الفيزياء/ 11/ الفصل الدراسي الأول

إجابات أسئلة المحتوى وأسئلة مراجعة الدروس و الوحدات في كتاب الطالب، وأسئلة التفكير والتحليل والاستنتاج في كتاب الأنشطة

❖ الوحدة الأولى: الشغل والطاقة

- **الدرس1: الشغل والقدرة**

الصفحة 7

أتأمَّل الصورة: جغرافية هذه المنطقة ومناخها مناسبان؛ هبوب رياح بسرعات مناسبة (16 km/h تقريبًا) بطريقة منتظمة على مدار العام، وألا تكون المنطقة عرضة للعواصف القوية، قرب مزرعة الرياح من أماكن استهلاك الطاقة المُنتجة، ... .

دور علم الفيزياء في عملية توليد الطاقة الكهربائية باستخدام طاقة الرياح: للرياح طاقة حركية، تُكسب التوربينات طاقة حركية دورانية، التي تتصل بدورها بمولّدات كهربائية تعمل على تحويل الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية نتيجة لتدوير ملفات في مجال مغناطيسي.

الصفحة 9

تجربة استهلالية: حساب الشغل.

أصوغ فرضيتي:

إجابة محتملة: يزداد الشغل المبذول على الجسم بزيادة وزنه.

إجابات أسئلة التحليل والاستنتاج

1. رفعت الثقل بسرعة ثابتة لكي يكون مقدار القوة الخارجية المؤثرة في الثقل مساوٍ لوزن الجسم، وعندها تكون القوة المحصلة المؤثرة فيه صفرًا، فبحسب القانون الأول لنيوتن يكون:

$$\sum F = F_{ext} - F_g = 0$$

$$F_{ext} = F_g$$

2. أنظر عيّنة البيانات في الجدول أدناه.

الجدولُ (1).				
رقمُ المحاولةِ	المسافة (d) (m)	وزن الحامل وثقل التعليق (N)	القوة اللازمة (N)	الشغل (J)
1	0.5	1.05	1.05	0.525
2	0.5	2.05	2.05	1.025
3	0.5	3.05	3.05	1.525

3. العلاقة بين وزن الثقل ومقدار الشغل المبذول لرفعه بسرعة ثابتة علاقة طردية خطية؛ فكلّما زاد وزن الثقل، زاد وزنه، وزاد مقدار القوة الخارجية اللازم تأثيرها فيه لرفعه بسرعة متجهة ثابتة، وبالتالي زاد مقدار الشغل المبذول لرفعه.

4. إجابة محتملة: النتائج التي توصلت إليها تتفق مع الفرضية، فالشغل المبذول يزداد بزيادة وزن الجسم.

الصفحة 10

أتحقّق: يكون شغل القوة صفرًا عندما لا تحدث القوة إزاحة للجسم، أو عندما تكون القوة المؤثّرة في الجسم عمودية على اتّجاه إزاحته.

الصفحة 11

أتحقّق: الشغل كمّية فيزيائية قياسية ناتجة عن حاصل الضرب القياسي لمتّجه القوّة المؤثّرة في جسم في متّجه إزاحة الجسم ورمزه (W)، ويُقاس بوحدة الجول joule (J) حسب النظام الدولي للوحدات.

أفكر: الشعور بالتعب سببه الشغل المبذول داخل الجسم؛ لأن دفع الجدار أو الجسم الثقيل يلزم التأثير فيه بقوة، وهذا يتطلب حدوث تمدد وتقلص لألياف وأنسجة العضلات، حيث تبذل العضلات شغلا في أثناء انزلاق أليافها داخل الذراع، ويتم استهلاك الطاقة فيها، ويلزم لذلك توافر كميات إضافية من الأكسجين، فيبذل القلب شغلًا إضافيًّا على الدم لزيادة تدفقه في العضلات لتوفير الأكسجين.

الصفحة 12

أفكر: إذا نقلت القوة المؤثرة في الجسم طاقة إليه يكون شغلها موجبًا، أما إذا سحبت القوة المؤثرة في الجسم طاقة منه فإن شغلها يكون سالبا.

الصفحة 13

أتحقّق: يحسب شغل عدّة قوى ثابتة تؤثّر في جسم بحساب الشغل الذي تبذله كلّ قوّة على انفراد، ثم حساب الشغل الكلّي المبذول (W_{Total}) بإيجاد ناتج الجمع الجبري لشغل القوى جميعها. كما يُمكن حساب الشغل الكلّي المبذول بحساب شغل القوّة المحصّلة المؤثّرة في الجسم.

الصفحة 15

تمرين:

أ. شغل قوة الشد:

$$W_{\text{T}} = F_{\text{T}}\, d \cos\theta = 2 \times 10^3 \times 2 \times 10^2 \times \cos 25^\circ = 3.64 \times 10^5 \text{ J}$$

ب. شغل القوى المعوّقة:

بما أن السفينة تتحرك بسرعة ثابتة فإن القوة المعوقة (f) تساوي في المقدار المركبة الأفقية لقوة الشد القوة، وتبذل شغلا سالبا لأنها بعكس اتجاه الحركة ($\theta = 180°$):

$$f = F \cos\theta = 2 \times 10^3 \times \cos 25^\circ = 2 \times 10^3 \times 0.9 = 1.8 \times 10^3 \text{ N}$$

$$W_f = fd \cos\theta = 1.8 \times 10^3 \times 2 \times 10^2 \times \cos 180^\circ$$

$$W_f = -3.6 \times 10^5 \text{ J}$$

الصفحة 17

إجابة سؤال الشكل:

$$W = \frac{1}{2} F \Delta x = \frac{1}{2} \times 50 \times 0.05 = 1.25\text{J}$$

أتحقّق: أحسبُ شغل القوّة المتغيّرة بحساب المساحة المحصورة بين منحنى (القوّة – الإزاحة) ومحور الإزاحة حسب شكلها الهندسي.

الصفحة 18

تمرين:

أ.الشغل خلال (4 m) الأولى من بداية حركة الجسم يساوي المساحة A عدديًّا، ويساوي مساحة مثلّث طول قاعدته (4 m) وارتفاعه (3 N).

$$W_{0-4} = \mathrm{A}$$
$$= \frac{1}{2} \times (4-0) \times 3$$
$$= 6\ \mathrm{J}$$

ب. الشغل خلال (8 m) الأولى من بداية حركة الجسم يساوي عدديًّا مجموع المساحتين A وB، ويساوي مساحة مثلث متساوي الساقين طول قاعدته (8 m) وارتفاعه (3 N).

$$W_{0-8} = \mathrm{A} + \mathrm{B}$$
$$= \frac{1}{2} \times (8-0) \times 3$$
$$= 12\ \mathrm{J}$$

ج. الشغل عند حركة الجسم من الموقع (8 m) إلى الموقع (12 m) يساوي المساحة C، ويساوي مساحة مثلّث طول قاعدته (4 m) وارتفاعه (−3 N).

$$W_{8-12} = \mathrm{C}$$
$$= \frac{1}{2} \times (12-8) \times -3$$
$$= -6\ \mathrm{J}$$

د.الشغل الكلّي يساوي عدديًّا مجموع المساحات A وB وC.

$$W_{\mathrm{Total}} = \mathrm{A} + \mathrm{B} + \mathrm{C}$$
$$= 12 + (-6)$$
$$= 6\ \mathrm{J}$$

الصفحة 19

أتحقق: القدرة هي المعدّل الزمني للشغل المبذول، أي إنّها تساوي ناتج قسمة الشغل المبذول (W) على الزمن المستغرق لبذله (Δt). وحدة قياس القدرة هي (J/s)، وتُسمّى واط watt (W) حسب النظام الدولي للوحدات.

الصفحة 20

أتحقق: أحسب قدرة محرك سيارة تتحرك بسرعة متجهة ثابتة بحساب ناتج ضرب مقدار سرعة السيارة الثابتة في مقدار مُركّبة القوة في اتجاه السرعة نفسه.

الصفحة 21

تمرين:

1.

أ. تتحرك السيارة بسرعة متجهة ثابتة، فتكون القوة المحصلة المؤثرة فيها في اتجاه الحركة صفرا، وتكون قوة المحرك مساوية لمجموع قوى الاحتكاك.

$$\sum F = F - f = 0$$

$$F = f = 2000 \text{ N}$$

قدرة محرك السيارة:

$$P = Fv \cos\theta = 2000 \times 25 \times \cos 0^\circ$$

$$= 50000 \text{ J} = 5 \times 10^4 \text{ W}$$

القدرة بوحدة الحصان:

$$P = \frac{50000}{746} = 67 \text{ hp}$$

ب. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن:

$$a = \frac{\sum F}{m} = \frac{2280 - 2000}{1400}$$

$$= \frac{280}{1400} = 0.2 \text{ m/s}^2$$

.2

أ. الشغل الذي يبذله محرك الرافعة:

$$W = P\,\Delta t = 1200 \times (5 \times 60\ \text{s}) = 3.6 \times 10^5\ \text{J}$$

ب. بما أن الثقل يتحرك رأسيا إلى الأعلى بسرعة ثابتة فإن القوة التي تؤثر بها الرافعة في الثقل تساوي قوة الجاذبية الأرضية (بتطبيق القانون الثاني لنيوتن):

$$\sum F_y = F - F_g = 0$$

$$F = F_g = mg = 400 \times 10 = 4000\ \text{N} = 4 \times 10^3\ \text{N}$$

وبتطبيق علاقة القدرة، وتعويض $(\cos\theta = \cos 0° = 1)$، نحسب السرعة:

$$P = Fv\cos\theta$$

$$v = \frac{P}{F} = \frac{1200}{4000} = 0.3\ \text{m/s}^2$$

جـ. تؤثر قوة الجاذبية في الثقل إلى أسفل بعكس اتجاه إزاحته؛ $\theta = 180°$.

$$W_g = F_g\, d\, \cos\theta = 4 \times 10^3 \times 90 \times \cos 180° = -3.6 \times 10^5\ \text{J}$$

الصفحة 22

أفكر: أطلب من أفراد مجموعتي السير بشكل متعرّج (Zig - Zag) على الطريق نفسها، مع أخذ احتياطات السلامة والتأكد من خلو الطريق من السيارات؛ لتجنّب التعرّض للدهس.

الصفحة 23

مراجعة الدرس (1)

1. القدرة هي المعدل الزمني لانجاز الشـــغل، وكلما كانت قدرة الآلة أكبر، فهذا يدل على أنها تبذل الشغل نفسه في زمن أقل.

2. مقدارا الشغل الذي بذلاه على الصندوق متساوي؛ لأن القوة المؤثرة في الحالتين تساوي وزن الصندوق، والإزاحة نفسها. وقدرة نصر أكبر من قدرة ريّان؛ لأن سرعة نصر ضعف سرعة ريان ، إذ أن السرعة $\left(v = \frac{\Delta x}{\Delta t}\right)$، فيكون نصر قد أنجز الشغل بنصف الزمن الذي استغرقه ريان لانجاز الشغل نفسه.

3. أ. الشغل الذي يبذله السائح:

$$W_F = F\, d \cos\theta$$
$$= 40 \times 200 \times \cos 53^\circ$$
$$= 4800\ \text{J} = 4.8 \times 10^3\ \text{J}$$

ب. الحقيبة تتحرك بسرعة ثابتة، وبتطبيق القانون الثاني لنيوتن بالاتجاه الافقي:

$$\sum F_x = F\cos\theta - f_k = 0$$
$$f_k = F\cos 53^\circ = 40 \times \cos 53^\circ = 24\ \text{N}$$

فيكون شغل قوة الاحتكاك الحركي:

$$W_f = f_k\, d \cos\theta$$
$$= 24 \times 200 \times \cos 180^\circ$$
$$= -4800\ \text{J} = -4.8 \times 10^3\ \text{J}$$

ج. قدرة السائح:

$$\bar{P} = \frac{W}{\Delta t}$$
$$= \frac{4800}{3 \times 60} = 26.67\ \text{watt}$$

4. أ. تُحسب قوة المحرك، بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في الاتجاه الرأسي:

$$\sum F_y = F - (F_g + f_k) = 0$$
$$F = F_g + f_k = mg + f_k$$
$$F = 1800 \times 10 + 3000 = 21000\ \text{N} = 2.1 \times 10^4\ \text{N}$$

ثم يُحسب شغل قوة المحرك من العلاقة :

$$W_F = F\, d \cos\theta$$
$$= 2.1 \times 10^4 \times 80 \times \cos 0^\circ$$
$$= 1.68 \times 10^6\ \text{J}$$

ب. شغل قوة الاحتكاك:

$$W_f = f_k\, d \cos\theta$$
$$= 3000 \times 80 \times \cos 180^\circ = -2.4 \times 10^5\ \text{J}$$

ج. بما أن المصعد يُرفع بسرعة ثابتة، فتكون القدرة المتوسطة مساوية للقدرة اللحظية:

$$P = Fv\cos\theta$$

$$= 2.1 \times 10^4 \times 1 \times \cos 0^\circ = 2.1 \times 10^4 \text{ watt}$$

5. أ. مقدارا الشغل المبذول في الشكلين متساويان؛ لأن الارتفاع الرأسي النهائي في الحالتين نفسه، وزيادة طول المستوى المائل (الإزاحة) كان على حساب نقصان مقدار قوة الدفع اللازم تأثيرها في الثلاجة، فلا يتغير مقدار الشغل.

ب. بما أن زاوية ميلان المستوى المائل في الشكل (2) أقل فيكون مقدار القوة اللازم تأثيرها في الثلاجة لدفعها إلى أعلى المستوى بسرعة ثابتة في هذه الحالة أقل منها في الشكل (1). مقدار القوة اللازم تأثيرها في الثلاجة لدفعها بسرعة ثابتة إلى أعلى المستوى المائل يُعطى بالعلاقة: $F = F_g \sin\theta$، فكلّما قلّ ميلان المستوى قلّ مقدار القوة اللازم تأثيرها في الثلاجة.

- **الدرس 2: الطاقة الميكانيكية**

الصفحة 24

أتحقَّق: الطاقة الحركية، والطاقة الكامنة (طاقة الوضع).

الصفحة 25

أتحقَّق: الطاقة الحركية هي الطاقة المرتبطة بحركة جسم، رمزها KE، وتعتمد على كلٍّ من: كتلة الجسم (m) ومقدار سرعته (v)، ويُعبّر عنها بالمعادلة الآتية: $KE = \frac{1}{2}mv^2$.

الصفحة 26

التجربة 1: مبرهنة (الشغل – الطاقة الحركية).

إجابات أسئلة التحليل والاستنتاج

1. ستختلف الإجابات بحسب مقدار الثقل المعلّق، وبُعد مقدمة العربة عن البوابة الضوئية.
2. ستختلف الإجابات بحسب مقدار الثقل المعلّق، وبُعد مقدمة العربة عن البوابة الضوئية.
3. ستختلف الإجابات بحسب النتائج التي يحصل عليها الطالب في الفرع 1.

4. تكونان متساويتين، وإن وُجِد أي اختلاف بينهما فقد يرجع سببه إلى التقريب عند إجراء الحسابات المتعلقة بالسرعة وتربيعها، ودقة قياس المسافات وكتل الأثقال.

الصفحة 27

أفكر: عندما تتحرك السيارة بسرعة (v) فإن طاقتها الحركية الابتدائية (KE). وبما أنها توقفت فإن طاقتها الحركية النهائية تساوي صفرًا، والقوة المحصلة المؤثرة فيها تساوي قوى الاحتكاك، وبتطبيق مبرهنة (الشغل- الطاقة الحركية):

$$W_{\text{Total}} = KE_{\text{f}} - KE_{\text{i}}$$
$$-f\ d_1 = -KE \rightarrow f\ d_1 = KE \dots\dots\dots (1)$$

الطاقة الحركية تتناسب طرديا مع مربع السرعة $(KE = \frac{1}{2}mv^2)$، فإذا تحركت السيارة بسرعة ابتدائية $(2v)$ فإن طاقتها الحركية الابتدائية تصبح $(4KE)$، وبثبوت قوة الاحتكاك وتطبيق مبرهنة (الشغل- الطاقة الحركية):

$$W_{\text{Total}} = KE_{\text{f}} - KE_{\text{i}}$$
$$-f\ d_2 = -4KE \rightarrow f\ d_2 = 4KE \dots\dots\dots (2)$$

بقسمة المعادلة (2) على المعادلة (1):

$$\frac{f\ d_2}{f\ d_1} = \frac{4KE}{KE}$$

$$d_2 = 4\ d_1$$

يتضاعف مقدار الإزاحة 4 مرّات.

*ملحوظة: يمكن حل السؤال بطريقة ثانية بتطبيق العلاقة $(v_{\text{f}}^2 = v_i^2 + 2a\Delta x)$

الصفحة 28

أتحقق: تنص على أن: "الشغل الكلي المبذول على جسم يساوي التغير في طاقته الحركية". ويزداد مقدار سرعة جسم عندما يكون الشغل الكلي المبذول عليه موجبًا.

الصفحة 29

تمرين:

أ. لحساب التغير في الطاقة الحركية، نحسب أولا السرعة النهائية للسيارة:

$$\begin{aligned} v_{\mathrm{f}} &= v_{\mathrm{i}} + at \\ &= 28 + (-1.6) \times 5 \\ &= 20\ \mathrm{m/s} \end{aligned}$$

ثم نحسب التغير في الطاقة الحركية:

$$\begin{aligned} \Delta KE &= KE_{\mathrm{f}} - KE_{\mathrm{i}} \\ &= \frac{1}{2} m({v_{\mathrm{f}}}^2 - {v_{\mathrm{i}}}^2) \\ &= \frac{1}{2} \times 6 \times 10^2 [(20)^2 - (28)^2] \\ &= -1.152 \times 10^5\ \mathrm{J} \end{aligned}$$

ب. شغل القوة المحصلة يساوي التغير في الطاقة الحركية:

$$\begin{aligned} W_{\mathrm{Total}} &= \Delta KE \\ &= -1.152 \times 10^5\ \mathrm{J} \end{aligned}$$

الصفحة 31

أتحقَّق: طاقة الوضع الناشئة عن الجاذبية الأرضية هي الطاقة المختزنة في نظام (جسم – الأرض) نتيجة موقع الجسم في مجال الجاذبية الأرضية.

تحسب طاقة الوضع الناشئة عن الجاذبية الأرضية من العلاقة ($PE = mgy$) لذا يلزم مستوى اسناد مرجعي يتم تحديد ارتفاع الجسم الرأسي (y) بالنسبة له، حيث تُعد طاقة الوضع الناشئة عن الجاذبية لأي جسم عند مستوى الاسناد تساوي صفرًا.

أتحقَّق: شغل قوة الجاذبية المبذول على جسم يساوي دائمًا سالب التغير في طاقة الوضع الناشئة عن الجاذبية الأرضية.

الصفحة 32

تمرين:

أختار سطح الأرض مستوى إسناد لطاقة الوضع، وأحسب التغير في طاقة الوضع الناشئة عن الجاذبية الأرضية للإصيص كما يأتي:

$$\Delta PE = PE_f - PE_f$$
$$= mg\,(y_f - y_i)$$
$$= 0.8 \times 10 \times (0 - 2.5)$$
$$= -20\ \text{J}$$

شغل قوة الجاذبية الارضية يساوي سالب التغير في طاقة الوضع الناشئة عن الجاذبية الأرضية.

$$W_g = -\Delta PE = -(-20) = 20\ \text{J}$$

الصفحة 34

أفكر:

أ. ميل الخط المستقيم يساوي $(slope = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\Delta F}{\Delta x})$ وبمقارنته بالعلاقة $(F = -kx)$ فإن الميل يساوي ثابت المرونة للنابض $(k = \frac{F}{x})$. الإشارة السالبة تتعلق بالاتجاه فقط لذلك تحذف عند حساب الميل.

ب. بالرجوع إلى الرسم البياني نجد أن القوة اللازمة لإحداث استطالة معينة للنابض (2) أكبر من القوة اللازمة لإحداث الاستطالة نفسها للنابض (1)؛ ما يعني أن النابض(2) أكثر قساوة من النابض (1). وبما أن ميل الخط (2) أكبر من ميل الخط (1)، إذا يمكن القول أن المنحنى الأكبر ميلا يدل على نابض أكثر قساوة.

الصفحة 35

مراجعة الدرس 2

1. الطاقة الميكانيكية لجسم هي مجموع الطاقة الحركية وطاقة الوضع.
مبرهنة (الشغل – الطاقة الحركية): الشغل الكلي المبذول على جسم يساوي التغير في طاقته الحركية.

2. أ. سقوط ورقة الشجر: تتناقص طاقة الوضع وتتزايد الطاقة الحركية، لكن ورقة الشجر خفيفة ولا يمكن إهمال مقاومة الهواء لها، إذ تصل بعد مدة من الزمن إلى سرعة ثابتة، بعدها تستمر طاقة الوضع بالتناقص، وتثبت الطاقة الحركية.

ب. رمي كرة سلة نحو السلة: في أثناء الصعود تتزايد طاقة الوضع وتتناقص الطاقة الحركية، وفي أثناء الهبوط يحدث العكس؛ فتتزايد الطاقة الحركية وتتناقص طاقة الوضع.

ج. انفلات جسم متصل بنابض مضغوط: تتناقص طاقة الوضع المرونية وتتحول إلى طاقة حركية.

د. انزلاق قرص على سطح جليدي: إذا كان السطح أفقي تبقى كل من الطاقة الحركية وطاقة الوضع ثابتتين، وإذا كان السطح مائلا للأعلى تتناقص الطاقة الحركية وتتزايد طاقة الوضع، وإذا كان السطح مائلًا للأسفل تتزايد الطاقة الحركية وتتناقص طاقة الوضع.

3. لا، لأن أي تغير في السرعة يعني بالضرورة تغيرًا في الطاقة الحركية، وهذا لا يتم من دون شغل كلي مبذول على الجسم.

4. النسبة بين مقداري الطاقة الحركية:

$$\frac{KE_2}{KE_1} = \frac{\frac{1}{2}mv_2{}^2}{\frac{1}{2}mv_1{}^2} = \frac{v_2{}^2}{v_1{}^2} == \frac{(9)^2}{(3)^2} = \frac{9}{1}$$

الطاقة الحركية تتناسب مع مربع السرعة، فزيادة السرعة (3) أضعاف أدى إلى مضاعفة الطاقة (9) أضعاف.

5. أ. أكبر إزاحة عن موضع الاتزان (7 cm) تقريبا.

ب. ثابت مرونة النابض يحسب من الطاقة المرونية، يمكن حسابها بتعويض:

$(x = 7\text{cm})$ و $(U = 2.0\text{J})$ أو $(x = 5\text{cm})$ و $(U = 1.0\text{J})$

$$U = \frac{1}{2}kx^2$$

$$k = \frac{2U}{x^2} = \frac{2.0\times2}{(5\times10^{-2})^2} = 0.08 \times 10^4 = 800\ \text{N/m}$$

(الأرقام تم تقريبها لذلك تختلف الإجابة قليلا عند حساب ثابت المرونة بتعويض $x = 7\text{cm}$)

ج. نقطة التقاطع (B) تمثل موقع الجسم بالنسبة لنقطة الاتزان حيث تتساوى طاقة الوضع والطاقة الحركية لكل منهما.

د. أكبر سرعة للجسم تكون عند موضع الاتزان، حيث الطاقة الحركية أكبر ما يمكن، وتحسب السرعة كما يأتي:

$$KE_{max} = \frac{1}{2}mv^2 = 2\ \text{J}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 2}{2}} = 1.4\ \text{m/s}$$

هـ. عندما كان النابض مضغوطا فإن الطاقة الميكانيكية للنظام طاقة وضع مرونية مختزنة في النابض ومقدارها (2 J)، وتتحول جميعها إلى طاقة حركية لحظة مروره بنقطة الاتزان، ثم تتحول مرة أخرى إلى طاقة وضع مرونية عندما يصل النابض إلى الجهة المقابلة، أي أن النقصان في طاقة الوضع دائما يساوي الزيادة في الطاقة الحركية.

الدرس 3: الشغل وحفظ الطاقة الميكانيكية

الصفحة 37

أتحقق: بسبب وجود قوى غير محافظة تؤثر في النظام، مثل قوة الاحتكاك، فعند تحويل الطاقة من شكل إلى أخر يتحول جزء منها إلى طاقة حرارية أو أي شكل آخر غير مفيد للطاقة.

سؤال الشكل (26): الإشارة السالبة تعني أن الشغل الذي تبذله قوة الاحتكاك كان على صورة خسارة في الطاقة الحركية، حيث أن الزاوية بين اتجاه قوة الاحتكاك والإزاحة تساوي (180 °).

الصفحة 39

سؤال الشكل (29): الطاقة الميكانيكية للكرة عند الموقع النهائي تساوي الطاقة الميكانيكية لها عند الموقع الابتدائي؛ لأنها محفوظة. وهي تتألف من طاقة وضع وطاقة حركة. أما الطاقة الميكانيكية قبل ملامستها سطح الأرض مباشرة فهي جميعها حركية وتساوي الطاقة الميكانيكية عند كل من موقعي البداية والنهاية

الصفحة 40

أتحقق:

القوة المحافظة	القوة غير المحافظة
الشغل المبذول على جسم لتحريكه بين أي موقعين **لا** يعتمد على المسار الذي يسلكه الجسم بينهما.	الشغل المبذول على جسم لتحريكه بين أي موقعين يعتمد على المسار الذي يسلكه الجسم بينهما.
الشغل المبذول على جسم لتحريكه عبر مسار مغلق يساوي صفرًا.	الشغل المبذول على جسم لتحريكه عبر مسار مغلق **لا** يساوي صفرًا.

تكون الطاقة الميكانيكية لنظام محفوظة في ظل وجود قوى محافظة فقط تبذل شغلًا.

الصفحة 42

تمرين: أ. أختار سطح الأرض مستوى إسناد لطاقة الوضع، فتكون $PE_i = 0$، وأحسب الطاقة الحركية الابتدائية للكرة كما يأتي:

$$KE_i = ME_i$$
$$= \frac{1}{2}mv_i^2 = \frac{1}{2} \times 0.3 \times (15)^2$$
$$= 33.75\ \text{J}$$

الطاقة الميكانيكية للكرة عند أقصى ارتفاع طاقة وضع فقط، وتكون عظمى، وهي تساوي الطاقة الحركية الابتدائية:

$$ME_f = KE_f + PE_f = PE_f = 33.75\ \text{J}$$

ب. بما أن الطاقة الميكانيكية محفوظة، والطاقة الميكانيكية للكرة لحظة قذفها طاقة حركية، فيكون مقدار سرعة الكرة لحظة قذفها مساويًا لمقدار سرعتها لحظة عودتها إلى المستوى الذي قُذفت منه؛ ويساوي $15\ \text{m/s}$.

الصفحة 43

أتحقق: للمحافظة على حركته؛ إذ تعمل قوة الاحتكاك الحركي بين سطحي الجسم والمسار على تحويل جزء كبير من الطاقة الحركية للجسم إلى طاقة حرارية ترفع درجة حرارة السطحين المتلامسين؛ لذا يلزم بذل شغل لتعويض الطاقة المبذولة في التغلب على قوة الاحتكاك.

أفكر: نستنتج أن النظام يتضمن قوى غير محافظة تبذل شغلًا سالبًا على الجسم. الشغل الموجب المبذول زوّد الجسم بطاقة استخدمها لتعويض الطاقة المبدّدة بواسطة القوى غير المحافظة التي تعمل على تقليل طاقة الجسم، وتحوّلها إلى شكل آخر من أشكال الطاقة (طاقة حرارية مثلًا نتيجة قوة الاحتكاك الحركي).

الصفحة 46

تمرين:

1. حتى يتمكن من الوصول إلى النقطة (D) دون تشغيل المحرك، يجب أن يمتلك طاقة ميكانيكية تساوي طاقة الوضع عند (D) على الأقل، وهي تساوي:

$$PE_D = 120 \times 10 \times 8 = 9600\ \text{J}$$

في حين أن الطاقة الميكانيكية التي تمتلكها الدراجة تساوي:

$$ME_A = 1500 + 6000 = 7500\ \text{J}$$

لذلك لا يمكنها الوصول إلى النقطة (D)

2.أ. سرعة الطفل عند الموقع (B):

$$ME_\text{A} = ME_\text{B}$$
$$mgy_\text{A} + 0 = mgy_\text{B} + \frac{1}{2}mv_\text{B}^2$$
$$v_\text{B}^2 = 2g\,(y_\text{A} - y_\text{B}) = 2 \times 10 \times (5 - 3.2) = 36$$
$$v_\text{B} = 6\ \text{m/s}$$

ب. الطاقة الحركية عند الموقع (C):

$$ME_\text{C} = ME_\text{A}$$
$$mgy_\text{C} + KE_\text{C} = mgy_\text{A} + 0$$
$$KE_\text{C} = mg(y_\text{A} - y_\text{C}) = 25 \times 10 \times (5 - 2)$$
$$= 750\ \text{J}$$

جـ. الشغل الذي بذلته قوة الجاذبية على الطفل في أثناء انزلاقه من A إلى C يساوي التغير في طاقته الحركية، ويساوي سالب التغير في طاقة وضعه الناشئة عن الجاذبية.

$$W_{g(A-C)} = \Delta KE = -\Delta PE$$
$$= KE_C - KE_A = 750 - 0$$
$$= 750\ \text{J}$$

الصفحة 47

مراجعة الدرس 3

1. **القوة المحافظة:** القوة التي تبذل شغلًا على النظام يساوي سالب التغير لطاقة الوضع فيه، ولا يحدث تغيرًا في طاقته الميكانيكية.

القوة غير المحافظة: القوة التي تبذل شغلًا على النظام يؤدي إلى تغير الطاقة الميكانيكية فيه، مثل قوة الاحتكاك.

تمتاز القوة المحافظة بأن شغلها على مسار مغلق يساوي صفر، وشغلها لا يعتمد على المسار.

2. أ. يبقى مقدار الطاقة الميكانيكية ثابتًا، لأن القوة المعيدة في النابض محافظة في حالة عدم وجود احتكاك.

ب. يتناقص مقدار الطاقة الميكانيكية بسبب الشغل السالب للقوة غير المحافظة (الفرامل).

ج. يتناقص مقدار الطاقة الميكانيكية بسبب الشغل السالب للقوة المعيقة (مقاومة الهواء للمظلة).

3. يتساوى النقصان في الطاقة الحركية مع الزيادة في طاقة الوضع عند حركة جسم في نظام محافظ، ولا يتساويان عند حركة الجسم في نظام غير محافظ.

4. نقطة السقوط (A)، ونقطة سطح الماء (B)، وعند سطح الأرض (C).

أ. الطاقة الحركية للكرة عند سطح الماء (على ارتفاع متر واحد عن سطح الأرض):

$$ME_A = ME_B$$
$$KE_A + PE_A = KE_B + PE_B$$
$$0 + 0.2 \times 10 \times 6 = KE_B + 0.2 \times 10 \times 1$$
$$KE_B = 12 - 2 = 10\text{J}$$

ب. التغير في الطاقة الميكانيكية للكرة داخل الماء:

$$\Delta ME = ME_C - ME_B$$

$$= \left(0 + \frac{1}{2} \times 0.2 \times 25\right) - 12$$

$$= 2.5 - 12 = -9.5 \text{ J}$$

ج. تحسب القوة المعيقة لحركة الكرة في الماء من معرفة الشغل السالب للقوة المعيقة:

$$\Delta ME = W = fd\cos\theta = fd\cos 180\,^\circ$$

$$-9.5 = -fd \quad \rightarrow f = \frac{9.5}{1} = 9.5 \text{ N}$$

5. أ. التغير في الطاقة الحركية للصندوق:

$$\Delta KE = KE_f - KE_i = \left(0 - \frac{1}{2} \times 5 \times 64\right) = -160 \text{ J}$$

ب. التغير في طاقة الوضع للنظام؛ (ليكن الموقع الابتدائي للصندوق مستوى إسناد):

يلزم حساب ارتفاع الموقع النهائي (h_f):

$$h_f = d\sin\theta = 3 \times \sin 30\,^\circ = 3 \times 0.5 = 1.5 \text{ m}$$

$$\Delta PE = PE_f - PE_i = (5 \times 10 \times 1.5) - 0 = 75 \text{ J}$$

ج. لحساب قوة الاحتكاك، نحسب شغلها من التغير في الطاقة الميكانيكية:

$$W = \Delta ME = \Delta KE + \Delta PE = -160 + 75 = -85 \text{ J}$$

$$W = fd\cos 180\,^\circ = -fd$$

$$-f = \frac{W}{d} = \frac{-85}{3} \quad \rightarrow f = 28.33 \text{ N}$$

6. تشكل الكرة والأرض نظامًا محافظًا، وتكون الطاقة الميكانيكية للكرة محفوظة في الموقعين:

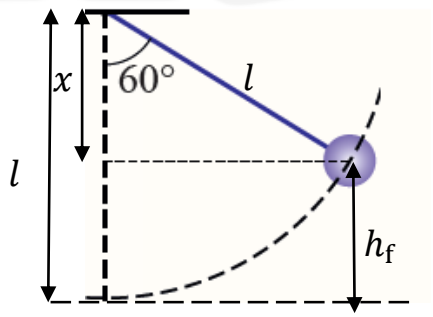
ارتفاع الكرة في الموقع النهائي (h_f)، وطول الخيط (l):

$$x = l\cos 60\,^\circ = 2.4 \times 0.5 = 1.2 \text{ m}$$

$$h_f = l - x = 2.4 - 1.2 = 1.2 \text{ m}$$

$$ME_i = ME_f$$

$$KE_i + PE_i = KE_f + PE_f$$



$$0 + \frac{1}{2} \times 3 \times 49 = \frac{1}{2} \times 3 \times {v_f}^2 + 3 \times 10 \times 1.2$$

$$\frac{3}{2}{v_f}^2 = 43.5 - 36 = 7.5$$

$${v_f}^2 = 5 \rightarrow v_f = 2.24 \text{ m/s}$$

مراجعة الوحدة الأولى

1. **الاختيار من متعدد:**

الفقرة	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
الإجابة	ب	ج	ب	د	د	ج	ب	د	ب	أ

2. إذا وقع الاختيار على مستوى إسناد مرجعي يكون أكبر ارتفاعًا من موقع الجسم، فإنه يتم التعامل مع طاقة وضع الجسم في هذا الموقع على أنها سالبة.

3. الإزاحات الرأسية للكرات الثلاث متساوية لحظة وصولها الى سطح الأرض؛ لذا للكرات الثلاث التغير نفسه في طاقة الوضع. والطاقات الحركية الابتدائية للكرات الثلاث متساوية؛ لأنها رُميت بمقدار السرعة الابتدائية نفسه. وبما أنه لا يوجد قوى غير محافظة تبذل شغلًا على الكرات فتكون طاقاتها الميكانيكية متساوية، وبذلك فإن طاقاتها الحركية لحظة وصولها سطح الارض متساوية، فتكون سرعاتها أيضًا متساوية.

4.أ. عند ضغط القلم مقلوبًا للأسفل فإن النبض داخله ينضغط مسافة (x)، فيختزن النابض طاقة مرونية. عند ترك القلم حرًا تتحرر هذه الطاقة المرونية متحولة إلى طاقة حركية تكتسبها كتلة القلم فيقفز للأعلى.

ب.العلاقة الرياضية: تتحول طاقة الوضع المرونية إلى طاقة حركية ثم إلى طاقة وضع جاذبية تكتسبها كتلة القلم:

$$U = ME = PE$$

$$\frac{1}{2}kx^2 = mgh$$

$$h = \frac{kx^2}{mg}$$

5. أ. الشغل الذي بذلته القوة خلال (5 m) الأولى من بداية حركة الجسم يساوي المساحة A عدديًّا، ويساوي مساحة مثلث طول قاعدته (5 m)، وارتفاعه (3 N).

$$W_{0-5} = \mathrm{A} = \frac{1}{2} \times (5-0) \times 3 = 7.5\ \mathrm{J}$$

ب. الشغل الكلي خلال (10 m) الأولى من بداية حركة الجسم يساوي مجموع المساحتين (A) و(B) عدديًّا، ويساوي مساحة شبه المنحرف الذي يشكِّلانه. وبحسب مبرهنة (الشغل – الطاقة الحركية)، فإن الشغل الكلي المبذول على الجسم يساوي التغير في طاقته الحركية. وأفترض أن سرعة الجسم في نهاية الإزاحة (10 m) رمزها (v_B).

$$W_{\text{Total }(0-10)} = \Delta KE$$

$$\mathrm{A} + \mathrm{B} = \frac{1}{2} m {v_B}^2$$

$$7.5 + (10-5) \times 3 = \frac{1}{2} \times 10 \times {v_B}^2$$

$${v_B}^2 = 4.5$$

$$v_B = 2.12\ \mathrm{m/s}$$

جـ. الشغل الكلي يساوي عدديًّا مجموع المساحات A وB وC، أو يمكن حساب مساحة شبه المنحرف كاملاً الذي تُكوِّنه هذه المساحات. مساحة شبه المنحرف تساوي نصف مجموع القاعدتين مضروبًا في البعد العمودي بينهما.

$$W_{0-15} = \frac{1}{2} \times [(15-0) + (10-5)] \times 3$$

$$= \frac{1}{2} \times (15+5) \times 3 = 30\ \mathrm{J}$$

6. أ. رمز قوة محرك السيارة (F).

$$\sum F_{ext} = 0$$
$$F - F_g \sin\theta - f_k = 0$$
$$F = mg \sin\theta + f_k$$
$$= 8 \times 10^2 \times 10 \times \sin 15^\circ + 5 \times 10^2$$

$= 2.57 \times 10^3$ N

ب. قدرة المحرك.

$$P = Fv\cos\theta = 2.57 \times 10^3 \times 25 \times \cos 0^\circ = 6.425 \times 10^4 \text{ W}$$

7. أ. شغل قوة الاحتكاك

$$W_f = f_k \times d \times \cos 180^\circ$$
$$= 100 \times 2 \times (-1) = -200 \text{ J}$$

ب. يوجد قوى غير محافظة مؤثرة في الصندوق تبذل شغلًا عليه، إذن الطاقة الميكانيكية غير محفوظة.

ودُفع الصندوق بقوة (F) موازية للمستوى المائل بسرعة ثابتة (لا يوجد تغير في الطاقة الحركية).

$$W_{nc} = \Delta ME$$
$$W_F + W_f = \Delta ME$$
$$W_F = \Delta KE + \Delta PE - W_f$$
$$W_F = 0 + mg\Delta y - (-200)$$
$$= 100 \times 10 \times 1 + 200$$
$$= 1.2 \times 10^3 \text{ J}$$

جـ. شغل قوة الجاذبية

$$W_g = -\Delta PE$$
$$= -(mg\Delta y)$$
$$= -100 \times 10 \times 1 = -1 \times 10^3 \text{ J}$$

8. أ. الشغل الذي بذلته ناديا على الصندوق.

$$W_F = F_T \Delta x \cos 45^\circ$$
$$= 2 \times 10^2 \times 15 \times 0.71$$
$$= 2.13 \times 10^3 \text{ J}$$

ب. نحسب سرعة الصندوق في نهاية الإزاحة:

$$v_f^2 = v_i^2 + 2a\Delta x$$
$$v_f^2 = (0)^2 + 2 \times 0.3 \times 15$$
$$v_f = 3 \text{ m/s}$$

ثم نحسب التغير في طاقته الحركية.

$$\Delta KE = KE_f - KE_i$$
$$= \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2)$$
$$= \frac{1}{2} \times 50 \times (9 - 0)$$
$$= 225 \text{ J}$$

جـ. نستخدم مبرهنة (الشغل – الطاقة الحركية).

$$W_{\text{Total}} = \Delta KE$$
$$W_F + W_f = \Delta KE$$
$$W_f = \Delta KE - W_F$$
$$W_f = 225 - 2.13 \times 10^3$$
$$= -1.905 \times 10^3 \text{ J}$$

9. أ. نحسب أولا قوة المحرك

$$\sum F = 0$$
$$F_T - F_g - f_k = 0$$
$$F_T = F_g + f_k = mg + f_k = 2 \times 10^3 \times 10 + 2 \times 10^3 = 2.2 \times 10^4 \text{ N}$$

ثم نحسب القدرة:

$$P = F_T v \sin\theta = 2.2 \times 10^4 \times 1 \times \sin 90^\circ = 2.2 \times 10^4 \text{ W}$$

ب. شغل قوة الاحتكاك

$$W_f = f_k \, d \cos 180^\circ$$
$$W_f = -f_k \, d$$
$$= -2 \times 10^3 \times 60$$
$$= -1.2 \times 10^5 \text{ J}$$

ج. التغير في الطاقة الميكانيكية

$$\Delta ME = \Delta KE + \Delta PE$$
$$= 0 + mg\Delta y$$
$$= 2 \times 10^3 \times 10 \times 60 = 1.2 \times 10^5 \text{ J}$$

10.أ. الطاقة الميكانيكية للعربة محفوظة لعدم وجود قوى غير محافظة تبذل شغلًا عليها. لذا فإن:

$$ME_A = ME_B$$

$$KE_A + PE_A = KE_B + PE_B$$

$$\frac{1}{2}mv_A^2 + mgy_A = \frac{1}{2}mv_B^2 + mgy_B$$

$$0 + 2 \times 10^2 \times 10 \times 60 = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^2 \times v_B^2 + 0$$

$$v_B^2 = 1200$$

$$v_B = 34.6\ \text{m/s}$$

ب. السرعة عندالموقع (C).

$$ME_A = ME_B = ME_C$$

$$KE_A + PE_A = KE_C + PE_C$$

$$2 \times 10^2 \times 10 \times 60 = \frac{1}{2}mv_C^2 + mgy_C$$

$$1200 \times 10^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^2 \times v_C^2 + 2 \times 10^2 \times 10 \times 40$$

$$v_C^2 = 400$$

$$v_C = 20\ \text{m/s}$$

جـ. القوة الوحيدة المؤثرة في العربة التي تبذل شغلًا عليها هي قوة الجاذبية، وهي قوة محافظة. ويكون شغلها المبذول على العربة مساويًا سالب التغير في طاقة وضع العربة الناشئ عن الجاذبية، ويساوي أيضًا التغير في طاقتها الحركية.

$$W_g = -\Delta PE = -(PE_C - PE_B) = -mg(y_C - y_B)$$

$$= -2 \times 10^2 \times 10 \times (40 - 0) = -8 \times 10^4\ \text{J}$$

د. الطاقة الميكانيكية للعربة محفوظة لعدم وجود قوى غير محافظة تبذل شغلًا عليها، لذا فإن:

$$ME_A = ME_D$$

$$= KE_A + PE_A$$

$$= \frac{1}{2}mv_A^2 + mgy_A = 0 + 2 \times 10^2 \times 10 \times 60 = 1.4 \times 10^5\ \text{J}$$

11. يكون النظام محافظًا عندما تتساوي الطاقة الميكانيكية الابتدائية للنظام (ME_A) عند بداية الحركة مع الطاقة الميكانيكية النهائية للنظام (ME_B) عند الوضع الموضح في الشكل. لنحسب كل من الطاقتين للكرتين (1, 2):

$$ME_A = (KE_{A1} + KE_{A2}) += (PE_{A1} + PE_{A2})$$

$$ME_A = (0 + 0) += (0 + m_2gh) = 3 \times 10 \times 1.75 = 52.5 \text{ J}$$

$$ME_B = (KE_{B1} + KE_{B2}) += (PE_{B1} + PE_{B2})$$

$$ME_B = \left(\frac{1}{2}m_1{v_1}^2 + \frac{1}{2}m_2{v_2}^2\right) + (m_1gh_1 + m_2gh_2)$$

$$ME_B = \left(\frac{1}{2} \times 1 \times 9 + \frac{1}{2} \times 3 \times 9\right) + (1 \times 10 \times 0.9 + 3 \times 10 \times 0.85)$$

$$ME_B = (18) + (9 + 25.5) = 52.5$$

أستنتج أن الطاقة الميكانيكية للنظام محفوظة.

12. أ. النظام غير محافظ، ويحسب التغير في الطاقة الميكانيكية من العلاقة:

$$W_{nc} = \Delta ME$$

لحساب التغير في الطاقة المكيانيكية يلزم حساب شغل القوى غير المحافظة (قوة الشد و قوة الاحتكاك):

$$W_F = F_{\text{T}}\, d \cos 37^\circ$$
$$= 2 \times 10^3 \times 5 \times 10^2 \times 0.8 = 8 \times 10^5 \text{ J}$$
$$W_f = f_{\text{k}}\, d \cos 180^\circ$$
$$= -6 \times 10^2 \times 5 \times 10^2 = -3 \times 10^5 \text{ J}$$

ثم أحسب التغير في الطاقة الميكانيكية:

$$W_{nc} = \Delta ME$$
$$\Delta ME = W_{\text{T}} + W_f = 5 \times 10^5 \text{ J}$$

أُلاحظ أن التغير في الطاقة الميكانيكية هو نتيجة تغير الطاقة الحركية فقط؛ لأن طاقة الوضع الناشئة عن الجاذبية للسيارة لم تتغير؛ لأن الحركة على مسار أُفقي؛ $(\Delta PE = 0)$.

ب. تتعدد الإجابات. إجابة محتملة: هل كانت السيارة في حالة اتزان أفقي؟ أفسر إجابتي.

❖ الوحدة الثانية: الديناميكا الحرارية

الصفحة 53

أتأمَّل الصورة: الطاقة الداخلية هي مجموع الطاقة الحركية والطاقة الكامنة لجميع جسيمات النظام، وهي ترتبط بمكونات النظام المجهرية (الذرّات والجزيئات).

الصفحة 55

تجربة استهلالية: تأثير كتلة الجسم في تغير درجة حرارته

أصوغ فرضيتي:

إجابة محتملة: بزيادة كمية الماء الساخن المضاف إلى كمية ثابتة من برادة الحديد تزداد درجة الحرارة النهائية للمخلوط.

إجابات أسئلة التحليل والاستنتاج

1. من أجل عزل محتوى الكوب الداخلي جيدًا عن تأثيرات المحيط الخارجي، والتقليل من انتقال الطاقة الحرارية بين الكوب ومحيطه الخارجي.
2. تمثّل درجة حرارة النظام (المكوّن من الكوب الداخلي والماء وبرادة الحديد) عند وصوله إلى حالة الاتزان الحراري.
3. **قبل الخلط:** درجة حرارة الماء الساخن أكبر من درجة حرارة برادة الحديد. **بعد الخلط:** لهما درجة الحرارة نفسها عند وصول النظام إلى الاتزان الحراري. إذ يفقد الماء الساخن طاقة حرارية وتنخفض درجة حرارته، في حين تكتسب برادة الحديد هذه الطاقة وترتفع درجة حرارتها.
4. كلما زادت كمية الماء الساخن يصل النظام إلى الاتزان الحراري عند درجة حرارة أعلى وأقرب لدرجة حرارة الماء الابتدائية؛ أي يقل مقدار التغير في درجة حرارة الماء، بينما يزداد مقدار التغير في درجة حرارة برادة الحديد.
5. إجابة محتملة: النتيجة التي توصلت إليها تتفق مع الفرضية.
6. عند مضاعفة كتلة برادة الحديد المستخدمة يصل الخليط إلى الاتزان الحراري عند درجة حرارة أقل مقارنة بدرجة حرارة الاتزان قبل مضاعفة الكتلة، حيث يفقد الماء طاقة حرارية أكبر فتنخفض درجة حرارته بمقدار أكبر.

- **الدرس 1: تبادل الطاقة الحرارية**

الصفحة 57

أتحقق: درجة الحرارة مقياس لمتوسط الطاقة الحركية للجسيم الواحد في الجسم. أما الطاقة الحرارية تفساوي مجموع الطاقة الحركية لجسيمات الجسم جميعها.

أفكر:

ينقل البلاط الطاقة بمعدل أكبر من معدل نقلها في السجاد (معامل التوصيل الحراري للبلاط أكبر منه للسجاد). ما نحتاجه هو طريقة موثوقة وقابلة للتكرار لقياس السخونة أو البرودة النسبية للأشياء بدلاً من معدل نقل الطاقة.

الصفحة 58

أتحقق: الطاقة الداخلية هي مجموع الطاقتين الحركية والكامنة لمكونات النظام الداخلية (الذرات والجزيئات).

الصفحة 59

أتحقق: تزداد الطاقة الداخلية لنظام عندما يكون في حالة اتصال حراري مع جسم آخر، حيث تنتقل الطاقة من الجسم الأعلى درجة حرارة إلى الجسم الاقل درجة حرارة. كما يمكن زيادة الطاقة الداخلية لنظام ببذل شغل عليه.

الصفحة 06

التجربة 1: قياس السعة الحرارية النوعية لمادة

إجابات أسئلة التحليل والاستنتاج

1. تزداد الطاقة الحرارية التي تزود بها القطع الفلزية بزيادة زمن تشغيل السخان.
2. تختلف الإجابة باختلاف زمن التشغيل.
3. تختلف الإجابة باختلاف نوع المادة. من المفترض الحصول على قيم للسعة الحرارية النوعية تساوي تقريبا القيم المعطاة في الجدول (1).
4. بسبب اختلاف نوع المادة. حيث يختلف عدد الذرات أو الجزيئات لوحدة الكتل داخل المادة وكيفية حركتها إضافة إلى اختلافها في مقدرتها على توصيل الطاقة بحسب تراص الذرات وترابطها.

الصفحة 61

أفكر: يُستخدم الماء في أنظمة التبريد في المحركات؛ حيث يكتسب الطاقة الحرارية من أجزاء المحرك الساخنة جدًّا في أثناء دورته فيه، فترتفع درجة حرارة الماء بمقدار كبير، ثم يصل الماء الساخن إلى المشعّ (الراديتير Radiators) في أثناء دورته من أجل تبريده، حيث تكون درجة حرارته مرتفعة جدًّا، وإذا فُتح غطاء الراديتير عندما تكون درجة حرارة المحرك مرتفعة فإن بخار الماء يتدفق خارجًا منه ممّا يتسبّب في إصابة الشخص بحروق بالغة.

الصفحة 62

أتحقق: السعة الحرارية النوعية هي كمية الطاقة اللازمة لرفع درجة حرارة (1 kg) من المادة بمقدار (1℃)، رمزها c، وتُقاس بوحدة J/kg.K بحسب النظام الدولي للوحدات.
وتعتمد كمية الطاقة المكتسبة أو المفقودة على: كتلة الجسم، ونوع مادته (السعة الحرارية النوعية)، والتغير في درجة حرارته.

أفكر: السعة الحرارية النوعية للرمل أقل من السعة الحرارية النوعية للماء لذلك يسخن الرمل أسرع من الماء على الرغم من تزويدها بمعدل الطاقة نفسه.

الصفحة 64

تمرين:

1. باستخدام العلاقة:

$$Q = mc\,\Delta T$$
$$= 0.015 \times 900 \times (280 - 450) = -2.3 \times 10^3\ \text{J}$$

تدل الإشارة السالبة على أنها طاقة مفقودة.

2. كتلة الشرارة الواحدة صغيرة جدًّا، ودرجة حرارة الهواء المحيط بها أقل كثيرًا من درجة حرارتها، لذا فإنه في اللحظة التي تنطلق بها الشرارة في الهواء تنخفض درجة حرارتها بشكل كبير وملحوظ بمجرد فقدها كمية صغيرة من الطاقة لأن كتلتها صغيرة جدًّا؛ حيث ($\Delta T = \frac{Q}{mc}$). لذا تكون درجة حرارة الشرارة التي تلامس الجلد قد انخفضت إلى ما دون (2000°C) بمقدار كبير جدًّا، وستكون كمية الطاقة التي تنقلها إلى الجلد صغيرًا جدًّا؛ لأن (m) صغيرة جدًّا أيضًا.

الصفحة 65

أتحقق: يصل جسمان إلى حالة اتزان حراري عندما تتساوى درجتي حرارتيهما، وعندها يتساوى معدلا انتقال الطاقة بين الجسمين ويكون صافي الطاقة المنتقلة بين الجسمين صفرًا.

الصفحة 66

أتحقق: يكون النظام مغلقًا ومعزولاً حراريًّا، عندما لا تدخل طاقة أو مادّة إلى النظام ولا تغادره، يبقى المجموع الكلّي للطاقة في النظام ثابتًا.

الصفحة 68

تمرين:

أ. مقدار التغير في الطاقة الحرارية للقالب يساوي كمية الطاقة التي فقدها، وتحسب باستخدام العلاقة:

$$Q_w + Q_b = 0$$

$$Q_b = -Q_w$$

$$Q_b = \Delta E_b = -Q_w = -(mc\,\Delta T)_w$$

$$= -0.15 \times 4200 \times (24 - 10) = -8820\ \text{J}$$

ب. تحسب السعة الحرارية باستخدام العلاقة:

$$c_b = -\frac{m_w c_w\,(T_f - T_{i,w})}{m_b\,(T_f - T_{i,b})}$$

$$= -\frac{8.820\ \text{J} \times 10^3}{0.14 \times (160 - 24)} = 463\ \text{J/kg.K}$$

الصفحة 69

مراجعة الدرس 1

1. درجة الحرارة مقياس لمتوسط الطاقة الحركية للجسيم الواحد في الجسم. أما الطاقة الحرارية فتساوي مجموع الطاقة الحركية لجميع جسيمات الجسم.

2. كلام فاتن غير صحيح علميًّا؛ لأن الأجسام لا تمتلك حرارة بل تمتلك طاقة حرارية، وعندما تنتقل الطاقة بين الأجسام المتصلة حراريًّا نتيجة الاختلاف في درجات حرارتها فإنها هذه الطاقة الحرارية المنتقلة تسمّى حرارة. والصحيح أن لجسيمات الجسم الأعلى درجة حرارة متوسط طاقة حركية أكبر منها لجسيمات الجسم الأقل درجة حرارة.

3. **الإيجابيات:** عندما تكون السعة الحرارية النوعية لمادة الصفيحة كبيرة، سوف تبرد الصفيحة الساخنة ببطء، وسيتم نقل الطاقة الحرارية إلى هواء الغرفة لفترة زمنية طويلة. بالإضافة إلى أنه لا داعي لأن تكون كتلة الصفيحة كبيرة جدا من أجل الحصول على مقدار طاقة حرارية كبير.
السلبيات: تستهلك المادة التي لها سعة حرارية نوعية كبيرة الكثيرمن الطاقة الكهربائية لتسخينها، وسوف تستغرق المادة الصلبة وقتًا طويلاً لتصل إلى درجة حرارة مرتفعة.

4. المادة (A). من تعريف السعة الحرارية النوعية $\left(c = \frac{Q}{m\,\Delta t}\right)$ ، وبثبوت الكتلة والطاقة، فإن المادة التي يكون التغير في درجة حرارتها أقل، تكون سعتها الحرارية أكبر.

5. تحسب كتلة الماء باستخدام العلاقة:

$$m = \frac{Q}{c\,\Delta T} = \frac{1.25 \times 10^6}{4.2 \times 10^3 \times (100 - 8)} = 3.24\ \text{kg}$$

6. قطعة الحديد في الماء. يكون الارتفاع في درجة حرارة الحديد أكبر من الألمنيوم عند وضعهما في السائل نفسه لأن السعة الحرارية النوعية للحديد أقل من الألمنيوم. ويكون الارتفاع في درجة حرارة الحديد أكبر عند وضعه في الماء لأن السعة الحرارية للماء أكبر من السعة الحرارية للكحول، فيكتسب الحديد قدرا أكبر من الطاقة عند وضعه في الماء.

- **الدرس 2: حالات المادة**

الصفحة 71

أفكر: يعمل الجليد على تبريد العصير بسبب انتقال الطاقة الحرارية من العصير السائل إلى الجليد لصهره. فعند إضافة الجليد إلى العصير يكتسب الجليد طاقة من العصير من أجل تغيير حالته الفيزيائية من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة؛ وبعد أن ينصهر الجليد يكتسب طاقة من العصير لرفع درجة حرارته للوصول إلى حالة الاتزان الحراري مع العصير. أمّا عند إضافة ماء سائل بدرجة صفر فإنه يكتسب الطاقة من العصير لرفع درجة حرارته والوصول إلى الاتزان الحراري مع العصير، فيكون تأثيره أقل من تأثير الجليد.

الصفحة 72

أتحقق: يعني أنه يلزم طاقة مقدارها (6.44×10^4 J) لتحويل (1 kg) من الذهب عند درجة انصهاره من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة عند درجة الحرارة نفسها.

الصفحة 74

أتحقق: يعني أنه يلزم طاقة مقدارها (8.70×10^5 J) لتحويل (1 kg) من الرصاص عند درجة الغليان من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية عند درجة الحرارة نفسها.

أفكر:

عملية تكاثف الماء وتحوّله إلى ثلج طاردة للطاقة؛ حيث ينطلق في أثناء هذه العملية طاقة ممّا يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الجو نسبيًّا. أما عملية انصهار الثلج فهي ماصّة للحرارة، إذ تنتقل الحرارة إلى الثلج من الوسط المحيط ، ما يؤدي إلى انخفاض درجة حرارة الجو.

الصفحة 75

أفكر:

متوسط المسافة بين الجزيئات في الحالة الغازية أكبر بكثير من المسافة بين الجزيئات في الحالة السائلة أو الصلبة. وفي التحول من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية، يتم كسر الروابط لإيجاد حالة تكون فيها جزيئات الغاز غير مرتبطة ببعضها البعض بشكل أساسي، لذلك، يلزم طاقة أكبر لتبخير كتلة معينة من المادة مقارنةً بالطاقة اللازمة لصهرها.

الصفحة 76

أتحقق:

التبخّر	الغليان
تغيّر حالة المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية.	تغيّر حالة المادة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية.
يحدث عند جميع درجات الحرارة.	يحدث عند درجة حرارة محدّدة وهي درجة الغليان.
عملية بطيئة.	عملية تبخّر سريعة.
يحدث للجزيئات الموجودة على سطح السائل والتي تمتلك طاقة كافية تمكنها من كسر قوى الترابط ومغادرة سطح السائل.	يكون التبخّر من أجزاء السائل جميعها.
لا تظهر الفقاعات تحت سطح السائل.	تظهر الفقاعات تحت سطح السائل.

الصفحة 79

تمرين:

أ. يوجد تغير في الحالة في أثناء التسخين، وتحسب كمية الطاقة اللازمة على مرحلتين: الأولى (Q_1) عند تسخين الماء من $(10^\circ C)$ إلى ماء بدرجة حرارة $(100^\circ C)$، والثانية (Q_2) عند تغير الحالة عند تبخير الماء عند درجة الغليان نفسها، وهي $(100^\circ C)$.

$$Q_{\text{total}} = Q_1 + Q_2$$
$$= mc_{\text{w}}\,\Delta T_{\text{w}} + mL_{\text{v}}$$
$$= 350 \times 4200 \times (100 - 10) + 350 \times 2.26 \times 10^6$$
$$= 9.233 \times 10^8\ \text{J}$$

ب. قدرة المرجل:

$$P = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{9.233 \times 10^8}{1} = 9.233 \times 10^8\ \text{W} = 923.3\ \text{MW}$$

الصفحة 80

مراجعة الدرس 2

1. تستخدم الطاقة التي تزود بها المادة في أثناء انصهارها أو غليانها في تكسير الروابط بين الجزيئات.

2. درجة الغليان للسائل (L_1) أكبر من درجة الغليان للسائل (L_2). والحرارة الكامنة للتصعيد للسائل (L_2) أكبر من الحرارة الكامنة للتصعيد للسائل (L_1).

3. تحسب الطاقة المفقودة من العلاقة:

$$\begin{aligned} Q &= mL_v \\ &= 0.5 \times 2.4 \times 10^6 \\ &= 1.2 \times 10^6 \text{ J} \end{aligned}$$

4. أ. نقرأ التغير في درجة الحرارة من المنحنى $(\Delta T = 64° - 55.6° = 84°)$ تقريبا

ب. نقرأ الزمن الذي بقيت خلاله درجة الحرارة ثابتة $(\Delta t = 900 - 160 = 740\text{s})$

ج. نستخدم العلاقة:

$$\begin{aligned} Q &= -mL_f \\ &= -0.4 \times 1.99 \times 10^5 \\ &= -7.96 \times 10^4 \text{J} \end{aligned}$$

د. لأن درجة حرارة المادة أكبر من درجة حرارة الوسط المحيط.

- **الدرس 3: التمدد الحراري**

الصفحة 82

أتحقق: عند ارتفاع درجة حرارة المادة يزداد مقدار سرعة جسيماتها كما تزداد سعة ذبذباتها، فيتباعد بعضها عن بعض قليلًا، فتتمدّد.

الصفحة 83

أتحقق: يعتمد التمدد الطولي على طول الموصل (الساق أو السلك الرفيع)، وعلى مقدار التغير في درجة حرارته (ΔT)، وعلى نوع المادة.

أفكر: تتنوع الإجابات. إجابة محتملة:

لماذا لا يتمدد الزجاج العادي وزجاج البايركس بالمقدار نفسه للتغير نفسه في درجة الحرارة؟

أفسر: زجاج البايركس أكثر تحملا لدرجات الحرارة العالية من الزجاج العادي.

الصفحة 84

تمرين:

يحسب التغير في طول المسطرة من العلاقة :

$$\Delta l = \alpha l_i \Delta T$$
$$= 11 \times 10^{-6} \times 30 \times 10^{-2} \times (35 - 20)$$
$$= 4.95 \times 10^{-5}\ \text{m} = 0.05\ \text{mm}$$

فيكون طول المسطرة النهائي:

$$l_f = 30 + 0.005 = 30.005cm$$

الصفحة 84

أفكر: ينحني نحو الفلز الذي له معامل تمدد طولي أكبر، لأن مقدار التغير في طوله (نقصان عند تبريده) يكون أكبر من الفلز الآخر. معامل تمدد النحاس أكبر من الحديد فيتقلص النحاس بمقدار أكبر من الحديد، وينحني الشريط كما هو مبين في الشكل المجاور.

الصفحة 87

أتحقق: عند رفع درجة حرارة صفيحة رقيقة من مادة صلبة فإنها تتمدد، إذ يتغير مقدار كل من طولها وعرضها، فتزداد مساحتها.

الصفحة 89

أتحقق: بسبب اختلاف طبيعة قوى الترابط بين الجسيمات، فحرية حركة جسيمات السائل أكبر منها في جسيمات المادة الصلبة، لذا يكون تمدد السوائل بنسبة أكبر بكثير من تمدد المواد الصلبة، للارتفاع نفسه في درجات الحرارة.

الصفحة 90

أتحقق:

بسبب التمدد غير المعتاد للماء بين (4°C) و(0°C)؛ إذ أنه عندما يبرد الماء الموجود في الجزء العلوي من البحيرة يقل حجمه ويغوص إلى قاعها؛ لأنه أكبر كثافة فينقل معه غاز الأكسجين الذي تحتاجه الكائنات الحية في أعماق البحيرة. ثم يرتفع الماء الأكثر دفئًا والأقل كثافة إلى السطح (ناقلًا معه غاز ثاني أكسيد الكربون)، فتنخفض حرارته نتيجة ملامسته للهواء البارد، ثم يغوص إلى أسفل، وهكذا. وعندما تنخفض درجة حرارة الماء على السطح إلى ما دون (4°C)، فإنها تصبح أقل كثافة وتبقى في الأعلى، وتشكل في النهاية طبقة من الجليد عند درجة حرارة (0°C) وتتجمد مياه بحيرة بداية من السطح مع بقاء الماء تحت الطبقة الجليدية سائلا مما يسمح للكائنات البحرية للبقاء على قيد الحياة.

الصفحة 91

مراجعة الدرس 3

1. وفقًا لنموذج الحركة الجزيئية، تتحرك جسيمات المواد الصلبة حركة اهتزازية مستمرّة، وعند ارتفاع درجة حرارتهايزداد مقدار سرعة جسيماتها كما تزداد سعة ذبذباتها، فيتباعد بعضها عن بعض قليلًا، وتتمدّد هذه المواد.

معامل التمدد الطولي: مقدار الزيادة في طول (1m) من المادة عند رفع درجة حرارتها بمقدار (1°C).

2. لأن معامل التمدد الطولي لأحد الفلزين يكون أكبر منه للفلز الآخر، فيتقوس الشريط نحو الفلز الذي معامل تمدده أقل.

3. أ. لدراسة تأثير اختلاف نوع مادة الفلز في مقدار تمدّده.

ب. لا يمكن لصقر أن يتوصل لهذا الاستنتاج بناء على تجربته، إذ استخدم سلكين من فلزين مختلفين لهما الطول نفسه، وللتوصل إلى استنتاج صحيح يجب عليه استخدام سلكين مختلفين في الطول من الفلز نفسه.

ج. استنتاجه صحيح؛ إذ استخدم سلكين من فلزين مختلفين ولهما الطول نفسه ورفع درجتي حرارتيهما بالمقدار نفسه.

4. باستخدام التمدد الحراري؛ حيث معامل تمدد الفلزات أكبر من معامل تمدد الزجاج، لذا فإن وضع الغطاء الفلزي أسفل تيار ماء ساخن فترة زمنية قصيرة يجعله يتمدد وبالتالي يسهل فتحه.

5. قول باسمة غير صحيح؛ لأنه يجب أن يكون لمينا الأسنان ومادة حشو الأسنان معامل التمدد نفسه. فإذا كان معامل تمدد مادة الحشو أقل من معامل تمدد مينا الأسنان فإنها قد تسقط من السن عند تناول مشروبات ساخنة أو قد تتسبب في كسره عند تناول مشروبات باردة، وإذا كان معامل تمدد مادة الحشو أكبر من معامل تمدد مادة المينا فإنها قد تسبب كسر السن عند تمددها (تناول مشروبات ساخنة) أو سقوطها من السن عند تناول مشروبات باردة.

مراجعة الوحدة الثانية

1. الاختيار من متعدد:

الفقرة	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
الإجابة	د	د	أ	ج	ب	ج	ب	د	ج	ج

2. أ. لأن مقدار الطاقة الحرارية في البخار أكبر منه في كتلة مساوية من الماء السائل على الرغم من أن لهما درجة الحرارة نفسها، حيث تكون الطاقة الحرارية للبخار أكبر منها للماء السائل بمقدار الطاقة اللازمة لتصعيده.

ب. عند سكب شاي ساخن في كأس زجاجية سميكة يتمدد الزجاج من الداخل، أما الزجاج من الخارج فيحتاج إلى وقت أطول ليتمدد؛ لأنه موصل غير جيد للحرارة. ومرونة الزجاج منخفضة؛ لذا فإن الزجاج السميك يكون أكثر عرضة للكسر.

3. المواد التي تسخن وتبرد بسرعة، لها سعة حرارية نوعية صغيرة، حيث يلزم مقدار قليل من الطاقة لتغيير درجة حرارتها.

4. أ. التغير في الطاقة الحرارية للماء يساوي كمية الطاقة التي يكتسبها.

$$\Delta E_w = Q_w = (mc\,\Delta T)_w$$
$$= (0.15 \times 4200 \times (24 - 20))_w$$
$$= 2.52 \times 10^3 \text{ J}$$

ب. درجة حرارة كرة الألمنيوم الابتدائية.

$$Q_w + Q_{Al} = 0$$

$$Q_{\mathrm{w}} = -Q_{\mathrm{Al}}$$
$$2.52 \times 10^{3} = -m_{\mathrm{Al}} c_{\mathrm{Al}} (\Delta T)_{\mathrm{Al}}$$

وبالحل بالنسبة لـ $(\Delta T)_{\mathrm{Al}}$:

$$(\Delta T)_{\mathrm{Al}} = -\frac{2.52 \times 10^{3}}{m_{\mathrm{Al}} c_{\mathrm{Al}}}$$
$$= -\frac{2.52 \times 10^{3}}{0.05 \times 900} = -56°\mathrm{C}$$
$$(\Delta T)_{\mathrm{Al}} = T_{\mathrm{f,Al}} - T_{\mathrm{i,Al}}$$
$$-56 = 24 - T_{\mathrm{i,Al}}$$
$$T_{\mathrm{i,Al}} = 24 + 56 = 80°\mathrm{C}$$

5. أ. 100°C

ب. صلب + سائل

جـ. باستخدام الجزء DE من المنحنى لحساب كمية الطاقة (Q)، ثم تطبيق العلاقة:

$$Q = mL_{\mathrm{v}}$$
$$L_{\mathrm{v}} = \frac{Q}{m} = \frac{(24-16) \times 10^{3}}{10 \times 10^{-3}}$$
$$= 8 \times 10^{5}\ \mathrm{J/kg}$$

د. تتنوع الإجابات. إجابة محتملة: لماذا تثبت درجة حرارة المادة في أثناء انصهرها؟

6. هذه الطريقة غير فعالة. إن الطاقة التي تُطلقها الثلاجة إلى المحيط الخارجي في أثناء عملها سوف يكتسبها الهواء المُبرَّد نتيجة فتح باب الثلاجة، لذا يبقى متوسط درجة حرارة المطبخ ثابتا.

7. أستخدم المعادلة الآتية:

$$\Delta l = \alpha l_{\mathrm{i}} \Delta T$$
$$= 17 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{2}$$
$$= 3.4 \times 10^{-3}\ \mathrm{m} = 3.4\ \mathrm{mm}$$

8. أ. يسمح ذلك لهيكل الجسر بالتمدد عندما يكون الطقس حارًا، دون أن يواجه مقاومة للزيادة في حجمه.

ب. ستكون الفجوة أصغر في الصيف وأكبر في فصل الشتاء. في فصل الصيف، يكون متوسط درجة الحرارة مرتفعاً وبالتالي يكون قد تمدد فيقل اتساع الفجوة.

ج. عدم ترك الفجوة سيجعل الجسر يتقوس عند ارتفاع درجة الحرارة في فصل الصيف. كما أن التقلص الذي سيتعرض له في الشتاء سيجعل الجسر يحدث فجوة على كل جانب من جوانبه، ما يؤدي إلى انزياحه عن أماكن تثبيته.

9. أ. تتنوع الإجابات. إجابة محتملة: كمية الطاقة اللازمة لرفع درجة حرارة المادة تعتمد على نوع المادة.

ب. المتغير المستقل: نوع المادة.

المتغير التابع: الزمن.

متغيرات تم ضبطها، إجابات محتملة: مصدر الطاقة، الكتلة، درجة الحرارة الابتدائية ودرجة الحرارة النهائية(التغير في درجة الحرارة)، سمك المادة العازلة.

ج. لأن أحد متغيرات التجربة (نوع المادة) هو متغير قطعيّ؛ ويسمى أيضاً المتغير النوعي، ويشير إلى خاصية لا يمكن قياسها كمياً.

د. الخرسانة؛ لأنها استغرقت أكبر زمن للوصول إلى درجة الحرارة نفسها.

هـ. من الجدول (1)، فإن السعة الحرارية النوعية للحديد $(c = 448\text{J/kg.K})$.

$$Q = c\ m\ \Delta t$$
$$= 448 \times 2 \times 5 = 4480\text{J}$$

10. تتنوع الإجابات، حول الفرضية المناسبة للإجابة عن سؤال الاستقصاء. إجابة محتملة:

تنخفض درجة تجمد الماء عند إضافة الملح إليه.

لاختبار الفرضية نستخدم أكواب متماثلة (3 أو 4) ونضع فيها الكمية نفسها من الماء. ثم نضيف إلى الماء في الكوب الثاني ملعقة من الملح، وإلى الكوب الثالث ملعقتين من الملح. ونضع الأكواب في مجمد الثلاجة، ونراقبها لمدة من الزمن. سنجد أن الماء العذب يتجمد أسرع من الماء المالح، وكلما كانت كمية الملح أكبر يستغرق الماء زمنا أطول كي يتجمد.

إجابات كتاب التجارب والأنشطة العملية

الوحدة 1: الشغل والطاقة

الصفحة 12

تجربة إثرائية: بناء أُفعوانية.

إجابات أسئلة التحليل والاستنتاج

1. تختلف الإجابات بحسب ارتفاع التل الأول لكل نموذج.
2. تختلف الإجابات بحسب ارتفاع التل الأول لكل نموذج. تكون سرعات الكرات الثلاث متساوية،؛ لأنها تعتمد على ارتفاع الجسم الراسي عن سطح الأرض ولا تعتمد على كتلة الجسم في غياب قوة الاحتكاك.
3. تكونان متساويتين عند إهمال قوة الاحتكاك؛ حيث الطاقة الميكانيكية عند أقصى ارتفاع هي طاقة وضع وتكون عظمى، والطاقة الميكانيكية عند أخفض موقع هي طاقة حركية وتكون عظمى.
4. لأن للكرات طاقة حركية تُمكِّنها من بذل شغل على الكوب وتحريكه، وتزداد المسافة التي يتحركها الكوب بزيادة الارتفاع الذي يتم إفلات الكرات منه (زيادة ارتفاع التل الأول).
5. بإهمال قوى الاحتكاك تكون سرعات الكرات متساوية عند نهاية مسارها الأُفقي؛ لأن السرعة عند أخفض موقع تعتمد على الارتفاع الرأسي عن مستوى الإسناد.
6. إجابة محتملة: يعتمد النقاش على ما إذا كان بإمكانهم تحديد القيود والمحددات الفيزيائية وشرح مشكلات بعبارات فيزيائية، مثل: ليس للكرات طاقة وضع ناشئة عن الجاذبية كافية لأن ارتفاع التل الأول ليس كبيرًا بما يكفي، أو أن قوة الاحتكاك بين الكرات والمسار كبيرة جدًا، أو أن الأفعوانية غير مستقرّة وغير مثبتة جيدًا.
7. تختلف الإجابات بحسب البيانات التي تم رصدها الخاصة بكل أُفعوانية.
8. إجابة محتملة: من خلال زيادة الارتفاع الرأسي للتل الأول الذي تنطلق منه عربات الأُفعوانية (نقطة بداية مسار الحركة) بالنسبة لمستوى الإسناد؛ فكلّما زاد الارتفاع زادت سرعة العربات في نهاية مسارها الأُفقي، مع مراعاة شروط الأمان والسلامة بالنسبة لحدود السرعة التي يتحملها الركّاب.

9. إجابة محتملة: أكثرها إثارة التي تراعي وجود منعطفات متنوعة، وتحولات مفاجئة بين طاقة الوضع والطاقة الحركية، وارتفاع التل الأول فيها كبير لتزويد العربات بسرعات كبيرة. أما الأمان فهو مراعاة عدم سقوط الكرات عن مسارها، كما يجب أن تراعي ألا تكون القوة المؤثرة في الراكب عند المنعطفات أكبر بكثير من وزنه؛ لكيلا يفقد الراكب وعيه.

10. ستختلف الإجابات بحسب النماذج التي عملها الطلبة؛ ويرتبط الإبداع في التصميم بشكل نموذج الأفعوانية، وجمال التصميم، واحتوائه على منعطفات مختلفة، ومسارات حلقية وأُخرى لولبية، وغيرها. ويرتبط الأداء بإكمال العربات (الكرات) مسار حركتها كاملًا، أما شروط السلامة والأمان فترتبط بعدم سقوط العربات عن مسار حركتها، أو توقفها قبل وصولها نهاية المسار، أو عدم تثبيت الركّاب جيدًا بالعربات، وتراعي في تصميمها الأطوال المختلفة للركّاب.

11. ستختلف الإجابات بحسب النماذج، ولكن يجب ألا نُركز على وجود الإثارة في التصميم على حساب شروط الأمان والسلامة، كذلك ألا تطغى شروط الأمان والسلامة على الإثارة، فيفقد النموذج عنصر الإثارة للركاب، وهو عنصر مهم. أي يجب الموازنة بين الإثارة وشروط الأمان والسلامة.

12. إجابة محتملة: الدقة في العمل، العمل الجماعي، اختبار نموذج أي تصميم يُساعد في تعرُّف أي مشكلة تواجه التطبيق العملي له واكتشافها، وبالتالي يُمكن إعادة تصميم النموذج أو إدخال تعديلات عليه في ضوء التغذية الراجعة وقبل طرح المنتج أو إنشائه وتعريض حياة الأشخاص للخطر، ....

13. تختلف الإجابات بحسب مواصفات نموذج الأُفعوانية. إجابة محتملة: زيادة ارتفاع التل الأول في المسار؛ للحصول على سرعة أكبر للعربات (الكرات)، أو تقليل ارتفاع التل الأول لتقليل سرعة حركة العربات، زيادة عدد المنعطفات المختلفة أو تقليلها، عمل مسارات لولبية، عمل حلقات رأسية؛ للحصول على الإثارة، تقليل قوة الاحتكاك في المسار؛ لتقليل الطاقة الضائعة للتغلب على قوة الاحتكاك، ....

14. إجابة محتملة: سوف يفشل النموذج، تعريض حياة الأشخاص مستخدمي المنتج للخطر، الحصول على نتائج غير مخطط لها ولا يُمكن التعامل معها، ....

15. لقد تمكَّنْتُ في هذا الاستقصاء من محاكاة عمل المهندسين الميكانيكيين، وذلك بتصميم نموذج أُفعوانية، ثم بنائه، ثم اختباره وَفق معايير مُحدَّدة، ثم تقييم التصميم، وتعديله بحسب نتائج الاستقصاء.

16. إجابة محتملة: العصف الذهني، النمذجة، المحاكاة، الاختبار، التحليل، إعادة التصميم، التحسين.

الصفحات(20–23)

إجابة أسئلة تفكير

1. أ. لحساب سرعة الجسم عند (B)، نلاحظ أن حركة الجسم من (A) إلى (B) ضمن نظام محافظ:

$$ME_A = ME_B$$

$$KE_A + PE_A = KE_B + PE_B$$

$$0 + mgh = \frac{1}{2}mv_B{}^2 + 0$$

$$2 \times 10 \times \frac{40}{100} = v_B{}^2$$

$$v_B{}^2 = 8 \rightarrow v_B = \sqrt{8}\,\text{m/s}$$

لحساب السرعة عند (C)، نلاحظ أن حركة الجسم من (B) إلى (C) ضمن نظام غير محافظ:

$$W_{nc} = \Delta ME$$

$$-fd = ME_C - ME_B$$

$$-2 \times \frac{150}{100} = \frac{1}{2}m(v_C{}^2 - v_B{}^2)$$

$$-3 = 0.6(v_C{}^2 - 8)$$

$$v_C{}^2 = -5 + 8 = 3 \rightarrow v_C = \sqrt{3}\,\text{m/s}$$

ب. التغير في الطاقة الميكانيكية الناتج عن قوة الاحتكاك يساوي شغل قوة الاحتكاك:

$$W_{nc} = \Delta ME = -fd = -3\,\text{J}$$

ج. عند اصطدام القطار بالنابض تتحول الطاقة الحركية للقطار إلى طاقة وضع مرونية للنابض:

$$\frac{1}{2}mv_C{}^2 = \frac{1}{2}kx^2$$

$$k = \frac{mv_C{}^2}{x^2} = \frac{1.2 \times 3}{(4 \times 10^{-2})^2} = 2250\,\text{N/m}$$

2. أ. يُحسب شغل القوة المحصلة كمايلي:

$$W_F = Fd\cos\theta$$

$$= 20 \times 5 \times \cos 0° = 100\,\text{J}$$

ب. التغير في الطاقة الحركية يساوي شغل القوة المحصلة بحسب مبرهنة (الشغل – الطاقة الحركية).

$$W_F = \Delta KE = 100\ \text{J}$$

ج. نحسب أولا الطاقة الحركية الابتدائية:

$$KE_\text{i} = \frac{1}{2}mv_\text{i}^2 = \frac{1}{2} \times 3 \times (2)^2 = 6\ \text{J}$$

ثم نطبق العلاقة :

$$\Delta KE = KE_\text{f} - KE_\text{i}$$

$$KE_\text{f} = \Delta KE - KE_\text{i}$$

$$\frac{1}{2}mv_\text{f}^2 = 100 - 6 = 94$$

$$v_\text{f}^2 = \frac{2 \times 94}{3} = 62.67$$

$$v_\text{f} = 7.9\ \text{m/s}$$

تكون السرعة النهائية للزلاجة في اتجاه اليمين في نفس اتجاه القوة المحصلة المؤثرة، وفي نفس اتجاه الحركة الابتدائي.

3. عند سحب القوس يختزن فيه طاقة وضع مرونية(U)، تتحول إلى طاقة حركية (KE) للسهم:

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

$$v = \sqrt{\frac{kx^2}{m}} = \sqrt{\frac{625 \times (0.4)^2}{0.1}} = 31.6\text{m/s}$$

4. المحرك يستهلك لتر الوقود الذي يحتوي على طاقة (33500kJ) فيحول (25%) منها إلى طاقة حركية:

$$33500 \times \frac{25}{100} = 8375\text{kJ}$$

نحسب سرعة السيارة بوحدة (m/s)، ثم طاقتها الحركية:

$$\frac{100\text{km}}{\text{h}} \times \frac{1000\text{m}}{1\text{km}} \times \frac{1\text{h}}{3600\text{s}} = 27.8\text{m/s}$$

$$KE = \frac{1}{2}\,mv^2 = \frac{1}{2} \times 1800 \times (27.8)^2 = 695.6\text{kJ}$$

عدد اللترات:

$$n = \frac{695.5}{8375} = 0.083$$

كمية البنزين المستهلكة (0.083) لتر.

5. أ. شغل قوة الاحتكاك الحركي

$$W_f = f_k \; d \cos 180^\circ$$
$$= -2 \times 10^3 \times 2.25 \times 10^2 = -4.5 \times 10^5 \text{ J}$$

ب. يوجد قوى غير محافظة مؤثرة في السيارة، والطريق أُفقي (لا يوجد تغير في طاقة الوضع).

$$W_{nc} = \Delta ME$$
$$W_F + W_f = \Delta ME$$
$$W_F = \Delta KE + \Delta PE - W_f$$
$$W_F = \frac{1}{2} m(v_f^2 - v_i^2) + 0 - (-4.5 \times 10^5)$$
$$= \frac{1}{2} \times 1.5 \times 10^3 \times (225 - 0) + 4.5 \times 10^5$$
$$= 6.1875 \times 10^5 \text{ J}$$

ج. نستخدم معادلات الحركة لحساب التسارع، ثم حساب الزمن:

$$v_f^2 = v_i^2 + 2a\Delta x$$
$$(15)^2 = (0)^2 + 2a \times 2.25 \times 10^2$$
$$a = 0.5 \text{ m/s}^2$$

نحسب الزمن:

$$v_f = v_i + at$$
$$15 = 0 + 0.5 \times t$$
$$\Delta t = t = 30 \text{ s}$$

ثم نحسب القدرة المتوسطة للمحرك.

$$\bar{P} = \frac{W_F}{\Delta t}$$
$$= \frac{6.1875 \times 10^5}{30} = 2.0625 \times 10^4 \text{ watts} \approx 27.7 \text{ hp}$$

الوحدة2 : الديناميكا الحرارية

الصفحة 30

تجربة إثرائية: قياس السعة الحرارية النوعية للرصاص.

إجابات أسئلة التحليل والاستنتاج

1. تختلف الإجابات بحسب كتلة المسعر والتغير في درجة حرارته والسعه الحرارية النوعية لمادته.

2. تختلف الإجابات بحسب كتلة الماء والتغير في درجة حرارته.

3. النظام المكون من المسعر والماء والرصاص مغلق ومعزول، لذا فإنه عند الاتزان الحراري، يُصبح صافي الطاقة المنتقلة صفرًا، ويكون مقدار الطاقة التي فقدتها كرات الرصاص (Q_{Pb}) مساويًا لمقدار الطاقة التي كسبها الماء (Q_{w}) والوعاء الداخلي النحاسي للمسعر (Q_c).

$$Q_{\mathrm{Pb}} + Q_{\mathrm{w}} + Q_c = 0$$
$$m_{\mathrm{Pb}} c_{\mathrm{Pb}} \Delta T_{\mathrm{Pb}} + m_{\mathrm{w}} c_{\mathrm{w}} \Delta T_{\mathrm{w}} + m_c c_c \Delta T_c = 0$$

وأُعوّض في هذه العلاقة لحساب c_{Pb}.

4. لا، ليس بالضرورة؛ إذ تعتمد كمية الطاقة المكتسبة على كتلة المادة وسعتها الحرارية النوعية.

5. إجابة محتملة: القيمة التي قستها للسعة الحرارية النوعية للرصاص قريبة من القيمة المقبولة لها.

إجابة محتملة: القيمة التي قستها للسعة الحرارية النوعية للرصاص بعيدة عن القيمة المقبولة لها.

6. إجابة محتملة: أظهرت نتائج التجربة تقاربًا بين القيمة المحسوبة والقيمة المقبولة للسعة الحرارية النوعية للرصاص، ممّا يدل على دقة تجربتي.

إجابة محتملة: أظهرت نتائج التجربة بُعدًا بين القيمة المحسوبة والقيمة المقبولة للسعة الحرارية النوعية للرصاص، ممّا يدل وجود مصادر خطأ في أثناء تنفيذي للتجربة.

الصفحات(36-39)

إجابة أسئلة تفكير

1. 1. ب 2. ب 3. ب

2. نعم يمكن إدخال الكرة. عند تسخين الحلقة سوف تتمدد كما لو كانت ممتلئة بالمادة، فيزداد نصف قطرها، وتتسع نحو الخارج.

3. أ. لأن درجة الحرارة لا تتغير في أثناء تحول المادة من حالة إلى أخرى.

ب. 1. قياس كتلة الدورق الابتدائية.

2. تركيب أدوات التجربة ثم تشغيل ملف التسخين لمدة من الزمن (Δt) لتزويد الجليد بالطاقة(Q).

3. حساب الطاقة بضرب قدرة الملف في الزمن $(Q = P\Delta t)$

4. قياس كتلة الدورق مع الماء الناتج من انصهار الجليد ، ثم حساب كتلة الماء (m) بطرح كتلة الدورق.

5. حساب الحرارة النوعية الكامنة لانصهار الجليد $(L_f = \frac{Q}{m})$.

ج. النتيجة التي حصلوا عليها غير دقيقة، وأحد مصادر الخطأ فيها أن الوعاء غير معزول.

إضافة الوعاء الثاني الهدف منه قياس الكتلة المنصهرة بفعل الحرارة التي انتقلت إلى الجليد من الوسط المحيط. وبحساب هذه الكمية وطرحها من كمية الجليد المنصهرة في الدورق الأول يمكن زيادة دقة التجربة.

4. أ. المتغير المستقل: الزمن، المتغير التابع: درجة الحرارة

المتغيرات التي ضبطت: نوع السائل المستخدم(ماء)، كمية الماء.

ب. الكوب (C). يزداد معدل التبريد بزيادة مساحة سطح السائل.

ج. الأكواب تكون قد وصلت إلى حالة اتزان حراري مع الوسط المحيط.

د.

$$Q = cm\Delta T = 4200 \times 0.200 \times 8 = 6720\text{J}$$