Bio – Mechanics الميكانيكا الحيوية

الميكانيكا الحيوية: هو تطبيق للمبادئ الميكانيكية على الكائنات الحية. هذا يشمل دراسة وتحليل ميكانيكا الكائنات الحية وتطبيق المبادئ الهندسية واستقائها من الأنظمة الإحيائية.

ومن الأمثلة البسيطة لأبحاث الميكانيكا الحيوية تشمل دراسة القوى المؤثرة على الإطراف (الأعضاء), والديناميكا الهوائية لطيران الحشرات والطيور, وميكانيكا الموائع في سباحة السمك, الثباتية والرسوخ التي تقدمها جذور الأشجار, وجميع أنواع الحركة في كل إشكال الحياة.

تلعب الميكانيكا التطبيقية أدوارا أساسية في دراسة الميكانيكا الحيوية, وخصوصا الديناميكا الحرارية, وميكانيكا الأوساط المتصلة, وفروع الهندسة الميكانيكية مثل ميكانيكا الموائع, وميكانيكا الأجسام الصلبة.

Isaac Newton

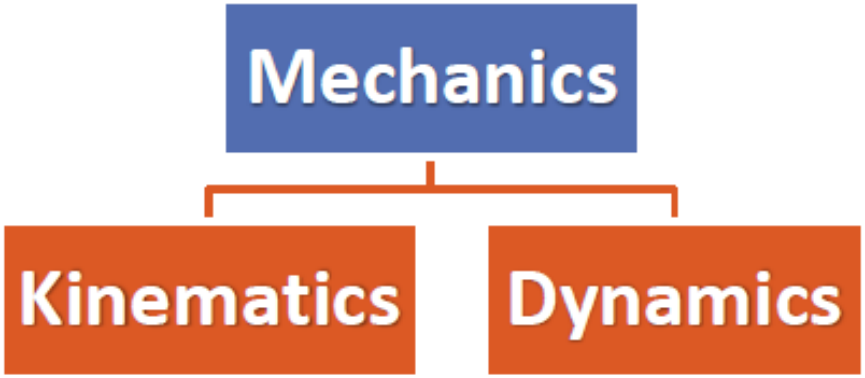
English physicist and mathematician (1642–1727)

Isaac Newton's work represents one of the greatest contributions to science ever made by an individual.

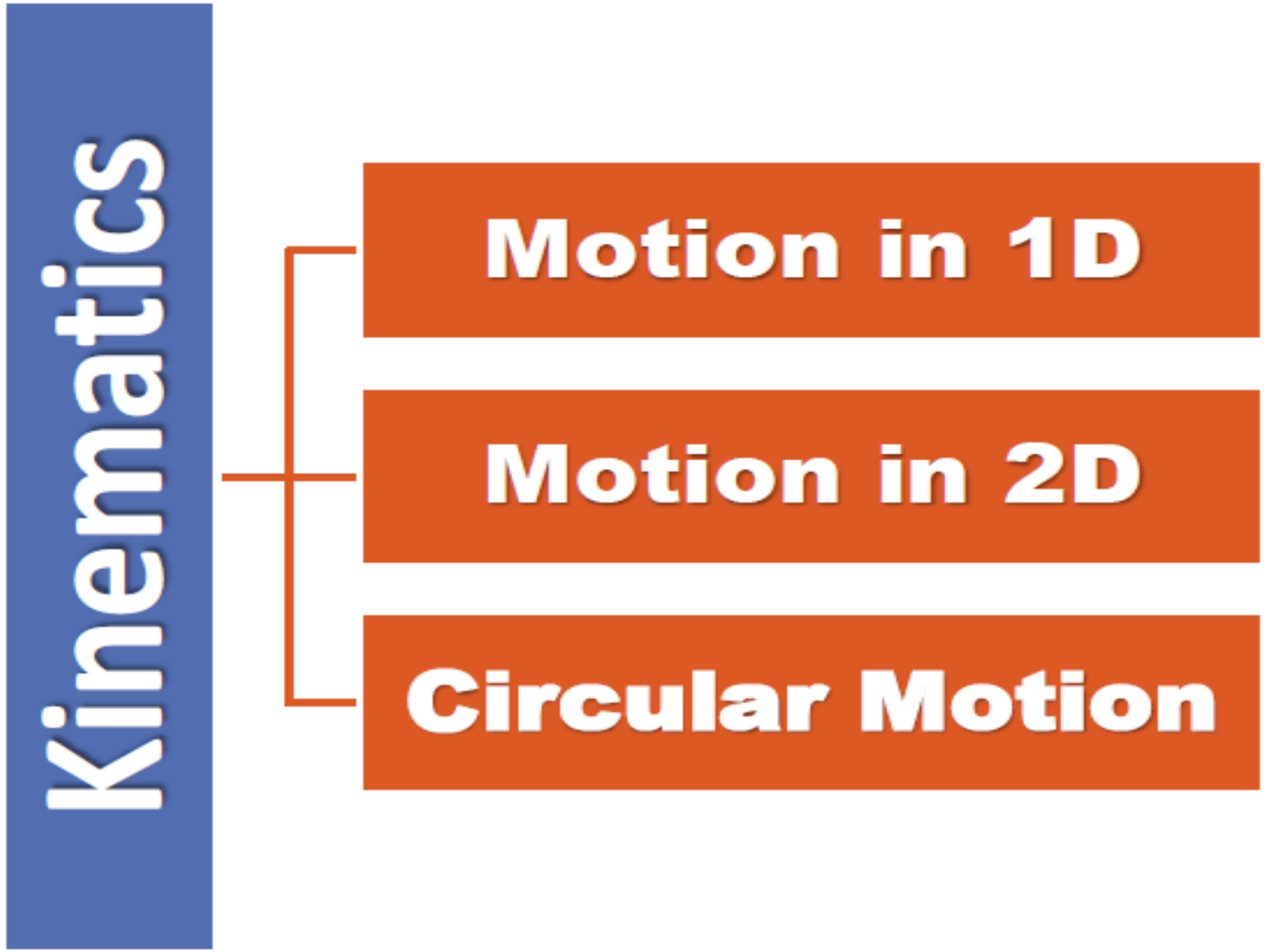
هنـــــــــــــــــــــــــــــاك

كمية فيزيائية هامة تدعى القوة *Force* والتي وضع العالم نيوتن ثلاث قوانين أساسية تعتمد على الملاحظات التجريبية التي أجراها منذ أكثر من ثلاث قرون. والعلم الذي يدرس العلاقة بين حركة الجسم والقوة المؤثرة عليه هو من علوم الميكانيكا الكلاسيكية *Classical mechanics* والتي تعرف باسم ديناميكا *Dynamics*، وكلمة كلاسيك هنا تدل على أننا نتعامل فقط مع سرعات اقل بكثير من سرعة الضوء وأجسام أكبر بكثير من الذرة.

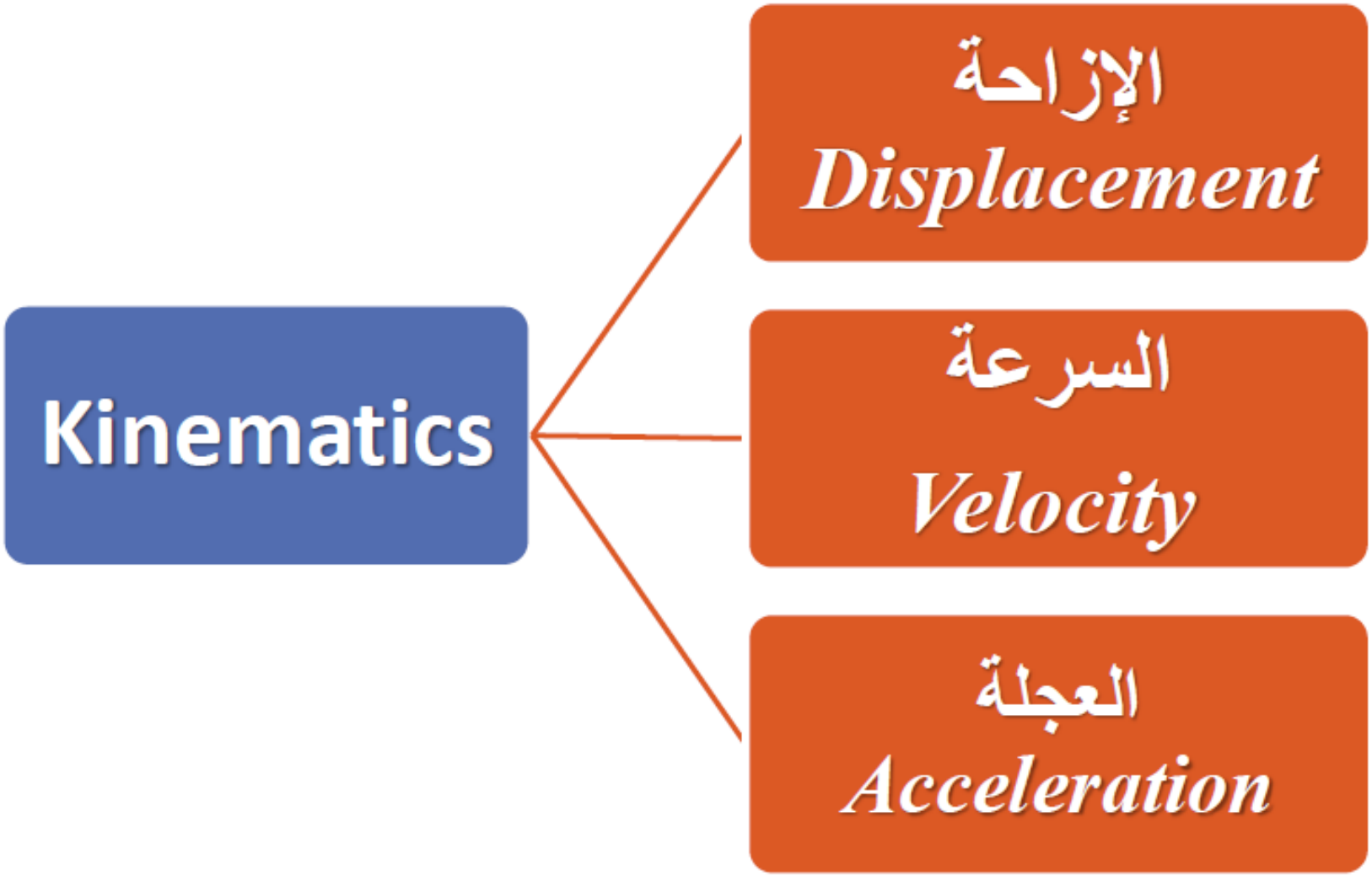
علم الميكانيكا من العلوم الواسعة التي تهتم بدراسة حركة الأجسام ومسبباتها، ويتفرع من هذا العلم فروع أخرى مثل الكينماتيكا *Kinematics* والديناميكا *Dynamics*.



وعلم الكينماتيكا *Kinematics* يهتم بوصف حركة الأجسام دون النظر إلى مسبباتها، أما علم الديناميكا *Dynamics* فهو يدرس حركة الأجسام ومسبباتها مثل القوة والكتلة.


Kinematics
Motion in 1D
Motion in 2D
Circular Motion

أساسيات دراسة علم وصف الحركة *Kinematics* للأجسام المادية



The Position Vector and the Displacement Vector

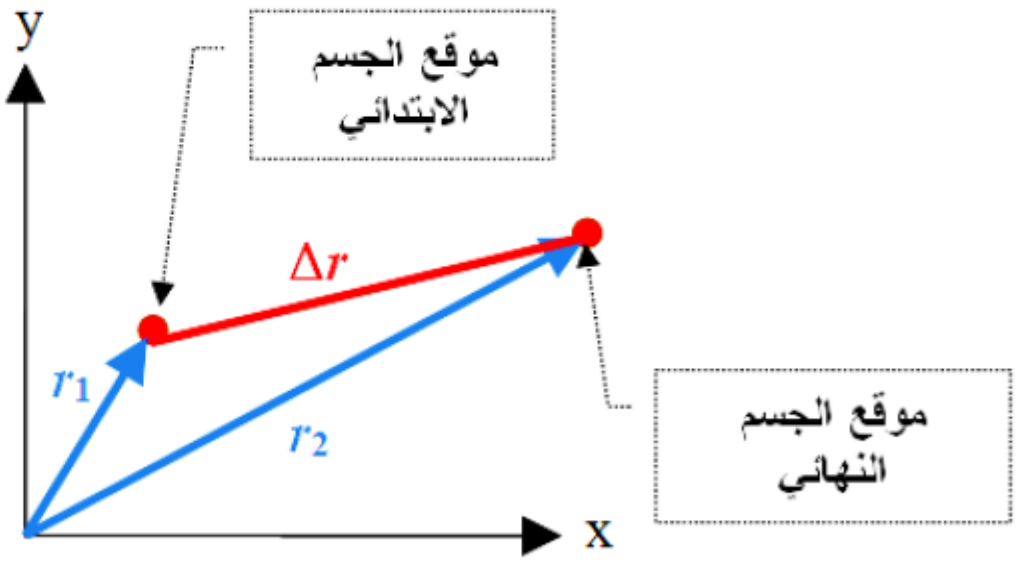
نحتاج هنا إلى اعتماد محاور إسناد لتحديد موضع الجسم المتحرك عند أزمنة مختلفة ومن المناسب اعتماد محاور الإسناد الكارتيزية أو ما سميت بـ *rectangular coordinate (x,y,z).*

يمكن اعتبار متجه الموضع *Position vector* هو المتجه الواصل من مركز إسناد معين إلى مكان الجسم المراد تحديده.

$$\vec{r}_1 = x_1 i + y_1 j$$

$$\vec{r}_2 = x_2 i + y_2 j$$

$$\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$



***Δr* is the displacement vector which represent the change in the position vector.**

Example 2

Calculate the displacement vector for a particle moved from the point (4, 3, 2) to a point (8, 3, 6).

Solution

The position vector for the first point is $\vec{r}_1 = 4i + 3j + 2k$

The position vector for the second point is $\vec{r}_2 = 8i + 3j + 6k$

The displacement vector

$$\Delta\vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$

$$\therefore \Delta\vec{r} = 4i + 4k$$

Dynamics

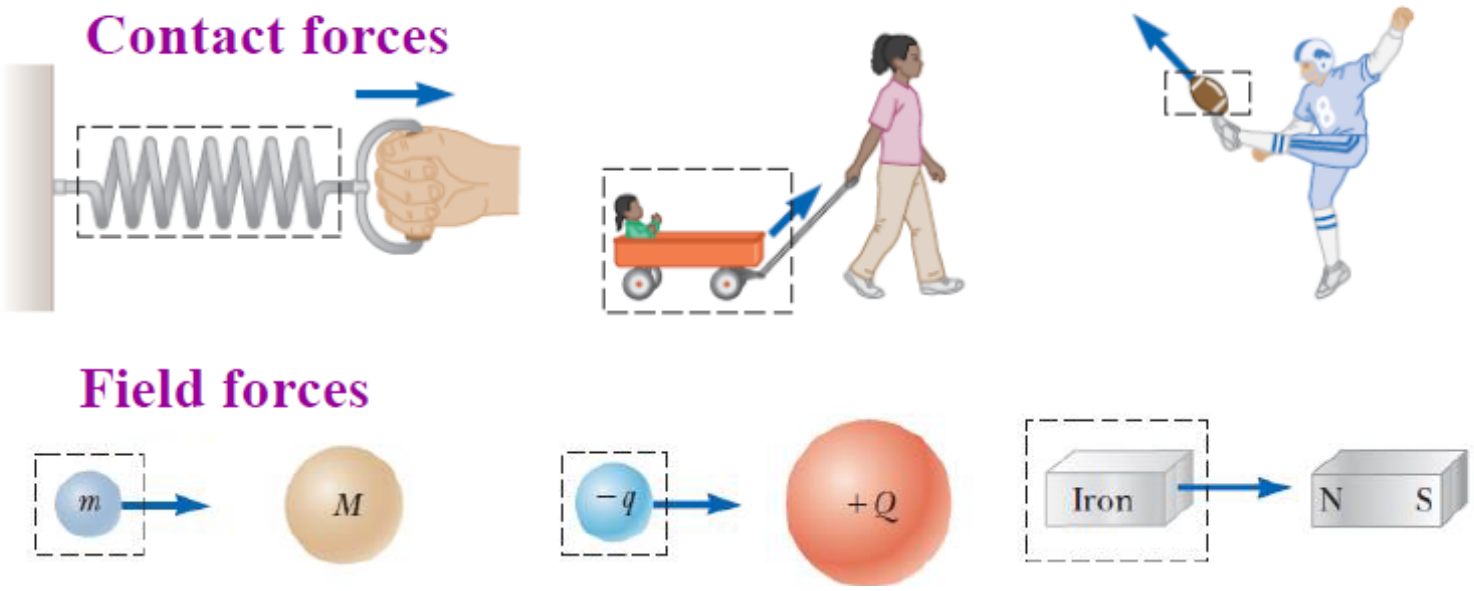
Isaac Newton
English physicist and mathematician
(1642–1727)
Isaac Newton's work represents one of the greatest contributions to science ever made by an individual.

هنـــــــــــــــــــــــــاك

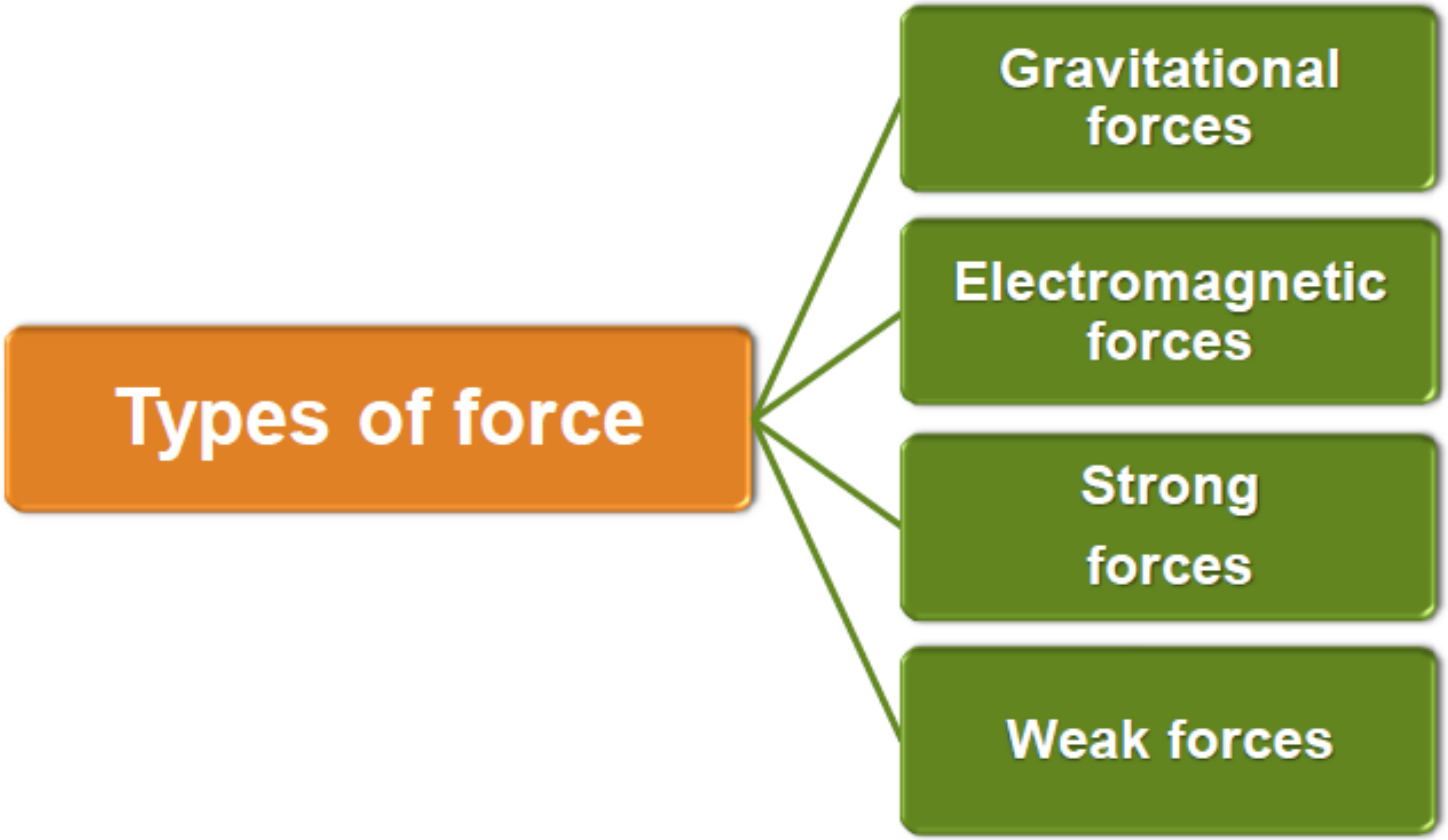
كمية فيزيائية هامة تدعى القوة *Force* والتي وضع العالم نيوتن ثلاث قوانين أساسية تعتمد على الملاحظات التجريبية التي أجراها منذ أكثر من ثلاث قرون. والعلم الذي يدرس العلاقة بين حركة الجسم والقوة المؤثرة عليه هو من علوم الميكانيكا الكلاسيكية *Classical mechanics* والتي تعرف باسم ديناميكا *Dynamics*، وكلمة كلاسيك هنا تدل على أننا نتعامل فقط مع سرعات اقل بكثير من سرعة الضوء وأجسام أكبر بكثير من الذرة.

The Concept of Force

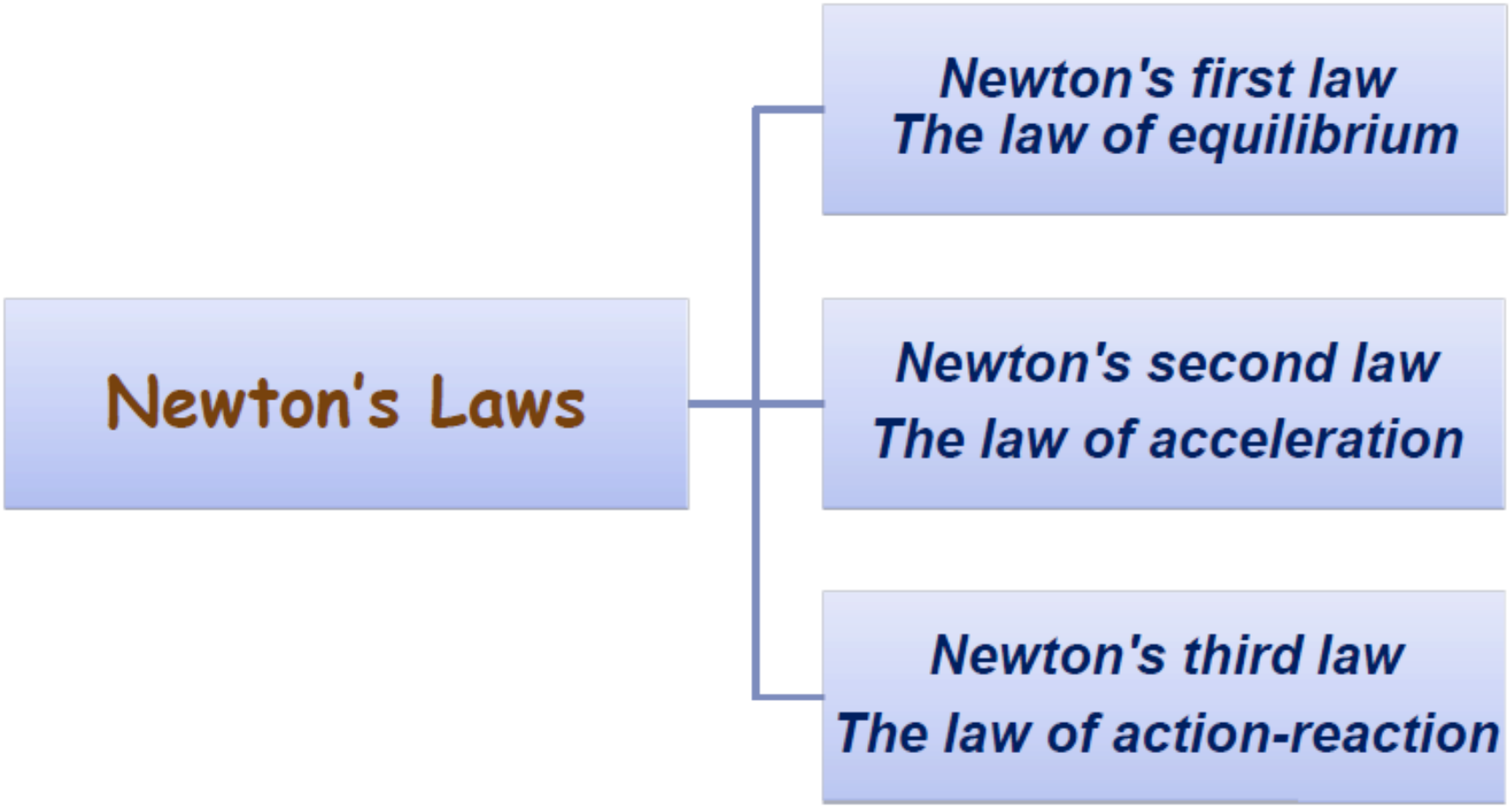
- The word *force* refers to an interaction with an object by means of muscular activity and some change in the object's velocity.
- Forces do not always cause motion, however. For example, when you are sitting, a gravitational force acts on your body and yet you remain stationary.



Fundamental Forces in Nature



Newton's Laws of Motion



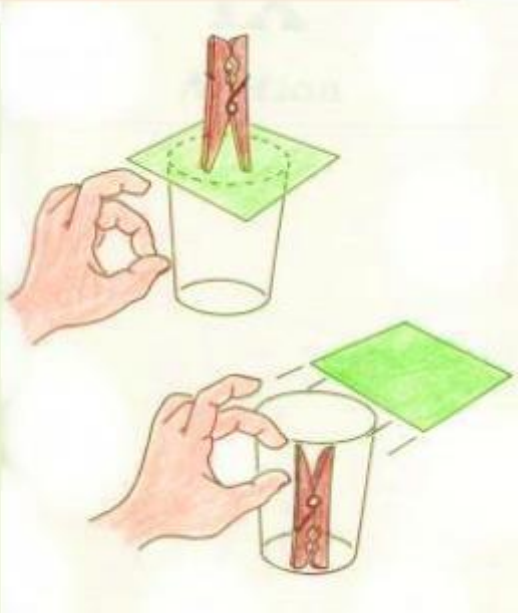
Newton's First Law

Newton's first law, the law of equilibrium, **states that an object at rest will remain at rest and an object in motion will remain in motion with a constant velocity unless acted on by a *net external force.***

$$\sum \vec{F} = 0$$

The **net force** (*total force, resultant force or unbalanced force*) on an object is equal to zero.

- **when no force acts on an object, the acceleration of the object is zero.**
- From the first law, we conclude that any *isolated object* is either at rest or moving with constant velocity.
- The tendency of an object to resist any attempt to change its velocity is called **inertia.**
- We can define **force** as **that which causes a change in motion of an object.**



Newton's Second Law

Newton's second law, ***the law of acceleration***, **states that the acceleration of an object is directly proportional to the net force acting on it and inversely proportional to its mass.**

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

where m is the mass of the body and a is the acceleration of the body

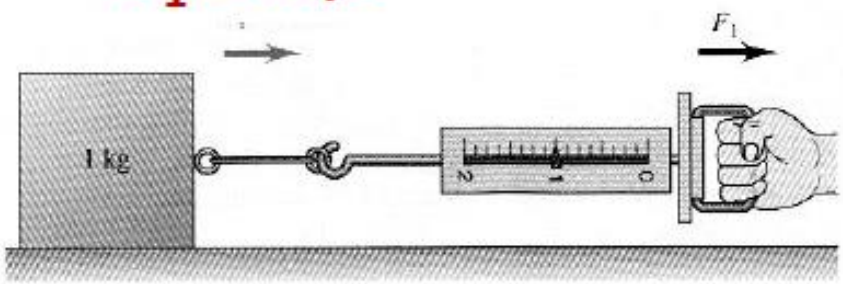
The **net force** (*total force, resultant force or unbalanced force*) on an object is the vector sum of all forces acting on the object.

Then the unit of the force is ($Kg.m/s^2$) which is called **Newton (N)**

Components of force

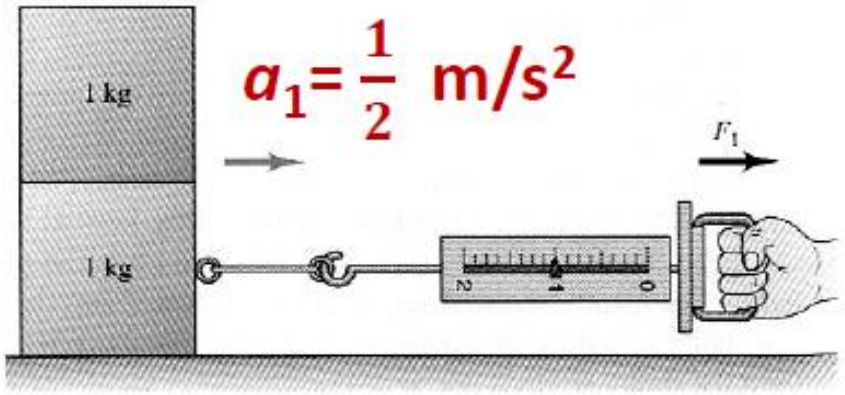
$$\sum F_x = ma_x \qquad \sum F_y = ma_y \qquad \sum F_z = ma_z$$

$a_1=1m/s^2$



(a)

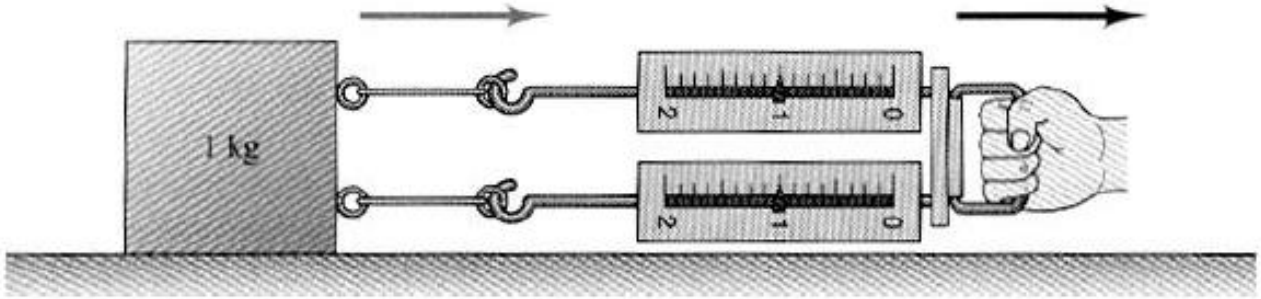
$a_1=\frac{1}{2}\ m/s^2$



(b)

إذا زادت الكتلة بمقدار الضعف مع ثبوت قوة الشد فإن العجلة تقل بمقدار النصف.

$a_1=2m/s^2$ $F=2F_1$



(c)

إذا تضاعفت قوة الشد فإن العجلة تزداد بمقدار الضعف.

$$\sum F_x = F_{1x} + F_{2x} = F_1 \cos(-20^\circ) + F_2 \cos 60^\circ$$
$$= (5.0\ \text{N})(0.940) + (8.0\ \text{N})(0.500) = 8.7\ \text{N}$$

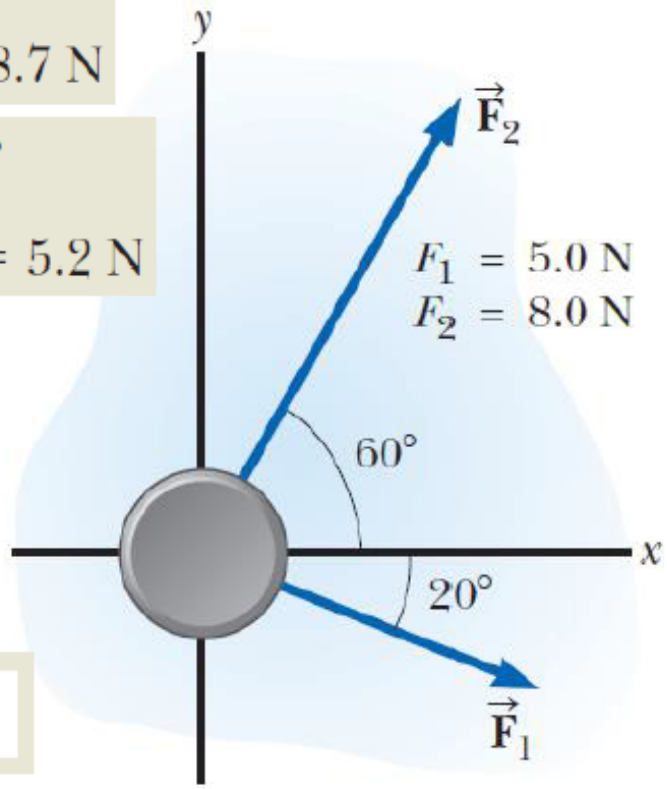
$$\sum F_y = F_{1y} + F_{2y} = F_1 \sin(-20^\circ) + F_2 \sin 60^\circ$$
$$= (5.0\ \text{N})(-0.342) + (8.0\ \text{N})(0.866) = 5.2\ \text{N}$$

$$a_x = \frac{\sum F_x}{m} = \frac{8.7\ \text{N}}{0.30\ \text{kg}} = 29\ \text{m/s}^2$$

$$a_y = \frac{\sum F_y}{m} = \frac{5.2\ \text{N}}{0.30\ \text{kg}} = 17\ \text{m/s}^2$$

$$a = \sqrt{(29\ \text{m/s}^2)^2 + (17\ \text{m/s}^2)^2} = 34\ \text{m/s}^2$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{a_y}{a_x}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{17}{29}\right) = 31^\circ$$



Newton's Third Law

Newton's third law, ***the law of action-reaction***, **states that when two bodies interact, the force which body "A" exerts on body "B" (the action force) is equal in magnitude and opposite in direction to the force which body "B" exerts on body "A" (the reaction force).**

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

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