

الفيزياء

الصف العاشر - كتاب الأنشطة والتجارب العملية

الفصل الدراسي الأول

10

فريق التأليف

موسى عطا الله الطراونة (رئيسًا)

خلدون سليمان المصاروه

أ.د. محمود إسماعيل الجاغوب

يحيى أحمد طواها

موسى محمود جرادات

روناهي محمد صالح الكردي (منسقًا)

إضافة إلى جهود فريق التأليف، فقد جاء هذا الكتاب ثمره جهود وطنية مشتركة من لجان مراجعة وتقييم علمية وتربوية ولغوية، ومجموعات مُركّزة من المعلمين والمُشرّفين التربويين، وملاحظات مجتمعية من وسائل التواصل الاجتماعي، وإسهامات أساسية دقيقة من اللجنة الاستشارية والمجلس التنفيذي والمجلس الأعلى في المركز، ومجلس التربية والتعليم ولجانه المتخصصة.

الناشر

المركز الوطني لتطوير المناهج

يسر المركز الوطني لتطوير المناهج، ووزارة التربية والتعليم - إدارة المناهج والكتب المدرسية، استقبال آرائكم وملحوظاتكم على هذا الكتاب

عن طريق العناوين الآتية: هاتف: 4617304/5-8، فاكس: 4637569، ص. ب: 1930، الرمز البريدي: 11118،

أو بواسطة البريد الإلكتروني: scientific.division@moe.gov.jo

قررت وزارة التربية والتعليم تدرّس هذا الكتاب في مدارس المملكة الأردنية الهاشمية جميعها، بناءً على قرار المجلس الأعلى للمركز الوطني لتطوير المناهج في جلسته رقم (2020/3)، تاريخ 2020/6/2 م، وقرار مجلس التربية والتعليم رقم (2020/44) تاريخ 2020/6/18 م بدءاً من العام الدراسي 2020 / 2021 م.

© Harper Collins Publishers Limited 2020.

- 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: 978 - 9923 - 41 - 043 - 1

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(2020/8/2977)

373,19

الأردن. المركز الوطني لتطوير المناهج

الفيزياء: كتاب التمارين (الصف العاشر)/ المركز الوطني لتطوير المناهج. - عمان: المركز، 2020

ج1 (40) ص.

ر.إ.: 2020/8/2977

الواصفات: / الفيزياء // العلوم الطبيعية // التعليم الاعدادي // المناهج /

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

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.

قائمة المحتويات

رقم الصفحة	الموضوع
الوحدة الأولى: المُنْتِجَات	
4	تجربة استهلاكية: ناتج جمع قوتين عملياً
6	التجربة 1: إيجاد محصلة قوتين بصورة عملية
9	تجربة إثرائية: مركبنا القوة وعلاقتها بحركة الأجسام
11	أسئلة اختبارات دولية، أو أسئلة على نمطها
الوحدة الثانية: الحركة	
12	تجربة استهلاكية: وصف الحركة باستخدام المدرج الهوائي
15	التجربة 1: قياس تسارع السقوط الحر عملياً
17	التجربة 2: وصف حركة المقذوف الأفقي
20	تجربة إثرائية: تأثير مقاومة الهواء في سقوط الأجسام قرب سطح الأرض
24	نشاط: بناء مظلة هبوط
26	أسئلة اختبارات دولية، أو أسئلة على نمطها
الوحدة الثالثة: القوى	
28	تجربة استهلاكية: القصور الذاتي
30	التجربة 1: القوة والكتلة والتسارع
34	تجربة إثرائية: اختبار دمي التصادم
39	أسئلة اختبارات دولية، أو أسئلة على نمطها

الخلفية العلمية: تُعرَّف القوة بأنها كمية فيزيائية مُتَّجِهَةٌ ذات مقدار واتجاه، وهي تُقاسُّ بوحدة نيوتن N، ويُمكنُ تحديدُ مقدارها باستعمالِ الميزانِ النابضِ. عندَ جمعِ قوتينِ أو أكثرَ، فإنَّ ناتجَ عمليةِ الجمعِ يعتمدُ على اتجاهاتِ تلكِ القوى، وعلى مقدارها، وهذا يختلفُ عنِ الجمعِ الجبريِّ للأعدادِ، وجمعِ الكمياتِ الفيزيائيةِ التي لها مقدارٌ فقط. تُوضِّحُ هذه التجربةُ كيفيةَ جمعِ المُتَّجِهَاتِ بصورةٍ عمليةٍ. ادَّعَتْ هيا أنَّ مجموعَ قوتينِ مقدارُ كلِّ منهما 5 N تُؤثِّرانِ في جسمٍ، هو $5\text{ N} + 5\text{ N} = 5\text{ N}$ ، في حين ادَّعى يمانُ أنَّ مجموعَ القوتينِ $5\text{ N} + 5\text{ N} = 10\text{ N}$. أيُّهما تُؤيِّدُ؟

الهدف:

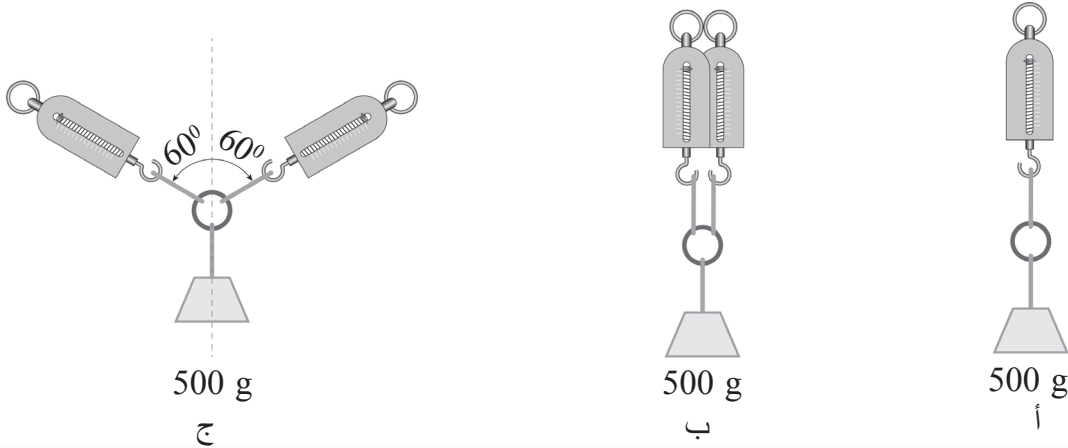
التمييز بين جمع القوى وجمع الأعداد.

الموادُّ والأدوات:

ثقل كتلته 50 g، ميزانان نابضان، ثلاثة خيوطٍ متساوية في الطول، حلقةٌ مهملةٌ الوزن تقريباً.

إرشادات السلامة:

الحذر من سقوط الأجسام والأدوات على القدمين.



خطوات العمل:

بالتعاون مع أفراد مجموعتي، أنفذ الخطوات الآتية:

1. أقيس: أعلِّق الثقل بالميزان الأول كما في الشكل (أ)، ثم أدوّن القراءة في الجدول.

2. أقيس: أعلّق الميزانَ الثانيَ بالحلقة، إضافةً إلى الميزانِ الأولِ كما في الشكلِ (ب)، ثمَّ أدوّنْ قراءةَ كلِّ من الميزانينِ في الجدولِ.

3. أقيس: أزيحْ كلًّا من الميزانينِ في الشكلِ (ب): أحدهما إلى اليمينِ، والآخرَ إلى اليسارِ كما في الشكلِ (ج)، حتّى تصبحَ قراءةُ كلِّ ميزانٍ مساويةً لقراءةِ الميزانِ في الشكلِ (أ)، ثمَّ أدوّنْ كلَّ قراءةٍ في الجدولِ.

البياناتُ والملاحظاتُ:

الحالةُ (الشكلُ)	أ	ب	ج
قراءةُ الميزانِ الأولِ			
قراءةُ الميزانِ الثاني			

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. ماذا تُمثّلُ قراءةُ الميزانِ الأولِ في الحالةِ (أ)؟

.....

2. كيفَ تغيّرتْ قراءةُ كلِّ من الميزانينِ في الحالتينِ (ب) و (ج)؟

.....

3. أفرّنْ مجموعَ قراءةِ الموازينِ في الحالةِ (ب) والحالةِ (ج) بوزنِ الثقلِ.

الحالةُ (ب): قراءةُ الميزانِ الأولِ + قراءةُ الميزانِ الثاني =

الحالةُ (ج): قراءةُ الميزانِ الأولِ + قراءةُ الميزانِ الثاني =

.....

4. أفوّم: أحدّدْ أيُّهما أُويّدُ: ادّعاءُ هيا أم ادّعاءُ يمانٍ، ماذا أستنتجُ؟

.....

الخلفية العلمية:

طاولة القوى: أداة تُستخدم في إيجاد محصلة قوتين أو أكثر عملياً، وهي تتكوّن من قرص دائري مُدرّج من 0° إلى 360° كما في الشكل. تُطبّق قوى الوزن ($F = W = mg$) على الحلقة المركزية باستخدام خيوط تُثبّت بالحلقة من طرف، وبحامل أثقال من الطرف الآخر، بحيث يمرُّ كلُّ خيطٍ فوق بكرّة، ويتغيّر مقدارُ القوى بإضافة بعض الأثقال أو إزالتها، أما اتجاهُ القوى فيتغيّر بتحريك البكرات على محيط الطاولة.

يُمكن موازنة قوتين مثلاً مع قوّة ثالثة، بحيث ينطبق مركز الحلقة مع المسامير المثبّتة بمركز الطاولة. وهذه القوّة (الموازنة) ليست محصلة للقوتين، وإنّما تساوي في المقدار محصلة القوتين، وتعاكسها في الاتجاه.

الهدف:

إيجاد محصلة قوتين بينهما زاوية بصورة عملية.

المواد والأدوات:

طاولة القوى، مجموعتان من الأثقال تتكوّن كلُّ منهما من ثلاثة أثقال متساوية في الكتلة، ميزان إلكتروني (حساس)، ثلاثة حوامل أثقال.

إرشادات السلامة:

الحذر من سقوط الأجسام والأدوات على القدمين.



خطوات العمل:



بالتعاون مع أفراد مجموعتي، أنفذ الخطوات الآتية:

1. أضع طاولة القوى على سطح مستوي، وأستعمل الميزان لقياس كتلة حامل الأثقال، ثم أدون النتيجة.
2. أعلق الأثقال الثلاثة (كل ثقل بخيط)، ثم أضبط خيطاً منها على تدريج الصفر 0° ، وخيطاً آخر على تدريج 120° ، وأحرك الخيط المتبقي حتى ينطبق مركز الحلقة على مركز طاولة القوى، ثم أدون التدريج الذي انطبق عليه الخيط.
3. أكرر الخطوة الثانية باستخدام ثلاثة أثقال أخرى متساوية. هل تغيرت النتائج؟

التحليل والاستنتاج:

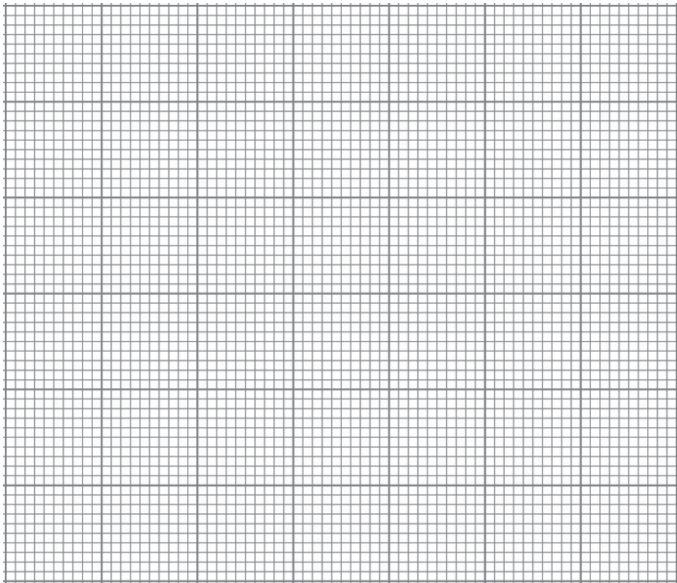


1. أحسب القوى الثلاث المؤثرة في الحلقة باستخدام العلاقة: $F = mg$ ، حيث m : (كتلة حامل الثقل + كتلة الثقل). ما مقدار محصلة تلك القوى؟

.....
.....

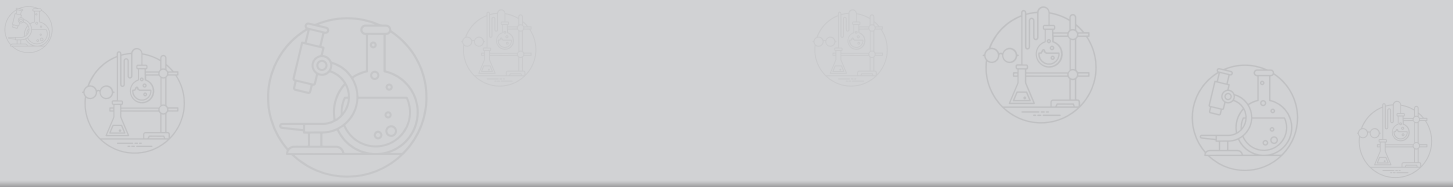
2. أحسب بيانياً محصلة القوتين: الأولى، والثانية.

$$F_{1,2} = \dots\dots\dots \text{ N}, \Theta = \dots\dots\dots^\circ$$



3. أفرن محصلة هاتين القوتين بالقوة الثالثة من حيث: المقدار، والاتجاه.

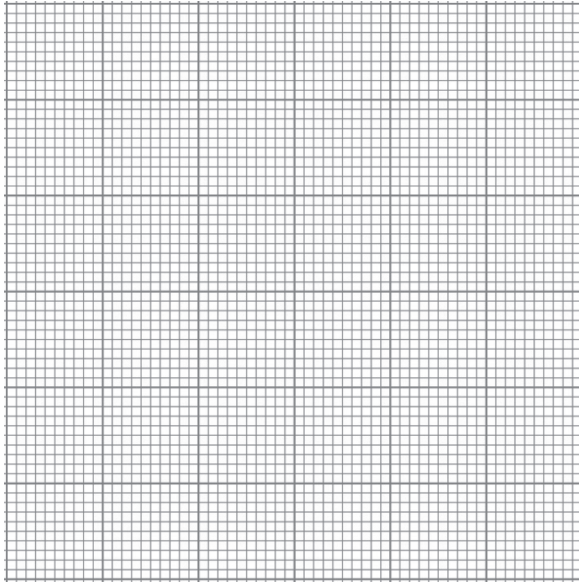
.....
.....



4. أستنتج، استناداً إلى تجربتي، علاقة محصلة أيّ قوتين بالقوة الثالثة عند الاتزان (انطباق مركز الحلقة على مركز الطاولة).

.....
.....

5. أحسب بيانياً محصلة القوى الثلاث، ثم أفسر النتيجة.



.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

6. أقرن نتائج مجموعتي بنتائج المجموعات الأخرى.

.....
.....

الْخَلْفِيَّةُ العِلْمِيَّةُ:

قَدْ نَشاهُدُ عَلى إِحْدَى الطَّرَقَاتِ شَخْصًا يَحاولُ جَاهِدًا - مِنْ دُونِ جَدوى - فَكَّ البَرغِيَّ المَشدودِ عَلى عَجَلِ سيارَتِهِ بِاسْتِعمالِ المِفْطاحِ الخَاصِّ بِذَلِكَ، كَما في الشِكلِ، بِالرِغْمِ مِنْ تَأثيرِهِ بِأقصى قُوَّةٍ لَدِيهِ في طَرفِ ذراعِ المِفْطاحِ، فَمَازا يَفعَلُ لِحَلِّ هذِهِ المَشكلَةِ؟ يُمكِنُ لِشَخْصٍ إِطالَةَ ذراعِ المِفْطاحِ (r) بِاسْتِعمالِ ماسورَةٍ مِثْلاً؛ ما يُسَهِّلُ عَليه فَكَّ البَرغِيَّ بِالرِغْمِ مِنْ أَنَّهُ يَبْذُلُ القُوَّةَ نَفسَها؛ أَي يَزيدُ عَزمَ القُوَّةِ (سَوفَ أدرُسُ هَذا المَوضوعَ في صَفوفٍ لِاحِقَةٍ)؛ إِذ يَناسِبُ مَقْدارُ عَزمِ القُوَّةِ طَردِيًّا مَعَ طَولِ ذراعِها (r) (مَقْدارُ مُتَّجِهِ المَوقِعِ). وَلَكن، هَلْ يَؤَثِّرُ اتِّجاهُ القُوَّةِ في زِيادةِ عَزمِ القُوَّةِ فيصِبحُ فَكُّ البَرغِيَّ أَكثَرَ سَهلَةً؟



الْهَدَفُ:

- دَراَسَةُ أَثرِ اتِّجاهِ القُوَّةِ في تَحريكِ الأَجسامِ.
- تَحليلُ القُوَّةِ إِلى مُرَكَّبَتَيْها.

الموادُّ والأدواتُ:

مِيزانُ نابِضٍ، خِيطٌ، مَنقَلَةٌ.

إرشاداتُ السلامة:

اسْتِعمالُ المِيزانِ النابِضِ بِحَذرٍ.

خَطواتُ العَمَلِ:

بِالتَعاوُنِ مَعَ أَفرادِ مَجموعَتِي، أَنفِذُ الخَطواتِ الآتِيَةَ:

1. أُثبِتْ أَحَدَ طَرفِ الخِيطِ بِمَقْبِضِ البابِ، وَالطَرفِ الأَخرِ بِالمِيزانِ النابِضِ كَما في الشِكلِ.
2. أَسحِبْ المِيزانَ بِاتِّجاهِ مُوازٍ لِمَستَوى البابِ، وَبشِكلٍ أَفقيٍّ ($\theta=0^\circ$)، مُحاولًا فَتَحَ البابِ.

3. أحرّك الميزان أفقيًا نحو الخارج حتى تصبح الزاوية $\theta = 60^\circ$ ، مُستخدِمًا المنقلة في ذلك، ثمَّ أزيد قُوَّة شِدِّي للميزان بدءًا بالصفير؛ حتى يبدأ الباب بالحركة. عندئذٍ أتوقَّف عن زيادة الشدِّ، ثمَّ أدوِّن في الجدول مقدار كلِّ من قراءة الميزان، والزاوية θ .
4. أكرِّر الخطوة السابقة باستعمالِ زاويةٍ قائمةٍ $\theta = 90^\circ$ ، ثمَّ أدوِّن النتائج في الجدول.

البيانات والملاحظات:

مقدارُ القُوَّة (N)	الزاويةُ بينَ البابِ والقُوَّة (°)	مُرْكَبَةُ القُوَّةِ الموازية للبابِ (N)	مُرْكَبَةُ القُوَّةِ العمودية على مستوى البابِ (N)
	0°		
	60°		
	90°		

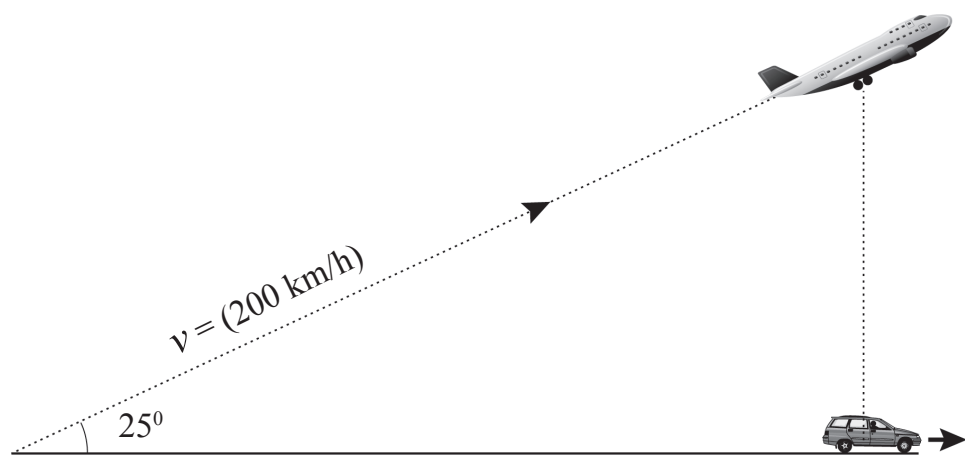
التحليل والاستنتاج:

1. أحسب مُرْكَبَتَي القُوَّةِ الموازية لمستوى البابِ والقُوَّةِ العمودية عليه في كلِّ حالةٍ، ثمَّ أدوِّنهما في الجدول.
2. أفرِّق: ما العلاقة بين مقدار كلِّ من مُرْكَبَتَي القُوَّةِ الموازية لمستوى البابِ والقُوَّةِ العمودية عليه ومقدار الزاوية (θ) ؟
3. كيف يتغيَّر مقدارُ القُوَّةِ اللازمة لتحريك البابِ معَ تغيُّرِ مقدارِ الزاوية (θ) ؟
4. ألاحظ: عند أيِّ زاويةٍ لا يُمكنُ فتح البابِ؟
5. ألاحظ: عند أيِّ زاويةٍ نحتاجُ إلى بذلِ أقلِّ قُوَّةٍ لفتح البابِ؟
6. أستنتج: ما النتائج التي توصلتُ إليها بعد انتهاء التجربة؟

أسئلة اختبارات دولية، أو أسئلة على نمطها

السؤال الأول:

تُقلع طائرة بسرعة (200 km/h) باتجاه يصنع زاوية (25°) مع سطح المدرج الأفقي للمطار. وفريق الصيانة في المطار يتابع حركة عجلات الطائرة في أثناء عملية الإقلاع باستخدام عربة، بحيث يكون موقع العربة أسفل العجلات مباشرة باستمرار في أثناء زمن الإقلاع كما في الشكل المجاور. مقدار سرعة العربة الأفقية على المدرج هو:



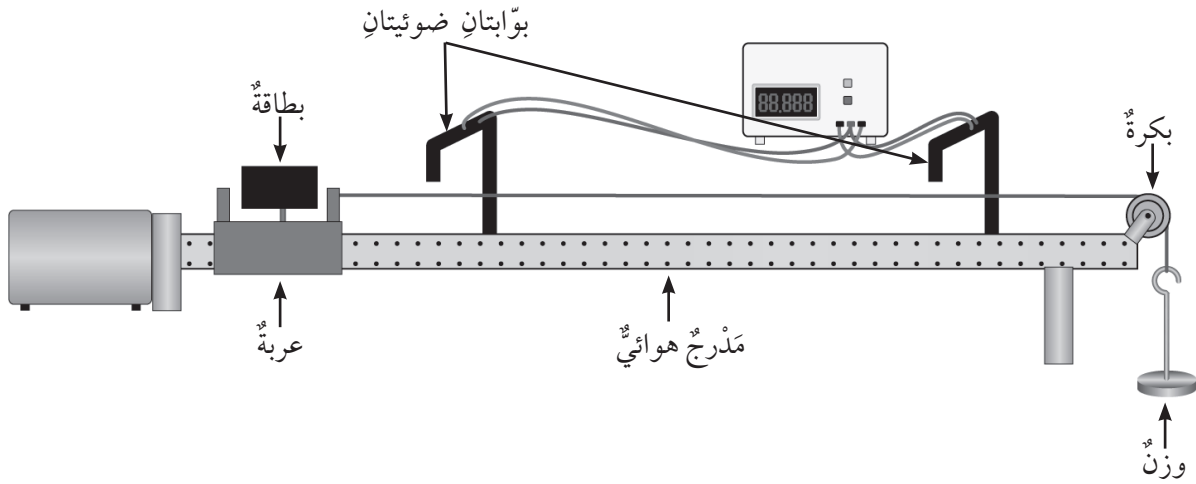
- أ - (200 km/h).
- ب - (181 km/h).
- ج - (222 km/h).
- د - (84 km/h).

السؤال الثاني:

- أي المجموعات الآتية كميات متجهة:
- أ - السرعة، الإزاحة، القوة.
 - ب - الوزن، الكتلة، التسارع.
 - ج - الشغل، الضغط، القوة.
 - د - الكتلة، الزمن، درجة الحرارة.

الخلفية العلمية:

تُغيّر الأجسام المتحركة مواقعها باستمرار، ويمكن وصف حركة هذه الأجسام بملاحظتها، وإخضاعها لبعض عمليات القياس، مثل: قياس المسافة التي يقطعها الجسم المتحرك، وقياس زمن حركته، ثم استخدام نتائج القياس في حساب كميات أخرى تساعد على وصف الحركة، مثل: السرعة، والتسارع، علمًا بأنه تُستعمل أدوات مختلفة مناسبة لقياس كل من الزمن، والمسافة.



قياس الزمن:

تختلف الأدوات في ما بينها من حيث دقة القياس. ومن الأدوات الدقيقة المستخدمة في قياس الزمن:

أ - ساعة الإيقاف الميكانيكية: تصل دقة القياس في هذا النوع إلى (0.1 s)، وتعتمد نتيجة القياس كثيرًا على رد فعل الشخص الذي يستعملها.

ب - ساعة الإيقاف الرقمية: تصل دقة القياس في هذا النوع إلى (0.01 s)، وتعتمد نتيجة القياس كثيرًا على رد فعل الشخص الذي يستعملها.

ج - العداد الرقمي: جهاز إلكتروني متصل به بوابتان ضوئيتان؛ إحداهما تُسجل الزمن الابتدائي، والأخرى تُسجل الزمن النهائي بصورة آلية، وتعرض على شاشة الجهاز قراءة المدة الزمنية الكلية. تصل دقة قياس العداد الرقمي إلى (0.001 s)، ولا تتأثر نتيجة القياس بعملية رد فعل الشخص المستعمل له؛ لأن هذا العداد يعمل بصورة آلية اعتمادًا على الإشارات الواردة من البوابات الضوئية.

قياس المسافة:

يُستخدم الشريط المترى أو المسطرة في قياس المسافة، وتكون دقة القياس كافية للحصول على نتائج مقبولة.

المَدْرَجُ الهوائيُّ:

جهازٌ يتكوّن من جسرٍ معدنيٍّ مُثَقَّبٍ، ومضخّةٍ تضغطُ الهواءَ داخلَ الجسرِ، فيخرجُ من الثقبِ. وعندَ وضعِ العربّةِ فوقَ الجسرِ، فإنّها تنزلُ فوقَه بسهولةٍ، وتكونُ محمولةً على طبقةٍ من الهواءِ، فتتخلّصُ بذلكَ من قوّة الاحتكاكِ؛ ما يتيحُ دراسةَ حركةِ العربّةِ تحتَ تأثيرِ قوّةٍ مُحدّدةٍ فقط.

الهدفُ:

إجراءَ عملياتِ قياسٍ دقيقةٍ للزمنِ والمسافةِ، وحسابِ سرعةِ جسمٍ متحرّكٍ.

الموادُّ والأدواتُ:



مَدْرَجُ هوائيٍّ وملحقاته (بوابتانِ ضوئيتانِ، بكرةٌ، خيطٌ، عدّادُ زمنيٌّ رقميٌّ)، كتلتانِ: (50 g)، و (100 g).

إرشاداتُ السلامة:



الحذرُ من سقوطِ الأجسامِ والأدواتِ على القدمينِ.

خطواتُ العملِ:



1. أجهّزُ المَدْرَجَ الهوائيَّ، وأثبتهُ بشكلٍ أفقيٍّ، ثمَّ أصِلْ البوابتينِ بالعدّادِ الزمنيِّ الرقميِّ على نحوٍ صحيحٍ.
2. أثبتْ البكرةَ فوقَ طرفِ المَدْرَجِ، ثمَّ أضعُ العربّةَ على الطرفِ البعيدِ، وأربطُها بخيطٍ، ثمَّ أمرُّه فوقَ البكرةِ.
3. أثبتْ البوابتينِ الضوئيتينِ فوقَ المَدْرَجِ، بحيثُ تكونُ إحداهُما عندَ موقعِ بدايةِ الحركةِ، والأخرى عندَ موقعِ نهايتها.

4. أربطُ الطرفَ الحرَّ للخيطِ في الكتلةِ (50 g)، ثمَّ أتركهُ يتحرّكُ إلى الأسفلِ لتحريكِ العربّةِ.
5. أشغلُ مضخّةَ الهواءِ، وأتركُ العربّةَ تتحرّكُ من نقطةِ البداية تحتَ تأثيرِ الكتلةِ المُعلّقةِ.
6. ألاحظُ حركةَ العربّةِ، والإزاحةَ الأفقيةَ التي تقطعُها، وأنظرُ قراءةَ العدّادِ الزمنيِّ الرقميِّ.
7. أقيسُ المسافةَ بينَ البوابتينِ الضوئيتينِ على طولِ المَدْرَجِ، ثمَّ أدوّنُ نتيجةَ القياسِ في الجدولِ.
8. أكرّرُ التجربةَ باستخدامِ الكتلةِ الأخرى (100 g)، ثمَّ أدوّنُ النتائجَ في الجدولِ.

البيانات والملاحظات:

السرعة المتوسطة \bar{v} (m/s)	زمن الحركة Δt (s)	الإزاحة Δx (m)	
			الكتلة الأولى (50 g):
			الكتلة الثانية (100 g):

التحليل والاستنتاج:



1. أجد الزمن الكلي لحركة العربة في حال استخدام كل كتلة.

.....

.....

2. أجد ناتج قسمة إزاحة العربة على زمن الحركة في كل من الحالتين (الناتج هو السرعة المتوسطة).

.....

.....

3. أفرن النتائج عند اختلاف الكتلة المعلقة.

.....

.....

4. التفكير الناقد: إذا كانت السرعة الابتدائية للعربة صفراً، فهل يمكن معرفة سرعتها النهائية بناءً على السرعة المتوسطة؟

.....

.....



الخلفية العلمية:

تتضمن هذه التجربة قياس مسافة حركة الكرة بين نقطتين باستخدام المسطرة، أو الشريط المترى، وقياس زمن انتقال الكرة بين هاتين النقطتين، ثم تطبيق معادلة الحركة الآتية:

$$\Delta y = v_1 \Delta t + \frac{1}{2} a (\Delta t)^2$$

حيث:

(v_1) : السرعة الابتدائية، وتساوي (0).

(Δt) : الزمن الكلي.

وعند نقل المتغيرات بين طرفي المعادلة، فإنها تصبح على النحو الآتي:

$$2\Delta y = a(\Delta t)^2$$

لحساب تسارع السقوط الحر بصورة دقيقة جداً، يجب تكرار المحاولة مراتٍ عدة، ورسم العلاقة البيانية بين المتغيرين: $(\Delta t)^2$ على المحور الأفقي، و $(2\Delta y)$ على المحور الرأسي، ثم إيجاد ميل منحنى هذه العلاقة.

الهدف:

حساب تسارع السقوط الحر.

المواد والأدوات:

كرة مطاطية صغيرة، بوابتان ضوئيتان، عداد زمني رقمي، شريط قياس مترى، حامل معدني.

إرشادات السلامة:

الحذر من سقوط الأجسام والأدوات على القدمين.

ملحوظة: تأثير الهواء في الكرة المطاطية قليل جداً، ومن الممكن إهماله مقارنةً بوزن الكرة.

خطوات العمل:



1. بالتعاون مع أفراد مجموعتي، أجهز مكاناً لسقوط الكرة عليه قرب الحائط (قطعة من الكرتون)، ثم أضع علامة على الحائط عند ارتفاع $(\Delta y = 1 \text{ m})$ تقريباً، ثم أثبت إحدى البوابتين الضوئيتين عند تلك العلامة باستخدام حامل معدني لرصد زمن بدء الحركة (t_1) .
2. أثبت البوابة الأخرى قرب سطح الأرض لرصد زمن نهاية الحركة (t_2) ، ثم أصل البوابتين بالعداد الزمني الرقمي.
3. أسقط الكرة بحيث تمر أمام البوابتين، ثم أدون في الجدول قراءة العداد الزمني الرقمي (Δt) ، وكذلك المسافة بين البوابتين.
4. أرفع البوابة الضوئية العليا إلى ارتفاع (1.5 m) تقريباً، ثم أكرّر الخطوة (3)، مُدوّنًا النتائج في الجدول.
5. أرفع البوابة الضوئية العليا مرةً أخرى إلى ارتفاع (2 m) تقريباً، ثم أكرّر الخطوة (3)، مُدوّنًا النتائج في الجدول.
6. أكمل بيانات الجدول بحساب الكمية $(2\Delta y)$ ، والكمية $(\Delta t)^2$ ، حيث $(\Delta t = t_2 - t_1)$ في كل محاولة، ثم أدوّنهما في الجدول.
7. أمثل القراءات في الجدول برسم بياني؛ على أن تكون قيم $(\Delta t)^2$ على المحور الأفقي، وقيم $(2\Delta y)$ على المحور الرأسي، ثم أستخرج ميل المنحنى (يمثل هذا الميل تسارع السقوط الحر).

البيانات والملاحظات:

رقم المحاولة	Δy (m)	$\Delta t = t_2 - t_1$	$(\Delta t)^2$ (s ²)	$2\Delta y$ (m)

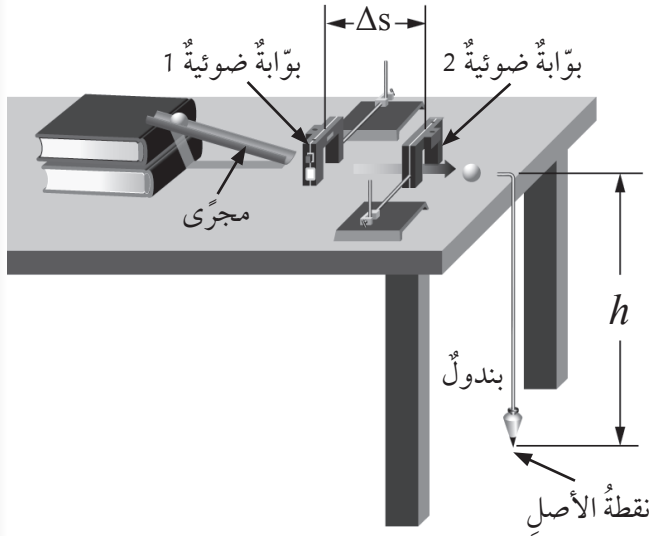
التحليل والاستنتاج:



1. أقرن: بالتعاون مع أفراد مجموعتي، أقرن النتيجة التي توصلنا إليها عملياً بالقيمة المقبولة المُتفق عليها (9.8 m/s^2) .

2. أستنتج: ما سبب اختلاف النتيجة بين مجموعةٍ وأخرى؟ ما سبب اختلاف النتيجة عن القيمة المقبولة؟

3. أفسر: ما سبب اختيار كرة مطاطية صغيرة الحجم؟ إذا استخدمت كرة كبيرة الحجم وخفيفة، فما الذي سيتغير؟



الخلقية العلمية:

يُستعمل المستوى المائل في هذه التجربة لإكساب الكرة سرعة عند حركتها تحت تأثير قوة الوزن. وكلما زادت زاوية ميل المستوى زادت سرعة الكرة الأفقية الابتدائية v_{ox} (عند حافة الطاولة) اللازمة لبدء حركة المقذوف الأفقي.

لحساب الزمن الذي تستغرقه الكرة في الهبوط من أعلى الطاولة إلى سطح الأرض، تُستخدم العلاقة الآتية:

$$\Delta y = v_{1t} + \frac{1}{2} gt^2$$

ولأن المركبة الرأسية للسرعة الابتدائية للكرة صفر، و $(\Delta y = h)$ ؛ فإن العلاقة السابقة تؤول إلى الصورة

$$t = \sqrt{2h/g}$$

ولأن سرعتها الابتدائية الأفقية ثابتة؛ فإن المدى الأفقي يُحسب بالعلاقة الآتية:

$$R = tv_{ox}$$

الهدف:

- قياس المدى الأفقي بصورة عملية، ثم حسابه باستعمال معادلات الحركة، ثم مقارنة النتائج.
- استقصاء العلاقة بين المدى الأفقي وسرعة المقذوف الابتدائية.

المواد والأدوات:

عدد من الكتب، مجرى بلاستيكي، كرة فلزية، مسطرة، ورق كربون، بوابتان ضوئيتان، عداد زمني رقمي.

إرشادات السلامة:

الحذر من سقوط الأجسام والأدوات على القدمين.

خطوات العمل:

1. أركب أدوات التجربة كما في الشكل، مراعيًا وضع كتائين فوق الطاولة، ووضع طرف المجرى البلاستيكي فوقهما.
2. أقيس ارتفاع الطاولة عن سطح الأرض (h)، والمسافة بين البوابتين (Δs)، ثم أدون النتيجة في الجدول.
3. أتوقع مكان سقوط الكرة على الأرض، وأضع فيه ورق الكربون.
4. أصل البوابتين بالعداد الزمني الرقمي، ثم أصله بمصدر الطاقة الكهربائية، ثم أشغله.
5. أضع الكرة الفلزية في أعلى المجرى المائل، ثم أتركها تتحرك، وألاحظ مسارها، ومكان سقوطها. وفي حال سقطت الكرة في مكان غير الذي توقعته، أنقل ورق الكربون إلى مكان السقوط، مكرّرًا الخطوة.
6. أدون قراءة العداد الرقمي (Δt) في الجدول، ثم أقيس الإزاحة الأفقية (R) بين نقطة السقوط ونقطة الأصل التي يُشير إليها البندول، ثم أدونها في الجدول.
7. أضيف كتابًا ثالثًا تحت المجرى، ثم أكرّر الخطوة (5) والخطوة (6)، مُدوّنًا النتائج، ثم أضيف كتابًا رابعًا، وأكرّر ما سبق.
8. أجد السرعة الابتدائية (v_{ox}) لكل محاولة، بقسمة المسافة (Δs) على المدة الزمنية (Δt) ثم أدون الناتج في الجدول.
9. أستخدم معادلات الحركة في إيجاد زمن السقوط (t)، والمدى الأفقي (R)، ثم أدون الناتج في الجدول.

البيانات والملاحظات:

الحسابات		v_{ox} (m/s)	Δt (s)	R (m)	h (m)	عدد الكتب
$R = tv_{ox}$ (m)	$t = \sqrt{2h/g}$					
						2
						3
						4

التحليل والاستنتاج:

1. أُقارنُ بينَ قيمِ المدى الأفقيِّ التجريبيةِ والقيمِ المحسوبةِ منَ المعادلاتِ في كلِّ محاولةٍ.

2. أصفُ العلاقةَ بينَ السرعةِ الابتدائيةِ للكرةِ وكلِّ من: زمنِ السقوطِ، والمدى الأفقيِّ.

3. أفسِّرُ: كيفَ يُؤثِّرُ عددُ الكتبِ الموجودةِ تحتَ المجرى في السرعةِ الابتدائيةِ للكرةِ؟

4. أفسِّرُ: كيفَ ستؤثِّرُ زيادةُ ارتفاعِ الطاولةِ (h) في مقدارِ المدى الأفقيِّ للكرةِ؟



الخلفية العلمية:

عند حل مسائل الفيزياء المتعلقة بسقوط الأجسام الحرّ، فإنه يُطلَبُ إهمال مقاومة الهواء، وافترض أن التسارع ثابتٌ. أمّا في المسائل العملية الخاصة بالملاحظات الواقعية، فإنّ الأجسام لا تسقطُ بتسارع ثابت نتيجة مقاومة الهواء لحركتها؛ إذ نشاهد سقوط أوراق الشجر وريشة العصفور وغير ذلك من الأجسام الخفيفة بصورة مختلفة عن سقوط الحجر والكرة الصلبة والأجسام الثقيلة الأخرى. فعند إسقاط ورقة شجر وكرة جولف من الارتفاع نفسه، نجد أن كرة الجولف تبقى في حالة تسارع حتى تصل إلى سطح الأرض، في حين تسقط ورقة الشجر بتسارع في بداية حركتها، ثم تكمل مسارها بسرعة ثابتة. فما سبب ثبات سرعتها؟

تسقط كرة الجولف بفعل تأثير وزنها نحو الأسفل، ويمكن إهمال مقاومة الهواء لحركتها لأنها قليلة نسبة إلى وزن الكرة، في حين تؤثر مقاومة الهواء في ورقة الشجر تأثيراً كبيراً نسبةً إلى وزنها؛ ما يجعلها تتزن، وتتحرك بسرعة ثابتة.

عندما تسقط الأجسام بفعل تأثير وزنها ومقاومة الهواء، فإنها تبدأ حركتها بتسارع يجعل سرعتها في حالة تزايد مستمرة، فتزداد مقاومة الهواء للجسم كلما زادت سرعته، حتى تصبح مقاومة الهواء مساوية لوزن الجسم، عندئذ يصبح في حالة اتزان ديناميكي، وتبدأ مرحلة جديدة من الحركة بسرعة ثابتة. وتسمى السرعة التي تتساوى عندها مقاومة الهواء لحركة الجسم مع وزنه السرعة الحدية (terminal velocity)، ويرمز إليها بالرمز (v_T) .

أجريت العديد من التجارب على سقوط أجسام مختلفة في الهواء، وقد أظهرت نتائجها أن مقاومة الهواء لحركة الأجسام تتناسب طردياً مع مربع سرعة الجسم؛ فكلما زادت سرعة سقوط الجسم زادت مقاومة الهواء لحركته. أمّا السرعة الحدية للجسم فإنها تتأثر بكتلته؛ فالأجسام ذات الكتل الكبيرة تصل سرعات حدية كبيرة، في حين تصل الأجسام الخفيفة إلى سرعتها الحدية الصغيرة في زمن قليل.

الهدف:

- ملاحظة تأثير مقاومة الهواء في حركة الأجسام عند سقوطها خلاله.
- تحديد أثر كل من مساحة سطح الجسم وكتلته في سرعته الحدية.

المواد والأدوات:

أكواب ورقية مختلفة الحجم خاصةً بصنع الكيك، شريطٌ مترِّي، ساعة إيقاف، ميزان حسَّاس، لاصق.



إرشادات السلامة:

الصعود فوق الطاولة بحذر.

خطوات العمل:

أولاً: العلاقة بين مساحة قاعدة الجسم وسرعته الحدية.

1. أقيس كتلة أكبر الأكواب مساحةً، ثم كتلة الأوسط، فالأصغر، ثم ألصق في داخل الكوبين الأوسط والأصغر قطع ورق مناسبة حتى تتساوى الأكواب الثلاثة في الكتلة.
2. أصدد بحذر فوق الطاولة ويدي الكوب الورقي الصغير، ويقف زميلي قرب الطاولة ويديه ساعة الإيقاف.
3. أسقط الكوب الورقي وقاعدته إلى الأسفل، وفي اللحظة نفسها يبدأ زميلي حساب الزمن باستعمال ساعة الإيقاف، ثم يوقفها عند وصول الكوب إلى الأرض، ثم أدون قراءة الساعة في الجدول (1)، ثم أكرّر العملية مرتين آخرين مُدوّنًا النتيجة.
4. أقيس المسافة من نقطة إسقاط الكوب إلى سطح الأرض، ثم أدونها في الجدول.
5. أكرّر الخطوتين الثانية والثالثة ثلاث مراتٍ أخرى، مُستعملًا الكوب الأوسط، ثم أعيد الكرة ثلاث مراتٍ أخرى باستعمال الكوب الأكبر، مُدوّنًا نتائج القياس كل مرة في الجدول.

ثانيًا: العلاقة بين كتلة الجسم وسرعته الحدية.

1. أقف فوق الطاولة ويدي كوب ورقّي لم ألصق داخله شيئًا، ويقف زميلي قرب الطاولة ويديه ساعة الإيقاف.
2. أسقط الكوب الورقي مراعيًا أن تكون قاعدته إلى أسفل، وفي اللحظة نفسها يبدأ زميلي حساب الزمن باستعمال ساعة الإيقاف، ثم يوقفها عند وصول الكوب إلى الأرض، ثم أدون قراءة الساعة في الجدول (2)، ثم أكرّر العملية مرتين آخرين مُدوّنًا النتيجة.
3. أقيس المسافة من نقطة إسقاط الكوب إلى سطح الأرض، ثم أدونها في الجدول.

4. أُكْرِرُ الخَطَوَتَيْنِ الثَّانِيَةَ وَالثَّلَاثَةَ ثَلَاثَ مَرَّاتٍ أُخْرَى، بَعْدَ وَضْعِ كَوْبٍ مُمَائِلٍ دَاخِلِ الكَوْبِ الأوَّلِ، مُدَوِّنًا نَتَائِجَ القِيَاسِ كُلِّ مَرَّةٍ فِي الجَدُولِ.

5. أُكْرِرُ الخَطَوَتَيْنِ الثَّانِيَةَ وَالثَّلَاثَةَ ثَلَاثَ مَرَّاتٍ أُخْرَى، بَعْدَ وَضْعِ كَوْبٍ ثَالِثٍ مُمَائِلٍ دَاخِلِ الكَوْبَيْنِ، مُدَوِّنًا نَتَائِجَ القِيَاسِ كُلِّ مَرَّةٍ فِي الجَدُولِ.

البيانات والملاحظات:

الجدول (1): العلاقة بين مساحة قاعدة الجسم وسرعته الحدية (مع تساوي الكتلة).

ملاحظات	السرعة المتوسطة (m/s)	متوسط زمن السقوط (s)	زمن السقوط (s)			مسافة السقوط (m)	الكوب الورقي
			المحاولة (3)	المحاولة (2)	المحاولة (1)		
							الأصغر
							الأوسط
							الأكبر

الجدول (2): العلاقة بين كتلة الجسم وسرعته الحدية (مع تساوي مساحة القاعدة).

ملاحظات	السرعة المتوسطة (m/s)	متوسط زمن السقوط (s)	زمن السقوط (s)			مسافة السقوط (m)	عدد الأكواب
			المحاولة (3)	المحاولة (2)	المحاولة (1)		
							1
							2
							3

التحليل والاستنتاج:



الجزء الأول:

1. أصف سرعة كل نوع من الأكواب في أثناء سقوطها؛ هل كانت السرعة متناقصة باستمرار أم ثابتة؟ أفسر إجابتني.

.....

.....



2. أُقارنُ بينَ سرعةِ الأكوابِ عندما تتساوى في كتلتها، وتختلفُ في مساحةِ قاعدتها.

.....

3. ما نوعُ العلاقةِ بينَ سرعةِ الكوبِ ومساحةِ قاعدتهِ؟ ماذا تُسمَّى السرعةُ في هذه التجربة؟

.....

4. أفسِّرُ العلاقةَ التي توصلتُ إليها بينَ السرعةِ ومساحةِ القاعدةِ.

.....

الجزءُ الثاني:

1. في هذا الجزء من التجربة استعملتُ أكوابَ ورقيةً تختلفُ في كتلتها، معَ المحافظةِ على ثباتِ مساحةِ القاعدةِ. ما أهمية ذلك؟

.....

2. أُقارنُ بينَ سرعةِ الأكوابِ عندَ تساويها في مساحةِ القاعدةِ، واختلافها في الكتلةِ.

.....

3. ما نوعُ العلاقةِ بينَ سرعةِ الكوبِ وكتلتهِ؟

.....

4. أفسِّرُ العلاقةَ التي توصلتُ إليها بينَ السرعةِ والكتلةِ، مُبيِّناً علاقةَ ذلكَ بوزنِ الكوبِ.

.....

5. أُقارنُ بينَ عمليةِ سقوطِ الكوبِ الورقيِّ وكرةِ التنسِ الأرضيِّ من حيث تأثير مقاومة الهواءِ في كلِّ منهما.

.....

التواصل:

أقارنُ النتائجَ التي توصلتُ إليها أنا وأفرادُ مجموعتي بنتائجِ المجموعاتِ الأخرى، ثمَّ أبحثُ عن تفسيرٍ مناسبٍ لاختلافِ النتائجِ بينَ المجموعاتِ.



الخلفية العلمية:

يستعمل الطيارون والجنود المظلات للهبوط من الطائرات على نحو آمن، ويستعملها الرياضيون للوصول إلى سطح الأرض بأمان بعد أدائهم حركات معينة في رياضة القفز الحر، فضلاً عن استعمالها في إنزال طرود المساعدات من الجو إلى المحتاجين على الأرض.

تتمثل أهمية المظلة في أنها تزيد من مقاومة الهواء للجسم في أثناء سقوطه، فيهبط بسرعة ثابتة قليلة لا تؤذيه عند وصوله إلى الأرض، بدلاً من سقوطه سقوطاً حراً؛ لذا تُصنع المظلة من مواد خفيفة الوزن، ومتينة، ولا ينفذ منها الهواء.

سأعمل في هذا النشاط على إعداد تصاميم عدة لمظلة يمكنها حمل بيضة، ثم الهبوط بها من نافذة الطابق الثاني من دون أن تنكسر. بعد ذلك، يتعين عليّ اختيار أحد هذه التصاميم، وبناء نموذج لمظلة ضمن مواصفات التصميم، ثم اختبار هذا النموذج، ومقارنة نتائج اختبار مجموعتي بنتائج الاختبارات لنماذج المجموعات في الصف.

تحديد المشكلة:

ما المشكلة التي يتعين عليّ حلها بصنع المظلة؟

تصميم النموذج وبناءه:

تختلف حجوم المظلات ومئاتها باختلاف الغرض من استخدامها. ما مواصفات مظلتني التي سأصنعها؟

أكتب مراحل التصميم، موضحاً إياها بالرسم.

ما المواد التي سأستعملها لصنع المظلة؟

أكتب كيف سأصنع نموذج المظلة، ثم أبين طريقة الاستخدام، موضحاً ذلك بالرسم.

اختبار النموذج:

أُعلِقَ جسمًا تجريبيًّا (لا أخشى عليه الكسر) بالمِظَلَّةِ، ثمَّ أُسْقِطُهُ من ارتفاعٍ منخفضةٍ. هل هبطَ بسرعةٍ قليلةٍ؟

أُسْقِطُ المِظَلَّةَ والجسمَ من ارتفاعاتٍ أكبرَ، هل ظلَّتِ السرعةُ آمنةً؟

أزيدُ مقدارَ الثقلِ المُعلَقِ، ثمَّ أُكرِّرُ التجربةَ. كيفَ تأثَّرتِ السرعةُ؟

أُعلِقُ البيضةَ بالمِظَلَّةِ، ثمَّ أُسْقِطُها من نافذةِ الطابقِ الثاني. هل وصلتِ الأرضُ سليمةً أم مكسورةً؟

أُفَارِنُ نتائجَ مجموعتي بنتائجِ المجموعاتِ في الصفِّ.

التعديلاتُ، وإعادةُ التصميم:

في حال كُسِرَتِ البيضةُ، ما التعديلاتُ التي سأدخلُها على التصميمِ وصنعِ النموذجِ لحلِّ هذه المشكلة؟

أسئلة اختباراتٍ دولية، أو أسئلة على نمطها

السؤال الأول:



وقف رائد فضاء على سطح القمر، ثم أسقط ريشة ومطرقة من يديه في اللحظة نفسها، فوصلتا سطح القمر معاً. ولكن، عند تنفيذك هذه التجربة على سطح الأرض ستلاحظ أن المطرقة تصل أولاً سطح الأرض. فما التفسير الصحيح لهاتين المشاهدين؟

أ - تسقط المطرقة على سطح الأرض قبل الريشة؛ لأن قوة جذب الأرض لها كبيرة. أما على سطح القمر فإن وزن الريشة ووزن المطرقة متساويان.

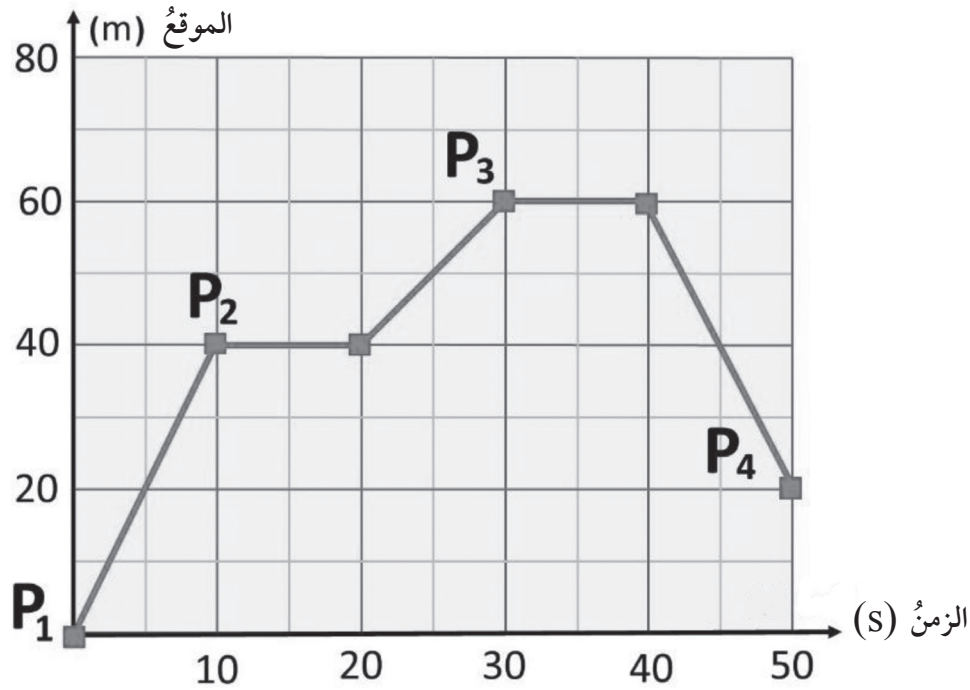
ب - تسقط المطرقة على سطح الأرض قبل الريشة؛ لأن تأثير مقاومة الهواء فيها (نسبة إلى وزنها) أقل منه في الريشة. أما على سطح القمر فلا يوجد هواء.

ج - تسقط المطرقة على سطح الأرض قبل الريشة؛ لأن قوة جذب الأرض للأجسام تساوي ستة أمثال قوة جذب القمر.

د - تسقط المطرقة والريشة معاً على سطح القمر؛ نظراً إلى عدم وجود جاذبية للقمر.

السؤال الثاني:

رُصدت حركة دراجة على طريق أفقي في خط مستقيم (باتجاهين متعاكسين). وقد مُثلت البيانات المتعلقة بهذه الحركة بيانياً كما في الشكل الآتي.



كانت الدراجة عند نقطة الإسناد المرجعية في الموقع (P₁) عند اللحظة الزمنية ($t = 0$ s)، ثم انتقلت إلى بقية المواقع (P₂, P₃, P₄).

- مقدار كل من المسافة التي قطعها الدراجة، والإزاحة التي حدثت لها، في كل مدة زمنية، هو:
- أ - تحركت الدراجة مرتين، وتوقفت مرتين، وقطعت مسافة (20 m)، وكان مقدار الإزاحة (50 m).
- ب - تحركت الدراجة ثلاث مرات، وتوقفت ست مرات، وقطعت مسافة (60 m)، وكان مقدار الإزاحة (40 m).
- ج - تحركت الدراجة مرتين، وتوقفت ثلاث مرات، وقطعت مسافة (40 m)، وكان مقدار الإزاحة (20 m).
- د - تحركت الدراجة ثلاث مرات، وتوقفت مرتين، وقطعت مسافة (100 m)، وكان مقدار الإزاحة (20 m).

الخلفية العلمية:

لا يمكن للأجسام تغيير حالتها الحركية من تلقاء نفسها؛ إذ يجب أن تؤثر فيها قوة محصلة خارجية لفعل ذلك، في ما يُعرف بالقصور الذاتي. يُعرف القصور الذاتي للجسم بأنه ميل الجسم إلى المحافظة على حالته من حيث السكون أو الحركة بسرعة مُتجهة ثابتة، وممانعته لأيّ تغيير فيها. سأتعرف في هذه التجربة مفهوم القصور الذاتي، وأستقصي علام يعتمد القصور الذاتي للجسم.

الهدف:

تعرف مفهوم القصور الذاتي.

المواد والأدوات:

لوح ترليج أو عربة، مكعب خشبي، حاجز، شريط لاصق.

إرشادات السلامة:

تنفيذ التجربة في منتصف غرفة الصف، بعيداً عن أي قطع أثاث قابلة للكسر.

خطوات العمل:

1. أضع لوح التريلج (أو العربة) في منتصف غرفة الصف، ثم أضع المكعب عليه، ثم أضع الحاجز على بُعد (1-2 m) من اللوح.

2. ألاحظ ما يحدث عند وضع المكعب على اللوح، ودفع اللوح باتجاه الحاجز، مُدوّنًا ملاحظاتي.

3. ألاحظ ما يحدث عند تكرار الخطوة السابقة، بعد تثبيت المكعب باللوح باستخدام الشريط اللاصق، مُدوّنًا ملاحظاتي.



التحليل والاستنتاج:



1. أفرن بين ملاحظاتي في الخطوتين: (2)، و(3).

.....

.....

2. ما سبب اندفاع المكعب الخشبي في الخطوة (2)؟

.....

.....

3. هل يتعين على سائقي السيارات استخدام أحزمة الأمان؟ أفسر إجابتي.

.....

.....

القُوَّةُ والكتلةُ والتسارعُ

التجربة 1

الخلفية العلمية:

يسعى العالم من تصميمه التجارب والاستقصاء وتنفيذها للتوصل إلى علاقة بين المتغيرات المطروحة للدراسة، عن طريق تحليل البيانات والنتائج عملياً؛ ما يُسهّل تحديد الاستنتاجات وتعميمها. تتضمن هذه التجربة استقصاء العلاقة بين القوة المحصلة المؤثرة في الجسم، وتسارعه، وكتلته.

الهدف:

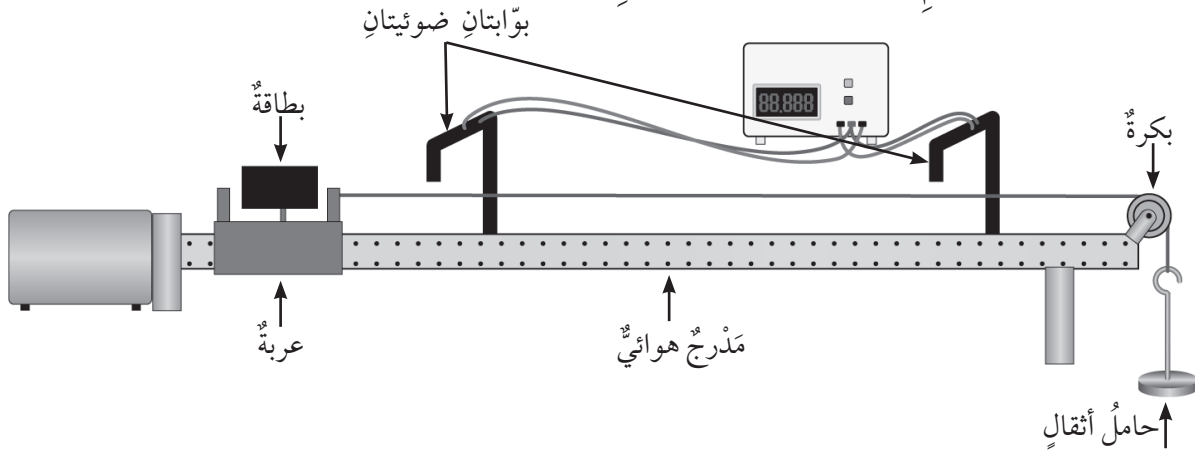
- استقصاء العلاقة بين تسارع جسم والقوة المحصلة المؤثرة فيه عند ثبات كتلته.
- عمل استقصاء لدراسة العلاقة بين تسارع الجسم وكتلته عند ثبات القوة المحصلة المؤثرة فيه.

المواد والأدوات:

مدرج هوائي وملحقاته، مسطرة مترية، بكرّة، خيط، حامل أثقال، عشرة أثقال كتلة كل منها (10 g)، ميزان.

إرشادات السلامة:

الحذر من سقوط الأجسام والأدوات على القدمين.



خطوات العمل:

1. أُثِّبَ المَدْرَجُ الهوائي أفقيًا على سطح الطاولة، ثم أُثِّبَتِ البكرة في نهايته كما في الشكل.
2. أُقِسُّ كتلة العربة المنزلقة، ثم أُدوّنُ القراءة أعلى الجدول (1)، ثم أضع العربة عند بداية المَدْرَجِ.
3. أربط أحد طرفي الخيط بمقدمة العربة، ثم أربط طرفه الآخر بحامل الأثقال، مرورًا بالبكرة.
4. أُثِّبُ إحدى البوابتين الضوئيتين عند مقدمة العربة، ثم أُثِّبُ البوابة الأخرى على بُعد (1 m) منها، ثم

أدوّن مقدار هذه الإزاحة (d) أعلى الجدول. بعد ذلك أثبتّ حاجز الاصطدام في نهاية المسار؛ لمنع اصطدام العربّة بالبكرة.

5. أصل البوابتين بالعداد الزمني الرقمي، ثمّ أصله بمصدر الطاقة الكهربائية، ثمّ أشغله.
6. أضع أثقالاً مناسبة على العربّة والحامل، بحيث تقطع العربّة مسافة (1 m) في زمن مناسب، ثمّ أجد كتل الحامل وأثقاله، التي تُسمّى كتلة ثقل التعليق (m_{hang})، ثمّ أدوّن القراءات في الجدول. بعد ذلك أضيف كتل الأثقال التي فوق العربّة إلى كتلة العربّة، ثمّ أدوّنّها في الجدول تحت عمود كتلة العربّة (m_{cart}).
7. أشغل مضخة الهواء، ثمّ أفلت العربّة، ثمّ أدوّن في الجدول تحت عمود الزمن (t) قراءة العداد الزمني الرقمي، الذي يمثّل الزمن الذي تستغرقه العربّة في حركتها بين البوابتين.
8. أنقل ثقلاً من فوق العربّة إلى الحامل، ثمّ أكرّر الخطوة السابقة، وأدوّن في الجدول القياسات الجديدة لكل من: (m_{hang})، و (m_{cart})، والزمن.
9. أكرّر الخطوة السابقة مرّتين لأثقال إضافية أخرى.
10. أحسب تسارع العربّة لكل (m_{hang}) باستخدام العلاقة: $a = 2d/t^2$ ، ثمّ أجد ناتج ضرب $(m_{hang} + m_{cart})a$ لكل حالة.
11. أكرّر التجربة بثبيت كتلة ثقل التعليق (m_{hang})، وتغيير كتلة العربّة (m_{cart})؛ لدراسة العلاقة بين الكتلة والتسارع، ثمّ أدوّن القراءات في الجدول (2).

البيانات والملاحظات:

كتلة العربّة: kg البعد بين البوابتين (d): m

الجدول (1).

رقم المحاولة	m_{hang} (kg)	m_{cart} (kg)	t (s)	a (m/s ²)	$(m_{hang} + m_{cart})a$ (N)	$m_{hang}g$ (N)
1						
2						
3						
4						

الجدول (2).

$m_{hang} g$ (N)	$(m_{hang} + m_{cart})$ (kg)	a (m/s ²)	t (s)	m_{cart} (kg)	m_{hang} (kg)	رقم المحاولة
						1
						2
						3
						4

التحليل والاستنتاج:

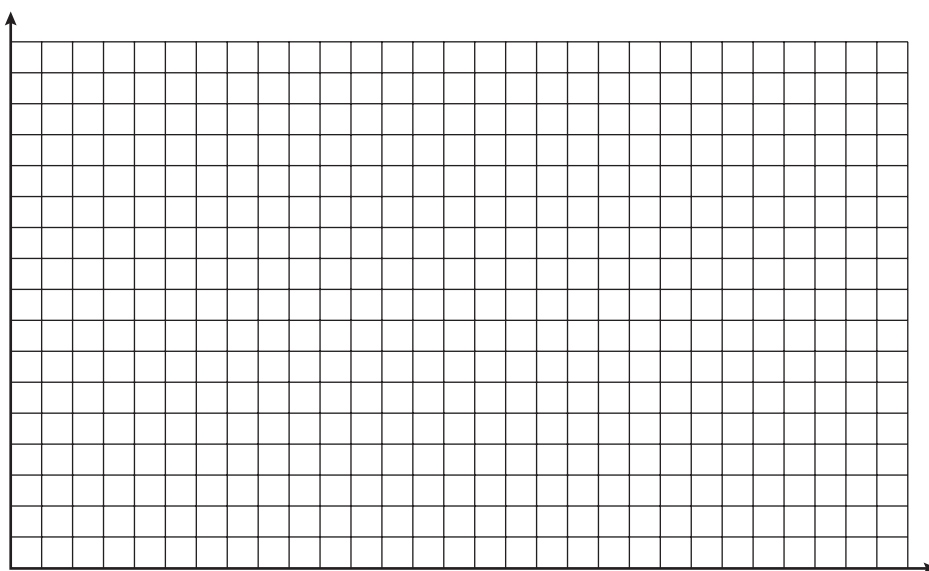


1. أفاين بين a و $(m_{hang} + m_{cart})$ ومقدار وزن ثقل التعليق $(m_{hang} g)$ لكل حالة. ما العلاقة بينهما؟

.....

.....

2. أمثل بيانياً العلاقة بين مقدار القوة المحصلة المؤثرة في العربة $(m_{hang} g)$ على المحور $(+y)$ ومقدار التسارع (a) على المحور $(+x)$. ما شكل هذه العلاقة؟ ماذا أستنتج؟



.....

.....

3. ما الذي يُمثِّله ميل المنحنى البيانيِّ في السؤالِ السابق؟

.....
.....

4. ماذا حدث لمقدار تسارع العربة عند تثبيت كتلة ثقيلٍ التعليق (m_{hang}) وتغيير كتلة العربة (m_{cart})؟

.....
.....
.....

الخلفية العلمية:

ينصُّ القانونُ الأولُ لنيوتن على أنَّ "الجسمَ يحافظُ على حالتهِ الحركيةِ من حيثِ السكونِ أو الحركةِ بسرعةٍ ثابتةٍ في خطٍّ مستقيمٍ ما لم تُؤثَّرْ فيه قُوَّةٌ محصلةٌ"، ويُعرَّفُ هذا القانونُ باسمِ قانونِ القصورِ الذاتيِّ. يُعرَّفُ القصورُ الذاتيُّ بأنَّه ميلُ الجسمِ إلى المحافظةِ على حالتهِ من حيثِ السكونِ أو الحركةِ بسرعةٍ مُتَّجهةٍ ثابتةٍ، وممانعةٍ أيِّ تغييرٍ فيها.

يهدفُ هذا الاستقصاءُ إلى تحديدِ ما يعتمدُ عليه القصورُ الذاتيُّ للجسمِ، وتصميمِ حزامِ أمانٍ ذي مواصفاتٍ مُعيَّنة، مثل: منع اندفاعِ الدميةِ إلى خارجِ العربةِ، والمحافظةِ على حرِّيةِ حركةِ الدميةِ؛ على أن أُقوِّمَ أنا وأفرادُ مجموعتي فاعليةً هذا التصميمِ، محاكاةً لما يفعلُهُ المهندسونَ الميكانيكيونَ عندَ تطبيقهِم علومَ الهندسةِ والفيزياءِ والموادِّ في أثناءِ تصميمِ الأنظمةِ الميكانيكيةِ، وتحليلها، وتصنيعها، وصيانتها.

الهدفُ:

- استقصاءُ العلاقةِ بينَ القصورِ الذاتيِّ والكتلةِ.
- إعدادُ تجربةٍ تتضمنُ تصميمًا هندسيًا لحزامِ أمانٍ ضمنَ معاييرٍ وشروطٍ مُعيَّنة.
- تجميعُ البياناتِ المُتعلِّقةِ بحركةِ الدميةِ، وتنظيمها.
- تقويمُ التصميمِ بناءً على نتائجِ التجربةِ.
- استنتاجُ أهميةِ حزامِ الأمانِ.

الموادُّ والأدواتُ:

عربةٌ، لوحٌ مستوٍ أملسٌ طولهُ (1 m) تقريبًا، مكعبٌ خشبيٌّ طولُ ضلعيه (15 cm) تقريبًا، ميزانٌ، مسطرةٌ متريَّةٌ، شريطٌ لاصقٌ، معجونُ أطفالٍ (صلصالٌ) أو ثلاثُ دميِّ مختلفةِ الكتلةِ، أربطةٌ مطاطيةٌ مختلفةُ الأشكالِ والأطوالِ، خيطٌ، حاملٌ فلزيٌّ، سلكٌ نحاسيٌّ.



إرشاداتُ السلامة:

- لبسُ النظارةِ الواقيةِ، وارتداءُ القفازينِ ومريولِ المختبرِ.
- الحذرُ من سقوطِ الأجسامِ والأدواتِ على القدمينِ.

خطوات العمل:



الجزء الأول:

1. أستخدم الصلصال لصناعة ثلاث دُمى مختلفة الكتلة: صغيرة، ومتوسطة، وكبيرة.
2. أقيس كتلة كل دمية باستخدام الميزان، ثم أدونها في الجدول (1).
3. أصنع مستوى مائلاً على سطح طاولة؛ برفع أحد طرفي اللوح المستوي باستخدام حاملٍ فلزيٍّ، أو وضع كتابين (أو ثلاثة كتب) أسفل طرفه.
4. أثبت المكعب الخشبي عند نهاية المستوى المائل بقطعة من الشريط اللاصق.
5. أثبت المسطرة المترية على سطح الطاولة بقطعة من الشريط اللاصق، بحيث يكون صفرها عند نهاية المستوى المائل.
6. أضع الدمية الصغيرة في العربية، ثم أضع العربية عند أعلى المستوى المائل، ثم أفلتها.
7. أقيس بُعد نقطة سقوط الدمية عن نهاية المستوى المائل باستخدام المسطرة المترية، ثم أدون القراءة في الجدول (2).
8. أكرّر الخطوات السابقتين مرتين.
9. أكرّر الخطوات (6-8) باستخدام الدميتين: المتوسطة، والكبيرة.

الجزء الثاني:

1. أصمم حزام أمانٍ لإحدى الدمى الثلاث.

2. أناقش أفراد مجموعتي في كيفية صنع التصميم.

.....
.....

3. أصنع حزام الأمان، ثم أضع الدمية في العربة، ثم أربطها بالحزام.

4. تضع كل مجموعة تصميمها في المنطقة المخصصة لعمل الاختبارات في المختبر.

5. تختبر كل مجموعة تصميمها أمام بقية المجموعات؛ بوضع العربة أعلى المستوى المائل، ثم إفلاتها.

.....
.....

6. تعمل كل مجموعة تقييمًا لتعرف فاعلية تصميم حزام الأمان، بناءً على معايير الأمان والسلامة، مثل: بقاء

الدمية داخل العربة، وعدم حدوث إصابات أو تشوهات للدمية، ومزايا التصميم، أنظر الجدول (3).

البيانات والملاحظات:

الجدول (1).

حجم الدمية	كتلة الدمية (g)
صغير	
متوسط	
كبير	

الجدول (2): بُعد نقطة سقوط الدمية عن نهاية المستوى المائل.

رقم المحاولة	الدمية الصغيرة (cm)	الدمية المتوسطة (cm)	الدمية الكبيرة (cm)
1			
2			
3			
متوسط القياسات:			

الجدول (3): تقييم فاعلية تصميم حزام الأمان.

مزايا التصميم	سلامة الدمية	جودة التصميم
- عدم تقييد حركة الدمية. - شكل الحزام جميل.	عدم حدوث إصابات أو تشوهات للدمية.	بقاء الدمية داخل العربة.
- حرية الحركة متوسطة. - شكل الحزام مقبول.	حدوث تشوهات أو إصابات بسيطة للدمية.	خروج بعض أجزاء الدمية من العربة.
- تقييد حركة الدمية. - شكل الحزام غير مقبول.	حدوث تشوهات أو إصابات كبيرة للدمية.	خروج الدمية كلها من العربة.

التحليل والاستنتاج:



الجزء الأول:

1. أبين: لماذا اندفعت الدمى خارج العربة؟

.....

.....

2. أي الدمى كان بُعد نقطة سقوطها الأكبر؟

.....

.....

3. أتوقع العامل الذي أدى إلى زيادة بُعد نقطة سقوط الدمية.

.....

.....

4. أصف العلاقة بين الكتلة والقصور الذاتي.

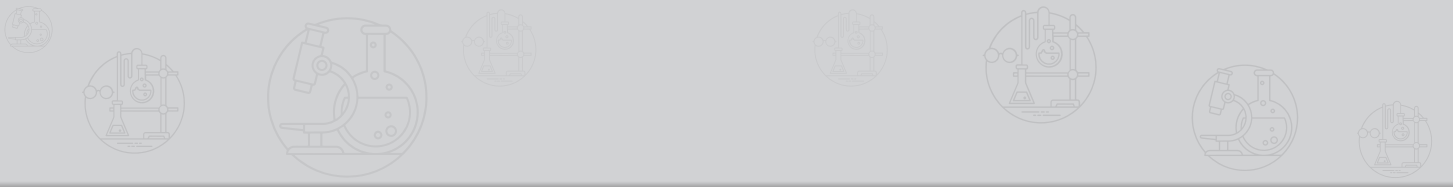
.....

.....

5. ناقش: بناءً على نتائج التجربة، هل أُويد إلزام قانون السير السائقين والركاب باستعمال أحزمة الأمان؟

.....

.....



الجزء الثاني:

1. أصدرُ حكمًا على تصميمي لحزام الأمان استنادًا إلى المعايير الواردة في الجدول (3).

.....

.....

2. أناقشُ أفرادَ مجموعتي في عملِ التصاميمِ الأخرى، وتحديدِ ما نجحَ منها في الاختبار، وما يحتاجُ إلى إعادةِ تصميمٍ، وما استوفى الشروطَ كاملةً، وكانَ الأكثرَ قبولاً.

.....

.....

.....

.....

3. ما مدى ارتباطِ عملي في هذا الاستقصاءِ بعملِ المهندسينَ الميكانيكيينَ؟

.....

.....

.....

.....

أسئلة اختبارات دولية، أو أسئلة على نمطها

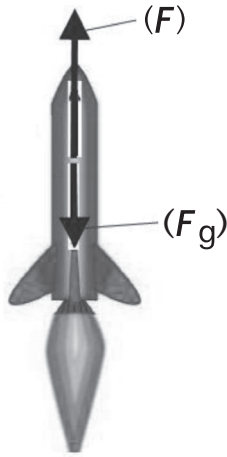
1 - طائرة كتلتها $(8 \times 10^4 \text{ kg})$ ، هبطت على المدرج الأفقي للمطار بسرعة (70 m/s) ، واستغرقت (30 s) حتى توقفت وقوفًا كاملًا. أجد:

أ - تسارع الطائرة.

ب - القوة المحصلة المؤثرة في الطائرة في أثناء حركتها على مدرج المطار.

ج - أقل مسافة لطول المدرج مناسبة لتوقف الطائرة.

2 - دراجة هوائية تتحرك بسرعة ثابتة على طريق أفقي، ويلعب راكبها بكرة يرميها إلى الأعلى ثم يلتقطها. إذا قذف الكرة إلى أعلى، وتوقفت الدراجة فجأة، وسقطت الكرة أمام الراكب ولم تسقط في يده، فما تفسير ذلك؟

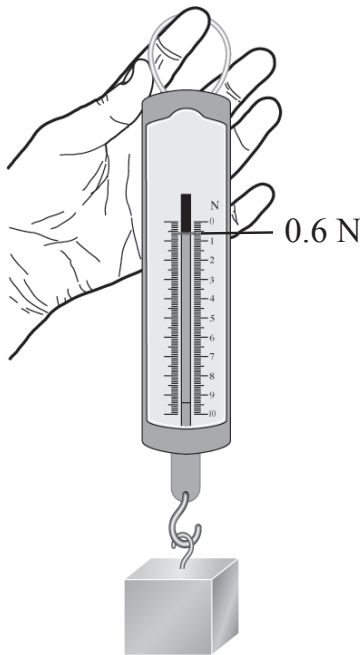


3 - أُطلق صاروخ كتلته $(2 \times 10^4 \text{ kg})$ من إحدى قواعد إطلاق الصواريخ رأسياً إلى أعلى بتسارع، وكانت قوة الدفع (F) المؤثرة في الصاروخ إلى أعلى $(4 \times 10^5 \text{ N})$ ، وكان وزن الصاروخ (Fg) . أجد:

أ - مقدار القوة المحصلة المؤثرة في الصاروخ، مُحدداً اتجاهها.

ب - تسارع الصاروخ، مُحدداً اتجاهه.

ج - مصدر قوة الدفع (F) المؤثرة في الصاروخ.



4 - يُمثل الشكل المجاور كتلة مقدارها (60 g) في حالة السكون، وهي مُعلّقة بطرف ميزان نابضي:

أ - أرسّم مخطط الجسم الحر للكتلة.

ب - إذا رُفِع الميزان والكتلة معاً إلى أعلى بسرعة ثابتة، فما مقدار القوة المحصلة المؤثرة في الكتلة؟ ما اتجاهها؟ أفسر إجابتي.

ج - إذا رُفِع الميزان والكتلة معاً إلى أعلى، فتسارعت الكتلة بمقدار (0.5 m/s^2) ، فما مقدار القوة المحصلة المؤثرة في الكتلة؟ ما اتجاهها؟ أفسر إجابتي.

