

مذكرة فيزياء للحركة في بعد واحد
للفيف الثاني عشر متقدم
مدرسة أم عمارة للتعليم الثانوي للبنات

الكنيماتيكا

إعداد م. إلهام الشحي

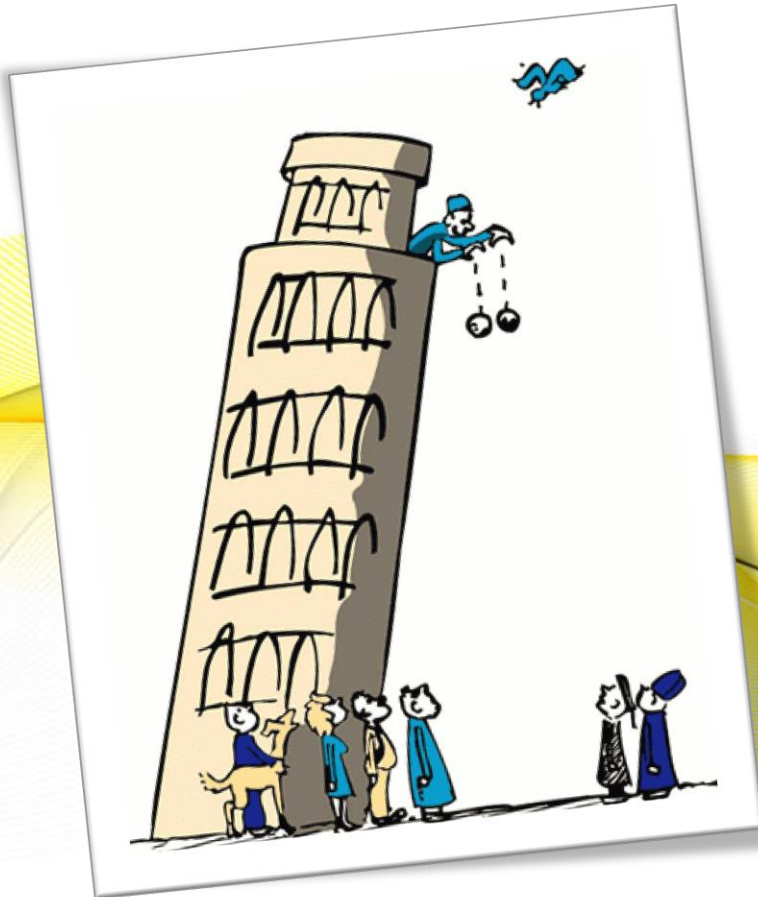
٢٠١٧-٢٠١٨

➤ الكينمايكا :

يهتم بوصف حركة الأجسام دون النظر إلى مسبباتها

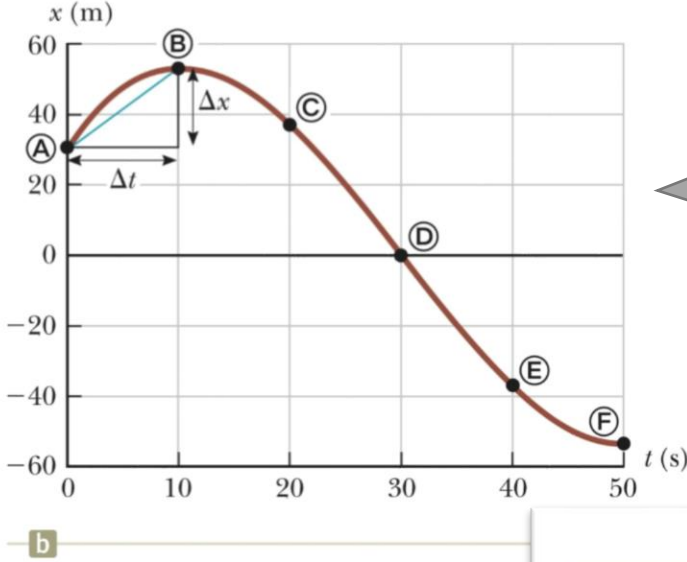
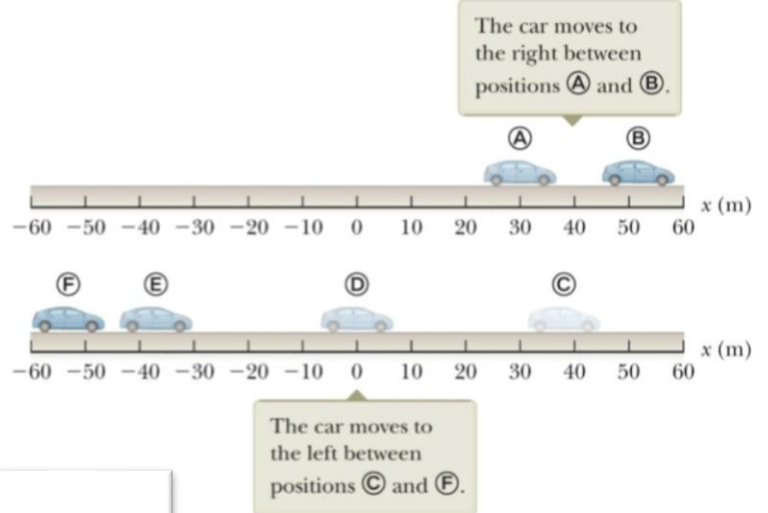
➤ من أساسيات دراسة علم وصف الحركة الكينماتيكا للأجسام المادية هو دراسة كل من الإزاحة والسرعة والعجلة

➤ هناك أنواع للحركة كالحركة الدورية و الانتقالية .
سنتناول هنا الحركة الانتقالية و في أبسط حالاتها .



الموقع وتمثيل الحركة

يبين الشكل المجاور،
حركة سيارة
وتغير موقعها خلال فترة
زمنية



يمكن تمثيل حركة السيارة
ببيانيا،
حيث يعطي المنحنى مسار
السيارة المتوقع خلال فترة
زمنية

يمكن أيضا تمثيل حركة
السيارة بجدول بيانات
تعطي قراءات دقيقة
خلال زمن معين

Table 2.1 Position of
the Car at Various Times

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

2.2 متجه الموقع ومتجه الإزاحة والمسافة

المسافة ℓ

➤ هي الطول الفعلي بين موقعين .

- بالنسبة للحركة في خط مستقيم دون تغيير الاتجاهات تكون المسافة القيمة المطلقة لمتجه الإزاحة

$$\ell = |\vec{r}|$$

وهي كمية قياسية وليست متجهة وتكون موجبة

(يجب تقسيم الإزاحة إلى أجزاء مستقيمة ثم جمع مسافات الأجزاء للحصول على المسافة الكلية إذا لم تكن الإزاحة في اتجاه واحد.

الإزاحة

➤ هي الفرق بين متجه الموقع النهائي $\vec{r}_2$ في نهاية الحركة ومتجه الموقع الابتدائي $\vec{r}_1$

و يعبر عن متجه الإزاحة :

$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$

يشير الرمز $\vec{r}$ لمتجه الإزاحة وهو للإشارة أنه فرق بين متجهي موقع .

ويكون للإزاحة في بعد واحد مركبة واحدة فقط

$$\Delta x = x_2 - x_1$$

قد تكون الإزاحة موجبة أو سالبة ،

الموقع

➤ النقطة التي يوجد بها الجسم بالنسبة لنقطة مرجعية .

ويرمز إلى الموقع بـ

$\vec{r}$: متجه الموقع

➤ إذا كانت الحركة في بعد واحد حينها يعبر عن الموقع بـ x إذا كانت أفقية

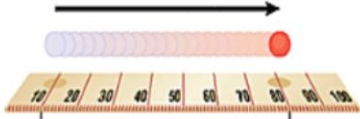
➤ وإذا كانت الحركة رأسية يعبر عن الموقع بـ y

➤ ومن الممكن ان يتغير موقع الجسم كدالة للزمن t

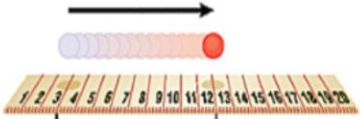
بالنسبة للحركة الأفقية تصبح $x=x(t)$

➤ الإزاحة

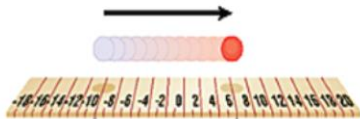
Positive



$$\Delta x = x_f - x_i = 80 \text{ cm} - 10 \text{ cm} = +70 \text{ cm}$$

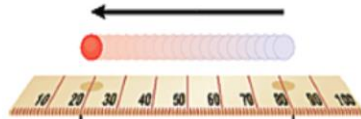


$$\Delta x = x_f - x_i = 12 \text{ cm} - 3 \text{ cm} = +9 \text{ cm}$$

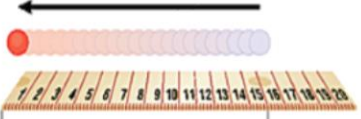


$$\Delta x = x_f - x_i = 6 \text{ cm} - (-10 \text{ cm}) = +16 \text{ cm}$$

Negative



$$\Delta x = x_f - x_i = 20 \text{ cm} - 80 \text{ cm} = -60 \text{ cm}$$



$$\Delta x = x_f - x_i = 0 \text{ cm} - 15 \text{ cm} = -15 \text{ cm}$$



$$\Delta x = x_f - x_i = -20 \text{ cm} - (-10 \text{ cm}) = -10 \text{ cm}$$

➤ الإزاحة والمسافة

- لنفترض أن اللاعب انتقل من طرف الملعب إلى الطرف الآخر ثم عاد إلى موضعه السابق

➤ فالمسافة التي قطعها اللاعب هي طول المسار الذي سلكه.
أي ضعف طول الملعب.

- أما الإزاحة فهي صفر

- حيث :

الموقع النهائي = الموقع الابتدائي

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 0, \quad x_1 = x_2$$



2.3 متجه السرعة المتجهة والسرعة المتجهة المتوسطة والسرعة

السرعة

➤ هي القيمة المطلقة لمتجه السرعة المتجهة

$$v = |\vec{v}| = |v_x|$$

وهي كمية قياسية

ويمكن حساب متوسط السرعة

$$\bar{v} = \frac{\ell}{\Delta t}$$

السرعة المتجهة

(السرعة المتجهة اللحظية)

➤ متجه السرعة : المتجه الذي يكون كل مركبة له هي مشتقة الزمن لمركبة متجه الموقع

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

عملية الاشتقاق تنطبق على كل مركبة من مركبات المتجه .
في حالة البعد الواحد يكون لمتجه السرعة مركبة واحدة فقط

$$v_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \bar{v}_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$v_x = \frac{dx}{dt}$$

الرسم البياني للموقع مقابل الزمن تكون السرعة المتجهة عند أي لحظة هو ميل المماس عند تلك النقطة

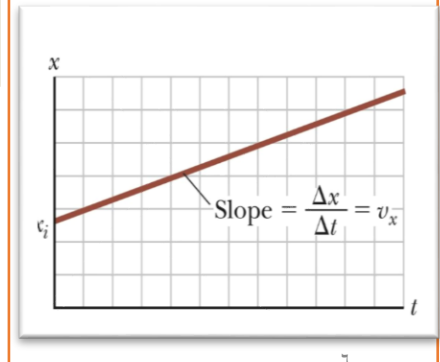
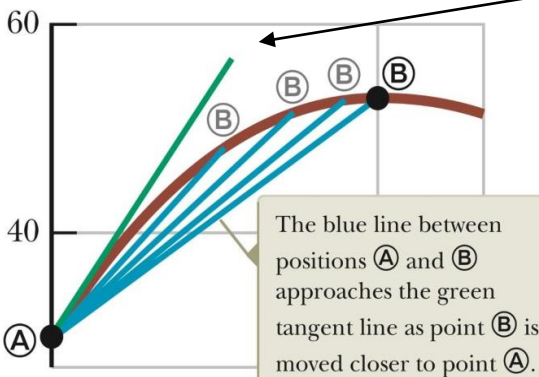
السرعة المتجهة المتوسطة

➤ هي تحديد نسبة الإزاحة في فترة زمنية محددة

$$\bar{v}_x = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

في حالة الرسم البياني للموقع مقابل الزمن يكون متوسط السرعة المتجهة هو ميل القاطع خلال فترة زمنية محددة

➤ الشكل أدناه يمثل حركة جسم بسرعة ثابتة



➤ السرعة المتوسطة هي ليست القيمة المطلقة للسرعة المتجهة المتوسطة

- مثال ذلك :
- متسابق ينهي سباقه عائداً لنقطة البداية

تكون إزاحته صفر لذلك ستكون متوسط سرعته المتجهة صفر

$$\bar{v}_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} = 0$$

- وبما أن المسافة لا تساوي صفر ، لذلك لا تكون متوسط سرعته

$$\bar{v} = \frac{\ell}{\Delta t} \neq 0 \text{ مساوية للصفر}$$

العجلة اللحظية

هي نهاية العجلة المتوسطة عند اقتراب الفترة الزمنية من صفر

$$\begin{aligned}\vec{a}_x &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \bar{a}_x \\ &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v_x}{\Delta t}\end{aligned}$$

$$\vec{a}_x = \frac{dv_x}{dt}$$

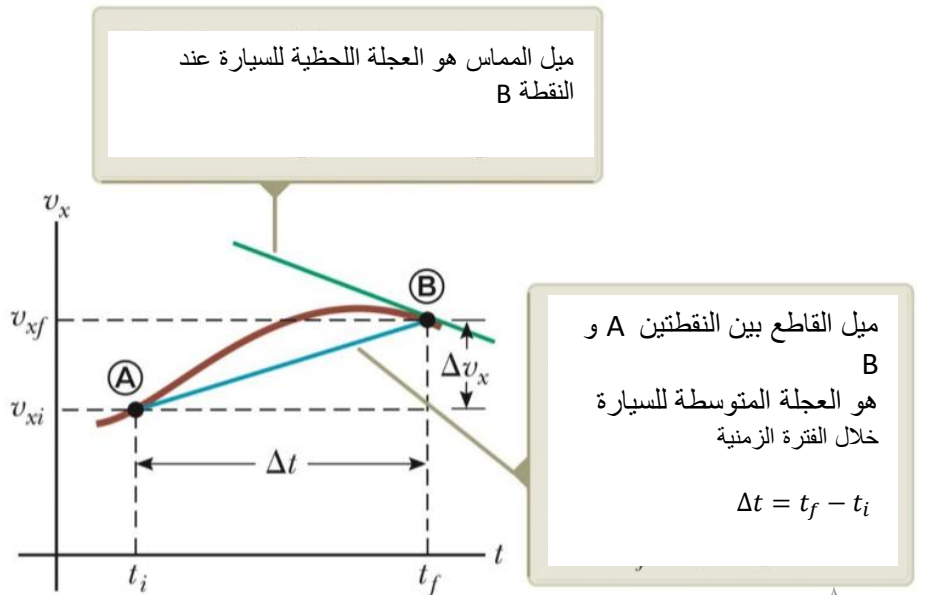
يعرف متجه العجلة كما يلي :

$$\vec{a} = \frac{d}{dt}(v_x) = \frac{d}{dt}\left(\frac{dx}{dt}\right) = \frac{d^2x}{dt^2}$$

العجلة المتوسطة

هي تغير السرعة المتجهة في فترة زمنية

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





➤ العجلة الموجبة لا تعني زيادة السرعة
ولا السالبة تعني نقصان السرعة

➤ إذا كانت العجلة و السرعة في نفس الاتجاه فإن الجسم
حينئذ يتسارع

➤ وإن كانت العجلة عكس اتجاه الحركة فإن الجسم يتباطأ.

تمثيل الحركة

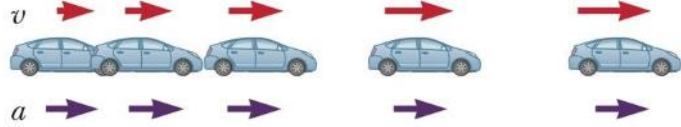
السيارة تتحرك بسرعة ثابتة
(العجلة صفر)

a



السيارة تتحرك بعجلة ثابتة
باتجاه السرعة

b



السيارة تتحرك بعجلة ثابتة
عكس اتجاه السرعة

c

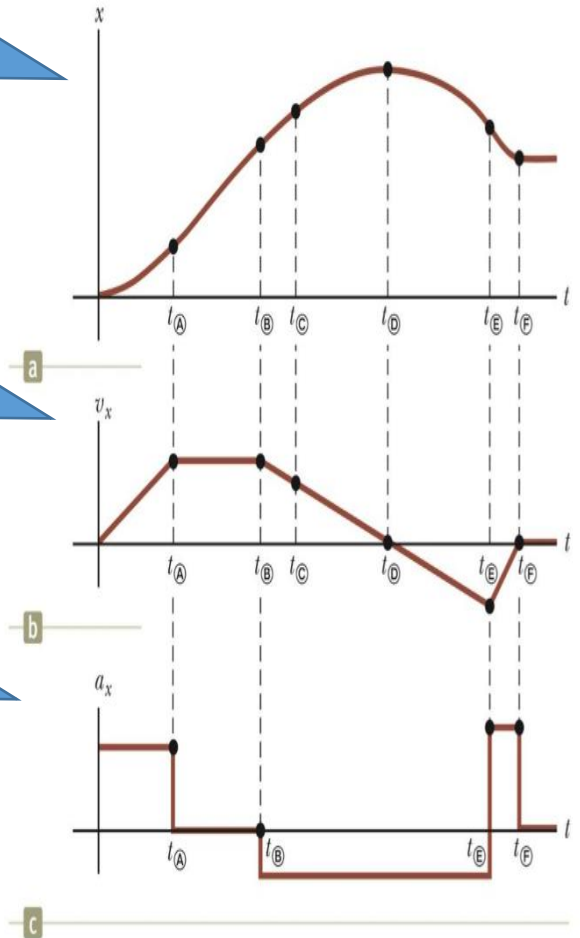


مثال على التمثيل البياني

التمثيل البياني للموقع مقابل الزمن

التمثيل البياني للسرعة مقابل الزمن
(حيث تمثل السرعة الميل لمنحنى
الموقع مقابل الزمن عند كل لحظة)

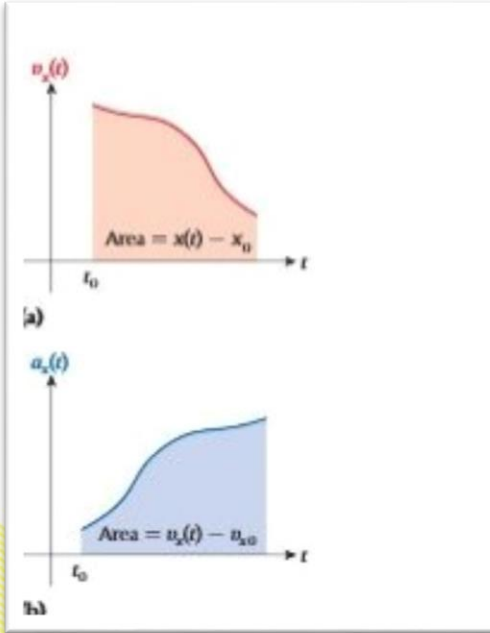
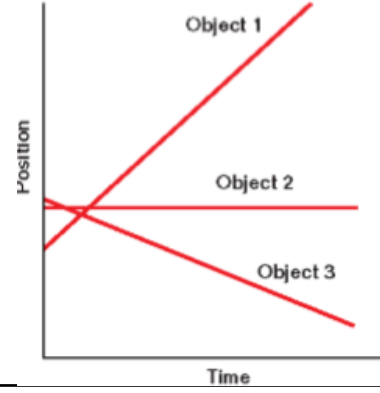
التمثيل البياني للعجلة مقابل الزمن
(وتمثل ميل منحنى السرعة مقابل
الزمن عند كل لحظة)



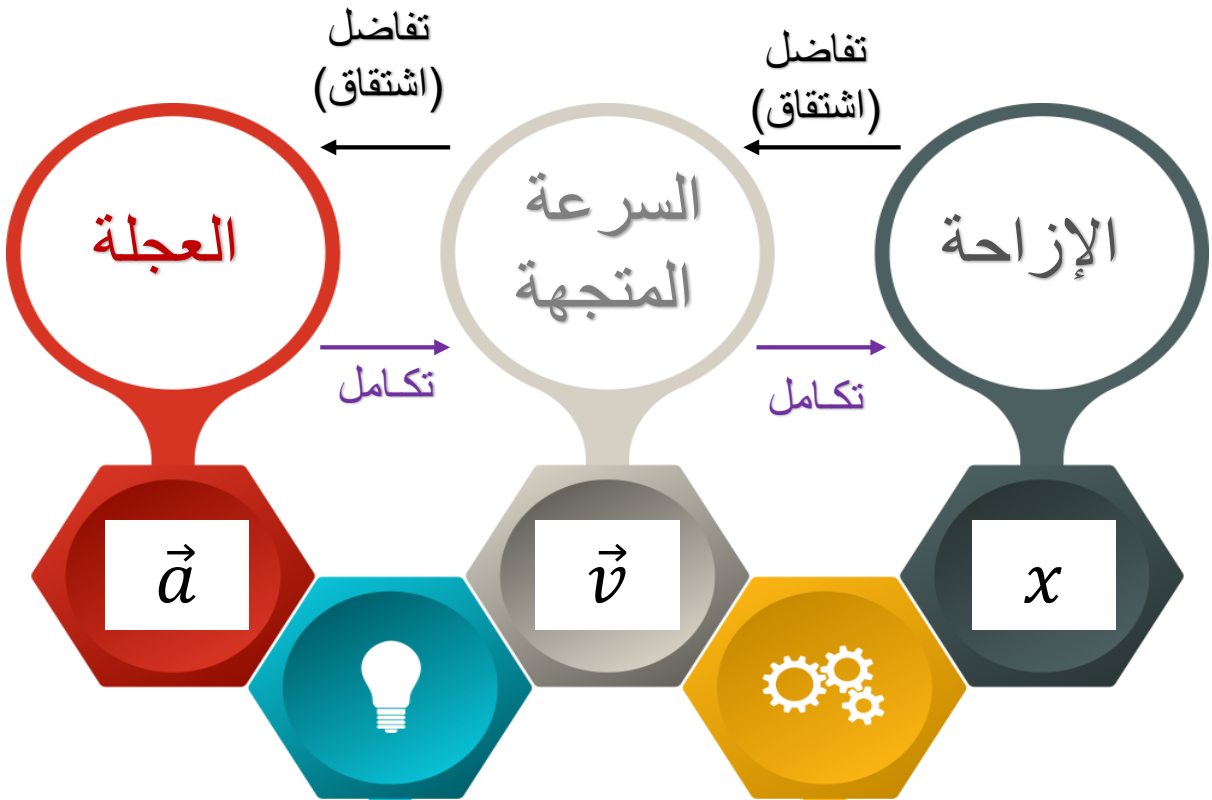
تذكر أن :



١. ميل 1 موجب أي أن السرعة موجبة
٢. ميل 2 صفر ، أي أن السرعة صفر
٣. ميل 3 سالب ، أي أن السرعة سالبة



- لإيجاد السرعة المتجهة من الإزاحة فإننا نلجأ إلى التفاضل (الاشتقاق)
- أما إن أردنا إيجاد الإزاحة من السرعة المتجهة فنلجأ إلى العملية العكسية للتفاضل وهو **التكامل**



$$\bullet \int_{t_0}^t v_x(\dot{t}) d\dot{t} = \int_{t_0}^t \frac{dx(\dot{t})}{d\dot{t}} d\dot{t} = x(t) - x(t_0)$$

$$\square x(t) = x_0 + \int_{t_0}^t v_x(\dot{t}) d\dot{t}$$

• حيث x_0 تمثل الموقع الابتدائي

$$\bullet \int_{t_0}^t a_x(\dot{t}) d\dot{t} = \int_{t_0}^t \frac{dv_x(\dot{t})}{d\dot{t}} d\dot{t} = v_x(t) - v_x(t_0)$$

$$\square v_x(t) = v_{x_0} + \int_{t_0}^t a_x(\dot{t}) d\dot{t}$$

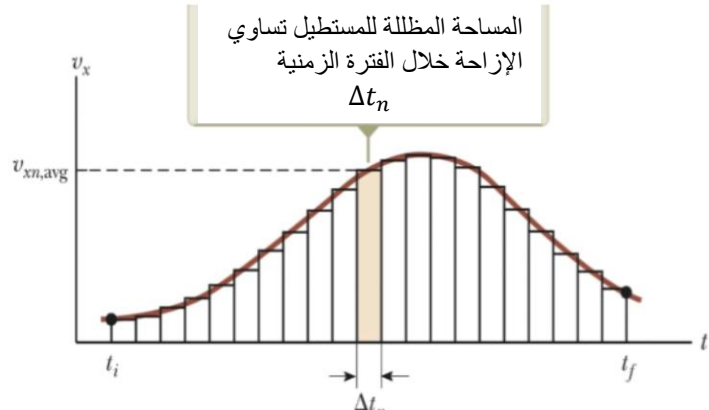
حيث v_{x_0} تمثل مركبة السرعة الابتدائية في اتجاه x

تذكر أن :



$$\lim_{\Delta t_n \rightarrow 0} \sum_n v_{xn} \Delta t_n = \int_{t_i}^{t_f} v_x(t) dt$$

The limit of the sum is a definite integral.



• تعطى هذه المعادلات للحالة الخاصة للحركة بعجلة ثابتة :

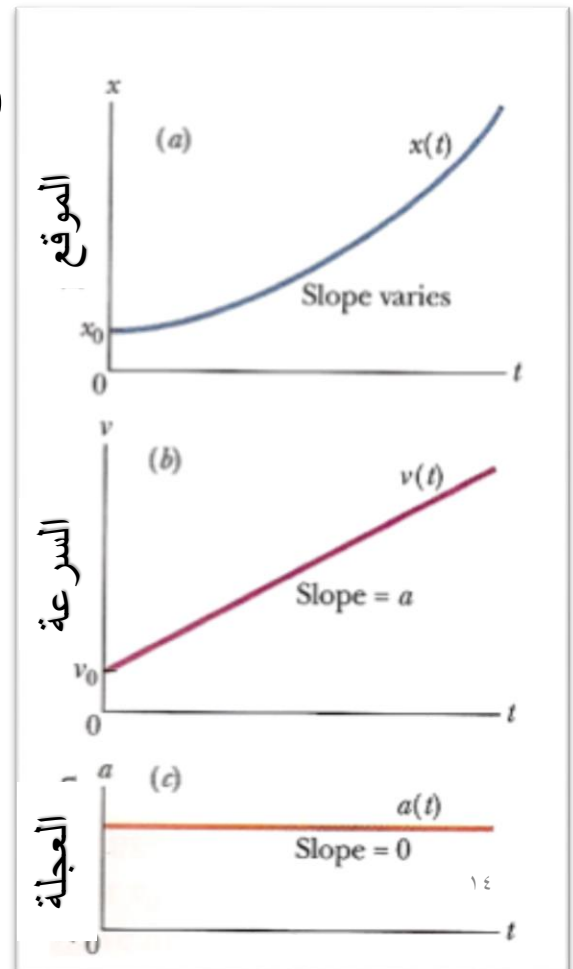
$$1- \quad x = x_0 + v_{x_0}t + \frac{1}{2}a_xt^2$$

$$2- \quad x = x_0 + \bar{v}_xt = x_0 + \frac{1}{2}(v_x + v_{x_0})t$$

$$3- \quad \bar{v}_x = \frac{1}{2}(v_x + v_{x_0})$$

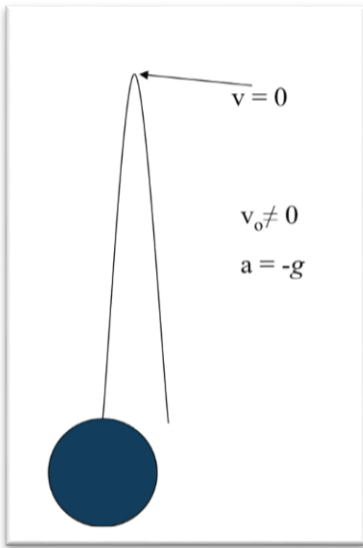
$$4- \quad v_x = v_{x_0} + a_xt$$

$$5- \quad v_x^2 = v_{x_0}^2 + 2a_x(x - x_0)$$



• السقوط الحر هو حركة الأجسام تحت تأثير الجذب الناتج عن قوة الجاذبية الأرضية دون النظر لحالته الحركية الابتدائية.

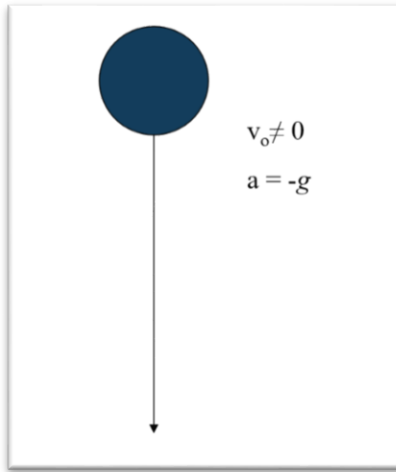
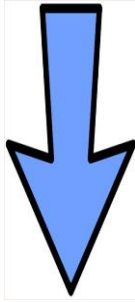
• فالجسم الذي يُقذف رأسياً لأعلى أو لأسفل ، أو ذلك الذي يسقط سقوطاً حراً من موضعه الابتدائي تعتبر جميعها خاضعة للسقوط الحر طالما لا تخضع إلا لقوة الجاذبية .



قذف رأسياً للأعلى

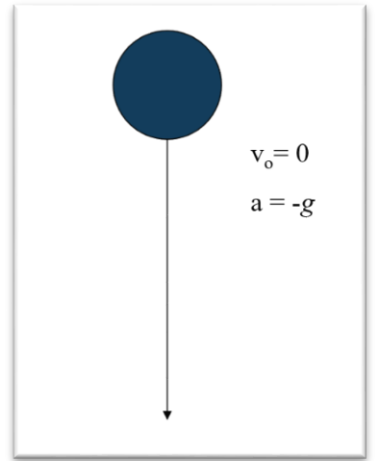
$$t_{up} = t_{down}$$

$$v = -v_0$$

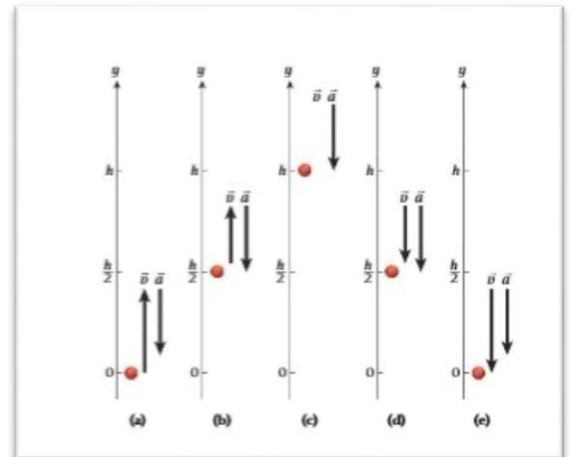
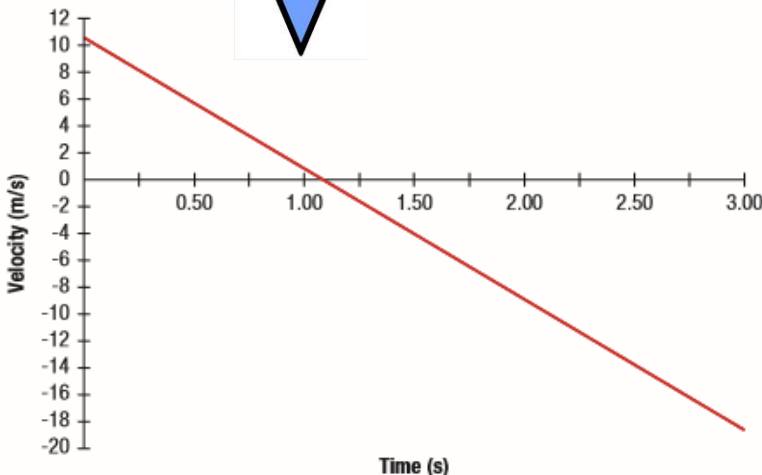


قذف رأسياً لأسفل

السرعة الابتدائية ستكون سالبة



سقط رأسياً لأسفل



تذكر أن :



أ) إذا تحرك جسم من نقطة بداية الحركة لأعلى 40 م يقال أنه حدثت له إزاحة

$$y = 40 \text{ m}$$

ب) إذا تحرك لأسفل 20 م من نقطة البداية يقال أن الإزاحة

$$y = - 20 \text{ m}$$

ج) إذا تحرك جسم من نقطة البداية لأعلى 40 م ثم هبط بعد ذلك 30 م تكون إزاحته :

$$y = 40 - 30 = 10 \text{ m}$$

د) أما إذا تحرك لأعلى 40 م ثم هبط لأسفل 50 م تكون إزاحته الصافية

$$y = 40 - 50 = - 10 \text{ m}$$

إذا كان الجسم متحركاً لأعلى (أي اتجاه لأعلى دون النظر لموضع الجسم بالنسبة لنقطة بداية الحركة) عند نقطة ما ، فمعنى ذلك أن سرعته سواء الابتدائية أو النهائية عند هذه النقطة موجبة ، أما إذا كان اتجاه حركة الجسم لأسفل فمعنى ذلك أن سرعته سواء الابتدائية أو النهائية عند هذه النقطة سالبة .

- حيث أن تسارع الجاذبية الأرضية يتجه - دائماً - رأسياً لأسفل فإنه يكون دائماً بالسالب ، أي أنه يجب استبدال a في معادلات الحركة بتسارع الجاذبية g

• تعطى هذه المعادلات بعد التعديل على معادلات الحركة بعجلة ثابتة باستبدال $x \rightarrow y$ ، و $a \rightarrow -g$:

$$1- \quad y = y_0 + v_{y_0}t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$2- \quad y = y_0 + \bar{v}_y t = y_0 + \frac{1}{2}(v_y + v_{y_0})t$$

$$3- \quad \bar{v}_y = \frac{1}{2}(v_y + v_{y_0})$$

$$4- \quad v_y = v_{y_0} - gt$$

$$5- \quad v_y^2 = v_{y_0}^2 - 2g(y - y_0)$$

مثال:

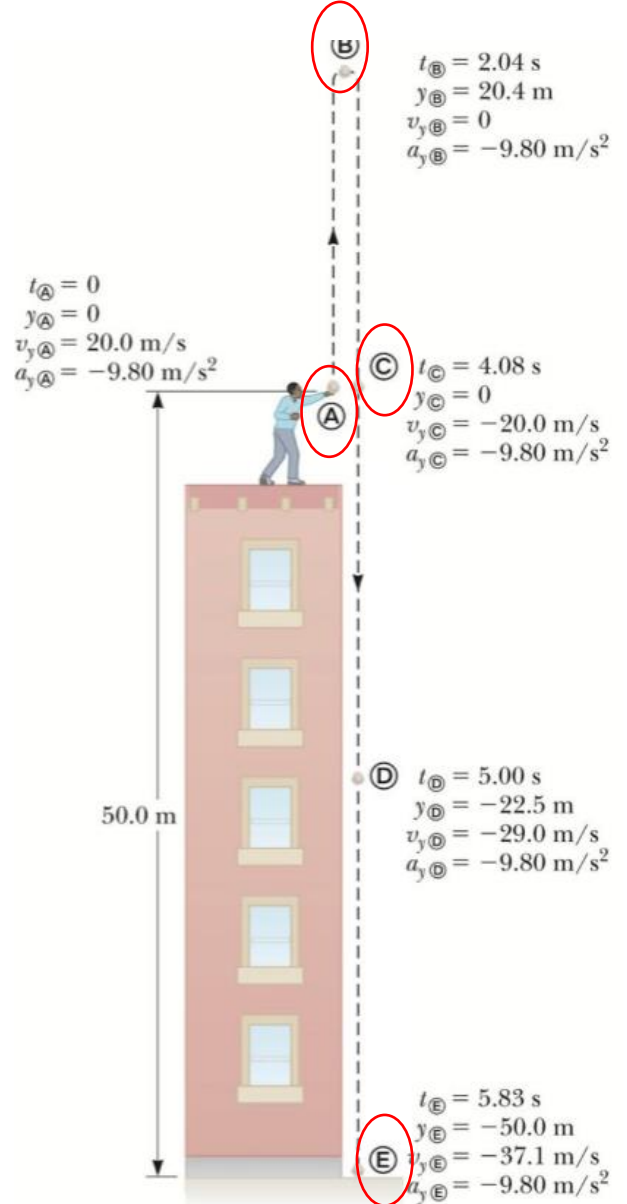


➤ السرعة الابتدائية عند النقطة A موجبة
بتسارع -9.81 m/s^2

➤ عند النقطة B ، مقدار السرعة صفر
والعجلة -9.81 m/s^2

➤ عند النقطة C السرعة لها نفس مقدار
السرعة الابتدائية عند A ولكن في
الاتجاه المعاكس

➤ الإزاحة في نهاية المسار -50.0 m



• تعطى حركة جسم كدالة مع الزمن كالتالي :

$$x = +16 - 12t + 2t^2$$

- A. ارسم منحنى الموقع - الزمن خلال الفترة الزمنية $t=0$ إلى $t=+6$
- B. ارسم منحنى السرعة - الزمن خلال الفترة الزمنية $t=0$ إلى $t=+6$
- C. ارسم منحنى العجلة - الزمن خلال الفترة الزمنية $t=0$ إلى $t=+6$
- D. ما هي السرعة المتجهة عند $t=0$ ، و عند $t=+4$
- E. اوجد العجلة عند اللحظة $t=0$ ، و $t=+4$
- F. متى تكون السرعة صفر ، و في أي موقع ؟
- G. أوجد السرعة المتوسطة المتجهة خلال الفترة $t=-1$ و $t=+3$



• تحلق طائرة هيلوكبتر على ارتفاع $y = 5t^2$ ، (حيث يقاس y بالمتر و t بالثانية) .

١ - عند اللحظة $t=2$ s ، أسقط صندوق من الطائرة ، كم من الزمن يستغرقه الصندوق حتى وصوله الأرض ؟

الحل :

$$y_i = 5(2)^2 = 20 \text{ m}$$

$$v = \frac{dy}{dt} = \frac{d(5t^2)}{dt} = 10t$$

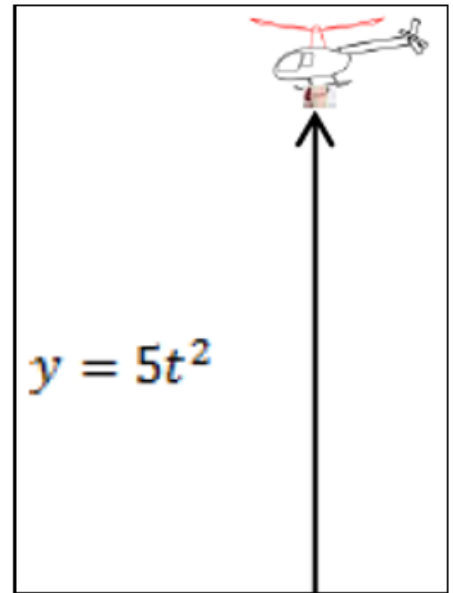
$$v_i = 10(2) = 20 \text{ m/s}$$

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

$$0 = +20 + 20t - 4.9 t^2$$

$t_1 = -0.8$ s ليس لها أي معنى فيزيائي فيتم تجاهلها

$$t_2 = 4.91 \text{ s}$$



• ٢- ما مقدار السرعة التي سيصل بها الصندوق بالأرض ؟

$$\begin{aligned}v_f &= v_i - gt \\v_f &= +20 - 9.8 (4.91) \\v_f &= -28.1 \text{ m/s}\end{aligned}$$

يشير السالب أنه يتجه للأسفل

حل آخر

$$\begin{aligned}v_f^2 &= v_i^2 - 2g(y_f - y_i) \\v_f^2 &= 20^2 - 2(9.8)(0 - 20) \\v_f &= \sqrt{792} = \pm 28.1 \text{ m/s}\end{aligned}$$

الجواب الصحيح هو -28.1 m/s