# أسئلة الوزارة
## الفيزياء



الوحدة الأولى

١

الزخم الخطي والتصادمات

٣٠ سؤال من امتحانات الوزارة ٢٠٢٣–٢٠٢٦
مفحوصة من الكتاب

جيل ٢٠٠٩

✓ جرّب أولاً · الإجابات والشرح في آخر الملف

## الموضوع ١: الزخم الخطي والدفع

**1** وزارة ٢٠٢٦ العام

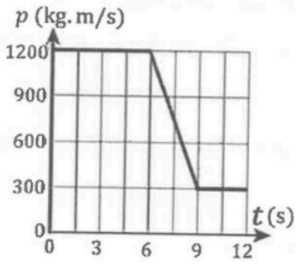
النص الآتي: "المعدل الزمني لتغيّر الزّخم الخطيّ لجسم يساوي القوة المحصّلة المؤثرة فيه" يُطلق عليه اسم:

| | |
|---|---|
| أ) قانون حفظ الزّخم الخطيّ | ب) مبرهنة (الزّخم الخطيّ- الدفع) |
| ج) القانون الثاني لنيوتن | د) القانون الثالث لنيوتن |

**2** وزارة ٢٠٢٦ العام

يبيّن الشكل المجاور تمثيلاً بيانيّاً لزخم درّاجة هوائيّة متحرّكة خلال مدّة ($12\ \text{s}$). عند اللحظة ($t = 6\ \text{s}$) استخدم راكب الدرّاجة المكابح. معتمدًا على الرسم البياني، أجب عن الفقرتين (2، 3) الآتيتين:

مقدار الدفع بوحدة ($\text{N} \cdot \text{s}$) المؤثّر في الدرّاجة في أثناء استخدام المكابح يساوي:

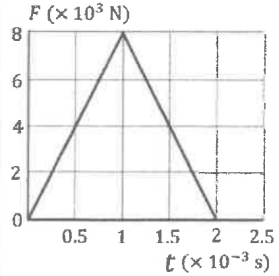



| | |
|---|---|
| أ) 900 | ب) 1350 |
| ج) 1800 | د) 2250 |

**3** وزارة ٢٠٢٥ العام

جسم (A) كتلته (2kg) يتحرك بسرعة (5m/s) باتجاه (+x)، فيصطدم بجسم آخر (B) كتلته (4kg) ساكن، والشكل المجاور يوضح منحنى (القوة- الزمن) لمقدار القوة المحصلة المؤثرة في الجسم (B) في أثناء فترة التصادم. مستعيناً بالشكل، أجب عن الفقرتين (2، 3) الآتيتين:

مقدار التغيّر في الزخم الخطي للجسم (B) بوحدة (kg.m/s)، واتجاهه:




أ) (8)، باتجاه (+x)

ب) (8)، باتجاه (-x)

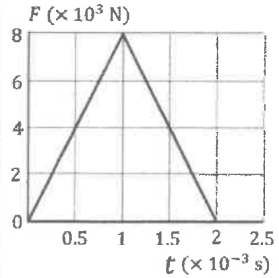
ج) (16)، باتجاه (+x)

د) (16)، باتجاه (-x)

**4** وزارة ٢٠٢٥ العام

جسم (A) كتلته (2 kg) يتحرك بسرعة (5 m/s) باتجاه (+x)، فيصطدم بجسم آخر (B) كتلته (4 kg) ساكن، والشكل المجاور يوضّح منحنى (القوة- الزمن) لمقدار القوة المحصلة المؤثرة في الجسم (B) في أثناء فترة التصادم. مستعينًا بالشكل:

مقدار سرعة الجسم (A) بوحدة (m/s) بعد التصادم، واتجاهها:




أ) (1)، باتجاه (+x)

ب) (1)، باتجاه (-x)

ج) (2)، باتجاه (+x)

د) (2)، باتجاه (-x)

**5** وزارة ٢٠٢٥ العام

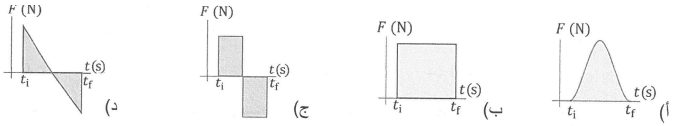
نظام يتكون من كرتين (A, B)، الكرة (A) كتلتها (m) تتحرك بسرعة (2v) شرقاً؛ فتصطدم رأساً برأس بالكرة (B) وكتلتها (2m) والتي تتحرك على المسار نفسه بسرعة (v) شرقاً. إذا تحركت الكرة (A) بعد التصادم بسرعة (v) بالاتجاه نفسه قبل التصادم، فأجب عن الفقرتين (4، 5) الآتيتين:

مقدار الدفع المؤثر في الكرة (A) نتيجة التصادم بدلالة (m) و (v)، واتجاهه:

| | |
|---|---|
| أ) mv، شرقاً | ب) mv، غرباً |
| ج) 3mv، شرقاً | د) 3mv، غرباً |

**6** وزارة ٢٠٢٤ التكميلي

الشكل الذي يُوضّح منحنى (القوة - الزمن) للقوة المُحصّلة المُؤثّرة في كُرة بيسبول في أثناء زمن تلامسها مع المضرب، ممّا يأتي هو:




| | |
|---|---|
| أ) الرسم (أ) في الشكل | ب) الرسم (ب) في الشكل |
| ج) الرسم (ج) في الشكل | د) الرسم (د) في الشكل |

**7** وزارة ٢٠٢٤ التكميلي

* يركل لاعب كُرة ساكنة كتلتها (0.5 kg)، فتنطلق بسرعة (v). إذا علمت أنّ زمن تلامس الكُرة مع قدم اللاعب (0.1 s)، وأنّ دَفْع اللاعب للكُرة خلال هذه المدة (14 kg.m/s) باتجاه (+x). أجب عن الفقرتين (2، 3) الآتيتين:

مقدار القوة المتوسطة المُؤثّرة في الكُرة بوحدة نيوتن (N) خلال زمن تلامسها مع قدم اللاعب يساوي:

| | |
|---|---|
| أ) 140 | ب) 14 |
| ج) 1.4 | د) 0.14 |

**8** وزارة ٢٠٢٤ التكميلي

يركل لاعب كُرة ساكنة كتلتها (0.5 kg)، فتنطلق بسرعة (v). إذا علمت أنّ زمن تلامس الكُرة مع قدم اللاعب (0.1 s)، وأنّ دَفْع اللاعب للكُرة خلال هذه المدة (14 kg.m/s) باتجاه (+x). أجب عن الفقرتين (2، 3) الآتيتين:

مقدار السرعة (v) بوحدة (m/s) التي انطلقت بها الكُرة، واتجاهها:

| | |
|---|---|
| أ) 7 ، باتجاه محور (+x) | ب) 28 ، باتجاه محور (+x) |
| ج) 7 ، باتجاه محور (-x) | د) 28 ، باتجاه محور (-x) |

**9** وزارة ٢٠٢٤ العام

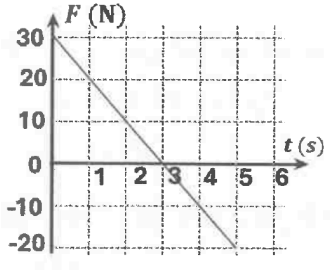
جسمان (A و B) ساكنان، أثرت في كلّ منهما قوة مُحصّلة مقدارها (F) للمدة الزمنية نفسها. إذا كانت كتلة الجسم (A) مِثلي كتلة الجسم (B)، فإنّ العلاقة الصحيحة بين الزخم الخطي (PA) والزخم الخطي (PB) عند نهاية المدة الزمنية، هي:

| | |
|---|---|
| أ) PA = 1/2 PB | ب) PA = PB |
| ج) PA = 2PB | د) PA = √2PB |

**10** وزارة ٢٠٢٤ العام

يُبيّن الشكل المجاور التمثيل البياني للقوة المُؤثّرة في جسم ساكن كتلته (5kg) وزمن تأثيرها.

مقدار سرعة الجسم النهائية بوحدة (m/s) يساوي:




| | |
|---|---|
| أ) 5 | ب) 13 |
| ج) 25 | د) 125 |

**11** وزارة ٢٠٢٤ العام

عند وقوع حادث سيارة فإنّ الوسادة الهوائية تنتفخ، فتعمل على حماية الراكب من الضرر الذي قد تُسببه القوة الناتجة عن التصادم، عن طريق:

| | |
|---|---|
| أ) زيادة زمن تأثير القوة، وتقليل مقدارها | ب) تقليل زمن تأثير القوة، وتقليل مقدارها |
| ج) زيادة زمن تأثير القوة، وزيادة مقدارها | د) تقليل زمن تأثير القوة، وزيادة مقدارها |

**12** وزارة ٢٠٢٤ العام

الدفع المؤثر في الكُرة (A) بوحدة (kg.m/s) يساوي:

| | |
|---|---|
| أ) 38.4 ، باتّجاه الشرق | ب) 9.6 ، باتّجاه الشرق |
| ج) 9.6 ، باتّجاه الغرب | د) 38.4 ، باتّجاه الغرب |

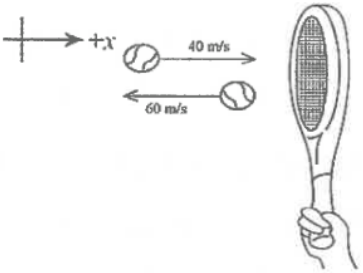
**13** وزارة ٢٠٢٤ العام

شاحنة كتلتها (2m) وسرعتها (v)، وزخمها الخطي يساوي الزخم الخطي لسيارة كتلتها (m)، إنّ سرعة السيارة بدلالة (v) تساوي:

| | |
|---|---|
| أ) v 1/4 | ب) v 1/2 |
| ج) 2v | د) 4v |

**14** وزارة ٢٠٢٤ العام

ضرب لاعبٌ كرة تنس كتلتها (0.06kg) أفقيًّا بالمضرب، فتغيّرت سرعتها من (40m/s) إلى (60m/s) كما يوضّح الشكل المجاور. إنّ مقدار التغيّر في الزخم الخطي للكرة بوحدة (kg.m/s) يساوي:




| | |
|---|---|
| أ) -6 | ب) +6 |
| ج) -1.2 | د) +1.2 |

**15** وزارة ٢٠٢٤ العام

عند تحرّك سيارة في مسار دائري بسرعة ثابتة، فإنّ زخمها الخطي:

| | |
|---|---|
| أ) يبقى ثابتًا مقدارًا، ويكون اتجاهه عموديًّا على اتجاه السرعة | ب) يتغيّر مقدارًا، ويكون اتجاهه عموديًّا على اتجاه السرعة |
| ج) يبقى ثابتًا مقدارًا، ويكون اتجاهه باتجاه السرعة | د) يتغيّر مقدارًا، ويكون اتجاهه باتجاه السرعة |

## الموضوع ٢: تطبيقات على حفظ الزخم الخطي

**16** وزارة ٢٠٢٦ العام

يعمل حزام الأمان في السيارة على حماية الراكب عند حدوث التصادم؛ وذلك عن طريق:

| | |
|---|---|
| أ) إنقاص معدل تغيّر الزخم الخطيّ | ب) إنقاص التغيّر في الزخم الخطيّ |
| ج) زيادة معدل تغيّر الزخم الخطيّ | د) زيادة التغيّر في الزخم الخطيّ |

**17** وزارة ٢٠٢٦ العام

نظام معزول يتكوّن من عربة مدفع كتلتها (500 kg)، بداخلها قذيفة كتلتها (25 kg)، يتحرّك النظام شرقًا بسرعة (4 m/s). إذا أُطلِقت القذيفة بسرعة (200 m/s) نحو الشرق، فإنّ مقدار سرعة العربة بوحدة (m/s)، واتّجاهها بعد إطلاق القذيفة مباشرة:

| | |
|---|---|
| أ) (5.8)، شرقًا | ب) (5.8)، غربًا |
| ج) (5.5)، شرقًا | د) (5.5)، غربًا |

**18** وزارة ٢٠٢٥ العام

تمتاز هياكل السيارات القديمة بالصلابة، بينما تمتاز هياكل السيارات الحديثة بالمرونة وسهولة التشوّه عند التأثير فيها بقوة، وعند مقارنة أثر كل منهما في جسم الراكب عند التعرّض لحادث، نجد أنّ الهياكل الأفضل للسيارات هي:

| | |
|---|---|
| أ) القديمة؛ لأنّها تتحمل قوى اصطدام كبيرة قبل أن تتشوّه | ب) القديمة؛ لأنّها تحمي الراكب من القوة الناتجة عن التصادم |
| ج) الحديثة؛ لأنّ تشوّهها يقلّل مقدار القوة الناتجة عن التصادم | د) الحديثة؛ لأنّ تشوّهها يقلّل زمن تأثير القوة الناتجة عن التصادم |

**19** وزارة ٢٠٢٥ العام

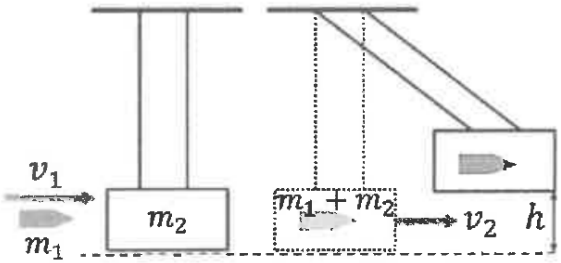
نظام يتكون من كرتين (A, B)، الكرة (A) كتلتها ($m$) تتحرك بسرعة ($2v$) شرقًا؛ فتصطدم رأسًا برأس بالكرة (B) وكتلتها ($2m$) والتي تتحرك على المسار نفسه بسرعة ($v$) شرقًا. إذا تحركت الكرة (A) بعد التصادم بسرعة ($v$) بالاتجاه نفسه قبل التصادم:

الطاقة الحركية التي يفقدها النظام نتيجة التصادم بدلالة (m) و (v) تساوي:

| | |
|---|---|
| أ) $\frac{1}{4}mv^2$ | ب) $\frac{3}{4}mv^2$ |
| ج) $\frac{1}{8}mv^2$ | د) $\frac{5}{8}mv^2$ |

**20** وزارة ٢٠٢٥ العام

أُطلقت رصاصة كتلتها ($m_1$) بسرعة ($v_1$) باتجاه قطعة من الخشب ساكنة كتلتها ($m_2$)، معلّقة رأسيًا بخيطين خفيفين، فاخترقت الرصاصة قطعة الخشب واستقرت داخلها، وتحرّك النظام المكوّن منهما كجسم واحد بسرعة ($v_2$)، فارتفع مسافةً رأسيّةً ($h$) كما في الشكل المجاور.
العلاقة التي تعبّر بشكل صحيح عن حفظ إحدى الكميات المتعلقة بالنظام هي:




أ) $m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v_2$

ب) $m_1 v_1 = (m_1 + m_2) gh$

ج) $\frac{1}{2} m_1 {v_1}^2 = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) {v_2}^2$

د) $\frac{1}{2} m_1 {v_1}^2 = (m_1 + m_2) gh$

**21** وزارة ٢٠٢٤ التكميلي

تتحرك كُرة (A) كتلتها (4.0 kg) باتجاه محور (-x) بسرعة مقدارها (2.0 m/s)، فتصطدم رأسًا برأس بكُرة أخرى (B) أمامها كتلتها (2.0 kg) تتحرك باتجاه (-x) بسرعة مقدارها (1.0 m/s). بعد التصادم تحركت الكُرة (B) بسرعة مقدارها (2.0 m/s) بالاتجاه نفسه قبل التصادم. إنّ التغيّر في الطاقة الحركية للكُرة (A) بوحدة جول (J) يساوي:

أ) −3.5

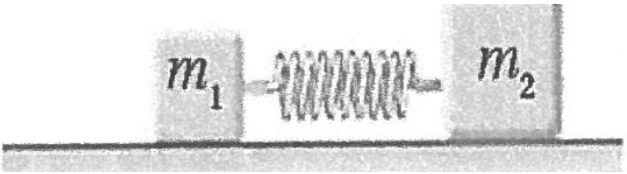
ب) 3.5

ج) −1.0

د) 1.0

**22** وزارة ٢٠٢٤ التكميلي

صندوقان كتلتاهما ($m_1$) و ($m_2$) يتصلان بنابض خفيف، موضوعان على سطح أفقي أملس كما هو مبين في الشكل المجاور. إذا سُحب الصندوقان بعيدًا عن بعضهما مسافة صغيرة، مع بقاء اتصالهما بالنابض ثم تُركا، فإنّ العلاقة بين سرعتي الصندوقين ($v_1$) و ($v_2$) بعد تركهما تكون على إحدى الصّور الآتية:




أ) $v_2 = -\frac{m_1}{m_2} v_1$

ب) $v_2 = \frac{m_1}{m_2} v_1$

ج) $v_2 = -\frac{m_2}{m_1} v_1$

د) $v_2 = \frac{m_2}{m_1} v_1$

**23** وزارة ٢٠٢٤ العام

عربة (A) كتلتها (2kg) تتحرّك في مسارٍ أفقيّ مستقيم بسرعة مقدارها (14.0m/s) باتجاه محور (+x)، فتصطدم بعربة أخرى (B) كتلتها (2kg) تقف على المسار نفسه. إذا علمت أنّ العربتين اصطدمتا تصادمًا مرنًا، فإنّ العبارة الصحيحة التي تصف ما يحدث لسرعتيهما بَعد التصادم مباشرة، هي:

أ) العربتان (A) و (B) تتحرّكان بمقدار السرعة نفسه (7.0m/s)، باتجاه محور +x

ب) العربتان (A) و (B) تتحرّكان بمقدار السرعة نفسه (7.0m/s)، باتجاهين متعاكسين

ج) العربة (A) تسكن، والعربة (B) تتحرّك بسرعة (14.0m/s) باتجاه محور +x

د) العربة (B) تبقى ساكنة، والعربة (A) تتحرّك بسرعة (14.0m/s) باتجاه محور -x

**24** وزارة ٢٠٢٤ العام

تتحرّك كُرة (A) كُتلتها (6.0 kg) باتّجاه الشرق بسرعة مقدارها (4 m/s)، فتصطدم بكُرة أخرى (B) كُتلتها (4.0 kg) رأسًا برأس، تتحرّك باتّجاه الشرق بسرعة مقدارها (2 m/s). بعد التصادم تحرّكت الكُرة (A) باتّجاه الشرق بسرعة مقدارها (2.4 m/s). أجب عن الفقرتين (5، 6) الآتيتين:

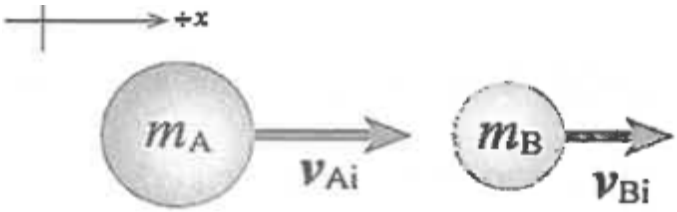
سرعة الكُرة (B) بعد التصادم مباشرة بوحدة (m/s)، ونوع التصادم:

| | |
|---|---|
| أ) (4.4، باتّجاه الغرب)، مرن | ب) (4.4، باتّجاه الشرق)، غير مرن |
| ج) (4.4، باتّجاه الغرب)، غير مرن | د) (4.4، باتّجاه الشرق)، مرن |

**25** وزارة ٢٠٢٤ العام

كرة (A) كتلتها (8kg)، تتحرّك باتجاه x+ بسرعة (4m/s)؛ فتصطدم بكرة أخرى (B) أمامها كتلتها (4kg) رأسًا برأس، وتتحرّك بسرعة (2m/s) باتجاه محور x+ كما هو موضح في الشكل المجاور. بعد التصادم تحرّكت الكرة (B) بسرعة مقدارها (4m/s) بالاتجاه نفسه قبل التصادم. أجب عن الفقرتين (2، 3) الآتيتين:

مقدار سرعة الكرة (A) بعد التصادم بوحدة (m/s) واتجاهها يساوي:

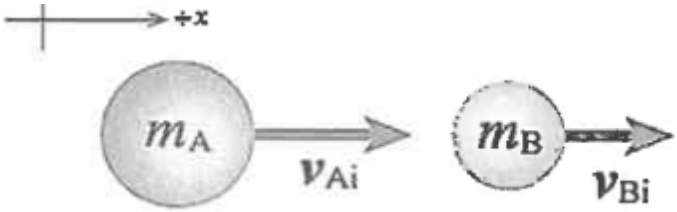



| | |
|---|---|
| أ) (1)، باتجاه x- | ب) (1)، باتجاه x+ |
| ج) (3)، باتجاه x- | د) (3)، باتجاه x+ |

**26** وزارة ٢٠٢٤ العام

كُرة (A) كُتلتها (8 kg)، تتحرّك باتجاه +x بسرعة (4 m/s)؛ فتصطدم بكُرة أخرى (B) أمامها كُتلتها (4 kg) رأسًا برأس، وتتحرّك بسرعة (2 m/s) باتجاه محور +x كما هو موضّح في الشكل المجاور. بَعْد التصادم تحرّكت الكُرة (B) بسرعة مقدارها (4 m/s) بالاتجاه نفسه قبل التصادم. أجب عن الفقرتين (2، 3) الآتيتين:

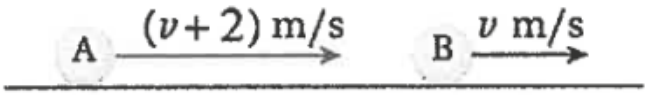
مقدار التغيّر في الطاقة الحركيّة للكرة (B) بوحدة جول (J) يساوي:




| | |
|---|---|
| أ) 24 | ب) -24 |
| ج) 40 | د) -40 |

**27** وزارة ٢٠٢٤ العام

كرتا بلياردو (A و B) لهما الكتلة نفسها، وتتحركان في الاتجاه نفسه في خط مستقيم، كما هو موضح في الشكل المجاور. إذا تصادمت الكرتان تصادمًا مرنًا، فإن الشكل الذي يُعبّر عن نتيجة هذا التصادم، هو:

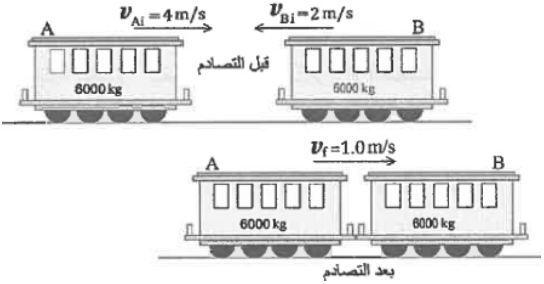



| | |
|---|---|
| أ) A (0) B (2v+2) m/s | ب) A (0) B (v+2) m/s |
| ج) A (v+1) m/s B (v+1) m/s | د) A v m/s B (v+2) m/s |

**28** وزارة ٢٠٢٤ العام

يوضح الشكل المجاور عربتي قطار (A) و (B)، كتلة كل منهما (6000 kg)، إذا تحركت العربة (A) في مسار أفقي مستقيم لسكة حديد بسرعة مقدارها (4 m/s) باتجاه محور +x، واصطدمت بالعربة (B) التي تتحرك بسرعة (2 m/s) باتجاه محور -x على المسار نفسه، فالتحمتا معًا، وتحركتا بسرعة مقدارها (1.0 m/s) باتجاه +x. أجب عن الفقرتين (7، 8) الآتيتين:

مقدار التغير في الطاقة الحركية للنظام المكوّن من العربتين بوحدة جول (J) يساوي :




| | |
|---|---|
| أ) $-5.4 \times 10^4$ | ب) $5.4 \times 10^4$ |
| ج) $-6.6 \times 10^4$ | د) $6.6 \times 10^4$ |

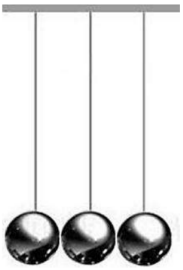
**29** وزارة ٢٠٢٣ التكميلي

كرة (A) كتلتها (2kg) تتحرك بسرعة (5m/s) شرقًا؛ فتصطدم رأسًا برأس بكرة أخرى ساكنة (B) كتلتها (8kg). إذا تغير الزخم الخطي للكرة (A) نتيجة التصادم بمقدار (−16 kg.m/s)، فأجب عن الفقرتين (4، 5) الآتيتين: مقدار سرعة الكرة (A) بعد التصادم مباشرة بوحدة (m/s)، واتجاهها على الترتيب:

| | |
|---|---|
| أ) (2)، شرقًا | ب) (2)، غربًا |
| ج) (3)، شرقًا | د) (3)، غربًا |

30 وزارة ٢٠٢٣ التكميلي

في الشكل ثلاث كرات فلزية متراصة معلّقة بخيوط خفيفة. إذا سحبت الكرة التي على الجانب الأيمن نحو اليمين ثم أفلتت؛ لتصطدم تصادماً مرناً بالكرة التي كانت مجاورة لها بسرعة (v)، فإن الذي يحدث بعد التصادم مباشرة:



(أ) تسكن الكرة المتحركة، وتقفز الكرة التي على الجانب الأيسر بسرعة (v)

(ب) تسكن الكرة المتحركة، وتقفز الكرتان الساكنتان بسرعة (v/2) لكل منهما

(ج) ترتد الكرة المتحركة بسرعة (v/2)، وتقفز الكرة التي على الجانب الأيسر بسرعة (v/2)

(د) ترتد الكرة المتحركة بسرعة (v/3)، وتقفز الكرتان الساكنتان بسرعة (v/3) لكل منهما

## مفتاح الإجابات

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 ج | 2 أ | 3 أ | 4 أ | 5 ب |
| 6 أ | 7 أ | 8 ب | 9 ب | 10 أ |
| 11 أ | 12 ج | 13 ج | 14 أ | 15 ج |
| 16 أ | 17 ب | 18 ج | 19 أ | 20 أ |
| 21 أ | 22 أ | 23 ج | 24 د | 25 د |
| 26 أ | 27 د | 28 أ | 29 د | 30 أ |

## الحل والشرح

**1 ج) القانون الثاني لنيوتن** نصّ القانون الثاني لنيوتن بدلالة الزخم: $\sum F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ أي أنّ المعدل الزمني لتغيّر الزخم الخطي يساوي القوة المحصلة. أمّا مبرهنة الدفع فتربط الدفع $I = \sum F \Delta t$ بالتغير في الزخم.

**2 أ) 900** الدفع يساوي التغير في الزخم: $I = \Delta p = 300 - 1200 = -900 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ فمقداره $900 \text{ N} \cdot \text{s}$ (مقدار الهبوط في الزخم بين 6 s و 9 s).

**3 أ) (8)، باتجاه (+x)** الدفع هو المساحة تحت منحنى (القوة - الزمن)، وهي مثلث: $\frac{1}{2} \times 2 \times 10^{3} \times 8 \times 10^{-3} = 8$ N.s. والتغير في الزخم يساوي الدفع، فهو 8 kg.m/s باتجاه القوة (+x).

**4 أ) (1)، باتجاه (+x)** الزخم الكلي محفوظ: $2 \times 5 = 2v_A + 8$، إذ زخم $B$ بعد التصادم 8 kg.m/s. ومنه $v_A = 1$ m/s، وبما أنها موجبة فاتجاهها (+x).

**5 ب) mv، غرباً** الدفع يساوي التغير في الزخم: $I = mv - m(2v) = -mv$. المقدار $mv$، والإشارة السالبة تعني عكس اتجاه الحركة الأصلية للكرة $A$ (شرقًا)، أي غربًا.

**6 أ) الرسم (أ) في الشكل** القوة المؤثرة في الكرة أثناء ملامسة المضرب تبدأ من الصفر وتزداد إلى قيمة عظمى ثم تعود إلى الصفر، وهذا هو شكل المنحنى (أ). المستطيل (ب) قوة ثابتة، و(ج) و(د) تنعكس فيهما القوة وهي هنا بالاتجاه نفسه.

**7** **أ) 140** الدفع يساوي القوة المتوسطة في زمن تأثيرها: $I = \bar{F}\,\Delta t$، فـ $\bar{F} = \frac{14}{0.1} = 140$ N.

**8** **ب) 28 ، باتجاه محور (+x)** الكرة ساكنة، فالدفع يساوي زخمها النهائي: $I = mv$ ومنه $v = \frac{14}{0.5} =$ 28 m/s، وباتجاه الدفع نفسه $(+x)$.

**9** **ب) PA = PB** الدفع $F\Delta t$ متساوٍ للجسمين لأن القوة المحصلة والمدة متساويتان، والدفع يساوي التغير في الزخم الخطي. وبما أن الجسمين بدآ ساكنين فزخم كل منهما النهائي $F\Delta t$، أي $P_A =$ $P_B$ مهما اختلفت الكتلتان.

**10** **أ) 5** الدفع يساوي المساحة تحت منحنى (القوة - الزمن): من 0 إلى 3 s مساحة موجبة $\frac{1}{2}(3)(30) = 45$، ومن 3 إلى 5 s سالبة $\frac{1}{2}(2)(20) = -20$. الدفع $= 25$ N.s يساوي $\Delta p = mv$، فـ $v =$ $\frac{25}{5} = 5$ m/s.

**11** **أ) زيادة زمن تأثير القوة، وتقليل مقدارها** الوسادة الهوائية تزيد زمن توقف جسم الراكب، والتغير في زخمه ثابت، فتقل القوة المؤثرة فيه لأن $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ لذلك تزيد الزمن وتقلل القوة معًا، وليس العكس.

**12** **ج) 9.6 ، باتّجاه الغرب** الدفع يساوي التغير في زخم الكرة: $I = m(v_f - v_i) = 6.0(2.4 - 4) =$ $-9.6$ kg.m/s. الإشارة السالبة تعني باتجاه الغرب (الشرق موجب)، ومقداره 9.6 لا 38.4.

**13** **ج) 2v** زخم الجسم $p = mv$. زخم الشاحنة $= 2m \times v = 2mv$، وهو نفسه زخم السيارة $m \times v'$، فيكون $v' = 2v$.

**14** **أ) -6** دفع المضرب يساوي التغير في زخم الكرة. الكرة ارتدت، فسرعتها الابتدائية $+40$ والنهائية $-60$ م/ث: $\Delta p = 0.06 \times (-60 - 40) = -6$ kg.m/s. الخيار $+1.2$ يخرج عند نسيان انعكاس الاتجاه.

**15** **ج) يبقى ثابتًا مقدارًا، ويكون اتجاهه باتجاه السرعة** الزخم الخطي كمية متجهة له اتجاه السرعة نفسه، والسرعة هنا ثابتة المقدار والكتلة ثابتة، فمقداره ثابت. اتجاهه يبقى مماسًا للمسار مع السرعة، لا عموديًا عليها.

**16** **أ) إنقاص معدل تغيّر الزخم الخطيّ** التغير في زخم الراكب ثابت (يعتمد على كتلته وسرعته)، والحزام يزيد زمن التوقف، فيقلّ معدل التغير $\frac{\Delta p}{\Delta t}$ أي القوة. لذلك لا يُنقص التغير في الزخم نفسه (الخيار ب).

**17** **ب) (5.8)، غربًا** الزخم قبل الإطلاق $= (500 + 25) \times 4 = 2100$، وبعده $200 \times 25 + 500v$. إذن $500v = 2100 - 5000$ فـ $v = -5.8$ m/s؛ الإشارة السالبة تعني أنّ العربة تتحرك غربًا.

**18** **ج) الحديثة؛ لأنّ تشوّهها يقلّل مقدار القوة الناتجة عن التصادم** القوة تتناسب عكسيًا مع زمن تأثيرها عند ثبات التغير في الزخم الخطي. الهيكل الحديث يتشوّه فيزداد زمن توقف الراكب، فتقل القوة الناتجة عن التصادم، وليس العكس: الزمن يزداد لا يقل.

**19** **أ)** $\frac{1}{4}mv^2$ الطاقة قبل $= m(2v) + 2m(v) = mv + 2mv_B$ من حفظ الزخم: $v_B = 1.5v$ فـ $2mv^2 + mv^2 = 3mv^2$ وبعد $= \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}(2m)(2.25v^2) = 2.75mv^2$ فالفقد $= \frac{1}{4}mv^2$.

**20** **أ)** $m_1v_1 = (m_1 + m_2)v_2$ اختراق الرصاصة للخشب واستقرارها داخله تصادم عديم المرونة، فالزخم الخطي هو المحفوظ: $m_1v_1 = (m_1 + m_2)v_2$. الطاقة الحركية لا تُحفظ في التصادم نفسه، والعلاقتان بـ $gh$ تخصان ما بعده.

**21** **أ) −3.5** الزخم الكلي محفوظ: $4(-2) + 2(-1) = 4v_A + 2(-2)$ فـ $v_A = -1.5$ m/s. $\Delta KE_A = \frac{1}{2} \times 4 \times (1.5^2 - 2^2) = -3.5$ J؛ فقدت A طاقة لأن سرعتها نقصت.

**22** **أ)** $v_2 = -\frac{m_1}{m_2}v_1$ قوة النابض داخلية والسطح أملس، فالزخم محفوظ. الزخم قبل الترك صفر، فـ $m_1v_1 + m_2v_2 = 0$ ومنه $v_2 = -\frac{m_1}{m_2}v_1$؛ الصندوقان يتحركان بعكس اتجاهين.

**23** **ج) العربة (A) تسكن، والعربة (B) تتحرّك بسرعة (14.0m/s) باتجاه محور +x** التصادم المرن بين كتلتين متساويتين تتبادل فيه الكتلتان السرعتين: تسكن العربة (A) وتنطلق (B) بسرعة (A) الابتدائية 14.0 m/s باتجاه $+x$. الخيار (أ) يحفظ الزخم لكن طاقته الحركية نصف الأصلية، فليس مرنًا.

**24** **د) (4.4، باتّجاه الشرق)، مرن** بحفظ الزخم: $6(4) + 4(2) = 6(2.4) + 4v_B$ فـ $v_B = 4.4$ m/s شرقًا. الطاقة الحركية قبل التصادم $= 48 + 8 = 56$ J وبعده $= 17.28 + 38.72 = 56$ J، فهي محفوظة، إذن التصادم مرن.

**25** **د) (3)، باتجاه +x** الزخم الكلي محفوظ في التصادم: $8 \times 4 + 4 \times 2 = 8v_A + 4 \times 4$ أي $= 40$ $8v_A + 16$، فتكون $v_A = 3$ م/ث. الإشارة موجبة، فاتجاهها $+x$ أي بالاتجاه الأصلي نفسه.

**26** **أ) 24** سرعة الكرة B ازدادت من 2 إلى 4 م/ث، فطاقتها الحركية زادت: $\Delta KE = \frac{1}{2} \times 4 \times (4^2 - 2^2) = 24$ J. القيمة موجبة لأن الكرة اكتسبت طاقة من A.

**27** **د) A v m/s B (v+2) m/s** في التصادم المرن بين كرتين متساويتين في الكتلة تتبادلان السرعتين: تصبح سرعة A هي $v$ وسرعة B هي $v + 2$. أما الخيار (أ) فيحفظ الزخم فقط ولا تتساوى فيه الطاقة الحركية قبل التصادم وبعده.

**28** **أ) -5.4 × 10⁴** التحمت العربتان، فالتصادم عديم المرونة وتتناقص طاقته الحركية. قبله: $\frac{1}{2}(6000)(16) + \frac{1}{2}(6000)(4) = 6 \times 10^4$ J، وبعده: $\frac{1}{2}(12000)(1)^2 = 6 \times 10^3$ J، فالتغير $= -5.4 \times 10^4$ J.

**29** **د) (د) (3)، غربًا** الزخم الابتدائي للكرة (A) هو $2 \times 5 = 10$ kg.m/s شرقًا، وبعد التصادم $-10$ kg.m/s. إذن $v = \frac{-6}{2} = -3$ m/s: المقدار 3 m/s والإشارة السالبة تعني الاتجاه غربًا. $-6 = 16$

**30** **أ) (أ) تسكن الكرة المتحركة، وتقفز الكرة التي على الجانب الأيسر بسرعة (v)** التصادم مرن والكرات متماثلة (الكتلة نفسها)، فتسكن الكرة المتحركة وتنتقل سرعتها كاملة إلى الكرة التي تليها، وهكذا حتى تقفز الكرة التي على الجانب الأيسر بسرعة $v$ وتبقى الوسطى ساكنة.

بدك أسئلة أكثر من هالوحدة؟ **بنك الأسئلة كامل** وزكي بيشرحلك أي سؤال، على **tawjihiai.com**

ملفات كل أسبوع وأسئلتكم يجاوب عليها زكي: **انضموا لمجموعتنا على تيليجرام**