المركز الوطني
لتطوير المناهج
National Center
for Curriculum
Development

المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم

الفيزياء

الصف العاشر - كتاب الأنشطة والتجارب العملية

الفصل الدراسي الثاني

10

فريق التأليف

د. موسى عطا الله الطراونة (رئيسًا)

أ.د. محمود إسماعيل الجاغوب
خلدون سليمان المصاروه
موسى محمود جرادات
يحيى أحمد طواها

شفاء طاهر عباس (منسقًا)

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

قـرَّرت وزارة التربيـة والتعليـم تدريـس هذا الكتـاب في مدارس المملكـة الأردنية الهاشـمية جميعها، بنـاءً على قـرار المجلس الأعلى للمركـز الوطنـي لتطوير المناهج في جلسـته رقـم (2020/7)، تاريخ 2020/12/1 م، وقـرار مجلس التربية والتعليم رقـم (2020/174)، تاريـخ 2020/12/17 م، بـدءًا من العام الـدراسي 2020 / 2021 م.

© HarperCollins 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 - 287 - 9

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية:
(2022/4/1871)

375,001

الأردن. المركز الوطني لتطوير المناهج

الفيزياء: الصف العاشر: الفصل الثاني (كتاب الأنشطة والتجارب العملية)/ المركز الوطني لتطوير المناهج. ط2؛ مزيدة ومنقحة.– عمان: المركز، 2022

(52) ص.

ر.إ.: 2022/4/1871

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

يتحمل المؤلف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مصنفه ولا يعبّر 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 Lecensing 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 1441 هـ/ 2020 م

أعيدت طباعته 2021 – 2025 م

قائمةُ المحتوياتِ

الموضوعُ	رقمُ الصفحةِ
الوحدةُ الرابعةُ: تطبيقاتٌ على قوانينِ نيوتن	
تجربةٌ استهلاليةٌ: الكتلةُ والوزنُ	4
التجربةُ 1: قوةُ الشدِّ	6
التجربةُ 2: العواملُ التي تعتمدُ عليْها قوةُ الاحتكاكِ السكونيِّ وقوةُ الاحتكاكِ الحركيِّ	8
تجربةٌ إثرائيةٌ: القوَّةُ المركزيةُ في الحركةِ الدائريةِ المنتظمةِ	14
أسئلةُ اختباراتٍ دوليةٍ أوْ أسئلةٌ على نمطِها	20
الوحدةُ الخامسةُ: الموائعُ	
تجربةٌ استهلاليةٌ: خصائصُ الموائعِ	23
التجربةُ 1: قوةُ الطفوِ وقاعدةُ أرخميدس	26
التجربةُ2 : خصائصُ الموائعِ المتحركةِ	29
تجربةٌ إثرائيةٌ: قياسُ كلٍّ منْ سرعةِ تدفقِ المائعِ عمليًّا ومعدلِ تدفقهِ	32
أسئلةُ اختباراتٍ دوليةٍ، أوْ أسئلةٌ على نمطِها	35
الوحدةُ السادسةُ: الحركةُ الموجيةُ	
تجربةٌ استهلاليةٌ: الموجاتُ تنقلُ الطاقةَ ولا تنقلُ المادةَ	36
التجربةُ 1: استقصاءُ خاصيتَيِ انعكاسِ الموجاتِ وانكسارِها	39
التجربةُ 2: استقصاءُ خاصيتَيْ تداخلِ الموجاتِ وحيودِها	42
تجربةٌ إثرائيةٌ 1: قياسُ سرعةِ الصوتِ في الهواءِ	45
تجربةٌ إثرائيةٌ 2: بناءُ محطةٍ عائمةٍ لتوليدِ الطاقةِ الكهربائيةِ STEAM	50
أسئلةُ اختباراتٍ دوليةٍ، أوْ أسئلةٌ على نمطِها	52

تجربةٌ استهلاليةٌ

الكتلةُ والوزنُ

الخلفيةُ العلميةُ:

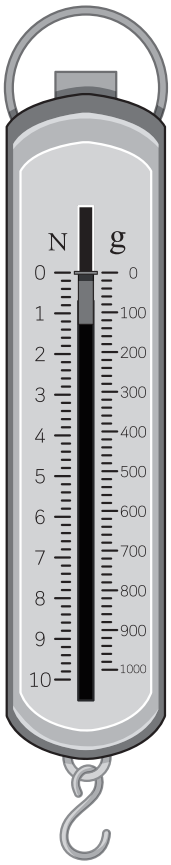
مفهوما الكتلةِ والوزنِ مختلفانِ، وليسا مترادفيْنِ كما نستخدمهُما في حياتِنا اليوميةِ. فالكتلةُ كميةٌ فيزيائيةٌ قياسيةٌ ثابتةٌ، تساوي مقدارَ المادةِ الموجودةِ في جسمٍ ما، وتُقاسُ بوحدةِ (kg) بحسبِ النظامِ الدوليِّ للوحداتِ، كذلكَ تُعدُّ الكتلةُ مقياسًا لممانعةِ الجسمِ لأيِّ تغييرٍ في حالتهِ الحركيةِ. أما الوزنُ فهوَ كميةٌ فيزيائيةٌ متجهةٌ، قيمتهُ تساوي مقدارَ قوةِ جذبِ الأرضِ للجسمِ، ويُقاسُ بوحدةِ newton بحسبِ النظامِ الدوليِّ للوحداتِ، ويكونُ اتجاهُ وزنِ أيِّ جسمٍ على سطحِ الأرضِ دائمًا رأسيًّا إلى أسفلَ في اتجاهِ مركزِها. ويُعطى مقدارُ وزنِ جسمٍ (F_g) كتلتهُ (m) بالقربِ منْ سطحِ الأرضِ بالعلاقةِ:

$$F_g = mg$$

ويُمثِّلُ g تسارعَ السقوطِ الحرِّ (تسارعَ الجاذبيةِ الأرضيةِ) في موقعِ وجودِ الجسمِ، ومقدارُه قريبًا منْ سطحِ الأرضِ يساوي $10\ m/s^2$ تقريبًا.

الهدفُ:

- استنتاجُ أن مفهومي الكتلةِ والوزنِ غيرُ مترادفيْنِ.
- اشتقاقُ علاقةٍ رياضيةٍ للتحويلِ بينَ الكتلةِ والوزنِ.



الموادُّ والأدواتُ:

ميزانٌ نابضيٌّ مُدرَّجٌ لقياسِ الكتلةِ والوزنِ، ثلاثةُ أثقالٍ مختلفةٍ (100 g, 200 g, 300 g).

إرشاداتُ السلامةِ:

ارتداءُ المعطفِ، واستخدامُ النظاراتِ الواقيةِ للعينينِ، والحذرُ منْ سقوطِ الأجسامِ والأدواتِ على القدميْنِ.

خطواتُ العملِ:

بالتعاونِ معَ أفرادِ مجموعتي، أُنفِّذُ الخطواتِ الآتيةَ:

1. **أُلاحظُ**: أُعلِّقُ الميزانَ النابضيَّ رأسيًّا في الهواءِ، ثمَّ أُعلِّقُ الثقلَ (100 g) في خطّافِ الميزانِ. أُلاحظُ قراءتي الكتلةِ والوزنِ على تدريجِ الميزانِ، وأُدوِّنهُما.
2. **أُلاحظُ**: أُكرِّرُ الخطوةَ السابقةَ بتعليقِ الثقلِ (200 g) في خطّافِ الميزانِ. أُلاحظُ قراءتيْ

الكتلةِ والوزنِ على تدريجِ الميزانِ، وأُدوِّنهُما.

3. **أُلاحظُ**: أُكرِّرُ الخطوةَ (1) بتعليقِ الثقلِ (300 g) في خطّافِ الميزانِ. أُلاحظُ قراءتيْ الكتلةِ والوزنِ على تدريجِ الميزانِ، وأُدوِّنُهُما.

البياناتُ والملاحظاتُ:

المحاولةُ	m_{hang} (kg)	قراءةُ الميزانِ (F_g) (N)	$\frac{F_g}{m_{hang}}$ (m/s^2)
1			
2			
3			

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. **أُفسِّرُ**: ما الذي تُمثِّلهُ كلُّ قراءةٍ منْ قراءتيْ الميزانِ؟ ما الفرقُ بينَهُما؟

.....

.....

2. **أُقارنُ** بينَ قراءتيْ الميزانِ في كلِّ خطوةٍ منَ الخطواتِ الثلاثِ السابقةِ، ماذا أستنتجُ؟

.....

.....

3. **أحلّلُ البياناتِ وأُفسِّرُها**: أُقَسِّمُ قراءةَ مقدارِ الوزنِ على قراءةِ الكتلةِ لكلِّ خطوةٍ منَ الخطواتِ الثلاثِ السابقةِ. هلْ يوجدُ نمطٌ محدَّدٌ؟ هلْ يوجدُ علاقةٌ تربطُ بينَها؟ ماذا أستنتجُ؟

.....

.....

.....

4. **أحلّلُ البياناتِ وأُفسِّرُها**: أشتقُّ علاقةً رياضيةً تربطُ بينَ الكتلةِ والوزنِ.

.....

.....

.....

التجربةُ 1 قوةُ الشدِّ

الخلفيةُ العلميةُ: يهدفُ العالمُ منْ تصميمِهِ للتجاربِ والاستقصاءاتِ وتنفيذِها إلى استنتاجِ علاقةٍ بينَ المتغيراتِ التي تجري دراستُها، منْ خلالِ تحليلِ البياناتِ التي يجري التوصُّلُ إليْها، وتفسيرُها وصولًا إلى النتائجِ. في هذهِ التجربةِ أستقصي العلاقةَ بينَ قوتَيْ الشدِّ المؤثرتيْنِ في طرفَيْ خيطٍ أوْ سلكٍ أوْ حبلٍ خفيفٍ، وأتوصّلُ إلى أنَّ هاتيْنِ القوتيْنِ متساويتانِ في المقدارِ. بالإضافةِ إلى أنَّهُما متعاكستانِ في الاتجاهِ؛ حيثُ يؤثرُ كلُّ ميزانٍ بقوةِ شدٍّ في الخيطِ بعكسِ اتجاهِ قوةِ الشدِّ التي يؤثرُ بِها الميزانُ الآخرُ.

الهدفُ:

- استقصاءُ قوى الشدِّ في الحبالِ والخيوطِ.
- استنتاجُ أنَّ قوتَيْ الشدِّ المؤثرتيْنِ في طرفَيْ حبلٍ متساويتانِ في المقدارِ (عندَ إهمالِ كتلةِ الحبلِ).

الموادُّ والأدواتُ:

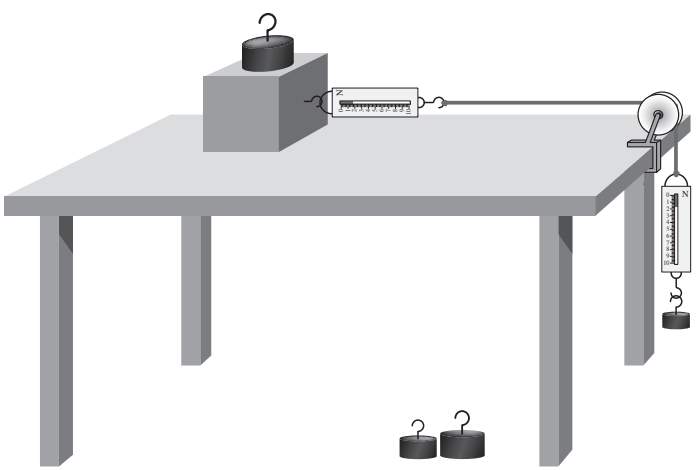
خيطٌ خفيفٌ طولُهُ (1 m)، ميزانانِ نابضيانِ (مقياسا قوةٍ)، مكعبٌ خشبيٌّ مُزوَّدٌ بخطّافٍ، مجموعةُ أثقالٍ (100 g, 200 g, 300 g, 1 kg)، بَكَرةٌ ملساءُ، سطحُ طاولةٍ أُفقيٌّ، ورقُ تنظيفٍ (منشفةٌ) لتنظيفِ سطحِ الطاولةِ وأسطحِ المكعبِ الخشبيِّ.

إرشاداتُ السلامةِ:

ارتداءُ المعطفِ، واستخدامُ النظاراتِ الواقيةِ للعينينِ، والحذرُ منْ سقوطِ الأجسامِ والأدواتِ على القدمينِ.

خطواتُ العملِ:

1. بالتعاونِ مع أفرادِ مجموعتي، أُنظِّفُ أسطحَ المكعبِ الخشبيِّ وسطحَ الطاولةِ، وأتأكَّدُ أنَّهُ أُفقيٌّ، ثمَّ أُثبِّتُ الميزانَ الأولَ بخطّافِ المكعبِ الخشبيِّ، ثمَّ أربطُ الخيطَ بخطّافِهِ، ثمَّ أربطُ الطرفَ الثانيَ للخيطِ بالميزانِ الثاني مرورًا بالبكَرةِ. وأحرصُ على أنْ يكونَ الخيطُ الممتدُّ بينَ البكَرةِ والمكعبِ أُفقيًّا تمامًا. وأضعُ الثقلَ (1 kg) فوقَ المكعبِ؛ لمنعِ انزلاقِهِ.



2. **ألاحظ**: أُعلِّقُ الثقلَ (100 g) في خطّافِ الميزانِ الثاني، وأحرصُ على أنْ يبقى الثقلُ ساكنًا ولا يهتزَّ. أُدوِّنُ قراءتَيْ الميزانينِ.

.....

3. أُكرّرُ الخطوةَ السّابقةَ بتعليقِ الثقلينِ: (200 g, 300 g) كلٍّ على حدةٍ، وأدوّنُ نتائجي.

.....

البياناتُ والملاحظاتُ:

رقمُ المحاولةِ	m_{hang} (kg)	m_{hang} g (N)	قراءةُ الميزانِ الأولِ (N)	قراءةُ الميزانِ الثاني (N)
1				
2				
3				

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. **أقارنُ** بينَ مقداريْ قوتيْ الشدِّ المؤثرتينِ في طرفيْ الخيطِ في الخطوتينِ (2) و(3). ماذا ألاحظُ؟

.....

.....

.....

2. **أستنتجُ**: ما العلاقةُ بينَ قوتيْ الشدِّ المؤثرتينِ في طرفيْ الخيط؟ أُفسِّر إجابتي.

.....

.....

.....

3. **أُقارنُ** نتائجَ مجموعتي بنتائجِ المجموعاتِ الأخرى، ماذا أُلاحظُ؟ هلْ توصلتُ إلى تعميمٍ بخصوصِ قوى الشدِّ في الحبالِ والخيوطِ؟ أكتبُ تعميمي.

.....

.....

.....

التجربة 2

العواملُ التي تعتمدُ عليْها قوةُ الاحتكاكِ السكونيِّ وقوةُ الاحتكاكِ الحركيِّ

الخلفيةُ العلميةُ:

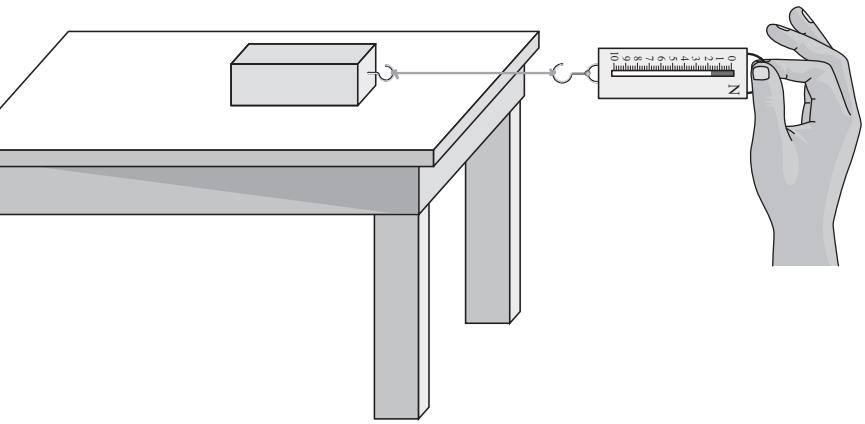
عندَ محاولةِ تحريكِ جسمٍ على سطحِ جسمٍ آخرَ تنشأُ قوةُ احتكاكٍ سكونيٍّ بينَ سطحَيْهِما المتلامسيْنِ، ويلزمُ التأثيرُ بقوةٍ في الجسمِ ليتغلَّبَ على هذهِ القوةِ، ويبدأَ الحركةَ. يُحقَّقُ مقدارُ قوةِ الاحتكاكِ السكونيِّ بالمتباينةِ: $f_s \leq \mu_s F_N$، حيثُ تُمثِّل (F_N) مقدارَ القوةِ العموديةِ المؤثرةِ في الجسمِ، و μ_s معاملَ الاحتكاكِ السكونيِّ بينَ السطحيْنِ المتلامسيْنِ. وتُصبحُ هذهِ القوةِ عظمى ($f_{s,max} = \mu_s F_N$) عندَما يكونُ الجسمُ على وشكِ الحركةِ، وعندَها يمكنُ حسابُ معاملِ الاحتكاكِ السكونيِّ بينَ السطحيْنِ المتلامسيْنِ. وعندَما يُصبحُ مقدارُ قوةِ الشدِّ المؤثرةِ في الجسمِ أكبرَ منْ مقدارِ قوةِ الاحتكاكِ السكونيِّ العظمى فإنَّهُ يبدأُ الانزلاقَ، وتُسمّى قوةُ الاحتكاكِ المؤثرةُ فيهِ عندئذٍ قوةَ الاحتكاكِ الحركيِّ، ويكونُ مقدارُها أقلَّ منْ مقدارِ قوةِ الاحتكاكِ السكونيِّ العظمى، وهذا ما سأتوصَّلُ إليهِ بعدَ تنفيذِ التجربةِ.

في هذهِ التجربةِ، تكونُ قوةُ الشدِّ في الخيطِ مساويةً لقوةِ الشدِّ في الميزانِ النابضيِّ بحسبِ القانونِ الثالثِ لنيوتن، وهيَ تساوي قوةَ الاحتكاكِ السكونيِّ العظمى عندَما يكونُ الجسمُ على وشكِ الحركةِ، بحسبِ القانونِ الأولِ لنيوتن. وسوفَ تؤثرُ بقوةٍ أُفقيةٍ ثابتةٍ ($F_{applied}$) في جسمٍ، عنْ طريقِ سحبهِ بميزانٍ نابضيٍّ؛ لحسابِ قوةِ الاحتكاكِ المؤثرةِ فيهِ، حيثُ يكونُ مقدارُ قوةِ الاحتكاكِ التي تُمانعُ أوْ تعيقُ حركةَ الجسمِ مساويًا لمقدارِ قوةِ الشدِّ الأُفقيةِ المؤثرةِ فيهِ (عندَما يكونُ الجسمُ ساكنًا أوْ متحركًا بسرعةٍ متجهةٍ ثابتةٍ)، ومعاكسًا لَها في الاتجاهِ، أيْ أنَّ ($\boldsymbol{f} = -\boldsymbol{F}_{applied}$). وعندَما يكونُ الجسمُ على سطحٍ أفقيٍ والقوةُ المؤثرةُ فيهِ أفقيةً فإنَّ القوةَ العموديةَ تساوي وزنَ الجسمِ في المقدارِ وتعاكسهُ في الاتجاهِ. عندَ الاتزانِ تُعطى مقاديرُ القوى بالعلاقاتِ: $f = F_{applied}, F_N = F_g$

الهدفُ:

- **استقصاءُ** العلاقةِ بينَ قوةِ الاحتكاكِ السكونيِّ العظمى، والقوةِ العموديةِ.
- **استقصاءُ** العلاقةِ بينَ قوةِ الاحتكاكِ السكونيِّ العظمى، ومساحةِ سطحَيْ التلامسِ.
- **استقصاءُ** العلاقةِ بينُ قوةِ الاحتكاكِ السكونيِّ العظمى، ونوعِ مادةِ (طبيعةِ) السطحيْنِ المتلامسيْنِ.
- **اكتسابُ مهارةِ** تصميمِ التجاربِ، وتنفيذِها.
- **تصميمُ تجربةٍ** لدراسةِ العواملِ التي تعتمدُ عليْها قوةُ الاحتكاكِ الحركيِّ.

المواد والأدوات:



قطعةٌ خشبيةٌ على شكلِ متوازي مستطيلاتٍ مُزوَّدةٌ بخطّافٍ، ثقلانِ مقدارِ كلٍّ منها (200 g)، ميزانٌ إلكترونيٌّ، خيطٌ طولهُ (1 m) تقريبًا، ورقُ تنظيفٍ، ميزانٌ نابضيٌّ، ورقُ تغليفٍ بلاستيكيٌّ، ورقُ صنفرةٍ، ورقُ (رقائقُ) ألمنيومٍ، ورقةُ رسمٍ بيانيٍّ.

إرشاداتُ السلامةِ:

ارتداءُ المعطفِ، واستخدامُ النظاراتِ الواقيةِ للعينينِ، والحذرُ منْ سقوطِ الأجسامِ والأدواتِ على القدميْنِ.

خطواتُ العملِ:

1. بالتعاونِ معَ أفرادِ مجموعتي، أنظفُ أسطُحَ القطعةِ الخشبيةِ وسطحَ الطاولةِ، وأتأكدُ أنَّهُ أُفقيٌّ.
2. **أقيسُ** كتلةَ القطعةِ الخشبيةِ (m_{block})، وأدوِّنُها في الجدولِ (1) للمحاولةِ (1)، ثمَّ أجعلُ أصغرَ أوجُهِها ملامسًا لسطحِ الطاولةِ.
3. أربطُ أحدَ طرفَيْ الخيطِ بخطّافِ القطعةِ الخشبيةِ، وطرفَهُ الآخرَ بخطافِ الميزانِ النابضيِّ، وأحرصُ على أنْ يكونَ الخيطُ الواصلُ بينهُما أُفقيًّا، وموازيًا لمستوى سطحِ الطاولةِ.
4. **أقيسُ**: أسحبُ الميزانَ أُفقيًّا ببطْءٍ بقوةٍ صغيرةِ المقدارِ، ثمَّ أزيدُها تدريجيًّا، وفي أثناءِ ذلكَ يراقبُ أحدُ أفرادِ مجموعتي القطعةَ الخشبيةَ، ويراقبُ آخرُ الميزانَ؛ لإعطاءِ إشارةٍ بأخذِ قراءتهِ في اللحظةِ التي تبدأُ فيها القطعةُ الانزلاقَ، وأُدوِّنُها في عمودِ قوةِ الاحتكاكِ السكونيِّ العظمى ($f_{s,max}$) في الجدولِ (1) للمحاولةِ (1).
5. **أقيسُ**: أُرجعُ القطعةَ الخشبيةَ إلى موقعِها الابتدائيِّ، ثمَّ أضعُ عليْها ثقلَ (200 g)، وأُكرِّرُ الخطوةَ السابقةَ، وأُدوِّنُ الكتلةَ الجديدةَ للقطعةِ الخشبيةِ، وقراءةَ الميزانِ للمحاولةِ (2) في الجدولِ (1).
6. **أقيسُ**: أُكرِّرُ الخطوةَ السابقةَ مرةً أُخرى بإضافةِ ثقلِ (200 g) على سطحِ القطعةِ الخشبيةِ، وأُدوِّنُ البياناتِ التي أحصلُ عليْها للمحاولةِ (3) في الجدولِ (1).

7. **أَستنتجُ**: أُكرِّرُ التجربةَ باستخدامِ القطعةِ الخشبيةِ نفسِها دونَ وضعِ أثقالٍ عليْها؛ لتثبيتِ كتلتِها، وتغييرِ وجهِها الملامسِ لسطحِ الطاولةِ؛ لتغييرِ مساحةِ سطحِ التلامسِ (A)؛ لاستنتاجِ العلاقةِ بينَ مقدارِ قوةِ الاحتكاكِ السكونيِّ ومساحةِ السطحيْنِ المتلامسيْنِ، ثمَّ أُدوِّنُ البياناتِ في الجدولِ (2).

8. **أستنتجُ**: أُكرِّرُ التجربةَ باستخدامِ القطعةِ الخشبيةِ نفسِها دونَ وضعِ أثقالٍ عليْها؛ لتثبيتِ كتلتِها، وتغييرِ نوعِ مادةِ السطحِ الذي توضعُ عليْهِ، بتغطيةِ سطحِ الطاولةِ أسفلَ القطعةِ الخشبيةِ بورقِ تغليفٍ بلاستيكيٍّ، أوْ ورقِ صنفرةٍ، أوْ ورقِ (رقائقِ) ألمنيوم، أوْ غيرِها؛ لاستنتاجِ العلاقةِ بينَ مقدارِ قوةِ الاحتكاكِ السكونيِّ وطبيعةِ السطحينِ المتلامسينِ، ثمَّ أُدوِّنُ البياناتِ في الجدولِ (3).

9. **أُصمِّمُ تجربةً** لدراسةِ العواملِ التي تعتمدُ عليْها قوةُ الاحتكاكِ الحركيِّ بينَ سطحينِ، وذلكَ بأخذِ قراءةِ الميزانِ عندَ حركةِ القطعةِ الخشبيةِ بسرعةٍ ثابتةٍ تقريبًا على سطحِ الطاولةِ الأُفقيِّ، وأُدوِّنُ بياناتي.

.....

.....

.....

.....

البياناتُ والملاحظاتُ:

الجزءُ 1 : دراسةُ العلاقة بينَ مقدارِ القوةِ العموديةِ ومقدارِ قوةِ الاحتكاكِ عندَ ثباتِ مساحة سطحَيِ التلامسِ وطبيعةِ السطحيْنِ المتلامسيْنِ.

طبيعةُ السطحيْنِ: خشبٌ فوقَ خشبٍ $A =$ ..... m^2

الجدولُ (1):

رقمُ المحاولةِ	الكتلةُ الكليةُ (كتلةُ قطعةِ الخشبِ + كتلةِ الأثقالِ) m_{block} (kg)	مقدارُ القوةِ العموديةِ F_N (N)	مقدارُ قوةِ الاحتكاكِ السكونيِّ العظمى $f_{s,max}$ (N)	مقدارُ قوةِ الاحتكاكِ الحركيِّ f_k (N)
1				
2				
3				

الجزءُ 2 : دراسةُ العلاقةِ بينَ مساحةِ سطحَيْ التلامسِ ومقدارِ قوةِ الاحتكاكِ عندَ ثباتِ الكتلةِ وطبيعةِ السطحيْنِ المتلامسيْنِ.

طبيعةُ السطحيْنِ: خشبٌ فوقَ خشبٍ. $m_{\text{block}} = \ldots\ldots\ \text{kg}$

الجدولُ (2):

رقمُ المحاولةِ	مساحةُ وجهِ المتوازي الملامسةُ للسطحِ $A\ (\text{m}^2)$	مقدارُ قوةِ الاحتكاكِ السكونيِّ العظمى $f_{s,\max}\ (\text{N})$	مقدارُ قوةِ الاحتكاكِ الحركيِّ $f_k\ (\text{N})$
1			
2			

الجزءُ 3 : دراسةُ العلاقةِ بينَ نوعِ مادةِ (طبيعةِ) السطحيْنِ المتلامسيْنِ ومقدارِ قوةِ الاحتكاكِ عندَ ثباتِ الكتلةِ ومساحةِ سطحَيْ التلامسِ.

$m_{\text{block}} = \ldots\ldots\ \text{kg}$ $A = \ldots\ldots\ \text{m}^2$

الجدولُ (3):

رقمُ المحاولةِ	نوعا مادتَيِ السطحيْنِ المتلامسيْنِ	مقدارُ قوةِ الاحتكاكِ السكونيِّ العظمى $f_{s,\max}\ (\text{N})$	مقدارُ قوةِ الاحتكاكِ الحركيِّ $f_k\ (\text{N})$
1			
2			
3			

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. **أُبرِّرُ** سببَ اعتبارِ قوةِ الاحتكاكِ السكونيِّ مساويةً لقراءةِ الميزانِ النابضيِّ (قوةِ الشدِّ).

.....

.....

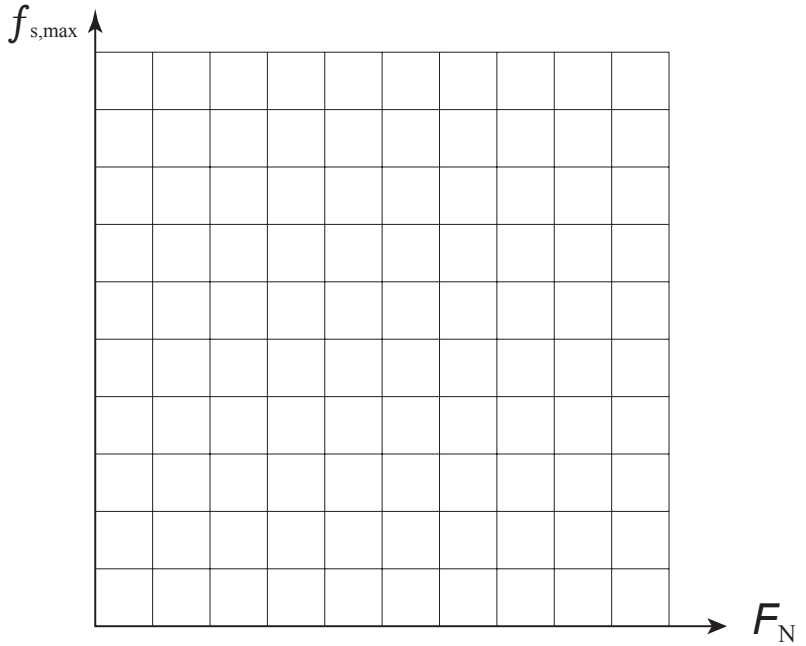
.....

2. **أحسبُ** مقدارَ القوةِ العموديةِ (F_N) لكلِّ محاولةٍ في الجدولِ (1)، وهيَ تساوي وزنَ القطعةِ الخشبيةِ والأثقالَ التي عليْها. لماذا؟

.....

.....

3. **أُمثّل بيانيًّا** العلاقةَ بينَ مقدارِ قوةِ الاحتكاكِ السكونيِّ العظمى ($f_{s,max}$) على المحورِ (y)، ومقدارِ القوةِ العموديةِ (F_N) على المحورِ (x) لبياناتِ الجدولِ (1). ما شكلُ هذهِ العلاقةِ؟ ماذا أستنتجُ؟



.....

.....

.....

4. **أتوقَّعُ** ما الذي يمثِّلهُ ميلُ المنحنى في السؤالِ السابقِ؟ ماذا أستنتجُ؟

.....

.....

5. **أُحلِّلُ وأستنتجُ**: اعتمادًا على نتائجِ الخطواتِ (4-8)، أستنتجُ العواملَ التي تعتمدُ عليْها قوةُ الاحتكاكِ السكونيِّ العظمى بينَ سطحيْنِ متلامسيْنِ عندَ محاولةِ تحريكِ أحدِهما بالنسبةِ إلى الآخرِ. أُفسِّرُ إجابتي.

.....

.....

.....

.....

.....

6. **أستنتجُ** العواملَ التي تعتمدُ عليْها قوةُ الاحتكاكِ الحركيِّ بينَ سطحينِ. أُفسِّرُ إجابتي.

.....

.....

.....

.....

.....

القوَّةُ المركزيةُ في الحركةِ الدائريةِ المنتظمةِ

الخلفيةُ العلميةُ:

عندَما يتحركُ جسمٌ حركةً دائريةً منتظمةً تؤثرُ فيهِ قوةٌ نحوَ مركزِ مسارِهِ الدائريِّ تُسمّى القوةَ المركزيةَ. والعلاقةُ النظريةُ – بحسبِ القانونِ الثاني لنيوتن – التي تربطُ بينَ مقدارِ السرعةِ المماسيةِ (v) لجسمٍ يتحركُ حركةً دائريةً منتظمةً، ونصفِ قطرِ مسارِهِ الدائريِّ (r)، ومقدارِ القوةِ المركزيةِ (F_C) اللازمِ تأثيرُها فيهِ، هيَ:

$$F_C = ma_C$$
$$= \frac{mv^2}{r}$$

في هذهِ التجربةِ سوفَ أستقصي صحةَ هذهِ العلاقةِ النظريةِ مستعينًا بالتصميمِ الموضحِ في الشكلِ (أ). في الجزءِ الأولِ منَ التجربةِ، سأُغيِّرُ مقدارَ السرعةِ المماسيةِ، وأدرسُ أثرَهُ في تغيُّرِ مقدارِ القوةِ المركزيةِ اللازمةِ ليتحركَ الجسمُ حركةً دائريةً منتظمةً، معَ تثبيتِ نصفِ قطرِ المسارِ الدائريِّ. أما في الجزءِ الثاني منَ التجربةِ، فسأُثبِّتُ مقدارَ القوةِ المركزيةِ المؤثرةِ في جسمٍ يتحركُ حركةً دائريةً منتظمةً، وأستقصي العلاقةَ بينَ نصفِ قطرِ المسارِ الدائريِّ، ومقدارِ السرعةِ المماسيةِ.

الهدفُ:

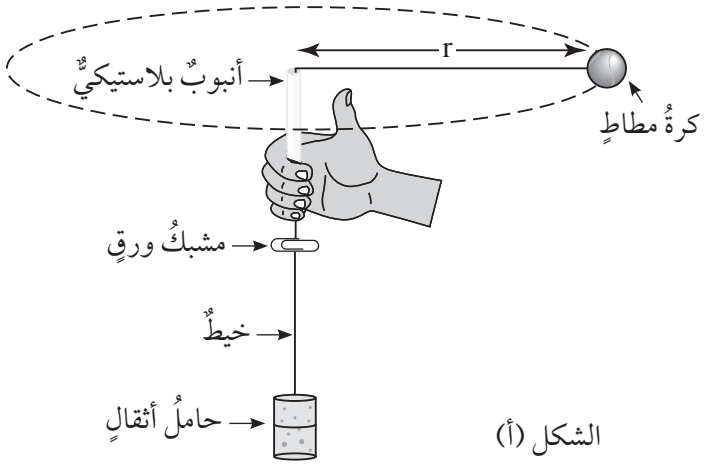
- **استنتاجُ** العلاقةِ بينَ (F_C, v, r) في الحركةِ الدائريةِ المنتظمةِ.
- **استقصاءُ** العلاقةِ بينَ مقدارِ القوةِ المركزيةِ المؤثرةِ في جسمٍ يتحركُ حركةً دائريةً منتظمةً ومقدارِ سرعتِهِ المماسيةِ عندَ ثباتِ نصفِ قطرِ مسارِهِ الدائريِّ.
- **استقصاءُ** العلاقةِ بينَ نصفِ قطرِ المسارِ الدائريِّ ومقدارِ السرعةِ المماسيةِ عندَ ثباتِ مقدارِ القوةِ المركزيةِ المؤثرةِ في جسمٍ يتحركُ حركةً دائريةً منتظمةً.
- **إصدارُ حُكمٍ** على صحةِ العلاقةِ النظريةِ بينَ (F_C, v, r).

الموادُّ والأدواتُ:

كرةُ مطاطٍ صغيرةٌ ومثقوبةٌ، خيطٌ منَ النايلونِ، أنبوبٌ بلاستيكيٌّ (أوْ زجاجيٌّ) حوافهُ ليستْ حادةً (تجويفُ قلمِ حبرٍ مثلًا)، حاملُ أثقالٍ، 10 أثقالٍ مقدارُ كلٍّ منْها 10 g، مشبكُ ورقٍ، مسطرةٌ متريةٌ، ساعةُ إيقافٍ، ورقةُ رسمٍ بيانيٍّ، ميزانٌ إلكترونيٌّ.

إرشاداتُ السلامةِ:

- تدويرُ الكرةِ في مستوًى أفقيٍّ تقريبًا فوقَ الرأسِ.
- ارتداءُ المعطفِ، واستخدامُ النظاراتِ الواقيةِ للعينينِ، و الحذرُ منْ سقوطِ الأجسامِ والأدواتِ على القدمينِ.



الشكل (أ)

ملاحظةٌ: في هذهِ التجربةِ تُستمدُّ قوةُ الشدِّ في الخيطِ منْ وزنِ حاملِ الأثقالِ والأثقالِ المعلقةِ عليهِ، وهذا الوزنُ يساوي مقدارَ القوةِ المركزيةِ المؤثرةِ في الكرةِ نحوَ مركزِ مسارِها الدائريِّ في أثناءِ حركتِها حركةً دائريةً منتظمةً. وبالنظرِ إلى الشكلِ (أ) أُلاحظُ وجودَ مشبكِ ورقٍ أسفلَ الأنبوبِ البلاستيكيِّ، حيثُ تكمنُ أهميتهُ في المساعدةِ على عدمِ تغيرِ نصفِ قطرِ المسارِ الدائريِّ، وعدمِ تغيُّرِ مقدارِ القوةِ المركزيةِ في أثناءِ الحركةِ الدائريةِ للكرةِ؛ عنْ طريقِ المحافظةِ على موقعِ المشبكِ أسفلَ الأنبوبِ دونَ ملامستهِ لهُ. أما إذا لامسَ المشبكُ قاعَ الأنبوبِ البلاستيكيِّ فإنَّ مقدارَ قوةِ الشدِّ في الخيطِ يتغيرُ، ولا يكون مساويًا لوزنِ حاملِ الأثقالِ والأثقالِ التي عليهِ. أيضًا فإنَّ ارتفاعَ المشبكِ أوِ انخفاضَهُ في أثناءِ الحركةِ الدائريةِ للكرةِ يُغيِّرُ نصفَ قطرِ مسارِها الدائريِّ.

خطواتُ العملِ:

الجزءُ 1: العلاقةُ بينَ مقدارِ القوةِ المركزيةِ ومقدارِ السرعةِ المماسيةِ عندَ ثباتِ نصفِ القطرِ

1. **أقيسُ** كتلةَ كرةِ المطاطِ (m_{ball})، ثمَّ أقيسُ كتلةَ حاملِ الأثقالِ (m_{hanger})، وأُدوِّن القراءتيْنِ في جزءِ البياناتِ والمشاهداتِ أعلى الجدولِ (1).
2. أُحضِّرُ أدواتِ التجربةِ كما في الشكلِ: أُثبِّتُ أحدَ طرفَيِ الخيطِ بِكُرةِ المطاطِ، ثمَّ أربطُ طرفَهُ الآخرَ بحاملِ الأثقالِ مرورًا بالأنبوبِ البلاستيكيِّ.
3. **أقيسُ**: أُثبِّتُ مقدارَ نصفِ قطرِ المسارِ الدائريِّ (r) بحيثُ يساوي (30 cm) تقريبًا كما يأتي:
أقيسُ طولَ الخيطِ منْ قمةِ الأنبوبِ إلى الكرةِ معَ وضعِ المشبكِ أسفلَ قاعِ الأنبوبِ والخيطُ مشدودٌ، أُغيِّرُ موقعَ المشبكِ لأحصلَ على طولٍ للخيطِ يساوي (30 cm)، وأُدوِّنُ مقدارَ نصفِ القطرِ (r) أعلى الجدولِ (1).

4. **أُلاحظُ**: أضعُ عددًا منَ الأثقالِ على حاملِ الأثقالِ، ثمَّ أتدربُ على تحريكِ الكرةِ في مسارٍ دائريٍّ أفقيٍّ تقريبًا أعلى منْ مستوى رأسي، وبعيدًا عنْ أفرادِ مجموعتي؛ بحيثُ يبقى المشبكُ على مسافةٍ صغيرةٍ ثابتةٍ تقريبًا أسفلَ قاعِ الأنبوبِ في أثناءِ دورانِ الكرةِ. أزيدُ عددَ الأثقالِ على الحاملِ أوْ أُقلِّلُها بحذرٍ؛ بحيثُ يمكنُني تحريكُ الكرةِ حركةً دائريةً منتظمةً بطريقةٍ مناسبةٍ.

5. **أقيسُ**: أُحرِّكُ الكرةَ حركةً دائريةً منتظمةً، ويراقبُ أحدُ أفرادِ مجموعتي موقعَ المشبكِ بحيثُ لا يتحركُ إلى أعلى أوْ إلى أسفلَ، ولا يلامسُ قاعَ الأنبوبِ. وعندَ تحقُّقِ ذلكَ، يُشغِّلُ أحدُ أفرادِ المجموعةِ ساعةَ الإيقافِ، ويقيسُ زمنَ (10) دوراتٍ. وأُدوِّنُ عددَ الدوراتِ (n) أعلى الجدولِ (1).

6. أُدوِّنُ الزمنَ والقوةَ المركزيةَ (وزنَ حاملِ الأثقالِ والأثقالِ التي عليهِ) في العمودِ الخاصِّ بالمحاولةِ (1) في الجدولِ (1).

7. أُكرِّرُ الخطوتيْنِ (5) و(6)، معَ زيادةِ سرعةِ دورانِ الكرةِ، وفي أثناءِ ذلكَ يضعُ أحدَ أفرادِ المجموعةِ مزيدًا منَ الأثقالِ على الحاملِ، للمحافظةِ على ثباتِ موقعِ المشبكِ أسفلَ قاعِ الأنبوبِ. أُدوِّنُ بياناتِ القوةِ المركزيةِ والزمنِ في العمودِ الخاصِّ بالمحاولةِ (2) في الجدولِ (1).

8. أُكرِّرُ الخطوةَ السابقةَ، بزيادةِ كلٍّ منْ: سرعةِ دورانِ الكرةِ، وكتلةِ الأثقالِ على الحاملِ، وأُدوِّنُ البياناتِ في العمودِ الخاصِّ بالمحاولةِ (3) في الجدولِ (1).

الجزءُ 2: العلاقةُ بينَ نصفِ قطرِ الحركةِ الدائريةِ ومقدارِ السرعةِ المماسيةِ عندَ ثباتِ مقدارِ القوةِ المركزيةِ

1. **أقيسُ**: أبدأُ تجربتي باختيارِ نصفِ قطرٍ صغيرٍ لمسارِ الكرةِ في حركتِها الدائريةِ المنتظمةِ، لذا؛ أُغيِّرُ موقعَ المشبكِ لإنقاصِ نصفِ القطرِ، ثمَّ أضعُ عددًا مناسبًا منَ الأثقالِ على حاملِ الأثقالِ، وأقيسُ وزنَ الأثقالِ والحاملِ، وأُدوِّنهُ تحتَ عمودِ القوةِ المركزيةِ لبياناتِ المحاولاتِ الثلاثِ في الجدولِ (2).

2. أُدوِّرُ الكرةَ في مسارٍ دائريٍّ أُفقيٍّ تقريبًا، وعندَما تصبحُ حركتُها دائريةً منتظمةً، يُشغِّلُ أحدَ أفرادِ مجموعتي ساعةَ الإيقافِ، ويسجِّلُ زمنَ (10) دوراتٍ، وفي أثناءِ ذلكَ يراقبُ أحدُ أفرادِ المجموعةِ بُعدَ المشبكِ عنْ قاعِ الأنبوبِ؛ لضمانِ عدمِ تغيُّرِ موقعهِ. وأُدوِّنُ الزمنَ تحتَ عمودِ الزمنِ لبياناتِ المحاولةِ (1) في الجدولِ (2). وأُدوِّنُ عددَ الدوراتِ (n) أعلى الجدولِ (2).

3. **أقيسُ**: أضعُ المشبكَ تحتَ قاعِ الأنبوبِ مباشرةً والخيطُ مشدودٌ، وأقيسُ نصفَ قطرِ المسارِ الدائريِّ بقياسِ طولِ الخيطِ منْ قمةِ الأنبوبِ إلى الكرةِ، وأُدوِّنهُ تحتَ عمودِ نصفِ القطرِ لبياناتِ المحاولةِ (1) في الجدولِ (2).
4. أُغيِّرُ موقعَ المشبكِ لزيادةِ نصفِ قطرِ المسارِ الدائريِّ، وأُكرِّرُ الخطوتيْنِ (2) و(3) معَ عدمِ تغييرِ الأثقالِ على الحاملِ. أُدوِّنُ بياناتِ الزمنِ ونصفَ القطرِ للمحاولةِ (2) في الجدولِ (2).
5. أُكرِّرُ الخطوةَ (4)، وأُدوِّنُ بياناتِ الزمنِ ونصفَ القطرِ للمحاولةِ (3) في الجدولِ (2).

البياناتُ والملاحظاتُ:

m_{ball} = ... kg m_{hanger} = ...kg

r = 30 cm = 0.30 m n = *10*

الجدولُ (1):

رقمُ المحاولةِ	مقدارُ القوةِ المركزيةِ F_C (N)	الزمنُ الكليُّ t (s)	سرعةُ الكرةِ المماسيةِ v (m/s)	التسارعُ المركزيُّ a_C (m/s^2)
1				
2				
3				

n = 10

الجدولُ (2):

رقمُ المحاولةِ	مقدارُ القوةِ المركزيةِ F_C (N)	الزمنُ الكليُّ t (s)	نصفُ القُطرِ r (m)	سرعةُ الكرةِ المماسيةِ v (m/s)	التسارعُ المركزيُّ a_C (m/s^2)
1					
2					
3					

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. ما الذي يُمثِّلُهُ مقدارُ قوةِ الشدِّ في الخيطِ؟

.....

2. **أحسبُ** مقدارَ السرعةِ المماسيةِ للكرةِ لكلِّ محاولةٍ في الجدوليْنِ: (1) و(2)، ثمَّ أُدوِّنُها فيهِما.
أستخدمُ العلاقةَ الآتيةَ لحسابِها:

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{n2\pi r}{t}$$

3. **أحسبُ** مقدارَ التسارعِ المركزيِّ لكلِّ محاولةٍ في الجدوليْنِ (1) و(2)، ثمَّ أُدوِّنُها فيهِما.

4. **أستنتجُ**: ما الذي أستنتجهُ منْ بياناتي حولَ العلاقةِ بينَ مقدارِ القوةِ المركزيةِ ومقدارِ السرعةِ المماسيةِ عندَ ثباتِ نصفِ قطرِ الحركةِ الدائريةِ؟

.....

.....

.....

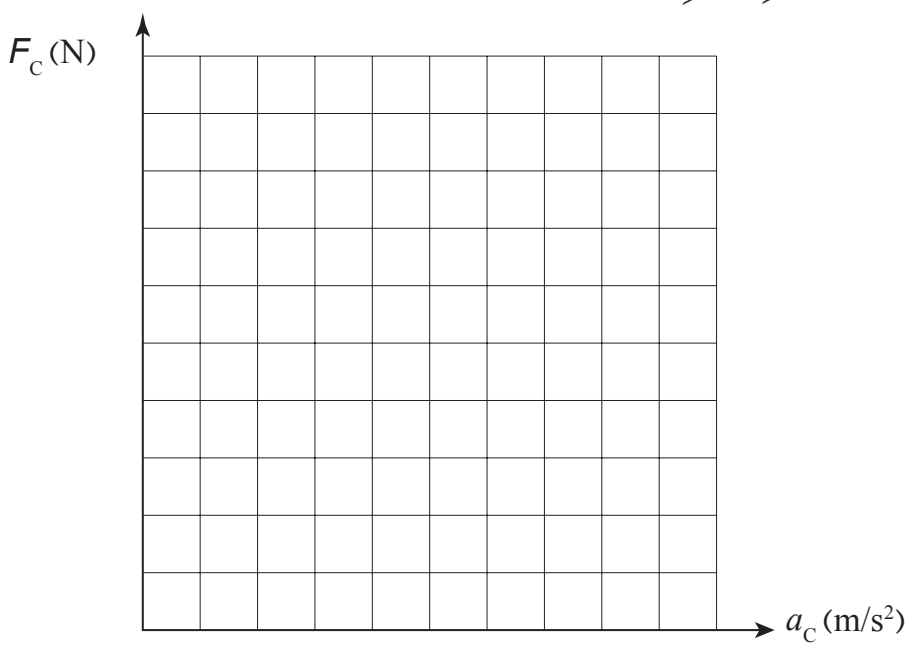
5. **أستنتجُ**: ما الذي أستنتجهُ منْ بياناتي حولَ العلاقةِ بينَ نصفِ قطرِ الحركةِ الدائريةِ ومقدارِ السرعةِ المماسيةِ عندَ ثباتِ مقدارِ القوةِ المركزيةِ؟

.....

.....

.....

6. **أُمثِّلُ بيانيًّا** العلاقةَ بينَ مقدارِ القوةِ المركزيةِ (على المحورِ $y+$)، ومقدارِ التسارعِ المركزيِّ (على المحورِ $x+$)، باستخدامِ جميعِ البياناتِ في الجدولَيْنِ (1) و(2). ما شكلُ العلاقةِ؟ ماذا أستنتجُ؟



.....

.....

7. **أُحلِّلُ**: ما الذي يمثلهُ ميلُ المنحنى البيانيِّ في السؤالِ السابقِ؟ أُقارنهُ بكتلةِ كرةِ المطاطِ، ماذا أستنتجُ؟

.....

.....

8. **أُحلِّلُ**: العلاقةُ النظريةُ بينَ القوةِ المركزيةِ والتسارعِ المركزيِّ تُعطى بالمعادلةِ الآتيةِ:

$$F_C = ma_C$$

هلْ دعَّمتْ نتائجي التجريبيةُ التي حصلتُ عليْها هذهِ العلاقةَ النظريةَ؟ أُوضِّحُ سببَ وجودِ أيِّ اختلافٍ بينهُما.

.....

.....

.....

9. ما مصادرُ الخطأِ المحتملةُ في التجربةِ؟

.....

.....

أسئلةُ اختباراتٍ دوليةٍ، أوْ أسئلةٌ على نمطِها

أينَما يلزمُ أعتبرُ: $g = 10\ m/s^2$، $g_M = 1.6\ m/s^2$، $m_E = 5.98 \times 10^{24}\ kg$، $r_E = 6.38 \times 10^6\ m$، $G = 6.67 \times 10^{-11}\ N.m^2/kg^2$، ما لمْ يُذكَرْ غيرُ ذلكَ.

السؤالُ الأولُ:

أُطبِّقُ: يدورُ القمرُ الصناعيُّ (SMAP) – التابعُ لوكالةِ ناسا – في مدارٍ أرضيٍّ منخفضٍ، ويُستخدَمُ لمراقبةِ المياهِ في الطبقةِ العليا منَ التربةِ. إذا علمتُ أنَّ كتلةَ هذا القمرِ (1123 kg)، وارتفاعَهُ (685 km) فوقَ سطحِ الأرضِ، وباعتبار أنَّ مدارَهُ دائريٌّ أحسبُ مقدارَ:

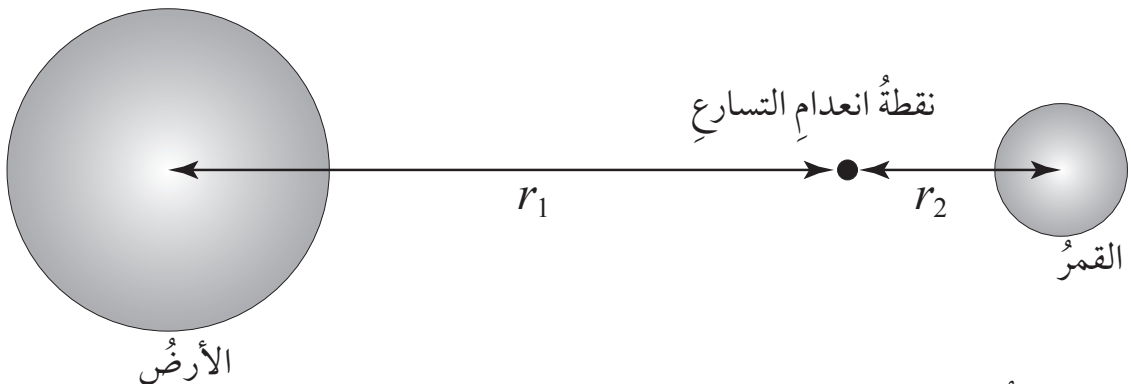
أ – قوةِ التجاذبِ الكتليِّ بينَ الأرضِ وهذا القمرِ الصناعيِّ.

ب– تسارعِ الجاذبيةِ الأرضيةِ في موقعِ القمرِ الصناعيِّ.

ج – السرعةِ المماسيةِ لهذا القمرِ في مدارِهِ.

السؤالُ الثاني:

أُحلِّلُ: توجدُ نقطةٌ على امتدادِ الخطِّ الواصلِ بينَ الأرضِ والقمرِ ينعدمُ عندَها تسارعُ السقوطِ الحرِّ (g)، حيثُ يكونُ عندَها تسارعُ السقوطِ الحرِّ الناشئِ عنِ الأرضِ (g) مساويًا لتسارعِ السقوطِ الحرِّ الناشئِ عنِ القمرِ (g_M) في المقدارِ، ومعاكسًا لهُ في الاتجاهِ، ويكونُ موقعُها أقربَ للقمرِ؛ لأنَّ كتلتَهُ أقلُّ منْ كتلةِ الأرضِ، أنظرُ الشكلَ أدناهُ؛ إذا علمتُ أنَّ كتلةَ القمرِ ($7.35 \times 10^{22}\ kg$)، والمسافةَ بينَ مركزَيْ الأرضِ والقمرِ ($3.84 \times 10^8\ m$)، فأحسبُ بُعدَ هذهِ النقطةِ عنِ الأرضِ (r_1).



ملاحظةٌ: الرسمُ ليسَ بمقياسِ رسمٍ.

السؤالُ الثالثُ:

أُصدِرُ حكمًا: يتحدثُ بعضُ الأشخاصِ الذينَ جربوا الحركةَ الدائريةَ في المَركباتِ أوِ الألعابِ الدوّارةِ في مدنِ الألعابِ (الملاهي) عنِ القوةِ الطاردةِ المركزيةِ. إذْ يظنونَ أنَّ قوةً تدفعهُم إلى خارجِ المسارِ الدائريِّ. إنَّ هذه القوةَ وهميةٌ لا وجودَ لها.

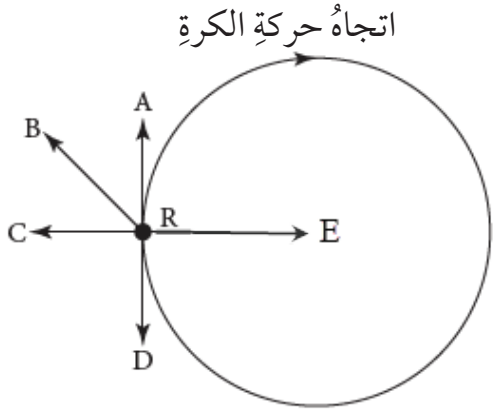
أ - أُحدِّد اتجاهَ القوةِ المحصلةِ الحقيقيةِ التي تؤثرُ في الأشخاصِ في أثناءِ الحركةِ الدائريةِ.

ب- أُوضِّحُ ما الذي يولِّدُ الشعورَ بوجودِ قوةٍ تدفعُنا خارجَ المسارِ الدائريِّ، في ما يُعرفُ بالقوةِ الطاردةِ المركزيةِ؟ **أُفسِّرُ** إجابتي.

السؤالُ الرابعُ:

رُبِطَتْ كرةٌ كتلتُها (0.5 kg) في نهايةِ خيطٍ، وجرى تدويرُها باتجاهِ دورانِ عقاربِ الساعةِ في مسارٍ دائريٍّ أفقيٍّ تقريبًا نصفُ قطرهِ (80 cm)، بسرعةٍ مماسيةٍ مقدارُها (10 m/s). ويوضحُ الشكلُ أدناهُ منظرًا علويًّا للكرةِ عندِما كانتْ عندَ الموقعِ (R) في مسارِ حركتِها. أستعينُ بالشكلِ للإجابةِ عمّا يأتي:

أ - **أُفسِّرُ:** في أيِّ اتجاهٍ تكونُ القوةُ المركزيةُ المؤثرةُ في الكرةِ عندَ هذا الموقعِ؟ أُفسِّرُ إجابتي.



ب- **أُفسِّرُ:** إذا انقطعَ الخيطُ عندَما كانتِ الكرةُ عندَ هذا الموقعِ، فأيُّ الأسهمِ في الشكلِ يُمثِّلُ اتجاهَ حركتِها بعدَ انقطاعِ الخيطِ مباشرةً؟ أُفسِّرُ إجابتي.

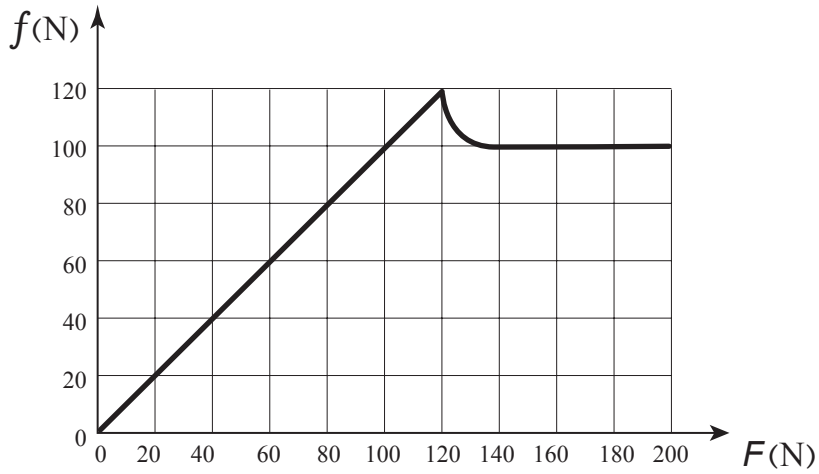
ج - **أحسبُ** مقدارَ التسارعِ المركزيِّ للكرةِ.

د - **أحسبُ** مقدارَ القوةِ المركزيةِ المؤثرةِ في الكرةِ.

هـ- **أُناقشُ** كيفَ يكونُ للجسمِ المتحركِ حركةً دائريةً منتظمةً تسارعٌ رغمَ ثباتِ مقدارِ سرعتِهِ.

السؤالُ الخامسُ:

أُطبِّقُ: يبينُ الشكلُ أدناهُ منحنى (القوةِ المؤثرةِ – قوةِ الاحتكاكِ) لصندوقٍ كتلتهُ (24 kg) موضوعٍ على سطحٍ أفقيٍّ خشنٍ، تؤثُر فيهِ قوةٌ أُفقيةٌ (F) يتزايدُ مقدارُها تدريجيًّا. أستعينُ بالشكلِ والبياناتِ المثبتةِ فيهِ **لأحسبَ**:



أ – معاملَ الاحتكاكِ السكونيِّ بينَ سطحِ الصندوقِ والسطحِ الخشنِ.

ب– معاملَ الاحتكاكِ الحركيِّ بينَ سطحِ الصندوقِ والسطحِ الخشنِ.

ج – مقدارَ تسارعِ الصندوقِ عندَما يكونُ مقدارُ القوةِ المؤثرةِ فيهِ (160 N).

تجربةٌ استهلاليةٌ

خصائصُ الموائعِ

الخلفيةُ العلميةُ:

الجزءُ الأولُ: عندَ وضعِ لوحٍ منَ الخشبِ تحتَ سطحِ الماءِ ألاحظُ أنَّهُ يطفو فوقَهُ؛ لأنَّ كثافةَ الخشبِ أقلُّ منْ كثافةِ الماءِ، وبالتالي تكونُ قوةُ الطفوِ أكبرَ منْ وزنِ اللوحِ، بينَما تغرقُ صفيحةٌ منَ الحديدِ عندَ وضعِها تحتَ سطحِ الماءِ؛ لأنَّ كثافةَ الحديدِ أكبرُ منْ كثافةِ الماءِ، وبالتالي تكونُ قوةُ الطفوِ أقلَّ منْ وزنِ الصفيحةِ.

والسؤالُ هنا: ماذا لو أعَدْتُ تشكيلَ صفيحةِ الحديدِ بحيثُ تحوي تجويفًا داخلَها (على شكلِ قاربٍ مثلًا) فهلْ ستغرقُ في الماءِ؟ يمكنني الإجابةُ عنْ هذا السؤالِ بعدَ إجراءِ هذا الجزءِ منَ التجربةِ.

الجزءُ الثاني: دانييل برنولي عالمٌ سويسريٌّ، درسَ عمليًّا سلوكَ السوائلِ عندَما تكونُ في حالةِ حركةٍ وتوصَّلَ إلى علاقةٍ تربطُ بينَ طاقتيْ الحركةِ والوضعِ للسائلِ وضغطِه لكلِّ وحدةِ حجمٍ عُرفتْ بمعادلةِ برنولي Bernoulli's Equation، وتنطبقُ هذهِ المعادلةُ على المائعِ المثاليِّ، وعندَما يكونُ الجريانُ أفقيًّا فإنَّ ضغطَ المائعِ يقلُّ كلَّما زادتْ سرعتهُ ويزدادُ كلَّما قلَّتْ سرعتهُ. وتنتقلُ الموائعُ بشكلٍ عامٍّ منْ منطقةِ الضغطِ العالي إلى منطقةِ الضغطِ المنخفضِ.

الهدفُ:

- استقصاءُ العلاقةِ بينَ كلٍّ منْ متوسطِ كثافةِ الجسمِ، وكثافةِ المائعِ، وطفوِ الجسمِ في المائعِ عمليًّا.
- استقصاءُ العلاقةِ بينَ سرعةِ المائعِ وضغطهِ عمليًّا (معادلةُ برنولي).

الموادُّ والأدواتُ:

كأسانِ شفافتانِ، ماصةٌ، مشرطٌ، ورقتا رقائقِ ألمنيومٍ متماثلتانِ، ماءٌ.

إرشاداتُ السلامةِ:

الحذرُ في التعاملِ معَ الأدواتِ الزجاجيةِ والحادةِ.

خطواتُ العملِ:

بالتعاونِ معَ أفرادِ مجموعتي، أُنفِّذُ الخطواتِ الآتيةَ:

الجزءُ الأولُ:

1. **ألاحظُ:** أملأُ الكأسَ الزجاجيةَ بالماءِ، ثم أطوي إحدى رقائقِ الألمنيومِ عدةَ طياتٍ؛ حتى تصبحَ على شكلِ مكعبٍ أوْ كرةٍ مصمتةٍ وأضعُها على سطحِ الماءِ وألاحظُ ما يحدثُ لَها.
2. **أصممُ** منْ رقاقةِ الألمنيومِ الثانيةِ شكلًا مجوفًا على شكلِ قاربٍ بسيطٍ مثلًا، وأضعهُ على سطحِ الماءِ، كما في الشكلِ. أدوِّنُ ملاحظاتي حولَ ما يحدثُ للقاربِ.

الجزءُ الثاني:

1. أضيفُ كميةً منَ الماءِ في الكأسِ، وأستخدمُ المشرطَ في قطعِ الماصّةِ إلى نصفيْنِ؛ بحيثُ يبقى نصفاها معلقيْنِ معًا، وأثنيها لتكونَ الزاويةُ بينَ نصفيْها قائمةً تقريبًا. أضعُ النصفَ الأولَ من الماصةِ في الكأسِ بشكلٍ رأسيٍّ، بحيثُ ينغمرُ جزءٌ منهْ في الماءِ، والنصفُ الثاني بشكلٍ أفقيٍّ، كما في الشكل.
2. **ألاحظُ:** أنفخُ في الطرفِ الأيسرِ للماصةِ الأفقيةِ، وأدوِّنُ ملاحظاتي حولَ حركةِ الماءِ داخلَ الماصةِ الرأسيةِ، وعندَ فوهتِها.
3. **أقارنُ:** أكررُ الخطوةَ (2) ولكنْ بالنفخِ بقوةٍ أكبرَ لزيادةِ سرعةِ الهواءِ في الماصةِ الأفقيةِ، أدوِّنُ ملاحظاتي حولَ الفرقِ بينَ نتائجِ الخطوتيْنِ.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. **أحللُ**: هلِ اختلفَ متوسطُ كثافةِ القاربِ عنْ كثافةِ رقاقةِ الألمنيومِ التي صُنِعَ منْها القاربُ؟ أوضحُ ذلكَ.

.....

.....

2. **أفسرُ**: (تغرقُ رقاقةُ الألمنيومِ الأولى في الماءِ وتستقرُّ في قعرِ الكأسِ بينَما تطفو الأخرى فوقَهُ رغمَ أنَّ وزنَ كلٍّ منَ الرقاقتيْنِ نفسُهُ)، ما السببُ؟

.....

.....

3. **أتنبأُ**: ماذا سيحدثُ للقاربِ إذا وضعْنا بعضَ الأثقالِ الخفيفةِ فوقَهُ؟

.....

4. أحددُ اتجاهَ حركةِ الماءِ في الماصةِ الرأسيةِ عندَ النفخِ في الماصةِ الأفقيةِ.

.....

5. هلْ حدثَ فرقٌ بينَ ضغطِ الهواءِ فوقَ سطحِ الماءِ في الكأسِ، وضغطِهِ في الماصة الرأسيةِ بعدَ نفخِ الهواءِ؟ أُوَضِّحُ ذلكَ.

.....

.....

6. **أصفُ** ما يحدثُ للماءِ في كلٍّ منَ الكأسِ والماصةِ الرأسيةِ، وعندَ فوهتِها كذلكَ في الخطوتيْنِ (2) و(3). وما علاقةُ ذلكَ بفرقِ ضغطِ الهواءِ؟

.....

.....

.....

.....

التجربةُ 1 قوةُ الطفوِ وقاعدةُ أرخميدس

الخلفيةُ العلميةُ:

تنصُّ قاعدةُ أرخميدس Archimedes' Principle على أنَّ: "قوةَ الطفوِ المؤثرةَ في الجسمِ المغمورِ كليًّا أوْ جزئيًّا في مائعٍ تساوي وزنَ المائعِ المزاحِ".

$$F_B = F_{gf} = m_f g = \rho_f v_f g = F_g - F'_g$$

وبصورةٍ أخرى:" الجسمُ المغمورُ كليًّا أوْ جزئيًّا في مائعٍ يخسرُ منْ وزنهِ بمقدارِ وزنِ المائعِ المزاحِ": وتُطبَّق قاعدةُ أرخميدس على جميعِ الأجسامِ وبأشكالِها المختلفةِ (منتظمةً أوْ غيرَ منتظمةٍ)، المغمورةِ جزئيًّا أو كليًّا في أيِّ مائعٍ. وتنشأُ قوةُ الطفوِ بسببِ فرقٍ في الضغطِ بينَ أعلى الجسمِ المغمورِ في المائعِ وأسفلهِ.

الهدفُ:

- التحققُ منْ قاعدةِ أرخميدس عمليًّا.
- إيجادُ قوةِ الطفوِ عمليًّا.

الموادُّ والأدواتُ:

قطعتانِ متماثلتانِ في الحجمِ إحداهُما فلزيةٌ كالألمنيومِ مثلًا، وأخرى خشبيةٌ، مخبارٌ مدرجٌ، ميزانٌ إلكترونيٌّ، ميزانٌ نابضيٌّ، دورقُ إزاحةٍ، سائلانِ مختلفانِ في الكثافةِ (ماءٌ، جليسرينٌ).

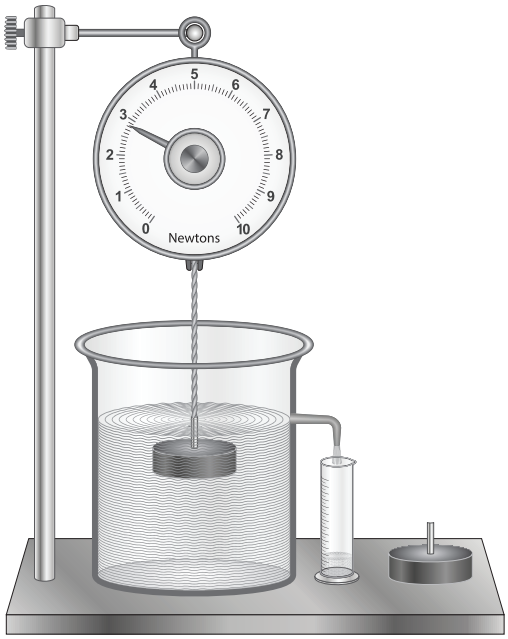
إرشاداتُ السلامةِ:

الحذرُ منْ سكبِ السوائلِ على الأرضيةِ؛ حتى لا تصبحَ زلقةً، وفي التعاملِ مع الأدواتِ الزجاجيةِ.

خطواتُ العملِ:

بالتعاونِ مع أفرادِ مجموعتي، أنفذُ الخطواتِ الآتيةَ:

1. **أقيسُ** كلًّا منْ كتلةِ المخبارِ المدرجِ فارغًا (m_1)، باستخدامِ الميزانِ الإلكترونيِّ ووزنِ قطعةِ الألمنيومِ في الهواءِ باستخدامِ الميزانِ النابضيِّ (F_g)، ثمَّ أدوِّنُ النتائجَ في الجدولِ.



2. أبدأُ بملْءِ دورقِ الإزاحةِ بالماءِ وأتوقفُ مباشرةً قبلَ أنْ يبدأَ الماءُ بالانسكابِ منْ فتحةِ الدورقِ.
3. **ألاحظُ**: أضعُ المخبارَ المدرجَ تحتَ فتحةِ الدورقِ، ثمَّ أُنزلُ قطعةَ الألمنيومِ المعلقةَ بالميزانِ ببطْءٍ في الماءِ حتى تنغمرَ كليًّا، وألاحظُ انسكابَ الماءِ في المخبارِ أثناءَ ذلكَ، كما في الشكلِ، وأقيسُ وزنَ القطعةِ في الماءِ (F'_g) وأدوِّنُ النتيجةَ في الجدولِ.
4. **أقيسُ** كتلةَ المخبارِ والماءِ المنسكبِ فيهِ (الماءِ المُزاحِ) معًا (m_2) باستخدامِ الميزانِ الإلكترونيِّ، وأدوِّنُ النتيجةَ في الجدولِ.
5. **أحسبُ** النقصانَ في وزنِ القطعةِ ($F_g - F'_g$) ووزنِ الماءِ المزاحِ ($F_{gf} = (m_2 - m_1)g$).
6. أكررُ الخطواتِ السابقةَ مستخدمًا سائلًا آخرَ غيرَ الماءِ مثلَ الجليسرينِ، وأدونُ النتائجَ في الجدولِ.
7. أكررُ الخطواتِ (1–6) مستخدمًا القطعةَ الخشبيةَ بدلًا منَ الألمنيومِ، معَ الانتباهِ إلى أنَّ الخشبَ لا ينغمرُ كليًّا، وأدونُ النتائجَ في الجدولِ.

البياناتُ والملاحظاتُ:

نوعُ القطعةِ	نوعُ السائلِ	وزنُ القطعةِ في الهواءِ (F_g)	وزنُ القطعةِ في السائلِ (F'_g)	النقصانُ في وزنِ القطعةِ ($F_g - F'_g$)	كتلةُ المخبارِ (m_1)	كتلةُ المخبارِ والماءِ المزاحِ (m_2)	وزنُ السائلِ المزاحِ $F_{gf} = (m_2 - m_1)g$	قوةُ الطفوِ $F_B = \rho_f v_f g = m_f g = F_{gf}$
الألمنيوم								
الخشب								

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. **أُقارِنُ** بينَ النقصانِ في وزنِ القطعةِ وبينَ وزنِ السائلِ المزاحِ.

.....

.....

2. **أحللُ**: عندَ تغييرِ كثافةِ السائلِ، ما التغيرُ الذي حدثَ لكلٍّ منَ: النقصانِ في وزنِ القطعةِ، ووزنِ السائلِ المزاحِ؟

.....

.....

3. **أصفُ** العلاقةَ بينَ قوةِ الطفوِ وكلٍّ منَ: النقصانِ في وزنِ القطعةِ، ووزنِ السائلِ المزاحِ.

.....

.....

4. **أصفُ** التغيرَ في وزنِ السائلِ المزاحِ عندَ استخدامي قطعةَ الخشبِ، ما العلاقةُ بينَ وزنِ السائلِ المزاحِ ووزنِ القطعةِ في الهواءِ؟

.....

.....

5. **أتوقعُ** ما يحدثُ لكلٍّ منْ حجمِ السائلِ المزاحِ ووزنهِ عندَ استخدامي قطعةَ ألمنيومٍ ذاتَ حجمٍ أكبرَ.

.....

.....

التجربةُ 2 خصائصُ الموائعِ المتحركةِ

الخلفيةُ العلميةُ:

هناكَ عدةُ خصائصَ أساسيةٍ للمائعِ المتحركِ تصفُ سلوكَ المائعِ أثناءَ جريانهِ، وهيَ:

- ✓الجريانُ: المنتظمُ وغيرُ المنتظمِ؛ فإذا كانَ جريانُ المائعِ انسيابيًّا بمعنى سرعةِ جزيئاتهِ عندَ نقطةٍ معينةٍ فيهِ ثابتةٍ لا تتغيرُ معَ الزمنِ سُمّيَ جريانًا منتظمًا.
- ✓اللزوجةُ: يُسمّى المائعُ الذي لا توجدُ قوى احتكاكٍ بينَ طبقاتهِ أثناءَ جريانهِ مائعًا غيرَ لزجٍ، وكلَّما زادتْ لزوجةُ المائعِ قلَّتْ قابليتهُ للجريانِ؛ وبذلكَ تنخفضُ سرعتهُ.
- ✓الانضغاطُ: المائعُ الذي تبقى كثافتهُ ثابتةً؛ لا تتغيرُ تحتَ تأثيرِ قوةٍ أوْ عدةِ قوًى يُعدُّ مائعًا غيرَ قابلٍ للانضغاطِ.
- ✓الحركةُ الدواميَّةُ: عندَما لا تدورُ جميعُ جزيئاتِ المائعِ حولَ محورٍ أوْ مركزِ دورانٍ فإنَّ جريانَ المائعِ يكونُ غيرَ دواميٍّ.

والمائعُ الذي يتصفُ بالخصائصِ الآتيةِ: جريانهُ منتظمٌ، وغيرُ انضغاطيٍّ، وغيرُ لزجٍ وغيرُ دوّاميٍّ يُسمّى مائعًا مثاليًّا.

الهدفُ:

- استقصاءُ خصائصِ الموائعِ المتحركةِ عمليًّا

الموادُّ والأدواتُ:

قمعانِ شفافانِ معَ صنبورٍ، محقنانِ طبيانِ، خرطومٌ شفافٌ طولهُ مترٌ واحدٌ تقريبًا، ساعتا إيقافٍ، ماءٌ، جليسرينٌ، كأسانِ فارغتانِ، بذورٌ جافةٌ صغيرةُ الحجمِ، حجرٌ.

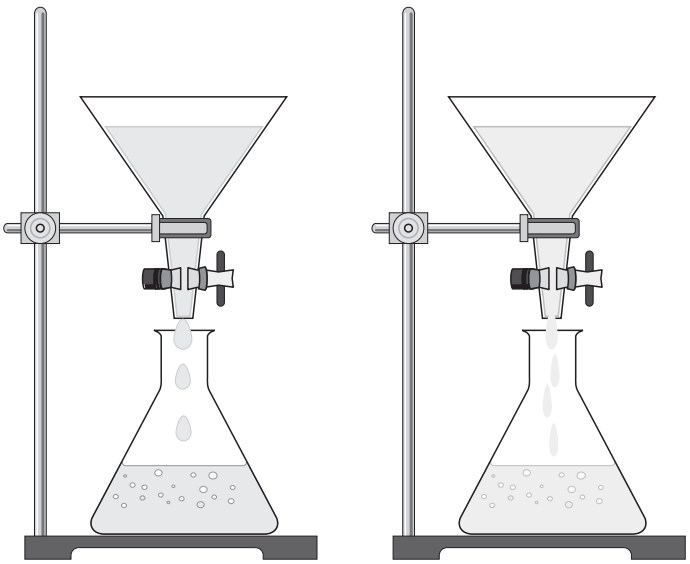
إرشاداتُ السلامةِ:

الحذرُ منْ سكبِ السوائلِ على الأرضيةِ؛ حتى لا تصبحَ زلقةً، والحذرُ في التعاملِ معَ الأدواتِ الزجاجيةِ.

خطواتُ العملِ:

بالتعاونِ معَ أفرادِ مجموعتي، أنفذُ الخطواتِ الآتيةَ:

1. أحضرُ قمعينِ متماثلينِ، وأضعُ كلًّا منهُما على حاملٍ كما في الشكلِ، وأغلقُ كلًّا منهُما باستخدامِ الصنبورِ أوِ السدادةِ، وأضعُ أسفلَ كلٍّ منَ القمعينِ كأسًا فارغةً، ثمَّ أسكبُ كميةً منَ الماءِ في القمعِ الأولِ، وأسكبُ كميةً أخرى منَ الجليسرينِ مماثلةً لكميةِ الماءِ في الحجمِ في القمعِ الثاني (يمكنُ استخدامُ مخبارٍ مدرجٍ).



2. **أقيسُ**: أفتحُ صنبورَ كلٍّ منَ القمعينِ في اللحظةِ نفسِها بالتزامنِ معَ تشغيلِ ساعتيِ الإيقافِ، وأدوِّنُ الفترةَ الزمنيةَ لإفراغِ محتوى كلِّ قمعٍ.

3. **ألاحظُ**: أحضرُ محقنينِ، وأملأُ نصفَ المحقنِ الأولِ بالماءِ باستخدامِ الضاغطِ، ونصفَ المحقنِ الثاني بالهواءِ، وأغلقُ كلًّا منهُما بسدادةٍ أو بإصبعي، وأضغطُ الماءَ والهواءَ في كلٍّ منَ المحقنينِ، وأدوِّنُ ملاحظاتي حولَ تغيرِ حجمِ كلٍّ منَ الهواءِ والماءِ.

4. أصلُ طرفَ الخرطومِ بالقمعِ، وأرفعُ القمعَ إلى أعلى مسافةٍ رأسيةٍ مقدارُها (30 cm) تقريبًا، وأتركُ باقيَ الخرطومِ مستقيمًا ما أمكنَ على طاولةِ المختبرِ؛ بحيثُ يصبُّ طرفهُ الآخرُ في كأسٍ فارغةٍ.

5. **ألاحظُ**: أبدأُ بسكبِ الماءِ في القمعِ ونثرِ بذورٍ صغيرةِ الحجمِ فيهِ لتجريَ في الخرطومِ، وأدوِّنُ ملاحظاتي حولَ حركةِ الماءِ منْ خلالِ حركةِ البذورِ عبرَ الخرطومِ، أضعُ حجرًا أوْ كرةً أمامَ مجرى الماءِ عندَ خروجهِ منَ الأنبوبِ، وألاحظُ حركةَ البذورِ أمامَ الحجرِ وخلفَهُ. هلْ تلاحظُ دورانَ البذورِ حولَ مركزِ دورانٍ أوْ محورِ دورانٍ؟

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. **أستنتجُ** الخاصيةَ التي توصلتُ إليْها في الخطوةِ (2)، وأقارنُها بينَ حالتيْها في كلٍّ منَ المائعيْنِ.

.....

.....

.....

.....

2. **أستنتجُ** الخاصيةَ التي توصلتُ إليْها في الخطوةِ (3) وأقارنُ بينَ حالتيْها في كلٍّ منَ المائعيْنِ.

.....

.....

.....

.....

3. **أقارنُ** بينَ حركةِ البذورِ أثناءَ مرورِها في الخرطوم، وأمامَ الحجرِ وخلفَهُ. متى يكونُ الجريانُ غيرَ منتظمٍ ومتى يكونُ منتظمًا؟ ما الخصائصُ التي استنتجتُها لجريانِ الماءِ في الخطوةِ (5)؟

.....

.....

.....

.....

4. **أتوقعُ** ما يحدثُ لعجلةٍ قابلةٍ للدورانِ إذا وُضِعَتْ في مجرى الماءِ خلفَ الحجرِ.

.....

.....

.....

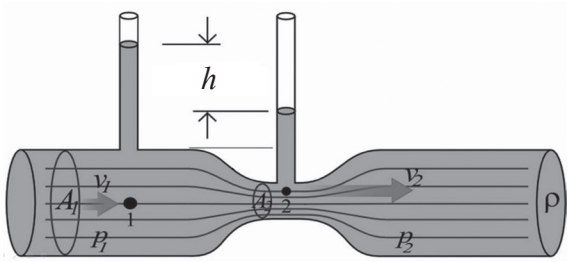
.....

قياسُ كلٍّ منْ سرعةِ تدفقِ المائعِ عمليًّا ومعدلِ تدفقهِ

الخلفيةُ العلميةُ:

مقياسُ فنتوري جهازٌ يوضعُ على امتدادِ أنبوبِ الجريانِ لقياسِ معدلِ تدفقِ المائعِ وسرعةِ جريانهِ ، ويعدُّ مقياسُ فنتوري أحدَ التطبيقاتِ على مبدأِ برنولي؛ حيثُ يُستخدَمُ لقياسِ سرعةِ التدفقِ ومعدلهِ في أنابيبِ شبكاتِ نقلِ النفطِ والغازِ والمياهِ. ولقياسِ سرعةِ تدفقِ المائعِ باستخدامِ مقياسِ فنتوري- كما في الشكلِ- تُطبَّقُ معادلةُ برنولي ومعادلةُ الاستمراريةِ للوصولِ إلى المعادلةِ الآتيةِ:

$$v_1 = A_2\sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho_f(A_2^2 - A_1^2)}}$$



حيثُ: $\Delta P = \rho_f gh$

الهدفُ:

- استخدامُ مقياسِ فنتوري لقياسِ سرعةِ المائعِ ومعدلِ تدفقهِ عمليًّا.

الموادُّ والأدواتُ:

ماصتانِ لهُما القطرُ الداخليُّ نفسهُ، أنبوبانِ ذوا أقطارٍ مختلفةٍ، مسطرةٌ، ورنيةٌ، علكةُ اللبانِ، خرطومُ ماءٍ.

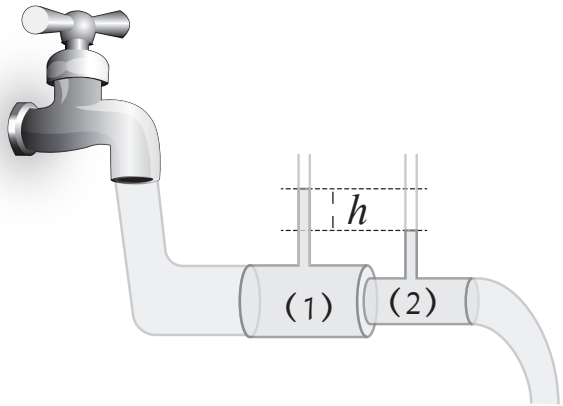
إرشاداتُ السلامةِ:

- الحذرُ منْ سكبِ السوائلِ على الأرضيةِ؛ حتى لا تصبحَ زلقةً.

خطواتُ العملِ:

1. **أقيسُ** القطرَ الداخليَّ لكلٍّ منَ الأنبوبيْنِ (d_1، d_2) باستخدامِ الورنيةِ، وأدوِّنُهُما في الجدولِ.
2. أثبتُ الماصتيْنِ على الأنبوبيْنِ بشكلٍ عموديٍّ باستخدامِ علكةِ اللبانِ بعدَ ثقبِ الأنبوبيْنِ كما في الشكلِ، ثمَّ أصلُ الأنبوبيْنِ معًا باستخدامِ العلكةِ، وأصلُ طرفَ الأنبوبةِ ذاتِ القطرِ الأكبرِ (1) معَ خرطومِ المياهِ المتصلِ بالصنبورِ؛ بحيثُ ينسكبُ الماءُ الخارجُ منَ الأنبوبةِ ذاتِ القطرِالأصغرِ (2) في حوضِ المياهِ.

3. **أقيسُ**: أفتحُ الصنبورَ ببطءٍ، وألاحظُ جريانَ الماءِ وارتفاعَهُ في الماصتيْنِ وعندَ التأكدِ منْ عدمِ وجودِ هواءٍ في أنبوبِ الجريانِ وثباتِ ارتفاعِ الماءِ في الماصتيْنِ، أقيسُ بالمسطرةِ فرقَ ارتفاعِ الماءِ h، وأدوِّنُ ذلكَ في الجدولِ.



4. أكررُ الخطوةَ (3) بزيادةِ سرعةِ تدفقِ المياهِ منَ الصنبورِ منْ خلالِ فتحِ الصنبورِ بشكلٍ أكبرَ، وأدوِّنُ فرقَ الارتفاعِ في الجدولِ.

الحالة	d_1 (m)	d_2 (m)	A_1 πr_1^2 (m^2)	A_2 πr_2^2 (m^2)	h (m)	$\Delta P = P_2 - P_1 = \rho_f g h$ (Pa)	$v_1 = A_2 \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho_f (A_2^2 - A_1^2)}}$ (m/s)	$A_1 v_1$ (m^3/s)
1								
2								

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. **أحسبُ** مساحةَ مقطعِ كلٍّ منَ الأنبوبيْنِ (A_1، A_2).

.....

.....

2. **أفسرُ** اختلافَ ارتفاعِ الماءِ في الماصتيْنِ.

.....

.....

3. **أحسبُ** فرقَ الضغطِ ثمَّ أجدُ سرعةَ تدفقِ الماءِ في الأنبوبِ الأكبرِ قطرًا.

.....

.....

4. **أحسبُ** معدلَ تدفقِ الماءِ في الأنبوبِ الأكبرِ قطرًا.

.....

.....

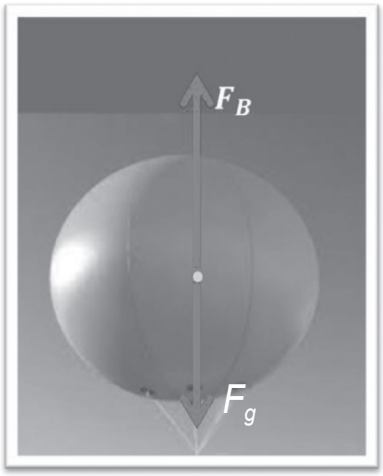
5. **أقارنُ** معدلَ تدفقِ الماءِ في الأنبوبيْنِ. أفسرُ إجابتي.

.....

.....

أسئلةٌ اختباراتٍ دوليةٍ، أوْ أسئلةٌ على نمطِها

السؤالُ الأولُ:



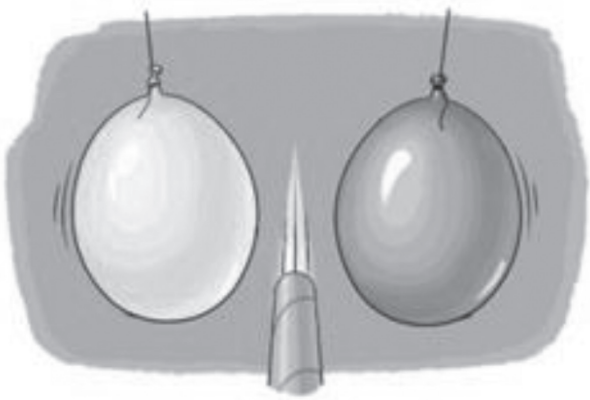
يرتفعُ بالونٌ مملوءٌ بغازِ الهيليومِ في الهواءِ، كما في الشكلِ.

أ - **أصِفُ** حركةَ البالونِ وهوَ يرتفعُ.

ب- كيف يتغيَّرُ مقدارُ قوةِ الطفوِ خلالَ ارتفاعِهِ، وما محصلةُ القوى المؤثرةِ في البالونِ عندما يتوقفُ عنِ الارتفاعِ؟ علمًا بأنَّ كثافةَ الهواءِ تقلُّ معَ الارتفاعِ.

السؤالُ الثاني:

1) عندَ النفخِ بينَ بالونيْنِ معلقيْنِ تعليقًا حرًّا كما في الشكلِ، فأيٌّ مما يأتي يحدثُ للبالونيْنِ:



أ - يبتعدانِ عنْ بعضِهما.

ب- يقتربانِ منْ بعضِهما.

جـ- يبقيانِ في مكانِهما.

2) **أفسِّرُ** إجابتي.

3) لماذا يُنصَحُ الأطفالُ بعدمِ الوقوفِ قريبًا منْ سكةِ القطارِ؟

السؤالُ الثالثُ:

أرادتْ خديجةُ ملءَ دلوٍ منَ الماءِ باستخدامِ خرطومِ المياهِ؛ فضغطتْ على فوهةِ الخرطومِ ظنًّا منْها أنَّ ذلكَ يقللُ منَ الزمنِ اللازمِ لتعبئةِ الدلوِ؛ لأنَّ سرعةَ تدفقِ المياهِ منَ الخرطومِ ازدادتْ. أبينُ رأيي في ذلكَ؟

تجربةٌ استهلاليةٌ

الموجاتُ تنقلُ الطاقةَ ولا تنقلُ المادةَ

الخلفيةُ العلميةُ:

الطاقةُ ضروريةٌ لبقاءِ الحياةِ على الأرضِ واستمرارِها، ومنَ المفيدِ أيضًا حفظُ الطاقةِ وتحويلُها ونقلُها منْ مكانٍ إلى آخرَ. ولكلِّ نوعٍ منْ أنواعِ الطاقةِ طرائقُ مناسبةٌ لنقلِهِ، وتُعدُّ الحركةُ الموجيةُ إحدى طرائقِ نقلِ الطاقةِ الميكانيكية. وتجري عمليةُ انتقالِ الطاقةِ خلالَ الحركةِ الموجيةِ عنْ طريقِ اهتزازِ جسيماتِ الوسطِ الذي تنتشرُ خلالَهُ الموجاتُ، وقدْ يكونُ هذا الوسطُ حبلًا أوْ نابضًا أوِ الماءَ والهواءَ. تُستخدَمُ أشكالٌ مختلفةٌ منَ النوابضِ الفولاذيةِ المرنةِ في إجراءِ تجاربِ الموجاتِ، ومنْها:

- نابضٌ رفيعٌ ذو حلقاتٍ ضيقةٍ ومتراصةٍ، يتطلبُ التأثيرُ فيهِ بقوةٍ كبيرةٍ لإحداثِ استطالةٍ في طولِهِ. يصلحُ هذا النابضُ لإحداثِ موجاتٍ مستعرضةٍ فيهِ قادرةٍ على نقلِ الطاقةِ منْ أحدِ طرفيْهِ إلى الآخرِ.
- نابضٌ عريضٌ ذو حلقاتٍ واسعةٍ ومتراصةٍ، ويمكنُ إحداثُ استطالةٍ فيهِ عنْ طريقِ التأثيرِ فيهِ بقوةٍ صغيرةٍ جدًّا، ويمكنهُ نقلُ الموجاتِ الطوليةِ بإحداثِ تضاغطاتٍ وتخلخلاتٍ عندَ أحدِ طرفيْهِ.

الهدفُ:

- توليدُ موجاتٍ مستعرضةٍ عمليًّا لاستقصاءِ انتقالِ الطاقةِ الميكانيكيةِ بوساطةِ الحركةِ الموجيةِ، بالرغمِ منْ عدمِ انتقالِ جسيماتِ الوسطِ باتجاهِ انتشارِ الموجاتِ.

الموادُّ والأدواتُ:

نابضانِ فلزيانِ طويلانِ أحدُهُما رفيعٌ والآخرُ عريضٌ، منصبٌّ فلزيٌّ، حلقةٌ فلزيةٌ، شريطٌ قماشيٌّ ملونٌ.

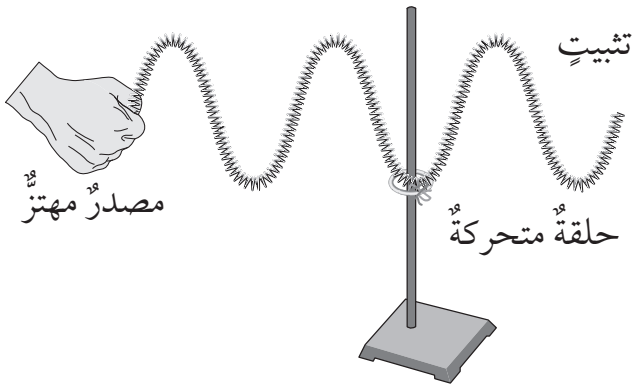
إرشاداتُ السلامةِ:

- الحذرُ منْ سقوطِ الأجسامِ والأدواتِ على القدميْنِ.

خطواتُ العملِ:

بالتعاونِ معَ أفرادِ مجموعتي، أنفذُ الخطواتِ الآتيةَ:

1. أثبتُ المنصبَ الفلزيَّ كما في الشكلِ معَ تثبيتِ قاعدتهِ بأجسامٍ ثقيلةٍ، ووضعِ الحلقةِ الفلزيةِ حولَ ساقِ المنصبِ.



2. أربطُ النابضَ الرفيعَ (أ) منْ منتصفهِ معَ الحلقةِ الفلزيةِ باستخدامِ الشريطِ القماشيِّ الملونِ.
3. **أجربُ**: أمسكُ طرفَ النابضِ بيدي، وأطلبُ منْ زميلي أنْ يمسكَ الطرفَ الثانيَ ويثبتَ يدَهُ، وأحركُ الطرفَ الذي بيدي للأعلى وللأسفلِ بشكلٍ منتظمٍ، وأراقبُ حركةَ الشريطِ الملونِ، ثمَّ أدونُ ملاحظاتي في الجدولِ.
4. أغيرُ منْ سرعةِ حركةِ يدي للأعلى وللأسفلِ، وأراقبُ حركةَ الشريطِ الملونِ وأدونُ ملاحظاتي في الجدولِ.
5. **ألاحظُ**: أجعلُ مدى حركةِ يدي للأعلى وللأسفلِ أكبرَ وأوسعَ منَ السابقِ، ثمَّ ألاحظُ حركةَ الحلقةِ الفلزيةِ، وأدونُ ملاحظاتي في الجدولِ.
6. **أجربُ**: أضع وأفرادَ مجموعتي النابضَ العريضَ (ب) على الأرضِ، ثمَّ أحركُ يدي لتصنعَ أوْ تحدثَ تضاغطاتٍ وتخلخلاتٍ متتاليةً، بينَما يثبتُ زميلي الطرفَ الآخرَ، ثمَّ ألاحظُ كيفَ ينتقلُ التخلخلُ خلالَ النابضِ.

حركةُ طرفِ النابضِ	وصفُ حركةِ اليدِ	وصفُ حركةِ الحلقةِ الفلزيةِ والشريطِ
التحريكُ ببطءٍ		
التحريكُ بسرعةٍ أكبرَ		
التحريكُ بمدًى أكبرَ		

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. **أصفُ** شكلَ حركةِ النابضِ، محددًا مصدرَ الطاقةِ اللازمةِ لهذهِ الحركةِ.

.....

.....

2. **أفسّرُ** سببَ حركةِ الحلقةِ الفلزيةِ، موضحًا كيفَ انتقلتِ الطاقةُ الحركيةُ إليْها.

.....

.....

3. **أقارنُ** بينَ اتجاهِ حركةِ الحلقةِ الفلزيةِ واتجاهِ انتشارِ الموجةِ في الحبلِ.

.....

.....

4. أفرقُ بينَ حركةِ جسيمات الوسطِ في كلٍّ منْ نوعَيِ الموجاتِ الطوليةِ والمستعرضةِ.

.....

.....

5. **أستنتجُ**: ما الطرائقُ التي يمكنُ بِها زيادةُ الطاقةِ المنقولةِ في المدةِ الزمنيةِ نفسِها خلالَ الحركةِ الموجيةِ؟

.....

.....

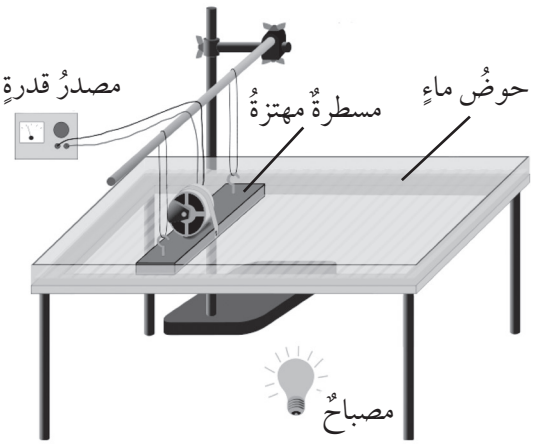
التجربةُ 1
استقصاءُ خاصيتَي انعكاسِ الموجاتِ وانكسارِها

الخلفيةُ العلميةُ:

للموجاتِ صفاتٌ خاصةٌ نميزُها بِها؛ فلكلِّ موجةٍ تردّدٌ وطولٌ موجيٌّ وسعةُ اهتزازٍ. إلا أنَّهُ توجدُ خصائصُ للموجاتِ والحركةِ الموجيةِ عمومًا، منْ هذهِ الخصائصِ الانعكاسُ والانكسارُ، فالموجاتُ جميعُها سواءٌ كانتْ ميكانيكيةً أمْ كهرمغناطيسيةً ستنعكسُ إذا واجهتْ حاجزًا في طريقِها، وتنكسرُ عندَما تنتقلُ خلالَ سطحٍ فاصلٍ بينَ وسطيْنِ مختلفيْنِ في خصائصِهما.

حوضُ الموجاتِ:

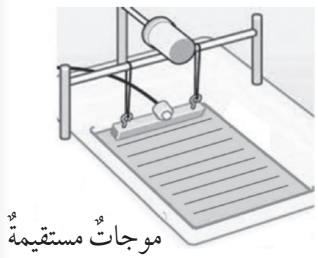
حوضُ الموجاتِ Ripple Tank جهازٌ يُستخدَمُ لدراسةِ خصائصِ الحركةِ الموجيةِ، ويتكونُ في أبسطِ أشكالهِ منْ حوضٍ زجاجيٍّ أوِ بلاستيكيٍّ شفافٍ، توضعُ فيهِ كميةٌ منَ الماءِ بارتفاعٍ مناسبٍ، ويُثبَّتُ مصدرٌ ضوئيٌّ تحتَ الحوضِ، فيظهرُ خيالٌ مكبرٌ للحركةِ الموجيةِ المتكونةِ في الحوضِ على السقفِ، ويمكنُ استخدامُ مرآةٍ تساعدُ في تكوينِ الخيالِ على شاشةٍ مثبتةٍ بشكلٍ رأسيٍّ. ويُزوَّدُ الحوضُ بملحقاتٍ متعددةٍ لتوليدِ أشكالٍ مختلفةٍ منَ الموجاتِ؛ بهدفِ دراسةِ خصائصِ الموجاتِ المنتشرةِ على سطحِ الماءِ.

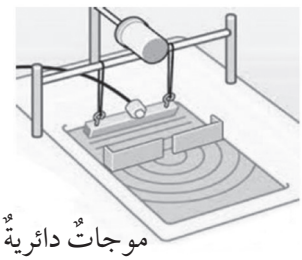


طريقةُ العرضِ: يوجدُ الحوضُ بأشكالٍ عدَّةٍ، إذْ يمكنُ تثبيتُ المصباحِ أسفلَ الحوضِ؛ بحيثُ تظهرُ صورةٌ للموجاتِ على السقفِ، أيضًا يمكنُ وضعُ المصباحِ فوقَ الحوضِ، واستخدامُ مرآةٍ مستويةٍ توضعُ أسفلَ الحوضِ وتميلُ عنِ الأفقِ بزاويةٍ (45°) لتعرضَ خيالًا للموجاتِ على شاشةٍ مثبتةٍ بوضعٍ رأسيٍّ بجوارِ الحوضِ.

انتشارُ الموجاتِ

- تنتشرُ بعضُ أشكالِ الموجاتِ في بُعدٍ واحدٍ، مثلَ موجاتِ الحبلِ والنابضِ.
- تنتشرُ بعضُ الموجاتِ في مستوٍى يتكونُ منْ بُعديْنِ، مثلَ موجاتِ سطحِ الماءِ. وقدْ تكونُ موجاتٍ دائريةً أوْ موجاتٍ مستقيمةً. كما في الشكلِ المجاورِ.
- تنتشرُ بعضُ أنواعِ الموجاتِ في ثلاثةِ أبعادٍ، مثلَ موجاتِ الصوتِ وموجاتِ الضوءِ. وتكونُ جبهةُ الموجةِ على شكلِ سطحٍ كرويٍّ.


موجاتٌ مستقيمةٌ


موجاتٌ دائريةٌ

الهدفُ:

- تكوينُ موجاتٍ دائريةٍ ومستقيمةٍ؛ لاستقصاءِ خاصيتَيِ الانعكاسِ والانكسارِ في الحركةِ الموجيةِ.

الموادُّ والأدواتُ:

حوضُ الموجاتِ وملحقاتهُ، شاشةُ عرضٍ، مصدرُ ضوءٍ.

إرشاداتُ السلامةِ:

الحذرُ منْ وصولِ الماءِ إلى مصدرِ الكهرباءِ.

خطواتُ العملِ:

بالتعاونِ معَ أفرادِ مجموعتي، أنفذُ الخطواتِ الآتيةَ:

1. أركبُ حوضَ الموجاتِ بوضعٍ أفقيٍّ وأثبتُ مصدرَ الإضاءةِ في مكانهِ الصحيحِ للحصولِ على خيالٍ واضحٍ على السقفِ، بمساعدةِ معلمي/ معلمتي وأعضاءِ مجموعتي.
2. أضعُ كميةَ ماءٍ في الحوضِ حتى ارتفاعٍ مناسبٍ لا يقلُّ عنْ (3 cm) تقريبًا.
3. **أجربُ:** أركبُ المحركَ الكهربائيَّ المولِّدَ للاهتزازاتِ وأشغِّلهُ بحيثُ يصدرُ موجاتٍ دائريةً، وأراقبُ أنا وأفرادُ مجموعتي انتشارَها في الحوضِ. ثمَّ أكررُ الخطوةَ لتوليدِ موجاتٍ مستقيمةٍ. وأدوِّنُ الملاحظاتِ في الجدولِ.
4. أثبتُ حاجزًا في منتصفِ الحوضِ بشكلٍ قطريٍّ، ثمَّ أشغِّلُ مولدَ الموجاتِ المستقيمةِ، وأراقبُ انعكاسَ الموجاتِ عنِ الحاجزِ. وأدونُ الملاحظاتِ في الجدولِ.
5. **أجربُ:** أُزيلُ الحاجزَ وأضعُ في منتصفِ الحوضِ لوحًا زجاجيًّا شفافًا لا يزيدُ سمكهُ عنْ (2 cm) بحيثُ يبقى مغمورًا بالماءِ بشكلٍ كليٍّ، وحافتهُ موازيةٌ لحافةِ الحوضِ، وأراقبُ ما يحدثُ للموجاتِ المستقيمةِ، وأدوِّنُ الملاحظاتِ.
6. أكررُ الخطوةَ (5)، لكنْ بعدَ تدويرِ اللوحِ الزجاجيِّ بحيثُ تصبحُ حافتهُ غيرَ موازيةٍ لحافةِ الحوضِ. وأدوِّنُ الملاحظاتِ.
7. أرسمُ الأنماطَ التي حصلتُ عليْها في الخطواتِ السابقةِ.

البياناتُ والملاحظاتُ:

الإجراءُ	الملحقاتُ	وصفُ الملاحظاتِ
موجاتٌ دائريةٌ	محركٌ كهربائيٌّ	
موجاتٌ مستقيمةٌ	محركٌ كهربائيٌّ ومسطرةٌ	
موجاتٌ مستقيمةٌ	حاجزٌ رأسيٌّ	
موجاتٌ مستقيمةٌ	لوحٌ زجاجيٌّ شفافٌ موازٍ	
موجاتٌ مستقيمةٌ	لوحٌ زجاجيٌّ شفافٌ غيرُ موازٍ	

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. **أصفُ** نمطَ كلٍّ منَ: الموجاتِ الدائريةِ والموجاتِ المستقيمةِ، وأصفُ انتشارَها.

.....

.....

2. **أصفُ** ما حدثَ للموجاتِ المستقيمةِ عندَ مواجهتِها للحاجزِ الرأسيِّ. ماذا تُسمّى هذهِ الظاهرةُ؟

.....

.....

3. **أصفُ** ما حدثَ للموجاتِ المستقيمةِ عندَ مرورِها فوقَ اللوحِ الزجاجيِّ في الحالتيْنِ (الخطوةِ 5 والخطوةِ 6). ماذا تُسمّى هذهِ الظاهرةُ؟

.....

.....

4. **أستنتجُ**: ما الذي تغيرَ منْ صفاتِ الموجةِ (الطولُ الموجيُّ، أمِ التردُدُ، أمِ السرعةُ، أمِ الاتجاهُ) في الحالاتِ السابقةِ؟

.....

.....

5. **أفسرُ** سببَ تغيُّرِ سرعةِ الموجاتِ على سطحِ الماءِ عندَ عبورِها منطقةً ضحلةً.

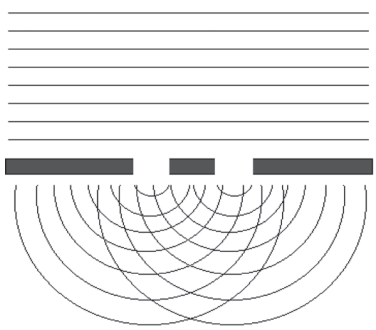
.....

.....

التجربةُ 2
استقصاءُ خاصيتَيْ تداخلِ الموجاتِ وحيودِها

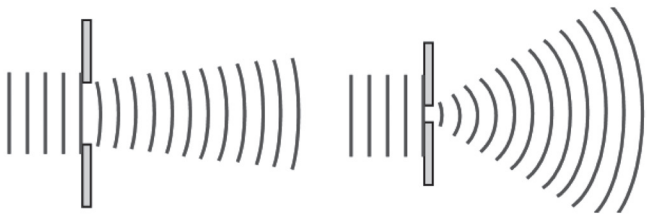
الخلفيةُ العلميةُ:

إضافةً إلى خصيصتَيِ انعكاسِ الموجاتِ وانكسارِها اللتيْنِ توصلْنا إليهما في التجربةِ السابقةِ، توجدُ خصائصُ أخرى منْها التداخلُ والحيودُ. ويُستخدَمُ حوضُ الموجاتِ للتوصلِ عمليًّا لتداخلِ الموجاتِ المستقيمةِ وحيودِها على سطحِ الماءِ، حيثُ يُزوَّدُ الحوضُ بملحقاتٍ وقطعٍ على شكلِ حواجزَ مستقيمةٍ، تعترضُ مسارَ الموجاتِ على سطحِ الماءِ. علمًا بأنَّ التداخلَ والحيودَ يحدثُ في الموجاتِ المستعرضةِ الأخرى مثلَ موجاتِ الضوءِ وفي الموجاتِ الطوليةِ مثلَ موجاتِ الصوتِ، لكنَّ دراسةَ موجاتِ الماءِ المستقيمةِ أكثرُ سهولةً عندَ إجرائِها.



التداخلُ: للحصولِ على مصدريْنِ متماثليْنِ تمامًا منَ الموجاتِ الدائريةِ؛ يوضَعُ حاجزٌ فيهِ فتحتانِ ضيقتانِ متقاربتانِ في طريقِ الموجاتِ المستقيمةِ كما في الشكلِ، فيحدثُ التداخلُ المنتظمُ بينَ موجاتِ المصدريْنِ المتماثليْنِ.

الحيودُ: للحصولِ على نمطِ حيودٍ واضحٍ، يجبُ وضعُ حاجزٍ فيهِ فتحةٌ واحدةٌ ضيقةٌ، وتعديلُ اتساعِ الفتحةِ للحصولِ على حيودٍ واضحٍ. كما في الشكلِ.



الهدفُ:

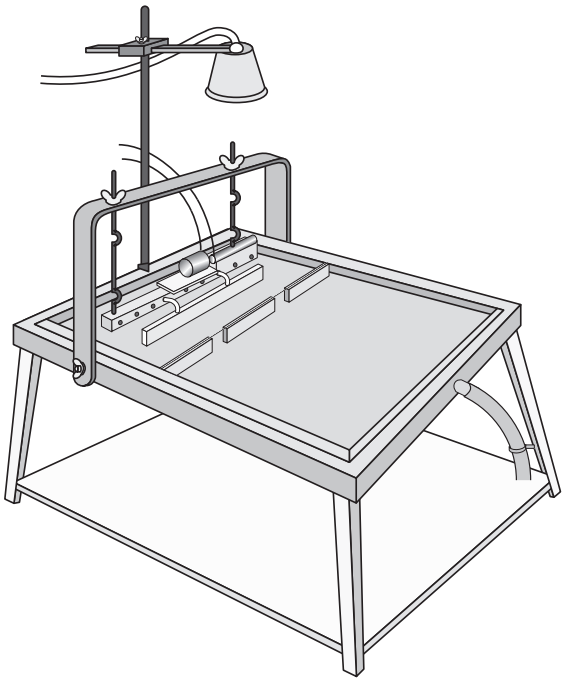
- التوصلُ عمليًّا إلى نمطِ تداخلٍ منتظمٍ لموجاتِ سطحِ الماءِ الصادرةِ عنْ مصدريْنِ نقطييْنِ متماثليْنِ، ثمَّ التوصلُ عمليًّا إلى نمطِ حيودٍ، وأثرِ اتساعِ الفتحةِ في الحيودِ.

الموادُّ والأدواتُ:

حوضُ الموجاتِ وملحقاتهُ (مصدرُ ضوءٍ ومجموعةُ حواجزَ).

إرشاداتُ السلامةِ:

الحذرُ منْ وصولِ الماءِ إلى مصدرِ الكهرباءِ.



خطواتُ العملِ:

بالتعاونِ معَ أفرادِ مجموعتي، أنفذُ الخطواتِ الآتيةَ:

1. أركبُ حوضَ الموجاتِ بوضعٍ أفقيٍّ، وأثبتُ مصدرَ الإضاءةِ في مكانهِ الصحيحِ بمساعدةِ معلمي/ معلمتي وأعضاءِ مجموعتي.
2. أضعُ كميةَ ماءٍ مناسبةً في الحوضِ حتى ارتفاعٍ لا يقلُّ عن (3 cm) تقريبًا.
3. أثبتُ المحركَ الكهربائيَّ المولدَ للاهتزازاتِ فوقَ المسطرةِ الخاصةِ وأشغلهُ بحيثُ يصدرُ موجاتٍ مستقيمةً، وأراقبُ حركةَ تقدمِ هذهِ الموجاتِ في الحوضِ.
4. أضعُ حاجزًا يحتوي على فتحتيْنِ على بُعدِ (15 cm) أمامَ المسطرةِ، كما في الشكلِ، وأراقبُ عبورَ الموجاتِ المستقيمةِ منْ كلتا الفتحتيْنِ، وأغيرُ منْ سرعةِ المحركِ للحصولِ على شكلٍ واضحٍ، ثمَّ أدونُ الملاحظاتِ على النمطِ المتكونِ بعدَ الفتحتيْنِ.
5. أعدلُ الحاجزَ في الخطوةِ السابقةِ؛ بحيثُ يحتوي على فتحةٍ واحدةٍ ضيقةٍ، ثمَّ أدونُ الملاحظاتِ على النمطِ المتكونِ. ثمَّ أغيرُ اتساعَ الفتحةِ، وأراقبُ ما يحدثُ للموجاتِ مرةً أخرى.
6. أرسمُ الأنماطَ التي حصلتُ عليْها في الخطوتيْنِ (5,4) السابقتيْنِ.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. **أفسّرُ** أهميةَ وجودِ فتحتيْنِ في الحاجزِ في الخطوةِ (4). وما التغيرُ الذي حصلَ للموجاتِ بعدَ الحاجزِ؟

.....

.....

2. **أصفُ** ما حدثَ للموجاتِ المستقيمةِ بعدَ تجاوزِها الحاجزَ الذي يحتوي على فتحتيْنِ، وأذكرُ اسمَ هذهِ العمليةِ.

.....

.....

.....

3. **أصفُ** ما حدثَ للموجاتِ المستقيمةِ بعدَ تجاوزِها الحاجزَ الذي يحتوي على فتحةٍ ضيقةٍ، وأذكرُ اسمَ هذهِ العمليةِ.

.....

.....

.....

4. **أستنتجُ**: عندَما تتجاوزُ الموجاتُ المستقيمةُ حاجزًا فيهِ فتحةٌ، فإنَّها تنفذُ منهُ وتكملُ مسيرَها على هيئةِ موجاتٍ دائريةٍ، أيْ أنَّها تحيدُ عن اتجاهِها وتلتفُّ حولَ الحاجزِ قليلًا. ما العلاقةُ بينَ حيودِ الموجاتِ واتساعِ الفتحةِ؟

.....

.....

.....

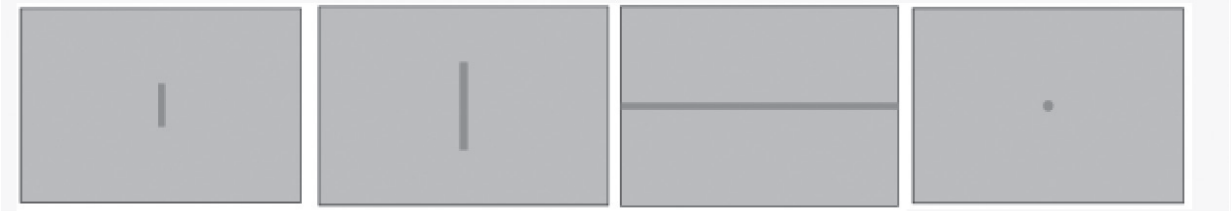
تجربةٌ إثرائيةٌ 1
قياسُ سرعةِ الصوتِ في الهواءِ

الخلفيةُ العلميةُ:

عندَما أسمعُ صوتَ زميلي/ زميلتي ينادي منَ الخلفِ، يمكنُني معرفةِ إنْ كانَ صوتهُ/ صوتُها يأتيني منَ اليمينِ أمْ منَ اليسارِ، وربَّما يمكنُني تحديدُ موقعِ زميلي/ زميلتي. كيفَ يحدثُ ذلكَ؟ لقدْ وهبَنا اللهُ تعالى أذنيْنِ اثنتيْنِ تفصلهُما مسافةٌ؛ ما يجعلُ الصوتَ لا يصلُ في أغلبِ الأحيانِ إلى الأذنيْنِ معًا في اللحظةِ نفسِها. فعندَما يكونُ الصوتُ قادمًا منْ جهةِ اليمينِ، فإنَّهُ يصلُ أذني اليمنى قبلَ اليسرى بمدةٍ زمنيةٍ قصيرةٍ، حيثُ يمكنُ لدماغي تمييزُ هذهِ المدةِ وتحديدُها، فأتوصلُ أنا إلى تحديدِ موقعِ مصدرِ الصوتِ. ما مقدارُ المدةِ الزمنيةِ التي تفصلُ بينَ لحظتَيْ وصولِ الصوتِ إلى كلتا الأذنيْنِ؟ إذا عرفتُ سرعةَ الصوتِ فإنَّهُ يمكنُني حسابُ هذهِ المدةِ الزمنيةِ. وقدْ صُمِّمَتْ هذهِ التجربةُ لاستخدامِ ميكرفونيْنِ يستقبلانِ الصوتَ مثلَ الأذنِ، ثمَّ تُرسَلُ الإشارةُ الكهربائيةُ الناتجةُ إلى جهازِ راسمِ الموجاتِ لتحليلِ هذهِ الإشارةِ.

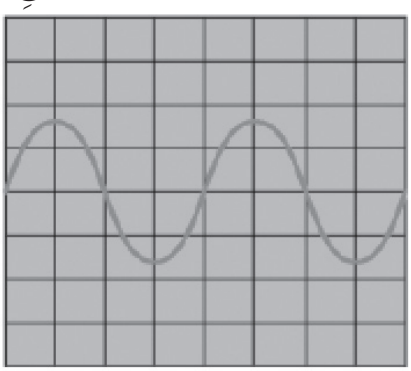
جهازُ راسمِ الموجاتِ Oscilloscope

جهازٌ إلكترونيٌّ يُستخدَمُ لعرضِ الإشاراتِ الكهربائيةِ على شاشةٍ صغيرةٍ. يحتوي على مفاتيحَ للتحكمِ، أهمُّها مفتاحُ التحكمِ بالزمنِ (على المحورِ الأفقيِّ للشاشةِ)، ومفتاحٌ للتحكمِ بالمحورِ الرأسيِّ. ضبطُ المفتاحِ الأفقيِّ يغيرُ منِ زمنِ عرضِ الإشارةِ؛ فتتغيرُ سرعةُ مرورِها أفقيًّا، فتظهرُ على شكلِ نقطةٍ والمفتاحُ مغلقٌ، وعلى شكلِ خطٍّ مستقيمٍ والمفتاحُ في وضعِ تشغيلٍ. وضبطُ المفتاحِ الرأسيِّ يغيرُ منِ ارتفاعِ (سعةِ) الموجةِ. والأشكالُ الآتيةُ توضحُ نتائجَ عمليةِ التحكمِ:



عدمُ تشغيلِ مفتاحِ (x) تشغيلُ مفتاحِ (x) زيادةُ قيمةِ مفتاحِ (y) إنقاصُ (نقصانُ) قيمةِ مفتاحِ (y)

وبعدَ ضبطِ المفتاحيْنِ معًا نحصلُ على رسمٍ بيانيٍّ يوضحُ البياناتِ المتعلقةَ بالموجةِ، كما في الشكلِ الآتي.



عندَ توصيلِ جهازيْنِ لتوليدِ الإشاراتِ الكهربائيةِ معَ مداخلِ راسمِ الموجاتِ، فإنَّهُ يمكنُنا المقارنةُ بينَ صفاتِ الموجتيْنِ بدقةٍ.

السماعةُ والميكرفونُ:

السماعةُ والميكرفونُ جهازانِ كهربائيانِ يحولانِ أشكالَ الطاقةِ، تُستخدَمُ السماعةُ لتحويلِ الإشاراتِ الكهربائيةِ الداخلةِ إليْها إلى موجاتٍ صوتيةٍ يمكنُنا سماعُها، بينَما يُستخدَمُ الميكرفونُ بصورةٍ معاكسةٍ؛ فهوَ يلتقطُ الموجاتِ الصوتيةَ ويحولُها إلى إشاراتٍ كهربائيةٍ.

مولدُ الذبذباتِ:

جهازٌ كهربائيٌّ يولدُ إشاراتٍ كهربائيةً يمكنُ التحكمُ بترددِها وشدتِها، وعندَ توصيلِهِ معَ سماعةٍ لتحويلِ هذهِ الإشاراتِ إلى موجاتٍ صوتيةٍ، فإنَّهُ عنْ طريقِ مفاتيحَ معينةٍ في جهازِ مولدِ الذبذباتِ، يمكنُنا التحكمُ بمستوى الصوتِ ودرجتِهِ.

الهدفُ:

- قياسُ سرعةِ الصوتِ عمليًّا بالاعتمادِ على تحديدِ المدةِ الزمنيةِ التي تفصلُ بينَ لحظتَيْ وصولِ الصوتِ إلى جهازَيِ استقبالٍ.

الموادُّ والأدواتُ:

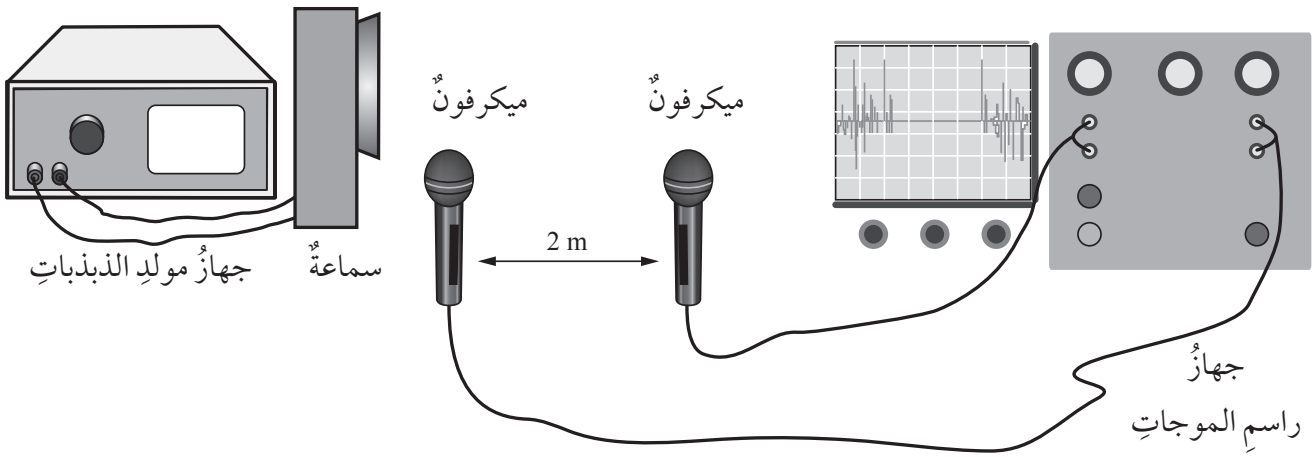
جهازُ مولدِ الذبذباتِ، جهازُ راسمِ الموجاتِ، شريطُ قياسٍ مترِيٍّ، سماعةٌ، ميكرفونانِ حساسانِ معَ حاملِ تثبيتٍ، أسلاكُ توصيلٍ.

إرشاداتُ السلامةِ:

الحذرُ عندَ توصيلِ الأجهزةِ الكهربائيةِ بالمصدرِ الرئيسِ للكهرباءِ، وعندَ استخدامِ أسلاكِ التوصيلِ.

خطواتُ العملِ:

1. **أجربُ:** أشغلُ جهازَ راسمِ الموجاتِ وأضبطهُ للحصولِ على رسمٍ موجيٍّ ثابتٍ؛ لتسهيلِ عمليةِ القياسِ.
2. أضعُ جهازَيِ الميكرفونِ على مسافةِ (2m) منْ بعضِهما، كما في الشكلِ، ثمَّ أضعُ السماعةَ على استقامةٍ واحدةٍ معهُما.



3. أصلُ السماعةَ بمخرجِ جهازِ مولدِ الذبذباتِ، وأصلُ الجهازَ بالكهرباءِ. ثمَّ أصلُ كلًّا من الميكرفونيْنِ بأحدِ المدخليْنِ على جهازِ راسمِ الموجاتِ.
4. أشغلُ جهازَ راسمِ الموجاتِ بحيثُ يظهرُ على شاشتهِ رسمٌ بيانيٌّ خاصٌّ بالإشارةِ الكهربائيةِ الناتجةِ عنْ كلِّ ميكرفونٍ.
5. **أقيسُ**: أضبطُ المفتاحَ الخاصَّ بقياسِ الزمنِ؛ بحيثُ يصبحُ الفاصلُ الزمنيُّ بينَ وصولِ الصوتِ إلى جهازَيِ الميكرفونِ ملحوظًا وقابلًا للقياسِ، ثمَّ أقيسُ المدةَ الزمنيةَ، وأدونُ في الجدولِ المسافةَ والمدةَ الزمنيةَ.
6. أغيرُ المسافةَ بينَ الميكرفونيْنِ مرتيْنِ أُخرييْنِ، ثمَّ أكررُ الخطواتِ السابقةَ وأقيسُ الفاصلَ الزمنيَّ بينَ الإشارتيْنِ، وأدونُ في الجدولِ المسافةَ والمدةَ الزمنيةَ.
7. **أحسبُ**: أقسمُ المسافةَ بينَ الميكرفونيْنِ على الفاصلِ الزمنيِّ لحسابِ سرعةِ الصوتِ في الهواءِ لكلِّ محاولةٍ.

البياناتُ والملاحظاتُ:

المحاولةُ	المسافةُ بينَ الميكرفونيْنِ (m)	الفاصلُ الزمنيُّ (s)	سرعةُ الصوتِ (m/s)
1			
2			
3			

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. ما تحولاتُ الطاقةِ التي تحدثُ في كلٍّ منَ: الميكرفونيْنِ والسماعةِ؟

.....

.....

2. **أفسرُ**: ما الذي سيحدثُ لنتائجِ التجربةِ لو وُضِعَ أحدُ الميكرفونيْنِ أوِ السماعةُ قربَ الحائطِ؟

.....

.....

3. **أحسبُ**: أفترضُ أنَّ متوسطَ المسافةِ بينَ أذنَيْ الإنسانِ يساوي (20 cm)، وبمعرفةِ سرعةِ الصوتِ في الهواءِ، وعلى افتراضِ أنَّ مصدرَ الصوتِ على استقامةٍ واحدةٍ معَ الأذنيْنِ. أحسبُ الفاصلَ الزمنيَّ لوصولِ الصوتِ لكلتا الأذنيْنِ.

.....

.....

4. **أتوقعُ**: هلْ يمكنُ تصميمُ تجربةٍ مماثلةٍ لقياسِ سرعةِ الضوءِ في الهواءِ؟ أبررُ إجابتي.

.....

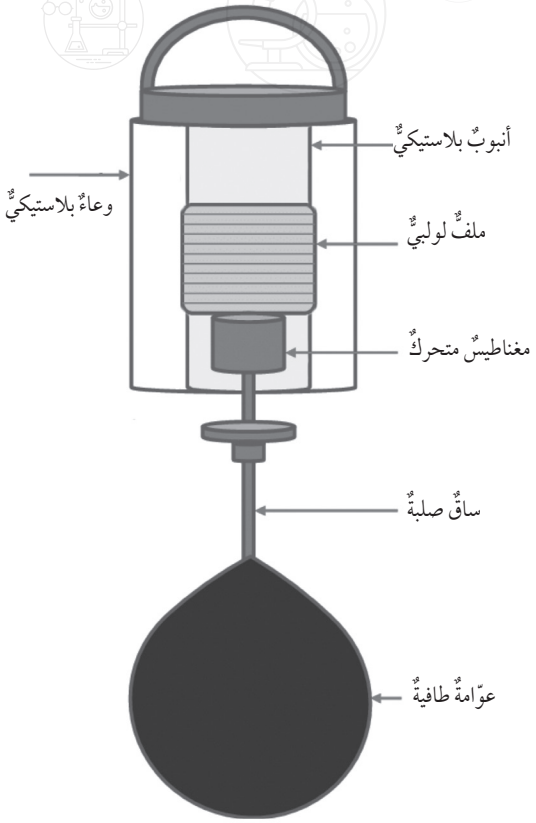
.....

5. **أتواصلُ**: أقارنُ النتائجَ التي توصلتُ إليْها أنا وأفرادُ مجموعتي بنتائجِ المجموعاتِ الأخرى، ثمَّ أفسرُ الاختلافَ في نتائجِ المجموعاتِ، إنْ وُجِدَ.

.....

.....

يتوجهُ العالمُ اليومَ إلى استغلالِ مواردِ طاقةٍ بديلةٍ للوقودِ الأحفوريِّ، تكونُ متجددةً لا تنضبُ، ونظيفةً لا تسببُ تلوثًا للبيئةِ. وقدْ توصلتِ الجامعاتُ ومعاهدُ الأبحاثِ إلى ابتكارِ الكثيرِ منَ الأدواتِ التي تعملُ على حصادِ الطاقةِ الميكانيكيةِ التي تحملُها موجاتُ المحيطاتِ والبحارِ، وتحويلِها إلى طاقةٍ كهربائيةٍ. وُضِعَتْ في بدايةِ هذهِ الوحدةِ صورةٌ لإحدى هذهِ الأدواتِ وتعملُ مثلَ عدسةٍ مجمِّعةٍ تركزُ طاقةَ الموجاتِ في بقعةٍ محددةٍ، يسهلُ التعاملُ معَها.



تتكونُ جميعُ محطاتِ تحويلِ طاقةِ موجاتِ المحيطِ – مهما اختلفتْ في أشكالِها – منْ جزءٍ متحركٍ يكتسبُ طاقتَهُ الحركيةَ منْ طاقةِ الموجةِ، وجزءٍ آخرَ يحوي مولدًا كهربائيًّا لتحويلِ الطاقةِ الحركيةِ إلى طاقةٍ كهربائيةٍ. ويعتمدُ مقدارُ الطاقةِ الكهربائيةِ الناتجةِ على سرعةِ الموجاتِ وسعتِها وطولِها الموجيِّ.

في هذهِ التجربةِ سوفَ أضعُ تصاميمَ عدَّةً لمحطةٍ عائمةٍ يمكنُ تركيبُها في حوضٍ بلاستيكيٍّ كبيرٍ، وتوليدُ موجاتٍ في الحوضِ، وتحويلُ طاقتِها إلى كهرباءَ. ثمَّ أختارُ أفضلَ هذهِ التصاميمِ وأنسبَها، وأعتمدُ عليهِ في بناءِ نموذجٍ للمحطةِ العائمةِ ضمنَ المواصفاتِ التي يحددُها التصميمُ. وأختبرُ هذا النموذجَ وأقارنُ نتائجَ الاختبارِ بنماذجِ باقي مجموعاتِ الطلبةِ في الصفِّ.

تحديدُ المشكلةِ

ما المشكلةُ التي يتعيَّنُ عليَّ بناءُ المحطةِ العائمةِ منْ أجلِ حلِّها؟

.....

.....

تصميمُ النموذجِ وبناؤهُ

تختلفُ محطاتُ تحويلِ طاقةِ الموجاتِ؛ باختلافِ الفكرةِ العلميةِ التي توصَّلَ إليْها الباحثونَ، والشكلُ أعلاهُ قدْ يساعدُني في اختيارِ واحدةٍ منْها، فما صفاتُ المحطةِ التي سأبنيها؟

.....

.....

أكتبُ مراحلَ التصميمِ، مُوضِّحًا إيّاها بالرسمِ.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ما الموادُّ التي سأستعملُها؟

.....

.....

أكتبُ كيفَ سأبني نموذجَ المحطَّةِ، وطريقةَ تشغيلِهِ واستخدامِهِ، مُوضِّحًا ذلكَ بالرسمِ.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

اختبارُ النموذجِ

أثبِّتُ نموذجَ محطتي فوقَ حوضٍ بلاستيكيٍّ مملوءٍ بالماءِ، وأستخدمُ لوحًا بلاستيكيًّا لتوليدِ الموجاتِ في الحوضِ، ثمَّ أراقبُ الجزءَ المتحركَ منَ المحطةِ. هلْ تحرَّكَ واستمدَّ الطاقةَ منَ الموجاتِ؟

.....

.....

أصلُ طرفَيِ الملفِّ معَ جهازِ غلفانوميترٍ، ثمَّ أولِّدُ الموجاتِ في الحوضِ. هلِ انحرفَ مؤشرُ الغلفانوميترِ؟ أزيدُ منْ حركةِ الموجاتِ في الحوضِ، وأكرِّرُ التجربةَ. كيفَ تأثَّرَ الغلفانوميترُ بهذهِ الزيادةِ؟

.....

.....

أفصلُ الغلفانوميترَ عنْ نموذجِ المحطةِ، وأصلُ بدلًا منهُ مصباحَ (LED) صغيرًا. هلْ أضاءَ المصباحُ؟

.....

.....

أقارنُ نتائجَ مجموعتي بنتائجِ المجموعاتِ الأخرى في الصفِّ.

.....

.....

التعديلاتُ وإعادةُ التصميمِ

في حالِ لمْ يضيءِ المصباحُ؛ لعدمِ توليدِ الطاقةِ الكهربائيةِ الكافيةِ. فما التعديلاتُ التي سأجريها على التصميمِ وبناءِ النموذجِ للتغلبِ على المشكلةِ؟

.....

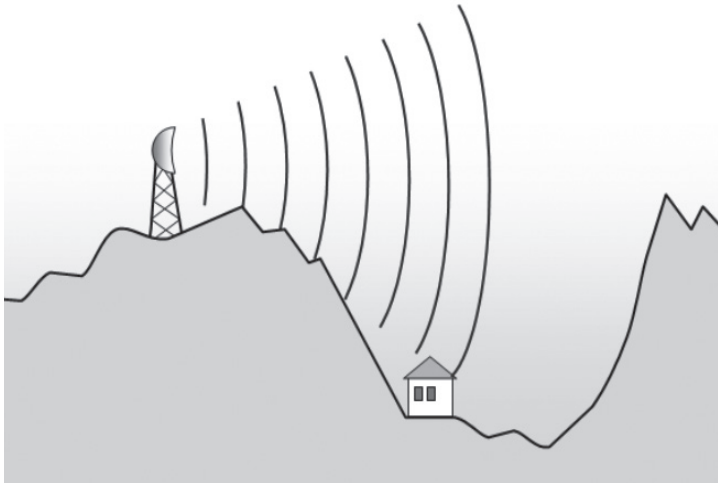
.....

.....

.....

أسئلةُ اختباراتٍ دوليةٍ، أوْ أسئلةٌ على نمطِها

السؤالُ الأولُ:



تسكنُ عائلةٌ في بيتٍ على طرفِ وادٍ، ويوجدُ برجُ إرسالٍ خاصٌّ بشبكةِ أجهزةِ الهاتفِ الخلويةِ قريبًا منْ قمةِ الجبلِ، وعلى البرجِ مصباحٌ ضوئيٌّ أحمرُ اللونِ. عندَما ينظرُ أحدُ السكانِ إلى قمةِ الجبلِ فإنَّهُ لا يشاهدُ المصباحَ، لأنَّ قمةَ الجبلِ تحجبُ الضوءَ الصادرَ عنهُ. في حينِ يتمكنُ أفرادُ العائلةِ منْ إجراءِ مكالماتِهِمُ الهاتفيةِ بسهولةٍ. كيفَ يمكنُني تفسيرَ ذلكَ؟

أ -موجاتُ الضوءِ الأحمرِ لا تصلُ إلى البيتِ بسببِ انعكاسِها، في حينِ لا تنعكسُ موجاتُ الراديو.

ب-موجاتُ الضوءِ الأحمرِ تنتقلُ بسرعةٍ أكبرَ منْ موجاتِ الراديو؛ لذلكَ لا تهبطُ إلى الوادي.

ج-موجاتُ الضوءِ الأحمرِ أقلُّ ترددًا منْ موجاتِ الراديو؛ لذلكَ لا يحدثُ لَها حيودٌ.

د - موجاتُ الضوءِ الأحمرِ أقصرُ طولًا منْ موجاتِ الراديو؛ لذلكَ يكونُ حيودُها قليلًا جدًّا، فلا تنحرفُ للأسفلِ.

السؤالُ الثاني:

وُضِعَتْ شمعةٌ مشتعلةٌ على مسافةٍ محددةٍ منْ سماعةٍ تُصدرُ صوتًا، وجرتْ مراقبةُ الشمعةِ، ثمَّ وُضِعَ أنبوبٌ كرتونيٌّ بينَ السماعةِ والشمعةِ المشتعلةِ، طرفهُ الأيسرُ مفتوحٌ وطرفهُ الأيمنُ ينتهي بمخروطٍ كرتونيٍّ فيهِ فتحةٌ صغيرةٌ، كما في الشكلِ. فانطفأتِ الشمعةُ في الحالةِ الثانيةِ علمًا بأنَّها لمْ تنطفئْ في الحالةِ الأولى. **أُفسِّرُ** ما حدثَ نتيجةَ نقصانِ مساحةِ مقطعِ الأنبوبِ.

أ - زادتْ شدةُ موجاتِ الصوتِ، فازدادَ ضغطُ الهواءِ عندَ الفتحةِ.

ب- زادَ ترددُ موجاتِ الصوتِ، فازدادَ ضغطُ الهواءِ عندَ الفتحةِ.

ج - نقصتْ شدةُ موجاتِ الصوتِ، فانخفضَ ضغطُ الهواءِ وانعدمَ الأكسجينُ.

د - نقصَ ترددُ موجاتِ الصوتِ، فانخفضَ ضغطُ الهواءِ وانعدمَ الأكسجينُ.