

## Newton Law

The study of motion is called **Mechanics**, **kinematics** only describes the way objects move—their velocity and their acceleration. **Dynamics** is the study of how forces affect the motion of objects and systems. It considers the causes of motion of objects and systems of interest, where a system is anything being analyzed. **The foundation of dynamics is the laws of motion stated by Isaac Newton (1642–1727).** Newton's Laws we begin the study of how motion occurs in the real world. The **relation between force and acceleration** was **given by Isaac Newton in his three laws of motion**, which form the basis of elementary physics. These laws provide an example of the breadth and simplicity of principles under which nature functions. They are also universal laws in that they apply to situations on Earth and in space.

### Foundations of Newtonian Mechanics Three fundamental quantities:

- (i) Mass
- (ii) Motion
- (iii) Force

## Law 1

**Everybody continues in its state of rest or of uniform rectilinear motion except if it is compelled by forces acting on it to change that state.**

ينص على أنه: يبقى الجسم الساكن على حالته الساكنة، ويبقى الجسم المتحرك بسرعة ثابتة في خط مستقيم على حالته من الحركة ما لم تجبرهما قوى خارجية على تغيير حالتيهما

الصيغة الرياضية للقانون الاول لنيوتن :

"محصلة القوى المؤثرة على الجسم او المتحرك = صفر"

$$\sum F = 0 \quad \dots\dots\dots 1$$

$$F = ma \quad \dots\dots\dots 2$$

في حالة السكون:

$$a = \frac{v}{t} = 0 \quad \dots\dots\dots 3$$

$$F = ma = \frac{v}{t} = 0 \quad \dots\dots\dots 4$$

في حالة الحركة بسرعة ثابتة:

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = 0 \quad \dots\dots\dots 5$$

## Law 2

The change of motion is proportional to the applied force and takes place in the direction of the straight line along which that force acts.

يتناسب تعجيل الجسم تناسباً طردياً مع محصلة القوى الخارجية المؤثرة عليه و عكسياً مع كتلته و يكون بنفس اتجاه المحصلة

أي ان محصلة القوى لا تساوي صفر

الصيغة الرياضية للقانون الثاني لنيوتن :

$$F = ma \dots\dots\dots 6$$

إذا أثرت على الجسم قوتان أو أكثر فإن محصلة القوى :

$$\sum F = ma \dots\dots\dots 7$$

## SI Unit for Force

$$(\text{kg})\left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$$

This combination of units is called a *newton* (N)

### Units for Mass, Acceleration, and Force

System	Mass	Acceleration	Force
SI	kilogram (kg)	meter/second <sup>2</sup> (m/s <sup>2</sup> )	newton (N)
CGS	gram (g)	centimeter/second <sup>2</sup> (cm/s <sup>2</sup> )	dyne (dyn)
BE	slug (sl)	foot/second <sup>2</sup> (ft/s <sup>2</sup> )	pound (lb)

## Examples of Forces

One of the most familiar forces is the weight of a body, which is the gravitational force that the earth exerts on the body. (If you are on another planet, your weight is the gravitational force that planet exerts on you).

Newton's second law tells us that a force must act to produce this acceleration. If a 1-kg body falls with an acceleration of  $9.8 \text{ m/s}^2$  the required force has magnitude

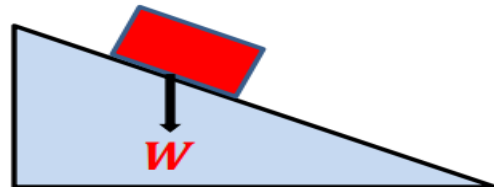
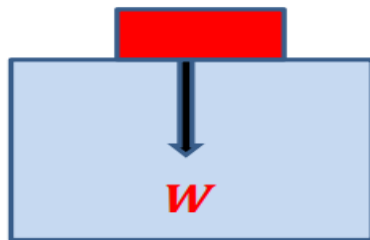
$$F = ma = (1 \text{ kg}) (9.8 \text{ m/s}^2) = 9.8 \text{ kg.m/s}^2 = 9.8 \text{ N}$$

**The force that makes the body accelerate downward is its weight.** For all masses near the earth's surface, the earth exerts a downward gravitational force which is known as the **weight** of the mass and has a magnitude given by

$$w = mg \quad , (\text{Magnitude of the weight of a body of mass } m)$$

الوزن (W) مقدار قوة جذب الارض للجسم

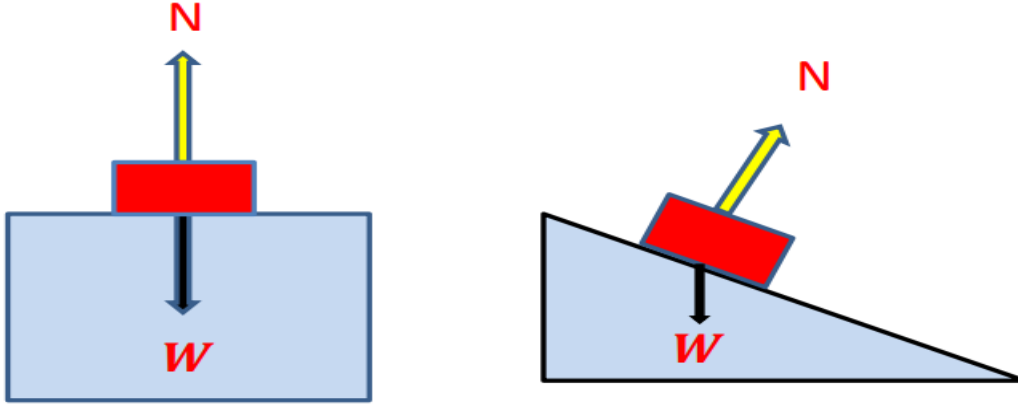
أي جسم قريب من سطح الارض يتأثر بقوة جذب الارض له ويكون اتجاهها نحو الارض دائما



In general the force from the surface will have a perpendicular (normal) component which we call the **normal force (N)** of the surface.

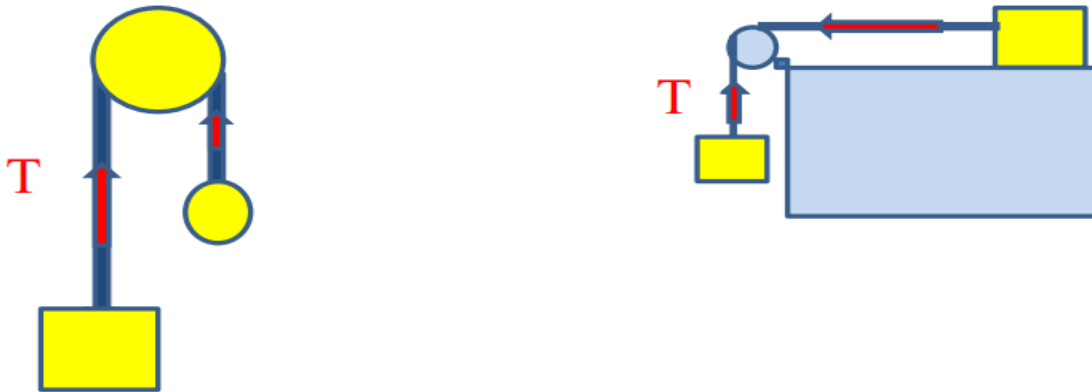
Lecture Nine, Ten: The Newton's laws

قوة رد الفعل العمودية  $N$ : عند وضع أي جسم على سطح ما، فإن ذلك سوف يدفع الجسم بقوة تسمى القوة العمودية.



A taught string (a string “under tension”) exerts forces on the objects which are attached to either end. The forces are directed inward along the length of the string.) In our first problems we will make the approximation that the string has no mass, and when it passes over any pulley, the pulley’s mass can also be ignored. In that case, the magnitude of the string’s force on either end is the same and will usually be called (**T string’s tension**).

قوة الشد  $T$ : هي قوة تعمل بين جسمين بحيث تشد احدهما الاخرى بواسطة حبل او خيط



## Newton's Second Law and Momentum

Newton actually stated his second law in terms of momentum: **“The instantaneous rate at which a body's momentum changes are equal to the net force acting on the body”** But what is the momentum  $p$

$$p = mv$$

With  $m$  the mass, and  $v$  the velocity of the body. We therefore rewrite the Second Law as

$$F_{\text{net}} = dp/dt$$

$$= d/dt (mv)$$

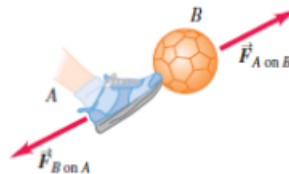
$$F_{\text{net}} = m dv/dt$$

$$= ma$$

## Law 3

**To every action there is always an equal and contrary reaction; or the mutual actions of any two bodies are always equal and oppositely directed along the same straight line.**

$$F_1 = -F_2$$

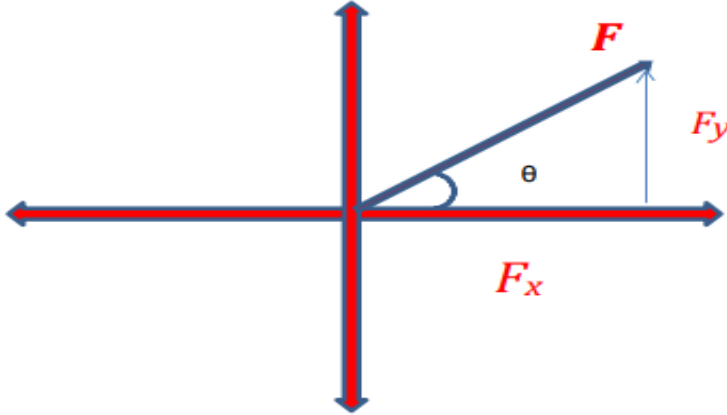


ينص هذا القانون على أن لكل فعل رد فعل يساويه في المقدار يعاكسه في الاتجاه . و بتعبير آخر إذا كان لدينا جسمان و اثر الجسم الأول على الجسم الثاني فان الجسم الثاني يؤثر بقوة مساوية بالمقدار على الجسم الأول و لكن بعكس الاتجاه و تكون القوتان واقعتين على الخط الواصل بين الجسمين.

ملاحظات مهمة لحل مسائل قوانين نيوتن

اولا

فإذا كان لدينا المتجه القوة  $F$  فإن مركباته  $F_x$  و  $F_y$  سوف تكون بالشكل التالي :



1 - مركبات هذا

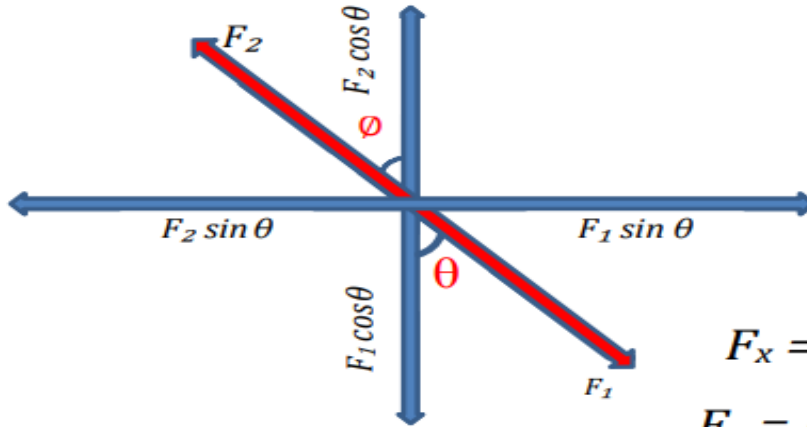
الشكل :

$$F_x = F \cos \theta$$

$$F_y = F \sin \theta$$

2 - مركبات هذا

الشكل :



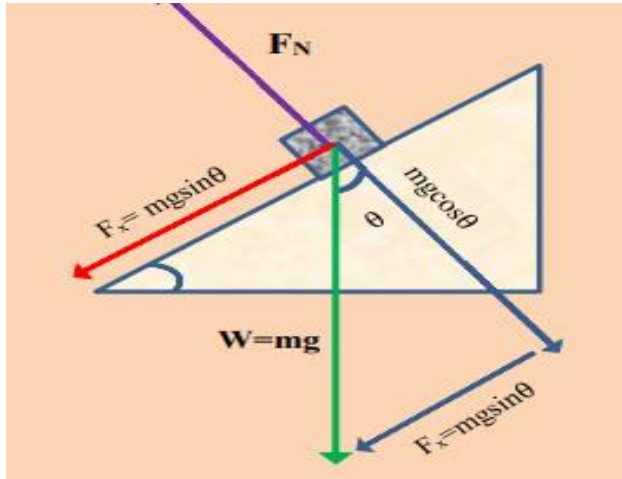
$$F_x = F_1 \sin \theta - F_2 \sin \theta$$

$$F_y = F_2 \cos \theta - F_1 \cos \theta$$

## ثانيا

$$\sin\theta = \frac{F_x}{mg}, F_x = mg\sin\theta$$

$$\cos\theta = \frac{F_y}{mg}, F_y = mg\cos\theta$$



## ثالثا

$$\sum F_y = ma$$

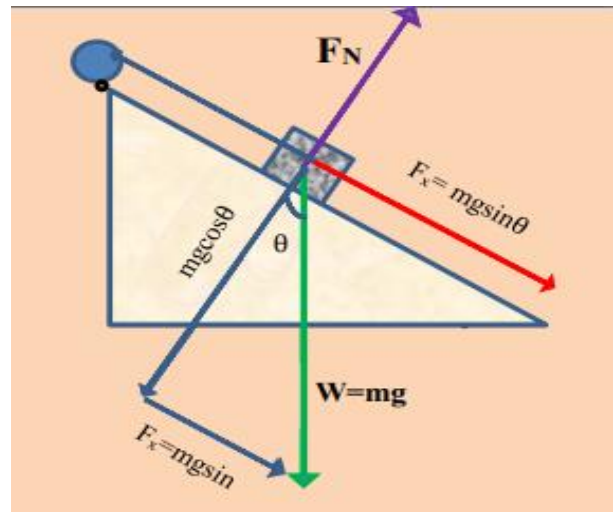
$$F_y = F_N - mg\cos\theta$$

$$ma = F_N - mg\cos\theta$$

$$\sum F_x = ma$$

$$F_x = mg\sin\theta$$

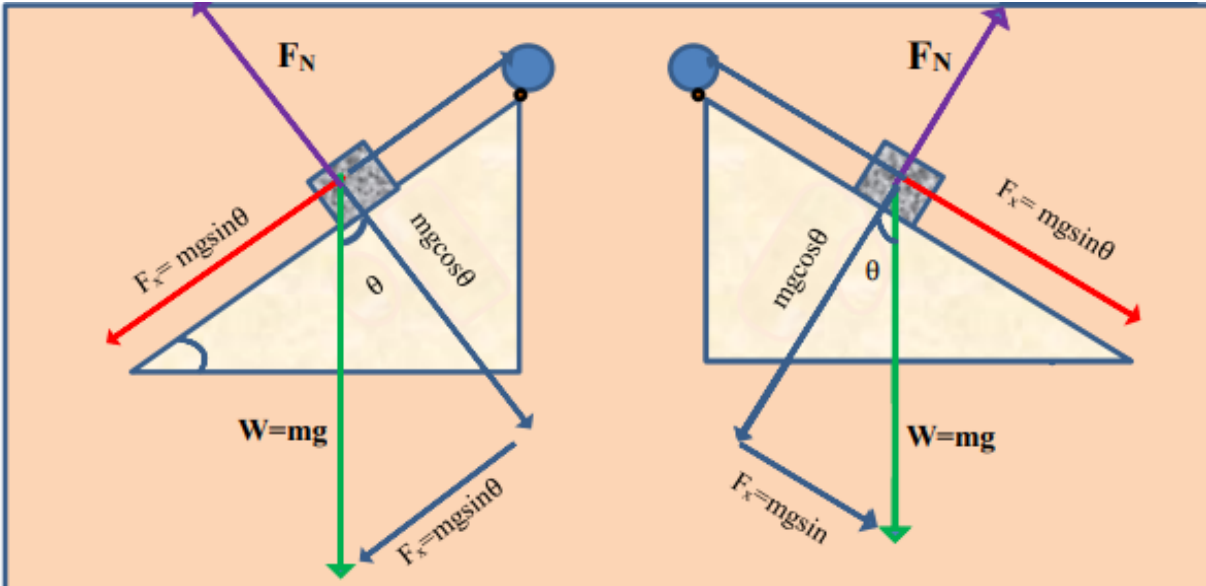
$$ma = mg\sin\theta$$





رابعاً

في حالة وجود الشد في الحبل او الخيط



$$\sum F_y = ma$$

$$F_y = FN - mg\cos\theta$$

$$ma = FN - mg\cos\theta$$

$$\sum F_y = 0$$

$$F_y = FN - mg\cos\theta$$

$$ma = FN - mg\cos\theta$$

$$\sum F_x = ma$$

$$F_x = T - mgsin\theta$$

$$ma = T - mgsin\theta$$

$$\sum F_x = ma$$

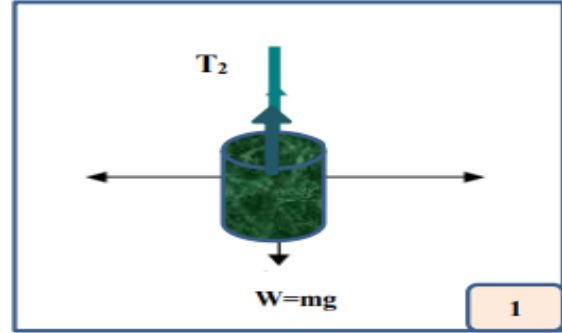
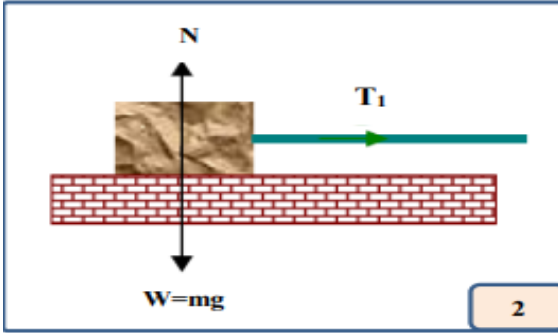
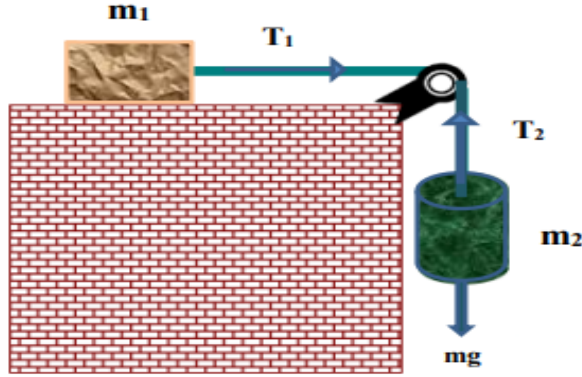
$$F_x = mgsin\theta - T$$

$$ma = mgsin\theta - T$$

خامسا:

في حالة الشد في الخيط

عندما تكون حركة الجسم للأسفل فان الوزن  $W=mg$  يكون موجب والشد  $T$  سالب.



في الشكل ( 2 ) نأخذ القوة التي تؤثر على حركة الجسم وهي قوة الشد في اتجاه محور x لان الوزن لا يؤثر على حركة الجسم

نعزل الجسمين عن بعضهما وبما ان  $m_2$  اكبر من  $m_1$  فان حرك الجسم في الشكل 1 تكون الى الاسفل أي ان الوزن موجب والشد سالب لذلك يكون قانون نيوتن الثاني كما يلي :

$$\sum Fx = ma$$

$$Fx = T$$

$$T = ma$$

$$\sum Fy = ma$$

$$Fy = mgsin\theta - T$$

$$ma = mgsin\theta - T$$