المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم

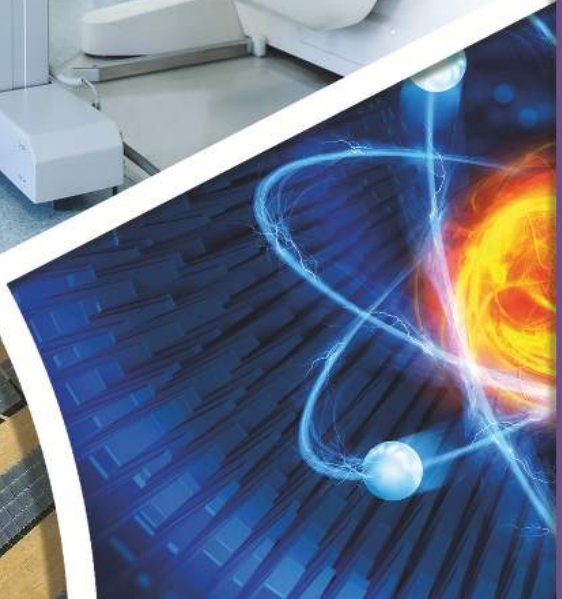
AWAZEL
LEARN 2 BE

المركز الوطني لتطوير المناهج
National Center
for Curriculum Development

الفيزياء

12

الصف الثاني عشر
الفصل الدراسي
الثاني



كتاب الأنشطة والتجارب العملية

المركز الوطني لتطوير المناهج
National Center for Curriculum Development

المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم
AWA2EL
LEARN 2 BE

الفيزياء

الصف الثاني عشر علمي - كتاب الأنشطة والتجارب العملية

الفصل الدراسي الثاني

12

فريق التأليف

موسى عطا الله الطراونة (رئيسًا)

أ.د. محمود إسماعيل الجاغوب
خلدون سليمان المصاروه
د. إبراهيم ناجي غبار
موسى محمود جرادات

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

قـرّرت وزارة التربيـة والتعليـم تدريـس هـذا الكتـاب في مـدارس المملكـة الأردنيـة الهاشـمية جميعهـا، بنـاءً عـلى قرار المجلـس الأعلى للمركز الوطني لتطـــوير المناهـــج في جلسـته رقم (2022/7)، تاريـخ 2022/11/8 م، وقرار مجلس التربيـة والتعليم رقم (2022/112)، تاريـخ 2022/12/6 م، بـدءًا مـن العام الـدراسي 2022 / 2023 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 - 506 - 1

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(2023/5/2619)

375,001

الأردنّ. المركز الوطني لتطوير المناهج

الفيزيـاء: الصـف الثانـي عشـر: كتـاب الأنشـطة والتجـارب العمليـة (الفصـل الدراسـي الثانـي)/ المركـز الوطنـي لتطويـر المناهـج.- عمّـان: المركـز، 2023

ج2 (30) ص.

ر.إ.: 2023/5/2619

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 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) 1443 هـ / 2022 م
أُعيدت طباعته 1444 هـ / 2023 م

قائمة المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
الوحدة 5 : الحثّ الكهرمغناطيسي وأشباه الموصلات	
تجربةٌ استهلاليّة: طرائق توليد تيار كهربائي حثّي	4
التجربة 1 : استنتاج العلاقة بين تردّد فرق الجهد والمعاوقة المواسعيّة	7
التجربة 2: دراسة الجهد والتيار الكهربائيّ في الثنائي البلّوري	10
أسئلة تفكير	13
الوحدة 6 : الفيزياء الحديثة	
تجربةٌ استهلاليّة: استقصاء إشعاع الجسم الأسود	16
التجربة 1 : الظاهرة الكهرضوئيّة	18
أسئلة تفكير	21
الوحدة 7 : الفيزياء النوويّة	
تجربةٌ استهلاليّة: استقصاء التفاعل المتسلسل	23
التجربة 1 : استقصاء الاضمحلال الإشعاعي	25
أسئلة تفكير	28

الخلفيّة العلميّة:

الحثّ الكهرمغناطيسي هو عملية توليد تيار كهربائي في دارة كهربائيّة مغلقة عند تغيير التدفّق المغناطيسي الذي يخترقها، فعند تحريك سلك موصِل في مجال مغناطيسي عموديًّا على طوله، وعلى اتّجاه مجال مغناطيسي منتظم، على أن يقطع خطوط المجال المغناطيسي، تتولّد قوة دافعة كهربائيّة حثّيّة بين طرفيه، يُعبَّر عن مقدارها بالعلاقة الآتية:

$$\mathcal{E} = B\ell v$$

وينصّ قانون فارادي في الحثّ على أنّ: "مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثّيّة المتولّدة في دارة كهربائية يتناسب طرديًّا مع المعدل الزمني لتغيّر التدفّق المغناطيسي الذي يخترقها». ويُعبّر عنه رياضيًّا على النحو الآتي:

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi_B}{dt} = -\frac{d}{dt}(BA\cos\theta)$$

ولدارة مكوّنة من (N) لفة، يُكتب قانون فارادي في الحث على النحو الآتي:

$$\mathcal{E} = -N\frac{d\Phi_B}{dt}$$

الأهداف:

- اكتسابُ مهارة تصميم التجارب وتنفيذها.
- استقصاء الحالات التي يتولّد فيها تيار كهربائي في سلك موصل.
- استقصاء الحالات التي يتولّد فيها تيار كهربائي في ملف موصل.
- استنتاجُ الحالات التي لا يتولّد فيها تيار كهربائي في سلك أو ملف.

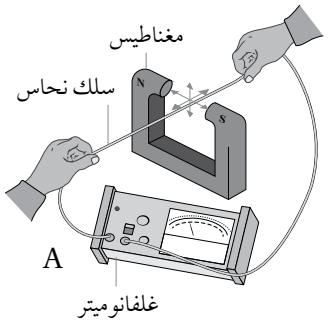
الموادّ والأدوات: سلك نحاس طوله ((30 cm))، مغناطيس على شكل حرف C ، غلفانوميتر، ملفّ لولبيّ، مغناطيس مستقيم، أسلاك توصيل.

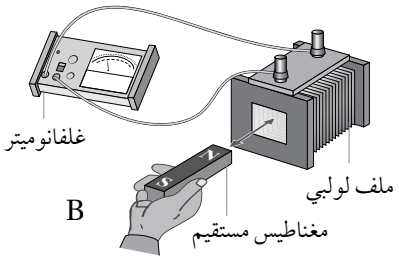
إرشادات السلامة: ارتداء المعطف واستعمال النظّارات الواقية للعينين، الحذرُ من طرفي السلك الحادّين، ومن سقوط الأدوات على أرضيّة المختبر.

خطوات العمل:

بالتعاون مع أفراد مجموعتي؛ أُنفِّذ الخطوات الآتية:

1. أصِل طرفي السلك بطرفي الغلفانوميتر، وأمسك بجزءٍ من السلك مشدودًا بين قُطبي المغناطيس دون تحريكه، كما في الشكل A.





2. **ألاحظ**: أُحرّك السلك المشدود بين قُطبي المغناطيس في كلّ اتجاه من الاتجاهات الستة الموضَّحة في الشكل، وأُلاحظ قراءة الغلفانوميتر وجهةَ انحراف مؤشِّره في كلّ حالة، وأُدوّن ملاحظاتي.

.....

.....

.....

3. أفصل طرفي السلك عن الغلفانوميتر، ثمّ أصِل طرفي الملفّ اللولبيّ بالغلفانوميتر، كما في الشكل B.

4. **ألاحظ**: أُحرّك القطب الشمالي للمغناطيس نحو طرف الملفّ، وأضعه داخل الملف، ثمّ أُحرّكه مبتعدًا عن الملفّ، وأُلاحظ قراءة الغلفانوميتر وجهةَ انحراف مؤشّره في كلّ حالة، وأُدوّن ملاحظاتي.

.....

.....

.....

5. أُكرّر الخطوة السابقة، بتحريك القطب الجنوبي للمغناطيس بدلًا من القطب الشمالي، وأُدوّن ملاحظاتي.

.....

.....

.....

التحليل والاستنتاج:

1. **أستنتج**: في أيّ الحالات تولّد تيار كهربائيّ في السلك عند تحريكه بين قطبي المغناطيس؟ وفي أيّها لم يتولّد تيار كهربائيّ؟ ماذا أستنتج؟

.....

.....

.....

2. **أُقارن**: هل انحرف مؤشّر الغلفانوميتر بالاتجاه نفسه في الحالات التي تولّد فيها تيار كهربائي في السلك؟ أُفسّر إجابتي.

.....

.....

.....

3. **أستنتج**: استنادًا إلى ملاحظاتي في الخطوتين 4 و5، متى يتولّد تيار كهربائيّ في الملف؟ وهل يعتمد اتّجاهه على اتّجاه حركة المغناطيس؟ أُفسّر إجابتي.

.....

.....

.....

4. **أتوقّع**: هل يتولّد تيار كهربائيّ إذا ثبّتُّ السلك أو الملفّ، وحرّكتُ المغناطيس؟

.....

.....

.....

التّجربة 1

استنتاج العلاقة بين تردّد فرق الجهد والمعاوقة المواسعيّة

الخلفيّةُ العلميّة:

مصدر الطاقة: يُستخدم لإجراء التجربة مصدرُ طاقة يزوّدنا بفرق جهد وتيار متردّدين، وهو قابل للضبط حيث يمكننا اختيار فرق الجهد المطلوب (القيمة الفعّالة) واختيار التردّد المناسب، فهو يزوّدنا بقيم مختلفة للتردّد، قد تصل إلى آلاف عدّة من الهيرتز، علمًا أنّ تردّد فرق الجهد الكهربائي الذي نحصل عليه من المقابس الجدارية في الأردن هو (50 Hz) .

في هذه التجربة سوف نقيس المعاوقة المواسعيّة لمواسع بوصْلِه مع فرق جهد متردّد، لتمرير تيار متردّد خلاله، ونستخدم مقاومة معلومة المقدار للحصول على قيمة مناسبة للتيار المتردّد الذي سوف نمرّره في المواسع. وبتوصيل فولتميتر بطرفي المواسع لقياس فرق الجهد بين طرفية، ثمّ بقسمة فرق الجهد على التيار نحدّد معاوقة المواسع عمليًّا، باستخدام العلاقة الآتية:

$$X_C = \frac{V_{\text{rms}}}{I_{\text{rms}}}$$

أجهزة القياس: يستخدم فولتميتر لقياس فرق الجهد بين طرفي المقاومة، وآخر لقياس فرق الجهد بين طرفي المواسع، وكلاهما يُضبطان لقياس فرق الجهد المتردّد.

بعد الحصول على القيمة العملية للمعاوقة المواسعية من نتائج القياس في التجربة، نستخدم العلاقة الآتية:

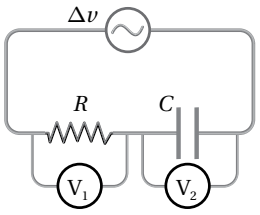
$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$$

لحساب معاوقة المواسع نظريًّا، علمًا أنّ (f) هي تردّد فرق الجهد الناتج من مصدر الطاقة، ثم نقارن القيمتين؛ العملية والنظرية معًا، ونبحث في أسباب الاختلاف إن وُجدت.

الأهداف:

- اكتسابُ مهارة قراءة القياسات وتدوينها بدقّة.
- اكتساب مهارة تركيب الدارات الكهربائية وتوصيل أجهزة القياس بصورة صحيحة.
- استنتاجُ تأثير زيادة تردّد فرق جهد المصدر في المعاوقة المواسعيّة.
- مقارنة القيمة النظرية للمعاوقة المواسعية بالقيمة التي جرى قياسها عمليًّا.

المـوادّ والأدوات: مقاومــة (1000 Ω)، مواســع (0.1 mF)، مصــدر طاقــة مــتردّد (AC) منخفــض الجهــد وقابــل للضبــط، فولتميــتر عــدد 2، أســلاك توصيــل.



إرشاداتُ السلامة:

توخّي الحذر عند التعامل مع مصدر الطاقة الكهربائية والوصلات الكهربائية.

خطواتُ العمل:

بالتعاون مع أفراد مجموعتي؛ أُنفّذ الخطوات الآتية:

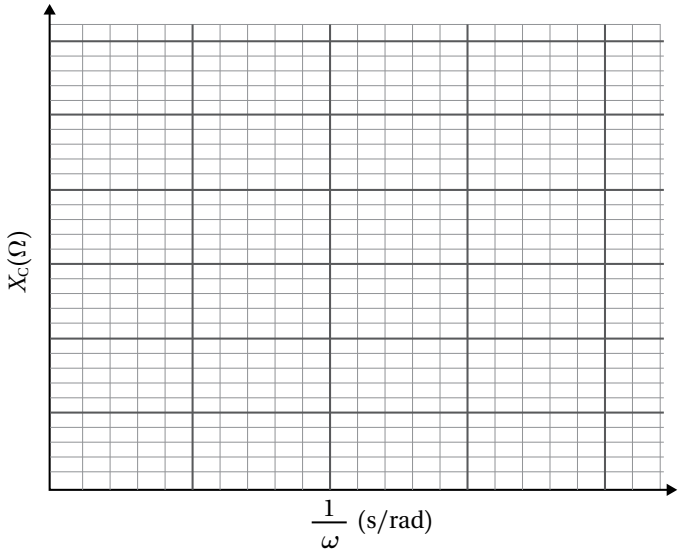
1. أصل الدارة الكهربائية كما في الشكل المجاور، على أن تتّصل المقاومة والمواسع ومصدر الطاقة جميعها على التوالي، وأصل فولتميتر بطرفي المقاومة، وآخر بطرفي المواسع.
2. أضبط مخرج مصدر الطاقة المتردّد على قيمة منخفضة ولتكنْ بين (1.0 V – 5.0 V).
3. **أضبط المتغيّرات:** أضبط مصدر الطاقة على تردّد (400 Hz)، ثمّ أقيس فرق الجهد بين طرفي المقاومة باستخدام الفولتميتر (V_1)، وفرق الجهد بين طرفي المواسع باستخدام الفولتميتر (V_2)، وأدوّن القراءات في الجدول.
4. أرفع تردّد مصدر الطاقة إلى القيم (600 , 800 , 1000 , 1200 , 1400 Hz) وفي كلّ مرّة أكرّر الخطوة السابقة، وأدوّن النتائج في الجدول.

البيانات والملاحظات:

مقدار المقاومة الموصولة في الدارة على التوالي بالمواسع: (R = ------)							
القيمة النظرية للمعاوقة المواسعيّة				القيمة العملية للمعاوقة المواسعيّة			
تردّد الجهد f (Hz)	التردّد الزاويّ ω (rad/s)	مواسعة المواسع C (F)	معاوقة المواسع X_C (Ω)	جهد المقاومة Δv_R (V)	التيار الكلي I (A)	جهد المواسع Δv_C (V)	معاوقة المواسع X_C (Ω)

التحليل والاستنتاج:

1. **أحسب** القيمة الفعّالة للتيار المتردّد (I_{rms}) الذي يسري في الدارة عند كل محاولة، بقسمة فرق الجهد بين طرفي المقاومة (Δv_R) على مقدار المقاومة (R). وأدوّن الناتج في جدول البيانات.
2. أحدّد عمليًّا المعاوقة المواسعيّة للمواسع (X_C) بقسمة فرق الجهد بين طرفيه على التيار. وأدوّن الناتج في جدول البيانات.
3. **أرسم** بيانيًّا العلاقة بين مقلوب التردّد الزاويّ على محور (x) والمعاوقة المواسعيّة على محور (y):



أجد ميل المنحنى، ثمّ أستخرج مواسعة المواسع من الميل، وأقارن النتيجة بالقيمة المكتوبة على المواسع.

.....

.....

.....

4. **أحسب** المعاوقة المواسعيّة بمعرفة التردّد الزاويّ للجهد ومواسعة المواسع بحسب العلاقة ($X_C = \frac{1}{\omega C}$).
5. **أقارن** بين القيمتين النظرية والعمليّة للمعاوقة المواسعيّة، وأفسّر الاختلاف إن وجد.

دراسة فرق الجهد والتيار الكهربائيّ في الثنائي البلّوري

الخلفيّةُ العلميّة:

يتكوّن الثنائي البلوري من بلّورتين؛ إحداهما من النوع الموجب (p) (المصعد)، والأخرى من النوع السالب (n) (المهبط). وينشأ على الحدّ الفاصل بينهما حاجز جهد بسبب انتقال الإلكترونات من البلورة السالبة إلى البلّورة الموجبة؛ فينخفض جهد البلّورة الموجبة، ويرتفع جهد البلّورة السالبة ما يمنع انتقال المزيد من الإلكترونات. وتبلغ قيمة حاجز الجهد في الثنائي المصنوع من السليكون نحو (0.7 V) تقريبًا. وعند توصيل الثنائي بمصدر جهد خارجي على أن يتصل القطب الموجب للمصدر بمصعد الثنائي والقطب السالب للمصدر بمهبط الثنائي، ويكون فرق الجهد على طرفي الثنائي أكبر من حاجز الجهد، يصبح الثنائي في حالة انحياز أمامي، وتكون مقاومته صغيرة جدًّا، وفي هذه الحالة يسري تيار في الدارة. أمّا عند توصيل مصعد الثنائي بالقطب السالب للمصدر، ومهبطه بالقطب الموجب للمصدر، يصبح الثنائي في حالة انحياز عكسي، وتكون مقاومته كبيرة جدًّا على أن يسري تيار صغير جدًّا في الدارة يمكن إهماله. في هذه التجربة سأستقصي توصيل الثنائي في حالة الانحياز الأمامي والعكسي.

الأهداف:

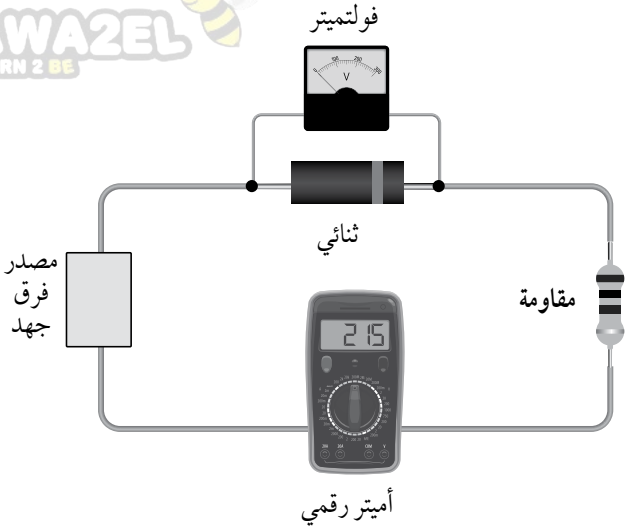
- تحديد حاجز الجهد للثنائي.
- استقصاء العلاقة بين التيار وفرق الجهد على طرفي الثنائي.
- استقصاء الثنائي كمقوم للتيار المتردد.
- حساب مقاومة الثنائي في حالة الانحياز الأمامي والانحياز العكسي.
- اكتسابُ مهارة قراءة القياسات وتدوينها بدقّة.
- اكتساب مهارة تحليل البيانات بيانيًّا.
- اكتسابُ مهارة تصميم التجارب وتنفيذها.
- اكتساب مهارة العمل الجماعي.

الموادّ والأدوات: ثنائي بلّوري (Diode 1N4004) أو ما يكافئه، مصدر فرق جهد مستمر (0 – 15 V)، فولتميتر، أميتر رقمي، مقاومة (10 kΩ)، أسلاك توصيل.

إرشادات السلامة: توخّي الحذر عند التعامل مع مصادر التيار الكهربائيّ.

خطواتُ العمل:

بالتعاون مع أفراد مجموعتي؛ أُنفّذ الخطوات الآتية:



1. أركّب الدارة كما في الشكل. ألاحظ أنّ مهبط الثنائي متصل بالقطب السالب لمصدر الجهد.
2. **ألاحظ**: أبدأ من فرق جهد يساوي صفرًا، ثمّ أرفع فرق الجهد تدريجيًّا بزيادة (0.1 V) في كلّ مرّة حتى أصل إلى فرق جهد (2 V) .
3. أدوّن قراءات الفولتميتر والأميتر في الجدول (1).
4. أعيد مصدر الجهد إلى وضع الصفر.

فرق جهد المصدر (v)	قراءة الفولتميتر (v)	قراءة الأميتر (mA)

جدول (1)

فرق جهد المصدر (v)	قراءة الفولتميتر (v)	قراءة الأميتر (μA)

جدول (2)

5. أعكس توصيل أقطاب المصدر ليتصل القطب الموجب للمصدر بمهبط الثنائي.
6. أعيد ضبط الأميتر حتى يستطيع قراءة تيار بالميكرو أمبير.
7. أرفع فرق جهد المصدر من (0) إلى (10 V) بزيادة (1 V) في كل مرّة، وأدوّن قراءة الفولتميتر والميكروأميتر في الجدول (2).

التحليل والاستنتاج:

1. **أتوقّع**: في أيّ الحالتين كان توصيل الثنائي في وضعيّة الانحياز الأمامي؟ وفي أيّها كان في وضعيّة الانحياز العكسي؟

.....

.....

2. **أمثّل بيانيًّا** العلاقة بين التيار الكهربائي وفرق الجهد على أن يكون التيار الكهربائي على المحور y، وفرق الجهد على المحور باستخدام برمجية (Excel)، أو على ورق رسم بياني.

.....

3. أحدّد قيمة حاجز فرق الجهد من منحنى $(I-V)$.

.....

4. **أحلّل**: من منحنى $(I-V)$ ، أختار نقطة جهدها أكبر من حاجز الجهد $(0.75\ \text{V})$ وأرسم مماسًّا لها، ثمّ أحسب ميل المماسّ. ماذا يمثّل ميل المماسّ؟ وما مقدار مقاومة الثنائي في هذه الحالة؟

.....

.....

5. **أحلّل**: أحسب مقدار مقاومة الثنائي في وضعيّة الانحياز العكسي باستخدام فرق الجهد والتيار الكهربائي المقيسة في الخطوة (7).

.....

6. **أقارن** بين مقاومة الثنائي في وضعيتي الانحياز الأمامي والانحياز العكسي.

.....

7. **أتوقّعُ** مصادر الخطأ المُحتمَلة في التجربة.

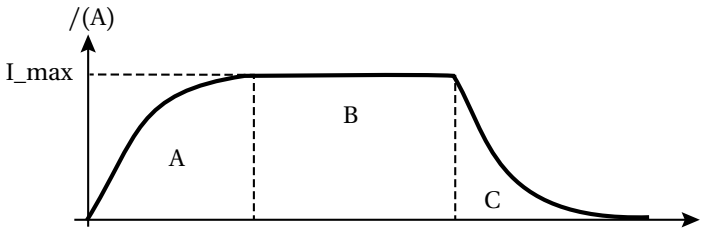
.....

.....

أسئلة تفكير

1- أضعُ دائرةً حول رمز الإجابة الصحيحة لكُلّ جملة ممّا يأتي:

1. يبين الشكل التمثيل البياني لعلاقة التيار الكهربائي والزمن لدارة تتكون من محث ومقاومة وبطارية. العبارة الصحيحة التي تصف التدفق المغناطيسي(Φ)، والقوة الدافعة الحثية ($\mathcal{E}$`) في الفترة (B):



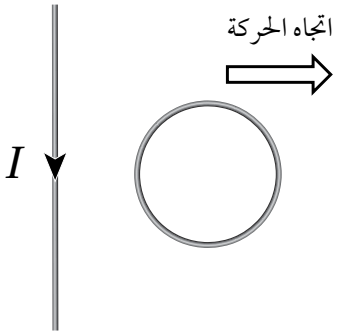
أ. التدفق(Φ) يساوي صفرًا، و القوة الدافعة ($\mathcal{E}$`) تساوي صفرًا.

ب. يكون للتدفق (Φ) قيمة عظمى، و القوة الدافعة ($\mathcal{E}$`) تساوي صفرًا.

جـ. يكون للتدفق (Φ) قيمة عظمى، و القوة الدافعة ($\mathcal{E}$`) قيمة عظمى.

د. التدفق (Φ) يساوي صفرًا، و القوة الدافعة ($\mathcal{E}$`) لها قيمة عظمى.

2. موصل مستقيم يمر فيه تيار كهربائي بالاتجاه المبين في الشكل، عند تحريك الحلقة لجهة اليمين، فإن التيار الكهربائي الحثي المتولد فيها يكون:



أ. باتجاه حركة عقارب الساعة، لمقاومة الزيادة في التدفق.

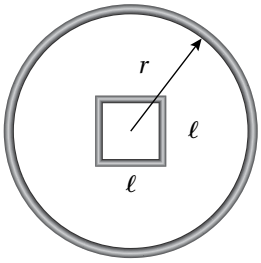
ب. عكس اتجاه حركة عقارب الساعة، لمقاومة النقصان في التدفق.

جـ. باتجاه حركة عقارب الساعة، لمقاومة النقصان في التدفق.

د. عكس اتجاه حركة عقارب الساعة، لمقاومة الزيادة في التدفق.

3. مقاومة الثنائي في حالة الانحياز الأمامي تُعدّ مقاومة:

أ. أوميّة. ب. لا أوميّة. ج. كبيرة جدًّا. د. فلزّية.

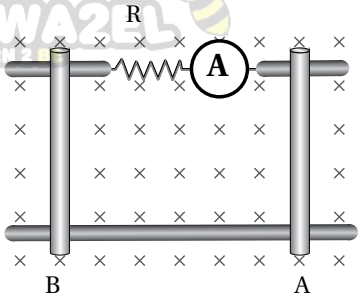


2- أحسب: حلقة مربعة الشكل طول ضلعها ($\ell = 2.0\ \text{cm}$)، موضوعة داخل ملف لولبيّ نصف قطره ($r = 5.0\ \text{cm}$)، وطوله (20.0 cm)، وعدد لفاته (1000)، يسري فيه تيار كهربائي مقداره (2.0 A). أتأمّل الشكل المجاور الذي يوضّح منظرًا جانبيًّا للملف والحلقة. أحسب ما يأتي:

أ. التدفّق المغناطيسي عبر الحلقة.

ب. القوة الدافعة الكهربائية الحثّية المتوسطة المتولّدة في الحلقة إذا تلاشى تيار الملف خلال (2.0 s).

3- موصـلان فلزيـان (A) و (B) قابـلان للحركـة علـى مجـرى فلـزي، غمـرت جميعهـا فـي مجـال مغناطيسـي منتظـم كمـا يبيـن الشـكل. أحـدد لـكل حالـة ممـا يأتـي هـل سـيمر تيـار حثـي أم لا؟ ثـم أحـدد اتجاهـه (مـع أو عكـس اتجـاه حركـة عقـارب السـاعة).



أ. تحريك الموصل (B) باتجاه محور $(-x)$ مع بقاء الموصل (A) ساكنًا.

ب. تحريك الموصلان باتجاه محور $(+x)$ بالسرعة نفسها.

جـ. تحريك الموصلان بالسرعة نفسها؛ الموصل (A) باتجاه محور $(+x)$ والموصل (B) باتجاه محور $(-x)$.

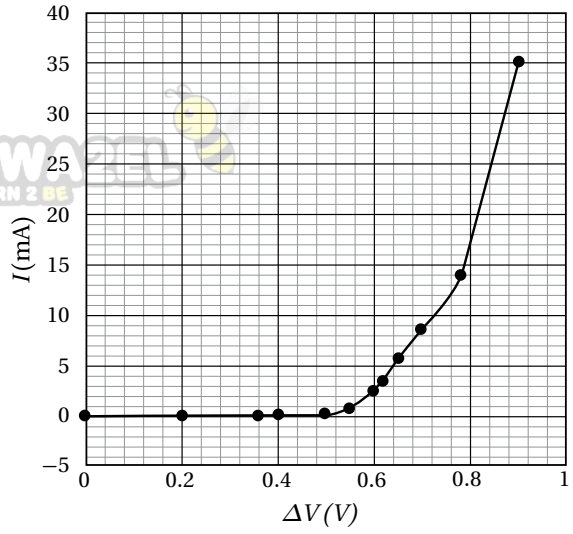
4- تنقـل شـركة الكهربـاء طاقـة كهربائيـة بقـدرة مقدارهـا (500 MW) إلـى مدينـة تبعـد عـن محطـة توليـد الكهرباء مسـافة (30 km)، فـإذا كانـت مقاومـة أسـلاك الخطـوط الناقلـة تسـاوي $(0.2\Omega/km)$ ، أحسـب مـا يأتي:

أ) مقدار القدرة الضائعة في خطوط النقل عند نقل الطاقة باستخدام فرق جهد متردّد قيمته الفعّالة (240 V).

ب) مقدار القدرة الضائعة في خطوط النقل عند استخدام محوّل رافع يرفع القيمة الفعّالة للجهد إلى (240000 V).

5- دارتـان كهربائيتـان، تتكـوّن الأولـى مـن مواسـع ومصـدر فـرق جهـد متـردّد، وتتكـوّن الثانيـة مـن محـثّ ومصدر فـرق جهـد متـردّد، فـإذا كان المصـدران متماثليـن مـن حيـث فـرق الجهـد والتـردّد، كيـف تتغيـر القيمـة الفعالـة للتيـار فـي كل دارة إذا تضاعـف التـردد الـزاوي لمصـدر فـرق الجهـد بمقـدار 5 أضعـاف؟

6- حصلت شذا على الرسم البياني الموضّح خلال دراستها للعلاقة بين التيار الكهربائي المارّ في الثنائي وفرق الجهد على طرفيه.



أ. ما مقدار حاجز الجهد للثنائي؟

ب. أتوقّع: هل الثنائي مصنوع من السليكون أم من الجرمانيوم؟

جـ. ما مقدار مقاومة الثنائي عندما يكون فرق الجهد بين (0.8−.09 V) ؟

د. أتوقّع: هل الثنائي في حالة انحياز أمامي أم عكسي؟

هـ .أحلّل وأفسّر: أفسّر عدم مرور تيار عند فرق جهد أقل من (0.5 V) فولت.

7- لدى أحمد جهاز مذياع يستمع خلاله لإرسال المحطات على الموجة المتوسطة، وعندما يضع المؤشر على التردد (801 kHz) يستمع إلى إذاعة المملكة الأردنية الهاشمية من عمان. وبسبب حدوث عطل في الجهاز، حاول إصلاحه فوجد داخله ملفًّا لولبيًّا (محثًّا)، قام بوضع ملف آخر بدلًا منه، لكن فوجئ عند تشغيل الجهاز بأن المحطات الإذاعية لم تعد في أماكنها على اللوحة. أُفسر ما الذي أحدثه أحمد في دارة الاستقبال في جهاز المذياع.

استقصاء إشعاع الجسم الأسود

الخلفيّة العلميّة:

تشعّ الأجسام جميعها عند درجات حرارة فوق الصفر المطلق (0 K) طاقة على هيئة أشعة كهرمغناطيسية، تكون في منطقة الأشعة تحت الحمراء (غير المرئية) عند درجة حرارة الغرفة مثلًا. وبارتفاع درجة الحرارة تبدأ الأجسام بالتوهّج باللون الأحمر. والاستمرار في ارتفاع درجة حرارة جسم يؤدي إلى توهّجه بلون ذي طول موجيّ أقصر (تردد أكبر). ويعتمد إشعاع الأجسام للطاقة على درجة حرارتها وطبيعة سطحها. لفهم كيفية امتصاص الاجسام للطاقة وإشعاعها، درس العلماء إشعاع جسم مثالي يمتص الطاقة الساقطة عليه كاملة ويشعها كاملة، أُطلق عليه الجسم الأسود Blackbody. توصل العالم ماكس بلانك Max Planck باستخدام مبدأ تكمية الطاقة إلى علاقة رياضيّة تصف شدّة الإشعاع المنبعِث من الجسم الأسود، وتطابقت حساباته مع النتائج التجريبية تمامًا. أما العالمان رايلي وجينز، فقد استخدما مبادئ الفيزياء الكلاسيكية لوصف إشعاع الجسم الأسود، وتوصلا إلى علاقة رياضية تتوافق نتائجها مع النتائج التجريبية في منطقة الأطوال الموجية الكبيرة (الترددات الصغيرة مثل الأشعة تحت الحمراء) فقط، وتتعارض مع النتائج التجريبية في منطقة الأطول الموجية الصغيرة (الترددات العالية مثل الأشعة فوق البنفسجية).

الأهداف:

- استقصاء العلاقة بين درجة حرارة الجسم ولون الإشعاع المنبعث منه.
- استقصاء تطابق نموذج رايلي-جينز الكلاسيكي مع النتائج التجريبية تطابقًا وصفيًّا.
- اكتساب مهارة تحليل البيانات بيانيًّا.
- اكتسابُ مهارة تصميم التجارب وتنفيذها.

الموادّ والأدوات: موقد بنسن، سلك فلزّي، ملقط، قُفّازان سميكان، نظّارة واقية للعينين.

إرشادات السلامة: ارتداء القُفازين، واستخدام النظارات الواقية للعينين. وتوخّي الحذر عند استخدام الغاز وموقد بنسن.

خطوات العمل:

بالتعاون مع أفراد مجموعتي؛ أُنفِّذ الخطوات الآتية:

1. أُشعل موقد بنسن بمساعدة معلّمي/ معلّمتي، وأحمل السلك الفلزّي بالملقط، ثمّ أضعه فوق الموقد.
2. **ألاحظ** لون الوهج الصادر عن السلك في أثناء تسخينه ، مُستمِرًّا بالتسخين حتى أحصل على وهج لونه أبيض.
3. **أدوّن** لون الوهج الصادر عن السلك مع مرور الزمن حتى الحصول على وهج لونه أبيض.

التحليل والاستنتاج:

1. ما ألوان الوهج الصادرة عن السلك التي شاهدتُّها؟

.....

.....

2. **أُحلّل** البيانات وأُفسِّرها: لماذا تغيّر لون الوهج مع مرور الزمن؟ وهل لذلك علاقة بدرجة حرارة الجسم؟

.....

.....

3. **أناقش** أفراد مجموعتي في صحة نموذج رايلي- جينز الذي يتوقّع توهج السلك بلون أزرق بدل اللون الأبيض الذي لاحظته في التجربة عند درجات حرارة مرتفعة .

.....

.....

الخلفيّةُ العلميّة:

تنبعث إلكترونات من سطح فلزّ عند سقوط ضوء بتردّد مناسب عليه. وأثبتت التجارب أنّ الإلكترونات لا تنبعث إلاّ إذا كان تردّد الضوء أكبر من تردّد معين، يُسمّى تردّد العتبة مهما كانت شدّة الضوء الساقط، فضلًا عن أنّ الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة تتناسب طرديًّا مع تردّد الضوء الساقط على سطح الفلزّ لا على شدّته، وتنبعث الإلكترونات فورًا بمجرد سقوط الضوء على سطح الفلزّ. وقد تعارضت هذه النتائج مع الفيزياء الكلاسيكية التي تتوقّع:

أ - انبعاث الإلكترونات عند أيّ تردّد للضوء ولا تنبعث فورًا، حيث يلزم وقت كافٍ يُمكّن الإلكترونات من امتصاص الطاقة اللازمة للتحرّر.

ب- الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات تتناسب طرديًّا مع شدة الضوء الساقط على سطح الفلز.

جـ- الإلكترونات تمتصّ الطاقة وتشعها بشكل متصل.

استخدم آينشتين مبدأ تكمية الطاقة الذي يفترض أنّ الضوء يتكوّن من كمات منفصلة من الطاقة (فوتونات) لتفسيرَ الظاهرة الكهرضوئية. حيث افترض أنّ الفوتون يعطي طاقته كاملة لإلكترون واحد فقط، فيذهب جزء من الطاقة التي امتصّها الإلكترون للتحرّر من الفلزّ، ويتحوّل الجزء المتبقي إلى طاقة حركية. وتُحسب الطاقة الحركية العظمى ($KE_{\max}$) للإلكترونات المتحرّرة باستخدام المعادلة الآتية:

$$KE_{\max} = hf - \Phi$$

ويُحسب اقتران الشغل من العلاقة:

$$\Phi = hf_0$$

حيث (f_0) تردّد العتبة للفلزّ،

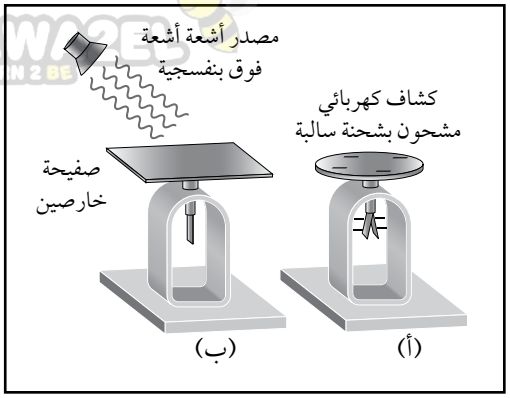
و ($h = 6.63 \times 10^{-34}$ J.s) ثابت بلانك.

الأهداف:

- استقصاء علاقة شدّة الضوء بتحرّر إلكترونات من سطح فلزّ.
- استقصاء علاقة تردّد الضوء بتحرّر إلكترونات من سطح فلزّ.
- اكتساب مهارة تحليل ووصفها.
- اكتساب مهارة تصميم التجارب وتنفيذها.
- اكتساب مهارة العمل الجماعي والتواصل مع الآخرين.

الموادّ والأدوات:

صفيحة خارصين، كشاف كهربائي، مصدر أشعة فوق بنفسجية، مصدرا ضوء أحمر، قضيب من الزجاج، قطعة من الحرير، ورق صنفرة، نظارة واقية، قُفّازان.



إرشادات السلامة:

ارتداء المعطف واستخدام النظارة الواقية للعينين والقُفّازين.

خطواتُ العمل:

بالتعاون مع أفراد مجموعتي؛ أُنفّذ الخطوات الآتية:

1. أصقل صفيحة الخارصين بورق الصنفرة.
2. **ألاحظ**: أشحن الكشاف الكهربائي بالحثّ مُستخدِمًا قضيبَ زجاجٍ دُلِك بقطعة من الحرير، وأُلاحظ انفراج ورقتي الكشاف الكهربائي.
3. أضع صفيحة الخارصين فوق قرص الكشاف الكهربائي كما في الشكل (ب).
4. **ألاحظ**: أُسلّط الضوء الأحمر على صفيحة الخارصين، وأراقبُ ما يحدث لورقتي الكشاف الكهربائي.
5. **ألاحظ**: أُسلّط كميّة أكبر من الضوء الأحمر (باستخدام المصدر الإضافي للضوء الأحمر) على صفيحة الخارصين، وأراقب ما يحدث لورقتي الكشاف الكهربائي.
6. أُعيد الخطوة (4) باستخدام الأشعة فوق البنفسجية.

التحليل والاستنتاج:

1. **أدوّن** ما حدث لورقتي الكشاف باستخدام المصدر الأول للضوء الأحمر.

.....

.....

2. **أدوّن** ما حدث لورقتي الكشاف عند زيادة كميّة الضوء (شدّته) عند استخدام مصدري الضوء الأحمر معًا.

.....

.....

3. **أدوّن** ما حدث لورقتي الكشاف عند زيادة تردّد الإشعاع الساقط (استخدام مصدر الأشعة فوق البنفسجية).

.....

.....

4. أبحث عن تردّد الأشعة فوق البنفسجية وتردّد الضوء الأحمر، باستخدام مصادر التعلّم المختلفة الموثوق فيها.

.....

.....

5. **أستنتج** لماذا لم يقلّ انفراج ورقتي الكشاف عند سقوط الضوء الأحمر، حتى عند زيادة شدّته.

.....

.....

6. **أستنتج** لماذا قلّ انفراج ورقتي الكشاف عند استخدام الأشعة فوق البنفسجية.

.....

.....

أسئلةُ تفكير

1- أضعُ دائرةً حول رمز الإجابة الصحيحة لكُلّ جملة ممّا يأتي:

1. أيٌّ ممّا يأتي يمثّل الترتيب الصحيح للون توهّج سلك فلزي عند تسخينه؟

أ. الأبيض ثم الأزرق ثم الأصفر ثم الأحمر

ب. الأزرق ثم الأبيض ثم الأحمر ثم الأصفر.

ج. الأحمر ثم الأصفر ثم الأزرق ثم الأبيض.

د. الأزرق ثم الأبيض ثم الأصفر ثم الأحمر.

2. عند تسليط ضوء أحمر على صفيحة خارصين لا تنبعث إلكترونات من سطحه، أمّا إذا زادت شدّة الضوء الأحمر، فـَ:

أ. تنبعث إلكترونات من سطح الخارصين بعددٍ قليلٍ فورًا.

ب. لا تنبعث إلكترونات من سطح الخارصين.

ج. تنبعث إلكترونات من سطح الخارصين بعدد كبير فورًا.

د. تنبعث إلكترونات من سطح الخارصين بعد مدة كافية من الزمن.

3. عند تسليط أشعة فوق بنفسجية بشدّة منخفضة على سطح الخارصين انبعثت إلكترونات من سطحه، ماذا يحدث عند زيادة شدة الضوء الساقط؟

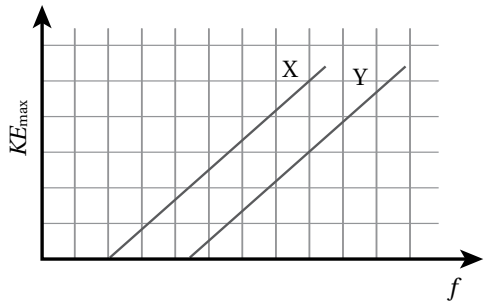
أ. يزداد مقدار جهد القطع.

ب. لا يتغير عدد الإلكترونات المنبعثة.

جـ. تزداد طاقة الطاقة الحركية للإلكترونات المنبعثة.

د. يزداد عدد الإلكترونات المنبعثة.

4. يوضح الشكل المجاور العلاقة بين تردد الضوء الساقط على سطح فلزين مختلفين (X,Y) والطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المتحررة من الفلزين. إذا سقط على الفلزين ضوء له التردد نفسه وأكبر من تردد العتبة لهما، فإن الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المتحررة من الفلز (X).



أ. أكبر منها للفلز (Y)؛ لأن اقتران الشغل للفلز (Y) أكبر.

ب. أقل منها للفلز (Y)؛ لأن اقتران الشغل للفلز (Y) أكبر.

جـ. أكبر منها للفلز (Y)؛ لأن اقتران الشغل للفلز (Y) أصغر.

د. أصغر منها للفلز (Y)؛ لأن اقتران الشغل للفلز (Y) أصغر.

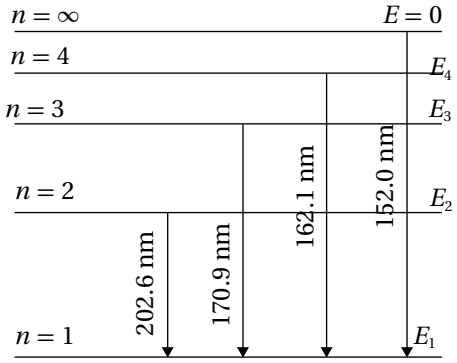
5. استخدمت حنين في تجربة كهرضوئية مصدر ضوئي ينبعث منه (10^{10}) فوتون في الثانية الواحدة وطاقة كل فوتون (7.2 eV) على فلز اقتران الشغل له (3.4 eV) ، إن أكبر عدد ممكن من الإلكترونات المتحررة التي تصل الجامع في وحدة الزمن

أ. 10^{12} ب. 10^{13} جـ. 10^{2} د. 10^{10}

2- جهاز إرسال راديو FM ينتج في كل ثانية طاقة مقدارها (130 kW) ليبث موجات كهرمغناطيسية ترددها (99.7 MHz)، أجد عدد الفوتونات التي يبثها جهاز الإرسال في الثانية الواحدة.

3- استخدم حازم مصدرين للضوء في تجربة كهرضوئية لتحديد اقتران الشغل لفلز معين. وعند استخدام ضوء أخضر طول موجته (546.1 nm) حصل على جهد إيقاف (0.376 V). بناءً على هذا القياس أجد جهد الإيقاف الذي يمكن قياسه عند استخدام ضوء أصفر طول موجته (587.1 nm).

4- رصد علماء الفلك خطوط الطيف لضوء قادم من مجرة بعيدة لذرة جديدة أحادية الإلكترون فكانت على نحو ما هو موضح في الشكل المجاور، أجد طاقة المستوى الأول والثاني والثالث.



5- جسم كروي صغير قطره (1×10^{-6} m) وكتلته (1×10^{-12} kg) يتحرك بسرعة (1×10^{5} m/s)، هل يمكن الكشف عن موجات دي بروي المصاحبة له؟ أفسّر إجابتي.

تجربة استهلاليّة

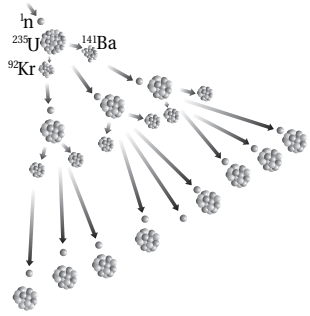
استقصاء التفاعل المتسلسل

الخلفيّة العلميّة:

يحدث الانشطار النووي عندما تنقسم نواة ثقيلة إلى نواتين أو أكثر أصغر منها في الكتلة. وحتى يحدث تفاعل انشطار منتجًا للطاقة، يجب أن تكون النوى الناتجة ذات طاقة ربط لكل نيوكليون أكبر من النواة الأم. ويمكن إحداث الانشطار النووي بقذف نواة ثقيلة بنيوترونات، فعند قذف نواة نظير اليورانيوم ${}^{235}_{92}U$ بنيوترون بطيء فإنّها تمتصّ النيوترون، وتتحوّل إلى نواة نظير اليورانيوم ${}^{236}_{92}U^*$ المثارة، التي بدورها تنشطر إلى نواتين متوسطتين بحسب التفاعل:

$$ {}^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \rightarrow {}^{236}_{92}U^* \rightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{92}_{36}Kr + 3{}^{1}_{0}n $$

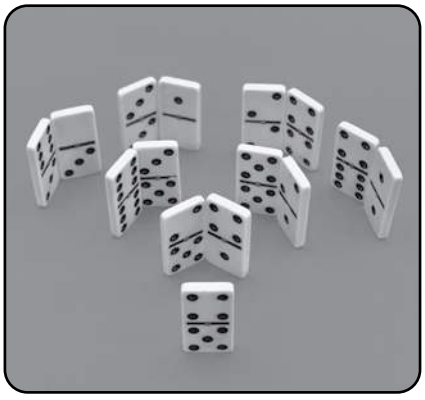
وتكمن أهميّة هذا التفاعل في كمية الطاقة الكبيرة المتحرّرة منه، حيث إنّ انشطار كل نواة ينتج عنه طاقة تساوي (200 MeV) تقريبًا، أي أن الطاقة الناتجة من انشطار (1 kg) تساوي (82×10^{12} J).



تنبعث نيوترونات نتيجة انشطار نظير اليورانيوم (${}^{235}_{92}U$)، وهذه النيوترونات قد تمتصّها نواة (${}^{235}_{92}U$) أخرى التي بدورها تنشطر وتنتج نيوترونات جديدة قد تمتصها نوى يورانيوم أخرى، وهذا ما يُسمّى التفاعل المتسلسل chain reaction على نحو ما يظهر في الشكل المجاور.

المواد والأدوات:

15 قطعة من قطع الدومينو، ساعة توقيت، قُفازان، نظارة واقية.



الشكل (أ)

إرشادات السلامة:

ارتداء القُفّازين والنظارة الواقية.

خطوات العمل:

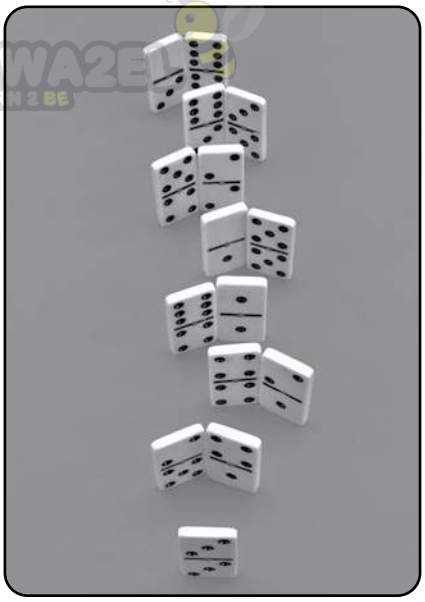
بالتعاون مع أفراد مجموعتي؛ أنفّذ الخطوات الآتية:

النموذج الأول:

1. أرتّب قطع الدومينو كما هو مبيَّن في الشكل (أ)، على أن تكون كل قطعة مواجِهة لقطعتين من الدومينو.
2. **أقيس:** أضرب بسبّابتي الطرف العلوي للقطعة الأولى على أن تسقط نحو القطعتين المقابِلتين لها، وأقيس الزمن اللازم لسقوط القطع جميعها، وأسجّل الزمن في الجدول.
3. أكرّر الخطوتين السابقتين ثلاث مرات، وأحسب متوسط الزمن.

النموذج الثاني:

4. **أقيس**: أرتّب قطع الدومينو مرة أخرى كما في الشكل (ب)، على أن تُسقِط القطعة الأولى قطعتي الدومينو في الصف الثاني، وتُسقِط قطعة واحـدة من الصف الثاني قطعتي الدومينو في الصف الثالث، وهكـذا دواليك. ثمّ أقيس الزمن اللازم لسقوط القطع جميعها، وأسجّل الزمن في الجدول.
5. أكرّر الخطوة السابقة ثلاث مرات لحساب متوسط الزمن اللازم لسقوط القطع جميعها.



الشكل (ب)

التحليل والاستنتاج:

1. **أقارن** بين المتوسط الزمني لسقوط القطع جميعها في النموذجين.

.....

.....

2. **أستنتج**: أفترض أنّ كل قطعة دومينو تنتج طاقة عند سقوطها. فأيُّ النموذجين تكون كميّة الطاقة الناتجة في وحدة الزمن أكبر؟

.....

.....

3. **أحلّل**: أتخيّل أنّ كل قطعة دومينو تسقط تمثّل انشطار نواة، فأيّ النموذجين يمثّل تفاعلًا يمكن السيطرة عليه؟

.....

.....

استقصاء الاضمحلال الاشعاعي

الخلفيّةُ العلميّة:

إنّ انبعاث جُسيمات بيتا أو ألفا من نواة عنصر مشعّ، يؤدّي إلى تحوّل النواة الأم إلى نواة جديدة، وقد يصاحب ذلك انبعاث أشعة غاما. وبمرور الزمن، يقلّ عدد النوى المشعّة، ويقلّ عدد النوى التي تضمحلّ.

إنّ الزمن اللازم لاضمحلال نصف عدد النوى المشعة يُسمّى عمر النصف $(t_{1/2})$ half-life ، وعند مرور زمن مقداره يساوي عمر النصف يقلّ عدد النوى المشعّة للنصف على النحو الآتي:

$$N_0 \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{N_0}{2} \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{N_0}{4} \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{N_0}{8} \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{N_0}{16} \dots\dots\dots$$

حيث يمكن التوصّل إلى العلاقة الرياضية الآتية:

$$\frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{1/2}}}$$

يسهلُ استخدام هذه العلاقة عندما يكون (t) عددًا صحيحًا من مضاعفات عمر النصف.

الأهداف:

- استقصاء عمر النصف بالتجربة.
- اكتساب مهارة تحليل البيانات بيانيًّا.
- اكتسابُ مهارة تصميم التجارب وتنفيذها.

الموادُّ والأدوات:

50 قطعة نقد معدنيّة، قُفّازان، نظارة واقية.

إرشادات السلامة:

ارتداء النظارة الواقية والقُفازين.

خطوات العمل:

بالتعاون مع أفراد مجموعتي أُنفِّذ الخطوات الآتية:

1. أُلقي بقطع النقد معًا على سطح الطاولة، ثمّ أحصي عدد القطع التي ظهرت فيها الصورة للأعلى، وأرمز إليه بالرمز (N)، وأدوّنه في الجدول.

(تُعَدُّ القطعةُ التي ظهرت فيها الكتابةُ إلى الأعلى نواةً اضمحلت، والقطعة التي ظهرت فيها الصورة إلى الأعلى نواة مشعّة).

2. أجمع القطع التي ظهرت فيها الصورة للأعلى (المشعّة)، ثمّ أُلقيها مرّة أخرى، وأُحصي عدد القطع التي ظهرت فيها الصورة للأعلى، وأدوّنه في الجدول.

3. أكرّر الخطوة السابقة حتى يصبح عدد القطع التي ظهرت فيها الصورة للأعلى أقلّ من أربع قطع. ثمّ أدوّن النتائج في الجدول الآتي:

المحاولة	N	ΔN
0	50	
1		
2		
3		
4		
5		

التحليل والاستنتاج:

1. ما العلاقة بين مقدار النقص في عدد القطع النقديّة التي ظهرت فيها الصورة للأعلى (ΔN)، وعدد القطع النقديّة التي أُلقيت في كلّ محاولة؟

.....

.....

2. **أمثّل بيانيًّا** النتائج المرصودة في الجدول بوضع عدد القطع التي ظهرت فيها الصورة للأعلى على محور (y)، وعدد المحاولات على محور (x).

.....

.....

3. **أستنتج**: أقسِم عدد الصور في كل محاولة على عدد الصور في المحاولة التي تسبقها. أستنتج نمط رياضي يربط ($\frac{N}{N_0}$) بعدد المحاولات (n).

.....

.....

4. **أستنتج**: إنّ احتمال الحصول على صورة أو كتابة في رمي قطع النقد يساوي ($\frac{1}{2}$)، ما يعني توقّع الحصول على نصف العدد من الصور في كلّ محاولة، وهذا يشبه عمر النصف في الاضمحلال الإشعاعي ($t_{1/2}$)، أستنتج العلاقة بين عدد المحاولات وعمر النصف وزمن الاضمحلال.

.....

.....

5. **أتوقّع**: إذا بدأتُ بعدد قطع يساوي (1000)، فما عدد القطع المتبقي لديَّ بعد محاولتين؟

.....

.....

أسئلةُ تفكير

1- أضعُ دائرةً حول رمز الإجابة الصحيحة لكُلّ جملة ممّا يأتي:

1. إذا كان عمر النصف للنظير (X) ضعفي عمر النصف للنظير (Y)، فإنّ ثابت الاضمحلال للنظير (X) يساوي:

أ. ضعفي ثابت الاضمحلال للنظير (Y).

ب. ثابت الاضمحلال للنظير (Y).

جـ. ثلاثة أضعاف ثابت الاضمحلال للنظير (Y).

د. نصف ثابت الاضمحلال للنظير (Y).

2. إذا مرّ زمن مقداره ضعفا عمر النصف لعينة مشعّة، فإنّ نشاطيّتها الإشعاعية:

أ. تتضاعف أربع مرات.

ب. تقلّ للربع.

جـ. تتضاعف مرتين.

د. تقلّ للنصف.

3. أي العبارات الآتية صحيحة للنواتين ($^{15}_{7}N$, $^{15}_{8}O$)؟

أ. لهما نفس طاقة الربط النووية وطاقة التنافر الكهربائي.

ب. طاقة الربط النووية لنواة ($^{15}_{7}N$) أكبر منها لنواة ($^{15}_{8}O$).

جـ. طاقة التنافر الكهربائي وطاقة الربط النووية لنواة ($^{15}_{8}O$) أكبر منها لنواة ($^{15}_{7}N$).

د. طاقة الربط النووية لنواة ($^{15}_{8}O$) أكبر منها لنواة ($^{15}_{7}N$).

4. النيوكليون الموجود على سطح نواة ثقيلة يرتبط مع النواة بطاقة ربط:

أ. أكبر من النيوكليون الموجود قرب مركز النواة.

ب. أقل من النيوكليون الموجود قرب مركز النواة.

جـ. مساوية للنيوكليون الموجود قرب مركز النواة.

د. نحتاج إلى معلومات إضافية للإجابة.

2- أحسب: تقوم سوسن بدراسة النشاط الإشعاعي لعينة من نظير الراديوم المشع وتحتوي (1.5×10^9) نواة مشعّة، باستخدام كاشف للإشعاع لا يقيس إلّا (10%) من الإشعاعات الواصلة إليه، فكانت قراءته 35 اضمحلالًا في الدقيقة الواحدة، أحسب ثابت الاضمحلال للراديوم.

3- تتضمن إحدى تفاعلات الاندماج اندماج نواة الديتيريوم (^2_1H) مع نواة التريتيوم (^3_1H) لتكوين نواة الهيليوم (^4_2He) بحسب التفاعل النووي الآتي.

$$^2_1H + {}^3_1He \rightarrow {}^4_2He + {}^1_0n$$

اعتمادًا على المعلومات المثبتة في الجدول الآتي أجيب عمّا يأتي:

النواة	^3_1H	^2_1H	^4_2He
طاقة الربط النووية لكل نيوكليون $\frac{BE}{A}$ (MeV/nucleon)	2.83	1.11	7.07

أ. أحسب طاقة الربط النووية لكل نواة في الجدول.

ب. أجد الفرق بين طاقة الربط النووية للهيليوم ومجموع طاقتي الربط النووية للتريتيوم والديتيريوم.

جـ. ما مصدر فرق الطاقة المحسوب في الفرع السابق؟

4- ثلاث نوًى لعناصر مختلفة تتساوى في عددها الكتلي ($^{106}_{46}Pd$, $^{106}_{47}Ag$, $^{106}_{45}Rh$)، حيث نواة البلاديوم ($^{106}_{46}Pd$) مستقرة بينما نواة الفضة ($^{106}_{47}Ag$) و نواة الروديوم ($^{106}_{45}Rh$) من باعثات بيتا. أجيب عما يأتي:

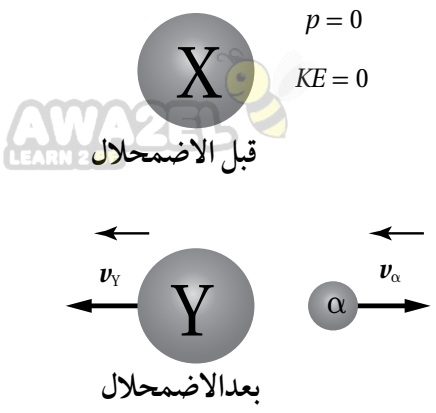
أ. أي النوى الثلاث لها أكبر طاقة ربط لكل نيوكليون؟

ب. أجد نسبة الاستقرار $\frac{N}{Z}$ للعدد الكتلي (106).

جـ. أي النواتين غير المستقرتين تشع بيتا الموجبة؟ وأيها تشع بيتا السالبة؟

د. أكتب معادلة اضمحلال كل من النواتين المشعتين.

5- يوضح الشكل المجاور اضمحلال الفا للنواة (X) التي عددها الكتلي (232)، وعلى افتراض أن النواة (X) كانت ساكنة قبل الاضمحلال أجيب عما يأتي:



أ. **أستخدم المتغيرات:** أكتب معادلة حفظ الزخم الخطي لهذا النظام على افتراض أنه مغلق.

ب. **أتوقع:** إذا كانت الطاقة المتحررة من التفاعل تتوزع على جسيم الفا وعلى النواة (Y) كطاقة حركية، فأيهما يمتلك طاقة حركية أكبر؟ أفسّر إجابتي.

Collins