



وزارة التعليم
Ministry of Education

فيزياء ٣

التعليم الثانوي - نظام المقررات
(مسار العلوم الطبيعية)



دليل التجارب العملية

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 ٣

أعدّ النسخة العربية : شركة العبيكان للتعليم

التحرير والمراجعة والمواءمة

د. أحمد محمد رفيع

خلدون سليمان مصاروة

ربحي سعيد حميدي

زهير يوسف حداد

عبدالرحمن بن علي العريني

التعريب والتحرير اللغوي

نخبة من المتخصصين

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 ©، ٢٠٠٩م.

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

لا يسمح بإعادة إصدار هذا الكتاب أو نقله في أي شكل أو واسطة، سواء 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 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 أيضاً مع طبيعة العلم باعتباره مادة وطريقة، وتعتمد في الوقت نفسه على فلسفة المناهج المطورة، وفقاً لأحدث التوجهات التي تنطلق من مبادئ التربية العلمية ومعاييرها العالمية.

وتهدف هذه المناهج بموادها التعليمية المختلفة - ومنها هذا الدليل المصاحب لكتاب فيزياء ٣ - 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 فيزياء ٣ وسياق الموضوعات المقدمة 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 هذا الدليل، فإننا لنأمل أن تكون قادراً على استيعاب الأهداف المنشودة، وتحقيقها من خلال تنفيذ التجارب الواردة فيه، وأن تتفاعل مع معلمك والمعنيين في المختبر تفاعلاً إيجابياً في جميع المجالات والمستويات، بدءاً بمراعاة مبادئ الأمن والسلامة، ومروراً بالتخطيط والتصميم والتجريب، وانتهاءً بالتحليل والاستنتاج.

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

قائمة المحتويات

5	تعزيز الاتجاهات العلمية
9	الإسعافات الأولية في المختبر
10	احتياطات السلامة في المختبر
11	المخاطر والاحتياطات اللازم مراعاتها
12	مرجع الفيزياء
14	إعداد وكتابة تقارير التجارب
16	1-1 كيف يمكنك التقليل من الوهج؟
21	2-1 أين تتكوّن صورتك في المرآة؟
27	3-1 العدسات المحدبة والعدسات المقعرة
33	3-2 كيف ينحرف الضوء؟
39	4-1 ما الطول الموجي؟
45	4-2 ما الهولوغرام؟
51	5-1 كيف تشحن الأجسام؟
56	6-1 كيف يمكن تخزين كميات كبيرة من الشحنات؟
62	7-1 هل الطاقة محفوظة في عملية تسخين الماء؟
68	8-1 كيف تعمل المقاومات الموصولة معًا على التوازي؟

تعزير الاتجاهات العلمية

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 أنشطة المختبر، حيث تقوم بوضع الفرضيات والتحقق من صحتها، وإجراء التجارب، وجمع البيانات وتسجيلها وتمثيلها بيانيًا، 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 قيمة ما؛ مثل الطول أو الكتلة.

استخدام الأرقام للتعبير عن الأفكار، والملاحظات، والعلاقات.

ضبط المتغيرات تحديد وإدارة العوامل المختلفة التي يمكن أن 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 نسبيًا من الأحداث بوضع تعميم مؤقت، ومن ثم اختباره؛ سواء في الحال، أو في نهاية تجربة أو أكثر.

تعزيز الاتجاهات العلمية

التجربة

نُظِّمَت 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.

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

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

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

وأما في جزء التحليل والاستنتاج فسوف تربط المشاهدات والبيانات بالمبادئ العامة في فقرة

أهداف التجربة، وسترسم المنحنيات البيانية وتفسرها، وتضع الاستنتاجات المتعلقة بالبيانات. ويتضمن جزء التوسع والتطبيق خطوات عمل إضافية، ومسائل توسع آفاق التجربة، وتتيح لك التعمق في بعض أوجه المفهوم الفيزيائي الذي قمت باستقصائه، كما يشرح التطبيقات العملية الحالية للمفهوم.

وقد جاءت بعض التجارب تحت عنوان «صمم تجربتك»، وعلى 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 محتملاً 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 تحتار في استخدام جميع هذه المواد، أو بعضها وهنا يأتي دور المعلم الذي يقدم لك المساعدة اللازمة حول الاستخدام الآمن للمواد، وذلك بعد اطلاعه على خطوات العمل التي اقترحتها لتجربتك. وفي معظم الحالات يقدم لك جدولاً لتدوين بياناتك فيه. كما تساعدك أسئلة التحليل والاستنتاج على فهم

تعزيز الاتجاهات العلمية

اتَّبِع 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 مساوياً 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 إجراءاته، 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 فإن تقارب قيمها يشير 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)،

البيانات التي حصلت عليها؛ لتقرر إذا كانت تدعم فرضيتك أم لا.

وأخيراً 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 مبدأً أساسياً، 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 دائماً مع القيم المقبولة في القياس لأسباب مختلفة، منها مثلاً أن التجهيزات المختبرية قد تكون غير متطورة بحيث تمكّن من تنفيذ التجربة بشكل دقيق، كما أن الزمن المخصص للتجربة قد لا يكون كافياً. 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

تعزيز الاتجاهات العلمية

وربما تكون الدقة قليلة وتكون النتائج صحيحة، وذلك عندما يكون متوسط البيانات قريباً من القيمة المعيارية (الضبط). والشيء المثالي هو الحصول على قياس دقيق ومضبوط في الوقت نفسه.

الرسوم البيانية

كثيراً 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 بيانياً 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.

الإسعافات الأولية في المختبر

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.
الصدمة الكهربائية	تزويد الشخص بالهواء المنعش، وتمديد الشخص المصاب في وضع يكون فيه الرأس منخفضاً عن باقي الجسم، وإجراء عملية التنفس الاصطناعي إذا كان ضرورياً.
الإغماء أو الانهيار	استدعاء الإسعاف فوراً.
الحريق	إقفال جميع مصادر اللهب وإغلاق صنادير الغاز، ولف المصاب ببطانية الحريق، واستعمال طفاية الحريق لإخماد النار. لا يستخدم الماء لإطفاء الحريق؛ فقد يتفاعل مع المواد المحترقة فيسبب ازدياد الحريق.
مادة مجهولة في العين	غسل العين بالماء النظيف.
التسمم	معرفة العامل المسبب للتسمم، وإبلاغ المعلم للقيام باللائم.
النزف الشديد	الضغط على الجرح لوقف النزيف، وطلب المساعدة الطبية في الحال.
الحروق الناتجة عن انسكاب المواد القاعدية	استخدام حمض اليوريك H_3BO_3 ، وغسل 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 مكاناً آمناً. وانتبه إلى أنك لست مطالباً بالمحافظة على سلامتك الشخصية فحسب، بل على سلامة زملائك ومعلمك أيضاً.

1. استخدام 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 تجر أي تجارب غير مقررة، واطلب الإذن من معلمك دائماً 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. استخدم 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 اربطي الشعر الطويل إلى الخلف (للطالبات)، وأحكم الملابس الفضفاضة. وفي حال وصول النار إلى ملابسك، قم بإخمادها ببطانية أو معطف، أو طفاية الحريق، وحذار أن تركز قبل إطفائها.
9. التزم تماماً بتعليمات معلمك وتوجيهاته عند استخدام المواد السامة أو المواد القابلة للاشتعال، وإن سكبت حمضاً أو مادة كيميائية فعالة قد تسبب التآكل فاغسل مكان تأثيرها بالماء فوراً.
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 واقفاً على أرض رطبة.
12. بعد الانتهاء من الاستقصاء، تأكد من إغلاق صنبور المياه والغاز، وافصل الوصلات الكهربائية، ونظف مكان عملك، وأعد جميع المواد والأجهزة إلى الأماكن المخصصة لها، واغسل يديك جيداً 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 المفضلة أو في سلة المهملات.	تخلص من المخلفات وفق تعليمات المعلم.
 ملوثات حيوية بيولوجية	مخلوقات ومواد حية قد تسبب ضرراً 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 جيداً.
 درجة الحرارة المؤذية	الأشياء التي قد تحرق الجلد بسبب حرارتها أو برودتها الشديدين.	غليان السوائل، السخانات الكهربائية، الجليد الجاف، النيتروجين السائل.	استعمال قفازات واقية.	اذهب إلى معلمك طلباً للإسعاف الأولي.
 الأجسام الحادة	استعمال الأدوات والزجاجات التي تجرح الجلد بسهولة.	المقصات، الشفرات، السكاكين، الأدوات المديبة، أدوات التشريح، الزجاج المكسور.	تعامل بحكمة مع الأداة، واتبع إرشادات استعمالها.	اذهب إلى معلمك طلباً للإسعاف الأولي.
 الأبخرة الضارة	خطر محتمل على الجهاز التنفسي من الأبخرة.	الأمونيا، الأستون، الكبريت الساخن، كرات العث (العثالين).	تأكد من وجود تهوية جيدة، ولا تشم الأبخرة مباشرة، وارتد كمامة.	اترك المنطقة، وأخبر معلمك فوراً.
 الكهرباء	خطر محتمل من الصعقة الكهربائية أو الحريق.	تأريض غير صحيح، سواحل منسكبة، تماس كهربائي، أسلاك معزلة.	تأكد من التوصيلات الكهربائية للأجهزة بالتعاون مع معلمك.	لا تحاول إصلاح الأعطال الكهربائية، واستعن بمعلمك فوراً.
 المواد المهيجة	مواد قد تهيج الجلد أو الغشاء المخاطي للحناء التنفسية.	حبوب اللقاح، كرات العث، سلك الموائع، ألياف الزجاج، برمنجنات البوتاسيوم.	ضع واقياً للغباء وارتد قفازين وتعامل مع المواد بحرص شديد.	اذهب إلى معلمك طلباً للإسعاف الأولي.
 المواد الكيميائية	المواد الكيميائية التي قد تتفاعل مع الأنسجة والمواد الأخرى وتلفها.	المبيضات مثل فوق أكسيد الهيدروجين والأحماض كحمض الكبريتيك، والقواعد كالأمونيا وهيدروكسيد الصوديوم.	ارتد نظارة واقية، وقفازين، واللبس 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، البود، النباتات السامة.	اتبع تعليمات معلمك.	اغسل يديك جيداً بعد الانتهاء من العمل، واذبح إلى معلمك طلباً للإسعاف الأولي.
 مواد قابلة للاشتعال	بعض الكيماويات التي يسهل اشتعالها بواسطة اللهب، أو الشرر، أو عند تعرضها للحرارة.	الكحول، الكبروسين، الأستون، برمنجنات البوتاسيوم، الملابس، الشعر.	تجنب مناطق اللهب عند استخدام هذه الكيماويات.	أبلغ معلمك طلباً للإسعاف الأولي واستخدم طفاية الحريق إن وجدت.
 اللهب المشتعل	ترك اللهب مفتوحاً بسبب 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 طلباً للإسعاف الأولي واستخدم طفاية الحريق إن وجدت.

 غسل اليدين	 نشاط إشعاعي	 سلامة الحيوانات	 وقاية الملابس	 سلامة العين
اغسل يديك بعد كل تجربة بالماء والصابون قبل نزع النظارة الواقية.	يظهر هذا الرمز عند استعمال مواد مشعة.	يشير هذا الرمز إلى التأكيد على سلامة المخلوقات الحية.	يظهر هذا الرمز عندما تسبب المواد بقعاً أو حريقاً للملابس.	يجب دائماً ارتداء نظارة واقية عند العمل في المختبر.

مرجع الفيزياء

الاستجابة اللونية للعين لمختلف الأطوال الموجية للضوء

الطول الموجي		
m	nm	اللون
أقل من 3.8×10^{-7}	أقل من 380	فوق البنفسجية
$(4.0-4.2) \times 10^{-7}$	400-420	البنفسجي
$(4.4-4.8) \times 10^{-7}$	440-480	الأزرق
$(5.0-5.6) \times 10^{-7}$	500-560	الأخضر
$(5.8-6.0) \times 10^{-7}$	580-600	الأصفر
$(6.2-7.0) \times 10^{-7}$	620-700	الأحمر
أكثر من 7.6×10^{-7}	أكثر من 760	تحت الحمراء

مرجع الفيزياء

معامل الانكسار لبعض المواد

المادة	معامل الانكسار
الهواء	1.00029
الكحول	1.36
البنزين	1.50
البيزل (الياقوت الأخضر)	1.58
ثاني أكسيد الكربون	1.00045
زيت القرفة	1.6026
زيت القرنفل	1.544
الألماس	2.42
العقيق	1.75
الزجاج التاجي	1.52
الزجاج الصواني	1.61
الزيوت المعدنية	1.48
زيت نبات عنب القطا	1.48
زيت الزيتون	1.47
الكوارتز المشكّل	1.46
معدن الكوارتز	1.54
التوباز (حجر كريم ملون)	1.62
التورمالين	1.63
زيت التربنتين	1.4721
الماء	1.33

إعداد وكتابة تقارير التجارب

إن أحد أهم جوانب العمل المختبري هو تحقيق النتائج التي حصلت عليها خلال الاستقصاء. لذا، فقد صُمِّم 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 لتسهيل 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 ملخص لكل من أهداف التجربة، وخطوات العمل، والخلفية النظرية للتجربة.
- b. المخططات، وتمثل رسوماً 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 عنواناً مناسباً، 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 جميعاً (لا تصل كل نقطة بها بعدها بخطوط منفصلة).

إعداد وكتابة تقارير التجارب

5. الحسابات

يجب أن تحتوي جميع الحسابات على ما يلي:

a. المعادلة الفيزيائية بصورتها المألوفة.

b. الحل الجبري للمعادلة.

c. تعويض الكميات المعروفة 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 واضحاً 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.

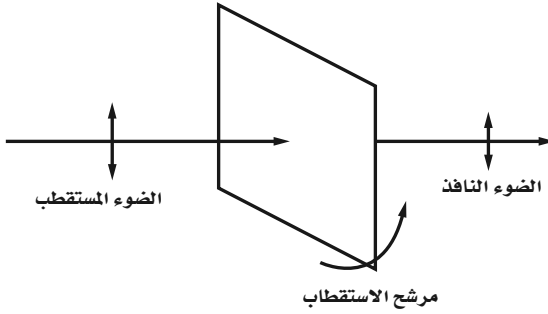
b. يستند على نتائج التجربة وبياناتها.

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 ضرورياً.

كيف يمكنك التقليل من الوهج؟

عندما تكون على شاطئ أو أثناء سباحتك في بركة سباحة، قد تلاحظ انعكاسا لضوء ساطع عن سطح الماء. يكون الضوء المنعكس عن سطح الماء مستقطبًا جزئيًا بالانعكاس.



يختلف الضوء المستقطب في شدته عند النظر إليه من خلال مرشح استقطاب دوار.

الشكل A

الموجات المستعرضة فقط يمكن استقطابها، أو جعلها تتذبذب في مستوى واحد. ولأن الضوء ينتقل على شكل موجات مستعرضة فإنه يمكن أن يُستقطب بالامتصاص، أو الانعكاس، أو التشتت عن الأجسام المصقولة أو المواد اللامعة. ويمكن استقطاب الضوء أيضًا عندما ينفذ من خلال مواد معينة. فإذا دوّرت مرشح استقطاب في أثناء مراقبة حزمة ضوء فقد تتباين شدة الضوء من المعتم إلى المضيء. وتكون موجات الضوء التي تتأثر بهذه الطريقة مستقطبة. أمّا إذا لم تتغير شدة الضوء المُراقب والمار خلال مرشح الاستقطاب الدوّار فإنه يكون غير مستقطب.

الأهداف

- تلاحظ الضوء من خلال مرشحات الاستقطاب.
- تُحدّد قطبية الضوء.
- تصف تطبيقات مرشحات الاستقطاب.

احتياطات السلامة



المواد والأدوات

- مرشح استقطاب
- مصباح كهربائي مع قابس وسلك
- مرآة مستوية
- نظارات واقية
- لوح زجاجي
- منقلة
- مسطرة

الخطوات

1. أمسك أحد مرشحات الاستقطاب، وضعه بين المصدر الضوئي وعينيك، ثم دوّر مرشح الاستقطاب 360° في أثناء مراقبتك للمصدر الضوئي وراقب شدة الضوء في أثناء تدوير المرشح. سجّل مشاهداتك في الجدول 1.
2. كرّر الخطوة 1، على أن تضيف مرشح استقطاب آخر. لاحظ ما يحدث لشدة الضوء في أثناء تدوير المرشح القريب من مصدر الضوء. سجّل مشاهداتك في الجدول 1.
3. أعد الخطوة 2 على أن تدوّر في هذه المرة مرشح الاستقطاب القريب من عينيك. سجّل مشاهداتك في الجدول 1.
4. استخدم مرشح استقطاب واحدًا، على أن تدوّر في أثناء مراقبتك للضوء المنعكس عن المرأة المستوية وراقب ما يحدث له. سجّل ملاحظاتك حول شدة الضوء في الجدول 2.
5. استخدم مرشح استقطاب واحدًا، على أن تدوّر في أثناء مراقبتك للضوء المنعكس عن اللوح الزجاجي، وراقب ما يحدث له. كرّر ذلك مع الضوء المنعكس عن سطح الطاولة اللامع. سجّل ملاحظاتك حول شدة الضوء في الجدول 2.

البيانات والملاحظات

الجدول 1
الملاحظات حول مصدر الضوء مع مرشح استقطاب واحد.
الملاحظات حول مصدر الضوء مع مرشحي استقطاب، وتدوير المرشح القريب من الضوء.
الملاحظات حول مصدر الضوء مع مرشحي استقطاب، وتدوير المرشح القريب من عينيك.

الجدول 2
الملاحظات حول الضوء المنعكس عن المرآة المستوية.
الملاحظات حول الضوء المنعكس عن اللوح الزجاجي.
الملاحظات حول الضوء المنعكس عن سطح الطاولة اللامع.

التحليل والاستنتاج

1. هل الضوء الصادر عن المصباح الكهربائي مُستَقْبَط؟ علل إجابتك.

.....

.....

.....

2. ماذا يحدث لشدة الضوء المُشاهد من خلال مرشّحي استقطاب عند تدوير أحد المرشحين؟ هل يُعدّ تحديد المرشّح الذي يجب أن يُدوّر مهمًّا؟ وكم يجب أن يُدوّر أحد المرشحين حتى ينتقل الضوء النافذ من الحد الأقصى للسطوع إلى الحد الأدنى؟

.....

.....

.....

3. ينص قانون (مالوس) على أن شدة الضوء الخارج من مرشّح الاستقطاب الثاني يساوي شدة الضوء الخارج من مرشّح الاستقطاب الأول مضروبًا في مربع جيب تمام الزاوية المحصورة بين محوري استقطاب المرشحين. هل تؤكّد مشاهداتك قانون (مالوس)؟ وضح إجابتك.

.....

.....

.....

4. هل الضوء المنعكس عن المرآة المستوية مُستقطب؟ علل إجابتك.

.....

.....

.....

5. هل الضوء المنعكس عن اللوح الزجاجي، أو المنعكس عن سطح طاولة المختبر اللامع مُستقطب؟ علل إجابتك.

.....

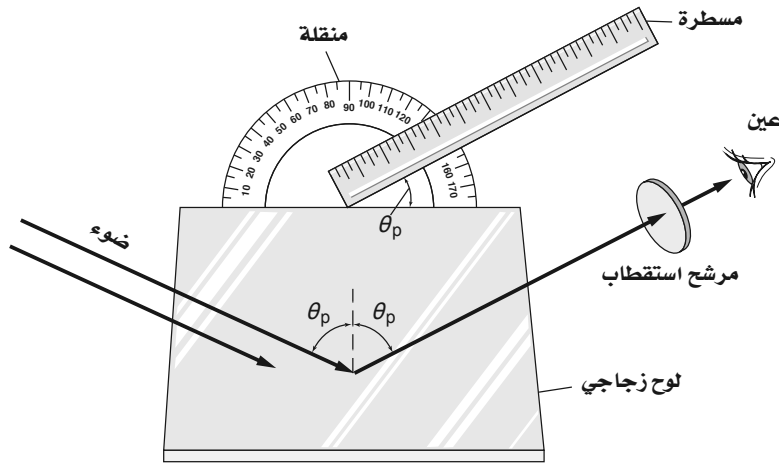
.....

.....

التوسّع والتطبيق

1. صف اتجاه مادة مُستقطبة تُستعمل في السيارات، بحيث يمكن للسائقين استخدام الأنوار العالية في الأوقات كلها.

2. استخدم مرشح استقطاب مفردًا لمشاهدة الضوء المنعكس عن لوح زجاجي. اختبر زوايا انعكاس مختلفة إلى أن يختفي الضوء المنعكس تمامًا، كما هو موضح في الشكل B. قس هذه الزاوية θ_p بالمنقلة. عندما يسقط ضوء غير مُستقطب على سطح مصقول وينعكس جزئيًا، فإما أن يُستقطب الضوء المنعكس جزئيًا، أو يُستقطب كليًا، أو لا يُستقطب، وذلك اعتمادًا على زاوية السقوط. وتُسمى زاوية السقوط التي يُستقطب عندها الضوء المنعكس كليًا زاوية الاستقطاب. وينص قانون الانعكاس على أن زاوية السقوط وزاوية الانعكاس متساويتان. وتُسمى العلاقة التي تربط بين زاوية الاستقطاب θ_p ومعامل انكسار n مادة السطح العاكس $n = \tan \theta_p$ قانون بروستر.



الشكل B

احسب معامل انكسار اللوح الزجاجي باستخدام زاوية الانعكاس المقاسة. استبدل باللوح الزجاجي وعاءً زجاجيًا يحتوي ماء، ثم قس زاوية السقوط التي يُستقطب عندها الضوء المنعكس كليًا، ثم احسب معامل انكسار الماء.

أين تتكوّن صورتك في المرآة؟

عندما يكون السطح العاكس أملس ومصقولاً يكون الانعكاس عنه منتظماً، وتكون دائماً زاوية سقوط شعاع ضوئي عند نقطة على سطح ما مساوية لزاوية انعكاسه. وكلتا الزاويتين مقيسة من العمود المقام الذي يُعدّ خطاً وهمياً متعامداً مع السطح العاكس عند نقطة الانعكاس. وعندما تسقط حزمة الأشعة الضوئية على السطح فإنها تسقط جميعها بالزاوية نفسها. لذلك تنعكس بالزاوية نفسها، ويُمكنك الانعكاس المنتظم من رؤية صورة مماثلة لك خلف المرآة المستوية.

ستستقصي في هذه التجربة موقع الصورة التي تكوّنها مرآة مستوية. وستنشئ باستخدام نموذج الشعاع الضوئي، مخططاً شعاعياً يُبين موقع الصورة الوهمية التي تكوّنها مرآة مستوية، وتستعمل أيضاً سطح عاكس جزئياً لكي تُحدّد فيزيائياً موقع الصورة الوهمية، وبعض خصائصها.

الأهداف

- تصف الصور التي تُكوّنها سطوح مستوية عاكسة مختلفة.
- تُقارن بين الأجسام والصور المتكوّنة لها بوساطة سطوح مستوية عاكسة.
- تكتب صفات الصور التي تكوّنها السطوح المستوية العاكسة.

الخطوات

A. موقع صورة نقطة

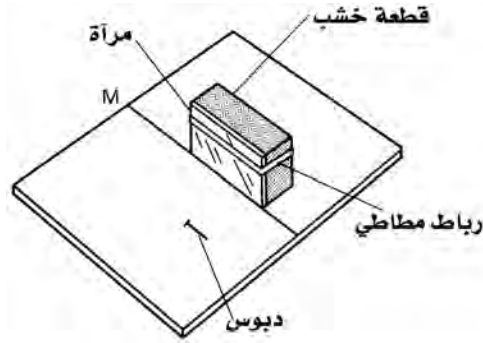
1. ثبّت ورقة على لوح الفلين باستخدام دبائيس الطبع، واستخدم المسطرة لرسم الخط M على امتداد عرض الورقة.

احتياطات السلامة



المواد والأدوات

- ملزمة
- لوح فلين
- مشبك ذو ثلاث شعب (عدد 2)
- مسطرة مترية
- أنبوب بلاستيكي على شكل حرف T
- رباط مطاطي
- 3 دبائيس مستقيمة وطويلة
- قضيب فلزي
- 4 دبائيس طبع
- مرآة مستوية رقيقة ذات خلفية فضية
- لوح شبه شفاف ملوّن من البلاستيك
- المقوى
- ورقة بيضاء (عدد 2)
- قطعة خشب صغيرة
- ساق تثبيت

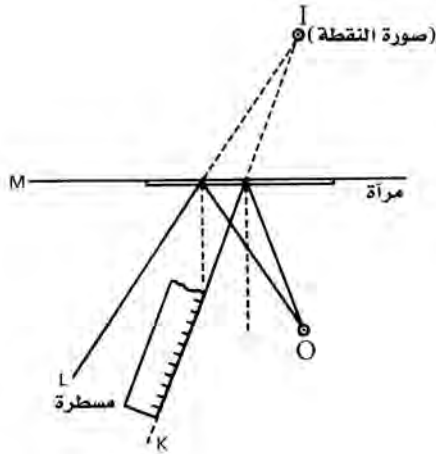


الشكل A

2. ثبت المرآة المستوية على قطعة الخشب باستخدام الرباط المطاطي، ثم ضع قطعة الخشب والمرآة على الورقة، على أن يكون سطح المرآة العاكس محاذيًا للخط M، وأن تكون المرآة في وسط الورقة ومتعامدة مع سطح الورقة، كما هو موضح في الشكل A.

3. حدد نقطة O باستخدام قلم الرصاص على الورقة أمام المرآة على بعد 4 cm منها، ثمثل هذه النقطة موقع الجسم. وثبت دبوسًا على الورقة ولوح الفلين عند النقطة O على أن يكون الدبوس قائمًا.

4. ضع المسطرة عن يسار الدبوس على بعد 5 cm تقريبًا منه، وانظر على امتداد حافة المسطرة، نحو صورة



الشكل B

الدبوس حتى ترى الصورة على امتداد حافة المسطرة، ثم ارسم القطعة المستقيمة K في اتجاه المرآة، بحيث لا تصل القطعة المستقيمة إلى المرآة، كما هو موضح في الشكل B.

5. حرّك المسطرة من 3 - 4 cm إلى اليسار، وانظر على امتداد حافة المسطرة نحو صورة الدبوس، حتى تمر الصورة بامتداد حافة المسطرة، ثم ارسم القطعة المستقيمة L في اتجاه المرآة، بحيث لا يصل الخط إلى المرآة.

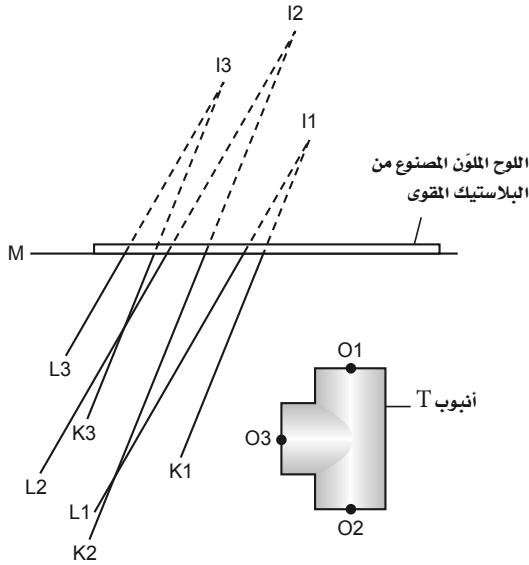
6. أبعد الدبوس والمرآة وقطعة الخشب عن الورقة.

7. مد الخطين K و L نحو الخط M بخطوط متقطعة، وارسم امتداد الخطين خلف الخط M حتى يتقاطعا. ثمثل نقطة تقاطعهما موقع الصورة I كما هو موضح في الشكل B.

8. ضع الحافة المستقيمة للمسطرة بحيث تصل بين O و I، وارسم خطًا مستقيمًا بينهما عبر الخط M باستعمال المسطرة، على أن يكون الخط متصلًا من O إلى M، ومتقطعًا من I إلى M. قس طول الخط المتصل بين O و M، ثم قس المسافة بين M و I عبر الخط المتقطع. سجّل هذه القياسات في الجزء A من بند البيانات والملاحظات.

B. تكوين الصورة

1. كرّر الخطوة A1 الواردة سابقاً، على أن تستعمل ورقة بيضاء جديدة.
2. استخدم القضيب الفلزي وساق تثبيت أو ساقين، ومشبكاً ذا ثلاث شعب، لتثبيت اللوح شبه الشفاف البلاستيكي الملوّن في الوضع الرأسي. ضع لوح الفلين والورقة تحت اللوح شبه الشفاف، بحيث يمتد السطح الأمامي له على امتداد الخط M كما هو موضح في الشكل C.
3. ضع الأنبوب البلاستيكي الذي على شكل حرف T أمام اللوح شبه الشفاف، بحيث تكون إحدى فتحيه المتقابلتين نحو اللوح والأخرى بعيدة عنه، أما الفتحة الثالثة فتكون نحو اليمين أو اليسار. ارسم بقلم رصاص حواف الأنبوب وحدّد نقطة في منتصف كل فتحة؛ O1 قريباً من اللوح، وO2 بعيداً عن اللوح، وO3 على الفتحة الثالثة. ثم ثبت دبوس طبع في كل نقطة، على أن يكون الدبوس في وضع قائم.
4. أبعد الأنبوب البلاستيكي عن الورقة. ونفّذ الخطوتين A4 و A5 لكل من الدبابيس الثلاثة باستخدام انعكاس الدبابيس عن اللوح شبه الشفاف. واستخدم الرمز K1 و L1 للخطين المترافقين مع الدبوس O1، واستخدم الرمز K2 و L2 للخطين المترافقين مع الدبوس O2، واستخدم الرمز K3 و L3 للخطين المترافقين مع الدبوس O3.



الشكل C

5. أعد الأنبوب البلاستيكي إلى موقعه الأصلي على الورقة، ثم أزل الدبابيس الثلاثة، وفي أثناء النظر من خلال اللوح شبه الشفاف إلى صورة الأنبوب ضع أنبوباً آخر مماثلاً للأنبوب الأول خلف اللوح بحيث يكون منطبقاً على صورة الأنبوب الأول تماماً. ثم انظر من خلال اللوح شبه الشفاف في الاتجاه المعاكس، وسجّل ملاحظاتك في الجزء B من بند البيانات والملاحظات.

6. ارسم بقلم رصاص حواف الأنبوب الثاني على الورقة، ثم أزل الأنبوبين واللوح شبه الشفاف.

7. نفذ الخطوة A7 لمجموعات الخطوط $\{L1, K1\}$ و $\{L2, K2\}$ و $\{L3, K3\}$ ، وسمِّ نقاط التقاط $I1$ و $I2$ و $I3$ على الترتيب.

8. نفذ الخطوة A8 لمجموعات النقاط $\{I1, O1\}$ و $\{I2, O2\}$ و $\{I3, O3\}$ ، وسجِّل أبعاد نقاط الصورة، وأبعاد نقاط الأجسام في الجزء B من بند البيانات والملاحظات.

البيانات والملاحظات

الجزء A

بُعد النقطة O عن المرآة: _____ بُعد النقطة I عن المرآة: _____

الجزء B

ملاحظات حول النظر من خلال اللوح شبه الشفاف في كلا الاتجاهين.

.....

.....

.....

.....

— بُعد النقطة $O1$ عن المرآة: _____ بُعد النقطة $I1$ عن المرآة: _____

— بُعد النقطة $O2$ عن المرآة: _____ بُعد النقطة $I2$ عن المرآة: _____

— بُعد النقطة $O3$ عن المرآة: _____ بُعد النقطة $I3$ عن المرآة: _____

التحليل والاستنتاج

1. صف الصور التي كوّنتها المرآة ذات الخلفية الفضية، والصور التي كوّنوها اللوح شبه الشفاف، من حيث السطوع والوضوح، وقارن بينهما.

.....

.....

.....

2. قارن أبعاد نقاط الجسم عن السطح العاكس بأبعاد نقاط الصورة المتكوّنة.

.....

.....

.....

3. قارن حواف ونقاط صورة الأنبوب الثاني بحواف ونقاط جسم الأنبوب الأول.

.....

.....

.....

4. قارن وضعية نقاط الصورة I1، I2، I3 بوضعية نقاط الجسم O1، O2، O3.

.....

.....

.....

5. صف خصائص الصورة المتكوّنة بوساطة سطح مستوٍ عاكس، باستخدام ملاحظاتك في هذه التجربة.

.....

.....

.....

التوسّع والتطبيق

1. لعرض الصور المتكوّنة بوساطة الانعكاس المزدوج، ضع مرآتين مستويتين، بحيث تكون حافة المرآة الأولى على حافة المرآة الثانية، وتكون الزاوية بين السطحين العاكسين للمرآتين 90° . اكتب اسمك على بطاقة فهرسة أبعادها $(7.5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm})$ ، وضع البطاقة بحيث تكون حافتها السفلى أمام المرآة التي عن اليسار. سيظهر اسمك مقلوبًا. انظر إلى المرآة التي عن اليمين بزاوية 45° تقريبًا، ولاحظ صورة اسمك في هذه المرآة، وسجّل وضع الصورة. أخيرًا لاحظ الصورة المتكوّنة في المرآة اليسرى بوساطة المرآة اليمنى، وسجّل وضع صورة اسمك. ما الفرق بين الصورة الثانية لاسمك والصورة المتكوّنة بوساطة المرآة المستوية.

.....

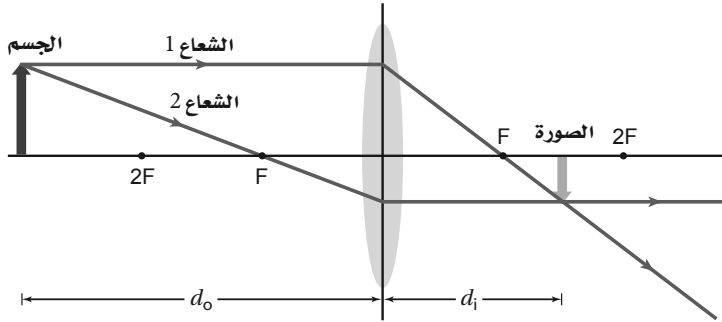
.....

.....

.....

العدسات المحدبة والعدسات المقعرة

العدسة المحدبة أو اللامّة أكثر سُمكًا في وسطها من طرفيها. ومحورها الرئيس هو خط وهمي عمودي على المستوى المار في منتصف العدسة، ويمتد على كلا جانبيها. أما بؤرة العدسة F فتقع على بُعد معين من العدسة على المحور الرئيس، حيث تتجمّع فيها الأشعة الضوئية الساقطة على العدسة موازية للمحور الرئيس بعد نفاذها منها. يعتمد البعد البؤري للعدسة على كل من شكل العدسة ومعامل انكسار مادتها. وكما في المرايا، هناك نقطة مهمة تقع على بعد يساوي ضعف البعد البؤري. ويكون لكل من النقطتين F و $2F$ على جانبي العدسة المسافة نفسها، كما موضّح في الشكل A.



يُقاس البعد البؤري، وُبعد الجسم، وُبعد الصورة عن العدسة على امتداد المحور الرئيس

الشكل A

المسافة من مركز العدسة إلى الجسم هي d_o ، والمسافة من مركز العدسة إلى الصورة هي d_i . ومعادلة العدسة أو المرآة هي:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_o}$$

ستقيس في هذه التجربة البعد البؤري f لعدسة محدبة، وتضع جسمًا على أبعاد مختلفة من العدسة لتشاهد موقع الصورة وحجمها واتجاهها. تذكر أن الصورة الحقيقية يمكن جمعها على شاشة أو حاجز، في حين لا يمكن جمع الصورة الوهمية على شاشة أو حاجز.

احتياطات السلامة



المواد والأدوات

- عدسة محدبة الوجهين (السطحين)
- مسطرة مترية
- دعامة للمسطرة
- شاشة كرتونية صغيرة
- مصدر ضوئي
- حوامل للشاشة ومصدر الضوء والعدسة
- مسطرة

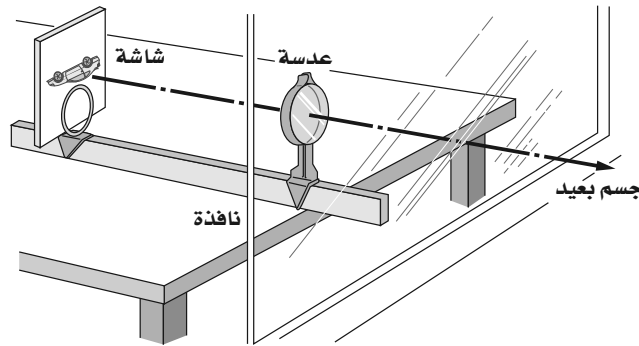
الأهداف

- تُظهر كيفية تكوّن الأحيلة بواسطة العدسات المحدبة.
- تُحدّد خصائص الصور التي تكوّنّها العدسات المحدبة.

الخطوات

A. البعد البؤري للعدسة المحدبة

لإيجاد البعد البؤري لعدسة محدّبة، ضع العدسة، والحامل المتري، والشاشة بالترتيب الموضّح في الشكل B. ثم وّجه العدسة في اتجاه جسم بعيد، وحرك الشاشة إلى الأمام والخلف، حتى تحصل على أوضح صورة للجسم على الشاشة. الغرفة المعتمدة تسهل عليك رؤية الصورة. سجّل قياساتك للبعد البؤري في الجدول 1. واحسب المسافة $2F$ ، وسجّلها في الجدول 1.

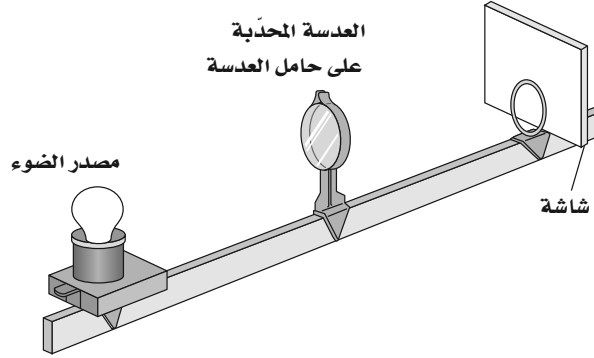


الشكل B

B. الصور التي تكوّنّها عدسة محدّبة

1. رتّب الأدوات كما هو موضّح في الشكل C، وضع مصدر الضوء على أحد جانبي العدسة على بُعد أكبر من مسافة $2F$ ، ثم ضع الشاشة في الجانب المعاكس للعدسة. حرك الشاشة إلى الأمام وإلى الخلف حتى تتكوّن صورة واضحة عليها. سجّل ارتفاع مصدر الضوء (الجسم) h_o في الجدول 1، وسجّل قياساتك لكل من d_o و d_i و h_i وملاحظاتك حول الصورة في الجدول 2.

2. حرك مصدر الضوء ليصبح على بُعد $2F$ من العدسة. وحرك الشاشة إلى الخلف وإلى الأمام حتى تتكوّن صورة واضحة عليها. سجّل قياساتك لكل من d_o و d_i و h_i وملاحظاتك حول الصورة في الجدول 2.



الشكل C

3. حرّك مصدر الضوء ليصبح في موقع بين النقطتين F و $2F$ ، ثم حرّك الشاشة إلى الخلف والأمام حتى تتكوّن صورة واضحة على الشاشة. سجّل قياسات d_o و d_i و h_i وملاحظاتك حول الصورة في الجدول 2.
4. كرّر الخطوة 3 عند موقع مختلف بين F و $2F$.
5. حرّك مصدر الضوء ليصبح على بُعد F من العدسة. حاول تحديد موقع الصورة على الشاشة. ثم سجّل ملاحظاتك في الجدول 2.
6. حرّك مصدر الضوء إلى موقع بين F والعدسة. حاول تحديد موقع الصورة على الشاشة. ثم انظر من خلال العدسة إلى مصدر الضوء، وشاهد الصورة. سجّل ملاحظاتك في الجدول 2.

البيانات والملاحظات

الجدول 1	
	البعد البؤري f
	$2F$
	ارتفاع مصدر الضوء h_o

الجدول 2					
موقع الجسم	أبعد من $2F$ (cm)	عند $2F$ (cm)	بين F و $2F$ (cm)	عند F (cm)	بين F والعدسة (cm)
d_o					
d_i					
h_i					
طبيعة الصورة: حقيقية أو خيالية أو لم تتكوّن.					
اتجاه الصورة: مقلوبة أم معتدلة.					

التحليل والاستنتاج

1. استخدم البيانات من الجدول 2، لتلخيص خصائص الصور التي تكوّنّها العدسات المحدّبة في كل حالة.

a. الجسم على بُعد أكبر من $2F$.

.....

.....

b. موقع الجسم عند $2F$.

.....

.....

c. موقع الجسم بين F و $2F$.

.....

.....

d. موقع الجسم عند F .

.....

.....

e. موقع الجسم بين F والعدسة.

.....

.....

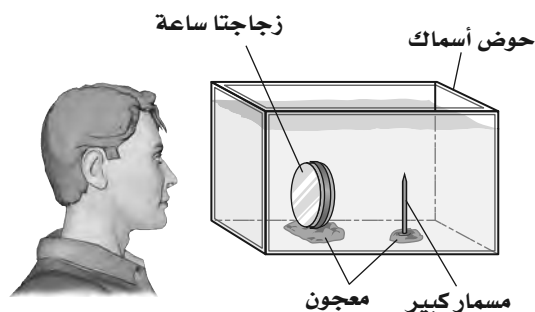
2. احسب البعد البؤري للعدسة لكل صورة حقيقية شاهدها، باستخدام معادلة العدسة الرقيقة. هل تتفق القيم المحسوبة بعضها مع بعض؟

3. أوجد متوسط القيم لـ f التي حسبتها في السؤال السابق، واحسب الخطأ النسبي بين هذا المتوسط وقيمة f من الجدول 1.

التوسع والتطبيق

1. استخدام زجاجتي ساعة متماثلتين تمامًا، وحوض سمك صغير؛ لتستقصي عدسة هوائية. ألصق أطراف زجاجتي الساعة بحذر بلاصق سليكون، بحيث تصبchan كوحدة مقاومة لدخول الماء داخلها، ثم ثبت العدسة الهوائية هذه في قاع الحوض الفارغ بكتلة من الصلصال، وضع بجانبها جسمًا، كما هو موضح في الشكل D. والآن شاهد الجسم خلال العدسة، وسجل مشاهداتك. ثم توقع ما يحدث عند ملء الحوض بالماء، ومرور الضوء من وسط أكثر كثافة إلى وسط أقل كثافة في أثناء مروره خلال العدسة الهوائية. املأ الحوض بالماء، وكرّر مشاهداتك. ومن خلال مقارنة مجموعتي المشاهدات فسّر نتائجك. ما الذي توقعه إذا استخدمت عدسة هوائية مقعرة؟ صمّم عدسة هوائية مقعرة لتفحص فرضيتك.

2. يمكن استخدام ضوء الليزر المنعكس عن رأس مشاهد متحرك لتحديد طول النظر أو قصر النظر. وهنا



الشكل D

يتعيّن على المشاهد أن يزيل نظاراته أو عدساته اللاصقة. في غرفة مظلمة استخدم عدسة مقعرة لتوسيع قطر حزمة ضوء الليزر حتى تسقط بقعة كبيرة من الضوء على الشاشة. على المشاهدين تحريك رؤوسهم من جانب إلى آخر بينما ينظرون إلى البقعة. وعلى كل طالب تسجيل الاتجاه الذي يبدو أن البقعة المنعكسة من ضوء الليزر تتحرك نحوه، والاتجاه الذي يتحرك فيه الرأس.

وبعد ذلك يتعيّن على المشاهدين ارتداء نظاراتهم أو عدساتهم اللاصقة وتكرار مشاهداتهم.

احتياطات السلامة



المواد والأدوات

- لوح فلين
- متوازي مستطيلات زجاجي
- مسطرة مترية
- منقلة
- دبوسان مستقيمان
- أربع دبائيس طبع
- ست أوراق بيضاء
- قلم رصاص

كيف ينحرف الضوء؟

ينتقل الضوء بسرعات مختلفة في الأوساط المختلفة. فعندما يعبر الضوء بزاوية من وسط إلى آخر، فإنه يُغيّر اتجاهه عند الحد الفاصل بين الوسطين. ويُمثّل معامل الانكسار للوسط n النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ c وسرعة الضوء في المادة .

$$n = \frac{c}{v}$$

عندما ينتقل الضوء إلى وسط معامل انكساره أكبر من معامل انكسار الوسط الذي سقط منه، سينحرف مقترباً من العمود المقام على سطح الانفصال عند نقطة السقوط. وعندما ينتقل الضوء إلى وسط معامل انكساره أقل من معامل انكسار الوسط الذي سقط منه، سينحرف مبتعداً عن العمود المقام. ويُسمّى هذا التغيّر في اتجاه الضوء عند الحد الفاصل بين الوسطين بالانكسار.

يصف قانون سنل في الانكسار، زاوية الانكسار θ_2 التي تحدث للضوء عندما ينتقل من وسط معامل انكساره n_1 بزاوية سقوط θ_1 ، إلى وسط آخر معامل انكساره n_2 حيث:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

معامل الانكسار للفراغ يساوي 1، وحيث أن سرعة الضوء في الهواء مقاربة لسرعة الضوء في الفراغ، فإنه يمكن اعتبار أن معامل انكسار الهواء يساوي 1. وحيثما كان الهواء هو وسط السقوط بالنسبة للضوء، فإن قانون سنل يُبسّط على النحو التالي:

$$n_2 = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

ستقيس في هذه التجربة زاوية انكسار الضوء في لوح زجاجي لزوايا سقوط مختلفة. ثم تحسب معامل انكسار الزجاج، وستقارن معامل الانكسار لكل زاوية سقوط لتتحقق من أنه مقدار ثابت.

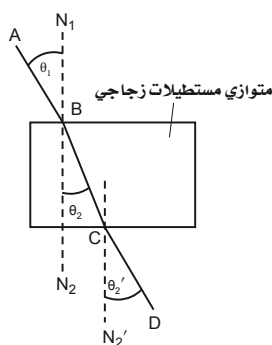
الأهداف

- ترسم مخطط الأشعة، لنموذج انكسار الضوء عند انتقاله من الهواء إلى الزجاج.
- تستنتج ما إذا كان معامل الانكسار للمادة مقدارًا ثابتًا أم لا.
- تستنتج من خلال البيانات التجريبية ما إذا كان الانكسار عملية عكسية أم غير عكسية (تبادلية).

الخطوات

A. الإعداد

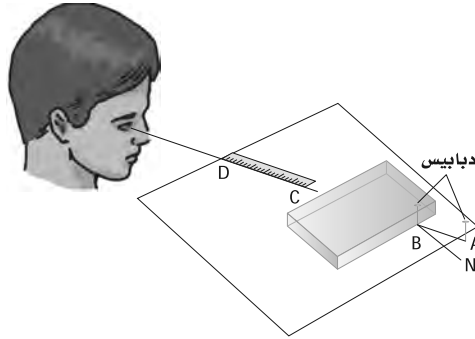
1. ضع متوازي المستطيلات الزجاجي في وسط الورقة، واستخدم قلم الرصاص لتحديد الحدود الخارجية له على الورقة، ثم ارفع متوازي المستطيلات الزجاجي عن الورقة.
2. باستخدام المنقلة وقلم الرصاص، عيّن نقطة تصنع زاوية 90° مع الجانب الطويل للحد الخارجي، بحيث تكون عن يسار الجانب العلوي للخط الخارجي، كما هو موضح في الشكل A، وارسم النقطة N_1 . وسمّ النقطة التي على جانب الخط الخارجي عند مركز المنقلة بالنقطة B. ثم ارسم خطًا متقطعًا من النقطة N_1 إلى النقطة B. يُمثل هذا العمود المقام على سطح اللوح الزجاجي. استمر برسم الخط المتقطع العمودي عبر السطح إلى الجانب الآخر من الخط الخارجي. وسمّ النقطة التي يمر بها الخط العمودي بالجانب الآخر من الخط الخارجي بالنقطة N_2 .



الشكل A

3. عيّن نقطة تصنع زاوية 30° مع العمود المقام الذي رسمته في الخطوة 2، وذلك باستخدام المنقلة وقلم الرصاص، وسمّ هذه النقطة A.

4. ارسم مستخدمًا المسطرة وقلم الرصاص، خطًا مستقيمًا بين النقطتين A و B.
 5. سمّ الزاوية ABN_1 بالزاوية θ_1 .
 6. ثبت الورقة بلوح الفلين بواسطة دبائيس الطبع. ثم ألصق دبوسين خلال الورقة عند النقطتين A و B داخل لوح الفلين، كما هو موضح في الشكل B.
- B. قياس الانكسار**



الشكل B

1. أعد اللوح الزجاجي إلى مكانه داخل مخطط اللوح على الورقة.
2. اجعل المسطرة على طرف الورقة، وعلى جانب متوازي المستطيلات الزجاجي، وفي الجانب المعاكس للدبائيس، واجعل طرف المسطرة على استقامة مع صورة الدبوسين خلال متوازي المستطيلات بواسطة النظر، كما هو موضح في الشكل B. وعندما يصبح طرف المسطرة على استقامة مع صورتَي الدبوسين، ارسم خطًا مستقيمًا على طول المسطرة في اتجاه متوازي المستطيلات. ثم ارفع متوازي المستطيلات، وأكمل الخط حتى يتلاقى مع الحد الخارجي لمتوازي المستطيلات. وسمّ نقطة تلاقي الخط مع الحد الخارجي بالنقطة C، وسمّ النقطة الأبعد على طول هذا الخط من الحد الخارجي بالنقطة D.
3. ارسم مستخدمًا المنقلة وقلم الرصاص، خطًا مستقيمًا يصل بين النقطتين B و C، وسمّ الزاوية CBN_2 بالزاوية θ_2 .
4. قس باستخدام المنقلة الزاوية θ_2 ، وسجّل هذه الزاوية في الجدول 1 لزاوية السقوط 30° .
5. استخدم الطريقة نفسها، كما في الخطوة A3، وضع مركز المنقلة عند النقطة C، وارسم خطًا متقطعًا عموديًا على الحد الخارجي، وسمّ النقطة على العمود المقام N_2 . وسمّ الزاوية DCN_2 بالزاوية θ_2' .

6. قس باستخدام المنقلة الزاوية θ_2 ، وسجل هذه الزاوية في الجدول 1 لزاوية السقوط 30° .

C. كرر العملية لزاويا مختلفة

1. كرر الجزء A والجزء B من هذه التجربة لخمس زوايا سقوط أخرى من اختيارك، واستخدم ورقة مختلفة

لكل محاولة. وسجل النتائج في الجدول 1.

البيانات والملاحظات

الجدول 1						
المحاولة	θ_1 (درجات)	θ_2 (درجات)	θ_2' (درجات)	$\sin \theta_1$	$\sin \theta_2$	n_2
1	30					
2						
3						
4						
5						
6						

التحليل والاستنتاج

1. صنف انحراف الضوء كما يظهر من خلال رسم مخطط الأشعة لكل محاولة. اعتمادًا على مخطط الرسم،

هل ينحرف الضوء منكسرًا بعيدًا عن العمود المقام، أم مقتربًا منه، عندما يمر بزاوية إلى داخل الوسط الذي

معامل انكساره أكبر؟ وهل ينكسر الضوء مبتعدًا عن العمود المقام أم مقتربًا منه عندما يمر بزاوية إلى داخل

الوسط الذي معامل انكساره أقل؟

.....

.....

.....

.....

2. احسب $\sin \theta_1$ و $\sin \theta_2$ لكل محاولة، وسجل النتائج في الجدول 1.

3. احسب n_2 لكل محاولة. وسجل النتائج في الجدول 1.

4. قارن بين قيم معامل الانكسار للزجاج لكل محاولة. هل هناك توافق بينها؟ هل تستنتج أن معامل الانكسار ثابت للوسط المستخدم؟

.....

.....

.....

.....

التوسع والتطبيق

1. قارن قيم θ_1 و θ_2 ، لكل محاولة. هل هناك علاقة بينهما؟ وإذا كان هناك علاقة فعلام يدل هذا؟

.....

.....

.....

.....

2. عوّض القيمة المتوسطة لمعامل الانكسار الذي قسته في هذه التجربة في المعادلة المستخدمة لحساب سرعة الضوء في الزجاج.

3. ماذا يحدث لو أجريت هذه التجربة أسفل الماء؟ قارن النتائج التي تحصل عليها في حال حدوث ذلك مع النتائج التي حصلت عليها من هذه التجربة.

.....

.....

.....

.....

4. عندما يقرأ الناس كلمة انحراف، فإن العديد يتصور انحرافاً أو انحناءً في الطريق. كيف تشرح لشخص آخر معنى كلمة انحراف عند استخدامها لوصف انكسار الضوء؟

.....

.....

.....

.....

ما الطول الموجي؟

بين العالم توماس يونج عام 1801 أن الضوء الساقط على شقين متقاربين ينفذ من خلال الشقين ويحيد عند حوافهما، ويترتب على ذلك أن الضوء المترابط المنتشر من الشقين يتراكب ويتبع نمط تداخل على الشاشة، ويظهر عدد من الأهداب المعتمدة والمضيئة بتناوب متسلسل. يكون عرض الأهداب المضيئة متساويًا تقريبًا، كما تكون الأهداب متباعدة بأبعاد متساوية. تظهر الأهداب المضيئة في المناطق التي حدث فيها التداخل البناء، في حين تظهر الأهداب المعتمدة في المناطق التي حدث فيها التداخل الهدام.

عندما ترتبط مواقع الأهداب المضيئة مع مواقع الشقوق فمن الواضح أنه يكون هناك هدب مضيء واحد في اتجاه كل شق، بالإضافة إلى تكوّن عدد متساوٍ من الأهداب المضيئة على جانبي هذا الهدب المركزي المضيء. ويعرف الهدب المضيء الأول على جانبي الهدب المركزي المضيء بالهدب ذو الرتبة الأولى. ويكون هذا الهدب مضيء؛ لأن أطوال المسار للموجات الضوئية التي تصل من كل شق تختلف بمقدار طول موجي واحد. وتُعرف الأهداب المضيئة التالية للهدب ذو الرتبة الأولى، بالأهداب ذات الرتبة الثانية والثالثة.... ويمكن ملاحظة العديد من الأهداب الضوئية على جانبي الهدب المركزي المضيء. ويختلف عدد الأهداب المضيئة اعتمادًا على عرض الشق، وعلى مقدار المسافة الفاصلة بين الشقوق.

$$\lambda = \frac{xd}{L}$$

تعتمد المسافة بين الأهداب المضيئة x على الطول الموجي للضوء والمسافة الفاصلة بين الشقوق d ، وعلى بعد الشقوق عن الشاشة L ، وتُكتب هذه العلاقة غالبًا بصيغة يمكن استخدامها لتحديد الطول الموجي للمصدر الضوئي، وذلك من خلال تجربة الشق المزدوج ليونج.

احتياطات السلامة



المواد والأدوات

- مصباح كهربائي شفاف ذو فتيلة رأسية
- شريحة شق مزدوج
- مسطرة مترية
- شريحة شق ضيق
- قلم رصاص
- مرشحات ضوء حمراء، وصفراء، وبنفسجية
- شريط قياس متري
- مصدر ليزر منخفض القدرة

ستستخدم في هذا التجربة الشق المزدوج لتحديد الأطوال الموجية لضوء له ألوان مختلفة، ولإجراء القياس بالدقة المطلوبة ستستخدم مصدر ليزر ذا طول موجي معلوم، لتحديد المسافة الفاصلة بين الشقوق؛ وذلك لأن الشقوق المزدوجة التي تعطي نتائج تجريبية جيدة يكون بعضها قريباً جداً من بعض. وأخيراً سوف تسقط ضوءاً ذا ألوان مختلفة على الشق المزدوج، ثم تقيس المسافة بين الخطوط المضيئة، وتستخدم هذه البيانات لحساب الطول الموجي للضوء.

الأهداف

- تستخدم مصدر ليزر لتحديد المسافة الفاصلة للشق المزدوج.
- تُكَيَّف تجربة الشق المزدوج، بحيث تستخدم المصباح الكهربائي مصدرًا للضوء.
- تربط انتشار نمط تداخل الشق المزدوج مع الحيود والطول الموجي.

الخطوات

A. جمع البيانات الخاصة بالمسافة الفاصلة بين الشقوق.

تحذير: تجنّب النظر المباشر إلى أشعة الليزر مباشرة، وعند التعامل مع أشعة الليزر ضع دائماً النظارات الواقية من أشعة الليزر والمصادق عليها من قبل ANSI.

1. جهّز مصدر ليزر الـ He-Ne أو مؤشر الليزر ليصدر ضوءاً نحو الشق المزدوج، ومن ثم يسقط على شاشة بيضاء. ضع الشق المزدوج على بعد مناسب من الشاشة لتحصل على مسافة بين الحزم المضيئة في نمط التداخل قابلة للقياس. إن مقدار الطول الموجي لضوء الليزر He-Ne يساوي $6.328 \times 10^{-7} \text{ m}$ ، أما مقدار الطول الموجي لضوء مؤشر الليزر فيساوي $6.70 \times 10^{-7} \text{ m}$. سجّل القيمة المعتمدة في الجدول 1 في عمود "الطول الموجي المعلوم".

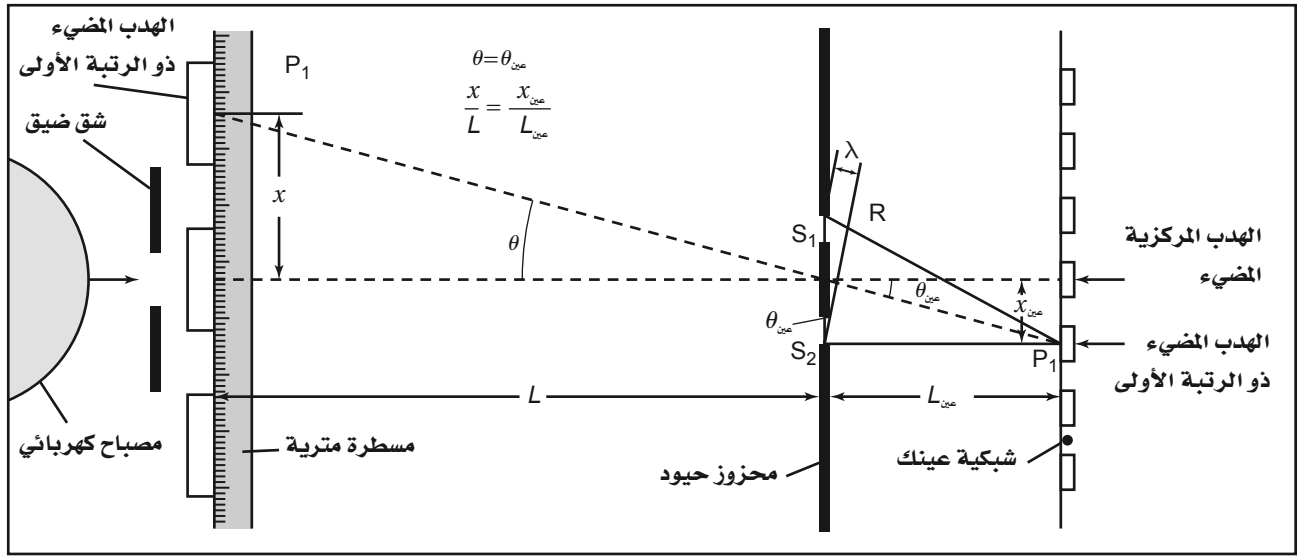
2. احسب عدد الأهداب المضيئة التي يمكن مشاهدتها. وسجّل هذه القيمة بوصفها عدد الأهداب المضيئة في الجدول 1.

3. قس بالمسطرة المترية المسافة بين الأهداب المضيئة على جانبي نمط التداخل، وسجّل هذه القيمة بوصفها مسافة انتشار النمط في الجدول 1.

4. استخدم شريط القياس لتحديد المسافة من الشق المزدوج إلى الشاشة البيضاء، وسجّل هذه القيمة على أنها بعد الشاشة في الجدول 1.

B. جمع البيانات الخاصة بالأطوال الموجية المجهولة

1. جَهِّز مصدر ضوء شفافاً ذا فتيلة رأسية خلف الشق الضيق، كما يتضح من الشكل A. وضع مرشحاً أحمر بين المصباح الكهربائي والشق الضيق، ثم ضع المسطرة المترية بشكل مسطح على الطاولة أمام الشق المفرد.



الشكل A

2. أشعل المصباح الكهربائي خلف الشق المفرد، وأطفئ أنوار الغرفة الصفية.
3. اطلب إلى أحد أعضاء فريق التجربة الوقوف على بُعد 1 m من مصدر الضوء، ثم النظر خلال الشق المزدوج الذي استخدمته في الجزء A للضوء الذي يشع من خلال الشق الضيق، وسجل مشاهداتك في الجدول 2.

4. تحرّك عدة أمتار بعيداً عن المصدر الضوئي، وانظر خلال الشق المزدوج إلى الضوء المنبعث خلال الشق الضيق، وسجل مشاهداتك في الجدول 2.

5. تقدم لتصبح على بعد 4 m من المصدر الضوئي، على أن تتمكن من رؤية نمط التداخل المضيء من خلال الشق المزدوج. احسب عدد الأهداب المضيئة المرئية، وسجل هذه القيمة على أنها عدد الأهداب المضيئة في الجدول 3.

6. اطلب إلى أحد زملائك في المجموعة قياس المسافة بين الشق المفرد والشق المزدوج باستخدام شريط القياس، وسجل هذه القيمة على أنها بعد الشاشة الوهمية في الجدول 3.
7. في أثناء مراقبة أحد زملائك نمط التداخل خلال الشق المزدوج اطلب إلى زميل آخر الوقوف خلف المصدر الضوئي والشق المفرد. وعلى هذا الزميل الإمساك بقلم رصاص رأسياً إلى اليمين تماماً من الشق المفرد، بحيث يقع رأس قلم الرصاص على المسطرة المترية. اطلب إلى زميل ثالث توجيه الزميل الممسك بالقلم ليقوم بتحريك القلم ببطء مبتعداً عن الشق المفرد على طول المسطرة المترية، حتى يصطف القلم مع الهدب المضيء المرئي الأخير عن اليمين. سجل تدريج المسطرة المترية عند النقطة التي يُشير إليها القلم في الجدول 3 وتحت عمود موقع الهدب عند أقصى اليمين.
8. كرّر الخطوة 7 في أثناء تحريك القلم إلى جهة اليسار من الشق المفرد، واجعله يصطف مع الهدب المضيء الأخير عن اليسار. سجل تدريج المسطرة المترية التي يُشير إليها القلم في الجدول 3 تحت عمود موقع الحزمة عند أقصى اليسار.
9. أزل المرشح الأحمر، وكرّر الخطوات 8 - 5، مستخدماً المرشح الأصفر، ثم استخدم المرشح البنفسجي، وسجل بياناتك في الجدول 3.

البيانات والملاحظات

الجدول 1					
المسافة الفاصلة بين الشقوق d (m)	المسافة بين الأهداب المضيئة x (m)	بعد الشاشة L (m)	مسافة انتشار النمط $(N-1)x$ (m)	عدد الأهداب المضيئة N	الطول الموجي λ (m)

الجدول 2

قريب
بعيد

الجدول 3

لون المرشح	عدد الأهداب المضيئة N	بعد الشاشة L الوهمية (m)	موقع الهدب المضيء أقصى اليمين P_{rt} (m)	موقع الهدب المضيء أقصى اليسار P_{lt} (m)	المسافة بين الأهداب المضيئة x (m)	الطول الموجي λ (m)
الأحمر						
الأصفر						
البنفسجي						

التحليل والاستنتاج

1. صف كيف يتغير نمط الشق المزدوج، عندما تتحرك مبتعدًا عن المصدر الضوئي.

.....

.....

.....

2. احسب المسافة بين الأهداب المضيئة x ، وقسم مسافة انتشار النمط $(N-1)x$ ؛ على عدد الأهداب المضيئة

ناقص 1، $N-1$ ، وسجل النتائج في الجدول 1.

.....

.....

3. احسب المسافة الفاصلة بين الشقوق d ، مستخدماً معادلة الطول الموجي من تجربة الشق المزدوج. وسجل النتائج في الجدول 1.

.....

.....

4. احسب المسافة بين الأهدب المضيئة x لكل لون، وسجل النتائج في الجدول 3. استخدم المعادلة التالية:

$$x = \frac{|P_{rt} - P_{lt}|}{N - 1}$$

.....

.....

5. احسب الطول الموجي λ لكل لون، باستخدام معادلة الطول الموجي من تجربة الشق المزدوج وقيمة d من الجدول 1، وسجل النتائج في الجدول 3.

6. قارن نتائجك التجريبية للطول الموجي بالقيم المعلومة لهذه الألوان. واستخلص النتيجة المتعلقة بفائدة الشق المزدوج لتحديد الطول الموجي.

التوسع والتطبيق

1. كوّن علاقة بين نمط الانتشار لكل لون ونمط الحيود، وأي ألوان الضوء يحدد أكثر عندما يمر خلال الشق المزدوج؟ علل إجابتك.

.....

.....

ما الهولوجرام؟

يُعدّ تصنيع الهولوجرام، إحدى التطبيقات الفريدة لأشعة الليزر. والهولوجرام صور ثلاثية الأبعاد، أو صور فوتوغرافية تتكوّن نتيجة تداخل الضوء المترابط. ويوجد نوعان أساسيان للهولوجرام: يُسمّى النوع الأول الهولوجرام العاكس، والآخر الهولوجرام النافذ. ويمتاز الهولوجرام النافذ بالعمق والوضوح، وينتج عندما تنقسم حزمة الليزر إلى قسمين، إذ ينعكس القسم الأول عن الجسم المراد تصويره، ويصطدم بالفيلم الهولوجرافي، في حين يسقط القسم الآخر مباشرة على الفيلم. وتشكّل الحزمتان المترابطتان نمط التداخل الذي يُسجّل على الفيلم، مما يؤدي إلى تكوين صورة مركّبة على الفيلم. ويسجّل الفيلم الشدة المختلفة لنمط التداخل، وعندما يُعرض الفيلم المظهر فإنه يُضاء من الخلف بواسطة شعاع ضوئي مترابط بالطول الموجي نفسه الذي استُخدم لعرض الفيلم. وينظر المشاهد إلى الضوء الذي يبدو نافذًا من خلال الفيلم، فيشاهد صورة خيالية ثلاثية الأبعاد خلف الفيلم.

لعل معظمكم قد شاهد الهولوجرام العاكس ذا الضوء الأبيض، كما في الصور المرسومة على علب رقائق الذرة، والبطاقات الائتمانية، وفي المجلات. وينشأ الانعكاس الهولوجرامي عندما ينفذ شعاع ليزر من خلال فيلم فوتوغرافي شفاف، ثم ينعكس عن الجسم مرتدًا نحو الفيلم. ويكوّن كل من الضوء النافذ والضوء المنعكس نمط تداخل على الفيلم، وعندما يُظهر الفيلم ويُعرض باستخدام الضوء المنعكس؛ فإنه يبدو صورة ثلاثية الأبعاد للجسم. ستصنع في هذه التجربة هولوجرامًا عاكسًا.

احتياطات السلامة



المواد والأدوات

- مصدر أشعة ليزر He-Ne
- مرآة مقعّرة صغيرة مطلية بالفضة ذات بعد بؤري صغير
- حافظة محكمة الإغلاق لا تسمح بدخول الضوء، مزوّدة بشريحة فيلم هولوجرافي أسود وأبيض
- مادة تغليف فلينية
- بطاقة مقطّعة
- ضوء أخضر خافت
- أجسام فلزية متنوعة صغيرة الحجم
- قطعة بلاط خرساني
- حامل مساعد
- 12 قرصًا مغناطيسيًا
- ساعة إيقاف ذات تدريجات مضيئة
- ورقة سوداء
- ماسك أوراق (عدد 3)
- مرآة مستوية مطلية بالفضة

الأهداف

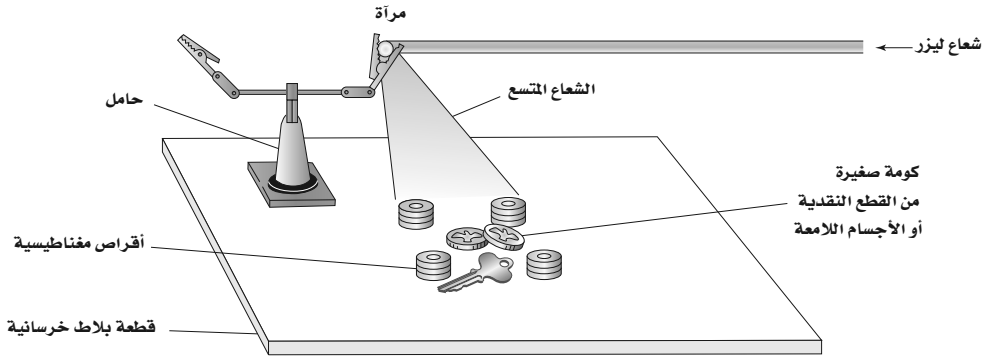
- تُصمَّم هولوجرام باستخدام تداخل الضوء المترابط.
- تصف كيف ينتج الهولوجرام المنعكس الملون عند استخدام فيلم أبيض وأسود.
- تُقارن بين الهولوجرام العاكس، والهولوجرام النافذ، والصور الفوتوجرافية الملونة.

الخطوات

A. الإعداد

1. تُبَتُّ مادة تغليف فلينية أو أية مادة أخرى مصمَّمة لتخميد الاهتزازات، على طاولة المختبر بشكل مستطيل، وضع قطعة البلاط الخرسانية فوقها.

2. تُبَتُّ مرآة مقعرة صغيرة على حامل. وثبت الحامل على قطعة البلاط كما هو موضَّح في الشكل A.



الشكل A

3. ضع الأجسام التالية على قطعة البلاط الخرسانية: ساعة إيقاف، وحافطة الفيلم الهولوجرافي. وقطعة من الورق الأسود، وأربعة أكوام صغيرة من الأقراص المغناطيسية، وبطاقة مقطّعة، وبعض الأجسام المعدنية الصغيرة كالقطع النقدية أو المفاتيح، ولا تهتم بترتيبها.

تحذير: تجنّب النظر المباشر لأشعة الليزر، وعند التعامل مع أشعة الليزر، ضع دائماً النظارات الواقية من أشعة الليزر، والمصادق عليها من قبل ANSI.

4. ضع مصدر شعاع ليزر الـ He-Ne على طاولة مجاورة. وقبل تشغيل مصدر الليزر، اضبط موقع المرآة المقعرة بحيث تعكس شعاع الليزر نحو الأسفل باتجاه قطعة البلاط. شغل مصدر الضوء الأخضر الخافت، وأطفئ الأنوار في الغرفة الصفية. ثم شغل مصدر أشعة الليزر ووجه الشعاع نحو المرآة. واضبط المرآة عند الضرورة للتأكد من أن الشعاع المنعكس والمتسع - المنتشر - من مصدر الليزر موجه نحو الأسفل باتجاه قطعة البلاط، ثم حرّك الضوء الأخضر الصغير إلى موقع معين بحيث يشع ضوءاً يكون كافياً لرؤية قطعة البلاط في الغرفة الصفية المعتمدة.

5. ضع الأجسام المعدنية الصغيرة في منطقة إضاءة شعاع الليزر على قطعة البلاط. ورتّب الأكوام الصغيرة الأربعة من الأقراص المغناطيسية حول الأجسام المعدنية، على أن توضع البطاقة المقطّعة فوق قمة الأكوام بحيث تدعم الأكوام كل بطاقة من جوانبها الأربعة. وهذا بدوره سيدعم الفيلم الهولوجرافي. اضبط ارتفاع الدعامات المغناطيسية على أن تقع البطاقة فوق الأجسام المعدنية ولا تلامسها، ثم أزل البطاقة المقطّعة.

B. صنع هولوجرام عاكس

1. اطلب إلى أحد أعضاء الفريق أن يحجب شعاع الليزر على الجانب الأعلى للمرآة المقعرة باستخدام الورقة السوداء. واطلب إلى عضو آخر تحضير ساعة إيقاف لحساب زمن تعريض الفيلم لأشعة الليزر. ويقوم عضو الفريق الثالث بفتح وعاء الفيلم بعناية ويزيل شريحة الفيلم الهولوجرافي. احمل الشريحة من حوافها ولا تلمس وسط الفيلم. ويقوم عضو الفريق الرابع بإغلاق الشرائح الأخرى المتبقية ووضعها داخل حافظة الفيلم الهولوجرافي.

2. ضع شريحة الفيلم الهولوجرافي على المغناطيس المدعّم، بحيث يكون جانب الفيلم الحساس للضوء متجه نحو الأسفل. ومعلمك هو من يحدد جانب الشريحة الحساس للضوء.

3. خلال تعرّض الفيلم الهولوجرافي، يجب على الطلاب عدم السير حول الطاولة أو ملامستها، لتقليل من الاهتزازات. يقوم عضو الفريق الذي يحجب ضوء الليزر والذي يحمل ساعة الإيقاف بتوقيت تعرّض الفيلم لضوء الليزر. ابدأ بتوقيت عملية التعرّض من لحظة سحب الورقة السوداء من مسار شعاع الليزر.

وبعد 20 s أو بعد فترة زمنية يحددها معلمك، أوقف عملية تعرض الفيلم بواسطة الورقة السوداء التي تحجب ضوء الليزر. احمل شريحة الفيلم الهولوجرافي إلى معلمك حتى يحمضه، ثم أطفئ مصدر ضوء الليزر.

4. عندما تكمل المجموعات جميعها تنفيذ التجربة، ويقوم المعلم بتحميض الفيلم، أشعل مصابيح إنارة الغرفة الصفية وأطفئ الضوء الأخضر الخافت. وعندما يجف الفيلم الهولوجرافي المحمض الخاص بك، احمله إلى أعلى وانظر من خلاله، وسجل مشاهداتك في الجدول 1.

5. ضع خلفية سوداء مقابل الزجاج، وانظر من خلال الفيلم الهولوجرافي الخاص بك مقابل ضوء أبيض ساطع، كالذي يصدر من جهاز العرض فوق الرأس مثلاً، حيث سينعكس الضوء عن مقدمة الفيلم الهولوجرافي، وسجل مشاهداتك في الجدول 1.

6. اغسل يديك بالماء والصابون عندما تنتهي من العمل بالهولوجرام.

البيانات والملاحظات

الجدول 1	
	النظر من خلال الهولوجرام
	النظر إلى الانعكاس

التحليل والاستنتاج

1. وضح الهدف من استخدام مادة التغليف الفلينية وقطعة البلاط الخرسانية في الإعداد للتجربة.

.....

.....

.....

.....

2. قارن مشاهداتك للهولوجرام الخاص بك في الجدول 1. وكيف يمكنك تفسير مشاهداتك المختلفة؟

.....

.....

.....

3. قارن بين الهولوجرام الخاص بك، والصورة الفوتوجرافية العادية في كتابك المدرسي.

.....

.....

.....

4. حدّد علاقة السبب والنتيجة، المرتبطة بالحصول على صورة مجسّمة ملونة باستخدام فيلم أبيض وأسود.

.....

.....

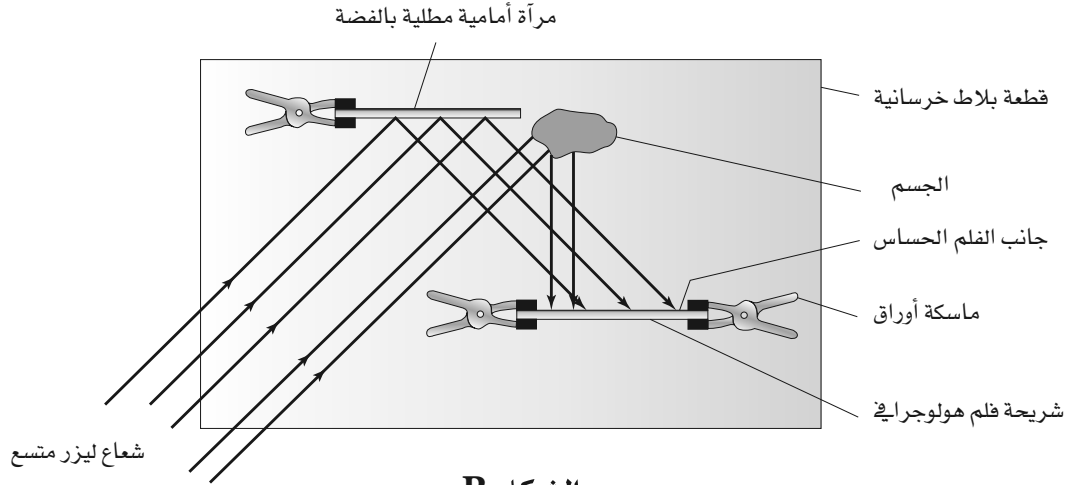
.....

.....

التوسّع والتطبيق

1. استخدم الرسم التوضيحي المبين في الشكل B لصنع هولوجرام نافذ. وضع الحامل الداعم المساعد الذي يحمل المرآة المقعّرة إلى الأسفل على قطعة البلاط الخرسانية بحيث يوجه ضوء الليزر المتسع على طول قطعة البلاط. واستخدم بعض ماسكات الورق الكبيرة الحجم لتثبيت المرآة المستوية المطلية بالفضة وشريحة الفيلم الفوتوجرافي بحيث يكونان عموديان على سطح قطعة البلاط. وبعد أن يحمض معلمك الفيلم، أزل الجسم عن قطعة البلاط وضع الفيلم المُظَهَّر في موقعه الأصلي، وانظر من خلال

الفيلم كما يتضح من الشكل B. تحذير: تجنّب النظر مباشرة لأشعة الليزر، أو الشعاع غير المتسع، وضع دائماً النظارات التي تقي من أشعة الليزر.



الشكل B

صف الهولوجرام النافذ الخاص بك، وقارنه مع الهولوجرام ذي الضوء الأبيض الذي صنّعه سابقاً، وقارن بين أهمية هذين النوعين.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

كيف تشحن الأجسام؟

تلتصق الملابس بعضها ببعض أحياناً عند إخراجها من مجففة الملابس، وعند فصلها تحدث طقطة وشرارة نتيجة الكهرباء الساكنة. عند ذلك جسمين مختلفين معاً يمكن أن يصبح الجسمان مشحونين؛ حيث تشحن الأجسام عن طريق كسب الإلكترونات أو فقدانها. فالجسم الذي يكتسب الإلكترونات يصبح ذا شحنة سالبة، ومن ذلك اكتساب قضيب البلاستيك شحنة سالبة بعد دلكه بقطعة من الصوف. أما الجسم الذي يفقد الإلكترونات فيشحن بشحنة موجبة، ومن ذلك شحن قضيب الزجاج بشحنة موجبة بعد دلكه بالحرير. تبقى الأجسام المعزولة عن الأرض (غير مؤرّضة) محتفظة بشحنتها فترة طويلة، أمّا الأجسام المتصلة بالأرض بمادة موصلة فتبقى غير مشحونة؛ لأن شحنتها تنتقل إلى الأرض.

احتياطات السلامة



المواد والأدوات

- قضيب نايلون صلب
- قضيب بلاستيكي أو زجاجي
- قطعة صوف
- قطعة حرير
- فرو
- كرة بيلسان معلقة بخيط من الحرير
- كشاف كهربائي ذو ورقتين، أو ذو صفيحة دوّارة.

الأهداف

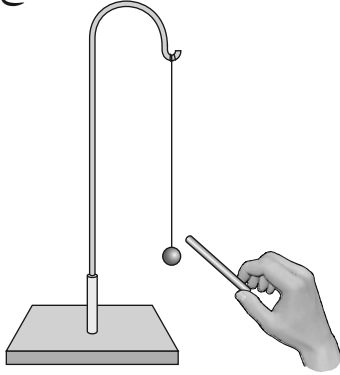
- توضّح عملياً أنه يمكن فصل الشحنات الكهربائية الساكنة بالتوصيل.
- توضّح عملياً أن الشحنات الكهربائية المختلفة تتجاذب والمتشابهة تتنافر.
- تستنتج نوع الشحنة الكهربائية المتكونة على أجسام مختلفة.
- تقارن بين نوع الشحنة المتولدة على جسم بطريقتي الحث والتوصيل.

الخطوات

نفذ كل خطوة من خطوات التجربة عدة مرات لتأكد من أنك جمعت ملاحظات صحيحة حول الظواهر. وإذا استخدمت قضباناً زجاجية فعليك دلكها بقوة بعيداً عن الأجواء الرطبة؛ لأنها لا تحتفظ بالشحنة جيداً في الأجواء الرطبة.

A. شحن كرة بيلسان بشحنة سالبة

1. اشحن قضيب النايلون الصلب بدلكه بقطعة صوف، ثم قَرِّب قضيب النايلون من كرة البيلسان المعلقة، على ألا يلامسها، كما موضح في الشكل A. المس كرة البيلسان بإصبعك، هذا يشبه تقريبًا عملية تأريضها، وذلك لتفريغ أي شحنة يمكن أن تحملها الكرة.



كرة بيلسان
الشكل A

2. اشحن قضيب النايلون مرة أخرى، ثم قَرِّبه إلى كرة البيلسان حتى يلامسها ثم أبعده. قَرِّب القضيب المشحون إلى الكرة المشحونة مرة أخرى دون ملامستها، ولاحظ سلوك الكرة، ثم دوّن ملاحظاتك في الجدول 1.

B. شحن كرة بيلسان بشحنة موجبة

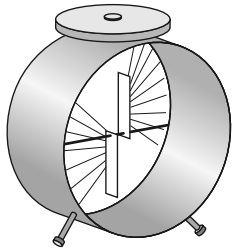
1. اشحن قضيب البلاستيك بدلكه بقطعة حرير، ثم قَرِّبه إلى كرة البيلسان المعلقة على ألا يلامسها. لاحظ حركة الكرة، ودوّن ملاحظاتك في الجدول 2، ثم المس الكرة بإصبعك لتفريغ أي شحنة تحملها.

2. اشحن القضيب مرة أخرى، ثم قَرِّبه إلى كرة البيلسان حتى يلامسها، ثم أبعده، ثم قَرِّب القضيب المشحون إلى الكرة المشحونة مرة أخرى، ولاحظ حركة الكرة، ودوّن ملاحظاتك في الجدول 2.

C. شحن الكشاف الكهربائي بالتوصيل

1. اشحن قضيب النايلون بدلكه بالصوف، ثم قَرِّبه ببطء إلى القرص الفلزي للكشاف الكهربائي الموضح في الشكل B حتى يلامسه.

أصبح الكشاف الكهربائي الآن مشحونًا بشحنة سالبة. لاحظ التغيرات التي تطرأ على الكشاف الكهربائي عند تقريب القضيب المشحون إليه أو إبعاده عنه، ودوّن ملاحظاتك في الجدول 3.



كشاف كهربائي ذو صفيحة
دوارة

الشكل B

2. أعد شحن الكشاف بشحنة سالبة إذا حدث تفريغ لشحنته. اشحن القضيب البلاستيكي

ثم قربه إلى قرص الكشاف، ولاحظ التغيرات التي تطرأ على الكشاف عند تقريب أو إبعاد القضيب المشحون بشحنة موجبة. ودوّن ملاحظاتك في الجدول 3. فرِّغ شحنة الكشاف الكهربائي بلمس قرصه لحظيًا بإصبعك.

D. شحن الكشاف الكهربائي بالحث

1. اختر أحد القضيبين واشحنه، ثم قرب مسافة 1-2 cm إلى قرص الكشاف الكهربائي دون أن يلمسه، وراقب الورقتين أو الصفيفة الدوّارة، ودوّن ملاحظاتك في الجدول 4.
2. مع المحافظة على وضع القضيب المشحون قريباً من قرص الكشاف، المسه للحظة بإصبعك. وبعد إبعاد إصبعك أبعد القضيب عن القرص، ولاحظ ورقتي الكشاف أو صفيفته الدوّارة، ودوّن ملاحظاتك في الجدول 4.
3. اتبع الخطوات من الجزء C، وحدد نوع الشحنة على الكشاف الكهربائي، ودوّن ملاحظاتك في الجدول 4.

البيانات والملاحظات

الجدول 1
الملاحظات حول كرة البيلسان عند تقريب جسم مشحون إليها:
الملاحظات حول كرة البيلسان بعد ملامستها للقضيب المشحون:

الجدول 2
الملاحظات حول كرة البيلسان عند تقريب قضيب مشحون إليها:
الملاحظات حول كرة البيلسان بعد ملامستها للقضيب المشحون:

الجدول 3
الملاحظات حول الكشاف الكهربائي غير المشحون عند تقريب قضيب مشحون بشحنة سالبة إلى قرصه:
الملاحظات حول الكشاف الكهربائي المشحون بشحنة سالبة عند تقريب قضيب مشحون بشحنة موجبة إلى قرصه:

الجدول 4
الملاحظات حول الكشف الكهربائي عند تقريب قضيب مشحون إلى قرصه:
الملاحظات حول الكشف الكهربائي بعد ملامسته بالإصبع:
الملاحظات التي تبين نوع الشحنة:

التحليل والاستنتاج

1. لخص ملاحظاتك حول شحن كرة البيلسان بشحنة سالبة.

.....

.....

.....

2. لخص ملاحظاتك حول شحن كرة البيلسان بشحنة موجبة.

.....

.....

.....

3. قارن بين شحن كرة البيلسان بشحنة موجبة وشحنها بشحنة سالبة.

.....

.....

.....

4. لخص ملاحظاتك حول الشحن بالتوصيل.

.....

.....

.....

5. مستخدماً ملاحظاتك من الجزء C، وضح لماذا تبقى الصفیحة الدوّارة مبتعدة عند إبعاد القضيب المشحون؟

.....

.....

.....

6. لماذا تتحرك الصفیحة الدوّارة في الكشاف الكهربائي في الجزء D؟ وبأي نوع من الشحنات شحن الكشاف الكهربائي؟

.....

.....

.....

التوسع والتطبيق

1. يستخدم مرشح الهواء الكهروستاتيكي أحياناً لتنقية الهواء في نظام التدفئة في المباني. ويمر الهواء في هذا الجهاز بين عدد من الألواح الفلزية الرقيقة أو الأسلاك المتصلة مع مصدر ذي جهد عال لتوليد شحنة ساكنة على هذه الألواح. فينجذب الغبار والأوساخ والملوثات الموجودة في الهواء إلى الألواح أو الأسلاك، فينقى الهواء. وضح لماذا تنجذب الجزيئات إلى الألواح أو الأسلاك؟ وما ميزة هذا النوع من التنقية مقارنة بأنواع التنقية الميكانيكية العادية؟

.....

.....

.....

.....

كيف يمكن تخزين كميات كبيرة من الشحنات؟

تخزن المكثفات الكهربائية الطاقة في المجال الكهربائي. فتخزن الشحنات الكهربائية على كل من لوح المكثف، ومع زيادة الشحنات المخزنة على اللوحين يزداد فرق الجهد بينهما. وتكون النسبة بين الشحنة q المخزنة على اللوحين وفرق الجهد الكهربائي بينهما ΔV تساوي مقداراً ثابتاً، يسمى السعة الكهربائية C . لذا فإن $C = \frac{q}{\Delta V}$

وكلما كانت السعة الكهربائية للمكثف أكبر زادت كمية الشحنة التي يمكن تخزينها عند فرق جهد كهربائي محدد.

تصمم المكثفات ليكون لها سعة كهربائية محددة. ويتكون كل مكثف من موصلين تفصل بينهما مادة عازلة ذات ثابت عازلية محدد أيضاً. وتحتوي الحواسيب والأجهزة الإلكترونية مكثفات تقاس سعاتها الكهربائية بالمايكروفاراد. أما المكثفات التجارية فلها سعات تتراوح بين البيكوفاراد و الفاراد. والمكثفات المستخدمة في هذه التجربة ذات سعة كهربائية كبيرة جداً مقدارها 1 فاراد.

سوف تستقصى في هذه التجربة مقدرة المكثفات على تخزين الطاقة عند توصيلها في الشبكات أو الدوائر الكهربائية على التوالي وعلى التوازي. وبدلاً من استخدام البطارية أو المولد الكهربائي مصدر قدرة ستستخدم مولداً كهربائياً يدوياً.

الأهداف

- توضيح كيفية تخزين الشحنات الكهربائية في المكثفات .
- تلاحظ تفريغ شحنة المكثف خلال دايود مشع للضوء LED.
- تستنتج أي التوصيلات الكهربائية أكثر فاعلية في توصيل المكثفات لتخزن الشحنات.

احتياطات السلامة

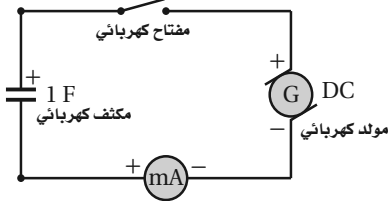


المواد والأدوات

- مكثفان سعة كل منهما 1 farad
- مولد كهربائي يعمل يدوياً
- ملي أميتر 0-500 mA
- أسلاك توصيل مع مشابك
- مفتاح كهربائي
- ساعة إيقاف
- دايود مشع للضوء LED

الخطوات

1. صل المولد الكهربائي الذي يعمل يدويًا على التوالي مع المفتاح الكهربائي والملي أميتر ومكثف سعته 1 فاراد، كما



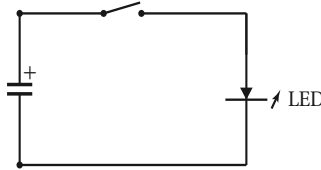
الشكل A

هو موضح في الشكل A. واترك المفتاح الكهربائي مفتوحًا خلال هذا الوقت.

أغلق المفتاح الكهربائي وراقب جهاز الملي أميتر في أثناء تدوير مقبض المولد اليدوي جزءًا من الدورة فقط. إذا تحرك مؤشر المقياس إلى الخلف (في اتجاه اليسار) فافتح الدائرة واعكس أسلاك التوصيل مع المولد. أما إذا تحرك نحو اليمين عند تدوير المقبض فتكون الدائرة موصولة بطريقة صحيحة.

2. أغلق الدائرة الكهربائية، وابدأ بتحريك مقبض المولد اليدوي بصورة مستمرة. ولاحظ مقدار التيار المار في المكثف. دوّر مقبض المولد لمدة 30 s، ثم افتح المفتاح الكهربائي، وأوقف تحريك المقبض. عند فتح المفتاح الكهربائي هل لاحظت تغيرًا في مقاومة المولد لتدويره؟ دوّن مقدار التيار في الجدول 1.

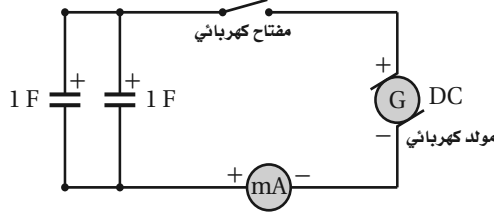
3. افصل المولد والملي أميتر. وصل الدايود المشع للضوء LED مع المفتاح الكهربائي والمكثف كما هو موضح في الشكل B، على أن يوصل أحد طرفي الدايود بالمفتاح الكهربائي ويوصل الطرف الآخر بالمكثف.



الشكل B

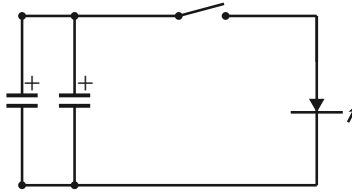
أغلق المفتاح الكهربائي، ولاحظ الدايود. هل يضيء؟ إذا لم يضيء الدايود فافتح المفتاح الكهربائي، واعكس التوصيلات معه، واستخدم ساعة الإيقاف لتحديد الزمن الذي يبقى فيه الدايود مضاءً. دوّن الزمن في الجدول 1. هل يبقى الدايود مضاءً أم ينطفئ؟ دوّن ملاحظاتك في الجدول 1. افتح الدائرة، وافصل الدايود.

4. أعد توصيل الملي أميتر والمولد اليدوي. وأضف المكثف الثاني 1F على التوازي مع المكثف الأول، كما هو موضح في الشكل C.



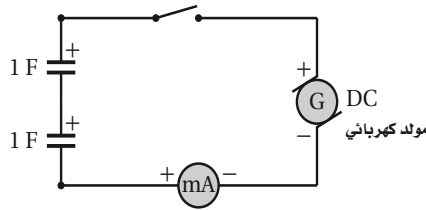
الشكل C

- كرّر الخطوات التي اتبعتها في الخطوة 2، ودون مقدار التيار في الجدول 2.
5. افصل الملي أميتر والمولد اليدوي. وصل الدايمود مع المفتاح والمكثفين، كما هو موضح في الشكل D.



الشكل D

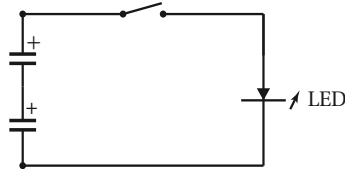
- كرّر الخطوات التي اتبعتها في الخطوة 3 لملاحظة الدايمود. دوّن الزمن وملاحظاتك في الجدول 2. افتح المفتاح وافصل الدايمود.
6. أعد توصيل الملي أميتر والمولد اليدوي وغيّر ترتيب المكثف الثاني بأن تجعل المكثفين يتصلان على التوالي. كما هو موضح في الشكل E.



الشكل E

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

7. افصل الملي أميتر والمولد، ثم صل الدايود مع المفتاح والمكثفين، كما هو موضح في الشكل F.



الشكل F

كرّر الخطوات التي اتبعتها في الخطوة 3 لملاحظة الدايود، ودوّن الزمن وملاحظاتك في الجدول 3. ثم افتح الدائرة وافصل الدايود.

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

البيانات والملاحظات

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

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

الجدول 3: مكثفان موصولان على التوالي سعة كل منهما 1 F		
التيار المار في المكثفين (mA)	الزمن الذي يبقى فيه الدايود مضاءً (s)	
الملاحظات على الدايود:		

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 تفسيراً لسبب تغير مقدار الشغل أو المجهود اللازم لتدوير المولد من أجل شحن المكثف أو المكثفين.

.....

.....

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 الذي يؤديه هذا المكثف؟

.....

.....

2. قد يؤدي الارتفاع المفاجئ واللحظي في القدرة الكهربائية، كالذي يصاحب الصوت العالي الخارج من القرص المدمج في مسجل السيارة، إلى خفت الأنوار وتشويش لحظي على مكبرات الصوت. وعادة ما يوصي صانعو

أنظمة الصوت في السيارات بوضع مكثف سعته 1 F لكل 1000 W من القدرة المسحوبة لتلبية الارتفاع في الصوت؛ 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 المخزنة في مكثف مشحون سعته 3.0 F إذا كان فرق الجهد بين لوحيه 14.7 V ؟

هل الطاقة محفوظة في عملية تسخين الماء؟

ينص قانون حفظ الطاقة على أن الطاقة لا تفنى ولا تستحدث، ولكنها تتحول من شكل إلى آخر. وهذا يعني أن مقداراً معيناً من الطاقة في شكل معين هو المقدار نفسه من الطاقة في أي شكل آخر. في هذه التجربة تتدفق طاقة كهربائية من مصدر قدرة خلال ملف التسخين، فيحوّل ملف التسخين الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية. ثم تنتقل الطاقة الحرارية من ملف التسخين إلى كتلة من الماء فتزداد درجة حرارتها.

ستحدد في هذه التجربة ما إذا بقيت الطاقة المحوّلّة من كهربائية إلى حرارية محفوظة. لذا ستقيس مقدار الطاقة الكهربائية المحوّلّة إلى طاقة حرارية بواسطة ملف التسخين الكهربائي (المقاوم) المغمور في الماء. وستقيس أيضاً مقدار الطاقة الحرارية التي تكتسبها كتلة معلومة من الماء.

كيف تقيس مقدار الطاقة المنتقلة إلى ملف التسخين؟ تحسب الطاقة الكهربائية المنتقلة إلى ملف التسخين بالمعادلة $E = IVt$ ؛ حيث تمثل E الطاقة بالجول، و I التيار بالأمبير، و V فرق الجهد بالفولت، و t الزمن بالثواني.

كيف تقيس الطاقة المنتقلة إلى الماء؟ تحسب الطاقة المنتقلة من الملف إلى الماء بالمعادلة $Q_{\text{ماء}} = m_{\text{ماء}} C_{\text{ماء}} \Delta T_{\text{ماء}}$ ، حيث تمثل Q الطاقة الحرارية بالجول، و $m_{\text{ماء}}$ كتلة الماء، و $C_{\text{ماء}}$ السعة الحرارية النوعية للماء، و ΔT التغير في درجة حرارة الماء. ويستخدم كوب البوليسترين مسعراً؛ لأن له كتلة قليلة وسعة حرارية نوعية صغيرة جداً، لذا لن يكتسب طاقة حرارية يكون لها تأثير كبير في نتائج التجربة.

احتياطات السلامة



المواد والأدوات

- كوب كبير من البوليسترين
- ملف تسخين
- مصدر قدرة
- أسلاك توصيل
- أميتر DC
- مقاومة كهربائية متغيرة
- فولتمتر
- مقياس درجة حرارة سيليزي
- ميزان
- ساعة إيقاف

وللتقليل من تأثير درجة حرارة الغرفة في التجربة، يسخن عادة الماء لتصبح درجة حرارته أكبر من درجة حرارة الغرفة بما يساوي الفرق بين درجة حرارة الماء ودرجة حرارة الغرفة قبل بدء تسخين الماء. فمثلاً إذا بدأت التجربة بماء درجة حرارته 10°C ، وكانت درجة حرارة الغرفة 20°C فإنه يجب تسخين الماء إلى 30°C . وبذلك يُعوّض عن كمية الحرارة التي اكتسبها الماء من محيط الغرفة في الفترة التي تكون فيها درجة حرارته أقل من درجة حرارة الغرفة، بفقدان كمية حرارة مساوية لها في الفترة التي تكون فيها درجة حرارة الماء أكبر من درجة حرارة الغرفة.

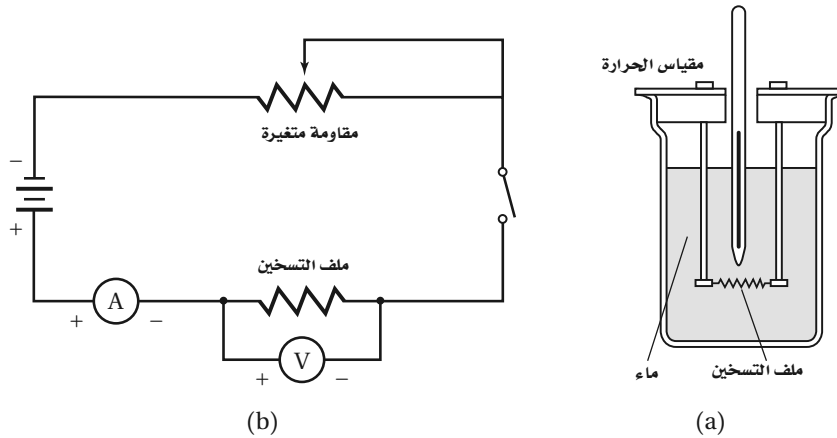
الأهداف

- تتوصل إلى قانون حفظ الطاقة.
- تقيس وتقارن بين كميات الطاقة الكهربائية وكميات الطاقة الحرارية.
- تحسب الخطأ التجريبي.

الخطوات

1. قس كتلة كوب البوليسترين ودون القيمة في الجدول 1، وكذلك دون درجة حرارة الغرفة.
2. املاً الكوب إلى ثلثيه بالماء البارد، وقس كتلة الكوب مع الماء ثم دون هذه القيمة في الجدول 1، ثم احسب كتلة الماء ودونها.
3. ركب الدائرة كما هو موضح في الشكل A. إذا كان مصدر القدرة الذي تستخدمه قابلاً للضبط، فهذا يعني أنه يحتوي على مقاومة متغيرة بداخله، بدلاً من أن تكون المقاومة المتغيرة منفصلة عنه. وإذا لم يكن الملف مغموراً بالماء، فأضف المزيد من الماء، وكرر الخطوة 2. وبعد أن يتحقق معلمك من الدائرة، أغلق المفتاح الكهربائي، واضبط مصدر القدرة أو المقاومة المتغيرة سريعاً حتى يصبح مقدار التيار الكهربائي المار 2-3 A. وافتح المفتاح الكهربائي في الحال.
4. حرّك الماء برفق، واستخدم مقياس درجة الحرارة لقراءة درجة حرارة الماء الابتدائية، ودونها في الجدول 1.
5. أغلق المفتاح الكهربائي، وعند نهاية كل دقيقة سجل قراءتي كل من الأميتر والفولتميتر، ودون هذه القيم في الجدول 2. حرّك الماء برفق من وقت إلى آخر، وإذا لزم الأمر فأجر أي تعديل أو ضبط باستخدام المقاومة المتغيرة لتحافظ على مرور تيار ثابت القيمة.

6. راقب درجة حرارة الماء حتى تصبح درجة حرارته أكبر من درجة حرارة الغرفة بما يساوي الفرق بين درجة حرارته ودرجة حرارة الغرفة عند بداية التجربة، وافتح المفتاح الكهربائي بعد مرور دقيقة من الوصول إلى تلك الدرجة.
7. حرّك الماء برفق حتى يصل إلى درجة حرارة ثابتة، ودوّن درجة الحرارة النهائية للماء في الجدول 1. ثم احسب ودوّن التغير في درجة حرارة الماء.
8. حدّد متوسط التيار ومتوسط فرق الجهد، ودوّن هذه القيم في الجدول 1.



الشكل A

b. رسم تخطيطي لأجزاء الدائرة.

a. مسعر يشبه مسعر كوب البولستيرين في تجربتك. يحوّل ملف التسخين الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية تنتقل إلى الماء.

البيانات والملاحظات

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

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	

التحليل والاستنتاج

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

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

حيث $C_{\text{ماء}} = 4.18 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$

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

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

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

4. اقترح أسباباً توضح لماذا لا يكون فرق الطاقة في المسألة السابقة صفراً، آخذاً في الاعتبار أجزاء الدائرة التي استعملتها، وأي مصادر أخرى لفقد الطاقة.

.....

.....

.....

.....

5. هل تشير نتائجك إلى أنه في الظروف المثالية ستجد توافقاً دقيقاً في تبادل الطاقة؟ أعطِ توضيحاً لإجابتك.

.....

.....

6. ما نسبة الطاقة الحرارية التي اكتسبها الماء إلى الطاقة الكهربائية المستهلكة؟

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 تحولت طاقة وضع الماء كلها إلى طاقة حركية عند سقوط الماء، وتحوّلت الطاقة الحركية إلى طاقة حرارية عند وصولها إلى القاع، فما الفرق في درجة الحرارة الماء بين قاع الشلال وقمته؟ وهل يعدّ هذا كافيًا لإنتاج حمام دافئ؟ وضح 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 200 W، فأوجد الزمن اللازم لوصول هذه الكمية إلى درجة الغليان. وضح حساباتك.
3. مصباح كهربائي قدرته الكهربائية 100 W يحول 16 % من الطاقة الكهربائية التي تصله إلى طاقة ضوئية. ما مقدار الطاقة الحرارية التي يبدها كل ثانية؟

كيف تعمل المقاومات الموصولة معاً على التوازي؟

تحتوي دائرة التوازي على أداتين أو أكثر تتصلان معاً بحيث يكون توصيل كل منها مع مصدر الجهد مستقلاً عن الآخر. وإذا كانت جميع الأدوات مقاومات، فعندئذ ستحصل على دائرة مقاومات متصلة على التوازي. وفي هذه الحالة سيتوزع التيار في مسارات مستقلة عبر المقاومات، وسيكون فرق الجهد لجميع هذه المقاومات متساوياً.

يوضح الشكل B، ثلاثة مقاومات موصولة على التوازي مع مصدر جهد. ويمر التيار من نقطة الاتصال a إلى نقطة الاتصال b من خلال ثلاثة مسارات. وفي هذه الحالة سيمر بين النقطتين تيار كهربائي أكبر من التيار الذي سيمر بينهما فيما لو كان بينهما مقاوم واحد أو مقاومان. ويمثل التيار الكهربائي الكلي I في هذه الدائرة بالمعادلة الآتية:

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

وفي كل مرة يتم فيها توصيل مقاومة أخرى مع المقاومات على التوازي، تتغير المقاومة المكافئة، حيث تعطى المقاومة المكافئة لمجموعة مقاومات موصولة على التوازي بالعلاقة الآتية:

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

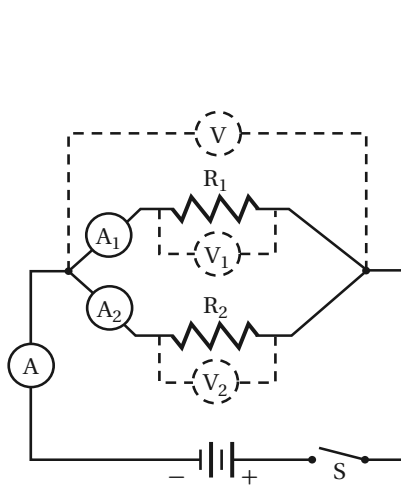
للتحقق من نتائجك ستقيس في هذه التجربة مقدار كل من التيار الكهربائي وفرق الجهد للمقاومات الموصولة على التوازي بتطبيق العلاقة $R = \frac{V}{I}$. تتبع مخططي الدوائر الكهربائية في الشكلين A و B، ولكن ربما لا يكون لديك إلا جهاز أميتر واحد وجهاز فولتметр واحد، لذا ستضطر في هذه الحالة إلى نقلهما من موقع إلى آخر لأخذ القراءات. فعلى سبيل المثال خذ قراءة التيار الكلي (A) والجهد الكلي (V)، ثم انقل المقياسين إلى الموقعين A_1 و V_1 وهكذا. ولإجراء الحسابات حوّل وحدة القياس من mA إلى A ($1 \text{ mA} = 0.001 \text{ A}$).

احتياطات السلامة

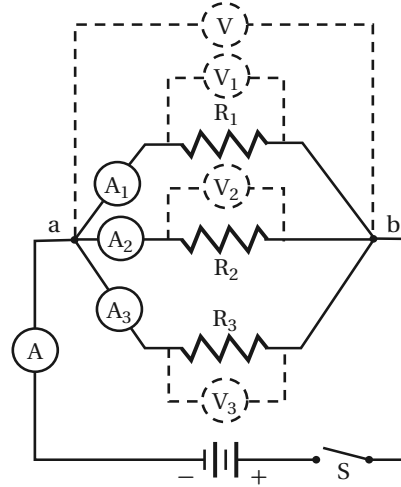


المواد والأدوات

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



الشكل A



الشكل B

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

الأهداف

- تقيس التيار المار في كل مقاوم في دائرة التوازي.
- تقارن التيار الكلي في دائرة التوازي مع التيار المار في كل مقاوم.
- تحسب المقاومة المكافئة لمجموعة مقاومات في دائرة التوازي.
- تستنتج الفرق في مقدار المقاومة المكافئة للدائرة بعد إضافة مقاومات جديدة إليها.

الخطوات

A. مقاومان:

1. ركب الدائرة الموضحة في الشكل A، ثم أغلق المفتاح الكهربائي، واضبط مصدر القدرة حتى تصبح قراءة الفولتمتر 3.0 V. وقرأ مقدار التيار من جهاز الأميتر؛ ثم افتح الدائرة بواسطة المفتاح الكهربائي، ودون القراءتين في الجدول 1.

2. حرّك المقياسين لأخذ قراءات أخرى، ودون القراءات في الجدول 1.

B. ثلاثة مقاومات

1. ركب الدائرة كما هو موضح في الشكل B، ثم أغلق المفتاح الكهربائي، واضبط مصدر القدرة على الجهد نفسه الذي استعملته في الجزء A. وقرأ مقدار التيار وفرق الجهد من المقاييس، وافتح الدائرة بواسطة المفتاح الكهربائي، ودون القراءتين في الجدول 2.
2. حرك المقاييس لأخذ قراءات أخرى، ودون هذه القراءات في الجدول 2.

C. أربعة مقاومات

1. ركب الدائرة على أن تستعمل مقاومًا مجهولاً يوصل على التوازي مع المقاومات الثلاثة التي استعملتها في الخطوة B. ضع المقاييس لأخذ مقدار التيار الكلي في الدائرة، والجهد الكلي في الدائرة. أغلق المفتاح الكهربائي، واضبط مصدر القدرة على مقدار الجهد نفسه الذي استعملته في الخطوة A، وخذ قراءة المقاييس، ثم افتح الدائرة بواسطة المفتاح الكهربائي، ودون القراءتين في الجدول 3.
2. حرك المقاييس لأخذ قراءة التيار المار في المقاوم المجهول، وفرق الجهد بين طرفيه. أغلق المفتاح الكهربائي، واضبط مصدر القدرة على الجهد نفسه الذي استعملته في الخطوة A، وخذ قراءتا المقاييس، ثم افتح الدائرة بواسطة المفتاح الكهربائي، ودون القراءتين في الجدول 3.

البيانات والملاحظات

الجدول 1							
قراءة الفولتمتر (V)			قراءة الأميتر (mA)			$R_2(\Omega)$	$R_1(\Omega)$
V_2	V_1	V	I_2	I_1	I		

الجدول 2										
قراءة الفولتمتر (V)				قراءة الأميتر (mA)				$R_3(\Omega)$	$R_2(\Omega)$	$R_1(\Omega)$
V_3	V_2	V_1	V	I_3	I_2	I_1	I			

الجدول 3

قراءة الأميتر (mA)		قراءة الفولتметр (V)	
I	مقاوم مجهول	V	مقاوم مجهول

التحليل والاستنتاج

1. استعمل بيانات الجدول 1 لحساب القيم الآتية:

a. المقاومة المكافئة المقيسة R للدائرة، حيث $R = \frac{V}{I}$

b. التيار الكلي $I_1 + I_2$.

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

2. a. قارن مجموع التيارين $I_1 + I_2$ 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 سبباً لأي اختلاف بينهما؟

.....

.....

3. استعمل بيانات الجدول 2 لحساب القيم الآتية:

a. المقاومة المكافئة المقاسة R للدائرة حيث $R = \frac{V}{I}$.

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

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

b. قارن بين المقاومة المكافئة المحسوبة، والمقاومة المكافئة المقاسة. هل هما متساويتان؟ إذا كانتا غير متساويتين، فما العوامل التي قد تكون سبباً لأي اختلاف بينهما؟

.....

.....

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

.....

.....

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

.....

.....

7. استعمل بيانات الجدول 3 لحساب قيمة المقاوم المجهول.

التوسع والتطبيق

1. لدى يوسف أميتر حساس ينحرف إلى أقصى تدريج عندما يمر فيه تيار مقداره 1.000 mA . وكانت مقاومة ملف الأميتر 500.0Ω . أراد يوسف استخدام هذا الأميتر في تجربة فيزياء بحيث يكون الأميتر قادرًا على قياس تيار مقداره 1.00 A . وقد وجد بالحساب أن مقاومة مكافئة مقدارها 0.5000Ω تسبب الهبوط الضروري في الجهد الذي مقداره 0.5000 V ؛ $(V = IR = 1.000 \times 10^{-3} \text{ A} \times 500.0 \Omega)$ ، بحيث يمر تيار 1.000 mA فقط في الأميتر. ما مقدار مقاومة مجزئ التيار؛ مقاوم يوصل على التوازي مع الأميتر، الذي يجب أن يستعمله؟

2. للفولتметр مقاومة توفر مسارًا للتيار المراد قياسه في الدائرة. غالبًا ما يكون من المهم معرفة مقاومة الفولتметр، وخصوصًا عند قياس فرق الجهد لمقاومة يسري فيها تيار صغير جدًا أو لمقاوم ذي مقاومة كبيرة. افترض أن التيار المار في دائرة كهربائية ثابت، وتريد أن تقيس فرق الجهد خلال مقاوم 1000Ω ، فهل يكون استعمال فولتметр مقاومته 10000Ω خيارًا جيّدًا؟ وماذا عن استعمال فولتметр مقاومته 1000000Ω ؟ علل إجابتك.

.....

.....

.....

.....