الكلية	العلوم
القسم	الرياضيات
المادة باللغة الانجليزية	General Mechanics
المادة باللغة العربية	الميكانيك العام
المرحلة الدراسية	الاول
اسم التدريسي	م.د. عبدالكريم حمودي عساف
عنوان المحاضرة باللغة الانجليزية	Linear motion
عنوان المحاضرة باللغة العربية	الحركة الخطية
رقم المحاضرة	5
المصادر والمراجع	General Physics 1 (Mechanics and Heat) for Sciences and Engineering Faculties By Hasan Maridi Assistant Professor of Theoretical Nuclear Physics at Taiz University, Yemen https://www.hasanmaridi.com 2nd edition, 2020
	General Physics I: Classical Mechanics David G. Simpson Dept. of Natural Sciences, Prince George's Community College, Largo,Maryland Larry L. Simpson Union Carbide Corporation (ret.), South Charleston,West Virginia

الحركة الخطية

الإزاحة

فى البداية يجب أن نفرق بين مفهوم المسافة والإزاحة. المسافة كمية قياسية تمثل ما قطعة الجسم خلال رحلته. أما الإزاحة هى كمية متجهة تحدد المسافة التى يقطعها الجسم المتحرك خلال فترة زمنية معينة : ويمكن كتابة على الشكل التالى

$$\Delta X = X_f - X_i$$

حيث X_i المسافة الإبتدائية ، X_f المسافة النهائية.

متوسط السرعة

هى مقدار الإزاحة خلال فترة زمنية

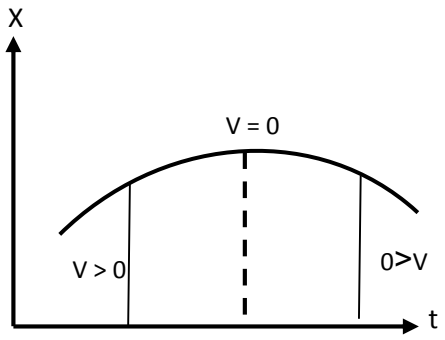
$$v = \frac{\Delta X}{\Delta t} = \frac{X_f - X_i}{t_f - t_i}$$

السرعة اللحظية

هى مشتقة المسافة بالنسبة للزمن

$$v_{in} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta X}{\Delta t} = \frac{d X}{d t}$$

ويمكن تمثيل المعادلة السابقة بالرسم التالي. ومن هذا الرسم قد تكون السرعة اللحظية موجبة إذا كانت سرعة الجسم تزداد مع الزمن ، وتكون سالبة إذا كانت سرعة الجسم تناقصية مع الزمن، بينما تكون صفر إذا كانت السرعة ثابتة مع الزمن.



التسارع

هو معدل تغير السرعة بالنسبة للزمن

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

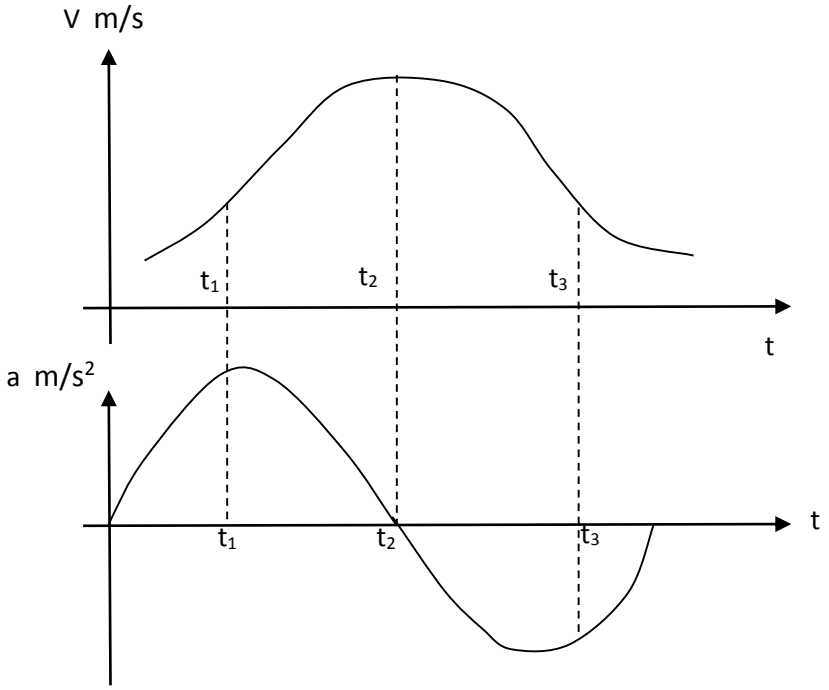
حيث v_i السرعة الإبتدائية عند اللحظة t_i ، v_f السرعة النهائية عند اللحظة t_f . والتسارع كمية متجهة ووحداتها m / s^2 .

التسارع اللحظي

هو متوسط التسارع بين نقطتين قريبتين جداً بيحث يؤول الزمن الفاصل إلى الصفر، وتعطى بالعلاقة التالية

$$a = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{d v}{d t}$$

ويكون التسارع موجب إذا كانت سرعة الجسم تزداد مع الزمن وتوصف الحركة بأنها حركة متسارعة، بينما يكون التسارع سالب إذا كانت سرعة الجسم تناقصية مع الزمن وتوصف الحركة بأنها حركة تباطئية. وعندما تكون السرعة ثابتة مع الزمن فإن التسارع يكون معدوماً.
الرسم التالي يوضح كيفية الحصول على التسارع اللحظي من منحنى السرعة بالنسبة للزمن.



الحركة الخطية المنتظمة

يمكن الحصول على معادلات الحركة الخطية بأسلوب مبسط من خلال التعريف البسيط للتسارع

$$a = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} = \frac{v_f - v_i}{t}$$

$$v_f = v_i + a\,t \qquad (1)$$

متوسط السرعة تعطى بالعلاقة

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

ويمكن حساب معادلة الإزاحة كما يلى

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

$$\Delta X = \bar{v}\ \Delta t = \bar{v}\,.\,t = \frac{v_f + v_i}{2}\ t$$

$$\because\ \Delta X = X_f - X_i$$

$$\therefore\ X_f - X_i = \frac{v_f + v_i}{2}\ t$$

$$X_f = X_i + \frac{v_f + v_i}{2}\ t \qquad (2)$$

بالتعويض من المعادلة رقم (1) فى المعادلة رقم (2) عن قيمة v_f ينتج المعادلة التالية

$$X_f = X_i + v_i\ t + \frac{1}{2}a\ t^2 \qquad (3)$$

من المعادلة (1)

$$v_f = v_i + a\ t$$

$$t = \frac{v_f - v_t}{a}$$

بالتعويض فى المعادلة رقم (2)

$$X_f = X_i + \frac{1}{2}\left(v_f + v_i\right)\left(\frac{v_f - v_i}{a}\right)$$

$$= X_i + \frac{1}{2}\left(\frac{v_i^2 - v_f^2}{a}\right)$$

$$v_f^2 = v_i^2 + 2\,a\left(X_f - X_i\right) \qquad (4)$$

السقوط الحر

يعتبر السقوط الحر حالة خاصة من الحركة المنتظمة ولكن مع استبدال التسارع a بالتعجيل الارضي او الجاذبية الأرضية g– واستبدال الإزاحة فى الاتجاه x بالإزاحة فى الاتجاه y فى المعادلات رقم (1) ، (2) ، (3) ، (4) . ولذلك تصبح معادلات السقوط الحر كالتالى:-

$$v_f = v_i - g\,t \qquad (5)$$

$$y_f = y_i + \frac{v_f + v_i}{2}\,t \qquad (6)$$

$$y_f = y_i + v_i\,t - \frac{1}{2}g\,t^2 \qquad (7)$$

$$v_f^2 = v_i^2 - 2\,g\left(y_f - y_i\right) \qquad (8)$$

- **مثال :**

يتحرك جسم على طول المحور (x) بدأ من $x_i = 12$ m عند اللحظة $t_i = 1$ s ويصل الى $x_f = 4$ m بعد مرور $t_f = 3$ s احسب:

أ) الازاحة ب) متوسط السرعة ج) معدل الحركة

الحـــل:

أ) الازاحة: $\Delta x = x_f - x_i = 4 - 12 = -8\ m$

ب) متوسط السرعة: $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i} = \frac{4-12}{3-1} = \frac{-8}{2} = -4 m/s$

ج) معدل الحركة = 4 m/s وهي قيمة السرعة المتوسطة لان المسافة تساوي الإزاحة

مثـــال:

سيارة سباق تبدأ بتسارع من السكون لتصل الى السرعة 12 m/s بعد 8 s فإذا اعتبرنا ان التسارع ثابت فاحسب:

أ) التسارع ب) المسافة التي تقطعها السيارة ج) السرعة النهائية

الحـل

أ) التسارع: $a = \frac{v_f - v_i}{t} = \frac{12-0}{8} = 1.5\ m/s^2$

ب) المسافة: $x = \frac{1}{2}(v_i + v_f).t = \frac{1}{2}(0+12)\times 8 = 48 m$

ج) السرعة النهائية: $v_f^2 = v_i^2 + 2a.x = 0 + 2(1.5).(48) = 144$

$v_f = 12\ m/s$

مثـــال:

سقطت كرة من السكون من سطح مبنى مرتفع فإذا اهملنا تأثير مقاومة الهواء الاحتكاكية فاحسب المسافة التي تقطعها الكرة وسرعتها وذلك للازمنة 1 s ، 2 s ، 3 s

الحـــل

باستخدام معادلات السقوط الحر: حيث $t_i = 0$, $y_i = 0$, $v_i = 0$

$$v = -g.t = -9.8\ t$$

$$y = -\frac{1}{2}.g.t^2 = -\frac{1}{2}\times 9.8\ t^2$$

وعندما (t = 1 s) يكون: $v = -9.8 \times 1 = -9.8\ m/s$

$$y = -\frac{1}{2}\times 9.8 \times 1^2 = -4.9\ m/s^2$$

وعندما (t = 2 s) يكون: v = - 9.8× 2 = - 19.6 m/s

$$\mathbf{y = -\frac{1}{2} \times 9.8 \times 2^2 = -19.6\ m/s^2}$$

وعندما (t = 3 s) يكون: v = - 9.8× 3 = - 29.4 m/s

$$\mathbf{y = -\frac{1}{2} \times 9.8 \times 3^2 = -44.1\ m/s^2}$$