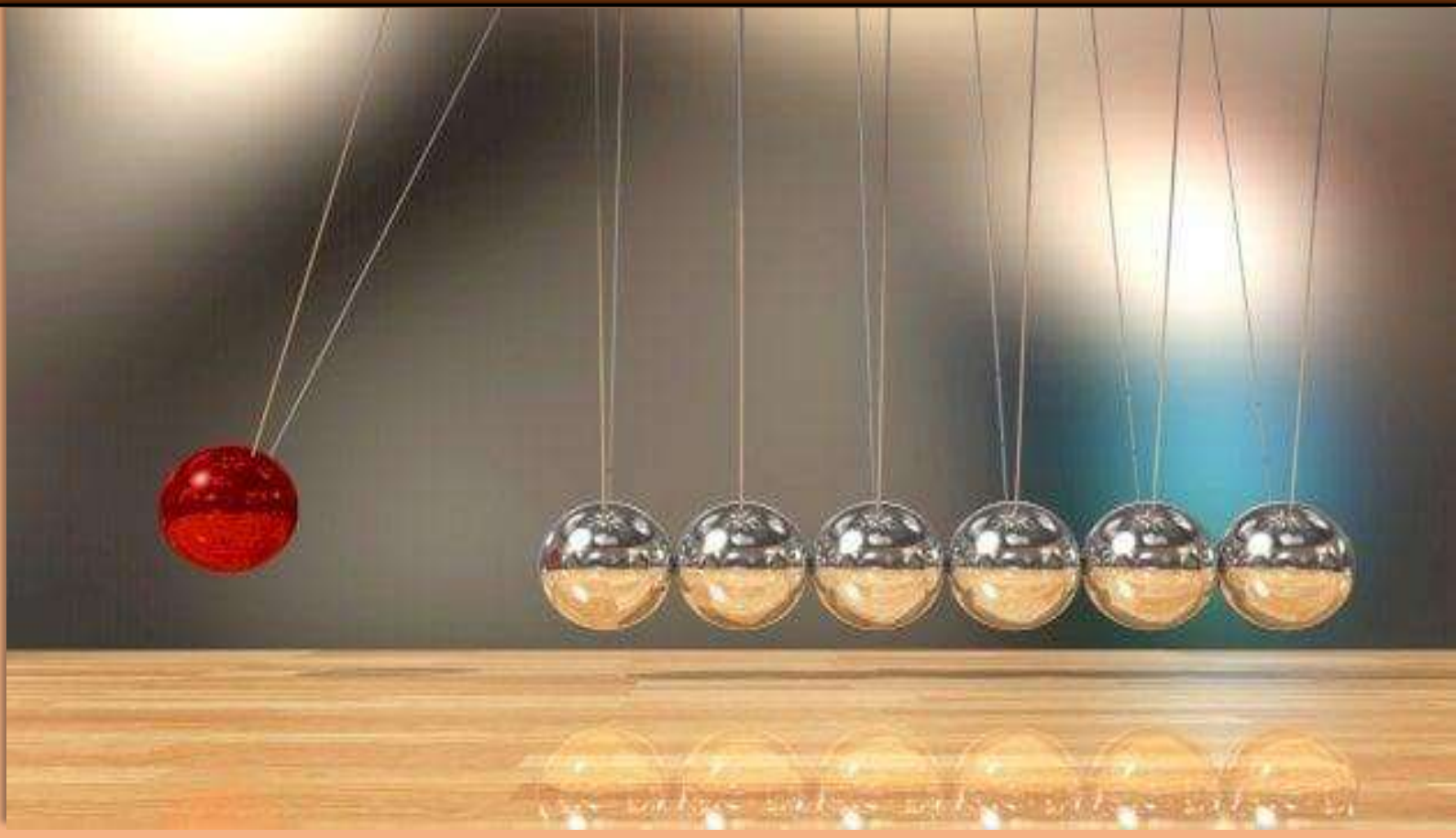
توجيهي جيل 2007

الزخم الخطي والتصادمات



المميز في الفيزياء

الفصل الدراسي الأول

المعلم: عبد الفتاح نبيل أبو الحاج

0780199072

فهرس المواضيع

موضوع الصفحة	رقم الصفحة
قوانين الوحدة	٢
تعريف الزخم الخطي والعوامل التي يعتمد عليها الزخم الخطي	٣
مهارات حسابية لحساب الزخم	٤
أمثلة على الزخم الخطي	٥ - ٧
ورقة عمل وإجاباتها	٨ - ١٠
الزخم الخطي وقانون نيوتن في الحركة	١١ - ١٢
أمثلة على الزخم الخطي وقانون نيوتن في الحركة	١٣ - ١٦
العلاقة بين الزخم الخطي والدفع	١٧ - ٢٢
أمثلة على العلاقة بين الزخم الخطي والدفع	٢٣ - ٢٥
معلومات هامه عن الزخم الخطي	٢٦
ورقة عمل وإجاباتها	٢٧ - ٣٤
أسئلة متنوعة	٣٥ - ٣٦
قانون حفظ الزخم الخطي	٣٧ - ٣٨
أمثلة متنوعة على قانون حفظ الزخم الخطي	٣٩
تعريف التصادمات	٤٠ - ٤٣
التصادم المرن وأمثلة متنوعة عليه	٤٤ - ٥٠
التصادم غير المرن وأمثلة متنوعة عليه	٥١ - ٥٤
التصادم عديم المرونة وأمثلة متنوعة عليه	٥٥ - ٥٩
البندول القذفي	٦٠ - ٦٤
أمثلة متنوعة على البندول القذفي	٦٥ - ٦٦
ورقة عمل وإجاباتها	٦٧ - ٧٥
أسئلة مراجعة الدرس الأول	٧٦ - ٧٧
أسئلة مراجعة الدرس الثاني	٧٨ - ٨٠
الإثراء والتوسع (تصميم السيارة والسلامة)	٨١
ملخص القوانين	٨٢ - ٨٤
تلخيص التصادمات وأمثلة وأسئلة متنوعة عليه	٨٥ - ٩٥
أسئلة مراجعة الوحدة وإجاباتها	٩٥ - ١١١

المصطلح	القانون	وحدة القياس	ملاحظات
الزخم الخطي	P=mv	Kg.m/s	الزخم الخطي هو كمية متجهة واتجاهه هو بنفس اتجاه السرعة
القوة المحصلة والقانون الثاني لنيوتن في الحركة	$\Sigma F=\frac{\Delta P}{\Delta t}$	N	أن مقدار القوة المحصلة اللازم التأثير بها في الجسم لتغيير زخمه الخطي يزداد بزيادة مقدار هذا التغيير
حفظ الزخم الخطي والقانون الثالث لنيوتن في الحركة	ΣPi =ΣPf	Kg.m/s	الزخم الخطي الكلي لنظام معزول قبل التصادم مباشرة يساوي الزخم الخطي الكلي للنظام بعد التصادم مباشرة
الدفع	$I=\Sigma F\Delta t = m\Delta v$ $\Delta p = (p)f - (p)i$	Kg.m/s	المساحة المحصورة بين منحنى (القوة – الزمن) = الدفع
الطاقة الحركية الخطية	$KE= \frac{1}{2}mv^2$	J	قد تكون الطاقة الحركية للاجسام المتصادمة محفوظة،وقد تكون غير محفوظة ؛اعتمادا على نوع التصادم فإذا لم تكن الطاقة الحركية محفوظة فهذا يعني أن جزء منها تحول الى شكل او اشكال اخرى من الطاقة ، مثل الطاقة الحرارية والطاقة الصوتية
التصادم المرن	ΣPi =ΣPf $(\frac{1}{2}mvi^2)A+\left(\frac{1}{2}mvi^2\right)B = (\frac{1}{2}mvf^2)A+\left(\frac{1}{2}mvf^2\right)B$		في التصادم المرن يكون مجموع الطاقة الحركية للأجزاء النظام قبل التصادم مساوي لمجموع طاقتها الحركية بعد التصادم ؛أي أن الطاقة الحركية للنظام محفوظ
السرعة النهائية لتصادم عديم المرونة بين جسمين	$Vf=\frac{(mvi)A+(mvi)B}{mA+mB}$		التصادم غير المرن لا يكون مجموع الطاقة الحركية لأجزاء النظام قبل التصادم مساوي مجموع طاقتها الحركية بعد التصادم ؛ إي ان الطاقة الحركية للنظام غير محفوظ
السرعة الابتدائية قبل التصادم	$Vi=(\frac{m1+m2}{m1})\sqrt{2gh}$		أطبق قانون حفظ الزخم الخطي على النظام قبل التصادم وبعد التصادم مباشرة

الزخم الخطي والدفع

الزخم الخطي

عند تحرك جسمان متماثلان في كتلتهم ولكن بسرعات مختلفة مقدارا، فإن جسم يتم إيقافه بصورة أسهل ؟

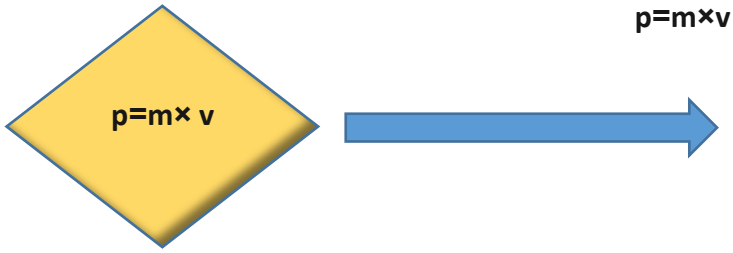
- يتم إيقاف الجسم الذي يمتلك سرعة أقل بصورة أسهل من الجسم الذي يمتلك سرعة أكبر.

- عند تحريك جسمان مخلفان في الكتلة ويمتلكان سرعة متشابهة، فأي جسم يتم إيقافه بصورة أسهل؟

- الجسم الذي يمتلك كتلة اقل يتم إيقافه بصورة أسهل من الجسم الذي يمتلك كتلة أكبر.

الان سوف ندرس كمية فيزيائية جديدة تخص الكتلة والسرعة للأجسام.

الزخم الخطي: يعرف بأنه ناتج ضرب كتلة الجسم (m) في سرعته المتجهة (v) نرمز له بالرمز (p) ، وهو كمية متجهة ويقاس بوحدة (Kg.m/s). $p=m\times v$

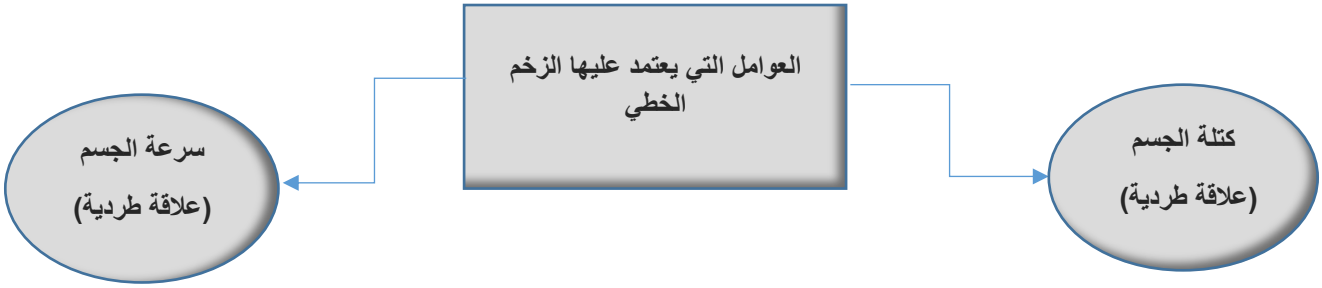


m: كتلة الجسم ووحدته (kg)

V: سرعة الجسم ووحدته (m/s)

P: الزخم الخطي للجسم ووحدته (kg.m/s)

يكون اتجاه الزخم باتجاه سرعة الجسم.

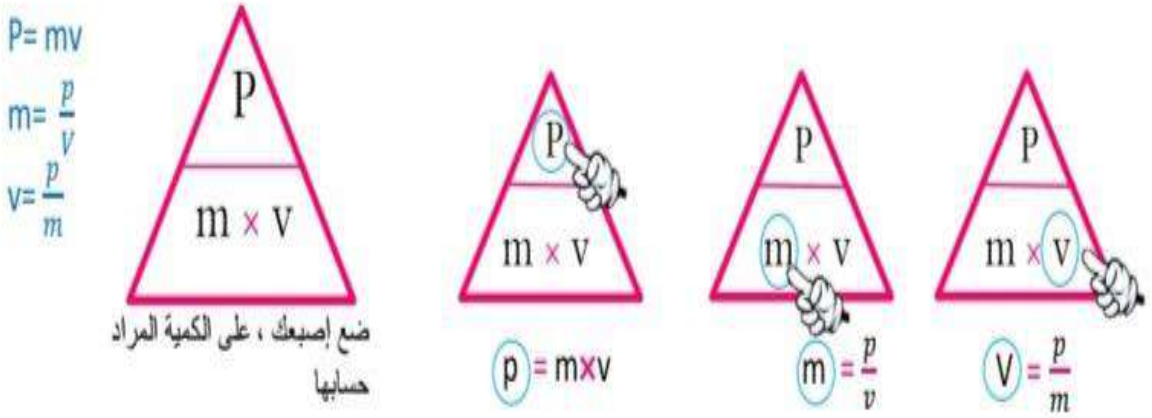


ملاحظات:

١) إن الزخم الخطي يتغير بتغير السرعة والكتلة أو كليهما معا.
٢) يعد الزخم الخطي مقياس ممانعة الجسم لتغيير حالته الحركية.
٣) عند زيادة الزخم الخطي للجسم يؤدي ذلك الى قوة أكبر لتأثر بها على الجسم لتغير من حالته الحركية.
٤) نلاحظ ان التغير الحالة الحركية للجسمين كان التغير في الحالة الحركية للجسم الذي يمتلك زخم خطي أكبر (سبب اختلاف الكتلة والسرعة) يحتاج لقوة أكبر.

إذا كانَ هناكَ سيارتانِ تسيرانِ خلفَ بعضِهما في نفسِ الاتِّجاهِ ، وحَدَثَ تصادمٌ بينَهُما؛
فسيكونُ أخفُّ بكثيرٍ منْ تصادمِ نفسِ السيارتينِ بنفسِ سرعتِيهِما ولكنْ وجهًا لوجهٍ في اتجاهينِ متضادَّينِ.

لحساب الزخم أو السرعة أو الكتلة نستخدم طريقة المثلث



أمثلة على الزخم الخطي

مثال : ركل لاعب كرة قدم كتلتها (400g)باتجاه المرمى الذي يقع على جهة الشرق . علما أن الكرة تحركت لحظة ركلها بسرعة(20 m/s) ، فجد الزخم الخطي للكرة ؟

P=mv =$(400*10^{-3})(20) = 8\ kg.m/s$ باتجاه الشرق

(ملاحظة : عند تعويض الكتلة ثم تحويلها من *g* الى*kg* من خلال اما بضربها 10^{-3} او قسمتها على *1000*)

مثال : تتحرك شاحنة بسرعة مقدارها *(20m/s)* إذا علمت أن الزخم الخطي للشاحنة يساوي *($6*10^5$ kg.m/s)*، جد مقدار كتلة الجسم ؟

$m=\frac{p}{v} = \frac{6*10^5}{20}=\frac{60*10^4}{20} \longrightarrow 3*10^4\ kg$

مثال : تتحرك سيارة كتلتها $2*10^3$ بسرعة في خط مستقيم ، ممتلكة زخما خطيا *($12*-10^4$)kg.m/s* نحو الشمال ، جد مقدار واتجاه سرعة السيارة ؟

$P = m\ v \Longrightarrow \frac{p}{m} = \frac{m}{m} v$

$v=\frac{P}{m} = \frac{12\times10^4}{2\times10^3} = 6\times10^4\ (10^{-3}) = 6\times10^1 = 60$ m/s ، نحو الشمال ، +Y

رفعنا 10^3 للبسط — اصبحت 10^{-3}

الاتجاه نحو الشمال لأن اتجاه السرعة و الزخم الخطي بنفس الاتجاه

مثال : جسم كتلته (*m*) وسرعته (*v*) اذا زادت سرعته للضعف ماذا يحدث لزخمه الخطي ؟

جسم كتلته (m) و سرعته (v) اذا زادت سرعته للضعف ماذا يحدث لزخمه الخطي؟

بما انه نتحدث عن جسم فإن كتلته ثابته و العلاقة بين السرعة و (V) و الزخم الخطي (P) طردية و بالتالي عند ثبات الكتلة الي يصير على السرعة يصير على الزخم الخطي أي يزيد للضعف .

رياضياً : $P = mv \Longleftrightarrow P' = mv' = m2v = 2(mv) = 2(p)$

قبل — بعد — $p' = 2p$ بعد — $v' = 2v$

مثال : جسمان متماثلان في السرعة وكتلة الجسم الأول *2m* وكتلة الجسم الثاني *4m* فإن النسبة بين الزخم الخطي للجسم الثاني إلى الزخم الخطي للجسم الأول ؟

المعطيات : $M_2=4m \quad m_1=2m \quad v_1=v_2=v$

المطلوب : نسبة P_1 الى P_2 (P_1 مقام، P_2 بسط)

$\frac{P_2}{P_1} = \frac{m_2v_2}{m_1v_1} = \frac{4mv}{2mv} = 2$

بسط ← 2 : 1 → مقام

إتجاه الحل

مثال : جسمان يتحركان في خط مستقيم الجسم الأول كتلته (m) وسرعته ($4v$) والجسم الثاني كتلته ($2m$) وسرعته ($2v$) ، جد النسبة بين الزخم الخطي للجسم الأول الى الزخم الخطي لجسم الثاني ؟

المعطيات : $m_1 = m \quad v_2 = 4v \quad m_2 = 2m \quad v_2 = 2v$

متساويان في الزخم 1:1

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{m_1 v_1}{m2\, V_2} = \frac{m4v}{2m2v} = \frac{4mv}{4mv} = 1$$

مثال : جسمان يتحركان في خط مستقيم الجسم (a) كتلته ضعفي كتلة الجسم (b) وسرعة الجسم (a) ربع سرعة الجسم (b) جد النسبة بين الزخم الخطي للجسم (a) الى الزخم الخطي للجسم (b) ؟

المعطيات : $m_a = 2m_b$ (بعد المساواة ضعفي) ، $V_a = \frac{1}{4} V_b$ (بعد المساواة)

بدي اساعدك كمان مرة بكتابة الدلالة دائما الرقم بعد المساواة (ضعفي، اربعة اضعاف ، نصف) $2 \quad 4 \quad \frac{1}{2}$

ملاحظة يسأل عنها الكثير من الطلبة :

مثل : يساوي — ضعف: 2 — ثلاثة اضعاف: 3 — ربع : $\frac{1}{4}$

مثلي : 2 — ضعفي: 2 — أربعة اضعاف: 4 — نصف : $\frac{1}{2}$

هاي نفس الاشي الملاحظة

المطلوب : $\frac{P_a}{P_b}$

هون عشان نختصر بدنا نعوض الدلالات

الحل : البسط 1 : 2 مقام ← الكتابة

$$\frac{P_a}{P_b} = \frac{m_a v_a}{m_b v_b} = \frac{2m_b \frac{1}{4} V_b}{m_b V_b} = \frac{2 \times \frac{1}{4}}{1} = \frac{\frac{1}{2}}{1} = \frac{1}{2}$$

مثال : جسمان (a,b) كتلة (a) (m) وزخمه الزخطي ($\frac{p}{2}$) وكتلة الجسم (b) ($2m$) وزخمه الخطي ($4p$) جد النسبة بين سرعة الجسم (a) الى سرعة الجسم (b) ؟

المعطيات: $m_a = m \quad P_a = \frac{P}{2} \quad m_b = 2m \quad P_b = 4P$

المطلوب : $V_a : V_b$

الحل:

$P = mv \qquad v = \frac{P}{m}$

(قسمة كسر على كسر)

الكسر الأول زي ما هو

القسمة تتحول الى ضرب

نقلب الكسر الى في المقام

النسبة 1 : 4

$$\frac{v_a}{v_b} = \frac{\frac{P_a}{m_a}}{\frac{P_b}{m_b}} = \frac{P_a}{m_a} \times \frac{m_b}{P_b} = \frac{\frac{P}{2}}{m} \times \frac{2m}{4P} = \frac{1}{4}$$

مثال : جسم متحرك بسرعة مقدارها (v) يمتلك زخما خطيا مقداره $(6 * 10^3) kg.m/s$ وجسم اخر يتحرك بسرعة $(3v)$ وكتلته $(20kg)$ ويمتلك زخما خطيا مقداره $(9 * 10^3) kg.m/s$ جد مقدار كتلة الجسم الأول ؟

المعطيات : $m = 20\ kg$, $v_1 = v$, $P_1 = 6\times10^3\ kg.m/s$

$v_2 = 3v$, $P_2 = 9\times10^3$

المطلوب : m_1 ?

الحل : هنا أكثر من مهارة رياضية اما مهارة النسب أو المعادلات حذف أو تعويض ...

المعادلة الي بينهم ← $v_2 = 3v_1$

$\frac{P_2}{m_2} = 3\frac{P_1}{m_1}$

$\frac{9\times10^3}{20} = 3\frac{(6\times10^3)}{m_1}$ ضرب تبادلي

$m_1 = \frac{20(3)(6\times10^3)}{9\times10^3}$

$= 20\frac{(18)}{9}$

$= 20\times2$

$m_1 = 40\ kg$

طريقة التعويض

$v_2 = \frac{P_2}{m_2} = \frac{9\times10^3}{20}$

$v_2 = 3v_1$ ← من المعطيات

$v_1 = \frac{v_2}{3} = \frac{\frac{9\times10^3}{20}}{3}$

$v_1 = \frac{9\times10^3}{20}\times\frac{1}{3} = \frac{3}{20}\times10^3$

$m_1 = \frac{P_1}{v_1}$

$m_1 = \frac{6\times10^3}{\frac{3}{20}\times10^3} = \frac{2}{\frac{1}{20}}$

$m_1 = 40kg$

طريقة النسب

$P = mv$

$m = \frac{P}{v}$

$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\frac{P_1}{v_1}}{\frac{P_2}{v_2}} = \frac{P_1}{v_1}\times\frac{v_2}{P_2}$

$\frac{m_1}{20} = \frac{6\times10^3(3v)}{(v)9\times10^3} = \frac{18}{9}$

$\frac{m_1}{20} = 2$

$m_1 = 40kg$

ورقة عمل

1 دراجة كتلتها (200 kg) تتحرك بسرعة 50m/s باتجاه الغرب ، جد مقدار و اتجاه الزخم الخطي الذي تمتلكه السيارة .

2 سيارة كتلتها (m) تتحرك بسرعة 180 km/h في خط مستقيم ممتلكة زخماً خطياً مقداره (1×10^5 kg.m/s) جد مقدار كتلة الجسم .

3 جسم كتلته (m) و يتحرك في خط مستقيم و بسرعة (v) ممتلكاً زخماً خطياً مقداره (P) اذا قلت سرعته للنصف ماذا يحدث لزخمه الخطي مفسراً اجابتك.

4 جسمان يتحركان في خط مستقيم الجسم الأول كتلته (2m) و سرعته (3v) و الجسم الثاني كتلته (4m) و سرعته (v) . جد النسبة بين الزخم الخطي للجسم الأول الى الزخم الخطي للجسم الثاني.

5 (a,b) جسمان يتحركان في خط مستقيم ، الجسم (a) كتلته نصف كتلة الجسم (b) و سرعة الجسم (a) اربعة اضعاف سرعة الجسم (b) اذا علمت أن زخم الجسم (a) يساوي (4×10^4 kg.m/s) جد مقدار زخم الجسم (b).

6 يتكون هذا السؤال من فقرتين لكل فقرة أربعة بدائل واحدة فقط من البدائل الأربعة صحيحة ضع دائرة حول رمز الاجابة الصحيحة في كل مما يلي :

١. رُكِلت كرة صغير كتلتها 6g في خط مستقيم بسرعة 20 m/s فإن مقدار الزخم الخطي الذي تمتلكه بوحدة kg.m/s:

أ) 120 ب) 0.3 ج) 12×10^{-2} د) 3×10^{-4}

٢. جسمان يتحركان في خط مستقيم الجسم الأول كتلته 2m و زخمه (2P) و الثاني كتلته m و زخمه الخطي (4P) ، فان نسبة سرعة الجسم الأول الى سرعة جسم الثاني :

أ) 1:16 ب) 16:1 ج) 4:1 د) 1:4

تذكر
مقام: بسط

إجابات ورقة العمل

① المعطيات : $m= 200\ kg$ $v= 50\ m/s$ -X

المطلوب: P

$p=mv = 200\times50 = 10000 = 1\times10^4\ kg.m/s$, -X

---

② المعطيات : $V= 180km/h$ هون لازم نحول لـm/s

$$V=\frac{180\times(1000)m}{(60\times60)s}=\frac{180000}{3600}=\frac{1800}{36}=\frac{100}{2}=50\ m/s$$

$P= 1\times10^5\ kg.m/s$

المطلوب : m ؟

الحل : $p= mv \Longrightarrow m=\frac{P}{v}=\frac{1\times10^5}{50}=\frac{100\times10^3}{50}=2\times10^3\ kg$

---

③ المعطيات : $p=mv$ $v'=\frac{1}{2}v$

المطلوب : P´

الحل: $p'= mv' \Longrightarrow P'= m(\frac{1}{2}v)=\frac{1}{2}mv=\frac{1}{2}p$

$p'=\frac{1}{2}p$ يقل للنصف

---

④ المعطيات: $m_1=2m$, $v_1= 3v$ $m_2=4m$, $v_2= v$

المطلوب: $P_1: P_2$

الحل: $\frac{P_1}{P_2}=\frac{m_1v_1}{m_2v_2}=\frac{2m\ (3v)}{4m\ (v)}=\frac{3}{2}$ 3:2

---

⑤ المعطيات : $m_a=\frac{1}{2}m_b$, $v_a=4v_b$ $P_a=4\times10^4\ kg.m/s$

المطلوب : P_b

الحل: $\frac{P_b}{P_a}=\frac{m_bv_b}{m_av_a} \Longrightarrow \frac{P_b}{4\times10^4}=\frac{m_bv_b}{\frac{m_b}{2}4v_b}=\frac{1}{2}=\frac{P_b}{4\times10^4}$

$P_b= 2\times10^4\ kg.m/s$

6 الفقرة الأولى :

تحويل من g الى $10^{-3}\times kg$

المعطيات : $m=6g=6\times10^{-3}kg\ ,\quad v=20\ m/s$

المطلوب : P?

الحل : $P=mv=6\times10^{-3}\times20=120\times10^{-3}=12\times10^{-2}$

شكل الواقع ضمن الخيارات صح

الاجابة الصحيحة (ج)

الفقرة الثانية :

المعطيات : $m_1=2m\ ,\ p_1=2p\ ,\ m_2=m\ ,\ p_2=4m$

المطلوب : $v_1:v_2$

الحل : $p=mv \quad v=\frac{P}{m}$

$$\frac{v_1}{v_2}=\frac{\frac{P_1}{m_1}}{\frac{P_2}{m_2}}=\frac{P_1}{m_1}\times\frac{m_2}{P_2}=\frac{2P}{2m}\times\frac{m}{4m}=\frac{1}{4}$$

1:4

الاجابة الصحيحة (د)

الزخم الخطي وقانون نيوتن في الحركة

- لاحظنا اننا نحتاج لقوة لتغيير من قيمة الزخم الخطي مقدارا واتجاها أو كليهما , لذلك تم صياغة قانون نيوتن الثاني بالربط بين الزخم الخطي للجسم والقوة المحصلة المؤثرة في ذلك الجسم .

$$\sum F = \frac{dp}{dt}$$

حيث ∑F هي القو ة المحصلة المؤثرة في الجسم. وعند ثبات كتلة الجسم نستطيع إعادة كتابة القانون الثاني لنيوتن بدلالة الزخم كما يأتي:

$$\sum F = \frac{d(mv)}{dt} = m\frac{dv}{dt} = ma$$

ويمكن التعبير عن القانون الثاني لنيوتن عند تغير الزخم الخطي Δp خلال الفترة الزمنية Δt كالآتي:

$$\sum F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{mv_f - mv_i}{t_f - t_i} = \frac{m(\Delta v)}{\Delta t} = ma$$

- نص قانون نيوتن الثاني في الحركة :
المعدل الزمني لتغير الزخم الخطي لجسم يساوي القو ة المحصلة المؤثرة فيه.
ويكون متجه التغير في الزخم الخطي باتجاه القوة المحصلة دائما.

توضيح رياضي

$\Delta y = y_f - y_i$
بداية نهاية

$\Delta P = P_f - P_i$

$\Delta P = m(\Delta v)$

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

تلخيص القوانين

$P = mv$

$\sum F = ma$

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

$\sum f = \sum f$

$ma = \frac{\Delta P}{\Delta t}$

تم اللجوء الى قانون نيوتن الثاني لأنه يربط الزخم الخطي بالقوة المحصلة و هنالك صيغتين لقانون نيوتن الثاني :

الصيغة الأولى

بدلالة التسارع

$$\sum F = ma$$

إذا أثرت قوة محصلة في جسم أكسبته تسارعاً يتناسب طردياً مع مقدارها و بنفس اتجاهها.

الصيغة الثانية

بدلالة التغير في الزخم الخطي

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

المعدل الزمني لتغير الزخم الخطي لجسم يساوي القوة المحصلة المؤثرة فيه ، و يكون متجه التغير في الزخم الخطي باتجاه القوة المحصلة دائماً.

نستنتج من الصيغة الثانية أن :

مقدار القوة المحصلة اللازمة التأثير بها في جسم لتغيير زخمه الخطي (يزداد هذا المقدار) بزيادة مقدار هذا التغير في الزخم

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

$\sum F$ مقدار القوة المحصلة — علاقة طردية — ΔP مقدار التغير في الزخم

سؤال : أثبت أن $(\frac{\Delta P}{\Delta t} = ma)$

الحل:

$$\sum F = \frac{dp}{dt} = \frac{d(mv)}{dt} = m\frac{dv}{dt} = ma$$

(m ثابتة)

$$\sum F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{m\Delta v}{\Delta t} = ma$$

(m ثابتة للجسم)

$$\frac{\Delta p}{\Delta t} = ma$$

بشكل اوضح

عندما يحدث تغير في الزخم الخطي (Δp) لجسم خلال فترة زمنية معينة (Δt) ، يُمكن إعادة كتابة العلاقة $\sum F = \frac{dp}{dt}$ بالصورة التالية :

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

Note

من العلاقة $\sum F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ فإن الزخم يقاس بوحدة (N.S) حيث : $\Delta P = \sum_{N\ .\ S} F\ \Delta t$

أمثلة على الزخم الخطي وقانون نيوتن في الحركة

مثال : أثبت أن وحدة قياس الزخم الخطي (N.S) تكافئ وحدة قياس ($kg.m/s$) ؟

$F \Longrightarrow (N)$

$a \Longrightarrow (m/s^2)$

$m \Longrightarrow (kg)$

$f = ma \Longrightarrow (N) = (kg)\ (m/s^2)$

المسافة تقاس بالمتر (m) و الزمن بالثانية (S)

$$V = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$V = m/s$

$$a = \frac{\text{السرعة}}{\text{الزمن}}$$

$$a = \frac{\frac{m}{s}}{s} = \frac{\frac{m}{s}}{\frac{s}{1}}$$

تحول القسمة الى ضرب

$$a = \frac{m}{s} \times \frac{1}{s} = \frac{m}{s^2}$$

الكسر الأول — قلبنا الكسر

الحل و الاثبات سطرين لكن التوضيح بفهم الحل أكثر.

$N.S = kg\frac{m}{s^2}.s$

$Kg.\frac{m}{s^2}.s$

$N.s = kg\ .m/s$ ≠

مثال جسم كتلته 40Kg يتحرك في خط مستقيم، أثرت فيه قوة محصلة بنفس اتجاه حركته فاكتسب تسارعا مقداره $(3m/s^2)$ جد ما يلي:

١) مقدار القوة المحصلة المؤثرة في الجسم.
٢) المعدل الزمني للتغير في الزخم الخطي للجسم.

المعطيات :

$m = 40kg \qquad a = 3\ m/s^2$

① $\sum F = ma = 40 \times 3 = 120\ N$

② $\sum F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = 120\ N$

يقاس المعدل الزمني للتغير بالزخم الخطي ايضاً بالنيوتن .

$$\frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{N.s}{s} = N$$

مثال جسم متحرك في خط مستقيم أثرت علية قوة فأكسبته تسارعا (a) اذا علمت أن مقدار الفترة الزمنية التي أثرت بها القوة على الجسم تساوي على الجسم تساوي (3) ثواني وكان مقدار التغير في الزخم الخطي للجسم ($12*10^4$ kg.m/s) جد مقدار التسارع الذي اكتسبه الجسم علما بان كتلة الجسم (20kg) ؟

المعطيات : $\Delta t = 3s$ $\Delta P = 12\times10^4$ kg.m/s $m = 20kg$

المطلوب : a ?

الحل :

$$\sum F = ma = \frac{\Delta P}{\Delta t}$$

$$ma = \frac{\Delta P}{\Delta t} \longrightarrow a = \frac{\Delta P}{m\Delta t} = \frac{12\times10^4}{20\times3} = \frac{120\times10^3}{60} = 2\times10^3\ m/s^2$$

مثال يتحرك جسم كتلته (50kg) في خط مستقيم، أثرت قوة فيه فاكتسبته تسارعا مقداره ($2m/s^2$)فتغير زخمه الخطي بمقدار (400 kg.m/s) جد مقدار الفترة الزمنية التي أثرت بها القوة على الجسم؟

المعطيات : $m = 50kg$ $a = 2m/s^2$ $\Delta P = 400$ kg.m/s

المطلوب : Δt :??

الحل: $ma = \frac{\Delta P}{\Delta t}$ $\Delta t = \frac{\Delta P}{ma} = \frac{400}{50\times2} = \frac{400}{100} = 4\ s$

مثال جسم كتلته (1000kg) يتحرك في خط مستقيم أثرت به قوة محصلة باتجاه حركته خلال (5s) فأكسبته تسارعا مقداره($4m/s^2$) جد ما يلي :

١) مقدار التغير في الزخم الخطي للجسم.
٢) مقدار التغير في سرعته.

المعطيات : $m = 100kg$ $\Delta t = 5s$ $a = 4\ m/s^2$

المطلوب: Δp ? Δv ?

الحل:

1) $ma = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ $\Delta p = ma\,\Delta t = 100(4)(5) = 2000$ kg.m/s

2) 2) $\Delta P = m\Delta v$ $\Delta v = \frac{\Delta P}{m} = \frac{2000}{100}\ 20\ m/s$

مثال

دراجة كتلتها (2000kg) تتحرك بسرعة (30m/s) نحو الشرق قام السائق بزيادة السرعة الدراجة حيث تأثرت الدراجة بقوة محصلة مقدارها (600N) خلال (5s) واستمر بالحركة نحو الشرق .

أوجد ما يلي:

١) مقدار واتجاه الزخم الخطي للدراجة قبل تأثير القوة عليها.
٢) مقدار واتجاه الزخم الخطي للدراجة.
٣) مقدار واتجاه الزخم الخطي النهائي.
٤) مقدار واتجاه السرعة النهائية.

المعطيات: $m=200kg \quad V_i=30\,m/s,+X \quad \sum F=600\,N \quad \Delta t=5\,(s)$

المطلوب: ① p_i ② Δp ③ p_f ④ V_f

الحل:

① $p_i=m\,v_i=200\times30=6000\,kg.m/s=6\times10^3 kg.m/s\ ,+X$

② $\sum F=\frac{\Delta P}{\Delta t} \quad \Delta P=\sum F\,\Delta t=600\times5=3000\,kg.m/s=3\times10^3\,kg.m/s,+X$

③ $\Delta p=p_f-p_i \quad 3\times10^3=p_f-6\times10^3 \quad p_f=3\times10^3+6\times10^3=9\times10^3\,kg.m/s,+X$

④ $P_f=m\,v_f \quad v_f=\frac{P_f}{m}=\frac{9\times10^3}{200}=\frac{9000}{200}=\frac{90}{2}=45\,m/s\ ,+X$

مثال

تسير دراجة في خط مستقيم بسرعة (4m/s) كتلة الدراجة (300kg) أراد سائق الدراجة التوقف فضغط على دواسة المكابح، فتوقفت خلال (12s) من لحظة الضغط على المكابح جد مقدار القوة المحصلة المؤثرة في الدراجة؟

المعطيات : $v_i = 4\,m/s \quad m = 300\,kg \quad v_f = 0 \quad \Delta t = 12\,s$

المطلوب : $\sum F$?

الحل : $p_i = m\,v_i = 300 \times 4 = 1200\,kg.m/s$

للتوضيح $P_f = m\,v_f = 300\,(0) = 0$

نقصان في الزخم الخطي

$\Delta p = p_f - p_i = 0 - 1200 = -1200\,kg.m/s \qquad \Delta p = -1200$

$$\sum F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{-1200}{12} = -100\,N$$

هنا القوة المحصلة أثرت باتجاه معاكس لاتجاه حركة الدراجة

العلاقة بين الزخم الخطي والدفع

مقدمة

عندما يركل لاعب كرة قدم ساكنة ($P_i = 0$) ، يحدث تلامس بين قدمه و الكرة لمدة زمنية و تتغير سرعتها المتجهة بسبب القوة المؤثرة فيها من قدم اللاعب . يعني سرعة الكرة تغيرت يعني زخمها تغير ($\Delta P \neq 0$) هون الكرة ما كان الها زخم لانها ساكنة و بعد دفع قدم اللاعب لها اكتسبت زخم خطي باتجاه محدد .

لذلك: الدفع = القوة المؤثرة × زمن تأثيرها

وضح المقصود بالدفع و عبر عنه رياضياً ثم اشتق وحدة قياسه حسب النظام العالمي

$I = \sum F \Delta t$ للوحدات. $I = \{N.S\}$

الدفع (I) Impulse : ناتج ضرب القوة المحصلة المؤثرة في الجسم في زمن تأثيرها .

$$I = \sum F \Delta t$$

مبرهنة (الزخم الخطي – الدفع)

- مبرهنة الزخم الخطي والدفع :

من قانون نيوتن الثاني :

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

نحصل على :

$$\Delta p = \sum F \, \Delta t$$

إذا يمكننا التعبير على أن الدفع ΔI يساوي Δp .

$$I = \Delta p$$

- تنص هذه المبرهنة على أن :
"دفع قوة محصلة مؤثرة في جسم يساوي التغير في زخمه الخطي".

- الدفع كمية متجهة , يكون باتجاه تغير الزخم الخطي , هو اتجاه القوة المحصلة نفسه.

- انتبه : الزخم الخطي والدفع والقوة كميات متجهة لذلك الإشارات الموجبة والسالبة ضرورية لتحديد اتجاهاتها , لذا يلزم اختيار نظام احداثيات يحدد فيه الاتجاه الموجب.

تمثل هذه المعادلة الرياضية ($I = \Delta P$) تعبيرا رياضيا في الميكانيكا .

أجب عما يلي :

1. ما اسم هذه المعادلة.
2. اذكر نص هذه المعادلة.

الاجابة :

1. مبرهنة (الزخم الخطي – الدفع)
2. دفع قوة محصلة مؤثرة في جسم يساوي التغير في زخمه الخطي.

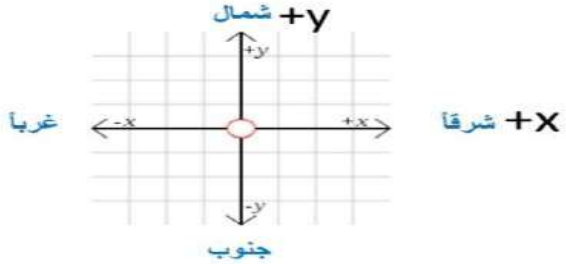
Note

1. الدفع كمية متجهة ،يكون باتجاه تغير الزخم الخطي، و هو اتجاه القوة المحصلة نفسه.

يعني : $I = \Delta P = \sum F \Delta t$

متلازمات اتجاهاً نفس الاتجاه

2. بما انه الزخم الخطي و الدفع و القوة كميات متجهة فإن الاشارات الموجبة و السالبة ضرورية لتحديد اتجاهات لذا يلزم اختيار نظام احداثيات يحدد فيه الاتجاه الموجب .

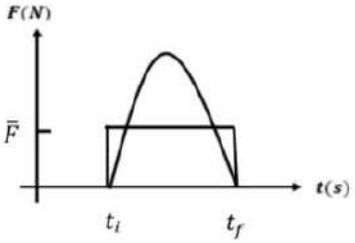


(منحنى القوة والزمن)

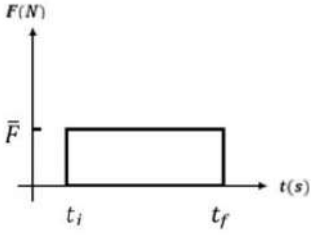
- الزخم الخطي والرسم البياني (منحنى القوة – الزمن) :

- إن التغير في الزخم الخطي يساوي الدفع , وأن الدفع هو حاصل ناتج ضرب القوة المحصلة المؤثرة في الجسم في زمن تأثير القوة على الجسم . أي أن الزخم الخطي يتغير بين القوة المؤثرة على الجسم وزمن تأثير القوة على الجسم .

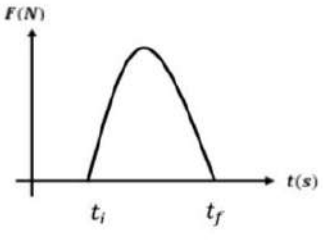
- منحنى (القوة – الزمن) :



متوسط قوة الدفع



الدفع الناتج عن قوة ثابتة مقدارا



الدفع الناتج عن قوة متغيرة مقدارا

- الحالة الأولى : عندما تكون القوة متغيرة :

في الشكل نلاحظ أن القوة التي أثرت على الجسم خلال فترة الزمن متغيرة بحيث كانت قيمة صغرى عند (t_i) ثم ارتفعت إلى قيمة عظمى وبعدها انخفضت إلى الصفر عند نهاية الفترة الزمنية (t_f).

- الحالة الثانية : عندما تكون القوة ثابتة :

في الشكل نلاحظ أن القوة ثابتة خلال الفترة الزمنية التي أثرت بها على الجسم ولذلك تم تمثيل منحنى القوة بخط مستقيم يوازي محور الزمن وارتفاعه يعبر عن قيمة القوة .

* المساحة تحت المنحنى في كلتا الحالتين يعطي قيمة الدفع .

- متوسط قوة الدفع :

من منحنى القوة – الزمن يمكننا في حالة القوة المتغيرة مع الزمن أن نعرف كمية فيزيائية جديدة هي (القوة المتوسطة).

- القوة المتوسطة : هي القوة المحصلة الثابتة التي إذا أثرت في الجسم لفترة زمنية (Δt) لأحدثت الدفع نفسه الذي تحدثه القوة المتغيرة أثناء الفترة الزمنية نفسها.

- ويوضح الشكل قوة متغيرة تؤثر على جسم خلال فترة زمنية (Δt) تعادل القوة الثابتة المنتظمة التي تؤثر على الجسم خلال نفس الفترة الزمنية.

* المساحة تحت المنحنى الذي يمثل القوة المتغيرة يساوي المساحة تحت المنحنى الذي يمثل القوة الثابتة .

- نستنتج من منحنى (القوة – الزمن) :

1- عند ثبات مقدر القوة المحصلة المؤثرة , يزداد مقدار التغير في الزخم الخطي بزيادة زمن تأثير هذه القوة.

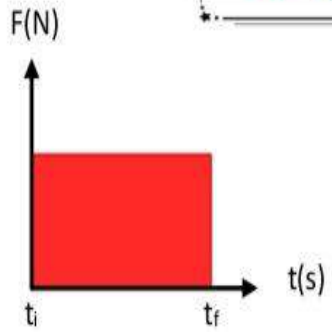
2- عند ثبات مقدار التغير في الزخم الخطي , يتناسب مقدار القوة المحصلة المؤثرة عكسيا مع زمن تأثيرها.

للتوضيح لدفع جسم يلزم التأثير عليه بقوة ، و هنا نتعامل مع قوة اما ثابتة المقدار أو قوة متغيرة المقدار.

(منحنى القوة- الزمن)

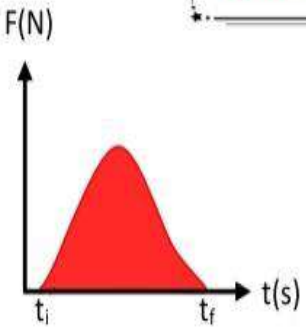
القوة ثابتة

مقدار القوة لا يتغير (ثابت) مع الزمن



القوة المتغيرة

مقدار القوة يتغير (غير ثابت) مع الزمن



حساب مساحة الشكل تحت المنحنى(مستطيل)

العرض × الطول = Area

$$Area = F \times \Delta t = I = \Delta P$$

ملاحظة :

نلاحظ أن مساحة الشكل تحت المنحى (المستطيل) تساوي عددياً مقدار الدفع المؤثر في جسم أو التغير في زخمه الخطي .

- نستنتج أنه بشكل عام في منحنى (القوة – الزمن) المساحة تحدد المنحنى تمثل مقدار الدفع المؤثر في الجسم .

- اذا مساحة الشكل تحت المنحنى تمثل الدفع (I) و التغير في الزخم الخطي للجسم (ΔP) .
- **ملاحظة** : نلاحظ عندما تكون القوة المؤثرة في الجسم قوة متغيرة فإن المساحة الناتجة من الشكل لا تمثل شكل هندسي منتظم يسهل حساب مساحته مثل مساحة المستطيل .
- **ما الحل** ؟؟ نلجأ الى التعامل مع ما يسمى ب **القوة المتوسطة** و محور الزمن خلال الفترة الزمنية نفسها التي أثرت بها القوة المتغيرة.

القوة المتوسطة : هي القوة المحصلة الثابتة التي أذا أثرت في الجسم لفترة زمنية (Δt) لأحدثت الدفع $(\overline{F})$ نفسه الذي تحدثه القوة المتغيرة أثناء الفترة الزمنية نفسها .

ملاحظات هامه

وحدات القياس و التحويلات :

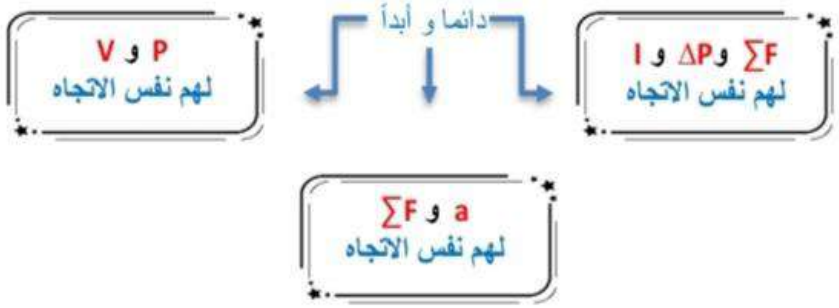
الفترة الزمنية Δt (S)	الزخم الخطي P ← Kg.m/s أو N.S	الكتلة m (kg)
التغير في الزخم ΔP ← Kg.m/s أو N.S	القوة المحصلة $\sum F$ (N)	السرعة المتجهة V (m/s)
المعدل الزمني للتغير في الزخم $\frac{\Delta P}{\Delta t}$ $(\frac{N.s}{s} = N)$	الدفع I ← Kg.m/s أو N.S	التسارع a (m/s^2)

تحويل الكتلة : من غرام (gm) الى كيلو غرام ← نقسم على 1000 أو نضرب ب 10^{-3}

تحويل الزمن : S ⟷ Min (× 60 / ÷ 60) ⟷ h (× 60 / ÷ 60)

ملاحظات هامه

دائماً نختار نظام احداثيات يحدد فيه الاتجاه الموجب ، و المتعارف عليه



(قيمة موجبة) $\Delta P = +$ أي حدث زيادة في مقدار الزخم الخطي للجسم

و هنا يكون اتجاه القوة المحصلة و اتجاه الدفع بنفس اتجاه حركة الجسم.

(قيمة سالبة) $\Delta P = -$ أي حدث نقصان في مقدار الزخم الخطي للجسم

و هنا يكون اتجاه القوة المحصلة و اتجاه الدفع بعكس اتجاه حركة الجسم.

بصورة أخرى

عند حساب $\sum F$ أو I

$\sum F$ = + قيمة موجبة	$\sum F$ = – قيمة سالبة
I = + قيمة موجبة	I = – قيمة سالبة
الموجب يدل على ان اتجاه القوة و اتجاه الدفع باتجاه حركة الجسم .	السالب يدل على ان اتجاه القوة و اتجاه الدفع عكس اتجاه حركة الجسم .

مثال

: سيارة كتلتها (1200kg) تسير بسرعة (20m/s) باتجاه (+X) فإذا ضغط السائق على كوابح فانخفضت سرعتها إلى (8m/s) في نفس الاتجاه في زمن مقداره (6s) احسب متوسط القوة التي أثرت في السيارة خلال الفترة؟

المعطيات : $m= 1200\ kg \quad V_i= 20\ m/s +X \quad V_f= 8\ m/s \quad \Delta t = 6s$

المطلوب : $\sum F$?

الحل :

$$\Delta P = m\ (V_f - V_i) = 1200\ (8-20) = 1200 \times -12$$

$$\Delta P = -14400$$

$$\sum F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{-14400}{6} = \frac{-12\times12\times100}{6} = -2\times 12\times100 = -2400N$$

$\sum F = 2400\ N\ ,\ -X$ عكس اتجاه الحركة

مثال

: وضع صندوق كتلته (100kg) في شاحنه تتحرك شرقا بسرعة مقدارها (20m/s) إذا ضغط السائق على دواسة المكابح فتوقفت الشاحنة خلال (0.5s) من لحظة الضغط على المكابح أحسب مقدار ما يلي:

أ) الزخم الخطي الابتدائي للصندوق.
ب) الدفع المؤثر في الصندوق.
ج) قوة الاحتكاك المتوسطة الازم تأثيرها في الصندوق لمنعه من الانزلاق.

المعطيات : $m = 100\ kg, \quad V_i = 20m/s, +x \quad V_f=0 \text{ (توقف)} \quad \Delta t = 5.0$

الحل :

أ. $p_i = mv_i = 100 \times 20 = 2000\ kg.m/s\ +X$ الزخم الخطي الابتدائي موجب بنفس اتجاه الحركة +X

ب. $\Delta p = p_f - p_i = 0 - 2000 = -2\times10^3\ kg.m/s$

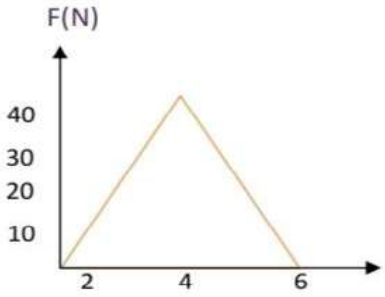
$I = \Delta p = -2\times10^3 kg.m/s$ الدفع سالب، نحو الغرب X- لانه يؤثر في الصندوق بعكس اتجاه سرعته الابتدائية

ج. $$\sum F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{2\times\ -2\times10^3}{2\times\ 5} = \frac{-4\times10^3}{10} = -4\times10^2\ N$$

$\overline{f_s} = \sum F = -4\times10^2\ N \qquad f_s = 4\times10^2\ N \quad -X$

قوة الاحتكاك تؤثر قوة الاحتكاك في الاتجاه المعاكس لاتجاه سرعة الصندوق

مثال : تؤثر قوة محصلة باتجاه محور(X+) في جسم ساكن كتلته (2kg) خلال مدة زمنية مقدارها (6s) إذا علمت ان مقدار القوة المحصلة يتغير بالنسبة للزمن كما هو موضح في المنحنى (القوة – الزمن) في الشكل احسب مقدار الدفع المؤثر في الجسم خلال الفترة الزمنية لتأثير القوة المحصلة وأحدد اتجاهه؟



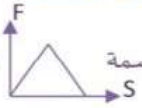
الدفع المؤثر في الجسم خلال فترة تأثير القوة يساوي
المساحة المحصورة بين منحنى (القوة-الزمن) و محور الزمن

* هنا في هذا السؤال المساحة تمثل مساحة المثلث

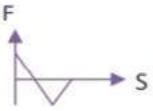
مساحة المثلث :الارتفاع ×القاعدة $\times \frac{1}{2} = A$

الحل: باتجاه القوة المحصلة ,+X $I = \frac{1}{2} \times 6 \times 40 = 120\ kg.m/s$

للتوضيح فقط: في الرسمة



القوة تتناقص القوة تزداد لكن بالنهاية في كلتا الحالتين لم يتغير الاتجاه



لكن تكون القوة المحصلة عكس اتجاه الحركة في حالة الرسم في الربع الرابع

مثال : أثرت قوة مقدارها (20N) على جسم كتلته (5kg) لمدة (4s) فإن التغير في سرعته بوحدة (m/s) يساوي؟

المعطيات : $\sum F = 20N \ , m = 5\ Kg \quad \Delta t = 4s$

المطلوب : Δv? اذا قدرنا نوجد ΔP سهل نوجد Δv لأنه $\Delta P = m\Delta v$

و ΔP بنوجدها من قانون نيوتن الثاني .

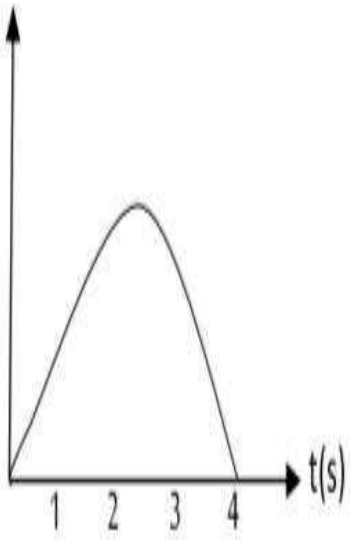
الحل:

$$\Delta V = \frac{\Delta P}{m} \longrightarrow \sum F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$$

$$\Delta V = \frac{80}{5} = 16 m/s \qquad \Delta P = \sum F \Delta t = 20 \times 4 = 80\ kg.m/s$$

مثال : أثرت قوة محصلة متغيرة في جسم ساكن كتلته (100kg) خلال مدة زمنية مقدارها (4s) إذا علمت ان مقدار القوة المحصلة يتغير بالنسبة للزمن كما هو موضح في منحنى (القوة-الزمن) في الشكل وكانت السرعة النهائية للجسم في نهاية الفترة الزمنية لتأثير القوة المحصلة يساوي(8m/s) فإن مساحة الشكل بوحدة(m^2) المحصورة بين منحنى (القوة-الزمن) ومحور الزمن ومقدار القوة المتوسطة المؤثرة في الجسم خلال الفترة الزمنية بوحدة النيوتن على الترتيب؟

أ) 200،800 ج) 800، 3200
ب) 12.5 ، 3.125 د) 12.5 ، 50



فكرة حلوة عكسية انت تحسب الدفع و تحكي الدفع يمثل المساحة

يعني بالعقل السؤال بده الدفع أو التغير في الزخم الخطي

$I = \Delta P =$ المساحة المحصورة $= m\Delta v = m(V_f - V_i) = 100(8-0) = 800N.s$ أو $kg.m/s$

$$\sum F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{800}{4} = 200N$$

معلومات مهمة

1 عند ثبات مقدار القوة المحصلة المؤثرة ، يزداد مقدار التغير في الزخم بزيادة زمن تأثير هذه القوة ، فمثلا عند دفع عربة تسوق بقوة ثابتة ، يزداد زخمها الخطي بزيادة زمن تأثيرً القوة فيها . انظر الشكل .

و عند ركل لاعب كرة قدم يزداد زخمها الخطي بزيادة زمن تلامسها مع قدمه .

2 عند ثبات مقدار التغير في الزخم الخطي يتناسب مقدار القوة المحصلة المؤثرة عكسياً مع زمن تأثيرها.

فمثلاً يثني المظلي رجليه لحظة ملامسة قدميه سطح الارض، لماذا؟

،و هذا يجعل تغير زخمه الخطي يستغرق فترة زمنية أطول ،

فيقل مقدار القوة المحصلة المؤثرة فيه . انظر الشكل .

كما انني أثني رجلي تلقائياً عند ملامسة قدمي سطح الأرض بعد القفز.

سؤال ما فائدة وجود الوسادة الهوائية اثناء حدوث تصادم لسيارة؟

الاجابة : تنتفخ الوسادة الهوائية في أثناء حدوث تصادم لسيارة، إذ تُحفّزالقوّة الناتجة عن التصادم مجسّ محدّد، يُطلق تفاعلاً كيميائيًّا ينتج عنه غازًا يؤدي إلى انتفاخ الوسادة بسرعة. وتعمل الوسادة الهوائية على زيادة زمن تأثير القوّة الذي يتم خلاله إيقاف جسم الراكب عن الحركة، وبالتالي تقليل مقدار القوّة المؤثّرة فيه، ممّا يقلل من احتمال حدوث الإصابات، أو تقليل خطورتها. كما تعمل الوسادة الهوائية على توزيع القوّة على مساحة أكبر من جسم الراكب، فيقل ضغطها المؤثر فيه.

ورقة عمل

1 ضرب لاعب كرة قدم ساكنة كتلتها 0.5kg فانطلقت بسرعة 20 m/s اذا علمت ان القوة المتوسطة التي اثرت في الكرة في فترة التلامس 5N جد:

1) التغير في الزخم الخطي للكرة 2) الفترة الزمنية التي حدث فيها تلامس قدم اللاعب مع الكرة .

2 سيارة كتلتها 2000kg تتحرك بسرعة 20m/s نحو X- ، ضغط السائق على دواسة الوقود لفترة زمنية مقدارها (3s) فزدادت سرعة السيارة اذا علمت ان القوة المتوسطة المؤثرة في 2×10^4N جد ما يلي:

1) الزخم الخطي للسيارة قبل تغير سرعتها مقداراً و اتجاهاً

2) تسارع السيارة مقداراً و اتجاهاً

3) مقدار الدفع المؤثرة في السيارة وحدد اتجاهه

4) سرعة السيارة النهائية

3 سائق سيارة كتلتها 80kg يقود سيارة بسرعة 25m/s شاهد حيواناً على الطريق ، فضغط على الكوابح ، ليتفادى الاصطدام بالحيوان . فاندفع إلى الأمام إلا أن حزام الأمان أوقفه عن الحركة خلال (0.5s) أجب عما يأتي :

1) ما متوسط القوة التي أثر بها حزام الأمان في السائق ؟

2) ما متوسط القوة التي سيؤثر بها المقود في السائق عند ارتطامه به خلال 0.001 في حالة عدم وضع حزام الأمان ؟

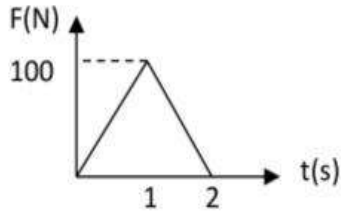
4 أثرت قوة مقدارها (15N) في جسم، و دام تأثيرها (4s) احسب:

أ) الدفع الذي أثر في الجسم

ب) الزمن اللازم لقوة مقدارها (6N) تؤثر في الجسم و يكون لها نفس دفع القوة الأولى .

5 أثرت قوة لمدة (0.6s) على جسم، فازداد زخمه بمقدار (12kg.m/s) ،احسب متوسط القوة المؤثرة.

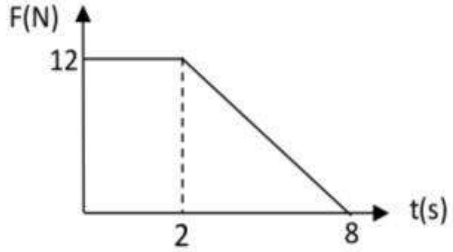
6 أثرت قوة متغيرة كما في الشكل على جسم كتلته 2kg يتحرك بسرعة 4 m/s على سطح افقي أملس تتغير القوة مع الزمن حسب الرسم البياني المبين لمدة 2s أوجد:



أ) دفع القوة المؤثرة على الجسم

ب) مقدار السرعة النهائية للجسم

7 يتحرك جسم كتلته 5kg بسرعة 2 m/s على سطح افقي أملس و في خط مستقيم فإذا اثرت عليه قوة في نفس اتجاه حركته و كانت تتغير مع الزمن حسب الرسم البياني الموضح احسب:



1) دفع القوة المؤثرة على الجسم

2) مقدار السرعة النهائية للجسم

إختيار متعدد ((ضع دائرة))

8 أي الكميات التالية تمثل (المعدل الزمني للتغير في الزخم) ؟

أ) الدفع ب) الشغل ج) القوة د) التسارع

9 إذا مُثلت العلاقة بيانياً بين الزخم الخطي لجسم على المحور الصادي (y) و الزمن على المحور السيني (X) ماذا يمثل ميل المنحنى؟

أ) الزخم ب) مقلوب الدفع ج) الدفع د) القوة

10 في منحنى (القوة-الزمن) ،ماذا تمثل المساحة تحت المنحنى؟

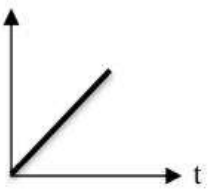
أ) التغير في السرعة ب) التسارع ج) الدفع د) القوة

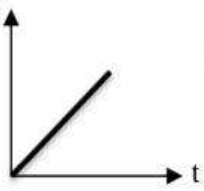
11 اذا علمت مقدار الدفع المؤثر على جسم كتلته (m) ، فأي مما يأتي تستطيع حسابه؟

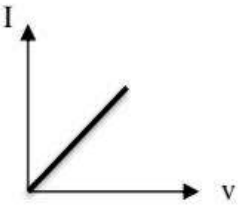
أ)سرعته الابتدائية ب) سرعته النهائية ج) تسارعه د) التغير في السرعة

12 أي المنحنيات التالية يمثل ميلها كتلة الجسم :

أ)

ب)


ج)


د)


13 جسم كتلته 4kg يتحرك بسرعة (2m/s) أثرت عله قوة 8N بنفس اتجاه حركته لمدة 5s كم يصبح مقدار زخمه الخطي بوحدة (kg.m/s) ؟

أ) 32 ب) 48 ج) 40 د) 8

14 اذا تغيرت سرعة جسم كتلته 2kg بمقدار 12m/s فإن الدفع الذي أثر عليه بوحدة n.s يساوي :

أ) 24 ب) 6 ج) 12 د) 3

15 قوتان F_1، F_2 تؤثران على جسم ،بشكل منفصل اذا كان $F_1 = 3F_2$ و ينتج عنها كمية الدفع نفسها ، فإن زمن تأثير F_1 يساوي :

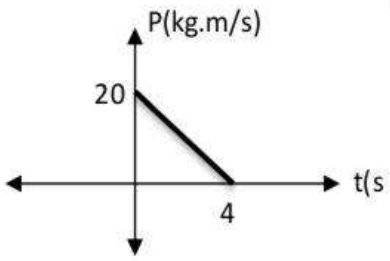
أ) زمن تأثير F_2 ب) 3 أضعاف زمن تأثير F_2 ج) $\frac{1}{3}$ زمن تأثير F_2 د) 9 أضعاف زمن تأثير F_2

16 سيارة كتلتها 1200kg تسير بسرعة 20m/s انخفضت سرعتها إلى 8m/s وفي الاتجاه نفسه في زمن قدره 36s ، ما متوسط القوة المؤثرة عليه بوحدة النيوتن ؟

أ) 4 ب) 40 ج) 400 د) 800

17 يمثل الشكل المجاور العلاقة بين زخم جسم متحرك باتجاه (+X) ان القوة المؤثرة في الجسم :

أ) 0.2 N ,+X ب) 5N, +X ج) 0.2N ,-X د) 5N, -X

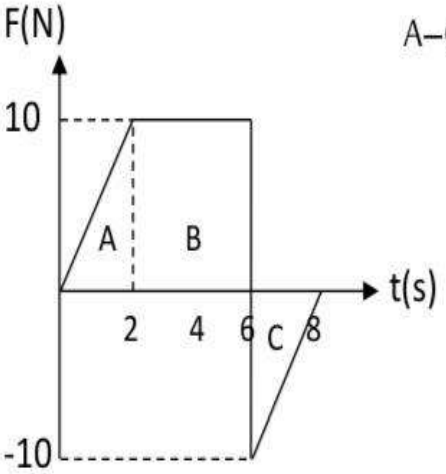


18 تؤثر قوة محصلة في جسم مقدارها (20N) فكان مقدار الدفع الناتج (I) خلال فترة زمنية مقدارها $\frac{t}{2}$ ، و تؤثر قوة محصلة أخرى في جسم اخر (F_2) فكان مقدار الدفع الناتج (2I) خلال فترة زمنية 4t فإن مقدار القوة المؤثرة في الجسم الثاني F_2 :

أ) 80N ب) 20N ج) 10N د) 5N

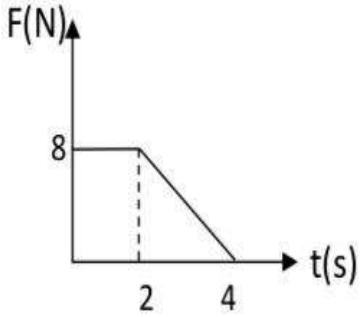
19 أثرت قوة محصلة متغيرة في جسم ، اذا علمت ان القوة المحصلة تتغير مع الزمن كما يبين الشكل فإن مقدار الدفع الناتج خلال الفترة الزمنية المستغرقة يمثل :

أ) B ب) B–(A+C) ج) A+B+C د) A–C



20 ال جسم يتحرك في خط مستقيم بسرعة 10m/s كتلته (m) أثرت عليه قوة محصلة متغيرة مع الزمن كما يبين الشكل حتى اصبحت سرعته النهائية (22m/s) بالاعتماد على الشكل و بياناته فإن كتلة الجسم m :

أ) 2kg ب) 12kg ج) 24kg د) 4kg



إجابات ورقة العمل

① المعطيات : $m=0.5 \quad V_i=0 \quad V_f=20m/s \quad \sum F=5N$

المطلوب : 1) ΔP? 2) Δt

الحل: 1) $\Delta P=m(V_f-V_i) \quad =0.5(20-0) \quad =10kg.m/s$

2) $\sum f=\frac{\Delta P}{\Delta t} \quad \Delta t=\frac{\Delta P}{\sum F}=\frac{10}{5}=2s$

---

② المعطيات: $m=2000kg \quad V_i=20\ m/s\ ,-X \quad \Delta t=3s \quad \sum F=2\times10^4\ N$

المطلوب : 1) P_i 2) a 3) I 4) V_f

الحل: 1) $P_i=mV_i=2000\times20=4\times10^4\ kg.m/s\ ,-X$

2) $\sum F=ma \Rightarrow a=\frac{\sum F}{m}=\frac{2\times10^4}{2\times10^3}=10m/s^2\ ,-X$

3) $I=\sum F\Delta t=2\times10^4\times3=6\times10^4\ kg.m/s \quad ,-X$

4) $I=\Delta P=P_f-P_i$

$6\times10^4=P_f-4\times10^4 \Rightarrow P_f=10\times10^4 kg.m/s$

$P_f=mV_f \Rightarrow V_f=\frac{P_f}{m}=\frac{10\times10^4}{2\times10^3}=50m/s\ ,-X$

---

③ المعطيات : $m=80\ kg \quad V_i=25\ m/s \quad \Delta t=0.5s \quad V_f=0$

المطلوب : 1) $\sum F$ 2) $\sum F$ عندما $\Delta t=0.001s$ 3) ماذا تستنتج

الحل: 1) $\Delta P=m(V_f-V_i) \quad =80(0-25)=-2000\ kg.m/s$

$\sum F=\frac{\Delta P}{\Delta t}=\frac{-2000}{0.5}=-4000\ N$

القوة المؤثرة عكس اتجاه الحركة

2) $\sum F=\frac{\Delta P}{\Delta t}=\frac{-2000}{0.001}=-2\times10^6$

القوة المؤثرة عكس اتجاه الحركة

3) نستنتج أهمية ربط حزام الأمان عند قيادة السيارة حيث يعمل على زيادة الفترة الزمنية التي يحدث فيها تغير الزخم الخطي و بالتالي تقل القوة المؤثرة و بالتالي يكون الضرر الناتج أقل .

④

المعطيات: $\sum F = 15N, \quad \Delta t = 4s$

المطلوب: أ) I ب) Δt ؟ $\sum F = 6N$ نفس الدفع

الحل:

أ) $I = \sum F \Delta t = 15 \times 4 = 60 \text{ kg.m/s}$

ب) $I = \sum F \Delta t = 60 = 6 \Delta t \qquad \Delta t = \frac{60}{6} = 10 \text{ s}$

---

⑤

المعطيات : $\Delta t = 0.6 \text{ s} \qquad \Delta P = 12 \text{kg.m/s}$

المطلوب : $\sum F$ ؟

الحل:

$$\sum F = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{12}{0.6} = 20 \text{ N}$$

---

⑥

المعطيات: $m = 2kg \quad V_i = 4m/s \quad \Delta t = 2s$

المطلوب: 1) I 2) V_f

الحل :

1) $I = \frac{1}{2} \times (2-0)(100) = 100 \text{kg.m/s}$

2) $I = \Delta P = m(V_f - V_i) = 2(V_f - 4) = 100$

$V_f - 4 = 50 \Rightarrow V_f = 54 \text{ m/s}$

---

⑦

المعطيات : $m = 5kg \quad V_i = 2m/s$

المطلوب : 1) I 2) V_f

الحل: 1) I = مساحة المستطيل + مساحة المثلث oR I = مساحة شبه المنحرف ,

أنا بالحل أخذت شبه المنحرف

$$I = \frac{1}{2}(8+2) \times 12$$

$$I = 60 \text{ kg.m/s}$$

2) $I = \Delta p = m\Delta V \Rightarrow 60 = 5\,\Delta V \Rightarrow \Delta V = 12$

$\Delta V = V_f - V_i \Rightarrow 12 = V_f - 2 \Rightarrow V_f = 14 \text{ m/s}$

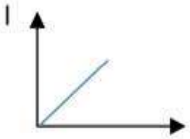
8 ج) القوة $\sum F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$ المعدل الزمني للتغير في الزمن

9 د) القوة $slop = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \sum F$ الميل

10 ج) الدفع الدفع

11 د) التغير في سرعته $I = \Delta P = m\Delta V$ ✓I ✓m

12 د)



$I = \Delta P = m\Delta V \rightarrow \frac{I}{\Delta v} = m$

13 ب) 48

$m = 4kg \quad v_i = 2m/s \quad \sum f = 8N \quad \Delta t = 5s \quad P_f = ??$

$\Delta p = P_f - P_i$

$40 = P_f - 8$

$P_f = 48kg.m/s$

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

$\Delta P = \sum F \Delta t$

$\Delta P = 8 \times 5$

$= 40kg.m/s$

$P_i = m V_i$

$P_i = 4 \times 2 = 8kg.m/s$

14 أ) 24

$m = 2kg \quad \Delta V = 12m/s \quad I ??$

$I = \Delta P = m\Delta V = 2 \times 12 = 24\ kg.m/s$

15 ب) زمن تأثير F_2 $\frac{1}{3}$

صديقي السؤال بنحل بأكثر من مهارة رياضية ✓

$i = \sum F \Delta t$

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

نفس الدفع

$\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \frac{\frac{I_1}{\sum F_1}}{\frac{I_2}{\sum F_2}} = \frac{I_1}{\sum F_1} \times \frac{\sum F_2}{I_2} = \frac{\sum F_2}{3\sum F_2} = \frac{1}{3}$

$\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \frac{1}{3} \rightarrow \Delta t_1 = \frac{1}{3}\Delta t_2$

16) ج) 400

$m=1200kg \quad V_i=20m/s \quad V_f=8m/s \quad \Delta t=36s$

$$\sum F=\frac{\Delta P}{\Delta t}=\frac{m\Delta v}{\Delta t}=\frac{m(v_F-V_i)}{\Delta t}=\frac{1200\times(8-20)}{36}=\frac{1200(-12)}{36}$$

$\sum F=-400N$

عكس اتجاه الحركة

---

17) د) 5N ,-X

$$\sum F=\frac{\Delta P}{\Delta t}=\frac{P_f-P_i}{\Delta t}=\frac{0-20}{4}=-5\ N$$

عكس اتجاه الحركة أي X-

---

18) الاجابة (د)

$\sum F_1=20N \quad I_1=I \quad \Delta t_1=\frac{t}{2}$

$\sum F_2? \quad I_2=2I \quad \Delta t_2=4t$

$$\frac{\sum F_1}{\sum F_2}=\frac{\frac{I_1}{\Delta t_1}}{\frac{I_2}{\Delta t_2}}=\frac{I_1}{\Delta t_1}\times\frac{\Delta t_2}{I_2}=\frac{I}{\frac{t}{2}}\times\frac{4t}{2I}=4 \Rightarrow \frac{\sum F_1}{\sum F_2}=4 \Rightarrow \frac{20}{\sum F_2}=4$$

$\sum F_2=5\ N$

---

19) B (أ

$I=A+B+(-C)=B$

$A+-C=0$

مثلثان متماثلان في المساحة

---

20) 2kg (أ

$V_i=10\ m/s \quad V_f=22\ m/s \quad m??$

$I=\Delta P$

$I=$ مساحة شبه المنحرف $=\frac{1}{2}(4+2)\times 8=24$

$\Delta P=m\Delta V \Rightarrow 24=m(22-10) \Rightarrow 24=m\,12 \Rightarrow m=2kg$

أسئلة متنوعة

- ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة :

1) وحدة قياس الزخم الخطي حسب النظام الدولي للوحدات , هي :

أ) $N.m/s$ ب) $kg.m^2/s$ ج) N/s د) $kg.m/s$

الجواب : (د)

---

2) كلما زاد زمن تأثير قوة (F) في جسم كتلته (m) :

أ) زاد مقدار الدفع المؤثر فيه , وزاد مقدار التغير في زخمه الخطي.
ب) زاد مقدار الدفع المؤثر فيه , نقص مقدار التغير في زخمه الخطي.
ج) نقص مقدار الدفع المؤثر فيه , زاد مقدار التغير في زخمه الخطي.
د) نقص مقدار كل من : الدفع المؤثر فيه , والتغير في زخمه الخطي.

الجواب : (أ)

---

3) يعتمد الزخم الخطي لجسم على :

أ) كتلته فقط. ب) سرعته المتجهة فقط. ج) كتلته وسرعته المتجهة. د)وزنه وتسارع السقوط الحر

الجواب : (ج)

---

4) يتحرك جسم كتلته (10 kg) أفقيا بسرعة ثابتة (5 m/s) شرقا . إن مقدار الزخم الخطي لهذا الجسم واتجاهه هو :

أ) $0.5\ kg.m/s$ شرقا. ب) $50\ kg.m/s$ غربا. ج) $2\ kg.m/s$ شرقا. د) $50\ kg.m/s$ شرقا.

الجواب : (د)

---

5) تتحرك سيارة شمالا بسرعة ثابتة ; بحيث كان زخمها الخطي ($9 \times 10^4 N.s$). إذا تحركت السيارة جنوبا بمقدار السرعة نفسه فإن زخمه الخطي يساوي :

أ) $9 \times 10^4 N.s$ ب) $-9 \times 10^4 N.s$ ج) $18 \times 10^4 N.s$ د) 0

الجواب : (د)

---

6) تركض لينا غربا بسرعة (3 m/s) . إذا ضاعفت لينا مقدار سرعتها مرتان فإن مقدار زخمها الخطي :

أ) يتضاعف مرتين ب) يتضاعف أربع مرات. ج) يقل بمقدار نصف. د) يقل بمقدار الربع.

الجواب : (أ)

7) رميت كرة كتلتها (m) أفقيا بسرعة مقدارها (v) نحو الجدار ; فارتدت الكرة أفقيا بمقدار السرعة نفسها . إن مقدار التغير في الزخم الخطي للكرة يساوي :

أ) mv ب) $-mv$ ج) $2mv$ د) 0

الجواب : (ب)

---

8) المساحة المحصورة تحت منحنى (القوة – الزمن) هي :

أ) القوة المحصلة. ب) الزخم الخطي . ج) الدفع. د) الطاقة الحركية.

الجواب : (ج)

---

9) تحرك جسم بشكل أفقي نحو الغرب زخمه (5p) إذا أثرت عليه قوة فأصبح زخمه (7p) نحو الشرق فإن دفع محصلة القوة عليه تساوي :

أ) 12p شرقا. ب) 12p غربا. ج) 2p شرقا. د) 2p غربا.

الجواب (أ)

---

10) يركض أحمد غربا بسرعة (5m/s) , اذا ضاعف مقدار سرعته ثلاث مرات فكم يصبح مقدار زخمه الخطي؟

أ) 6m/s ب) 15m/s ج) 20m/s د) 25m/s

الجواب : (ب)

- علل ما يأتي :

1- تكون مواسير المدافع والبنادق ذات المدى الكبير طويلة .

حتى تستغرق القذيفة زمن اطول داخل الماسورة ويكون الدفع على القذيفة اكبر ما يمكن.

2- عندما يقفز شخص من مكان مرتفع إلى أرض منخفضة فإنه يثني ركبتيه عند ملامسة قدميه على الأرض .

في هذه الحالة يعمل الشخص على زيادة الفترة الزمنية بين قدميه والارض وهذا يؤدي الى تقليل القوة المؤثرة عليه من الارض.

3- سرعة ارتداد المدفع اقل من سرعة انطلاق القذيفة.

كمية التحرك للقذيفة والمدفع محفوظة وبما ان كتلة المدفع اكبر بكثير من كتلة القذيفة اذا سرعته يجب ان تكون اقل بكثير من سرعة القذيفة.

4- يضرب لاعب كرة القدم الكرة بمشط رجله.

حتى يزيد من زمن تلامس الكرة مع الرجل وبالتالي تكتسب اكبر دفع لتصل الى اكبر مدى.

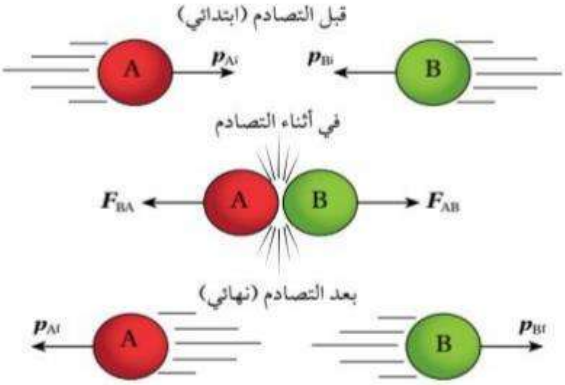
5- تزود المركبات الحديثة بوسادات هوائية (Air bags) لحماية الركاب اثناء وقوع تصادم.

عندما تنتفخ الوسادات الهوائية تكون الفترة الزمنية طويلة جدا بين الراكب والوسادة الهوائية وبالتالي التقليل من القوة المؤثرة عليه.

قانون حفظ الزخم

- النظام المعزول : النظام الذي تكون فيه القوة المحصلة الخارجية المؤثرة فيه صفرا.وتكون القوى المؤثرة فيه قوى داخلية فقط.

- في الشكل توجد قوة احتكاك (قوى خارجية) ولكنها صغيرة مقارنة بالقوة التي تؤثر بها كل من الكرتين في الأخرى أثناء التصادم (قوة داخلية) ; لذا نهمل هذه القوة الخارجية ونعتبر النظام معزولاً.



تصادم كرتين في بعد واحد في نظام معزل

* حفظ الزخم الخطي والقانون الثالث لنيوتن في الحركة :

- في الشكل أعلاه تؤثر الكرتان عند ملامستهما لبعض بقوة على الاخرى , وحسب قانون نيوتن الثالث (فعل ورد فعل) تكون القوتان متساويتان في المقدار ومتعاكستان في الاتجاه.

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

- الفترة الزمنية للتلامس متساوية بالنسبة للكرتان لذلك نضرب طرفي المعادلة ب Δt ونحصل على :

$$F_{AB}\Delta t = -F_{BA}\Delta t$$

$$I_{AB} = -I_{BA}$$

$$I_B = -I_A$$

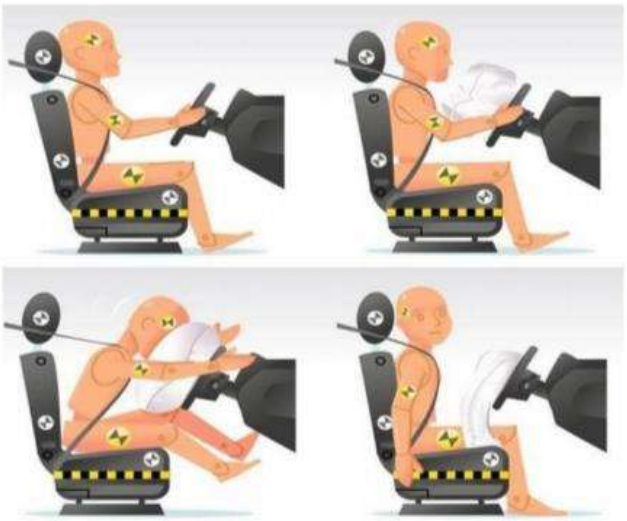
الدفع على B ← → الدفع على A

$$\Delta p_B = -\Delta p_A$$

$$p_{Bf} - p_{Bi} = -(p_{Af} - p_{Ai})$$

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

$$\sum p_i = \sum p_f$$



- حيث v_{Ai} , v_{Af} تمثلان السرعتان المتجهتين للجسم الأول قبل التصادم وبعده .
و v_{Bi} , v_{Bf} تمثلان السرعتان المتجهتين للجسم الثاني قبل التصادم وبعده .

- تشير هذه المعادلة إلى قانون حفظ الزخم الخطي , إذ ينص على أنه :
" عندما يتفاعل جسمان أو أكثر في نظام معزول , يظل الزخم الخطي الكلي للنظام ثابتاً".

-ويمكن التعبير عنه بأن : الزخم الخطي الكلي لنظام معزول قبل التصادم مباشرة يساوي الزخم الخطي الكلي للنظام بعد التصادم مباشرة .

- ماذا يحدث للأجسام المتصادمة بعد التصادم ؟
1) ترتد عن بعضها بعضاً .
2) تلتصق ببعضها بعضاً .
3) تنفصل عن بعضها بعضاً (كالانفجارات) .
- عند انفصال جسم الى أجزاء يكون الزخم الخطي محفوظاً , أي أنه إن كان الجسم ساكناً فإن الزخم الخطي الكلي يكون صفراً.

ملاحظات هامه

* الزخم الخطي لأي نظام لا يتغير.
* يمكن أن يحتوي نظام على اعداد مختلفة من الاجسام المتفاعلة(المتصادمة) معاً
* التصادم قد يكون في : بعد واحد موضوع دراستنا في الدرس الثاني

بعدين ← مش موضوع دراستنا
ثلاثة ابعاد

* بعد تصادم الاجسام إما : ← ترتد عن بعضها البعض
← تلتصق بعضها ببعض
← تنفصل عن بعضها ((الانفجارات مثلاً))

أمثلة متنوعة

مثال (1)

- يوضح الشكل تصادم كرتين AوB , حيث تتحرك الكرة A باتجاه محور $+x$ بسرعة مقدارها ($4m/s$) نحو الكرة B الساكنة , بعد التصادم تحركت الكرة B بسرعة مقدارها ($1.5m/s$) باتجاه محور ال $+x$ اذا علمت أن ($m_A = 1kg$) و ($m_B = 2kg$) ; فاحسب سرعة الكرة A بعد التصادم وأحدد اتجاهها:

المعطيات :

$v_{Ai} = 4m/s\ , +x\ ,\quad v_{Bi} = 0\ , m_B = 2kg$
$v_{Bf} = 1.5m/s\ , +x\ m_A = 1kg$

الحل :

$$\sum p_i = \sum p_f$$

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

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

$$1 \times 4 + 2 \times 0 = 1 \times v_{Af} + 2 \times 1.5$$

$$4 = v_{Af} + 3$$

$$v_{Af} = 4 - 3 = 1m/s\ , +x$$

مثال (2)

- مدفع ساكن كتلته ($2 \times 10^3 kg$) , فيه قذيفة كتلتها ($50kg$) أطلقت القذيفة أفقيا بسرعة ($1.2 \times 10^2 m/s$) باتجاه محور $+x$. أحسب مقدار مما يأتي :
أ- الدفع الذي تؤثر بهه القذيفة في المدفع , وأحدد اتجاهها.
ب- سرعة ارتداد المدفع .

أفترض أن رمز المدفع A و رمز القذيفة B .

المعطيات :

$$m_A = 2 \times 10^3 kg\ , m_B = 50kg\ , v_{Ai} = 0\ , v_{Bi} = 0\ , v_{Bf} = 1.2 \times 10^2 m/s, +x$$

أ - الدفع الذي تؤثر بهه القذيفة في المدفع , وأحدد اتجاهها :

$$I_{BA} = -I_{AB} = -\Delta p_B$$
$$I_{BA} = -(p_{Bf} - p_{Bi})$$
$$= -m_B(v_{Bf} - v_{Bi})$$
$$= -50 \times (1.2 \times 10^2 - 0)$$
$$= -6 \times 10^3 kg.m/s$$
$$I_{BA} = 6 \times 10^3 kg.m/s\ , -x$$

ب - سرعة ارتداد المدفع :

$$\sum p_i = \sum p_f$$
$$p_{Ai} + p_{Bi} = p_{Af} + p_{Bf}$$
$$m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = m_A v_{Af} + m_B v_{Bf}$$

$$2 \times 10^3 \times 0 + 50 \times 0 = 2 \times 10^3 \times v_{Af} + 50 \times 1.2 \times 10^2$$

$$v_{Af} = \frac{-6 \times 10^3}{2 \times 10^3} = -3m/s = 3m/s, -x$$

التصادمات

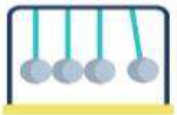
الفكرة الرئيسية للدرس:

التصادمات نوعان رئيسيان ، و تساعد معرفتهما في تصميم الأجهزة و الأدوات المتعددة التي يعتمد عملها على هذه التصادمات أو الحماية منها .

أهداف الدرس :

1. أصنف التصادمات الى تصادمات مرنة و تصادمات غير مرنة وفقاً للتغيرات التي تطرأ على الطاقة الحركية للأجسام المتصادمة .
2. أفسر النقص في الطاقة الحركية أثناء التصادم في ضوء انتقال الطاقة و تحولاتها و مبدأ حفظ الطاقة.
3. أصمم تركيباً يقلل من الأضرار الناتجة من تصادم جسمين.
4. أطبق بحل مسائل على التصادمات .

المفاهيم و المصطلحات :

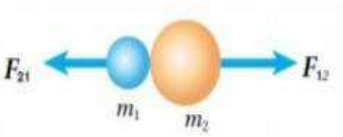


- تصادم مرن Elastic collision

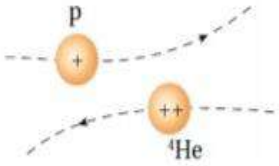
- تصادم غير مرن inelastic collision

أولاً : مفهوم التصادمات :

- **التصادم:** مصطلح لتمثيل حدث يقترب فيه جسمان أحدهما من الاخر ، و يؤثر كل منهما في الاخر بقوة.



- **التصادم** قد يضمن حدوث
  - **تلامس** ، مثل تصادم كرتين
  - **عدم حدوث تلامس** ، تصادم جسيمات مشحونة على المستوى دون الجاهري مثل : تصادم بروتون بجسم الفا(نواة ذرة الهيليوم He) كلا الجسمين مشحونان بشحنة موجبة فإنهما يتنافران عندما يقتربان من بعضهما بعضاً ، دون الحاجة الى تلامسهما.



ثانياً : الزخم الخطي و الطاقة الحركية في التصادمات

Linear momentum and kinetic energy in collisions

1 التصادمات و الزخم الخطي

Collision and Linear Momentum

تعرفنا في الدرس السابق أن الزخم الخطي محفوظ دائماً عند تصادم الأجسام أو انفصال بعضها عن بعض في الأنظمة المعزولة.

$$\sum P_i = \sum P_f$$

تذكر

$P = mv$

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

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

2 التصادم و الطاقة الحركية

Collisions and Kinetic Energy

الطاقة الحركية الخطية: Linear kinetic energy(KE)

الطاقة المرتبطة بحركة الجسم عند انتقاله من مكان الى اخر (حركة انتقالية)

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

تعتمد الطاقة الحركية الخطية على:

- كتلة الجسم(m)
- مقدار السرعة(V)

تبين أنه في بعض التصادمات تكون الطاقة الحركية محفوظة و البعض الاخر غير محفوظة

$\sum KE_i = \sum KE_f$ $\sum KE_i \neq \sum KE_f$

ثالثاً: أنواع التصادمات

عند تصادم جسمان

قبل

مجموع الطاقة الحركية لأجزاء النظام قبل التصادم

$$\sum KE_i = KE_{Ai} + KE_{Bi}$$

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

بعد

مجموع الطاقة الحركية لأجزاء النظام بعد التصادم

$$\sum KE_f = KE_{Af} + KE_{Bf}$$

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

$$\Delta KE = KE_f - KE_i$$

أنواع التصادمات

ΔKE

- $\Delta KE = 0$ ← 1 التصادم المرن Elastic collision
- $\Delta KE \neq 0$ ← 2 التصادم غير المرن Inelastic collision

التصادم غير المرن Inelastic collision

- انفصال الجسمان بعد التصادم
- التحام الجسمان بعد التصادم يوصف ب تصادم عديم المرونة

Notes

- في جميع أنواع التصادمات المرنة و غير المرنة يكون الزخم الخطي للنظام دائماً محفوظ $\Delta P = 0$
- عندما تكون الطاقة الحركية غير محفوظة فهذا يعني أن جزءاً منها تحول إلى شكل أو أشكال أخرى من الطاقة مثل الطاقة الحرارية و الطاقة الصوتية .
- نستنتج مما سبق أن التصادمات بحسب حفظ الطاقة الحركية تصنف الى نوعين رئيسيين هما: التصادم المرن و التصادم غير المرن .

سؤال

كيف يمكن معرفة إذا كان التصادم في نظام ما، تصادم مرن أم غير مرن ؟

من خلال حساب الطاقة الحركية للنظام قبل التصادم ،و الطاقة الحركية للنظام بعد التصادم ثم حساب النغير فيها ($\Delta KE = KE_f - KE_i$) فإذا كان التغير في الطاقة الحركية للنظام صفراً يكون هذا التصادم مرناً و غير ذلك غير مرن .

سؤال

في وصف التصادم المرن لجسمين واحدة من التالي صحيحة فيما يخص النظام :

أ) $\Delta P = 0$, $\Delta KE = 0$ ب) $\Delta P = 0$, $\Delta KE \neq 0$

ج) $\Delta P \neq 0$, $\Delta KE \neq 0$ د) $\Delta P \neq 0$, $\Delta KE = 0$

الاجابة: (أ) لأنه في التصادم المرن يتحقق مبدأين

- مبدأ حفظ الزخم الخطي $\sum P_i = \sum P_f \Longrightarrow \Delta P = 0$
- مبدأ حفظ الطاقة الحركية $\sum KE_i = \sum KE_f \Longrightarrow \Delta KE = 0$

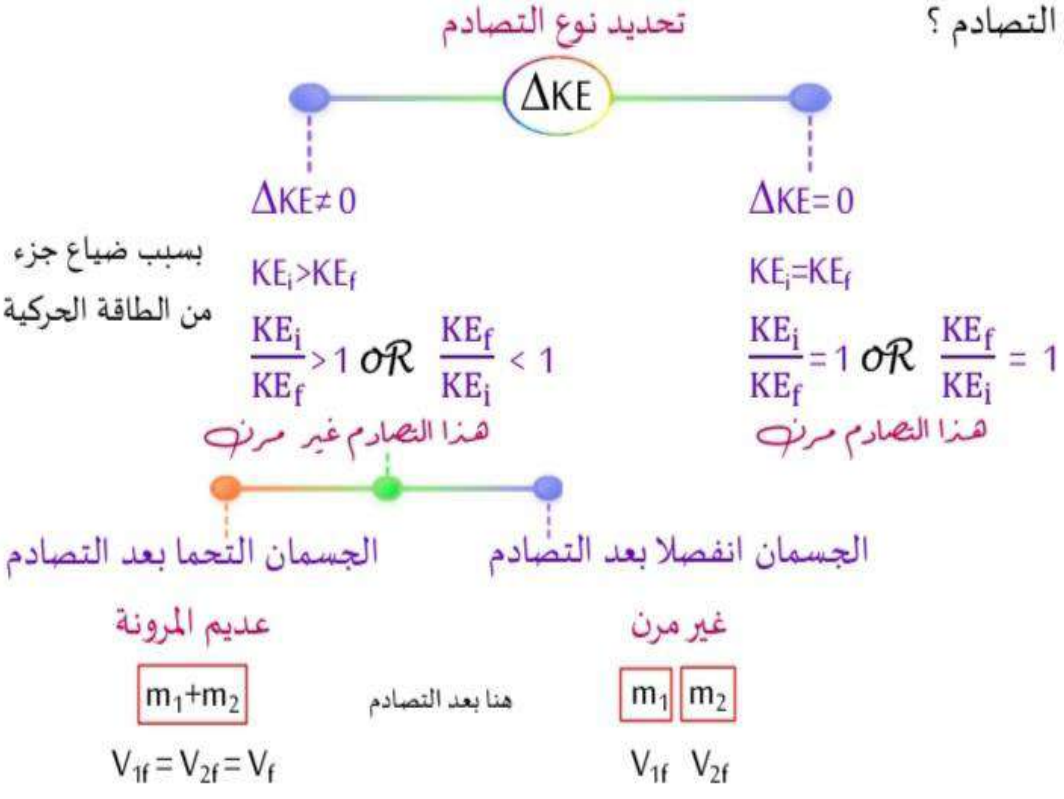
سؤال قارن بين التصادم المرن و التصادم غير المرن و التصادم عديم المرونة من حيث :
حفظ الزخم الخطي ، حفظ الطاقة الحركية، التحام الأجسام بعد التصادم .

وجه المقارنة	التصادم المرن	التصادم غير المرن	التصادم عديم المرونة
حفظ الزخم الخطي	محفوظ $\sum P_i=\sum P_f$	محفوظ $\sum P_i=\sum P_f$	محفوظ $\sum P_i=\sum P_f$
حفظ الطاقة الحركية	محفوظة $\sum KE_i=\sum KE_f$	غيرمحفوظة $\sum KE_i>\sum KE_f$	غيرمحفوظة $\sum KE_i>\sum KE_f$
التحام الأجسام بعد التصادم	تنفصل بعد التصادم	تنفصل بعد التصادم	تلتحم بعد التصادم

نتوصل من خلال الجدول الى ملاحظات هامه

- عندما نحكم على التصادم مرن أو غير مرن يلزمنا(ΔKE).
- عندما نحكم على التصادم غير مرن أو عديم المرونة يلزمنا موضوع الالتحام بعد التصادم.
- إذا التحم جسمان بعد التصادم يعرف انه عديم المرونة من كلمة التحام بدون الحاجة حساب أي شيء فقط اعرف انه عديم المرونة.

سؤال: ما نوع التصادم ؟



توضيح فك القوس التربيعي

القاعدة $(a\pm b)^2 = a^2 \pm 2(a\times b)+b^2$

مثال رياضي $(3-X)^2 = 3^2 - 2(3\times X) + X^2 = 9-6X+X^2$

معادلة فيزيائية $(2-V_{BF})^2 = 2^2 - 2(2\times V_{BF}) + V_{BF}^2 = 4 - 2V_{BF} + V_{BF}^2$

التصادم المرن

التصادم المرن: تصادم يكون فيه مجموع الطاقة الحركية لأجزاء النظام قبل التصادم مساوياً لمجموع طاقته الحركية بعد التصادم، أي أن الطاقة الحركية للنظام محفوظة.

- أمثلة على التصادم المرن : التصادمات بين كرات البلياردو كما في الشكل و هنا نهمل خسران جزء صغير من الطاقة على شكل طاقة صوتية.

أمثلة متنوعة على التصادم المرن

مثال كرة (A) كتلتها (2Kg) تتحرك بسرعة (4m/s) نحو الشرق ، فتصطدم بكرة أخرى ساكنة (B) مماثلة لها ، اذا توقفت الكرة (A) بعد التصادم ،

أجب عن الأسئلة الكثيرة هاي : ((شامل تمهيدي ترتيب أفكار))

المعطيات: $V_{Af}=0$ $V_{Bi}=0$ $V_{Ai}=4m/s$ $m_B=2Kg$ $m_A=2Kg$

(1) مقدار و اتجاه سرعة الكرة (B) بعد التصادم:

$$\sum P_i = \sum P_f$$

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

$$2(4) + 2(0) = 2(0) + 2V_{BF}$$

$$8 = 2V_{BF} \Rightarrow V_{BF} = 4m/s \text{ نحو الشرق}$$

(2) التغير في سرعة الكرة (A):

$\Delta V_A = V_{AF} - V_{Ai} = 0-4 = -4m/s$ حدوث نقصان في سرعتها

(3) التغير في الزخم الخطي للكرة (A)

و تأثرت بقوة عكس اتجاه الحركة

$\Delta P_A = m_A \Delta V_A = 2(-4) = -8Kg.m/s$ حدوث نقصان في الزخم الخطي

(4) التغير في سرعة الكرة (B)

$\Delta V_B = V_{BF} - V_{Bi} = 4-0 = 4m/s$ حدوث زيادة في سرعتها

(5) التغير في الزخم الخطي للكرة(B)

$\Delta P_B = m_B \Delta V_B = 2\times(4) = 8Kg.m/s$ حدوث زيادة في الزخم الخطي

6 التغير في الزخم الخطي للنظام:

$\Delta P_{\text{للنظام}} = 0$ لان الزخم الخطي محفوظ

7 مجموع الطاقة الحركية للنظام قبل التصادم :

$$\sum KE_i = KE_{Ai} + KE_{Bi} = \frac{1}{2} m_A V_{Ai}^2 + \frac{1}{2} m_B V_{Bi}^2 = \frac{1}{2}(2)(4)^2 + 0 = 16\ J$$

0 ساكن

8 مجموع الطاقة الحركية للنظام بعد التصادم :

$$\sum KE_f = KE_{Af} + KE_{Bf} = \frac{1}{2} m_A V_{Af}^2 + \frac{1}{2} m_B V_{Bf}^2 = 0 + \frac{1}{2}(2)(4)^2 = 16\ J$$

0 توقف

9 التغير في الطاقة الحركية للنظام

$\Delta KE = KE_f - KE_i = 16 - 16 = 0$

الطاقة الضائعة تساوي صفراً

10 هل يعد هذا التصادم تصادماً مرناً مفسراً اجابتك:

$\sum KE_i = \sum KE_f$ نعم يعد تصادماً مرناً لأن الطاقة الحركية للنظام محفوظة

11 الدفع الذي تؤثر به الكرة(B) على الكرة(A) :

$I_{BA} = I_A = \Delta P_A = -8 Kg.m/s$ الدفع سالب القوة المتوسطة

عند التلامس عكس اتجاه حركة الكرة (B)

12 الدفع الذي تؤثر به الكرة(A) على الكرة(B)

$I_{AB} = I_B = \Delta P_B = 8 Kg.m/s$

13 متوسط القوة التي أثرت بها الكرة(A) على الكرة(B) علماً بأن فترة التصادم دامت (0.04s).

$\sum F = \frac{\Delta P_B}{\Delta t} = \frac{8}{0.04} = \frac{8}{4\times10^{-2}} = 2\times10^2\ N$ F_{AB} أو F_{BA} كله واحد حسب قانون نيوتن الثالث لكن الاختلاف في الاتجاه

14 المعدل الزمني للتغير في زخم الكرة((B)) :

$$\frac{\Delta P_B}{\Delta t} = \sum F = 2\times10^2\ N$$

مثال جسمان الأول كتلته (1Kg) يتحرك نحو الشرق بسرعة (3m/s) اصطدم بالجسم الثاني و الذي كتلته (3KG) و يتحرك ايضاً نحو الشرق بسرعة(1m/s) ثم انفصلا فاصبح مقدار الزخم الخطي للجسم الثاني بعد التصادم (6Kg.m/s) نحو الشرق بالاعتماد على الشكل :

1) جد مقدار الطاقة الحركية للجسم الأول بعد التصادم

2)اثبت أن التصادم مرناً

المعطيات: P_{2f}=6Kg.m/s V_{i2}=1m/s m_2=3Kg V_{i1}=3m/s m_1=1Kg

① KE_{1f} بالعقل بدك تطبق مبدأ حفظ الزخم الخطي علشان توجد V_{2f} و بعدها يعطيك العافية الأمور بسيطة عوض في قانون الطاقة الحركية

$$m_2V_{2f} = P_{2f} = 6$$

$$\sum P_i = \sum P_f \Longrightarrow m_1V_{1i} + m_2V_{2i} = 1\,V_{1f} + 6$$

$$1(3)+(3)(1) = V_{1f} + 6 \Longrightarrow 6 = V_{1f} + 6$$

$V_{1f} = 0$ اخبط هاض الجسم وقف يعني

$$KE_{1f} = \frac{1}{2}m_1(V_{2f})^2 = 0$$

② بتعرف شو بدك احسبله $\sum KE_i$ و احسب $\sum KE_f$ ثم ΔKE لازم $\Delta KE = 0$ وقتها بتكون أثبت أنه مرن .

$$\sum KE_i = \frac{1}{2}m_1V_{1i}^2 + \frac{1}{2}m_2V_{2i}^2 = \frac{1}{2}(1)(3)^2 + \frac{1}{2}(3)(1)^2 = 4.5 + 1.5 = 6\ J$$

$$\sum KE_f = \frac{1}{2}m_1V_{1f}^2 + \frac{1}{2}m_2V_{2f}^2 = \frac{1}{2}(1)(0)^2 + \frac{1}{2}(3)(2)^2 = 6\ J$$

$$\Delta KE = KE_f - KE_i = 6 - 6 = 0$$

$P_{2f} = m_2V_{2f}$

$6 = 3V_{2f}$

$V_{2f} = 2$ m/s

الشرق +X

و بما أن الطاقة الحركية للنظام محفوظة هذا يعني أن التصادم مرن .

مثال جسمان الأول كتلته (1kg) يتحرك كما في الشكل نحو الشرق بسرعة (3m/s) اصطدم بالجسم الثاني و الذي كتلته (3Kg) و يتحرك ايضاً نحو الشرق بسرعة (1m/s) جد سرعة كل من الجسمان بعد التصادم علماً بأن التصادم مرن .

المعطيات:

m_1=1Kg V_{1i}=3m/s ,+X m_2=3Kg V_{2i}=1m/s, +X

المطلوب : V_{1f} و V_{2f}

$$\sum P_i = \sum P_f \Longrightarrow m_1V_{1i} + m_2V_{2i} = m_1V_{1f} + m_2V_{2f}$$

$$(1)(3) + (3)(1) = (1)V_{1f} + (3)V_{2f}$$

$$6 = V_{1f} + 3V_{2f}$$

$$V_{1f} = 6 - 3V_{2f} \quad \text{--------- 1}$$

$$\sum KE_i = \sum KE_f \Longrightarrow \frac{1}{2}m_1V_{1i}^2 + \frac{1}{2}m_2V_{2i}^2 = \frac{1}{2}m_1V_{1f}^2 + \frac{1}{2}m_2V_{2f}^2$$

اسحب ال $\frac{1}{2}$ عامل مشترك و اختصره

$$m_1V_{1i}^2 = m_2V_{2i}^2 = m_1V_{1f}^2 + m_2V_{2f}^2$$

$$(1)(3)^2 + (3)(1)^2 = (1)V_{1f}^2 + (3)V_{2f}^2$$

$$12 = V_{1f}^2 + 3V_{2f}^2 \quad \text{--------2}$$

$$12 = (6 - 3V_{2f})^2 + 3V_{2f}^2$$

$$12 = 36 - 2(6)(3V_{2f}) + (3V_{2f})^2 + 3V_{2f}^2$$

$$12 = 36 - 36V_{2f} + 9V_{2f}^2 + 3V_{2f}^2$$

$$0 = 24 - 36V_{2f} + 12V_{2f}^2 \quad (\div 12)$$

$$0 = 2 - 3V_{2f} + V_{2f}^2$$

$$V_{2f}^2 - 3V_{2f} + 2 = 0$$

تحليل عبارة تربيعية

$X^2 - 3X + 2 = 0$

زي ما هي

$(X - \quad)(X - \quad) = 0$

$-3X \quad +2$

$- \times + = -$

$(X - \quad)(X - \quad) = 0$

عددين ضربهم 2

الاشارتين متشابهات – و –

معناته جمعهم بيعطيني3 ✓

لو كانو الاشارتين مختلفات + و –

لكان و طرحهم يعطي 3

$(X-2)(X-1) = 0$

زبطو $2 \times 1 = 2$ ✓

2 و 1 $2 + 1 = 3$ ✓

$(X-2)(X-1) = 0$

$X - 1 = 0 \Longrightarrow X = 1$

$X - 2 = 0 \Longrightarrow X = 2$

$V_{2f}^2 - 3V_{2f} + 2 = 0$

$(V_{2f} - 2)(V_{2f} - 1) = 0$

هنا احتمالين واحد منهم مقنع يخرط المشط

$V_{2f} = 1$ OR $V_{2f} = 2$

عندما $V_{2f}=1$ عوض في 1

$V_{1f} = 6 - 3V_{2f} = 6 - 3(1) = 3\ m/s$

عنجد شغل مخك معقول يصير تصادم

و تضل سرعتهم نفس الاشي الأول 3 و الثاني 1

عندما $V_{2f} = 2$ عوض في 1

$V_{1f} = 6 - 3(2) = 0$

جد اشي منطقي الثاني سرعته تزيد و الأول سرعته تقل و هي اصبحت صفر.

لو أجا السؤال ضع دائرة بنستخدم السرعة النسبية :

$V_{12i} = -V_{12f}$

$3 - 1 = -(V_{1f} - V_{2f})$

$2 = -V_{1f} + V_{2f}$

المعادلة 1

$6 = V_{1f} + 3V_{2f}$

$2 = -V_{1f} + V_{2f}$

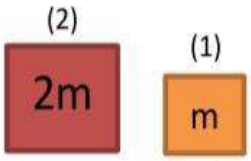
$8 = 4V_{2f}$

$V_{2f} = 2\ m/s$ ✓

مثال جسم ساكن على سطح أملس اصطدم به تصادماً مرناً في بعد واحد جسم اخر متحرك سرعته (2V) و كتلته مثلي كتلة الأول ، فانطلق الأول بسرعة V_{1f} ان نسبة سرعة جسم الأول الى سرعة الجسم الثاني بعد التصادم ($V_{1f} : V_{2f}$)

أ) 4: 1 ب) 1:4 ج) 2:1 د) 1:2

المعطيات:



$$\sum P_i = \sum P_f$$

$$m_1V_{1i} + m_2V_{2i} = m_1V_{1f} + m_2V_{2f}$$

$$0 + (2V)(2m) = mV_{1f} + 2mV_{2f}$$

$$4mV = m(V_{1f} + 2V_{2f})$$

$$4V = V_{1f} + 2V_{2f} \text{ ---------- 1}$$

$$V_{12i} = -V_{12f}$$

$$0 - 2V = -(V_{1f} - V_{2f})$$

$$-2V = -V_{1f} + V_{2f} \text{ ---------- 2}$$

بجمع المعادلتين :

$$4V = V_{1f} + 2V_{2f}$$
$$-2V = -V_{1f} + V_{2f}$$

$$2V = 3V_{2f} \Rightarrow V_{2f} = \frac{2V}{3}$$ ✓

لاحظ أنه

المهم بعد معرفة V_{2f} تعالو نروح على المعادلة الأولى و نعوض V_{2f} عشان نوجد V_{1f} ثم نوجد النسبة :

$$4V = V_{1f} + 2V_{2f}$$

$$V_{1f} = 4V - 2V_{2f}$$

$$V_{1f} = 4V - 2\left(\frac{2V}{3}\right)$$

$$V_{1f} = \frac{3\times 4V}{3\times 1} - \frac{4V}{3}$$

$$V_{1f} = \frac{12V - 4V}{3} = \frac{8V}{3}$$

$$\frac{V_{1F}}{V_{2F}} = \frac{\frac{8V}{3}}{\frac{2V}{3}} = \frac{8V}{3} \times \frac{3}{2V} = \frac{8}{2} = 4$$

$$\frac{V_{1F}}{V_{2F}} = \frac{4}{1}$$

4:1 ✓

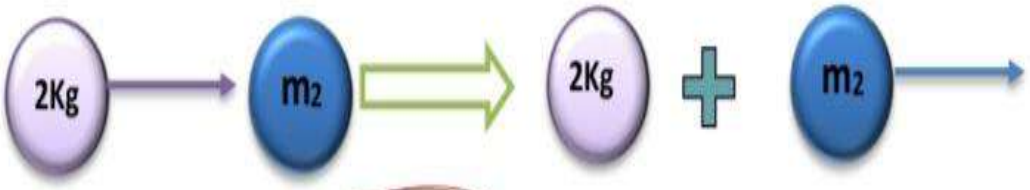
الاجابة (أ)

مثال جسم كتلته (2Kg) يتحرك بسرعة (4m/s) باتجاه المحور السيني الموجب تصادم تصادماً مرناً مع جسم اخر ساكن و بعد التصادم تحرك الجسم الثاني بسرعة (5m/s) بالاتجاه السيني الموجب فإن كتلة الجسم الثاني :

أ) 2kg ب) 1.2kg ج) 1.5Kg د) 3.5kg

الاجابة : رح نطبق مبدأ حفظ الزخم الخطي و نشوف رح يكون عندي مجهولين m_2 و V_{1f} لان السؤال ضع دائرة رح نستخدم اسلوب السرعة النسبية لايجاد V_{1f} ثم بنرجع بنطلع m_2 ، نفرض الجسم الاول (1) و الجسم الثاني (2)

المعطيات: $V_f = 5\ m/s$ $V_{1f} = ?$ $V_{2i} = 0$ $V_{1i} = 4m/s$



سنعود بعد قليل

$\sum P_i = \sum P_f$

$m_1V_{1i} + m_2V_{2i} = m_1V_{1f} + m_2V_{2f}$

$2(4) + m_2(0) = 2(1) + m_2(5)$

$8 = 2 + 5\ m_2$

$\frac{6}{5} = m_2 = 1.2\ Kg \Rightarrow \frac{2x6}{2x5} = \frac{12}{10} = 1.2$

$V_{12i} = -V_{12f}$

$V_{1i} - V_{2i} = -(V_{1f} - V_{2f})$

$4 - 0 = -(V_{1f} - 5)$

$4 = -V_{1f} + 5$

$4 - 5 = -V_{1f}$

$-1 = -V_{1f} \Rightarrow V_{1f} = 1m/s$

عدنا

التصادم غير المرن

التصادم غير المرن : تصادم لا يكون فيه مجموع الطاقة الحركية لأجزاء النظام قبل التصادم مساوياً مجموع طاقتها الحركية بعد التصادم ، أي أن الطاقة الحركية للنظام غير محفوظة .

- من الأمثلة على التصادم غير المرن :. اصطدام كرة مطاطية بسطح صلب (مضرب مثلاً)، حيث تفقد جزءاً من طاقتها الحركية عندما تتشوه الكرة في أثناء ملامستها السطح .

أمثلة متنوعة على التصادم غير المرن

مثال كرة كتلتها (2kg) تتحرك بسرعة (8m/s) نحو الشرق فاصطدمت بكرة ساكنة كتلتها (3kg) فاصبحت سرعة الكرة الأولى بعد التصادم (2m/s) بنفس الاتجاه.

جد مقدار التغير في الطاقة الحركية للنظام .

ضروري نطبق أول اشي قانون حفظ الزخم الخطي عشان نعرف V_{2f} ثم نحسب الطاقة الحركية للنظام قبل و الطاقة الحركية للنظام بعد ثم نوجد التغير في الطاقة الحركية للنظام .

$$\sum P_i = \sum P_f$$

$$m_1V_{1i} + m_2V_{2i} = m_1V_{1f} + m_2V_{2f} \Longrightarrow 2(8) + 3(0) = 2(2) + 3\,V_{2f}$$

$$16 = 4 + 3V_{2f}$$

$$12 = 3\,V_{2f} \qquad V_{2f} = 4\ m/s \quad \text{أكيد نحو الشرق}$$

$$\sum KE_i = \frac{1}{2} m_1 V_{1i}^2 + \frac{1}{2} m_2 V_{2i}^2 = \frac{1}{2}(2)(8)^2 + \frac{1}{2}(3)(0)^2 = 64\ J$$

$$\sum KE_f = \frac{1}{2} m_1 V_{1f}^2 + \frac{1}{2} m_2 V_{2f}^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 4 + \frac{1}{2}(3) \times 16 = 4 + 24 = 28\ J$$

$$\Delta KE = 28 - 64 = -36\ J$$

مثال تتحرك الكرة (A) باتّجاه محور $+x$ بسرعة (6.0 m/s)؛ فتصطدم رأسًا برأس بكرةٍ أُخرى (B)أمامها تتحرك باتّجاه محور $+x$ بسرعة (3.0 m/s) أنظرُ الشكل (17). بعد التصادُم تحرّكت الكرة (B)بسرعةٍ مقدارُها (5.0m/s)بالاتّجاه نفسه قبل التصادُم. إذا علمتُ أن ($m_A = 5.0\ kg, m_B = 3.0kg$) فأُجيبُ عمّا يأتي:

الشكل (17): تصادم كرتين في بُعد واحد.

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

ب. أُحدّد نوع التصادُم.

المعطيات:

$v_{Ai} = 6.0\ m/s, +x, \quad v_{Bi} = 3.0\ m/s, +x, \quad v_{Bf} = 5.0\ m/s, +x\ , m_A = 5.0\ kg, \quad m_B = 3.0\ kg.$

المطلوب:

$v_{Af} = ?$

الحلّ:

أختار نظام إحداثيّاتٍ يكون فيه الاتّجاه الموجب باتّجاه محور $+x$.

أ. أُطبق قانونَ حفظ الزخَم الخطيّ على نظام الكرتين.

$$\Sigma p_i = \Sigma p_f$$

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

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

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

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

ب. لتحديد نو ع التصادُم يلزم حساب التغيُّر في الطاقة الحركية.

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

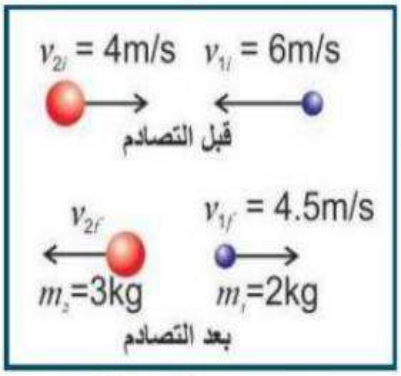
$$\Delta KE = \frac{1}{2} \times \left[5.0 \times (4.8)^2 + 3.0 \times (5.0)^2\right] - \frac{1}{2} \times \left[5.0 \times (6.0)^2 + 3.0 \times (3.0)^2\right]$$

$$\Delta KE = -8.4\ J$$

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

مثال

تتحرك كرة كتلتها 2kg تجاه الغرب بسرعة 6 m/s فتصطدم بأخرى كتلتها 3kg تتحرك تجاه الشرق بسرعة 4m/s. اذا اصبحت سرعة الأولى بعد التصادم 4.5m/s مباشرة كما في الشكل حيث بقي الجسمان يتحركان على نفس الخط ، قبل و بعد التصادم و دام التصادم 0.02s جد:



1) سرعة الكرة الثانية بعد التصادم مباشرة .

2) متوسط القوة التي أثرت بها الكرة الأولى على الكرة الثانية اثناء التصادم.

3) حدد نوع التصادم

المعطيات : مثبتة على الشكل $\Delta t = 0.02s$

1) من حفظ الزخم الخطي بنوجد V_{2f}

$$\sum p_i = \sum p_f$$

$$m_1v_{1i} + m_2v_{2i} = m_1v_{1f} + m_2v_{2f}$$

$$2(-6) + 3(4) = 2(4.5) + 3(V_{2f})$$

$$-12 + 12 = 9 + 3V_{2f}$$

$$0 = 9 + 3V_{2f} \Rightarrow 3V_{2f} = -9 \Rightarrow V_{2f} = \frac{-9}{3} = -3\ m/s$$

2) المطلوب $\sum F_{12} = \frac{\Delta P_2}{\Delta t}$

$$\sum F_{12} = m_2\frac{\Delta V_2}{\Delta t} = \frac{m(V_{2f} - V_{2i})}{\Delta t}$$

$$= \frac{3(-3-4)}{0.02} = \frac{-21}{0.02} = \frac{-21}{2\times10^{-2}} = \frac{21}{2} \times 10^2 = -10.5 \times 10^2 = -1050N$$

أي ان القوة كانت عكس اتجاه حركة الكرة قبل التصادم

3) نوع التصادم لازم نوجد $\sum KE_i$ و $\sum KE_f$

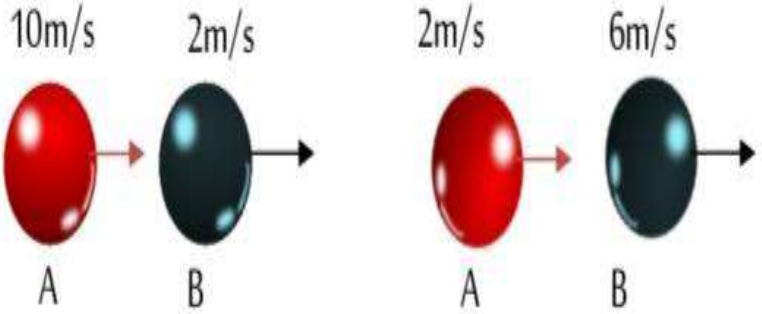
$$\sum KE_i = \frac{1}{2}m_1V_{1i}^2 + \frac{1}{2}m_2V_{2i}^2 = \frac{1}{2}(2)(36) + \frac{1}{2}(3)(16) = 60\ J$$

$$\sum KE_f = \frac{1}{2}m_1V_{1f}^2 + \frac{1}{2}m_2V_{2f}^2 = \frac{1}{2}\times(2)\times(20.25) + \frac{1}{2}(3)\times9$$

$$= 20.25 + 13.5 = 33.75\ J$$

$\sum KE_i \neq \sum KE_f$ التصادم غير مرن لأن

مثال يبين الشكل المجاور تصادماً لكرتين مختلفتين في الكتلة إن النسبة بين $m_A : m_B$:



أ) 2:1 ب) 1:2

ج) 1:4 د) 4:1

الاجابة(ب) 2:1

$$\Sigma p_i = \Sigma p_f$$

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

$$m_A(10) + m_B(2) = m_A(2) + m_B(6)$$

$$10\,m_A + 2m_B = 2m_A + 6m_B$$

$$10\,m_A - 2m_A = 6m_B - 2m_B$$

$$8\,m_A = 4m_B$$ جهز النسبة المطلوبة

$$\frac{m_A}{m_B} = \frac{4}{8} = \frac{1}{2}$$ 1:2

التصادم عديم المرن

التصادم عديم المرونة : هو تصادم غير مرن (اي لا تكون الطاقة الحركية للنظام محفوظة) لكن يوصف بعديم المرونة لان الأجسام المتصادمة في هذا النوع تلتحم لتشكل جسماً واحداً بعد التصادم كتلته تساوي مجموع كتل الأجسام المتصادمة .

مثال توضيحي : 1. اصطدام كرتي صلصال معاً.

و تطبيقات 2. اصطدام سيارتين و تحركهما معاً بعد التصادم .

3. البندول القذفي.

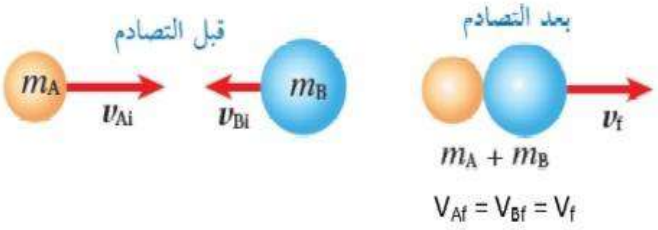
للتسهيل و الاختصار : من قانون حفظ الزخم الخطي:

$$\Sigma p_i = \Sigma p_f$$

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

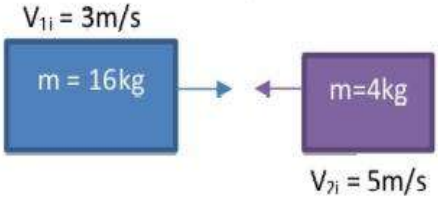
$$m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = (m_A + m_B) V_f$$

$$V_f = \frac{m_A V_{Ai} + m_B V_{Bi}}{m_A + m_B}$$



أمثلة متنوعة على التصادم عديم المرونة

مثال يتحرك جسم كتلته (16kg) في الاتجاه السيني الموجب بسرعة (3m/s) و يتحرك جسم اخر كتلته (4kg) في الاتجاه السيني السالب بسرعة (5m/s) يصطدم الجسمان بشكل مباشر ، و يلتحمان جد سرعتهما بعد الاصطدام مباشرة .



عديم مرونة

المعطيات :

المطلوب : V_f ?

$$\Sigma p_i = \Sigma p_f$$

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

$$16(3) + 4(-5) = (16+4)\, V_f$$

$$48 - 20 = 20 V_f$$

$$28 = 20 V_f \Longrightarrow V_f = \frac{28}{20} = \frac{14}{10} = 1.4\ m/s\ , +X$$

مثال جسمان متماثلان في الكتلة أحدهما ساكن و الاخر يتحرك بسرعة (V) فإذا تصادما كونا جسماً واحداً فإن النسبة بين الطاقة الحركية للنظام قبل التصادم الى الطاقة الحركية للنظام بعد التصادم :

أ) 1:2 ب) 2:1 ج) 1:4 د) 4:1

الحل: بما أن الجسمان كونا جسماً واحداً هذا يعني ان التصادم عديم المرونة

متماثلان في الكتلة $m_1=m_2=m$

$$\sum KE_i=\frac{1}{2}m_1v_{1i}^2+\frac{1}{2}m_2v_{2i}^2$$

$$\sum KE_i=\frac{1}{2}mv^2+0=\frac{1}{2}mv^2$$

عشان نوجد النسبة لازم اول اشي نوجد V_f بدلالة V و هذا من خلال حفظ الزخم

$$m_1v_{1i}+m_2v_{2i}=(m_1+m_2)V_f$$

$$mv+0=(m+m)V_f \Rightarrow mv=2mV_f \Rightarrow V_f=\frac{mv}{2m}=\frac{v}{2}$$

$$\sum KE_f=\frac{1}{2}(2m)(\frac{v}{2})^2=\frac{1}{2}\not{2}m\frac{v^2}{\not{4}}=\frac{1}{2}\frac{mv^2}{2}$$

$$\frac{\sum KE_i}{\sum KE_F}=\frac{\frac{1}{2}mv^2}{\frac{1}{2}m\frac{v^2}{2}}=\frac{1}{\frac{1}{2}}=\frac{2}{1}$$

الاجابة (ب) 2:1

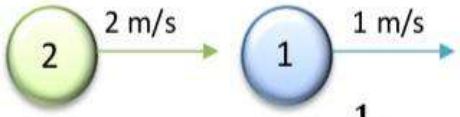
- الخيار (أ) و الخيار (ج) من سابع المستحيلات ليش؟

لأن التصادم عديم المرونة يعني في ضياع في الطاقة الحركية يعني مستحيل الطاقة الحركية للنظام بعد التصادم تكون أكبر من الطاقة الحركية للنظام كامل قبل التصادم

أقل : أكبر $\frac{\text{اكبر}}{\text{اقل}}=\frac{\text{قبل}}{\text{بعد}}$

إما ب أو د و عند الحل ظهرت الاجابة (ب).

مثال تتحرك كرتان متماثلتان نحو الشرق الأولى سرعتها (1m/s) و الثانية (2 m/s) كما في الشكل ، اذا اصطدمت الكرتان معاً و كونتا جسماً واحداً بعد التصادم (او ذكر السؤال ان التصادم عديم المرونة) ، و تحرك الجسم الواحد على نفس الخط فإن مقدار السرعة المشتركة للكرتين بوحدة (m/s) :



أ) $\frac{3}{2}$ ب) $\frac{1}{6}$ ج) $\frac{1}{3}$ د) $\frac{1}{2}$

الاجابة (أ)

$\Sigma p_i = \Sigma p_f$

الحل: أفرض $m_1 = m_2 = m$

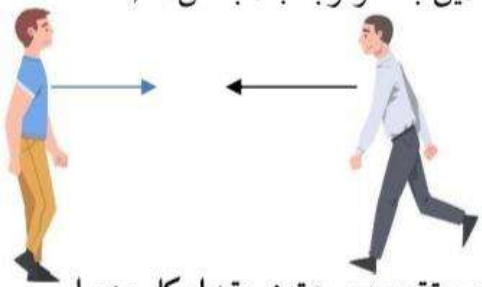
$m_1V_{1i} + m_2V_{2i} = (m_1+m_2)V_f$

$m(1) + m(2) = (m+m)\, V_f \Longrightarrow 3m = 2m\, V_f$

$V_f = \frac{3}{2}$

شوف السؤال الي بعده نفسه بس غير كلمة وحدة بدل يتحركان نحو الشرق (نفس الاتجاه) حكى باتجاه بعضهما البعض ((تخيل حالك انت و صاحبك قاعدين بتتحركو باتجاه بعض، صف الحركة بينكما))

يعني عكس بعض يعني لازم اذا السرعة تعوضت موجب الثانية تتعوض سالب. و هذا عنصر الدقة في بعض الأسئلة.



مثال تتحرك كرتان متماثلتان باتجاه بعضهما و على خط مستقيم بسرعتين مقدار كل منهما (1 m/s) و (2m/s) ، اذا اصطدمت الكرتان معاً و كونتا جسماً واحداً بعد التصادم و تحرك على نفس الخط فإن مقدار السرعة المشتركة للكرتين بوحدة (m/s) هو:

أ) $\frac{3}{2}$ ب) $\frac{1}{6}$ ج) $\frac{1}{3}$ د) $\frac{1}{2}$

الاجابة : د)

$\Sigma p_i = \Sigma p_f$

الحل: أفرض $m_1 = m_2 = m$

$m_1V_{1i} + m_2V_{2i} = (m_1+m_2)V_f$

$m(1) + m(-2) = (m+m)\, V_f \Longrightarrow m - 2m = 2mv_f$

$-m = 2mV_f \Longrightarrow V_f = -\frac{1}{2}$

السؤال ما حدد مين سالب و مين موجب لذلك ما بتفرق معك و بالنهاية بدك توجد مقدار السرعة المشتركة للكرتين .

افرض مثلاً $V_{2i} = -2$ m/s $V_{1i} =$ m/s

$V_f = \frac{1}{2}$ m/s مقداراً

مثال اصطدم جسم كتلته (2kg) و سرعته (6m/s) تصادماً عديم المرونة مع جسم اخر ساكن كتلته مثلي كتلة الأول جد مقدار التغير في الطاقة الحركية للنظام :

المعطيات: $V_{2i}=0$ ساكن $V_{1i}=6\,m/s$ $m_2=2m_1=2\times 2=4\,kg$ $m_1=2kg$

$$\Sigma p_i=\Sigma p_f$$

$$m_1V_{1i}+m_2V_{2i}=(m_1+m_2)V_f$$

$$2(6)+0=(2+4)V_f \Longrightarrow V_f=2\,m/s$$

$$\sum KE_i=\frac{1}{2}m_1V_{2i}^2+\frac{1}{2}m_2V_{2i}^2=\frac{1}{2}(2)\,36+0=36\,J$$

$$\sum KE_i=\frac{1}{2}(m_1+m_2)V_f^2=\frac{1}{2}(2+4)(2)^2=12\,J$$

$$\Delta KE=KE_f-KE_i=12-36=-24\,J$$

مثال جسم كتلته (2kg) متحرك بسرعة نحو جسم اخر ساكن فتصادم به و التحما بعد التصادم و تحركا بنفس الاتجاه السابق للجسم الأول ، فقلت الطاقة الحركية للنظام بمقدار النصف و أصبحت مقدار الطاقة الحركية للنظام(8J) ، جد مقدار سرعة الجسم المتحرك قبل التصادم .

سهل كتير كل القصة تحسب $\sum KE_i$ ، و منها تطلع السرعة :

$\sum KE_i$

بالعقل

16 لانها قلت الطاقة الحركية للنظام بمقدار النصف

حساباً

$$\Delta KE=KE_f-KE_i$$

$$-\frac{1}{2}KE_i=KE_f-KE_i$$

$$-\frac{1}{2}KE_i=8-KE_i$$

$$KE_i-\frac{1}{2}KE_i=8$$

$$\frac{1}{2}KE_i=8$$

$$KE_i=16\,J$$

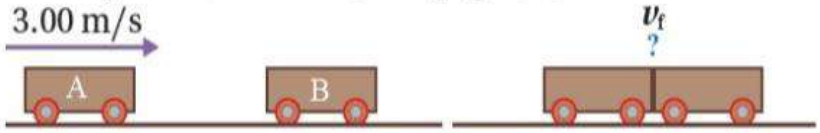
$$KE_i=\frac{1}{2}m_1V_{1i}^2+\cancel{\frac{1}{2}m_2V_{2i}^2}^{\,0}$$

$$16=\frac{1}{2}(2)\,V_{1i}^2$$

$$V_{1i}=4\,m/s$$

مثال

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 (19). أُجيب عمّا يأتي:



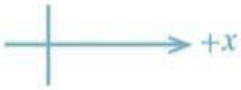
الشكل (19): تصادم عربتي قطار.

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.

المعطيات: $m_A = 1.80 \times 10^3$ kg, $m_B = 2.20 \times 10^3$ kg, $v_{Ai} = 3.00$ m/s, $+x$, $v_{Bi} = 0$.

المطلوب: $v_f = ?$



الحل: أختار نظام إحداثيات يكون فيه الاتّجاه الموجب باتّجاه محور $+x$.

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

$$\sum p_i = \sum p_f$$

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

$$1.80 \times 10^3 \times 3.00 + 2.20 \times 10^3 \times 0 = (1.80 \times 10^3 + 2.20 \times 10^3)\, v_f$$

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

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

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.

$$KE_i = \frac{1}{2} m_A v_{Ai}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{Bi}^2 = \frac{1}{2} \times 1.80 \times 10^3 \times (3.00)^2 + \frac{1}{2} \times 2.20 \times 10^3 \times 0$$

$$= 8.10 \times 10^3 \text{ J}$$

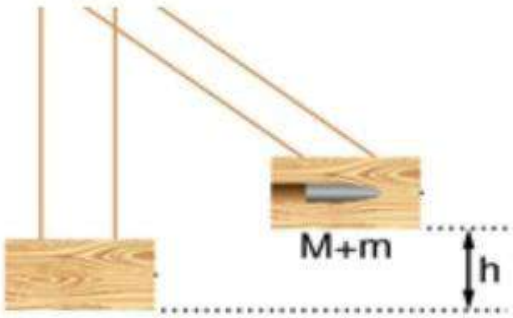
$$KE_f = \frac{1}{2} (m_A + m_B) v_f^2 = \frac{1}{2} (1.80 \times 10^3 + 2.20 \times 10^3) \times (1.35)^2$$

$$= 3.65 \times 10^3 \text{ J}$$

$$\Delta KE = 3.65 \times 10^3 - 8.10 \times 10^3$$

$$= -4.45 \times 10^3 \text{ J}$$

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



البندول القذفي

تذكر قانون حفظ الطاقة الميكانيكية

أولاً: الطاقة الحركية KE:

هي الطاقة المرتبطة بحركة جسم .

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

ثانياً: الطاقة الكامنة (طاقة الوضع) PE :

هي الطاقة المختزنة في نظام (جسم – الأرض) نتيجة موقع الجسم في مجال الجاذبية الأرضية .

$$PE = mgy$$

- g ≈10m /s² تسارع السقوط الحر
- الارتفاع الرأسي للجسم عن موقع اسناده (سطح الأرض)

ثالثاً: الطاقة الميكانيكية ME :

هي مجموع الطاقة الحركية و طاقة الوضع للنظام

$$ME = KE + PE$$

Note تكون الطاقة الميكانيكية لنظام محفوظة في ظل وجود قوى محافظة فقط، تبذل شغلاً مثل قوة الجاذبية الأرضية ، و عليه يكون :

$$KE_i + PE_i = KE_f + PE_f$$

مثال توضيحي : بهمني لبندول القذفي .

قُذفت كرة قدم من سطح الأرض رأسياً لأعلى كتلتها (1kg) بسرعة 20 m/s ، فوصلت الى اقصى ارتفاع عن سطح الأرض مقداره 20 m أوجد :

1) الطاقة الحركية لحظة انطلاق الكرة
2) طاقة الوضع للكرة لحظة انطلاقها
3)الطاقة الحركية لحظة وصول الكرة لأقصى ارتفاع
4)طاقة الوضع للكرة لحظة وصولها اقصى ارتفاع
5)الطاقة الميكانيكية لحظة انطلاق الكرة
6)الطاقة الميكانيكية لحظة وصول الكرة اقصى ارتفاع

1) $KE_i = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}(1)(20)^2 = \frac{400}{2} = 200\ J$

2) $PE_i = mgy = mg\ (0) = 0\ J$ ← سطح الأرض لا يوجد ارتفاع

3) $KE_f = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\ (0)^2 = 0\ J$ ← عند وصول الكرة اقصى ارتفاع تكون سرعتها صفر

4) $PE_f = mgy = (1)(10)(20) = 200\ J$

5) $ME_i = KE_i + PE_i = 200 + 0 = 200 J$

6) $ME_f = KE_f + PE_f = 0 + 200 = 200\ J$

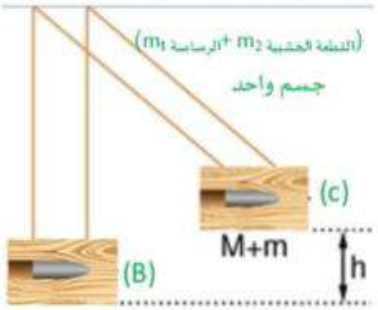
ملاحظة نلاحظ أن $ME_i = ME_f$ و هذا مبدأ حفظ الطاقة الميكانيكية .

تعليق فيزيائي :

نلاحظ بأن سرعة الكرة بدأت تقل أي حدث نقصان في طاقتها الحركية و هذا النقصان تحول حسب مبدأ حفظ الطاقة الميكانيكية الى طاقة وضع مختزنة (الجسم – الجاذبية الأرضية) و عليه بدأت طاقة الوضع للنظام كاملاً تزداد كلما زاد الارتفاع عن سطح الأرض .

تمهيد

في الشكل المجاور قطعة خشب معلقة بخيطين رفيعين تحتوي بداخلها رصاصة ،انطلقا معاً من موقع اسناد (B) بسرعة مقدارها V_B بشكل جانبي نحو اليمين حتى وصلا اقصى ارتفاع (h)، باهمال قوة الاحتكاك أثبت أن سرعتهما V_B تعطى بالعلاقة التالية: $V_B = \sqrt{2gh}$



العلاقة الي بدك تثبتها فيها gh يعني بنحكي عن طاقة وضع فيها V_B مأخوذ جذر كاين بتحكي عن طاقة حركية في هذا النظام خلونا نطبق مبدأ حفظ الطاقة الميكانيكية : $ME_i = ME_B$ و $ME_f = ME_c$

$$ME_i = ME_f \Rightarrow ME_B = ME_c$$

$$KE_B + PE_B = KE_c + PE_c$$

$$\frac{1}{2}(m_1+m_2)V_B^2 + 0 = 0 + (m_1+m_2)gh$$

$$\frac{1}{2}V_B^2 = gh$$

$$V_B^2 = 2gh$$

$$V = \sqrt{2gh}$$

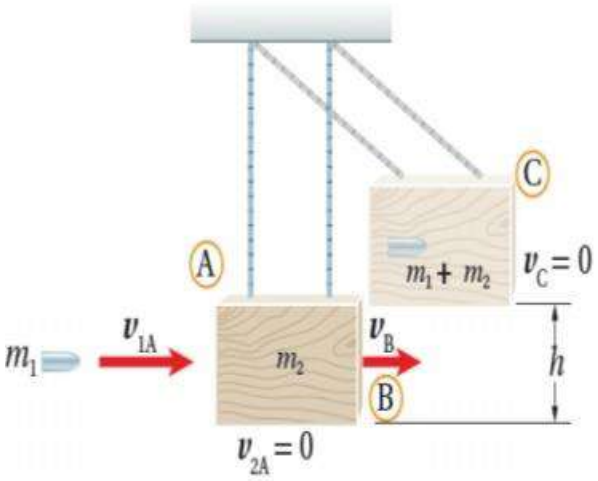
معلومات مهمة عن البندول القذفي

ما هو البندول القذفي و ما الهدف منه ؟

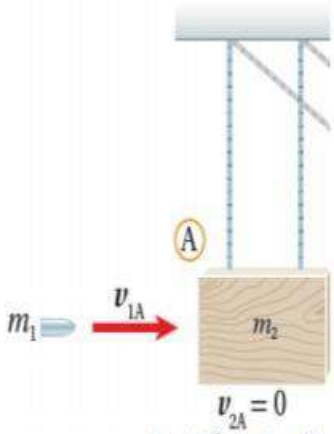
جهاز يستخدم لقياس مقدار سرعة مقذوف مثل الرصاصة.

شكل و وصف الجهاز :

قطعة من الخشب ساكنة و معلقة رأسياً بخيطين خفيفين.



طريقة عمل الجهاز ضمن مراحل النظام :



المرحلة الاولى (A) : يمثل النظام قبل التصادم مباشرة

الرصاصة (m_1)، القطعة الخشبية (m_2) ، سرعة الرصاصة قبل التصادم (V_{1A})

و هذا الهدف من البندول القذفي قياس سرعة الرصاصة قبل التصادم(V_{1A})

سرعة القطعة الخشبية(V_{2A}) $V_{2A}=0$ ساكنة

ماذا يحدث في هذه المرحله؟

تنطلق الرصاصة بسرعة V_{1A} و كتلتها (m_1) باتجاه كتلة ساكنة ($V_{2A}=0$) كبيرة من الخشب كتلتها (m_2) معلقة رأسياً بخيطين خفيفين، فتخترق الرصاصة قطعة الخشب و تستقر داخلها (حدث التحام)، لذلك يعد تصادم عديم المرونة . $\sum P_i = m_1v_{1A} + m_2 = 0 \Longleftarrow \boxed{\sum P_i = m_1v_{1A}}$

المرحلة الثانية (B) : يمثل النظام بعد التصادم مباشرة

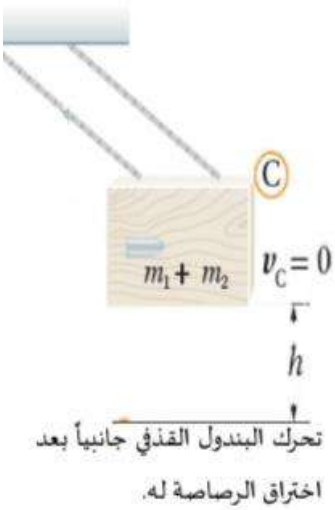
$$\sum P_f = (m_1+m_2)V_B$$

تصادم عديم المرونة ، الزخم الخطي محفوظ

لذلـــك

$$\sum P_i = \sum P_f \Longrightarrow m_1V_{1A} = (m_1+m_2)V_B$$

* يتحرك النظام المكون كامل (الرصاصة و الخشبة)كجسم واحد بشكل جانبي نحو اليمين و يبدأ بالارتفاع للأعلى (حركة البندول) .



تحرك البندول القذفي جانبياً بعد اختراق الرصاصة له.

المرحلة الثالثة (C) : يمثل النظام عند اقصى ارتفاع

يستمر النظام المكون من القطعة الخشبية و الرصاصة بالحركة للأعلى و يرتفع الى أن يصل الى اقصى ارتفاع ممكن عن مستوى الاسناد و يرمز لأقصى ارتفاع رأسي يصل اليه النظام ب(h) .

يمكن حساب مقدار سرعة الرصاصة قبل اصطدامها بقطعة الخشب اذا عرف مقدار (h) و الذي يتم قياسه من خلال تدريج على الجهاز.

الهدف من الجهاز

$$(\text{سرعة الرصاصة قبل التصادم}) = \left(\frac{\text{كتلة الخشبة + كتلة الرصاصة}}{\text{كتلة الرصاصة}}\right)\sqrt{(\text{الارتفاع الرأسي})(\text{تسارع السقوط الحر})^2}$$

سؤال: أثبت أن: $V_{1A} = \left(\frac{m_1+m_2}{m_1}\right)\sqrt{2gh}$

الان بدنا نثبت هاي العلاقة :

رح نستعين بقانون حفظ الزخم الخطي في المرحلتين(A) و(B)

رح نستعين بقانون حفظ الطاقة الميكانيكية للنظام في المرحلة (B)و(C)

الاثبات بثلاث خطوات

الخطوة الثالثة :

احنا بدنا V_{1A} خليها موضع القانون في الخطوة الاولى

$$V_{1A} = \left(\frac{m_1+m_2}{m_1}\right)V_B$$

عوض V_B قيمتها من الخطوة الثانية

$$V_{1A} = \left(\frac{m_1+m_2}{m_1}\right)\sqrt{2gh}$$

الخطوة الثانية : (B)⟹(C)

$$ME_i = ME_f \Rightarrow ME_B = ME_c$$

$$KE_B + PE_B = KE_c + PE_c$$

$$\frac{1}{2}(m_1+m_2)V_B^2 + 0 = 0 + (m_1+m_2)gh$$

$$\frac{1}{2}V_B^2 = gh \Rightarrow V_B^2 = 2gh$$

$$V_B = \sqrt{2gh}$$

الخطوة الأولى : (A)⟹(B)

من قانون حفظ الزخم الخطي :

$$\sum P_i = \sum P_f \Rightarrow \sum P_A = \sum P_B$$

$$m_1v_{1A} + m_2(0) = (m_1+m_2)v_B$$

$$m_1v_{1A} = (m_1+m_2)v_B$$

$$V_B = \frac{m_1}{(m_1+m_2)} \times V_{1A}$$

V_B

ملاحظات

* كتابنا حط مثال واحد بسيط و تمرين واحد بسيط على الموضوع يعني الأمور طيبة.
* القانون الأساسي $V_{1A}=\left(\frac{m_1+m_2}{m_1}\right)\sqrt{2gh}$

لكن بدنا نعطي أهمية أيضاً للعلاقات الناتجة عن الخطوة الأولى و الثانية

من حفظ الزخم

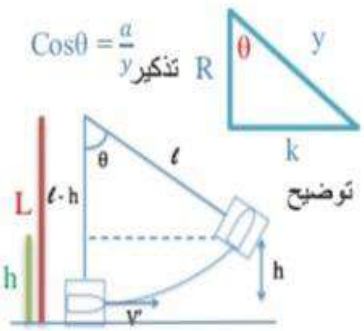
$V_B=\left(\frac{m_1}{m_1+m_2}\right)V_{1A}$ ومنه $\rightarrow$ $V_{1A}=\left(\frac{m_1+m_2}{m_1}\right)V_B$

$V_B=\sqrt{2gh}$ ومنه $\rightarrow$ $h=\frac{V_B^2}{2g}$

من حفظ الطاقة الميكانيكية

مهارات رياضية:

يوجد فكرة تعتمد على مهارة المثلثات و النسب المثلثية لم يتطرق لها الكتاب لم يضع عليها أمثلة لكن هي بالنهاية فكرة رياضية و هي تعتمد على الزاوية التي يصنعها الخيط عند اقصى ارتفاع و موقعه السابق. يعني ممكن تيجي أفكار:



1) يطلب حساب الزاويةθ و يكون معك طول الخيط L و معك h او توجد h من القانون .

2)يطلب منك V_{1A} بس h مجهولة لكن معطيك السؤال الزاوية و طول الخيط منهم توجدh .

3) ممكن السؤال يطلب طول الخيط و يعطيك الزاوية و يعطيك h أو يعطيك V_{1A} و منها تطلع h.

هاي افكار و مهارات رياضية حسابية ليس لها علاقة بالفيزياء الدرس اعطيتك مبدأ هاي الأفكار فقط للمعرفة و التسلح بالمهارات الرياضية.

أمثلة متنوعة على البندول القذفي

مثال

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). باعتبار 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 الميكانيكيّة محفوظةً؟

جـ. أحسبُ مقدار السرعة الابتدائية للسهم.

المعطيات: أفترض رمز كتلة البندول القذفيّ A ورمز السهم B.

$m_A = 0.72\ kg,\ m_B = 0.03\ kg,\ h = 20\ cm = 0.20\ m,\ g = 10\ m/s^2.$

المطلوب:

$v_{Bi} = ?$

الحلّ:

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

ب.تكون الطاقة الميكانيكيّة محفوظةً للسهم قبل التصادُم، كما تكونُ الطاقة الميكانيكيّة 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 القذفيّ، كما يأتي:

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

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

$$= 50\ m/s$$

مثال

أطلق مُحقّق رصاصةً كتلتُها (0.030 kg)أفقيًا 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.

$m_1 = 0.03kg \quad h = 45\times10^{-2}\ m \quad m_2 = 0.97kg$

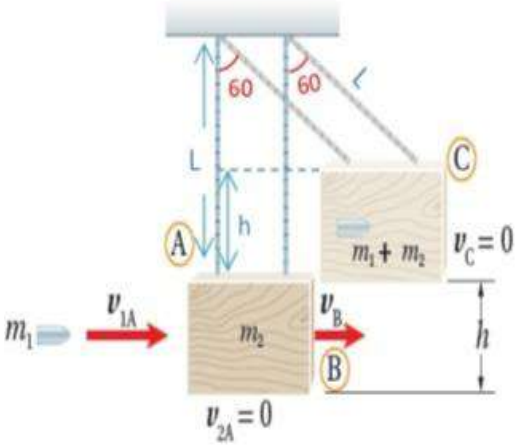
$$V_{1i} = \left(\frac{m_1+m_2}{m_1}\right)\sqrt{2gh} = \frac{0.03+0.97}{0.03}\sqrt{2(10)45\times10^{-2}}$$
$$= \frac{1}{0.03}\times\sqrt{900\times10^{-2}} = \frac{1}{\frac{3}{100}}\sqrt{9} = \frac{1}{1}\times\frac{100}{3}\times3 = 100\ m/s$$

مثال

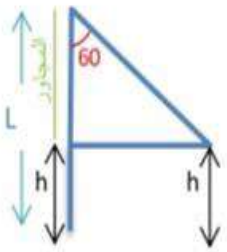
يمثل الشكل المجاور رصاصة تخترق بندول قذفي بالاعتماد على المعطيات المثبتة على الشكل

أثبت أن سرعة الطلقة تعطى بالعلاقة التالية :

$$V_{1A} = \left(\frac{m_1+m_2}{m_1}\right)\sqrt{gL}$$



الحل: توضيح الشكل بالرسم



المجاور = L- h

الخطوة الأولى :

$$V_{1A} = \frac{(m_1+m_2)}{m_1}\sqrt{2gh}$$

الخطوة الثانية:

بالاثبات لا يوجد ب h ب L

لذلك لازم نستبدل h ب L

$$\cos 60 = \frac{L-h}{L}$$
$$\frac{1}{2} = \frac{L-h}{L}$$
$$\frac{L}{2} = L-h$$
$$h = L - \frac{L}{2}$$
$$h = \frac{L}{2}$$

الخطوة الثالثة : هو قيمة h

$$V_{1A} = = \frac{(m_1+m_2)}{m_1}\sqrt{2g\frac{L}{2}}$$

$$V_{1A} = \frac{(m_1+m_2)}{m_1}\sqrt{gL}$$

ورقة عمل

واجب 1 اذا ركل رائد فضاء حجراً صغيراً و هو في الفضاء الخارجي ، اي العبارات التالية صحيحة:

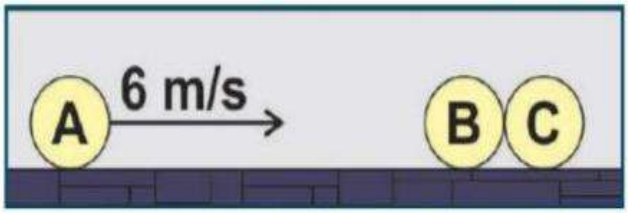
أ) يتحرك رائد الفضاء والحجر بنفس السرعة ولكن باتجاهين متعاكسين.

ب) يتحرك رائد الفضاء والحجر بسرعتين مختلفتين مقداراً ولكن بالاتجاه نفسه.

جـ) يتحرك رائد الفضاء بسرعة أقل من سرعة الحجر وباتجاه معاكس لحركة الحجر.

د) لا يتحرك أي منهما.

واجب 2 في الشكل المجاور(A,B,C) ثلاث كرات زجاجية متماثلة . إذا تحركت الكرة (A) بسرعة مقدارها (6 m/s) نحو الكرتين (B,C) الساكنتين والمتلامستين فاصطدمت بالكرة (B) تصادماً مرناً – بإهمال الاحتكاك - فإنه بعد التصادم مباشرة:



أ) تسكن الكرتان (A) و (B) وتتحرك الكرة (C) بسرعة 6 m/s.

ب) تسكن الكرتان (A) و (B) وتتحرك الكرة (C) بسرعة 3 m/s.

جـ) تسكن الكرة (A) وتتحرك الكرتان (B) و (C) بسرعة 2 m/s.

د) تتحرك الكرات الثلاث بسرعة مقدارها 2 m/s.

واجب 3 في التصادم عديم المرونة تكون النسبة بين الطاقة الحركية للنظام قبل التصادم إلى الطاقة الحركية للنظام بعد التصادم:

أ) أقل من واحد ب) واحداً جـ) أكبر من واحد د) صفراً

واجب 4 أي الكميات الفيزيائية تبقى محفوظة دائماً في أية عملية تصادم في نظام معزول؟

أ) طاقة الحركة ب) الزخم جـ) السرعة د) الطاقة الميكانيكية

واجب 5 عندما يصطدم جسمان مختلفان في الكتلة فإن الدفع الذي يؤثر به كل جسم على الآخر:

أ) متساوٍ في المقدار ومتعاكس في الاتجاه لكل أنواع التصادمات.

ب) متساوٍ في المقدار ومتعاكس في الاتجاه للتصادمات المرنة فقط.

جـ) متساوٍ لكل أنواع التصادمات.

د) متساو في المقدار ومتعاكس في الاتجاه للتصادمات عديمة المرونة فقط.

واجب 6 أي العبارات الآتية ليست صحيحة لجميع أنواع التصادمات في نظام معزول؟

أ) يكون أحد الجسمين على الأقل متحركاً. ب) الطاقة الحركية للنظام محفوظة.

جـ) قد لا يتلامس الجسمان المتصادمان. د) الزخم للنظام محفوظ.

واجب 7 اصطدم جسم A كتلته m_1 متحرك بسرعة v_1 بكرة كتلتها m_2 وسرعتها v_2 حيث: $(m_2 > m_1 ، v_2 < v_1)$ تصادماً عديم المرونة، إن التغير في الزخم:

أ) يكون أكبر للجسم A منه للكرة . ب) يكون أكبر للكرة منه للجسم A.

ج) متساوٍ في المقدار متعاكس في الاتجاه. د) متساو لكل منهما مقداراً فقط.

واجب 8 ينزلق متزلج كتلته (40 kg) على الجليد بسرعة مقدارها (2 m/s) اصطدم بزلاجة ثابتة كتلتها (10 kg) على الجليد. وواصل المتزلج انزلاقه مع الزلاجة في نفس اتجاه حركته الأصلي، ما مقدار السرعة المشتركة لهما بعد التصادم مباشرة بوحدة (m/s)؟

أ) 0.4 ب) 0.8 جـ) 1.6 د) 3.2

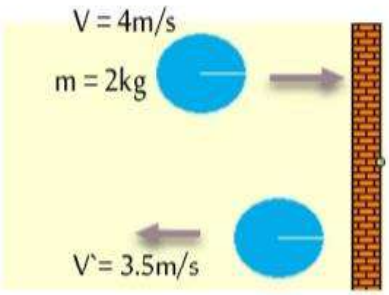
واجب 9 يقف متزلج كتلته (45 kg) على الجليد في حالة سكون، رمى إليه صديقه كرة كتلتها (5 kg)، فانزلقا معا إلى الوراء بسرعة مقدارها (0.5 m/s)، ما مقدار سرعة الكرة قبل أن يمسكها المتزلج مباشرة بوحدة (m/s)؟

أ) 2.5 ب) 3 جـ) 4 د) 5

واجب 10 اصطدم جسم كتلته (m) وسرعته (v) تصادماً عديم المرونة مع جسم آخر ساكن كتلته 3 أمثال الأول، فإن الطاقة الضائعة نتيجة التصادم تساوي:

أ) $\frac{1}{2}mv^2$ ب) $\frac{1}{4}mv^2$ جـ) $\frac{1}{8}mv^2$ د) $\frac{3}{8}mv^2$

واجب 11 اعتماداً على الشكل ، التغير في زخم الكرة بوحدة kg.m/s :

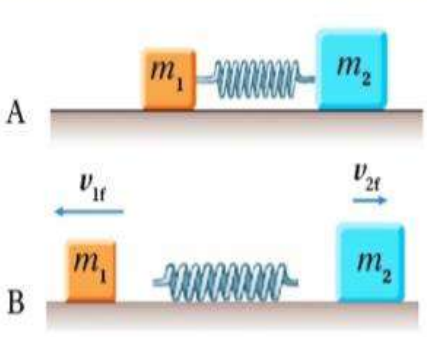


أ) 1 ب) -1 جـ) 15 د) -15

واجب 12 كرة كتلتها 0.2 kg تقترب أفقياً من مضرب لاعب بسرعة 40 m/s وترتد عنه بالإتجاه المعاكس بسرعة 50 m/s إذا دام التلامس 0.2s، فكم يساوي مقدار متوسط القوة التي يؤثر بها المضرب على الكرة بوحدة N ؟

أ) 18 ب) 10 جـ) 90 د) 2

واجب 13 **أُحلّلُ وأستنتج:** وضعت إسلام نابض خفيف مضغوط بين صندوقين كتلتيهما m_1 و m_2 موضوعين على سطح أفقي أملس، كما هو مبين في الشكل A. لحظة إفلات إسلام النابض، تحرّك الصندوقان باتجاهين متعاكسين كما في الشكل B. إذا علمت أن $m_2 = 2m_1$، فأجد نسبة مقدار سرعة الصندوق الأول النهائية إلى مقدار سرعة الصندوق الثاني النهائية لحظة ابتعاد كلّ منهما عن النابض.



واجب 14 متى يكون التصادم في بعد واحد.

واجب 15 عند تصادم جسمين في بعد واحد تصادماً عديم المرونة، ما الشرط الضروري لتُفقد الطاقة الحركية الابتدائية للنظام بعد الاصطدام.

واجب 16 تفكير ناقد: تظهر في الشكل أدناه لعبة شهيرة تسمى كرات نيوتن (Newton's cardle)؛ تتكون من كرات عدّة فلزّية متماثلة متراصّة معلّقة بخيوط خفيفة. عند سحب إحدى الكرات الفلزية الخارجية نحو الخارج ثم إفلاتها؛ فإنّها تصطدم تصادمًا مرنًا بالكرة التي كانت مجاورة لها، وبدلًا من حركة هذه الكرة؛ أُلاحظ أنّ الكرة الخارجية على الجانب الآخر من اللعبة تقفز في الهواء.

أ . أُفسّر ما الذي حدث.

ب. أتوقع: ماذا سيحدث إذا سحبتُ كرتين من الجانب الأيسر جانبيًّا ثم أفلتّهما معًا؟

جـ. أتوقع: ماذا سيحدث إذا رفعتُ الكرتين الخارجيتين كلتيهما على الجانبين إلى الارتفاع نفسه وأفلتّهما في اللحظة نفسها؟

واجب 17 يتحرك جسم كتلته 5kg باتجاه الشمال بسرعة 2m/s تصادم مع جسم اخر يسير على الخط نفسه كتلته 3kg ، يتحرك بسرعة 6m/s باتجاه الجنوب اذا التحم الجسمان ليكونا جسماً واحداً اجب عما يلي :

1) ماذا يسمى هذا النوع من التصادمات
2) جد السرعة المشتركة بعد التصادم مقداراً و اتجاهاً.

واجب 18 اطلقت رصاصة كتلتها (10gm) أفقياً على قطعة من الخشب كتلتها (990gm) و في حالة سكون على سطح أملس ، فاستقرت الرصاصة في الخشبة و تحركتالمجموعة بسرعة (4m/s) احسب:

1) سرعة الرصاصة قبل اختراقها لقطعة الخشب .
2) الدفع الذي اثر في الرصاصة مقداراً و اتجاهاً .

إجابات ورقة عمل

رقم السؤال	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
رمز الاجابة الصحيحة	ج	أ	ج	ب	أ	ب	ج	ج	د	د	د	ج

الاجابة التوضيحية :

① حسب مبدأ حفظ الزخم الخطي:

$$\sum P_i = \sum P_f$$

$$0 = \sum P_f = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f}$$

$$m_1 v_{1f} = -m_1 v_{2f}$$

رح يتحرك رائد الفضاء بالاتجاه المعاكس

و من العلاقة مقدار الزخم الخطي لكل منهما متساوي

و بما أن كتلة رجل الفضاء أكبر فإنه سيتحرك بسرعة أقل، لذلك الاجابة(ج)

② الاجابة(أ) تسكن الكرتان (A) و (B) و تتحرك الكرة (C) بسرعة 6m/s حسب مبدأ حفظ الزخم الخطي $m_A = m_B = m_c = m$

$$\sum P_i = \sum P_f$$

$$m(6) + m_B(0) + m_c(0) = \sum P_f$$

$$m6 = \sum P_f$$

الزخم الخطي للنظام بعد التصادم يجب أن يساوي (m6)

اي توقف الكرتان (A) و (B) بعد التصادم و انطلاق الكرة (C) بسرعة 6 m/s

Note بعد التصادم سكنت و التانية تحركت، و كأنه الطاقة انتقلت من الاولى للثانية و لأن نفس اللحظة رح تنتقل من الثانية للثالثة و هكذا .....

لو اوزعها على كرتين لن يتحقق مبدأ حفظ الطاقة الحركية .

③ تصادم عديم المرونة $\sum KE_i > \sum KE_f$

الاجابة (ج) أكبر من واحد $= \frac{\sum KE_i}{\sum KE_f}$ ⟸ أكبر / أقل

4 الزخم ، الاجابة (ب)

5 (أ) متساوي في المقدار و متعاكس في الاتجاه لكل انواع التصادمات
بدهاش هبل من ايام اثبات حفظ الزخم الخطي و الزخم الخطي محفوظ في جميع انواع التصادمات.

6 (ب) الطاقة الحركية للنظام محفوظة هذا فقط في التصادم المرن.

7 (ج) نفس فكرة مثال (5) متساوٍ في المقدار متعاكس في الاتجاه.

8

$\sum P_i = \sum P_f$ $m_1 = 40kg$ $m_2 = 10kg$

$m_1v_{1i} + m_2v_{2i} = (m_1+m_2)V_f$ $V_{1i} = 2\ m/s$ $V_{2i} = 0$

$40(2) + 10(0) = (40+10)V_f$

$\frac{80}{50} = \frac{50}{50}V_f = \frac{8}{5} = \frac{16}{10} = 1.6$

الاجابة (ج)

9

$m_1 = 45kg$ $m_2 = 5kg$ $V_f = 0.5\ m/s$

$V_{1i} = 0$ $V_{2i} = ??$

$m_1v_{1i} + m_2v_{2i} = (m_1+m_2)V_f$

$45(0) + 5\,V_{2i} = (45+5)\frac{5}{10}$

$5V_{2i} = \frac{50\times5}{10}$

$V_{2i} = 5\ m/s$

الاجابة (د)

10

$$KE_i = KE_{i1} = \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{X}$$

$$KE_f = \frac{1}{2}(4m)\left(\frac{1}{4}V\right)^2 = \frac{1}{2}4m\frac{V^2}{16}$$

$$KE_f = \frac{1}{2}m\frac{V^2}{4} \quad \text{X} \quad = \frac{X}{4}$$

$$\Delta KE = KE_f - KE_i = \frac{X}{4} - \frac{4\times}{4\times}X = \frac{-3X}{4}$$

$$\Delta KE = \frac{-3}{4}\times\frac{1}{2}mv^2 = -\frac{3mv^2}{8}$$

الاجابة (د)

$$\sum P_i = \sum P_f$$

$$m_1v_{1i} + m_2v_{2i} = (m_1+m_2)V_f$$

$$mv + 3m(0) = (m+3m)V_f$$

$$mv = 4mV_f$$

$$V_f = \frac{1}{4}V$$

11

$$V_i = 4\ m/s$$

$$V_f = -3.5\ m/s$$

$$\Delta P = m\Delta V = 2(-3.5-4)$$

$$\Delta P = 2(-7.5) = -15$$

الاجابة (د)

12

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

$$\sum F = \frac{0.2(90)}{0.2} = -90$$

$$\Delta P = m\Delta V$$

$$= 0.2(-50-40)$$

$$= -0.2\times 90$$

الاجابة (ج) 90

13

$$\sum P_i = \sum P_f$$

$$0 = m_1v_{1i} + m_2v_{2i}$$

$$-m_1v_{1f} = m_2v_{2f}$$

$$-m_1v_{1f} = 2m_1v_{2f}$$

$$\frac{v_{1F}}{v_{2F}} = 2$$

السالب نستثنيه بدنا النسبة 2:1

14 عندما يتحرك الجسمان قبل التصادم على الخط المستقيم نفسه ، و يتصادمان رأس برأس بحيث تبقى حركتيهما بعد التصادم على المسار المستقيم نفسه.

15 تصادم عديم المرونة $V_{1f}=V_{2f}=V_f$ حتى يفقد النظام طاقته الحركية بعد التصادم هذا يعني

بعد التصادم (m_1+m_2)

$KE_f=\frac{1}{2}(m_1+m_2)(0)^2$

يجب ان تكون السرعة النهائية بعد التصادم صفر

امشي معي $V_f=0$ يعني $\sum P_f=0$ يعني $\sum P_i=0$

الشرط : اي ان $m_1v_{1i}+m_2v_{2i}=0$ اي عندما يكون زخم الجسم الاول مساوي لزخم الجسم الثاني في المقدار و معاكس له في الاتجاه .

16 نفس فكرة السؤال ضع دائرة رقم (2)

(أ) و ذلك بسبب حفظ الزخم الخطي و حفظ الطاقة الحركية ، حيث

الزخم الخطي قبل التصادم $\sum P_i=mv+\underbrace{0+0+0+.....}_{\text{الكرات الساكنة}}=mv$

الزخم الخطي بعد التصادم $\sum P_f=mv$

و جميعنا يعلم اذا كانت الكرات متماثلة و متصادمة تصادماً مرناً فإن سرعة الكرة الأولى بعد التصادم تساوي سرعة الكرة الثانية قبل التصادم اي تصبح صفراً لان الثانية كانت ساكنة و هذا يعني انتقال الطاقة الحركية كاملة من الكرة الاولى الى الثانية و حسب مبدأ حفظ الزخم الخطي و حفظ الطاقة الحركية تنتقل الطاقة من الكرة الثانية الى الثالثة و هكذا الى ان تصل الى الكرة التي على الطرف الاخر و يصبح زخمها مساوي لزخم الكرة الاولى (mv) و طاقتها الحركية ايضا $\frac{1}{2}mv^2$

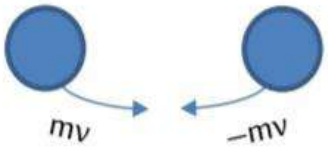
ب) رح تنطلق كرتين من الطرف المقابل نفس التفسر حسب مبدأ حفظ الزخم الخطي و الطاقة الحركية .

ج)

حسب مبدأ حفظ الزخم الخطي عندك احتمالين

$\sum P_i = mv + m(-v) = 0$

$\sum P_f = 0$



1. احتمال الكرتين يسكنوا

$KE_i > KE_f$

الاحتمال الاول غير مقبول لأنه لم يحقق مبدأ حفظ الطاقة الحركة

2. احتمال يرتدوا بنفس السرعة لكن باتجاه معاكس

الاحتمال الثاني مقبول $KE_i = KE_f$

17) 1) تصادم عديم المرونة

2)

$\sum P_i = \sum P_f$

$5(2) + 3(-6) = (5+3)V_f$

$10 - 18 = 8\,V_f$

$\frac{-8}{8} = V_f = -1$ m/s نحو الجنوب

18) 1) صديقي هون مش بندول قذفي و ارتفاع h الوضع تصادم عديم المرونة

$m_1 = 1\times10^{-2}$ kg $\quad V_f = 4$ m/s

$m_2 = 99\times10^{-2}$ kg $\quad V_{2i} = 0$

1) $\sum P_i = \sum P_f$

$1\times10^{-2}\,V_{1i} + 0 = (1\times10^{-2} + 99\times10^{-2})\,4$

$V_{1i}(1\times10^{-2}) = 4$

$V_{1i} = 4\times10^{2}$ m/s

2) $I_1 = \Delta P_1 = m_1(V_f - V_i)$

$= 1\times10^{-2}(4 - 400)$

$I_1 = -3.96$ kg.m/s

عكس اتجاه حركة الرصاصة.

أسئلة مراجعة الدرس الأول

أسئلة مراجعة الدرس الأول

السؤال 1

الفكرة الرئيسية ما المقصودُ بالزخَم الخطيِّ لجسم؟ وما العلاقة بين الدفع المؤثر في جسم والتغيُّر في زخَمه الخطيّ؟

الزخم الخطي: هو ناتج ضرب كتلة الجسم (m) في سرعته المتجهة(V)

الدفع المؤثر في جسم يساوي التغير في زخمه الخطي و يكون اتجاه الدفع بنفس اتجاه تغير الزخم الخطي

السؤال 2

أحلل بحسب علاقة تعريف الزخَم الخطيّ p = mv : تكون وحدةُ قياسهِ kg.m/s ،وبحسب مبرهنة (الزخَم الخطيّ – الدفع) تكون وحدةُ قياسهِ .(N.s) أُثبت أن هاتين الوحدتين مُتكافئتان.

اثبتناه بالتفصيل بالقسم الثاني $N.s = kg.\frac{m}{s^2}.s = kg.m/s$

السؤال 3

أوضّحُ متى يكون الزخم الخطي لنظام محفوظاً موضح اجابتك؟

يكون الزخم الخطي للنظام محفوظ عندما يكون النظام معزول ، حيث تكون القوة الخارجية المؤثرة في النظام (مثل قوى الاحتكاك عند تصادم كرتي بلياردو مثلاً) اقل بكثير من تأثير القوى الداخليه (قوى تأثير كل كرة في الأخرى) فتهمل القوى الخارجية و بالتالي يعد هذا النظام معزول و هنا يكون الزخم الخطي محفوظ.

السؤال 4

افسر ذهب محمّد إلى مدينة الألعاب، وعند قيادته سيارةً كهربائيةً واصطدامها بالسيارات الأُخرى وجد أن تأثير هذه التصادُمات عليه قليلٌ. وعند تركيزِ انتباهه على هذه السيارات؛ لاحظ وجود حزامٍ من مادّة مطاطيّة يحيط بجسم السيارة. أُفسّر سببَ وجود هذا الحزام المطاطيّ.

لأن الحزام المطاطي يعمل على زيادة الفترة الزمنية للتصادم و بالتالي تقل القوة المحصلة المؤثرة في السيارة اثناء التصادم حيث العلاقة عكسية بين $\sum F$ و Δt $\sum F=\frac{\Delta P}{\Delta t}$

السؤال 5

أتوقع هل يُمكنُ أن يكونَ مقدارُ الزخَم الخطيّ لرصاصة مساويًا لمقدار الزخَم الخطيّ لشاحنة؟ أُفسّر إجابتي.

نعم يمكن لأن الذي يتحكم في مقدار الزخم عاملان الكتلة و السرعة حيث كتلة الشاحنة > كتلة الرصاصة . لكن اذا تحكمنا بعامل السرعة بينهم بحيث يصبح مقدار حاصل ضرب m×v للشاحنة مساوي لحاصل ضرب m×v للرصاصة . وهذا يتطلب ان تكون سرعة الشاحنة صغيرة جداً جداً وسرعة الرصاصة كبيرة جدا جدا ولكن صعب ان يتساوى زخمهما في الوضع الطبيعي اي سرعة الشاحنة الطبيعية وسرعة الرصاصة الطبيعية

السؤال 6

احلل و استنتج في أثناء مشاهدة هند عرضًا عسكريًّا لمجموعة من جنود الجيش العربي الأردني لفت انتباهها إسناد الجنود كعوبَ بنادِقهم على أكتافهم بإحكام عند إطلاق الرصاص منها. لماذا يفعلون ذلك؟

لان اثناء عملية اطلاق الرصاصة أي اثناء خروجها من فوهة البندقية يحدث ارتداد للبندقية للخلف فيساعد اسناد كعب البندقية على اكتافهم على امتصاص معظم القوة الناتجة عن الارتداد مما يسمح للرامي بثبات تسديدته و كذلك البقاء واقفاً.

السؤال 7

أصدرُ حُكمًا: في أثناء جلسة نقاش داخل غرفة الصف عن كيفيّة حركةِ المركبات الفضائيّة في الفضاء، قالت بتول: ((تندفع المركبة الفضائية في الغلاف الجويّ للأرض، ويتغيّرُ مقدار سرعتها واتّجاه حركتها عندما تدفعُ الغازات المنطلقة من الصواريخ المثبتة عليها الهواء الجويّ، وأنه لا فائدةَ من وجودِ هذه الصواريخ في المركبة الفضائية في الفضاء؛ إذ لا يُمكنُ لهذه الصواريخ أن تُغيّر مقدارَ سرعةِ هذه المركبةِ في الفضاءِ أو اتّجاه حركتها؛ لأنه لا يوجدُ هواءٌ في الفضاء تدفعه الغازاتُ الخارجةُ منها .)) أناقشُ صحّةَ قولِ بتول.

الصاروخ يعمل على مبدأ حفظ الزخم الخطي للنظام ، نفس قصة المدفع او البندقية قبل الانطلاق وبعد الانطلاق يكون الزخم الخطي الكلي للنظام ثابت ويحدث شيء مماثل حيث عندما يكون الصاروخ ساكن ثم يتم تشغيل المحرك الذي يعمل على اطلاق الغازات من الصاروخ يحدث ارتداد واندفاع للصاروخ حيث تتحرك الغازات باتجاه واحد ويتغير زخمها وليبقى الزخم الخطي للنظام محفوظ يندفع الصاروخ بالاتجاه المعاكس لاتجاه الغازات .

ملاحظة : يعمل محرك الصاروخ بشكل أفضل وأسهل في الفضاء من الأرض بسبب عدم وجود الهواء الذي يعمل على مقاومة ومحاولة منع وخروج الغازات من المحرك ويقلل من قوة اندفاعها .

أسئلة مراجعة الدرس الثاني

أسئلة مراجعة الدرس الثاني

السؤال 1

الفكرة الرئيسية ما نوعا التصادُم بحسب حفظ الطاقة الحركية؟ وما الفرق بينهما؟

1) تصادم المرن / الطاقة الحركية محفوظة في النظام

2) تصادم غير مرن / الطاقة الحركية غير محفوظة في النظام

السؤال 2

أفسر عندما تتصادم سيارتان فإنهما عادةً لا تلتحمان معًا؛ فهل يعني ذلك أنّ تصادُمَهما مرنٌ؟ أوضح إجابتي.

حالة الالتحام يمكن من خلالها تحديد ان كان التصادم غير مرن أو عديم المرونة

الذي يحدد التصادم مرن ام لا هو مبدأ حفظ الطاقة الحركية و عند تصادم السيارات يحدث تشوه فيها اي أن جزء من الطاقة الحركية يضيع بسبب التشوه و الاثار الناتجة عن التصادم لذلك لا تكون الطاقة الحركية للنظام محفوظة و بالتالي يصنف هنا التصادم بتصادم غير مرن .

توضيح حسب قانون نيوتن الثالث صح كل سيارة رح تأثر على الاخرى بقوة؟؟ صح

كل قوة رح تأثر و تبذل شغل على هيكل السيارة الثانية و كلنا بنعرف العلاقة بين الشغل و الطاقة الحركية يعني جزء من الطاقة الحركية طار بسبب هذا الشغل المبذول و الي عمل على تغير شكل السيارة و جابلها الحلقة الاخيرة .

أحلل و استنتج

السؤال 3

تصادَم جسمان تصادُمًا مرنًا. أُجيبُ عما يأتي:

أ .هل مقدارُ الزخَم الخطيِّ لكلّ جسمٍ قبل التصادُم يساوي مقدارَ زخَمه الخطيّ بعد التصادُم؟ فسّر إجابتي.

ب. هل مقدارُ الطاقة الحركية لكلّ جسمٍ قبل التصادُم يساوي مقدار طاقته الحركية بعد التصادُم؟ أُفسّر إجابتي.

أ) مش دائماً بشكل عام في معظم الحالات (مش جميعها) لا يكون زخم كل جسم بعد التصادم مساوي لمقدار زخمه قبل التصادم ، يا ريت نركز شوي اللي بتساوى مجموع الزخم للنظام كامل قبل التصادم هو الي بساوي مجموع الزخم للنظام كامل بعد التصادم.

ب) مش دائماً بشكل عام معظم الحالات (مش جميعها) لا تكون الطاقة الحركية للجسم بعد التصادم مساوية لمقدار الطاقة الحركية قبل التصادم، في التصادم المرن مجموع الطاقة الحركية للنظام قبل التصادم هي الي بتساوي مجموع الطاقة الحركية للنظام بعد التصادم .

Note متى تكون اجابة أ و ب نعم في حالة جسمان يتحركان مقتربان من بعضهما و متماثلان في الكتلة و مقدار السرعة و ان يكون التصادم مرن .

السؤال 4

أستخدم المتغيرات **كرةُ صلصالٍ كتلتها (2kg) تتحرك شرقًا بسرعةٍ ثابتةٍ، وتصطدم بكرة صلصالٍ أُخرى ساكنة، فتلتحمان معًا وتتحركان شرقًا بسرعة يساوي مقدارُها رُبعَ مقدار السرعة الابتدائية للكرة الأولى. أحسبُ مقدار كتلة الكرة الثانية.**

المعطيات : مش غلط حاط المعطيات حاط ارسم و ثبتها على الرسم : $V_{2i}=0$ V_{1i} =مجهولة

صح عندك ثلاث مجاهيل بس في واحد بدلالة الثاني فسهلة بتختصر و بضل مجهول واحد الي هو طالبه الكتلة للكرة الثانية . هون ما بتقدر تطبق مبدأ حفظ الطاقة الحركية لانه السؤال ما ذكر انه التصادم مرن و بالاصل كرات الصلصال (طينة) اجباري يصير تشوه او التحام و بالتالي التصادم غير مرن ، تعال نطبق مبدأ حفظ الزخم لانه الكمية محفوظة في جميع التصادمات .

$$\sum P_i=\sum P_f \Longrightarrow m_1V_{1i}+m_2V_{2i}=m_1V_{1f}+m_2V_{2f}$$

$$2V_{1i}+0=(m_1+m_2)V_f$$

$$2V_{1i}+0=(2+m_2)\frac{1}{4}V_{1i}$$

$$\frac{4}{V_{1i}}\times 2V_{1i}=(2+m_2)\frac{V_{1i}}{4}\times\frac{4}{V_{1i}}$$

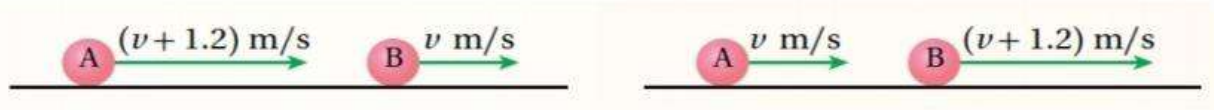
$$8=2+m_2$$

$$-2\quad -2$$

$$m_2=8-2=6\,Kg$$

السؤال 5

أحلل و استنتج كرتا بلياردو (AوB) 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 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 (1.2m/s) عن مقدار سرعة الكرة .(A) هل التصادُم مرن أم غير مرن؟ أوضّح إجابتي.



كرتا بلياردو يعني $m_A = m_B = m$

الي بحدد مرن مش مرن هو حفظ الطاقة الحركية

$$\sum KE_i = KE_{Ai} + KE_{Bi} = \frac{1}{2}m_A V_{Ai}^2 + \frac{1}{2}m_B V_{Bi}^2 = \frac{1}{2}m(V+1.2)^2 + \frac{1}{2}m(V)^2$$

$$\sum KE_f = KE_{Af} + KE_{Bf} = \frac{1}{2}m_A V_{Af}^2 + \frac{1}{2}m_B V_{Bf}^2 = \frac{1}{2}m(V)^2 + \frac{1}{2}m(V+1.2)^2$$

نلاحظ أن $\sum KE_f = \sum KE_i$ هذا يعني التصادم مرن .

السؤال 6

أصدر حُكما تتحرك شاحنة غربًا بسرعةٍ ثابتة: فتصطدم تصادمًا عديم المرونة مع سيارةٍ صغيرةٍ تتحرّكُ شرقًا بمقدار سرعة الشاحنة نفسه. أُجيب عمّا يأتي:

أ . أيّهما يكون مقدار التغيُّر في زخمها الخطي أكبر: الشاحنة أم السيارة؟

ب. أيّهما يكون مقدار التغيُّر في طاقتها الحركية أكبر: الشاحنة أم السيارة؟

أ) في هذا الفرع مقدار التغير في الزخم الخطي لكل منهما متساوي

$\Delta P_2 = -\Delta P_1$ و بالتالي $I_{12} = I_{21}$

ب) الموضوع بسيط جداً حكى في نص السؤال تصادماً عديم المرونة شو رح تفهم ؟؟

أن الشاحنة و السيارة التحموا معاً بعد التصادم يعني سرعتهم النهائية متساوية و اصبحو جسم واحد نفس السرعة و بالأصل سرعتهم الابتدائية متساوية من نص السؤال لذلك (ΔV) التغير في سرعة كل منهما متساوية و من القانون $\sum KE = \frac{1}{2}m\Delta V$

متساويان هنا العلاقة بين الكتلة و التغير في الطاقة الحركية طردي لذلك الشاحنة كتلتها أكبر و بالتالي التغير في طاقتها الحركية أكبر.

الإثراء والتوسع

تصميم السيارة والسلامة

Car Design and Safety

عند توقف سيارةٍ بشكل مفاجئ نتيجةً لحدوث تصادم، فإن قوىً كبيرةً تؤثر في السيارة وركّابها، وتُبدّد طاقاتهم الحركية.
يوجد في مقدمة السيارة ونهايتها مناطق انهيار (ماصّات صدمات Crumple zones)؛ تنبعج وتتشوّه بطريقةٍ يجري فيها امتصاص الطاقة الحركيّة للسيارة وركّابها تدريجيًّا، كما هو موضّحٌ في الصورة. حيث يتشوّه هيكل السيارة المرن المصنوع من صفائح ليّنة ممّا يؤدي إلى تناقص سرعتها تدريجيًّا وامتصاص جزءٍ كبيرٍ من الطاقة الحركية للسيارة والركّاب، وهذا بدوره يزيد زمن التصادُم، ويقلّل مقدارَ القوّة المُحصّلة المؤثّرة في السيارة والركّاب، ممّا يقلّل احتمالية تعرّضهم لإصاباتٍ خطيرة.

أمّا أحزمةُ الأمان Seat belts ؛ فتؤثّر في الركّاب بقوةٍ مقدارُها (10000 N) تقريبًا، بعكس اتّجاه حركة السيارة، خلال مسافة مقدارها(0.5 m) ، وهي تقريبًا المسافة بين راكب المقعد الأمامي والزجاج الأمامي. ففي أثناء الاصطدام، يُثبّت حزام الأمان الراكب في المقعد ويزيد زمن تغيُّر سرعته، وبما أن مقدار التغيُّر في الزخَم الخطيّ للراكب ثابت)إذ يتوقف الراكب في النهاية سواءً استخدم حزام الأمان أم لم يستخدمه(؛ فإنّ مقدار القوّة المُؤثّرة فيه يصبح أقلّ نتيجةَ زيادة زمن التوقف. وفي حال عدم استخدام حزام الأمان سيرتطم الراكب بعجلة القيادة أو زجاج السيارة الأمامي، ويتوقف خ الل فترةٍ زمنيةٍ قصيرةٍ مقارنةً بزمن التوقف عندما يستخدم حزام الأمان، ممّا يعني تأثير قوةٍ كبيرةٍ فيه لإيقافه.

تنتفخ الوسائد الهوائية Air bags الموجودة في بعض السيارات عند حدوث تصادم؛ وتحمي السائق والركّاب من الإصابات الخطرة، فهي مثلًا؛ تحمي السائق من الاصطدام بعجلة القيادة، وتزيد زمن تغيُّر سرعته، فيقلُّ مقدارُ القوّة المؤثّرة فيه، وتوزّع القوّة المؤثّرة فيه على مساحة أكبر من جسمه.

أما مساند الرأس Head restraints ؛ فتضمن حركة رأس الراكب والسائق إلى الأمام مع الجسم، عند صدم السيارة من الخلف. وهذا يمنع كسر الجزء العلوي من العمود الفقري أو تلفَهُ. وتقلُّ احتمالية التعرض لإصابات خطرة عند وقوع حادثٍ بمقدارٍ كبيرٍ إذا استُعملت أحزمة الأمان وثُبّتت مساندُ الرأس.

تُساعد وسائل الأمان الثانوية هذه جميعُها على الحماية من الإصابات الخطرة عند وقوع الحوادث. أما عوامل الس المة الأساسية فهي التي تُسهم في منع وقوع الحوادث وتعتمد على: ثبات السيارة على الطريق، وكفاءة المكابح، وفاعلية أنظمة القيادة والتوجيه، ومقدرة السائق على التعامل مع المتغيرات التي تحدث في أثناء القيادة، إضافةً إلى انتباه السائق؛ نظرًا لأن معظم الحوادث ناتجةٌ عن أخطاءٍ يرتكبها السائقون.

تلخيص القوانين

ملخص القوانين والخرائط

$P = mv$

$\Delta P = m\Delta V$ $\quad \sum F = ma$

$\Delta P = m(V_f - V_i)$ $\quad \sum F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$

$\Delta P = P_f - P_i$ $\quad ma = \frac{\Delta P}{\Delta t}$

$I = \Delta P$

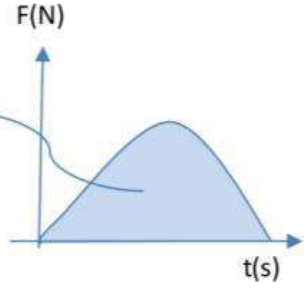
$\Delta P = \sum F \Delta t$

$I = \sum F \Delta t$ $\quad I = \Delta P = \sum F \Delta t$

مخطط ΔP

ΔP

1. $\Delta P = m \Delta V$
2. $\Delta P = m(V_f - V_i)$
3. $\Delta P = P_f - P_i$
4. $\Delta P = I$
5. $\Delta P = \sum F \Delta t = ma\Delta t$
6. $\Delta P = \frac{\Delta P}{\Delta t} \Delta t$
7. $\Delta P = I =$ المساحة تحت المنحنى



حفظ الزخم الخطي

$$F_{12} = -F_{21} \Rightarrow I_2 = -I_1 \Rightarrow \Delta P_2 = -\Delta P_1$$

$$\sum P_i = \sum P_f$$

$$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f}$$

التصادمات

تذكير: $KE = \frac{1}{2}mv^2$

تحديد نوع التصادم

ΔKE

$\Delta KE \neq 0$

بسبب ضياع جزء من الطاقة الحركية

$KE_i > KE_f$

$\frac{KE_i}{KE_f} > 1$ OR $\frac{KE_f}{KE_i} < 1$

هذا التصادم غير مرن

الجسمان التحما بعد التصادم

عديم المرونة

m_1+m_2

$V_{1f} = V_{2f} = V_f$

$\Delta KE = 0$

$KE_i = KE_f$

$\frac{KE_i}{KE_f} = 1$ OR $\frac{KE_f}{KE_i} = 1$

هذا التصادم مرن

الجسمان انفصلا بعد التصادم

غير مرن

m_1 m_2

هنا بعد التصادم

V_{1f} V_{2f}

البندول القذفي

تذكر

$$KE = \frac{1}{2}mv^2 \qquad PE = mgh$$

$$ME_i = ME_f \Longrightarrow KE_i + PE_i = KE_f + PE_f$$

سرعة الرصاصة قبل التصادم بدلالة اقصى ارتفاع

$$V_{1A} = \left(\frac{m_1+m_2}{m_1}\right)\sqrt{2gh}$$

سرعة الرصاصةبعد التصادم (V_{1B}) بدلالة اقصى ارتفاع h

$$V_B = \sqrt{2gh}$$

سرعة الرصاصة قبل التصادم(V_{1A}) بدلالة السرعتها بعد التصادم

$$V_{1A} = \left(\frac{m_1+m_2}{m_1}\right)V_B$$

تلخيص التصادمات

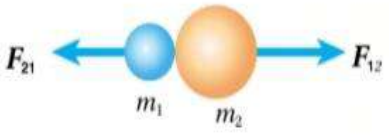
الزخم الخطي والطاقة الحركية في التصادمات

- التصادمات : هي تمثيل حدث يقترب فيه جسمان أحدهما من الأخر ويؤثر كل منهما في الأخر.

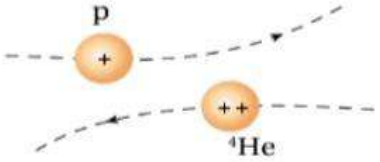
- أشكال التصادمات :

1) يتضمن التصادم تلامساً بين جسمين. مثل : الأجسام والكتل الكبيرة.

2) لا يتضمن التصادم تلامساً بين الأجسام . مثل : بروتون وجسيم ألفا (نواة الهيليوم).



(1)



(2)

- لماذا لا يحتاج تصادم جسيم ألفا والبروتون لتلامس ؟

لأنهما مشحونتان بشحنة موجبة لذلك سوف يتنافران ولا يقتربان من بعضهما .

- التصدمات والطاقة الحركية :

- الطاقة الحركية الخطية لجسم (KE) : هي الطاقة المرتبطة بحركته عند انتقاله من مكان الى أخر (حركة انتقالية).

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

- حيث أن :

m : الكتلة (KG)

v: السرعة (m/s)

- تعلمنا أن الزخم الخطي محفوظ عند تصادم الأجسام أو انفصال الأجسام عن بعضها البعض في الأنظمة المعزولة.

- إن لم تكن الطاقة الحركية محفوظة في النظام عند التصادم فهذا يدل على أن جزءا من هذه الطاقة تحول إلى شكل أو أشكال أخرى من الطاقة .

- أنواع التصادمات من حيث حفظ الطاقة الحركية :
1) تصادم مرن. 2) تصادم غير مرن.

- التصادم المرن :
تكون الطاقة الحركية في التصادمات المرنة محفوظة , أي أن مجموع الطاقة الحركية لأجزاء النظام قبل التصادم مساوية لمجموع الطاقة الحركية بعد التصادم .

- مثال على التصادم المرن :
تصادم كرات البلياردو مع إهمال الطاقة المفقودة على شكل طاقة صوتية .

- الأن عند تصادم جسم A وجسم B تصادم مرن نطبق المعادلات الأتية :
1) معادلة حفظ الزخم الخطي :

$$\sum p_i = \sum p_f$$

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

2) معادلة حفظ الطاقة الحركية :

$$\sum KE_i = \sum KE_f$$

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

- التصادم الغير مرن :
لا تكون الطاقة الحركية في النظام محفوظا , أي أن مجموع الطاقة الحركية قبل التصادم لا تساوي مجموع الطاقة الحركية بعد التصادم .
*لكن يكون الزخم الخطي محفوظا في كل أنواع التصادمات التي تكون القوة الخارجية المؤثرة في الأجسام إن وجدت صغيرة جدا بقوة الفعل ورد الفعل في الأجسام.

- مثال على التصادم الغير مرن :
تصادم كرة مطاطية بسطح صلب , حيث تفقد جزءا من طاقتها الحركية عندما تتشوه الكرة في أثناء ملامستها للسطح.

- عند التحام الأجسام بعد التصادم الغير مرن يسمى هذا التصادم تصادم عديم المرونة .

- التصادم عديم المرونة : هو التصادم الذي ينتج عنه التحام الأجسام المتصادمة معا بعد التصادم , لتصبح جسما واحداً تساوي كتلته مجموع كتل الأجسام المتصادمة.

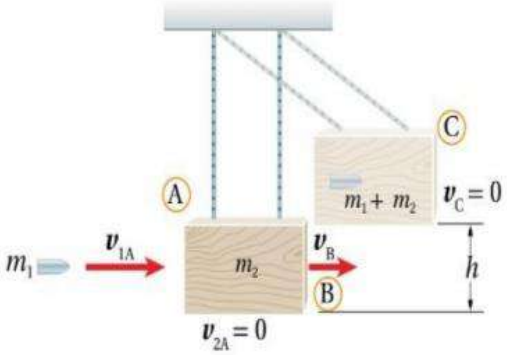
- مثال على التصادم عديم المرونة :
1) اصطدام سيارتان معا وتحركهما معا بعد التصادم .
2) اصطدام كرتي صلصال معا .

- بتطبيق معادلة حفظ الزخم الخطي على هذا النظام نحصل على :

$$m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = m_A v_{Af} + m_B v_{Bf}$$
$$m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = (m_A + m_B) v_f$$
$$v_f = \frac{m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi}}{m_A + m_B}$$

- تطبيق عملي : البندول القذفي :

- يستخدم هذا البندول لقياس مقدار سرعة مقذوف كالرصاصة.



* يتم إطلاق رصاصة كتلتها m_1 باتجاه كتلة ساكنة كبيرة من الخشب كتلتها m_2 , وتكون الكتلة الكبيرة معلقة بخيطين خفيفين , وعندما تخترق الرصاصة الكتلة الكبيرة وتستقر داخلها , فإن النظام يتحرك كجسم واحد .
- لحساب سرعة الرصاصة قبل اصطدامها بقطعة الخشب يجب معرفة الارتفاع (h).
- نطبق قانون حفظ الزخم الخطي قبل التصادم :

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

الرمز A يدل على النظام قبل التصادم .

الرمز B يدل على النظام بعد التصادم .

الرمز C يدل على النظام عند أقصى ارتفاع .

- عند افتراض النقطة B نقطة مرجع أي أن طاقة الوضع عند النقطة تساوي صفرا ($PE_B = 0$) , وبما أنه لا توجد قوى محافظة تبذل شغلاً على النظام في أثناء حركته بعد التصادم فإن الطاقة الميكانيكية محفوظة, وتكون الطاقة الحركية عند أقصى ارتفاع عند النقطة C تساوي صفرا ($KE_c = 0$) .

$$ME_B = ME_C$$
$$KE_B + KP_B = KE_C + PE_C$$
$$\frac{1}{2}(m_1 + m_2)v_B^2 + 0 = 0 + (m_1 + m_2)gh$$
$$\frac{1}{2}(\frac{m_1 v_{1A}}{m_1 + m_2})^2 = gh$$
$$v_{1A} = (\frac{m_1 + m_2}{m_1})\sqrt{2gh}$$

س : أقارن بين التصادم المرن , والتصادم الغير مرن , والتصادم عديم المرونة من حيث : حفظ الزخم الخطي , حفظ الطاقة الحركية , التحام الأجسام بعد التصادم .

	التصادم المرن	التصادم غير المرن	تصادم عديم المرونة
حفظ الطاقة الحركية			
حفظ الزخم الخطي			
التحام الأجسام بعد التصادم			

- **التصادم في بعد واحد :**

هو التصادم الذي يحدث عندما يتحرك جسمان قبل التصادم على امتداد الخط المستقيم نفسه , ويتم الاصطدام رأسا برأس , وتبقى حركتهما على المسار المستقيم نفسه .

أمثلة متنوعة

مثال (1)

- تتحرك الكرة (A) باتجاه محور ($+x$) بسرعة ($6\ m/s$) ; فتصطدم رأسا برأس بكرة أخرى (B) أمامها تتحرك باتجاه محور $+x$ ( ) بسرعة ($3m/s$) . بعد التصادم تحركت الكرة (B) بسرعة مقدارها ($5m/s$) بالاتجاه نفسه قبل التصادم إذا علمت أن ($m_B = 3kg\ , m_A = 5kg$) فأجد ما يلي :

أ- أحسب مقدار سرعة لكرة (A) بعد التصادم وأحدد اتجاهها.

ب- أحدد نوع التصادم .

المعطيات :

$$v_{Ai} = 6\,m/s\ ,+x\ ,v_{Bi} = 3\,m/s\ ,+x\ ,v_{Bf} = 5\,m/s\ ,+x\ ,m_A = 5kg\ ,m_B = 3kg$$

أ - أحسب مقدار سرعة لكرة (A) بعد التصادم وأحدد اتجاهها :

$$\sum p_i = \sum p_f$$
$$m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = m_A v_{Af} + m_B v_{Bf}$$
$$5 \times 6 + 3 \times 3 = 5 \times v_{Af} + 3 \times 5$$
$$v_{Af} = \frac{39 - 15}{5} = \frac{24}{5}$$
$$= 4.8\ m/s\ ,+x$$

ب – حدد نوع التصادم :

* لتحديد نوع التصادم يجب حساب التغير في الطاقة الحركية .

$$\Delta KE = KE_f - KE_i$$
$$= \frac{1}{2}m_A v_{Af}^2 + \frac{1}{2}m_B v_{Bf}^2 - \left(\frac{1}{2}m_A v_{Ai}^2 + \frac{1}{2}m_B v_{Bi}^2\right)$$
$$= \frac{1}{2}(5 \times (4.8)^2 + 3 \times (5)^2) - \frac{1}{2}(5 \times (6)^2 + 3 \times 3^2)$$
$$\Delta KE = -8.4\,J$$

- بما أن التغير في الطاقة الحركية للنظام سالب ، فهذا يعني حدوث نقص في الطاقة الحركية , والكرتان لم تلتحما بعد التصادم ; اذا التصادم غير مرن

مثال (2)

- أطلق سعد سهما كتلته (0.03kg) أفقيا باتجاه بندول قذفي كتلته (0.72kg) فاصطدم به والتحما معا، بحيث كان أقصى ارتفاع وصل إليه البندول فوق المستوى الإبتدائي له يساوي (20cm)

وباعتبار تسارع السقوط الحر ($10\,m/s^2$) أجب عما يلي :

أ - أي مراحل حركة النظام المكون من البندول والسهم يكون فيها الزخم الخطي محفوظا ؟

ب - أي مراحل حركة النظام تكون فيها الطاقة الميكانيكية محفوظة ؟

ج - أحسب مقدار السرعة الإبتدائية للسهم.

الحل :

أ - يكون الزخم الخطي محفوظا في التصادم عديم المرونة بين السهم والبندول.

ب - تكون الطاقة الميكانيكية محفوظة للسهم قبل التصادم كما تكون الطاقة الميكانيكية محفوظة للبندول والسهم بدأ من حركتهما معا بعد التصادم مباشرة وحتى وصولهما إلى أقصى ارتفاع وذلك عند إهمال قوى الاحتكاك .

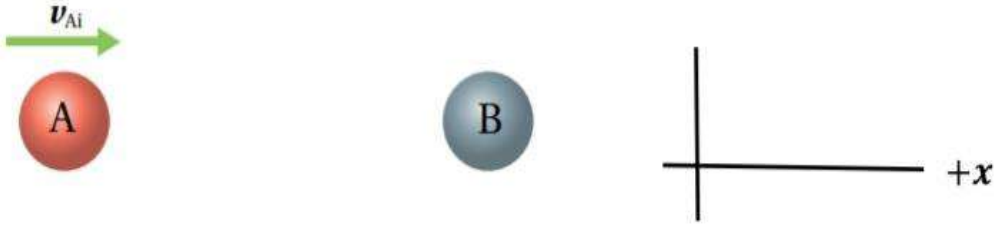
- نفرض رمز كتلة البندول القذفي A و السهم B .

ج -

$$v_{Bi} = \left(\frac{m_A + m_B}{m_B}\right)\sqrt{2gh}$$
$$= \left(\frac{0.72 + 0.03}{0.03}\right)\sqrt{2 \times 10 \times 0.2}$$
$$= 50\ m/s$$

مثال (3)

- كرتا بلياردو كتلة كل منهما (0.16 kg), تتحرك الكرة الحمراء (A)باتجاه محور $+x$ بسرعة ($2\,m/s$) نحو الكرة الزرقاء (B) الساكنة وتتصادمان رأسا برأس تصادما مرنا . جد مقدار سرعة الكرة (B) بعد التصادم وحدد اتجاهها .



المعطيات :

$$m_A = m_B = 0.16kg\ , v_{Ai} = 2\,m/s\ , +x\ , v_{Bi} = 0$$

الحل :

$$\sum p_i = \sum p_f$$

$$m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = m_A v_{Af} + m_B v_{Bf}$$
$$m_{AB}(v_{Ai} + v_{Bi}) = m_{AB}(v_{Af} + v_{Bf})$$
$$v_{Ai} + v_{Bi} = v_{Af} + v_{Bf}$$
$$2 + 0 = v_{Af} + v_{Bf}$$
$$v_{Af} + v_{Bf} = 2$$
$$v_{Af} = 2 - v_{Bf} \quad \dashrightarrow \boxed{1}$$

- بما أنه يوجد كميتان مجهولتان؛ أحتاج الى معادلة ثانية أحصل عليها بتطبيق حفظ الطاقة الحركية على نظام لكرتين قبل التصادم وبعده لأن التصادم مرن

$$KE_i = KE_f$$
$$\frac{1}{2}m_A v_{Ai}^2 + \frac{1}{2}m_B v_{Bi}^2 = \frac{1}{2}m_A v_{Af}^2 + \frac{1}{2}m_B v_{Bf}^2$$
$$\frac{1}{2}m_{AB}(v_{Ai}^2 + v_{Bi}^2) = \frac{1}{2}m_{AB}(v_{Af}^2 + v_{Bf}^2)$$
$$4 + 0 = v_{Af}^2 + v_{Bf}^2$$
$$v_{Af}^2 + v_{Bf}^2 = 4$$
$$\dashrightarrow \boxed{2}$$

- نعوض المعادلة 1 في المعادلة 2 :

$$(2 - v_{Bf})^2 + v_{Bf}^2 = 4$$
$$v_{Bf}^2 - 4v_{Bf} + 4 + v_{Bf}^2 = 4$$
$$2v_{Bf}^2 - 4v_{Bf} = 0$$
$$v_{Bf}(v_{Bf} - 2) = 0$$

$$v_{Bf} = 0\ , \qquad v_{Bf} = 2\,m/s\ , +x$$

- بتعويض الحلول في المعادلة 1 :

$$v_{Af} = 2 - 0 = 2\,m/s\ , +x$$

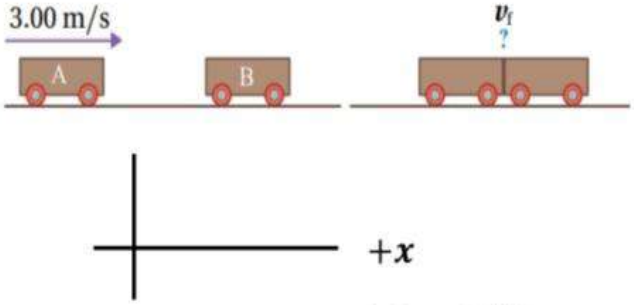
- وهذا يعني أن الكرة (A) اخترقت الكرة (B) وهذا امر مستحيل .

$$v_{Af} = 2 - 2 = 0$$

- وهذا يعني أن الكرة (A) سكنت بعد التصادم وهذا يحدث اذا كان التصادم مرنا , وكانت للكرتان الكتلة نفسها.

مثال (4)

- عربة قطار (A) كتلتها ($1.8 \times 10^3 kg$) تتحرك في مسار افقي مستقيم لسكة حديد بسرعة مقدارها ($3\ m/s$) باتجاه محور $+x$, فتصطدم بعربة أخرى (B) كتلتها ($2.2 \times 10^3 kg$) تقف على المسار نفسه , وتلتحمان معا وتتحركان على المسار المستقيم لسكة الحديد نفسه , أجب عما يلي :



أ – سرعة عربتي القطار بعد تصادم , وأحدد اتجاهها.
ب- ما نوع التصادم ؟ وهل الطاقة الحركية محفوظة في هذا النوع من التصادمات؟ برر إجابتك .

المعطيات :

$$m_A = 1.8 \times 10^3 kg\ , m_B = 2.2 \times 10^3 kg\ , v_{Ai} = 3\ m/s\ , +x\ , v_{Bi} = 0$$

أ- سرعة عربتي القطار بعد تصادم , واتجاهها :

$$\sum p_i = \sum p_f$$
$$m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = (m_A + m_B) v_f$$
$$1.8 \times 10^3 \times 3 + 0 = (1.8 \times 10^3 + 2.2 \times 10^3) v_f$$
$$5.4 \times 10^3 = 4 \times 10^3 v_f$$
$$v_f = \frac{5.4 \times 10^3}{4 \times 10^3} = 1.35\ m/s\ , +x$$

ب - ما نوع التصادم ؟ وهل الطاقة الحركية محفوظة في هذا النوع من التصادمات؟ برر إجابتك .

$$KE_i = \frac{1}{2} m_A v_{Ai}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{Bi}^2$$
$$= \frac{1}{2} \times 1.8 \times 10^3 \times (3)^2 + 0 = 8.1 \times 10^3 J$$
$$KE_f = \frac{1}{2} (m_A + m_B) v_f^2$$
$$= \frac{1}{2} (1.8 \times 10^3 kg + 2.2 \times 10^3 kg)(1.35)^2$$
$$= 3.65 \times 10^3 J$$
$$\Delta KE = 3.65 \times 10^3 - 8.1 \times 10^3$$
$$= -4.45 \times 10^3 J$$

- التغير في الطاقة الحركية سالب , أي أن الطاقة الحركية غير محفوظة , والعربتان التحمتا معا بعد التصادم لذا فإن التصادم عديم المرونة

مثال (5)

- أطلق محقق رصاصة كتلتها (0.03kg) أفقيا باتجاه بندول قذفي كتلته (0.97kg) , فاصطدمت به والتحما مع بعض , فكان أقصى ارتفاع وصل إليه البندول فوق المستوى الابتدائي له (45 cm) ,أحسب مقدار السرعة الابتدائية للرصاصة.

الحل :

- نفرض رمز كتلة البندول القذفي B و الرصاصة A .

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

$$v_{Ai} = \left(\frac{0.03 + 0.97}{0.033}\right) \sqrt{2 \times 10 \times 0.45} = 100\ m/s$$

أسئلة متنوعة

- ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة :

1- صندوقان (B,A) يستقران على سطح أفقي أملس أثرت في كل منهما القوة المحصلة نفسها باتجاه محور $+x$ للفترة الزمنية نفسها (Δt).إذا علمت ان كتلة الصندوق (m_A) أكبر من كتلة الصندوق (m_B) فأي العلاقات الأتية صحيحة في نهاية الفترة الزمنية نفسها ؟

أ. $p_A < p_B , KE_A < KE_B$ ب. $p_A = p_B , KE_A > KE_B$

ج. $p_A = p_B , KE_A < KE_B$ د. $p_A > p_B , KE_A > KE_B$

الجواب (د)

2- كرة A تتحرك بسرعة (2m/s) غربا ; فتصطدم بكرة اخرى ساكنة B مماثلة لها تصادما مرنا في بعد واحد . إذا توقفت الكرة A بعد التصادم , فإنا مقدار سرعة الكرة B واتجاهها بعدد التصادم يساوي :

أ. (2m/s) شرقا. ب. (2m/s) غربا. ج. (1m/s) شرقا. د. (1m/s) غربا.

الجواب : (ب)

3- يركض عمر شرقا بسرعة (4m/s) , ويقفز في (90kg) تتحرك شرقا بسرعة مقدارها (1.5m/s) . إذا أن كتلة عمر (60kg) ; فما مقدار سرعة حركة عمر والعربة معا ؟ وما اتجاهها ؟

أ. (2m/s) شرقا. ب. (5.5m/s) غربا. ج. (2.75m/s) شرقا. د. (2.5m/s) شرقا.

4-جسم كتلته (4kg) يتحرك بسرعة مقدارها (2m/s) أثرت عليه قوة مقدارها (8 N) بنفس اتجاه حركته لمدة (5 s) فان الزخم الخطي النهائي يساوي بوحدة (kg.m/s):

أ. 32 ب.8 ج. 40 د.48

الجواب (د).

5- كرة كتلتها (0.2kg) تقترب من مضرب بسرعة (40m/s) وترتد عنه بسرعة (50m/s) إذا كان زمن التلامس (0.2s) فان القوة التي يؤثر بها المضرب على الكرة تساوي بوحدة نيوتن :

أ.18 ب. 10 ج.90 د.2

الجواب (ج)

---

6. يدور قمر صناعي كتلته m حول الأرض في مسار دائري بسرعة ثابتة v فإن التغير في زخمه عند اجتيازه ربع دورة

أ.0 ب.2mv ج.$mv\sqrt{2}$ د. 0.5mv

الجواب(ج)

---

7. يدور قمر صناعي كتلته m حول الأرض في مسار دائري بسرعة ثابتة v فإن التغير في زخمه عند اجتيازه نصف دورة

أ.0 ب.2mv ج.$mv\sqrt{2}$ د. 0.5mv

الجواب(ب)

8.الكمية المحفوظة دائماً في اي عملية تصادم هي:
أ.الطاقة الحركية ب.الزخم الخطي ج.السرعة د.الطاقة الميكانيكا
الجواب (د)

9.عندما يصطدم جسمان مختلفان في الكتلة فإن الدفع الذي يؤثر به كل جسم على الاخر
أ.متساوي في المقدار ومتعاكس في الاتجاه لجميع انواع التصادمات
ب.متساوي في المقدار ومتعاكس في الاتجاه للتصادمات المرنة فقط
ج.متساوي في المقدار لجميع انواع التصادمات
أ.متساوي في المقدار ومتعاكس في الاتجاه لجميع انواع التصادمات عديمة المرونة فقط
الجواب (ب)

10.اي العبارات التالية ليست صحيحة لجميع انواع التصادمات في نظام معزول
أ.يكون احد الجمسين على الاقل متحرك
ب. الطاقة الحركية للنظام محفوظة
ج. قد لا يتلامس الجسمات المتصادمان
د. الزخم للنظام محفوظ
الجواب (ب)

11. اصطدم جسم A كتلته m_1 يتحرك بسرعة v_1 بكرة كتلتها m_2 و سرعتها v_2 حيث أن $m_2 > m_1$ و $v_1 > v_2$ تصادم عديم المرونة , فإن التغير في الزخم:
أ. يكون أكبر للجسم Aمنه للكرة
ب. يكون أكبر للكرة منه للجسم A
ج. متساوٍ لكل منهما متعاكس في الاتجاه
د.متساوٍ لكل منهما مقداراً و اتجاهاً
الجواب (ج)

12.إذا ركل رائد فضاء حجراً وهو في الفضاء الخارجي , اي العبارات التالية صحيحة:
أ.يتحرك رائد الفضاء والحجر بنفس السرعة و في اتجاهين متعاكسين
ب.يتحرك رائد الفضاء والحجر بسرعتين مختلفتين مقداراً ولكن في نفس الاتجاه
ج.يتحرك رائد الفضاء بسرعة اقل من سرعة الحجر و باتجاه معاكس لسرعة الحجر
د.لا يتحرك اي منهما
الجواب (ج): لانه الزخم محفوظ وبالتالي تتناسب السرعة عكسياً مع الكتلة

13.ينزلق متزلج كتلته (40kg) على الجليد بسرعة مقدارها (2m/s) اصطدم بزلاجة ثابتة كتلتها (10kg) على الجليد و واصل المتزلج إنزلاقه مع الزلاجة بنفس اتجاه حركته الاصلية فإن السرعة المشتركة له بعد التصادم:
أ.0.4 m/s ب. 0.8 m/s ج.1.6m/s د.3.2m/s
الجواب(ج)

14.كرتان كتلتهما (3.5 kg) و (1.5 kg) يسيران باتجاه واحد وعلى خط مستقيم على الترتيب بسرعة (10m/s) و (4m/s) اذا تصادمتا و كونتا جسماً واحداً بعد التصادم فان سرعة كل منهما بعد التصادم بوحدة m/s:

أ.12 ب. 6 ج. 7 د.8.2

الجواب : (د)

- اقرأ الفقرة التالية ثم أجيب على الأسئلة (17,16,15) :

تتحرك كرة كتلتها (2kg) اتجاه الغرب بسرعة (6m/s) فتصطدم بأخرى كتلتها (3kg) تتحرك باتجاه الشرق بسرعة (4m/s) , فإذا أصبحت سرعة الكرة الأولى بعد التصادم (4.5m/s) مباشرة نحو الشرق , ودام التصادم (0.02s) جد :

15- سرعة الكرة الثانية بعد التصادم مباشرة بوحدة (m/s) :

أ. 30 ب. 3- ج. 3 د.30-

الجواب: (ب)

16- متوسط القوة التي أثرت بها الكرة الأولى على الكرة الثانية أثناء التصادم بوحدة (N) :

أ. 1000 ب. 1050 ج. 750 د. 1050-

الجواب : (د)

17- نوع التصادم :

أ- تصادم مرن ب- تصادم غير مرن ج- تصادم عديم المرونة

الجواب : (ب)

18-يتحرك جسم كتلته (16kg) في اتجاه x+ بسرعة (3m/s) , ويتحرك جسم أخر كتلته (4kg) في اتجاه x– بسرعة (6m/s) يصطدم الجسمان بشكل مباشر ويلتحمان , ما سرعتهما بعد الاصطدام مباشرة بوحدة (m/s):

أ- 4 ب- 3 ج-1.2 د- 3.2

الجواب : (ج)

- اقرأ الفقرة التالية ثم أجيب على الأسئلة (20,19) :

جسم سرعته (55m/s) وكتلته m_1 تصادما مرنا مع جسم أخر ساكن كتلته (5kg) , وبعد التصادم تحرك الجسم الأول في الاتجاه المعاكس بسرعة (20m/s) أجب عما يلي :

19- كتلة الجسم الأول بوحدة (kg) :

أ- 2.4 ب- 2 ج- 2.9 د- 4

الجواب : (أ)

20- سرعة الجسم الثاني بعد التصادم مباشرة :

أ- 3 ب-27 ج- 3.8 د- 4.5

الجواب : (ج)

علل ما يأتي :

1- يضرب لاعب كرة القدم الكرة بمشط رجله.

حتى يزيد من زمن تلامس الكرة مع الرجل وبالتالي تكتسب اكبر دفع لتصل الى اكبر مدى.

2- تحطم عدد من حجارة الطوب المرتبة فوق بعضها البعض عندما يضربها اللاعب سريعا.

يؤثر اللاعب بدفع كبير على الحجارة بسبب السرعة العالية والفترة الزمنية الصغيرة نسبيا ويظهر الدفع الكبير بتحطم حجارة الطوب .

3- يمكن اهمال تاثير القوى الخارجية خلال فترة التصادم.

وذلك بسبب التاثير الكبير للقوى المتبادلة اثناء عملية التصادم مقارنة بتاثير القوى الخارجية .

4- توضع اكياس من الرمل بمحاذاة خنادق الجنود في الاماكن المعرضة للقصف.

حتى يكون زمن تصادم القذيفة مع الرمل طويل نسبيا بالمقارنة مع تصادمها مع المواد الصلبة وهذا بدوره يقلل من قوة الدفع على الرصاصة وتقليل الضرر.

5- يوضع البيض في وعاء من الكرتون بدل من وعاء من المعدن.

في وعاء الكرتون تكون فترة التلامس بين البيض والكرتون طويلة نسبيا وبالتالي القوة المؤثرة عليه قليلة فيما لو كان في وعاء من المعدن.

أسئلة مراجعة الوحدة

1. أضعُ دائرةً حول رمز الإجابة الصحيحة لكلّ جملة ممّا يأتي:

1. وحدة قياس الزخَم الخطيِّ حسب النظام الدولي للوحدات، هي:

أ . N.m/s ب. $kg.m^2/s$ جـ. N/s د. kg.m/s

2. كلّما زاد زمن تأثير قوّة (F) في جسم كتلته (m):

أ . زاد الدفع المؤثر فيه، وزاد التغيُّر في زخَمه الخطيّ.

ب. زاد الدفع المؤثر فيه، ونقصَ التغيُّر في زخَمه الخطيّ.

جـ. نقصَ الدفع المؤثر فيه، وزاد التغيُّر في زخَمه الخطيّ.

د . نقصَ كلّ من: الدفع المؤثر فيه، والتغيُّر في زخَمه الخطيّ.

3. يعتمد الزخَمُ الخطيُّ لجسم على:

أ . كتلته فقط. ب. سرعته المُتّجهة فقط.

جـ. كتلته وسرعته المُتّجهة. د . وزنه وتسارع السقوط الحر.

4. يتحرّك جسم كتلته (10 kg) أُفقيًّا بسرعة ثابتة (5 m/s) شرقًا. إنّ مقدار الزخَم الخطيّ لهذا الجسم واتّجاهه هو:

أ. 0.5 kg.m/s شرقًا. ب. 50 kg.m/s غربًا. جـ. 2 kg.m/s غربًا. د. 50 kg.m/s شرقًا.

5. تتحرك سيارة شمالًا بسرعةٍ ثابتةٍ؛ بحيث كان زخمُها الخطي يساوي (9×10^4 N.s). إذا تحركت السيارة جنوبًا بمقدار السرعة نفسه فإن زخَمها الخطيّ يساوي:

أ. 9×10^4 N.s ب. -9×10^4 N.s جـ. 18×10^4 N.s د. 0 N.s

6. تركض لينا غربًا بسرعة مقدارها (3 m/s). إذا ضاعفت لينا مقدارَ سرعتها مرّتان فإنّ مقدار زخَمها الخطيّ:

أ . يتضاعفُ مرّتان. ب. يتضاعف أربع مرات. جـ. يقلُّ بمقدار النصف. د. يقلُّ بمقدار الربع.

7. صندوقان (A وB) يستقران على سطح أفقيٍّ أملسٍ. أثّرت في كل منهما القوّة المُحصّلة نفسُها باتّجاه محور $+x$ للفترة الزمنية (Δt) نفسِها. إذا علمتُ أن كتلة الصُّندوق (m_A) أكبر من كتلة الصُّندوق (m_B)؛ فأيُّ العلاقات الآتية صحيحة في نهاية الفترة الزمنية؟

أ. $p_A < p_B, KE_A < KE_B$ ب. $p_A = p_B, KE_A > KE_B$

جـ. $p_A = p_B, KE_A < KE_B$ د. $p_A > p_B, KE_A > KE_B$

8. 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

9. 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.

10. 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 اتّجاهها؟

أ. 2.0 m/s شرقًا. ب. 5.5 m/s غربًا. جـ. 4.2 m/s غربًا. د. 2.5 m/s شرقًا.

11. 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 نحو الشاطئ.

أقرأُ الفقرة الآتية، ثم أُجيب عن الأسئلة (12–14) بافتراض الاتّجاه الموجب باتّجاه محور $+x$.

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

12. ما الزخَم الخطيّ الكُلّي للسيارة والشاحنة بعد التصادُم؟

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

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

13. ما الزخَم الخطيّ الكُلّي للسيارة والشاحنة قبل التصادُم؟

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

14. ما السرعة المُتّجهة للشاحنة قبل التصادُم مباشرةً؟

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

15. المساحة المحصورة تحت منحنى (القوّة - الزمن) تساوي مقدار:

أ. القوّة المُحصّلة ب. الزخَم الخطيّ جـ. الدفع د. الطاقة الحركية

إجابة السؤال 1 اختيار متعدد ، سيتم وضع رمز الاجابة الصحيحة لكل فقة في جدول ثم توضيح كل فقرة :

رقم الفقرة	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
رمز الاجابة الصحيحة	د	أ	ج	د	ب	أ	ج	ج	ب	د	ج	ب	ج	د	ج

1) $P = mv \Longrightarrow kg.m/s$ موجود في الخيارات الاجابة (د) kg.m/s

$\Delta P = \sum f\Delta t$ N.s غير موجودة في الخيارات

---

2) بشكل عام $I = \Delta P = \sum F\Delta t$ هاي المعادلة دايماً صفطها هيك بترتاح

زاد يزداد يزداد

و عليه الاجابة (أ) زاد مقدار الدفع المؤثر فيه، و زاد مقدار التغير في زخمه الخطي .

---

3) من القانون $P=mv$ يعتمد الزخم على ج) كتلته و سرعته المتجهة .

---

4) P=?? شرقاً $V=5m/s$ m $M = 10$ kg

الاجابة د) شرقاً $P = mv = 10 \times 5 = 50$ kg.m/s

---

5) تحرك السيارة بنفس السرعة يعني امتلاكها نفس مقدار الزخم (9×10^4 N.s) لكن اتجاه حركتها الجديد عكس اتجاه حركتها السابقة لذلك نعكس الاشارة و عليه الاجابة ب) (-9×10^4N.s) السالب : جنوب عكس الشمال .

---

6) بما ان العلاقة بين الزخم الخطي و السرعة المتجهة علاقة طردية خطية $p=mv$ فإن مضاعفة السرعة مرتان فإن مقدار الزخم سيتضاعف ايضاً مرتان الاجابة أ) يتضاعف مرتان .

7

لأن $P_i = 0$ مستقران ، $\Delta P = P_f$

و عليه من العلاقة $\sum F_A = \sum F_B$

فإن $\Delta P_A = \Delta P_B$ و عليه $P_A = P_B$ $\Delta P = \sum F \Delta t$ $\Delta t_A = \Delta t_B$

$$KE = \frac{1}{2} m v^2 \Longrightarrow KE = \frac{1}{2} m v \times v \Longrightarrow KE = \frac{Pv}{2}$$

بما أنه A و B يمتلكان نفس مقدار الزخم فإنه من المعادلة

$KE = \frac{PV}{2}$ ← متساويان في الزخم ، مختلفان في السرعة

من السؤال $m_A > m_B$ و $P_A = P_B$ فعليه $V_A < V_B$

أي أن $KE_A < KE_B$

* أو :

$$KE = \frac{1}{2} m v^2 \times \frac{m}{m}$$

$$KE = \frac{1}{2} \frac{m^2 v^2}{m} = \frac{1}{2} \frac{P^2}{m} \Longrightarrow KE = \frac{P^2}{2m}$$

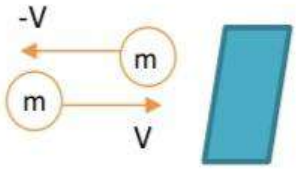
لهم نفس الزخم اقل كتلة أكبر طاقة حركية

الاجابة ج) $KE_A < KE_B$ ، $P_A = P_B$

8

السؤال ما سألك كم يصبح زخمه

زي فكرة سؤال 5 لو سألك احكيله $-mv$

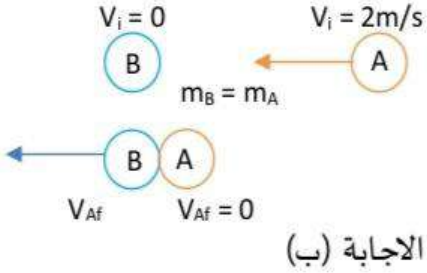


طلب السؤال التغير

$$\Delta P = P_f - P_i = m(-v) - mv = -mv - mv$$

$$\Delta P = -2mv$$ الاجابة (ج) $2mv$

9



$\sum P_i = \sum P_f$

$m_A V_{Ai} + m_B V_{Bi} = m_A V_{Af} + m_B V_{Bf}$ اختصر m لانها متماثلة

$-2 + 0 = 0 + V_{Bf}$

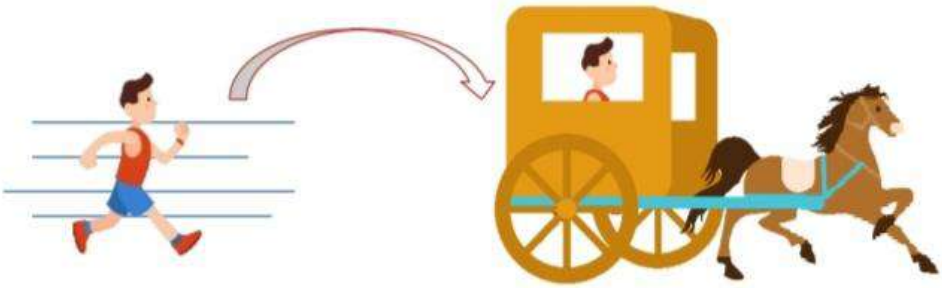
$V_{Bf} = -2\ m/s$ غرب

الاجابة (ب)

اخذنا هيك ملاحظة كتلتان متماثلتان و التصادم مرن

السرعة النهائية للكرة الأولى بتساوي السرعة الابتدائية للكرة الثانية و السرعة النهائية للكرة الثانية بتساوي السرعة الابتدائية للأولى لذلك 2m/s غرب

10



الاجابة (د) $m_1 + m_2 = 150kg$ $m_{\text{عربة}} = m_2 = 90\ kg$ $m_{\text{عمر}} = m_1 = 60\ kg$

$V_{1f} = V_{2f} = V_f = ??$ $V_2 = 1.5\ m/s$ $V_1 = 4m/s$ شرقاً

نطبق مبدأ حفظ الزخم الخطي

$\sum P_i = \sum P_f$ $\longrightarrow$ الشرق +X

$m_1V_{1i} + m_2V_{2i} = m_1V_{1f} + m_2V_{2f}$

$60 \times 4 + 90 \times 1.5 = (m_1+m_2)\,V_f$

$240 = 135 = (60+90)V_f$

$375 = 150V_f$

$V_f = 2.5\ m/s$ شرقاً

تبسيط

$$V_f = \frac{375}{150} = \frac{15}{6} = \frac{7.5}{3} = 2.5$$

11

نفرض شذى 1

نفرض القارب 2

$V_{1f} = 3m/s$ نحو الشاطىء +X

$V_{2f} = ??$

$m_1 = 50\ kg$ $V_{1i} = 0$

$m_2 = 300kg$ $V_{2i} = 0$

$\sum P_i = 0$ في حالة السكون

نطبق مبدأ حفظ الزخم الخطي :

$\sum P_i = \sum P_f$

$0 = m_1V_{1f} + m_2V_{2f}$ $0 = 50 \times 3 + 300\ V_{2f}$

$0 = 150 + 300\ V_{2f}$ $-150 = 300\ V_{2f}$

$$V_{2f} = \frac{-150}{300} = -\frac{1}{2} = -0.5\ m/s$$

شذى قفزت بعيدة عن الشاطىء عكس اتجاه الحركة

الاجابة (ج) 0.5m/s بعيداً عن الشاطىء.

12

السيارة (1) $m_1 = 1\times 10^3\ kg$ $V_{1i} = 90\ m/s\ ,\ +X$

الشاحنة (2) $m_1 = 3\times 10^3\ kg$ $V_{2i} =$ مجهولة , لكن بنفس اتجاه السيارة $+X$

التحمتا معاً أكيد سرعتها ستبقى بنفس الاتجاه الي قبل التصادم

$$V_{1f} = V_{2f} = V_f = 25\ m/s\ +X$$

$$\sum P_f = m_1V_{1f} + m_2V_{2f} = (m_1+m_2)V_f = (1\times 10^3 + 3\times 10^3)\times 25$$

$$\sum P_f = 4\times 10^3 \times 25 = 100\times 10^3 = 1\times 10^5\ kg.m/s$$

الاجابة (ب) $1.0\times 10^5\ kg.m/s$

13

الزخم الخطي الكلي للنظام محفوظ $\sum P_i = \sum P_f = 1\times 10^5\ kg.m/s$

الاجابة(ج) $1.0\times 10^5\ kg.\ m/s$

14

$$\sum P_i = m_1V_{1i} + m_2V_{2i} = 1\times 10^5$$

$$1\times 10^3 \times 90 + 3\times 10^3 V_{2i} = 1\times 10^5$$

$$90\times 10^3 + 3\times 10^3 V_{2i} = 1\times 10^5$$

$$3\times 10^3 V_{2i} = 1\times 10^5 - 90\times 10^3$$

$$3\times 10^3 V_{2i} = 10\times 10^4 - 9\times 10^4$$

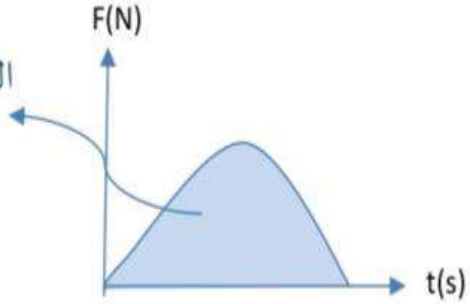
$$V_{2i} = \frac{1\times 10^4}{3\times 10^3} = \frac{10\times 10^3}{3\times 10^3} = \frac{10}{3} = 3.3$$

الاجابة(د) $3.3\ m/s$

15

الاجابة (ج) الدفع

الدفع أو التغير في الزخم الخطي



متابعة أسئلة مراجعة الوحدة

2. أُفسّرُ ما يأتي:

أ . تقف نرجسُ على زلاجةٍ ساكنةٍ موضوعةٍ على أرضيّة غرفةٍ ملساء وهي تحمل حقيبتها. وعندما قذفت حقيبتها إلى الأمام تحركت هي والزلاجة معًا إلى الخلف.

ب. تُغطّى أرضيّة ساحات الألعاب عادةً بالعشب أو الرمل، حيث يكمن خطر سقوط الأطفال.

.2

أ. الزخم الخطي للنظام (نرجس–الحقيبة–الزلاجة) محفوظ ويساوي صفرًا؛ بسبب وضع السكون قبل رمي الحقيبة، فالزخم الخطي للحقيبة عند قذفها يساوي الزخم الخطي لنرجس والزلاجة في المقدار، ويعاكسه في الاتجاه، لذلك تتحرك نرجس والزلاجة بعكس اتجاه حركة الحقيبة.

ب. العشب أو الرمل يتشوهان أثناء الاصطدام، بحيث يزداد زمن اصطدام الطفل. وباستخدام العلاقة $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ ، ولأن مقدار التغير في الزخم ثابت، فإن مقدار القوة المؤثرة يقل بزيادة Δt.

3. أُحلّل: يقف صيّاد على سطح قاربٍ صيدٍ طويلٍ ساكنٍ، ثم يتحرك من نهاية القارب نحو مقدمته. أُجيب عمّا يأتي:

أ. أُفسّر: هل يتحرك القارب أم لا؟ أُفسّر إجابتي.

ب. أُقارن بين مجموع الزخم الخطيّ للقارب والصيّاد قبل بدء حركة الصيّاد وبعد حركته.

.3

أ. نعم يتحرك القارب؛ الزخم الخطي محفوظ، لذا فإن حركة الصيّاد نحو مقدمة القارب تؤدي إلى حركة القارب في الاتجاه المعاكس بمقدار الزخم الخطي نفسه، فيكون مجموع الزخم الخطي لهما صفرًا.

ب. الزخم الخطي الابتدائي للنظام المكوّن من القارب والصيّاد يساوي صفرًا، لذا يجب أن يساوي الزخم الخطي النهائي للنظام صفرًا أيضًا بحسب قانون حفظ الزخم الخطي.

4. أُحلّل: جسمان (A و B) لهما الطاقة الحركية نفسها، هل يكون لهما مقدار الزخَم الخطيّ نفسه؟ أفسّر إجابتي.

4. لهما الطاقة الحركية نفسها:

$$\frac{1}{2}m_1v_1^2 = \frac{1}{2}m_2v_2^2 \Rightarrow p_1v_1 = p_2v_2$$

لذلك يمتلكان مقدار الزخم الخطي نفسه فقط إذا تساوت سرعتاهما في المقدار وتساوت كتلتاهما أيضا.

5. التفكير الناقد: حمل رائدُ فضاءٍ حقيبة معدّاتٍ خاصةٍ لإصلاح خللٍ في الهيكل الخارجي للمحطّة الفضائية، وفي أثناء ذلك انقطع الحبل الذي يثبته بها. أقترحُ طريقةً يُمكن أن يعود بها الرائد إلى المحطّة الفضائية. أفسّر إجابتي.

5. يرمي رائد الفضاء حقيبة المعدّات بعيدًا عن المحطة الفضائية، وحسب قانون حفظ الزخم الخطي يندفع الرائد نحو المحطة.

6. أُصدرُ حُكمًا: في أثناء دراسة غيثٍ لهذا الدرس، قال: «إنَّ وسائل الحماية في السيارات قديمًا أفضل منها في السيارات الحالية؛ إذ أن هياكل السيارات الحديثة مرنةٌ تتشوّه بسهولة عند تعرّض السيارة لحادث، على عكس هياكل السيارات القديمة الصلبة». أناقشُ صحّةَ قولِ غيث.

6. كلام غيث غير صحيح علميًا؛ لأن التشوّه في هيكل السيارة عند تعرّضها لحادث يُساهم في إبطاء سرعتها تدريجيًا، وبالتالي زيادة زمن التصادم ممّا يُقلّل من مقدار القوة المؤثرة في السائق والركاب.

7. أُحلّل وأستنتج: تتحرّك سيارةٌ كتلتها (1.35×10^3 kg) بسرعةٍ مقدارُها (15 m/s) شرقًا، فتصطدم بجدارٍ وتتوقف تمامًا خلال فترة زمنيّةٍ مقدارُها (0.115 s)، فأحسبُ مقدار ما يأتي:

أ. التغيُّر في الزخَم الخطيّ للسيارة.

ب. القوّة المتوسطة التي يؤثر به الجدار في السيارة.

.7

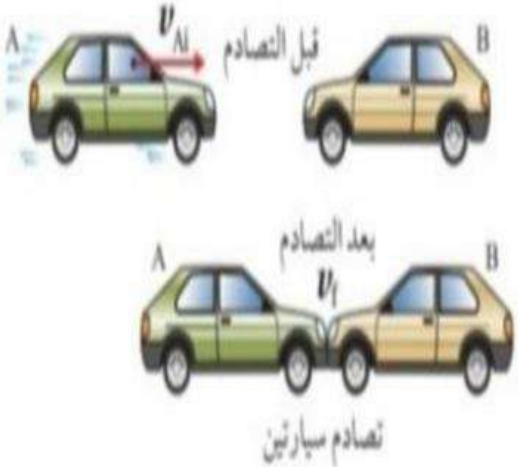
أ. أختار الاتجاه الموجب باتجاه محور $+x$ (الشرق)، وأحسب التغير في الزخم الخطي للسيارة كما يأتي:

$$\Delta p = p_f - p_i = mv_f - mv_i = m(v_f - v_i)$$
$$= 1.35 \times 10^3 \times (0 - 15)$$
$$= -20.25 \times 10^3 \text{ kg.m/s}$$
$$= -2.025 \times 10^4 \text{ kg.m/s}$$

التغير في الزخم الخطي سالب، إذ يكون باتجاه محور $-x$؛ باتجاه القوة المحصلة التي يؤثر بها الجدار في السيارة.

ب. أستخدم القانون الثاني لنيوتن.

$$\sum F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{-2.025 \times 10^4}{0.115} = -1.761 \times 10^5 \text{ N}$$



8. أحسبُ: السيارة (A) كتلتها $(1.1 \times 10^3 \text{ kg})$ تتحرك بسرعة (6.4 m/s) باتّجاه محور $+x$، فتصطدم رأسًا برأس بسيارةٍ ساكنةٍ (B) كتلتها $(1.2 \times 10^3 \text{ kg})$؛ وتلتحم السيارتان معًا بعد التصادُم وتتحرّكان 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).

.8

أ. أختار نظام إحداثيات يكون فيه الاتجاه الموجب باتجاه محور $+x$.

أُطبّق قانون حفظ الزخم الخطي؛ الزخم الخطي الكلي للسيارتين قبل التصادم مباشرة يساوي الزخم الخطي الكلي لهما بعد التصادم مباشرة. بعد التصادم تتحرك السيارتان معًا كجسم واحد، بالسرعة نفسها على المسار نفسه قبل التصادم.

$$\sum p_i = \sum p_f$$

$$p_{Ai} + p_{Bi} = p_f$$

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

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

$$v_f = \frac{7.04 \times 10^3}{2.3 \times 10^3} = 3.06 \text{ m/s} \approx 3.1 \text{ m/s}$$

$$v_f = 3.1 \text{ m/s}, +x$$

السرعة المتجهة النهائية للسيارتين موجبة، وهذا يعني أن اتجاه سرعتهما باتجاه محور $+x$، أي بنفس اتجاه حركة السيارة (A) قبل التصادم.

ب. الدفع الذي تؤثر به السيارة (B) في السيارة (A) هو $(\mathbf{I}_{BA})$ ويساوي التغير في الزخم الخطي للسيارة (A). أستخدم مبرهنة (الزخم الخطي – الدفع) لحسابه.

$$I_{BA} = \Delta p_A = p_{Af} - p_{Ai}$$

$$= m_A(v_{Af} - v_{Ai}) = 1.1 \times 10^3 \times (3.1 - 6.4)$$

$$= -3.63 \times 10^3 \text{ kg. m/s}$$

$$\mathbf{I}_{BA} = 3.63 \times 10^3 \text{ kg. m/s}, -x$$

الدفع سالب، حيث يؤثر في السيارة (A) باتجاه محور $-x$.

9. **أستخدم الأرقام:** جسمٌ ساكنٌ موضوع على سطح أُفقيٌّ 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 $(10.0\,\text{m/s})$، فأحسبُ مقدار ما يأتي:

أ . سرعة اندفاع الجزء A، وأُحدّد اتّجاهها.

ب. الدفع المؤثر في الجزء A .

9. أختار نظام إحداثيات يكون فيه الاتجاه الموجب باتجاه حركة الجزء B، وأفترض أنه باتجاه المحور $+x$.

$+x$ ⟶

أ. أُطبّق قانون حفظ الزخم الخطي، مع ملاحظة أن مجموع الزخم الخطي لجزأي الجسم يساوي صفرًا قبل انفصال الجزء B.

$$\sum p_i = \sum p_f$$

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

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

$$0 = 8.0 \times 10^2 \times v_{Af} + 1.5 \times 10^3 \times 10.0$$

$$v_{Af} = \frac{-1.5 \times 10^4}{8.0 \times 10^2}$$

$$= -18.75\ \text{m/s}$$

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

بما أن السرعة النهائية للجزء A سالبة، فهذا يعني أنها اتجاه سرعته بعكس اتجاه حركة الجزء B.

ب. الدفع الذي يؤثر به الجزء B في الجزء A هو (I_{BA}). أستخدم مبرهنة (الزخم الخطي – الدفع) لحسابه.

$$I_{BA} = \Delta p_A = p_{Af} - p_{Ai}$$

$$= m_A(v_{Af} - v_{Ai})$$

$$= 8.0 \times 10^2 \times (-18.75 - 0)$$

$$= -1.500 \times 10^4\ \text{kg.m/s}$$

$$I_{BA} = 1.500 \times 10^4\ \text{kg.m/s}, -x$$

الدفع سالب، حيث يؤثر في الجزء A بعكس اتجاه حركة الجزء B.

10. أُصدرُ حُكمًا: في أثناء دراسة رُوَيْدَا هذه الوحدة، قالت:«إنَّه عندما يقفز شخص من ارتفاعٍ معيّنٍ عن سطح الأرض؛ فإنه يتعيّن عليه أن يُبقي رجليه ممدودتين لحظة ملامسة قدميه سطح الأرض حفاظًا على سلامته». أناقشُ صحة قول رُوَيْدَا بناءً على المفاهيم الفيزيائية التي تعلمتُها في هذه الوحدة.

10. كلامها غير صحيح علميًّا؛ لأنه عند ثني الرجلين تزداد الفترة الزمنية المستغرقة لإيقاف الجسم، فيقل مقدار القوة المتوسطة المؤثرة فيه للتغير نفسه في الزخم الخطي.

11. أحسبُ: أثّرت قوّة 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.

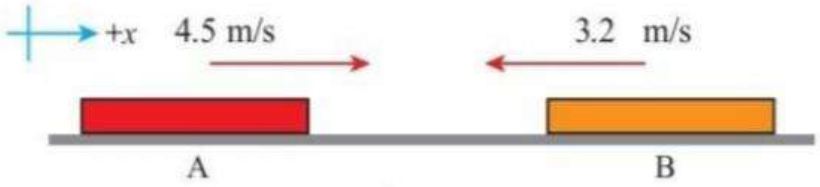
11.

أ.

$$F\,\Delta t = \text{I} = \Delta p$$
$$\Delta p = 1 \times 10^3 \times 0.01 = 10\ \text{N.s}$$

ب. باعتبار اتجاه تأثير القوة المحصلة هو الاتجاه الموجب، والجسم انطلق من السكون.

$$\Delta p = m\,(v_\text{f} - v_\text{i})$$
$$10 = 10\,(v_\text{f} - 0)$$
$$v_\text{f} = 1\ \text{m/s}$$



12. جسمان (A و B)، ينزلقان باتّجاهين متعاكسين على مسار أُفقي مستقيم أملس كما هو موضح في الشكل، فيصطدمان رأسًا برأس ويرتدان باتّجاهين متعاكسين على المسار المستقيم نفسه. إذا علمت أن كتلة الجسم A تساوي $(0.28\ \text{kg})$، وسرعة الجسمين بعد التصادُم مباشرةً: $(v_{Af} = -1.9\ \text{m/s})$ و $(v_{Bf} = 3.7\ \text{m/s})$، فأُجيب عمّا يأتي:

أ . أحسبُ مقدار كتلة الجسم (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؟

12.

أ. أستخدم قانون حفظ الزخم الخطيّ.

$$\Sigma p_i = \Sigma p_f$$

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

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

$$6.9\, m_B = 1.792$$

$$m_B = 0.26\ \text{kg}$$

ب. من القانون الثالث لنيوتن: $\boldsymbol{F}_{AB} = -\boldsymbol{F}_{BA}$، وبضرب الطرفي في زمن التصادم الذي يكون متساويًا لكلا الجسمين، أجد أن:

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

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

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

$$\Delta \boldsymbol{p}_A + \Delta \boldsymbol{p}_B = 0$$

وهذا يعني أن الزخم الخطي محفوظ في التصادم، حيث يكون التغير في الزخم الخطي للجسم (A) مساويًا في المقدار ومعاكسًا في الاتجاه للتغير في الزخم الخطي للجسم (B).

ج. أحسب التغير في الطاقة الحركية.

$$\Delta KE = KE_f - KE_i$$

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

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

$$= 2.2851 - 4.1662 = -1.8811\ \text{J}$$

بما أن الطاقة الحركية غير محفوظة فإن التصادم غير مرن.

13. أطلقت مريمُ سهمًا كتلته (0.20 kg) أُفقيًّا بسرعة مقدارها (15 m/s) باتّجاه الغرب نحو هدف ساكن كتلته (5.8 kg)، فاصطدم به واستقرّ فيه وتحرّكا كجسم واحد نحو الغرب. أحسبُ مقدار ما يأتي:

أ . سرعة النظام (السهم والهدف) بعد التصادُم.

ب. التغيُّر في الطاقة الحركية للنظام.

.13

أ. أختار نظام إحداثيات يكون فيه الاتجاه الموجب باتجاه الشرق، باتجاه محور $+x$.

أستخدم قانون حفظ الزخم الخطي. الرمز A للسهم والرمز B للهدف.

$$\Sigma p_i = \Sigma p_f$$

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

$$0.20 \times -15 + 0 = (0.20 + 5.8) v_f$$

$$v_f = -0.50 \text{ m/s}$$

$$v_f = 0.50 \text{ m/s}, -x$$

ب.

$$\Delta KE = KE_f - KE_i$$

$$= \frac{1}{2}(m_A + m_B) v_f^2 - \left[\frac{1}{2} m_A v_{Ai}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{Bi}^2\right]$$

$$= \frac{1}{2} \times (0.20 + 5.8) \times (0.50)^2 - \left[\frac{1}{2} \times 0.20 \times (15)^2 + 0\right]$$

$$= 0.75 - 22.5 = -21.75 \text{ J}$$

14. 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.

.14

أ. أختار نظام إحداثيات يكون فيه الاتجاه الموجب باتجاه الشرق (باتجاه محور $+x$).

أستخدم قانون حفظ الزخم. الرمز A للكرة الأولى والرمز B للكرة الثانية.

$$\Sigma p_i = \Sigma p_f$$
$$m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = m_A v_{Af} + m_B v_{Bf}$$
$$1.5 \times 10^{-2} \times (-0.225) + 3.0 \times 10^{-2} \times 0.180 = 1.5 \times 10^{-2} \times 0.315 + 3.0 \times 10^{-2} \times v_{Bf}$$
$$-3.375 \times 10^{-3} + 5.4 \times 10^{-3} = 4.725 \times 10^{-3} + 0.030 \times v_{Bf}$$
$$v_{Bf} = \frac{2.025 \times 10^{-3} - 4.725 \times 10^{-3}}{0.030} = -\frac{2.7 \times 10^{-3}}{0.030} = -0.09 \text{ m/s}$$
$$v_{Bf} = 0.09 \text{ m/s}, -x$$

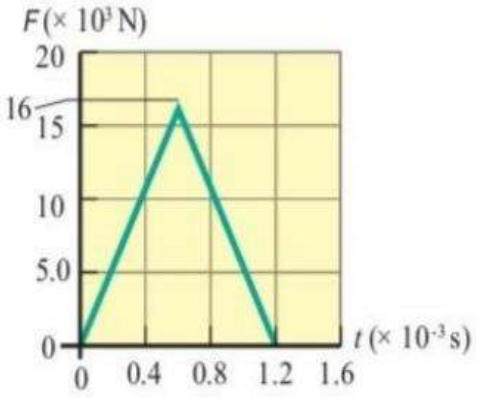
بما أن إشارة v_{Bf} سالبة، فإن اتجاه حركة الكرة الثانية يكون غربًا.

ب. أحسب التغير في الطاقة الحركية.

$$\Delta KE = KE_f - KE_i$$
$$= \frac{1}{2} m_A v_{Af}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{Bf}^2 - \left[\frac{1}{2} m_A v_{Ai}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{Bi}^2\right]$$
$$= \frac{1}{2} \times [1.5 \times 10^{-2} \times (0.315)^2 + 3.0 \times 10^{-2} \times (0.09)^2] - \frac{1}{2} \times [1.5 \times 10^{-2} \times (0.225)^2 + 3.0 \times 10^{-2} \times (0.180)^2]$$
$$= 8.6569 \times 10^{-4} - 8.6569 \times 10^{-4} = 0$$

بما أن الطاقة الحركية محفوظة فإن التصادم مرن.

15. أُفسّر البيانات: يوضح الشكل المجاور منحنى (القوّة - الزمن) للقوة المُحصّلة المؤثّرة في كرة بيسبول كتلتها (145 g) في أثناء زمن تلامسها مع المضرب. أستعين بهذا المنحنى والبيانات المثبتة فيه للإجابة عمّا يأتي بإهمال وزن الكرة:



أ. ما الذي يُمثّله الرقم (16) على محور القوّة؟

ب. أحسبُ مقدار الدفع المؤثر في الكرة خلال زمن تلامسها مع المضرب.

جـ. أحسبُ مقدار السرعة النهائية للكرة في نهاية الفترة الزمنية لتأثير القوّة المُحصّلة فيها باعتبارها ساكنة لحظة بدء تأثير القوّة المُحصّلة.

د. أحسبُ مقدار القوّة المتوسطة المؤثّرة في الكرة خلال زمن تلامسها مع المضرب.

.15

أ. مقدار القيمة العظمى للقوة التي يؤثر بها المضرب في الكرة، ويساوي $(16 \times 10^3 \text{ N})$.

ب. مقدار الدفع المؤثر في الكرة خلال فترة تأثير القوة المحصلة فيها يساوي المساحة المحصورة بين منحنى (القوة – الزمن) ومحور الزمن، ويساوي مساحة المثلث الموضح في الشكل. وأحسب مقداره كما يأتي:

$$I = Area = \frac{1}{2} \times (1.2 - 0) \times 10^{-3} \times 16 \times 10^3 = 9.6 \text{ kg.m/s}$$

اتجاه الدفع باتجاه القوة المحصلة المؤثرة في الكرة.

ج. أستخدم مبرهنة (الزخم الخطي – الدفع) لحساب مقدار السرعة النهائية للكرة في نهاية الفترة الزمنية.

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

$$9.6 = mv_f - 0$$

$$v_f = \frac{9.6}{145 \times 10^{-3}} = 66.2 \text{ m/s}$$

د. أستخدم القانون الثاني لنيوتن لحساب القوة المتوسطة المؤثرة في الكرة، كما يأتي:

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

$$= \frac{9.6}{1.2 \times 10^{-3}}$$

$$= 8 \times 10^3 \text{ N}$$

أو يمكن استخدام العلاقة الآتية لحساب القوة المتوسطة:

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

$$\bar{F} = \frac{I}{\Delta t} = \frac{9.6}{1.2 \times 10^{-3}} = 8 \times 10^3 \text{ N}$$

المصطلح	القانون	وحدة القياس	ملاحظات
الزخم الخطي	P=mv	Kg.m/s	الزخم الخطي هو كمية متجهة واتجاهه هو بنفس اتجاه السرعة
القوة المحصلة والقانون الثاني لنيوتن في الحركة	$\Sigma F=\frac{\Delta P}{\Delta t}$	N	أن مقدار القوة المحصلة اللازم التأثير بها في الجسم لتغيير زخمه الخطي يزداد بزيادة مقدار هذا التغيير
حفظ الزخم الخطي والقانون الثالث لنيوتن في الحركة	ΣPi =ΣPf	Kg.m/s	الزخم الخطي الكلي لنظام معزول قبل التصادم مباشرة يساوي الزخم الخطي الكلي للنظام بعد التصادم مباشرة
الدفع	$I=\Sigma F\Delta t = m\Delta v$ $\Delta p = (p)f - (p)i$	Kg.m/s	المساحة المحصورة بين منحنى (القوة – الزمن) = الدفع
الطاقة الحركية الخطية	$KE= \frac{1}{2}mv^2$	J	قد تكون الطاقة الحركية للاجسام المتصادمة محفوظة،وقد تكون غير محفوظة ؛اعتمادا على نوع التصادم فإذا لم تكن الطاقة الحركية محفوظة فهذا يعني أن جزء منها تحول الى شكل او اشكال اخرى من الطاقة ، مثل الطاقة الحرارية والطاقة الصوتية
التصادم المرن	ΣPi =ΣPf $(\frac{1}{2}mvi^2)A + \left(\frac{1}{2}mvi^2\right)B = (\frac{1}{2}mvf^2)A + \left(\frac{1}{2}mvf^2\right)B$		في التصادم المرن يكون مجموع الطاقة الحركية للأجزاء النظام قبل التصادم مساوي لمجموع طاقتها الحركية بعد التصادم؛ أي أن الطاقة الحركية للنظام محفوظ
السرعة النهائية لتصادم عديم المرونة بين جسمين	$Vf=\frac{(mvi)A+(mvi)B}{mA+mB}$		التصادم غير المرن لا يكون مجموع الطاقة الحركية لاجزاء النظام قبل التصادم مساوي مجموع طاقتها الحركية بعد التصادم ؛ إي ان الطاقة الحركية للنظام غير محفوظ
السرعة الابتدائية قبل التصادم	$Vi=(\frac{m1+m2}{m1})\sqrt{2gh}$		أطبق قانون حفظ الزخم الخطي على النظام قبل التصادم وبعد التصادم مباشرة

القانون	الاستخدام	ملاحظات
$P = mv$	يستخدم لحساب (P) : الزخم الخطي للجسم (Kg.m/s) (v) : سرعة الجسم المتحرك (m/s) (m): كتلة الجسم المتحرك (Kg)	اتجاه الزخم بنفس اتجاه سرعة الجسم
$\Delta P = P_f - P_i$	يستخدم لحساب (ΔP): التغير في الزخم الخطي (P_i) : الزخم الابتدائي للجسم (Kg.m/s) (P_f): الزخم النهائي للجسم (Kg.m/s)	عند ارتداد جسم يكون الزخم النهائي بعكس اتجاه الزخم الابتدائي
$KE = \frac{1}{2}mv^2$	يستخدم لحساب (KE) : الطاقة الحركية للجسم (J) (v) : سرعة الجسم المتحرك (m/s) (m): كتلة الجسم المتحرك (Kg)	الطاقة الحركية كمية قياسية
$\Delta KE = KE_f - KE_i$	يستخدم لحساب (ΔKE):التغير في الطاقة الحركية (J) (KE_f) : الطاقة الحركية النهائية (KE_i): الطاقة الحركية الابتدائية	إذا كان التغير في الطاقة الحركية سالب هذا يعني ان الجسم فقد جزء من طاقته الحركية.
$KE = \frac{P^2}{2m}$	يستخدم لحساب (KE) : الطاقة الحركية للجسم (J) (P) : الزخم الخطي للجسم (Kg.m/s) (m): كتلة الجسم المتحرك (Kg)	العلاقة بين الزخم الخطي والطاقة الحركية علاقة طردية
$KE = \frac{1}{2}Pv$	يستخدم لحساب (KE) : الطاقة الحركية للجسم (J) (P) : الزخم الخطي للجسم (Kg.m/s) (v): سرعة الجسم المتحرك (m/s)	
$F = ma$	القانون الثاني لنيوتن يستخدم لحساب (F): القوم المحصلة (N) (a) : تسارع الجسم (m/s^2) (m): كتلة الجسم (Kg)	يكون اتجاه التسارع بنفس اتجاه القوة المحصلة المؤثرة على الجسم.

القانون	الاستخدام	ملاحظات
$F=\frac{\Delta P}{\Delta t}$	الصيغة العامةللقانون الثاني لنيوتن يستخدم لحساب (ΔP) :التغير في الزخم الزاوي (Δt) : التغير في الزمن (s) (F): القوم المحصلة (N)	يكون اتجا التغير في الزخك بنفس اتجاه القوة المحصلة
$v_f=v_i+at$ $v_f^2=v_i^2+2a\Delta X$ $\Delta X=v_it+\frac{1}{2}at^2$	معادلات الحركة بتسارع ثابت (v_i) : السرعة الابتدائية للجسم (m/s) (v_f) : سرعة النهائية للجسم (m/s) (Δt) : التغير في الزمن (s) (X) : المسافة التي قطعها الجسم (m) (a) : تسارع الجسم (m/s^2)	اذا كانت ($V_i < V_f$) نعوض التسارع موجب اذا كانت ($V_i > V_f$) نعوض التسارع سالب
$I=F.\Delta t$	قانون الدفع يستخدم لحساب: (I) : الدفع المؤثر على جسم (N.s) (F): القوم المحصلة (N) (Δt) : التغير في الزمن (s)	يكون اتجاه الدفع بنفس اتجاه القوة المحصلة المؤثرة في الجسم.
$I=\Delta P$	قانون الدفع يستخدم لحساب: (I) : الدفع المؤثر على جسم (N.s) (ΔP) :التغير في الزخم الزاوي	يسمى القانون مبرهنة (الزخم -الطاقة الحركية)
$PE=mgh$	قانون طاقة الوضع (PE) : الطاقة الوضع للجسم (J) (m): كتلة الجسم المتحرك (Kg) (h): ارتفاع الجسم (m)	(g): تسارع الجاذبية الارضية (m/s^2)
$\sum P_f=\sum P_i$ $P_{1f}+P_{2f}=P_{1i}+P_{2i}$	قانون حفظ الزخم الخطي (مجموع الزخم للنظام قبل التصادم يساوي مجموع الزخم الخطي له بعد التصادم)	الزخم الخطي محفوظ في جميع التصادمات.
$\sum KE_f=\sum KE_i$ $KE_{1f}+KE_{2f}=KE_{1i}+KE_{2i}$	قانون حفظ الطاقة الحركية (مجموع الطاقة الحركية للنظام قبل التصادم يساوي مجموع الطاقة الحركية له بعد التصادم)	تكون الطاقة الحركية للنظام محفوظة في التصادم المرن.

القانون	الاستخدام	ملاحظات
$ME = KE + PE$	قانون الطاقة الميكانيكية يستخدم لحساب: (ME):الطاقة الميكانيكية للجسم (J) (KE) : الطاقة الحركية للجسم (J) (PE) : الطاقة الوضع للجسم (J)	عندما تزداد الطاقة الحركية للجسم تقل طاقة وضعه وتبقى الطاقة الميكانيكية ثابتة والعكس صحيح
$ME_i = ME_f$ $KE_i + PE_i = KE_f + PE_f$	قانون حفظ الطاقة الميكانيكية يستخدم لحساب: (الطاقة الميكانيكية للجسم في بداية الحركة تساوي الطاقة الميكانيكية له في نهاية الحركة)	
$v = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2}$	يستخدم لحساب (v): سرعة المشتركة للبندول القذفي والمقذوف بعد التصادم (m_1): كتلة المقذوف (Kg) (m_2): كتلة البندول القذفي (Kg) (v_1): سرعة الابتدائية للمقذوف (m/s)	المقذوف ممكن أن يكون رصاصة أو سهم
$v_1 = (\frac{m_1 + m_2}{m_1})\sqrt{2gh}$	يستخدم لحساب (v_1): سرعة الابتدائية للمقذوف (m/s) (m_1): كتلة المقذوف (Kg) (m_2): كتلة البندول القذفي (Kg) (h): ارتفاع الجسم (m)	(g): تسارع الجاذبية الارضية (m/s^2)

الزخم الخطي

تعريفه

ناتج ضرب كتلة الجسم في سرعته، واتجاهه بنفس اتجاه السرعة

$$\vec{P} = m\,\vec{v}$$

مبرهنة الزخم - الدفع

دفع قوة محصلة في جسم يساوي التغير في زخم الجسم.

$$I = F\Delta t = P_f - P_i$$

القوة المحصلة

قوة ثابتة

$I = F\Delta t$

F

t

قوة متغيرة

يكون الدفع مساويًا للمساحة تحت منحنى F-t ويساوي حاصل ضرب القوة المتوسطة بزمن تأثير القوة المتغيرة

قانون الثاني لنيوتن

القوة المؤثرة في جسم تساوي المعدل الزمني لتغير في الزخم الخطي للجسم

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

حفظ الزخم

يكون الزخم محفوظًا في النظام المغلق والمعزول $\Delta P = 0$

$$\sum P_i = \sum P_f$$

التصادمات

التصادم المرن

تكون الطاقة الحركية محفوظة وكذلك الزخم الخطي

$$\sum P_i = \sum P_f \quad \sum K_i = \sum K_f$$

التصادم غير المرن

تكون الطاقة الحركية غير محفوظة أما الزخم الخطي فيكون محفوظًا. ولا يلتحم الجسمين

$$\sum P_i = \sum P_f$$

$$\Delta K = \sum K_f - \sum K_i$$

تصادم عديم المرونة

تكون الطاقة الحركية غير محفوظة أما الزخم الخطي فيكون محفوظًا. ويلتحم الجسمين معًا.

$$\sum P_i = \sum P_f$$

$$\Delta K = \sum K_f - \sum K_i$$

السرعة النسبية

السرعة النسبية قبل التصادم تساوي السرعة النسبية بعد التصادم.

$$v_{12} = v_{21}$$

$$v_1 - v_2 = v'_2 - v'_1$$

الطاقة الضائعة

يمكن حساب الطاقة الضائعة أو نسبة الطاقة الضائعة في كل من التصادمات غير المرنة وعديمة المرونة.

$$\left|\frac{\Delta K}{\sum K_i}\right| \quad \Delta K = \sum K_f - \sum K_i$$