير متجه عجلة الكرة إلى أسفل وتكون سرعتها المتجهة صفرًا.

e) يشير متجه عجلة الكرة إلى أعلى وتكون سرعتها المتجهة صفرًا.

f) تكون عجلة الكرة صفرًا ويشير متجه سرعتها المتجهة إلى أسفل.

8- قُذفت كرة لأعلى بسرعة v_1. كما هو موضح في الشكل 2.23. ووصلت الكرة إلى أقصى ارتفاع لها $y = h$. ما نسبة سرعة الكرة، v_2، عند $y = h/2$ في الشكل 2.23b. إلى سرعتها الابتدائية إلى أعلى v_1، عند $y = 0$ في الشكل 2.23a؟

a) $v_2/v_1 = 0$

b) $v_2/v_1 = 0.50$

c) $v_2/v_1 = 0.71$

d) $v_2/v_1 = 0.75$

e) $v_2/v_1 = 0.90$

9- إذا حُدِّد زمن تفاعل الشخص B باستخدام طريقة العصا المترية بأنه ضعف زمن تفاعل الشخص A. فستكون الإزاحة h_B التي يتم قياسها للشخص B بدلالة الإزاحة h_A للشخص A

a) $h_B = 2h_A$

b) $h_B = \frac{1}{2}h_A$

c) $h_B = \sqrt{2}\,h_A$

d) $h_B = 4h_A$

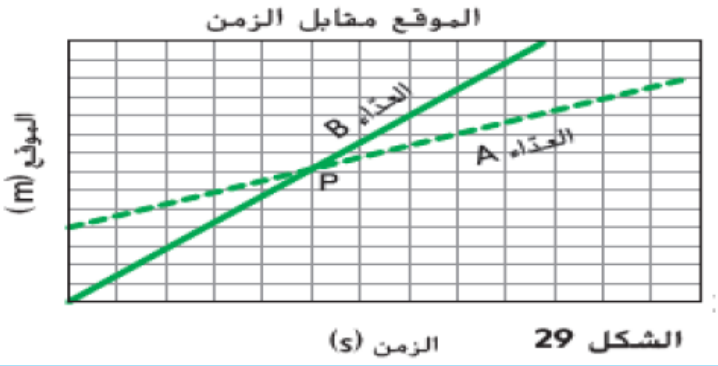
e) $h_B = \sqrt{\frac{1}{2}}\,h_A$

يشير **الشكل 29** إلى رسم بياني لشخصين يمارسان رياضة الجري.

a. صف موقع العدّاء **A** مقارنة بالعدّاء **B** عند نقطة التقاطع مع المحور *y*.

b. مَن العدّاء الأسرع؟

c. ماذا يحدث عند النقطة **P** وما بعدها؟



الشكل 29

a. إذا كان العدّاء A له الأسبقية بأربع وحدات.

b. إذا كان العدّاء B أسرع، كما هو موضح بالميل الأشد انحدارًا.

a. يتجاوز العدّاء B العدّاء A عند النقطة P ويسبق العدّاء A بعد تلك النقطة.

يوضح **الشكل 31** الرسومات البيانية للعلاقة بين الموقع والزمن الخاص بممارسة ندى وسميرة لرياضة قوارب التجديف في نهر محلي.

a. ما الوقت (الأوقات) الذي تتلقى فيه ندى بسميرة في المكان نفسه؟

b. كم تبلغ المدة التي استغرقتها ندى في التجديف قبل المرور بسميرة؟

c. في أي مكان في النهر يبدو أنه قد يكون هناك تيار سريع؟

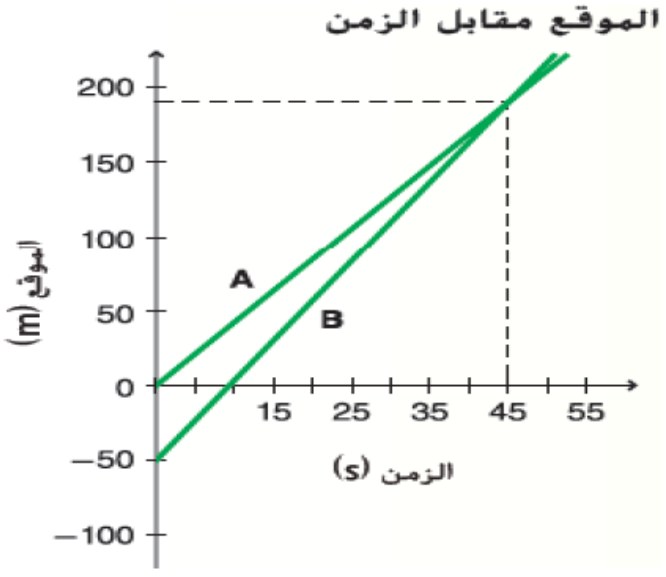
الشكل 31

a. 1.0 h

b. 45 min

c. من 6.0 إلى 9.0 km من نقطة الأصل

www.almanahj.com



- أين كان موقع العدّاء A عند النقطة الزمنية $t = 0$ s؟
  تجاوز العدّاء A نقطة الأصل.
- أي العدّاءين كان في المقدمة عند النقطة الزمنية $t = 48.0$ s؟
  العدّاء B
- أين كان العدّاء B عندما كان العدّاء A عند النقطة 0.0 m؟
  عند −50.0 m
- ما مقدار المسافة بين العدّاءين A وB عند النقطة الزمنية $t = 20.0$ s؟
  80-50=30m

اختيار من متعدد

1. ما العبارة التي ستكون صحيحة عن رسم حركة نموذج الجسيم لطائرة تحلّق بسرعة ثابتة قدرها 850 km/h؟

A. ستبدأ النقاط قريبة من بعضها وتبعد كلما بعدت الطائرة عن المطار.

B. ستكون النقاط بعيدة عن بعضها في البداية وتقترب من بعضها كلما بعدت الطائرة عن المطار.

C. ستكوّن النقاط نمطًا متباعدًا بشكل متساوٍ.

D. ستبدأ النقاط قريبة من بعضها ثم تبعد عن بعضها ثم تقترب من بعضها مرة أخرى كلما بعدت الطائرة عن المطار.

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.

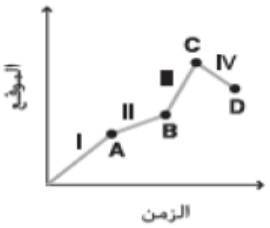
C. المتجه هو كمية لها مقدار وليس لها اتجاه.

D. جميع الكميات في الفيزياء عبارة عن متجهات.

3. يوضح الشكل التالية رسمًا بسيطًا لحركة دراجة. (تُهمل حركة زيادة السرعة وإبطاء السرعة.) متى تكون سرعة الشخص كبيرة؟

A. القسم 1 C. النقطة D

B. القسم 3 D. النقطة B



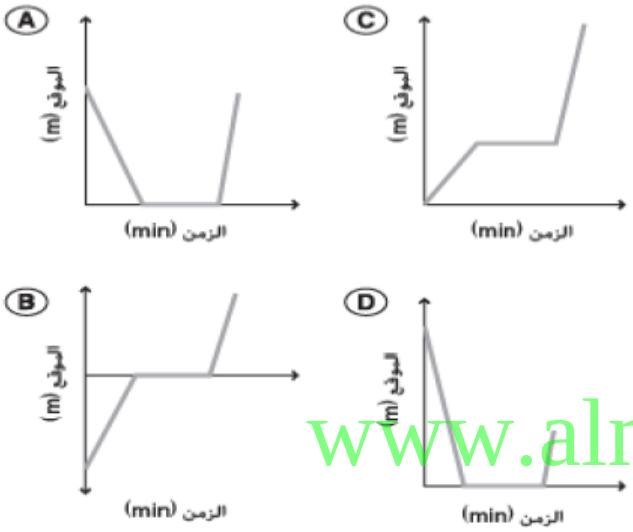
C .1
A .2
B .3
B .4
A .5

4. كم يبلغ متوسط سرعة قطار يتحرك على طول مسار مستقيم إذا كانت إزاحته 192 m شرقًا خلال فترة زمنية قدرها 8.0 s؟

A. 12 m/s شرقًا C. 48 m/s شرقًا

B. 24 m/s شرقًا D. 96 m/s شرقًا

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 عالٍ 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 الذي يمثل الإزاحة الرأسية للسنجاب من قاعدة الشجرة بدقة؟

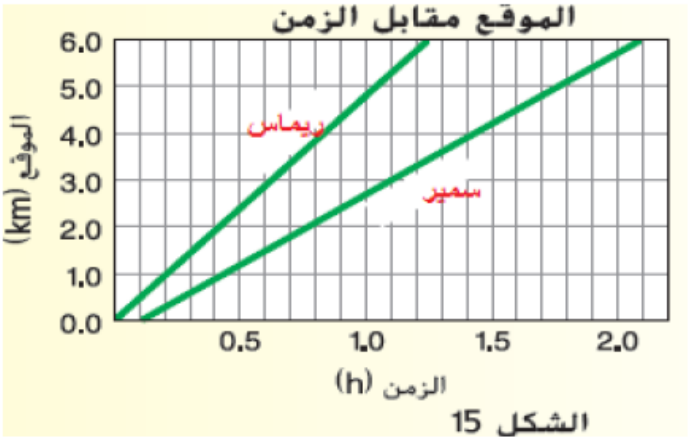


الحل الحر

6. يتحرك فأر على طول مسار مستقيم. أوجد موضع الفأر بالنسبة إلى نقطة بدايته إذا تحرك بسرعة 12.8 cm/s شمالاً لمدة 3.10 s.

www.almanahj.com

- خرجت ريماس في نزهة سيرًا على الأقدام. بعد فترة، خرج أخوها سمير في النزهة نفسها. وقد مُثّلت الحركة لكل منهما على الرسم البياني للموقع والزمن في الشكل 15.



الشكل 15

a. ما مقدار المسافة التي كانت قد سارتها منى عندما بدأ عمر المشي؟ 6.0 min

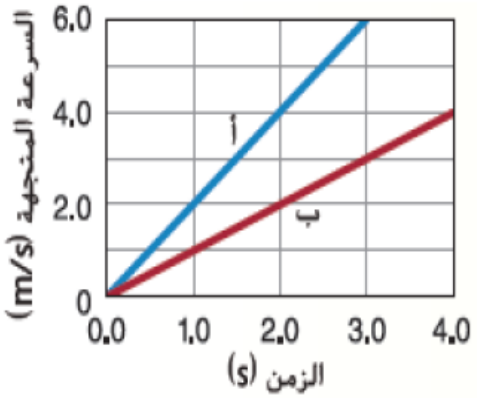
b. هل سيلحق عمر بمنى؟ كيف يمكنك أن تشرح ذلك؟ لا

c. ماذا كان موقع منى عند النقطة الزمنية $t = 0.2$ h؟ 1 km

d. في أي وقت كان عمر على بُعد 50 km من نقطة البداية؟ $t = 1.8$ hr

. يصف الرسم البياني في **الشكل 13** حركة سائقي دراجات، هما أكيكو وبراين، يبدآن الحركة من وضع السكون وينجهان شمالاً مع زيادة سرعتهما بتسارع ثابت. فكم كانت قيمة الإزاحة الكلية لكل سائق دراجة خلال الفترة المُوضحة لكل منهما؟

تلميح: استخدم مساحة المثلث: المساحة = $\left(\frac{1}{2}\right)$ (القاعدة) (الارتفاع).



الشكل 13

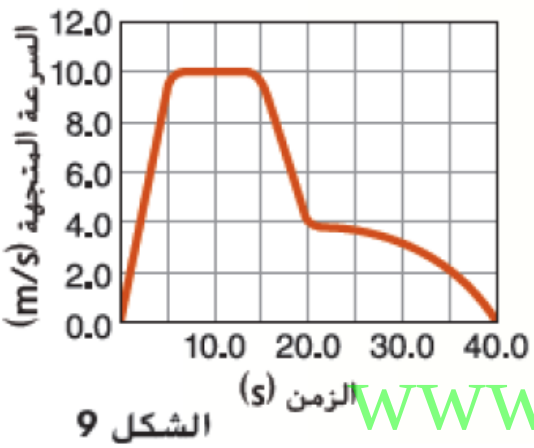
$\Delta x_A = 9.0\ m$ شمالاً ; $\Delta x_B = 8.0\ m$ شمالاً

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

أ. متى تكون سرعة القطار ثابتة؟ 5.0 s إلى 15.0 s

ب. خلال أي فاصل زمني يكون تسارع القطار موجبًا؟ 0.0 s إلى 5.0 s

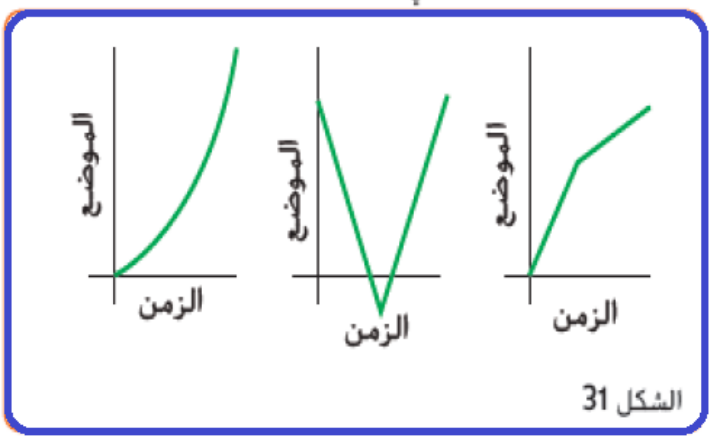
ج. متى يكون تسارع القطار سلبيًا لأقصى درجة؟ 15.0 s إلى 20.0 s



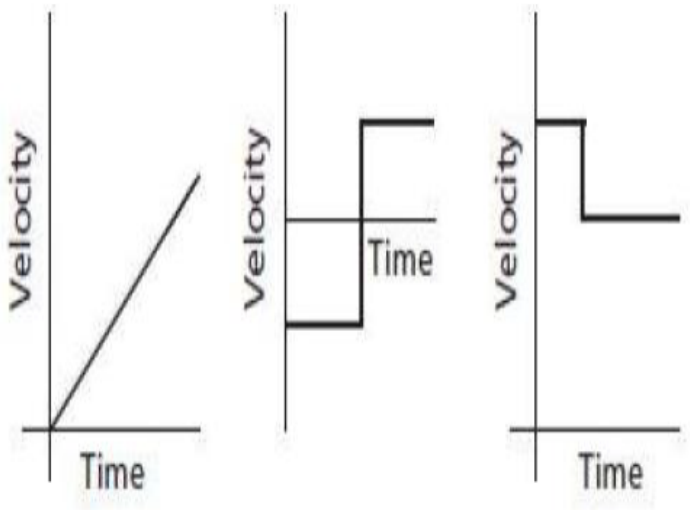
الشكل 9

www.almanahj.com

. ارسم رسمًا بيانيًا يمثل السرعة المتجهة - الزمن لكل من الرسومات المُوضَّحة في **الشكل 31**.



الشكل 31



اختيار من متعدد

استخدم المعلومات التالية للإجابة عن أول سؤالين.

تتدحرج الكرة من أعلى مرتفع بتسارع ثابت يبلغ $2.0\ m/s^2$. تبدأ حركة الكرة من وضع السكون ثم تستغرق 4.0 s لتصل إلى أسفل المرتفع.

1. ما المسافة التي تحركتها الكرة خلال هذا الزمن؟
   a. 8.0 m
   b. 12 m
   c. 16 m
   d. 20 m

2. كم كانت سرعة الكرة عند وصولها إلى أسفل المرتفع؟
   a. 2.0 m/s
   b. 8.0 m/s
   c. 12 m/s
   d. 16 m/s

3. يدخل سائق سيارة في منطقة سرعة جديدة على الطريق السريع يسمح فيها بالقيادة بسرعة 110 km/h. يبدأ السائق فورا في زيادة السرعة ويصل إلى سرعة 110 km/h بعد القيادة لمسافة 500 m. إذا بلغت سرعته الأصلية 80 km/h. فكم كان تسارعه عند التقدم للأمام؟
   a. $0.44\ m/s^2$
   b. $0.60\ m/s^2$
   c. $8.4\ m/s^2$
   d. $9.8\ m/s^2$

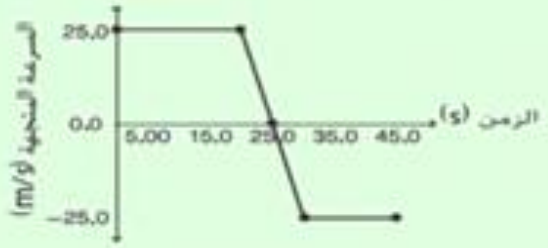
4. يسقط أصيص زهور من شرفة ترتفع عن الأرض بمسافة 85 m. ما الزمن الذي يستغرقه ليرتطم بالأرض؟
   a. 4.2 s
   b. 8.3 s
   c. 8.7 s
   d. 17 s

5. تدوس متسلقة صخور بحذائها على صخرة فتحركها وتسقطها أرضا. بينما تلاحظ رفيقتها في رحلة التسلق التي تقف أسفل الجرف أن الصخرة استغرقت 3.20 s لتسقط على الأرض. فما الارتفاع الذي وصلت إليه المتسلقة أعلى الجرف؟
   a. 15.0 m
   b. 31.0 m
   c. 50.0 m
   d. 1.00×10^2 m

6. تقترب سيارة تسير بسرعة 91.0 km/h من طريق جانبي كي تتوقف عند مطعم على بعد 30.0 m. إذا جذبت سائقة السيارة المكابح لتخفيض التسارع إلى $-6.40\ m/s^2$. فكم تبلغ المسافة اللازمة لتتوقف سيارتها؟
   a. 14.0 m
   b. 29.0 m
   c. 50.0 m
   d. 100.0 m

7. ما الصيغة الحسابية الصحيحة لإيجاد قيمة التسارع عند استخدام المعادلة $v_f^2 = v_i^2 + 2ax$؟
   a. $\frac{v_f^2 - v_i^2}{x}$
   b. $\frac{v_f^2 + v_i^2}{2x}$
   c. $\frac{(v_f + v_i)^2}{2x}$
   d. $\frac{v_f^2 - v_i^2}{2x}$

8. يوضح الرسم البياني أدناه حركة شاحنة أحد المزارعين. كم يبلغ إجمالي إزاحة الشاحنة؟ افترض أن الشمال هو الاتجاه الموجب.
   a. 150 m جنوبا
   b. 125 m شمالا
   c. 300 m شمالا
   d. 600 m جنوبا

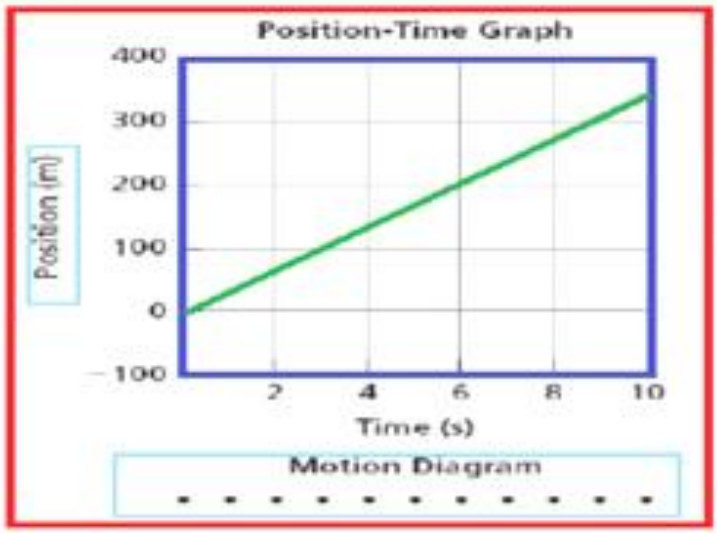


9. كيف يمكن حساب التسارع اللحظي لجسم ما ذي تسارع متغاوت؟
   a. عن طريق حساب ميل خط الزاوية للرسم البياني للموقع – الزمن
   b. عن طريق حساب المساحة أسفل الرسم البياني للموقع – الزمن
   c. عن طريق حساب المنطقة أسفل الرسم البياني للسرعة المتجهة – الزمن
   d. عن طريق حساب ميل الخط في الرسم البياني للسرعة المتجهة – الزمن

إجابة حرة

10. مثل البيانات التالية تمثيلا بيانيا ثم وضح العمليات الحسابية المستخدمة لإيجاد قيمة التسارع والإزاحة بعد 12.0 s على الرسم البياني.

الزمن (s)	السرعة المتجهة (m/s)
0.00	8.10
6.00	36.9
9.00	51.3
12.00	65.7



1. C
2. B
3. A
4. A
5. C
6. C
7. D
8. B
9. D

www.almanahj.com