الفيزياء

الصف الحادي عشر - كتاب الأنشطة والتجارب العملية

الفصل الدراسي الأول

11

فريـق التأليـف

موسى عطا الله الطراونة (رئيسًا)

أ.د. محمود إسماعيل الجاغوب
خلدون سليمان المصاروه
موسـى محمـود جـرادات
يحيـى أحمـــد طـــواهـــا

الناشر: المركز الوطني لتطوير المناهج

يسرُّ المركز الوطني لتطوير المناهج استقبال آرائكم وملحوظاتكم على هذا الكتاب عن طريق العناوين الآتية:

06-5376262 / 237 06-5376266 P.O.Box: 2088 Amman 11941

@nccdjor feedback@nccd.gov.jo www.nccd.gov.jo

قـرّرت وزارة التربيـة والتعليـم تدريـس هذا الكتـاب في مدارس المملكـة الأردنية الهاشـمية جميعها، بنـاءً على قـرار المجلس الأعلى للمركـز الوطنـي لتطويـر المناهج في جلسـته رقـم (2024/4)، تاريـخ 2024/6/6 م، وقـرار مجلس التربيـة والتعليم رقـم (2024/67)، تاريـخ 2024/6/26 م، بدءًا مـن العام الـدراسي 2024 / 2025 م.

© HarperCollins Publishers Limited 2022.
- Prepared Originally in English for the National Center for Curriculum Development. Amman - Jordan
- Translated to Arabic, adapted, customised and published by the National Center for Curriculum Development. Amman - Jordan

ISBN:

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(2024/5/2911)

بيانات الفهرسة الأولية للكتاب:

عنوان الكتاب	الفيزياء/ كتاب الأنشطة والتجارب العملية: الصف الحادي عشر، الفصل الدراسي الأول
إعداد / هيئة	الأردن. المركز الوطني لتطوير المناهج
بيانات النشر	عمان: المركز الوطني لتطوير المناهج، 2024
رقم التصنيف	373,19
الواصفات	/ الفيزياء/ / أساليب التدريس/ / المناهج/ / التعليم الثانوي/
الطبعـة	الطبعـة الأولى

يتحمل المؤلف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مصنفه ولا يعبّر هذا المصنف عن رأي دائرة المكتبة الوطنية.

المراجعة والتعديل

ميمي محمد التكروري
د. محمد كريم الضمور
موسى محمود جرادات

التحكيم الأكاديمي

د. رامي مصطفى علي

تصميم وإخراج

نايف محمد أمين مراشدة

التحرير اللغوي

د. خليل إبراهيم القعيسي

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, sorted in retrieval system, or transmitted in any form by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise , without the prior written permission of the publisher or a license permitting restricted copying in the United Kingdom issued by the Copyright Licensing Agency Ltd, Barnard's Inn, 86 Fetter Lane, London, EC4A 1EN.
British Library Cataloguing -in- Publication Data
A catalogue record for this publication is available from the Library.

الطبعة الأولى (التجريبية) 1445 هـ / 2024 م

قائمة المتحويات

الموضوع	رقم الصفحة
الوحدة الأولى: الشغل والطاقة	
تجربة استهلاليّة: حساب الشغل	4
التجربة 1 : مبرهنة (الشغل – الطاقة الحركيّة)	7
تجربة إثرائيّة: بناء أُفعوانية	12
أسئلة تفكير	20
الوحدة الثانية: الديناميكا الحرارية	
تجربة استهلاليّة : تأثير كتلة الجسم في تغيّر درجة حرارته	24
التجربة 1 : قياس السعة الحرارية النوعية لمادة	27
تجربة إثرائيّة: المسعر الحراري	30
أسئلة تفكير	36

منهاجي
متعة التعليم الهادف

حساب الشغل

الخلفية العلمية: لرفع جسم رأسيًّا إلى أعلى بسرعة ثابتة؛ لا بدّ من التأثير فيه بقوّة خارجية (F_{ext}) مقدارها مساوٍ لمقدار وزن الجسم واتجاهها بعكس اتجاه الوزن، وعندها تكون القوّة المحصّلة المؤثّرة فيه صفرًا، وبحسب القانون الأول لنيوتن، يتحرّك الجسم بسرعة متّجهة ثابتة.

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

$$F_{ext} = F_g$$

وتبذل القوّة المؤثّرة (F_{ext}) في الجسم شغلًا (W_F) عليه عند تحريكه إزاحة (d) يُعطى مقداره بالعلاقة الآتية:

$$W_F = F_{ext}\, d \cos\theta$$

حيث (θ) الزاوية المحصورة بين اتّجاهي القوّة المؤثّرة والإزاحة. وعند رفع الجسم رأسيًّا إلى أعلى يكون مقدار هذه الزاوية صفرًا، ويُحسب الشغل المبذول لتحريك الجسم إزاحةً رأسيّةً مقدارها (d) بسرعة متّجهة ثابتة كما يأتي:

$$W_F = F_{ext}\, d \cos\theta = F_g\, d = mgd$$

الهدف:

- تعرُّف مفهوم الشغل.
- حساب الشغل الذي تبذله قوّة ثابتة مقدارًا واتّجاهًا.
- استنتاج العلاقة بين وزن جسم، ومقدار الشغل المبذول لرفعه بسرعة ثابتة.

الموادّ والأدوات:

ميزان نابضيّ، (3) أثقال مختلفة (100 g, 200 g, 300 g)، مسطرة متريّة، شريط لاصق، حامل أثقال.

إرشادات السلامة:

ارتداء المعطف، واستعمال النظّارات الواقية للعينين، وتجنّب سقوط الأجسام والأدوات على القدمين.

أصوغ فرضيتي عن العلاقة بين وزن الجسم والشغل المبذول عليه.

أختبر فرضيتي:

أُنفّذ الخطوات الآتية بالتعاون مع أفراد مجموعتي:

1. **أضبطُ المتغيّرات**: أُحدّد علامتين على المسطرة المتريّة بالشريط اللاصق، المسافة بينهما (50 cm)، وأُدوّنها في جدول البيانات للمحاولات الثلاث. ثم يُثبّت أحد أفراد مجموعتي المسطرة المتريّة رأسيًّا على سطح الطاولة.
2. **أقيس**: أحمل الميزان النابضيّ رأسيًّا في الهواء موازيًا للمسطرة المترية، وأُعلّق حامل الأثقال في خطّافه، ثم أضع الثقل (100 g) على الحامل؛ بحيث يكون بجانب العلامة السفلية على المسطرة. أُدوّن قراءة الميزان في المكان المخصّص في جدول البيانات للمحاولة (1).
3. **أُلاحظ**: أرفع الثقل رأسيًّا إلى أعلى إزاحة مقدارها (50 cm) بسرعة ثابتة تقريبًا، ويُلاحظ أحد أفراد مجموعتي قراءة الميزان في أثناء ذلك. أُدوّن قراءة الميزان تحت عمود القوّة اللازمة في جدول البيانات للمحاولة (1).
4. أُكرّر الخطوتين (2 – 3) بتعليق الثقلين (200 g) و(300 g) كُلٌّ على حدة في حامل الأثقال، وأُدوّن نتائجي في جدول البيانات.

البيانات والملاحظات:

رقم المحاولة	المسافة (d) (m)	وزن الحامل وثقل التعليق (N)	القوّة اللازمة (N)	الشغل (J)
1	0.5			
2	0.5			
3	0.5			

التحليل والاستنتاج:

1. **أفسر** لماذا رفعتُ الثقل بسرعة ثابتة؟

.....

.....

2. **أحسبُ** الشغل المبذول لرفع كلّ ثقل بضرب مقدار القوّة اللازمة لرفعه في مقدار الإزاحة التي تحرّكها، ثمّ وأُدوّنه في جدول البيانات.

.....

.....

3. **أستنتجُ** العلاقة بين وزن الثقل ومقدار الشغل المبذول لرفعه بسرعة ثابتة.

.....

.....

.....

4. **أصدر حكمًا** عمّا إذا كانت النتائج قد توافقت مع فرضيتي أم لا.

.....

.....

.....

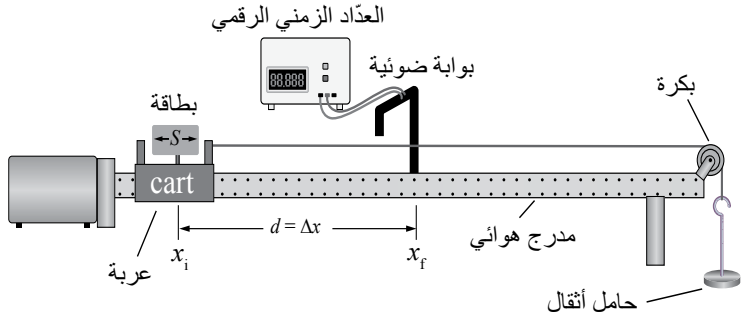
الخلفية العلمية:

عندما تبذل قوّة محصّلة خارجية شغلًا على جسم، تتغيّر طاقته الحركيّة، ويكون مقدار التغيّر في طاقته الحركيّة مساويًا لشغل القوّة المحصّلة الخارجية المؤثّرة فيه. ويُعبّر عن ذلك بالمعادلة الآتية:

$$W_F = \Delta KE = \frac{1}{2} mv_f^2 - \frac{1}{2} mv_i^2 \quad \ldots\ldots 1$$

تُسمّى هذه المعادلة مبرهنة (الشغل - الطاقة الحركيّة).

في هذه التجربة، سأستقصي صحّة هذه المبرهنة؛ إذ يوضّح الشكل أدناه كيفية ترتيب الموادّ والأدوات لتنفيذ هذه التجربة. أُلاحظ أنّ المدرج الهوائي في وضع أُفقي تمامًا، وكتلة العربة (m_{cart})، وكتلة ثقل التعليق (الحامل والأثقال التي عليه) (m_{hang}) تؤثّر بقوّة الشد في الخيط الذي يبذل شغلًا على العربة. لحساب شغل القوّة المحصّلة الخارجية المبذول على العربة، أُلاحظ أنّه لا توجد قوّة احتكاك بين العربة والمدرج. والخيط الواصل بين البكرة والعربة خفيف مهمل الكتلة، كما أنّه أُفقي تمامًا؛ لضمان أن تكون القوّة المحصّلة الخارجية المؤثّرة في العربة في اتّجاه الإزاحة نفسه. وبتطبيق القانون الثاني لنيوتن على العربة وثقل التعليق كلّ على حدة، أحصلُ على المعادلتين الآتيتين:



$$F_T = m_{cart}\, a \quad \ldots\ldots 2$$

$$m_{hang}\, g - F_T = m_{hang}\, a \quad \ldots\ldots 3$$

وبجمع المعادلتين (2) و(3)؛ أحصلُ على معادلة حساب تسارع العربة وثقل التعليق:

$$a = \frac{m_{hang}\, g}{m_{hang} + m_{cart}} \quad \ldots\ldots 4$$

بحسب القانون الثاني لنيوتن، تكون القوّة المحصّلة المؤثّرة في العربة ($\sum F = F_T = m_{cart}\, a$)، حيث القوّة المحصلة مساوية لقوّة الشد في الخيط، وأحسبُ شغلها الذي تبذله في تحريك العربة إزاحةً مقدارها (d) في اتّجاهها بالعلاقة: $W_F = \sum Fd = F_T d = m_{cart}\, a\, d$

وبتعويض التسارع من المعادلة (4) في معادلة حساب الشغل، أحصلُ على المعادلة الآتية:

$$W_F = \left(\frac{m_{cart}\, m_{hang}}{m_{hang} + m_{cart}}\right) gd \quad \ldots\ldots 5$$

تُعطي المعادلة السابقة الشغل الذي تبذله قوّة محصّلة خارجية عند تحريكها العربة إزاحة (d) في اتّجاهها. وبحساب التغيّر في الطاقة الحركيّة للعربة، أستطيع الحُكم على صحّة مبرهنة (الشغل – الطاقة الحركيّة). ويُمكنني استعمال بوّابات ضوئية لقياس سرعة العربة عند مواقع مختلفة في أثناء حركتها؛ إذ أُثبِّت بطاقةً خاصّةً فوق العربة طولها (S)، وتقيس كل بوابة المدة الزمنية (Δt) التي تستغرقها هذه البطاقة في عبورها. ومن ثَمَّ، يُمكنني حساب سرعة العربة عند تلك اللحظة بالعلاقة: ($v_f = \frac{S}{\Delta t}$).

وبافتراض أنّ الطاقة الحركيّة الابتدائية للعربة صفر ($KE_i = 0$)؛ لأنّها انطلقت من السكون، يكون التغيّر في الطاقة الحركيّة للعربة مساويًا لطاقتها الحركيّة النهائية بعد قطعها إزاحة مقدارها (d) من موقعها الابتدائي، ثمّ أحسبُ التغيّر في طاقتها الحركيّة: ($\Delta KE = KE_f - KE_i = KE_f$).

الهدف:

- استقصاء العلاقة بين الشغل الذي تبذله قوّة محصّلة خارجيّة ثابتة على جسم، والتغيّر في طاقته الحركيّة.
- اكتساب مهارة تصميم التجارب، وتنفيذها.

الموادّ والأدوات:

مدرج هوائي وملحقاته، مسطرة متريّة، بكرة، خيط، حامل أثقال، 10 أثقال كتلة كلّ منها (10 g)، ميزان.

إرشادات السلامة:

ارتداء المعطف واستعمال النظّارات الواقية للعينين، وتجنّب سقوط الأجسام والأدوات على القدمين.

خطوات العمل:

أُنفّذ الخطوات الآتية بالتعاون مع أفراد مجموعتي:

1. أُثبّت المدرج الهوائي أفقيًّا على سطح الطاولة، ثمّ أُثبّت البكرة في نهايته كما في الشكل، ثم أُثبّت المسطرة المترية على سطح الطاولة، بحيث يكون صفرها عند بداية المدرج.
2. **أقيس** طول البطاقة (S) الخاصّة بالعربة، ثم أُثبّتها عليها، ثم أدوّن طولها للمحاولات جميعها في الجدول (1).
3. **أقيس** كتلة العربة المنزلقة (m_{cart}) وأُدوّنها أعلى الجدول، ثمّ أضع العربة عند بداية المدرج عند الموقع ($x_i = 0$ m).
4. **أقيس**: أضع أثقالًا مناسبةً (50 g مثلًا) على حامل الأثقال، ثمّ أقيس كتلة الحامل وأثقاله (m_{hang}) وأُدوّنها أعلى الجدول.
5. أربطُ أحد طرفَي الخيط بمقدّمة العربة، ثمّ أربط طرفه الآخر بحامل الأثقال مرورًا بالبكرة، مراعيًا وصول العربة إلى نهاية المسار على المدرج قبل ملامسة حامل الأثقال أرضية الغرفة. أُثبّت حاجز الاصطدام في نهاية المسار؛ منعًا لاصطدام العربة بالبكرة.
6. أُثبّت البوّابة الضوئية عند الموقع ($x_f = 40$ cm)، ثم أصلها بالعدّاد الزمني الرقمي، ثم أصله بمصدر الطاقة الكهربائيّة ثمَّ أُشغّله. أُدوّن بُعد البوابة الضوئية عن مقدّمة العربة ($d = x_f - x_i$) للمحاولة (1) في الجدول.
7. **أُجرّب**: أُشغّل مضخّة الهواء، ثمّ أُفلت العربة لتتحرّك من السكون، وأُلاحظ قراءة العداد الزمني الرقمي (Δt) الذي يُمثّل الزمن الذي تستغرقه البطاقة التي على العربة في عبور البوابة الضوئية، ثم أُدوّن هذا الزمن في الجدول للمحاولة (1).
8. أُكرّر الخطوتين (6 - 7) مرّتين مع تغيير موقع البوابة الضوئية في كل مرّة، ثم أُدوّن في الجدول القياسات الجديدة لكلّ من: (d)، و(Δt).
9. أُكرّر التجربة مرّة أُخرى بزيادة الأثقال على الحامل.

.....

البيانات والملاحظات:

m_{hang} = ... kg $\qquad$ m_{cart} = ... kg

v_{i} = ... m/s $\qquad$ KE_{i} = ... J

الجدول (1)					
رقم المحاولة	S (m)	$d = x_{\text{f}} - x_{\text{i}}$ (m)	Δt (s)	v_{f} (m/s)	$v_{\text{f}}^{\,2}$ $(\text{m/s})^2$
1	0.1				
2	0.1				
3	0.1				

الجدول (2)			
رقم المحاولة	W_F (J)	ΔKE (J)	$W_F - \Delta KE$ (J)
1			
2			
3			

التحليل والاستنتاج:

1. أحسبُ مقدار السرعة النهائيّة للعربة لكلّ محاولة باستعمال العلاقة الآتية:

($v_{\text{f}} = \dfrac{S}{\Delta t}$) ، ثمّ أجد مربّع هذه السرعة، ثمّ أُدوّن الحسابات في الجدول (1).

.....

.....

2. **أحسبُ** مقدار شغل القوّة المحصّلة الخارجية المؤثّرة في العربة لكلّ محاولة باستعمال العلاقة الآتية: ($W_F = \left(\frac{m_{cart}\ m_{hang}}{m_{hang} + m_{cart}}\right) gd$)، ثمّ أُدوّنه في الجدول (2).

.....

.....

.....

.....

3. **أحسبُ** مقدار التغيّر في الطاقة الحركيّة للعربة لكلّ محاولة باستعمال العلاقة الآتية: ($\Delta KE = KE_{\mathrm{f}} - KE_{\mathrm{i}}$)، ثمّ أُدوّنه في الجدول (2).

.....

.....

.....

.....

4. **أُقارن** بين (W_F)، و(ΔKE) لكلّ محاولة. ما العلاقة بينهما؟ هل يوجد أي اختلاف بينهما؟ أُفسّر إجابتي.

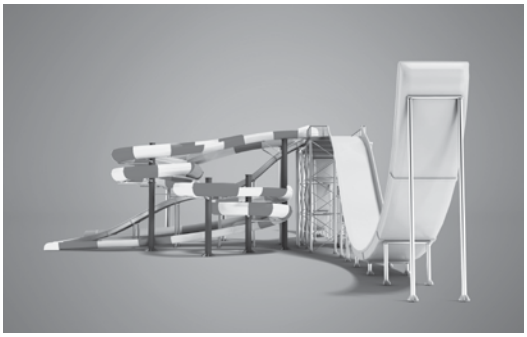
.....

.....

.....

.....

الخلفية العلمية:



الطاقة الميكانيكية لأيّ نظام محفوظة عندما تكون القوى التي تبذل شغلًا فيه محافظة، وبذلك تبقى الطاقة الميكانيكية للنظام ثابتة، واستُفيد من حفظ الطاقة الميكانيكية في تصميم كثير من الأجهزة والأنظمة الميكانيكية والألعاب، ومنها: لعبة الأُفعوانية.

تعتمد عربات الأُفعوانية في عملها على طاقة الوضع الناشئة عن الجاذبيّة الأرضيّة، إذ تُعدّ قوّة الجاذبيّة الأرضيّة هي القوّة المحرّكة للعربات في أغلب الأُفعوانيات. بدايةً؛ تُجرّ عربات الأُفعوانية إلى التلة الأول الذي يكون أعلى تلة (منحدر) في مسار حركتها، وعندها تكون الطاقة الميكانيكية للعربات طاقة وضع ناشئة عن الجاذبيّة الأرضيّة، وتكون قيمتها عظمى؛ إذ الطاقة الحركيّة صفر.

وعندما تبدأ عربات الأُفعوانية هبوطها إلى أسفل التلة الأولى، تتحوّل طاقة الوضع المختزنة فيها إلى طاقة حركيّة. وعندما تعاود العربات الصعود إلى أعلى تلة أخرى ارتفاعها أقلّ فإنّها تتباطأ، ويتحوّل جزء كبير من طاقتها الحركيّة إلى طاقة وضع ناشئة عن الجاذبيّة الأرضيّة. ولا يُمكن للعربات أن تصعد تلة لها الارتفاع نفسه للتلة الأولى؛ لأنّها تفقد جزءًا من طاقتها الميكانيكية نتيجة تأثير قوى الاحتكاك من الهواء ومسار الحركة في الأُفعوانية، وهو ما يتسبّب في التباطؤ التدريجي لحركة العربات. تتوالى عملية تحوّل الطاقة بين طاقة الوضع وطاقة الحركة في أثناء حركة العربات صعودًا ونزولًا، عبر التلال والمنعطفات في مسار حركتها، حتى تعود إلى نقطة البداية.

يكون مجموع طاقتَي الوضع والحركة والطاقة المفقودة نتيجة الاحتكاك لنظام (العربة والمسار والأرض) دائمًا مساويًا الطاقة الميكانيكية الابتدائية (طاقة الوضع الناشئة عن الجاذبية الأرضية الابتدائية عندما تبدأ العربات حركتها من السكون)، ولا يُمكن أن يكون المجموع أكبر منها؛ لذا يُراعي مصمّمو الأُفعوانيات أن يكون للعربات ما يكفي من طاقة الوضع الابتدائية؛ كي تتمكّن من قطع مسار الحركة المخصّص لها كاملًا. وهذا بدوره يضع بعض القيود والمحدّدات على التصميم، فمثلًا، لا يُمكن لعربات الأُفعوانية أن تتحرّك عبر مسار حلقي رأسي أو تصعد تلة يزيد ارتفاعهما على ارتفاع التلة الأولى التي انطُلق منها؛ لأنّ ذلك يتطلّب طاقةً تفوق الطاقة التي تمتلكها العربات. أيضًا، إذا كان

مسار حركة العربات طويلًا للغاية؛ فإنّ قوّة الاحتكاك المؤثّرة فيها قد تؤدي إلى توقُّفها قبل بلوغها نقطة النهاية. في هذا الاستقصاء، تؤخذ هذه القيود والمحدّدات في الحسبان في أثناء تصميم نموذج لعبة الأُفعوانية، وسيواجه الطلبة مشكلات وتحديات وقيود عدّة، هي نفسها التي يواجهها مهندسو الأُفعوانيات ويحلّونها عند تصميمهم أُفعوانية وبنائها. ولتصميم أفعوانية تعمل جيدًا وبنائها، يجب بدايةً تعرّف القيود والمحدّدات المفروضة على التصاميم، وتصميم نموذج أُفعوانية وفقًا للقوانين الأساسية في الفيزياء. ويتعلّم الطلبة أنّ قدرتهم على فهم هذه القيود والعمل ضمنها أمر بالغ الأهمية لنجاح نموذج الأُفعوانية.

يهدف هذا الاستقصاء إلى تصميم ناجح ومبتكر لنماذج أُفعوانيات تُحرّكها قوّة الجاذبيّة الأرضيّة وبنائها. ويُقوّم الطلبة فاعلية هذه التصاميم محاكاةً لما يفعله المهندسون الميكانيكيون عند تطبيقهم علوم الهندسة والفيزياء والموادّ، في أثناء تصميم الأنظمة الميكانيكية وتحليلها وتصنيعها وصيانتها.

المعرفة المسبقة:

معرفة أساسية عن القوى؛ وخاصّة قوّة الجاذبيّة الأرضيّة وقوّة الاحتكاك، وإلمام بالطاقة الحركيّة وطاقة الوضع الناشئة عن الجاذبيّة الأرضيّة والتحوّلات بينهما، وحفظ الطاقة الميكانيكية، وتوافر معرفة وفهم للقانون الثاني لنيوتن في الحركة، والمفاهيم الأساسية اللازمة لوصف الحركة، مثل: الموقع، والسرعة، والتسارع.

الهدف:

- استقصاء القيود والمحدّدات التي لها علاقة بعمل الأُفعوانية.
- تصميم ناجح ومبتكر لنماذج أُفعوانيات تُحرّكها قوّة الجاذبيّة الأرضيّة، ضمن معايير وشروط مُعيّنة.
- بناء نموذج أُفعوانية ناجح ومبتكر، يتضمّن الإثارة ويُراعي اشتراطات الأمان والسلامة.
- جمع البيانات المتعلّقة بحركة الكرات في نموذج الأفعوانية، وتنظيمها.
- توضيح كيفية عمل نموذج الأفعوانية ، باستخدام المصطلحات الفيزيائية.
- تقويم التصميم بناءً على نتائج التجربة.

الموادّ والأدوات:

مجرًى بلاستيكي مرن طوله (2 m) فيه تجويف على شكل حرف (U)، كرة خشبية، كرة زجاجية، كرة فولاذية، كوب ورقي أو بلاستيكي، شريط لاصق، مجموعة من أقلام التخطيط أو الطباشير الملون أو أقلام الرصاص، ساعة إيقاف، مسطرة مترية، حوامل فلزية أو دعامات لتثبيت نموذج الأُفعوانية.

إرشادات السلامة:

- لبس النظّارة الواقية، وارتداء القفّازين ومريول المختبر.
- توخّي الحذر عند استعمال الكرات، وجمع أيّ كرات تسقط على الأرض؛ لأنّ الانزلاق عليها خطير.
- تنبيه الطلبة إلى عدم اللعب بالكرات برميها.

خطوات العمل:

الجزء الأول:

أُجيب عن الأسئلة الآتية بالتعاون مع أفراد مجموعتي:

1. أُحدّد بعض القيود والمحدّدات التي يجب على المهندسين مراعاتها عند تصميمهم نموذج الأُفعوانية.

.....

.....

.....

.....

.....

2. أُحدّد المفاهيم الفيزيائية التي تعلّمتها، حيثُ ستكون مفيدة ومهمة جدًّا؛ لتطبيقها عند تصميم نموذج الأُفعوانية.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. كيف أُوظّف هذه المفاهيم وأُترجمها؛ للتغلّب على التحديات التي تواجهني عند تصميم نموذج أُفعوانية يوفّر تجربة مثيرة وآمنة للركاب؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

الجزء الثاني:

أُنفّذ الخطوات الآتية بالتعاون مع أفراد مجموعتي:

1. قبل البدء بتصميم نموذج الأُفعوانية، أقرأ معايير تقييم نموذج الأُفعوانية الموضّحة في الجدولين: (1) و(2)، التي تُحدّد أكثر نماذج الأُفعوانيات نجاحًا وابتكارًا.
2. في نموذج الأفعوانيّة، تُمثّل الكرة الخشبية عربة فارغة من الركّاب، وتُمثّل الكرة الزجاجية عربة غير ممتلئة بالركّاب، وتُمثّل الكرة الفولاذيّة عربة ممتلئة بالركّاب.
3. **أُناقش:** تبدأ كل مجموعة في تصميم نموذج أُفعوانيتها بعد عمل جلسة عصف ذهنيّ داخل المجموعة

وتبادل الأفكار والمناقشة من أجل الاتّفاق على التصميم. يُمكن الرجوع إلى الإنترنت للاطّلاع على بعض تصاميم الأُفعوانيات.

4. **أُصمّم**: أرسم نموذج الأفعوانيّة في الفراغ أدناه، ثم أعرض التصميم المقترح على المعلّم/ المعلّمة؛ للتأكّد من أنّه صحيح وممكن فيزيائيًّا، إن لم يكن كذلك ؛ أتلقّى تغذيةً راجعةً من المعلّم/ المعلّمة عن طريق الإشارة إلى جوانب تصميم الأُفعوانية التي تحتاج إلى تحسين أو تعديل. ثم أُعيد رسم التصميم أو أُعدّله بحسب توجيهات المعلّم/ المعلّمة.

5. **أُناقش** أفراد مجموعتي في كيفية تحويل التصميم إلى واقع، وبناء نموذج أُفعوانية قابل للعمل والتطبيق.
6. أبني نموذج الأُفعوانية، وأُدوّن مواصفات أُفعوانيتي في الجدول (3).
7. تضع كلّ مجموعة نموذج أُفعوانيتها في المنطقة المُخصّصة لعمل الاختبارات في المختبر.
8. تختبر كلّ مجموعة نموذج أُفعوانيتها أمام بقية المجموعات؛ بوضعِ الكرات كلّ على حدة عند بداية مسار حركة الأفعوانيّة، ثم إفلاتها وملاحظة حركتها. أستعملُ الكوب عند نهاية مسار حركة الأفعوانيّة لالتقاط الكرات.
9. عمل تقييم لتعرّف فاعليّة نموذج الأُفعوانية لكلّ مجموعة، بناءً على معايير تقييم نموذج الأُفعوانية الموضّحة في الجدولين: (1) و(2).

البيانات والملاحظات:

الجدول (1): قائمة نقاط الإبداع وعلاماتها.			
نقاط الإبداع	عددها	العلامة لكل نقطة إبداع	العلامة المستحقة
كلّ ارتفاع (0.5 m)		1	
انعطاف بمقدار (90°)		1	
انعطاف بمقدار (180°)		2	
انعطاف بمقدار (270°)		3	
حلقة رأسية		3	
مسار لولبي		4	

الجدول (2): قائمة نقاط الأداء وعلاماتها.		
نقاط الأداء	العلامة	العلامة المستحقة
أكملت الكرة الخشبية مسارها بنجاح	3	
أكملت الكرة الزجاجية مسارها بنجاح	3	
أكملت الكرة الفولاذية مسارها بنجاح	3	

الجدول (3): مواصفات الأُفعوانية.	
نقاط الأداء	العلامة
ارتفاع الأفعوانيّة (m)	
عدد الحلقات	
عدد المنعطفات	
عدد المسارات اللولبية	

التحليل والاستنتاج:

الجزء الثاني:

1. **أحسبُ** طاقة الوضع الناشئة عن الجاذبيّة الأرضيّة لكلّ كرة في نموذجي عند بداية مسارها.

.....

.....

2. **أحسبُ** سرعة حركة كلّ كرة عند أدنى موقع في مسارها في نموذجي بإهمال قوّة الاحتكاك. ماذا أستنتجُ؟

.....

.....

3. **أُقارن** بين مقدار طاقة الوضع الناشئة عن الجاذبيّة الأرضيّة لكلّ كرة في نموذجي عند بداية مسار حركتها، وطاقتها الحركيّة عند أخفض موقع في مسار حركتها. ماذا أستنتجُ؟

.....

.....

4. **أُبيّن**: لماذا اندفع الكوب بعد اصطدام الكرات به؟

.....

.....

5. **أُناقش**: إذا لم تعمل الأُفعوانية جيدًا، بحيث لم تصل الكرات إلى نهاية مسار الأفعوانيّة، أو سقطت عن مسارها عند المسار الحلقي الرأسي أو المسار اللولبي؛ فأُحدّد المشكلة أو المشكلات في التصميم. أُناقش أفراد مجموعتي في رأيهم بها.

.....

.....

.....

6. **أُصدر حكمًا** على تصميمي الأُفغوانية استنادًا إلى المعايير الواردة في الجدولين: (1) و(2).

.....

.....

.....

7. **أُناقش**: بناءً على نتائج التجربة، إذا كنتُ مهندسًا، فكيف أُعدّل تصميم أُفعوانية بحيث أزيد سرعة عرباتها عند أخفض مواقع مسارها؟

.....

.....

.....

8. أيّ نماذج الأُفعوانيات فازت نتيجة الإبداع في تصميمها؟ وأيّها فازت نتيجة أدائها ومراعاتها شروط الأمان والسلامة؟

.....

.....

.....

9. إذا أُتيحت لي الفرصة لإعادة تصميم نموذج الأُفعوانية، فما التحسينات والتعديلات التي سأُدخلها عليه؟ لماذا؟

.....

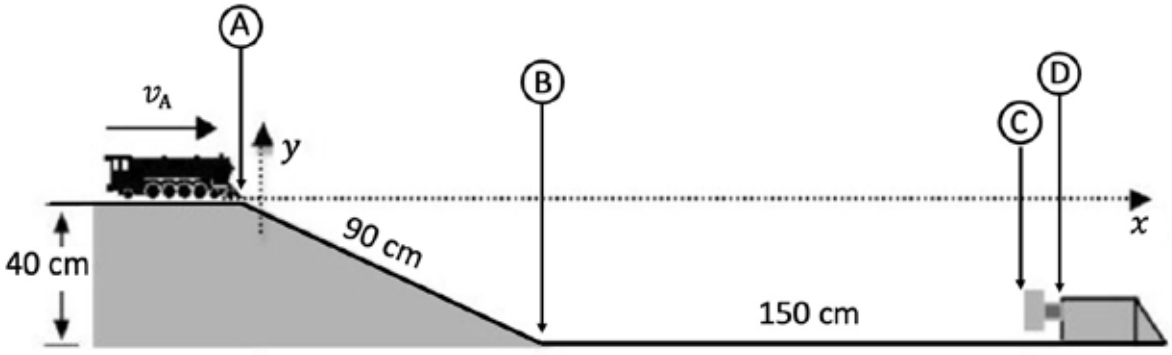
.....

.....

أسئلة تفكير

أفترض تسارع السقوط الحر ($g = 10\ m/s^2$) أينما يلزم، ما لم يُذكر غير ذلك.

1- قطار لعبة كتلته (1.2 kg) يتحرك بسرعة أفقية (1 m/s) عند النقطة (A)، يهبط بتأثير الجاذبية الأرضية منحدرًا أملس، كما في الشكل أدناه، ثم يكمل سيره أفقيًّا على طريق خشن ($f_k = 2\ N$)، وعندما يصطدم بنابض في نهاية المسار، ينضغط النابض مسافة (4 cm) ويتوقف القطار عن الحركة عند النقطة (D). أحسب كلًّا مما يأتي:



أ - سرعة القطار عند كل من النقطتين: (B) و (C).

.....

.....

.....

ب - التغير في الطاقة الميكانيكية للقطار نتيجة قوة الاحتكاك.

.....

.....

.....

جـ - ثابت المرونة للنابض الذي أوقف القطار عن الحركة.

.....

.....

.....

2- **أستخدم الأرقام**: زلّاجة كتلتها (3 kg) تنزلق على سطح جليدي أُفقي نحو اليمين، بسرعة مقدارها (2 m/s). إذا أثّرت فيها قوّة محصّلة أُفقيّة مقدارها (20 N) في اتجاه حركتها نفسه فحركته إزاحة مقدارها (5 m)؛ فأحسبُ مقدار:

أ - الشغل الذي بذلته القوّة المحصّلة الخارجية على الزلّاجة.

.....

.....

.....

ب- التغيّر في الطاقة الحركيّة للزلّاجة.

.....

.....

.....

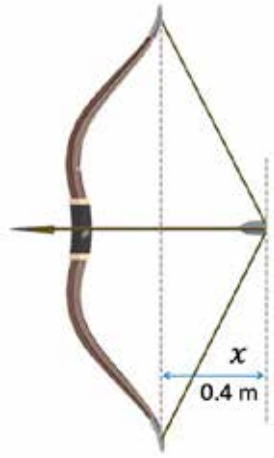
جـ- السرعة النهائية للزلّاجة.

.....

.....

.....

3- **أستخدم الأرقام**: صنع فراس قوسًا خشبيًّا، وثبّت فيه وترًا، كما في الشكل المجاور، بمقارنة الوتر مع نابض مشدود توصل فراس إلى أن ثابت المرونة للقوس والوتر يساوي (625 N/m). بدأ فراس بتجريب قوسه، فسحب الوتر مسافة (0.4 m) عن موضع اتزانه، ثم تركه ليدفع معه سهمًا كتلته (100 g). ما السرعة الابتدائية التي ينطلق بها السهم؟



.....

.....

.....

.....

.....

4- **أستخدم الأرقام:** عند الضغط على الفرامل لإيقاف السيارة، تتحول الطاقة الحركية جميعها إلى طاقة حرارية في العجلات وفي سطح الطريق، ولا يمكن إعادة استخدام هذا المقدار من الطاقة. أما في السيارات الكهربائية أو الهجينة، فإن هذه الطاقة تتحول إلى طاقة كهربائية وتخزن في البطارية لإعادة استخدامها.

بافتراض أن كفاءة محرك البنزين (25 %)، ولتر لبنزين يحتوي (33500 kJ) من الطاقة الكيميائية. فما كمية البنزين التي تُستهلك عند إيقاف سيارة كتلتها (1800 kg) تسير بسرعة (100 km/h)، بإهمال مساهمة قوى الاحتكاك الأخرى غير الفرامل في توقف السيارة؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5- **أستخدم الأرقام**: تتسارع سيّارة كتلتها (1.5×10^3 kg) على طريق أُفقيّ من السكون إلى سرعة (25 m/s) خلال إزاحة مقدارها (2.25×10^2 m)، إذا كانت قوّة الاحتكاك الحركي المؤثّرة في السيارة (2×10^3 N)؛ فأحسبُ مقدار ما يأتي:

أ - شغل قوّة الاحتكاك الحركي.

.....

.....

.....

.....

ب - الشغل الذي يبذله محرّك السيارة عليها.

.....

.....

.....

.....

جـ - القدرة المتوسّطة لمحرّك السيارة.

.....

.....

.....

.....

تأثير كتلة الجسم في تغيّر درجة حرارته

الخلفيّة العلميّة:

يعمل الكوبان البلاستيكيان عمل مسعّر حراري؛ إذ يعزلان محتوى الكوب الداخلي عن المحيط الخارجي، ما يُقلّل من مقدار الطاقة المتبادلة مع المحيط الخارجي، وعند سكب الماء الساخن في الكوب الذي يحتوي برادة حديد؛ فإنّ الماء الساخن يفقد طاقة تكسبها برادة الحديد، وهذا يؤدّي إلى انخفاض درجة حرارة الماء وارتفاع درجة حرارة برادة الحديد، حتّى يصلا إلى حالة الاتّزان الحراري ويصبح لهما درجة الحرارة نفسها.

الأهداف:

- تصميم مسعّر حراري بسيط.
- اكتساب مهارة قراءة القياسات وتدوينها بدقّة.
- استنتاج تأثير زيادة كتلة جسم في مقدار تغيّر درجة حرارته.

الموادّ والأدوات:

كوبان بلاستيكيان مع غطاء، برادة حديد 200 g، مقياس درجة حرارة عدد (2)، ميزان إلكتروني، شريط لاصق، مياه ساخنة 200 mL، مخبار زجاجي، مناشف ورقية.

إرشادات السلامة:

ارتداء المعطف واستعمال النظّارات الواقية للعينين، تجنّب سكب الماء على أرضية المختبر، وتوخّي الحذر من الانزلاق نتيجة انسكاب الماء عليها.

أصوغ فرضيتي: عن العلاقة بين كمية الماء الساخن والتغير في درجة حرارة المخلوط الحراري.

أختبر فرضيتي:

أُنفّذ الخطوات الآتية بالتعاون مع أفراد مجموعتي:

1. أضع أحد الكوبين داخل الآخر، وأُثبّتهما معًا بالشريط اللاصق، ثمّ أثقب غطاء الكوب من منتصفه بالمثقب، على أنْ يدخل مقياس درجة الحرارة عبره.
2. **أقيس:** أضع 200 g من برادة الحديد في الكوب الداخلي وأُغلقه بغطائه بإحكام، ثم أُدخل مقياس درجة الحرارة عبر ثقب الغطاء حتّى يلامس مستودعه برادة الحديد، وأثبته بالشريط اللاصق، ثمّ أقيس درجة حرارة برادة الحديد وأُدوّنها.

3. **أقيس**: أسكبُ 100 mL من الماء الساخن في المخبار، ثمّ أقيس درجة حرارته وأُدوّنها.
4. **أُلاحظ**: أُزيل غطاء الكوب ومقياس درجة الحرارة المثبّتين معًا، ثمّ أسكبُ بحذر الماء الساخن في الكوب، ثمّ أغلقه بغطائه بسرعة. أُلاحظ ما يحدث لقراءة مقياس درجة الحرارة، وعندما تثبت قراءته أُدوّنها.
5. **أضبط المتغيرات**: أُكرّر الخطوات (2 – 4) بزيادة كمّية الماء الساخن، مع تثبيت كمية برادة الحديد ودرجة حرارتها الابتدائية. وأُدوّن النتائج في جدول بيانات.

البيانات والملاحظات:

الجدول (1)			
المادّة	الكتلة m (kg)	درجة الحرارة الابتدائية T_i (°C)	درجة الحرارة النهائية T_f (°C)
برادة الحديد			
الماء			

التحليل والاستنتاج:

1. **أُفسّر**: لماذا استخدمتُ كوبين بلاستيكيين ولم أستخدم كوبًا واحدًا؟ أُفسّر إجابتي.

.....

.....

2. **أُفسّر**: ما الذي تُمثّله قراءة مقياس درجة الحرارة في الخطوة (4)؟

.....

.....

3. **أُقارن** بين درجتَي حرارة الماء الساخن وبرادة الحديد قبل خلطهما معًا وبعده. وأفسر أي اختلافات.

.....

.....

.....

4. **أستنتجُ** تأثير زيادة كمية الماء الساخن في تغيّر درجة حرارة المخلوط.

.....

.....

5. **أصدر حكمًا** عمّا إذا كانت النتائج قد توافقت مع فرضيتي أم لا.

.....

.....

6. **أتوقّع** كيف تؤثّر مضاعفة كتلة برادة الحديد المستخدمة في درجة حرارة المخلوط النهائية. أُبرّر توقّعي.

.....

.....

.....

.....

.....

التجربة 1 قياس السعة الحرارية النوعية لمادة

الخلفيّة العلميّة:

تختلف الكتل المتساوية المصنوعة من موادّ مختلفة في مقدار تغيّر درجة حرارتها عند اكتسابها أو فقدها كمية الطاقة نفسها؛ إذ يؤثّر نوع مادّة الجسم في مقدار التغيّر في درجة حرارته عند تسخينه أو تبريده؛ لأنّ السعة الحرارية النوعية للمادّة (c) تعتمد على نوع مادّة الجسم فقط وتختلف من مادّة إلى أخرى، ولا تعتمد على كتلة الجسم أو حجمه.

ولحساب كمّية الطاقة التي يكتسبها جسم كتلته (m) أو يفقدها عند تغيّر درجة حرارته بمقدار (ΔT)؛ تُستخدم العلاقة الآتية:

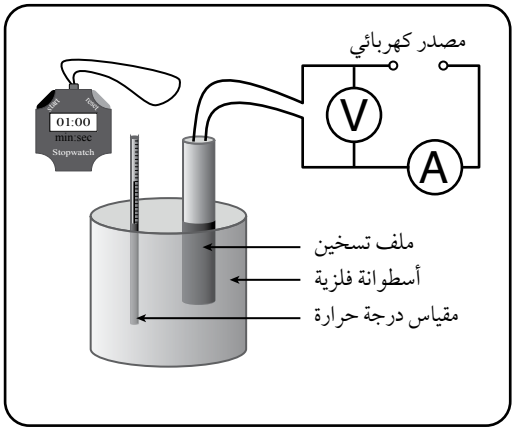
$$Q = mc\,\Delta T = mc\,(T_f - T_i)$$

الأهداف:

- تعرّف مفهوم السعة الحرارية النوعية.
- حساب السعة الحرارية النوعية لمواد مختلفة.

الموادّ والأدوات:

مصدر كهربائي مناسب (12 V)، ثلاث أسطوانات من فلزات مختلفة (ألمنيوم، رصاص، نحاس) مثل المبينة في الشكل المجاور، مقياس درجة حرارة، ساعة توقيت، ميزان رقمي، أسلاك توصيل، فولتميتر، أميتر، ملف تسخين.



إرشادات السلامة:

ارتداء المعطف، لبس النظارات الواقية، توخّي الحذر عند رصد قراءة المقياس، تجنّب نزع مقياس الحرارة وملف التسخين من داخل الفلز وهما ساخنان.

خطوات العمل:

أُنفّذ الخطوات الآتية بالتعاون مع أفراد مجموعتي:

1. **أقيس** كتل الأسطوانات الثلاث ودرجات حرارتها الابتدائية، ثم أدونها.
2. أصل ملف التسخين بالمصدر الكهربائي والأميتر، والفولتميتر كما هو موضح بالشكل.
3. **أجرب**: أضع ملف التسخين ومقياس درجة الحرارة في الثقبين المخصصين لهما في أسطوانة الرصاص، ثم أشغل مصدر الجهد الكهربائي متزامنًا مع تشغيل ساعة التوقيت، ثم أدون قراءة كل من الأميتر والفولتميتر.
4. أفصل التيار الكهربائي عند ارتفاع درجة الحرارة بمقدار ($10\,^{o}C$) بالتزامن مع إيقاف ساعة التوقيت، ثم أُدون قراءة مقياس درجة الحرارة.

البيانات والملاحظات:

الفلز	m(kg)	T_i (°C)	I(A)	V(V)	t(s)	T_f (°C)
الرصاص						
الألمنيوم						
النحاس						

5. **أضبط المتغيرات**: أكرر الخطوتين (3, 4) باستخدام الرصاص، ثم النحاس، مراعيًا إيقاف تشغيل المصدر عند ارتفاع درجة الحرارة بمقدار ($10\,^{o}C$).

التحليل والاستنتاج:

1. **أستنتج**: ما العلاقة بين كمية الطاقة الحرارية Q وزمن تشغيل السخان؟

.....

.....

.....

2. أحسب مقدار الطاقة الحرارية المنقولة إلى الفلز بحسب العلاقة الآتية:

$$Q = IVt$$

.....

.....

.....

3. أحسب السعة الحرارية النوعية لكل مادة باستخدام العلاقة الآتية:

$$c = \frac{Q}{m\Delta T} = \frac{Q}{m(T_f - T_i)}$$

.....

.....

.....

4. **أفسر**: ما سبب الاختلاف في قيم السعة الحرارية النوعية لكل من الرصاص والألمنيوم والنحاس؟

.....

.....

.....

الخلفيّة العلميّة:

المسعّر الحراري Calorimeter أداة تُستخدم لقياس التغيّر في الطاقة الحرارية للموادّ الموضوعة داخله. ويعتمد مبدأ عمله على عدم تغيّر الطاقة الكلّية للنظام المكوّن من المسعّر ومحتوياته؛ إذ تنتقل الطاقة من جسم إلى آخر داخل الوعاء الداخلي للمسعّر المعزول حراريًّا عن جداره الخارجي، فيكون مقدار الطاقة المنتقلة من داخل المسعّر إلى المحيط الخارج (أو العكس) أقلّ ما يمكن بحيث يمكن إهمالها. ويُمزج المخلوط داخل المسعّر باستخدام قضيب التحريك؛ لتسريع تبادل الطاقة بين أجزاء النظام، فيصل إلى حالة الاتّزان الحراري خلال أقصر زمن ممكن، ما يحدّ من انتقال الطاقة إلى المحيط الخارجي. وللمسعّر الحراري استخدامات متعددة؛ فهو يُستخدم لقياس كتلة مادّة، أو سَعتها الحرارية النوعية، أو الطاقة المكتسبة أو الطاقة المفقودة، فمثلًا، عند وضع جسم ساخن في مسعّر نحاسي يحتوي ماءً بدرجة حرارة الغرفة، تنتقل الطاقة من الجسم الساخن إلى الماء والوعاء الداخلي للمسعّر، ويستمرّ انتقال الطاقة حتّى يصل النظام إلى الاتّزان الحراري. وعندئذٍ يُصبح صافي الطاقة المنتقلة صفرًا، ويكون مقدار الحرارة التي فقدها الجسم الساخن (Q_h) مساويًا لمقدار الحرارة التي كسبها الماء (Q_w) والوعاء الداخلي النحاسي للمسعّر (Q_c):

$$Q_{\mathrm{h}} + Q_{\mathrm{w}} + Q_{\mathrm{c}} = 0$$

$$m_{\mathrm{h}}\, c_{\mathrm{h}}\, \Delta T_{\mathrm{h}} + m_{\mathrm{w}}\, c_{\mathrm{w}}\, \Delta T_{\mathrm{w}} + m_{\mathrm{c}}\, c_{\mathrm{c}}\, \Delta T_{\mathrm{c}} = 0$$

في هذا الاستقصاء، سأقيس السعة الحرارية النوعية لمادّة الرصاص باستخدام المسعّر الحراري. وسأُراعي أخذ القياسات والقراءات بسرعة؛ لضمان عدم فقدان طاقة للمحيط الخارجي، وأُقوّم فاعلية هذه الطريقة في قياس السعة الحرارية النوعية بمقارنة نتائج تجربتي بالقيمة المقبولة للسعة الحرارية النوعية للرصاص، محاكاةً لما يفعلُه العلماء عند تصميم تجاربهم وتنفيذها، وتحليل النتائج التي يتوصّلون إليها وتقويم تجاربهم.

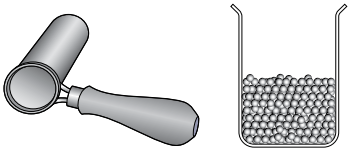
المعرفة السابقة:

معرفة أساسية بقانون حفظ الطاقة، وإلمام بحساب الطاقة المكتسبة والطاقة المفقودة، وتوافر معرفة ومهارة في التعامل مع المسعّر الحراري ومقياس درجة الحرارة وصفيحة التسخين، ومعرفة السعة الحرارية النوعية للماء والسعة الحرارية النوعية للنحاس، ويتطلب أيضًا معرفة السعة الحرارية النوعية للرصاص من أجل مقارنة نتائج التجربة بها.

الأهداف:

- استخدام قانون حفظ الطاقة لحساب كمّيات الطاقة المفقودة والطاقة المكتسبة داخل النظام.
- قياس السعة الحرارية النوعية لمادّة الرصاص.
- تصميم استقصاء لقياس السعة الحرارية النوعية لمادّة المسعّر.

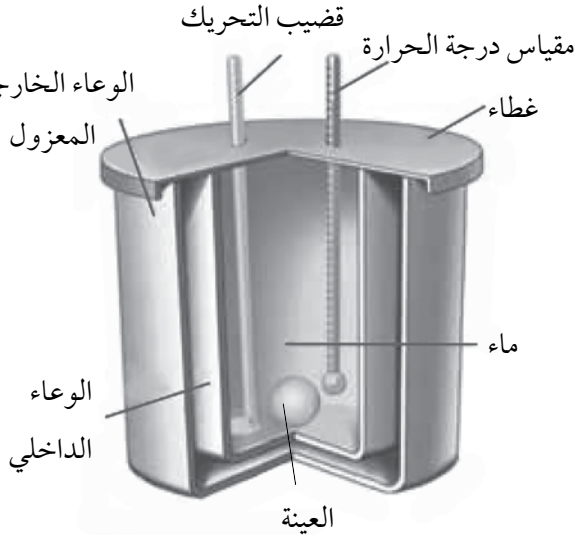
المواد والأدوات:



مسعّر حراري، ملعقة فلزّية عميقة لها مقبض من مادّة عازلة، 100 g كرات صغيرة من الرصاص، ميزان إلكتروني، مقياسا درجة حرارة، مصدر طاقة كهربائية، ماء، صفيحة تسخين، دورق زجاجي.

إرشادات السلامة:

لبس النظّارة الواقية وارتداء القفّازين ومريول المختبر، والحذر عند التعامل مع كرات الرصاص الساخنة والمصدر الحراري والماء الساخن، ومسح أيّ كمّية ماء تنسكب على الأرض؛ لأن الانزلاق عليها خطير.



خطوات العمل:

أُنفِّذ الخطوات الآتية بالتعاون مع أفراد مجموعتي:

1. **أقيس** باستخدام الميزان الإلكتروني g 200 ماء، ثم أسكبها في الدورق الزجاجي، وأضعه على صفيحة التسخين، ثم أصل صفيحة التسخين بمصدر الطاقة وأُشغّلها حتّى تصبح درجة حرارة الماء 60°C تقريبًا.

2. **أقيس** باستخدام الميزان الإلكتروني كتلة الوعاء الداخلي للمسعّر وقضيب التحريك معًا، ثم أُدوّنها في الجدول (1).

3. **أقيس** باستخدام الميزان الإلكتروني g 200 من كرات الرصاص، ثمّ أضعها في الملعقة الفلزّية، ثمّ أضعها في الماء الساخن في الدورق.ثمَّ أضع مقياس درجة الحرارة بين كرات الرصاص في الملعقة على أنْ تحيط الكرات بمستودع المقياس، وأنتظرُ مدّة زمنية كافية حتّى تثبت قراءة درجة الحرارة على المقياس، ثمّ أُدوِّن في الجدول (1) كلًّا من: قراءة مقياس درجة الحرارة بوصفها درجة الحرارة الابتدائية للرصاص ($T_{i,Pb}$)، وكتلة الرصاص.

4. **أقيس**: في أثناء تنفيذي الخطوة السابقة يسكب أحد أفراد مجموعتي g 100 ماءً في المسعّر، وأضع مقياس درجة الحرارة مدّة زمنية كافية في الماء داخل المسعّر حتّى تثبت قراءته، وأُدوّنها في الجدول (1) بوصفها درجة الحرارة الابتدائية للماء والمسعّر ($T_{i,w}$).

5. **أُجرّب**: أُضيف كرات الرصاص الساخنة إلى الماء الموجود في المسعّر، وأُحرّك قضيب التحريك لوصول النظام إلى الاتّزان الحراري بسرعة.

6. **أقيس** درجة حرارة الماء في المسعّر بعد ثبوتها بوصفها درجة الحرارة النهائية (T_f) لكرات الرصاص والماء والمسعّر، ثم أُدوّنها في الجدول (2).

البيانات والملاحظات:

الجدول (1)			
المادّة	الكتلة	درجة الحرارة الابتدائية T_i (°C)	درجة الحرارة النهائية T_f (°C)
الوعاء الداخلي للمسعّر وقضيب التحريك			
كرات الرصاص			
الماء في المسعّر			

الجدول (2)			
المادّة	كمّية الطاقة المكتسبة Q (J)	كمّية الطاقة المفقودة Q (J)	درجة الحرارة النهائية T_f (°C)
الوعاء الداخلي للمسعّر وقضيب التحريك			
كرات الرصاص			
الماء في المسعّر			

التحليل والاستنتاج:

1. **أحسبُ** كمّية الطاقة التي اكتسبها المسعّر الحراري، ثم أُدوّنها في الجدول (2).

.....

.....

2. **أحسبُ** كمّية الطاقة التي اكتسبها الماء، ثم أُدوّنها في الجدول (2).

.....

.....

3. **أُطبّق** قانون حفظ الطاقة لحساب السعة الحرارية النوعية للرصاص.

.....

.....

.....

4. **أُقارن**: درجتا الحرارة الابتدائية للماء والمسعّر متساويتان، ودرجتا الحرارة النهائية لهما متساويتان أيضًا، فهل يعني ذلك أنّهما اكتسبتا كمّية الطاقة نفسها خلال هذا التغيّر في درجة الحرارة؟ أفسّر إجابتي.

.....

.....

5. **أُقارن** مقدار السعة الحرارية النوعية للرصاص التي قستها في التجربة بالقيمة المقبولة لها، والتي تساوي 128 J/kg.K .

.....

.....

.....

6. **أُصدرُ حكمًا** على تجربتي في حساب السعة الحرارية النوعية، بناءً على إجابتي عن السؤال السابق.

.....

.....

.....

.....

7. **أُقوّم**: بناءً على إجابتي عن السؤال السابق، أُحدّد المشكلة أو المشكلات في التصميم أو التنفيذ. ما التعديلات التي يجب عليّ إدخالها في تجربتي للوصول إلى نتائج أكثر دقّة؟ أناقش أفراد مجموعتي فيها.

.....

.....

.....

.....

8. **أُناقش**: كيف أُصمّم تجربة لحساب السعة الحرارية النوعية لمادّة المسعّر؟ أُناقش أفراد مجموعتي في ذلك.

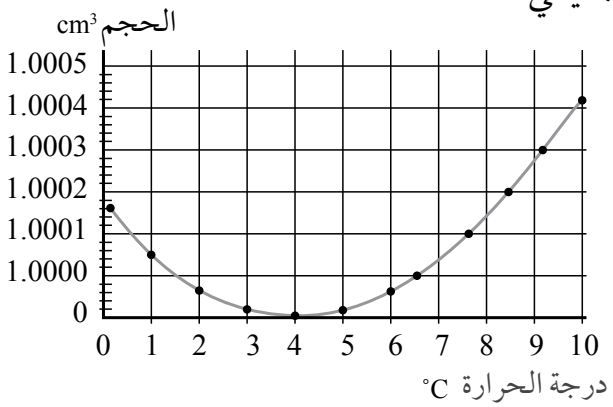
.....

.....

.....

أسئلة تفكير

1 – أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكلّ جملة ممّا يأتي:



* يوضّح الرسم البياني المجاور كيفية تغيّر حجم كتلة معيّنة من الماء عند تغيّر درجة مستعينًا بالشكل المجاور، أُجيب عن الأسئلة (1 - 3).

1. ماذا يحدث للماء عندما تنخفض درجة حرارته إلى ما دون (4°C)؟

أ . يزداد حجمه، وتزداد كثافته. ب. يزداد حجمه، وتقلّ كثافته.

جـ. يقلّ حجمه، وتزداد كثافته. د . يقلّ حجمه، وتقلّ كثافته.

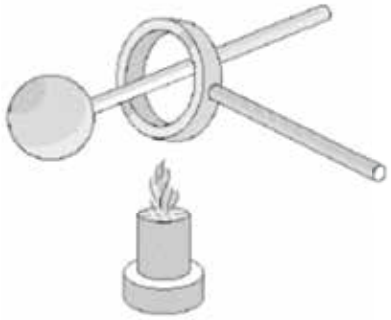
2. ماذا يحدث للماء عندما ترتفع درجة حرارته أكثر من (4°C)؟

أ . يزداد حجمه، وتزداد كثافته. ب. يزداد حجمه، وتقلّ كثافته.

جـ. يقلّ حجمه، وتزداد كثافته. د . يقلّ حجمه، وتقلّ كثافته.

3. ما درجة حرارة الماء التي تكون كثافته عندها أكبر ما يمكن؟

أ . 0°C ب. 4°C جـ. 10°C د . 100°C

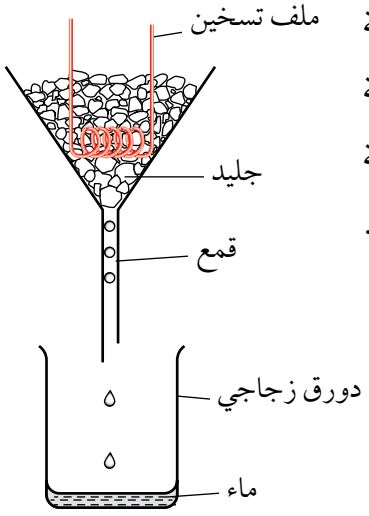


2 – عند تسخين الكرة الموضحة في الشكل المجاور، يصعب إدخالها عبر الحلقة، بسبب تمددها وزيادة حجمها. ماذا لو سخنا الحلقة بدلًا من تسخين الكرة، هل يمكن إدخال الكرة عبر الحلقة؟ أفسر إجابتي.

.....

.....

3 – صمم مجموعة من الطلبة تجربة لحساب الحرارة النوعية الكامنة لانصهار الجليد. الشكل الآتي يبين مخططا للتجربة. استخدم الطلبة ملف تسخين قدرته معلومة، لتسخين الجليد لمدة من الزمن. وبالإضافة إلى الأدوات المبينة في الشكل استخدم الطلبة ميزان، وساعة توقيت. قاس الطلبة الكميات الآتية:



كتلة الدورق، زمن تشغيل ملف التسخين، كتلة الدورق والماء .

أ . لماذا لم يستخدم الطلبة مقياس حرارة في التجربة؟

.....

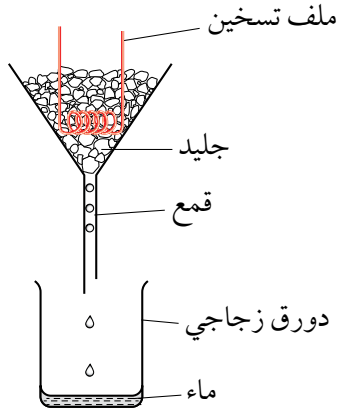
.....

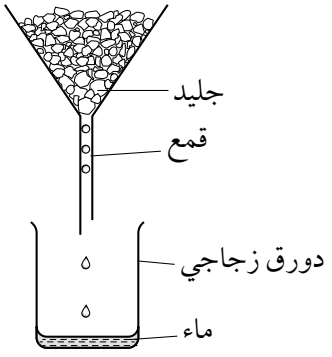
ب. استخدم الطلبة العلاقة ($Q = mL_f$) لقياس الحرارة النوعية الكامنة لانصهار الجليد (L_f). أُوضح كيف استخدموا البيانات التي حصلوا عليها من التجربة لحساب (L_f).

.....

.....

جـ. لاحظ الطلبة أن القيمة التي حصلوا عليها غير دقيقة. للحصول على نتيجة أكثر دقة، اقترح أحد الطلبة إعادة التجربة باستخدام كميتين متماثلتين من الجليد كما هو موضح في الشكل. ما الهدف من هذه الخطوة؟ وكيف ستجعل التجربة أكثر دقة؟

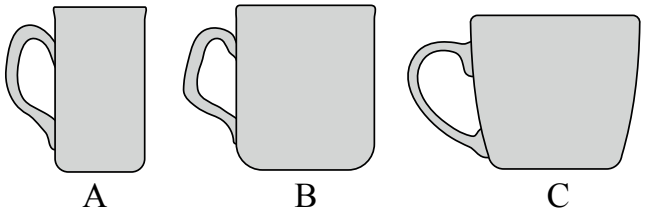




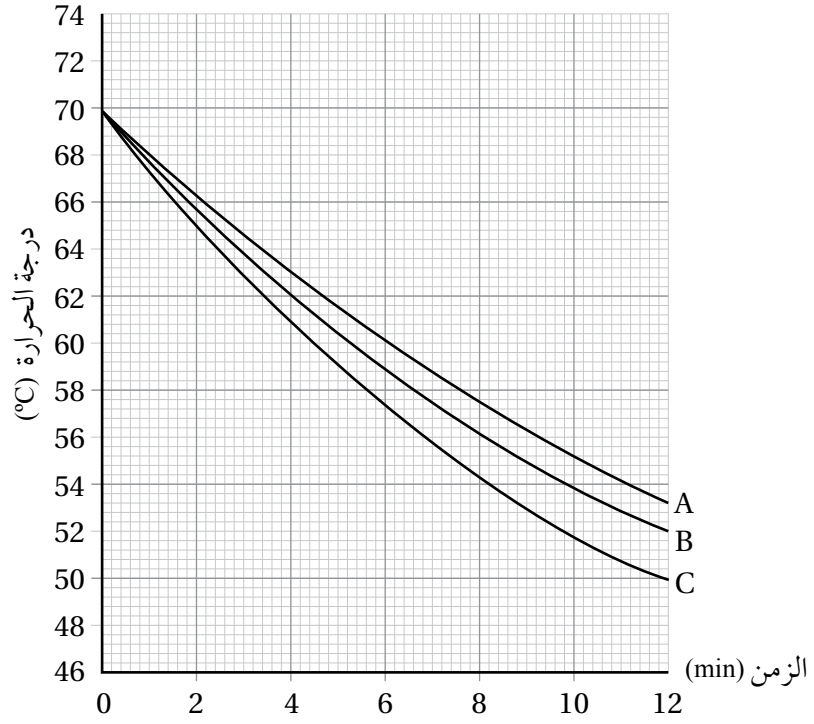
.....

.....

4 – أرادت مجموعة من الطالبات استقصاء العلاقة بين مساحة سطح السائل ومعدل فقده الطاقة الحرارية. استخدمت الطالبات ثلاثة أكواب (A, B, C) كما هو مبين في الشكل، وسكبْنَ الكمية نفسها من الماء الساخن في الأكواب الثلاثة، وقِسْنَ درجة الحرارة مددًا زمنية متساوية.



الرسم البياني الآتي يوضح التغير في درجة الحرارة مع الزمن للأكواب الثلاثة.



أ. ما العوامل التي ضبطت في التجربة؟ أحدد المتغيرين المستقل والتابع.

.....

.....

ب. أي الأكواب الثلاثة له أعلى معدل تبريد؟ ماعلاقة ذلك بمساحة سطح الكوب؟

.....

.....

جـ. بعد مرور مدة زمنية كافية وصلت درجة حرارة الأكواب الثلاثة إلى (20ºC) وثبتت عند هذه الدرجة. ما تفسير ذلك؟

.....

.....

د. أحسب كمية الطاقة الحرارية التي يفقدها الماء عندما تنخفض درجة حرارته (8ºC)، علمًا أنّ كتلة الماء في الكوب (200 g)، والسعة الحرارية النوعية للماء (4200 j/kg) تقريبا.

.....

.....