

Impulse and Momentum

الدافع والزخم

by

Nada Saab-Ismail, PhD, MAT, MEd, IB

P3.4g Explain how the time of impact can affect the net force (e.g., air bags in cars, catching a ball).

العناصر:

1- الدافع

2- الزخم والاندفاع الخطي

3- نظرية الزخم النبضي

4- العوامل المؤثرة على الدافع

الدافع (J)

النبضة (القوة النبضية) هي قوة تعمل لفترة قصيرة جداً من الزمن ، كما هو الحال في الاصطدام أو الاصطدام بين الأشياء.

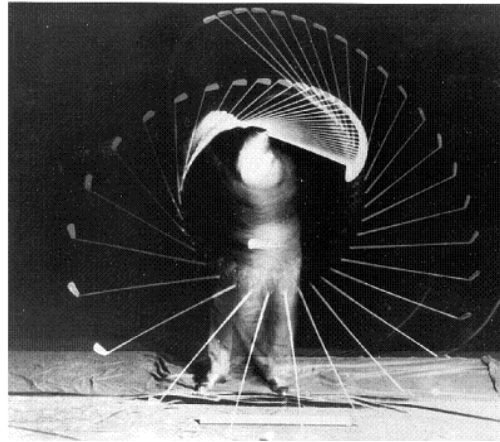
والوحدة (J) النبضة هي ناتج صافي متوسط القوة والفاصل الزمني الذي يتم تطبيقه من أجله. لها الرمز (NS). نيوتن. الثانية.

التي تسبب الدافع (F) النبضة هي كمية متجهة ولها نفس اتجاه متوسط القوة الصافية.

Impulse
$\vec{J} = \text{impulse} = \vec{F}\Delta t$
unit: N.S

مثال 1: ضرب كرة الجولف.

ما هو الدافع الذي يعطيه النادي لكرة الجولف إذا كان على اتصال لمدة 0.005 ثانية ، وخلال هذه الفترة بذل النادي قوة متوسطة مقدارها 500 نيوتن على الكرة؟



Data Table		
F	J	Δt
500 N	?	0.005 s

$$J = \text{impulse} = F\Delta t = 500 \times 0.005 = 2.5 \text{ N}\cdot\text{s} \text{ [forward]}$$

الزخم الخطي (P)

زخم الجسم هو مقياس لمدى صعوبة إيقاف هذا الجسم.

لجسم ما يساوي حاصل ضرب كتلة الجسم (م) والسرعة (ت) (P) الزخم الخطي

إنها كمية متجهة ولها نفس اتجاه السرعة

Linear Momentum (p)

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

Unit: (kg . m/s)

الدافع - نظرية الزخم

على جسم ما ، فإن نبضة القوة الكلية تساوي التغير في الزخم الذي تنتجه على F عندما تؤثر قوة محصلة الجسم.

الدافع = تغيير الزخم

$$(P_o) \text{ الزخم الأولي} - (P_f) \text{ الزخم النهائي} = (J) \text{ النبضة}$$

Impulse-Momentum Theorem

Impulse (J) = Final momentum (P_f) - initial momentum (P_o)

(J) النبضة = الزخم الأولي (P_o) - الزخم النهائي (P_f)

$$\vec{J} = \vec{P}_f - \vec{P}_o$$

$$\vec{F} \Delta t = m\vec{V}_f - m\vec{V}_o$$

$$\vec{F} = m\vec{V}_f - m\vec{V}_o / \Delta t$$

F هو متوسط صافي القوة المؤثرة على الجسم ، بوحدة نيوتن.

.هي الفترة الزمنية التي تعمل فيها القوة ، في الثانية Δt

هي كتلة الجسم بالكيلوجرام (كجم) **m**

هي السرعة النهائية للجسم بعد الاصطدام أو الاصطدام ، في (م / ث) **vf**

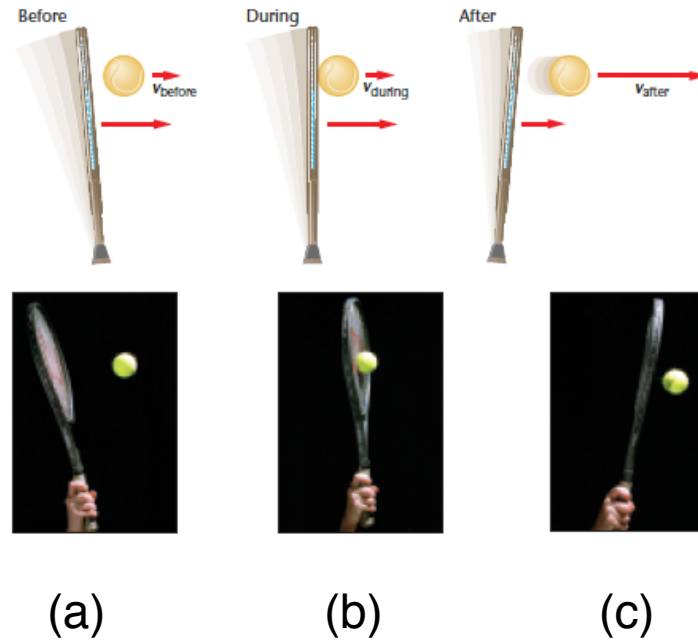
هي السرعة الابتدائية للجسم قبل الاصطدام أو الاصطدام ، في (م / ث) **vo**

.يحدث تغيير كبير في الزخم عندما يكون هناك تغير كبير في الدافع

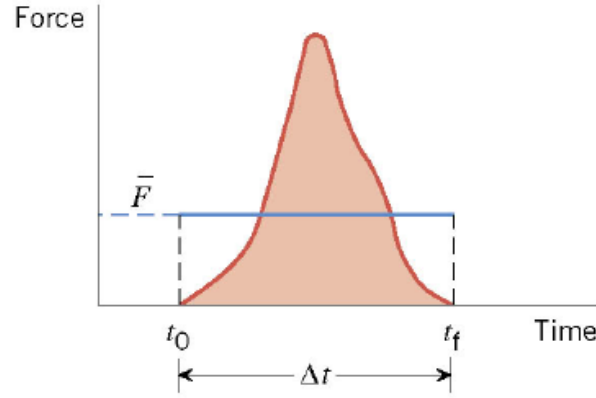
.لذلك ، لتغيير زخم كائن ما ، يجب تغيير الدافع

تحليل الدافع - نظرية الزخم

(F) يوجد أدناه صورة لمضرب قبل وأثناء وبعد الاصطدام بكرة تنس. كيف ترتبط سرعات الكرة قبل التصادم وبعده بالقوة المؤثرة عليها؟



خلال هذه العملية ، تزداد القوة (F) للمضرب إلى أقصى حد ثم تنخفض إلى الصفر خلال فترة زمنية Δt كما هو موضح في الشكل أدناه:



a- قبل الضربة: سرعة الكرة تقترب مع V من قبل. تزداد قوة المضرب من الصفر لضرب الكرة. الكرة لديها زخم $P1$.

b. أثناء الضربة أو الاصطدام. يضرب المضرب الكرة بأقصى قوة

c. الذي $P2$ بعد الضربة: تغادر الكرة بسرعة أكبر. تنخفض قوة المضرب إلى الصفر. زخم الكرة الآن هو $P1$. يختلف عن

$$J = F\Delta t = \text{هو مقدار القوة المتوسطة: الدافع } F$$

لذا ، فإن المضرب يطبق دفعة على كرة التنس. نتيجة لذلك ، تغادر كرة التنس بسرعة أكبر ويتغير زخمها.

وفقاً لقانون نيوتن الثاني للحركة

$$\vec{F} = m \vec{a} \quad (1)$$

التسارع = التغيير في السرعة / الفاصل الزمني

$$a = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_f - \vec{v}_o}{\Delta t} \quad (2)$$

($\vec{v}_f = \vec{v}_{\text{after}}$, $\vec{v}_o = \vec{v}_{\text{before}}$)

أدخل قيمة التسارع في المعادلة (1)

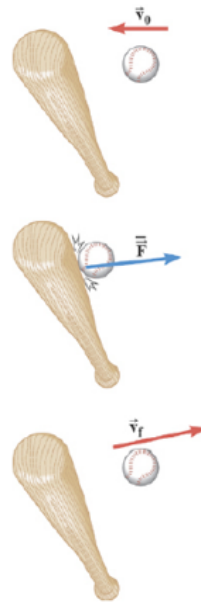
$$\vec{F} = m \frac{\vec{v}_f - \vec{v}_o}{\Delta t}$$

$$\vec{F} \Delta t = m (\vec{v}_f - \vec{v}_o)$$

$$\vec{F} \Delta t = m \vec{v}_f - m \vec{v}_o = \Delta \vec{p}$$

هذا هو الدافع - نظرية الزخم

مثال 2: ضرب كرة بيسبول ضارية: عندما يضرب الخفاش كرة ، يتم تطبيق متوسط القوة F على الكرة. نتيجة لذلك ، تتغير سرعة الكرة من القيمة الأولية v_0 إلى القيمة النهائية v_f



الصورة الأولى (أعلى): كتلة لعبة البيسبول 0.14 كجم ، والسرعة الابتدائية (v_0) هي 38 م / ث (سالب: اتجاه الغرب).

ويضرب الكرة (F) الصورة الثانية (في الوسط): يطبق الخفاش قوة متوسطة

تبلغ +58 م / ث (v_f) ا لصورة الثالثة (أسفل): تغادر الكرة بسرعة نهائية
 ؟ (F) هو 1.6×10^{-3} ثانية. ما قيمة متوسط القوة (Δt) وقت التلامس مع الخفاش

Data Table				
F	v_f	v_o	m	Δt
?	58 m/s	-38 m/s	0.14 kg	1.6×10^{-3} s

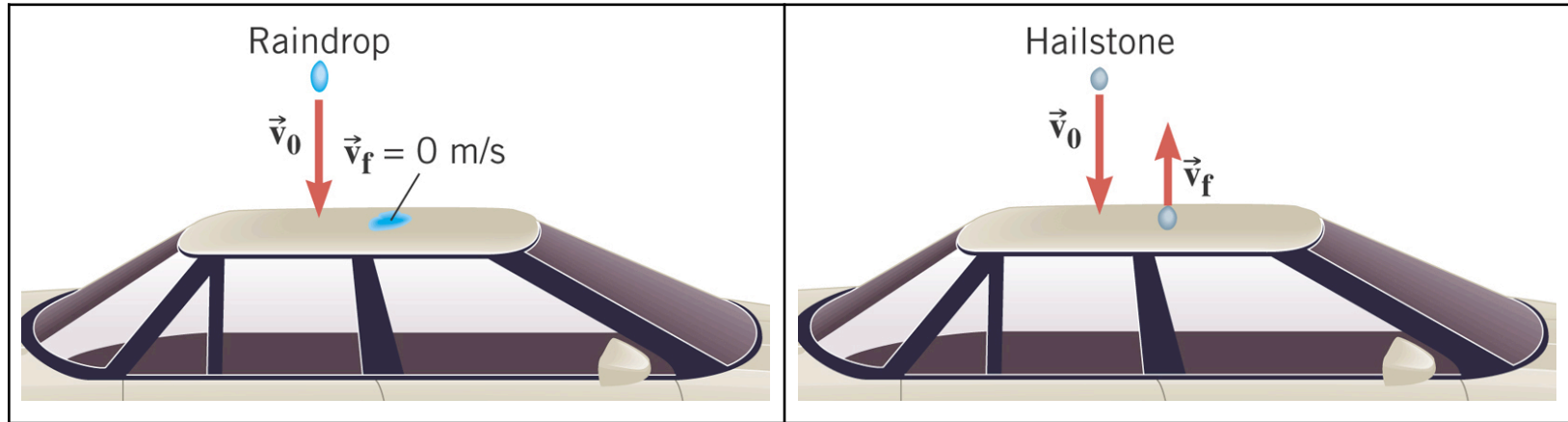
$$\vec{F} \Delta t = m\vec{v}_f - m\vec{v}_o = (0.14)(58) - (0.14)(-38) = + 13.4 \text{ kg m/s}$$

$$\vec{F} = m\vec{v}_f - m\vec{v}_o / \Delta t = (0.14)(58) - (0.14)(-38) / (1.6 \times 10^{-3}) = +8400 \text{ N}$$

لذلك ، يضرب الخفاش الكرة بقوة 8400 نيوتن ويغير اتجاه الكرة وزخمها.

مثال 3: سقوط قطرات المطر مقابل أحجار البَرَد على سطح السيارة.

أثناء عاصفة ممطرة ، تسقط قطرات المطر وحجارة البَرَد بالطريقة نفسها تماماً. كلاهما يسقطان بنفس السرعة ومعدل الكتلة في نفس الفترة الزمنية. كلاهما يضرب السقف بشكل عمودي. غالباً ما تتسبب (V_0) الابتدائية أحجار البَرَد في إتلاف السيارات أكثر من العاصفة الممطرة.



تتوقف قطرة المطر (السرعة النهائية $V_f = 0 \text{ m / s}$) ، بينما يغير حجر البَرَد سرعته من V_0 إلى الأسفل إلى V_f إلى الأعلى. لذلك ، فإن التغيير في الزخم لحجر البَرَد أكبر. وبالتالي ، يعمل دافع أكبر على حجر البَرَد. سقف السيارة يواجه قوة أكبر. (ردود فعل فورية)

العوامل المهمة التي تؤثر على الدافع وبالتالي على الزخم.

$$J = F \Delta t$$

لتغيير الدافع ، هناك كميتان مهمتان - القوة المطبقة على الجسم وطول الوقت الذي يتم تطبيق القوة فيه.

ينتج الدافع الكبير إما عن قوة كبيرة تعمل خلال فترة زمنية قصيرة أو قوة صغيرة تعمل على مدى فترة طويلة من الزمن.

الدافع الزاوي - نظرية الزخم

الدافع الزاوي هو تغيير الزخم الزاوي

مثال 4: الوسائد الهوائية: استخدام نظرية الزخم الدافع لإنقاذ الأرواح.



في حالة وقوع تصادم ، تغير السيارة وركابها الزخم بسرعة.
اندفاع كبير يجعل السيارة تتوقف

$$\vec{F}\Delta t = \text{impulse} = \vec{J}$$

للحصول على قيمة معينة للاندفاع ، في سيارة لا يكون فيها الراكب محمياً بحزام الأمان أو الوسادة الهوائية ، قد يضرب الراكب لوحة العدادات الصلبة ويتوقف بسرعة كبيرة - ربما في غضون 0.7 ثانية.

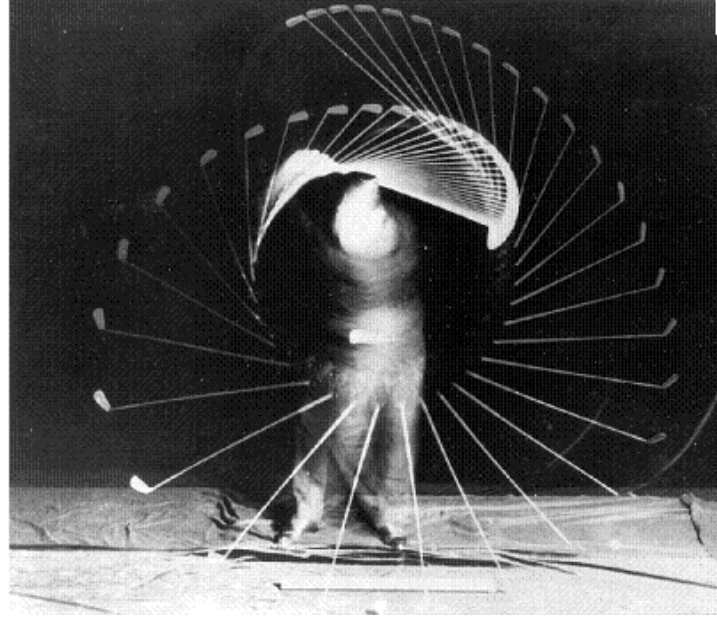
في تصادم مماثل ، سيخضع الراكب المحمي بكيس هوائي لنفس التغيير في الزخم والاندفاع. لكن الوسادة (Δt) الهوائية المنتفخة تجعل الركاب يتوقفون ببطء أكبر.

لماذا؟

هو نفسه في كلتا الحالتين ، مع الوسادة الهوائية أو بدون الوسادة الهوائية. في حالة $F\Delta t$ الدافع أو المنتج المؤثرة على السائق (F) ستكون أصغر بكثير. لذا فإن القوة F يعني أن Δt الوسادة الهوائية ، كلما زادت ستقل بشكل كبير بواسطة الوسادة الهوائية.

مثال 5: ضرب كرة الجولف.

لإعطاء كرة الجولف أقصى قوة دفع لها ، يجب عليك زيادة الدافع. لذلك ، يجب أن تضرب الكرة بقوة وتتبعها بأرجوحة. متابعة التآرجح يبقي النادي على اتصال بالكرة لأطول فترة ممكنة. هذا يزيد من الوقت الذي تمارس فيه القوة على الكرة ، مما يزيد من الدافع وبالتالي يزيد الزخم. إذن ، الكرة تغادر بأقصى سرعتها.



References:

1) Humanic. (2013). www.physics.ohio-state.edu/~humanic/. In Thomas Humanic Brochure Page.

Physics 1200 Lecture Slides: Dr. Thomas Humanic, Professor of Physics, Ohio State University, 2013-2014 and Current. www.physics.ohio-state.edu/~humanic/

2) Cutnell, J. D. & Johnson, K. W. (1998). *Cutnell & Johnson Physics, Fourth Edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

The edition was dedicated to the memory of Stella Kupferberg, Director of the Photo Department: “We miss you, Stella, and shall always remember that a well-chosen photograph should speak for itself, without the need for a lengthy explanation”

- 3) Martindale, D. G. & Heath, R. W. & Konrad, W. W. & Macnaughton, R. R. & Carle, M. A. (1992). *Heath Physics*. Lexington: D.C. Heath and Company
- 4) Zitzewitz, P. W. (1999). *Glencoe Physics Principles and Problems*. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- 5) Schnick, W.J. (n.d.). *Calculus-based physics, A Free Physics Textbook*. Retrieved from <http://www.anselm.edu/internet/physics/cbphysics/index.html>
- 6) Nada H. Saab (Saab-Ismail), (2010-2013) Westwood Cyber High School, Physics.
- 7) Nada H. Saab (Saab-Ismail), (2009- 2014) Wayne RESA, Bilingual Department.