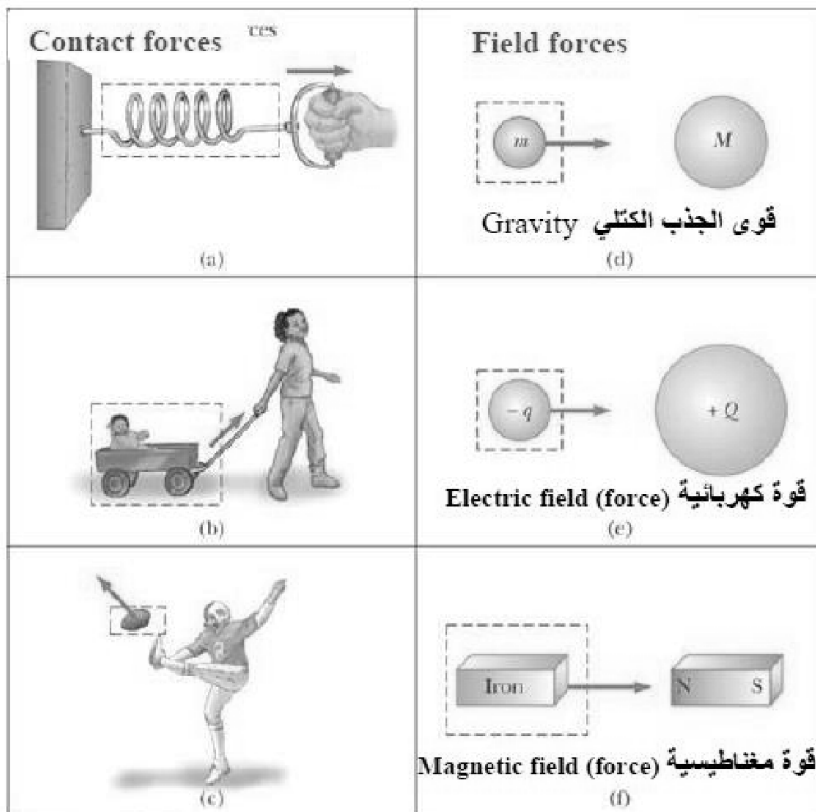


# الفصل الرابع: القوة وقوانين الحركة

## Force and Newton's law of motion

### 1-4 القوة Force

نتعامل في حياتنا اليومية مع العديد من أنواع القوى المختلفة التي قد تؤثر على الأجسام المتحركة فتغير من سرعتها مثل شخص يدفع عربة أو يسحبها أو أن تؤثر القوة على الأجسام الساكنة لتبقيها ساكنة مثل الكتاب على الطاولة أو الصور المعلقة على الحائط. ويكون تأثير القوة مباشر *Contact force* مثل سحب زنبرك أو دفع صندوق ويمكن أن يكون تأثير القوة عن بعد *Action-at-a-distance* مثل تنافر أو تجاذب قطبي مغناطيس.



شكل (1-4) أنواع مختلفة من القوى

يوجد العديد من أنواع القوة الموجودة في الطبيعة وهي إما أن تكون ميكانيكية أو جاذبية أو كهربية أو مغناطيسية أو نووية.

يعرف الجسم الساكن بأنه في حالة اتزان *equilibrium* عندما تكون محصلة القوى المؤثرة عليه تساوي صفراً.

### 2-4 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 أي تغير في حالة سكونه و كذلك الجسم المتحرك بسرعة منتظمة يقاوم أي تغير في حالة حركته. وهذا هو ما يعرف بالقصور الذاتي للأجسام.

### 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.

$$F = m a \quad (4-1)$$

و قد وجد نيوتن أن النسبة بين القوة المؤثرة إلى العجلة الناتجة تكون دائماً ثابتة للجسم الواحد و تساوي كمية المادة بداخله أي كتلته. ووحدة قياس القوة هي النيوتن ( $1N = 1 \text{ kg.m/s}^2$ ). وقد سميت وحدة القوة بنيوتن تكريماً للعالم نيوتن.

$$\sum \vec{F} = 0 \quad \text{Newton's first law}$$

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \quad \text{Newton's second law}$$

الكمية  $mv$  تعرف بكمية الحركة ويرمز لها بالرمز  $P$  وتقاس بوحدة  $\text{Kg.m/sec}$  وتعطى حسب العلاقة

$$P = mv \quad (4-2)$$

### 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.

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

والرمز  $F_{12}$  يعني القوة التي يتأثر بها الجسم الأول نتيجة للجسم الثاني.

## 3-4 الكتلة والوزن Mass & Weight

**الكتلة:** هي مقدار ما يحتويه الجسم من مادة ويقاس بال  $\text{kg}$ .

**الوزن:** هو قوة جذب الأرض للجسم هو كمية فيزيائية لها وحدة القوة ( $N$ ).

فإذا كانت كتلة الجسم هي  $m$  وعجلة الجاذبية الأرضية هي  $g$  فإن وزن الجسم  $W$  يُعطى حسب العلاقة التالية:

$$W = m g$$

(4-3)

ويلاحظ هنا أن وزن الجسم كمية متجهة أما كتلة الجسم فهي كمية غير متجهة.

#### مثال (1-4)

أحسب وزن ولد كتلته 20 Kg علماً بأن تسارع تسارع السقوط الحر يساوي  $10 \text{ m/sec}^2$ .

الحل

وزن الولد يعطى من:

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

#### قوة الشد (Tension)

عند سحب جسم بواسطة حبل فإن القوة المؤثرة على الجسم من خلال الحبل تدعى قوة الشد *Tension* ويرمز لها بالرمز *T* ووحدته N. ويظهر في الشكل صور مختلفة من قوة الشد وكيفية تحديدها على الشكل.

#### مثال (2-4)

احسب محصلة القوى المؤثرة في جسم كتلته 0.3 Kg إذا كان تسارعه  $20 \text{ m/sec}^2$ .

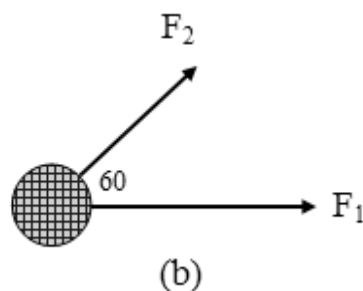
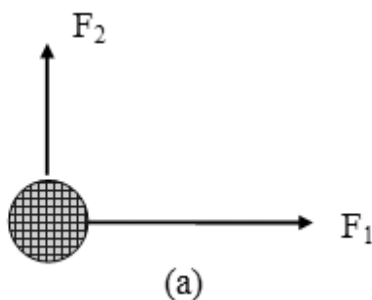
الحل

$$m = 0.3 \text{ Kg}, \quad a = 20 \text{ m/sec}^2$$

$$F = ma = 0.3 \times 20 = 6 \text{ N}$$

#### مثال (3-4)

قوتان  $F_1$  و  $F_2$  تؤثران على جسم كتلته 5 kg فإذا كانت  $F_1 = 20 \text{ N}$  و  $F_2 = 15 \text{ N}$  فاحسب العجلة أو التسارع الذي سيتحرك به الجسم نتيجة للقوتين المؤثرتين عليه في الشكلين (a) , (b)



$$(a) \sum \mathbf{F} = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 = (20\mathbf{i} + 15\mathbf{j}) \text{ N}$$

$$\sum \mathbf{F} = m\mathbf{a} = 20\mathbf{i} + 15\mathbf{j} = 5 \mathbf{a}$$

$$\mathbf{a} = (4\mathbf{i} + 3\mathbf{j}) \text{ m/s}^2 \text{ or } a = 5 \text{ m/s}^2$$

$$(b) F_{2x} = 15 \cos 60 = 7.5 \text{ N}$$

$$F_{2y} = 15 \sin 60 = 13 \text{ N}$$

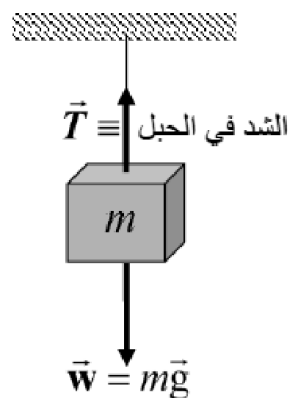
$$\mathbf{F}_2 = (7.5\mathbf{i} + 13\mathbf{j}) \text{ N}$$

$$\sum \mathbf{F} = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 = (27.5\mathbf{i} + 13\mathbf{j}) = m\mathbf{a} = 5 \mathbf{a}$$

$$\mathbf{a} = (5.5\mathbf{i} + 2.6\mathbf{j}) \text{ m/s}^2 \text{ or } a = 6.08 \text{ m/s}^2$$

#### مثال (4-4)

إذا علقنا صندوق بحبل، كما يوضح الشكل أوجد الشد في الحبل.



**الحل:**

لدينا قوتان فقط تؤثران على الصندوق: الشد (لأعلى) والوزن (لأسفل).

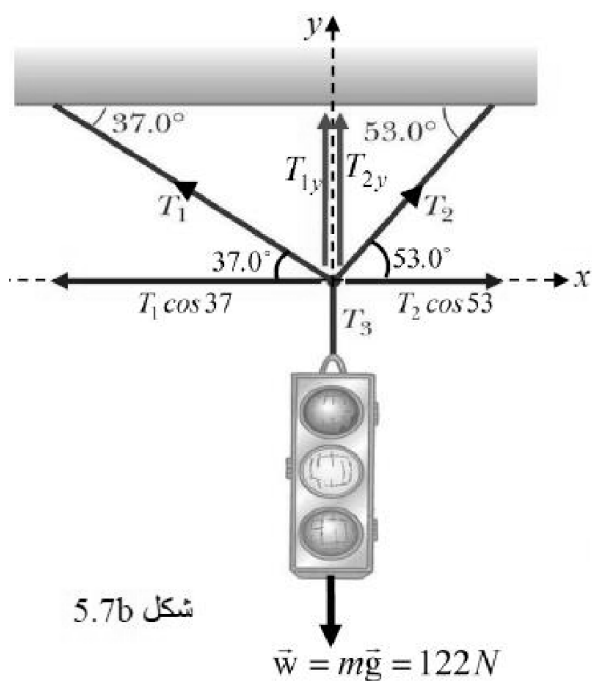
وبما أن الصندوق ساكن، فتسارعه صفراً: من قانون نيوتن الثاني نجد

$$\sum F_y = ma_y \text{ أو } \sum \mathbf{F} = m\mathbf{a}$$

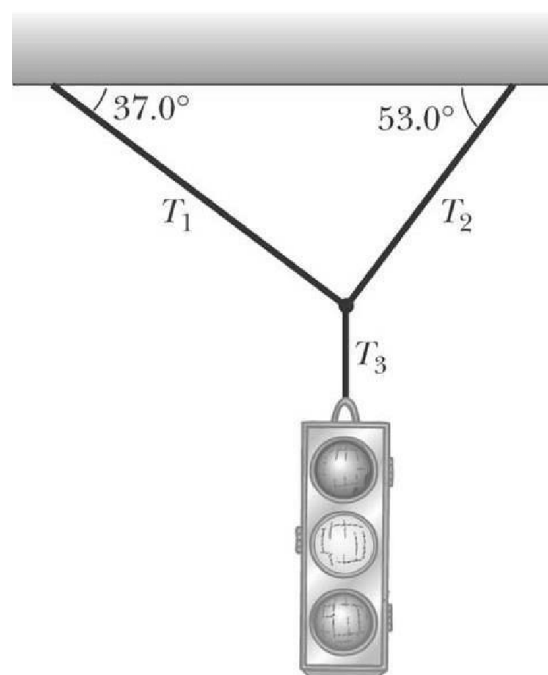
$$T = w = mg \text{ لذا } T - w = 0$$

#### مثال (5-4)

إشارة ضوئية تزن 122N. الحبلان العلويان ينقطعان إذا زاد الشد فيهما عن 100N أوجد الشدين  $T_1$  و  $T_2$



شكل 5.7b



الحل

النظام في حالة اتزان. نحلل القوتين ( الشدين  $T_1$  و  $T_2$  ) الى مركبتيهما، ونطبق قانون نيوتن الثاني على كل من المركبتين السينية والصادية (x- and y-components):

Force	x Component	y Component
$T_1$	$-T_1 \cos 37.0^\circ$	$T_1 \sin 37.0^\circ$
$T_2$	$T_2 \cos 53.0^\circ$	$T_2 \sin 53.0^\circ$
$T_3$	0	-122 N

$$T_1 \quad -T_1 \cos 37.0^\circ \quad T_1 \sin 37.0^\circ$$

$$T_2 \quad T_2 \cos 53.0^\circ \quad T_2 \sin 53.0^\circ$$

$$T_3 \quad 0 \quad -122 \text{ N}$$

$$(1) \quad \sum F_x = -T_1 \cos 37.0^\circ + T_2 \cos 53.0^\circ = 0$$

$$(2) \quad \sum F_y = T_1 \sin 37.0^\circ + T_2 \sin 53.0^\circ + (-122 \text{ N}) = 0$$

$$(3) \quad T_2 = T_1 \left( \frac{\cos 37.0^\circ}{\cos 53.0^\circ} \right) = 1.33 T_1$$

$$T_1 \sin 37.0^\circ + (1.33 T_1) (\sin 53.0^\circ) - 122 \text{ N} = 0$$

$$T_1 = 73.4 \text{ N}$$

$$T_2 = 1.33 T_1 = 97.4 \text{ N}$$

لاحظ أن كل من القيمتين أقل من 100N وبالتالي لا ينقطع الحبلان.