1.0 الدفع والزخم

1.1.0 الدفع

الدفع هو حاصل ضرب القوة المؤثرة في جسم في زمن تأثيرها.

$$\text{الدفع} = F\Delta t = m\Delta v \tag{1.0}$$

حيث Δv التغير في سرعة الجسم، m كتلة الجسم، F القوة المؤثرة، t زمن التأثير.

مثال 1.1.0:

1- أثرنا بقوة مقدارها 100 نيوتن على سيارة لمدة 5 ثوان، فتحركت لمسافة 725 متر أوجد الدفع المبذول؟

$$\text{الدفع} = F\Delta t$$

$$= 100 \times 5 = 500N.s$$

2- سيارة كتلتها 1000 كيلوجرام، وسرعتها 80كيلومتر/ساعة، احسب الدفع اللازم لكي تزيد سرعتها إلى 100 كيلومتر/ساعة؟

تحويل السرعة من km/h إلى m/s

$$v_1 = \frac{80}{3.6} = 22.22m/s$$

$$v_2 = \frac{100}{3.6} = 27.77m/s$$

$$\text{الدفع} = m\Delta v$$

$$= m \times (v_2 - v_1)$$

$$= 1000 \times (27.77 - 22.22)$$

$$= 5550N.s$$

الزخم

الزخم هو حاصل ضرب كتلة الجسم في سرعته.

$$p = mv \tag{2.0}$$

حيث v السرعة الخطية، m الكتلة ، p الزخم.

مثال 1.2.0:

1- تتحرك قذيفة مدفع كتلتها 4 كيلوجرام بسرعة 30 متر/ثانية، أحسب زخم القذيفة؟

$$p = mv$$

$$= 4 \times 30 = 120kg.m/s$$

2.1.0 العلاقة بين الدفع والزخم

نظرية الدفع - الزخم هي نظرية تربط بين الدفع والزخم

$$F\Delta t = p_f - p_i \tag{3.0}$$

$$F\Delta t = mv_f - mv_i$$

حيث p_i الزخم الابتدائي، p_f الزخم النهائي .

مثال 1.3.0:

1- زادت سرعة جسم كتلته $9kg$ من $20m/s$ إلى $50m/s$ وذلك خلال زمن مقداره $7s$ ، أوجد القوة المؤثرة؟

$$F\Delta t = p_f - p_i$$

$$F \times 7 = (9 \times 50) - (9 \times 20)$$

$$F \times 7 = 450 - 180$$

$$F \times 7 = 270$$

$$F = \frac{270}{7} = 38.57N$$

2.0 حفظ الزخم

ينص قانون حفظ الزخم على أن زخم أي نظام معزول لا يتغير. أي بعد حدوث التصادم بين جسمين فإن المجموع الجبري للزخم قبل التصادم يساوي المجموع الجبري للزخم بعد التصادم، أي أننا يجب أن نراعي نوع الإشارة (+,-) على حسب الإتجاه.
ومعنى نظام معزول:

1. الكتلة ثابته داخل النظام، فلا تفقد ولا تكتسب.
2. محصلة القوى الخارجية المؤثرة على النظام تساوي صفر.

$$p_{ai} + p_{bi} = p_{af} + p_{bf} \tag{4.0}$$

$$(mv)_{ai} + (mv)_{bi} = (mv)_{af} + (mv)_{bf} \tag{5.0}$$

حيث a الجسم الأول، b الجسم الثاني .

- من الأفضل أن تتقيد بإشارات المحاور المتعارف عليها:

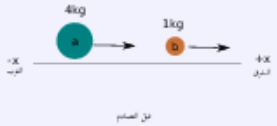
موجب (+)	سالب (-)
الشرق (اليمين)	الغرب (اليسار)
الشمال (الأعلى)	الجنوب (الأسفل)

جدول 1.0: إشارات الزخم

1.2.0 التصادم في بعد واحد

مثال 2.1.0:

1- إصطدمت كرة كتلتها $4kg$ ومتحركة بسرعة $8m/s$ بإتجاه الشرق بكرة أخرى كتلتها $1kg$ ومتحركة بسرعة $3m/s$ بإتجاه الشرق أيضا، إحسب سرعة الكرةالثانية بعد التصادم إذا علمت أن سرعة الكرة الأولى أصبحتسرعتها $2m/s$ بإتجاه الشرق ؟



$$p_{ai} + p_{bi} = p_{af} + p_{bf}$$

$$(mv)_{ai}+(mv)_{bi} = (mv)_{af}+(mv)_{bf}$$

$$(4\times 8)+(1\times 3) = (4\times 2)+(1\times v_b)$$

$$32+3 = 8+v_b$$

$$v_b = \frac{35}{8} = 4.37m/s$$

وحيث أن السرعة موجبة، إذا الكرة الثانية تتحرك بإتجاه الشرق.

2- إصطدمت كرة كتلتها $2kg$ ومتحركة بسرعة $7m/s$ بإتجاه الشرق بكرة أخرى كتلتها $5kg$ وساكنة، إحسب سرعة الكرةالثانية بعد التصادم إذا علمت أن سرعة الكرة الأولى أصبحت $1m/s$ بإتجاه الغرب ؟ لاحظ أن سرعة الكرة الاولى ستكون سالبة بعد التصادم

$$p_{ai} + p_{bi} = p_{af} + p_{bf}$$

$$(mv)_{ai}+(mv)_{bi} = (mv)_{af}+(mv)_{bf}$$

$$(2\times 7)+(5\times 0) = -(2\times 1)+(5\times v_b)$$

$$14+0 = -2+5v_b$$

$$5v_b = 14+2$$

$$v_b = \frac{16}{5} = 3.2m/s$$

وبما أن إشارة السرعة موجبة، إذا الكرة الثانية تتحرك بإتجاه الشرق.

2.2.0 التصادم في بعدين

p_y	p_x	
+	+	الربع الأول
+	-	الربع الثاني
-	-	الربع الثالث
-	+	الربع الرابع

جدول 2.0: إشارات تحديد موقع الاجسام الملتحمة بعد التصادم

مثال 2.2.0:

1- سيارة كتلتها $1000kg$ وسرعتها $80km/h$ بإتجاه الشرق، إصطدمت بسيارة أخرى كتلتها $900kg$ وسرعتها $90km/h$ بإتجاه الشمال، فالتصقتا معا، وسارا لمسافة معينة، أوجد سرعتهما واتجاههما بعد التصادم؟

أولا نحسب محصلة الزخم في اتجاه المحور x (شرق-غرب):

$$p_{xi} = (mv)_a + (mv)_b$$

$$= (1000 \times 22.22) + (900 \times 0)$$

$$= 22220kg.m/s$$

ثانيا نحسب محصلة الزخم في اتجاه المحور y (شمال-جنوب):

$$p_{yi} = (mv)_a + (mv)_b$$

$$= (1000 \times 0) + (900 \times 25)$$

$$= 22500kg.m/s$$

ثالثا نحسب محصلة الزخمين:

$$p_f = \sqrt{p_x^2 + p_y^2}$$

$$= \sqrt{(22220)^2 + (22500)^2}$$

$$= 31622.43kg.m/s$$

رابعا نحسب زاوية المحصلة:

$$\theta = tan^{-1}(\frac{p_y}{p_x})$$

$$\theta = tan^{-1}(\frac{22500}{22220})$$

$$= 45.35$$

∵ محصلة الزخم في اتجاه x و yموجبة ⇐ السياراتين في الربع الأول بعد التصادم.

خامسا نحسب سرعة الجسمين بعد التصادم:

$$p_f = v_f \times (m_a + m_b)$$

$$\therefore v_f = \frac{p_f}{(m_a + m_b)}$$

$$v_f = \frac{31622.43}{(1000+900)}$$

$$= 16.64m/s$$

3.0 التدريبات

تدريب 3.1.0:

1- شاحنة وزنها 5 طن وتسير بسرعة مقدارها 60 كيلومتر/ساعة، خرجت عن مسارها واصطدمت بجدار، أحسب زخم الشاحنة لحظة الاصطدام؟