وزارة التعليم
Ministry of Education

فيزياء ٤

التعليم الثانوي - نظام المقررات

(مسار العلوم الطبيعية)

دليل التجارب العملية

طبعة ١٤٤١ ـ ٢٠١٩

يُوزع مجّاناً ولا يُباع

Original Title:
Physics
Principles and Problems
By:
Paul W. Zitzewitz
Todd George Elliott
David G. Haase
Kathleen A. Harper
Michael R. Herzog
Jane Bray Nelson
Jim Nelson
Charles A. Schuler
Margaret K. Zorn

فيزياء ٤

أعدَّ النسخة العربية : شركة العبيكان للتعليم

التحرير والمراجعة والمواءمة
د. أحمد محمد رفيع
خلدون سليمان مصاروه
ربحي سعيد حميدي
زهير يوسف حداد
عبدالرحمن بن علي العريني

التعريب والتحرير اللغوي
نخبة من المتخصصين

www.macmillanmh.com

Mc Graw Hill Education

العبيكان Obeikan

English Edition Copyright © 2008 the McGraw-Hill Companies, Inc.
All rights reserved.

Arabic Edition is published by Obeikan under agreement with
The McGraw-Hill Companies, Inc. © 2008.

حقوق الطبعة الإنجليزية محفوظة لشركة ماجروهل©، ٢٠٠٩م.

الطبعة العربية: مجموعة العبيكان للاستثمار
وفقًا لاتفاقيتها مع شركة ماجروهل© ٢٠٠٨م/ ١٤٢٩هـ.

لا يسمح بإعادة إصدار هذا الكتاب أو نقله في أي شكل أو واسطة، سواءً أكانت إلكترونية أو ميكانيكية، بما في ذلك التصوير بالنسخ «فوتوكوبي»، أو التسجيل، أو التخزين و الاسترجاع، دون إذن خطي من الناشر.

المقـدمـة

عزيزي الطالب / عزيزتي الطالبة

تتكامل أدلة التجارب العملية لفروع مادة العلوم المختلفة (الفيزياء، والكيمياء، والأحياء، وعلم الأرض) مع الكتب المطورة لكل فرع منها، وفي الصفوف المختلفة في نظام توحيد المسارات، من حيث المحتوى والمضمون، وتتماشى أيضًا مع طبيعة العلم باعتباره مادة وطريقة، وتعتمد في الوقت نفسه على فلسفة المناهج المطورة، وفقًا لأحدث التوجهات التي تنطلق من مبادئ التربية العلمية ومعاييرها العالمية.

وتهدف هذه المناهج بموادها التعليمية المختلفة – ومنها هذا الدليل المصاحب لكتاب فيزياء ٤ للتعليم الثانوي مسار العلوم الطبيعية– إلى تعزيز المفاهيم والمهارات العلمية لديك، وإلى إكسابك مهارات الاستقصاء العلمي، والطرائق العلمية في تنفيذ التجارب العملية، وجمع البيانات وتسجيلها، والتعامل مع الجداول والرسوم البيانية، واستخلاص النتائج وتفسيرها. كما يهدف هذا الدليل إلى إكسابك مهارات التعامل مع الأدوات والأجهزة في المختبر.

ويتضمن الدليل تجارب عملية تتلاءم مع محتوى فصول كتاب فيزياء٤ وسياق الموضوعات المقدّمة فيه، ويتضمن إرشادات عن كيفية التعامل مع التجارب وفق خطوات متسلسلة من حيث تحديد المشكلة لكل تجربة وأهدافها، وإرشادات السلامة والمواد والأدوات.

وإذ نقدم لك هذا الدليل، فإنا لنأمل أن تكون قادرًا على استيعاب الأهداف المنشودة، وتحقيقها من خلال تنفيذ التجارب الواردة فيه، وأن تتفاعل مع معلمك والمعنيين في المختبر تفاعلاً إيجابيًّا في جميع المجالات والمستويات، بدءًا بمراعاة مبادئ الأمن والسلامة، ومرورًا بالتخطيط والتصميم والتجريب، وانتهاءً بالتحليل والاستنتاج.

والله نسأل التوفيق وتحقيق الفائدة المرجوة لناشئتنا على درب التقدم والنجاح.

قائمة المحتويات

تعزيز الاتجاهات العلمية 5

الإسعافات الأولية في المختبر 9

احتياطات السلامة في المختبر 10

المخاطر والاحتياطات اللازم مراعاتها 11

إعداد وكتابة تقارير التجارب 12

مرجع الفيزياء 14

1-1 كيف يولد التيار الكهربائي مجالًا مغناطيسيًّا قويًّا؟ 16

2-1 ما الذي يسبب التأرجح؟ 22

3-1 مامقدار كتلة الإلكترون؟ 28

4-1 ما العلاقة بين لون الضوء المنبعث من الدايود المشع للضوء والهبوط في الجهد خلاله؟ 34

5-1 ماذا يمكن أن تتعلم من طيف الانبعاث؟ 39

5-2 كيف يمكنك قياس عدد تنقلات الإلكترون بين مستويات الطاقة؟ 43

6-1 كيف يمكن لجهاز الحاسوب اتخاذ القرارات؟ 47

7-1 كيف أحمي نفسي من النشاط الإشعاعي؟ 53

7-2 كيف تستطيع إيجاد عمر النصف لنظير مشع ذي فترة حياة قصيرة؟ 57

عمليات العلم

يستخدم المتخصصون في العلوم عمليات العلم في اتخاذ القرارات، وحل المشكلات، وتعميق فهمهم للطبيعة. ويتضمن دليل التجارب العملية العديد من العمليات العلمية في جميع الأنشطة المختبرية، حيث تقوم بوضع الفرضيات والتحقق من صحتها، وإجراء التجارب، وجمع البيانات وتسجيلها وتمثيلها بيانيًّا، وكتابة الاستنتاجات، وبالإضافة إلى كل ذلك يشتمل دليل التجارب العملية على العمليات العلمية التالية:

الملاحظة استخدام الحواس للحصول على معلومات عن العالم الطبيعي.

التصنيف وضع مجموعة من المواد أو الأحداث ضمن ترتيب محدد.

التواصل نقل معلومات من شخص إلى آخر.

القياس استخدام أداة لإيجاد قيمةٍ ما، مثل الطول أو الكتلة.

استخدام الأرقام للتعبير عن الأفكار والمشاهدات والعلاقات.

ضبط المتغيرات تحديد وإدارة العوامل المختلفة التي قد تؤثر في موقف أو حدث ما.

تصميم التجارب القيام بسلسلة من عمليات جمع البيانات التي تعدُّ أساسًا لاختبار الفرضيات، أو للإجابة عن سؤال محدد.

التعريف الإجرائي صياغة تعريف لمفهوم، أو حدث بعبارات وصفية ذات طابع فيزيائي.

تشكيل النماذج عمل آلة أو برنامج أو هيكل قادر على تمثيل الأشياء في الواقع، ويحاكي وقوع الأحداث كما تجري في الطبيعة.

الاستدلال تفسير المشاهدات استنادًا إلى الخبرة السابقة.

تفسير البيانات البحث عن نمط أو معنى في مجموعة من البيانات يتيح التعميم.

التوقع التنبؤ بنتائج مستقبلية اعتمادًا على المعرفة السابقة.

السؤال التعبير عن عدم اليقين أو الشك القائم على القدرة على إدراك التناقض بين ما هو معلوم وما هو موضوع مُشاهدة.

وضع الفرضيات تفسير عدد كبير نسبيًّا من الأحداث بوضع تعميم مؤقت، ومن ثم اختباره، سواء في الحال أو في نهاية تجربة أو أكثر.

التجربة

نُظّمت التجارب في عدة أجزاء، وبعض التجارب جاءت تقليدية، تبدأ بمراجعة مفاهيم الفيزياء السابقة ذات العلاقة بالتجربة. وتساعدك الأهداف المدونة في الهامش على التركيز على استقصائك.

جزء **المواد الأدوات** يتضمن التجهيزات والأشياء المستخدمة في التجربة، وهي عادة من النوع الذي يمكن الحصول عليه بسرعة وفاعلية. ومعظم التجهيزات متوافرة في مختبرات الفيزياء في المدارس الثانوية. وقد يتطلب الأمر إحداث بعض التغييرات الطفيفة في التجهيزات دون أن يؤثر ذلك في إجراء التجارب الواردة في كراسة التجارب العملية. كما تحذرك رموز السلامة من الأخطار المحتملة في الاستقصاء التجريبي.

أمّا جزء **الخطوات** فيتضمن تعليمات تنفيذ التجربة خطوة خطوة، مما يساعدك على الإفادة من الزمن المحدد لحصة المختبر.

أمّا جزء **البيانات والمشاهدات** فيعينك على تنظيم تقرير التجربة؛ حيث تم عرض جميع الجداول وتصنيفها، كما أدرجت مجموعة من الأسئلة لتوجيه مشاهداتك في معظم التجارب.

أما في جزء **التحليل والاستنتاج** فسوف تربط المشاهدات والبيانات بالمبادئ العامة في فقرة أهداف التجربة، وسترسم المنحنيات البيانية وتفسرها، وتضع الاستنتاجات المتعلقة بالبيانات.

أما جزء **التوسع والتطبيق** فيتضمن خطوات عمل إضافية، ومسائل توسع آفاق التجربة، وتتيح لك التعمق في بعض أوجه المفهوم الفيزيائي الذي قمت باستقصائه، كما يشرح التطبيقات العملية الحالية للمفهوم.

كما جاءت بعض التجارب تحت عنوان «صمم تجربتك»، وجاءت على غرار النمط الموجود في كتاب الفيزياء بعنوان «مختبر الفيزياء»، حيث تبدأ كما في التجارب التقليدية بالمعلومات التمهيدية والأهداف. ويركز عرض المشكلة (السؤال) على عنصر التحفيز الذي يدفع إلى إجراء التجربة. ويذكرك جزء الفرضية باستخدام ما تعرفه لتطور تفسيرًا محتملًا للمشكلة. وبعدئذ تتاح لك الفرصة لتطوير خطواتك لاختبار فرضيتك. ويزودك جزء خطة التجربة بالإرشاد الكامل لهذه العملية. وتتضمن قائمة المواد الأشياء التي يمكن استخدامها في التجربة، اعتمادًا على الخطوات التي وضعتها بنفسك. وقد تتحير في استخدام جميع هذه المواد أو بعضها، وهنا يأتي دور المعلم ليقدم لك المساعدة اللازمة حول الاستخدام

الآمن للمواد، وذلك بعد اطلاعه على خطوات العمل التي اقترحتها لتجربتك وفي معظم الحالات يقدم لك جدولًا لتدوين بياناتك فيه. كما تساعدك أسئلة التحليل والاستنتاج على فهم البيانات التي حصلت عليها؛ لتقرر ما إذا كانت تدعم فرضيتك أم لا. وأخيرًا تمنحك الأسئلة التطبيقية الفرصة لتطبيق ما تعلمته في مواقف جديدة.

الهدف من التجارب المختبرية

يهدف العمل المختبري في الفيزياء إلى مساعدتك على فهم مبادئها الأساسية بشكل أفضل، حيث تبحث في كل تجربة عن هدف ، وتستقصي مبدأ أساسيًّا ، أو تحل مشكلة محددة باستخدام الطريقة العلمية. وسوف تقوم بإجراء قياسات وتدوينها بوصفها بيانات تساعدك على حل المشكلة، ثم تفسرها لاستخلاص النتائج المتعلقة بها.

وقد لا تتفق القيم التي تحصل عليها دائمًا مع القيم المقبولة في القياس لأسباب مختلفة، منها مثلًا أن التجهيزات المختبرية قد تكون غير متطورة بحيث تمكِّن من تنفيذ التجربة بدقة، كما أن الزمن المخصص للتجربة قد لا يكون كافيًا. إن العلاقات بين مشاهداتك والقوانين العامة للفيزياء أكثر أهمية من الدقة العددية الصارمة.

استخدام الأرقام المعنوية

من المحتمل – عند إجراء الحسابات باستخدام كميات مقيسة – الوقوع في خطأ تدوين نتائج العمليات الحسابية بدقة أكبر مما تسمح به قياساتك. ولتجنب هذا الخطأ اتبع الإرشادات التالية:

- عند جمع الكميات المقيسة أو طرحها يجب تقريب جميع القيم إلى عدد المنازل العشرية المعنوية للقياس الأقل دقة.
- عند إجراء عمليات الضرب أو القسمة على الكميات المقيسة يجب أن يكون عدد الأرقام المعنوية في ناتج الضرب أو القسمة مساويًا عددها في القياس الأقل دقة.

الضبط والدقة

هناك دائماً درجة من الخطأ في قياس الكميات الفيزيائية التي تنتج عن عدة مصادر، من أسبابها: نوع الأداة المستخدمة في القياس، وطريقة إجرائه، وكيفية قراءة أداة القياس، ومن جهة أخرى يعود مدى اقتراب قيمة قياسك من القيمة المقبولة (المعيارية) إلى مقاربتك (الضبط) في القياس. وستُقارن النتائج التجريبية بالقيم المقبولة في العديد من أنشطة كراسة التجارب العملية.

فعندما تُجرى عدة قياسات يشير تقارب قيمها إلى مدى دقة القياس، وكلما اقتربت قيم القياسات بعضها من بعض كانت دقة القياس أكبر. لكن من المحتمل أن تحصل على دقة ممتازة وتكون النتائج مع ذلك غير صحيحة (غير قريبة من القيم المعيارية)، وربما تكون الدقة قليلة وتكون النتائج صحيحة، وذلك عندما يكون متوسط البيانات قريبًا من القيمة المعيارية (الضبط). والشيء المثالي هو الحصول على قياس دقيق ومضبوط في الوقت نفسه.

الرسوم البيانية

كثيرًا ما تتضمن التجارب إيجاد العلاقات وكيفية ارتباط كمية ما بكمية أخرى.

وفي أكثر الأحيان لا يمكن التحقق بسهولة من العلاقة بين المتغيرين التابع والمستقل من خلال البيانات المكتوبة، لكن إذا تم تمثيل القيم بيانيًّا فإن المنحنى البياني الناتج سيشير بوضوح إلى نوع العلاقة بين المتغيرين.

استخدم الإرشادات التالية عند التمثيل البياني:

- عيّن قيم المتغير المستقل على المحور الأفقي (الإحداثي x).
- عيّن قيم المتغير التابع على المحور الرأسي (الإحداثي y).
- ارسم الخط أو المنحنى الذي يمر بمعظم النقاط الممثلة على الرسم البياني أو بأقرب ما يمكن منها.

يزودك دليل الرياضيات في كتاب الفيزياء بمعلومات حول العلاقات الخطية، والمعادلة التربيعية، والعلاقات العكسية بين المتغيرات.

أخبر معلمك في الحال عن أي حوادث قد تقع، وعليك أن تكون على علم بما يلي:

- احتياطات السلامة في المختبر.
- كيف ومتى تبلغ عن حادث، أو إصابة أو جرح، أو مادة مسكوبة.
- مكان صندوق الإسعافات الأولية ومستلزماتها، ومواقع كل من أجهزة إنذار الحريق، والهاتف، ومكتب الممرض في المدرسة.

الموقف	الاستجابة الآمنة
الحروق	يُسكب عليها الماء البارد بغزارة.
الجروح والكدمات	اتباع التعليمات والإرشادات الموجودة في صندوق الإسعافات الأولية.
الصدمات الكهربائية	تزويد الشخص بالهواء المنعش، وتمديد الشخص المصاب في وضع يكون فيه الرأس منخفضًا عن باقي الجسم، وإجراء عملية التنفس الاصطناعي إذا كان ضروريًّا.
الإغماء أو الانهيار	ارجع للاستجابة في موقف الصدمة الكهربائية.
الحريق	إقفال جميع مصادر اللهب وإغلاق صنابير الغاز، ولف المصاب ببطانية الحريق، واستعمال طفاية الحريق لإخماد النار. لا يجب استخدام الماء لإطفاء الحريق؛ لأن الماء ربما يتفاعل مع المواد المحترقة مما يتسبب في ازدياد الحريق.
مادة مجهولة في العين	غسل العين بالماء النظيف.
التسمم	معرفة العامل المسبب للتسمم، وإبلاغ المعلم للقيام باللازم.
النزف الشديد	الضغط على الجرح لوقف النزيف، وطلب المساعدة الطبية في الحال.
المواد المسكوبة	غسل المنطقة المصابة بكمية كبيرة من الماء.

احتياطات السلامة في المختبر

إذا اتبعت التعليمات بدقة وعرفت الأخطار المحتملة التي قد تواجهها في أثناء استخدامك الأدوات، وإجراءات التجربة فسيكون مختبر الفيزياء مكانًا آمنًا. وانتبه إلى أنك لست مطالبًا بالمحافظة على سلامتك الشخصية فحسب، بل على سلامة زملائك ومعلمك أيضًا.

وفيما يلي بعض القواعد التي ترشدك إلى حماية نفسك والآخرين من الإصابات، والحفاظ على بيئة مختبرية آمنة:

1. استعمال مختبر الفيزياء في العمل الجاد فقط.
2. عدم إحضار الطعام والشراب، ومواد التجميل إلى المختبر، وعدم تذوق أي شيء فيه، أو العبث بأواني المختبر الزجاجية، أو استخدامها في الطعام أو الشراب.
3. لا تجرِ أي تجارب غير مقررة، واطلب الإذن من معلمك دائمًا قبل البدء في أي نشاط.
4. اقرأ التجربة المقررة قبل مجيئك إلى المختبر، واسأل معلمك إذا كان لديك شك أو استفسار حول أي خطوة.
5. حافظ على بقاء أماكن العمل من حولك نظيفة وجافة.
6. استعمل أدوات السلامة المتاحة، وتعرف مكان كل من طفاية الحريق، ورشاش الماء، وصندوق الإسعافات الأولية.
7. أبلغ معلمك عن أي حادث، أو إصابة، أو إجراء غير صحيح في التجربة.
8. احتفظ بجميع المواد بعيدة عن مصادر اللهب، وعند استخدام أي مصدر حراري اربط الشعر الطويل إلى الخلف، وأحكم الملابس الفضفاضة. وفي حال وصول النار إلى ملابسك، قم بإخمادها ببطانية أو معطف، أو طفاية الحريق، وحذارِ أن تركض قبل إطفائها.
9. التزم تمامًا بتعليمات معلمك وتوجيهاته عند استخدام المواد السامة أو المواد القابلة للاشتعال، وإن سكبت حمضًا أو مادة كيميائية فعالة قد تسبب التآكل فاغسل مكان تأثيرها بالماء فورًا.
10. ضع الزجاج المكسور والمواد الصلبة في الحاويات المخصصة لها، واحتفظ بالمواد غير الذائبة في الماء خارج المغسلة.
11. لا تستخدم الأدوات الكهربائية إلا تحت إشراف معلمك. وتأكد أن المعلم قد قام بتفحص توصيل الدائرة الكهربائية قبل تشغيلها. لا تلمس الأدوات الكهربائية بيد مبللة بالماء، أو حين تكون واقفًا على أرض رطبة.
12. بعد الانتهاء من الاستقصاء ، تأكد من إغلاق صنابير المياه والغاز، وافصل الوصلات الكهربائية، ونظّف مكان عملك، وأعد جميع المواد والأجهزة إلى الأماكن المخصصة لها، واغسل يديك جيدًا قبل خروجك من المختبر.

المخاطر والاحتياطات اللازم مراعاتها

رموز السلامة	المخاطر	الأمثلة	الاحتياطات	العلاج
التخلص من المخلفات	مخلفات التجربة قد تكون ضارة بالإنسان.	بعض المواد الكيميائية، والمخلوقات الحية.	لا تتخلص من هذه المواد في المغسلة أو في سلة المهملات.	تخلص من المخلفات وفق تعليمات المعلم.
ملوثات حيوية بيولوجية	مخلوقات ومواد حية قد تسبّب ضررًا للإنسان.	البكتيريا، الفطريات، الدم، الأنسجة غير المحفوظة، المواد النباتية.	تجنب ملامسة الجلد لهذه المواد، وارتد كمامة وقفازين.	أبلغ معلمك في حالة حدوث ملامسة للجسم، واغسل يديك جيدًا.
درجة الحرارة المؤذية	الأشياء التي قد تحرق الجلد بسبب حرارتها أو برودتها الشديدتين.	غليان السوائل، السخانات الكهربائية، الجليد الجاف، النيتروجين السائل.	استعمال قفازات واقية.	اذهب إلى معلمك طلبًا للإسعاف الأولي.
الأجسام الحادة	استعمال الأدوات والزجاجيات التي تجرح الجلد بسهولة.	المقصات، الشفرات، السكاكين، الأدوات المدبّبة، أدوات التشريح، الزجاج المكسور.	تعامل بحكمة مع الأداة، واتبع إرشادات استعمالها.	اذهب إلى معلمك طلبًا للإسعاف الأولي.
الأبخرة الضارة	خطر محتمل على الجهاز التنفسي من الأبخرة.	الأمونيا، الأستون، الكبريت الساخن، كرات العث (النفثالين).	تأكد من وجود تهوية جيدة، ولا تشم الأبخرة مباشرة، وارتد كمامة.	اترك المنطقة، وأخبر معلمك فورًا.
الكهرباء	خطر محتمل من الصعقة الكهربائية أو الحريق.	تأريض غير صحيح، سوائل منسكبة، تماس كهربائي، أسلاك معرّاة.	تأكد من التوصيلات الكهربائية للأجهزة بالتعاون مع معلمك.	لا تحاول إصلاح الأعطال الكهربائية، واستعن بمعلمك فورًا.
المواد المهيّجة	مواد قد تهيج الجلد أو الغشاء المخاطي للقناة التنفسية.	حبوب اللقاح، كرات العث، سلك المواعين، ألياف الزجاج، برمنجنات البوتاسيوم.	ضع واقيًا للغبار، وارتد قفازين، وتعامل مع المواد بحرص شديد.	اذهب إلى معلمك طلبًا للإسعاف الأولي.
المواد الكيميائية	المواد الكيميائية التي قد تتفاعل مع الأنسجة والمواد الأخرى وتتلفها.	المبيضات مثل فوق أكسيد الهيدروجين والأحماض كحمض الكبريتيك، القواعد كالأمونيا وهيدروكسيد الصوديوم.	ارتد نظارة واقية، وقفازين، والبس معطف المختبر.	اغسل المنطقة المصابة بالماء، وأخبر معلمك بذلك.
المواد السامة	مواد تسبب التسمم إذا ابتلعت أو استنشقت أو لمست.	الزئبق، العديد من المركبات الفلزية، اليود، النباتات السامة.	اتبع تعليمات معلمك.	اغسل يديك جيدًا بعد الانتهاء من العمل، واذهب إلى معلمك طلبًا للإسعاف الأولي.
مواد قابلة للاشتعال	بعض الكيماويات يسهل اشتعالها باللهب، أو بالشرر، أو عند تعرضها للحرارة.	الكحول، الكيروسين، الأستون، برمنجنات البوتاسيوم، الملابس، الشعر.	تجنب مناطق اللهب عند استخدام الكيماويات.	أبلغ معلمك طلبًا للإسعاف الأولي، واستخدم مطفأة الحريق إن وجدت.
اللهب المشتعل	ترك اللهب مفتوحًا يسبب الحريق.	الشعر، الملابس، الورق، المواد القابلة للإشتعال.	اربط الشعر إلى الخلف (للطالبات)، ولا تلبس الملابس الفضفاضة، واتبع تعليمات المعلم عند إشعال اللهب أو إطفائه.	أبلغ معلمك طلبًا للإسعاف الأولي، واستخدم مطفأة الحريق إن وجدت.

سلامة العين
يجب دائمًا ارتداء نظارة واقية عند العمل في المختبر.

وقاية الملابس
يظهر هذا الرمز عندما تسبب المواد بقعًا أو حريقًا للملابس.

نشاط إشعاعي
يظهر هذا الرمز عند استعمال مواد مشعة.

غسل اليدين
اغسل يديك بعد كل تجربة بالماء والصابون قبل نزع النظارة الواقية.

إعداد وكتابة تقارير التجارب

إن أحد أهم جوانب العمل المختبري هو تحقيق النتائج التي حصلت عليها خلال الاستقصاء. لذا، فقد صُمِّمَ دليل التجارب العملية بحيث تكون كتابة التقرير المختبري فعالة قدر المستطاع. وسوف تكتب تقاريرك على الأوراق المرفقة (النماذج) الخاصة بالتقارير مباشرة بعد إجراء التجربة، وقد تمت عنونة جميع الجداول المعروضة لتسهل عملية تسجيل البيانات وإجراء الحسابات. وتُركت مساحات فارغة كافية في التقرير لإجراء الحسابات الضرورية، ومناقشة النتائج، والاستنتاجات، والتفسيرات.

وفيما يلي العناصر التي يشتمل عليها تقرير المختبر:

1. **المقدمة**

تشتمل على:

a. كتابة ملخصٍ لكل من أهداف التجربة، وخطوات العمل، والخلفية النظرية للتجربة.

b. المخططات، وتمثل رسومًا تخطيطية للأجهزة والدوائر الكهربائية المستخدمة مع كتابة عنوان مختصر لكل رسم.

2. **البيانات**

استخدام البيانات التي تم الحصول عليها من التجربة، وتحليل النتائج مباشرة.

3. **النتائج والتحليل**

a. يحتوي الجزء المخصص للنتائج على فراغات لإجراء الحسابات وكتابة النتائج النهائية.

b. إذا تعددت النتائج يجب كتابتها ضمن جداول.

c. يجب أن يعطى كل جدول عنوانًا مناسبًا، أو أي ملاحظات إضافية تساعد على توضيح محتوياته للقارئ.

4. **الرسوم البيانية**

a. كتابة معلومات كاملة على الرسم تتضمن العنوان، وأسماء الكميات على المحاور ووحداتها.

b. رسم أفضل خط يمر بمعظم النقاط ويتوسطها جميعًا (لا تصِلْ كل نقطة بما بعدها بخطوط منفصلة).

5. الحسابات

يجب أن تحتوي جميع الحسابات على ما يلي:

a. المعادلة الفيزيائية بصورتها المألوفة.

b. الحل الجبري للمعادلة.

c. تعويض الكميات المعلومة مع مراعاة وحداتها .

d. الناتج العددي للقيمة المطلوبة مع وحداتها.

مثال: موجة صوتية ترددها 192 Hz وسرعتها 337 m /s فما طولها الموجي؟

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{337\ \text{m/s}}{192\ \text{Hz}} = 1.76\ \text{m}$$

6. المناقشة

يكون الاستنتاج الذي تخرج به من التجربة في بعض الحالات واضحًا بحيث يمكن إهمال جزء المناقشة من التقرير؛ ففي هذه الحالة قد تفي جملة قصيرة بالغرض. وفي حالات أخرى تكون مناقشة نتائج التجربة ضرورية لتوضيح دلالاتها، كما يمكنك التعليق على أسباب الخطأ المحتملة، ووضع مقترحات لتحسين خطوات التنفيذ والأدوات المستخدمة في التجربة.

7. الاستنتاجات

الاستنتاج جزء مهم في أي تقرير، وهو عمل فردي يجب أن يقوم به الطالب الذي كتب التقرير، دون مساعدة من أحد (إلا من معلمه).

يتكون الاستنتاج من فقرة أو أكثر مصوغة بشكل جيد، بحيث تستطيع تلخيص النتائج النهائية. ويتميز الاستنتاج بما يلي:

a. يغطي جميع النقاط الرئيسة في الموضوع.

b. يستند على نتائج التجربة وبياناتها.

c. يشير إلى الرسوم بتحديد عنوانها كاملاً في حال اعتماده عليها.

d. الوضوح والإيجاز مهمان في الاستنتاج، لذا، يجب تجنب استخدام الصيغ الشخصية مثل (أنا، نحن) إلا إذا كان ذلك ضروريًّا.

قواعد استعمال أجهزة القياس الكهربائية

مقدمة:

إن أجهزة القياس الكهربائية أجهزة دقيقة وحساسة. لذا يجب استعمالها بعناية فائقة، لأنها تتلف بسهولة. وتلف هذه الأجهزة يكون إما فيزيائيًّا (ميكانيكيًّا) وذلك عند اصطدامها بشيء أو سقوطها، أو كهربائيًّا وذلك عند مرور تيار كهربائي كبير خلالها، مما يؤدي إلى زيادة التأثيرات الحرارية في ملفاتها، مع زيادة التيار الكهربائي المار خلالها، مسببة عطب الأسلاك التي بداخلها ، ولتجنب التأثيرات الحرارية يجب استعمال مفتاح التشغيل لكي تفتح الدائرة بعد كل استعمال ولا تبقى مغلقة لفترة زمنية طويلة.

لاحظ أن أجهزة القياس الكهربائية صُمّمت لتعمل عموما، إمّا بوساطة تيار متردد AC أو تيار مستمر DC. وتكون القطبية مهمة في دوائر التيار المستمر. لذا يجب توصيل أقطاب جهاز القياس بصورة صحيحة بالبطارية أو بمصدر الجهد الكهربائي (السالب بالسالب والموجب بالموجب)؛ لذا يجب أن تتأكد أن جهاز القياس الذي تستعمله مناسبًا لنوع الدائرة التي ستعمل عليها، ودع المعلم دائمًا يتحقّق من توصيل الدائرة الكهربائية، للتأكد من أنه قد تم توصيلها بصورة صحيحة، لدرء الخطر المترتب عن ذلك.

الفولتمتر (Voltmeter)

يُستعمل الفولتمتر لتحديد فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين في دائرة كهربائية، ويوصل بالعنصر المراد قياس فرق الجهد بين طرفيه دائمًا على التوازي (ولا يوصل نهائيًّا على التوالي). فإذا استطعت إزالة الفولتمتر من الدائرة الكهربائية على أن يبقى التيار مارًّا بها، فإن توصيلك للدائرة الكهربائية سيكون صحيحًا.

عند استعمال الفولتمتر المصمم لدوائر التيار المستمر DC، يجب أن تتأكد أن توصيلك للأقطاب قد تم بشكل صحيح (الطرف الموجب للفولتمتر مع القطب الموجب للبطارية، والطرف السالب للفولتمتر مع القطب السالب للبطارية)، ثم تغلق الدائرة لحظة للتأكد من أن توصيلك قد تم بشكل صحيح.

بعض الفولتمترات لها عدة تدريجات. تستطيع اختيار ما يناسب تجربتك منها، مثل: V(3–0)، V (15–0) أو V (300–0). وإذا لم تكن تعلم فرق الجهد للعنصر المطلوب في الدائرة الكهربائية فابدأ باختيار أكبر تدريج ممكن في البداية، ثم استخدم التدريج المناسب بعد ذلك.

الأميتر (Ammeter)

يُستعمل الأميتر لقياس التيار الكهربائي المار في الدائرة الكهربائية؛ ولأن مقاومة الأميتر الداخلية صغيرة جدًّا حتى لا يؤثر على قيمة التيار الفعلية وكذلك فإنه يجب أن يوصل في الدائرة دائمًا على التوالي، أما إذا وُصِل على التوازي فسوف يعطب(يتلف). وإذا بقي التيار مارًّا في الدائرة سواء بوجود الأميتر أو عدم وجوده فإن توصيلك يكون غير صحيح.

عند استعمال الأميتر المصمم لدوائر التيار المستمر DC يجب أن تتأكد أن توصيلك للأقطاب قد تم بشكل صحيح (الطرف الموجب للأميتر مع القطب السالب للبطارية، والطرف السالب للأميتر مع القطب الموجب للبطارية)، ثم تغلق الدائرة لحظة للتأكد من أن توصيلك قد تم بشكل صحيح.
والأميتر مثل الفولتمتر له عدة تدريجات. وتستطيع أن تحمي الأميتر دائمًا باختيارك التدريج الأكبر في البداية، ثم استخدام التدريج المناسب بعد ذلك.

الجلفانومتر (Galvanometer)

الجلفانومتر جهاز ذو مقاومة صغيرة جدًّا، يُستعمل لقياس تيارات كهربائية صغيرة جدًّا (المايكروأمبير). لذا يجب توصيله على التوالي في الدائرة الكهربائية. وتكون نقطة الصفر في بعض الجلفانومترات في منتصف التدريج، وتكون التدريجات غير معايرة. ويُستعمل هذا النوع من الجلفانومترات للكشف عن التيارات الصغيرة واتجاهها والمقارنة بينها.
ويوصل بالجلفانومتر سلك ذو مقاومة صغيرة جدًّا للحماية (shunt)، ويُزال هذا السلك إذا كان الجهاز لا يقيس التيار الكهربائي.

مختبر الفيزياء 1 - 1

احتياطات السلامة

المواد والأدوات

- بوصلة
- مصدر قدرة DC
- أميتر
- سلك موصل سميك ومعزول
- مسمار حديدي كبير
- مفتاح كهربائي
- حامل حلقي مع مشبك
- برادة حديد
- لوح كرتون
- ورقة
- مسطرة مترية
- شريط لاصق
- علبة مشابك ورق فولاذية

كيف يولد التيار الكهربائي مجالاً مغناطيسيًّا قويًّا؟

عندما يمر تيار كهربائي في حلقة سلك موصل فإن مجالاً مغناطيسيًّا يظهر حول الحلقة. وإذا لف السلك عدة لفات فسيتكون ملف، وعند مرور تيار كهربائي فيه ينشأ حوله مجال مغناطيسي يشبه المجال الناتج عن المغناطيس الدائم. والملف المكون من عدة لفات هو نوع من أنواع المغانط الكهربائية ويسمى ملفًّا حلزونيًّا. وثَمة نوع آخر من المغانط الكهربائية يُصنع بوساطة لف السلك حول قلب من الحديد المطاوع. ويعمل المجال المغناطيسي الناتج عن مرور التيار في السلك على جعل القلب الحديدي في الملف مغناطيسًا مؤقتًا. ويضاف المجال المغناطيسي للقلب الحديدي إلى المجال المغناطيسي الناشئ عن السلك فينتج ذلك مجالاً مغناطيسيًّا قويًّا.

سوف تستقصى في هذه التجربة المجال المغناطيسي الناتج عن سلك يسري فيه تيار كهربائي، باستخدام البوصلة وبرادة الحديد. حيث ستوضح برادة الحديد شكل خطوط المجال المغناطيسي الناتج، كما أنها ستبين القوة النسبية للمجال. وبزيادة شدة المجال ستظهر أنماط برادة الحديد بوضوح أكثر؛ لأنها تصبح أكثر سمكًا، حيث يزداد تجمُّعها معًا.

الأهداف

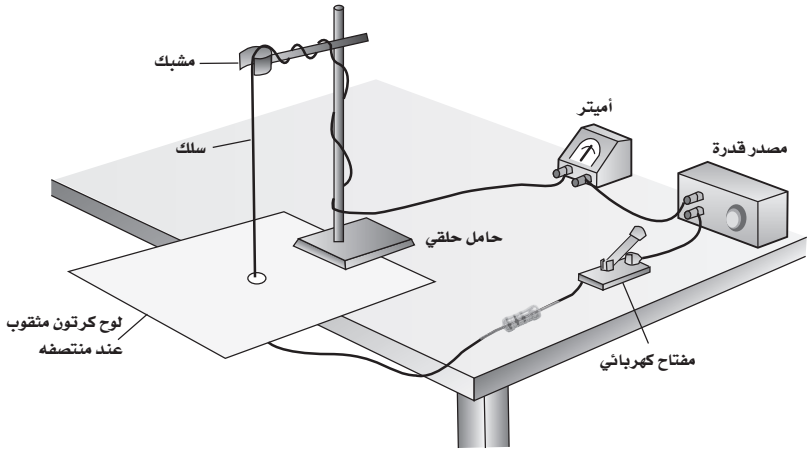
- **تلاحظ** المجال المغناطيسي حول سلك يسري فيه تيار كهربائي.
- **تبين** العلاقة بين التيارالكهربائي وشدة المجال المغناطيسي الناتج عنه.
- **تحدّد** العلاقة بين قطبية المجال المغناطيسي واتجاه التيارالكهربائي.
- **تربط** بين شدة المجال المغناطيسي لملف ذي قلب حديدي، وشدة المجال المغناطيسي لملف مماثل ذي قلب هوائي.

الخطوات

A. المجال المغناطيسي حول سلك طويل جدًّا ومستقيم (لا نهائي الطول).

1. ضع لوح الكرتون على حافة الطاولة. مرر سلكًا مستقيمًا وبشكل رأسي من خلال ثقب في مركز لوح الكرتون، كما هو موضح في **الشكل A**. ثم ثبت الحامل الحلقي والمشبك بحيث يمر السلك من الثقب إلى المشبك رأسيًّا، ومن ثم مرر السلك إلى جهاز الأميتر، ومنه إلى الطرف الموجب لمصدر القدرة.

2. يجب أن يمر طرف السلك السفلي داخل لوح الكرتون رأسيًّا على أن يصل إلى بُعد مقداره 10 cm على الأقل تحت لوح الكرتون قبل أن يمر فوق الطاولة، ليصل إلى المفتاح، ثم إلى الطرف السالب لمصدر القدرة. لاحظ قطبية مصدر القدرة، والأميتر في أثناء توصيل الأسلاك.



الشكل A

3. أغلق المفتاح الكهربائي، واضبط التيار على A 3–2، ثم افتح المفتاح الكهربائي. ضع البوصلة بالقرب من السلك، ثم اغلق المفتاح وحرك البوصلة حوله لتخطيط المجال المغناطيسي. ***تحذير: قد يسخن السلك. لذلك أغلق المفتاح لفترة قصيرة تسمح لك بتسجيل ملاحظاتك.*** ارسم شكلاً تخطيطيًّا للمجال المغناطيسي الناتج حول السلك في الجزء A من بند البيانات والمشاهدات.

4. اعكس التوصيلات في مصدر القدرة وفي الأميتر، بحيث ينعكس اتجاه التيار. ثم أغلق المفتاح الكهربائي، واستخدم البوصلة لتخطيط المجال المغناطيسي حول السلك. ارسم شكل المجال حول السلك.

B. شدة المجال المغناطيسي

1. اعمل شـقًّا وثقبًا في قطعة ورق وضعها فوق لوح الكرتون، بحيث يكون السـلك في مركزها. انثر برادة الحديد فوق الورقة حول السلك.
2. أغلق مفتاح الدائرة واضبط التيار على 4.0 A تقريبًا. اطرق لوح الكرتون برفق عدة مرات بإصبعك. اقطع التيار الكهربائي، ثم دوّن ملاحظاتك في الجزء B من بند البيانات والمشاهدات.
3. اطـرق لـوح الكرتون طرقات خفيفـة لجعل برادة الحديد غير مرتبة. ثم أغلق الدائـرة، وقلل مقدار التيار ليصبح 2.5 A، ثم اطرق لوح الكرتون بإصبعك برفق عدة مرات . ثم دوّن ملاحظاتك.
4. اطـرق لـوح الكرتـون طـرقـات خفيفة لجعـل بــرادة الحديد غير مرتبة. ثم أغلـق الـدائـرة، وقلل مقدار التيار ليصبـح 0.5 A ، ثـم اطـرق لـوح الكرتـون بإصبعك برفق عـدة مرات. ثـم دوّن ملاحظاتك. أعد برادة الحديد إلى الوعاء.

C. المجال المغناطيسي حول ملف

1. أزل السـلك المسـتقيم من لوح الكرتون. اعمل في وسـط السلك ثلاث لفات من السلك حول يدك لتكوّن ملفًّا سلكيًّا بقطر 10 cm تقريبًا. ثبّت اللفات معًا من عدة أماكن بشريط لاصق.
2. صل الملف مع مصدر القدرة من خلال أميتر ومفتاح كهربائي. ثم أغلق المفتاح واضبط مقدار التيار ليصبح 2.5 A. أمسـك الملف في مسـتوى رأسـي، وقرب البوصلة إليه، وحركها داخل الملف السلكي ، ثم حركها حوله؛ وارسم اتجـاه المجال المغناطيسـي حـول الملف في الجـزء C من بند البيانات والمشـاهدات. بيِّـن التوصيلات الموجبة والسالبة للملف الذي صنعته.

D. المغناطيس الكهربائي

1. فك اللفات، ثم لف السلك حول مسمار أو أي قلب حديدي إلى أن يتغطى نصف القلب تقريبًا. ثم صل طرفي الملـف إلى مصدر القدرة مرورًا بالمفتاح الكهربائي والأميتـر. ثم أغلق المفتاح الكهربائي واضبط مقدار التيار ليصبح 1.0 A تقريبًا، و قرّب المسـمار إلى العلبة التي تحتوي على مشـابك الورق، وشـاهد عدد المشابك التي يمكـن أن يلتقطهـا هذا المغناطيس الكهربائـي. ثم افتح الدائرة ودوّن ملاحظاتك في الجـزء D من بند البيانات والمشاهدات.
2. لـف عـددًا آخر من اللفـات حول القلب لمضاعفة العدد الـذي كان في الخطوة 1. ثم أغلـق المفتاح الكهربائي وشاهد عدد المشابك التي يمكن أن يلتقطها المغناطيس الكهربائي، ثم افتح الدائرة، ودوّن ملاحظاتك.
3. زد مقدار التيار ليصبح 2.0 A وكرّر الخطوة السـابقة وشـاهد عدد المشـابك التي يمكن أن يلتقطها المغناطيس الكهربائي، ودوّن ملاحظاتك.
4. أغلق الدائرة واستخدم البوصلة لتحديد قطبية المغناطيس الكهربائي.

البيانات والمشاهدات

A. المجال المغناطيسي حول سلك طويل ومستقيم.

الملاحظات حول اتجاه القطب الشمالي.

.....

.....

B. شدة المجال المغناطيسي.

الملاحظات حول المجال المغناطيسي الناتج عن مرور تيارات مختلفة.

.....

.....

C. المجال المغناطيسي حول ملف

الملاحظات حول المجال المغناطيسي الناتج حول ملف سلكي موصل يسري فيه تيار.

.....

.....

D. المغناطيس الكهربائي

دون ملاحظاتك حول تأثير كلٍ مما يلي على المجال المغناطيسي:

1. وضع قلب حديدي داخل الملف.

.....

2. عدد لفات السلك حول المسمار.

.....

3. مضاعفة عدد اللفات.

.....

4. مضاعفة عدد اللفات ومضاعفة التيار.

.....

التحليل والاستنتاج

1. كيف تطبق القاعدة الأولى لليد اليمنى على سلك طويل مستقيم يسري فيه تيار كهربائي لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي حوله؟

.....

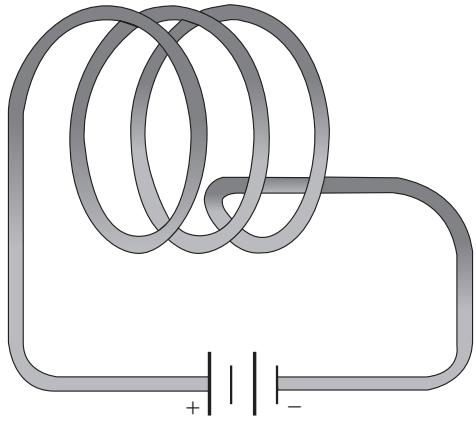
.....

.....

2. ما تأثير زيادة التيار الكهربائي المار في السلك على المجال المغناطيسي الناتج؟

.....

3. في **الشكل B**، ارسم اتجاه المجال المغناطيسي وقطبي الملف عندما يسري فيه تيار كهربائي.



الشكل B

4. ما العوامل الثلاثة التي تحدد قوة المغناطيس الكهربائي؟

.....

.....

5. اشرح الفرق بين القضيب المغناطيسي والمغناطيس الكهربائي؟

.....

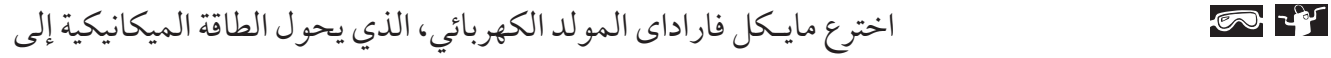
.....

التوسع والتطبيق

1. اذكر عددًا من التطبيقات للملف الحلزوني الذي يعمل بمرور التيار فيه إما بشكل مستمر أو متقطع.

مختبر الفيزياء 1 - 2

احتياطات السلامة



المواد والأدوات

- ملفان من السلك الموصل المعزول يتكون كل منهما من 120 لفة، ملفوفان حول كأس زجاجية مدرّجة سعتها 100 ml أو حول أنبوب من الورق المقوى
- حامل حلقي
- مشبكا حامل حلقي
- شريط لاصق
- مغناطيسا حذوة فرس
- ورق صنفرة ناعمة
- أسلاك توصيل فم التمساح
- مقاوم قدرته 0.5 W، وقيمته تتراوح بين 10 Ω – 1، مثلاً 4.7 Ω

ما الذي يسبب التأرجح؟

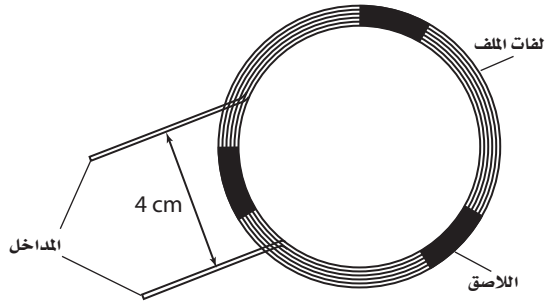
اخترع مايكل فاراداى المولد الكهربائي، الذي يحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية. حيث يحتوي المولّد على عدد كبير من الحلقات السلكية الملفوفة حول قلب من الحديد يسمى بالملف. ويوضع الملف داخل مجال مغناطيسي قوي. عندما يدور الملف يقطع السلك المجال المغناطيسي، فتتولد فيه قوة دافعة كهربائية حثية $EMF = BL\upsilon$، حيث تمثل B مقدار المجال المغناطيسي، وL طول السلك الذي يدور في المجال، وυ السرعة التي تدور بها اللفات داخل المجال المغناطيسي. أما المحرك الكهربائي فهو عكس المولد الكهربائي؛ ففي المحرك الكهربائي يعمل المجال المغناطيسي للتيار الكهربائي المار في الملف على تدوير الملف في مجال مغناطيسي. وتعمل قوى التجاذب والتنافر المتناوبين مع مغانط ثابتة على استمرارية تدوير الملف وتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية.

الأهداف

- **توضح** الحركة الميكانيكية لملف سلكي موضوع داخل مجال مغناطيسي.
- **تلاحظ** كيفية حركة ملفين سلكيين متصلين وموضوعين داخل مجالات مغناطيسية.
- **توضح** الفرق بين المولد الكهربائي والمحرك الكهربائي.
- **تستنتج** قانون لنز عمليًّا.

الخطوات

1. استخدم الكأس الزجاجية المدرجة والملفوف حولها ملفان من السلك، واجعل 50 cm من السلك عند كل من طرفي الملف حرًّا، ويمكن تسمية هذين الطرفين بمدخلي الملف. اجعل بين مدخلي الملف مسافة 4 cm عند الجهة نفسها من الملف، كما هو موضح في **الشكل A**. بعد عمل كل ملف اسحبه برفق عن الكأس، ولف عدة لفات من الشريط اللاصق حول أجزاء منه للحفاظ على شكله.

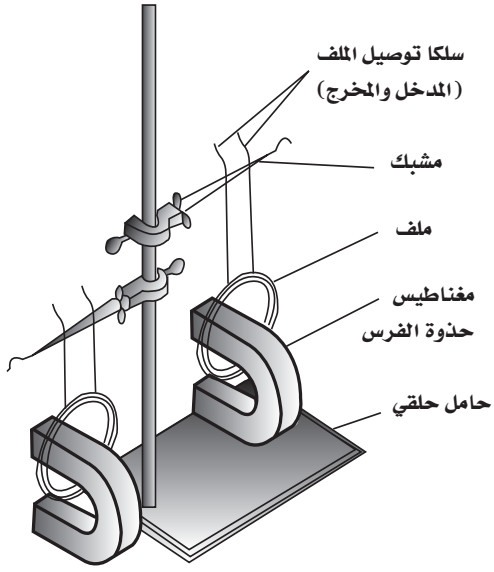


الشكل A

يجب أن يكون طول كل من مدخلي الملف 50 cm تقريبًا، وأن يبعد أحدهما عن الآخر مسافة 4 cm. استخدم قطعًا من الشريط اللاصق لتثبيت الملف.

2. صنفر 1 cm تقريبًا من كل طرف من طرفي السلك للحصول على نحاس غير معزول.

3. ثبت الحامل الحلقي واجعل المشبك الأول على ارتفاع 45 cm من قاعدة الحامل، وضع المشبك الثاني بعد الأول لكن في اتجاه معاكس له. علّق الملفين بالمشبكين، كما هو موضح في **الشكل B**. واستخدم الشريط اللاصق لتثبيت طرفي كل من الملفين بالمشبكين، ثم ضع مغناطيسي حذوة الفرس كما هو موضح في الشكل، وعدّل ارتفاع المشبكين بحيث يدخل أحد طرفي كل مغناطيس في مركز الملف الذي يقابله بحرّية لعدة سنتمترات.



الشكل B

4. استخدم الأسلاك لتوصيل مداخل أحد الملفين بمداخل الملف الآخر. اجعل أحد الملفين يتأرجح أفقيًّا عند المغناطيسين. دوّن ملاحظاتك في الفقرة 1 من بند البيانات والمشاهدات.

5. اعكس التوصيل في أحد الملفين، واجعل أحد الملفين يتأرجح، ولاحظ ما يحدث. دوّن ملاحظاتك في الفقرة 2 من بند البيانات والمشاهدات.

6. زد سعة التأرجح للملف. دوّن ملاحظاتك في الفقرة 3 من بند البيانات والمشاهدات.

7. افصل الأسلاك بين الملفين، واجعل أحدهما يتأرجح، ولاحظ ما يحدث، ودوّن ملاحظاتك في الفقرة 4 من بند البيانات والمشاهدات.

8. استخدم الأسلاك لتوصيل مقاومة مع أحد الملفين، وابدأ بأرجحة الملف، ولاحظ حركته، ودوّن ملاحظاتك في الفقرة 5.

2 مختبر الفيزياء 1 - 2

البيانات والمشاهدات

1. الملاحظات حول الملف المتأرجح المتصل مع الملف الآخر.

.....

.....

.....

2. الملاحظات حول الملف المتأرجح المتصل مع الملف الآخر بعد عكس التوصيلات.

.....

.....

.....

3. الملاحظات حول الملف المتأرجح عند زيادة سعة الأرجحة.

.....

.....

.....

4. الملاحظات حول نظام الملف المتأرجح عند فصل الملفين.

.....

.....

.....

5. الملاحظات حول الملف المتأرجح عند وصل المقاومة.

.....

.....

التحليل والاستنتاج

1. استخدم الملاحظات في الفقرة 1 لتفسير حركة الملفين. أي ملف يعمل مولدًا، وأيهما يعمل محركًا؟

.....

.....

.....

.....

.....

2. استخدم ملاحظاتك من الفقرة 2 لتفسير حركة الملفين.

.....

.....

.....

3. فسر ملاحظاتك في الفقرة 3 بدلالة مقدار التيار الحثي المتولد.

.....

.....

.....

4. قارن بين معدلي تأرجح الملف التي لاحظتها في الخطوتين 4 و7 ، وكيف يمكن توضيح الاختلاف؟

.....

.....

.....

5. فسر ملاحظاتك حول تأرجح الملف في الفقرة 5 بدلالة تحولات الطاقة.

.....

.....

.....

التوسع والتطبيق

1. لماذا يكون من الصعب أن يستمر المولد في الدوران عندما يُضاف عليه حِمل كهربائي؟ (يمكنك أن تشعر بهذا الأثر عندما تشغل مصابيح الدراجة الهوائية باستخدام المولد الذي يعمل بحركة البدّال).

.....

.....

.....

احتياطات السلامة

المواد والأدوات

- أدوات قياس كتلة الإلكترون
- مصدر قدرة 0–5 A DC
- مصدر قدرة 90–250 V DC
- ملف لولبي ذو قلب هوائي
- أسلاك توصيل
- أميتر 0–5 A
- فولتمتر
- ثلاث قطع خشبية أسطوانية الشكل بأقطار مختلفة

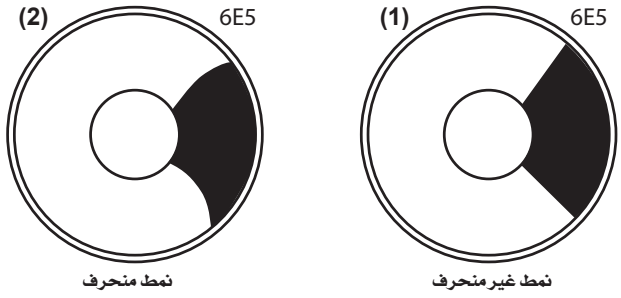
ما مقدار كتلة الإلكترون؟

أول من قاس نسبة شحنة الإلكترون إلى كتلته هو "ج.ج تومسون"؛ فقد لاحظ انحراف حزمة إلكترونات عندما تمر خلال مجالين كهربائي ومغناطيسي معًا. ويؤثر المجالان الكهربائي والمغناطيسي في تجربته بقوتين عموديتين على اتجاه حركة الإلكترون. فقد طبّق تومسون مجالاً كهربائيًّا ثابتًا، ثم قام بضبط المجال المغناطيسي إلى أن أصبحت الإلكترونات تتحرك في مسار مستقيم، وعندها تتساوى القوتان الناجمتان عن المجالين. وبذلك تمكن تومسون من حساب نسبة الشحنة إلى الكتلة.

تتبع في هذه التجربة الخطوات التي اتبعها تومسون لموازنة القوى المؤثرة في الإلكترونات وحساب نسبة الشحنة إلى الكتلة. وتستخدم أدوات قياس كتلة الإلكترون أنبوبًا نموذج 6E5؛ حيث يكون المهبط في مركز الأنبوب تحت غطاء فلزي دائري. وتتسارع الإلكترونات المنبعثة من المهبط أفقيًّا في اتجاه مصعد كبير مخروطي الشكل يملأ تقريبًا الجزء العلوي من الأنبوب. ويُطلى المصعد بمادة فلورسنتية تعطي وهجًا أخضر عند اصطدام الإلكترونات بها.

بغياب أي مجال كهربائي أو مغناطيسي خارجي، تُنتج الإلكترونات الساقطة على المصعد النمط الموضح في **الشكل A1**. أما إذا وضعتَ الأنبوب في ملف لولبي ذي قلب هوائي يسري فيه تيار فسوف تتعرض الإلكترونات لمجال مغناطيسي ثابت يؤثر عموديًّا على اتجاه حركتها. ولأن الإلكترونات تتحرك بسرعة منتظمة تقريبًا فإنها ستتعرض لقوة ثابتة. ونتيجة لذلك ستتحرك الإلكترونات في مسار على شكل قوس، وسيكون النمط الملاحظ على المصعد في الأنبوب كالنمط الموضح في **الشكل A2**. لإيجاد نصف قطر انحناء مسار الإلكترون ستقارن النمط المتكون في

الأنبوب بجسم مستدير كأسطوانية خشبية مثلا. وقد يتعين عليك تغيير تيار الملف أو جهد المصعد للحصول على أفضل تطابق.



الشكل A

عندما يتأثر إلكترون كتلته m بقوة مغناطيسية متعامدة مع اتجاه حركته فسوف يتحرك في مسار منحنٍ يمثل جزءًا من دائرة نصف قطرها r. وستنتج القوة المركزية F_c حركة دائرية بتسارع مقداره $\frac{v^2}{r}$، وتعطى هذه القوة بالعلاقة:

$$F = \frac{mv^2}{r}$$

والقوة التي يؤثر بها المجال المغناطيسي تساوي $\mathrm{Bq}v$. وعند تساوي القوتين فإن:

$$\mathrm{B}v\mathrm{q} = \frac{mv^2}{r}$$

وبحل المعادلة لإيجاد v ينتج:

$$v = \frac{\mathrm{Bq}r}{m}$$

وبتربيع الطرفين ينتج:

$$v^2 = \frac{\mathrm{B}^2\mathrm{q}^2r^2}{m^2}$$

تتسارع الإلكترونات خلال فرق جهد في الأنبوب. والطاقة التي يكتسبها كل إلكترون عند تسارعه خلال فرق الجهد تساوي qV؛ حيث q الشحنة التي يحملها الإلكترون بالكولوم، و V فرق الجهد بالفولت. ولأن $1\ \mathrm{V} = 1\ \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{C}}$؛ لذا فإن المقدار qV يعطى بالجول. والطاقة التي يكتسبها الإلكترون طاقة حركية، لذلك فإن:

$$\mathrm{q}V = \frac{mv^2}{2}$$

حيث v السرعة التي يكتسبها الإلكترون المتحرك خلال فرق الجهد V، وإذا مر الجسيم بعد ذلك عموديًّا على مجال مغناطيسي B فسوف تكون السرعة نفسها v المحسوبة من مساواة القوة المغناطيسية بالقوة الكهربائية. ولذلك إذا عوضنا عن v^2 في الطاقة الحركية فإن مقدار الطاقة يصبح:

$$E = qV = \frac{mB^2q^2r^2}{2m^2}$$

وبإعادة ترتيب الحدود سنجد أن النسبة بين شحنة الإلكترون وكتلته:

$$\frac{q}{m} = \frac{2V}{B^2r^2}$$

إذا دخل إلكترون شحنته q متسارع بفرق جهد معلوم V مجالاً مغناطيسيًّا B فإنه سيتحرك في مسار دائري نصف قطره r يمكن قياسه لتحديد نسبة الشحنة إلى الكتلة.

ولأن شحنة الإلكترون $q = 1.6\times10^{-19}$ C فإنه يمكنك معرفة كتلة الإلكترون m باستخدام العلاقة:

$$m = \frac{q}{\frac{q}{m}}$$

حيث تمثل $\frac{q}{m}$ النسبة التي حسبتها سابقًا.

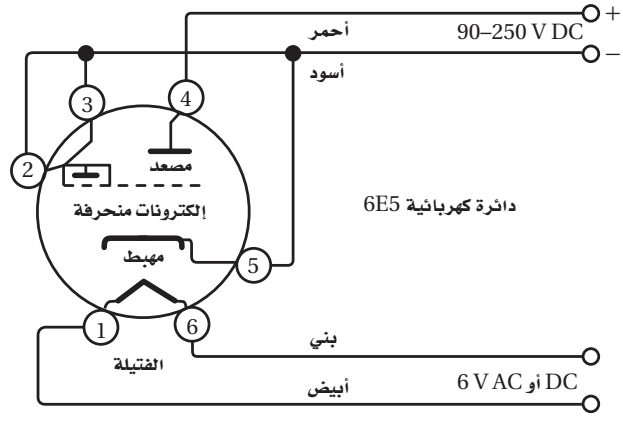
الأهداف

- **تلاحظ** انحراف الإلكترونات المتحركة داخل مجال مغناطيسي.
- **تحدد** نسبة شحنة الإلكترون إلى كتلته.
- **تحدد** كتلة الإلكترون.
- **تحسب** خطأ القياس بالنسبة إلى القيمة المقبولة.

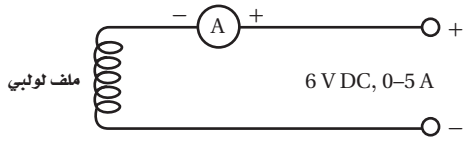
الخطوات

1. استخدم ملفًّا محددًا تكون العلاقة بين التيار الكهربائي المار فيه ومقدار المجال المغناطيسي الناشئ عنه معلومة، ومعبرًا عنها بمنحنى بياني. وإذا لم يكن لديك ذلك المنحنى للملف فعليك قياس مقدار المجال المغناطيسي للملف، ورسم العلاقة البيانية قبل تنفيذ التجربة. ويمكن أن يُنفَّذ ذلك بوضع مجس للمجال المغناطيسي (*CBL*) داخل الملف، ووضع نقطة المجس نحو الأعلى، وتسجيل شدة المجال المغناطيسي لتيارات مختلفة في الملف. اتبع التعليمات المرافقة لمجس المجال المغناطيسي.

2. صل أدوات قياس كتلة الإلكترون، كما هو موضح في **الشكل B**. يجب أن يكون الأنبوب مجهزًا مسبقًا ومزودًا بأسلاك مرقمة وملونة مشابهة لما هو موضح في الشكل. صل الملف اللولبي ذا القلب الهوائي مع مصدر القدرة، كما هو موضح في **الشكل C**، ثم اطلب إلى المعلم التحقق من صحة التوصيلات التي قمت بها.



الشكل B



الشكل C

3. شغل مصدر القدرة المنخفض الخاص بالفتيلة. وانتظر 30 s تقريبًا قبل تطبيق لوحة المصدر ذات الجهد المرتفع. اضبط جهد الصفيحة بين 130 V—250 V. افحص النمط الناتج؛ يجب أن يكون كالنمط الموضح في **الشكل A1**.

4. ضع الملف فوق الأنبوب برفق، ثم شغل مصدر القدرة للملف. زد مقدار التيار حتى يصبح 3 A. يجب أن يكون النمط في الأنبوب مشابهًا للنمط في **الشكل A 2**. أوقف تيار الملف.

5. أدخل إحدى الأسطوانات الخشبية أو أي جسم غير فلزي كقلم رصاص مثلًا برفق داخل الملف، وضع طرف الملف فوق الأنبوب، ثم شغل مصدر القدرة للملف، وغيّر مقدار التيار حتى يصبح نمط الانحناء الظاهر في الأنبوب مقاربًا لانحناء الأسطوانة الخشبية. لن يكون النمط مطابقًا تمامًا.

6. دوّن في **الجدول 1** نصف قطر الأسطوانة الخشبية والجهد المُسارع وتيار الملف المسبب للانحراف.

7. كرر الخطوات 6 – 4 لعمل محاولتين أو أكثر باستخدام أسطوانات خشبية مختلفة الحجم. وغير الجهد المسارع إن أردت ذلك.

3 مختبر الفيزياء 1 – 3

البيانات والمشاهدات

تذكر أن $1\ T = 1\ N/A.m$

الجدول 1				
المحاولة	تيار الملف **I** (A)	مقدار المجال المغناطيسي **B** (T)	فرق الجهد **V** (V)	نصف القطر r (m)
1				
2				
3				

الجدول 2					
المحاولة	B^2 (T^2)	r^2 (m^2)	شحنة إلكترون واحد **q** (C)	نسبة الشحنة / الكتلة C/kg	كتلة الإلكترون (kg)
1			1.6×10^{-19}		
2			1.6×10^{-19}		
3			1.6×10^{-19}		

التحليل والاستنتاج

1. احسب B^2 و r^2 و q/m، وأخيرا كتلة الإلكترون. دوِّن النتائج في الجدول 2. وبيّن الحسابات في الفراغ أدناه.

.....

.....

.....

2. حدد متوسط الكتلة لإلكترون واحد، مبينًا الحسابات في الفراغ أدناه.

.....

.....

.....

3. قارن متوسط الكتلة لإلكترون واحد مع القيمة المقبولة، وأوجد الخطأ النسبي، مبينًا الحسابات في الفراغ أدناه.

.....

.....

.....

4. بغض النظر عن الخطأ في القيم المقيسة، ما الذي تعلمته من بياناتك التجريبية؟

.....

.....

.....

التوسع والتطبيق

1. إن مقدار المجال المغناطيسي على سطح الأرض يساوي $5 \times 10^{-5}\ T$. قارن – على ورقة منفصلة – بين مقدار المجال المغناطيسي للملف اللولبي ومقدار المجال المغناطيسي للأرض. استعن بالمقارنة التي أجريتها، واقترح تصميمًا لاستعمال المجال المغناطيسي الأرضي لجعل حزمة من الإلكترونات تنحرف. هل هناك ما يعوق تنفيذ التجربة؟

احتياطات السلامة

المواد والأدوات

- أميتر 0 – 50 mA DC
- أسلاك توصيل
- مفتاح كهربائي سكيني
- مسطرة مترية
- مجزئ جهد، 1000 Ω
- بطاريتان 1.5 V، أو مصدر جهد 3 V
- حامل بطارية
- مقاوم 22 Ω
- ثلاثة دايودات مشعة للضوء ذات ألوان مختلفة
- فولتمتر 0–5) V DC)
- محزوز حيود
- شاشة بيضاء

مـا العلاقة بين لـون الضوء المنبعث مـن الدايـود المشع للضوء والهبوط في الجهد خلاله؟

يعد الدايود المشع للضوء (LED) نوعًا مميزًا من الدايودات التي تشع الضوء عندما يسري فيها تيار كهربائي عبر وصلة – pn منحازة للأمام، كما هو موضح في **الشـكل A**. ويعتمد تردد أو ترددات الضوء المنبعث على أنواع الشـوائب المستخدمة في الدايود المشع للضوء.

عندمـا ينتقـل الإلكتـرون من مسـتوى طاقة أعلى إلى مسـتوى طاقـة أقل فإن الطاقـة المنبعثـة تكون على شـكل فوتونات. ويعبـر عن الطاقـة الناتجة على النحو الآتي:

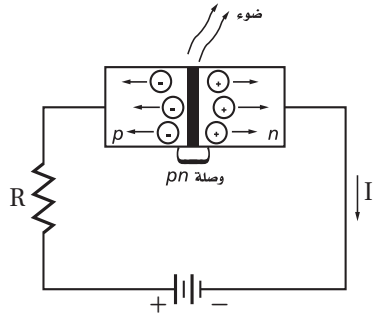
$$E_{\text{فوتون}} = E_{\text{أعلى}} - E_{\text{أقل}}$$

وكذلك يمكن التعبير عن طاقة الفوتونات المنبعثة على النحو الآتي:

$$E_{\text{الفوتون}} = hf = hc / \lambda$$

حيـث E الطاقة بوحـدة الجول وh ثابت بلانـك، وc سـرعة الضـوء، وf تـردد الضـوء المنبعـث و λ الطـول الموجـي للضوء المنبعث.

سوف تكتشـف في هذه التجربة العلاقة بيـن الجهد المطبق على الدايود المشـع للضوء والطول الموجي للضوء المنبعث.



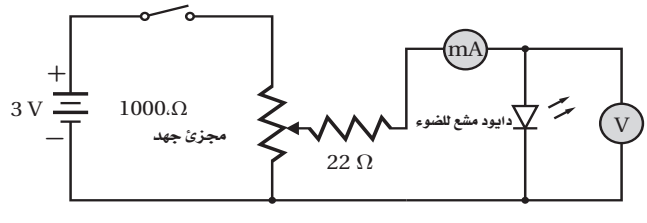
الشكل A

الأهداف

- **توضـح** العلاقة بين الجهد الكهربائي المطبق على الدايود المشـع للضوء وأقل طاقة تلزم لانبعاث الضوء منه.
- **تكتشـف** العلاقة بين الجهد الكهربائي والطـول الموجي للضوء المنبعث بواسطة الدايود المشع للضوء.
- **تحسب** ثابت بلانك مستخدمًا نتائج تجربتك.

الخطوات

1. اختر ثلاثة دايودات مختلفة مشعة للضوء.
2. صل الدائرة كما هو موضح في **الشكل B**. ***تحذير: تعامل مع الدايودات بعناية؛ لأن وصلات أسلاك الدايودات المشعة للضوء هشة؛ أي قابلة للكسر***. تأكد من توصيل المقاييس بالقطبية الصحيحة. افتح مفتاح الدائرة قبل أن تقوم بتوصيله، واطلب إلى المعلم فحص دائرتك الكهربائية.
3. ضع الدائرة بحيث تنفذ الأشعة المنبعثة من الدايود المشع للضوء من محزوز الحيود وتسقط على شاشة بيضاء. احصل على مقدار المسافة الفاصلة بين شقوق محزوز الحيود من معلمك، وسجل القيمة في **الجدول 1**. ***تحذير: يجب ألا يتجاوز التيار الذي يسري في الدايود المشع لضوء 25 mA في أي وقت في أثناء التجربة.***
4. أدِرْ مفتاح التحكم لمجزئ الجهد إلى موقع الصفر. وأغلق المفتاح ولاحظ مقدار الجهد في الفولتمتر. أدِرْ مفتاح مجزئ الجهد ببطء حتى تصل قراءة الفولتمتر إلى 2 V تقريبًا. إذا لم يُضئ الدايود المشع للضوء، فافتح المفتاح، واعكس وصلات الدايود، ثم أغلق المفتاح. وإذا لم يُضئ الدايود فافتح المفتاح واستبدل بالدايود آخر جديدًا من معلمك.
5. أدِرْ مفتاح التحكم لمجزئ الجهد حتى تصل قراءة الفولتمتر إلى 1.50 V. ودون مقدار كل من الجهد والتيار في الصف الأول للدايود 1 في **الجدول 2**.
6. زد الجهد بالتدريج بمقدار 0.05 V في كل مرة، ودوِّن قراءات الجهد والتيار في الجدول (2) حتى يكون التيار أقل من أو يساويه 20 mA.
7. عند القراءة القصوى لتيار الدايود المشع للضوء، أوجد قياسات النمط الناتج بواسطة محزوز الحيود. ابتكر طريقة لإسقاط الضوء على سطح أبيض تستخدمه كشاشة. ضع الشاشة على بُعدٍ كافٍ من محزوز الحيود للحصول على مسافة قابلة للقياس بين الخطوط المضيئة في النمط المتكوّن؛ بحيث لا يؤدي هذا البعد إلى خفوت الخطوط المضيئة كثيرًا؛ حتى يتم رؤيتها بوضوح. وباستخدام المسطرة المترية، قس المسافة من محزوز الحيود إلى



الشكل B

الشاشة L، والمسافة بين الخط المضيء المركزي والخط المضيء ذي الرتبة الأولى x، ثم دوّن كلاً من: لون الضوء و L و x في الجدول 1. افتح المفتاح.

8. كرِّر الخطوات 4 – 7 للدايودات المتبقية، ودون البيانات في الجدولين 1و2 لكل دايود.

البيانات والمشاهدات

الجدول 1					
المسافة الفاصلة بين شقوق محزوز الحيود d **:-------**					
الدايود	لون الضوء	بعد الشاشة L (m)	المسافة إلى الخط المضيء ذي الرتبة الأولى x (m)	الزاوية إلى الخط المضيء ذي الرتبة الأولى θ (درجات)	الطول الموجي λ (m)
1					
2					
3					

الجدول 2					
جهد الدايود1 V (V)	**تيار الدايود1** I (mA)	**جهد الدايود2** V (V)	**تيار الدايود2** I (mA)	**جهد الدايود3** V (V)	**تيار الدايود3** I (mA)

التحليل والاستنتاج

1. صف ما يحدث عندما تزيد فرق الجهد المطبّق على الدايود المشع للضوء.

.....

.....

2. فسّر مشاهداتك، ووضح كيف ترتبط مع نظرية الكم؟

.....

.....

3. احسب الزاوية التي يصنعها الخط المضيء ذو الرتبة الأولى $\theta=tan^{-1}\frac{x}{L}$ والطول الموجي $\lambda = d\sin\theta$ في الجدول 1 لكل دايود مشع للضوء. دوّن نتائج حساباتك في الجدول 1.

4. احسب قيم طاقة كل دايود مشع للضوء، وسجلها في **الجدول 3**. تُمثِّل البطارية أو مصدر الجهد DC مصدر الطاقة للدايود المشع للضوء. والطاقة الكهربائية التي يُزوِّد بها الإلكترون هي $E = qV$؛ حيث E الطاقة بوحدة الجول، وq الشحنة الأساسية $(1.6\times10^{-19}\ C)$، و V الهبوط في الجهد عبر الدايود المشع للضوء بوحدة الفولت. والطاقة التي تستهلك في تغيير حالة طاقة الإلكترون في الدايود المشع للضوء، هي التي تجعل هذا الدايود يبعث فوتونًا طاقته. $E_{\text{الفوتون}} = hc / \lambda$، حيث $h=6.626\times10^{-34}\ J.s$.

الجدول 3		
الدايود	الطاقة الكهربائية qV (J)	طاقة الفوتونات hc / λ (J)
1		
2		
3		

5. قارن بين قيم الطاقة في الجدول (3) لكل من الدايودات الباعثة للضوء. هل هناك علاقة بينها؟ فسر أي خطأ (أو أخطاء) تلاحظها في البيانات.

.....

.....

التوسع والتطبيق

1. استنبط طريقة لحساب قيمة ثابت بلانك باستخدام بيانات هذه التجربة. احسب ثابت بلانك وقارن قيمته مع القيمة المقبولة.

مختبر الفيزياء 1 – 5

احتياطات السلامة

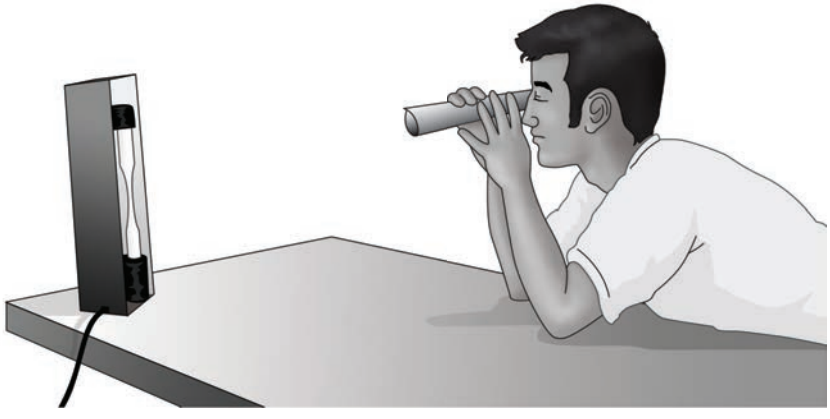
المواد والأدوات

- مطياف الكتلة (سبكتروسكوب)
- مصدر قدرة لأنابيب الطيف
- أنابيب طيف: أرجون، بروم، ثاني أكسيد الكربون، كلور، هيليوم، هيدروجين، كريبتون، بخار زئبق، نيون، نيتروجين، أكسجين، زينون
- مصباح كهربائي (فلورسنتي) 40W مع قاعدته.
- قفّاز حراري

ماذا يمكن أن تتعلم من طيف الانبعاث ؟

عندما تتوهج المواد الصلبة بتأثير الحرارة فإن ذراتها تنتج طيفًا مستمرًّا. أما المادة الغازية فإنها تبعث عند توهجها طيفًا يتكون من سلسلة من خطوط مختلفة الألوان يسمى طيف انبعاث. ويعد طيف الانبعاث هذا خاصية مميِّزة للمادة التي تبعثه. فمثلاً عند وضع محلول من كلوريد الصوديوم على سلك من البلاتين وتعريضه للهب ينبعث منه ضوء أصفر ساطع. وهناك طريقة أخرى لإنتاج الطيف، وهي تطبيق فرق جهد عالٍ على مادة غازية محصورة في أنبوب زجاجي؛ حيث تُستثار ذرات الغاز المحصور تحت ضغط منخفض بالتفريغ الكهربائي، فينبعث منه ضوء يحتوي على أطوال موجية محددة ومُميِّزة لهذا الغاز. ويمكنك مشاهدة هذه الأطوال الموجية المميِّزة بواسطة جهاز المطياف الموضح في **الشكل A**. فعندما ينفذ الضوء المنبعث من خلال المطياف، يصبح طيف الانبعاث مرئيًّا على شكل خطوط ملونة تعرف بالطيف الخطي. ويمكن تحديد نوع المادة عن طريق فحص خطوط الطيف هذه التي تكون مُميِّزة لها.

ولأن كل عنصر ينتج طيفًا خطيًّا مميزًّا فإن المطياف له قدرة عالية للكشف عن وجود العناصر. فالصوديوم مثلاً يشع ضوءًا أصفر ساطعًا يظهر في المطياف كطيف يحتوي على خطين ساطعين أصفرين متجاورين. ويُحدَّد نوع الغاز بمقارنة الأطوال الموجية لطيف انبعاثه مع الطيف الناتج عن غاز معلوم.



الشكل A

5 مختبر الفيزياء 1 – 5

الأهداف

- **تلاحظ** أطياف الانبعاث لعناصر مختلفة في حالتها الغازية.
- **تقارن** شدة إضاءة خطوط الطيف لعناصر مختلفة.
- **تحلل** الطيف الخطي.
- **تتعرّف** على نوع عنصر ما من خلال طيف الانبعاث الخاص به.

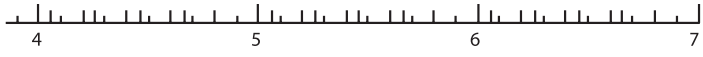
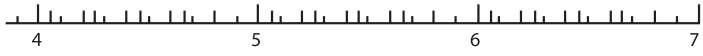
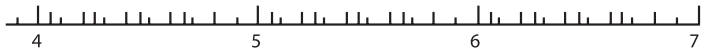
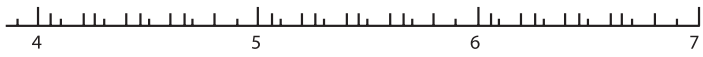
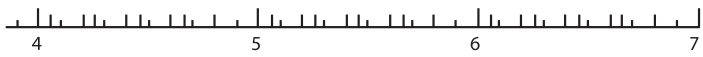
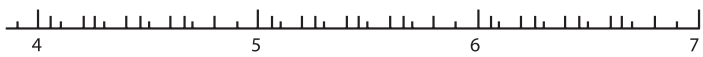
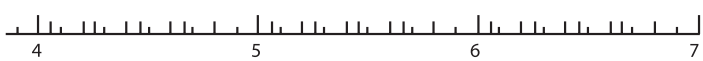
الخطوات

تحذير: الجهد الناتج عن مصدر الجهد يصل إلى عدة آلاف من الفولتات. لا تلمس مصدر جهد أنبوب الطيف أو أنابيب الطيف عندما تكون متصلة بمصدر الجهد. واستخدم القفازين الحراريين عند التعامل مع الأنابيب.

1. انظر من خلال جهاز المطياف (السبكتروسكوب) إلى مصباح كهربائي متوهج. يجب أن يظهر الطيف عندما يكون الشق في جهاز المطياف موجهًا في اتجاه مركز الفتيلة المتوهجة. حاول تحريك المطياف إلى أن تشاهد صورة واضحة ومضيئة.
2. تأكد أن دائرة مصدر الجهد لأنبوب الطيف مفتوحة. ثم أدخل أحد أنابيب الطيف في المكان المخصص له. يفضل اختيار أنبوب الهيليوم أو أنبوب الهيدروجين أولاً .
3. أغلق دائرة مصدر الجهد لأنبوب الطيف. عتّم الغرفة مع ترك إضاءة خلفية كافية لرؤية مقابس جهاز المطياف. إذا كانت النافذة هي مصدر الإضاءة، فوجّه الجهاز بعيدًا عنها؛ لأن هذه الإضاءة سوف تؤثر على طيف الغاز المشاهد. عدّل المطياف حتى تصبح الصورة المتوهجة موجَّهة إلى مقياسك. بعض أنابيب الطيف تنتج ضوءًا خافتًا جدًّا؛ مما يحتم أن تكون قريبًا جدًّا منها لتحصل على مشاهدات جيدة لخطوط الطيف. دوِّن مواقع الخطوط المضيئة للطيف المُشاهد في **الجدول 1**. إن سُمك وعتمة الخطوط التي حصلت عليها يجب أن يعكسا مشاهداتك. افتح دائرة مصدر الجهد لأنبوب الطيف واستخدم القفازين الحراريين لإخراج أنبوب الطيف الساخن من المطياف. سوف يخبرك معلمك أين يجب أن تضع هذه الأنابيب الساخنة حتى لا يلمسها طلاب آخرون وتسبب لهم حروقًا.
4. أعد الخطوتين 2 و3، مستخدماً جميع أنابيب الطيف الأخرى. وسجّل مشاهداتك في الجدول 1.

البيانات والمشاهدات

الجدول 1

العنصر	مواقع الخطوط الطيفية	
_____		$\lambda\ (\times 10^{-7}\ m)$
_____		$\lambda\ (\times 10^{-7}\ m)$
_____		$\lambda\ (\times 10^{-7}\ m)$
_____		$\lambda\ (\times 10^{-7}\ m)$
_____		$\lambda\ (\times 10^{-7}\ m)$
_____		$\lambda\ (\times 10^{-7}\ m)$
_____		$\lambda\ (\times 10^{-7}\ m)$
_____		$\lambda\ (\times 10^{-7}\ m)$
_____		$\lambda\ (\times 10^{-7}\ m)$
_____		$\lambda\ (\times 10^{-7}\ m)$
_____		$\lambda\ (\times 10^{-7}\ m)$
_____		$\lambda\ (\times 10^{-7}\ m)$
_____		$\lambda\ (\times 10^{-7}\ m)$

التحليل والاستنتاج

1. قارن لون الضوء المنبعث من أنبوب الطيف مع اللون الذي تشاهده خلال المطياف. فسّر أي اختلافات.

.....

.....

.....

2. قارن بين شدة خطوط الطيف المشاهدة لكل عنصر.

.....

.....

3. انظر إلى توهج مصباح كهربائي فلورسنتي من خلال المطياف. ستلاحظ في أثناء مشاهدة الطيف المستمر وجود طيف خطي مضيء. قارن هذا الطيف مع الأطياف المشاهدة للغازات في هذه التجربة وحدد نوع الغاز الموجود في المصباح الكهربائي الفلورسنتي.

.....

.....

التوسع والتطبيق

1. تسبب نبضة جهد كهربائي عالٍ تعبر من خلال أنبوب مملوء بغاز الزينون الومضة الإلكترونية التي تستخدم في التصوير الفوتوجرافي. تفحص طيف الزينون، وقارنه مع الغازات الأخرى. لماذا يستخدم الزينون بدلاً من بعض الغازات الأخرى؟

.....

.....

2. وضح استخدامات المطياف في دراسة الفلك.

.....

.....

3. كيف فسّر نموذج بور للذرة طيف الانبعاث غير المتصل للذرات.

.....

.....

.....

4. اقترح استخدامًا عمليًّا للمطياف في المختبر.

.....

.....

مختبر الفيزياء 2 – 5

احتياطات السلامة

المواد والأدوات

- مسطرتان متريتان
- صلصال لتشكيل النماذج
- محزوز حيود
- شق ضيّق
- أربعة مصادر ضوء مختلفة
- مسطرة

كيف يمكنك قياس عدد تنقلات الإلكترون بين مستويات الطاقة؟

عندما تسخن مادة حتى تتبخر فإن عناصرها تشع ضوءًا بأطوال موجية محددة. وسبب ذلك أن إلكتروناتها تمتص الطاقة من مصدر الحرارة، فتنتقل إلى مستويات طاقة أعلى، وعندما تعود هذه الإلكترونات إلى مستويات طاقة أدنى فإنها تبعث طاقة على شكل طيف (ضوء). ولأن تغيرات الطاقة تحدث في مراحل محددة وكل عنصر له تركيب إلكتروني مميّز فإن لكل عنصر طيف انبعاث خاصًّا به. وبقياس الأطوال الموجية للطيف المنبعث نتيجة تسخين مادة ما تستطيع تحديد نوع العناصر المكونة لتلك المادة.

سوف تستخدم في هذه التجربة محزوز حيود لمشاهدة طيف الانبعاث لمصادر ضوئية متعددة. وسوف تشاهد الطيف المنبعث من مصادر ضوئية متعددة عندما يتم تسخينها بواسطة تيار كهربائي. وبمقارنة هذه الأطياف مع الأطياف الموجودة في كتابك المدرسي ستحدد العناصر التي تبعث الضوء. أخيرًا سوف تربط عدد الأطياف التي تراها مع طاقة الإلكترون المنقولة.

الأهداف

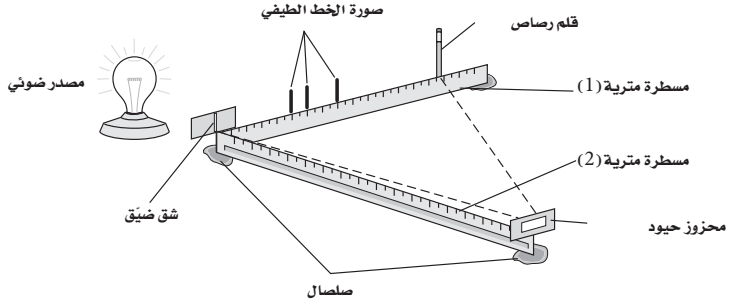
- **تتعرّف** على العلاقة بين أطياف الانبعاث والعناصر الباعثة لها.
- **تربط** بين عدد خطوط الطيف وعدد تنقلات الإلكترون بين مستويات الطاقة في الذرة.
- **تميّز** بين مصادر الضوء المختبرية ومصادر الضوء المستخدمة تجاريًّا.

الخطوات

1. ثبت المسطرة المترية (1) على سطح الطاولة باستخدام الصلصال، كما هو موضح في **الشكل A**، واستخدمه أيضًا لتثبيت الشق الضيّق على حافة المسطرة المترية عند النقطة 0.0 cm.
2. ضع المسطرة المترية الأخرى (2) متعامدة مع المسطرة (1) أمام الشق الضيّق. واستخدم الصلصال لتثبيت محزوز الحيود على هذه المسطرة على مسافة 1.00 m من الشق الضيّق.

3. ضع أحد مصادر الضوء خلف الشق الضيّق.

4. بينما ينظر أحد أعضاء فريق التجربة من خلال محزوز الحيود إلى الطيف يقوم عضو آخر من الفريق بالوقوف خلف مصدر الضوء والشق الضيّق حاملاً قلم رصاص بشكل رأسي قريبًا من الجانب الأيسر للشق الضيق بحيث يتجه رأس القلم في اتجاه المسطرة المترية (1).



الشكل A

5. اطلب إلى أحد أعضاء الفريق الذي ينظر من خلال محزوز الحيود توجيه زميله الذي يحمل القلم بتحريك القلم ببطء بعيدًا عن الشق المفرد على امتداد المسطرة المترية (1)، حتى يتطابق القلم مع الخط المضيء الأول. سجل بُعد القلم (الرقم موجود على المسطرة) الذي حدث عنده التطابق مع الخط المضيء الأول على المسطرة (1). في **الجدول 1** ودوِّن لون الخط في الفراغ نفسه. استمر في هذه العملية لقياس بُعد مواقع كل الخطوط المضيئة في طيف الانبعاث للمصدر الضوئي وألوانها حتى سبعة خطوط.

6. كرّر الخطوات 3 – 5 باستخدام ثلاثة مصادر ضوئية أخرى. وسجّل مواقع وألوان خطوط الطيف في الجدول 1.

البيانات والمشاهدات

الجدول 1

مصدر الضوء	موقع الخط 1 واللون	موقع الخط 2 واللون	موقع الخط 3 واللون	موقع الخط 4 واللون	موقع الخط 5 واللون	موقع الخط 6 واللون	موقع الخط 7 واللون
1							
2							
3							
4							

التحليل والاستنتاج

1. فسّر ترتيب الألوان التي تظهر في كل طيف.

.....

.....

.....

.....

2. مثـل أطيـاف المصادر الضوئية التي تشـاهدها خلال محـزوز الحيود، وذلك بعمل مقياس رسـم لكل طيف في **الجدول (2)**.

الجدول 2
طيف مصدر الضوء 1
طيف مصدر الضوء 2
طيف مصدر الضوء 3
طيف مصدر الضوء 4

3. قارن رسومك للأطياف بصور الأطياف في كتابك المدرسي وبالصور التي يزودك بها معلمك. حدد العنصر أو العناصر التي تبعث الضوء في مصادر الضوء التي استخدمتها.

عنصر / عناصر مصدر الضوء 1: .....

عنصر / عناصر مصدر الضوء 2: .....

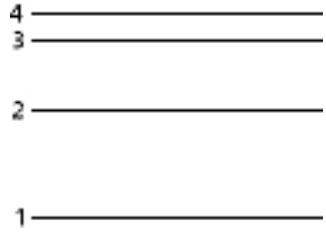
عنصر / عناصر مصدر الضوء 3: .....

عنصر / عناصر مصدر الضوء 4: .....

التوسع والتطبيق

1. اربط بين عدد خطوط الطيف وعدد تنقلات الإلكترون بين مستويات الطاقة التي تحدث في الذرة. ارسم أسهمًا في **الشكل B** تبين جميع التنقلات (القفزات) التي يمكن أن يحدثها إلكترون بين مستويات الطاقة الأربعة الموضحة، والتي سينتج عنها انبعاث فوتون.

ما عدد خطوط الانبعاث التي قد تنتجها هذه الذرة؟

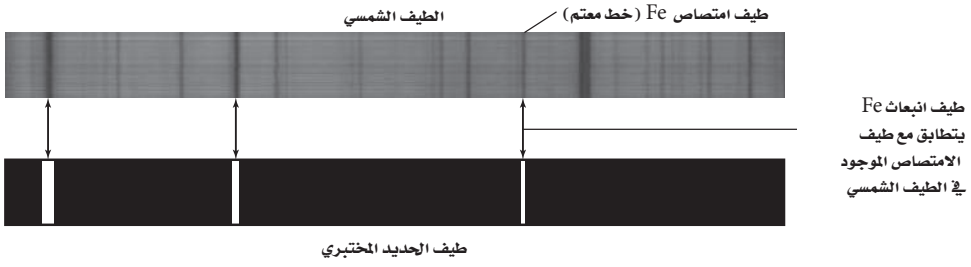


الشكل B

.....

.....

2. قـارن بيـن الطيفيـن الموضحين في **الشـكل C**. ما دليل الادعاء القائـل إن الحديد موجود فـي الطبقة الخارجية الباردة نسبيًّا للشمس.



الشكل C

.....

.....

3. ميّز بين ضوء النيون الذي يبدو برتقاليًّا للعين، وأضواء النيون التي تسـتخدم لصنع إشـارات الإعلان عن طريق ثني الأنابيب المتوهجة الملونة على شـكل كلمات أو صور. كيف تصنع إشـارة نيون بألوان تختلف عن اللون البرتقالي؟ وضح.

.....

.....

.....

احتياطات السلامة

المواد والأدوات

- لوحة التجارب الإلكترونية
- بطارية 9 V
- مشبك توصيل للبطارية
- أسلاك توصيل، قياس 22
- دايود باعث للضوء (LED)
- مقاوم مقداره 1000 Ω
- دوائر متكاملة CMOS:
4011، 4070، 4071، 4081

كيف يمكن لجهاز الحاسوب اتخاذ القرارات؟

قد تحتوي الدائرة المتكاملة IC على أعداد تتراوح بين عشرات وملايين العناصر الإلكترونية ومن ذلك الترانزستورات والمقاومات والدايودات والموصلات، وهي تشكّل معًا دائرة أو أكثر من الدوائر الإلكترونية. وتُصنّع مكونات كل من هذه العناصر على قاعدة من مادة شبه موصلة –عادة تكون من السليكون – معالجة بصورة مناسبة. وتُبنى هذه المكوناتُ طبقةً فوق طبقة على القاعدة، وتتكامل كهربائيًا لأداء وظيفة محددة. وبعد بنائها توصل بها أسلاك صغيرة لتوصيل مخارج الدائرة المتكاملة، التي توصل مع أسلاك التوصيل الفلزية الخارجية (الأقطاب)، ثم تغلف الدائرة المتكاملة بغلاف من البلاستيك أو السيراميك لحمايتها من الرطوبة والملوثات البيئية.

تُعالج البيانات المدخلة إلى الحاسوب الصغير أو الآلة الحاسبة بواسطة النظام الثنائي في العد. ففي هذا النظام الثنائي تُمثَّل الأرقام جميعها بتراكيب من صفر وواحد. ثم تقوم دوائر الترانزستور في الدوائر المتكاملة بتفسير هذا النظام. فعندما يكون مفتاح الترانزستور في وضع التشغيل فإنه يمثل واحدًا، أما عندما يكون في وضع الإطفاء فإنه يمثل صفرًا. وتحتوي الدائرة المتكاملة على بوابة أو أكثر تمثّل الوحدات البنائية الأساسية للأنظمة المنطقية الإلكترونية. والبوابة عبارة عن مفتاح إلكتروني يضبط سريان التيار بين الأقطاب. وترصد مخرجات الدائرة المتكاملة باستخدام الدايود المشع للضوء LED بوصفه مجسًّا منطقيًّا. فعندما تغلق دائرة الترانزستور فإن الصمام الثنائي الباعث للضوء يضيء مشيرًا إلى العدد المنطقي 1 (شرط صحيح)، وعندما تفتح دائرة الترانزستور فإن الصمام لا يضيء مشيرًا إلى العدد المنطقي صفر (شرط غير صحيح).

تُسمى العمليات الثنائية أحيانًا العمليات المنطقية أو منطق بوليان. فإذا كان a وb صحيحتين مثلاً فإن c صحيحة. ويتطلب إضافة الأعداد الكبيرة أو التعامل مع عمليات أكثر تعقيدًا – كعمليتي الضرب أو القسمة – العديد من العمليات المنطقية

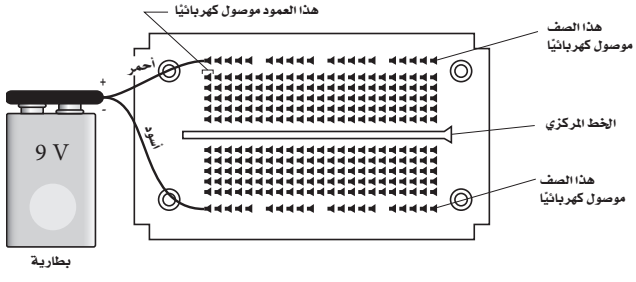
6 مختبر الفيزياء 1 – 6

الأهداف

- **تلاحظ** خصائص ومهام أدوات الدائرة المتكاملة المنطقية.
- **تحصل** على جدول الصواب لعدة أنواع من الأدوات المنطقية من منطق الأجهزة.
- **تقارن** بين مهام منطقية مختلفة.
- **تبني** دائرة لجمع عددين.

الخطوات

1. تمعـن فـي لوحتك المعدّة للتجارب الإلكترونيـة، تلاحظ وجود خط مركزي يمتد عبر وسـط اللوحة في اتجاه طولهـا. توضـع الدائرة المتكاملـة على اللوحة بإدخـال أطراف التوصيـل الموجودة على أحـد جوانب الدائرة المتكاملة في صف من الثقوب الموجودة على أحد جانبي الخط المركزي، وتوضع أطراف التوصيل الموجودة على الجانب الآخر من الدائرة المتكاملة في الثقوب الموجودة على الجانب الآخر للخط المركزي. يوجد صفان مـن الثقوب على امتداد الحافتين الخارجيتين للوحة التجارب الإلكترونية موصولة معًا كهربائيًّا، وتمتد بصورة موازية للخط المركزي. أدخل أحد سلكي توصيل البطارية في أحد الثقوب في أي من صفي الثقوب الخارجيين وأدخـل السـلك الآخر في أحـد الثقوب في صف الثقوب الخارجي الآخر، كما هو موضح في **الشـكل A**. هذه الخطـوة تنشـئ صفًّا مـن نقاط التوصيل الموجبـة وصفًّا آخر من نقاط التوصيل السـالبة توجـد أعمدة من نقاط التوصيل الكهربائية بين الخط المركزي وكل من الصفين الخارجيين. وتكون النقاط جميعها في كل عمود بين الخط المركزي والصف الموجب أو السالب موصولة كهربائيًّا. وتصنع الوصلات الكهربائية الموصولة باللوحة بواسطة إدخال أسلاك توصيل مكشوفة (معرّاة الطرفين) في الثقوب الموجودة على لوحة التجارب الإلكترونية.

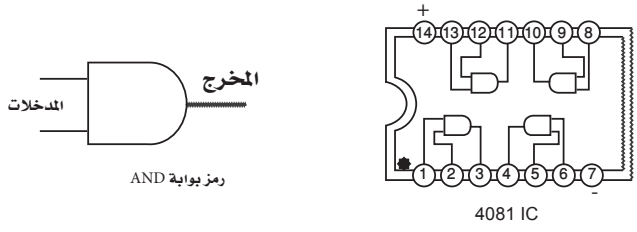


الشكل A

2. ضـع الدايـود المشـع للضوء LED في الزاوية السـفلية اليمنى للوحـة التجارب، على أن يدخـل أحد قطبيه في أحـد ثقوب الصف السـالب، وأن يدخل قطبـه الآخر في أحد ثقوب أي من الأعمـدة، وصل المقاوم 1000 Ω

بين أحد ثقوب العمود الموصول به الدايود المشع للضوء والعمود المجاور، ثم صل أحد طرفي سلك طويل بالعمود الذي ينتهي عنده المقاوم Ω 1000. ويعدّ هذا السلك مجس الاختبار. ولكي تختبر الدايود اجعل مجس الاختبار يلامس أحد ثقوب الصف الموجب. فإذا لم يضيء الدايود فافصله، واعكس توصيلة قطبيه في الثقبين. ينبغي أن يضيء الدايود الآن. فإذا لم يضيء فاطلب مساعدة معلمك.

3. افصل البطارية V 9، وتعامل مع الدوائر المتكاملة بحذر؛ لأنها قد تتلف بسبب الكهرباء الساكنة. وفرّغ أي كهرباء ساكنة فائضة بلمس صنبور الماء قبل لمس الدائرة المتكاملة. اختر الدائرة المتكاملة 4081 التي تحتوي على أربع بوابات AND. ويوضح **الشكل B** رمز البوابة AND التي تمثل رياضيًّا بالمعادلة: $Z = A \bullet B$، والتي تعني أنZ=A AND B التمثيل التخطيطي للبوابات الأربع في الدائرة المتكاملة 4081 (أربع دوائر AND بمدخلين) موضح في **الشكل B**.



الشكل B

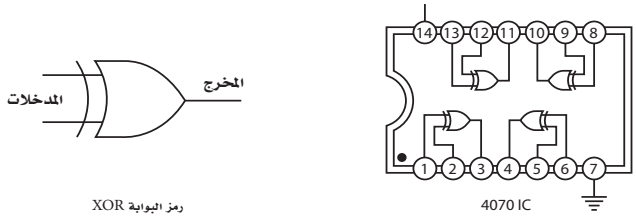
يُعدّ طرف التوصيل رقم 14 مدخل الجهد الموجب لتزويد الدائرة المتكاملة IC بالقدرة الكهربائية، وطرف التوصيل رقم 7 مدخل الجهد السالب. انظر إلى الدائرة المتكاملة IC من أعلى. ولاحظ أن اتجاه الدائرة المتكاملة يحدد بواسطة تجويف نصف دائري موجود بالقرب من طرف التوصيل عند النقاط 1 و 14 وبإشارة دلالية، كثقب أو نقطة، عند نقطة التوصيل رقم 1. ادفع الدائرة المتكاملة 4081 في لوحة التجارب الخاصة بك بحذر، على أن يكون طرف التوصيل رقم 1 بالقرب من الصف السالب. واعلم أن عكس الدائرة المتكاملة يؤدي في العادة إلى تلفها. يجب أن يوصل أحد طرفي توصيل القدرة الكهربائية للدائرة المتكاملة مع الصف الموجب، أما الطرف الآخر فيوصل مع الصف السالب. صل أحد طرفي سلك بأحد الثقوب في العمود المرتبط مع الرقم7، وصل الطرف الآخر للسلك بالصف السالب، وكذلك صل سلكًا بأحد الثقوب في العمود المرتبط مع الرقم 14 بطريقة مماثلة، وصل طرفه الآخر بالصف الموجب. صل إحدى بوابات AND، بأطراف التوصيل 1 و 2 و 3. وصل الطرف الحر لمجس الاختبار الحر مع مخرج البوابة AND، عند طرف التوصيل رقم 3. ثم صل أحد طرفي سلك طويل في ثقب العمود المقابل للنقطة رقم 1، وصل أحد طرفي سلك طويل آخر بثقب في العمود المقابل للنقطة رقم 2. سوف يوصل هذان السلكان مع الصف السالب أو الموجب لتوفير المنطق 0 و 1.

4. صل بطارية 9 V، وليكن السلك الموصول بالنقطة رقم 1 هو المدخل A والسلك الموصول بالنقطة رقم 2 هو المدخل B. ودوّن مشاهداتك في جدول البيانات في الصفحة المقابلة تحت عمود المخرج Z. يُنتج وصل المدخلين معًا بالصف السالب، مدخل 0،0 للبوابة AND. ولاحظ مجس اختبار الدايود المشع للضوء LED. ثم يُنتج تحريك المدخل B إلى الصف الموجب، مدخل 1، 0 للبوابة AND، ولاحظ مجس اختبار الدايود المشع للضوء LED. وينتج المدخل A الصف الموجب. صل المدخل B بالصف السالب ينتج مدخل 0،1 للبوابة AND، ولاحظ مجس اختبار الدايود المشع للضوء. وأخيرًا ينتج وصل المدخل B بالصف الموجب، مدخل 1،1 للبوابة AND، ولاحظ مجس اختبار الدايود المشع للضوء. اعرض البوابة المنطقية AND على معلمك قبل المتابعة.

5. افصل البطارية قبل فتح الدوائر المتكاملة، ثم استخدم الدائرة المتكاملة 4071 الموضحة في **الشكل C** بدلاً من الدائرة المتكاملة 4081. يوضح **الشكل C** رمز البوابة OR التي تمثل رياضيًّا بواسطة المعادلة: $Z = A + B$، والتي تعني أن Z=A OR B . التمثيل التخطيطي للدائرة المتكاملة 4071 يبين أنها تحتوي على أربع بوابات OR (أربع دوائر OR بمدخلين). كرر الخطوة 4 مع الدائرة المتكاملة 4071، ودوّن نتائجك في **الجدول 2**.

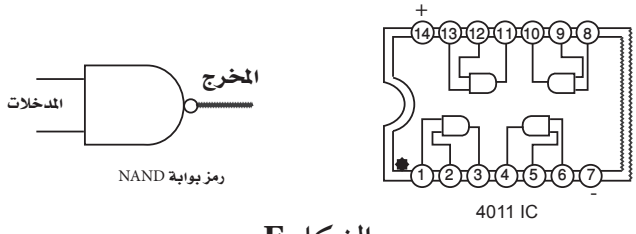
الشكل C

6. يوضح **الشكل D** الدائرة المتكاملة OR (XOR) الخاصة. استخدم الدائرة المتكاملة 4070 بدلاً من الدائرة المتكاملة 4071. في حين تمثل هذه الدائرة المتكاملة رياضيًّا بالمعادلة $Z=A \oplus B$ ، والتي تعني أن (Z=A XOR B) . ويمكن أن يوجد هذا التكوين المنطقي بتجميع عدد من البوابات المنطقية معًا. كرر الخطوة 4 مع الدائرة المتكاملة 4070 ودوّن نتائجك في **الجدول 3**.



الشكل D

7. يوضح **الشكل E** بوابة الدائرة المتكاملة NAND 4011. استخدم الدائرة المتكاملة 4011 بدلاً من الدائرة المتكاملة 4070. هـذه الدائـرة المتكاملة تمثل رياضيًـا بالمعادلة $Z=\overline{A \bullet B}$ ، والتي تعني أن Z=NOT(A AND B). كرر الخطوة 4 باستخدام الدائرة المتكاملة 4011، ودوّن نتائجك في **الجدول 4**.



الشكل E

البيانات والمشاهدات

جدول الصواب للبوابة AND		
المدخلات		المخرج
A	B	Z
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

جدول الصواب للبوابة OR		
المدخلات		المخرج
A	B	Z
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

جدول الصواب للبوابة XOR		
المدخلات		المخرج
A	B	Z
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

جدول الصواب للبوابة NAND		
المدخلات		المخرج
A	B	Z
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

التحليل والاستنتاج

1. قارن بين الوظائف المنطقية لـ AND وNAND؟

.....

.....

2. توقع نتيجة ربط مدخلات دائرة NAND معًا؟

.....

.....

3. تحتاج إلى وظيفة AND في دائرة خاصة، وليس لديك إلا ثلاث دوائر NAND فقط. كيف يمكنك توصيل دوائر NAND لتنفيذ وظيفة AND؟

.....

.....

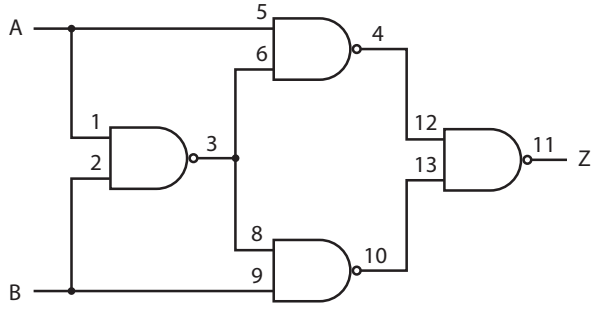
4. ادرس نتائج جدول حقيقي لدائرة OR ودائرة XOR. ثم قارن بين وظائف OR وXOR؟

.....

.....

التوسع والتطبيق

1. استخدم دائرة NAND 4011 المتكاملة وصلها كما هو موضح في **الشكل F**. هذه الدائرة تفيد في العديد من التطبيقات، وتسمى دائرة OR (XOR) الخاصة. كوِّن جدول صواب لتراكيب مدخلات متعددة.



تجميع أربع دوائر NAND لتكوين دائرة XOR

الشكل F

احتياطات السلامة

المواد والأدوات

- عداد أو مقياس جايجر
- حامل أنبوب جايجر – مولر
- مصادر إشعاع ألفا، بيتا، وجاما
- قطع مربعة الشكل طول ضلعها 5 cm من: الورق، و الورق المقوى، والألومنيوم، والرصاص
- ملاقط، أو قفازات
- ساعة إيقاف أو عدَّاد إلكتروني

كيف أحمي نفسي من النشاط الإشعاعي ؟

تنبعث إشعاعات ألفا، بيتا، وجاما من أنوية الذرات عندما تحدث تغيرات فيها بطريقة ما. تذكر أن جسيم ألفا هو نواة ذرة الهيليوم، وجسيم بيتا هو إلكترون ينبعثان من النواة، بينما أشعة جاما فتنتج عن إعادة توزيع الطاقة داخل النواة. إن ميكانيكية امتصاص الإشعاع تختلف باختلاف كل من: نوع مصدر الإشعاع، والطاقة الابتدائية للجسيم أو الأشعاع، ونوع المادة الماصة، فجسيم ألفا ثقيل جدًّا، ويحمل شحنة موجبة ثنائية مقارنة بالإلكترون ذي الشحنة السالبة المنفردة، مما يجعل قدرة جسيم ألفا على التأين كبيرة. وكذلك فإن جسيمات ألفا تُمتص بسرعة كبيرة بالرغم من أنها ثقيلة ويمكن إيقافها بواسطة قطعة من الورق. وقد وجد أن جسيم بيتا له كتلة الإلكترون نفسها في المادة الماصة؛ لذا فإنها تنحرف عند تصادمها مع إلكترونات المادة، وعليه فإنها لا تسلك مسارًا محددًا تمامًا خلال المادة.

كما أن الجسيمات المشحونة تفقد طاقتها بالتدريج خلال التصادمات، بينما تفقد الفوتونات كل طاقتها في التصادم الواحد. ويُعرف امتصاص أشعة جاما بدلالة معامل الامتصاص، ومقلوب سُمك الوسط الماص الذي يقلِّل من عدد الفوتونات في الحزمة بنسبة معينة؛ لذلك فإن كثافة أشعة جاما تتناقص أسيًّا كلما اخترقت المادة.

الأهداف

- **تظهر** قدرة أنواع مختلفة من الإشعاع على النفاذ عبر المواد.
- **تقارن** كفاءات العديد من المواد؛ لمنع نفاذية الأشعة.
- **تستنتج** الكفاءة النسبية للعديد من المواد من حيث عدم نفاذ الأشعة من خلالها.
- **تصمم** مخططًا لدراسة خصائص عدم النفاذية الإشعاعية للمواد.

المشكلة

كيف تقارن بين المواد المختلفة من حيث قدرتها على منع نفاذ الإشعاع من خلالها؟

7 مختبر الفيزياء 1 – 7

الفرضية

كوِّن فرضيات عن فاعليّة النفاذية النسبية لمواد مختلفة تتعرض لإشعاع بيتا وجاما.

.....

.....

الخطوات

تحذير: لا تدخل طعامًا أو شرابًا أو مساحيق تجميل إلى داخل المختبر. وتعامل مع المواد المشعة مستخدمًا الملاقط أو القفازات. واغسل يديك بالصابون والماء قبل أن تغادر المختبر.

1. اعمل في مجموعة صغيرة. وقرر الإجراءات التي ستستخدم بموجبها المواد المقترحة (أو مواد أخرى تقوم باختيارها)، جمِّع بيانات عن كيفية منع نفاذ إشعاعات بيتا وجاما بواسطة بعض المواد مثل: الورق والورق المقوى والألومنيوم والرصاص.
2. حدد نوع البيانات التي يجب أن تجمعها، وحدد كيفية تحليلها. يمكنك تدوين بياناتك في الجدول المبين بعد تسمية الأعمدة بطريقة مناسبة.
3. اكتب الخطوات على ورقة أخرى، أو في دفتر ملاحظاتك. وارسم الإعداد الذي تخطط لاستخدامه في الفراغ أدناه.
4. **اختبار الخطة** يقوم معلمك باعتماد خطتك قبل أن تبدأ في تنفيذ تجربتك. تأكد من أنك تعرف جيدًا كيفية تشغيل عدّاد جايجر أو المقياس. وتنبه جيدًا إلى أن النافذة الرقيقة في نهاية أنبوب (جايجر – مولر) هشة وقابلة للكسر؛ لذلك تعامل معها بعناية كبيرة.

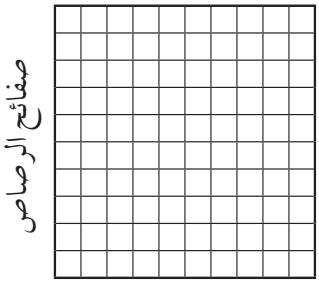
الإعداد

البيانات والمشاهدات

نوع الإشعاع المراد إيقاف نفاذه	عدد الصفائح التي تمنع النفاذ	عدات ألفا/ 10 s	عدات بيتا/ 10 s	عدات جاما/ 10 s

التحليل والاستنتاج

1. **التمثيل البياني للبيانات** استخدم الرسم البياني أدناه لتمثيل قياس نشاط أشعة جاما خلال الرصاص بدلالة عدد صفائح الرصاص.



قارن نتائج رسمك البياني مع المسار المتوقع لإشعاع جاما.

.....

.....

2. **تحليل البيانات** ما أكثر أنواع الأشعة سهولة في الامتصاص، وما أقلها سهولة في الامتصاص؟

.....

.....

3. **تحليل البيانات** ما المادة اللازمة لتقليل نشاط مصدر الإشعاع إلى النصف. وما سمكها؟

.....

.....

4. **تحليل البيانات** وضّح كيفية التمييز بين إشعاعي بيتا وجاما باستخدام مواد العزل الإشعاعي؟

.....

.....

5. **اختبر فرضيتك** افترض أنك قمت ببناء مركز صحي يحتوي على مصادر إشعاع لكل من جاما وبيتا. ما نوع العزل الإشعاعي الذي سوف توصي باستخدامه في داخل الجدران؟

.....

.....

6. **تحليل البيانات** هل كان من الممكن التخلص من كل إشعاعات جاما في هذه التجربة؟فسِّر.

.....

.....

التطبيق

1. اعتمادًا على المواد التي تعاملت بها، وبوصفك رائد فضاء متوقع في هيئة محطة الفضاء الدولية، ما التوصيات التي تقدمها لإيجاد مناطق آمنة خلال العواصف الشمسية التي تحتوي على كثافة عالية من إشعاع ألفا، بيتا، جاما؟

.....

.....

.....

احتياطات السلامة

المواد والأدوات

- مولّد النظائر $^{137}_{56}Ba$ / $^{137}_{55}Cs$
- عداد جايجر
- ساعة إيقاف
- قفازات
- نظارات واقية
- معطف مختبر
- محلول نقل (انظر الإرشادات المرفقة مع مولد النظائر)

كيف تستطيع إيجاد عمر النصف لنظير مشع ذي فترة حياة قصيرة؟

تتضمن إحدى أدوات التشخيص الطبي استخدام مقتفيات (مواد تتبع) مشعة تبعث إشعاع جاما. حيث تعطى في جرعات تحتوي على كميات قليلة من نظير محدد. ويتم اختبار النظير عندما يتراكم أو يمتص بواسطة عضو معين من جسم الإنسان. وهذه النظائر المشعة يجب أن يكون لها عمر نصف قصير لكي تنحل ومن ثم تطرح خارج الجسم سريعًا حتى تقلل من الفترة الزمنية لتعرض الجسم للإشعاع.

في هذه التجربة، سوف تستخدم مولّد نظائر صغير قادرًا على إنتاج نظير مشع ذي عمر نصف قصير، وتحديد عمر النصف له.

مولّد النظائر $^{137}_{56}Ba$ / $^{137}_{55}Cs$ عبارة عن جهاز صغير يستخدم للتجارب النووية يحتوي على أنوية مشعة ذات عمر نصف طويل تضمحل إلى أنوية مشعة ذات عمر نصف قصير. عملية الانحلال الكيميائي لعنصر $^{137}_{55}Cs$ تتم على مرحلتين. ويحتوي مولّد النظائر على كمية صغيرة من $^{137}_{55}Cs$ الذي عمر النصف له ثلاثون عامًا تقريبًا، ويضمحل بانبعاث بيتا إلى $^{137}_{56}Ba_m$. حيث يتحلل النيوترون في نواة $^{137}_{55}Cs$ إلى بروتون، وجسيم بيتا ونيوترينو. وتبقى نواة $^{137}_{56}Ba$ في حالة إثارة أو شبه مستقرة يرمز لها بالرمز $^{137}_{56}Ba_m$. ثم ينحل نظير الباريوم $^{137}_{56}Ba_m$ سريعًا إلى الباريوم المستقر $^{137}_{56}Ba$ بانبعاث أشعة جاما. إن عمر النصف لنظير $^{137}_{56}Ba_m$ هو 2.6 min وبعد عملية التخلص المواد الناتجة من المولّد الصغير واستخلاص $^{137}_{56}Ba_m$ ، سوف تستخدم عداد جايجر أو جهاز ضبط الوقت (عدة/ زمن) لجمع البيانات عن نشاط الأنوية المشعة.

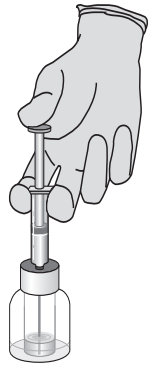
الأهداف

- **توضح** كيفية استخلاص ناتج الانحلال الإشعاعي.
- **تقيس النشاطية** الإشعاعية لانحلال $^{137}_{56}Ba$.
- **تحدد** عمر النصف لنظير $^{137}_{56}Ba$.

الخطوات

تحذير: لا تُدخِل طعامًا، أو شرابًا، أو أدوات تجميل إلى المختبر، وتناول المواد المشعة باستخدام ملاقط، أو مماسك، أو قفازات. اغسل يديك بالصابون والماء قبل أن تغادر المختبر.

1. ارتدِ معطف المختبر والقفازات وضع النظارات الواقية على عينيك.
2. ركب أجزاء عداد جايجر حسب تعليمات معلمك، ثم شغله وسجل القراءة الأولية بوصفه نشاطًا إشعاعيًّا أساسيًّا. دوِّن هذه القيمة في **الجدول 1**.
3. احمل مولّد النظائر بإحدى يديك، وأزل الغطاء الكبير بعناية من فوق الخزان الصغير. ولتجميع محلول النقل، صل عبوة الجمع الصغيرة مع أسفل المولّد.
4. املأ محقنة أو عبوة بلاستيكية بمقدار 3 ml تقريبًا من محلول النقل، أو إلى المستوى المحدد في الدليل الإرشادي المرفق مع المولد. ثم ضع طرف المحقن في الفتحة الكبيرة للمولد الصغير، كما هو موضح في **الشكل A**.



الشكل A

5. قم بالضغط على المحقنة أو العبوة البلاستيكية بلطف، وذلك لدفع المحلول الناقل خلال المولّد الصغير. امسح أية كمية تسكب على الأرض حالاً وأخبر معلمك بحصول ذلك. أغلق العبوة بالغطاء الخاص بها وضعها داخل عداد جايجر. يبدأ نظير الباريوم بالانحلال فورًا.
6. ابدأ بقياس النشاط الإشعاعي خلال فترة زمنية 1 min. واحسب النشاطية الإشعاعية خلال دقيقة واحدة ودونها بوحدة عدّة لكل دقيقة cpm. انتظر 1 min أخرى ومن ثم عد للدقيقة الأخرى. استمر في تسجيل قراءات النشاطية الإشعاعية بعد كل دقيقة حتى يصل العد إلى مستوى الإشعاع الأساسي.
7. أعد المواد إلى الأماكن التي يحددها المعلم. يجب تخزين مولّد النظائر حسب تعليمات الشركة الصانعة. قم بالتخلص من النفايات المشعة باتباع إرشادات معلمك. اغسل يديك قبل أن تغادر المختبر.

البيانات والمشاهدات

الجدول 1		
النشاط الإشعاعي الأساسي = cpm ————————		
الزمن (min)	**النشاطية الإشعاعية** (cpm)	cpm **الزيادة عن النشاط الإشعاعي الأساسي**
1		
3		
5		
7		
9		
11		
13		

التحليل والاستنتاج

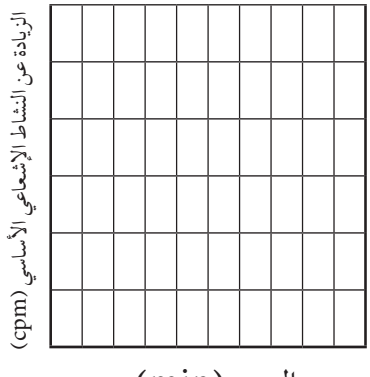
1. في كل من القياسات في **الجدول (1)** اطرح مقدار النشاط الإشعاعي الأساسي من النشاطية الإشعاعية لعينتك وسجّل هذه القيم في عمود cpm الزيادة عن النشاط الإشعاعي الأساسي. مع توضيح لعمليات الحساب في الفراغ أدناه.

.....

.....

.....

2. مثل بيانيًّا العلاقة بين النشاط الإشعاعي الحقيقي (cpm) و الزمن على المخطط أدناه.



3. ما الذي يظهره رسمك البياني بالنسبة لاضمحلال نظير الباريوم $^{137}_{56}Ba_m$ ؟

.....

.....

.....

4. حـدد عمـر النصـف للعنصر $^{137}_{56}Ba_m$. عمر النصف هـو الفترة الزمنية اللازمة لتحلل نصـف عينة من عنصر ما. وحـدد آليـة للقياس كل 1 min وأوجد مقدار النشـاط للكمية المتبقية بعد عمـر نصف. حدد هذا المقدار على رسمك البياني وارسم خطًّا من المحور الأفقي. فيكون عمر النصف هو الفرق بين هذا الزمن و الزمن 1 min.

.....

5. ما عمر النصف لـ $^{137}_{55}Cs_m$ ؟

.....

6. قـارن النسـبة المئويـة للخطـأ بين الكمية التي حسـبتها و القيمـة المقبولة باسـتخدام عمر النصف لــ $^{137}_{56}B_m$. بين الحسابات في الفراغ أدناه.

.....

.....

.....

التوسع والتطبيق

1. اكتب معادلة الاضمحلال لـ $^{137}_{55}Cs$

.....

2. إذا تحلل 1.0 g من $^{137}_{56}Ba_m$ في المولد النظائري كم سيبقى منها بعد خمس فترات عمر نصف؟

.....