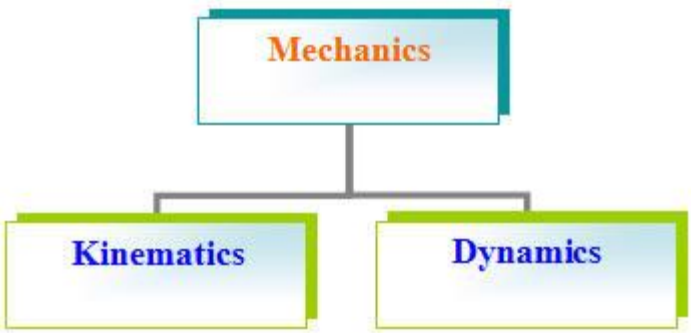
المحاضرة (٣)

علم الميكانيكا

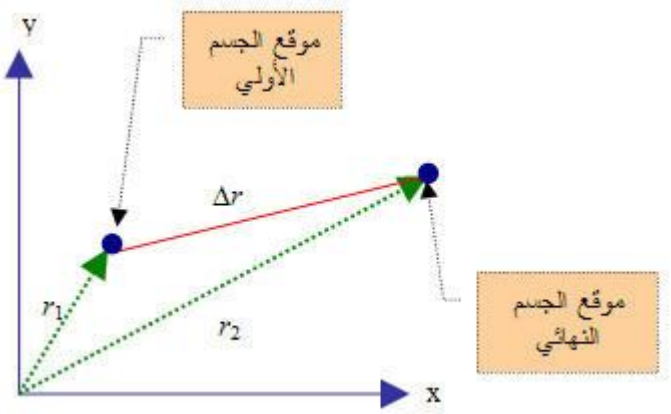
علم الميكانيكا من العلوم الواسعة التي تهتم بحركة الأجسام ومسبباتها، ويتفرع من هذا العلم فروع أخرى مثل الكينماتيكا *Kinematics* و الديناميكا *Dynamics*. وعلم الكينماتيكا يهتم بوصف حركة الأجسام دون النظر إلى مسبباتها، أما علم الديناميكا *Dynamics* فهو يدرس حركة الأجسام ومسبباتها مثل القوة والكتلة. وفي هذا الفصل سنقوم بدراسة حركة الأجسام وعلاقتها بكل من الإحداثيات المكانية والزمنية. ثم سندرس الفرع الثاني وهو علم الديناميكا.



The position vector and the displacement vector

من أساسيات دراسة علم وصف الحركة الكينماتيكا *Kinematics* للأجسام المادية هو دراسة كل من الإزاحة *Displacement* والسرعة *Velocity* والعجلة *Acceleration*. ونحتاج 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)***، فمثلاً نحتاج إلى تحديد موقع جسم ما إلى إسناده إلى مرجعية محددة فمثلاً يمكن اعتبار متجه الموضع ***Position vector*** هو المتجه الواصل من مركز إسناد معين إلى مكان الجسم الذي يراد تحديده. كما في الشكل 2.1 حيث تم اعتبار مركز الإسناد في بعدين فقط هو مركز المحاور x, y



في الشكل 2.1 متجه الموضع r_1 يحدد موضع الجسم عند بداية الحركة ومتجه الموضع r_2 يحدد موقع الجسم النهائي بعد زمن وقدره $t_2 - t_1 = \Delta t$ وهنا فإن الإزاحة للجسم تعطى بالمعادلة (2.3)

$$\mathbf{r}_1 = x_1\boldsymbol{i} + y_2\boldsymbol{j}$$

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

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

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

لاحظ أن الإزاحة displacement Δr تعتمد على المسافة بين نقطتي البداية والنهاية فقط ولا تعتمد على المسار الذي يسلكه الجسم.

Example

Write the position vector for a particle in the rectangular coordinate (*x*, *y*, *z*) for the points (5, -6, 0), (5, -4), and (-1, 3, 6).

Solution

For the point (5, -6, 0) the position vector is r = 5i - 6j

For the point (5, -4) the position vector is r = 5i -4j

For the point (-1, 3, 6) the position vector is r = -i + 3j +6k

The average velocity and Instantaneous velocity

عند انتقال الجسم من موضع البداية عند الزمن t_1 إلى موضع النهاية t_2 فإن حاصل قسمة الإزاحة على فرق الزمن $\Delta t = t_2 - t_1$ يعرف بالسرعة ***Velocity*** وحيث أن الجسم يقطع المسافة بسرعات مختلفة فإن السرعة المحسوبة تسمى بمتوسط السرعة ***Average velocity***. ويمكن تعريف السرعة عند أية لحظة بالسرعة اللحظية ***Instantaneous velocity***.

The *average velocity* of a particle is defined as the ratio of the displacement to the time interval.

$$\vec{v}_{ave} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

The *instantaneous velocity* of a particle is defined as the limit of the average velocity as the time interval approaches zero.

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

$$\therefore \vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

The unit of the velocity is (m/s)

The average acceleration and Instantaneous acceleration

عند انتقال الجسم من موضع البداية عند الزمن t_1 إلى موضع النهاية t_2 بسرعة ابتدائية v_1 وعند النهاية كانت السرعة v_2 فإن معدل تغير السرعة بالنسبة إلى الزمن يعرف باسم التسارع *Acceleration* أو متوسط التسارع *Average Acceleration*، ويكون التسارع اللحظي *Instantaneous acceleration* هو السرعة اللحظية على الزمن.

ratio of a particle is defined as the *acceleration average* The of the change in the instantaneous velocity to the time interval.

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

The *instantaneous acceleration* is defined as the limiting value of the ratio of the average velocity to the time interval as the time approaches zero.

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

(the unit of the acceleration is (m/s(٢