فيزياء التوجيهي العلمي

الزخم الخطي و التصادمات

اعداد الاستاذ محمود عمر
0785799451

شرح كامل و دقيق للمواضيع
اسئلة الكتاب كاملة مع الحل التفصيلي
اسئلة كتاب التمارين مع الحلول
أمثلة مُحاكية الكتاب و الوزارة

جيل 2006

قناتي على اليوتيوب ...

جيل 2006

الفيزياء التوجيهي علمي

اعداد الأستاذ

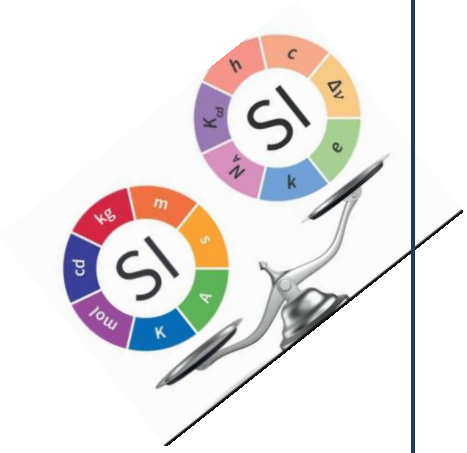
محمود عمر داود

0785799451

امسح الباركود للانضمام لمجموعة الفيزياء 2006 و الاستفادة من طرح الاسئلة

جدول يوضح جميع الكميات الفيزيائية الواردة في الكتاب مع بيان معلومات مهمة عنها

الكمية الفيزيائية	الرمز	وحدة القياس
القوة	F	$N = kg.m/s^2$
الوزن	W, F_g	$N = kg.m/s^2$
الكتلة	m	kg
الزمن	t	S
المسافة	d	m
الطول	L	m
الزخم الخطي (كمية التحرّك)	p	$kg.m/s = N.s$
الدفع (دفع القوة)	I	$kg.m/s = N.s$
الطاقة الحركية	KE	$J = N.m = kg.m^2/s^2$
العزم	τ	$N.m$
الازاحة الزاويّة	$\Delta\theta$	rad
السرعة الزاويّة المتوسطة	$\bar{\omega}$	rad/s
التسارع الزاوي المتوسط	$\bar{\alpha}$	rad/s^2
السرعة الزاويّة اللحظيّة	ω	rad/s
التسارع الزاوي اللحظي	α	rad/s^2
عزم القصور الذاتي	I	$kg.m^2$



معلم الفيزياء محمود عمر داود 0785799451

الكمية الفيزيائية	الرمز	وحدة القياس
الطاقة الحركية الدورانية	KE_R	J
الزخم الزاوي	L	$kg.m^2/s = N.m.s$
التيار الكهربائي	I	$A = C/S$
المقاومة الكهربائية	R	Ω
المقاومية (المقاومة النوعية)	ρ	$\Omega.m$
القوة الدافعة الكهربائية	ε	$Volt = V$
القدرة الكهربائية	P_ε	$Watt = W$
الطاقة الكهربائية	E	J
القوة المغناطيسية	F_B	N
المجال المغناطيسي	B	$Tesla = T = N.s/C.m$
عزم الثناقطبي المغناطيسي	μ	$A.m^2$

جدول يوضح جميع القوانين الواردة في الكتاب

الكمية	القانون	الكمية	القانون
الزخم الخطي	$p = mv$	التيار الكهربائي	$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$
الدفع	$I = \Delta p$	المقاومة الكهربائية	$R = \frac{\rho L}{A}$
الدفع	$I = Ft$	قانون أوم	$V = IR$
الزخم الزاوي	$L = I\omega$	القدرة الكهربائية	$P = IV = I^2R = \frac{V^2}{R}$
العزم	$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$ $\tau = rF \sin\theta$	الطاقة الكهربائية	$E = Pt$
علاقة التسارع بالقوة المحصلة	$\sum F = ma$	تكلفة تشغيل جهاز كهربائي	$cost = P(KW).t(h).price$
علاقة القوة المحصلة بالزخم الخطي	$\sum \tau = I\alpha$	القوة المغناطيسية المؤثرة في شحنة	$\vec{F}_B = q(\vec{v} \times \vec{B})$ $F_B = qvB \sin\theta$
الطاقة الحركية الانتقالية	$KE = \frac{1}{2}mv^2$	القوة المغناطيسية المؤثرة في سلك يمر فيه تيار	$\vec{F}_B = I(\vec{L} \times \vec{B})$ $F_B = ILB \sin\theta$

الكمية	القانون	الكمية	القانون
الطاقة الحركية الدورانية	$KE_R = \frac{1}{2} I\omega^2$	المجال المغناطيسي الناتج عن سلك لا نهائي يمر فيه تيار	$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$
الازاحة الزاوية	$\Delta\theta = \theta_f - \theta_i$	المجال المغناطيسي في مركز ملف دائري يمر فيه تيار	$B = \frac{\mu_0 IN}{2r}$
السرعة الزاوية المتوسطة	$\bar{\omega} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{\theta_f - \theta_i}{t_f - t_i}$	المجال المغناطيسي الناتج عن ملف لولبي يمر فيه تيار	$B = \mu_0 I \frac{n}{L}$
التسارع الزاوي المتوسط	$\bar{\alpha} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{\omega_f - \omega_i}{t_f - t_i}$	عزم الدوران المؤثر في ملف يمر فيه تيار مغمور في مجال مغناطيسي	$\tau = IAB\sin\theta$ $\tau_{max} = IAB$
عزم القصور الذاتي	$I = mr^2$	عزم الثناقطبي	$\mu = IA$
مركز الكتلة لكتل منفصلة	$x_i = \frac{\sum_i (m_i x_i)}{M}$	التسارع المركزي	$a = \frac{v^2}{R}$

ملاحظاتك المهمة لا تهملها و دونها دائماً

الوحدة الأولى الزخم الخطي و التصادمات

الزخم الخطي أو كمية التحرّك (p) هو كمية فيزيائية مُتجهة نحصل عليها من حاصل ضرب الكتلة (m) و سرعته المتجهة (v)

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

- وحدة قياس الزخم الخطي قد تكون :

$$kg.m/s = N.s$$

- **الزخم كمية مُتجهة له مقدار و له اتجاه، و يكون اتجاه الزخم بنفس اتجاه السرعة.**
- **الزخم الخطي يزداد بزيادة الكتلة أو مقدار السرعة أو كليهما معاً.**
- **عند زيادة الزخم الخطي يزداد مقدار القوة اللازمة لتغيير الحالة الحركية للجسم**
- **الزخم الخطي مقياس لممانعة الجسم للتغيُّر في الحالة الحركية**
- **حتى يتم تغيير مقدار أو اتجاه الزخم الخطي لا بُدّ من التأثير بقوة خارجية لذلك هنالك ربط قام به نيوتن بين الزخم الخطي و القوة المحصلة الخارجية المؤثرة في الجسم كما يلي:**

$$\sum \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = m\frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a}$$

$$\sum \vec{F} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t}$$

ينص القانون الثاني لنيوتن حسب هذه الصيغة على أنّ: المعدل الزمني لتغير الزخم الخطي لجسم يساوي القوة المحصلة المؤثرة فيه، و يكون متجهه التغير في الزخم بنفس اتجاه القوة المحصلة دائماً.

الدفع (I) هو كمية فيزيائية مُتجهة نحصل عليها من حاصل ضرب القوة (F) و زمن تأثيرها (t)

$$\vec{I} = \sum \vec{F}\,\Delta t$$

- يقاس الدفع بوحدة $N.S = kg.m/s$ أي نفس وحدات الزخم الخطي
- هذا معناه أنّ محصلة الدفع تساوي التغير في الزخم الخطي.

$$\vec{I} = \Delta\vec{p}$$

تُسمى العلاقة السابقة باسم : (مبرهنة الزخم الخطي – الدفع)

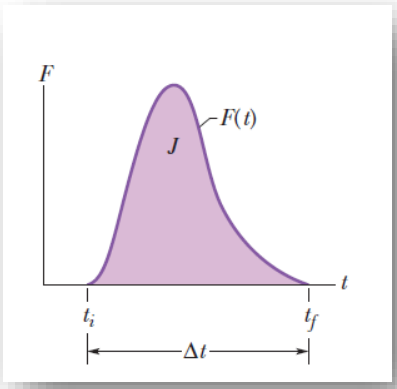
نص المُبرهَنة: التغير في الزخم الخطي يساوي دفع القوة المحصلة

- الدفع كمية متجهة يكون باتجاه تغير الزخم الخطي و باتجاه القوة المحصلة
- الدفع و الزخم و القوة كميات متجهة فيها السالب و الموجب اتجاهاً لذلك يجب في كل سؤال تحديد الاتجاه الموجب و السالب.

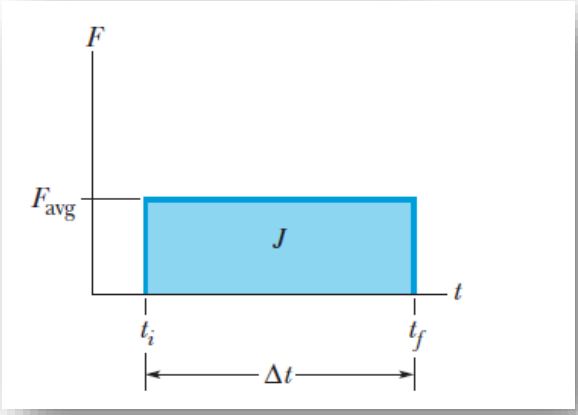
اكتب طموحاتك و امنياتك هُنا و ارجع لها كلما تعبت

ملاحظات مهمة جداً:

1- لو رسمنا العلاقة البيانية بين القوة المؤثرة في الجسم $F(t)$ و زمن تأثيرها (t) لكانت العلاقة كما بالشكل المجاور و تكون المساحة المحصورة تحت المنحنى تساوي الدفع (I) .

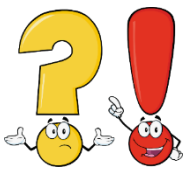


2- لو حسبنا المساحة المتجمعة تحت الخط في الرسم التالي لكانت نفس المساحة السابقة



3- عند ثبات القوة المحصلة فإن مقدار الزخم يتناسب طردياً مع زمن التأثير

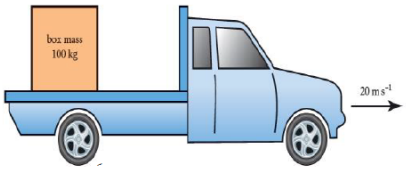
4- عند ثبات الزخم فإن العلاقة بين القوة المؤثرة و الزمن **عكسية** : كلما زادت فترة التأثير قل مقدار القوة.



فسّر سبب ثني الأقدام تلقائياً عند القفز من مكان مرتفع.

الإجابة: هذا يجعل تغير الزخم يأخذ زمناً أطول و بالتالي تقل القوة المحصلة المؤثرة على الجسم .
نفس الحال ينطبق على المظلي لحظة ملامسته

وضعُ صندوقٍ كتلتُهُ (100 kg) في شاحنةٍ تتحرّك شرقًا بسرعة مقدارها (20 m/s)، كما هو مُوضّحٌ في **الشكل** إذا ضغط السائقُ على دَوّاسةِ المكابح، فتوقّفت الشاحنةُ خلال (5.0 s) من لحظةِ الضغطِ على المكابح؛ فأحسبُ مقدارَ ما يأتي:



أ. الزخَم الخطيّ الابتدائيُّ للصُندوق.

ب. الدفع المُؤثّر في الصُّندوق.

ج. قوّة الاحتكاك المُتوسّطة اللازم تأثيرُها في الصُّندوق لمنعهِ من الانزلاق.

$$p_{\mathrm{i}} = mv_{\mathrm{i}} = 100 \times 20$$

$$= 2 \times 10^3 \ \mathrm{kg.m/s}$$

$$\mathrm{I} = \Delta p = p_{\mathrm{f}} - p_{\mathrm{i}}$$

$$= mv_{\mathrm{f}} - 2 \times 10^3 = 100 \times 0 - 2 \times 10^3$$

$$= -2 \times 10^3 \ \mathrm{kg.m/s}$$

$$\mathrm{I} = 2 \times 10^3 \ \mathrm{kg.m/s}, -x$$

الدفع سالبٌ، حيث يؤثّر في اتّجاه الغرب $(-x)$؛ لأنه يؤثر في الصُّندوق بعكس اتّجاه سرعته الابتدائية.

$$\Sigma F = \overline{f}_{\mathrm{s}} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

$$\overline{f}_{\mathrm{s}} = \frac{-2 \times 10^3}{5.0} = -4 \times 10^2 \ \mathrm{N}$$

$$\overline{f}_{\mathrm{s}} = 4 \times 10^2 \ \mathrm{N}, -x$$

تؤثّر قوّة الاحتكاك في الاتّجاه المُعاكسِ لاتّجاه سُرعة الصُّندوق؛ لذا يكونُ اتّجاهها في اتّجاه $-x$ (غربًا).

يركُلُ لاعبٌ كرةَ قدمٍ ساكنةً كتلتُها (0.450 kg)؛ فتنطلِقُ بسرعة (30.0 m/s) في اتّجاه محور $+x$.

إذا علمتُ أنّ القوّة المتوسّطةَ المؤثّرة في الكرةِ خلالَ زمن تلامُسِها مع قدم اللاعب تُساوي (135 N)؛ فأحسبُ مقدارَ ما يأتي بإهمالِ وزنِ الكرة مُقارنةً بالقوّة المؤثّرة فيها.

أ. زخمُ الكرةِ عند لحظةِ ابتعادِها عن قدم اللاعب.

ب. زمنُ تلامُسِ الكرة مع قدم اللاعب.

ج. الدفعُ المُؤثّر في الكرة خلال زمنِ تلامُسها مع قدم اللاعب.

$$p_f = mv_f = 0.450 \times 30.0$$

$$= 13.5 \text{ kg. m/s}$$

$$p_f = 13.5 \text{ kg. m/s}, +x$$

$$\sum F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta p}{\sum F} = \frac{p_f - p_i}{135} = \frac{13.5 - 0}{135}$$

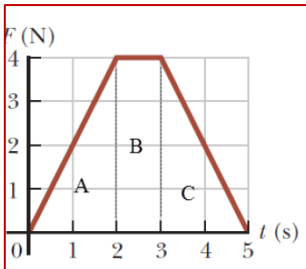
$$= 0.10 \text{ s}$$

$$I = \Delta p = p_f - p_i$$

$$= 13.5 - 0 = 13.5 \text{ kg. m/s}$$

$$I = 13.5 \text{ kg. m/s}, +x$$

الدفعُ موجبٌ؛ حيث يؤثر في اتّجاه محور $+x$؛ لأنه يؤثر في الكرة باتّجاه القوّة المُحصّلة المؤثّرة فيها من قدم اللاعب.



تؤثّرُ قوّةٌ محصّلةٌ باتّجاه محور $+x$ في صندوقٍ ساكنٍ كتلتهُ (3 kg) مدّةً زمنيةً مقدارُها (5 s). إذا علمتُ أنّ مقدار القوّة المُحصّلة يتغيّرُ بالنسبة للزمن كما هو مُوضّح في منحنى (القوّة – الزمن) في **الشكل**

أ. الدفع المؤثّر في الصُندوق خلالَ الفترة الزمنيّة لتأثير القوّة المُحصّلة، وأُحدّد اتّجاههُ.

ب. السرعة النهائيّةُ للصُندوق في نهاية الفترة الزمنيّة لتأثير القوّة المُحصّلة، وأُحدّد اتّجاهها.

ج. القوّة المتوسطة المؤثّرة في الصُندوق خلال هذه الفترة الزمنيّة.

الدفعُ المؤثّر في الصُندوق خلالَ فترةِ تأثير القوّة يُساوي المساحة المحصورة بين منحنى (القوّة – الزمن) ومحور الزمن، ويساوي مجموع المساحات A وB وC. وأحسبُ مقدارَهُ كما يأتي:

$$I = A + B + C$$

$$= \frac{1}{2} \times (2-0) \times 4 + 4 \times 1 + \frac{1}{2} \times (5-3) \times 4$$

$$= 12 \text{ kg.m/s}$$

$$I = 12 \text{ kg.m/s}, +x$$

اتّجاه الدفع باتّجاه القوّة المُحصّلة المؤثّرة في الصُندوق، أي باتّجاه محور $+x$.

$$I = \Delta p = p_f - p_i$$

$$12 = mv_f - 0$$

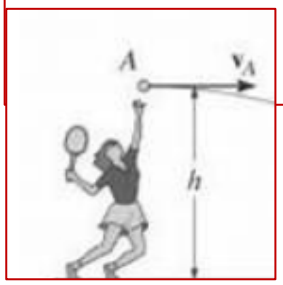
$$v_f = \frac{12}{3} = 4 \text{ m/s}$$

$$\sum F = \bar{F} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{12}{5}$$

$$= 2.4 \text{ N}$$

كرةُ تنسٍ كتلتُها (0.060 kg)؛ يقذِفُها لاعبٌ إلى أعلى، وعند وصولها إلى قمّة مسارِها الرأسيّ يضربُها أُفقيًّا بالمَضرِب فتنطلقُ بسرعةٍ مقدارُها (55 m/s) في اتّجاهِ محور $+x$.

إذا علمتُ أنّ زمنَ تلامُس الكرة مع المَضرِب (4.0×10^{-3} s)؛ أحسبُ مقدار ما يأتي:



أ. الدفع الذي يؤثّر به المضربُ في الكرة.

ب. القوّة المتوسّطةُ التي أثّر بها المَضرِب في الكرة.

أ) $I = \Delta p = p_f - p_i = m(v_f - v_i) = 0.06(55 - 0) = 3.3\ N.s$

ب) $I = \bar{F}t \Rightarrow 3.3 = \bar{F}(4 \times 10^{-3}), \bar{F} = 825\ N$

هل لا زلت تسعى وراء هدفك ؟ تعبت ؟ كلنا في مرحلتك تعبنا لكن تعبنا زال مع اصوات الفرح من ابائنا و امهاتنا ... اسعى وراء هدفك و استعن بالله

أناقش:

١. ما وحدة قياس الزخم في النظام الدولي؟
٢. ما العوامل التي يعتمد عليها الزخم؟
٣. أثبت أن $(\frac{J.s}{m})$ هي وحدة قياس للزخم.
٤. ما العلاقة بين زخم الجسم وطاقته الحركية؟

الإجابات:

1) $kg.m/s$

2) الكتلة (m)و مقدار السرعة (v) و في الحالتين يكون التناسب طردياً

3) $[p] = [I][t]$

$[p] = N.s$

$J = N.m$

$[p] = \frac{J}{m}.s \quad \#$

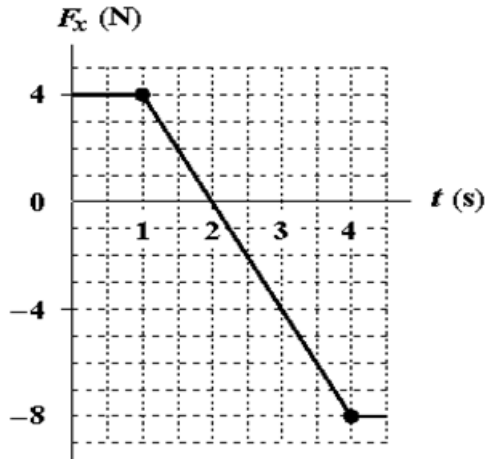
4) $p = mv\ , KE = \frac{1}{2}mv^2$

$$p^2 = m^2v^2\ , \frac{1}{2}p^2 = \frac{1}{2}m^2v^2, \frac{p^2}{2m} = \frac{1}{2}\frac{m^2v^2}{m} = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow \boldsymbol{KE = \frac{p^2}{2m}}$$

ارسم بأحلامك ما تريد تحقيقه ... جسِّم احلامك و كأنها حصلت و خطط لتحقيقها بالواقع

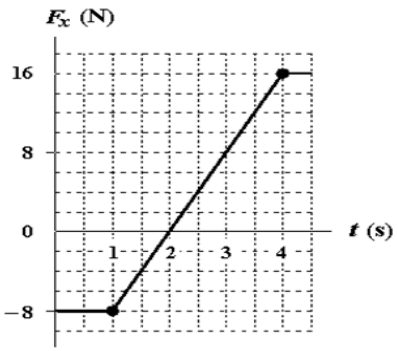
استعن بالله و لا تعجز

مثال: القوة الوحيدة المؤثرة على جسم كتلته 2 kg متحرك باتجاه محور x كما هو موضح بالرسم البياني. اذا علمت أن سرعة الجسم عندما $t = 0$ كانت $v_x = -2\ m/s$ احسب السرعة عند الزمن $t = 4.0\ s$ ؟



a) – 2 m/s b) – 4 m/s c) – 3 m/s d) + 1.0 m/s e) + 5 m/s

مثال: القوة الوحيدة المؤثرة على جسم كتلته $2kg$ يتحرك على محور x موضح بالرسم البياني المجاور. اذا علمت أن السرعة الابتدائية كانت $2\ m/s$ نحو محور x . ما مقدار سرعة الجسم عند الزمن $t=4s$ بوحدة m/s ؟



a) 4 m/s b) 5 c) 6 d) 7 e) 2

مثال: كرة كتلتها 2.4 kg سقطت عمودياً و ارتطمت بالأرض بسرعة 2.5 m/s و ارتدت بسرعة 1.5 m/s . احسب الدفع الذي أثرت به الكرة على الأرض بوحدة N.s ؟

a) 9.6 b) 2.4 c) 6.4 d) 1.6 e) 1

مثال: جسم كتلته $(4\ kg)$ يتحرك نحو الغرب بسرعة $(0.5\ m/s)$ فإذا تعرّض لقوة محصلة جعلت سرعته تصبح $(0.5\ m/s)$ شرقاً. ما التغير في الزخم الخطي ؟

أ) صفر
ب) $4\ kg.m/s$
ج) $-4\ kg.m/s$
د) $2\ kg.m/s$

توجيهي علمي وصناعي 2023 الدورة العامّة

1- في جميع أنواع التصادمات بين الأجسام في الأنظمة المعزولة فإن:

أ) الطاقة الحركية للأجسام تبقى محفوظة

ب) الزخم الخطي الكلي للأجسام يبقى ثابتًا

ج) مجموع سرعات الأجسام قبل التصادم يساوي مجموع سرعاتها بعد التصادم

د) مجموع القوى الداخلية المؤثرة في الأجسام يساوي مجموع القوى الخارجية المؤثرة فيها

الاجابة (ب)

توجيهي علمي وصناعي 2023 الدورة العامّة

2- يركل لاعب كرة قدم ساكنة كتلتها (0.5 kg)؛ فتنطلق بسرعة (20 m/s) باتجاه محور $(+x)$ ، إذا علمت أنّ زمن تلامس الكرة مع قدم اللاعب يساوي (0.1 s)، فإن القوة المتوسطة المؤثرة في الكرة بوحدة نيوتن (N) تساوي:

أ) 100 باتجاه $(+x)$ ب) 100 باتجاه $(-x)$ ج) 400 باتجاه $(+x)$ د) 400 باتجاه $(-x)$

الاجابة (أ)

توجيهي علمي وصناعي 2023 الدورة العامّة

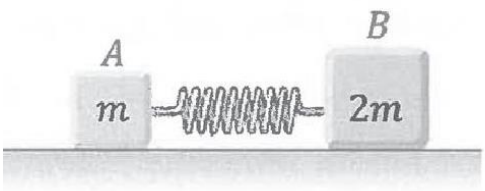
3- سيارة كتلتها (m) تتحرك بسرعة (v)، ضغط السائق على دواسة المكابح فنتج عن ذلك قوة احتكاك، أدّت إلى توقف السيارة بعد فترة زمنية (Δt) من لحظة الضغط على المكابح. إذا أثّرت قوة الاحتكاك نفسها في سيارة كتلتها $(2m)$، تتحرك بالسرعة نفسها (v)، فإنّ الفترة الزمنية التي تتوقف خلالها السيارة الثانية بدلالة (Δt) تساوي:

أ) $\frac{1}{2}\Delta t$ ب) Δt ج) $\sqrt{2}\,\Delta t$ د) $2\,\Delta t$

الاجابة (د)

توجيهي علمي وصناعي 2023 الدورة العامّة

4- وُضع نابض خفيف مضغوط بين صندوقين (A, B) كتلتيهما $(m, 2\,m)$ موضوعين على سطح أفقي أملس، كما في الشكل المجاور. إذا أُفلت النابض لينطلق الصندوقان باتجاهين متعاكسين، فإنه لحظة ابتعاد كل منهما عن النابض يكون:



أ) مجموع الطاقة الحركية للصندوقين يساوي صفرًا

ب) مجموع الزخم الخطي للصندوقين يساوي صفرًا

ج) الطاقة الحركية للصندوق (B) تساوي مثلي الطاقة الحركية للصندوق (A)

د) الزّخم الخطي للصندوق (B) يساوي مثلي الزخم الخطي للصندوق (A)

توجيهي صناعي مسار مهني 2023 الدورة العامّة

1- جسمان ساكنان، الجسم (A) كتلته (m)، والجسم (B) كتلته $(2m)$، أثّرت فيهما قوتان محصلتان متساويتان. اعتمادًا على ذلك، فإنّ إحدى العبارات الآتية تعبّر بشكل صحيح عن العلاقة بين الجسمين بعد فترة زمنية (Δt) من تأثير القوتين:

أ) سرعة الجسم (A) تساوي سرعة الجسم (B)

ب) سرعة الجسم (B) تساوي مثلي سرعة الجسم (A)

ج) الزخم الخطي للجسم (A) يساوي الزخم الخطي للجسم (B)

د) الزخم الخطي للجسم (B) يساوي مثلي الزخم الخطي للجسم (A)

الاجابة (ج)

توجيهي صناعي مسار مهني 2023 الدورة العامّة

2- أُطلقت قذيفة أفقيًا من مدفع ساكن، كتلتها (30 kg) بسرعة (100 m/s) باتجاه $(+x)$. التغيّر في الزخم الخطي للمدفع بوحدة (kg.m/s) يساوي:

أ) صفر

ب) 3×10^3 باتجاه $(+x)$

ج) 6×10^3 باتجاه $(-x)$

د) 3×10^3 باتجاه $(-x)$

الاجابة (د)

توجيهي صناعي مسار مهني 2023 الدورة العامّة

3- تكون الطاقة الحركية الخطية محفوظة في إحدى الحالات الآتية:

أ) في التصادمات المرنة

ب) عندما يكون الزخم الخطي محفوظًا

ج) في جميع الأنظمة المعزولة

د) في جميع أنواع التصادمات

الاجابة (أ)

توجيهي صناعي مسار مهني 2023 الدورة العامّة

4- جسمان (A و B)، كتلة الجسم (A) مِثلي كتلة الجسم (B) ولهما الزخم الخطي نفسه. الطاقة الحركية (KE_A) بدلالة الطاقة الحركية (KE_B) تساوي:

أ) $\frac{1}{4} KE_B$

ب) $\frac{1}{2} KE_B$

ج) $2\ KE_B$

د) $4\ KE_B$

الاجابة (ب)

توجيهي صناعي مسار مهني 2023 الدورة العامّة

5- عند اصطدام كرة مطاطية بسطح صلب، فإنّ التصادم يوصف بأنّه:

أ) مرن وتكون الطاقة الحركية فيه محفوظة ب) غير مرن وتكون الطاقة الحركية فيه محفوظة

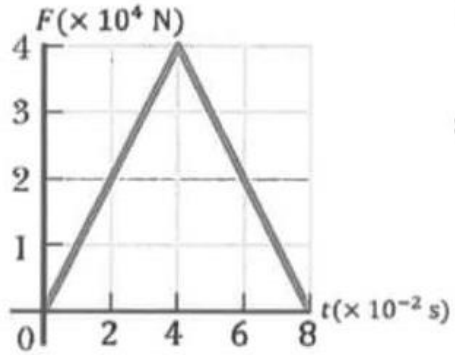
ج) غير مرن وتكون الطاقة الحركية فيه غير محفوظة د) عديم المرونة وتكون الطاقة الحركية فيه غير محفوظة

الاجابة (ج)

توجيهي صناعي مسار مهني 2023 الدورة العامّة

❖ يوضّح الشكل المجاور منحنى (القوة – الزمن) للقوة المحصلة المؤثرة في كرة تنس أرضي كتلتها $(5 \times 10^{-2}\ kg)$ في أثناء تلامسها مع المضرب.

استعن بالمنحنى والبيانات المثبتة فيه **للإجابة عن الفقرتين (6، 7) الآتيتين:**



6- مقدار القوة المتوسطة المؤثرة في الكرة خلال زمن تلامسها مع المضرب بوحدة (N) يساوي:

أ) 2×10^2 ب) 2×10^4

ج) 4×10^2 د) 4×10^4

7- إذا علمت أنّ الكرة ساكنة لحظة بدء تأثير القوة المحصلة فيها، فإنّ مقدار سرعة الكرة في نهاية الفترة الزمنية لتأثير القوة المحصلة فيها بوحدة (m/s) يساوي:

أ) 3.2×10^2 ب) 3.2×10^4 ج) 6.4×10^2 د) 6.4×10^4

الفقرة (6)

ب

الفقرة (7)

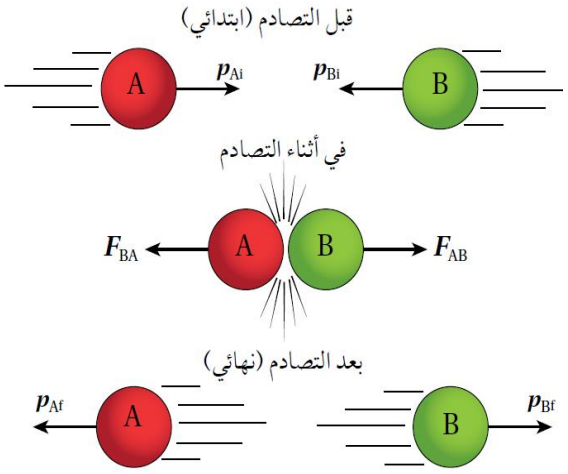
ب

لا يوجد ما يُماثل فرحة النجاح ... اصنعها بالاصرار و الجد و المثابرة و الثقة بالنفس

حفظ الزخم الخطي

للتوصل إلى مفهوم حفظ الزخم الخطي لا بُدّ من معرفة ما يلي:

- النظام المعزول: هو النظام الذي يكون تأثير القوى الخارجية عليه مهملاً و فقط نهتم بالقوى الداخلية بين الأجسام داخل النظام. مثال ذلك عند تصادم كرتان بلياردو نهتم فقط بالقوة بين الكرتين و نهمل القوى الخارجية مثل الإحتكاك.



- حتى نستطيع اعتبار القوتان F_{BA}, F_{AB} متساويتان في المقدار لا بُد من افتراض انهما ثابتتان مقداراً خلال فترة التلامس.

- تُمثل القوتان F_{BA}, F_{AB} زوجي تأثير مُتبادل بمعنى قوة فعل و قوة رد فعل و يربط بينهما علاقة التساوي مقداراً و التعاكس اتجاهاً.

$$\vec{F}_{BA} = -\vec{F}_{AB}$$

- هاتان القوتان محصلتهما لا تساوي صفر لأنهما تؤثران في جسمين مختلفين.
- الإشارة السالبة معناها أن القوتين متعاكستان.
- F_{AB} هي القوة التي أثرت بها الكرة A على الكرة B خلال فترة زمنية Δt
- F_{BA} هي القوة التي أثرت بها الكرة B على الكرة A خلال فترة زمنية Δt
- لاحظ أنّ الفترة الزمنية لتأثير القوتان هو نفسه Δt.

$$\vec{F}_{AB}\Delta t = -\vec{F}_{BA}\Delta t$$

و حيث أنّ الدفع $(I = Ft)$ فإنّ هذا معناه:

$$\vec{I}_{AB} = -\vec{I}_{BA}$$

أي أنّ الدفع المؤثر على الكرتين متساوي بالمقدار و لكن باتجاهين متعاكسين.

وبما أن هنالك علاقة بين الدفع و التغير في الزخم، يمكن التوصل لعلاقة مفيدة في حالة تصادم الأجسام:

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

$$\Delta\vec{p}_A = -\Delta\vec{p}_B$$

$$m_A(\vec{v}_{Af} - \vec{v}_{Ai}) = -m_B(\vec{v}_{Bf} - \vec{v}_{Bi})$$

بترتيب المعادلة الأخيرة ينتج:

$$m_A\vec{v}_{Ai} + m_B\vec{v}_{Bi} = m_A\vec{v}_{Af} + m_B\vec{v}_{Bf}$$

تُسمى هذه المعادلة قانون حفظ الزخم الخطي و ينص على ما يلي:

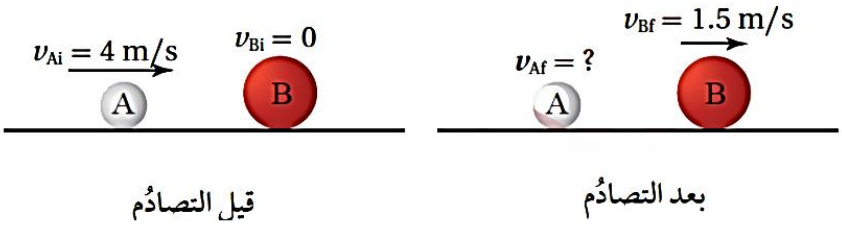
«عندما يتفاعلُ جسمانِ أو أكثر في نظامٍ معزولٍ، يظلُّ الزخَم الخطيُّ الكليُّ للنظام ثابتًا». كما يُمكن التعبير عنه بأنّ: الزخَم الخطيّ الكليَّ لنظامٍ معزولٍ قبل التصادُم مباشرةً يساوي الزخَم الخطيَّ الكليَّ للنظام بعد التصادُم مباشرةً.

- الزخم الخطي يكون أيضاً محفوظ عندما ينفصل جسم إلى أجزاء تتباعد عن بعضها. فإذا كان الجسم ساكن فإن الأجزاء الناتجة عن الإنفصال تبدأ حركتها من السكون.
- يجب أن يبقى الزخم الخطي قبل الانفصال يساوي محصلة الزخم الخطي للاجسام المتناثرة بعد الانفصال (أي يساوي صفر). هذه العبارات توضح لنا سبب امساك

مجموعة من الاطفائيين لخرطوم الماء عند تشغيل الماء به، وكذلك يفسر سبب ارتداد البندقية للخلف بعد اطلاق الرصاصة منها.

مثال:

يُوضّح الشكل تصادُمَ كُرَتين A و B، حيث تتحرك الكرة A باتّجاه محور $+x$ بسرعةٍ مقدارُها $(4.0\ \mathrm{m/s})$ نحوَ الكرة B الساكنة. بعد التصادُم تحرّكت الكُرة B بسرعةٍ مقدارُها $(1.5\ \mathrm{m/s})$ باتّجاه محور $+x$. إذا علمتُ أنَّ $(m_A = 1.0\ \mathrm{kg})$ و $(m_B = 2.0\ \mathrm{kg})$؛ فأحسبُ مقدار سرعة الكُرة A بعد التصادُم وأُحدّد اتّجاهها.



$$\sum p_i = \sum p_f$$

$$p_{Ai} + p_{Bi} = p_{Af} + p_{Bf}$$

$$m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = m_A v_{Af} + m_B v_{Bf}$$

$$1.0 \times 4.0 + 2.0 \times 0 = 1.0 \times v_{Af} + 2.0 \times 1.5$$

$$v_{Af} = 4.0 - 3.0 = 1.0\ \mathrm{m/s}$$

$$v_{Af} = 1.0\ \mathrm{m/s}, +x$$

بما أنّ السرعةَ المُتّجهةَ النهائيّة للكُرة A موجبةٌ؛ فهذا يعني أن اتّجاه سرعتها باتّجاه محور $+x$، أي بنفس اتّجاه سرعتها قبل التصادُم.

مدفعٌ ساكنٌ كتلتُه (2.0×10^3 kg)، فيه قذيفةٌ كتلتُها (50.0 kg). أُطلقت القذيفة أُفقيًّا من المدفع بسرعة (1.2×10^2 m/s) باتّجاه محور $+x$. أحسبُ مقدار ما يأتي:

أ . الدفعُ الذي تؤثّر به القذيفة في المدفع، وأُحدّد اتّجاهه.

ب. سرعة ارتداد المدفع.

أختارُ نظامَ إحداثياتٍ يكونُ فيه الاتّجاهُ الموجبُ باتّجاهِ محور $+x$.

أ. الدفعُ الذي تؤثّر به القذيفةُ في المدفع ($\mathbf{I}_{BA}$) يُساوي في المقدار الدفع الذي يؤثر به المدفع في القذيفة ($\mathbf{I}_{AB}$)، ويُعاكسُه في الاتّجاه. أستخدم مبرهنة (الزخَم الخطيّ – الدفع) لحساب الدفع الذي تؤثّر به القذيفةُ في المدفع.

$$\mathbf{I}_{BA} = -\mathbf{I}_{AB} = -\Delta \boldsymbol{p}_B$$

$$I_{BA} = -(p_{Bf} - p_{Bi})$$

$$= -m_B(v_{Bf} - v_{Bi}) = -50.0 \times (1.2 \times 10^2 - 0)$$

$$= -6.0 \times 10^3 \text{ kg.m/s}$$

$$\mathbf{I}_{BA} = 6.0 \times 10^3 \text{ kg.m/s}, -x$$

الدفع سالبٌ، حيث يؤثّر في المدفع باتّجاه محور $-x$.

ب. أُطبّق قانون حفظ الزخَم الخطيّ على القذيفة والمدفعَ قبل إطلاقِ القذيفة وبعد إطلاقها مباشرةً، مع ملاحظة أن مجموع الزخَم الخطيِّ للقذيفةِ والمدفع يساوي صفرًا قبل إطلاق القذيفة.

$$\sum \boldsymbol{p}_i = \sum \boldsymbol{p}_f$$

$$\boldsymbol{p}_{Ai} + \boldsymbol{p}_{Bi} = \boldsymbol{p}_{Af} + \boldsymbol{p}_{Bf}$$

$$m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = m_A v_{Af} + m_B v_{Bf}$$

$$2.0 \times 10^3 \times 0 + 50.0 \times 0 = 2.0 \times 10^3 \times v_{Af} + 50.0 \times 1.2 \times 10^2 = 0$$

$$v_{Af} = \frac{-6.0 \times 10^3}{2.0 \times 10^3} = -3.0 \text{ m/s}$$

$$\boldsymbol{v}_{Af} = 3.0 \text{ m/s}, -x$$

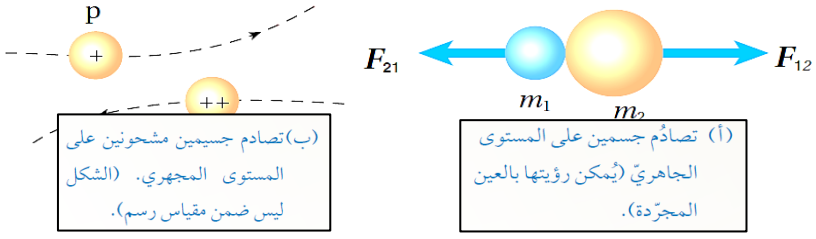
بما أن السرعة المُتّجهةَ النهائيّة للمدفع (A) سالبةٌ، فهذا يعني أن اتّجاه سرعته باتّجاه محور $-x$، أي بعكس اتّجاه حركة القذيفة.

التصادمات و أنواعها

الزخَم الخطيّ والطاقة الحركية في التصادُمات

مصطلح التصادم يستخدم لتمثيل حدث يقترب فيه جسمان من بعضهما و يُؤثّر كلٍ منهما بالآخر بقوّة.

- قد يتضمن التصادم تلامساً كما في كرات البلياردو مثلاً أو قد لا يحدث تلامس كما يحدث في تصادم جسيمات مشحونة على المستوى المجهري.



(ب) تصادم جسيمين مشحونين على المستوى المجهري. (الشكل ليس ضمن مقياس رسم).

(أ) تصادُم جسمين على المستوى الجاهريّ (يُمكن رؤيتها بالعين المجرّدة).

- الزخم الخطي يكون في جميع أنواع التصادمات محفوظ أما الطاقة الحركية فإنها أحياناً تكون محفوظة و أحياناً تكون غير محفوظة بسبب ضياع جزء من الطاقة أثناء التصادم.

- الطاقة الحركية الانتقالية (KE) يمتلكها الجسم عندما ينتقل من مكان لآخر.

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

حيثُ m هي الكتلة. و v هي السرعة.

تصنيف التصادمات حسب حفظ الطاقة الحركية

تصادم مرن:

1- مجموع الطاقة الحركية لأجزاء النظام قبل التصادم مساوياً لمجموع الطاقة الحركية لأجزاء النظام بعد التصادم. الطاقة الحركية محفوظة

2- بالإضافة إلى أنّ الزخم الخطي محفوظ دائماً.

$$\sum p_i = \sum p_f$$

$$m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = m_A v_{Af} + m_B v_{Bf}$$

$$\sum KE_i = \sum KE_f$$

$$\frac{1}{2} m_A v_{Ai}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{Bi}^2 = \frac{1}{2} m_A v_{Af}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{Bf}^2$$

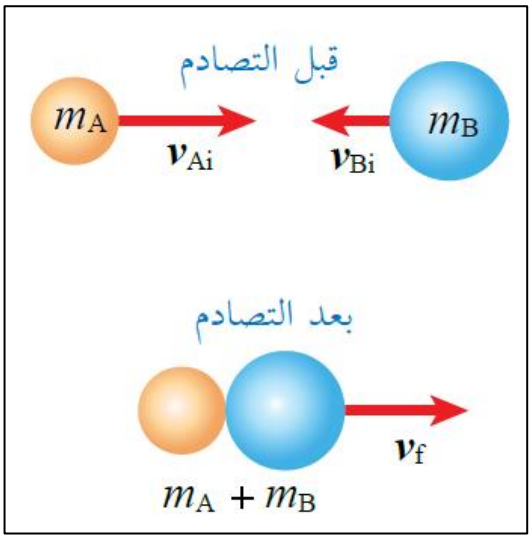
3- تصادم غير مرن: الطاقة الحركية للنظام تكون غير محفوظة أي أن مجموع الطاقة الحركية لأجزاء النظام قبل التصادم لا يكون مساوياً لمجموع الطاقة الحركية لأجزاء النظام بعد التصادم. و من الأمثلة عليها عندما تصطدم كرة مطاطية بمضرب حيث يحدث تشوّه للكرة و ضياع جزء من الطاقة.

ملاحظة مهمة جداً:

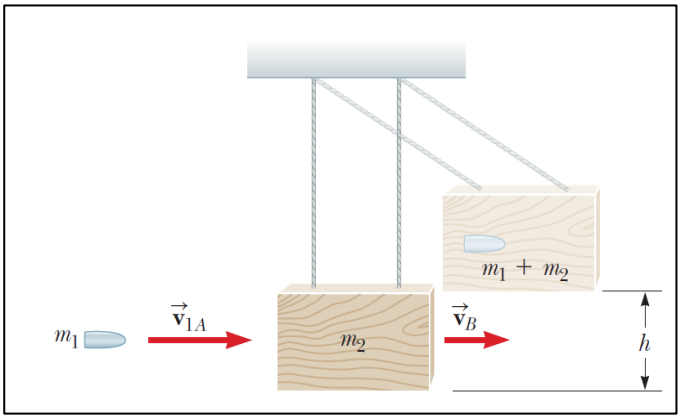
- **في هذا التصادم يكون الزخم الخطي محفوظ طالما أنّ القوى الداخلية في النظام أكبر من القوى الخارجية.**
- **يُطلق على هذا التصادم اسم (عديم المرونة) في حالة أنّ أجزاء النظام التصقت ببعض بعد التصادم و تحركت بسرعة واحدة. مثال ذلك اصطدام كرتي طين مع بعض أو اصطدام سيارتين و تحركهما معاً.**
- في حالة التصادم عديم المرونة تتحرك أجزاء النظام بسرعة مشتركة يمكن حسابها كما يلي:

$$m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = (m_A + m_B) v_f$$

$$v_f = \frac{m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi}}{m_A + m_B}$$



❖ من التطبيقات الهامّة على التصادم عديم المرونة جهاز البندول القذفي المستخدم في حساب سرعة مقذوف من رصاصة.لاحظ الشكل:



$$\sum p_i = \sum p_f$$
$$m_1 v_{1A} + 0 = (m_1 + m_2) v_B$$
$$v_B = \frac{m_1 v_{1A}}{m_1 + m_2}$$

و بالاستفادة من حفظ الطاقة الميكانيكية *ME*

$$ME_B = ME_C$$
$$KE_B + PE_B = KE_C + PE_C$$
$$\frac{1}{2}(m_1 + m_2) v_B^{\,2} + 0 = 0 + (m_1 + m_2) g\, h$$

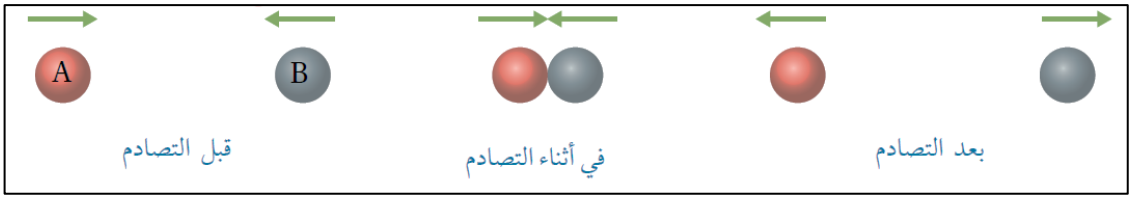
بتعويض (v_B) من معادلة حفظ الزخم؛ أجد علاقةً لحساب (v_{1A}).

$$\frac{1}{2}\left(\frac{m_1 v_{1A}}{m_1 + m_2}\right)^2 = g\, h$$
$$v_{1A} = \left(\frac{m_1 + m_2}{m_1}\right)\sqrt{2g\, h}$$

❖ التصادم في بُعدٍ واحد يحدث عندما:

أ) يتحرك جسمان على امتداد الخط نفسه

ب) يتصادمان رأس برأس بحيث يبقى مسارهما بعد التصادم هو نفسه قبل التصادم.



كرتا بلياردو كتلة كلٍّ منهما (0.16 kg). تتحرّك الكرةُ الحمراء (A) باتّجاه محور $x+$ بسرعة (2 m/s) نحو الكرة الزرقاء (B) الساكنة وتتصادمان رأسًا برأس تصادمًا مرنًا، أنظر الشكل (18). أحسبُ مقدار سرعة الكرة (B) بعد التصادُم، وأُحدد اتّجاهها.

$$\sum p_i = \sum p_f$$

$$m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = m_A v_{Af} + m_B v_{Bf}$$

لأنّ $m_A = m_B$ ؛ فإنها تُختَصر من المعادلة وتصبح كما يأتي:

$$v_{Ai} + v_{Bi} = v_{Af} + v_{Bf}$$

$$2 + 0 = v_{Af} + v_{Bf}$$

$$v_{Af} + v_{Bf} = 2$$

أجد v_{Af} بدلالة v_{Bf} كما يأتي:

$$v_{Af} = 2 - v_{Bf} \quad \ldots\ldots 1$$

بما أنه يوجد كميتان مجهولتان؛ أحتاج إلى معادلةٍ ثانيةٍ أحصل عليها بتطبيق حفظ الطاقة الحركيّة على نظام الكرتين قبل التصادُم وبعدَه؛ لأن التصادُم مرن.

$$\frac{1}{2} m_A v_{Ai}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{Bi}^2 = \frac{1}{2} m_A v_{Af}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{Bf}^2$$

ولأن $m_A = m_B$ فإنّها تُختَصر من المعادلة، وأُعوّض $v_{Bi} = 0$، وتصبح كما يأتي:

$$4 + 0 = v_{Af}^2 + v_{Bf}^2$$

$$v_{Af}^2 + v_{Bf}^2 = 4 \quad \ldots\ldots 2$$

بتعويض المعادلة 1 في المعادلة 2 لإيجاد مقدار v_{Bf}؛ أحصلُ على ما يأتي:

$$(2 - v_{Bf})^2 + v_{Bf}^2 = 4$$

$$4 + v_{Bf}^2 - 4v_{Bf} + v_{Bf}^2 = 4$$

$$2v_{Bf}^2 - 4\, v_{Bf} = 0$$

$$v_{Bf}\,(v_{Bf} - 2) = 0$$

وبحلّ هذه المعادلة أتوصّل إلى حلّيْن لها، الأول: $v_{Bf} = 2$ m/s، والثاني: $v_{Bf} = 0$. الحلُّ الأول يُوضّح أنّ سرعة الكرة (B) بعد التصادُم موجبةٌ، وهذا يعني أن اتّجاه سرعتها باتّجاه محور $x+$، أي باتّجاه سرعة الكرة (A) نفسِه قبل التصادُم.

بتعويض الحل الثاني $v_{Bf} = 0$ في المعادلة 1 أجد أن $v_{Af} = 2\ m/s$، أي أنّ الكرة A نفّذت من خلال الكرة B واستمرت في الحركة باتّجاه محور $x+$، وهذا غير ممكن، إذًا: $v_{Bf} = 2\ m/s$.
أي أنّ الكرةَ (A) سكنت بعد التصادُم، بينما اكتسبت الكرةُ (B) السرعةَ الابتدائية للكرة (A). وهذا يحدُث إذا كان التصادُم مرنًا، وكان للكرتين الكتلة نفسها.

دقق جيداً في اخر الفقرة السابقة فهي قاعدة مهمة جداً..

أطلق سعدٌ سهمًا كتلته (0.03 kg) أُفقيًّا باتّجاه بندول قذفيٍّ كتلته (0.72 kg)؛ فاصطدم به والتحما معًا، بحيث كان أقصى ارتفاع وصل إليه البندول فوقَ المستوى الابتدائي له يساوي (20 cm)، وباعتبار تسارع السقوط الحر ($10\ m/s^2$). أُجيب عمّا يأتي:

أ . أيُّ مراحل حركة النظام المُكوّن من البندول والسهم يكون فيها الزخَمُ الخطيُّ محفوظًا؟

ب. أي مراحل حركة النظام تكون فيها الطاقة الميكانيكية محفوظةً؟

جـ. أحسبُ مقدار السرعة الابتدائية للسهم.

أ .يكون الزخَم الخطيّ محفوظًا في التصادُم عديم المرونة بين السهم والبندول.

ب.تكون الطاقة الميكانيكية محفوظةً للسهم قبل التصادُم، كما تكونُ الطاقة الميكانيكية محفوظةً للبندول والسهم بدءًا من حركتهما معًا بعد التصادُم مباشرةً، وحتى وصولهما إلى أقصى ارتفاع، وذلك عند إهمال قوى الاحتكاك.

جـ.أحسبُ مقدار السرعة الابتدائية للسهم باستخدام النتيجة السابقة التي توصلت إليها في البندول القذفيِّ، كما يأتي:

$$v_{Bi} = \left(\frac{m_A + m_B}{m_B}\right)\sqrt{2gh}$$

$$= \left(\frac{0.72 + 0.03}{0.03}\right)\sqrt{2 \times 10 \times 0.20}$$

$$= 50\ m/s$$

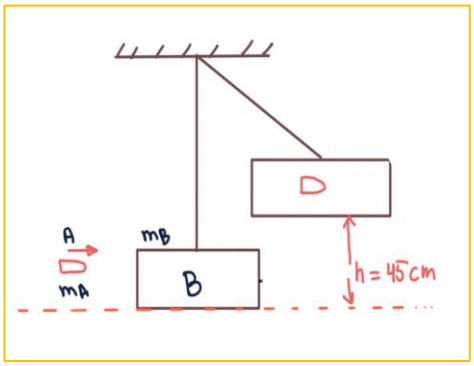
تمرين

أحسبُ: أطلق مُحقّقٌ رصاصةً كتلتُها (0.030 kg) أُفقيًّا باتّجاه بندول قذفي كتلته (0.97 kg)، فاصطدمت به والتحما معًا، فكان أقصى ارتفاع وصل إليه البندول فوق المستوى الابتدائي له (45 cm). أحسبُ مقدار السرعة الابتدائية للرصاصة.

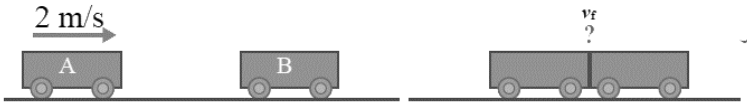
$$v_{Ai} = \left(\frac{m_A+m_B}{m_A}\right)\left(\sqrt{2gh}\right)$$

$$v_{Ai} = \left(\frac{0.03+0.97}{0.03}\right)\left(\sqrt{2(10)(45\times10^{-2})}\right)$$

$$v_{Ai} = 100\,m/s$$



عربة قطارٍ (A) كتلتُها (1.80×10^3 kg) تتحرك في مسارٍ أُفقيٍّ مستقيمٍ لسكة حديدٍ بسرعةٍ مقدارُها (3.00 m/s) باتّجاه محور $+x$، فتصطدم بعربة أُخرى (B) كتلتُها (2.20×10^3 kg) تقف على المسار نفسه، وتلتحمان معًا وتتحركان على المسار المستقيم لسكة الحديد نفسه، كما هو موضّحٌ في الشكل . أُجيب عمّا يأتي:



تصادم عربتي قطار.

أ . أحسبُ مقدار سرعة عربتي القطار بعد التصادُم، وأُحدّد اتّجاهها.

ب. ما نوع التصادُم؟ وهل الطاقة الحركية محفوظة في هذا النوع من التصادُمات؟ أُبرّر إجابتي.

أ . أُطبّق قانون حفظ الزخَم الخطيِّ على العربتين قبل التصادُم مباشرةً وبعد التصادُم مباشرةً.

$$\sum p_i = \sum p_f$$

$$m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = (m_A + m_B) v_f$$

$$1.80\times10^3 \times 3.00 + 2.20\times10^3 \times 0 = (1.80\times10^3 + 2.20\times10^3)\, v_f$$

$$v_f = 1.35\ \text{m/s}$$

$$v_f = 1.35\ \text{m/s}, +x$$

ب. بما أن عربتي القطار التحمتا معًا بعد التصادُم فهو تصادم عديم المرونة. وأتأكّدُ من ذلك عن طريق مقارنة الطاقة الحركية لنظام العربتين قبل التصادُم بالطاقة الحركية للنظام بعد التصادُم.

$$KE_i = \frac{1}{2} m_A v_{Ai}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{Bi}^2 = \frac{1}{2}\times 1.80\times10^3\times(3.00)^2 + \frac{1}{2}\times 2.20\times10^3\times 0$$

$$= 8.10\times10^3\ \text{J}$$

$$KE_f = \frac{1}{2}(m_A + m_B) v_f^2 = \frac{1}{2}(1.80\times10^3 + 2.20\times10^3)\times(1.35)^2$$

$$= 3.65\times10^3\ \text{J}$$

$$\Delta KE = 3.65\times10^3 - 8.10\times10^3$$

$$= -4.45\times10^3\ \text{J}$$

التغيُّر في الطاقة الحركيّة سالبٌ، أي أن الطاقة الحركية غيرُ محفوظة، والعربتان التحمتا معًا بعد التصادُم؛ لذا فإن التصادُمَ عديم المرونة.

رُميَتْ كرةٌ كتلتُها m أُفقيًّا بسرعة مقدارها v نحو جدار؛ فارتدّت الكرة أُفقيًّا بمقدار السرعة نفسه. إنّ مقدار التغيُّر في الزخَم الخطيّ للكرة يساوي:

أ. mv ب. $-mv$ جـ. $2mv$ د. صفرًا

الحل:

$$\Delta\vec{p} = \vec{p}_f - \vec{p}_i = m(\vec{v}_f - \vec{v}_i) = m(-v - v) = -2mv$$

$$|\Delta\vec{p}| = 2mv$$

كرةُ (A) تتحرك بسرعة (2 m/s) غربًا؛ فتصطدم بكرةٍ أُخرى ساكنةٍ (B) مماثلةٍ لها تصادُمًا مرنًا في بُعدٍ واحد. إذا توقفت الكرة (A) بعد التصادُم، فإنّ مقدارَ سرعة الكرة (B) واتّجاهَها بعد التصادُم يساوي:

أ. 2 m/s شرقًا. ب. 2 m/s غربًا. جـ. 1 m/s شرقًا. د. 1 m/s غربًا.

$$\sum \vec{p}_i = \sum \vec{p}_f$$

$$m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = m_A v_{Af} + m_B v_{Bf}$$

$$(m_A = m_B)$$

$$-2 + 0 = 0 + \vec{v}_B$$

هذا معناه أن مقدار السرعة $2\ m/s$ و الاتجاه غرباً.

يركض عمرُ شرقًا بسرعة (4.0 m/s)، ويقفز في عربةٍ كتلتُها (90.0 kg) تتحرك شرقًا بسرعةٍ مقدارها (1.5 m/s). إذا علمتُ أن كتلة عمر (60.0 kg)؛ فما مقدارُ سرعة حركة عمرَ والعربة معًا؟ وما واتّجاهها؟

$$\sum \vec{p}_i = \sum \vec{p}_f$$

$$m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = (m_A + m_B) v_f$$

$$(60 \times 4) + (90 \times 1.5) = (60 + 90) v_f$$

$$v_f = 2.5 \ m/s \text{ شرقاً}$$

تقفز شذى من قاربٍ ساكنٍ كتلته (300 kg) إلى الشاطئ بسرعةٍ أفقيّةٍ مقدارُها (3 m/s). إذا علمت أن كتلة شذى (50 kg) فما مقدار سرعة حركة القارب؟ وما اتّجاهها؟

أ. 3 m/s نحو الشاطئ.
ب. 3 m/s بعيدًا عن الشاطئ.
جـ. 0.5 m/s بعيدًا عن الشاطئ.
د. 18 m/s بعيدًا عن الشاطئ.

$$\sum \vec{p}_i = \sum \vec{p}_f$$

$$m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = m_A v_{Af} + m_B v_{Bf}$$

$$(300 \times 0) + (50 \times 0) = \left(300 \times v_{\text{قارب}}\right) + (50 \times 3)$$

$$v_{\text{قارب}} = -0.5 \, m/s$$

سرعة القارب $0.5 \ m/s$ عكس اتجاه سرعة الفتاة

سيارةٌ رياضيةٌ كتلتُها $(1.0 \times 10^3\ \text{kg})$ تتحرّك شرقًا $(+x)$ بسرعةٍ ثابتةٍ مقدارها $(90.0\ \text{m/s})$، فتصطدم بشاحنةٍ كتلتُها $(3.0 \times 10^3\ \text{kg})$ تتحرّك في الاتّجاه نفسه. بعد التصادُم التحمتا معًا وتحركتا على المسار المستقيم نفسه قبل التصادُم بسرعةٍ مقدارُها $(25\ \text{m/s})$.

أجب عمّا يلي:

ما الزخَم الخطيّ الكُلّي للسيارة والشاحنة بعد التصادُم؟

أ . $-7.5 \times 10^4\ \text{kg.m/s}$ ب. $1.0 \times 10^5\ \text{kg.m/s}$

جـ. $7.5 \times 10^4\ \text{kg.m/s}$ د . $-1.0 \times 10^5\ \text{kg.m/s}$

$$\sum p_f = (1 \times 10^3 \times 25) + (3 \times 10^3 \times 25) = 1 \times 10^5\ kg.m/s$$

ما الزخَم الخطيّ الكُلّي للسيارة والشاحنة قبل التصادُم؟

أ . $-7.5 \times 10^4\ \text{kg.m/s}$ ب. $7.5 \times 10^4\ \text{kg.m/s}$ جـ. $1.0 \times 10^5\ \text{kg.m/s}$ د . $-1.0 \times 10^5\ \text{kg.m/s}$

$$\sum p_i = \sum p_f = = 1 \times 10^5\ kg.m/s$$

ما السرعة المُتّجهة للشاحنة قبل التصادُم مباشرةً؟

أ . $-25\ \text{m/s}$ ب. $25\ \text{m/s}$ جـ. $-3.3\ \text{m/s}$ د. $3.3\ \text{m/s}$

$$\sum p_i = (1 \times 10^3 \times 90) + (3 \times 10^3 \times v) = 1 \times 10^5\ kg.m/s$$

$$\vec{v} = 3.3\ m/s \text{ شرقاً}$$

تتحرّك سيارةٌ كتلتها $(1.35 \times 10^3\ \text{kg})$ بسرعةٍ مقدارُها $(15\ \text{m/s})$ شرقًا، فتصطدم بجدارٍ وتتوقف تمامًا خلال فترة زمنيّةٍ مقدارُها $(0.115\ \text{s})$، فأحسبُ مقدار ما يأتي:

أ . التغيُّر في الزخَم الخطيّ للسيارة.

ب. القوّة المتوسطة التي يؤثر به الجدار في السيارة.

أ) $$\Delta\vec{p} = \vec{p}_f - \vec{p}_i = 0 - \left\{\left(m_{\text{سيارة}}\vec{v}_{\text{سيارة}}\right) + (0)_{\text{جدار}}\right\}$$

$$\Delta p = -1.35 \times 10^3 \times 15 = -20.25 \times 10^3 N.s$$

$$\Delta \boldsymbol{p} = \boldsymbol{F}\Delta t$$

$$-20.25 \times 10^3 = \boldsymbol{F}(0.115)$$

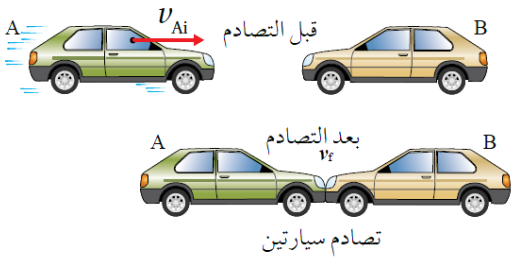
$$\boldsymbol{F} = \frac{-20.25 \times 10^3}{0.115} = -176.1 \times 10^3 N$$

الاتجاه يكون معاكس لحركة السيارة.

السيارة (A) كتلتها (1.1×10^3 kg) تتحرك بسرعة (6.4 m/s) باتّجاه محور $+x$، فتصطدم رأسًا برأس بسيارةٍ ساكنةٍ (B) كتلتها (1.2×10^3 kg)؛ وتلتحم السيارتان معًا بعد التصادُم تتحرّكان على المسار المستقيم نفسه قبل التصادُم، كما هو موضح في الشكل المجاور. أحسبُ مقدار ما يأتي:

أ . سرعة السيارتين بعد التصادُم، وأُحدّد اتّجاهها.

ب. الدفع الذي تؤثر به السيارة (B) في السيارة (A).



تصادم سيارتين

$$m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = (m_A + m_B)v_f$$

$$(1.1 \times 10^3 \times 6.4) + (0) = (1.1 \times 10^3 + 1.2 \times 10^3)v_f$$

$$v_f = 3.06\, m/s\ (+x) \approx 3.1\ m/s$$

$$I_{BA} = \Delta p = p_f - p_i$$

$$\boldsymbol{I_{BA}} = \{(1.1 \times 10^3)\boldsymbol{v_f}\} - \{1.1 \times 10^3 \times 6.4\}$$

$$\boldsymbol{I_{BA}} = \{(1.1 \times 10^3)(3.1)\} - \{1.1 \times 10^3 \times 6.4\}$$

$$\boldsymbol{I_{BA}} = -3.63 \times 10^3\ N.s\ (direction - x)$$

جسمٌ ساكنٌ موضوع على سطح أُفقيٍّ أملس يتكون من جزأين، A و B. كتلة الجزء A تساوي $(8.0 \times 10^2 \text{kg})$، وكتلة الجزء B تساوي $(1.5 \times 10^3 \text{kg})$. إذا انفصل الجزء B عن الجزء A وتحرك مبتعدًا بسرعة (10.0 m/s)، فأحسبُ مقدار ما يأتي:

أ . سرعة اندفاع الجزء A ، وأُحدّد اتّجاهها.

ب. الدفع المؤثر في الجزء A .

$$\sum \vec{p}_i = \sum \vec{p}_f$$

$$m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = m_A v_{Af} + m_B v_{Bf}$$

$$0 + 0 = (8 \times 10^2 \times v_{Af}) + (1.5 \times 10^3 \times 10)$$

$$v_{Af} = -18.75\, m/s$$

الإشارة السالبة معناها أنّ الجزء A تحرك عكس اتجاه حركة الجسم B

$$\boldsymbol{I_A} = \Delta p_A = m_A v_{Af} - m_A v_{Ai} = 8 \times 10^2(-18.75 - 0)$$

$$\boldsymbol{I_{BA}} = -15000\ N.s$$

و سيكون الدفع المؤثر في الجزء الثاني مساوي لكن بإشارة موجبة حتى يكون الدفع الكلي مساياً للتغير في الزخم و الذي يجب أن يكون هُنا صفراً.

أثّرت قوة محصلة مقدارها $(1 \times 10^3\ \text{N})$ في جسم ساكن كتلته $(10\ \text{kg})$ وحرّكته باتّجاهها فترةً زمنيةً مقدارها $(0.01\ \text{s})$. أحسبُ مقدار ما يأتي:
أ . التغيُّر في الزخَم الخطيّ للجسم.
ب. السرعة النهائية للجسم.

$$\boldsymbol{I}_{BA} = \Delta \boldsymbol{p}$$

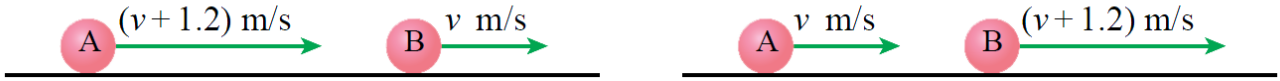
$$\Delta p = F\Delta t = 1 \times 10^3 \times 0.01 = 10\ N.s$$

$$\Delta p = m(v_f - v_i)$$

$$\Delta p = 10 = 10(v_f - 0)$$

$$v_f = 1\ m/s$$

كرتا بلياردو (A و B) لهما الكتلة نفسها وتتحركان في الاتّجاه نفسه في خط مستقيم، كما هو موضّحٌ في الشكل. قبل التصادُم، مقدار سرعة الكرة (A) يزيد بمقدار $(1.2\ \text{m/s})$ عن مقدار سرعة الكرة (B). بعد التصادُم، مقدار سرعة الكرة (A) يساوي مقدار سرعة الكرة (B) قبل التصادُم، ومقدار سرعة الكرة (B) يزيد بمقدار $(1.2\ \text{m/s})$ عن مقدار سرعة الكرة (A). هل التصادُم مرن أم غير مرن؟ أوضّح إجابتي.



حتى نحكم هل التصادم مَرِن أم غير مرن لا بدّ من حساب التغير في الطاقة الحركية. فإذا كان صفراً فهو مَرِن و إلا فإنه غير مَرِن.

$$\Delta KE = KE_f - KE_i = \left(\frac{1}{2}m_A v_{Af}^2 + \frac{1}{2}m_B v_{Bf}^2\right) - \left(\frac{1}{2}m_A v_{Ai}^2 + \frac{1}{2}m_B v_{Bi}^2\right)$$

$$\Delta KE = \left\{\left(\frac{1}{2}(mv^2) + \left(\frac{1}{2}\left(m(v+1.2)^2\right)\right\} - \left\{\left(\frac{1}{2}\left(m(v+1.2)^2\right) + \left(\frac{1}{2}(mv^2)\right\}\right.\right.$$

$$\Delta KE = 0$$

و هذا معناه أنّ التصادم مرن

عربتان (A و B)، تتحركان باتّجاهين متعاكسين على مسار أُفقي مستقيم أملس كما هو موضح في الشكل، فتصطدمان رأسًا برأس وترتدان باتّجاهين متعاكسين على المسار المستقيم نفسه. إذا علمت أن كتلة العربة A تساوي (0.28 kg)، وسرعة العربتين بعد التصادُم مباشرةً: ($v_{Af} = -1.9$ m/s) و ($v_{Bf} = 3.7$ m/s)، فأُجيب عمّا يأتي:

أ . أحسبُ مقدار كتلة العربة (B).

ب. أستخدم القانون الثالث لنيوتن في الحركة لتوضيح سبب أن يكون الزخَم الخطيّ محفوظًا في هذا التصادُم.

جـ. أوضح هل التصادُم مرنٌ أم غير مرن أُفقيًّا؟

$$\sum \vec{p}_i = \sum \vec{p}_f$$

$$m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = m_A v_{Af} + m_B v_{Bf}$$

$$(0.28 \times 4.5) + (m_B \times -3.2) = (0.28 \times -1.9) + (m_B \times 3.7)$$

$$m_B = 0.26\ kg$$

$$\boldsymbol{F_{AB} = -F_{BA}}$$

$$\boldsymbol{F_{AB}\Delta t + F_{BA}\Delta t = 0}$$

$$\boldsymbol{I_{AB} + I_{BA} = 0}$$

$$\boldsymbol{\Delta p_A + \Delta p_B = 0}$$

و هذا معناه أنّ الزخم محفوظ.

$$\Delta KE = KE_f - KE_i = \left(\frac{1}{2}m_A v_{Af}^2 + \frac{1}{2}m_B v_{Bf}^2\right) - \left(\frac{1}{2}m_A v_{Ai}^2 + \frac{1}{2}m_B v_{Bi}^2\right)$$

$$= \left(\frac{1}{2}(0.28 \times (-1.9)^2) + \frac{1}{2}(0.26 \times 3.7^2)\right) - \left(\frac{1}{2}(0.28 \times 4.5^2) + \frac{1}{2}(0.26 \times (-3.2)^2)\right)$$

$$= -1.88\ joule$$

هذا معناه أنّ التصادم ليس مرن حيث إشارة السالب تدل على فقدان كمية من الطاقة .

تنزلق كرة زجاجية كتلتها (0.015 kg) باتّجاه الغرب بسرعة مقدارها (0.225 m/s)، فتصطدم رأسًا برأس بكرة أخرى كتلتها (0.030 kg) تنزلق شرقًا بسرعة مقدارها (0.180 m/s). بعد التصادُم ارتدّت الكرة الأولى شرقًا بسرعة مقدارها (0.315 m/s). أُجيب عمّا يأتي:

أ . أحسبُ مقدار سرعة الكرة الثانية بعد التصادُم، وأُحدّد اتّجاهها.

ب. أُحدّد نوع التصادُم.

$$\sum \vec{p}_i = \sum \vec{p}_f$$

$$m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = m_A v_{Af} + m_B v_{Bf}$$

$$(0.015 \times (-0.225)) + (0.03 \times 0.18) = (0.015 \times 0.315) + (0.3 \times v_{Bf})$$

$$v_{Bf} = -0.009\ m/s \text{ غرباً}$$

$$\Delta KE = KE_f - KE_i = \left(\frac{1}{2}m_A v_{Af}^2 + \frac{1}{2}m_B v_{Bf}^2\right) - \left(\frac{1}{2}m_A v_{Ai}^2 + \frac{1}{2}m_B v_{Bi}^2\right)$$

$$= \left(\frac{1}{2}(0.015 \times (0.315)^2) + \frac{1}{2}(0.03 \times (-0.009)^2)\right)$$

$$- \left(\frac{1}{2}(0.015 \times (-0.225^2) + \frac{1}{2}(0.03 \times 0.18^2)\right)$$

$$\approx 0$$

تصادم مرن لا ضياع للطاقة فيه.

اختبر نفسك

- كتلتان $m_A = 8kg, m_B = 2\ kg$. الكتلة A تتحرك بسرعة $4\ m/s$ باتجاه $+x$ و الكتلة B تتحرك بسرعة $3\ m/s$ بالاتجاه المعاكس. بعد التصادم ببعدٍ واحد أصبحت سرعة الكتلة A $2\ m/s$ باتجاه $+x$. ما مقدار طاقة الحركة الكلية للكتلتين بعد التصادم ؟

a. 32 J
b. 52 J
c. 41 J
d. 25 J
e. 29 J

- كرة كتلتها $1.6\ kg$ مربوطة في نهاية خيط طوله $0.4\ m$ لتكوين بِنْدول. البندول تُرِكَ يتحرك من السكون عندما كان خيطه أفقياً. في أخفض نقطة للكرة و عندما كانت الكرة تتحرك أفقياً اصطدمت بصندوق ساكن كتلته $0.8\ kg$ موضوع على سطح أفقي أملس. اذا علمت أن سرعة الصندوق مباشرة بعد التصادم $3\ m/s$. ما مقدار سرعة كرة البندول بعد التصادم مباشرة بوحدة m/s ؟ اعتبر $g = 9.8\ m/s^2$

a. 1.7
b. 1.1
c. 1.5
d. 1.3
e. 2.1

- كتلة مقدارها $4\ kg$ تتحرك أفقياً بسرعة $5\ m/s$ عندما اصطدمت بجدار عمودي. الكتلة ارتدت بسرعة $3\ m/s$. ما مقدار الدفع الذي تعرضت له الكتلة بوحدة $N.s$ ؟

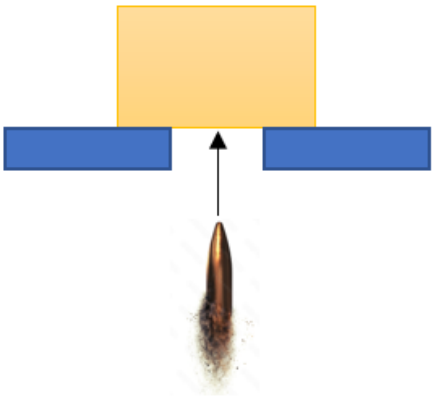
a. 24
b. 32
c. 40
d. 30
e. 8.0

- كتلة مقدارها $2kg$ تتحرك باتجاه $+x$ بسرعة مقدارها $5\ m/s$ اصطدمت و التصقت بكتلة ثانية مقدارها $3kg$ تتحرك بسرعة مقدارها $2m/s$ بنفس الاتجاه. ما مقدار الطاقة الحركية المفقودة في التصادم بوحدة (J) ؟

a. 2.4 J
b. 9.6 J
c. 5.4 J
d. 0.6 J
e. 6.0 J

- رصاصة كتلتها $10\ g$ تتحرك كما بالشكل بسرعة مقدارها $1000\ m/s$ اصطدمت و نفذت من صندوق ساكن كتلته $2\ kg$. الرصاصة نفذت من الصندوق بسرعة $400\ m/s$. احسب أقصى ارتفاع للصندوق مقاساً نسبة لموضعه الأصلي؟

a. 78 cm
b. 66 cm
c. 56 cm
d. 45 cm
e. 37 cm



- جسيم كتلته $6kg$ يتحرك بسرعة مقدارها $5\ m/s$ اصطدم و التصق بجسيم آخر كتلته $2\ kg$. بعد التصادم تحركا معاً بسرعة مقدارها $2\ m/s$ بالاتجاه المعاكس لاتجاه حركة الجسيم الأوّل. ما مقدار سرعة الجسيم الثاني قبل التصادم؟

a. 15 m/s
b. 7.0 m/s
c. 8.0 m/s
d. 23 m/s
e. 11 m/s

- صندوق كتلته $1.6\ kg$ مربوط في نهاية حبل مهمل الكتلة غير قابل للاستطالة طوله $2\ m$ لتكوين بندول. تُرك البندول يسقط من السكون عندما كان الحبل في وضع افقي تماماً. في أخفض نقطة للبندول و عندما كان الصندوق يتحرك أفقياً اصطدم بالصندوق رصاصة كتلتها $10\ g$ تتحرك بالاتجاه المُعاكس لحركة الصندوق. استقرت الرصاصة بالصندوق و جعلت الصندوق يتوقف في أخفض نقطة بالمسار. كم كانت سرعة الرصاصة قبل التصادم؟

a. 1.0 km/s

b. 1.6 km/s

c. 1.2 km/s

d. 1.4 km/s

e. 1.8 km/s

ملاحظاتك المهمة و طوحاتك دونها و احرص عليها

.....

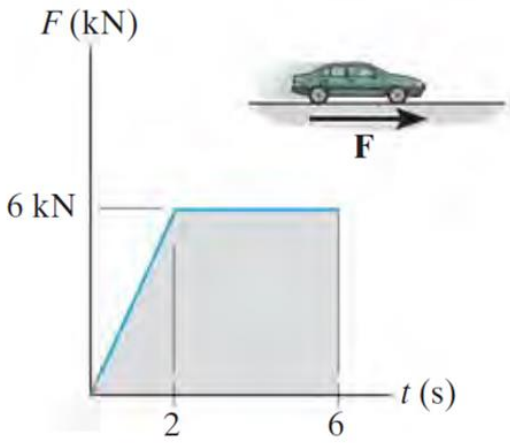
.....

.....

.....

عجلات سيارة كتلتها $1.5 \times 10^3 kg$ تولّد قوة سحب F كما هو موضح بالرسم البياني. اذا علمت أنّ السيارة بدأت حركتها من السكون احسب مقدار السرعة عند الزمن $6\ s$.

الجواب: $v = 20\ m/s$



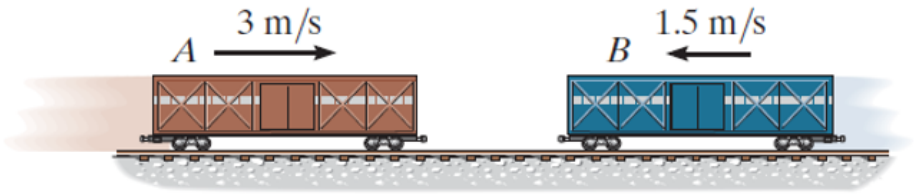
.....

.....

.....

العربتان الموضحتان بالشكل:

حدد ما يلي: $m_A = 20 \times 10^3\ kg, M_B = 15 \times 10^3\ kg$



1- سرعة العربة A بعد التصادم اذا علمت انهما تصادمتا و ارتدتا بحيث تحركت B لليمين بسرعة $2\ m/s$.

2- اذا علمت أن العربتين تلامستا لمدة نصف ثانية ما مقدار متوسط القوة التي أثرت بها العربة A على B و كذلك مقدار متوسط القوة التي أثرت بها العربة B على A

الإجابات:

2	1
$105\ kN$	$v_{fA} = 0.375\ m/s$

.....

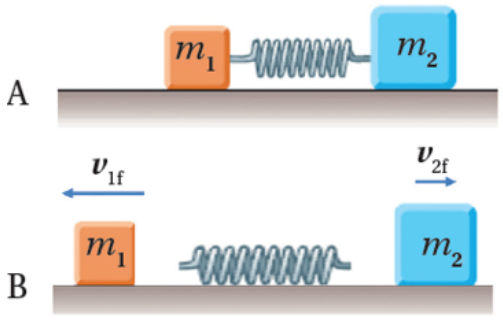
.....

.....

.....

وُضِعَ نابض خفيف مضغوط بين الكتلتين كما بالشكل الأول، اذا علمتَ أنّ السطح أملس و أنّ $m_2 = 2m_1$. لحظة افلات الكتلتين تحركتا كما بالشكل الثاني. أوجد نسبة مقدار سرعة الكتلة A إلى مقدار سرعة الكتلة B لحظة ابتعادهما عن النابض $\frac{v_{1f}}{v_{2f}}$ ؟

الإجابة: $\frac{2}{1}$



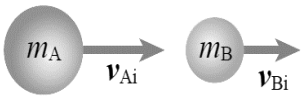
.....

.....

.....

.....

تتحرك الكرة (A) باتّجاه محور $x+$ بسرعة (6.0 m/s)؛ فتصطدم رأسًا برأس بكرةٍ أُخرى (B) أمامَها تتحرك باتّجاه محور $x+$ بسرعة (3.0 m/s). أنظرُ الشكل . بعد التصادُم تحرّكت الكرة (B) بسرعةٍ مقدارُها (5.0 m/s) بالاتّجاه نفسه قبل التصادُم. إذا علمتُ أن ($m_A = 5.0$ kg, $m_B = 3.0$ kg)، فأُجيبُ عمّا يأتي:



أ . أحسبُ مقدار سرعة الكرة (A) بعد التصادُم، وأُحدّدُ اتّجاهها.

ب. أُحدّد نوع التصادُم.

$$\sum p_i = \sum p_f$$

$$m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = m_A v_{Af} + m_B v_{Bf}$$

$$5.0 \times 6.0 + 3.0 \times 3.0 = 5.0\, v_{Af} + 3.0 \times 5.0$$

$$v_{Af} = 4.8 \text{ m/s}$$

بما أن سُرعةَ الكرة (A) بعد التصادُم موجبةٌ؛ فهذا يعني أنّ اتّجاه سرعتها باتّجاه محور $x+$.

ب.لتحديد نوع التصادُم يلزم حساب التغيُّر في الطاقة الحركية.

$$\Delta KE = \frac{1}{2} m_A v_{Af}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{Bf}^2 - \left[\frac{1}{2} m_A v_{Ai}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{Bi}^2\right]$$

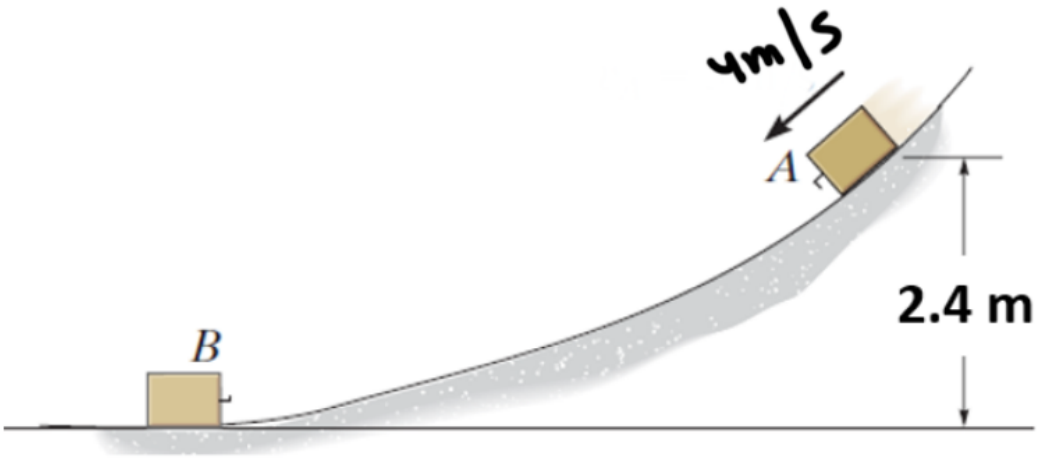
$$\Delta KE = \frac{1}{2} \times \left[5.0 \times (4.8)^2 + 3.0 \times (5.0)^2\right] - \frac{1}{2} \times \left[5.0 \times (6.0)^2 + 3.0 \times (3.0)^2\right]$$

$$\Delta KE = -8.4 \text{ J}$$

بما أن التغيُّر في الطاقة الحركية للنظام سالبٌ، فهذا يعني حدوثَ نقصٍ في الطاقة الحركيّة، والكرتان لم تلتحما بعد التصادُم؛ إذًا التصادُم غيرُ مرن.

الكتلة A مقدارها $2\ kg$ تتحرك بسرعة ابتدائية $4\ m/s$ على طريق منحدر أملس. بعد وصولها لنهاية المنحدر اصطدمت بالكتلة الساكنة B و التي لها كتلة $8kg$. التحمت الكتلتان و تحركتا معاً ، احسب السرعة المشتركة لهما بعد التصادم مباشرة.

الإجابة : $1.6\ m/s$



.....

.....

.....

.....

.....

أسئلة من كتاب التمارين و التجارب

1. أيٌّ ممّا يأتي زخمه الخطيّ أكبر: قاربٌ مُثبّتٌ برصيف ميناء، أم قطرة مطرٍ ساقطة؟
   أ. القارب. ب. قطرة المطر.
   جـ. لهما الزخَم الخطيّ نفسه. د. الجسمان لا يملكان زخمًا خطيًّا.

2. دراجةٌ هوائيّةٌ كتلتها (30 kg)، ومقدار زخَمها الخطيّ (150 kg.m/s). إنّ مقدار سرعتها بوحدة (m/s) يساوي:
   أ. 4500 ب. 15 جـ. 5 د. 45

3. إذا تضاعف مقدار سرعة جسمٍ مرّتان؛ فإنّ مقدار زخَمه الخطيّ:
   أ. لا يتغيّر. ب. يتضاعف مرّتان.
   جـ. يتضاعف أربع مرّات. د. يصبح نصف مقدار زخَمه الخطيّ الابتدائي.

4. يقفز قُصي من قاربٍ ساكنٍ كتلتُه (400 kg) إلى الشاطئ، فيتحرك القاربُ مبتعدًا عن الشاطئ بسرعةٍ أفقيّةٍ مقدارُها (1.0 m/s). إذا علمتُ أنّ كتلة قُصي (80 kg)؛ فما مقدار سرعة حركته؟ وما اتّجاهها؟
   أ. (0.2 m/s) نحو الشاطئ. ب. (0.5 m/s) بعيدًا عن الشاطئ.
   جـ. (5.0 m/s) بعيدًا عن الشاطئ. د. (5.0 m/s) نحو الشاطئ.

.....
.....
.....
.....

رَمَت دعاءُ كرةً كتلتُها (0.18 kg) أفقيًا بسرعةٍ مقدارُها (20.0 m/s) باتّجاه محور $x+$؛ فضربَتها صديقتُها مريم بالمضرب، حيث ارتدّت الكرة بالاتّجاه المعاكس بسرعةٍ مقدارُها (30.0 m/s). أُجيب عمّا يأتي:

أ. **أحسبُ** مقدار التغيُّر في الزخَم الخطيّ للكرة.

ب. **أحسبُ** مقدار الدفع المؤثّر في الكرة، وأُحدّد اتّجاهه.

جـ. إذا كان زمن تلامُس الكرة والمضرب (0.60 s)؛ أحسب مقدار القوة المتوسّطة التي أثّر بها المضرب في الكرة.

عند تحرُّك سيارةٍ في مسارٍ دائريٍّ بسرعةٍ ثابتةٍ مقدارًا؛ فهل يتغيّر زخَمها الخطيّ؟ أُفسّر إجابتي.

.....

.....

تتحرّك عربةٌ بسرعةٍ ثابتة؛ حيث كان مقدارُ زخَمها الخطيّ يساوي (12 kg.m/s) . إذا أضفتُ أثقالًا إلى العربة بحيث تضاعفت كتلتُها مرّتين مع بقاء سرعتها ثابتة؛ فكم يُصبح مقدار زخمها الخطيّ؟

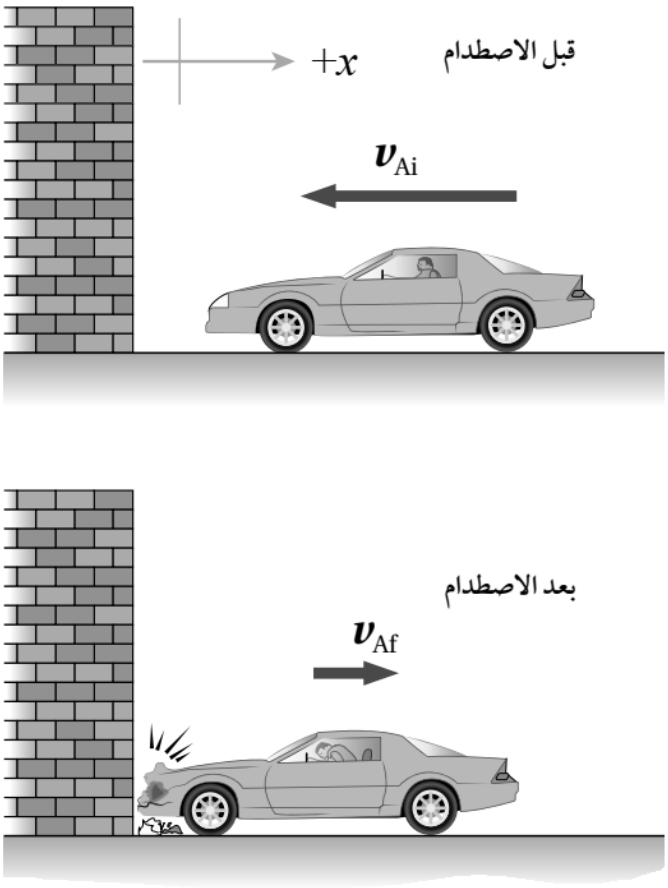
.....

.....

لاختبار مستوى الأمان في السيارات، وفاعلية الوسائد الهوائية، وأحزمة الأمان فيها؛ تُوضَع دميةٌ مكان السائق، ثم يجري تعريض السيارة لحادث اصطدام بحاجز، كما هو موضّحٌ في الشكل. إذا علمتُ أنّ كتلة السيارة $(1.5 \times 10^3\ \text{kg})$، وسرعتُها قبل الاصطدام $(15\ \text{m/s})$ غربًا، وسرعتُها بعد الاصطدام مباشرةً $(3.0\ \text{m/s})$ شرقًا، وزمن التلامُس بين السيارة والحاجز $(0.15\ \text{s})$ ؛ أجد ما يأتي:

أ. الدفع الذي يؤثّر به الحاجزُ في السيارة.

ب. القوّة المتوسّطة التي يؤثّر بها الحاجزُ في السيارة.



.....

.....

.....

.....

1 ك ى ل
إدارة الامتحانات والاختبارات
قسم الامتحانات العامة
٤ ٢
امتحان شهادة الدراسة الثانوية العامة لعام ٢٠٢٣
(وثيقة محمية/محدود)
المبحث: الفيزياء رقم المبحث: 213 مدة الامتحان: ٣٠ : ٢ د س
الفرع: العلمي + الصناعي جامعات رقم النموذج: (١) اليوم والتاريخ: الأحد ٢٠٢٣/٠٧/١٦
اسم الطالب: رقم الجلوس:

اختر رمز الإجابة الصحيحة في كل فقرة مما يأتي، ثمّ ظلّل بشكل غامق الدائرة التي تشير إلى رمز الإجابة في نموذج الإجابة (ورقة القارئ الضوئي) فهو النموذج المعتمد (فقط) لاحتساب علامتك، علمًا أنّ عدد الفقرات (٥٠)، وعدد الصفحات (٨).

ثوابت فيزيائية:

$\sin 60° = 0.87$, $\cos 60° = 0.5$, $1\,eV = 1.6 \times 10^{-19} J$
$\sin 37° = 0.6$, $\cos 37° = 0.8$, $\mu_\circ = 4\pi \times 10^{-7} T.m/A$, $1amu = 930\ MeV$

1- في جميع أنواع التصادمات بين الأجسام في الأنظمة المعزولة فإن:

أ) الطاقة الحركية للأجسام تبقى محفوظة

ب) الزخم الخطي الكلي للأجسام يبقى ثابتًا

ج) مجموع سرعات الأجسام قبل التصادم يساوي مجموع سرعاتها بعد التصادم

د) مجموع القوى الداخلية المؤثرة في الأجسام يساوي مجموع القوى الخارجية المؤثرة فيها

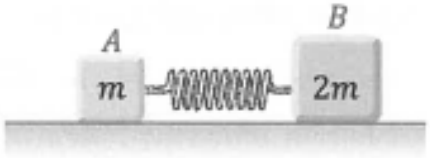
2- يركل لاعب كرة قدم ساكنة كتلتها $(0.5\ kg)$؛ فتنطلق بسرعة $(20\ m/s)$ باتجاه محور $(+x)$ ، إذا علمت أنّ زمن تلامس الكرة مع قدم اللاعب يساوي $(0.1\ s)$، فإن القوة المتوسطة المؤثرة في الكرة بوحدة نيوتن (N) تساوي:

أ) 100 باتجاه $(+x)$ ب) 100 باتجاه $(-x)$ ج) 400 باتجاه $(+x)$ د) 400 باتجاه $(-x)$

3- سيارة كتلتها (m) تتحرك بسرعة (v)، ضغط السائق على دواسة المكابح فنتج عن ذلك قوة احتكاك، أدّت إلى توقف السيارة بعد فترة زمنية (Δt) من لحظة الضغط على المكابح. إذا أثّرت قوة الاحتكاك نفسها في سيارة كتلتها $(2m)$، تتحرك بالسرعة نفسها (v)، فإنّ الفترة الزمنية التي تتوقف خلالها السيارة الثانية بدلالة (Δt) تساوي:

أ) $\frac{1}{2}\Delta t$ ب) Δt ج) $\sqrt{2}\,\Delta t$ د) $2\,\Delta t$

4- وُضع نابض خفيف مضغوط بين صندوقين (A, B) كتلتيهما $(m, 2\,m)$ موضوعين على سطح أفقي أملس، كما في الشكل المجاور. إذا أُفلت النابض لينطلق الصندوقان باتجاهين متعاكسين، فإنه لحظة ابتعاد كل منهما عن النابض يكون:



أ) مجموع الطاقة الحركية للصندوقين يساوي صفرًا

ب) مجموع الزخم الخطي للصندوقين يساوي صفرًا

ج) الطاقة الحركية للصندوق (B) تساوي مثلي الطاقة الحركية للصندوق (A)

د) الزّخم الخطي للصندوق (B) يساوي مثلي الزخم الخطي للصندوق (A)

يتبع الصفحة الثانية....

الصفحة الثانية/نموذج(١)

❖ تتحرك كرة (A) كتلتها $(2\ kg)$ شرقًا بسرعة $(6\ m/s)$، فتصطدم رأسًا برأس بكرة أخرى (B) كتلتها $(4\ kg)$ تتحرك غربًا بسرعة $(8\ m/s)$. إذا علمت أنّ الكرة (A) ارتدّت بعد التصادم مباشرة غربًا بسرعة $(5\ m/s)$،

أجب عن الفقرتين (5، 6) الآتيتين:

5- مقدار التغيّر في الزّخم الخطي للكرة (A) بوحدة $(kg.\ m/s)$ واتجاهه على الترتيب:

أ) (2) شرقًا ب) (2) غربًا ج) (22) شرقًا د) (22) غربًا

6- مقدار سرعة الكرة (B) بعد التصادم مباشرة بوحدة (m/s) واتجاهها على الترتيب:

أ) (2.5) غربًا ب) (2.5) شرقًا ج) (5) غربًا د) (5) شرقًا

1- جسمان ساكنان، الجسم (A) كتلته (m)، والجسم (B) كتلته $(2m)$، أثّرت فيهما قوتان محصلتان متساويتان. اعتمادًا على ذلك، فإنّ إحدى العبارات الآتية تعبّر بشكل صحيح عن العلاقة بين الجسمين بعد فترة زمنية (Δt) من تأثير القوتين:

أ) سرعة الجسم (A) تساوي سرعة الجسم (B)

ب) سرعة الجسم (B) تساوي مثلي سرعة الجسم (A)

ج) الزخم الخطي للجسم (A) يساوي الزخم الخطي للجسم (B)

د) الزخم الخطي للجسم (B) يساوي مثلي الزخم الخطي للجسم (A)

2- أُطلقت قذيفة أفقيًا من مدفع ساكن، كتلتها $(30\ kg)$ بسرعة $(100\ m/s)$ باتجاه $(+x)$. التغيّر في الزخم الخطي للمدفع بوحدة $(kg.m/s)$ يساوي:

أ) صفر ب) 3×10^3 باتجاه $(+x)$

ج) 6×10^3 باتجاه $(-x)$ د) 3×10^3 باتجاه $(-x)$

3- تكون الطاقة الحركية الخطية محفوظة في إحدى الحالات الآتية:

أ) في التصادمات المرنة ب) عندما يكون الزخم الخطي محفوظًا

ج) في جميع الأنظمة المعزولة د) في جميع أنواع التصادمات

4- جسمان (A و B)، كتلة الجسم (A) مِثلَي كتلة الجسم (B) ولهما الزخم الخطي نفسه. الطاقة الحركية (KE_A) بدلالة الطاقة الحركية (KE_B) تساوي:

أ) $\frac{1}{4}\ KE_B$ ب) $\frac{1}{2}\ KE_B$ ج) $2\ KE_B$ د) $4\ KE_B$

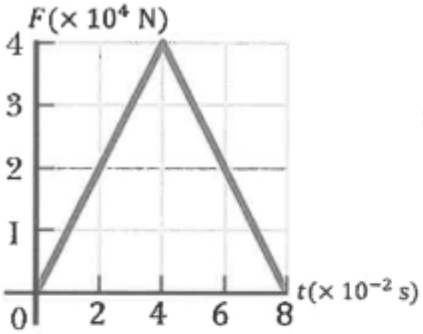
5- عند اصطدام كرة مطاطية بسطح صلب، فإنّ التصادم يوصف بأنّه:

أ) مرن وتكون الطاقة الحركية فيه محفوظة ب) غير مرن وتكون الطاقة الحركية فيه محفوظة

ج) غير مرن وتكون الطاقة الحركية فيه غير محفوظة د) عديم المرونة وتكون الطاقة الحركية فيه غير محفوظة

الصفحة الثانية

❖ يوضّح الشكل المجاور منحنى (القوة – الزمن) للقوة المحصلة المؤثرة في كرة تنس أرضي كتلتها $(5 \times 10^{-2}\ kg)$ في أثناء تلامسها مع المضرب.



استعن بالمنحنى والبيانات المثبتة فيه **للإجابة عن الفقرتين (6، 7) الآتيتين:**

6- مقدار القوة المتوسطة المؤثرة في الكرة خلال زمن تلامسها مع المضرب بوحدة (N) يساوي:

أ) 2×10^2 ب) 2×10^4

ج) 4×10^2 د) 4×10^4

7- إذا علمت أنّ الكرة ساكنة لحظة بدء تأثير القوة المحصلة فيها، فإنّ مقدار سرعة الكرة في نهاية الفترة الزمنية لتأثير القوة المحصلة فيها بوحدة (m/s) يساوي:

أ) 3.2×10^2 ب) 3.2×10^4 ج) 6.4×10^2 د) 6.4×10^4

❖ جسم (A) كتلته (m) ينزلق على مسار أفقي مستقيم أملس بسرعة (v) باتجاه $(+x)$، اصطدم رأسًا برأس بجسم آخر (B) كتلته $(2m)$ ينزلق على المسار نفسه بسرعة (v) باتجاه $(-x)$. إذا علمت أنّ الجسمين التحما معًا وتحركا على المسار المستقيم نفسه، **أجب عن الفقرتين (8، 9) الآتيتين:**

8- سرعة الجسمين بعد التصادم بدلالة (v) واتجاهها على الترتيب:

أ) $(\frac{1}{3}\ v)$ باتجاه $(+x)$ ب) $(\frac{1}{3}\ v)$ باتجاه $(-x)$

ج) (v) باتجاه $(+x)$ د) (v) باتجاه $(-x)$

9- الطاقة الحركية لنظام الجسمين قبل التصادم بدلالة كل من(m) و (v) تساوي:

أ) $(\frac{1}{2}\ m\ v^2)$ ب) $(\frac{2}{3}\ m\ v^2)$ ج) $(m\ v^2)$ د) $(\frac{3}{2}\ m\ v^2)$