المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم

المركز الوطني
لتطوير المناهج
National Center
for Curriculum
Development

الفيزياء

الصف العاشر - كتاب الأنشطة والتجارب العملية

الفصل الدراسي الأول

10

فريق التأليف

د. موسى عطا الله الطراونة (رئيسًا)

أ.د. محمود إسماعيل الجاغوب — خلدون سليمان المصاروه

موسى محمود جرادات — يحيى أحمد طواها

الناشر: المركز الوطني لتطوير المناهج

يسر 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

قـرَّرت وزارة التربيـة والتعليـم تدريـس هذا الكتـاب في مدارس المملكـة الأردنية الهاشـمية جميعها، بنـاءً على قـرار المجلس الأعلى للمركـز الوطنـي لتطويـر المناهج في جلسـته رقـم (2020/3)، تاريـخ 2020/6/2 م، وقـرار مجلس التربيـة والتعليم رقـم (2020/44)، تاريـخ 2020/6/18 م، بدءًا مـن العام الـدراسي 2020 / 2021 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: 978 - 9923 - 41 - 257 - 2

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية:
(2022/3/1368)

375,001

الأردن. المركز الوطني لتطوير المناهج

الفيزياء: الصف العاشر: كتاب الأنشطة والتجارب العملية (الفصل الأول)/ المركز الوطني لتطوير المناهج.– ط 2؛ مزيدة ومنقحة .– عمان: المركز، 2022

(40) ص.

ر.إ.: 2022/3/1368

الواصفات: / تطوير المناهج/ / المقررات الدراسية / / مستويات التعليم / / المناهج/

يتحمَّل المُؤلِّف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مُصنَّفه، ولا يُعبِّر هذا المُصنَّف 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.

الطبعة الأولى (التجريبية) 1441 هـ / 2020 م
أعيدت طباعته 2021 م – 2025 م

قائمةُ المحتوياتِ

الموضوعُ	رقمُ الصفحةِ
الوحدةُ الأولى: الـمُتَّجِهاتُ	
تجربةٌ استهلاليةٌ: ناتجُ جمعِ قُوَّتيْنِ عمليًّا	4
التجربةُ 1: إيجادُ محصلةِ قُوَّتيْنِ بصورةٍ عمليةٍ	6
تجربةٌ إثرائيةٌ: مُركَّبَتا القُوَّةِ وعلاقتُهُما بحركةِ الأجسامِ	9
أسئلةُ اختباراتٍ دوليةٍ، أوْ أسئلةٌ على نمطِها	11
الوحدةُ الثانيةُ: الحركةُ	
تجربةٌ استهلاليةٌ: وصفُ الحركةِ باستخدامِ المَدْرجِ الهوائيِّ	12
التجربةُ 1: قياسُ تسارُعِ السقوطِ الحُرِّ عمليًّا	15
التجربةُ 2: وصفُ حركةِ المقذوفِ الأفقيِّ	17
تجربةٌ إثرائيةٌ 1: تأثيرُ مقاومةِ الهواءِ في سقوطِ الأجسامِ قربَ سطحِ الأرضِ	20
تجربةٌ إثرائيةٌ 2: بناءُ مِظلَّةِ هبوطٍ	24
أسئلةُ اختباراتٍ دوليةٍ، أوْ أسئلةٌ على نمطِها	26
الوحدةُ الثالثةُ: القوى	
تجربةٌ استهلاليةٌ: القصورُ الذاتيُّ	28
التجربةُ 1: القُوَّةُ والكتلةُ والتسارُعُ	30
تجربةٌ إثرائيةٌ: اختبارُ دمى التصادمِ	34
أسئلةُ اختباراتٍ دوليةٍ، أوْ أسئلةٌ على نمطِها	39

ناتجُ جمعِ قُوَّتيْنِ عمليًا

الخلفيةُ العلميةُ: تُعرَّفُ القُوَّةُ بأنَّها كمِّيةٌ فيزيائيةٌ مُتَّجِهةٌ ذاتُ مقدارٍ واتجاهٍ، وهيَ تُقاسُ بوحدةِ نيوتن N، ويُمكِنُ تحديدُ مقدارِها باستعمالِ الميزانِ النابضِ.

عندَ جمعِ قُوَّتيْنِ أوْ أكثرَ، فإنَّ ناتجَ عمليةِ الجمعِ يعتمدُ على اتجاهاتِ تلكَ القوى، وعلى مقاديرِها، وهذا يختلفُ عنِ الجمعِ الجبريِّ للأعدادِ، وجمعِ الكمياتِ الفيزيائيةِ التي لها مقدارٌ فقطْ. تُوضِّحُ هذهِ التجربةُ كيفيةَ جمعِ المُتَّجِهاتِ بصورةٍ عمليةٍ.

ادَّعَتْ هيا أنَّ مجموعَ قُوَّتيْنِ مقدارُ كلٍّ منْهُما 5 N تُؤثِّرانِ في جسمٍ، هوَ 5 N + 5 N = 5 N، في حينِ ادَّعى يَمانٌ أنَّ مجموعَ القُوَّتيْنِ 5 N + 5 N = 10 N . أيَّهُما تُؤيِّدُ؟

الهدفُ:

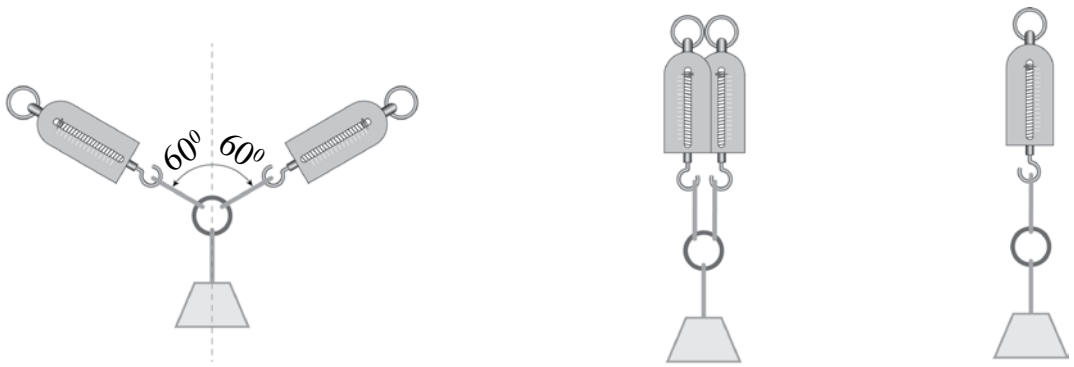
التمييزُ بينَ جمعِ القوى وجمعِ الأعدادِ.

الموادُّ والأدواتُ:

ثِقْلٌ كتلتُهُ 50 g، ميزانانِ نابضيّانِ، ثلاثةُ خيوطٍ متساويةٍ في الطولِ، حلقةٌ مُهمَلةُ الوزنِ تقريبًا.

إرشاداتُ السلامةِ:

الحذرُ منْ سقوطِ الأجسامِ والأدواتِ على القدميْنِ.



أ ب ج

خطواتُ العملِ:

بالتعاونِ معَ أفرادِ مجموعتي، أُنفِّذُ الخطواتِ الآتيةَ:

1. **أقيسُ:** أُعلِّقُ الثِّقْلَ بالميزانِ الأولِ، كما في الشكلِ (أ)، ثمَّ أُدَوِّنُ القراءةَ في الجدولِ.

2. **أقيسُ**: أُعلِّقُ الميزانَ الثانيَ بالحلقةِ، إضافةً إلى الميزانِ الأولِ، كما في الشكلِ (ب)، ثمَّ أُدَوِّنُ قراءةَ كلٍّ منَ الميزانيْنِ في الجدولِ.
3. **أقيسُ**: أُزيحُ كلًّا منَ الميزانيْنِ في الشكلِ (ب): أحدَهما إلى اليمينِ، والآخرَ إلى اليسارِ، كما في الشكلِ (ج)، حتّى تصبحَ قراءةُ كلِّ ميزانٍ مساويةً لقراءةِ الميزانِ في الشكلِ (أ)، ثمَّ أُدَوِّنُ قراءتَيْهما في الجدولِ.

البياناتُ والملاحظاتُ:

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

التحليلُ والاستنتاجُ:

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

.....

.....

2. كيفَ تغيَّرَتْ قراءةُ كلٍّ منَ الميزانيْنِ في الحالتيْنِ (ب) وَ (ج)؟

.....

.....

3. **أُقارِنُ** مجموعَ قراءةِ الموازينِ في الحالةِ (ب) والحالةِ (ج) بوزنِ الثِّقْلِ.

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

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

.....

.....

4. **أُصدرُ حُكمًا**: أُحدِّدُ أيَّهُما أُؤيِّدُ: ادَّعاءَ هيا أمِ ادَّعاءَ يَمانٍ، ماذا أستنتجُ؟

.....

.....

التجربةُ 1 إيجادُ محصلةِ قُوَّتيْنِ بصورةٍ عمليةٍ

الخلفيةُ العلميةُ:

طاولةُ القوى: أداةٌ تُستخدَمُ في إيجادِ محصلةِ قُوَّتيْنِ أوْ أكثرَ عمليًّا، وهيَ تتكوَّنُ منْ قرصٍ دائريٍّ مُدرَّجٍ منْ 0^o إلى 360^o، كما في الشكلِ. تُطبَّقُ قوى الوزنِ ($F = W = mg$) على الحلقةِ المركزيةِ باستخدامِ خيوطٍ تُثبَّتُ بالحلقةِ منْ طرفٍ، وبحاملِ أثقالٍ منَ الطرفِ الآخرِ، بحيثُ يمرُّ كلُّ خيطٍ فوقَ بكرةٍ، ويتغيَّرُ مقدارُ القوى بإضافةِ بعضِ الأثقالِ أوْ إزالتِها، أمّا اتجاهُ القوى فيتغيَّرُ بتحريكِ البكراتِ على محيطِ الطاولةِ.

يُمكِنُ موازنةُ قُوَّتيْنِ مثلًا معَ قُوَّةٍ ثالثةٍ، بحيثُ ينطبقُ مركزُ الحلقةِ معَ المسمارِ المُثبَّتِ بمركزِ الطاولةِ. وهذهِ القُوَّةُ (الموازنةُ) ليسَتْ محصلةً للقُوَّتيْنِ، وإنَّما تساوي في المقدارِ محصلةَ القُوَّتيْنِ، وتعاكسُها في الاتجاهِ.

الهدفُ:

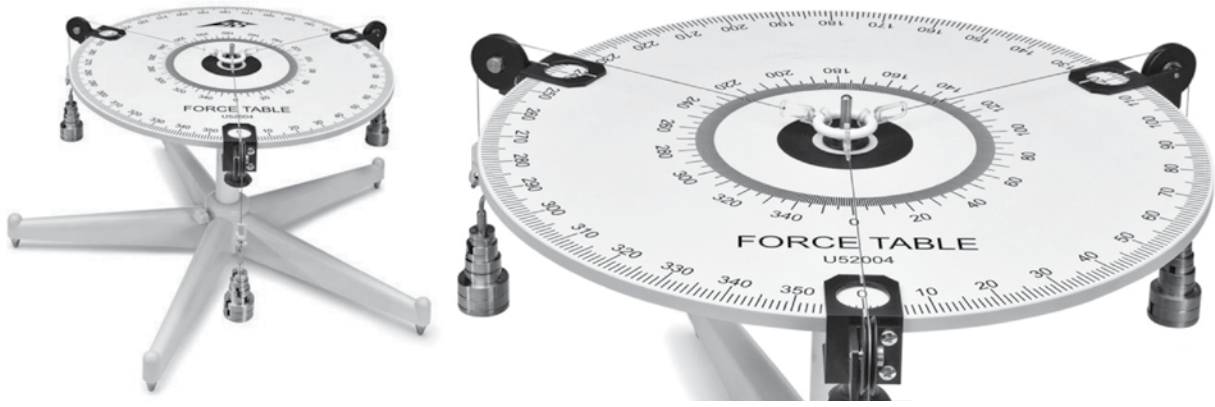
إيجادُ محصلةِ قُوَّتيْنِ بينَهُما زاويةٌ بصورةٍ عمليةٍ.

الموادُّ والأدواتُ:

طاولةُ القوى، مجموعتانِ منَ الأثقالِ تتكوَّنُ كلٌّ منْهُما منْ ثلاثةِ أثقالٍ متساويةٍ في الكتلةِ، ميزانٌ إلكترونيٌّ (حسّاسٌ)، ثلاثةُ حواملِ أثقالٍ متماثلةٍ.

إرشاداتُ السلامةِ:

الحذرُ منْ سقوطِ الأجسامِ والأدواتِ على القدميْنِ.



خطواتُ العملِ:

بالتعاونِ معَ أفرادِ مجموعتي، أُنفِّذُ الخطواتِ الآتيةَ:

1. أضعُ طاولةَ القوى على سطحٍ مستوٍ، وأستعملُ الميزانَ لقياسِ كتلةِ حاملِ الأثقالِ، ثمَّ أُدَوِّنُ النتيجةَ.
2. أضعُ ثقلًا على كل حاملٍ، ثمَّ أضبطُ خيطَ أحدِ الحواملِ على تدريجِ الصفرِ 0^o، وخيطًا لحاملٍ آخرَ على تدريجِ 120^o، وأُحرِّكُ خيطَ الحاملِ المُتبقِّيَ حتّى ينطبقَ مركزُ الحلقةِ على مركزِ طاولةِ القوى، ثمَّ أُدَوِّنُ التدريجَ الذي انطبقَ عليْه الخيطُ.
3. أُكرِّرُ الخطوةَ الثانيةَ باستخدامِ ثلاثةِ أثقالٍ أُخرى متساويةٍ. هلْ تغيَّرَتِ النتائجُ؟

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. **أَستخدمُ الأرقامَ:** أحسُبُ القوى الثلاثَ المُؤثِّرةَ في الحلقةِ باستخدامِ العلاقةِ: $F = mg$، حيثُ m: (كتلةُ حاملِ الثِّقْلِ + كتلةِ الثِّقْلِ). ما مقدارُ محصلةِ تلكَ القوى؟

.....

.....

2. **أُمثلُ بيانيًّا:** محصلةَ القُوَّتيْنِ: الأولى، والثانيةِ.

$F_{1,2}$ = ... N , Θ = ... ^{0}

3. **أُقارِنُ** محصلةَ هاتيْنِ القُوَّتيْنِ بالقُوَّةِ الثالثةِ، منْ حيثُ: المقدارُ، والاتجاهُ.

.....

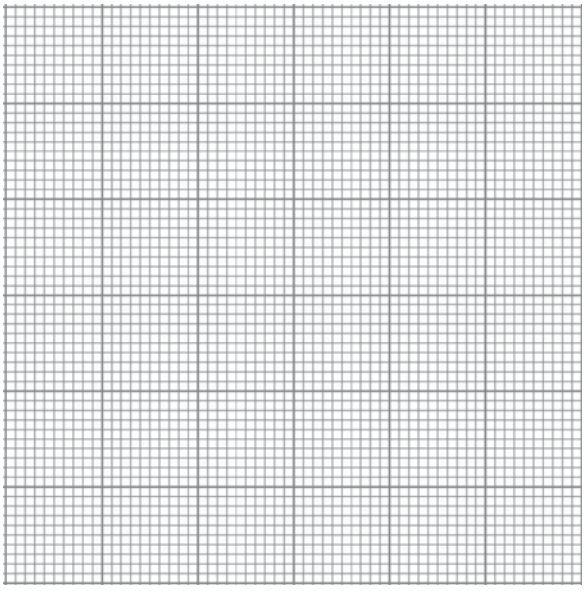
.....

4. **أستنتجُ** استنادًا إلى تجربتي، علاقةَ محصلةِ أيِّ قُوَّتيْنِ بالقُوَّةِ الثالثةِ عندَ الاتزانِ (انطباقُ مركزِ الحلقةِ على مركزِ الطاولةِ).

.....

.....

5. **أُمثلُ بيانيًّا**: محصلةَ القوى الثلاثِ، ثمَّ أُفسِّرُ النتيجةَ.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. **. أصدرُ حكمًا عمّا إذا كانتِ النتائجُ قد توافقتْ معَ فرضيّتي أم لا؟**

.....

.....

مُركَّبَتا القُوَّةِ وعلاقتُهُما بحركةِ الأجسامِ

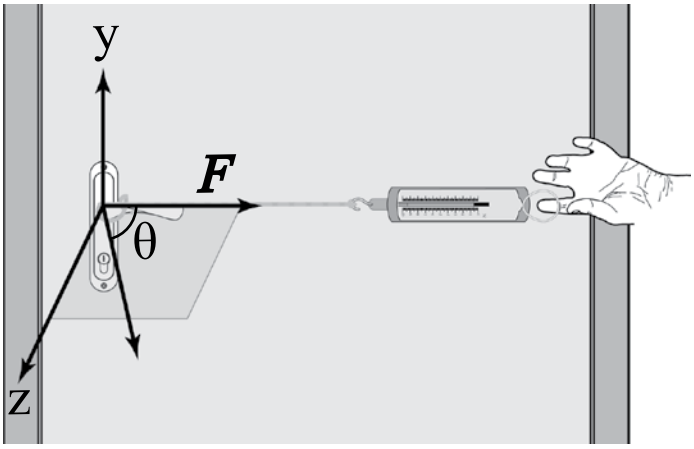
الخلفيةُ العلميةُ:

قدْ نشاهدُ على إحدى الطرقاتِ شخصًا يحاولُ جاهدًا -منْ دونِ جدوى- فكَّ البرغيِّ المشدودِ على عجلِ سيارتِهِ باستعمالِ المفتاحِ الخاصِّ بذلكَ، كما في الشكلِ، بالرغمِ منْ تأثيرِهِ بأقصى قُوَّةٍ لديْهِ في طرفِ ذراعِ المفتاحِ، فماذا يفعلُ لحلِّ هذهِ المشكلةِ؟

يُمكِنُ للشخصِ إطالةُ ذراعِ المفتاحِ (r) باستعمالِ ماسورةٍ مثلًا؛ ما يُسهِّلُ عليْهِ فكَّ البرغيِّ بالرغمِ منْ أنَّهُ يبذلُ القُوَّةَ نفسَها؛ أيْ يزيدُ عزْمَ القُوَّةِ (سوفَ أدرسُ هذا الموضوعَ في صفوفٍ لاحقةٍ)؛ إذْ يتناسبُ مقدارُ عزْمِ القُوَّةِ طرديًّا معَ طولِ ذراعِها r (مقدارُ مُتَّجِهِ الموقعِ). ولكنْ، هلْ يُؤثِّرُ اتجاهُ القُوَّةِ في زيادةِ عزْمِ القُوَّةِ فيصبحُ فكُّ البرغيِّ أكثرَ سهولةً؟

الهدفُ:

- دراسةُ أثرِ اتجاهِ القُوَّةِ في تحريكِ الأجسامِ.
- تحليلُ القُوَّةِ إلى مُركَّبَتَيْها.



الموادُّ والأدواتُ:

ميزانٌ نابضٌ، خيطٌ، منقلةٌ.

إرشاداتُ السلامةِ:

استعمالُ الميزانِ النابضِ بحذرٍ.

خطواتُ العملِ:

بالتعاونِ معَ أفرادِ مجموعتي، أُنفِّذُ الخطواتِ الآتيةَ:

1. أُثبِّتُ أحدَ طرفَيِ الخيطِ بمقبضِ البابِ، والطرفِ الآخرِ بالميزانِ النابضِ، كما في الشكلِ.
2. أسحبُ الميزانَ باتجاهٍ مُوازٍ لمستوى البابِ، وبشكلٍ أفقيٍّ ($\theta=0^o$)، مُحاوِلًا فتحَ البابِ.

3. أُحرِّكُ الميزانَ أفقيًّا نحوَ الخارجِ حتّى تصبحَ الزاويةُ $\theta = 60^o$، مُستخدِمًا المنقلةَ في ذلكَ، ثمَّ أزيدُ قُوَّةَ شَدِّي للميزانِ بدءًا بالصفرِ؛ حتّى يبدأَ البابُ بالحركةِ. عندئذٍ أتوقَّفُ عنْ زيادةِ الشَّدِّ، ثمَّ أُدَوِّنُ في الجدولِ مقدارَ كُلٍّ منْ قراءةِ الميزانِ، والزاويةِ θ.

4. أُكرِّرُ الخطوةَ السابقةَ باستعمالِ زاويةٍ قائمةٍ $\theta = 90^o$، ثمَّ أُدَوِّنُ النتائجَ في الجدولِ.

البياناتُ والملاحظاتُ:

مقدارُ القُوَّةِ (N)	الزاويةُ بينَ البابِ والقُوَّةِ (θ^o)	مُركَّبةُ القُوَّةِ الموازيةِ للبابِ (N)	مُركَّبةُ القُوَّةِ العموديةِ على مستوى البابِ (N)
	0^o		
	60^o		
	90^o		

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. **أَستخدمُ الأرقامَ:** أحسُبُ مُركَّبَتَي القُوَّةِ الموازيةِ لمستوى البابِ والقُوَّةِ العموديةِ عليْهِ في كلِّ حالةٍ، ثمَّ أُدَوِّنُها في الجدولِ.

.....

.....

2. **أُقارِنُ:** ما العلاقةُ بينَ مقدارِ كلٍّ منْ مُركَّبَتَي القُوَّةِ الموازيةِ لمستوى البابِ والقُوَّةِ العموديةِ عليْهِ ومقدارِ الزاويةِ (θ)؟

.....

.....

3. أَستنتجُ: كيفَ يتغيَّرُ مِقدارُ القُوَّةِ اللازمةِ لتحريكِ البابِ معَ تغيُّرِ مقدارِ الزاويةِ (θ)؟

.....

.....

4. **أُلاحِظُ:** عندَ أيِّ زاويةٍ لا يُمكِنُ فتحُ البابِ؟

.....

5. **أُلاحِظُ:** عندَ أيِّ زاويةٍ نحتاجُ إلى بذلِ أقلِّ قُوَّةٍ لفتحِ البابِ؟

.....

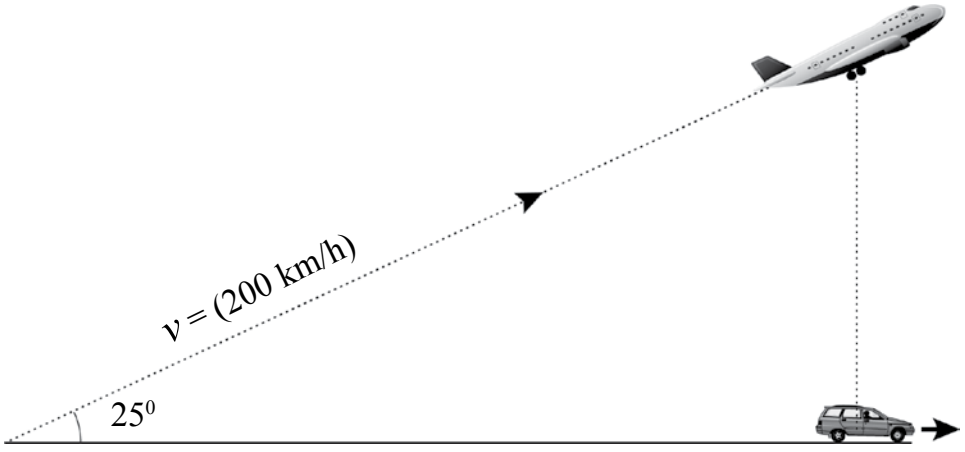
6. **أستنتجُ:** ما النتائجُ التي تَوصَّلْتُ إليْها بعدَ انتهاءِ التجربةِ؟

.....

أسئلةُ اختباراتٍ دوليةٍ، أوْ أسئلةٌ على نمطِها

السؤالُ الأولُ:

تُقلِعُ طائرةٌ بسرعةِ (200 km/h) باتجاهٍ يَصنعُ زاويةَ (25^o) معَ سطحِ المَدْرجِ الأفقيِّ للمطارِ. وفريقُ الصيانةِ في المطارِ يُتابِعُ حركةَ عجلاتِ الطائرةِ في أثناءِ عمليةِ الإقلاعِ باستخدامِ عربةٍ، بحيثُ يكونُ موقعُ العربةِ أسفلَ العجلاتِ مباشرةً باستمرارٍ في أثناءِ زمنِ الإقلاعِ، كما في الشكلِ الآتي. مقدارُ سرعةِ العربةِ الأفقيةِ على المَدْرجِ هوَ:



أ – (200 km/h).

ب– (181 km/h).

ج – (222 km/h).

د – (84 km/h).

السؤالُ الثاني:

أيُّ المجموعاتِ الآتيةِ كمياتٌ مُتَّجِهةٌ:

أ – السرعةُ، الإزاحةُ، القُوَّةُ.

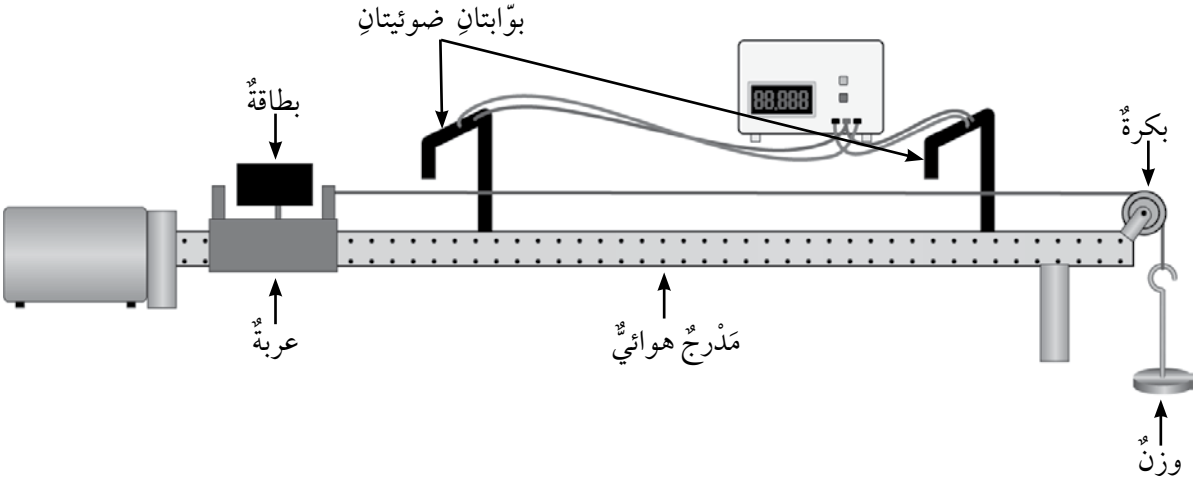
ب– الوزنُ، الكتلةُ، التسارُعُ.

ج – الشغلُ، الضغطُ، القُوَّةُ.

د – الكتلةُ، الزمنُ، درجةُ الحرارةِ.

الخلفيةُ العلميةُ:

تُغيِّرُ الأجسامُ المُتحرِّكةُ مواقعَها باستمرارٍ، ويُمكِنُ وصفُ حركةِ هذهِ الأجسامِ بملاحظتِها، وإخضاعِها لبعضِ عملياتِ القياسِ، مثلِ: قياسِ المسافةِ التي يقطعُها الجسمُ المُتحرِّكُ، وقياسِ زمنِ حركتِهِ، ثمَّ استخدامِ نتائجِ القياسِ في حسابِ كمياتٍ أُخرى تساعدُ على وصفِ الحركةِ، مثلِ: السرعةِ، والتسارُعِ، علمًا أنَّهُ تُستعمَلُ أدواتٌ مختلفةٌ مناسبةٌ لقياسِ كلٍّ منَ الزمنِ، والمسافةِ.



قياسُ الزمنِ:

تختلفُ الأدواتُ في ما بينَها منْ حيثُ دقةُ القياسِ. ومنَ الأدواتِ الدقيقةِ المُستخدَمةِ في قياسِ الزمنِ:

أ - **ساعةُ الإيقافِ الميكانيكيةُ:** تصلُ دقةُ القياسِ في هذا النوعِ إلى (0.1 s)، وتعتمدُ نتيجةُ القياسِ كثيرًا على ردِّ فعلِ الشخصِ الذي يستعملُها.

ب- **ساعةُ الإيقافِ الرقميةُ:** تصلُ دقةُ القياسِ في هذا النوعِ إلى (0.01 s)، وتعتمدُ نتيجةُ القياسِ كثيرًا على ردِّ فعلِ الشخصِ الذي يستعملُها.

ج- **العدّادُ الرقميُّ:** جهازٌ إلكترونيٌّ تتصلُ بهِ بوّابتانِ ضوئيتانِ؛ إحداهُما تُسجِّلُ الزمنَ الابتدائيَّ، والأُخرى تُسجِّلُ الزمنَ النهائيَّ بصورةٍ آليةٍ، وتُعرَضُ على شاشةِ الجهازِ قراءةُ المدَّةِ الزمنيةِ الكليةِ. تصلُ دقـةُ قياسِ العدّادِ الرقميِّ إلى (0.001 s)، ولا تتأثَّرُ نتيجةُ القياسِ بعمليةِ ردِّ فعلِ الشخصِ الذي يستعملُهُ؛ لأنَّ هذا العدّادَ يعملُ بصورةٍ آليةٍ اعتمادًا على الإشاراتِ الواردةِ منَ البوّاباتِ الضوئيةِ.

قياسُ المسافةِ:

يُستخدَمُ الشريطُ المتريُّ أوِ المسطرةُ في قياسِ المسافةِ، وتكونُ دقةُ القياسِ كافيةً للحصولِ على نتائجَ مقبولةٍ.

المَدْرجُ الهوائيُّ:

جهازٌ يتكوَّنُ منْ جسرٍ معدنيٍّ مُثقَّبٍ، ومضخَّةٍ تضغطُ الهواءَ داخلَ الجسرِ، فيخرجُ منَ الثقوبِ. وعندَ وضعِ العربةِ فوقَ الجسرِ، فإنَّها تنزلقُ فوقَهُ بسهولةٍ، وتكونُ محمولةً على طبقةٍ منَ الهواءِ، فتتخلَّصُ بذلكَ منْ قُوَّةِ الاحتكاكِ؛ ما يتيحُ دراسةَ حركةِ العربةِ تحتَ تأثيرِ قُوَّةٍ مُحدَّدةٍ فقطْ.

الهدفُ:

إجراءُ عملياتِ قياسٍ دقيقةٍ للزمنِ والمسافةِ، وحسابُ سرعةِ جسمٍ مُتحرِّكٍ.

الموادُّ والأدواتُ:

مَدْرجٌ هوائيٌّ وملحقاتُهُ (بوّابتانِ ضوئيتانِ، بكرةٌ، خيطٌ، عدّادٌ زمنيٌّ رقميٌّ)، كتلتانِ: (50 g)، وَ (100 g).

إرشاداتُ السلامةِ:

الحذرُ منْ سقوطِ الأجسامِ والأدواتِ على القدميْنِ.

خطواتُ العملِ:

1. أُجهِّزُ المَدْرجَ الهوائيَّ، وأُثبِّتُهُ بشكلٍ أفقيٍّ، ثمَّ أَصِلُ البوّابتيْنِ بالعدّادِ الزمنيِّ الرقميِّ على نحوٍ صحيحٍ.
2. أُثبِّتُ البكرةَ فوقَ طرفِ المَدْرجِ، ثمَّ أضعُ العربةَ على الطرفِ البعيدِ، وأربطُها بخيطٍ، ثمَّ أُمرِّرُهُ فوقَ البكرةِ.
3. أُثبِّتُ البوّابتيْنِ الضوئيتيْنِ فوقَ المَدْرجِ، بحيثُ تكونُ إحداهُما عندَ موقعِ بدايةِ الحركةِ، والأُخرى عندَ موقعِ نهايتِها.
4. أربطُ الطرفَ الحرَّ للخيطِ في الكتلةِ (50 g).
5. أُشغِّلُ مضخةَ الهواءِ، وأتركُ الكتلةَ لتتحركَ منْ نقطةِ البدايةِ.
6. **أُلاحِظُ** حركةَ العربةِ، والإزاحةَ الأفقيةَ التي تقطعُها، وأنظرُ قراءةَ العدّادِ الزمنيِّ الرقميِّ.
7. **أقيسُ** المسافةَ بينَ البوّابتيْنِ الضوئيتيْنِ على طولِ المَدْرجِ، ثمَّ **أُدَوِّنُ** نتيجةَ القياسِ في الجدولِ.
8. أُكرِّرُ التجربةَ باستخدامِ الكتلةِ الأُخرى (100 g)، ثمَّ أُدَوِّنُ النتائجَ في الجدولِ.

البياناتُ والملاحظاتُ:

	الإزاحةُ Δx (m)	زمنُ الحركةِ Δt (s)	السرعةُ المتوسطةُ $\bar{v}$(m/s)
الكتلةُ الأولى (50 g):			
الكتلةُ الثانيةُ (100 g):			

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. أَجِدُ الزمنَ الكليَّ لحركةِ العربةِ في حالِ استخدامِ كلِّ كتلةٍ.

.....

.....

2. أَجِدُ ناتجَ قسمةِ إزاحةِ العربةِ على زمنِ الحركةِ في كلٍّ من الحالتيْنِ (الناتجُ هوَ السرعةُ المتوسطةُ).

.....

.....

3. **أُقارِنُ** النتائجَ عندَ اختلافِ الكتلةِ المُعلَّقةِ.

.....

.....

4. **التفكيرُ الناقدُ**: إذا كانَتِ السرعةُ الابتدائيةُ للعربةِ صفرًا، فهلْ يُمكِنُ معرفةُ سرعتِها النهائيةِ بناءً على السرعةِ المتوسطةِ؟

.....

.....

التجربةُ 1 قياسُ تسارُعِ السقوطِ الحُرِّ عمليًّا

الخلفيةُ العلميةُ:

تتضمَّنُ هذهِ التجربةُ قياسَ مسافةِ حركةِ الكرةِ بينَ نقطتيْنِ باستخدامِ المسطرةِ، أوِ الشريطِ المتريِّ، وقياسَ زمنِ انتقالِ الكرةِ بينَ هاتيْنِ النقطتيْنِ، ثمَّ تطبيقَ معادلةِ الحركةِ الآتيةِ:

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

حيثُ:

(v_1): السرعةُ الابتدائيةُ، وتساوي (0).

(Δt): الزمنُ الكليُّ.

وعندَ نقلِ المُتغيِّراتِ بينَ طرفَيِ المعادلةِ، فإنَّها تصبحُ على النحوِ الآتي:

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

لحسابِ تسارُعِ السقوطِ الحُرِّ بصورةٍ دقيقةٍ جدًّا، يجبُ تكرارُ المحاولةِ مرّاتٍ عِدَّةً، ورسمُ العلاقةِ البيانيةِ بينَ المُتغيِّريْنِ: $(\Delta t)^2$ على المحورِ الأفقيِّ، و$(2\Delta y)$ على المحورِ الرأسيِّ، ثمَّ إيجادُ ميلِ منحنى هذهِ العلاقةِ.

الهدفُ:

حسابُ تسارُعِ السقوطِ الحُرِّ.

الموادُّ والأدواتُ:

كرةٌ مطاطيةٌ صغيرةٌ، بوّابتانِ ضوئيتانِ، عدّادٌ زمنيٌّ رقميٌّ، شريطُ قياسٍ متريٌّ، حاملٌ فلزيٌّ.

إرشاداتُ السلامةِ:

الحذرُ منْ سقوطِ الأجسامِ والأدواتِ على القدميْنِ.

ملحوظةٌ: تأثيرُ الهواءِ في الكرةِ المطاطيةِ قليلٌ جدًّا، ومنَ المُمكنِ إهمالُهُ مقارنةً بوزنِ الكرةِ.

خطواتُ العملِ:

1. بالتعاونِ معَ أفرادِ مجموعتي، أُجهِّزُ مكانًا لسقوطِ الكرةِ عليْهِ قربَ الجدارِ (قطعةٌ منَ الكرتونِ)، ثمَّ أضعُ علامةً على الجدارِ عندَ ارتفاعِ ($\Delta y = 1$ m) تقريبًا، ثمَّ أُثبِّتُ إحدى البوّابتيْنِ الضوئيتيْنِ عندَ تلكَ العلامةِ باستخدامِ حاملٍ فلزيٍّ لرصدِ زمنِ بدءِ الحركةِ (t_1).
2. أُثبِّتُ البوّابةَ الأُخرى قربَ سطحِ الأرضِ لرصدِ زمنِ نهايةِ الحركةِ (t_2)، ثمَّ أَصِلُ البوّابتيْنِ بالعدّادِ الزمنيِّ الرقميِّ.
3. **أجرِّبُ:** أُسقِطُ الكرةَ بحيثُ تمرُّ أمامَ البوّابتيْنِ، ثمَّ أُدَوِّنُ في الجدولِ قراءةَ العدّادِ الزمنيِّ الرقميِّ (Δt)، وكذلكَ المسافةُ بينَ البوّابتيْنِ.
4. أرفعُ البوّابةَ الضوئيةَ العُليا إلى ارتفاعِ (1.5 m) تقريبًا، ثمَّ أُكرِّرُ الخطوةَ (3)، مُدَوِّنًا النتائجَ في الجدولِ.
5. أرفعُ البوّابةَ الضوئيةَ العُليا مرَّةً أُخرى إلى ارتفاعِ (2 m) تقريبًا، ثمَّ أُكرِّرُ الخطوةَ (3)، مُدَوِّنًا النتائجَ في الجدولِ.
6. أُكمِلُ بياناتِ الجدولِ بحسابِ الكميةِ ($2\Delta y$)، والكميةِ ($(\Delta t)^2$)، حيثُ ($\Delta t = t_2 - t_1$) في كلِّ محاولةٍ، ثمَّ أُدَوِّنُهُما في الجدولِ.
7. **أُمثِّلُ بيانيًّا** القراءاتِ في الجدولِ؛ على أنْ تكونَ قيمُ ($(\Delta t)^2$) على المحورِ الأفقيِّ، وقيمُ ($2\Delta y$) على المحورِ الرأسيِّ، ثمَّ أحسُبُ ميلَ المنحنى (يُمثِّلُ هذا الميلُ تسارُعَ السقوطِ الحُرِّ).

البياناتُ والملاحظاتُ:

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

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. **أُقارِنُ:** بالتعاونِ معَ أفرادِ مجموعتي، أُقارِنُ النتيجةَ التي توصَّلْنا إليْها عمليًّا بالقيمةِ المقبولةِ المُتَّفَقِ عليْها ($9.8\ m/s^2$).

.....

2. **أستنتجُ:** ما سببُ اختلافِ النتيجةِ بينَ مجموعةٍ وأُخرى؟ ما سببُ اختلافِ النتيجةِ عنِ القيمةِ المقبولةِ؟

.....

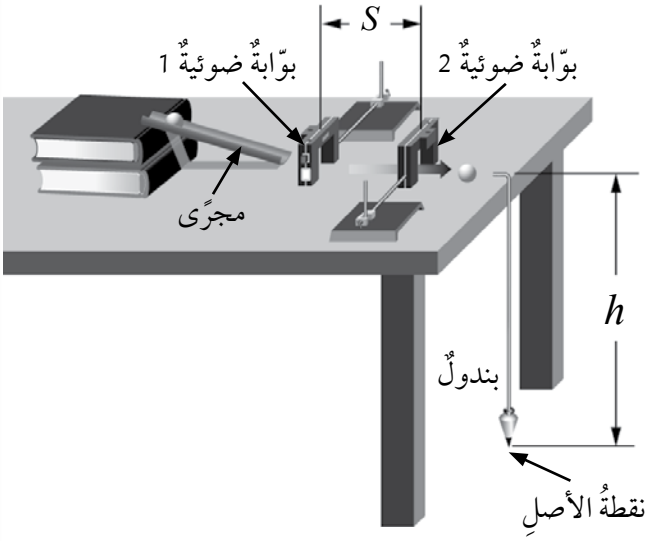
3. **أُفسِّرُ:** ما سببُ اختيارِ كرةٍ مطاطيةٍ صغيرةِ الحجمِ؟ إذا استُخدِمَتْ كرةٌ كبيرةُ الحجمِ وخفيفةٌ، فما الذي سيتغيَّرُ؟

.....

التجربةُ 2 وصفُ حركةِ المقذوفِ الأفقيِّ

الخلفيةُ العلميةُ:

يُستعمَلُ المستوى المائلُ في هذهِ التجربةِ لإكسابِ الكرةِ سرعةً عندَ حركتِها تحتَ تأثيرِ قُوَّةِ الوزنِ. وكلَّما زادَتْ زاويةُ ميلِ المستوى زادَتْ سرعةُ الكرةِ الأفقيةُ الابتدائيةُ v_{ox} (عندَ حافةِ الطاولةِ) اللازمةُ لبدءِ حركةِ المقذوفِ الأفقيِّ.



لحسابِ الزمنِ الذي تستغرقُهُ الكرةُ في الهبوطِ منْ أعلى الطاولةِ إلى سطحِ الأرضِ، تُستخدَمُ العلاقةُ الآتيةُ:

$$\Delta y = v_1 t + \tfrac{1}{2} g t^2$$

ولأنَّ المُرَكَّبةَ الرأسيةَ للسرعةِ الابتدائيةِ للكرةِ صفرٌ، و($\Delta y = h$)؛ فإنَّ العلاقةَ السابقةَ تؤولُ إلى الصورةِ الآتيةِ:

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

ولأنَّ سرعتَها الابتدائيةَ الأفقيةَ ثابتةٌ؛ فإنَّ المدى الأفقيَّ يُحسَبُ بالعلاقةِ الآتيةِ:

$$R = t v_{ox}$$

الهدفُ:

- قياسُ المدى الأفقيِّ بصورةٍ عمليةٍ، ثمَّ حسابُهُ باستعمالِ معادلاتِ الحركةِ، ثمَّ مقارنةُ النتائجِ.
- استقصاءُ العلاقةِ بينَ المدى الأفقيِّ وسرعةِ المقذوفِ الابتدائيةِ.

الموادُّ والأدواتُ:

عددٌ منَ الكتبِ، مجرًى بلاستيكيٌّ، كرةٌ فلزيةٌ، مسطرةٌ، ورقُ كربونٍ، بوّابتانِ ضوئيتانِ، عدّادٌ زمنيٌّ رقميٌّ.

إرشاداتُ السلامةِ:

الحذرُ منْ سقوطِ الأجسامِ والأدواتِ على القدميْنِ.

خطواتُ العملِ:

1. أُركِّبُ أدواتِ التجربةِ كما في الشكلِ، مراعيًا وضعَ كتابيْنِ فوقَ الطاولةِ، ووضعَ طرفِ المجرى البلاستيكيِّ فوقَهُما.
2. **أقيسُ** ارتفاعَ الطاولةِ عنْ سطحِ الأرضِ (h)، والمسافةَ بينَ البوّابتيْنِ (S)، ثمَّ أُدَوِّنُ النتيجةَ في الجدولِ.
3. **أتوقَّعُ** مكانَ سقوطِ الكرةِ على الأرضِ، وأضعُ فيهِ ورقَ الكربونِ.
4. أَصِلُ البوّابتيْنِ بالعدّادِ الزمنيِّ الرقميِّ، ثمَّ أَصِلُهُ بمصدرِ الطاقةِ الكهربائيةِ، ثمَّ أُشغِّلُهُ.
5. أضعُ الكرةَ الفلزيةَ في أعلى المجرى المائلِ، ثمَّ أتركُها تتحرَّكُ، وأُلاحِظُ مسارَها، ومكانَ سقوطِها. وفي حالِ سقطَتِ الكرةُ في مكانٍ غيرِ الذي توقَّعْتُهُ، أنقلُ ورقَ الكربونِ إلى مكانِ السقوطِ، مُكرِّرًا الخطوةَ.
6. أُدَوِّنُ قراءةَ العدّادِ الرقميِّ (Δt) في الجدولِ، ثمَّ أقيسُ الإزاحةَ الأفقيةَ (R) بينَ نقطةِ السقوطِ ونقطةِ الأصلِ التي يُشيرُ إليها البندولُ، ثمَّ أُدَوِّنُها في الجدولِ.
7. أُضيفُ كتابًا ثالثًا تحتَ المجرى، ثمَّ أُكرِّرُ الخطوةَ (5) والخطوةَ (6)، مُدَوِّنًا النتائجَ، ثمَّ أُضيفُ كتابًا رابعًا، وأُكرِّرُ ما سبقَ.
8. أَجِدُ السرعةَ الابتدائيةَ (v_{ox}) لكلِّ محاولةٍ، بقسمةِ المسافةِ (S) على المدَّةِ الزمنيةِ (Δt) ثمَّ أُدَوِّنُ الناتجَ في الجدولِ.
9. أستخدمُ معادلاتِ الحركةِ في إيجادِ زمنِ السقوطِ (t)، والمدى الأفقيِّ (R)، ثمَّ أُدَوِّنُ الناتجَ في الجدولِ.

البياناتُ والملاحظاتُ:

عددُ الكتبِ	h (m)	R (m)	S (m)	Δt (s)	v_{ox} (m/s)	الحساباتُ	
						$t = \sqrt{2\,h/g}$	$R = tv_{ox}$ (m)
2							
3							
4							

التحليلُ والاستنتاجُ:

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

.....

.....

2. أَصِفُ العلاقةَ بينَ السرعةِ الابتدائيةِ للكرةِ وكلٍّ من: زمنِ السقوطِ، والمدى الأفقيِّ.

.....

.....

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

.....

.....

4. **أُفسِّرُ**: كيفَ ستُؤثِّرُ زيادةُ ارتفاعِ الطاولةِ (h) في مقدارِ المدى الأفقيِّ للكرةِ؟

.....

.....

تجربةٌ إثرائيةٌ 1
تأثيرُ مقاومةِ الهواءِ في سقوطِ الأجسامِ قربَ سطحِ الأرضِ

الخلفيةُ العلميةُ:

عندَ حلِّ مسائلِ الفيزياءِ المُتعلِّقةِ بسقوطِ الأجسامِ الحُرِّ، فإنَّهُ يُطلَبُ إهمالُ مقاومةِ الهواءِ، وافتراضُ أنَّ التسارُعَ ثابتٌ. أمّا في المسائلِ العمليةِ الخاصةِ بالمشاهداتِ الواقعيةِ، فإنَّ الأجسامَ لا تسقطُ بتسارُعٍ ثابتٍ نتيجةَ مقاومةِ الهواءِ لحركتِها؛ إذْ نُشاهِدُ سقوطَ أوراقِ الشجرِ وريشةِ العصفورِ وغيرِ ذلكَ منَ الأجسامِ الخفيفةِ بصورةٍ مختلفةٍ عنْ سقوطِ الحجرِ والكرةِ الصُّلْبةِ والأجسامِ الثقيلةِ الأُخرى. فعندَ إسقاطِ ورقةِ شجرٍ وكرةِ جولف منَ الارتفاعِ نفسِهِ، نجدُ أنَّ كرةَ الجولف تبقى في حالةِ تسارُعٍ حتّى تصلَ إلى سطحِ الأرضِ، في حينِ تسقطُ ورقةُ الشجرِ بتسارُعٍ في بدايةِ حركتِها، ثمَّ تُكمِلُ مسارَها بسرعةٍ ثابتةٍ. فما سببُ ثباتِ سرعتِها؟

تسقطُ كرةُ الجولف بفعلِ تأثيرِ وزنِها نحوَ الأسفلِ، ويُمكِنُ إهمالُ مقاومةِ الهواءِ لحركتِها لأنَّها قليلةٌ نسبةً إلى وزنِ الكرةِ، في حينِ تُؤثِّرُ مقاومةُ الهواءِ في ورقةِ الشجرِ تأثيرًا كبيرًا نسبةً إلى وزنِها؛ ما يجعلُها تتزنُ، وتتحرَّكُ بسرعةٍ ثابتةٍ.

عندما تسقطُ الأجسامُ بفعلِ تأثيرِ وزنِها ومقاومةِ الهواءِ، فإنَّها تبدأُ حركتَها بتسارُعٍ يجعلُ سرعتَها في حالةِ تزايدٍ مستمرةٍ، فتزدادُ مقاومةُ الهواءِ للجسمِ كلَّما زادَتْ سرعتُهُ، حتّى تصبحَ مقاومةُ الهواءِ مساويةً لوزنِ الجسمِ، عندئذٍ يصبحُ في حالةِ اتزانٍ ديناميكيٍّ، وتبدأُ مرحلةٌ جديدةٌ منَ الحركةِ بسرعةٍ ثابتةٍ. وتُسمّى السرعةُ التي تتساوى عندَها مقاومةُ الهواءِ لحركةِ الجسمِ معَ وزنِهِ السرعةَ الحدِّيةَ (terminal velocity)، ويُرمَزُ إليْها بالرمزِ (v_T).

أُجرِيَتِ عديدٌ منَ التجاربِ على سقوطِ أجسامٍ مختلفةٍ في الهواءِ، وقدْ أظهرَتْ نتائجُها أنَّ مقاومةَ الهواءِ لحركةِ الأجسامِ تتناسبُ طرديًّا معَ مربَّعِ سرعةِ الجسمِ؛ فكلَّما زادَتْ سرعةُ سقوطِ الجسمِ زادَتْ مقاومةُ الهواءِ لحركتِهِ. أمّا السرعةُ الحدِّيةُ للجسمِ فإنَّها تتأثَّرُ بكتلتِهِ؛ فالأجسامُ ذاتُ الكتلِ الكبيرةِ تصلُ إلى سرعاتٍ حدِّيّةٍ كبيرةٍ، في حينِ تصلُ الأجسامُ الخفيفةُ إلى سرعتِها الحدِّيةِ الصغيرةِ في زمنٍ قليلٍ.

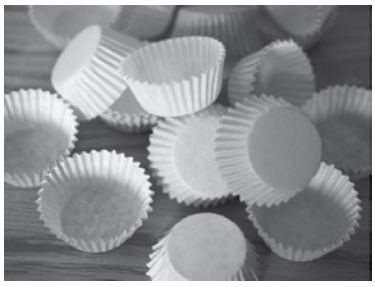
الهدفُ:

- ملاحظةُ تأثيرِ مقاومةِ الهواءِ في حركةِ الأجسامِ عندَ سقوطِها خلالَهُ.
- تحديدُ أثرِ كلٍّ منْ مساحةِ سطحِ الجسمِ وكتلتِهِ في سرعتِهِ الحدِّيةِ.

الموادُّ والأدواتُ:

أكوابٌ ورقيةٌ مختلفةُ الحجومِ خاصةٌ بصنعِ الكيكِ، شريطٌ متريٌّ، ساعةُ إيقافٍ، ميزانٌ حسّاسٌ، لاصقٌ.

إرشاداتُ السلامةِ:



الصعودُ فوقَ الطاولةِ بحذرٍ.

خطواتُ العملِ:

أولًا: العلاقةُ بينَ مساحةِ قاعدةِ الجسمِ وسرعتِهِ الحدِّيةِ.

1. أقيسُ كتلةَ أكبرِ الأكوابِ مساحةً، ثمَّ كتلةَ الأوسطِ، فالأصغرِ، ثمَّ أُلصِقُ في داخلِ الكوبيْنِ الأوسطِ والأصغرِ قطعَ ورقٍ مناسبةً حتّى تتساوى الأكوابُ الثلاثةُ في الكتلةِ.
2. أصعدُ بحذرٍ فوقَ الطاولةِ وبيدي الكوبُ الورقيُّ الصغيرُ، ويقفُ زميلي قربَ الطاولةِ وبيدِهِ ساعةُ الإيقافِ.
3. أُسقِطُ الكوبَ الورقيَّ وقاعدتَهُ إلى الأسفلِ، وفي اللحظةِ نفسِها يبدأُ زميلي حسابَ الزمنِ باستعمالِ ساعةِ الإيقافِ، ثمَّ يوقفُها عندَ وصولِ الكوبِ إلى الأرضِ، ثمَّ أُدَوِّنُ قراءةَ الساعةِ في الجدولِ (1)، ثمَّ أُكرِّرُ العمليةَ مرَّتيْنِ أُخرييْنِ مُدَوِّنًا النتيجةَ.
4. أقيسُ المسافةَ منْ نقطةِ إسقاطِ الكوبِ إلى سطحِ الأرضِ، ثمَّ أُدَوِّنُها في الجدولِ.
5. أُكرِّرُ الخطوتيْنِ الثانيةَ والثالثةَ ثلاثَ مرّاتٍ أُخرى، مُستعمِلًا الكوبَ الأوسطَ، ثمَّ أُعيدُ الكَرَّةَ ثلاثَ مرّاتٍ أُخرى باستعمالِ الكوبِ الأكبرِ، مُدَوِّنًا نتائجَ القياسِ كلَّ مرَّةٍ في الجدولِ.

ثانيًا: العلاقةُ بينَ كتلةِ الجسمِ وسرعتِهِ الحدِّيةِ.

1. أقفُ فوقَ الطاولةِ وبيدي كوبٌ ورقيٌّ لمْ أُلصِقْ داخلَهُ شيئًا، ويقفُ زميلي قربَ الطاولةِ وبيدِهِ ساعةُ الإيقافِ.
2. أُسقِطُ الكوبَ الورقيَّ مراعيًا أنْ تكونَ قاعدتُهُ إلى أسفلَ، وفي اللحظةِ نفسِها يبدأُ زميلي حسابَ الزمنِ باستعمالِ ساعةِ الإيقافِ، ثمَّ يوقفُها عندَ وصولِ الكوبِ إلى الأرضِ، ثمَّ أُدَوِّنُ قراءةَ الساعةِ في الجدولِ (2)، ثمَّ أُكرِّرُ العمليةَ مرَّتيْنِ أُخرييْنِ مُدَوِّنًا النتيجةَ.
3. أقيسُ المسافةَ منْ نقطةِ إسقاطِ الكوبِ إلى سطحِ الأرضِ، ثمَّ أُدَوِّنُها في الجدولِ.

4. أُكرِّرُ الخطوتيْنِ الثانيةَ والثالثةَ ثلاثَ مرّاتٍ أُخرى، بعدَ وضعِ كوبٍ مُماثِلٍ داخلَ الكوبِ الأولِ، مُدَوِّنًا نتائجَ القياسِ كلَّ مرَّةٍ في الجدولِ.
5. أُكرِّرُ الخطوتيْنِ الثانيةَ والثالثةَ ثلاثَ مرّاتٍ أُخرى، بعدَ وضعِ كوبٍ ثالثٍ مُماثِلٍ داخلَ الكوبيْنِ، مُدَوِّنًا نتائجَ القياسِ كلَّ مرَّةٍ في الجدولِ.

البياناتُ والملاحظاتُ:

الجدولُ (1): العلاقةُ بينَ مساحةِ قاعدةِ الجسمِ وسرعتِهِ الحدِّيةِ (معَ تساوي الكتلِ).

الكوبُ الورقيُّ	مسافةُ السقوطِ (m)	زمنُ السقوطِ (s)			متوسطُ زمنِ السقوطِ (s)	السرعةُ المتوسطةُ (m/s)	ملاحظاتٌ
		المحاولةُ (1)	المحاولةُ (2)	المحاولةُ (3)			
الأصغرُ							
الأوسطُ							
الأكبرُ							

الجدولُ (2): العلاقةُ بينَ كتلةِ الجسمِ وسرعتِهِ الحدِّيةِ (معَ تساوي مساحةِ القاعدةِ).

عددُ الأكوابِ	مسافةُ السقوطِ (m)	زمنُ السقوطِ (s)			متوسطُ زمنِ السقوطِ (s)	السرعةُ المتوسطةُ (m/s)	ملاحظاتٌ
		المحاولةُ (1)	المحاولةُ (2)	المحاولةُ (3)			
1							
2							
3							

التحليلُ والاستنتاجُ:

الجزءُ الأولُ:

1. أَصِفُ سرعةَ كلِّ نوعٍ منَ الأكوابِ في أثناءِ سقوطِها؛ هلْ كانَتِ السرعةُ متناقصةً باستمرارٍ أمْ ثابتةً؟ **أُفسِّرُ** إجابتي.

.....

.....

2. **أُقارِنُ** بينَ سرعةِ الأكوابِ عندما تتساوى في كتلِها، وتختلفُ في مساحةِ قاعدتِها.

.....

.....

3. ما نوعُ العلاقةِ بينَ سرعةِ الكوبِ ومساحةِ قاعدتِهِ؟ ماذا تُسمّى السرعةُ في هذهِ التجربةِ؟

.....

.....

4. **أُفسِّرُ** العلاقةَ التي توصَّلْتُ إليْها بينَ السرعةِ ومساحةِ القاعدةِ.

.....

.....

الجزءُ الثاني:

1. في هذا الجزءِ منَ التجربةِ استُعمِلَتْ أكوابٌ ورقيةٌ تختلفُ في كتلِها، معَ المحافظةِ على ثباتِ مساحةِ القاعدةِ. ما أهميةُ ذلكَ؟

.....

.....

2. **أُقارِنُ** بينَ سرعةِ الأكوابِ عندَ تساويها في مساحةِ القاعدةِ، واختلافِها في الكتلةِ.

.....

.....

3. ما نوعُ العلاقةِ بينَ سرعةِ الكوبِ وكتلتِهِ؟

.....

.....

4. **أُفسِّرُ** العلاقةَ التي توصَّلْتُ إليْها بينَ السرعةِ والكتلةِ، مُبيِّنًا علاقةَ ذلكَ بوزنِ الكوبِ.

.....

.....

5. **أُقارِنُ** بينَ عمليةِ سقوطِ الكوبِ الورقيِّ وكرةِ التنسِ الأرضيِّ منْ حيثُ تأثيرُ مقاومةِ الهواءِ في كلٍّ منْهُما.

.....

.....

التواصلُ:

أُقارِنُ النتائجَ التي توصَّلْتُ إليْها أنا وأفرادُ مجموعتي بنتائجِ المجموعاتِ الأُخرى، ثمَّ أبحثُ عنْ تفسيرٍ مناسبٍ لاختلافِ النتائجِ بينَ المجموعاتِ.

بناءُ مِظلّةِ هبوطٍ STEAM

الخلفيةُ العلميةُ:

يستعملُ الطيارونَ والجنودُ المِظلّاتِ للهبوطِ منَ الطائراتِ على نحوٍ آمنٍ، ويستعملُها الرياضيونَ للوصولِ إلى سطحِ الأرضِ بأمانٍ بعدَ أدائِهِمْ حركاتٍ معينةً في رياضةِ القفزِ الحُرِّ، فضلًا عنِ استعمالِها في إنزالِ طرودِ المساعداتِ منَ الجوِّ إلى المحتاجينَ على الأرضِ.

تتمثَّلُ أهميةُ المِظلَّةِ في أنَّها تزيدُ منْ مقاومةِ الهواءِ للجسمِ في أثناءِ سقوطِهِ، فيهبطُ بسرعةٍ ثابتةٍ قليلةٍ لا تؤذيهِ عندَ وصولِهِ إلى الأرضِ، بدلًا منْ سقوطِهِ سقوطًا حُرًّا؛ لذا تُصنَعُ المِظلَّةُ منْ موادَّ خفيفةِ الوزنِ، ومتينةٍ، ولا ينفذُ منْها الهواءُ.

سأعملُ في هذا النشاطِ على إعدادِ تصاميمَ عِدَّةٍ لمِظلَّةٍ يُمكِنُها حملُ بيضةٍ، ثمَّ الهبوطُ بها منْ نافذةِ الطابقِ الثاني منْ دونِ أنْ تنكسرَ. بعدَ ذلكَ، يتعيَّنُ عليَّ اختيارُ أحدِ هذهِ التصاميمِ، وبناءُ نموذجٍ لمِظلَّةٍ ضمنَ مواصفاتِ التصميمِ، ثمَّ اختبارُ هذا النموذجِ، ومقارنةُ نتائجِ اختبارِ مجموعتي بنتائجِ الاختباراتِ لنماذجِ المجموعاتِ في الصفِّ.

تحديدُ المشكلةِ:

ما المشكلةُ التي يتعيَّنُ عليَّ حلُّها بصنعِ المِظلَّةِ؟

.....

تصميمُ النموذجِ وبناؤُهُ:

تختلفُ حجومُ المِظلّاتِ ومتانتُها باختلافِ الغرضِ منِ استخدامِها. ما مواصفاتُ مِظلَّتي التي سأصنعُها؟

.....

أكتبُ مراحلَ التصميمِ، مُوضِّحًا إيّاها بالرسمِ.

.....

ما الموادُّ التي سأستعملُها لصنعِ المِظلَّةِ؟

.....

أكتبُ كيفَ سأصنعُ نموذجَ المِظلَّةِ، ثمَّ أُبيِّنُ طريقةَ الاستخدامِ، مُوضِّحًا ذلكَ بالرسمِ.

.....

اختبارُ النموذجِ:

أُعلِّقُ جسمًا تجريبيًّا (لا أخشى عليْهِ الكسرَ) بالمِظلَّةِ، ثمَّ أُسقِطُهُ منَ ارتفاعاتٍ منخفضةٍ. هلْ هبطَ بسرعةٍ قليلةٍ؟

.....

أُسقِطُ المِظلَّةَ والجسمَ منَ ارتفاعاتٍ أكبرَ، هلْ ظلَّتِ السرعةُ آمنةً؟

.....

أزيدُ مقدارَ الثِّقْلِ المُعلَّقِ، ثمَّ أُكرِّرُ التجربةَ. كيفَ تأثَّرَتِ السرعةُ؟

.....

أُعلِّقُ البيضةَ بالمِظلَّةِ، ثمَّ أُسقِطُها منْ نافذةِ الطابقِ الثاني. هلْ وصلَتِ الأرضَ سليمةً أمْ مكسورةً؟

.....

أُقارِنُ نتائجَ مجموعتي بنتائجِ المجموعاتِ في الصفِّ.

.....

التعديلاتُ، وإعادةُ التصميمِ:

في حال كُسِرَتِ البيضةُ، ما التعديلاتُ التي سأُدخِلُها على التصميمِ وصنعِ النموذجِ لحلِّ هذهِ المشكلةِ؟

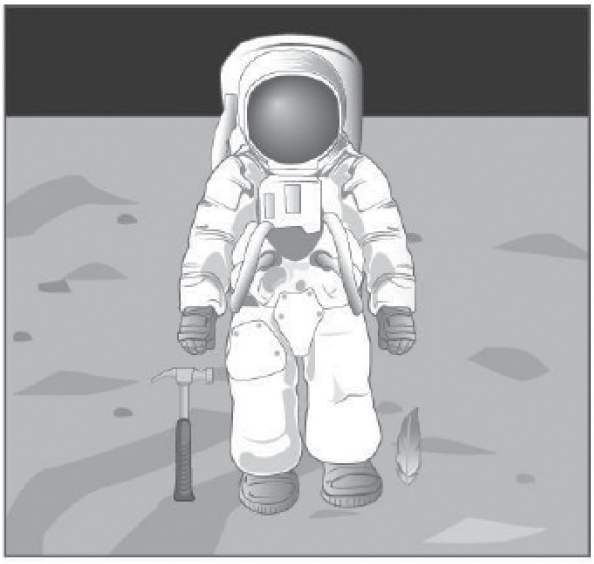
.....

.....

.....

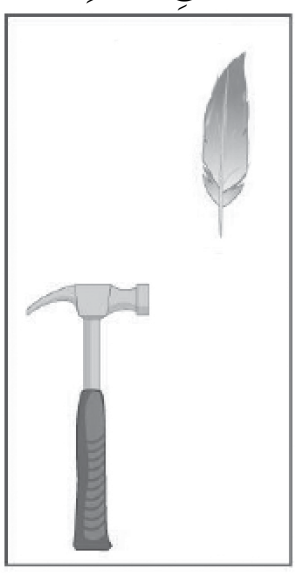
أسئلةٌ اختباراتٍ دوليةٍ، أوْ أسئلةٌ على نمطِها

السؤالُ الأولُ:



على سطحِ القمرِ.

على سطحِ الأرضِ.



وقفَ رائدُ فضاءٍ على سطحِ القمرِ، ثمَّ أسقطَ ريشةً ومِطْرقةً منْ يديْهِ في اللحظةِ نفسِها، فوصلَتا سطحَ القمرِ معًا. ولكنْ، عندَ تنفيذِكَ هذهِ التجربةَ على سطحِ الأرضِ ستُلاحِظُ أنَّ المِطْرقةَ تصلُ أولًا سطحَ الأرضِ. فما التفسيرُ الصحيحُ لهاتيْنِ المشاهدتيْنِ؟

أ – تسقطُ المِطْرقةُ على سطحِ الأرضِ قبلَ الريشةِ؛ لأنَّ قُوَّةَ جذبِ الأرضِ لها كبيرةٌ. أمّا على سطحِ القمرِ فإنَّ وزنَ الريشةِ ووزنَ المِطْرقةِ متساويانِ.

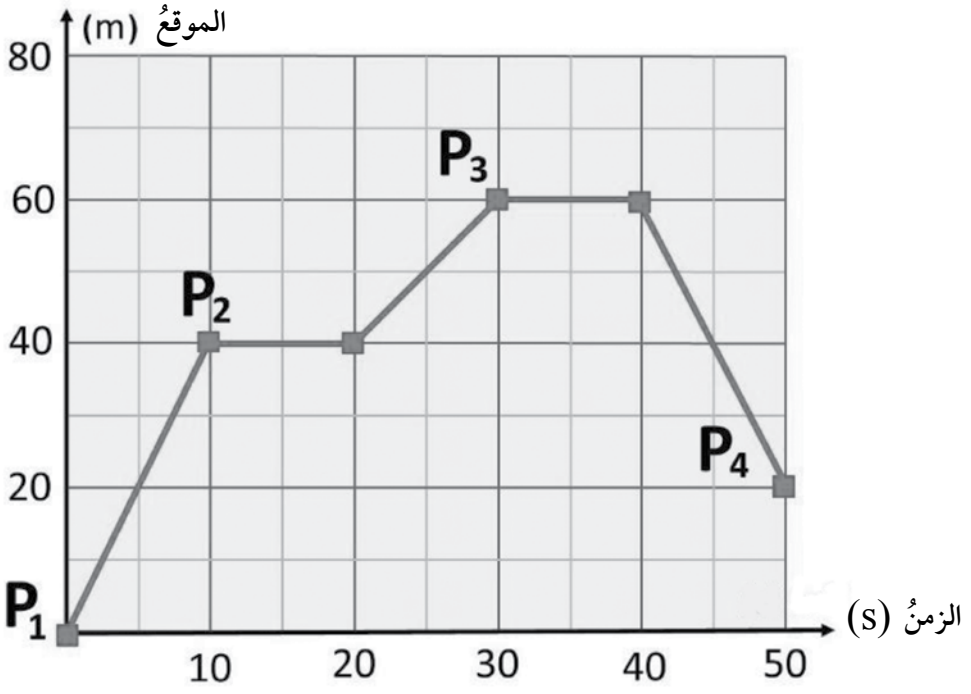
ب– تسقطُ المِطْرقةُ على سطحِ الأرضِ قبلَ الريشةِ؛ لأنَّ تأثيرَ مقاومةِ الهواءِ فيها (نسبةً إلى وزنِها) أقلُّ منْهُ في الريشةِ. أمّا على سطحِ القمرِ فلا يوجدُ هواءٌ.

ج – تسقطُ المِطْرقةُ على سطحِ الأرضِ قبلَ الريشةِ؛ لأنَّ قُوَّةَ جذبِ الأرضِ للأجسامِ تساوي ستةَ أمثالِ قُوَّةِ جذبِ القمرِ.

د – تسقطُ المِطْرقةُ والريشةُ معًا على سطحِ القمرِ؛ نظرًا إلى عدمِ وجودِ جاذبيةٍ للقمرِ.

السؤالُ الثاني:

رُصِدَتْ حركةُ درّاجةٍ على طريقٍ أفقيٍّ في خطٍّ مستقيمٍ (باتجاهيْنِ متعاكسيْنِ). وقدْ مُثِّلَتِ البياناتُ المُتعلِّقةُ بهذهِ الحركةِ بيانيًّا، كما في الشكلِ الآتي:



كانَتِ الدرّاجةُ عندَ نقطةِ الإسنادِ المرجعيةِ في الموقعِ (P_1) عندَ اللحظةِ الزمنيةِ ($t = 0$ s)، ثمَّ انتقلَتْ إلى بقيةِ المواقعِ (P_2, P_3, P_4).

مقدارُ كلٍّ منَ المسافةِ التي قطعَتْها الدرّاجةُ، والإزاحةِ التي حدَثَتْ لها، في كلِّ مدَّةٍ زمنيةٍ، هوَ:

أ – تحرَّكَتِ الدرّاجةُ مرَّتيْنِ، وتوقَّفَتْ مرَّتيْنِ، وقطعَتْ مسافةَ (20 m)، وكانَ مقدارُ الإزاحةِ (50 m).

ب– تحرَّكَتِ الدرّاجةُ ثلاثَ مرّاتٍ، وتوقَّفَتْ ستَّ مرّاتٍ، وقطعَتْ مسافةَ (60 m)، وكانَ مقدارُ الإزاحةِ (40 m).

ج – تحرَّكَتِ الدرّاجةُ مرَّتيْنِ، وتوقَّفَتْ ثلاثَ مرّاتٍ، وقطعَتْ مسافةَ (40 m)، وكانَ مقدارُ الإزاحةِ (20 m).

د – تحرَّكَتِ الدرّاجةُ ثلاثَ مرّاتٍ، وتوقَّفَتْ مرَّتيْنِ، وقطعَتْ مسافةَ (100 m)، وكانَ مقدارُ الإزاحةِ (20 m).

القصورُ الذاتيُّ

الخلفيةُ العلميةُ:

لا يُمكِنُ للأجسامِ تغييرُ حالتِها الحركيةِ منْ تلقاءِ نفسِها؛ إذْ يجبُ أنْ تُؤثِّرَ فيها قُوَّةٌ محصلةٌ لفعلِ ذلكَ، في ما يُعرَفُ بالقصورِ الذاتيِّ.

يُعرَّفُ القصورُ الذاتيُّ للجسمِ بأنَّهُ ميلُ الجسمِ إلى المحافظةِ على حالتِهِ منْ حيثُ السكونُ أوِ الحركةُ بسرعةٍ مُتَّجِهةٍ ثابتةٍ، ومُمانَعَتُهُ لأيِّ تغييرٍ فيها.

سأتعرَّفُ في هذهِ التجربةِ مفهومَ القصورِ الذاتيِّ، وأستقصي علامَ يعتمدُ القصورُ الذاتيُّ للجسمِ.

الهدفُ:

تعرُّفُ مفهومِ القصورِ الذاتيِّ.

الموادُّ والأدواتُ:

لوحُ تزلُّجٍ أوْ عربةٌ، مكعبٌ خشبيٌّ، حاجزٌ، شريطٌ لاصقٌ.

إرشاداتُ السلامةِ:

تنفيذُ التجربةِ في منتصفِ غرفةِ الصفِّ، بعيدًا عنْ أيِّ قطعِ أثاثٍ قابلةٍ للكسرِ.

خطواتُ العملِ:

1. أضعُ لوحَ التزلُّجِ (أوِ العربةَ) في منتصفِ غرفةِ الصفِّ، ثمَّ أضعُ المكعبَ عليْهِ، ثمَّ أضعُ الحاجزَ على بُعْدِ (1-2 m) منَ اللوحِ.
2. **أُلاحِظُ** ما يحدثُ عندَ وضعِ المكعبِ على اللوحِ، ودفعِ اللوحِ باتجاهِ الحاجزِ، مُدَوِّنًا ملاحظاتي.

.....

.....

3. **أُلاحِظُ** ما يحدثُ عندَ تكرارِ الخطوةِ السابقةِ، بعدَ تثبيتِ المكعبِ باللوحِ باستخدامِ الشريطِ اللاصقِ، مُدَوِّنًا ملاحظاتي.

.....

.....

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. **أُقارِنُ** بينَ ملاحظاتي في الخطوتيْنِ: (2)، وَ(3).

.....

.....

2. ما سببُ اندفاعِ المكعبِ الخشبيِّ في الخطوةِ (2)؟

.....

.....

3. **أُفسِّرُ**: هلْ يتعيَّنُ على سائقي السياراتِ استخدامُ أحزمةِ الأمانِ؟ أُفسِّرُ إجابتي.

.....

.....

التجربةُ 1 القُوَّةُ والكتلةُ والتسارُعُ

الخلفيةُ العلميةُ:

يسعى العالِمُ منْ تصميمِهِ التجاربَ والاستقصاءاتِ وتنفيذِها للتوصُّلِ إلى علاقةٍ بينَ المُتغيِّراتِ المطروحةِ للدراسةِ، عنْ طريقِ تحليلِ البياناتِ والنتائجِ عمليًّا؛ ما يُسهِّلُ تحديدَ الاستنتاجاتِ وتعميمَها. تتضمَّنُ هذهِ التجربةُ استقصاءَ العلاقةِ بينَ القُوَّةِ المحصلةِ المُؤثِّرةِ في الجسمِ، وتسارُعِهِ، وكتلتِهِ.

الهدفُ:

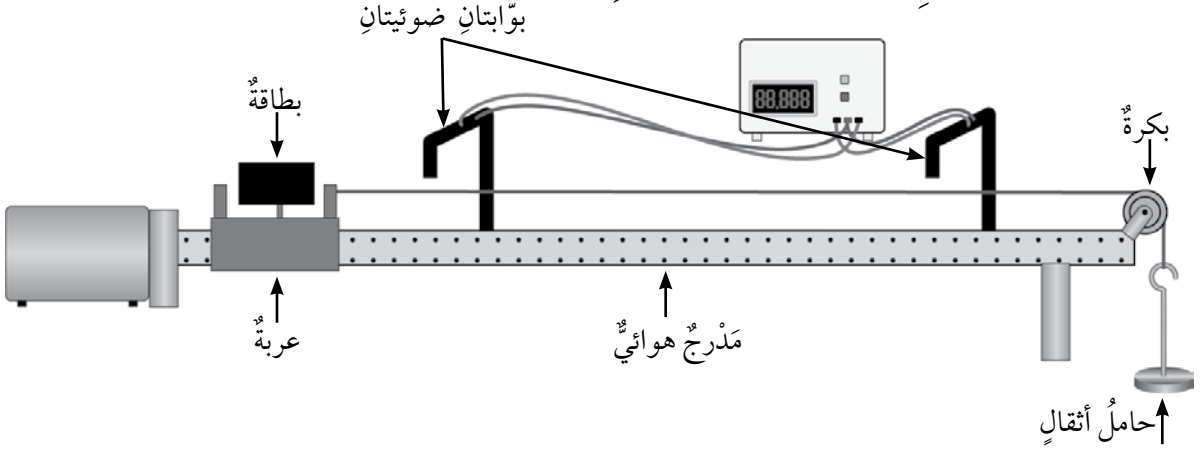
- استقصاءُ العلاقةِ بينَ تسارُعِ جسمٍ والقُوَّةِ المحصلةِ المُؤثِّرةِ فيهِ عندَ ثباتِ كتلتِهِ.
- إجراءُ استقصاءٍ لدراسةِ العلاقةِ بينَ تسارُعِ الجسمِ وكتلتِهِ عندَ ثباتِ القُوَّةِ المحصلةِ المُؤثِّرةِ فيهِ.

الموادُّ والأدواتُ:

مَدْرجٌ هوائيٌّ وملحقاتُهُ، مسطرةٌ مترية، بكرةٌ، خيطٌ، حاملُ أثقالٍ، عشرةُ أثقالٍ كتلةُ كلٍّ منْها (10 g)، ميزانٌ.

إرشاداتُ السلامةِ:

الحذرُ منْ سقوطِ الأجسامِ والأدواتِ على القدميْنِ.



خطواتُ العملِ:

1. أُثبِّتُ المَدْرجَ الهوائيَّ أفقيًّا على سطحِ الطاولةِ، ثمَّ أُثبِّتُ البكرةَ في نهايتِهِ، كما في الشكلِ.
2. **أقيسُ** كتلةَ العربةِ المنزلقةِ، ثمَّ أُدوِّنُ القراءةَ أعلى الجدولِ (1)، ثمَّ أضعُ العربةَ عندَ بدايةِ المَدْرجِ.
3. أربطُ أحدَ طرفَيِ الخيطِ بمُقدِّمةِ العربةِ، ثمَّ أربطُ طرفَهُ الآخرَ بحاملِ الأثقالِ، مرورًا بالبكرةِ.
4. أُثبِّتُ إحدى البوّابتيْنِ الضوئيتيْنِ عندَ مُقدِّمةِ العربةِ، ثمَّ أُثبِّتُ البوّابةَ الأُخرى على بُعْدِ (1 m) منْها،

ثمَّ أُدَوِّنُ مقدارَ هذا البُعدِ (d) أعلى الجدولِ. بعدَ ذلكَ أُثبِّتُ حاجزَ الاصطدامِ في نهايةِ المسارِ؛ لمنعِ اصطدامِ العربةِ بالبكرةِ.

5. أَصِلُ البوّابتيْنِ بالعدّادِ الزمنيِّ الرقميِّ، ثمَّ أَصِلُهُ بمصدرِ الطاقةِ الكهربائيةِ، ثمَّ أُشغِّلُهُ.
6. أضعُ أثقالًا مناسبةً على العربةِ والحاملِ، بحيثُ تقطعُ العربةُ مسافةَ (1 m) في زمنٍ مناسبٍ، ثمَّ أَجِدُ كتلَ الحاملِ وأثقالَهُ، التي تُسمّى كتلةَ ثِقْلِ التعليقِ (m_{hang})، ثمَّ أُدَوِّنُ القراءاتِ في الجدولِ. بعدَ ذلكَ أُضيفُ كتلَ الأثقالِ التي فوقَ العربةِ إلى كتلةِ العربةِ، ثمَّ أُدَوِّنُها في الجدولِ تحتَ عمودِ كتلةِ العربةِ (m_{cart}).
7. أُشغِّلُ مضخةَ الهواءِ، ثمَّ أُفلِتُ العربةَ، ثمَّ أُدَوِّنُ في الجدولِ تحتَ عمودِ الزمنِ (t) قراءةَ العدّادِ الزمنيِّ الرقميِّ، الذي يُمثِّلُ الزمنَ الذي تستغرقُهُ العربةُ في حركتِها بينَ البوّابتيْنِ.
8. أنقلُ ثِقْلًا منْ فوقِ العربةِ إلى الحاملِ، ثمَّ أُكرِّرُ الخطوةَ السابقةَ، وأُدَوِّنُ في الجدولِ القياساتِ الجديدةَ لكلٍّ منْ: (m_{hang})، وَ(m_{cart})، والزمنِ.
9. أُكرِّرُ الخطوةَ السابقةَ مرَّتَيْنِ لأثقالٍ إضافيةٍ أُخرى.
10. **أَستخدمُ الأرقامَ**: أحسُبُ تسارُعَ العربةِ لكلِّ (m_{hang}) باستخدامِ العلاقةِ: $a = 2d/t^2$، ثمَّ أَجِدُ ناتجَ ضربِ $(m_{hang} + m_{cart})a$ لكلِّ حالةٍ.
11. أُكرِّرُ التجربةَ بتثبيتِ كتلةِ ثِقْلِ التعليقِ (m_{hang})، وتغييرِ كتلةِ العربةِ (m_{cart})؛ لدراسةِ العلاقةِ بينَ الكتلةِ والتسارُعِ، ثمَّ **أُدَوِّنُ** القراءاتِ في الجدولِ (2).

البياناتُ والملاحظاتُ:

كتلةُ العربةِ: kg..... . البُعْدُ بينَ البوّابتيْنِ (d): m..... .

الجدولُ (1).

رقمُ المحاولةِ	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						

الجدولُ (2).

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

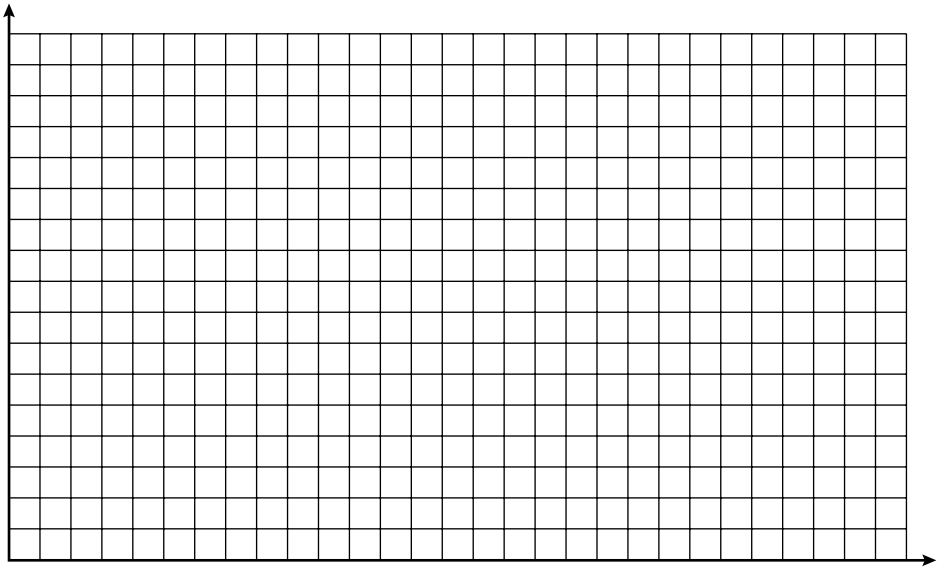
التحليلُ والاستنتاجُ:

1. **أُقارِنُ** بينَ a و$(m_{hang} + m_{cart})$ ومقدارِ وزنِ ثِقْلِ التعليقِ (m_{hang}g) لكلِّ حالةٍ. ما العلاقةُ بينَهُما؟

.....

.....

2. **أُمثِّلُ بيانيًّا** العلاقةَ بينَ مقدارِ القُوَّةِ المحصلةِ المُؤثِّرةِ في العربةِ (m_{hang}g) على المحورِ ($+y$) ومقدارِ التسارُعِ (a) على المحورِ ($+x$). ما شكلُ هذهِ العلاقةِ؟ ماذا أستنتجُ؟



.....

.....

3. **أستنتجُ**: ما الذي يُمثِّلُهُ ميلُ المنحنى البيانيِّ في السؤالِ السابقِ؟

.....

.....

4. **أستنتجُ**: ماذا حدثَ لمقدارِ تسارُعِ العربةِ عندَ تثبيتِ كتلةِ ثِقْلِ التعليقِ (m_{hang}) وتغييرِ كتلةِ العربةِ (m_{cart})؟

.....

.....

.....

اختبارُ دمى التصادمِ STEAM

الخلفيةُ العلميةُ:

ينصُّ القانونُ الأولُ لنيوتن على أنَّ "الجسمَ يحافظُ على حالتِهِ الحركيةِ منْ حيثُ السكونُ أوِ الحركةُ بسرعةٍ ثابتةٍ في خطٍّ مستقيمٍ ما لمْ تُؤثِّرْ فيهِ قُوَّةٌ محصلةٌ"، ويُعرَفُ هذا القانونُ باسمِ قانونِ القصورِ الذاتيِّ. يُعرَّفُ القصورُ الذاتيُّ بأنَّه ميلُ الجسمِ إلى المحافظةِ على حالتِهِ منْ حيثُ السكونُ أوِ الحركةُ بسرعةٍ مُتَّجِهةٍ ثابتةٍ، وممانعةِ أيِّ تغييرٍ فيها.

يهدفُ هذا الاستقصاءُ إلى تحديدِ ما يعتمدُ عليْهِ القصورُ الذاتيُّ للجسمِ، وتصميمِ حزامِ أمانٍ ذي مواصفاتٍ مُعيَّنةٍ، مثلِ: منعِ اندفاعِ الدميةِ إلى خارجِ العربةِ، والمحافظةِ على حرِّيةِ حركةِ الدميةِ؛ على أنْ أُقوِّمَ أنا وأفرادُ مجموعتي فاعليةَ هذا التصميمِ، محاكاةً لما يفعلُهُ المهندسونَ الميكانيكيونَ عندَ تطبيقِهِمْ علومَ الهندسةِ والفيزياءِ والموادِّ في أثناءِ تصميمِ الأنظمةِ الميكانيكيةِ، وتحليلِها، وتصنيعِها، وصيانتِها.

الهدفُ:

- استقصاءُ العلاقةِ بينَ القصورِ الذاتيِّ والكتلةِ.
- إعدادُ تجربةٍ تتضمَّنُ تصميمًا هندسيًّا لحزامِ أمانٍ ضمنَ معاييرَ وشروطٍ مُعيَّنةٍ.
- تجميعُ البياناتِ المُتعلِّقةِ بحركةِ الدميةِ، وتنظيمُها.
- تقويمُ التصميمِ بناءً على نتائجِ التجربةِ.
- استنتاجُ أهميةِ حزامِ الأمانِ.

الموادُّ والأدواتُ:

عربةٌ، لوحٌ مستوٍ أملسُ طولُهُ (1 m) تقريبًا، مكعبٌ خشبيٌّ طولُ ضلعِهِ (15 cm) تقريبًا، ميزانٌ، مسطرةٌ متريةٌ، شريطٌ لاصقٌ، معجونُ أطفالٍ (صلصالٌ) أوْ ثلاثُ دمًى مختلفةِ الكتلةِ، أربطةٌ مطاطيةٌ مختلفةُ الأشكالِ والأطوالِ، خيطٌ، حاملٌ فلزيٌّ، سلكُ نحاسٍ.

إرشاداتُ السلامةِ:

- لبسُ النظّارةِ الواقيةِ، وارتداءُ القفّازيْنِ ومريولِ المختبرِ.
- الحذرُ منْ سقوطِ الأجسامِ والأدواتِ على القدميْنِ.

خطواتُ العملِ:

الجزءُ الأولُ:

1. أستعملُ الصلصالَ لصناعةِ ثلاثِ دمًى مختلفةِ الكتلةِ: صغيرةٍ، ومتوسطةٍ، وكبيرةٍ.
2. **أقيسُ** كتلةَ كلِّ دميةٍ باستعمالِ الميزانِ، ثمَّ أُدوِّنُها في الجدولِ (1).
3. أصنعُ مستوًى مائلًا على سطحِ طاولةٍ؛ برفعِ أحدِ طرفَيِ اللوحِ المستوي باستعمالِ حاملٍ فلزِّيٍّ، أوْ وضعِ كتابيْنِ (أوْ ثلاثةِ كتبٍ) أسفلَ طرفِهِ.
4. أُثبِّتُ المكعبَ الخشبيَّ عندَ نهايةِ المستوى المائلِ بقطعةٍ منَ الشريطِ اللاصقِ.
5. أُثبِّتُ المسطرةَ المتريةَ على سطحِ الطاولةِ بقطعةٍ منَ الشريطِ اللاصقِ، بحيثُ يكونُ صفرُها عندَ نهايةِ المستوى المائلِ.
6. أضعُ الدميةَ الصغيرةَ في العربةِ، ثمَّ أضعُ العربةَ عندَ أعلى المستوى المائلِ، ثمَّ أُفلِتُها.
7. **أقيسُ** بُعْدَ نقطةِ سقوطِ الدميةِ عنْ نهايةِ المستوى المائلِ باستعمالِ المسطرةِ المتريةِ، ثمَّ **أُدَوِّنُ** القراءةَ في الجدولِ (2).
8. أُكرِّرُ الخطوتيْنِ السابقتيْنِ مرَّتيْنِ.
9. أُكرِّرُ الخطواتِ (6–8) باستعمالِ الدميتيْنِ: المتوسطةِ، والكبيرةِ.

الجزءُ الثاني:

1. **أُصمِّمُ** حزامَ أمانٍ لإحدى الدمى الثلاثِ.

2. **أُناقِشُ** أفرادَ مجموعتي في كيفيةِ صنعِ التصميمِ.

.....

.....

3. أصنعُ حزامَ الأمانِ، ثمَّ أضعُ الدميةَ في العربةِ، ثمَّ أربطُها بالحزامِ.
4. تضعُ كلُّ مجموعةٍ تصميمَها في المنطقةِ المُخصَّصةِ لعملِ الاختباراتِ في المختبرِ.
5. **تختبرُ** كلُّ مجموعةٍ تصميمَها أمامَ بقيةِ المجموعاتِ؛ بوضعِ العربةِ أعلى المستوى المائلِ، ثمَّ إفلاتِها.

.....

.....

6. تعملُ كلُّ مجموعةٍ تقييمًا لتعرُّفِ فاعليةِ تصميمِ حزامِ الأمانِ، بناءً على معاييرِ الأمانِ والسلامةِ، مثلِ: بقاءِ الدميةِ داخلَ العربةِ، وعدمِ حدوثِ إصاباتٍ أوْ تشوُّهاتٍ للدميةِ، ومزايا التصميمِ. أنظرُ الجدولَ (3).

البياناتُ والملاحظاتُ:

الجدولُ (1).

حجمُ الدميةِ	كتلةُ الدميةِ (g)
صغيرٌ	
متوسطٌ	
كبيرٌ	

الجدولُ (2): بُعْد نقطةِ سقوطِ الدميةِ عنْ نهايةِ المستوى المائلِ.

رقمُ المحاولةِ	الدميةُ الصغيرةُ (cm)	الدميةُ المتوسطةُ (cm)	الدميةُ الكبيرةُ (cm)
1			
2			
3			
متوسطُ القياساتِ			

الجدولُ (3): تقييمُ فاعليةِ تصميمِ حزامِ الأمانِ.

جودةُ التصميمِ	سلامةُ الدميةِ	مزايا التصميمِ
بقاءُ الدميةِ داخلَ العربةِ.	عدمُ حدوثِ إصاباتٍ أوْ تشوُّهاتٍ للدميةِ.	– عدمُ تقييدِ حركةِ الدميةِ. – شكلُ الحزامِ جميلٌ.
خروجُ بعضِ أجزاءِ الدميةِ منَ العربةِ.	حدوثُ تشوُّهاتٍ أوْ إصاباتٍ بسيطةٍ للدميةِ.	– حرِّيةُ الحركةِ متوسطةٌ. – شكلُ الحزامِ مقبولٌ.
خروجُ الدميةِ كلِّها منَ العربةِ.	حدوثُ تشوُّهاتٍ أوْ إصاباتٍ كبيرةٍ للدميةِ.	– تقييدُ حركةِ الدميةِ. – شكلُ الحزامِ غيرُ مقبولٍ.

التحليلُ والاستنتاجُ:

الجزءُ الأولُ:

1. **أُبيِّنُ** لماذا اندفعَتِ الدمى خارجَ العربةِ.

.....

.....

2. أيُّ الدمى كانَ بُعْدُ نقطةِ سقوطِها الأكبرَ؟

.....

.....

3. **أتوقَّعُ** العاملَ الذي أدّى إلى زيادةِ بُعْدِ نقطةِ سقوطِ الدميةِ.

.....

.....

4. أَصِفُ العلاقةَ بينَ الكتلةِ والقصورِ الذاتيِّ.

.....

.....

5. **أُناقِشُ**: بناءً على نتائجِ التجربةِ، هلْ أُؤيِّدُ إلزامَ قانونِ السيرِ السائقينَ والرُّكّابَ باستعمالِ أحزمةِ الأمانِ؟

.....

.....

الجزءُ الثاني:

1. **أُصدِرُ حكمًا** على تصميمي لحزامِ الأمانِ استنادًا إلى المعاييرِ الواردةِ في الجدولِ (3).

.....

.....

2. **أُناقِشُ** أفرادَ مجموعتي في عملِ التصاميمِ الأُخرى، وتحديدِ ما نجحَ منْها في الاختبارِ، وما يحتاجُ إلى إعادةِ تصميمٍ، وما استوفى الشروطَ كاملةً، وكانَ الأكثرَ قبولًا.

.....

.....

.....

.....

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

.....

.....

.....

.....

أسئلةُ اختباراتٍ دوليةٍ، أوْ أسئلةٌ على نمطِها

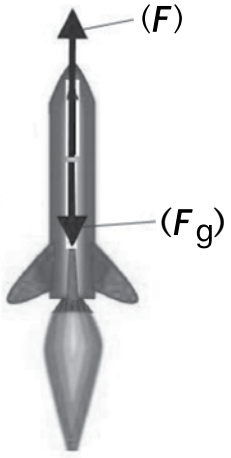
1 – طائرةٌ كتلتُها (8×10^4 kg)، هبطَتْ على المَدْرجِ الأفقيِّ للمطارِ بسرعةِ (70 m /s)، واستغرقَتْ (30 s) حتّى توقَّفَتْ وقوفًا كاملًا. أَجِدُ:

أ – تسارُعَ الطائرةِ.

ب– القُوَّةَ المحصلةَ المُؤثِّرةَ في الطائرةِ في أثناء حركتِها على مَدْرجِ المطارِ.

ج – أقلَّ مسافةٍ لطولِ المَدْرجِ مناسبةٍ لتوقُّفِ الطائرةِ.

2 – درّاجةٌ هوائيةٌ تتحرَّكُ بسرعةٍ ثابتةٍ على طريقٍ أفقيٍّ، ويلعبُ راكبُها بكرةٍ يرميها إلى الأعلى ثمَّ يلتقطُها. إذا قذفَ الكرةَ إلى أعلى، وتوقَّفَتِ الدرّاجةُ فجأةً، وسقطَتِ الكرةُ أمامَ الراكبِ ولمْ تسقطْ في يدِهِ، فما تفسيرُ ذلكَ؟

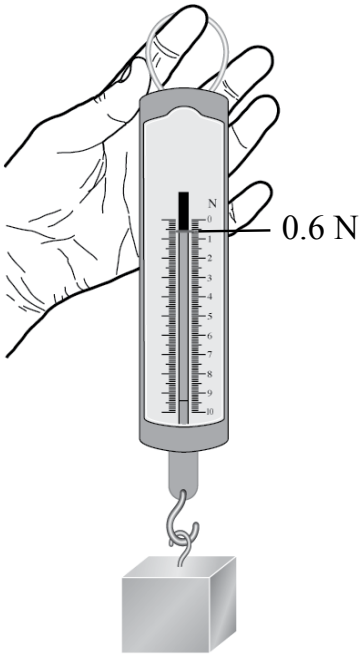


3 – يُمثِّلُ الشكلُ المجاورُ صاروخًا كتلتُهُ (2×10^4 kg) أُطْلِقَ منْ إحدى قواعدِ إطلاقِ الصواريخِ رأسيًّا إلى أعلى بتسارُعٍ، وكانَتْ قُوَّةُ الدفعِ (F) المُؤثِّرةُ في الصاروخِ إلى أعلى (4×10^5 N)، وكانَ وزنُ الصاروخِ (F_g). أَجِدُ:

أ –مقدارَ القُوَّةِ المحصلةِ المُؤثِّرةِ في الصاروخِ، مُحدِّدًا اتجاهَها.

ب– تسارُعَ الصاروخِ، مُحدِّدًا اتجاهَهُ.

ج – مصدرَ قُوَّةِ الدفعِ (F) المُؤثِّرةِ في الصاروخِ.



4 – يُمثِّلُ الشكلُ المجاورُ كتلةً مقدارُها (60 g) في حالةِ السكونِ، وهيَ مُعلَّقةٌ بطرفِ ميزانٍ نابضيٍّ:

أ – أرسمُ مُخطَّطَ الجسمِ الحُرِّ للكتلةِ.

ب– إذا رُفِعَ الميزانُ والكتلةُ معًا إلى أعلى بسرعةٍ ثابتةٍ، فما مقدارُ القُوَّةِ المحصلةِ المُؤثِّرةِ في الكتلةِ؟ ما اتجاهُها؟ **أُفسِّرُ** إجابتي.

ج – إذا رُفِعَ الميزانُ والكتلةُ معًا إلى أعلى، فتسارعَتِ الكتلةُ بمقدارِ (0.5 m /s^2)، فما مقدارُ القُوَّةِ المحصلةِ المُؤثِّرةِ في الكتلةِ؟ ما اتجاهُها؟ **أُفسِّرُ** إجابتي.