الفصل الثاني
الحركة الخطية

١-١ مقدمة

١-٢ الإزاحة و السرعة ومعدل الحركة

١-٣ السرعة اللحظية

١-٤ التسارعة

١-٥ الحركة الخطية المنتظمة

١-٦ السقوط الحر

٢-١ المقدمة

- **سندرس في هذا الفصل:**

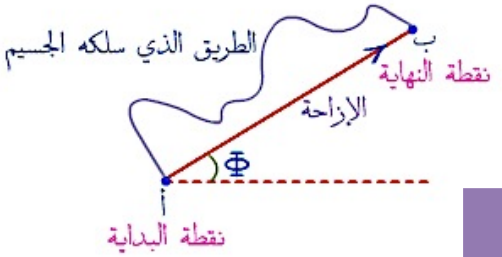
١- الحركة ماهي إلى تغير مستمر لحركة الجسم مع الزمن في إحداثيات موقع الجسم.

٢- تتضمن دراسة الحركة مفاهيم عدة كالإزاحة و السرعة ومعدل الحركة و التسارع.

٣ـ يطلق اسم الحركة الخطية لأبسط أنواع الحركة و هي الحركة في بعد واحد :أفقية أو رأسية(السقوط الحر)

٢-٢ الإزاحة و متوسط السرعة و معدل الحركة

- الإزاحة : تحدد المسافة التي يقطعها الجسم المتحرك خلال فترة زمنية معينة وهي كمية متجهه.



- الفرق بين المسافة والإزاحة :

الإزاحة	المسافة
كمية متجهه	كمية قياسية
القيمة موجبة أو سالبة	القيمة موجبة
هو المتجه الواصل من النقطة أ إلى النقطة ب (واتجاهه كما هو موضح باللون الأحمر)	المسافة الفعلية التي يقطعهاالجسم (هو الطريق المتعرج كما في الصورة)

- تعطى الإزاحة بالعلاقة التالية

$$\Delta x = x_f - x_i$$

حيث x_i الإزاحة الإبتدائية و x_f الإزاحة النهائية

Abeer Alghamdi

مثال:

مثال: جسيم يتحرك على المحور السيني. إذا بدأ حركته من نقطة $x = -5m$ وتوقف عند $x = 13m$ إحسب إزاحته.

الحل:

$$\Delta x = x_f - x_i = 13m - (-5m) = 13m + 5m = 18m$$

لاحظ أن الازاحة موجبة، أي ان الجسيم يتحرك باتجاه السيني الموجب $(+x)$. وهذا يعني ان الإزاحة كمية متجهة.

طريقة أخرى للحل: يمكن حل هذا المثال باستخدام رموز المتجهات، كما يلي:

$$\Delta\vec{x} = \vec{x}_f - \vec{x}_i = (13m)\hat{x} - 5m(-\hat{x}) = (18m)\hat{x}$$

متوسط السرعة :

هي كمية متجهه تعبر عن الإزاحة المقطوعة خلال زمن معين:

$$v_{av} = \bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i} \quad m/s$$

مثال: في المثال السابق، إذا استغرق الجسيم زمنا مقداره 3 دقائق ليتحرك Δx. ما هو متوسط سرعة الجسيم؟

الحل:

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i} = \frac{13-(-5)}{3-0} = \frac{18m}{3s} = 6m/s \quad \text{(باتجاه } x \text{ الموجب)}$$

معدل الحركة :

هي كمية قياسية تعبر عن المساقة المقطوعة (الكلية)في وحدة الزمن:

$$u = \frac{|\Delta x|}{\Delta t} \quad m/s$$

مثال ٢-١ ص ٦٠

٢-٣ السرعة اللحظية

السرعة اللحظية :

هي كمية قياسية وهي مقدار السرعة في لحظة معينة (فترة زمنية صغيرة)أو نقطة محددة, وهي تمثل تفاضل المسافة بالنسبة لزمن.

$$v_{in} = \frac{dx}{dt}$$

السرعة اللحظية قد تكون موجبة أو سالبة أو صفر.

مثال

يعطى موقع جسيم من خلال العلاقة $x=-4t+2t^2$ أوجد التالي:

(أ) ازاحة الجسيم Δx لكل من الفترتين الزمنيتين التاليتين: $t=0$ إلى $t=1\,s$
$t=1$ إلى $t=3\,s$

(ب) متوسط السرعة $\overline{v}$ خلال كل من الفترتين الزمنيتين المذكورتين في الفرع (أ) أعلاه.

الحل: (أ) يمكن إيجاد الازاحة باستخدام علاقة الموقع $x=-4t+2t^2$:

- للفترة الزمنية الاولى $t_A=0$ إلى $t_B=1s$:

$$t_A=0\rightarrow x_A=-4(0)+2(0)^2=0\,m$$
$$t_B=1\rightarrow x_B=-4(1)+2(1)^2=-2\,m$$
$$\Rightarrow \Delta x=x_B-x_A=-2-0=-2\,m$$

- للفترة الزمنية الثانية $t_B=1$ إلى $t_D=3s$:

$$t_B=1\rightarrow x_B=-4(1)+2(1)^2=-2\,m$$
$$t_D=3\rightarrow x_D=-4(3)+2(3)^2=+6\,m$$
$$\Rightarrow \Delta x=x_D-x_B=+6-(-2)=+8\,m$$

للفترة الاولى A إلى B:

$$\left.\begin{array}{l} t=0 \rightarrow x=0 \\ t=1 \rightarrow x=-2 \end{array}\right\} \Rightarrow \Delta x = x_B - x_A = -2-0 = -2\,m.$$

للفترة الاولى B إلى D:

$$\left.\begin{array}{l} t=1 \rightarrow x=-2 \\ t=3 \rightarrow x=+6 \end{array}\right\} \Rightarrow \Delta x = x_D - x_B = +6-(-2) = +8\,m\,.$$

(ب) متوسط السرعة $\overline{v}$:

للفترة الزمنية الأولى: $\overline{v}(A \rightarrow B) = \dfrac{\Delta x}{\Delta t} = \dfrac{-2}{1} = -2\,m/s$

للفترة الزمنية الثانية: $\overline{v}(B \rightarrow D) = \dfrac{\Delta x}{\Delta t} = \dfrac{+8}{2} = +4\,m/s$

٣-٣ التسارع

التسارع : كمية متجهه تعبر عن معدل تغير سرعة الجسم مع الزمن :

$$a_{av} = \bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$$

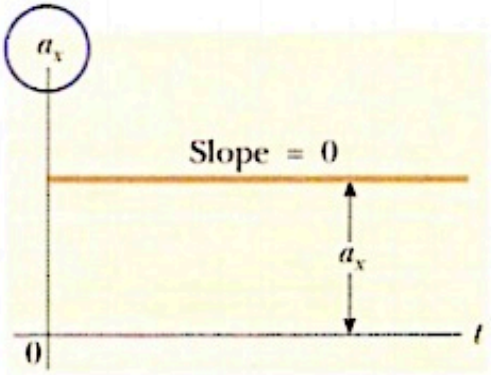
التسارع اللحظي : هو تسارع الجسم عن لحظة زمنية معينة (فترة زمنية صغيرة)أو عند نقطة محددة ويمثل تفاضل السرعة بالنسبة لزمن.

$$a_{in} = \frac{dv}{dt}$$

أنواع التسارع :

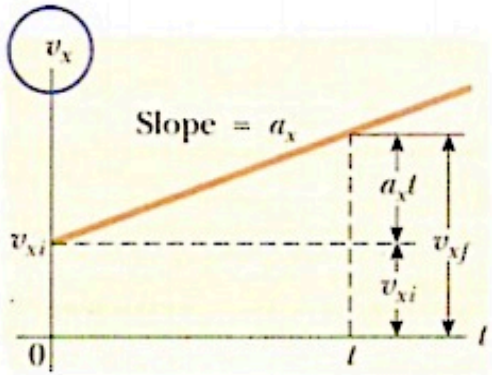
- التسارع قد يكون قيمة موجبة أي أن السرعة تزداد مع الزمن(حركة متسارعة).
- التسارع قد يكون قيمة سالبة أي أن السرعة تتناقص مع الزمن(حركة متباطئة).
- التسارع قد يساوي صفر أي أن السرعة ثابتة مع الزمن.
- التسارع ثابت عندما يكون تزايد أو تناقص السرعة ثابتة مع الزمن و تعرف هذه الحالة بالحركة الخطية المنتظمة.

$$a = \frac{dv}{dt} \Rightarrow v_f = v_i + at \Rightarrow x_f = x_i + v_i t + \frac{1}{2}at^2$$



منحنى "التسارع- الزمن"

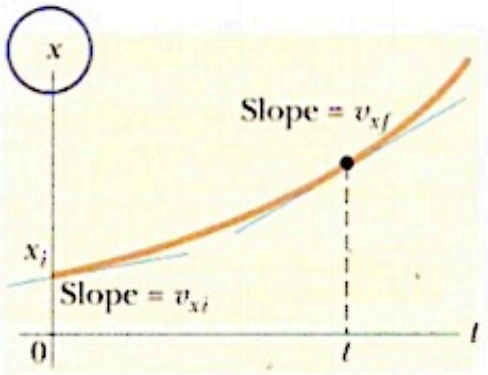
الميل = صفر: يعني تسارع ثابت



منحنى "السرعة- المزمن"

*) الميل = $a = \bar{a} = dv/dt$

*) الخط المستقيم يمثل تسارعا ثابتا.



منحنى "الموقع- الزمن"

*) ميل المنحنى= السرعة = dx/dt

*) المنحنى يعني أن السرعة تتغير وبالتالي يوجد تسارع، $a=dv/dt$

Abeer Alghamdi

مثال

تتغير سرعة جسيم يتحرك على محور السينات حسب العلاقة التالية: $v=\left(40-5t^2\right)m/s$. إحسب ما يلي:

1) متوسط التسارع خلال الفترة الزمنية $(t=0 \text{ to } t=2.0 \text{ s})$.

2) التسارع عند $t=2.0\,\text{s}$.

الحل: 1) التسارع المتوسط: $\bar{a}=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{v_f-v_i}{t_f-t_i}$

احسب السرعتين الابتدائية والنهائية لهذه الفترة الزمنية: $v_i=40-5(0)^2=40\ m/s$ و $v_f=40-5(2)^2=20\ m/s$

$$\Rightarrow \quad \bar{a}=\frac{20-40}{2-0}=-10m/s^2$$

2) التسارع اللحظي عند $t=2.0\ \text{s}$:

$$a\equiv \lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta v}{\Delta t}\equiv\frac{dv}{dt}=\frac{d}{dt}\left(40-5t^2\right)=-10t\ m/s^2$$

$$\Rightarrow \quad a(t)=-10t$$

$$a(t=2)=-10(2)=-20m/s^2$$

٢-٥ الحركة الخطية المنتظمة

إذا تحرك جسم في خط مستقيم و بتسارع ثابت , فإن حركته تكون خطية منتظمة .

يمكن وصف الحركة الخطية الموضع والسرعة و التسارع من خلال معادلات الحركة الخطية المنتظمة .

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

$$\bar{v} = \frac{v_i + v_f}{2}$$

$$v_f = v_i + at$$

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

$$x_f = x_i + v_i t + \frac{1}{2}at^2$$

مثال

مثال: سيارة تقف عند إشارة مرور ضوئية. عندما تحولت الاشارة للضوء الأخضر انطلقت السيارة بتسارع مقداره $2\ m/s^2$. أوجد سرعة وموقع السيارة بعد مرور 4 ثوان.

الحل: المعطيات في المسألة هي: السرعة الابتدائية $v_i = 0\ m/s$

$$a = 2\ m/s^2$$
$$t = 4\ s$$

السرعة (النهائية) بعد 4 ثوان:

$$v_f = v_i + at$$
$$v_f = 0 + (2m/s^2)(4s) = 8m/s$$

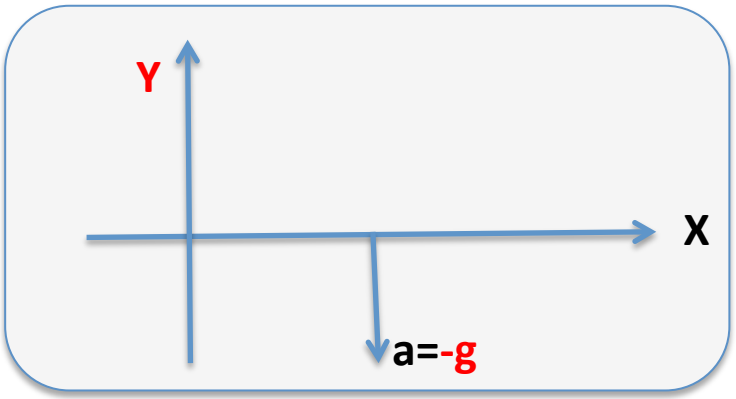
الموقع:

$$\Delta x = v_i t + \frac{1}{2}at^2 = 0 + \frac{1}{2}(2)(4)^2 = 16\,m$$

أو باستخدام:

$$v_f^2 = v_i^2 + 2a(\Delta x) \rightarrow (8)^2 = (0)^2 + 2(2)(\Delta x) \rightarrow \Delta x = \frac{64}{4} = 16\,m$$

٦-٢ السقوط الحر



- تسارع السقوط الحر هي حالة خاصة في الحركة الخطية وتكون في الإتجاه الرأسي من أعلى إلى الأسفل.
- تسارع السقوط الحر هو تسارع الجاذبية الأرضية g=9.8m/s و لكن بإشارة سالبة.
- السرعة الإبتدائية تساوي صفر أي $v_i = 0$
- يمكن إعادة كتابة معادلات الحركة الخطية و لكن بالتعويض عن التسارع بتسارع الجاذبية الأرضية السالب a = -g و التعويض عن المحور الأفقي X برمز المحور الرأسي y:

$$y_f = y_i + \bar{v}t$$

$$\bar{v} = \frac{v_i + v_f}{2}$$

$$v_f = v_i - gt$$

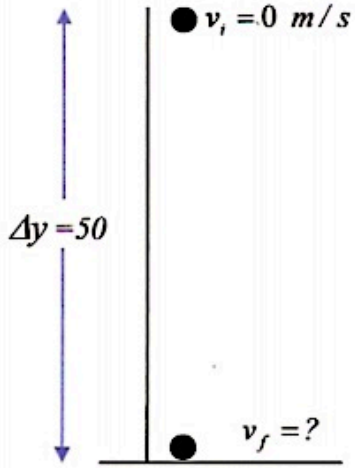
$$v_f^2 = v_i^2 - 2g(y_f - y_i)$$

$$y_f = y_i + v_i t - \frac{1}{2}gt^2$$

مثال

مثال: ترك جسم ليسقط من ارتفاع $50\ m$ عن سطح الأرض. أحسب ما يلي:

(أ) متى يصل الجسم سطح الأرض؟
(ب) ما هي سرعة الجسم عندما يصل سطح الارض؟



(ب) سرعته النهائية

$V_f=v_i-gt$
$V_f=0-(9.8)(3.2)$
$V_f=-31.4m/s$

(أ) زمن وصول للأرض

$v_i=0$
$y_i=0$
$Y_f=-50m$
$y_f=y_i+v_i-(1/2)gt^2$

$$t=\sqrt{\frac{100}{9.8}}=3.2\,s$$

تمرين: قذفت كرة عموديا لأعلى بسرعة إبتدائية مقدارها $10\ m/s$. إحسب ما يلي:

(أ) أعلى نقطة تصلها الكرة.
(ب) الزمن اللازم للوصول لذلك الإرتفاع.

٢-٧ حل أمثلة صفحة ٦٠

- الأرقام 13 ،11 ،10 ،8 ،7 ،6 ،5

٢-٨ مسائل صفحة ٧٢(واجب)

3، 4، 5، 6، 7، 8، 9، 11، 12، 14