قانون نيوتن الأول

نلاحظ من مشاهداتنا اليومية أن أي جسم من حولنا مثل المقعد أو المنضدة ، أو أي جسم ساكن لا يغير وضعة من تلقاء نفسه ما لم ندفعه أو نسحبه . أو بوجه عام ما لم نؤثر عليه بقوة خارجية تغير من حالة سكونه .

وكذلك بالنسبة لجسم يتحرك في خط مستقيم وبسرعة ثابتة لا يغير من مقدار سرعته سواء بالزيادة أو بالنقصان أو يغير اتجاه سرعته ما لم تؤثر عليه قوة خارجية .

ولقد عبر نيوتن عن هذه المفاهيم في قانونه الأول الذي ينص على ما يلي :

يبقي الجسم محافظاً على حالته من سكون أو حركة بسرعة ثابتة وعلى خط مستقيم ما لم تؤثر عليه قوة خارجية .

تكمن أهمية هذا القانون في كونه ساعد على إيجاد مفهوم للقوة وارتباطها بتغير سرعة الجسم مقدارا أو اتجاهاً أو كلاهما معاً .

س : قد يكون هناك جسم تؤثر عليه مجموعة من القوى ورغم ذلك يبقى الجسم على حالته من حيث السكون أو الحركة بسرعة ثابتة .فكيف تفسر ذلك ؟

ج: محصله هذه القوى على الجسم تساوى صفراً ، وتكتب هذه النتيجة رياضياً على النحو الآتي :

$$F_{ext} = 0 \quad \Rightarrow \quad v = \text{مقدار ثابت} \qquad \ldots\ldots (3\text{-}6)$$

حيث F_{ext} : تعني محصلة القوى الخارجية المؤثرة على الجسم .

قانون نيوتن الثاني

عندما تؤثر قوى خارجية على جسم ما بحيث أن محصلتها لا تساوي صفراً فإن الجسم يكون في حالة حركة غير منتظمة ، أي أن سرعة الجسم في تزايد أو تناقص أو تغير في اتجاهها ونتيجة لذلك فإن الجسم يكتسب تسارعاً وهذا ما عبر عنه نيوتن في قانونه الثاني والذي ينص على ما يلي :

إذا أثرت قوة (F) على جسم كتلته (m) فإنها تكسبه تسارعاً مقداره a في نفس اتجاه القوة، بحيث تتناسب طردياً مع القوة المؤثرة و عكسياً مع كتلة الجسم .

ونعبر عن ذلك رياضياً على النحو الآتي :

$$F = m\,a \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (3\text{-}7)$$

حيث F : القوة المؤثرة بوحدة نيوتن (N)

m : كتلة الجسم بوحدة (kg)

a : تسارع الجسم بوحدة (m/s^2)

مثال (3-7) :

جسم كتلته 245g يتحرك على مستوى أفقي أملس . أوجد القوة التي تكسبه تسارعاً مقداره $2.45 m/s^2$.

الحل :

$$m = 245\ g = \frac{245}{1000} = 0.245\ kg$$

$$a = 2.45\ m/s$$

$$F = m\,a$$

$$F = 0.245 \times 2.45 = 0.6\ N$$

مثال (8-3)

أعتبر القوة في المثال السابق (3-7) والتي تساوي $F = 0.6N$ وتؤثر على جسم كتلته $490g$ فكم مقدار التسارع الذي يكتسبه الجسم ؟ ثم قارن مقدار التسارع في المثالين .

الحل :

$$m = 490g = \frac{490}{1000} = 0.49kg$$

$$F = 0.6N$$

$$F = ma$$

$$\Rightarrow a = \frac{F}{m}$$

$$\therefore a = \frac{0.6}{0.49} = 10225 \quad m/s^2$$

بمقارنة النتائج :

$$m_1 = 249\ g\ , a = 2.45 m/s^2$$

$$m_2 = 490\ g\ , a = 1.225 m/s^2$$

نستنتج من ذلك أنه كلما زاد مقدار الكتلة كلما قل مقدار التسارع والعلاقة بينها عكسية.

مثال (9-3) :

تؤثر قوة مقدارها 20 N على جسم كتلته 5 kg فكم مقدار التسارع الذي يكتسبه الجسم .

الحل :-

$$F = 10\,N, m = 5\,kg$$

$$\therefore a = \frac{F}{m} = \frac{20}{m} = 4\,m/s^2$$

بمقارنة النتائج :

$$F = 20\ N\ ,\ a = 4\ m/s^2$$

$$F = 10\ N\ ,\ a_2 = 2\ m/s^2$$

نستنتج من ذلك أنه كلما زاد مقدار القوة المؤثرة على الجسم زاد مقدار التسارع والعلاقة بينهما علاقة طردية .

مثال (11 – 3)

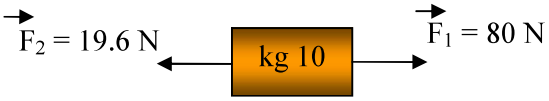
جسم ساكن كتلته $10\ kg$ أثرت عليه قوة مقدارها $80\,N$ فاكتسب الجسم بذلك تسارعاً ، إذا كان الجسم يلقى مقاومة وهي قوة احتكاك الجسم بالأرض تساوي $19.6\ N$ احسب ما يلي :

1ـ مقدار التسارع الذي اكتسبه الجسم.

2ـ المسافة التي قطعها الجسم خلال $10\ s$

الحل :

$$m = 10\ kg \qquad F_2 = 19.6N \qquad F_1 = 80\ N$$



شكل (3-2)

1ـ مقدار التسارع (a)

$$F = ma$$

ولكن القوة المؤثرة $\vec{F}$ عبارة عن محصلة القوتين F_1, F_2 وهي تساوي الفرق بين هاتين القوتين

$$F = F_1 - F_2$$

$$\therefore F_1 - F_2 = ma$$

أي أن : $$\Rightarrow a = \frac{F_1 - F_2}{m} = \frac{80 - 19.6}{10}$$

$$a = 6.04 \ m/s^2$$

2 ـ المسافة (S) : $v_\circ = 0$

$$S = v_\circ t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$S = 0 + \frac{1}{2} \times 6.04 \times 10^2 = 302 \, m$$

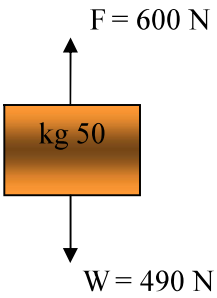
مثال : (3-12)

صندوق شحن كتلته $50\,kg$ سحب رأسيا إلى الأعلى بواسطة آلة رافعة بقوة مقدارها $600\ N$ احسب مقدار تسارع الصندوق إلى الأعلى .

الحل :

يؤثر على الجسم قوتين $F = 600N$ اتجاهها إلى الأعلى والقوة الأخرى هي وزن الجسم (W) واتجاهها إلى أسفل وهي تساوي :ـ

$$W = m g$$
$$= 50 \times 9.5 = 490 \ N$$



شكل (3-3)

$$F = m\ a$$
$$\Rightarrow F - W = m\ a$$
$$a = \frac{F - W}{m} = \frac{600 - 490}{50}$$
$$a = 2.2\ m/s^2$$

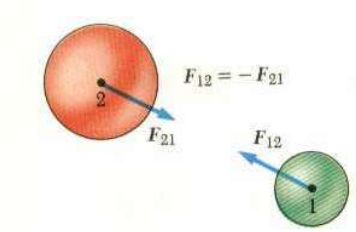
قانون نيوتن الثالث :

لا توجد في الكون قوة بمفردها ، بل تحدث القوى دائماً في أزواج متساوية في المقدار ومتعاكسة في الاتجاه تسمى الفعل ورد الفعل .

وهكذا إذا بذل الجسم الأول قوة F_{12} على الجسم الثاني كما في الشكل (3-4) فإن الجسم الثاني سيؤثر على الجسم الأول بقوة F_{21} مساوية لها في المقدار ومعاكسة لها في الاتجاه . أي أن :

$$F_{12} = -F_{21}$$

الإشارة (-) تعني أن القوة F_{21} عكس اتجاه القوة F_{12}



شكل (3-4)

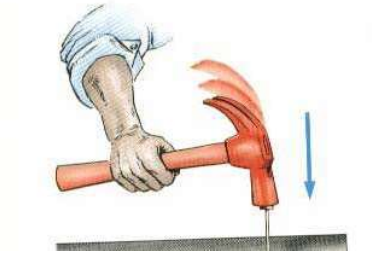
وهذا ما يعرف بقانون نيوتن الثالث الذي صيغته على النحو الآتي :

لكل قوة فعل قوة رد فعل مساوية لها في المقدار ومعاكسة لها في الاتجاه

ومن الأمثلة على ذلك ما يلي :

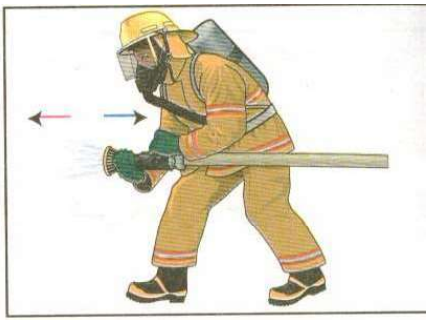
1 - إذا حاولت دفع سيارة معطلة ستشعر بدفع معاكس متناسب مع قوة دفعك للسيارة .

2 - قوة فعل المطرقة على المسمار ورد فعل قوة المسمار على المطرقة كما في الشكل (5-3)



شكل (5-3)

3 - يشعر رجل الإطفاء بقوة رد فعل تدفعه إلى الخلف بسبب قوة فعل اندفاع الماء من الخرطوم كما في الشكل (6-3) .



شكل (6-3)