KINGDOM OF BAHRAIN

Ministry of Education

مَمْلَكَةُ البَحْرَيْن

وَزَارَةُ التَّرْبِيَةِ وَالتَّعْلِيم

فيز 218 / فيز 219

الفيزياء 3

كراسة التجارب العملية

للمرحلة الثانوية

فيز 218/ فيز 219

قررت وزارة التربية والتعليم بمملكة البحرين تدريس هذه الكراسة بمدارسها الثانوية

إدارة سياسات وتطوير المناهج

الفيزياء 3

كراسة التجارب العملية

للمرحلة الثانوية

الطبعة الثالثة
1445هـ - 2023م

منهاجي
متعة التعليم الهادف

التأليف والتطوير
فريق متخصّص من وزارة التربية والتعليم بمملكة البحرين.

المقـدمـة

عزيزي الطالب / عزيزتي الطالبة

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

وتهدف هذه المناهج بموادها التعليمية المختلفة – ومنها هذه الكراسة المصاحبة 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 تهدف هذه الكراسة إلى إكسابك مهارات التعامل مع الأدوات والأجهزة في المختبر.

وتتضمّن الكراسة تجارب عملية تتلاءم مع محتوى فصول كتاب الفيزياء (3)، وسياق الموضوعات المقدّمة فيه، وتتضمن إرشادات عن كيفية التعامل مع التجارب وفق خطوات متسلسلة من حيث تحديد المشكلة لكل تجربة وأهدافها، وإرشادات السلامة والمواد والأدوات.

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

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

قائمة المحتويات

تعزيز الاتجاهات العلميـة **5**

الإسـعافات الأولية في المختبر **9**

احتياطات السـلامة في المختبر **10**

المخاطر والاحتياجات الواجب مراعاتها **11**

كتابة تقارير المختـبر **12**

مرجع الفيزياء **14**

مختـبر الفيزياء 1-1 كيف تنعكس الموجـات ؟ وكيف تنكـسر ؟ **16**

مختبر الفيزياء 2-1 البندول البسيط **22**

مختبر الفيزياء 1-2 سرعة الصوت **26**

مختبر الفيزياء 1–3 اسـتقطاب الضوء **29**

مختبر الفيزياء 1–4 أيـن تتكون صورتك في المرآة؟ **32**

مختـبر الفيزياء 2–4 صور المرايـا المقعـرة **37**

مختبر الفيزياء 1–5 كيف ينحرف الضوء؟ **40**

مختبر الفيزياء 2–5 العدسات المحدّبة والبعد البؤري **46**

مختبر الفيزياء 1–6 تداخل الضوء بواسـطة الشـق المـزدوج **49**

عمليات العلم

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

الملاحظة استخدام الحواس للحصول على معلومات عن العالم الطبيعي.

التصنيف وضع مجموعة من المواد أو الأحداث ضمن ترتيب محدد.

التواصل نقل معلومات من شخص إلى آخر.

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

استخدام الأرقام للتعبير عن الأفكار والمشاهدات والعلاقات.

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

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

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

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

الاستدلال تفسير المشاهدات استنادًا إلى الخبرة السابقة.

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

التوقع التنبؤ بنتائج مستقبلية اعتمادًا على المعرفة السابقة.

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

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

التجربة

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

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

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

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

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

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

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

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

الهدف من التجارب المختبرية

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

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

استخدام الأرقام المعنوية

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

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

الضبط والدقة

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

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

الرسوم البيانية

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

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

استخدم الإرشادات التالية عند التمثيل البياني:

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

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

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

احتياطات السلامة في المختبر

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

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

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

المخاطر والاحتياطات الواجب مراعاتها

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

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

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

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

نشاط إشعاعي
يظهر هذا الرمز عند استعمال مواد مشعة.

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

كتابة تقارير المختبر

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

وفيما يلي العناصر التي يشتمل عليها تقرير المختبر:

1. **المقدمة**

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

a. كتابة ملخصٍ لكل من أهداف التجربة، وخطوات العمل، والخلفية النظرية للتجربة.
b. المخططات، وتمثل رسومًا تخطيطية للأجهزة والدوائر الكهربائية المستخدمة مع كتابة عنوان مختصر لكل رسم.

2. **البيانات**

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

3. **النتائج والتحليل**

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

4. **الرسوم البيانية**

a. كتابة معلومات كاملة على الرسم تتضمن العنوان، وأسماء الكميات على المحاور ووحداتها.
b. رسم أفضل خط يمر بمعظم النقاط ويتوسطها جميعًا، (لا تصِلْ كل نقطة بما بعدها بخطوط منفصلة).

5. الحسابات

يجب أن تحتوي جميع الحسابات على ما يلي:

1. المعادلة الفيزيائية بصورتها المألوفة.
2. الحل الجبري للمعادلة.
3. تعويض الكميات المعلومة مع مراعاة وحداتها .
4. الناتج العددي للقيمة المطلوبة مع وحداتها.

6. المناقشة

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

7. الاستنتاجات

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

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

a. يغطي جميع النقاط الرئيسة في الموضوع.
b. يجب أن يستند على نتائج التجربة وبياناتها.
c. إذا كان الاستنتاج يعتمد على الرسوم فيجب الإحالة إليها بتحديد عنوانها كاملًا.
d. الوضوح والإيجاز مهمان في الاستنتاج، لذا، يجب تجنب استعمال الصيغ الشخصية مثل (أنا، نحن) إلا إذا كان ذلك ضروريًّا.

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	$4.0–4.2\times10^{-7}$
الأزرق	480–440	$4.4–4.8\times10^{-7}$
الأخضر	560–500	$5.0–5.6\times10^{-7}$
الأصفر	600–580	$5.8–6.0\times10^{-7}$
الأحمر	700–620	$6.2–7.0\times10^{-7}$
تحت الحمراء	أكثر من 760	أكثر من 7.6×10^{-7}

معامل الانكسار لبعض المواد

المادة	معامل الانكسار
الهواء	1.00029
الكحول	1.36
البنزين	1.50
البيرل (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

احتياطات السلامة

المواد والأدوات

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

كيف تنعكس الموجات؟ وكيف تنكسر؟

يحدث انعكاس الموجات عندما ترتد عن حاجز. وينص قانون الانعكاس على أن زاوية سقوط الموجة على حاجز تساوي زاوية انعكاس تلك الموجة 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؛ وذلك لأن سرعة الموجة في وسط ما هي من خصائص ذلك الوسط. وهذا التغيّر في سرعة الموجة يسبب تغيرًا في اتجاه الموجة أيضًا. وهذه الظاهرة تسمى الانكسار. تستقصي في هذه التجربة ظواهر الموجة التي تشمل تغيرًا في اتجاه حركة الموجات والمعروفة بالانعكاس والانكسار. ولإجراء ذلك تستخدم حوض الموجات. ويعد حوض الموجات بيئة مثالية لملاحظة سلوك الموجات؛ حيث تشاهد صورة الموجات المتكونة في الماء على شاشة بيضاء أسفل الحوض. والأثر الذي يشكله الضوء الساطع الساقط على موجات الماء-الظل- يُشاهد على هيئة خطوط مضيئة وأخرى معتمة، بالإضافة إلى وجود مساحات رمادية تفصل تلك الخطوط بعضها عن بعض. وتستخدم ظلال الموجات هذه لملاحظة الانعكاس والانكسار.

يتوقع من الطالب بعد الانتهاء من إجراء هذه التجربة أن:

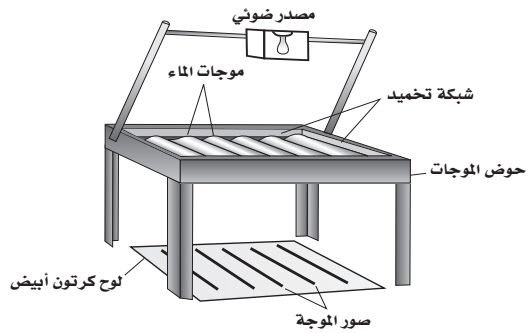
- **يلاحظ** انعكاس الموجات وانكسارها في حوض الموجات.
- **يحلّل** أنماط الموجات في الماء.
- **يتوقّع** سلوك الموجات السطحية في الماء.

- **الخطوات**

A. الإعداد

1. ركّب حوض الموجات، كما هو موضّح في **الشكل A**، وضع ميزان التسوية في قاع الحوض قبل إضافة الماء، وتحقّق أنه في وضع أفقي مستوٍ. 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 mm (8–5)، ثم ضع لوح الكرتون الأبيض تحت أرضية الحوض.



الشكل A

2. اشعل مصدر الضوء، ثم ولّد موجات ضعيفة بوساطة رأس قلم الرصاص في وسط الحوض، وفي أثناء عملية توليد الموجات اضبط مصدر الضوء إلى أن تظهر صورة واضحة للموجات على لوح الكرتون الأبيض أسفل الحوض .

B. الانعكاس

1. ضع القضيب الفلزي في الماء مقابلًا لأحد جوانب حوض الموجات، واختبر استعماله، وذلك بتحريكه بلطف لتوليد نبضات موجة مستوية.

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

3. غيّر موضع الحاجز المستقيم، بحيث يصنع زاوية مع طرف الحوض. واستعمل القضيب الفلزي لتوليد نبضات موجات مستوية تتحرّك نحو الحاجز المستقيم. وعلى لوح الكرتون لاحظ ما يحدث للنبضات عندما تصطدم بالحاجز، ودوّن 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. باستعمال المنقلة قس الزاوية الحادة المحصورة بين الخط العمودي الواقع على طول مقدمة الموجات المستوية المتجهة نحو الحاجز والخط العمودي الواقع على طول الحاجز المستقيم. ومقدار هذه الزاوية دائمًا أقل من أو يساوي °90، وتسمى هذه الزاوية بزاوية السقوط θ_i، ثم قس الزاوية الحادة المحصورة بين الخط الواقع على طول مقدمة الموجات المستوية المنعكسة، والخط الواقع على طول الحاجز المستقيم، بحيث يكون

مقدار هذه الزاوية دائمًا أقل من أو يساوي 90°. وتسمى هذه الزاوية بزاوية الانعكاس θ_r. دوّن قياسي هاتين الزاويتين في البند 3 في **الجدول** 1.

5. أزل الحاجز المستقيم، وضع مكانه حاجزًا على شكل قطع مكافئ، وركّب الحاجز الجديد على أن يكون طرفه المفتوح في اتجاه القضيب الفلزي. استعمل القضيب الفلزي لتوليد نبضات موجات مستوية تتحرك نحو حاجز القطع المكافئ.وعلى لوح الكرتون لاحظ ما يحدث للنبضات عندما تصطدم بالحاجز، ودوّن وصفًا لملاحظاتك في البند 4 من **الجدول** 1، مستعملاً قلم رصاص حدّد النقطة التي تلتقي عندها الموجات المنعكسة على الشاشة الورقية أسفل الحوض، وهذه النقطة تُسمّى البؤرة.

6. توقف عن توليد نبضات موجية باستعمال القضيب الفلزي. واستعمل قطارة، وأسقط بضع قطرات من الماء بلطف على السطح عند النقطة التي حددتها (البؤرة)، أو استخدم القلم، ولاحظ ما يحدث للموجة المتولدة في النقطة والمبتعدة عنها نحو حاجز القطع المكافئ. ثم لاحظ ما يحدث للموجات المنعكسة عن حاجز القطع المكافئ. ودوّن وصفًا 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** B_1، وضع تحت اللوح حلقات معدنية من أجل إنتاج منطقة ماء ضحلة إذا لزم الأمر.

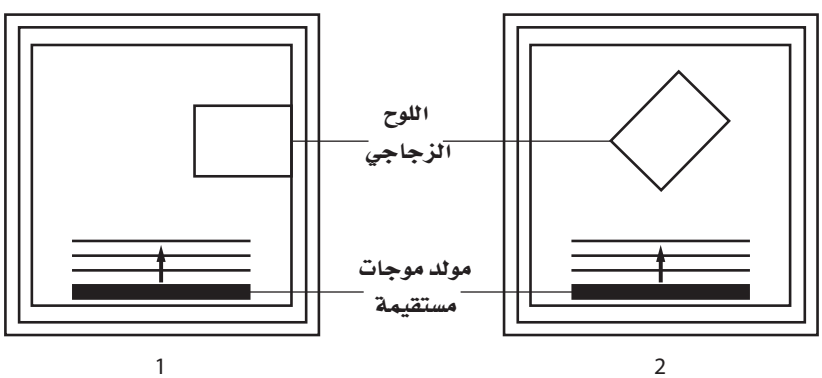
2. استعمل القضيب الفلزي لتوليد نبضات موجات مستوية في الحوض، ولاحظ ما يحدث بدقة للموجات عند حواف اللوح الزجاجي، كما في **الشكل** B_1، ثم ارسم الأنماط التي تلاحظها للموجات المتحركة مبتدئًا من المنطقة التي يكون فيها الماء عميقًا إلى المنطقة التي يكون فيها الماء ضحلاً فوق اللوح الزجاجي.

3. دوّر اللوح الزجاجي بحيث تكون إحدى زواياه مقابلة لطرف الحوض الموضوع عنده القضيب الفلزي، كما في **الشكل** B_2. ثم استعمل القضيب الفلزي لتوليد نبضات موجات مستوية في الحوض، وارسم الأنماط التي تلاحظها للموجات المتحرّكة مبتدئًا من الماء العميق إلى الماء الضحل فوق اللوح الزجاجي.

1 مختبر الفيزياء 1 - 1

البيانات والمشاهدات

الجدول 1
1. صف نبضات الموجات المستوية التي تصطدم بالحاجز المستقيم بزاوية °0 وبزوايا أخرى.
2. ارسم الموجات الساقطة والموجات المنعكسة.
3. θ_i= _____ θ_r = _____
4. صف الموجات المنعكسة عن حاجز القطع المكافئ.
5. صف الموجات المتولّدة في بؤرة حاجز القطع المكافئ.



الشكل B

1 مختبر الفيزياء 1 - 1

التحليل والاستنتاج

1. تذكـر ملاحظاتـك حول الموجات المنعكسـة في حوض الموجات. هل تغيّرت سـرعة الموجات، أم بقيت متحركة بالسرعة نفسها؟ وهل تغيّرت المسافة بين الموجات (الطول الموجي)؟

.....

.....

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

.....

.....

3. اربـط بيـن قانون الانعـكاس وملاحظاتك حول الموجات المنعكسـة عن حاجز القطـع المكافئ. وهل بقي قانون الانعكاس مطبقًا في هذه الحالة؟

.....

.....

4. قارن بين ملاحظاتك في البند 4 في **الجدول** 1 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 تمر فوق 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، والبلياردو.

.....

.....

.....

.....

احتياطات السلامة

المواد والأدوات

- خيط غير قابل للي طوله 1.5m
- ثلاثة أثقال رصاصية صغيرة
- ساعة وقف
- مشبك ورق
- حامل حلقي

البندول البسيط
Simple Pendulum

يمكن أن يوفر البندول نموذجًا لاستقصاء خصائص الموجات. وستصمِّم في هذه التجربة طريقة لاستعمال البندول لإيجاد سعة موجة، وزمنها الدوري، وترددها. وستحدد أيضًا تسارع الجاذبية الأرضية باستعمال البندول البسيط.

يتوقع من الطالب بعد الانتهاء من إجراء هذه التجربة أن:

- **يحدّد** المتغيرات التي تؤثر في الزمن الدوري للبندول.
- **يستقصي** تردّد البندول، وزمنه الدوري، وسعة اهتزازه.
- **يقيس** تسارع الجاذبية الأرضية *g*.

الخطوات

1. صمّم بندولاً باستعمال المواد والادوات المتوفرة لديك. وتحقق من فحص المعلم لتصميمك ما إذا كان ملائمًا، وذلك قبل المضي قدمًا في إجراء التجربة.

2. يكون طول البندول في هذا الاستقصاء مساويًا لطول الخيط، مضافًا إليه نصف طول ثقل البندول. والسعة هي البعد بين النقطة التي سُحب إليها ثقل البندول ونقطة اتزانه. والتردد هو عدد دورات ثقل البندول في الثانية. أما الزمن الدوري فهو الزمن الذي يتطلبه ثقل البندول حتى يعمل دورة واحدة. وعند جمع البيانات حول الزمن الدوري يتعين عليك إيجاد الزمن الذي يحتاج إليه البندول حتى يكمل عشر دورات، ومنها تحدد الزمن الدوري بوحدة s /cycles (ثانية / دورة). كما يتعين عليك عدّ الدورات التي تحدث في 10 s، ومنها تحدد التردد بوحدة (cycles /s) (دورة/ ثانية).

3. صمِّـم طريقـة بحيث تُبقي كلًّا من كتلة ثقل البندول وسـعة حركته ثابتتين، في حين تغير طول البندول، ثم حدّد تـردّده وزمنـه الدوري. سـجل نتائجك في جدول البيانـات. وكرّر المحاولات مع أطـوال مختلفة للبندول لجمع البيانات.

4. صمِّـم طريقـة بحيث تُبقي كلًّا من طول البندول وسـعته ثابتين، في حين تغير كتلة ثقـل البندول، ثم حدد تردده وزمنه الدوري. سجل نتائجك في جدول البيانات. وكرّر المحاولات لجمع البيانات.

5. صمِّم طريقة أخرى بحيث تبقي كلًّا من طول البندول وثقله ثابتين، في حين تغير سـعة حركة البندول، ثم حدّد تردّده وزمنه الدوري. سجل نتائجك في جدول البيانات، وكرر المحاولات لجمع البيانات.

6. صمِّـم طريقـة باسـتعمال البنـدول لحسـاب تسـارع الجاذبيـة الأرضيـة g، مسـتخدمًا المعادلـة التاليـة: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ حيث تمثل T الزمن الدوري، و l طول خيط البندول. وتذكّر تنفيذ عدّة محاولات لجمع البيانات.

جدول البيانات 1

جدول البيانات هذا مصمّم للخطوات 5–2

	المحاولة 1	المحاولة 2	المحاولة 3	المتوسط	الزمن الدوري (s/cycle)	التردّد (cycle/s)
الطول 1					____	
الطول 2						____
الطول 3						
الكتلة 1					____	
الكتلة 2						____
الكتلة 3						
السعة 1					____	
السعة 2						____
السعة 3						

جدول البيانات 2						
جدول البيانات هذا مصمّم للخطوة 6، لإيجاد قيمة g						
	المحاولة 1	المحاولة 2	المحاولة 3	المتوسط	الزمن الدوري (s/cycle)	طول الخيط (m)
الطول 1						
الطول 2						
الطول 3						

التحليل

1. **لخّص** ما العلاقة بين سعة حركة البندول وزمنه الدوري؟
2. **لخّص** ما العلاقة بين كتلة ثقل البندول وزمنه الدوري؟
3. **قارن** كيف يرتبط الزمن الدوري للبندول مع طوله؟
4. **حلّل** أوجد مقدار g من البيانات في الخطوة 6.
5. **تحليل الخطأ** ما النسبة المئوية للخطأ في التجربة عند إيجاد قيمة g؟ وما الأسباب المحتملة لوجود فرق بين القيمة التجريبية لـ g والقيمة المقبولة لها؟

الاستنتاج والتطبيق

استنتج ما المتغير أو المتغيرات التي تؤثر في الزمن الدوري للبندول؟

1. **حلّل** لماذا يفضل تكرار الخطوة ثلاث مرات أو أكثر لإيجاد التردد والزمن الدوري للبندول؟
2. **قارن** كيف تكون حركة البندول مشابهة لحركة الموجة؟
3. **حلّل واستنتج** متى يكون لثقل البندول أكبر طاقة حركية؟
4. **حلّل واستنتج** متى يكون لثقل البندول أكبر طاقة وضع؟

التوسّع في البحث

افترض أن لديك بندولًا طويلًاجدًا، ما الملاحظات التي تتوقعها عن حركة هذا البندول مدة يوم كامل؟

الفيزياء في الحياة

يستعمل البندول في تشغيل بعض أنواع الساعات. استعن بملاحظاتك خلال هذه التجربة على تحديد مشكلات التصميم الموجودة في بندولك عند استعماله أداة لضبط الوقت؟

احتياطات السلامة

- امسح مباشرة أي سوائل منسكبة.
- تعامل مع الزجاج بحذر؛ فهو هش.

المواد والأدوات

- امسح مباشرة أي سوائل منسكبة.
- تعامل مع الزجاج بحذر؛ فهو هش.
- ثلاث شوكات رنانة معلومة التردد
- مخبار مدرّج سعته 1000 mL
- ماء
- مطرقة خاصة بالشوكات الرنانة
- مسطرة مترية
- مقياس حرارة
- انبوب زجاجي طوله 40 cm وقطره 3.5 cm

سرعة الصوت
Speed of Sound

إذا وضعت شوكة رنانة تهتز فوق عمود هوائي مغلق بطول مناسب فإن الهواء داخل العمود يهتز بالتردد نفسه، (f)، للشوكة الرنانة. وإذا وضع أنبوب زجاجي في مخبار كبير مملوء بالماء ومدرج فإنه يمكن تغيير طول الأنبوب الزجاجي من خلال رفعه أو إنزاله في الماء. ويكون طول أقصر عمود هواء يحدث رنينًا عندما يساوي طوله ربع الطول الموجي. وينتج هذا الرنين أعلى صوت، ويوصف الطول الموجي عند هذا الرنين بالعلاقة $\lambda = 4L$ ، حيث تمثل L المسافة من سطح الماء إلى الطرف المفتوح للعمود. وستحدّد في هذا المختبر الطول L، لكي تحسب λ ، ثم تحسب سرعة الصوت.

يتوقع من الطالب بعد الانتهاء من إجراء هذه التجربة أن:

- **يجمع البيانات وينظمها** للحصول على نقاط رنين في أنبوب مغلق.
- **يقيس** طول أنبوب مغلق في حالة رنين.
- **يحلّل** البيانات ليحدِّد سرعة الصوت.

الخطوات

1. ضع نظارات واقية على عينيك، واملأ المخبار المدرّج بالماء إلى فوهته تقريبًا.
2. قس درجة حرارة الغرفة، وسجلها في جدول البيانات 1.
3. اختر شوكة رنانة، وسجل ترددها في جدولي البيانات 2 و 3.
4. قس قطر الأنبوب الزجاجي، وسجله في جدول البيانات 2.
5. ضع بحذر الأنبوب الزجاجي في المخبار المدرّج المملوء بالماء.
6. أمسك الشوكة الرنانة من قاعدتها، ثم اضرب بسرعة على أحد ذراعيها بمطرقة الشوكة الرنانة. ولا تضرب الشوكة الرنانة بطاولة المختبر أو أي سطح قاسٍ.

7. قرّب الشوكة الرنانة المهتزة لتصبح فوق الطرف المفتوح للأنبوب الزجاجي مباشرة، وارفع الأنبوب والشوكة ببطء حتى تسمع صوتًا عاليًا. ولحظة تعينك هذه النقطة، حرّك الأنبوب الزجاجي إلى أعلى وإلى أسفل قليلاً لتحدِّد نقطة الرنين تمامًا، ثم قس المسافة من الماء إلى أعلى الأنبوب الزجاجي، وسجل هذه المسافة في جدول البيانات 2.

8. كرّر الخطوات 3 و6 و7 لشوكتين رنانتين إضافيتين، وسجل نتائجك في المكان المخصّص للمحاولتين 2 و 3 في جداول البيانات. يجب أن تكون ترددات الرنين الثلاثة للشوكات الرنانة الثلاث مختلفة.

9. أفرغ المخبار المدرّج من الماء.

جدول البيانات 1

المحاولة	درجة الحرارة (°C)	السرعة المقبولة للصوت (m/s)	السرعة التجريبية للصوت (m/s)
1			
2			
3			

جدول البيانات 2

المحاولة	تردد الشوكة الرنانة (Hz)	القطر (m)	طول الأنبوب فوق الماء (m)	الطول الموجي (m) المحسوب(m)
1				
2				
3				

جدول البيانات 3

المحاولة	تردد الشوكة الرنانة (Hz)	السرعة المقبولة للصوت (m/s)	الطول الموجي المحسوب المصحح (m)	سرعة الصوت التجريبية المصححة (m/s)
1				
2				
3				

التحليل

1. احسب السرعة المقبولة للصوت باستعمال العلاقة $v = 331\ \text{m/s} + 0.60T$ ، حيث v سرعة الصوت عند درجة الحرارة T، و T درجة حرارة الهواء بالسيليزية. سجل هذه النتيجة على أنها السرعة المقبولة للصوت في جدولي البيانات 1 و3 للمحاولات جميعها.

2. بما أن الرنين الأول عُيّن عندما كان جزء الأنبوب الذي فوق الماء يساوي ربع الطول الموجي، لذا استعمل الطول المقيس للأنبوب في تحديد الطول الموجي المحسوب لكل محاولة. وسجل الأطوال الموجية المحسوبة في جدول البيانات 2.

3. اضرب قيمتي الطول الموجي والتردد في جدول البيانات 2، لتحديد السرعة التجريبية للصوت، وسجل ذلك في جدول البيانات 1 لكل محاولة.

4. **تحليل الخطأ** حدّد الخطأ النسبي بين سرعة الصوت المقبولة والتجريبية لكل محاولة في جدول البيانات 1.

$$\text{الخطأ النسبي} = \frac{|\text{القيمة المقبولة} - \text{القيمة التجريبية}|}{\text{القيمة المقبولة}} \times 100\%$$

5. **النقد** يجب أخذ قطر الأنبوب بعين الاعتبار لتحسين دقة الحسابات. وتزود العلاقة التالية حسابات الطول الموجي بدقة أكثر: $\lambda=4(L+0.4d)$ ، حيث تمثل λ الطول الموجي، وL طول الأنبوب فوق الماء، و d القطر الداخلي للأنبوب. استعمل قيم الطول والقطر الواردة في جدول البيانات 2، وأعد حساب λ ، وسجل القيمة في جدول البيانات 3 على أنها الطول الموجي المصحّح، ثم احسب سرعة الصوت التجريبية المصحّحة من خلال ضرب تردد الشوكة الرنانة في الطول الموجي المصحّح، ثم سجل القيمة الجديدة لسرعة الصوت التجريبية المصحّحة في جدول البيانات 3.

6. **تحليل الخطأ** حدّد لكل محاولة في جدول البيانات 3 الخطأ النسبي بين السرعة التجريبية المصحّحة والسرعة المقبولة للصوت، واستعمل الصيغة نفسها التي استعملتها في الفقرة 4 سابقًا.

الاستنتاج والتطبيق

1. **استنتج** تحدث نقطة الرنين الأولى عندما يكون طول الأنبوب مساويًا λ /4 . ما الطولان اللذان يحدث عندهما الرنينين اللاحقين؟

2. **التفكير الناقد** هل يمكن تعيين موقع آخر لحدوث الرنين إذا كان لديك أنبوب أطول؟ وضح إجابتك.

التوسّع في البحث

أيّ النتائج تعطي دقة أكثر لسرعة الصوت؟

الفيزياء في الحياة

فسّر العلاقة بين حجم أنابيب الأُرغن وترددات الرنين لها.

احتياطات السلامة

- قلِّل فترة النظر مباشرة إلى مصادر الضوء الساطعة.
- لا تجرِ هذه التجربة باستخدام مصادر أشعة الليزر.
- لا تنظر إلى الشمس، حتى لو كنت تستخدم مرشِّحات استقطاب.
- راع سخونة مصادر الضوء حتى لا تؤدي إلى حرق الجلد.

المواد والأدوات

- لوحا مرشِّح استقطاب
- مصدر ضوء متوهج أو ساطع
- مصدر ضوء فلورسنتي
- قطع من الورق الأبيض والأسود
- آلة حاسبة مزودة بشاشة مصنوعة من البلورات السائلة
- منقلة بلاستيكية شفافة
- مرآة

استقطاب الضوء

Polarization of Light

إن مصدر الضوء الذي يولّد موجات ضوئية مستعرضة تكون جميعها في المستوى الثابت نفسه يقال إنها مُستقطَبة في ذلك المستوى. ويمكن استخدام مرشّح الاستقطاب لإيجاد مصادر الضوء التي تنتج ضوءًا مستقطبًا. فبعض الأوساط تستطيع أن تُدوّر مستوى استقطاب الضوء في أثناء نفاذ الضوء من خلالها. ومثل هذه الأوساط يقال إنها فعّالة بصريًّا. ستستقصي في هذا النشاط هذه المفاهيم للضوء المستقطب.

يتوقع من الطالب بعد الانتهاء من إجراء هذه التجربة أن:

- **يجرّب** مستخدمًا مصادر ضوء ومرشِّحات استقطاب مختلفة.
- **يصف** نتائج تجربتك.
- **يميّز** الاستخدامات الممكنة لمرشِّحات الاستقطاب في الحياة اليومية.

الخطوات

1. انظر من خلال مرشِّح الاستقطاب إلى مصدر الضوء الساطع، ثم دوّر المرشح، وسجّل ملاحظاتك في جدول البيانات.
2. انظر من خلال مرشّح الاستقطاب إلى مصدر ضوء فلورسنتي، ثم دوّر المرشّح، وسجّل ملاحظاتك في جدول البيانات.
3. استخدم مرشّح الاستقطاب لرؤية الضوء المنعكس بزاوية 45° تقريبًا عن سطح المرآة، ثم دوّر المرشح، وسجّل ملاحظاتك في جدول البيانات.
4. استخدم مرشِّح الاستقطاب لملاحظة الضوء المنعكس بزاوية 45° تقريبًا عن قطعة ورق، ثم دوّر المرشّح، وسجّل ملاحظاتك في جدول البيانات.

جدول البيانات		
	مصدر الضوء	الملاحظات
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

5. استخدم مرشِّح الاستقطاب لملاحظة الضوء المنعكس بزاوية °45 تقريبًا عن قطعة ورق سوداء، ثم دوّر المرشح، وسجّل ملاحظاتك في جدول البيانات.

6. استخدم مرشِّح الاستقطاب لملاحظة الشاشة المصنوعة من البلورات السائلة، ثم دوّر المرشِّح، وسجّل ملاحظاتك في جدول البيانات.

7. ضع مرشِّح استقطاب (محلّل) فوق مرشِّح الاستقطاب الآخر، ثم انظر إلى المصدر الضوئي المتوهج من خلال هذين المرشِّحين. ثم دوّر أحد المرشِّحين بالنسبة للآخر، وأكمل دورة كاملة، وسجّل ملاحظاتك في جدول البيانات.

8. ضع منقلة بلاستيكية شفافة بين مرشِّحي الاستقطاب، ثم انظر إلى المصدر الضوئي المتوهج من خلال هذه المجموعة، وأكمل دورة كاملة لأحد المرشِّحين. ثم ضع المرشِّحين بالطريقة نفسها التي اتبعتها في الخطوة 7 والتي لم ينتج عندها الضوء، وسجّل ملاحظاتك في جدول البيانات.

التحليل

1. فسّر البيانات هل ينتج الضوء المتوهج ضوءًا مستقطبًا؟ كيف تعرف ذلك؟

2. فسّر البيانات هل ينتج الضوء الفلورسنتي ضوءًا مستقطبًا؟ كيف تعرف ذلك؟

3. فسّر البيانات هل ينتج انعكاس الضوء عن سطح مرآة ضوءًا مستقطبًا؟ كيف تعرف ذلك؟

4. **قارن** كيف يُقارَن الضوء المنعكس عن الورقة البيضاء بالضوء المنعكس عن الورقة السوداء بدلالة الضوء المستقطب؟ ولماذا يختلفان؟

5. **فسّر البيانات** هل الضوء المنبعث من شاشات البلورات السائلة مستقطب؟ كيف تعرف ذلك؟

الاستنتاج والتطبيق

1. **حلّل واستنتج** كيف يمكن استخدام مرشِّحي استقطاب بحيث يمنعان عبور أي ضوء خلالهما؟

2. **حلّل واستنتج** لماذا يمكن رؤية المنقلة البلاستيكية الشفافة بين مرشِّحي الاستقطاب بينما لا يمكن رؤية أي شيء آخر من خلال مرشِّحي الاستقطاب؟

3. **استخلاص النتائج** أيّ نوع من الحالات تُنتج عمومًا ضوءًا مستقطبًا؟

التوسّع في البحث

1. انظر في يوم مشمس، إلى استقطاب السماء الزرقاء القريبة من الشمس والبعيدة عنها مستخدمًا مرشِّح استقطاب. **تحذير: لا تنظر مباشرة إلى الشمس. ما خصائص الضوء المستقطب التي تلاحظها؟**

2. هل الضوء المنعكس عن الغيوم مستقطب؟ أعط دليلاً على ذلك.

الفيزياء في الحياة

1. لماذا تصنع النظارات ذات الجودة العالية من عدسات مستقطبة؟

2. لماذا تمثل النظارات المستقطبة الخيار الأفضل من النظارات الملوّنة عندما تقود السيارة؟

احتياطات السلامة

المواد والأدوات

- ملزمة
- لوح فلين
- مشبك ذو ثلاث شعب (عدد 2)
- مسطرة مترية
- أنبوب بلاستيكي قصير (عدد2)
- رباط مطاطي (أغطية أقلام)
- 3 دبابيس مستقيمة وطويلة
- قضيب فلزي
- 4 دبابيس طبع
- مرآة مستوية
- لوح شبه شفاف ملوّن من البلاستيك المقوى
- ورقة بيضاء (عدد 2)
- قطعة خشب صغيرة
- ساقا تثبيت

أين تتكوّن صورتك في المرآة؟

عندما يكون السطح العاكس أملسًا ومصقولاً يكون الانعكاس عنه منتظمًا، وعند النقطة التي ينعكس فيها الضوء عن السطح العاكس، تكون زاوية الانعكاس مساوية لزاوية السقوط، وكلتا الزاويتين مقيسة من العمودي الذي يُعدّ خطًّا وهميًّا متعامدًا مع السطح العاكس عند نقطة الانعكاس. وعندما تسقط حزمة الأشعة الضوئية على السطح فإنها تسقط جميعها بالزاوية نفسها. لذلك تنعكس بالزاوية نفسها، ويمكنك الانعكاس المنتظم من رؤية صورة مماثلة لك خلف المرآة المستوية.

في هذه التجربة ستستقصي موقع الصورة المتكوّنة بوساطة المرآة المستوية باستعمال نموذج الأشعة الضوئية، وستنشئ مخطّطًا شعاعيًّا يُبيّن موقع الصورة التقديرية المتكونة بوساطة مرآة مستوية و تتوصل إلى بعض خصائصها.

يتوقع من الطالب بعد الانتهاء من إجراء هذه التجربة أن:

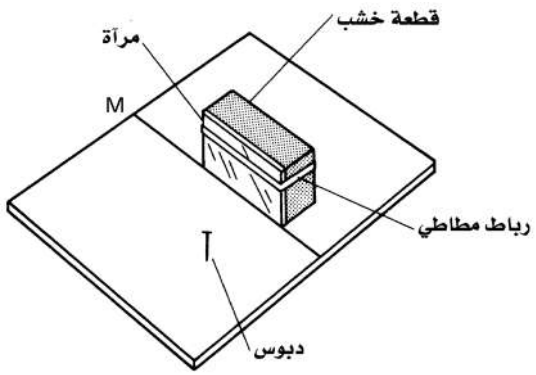
- **يصف** الصور المتكوّنة بوساطة سطوح مستوية عاكسة مختلفة.
- **يقارن** بين الأجسام والصور المتكوّنة لها بوساطة سطوح مستوية عاكسة.
- **يكتب** صفات الصور المتكوّنة بوساطة السطوح المستوية العاكسة.

الخطوات

A. موقع صورة نقطة

1. ثبّت ورقة على لوح الفلين باستخدام دبابيس الطبع، واستعمل المسطرة لرسم الخط M على عرض الورقة.
2. ثبّت المرآة المستوية على قطعة الخشب باستعمال الرباط المطاطي، وضع 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 موضّح في **الشكل A**.



الشكل A

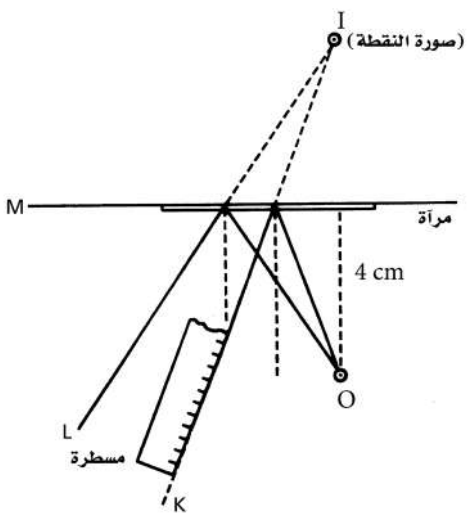
3. حدد نقطة O باستعمال قلم الرصاص على الورقة أمام المرآة على بعد 4 cm منها، تُمثّل هذه النقطة موقع الجسم. وثبّت دبوسًا على الورقة ولوح الفلين عند النقطة O التي تمثل موقع الجسم على أن يكون الدبوس قائمًا.

4. ضع المسطرة عن يسار الدبوس على بعد 5cm تقريبًا منه، وانظر على طول حافة المسطرة، نحو صورة الدبوس حتى ترى الصورة على امتداد حافة المسطرة، ثم ارسم القطعة المستقيمة K في اتجاه المرآة، كما هو موضّح في **الشكل B**.

5. حرّك المسطرة من cm (4 – 3) إلى اليسار، وانظر على طول حافة المسطرة نحو صورة الدبوس، حتى ترى الصورة على امتداد حافة المسطرة، ثم ارسم القطعة المستقيمة L في اتجاه المرآة.

6. أبعد الدبوس والمرآة وقطعة الخشب عن الورقة.

7. مد الخطين (K، L) نحو الخط M بخطوط متقطعة، وارسم امتداد الخطين خلف الخط M حتى يتقاطعا. تُمثّل نقطة تقاطعهما موقع الصورة I كما هو موضّح في **الشكل B**.



الشكل B

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

B. تكوين الصورة

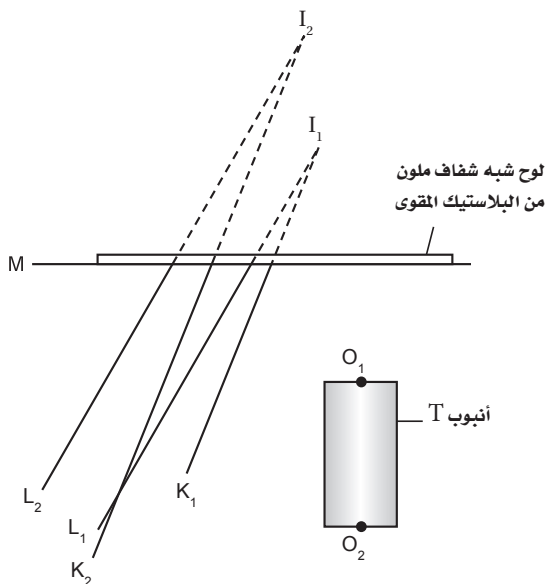
1. كرّر الخطوة A_1 الواردة سابقًا، على أن تستعمل ورقة بيضاء جديدة.

2. استعمل القضيب الفلزي وساق تثبيت أو ساقين، ومشبكًا ذا ثلاث شعب، لتثبيت اللوح شبه الشفاف البلاستيكي الملوّن في الوضع الرأسي. وضع لوح الفلين مع ورقة تحت اللوح شبه الشفّاف، بحيث يمتد السطح الأمامي له على طول الخط M كما هو موضح في **الشكل C**.

3. ضع الأنبوب البلاستيكي القصير أمام اللوح شبه الشفّاف، بحيث تكون إحدى فتحتيه المتقابلتين نحو اللوح والأخرى بعيدة عنه. حدد بقلم الرصاص نقطة على حافة كل فتحة. O_1 قريبًا من اللوح، O_2 بعيدًا عن اللوح، وثبّت دبوس طبعة في كل نقطة، على أن يكون الدبوس في وضع قائم.

4. أبعد الأنبوب البلاستيكي عن الورقة. ونفّذ الخطوتين A_5 ،A_4 لكل من الدبابيس الثلاثة باستعمال الانعكاس عن الدبابيس على اللوح شبه الشفّاف. واستعمل الرمزين K_1 ،L_1 للخطين المترافقين مع الدبوس O_1، واستعمل الرمزين K_2 ،L_2 للخطين المترافقين مع الدبوس O_2.

5. أعد الأنبوب البلاستيكي إلى موقعه الأصلي، ثم أزل الدبوسين، وفي أثناء النظر من خلال اللوح شبه الشفّاف إلى صورة الأنبوب ضع أنبوبًا آخر مماثلاً للأنبوب الأول خلف اللوح بحيث يكون منطبقًا على صورة الأنبوب الأول تمامًا. ثم انظر من خلال اللوح شبه الشفّاف فى الاتجاه المعاكس، وسجّل ملاحظاتك في الجزء B من بند البيانات والمشاهدات.



الشكل C

6. ارسم باستعمال قلم الرصاص مخطّطًا للأنبوب الثاني على الورقة، ثم أزل الأنبوبين مع اللوح شبه الشفّاف.

7. نفّذ الخطوة A_7 لمجموعات الخطوط $\{L_1,K_1\}.\{L_2,K_2\}$، وسمِّ نقاط التقاطع I_1، I_2 على الترتيب.

8. نفّذ الخطوة A_8 لمجموعات النقاط $\{I_1,O_1\}.\{I_2,O_2\}$، وسجّل أبعاد نقاط الصورة، وأبعاد نقاط الأجسام في الجزء B من بند البيانات والمشاهدات.

البيانات والمشاهدات

الجزء A

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

الجزء B

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

.....

.....

.....

.....

- بُعد النقطة O_1 عن المرآة: _____ بُعد النقطة I_1 عن المرآة: _____
- بُعد النقطة O_2 عن المرآة: _____ بُعد النقطة I_2 عن المرآة: _____

التحليل والاستنتاج

1. صف الصور التي تكوّنت بوساطة المرآة والصور التي تكوّنت بوساطة اللوح شبه الشفّاف في الحالتين.

.....

.....

.....

2. قارن بين أبعاد نقاط الجسم عن السطح العاكس مع أبعاد نقاط الصورة المتكوّنة.

.....

.....

3. قارن بين مخطّط ونقاط صورة الأنبوب الثاني، ومخطّط ونقاط جسم الأنبوب الأول.

.....

.....

4. قارن بين وضعية نقاط الصورة I_1، I_2 مع وضعية نقاط الجسم O_1، O_2.

.....

.....

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

.....

.....

التوسّع والتطبيق

1. لتوضيح الصورة المتكوّنة بوساطة الانعكاس المزدوج بالرسم التوضيحى. 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 ($7.5\ cm \times 5\ cm$)، 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، وسجّل وضع الصورة. وأخيرًا لاحظ الصورة المتكونة فى المرآة اليسرى بوساطة المرآة اليمنى، وسجّل وضع صورة اسمك. ما الفرق بين الصورة الثانية لاسمك والصورة المتكوّنة بوساطة المرآة المستوية.

.....

.....

.....

4 مختبر الفيزياء 2 - 4

احتياطات السلامة

• لا تنظر إلى انعكاس الشمس في المرآة، ولا تستعمل مرآة مقعرة لتجميع ضوء الشمس وتركيزه.

المواد والأدوات

• مرآة مقعرة
• مصباح ضوئي
• حامل شاشة
• حامل مرآة
• مسطرتان متريتان
• شاشة
• مصباح 15 W
• 4 دعامات للمساطر المترية

صور المرايا المقعرة
Concave Mirror Images

تعكس المرآة المقعرة الأشعة المتوازية والموازية للمحور الرئيس للمرآة مارّةً ببؤرتها. وتتكوّن أنواع مختلفة من الصور في المرآة المقعرة حسب بُعد الجسم عن المرآة، وتتكوّن الصور الحقيقية على حاجز، في حين لا تتكوّن الصور التقديرية على حاجز. ستستقصي في هذه التجربة أثر تغيير موقع الجسم في موقع الصورة ونوعها.

يتوقع من الطالب بعد الانتهاء من إجراء هذه التجربة أن:

• **ينظّم البيانات** الخاصة بموقعي الجسم والصورة.
• **يلاحظ** الصور الحقيقية والتقديرية.
• **يلخص** شروط تكوّن الصور الحقيقية والتقديرية في المرايا المقعرة.

الخطوات

1. حدّد البعد البؤري للمرآة المقعرة المستخدمة باتباع الخطوات التالية: ضع المصباح على مسافة بعيدة ثم اعكس ضوءه عليها مع تحريك الشاشة ببطء نحو المرآة أو بعيدًا عنها حتى تحصل على أصغر صورة واضحة له، ثم قس المسافة بين الشاشة والمرآة على امتداد المحور الرئيس، وسجّل هذه القيمة على أنها البعد البؤري للمرآة f.
2. ثبّت المسطرتين المتريتين على شكل حرف V، واجعل صفري المسطرتين عند نقطة التقائهما.
3. ضع المرآة على حاملها عند نقطة التقاء المسطرتين.
4. ضع المصباح (الجسم) على طرف إحدى المسطرتين البعيد عن نقطة التقاء المسطرتين، وضع الشاشة على دعامتها على الطرف البعيد الآخر للمسطرة الثانية.

جدول البيانات				
المحاولة	d_o (cm)	d_i (cm)	h_o (cm)	h_i (cm)
1				
2				
3				
4				
5				

جدول الحسابات					
المحاولة	$\frac{1}{d_o}$ (cm^{-1})	$\frac{1}{d_i}$ (cm^{-1})	$\frac{1}{d_o}+\frac{1}{d_i}$ (cm^{-1})	$f_{\text{محسوب}}$ (cm)	النسبة المئوية للخطأ (%)
1					
2					
3					
4					
5					

5. أطفئ أنوار الغرفة.

6. أضئ المصباح. **تحذير: لا تلمس زجاجة المصباح الساخنة.** قس بعد الجسم ، d_o، وسجّله في المحاولة 1. وقس طول الجسم ، h_o، وسجّله أيضًا في المحاولة 1، ويمثّل هذا القياس طول المصباح أو طول فتيلته إذا كان المصباح شفافًا.

7. عدّل المرآة أو المسطرتين، كلّما تطلّب الأمر ذلك، بحيث تسقط الأشعة المنعكسة على الشاشة، وحرّك الشاشة ببطء إلى الأمام أو الخلف حتى تتكوّن صورة واضحة على الشاشة، ثم قس بعد الصورة d_i وطولها h_i وسجّلهما في المحاولة 1.

8. حرّك المصباح في اتجاه المرآة بحيث يصبح على بُعدٍ يساوي ضعفي البعد البؤري $d_o = 2f$، وسجّل قيمة d_o في المحاولة 2. ثم حرّك الشاشة حتى تتكوّن صورة عليها، ثم قس d_i. ، h_i وسجّلهما في المحاولة 2.

9. حرّك المصباح في اتجاه المرآة بحيث يكون بعده عن المرآة d_o أكبر عدة سنتمترات من البعد البؤري f، وسجّل ذلك في المحاولة 3، ثم حرّك الشاشة حتى تتكوّن صورة عليها، وقس d_i، h_i وسجّلهما في المحاولة 3.

10. حرّك المصباح بحيث تصبح $d_o = f$، وسجّل ذلك في المحاولة 4، ثم حرّك الشاشة إلى الأمام والخلف محاولًا الحصول على صورة. ماذا تلاحظ؟

11. حرّك المصباح بحيث تصبح $d_o < f$، وسجّل ذلك في المحاولة 5، ثم حرّك الشاشة إلى الأمام والخلف محاولا الحصول على صورة. ماذا تلاحظ؟

التحليل

1. استعمل الأرقام احسب $\frac{1}{d_o}$ و $\frac{1}{d_i}$ ، وسجّلهما في جدول الحسابات.

2. استعمل الأرقام احسب مجموع $\frac{1}{d_o}$ و $\frac{1}{d_i}$، وسجّل النتيجة في جدول الحسابات. ثم احسب مقلوب كل نتيجة من هذه النتائج، وسجّله في جدول الحسابات في عمود $f_{\text{محسوب}}$.

3. حلّل الخطأ قارن البعد البؤري التجريبي، $f_{\text{محسوب}}$ ، بالبعد البؤري المقبول بإيجاد الخطأ النسبي.

$$\text{الخطأ النسبي} = \frac{|f - f_{\text{محسوب}}|}{f} \times 100\%$$

الاستنتاج والتطبيق

1. صنّف ما نوع الصورة التي شوهدت في كل محاولة؟

2. حلّل ما الشروط التي تطلّبها تكوين صور حقيقية؟

3. حلّل ما الشروط التي تطلبها تكوين صور تقديرية؟

التوسّع في البحث

1. ما الشروط اللّازم تحقيقها حتى تكون الصورة أكبر من الجسم؟

2. راجع طرائق جمع البيانات، وحدّد مصادر الخطأ، وما الذي يتعين عليك عمله حتى يكون القياس أكثر دقة؟

الفيزياء في الحياة

ما الميزة التي تكمن في استخدام المقراب (التلسكوب) ذي المرآة المقعرة؟

احتياطات السلامة

المواد والأدوات

- لوح فلين
- متوازي مستطيلات زجاجي
- مسطرة مترية
- منقلة
- دبوسان
- أربع دبابيس طبعة
- ست أوراق بيضاء
- قلم رصاص

كيف ينحرف الضوء؟

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

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

عندما ينتقل الضوء إلى وسط معامل انكساره أكبر من معامل انكسار الوسط الذي سقط منه، ينحرف مقتربًا من العمودي على السطح الفاصل عند نقطة السقوط. وعندما ينتقل الضوء إلى وسط معامل انكساره أقل من معامل انكسار الوسط الذي سقط منه، سينحرف مبتعدًا عن العمودي. ويُسمّى هذا التغيّر في اتجاه الضوء عند الحد الفاصل بين الوسطين بالانكسار.

يصف قانون (سنل) للانكسار، 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 لسرعته 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 متوازي مستطيلات زجاجي لعدد من زوايا السقوط المختلفة، ثم تحسب معامل انكسار الزجاج، وتقارن معامل الانكسار لكل زاوية سقوط لتتحقّق من أنه مقدار ثابت.

يتوقع من الطالب بعد الانتهاء من إجراء هذه التجربة أن:

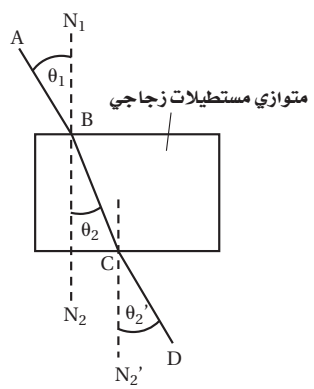
- **يرسم** مخطّط الأشعة لنموذج انكسار الضوء عند انتقاله من الهواء إلى الزجاج.
- **يستنتج** ما إذا كان معامل الانكسار للمادة مقدارًا ثابتًا أم لا.
- **يستنتج** من خلال البيانات التجريبية ما إذا كان الانكسار تبادليًا (عملية عكسية أم غير عكسية).

الخطوات

A. الإعداد

1. ضع متوازي المستطيلات الزجاجي في وسط الورقة، واستعمل قلم الرصاص لتحديد الحدود الخارجية له على الورقة، ثم أرفع متوازي المستطيلات الزجاجي عن الورقة.

2. استعمل المنقلة وقلم الرصاص، لتعيّن نقطة لرسم خط يصنع $90°$ مع الجانب الطويل للحد الخارجي للمستطيل المرسوم على الورقة ، وذلك عند يسار الجهة العلوية كما في **الشكل A**، وسم هذه النقطة N_1. وسمِّ النقطة التي على جانب الخط الخارجي عند مركز المنقلة بالنقطة B. ثم ارسم خطًّا متقطّعًا من النقطة N_1 إلى النقطة B. يُمّثل هذا العمودي على سطح متوازي المستطيلات الزجاجي. استمر برسم الخط المتقطع العمودي عبر السطح إلى الجانب الآخر من الخط الخارجي. وسمِّ النقطة التي يمر بها الخط العمودي بالجانب الآخر من الخط الخارجي بالنقطة N_2.



الشكل A

3. عيّن نقطة عند زاوية مقدارها $30°$ من العمودي الذي رسمته في الخطوة 2، وذلك باستعمال المنقلة وقلم الرصاص، وسمِّ هذه النقطة A.

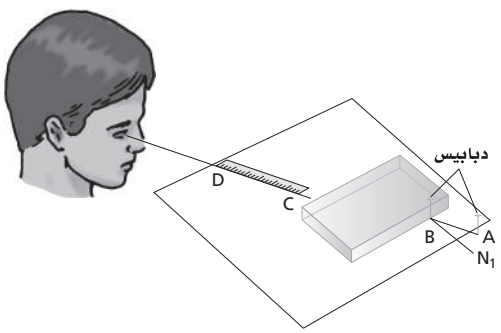
4. ارسم مستعملاً المسطرة وقلم الرصاص، خطًّا مستقيمًا بين النقطتين A و B.

5. سمِّ الزاوية ABN_1 بالزاوية θ_1 .

1. ثبّت الورقة بلوح الفلين بوساطة دبابيس الطبع. ثم ألصق دبوسين خلال الورقة عند النقاط A و B داخل لوح الفلين، كما هو موضّح في **الشكل B**.

B. قياس الانكسار

1. أعـد اللوح الزجاجي إلـى مكانه داخل مخطّـط اللوح على الورقة.



الشكل B

2. اجعـل المسـطرة على طـرف الورقـة، وعلى جانـب اللوح الزجاجي، وفي الجانب المعاكس للدبابيس، واجعل طرف المسـطرة على اسـتقامة مع صورة الدبوسـين خـلال اللوح الزجاجـي بوسـاطة النظـر، كما هـو موضّح في **الشـكل B**. وعندمـا يصبح طرف المسـطرة على اسـتقامة مـع صورتي الدبوسـين ارسم خطًّا مستقيمًا على طول المسطرة في اتجاه اللوح الزجاجي. ثم ارفع متوازي المستطيلات الزجاجي، وأكمل الخط حتى يتلاقى مع الحد الخارجي للّوح الزجاجي. وسـِّم نقطة تلاقي الخط مع الحد الخارجي بالنقطة C، سمِّ النقطة الأبعد على طول هذا الخط من الحد الخارجي بالنقطة D.

3. ارسـم مسـتخدمًا المسـطره وقلم الرصاص، خطًّا مسـتقيمًا يصل بين النقطتين B و C، وسـمِّ الزاوية CBN_2 الزاوية θ_2 .

4. قِس باستعمال المنقلة الزاوية θ_2 ، وسجّل هذه الزاوية في **الجدول 1** لزاوية السقوط 30°.

5. استعمل الطريقة نفسها، كما في الخطوة A3، وضع مركز المنقلة عند النقطة C، وارسم خطًّا متقطّعًا عموديًّا على الحد الخارجي، وسمّ النقطة على العمودي N_2 . وسمِّ الزاوية DCN_2 الزاوية θ'_2.

6. قِس باستعمال المنقلة الزاوية θ'_2 ، وسجّل هذه الزاوية في **الجدول 1** لزاوية السقوط 30°.

C. كرّر العملية لزوايا مختلفة

1. كرّر الجزء A والجزء B من هذه التجربة لخمس زوايا سـقوط أخرى من اختيارك، واسـتعمل ورقة مختلفة لكل محاولة. وسجّل النتائج في **الجدول** 1.

البيانات والمشاهدات

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. صنّف انحراف الضوء كما يظهر من خلال رسـم مخطّط الأشـعة لكل محاولة. وهل ينحرف الضوء منكسرًا بعيـدًا عـن العمـودي، أم مقتربًا منه، عندما يمر بزاوية إلى داخل الوسـط الذي معامل انكسـاره أكبر؟ وذلك اعتمادًا على مخطّط الرسم. وهل ينكسر الضوء مبتعدًا عن العمودي أم مقتربًا منه عندما يمر بزاوية إلى داخل الوسط الذي معامل انكساره أقل؟

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

3. احسب n_2 لكل محاولة. وسجّل النتائج في **الجدول** 1.

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

.....

.....

.....

التوسّع والتطبيق

1. قارن قيم θ_1 و θ_2' ، لكل محاولة. وهل هناك علاقة بينهما؟ وإذا كان هناك علاقة فعلامَ يدل هذا؟

.....

.....

.....

2. عوّض القيمة المتوسطة لمعامل الانكسار المقاس 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 انحرافًا أو انحناءً في الطريق. كيف تشـرح لشـخص آخر معنى كلمة انحراف عند استعمالها لوصف انكسار الضوء؟

.....

.....

.....

احتياطات السلامة

- تأكد أن المصباح مطفأ قبل وصله بالكهرباء وبعد فصله.
- كن حذرًا عند التعامل مع المصابيح، فهي ساخنة وقد تحرق الجلد.
- للعدسات أطراف حادة، لذا تعامل معها بحذر.

المواد والأدوات

- مصباح ذو فتيلة خطية 25 w أو (شمعة)
- قاعدة مصباح
- عدسة محدبة رقيقة
- مسطرة مترية
- حامل عدسات
- بطاقة فهرسة (لوح كرتون)

العدسات المحدّبة والبعد البؤري

Convex Lenses And Focal Length

تنصّ معادلة العدسة الرقيقة على أن مقلوب البعد البؤري يساوي مجموع مقلوب بعد الصورة عن العدسة ومقلوب بعد الجسم عن العدسة.

يتوقع من الطالب بعد الانتهاء من إجراء هذه التجربة أن:

- **الرسوم البيانية واستخدامها** لوصف العلاقة بين بعد الصورة عن العدسة الرقيقة المحدبة وبُعد الجسم.
- **استخدام النماذج** لتبيّن عدم أهمية بُعد الصورة عندما يكون البعد البؤري ثابتًا.

الخطوات

1. ضع مسطرة مترية على طاولة المختبر حتى تتزن على حافتها، وتظهر الأرقام معتدلة على أحد جانبيها.
2. ضع عدسة محدبة على حامل العدسة، وثبتها على المسطرة المترية بين التدريجين 10 cm و 40 cm، (ستتفاوت المسافات اعتمادًا على البعد البؤري للعدسة المستخدمة).
3. أضئ المصباح، وضعه بجانب طرف المسطرة المترية على أن يكون مركزه عند التدريج 0 cm للمسطرة المترية.
4. احمل بطاقة الفهرسة، بحيث تكون العدسة بين المصباح والبطاقة.
5. حرّك بطاقة الفهرسة إلى الأمام وإلى الخلف حتى تظهر صورة مقلوبة واضحة للمصباح بأطراف حادة قدر الإمكان.
6. سجّل بُعد المصباح عن العدسة d_o، وبُعد الصورة عن العدسة d_i.

جدول البيانات 1		
المحاولة	d_o (cm)	d_i (cm)
1		
2		
3		
4		
5		

جدول الحسابات				
المحاولة	$\frac{1}{d_o}(cm^{-1})$	$\frac{1}{d_i}(cm^{-1})$	$\frac{1}{d_o}+\frac{1}{d_i}(cm^{-1})$	$f(cm)$
1				
2				
3				
4				
5				

7. حرّك العدسة إلى موقع آخر بين 10 cm و 40 cm، وكرّر الخطوتين 5 و 6. (ستتفاوت المسافات اعتمادًا على البعد البؤري للعدسة المستخدمة).

8. كرّر الخطوة 7 ثلاث مرات أخرى.

التحليل

1. تنظيم الرسوم البيانية واستخدامها مثّل العلاقة بيانيًّا بين بعد الصورة (على المحور الرأسي) وبعد الجسم (المحور الأفقي). استخدم الحاسوب أو الآلة الحاسبة لإنشاء رسم بياني إذا أمكن ذلك.

2. استخدام الأرقام احسب $1/d_i$ و $1/d_o$، وسجّل القيم في جدول الحسابات.

3. استخدام الأرقام احسب مجموع $1/d_i$ و $1/d_o$، وسجّل القيم في جدول الحسابات. واحسب مقلوب هذا الرقم، وسجّله في جدول الحسابات على أنه القيمة f.

الاستنتاج والتطبيق

1. تفسير البيانات انظر إلى الرسم البياني، وصف العلاقة بين d_i و d_o.

2. تفسير البيانات احصل على مقدار البعد البؤري الفعلي للعدسة من معلمك. ما مدى دقة حساباتك لِـ f؟

3. تفسير البيانات قارن بين نتائج حسابات البعد البؤري للمحاولات الخمس. هل نتائجك متماثلة؟

4. تقنيات المختبر لماذا تعتقد أنه كان عليك ألا تضع العدسة عند نقطة أقرب من 10 cm أو أكثر من 40 cm؟

التوسّع في البحث

1. أيّ القياسات أكثر دقة: d_i أم d_o؟ ولماذا تعتقد ذلك؟

2. ما الذي يمكنك أن تفعله لجعل أحد الحسابين أو كليهما أكثر دقة؟

الفيزياء في الحياة

1. إذا أردت التقاط صورة بآلة التصوير، أولاً لجسم بعيد، ثم لجسم آخر يبعد أقل من متر، فكيف يجب تغيير المسافة بين العدسة والفيلم؟

2. ما الفرقان بين الصورة التي تتكوّن على شبكية عينك والجسم الذي تنظر إليه؟ (تذكر أن العدسة في عينك محدبة).

احتياطات السلامة

- استعمل واقي العين من أشعة الليزر الذي أقرّته منظمة ANSI.
- لا تنظر مباشرة إلى ضوء أشعة الليزر.

المواد والأدوات

- مؤشر ليزر أو مصدر لأشعة الليزر لاختباره
- شق مزدوج
- مؤشر ليزر أو مصدر لأشعة الليزر معلوم الطول الموجي
- مشبك غسيل لحمل مؤشر الليزر
- كرة من الصلصال لتثبيت لوحة الشق المزدوج
- مسطرة

تداخل الضوء بوساطة الشق المزدوج

Double-Slit Interference of Light

يسلك الضوء أحيانًا سلوك الموجة؛ فعندما يسقط الضوء المترابط على شقين أحدهما قريب إلى الآخر يكوّن الضوء النافذ خلال الشقين نمطًا من التداخل البنائي والتداخل الهدمي على الشاشة. ستطوّر في هذا الاستقصاء إجراءات وخطوات قياس الطول الموجي لمصدر ضوء أحادي اللون باستعمال الشقين.

يتوقع من الطالب بعد الانتهاء من إجراء هذه التجربة أن:

- **يلاحظ** نمط التداخل للشق المزدوج للضوء الأحادي اللون.
- **يحسب** الطول الموجي للضوء مستعملًا نمط التداخل للشق المزدوج.

الخطوات

1. حدّد المعادلة التي تطبّق على تداخل الشق المزدوج.
2. استعمل شقًّا مزدوجًا على أن تكون المسافة الفاصلة بين الشقين معلومة d، أو طوّر طريقة لتحديد d.
3. وضّح بالرسم التخطيطي كيف ينفذ الضوء خلال الشق المزدوج حتى يساعدك على تحديد كيفية قياس كل من L ، x.
4. استعمال الرسم من الخطوة 3 وقائمة المواد والأدوات المذكورة في هذه التجربة، ثم صمّم التجربة، ودوّن خطوات تنفيذها.
5. حدّد قيم m غير الصحيحة بالنسبة للمعادلة.
6. **تحذير: النظر مباشرة إلى أشعة الليزر قد يلحق الأذى بعينيك.**
7. تأكد أن معلمك قد تفحّص تجربتك، كما يتعين عليك الحصول على موافقته قبل البدء في تنفيذ التصميم.
8. نفّذ تجربتك، ودوّن بياناتك في جدول بيانات مماثل للجدول الموجود في الصفحة التالية.

جدول البيانات						
المصدر	اللون	λ المقبولة (m)	d (m)	m	x (m)	L (m)
				1		
				2		
				3		
				4		
				5		

التحليل

1. اضبط المسافة بين الشقين والشاشة. هل توجد مسافة معينة تسمح لك بجمع أغلب البيانات بدقة كبيرة؟
2. احسب الطول الموجي λ لمصدر الضوء مستعملًا m وقياسات كل من L، d، x.
3. **تحليل الخطأ** قارن بين الطول الموجي الذي حسبته والقيمة المقبولة، وذلك بحساب النسبة المئوية للخطأ.

الاستنتاج والتطبيق

1. **استخلص** هل مكّنتك الخطوات التي نفّذتها من استعمال نمط التداخل للشق المزدوج لحساب الطول الموجي للضوء؟ وضّح إجابتك.
2. **قدّر** ما النتائج التي ستحصل عليها إذا استعملت لوحة، على أن تكون المسافة الفاصلة d بين الشقين فيها أقل، مقارنة بالحالة الأولى، وذلك إذا أجريت التجربة مرة أخرى وبالطريقة نفسها تمامًا؟
3. **استنتج** ما التغيرات التي تطرأ على ملاحظاتك إذا استعملت ضوءًا أخضر، إذا كانت لوحة الشق المزدوج هي نفسها التي استخدمتها سابقًا، كما كانت المسافة بين الشقين والشاشة هي نفسها كذلك؟

التوسّع في البحث

1. **استعمال التوضيح العلمي** صف لماذا يخفت نمط التداخل للشق المزدوج، ثم يضيء، ثم يخفت، كلما ازداد البعد عن مركز النمط.
2. **تحليل الخطأ** صف بعض الأمور التي يمكنك تنفيذها في المستقبل لتقليل الخطأ المنهجي في تجربتك.
3. **قوّم** افحص أداة القياس التي استعملتها، وحدّد أيّ الأدوات قللت من دقة حساباتك؟ وأيّها حققت لك دقة أكبر مما تحتاج إليه؟
4. **تقنيات المختبر** كيف يمكنك أن تعدل في إعدادات التجربة حتى تستعمل الضوء الأبيض من مصباح كهربائي عادي لتوليد نمط تداخل الشق المزدوج؟

الفيزياء في الحياة

1. إذا سقط الضوء الأبيض على شقوق باب شبكي يمنع دخول الحشرات فلماذا لا يُرى النمط على الحائط في الظل؟
2. إذا كان جميع الضوء الذي ينير العالم مترابطًا، فهل يمكنك رؤية الأشياء مختلفة؟ وضح ذلك.

التعليم
محتقبل البحرين