

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## الوحدة الأولى : الميكانيكا *Mechanics*

### الفصل الأول: الزخم (كمية التحرك) الخطي والدفع

*Linear Momentum and Impulse*

إعداد : أ. محمد صابر فياض

مُدرس الفيزياء بمدرسة مهديّة الشوا الثانوية للبنين

### الفصل الأول: الزخم (كمية التحرك) الخطي والدفع

*Linear Momentum and Impulse*

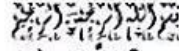
الدرس الأول: الزخم (كمية التحرك) الخطي.

الدرس الثاني: الدفع.

الدرس الثالث: نظرية الدفع والزخم.

الدرس الرابع: حفظ الزخم في نظام معزول.

أسئلة الفصل الأول



### مقدمة الوحدة الأولى (الميكانيكا)

- علم الفيزياء: هو العلم الذي يدرس الظواهر الطبيعية ويفسرها ويضع لها النظريات والقوانين
- الكمية الفيزيائية المتجهة: هي الكمية الفيزيائية التي تمثل بقيمة ووحدة قياس واتجاه مثل السرعة والتسارع والقوة والزخم والدفع
- الكمية الفيزيائية القياسية: هي الكمية الفيزيائية التي تمثل بقيمة ووحدة قياس فقط مثل الزمن والطول ودرجة الحرارة
- الفصول الذاتي: هي المعادلات التي يبذلها الجسم ضد القوة التي تحاول تغيير حالته
- قانون نيوتن الأول: يبقى الجسم على حالته من السكون أو الحركة بسرعة ثابتة ما لم يؤثر عليه مؤثر خارجي.
- قانون نيوتن الثاني: يتناسب تسارع جسم طردياً مع القوة المؤثرة عليه:  $F = ma$
- قانون نيوتن الثالث: لكل فعل رد فعل مساوي له في المقدار ومضاد له في الاتجاه.
- أنواع الحركة من حيث السرعة والتسارع:

1. حركة بسرعة ثابتة وتسارع معدوم.
2. حركة بسرعة متغيرة بشكل منتظم وتسارع ثابت وهنا نستخدم معادلات الحركة الثلاثة. وهي:

$$v_f = v_i + at, \quad X = v_i t + \frac{1}{2} at^2, \quad v_f^2 = v_i^2 + 2ad$$

طاقة الحركة: الطاقة التي يكتسبها الجسم بسبب حركته:  $K.E = \frac{1}{2} m v^2$

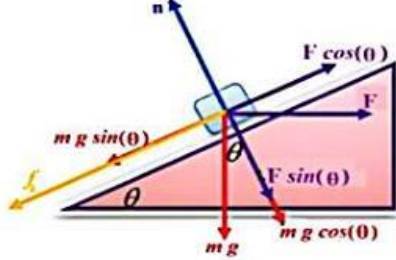
طاقة الوضع: الطاقة التي يكتسبها الجسم بسبب وضعه:  $U = m g h$

الشغل: حاصل ضرب النقطي للقوة في متجه الإزاحة:

القدرة: الشغل المبذول لوحدة الزمن: القدرة = الشغل / الزمن.

تحليل القوة على سطح مائل: كما في الشكل المجاور.

حالات إيجاد محصلة قوتين:



1. إذا كانت القوتين بنفس الاتجاه فإن المحصلة = مجموعهما وبنفس اتجاههما:  $F_R = F_1 + F_2$

2. إذا كانت القوتين متعاكستين في الاتجاه فإن المحصلة = القيمة المطلقة لحاصل طرحهما وفي اتجاه الأكبر منهما:  $F_R = |F_1 - F_2|$

3. إذا كانت القوتين متعامدتين فإن المحصلة:  $F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$

4. إذا كانت القوتين تصنعان بينهما زاوية فإن المحصلة:  $F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos(\theta)}$

5. إذا كان القوتين متساويتين ويصنعان بينهما زاوية فإن المحصلة:  $F_R = 2F \cos(\frac{\theta}{2})$

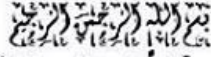
6. إذا كان القوتين متساويتين ومتعامدتين فإن المحصلة:  $F_R = \sqrt{2} F$

7. إذا كان عدة متجهات وتصنع زوايا مع بعضها، نوجد محصلة المتجهات في اتجاه محور س ومحصلة المتجهات في اتجاه

محور ص وتكون المحصلة:  $F_R = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$

### ما دور الفيزياء في فهم العوامل المؤثرة بالتصادمات وآثارها؟

تكمن أهمية الفيزياء في دراسة التصادمات في معرفة طبيعة الأجسام ومرونتها وحساب سرعة الأجسام المتصادمة بعد التصادم كما ويستفاد من دراسة التصادمات في تفسير بعض الحوادث وكذلك في بعض الألعاب ككرات البلياردو والكرات الزجاجية وكذلك في تجربة راذرفورد في صفيحة الذهب لدراسة نماذج الذرة.



## الوحدة الأولى: الميكانيكا

## الفصل الأول: الزخم (كمية التحرك) الخطي والدفع

الدرس الأول: الزخم (كمية التحرك) الخطي  
Linear Momentum and Impulse

❖ يسهل عليك إيقاف كرة متحركة بسرعة منخفضة من إيقاف أخرى مماثلة متحركة بسرعة عالية، كما يسهل إيقاف كرة صغيرة عن إيقاف كرة كبيرة متحركتين بالسرعة نفسها، فلماذا؟



## أفكر؟

ما العوامل التي تحكم في إيقاف كرة مندفعة باتجاهك؟  
تناسب إمكانية إيقاف كرة مندفعة باتجاهك عكسياً مع كلاً من:  
1. كتلة الكرة  
2. سرعتها

## ما المقصود بالزخم الخطي؟

كمية فيزيائية متجهة واتجاهها بنفس اتجاه سرعة الجسم وتساوي حاصل ضرب كتلة الجسم في سرعته، ووحدة قياسها  $(kg.m/s)$ .

$$p = m v \quad kg.m/s$$

- عندما يتحرك جسم كتلته  $(m)$  بسرعة  $(v)$  فإنه يمتلك قوة تؤثر على أي جسم آخر يحاول إيقافه أو عاقبة حركته، وكلما كانت كتلة هذا الجسم كبيرة وسرعته عالية كلما كانت القوة اللازمة لإيقافه أكبر.
- فمثلاً لو كانت سيارة تتحرك بسرعة  $(40 km/h)$  فإن القوة المستخدمة لإيقافها تكون أقل مما لو كانت سرعة السيارة  $(100 km/h)$ . ونقول أن زخم السيارة في الحالة الثانية أكبر من زخم السيارة في الحالة الأولى.
- تتناسب سرعة جسم عكسياً مع كتلته عند ثبوت زخمه الخطي.

**مثال:** احسب الزخم الخطي لكل مما يأتي:

- 1) سيارة كتلتها  $(1000 kg)$  تسير بسرعة  $(20 m/s)$  باتجاه الشرق.
- 2) كرة كتلتها  $(2 kg)$  تتحرك نحو الجنوب بطاقة حركية  $(16 J)$ .

**الحل:**

$$1. p = mv = 1000 \times 20 = 20000 kg.m/s \quad \text{شرقا}$$

$$2. K.E = \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{بالضرب في } m$$

$$\Rightarrow m(K.E) = \frac{m^2 v^2}{2} \Rightarrow 2m(K.E) = p^2$$

$$p = \sqrt{2m(K.E)} = \sqrt{2 \times 2 \times 16}$$

$$= 8 \quad kg.m/s \quad \text{جنوباً}$$

- ما المقصود بأن زخم جسم  $(10 \text{ kg.m/s})$  :  
 : أي أن جسم كتلته  $(1 \text{ kg})$  يتحرك بسرعة  $(10 \text{ m/s})$  .  
 : حاصل ضرب كتلة الجسم في سرعته  $(10 \text{ kg.m/s})$  .

## أناقش:

1. ما وحدة قياس الزخم في النظام الدولي؟  
 وحدة قياس الزخم الخطي هي  $(\text{kg.m/s})$
2. ما العوامل التي يعتمد عليها الزخم؟  
 يتناسب الزخم طردياً مع كلاً من كتلة الجسم وسرعته. وكذلك يعتمد اتجاه الزخم على اتجاه السرعة.
3. أثبت أن  $(\frac{J.s}{m})$  هي وحدة قياس للزخم.

$$\frac{(J).s}{m} = \frac{(N.m).s}{m} = (N).s = \left(\frac{kg.m}{s^2}\right).s = kg.m/s$$

4. ما العلاقة بين زخم جسم وطاقته الحركية؟

$$p = \sqrt{2m(K.E)} \quad (K.E) = \frac{p^2}{2m}$$

مركبتان متساويتان في الكتلة وسرعة إحداهما ضعفي سرعة الأخرى، أيهما تحتاج قوة أقل لإيقافها

في نفس الفترة الزمنية؟ ولماذا؟

**الحل:** المركبة الأقل سرعة يكون زخمها أقل وبالتالي تحتاج قوة أقل لإيقافها حيث أن القوة هي المعدل الزمني للتغير في الزخم (سيشرح لاحقاً).

أثبت أن الزخم يعطى بالعلاقة:  $K.E = \frac{p^2}{2m}$

الحل:

$$K.E = \frac{1}{2} m v^2 \times \frac{m}{m} \\ = \frac{1}{2} m^2 v^2 = \frac{p^2}{2m}$$

علل كلا مما يأتي:

1. صعوبة إيقاف عربة نقل محملة بالبضاعة عن إيقافها وهي فارغة إذا كانت السرعة نفسها بالحالتين.  
 لأن كتلة العربة المحملة بالبضائع تكون أكبر، حيث أن الكتلة تتناسب طردياً مع الزخم فبالنتيجة تحتاج قوة أكبر لإيقافها



جسم متحرك ، اذا مضى نصف زخمه ، احس النسبة  $\frac{K_2}{K_1}$  الكل

$$\frac{K_2}{K_1} = 4 \Rightarrow K_2 = \frac{P_2^2}{2m} = \frac{(2P_1)^2}{2m} = 4 \left( \frac{P_1^2}{2m} \right) = 4K_1 \quad , \quad K_1 = \frac{P_1^2}{2m}$$

نصف الخواص

جسم متحرك ، اذا مضى نصف طاقته حركية ، احس النسبة  $\frac{P_2}{P_1}$  الكل

$$\frac{P_1}{P_1} = \sqrt{2} \Rightarrow P_2 = \sqrt{2(2K_1)m} = \sqrt{2} \sqrt{2K_1m} \quad , \quad P_1 = \sqrt{2K_1m}$$

نصف الخواص

جسمان متحركان  $m_2 = 2m_1$  ،  $P_2 = 3P_1$  احس النسبة  $\frac{K_2}{K_1}$  الكل

$$K = \frac{P^2}{2m} \Rightarrow \frac{K_2}{K_1} = \frac{P_2^2}{2m_2} \div \frac{P_1^2}{2m_1} = \frac{(3P_1)^2}{(2m_1)} \times \frac{m_1}{P_1^2} = \frac{9}{2}$$

المقابل

جسمان متحركان  $m_2 = 4m_1$  ،  $K_2 = 9K_1$  احس النسبة  $\frac{P_2}{P_1}$  الكل

$$P = \sqrt{2Km} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{\sqrt{2K_2m_2}}{\sqrt{2K_1m_1}} = \sqrt{\frac{9K_1 \times 4m_1}{K_1 m_1}} = \sqrt{36} = \frac{6}{1}$$

جسمان متحركان  $m_2 = 9m_1$  ،  $K_2 = 9K_1$  احس النسبة  $\frac{P_2}{P_1}$  الكل

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{\sqrt{2K_2m_2}}{\sqrt{2K_1m_1}} = \frac{\sqrt{9K_1 \times 9m_1}}{\sqrt{K_1 m_1}} = \sqrt{81} = \frac{9}{1}$$

واجب: (1) جسمان متحركان  $P_2 = 2P_1$  ،  $K_2 = 3K_1$  احس النسبة  $\frac{m_2}{m_1}$  الكل

وبما ان  $P_2 = 2P_1$  ،  $K_2 = 3K_1$  فان  $P_2$  مساوي  $P_1$  (الواجب)

(1)  $\sqrt{2}P_1$  (2)  $\frac{1}{2}P_1$  (3)  $2P_1$  (4)  $4P_1$

جسم كتلته 40g يتحرك شرقاً بسرعة 30 m/s احس زخمه الكل

$$P = mv = 40 \times 10^{-3} \times 30 = 1.2 \text{ kg m/s} \quad , \quad v = \frac{30 \times 10^{-2}}{60} = 5 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

شرقاً