KINGDOM OF BAHRAIN

Ministry of Education

مَمْلَكَةُ البَحْرَيْن

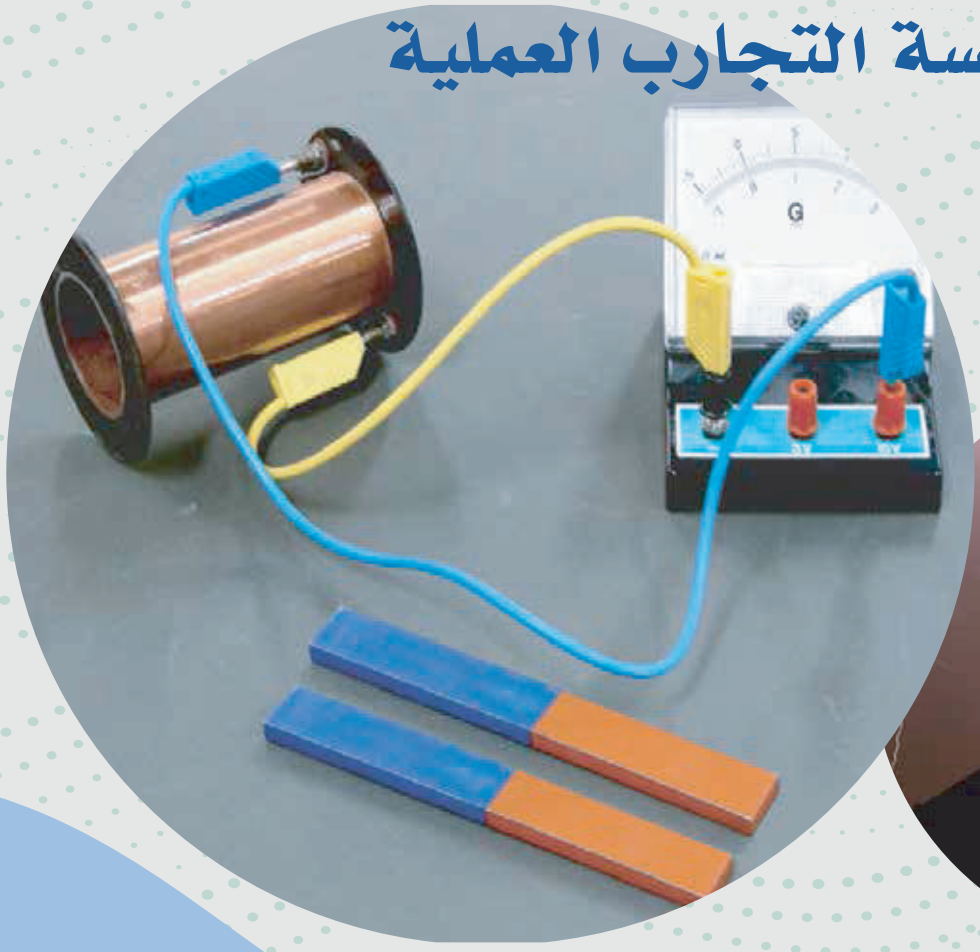
وَزَارَةُ التَّرْبِيَةِ وَالتَّعْلِيم

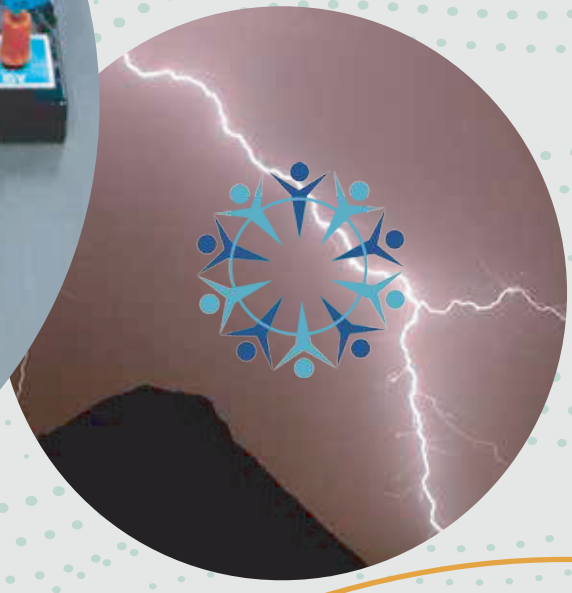
فيز 312/311

الفيزياء 4

للمرحلة الثانوية

كراسة التجارب العملية





2030 البحرين BAHRAIN

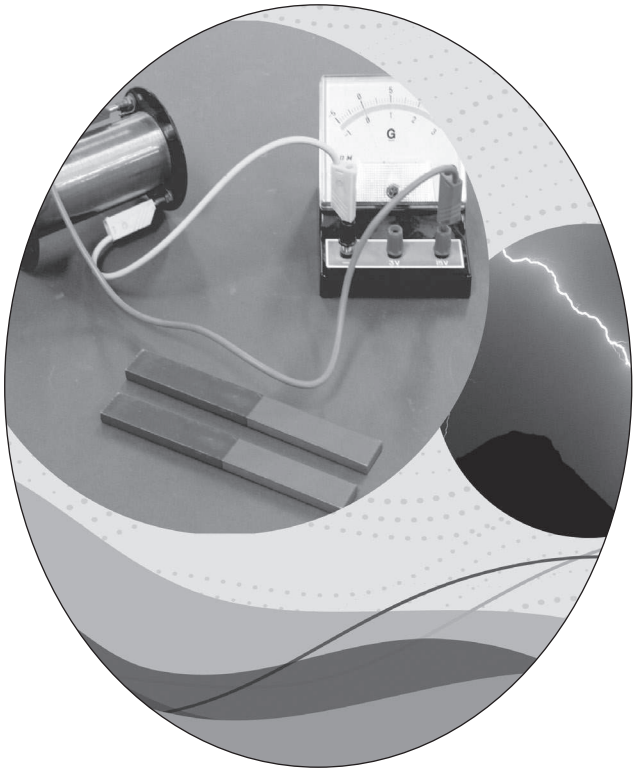
فيز 311/ فيز 312

قررت وزارة التربية والتعليم بمملكة البحرين اعتماد هذه الكراسة لتدريس الفيزياء 4 بمدارسها الثانوية

إدارة سياسات وتطوير المناهج

الفيزياء 4

للمرحلة الثانوية



كراسة التجارب العملية

الطبعة الثالثة
1445 هـ - 2023 م

منهاجي
متعة التعليم الهادف

المراجعة والتطوير لهذه الطبعة:

فريق متخصص من وزارة التربية والتعليم بمملكة البحرين.

www.macmillanmh.com

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©، 2009م.

الطبعة العربية: مجموعة العبيكان للاستثمار
وفقًا لاتفاقيتها مع شركة ماجروهل© 2008م/ 1429هـ.

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.

المقدمة

عزيزي الطالب / عزيزتي الطالبة

تتكامل كراسات التجارب العملية لفروع مادة العلوم المختلفة (الفيزياء، والكيمياء، والأحياء، وعلوم الأرض) مع الكتب المطورة لكل فرع منها، وفي الصفوف المختلفة في نظام توحيد المسارات، من حيث المحتوى والمضمون، وتتماشى أيضًا مع طبيعة العلم بوصفة 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 هذه الكراسة المصاحبة لكتاب الفيزياء (4) للمرحلة الثانوية – 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 تهدف هذه الكراسة إلى إكسابك مهارات التعامل مع الأدوات والأجهزة في المختبر.

وتتضمّن الكراسة تجارب عملية تتلاءم مع محتوى فصول كتاب الفيزياء (4)، وسياق الموضوعات المقدّمة فيه، وتتضمن إرشادات عن كيفية التعامل مع التجارب وفق خطوات متسلسلة من حيث تحديد المشكلة لكل تجربة وأهدافها، وإرشادات السلامة والمواد والأدوات.

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

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

قائمة المحتويات

تعزيز الاتجاهات العلمية **5**

الإسعافات الأولية في المختبر **9**

احتياطات السلامة في المختبر **10**

المخاطر والاحتياطات التي ينبغي مراعاتها **11**

كتابة تقارير المختبر **12**

مرجع الفيزياء **14**

مختبر الفيزياء **1-1** كيف يمكن تخزين كمية كبيرة من الشحنات؟ **17**

مختبر الفيزياء **1-2** كيف يتغير الزمن اللازم لشحن مكثفات مختلفة بتغير سعاتها؟ **23**

مختبر الفيزياء **2-1** هل الطاقة في المياه الساخنة محفوظة؟ **26**

مختبر الفيزياء **2-2** ما العلاقة بين الجهد والتيار؟ وما العلاقة بين المقاومة والتيار؟ **32**

مختبر الفيزياء **3-1** كيف تعمل المقاوِمات الموصولة معًا على التوازي؟ **35**

مختبر الفيزياء **3-2** ما العلاقة بين التيار وفرق الجهد والمقاومة في دوائر التوالي، مقارنة بالعلاقة الخاصة بها في دوائر التوازي؟ **41**

مختبر الفيزياء **4-1** كيف يولّد التيار الكهربائي مجالًا مغناطيسيًّا قويًّا؟ **44**

مختبر الفيزياء **5-1** ما الذي يُسبّب التأرجح؟ **50**

مختبر الفيزياء **5-2** ما العلاقة بين جهدي ملفي المحول؟ **56**

مختبر الفيزياء **6-1** ما المواد التي تحجب الموجات الكهرومغناطيسية؟ **59**

عمليات العلم

يستخدم المتخصصون في العلوم عمليات العلم في اتخاذ القرارات، وحل المشكلات، وتعميق فهمهم للطبيعة. وتتضمن كراسة 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 تشتمل كراسة 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، والبس 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.	استعمل 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، التماس الكهربائي، 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.	المبيّضات مثل فوق أكسيد الهيدروجين والأحماض كحمض الكبريتيك، والقواعد 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 استُنشقت أو لمست.	الزئبق، العديد من المركبات الفلزية، اليود، النباتات السامة.	اتبع تعليمات معلمك.	اغسل يديك جيدًا بعد الانتهاء من العمل، واذهب إلى معلمك طلباً للإسعاف الأولي.
مواد قابلة للاشتعال	بعض الكيماويات التي يسهل اشتعالها بوساطة اللهب، أو الشرر، أو عند تعرضها للحرارة.	الكحول، الكيروسين، الأستون، برمنجنات البوتاسيوم ، الملابس، الشعر.	تجنب مناطق اللهب عند استخدام هذه الكيماويات.	أبلغ معلمك طلبًا للإسعاف الأولي واستخدم طفاية الحريق إن وجدت.
اللهب المشتعل	ترك اللهب مفتوحًا يسبب الحريق.	الشعر، الملابس، الورق، المواد القابلة للاشتعال.	اربط الشعر إلى الخلف، ولا تلبس الملابس الفضفاضة، واتبع تعليمات المعلم عند إشعال اللهب أو إطفائه.	أبلغ معلمك طلبًا للإسعاف الأولي واستخدم طفاية 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.

سلامة الحيوانات
يشير هذا الرمز إلى التأكيد على سلامة المخلوقات الحية.

نشاط إشعاعي
يظهر هذا الرمز عند استعمال مواد مشعة.

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

كتابة تقارير المختبر

إن أحد أهم جوانب العمل المختبري هو تحقيق النتائج التي حصلت عليها خلال الاستقصاء. ولذا، فقد صُمّمت كراسة 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

يدون فيها رقم التجربة وعنوانها وتاريخ تنفيذها، واسم الطالب، واسم الطالب المرافق (إن وجد). وإذا اشترك طالبان في تنفيذ التجربة وجب على كل منهما أن يكتب تقريرًا منفصلاً (رغم تشاركهما البيانات نفسها). كما تشتمل على:

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

- يحتوي الجزء المخصص للنتائج على فراغات لإجراء الحسابات وكتابة النتائج النهائية.
- إذا تعددت النتائج يجب كتابتها ضمن جداول.
- يجب أن يعطى كل جدول عنوانًا مناسبًا، أو أي ملاحظات إضافية تساعد على توضيح محتوياته للقارئ.

4. الرسوم البيانية

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

- المعادلة الفيزيائية بصورتها المألوفة.
- الحل الجبري للمعادلة.
- تعويض الكميات المعلومة مع مراعاة وحداتها .
- الناتج العددي للقيمة المطلوبة مع وحداتها.

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. يتميز الاستنتاج بما يلي:

- يغطي جميع النقاط الرئيسة في الموضوع.
- يجب أن يستند على نتائج التجربة وبياناتها.
- إذا كان الاستنتاج يعتمد على الرسوم فيجب الإحالة إليها بتحديد عنوانها كاملًا.
- الوضوح والإيجاز مهمان في الاستنتاج، لذا، يجب تجنب استعمال 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.

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).

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 للكشف عن التيارات الكهربائية الصغيرة جدًّا (المايكروأمبير) وقياسها. 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.

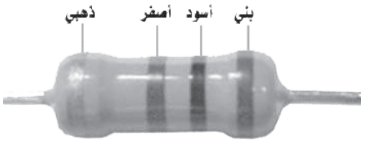
المقاومة المتغيّرة (Variable resistors)

المقاومة المتغيّرة أداة دقيقة تحتوي على مقاومة يمكن تغيير قيمتها، وعند توصيلها بالدائرة الكهربائية تسمح بتغيير المقاومة الكلية في الدائرة، مما يؤدي إلى تغيير قيمتي كل من فرق الجهد والتيار. وتُسمّى بعض المقاومات المتغيّرة ريوستات.

المقاومة الكربونية ودلالات الترميز اللوني

المقاومة الكربونية أسطوانة صغيرة من السيراميك مطلية بطبقة من الكربون. ويتم تمثيل قيمة المقاومة بأربع حلقات ملونة، ثلاث منها تُمثّل قيمة المقاومة، أمّا الحلقة الرابعة فتُمثّل نسبة الخطأ. وتقرأ قيمة المقاومة كما في المثال الآتي، مرتبة من اليسار إلى اليمين.

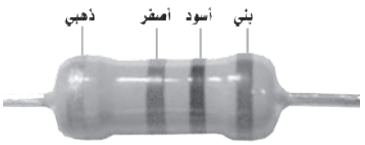
مثال:



الحلقة الأولى	الحلقة الثانية	الحلقة الثالثة	الحلقة الرابعة
بني	أسود	أصفر	ذهبي
1	0	4	$\pm$ 5%

دلالات الترميز اللوني

اللون	الخانة	المضروب فيه	نسبة الخطأ (%)
أسود	0	1	
بني	1	10	
أحمر	2	100	
برتقالي	3	1000	
أصفر	4	10,000	
أخضر	5	100,000	
أزرق	6	1,000,000	
بنفسجي	7	10,000,000	
رمادي	8		
أبيض	9		
ذهبي		0.1	5
فضي		0.01	10
بلا لون			20



قيمة هذة المقاومة تساوي $10000 \pm 5\% \times 10$ وهي في المدى Ω 80000 : Ω 120000

احتياطات السلامة

المواد والأدوات

- مكثفان سعة كل منهما 1–farad أو أكبر سعة متوفرة
- مولد كهربائي يعمل يدويًّا (مصدر قدرة DC)
- جلفانومتر أوملي أميتر 0–500 mA
- أسلاك توصيل مع مشابك
- مفتاح كهربائي
- ساعة وقف
- ديود مشع للضوء LED

كيف يمكن تخزين كمية كبيرة من الشحنات؟

تخـزن المكثفات الكهربائية الطاقة في المجال الكهربائي. فتحفظ الشـحنات الكهربائيـة على كل مـن لوحي المكثف، ومع زيادة الشـحنات المخزنة على اللوحين يزداد فرق الجهد بينهما. وتكون النسـبة بين الشحنة q المخزّنة على اللوحيـن وفـرق الجهـد الكهربائـي بينهما ΔV تسـاوي مقدارًا ثابتًا، يسـمى السعة الكهربائية C. لذا فإن $C = \frac{q}{\Delta V}$

وبزيادة السـعة الكهربائية للمكثف يزداد مقدار الشـحنة التي يمكن أن يخزنها عند فرق جهد كهربائي محدد يحرك الشحنة على المكثف.

تصمم المكثفات ليكون لها سعة كهربائية محددة. حيث يتكون كل مكثف من موصليـن تفصل بينهما مادة عازلة. وتحوي الحواسـيب والأجهزة الكهربائية مكثفـات تقـاس سـعاتها الكهربائيـة بالمايكروفـاراد. علمـا بـأن مدى سـعة المكثفات التجارية يتراوح بين البيكوفاراد و الفاراد. والمكثفات المستخدمة في هذه التجربة ذات سعة كهربائية كبيرة.

وسـوف تسـتقصى في هذه التجربة قـدرة المكثفات على تخزيـن الطاقة عند توصيلها على صورة شـبكة كهربائية، على التوالي (اللوح الموجب للمكثف الأول مع اللوح السـالب للمكثف الثاني) وعلى التوازي (اللوح الموجب مع اللوح الموجب).

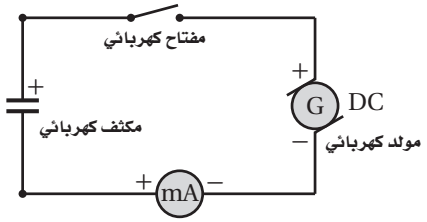
الأهداف

يتوقع بعد إجراء هذه التجربة أن أكون قادرًا على:

- **توضيح** كيفية تخزين الشحنات الكهربائية في المكثفات .
- **ملاحظـة** تفريغ شـحنة المكثـف خلال ديود مشـع للضـوء LED، أو من خلال جلفانومتر.
- **استنتاج** الشبكة الأكثر فاعلية لتوصيل المكثفات لتخزين الشحنات.

الخطوات

1. صـل مصـدر القدرة على التوالي مـع المفتاح الكهربائي والملـي أميتر والمكثف، كما هو موضح في الشـكل 1. واترك المفتاح الكهربائي مفتوحًا خلال هذا الوقت.

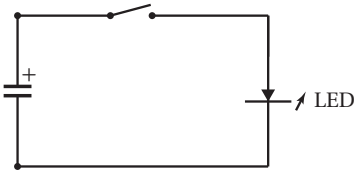


الشكل 1

أغلـق المفتاح الكهربائي وراقب جهاز الملي أميتـر في أثناء زيادة فرق الجهد. إذا تحرك مؤشـر المقياس إلى الخلف (في اتجاه اليسار) فافتح الدائرة واعكس أسـلاك التوصيل مع مصـدر القدرة. أما إذا تحرك نحو اليمين عند تدوير المقبض فتكون الدائرة موصولة بطريقة صحيحة.

2. أعد إغلاق الدائرة، دوّن مقدار التيار في الجدول 1.

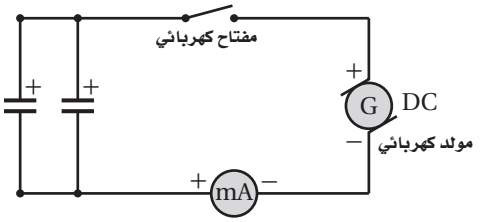
3. افصل المولد والملي أميتر، كما هـو موضـح فـي الشـكل 2، وصـل الديـود المشـع للضوء LED مع المفتاح الكهربـائـي والمكثـف، علـى أن يوصـل أحـد طرفي الديـود بالمفتـاح الكهـربائي ويـوصـل الطـرف الآخر بالمكثف، (يمكن توصيل الجلفانومتر بديلًا عن الدايود المشع للضوء).



الشكل 2

أغلـق المفتـاح الكهربائي، ولاحظ الديود.هـل يضيئ ؟ إذا لم يضئ الديود فافتح المفتـاح الكهربائي، واعكس التوصيلات معه، واستخدم ساعة الوقف لتحديد الزمن الذي يبقى فيه الديود مضاءً. دوّن الزمن في الجدول 1. هل يبقى الديود مضاءً أم ينطفئ؟ دوّن ملاحظاتك في الجدول 1. افتح الدائرة، وافصل الديود.

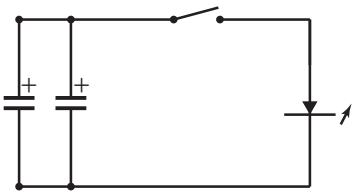
4. أعـد توصيـل الملـي أميتر ومصـدر القدرة، وأضف المكثـف الثاني على التـوازي مع المكثـف الأول، كما هو موضح في الشكل 3.



الشكل 3

كرر الخطوات التي اتبعتها في الخطوة 2، ودون ملاحظاتك في الجدول 2.

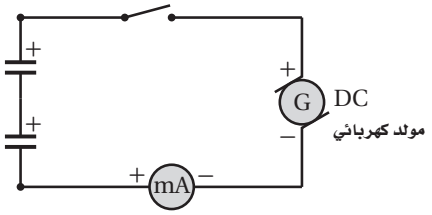
5. افصـل الملـي أميتر ومصدر القدرة. وصل الديـود أو الجلفانومتر مع المفتاح والمكثفـات. كما هو موضح في الشكل 4.



الشكل 4

كرر الخطوات التي اتبعتها في الخطوة 3 لملاحظة الديود (الجلفانومتر). دوّن الزمن وملاحظاتك في الجدول 2. افتح المفتاح وافصل الديود.

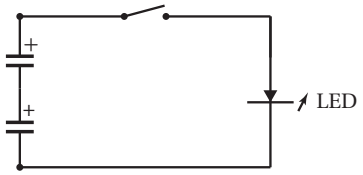
6. أعد توصيل الملي أميتر والمولد اليدوي وغيّر ترتيب المكثف الثاني بأن تجعل المكثفين يتصلان على التوالي. كما هو موضح في الشكل 5.



الشكل 5

كرر الخطوات التي اتبعتها في الخطوة 2، ودوّن مقدار التيار في الجدول 3.

7. افصل الملي أميتر والمولد، ثم صل الديود مع المفتاح والمكثفات، كما هو موضح في الشكل 6.



الشكل 6

كـرر الخطوات التـي اتبعتها في الخطوة 3 لملاحظة الديود، ودوّن الزمـن وملاحظاتك في الجدول 3. ثم افتح الدائرة وافصل الديود.

8. افصل المكونات، وأعد المواد إلى أماكنها المحددة من قبل معلمك.

البيانات والمشاهدات

الجدول 1: مكثف مفرد سعته 1 F			
التيار على المكثف (mA)		الزمن الذي يبقى فيه الديود مضاءً (s)	
الملاحظات على الديود:			

الجدول 2: مكثفان موصولان على التوازي سعة كل منهما 1 F			
التيار على المكثفين (mA)		الزمن الذي يبقى فيه الديود مضاءً (s)	
الملاحظات على الديود:			

الجدول 3: مكثفان موصلان على التوالي سعة كل منها 1 F			
التيار على المكثفين (mA)		الزمن الذي يبقى فيه الديود مضاءً (s)	
الملاحظات على الديود:			

التحليل والاستنتاج

1. أي ترتيب للمكثفات في الدوائر يتطلب بذل أقل شغل حتى تشحن؟

.....

.....

2. أي ترتيب للمكثفات في الدوائر يتطلب بذل أكبر شغل حتى تشحن؟

.....

.....

3. اقترح تفسيرًا لسبب تغير مقدار الشغل أو المجهود اللازم لتدوير المولد من أجل شحن المكثف/ المكثفات.

.....

.....

4. أي ترتيب للدائرة يخزن أكبر كمية من الشحنة؟ وضح إجابتك.

.....

.....

التوسع والتطبيق

1. لبعض الأجهزة والأدوات الإلكترونية، مثل لوحة ذاكرة الحاسوب مكثف ذو سعة كهربائية كبيرة موصول مع دائرة لوحة مصدر القدرة. ما الغرض المفترض لهذا المكثف؟

.....

.....

.....

2. قد يسبب الارتفاع المفاجئ واللحظي في القدرة الكهربائية؛ إلى خفت الأنوار وتشويش لحظي على مكبرات الصوت كالذي يصاحب الصوت العالي الخارج من القرص المدمج في مسجل السيارة. وعادة ما يوصي صانعو أنظمة الصوت في السيارات بوضع مكثف سعته 1 F لكل 1000 W من القدرة الموسيقية؛ لتوفير القدرة اللحظية الضرورية. ارسم في الفراغ أدناه مخطط الدائرة الكهربائية المستخدمة، إذا أردت توصيل ثلاثة مكثفات سعة كل منها 1 F في سيارتك.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ما مقدار الشحنة المخزّنة في مكثف مشحون سعته 3.0 F إذا كان فرق الجهد بين لوحيه 14.7 V؟

.....

.....

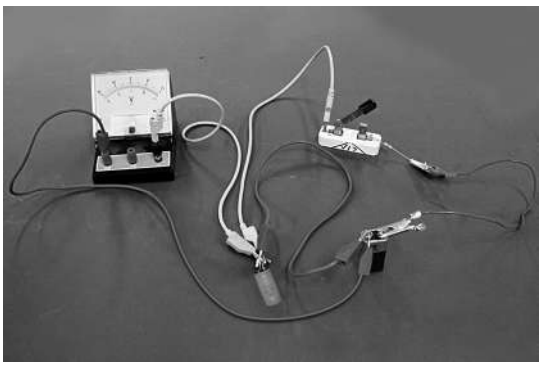
.....

.....

احتياطات السلامة

المواد والأدوات

- بطارية 9V
- فولتمتر
- ومقاومة كهربائية 47 kΩ
- أسلاك توصيل
- ساعة وقف
- مفتاح كهربائي
- شابك أو مرابط خاصة ببطارية 9 V
- مكثفات 240 µF و500 µF و1000 µF



كيف يتغير الزمن اللازم لشحن مكثفات مختلفة بتغير سعاتها؟

المكثّف الكهربائي جهاز مكوّن من موصلين، أو لوحين فلزيين يفصل بينهما مادة عازلة، ويُصمّم ليكون له سعة كهربائية محدّدة. وتعتمد السعة الكهربائية له على خصائصه الفيزيائية (نفاذية الوسط الكهربائية)، والأبعاد الهندسية للموصلين والعازل. ويتم شحن المكثف من خلال وصل لوحيه بمصدر جهد مستمر من خلال دائرة مغلقة فيشحن لوحا المكثف بشحنتين متساويتين في المقدار ومختلفتين في النوع، ويتولّد فرق جهد كهربائي بينهما. وكلما زادت كمية الشحنة المتراكمة على المكثف ازداد فرق الجهد الكهربائي بين لوحيه. ستختبر في هذه التجربة شحن مكثفات مختلفة.

الأهداف

يتوقع بعد إجراء هذه التجربة أن أكون قادرًا على:

- **تجميع** البيانات وتنظيمها حول المعدل الزمني اللازم لشحن مكثفات مختلفة.
- **المقارنة** بين المعدلات الزمنية اللازمة لشحن مكثفات مختلفة.
- **إنشاء الرسوم البيانية واستخدامها** حول فرق الجهد مقابل زمن شحن عدة مكثفات.

الخطوات

1. قبل البدء في تنفيذ التجربة دع المفتاح الكهربائي مفتوحًا، ولا تصل البطارية. **تحذير: كن حذرًا وتجنّب تكوّن دائرة قصر كهربائية، خصوصًا عند تلامس السلكين الموصولين بقطبي البطارية معًا.** ركّب الدائرة كما هو موضّح في الصورة.

2. قارن بين الدائرة التي ركّبتها والدائرة الموضحة في الصورة للتأكد من صحة توصيلاتك. لا تصل البطارية إلا بعد أن يتحقق المعلم من صحة التوصيلات.
3. أغلق المفتاح الكهربائي، ثم قس فرق الجهد خلال فترات زمنية مقدارها 5 s، افتح المفتاح الكهربائي بعد جمع البيانات.
4. عند الانتهاء من المحاولة، خذ سلكًا معزولًا وصله بطرفي المكثف. سيعمل هذا على تفريغ المكثف.
5. ضع المكثف 500 μF بدلًا من المكثف 1000 μF، وكرّر الخطوتين 4 و5، ودوّن البيانات في الجدول في العمود الخاص بالمكثف 500 μF
6. ضع المكثف 240 μF بدلًا من المكثف 500 μF، وكرّر الخطوات 4 و5، ودوّن البيانات في الجدول في العمود الخاص بالمكثف 240 μF

جدول البيانات

الزمن (s)	فرق الجهد (V) عبر 1000 μF	فرق الجهد (V) عبر 500 μF	فرق الجهد (V) عبر 240 μF	الزمن (s)	فرق الجهد (V) عبر 1000 μF	فرق الجهد (V) عبر 500 μF	فرق الجهد (V) عبر 240 μF
0				40			
5				45			
10				50			
15				55			
20				60			
25				65			
30				70			
35				75			

التحليل

1. **لاحظ واستنتج** هل شحن كل مكثف بحيث أصبح فرق جهد بين طرفيه 9 V؟ اقترح تفسيرًا للسلوك الملاحظ.
2. **أنشئ الرسوم البيانية واستخدمها** أعدّ رسمًا بيانيًّا على أن يكون الزمن على المحور الأفقي(x)، وفرق الجهد على المحور الرأسي(y). ارسم خطًّا بيانيًّا منفصلًا خاصًّا بكل مكثف.

الاستنتاج والتطبيق

1. **فسّر البيانات** هل يصل فرق جهد المكثف لحظيًّا إلى فرق جهد مساوٍ لفرق الجهد بين طرفي البطارية (9 V)؟ وضّح سبب السلوك الملاحظ.
2. **استنتج** هل يحتاج المكثف الأكبر سعة إلى زمن أكبر حتى يصبح مشحونًا تمامًا؟ ولماذا؟

التوسع في البحث

1. يعتمد الزمن اللازم لشحن مكثف – أي حتى يصل فرق الجهد بين طرفيه إلى فرق الجهد بين طرفي البطارية – على سعته ومقاومته لتدفق الشحنات خلال الدائرة. في هذه التجربة ضُبطت مقاومة تدفق الشحنات عن طريق توصيل مقاومة مقدارها 47 kΩ في الدائرة. وفي الدوائر الكهربائية التي تتضمن مكثفًا ومقاومة مثل الدائرة الواردة في هذه التجربة فإن الزمن (مقيسًا بالثانية) اللازم لشحن المكثف بنسبة 63.3 % من الجهد المطبّق يساوي حاصل ضرب السعة في المقاومة، وهذا ما يسمّى ثابت الزمن. لذا فإن $T = RC$؛ حيث T مقيسة بالثواني، وR مقيسة بالأوم، وC مقيسة بالميكروفاراد. احسب ثابت الزمن لكل مكثف عند توصيله بالمقاومة 47 kΩ
2. قارن بين ثابت الزمن الذي حصلت عليه والقيم التي حصلت عليها من الرسم البياني.

الفيزياء في الحياة

وضّح الكاميرات الصغيرة المُزوّدة بفلاش مخصّص للاستعمال مرة واحدة فقط، ووحدات الفلاش الإلكترونية العادية تحتاج إلى زمن معين حتى يصبح الفلاش جاهزًا للاستعمال، حيث يعمل المكثف هنا على تخزين الطاقة من أجل الفلاش. وضّح ما يحدث خلال الزمن الذي يجب أن تنتظره لأخذ الصور الثانية.

احتياطات السلامة

المواد والأدوات

- كوب كبير من البوليسترين (مسعر حراري)
- ملف تسخين
- مصدر قدرة
- أسلاك توصيل
- أميتر DC
- مقاومة كهربائية متغيرة
- فولتمتر
- مقياس درجة حرارة سيليزي
- ميزان
- ساعة وقف

هل الطاقة في المياه الساخنة محفوظة ؟

ينـص قانون حفظ الطاقة على أن الطاقة لا تفنى ولا تستحدث، ولكنها تتحول من شكل إلى آخر. وهذا يعني أن مقدارًا معينًا من الطاقة في شكل معيـن هو المقدار نفسـه من الطاقة في أي شـكل آخر. في هـذه التجربة تتدفق طاقة كهربائية من مصدرقدرة خلال ملف التسخين، فيحوّل ملف التسـخين الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية. ثـم تنتقل الطاقة الحرارية من ملف التسخين إلى كتلة من الماء فتزداد درجة حرارتها.

سـتحدد في هـذه التجربة ما إذا بقيـت الطاقة المحولة مـن كهربائية إلى حرارية محفوظة. لذا ستقيس مقدار الطاقة الكهربائية المحولة إلى طاقة حرارية بواسـطة ملف التسخين الكهربائي (المقاوِم) المغمور في الماء. وسـتقيس أيضًـا مقدار الطاقـة الحرارية التي تكتسـبها كتلـة معلومة من الماء.

كيـف تقيس مقدار الطاقة المنتقلة إلى ملف التسـخين؟ تحسـب الطاقة الكهربائية المنتقلة إلى ملف التسخين بوساطة المعادلة $E = IVt$. حيث تمثـل E الطاقـة بالجول، وتمثـل I التيار بالأمبير. وتمثـل V فرق الجهد بالفولت، أما t فتمثل الزمن بالثواني.

كيف تقيس الطاقة المنتقلة إلى الماء؟ تحسب الطاقة المنتقلة من الملف إلـى المـاء بوسـاطة المعادلـة $Q_{ماء} = m_{ماء} C_{ماء} \Delta T_{ماء}$، حيـث تمثل Q الطاقـة الحراريـة بالجـول، و $m_{ماء}$ كتلـة المـاء، و $C_{ماء}$ السـعة الحرارة النوعيـة للماء، و $\Delta T_{ماء}$ التغير في درجة حرارة الماء. ويسـتخدم كوب البوليسـترين مسـعرًا؛ لأنه يمتلك كتلة قليلة وسعة حرارية نوعية صغيرة جدًّا، لذا لن يكتسـب طاقـة حرارية كافية ليكون لها تأثيـر كبير في نتائج التجربة.

وللتقليل من أثر فقدان الحرارة إلى الجو المحيط، يسخن عادة الماء لتصبح درجة حرارته أكبر من درجة حرارة الغرفة بمقدار يساوي مقدار انخفاض درجة حرارة الماء عن درجة حرارة الغرفة قبل بدء التسخين. فمثلًا إذا بدأت التجربة بماء درجة حرارته 10°C، وكانت درجة حرارة الغرفة 20°C فإنه يجب أن تكون درجة حرارة الماء بعد تسخينه 30°C، وبهذه الطريقة يكون من المرجح أن الحرارة المكتسبة من الجو في الفترة التي تكون فيها درجة حرارة الماء أقل من درجة حرارة الغرفة، تعوض بوساطة فقدان حرارة مساوية لها في الفترة التي تكون فيها درجة حرارة الماء أكبر من درجة حرارة الغرفة.

الأهداف

يتوقع بعد إجراء هذه التجربة أن أكون قادرًا على:

- **التوصل** إلى قانون حفظ الطاقة.
- **المقارنة** بين كميات الطاقة الكهربائية وكميات الطاقة الحرارية.
- **حساب** الخطأ التجريبي.

الخطوات

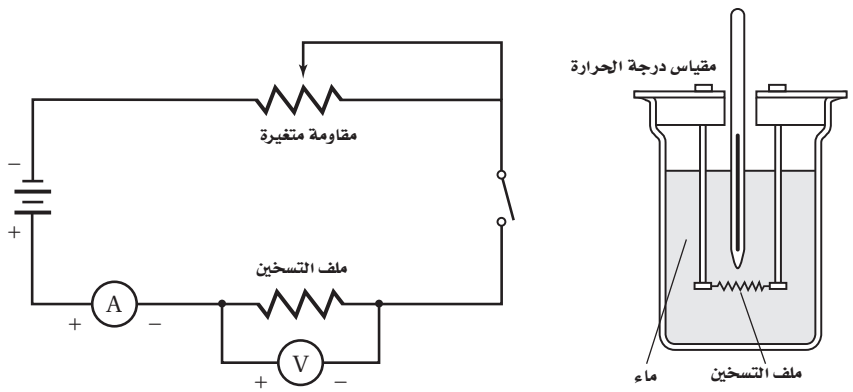
1. قس كتلة كوب البوليسترين ودوّن القيمة في الجدول 1، وكذلك دوّن درجة حرارة الغرفة.
2. املأ الكوب إلى ثلثيه بالماء البارد كما في الشكل 1a، وقس كتلة الكوب مع الماء ثم دوّن هذه القيمة في الجدول 1، ثم احسب كتلة الماء ودوّنها.
3. ركّب الدائرة كما هو موضح في الشكل 1b. إذا كان مصدر القدرة الذي تستخدمه متغيرًا، فهذا يعني أنه يحتوي على مقاومة متغيرة بداخله، بدلاً من أن تكون المقاومة المتغيرة منفصلة عنه. وإذا لم يكن الملف مغمورًا بالماء، فأضف المزيد من الماء، وكرر الخطوة 2. وبعد أن يتحقق معلمك من الدائرة، أغلق المفتاح الكهربائي، واضبط مصدر القدرة أو المقاومة المتغيرة سريعًا حتى يصبح مقدار التيار الكهربائي المار A (3–2). وافتح المفتاح الكهربائي في الحال.
4. حرّك الماء برفق، واستخدم مقياس درجة الحرارة لقراءة درجة حرارة الماء الابتدائية، ودوّنها في الجدول 1.

5. أغلـق المفتـاح الكهربائي، وعند نهاية كل دقيقة سـجل قرائتي كل من الأميتر والفولتمتـر، ودوّن هذه القيم في الجـدول **2**. حـرّك الماء برفق مـن وقت إلى آخر، وإذا لزم الأمـر فأجر أي تعديل أو ضبط باسـتخدام المقاومة المتغيرة لتحافظ على مرور تيار ثابت القيمة.

6. راقـب درجة حـرارة الماء لتحدد متى تصل تقريبًا إلى درجة حرارة أكبر من درجة حرارة الغرفة بمقدار يسـاوي مقـدار الانخفـاض عن درجة حرارتها عند بداية التجربة، وافتح المفتـاح الكهربائي عند نهاية الدقيقة التالية بعد الوصول إلى تلك الدرجة.

7. حرّك الماء برفق حتى يصل إلى درجة حرارة ثابتة، ودوّن درجة الحرارة النهائية للماء في الجدول1. ثم احسب ودوّن التغير في درجة حرارة الماء.

8. حدّد متوسط التيار ومتوسط فرق الجهد، ودوّن هذه القيم في الجدول1.



(b) (a)

الشكل 1

a. كوب البوليسـترين في تجربتك يشـبه المسـعر، وملف التسـخين يحـوّل الطاقة الكهربائيـة إلـى طاقـة حراريـة تنتقـل إلى الماء.

b. رسم تخطيطي لأجزاء الدائرة.

البيانات والمشاهدات

الجدول 1	
كتلة كوب البوليسترين	
كتلة الكوب والماء	
كتلة الماء البارد	
درجة حرارة الماء الابتدائية	
درجة حرارة الغرفة	
درجة حرارة الماء النهائية	
التغير في درجة حرارة الماء	
متوسط تيار ملف التسخين	
متوسط فرق جهد ملف التسخين	

الجدول 2		
الزمن (دقيقة)	**التيار** (A)	**فرق الجهد** (V)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

التحليل والاستنتاج

1. حدد مقدار الطاقة الكهربائية المستهلكة في المقاومة باستخدام العلاقة: $E = IVt$

.....

.....

.....

2. حدد مقدار الطاقة الحرارية التي يكتسبها الماء باستخدام العلاقة: $Q_{ماء} = m_{ماء}\ C_{ماء}\ \Delta T_{ماء}$

حيث $C_{ماء} = 4.18\ J/g.^{\circ}C$

.....

.....

3. احسب الفرق النسبي بين الطاقة الكهربائية المستهلكة والطاقة الحرارية التي اكتسبها الماء. باستخدام العلاقة الآتية:

$$\text{الفرق النسبي} = \frac{\text{الطاقة الكهربائية المستهلكة} - \text{الطاقة الحرارية التي اكتسبها الماء}}{\text{الطاقة الكهربائية المستهلكة}} \ 100\ \%$$

$$\text{الفرق النسبي} = \frac{(E - Q_w)\ (100\ \%)}{E}$$

4. اقترح أسبابًا توضح لماذا لا يكون فرق الطاقة في المسألة السابقة صفرًا، آخذًا في الحسبان الأجزاء التي استخدمتها من النظام، وأي مصادر أخرى تعد مصدرًا لفقد الطاقة.

.....

.....

.....

.....

5. متى تقترب نتائجك بما فيه الكفاية حتى نشير إلى أن ظروف التجربة مثالية؟ أي ستجد توافقًا دقيقًا في تبادل الطاقة. أعطِ توضيحًا لإجابتك.

.....

.....

6. ما نسبة الطاقة الكهربائية المحولة إلى الطاقة الحرارية في الماء؟

.....

.....

.....

التوسع والتطبيق

1. فكر في استخدام تحويل طاقة وضع الجاذبية إلى طاقة حرارية لتسخين مياه الاستحمام. افترض أن 1.0 L من الماء (1.0 kg ماء) درجة حرارته الابتدائية 12.7°C، يسقط من شلال ارتفاعه 50.0 m، إذا كانت طاقة وضع الماء كلها تتحوّل إلى طاقة حركية عند سقوط الماء، وتتحوّل الطاقة الحركية إلى طاقة حرارية عند وصولها إلى القاع، فما الفرق في درجة الحرارة الناتجة بين قاع الشلال وقمته؟ وهل يعدّ هذا كافيًا لإنتاج حمام دافئ؟ وضّح حساباتك.

.....

.....

2. ملف تسخين كهربائي مغمور في ماء درجة حرارته الابتدائية 21°C يستخدم لغلي 180.0 ml من الماء لعمل كوب من الشاي. إذا كانت قدرة ملف التسخين تساوي 200 W، فأوجد الزمن اللازم لجعل هذه الكمية من الماء تغلي. وضِّح حساباتك.

.....

.....

3. مصباح كهربائي قدرته الكهربائية 100 W يحول 16 % من الطاقة الكهربائية التي تصله إلى طاقة ضوئية. ما مقدار الطاقة الحرارية بالجول التي يبددها كل ثانية؟

.....

.....

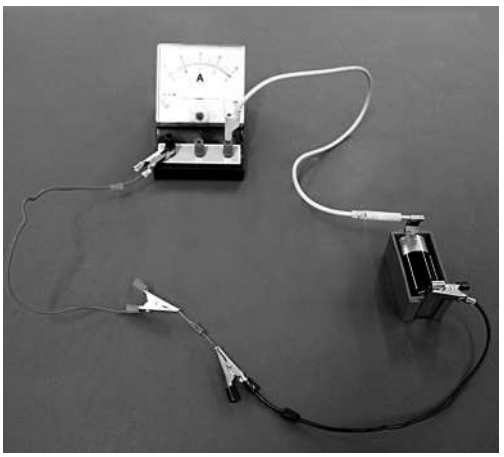
احتياطات السلامة

■ تحذير: قد تسخن الدوائر الكهربائية والمقاوِمات.

■ تحذير: الأسلاك حادة، قد تجرح الجلد.

المواد والأدوات

- أربع بطاريات من نوع D جهد كل منها 1.5 V
- أربع حوامل للبطاريات
- أميتر 500 µA
- مقاوِم 10 kΩ
- مقاوِم 20 kΩ
- مقاوِم 30 kΩ
- مقاوِم 40 kΩ
- خمسة أسلاك مزودة بمشابك فم التمساح



ما العلاقة بين الجهد والتيار؟
وما العلاقة بين المقاومة والتيار؟

درست العلاقات بين كلٍّ من الجهد، والتيار، والمقاومة في دوائر كهربائية بسيطة. فالجهد هو فرق الجهد الذي يدفع التيار خلال الدائرة، في حين تحدّد المقاومة التيار الذي سيمر عند تطبيق فرق جهد. ستجمع في هذه التجربة البيانات، وتعد رسومًا بيانيّة لاستقصاء العلاقات الرياضية بين الجهد والتيار، وكذلك بين المقاومة والتيار.

الأهداف

يتوقع بعد إجراء هذه التجربة أن أكون قادرًا على:

■ **قياس** التيار حسب النظام الدولي SI.

■ **وصف** العلاقة بين مقاومة دائرة كهربائية والتيار الكهربائي الكلي المار فيها.

■ **وصف** العلاقة بين الجهد والتيار الكلي المار في الدائرة الكهربائية.

■ **إنشاء الرسوم البيانية واستخدامها** لتبين العلاقة بين التيار والمقاومة وبين التيار والجهد.

الخطوات

الجزء A

1. ضع البطارية في حاملها.
2. ركّب دائرة تحتوي على بطارية، ومقاوِم 10 kΩ، وأميتر 500 µA
3. دوّن مقداري المقاومة والتيار في جدول البيانات1، على أن تدوّن مقدار المقاوِم في عمود المقاومة، أما بالنسبة لعمود التيار فاستخدم قراءة الأميتر.
4. ضع المقاوِم 20 kΩ بدلًا من المقاوِم 10 kΩ
5. دوّن مقداري المقاومة والتيار في جدول البيانات 1.

6. كرّر الخطوتين 4و5، على أن تضع المقاوِم 30 kΩ بدلًا من المقاوِم 20 kΩ
7. كرّر الخطوتين 4و5، على أن تضع المقاوِم 40 kΩ بدلًا من المقاوِم 30 kΩ

جدول البيانات 1		
الجهد (V)	المقاومة (kΩ)	التيار (μA)
1.5		
1.5		
1.5		
1.5		

جدول البيانات 2		
الجهد (V)	المقاومة (kΩ)	التيار (μA)
	10	
	10	
	10	
	10	

الجزء B

1. أعد تركيب الدائرة التي ركّبتها في الخطوة 2، ثم تحقق من مرور التيار في الدائرة، ودوّن مقداري الجهد والتيار في جدول البيانات 2.
2. أضف بطارية ثانية جهدها 1.5 V إلى الدائرة، ودوّن مقداري الجهد والتيار في جدول البيانات 2. عندما تستعمل أكثر من بطارية واحدة دوّن مجموع جهود البطاريات بوصفها قيمة للجهد في جدول البيانات 2.
3. كرّر الخطوة 9 مع ثلاث بطاريات جهد كلّ منها 1.5 V
4. كرّر الخطوة 9 مع أربع بطاريات جهد كلّ منها 1.5 V

التحليل

1. **أنشئ رسومًا بيانيّة واستخدمها** ارسم التيار بوصفه متغيرًا مقابل المقاومة، على أن تضع المقاومة على المحور x، والتيار على المحور y.
1. **أنشئ رسومًا بيانيّة واستخدمها** ارسم التيار بوصفه متغيرًا مقابل الجهد، على أن تضع الجهد على المحور x، والتيار على المحور y.
1. **حلّل الخطأ** ما العوامل التي تؤثر في التيار في الجزء A إضافة إلى قيم المقاوِمات؟ وكيف يمكن التقليل من تأثير هذه العوامل؟
1. **حلّل الخطأ** ما العوامل التي تؤثر في التيار في الجزء B إضافة إلى البطاريات المضافة؟ وكيف يمكن التقليل من تأثير هذه العوامل؟

الاستنتاج والتطبيق

1. صِف العلاقة بين المقاومة والتيار بالنظر إلى الرسم البياني الأول الذي أنشأته؟
2. لماذا افترضت وجود هذه العلاقة بين المقاومة والتيار؟
3. كيف يمكنك وصف العلاقة بين الجهد والتيار بالنظر إلى الرسم البياني الثاني الذي أنشأته؟
4. لماذا افترضت وجود هذه العلاقة بين الجهد والتيار؟

التوسع في البحث

1. ما مقدار التيار الكهربائي الذي يمر في دائرة كهربائية إذا كان الجهد 3.0 V والمقاومة 20 kΩ؟ كيف حدّدت هذا التيار؟
2. بالاستعانة ببياناتك التي حصلت عليها في التجربة، هل يمكنك اشتقاق علاقة توضح العلاقة بين الجهد والتيار والمقاومة؟ مساعدة: انظر إلى العلاقة البيانية بين التيار وفرق الجهد، وافترض أنها خط مستقيم تمر في نقطة الأصل.
3. كيف تتفق بياناتك مع هذه العلاقة؟ وضح إجابتك.

الفيزياء في الحياة

1. اذكر بعض التطبيقات الشائعة التي تستخدم فرق جهد 240 V، بدلاً من 120 V؟
1. لماذا تحتاج التطبيقات التي ذكرتها إلى 240 V؟ وما العواقب التي تترتب على تشغيل مثل هذه التطبيقات على جهد 120 V؟

احتياطات السلامة

المواد والأدوات

- مصدر قدرة DC أو بطاريات جافة
- ثلاث مقاومات قدرتها 0.5 W وقيمها بين Ω (330–150) مثلاً Ω 180، Ω 220 و Ω 330
- مقاومة غير معلومة المقدار
- أسلاك توصيل
- مفتاح كهربائي
- فولتمتر 0–5 V
- ملي أميتر 0 – 50 mA أو 0 – 100 mA

كيف تعمل المقاومات الموصولة معًا على التوازي؟

تحتـوي دائرة التوازي علـى أداتين أو أكثر تتصلان معًـا بحيث يكون توصيل كل منهـا مـع مصدر الجهد مسـتقلًّا عـن الآخـر. وإذا كانت جميـع الأدوات مقاومـات، فعندئذ سـتحصل على دائرة مقاومات متصلـة على التوازي. وفي هـذه الحالة سـيتوزع التيار في مسـارات مسـتقلة عبر المقاومـات، لكن فرق الجهد لجميع هذه المقاومات يكون متساويًا.

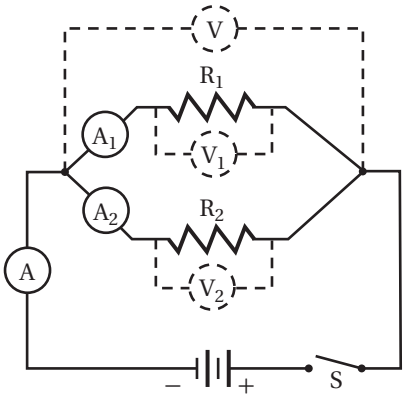
يوضـح الشـكل 2، ثلاث مقاومـات موصولة على التوازي مـع مصدر جهد. ويمر التيار من نقطة الاتصال a إلى نقطة الاتصال b من خلال ثلاثة مسارات. وفي هذه الحالة سـيمر بيـن النقطتين تيار كهربائي أكبر من التيار الذي سـيمر بينهمـا فيما لو كان بينهما مقاومة واحدة أو مقاومتان . ويمثل التيار الكهربائي الكلي I في هذه الدائرة بالمعادلة الآتية:

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

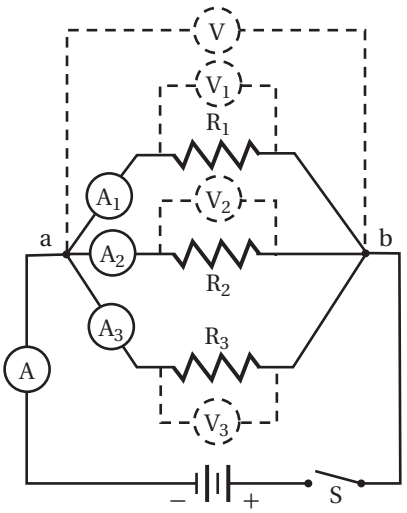
وفـي كل مـرة يتم فيها توصيل مقاومـة أخرى مع المقاومـات على التوازي ، تتغير المقاومة المكافئة، حيـث تعطى المقاومة المكافئة لمجموعة مقاومات موصولة على التوازي بالعلاقة الآتية:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

للتحقـق مـن نتائجك سـتقيس في هـذه التجربة مقـدار كل من التيـار الكهربائي وفرق الجهد للمقاومات الموصولة على التوازي بتطبيق العلاقة $R = \frac{V}{I}$. تتبع مخططـي الدوائـر الكهربائية في الشـكلين 1 و 2، ولكن ربمـا لا يكون لديك إلا جهـاز أميتر واحد وجهاز فولتمتر واحد، لذا سـتضطر في هذه الحالة إلى نقلهما من موقع إلى آخر لأخذ القياسـات. فعلى سـبيل المثال تأخذ قياس التيار الكلي (A) والجهـد الكلـي (V) ثـم تنقـل المقياسـين إلـى الموقعيـن A_1 و V_1 وهكذا. ولإجراء الحسابات حوّل وحدة القياس من mA إلى A (1mA = 0.001A).



الشكل 1



الشكل 2

تتصل المقاومات في هذه الدوائر على التوازي. لاحظ مواقع كل من الأميتر، والفولتمتر بالنسبة للمقاومات.

الأهداف

يتوقع بعد إجراء هذه التجربة أن أكون قادرًا على:

- **قياس** تيار كل مقاومة في دائرة التوازي.
- **مقارنة** التيار الكلي في دائرة التوازي مع تيار كل مقاومة فيها.
- **حساب** المقاومة المكافئة لمجموعة مقاومات في دائرة التوازي.
- **استنتاج** الفرق في مقدار المقاومة المكافئة للدائرة بعد إضافة مقاومات جديدة.

الخطوات

A. مقاومتان:

ركّب الدائرة الموضحة في الشكل 1، ثم أغلق المفتاح الكهربائي، واضبط مصدر القدرة حتى تصبح قراءة الفولتمتر 3.0 V، واقرأ قيم التيار في أجهزة الأميترات؛ ثم افتح الدائرة بوساطة المفتاح الكهربائي، ودوّن قراءاتك وقيم المقاومات R_1 و R_2 وفقًا لدلالات الترميز اللوني في الجدول 1.

B. ثلاث مقاومات

ركّب الدائرة كما هو موضح في الشكل 2، ثم أغلق المفتاح الكهربائي، واضبط مصدر القدرة على الجهد نفسه الذي استعملته في الجزء A. واقرأ قيم التيار في أجهزة الأميترات، وافتح الدائرة بوساطة المفتاح الكهربائي، ودوّن قيم المقاومات وفقًا لدلالات الترميز اللوني في الجدول 2.

C. أربع مقاومات

1. ركّب الدائرة على أن تستعمل مقاومة مجهولة توصل على التوازي مع المقاومات الثلاث التي استعملتها في الخطوة B. ضع أجهزة القياس للحصول على مقدار التيار الكلي في الدائرة، والجهد الكلي في الدائرة. أغلق المفتاح الكهربائي. اضبط مصدر القدرة على مقدار الجهد نفسه الذي استعملته في الخطوة A. واقرأ أجهزة القياس، ثم افتح الدائرة بوساطة المفتاح الكهربائي، ودوّن القراءات في الجدول 3.
2. غيّر موضع أجهزة القياس للحصول على التيار في المقاومة المجهولة، وفرق الجهد بين طرفيها. أغلق المفتاح الكهربائي، واضبط مصدر القدرة على الجهد نفسه الذي استعملته في الخطوة A؛ ثم افتح الدائرة بوساطة المفتاح الكهربائي، ودوّن القراءات في الجدول 3.

البيانات والمشاهدات

الجدول 1

$R_1(\Omega)$	$R_2(\Omega)$	قراءة الأميتر (mA)			قراءة الفولتمتر (V)		
		I	I_1	I_2	V	V_1	V_2

الجدول 2

$R_1(\Omega)$	$R_2(\Omega)$	$R_3(\Omega)$	قراءة الأميتر (mA)				قراءة الفولتمتر (V)			
			I	I_1	I_2	I_3	V	V_1	V_2	V_3

الجدول 3			
قراءة الأميتر (mA)		قراءة الفولتمتر (V)	
I	I_u	V	V_u

التحليل والاستنتاج

1. استعمل بيانات الجدول 1 لحساب القيم الآتية:

a. القيمة المقيسة للمقاومة المكافئة R للدائرة، حيث $R_T = \frac{V_T}{I_T}$

.....

.....

b. التيار الكلي $I = I_1 + I_2$

.....

.....

c. المقاومة المكافئة المحسوبة R حيث $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

.....

.....

2. a. قارن I المحسوبة من خلال مجموع التيارات $I_1 + I_2$ بقيمة التيار المقيسة I

.....

.....

b. قارن المقاومة المكافئة المحسوبة مع المقاومة المكافئة المقيسة. هل هما متساويتان؟ إذا كانتا غير متساويتين، فما العوامل التي قد تكون سببًا لأي اختلاف في القيم؟

.....

.....

3. استعمل بيانات الجدول 2 لحساب القيم الآتية:

a. القيمة المقيسة للمقاومة المكافئة R في الدائرة حيث $R = \frac{V}{I}$

.....

.....

b. المقاومة المكافئة R المحسوبة حيث $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

.....

.....

4. **a**. قارن قيمة التيار الكلي I المقيسة، مع مجموع التيارات $I_1 + I_2 + I_3$

.....

.....

b. قارن بين المقاومة المكافئة المحسوبة، والمقاومة المكافئة المقيسة. هل هما متساويتان؟ إذا كانتا غير متساويتين، فما العوامل التي قد تكون سببًا لأي اختلاف في القيم؟

.....

.....

5. إذا أضيفت مقاومات أخرى على التوازي إلى الدائرة الموجودة؛ فماذا يحدث للتيار الكلي في الدائرة؟ وماذا يحدث للمقاومة المكافئة؟

.....

.....

6. استعمل بيانات الجدول 3 لاختبار توقعاتك في السؤال 5. كيف تغير التيار الكلي؟ كيف تغيرّت المقاومة المكافئة؟

.....

.....

7. استعمل بيانات الجدول **3** لحساب قيمة المقاومة المجهولة.

.....

.....

التوسع والتطبيق

1. لـدى يوسـف أميتر حسـاس ينحرف نحو أقصى تدريج عندمـا يمر فيه تيار مقـداره 1.000 mA. وكانت مقاومة ملف الأميتر تساوي 500.0 Ω، أراد يوسف استخدام هذا الأميتر في تجربة فيزياء بحيث يكون الأميتر قادرًا على قياس 1.00 A. وقد وجد بالحسـاب أن مقاومة مكافئة مقدارها 0.5000 Ω تسـبب الهبوط الضروري في الجهد الذي مقداره 0.5000 V؛ $(V = IR = 1.000 \times 10^{-3}\ A \times 500.0\ \Omega)$، بحيث يمر تيار 1.000 mA فقط في الأميتر. ما مقدار مقاومة مجزّئ التيار الذي يجب توصيله على التوازي مع الأميتر؟

.....

.....

2. للفولتمتر مقاومة توفر مسـارًا للتيار المراد قياسـه في الدائرة. غالبًا ما يكون من المهم معرفة مقاومة الفولتمتر، وخصوصًا عند قياس فرق الجهد لمقاومة يسـري خلالها تيار صغير جدًّا أو مقاوم ذو مقاومة كبيرة. افترض أن التيـار المـار في الدائرة ثابت، وتريد أن تقيس فرق الجهد خلال مقاومة مقدارها 1000 Ω، فهل يصلح فولتمتر مقاومته 10000 Ω لذلك؟ وماذا عن فولتمتر مقاومته 1000000 Ω؟ علل إجابتك.

.....

.....

.....

.....

احتياطات السلامة

- الخطورة الناجمة عن الصدمة الكهربائية قليلة؛ لأن التيارات الكهربائية المستخدمة في هذه التجربة قليلة. يجب ألا تنفذ هذه التجربة بتيار مُتناوب؛ لأن هذا التيار قاتل.
- أمسك أطراف الأسلاك بحذر؛ لأنها قد تكون حادة، فتجرح الجلد.

المواد والأدوات

- مصدر قدرة منخفض الجهد
- قاعدتا مصباح
- مصباحان كهربائيان صغيران
- أميتر ذو مدى تدريج (0–500) mA
- فولتمتر ذو مدى تدريج (0–30 V)
- عشرة أسلاك نحاسية مزوّدة بمشابك فم التمساح

ما العلاقة بين التيار وفرق الجهد والمقاومة في دوائر التوالي، مقارنة بالعلاقة الخاصة بها في دوائر التوازي؟

يوجد في كل دائرة كهربائية علاقة بين التيار وفرق الجهد والمقاومة. سوف تستقصي في هذه التجربة العلاقة بين التيار وفرق الجهد والمقاومة في دوائر التوالي الكهربائية، وتقارنها بالعلاقة الخاصة بها في دوائر التوازي الكهربائية.

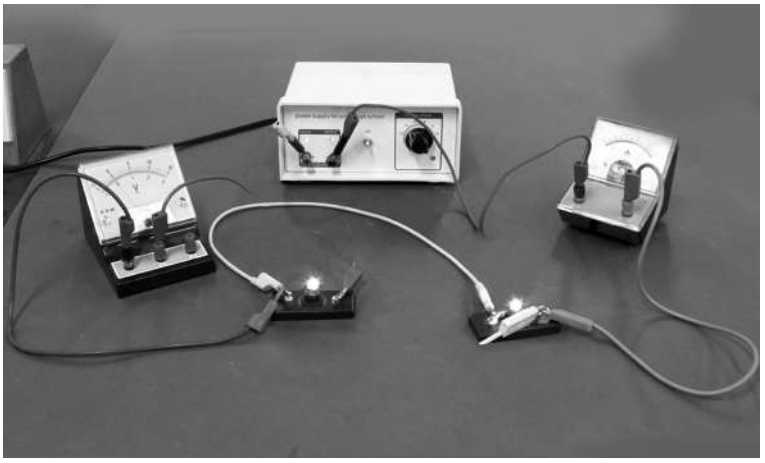
الأهداف

يتوقع بعد إجراء هذه التجربة أن أكون قادرًا على:

- **وصف** العلاقة بين التيار، وفرق الجهد، والمقاومة في دائرة التوالي الكهربائية.
- **تلخيص** العلاقة بين التيار، وفرق الجهد، والمقاومة في دائرة التوازي الكهربائية.
- **جمع** بيانات حول التيار، وفرق الجهد باستعمال أجهزة القياس الكهربائية.
- **حساب** مقاومة مصباح كهربائي من خلال بيانات فرق الجهد، والتيار.

الخطوات

1. صِل قاعدتي المصباح على التوالي بالأميتر، ومصدر القدرة. راعِ التوصيل الصحيح للأقطاب عند وصل الأميتر.
2. ركّب المصباحين في القاعدتين، وشغِّل مصدر القدرة. ثم اضبط مصدر القدرة حتى تصبح إضاءة المصباحين خافتة.
3. افصل أحد المصباحين، ودوّن ملاحظاتك في جدول البيانات.
4. ركّب المصباح مرة ثانية، وأوجد فرق الجهد بين طرفي النظام المكوّن من المصباحين، وذلك بتوصيل الطرف الموجب للفولتمتر بالطرف الموجب للدائرة، والطرف السالب له بالطرف السالب للدائرة، ثم دوّن قياساتك في جدول البيانات.



جدول البيانات			
الخطوة	التيار الكهربائي (mA)	فرق الجهد (V)	الملاحظات
3			
4			
5			
6			
8			
9			
10			
11			

5. أوجـد فـرق الجهد بين طرفي كل مصبـاح بتوصيل الطرف الموجـب للفولتمتر بالطرف الموجـب للمصباح، والطرف السـالب للفولتمتـر بالطرف السـالب للمصباح، ثم دوّن قياسـاتك في جدول البيانات. وكـرّر تجربتك لمصابيح أخرى على التوالي.

6. صِل الأميتر بمواقع مختلفة في دائرة التوالي، ودوّن قيم هذه التيارات في جدول البيانات.

7. صِل قاعدتي المصباحين على أن تكونا متصلتين على التوازي مع مصدر الجهد نفسه، وأن تكونا متصلتين على التوالي مع الأميتر.

8. ركّب المصباحين في القاعدتين، وشـغِّل مصدر القدرة. ثم اضبـط مصدر القدرة حتى تصبح إضاءة المصباحين خافتة. ودوّن قراءة التيار من الأميتر في جدول البيانات.

9. أوجد فرق الجهد عبر الدائرة كلها، ثم عبر كل مصباح، ودوّن القيم في جدول البيانات.
10. صِل طرفي الفولتمتر بطرفي أحد المصباحين، ثم افصل أحد المصباحين، ودوّن ملاحظاتك حول المصباحين، ودوّن قراءتي الأميتر والفولتمتر في جدول البيانات.
11. أعد تركيب المصباح الذي فصلته في قاعدته، وافصل المصباح الآخر، ودوّن ملاحظاتك حول المصباحين، ودوّن قراءتي الأميتر والفولتمتر في جدول البيانات.

التحليل

1. احسب المقاومة المكافئة للمصباحين في دائرة التوالي.
2. احسب مقاومة كل مصباح في دائرة التوالي.
3. ما العلاقة بين المقاومة المكافئة للمصباحين، ومقدار مقاومة كل منهما؟
4. ما العلاقة بين فرق الجهد على طرفي كل مصباح، وفرق الجهد على طرفي النظام المكوّن منهما عندما يكونان موصولين على التوالي؟
5. احسب مقاومة كل مصباح في دائرة التوازي، وقارن هذه القيمة مع المقاومة التي حصلت عليها للمصابيح في دائرة التوالي.

الاستنتاج والتطبيق

1. لخص العلاقة بين التيار، وفرق الجهد، والمقاومة في دائرة التوالي.
2. لخص العلاقة بين التيار، وفرق الجهد في دائرة التوازي.

التوسع في البحث

كرّر التجربة باستخدام مصابيح ذات جهود مختلفة مثلًا: 1.5 V و3 V و6 V.

الفيزياء في الحياة

1. تعمل المصابيح في معظم المنازل على جهد 220 V بغض النظر عن عددها. كيف تتأثر مقدرتنا على استعمال أي عدد من المصابيح المتماثلة الجهد بطريقة التوصيل (توازٍ، أو توالٍ)؟
2. لماذا يخفت الضوء في المنزل عند تشغيل جهاز كهربائي يحتاج إلى تيار كبير، مثل المكيف؟

كيف يولد التيار الكهربائي مجالاً مغناطيسيًّا قويًّا؟

عندما يمر تيار كهربائي في حلقة سلك موصل فإن مجالاً مغناطيسيًّا يظهر حول الحلقة. وإذا لف السلك بشكل لولبي 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 يُعمل بوساطة لف السلك حول قلب من الحديد. ويعمل المجال المغناطيسي الناتج عن التيار المار 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.

وسوف تستقصي في هذه التجربة المجال المغناطيسي الناتج عن سلك يمر فيه تيار كهربائي، باستخدام البوصلة وبرادة الحديد. وستوضح شكل خطوط المجال المغناطيسي الناتج باستخدام برادة الحديد، وكذلك ستبين القوة النسبية للمجال. وبزيادة مقدار المجال ستظهر أنماط برادة الحديد بوضوح أكثر؛ لأنها تصبح أكثر سمكًا، حيث يزداد تجمُّعها معًا.

الأهداف

يتوقع بعد إجراء هذه التجربة أن أكون قادرًا على:

- **ملاحظة** المجال المغناطيسي حول سلك يمر فيه تيار كهربائي.
- **بيان** العلاقة بين التيار الكهربائي، ومقدار المجال المغناطيسي الناتج عنه.
- **تحديد** العلاقة بين قطبية المجال المغناطيسي، واتجاه التيار الكهربائي.
- **الربط** بين مقدار المجال المغناطيسي لملف ذي قلب حديدي، والمجال المغناطيسي لملف مماثل ذي قلب هوائي.

احتياطات السلامة

المواد والأدوات

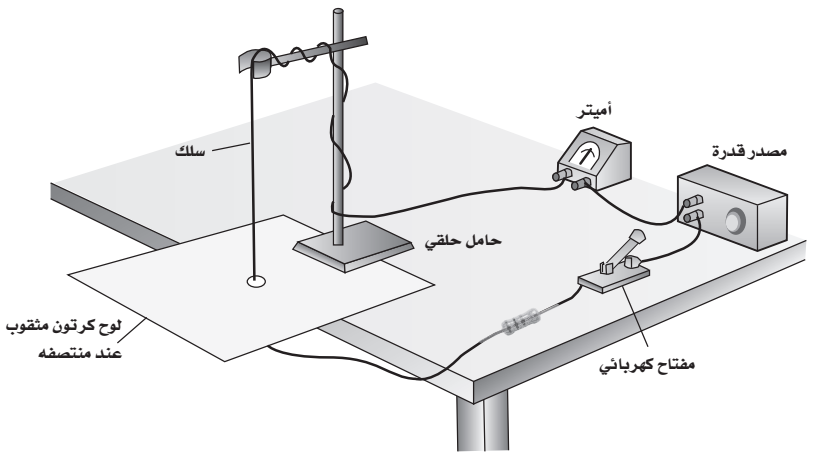
- بوصلة
- مصدر قدرة DC
- أميتر
- سلك موصل سميك ومعزول
- مسمار حديدي كبير
- مفتاح كهربائي
- حامل بحلقة
- برادة حديد
- لوح كرتون
- ورقة
- مسطرة مترية
- شريط لاصق
- علبة مشابك ورق فولاذية

الخطوات

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

1. ضع لوح الكرتون على حافة الطاولة. مرر سلكًا مستقيمًا وبشكل رأسي من خلال ثقب في وسط لوح الكرتون، كما هو موضح في الشكل 1. ثم مرر طرفه العلوي على حامل الحلقة والمشبك، ومن ثم إلى جهاز الأميتر، ومنه إلى الطرف الموجب لمصدر القدرة، بحيث يبقى السلك المار من الثقب إلى المشبك رأسيًّا.

2. يجب أن يمر طرف السلك السفلي داخل لوح الكرتون رأسيًّا على أن يصل إلى بعد 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 1

أغلق المفتاح الكهربائي، واضبط التيار على A (3–2). 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.*

3. 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 شقًّا وثقبًا في قطعة ورق وضعها فوق لوح الكرتون، بحيث يكون السلك في الوسط. انثر برادة الحديد فوق الورقة حول السلك.
2. أغلق مفتاح الدائرة واضبط التيار على 4.0 A تقريبًا. اطرق لوح الكرتون برفق عدة مرات بأصابعك. اقطع التيار الكهربائي. دوّن ملاحظاتك في الجزء B من بند البيانات والمشاهدات.
3. اطرق لوح الكرتون طرقات خفيفة حوله لجعل برادة الحديد غير مرتبة. ثم أغلق الدائرة، وقلل مقدار التيار ليصبح 2.5 A ثم اطرق لوح الكرتون بأصابعك برفق عدة مرات حوله . ثم دوّن ملاحظاتك.
4. اطرق لوح الكرتون طرقات خفيفة حوله لجعل برادة الحديد غير مرتبة. ثم أغلق الدائرة، وقلل مقدار التيار ليصبح 0.5 A ثم اطرق لوح الكرتون بأصابعك برفق عدة مرات. ثم دوّن ملاحظاتك. أعد برادة الحديد إلى الوعاء.

C. المجال المغناطيسي حول الملف الدائري

1. أزل السلك المستقيم من لوح الكرتون. اعمل في وسط السلك خمس لفات من السلك حول يدك لتكون ملفًّا من السلك بقطر 10 cm تقريبًا. ثبّت اللفات 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 أمسك الملف في مستوى رأسي، وقرب البوصلة إلى الملف، وحركها داخل الملف السلكي ، ثم حركها حوله؛ وارسم اتجاه المجال المغناطيسي حول الملف في الجزء C من بند البيانات والمشاهدات. بيِّن التوصيلات الموجبة والسالبة للملف الذي صنعته.

D. المغناطيس الكهربائي

1. فك اللفات الكبيرة. ثم لف السلك حول مسمار أو أي قلب حديدي إلى أن يتغطى نصف القلب تقريبًا. ثم صل طرفي الملف إلى مصدر القدرة مرورًا بالمفتاح الكهربائي والأميتر. ثم أغلق المفتاح الكهربائي واضبط مقدار التيار ليصبح 1.0A تقريبًا، وقرّب المسمار إلى العلبة التي تحتوي على مشابك الورق، وشاهد عدد المشابك التي يمكن أن يلتقطها المغناطيس الكهربائي. ثم افتح الدائرة ودوّن ملاحظاتك في الجزء 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 وكرر 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 تيارات مختلفة.

.....

.....

C. المجال المغناطيسي حول الملف

الملاحظات حول المجال المغناطيسي حول ملف سلكي موصل يحمل تيارًا.

.....

.....

D. المغناطيس الكهربائي

دون ملاحظاتك حول تأثير كلٍ مما يأتي 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 قاعدة اليد اليمنى على سلك طويل مستقيم يحمل تيارًا كهربائيًّا لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي ؟

.....

.....

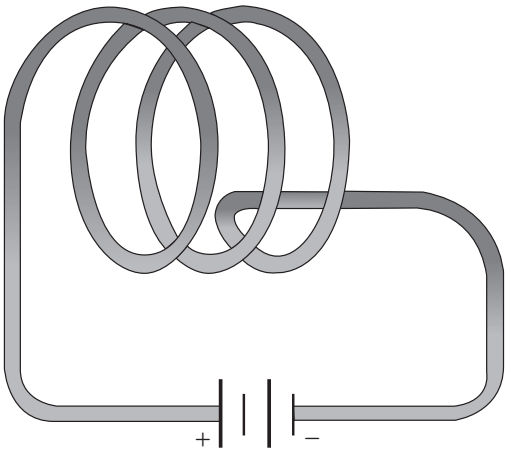
.....

.....

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

.....

3. في الشكل 2 ارسم اتجاه المجال المغناطيسي، وأقطاب الملف عندما يمر فيه تيار كهربائي.



الشكل 2

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.

.....

.....

.....

احتياطات السلامة

المواد والأدوات

- كأس زجاجية مدرجة سعتها 100 ml
- سلك نحاسي معزول وسميك (60 m)
- حامل معدني
- مشبكا حامل بحلقة
- شريط لاصق
- مغناطيسا حذوة فرس
- ورق صنفرة ناعمة
- أسلاك توصيل فم التمساح
- مقاوم قدرته 0.5 W، وقيمته تتراوح بين Ω(10 – 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 ويسمى بالملف. ويوضع الملف داخل مجال مغناطيسي قوي. وعندما يدور الملف يقطع السلك المجال المغناطيسي، فتتولد فيه قوة دافعة كهربائية حثية $EMF = BL\upsilon$، حيث تمثل B مقدار المجال المغناطيسي، وتمثل L طول السلك الذي يدور في المجال، وتمثل υ السرعة التي تدور بها اللفات داخل المجال المغناطيسي. المحرك الكهربائي عكس المولد الكهربائي؛ ففي المحرك الكهربائي يعمل المجال المغناطيسي للتيار الكهربائي، والمؤثر في الملف الذي يمر فيه تيار على تدوير الملف نفسه في المجال المغناطيسي. وتعمل قوى التجاذب والتنافر المتناوبين مع مغانط ثابتة على استمرارية تدوير الملف وتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية.

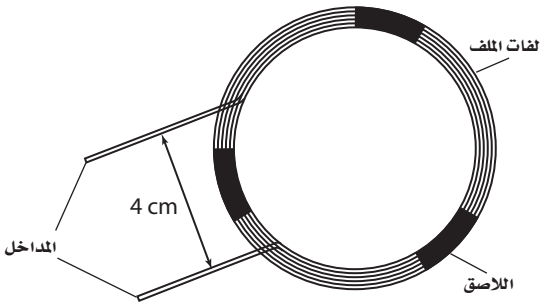
الأهداف

يتوقع بعد إجراء هذه التجربة أن أكون قادرًا على:

- **توضيح** الحركة الميكانيكية للملف السلكي الموضوع داخل المجال المغناطيسي.
- **ملاحظة** كيفية حركة ملفين سلكيين متصلين وموضوعين داخل المجالات المغناطيسية.
- **توضيح** الفرق بين كل من المولد الكهربائي، والمحرك الكهربائي.
- **استنتاج** قانون لنز عمليًّا.

الخطوات

1. لـف ملفيـن مـن السـلك النحاسـي المعـزول حـول الـكأس الزجاجية المدرجـة بحيـث يتكـون كل ملف من 120 لفة، اترك 50 cm من السـلك عند كل من طرفي الملف، ويمكن تسـمية هذين الطرفين بمدخلي الملف. اجعل بين مدخلي الملف مسـافة 4 cm عند الجهة نفسـها من الملف. كما هو موضح في الشـكل 1. بعد عمل كل ملف اسحبه برفق عن الكأس، ولف عدة لفات من الشريط اللاصق حول أجزاء منه للحفاظ على شكله.

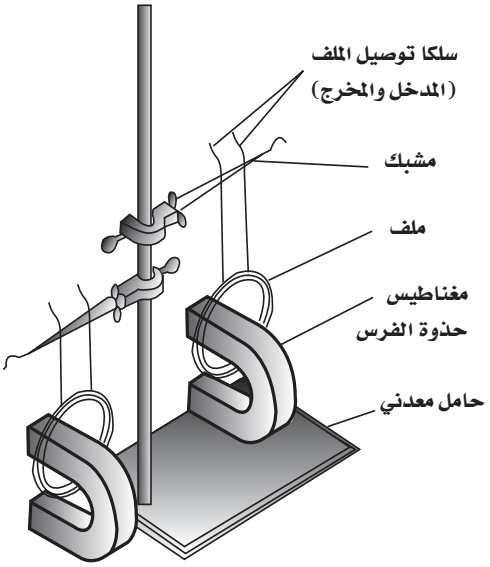


الشكل 1

يجـب أن يكـون طـول كل مـن مدخلـي الملـف 50 cm تقريبًـا، 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 المشـبك على ارتفاع 45 cm من قاعدة الحامل، وضع المشـبك الثاني بعد الأول لكن في اتجاه معاكس له. علق الملفين بالمشـبكين، كما هو موضح في الشـكل 2، واسـتخدم الشريط اللاصق لتثبيت أسلاك الملفين بالمشبكين، ثم ضع مغناطيسي حذوة الفرس كما هو موضح في الشكل، ثم عدّل ارتفاع المشبكين بحيث يدخل أحد طرفي كل مغناطيس في مركز كل ملف بحرية لعدة سنتمترات.



الشكل 2

4. استخدم أسلاك توصيل فم التمساح لتوصيل مداخل أحد الملفين بمداخل الملف الآخر. اجعل أحد الملفين يتأرجح أفقيًّا عند المغناطيسين، ودوّن ملاحظاتك في الفقرة 1 من بند البيانات والمشاهدات.

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

6. زد اتساع التأرجح للملف، ودوّن ملاحظاتك في الفقرة 3 من بند البيانات والمشاهدات.

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

8. استخدم الأسلاك لتوصيل مقاومة بين طرفي أحد الملفين، وابدأ بأرجحته، ولاحظ حركته، ودوّن ملاحظاتك في الفقرة 5.

البيانات والمشاهدات

1. الملاحظات حول الملف المتأرجح المتصل مع الملف الآخر.

.....

.....

.....

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

.....

.....

.....

3. الملاحظات حول الملف المتأرجح عند زيادة اتساع الأرجحة.

.....

.....

.....

4. الملاحظات حول نظام الملف المتأرجح عند فصل الملفات.

.....

.....

.....

5. الملاحظات حول الملف المتأرجح عند وصل المقاومة.

.....

.....

التحليل والاستنتاج

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

.....

.....

.....

.....

.....

2. استخدم ملاحظاتك من الفقرة 2 لتفسير حركة الملفات.

.....

.....

.....

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

.....

.....

.....

4. قارن معدلات 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. عندما يضاف حمل كهربائي أو يزداد على مولد، لماذا يكون من الصعب أن يستمر المولد في الدوران؟ (يمكنك أن تشعر بهذا الأثر عندما تشغل مصابيح الدراجة الهوائية باستخدام المولد الذي يعمل بحركة البدّال).

.....

.....

.....

احتياطات السلامة

المواد والأدوات

- ملف ثانوي، وملف ابتدائي بأعداد لفات مختلفة
- مصدر قدرة متناوب AC صغير
- فولتمتر خاص بالتيار المتناوب AC
- مصدر قدرة مستمر DC صغير
- أسلاك توصيل مزودة بمشابك
- مصباح كهربائي صغير متصل بأسلاك

ما العلاقة بين جهدي ملفي المحول؟

المحول عبارة عن جهاز لا يتكون من أجزاء متحركة، حيث يتركب من دائرتين كهربائيتين ترتبطان بوساطة مجال مغناطيسي. ويستخدم المحول لرفع أو خفض فرق الجهد المتناوب AC.

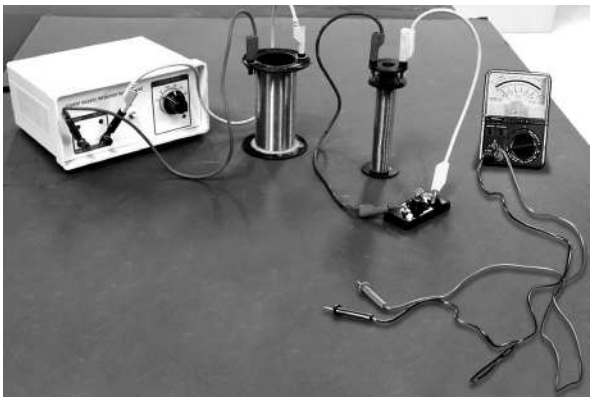
الأهداف

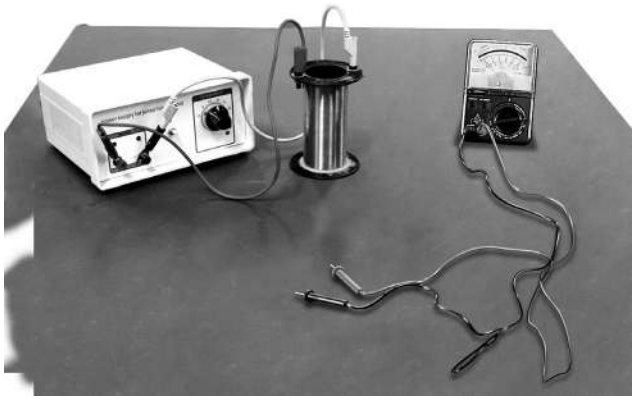
يتوقع بعد إجراء هذه التجربة أن أكون قادرًا على:

- **وصف** كيف يعمل المحول الكهربائي.
- **ملاحظة** أثر الجهد الكهربائي المستمر DC في المحول.
- **ملاحظة** أثر الجهد الكهربائي المتناوب AC في المحول.

الخطوات

1. قدّر عدد لفات كل من الملفين الابتدائي والثانوي، وذلك عن طريق عدّ اللفات في كل 1 cm، ثم ضرب ذلك في طول الملف بالسنتمترات. يتكون الملف الابتدائي من طبقة واحدة، أما الملف الثانوي فيتكون من طبقتين من الأسلاك، لذا يتعين عليك مضاعفة عدد لفاته. دوّن نتائجك في جدول البيانات1.
2. صل طرفي التوصيل للمصباح الكهربائي مع الملف الثانوي، ثم ضع الملف الثانوي داخل الملف الابتدائي بعناية، ثم أدخل قلب الحديد داخل الملف الثانوي بعناية.
3. شغل مصدر القدرة المستمر DC. وصل السلك الموجب لمصدر القدرة بأحد طرفي التوصيل في الملف الابتدائي. وصل السلك السالب لمصدر القدرة بالطرف الثاني للملف الابتدائي. لاحظ المنطقة التي لامست بها السلك بطرف الملف. ودوّن ملاحظاتك في جدول البيانات 2.





جدول البيانات 1			
عدد لفات الملف الابتدائى N_p	عدد لفات الملف الثانوي N_s	جهد الملف الابتدائى V_p	جهد الملف الثانوي V_s

جدول البيانات 2	
ملاحظة الخطوة 3	
ملاحظة الخطوة 4	
ملاحظة الخطوة 5	
ملاحظة الخطوة 6	
ملاحظة الخطوة 8	
ملاحظة الخطوة 9	

4. راقب المصباح الكهربائي في أثناء التوصيل. ماذا يحدث عند ملامسة السلك لطرف الملف الابتدائي وعند فصله عنه؟ دوّن ملاحظاتك في جدول البيانات 2.

5. لامس السلك السالب بطرف الملف الابتدائي مدة 5 ثوان وراقب المصباح، ودوّن ملاحظاتك في جدول البيانات.

6. افصل مصدر القدرة المستمر، ثم صل مصدر القدرة المتناوب AC بطرفي التوصيل في الملف الابتدائي، ثم شغّل المصدر وراقب المصباح. ودوّن ملاحظاتك في جدول البيانات 2.

7. اختـر تدريج AC للفولتمتر الذي تسـتخدمه، وصله بطرفي الملف الابتدائـي، وقس الجهد المطبق. ثم افصل الفولتمتر عن الملف الابتدائي، وصله مع طرفي الملف الثانوي، وقس الجهد. دوّن قراءتي الفولتمتر في جدول البيانات 1.
8. أعـد الخطوة 7 لكن مع سـحب القلـب الحديدي تدريجيًّا من الملف الثانوي. مـاذا يحدث لإضاءة المصباح؟ قس الجهد في الملفين الابتدائي والثانوي عند سحب القلب. ودوّن قياساتك في جدول البيانات 2.
9. المس القلب الحديدي بلطف، ماذا تلاحظ؟ ودوّن ملاحظاتك في جدول البيانات 2.

التحليل

1. احسب النسبة Ns /Np من بياناتك المدوّنة في الجدول.
2. احسب النسبة Vs /Vp من بياناتك المدوّنة في الجدول.
3. **تفسير البيانات** كيف تقارن بين Ns /Np و Vs /Vp؟
4. **تعرّف السـبب والنتيجة** اسـتنادًا إلى البيانـات الخاصة بالخطوة 7، هل هذا المحول رافـع أم خافض؟ ما دليلك على ذلك؟

الاستنتاج والتطبيق

1. **استنتج** كيف تفسر ملاحظاتك على المصباح في الخطوة 4؟
2. **استنتج** كيف تفسر الظاهرة التي لاحظتها على التوصيل السالب للملف الابتدائي في الخطوة 3؟
3. **اسـتنتج** كيـف تفسـر ملاحظاتك حول جهـدي الملفين الابتدائـي والثانوي عند سـحب القلـب الحديدي في الخطوة 8؟
4. **استنتج** درجة حرارة القلب الحديدي التي لاحظتها في الخطوة 9.

التوسع في البحث

لماذا يعمل المحول بوساطة التيار المتناوب فقط، ولا يعمل بوساطة التيار المستمر؟

الفيزياء في الحياة

ناقش استخدام المحولات في المساعدة على نقل الكهرباء من محطات توليد الكهرباء إلى منزلك.

احتياطات السلامة

- استخدم دائمًا نظارة واقية ومعطفًا.
- البس القفازين عند ثني سلك الشاشة أو حمله.
- كن حذرًا عند استعمال الدبابيس لتجنب خدش الجلد.

المواد والأدوات

- مذياع AM–FM صغير يعمل على بطارية
- صندوقان صغيران من الكرتون
- صندوق فلزي أو علبة بغطاء
- رقائق ألومنيوم
- أكياس تحمي من التفريغ الكهربائي (كالمستخدمة في حماية قطع الحاسوب)
- شاشة فلزية
- شريط لاصق
- قفازات جلدية
- مكبس

ما المواد التي تحجب الموجات الكهرومغناطيسية؟

يتكون الطيف الكهرومغناطيسي من عدة أنواع من الإشعاعات الكهرومغناطيسية. ويمكن تصنيف هذه الإشعاعات وفق ترددتها أو أطوالها الموجية؛ فلأشعة جاما أكبر تردد وأكبر طاقة، بينما طولها الموجي يشكل جزءًا من النانومتر. وسوف تستقصي في هذه التجربة قدرة المواد المختلفة على حجب موجات الراديو.

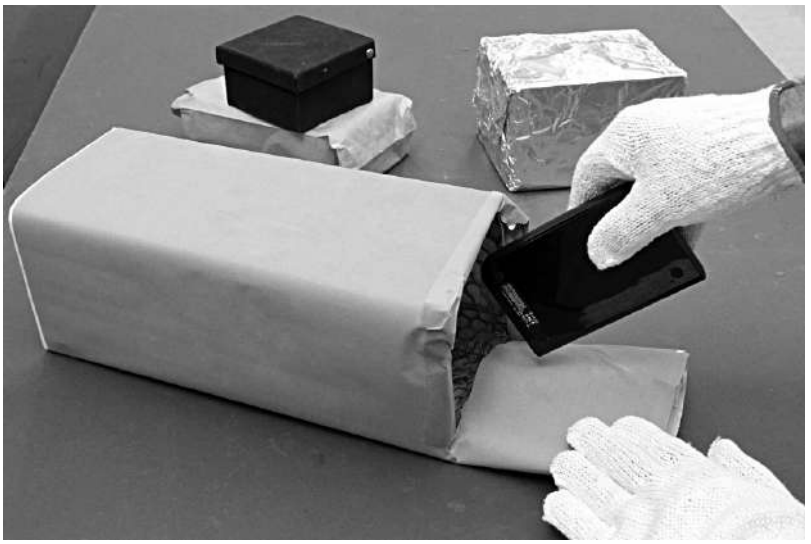
الأهداف

يتوقع بعد إجراء هذه التجربة أن أكون قادرًا على:

- **تجريب** مواد مختلفة لمعرفة فاعليتها في حجب الموجات الكهرومغناطيسية.
- **ملاحظة واستنتاج** أنواع المواد التي تحجب موجات الراديو.
- **تجميع وتحليل** بيانات عن أنواع الحجب.

الخطوات

1. غلف السطح الخارجي لاحد الصندوقين برقائق الألومنيوم.
2. حضر صندوقًا مصنوعًا من أسلاك مشبكة. وذلك بطيّ قطعة من الأسلاك المشبكة، بحيث تصبح على هيئة صندوق له أربعة أوجه ومفتوح الطرفين. استخدم المكبس لتثبيت نهايات قطعة الأسلاك المشبكة بعضها ببعض، وتأكد من أن الصندوق واسع وكبير بحيث يمكن إدخال المذياع فيه. اقطع جزءًا من الأسلاك المشبكة بحيث تغلق بوساطتها أحد طرفي الصندوق المفتوح بإحكام، ثم استعمل قطعة أخرى من الأسلاك المشبكة لتغلق الطرف الآخر للصندوق بحيث يصبح كالباب يمكن فتحه أو إغلاقه.
3. شغّل المذياع ووالفه مع أقوى إشارة من محطة AM. دوّن تردد المحطة. ويمكن معرفة التردد من خلال مؤشر المذياع أو من خلال الاستماع إلى بث المحطة؛ فقد يذكر التردد.



4. احمل المذياع، وغطه بذراعيك، وأهمل انخفاض الصوت لأنك تغطي السماعة. كيف تأثر استقبال الإشارة؟ دوّن ملاحظاتك.
5. ضع المذياع داخل صندوق الكرتون، وضع غطاء الصندوق، وأصغ إلى استقبال المذياع، ودوّن ملاحظاتك.
6. كرر الخطوة 5 أربع مرات أخرى باستخدام الصندوق المغطى بالألومنيوم، والصندوق المصنوع من الأسلاك المشبكة (المغلق الباب)، والصندوق الفلزي (المغلق الغطاء) والكيس الذي يحمي من التفريغ الكهربائي على الترتيب.
7. غيّر مؤشر المذياع إلى حزمة FM، ووالفه مع أقوى محطة. ودوّن تردد المحطة. ثم كرر الخطوات 4–6.

التحليل

1. **التلخيص** أي المواد أكثر فاعلية لحجب موجات الراديو؟
2. **استخدام الأرقام** احسب الطول الموجي لكل تردد استخدمته في المذياع. وتذكر أن $c = f\lambda$، حيث c سرعة الموجات الكهرومغناطيسية وتساوي $3.00\ 810 \times m/s$
3. **المقارنة** ما العلاقة بين الطول الموجي للموجة المستخدمة في المذياع واتساع الفتحة أو الفتحات في المواد المستخدمة لحجب موجات الراديو؟
4. **تفسير البيانات** ما الصفات المشتركة بين المواد التي تعمل على حجب موجات الراديو؟

جدول البيانات							
الحزمة	التردد	الحاجب	الملاحظات	الحزمة	التردد	الحاجب	الملاحظات
AM		ذراع شخص		FM		ذراع شخص	
AM		صندوق كرتون		FM		صندوق كرتون	
AM		صندوق كرتون مغطى بألومنيوم		FM		صندوق كرتون مغطى بألومنيوم	
AM		صندوق الأسلاك المشبكة		FM		صندوق الأسلاك المشبكة	
AM		صندوق فلزي		FM		صندوق فلزي	
AM		أكياس تحمي من التفريغ الكهربائي		FM		أكياس تحمي من التفريغ الكهربائي	

الاستنتاج والتطبيق

1. اشرح قدم شرحًا حول ما قد يحدث للمجالات الكهربائية والمغناطيسية لموجات الراديو التي منعت من الوصول إلى المذياع باستخدام المواد الحاجبة.
2. استنتج لماذا لم تكن تغطية المذياع بذراعيك فعّالة في إيقاف موجات الراديو؟
3. استخدم التفسير العلمي تمتص مياه المحيط موجات الراديو وتحدّ من اختراقها بحيث تصل إلى عمق يساوي طول الموجة تقريبًا تحت السطح. وبسبب ذلك تستخدم موجات بترددات صغيرة جدًّا Hz (80–40) للتواصل مع الغواصات تحت الماء. لماذا قد تستخدم مواقع الإرسال في منطقة نائية وبعيدة عن المحيط إشارات راديو ذات قدرة كبيرة في الاتصالات البحرية؟ (مساعدة: قدر الطول لهوائي طوله يساوي نصف الطول الموجي).

التوسع في البحث

كيف يكون حجم الثقوب في الأسلاك الفلزية المشبكة الموضوعة على باب فرن الميكروويف، مقارنة بطول موجة الميكروويف التي ترددها 2.4 GHz؟

الفيزياء في الحياة

افترض أنك تريد إرسال بعض الصور أو المعلومات المخزّنة على القرص المغناطيسي لحاسوبك إلى صديقك، فما الذي يتعين عليك عمله لحماية القرص من الموجات الكهرومغناطيسية خلال الإرسال؟

التعليم
محتقبل البحرين