

الفيزياء 3

السنة الثالثة

التعليم الثانوي - نظام المسارات



دليل التجارب العملية

قام بالتأليف والمراجعة

فريق من المتخصصين

ح) المركز الوطني للمناهج، ١٤٤٧هـ

المركز الوطني للمناهج

الفيزياء ٣ - دليل التجارب العملية - التعليم الثانوي - نظام المسارات - السنة
الثالثة. - المركز الوطني للمناهج. الرياض، ١٤٤٧هـ.

١٥٤ ص؛ ٢١ × ٢٧ سم

رقم الإيداع: ١٤٤٧/٦٣٩٦

ردمك: ٩٧٨-٦٠٣-٥١٤-٢٤٩-٦

مواد إثرائية وداعمة على "منصة عين الإثرائية"



ien.edu.sa

أعضاء المعلمين والمعلمات، والطلاب والطالبات، وأولياء الأمور، وكل مهتم بالتربية والتعليم؛
يسعدنا تواصلكم؛ لتطوير الكتاب المدرسي، ومقترحاتكم محل اهتمامنا.



fb.ien.edu.sa



المقدمة

عزيزي الطالب / عزيزتي الطالبة

تتكامل أدلة التجارب العملية لفروع مادة العلوم المختلفة (الفيزياء، والكيمياء، والأحياء، وعلم البيئة، وعلوم الأرض والفضاء) مع الكتب المطورة لكل فرع منها، وفي الصفوف المختلفة في نظام توحيد المسارات، من حيث المحتوى والمضمون، وتتناهى 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 الفيزياء 3 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 يهدف هذا الدليل إلى إكسابك مهارات التعامل مع الأدوات والأجهزة في المختبر.

ويتضمن الدليل تجارب عملية تتلاءم مع محتوى فصول كتاب الفيزياء 3 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 لناشتنا على درب التقدم والنجاح.



قائمة المحتويات

- 7..... تعزيز الاتجاهات العلمية
- 11..... الإسعافات الأولية في المختبر
- 12..... احتياطات السلامة في المختبر
- 13 رموز السلامة في المختبر
- 14 مرجع الفيزياء
- 16 إعداد وكتابة تقارير التجارب
- 18..... تجربة 1: لماذا تبدو الصخرة خفيفة في الماء؟
- 22..... تجربة 2: لماذا تؤلمك أذناك عندما تغوص في الماء؟
- 28..... تجربة 3: كيف تنعكس الموجات وكيف تنكسر؟
- 34..... تجربة 4: كيف يبدو حيود الموجات وتداخلها؟
- 40..... تجربة 5: ما الديسبل؟
- 46..... تجربة 6: ما مقدار سرعة الصوت؟
- 52..... تجربة 7: كيف يمكنك التقليل من الوهج؟
- 57..... تجربة 8: أين تتكون صورتك في المرآة؟
- 63..... تجربة 9: العدسات المحدبة والعدسات المقعرة
- 69..... تجربة 10: كيف ينحرف الضوء؟



قائمة المحتويات

- تجربة 11: ما الطول الموجي؟ 75
- تجربة 12: ما الهولوجرام؟ 81
- تجربة 13: كيف تشحن الأجسام؟ 87
- تجربة 14: هل يمكن تخزين كميات كبيرة من الشحنات؟ 92
- تجربة 15: هل الطاقة محفوظة في عملية تسخين الماء؟ 98
- تجربة 16: كيف تعمل المقاومات الموصولة معاً على التوازي؟ 104
- تجربة 17: كيف يولد التيار الكهربائي مجالاً مغناطيسياً قوياً؟ 110
- تجربة 18: ما الذي يسبب التآرجح؟ 116
- تجربة 19: ما مقدار كتلة الإلكترون؟ 122
- تجربة 20: ما العلاقة بين لون الضوء المنبعث من الدايود المشع للضوء والهبوط في الجهد خلاله؟ 128



قائمة المحتويات

تجربة 21: ماذا يمكن أن تتعلم من طيف الانبعاث ؟ 133

تجربة 22: كيف يمكنك قياس عدد تنقلات الإلكترون بين مستويات الطاقة؟

..... 137

تجربة 23: كيف يمكن لجهاز الحاسوب اتخاذ القرارات؟ 141

تجربة 24: كيف أحمي نفسي من النشاط الإشعاعي؟ 147

تجربة 25: كيف تستطيع إيجاد عمر النصف لنظير مشع ذي فترة حياة قصيرة؟

..... 151



تعزير الاتجاهات العلمية

عمليات العلم

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 اختبار؛ سواء في الحال، أو في نهاية تجربة أو أكثر.

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، والمشاهدات، والعلاقات.

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



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 الاستفادة 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 التمهيديّة والأهداف. ويركز عرض المشكلة (السؤال) على عنصر التحفيز الذي يدفع إلى إجراء التجربة. ويذكرك جزء الفرضية باستخدام ما تعرفه لتطور تفسيراً محتملاً للمشكلة. وبعدئذ تتاح لك الفرصة لتطوير خطواتك لا اختبار فرضيتك. ويزودك جزء خطة التجربة بالإرشاد الكامل لهذه العملية. وتتضمن قائمة المواد الأشياء التي يمكن استخدامها في التجربة، اعتماداً 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

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 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 إجرائه، وكيفية قراءة أداة القياس. ومن جهة أخرى يعود مدى اقتراب قيمة قياسك من القيمة المقبولة (المعيارية) إلى مقاربتك (الضبط) في القياس. وستُفَارَن 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



تعزير 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 صناديق 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.

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

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 الزجاجة، أو استخدامها في الطعام أو الشراب.

3. لا تجر أي تجارب غير مقررّة، 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 صناديق المياه والغاز، وافصل الوصلات الكهربائية، ونظف مكان عملك، وأعد جميع المواد والأجهزة إلى الأماكن المخصصة لها، واغسل يديك جيداً قبل خروجك من المختبر.



رموز السلامة في المختبر

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 الغسلة 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 المدببة، 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 (النفضالين).	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، سواكل منسكة، تماس كهربائي، أسلاك معزاة.	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 للقناة التنفسية.	حبوب اللقاح، كرات العث، سلك المواعين، ألياف الزجاج، برمنجنات البوتاسيوم.	ضع واقياً للغبار وارتد قفازين وتعامل مع المواد بحرص شديد.	اذهب إلى معلمك طلباً للإسعاف الأولي.
 المواد الكيميائية	المواد الكيميائية التي قد تتفاعل مع الأنسجة والمواد الأخرى وتتلفها.	المبيضات مثل فوق أكسيد الهيدروجين والأحماض كحمض الكبريتيك، والقواعد كالألمونيا وهيدروكسيد الصوديوم.	ارتد نظارة واقية، وقفازين، والبس معطف المختبر.	اغسل المنطقة المصابة بالماء، وأخبر معلمك بذلك.
 المواد السامة	مواد تسبب التسمم إذا ابتلعت أو استنشقت أو لمست.	الزئبق، العديد من المركبات الفلزية، اليود، النباتات السامة.	اتبع تعليمات معلمك.	اغسل يديك جيداً 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 طلباً للإسعاف الأولي واستخدم طفاية الحريق إن وجدت.
 اللهب المشتعل	ترك اللهب مفتوحاً يسبب الحريق.	الشعر، الملابس، الورق، المواد القابلة للاشتعال.	اربط الشعر إلى الخلف (للطالبات)، 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 العين
اغسل يديك بعد كل تجربة بالماء والصابون قبل نزع النظارة الواقية.	يظهر هذا الرمز عند استعمال مواد مشعة.	يجب دائماً ارتداء نظارة واقية عند العمل في المختبر.
 وقاية الملابس	 خطر الحريق	 مواد سامة
يظهر هذا الرمز عندما تسبب المواد بقعاً أو حريقاً للملابس.	ترك اللهب مفتوحاً يسبب الحريق.	مواد تسبب التسمم إذا ابتلعت أو استنشقت أو لمست.



الاستجابة اللونية للعين لمختلف الأطوال الموجية للضوء

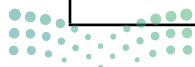
الطول الموجي		
اللون	nm	m
فوق البنفسجية	أقل من 380	أقل من 3.8×10^{-7}
البنفسجي	420-400	$4.0-4.2 \times 10^{-7}$
الأزرق	480-440	$4.4-4.8 \times 10^{-7}$
الأخضر	560-500	$5.0-5.6 \times 10^{-7}$
الأصفر	600-580	$5.8-6.0 \times 10^{-7}$
الأحمر	700-620	$6.2-7.0 \times 10^{-7}$
تحت الحمراء	أكثر من 760	أكثر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



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 صُمم 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:

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

- يحتوي الجزء المخصص للنتائج على فراغات لإجراء الحسابات وكتابة النتائج النهائية.
- إذا تعددت النتائج يجب كتابتها ضمن جداول.
- يجب أن يعطى كل جدول عنواناً مناسباً، 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 جميعاً (لا تصل 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.

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:

- يغطي جميع النقاط الرئيسة في الموضوع.
- يستند على نتائج التجربة وبياناتها.
- يشير إلى الرسوم بتحديد عنوانها كاملاً في حال اعتماده عليها.
- الوضوح والإيجاز مهمان في الاستنتاج، لذا، يجب تجنب استخدام الصيغ الشخصية مثل (أنا، نحن) إلا إذا كان ذلك ضرورياً.



تجربة 1: لماذا تبدو الصخرة خفيفة في الماء؟

احتياطات السلامة



المواد والأدوات

- إناء مختبري 500 ml
- ميزان نابضي 5 N
- كتلة تعليق 500 g
- كتلة تعليق 100 g
- كأس بلاستيكية
- منشفة ورقية

تنص قاعدة أرخميدس على أن الجسم المغمور كلياً أو جزئياً في مائع تؤثر فيه قوة رأسية إلى أعلى تساوي وزن المائع المزاح بواسطة الجسم. تذكر أن $Vg = \rho_{\text{المائع}} V_{\text{الطفو}}$ ، حيث تمثل ρ كثافة المائع، و V حجم المائع المزاح، و g تسارع الجاذبية الأرضية. فعندما تكون كثافة الجسم أقل من كثافة المائع المغمور فيه الجسم يبدأ الجسم في الغوص في المائع حتى يزيح كمية من المائع وزنها يساوي وزن الجسم. وفي هذه اللحظة يتوقف الجسم عن الغوص ويصبح مغموراً جزئياً، وتحدث حالة اتزان، فيكون:

$$\rho_{\text{الجسم}} V_{\text{الجسم}} = \rho_{\text{المائع المزاح}} V_{\text{الطفو}}$$

أما إذا كانت كثافة الجسم أكبر من كثافة المائع فإن قوة الطفو التي تؤثر إلى أعلى نتيجة ضغط المائع على الجسم تكون أقل من أن تُوازن قوة وزن الجسم المؤثرة إلى أسفل، فيغوص الجسم لينغمر كلياً في المائع وينقص وزنه الظاهري بمقدار مساوٍ لقوة الطفو المؤثرة فيه.

ستستقضي في هذه التجربة قوة طفو الماء المؤثرة في جسم. تذكر أن كتلة 1 ml من الماء تساوي 1 g ووزنها يساوي 0.01 N، وإن قوة الطفو $F_{\text{الطفو}}$ المؤثرة في الجسم تساوي الفرق بين وزن الجسم في الهواء F_g ووزنه الظاهري $F_{\text{الظاهري}}$ عندما ينغمر في الماء.

$$F_{\text{الطفو}} = F_g - F_{\text{الظاهري}}$$

الأهداف

- يُتوقع بعد تنفيذ هذه التجربة أن تكون قادراً على أن:
 - توضّح العلاقة بين قوة الطفو ووزن الجسم في الهواء ووزنه الظاهري في الماء.
 - تطبّق مبدأ أرخميدس على الطفو.
 - تستنتج تأثير مساحة سطح وكثافة كتلة معلومة في كمية الماء المزاح.



الخطوات

1. اسكب 300 ml ماء صنبور في إناء مختبري سعته 500 ml، ثم اقرأ بدقة الحجم من التدريج الذي على الإناء المختبري، وسجل هذه القيمة في الجدول 1.

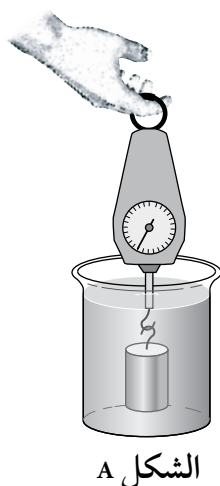
2. علّق كتلة مقدارها 500 g في نهاية الميزان النابضي، ثم قس وزن الكتلة في الهواء وسجل هذه القيمة في الجدول 1.

3. اغمر الكتلة 500 g المعلقة في نهاية الميزان النابضي في الماء، كما في الشكل A، ولا تدع الكتلة تستقر في قاع الإناء المختبري أو تلامس جوانبه. ثم قس الوزن الظاهري للكتلة المغمورة وسجل هذه القيمة في الجدول 1.

4. قس حجم الماء والكتلة مغمورة فيه، وسجل الحجم الجديد في الجدول 1، ثم ارفع الكتلة 500 g من الإناء وضعها جانباً.

5. قس حجم الماء في الإناء المختبري وسجله في الجدول 2، ثم ضع كتلة مقدارها 100 g في الإناء المختبري، وفس حجم الماء في الإناء والكتلة مغمورة فيه وسجله في الجدول 2.

6. استخدم الكأس البلاستيكية كقارب في الخطوة التالية. أزل الكتلة من الماء وجففها بوساطة منشفة ورقية، ثم ضعها في الكأس البلاستيكية وغمّ الكأس بأفضل طريقة ممكنة في الإناء المختبري، وفس حجم الماء الجديد وسجله في الجدول 2.



البيانات والملاحظات

الجدول 1	
	وزن الكتلة التي مقدارها 500 g في الهواء.
	الوزن الظاهري للكتلة التي مقدارها 500 g وهي مغمورة في الماء.
	حجم الماء في الإناء المختبري.
	حجم الماء في الإناء المختبري والكتلة 500 g مغمورة فيه.

الجدول 2	
	حجم الماء في الإناء المختبري.
	حجم الماء والكتلة 100 g مغمورة فيه.
	حجم الماء والكتلة 100 g في الكأس البلاستيكية عائمة فيه.

التحليل والاستنتاج

1. احسب قوة طفو الماء المؤثرة في الكتلة 500 g. وضح حساباتك في الفراغ أدناه.

2. احسب باستخدام البيانات في الجدول 1 حجم الماء المزاح بواسطة الكتلة 500 g، ثم احسب وزن الماء المزاح. وضح حساباتك في الفراغ أدناه. قارن بين وزن الماء المزاح وقوة الطفو المؤثرة في الجسم المغمور التي حسبتها في السؤال 1. وإذا كانت القيم مختلفة، فاذكر مصادر الخطأ التي سببت ذلك.

3. ماذا حدث لمستوى الماء في الإناء المختبري عندما وضعت الكتلة 100 g في القارب (الكأس البلاستيكية)؟ اقترح تفسيراً لأي فرق في الحجم وجدته في الخطوتين 5 و 6، على أن يتضمن مفهوم الكثافة.



التوسع والتطبيق

1. يركب طارق ومحمود قاربًا مطاطيًا في بركة سباحة. ماذا يحدث لمستوى الماء في البركة إذا سقطا في الماء؟

2. الجبال الجليدية كتل جليدية ضخمة عائمة، انفصلت عن الأنهار الجليدية أو عن الصفائح القطبية الجليدية، ويمكن مشاهدة قممها فوق سطح الماء. فإذا علمت أن كثافة الجليد 0.92 g/cm^3 ، وكثافة ماء البحر 1.03 g/cm^3 ، فما النسبة المئوية لحجم جزء جبل الجليد الظاهر فوق سطح المحيط بالنسبة إلى حجم جبل الجليد الكلي؟

3. تحمل سفن الشحن مئات الحاويات. في أثناء إبحار إحدى السفن عبر قناة مائية تحطمت بعض السلاسل التي تثبت الحاويات في السفينة، فسقطت عشرات الحاويات في القناة. ماذا يحدث لمستوى الماء في القناة؟

4. تخيل إناءً مختبريًا فيه ماء موضوع على سطح ميزان. هل يزداد وزن الإناء أم ينقص أم يبقى ثابتًا عند إنزال كتلة معلقة في نهاية ميزان نابضي في داخله؟

5. لماذا تبدو الصخرة أقل وزنًا في الماء مقارنة بوزنها عندما تكون في الهواء بناءً على مفهوم قوة الطفو؟



تجربة 2: لماذا تؤلمك أذناك عندما تغوص في الماء؟

احتياطات السلامة



المواد والأدوات

- ماصة عصير
- أسطوانة مدرّجة 100 ml
- بطاقة فهرسة 7.5 cm x 12.5 cm
- كأس زجاجية
- مسطرة
- وعاء سعته 250 ml
- قارورة بلاستيكية سعتها 2 L
- مخرز أو إبرة
- وعاء أو صحن
- بارومتر مئري

يُعد الفيزيائي الفرنسي بليز باسكال أحد الرواد في التمهيد لأساسيات علم الهيدروستاتيكا (hydrostatics) - علم دراسة الموائع الساكنة. حيث وجد أن الضغط في المائع المحصور ينتقل دون نقصان إلى كل جزء من المائع وإلى جدران الوعاء الذي يحويه، كما يعتمد ضغط المائع على عمق المائع في النقطة التي يقاس عندها.

ماذا يحدث عندما تغوص إلى قاع بركة سباحة عميقة؟ تشعر بزيادة الضغط كلما غُصت إلى عمق أكبر في الماء. ولأن الماء، مثل جميع السوائل، غير قابل للانضغاط عملياً فإن أي تغيير في ضغط أي جزء منه ولو كان قليلاً سيشتت خلال السائل بسرعة تساوي سرعة الصوت فيه.

ينتج الضغط المؤثر في سباح بوساطة الماء في بركة السباحة عن قوة الجاذبية الأرضية التي تؤثر في عمود الماء فوق جسمه. والضغط هو القوة المؤثرة في وحدة المساحة، لذا يُعبّر عن ضغط الماء بالعلاقة التالية:

$$P = \frac{F_g}{A}$$

حيث F_g هي وزن عمود الماء فوق جسم السباح، و A مساحة عمود الماء فوق جسمه. يعبر عن وزن كتلة الماء فوق جسم السباح بالعلاقة التالية:

$$F_g = mg = \rho V g$$

حيث m كتلة الماء، و g تسارع الجاذبية الأرضية، و ρ كثافة الماء، و V حجم الماء. ويمكن التعبير عن الحجم بضرب المساحة A في ارتفاع عمود الماء h . لذا، يمكن كتابة ضغط الماء في الصورة:

$$P = F_g / A = mg / A = \rho V g / A = \rho g Ah / A$$

أو تبسيطه في الصورة: $P = \rho gh$



الأهداف

يُتوقع بعد تنفيذ هذه التجربة أن تكون قادرًا على أن:

- تحلل القوى المؤثرة في المائع.
- تطوّر فهمك لمبدأ باسكال.
- تلاحظ تأثير القوة في المائع.

الخطوات

A. القارورة

1. أحضر قارورة نظيفة سعتها 2 L، وعيّن عليها ثلاث نقاط وحددها، بحيث تقع النقطة الأولى عند ربع المسافة بين قاع القارورة وقمتها، وتقع النقطة الثانية عند نصف المسافة، أما النقطة الثالثة فتقع عند ثلاثة أرباع المسافة بين قاع القارورة وقمتها، مستخدمًا المخرز أو الإبرة لثقب كل نقطة حدّدتها على القارورة.
2. أغلق الثقوب الثلاثة بأصابعك ثم املاّ القارورة بالماء، وضعها في الصحن بعناية وأزل أصابعك. راقب تدفق الماء خلال الثقوب، وسجّل مشاهداتك في الجدول 1، ثم مثّلها بيانيًا.
3. اسكب الماء المتدفق في الحوض، ثم كرّر الخطوة 2.

B. الأنابيب المفتوحة والمغلقة

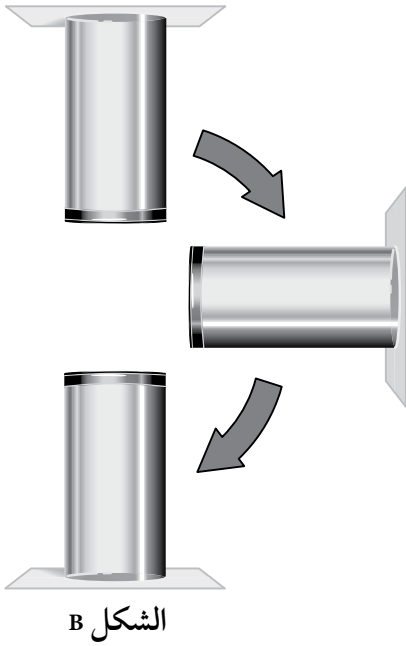
1. قس الضغط الجوي وسجّل القيمة في الجدول 2.
2. املاّ الأسطوانة المدرجة بالماء، ثم أدخل أحد طرفي ماصّة العصير فيه.
3. ضع إبهامك على الطرف الآخر للماصّة لإغلاقه.
4. اسحب الماصّة رأسياً إلى أعلى من الأسطوانة المدرجة. سجّل مشاهداتك في الجدول 2.
5. ارفع إصبعك عن الطرف العلوي للماصّة في أثناء الإمساك بها فوق الأسطوانة المدرجة. سجّل مشاهداتك في الجدول 2.
6. أعد وضع الماصّة في الأسطوانة المدرجة، ثم اسحبها من الماء دون أن تغطي نهايتها. سجّل مشاهداتك في الجدول 2.

C. الكأس الزجاجية المقلوبة

1. قس قطر الكأس الزجاجية وارتفاعها، وسجّل هذه القيم في الجدول 3.
2. املاّ الكأس الزجاجية تمامًا بالماء إلى قمتها، ثم ضع بطاقة الفهرسة على سطح الماء، كما في الشكل A.



3. بينما تحمل الكأس الزجاجية فوق حوض الماء ضع إحدى يديك فوق البطاقة، ثم اقلب الكأس بحذر رأساً على عقب بيدك الأخرى، كما في الشكل B، ثم أبعد يدك التي أصبحت أسفل البطاقة بحذر، وسجّل مشاهداتك في الجدول 3.



البيانات والملاحظات

الجدول 1
الملاحظات والرسم التوضيحي للقارورة.



الجدول 2

الضغط البارومتري = kPa _____

الملاحظات الخاصة بماءة العصير عند إخراجها من الماء (عند إغلاق نهاية الماءة بواسطة الإبهام).

الملاحظات الخاصة بالماءة والماء عند إزالة الإبهام.

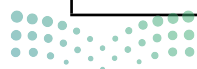
الملاحظات الخاصة بالماءة عند إخراجها من الماء (الإبهام لا يغلق طرف الماءة).

الجدول 3

قطر الكأس:

ارتفاع الكأس:

الملاحظات الخاصة بالكأس المقلوبة والبطاقة:



التحليل والاستنتاج

1. تؤثر قوة الجاذبية الأرضية بقوة جذب في جميع جزيئات الماء داخل القارورة التي سعتها 2 L في الجزء A. صف الضغط في جميع أجزاء القارورة.

2. لخص نتائج إخراج الماصّة من الأسطوانة المملوءة بالماء.

3. أنشئ رسمًا توضيحيًا للضغط والقوى المؤثرة في الماصّة المملوءة بالماء.

4. احسب باستخدام البيانات في الجدول 3 الضغط الذي يؤثر به الماء الموجود داخل الكأس الزجاجية في بطاقة الفهرسة، علمًا بأن كثافة الماء تساوي $1.00 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$. وضح حساباتك في الفراغ أدناه.

5. احسب مقدار القوة التي يؤثر بها الماء في بطاقة الفهرسة باستخدام البيانات في الجدول 3 ونتيجة الضغط التي حسبتها في المسألة السابقة. وضح حساباتك في الفراغ أدناه.

6. ينشأ الضغط الجوي من عمود الهواء الممتد من سطح الأرض وحتى نهاية الغلاف الجوي، ويسلك الهواء في الغرفة سلوك المائع، ويؤثر بهذا الضغط في جميع السطوح الموجودة في الغرفة. قارن بين ضغط الهواء المؤثر في بطاقة الفهرسة والضغط الذي يسببه وزن الماء على البطاقة نفسها. أيهما أكبر؟

7. لماذا يمكن أن تبقى بطاقة الفهرسة على الكأس وهي مقلوبة؟

التوسع والتطبيق

1. إذا كان الفرق بين الضغط خارج جسمك والضغط في الفراغات الهوائية الموجودة داخل الجسم كبيراً فقد يؤدي ذلك إلى الشعور بالانضغاط مما يسبب ألماً. ففي أثناء السباحة مثلاً تعمل طبلية الأذن عمل الحاجز بين الماء والهواء المحصور داخل الأذن. ما الزيادة في الضغط الذي ينتقل من الماء إلى طبلية أذنك إذا كنت تغوص في بركة سباحة على عمق 3 m؟ وماذا يحدث إذا لم تتم معادلة هذا الضغط؟



تجربة 3: كيف تنعكس الموجات وكيف تنكسر؟

احتياطات السلامة



المواد والأدوات

- قضيب فلزي
- قطارة
- لوح زجاجي على شكل متوازي مستطيلات
- لوح كرتون أبيض
- مصدر ضوئي
- حاجزان فلزيان أحدهما على شكل قطع مكافئ والآخر مستقيم الشكل (ملحقات حوض الموجات)
- منقلة
- حوض الموجات
- حلقات معدنية
- ميزان الماء (الاستواء)

يحدث انعكاس الموجات عندما ترتد عن حاجز. وينص قانون الانعكاس على أن زاوية سقوط الموجة على حاجز تساوي زاوية انعكاسها عنه. وبمعنى آخر فإن هذا الارتداد يسبب تغير اتجاه الموجة، لكنه لا يسبب تغير سرعة الموجة. فسرعة الموجة تتغير عندما تعبر الموجة من وسط إلى وسط آخر مختلف عنه؛ وذلك لأن سرعة الموجة في وسط ما هي من خصائص ذلك الوسط. ويسبب هذا التغير في سرعة الموجة تغيراً في اتجاهها أيضاً، وتسمى هذه الظاهرة الانكسار.

تستقصي في هذه التجربة ظواهر موجية تشمل تغيراً في اتجاه حركة الموجات والمعروفة بالانعكاس والانكسار باستخدام حوض الموجات. يعد حوض الموجات بيئة مثالية لملاحظة سلوك الموجات؛ حيث تشاهد صورة الموجات المتكونة في الماء على شاشة ورقية أسفل الحوض. ويُشاهد الأثر الذي يُشكّله الضوء الساطع الساقط على موجات الماء -الظل- على هيئة خطوط مضيئة وأخرى معتمة، بالإضافة إلى وجود مساحات رمادية تفصل تلك الخطوط بعضها عن بعض. ستستخدم ظلال الموجات هذه لملاحظة الانعكاس والانكسار.

الأهداف

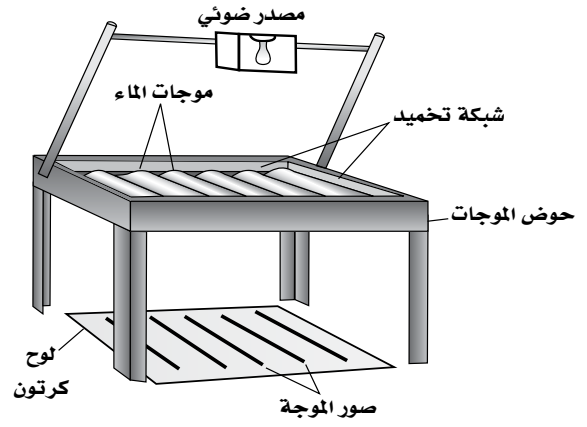
- تلاحظ انعكاس الموجات وانكسارها في حوض الموجات.
- تحلل أنماط الموجات في الماء.
- تتوقع سلوك الموجات السطحية في الماء.

الخطوات

A. الإعداد

1. ركب حوض الموجات، كما هو موضّح في الشكل A، وضع ميزان الماء في قاع الحوض قبل إضافة الماء، وتحقق أنه في

وضع أفقي مستوي. تحقّق من التسوية في اتجاه عرض الحوض وطوله، وعدّل من استواء الحوض واضبطه إذا لزم الأمر إلى أن يستوي في الاتجاهين، ثم أضف الماء إلى عمق 5–8 mm. ثم ضع لوح الكرتون تحت أرضية الحوض.



الشكل A

2. ولّد موجات صغيرة بواسطة قلم الرصاص في وسط الحوض، وسلّط ضوء المصدر الضوئي على سطح الماء حتى تظهر صورة واضحة للموجات على لوح الكرتون الأبيض أسفل الحوض.

B. الانعكاس

1. ضع القضيب الفلزي في الماء مقابلًا لأحد جوانب حوض الموجات، واختبر استخدامه، وذلك بتدويره بلطف إلى الخلف والأمام لتوليد نبضات موجة مستوية.

2. ضع الحاجز المستقيم في الجانب المقابل من الحوض موازيًا لحافة الحوض. واستخدم القضيب الفلزي لتوليد نبضات موجات مستوية تنتشر نحو الحاجز المستقيم، بحيث تصطدم بالحاجز مباشرة (زاوية السقوط 0°). ولاحظ على لوح الكرتون ما يحدث للنبضات عندما تصطدم بالحاجز. وسجل وصفًا لملاحظاتك في البند 1 من الجدول 1.

3. غير موضع الحاجز المستقيم، بحيث يصنع زاوية مع طرف الحوض. واستخدم القضيب الفلزي لتوليد نبضات موجات مستوية تتحرّك نحو الحاجز المستقيم. ولاحظ على لوح الكرتون ما يحدث للنبضات عندما تصطدم بالحاجز، وسجل وصفًا لملاحظاتك في البند 1 من الجدول 1. ارسم الصورة التي لاحظتها في البند 2 من الجدول 1. وتذكر أن سلوك النبضات هو نفسه سلوك الموجات.

4. باستخدام المنقلة قس الزاوية الحادة المحصورة بين الخط الواقع على امتداد مقدمة الموجات المستوية المتجهة نحو الحاجز والخط الواقع على طول الحاجز المستقيم. ومقدار هذه الزاوية دائمًا أقل من أو يساوي 90° ، وهذه الزاوية تكون مساوية لزاوية السقوط θ . ثم قس الزاوية الحادة المحصورة بين الخط الواقع على امتداد مقدمة الموجات المستوية المنعكسة، والخط الواقع على طول الحاجز المستقيم. سيكون مقدار هذه

الزاوية دائماً أقل من أو يساوي 90° ، وهذه الزاوية تكون مساوية لزاوية الانعكاس θ_r . سجّل قياسي هاتين الزاويتين في البند 3 من الجدول 1.

5. أزل الحاجز المستقيم، وضع مكانه حاجزاً على شكل قطع مكافئ، وركّب الحاجز الجديد على أن يكون طرفه المفتوح في اتجاه القضيب الفلزي. استخدم القضيب الفلزي لتوليد نبضات موجات مستوية تتحرك نحو حاجز القطع المكافئ. ولاحظ على لوح الكرتون ما يحدث للنبضات عندما تصطدم بالحاجز، وسجّل وصفاً لملاحظاتك في البند 4 من الجدول 1. حدّد النقطة التي تلتقي عندها الموجات المنعكسة على لوح الكرتون أسفل الحوض، وضع علامة عندها باستعمال قلم رصاص. وتُسمّى هذه النقطة البؤرة. 6. توقف عن توليد نبضات موجية باستخدام القضيب الفلزي. واستخدم قطارة، وأسقط بضع قطرات صغيرة من الماء على السطح عند النقطة التي حددتها (البؤرة)، أو انقر سطح الماء عند هذه النقطة بلطف باستعمال قلم رصاص، ولاحظ ما يحدث للموجات المتولدة في هذه النقطة والمبتعدة عنها نحو حاجز القطع المكافئ. ثم لاحظ ما يحدث للموجات المنعكسة عن حاجز القطع المكافئ. وسجّل وصفاً لملاحظاتك في البند 5 من الجدول 1

7. أزل حاجز القطع المكافئ من حوض الموجات.

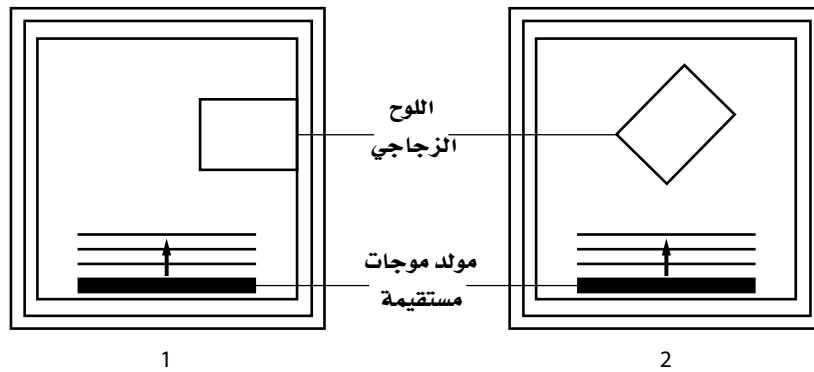
C. الانكسار

1. ضع لوح متوازي المستطيلات الزجاجي في وسط الحوض، على أن يستقر اللوح على أحد جانبيه العريضين، كما موضح في الشكل B1، وضع تحت اللوح حلقات معدنية من أجل إنتاج منطقة ماء ضحلة، وذلك إذا لزم الأمر. 2. استخدم القضيب الفلزي لتوليد نبضات موجات مستوية في الحوض، ولاحظ ما يحدث بدقة للموجات عند حواف اللوح الزجاجي. في الشكل B1، ارسم الأنماط التي تلاحظها للموجات المتحركة مبتدئاً من المنطقة التي يكون فيها الماء عميقاً إلى المنطقة التي يكون فيها الماء ضحلاً فوق اللوح الزجاجي. 3. دوّر اللوح الزجاجي بحيث تكون إحدى زواياه مقابلة لطرف الحوض الموضوع عنده القضيب الفلزي، كما في الشكل B2. ثم استخدم القضيب الفلزي لتوليد نبضات موجية مستوية في الحوض. في الشكل B2 ارسم الأنماط التي تلاحظها للموجات المتحركة مبتدئاً من الماء العميق إلى الماء الضحل فوق اللوح الزجاجي.



البيانات والملاحظات

الجدول 1
1. وصف النبضات الموجية المستوية التي تصطدم بالحاجز المستقيم بزاوية 0° وبزايا أخرى.
2. رسم نبضات الموجات الساقطة و نبضات الموجات المنعكسة.
3. $\theta_i = \theta_r$
4. وصف الموجات المنعكسة عن حاجز القطع المكافئ.
5. وصف الموجات المتولدة في بؤرة حاجز القطع المكافئ.



الشكل B



التحليل والاستنتاج

1. تذكر ملاحظاتك حول الموجات المنعكسة في حوض الموجات. هل تغيّرت سرعة الموجات، أم بقيت متحركة بالسرعة نفسها؟ وهل تغيّرت المسافة بين الموجات (الطول الموجي)؟

.....

.....

2. قارن بين زاوية السقوط وزاوية الانعكاس التي سجّلتها في الجدول 1.

.....

.....

3. اربط بين قانون الانعكاس وملاحظاتك حول الموجات المنعكسة عن حاجز القطع المكافئ. وهل بقي قانون الانعكاس مطبقاً في هذه الحالة؟

.....

.....

4. قارن بين ملاحظاتك في البند 4 وملاحظاتك في البند 5، في الجدول 1.

.....

.....

5. قارن بين ملاحظاتك حول الانعكاس وملاحظاتك حول الانكسار.

.....

.....



6. حدّد علاقة السبب والنتيجة للانكسار، وما الذي يُسبّب التغيّرات الحادثة في الموجات عندما تنتقل إلى منطقة الماء الضحل؟

.....

.....

التوسّع والتطبيق

1. اربط بين نموذج الانكسار في حوض الموجات وكيف يمكن لمستكشف أن يحدد موقع الشعاب المرجانية والحواجز الرملية تحت سطح الماء؟

.....

.....

.....

.....

2. اربط بين نموذج الانعكاس في حوض الموجات وبعض أنواع الرياضات البدنية، مثل التنس الأرضي، وتنس الطاولة، والبيلياردو.

.....

.....

.....

.....



تجربة 4: كيف يبدو حيود الموجات وتداخلها؟

احتياطات السلامة



المواد والأدوات

- قضيب فلزي
- لوح كرتون أبيض كبير
- مصدر قدرة متغير لتشغيل مولّد الموجات
- قطع من الخشب أو البرافين
- مولّد موجات مزود برأسين
- حوض موجات
- ميزان الماء (استواء)
- مولّد موجات مستوية
- مصدر ضوئي

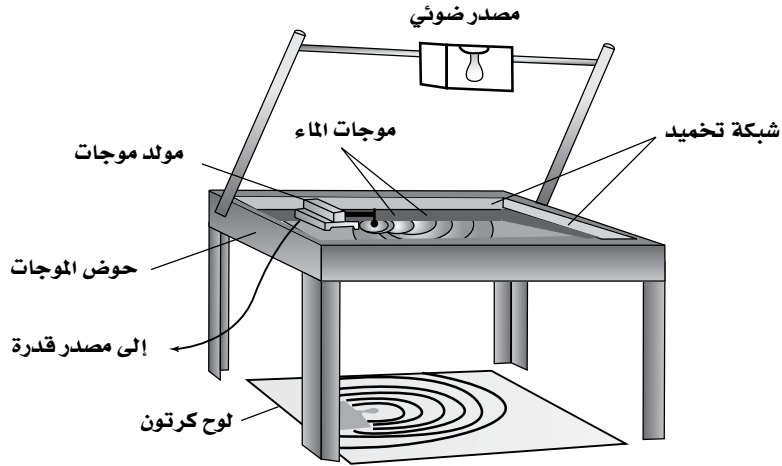
تستكشف في هذه التجربة ظواهر مرتبطة مع تراكب الموجات، ومن هذه الظواهر ظاهرة تعرف بالحيود. تتكون مقدمة الموجة نتيجة تراكب موجات هيجنز جميعها على امتداد مقدمة الموجة. ويحدث هذا النوع من التراكب للموجات جميعها، مما يؤدي إلى أن تحافظ مقدمة الموجة المتحركة على أبعادها كما في الموجة المستوية، أو تنتشر وتكبر وتتسع كما في الموجة الدائرية. فعندما يعترض مقدمة موجة مستوية حافة فإنها تقطع مقدمة الموجة مسببة تولّد موجات هيجنز، التي تنتشر على شكل موجات دائرية من المكان الذي قطعت فيه مقدمة الموجة. وستكون النتيجة تكوّن مقدمة موجة جديدة تظهر منحنية حول الحافة، ويكون انتشار الموجة دائريًا. وتحدث ظاهرة التداخل عندما تمر موجتان منفصلتان أو أكثر كل منهما من خلال الأخرى. فعندما تتلاقى قمم الموجات أو قيعانها في المكان والزمان نفسيهما، فإن بعضهما يتراب فوق بعض، وهذا يُسمى تداخلًا بناءً. أمّا عندما تتلاقى قمة موجة وقاع موجة أخرى في المكان والزمان نفسيهما فإن كلاً منهما تلغي الأخرى، وتكون الموجة الناتجة عن ذلك ذات قمة أو قاع أصغر من قمة أو قاع الموجتين الأوليين، وهذا يُسمى تداخلًا هدامًا. ستستخدم حوض الموجات لملاحظة ظاهرتي التداخل والحيود. وبدلاً من استخدام الحواجز لعكس الموجات فإنك ستستخدمها لقطع الموجات وملاحظة الحيود الناتج. ثم تستخدم مولّد موجات مزودًا برأسين - مصدرين نقطيين - لملاحظة نتيجة تداخل موجتين.

الأهداف

- تستخدم حوض الموجات لملاحظة ظاهرتي حيود الموجات وتداخلها.
- تُحلّل سلوك الموجة المقترن بالتداخل والحيود.
- تتوقع سلوك الحيود الناتج بوساطة فتحتين.



الخطوات



الشكل A

A. الإعداد

1. ركب حوض الموجات، كما موضح في الشكل A، ولا تُركّب مولّد الموجات حتى تصل إلى الجزء C.
2. ضع ميزان الماء (الاستواء) في قاع الحوض قبل إضافة الماء، وتحقق من الاستواء. تحقق من الاستواء في اتجاه عرض الحوض، وفي اتجاه طول، وعدّل من استواء الحوض واضبطه إذا لزم الأمر ذلك إلى أن يستوي في الاتجاهين.

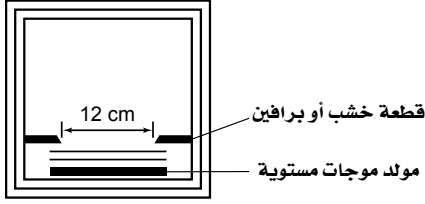
3. أضف الماء إلى أن يصبح عمقه 5-8 mm.

4. شغل مصدر الضوء، ثم ولّد موجه صغيرة بوساطة قلم الرصاص، وفي أثناء عملية توليد الموجات الصغيرة اضبط كلاً من مصدر الضوء وعمق الماء حتى تظهر صورة واضحة للموجات على لوح الكرتون الأبيض تحت الحوض.

B. الحيود

1. ضع القضيب الفلزي في الماء مقابل أحد جوانب حوض الموجات، واختبر عمل القضيب الفلزي بتدويره إلى الخلف وإلى الأمام بلطف لتوليد نبضات موجة مستوية.





الشكل B

2. ضع قطعتي خشب أو برفاين، كما موضح في الشكل B.

واستخدم القضيب الفلزي لتوليد نبضات موجة مستوية تتحرك

نحو الفتحة بين قطعتي الخشب أو البرافين. لاحظ حيود

الموجات، وأنشئ رسمًا لحيود الموجات الناتجة عن فتحة

واسعة في البند 1 من الجدول 1.

3. في أثناء قيام أحد أعضاء فريق التجربة بتوليد موجات مستوية بمعدل منتظم يقوم عضو آخر من الفريق

بتضييق الفتحة تدريجيًا. لاحظ حيود الموجات، وأنشئ رسمًا لحيود الموجات الناتجة عن فتحة ضيقة

في البند 1 من الجدول 1.

4. زد من تردد مولد الموجات، ولاحظ حيود الموجة الناتجة عن فتحة ضيقة، وأنشئ رسمًا لحيود الموجات

الناتجة في البند 2 من الجدول 1.

5. أزل القضيب الفلزي وقطعتي الخشب أو البرافين من حوض الموجات.

C. التداخل

1. ضع مولد الموجات ذي الرأسين في حوض الموجات بالقرب من أحد الأطراف. وصل مصدر القدرة

المتغيرة بمولد الموجات. اضبط مصدر القدرة على فرق جهد قليل حتى يولد المصدر النقطي بشكل

مستمر مجموعة من الموجات الدائرية ذات طول موجي كبير. سيؤدي تراكب الموجات الناتجة من

المصدرين النقطيين إلى توليد نمط من التداخل في حوض الموجات. ولا بد من رؤية الخطوط العقدية،

وهي مناطق من الماء الساكن، وستكون المناطق غير العقدية بين الخطوط العقدية، وهي مناطق من الماء

ذات موجات مرئية. أنشئ رسمًا لنمط تداخل الموجات في البند 1 من الجدول 2.

2. زد تردد مولد الموجات، ولاحظ نمط التداخل الناتج، وأنشئ رسمًا لنمط تداخل الموجات في البند 2

من الجدول 2.



البيانات والمشاهدات

الجدول 1	
1. رسم حيود الموجات	
فتحة ضيقة	فتحة واسعة
2. رسم حيود الموجات الناتجة بوساطة مولّد موجات ذي تردد عالٍ	

الجدول 2	
2. نمط تداخل الموجات الناتجة بوساطة مولّد موجات ذي تردد عالٍ	1. نمط التداخل

التحليل والاستنتاج

1. ما خاصية الموجة التي يتم التحكم بها وضبطها بوساطة مولّد الموجات؟

.....

.....



2. وضح تأثير زيادة تردد الموجة في الموجات التي ينتجها المولد.

.....

.....

3. لخص التراكب الذي يحدث في الحيود.

.....

.....

.....

.....

4. صف تراكب الموجات الذي نتج عند الخطوط العقدية في تجربة التداخل.

.....

.....

5. صف تراكب الموجات في المناطق غير العقدية في تجربة التداخل.

.....

.....

6. قارن بين نمط الحيود الناتج عن الفتحة الواسعة، ونمط الحيود الناتج عن الفتحة الضيقة.

.....

.....

.....

.....



7. حلّ تأثير زيادة تردد مولّد الموجات في الحيوّد.

.....

.....

.....

.....

8. حلّ تأثير زيادة تردد مولّد الموجات في التداخل الناتج عن مصدرين نقطيين.

.....

.....

.....

التوسّع والتطبيق

1. اجمع ملاحظاتك حول التداخل والحيود؛ للتنبؤ بنمط الموجات التي سيتم تولدها بواسطة حاجز ذي فتحتين ضيقتين.

.....

.....

.....

.....



تجربة 5: ما الديسبل؟

احتياطات السلامة



المواد والأدوات

- مذياع متنقل، أو مشغل أقراص مدججة مزود بسماعات أذن
- شريط لاصق
- جهاز قياس مستوى الصوت
- سائل طمس أبيض
- ورقة رسم بياني

تستطيع الأذن البشرية الإحساس بمدى واسع من شدة الصوت. وتكون شدة الصوت عند عتبة الألم أكبر بـ $10^{12} \times 1$ مرة من أضعف صوت يمكن سماعه. ولكن لا تدرك الأذن البشرية علو الأصوات عند عتبة الألم وكأنها أكبر بـ $10^{12} \times 1$ مرة من علو أضعف صوت يمكن سماعه؛ وذلك لأن علو الصوت - كما يُقاس بالأذن البشرية - لا يتناسب طردياً مع شدة موجة الصوت، إذ إن الصوت الذي شدته أكبر عشر مرات من شدة صوت آخر، يُدرك بالأذن كأن علوه ضعف علو الصوت الآخر.

تدرك الأذن البشرية تغيّرات الضغط بوصفها صوتاً، وشدة الضغط بوصفها شدة نسبية للصوت. ولا يقاس الضغط الناتج بوساطة موجة صوت بسهولة. ويعد الديسبل dB وحدة عملية لقياس الشدة النسبية لمستوى الصوت β .

$$\beta = (10 \text{ dB}) \log I/I_0$$

حيث تُمثّل I الشدة عند مستوى الصوت β ، وتُمثّل I_0 الشدة القياسية المرجعية للصوت بالقرب من الحد الأدنى لمستوى السمع البشري، والتي تقابل مستوى صوت 0 dB. ويقابل الصوت عند عتبة الألم مستوى صوت 120 dB.

يقارن الجدول 1 نسب الشدة وما يكافئها من مستوى الصوت بوحدة الديسبل. ولاحظ أنه عند مضاعفة نسب الشدة صوت يزداد مستوى الصوت بمقدار 3 dB فقط. وإذا ضربت نسبة شدة صوت في 10 فسيزداد مستوى الصوت بمقدار 10 dB، ولكن إذا ضربت نسبة الشدة في 100 فسيزداد مستوى الصوت بمقدار 20 dB.

قد يؤدي التعرّض للأصوات الصاخبة لفترة طويلة إلى ضرر في السمع؛ وكلما كان التعرّض لهذه الأصوات لفترة أطول كان الضرر أكبر. وتنص قوانين العمل في بعض الدول على أنه لا يسمح تعرض العمال بشكل مستمر لمستويات صوت أكثر من 90 dB خلال ساعات العمل (8 ساعات في اليوم).

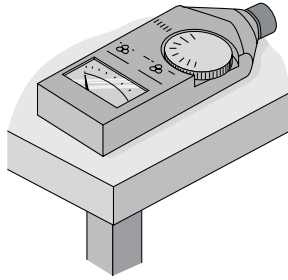
يمكنك الاستعانة ببرامج قياس مستوى الصوت المتوفرة في متجر التطبيقات على الأجهزة الذكية.



الجدول 2		الجدول 1	
التعرض يوميًا (h)	مستوى الصوت (dB)	dB	I/I_0
8	90	3	2
6	92	5	3
4	95	7	5
3	97	10	10
2	100	13	20
1.5	102	15	32
1	105	20	100
0.5	110	30	1000

ويقارن الجدول 2 مستويات الصوت، وحدود التعرض المستمر يوميًا لتجنب الضرر الدائم في السمع.

ستستخدم في هذه التجربة جهاز قياس مستوى الصوت، مثل ذلك المبين في الشكل A لقياس مستوى الصوت لمذياع أو لمشغل الأقراص المدمجة.



الشكل A

الأهداف

- تقيس مستوى الصوت لمذياع أو لمشغل الأقراص المدمجة.
- تُحدّد العلاقة بين مستوى الصوت وإعدادات علو الصوت.
- تُميّز مستويات الصوت التي قد تتلف السمع.
- تُحلّل مستويات الصوت في حالات متعددة.

الخطوات

1. تفحص مفتاح التحكم بالصوت للمذياع أو مشغل الأقراص إذا كان مزودًا بمؤشر رقمي، وإذا لم يكن كذلك فاستخدم سائل الطمس الأبيض لعمل مؤشر يتكون من 8-10 خطوط على مفتاح التحكم، على أن تفصل بينهما فراغات متساوية، مبتدئًا من أقل موضع ممكن.



2. شغل المذياع على إحدى المحطات، أو أدخل قرصاً مدمجاً في مشغل الأقراص المدمجة.

3. تأكد أنك تعرف كيفية استخدام جهاز قياس مستوى الصوت وكيفية أخذ القراءات. وإذا لم تكن تعرف فاسأل معلمك عن ذلك.

4. استخدم الشريط اللاصق لتثبيت سماعات الأذن على مقياس مستوى الصوت، وضع ميكروفون المقياس مقابل سماعة الأذن.

5. شغل المذياع أو مشغل الأقراص المدمجة بالإضافة إلى جهاز قياس مستوى الصوت. وسجل مستوى الصوت عند كل زيادة على مفتاح التحكم بالصوت في الجدول 3. وكرر الخطوات لمذياع آخر أو لمشغلات أقراص أخرى، وسجل هذه البيانات في الجدول 3 بوصفها محاولات أخرى.

6. دوّر مفتاح التحكم بالصوت إلى أقل مقدار، ثم انزع سماعات الأذن عن جهاز قياس الصوت، وضعها على أذنك، ثم اضبط مفتاح التحكم في الصوت حتى تصل إلى مستوى الصوت الذي تفضله. ثبت مؤشر المفتاح عند هذا المستوى في الجدول 4، وقدّر عدد الساعات التي تستمع فيها إلى هذا المستوى من الصوت في اليوم، وسجل القيمة في الجدول 4.

البيانات والمشاهدات

الجدول 3							
مستوى الصوت (dB)			الضبط والإعداد	مستوى الصوت (dB)			الضبط والإعداد
المحاولة 3	المحاولة 2	المحاولة 1		المحاولة 3	المحاولة 2	المحاولة 1	
			6				0
			7				1
			8				2
			9				3
			10				4
							5



الجدول 4	
	تحديد مستوى الصوت في أثناء الاستماع
	الزمن المقدر لسماع مستوى الصوت نفسه يوميًا

التحليل والاستنتاج

1. مثل بيانيًا العلاقة بين مستوى الصوت على المحور y ، وإعدادات ضبط الصوت على المحور x . هل هناك أي علاقة واضحة بين مستوى الصوت المقيس وإعدادات ضبط الصوت المقابلة لها؟ فسر إجابتك.

2. استخدم الرسم البياني لتحديد مستوى الصوت المقابل لإعدادات ضبط الصوت المفضل لديك.

.....

.....

.....

.....

.....



3. ارجع إلى الجدول 2، لتحديد أقصى زمن يمكن أن تستمع خلاله إلى المذياع عند مستوى الصوت المفضل لديك. ما مقدار هذه القيمة؟

.....

.....

.....

4. هل يمكن لمذياعك أو مشغل الأقراص المدمجة لديك أن يتلف سمعك؟ فسر إجابتك.

.....

.....

.....

التوسع والتطبيق

1. أظهر فحص السمع لخالد أنه يحتاج إلى مستوى صوت 20 dB لسمع أصوات بتردد 2000 Hz. وأظهر فحص السمع لأسامة أنه يحتاج إلى مستوى صوت مقداره 40 dB لسمع أصوات عند التردد نفسه. فإذا كان مستوى الصوت الطبيعي للفحص هو 15 dB، فما مقدار الزيادة في شدة الصوت عن الطبيعي التي يحتاج إليها خالد وأسامة لسماع الصوت؟

.....

.....

2. مستوى الصوت لفرقة أناشيد على بعد 1 m هو 110 dB، بينما يكون المستوى لمحادثة طبيعية على بعد 1 m هو 60 dB. جد النسبة بين شدتي الصوتين. وبين حساباتك في الفراغ أدناه.



3. تتغير شدة الصوت في الفضاء المفتوح عكسيًا مع مربع المسافة عن المصدر $I \propto 1/r^2$. توقع ما يحدث لمستويات الصوت في غرفة مغلقة. علل إجابتك.

4. يفكر صديق لك في تجهيز غرفته بنظام ستيريو، ويفكر أنه يحتاج إلى مضخم صوت قدرته 800 W لكي تُنتج مكبرات الصوت قدرة صوتية مقدارها 80 W عند الموقع الذي يستمع فيه، فسألك إن كان هذا الاختيار جيدًا. لمساعدة هذا الصديق (a) يجب أن تجد الشدة الممكنة للصوت من خلال هذا النظام عند مسافة تبعد $r = 2.25 \text{ m}$ عن مكبرات الصوت، ومن ثم (b) تجد مستوى الصوت المقابل لها. استخدم المعادلة التالية في حساباتك:

$$I = \frac{P}{4\pi r^2}$$

حيث تُمثّل P القدرة، مقيسة بوحدة الواط، وتُمثّل I الشدة مقيسة بوحدة الواط لكل متر مربع، و $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ ثم حدّد ما إذا كان اختيار الصديق صحيحًا. وإذا اشترى هذا الصديق مضخم صوت فما الذي يمكنه فعله حتى يتجنب تضرّر سمعه؟ علل إجابتك.

5. إذا كان الصديق في السؤال السابق يملك مكبر صوت واحد يولّد صوتًا بمستوى 100 dB على بُعد 1 m، ووضع مكبر صوت آخر له القدرة نفسها بجانب مكبر الصوت الأول، فما المستوى الجديد للصوت على بعد 1 m من مكبري الصوت؟



تجربة 6: ما مقدار سرعة الصوت؟

احتياطات السلامة



المواد والأدوات

- أنابيب اختبار مفتوحة أطوالها من 0.25 m الى 1.4 m بأقطار مختلفة تتداخل معاً بإحكام
- مسطرة مترية
- شوكة رنانة (عدد 6) تردداتها من 120 Hz إلى 512 Hz
- مطرقة للشوكة الرنانة

تعلمت أن الطول الموجي لموجة الصوت يعتمد على تردد الموجة كما يولدها المصدر، وعلى سرعة الصوت في الوسط.

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

وبوساطة هذه المعادلة، يمكن استخدام الموجات الموقوفة لقياس سرعة الصوت في الهواء بطريقة غير مباشرة، حيث تتكوّن الموجات الموقوفة الطولية في الأنابيب المفتوحة والأنابيب المغلقة كذلك. فعندما تهتز شوكة رنانة تنشأ جزئيات الهواء في الأنبوب، فيندفع الهواء خارج الأنبوب وينتج، وتتداخل الموجة المنعكسة عند نهاية الأنبوب مع الموجة الساقطة، فيحدث تداخل هدام عند العقد، وتداخل بناء عند البطون، وينتج رنين يعمل على زيادة سعات الاهتزازات. ويمكنك الإحساس بهذه الزيادة في السعة كزيادة واضحة في علو النغمة.

عند النغمة الأساسية للأنبوب المفتوح تتكوّن عقدة ضغط عند كل من طرفي الأنبوب، مع وجود بطن ضغط بينهما. ويكون طول الأنبوب L مساوياً لنصف الطول الموجي λ لموجة الصوت تقريباً. كما يكون الطول الفعال لعمود الهواء L_{eff} في أنبوب مفتوح في حالة رنين أكبر بمقدار معامل يرتبط مع قطر الأنبوب D . ويلزم هذا التصحيح لحساب طول عمود الهواء الذي يهتز داخل الأنبوب وخارجه عند نهايته. وللحصول على الطول الفعال عند طرفي أنبوب مفتوح لحساب الطول الموجي بشكل صحيح نستخدم المعامل 0.8 في تطبيق المعادلة الآتية:

$$L_{eff} = L + 0.8 D$$

$$L_{eff} = \lambda / 2$$

$$\lambda = 2(L + 0.8 D)$$

ستطبق في هذه التجربة ظاهرتي الموجات الموقوفة والرنين لتحديد سرعة الصوت في الهواء عند ستة ترددات مختلفة؛ حيث ستولد النغمات

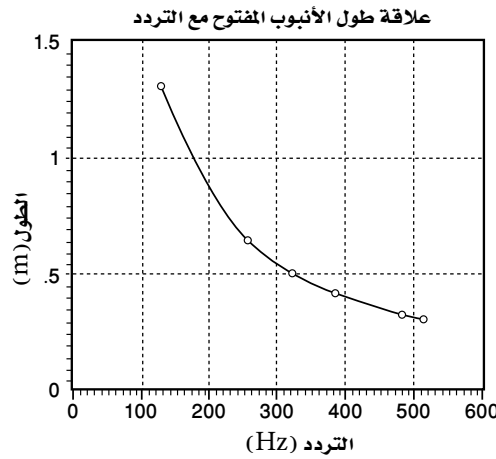
باستخدام شوكة رنانة معروفة التردد f . وتجد طول عمود الهواء الذي يحدث عنده الرنين لكل تردد عن طريق وضع شوكة رنانة تهتز على طرف أنبوب مفتوح يمكن تعديل طوله، ثم تستخدم $\lambda = \frac{v}{f}$ لحساب سرعة الصوت في الهواء.

الأهداف

- تربط بين الطول الموجي لموجات الصوت في الأنبوب المفتوح وسرعة الصوت.
- تُقدّر مدى دقة وضبط استخدام الأنابيب المفتوحة والرنين في قياس سرعة الصوت بطريقة غير مباشرة.
- تتوقع إمكانية حدوث الرنين في أنابيب طويلة، وتختبر توقعك.

الخطوات

1. اختر أنبوبين مفتوحين أو أكثر، بحيث يكون لديك مدى 1 m من أطوال الأنابيب، وباستخدام المسطرة المتريّة قس طول أقصر أنبوب يمكنك الحصول عليه، وطول أطول أنبوب.

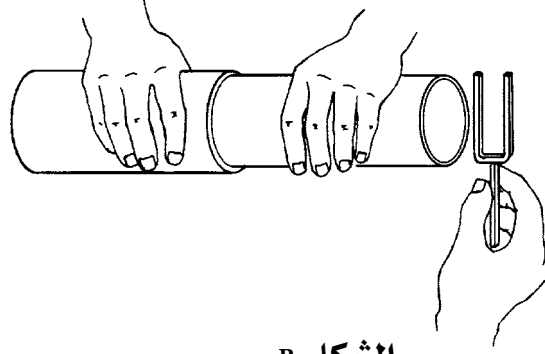


الشكل A

يُبيّن الشكل A العلاقة التقريبية بين الطول وتردد الرنين لأنبوب مفتوح. استخدم المعلومات في الشكل A، واختر ست شوكة رنانة تقابل مدى طول الأنبوب لديك، وسجّل تردد كل شوكة رنانة كمحاولة منفصلة في الجدول 1.



2. اختر أنبوبًا يمكن تغيير طوله، بحيث يكون له مدى طول ملائم لتوليد رنين للشوكة الرنانة في المحاولة 1 وذلك بالاستعانة بالشكل A، وقس قطره وسجل مقدار القطر في المحاولة 1 من الجدول 1.



الشكل B

3. اطلب إلى أحد زملائك في المجموعة أن يضرب بالمطرقة الشوكة الرنانة، ويمسك بها بالقرب من فوهة الأنبوب غير ملامسة له، كما هو موضح في الشكل B، وفي أثناء ذلك غير في طول الأنبوب ببطء حتى تحصل على أعلى صوت.
4. قس طول الأنبوب الذي ولد أعلى صوت رنين، وسجل طول الأنبوب في بند المحاولة 1 في الجدول 1.
5. كرر الخطوات 3 - 5 للشوكة الرنانة الخمس المتبقية، وغيّر الأنابيب للحصول على رنين باستخدام شوكة رنانة مختلفة. ثم سجل قطر الأنبوب وطوله لكل محاولة في الجدول 1.

البيانات والملاحظات

الجدول 1			
المحاولة	التردد f (Hz)	قطر الأنبوب D (m)	طول الأنبوب L (m)
1			
2			
3			
4			
5			
6			



الجدول 2				
المحاولة	معامل التصحيح 0.8 D (Hz)	الطول الفعال لعمود الهواء L_{eff} (m)	الطول الموجي λ (m)	سرعة الموجة ν (m/s)
1				
2				
3				
4				
5				
6				

التحليل والاستنتاج

1. احسب معامل التصحيح لكل معادلة، وسجل قيم كل محاولة في الجدول 2.

2. احسب الطول الفعال لعمود الهواء لكل محاولة، وسجل قيم كل محاولة في الجدول 2.

3. احسب الطول الموجي للصوت لكل محاولة، وسجل قيم كل محاولة في الجدول 2.



4. احسب سرعة الموجات لكل محاولة، وسجّل قيم كل محاولة في الجدول 2.

5. قارن قيم سرعات الموجات في الجدول 2 بعضها ببعض، ومع القيمة المقبولة لسرعة الصوت في الهواء عند درجة حرارة الغرفة كما وردت في كتابك.

.....

.....

.....

.....

6. قوّم ضبط ودقة الطريقة المستخدمة في هذه التجربة لتحديد سرعة الصوت. وهل هناك تفاوت بين القيم المحسوبة لسرعة الصوت. وما مدى التقارب بين متوسط القيم المحسوبة لسرعة الصوت والقيمة المقبولة لسرعة الصوت في الهواء؟

.....

.....

.....

.....



التوسع والتطبيق

1. ماذا يحدث لو استمرت في زيادة طول الأنبوب المفتوح إلى ما بعد الطول الذي ينتج الرنين الأول؟ هل يحدث رنين آخر للصوت عند طول آخر؟ سجّل فرضيتك في الفراغ أدناه، ثم اختبرها وسجّل مشاهداتك.

.....

.....

.....

.....

2. تخيل أنبوبًا مفتوحًا طوله 3 m وقطره 0.15 m، يحدث فيه رنين عندما يُنفخ فيه هواء عند درجة حرارة 20.0°C ، ما مقدار تردد النغمة المتولدة؟

.....

.....

.....

.....



تجربة 7: كيف يمكنك التقليل من الوهج؟

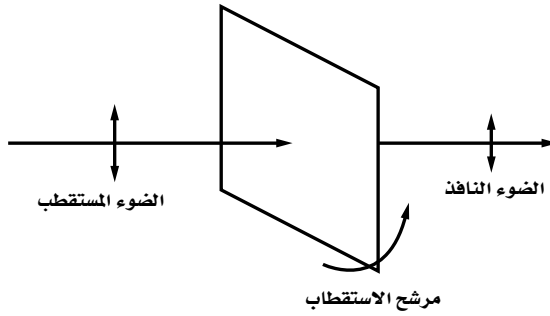
عندما تكون على شاطئ أو أثناء سباحتك في بركة سباحة، قد تلاحظ انعكاسا لضوء ساطع عن سطح الماء. يكون الضوء المنعكس عن سطح الماء مستقطبًا جزئيًا بالانعكاس.

احتياطات السلامة



المواد والأدوات

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



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

الشكل A

الموجات المستعرضة فقط يمكن استقطابها، أو جعلها تنذب 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 الدوار فإنه يكون غير مستقطب.

الأهداف

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

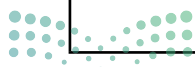


الخطوات

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 المرآة 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 مُستَقْب؟ علل إجابتك.

.....

.....

.....



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

3. ينص قانون (مالوس) على أن شدة الضوء الخارج من مرشح الاستقطاب الثاني يساوي شدة الضوء الخارج من مرشح 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 المرأة المستوية مُستقطب؟ علل إجابتك.

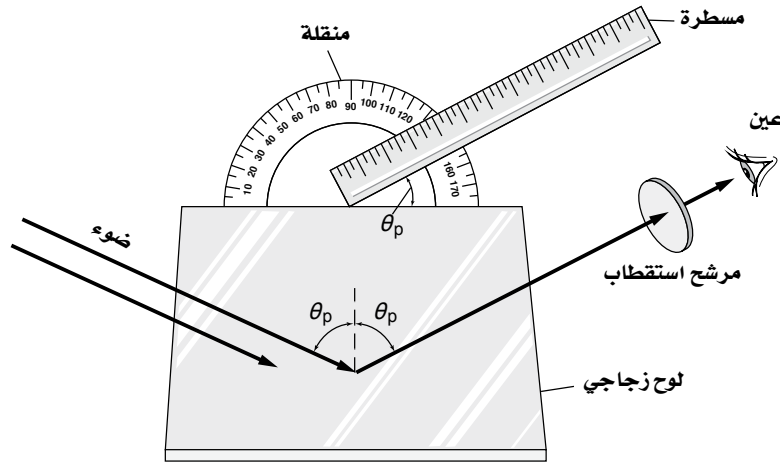
5. هل الضوء المنعكس عن اللوح الزجاجي، أو المنعكس عن سطح طاولة المختبر اللامع مُستقطب؟ علل إجابتك.



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 المقيسة. استبدل باللوح الزجاجي وعاء زجاجيًا يحتوي ماء، ثم قس زاوية السقوط التي يُستقطب عندها الضوء المنعكس كليًا، ثم احسب معامل انكسار الماء.



تجربة 8: أين تتكوّن صورتك في المرآة؟

احتياطات السلامة



المواد والأدوات

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

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

الأهداف

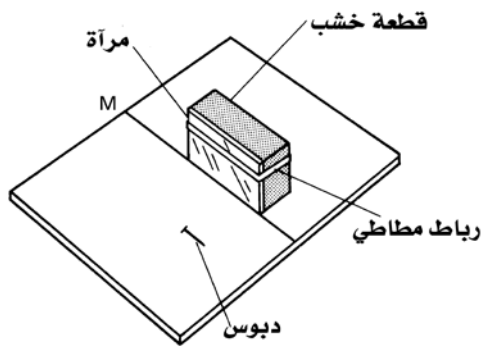
- تصف الصور التي تُكوّن سطوح مستوية عاكسة مختلفة.
- تُقارن بين الأجسام والصور المتكوّنة لها بوساطة سطوح مستوية عاكسة.
- تكتب صفات الصور التي تكوّن السطوح المستوية العاكسة.

الخطوات

A. موقع صورة نقطة

1. ثبّت ورقة على لوح الفلين باستخدام دبابيس الطبع، واستخدم المسطرة لرسم الخط M على امتداد عرض الورقة.
2. ثبّت المرآة المستوية على قطعة الخشب باستخدام الرباط



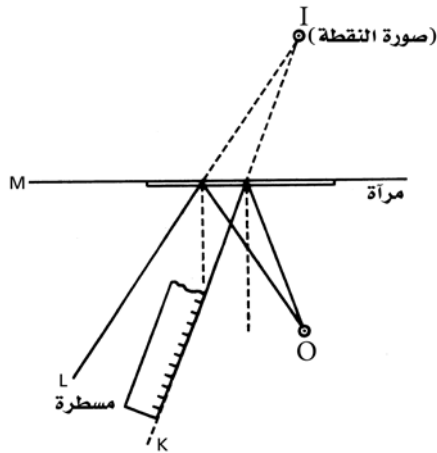


الشكل A

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، ثمثّل هذه النقطة موقع الجسم. وثبّت 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 ارسّم 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 ارسّم القطعة المستقيمة L في اتجاه المرآة، بحيث لا يصل الخط إلى المرآة.

6. أبعد الدبوس والمرآة وقطعة الخشب عن الورقة.

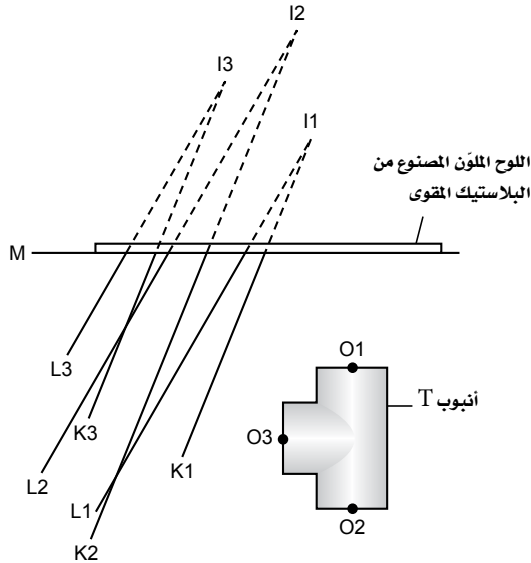
7. مد الخطين K و L نحو الخط M بخطوط متقطعة، وارسم امتداد الخطين خلف الخط M حتى يتقاطعا. ثمثّل نقطة تقاطعهما موقع الصورة I كما هو موضح في الشكل B.

8. ضع الحافة المستقيمة للمسطرة بحيث تصل بين I و O، 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 M و O، 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 فتحتيه 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. ونقذ الخطوتين A4 و A5 لكل من الدبابيس الثلاثة باستخدام انعكاس الدبابيس عن اللوح شبه الشفاف. واستخدم الرمزين K1 و L1 للخطين المترافقين مع الدبوس O1، واستخدم الرمزين K2 و L2 للخطين المترافقين مع الدبوس O2، واستخدم الرمزين 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 7A لمجموعات الخطوط $\{L1, K1\}$ و $\{L2, K2\}$ و $\{L3, K3\}$ ، وسمِّ نقاط التقاطع $I1$ و $I2$ و $I3$ على الترتيب.

8. نفذ الخطوة 8A 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 كوَّنتها المرآة ذات الخلفية الفضية، والصور التي كوَّنها 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 ملاحظتك 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 cm × 5 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، وسجل وضع الصورة. أخيرًا لاحظ الصورة المتكونة في المرآة اليسرى بوساطة المرآة اليمنى، وسجل وضع صورة اسمك. ما الفرق بين الصورة الثانية لاسمك والصورة المتكونة بوساطة المرآة المستوية.

.....

.....

.....

.....



تجربة 9: العدسات المحدبة والعدسات المقعرة

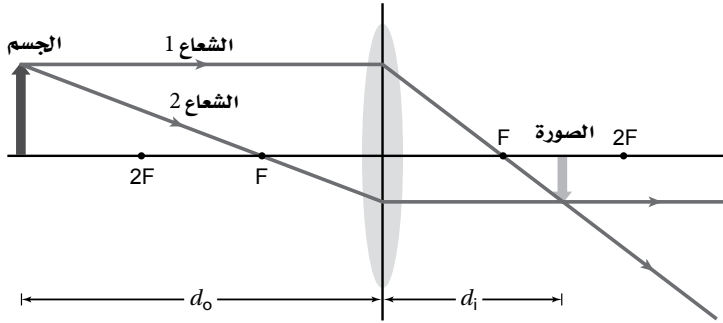
احتياطات السلامة



المواد والأدوات

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

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، وبُعد الجسم، وبُعد الصورة عن العدسة على امتداد المحور الرئيس

المسافة من مركز العدسة إلى الشكل A 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.



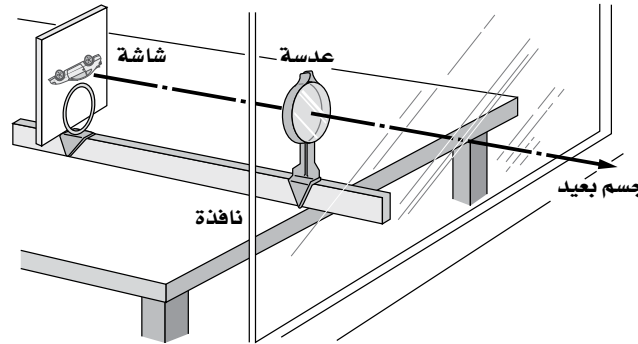
الأهداف

- تُظهر كيفية تكوّن الأحيولة بواسطة العدسات المحدبة.
- تُحدّد خصائص الصور التي تكوّنها العدسات المحدبة.

الخطوات

A. البعد البؤري للعدسة المحدبة

لإيجاد البعد البؤري لعدسة محدبة، ضع العدسة، والحامل المتري، والشاشة بالترتيب الموضح في الشكل B. ثم وجه 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 $2F$ ، وسجلها في الجدول 1.

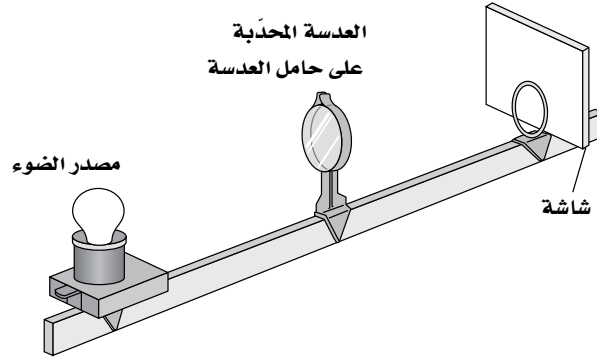


الشكل B

B. الصور التي تكوّنها عدسة محدبة

1. رتب الأدوات كما هو موضح 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، و سجّل 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.

.....

.....



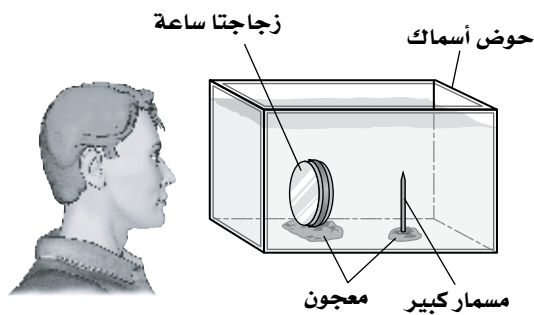
2. احسب البعد البؤري للعدسة لكل صورة حقيقية شاهدها، باستخدام معادلة العدسة الرقيقة. هل تتفق القيم المحسوبة بعضها مع بعض؟

3. أوجد متوسط القيم لـ f التي حسبته 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 تصبجان 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. املا الحوض بالماء، وكرّر مشاهداتك. ومن خلال مقارنة مجموعتي المشاهدات فسر نتائجك. ما الذي تتوقعه 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 يتعين على المشاهد أن يزيل نظاراته أو عدساته اللاصقة. في غرفة مظلمة استخدم عدسة مقعرة لتوسيع



الشكل D

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 يتعين على المشاهدين ارتداء نظاراتهم أو عدساتهم اللاصقة وتكرار مشاهداتهم.



تجربة 10: كيف ينحرف الضوء؟

احتياطات السلامة



المواد والأدوات

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

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.



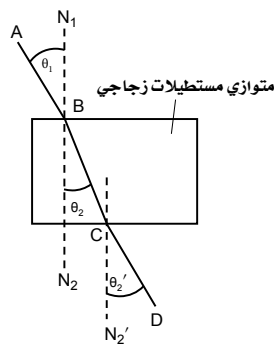
الأهداف

- 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.

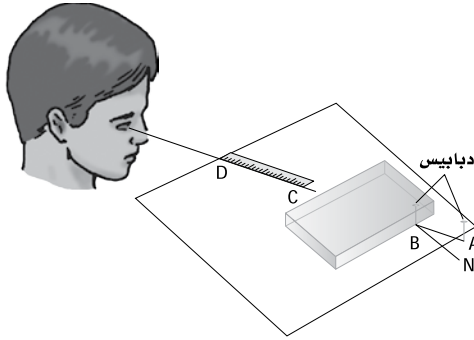


4. ارسم مستخدماً المسطرة وقلم الرصاص، خطاً مستقيماً بين النقطتين A و B.

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 خطاً مستقيماً 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 مستخدماً المنقلة وقلم الرصاص، خطاً مستقيماً 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 خطاً متقطعاً عمودياً

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 قسسته 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؟

.....

.....

.....

.....



تجربة 11: ما الطول الموجي؟

يُبين 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 وينتج نمط تداخل على الشاشة، ويظهر عدد من الأهداب المعتمدة والمضيئة بتناوب متسلسل. يكون عرض الأهداب المضيئة متساوياً تقريباً، 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 هذب مضيء واحد في اتجاه كل شق، بالإضافة إلى تكوّن عدد متساوٍ من الأهداب المضيئة على جانبي هذا الهذب المركزي المضيء. ويعرف الهذب المضيء الأول على جانبي الهذب المركزي المضيء بالهذب ذو الرتبة الأولى. ويكون هذا الهذب مضيء؛ لأن أطوال المسار للموجات الضوئية التي تصل من كل شق تختلف بمقدار طول موجي واحد. وتُعرف الأهداب المضيئة التالية للهذب ذو الرتبة الأولى، بالأهداب ذات الرتبة الثانية والثالثة... ويمكن ملاحظة العديد من الأهداب الضوئية على جانبي الهذب المركزي المضيء. ويختلف عدد الأهداب المضيئة اعتماداً 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 غالباً 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

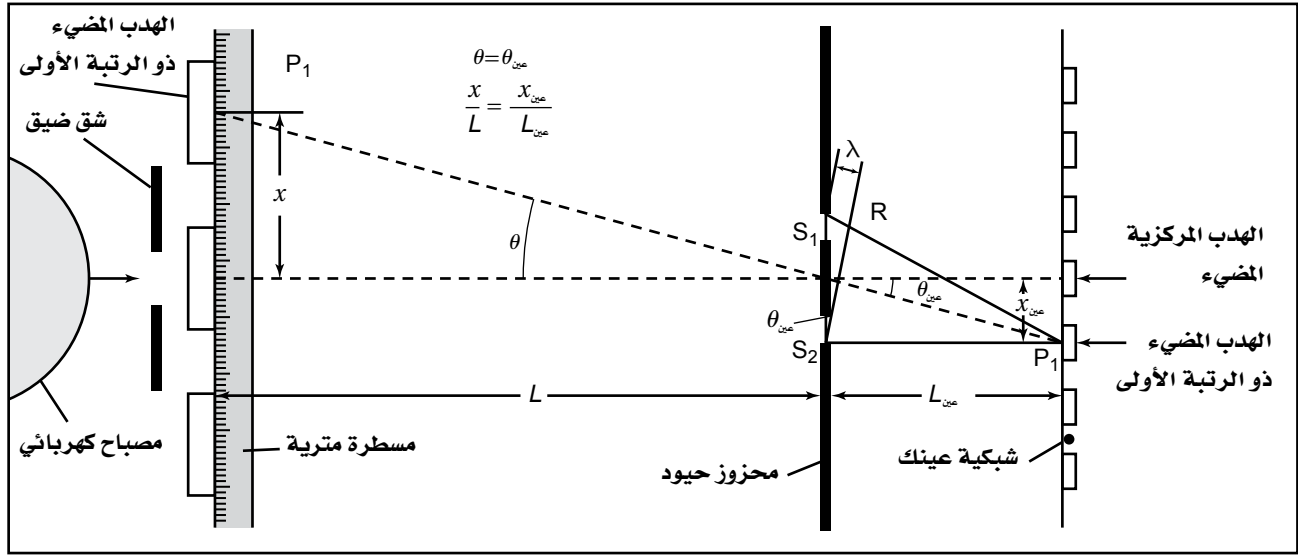
تحذير: تجنّب النظر المباشر إلى أشعة الليزر مباشرة، وعند التعامل مع أشعة الليزر ضع دائماً النظارات الواقية من أشعة الليزر والمصادق عليها من قبل ANSI.

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 الـ 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. جهّز مصدر ضوء شفافاً ذاتية 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 بُعد 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. كرر 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، وكرر 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 $\lambda(m)$

الجدول 2	
	قريب
	بعيد

الجدول 3						
لون المرشح	عدد الأهداب المضئية N	بعد الشاشة الوهمية L (m)	موقع الهدب المضئي أقصى اليمين P_{rt} (m)	موقع الهدب المضئي أقصى اليسار P_{lt} (m)	المسافة بين الأهداب المضئية x (m)	الطول الموجي λ (m)
الأحمر						
الأصفر						
البنفسجي						

التحليل والاستنتاج

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

.....

.....

.....

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

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

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 يحد أكثر عندما يمر خلال الشق المزدوج؟ علل إجابتك.



تجربة 12: ما الهولوجرام؟

يُعدّ تصنيع الهولوجرام، إحدى التطبيقات الفريدة لأشعة الليزر. والهولوجرام صور ثلاثية الأبعاد، أو صور فوتوجرافية 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 نافذاً 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 فوتوجرافي شفاف، ثم ينعكس عن الجسم مرتداً نحو الفيلم. ويكون 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 هولوجراماً عاكساً.

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 بشريحتي فيلم هولوجرافي أسود وأبيض
- مادة تغليف فلينية
- بطاقة مقطّعة
- ضوء أخضر خافت
- أجسام فلزية متنوعة صغيرة الحجم
- قطعة بلاط خرساني
- حامل مساعد
- 12 قرصاً مغناطيسياً
- ساعة إيقاف ذات تدريجات مضيئة
- ورقة سوداء
- ماسك أوراق (عدد 3)
- مرآة مستوية مطلية بالفضة



تجربة إثرائية



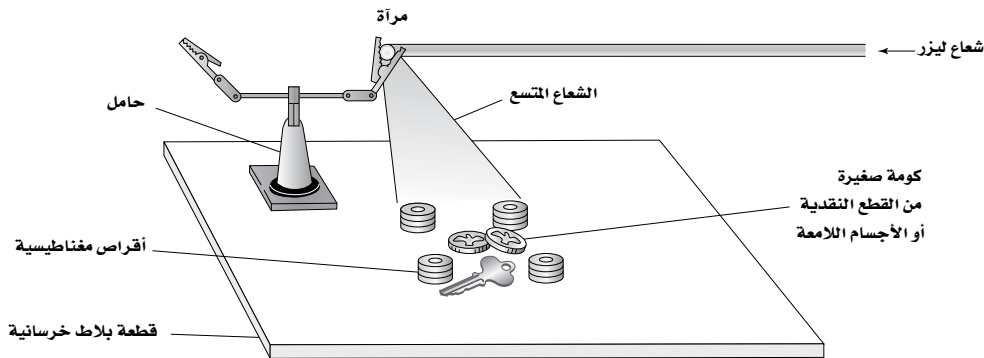
الأهداف

- تُصمّم 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. ثَبِّت مادة تغليف فلينية أو أية مادة أخرى مصمّمة لتخميد الاهتزازات، على طاولة المختبر بشكل مستطيل، وضع قطعة البلاط الخرسانية فوقها.
2. ثَبِّت مرآة مقعّرة صغيرة على حامل. وثبت الحامل على قطعة البلاط كما هو موضّح 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 والمنتشر - المنتشر - من مصدر الليزر موجه نحو الأسفل باتجاه قطعة البلاط، ثم حرك 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. ورتب الأكوام الصغيرة الأربعة من الأقراص المغناطيسية حول الأجسام المعدنية، على أن توضع البطاقة المقطعة 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 المقطعة.

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 المدعم، بحيث يكون جانب الفيلم الحساس للضوء متجه نحو الأسفل. ومعلمك هو من يحدد جانب الشريحة الحساس للضوء.

3. خلال تعرض 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 تعرض الفيلم لضوء الليزر. ابدأ بتوقيت عملية التعرض من لحظة سحب الورقة السوداء من مسار شعاع الليزر.



وبعد 20 s أو بعد فترة زمنية يحددها معلمك، أوقف عملية تعرض الفيلم بوساطة 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 بتحريض 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 الرأسي 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.

.....

.....

.....

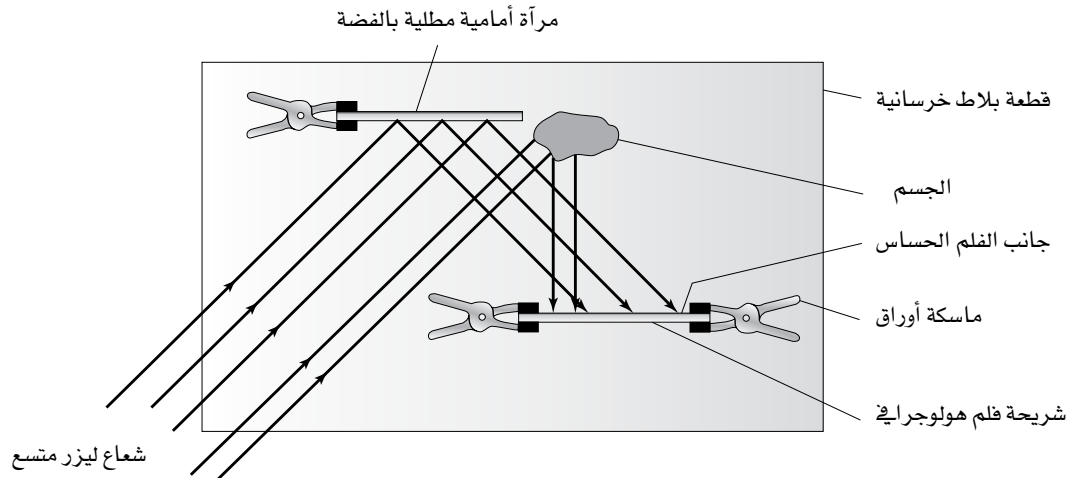
.....

التوسّع والتطبيق

1. استخدم الرسم التوضيحي المبيّن 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 صنعته سابقاً، وقارن بين أهمية هذين النوعين.

.....

.....

.....

.....

.....

.....



تجربة 13: كيف تشحن الأجسام؟

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 دوارة.

تلتصق الملابس بعضها ببعض أحياناً عند إخراجها من مجففة الملابس، وعند فصلها تحدث طقطقة 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 مؤرضة) محتفظة بشحنتها فترة طويلة، أمّا الأجسام المتصلة بالأرض بمادة موصلة فتبقى غير مشحونة؛ لأن شحنتها تنتقل إلى الأرض.

الأهداف

- توضيح عملياً أنه يمكن فصل الشحنات الكهربائية الساكنة بالتوصيل.
- توضيح 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 لتتأكد 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.

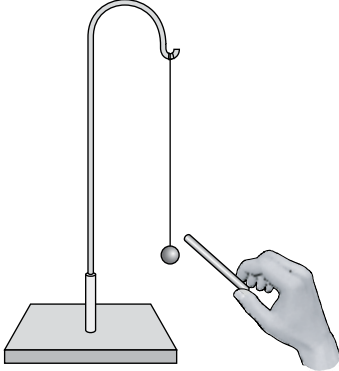


A. شحن كرة بيلسان بشحنة سالبة

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.

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 دوِّن ملاحظاتك في الجدول 1.



كرة بيلسان

الشكل A

B. شحن كرة بيلسان بشحنة موجبة

1. اشحن قضيب البلاستيك بدلكه بقطعة حرير، ثم قَرِّبه إلى كرة البيلسان

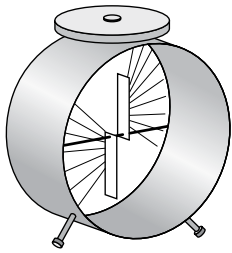
المعلقة على ألا يلامسها. لاحظ حركة الكرة، ودوِّن ملاحظاتك في الجدول 2، ثم المس الكرة بإصبعك لتفريغ أي شحنة تحملها.

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، ودوِّن 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، ودوِّن 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. ودوِّن ملاحظاتك في الجدول 3. فرِّغ شحنة الكشاف الكهربائي بلمس قرصه لحظيًا بإصبعك.



D. شحن الكشاف الكهربائي بالحث

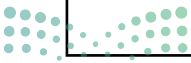
1. اختر أحد القضييين واشحنه، ثم قربه مسافة 1-2 cm إلى قرص الكشاف الكهربائي دون أن يلمسه، وراقب الورقتين أو الصفيحة الدوّارة، ودوّن ملاحظاتك في الجدول 4.
2. مع المحافظة على وضع القضيب المشحون قريباً من قرص الكشاف، المسه للحظة بإصبعك. وبعد إبعاد إصبعك أبعد القضيب عن القرص، ولاحظ ورقتي الكشاف أو صفيحته 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 ملاحظتك حول شحن كرة البيلسان بشحنة سالبة.

.....

.....

.....

2. لخص ملاحظتك 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 الكهركسكوني 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؟

.....

.....

.....



تجربة 14: هل يمكن تخزين كميات كبيرة من الشحنات؟

تخزن المكثفات الكهربائية الطاقة في المجال الكهربائي. فتخزن الشحنات الكهربائية على كل من لوحى 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

$$C = \frac{q}{\Delta V} \quad \text{لذا فإن}$$

السعة الكهربائية C . كلما 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. وتحوي الحواسيب والأجهزة الإلكترونية مكثفات تقاس سعاتها الكهربائية بالميكروفاراد. 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



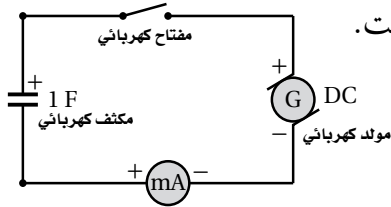
المواد والأدوات

- 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،



الشكل A

كما 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.

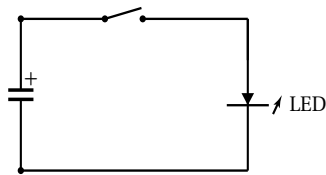
2. أغلق الدائرة الكهربائية، وابدأ بتحريك مقبض المولد اليدوي بصورة مستمرة. ولاحظ مقدار التيار المار في

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

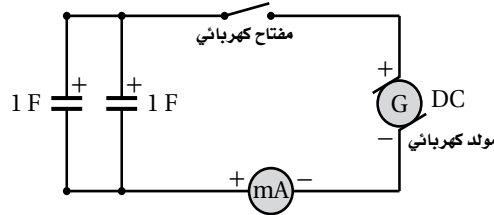
أغلق المفتاح الكهربائي، ولاحظ الدايود. هل يضيء؟ إذا لم يضيء الدايود فافتح المفتاح الكهربائي، واعكس

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.

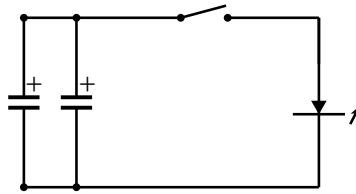


4. أعد توصيل الملي أميتر والمولد اليدوي. وأضف المكثف الثاني 1F على التوازي مع المكثف الأول، كما هو موضح في الشكل C.



الشكل C

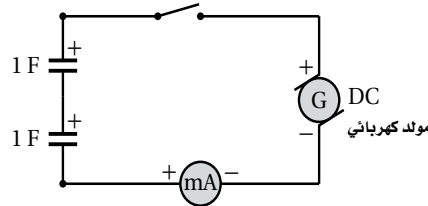
- كرّر الخطوات التي اتبعتها في الخطوة 2، ودون مقدار التيار في الجدول 2.
5. افصل الملي أميتر والمولد اليدوي. وصل الدايمود مع المفتاح والمكثفين، كما هو موضح في الشكل D.



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.

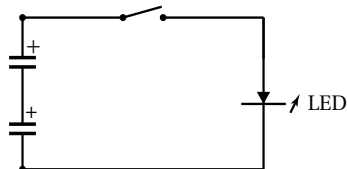


الشكل E

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



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



الشكل F

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

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 الدايمود مضاءً (s)	
الملاحظات على الدايمود:		
الجدول 2: مكثفان موصولان على التوازي سعة كل منهما 1 F		
التيار المار في المكثفين (mA)	الزمن الذي يبقى فيه الدايمود مضاءً (s)	
الملاحظات على الدايمود:		
الجدول 3: مكثفان موصولان على التوالي سعة كل منها 1 F		
التيار المار في المكثفين (mA)	الزمن الذي يبقى فيه الدايمود مضاءً (s)	
الملاحظات على الدايمود:		



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 للسبب 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 ؟



تجربة 15: 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 تندفق طاقة كهربائية من مصدر قدرة خلال ملف التسخين، فيحول 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 المحوَّلة من كهربائية إلى حرارية محفوظة. لذا ستقيس مقدار الطاقة الكهربائية المحوَّلة 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 $\Delta T_{\text{ماء}}$ 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
- فولتметр
- 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 وتقرن بين كميات الطاقة الكهربائية وكميات الطاقة الحرارية.
- تحسب الخطأ التجريبي.

الخطوات

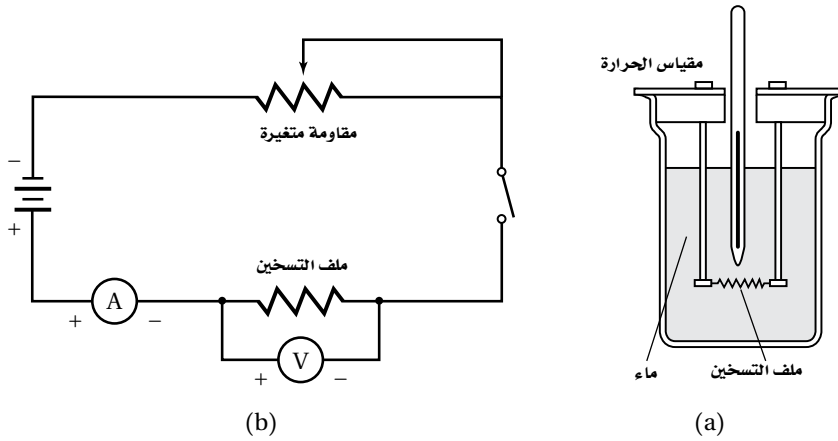
1. قس كتلة كوب البوليسترين ودون القيمة في الجدول 1، وكذلك دون درجة حرارة الغرفة.
2. املاً الكوب إلى ثلثيه بالماء البارد، وقس كتلة الكوب مع الماء ثم دون هذه القيمة في الجدول 1، ثم احسب كتلة الماء ودونها.
3. ركب الدائرة كما هو موضح في الشكل A. إذا كان مصدر القدرة الذي تستخدمه قابلاً للضبط، فهذا يعني أنه 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

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

b. رسم تخطيطي لأجزاء الدائرة.

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 للوصول 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؟



تجربة 16: 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 ($1 \text{ mA} = 0.001 \text{ A}$).

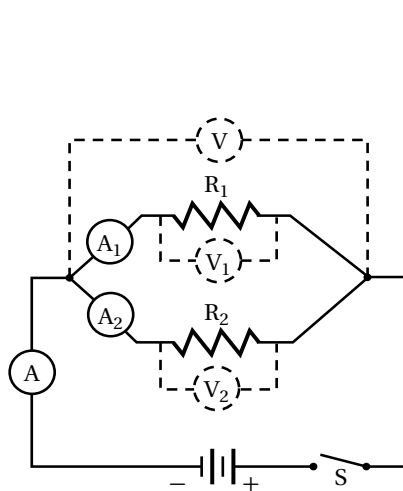
احتياطات السلامة



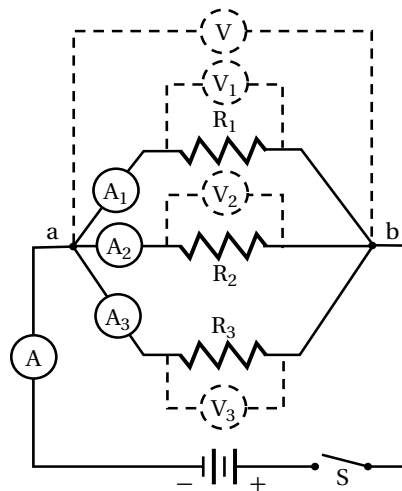
المواد والأدوات

- 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، والفولتметр 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 الفولتметр 3.0 V . واقرأ مقدار التيار من جهاز الأميتر؛ ثم افتح الدائرة بوساطة 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. واقرأ مقدار التيار وفرق الجهد من المقياسين، وافتح الدائرة بواسطة المفتاح الكهربائي، ودون القراءتين في الجدول 2.
2. حرك المقياسين 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 المقياسين 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 المقياسين، ثم افتح الدائرة بواسطة المفتاح الكهربائي، ودون القراءتين في الجدول 3.
2. حرك المقياسين 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 المقياسين، 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)				$R_3(\Omega)$	$R_2(\Omega)$
V_3	V_2	V_1	V	I_3	I_2	I_1	I		



الجدول 3			
قراءة الفولتметр (V)		قراءة الأميتر (mA)	
V مقاوم مجهول	V	I مقاوم مجهول	I

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 المقيسة 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 المقيسة $I_1 + I_2 + I_3$.

b. قارن بين المقاومة المكافئة المحسوبة، والمقاومة المكافئة المقيسة. هل هما متساويتان؟ إذا كانتا غير متساويتين، فما العوامل التي قد تكون 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. لل فولتметр 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 جيدًا؟ وماذا عن استعمال فولتметр مقاومته 1000000Ω ؟ علل إجابتك.

.....

.....

.....

.....



تجربة 17: كيف يولد التيار الكهربائي مجالاً مغناطيسياً قوياً؟

عندما يمر تيار كهربائي في حلقة سلك موصل فإن مجالاً مغناطيسياً يظهر حول الحلقة. وإذا لف السلك عدة لفات فسيكون 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 المغناطيس الكهربائية ويسمى ملفاً حلزونيّاً. وثمة نوع آخر من المغناطيس الكهربائية يُصنع بوساطة لف السلك حول قلب من الحديد المطاوع. ويعمل المجال المغناطيسي الناتج عن مرور التيار في السلك على جعل القلب الحديدي في الملف مغناطيساً مؤقتاً. ويضاف المجال المغناطيسي للقلب الحديدي إلى المجال المغناطيسي الناشئ عن السلك فينتج ذلك مجالاً مغناطيسياً قوياً.

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

الأهداف

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

احتياطات السلامة



المواد والأدوات

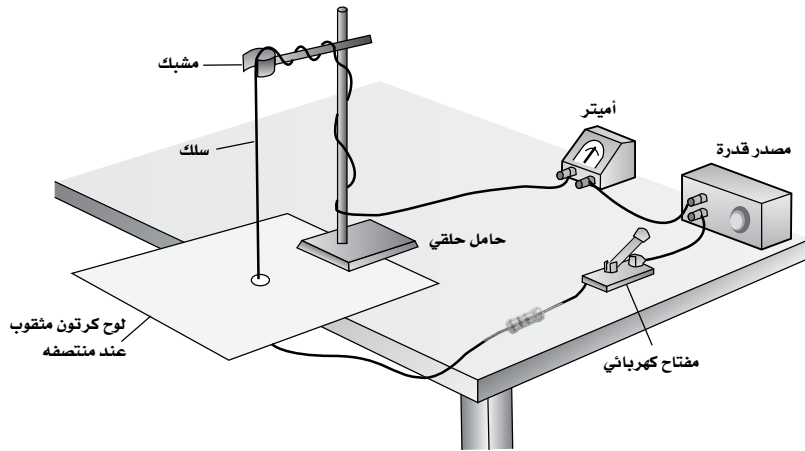
- بوصة
- مصدر قدرة DC
- أميتر
- سلك موصل سميك ومعزول
- مسمار حديدي كبير
- مفتاح كهربائي
- حامل حلقي مع مشبك
- برادة حديد
- لوح كرتون
- ورقة
- مسطرة متريّة
- شريط لاصق
- علبة مشابك ورق فولاذية



الخطوات

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

1. ضع لوح الكرتون على حافة الطاولة. مرر سلكًا مستقيمًا وبشكل رأسي من خلال ثقب في مركز لوح الكرتون، كما هو موضح في الشكل A. ثم ثبت الحامل الحلقي والمشبك بحيث يمر السلك من الثقب إلى المشبك رأسياً، ومن ثم مرر السلك إلى جهاز الأميتر، ومنه إلى الطرف الموجب لمصدر القدرة.
2. يجب أن يمر طرف السلك السفلي داخل لوح الكرتون رأسياً على أن يصل إلى بُعد مقداره 10 cm على الأقل تحت لوح الكرتون قبل أن يمر فوق الطاولة، ليصل إلى المفتاح، ثم إلى الطرف السالب لمصدر القدرة. لاحظ قطبية مصدر القدرة، والأميتر في أثناء توصيل الأسلاك.



الشكل A

3. أغلق المفتاح الكهربائي، واضبط التيار على 2-3 A، ثم افتح المفتاح الكهربائي. ضع البوصلة بالقرب من السلك، ثم اغلق المفتاح وحرك البوصلة حوله لتخطيط المجال المغناطيسي. تحذير: قد يسخن السلك. لذلك أغلق المفتاح لفترة قصيرة تسمح لك بتسجيل ملاحظاتك. ارسم شكلاً تخطيطياً للمجال المغناطيسي الناتج حول السلك في الجزء A من بند البيانات والملاحظات.
4. اعكس التوصيلات في مصدر القدرة وفي الأميتر، بحيث ينعكس اتجاه التيار. ثم أغلق المفتاح الكهربائي، واستخدم البوصلة لتخطيط المجال المغناطيسي حول السلك. ارسم شكل المجال حول السلك.



B. شدة المجال المغناطيسي

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

C. المجال المغناطيسي حول ملف

1. أزل السلك المستقيم من لوح الكرتون. اعمل في وسط السلك ثلاث لفات من السلك حول يدك لتكوّن ملفًا سلكيًا بقطر 10 cm تقريبًا. ثبت اللفات معًا من عدة أماكن بشريط لاصق.
2. صل الملف مع مصدر القدرة من خلال أميتر ومفتاح كهربائي. ثم أغلق المفتاح واضبط مقدار التيار ليصبح 2.5 A . أمسك الملف في مستوى رأسي، وقرب البوصلة إليه، وحركها داخل الملف السلكي، ثم حركها حوله؛ وارسم اتجاه المجال المغناطيسي حول الملف في الجزء C من بند البيانات والملاحظات. بيّن التوصيلات الموجبة والسالبة للملف الذي صنعته.



D. المغناطيس الكهربائي

1. فك اللفات، ثم لف السلك حول مسمار أو أي قلب حديدي إلى أن يغطي نصف القلب تقريبًا. ثم صل طرفي الملف إلى مصدر القدرة مرورًا بالمفتاح الكهربائي والأميتر. ثم أغلق المفتاح الكهربائي واضبط مقدار التيار ليصبح 1.0 A تقريبًا، وقرب المسمار إلى العلبة التي تحتوي على مشابك الورق، وشاهد عدد المشابك التي يمكن أن يلتقطها هذا المغناطيس الكهربائي. ثم افتح الدائرة ودون ملاحظتك في الجزء D من بند البيانات والمشاهدات.
2. لف عددًا آخر من اللفات حول القلب لمضاعفة العدد الذي كان في الخطوة 1. ثم أغلق المفتاح الكهربائي وشاهد عدد المشابك التي يمكن أن يلتقطها المغناطيس الكهربائي، ثم افتح الدائرة، ودون ملاحظتك.
3. زد مقدار التيار ليصبح 2.0 A وكرّر الخطوة السابقة وشاهد عدد المشابك التي يمكن أن يلتقطها المغناطيس الكهربائي، ودون ملاحظتك.
4. أغلق الدائرة واستخدم البوصلة لتحديد قطبية المغناطيس الكهربائي.

البيانات والمشاهدات

A. المجال المغناطيسي حول سلك طويل ومستقيم.

الملاحظات حول اتجاه القطب الشمالي.

B. شدة المجال المغناطيسي.

الملاحظات حول المجال المغناطيسي الناتج عن مرور تيارات مختلفة.



C. المجال المغناطيسي حول ملف

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

.....

.....

D. المغناطيس الكهربائي

دون ملاحظاتك حول تأثير كل مما يلي على المجال المغناطيسي:

1. وضع قلب حديدي داخل الملف.

.....

2. عدد لفات السلك حول المسمار.

.....

3. مضاعفة عدد اللفات.

.....

4. مضاعفة عدد اللفات ومضاعفة التيار.

.....

التحليل والاستنتاج

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

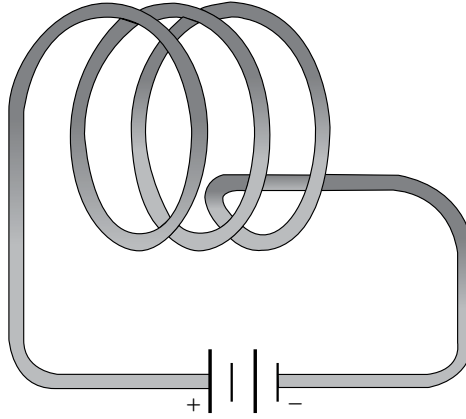
.....

.....



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

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



الشكل B

4. ما العوامل الثلاثة التي تحدد قوة المغناطيس الكهربائي؟

5. اشرح الفرق بين القضيب المغناطيسي والمغناطيس الكهربائي؟

التوسع والتطبيق

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



تجربة 18: ما الذي يسبب التآرجح؟

احتياطات السلامة



المواد والأدوات

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

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

الأهداف

- توضيح الحركة الميكانيكية لملف سلكي موضوع داخل مجال مغناطيسي.
- تلاحظ كيفية حركة ملفين سلكيين متصلين وموضوعين داخل مجالات مغناطيسية.

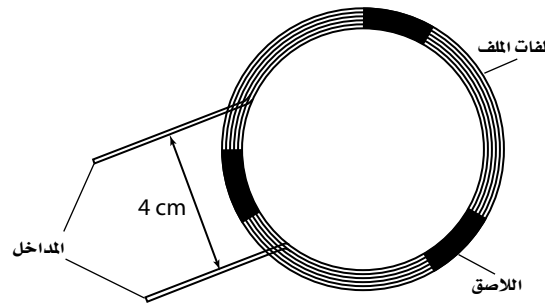
■ توضيح الفرق بين المولد الكهربائي والمحرك الكهربائي.

■ تستنتج قانون لنز عملياً.



الخطوات

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



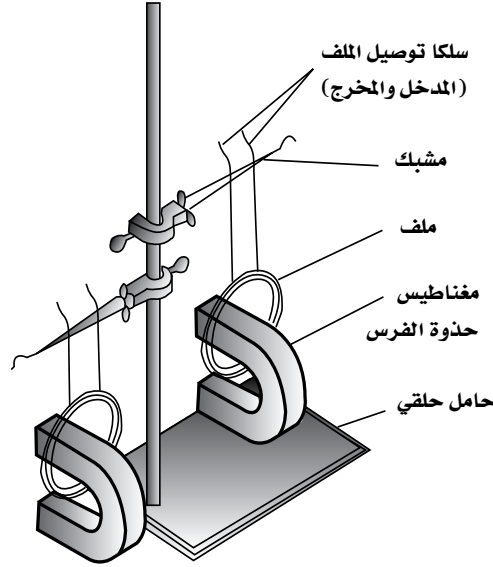
الشكل A

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

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

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





الشكل B

4. استخدم الأسلاك لتوصيل مداخل أحد الملفين بمدخل الملف الآخر. اجعل أحد الملفين يتأرجح أفقيًا عند المغناطيسين. دوّن ملاحظتك في الفقرة 1 من بند البيانات والملاحظات.
5. اعكس التوصيل في أحد الملفين، واجعل أحد الملفين يتأرجح، ولاحظ ما يحدث. دوّن ملاحظتك في الفقرة 2 من بند البيانات والملاحظات.
6. زد سعة التأرجح للملف. دوّن ملاحظتك في الفقرة 3 من بند البيانات والملاحظات.
7. افصل الأسلاك بين الملفين، واجعل أحدهما يتأرجح، ولاحظ ما يحدث، ودوّن ملاحظتك في الفقرة 4 من بند البيانات والملاحظات.
8. استخدم الأسلاك لتوصيل مقاومة مع أحد الملفين، وابدأ بأرجحة الملف، ولاحظ حركته، ودوّن ملاحظتك 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 التوصيلات.

.....

.....

.....

3. الملاحظات حول الملف المتأرجح عند زيادة سعة الأرجحة.

.....

.....

.....

4. الملاحظات حول نظام الملف المتأرجح عند فصل الملفين.

.....

.....

.....

5. الملاحظات حول الملف المتأرجح عند وصل المقاومة.

.....



التحليل والاستنتاج

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

.....

.....

.....

.....

.....

2. استخدم ملاحظتك من الفقرة 2 لتفسير حركة الملفين.

.....

.....

.....

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

.....

.....

.....

4. قارن بين معدلي تأرجح الملف التي لاحظتها في الخطوتين 4 و 7، وكيف يمكن توضيح الاختلاف؟

.....

.....

.....



5. فسر ملاحظتك حول تأرجح الملف في الفقرة 5 بدلالة تحويلات الطاقة.

التوسع والتطبيق

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



تجربة 19: ما مقدار كتلة الإلكترون؟

احتياطات السلامة



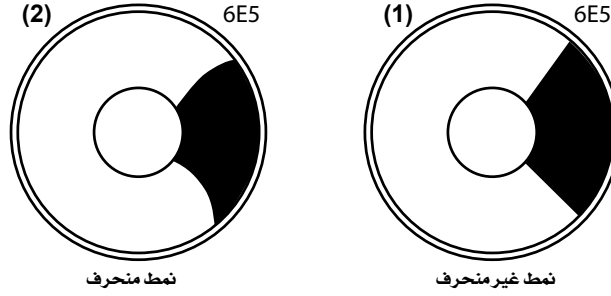
المواد والأدوات

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

أول من قاس نسبة شحنة الإلكترون إلى كتلته هو "ج.ج. تومسون"؛ فقد لاحظ انحراف حزمة إلكترونات عندما تمر خلال مجالين كهربائي ومغناطيسي معاً. ويؤثر المجالان الكهربائي والمغناطيسي في تجربته بقوتين عموديتين على اتجاه حركة الإلكترون. فقد طبق تومسون مجالاً كهربائياً ثابتاً، ثم قام بضبط المجال المغناطيسي إلى أن أصبحت الإلكترونات تتحرك في مسار مستقيم، وعندها تتساوى القوتان الناجمتان عن المجالين. وبذلك تمكن تومسون من حساب نسبة الشحنة إلى الكتلة. تتبع في هذه التجربة الخطوات التي اتبعها تومسون لموازنة القوى المؤثرة في الإلكترونات وحساب نسبة الشحنة إلى الكتلة. وتستخدم أدوات قياس كتلة الإلكترون أنبوباً نموذج 6E5؛ حيث يكون المهبط في مركز الأنبوب تحت غطاء فلزي دائري. وتتسارع الإلكترونات المنبعثة من المهبط أفقياً في اتجاه مصعد كبير مخروطي الشكل يملأ تقريباً الجزء العلوي من الأنبوب. ويطلق المصعد بمادة فلورسنتية تعطي وهجاً أخضر عند اصطدام الإلكترونات بها.

بغياض أي مجال كهربائي أو مغناطيسي خارجي، تُنتج الإلكترونات الساقطة على المصعد النمط الموضح في الشكل A1. أما إذا وضعت الأنبوب في ملف لولبي ذي قلب هوائي يسري فيه تيار فسوف تتعرض الإلكترونات لمجال مغناطيسي ثابت يؤثر عمودياً على اتجاه حركتها. ولأن الإلكترونات تتحرك بسرعة منتظمة تقريباً فإنها ستتعرض لقوة ثابتة. ونتيجة لذلك ستتحرك الإلكترونات في مسار على شكل قوس، وسيكون النمط الملاحظ على المصعد في الأنبوب كالنمط الموضح في الشكل A2. لإيجاد نصف قطر انحناء مسار الإلكترون ستقارن النمط المتكون في الأنبوب بجسم مستدير كأسطوانية خشبية مثلاً. وقد يتعين عليك تغيير تيار الملف أو جهد المصعد للحصول على أفضل تطابق.





الشكل A

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

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

والقوة التي يؤثر بها المجال المغناطيسي تساوي Bqv . وعند تساوي القوتين فإن:

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

وبحل المعادلة لإيجاد v ينتج:

$$v = \frac{Bqr}{m}$$

وبتربيع الطرفين ينتج:

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

تتسارع الإلكترونات خلال فرق جهد في الأنبوب. والطاقة التي يكتسبها كل إلكترون عند تسارعه خلال فرق الجهد تساوي qV ؛ حيث q الشحنة التي يحملها الإلكترون بالكولوم، و V فرق الجهد بالفولت. ولأن

$1 \text{ V} = 1 \frac{\text{J}}{\text{C}}$ ؛ لذا فإن المقدار qV يعطى بالجول. والطاقة التي يكتسبها الإلكترون طاقة حركية، لذلك فإن:

$$qV = \frac{mv^2}{2}$$

حيث v السرعة التي يكتسبها الإلكترون المتحرك خلال فرق الجهد V ، وإذا مر الجسم بعد ذلك عمودياً على مجال مغناطيسي B فسوف تكون السرعة نفسها v المحسوبة من مساواة القوة المغناطيسية بالقوة الكهربائية.



ولذلك إذا عوضنا عن v^2 في الطاقة الحركية فإن مقدار الطاقة يصبح:

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

وبإعادة ترتيب الحدود سنجد أن النسبة بين شحنة الإلكترون وكتلته:

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

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

ولأن شحنة الإلكترون $q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ فإنه يمكنك معرفة كتلة الإلكترون m باستخدام العلاقة:

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

حيث تمثل $\frac{q}{m}$ النسبة التي حسبناها سابقاً.

الأهداف

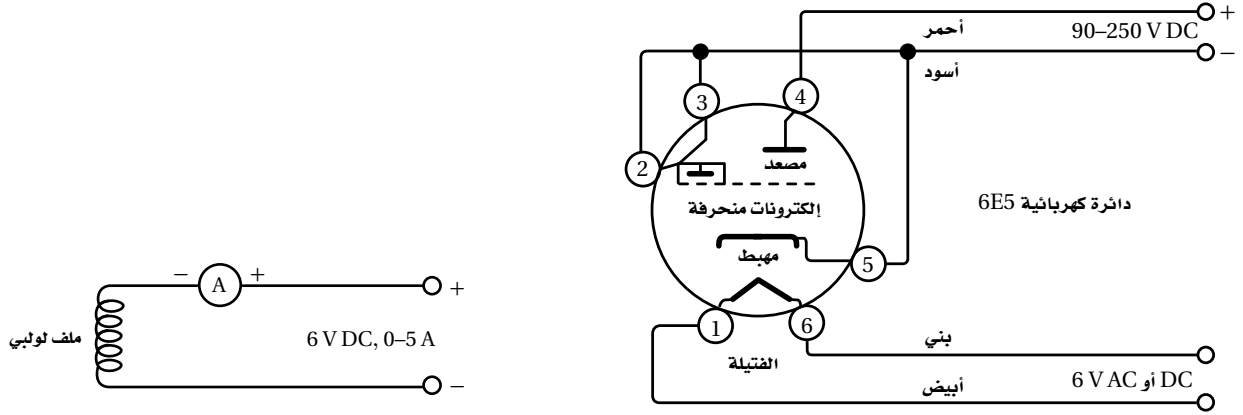
- تلاحظ انحراف الإلكترونات المتحركة داخل مجال مغناطيسي.
- تحدد نسبة شحنة الإلكترون إلى كتلته.
- تحدد كتلة الإلكترون.
- تحسب خطأ القياس بالنسبة إلى القيمة المقبولة.

الخطوات

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



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



الشكل C

الشكل B

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

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

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

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

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



البيانات والمشاهدات

تذكر أن $1 \text{ T} = 1 \text{ N/A.m}$

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

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

التحليل والاستنتاج

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

.....

.....

.....

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

.....

.....

.....

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

.....

.....

.....

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

.....

.....

.....

التوسع والتطبيق

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



تجربة 20: ما العلاقة بين لون الضوء المنبعث من الدايود المشع للضوء والهبوط في الجهد خلاله؟

احتياطات السلامة



المواد والأدوات

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

يعد الدايود المشع للضوء (LED) نوعاً مميزاً من الدايودات التي تشع الضوء عندما يسري فيها تيار كهربائي عبر وصلة pn منحازة للأمام، كما هو موضح في الشكل A. ويعتمد تردد أو ترددات الضوء المنبعث على أنواع الشوائب المستخدمة في الدايود المشع للضوء.

عندما ينتقل الإلكترون من مستوى طاقة أعلى إلى مستوى طاقة أقل فإن الطاقة المنبعثة تكون على شكل فوتونات. ويعبر عن الطاقة الناتجة على النحو الآتي:

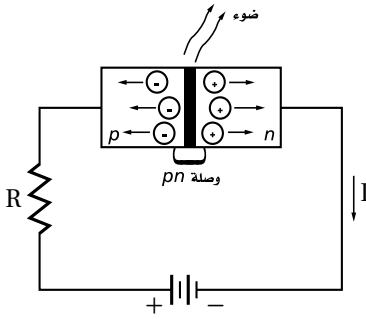
$$E_{\text{أقل}} - E_{\text{أعلى}} = E_{\text{فوتون}}$$

وكذلك يمكن التعبير عن طاقة الفوتونات المنبعثة على النحو الآتي:

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

حيث E الطاقة بوحدة الجول و h ثابت بلانك، و c سرعة الضوء، و f تردد الضوء المنبعث و λ الطول الموجي للضوء المنبعث.

سوف تكتشف في هذه التجربة العلاقة بين الجهد المطبق على الدايود المشع للضوء والطول الموجي للضوء المنبعث.



الشكل A

الأهداف

■ توضيح العلاقة بين الجهد الكهربائي المطبق على الدايود المشع للضوء وأقل طاقة تلزم لانبعاث الضوء منه.

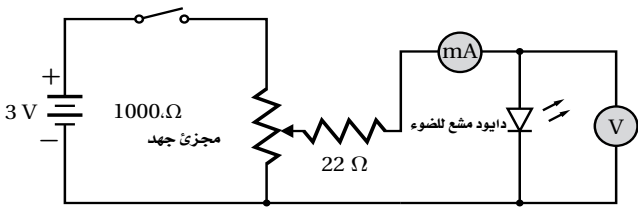
■ تكتشف العلاقة بين الجهد الكهربائي والطول الموجي للضوء المنبعث بواسطة الدايود المشع للضوء.

■ تحسب ثابت بلانك مستخدماً نتائج تجربتك.



الخطوات

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



الشكل B



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

8. كرّر الخطوات 4 - 7 للدايودات المتبقية، ودون البيانات في الجدولين 1 و 2 لكل دايود.

البيانات والملاحظات

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

الجدول 2					
جهد الدايود 1	تيار الدايود 1	جهد الدايود 2	تيار الدايود 2	جهد الدايود 3	تيار الدايود 3
V (V)	I (mA)	V (V)	I (mA)	V (V)	I (mA)

التحليل والاستنتاج

1. صف ما يحدث عندما تزيد فرق الجهد المطبق على الدايمود المشع للضوء.

.....

.....

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

.....

.....

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

4. احسب قيم طاقة كل دايمود مشع للضوء، وسجلها في الجدول 3. تُمثّل البطارية أو مصدر الجهد DC مصدر الطاقة للدايمود المشع للضوء. والطاقة الكهربائية التي يُزوّد بها الإلكترون هي $E = qV$ ؛ حيث E الطاقة بوحدة الجول، و q الشحنة الأساسية ($1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$)، و V الهبوط في الجهد عبر الدايمود المشع للضوء بوحدة الفولت. والطاقة التي تستهلك في تغيير حالة طاقة الإلكترون في الدايمود المشع للضوء، هي التي تجعل هذا الدايمود يبعث فوتوناً طاقته $E_{\text{الفوتون}} = hc / \lambda$ ، حيث $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$.



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

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

.....

.....

التوسع والتطبيق

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



تجربة 21: ماذا يمكن أن نتعلم من طيف الانبعاث؟

احتياطات السلامة

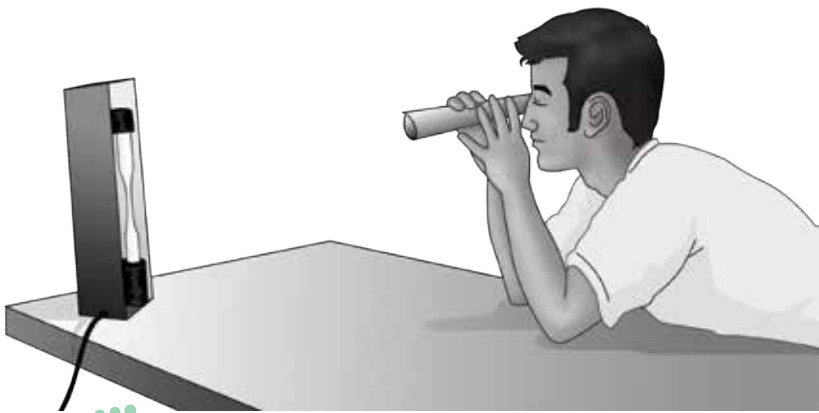


المواد والأدوات

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

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

ولأن كل عنصر ينتج طيفاً خطياً مميزاً فإن المطياف له قدرة عالية للكشف عن وجود العناصر. فالصوديوم مثلاً يشع ضوءاً أصفر ساطعاً يظهر في المطياف كطيف يحتوي على خطين ساطعين أصفرين متجاورين. ويُحدّد نوع الغاز بمقارنة الأطوال الموجية لطيف انبعاثه مع الطيف الناتج عن غاز معروف.



الشكل A



الأهداف

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

الخطوات

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

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

البيانات والملاحظات

الجدول 1

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

التحليل والاستنتاج

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

.....

.....

.....



2. قارن بين شدة خطوط الطيف المشاهدة لكل عنصر.

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

التوسع والتطبيق

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

2. وضح استخدامات المطياف في دراسة الفلك.

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

4. اقترح استخدامًا عمليًا للمطياف في المختبر.



تجربة 22: كيف يمكنك قياس عدد تنقلات الإلكترون بين مستويات الطاقة؟

احتياطات السلامة



المواد والأدوات

- مسطرتان مترتان
- صلصال لتشكيل النماذج
- محزوز حيود
- شق ضيق
- أربعة مصادر ضوء مختلفة
- مسطرة

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

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

الأهداف

- تتعرف على العلاقة بين أطياف الانبعاث والعناصر الباعثة لها.
- تربط بين عدد خطوط الطيف وعدد تنقلات الإلكترون بين مستويات الطاقة في الذرة.

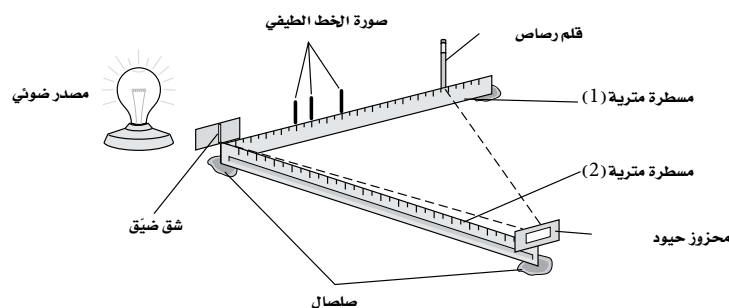
- تميز بين مصادر الضوء المخبرية ومصادر الضوء المستخدمة تجارياً.

الخطوات

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



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



الشكل A

5. اطلب إلى أحد أعضاء الفريق الذي ينظر من خلال محزوز الحيود توجيه زميله الذي يحمل القلم بتحريك القلم ببطء بعيداً عن الشق المفرد على امتداد المسطرة المترية (1)، حتى يتطابق القلم مع الخط المضيء الأول. سجل بُعد القلم (الرقم موجود على المسطرة) الذي حدث عنده التطابق مع الخط المضيء الأول على المسطرة (1). في الجدول 1 ودون لون الخط في الفراغ نفسه. استمر في هذه العملية لقياس بُعد مواقع كل الخطوط المضيئة في طيف الانبعاث للمصدر الضوئي وألوانها حتى سبعة خطوط.
6. كرر الخطوات 3 - 5 باستخدام ثلاثة مصادر ضوئية أخرى. وسجل مواقع وألوان خطوط الطيف في الجدول 1.

البيانات والملاحظات

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

التحليل والاستنتاج

1. فسّر ترتيب الألوان التي تظهر في كل طيف.

.....

.....

.....

.....

2. مثل أطيف المصادر الضوئية التي تشاهدها خلال محزوز الحيود، وذلك بعمل مقياس رسم لكل طيف في الجدول (2).

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

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

عنصر / عناصر مصدر الضوء 1:

عنصر / عناصر مصدر الضوء 2:

عنصر / عناصر مصدر الضوء 3:

عنصر / عناصر مصدر الضوء 4:

التوسع والتطبيق

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

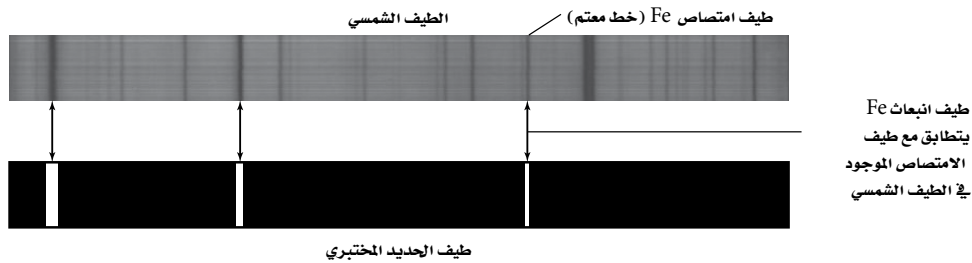


ما عدد خطوط الانبعاث التي قد تنتجها هذه الذرة؟

4 _____
3 _____
2 _____
1 _____

الشكل B

2. قارن بين الطيفين الموضحين في الشكل C. ما دليل الادعاء القائل إن الحديد موجود في الطبقة الخارجية الباردة نسبياً للشمس.



الشكل C

3. مَيِّز بين ضوء النيون الذي يبدو برتقالياً للعين، وأضواء النيون التي تستخدم لصنع إشارات الإعلان عن طريق ثني الأنابيب المتوهجة الملونة على شكل كلمات أو صور. كيف تصنع إشارة نيون بألوان تختلف عن اللون البرتقالي؟ وضح.



تجربة 23: كيف يمكن لجهاز الحاسوب اتخاذ القرارات؟

احتياطات السلامة



المواد والأدوات

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

4011، 4070، 4071، 4081

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

تُعالج البيانات المدخلة إلى الحاسوب الصغير أو الآلة الحاسبة بواسطة النظام الثنائي في العد. ففي هذا النظام الثنائي تُمثّل الأرقام جميعها بتراكيب من صفر وواحد. ثم تقوم دوائر الترانزستور في الدوائر المتكاملة بتفسير هذا النظام. فعندما يكون مفتاح الترانزستور في وضع التشغيل فإنه يمثّل واحدًا، أما عندما يكون في وضع الإطفاء فإنه يمثّل صفرًا. وتحتوي الدائرة المتكاملة على بوابة أو أكثر تمثل الوحدات البنائية الأساسية للأنظمة المنطقية الإلكترونية. والبوابة عبارة عن مفتاح إلكتروني يضبط سريان التيار بين الأقطاب. وترصد مخرجات الدائرة المتكاملة باستخدام الدايود المشع للضوء LED بوصفه مجسًا منطقيًا. فعندما تغلق دائرة الترانزستور فإن الصمام الثنائي الباعث للضوء يضيء مشيرًا إلى العدد المنطقي 1 (شرط صحيح)، وعندما تفتح دائرة الترانزستور فإن الصمام لا يضيء مشيرًا إلى العدد المنطقي صفر (شرط غير صحيح). تُسمى العمليات الثنائية أحيانًا العمليات المنطقية أو منطق بوليان. فإذا كان a و b صحيحتين مثلاً فإن c صحيحة. ويتطلب إضافة الأعداد الكبيرة أو التعامل مع عمليات أكثر تعقيدًا - كعمليتي الضرب أو القسمة - العديد من العمليات المنطقية.

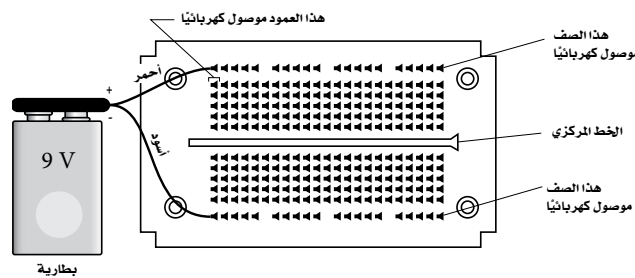


الأهداف

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

الخطوات

1. تمعن في لوحتك المعدّة للتجارب الإلكترونية، تلاحظ وجود خط مركزي يمتد عبر وسط اللوحة في اتجاه طولها. توضع الدائرة المتكاملة على اللوحة بإدخال أطراف التوصيل الموجودة على أحد جوانب الدائرة المتكاملة في صف من الثقوب الموجودة على أحد جانبي الخط المركزي، وتوضع أطراف التوصيل الموجودة على الجانب الآخر من الدائرة المتكاملة في الثقوب الموجودة على الجانب الآخر للخط المركزي. يوجد صفان من الثقوب على امتداد الحافتين الخارجيتين للوحة التجارب الإلكترونية موصولة معاً كهربائياً، وتمتد بصورة موازية للخط المركزي. أدخل أحد سلكي توصيل البطارية في أحد الثقوب في أي من صفي الثقوب الخارجيين وأدخل السلك الآخر في أحد الثقوب في صف الثقوب الخارجي الآخر، كما هو موضح في الشكل A. هذه الخطوة تنشئ صفّاً من نقاط التوصيل الموجبة و صفّاً آخر من نقاط التوصيل السالبة توجد أعمدة من نقاط التوصيل الكهربائية بين الخط المركزي وكل من الصفين الخارجيين. وتكون النقاط جميعها في كل عمود بين الخط المركزي والصف الموجب أو السالب موصولة كهربائياً. وتصنع الوصلات الكهربائية الموصولة باللوحة بواسطة إدخال أسلاك توصيل مكشوفة (معزاة الطرفين) في الثقوب الموجودة على لوحة التجارب الإلكترونية.

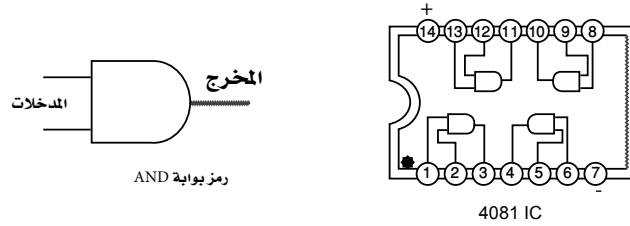


الشكل A

2. ضع الدايود المشع للضوء LED في الزاوية السفلية اليمنى للوحة التجارب، على أن يدخل أحد قطبيه في أحد ثقوب الصف السالب، وأن يدخل قطبه الآخر في أحد ثقوب أي من الأعمدة، وصل المقاوم 1000Ω

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

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

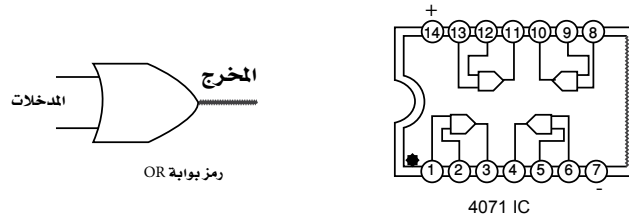


الشكل B

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

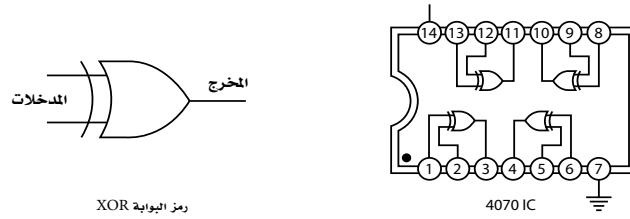
4. صل بطارية 9V، وليكن السلك الموصل بالنقطة رقم 1 هو المدخل A والسلك الموصل بالنقطة رقم 2 هو المدخل B. ودون مشاهداتك في جدول البيانات في الصفحة المقابلة تحت عمود المخرج Z. يُنتج وصل المدخلين معًا بالصف السالب، مدخل 0،0 للبوابة AND. ولاحظ مجلس اختبار الدايمود المشع للضوء LED. ثم يُنتج تحريك المدخل B إلى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

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



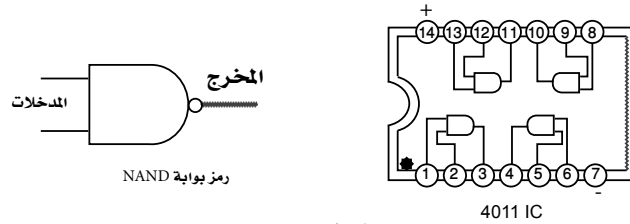
الشكل C

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



الشكل D

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



الشكل E

البيانات والملاحظات

جدول الصواب لل بوابة NAND		
المخرجات	المدخلات	
Z	B	A
	0	0
	1	0
	0	1
	1	1

جدول الصواب لل بوابة XOR		
المخرجات	المدخلات	
Z	B	A
	0	0
	1	0
	0	1
	1	1

جدول الصواب لل بوابة OR		
المخرجات	المدخلات	
Z	B	A
	0	0
	1	0
	0	1
	1	1

جدول الصواب لل بوابة AND		
المخرجات	المدخلات	
Z	B	A
	0	0
	1	0
	0	1
	1	1



التحليل والاستنتاج

1. قارن بين الوظائف المنطقية لـ AND و NAND؟

.....

.....

2. توقع نتيجة ربط مدخلات دائرة NAND معًا؟

.....

.....

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

.....

.....

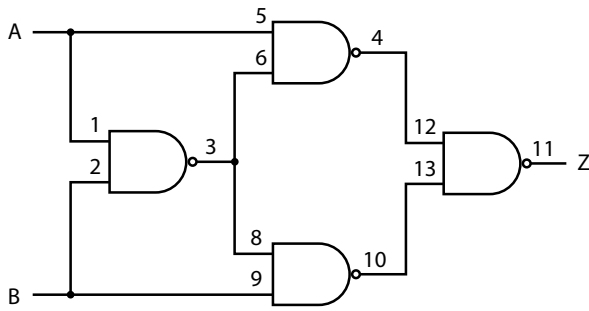
4. ادرس نتائج جدول حقيقي لدائرة OR ودائرة XOR. ثم قارن بين وظائف OR و XOR؟

.....

.....

التوسع والتطبيق

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



جميع أربع دوائر NAND لتكوين دائرة XOR

الشكل F



تجربة 24: كيف أحمي نفسي من النشاط الإشعاعي؟

احتياطات السلامة



المواد والأدوات

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

تنبعث إشعاعات ألفا، بيتا، وجاما من أنوية الذرات عندما تحدث تغيرات فيها بطريقة ما. تذكر أن جسيم ألفا هو نواة ذرة الهيليوم، وجسيم بيتا هو إلكترون ينبعثان من النواة، بينما أشعة جاما تنتج عن إعادة توزيع الطاقة داخل النواة. إن ميكانيكية امتصاص الإشعاع تختلف باختلاف كل من: نوع مصدر الإشعاع، والطاقة الابتدائية للجسيم أو الأشعاع، ونوع المادة الماصة، فجسيم ألفا ثقيل جداً، ويحمل شحنة موجبة ثنائية مقارنة بالإلكترون ذي الشحنة السالبة المنفردة، مما يجعل قدرة جسيم ألفا على التأين كبيرة. وكذلك فإن جسيمات ألفا تمتص بسرعة كبيرة بالرغم من أنها ثقيلة ويمكن إيقافها بواسطة قطعة من الورق. وقد وجد أن جسيم بيتا له كتلة الإلكترون نفسها في المادة الماصة؛ لذا فإنها تنحرف عند تصادمها مع إلكترونات المادة، وعليه فإنها لا تسلك مساراً محدداً تماماً خلال المادة. كما أن الجسيمات المشحونة تفقد طاقتها بالتدريج خلال التصادمات، بينما تفقد الفوتونات كل طاقتها في التصادم الواحد. ويُعرف امتصاص أشعة جاما بدلالة معامل الامتصاص، ومقلوب سُمك الوسط الماص الذي يقلل من عدد الفوتونات في الحزمة بنسبة معينة؛ لذلك فإن كثافة أشعة جاما تتناقص أسياً كلما اخترقت المادة.

الأهداف

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

المشكلة

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



الفرضية

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

الخطوات

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

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

الإعداد

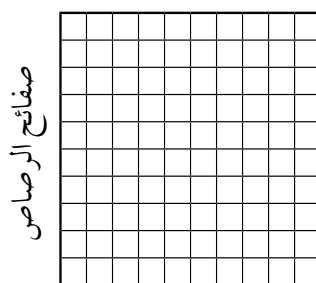


البيانات والملاحظات

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

التحليل والاستنتاج

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



عدادات جاما

قارن نتائج رسمك البياني مع المسار المتوقع لإشعاع جاما.



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

.....

.....

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

.....

.....

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

.....

.....

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

.....

.....

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

.....

.....

التطبيق

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

.....

.....



تجربة 25: كيف تستطيع إيجاد عمر النصف لنظير مشع ذي فترة حياة قصيرة؟

احتياطات السلامة



المواد والأدوات

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

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

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

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

الأهداف

■ توضيح كيفية استخلاص ناتج الانحلال الإشعاعي.

■ تقيس النشاط الإشعاعي لانحلال $^{137}_{56}\text{Ba}$.

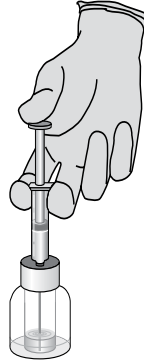
■ تحدد عمر النصف لنظير $^{137}_{56}\text{Ba}$.



الخطوات

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

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



الشكل A

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



البيانات والملاحظات

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

التحليل والاستنتاج

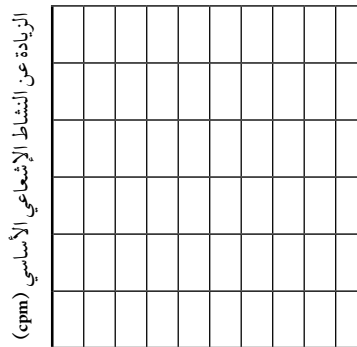
1. في كل من القياسات في الجدول (1) ا طرح مقدار النشاط الإشعاعي الأساسي من النشاطية الإشعاعية لعينتك وسجل هذه القيم في عمود cpm الزيادة عن النشاط الإشعاعي الأساسي. مع توضيح لعمليات الحساب في الفراغ أدناه.

.....

.....

.....

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



3. ما الذي يظهره رسمك البياني بالنسبة لاضمحلال نظير الباريوم $^{137}_{56}\text{Ba}_m$ ؟

.....

.....

.....

4. حدد عمر النصف للعنصر $^{137}_{56}\text{Ba}_m$. عمر النصف هو الفترة الزمنية اللازمة لتحلل نصف عينة من عنصر ما. وحدد آلية للقياس كل 1 min وأوجد مقدار النشاط للكمية المتبقية بعد عمر نصف. حدد هذا المقدار على رسمك البياني وارسم خطأً من المحور الأفقي. فيكون عمر النصف هو الفرق بين هذا الزمن و الزمن 1 min.

.....

5. ما عمر النصف لـ $^{137}_{55}\text{Cs}_m$ ؟

.....

6. قارن النسبة المئوية للخطأ بين الكمية التي حسبتها و القيمة المقبولة باستخدام عمر النصف لـ $^{137}_{56}\text{B}_m$. بين الحسابات في الفراغ أدناه.

.....

.....

.....

التوسع والتطبيق

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

.....

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

.....

