جامعة الملك سعود
كلية العلوم
قسم الفيزياء والفلك

جامعة الملك سعود
King Saud University

فيزياء عامة (2) فيز 102
الفصل الثاني: الحركة الخطية (Linear Motion)

الفصل الثاني: (الحركة الخطية -Linear Motion)

2-1 مقدمة

2-2 الإزاحة ومتوسط السرعة ومعدل الحركة
Displacement, Average Velocity and Speed

2-3 السرعة اللحظية (Instantaneous Velocity)

2-4 التسارع (Acceleration)

2-5 الحركة الخطية المنتظمة (تسارع ثابت)
One-Dimensional Motion with Constant Acceleration

2-6 السقوط الحر Free Fall

2-7 أمثلة محلولة

1-2 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)

2-2 الإزاحة ومتوسط السرعة ومعدل الحركة
Displacement, Average Velocity and Speed

الإزاحة Displacement

هي كمية متجهه تحدد المسافة التي يقطعها الجسم المتحرك خلال فترة زمنية معينة

$$\Delta x = x_f - x_i$$

حيث x_i الإزاحة الإبتدائية و x_f الإزاحة النهائية

- 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)

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.

متوسط السرعة (Average Velocity)

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:

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

معدل الحركة (Speed)

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

3-2 السرعة اللحظية (Instantaneous Velocity)

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 $t=3\,s$

(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 $t_D=3s$:

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

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

(ب) متوسط السرعة $\overline{v}$:

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

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

4-2 التسارع (Acceleration)

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

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

وحدة التسارع $\frac{m}{s^2}$

- **عندما يكون التغير في السرعة غير منتظم ، عندها يكون التسارع لحظي**

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

$$a_{in} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt}$$

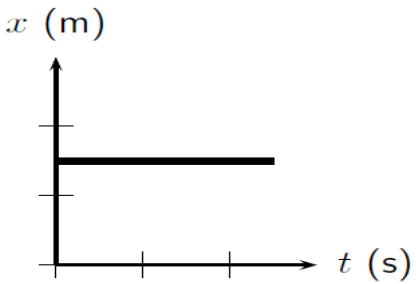
$$a_{in} = \frac{d}{dt}\left(\frac{dx}{dt}\right) = \frac{d^2x}{dt^2}$$

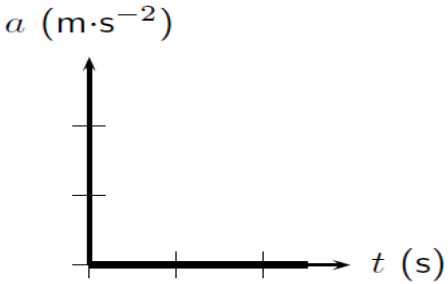
أنواع التسارع :

- 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.

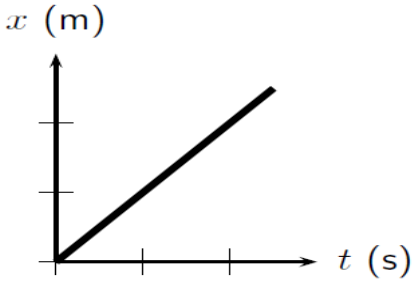
position vs time velocity vs time and acceleration vs time graphs

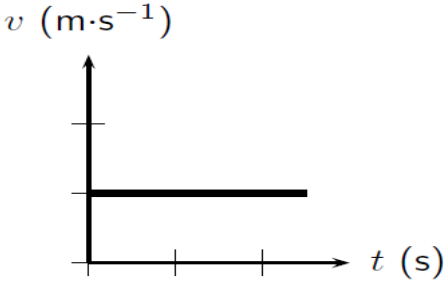
Stationary Object

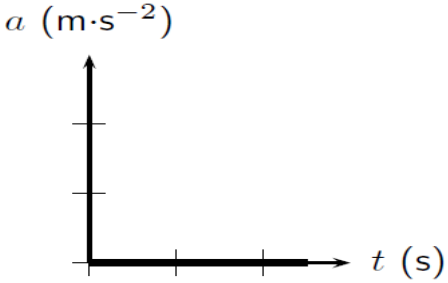




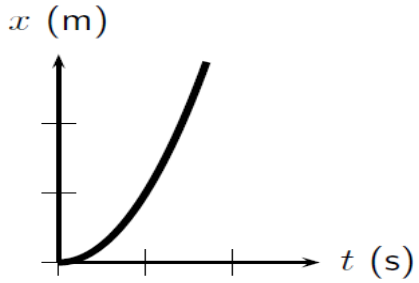
Uniform Motion

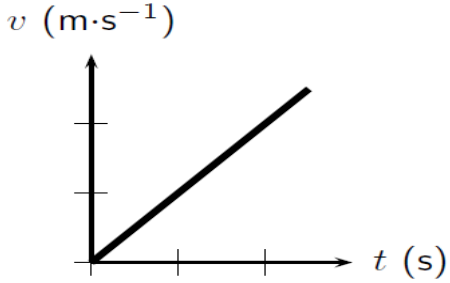


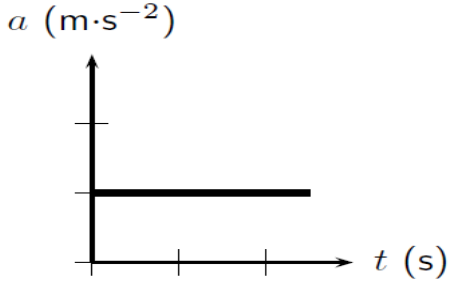




Motion with constant acceleration

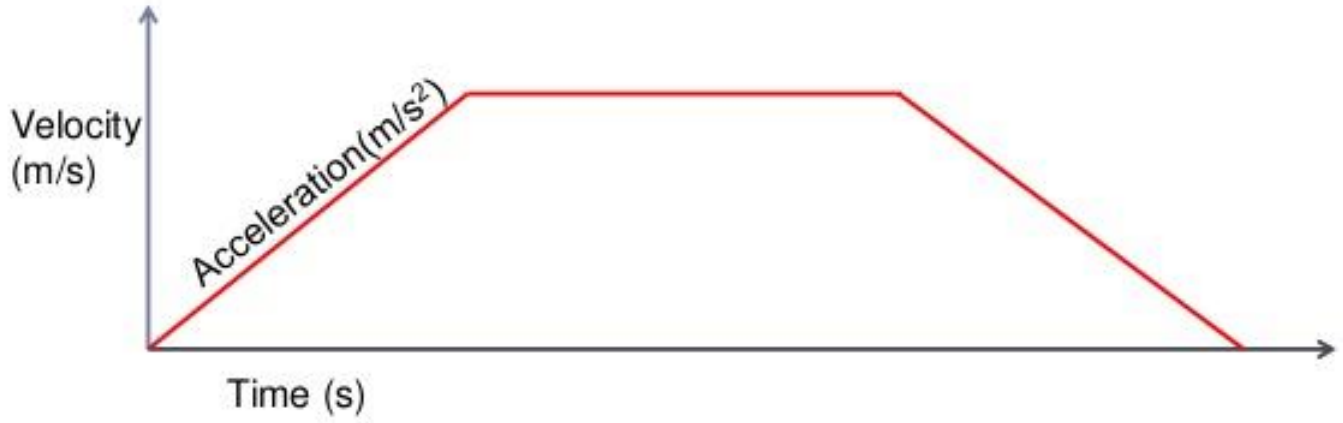






2. **Velocity – time graphs**

- For the speed time graph, velocity is on the y-axis and time on the x-axis.
- The gradient of the graph is equal to the acceleration.



The area under the graph is equal to the distance covered.

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 $t=2.0\,\text{s}$.

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

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 $t=2.0\ \text{s}$: $a\equiv\lim_{\Delta t\to 0}\dfrac{\Delta v}{\Delta t}\equiv\dfrac{dv}{dt}=\dfrac{d}{dt}\left(40-5t^2\right)=-10t\ m/s^2$

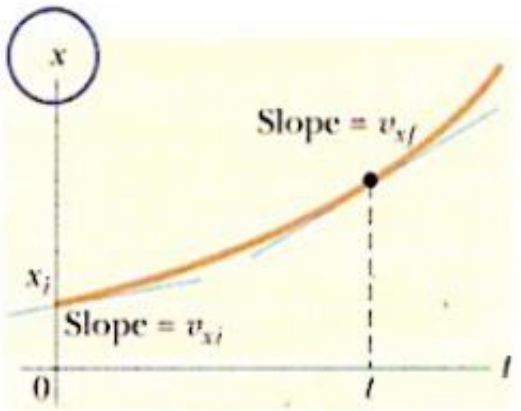
$$\Rightarrow \quad a(t)=-10t$$

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

5-2 الحركة الخطية المنتظمة (تسارع ثابت)

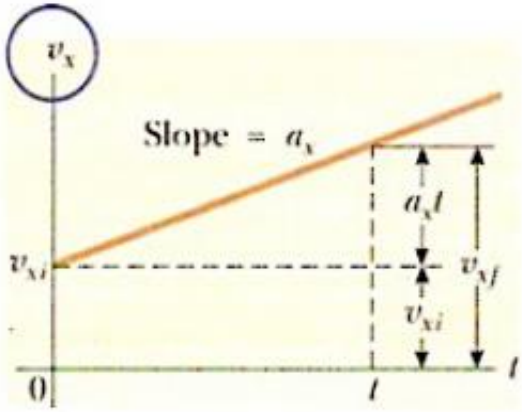
One-Dimensional Motion with Constant Acceleration

- التسارع ثابت عندما يكون تزايد أو تناقص السرعة ثابتة مع الزمن و تعرف هذه الحالة بالحركة الخطية المنتظمة.



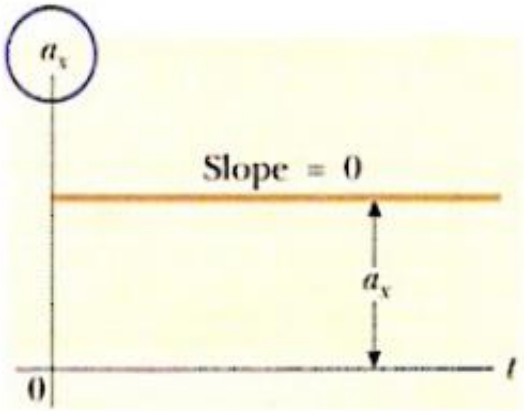
منحنى "الموقع- الزمن"

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



منحنى "السرعة- المزمن"

*) الميل $= dv/dt = a = \bar{a}$
*) الخط المستقيم يمثل تسارعا ثابتا.



منحنى "التسارع- الزمن"

الميل = صفر: يعني تسارع ثابت

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 .

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

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

$$v_f = v_i + at$$

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

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:

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

6-2 السقوط الحر Free Fall

- 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:

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

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

$$v_f = v_i - gt$$

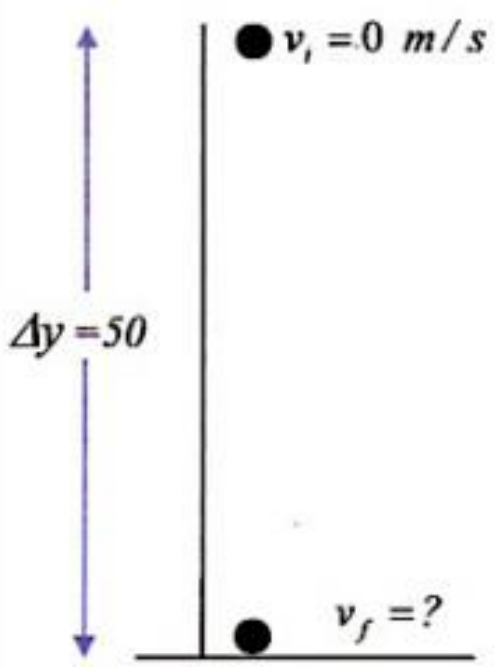
$$v_f^2 = v_i^2 - 2g(y_f - y_i)$$

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

مثال

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؟



(أ) زمن وصول للأرض

$$y_f = y_i + v_i - (1/2)gt^2$$

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

(ب) سرعته النهائية

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

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.

حل أمثلة صفحة ٦٠

الأرقام 5، 6، 7، 8، 10، 11، 13

مسائل صفحة ٧٢(واجب)

3، 4، 5، 6، 7، 8، 9، 11، 12، 14