

المفهم في  
الفيزياء

الوحدة الأولى:  
الزخم الخطي  
والتصادمات



الأستاذ  
محمد سامي

00962 789 997 503

YouTube Facebook TikTok Instagram  
@محمد سامي

# الفهم

الوحدة الأولى :  
الزخم الخطي والتصادمات

← الدرس الأول :

الزخم الخطي والدفع

← الدرس الثاني :

التصادمات



الأستاذ :

## محمد ساهي محمود

(منصة أساس التعليمية)



مركز فيثاغورس الثقافي

طبربور

0791377555

مركز التفوق العلمي الثقافي

نادي السباق

0799012078

مركز كفر عانة الثقافي

الوحدات - شارع سميّة

0799988354



## الدرس الأول

# الزخم الخطي

# والدفع

## ◀ الزخم الخطي :

← الزخم الخطي [ كمية التحرك ] (P) : " كمية فيزيائية متجهة تمثل ناتج ضرب كتلة الجسم في سرعته المتجهة " .

$$P = mv$$

حيث :

P : الزخم الخطي [ kg · m / s ]

m : كتلة الجسم [ kg ]

v : سرعة الجسم [ m / s ]

⚙️- تنبيه : الزخم الخطي كمية فيزيائية متجهة له نفس اتجاه السرعة .

## أسئلة :

1) ما هي العوامل التي يعتمد عليها الزخم الخطي ؟

← 1- كتلة الجسم (طردياً)

← 2- سرعة الجسم (طردياً)

2) فسّر :

أ) " يُعتبر الزخم الخطي مقياساً لممانعة الجسم لتغيير حالته الحركية " ؟

← لأنه كلما زاد الزخم الخطي للجسم ازداد مقدار القوة اللازم التأثير بها في الجسم لتغيير حالته الحركية .

ب) " يتغير زخم المركبات الزراعية التي تسير بسرعة ثابتة في أثناء حصادها للمحصول وتخزينه داخلها " ؟

← لأن كتلتها تزيد ، والعلاقة بين الكتلة و الزخم طردية ؛ فيزداد الزخم .

ج) ماذا نعني بقولنا " إن زخم جسم  $(8 \text{ kg.m/s})$  " ؟

← أي أن قوة خارجية أثرت في جسم كتلته  $(8 \text{ kg})$  ؛ فتحرّك بسرعة مقدارها  $(1 \text{ m/s})$  .

### أمثلة :

1) ركل لاعب كرة قدم كتلتها  $(440 \text{ g})$  باتجاه المرمى الذي يقع إلى جهة الشرق ، إذا علمت أن الكرة تحركت لحظة ركلها بسرعة  $(25 \text{ m/s})$  ؛ فجد الزخم الخطي للكرة .

2) سيارة كتلتها طن واحد ، احسب :

أ) زخمها الخطي حينما تتحرّك بسرعة  $(20 \text{ m/s})$  نحو الشمال .

ب) زخمها الخطي إذا توقفت ثم تحركت نحو الجنوب بسرعة  $(30 \text{ m/s})$  .

## ج) التغير في زخم السيارة .

3) متى يمكن أن يكون الزخم الخطي لشاحنة كتلتها (10000 kg) مساوياً للزخم الخطي

لشخص كتلته (48 kg) ينزلق فوق زلاجة كتلتها (2 kg) ؟

4) جسم كتلته (m) ، يتحرك بسرعة (v) ، ماذا يحدث لزخم هذا الجسم في الحالات الآتية :

أ) إذا أصبحت سرعة الجسم ثلاثة أمثال ما كانت عليه .

ب) إذا أصبحت سرعة الجسم مثلي ما كانت عليه ، ونقصت كتلته إلى نصف ما كانت عليه .

## ■ الزخم الخطي والقانون الثاني لنيوتن في الحركة :

← لتغيير الزخم الخطي للجسم يلزم التأثير فيه بقوة محصلة ، ويمكن إعادة صياغة قانون نيوتن الثاني للربط بين زخم الجسم الخطي والقوة المحصلة كما يلي :

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

حيث :

$\Sigma F$  : القوة المحصلة [N]

$\Delta P$  : التغير في الزخم الخطي [kg · m / s]

$\Delta t$  : الزمن [s]

### أسئلة :

1) اكتب نص قانون نيوتن الثاني معتمداً على العلاقة السابقة .

← " المعدل الزمني لتغير الزخم الخطي لجسم  $\left(\frac{\Delta P}{\Delta t}\right)$  يساوي القوة المحصلة المؤثرة فيه " .

2) ما العلاقة بين القوة المحصلة المؤثرة في جسم ومعدل تغير زخمه الخطي ؟

← طردية .

3) لماذا تُعدُّ الصيغة  $(F = \frac{\Delta P}{\Delta t})$  صيغةً عامةً لقانون نيوتن الثاني ؟

← لأنه يمكن تطبيقها في حال ثبات كتلة الجسم المتحرك أو تغيرها .



## ■ العلاقة بين الزخم الخطي والدفع :

← الدفع (I) : " كمية فيزيائية متجهة تمثل ناتج ضرب القوة المحصلة المؤثرة في الجسم في زمن تأثيرها " .

$$I = \Sigma F \Delta t$$

حيث :

I : الدفع [N.s]

$\Sigma F$  : القوة المحصلة [N]

$\Delta t$  : زمن تأثير القوة [s]

⚙️- تنبيه : الدفع كمية فيزيائية متجهة له نفس اتجاه القوة المحصلة .

سؤال : ما هي العوامل التي يعتمد عليها الدفع ؟

← (1) القوة المحصلة المؤثرة في الجسم (طردياً) .

(2) زمن تأثير القوة (طردياً) .

مثال : ركل لاعب كرة قدم بقوة (40 N) غرباً ، إذا كان زمن تلامس قدمه مع الكرة (0.1 s) ؛

فجد دفع قدم اللاعب على الكرة .

← مبرهنة (الزخم الخطي - الدَّفْع) : " دفع قوة محصلة مؤثرة في جسمٍ يساوي التغيُّر في زخمه الخطي ".

$$I = \Delta P$$

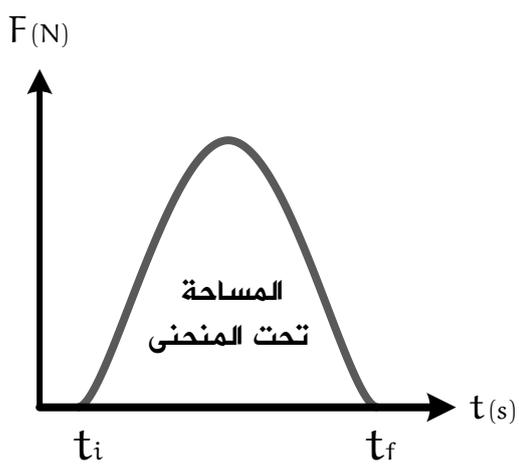
حيث :

$I$  : الدَّفْع [N.s]

$\Delta P$  : التغير في الزخم الخطي [kg · m / s]

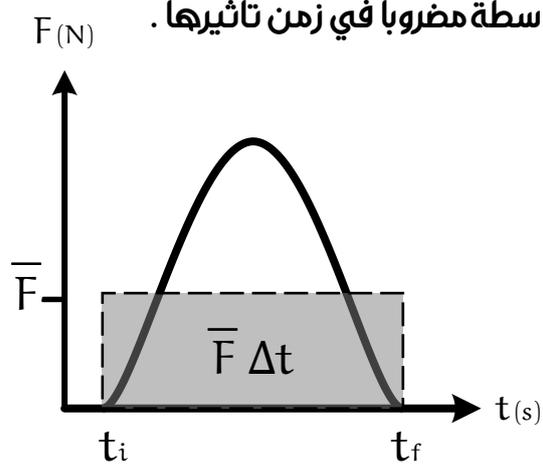
■ يُمكن حساب الدفع الناتج عن قوة متغيرة بطريقتين :

الأولى : عن طريق منحنى (القوة - الزمن) :



$$I = \text{المساحة تحت المنحنى}$$

الثانية : عن طريق استخدام مقدار القوة المتوسطة مضروباً في زمن تأثيرها .



$$I = \bar{F} \Delta t$$

تذكّر: القوة المتوسطة هي " القوة المحصلة الثابتة التي إذا أثرت في الجسم لفترة زمنية

أحدثت الدفع نفسه الذي تحدثه القوة المتغيرة أثناء الفترة الزمنية نفسها ".

## أَسْئَلَةٌ:

(1) ما العلاقة بين دفع قوةٍ محصلةٍ مؤثرةٍ في جسمٍ والتغيُّر في زخمه الخطي؟  
← طردية ، ولهما نفس الاتجاه .

## (2) فَسِّرْ:

(أ) " عند دفع عربة تسوّق بقوة ثابتة يزداد زخمها الخطي بزيادة زمن تأثير القوة فيها " ؟  
← لأن زيادة زمن التأثير - مع ثبات القوة - يزيد مقدار الدفع ؛ فيزداد الزخم .

(ب) " يثني المظلي رجله لحظة ملاسته قدميه سطح الأرض " ؟  
← لأن مقدار التغيير في الزخم ثابت ، وثنى المظلي رجله يجعل التغيير في زخمه الخطي يستغرق فترة زمنية أطول ؛ فيقل مقدار القوة المحصلة المؤثرة فيه .

(3) بحسب علاقة تعريف الزخم الخطي ( $P = mv$ ) تكون وحدة قياسه  $[kg \cdot m / s]$  ، وبحسب مبرهنة (الزخم الخطي - الدفع) تكون وحدة قياسه  $[N \cdot s]$  ؛ أثبت أن هاتين الوحدتين متكافئتان .

←

## أمثلة:

1) سائق سيارة سباق كتلته (60 kg) يقود سيارته بسرعة (25 m/s)، شاهد حيواناً على مضمار السباق؛ فداس على الكوابح ليتفادى الاصطدام به؛ فاندفع إلى الأمام، إلا أن حزام الأمان أوقف جسمه عن الحركة خلال (0.4s)؛  
 أ) احسب متوسط القوة التي أثرت بها حزام الأمان في جسم السائق.

ب) كم يكون متوسط القوة التي ستؤثر في جسم السائق لو لم يضع السائق حزام الأمان، علماً بأنه سيتوقف عند ارتطام جسمه بمقود السيارة خلال (0.001 s)؟

2) تؤثر قوة في جسم كتلته (4 kg) يتحرك بسرعة (5 m/s) مدة زمنية مقدارها (10 s)؛ فتصبح سرعته (8 m/s)، احسب:  
 أ) التغير في الزخم الخطي للجسم.

ب) الدفع الذي تلقاه الجسم .

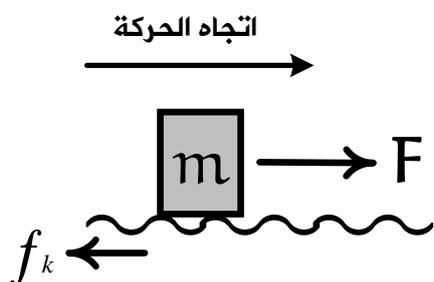
ج) مقدار متوسط القوة المؤثرة فيه .

3) أثرت قوة (F) مقدارها (50 N) في جسم كتلته (4 kg) ؛ فحركته على سطح خشن أفقياً نحو

الشرق كما في الشكل المجاور ، إذا علمت أن قوة الاحتكاك المؤثرة في الجسم (2 N/kg)

من كتلته ، والقوة أثرت مدّة (5 s) ؛ فجد :

أ) دفع القوة (F) .



ب) دفع قوة الاحتكاك (f<sub>k</sub>) .

ج) سرعة الجسم عند نهاية تلك الفترة ، علماً بأن الجسم بدأ حركته من السكون .

4) وضع صندوق كتلته (100 kg) في شاحنة تتحرك شرقاً بسرعة مقدارها (20m/s)، إذا ضغط السائق على دواسة المكابح فتوقفت الشاحنة خلال (0.5 s) من لحظة الضغط على المكابح؛ فاحسب مقدار ما يأتي :

أ) الزخم الخطي الابتدائي للصندوق .



ب) الدفع المؤثر في الصندوق .

ج) قوة الاحتكاك المتوسطة اللازم تأثيرها في الصندوق لمنعه من الانزلاق .

5) يركل لاعب كرة قدم ساكنة كتلتها (0.45 kg)؛ فتنتقل بسرعة (30m/s) في اتجاه محور (+x)، إذا علمت أن القوة المتوسطة المؤثرة في الكرة خلال زمن تلامسها مع قدم اللاعب تساوي (135 N)؛ فاحسب مقدار ما يأتي - بإهمال وزن الكرة مقارنة بالقوة المؤثرة فيها - :

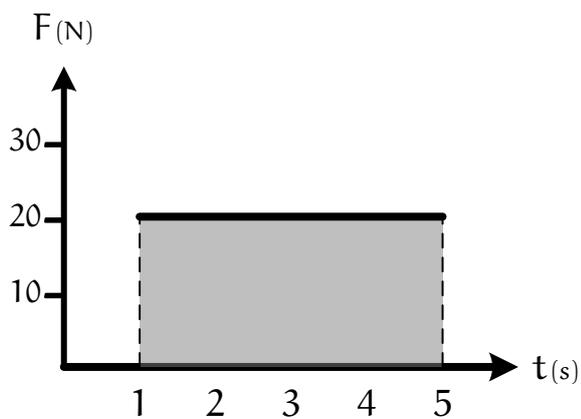
أ) زخم الكرة عند لحظة ابتعادها عن قدم اللاعب .

ب) زمن تلامس الكرة مع قدم اللاعب.

ج) الدفع المؤثر في الكرة خلال زمن تلامسها مع قدم اللاعب.

6) يوضح الشكل المجاور التمثيل البياني لمنحنى  $(F-s)$  ، جد مقدار الدفع الذي تحدثه القوة في

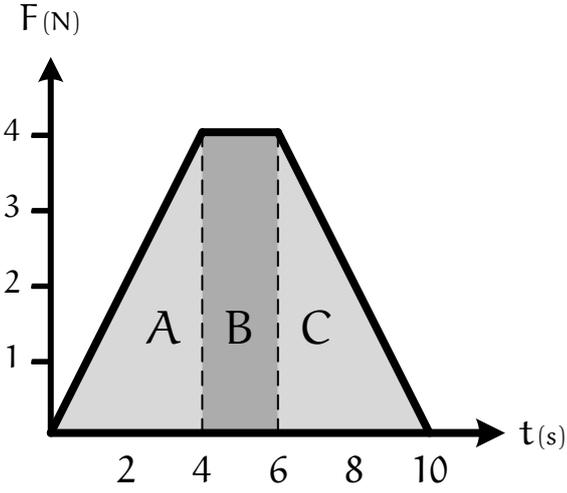
الفترة الزمنية  $(t=1\text{ s})$  إلى  $(t=5\text{ s})$ .



7) تؤثر قوة محصلة باتجاه محور (+x) في صندوق ساكن كتلته (3 kg) مدةً زمنية مقدارها (10 s)، إذا علمت أن مقدار القوة المحصلة يتغير بالنسبة للزمن كما هو موضح في منحنى

(القوة - الزمن)؛ فاحسب مقدار ما يأتي:

أ) الدفع المؤثر في الصندوق خلال الفترة الزمنية لتأثير القوة المحصلة، وحدد اتجاهه.



منحنى (القوة - الزمن)

ب) السرعة النهائية للصندوق في نهاية الفترة الزمنية لتأثير القوة المحصلة، وحدد اتجاهها.

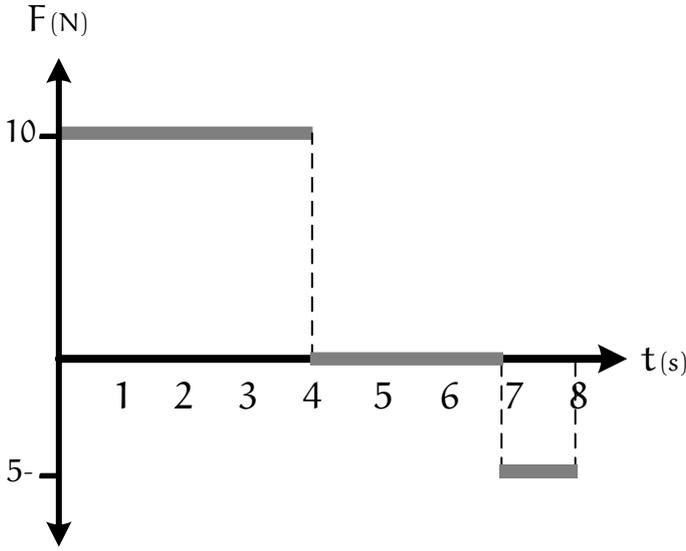
ج) القوة المتوسطة المؤثرة في الصندوق خلال هذه الفترة الزمنية.

**تحدي** : يستقر جسم كتلته (5 kg) على سطح أفقي أملس ، فإذا تحرك هذا الجسم تحت

تأثير قوة متغيرة مع الزمن حسب الرسم البياني المجاور ، أجب عما يلي :

أ) الدفع المؤثر في الجسم خلال الفترة

الزمنية لتأثير القوة المحصلة .



ب) عند أي ثانية من بداية حركته تكون سرعته (6 m/s) ؟

## ◀ حفظ الزخم الخطي :

← قانون حفظ الزخم الخطي : " عندما يتفاعل جسمان أو أكثر في نظام معزول ؛ يظل الزخم الخطي الكلي للنظام ثابتاً " .

الزخم الخطي الكلي للنظام بعد التصادم = الزخم الخطي الكلي للنظام قبل التصادم

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

حيث :

$m_A$  : كتلة الجسم الأول [kg]

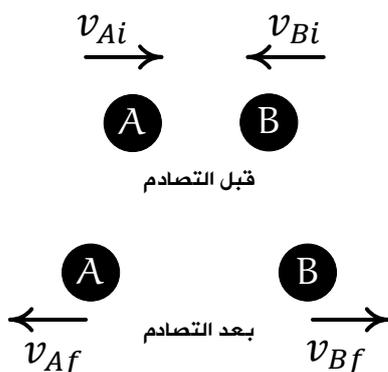
$m_B$  : كتلة الجسم الثاني [kg]

$v_{Ai}$  : سرعة الجسم الأول الابتدائية [m/s]

$v_{Bi}$  : سرعة الجسم الثاني الابتدائية [m/s]

$v_{Af}$  : سرعة الجسم الأول النهائية [m/s]

$v_{Bf}$  : سرعة الجسم الثاني النهائية [m/s]



## أسئلة :

1) ماذا نعني بـ " النظام المعزول " ؟

← هو النظام الذي تكون القوة المحصلة الخارجية المؤثرة فيه صفراً ، وتكون القوى المؤثرة قوى داخلية فقط .

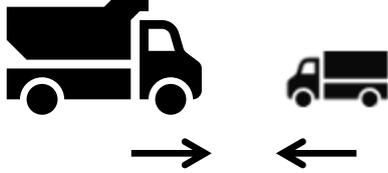
2) متى يمكننا إهمال القوى الخارجية المؤثرة في نظام لكي نعدّه نظاماً معزولاً ؟

← إذا كانت القوى الخارجية المؤثرة فيه صغيرة جداً مقارنةً بالقوى الداخلية المؤثرة فيه .

3) شاحنتان في وضع تصادم مباشر كما في الشكل المجاور ، من معرفتك بقانون حفظ الزخم

الخطي ، أي الشاحنتين :

أ) تؤثر فيها قوة أكبر ؟



ب) يؤثر فيها دفع أكبر ؟

ج) يحدث لها تغير أكبر في الزخم ؟

د) يحدث لها تغير أكبر في السرعة ؟

4) أثبت قانون حفظ الزخم الخطي معتمداً على قانون نيوتن الثالث في الحركة .

5) فسّر : " قدرة الصواريخ المثبتة على المركبات الفضائية على تغيير مقدار واتجاه سرعة هذه

المركبات على الرغم من عدم وجود هواء في الفضاء تدفعه الغازات الخارجة منها "؟

← بسبب قانون حفظ الزخم الخطي ؛ حيث يكون الزخم الكلي الابتدائي للنظام

(المركبة - الغازات) صفراً ، ولكي يبقى كذلك عند اندفاع الغازات إلى الخلف فلا بد

من تحرك المركبة إلى الأمام بحيث يكون الزخم الكلي النهائي للنظام صفراً .

6) شخص يقف على أرض جليدية، إذا رمى هذا الشخص كتاباً إلى الأمام وبشكلٍ أفقي؛ فصف حركته بعد الرمي .

← سيرتد إلى الخلف بعكس حركة الكتاب، بناءً على قانون حفظ الزخم الخطي، لكن سرعته ستكون أقل من سرعة الكتاب بسبب كتلة الشخص الكبيرة .

### أمثلة :

1) تطلق بندقية كتلتها (4 kg) رصاصة كتلتها (15 g) بسرعة (400 m/s)، جد السرعة التي ترتد بها البندقية .

2) شاحنة كتلتها (3000 kg) تسير بسرعة (10 m/s)، اصطدمت بسيارة ساكنة كتلتها (1000 kg) فحركتها بسرعة (15 m/s) باتجاه حركتها، ما مقدار سرعة الشاحنة بعد التصادم؟ ( اعتبر النظام معزولاً )



3) كرة (A) كتلتها (2 kg) تتحرك نحو الشرق بسرعة (5 m/s)، اصطدمت بكرة أخرى (B) كتلتها (3 kg) تتحرك نحو الغرب بسرعة (6 m/s)، إذا علمت أن الكرة (B) استمرت بعد التصادم بالحركة نحو الغرب بسرعة (1 m/s)؛ فاحسب سرعة الكرة (A) بعد التصادم مقداراً واتجهاً.

$$v_i = 5 \text{ m/s} \quad v_i = 6 \text{ m/s}$$



قبل التصادم



$$v_f = 1 \text{ m/s}$$

بعد التصادم

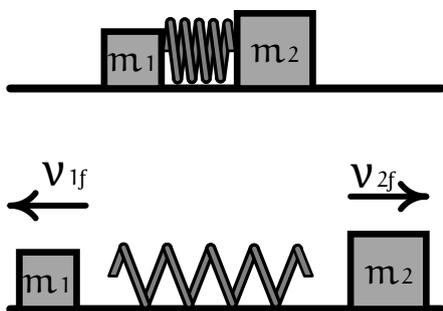
4) مدفع ساكن كتلته ( $2 \times 10^3 \text{ kg}$ ) فيه قذيفة كتلتها (50 kg)، أطلقت القذيفة أفقياً من المدفع بسرعة ( $1.2 \times 10^2 \text{ m/s}$ ) باتجاه محور (+x)، احسب مقدار ما يأتي:

أ) الدفع الذي تؤثر به القذيفة في المدفع، وحدد اتجاهه.

ب) سرعة ارتداد المدفع.

- 5) تتحرك الكرة (A) باتجاه محور (+x) بسرعة مقدارها (4 m/s) نحو الكرة (B) الساكنة، بعد التصادم تحركت الكرة (B) بسرعة مقدارها (1.5 m/s) باتجاه محور (+x)، إذا علمت أن  $m_A = 1 \text{ kg}$  و  $m_B = 2 \text{ kg}$ ؛ فاحسب مقدار سرعة الكرة (A) بعد التصادم وحدد اتجاهها.

- 6) وضعت إسلام نابضاً خفيفاً مضغوطاً بين صندوقين كتليهما  $m_1$  و  $m_2$  موضوعين على سطح أفقي أملس، لحظة إفلات إسلام النابض؛ تحرك الصندوقان باتجاهين متعاكسين، إذا علمت أن  $m_2 = 2m_1$ ؛ فجد نسبة مقدار سرعة الصندوق الأول النهائية إلى مقدار سرعة الصندوق الثاني النهائية لحظة ابتعاد كل منهما عن النابض.



## الدرس الثاني

# التصادمات

◀ الزخم الخطي والطاقة الحركية في التصادمات :

← التصادم : " اقتراب جسمين من بعضهما بحيث يؤثر كلٌ منهما في الآخر " .

🧠 سؤال : هل يُشترط في التصادم تلامس الجسمين ؟

← لا ؛ كما في تصادم البروتون بجسيم ألفا ( $He_2^4$ ) .

← الطاقة الحركية (KE) : " الطاقة المرتبطة بحركة الجسم عند انتقاله من مكان إلى آخر " .

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

حيث :

KE : الطاقة الحركية [J]

m : كتلة الجسم [kg]

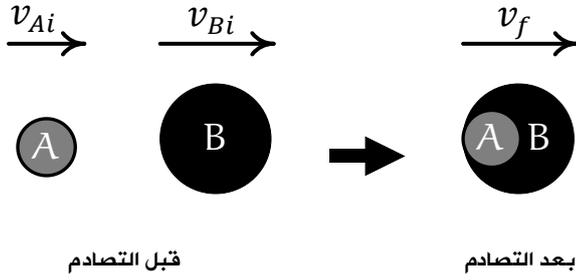
v : سرعة الجسم [m / s]



⚙️ تنبيه : يمكن حساب سرعة النظام النهائية في التصادم " عديم المرونة " بالعلاقة :

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

حيث :



$m_A$  : كتلة الجسم الأول [kg]

$m_B$  : كتلة الجسم الثاني [kg]

$v_{Ai}$  : سرعة الجسم الأول الابتدائية [m / s]

$v_{Bi}$  : سرعة الجسم الثاني الابتدائية [m / s]

$v_f$  : سرعة النظام النهائية [m / s]

■ البندول القذفي : " أداة تُستخدم لقياس مقدار سرعة مقذوف ؛ مثل الرصاصة " .

← تُقاس سرعة الرصاصة بناءً على حفظ الطاقة الميكانيكية ، حيث :

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

حيث :

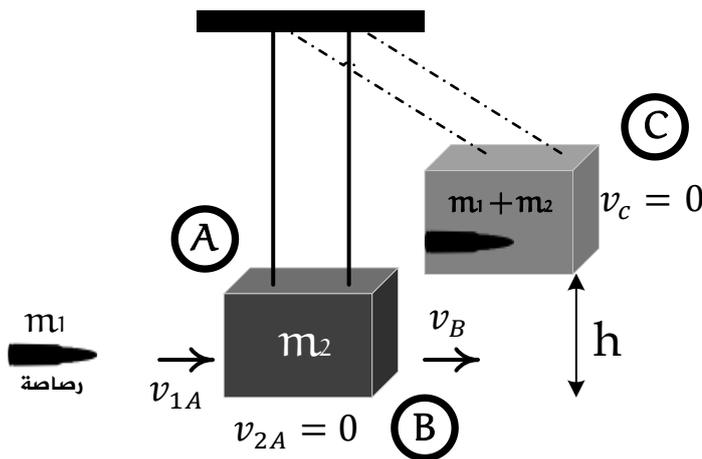
$m_1$  : كتلة الرصاصة [kg]

$m_2$  : كتلة قطعة الخشب [kg]

$v_{1A}$  : سرعة الرصاصة قبل التصادم [m / s]

$g$  : تسارع الجاذبية الأرضية [m / s<sup>2</sup>]

$h$  : الإزاحة الرأسية للنظام [m]



سؤال : متى يكون التصادم في بُعد واحد؟

← إذا توفرت الشروط الآتية :

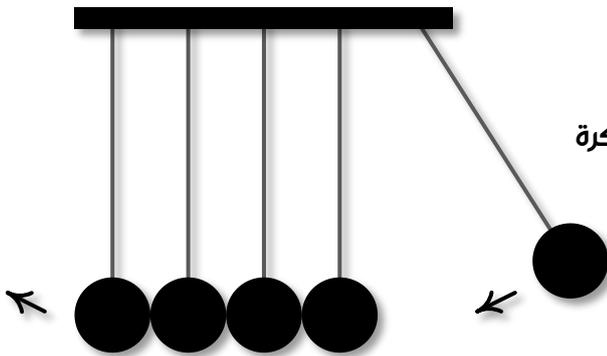
- (1) أن يتحرك الجسمان قبل التصادم على امتداد الخط المستقيم نفسه .
- (2) أن يتصادم الجسمان رأساً برأس بحيث تبقى حركتهما بعد التصادم على المسار المستقيم نفسه .

فسر : " إذا تُركت كرة مطاطية تسقط سقوطاً حراً على أرض الملعب ؛ فإنها لا ترتد إلى الارتفاع الذي سقطت منه " ؟

← لأن تصادم الكرة المطاطية بالأرض تصادم غير مرن ؛ مما يعني أن الكرة ستفقد جزءاً من طاقتها الحركية .

فكر : في لعبة كرات نيوتن ؛ عند سحب إحدى الكرات الفلزية الخارجية نحو الخارج ثم إفلاتها فإنها تصطدم تصادماً مرناً بالكرة التي كانت مجاورة لها ، وبدلاً من حركة هذه الكرة نلاحظ أن الكرة الخارجية على الجانب الآخر تقفز في الهواء :

(كرات نيوتن)



أ) فسر ما الذي حدث .

← انتقل الزخم والطاقة الحركية من كرة إلى أخرى عن

طريق التصادمات التي تحدث بينها حتى تصل إلى الكرة

الخارجية على الجانب الآخر فتقفز في الهواء بناءً

على قانون حفظ الزخم وحفظ الطاقة الحركية .

ب) ماذا سيحدث إذا سُحبت كرتان من الجانب الأيسر جانبياً ثم أُفِلتا معاً؟

← ستقفز الكرتان على الجانب الآخر في الهواء .

ج) ماذا سيحدث إذا زُفِعت الكرتان الخارجيتان كلتاهما على الجانبين إلى الارتفاع نفسه وأُفِلتا

في اللحظة نفسها؟

← ستستمر كلُّ منهما بالقفز إلى الارتفاع نفسه معاً .

علل : " تكون الطاقة الحركية المفقودة في التصادم عديم المرونة كبيرة جداً " ؟

← لأنَّ الأجسام بعد التصادم تتشوه وتتلاحم مع بعضها البعض وتفقد طاقتها أثناء

التشوه على شكل حرارة أو صوت .

### أمثلة :

1) تتحرك الكرة (A) باتجاه محور (+x) بسرعة (6 m/s) ؛ فتصطدم رأساً برأس بكرة أخرى (B)

أمامها تتحرك باتجاه محور (+x) بسرعة (3 m/s) ، بعد التصادم تحركت الكرة (B) بسرعة

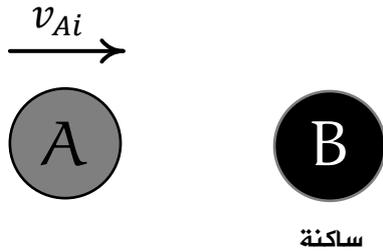
مقدارها (5 m/s) بالاتجاه نفسه قبل التصادم ، إذا علمت أنَّ (m<sub>B</sub> = 3 kg) و (m<sub>A</sub> = 5 kg) ؛

فأجب عما يأتي :

أ) احسب مقدار سرعة الكرة (A) بعد التصادم ، وحدد اتجاهها .

(ب) حدد نوع التصادم .

2) كرتا بلياردو كتلة كلٍ منهما (0.16 kg) ، تتحرك الكرة (A) باتجاه محور (+x) بسرعة (2 m/s) نحو الكرة (B) الساكنة وتتصادمان رأساً برأس تصادمًا مرئيًا ، انظر الشكل المجاور ، احسب مقدار سرعة الكرة (B) بعد التصادم و حدد اتجاهها .



3) أطلق سعدٌ سهمًا كتلته (0.03 kg) أفقيًا باتجاه بندول قذفي كتلته (0.72 kg) ، فاصطدم به والتحما معاً ، بحيث كان أقصى ارتفاع وصل إليه البندول فوق المستوى الابتدائي له يساوي (20 cm) ، باعتبار تسارع السقوط الحر ( $10 \text{ m/s}^2$ ) ؛ أجب عما يأتي :

أ) أي مراحل حركة النظام المكوّن من البندول والسهم يكون فيها الزخم الخطي محفوظاً؟ ← مرحلة التصادم عديم المرونة .

ب) أي مراحل حركة النظام تكون فيها الطاقة الميكانيكية محفوظة ؟

← في مرحلتين :

1- قبل التصادم .

2- بداية حركتهما معاً بعد التصادم مباشرة وحتى وصولهما إلى أقصى ارتفاع .

ج) احسب مقدار السرعة الابتدائية للسهم .

4) عربة قطار (A) كتلتها  $(1.8 \times 10^3 \text{ kg})$  تتحرك في مسارٍ أفقيٍّ مستقيمٍ لسكة حديدٍ بسرعةٍ مقداره  $(3 \text{ m/s})$  باتجاه محور  $(+x)$  ، فتصطدم بعربةٍ أخرى (B) كتلتها  $(2.2 \times 10^3 \text{ kg})$  تقف على المسار نفسه ، كما هو موضحٌ في الشكل المجاور ، أجب عما يأتي :



أ) احسب مقدار سرعة عربتي القطار بعد التصادم ، وحدد اتجاهها .

ب) ما نوع التصادم؟ وهل الطاقة الحركية محفوظة في هذا النوع من التصادمات؟  
أبرر إجابتي.

5) أطلق مُحقق رصاصة كتلتها (0.03 kg) أفقياً باتجاه بندول قذفي كتلته (0.97 kg) فاصطدمت به والتحما معاً، فكان أقصى ارتفاع وصل إليه البندول فوق المستوى الابتدائي له (45 cm)، احسب مقدار السرعة الابتدائية للرصاصة.

فهمت الدرس ؟ اختبر نفسك 😊



كرة كتلتها (2 kg) تتحرك نحو اليمين بسرعة (4 m/s)، لحقت بها كرة أخرى كتلتها

(5 kg) تتحرك بسرعة (6 m/s)؛ فتصادمتا، واستمرت الكرة الثانية متحركة نحو اليمين

بسرعة (5.2 m/s) .. جد :

أ) سرعة الكرة الأولى بُعيد لحظة التصادم مباشرةً .

ب) هل هذا التصادم مرن ؟



تحركت كرة كتلتها (2 kg) بسرعة (9 m/s) شرقاً، فتصادمت مع أخرى ساكنة كتلتها

(4 kg)، فإذا كان التصادم مرناً وفي بُعدٍ واحد؛ فجد سرعة الكرتين بعد التصادم مباشرةً .



سيارة كتلتها (500 kg) تسير بسرعة (36 km/h) باتجاه الغرب، تصادمت رأساً برأس مع

شاحنة كتلتها (1500 kg) وتسير بسرعة (72 km/h) باتجاه الشرق، فالتحما معاً، جد ما

يأتي :

أ) السرعة المشتركة لهما بعد الالتحام .

ب) التغيير في طاقة حركة كلٍ منهما .

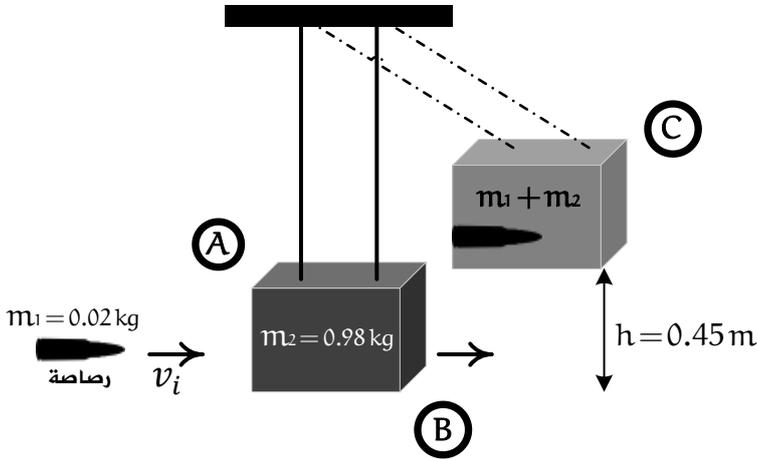
ج) فسّر عدم تساوي التغيير في الطاقة الحركية لكلٍ من السيارة والشاحنة .



أطلقت قذيفة كتلتها (60 kg) بسرعة (500 m/s) من مدفع ساكن كتلته (2000 kg)،

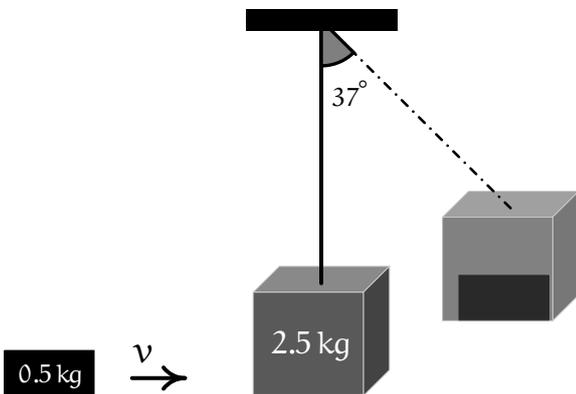
جد السرعة التي يتحرك بها المدفع بُعيد إطلاق القذيفة .

5 **مصباح** رصاصة كتلتها (0.02 kg) تتحرك بسرعة أفقية مقدارها ( $v_i$ ) نحو قطعة خشبية ساكنة كتلتها (0.98 kg) معلقة بحبلين؛ فتصدم بها وتستقر داخلها، وترتفعان معاً إلى الأعلى مسافة (0.45 m) كما في الشكل المجاور، احسب سرعة الرصاصة قبل التصادم مع قطعة الخشب.

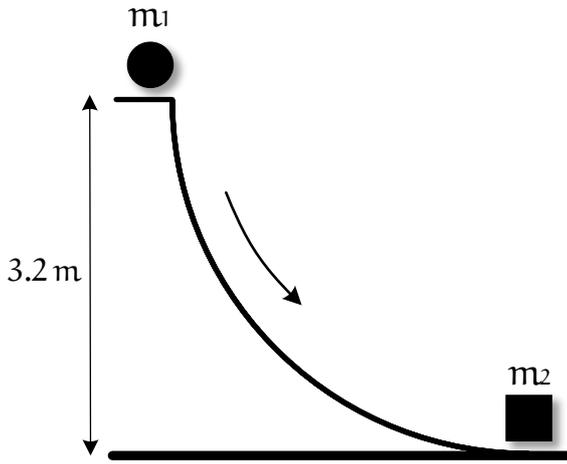


6 **مصباح** تصادم جسمان تصادماً مرناً؛ الجسم الأول كتلته (2 kg) والثاني ساكن كتلته (1.2 kg)، أثبت أنه بعد التصادم يتحرك الجسم الثاني بسرعة تساوي خمسة أمثال سرعة الأول.

7 **مصباح** يُبين الشكل المجاور جسماً كتلته (0.5 kg) يتحرك على سطح أفقي أملس بسرعة ( $v$ ) فيلتحم مع جسم آخر ساكن كتلته (2.5 kg) على نفس السطح ومربوط بخيط طوله (1 m)، ثم تحرك الجسمان معاً حتى أصبح الخيط يميل عن موضع الاتزان بزواوية ( $37^\circ$ )، احسب:  
 أ) سرعة الجسمين معاً بعد التصادم مباشرة.  
 ب) سرعة الجسم الأول قبل التصادم مباشرة.  
 ج) مقدار الطاقة الحركية المفقودة.



٨ تنزلق كرة كتلتها (4 kg) من السكون من ارتفاع (3.2m) على مسار أملس ، وعند أسفل المسار تصطدم تصادماً مرناً بجسم آخر ساكن كتلته (8 kg) ، جد :



أ) سرعة الجسم ( $m_2$ ) بعد التصادم مباشرة .

ب) أقصى ارتفاع تصل إليه الكتلة ( $m_1$ ) بعد التصادم مباشرة .



# انتهت الوحدة الأولى

## أسأل الله لكم النجاح والتوفيق

# الْفُفْهْم ◀ حل أسئلة

## الوحدة



(1)

الأستاذ :

## محمد ساهي محمود

(منصة أساس التعليمية)



مركز فيثاغورس الثقافي

طبربور

0791377555

مركز التّفوق العلمي الثقافي

نادي السباق

0799012078

مركز كفر عانة الثقافي

الوحدات - شارع سُميّة

0799988354



### السؤال الأول :

| رقم الفقرة | الإجابة  |
|------------|--|
| 1          | د) kg.m/s  |
| 2          | أ) زاد الدفع المؤثر فيه ، وزاد التخفيفي زخمه الخطي . |
| 3          | ج) كتلته وسرعته المتجهة .                            |
| 4          | د) (شرقاً) 50 kg.m/s                                 |
| 5          | ب) $-9 \times 10^4$ N.s                              |
| 6          | أ) يتضاعف مرتين .                                    |
| 7          | ج) $P_A = P_B, KE_A < KE_B$                          |
| 8          | ج) $2mv$   |
| 9          | ب) (غرباً) 2 m/s                                     |
| 10         | د) (شرقاً) 2.5 m/s                                   |
| 11         | ج) 0.5 m/s بعيداً عن الشاطئ                          |
| 12         | ب) $1 \times 10^5$ kg.m/s                            |
| 13         | ج) $1 \times 10^5$ kg.m/s                            |
| 14         | د) 3.3 m/s   |
| 15         | ج) الدفع .   |

### السؤال الثاني :

أ) ليبقى الزخم الخطي للنظام محفوظاً ، حيث كان

صفرًا ، ولكي يبقى صفرًا يجب أن يكون زخم

نرجس وزخم الحقيبة متساويين مقداراً

ومتعاكسين اتجاهًا .

ب) لكي يزداد زمن تأثير القوة ؛ فيقل مقدار القوة

المؤثرة (مع ثبات الدفع) ويقل الضرر الناتج

عنها .

### السؤال الثالث :

أ) سيتحرك القارب عكس اتجاه حركة الصياد ليبقى

الزخم الخطي محفوظاً .

ب) متساوي ، حيث : (الصياد : A)

$$\sum P = P_A + P_B$$

$$= 0 + 0 = 0$$

$$\sum P' = P'_A + (- P'_B)$$

$$= 0$$

### السؤال الرابع :

لا يُشترط ذلك ، لأن العلاقة بين الزخم والسرعة

خطية ، وبين الطاقة الحركية والسرعة غير خطية .

### السؤال الخامس :

أن يقذف حقيبة المعدات بعيداً عن المحطة الفضائية

فيتحرك جسمه نحو المحطة الفضائية بناءً على قانون

حفظ الزخم الخطي .

### السؤال السادس :

قوله غير صحيح ؛ ففي هياكل السيارات القديمة

الصلبة يكون زمن تأثير القوة عند حدوث التصادم

قصيراً مما يزيد مقدار قوة التصادم ، أما في هياكل

السيارات الحديثة المرنة فيكون زمن تأثير القوة

طويلاً نسبياً مما يقلل مقدار قوة التصادم .

### السؤال التاسع :

$$P_i = P_f \quad (أ)$$

$$0 = m_A v_{Af} + m_B v_{Bf}$$

$$0 = 8 \times 10^2 \times v_{Af} + 15 \times 10^2 \times 10$$

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

$$v_{Af} = 18.75 \text{ m/s} \quad (\text{عكس اتجاه سرعة الجزء B})$$

$$I = \Delta P_A = m_A v_{Af} - 0 \quad (ب)$$

$$= 8 \times 10^2 \times (-18.75)$$

$$= -150 \times 10^2 \text{ N.s}$$

$$= 150 \times 10^2 \text{ N.s}$$

$$(\text{عكس اتجاه الدفع المؤثر في الجزء B})$$

### السؤال العاشر :

كلامها غير صحيح ؛ لأن بقاء الرجلين مهدودتين يجعل زمن التصادم مع الأرض قصيراً ومقدار القوة المؤثرة في الشخص كبيراً فيزداد الضرر ، أما عند ثني الرجلين يزداد زمن التصادم ويقل مقدار القوة المؤثرة في الشخص فيقل الضرر .

### السؤال السابع :

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

$$= 1.35 \times 10^3 (0 - 15)$$

$$= -20.25 \times 10^3 \text{ kg.m/s}$$

$$I = \Delta P = F \Delta t \quad (ب)$$

$$-20.25 \times 10^3 = F \times 0.115$$

$$F = -176 \times 10^3 \text{ N}$$

$$F = 176 \times 10^3 \text{ N} \quad (\text{غرباً})$$

### السؤال الثامن :

$$P_i = P_f \quad (أ)$$

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

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

$$v_f = 3.06 \text{ m/s} (+x)$$

$$I_{BA} = \Delta P_A = m_A (v_{Af} - v_{Ai}) \quad (ب)$$

$$= 1.1 \times 10^3 (3.06 - 6.4)$$

$$= -3.674 \times 10^3 \text{ N.s}$$

$$= 3.674 \times 10^3 \text{ N.s} (-x)$$



$$KE_i = \frac{1}{2} m_A v_{Ai}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{Bi}^2 \quad (ج)$$

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

$$= 4.1662 \text{ J}$$

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

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

$$= 2.2851 \text{ J}$$

بما أن الطاقة الحركية نقصت ( غير محفوظة )

← التصادم غير مرئي .

### السؤال الثالث عشر :

( السهم : A )

( الهدف : B )

$$P_i = P_f \quad (أ)$$

$$m_A v_{Ai} + 0 = m_A v_{Af} + m_B v_{Bf}$$

$$0.2 \times -15 = v_f (0.2 + 5.8)$$

$$v_f = -0.5 \text{ m/s}$$

$$v_f = 0.5 \text{ m/s } (-x)$$

$$\Delta KE = KE_f - KE_i \quad (ب)$$

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

$$= \left( \frac{1}{2} \times 0.2 \times 25 \times 10^{-2} + \frac{1}{2} \times 5.8 \times 25 \times 10^{-2} \right)$$

$$- \left( \frac{1}{2} \times 0.2 \times 225 + 0 \right)$$

$$= -1.5 \text{ J}$$

### السؤال الحادي عشر :

$$I = \Delta P = F \Delta t \quad (أ)$$

$$= 1 \times 10^3 \times 0.01$$

$$= 10 \text{ kg.m/s}$$

$$\Delta P = P_f - P_i = m (v_f - v_i) \quad (ب)$$

$$10 = 10 (v_f - 0)$$

$$v_f = 1 \text{ m/s}$$

### السؤال الثاني عشر :

$$P_i = P_f \quad (أ)$$

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

$$m_A v_{Ai} - m_A v_{Af} = m_B v_{Bf} - m_B v_{Bi} \quad \leftarrow$$

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

$$m_B = 0.26 \text{ kg}$$

(ب) بناءً على قانون نيوتن الثالث :

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

وبما أن زمن تأثير القوة مشترك :

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

$$I_A = -I_B$$

$$\Delta P_B = -\Delta P_A$$

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

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

$$\sum P_f = \sum P_i$$

## السؤال الخامس عشر:

(أ) القيمة العظمى للقوة المحصلة المؤثرة في الكرة .

(ب) المساحة تحت المنحنى  $I =$

$$= 2 \left( \frac{1}{2} \times \text{القاعدة} \times \text{الارتفاع} \right)$$

$$= 2 \left( \frac{1}{2} \times 0.6 \times 10^{-3} \times 16 \times 10^3 \right)$$

$$= 9.6 \text{ N.s}$$

$$I = \Delta P = P_f - P_i = mv_f - 0 \quad (ج)$$

$$9.6 = 0.145 v_f$$

$$v_f = 66.2 \text{ m/s}$$

$$I = \bar{F} \Delta t \quad (د)$$

$$9.6 = \bar{F} \times 1.2 \times 10^{-3}$$

$$\bar{F} = 8 \times 10^3 \text{ N}$$

انتهت الأسئلة

## السؤال الرابع عشر:

$$P_i = P_f \quad (أ)$$

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

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

$$v_{Bf} = -0.09 \text{ m/s}$$

$$v_{Bf} = 0.09 \text{ m/s} \quad (-x)$$

$$KE_i = \frac{1}{2} m_A v_{Ai}^2 + \frac{1}{2} m_B v_{Bi}^2 \quad (ب)$$

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

$$= 0.0008656875 \text{ J}$$

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

$$= \frac{1}{2} \times 0.015 \times (0.315)^2 + \frac{1}{2} \times 0.03 \times (-0.09)^2$$

$$= 0.0008656875 \text{ J}$$

← التصادم مرن .