Chapter 7

Linear Momentum and collisions
كمية التحرك الخطي والتصادم

أهداف المحاضرة:

١. التعرف على مفهوم كمية التحرك الخطي "P"
٢. حل بعض الأمثلة والمسائل الفيزيائية علي كمية التحرك الخطي.

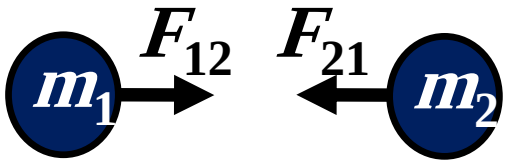
If two objects of masses m_1 and m_2 and velocities v_1 and v_2 interact, the forces on the particles form a Newton's third law action–reaction pair are:

أذا تصادم جسمان لهما كتلة m_1 و m_2 وسرعة v_1 و v_2 فتبعاً لقانون نيوتن الثالث يكون :

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

ومنها ينتج ان

$$\vec{F}_{21} + \vec{F}_{12} = 0$$



ومن قانون نيوتن الثاني

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

وبالتعويض

$$m_1\vec{a}_1 + m_2\vec{a}_2 = 0$$

ولكن

$$\vec{a} = d\vec{v}/dt$$

وبالتعويض عن قيمة $\vec{a}$

$$m_1\frac{d\vec{v}_1}{dt} + m_2\frac{d\vec{v}_2}{dt} = 0$$

$$\frac{d(m_1\vec{v}_1)}{dt} + \frac{d(m_2\vec{v}_2)}{dt} = 0$$

$$\frac{d}{dt}(m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2) = 0$$

و بالتكامل ينتج ان

$$m_1\vec{v_1} + m_2\vec{v_2} = \text{Constant} \qquad (7.1)$$

The Linear momentum of a particle $\vec{P}$ is:

The product of the mass (m) and velocity $\vec{v}$ of the particle.

كمية التحرك الخطي لجسم تساوي حاصل ضرب كتلته في سرعته

$$\vec{P} = m\vec{v} \qquad (7.2)$$

Momentum *p* is a vector quantity.

Units: kg m/s Dimensions: ML/T

Another statement of Newton's second law: صورة اخري لقانون نيوتن الثانى

The net force acting on an object equals the time rate of linear momentum.

محصلة القوي المؤثرة علي جسم تساوي المعدل الزمني لكمية التحرك الخطي

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} = m\frac{d\vec{v}}{dt} \quad \text{ومنها} \quad \sum \vec{F} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = \frac{d\vec{P}}{dt} \qquad (7.3)$$

If a particle is moving in an arbitrary direction $\vec{P}$, has three components, and Equation 7.2 is equivalent to the component equations:

اذا تحرك جسم في اتجاه معين فإن كمية التحرك الخطي سيكون لها ثلاث مركبات في x,y,z وهم:

$$p_x = mv_x \qquad p_y = mv_y \qquad p_z = mv_z$$

Using the definition of momentum, Equation 7.1 can be written:

$$\frac{d}{dt}(\vec{\mathbf{p}}_1 + \vec{\mathbf{p}}_2) = 0$$ ولكن $$\vec{\mathbf{p}}_{\text{tot}} = \vec{\mathbf{p}}_1 + \vec{\mathbf{p}}_2$$ فيكون $$\vec{\mathbf{p}}_{\text{tot}} = \text{constant}$$

Whenever two or more particles in an isolated system interact, the total momentum of the system does not change.

إذا تصادم جسميان أو أكثر في نظام معزول فإن كمية التحرك الخطي الكلية للنظام لا تتغير

Example 9.1 page 251:

A 60-kg archer stands at rest on frictionless ice and fires a 0.030-kg arrow horizontally at 85 m/s. With what velocity does the archer move across the ice after firing the arrow?

يقف رامي كتلته ٦٠ كجم في حالة سكون على سطح من الجليد (ليس له احتكاك) ويطلق سهم كتلته ٠.٠٣٠ كجم أفقيًا بسرعة ٨٥ م / ث كما بالشكل. اوجد السرعة التي يتحرك بها الرامي عبر الجليد بعد إطلاق السهم؟

$$\Delta \vec{P} = 0 \quad \rightarrow \quad \vec{P_f} - \vec{P_i} = 0 \quad \rightarrow \quad \vec{P_f} = \vec{P_i} \quad \rightarrow \quad m_1\vec{v}_{1f} + m_2\vec{v}_{2f} = 0$$

$$m_1\vec{v}_{1f} + m_2\vec{v}_{2f} = 0$$

$$\vec{V}_{1f} = - m_2\vec{V}_{2f} \ / \ m_1$$

$$\vec{V}_{1f} = -\frac{m_2}{m_1}\vec{V}_{2f} = - \left(\frac{0.03 \text{ kg}}{60 \text{ kg}}\right) (85\hat{\imath} \text{ m/s}) = - 0.042 \ \hat{\imath} \text{ m/s}$$

Homework: 1 & 2 رقم Page (283) الواجب

1. A particle of mass *m* moves with momentum of magnitude p.
(a) Show that the kinetic energy of the particle is $K = p^2/2m$.
(b) Express the magnitude of the particle's momentum in terms of its kinetic energy and mass.

2. An object has a kinetic energy of 275 J and a momentum of magnitude 25 kg m/s. Find the speed and mass of the object.