General Physics 1

د. طلال الثقفي

TALAL0092@GMAIL.COM

الحركة في بعد واحد
Motion in one dimension (1D)

مقدمة:

الميكانيكا الكلاسيكية، علم يهتم بحركة الأجسام تحت تأثير القوى ، بما في ذلك الحالة الخاصة التي يبقى فيها الجسم في حالة راحة. أول اهتمامات مشكلة الحركة هي القوى التي تمارسها الأجسام على بعضها البعض. يؤدي هذا إلى دراسة موضوعات مثل الجاذبية والكهرباء والمغناطيسية ، وفقًا لطبيعة القوى المعنية. بالنظر إلى القوى ، يمكن للمرء أن يبحث عن الطريقة التي تتحرك بها الهيئات تحت تأثير القوات ؛ هذا هو موضوع الميكانيكا المناسبة. من اشهر واولى القوانين التي اهتمت بدراسة تلك القوى هي قوانين نيوتن.

كخطوة أولى سوف ندرس حركة الاجسام دون الرجوع إلى القوى التي تسبِّب الحركة ويطلق على هذا العلم بالكينماتيكا. وفي الحقيقة فان الكينماتيكا ليست في الواقع جزءًا من علم الفيزياء، لكنها تمنحنا الإطار الرياضي الذي يمكن من خلاله صياغة قوانين الفيزياء بطريقة دقيقة.

يوجد ثلاث أنواع من الحركة 1- الحركة الانتقالية 2- الحركة الدورانية 3- الحركة الاهتزازية.

سوف ندرس في هذا الباب الحركة الانتقالية مع الاخذ في الاعتبار اننا سوف نصف حركة الجسم كجسيم صغير بغض النظر عن حجمه

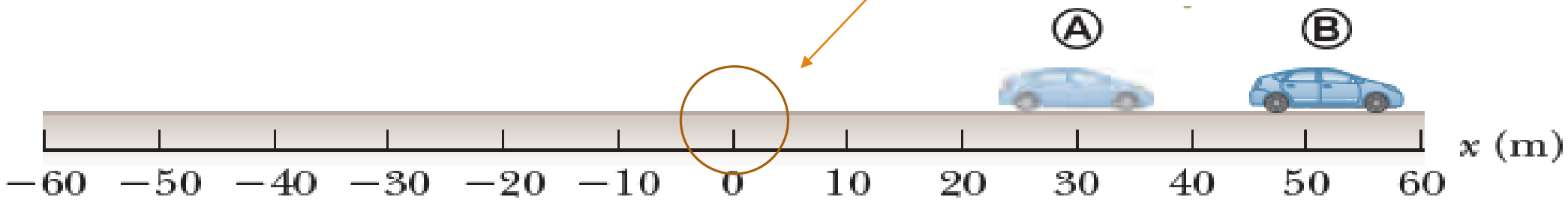
الحركة في بعد واحد
Motion in one dimension (1D)

Lesson	الدرس
Position, velocity, and speed Distance and displacement, Average velocity and speed, Instantaneous Velocity.	**الموضع، السرعة، معدل الحركة** المسافة والازاحة، السرعة المتوسطة ومتوسط السرعة السرعة اللحظية.
Acceleration Average acceleration, Instantaneous Acceleration, motion with constant acceleration.	**التسارع** التسارع المتوسط، التسارع اللحظي، الحركة تحت تسارع ثابت
Kinematic Equations of motion in 1D	**معادلات الحركة في بعد واحد**
Freely Falling Objects	**السقوط الحر**

المرجع: Physics 101-6th- Serway

Position
الموضع

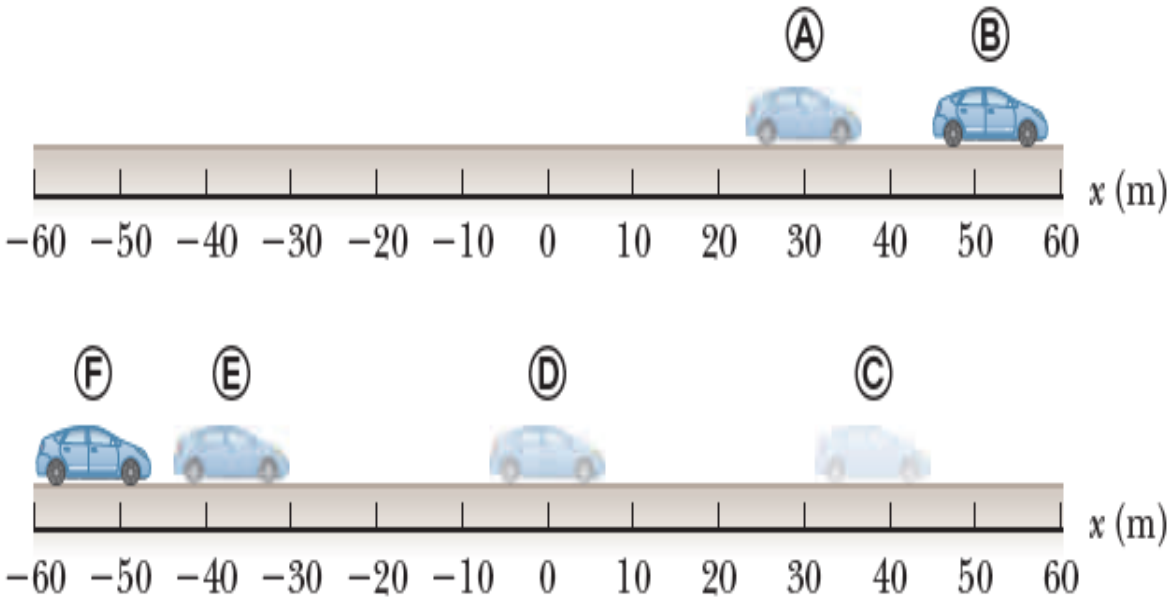
دعنا نتأمل جسمًا ماديًّا (جسيمًا) محدَّد الحركة على طول خط مستقيم معيَّن (مثلًا: سيارة متحركة على طريق سريع مستقيم).
إذا اتخذنا نقطةً ما على الخط لتكون نقطة الأصل، فيمكن تعيين موضع الجسيم عند أي لحظة بعدد x يعطي المسافة من نقطة الأصل إلى الجسيم



في الشكل السابق عند النقطة A : السيارة تبعد مسافة 30m عن نقطة الأصل باتجاه اليمين (الاتجاه الموجب)

Position
الموضع

الان لو افترضنا ان السيارة تتحرك الى الامام والخلف على محور x كل عشر ثواني (10s)، فانه من السهل تحديد موضع السيارة وتسجيل النتائج في الجدول التالي.

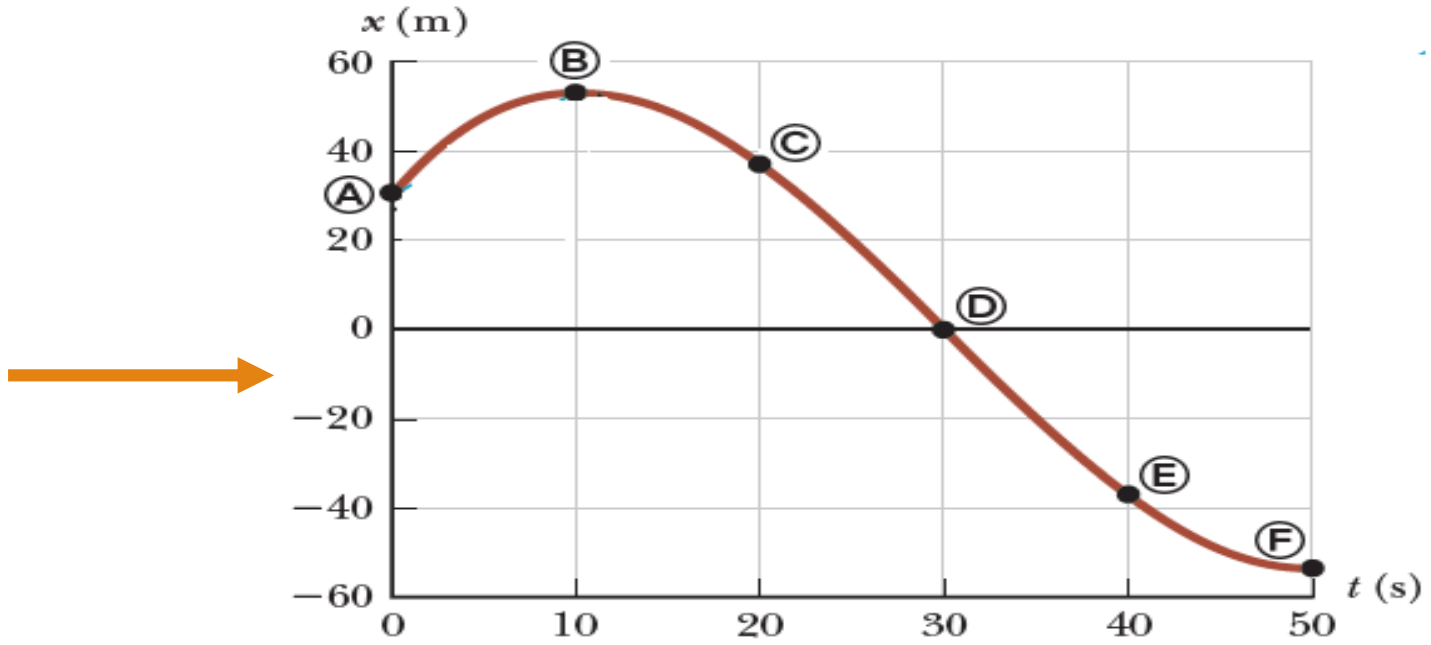


Position	t (s)	x (m)
A	0	30
B	10	52
C	20	38
D	30	0
E	40	−37
F	50	−53

Position
الموضع

يمكن التعبير عن حركة السيارة (تغير موضع السيارة) باستخدام الطريقة البيانية. ويسمى هذا المنحنى بمنحنى المسافة والزمن

Position	t (s)	x (m)
Ⓐ	0	30
Ⓑ	10	52
Ⓒ	20	38
Ⓓ	30	0
Ⓔ	40	−37
Ⓕ	50	−53

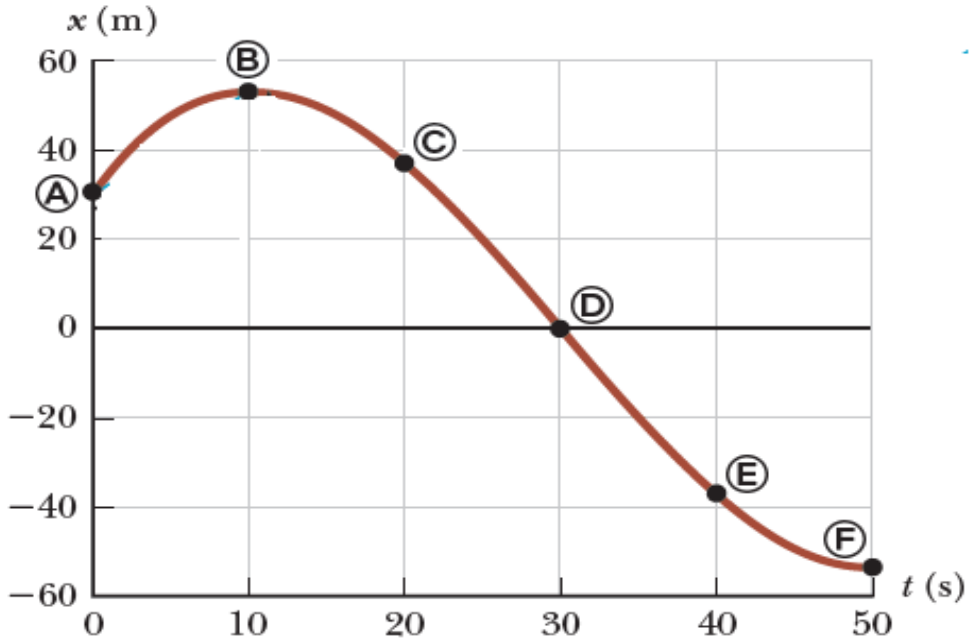


منحنى المسافة ـ الزمن

Position
الموضع

أيضا يمكن التعبير عن تغير موضع السيارة باستخدام الطريقة الرياضية (علاقة رياضية)

$$\Delta x = x_f - x_i \qquad (1)$$



حيث ان Δx تسمى *إزاحة displacement* وتُعرف على انها التغير في موضع جسيم خلال فترة زمنية معينة عندما ينتقل الجسيم من النقطة البدائية (x_i) إلى النقطة النهائية (x_f)

الفرق بين المسافة والازاحة

المسافة distance (x) هي كمية قياسية وتشير إلى طول المسار الذي يتبعه الجسيم.

الإزاحة displacement $(\bar{x}, \Delta x)$ هي كمية متجهة وتشير الى الخط المستقيم من نقطة البداية الى نقطة النهاية.

المسافة دائما تكون موجبة الإشارة بسبب انها لا تعتمد على الاتجاهات بينما الازاحة تكون موجبة او سالبة حسب موضع الجسيم من نقطة الأصل.

الوحدة الدولية (SI) لكلا من المسافة والازاحة هي المتر (m)

الفرق بين المسافة والازاحة

مثال 1

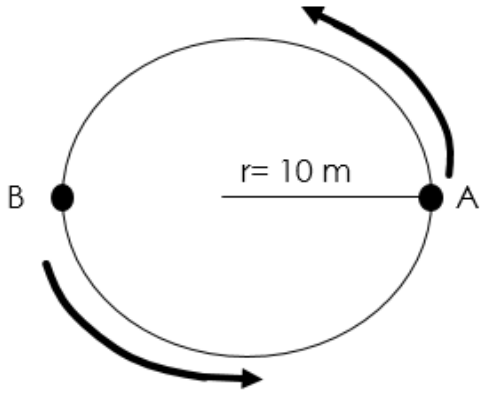
افترض انك تحركت 100 m باتجاه غرفة الصف في خط مستقيم وعندما وصلت الى تلك النقطة تذكرت انك تريد شراء كوب من القهوة ثم رجعت 25 m على نفس المسار للوصول الى الكوفي؟ احسب المسافة التي قطعتها وكذلك الازاحة؟

المسافة: $X = 100+25 = 125\ m$

الازاحة: $\Delta x = x_f - x_i = 25-100 = -75m$

مثال 2

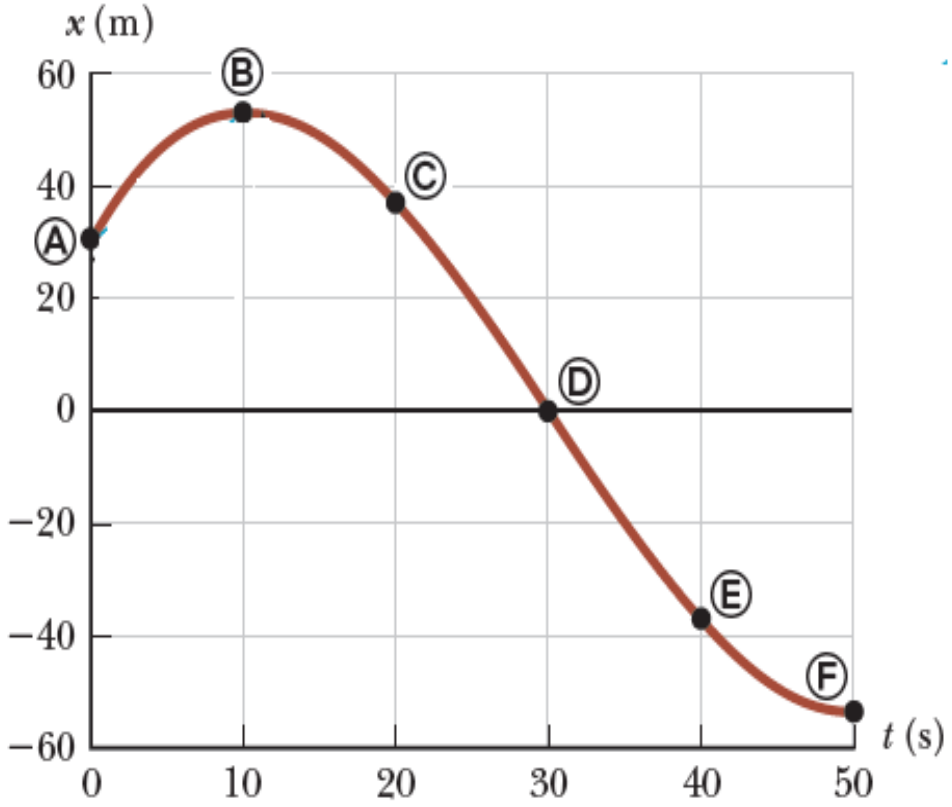
سيارة تتحرك في مسار نصف دائري قطره 10m دورة كاملة فكم قيمة المسافة وكم قيمة الازاحة؟



المسافة: $X = 2\pi r = 2\ (3.14).(10) = 62.8m$

الازاحة: $\Delta x = x_f - x_i = 0m$

الفرق بين المسافة والازاحة



مثال 3

اوجد قيمة الازاحة بين A and F من الشكل المقابل

الحل

استخدم قانون الازاحة لإيجاد الحل

$$\Delta x = x_f - x_i = (-53) - (30) = -83m$$

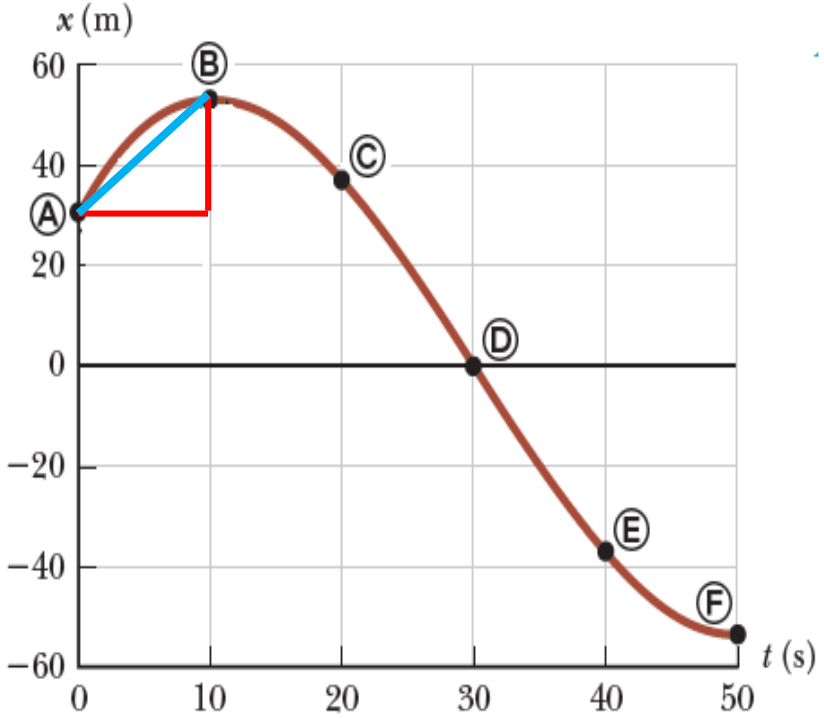
ثم احسب المسافة بين A and F وقارن اجابتك مع الازاحة.

المسافة الكلية بين النقطتين:

x = 22 + 52 + 53 = 127m

Average Velocity

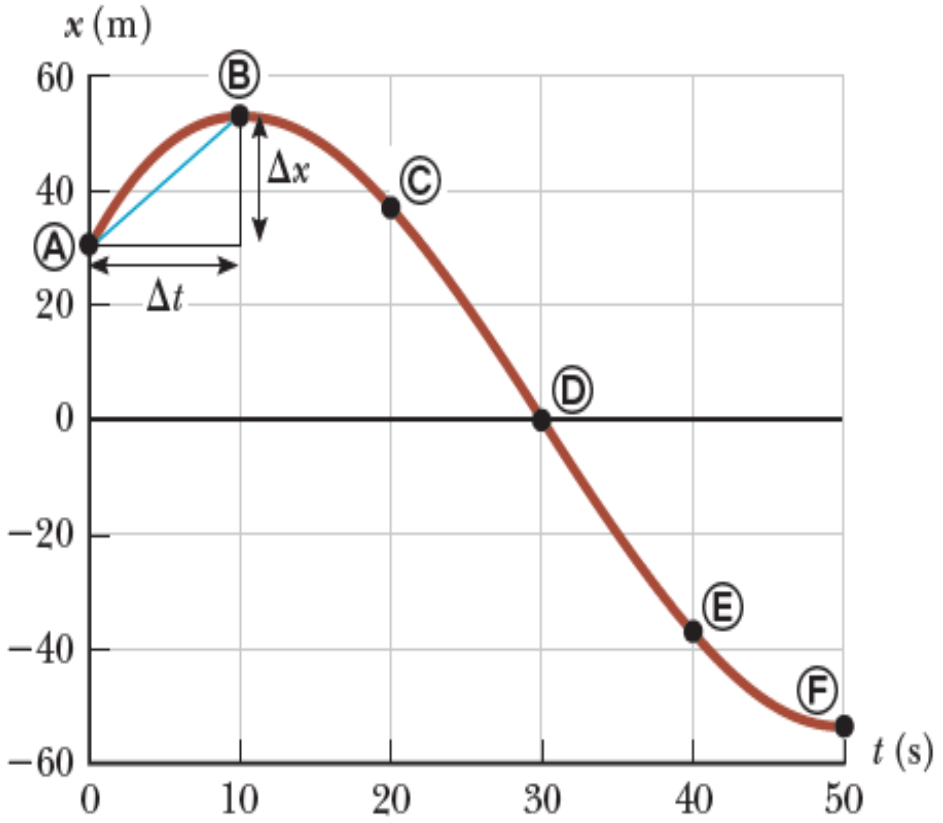
السرعة المتوسطة (السرعة المتجهة)



الرسم البياني السابق هو منحنى متصل املس يعطي معلومات حول حركة السيارة خلال 50s وكما يمكننا ان نلاحظ التغير في الازاحة من الرسم خلال الزمن. فلو اردنا مقارنة الحركات جميعها فمن السهل جدا ان نقوم بقسمة الازاحة المقطوعة بين نقطتين على الفترة الزمنية لتلك الازاحة. هذه العلاقة تُعرف باسم السرعة المتوسطة او السرعة المتجهة.

Average Velocity

السرعة المتوسطة (السرعة المتجهة)



تُعرف السرعة المتوسطة على انها كمية متجهة تعبر عن مدى تغير إزاحة جسم مع الزمن

$$\vec{v}_{avg} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i} \qquad (2)$$

ملاحظ مهمة:

- السرعة المتوسطة لجسيم يتحرك في بُعد واحد قد تكون موجبة او سالبة اعتمادا على إشارة الازاحة. اذا كانت احداثيات الجسيم تزيد مع الزمن بمعنى $x_f > x_i$ تكون الازاحة Δx موجبة وعليها تكون السرعة المتوسطة موجبة. أما اذا كانت $x_f < x_i$ فان الازاحة تكون سالبة وعليها تصبح السرعة المتوسطة سالبة. وحدة السرعة m/s

- الزمن كمية قياسية لذا فقيمة الزمن تكون دائما موجبة.

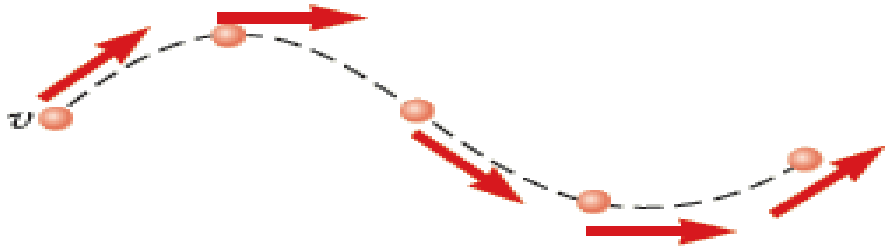
Average Speed

متوسط السرعة (السرعة)

نستخدم في حياتنا اليومية مصطلح السرعة (Speed) وهو يختلف كليا عن مصطلح السرعة المتوسطة (السرعة المتجهة) (Velocity) لو فرضنا لاعب مارثون يجري مسافة تزيد عن 40km حتى وصل نقطة النهاية التي تمثل نقطة انطلاقته فلو اردنا حساب سرعته المتوسطة الاتجاهية ستكون صفر بسبب ان ازاحته صفر (بدء وانتهى من نفس النقطة) اما لو اردنا ان نعرف باي سرعة كان يجري اللاعب فإننا نستخدم ما يعرف متوسط السرعة (average speed).

السرعة (متوسط السرعة) (average speed) تُعرف على انها كمية قياسية وهي حاصل قسمة المسافة الكلية المقطوعة على الزمن الكلي.

$$v = \frac{x}{\Delta t} \qquad (3)$$

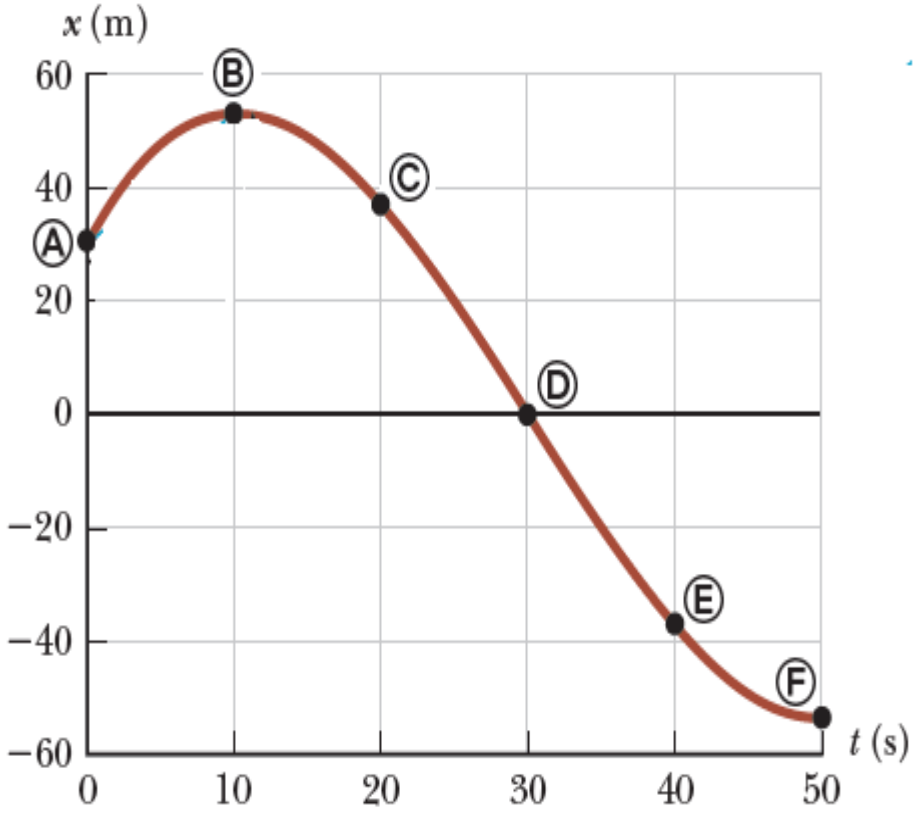


- السرعة لا تعتمد على الاتجاهات لذا فقيمتها دائما موجبة. وتقاس بوحدة m/s

امثلة (1)

مثال 4

اوجد قيمة السرعة المتوسطة المتجهة بين A and F من الشكل المقابل وقارنها بمتوسط السرعة؟

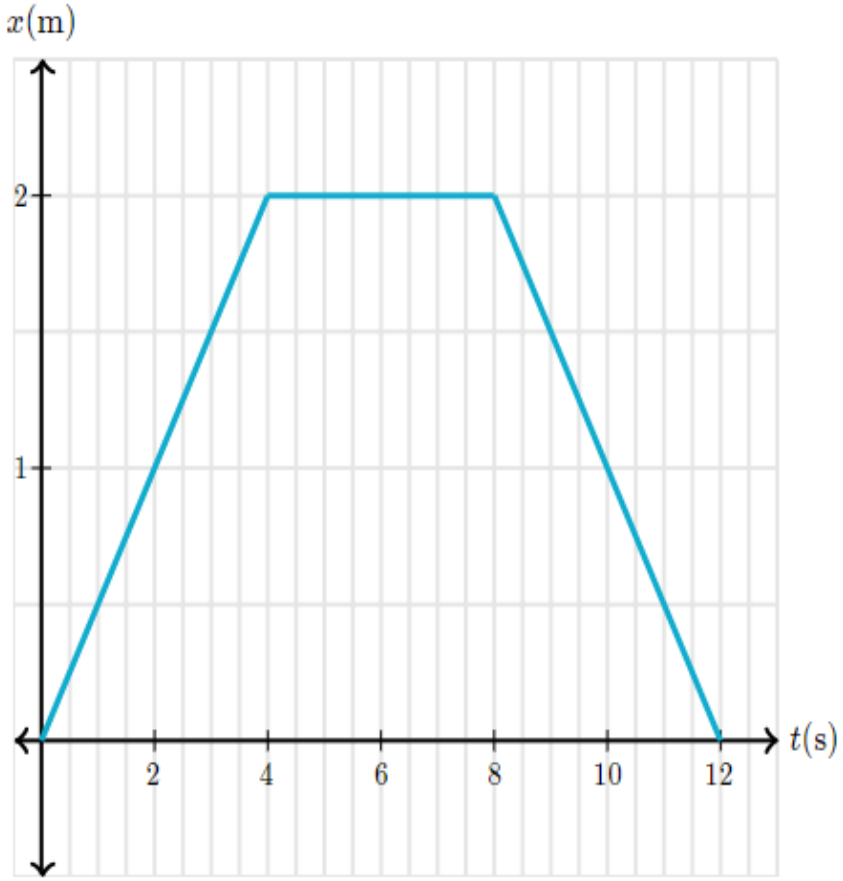


الحل:

$$\overrightarrow{v_{avg}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i} = \frac{-53m - 30m}{50s - 0s} = \frac{-88m}{50s} = -1.7m/s$$

$$v = \frac{x}{\Delta t} = \frac{x}{t_f - t_i} = \frac{22 + 52 + 53}{50s - 0s} = \frac{127m}{50s} = 2.5\ m/s$$

امثلة (2)



مثال5

يتحرك حارس مرمى كرة قدم عبر مرماه في خط مستقيم. تظهر حركته على الرسم البياني التالي

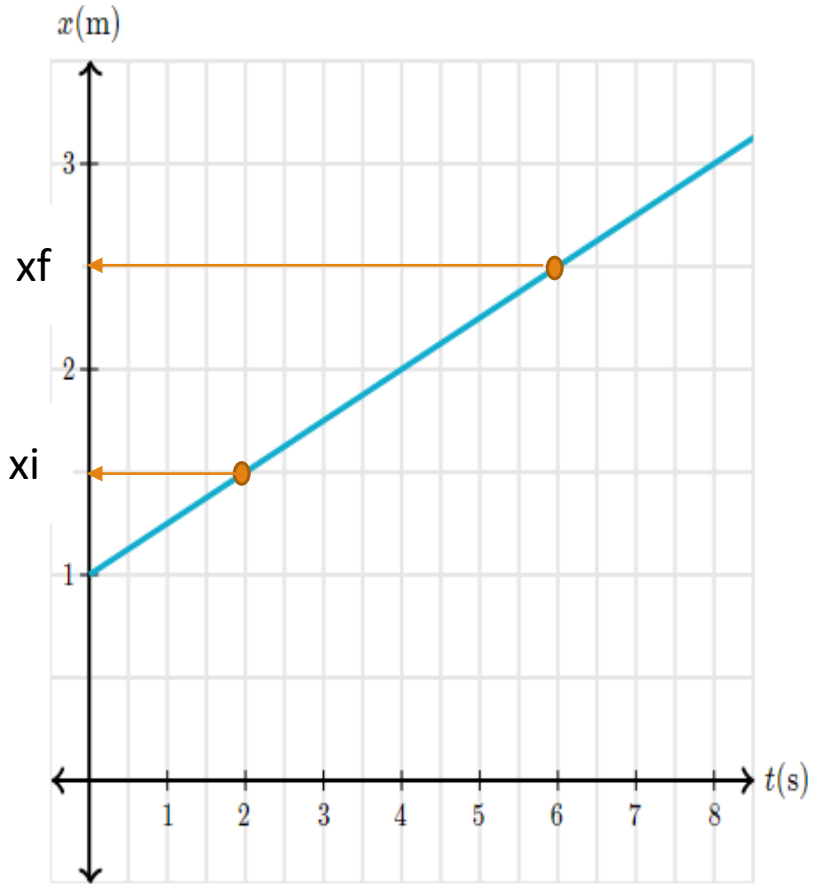
اوجد قيمة كلا من السرعة المتجهة ومتوسط السرعة بين الزمنين
t= 4s , t =12s?

الحل

$$\overrightarrow{v_{avg}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i} = \frac{0m - 2m}{12s - 4s} = \frac{-2m}{8s} = -0.25\ m/s$$

$$v = \frac{x}{\Delta t} = \frac{x}{t_f - t_i} = \frac{4}{12s - 4s} = \frac{4m}{8s} = 0.5\ m/s$$

امثلة (3)



مثال 6

يتحرك كلب في خط مستقيم لالتقاط الكرة. الشكل المقابل يمثل حركة الكلب.

احسب قيمة كلا من السرعة المتجهة ومتوسط السرعة بين الزمنين t= 2s, t= 6s ؟

الحل

$$\overrightarrow{v_{avg}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i} = \frac{2.5m - 1.5m}{6s - 2s} = \frac{1m}{4s} = 0.25\ m/s$$

$$v = \frac{x}{\Delta t} = \frac{x}{t_f - t_i} = \frac{1}{6s - 2s} = \frac{1m}{4s} = 0.25\ m/s$$

واجب

س 1

ارجع للأمثلة 1،2،3 واحسب قيمة كلا من السرعة المتوسطة الاتجاهية ومتوسط السرعة؟

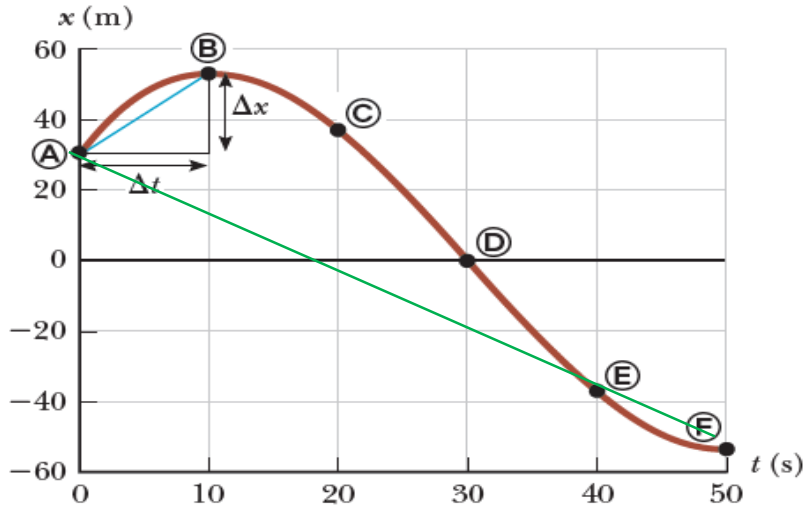
س 2

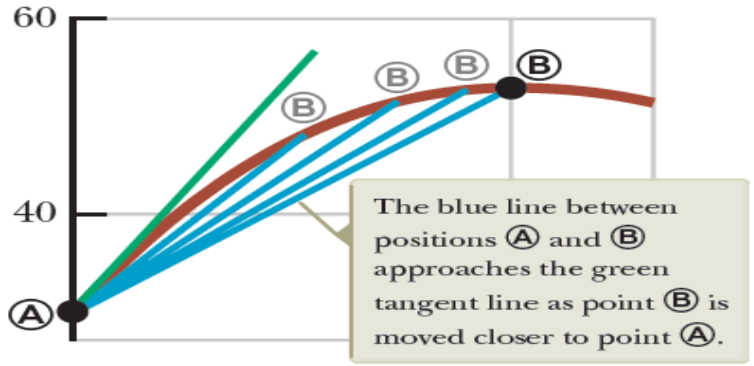
تحت أي الشروط التالية تكون السرعة المتوسطة الاتجاهية لجسيم يتحرك في بعد واحد اصغر من متوسط السرعة خلال الزمن؟

1- الجسيم يتحرك في اتجاه x+ دون الرجوع للخلف
2- الجسيم يتحرك في اتجاه x– دون الرجوع للخلف
3- الجسيم يتحرك في اتجاه x+ ثم يرجع للخلف

Instantaneous Velocity and Speed

السرعة اللحظة الاتجاهية والسرعة اللحظية





لا يمكن لمتوسط السرعة الاتجاهية أن يخبرك كيف تغيرت سرعة جسم ما في لحظات زمنية معينة. السرعة اللحظية ، كما يوحي من الاسم نفسه ، هي سرعة جسم متحرك في لحظة معينة من الزمن. لتوضيح اكثر نأخذ الشكل السابق الذي درسناه عن حركة السيارة للأمام والخلف أو ما يسمى منحنى المسافة - الزمن

في الشكل المقابل لو اردنا حساب السرعة المتوسطة الاتجاهية بين A,B فسوف يمثل ميل الخط الازرق. كذلك لو اردنا حساب السرعة المتجهة بين A,F فسوف يمثل ميل الخط الأخضر. ومن خلال الحسابات يمكننا ان نحدد أي السرعتين تمثل سرعة ابتدائية وايهما تمثل سرعة نهائية.

الان لو قمنا بإزاحة النقطة B باتجاه النقطة A وكررنا ذلك عند كل إزاحة ستقترب النقطة B من النقطة A حتى نحصل على خط مماسي للمنحنى كما واضح بالشكل 2. ميل هذا المماس يمثل السرعة الاتجاهية للسيارة عند اللحظة التي بدأنا اخذ القراءات أي عند النقطة A

Instantaneous Velocity and Speed
السرعة اللحظة الاتجاهية والسرعة اللحظية

رياضيا يمكن التعبير عن السرعة الاتجاهية اللحظية بالقانون التالي (حيث x هنا تعني ان الحركة على محور x):

$$v_x = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} \qquad (4)$$

هذا الحد (النهاية lim) في عالم التفاضل يُسمى مشتقة الازاحة x بالنسبة إلى الزمن t ، وتُكتب dx / dt

$$v_x = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} \qquad (5)$$

السرعة اللحظية المتجهة قد تكون موجبة او سالبة او صفر. مثلا ميل الخط في اول 10 ثواني في الشكل السابق تكون قيمة السرعة اللحظية موجبة بينما بعد النقطة B تكون سالبة وتكون قيمتها صفرا عند القمة.

Instantaneous Velocity and Speed
السرعة اللحظة الاتجاهية والسرعة اللحظية

عندما تكون السرعة ثابتة في هذه الحالة فان السرعة المتجهة اللحظية = السرعة المتوسطة الاتجاهية

$$v_x = v_{avg} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i} \qquad (6)$$

عمليا يكون الزمن الابتدائي $t_i = 0$ والزمن النهائي $t_f = t$ وبالتالي يمكن كتابة المعادلة 6 بالصورة التالية:

$$x_f = x_i + v_x t \quad \text{(for constant } v_x\text{)} \qquad (7)$$

امثلة (4)

مثال 7

لوحظ وضع السيارة في أوقات مختلفة ؛ تم تلخيص النتائج في الجدول التالي. أوجد السرعة المتوسطة عند اللحظات (أ) أول ثانية ، (ب) آخر 3 ثوانٍ ، (ج) فترة الملاحظة بأكملها

t (s)	0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
x(m)	0	2.3	9.2	20.7	36.8	57.5

(a)

$$v_{x,avg} \equiv \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{(x_f - x_i)}{(t_f - t_i)} = \frac{(2.3 - 0)}{(1 - 0)} = 2.3\ m/s$$

(b)

$$v_{x,avg} \equiv \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{(x_f - x_i)}{(t_f - t_i)} = \frac{(57.5 - 9.2)}{(5 - 2)} = 16.1\ m/s$$

(c)

$$v_{x,avg} \equiv \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{(x_f - x_i)}{(t_f - t_i)} = \frac{(57.5 - 0)}{(5 - 0)} = 11.5\ m/s$$

امثلة (5)

مثال 8 (مثال 2.2 في الكتاب)

يتحرك جسيم على طول المحور x. يتغير موقع الجسيم مع الوقت حسب التعبير الرياضي $x = -4t + 2t^2$ حيث x بالأمتار و t بالثواني الرسم البياني للموضع والوقت لهذه الحركة موضح في الشكل.

1) اوجد إزاحة الجسيم للفترة الزمنية من t= 0 الى t = 1s وكذلك للفترة الزمنية t = 1s الى t= 3s؟

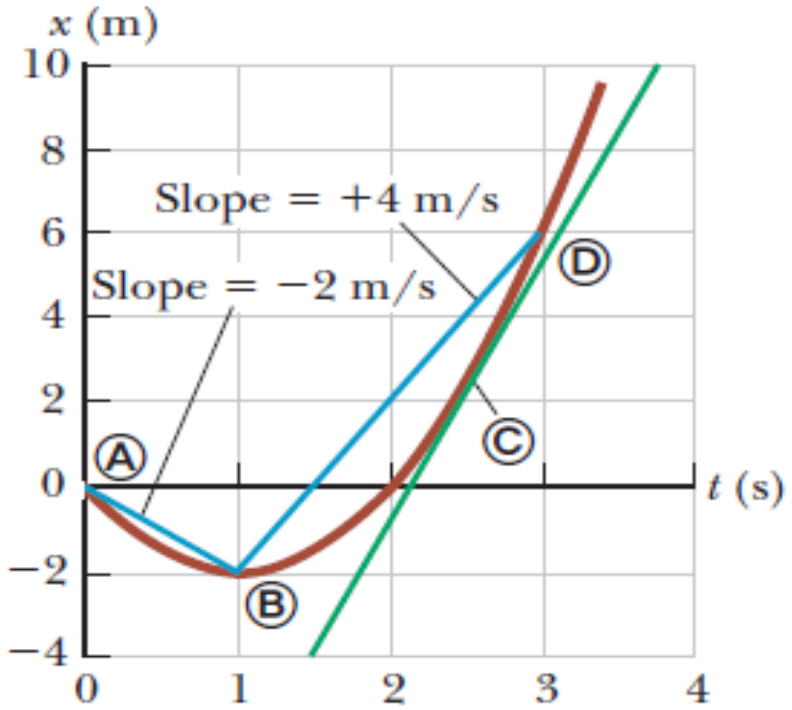
2) احسب السرعة اللحظية الاتجاهية للفترتين

3) احسب السرعة اللحظية عند الزمن 2.5s

لحل هذا المثال نوجد قيمة الموضع x من العلاقة $x = -4t + 2t^2$ بالتعويض عن قيمة الزمن t بقيم من الصفر الى 3 ثواني. الجدول التالي يوضح حركة الجسيم من الثانية صفر الى الثانية 3 ثواني

t(s)	0	1	2	3
x(m)	0	-2	0	6

امثلة (5)



$x = -4t + 2t^2$

الان نستطيع رسم العلاقة بين x, t من الجدول السابق كما بالرسم البياني التالي

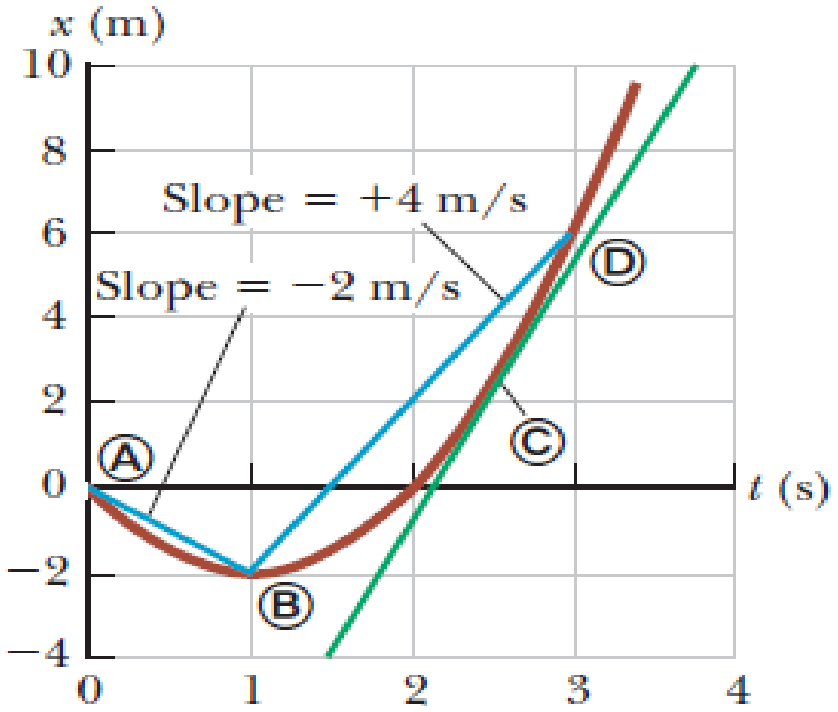
المطلوب الأول إيجاد الازاحة بين الزمنين t_f =1s, t_i =0s بالرجوع للجدول نجد ان قيمة الازاحة بين الزمنين

$$\Delta x_{A \to B} = x_f - x_i = x_B - x_A = -2 \text{ m}$$

نوجد الازاحة بين الزمنين t_f =3s, t_i =1s

$$\Delta x_{B \to D} = x_f - x_i = x_D - x_B = 6\text{m}$$

امثلة (5)



نوجد السرعة اللحظية المتجهة بين الزمنين t_f =1s, t_i =0s

السرعة اللحظية من الرسم تمثل الميل slope باللون الأزرق بين A, B قيمة السرعة اللحظية = -2m/s نستطيع ان نوجدها أيضا باستخدام القانون التالي

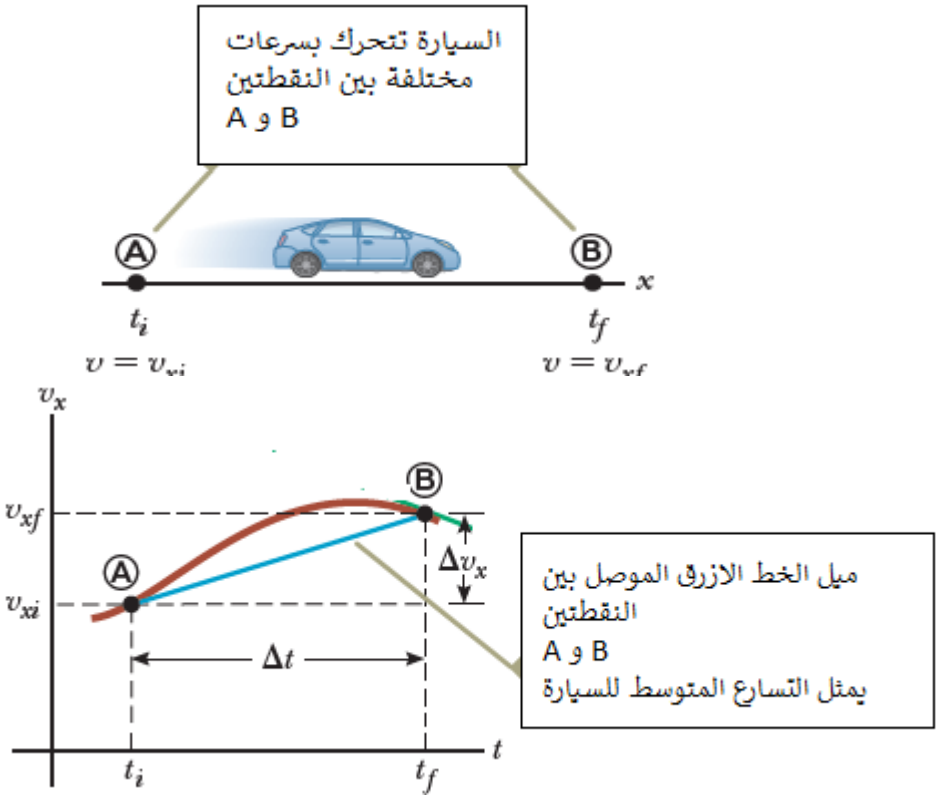
$$v_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i} = \frac{0m - 2m}{1s - 0s} = \frac{-2m}{1s} = -2\ m/s$$

أيضا السرعة اللحظية بين الزمنين t_f =3s, t_i =1s من الرسم يمثل الميل slope بين B, D وتساوي 4m/s نستطيع أيضا ايجادها باستخدام معادلة السرعة اللحظية

$$v_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i} = \frac{6m - (-2m)}{3s - 1s} = \frac{+8m}{2s} = 4m/s$$

Acceleration
التسارع (العجلة)

يُعرَّف متوسط التسارع $\overrightarrow{a}$ للجسيم على أنه التغير في السرعة Δv مقسومًا على الفترة الزمنية Δt التي يحدث خلالها هذا التغيير:



$$\overrightarrow{a_{avg}} = \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{v_{xf} - v_{xi}}{t_f - t_i} \qquad (8)$$

التسارع عبارة عن كمية متجهة ولها قيمة موجبة أو سالبة أو صفرية حسب متوسط السرعة

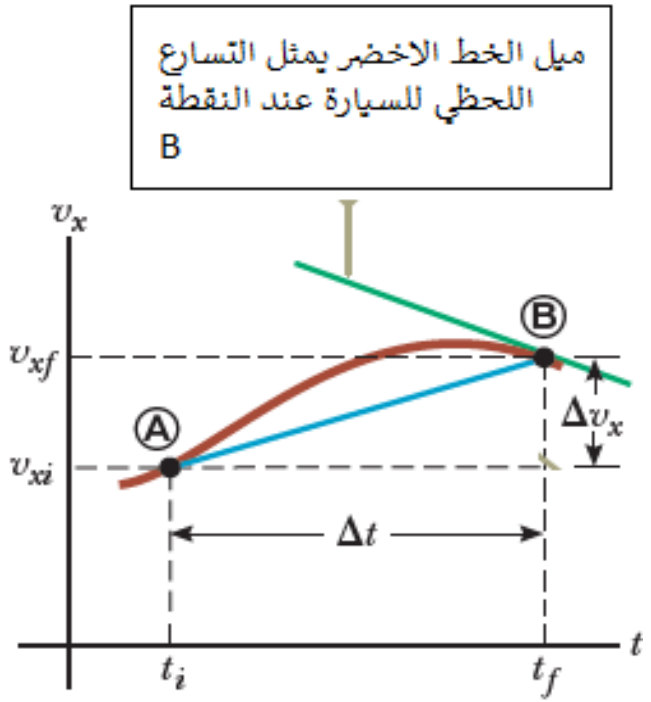
الوحدة الدولية للتسارع هي متر على مربع الزمن (m/s^2)

يسمى المنحنى في الشكل بمنحنى **السرعة – الزمن** وهو يختلف عن منحنى المسافة - الزمن

Instantaneous Acceleration

التسارع اللحظي

في بعض الحالات ، قد تختلف قيمة متوسط التسارع عبر فترات زمنية مختلفة. ومن هنا يكن تعريف التسارع اللحظي على انه حاصل قسمة السرعة المتوسطة على الزمن عندا يؤول الزمن الى الصفر.



العجلة اللحظية تساوي مشتق السرعة بالنسبة للوقت

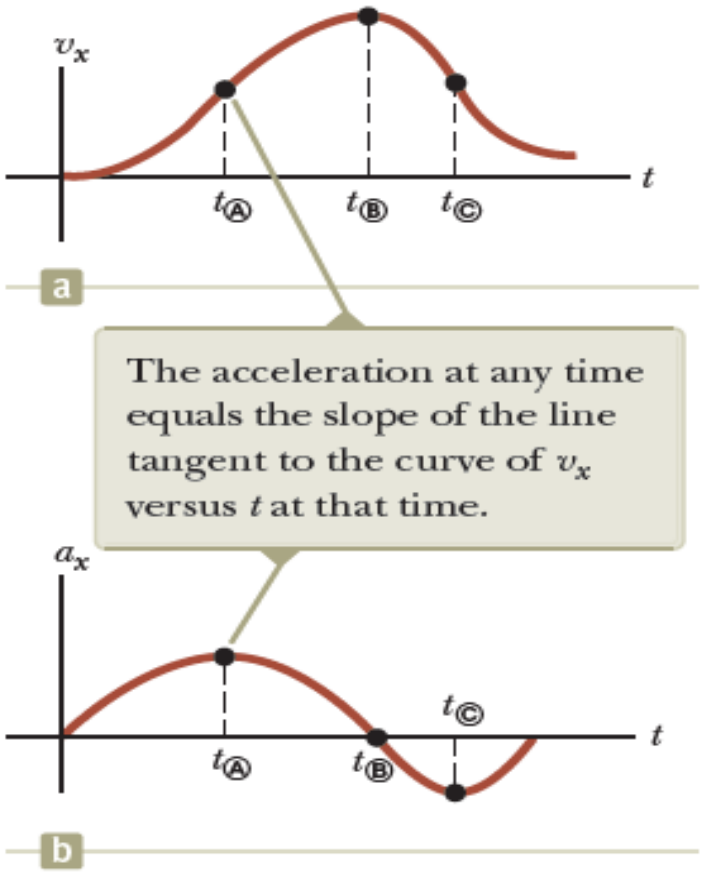
$$\vec{a}_x = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{dv_x}{dt} \qquad (8)$$

في الحركة أحادية البعد ، العجلة تساوي المشتق الثاني لـ x بالنسبة إلى الوقت t

$$\vec{a}_x = \frac{dv_x}{dt} = \frac{d}{dt}\left(\frac{dx}{dt}\right) = \frac{d^2x}{dt^2} \qquad (9)$$

Instantaneous Acceleration

التسارع اللحظي



يوضح الشكل المقابل كيف يرتبط الرسم البياني للتسارع والوقت بالرسم البياني للسرعة والوقت. التسارع في أي وقت هو ميل الرسم البياني للسرعة والوقت. تتوافق القيم الإيجابية للتسارع مع تلك النقاط في الشكل أ حيث تتزايد السرعة في اتجاه x الموجب. يصل التسارع إلى الحد الأقصى في الوقت t_A ، عندما يكون ميل الرسم البياني للسرعة - الوقت هو الحد الأقصى. فان العجلة تصبح صفر عند الوقت t_B، عندما تكون السرعة قصوى (أي عندما يكون ميل الرسم البياني v_x-t صفرًا). يكون التسارع سالبًا عندما تتناقص السرعة في اتجاه x الموجب ، وتصل إلى أقصى قيمة سالبة في الوقت t_C.

عندا تكون السرعة ثابتة فان التسارع = صفر

امثلة (6)

مثال 8

تختلف سرعة جسيم يتحرك على المحور x من A إلى B وفقًا للتعبير $v_x = 40 - 5t^2$، حيث v_x بالأمتار لكل ثانية و t بالثواني. أوجد

1- التسارع المتوسط في الفترة الزمنية من t = 0 إلى t = 2.0s.

2- اوجد التسارع عند اللحظة t = 2s

1)

$$v_A = 40 - 5t_A^2 = 40 - 5(0)^2 = +40 \text{ m/s}$$

$$v_B = 40 - 5t_B^2 = 40 - 5(2.0)^2 = +20 \text{ m/s}$$

$$a_{avg} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} = \frac{v_B - v_A}{t_B - t_A} = \frac{20 \text{ m/s} - 40 \text{ m/s}}{2.0 \text{ s} - 0 \text{ s}}$$

$$= -10 \text{ m/s}^2$$

2)

نشتق معادلة السرعة بالنسبة للزمن للحصول على التسارع اللحظي

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} = \frac{d}{dt}(40 - 5t^2) = -10t$$

الان نعوض عن قيمة t =2s

$$a_x = -10\ (2) = -20\ m/s^2$$

امثلة (7)

مثال 9

يتحرك جسم على طول المحور x وفقًا للمعادلة $x = 2.00 + 3.00t - 1.00t^2$ ، حيث x بالأمتار و t بالثواني.
عند $t = 3.00\ s$، أوجد (أ) موضع الجسيم ، (ب) سرعته ، (ج) تسارعه.

$$v_x = \frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt}\left(2 + 3t - t^2\right) = 3 - 2t \qquad \text{and} \qquad a_x = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt}(3 - 2t) = -2$$

Now we can evaluate x, v, and a at $t = 3.00$ s.

(a) $x = 2.00 + 3.00(3.00) - (3.00)^2 = 2.00$ m

(b) $v_x = 3.00 - 2(3.00) = -3.00$ m/s

(c) $a_x = -2.00$ m/s^2

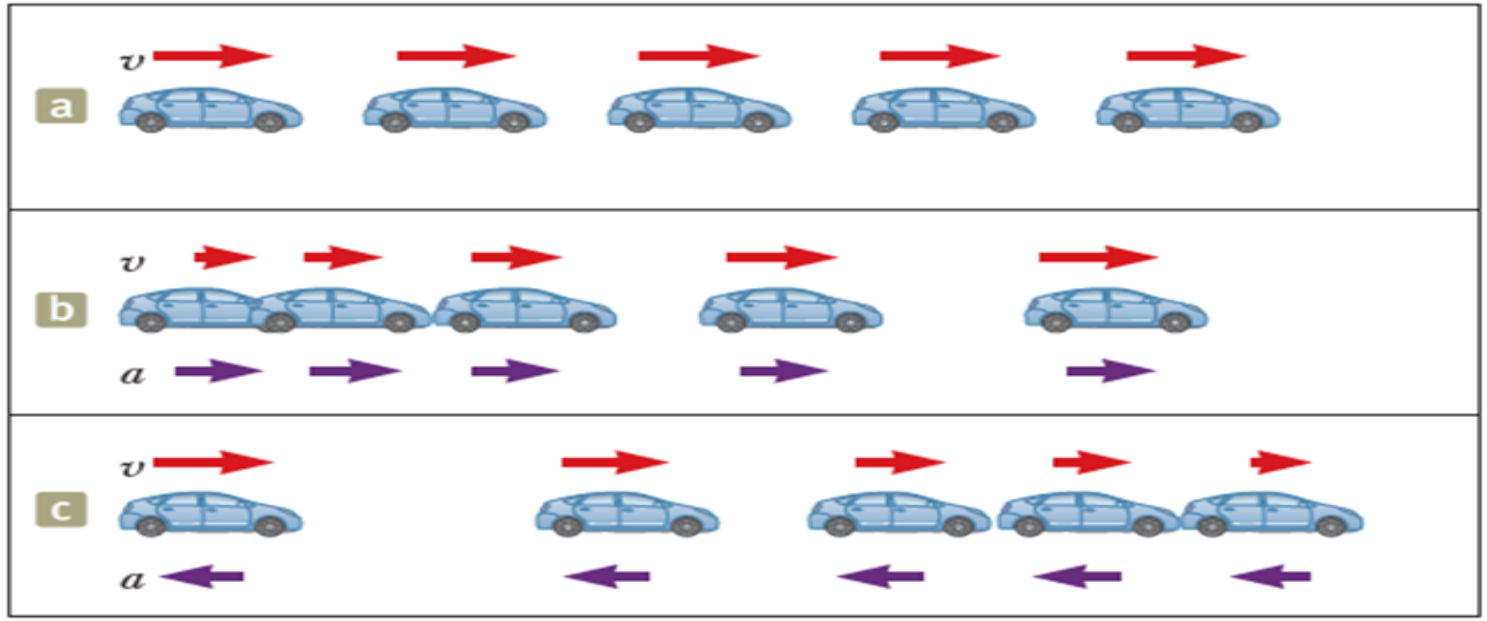
التمثيل البياني للحركة

- ✓ إذا كانت السرعة تزيد مع الزمن أي ان $v_f > v_i$ فإن التسارع يكون موجب $a > 0$
- ✓ إذا كانت السرعة تقل مع الزمن أي ان $v_f < v_i$ فإن التسارع يكون سالب $a < 0$
- ✓ إذا كانت السرعة ثابتة مع الزمن فإن التسارع يكون صفرا $a = 0$

السيارة تتحرك بسرعة ثابتة وبالتالي فان التسارع يساوي صفر

السيارة تتسارع بمقدار ثابت في اتجاه السرعة وبالتالي فان التسارع يزيد

السيارة تتسارع بمقدار ثابت في اتجاه عكس اتجاه سرعة السيارة وبالتالي فان التسارع يتناقص



التمثيل البياني للحركة

تمرين 1:

إذا كانت السيارة تسير باتجاه الشرق وتتباطأ ، فما هو اتجاه القوة المؤثرة على السيارة في إبطائها؟ (أ) باتجاه الشرق (ب) باتجاه الغرب (ج) لا باتجاه الشرق أو الغرب

تمرين 2

أي من العبارات التالية صحيح؟ (أ) إذا كانت السيارة تسير باتجاه الشرق ، فيجب أن يكون تسارعها باتجاه الشرق. (ب) إذا كانت السيارة تتباطأ ، فيجب أن يكون تسارعها سالب. (ج) الجسيم ذو التسارع المستمر لا يمكنه أبدًا التوقف والبقاء متوقفًا.