القوة و الحركة

قوانين نيوتن للحركة Newton's law of motion

وضع نيوتن ثلاثة قوانين أساسية للحركة هي :

القانون الأول:

يظل الجسم الساكن في حالة سكون ما لم تؤثر عليه قوة تغير من حالته . و كذلك الجسم المتحرك بسرعة منتظمة في خط مستقيم يظل على حركته ما لم تؤثر عليه قوى تغير من حالته

و يوضح هذا القانون خاصية القصور للأجسام . فالجسم الساكن يقاوم اي تغير في حالة سكونه و كذلك الجسم المتحرك بسرعة منتظمة يقاوم اي تغير في حالة حركته. وهذا هو ما يسمى بالقصور الذاتي للأجسام.

أمثلة للاجسام المتزنة :

- كتاب مستقر علي سطح المكتب .
- قمر صناعي يدور حول الارض في مدار ثابت وبسرعه زاويه ثابته .
- الكرة المعدنيه في تجربه ستوكس لتعيين اللزوجه وهي تسقط بسرعه ثابته وبخط مستقيم .

2

امثله للاجسام غير المتزنه:

- مصعد يرتفع
- جسم يتحرك راسيا في مجال الجاذبيه الارضيه

القانون الثاني:

إذا أثرنا بقوة F على جسم ما فإنها تحدث أو تحاول أن تحدث تغيراً في حالة الجسم عن حالة سكونه أو حركته الخطية بسرعة منتظمة. وعندما تتغير حالة الجسم تحدث عجلة تسارع a يكون اتجاهها في نفس اتجاه القوة المؤثرة.

$$F = m \cdot a$$

و قد وجد نيوتن أن النسبة بين القوة المؤثرة إلى العجلة الناتجة تكون دائماً ثابتة للجسم الواحد و تساوي كمية المادة بداخله أي كتلته.

إذا كان زمن تأثير القوة هو t و كان مقدار التغير في سرعة الجسم في تلك الفترة هو Δv فمن تعريف العجلة $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

$$F = m \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

مثال:

احسب وزن ولد كتلته 20 kg علما بان تسارع السقوط الحر يساوي 10 m/sec^2 ؟

الحل

$$W = mg = 20 \times 10 = 200 \text{ N}$$

مثال:

احسب محصله القوي المؤثرة في جسم كتلته 0.3kg اذا كان تسارعه يساوي $20\ m/sec^2$ ؟

الحل

$$F = m\ a = 0.3 \times 20 = 6\ N$$

القانون الثالث:

إذا أثر جسم بقوة ما على جسم آخر فإن هذا الجسم الثاني يؤثر بقوة مساوية في المقدار و مضادة في الاتجاه للقوة الأولى . أي أن لكل فعل رد فعل مساوٍ له في المقدار و مضاد له في الاتجاه.

مثال:

جسم وزنه 10 N يستقر علي سطح طاوله افقيه , احسب رد فعل سطح الطاوله علي الجسم مع الرسم ؟

الحل

قوة الفعل $W = 10\ N$

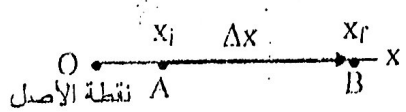
رد الفل $N = 10\ N$



4

الحركة الخطية المنتظمة
Linear Motion

تعتبر الحركة من المواضيع الهامة التي يتحتم علينا دراستها ابتداءً من حركه الجسيمات الصغيرة إلي كرة القدم و السيارة وانتهاءً بحركة النجوم والكواكب. ويسمى العلم الذي يبحث في حركة الجسيمات بعلم الميكانيكا . في هذا الفصل سندرس حركة الجسيمات في خط مستقيم ومن خلاله أيضا سنتعرف على مفاهيم الإزاحة والسرعة والتسارع وعلاقتها ببعضها البعض ومع الزمن أيضا.



Δx تمثل إزاحة الجسم على خط مستقيم من الموضع A إلى الموضع B

الإزاحة Displacement :

تعرف إزاحة الجسم بأنها التغير في موضعه بالنسبة إلى نقطه إسناد (مرجع) معينة وهي كمية متجهة تعتمد على نقطة البداية ونقطة النهاية بغض النظر عن المسار الذي يتبعه الجسم في تحركه.

عندما يتحرك جسم على خط مستقيم و ليكن محور x فإن اتجاه حركته يكون محدداً على هذا المحور. أي أن إزاحة الجسم هي Δx فإذا كانت موجبة فإن ذلك يعني أنها باتجاه محور x الموجب و إذا كانت سالبة فيعني أنها باتجاه محور x السالب. يبين الشكل اعلاه جسماً ينتقل على محور x من الموضع الابتدائي A عند زمن t_i إلي الموضع النهائي B عند زمن t_f. إزاحة الجسم تعطى حسب الصيغة التالية:

$$\Delta x = x_f - x_i$$

ملاحظة / يجب التفريق بين المسافة distance والإزاحة displacement حيث أن المسافة تمثل الطول الفعلي للمسار الذي يقطعه الجسم وهي كمية قياسية ، أما الإزاحة فتمثل أقصر مسافة بين نقطة البداية ونقطة النهاية وهي كمية متجهة.

السرعة (الاتجاهية) المتوسطة Average velocity

نعلم أن حركة جسم ما من موضع عند زمن ابتدائي t_i إلى موضع آخر عند زمن نهائي t_f تستغرق فترة زمنية Δt. تعرف السرعة المتوسطة بأنها نسبة الإزاحة إلى الزمن واتجاهها هو اتجاه الإزاحة وتعطى بالعلاقة :

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i}$$

السرعة (الاتجاهية) اللحظية Instantaneous velocity

تعرف على أنها معدل تغير متجه الموضع بالنسبة للزمن وهي تعبر عن سرعة الجسم عند لحظة معينة

وتعطى حسب العلاقة :

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

السرعة القياسية المتوسطة Average speed

نعرف متوسط السرعة القياسية لجسم ما بأنها نسبة المسافة الكلية التي يقطعها الجسم للزمن الكلي ,

وإذا رمزنا للسرعة القياسية بالرمز s إن :

$$s = \frac{d}{t}$$

حيث d المسافة الكلية المقطوعة خلال زمن مقداره t.

التسارع المتوسط Average acceleration

عندما يتحرك جسم ما بسرعة معينة على خط مستقيم و تزداد سرعته نقول بأنه يتسارع وإذا تناقصت سرعته فنقول أن تسارعه سالب أي أنه يتباطأ وبشكل عام نعرف متوسط التسارع (العجلة المتوسطة) $\bar{a}$ بأنه نسبة تغير السرعة اللحظية للزمن.

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

التسارع اللحظي Instantaneous acceleration

يعرف على أنه معدل تغيُّر السرعة اللحظية بالنسبة للزمن وتعطى حسب العلاقة :

$$a = \frac{dv}{dt}$$

الحركة الخطية بعجله منتظمة Linear motion with constant acceleration

عندما يتحرك جسم ما بسرعة متزايدة أو متناقصة بمعدل ثابت فإن حركته تكون بعجله منتظمة a تعرف بأنها السرعة بالنسبة للزمن.

دعنا نفترض أن جسماً ما يسير بسرعة $v_1 = v_0$ عند بداية الحركة $t_1=0$ و بعد زمن معين $t_2 = t$ اصبحت سرعته $v_2 = v$ فإن التسارع (عجلة الجسم)

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{V - V_0}{t - 0}$$

وتتلخص قوانين الحركة الخطية ذات العجلة المنتظمة فيما يأتي:

أولاً: إذا كان الجسم يتحرك بسرعة ابتدائية v_0 وبعجلة منتظمة a ,تكون سرعته v عند الزمن t هي

$$v = v_0 + at$$

7

ثانياً: إذا كانت المسافة التي يقطعها الجسم خلال الزمن t هي x فإن:

$$x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

وهذه العلاقة تربط بين المتغيرات الثلاث t و a و x

ثالثاً :

$$\boxed{v^2 = v_0^2 + 2ax}$$

مثال

يتحرك جسم من السكون بتسارع منتظم $5\ m/s^2$. جد سرعته بعد مضي ثلاث ثوان على حركته.

الحل:

$$v_0 = 0 \quad , t = 3\ s \quad , a = 5\ m/s^2$$

$$v = v_0 + at$$

$$v = 0 + (5)(3) = 15\ m/s$$

مثال

كانت حافلة تسير على خط مستقيم بسرعة $45\ km/hr$ ، عندما شاهد سائقها حائطا أمامه استعمل الفرملة لإيقاف الحافلة ، ولكنه اصطدم بالحائط بعد أربع ثوان من بداية استعمال الفرملة. فإذا كان الحائط على بعد $40\ m$ من مقدمة الحافلة جد:

$t = 4\ sec$

أ) تسارع (تباطؤ) السيارة قبل التصادم.

ب) سرعة السيارة لحظة التصادم.

8

الحل:

أ) لدينا المعلومات التالية

$t = 4\ sec$

$v_0 = 45\ km/hr = 45\ (1000\ m / 60 \times 60\ sec) = 12.5\ m/s$

$x = 40\ m$

$x = v_0 t + 1/2\ at^2$

$40 = (12.5)\ (4) + (1/2)\ a\ (4)^2$

$a = -1.5\ m/s^2$

نلاحظ ظهور إشارة سالب وهذا يعني أن تسارع السيارة كان بالاتجاه المعاكس لحركتها (تباطؤ).

ب) أصبحت لدينا جميع المتغيرات معلومة ما عدا السرعة النهائية لحظة التصادم ، وبالتالي:

$v = v_0 + at \Rightarrow v = 12.5 + (-1.5)\ (4) = 7.5\ m/s.$

مثال:

جزيئه متحركه علي المحور السيني تم تحديد موضعها بالعلاقه الاتيه

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

احسب السرعه عند الزمن $t = 1$ ses

الحل

$V = dx/dt = -2 + 8t$

$V(t=1) = -2 + 8(1) = 6\ m/s$

مثال

تعطي سرعه جسم بالعلاقه $v = 10 + 2\ t^2$

1/ احسب التغير في السرعه في الفترة $t_1 = 2\ s$ و $t_2 = 5\ s$

2/ متوسط التسارع في نفس الفترة الزمنيه

3/ التسارع عند الزمن $t = 2$ sec

الحل

1/ $\Delta v = v(5) - v(2)$

$V(2) = 18\ m/s$

9

$V(5) = 60\ m/s$

$\Delta v = 60 - 18 = 42\ m/s$

$a = \Delta v / \Delta t = 42/(5-2) = 14\ m/s^2$ /2

3/ $a = dv/dt = 4t\ m/s^2$

$a(t=2) = 4x2 = 8\ m/s^2$

ثم يتحرك في اتجاه ع

$y = 5t^2 - 3$

احسب السرعة و العجلة عند الثانية الأولى $t = 1$ ، $t = \frac{1}{3}$

$V = \frac{dy}{dt} = 10t = 10\ m/sec$

$a = \frac{dv}{dt} = 10 = 10\ m/sec^2$