المتقدم 11

Momentum and Collisions

7 كمية الحركة والتصادمات

الحادي عشر متقدم

قناة لحظات فيزيائيه

كمية الحركة الخطية	https://www.youtube.com/watch?v=5Q5K8oDgD4U&t=15s
الدفع	https://www.youtube.com/watch?v=F0KANkYx7Bw

Linear Momentum

7-1 كمية الحركة الخطية

الأستاذ :- محمد عبدالعاطي ياسين

Chapter 5: Kinetic Energy, Work, and Power

5.1 Energy in Our Daily Lives (Self Study-تعلّم ذاتي)

5.2 Kinetic Energy

5.3 Work

5.4 Work Done by a Constant Force (For Enrichment: Lifting with Pulleys p:136-137 :إثرائي: الرفع باستخدام البكرات ص)

5.5 Work Done by a Variable Force

5.6 Spring Force

5.7 Power

Chapter 6: Potential Energy and Energy Conservation

6.1 Potential Energy

6.2 Conservative and Nonconservative Forces

6.3 Work and Potential Energy

6.4 Potential Energy and Force (For Enrichment-إثرائي)

6.5 Conservation of Mechanical Energy

6.6 Work and Energy for the Spring Force

6.7 Nonconservative Forces and the Work-Energy Theorem

6.8 Potential Energy and Stability (For Enrichment-إثرائي)

Chapter 7: Momentum and Collisions

7.1 Linear Momentum

7.2 Impulse

7.3 Conservation of Linear Momentum

7.4 Elastic Collisions in One Dimension

7.5 Elastic Collisions in Two or Three Dimensions

7.6 Totally Inelastic Collisions (For Enrichment-إثرائي)

7.7 Partially Inelastic Collisions (For Enrichment-إثرائي)

7.8 Billiards and Chaos (For Enrichment-إثرائي)

Concept Checks

7.1. c **7.2.** b **7.3.** d **7.4.** b **7.5.** b **7.6.** d **7.7.** c **7.8.** d **7.9.** a **7.10.** d **7.11.** b

Multiple-Choice Questions

7.1. b **7.2.** b, c **7.3.** b, d **7.4.** e **7.5.** e **7.6.** b **7.7.** c **7.8.** a, c, and d **7.9.** c **7.10.** a **7.11.** a, b, and c **7.12.** c **7.13.** a

Definition of Momentum

In physics, **momentum** is defined as the product of an object's mass and its velocity:

$$\vec{p} = m\vec{v}. \qquad (7.1)$$

As you can see, the lowercase letter $\vec{p}$ is the symbol for linear momentum. The velocity $\vec{v}$ is a vector and is multiplied by a scalar quantity, the mass m. The product is thus a vector as well. The momentum vector, $\vec{p}$, and the velocity vector, $\vec{v}$, are parallel to each other; that is, they point in the same direction. As a simple consequence of equation 7.1, the magnitude of the momentum is

$$p = mv.$$

تعريف كمية الحركة

في الفيزياء، تُعرَّف **كمية الحركة** بأنها ناتج ضرب كتلة الجسم في سرعته المتجهة:

$$\vec{p} = m\vec{v}. \qquad (7.1)$$

كما ترى، الحرف الصغير $\vec{p}$ هو رمز كمية الحركة الخطية. والسرعة المتجهة $\vec{v}$ ومضروبة في كمية قياسية، وهي الكتلة m. لذا فإنّ ناتج الضرب يكون متجهًا كذلك. ويكون متجه كمية الحركة، $\vec{p}$، ومتجه السرعة، $\vec{v}$، متوازيين؛ أي يشيران في الاتجاه نفسه. وكنتيجة بسيطة للمعادلة 7.1، يكون مقدار كمية الحركة

$$p = mv.$$

Momentum and Force

Let's take the time derivative of equation 7.1. We use the product rule of differentiation to obtain

$$\frac{d}{dt}\vec{p} = \frac{d}{dt}(m\vec{v}) = m\frac{d\vec{v}}{dt} + \frac{dm}{dt}\vec{v}.$$

For now, we assume that the mass of the object does not change, and therefore the second term is zero. Because the time derivative of the velocity is the acceleration, we have

$$\frac{d}{dt}\vec{p} = m\frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a} = \vec{F},$$

according to Newton's Second Law. The relationship

$$\vec{F} = \frac{d}{dt}\vec{p} \qquad (7.2)$$

is an equivalent form of Newton's Second Law. This form is more general than $\vec{F} = m\vec{a}$ because it also holds in cases where the mass is not constant in time. This distinction will become important when we examine rocket motion in Chapter 8. Because equation 7.2 is a vector equation, we can also write it in Cartesian components:

$$F_x = \frac{dp_x}{dt}; \quad F_y = \frac{dp_y}{dt}; \quad F_z = \frac{dp_z}{dt}.$$

Momentum and Kinetic Energy

In Chapter 5, we established the relationship, $K = \frac{1}{2}mv^2$ (equation 5.1), between the kinetic energy K, the speed v, and the mass m. We can use $p = mv$ to obtain

$$K = \frac{mv^2}{2} = \frac{m^2v^2}{2m} = \frac{p^2}{2m}.$$

This equation gives us an important relationship between kinetic energy, mass, and momentum:

$$K = \frac{p^2}{2m}. \qquad (7.3)$$

كمية الحركة والقوة

لنحسب مشتقة الزمن للمعادلة 7.1. ونستخدم قاعدة ناتج الضرب في التفاضل للحصول على

$$\frac{d}{dt}\vec{p} = \frac{d}{dt}(m\vec{v}) = m\frac{d\vec{v}}{dt} + \frac{dm}{dt}\vec{v}.$$

الآن، نفترض أن كتلة الجسم لا تتغير، ومن ثمَّ فإن الحد الثاني يكون صفرًا. ونظرًا لأن مشتقة الزمن للسرعة المتجهة هي العجلة، يكون لدينا

$$\frac{d}{dt}\vec{p} = m\frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a} = \vec{F},$$

وفقًا للقانون الثاني لنيوتن والعلاقة

$$\vec{F} = \frac{d}{dt}\vec{p} \qquad (7.2)$$

هي الصيغة المكافئة القانون الثاني لنيوتن وهذه الصيغة أكثر عمومية من $\vec{F} = m\vec{a}$ حيث إنها تطبّق أيضًا عندما تتغير الكتلة مع تغير الزمن. سيكون هذا الفارق مهمًا عند دراسة حركة الصاروخ في الوحدة 8 نظرًا لأن المعادلة 7.2 معادلة متجهة، يمكننا كتابتها أيضًا بالمركبات الديكارتية:

$$F_x = \frac{dp_x}{dt}; \quad F_y = \frac{dp_y}{dt}; \quad F_z = \frac{dp_z}{dt}.$$

كمية الحركة والطاقة الحركية

في الوحدة 5، أثبتنا العلاقة $K = \frac{1}{2}mv^2$ (المعادلة 5.1)، بين الطاقة الحركية K والسرعة v والكتلة m. يمكننا استخدام $p = mv$ للحصول على

$$K = \frac{mv^2}{2} = \frac{m^2v^2}{2m} = \frac{p^2}{2m}.$$

تقدم لنا هذه المعادلة علاقة مهمة بين الطاقة الحركية والكتلة وكمية الحركة:

$$K = \frac{p^2}{2m}. \qquad (7.3)$$

Concept Check 7.1

A typical scene from a Saturday afternoon college football game: A linebacker of mass 95 kg runs with a speed of 7.8 m/s, and a wide receiver of mass 74 kg runs with a speed of 9.6 m/s. We denote the magnitudes of the momentum and the kinetic energy of the linebacker by p_l and K_l, respectively, and the magnitudes of the momentum and the kinetic energy of the wide receiver by p_w and K_w. Which set of inequalities is correct?

a) $p_l > p_w$, $K_l > K_w$

b) $p_l < p_w$, $K_l > K_w$

c) $p_l > p_w$, $K_l < K_w$

d) $p_l < p_w$, $K_l < K_w$

مراجعة المفاهيم 7.1

مشهد نموذجي من مباراة كرة القدم الأمريكية في الجامعة بعد الظهر من يوم السبت: يركض اللاعب الظهير الذي تبلغ كتلته 95 kg بسرعة قدرها 7.8 m/s. ويركض ملتقط الكرة الذي تبلغ كتلته 74 kg بسرعة قدرها 9.6 m/s نشير إلى مقداري كمية الحركة والطاقة الحركية للاعب الظهير بالرمزين p_l وK_l، على التوالي، ومقداري كمية الحركة والطاقة الحركية الخاصة بملتقط الكرة بالرمزين p_w وK_w. أي مجموعة من المتباينات التالية تعد صحيحة؟

a) $p_l > p_w$, $K_l > K_w$

b) $p_l < p_w$, $K_l > K_w$

$\boxed{c)\ p_l > p_w,\ K_l < K_w}$

d) $p_l < p_w$, $K_l < K_w$

$$K_l = \frac{1}{2} m_l v_l^2 = \frac{1}{2} \times 95 \times 7.8^2 = 2.89 \times 10^3 J$$

$$K_w = \frac{1}{2} m_w v_w^2 = \frac{1}{2} \times 74 \times 9.6^2 = 3.41 \times 10^3 J$$

$$p_l = m_l v_l = 95 \times 7.8 = 741 kg.m/s$$

$$p_w = m_w v_w = 74 \times 9.6 = 710\ kg.m/s$$

$$p_l > p_w \quad , K_l < K_w$$

تعريف كمية الحركة

في الفيزياء، تُعرَّف **كمية الحركة** بأنها ناتج ضرب كتلة الجسم في سرعته المتجهة

- $\vec{p} = m\vec{v}$
- $\vec{p_x} = m\,\vec{v_x}$

كمية الحركة الخطية p كمية متجهه لأنها حاصل ضرب الكتلة m (كمية قياسية) في السرعة v (كمية متجهه)

إتجاهها فى نفس إتجاه السرعه

- $p = mv$

وحدات كمية الحركة هي kg m/s

كمية الحركة و القوة

لنحسب مشتقة الزمن للمعادلة 7.1. ونستخدم قاعدة ناتج الضرب في التفاضل للحصول على

$$\frac{d}{dt}\vec{p} = \frac{d}{dt}(m\vec{v}) = m\frac{d\vec{v}}{dt} + \frac{dm}{dt}\vec{v}.$$

الآن، نفترض أن كتلة الجسم لا تتغير، ومن ثَمَّ فإن الحد الثاني يكون صفرًا. ونظرًا لأن مشتقة الزمن للسرعة المتجهة هي العجلة، يكون لدينا

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{m \; d\vec{v}}{dt} = m\vec{a} = \vec{F}$$

وفقًا للقانون الثاني لنيوتن والعلاقة

$$\vec{F} = \frac{d}{dt}\vec{p}$$

كمية الحركة و القوة

$$\frac{d\,\vec{p}}{d\,t} = \frac{m\;\;d\,\vec{v}}{d\,t} = m\vec{a} = \vec{F}$$

$$\vec{F} = \frac{d}{dt}\vec{p}$$

القوة هي المعدل الزمني للتغير في كمية الحركة

هي الصيغة المكافئة القانون الثاني لنيوتن وهذه الصيغة أكثر عمومية من $\vec{F} = m\vec{a}$ حيث إنها تطبّق أيضًا عندما تتغير الكتلة مع تغير الزمن. سيكون هذا الفارق مهمًا عند دراسة حركة الصاروخ في الوحدة 8 نظرًا لأن المعادلة 7.2 معادلة متجهة، يمكننا كتابتها أيضًا بالمركبات الديكارتية:

$$F_x = \frac{d\,p_x}{dt} \qquad F_y = \frac{d\,p_y}{dt} \qquad F_z = \frac{d\,p_z}{dt}$$

@الصيغة الكثر عمومية للقانون الثاني لنيوتن ؟

A – $\vec{F} = \frac{d\,\vec{p}}{d\,t}$

B – $\vec{F} = \frac{\vec{v}\ \ d\,m}{d\,t}$

C – $\vec{F} = m\vec{a}$

@وحدة كمية الحركة ؟

A – $Kg\ m/s$

B – $Kg\ m/s^2$

C – $Kg\ m/s^3$

كمية الحركة و الطاقة الحركية

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

$$p = mv$$

$$K = \frac{1}{2}\,mv\ \ v = \frac{1}{2}\ \ P\ \ v$$

تقدم لنا هذه المعادلة علاقة مهمة بين الطاقة الحركية والكتلة وكمية الحركة:

$$K = \frac{mv^2}{2} = \frac{m^2v^2}{2m} = \frac{p^2}{2m}.$$

$$K = \frac{p^2}{2m}.$$

عند أي سرعة تتساوي كمية الحركة مع طاقة الحركة؟

- يُمكن الربط بينها وبين طاقة الحركة من العلاقة :

$$K = \frac{P^2}{2m}$$

$$K = p$$

$$\frac{1}{2} mv\ v = mv$$

$$\frac{1}{2} v = 1$$

$$v = 2m/s$$

ماذا يحدث لكمية الحركة وطاقة الحركة؟

عند زيادة الكتلة للضعف

تزداد كمية الحركة وطاقة الحركة للضعف

عند زيادة السرعه للضعف

تزداد كمية الحركةللضعف وطاقة الحركة تزداد 4 أضعاف

7.24 Rank the following objects from highest to lowest in terms of momentum and from highest to lowest in terms of energy.

a) an asteroid with mass 10^6 kg and speed 500 m/s

b) a high-speed train with a mass of 180,000 kg and a speed of 300 km/h

c) a 120 kg linebacker with a speed of 10 m/s

d) a 10 kg cannonball with a speed of 120 m/s

e) a proton with a mass of 2×10^{-27} kg and a speed of 2×10^8 m/s

7.24 رتب الأجسام التالية من الأعلى إلى الأدنى من حيث كمية الحركة ومن الأعلى إلى الأدنى من حيث الطاقة.

a) كويكب كتلته 10^6 kg وسرعته 500 m/s

b) قطار فائق السرعة كتلته 180,000 kg وسرعته 300 km/h

c) لاعب ظهير في كرة البيسبول كتلته 120 kg وسرعته 10 m/s

c) قذيفة مدفع كتلتها 10 kg تصل سرعتها إلى 120 m/s

e) بروتون كتلته 2×10^{-27} kg وسرعته 2×10^8 m/s

$$P_a = mv_a = 1.50 \times 10^5 \times 500 = 5 \times 10^8 \quad Kg\,m/s$$

$$P_b = mv_b = 1.8 \times 10^5 \times 83.3 = 1.50 \times 10^7 \quad Kg\,m/s$$

$$P_c = mv_c = 1.2 \times 10^1 \times 10 = 1.2 \times 10^3 \quad Kg\,m/s$$

$$P_d = mv_d = 1 \times 10^1 \times 120 = 1.2 \times 10^3 \quad Kg\,m/s$$

$$P_e = mv_e = 2 \times 10^{-27} \times 2 \times 10^8 = 4 \times 10^{-19} \quad Kg\,m/s$$

$$p_a > p_b > p_c = p_d > p_e$$

7.24 Rank the following objects from highest to lowest in terms of momentum and from highest to lowest in terms of energy.

a) an asteroid with mass 10^6 kg and speed 500 m/s

b) a high-speed train with a mass of 180,000 kg and a speed of 300 km/h

c) a 120 kg linebacker with a speed of 10 m/s

d) a 10 kg cannonball with a speed of 120 m/s

e) a proton with a mass of 2×10^{-27} kg and a speed of 2×10^8 m/s

7.24 رتب الأجسام التالية من الأعلى إلى الأدنى من حيث كمية الحركة ومن الأعلى إلى الأدنى من حيث الطاقة.

a) كويكب كتلته 10^6 kg وسرعته 500 m/s

b) قطار فائق السرعة كتلته 180,000 kg وسرعته 300 km/h

c) لاعب ظهير في كرة البيسبول كتلته 120 kg وسرعته 10 m/s

c) قذيفة مدفع كتلتها 10 kg تصل سرعتها إلى 120 m/s

e) بروتون كتلته 2×10^{-27} kg وسرعته 2×10^8 m/s

$$K_a = \frac{1}{2} m\, v^2 = 0.50 \times 1.0 \times 10^6 \times 500^2 = 1.25 \times 10^{11}\ j$$

$$K_b = \frac{1}{2} m\, v^2 = 0.50 \times 1.8 \times 10^5 \times 83.3^2 = 6.25 \times 10^8\ j$$

$$K_c = \frac{1}{2} m\, v^2 = 0.50 \times 1.2 \times 10^2 \times 10^2 = 6.0 \times 10^3\ j$$

$$K_d = \frac{1}{2} m\, v^2 = 0.50 \times 1.0 \times 10^1 \times 120^2 = 7.2 \times 10^4\ j$$

$$K_e = \frac{1}{2} m\, v^2 = 0.50 \times 2.0 \times 10^{-27} \times (2.0 \times 10^8)^2 = 4.0 \times 10^{-11}\ j$$

$$K_a > K_b > K_d > K_c > K_e$$

7.25 A car of mass 1200 kg, moving with a speed of 72.0 mph on a highway, passes a small SUV with a mass $1\frac{1}{2}$ times bigger, moving at 2/3 the speed of the car.

a) What is the ratio of the momentum of the SUV to that of the car?

b) What is the ratio of the kinetic energy of the SUV to that of the car?

7.25 سيارة كتلتها 1200 kg، تتحرك بسرعة 72.0 mph على طريق سريع، تتخطى سيارة رياضية متعددة الأغراض صغيرة كتلتها أكبر بمقدار $\frac{11}{2}$ مرة، وتتحرك بسرعة تصل إلى 2/3 من سرعة السيارة.

a) ما نسبة كمية حركة السيارة الرياضية متعددة الأغراض إلى كمية حركة هذه السيارة؟

a) ما نسبة الطاقة الحركية للسيارة الرياضية متعددة الأغراض إلى الطاقة الحركية لهذه السيارة؟

$$m_1 = m \qquad m_2 = \frac{11}{2}m \qquad v_1 = v \qquad v_2 = \frac{2}{3}v$$

$$a)\ \frac{p_2}{p_1} = \frac{m_2 v_2}{m_1 v_1} = \frac{\frac{11}{2}m \times \frac{2}{3}v}{m\ \ v} = \frac{11}{3}$$

$$b)\ \frac{K_2}{K_1} = \frac{\frac{1}{2}m_2 v_2^2}{\frac{1}{2}m_1 v_1^2} = \frac{\frac{11}{2}m \times (\frac{2}{3}v)^2}{m\ \ v^2} = \frac{11}{2} \times (\frac{2}{3})^2 = \frac{22}{9}$$

7.27 A soccer ball with a mass of 442 g bounces off the crossbar of a goal and is deflected upward at an angle of 58.0° with respect to horizontal. Immediately after the deflection, the kinetic energy of the ball is 49.5 J.

What are the vertical and horizontal components of the ball's momentum immediately after striking the crossbar?

7.27 ترتد كرة قدم كتلتها 442 g عن عارضة المرمى ثم تنحرف إلى أعلى بزاوية قدرها 58.0° بالنسبة إلى المستوى الأفقي. بعد الانحراف مباشرة، كانت الطاقة الحركية للكرة 49.5 J. ما المركبات الرأسية والأفقية لكمية حركة الكرة عقب اصطدامها بالعارضة مباشرة؟

$$K = \frac{P^2}{2m}$$

$$p = \sqrt{2mK}$$

$$p = \sqrt{2(0.442)(49.5)} = 6.61\ kg.m/s$$

$$p_x = 6.61 \cos 58.0 = 3.50\ kg.m/s$$

$$p_y = 6.61 \sin 58.0 = 5.61\ kg.m/s$$

•7.28 A billiard ball of mass m = 0.250 kg hits the cushion of a billiard table at an angle of θ_1 = 60.0° and a speed of v_1 = 27.0 m/s. It bounces off at an angle of θ_2 = 71.0° and a speed of v_2 = 10.0 m/s.

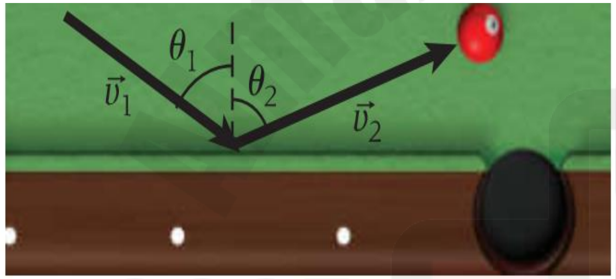
a) What is the magnitude of the change in momentum of the billiard ball?

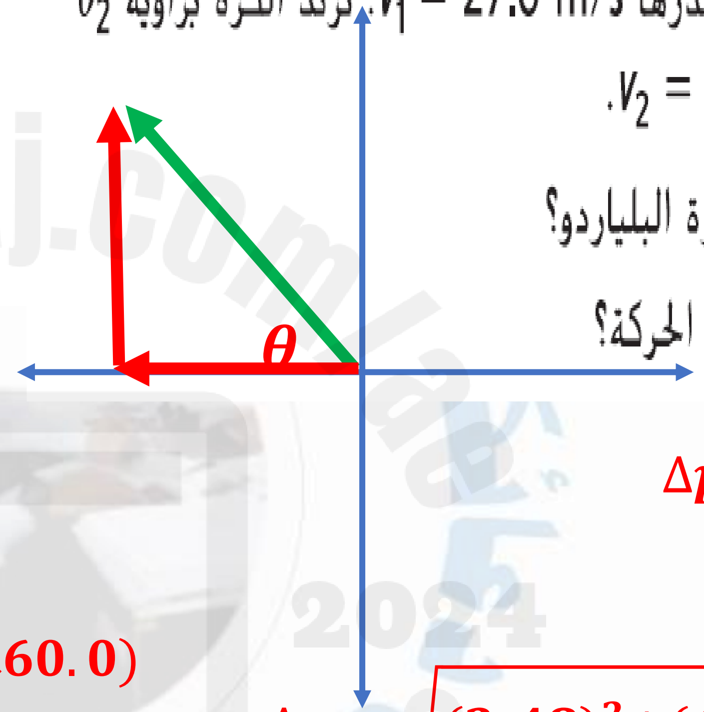
b) In which direction does the change-of-momentum vector point?

•7.28 تصطدم كرة بليارد كتلتها m = 0.250 kg ببطانة حافة طاولة البلياردو بزاوية قدرها θ_1 = 60.0° وسرعة قدرها v_1 = 27.0 m/s. ترتد الكرة بزاوية θ_2 = 71.0° وسرعة قدرها v_2 = 10.0 m/s.

a) ما مقدار التغير في كمية حركة كرة البلياردو؟

b) في أي اتجاه يشير متجه تغير كمية الحركة؟





$$\Delta p = \sqrt{\Delta p_x^2 + \Delta p_y^2}$$

$$\Delta p_x = p_{fx} - p_{ix}$$

$$\Delta p_x = (0.250 \times 10.0 \sin 71.0) - (0.250 \times 27.0 \sin 60.0)$$

$$\Delta p_x = -3.48 \ kg.m/s$$

$$\Delta p_y = p_{fy} - p_{iy}$$

$$\Delta p_y = (0.250 \times 10.0 \cos 71.0) - (-0.250 \times 27.0 \cos 60.0)$$

$$\Delta p_y = 4.19 \ kg.m/s$$

$$\Delta p = \sqrt{(3.48)^2 + (4.19)^2} = 5.45 kg.m/s$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{\Delta p_y}{\Delta p_x}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{4.19}{3.48}\right) = 50.3^0$$

$$\theta = 180 - 50.3 = 129.7^0$$

7.26 The electron-volt, eV, is a unit of energy ($1\ eV = 1.602 \times 10^{-19}\ J$, $1\ MeV = 1.602 \times 10^{-13}\ J$). Since the unit of momentum is an energy unit divided by a velocity unit, nuclear physicists usually specify momenta of nuclei in units of MeV/c, where c is the speed of light ($c = 2.998 \times 10^8$ m/s). In the same units, the mass of a proton (1.673×10^{-27} kg) is given as 938.3 MeV/c^2. If a proton moves with a speed of 17,400 km/s, what is its momentum in units of MeV/c?

7.26 يمثل الإلكترون فولت، eV، وحدة من وحدات الطاقة ($1\ eV = 1.602 \times 10^{-19}\ J$, $1\ MeV = 1.602 \times 10^{-13}\ J$). حيث إنَّ وحدة كمية الحركة تمثل وحدة الطاقة مقسومة على وحدة السرعة المتجهة، عادة ما يحدد علماء الفيزياء النووية كميات حركة النويات بوحدات MeV/c، حيث تمثل c سرعة الضوء ($c = 2.998 \times 10^8$ m/s). بالوحدات نفسها، تم تحديد كتلة البروتون (1.673×10^{-27} kg) بالمقدار 938,3 MeV/c^2. إذا كان البروتون يتحرك بسرعة 17,400 km/s، فما كمية حركته بوحدات MeV/c؟

$$v = 17400 \times \frac{10^3 m}{s} = \frac{17400 \times 10^3}{2.998 \times 10^8} = 5.804 \times 10^{-2}\ C$$

$$p = mv = 938.3\ \frac{MeV}{C^2} \times 5.804 \times 10^{-2}\ C = 54.5\ \frac{MeV}{C}$$

المتقدّم

11

7

كمية الحركة والتصادمات

الحادي عشر متقدم

قناة لحظات فيزيائيه

Impulse

7-2 الدفع

الأستاذ :- محمد عبدالعاطي ياسين

Impulse

The change in momentum is defined as the difference between the final (index f) and initial (index i) momenta:

$$\Delta\vec{p} \equiv \vec{p}_f - \vec{p}_i.$$

To see why this definition is useful, we have to do a bit of math. Let's start by exploring the relationship between force and momentum just a little further. We can integrate each component of the equation $\vec{F} = d\vec{p}/dt$ over time. For the integral of F_x, for example, we obtain:

$$\int_{t_i}^{t_f} F_x\,dt = \int_{t_i}^{t_f} \frac{dp_x}{dt}\,dt = \int_{p_{x,i}}^{p_{x,f}} dp_x = p_{x,f} - p_{x,i} \equiv \Delta p_x.$$

This equation requires some explanation. In the second step, we performed a substitution of variables to transform an integration over time into an integration over momentum. Figure 7.3a illustrates this relationship: The area under the $F_x(t)$ curve is the change in momentum, Δp_x. We can obtain similar equations for the y- and z-components.

Combining all three component equations into one vector equation yields the following result:

$$\int_{t_i}^{t_f} \vec{F}\,dt = \int_{t_i}^{t_f} \frac{d\vec{p}}{dt}\,dt = \int_{\vec{p}_i}^{\vec{p}_f} d\vec{p} = \vec{p}_f - \vec{p}_i \equiv \Delta\vec{p}.$$

The time integral of the force is called the **impulse,** $\vec{J}$:

$$\vec{J} \equiv \int_{t_i}^{t_f} \vec{F}\,dt. \qquad (7.4)$$

This definition immediately gives us the relationship between the impulse and the momentum change:

$$\vec{J} = \Delta\vec{p}. \qquad (7.5)$$

7.2 الدفع

يعرَّف التغيُّر في كمية الحركة بأنَّه الفرق بين كمية الحركة النهائية (الدليل f) وكمية الحركة الابتدائية (الدليل i):

$$\Delta\vec{p} \equiv \vec{p}_f - \vec{p}_i$$

لمعرفة سبب فائدة هذا التعريف، علينا أن نجري بعض الحسابات الرياضية. لنبدأ باستكشاف العلاقة بين القوة وكمية الحركة بتفاصيل أكثر قليلًا. يمكننا حساب التكامل لكل مركبة في المعادلة $\vec{F} = d\vec{p}/dt$ بالنسبة إلى الزمن. بالنسبة إلى تكامل F_x مثلاً ، سنحصل على:

$$\int_{t_i}^{t_f} F_x\,dt = \int_{t_i}^{t_f} \frac{dp_x}{dt}\,dt = \int_{p_{x,i}}^{p_{x,f}} dp_x = p_{x,f} - p_{x,i} \equiv \Delta p_x$$

تحتاج هذه المعادلة بعض الشرح. في الخطوة الثانية، عوضنا عن المتغيرات لتحويل التكامل بالنسبة إلى الزمن إلى تكامل بالنسبة إلى كمية الحركة. يوضح الشكل 7.3a هذه العلاقة: تمثل المساحة تحت المنحنى $F_x(t)$ التغير في كمية الحركة، Δp_x. يمكننا الحصول على معادلات مشابهة للمركبتين y وz.

بالجمع بين معادلات المركبات الثلاثة في معادلة متجهة واحدة، نحصل على النتيجة التالية:

$$\int_{t_i}^{t_f} \vec{F}\,dt = \int_{t_i}^{t_f} \frac{d\vec{p}}{dt}\,dt = \int_{\vec{p}_i}^{\vec{p}_f} d\vec{p} = \vec{p}_f - \vec{p}_i \equiv \Delta\vec{p}$$

تكامل القوة بالنسبة إلى الزمن يسمى **الدفع،** $\vec{J}$:

$$(7.4) \qquad \vec{J} \equiv \int_{t_i}^{t_f} \vec{F}\,dt.$$

يعطينا هذا التعريف العلاقة بين الدفع والتغير في كمية الحركة بشكل مباشر:

$$(7.5) \qquad \vec{J} = \Delta\vec{p}.$$

يعرَّف التغيُّر في كمية الحركة بأنَّه الفرق بين كمية الحركة النهائية (الدليل f) وكمية الحركة الابتدائية (الدليل i):

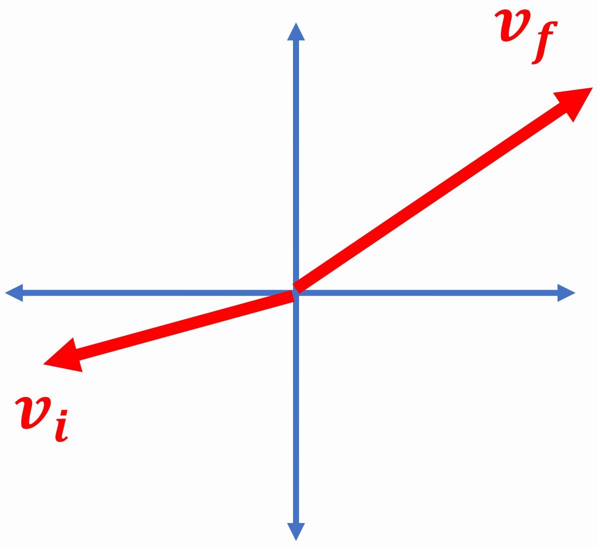
$$\boxed{\Delta\vec{p} = \vec{p}_f - \vec{p}_i}$$

لمعرفة سبب فائدة هذا التعريف، علينا أن نجري بعض الحسابات الرياضية. لنبدأ باستكشاف العلاقة بين القوة وكمية الحركة بتفاصيل أكثر قليلًا. يمكننا حساب التكامل لكل مركبة في المعادلة $\vec{F} = d\vec{p}/dt$ بالنسبة إلى الزمن. بالنسبة إلى تكامل F_x مثلًا، سنحصل على:

- حاصل ضرب متوسط القوة في زمن تأثير القوة $\vec{J} = \overrightarrow{F_{avg}}\,\Delta t$
- الدفع يساوي التغير في كمية الحركة (الزخم) $\vec{J} = \overrightarrow{\Delta p}$
- وحدة القياس $kg.m/s$ أو $N.s$
- نظرية الدفع الزخم :

$$\overrightarrow{F_{avg}}\,\Delta t = m\,(\overrightarrow{v_f} - \overrightarrow{v_i})$$

$$\vec{J} = \vec{F}_{ave}\Delta t.$$



EXAMPLE 7.1 Baseball Home Run

A Major League pitcher throws a fastball that crosses home plate with a speed of 90.0 mph (40.23 m/s) and an angle of 5.0° below the horizontal. A batter slugs it for a home run, launching it with a speed of 110.0 mph (49.17 m/s) at an angle of 35.0° above the horizontal (Figure 7.4). The mass of a baseball is required to be between 5 and 5.25 oz; let's say that the mass of the ball hit here is 5.10 oz (0.145 kg).

– Continued

What is the magnitude of the impulse the baseball receives from the bat?

المسألة 1

ما مقدار الدفع المؤثر في كرة البيسبول من المضرب؟

$$J_x = \Delta p_x = p_{fx} - p_{ix}$$

$$J_x = (0.145 \times 49.17 cos35.0) - (0.145 \times 40.23\ cos185) = 11.65 kg.m/s$$

$$J_y = \Delta p_y = p_{fy} - p_{iy}$$

$$J_y = (0.145 \times 49.17 sin35.0) - (0.145 \times 40.23\ sin185\ 5) = 4.60 kg.m/s$$

$$J = \sqrt{{J_x}^2 + {J_y}^2}$$

$$J = \sqrt{(11.65)^2 + (4.60)^2}$$

$$= 12.5\ \ kg.m/s$$

مثال 7.1 الضربة إلى خارج الملعب في كرة البيسبول

يرمي الرامي في دوري كرة البيسبول كرة سريعة تعبر القاعدة الرئيسة بسرعة قدرها 90.0 mph (40.23 m/s) وبزاوية 5.0° أسفل المستوى الأفقي. ويضربها الضارب بقوة إلى خارج الملعب، حيث بدأت بسرعة 110,0 mph (49.17 m/s) وبزاوية 35.0° أعلى من المستوى الأفقي (الشكل 7.4). يلزم أن تكون كتلة كرة البيسبول بين 5 و5.25 oz. لنفترض أن كتلة الكرة هنا تساوي 5.10 oz (0.145 kg).

مثال 7.1 الضربة إلى خارج الملعب في كرة البيسبول

يرمي الرامي في دوري كرة البيسبول كرة سريعة تعبر القاعدة الرئيسة بسرعة قدرها 90.0 mph (40.23 m/s) وبزاوية 5.0° أسفل المستوى الأفقي. ويضربها الضارب بقوة إلى خارج الملعب، حيث بدأت بسرعة 110,0 mph (49.17 m/s) وبزاوية 35.0° أعلى من المستوى الأفقي (الشكل 7.4). يلزم أن تكون كتلة كرة البيسبول بين 5 و5.25 oz. لنفترض أن كتلة الكرة هنا تساوي 5.10 oz (0.145 kg).

المسألة 2

يعرض فيديو عالي السرعة أن ملامسة الكرة للمضرب تستمر 1 ms (0.001 s) فقط. بالنسبة إلى الضربة إلى خارج الملعب، افترض أننا نقدّر استمرار التلامس لمدة 1.20 ms ما مقدار متوسط القوة المؤثرة في الكرة بواسطة المضرب خلال هذا الزمن؟

High-speed video shows that the ball-bat contact lasts only about 1 ms (0.001 s). Suppose, for the home run we're considering, that the contact lasted 1.20 ms. What was the magnitude of the average force exerted on the ball by the bat during that time?

$$J = F_{avg}\,\Delta t$$

$$12.5 = F_{avg} \times 1.20 \times 10^{-3}$$

$$F_{avg} = 10.4 \times 10^{3}\ N$$

Concept Check 7.2

If the baseball in Example 7.1 was hit so that it had the same speed of 110 mph after it left the bat but was launched at an angle of 38° above the horizontal, the impulse the baseball received would have been

a) bigger.

b) smaller.

c) the same.

مراجعة المفاهيم 7.2

إذا ضُربت كرة البيسبول في مثال 7.1 بحيث تتحرك بالمقدار ذاته من السرعة 110 mph بعد ابتعادها عن المضرب إلا أنها أُطلقت بزاوية 38° أعلى من المستوى الأفقي، فإنَّ الدفع الذي تتلقاه كرة البيسبول سيكون

a) أكبر.

b) أصغر.

c) هو نفسه.

$$J_x = \Delta p_x = p_{fx} - p_{ix}$$

$$J_x = (0.145 \times 49.17 cos38.0) - (-0.145 \times 40.23\ cos5) = 11.43\ kg.m/s$$

$$J_y = \Delta p_y = p_{fy} - p_{iy}$$

$$J_y = (0.145 \times 49.17 sin38.0) - (-0.145 \times 40.23\ sin\ 5) = 4.90 kg.m/s$$

$$J = \sqrt{{J_x}^2 + {J_y}^2}$$

$$J = \sqrt{(11.43)^2 + (4.90)^2} = 12.43\ \ kg.m/s$$

7.29 One of the events in the Scottish Highland Games is the sheaf toss, in which a 9.09 kg bag of hay is tossed straight up into the air using a pitchfork. During one throw, the sheaf is launched straight up with an initial speed of 2.70 m/s.

a) What is the impulse exerted on the sheaf by gravity during the upward motion of the sheaf (from launch to maximum height)?

b) Neglecting air resistance, what is the impulse exerted by gravity on the sheaf during its downward motion (from maximum height until it hits the ground)?

c) Using the total impulse produced by gravity, determine how long the sheaf is airborne.

7.29 تُعد لعبة رمي الحزمة إحدى فعاليات ألعاب المرتفعات الأسكتلندية، حيث يتم رمي كيس من القش تصل كتلته إلى 9.09 kg إلى أعلى بشكل مستقيم في الهواء باستخدام المذراة. في الرمية الواحدة، ترتفع الحزمة بشكل مستقيم بسرعة أولية مقدارها 2.70 m/s.

a) ما الدفع المبذول على الحزمة بواسطة الجاذبية أثناء حركة الحزمة إلى أعلى (من نقطة الانطلاق إلى أقصى ارتفاع)؟

b) بتجاهل مقاومة الهواء، ما الدفع المبذول بواسطة الجاذبية على الحزمة أثناء حركتها إلى أسفل (من أقصى ارتفاع حتى اصطدامها بالأرض)؟

c) باستخدام الدفع الكلي الناتج عن الجاذبية، حدد مقدار المدة الزمنية لطيران الحزمة في الهواء.

$$a)\ J_y = m(v_{fy} - v_{iy})$$

$$J_y = 9.09(0 - 2.70) = -24.5\ N.s$$

$$a)\ J_y = m(v_{fy} - v_{iy})$$

$$J_y = 9.09(-2.70 - 0) = -24.5\ N.s$$

$$c)\ J_{tot} = F_{avg}\,\Delta t = -mg\Delta t$$

$$\Delta t = \frac{J_{tot}}{-mg} = \frac{-24.5 + (-24.5)}{-9.09 \times 9.81} = 0.55\ s$$

7.30 An 83.0 kg running back leaps straight ahead toward the end zone with a speed of 6.50 m/s. A 115 kg linebacker, keeping his feet on the ground, catches the running back and applies a force of 900 N in the opposite direction for 0.750 s before the running back's feet touch the ground.

a) What is the impulse that the linebacker imparts to the running back?

b) What change in the running back's momentum does the impulse produce?

c) What is the running back's momentum when his feet touch the ground?

d) If the linebacker keeps applying the same force after the running back's feet have touched the ground, is this still the only force acting to change the running back's momentum?

7.30 يثب اللاعب المهاجم الذي تبلغ كتلته 83.0 kg إلى الأمام مباشرة نحو خط منطقة النهاية بسرعة مقدارها 6.50 m/s. يمسك اللاعب الظهير الذي تبلغ كتلته 115 kg اللاعب المهاجم ويبذل قوة بمقدار 900 N في الاتجاه المعاكس، مثبتًا قدميه على الأرض، لمدة 0.750 s قبل أن تلمس قدما اللاعب المهاجم الأرض.

a) ما الدفع الذي ينقله اللاعب الظهير إلى اللاعب المهاجم؟

b) ما أثر الدفع في مقدار تغيُّر كمية حركة اللاعب المهاجم؟

c) ما كمية حركة اللاعب المهاجم عندما تلمس قدماه الأرض؟

d) إذا استمر اللاعب الظهير في بذل مقدار القوة نفسه بعد ملامسة قدمي اللاعب المهاجم للأرض، فهل ستظل هذه هي القوة الوحيدة المؤثرة في تغيير كمية حركة اللاعب المهاجم؟

$a)\ J = F_{avg}\,\Delta t$ $\qquad J = -900 \times 0.750 = -675\ N.s$

b) تتغير كمية حركة اللاعب المهاجم بمقدار $-675\ N.s$

$c)\ J = p_f - p_i = p_f - mv_i$

$$p_f = J + mv_i = -675 + (83.0 \times 6.50) = -135.5\ kg.m/s$$

d) تؤثر قوة الإحتكاك بسبب ملامسة قدم اللاعب للأرض

مسألة محلولة 7.1 إسقاط البيضة

المسألة

تسقط بيضة في حاوية خاصة من ارتفاع 3.70 m، وكتلة الحاوية والبيضة معًا 0.144 kg. وتؤدي قوة محصلة قيمتها 4.42 N إلى كسر البيضة. ما الحد الأدنى للزمن الذي يمكن أن تتوقف خلاله البيضة/الحاوية دون أن تنكسر البيضة؟

SOLVED PROBLEM 7.1 Egg Drop

PROBLEM

An egg in a special container is dropped from a height of 3.70 m. The container and egg together have a mass of 0.144 kg. A net force of 4.42 N will break the egg. What is the minimum time over which the egg/container can come to a stop without breaking the egg?

$$E_i = E_f$$

$$mgh_i = \frac{1}{2}mv^2$$

$$v_f = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 9.81 \times 3.70} = 8.52\ m/s$$

$$F_{avg}\,\Delta t = m(v_{fy} - v_{iy})$$

$$4.42 \times \Delta t = 0.144(8.52 - 0)$$

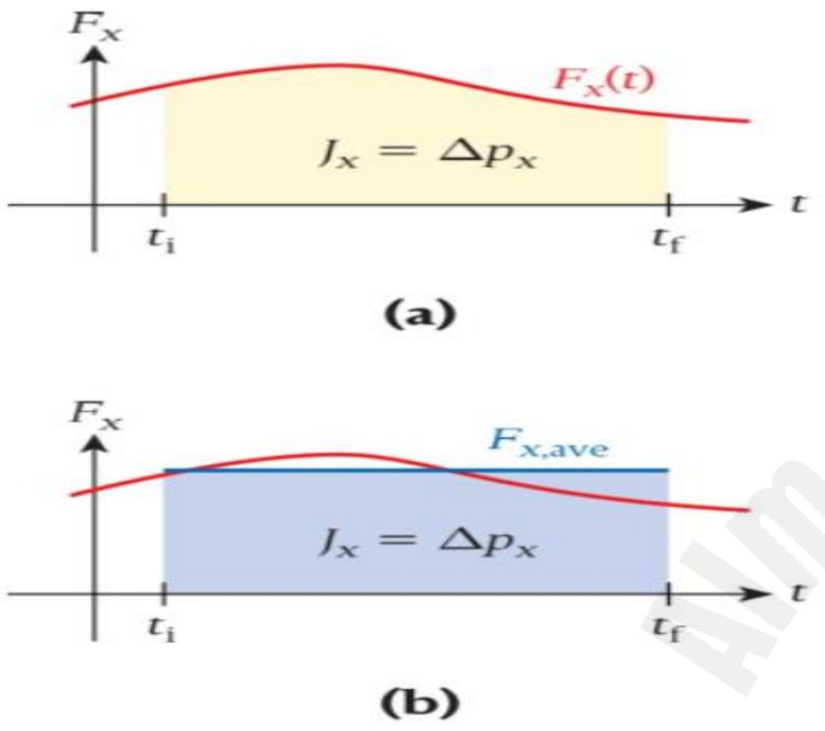
$$\Delta t = 0.278\ s$$

- الدفع يساوي تكامل القوة بالنسبة للزمن:

$$\vec{J} = \int_{t_i}^{t_f} \vec{F}\, dt$$

- الدفع يساوي المساحة أسفل منحنى (القوة – الزمن)

$$\int_{t_i}^{t_f} F_x\, dt = \int_{t_i}^{t_f} \frac{dp_x}{dt}\, dt = \int_{p_{x,i}}^{p_{x,f}} dp_x = p_{x,f} - p_{x,i} \equiv \Delta p_x$$



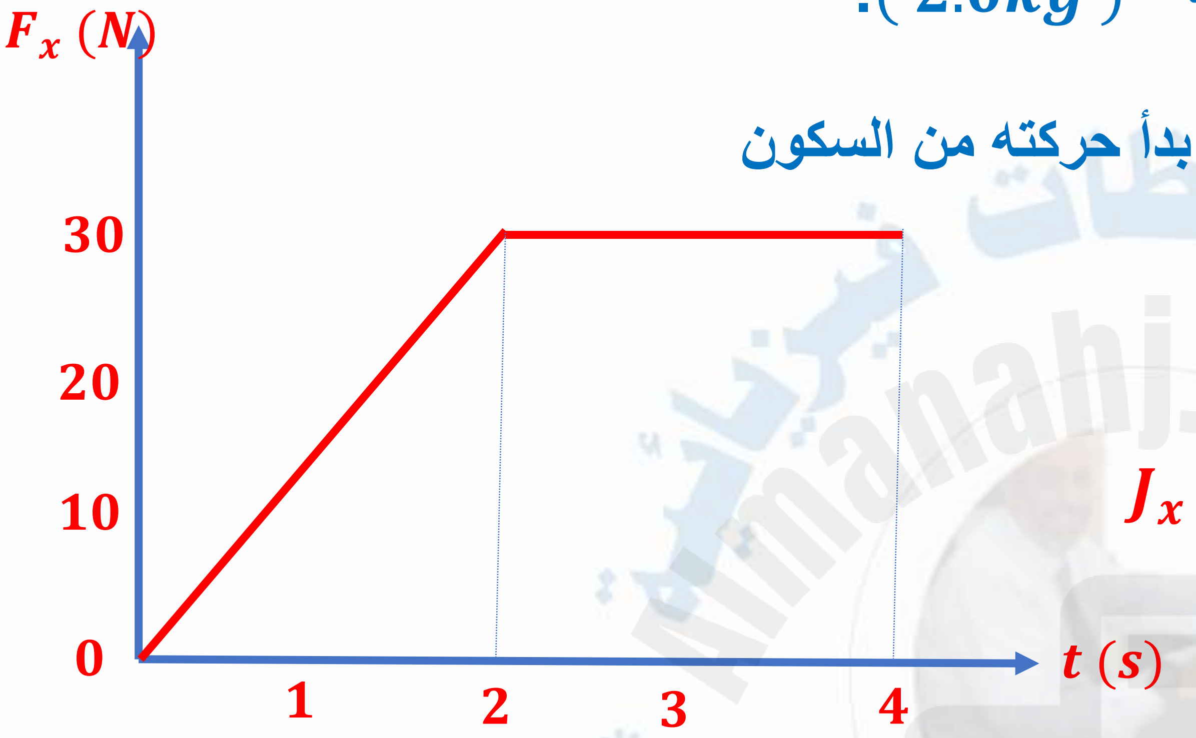
الشكل 7.3 (a) الدفع (المنطقة الصفراء) هو تكامل القوة بالنسبة إلى الزمن (b) الدفع ذاته الناتج عن متوسط القوة.

الدفع= المساحة أسفل المنحني

الشغل	الدفع
$W = Fd\cos\theta$	$\vec{J} = \overrightarrow{F_{avg}}\,\Delta t$
كمية قياسية وتقاس بالجول $J = N.m = \frac{kg.m^2}{s^2} = W.s$	كمية متجهة وتقاس بـ $kg.m/s = N.s$
الشغل الكلي يساوي التغير في الطاقة الحركية $W = \Delta K$ $F_{net}d\cos\theta = \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2)$	الدفع يساوي التغير في الزخم $\vec{J} = \overrightarrow{\Delta p}$ $\overrightarrow{F_{avg}}\,\Delta t = m\,(\vec{v_f} - \vec{v_i})$
الشغل يساوي تكامل القوة بالنسبة للإزاحة $W = \int_{x_i}^{x_f} F\ .dx$	الدفع يساوي تكامل القوة بالنسبة للزمن $\vec{J} = \int_{t_i}^{t_f} \vec{F}\,dt$
الشغل يساوي المساحة أسفل منحنى (القوة – الإزاحة)	الدفع يساوي المساحة أسفل منحنى (القوة – الزمن)
$F_x = \frac{d\,W}{dx}$	$F_x = \frac{d\,p_x}{dt}$

يوضح الشكل المقابل تغيرات القوة المؤثرة في جسم كتلته ($2.0kg$).

احسب سرعة الجسم النهائية بعد مرور زمن ($4s$) إذا بدأ حركته من السكون



$$J_x = Area$$

$$J_x = \left(\frac{1}{2} \times 2 \times 30\right) + (2 \times 30) = 90\ N.s$$

$$J_x = \Delta P$$

$$J_x = m(v_{xf} - v_{xi})$$

$$90 = 2.0 \times (v_{xf} - 0)$$

$$v_{xf} = 45\ m/s$$

مثال : احسب دفع القوة المؤثرة في جسم اذاتغير الزمن $t_f = 6.0(t_i = 2.0\ s)$

معادلة القوة: $F_{(x)} = 25t^2 + 4.4t^3$

- الدفع يساوي تكامل القوة بالنسبة للزمن:

$$\vec{J} = \int_{t_i}^{t_f} \vec{F}\ dt$$

$$\vec{J} = \int_{2}^{6} (25t^2 + 4.4t^3)dt = 3141\ N.S$$

تطبيق على نظرية الدفع الزخم

الوسادة الهوائية في السيارات

- تعمل على زيادة زمن تأثير القوة فيقل مقدار القوة المؤثرة في الجسم مما يُقلل الإصابات بدرجة كبيرة
- لا تُغير من مقدار الدفع (التغير في كمية الحركة)

مراجعة المفاهيم 7.3

تُصمم العديد من السيارات مزودة بمناطق امتصاص الصدمات في المقدمة والتي تتعرض لدمار شديد في حال حدوث تصادم مواجه. الغرض من هذا التصميم هو:

a) تقليل الدفع الذي يتعرض له قائد السيارة أثناء التصادم.

b) زيادة الدفع الذي يتعرض له قائد السيارة أثناء التصادم.

c) تقليل زمن التصادم ومن ثم تقليل القوة المؤثرة في قائد السيارة.

d) زيادة زمن التصادم ومن ثم تقليل القوة المؤثرة في قائد السيارة.

e) رفع تكلفة الإصلاح إلى أقصى حد ممكن.

أجهزة السلامة

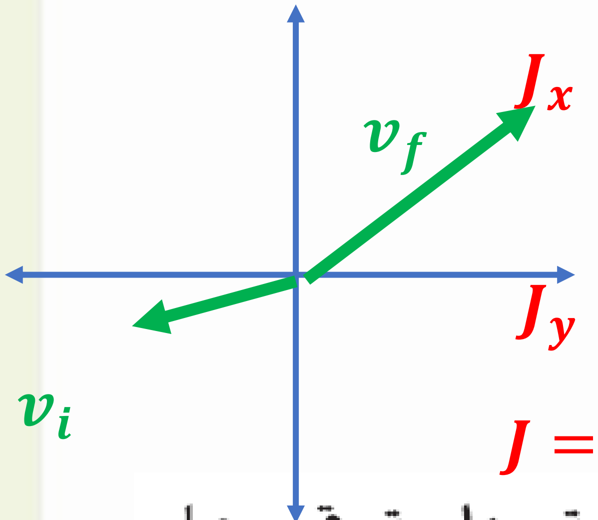
$$F=\frac{J}{\Delta t}$$

تعمل الوسائد الهوائية و أحزمة الأمان على زيادة زمن تأثير القوة و بالتالي التقليل من الأضرار

$$v_i = 88.5 \times \frac{1610m}{3600s} = 39.6m/s$$

$$v_f = 102.7 \times \frac{1610m}{3600s} = 45.9\ m/$$

7.31 A baseball pitcher delivers a fastball that crosses the plate at an angle of 7.25° below the horizontal and a speed of 88.5 mph. The ball (of mass 0.149 kg) is hit back over the head of the pitcher at an angle of 35.53° above the horizontal and a speed of 102.7 mph. What is the magnitude of the impulse received by the ball?



$$J_x = \Delta p_x = p_{fx} - p_{ix}$$

$$J_x = 0.149\left(45.9cos35.53 - 39.6\,cos(180 + 7.25)\right) = 11.4\ kg.m/s$$

$$J_y = \Delta p_y = p_{fy} - p_{iy}$$

$$J_y = 0.149\left(45.9sin35.53 - 39.6\,sin(180 + 7.25)\right) = 4.72\ kg.m/s$$

$$J = \sqrt{{J_x}^2 + {J_y}^2} \qquad J = \sqrt{(11.4)^2 + (4.72)^2} = 12.34\ \ kg.m/s$$

7.31 يقذف الرامي في كرة البيسبول كرة سريعة تعبر القاعدة الرئيسة بزاوية قدرها 7.25° أسفل المستوى الأفقي وبسرعة قدرها 88.5 mph. ترتد الكرة (كتلتها 0.149 kg) فوق رأس اللاعب بزاوية 35.53° أعلى المستوى الأفقي وبسرعة قدرها 102.7 mph. ما مقدار الدفع الذي تلقته الكرة؟

•7.32 Although they don't have mass, photons–traveling at the speed of light–have momentum. Space travel experts have thought of capitalizing on this fact by constructing *solar sails*–large sheets of material that would work by reflecting photons. Since the momentum of the photon would be reversed, an impulse would be exerted on it by the solar sail, and–by Newton's Third Law–an impulse would also be exerted on the sail, providing a force. In space near the Earth, about 3.84×10^{21} photons are incident per square meter per second. On average, the momentum of each photon is 1.30×10^{-27} kg m/s. For a 1000. kg spaceship starting from rest and attached to a square sail 20.0 m wide, how fast could the ship be moving after 1 hour? After 1 week? After 1 month? How long would it take the ship to attain a speed of 8000. m/s, roughly the speed of a space shuttle in orbit?

•7.32 على الرغم من انعدام كتلتها، تكون للفوتونات، التي تتحرك بسرعة الضوء، كمية حركة. فكر خبراء السفر إلى الفضاء في الاستفادة من هذه الحقيقة من خلال بناء *أشرعة شمسية* – ألواح كبيرة من مادة يمكن أن تعمل بانعكاس الفوتونات عليها. نظرًا لأنَّ كمية حركة الفوتون ستنعكس، سيتم بذل دفع عليه بواسطة الأشرعة الشمسية، ووفقًا لقانون نيوتن الثالث، سيتم بذل دفع على الشراع أيضًا، مما ينتج عنه قوة. في الفضاء القريب من الأرض، يسقط حوالي 3.84×10^{21} فوتونًا في كل متر مربع في الثانية. في المتوسط، تبلغ كمية حركة الفوتون الواحد 1.30×10^{-27} kg m/s. بالنسبة إلى سفينة فضاء كتلتها 1000 kg تبدأ حركتها من وضع السكون ويتصل بها شراع على شكل مربع طول ضلعه 20.0 m، كم تبلغ السرعة التي ستتحرك بها بعد مرور ساعة واحدة؟ بعد أسبوع واحد؟ بعد شهر واحد؟ ما المدة الزمنية التي ستستغرقها السفينة لتصل إلى سرعة قدرها 8000 m/s، تعادل تقريبًا سرعة مكوك فضائي يدور في مداره؟

$$N = 3.84 \times 10^{21} \times 20^2$$

$$N = 1.536 \times 10^{24}\ photon.s$$

$$F\Delta t = N(p_f - p_i) = 2Np$$

$$F = 2 \times 1.536 \times 10^{24} \times 1.30 \times 10^{-27} = 4 \times 10^{-3} N$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{4 \times 10^{-3}}{1000} = 4 \times 10^{-6} m/s^2$$

$$v_f = v_i + at$$

$$t = \frac{v_f - v_i}{a} = \frac{8000}{4 \times 10^{-6}} = 2 \times 10^9 s = 63.4\ year$$

$$v_{(t=1h)} = 4 \times 10^{-6} \times 3600 = 1.44 \times 10^{-4} m/s$$

$$v_{(t=1week)} = 4 \times 10^{-6} \times (3600 \times 24 \times 7) = 2.42 m/s$$

$$v_{(t=1month)} = 4 \times 10^{-6} \times (3600 \times 24 \times 30) = 10.4\ m/s$$

7.32• على الرغم من انعدام كتلتها، تكون للفوتونات، التي تتحرك بسرعة الضوء، كمية حركة. فكر خبراء السفر إلى الفضاء في الاستفادة من هذه الحقيقة من خلال بناء *أشرعة شمسية* – ألواح كبيرة من مادة يمكن أن تعمل بانعكاس الفوتونات عليها. نظرًا لأنّ كمية حركة الفوتون ستنعكس، سيتم بذل دفع عليه بواسطة الأشرعة الشمسية. ووفقًا لقانون نيوتن الثالث، سيتم بذل دفع على الشراع أيضًا. مما ينتج عنه قوة. في الفضاء القريب من الأرض، يسقط حوالي 3.84×10^{21} فوتونًا في كل متر مربع في الثانية. في المتوسط، تبلغ كمية حركة الفوتون الواحد 1.30×10^{-27} kg m/s. بالنسبة إلى سفينة فضاء كتلتها 1000 kg تبدأ حركتها من وضع السكون ويتصل بها شراع على شكل مربع طول ضلعه 20.0 m، كم تبلغ السرعة التي ستتحرك بها بعد مرور ساعة واحدة؟ بعد أسبوع واحد؟ بعد شهر واحد؟ ما المدة الزمنية التي ستستغرقها السفينة لتصل إلى سرعة قدرها 8000 m/s، تعادل تقريبًا سرعة مكوك فضائي يدور في مداره؟

$$N = 3.84 \times 10^{21} \times 20^2$$

$$N = 1.536 \times 10^{24}\ photon.s$$

$$F\Delta t = N(p_f - p_i) = 2Np$$

$$F = 2 \times 1.536 \times 10^{24} \times 1.30 \times 10^{-27} = 4 \times 10^{-3} N$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{4 \times 10^{-3}}{1000} = 4 \times 10^{-6} m/s^2$$

$$v_f = v_i + at$$

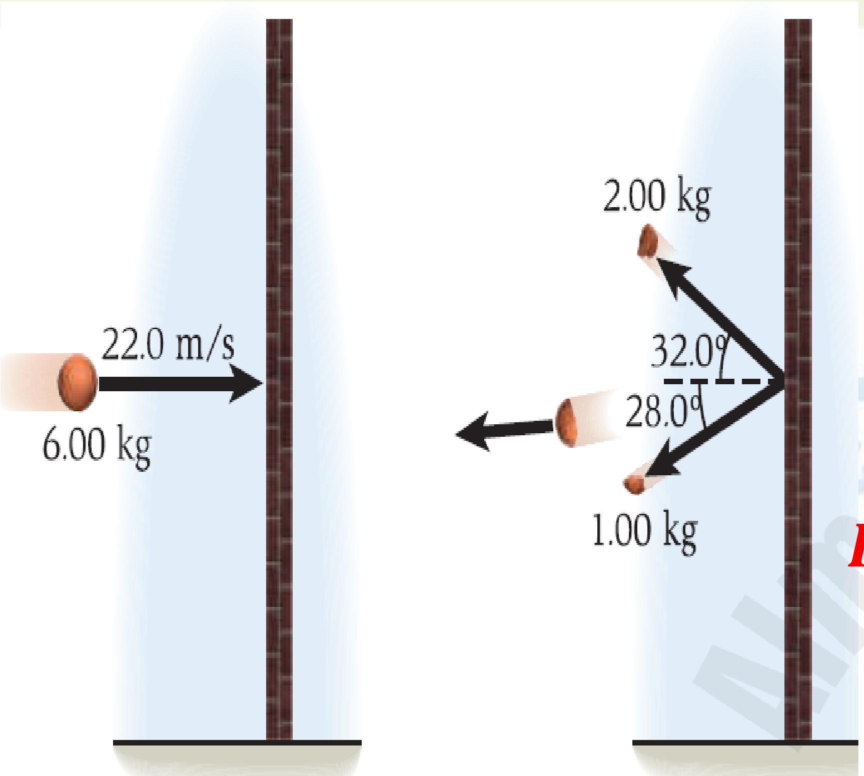
$$t = \frac{v_f - v_i}{a} = \frac{8000}{4 \times 10^{-6}} = 2 \times 10^9 s = 63.4\ year$$

$$v_{(t=1h)} = 4 \times 10^{-6} \times 3600 = 1.44 \times 10^{-4} m/s$$

$$v_{(t=1week)} = 4 \times 10^{-6} \times (3600 \times 24 \times 7) = 2.42 m/s$$

$$v_{(t=1month)} = 4 \times 10^{-6} \times (3600 \times 24 \times 30) = 10.4\ m/s$$

7.37•• أُلقيت كرة من الصلصال كتلتها 6.00 kg على جدار عمودي من القرميد بسرعة متجهة قدرها 22.0 m/s وانقسمت إلى ثلاث قطع، حيث ارتدت جميعها إلى الخلف، كما هو موضح في الشكل. يبذل الجدار على الكرة قوة قدرها 2640 N لمدة زمنية قدرها 0.100 s ارتدت قطعة كتلتها 2.00 kg بسرعة متجهة قدرها 10.0 m/s وبزاوية 32.0° أعلى من المستوى الأفقي. ارتدت القطعة الثانية التي تبلغ كتلتها 1.00 kg بسرعة متجهة قدرها 8.00 m/s وبزاوية 28.0° أسفل المستوى الأفقي. كم تبلغ السرعة المتجهة للقطعة الثالثة؟



$$F_x\Delta t = \Delta p_x = m\,v_{fx} - mv_{ix})$$

$$-2640 \times 0.100 = (2.00 \times 10.0cos(180-32) + 1.00 \times 8.00cos(180+28.0) + 3v3_x) - 6.00 \times 22.0$$

$$-264 = 3v_x - 156 \qquad v_{3x} = -36\,m/s$$

$$F_y\Delta t = \Delta p_y = m\,v_{fy} - mv_{iy})$$

$$0 = (2.00 \times 10.0sin(180-32) + 1.00 \times 8.00sin(180+28.0) + 3v_x) - 0$$

$$v_{3y} = -2.28\,m/s$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{2.28}{36}\right) = 3.62^0$$

$$v_3 = \sqrt{36^2 + 2.28^2} = 36.1m/s$$

$$\theta = 180 + 3.62 = 183.62^0$$

المتقدّم

11

7 كمية الحركة والتصادمات

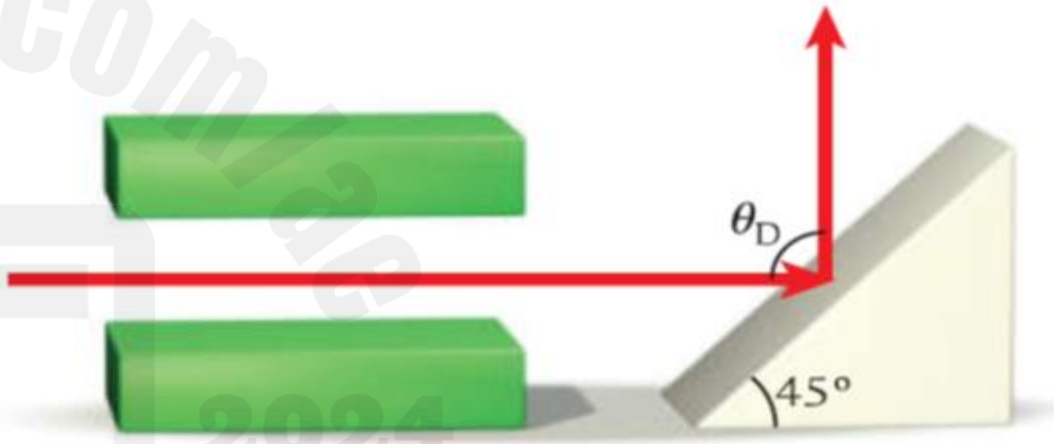
قناة لحظات فيزيائيه

الحادي عشر متقدم

تطبيقات على نظرية (الدفع –الزخم)

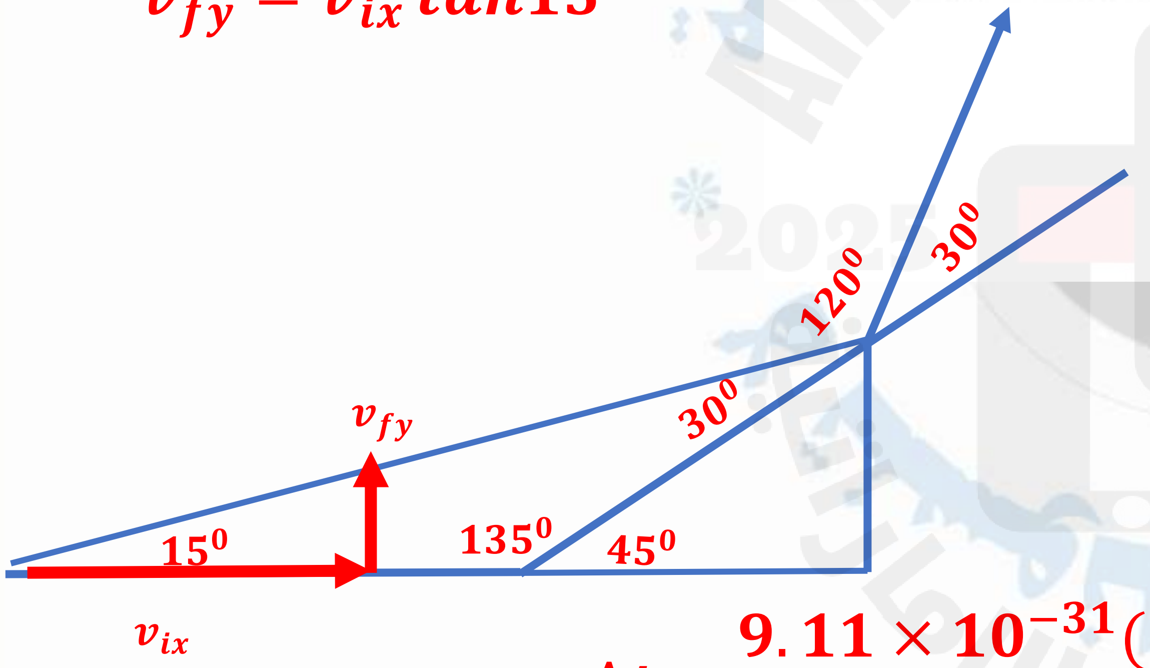
الأستاذ :- محمد عبدالعاطي ياسين

7.35• في إلكترونيات المقياس النانوي، يمكن التعامل مع الإلكترونات كما لو كانت كرات بلياردو. يوضح الشكل جهازًا بسيطًا يخضع للدراسة حاليًا حيث يصطدم فيه الإلكترون تصادمًا مرنًا بجدار صلب (ترانزستور الإلكترونات القذفية). يمثل القضيبان باللون الأخضر القطبين اللذين يمكن أن يبذلا قوة أفقية قدرها 8.00×10^{-13} N على الإلكترونات. إذا كان للإلكترون مبدئيًا مركبتا السرعة المتجهة $v_x = 1.00 \times 10^5$ m/s و $v_y = 0$ والجدار يميل بزاوية 45.0°، وزاوية الانحراف θ_D تساوي 90.0°. ما المدة التي يجب فيها بذل القوة الأفقية من القطبين للوصول إلى زاوية انحراف قدرها 120°؟



$$\tan 15 = \frac{v_{fy}}{v_{ix}}$$

$$v_{fy} = v_{ix} \tan 15$$



$$F\Delta t = m(v_{fy} - v_{iy})$$

$$\Delta t = \frac{m(v_{fy} - v_{iy})}{F}$$

$$\Delta t = \frac{9.11 \times 10^{-31}(1.00 \times 10^5 \tan 15 - 0)}{8.00 \times 10^{-13}} = 3.1 \times 10^{-14} s$$