

تجميعة أسئلة صفحات الكتاب وفق الهيكل الوزاري منهج بريدج



تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الإماراتية

موقع المناهج ← المناهج الإماراتية ← الصف العاشر العام ← فيزياء ← الفصل الثالث ← ملفات متنوعة ← الملف

تاريخ إضافة الملف على موقع المناهج: 14:06:32 2025-05-17

ملفات اكتب للمعلم اكتب للطالب | اختبارات الكترونية | اختبارات | حلول | عروض بوربوينت | أوراق عمل
منهج انجليزي | ملخصات وتقارير | مذكرات وبنوك | الامتحان النهائي | للمدرس

المزيد من مادة
فيزياء:

التواصل الاجتماعي بحسب الصف العاشر العام



صفحة المناهج
الإماراتية على
فيسبوك

الرياضيات

اللغة الانجليزية

اللغة العربية

التربية الاسلامية

المواد على تلغرام

المزيد من الملفات بحسب الصف العاشر العام والمادة فيزياء في الفصل الثالث

حل مراجعة عامة للمنهاج التعليم المستمر (منازل)

1

حل أسئلة الامتحان النهائي القسم الالكتروني منهج انسباير

2

حل أسئلة الامتحان النهائي القسم الالكتروني منهج بريدج

3

حل تجميعة أسئلة صفحات الكتاب وفق الهيكل الوزاري

4

مراجعة واستعداد للامتحان النهائي وفق الهيكل الوزاري منهج بريدج

5

هيكل الفيزياء الصف العاشر العام الفصل الثالث 2024-2025

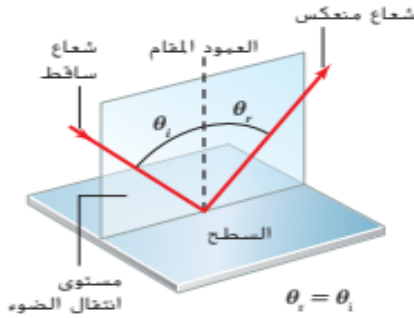


Academic Year	2024/2025
العام الدراسي	
Term	3
الفصل	
Subject	Physics
الموضوع	(Bridge)
Grade	10
الصف	
Stream	General/العام
المصار	
Number Of MCQ	15
عدد الأسئلة الموضوعية	
Marks of MCQ	4
درجة الأسئلة الموضوعية	
Number of FRQ	4
عدد الأسئلة المقالية	
Marks Per FRQ	10
الدرجات للأسئلة المقالية	
Type of All Questions	الأسئلة / MCQ الموضوعية
نوع كافة الأسئلة	الأسئلة / FRQ المقالية
Maximum Overall Grade	100
الدرجة القصوى الممكنة	
Exam Duration	150 min
مدة الامتحان	
Mode of Implementation	Swift Assess & Paper-Based.
طريقة التطبيق	
Calculator	Allowed
الآلة الحاسبة	مسموحة

دعواتكم بالتوفيق

1	يفرق بين الانعكاس المنتظم والانعكاس غير المنتظم، ويعطي أمثلة.	كتاب الطالب مثال(1)	180-179 181
---	---	------------------------	----------------

قانون الانعكاس



الشكل 2 تكون زاوية انعكاس الشعاع الضوئي تساوي زاوية سقوطه ويقعان في المستوى نفسه.

دلالة الألوان

أشعة الضوء ← حمر ←

لكي تفهم طريقة عمل المرايا، عليك أن تفهم ماهية الانعكاس أولاً. ماذا يحدث للضوء الساقط على الكتاب؟ إن كنت تمسك بكتاب ووجهته إلى مسار الضوء، فستلاحظ أن الضوء لن يخترق الكتاب. عرفت سابقاً أن مثل هذه الأجسام يُسمّى بالأجسام المعتمية التي لا ينفذ منها الضوء. حيث يعكس الكتاب جزءاً من الضوء الساقط عليه، ويمتص جزءاً منه، ويتحول هذا الضوء الممتص إلى طاقة حرارية ترفع من درجة حرارة الكتاب. ويعتمد سلوك الضوء على السطح العاكس، وزاوية سقوط الضوء عليه. تدفع كرة السلة على الأرض، سيلاحظ المراقب من الأعلى أن الكرة ترتد في خط مستقيم إلى لاعب آخر. تذكر من دراستك عن الموجات أنه عندما تنتشر موجة في بُعدين وتصلبدم بحاجز فإن زاوية سقوطها عليه **تساوي** زاوية انعكاسها عنه. وينطبق ذلك أيضاً على موجات الضوء.

ينعكس الضوء كما حدث في موجات الماء وكرة السلة. يوضح **الشكل 2** شعاعاً من الضوء ساقطاً على سطح عاكس مستو. وهناك **خط وهمي عمودي على السطح**. **يسمى العمود المقام**. ويقع كل من الشعاع الساقط والشعاع المنعكس والعمود المقام على السطح العاكس في **مستوى واحد عمودي على السطح العاكس**. بالرغم من أن الضوء ينتشر في ثلاثة أبعاد، فإن انعكاسه يكون في **مستوى واحد**. أي بُعدين. وتُسمّى العلاقة بين زاوية السقوط وزاوية الانعكاس **بقانون الانعكاس**.

قانون الانعكاس

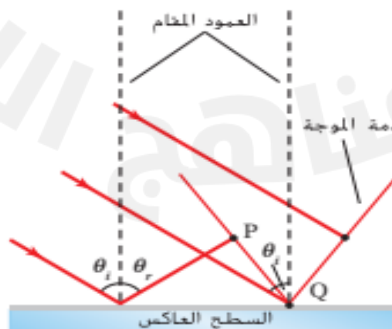
الزاوية التي يصنعها الشعاع الساقط مع العمود المقام على السطح العاكس عند نقطة السقوط. تساوي الزاوية التي يصنعها الشعاع المنعكس مع العمود المقام نفسه.

$$\theta_r = \theta_i$$

النموذج الموجي

يمكننا تفسير هذا القانون من خلال النموذج الموجي للضوء. يوضح **الشكل 3** مقدمة موجة ضوء تقترب من سطح عاكس. فعندما تصل كل نقطة على امتداد مقدمة الموجة إلى السطح العاكس تنعكس بزاوية مماثلة لزاوية انعكاس النقطة السابقة لها. وكون النقاط جميعها تنتشر **بالسرعة نفسها**. فإنها **تقطع المسافة الكلية نفسها خلال الزمن نفسه**. لذا تنعكس مقدمة الموجة كاملة عن السطح بزاوية مساوية لزاوية سقوطها. **لاحظ أن الطول الموجي للضوء ليس له تأثير في ذلك**. فكل من الضوء الأحمر والأخضر والأزرق يتبع قانون الانعكاس هذا.

الشكل 3 تنعكس مقدمة الموجة كاملة عن السطح **بالزاوية نفسها**. وتساوي زاوية السقوط زاوية الانعكاس.

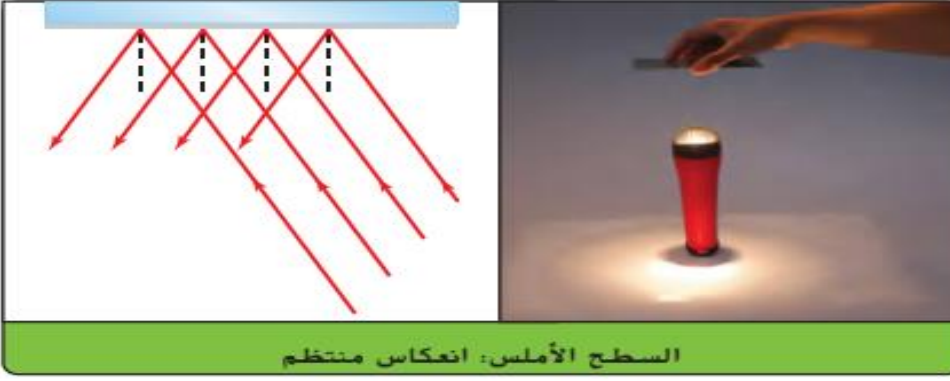


تنعكس كل نقاط مقدمة الموجة بالزاوية نفسها.

تشكل مقدمة الموجة البعكسة عندما تنعكس أشعة الضوء عن السطح.

تصلبدم النقطة P الموجودة في مقدمة الموجة في السطح أولاً.

الشكل 4 لاحظ صورة المصباح الكهربائي المنعكسة على الطاولة بواسطة مرآة ملساء. بينما يعكس سطح الورقة صورة غير واضحة لضوء المصباح.



السطح الأملس: انعكاس منتظم



السطح الخشن: انعكاس غير منتظم

الأسطح الملساء تأمل أشعة الضوء الموضحة في الشكل 4. لاحظ أن جميعها انعكست عن السطح بصورة متوازية. يحدث هذا فقط إن كان السطح العاكس أملس. وفق مقياس الطول الموجي للضوء. وتسبب الأسطح الملساء أو المصقولة كالمرآة انعكاسًا منتظمًا. أي تنعكس الأشعة الضوئية الساقطة بشكل متوازٍ في اتجاه متوازٍ.

الأسطح الخشنة ماذا يحدث عندما يصطدم الضوء بورقة؟

قد تبدو هذه الورقة ملساء. لكن وفقًا لمقياس الطول الموجي الضوئي، تكون الورقة في الواقع خشنة تمامًا. هل ينعكس الضوء؟ كيف يمكنك إثبات ذلك؟ يبين الشكل 4 أشعة الضوء منعكسة عن الورقة، إذ سقطت هذه الأشعة جميعها متوازية على سطح الورقة ولكنها انعكست غير متوازية. ويسمى تشتت الضوء عن سطح خشن انعكاسًا غير منتظم. ويساعدك هذا النوع من الانعكاس في قراءة الورقة من زوايا مختلفة.

الجدير بالذكر أن قانون الانعكاس ينطبق على كل من الأسطح الملساء والخشنة.

ولكن في حالة السطح الخشن تكون زاوية سقوط كل شعاع مساوية لزاوية انعكاسه.

وتكون الأعمدة المقامة على السطح عند مواقع سقوط الأشعة غير متوازية، لذا لا

تكون الأشعة المنعكسة متوازية. لأن السطح الخشن سبب عدم توازيها. وبالتالي لا يمكن

في هذه الحالة رؤية حزمة الضوء المنعكسة. لأن الأشعة الضوئية المنعكسة تشتت

في اتجاهات مختلفة. أما في الانعكاس المنتظم، كما هو الحال في المرآة، فيمكنك

رؤية وجهك. وبغض النظر عن مقدار الضوء المنعكس عن الورقة أو الحائط، فلا يمكن استعمال أي منهما كمرآة، لأنهما يشتملان الأشعة المنعكسة.

تغيير زاوية السقوط: اصطفد شعاع ضوئي مرآة مستوية بزاوية مقدارها 52.0° بالنسبة للعمود المقام. إذا أدركت المرآة بزاوية مقدارها 35.0° حول النقطة التي اصطفد عندها الشعاع بالمرآة بحيث قُلت زاوية سقوط شعاع الضوء، وكان محور الدوران متعامداً مع الشعاع الساقط والشعاع المنعكس، ما مقدار زاوية دوران الشعاع المنعكس؟



1 تحليل المسألة ورسمها

- ضع رسماً تخطيطياً للموقف قبل دوران المرآة.
- ارسم رسماً تخطيطياً مطبقاً زاوية الدوران على المرآة.
- ارسم رسماً تخطيطياً ثالثاً للأشعة المنعكسة.

المجهول	المعلوم
$\Delta\theta_r = ?$	$\theta_i = 52.0^\circ$ الابتدائي
	$\Delta\theta_r = 35.0^\circ$ المرآة

2 حساب المجهول

لكي نقل زاوية السقوط، أدرك في اتجاه عقارب الساعة.

$$\theta_i = \theta_f \text{ النهائي} \quad \theta_i = \Delta\theta_r - \theta_i \text{ المرآة}$$

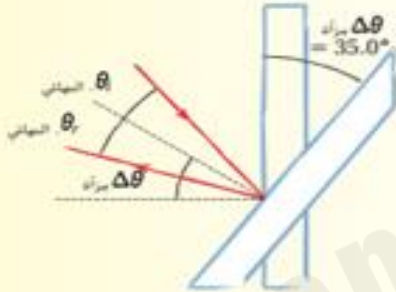
$$52.0^\circ - 35.0^\circ = 17.0^\circ$$

في اتجاه عقارب الساعة من العمود المقام الجديد

تطبيق قانون الانعكاس.

$$\theta_i = \theta_f \text{ النهائي}$$

17.0° في عكس اتجاه عقارب الساعة من العمود المقام الجديد



3 تقييم الإجابة

هل القيمة واقعية؟ توضح المقارنة بين الرسم النهائي والرسم الأولي أنّ الزاوية التي يصنعها شعاع الضوء مع العمود المقام نقل عندما تدور المرآة في اتجاه عقارب الساعة، وبالتالي من المنطقي أن يدور أيضاً الشعاع المنعكس في اتجاه عقارب الساعة بزاوية أكبر مرتين من زاوية دوران المرآة.

$$\theta_f = \Delta\theta_r + \theta_i \text{ النهائي} \quad \theta_f = \Delta\theta_r - \theta_i \text{ المرآة}$$

$$52.0^\circ + 35.0^\circ - 17.0^\circ = 70.0^\circ$$

في اتجاه عقارب الساعة من الزاوية الأصلية



تطبيقات

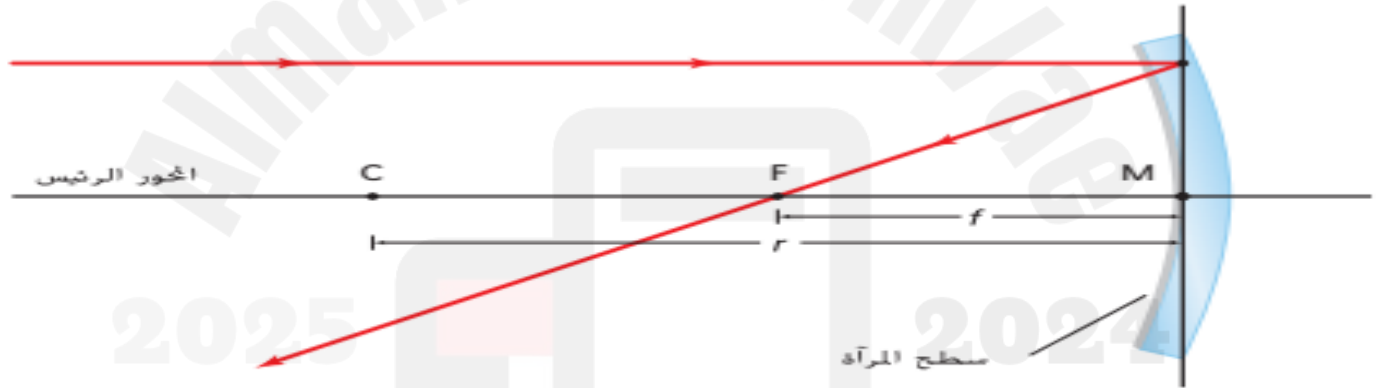
1. فسر سبب تغير انعكاس الضوء على الزجاج الخشن من انعكاس غير منتظم إلى انعكاس منتظم إذا سُكب عليه ماء.
2. كم تبلغ زاوية سقوط شعاع الضوء المنعكس عن مرآة مستوية بزاوية مقدارها 35° بالنسبة للعمود المقام؟
3. افترض أنّ زاوية سقوط شعاع ضوئي تساوي 42° . فما مقدار كل مما يلي؟
 - a. زاوية الانعكاس
 - b. الزاوية التي يصنعها الشعاع الساقط مع المرآة
 - c. الزاوية الواقعة بين الشعاع الساقط والشعاع المنعكس
4. سقط شعاع ضوء ليزر على مرآة مستوية بزاوية مقدارها 38° بالنسبة للعمود المقام. إن زادت زاوية السقوط بمقدار 13° ، فما مقدار زاوية الانعكاس الجديدة؟
5. وضعت مرآتان مستويتان إحداها عمودية على الأخرى. فإذا سقط شعاع ضوئي على إحداها بزاوية مقدارها 60° بالنسبة للعمود المقام وانعكس باتجاه المرآة الثانية، فما مقدار زاوية انعكاس الشعاع عن المرآة الثانية؟
6. تحفيز إذا طُلب إليك تصميم جهاز عاكس من مرآتين مستويتين، بحيث يعكس أشعة ليزر بزاوية مقدارها 180° بغض النظر عن زاوية السقوط. ماذا ينبغي أن تكون الزاوية بين المرآتين؟

خصائص المرايا الكروية

تعمل الملعقة الغلزية كمرآة كروية، وإحدى جهتيها منحنية إلى الداخل والأخرى إلى الخارج. أمسك الملعقة وقربها من وجهك ثم أبعداها عنه، وفي أثناء ذلك انظر إلى صورتك على جهتي الملعقة. قد تبدو صورتك أكبر أو أصغر أو قد تكون حتى معكوسة. تعتمد خصائص المرايا الكروية والصور التي تكونها على شكل المرآة وموقع الجسم.

المرايا المقعرة يعمل السطح الداخلي للملعقة الغلزية اللامعة، وهو السطح الذي يحمل الطعام، كمرآة مقعرة. والمرآة المقعرة، كذلك الموضحة في الشكل 10، هي سطح عاكس منحنٍ إلى الداخل، وحافته منحنية باتجاه المشاهد. توضع المرايا المقعرة خلف مصابيح الإضاءة في كشافات الضوء وفي الأضواء الأمامية في السيارات. فالمرايا المقعرة تسمح بتركيز الضوء المنبعث من المصباح في بقعة معينة. ما الذي يؤثر في سلوك المرآة المقعرة؟

تعتمد الطريقة التي تعكس بها المرآة المقعرة الضوء على كيفية انحناء المرآة. يوضح الشكل 10 رسماً تخطيطياً لمرآة كروية مقعرة، ويشتمل على مسافات ومعلومات مهمة في فهم طريقة تكوّن الصور فيها. تبدو المرآة الكروية المقعرة كما لو كانت جزءاً من كرة مجوفة ووسطها الداخلي عاكس للضوء. ويوجد للمرآة المقعرة مركز التكوير (C) مشابه للمركز الهندسي لكرة نصف قطرها r . يُطلق على المسافة r في المرايا الكروية، نصف قطر التكوير. أما الخط المستقيم المتضمن القطعة CM، فيدعى المحور الأساسي. وهو خط متعامد مع سطح المرآة، وينقسمها إلى نصفين. الأشعة الضوئية الساقطة بشكل مواز للمحور الأساسي، تنعكس وتتقاطع معه عند نقطة منتصف المسافة ما بين C و M.



الشكل 10 المسافة من M إلى البؤرة (F) تساوي نصف المسافة من M إلى C. وتتجمع أشعة الضوء التي تسقط بشكل مواز للمحور الأساسي في البؤرة بعد انعكاسها عن المرآة المقعرة.

البؤرة ستلاحظ في كثير من الرسومات الواردة في هذا القسم نقطة يرمز إليها بالحرف **F**. فما هي النقطة **F**؟ لكي تجيب عن هذا السؤال، فكّر في ما يحدث عندما تعكس مرآة مقعرة الضوء القادم من الشمس. نظرًا إلى بُعد الشمس، فإن الأشعة القادمة إلى الأرض منها تكون متوازية تقريبًا. وعندما توجّه المحور الأساسي لمرآة مقعرة نحو الشمس، تنعكس كل الأشعة في نقطة صغيرة جدًا، ويمكن تحديد موقع هذه النقطة عن طريق تقريب وإبعاد ورقة عن المرآة حتى تحصل على أصغر وأوضح نقطة من الضوء، وتُسمى هذه النقطة **البؤرة**، وهي النقطة التي تتجمع فيها أشعة الضوء الساقطة بموازاة المحور بعد انعكاسها عن المرآة. وهذه هي النقطة **F**.

يبين الشكل 11 أن الأشعة الضوئية المتوازية للمحور الأساسي بعد انعكاسها عن المرآة تقطع المحور عند النقطة **F** (البؤرة). لاحظ أن المسافة من **M** إلى **F** تساوي نصف المسافة من **M** إلى **C**. أما البعد البؤري (f) فهو المسافة بين المرآة والبؤرة. ويمكن التعبير عنه بالمعادلة $f = \frac{r}{2}$ ، ويكون موجبًا في المرآة المقعرة. و r تمثل نصف قطر تكور المرآة.

إذا وضعت مصدرًا للضوء عند بؤرة مرآة مقعرة فستنعكس الأشعة عن المرآة بالتوازي وتكوّن حزمة ضوئية. ويمكنك رؤية هذا التأثير في المصباح اليدوي الموضح في الشكل 11.



الشكل 11 في حال تتبع مسار الأشعة الضوئية من البؤرة إلى المرآة، ستنعكس عن السطح كأشعة متوازية.

56. يبلغ البعد البؤري لمرآة مقعرة 10.0 cm. كم يساوي نصف قطر تكورها؟

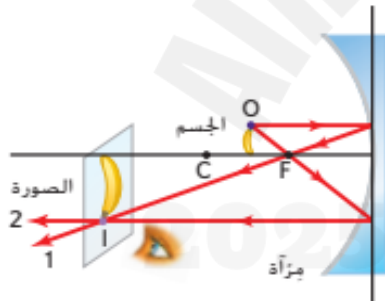
3	يُميز بين الصورة الحقيقية والصورة الخيالية.	كتاب الطالب	186
4	يرسم رسماً تخطيطياً للأشعة لإيجاد صورة جسم يقع على مسافة من مرآة مقعرة، ويحدد خصائص الصورة المتكونة.	كتاب الطالب	189-186

الرسومات التخطيطية للمرآيا المقعرة

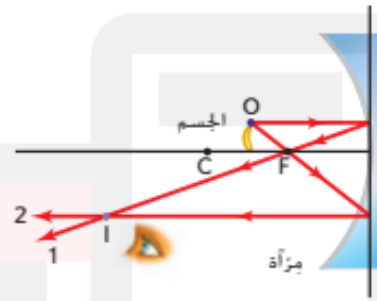
لقد رسمت سابقاً أشعة الضوء الساقط على مرآة مستوية لكي تتبع مسار انعكاسها. وشاهدت بعض الرسومات التخطيطية للأشعة في المرآة المقعرة كما في الشكل 10 والشكل 11. ستتعلم في هذا القسم استخدامها في إيجاد موقع وطول واتجاه كل من الصور التي تكوّنهما المرآيا المقعرة.

يبيّن الشكل 12 أشعة منعكسة تتجمع في النقطة I التي تكون عندها الصورة. وتكون أشعة الضوء المتجمعة **صورة حقيقية مكبرة ومقلوبة** للجسم. يمكن أن ترى الصورة كأنها عائمة في الفضاء. وذلك إن جعلت الأشعة الضوئية المنعكسة التي كوّنّت الصورة تسقط على عينيك كما هو مبين في الشكل 12. ينبغي أن تجعل عينيك بالاتجاه الذي يسمح لأشعة الضوء المنعكسة من الصور بالدخول إليها. فلا تستطيع النظر إلى الصورة من الخلف. وإذا وضعت ورقة أو شاشة في هذه النقطة، ستظهر الصورة على الشاشة كما في الشكل 12. **ويعد هذا غير ممكن في الصورة الخيالية لأنها تكون من التقاء امتدادات الأشعة المنعكسة وليس من التقاء الأشعة المنعكسة نفسها.**

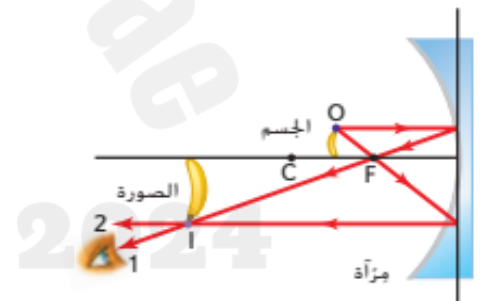
الشكل 12 الرسومات التخطيطية للأشعة. لتحديد موقع الصورة المنعكسة عن مرآة كروية مقعرة.



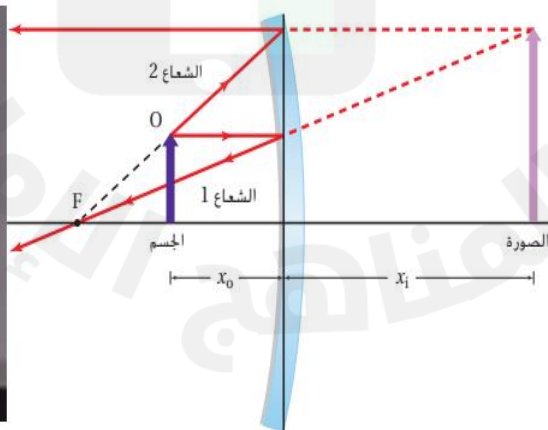
يمكن رؤية الصورة عند عرضها على شاشة بيضاء.



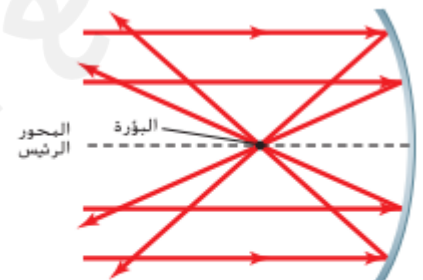
لا تصل الأشعة القادمة من الجسم إلى العين. ثم تتعذر رؤية الصورة من هذا الموقع.



إن العين موجودة في موقع يجعل الأشعة المكوّنة للصورة الحقيقية تسقط عليها ما يسمح برؤية الصورة.



الشكل 16 عند وضع جسم، مثل نموذج الكعكيات بين البؤرة والمرآة، يتكون له صورة خيالية.



تنعكس أشعة الضوء الموازية للمحور الأساسي من مرآة مقعرة وتتجمع عند البؤرة.

الصور الخيالية المتكونة في مرايا مقعرة

لقد رأيت أنه عند اقتراب جسم من البؤرة (F) لمرآة مقعرة، تتحرك الصورة بعيداً من المرآة. أما إذا وقع الجسم في بؤرة المرآة، فتنعكس الأشعة بشكل متوازٍ، فلا تلتقي معاً على الإطلاق، ويقال عندها إن الصورة تكونت في اللانهاية. وبالتالي لا يمكن رؤية الصورة أبداً. ماذا يحدث إن قربت الجسم أكثر نحو المرآة؟ ماذا ترى عندما تقرب وجهك من مرآة مقعرة؟ تكون صورة وجهك معتدلة وخلف المرآة. وعندما يقع الجسم بين المرآة والبؤرة في المرآة المقعرة، تتكون له صورة خيالية. كما هو مبين في الشكل 16.

كما عرفت في السابق، ينبغي أن ترسم شعاعين لتحديد موقع صورة إحدى النقاط على جسم ما. إذ يرسم الشعاع 1 موازياً للمحور الأساسي، ومنعكساً في البؤرة. والشعاع 2 يرسم في صورة خط يمتد من نقطة على الجسم إلى المرآة، وينعكس موازياً للمحور الرئيس. ويمر امتداده في البؤرة. انظر إلى الشكل 16 ولاحظ أن الشعاعين 1 و 2 يتشتتان عن المرآة، ولا يكونان صورة حقيقية، في حين أن امتدادهما يلتقي خلف المرآة فيكونان صورة خيالية.

مختبر الفيزياء

صور المرآة المقعرة ما الظروف اللازمة لتكوين صور حقيقية وخيالية في المرآة المقعرة؟

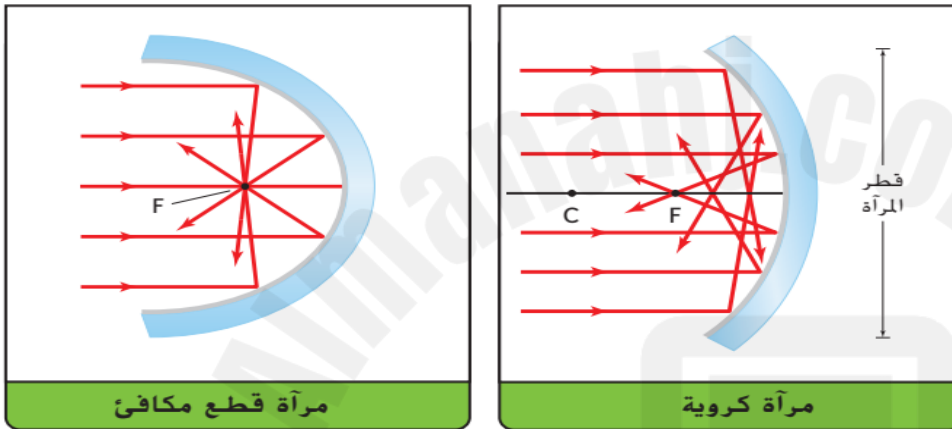
تحفيز في الفيزياء

- وضع جسم ارتفاعه h_o على بُعد x_o من مرآة مقعرة بعدها البؤري f .
1. ارسم مخططاً للأشعة يوضح البعد البؤري وموقع الجسم عندما تقع صورته على مسافة تساوي ضعف المسافة بين المرآة والجسم. وحدد المسافة بالسنتيمترات لموقع كل من الصورة وموقع الجسم والبعد البؤري.
 2. ارسم مخططاً للأشعة يوضح موقع الجسم عندما تقع صورته على مسافة تساوي ضعف المسافة بين المرآة والمركز البؤري. وحدد المسافة بالسنتيمترات لموقع كل من الصورة وموقع الجسم والبعد البؤري.
 3. حدد أين يمكنك وضع جسم بحيث لا تتكون له صورة.

188	كتاب الطالب	يوضح العيوب في المرايا المقعرة، مثل الانحراف الكروي، وكيفية تصحيحها	5
-----	-------------	---	---

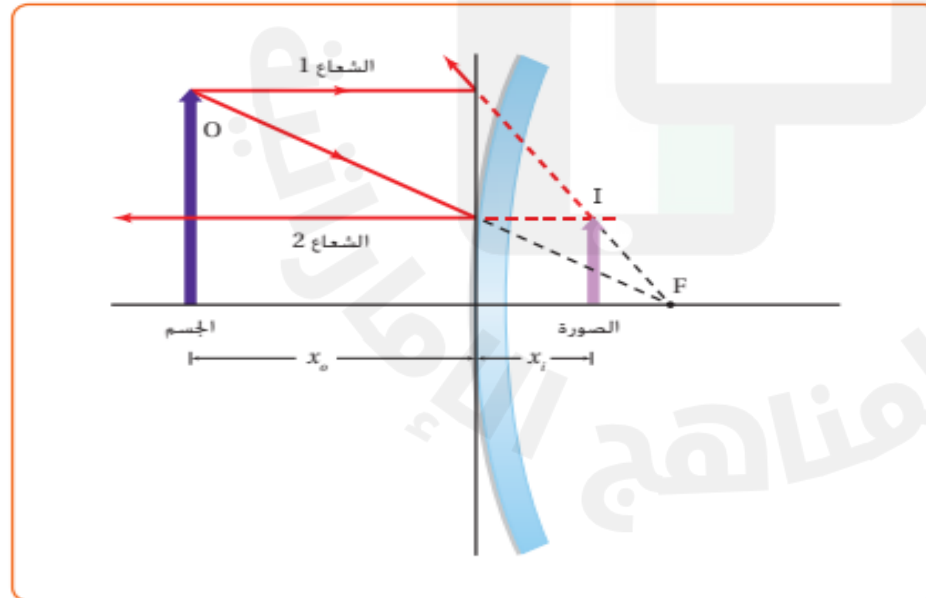
عيوب المرايا المقعرة في الرسومات التخطيطية للأشعة الضوئية، استخدمت خطأً رأسياً لتمثيل مستوى المرآة. وفي الواقع، تنعكس أشعة الضوء من المرآة نفسها. كما هو موضح في الشكل 15. لاحظ أن الأشعة المتوازية القريبة من المحور الأساسي فقط هي التي تنعكس مارة في البؤرة. أما الأشعة الأخرى، فتتجمع عند نقاط أقرب إلى المرآة. يحدث هذا العيب، المسمى **الزيغ الكروي**، بسبب عدم تجمع أشعة الضوء المنعكسة عند البؤرة، ما يجعل الصورة تبدو غير واضحة.

تتميز المرآة التي على شكل قطع مكافئ، كما في الشكل 15، بعدم وجود زيغ كروي. إلا أن صناعة مرايا كبيرة بشكل قطع مكافئ مكلفة، لذا تستخدم في التلسكوبات الحديثة مرايا كروية صغيرة إضافة إلى مرايا أو عدسات ثانوية مصممة بأسلوب خاص لتصحيح الزيغ الكروي. كما يمكن تقليل الزيغ الكروي من خلال تقليل النسبة بين قطر المرآة ونصف قطر التكور.



الشكل 15 يحدث الزيغ الكروي للمرايا الكروية ولا يحدث لمرايا القطع المكافئ.

190	كتاب الطالب	يحدد أن الأشعة المنعكسة من مرآة محدبة تتباعد دائماً، وأن الصور المتكونة تكون فقط خيالية وأصغر من الجسم.	6
195	مراجعة القسم 2- س 28	يطبق معادلة المرآة الكروية لحساب بعد الصورة أو بعد الجسم أو البعد البؤري لمرآة كروية مستخدماً علامات جبرية مناسبة	
200	85،		



الشكل 17 تكون المرايا المحدبة صوراً خيالية ومعتدلة وأصغر من الجسم دائماً.

تجربة مصغرة

إيجاد البؤرة كيف يمكنك ملاحظة البؤرة في المرايا الكروية؟

المرايا المحدبة

عرفت في بداية هذا القسم أن السطح الداخلي للملعقة الفلزية يعمل كمرآة مقعرة. أما إذا قلبتها فسيعمل السطح الخارجي لها كمرآة محدبة. وهي سطح عاكس منحني للخارج. وحافته تنحني بعيدًا من الملاحظ. ومن أمثلتها مرايا المراقبة في المتاجر. والمرايا الجانبية في السيارات. ماذا ترى عندما تنظر إلى الجهة الخلفية من الملعقة؟ ستري صورتك معتدلة ومصغرة.

تتضح بعض خواص المرآة الكروية المحدبة في الشكل 17. إذ تشتت الأشعة المنعكسة عنها دائمًا. ولذا تتكوّن صورة خيالية فقط. وتقع البؤرة (F) ومركز التكور للمرآة (C) خلفها.

يوضّح الرسم التخطيطي في الشكل 17 طريقة تكوّن الصورة في المرآة الكروية المحدبة. فيظهر في الرسم شعاعان فقط. ولكن تذكر أنّ هناك عددًا لا نهائيًا من الأشعة المنعكسة من الجسم. فالشعاع 1 يصل إلى المرآة بشكل مواز للمحور الأساسي. وينعكس عنها. ويمر امتداده في البؤرة خلف المرآة. أما الشعاع 2 فيسقط على المرآة وينعكس عنها. بحيث يمر امتداده في البؤرة خلف المرآة. وكما يكون الشعاع 2 وامتداده خلف المرآة موازيين للمحور الأساسي. وبالتالي سيتشتت الشعاعان 1 و 2 ويلتقي امتدادهما خلف المرآة. وتتكون صورة خيالية معتدلة ومصغرة.

مجال الرؤية قد تبدو استخدامات المرايا المحدبة قليلة لأنّ الصور التي تكوّنّها أصغر من الأجسام. إلا أن هذه الخاصية جعلت للمرايا المحدبة استخدامات عملية. فنتيجة تكويتها صورًا مصغرة للأجسام. تتيح للملاحظ أن يشاهد مساحة كبيرة من حوله. وهي تسمى مجال الرؤية. كما يمكنك من رؤية الصورة من عدة زوايا. وبالتالي يكون مجال الرؤية من منظور واسع.

تحديد مكان الصورة بالحسابات

يمكننا استخدام نموذج المرآة الكروية لاشتقاق معادلة رياضية بسيطة للمرايا الكروية. ويجب أن نأخذ بعين الاعتبار التقريب الذي يفيد أن الأشعة الضوئية القريبة من المحور الرئيس والموازية له دائمًا، هي تكون الصورة. والأخذ في هذا التقريب إضافة إلى قانون الانعكاس يقودنا إلى معادلة رياضية تربط بين البعد البؤري (f) وموضع الجسم (x_o) وموضع الصورة (x_i) لمرآة كروية.

معادلة المرآة الكروية

مقلوب البعد البؤري للمرآة الكروية يساوي حاصل جمع مقلوب بُعد الجسم ومقلوب بُعد الصورة عن المرآة.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x_i} + \frac{1}{x_o}$$

القيم السالبة عندما تكون الصورة خيالية، تكون قيمة بُعد الصورة (x_i) سالبة. ومعنى ذلك أنها تتكون خلف المرآة. وتذكر أن الصورة الخيالية تتكون من تقاطع امتدادات الأشعة المنعكسة، وفي المرايا المقعرة تتكون الصورة الخيالية عندما يقع الجسم بين البؤرة والمرآة. وتكون البؤرة أمام المرآة والبعد البؤري موجبة. أما في المرايا المحدبة فتكون البؤرة خلف المرآة والبعد البؤري سالبًا.

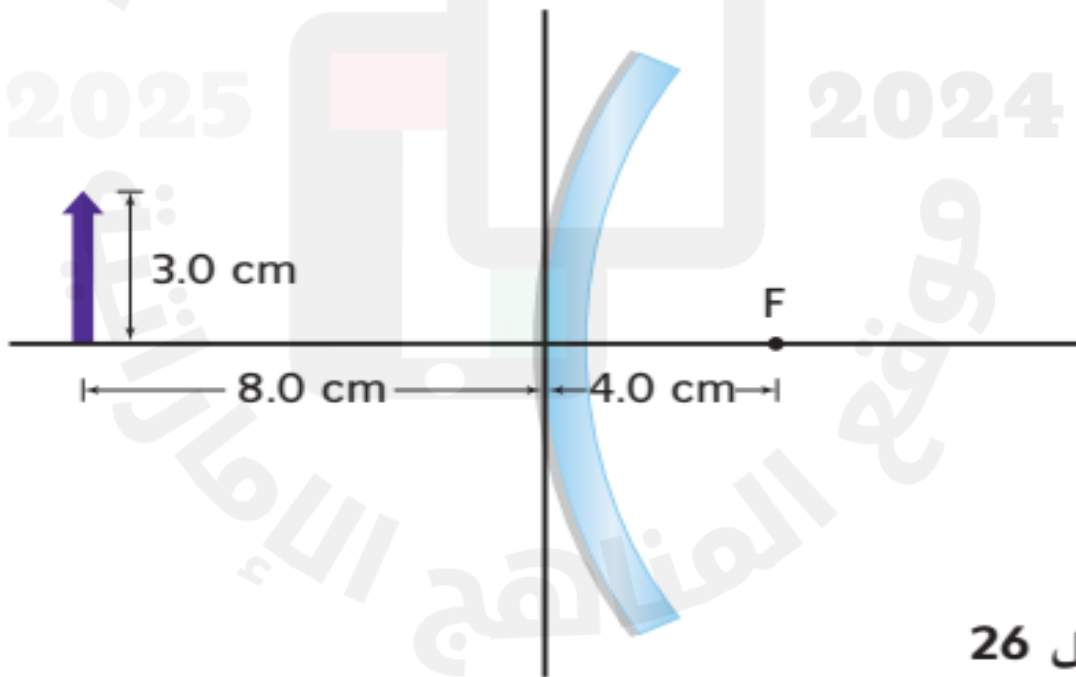
عند استخدام هذه المعادلة في حل المسائل، تذكر أنها صحيحة بشكل تقريبي، فهي لا تصحح الزيغ الكروي لأنها تستخدم تقريب الأشعة الموازية للمحور. في الواقع إن أشعة الضوء المنبعثة من الجسم باتجاه المرآة تشتت، وبالتالي لا تكون جميع أشعة الضوء قريبة من المحور أو موازية له. عندما يكون قطر المرآة كبيرًا مقارنةً بنصف قطر تكورها لتقليل الزيغ الكروي تزودنا هذه المعادلة بصفات الصورة بدقة أكبر.

القيم السالبة عندما تكون الصورة خيالية، تكون قيمة بعد الصورة (X_i) سالبة، ومعنى ذلك أنها تتكون خلف المرآة. وتذكر أن الصورة الخيالية تتكون من تقاطع امتدادات الأشعة المنعكسة، وفي المرايا المقعرة تتكون الصورة الخيالية عندما يقع الجسم بين البؤرة والمرآة، وتكون البؤرة أمام المرآة والبعد البؤري موجبة، أما في المرايا المحدبة فتكون البؤرة خلف المرآة والبعد البؤري سالبًا.

عند استخدام هذه المعادلة في حل المسائل، تذكر أنها صحيحة بشكل تقريبي، فهي لا تصحح الزيغ الكروي لأنها تستخدم تقريب الأشعة الموازية للمحور. في الواقع إن أشعة الضوء المنبعثة من الجسم باتجاه المرآة تتشتت، وبالتالي لا تكون جميع أشعة الضوء قريبة من المحور أو موازية له. عندما يكون قطر المرآة كبيرًا مقارنةً بنصف قطر تكورها لتقليل الزيغ الكروي تزودنا هذه المعادلة بصفات الصورة بدقة أكبر.

28. نصف قطر التكور وُضع جسم طوله 6.0 cm أمام مرآة محدبة على بُعد 16.4 cm فتكوّنت له صورة طولها 2.8 cm. أوجد نصف قطر تكور المرآة؟

85. انسخ الشكل 26 على ورقة. استخدم مخططات الأشعة لتكوين صورة للجسم في المرآة لإيجاد ارتفاع الصورة وموضعها.



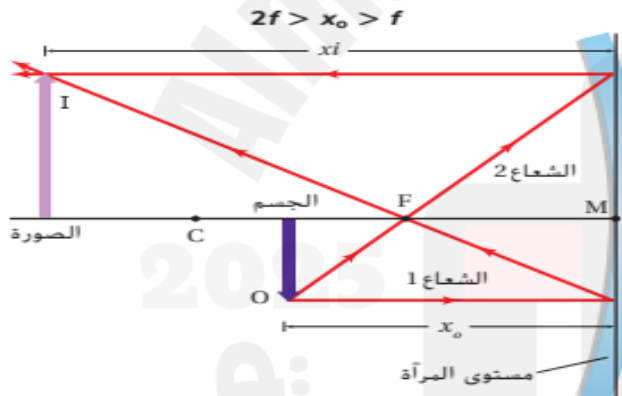
191	كتاب الطالب	- يشرح كيف تتيح المرايا المحدبة مجالا أوسع للرؤية، ولماذا تكون الأجسام أقرب مما تبدو عليه.	7
186 و 187 و 191	كتاب الطالب	- يحدد بعض استخدامات المرايا المقعرة والمحدبة.	8

الشكل 18 إن الصور المتكونة من مرايا محدبة أصغر من الجسم، ما يزيد من مجال الرؤية ويقلل النطاق المحجوب بالنسبة إلى السائق.

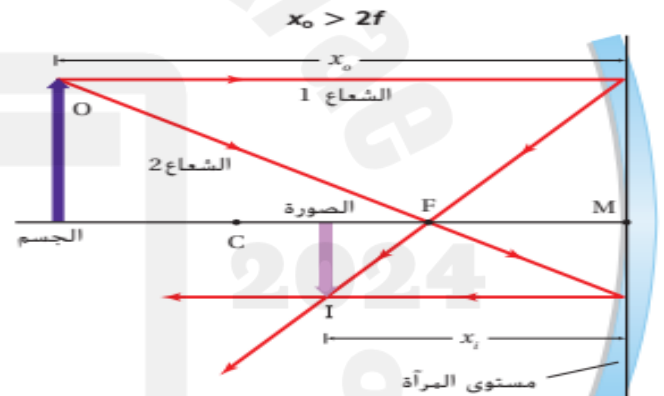
أشرح لماذا قد يكون من المفيد كتابة تحذير يفيد أن الأجسام في المرايا المحدبة الجانبية أقرب مما تبدو.



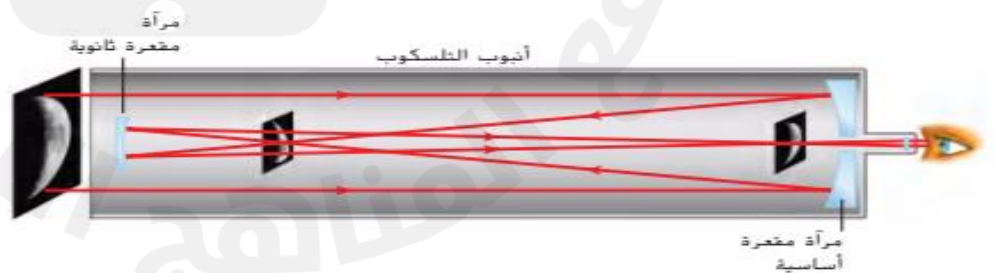
لذا تستعمل المرايا المحدبة في المرايا الجانبية للسيارات لتساعد في الرؤية الخلفية. كما يبين الشكل 18. وبالرغم من أنها توفر مجال رؤية واسعا لكنها تصغر حجم صور الأجسام ما يجعلها تبدو أبعد مما هي عليه. لذا يوجد على المرايا المحدبة الجانبية للسيارات تحذير يفيد أن الأجسام قد تكون أقرب مما تبدو عليه في الواقع.



يتكون صورة مكبرة لجسم يقع على بعد يتراوح بين $2f$ و f .



يتكون صورة مصغرة لجسم إن كان الجسم يقع على بعد أكبر من $2f$ من المرآة.



الشكل 14 يكون التلسكوب الجريجوري صورة حقيقية ومعتدلة للمشاهد.

الربط بعلم الفلك كيف يمكن قلب الصور الحقيقية المخلوبة الناتجة من مرآة مقعرة رأسياً؟ في العام 1663، طور عالم الفلك الأسكتلندي جيمس جريجوري التلسكوب الجريجوري. الموضح في الشكل 14، لحل هذه المشكلة. فهو يتكوّن من مرآتين مقعرتين كبيرة وصغيرة مرتبتين بحيث تكون المرآة الصغيرة خارج بؤرة المرآة الكبيرة. فعندما تسقط الأشعة المتوازية من الأجسام البعيدة على المرآة الكبيرة تتكون صورة عند البؤرة. وتعتبر هذه الصورة بمثابة جسم أما المرآة الصغيرة حيث تنعكس الأشعة المكونة لها عن المرآة الصغيرة وتتكون صورة حقيقية معتدلة.

195	كتاب الطالب	- يقارن بين المرايا المستوية والمقعرة والمحدبة من ناحية خصائص الصور المتكونة منها والعلامات الجبرية للكميات المختلفة.	9
-----	-------------	---	---

الجدول 1 نظام الاشارات وخصائص الصور في المرآة

نوع المرآة	f	x_0	x_i	m	الصورة
مستوية	∞	$x_0 > 0$	$ x_i = x_0$ (سالب)	موجبة تساوي 1	خيالية معكوسة جانبا مساوية للجسم
مقعرة	+	$x_0 > r$	$r > x_i > f$	سالبة أقل من 1	حقيقية مصغرة معكوسة (مقلوبة)
		$r > x_0 > f$	$x_i > r$	سالبة أكبر من 1	حقيقية مكبرة مقلوبة (معكوسة)
		$f > x_0 > 0$	$ x_i > x_0$ (سالب)	موجبة أكبر من 1	مكبرة خيالية معتدلة
محدبة	-	$x_0 > 0$	$ f > x_i > 0$ (سالب)	موجبة اقل من 1	خيالية مصغرة معتدلة

مقارنة المرايا

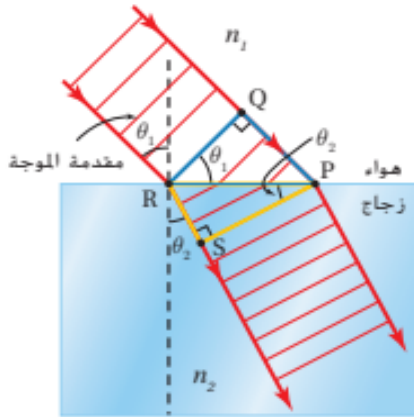
بماذا تختلف المرايا بعضها عن بعض؟ يلخص الجدول الجدول 1 خصائص الصور المتكونة في مرآة لأجسام تقع على المحور الأساسي لها. لاحظ أن الصور الخيالية تتكون خلف المرآة دائما وأن بعدها سالب دائما. وعندما تكون القيمة المطلقة للتكبير بين صفر وواحد، تكون صورة الجسم مصغرة، وتعني القيمة السالبة للتكبير أن الصورة مقلوبة بالنسبة إلى الجسم.

لاحظ أن كلاً من المرآة المستوية والمرآة المحدبة يكون صوراً خيالية فقط، بينما تكون المرآة المقعرة صورة حقيقية للجسم عندما يقع على بُعد أكبر من البعد البؤري، كما أنها تكون صورة خيالية للجسم عندما يقع على بُعد أقل من البعد البؤري. وتعطي المرآة المستوية صوراً مساوية للأشياء، في حين تعطي المرايا المحدبة صوراً مصغرة، ما يجعل مجال الرؤية واسعاً فيها. وتعطي المرآة المقعرة صورة مكبرة للجسم عندما يقع ضمن نطاق البعد البؤري.

تكون المرآة المقعرة صورة مكبرة ومعتدلة للجسم عندما يقع بين البعد البؤري ونصف قطر التكور. أما إذا وقع الجسم خلف نصف قطر التكور فتتكون له صورة مصغرة ومقلوبة.

معامل الانكسار

الموجات الساقطة



يصف معامل الانكسار لوسط ما مقدار الانحراف في مسار الضوء عند دخوله هذا الوسط. لكن هل من دلالة أخرى لمعامل الانكسار؟ عند النظر إلى الضوء على أنه موجات، نجد هناك علاقة بين انتشار الضوء في الوسط ومعامل انكساره. لقد أنجز قانون سنل قبل وضع النموذج الموجي، لكن بعد تطوير النموذج الموجي الذي يفسر سلوك الضوء تمكن العلماء من تفسير انتقال الضوء في الوسط بسرعة أقل من انتقاله في الفراغ نتيجة تفاعله مع ذرات الوسط.

تذكر أنّ سرعة انتقال الضوء في الفراغ، $\lambda_0 = \frac{c}{f}$. ويمكن كتابتها كما يلي $\lambda = \frac{v}{f}$ ، حيث يمثل v سرعة الضوء في وسط ويمثل λ الطول الموجي في ذلك الوسط. إنّ التردد (f) هو عدد ذبذبات الموجة في الثانية الواحدة، ولا يتغير مقداره عند الحد الفاصل بين الوسطين. ولأن f يبقى كما هو $\lambda = \frac{v}{f}$ ، يقل الطول الموجي حينما تقل سرعة الضوء أثناء مروره عبر السطح الفاصل بين الوسطين. ولأن سرعة الضوء في الوسط أقل من سرعة الضوء في الفراغ، فإن طوله الموجي في أي وسط يكون أقصر منه في الفراغ.

النموذج الموجي ما النتائج المترتبة على هذا التغير في الطول الموجي؟ للإجابة عن السؤال انظر إلى الشكل 4 الذي يوضح حزمة من الضوء مكوّنة من سلسلة من مقدمات الموجات المتوازية والمستقيمة. وتمثل كل مقدمة موجة قمة الموجة حيث تكون عمودية على اتجاه انتقال الحزمة التي تسقط على السطح بزاوية θ_1 . انظر إلى المثلث $\triangle PQR$. بما أنّ مقدمات الموجات عمودية على اتجاه الحزمة، فإن الزاوية $\angle PQR$ زاوية قائمة، والزاوية $\angle QRP$ تساوي θ_1 . بالتالي، $\sin \theta_1$ يساوي $\frac{PQ}{PR}$ مقسوماً على PR .

$$\sin \theta_1 = \frac{PQ}{PR}$$

يمكن ربط زاوية الانكسار (θ_2) بطريقة مشابهة بالمثلث $\triangle PSR$. كما يلي:

$$\sin \theta_2 = \frac{RS}{PR}$$

وبحساب نسبة جيبى الزاويتين، تلغى PR وتصبح المعادلة على النحو التالي:

$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{RS}{PQ}$$

في الشكل 4 يمثل PQ ثلاثة أمثال الطول الموجي للضوء في الهواء، ويمكن كتابة ذلك بالصورة $PQ = 3\lambda_1$. وبطريقة مماثلة، $RS = 3\lambda_2$. بالتعويض عن هاتين القيمتين في المعادلة السابقة وإلغاء العامل المشترك 3، تنتج معادلة تربط زاويتي السقوط والانكسار بالطول الموجي للضوء في كل من الوسطين.

$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{3\lambda_2}{3\lambda_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

باستخدام المعادلة $\lambda = \frac{v}{f}$ وإلغاء العامل المشترك f . لأنّ التردد يبقى ثابتاً، يمكن إعادة كتابة المعادلة بالصورة:

$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{v_2}{v_1}$$

مختبر الفيزياء

كيف ينكسر الضوء؟

هل يكون معامل انكسار الوسط ثابتاً؟

الشكل 4 تخترق كل مقدمة موجة السطح الفاصل منتقلة من الهواء إلى الزجاج بزاوية ما. تقل سرعة جزء من مقدمة الموجة وينكسر الشعاع. وحيث إنّ سرعة الموجة تقل ويبقى التردد ثابتاً، لكي تكون العلاقة $\lambda = \frac{v}{f}$ صحيحة، يجب أن يقل الطول الموجي.

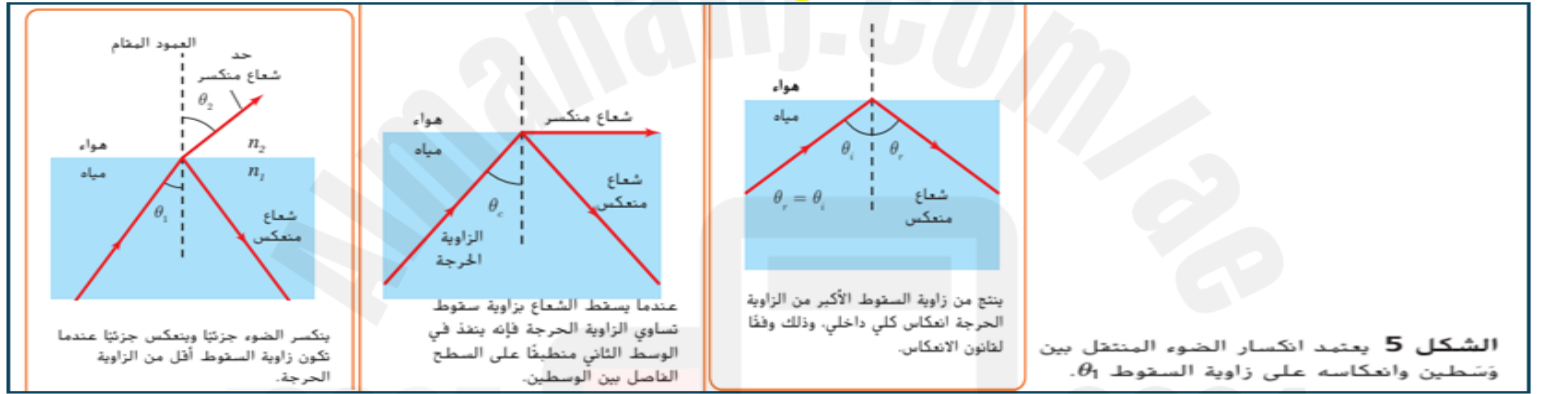
استدل أي الوسطين ذو معامل انكسار أعلى؟

210	كتاب الطالب	- يعرف الزاوية الحرجة على أنها زاوية السقوط التي يقع عندها شعاع الضوء المنكسر على طول السطح الفاصل بين وسطين	11
213	مراجعة القسم 1-س7	- يحسب الزاوية الحرجة باستخدام قانون سنل	
233	تقويم الوحدة 8-س8		

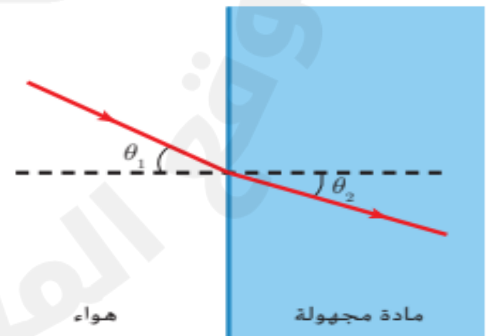
الانعكاس الداخلي الكلي

تذكر أنَّه عندما يسقط الضوء على سطح وسط شفاف، فإن بعض أشعة الضوء ينتقل منه وينعكس بعضها الآخر. عندما ينتقل الضوء من وسط معامل انكساره n أكبر إلى وسط معامل انكساره n أقل، تكون **زاوية الانكسار أكبر من زاوية السقوط**، كما هو مبين في الشكل 5. يؤدي هذا إلى حدوث ظاهرة مثيرة للاهتمام، حيث إنه كلما زادت زاوية السقوط، زادت زاوية الانكسار. وعند زاوية سقوط معينة تُعرف باسم **الزاوية الحرجة** (θ_c)، ينكسر شعاع الضوء منطبقاً على السطح الفاصل بين الوسطين. يحدث **الانعكاس الداخلي الكلي** عندما يسقط الضوء من وسط معامل انكساره كبير، على وسط معامل انكساره أقل على الحد الفاصل بينهما بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة. ينعكس الضوء كله مرة أخرى داخل الوسط الذي معامل انكساره أكبر. ويتضح هذا في الرسم التخطيطي السفلي في الشكل 5. للتوصل إلى العلاقة الرياضية للزاوية الحرجة لأي وسط شفاف، يمكنك استخدام قانون سنل والتعويض عن $\theta_1 = \theta_c$ و $\sin \theta_2 = \sin 90.0^\circ = 1$.

$$\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1}$$



7. معامل الانكسار يسقط شعاع من الضوء في الهواء بزاوية 30.0° على كتلة من مادة مجهولة وتكون زاوية انكساره 20.0° . كما هو مبين في الشكل 10. ما معامل الانكسار لهذه المادة؟



10. الزاوية الحرجة هل توجد زاوية حرجة للضوء المنقول من الزجاج إلى الماء؟ أم من الماء إلى الزجاج؟ اشرح إجابتك.

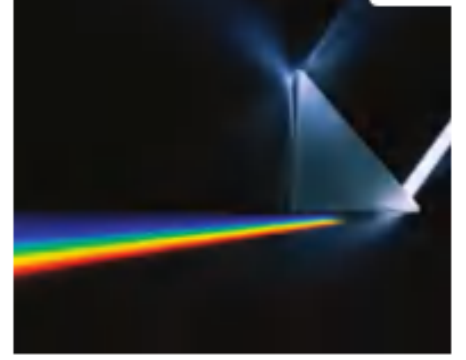
الشكل 10

8. ما الزاوية الحرجة للانعكاس الداخلي الكلي عندما ينتقل الضوء من الزجاج ($n = 1.52$) إلى الماء ($n = 1.33$)؟

- A. 29.0°
B. 41.2°
C. 48.8°
D. 61.0°

تحلل الضوء الأبيض

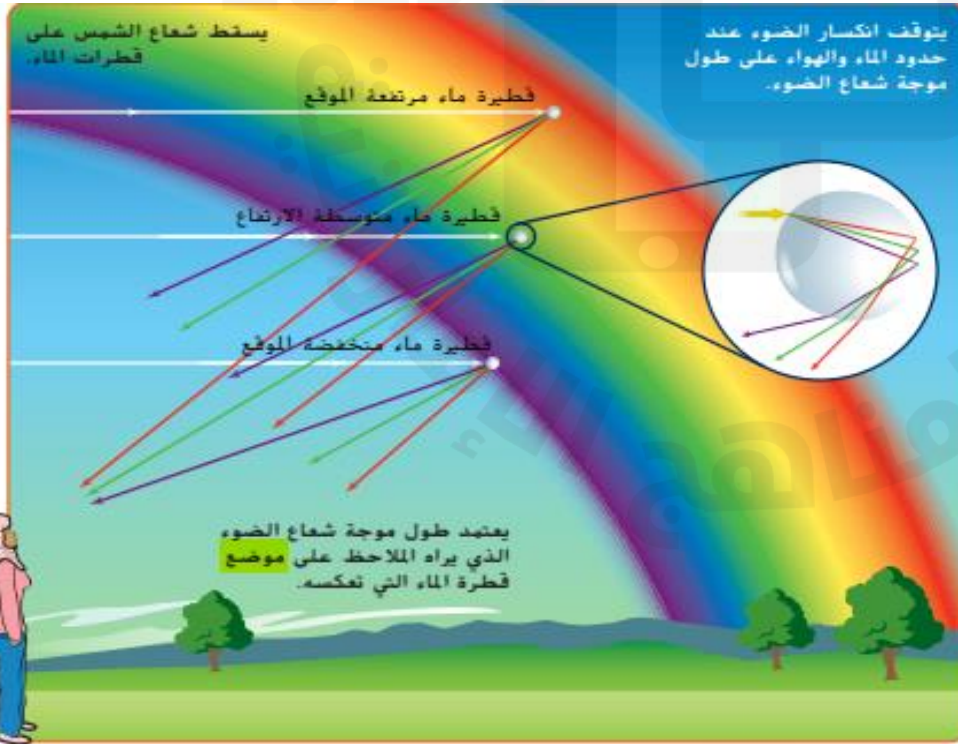
ربما تكون قد رأيت الظاهرة الموضحة في الشكل 7 حيث يمرّ الضوء الأبيض عبر المنشور. وإذا أمعنت النظر في الطيف الذي كوّنه الضوء المار عبر المنشور، فستلاحظ أنّ الضوء البنفسجي ينكسر بدرجة أكبر من الضوء الأحمر. ويحدث هذا لأنّ سرعة الضوء البنفسجي عبر الزجاج أقل من سرعة الضوء الأحمر، حيث أنّ تردد الضوء البنفسجي أعلى من تردد الضوء الأحمر مما يجعله يتفاعل مع ذرات الزجاج على نحو مختلف، مما يجعل معامل انكسار الضوء البنفسجي في الزجاج أكبر قليلاً من معامل انكسار الضوء الأحمر. ويُطلق على فصل الضوء الأبيض إلى طيف الألوان اسم **تحلل الضوء**.



الشكل 7 يحدث التحلل عبر المنشور بسبب اختلاف معامل الانكسار باختلاف الطول الموجي للضوء.

تحدّد سرعة الضوء في الوسط من خلال التفاعلات بين الضوء والذرات المكوّنة للوسط، وتختلف سرعة الضوء ومعامل انكسار الوسط الصلب أو السائل باختلاف الأطوال الموجية للضوء. كما تختلف سرعة الضوء ومعامل الانكسار اختلافاً طفيفاً باختلاف درجة حرارة الوسط الغازي. ويرجع هذا إلى تأثيرات درجة الحرارة في طاقة الجسيمات على المستوى الذري.

أقواس المطر لا يُعدّ المنشور الوسيلة الوحيدة لتحلل الضوء. إذ يعرف قوس المطر بأنه الطيف الذي يتكوّن عند تحلل ضوء الشمس بواسطة قطرات الماء في الغلاف الجوي، حيث ينكسر ضوء الشمس الساقط على قطرات الماء، وبما أن كل لون له طول موجي مختلف، فإنه ينكسر بزاوية مختلفة قليلاً، كما هو موضّح في الشكل 8. وينتج عن ذلك تحلل الضوء. ويحدث انعكاس داخلي كلي لبعض الضوء عند السطح الخلفي لقطرات الماء. وعند خروجه من قطرة الماء، ينكسر الضوء مرة أخرى ويتحلل. على الرغم من أنّ كل قطرة تنتج طيفاً كاملاً، سيرى المراقب الذي يقف بين الشمس والمطر طولاً موجياً معيناً فقط للضوء من كل قطرة. ويعتمد الطول الموجي المرئي على المواقع النسبية لكل من الشمس وقطرة الماء والمراقب، كما هو موضّح في الشكل 8.



الشكل 8 يتحلل الضوء المنبعث من الشمس بواسطة قطرات الماء لتكوين أقواس المطر. ونظراً إلى وجود العديد من قطرات الماء في مواقع مختلفة في السماء، يُصبح الطيف مرئياً بأأكبله.

فكر هل يمكن أن يقترب قوس المطر بدرجة كافية للامسته.

214	كتاب الطالب	يميز بين العدسة (المحدبة) (المجمعة) والعدسة المقعرة (المفرقة)	13
-----	-------------	---	----

أنواع العدسات

يُعدّ انكسار الضوء الذي ينتج منه قوس المطر، والخسوف الأحمر للغير، ظاهرة طبيعية جميلة، وهنالك فوائد كثيرة لهذا الانكسار في حياتنا. ففي العام 1303، كتب الفيزيائي الفرنسي برنارد أوف جوردون عن استخدام العدسات لتصحيح النظر. وفي العام 1610 استخدم جاليليو عدستين لصنع تلسكوب، اكتشف بواسطته أقمار كوكب المشتري، ومنذ زمن جاليليو استُخدمت العدسات في العديد من الأجهزة، مثل الميكروسكوبات، وآلات التصوير، وتعد العدسات أكثر الأدوات فائدة.

إنّ العدسة هي قطعة من مادة شفافة، مثل الزجاج أو البلاستيك، تُستخدم في تجميع الضوء أو تفريقه وتكوين الصور. يمكن أن يكون أي سطح من سطحي العدسة منحنياً أو مستوياً. تسمى العدسة التي يكون وسطها أكثر سمكاً مما عند أطرافها

بالعدسة المحدبة، توضحه الصورة اليمنى في الشكل 11. وتسمى العدسة المحدبة

بالعدسة المجمعة، لأنها تكون محاطة بمادة ذات معامل انكسار أقل من معامل انكسار مادة العدسة نفسها، لذا تعمل هذه العدسة على كسر الأشعة الضوئية المتوازية والتي تكون موازية لمحور العدسة الأساسي. بحيث تتجمع الأشعة المنكسرة في نقطة واحدة. تسمى العدسة التي يكون وسطها أدق وأرق مما عند أطرافها بالعدسة المقعرة، وتسمى العدسة المقعرة بالعدسة المفرقة، لأنها تكون محاطة بمادة ذات معامل انكسار أقل من معامل انكسار مادة العدسة نفسها، لذا تعمل على كسر أشعة الضوء المتوازية بحيث تفرقها.

عند مرور الضوء من خلال عدسة، يحدث الانكسار عند كل من سطحي العدسة.

ويمكنك عندها توقع مسار الأشعة المارة خلال العدسات باستخدام قانون سنل

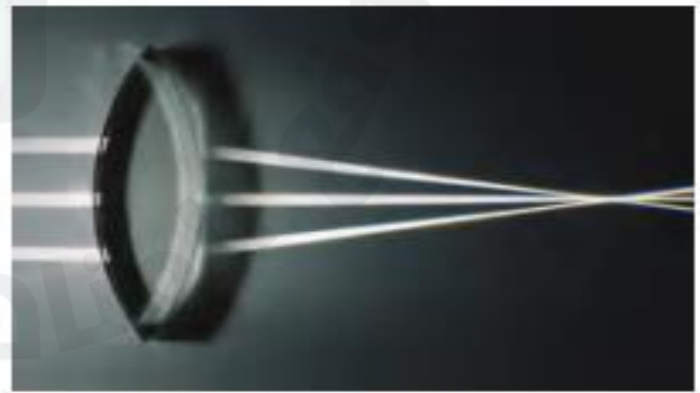
والهندسة. لتبسيط مثل هذه المسائل، افترض أنّ الانكسار يحدث بشكل كامل في

مستوى، يُسمى بالمستوى الأساسي، ويمرّ في مركز العدسة وطرفيها. ويسمى هذا التقريب نموذج العدسة الرقيقة، والذي ينطبق على كل العدسات التي ستدرسها في هذه الوحدة.

العدسة المقعرة



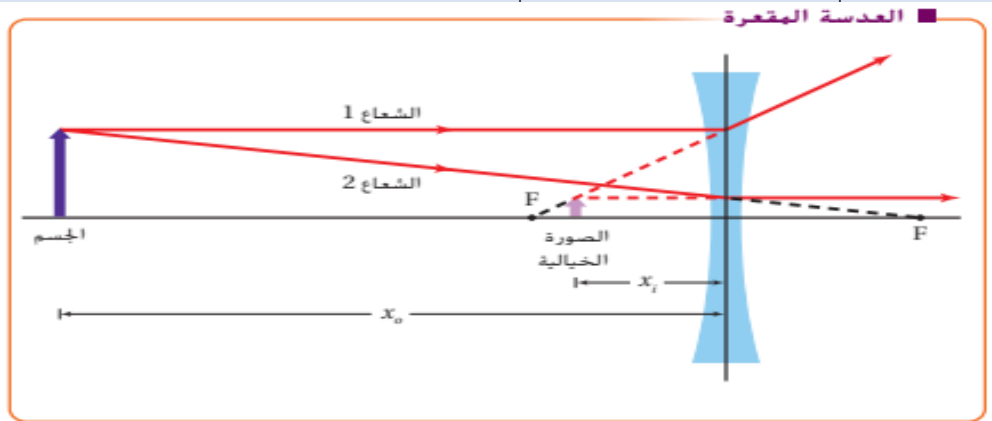
العدسة المحدبة



الشكل 11 تكسر العدسة المحدبة الضوء بحيث تُجَمِّع الأشعة بعد مرورها من خلال العدسة. تتفرق أشعة الضوء المارة من خلال عدسة مقعرة.

217 233	كتاب الطالب تقويم الوحدة 8- س7	يرسم رسماً لمخطط الأشعة لإيجاد صورة جسم مكونة من عدسة مقعرة، ويحدد خصائصها. يطبق معادلة العدسة الرقيقة لحساب بعد الصورة أو الجسم أو الطول البؤري لعدسة محدبة أو مقعرة مستخدماً علامات جبرية مناسبة	14
------------	-----------------------------------	---	----

الشكل 15 يتكون للجسم الموضوع على مسافة من عدسة مقعرة صورة خيالية ومقصّرة.



العدسات المقعرة

تفرّق العدسة المقعرة كل الأشعة. يوضح الشكل 15 كيف تُكوّن هذه العدسة صورة خيالية للجسم. حيث يصل الشعاع 1 إلى العدسة موازياً للمحور الأساسي. ينكسر الشعاع ويخرج من العدسة بحيث يمر امتداده في البؤرة الموجودة في جانب العدسة المواجه للجسم. يصل الشعاع 2 إلى العدسة كما لو أنه سيمر من خلال البؤرة في الجانب الآخر من العدسة. ثم ينكسر ويخرج من العدسة موازياً للمحور الأساسي. تتقاطع الامتدادات الخلفية للشعاعين 1 و 2 في جانب العدسة نفسه الذي يوجد فيه الجسم. ولأن الأشعة تخرج من العدسة بشكل متباعد، فإنها تُكوّن صورة خيالية. ويكون موقع الصورة عند النقطة التي يظهر عندها بأن الأشعة تخرج من العدسة متباعدة منها. فتتكوّن صورة معتدلة ومُصَغّرة للجسم. وهذا صحيح بغض النظر عن مدى بُعد الجسم من العدسة. كما يكون البُعد البؤري للعدسة المقعرة سالباً.

التأكد من فهم النص اذكر سبب تكوين العدسة المقعرة صورة خيالية دائماً.

معادلة العدسات الرقيقة

تتضمن المسائل التي ستحلها في هذا القسم عدسات رقيقة فقط. وبناء على نموذج العدسة الرقيقة، والتبسيطات المستخدمة في حل مسائل المرايا الكروية، تم تطوير معادلتين للعدسات. فبالنسبة إلى العدسات، تقع الصورة الخيالية في جانب العدسة الذي يوجد فيه الجسم. أي إنّ بُعد الجسم يكون سالباً. لاحظ أن العدسة المقعرة تُكوّن صوراً خيالية فقط، في حين تُكوّن العدسة المحدبة صوراً حقيقية وأخرى خيالية.

معادلة العدسة الرقيقة تربط معادلة العدسة الرقيقة بين كل من البُعد البؤري للعدسة الكروية الرقيقة وُبُعد الجسم وُبُعد الصورة.

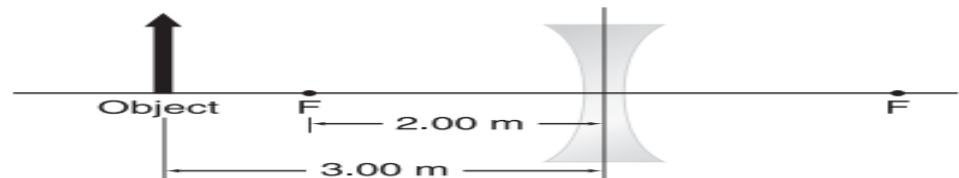
معادلة العدسة الرقيقة

يساوي مقلوب البعد البؤري للعدسة الرقيقة حاصل جمع مقلوب بُعد الصورة ومقلوب بُعد الجسم من العدسة.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x_i} + \frac{1}{x_o}$$

7. ما بُعد الصورة في الحالة الموضّحة في الشكل التالي؟

- A. -6.00 m
B. -1.20 m
C. 0.167 m
D. 0.833 m



الجدول 2

نظام الإشارات وصفات الصور في العدسة الرقيقة المفردة

نوع العدسة	f	x_o	x_i	m	الصورة
محدبة	+	$x_o > 2f$	$2f > x_i > f$	سالبة بين 0 و -1	حقيقية مصغرة معكوسة (مقلوبة)
		$2f > x_o > f$	$x_i > 2f$	سالبة أكبر من 1	حقيقية مكبرة معكوسة (مقلوبة)
		$f > x_o > 0$	$ x_i > x_o$ (قيمة سالبة)	موجبة أكبر من 1	مكبرة خيالية معتدلة
مقعرة	-	$x_o > 0$	$ f > x_i > 0$ (قيمة سالبة)	موجبة بين 0 و +1	مصغرة خيالية معتدلة

عند حل مسائل العدسات المقعرة باستخدام معادلة العدسة الرقيقة، يجب أن نتذكر أن تعديل إشارات البعد البؤري للعدسة المقعرة يختلف عن اصطلاح إشارات البعد البؤري للعدسة المحدبة. وذلك لأن العدسة المقعرة عدسة مفرقة. إذا كانت البؤرة للعدسة المقعرة على بُعد 24 cm من العدسة، إذاً يجب أن تستخدم القيمة $f = -24 \text{ cm}$ في معادلة العدسة الرقيقة. لأن جميع صور العدسة المقعرة تكون صوراً خيالية. بالتالي، إذا كانت المسافة بين الصورة والعدسة تساوي 20 cm ، فإن عليك استخدام $x_i = -20 \text{ cm}$ وستكون قيمة بُعد الجسم موجبة دائماً.

التكبير يُعدّ التكبير إحدى خصائص العدسات الرقيقة التي تقيس مدى كبر أو صغر الصورة مقارنةً بالجسم الأصلي. ويمكن أيضاً استخدام معادلة التكبير للمرايا الكروية مع العدسات الرقيقة. بحيث تُستخدم في تحديد طول الصورة المتكوّنة واتجاهها عند استخدام عدسة رقيقة.

التكبير

يُعرف التكبير باستخدام عدسة كروية، بأنه نسبة طول الصورة إلى طول الجسم، ويساوي سالب بُعد الصورة مقسوماً على بُعد الجسم من العدسة.

$$m \equiv \frac{h_i}{h_o} = -\frac{x_i}{x_o}$$

يُعطى التكبير معلومات عن مدى كبر صورة الجسم واتجاهها مقارنةً بالجسم. عندما تكون القيمة المطلقة للتكبير تقع ما بين صفر وواحد، تكون الصورة أصغر من الجسم. في حين تكون الصورة أكبر من الجسم عندما تكون القيمة المطلقة للتكبير أكبر من واحد. إضافةً إلى ذلك، تشير قيمة التكبير السالبة إلى أن الصورة معكوسة مقارنةً بالجسم.

استخدام معادلتى العدسات من المهم استخدام نظام إشارات مناسب عند استخدام هاتين المعادلتين. ويبين الجدول 2 مقارنة بين بُعد الصورة والتكبير ونوع الصورة المتكوّنة باستخدام عدسات محدبة أو مقعرة مفردة عند وضع جسم في مواقع مختلفة (x_o) بالنسبة إلى العدسة. ففي العدسات المحدبة، يؤثر بُعد الجسم من بؤرة العدسة في نوع الصورة المتكوّنة.

لاحظ وجه التشابه بين هذا الجدول وجدول المرايا. فكما هو مبين في جدول المرايا، تمثل المسافة من المستوى الأساسي للعدسة والبؤرة، البعد البؤري (f). ويعتمد البعد البؤري على شكل العدسة ومعامل انكسار مادتها. ويمكن أن تكون الأبعاد البؤرية وأبعاد الصور سالبة.

الأسئلة المقالية - FRQ

16	<p>- يطبق قانون الانعكاس في رسم الرسومات التخطيطية للأشعة وفي حل المسائل العددية</p> <p>- يشرح خصائص الصورة المتكونة في المرآة المستوية</p> <p>- يرسم رسماً تخطيطياً للأشعة لتحديد موضع الصورة المتكونة في المرآة المستوية موضحاً خصائصها</p>	<p>مثال 1</p> <p>كتاب الطالب</p> <p>تقويم الوحدة 7-س40:45</p>	<p>181</p> <p>183</p> <p>198</p>
----	---	---	----------------------------------

مثال 1

تغيير زاوية السقوط. اصطحب شعاع ضوئي بمرآة مستوية بزاوية مقدارها 52.0° بالنسبة للعمود المظلم. إذا أدبرت المرآة بزاوية مقدارها 35.0° حول النقطة التي اصطدمت عندها الشعاع بالمرآة بحيث ظلت زاوية سقوط شعاع الضوء، وكان محور الدوران متعامداً مع الشعاع الساقط والشعاع المنعكس، ما مقدار زاوية دوران الشعاع المنعكس؟

1 تحليل المسألة ورسمها

- ضع رسماً تخطيطياً للموقف قبل دوران المرآة.
- ارسم رسماً تخطيطياً مطبقاً زاوية الدوران على المرآة.
- ارسم رسماً تخطيطياً ثالثاً للأشعة المنعكسة.

المجهول	المعلوم
$\Delta\theta_r = ?$	$52.0^\circ = \theta_i$ الابتدائي
	$35.0^\circ = \Delta\theta$ المرآة

2 حساب المجهول

لكي نحل زاوية السقوط، أدر في اتجاه عقارب الساعة:

$\theta_i = \theta_i$ الابتدائي $\theta_i = \Delta\theta - \theta_r$ المرآة

$$52.0^\circ - 35.0^\circ = \theta_r \quad \text{عوضي مستخدماً } \theta_i \text{ الابتدائي} = 52.0^\circ$$

$$17.0^\circ = \theta_r \quad \text{عوضي مرآة } 35.0^\circ$$

17.0° في اتجاه عقارب الساعة من العمود المظلم الجديد

نطبق قانون الانعكاس:

$$\theta_i = \theta_r \text{ الابتدائي}$$

17.0° في عكس اتجاه عقارب الساعة من العمود المظلم الجديد

3 تقييم الإجابة

هل القيمة واقعية؟ نتحقق المقارنة بين الرسم النهائي والرسم الأولي أن الزاوية التي يصنعها شعاع الضوء مع العمود المظلم تظل عندما تدور المرآة في اتجاه عقارب الساعة، وبالتالي من المنطقي أن يدور أيضاً الشعاع المنعكس في اتجاه عقارب

$$\theta_r = \Delta\theta_r + \theta_i \text{ الابتدائي} \quad \theta_r = \Delta\theta_r + \theta_i$$

$$52.0^\circ + 35.0^\circ - 17.0^\circ =$$

70.0° في اتجاه عقارب الساعة من الزاوية الأصلية

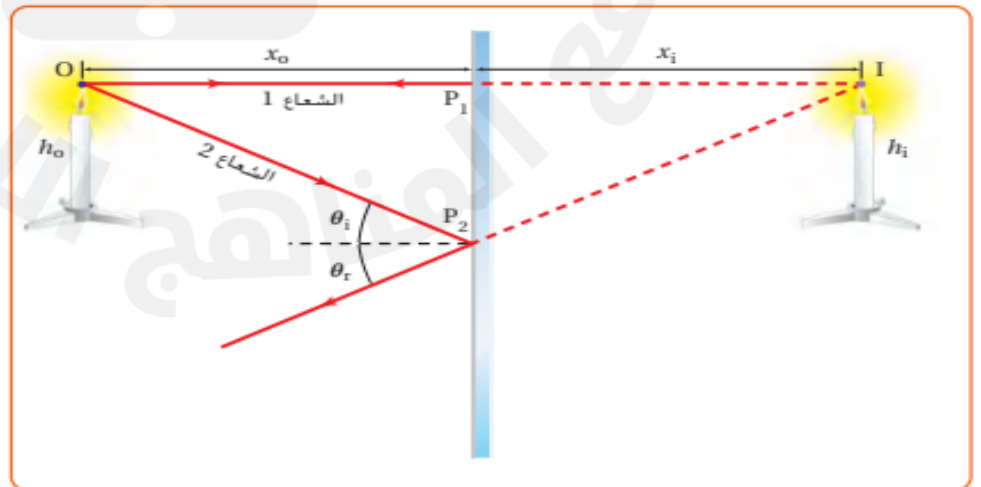
3 تقييم الإجابة

هل القيمة واقعية؟ نتحقق المقارنة بين الرسم النهائي والرسم الأولي أن الزاوية التي يصنعها شعاع الضوء مع العمود المظلم تظل عندما تدور المرآة في اتجاه عقارب الساعة، وبالتالي من المنطقي أن يدور أيضاً الشعاع المنعكس في اتجاه عقارب

الساعة بزاوية أكبر مرتين من زاوية دوران المرآة.

الشكل 7 تصطبغ أشعة الضوء المنبعثة من الشعلة (يظهر شعاعان) بالمرآة. ويصل بعض هذه الأشعة إلى عيني المراقب. تُرسم امتدادات الأشعة المنعكسة الرؤية (الخطوط المنقطعة) من مكان انعكاس الأشعة عن المرآة إلى مكان تجمعها. وتقع الصورة في مكان تجمع امتدادات الأشعة المنعكسة.

اشرح لماذا $x_i = -x_o$.



موقع الصورة وطولها يوضح النموذج الهندسي في الشكل 7 سبب مساواة بُعد الجسم من المرآة وبُعد الصورة منها. ولماذا يتساوى طول الجسم مع طول صورته. يمكننا توضيح ذلك برسم شعاعين من النقطة O يسقطان على المرآة عند النقطتين P_1 و P_2 على الترتيب، ويتعكسان وفق قانون الانعكاس، ويلتقي امتداد انعكاسهما (الخطوط المتقطعة) خلف المرآة في النقطة التي تمثل صورة النقطة O. إذ إنّ الشعاع الضوئي 1 يسقط على المرآة بزاوية سقوط مقدارها 0° فيرتد على نفسه، أي عمودياً على سطح المرآة. أما الشعاع الضوئي 2 فيسقط على المرآة ويتعكس عنها بزاوية السقوط نفسها. لذا يصنع الامتداد مع المرآة زاوية مساوية للزاوية التي يصنعها الشعاع الأصلي مع المرآة. يوضح هذا النموذج الهندسي أنّ القطعتين المستقيمتين OP_1 و IP_1 عبارة عن ضلعين متقابلين للمثلثين المتطابقين $\triangle OP_1P_2$ و $\triangle IP_1P_2$. وتمثل (x_o) بُعد الجسم من المرآة، والذي يساوي طول القطعة OP_1 . أما (x_i) تمثل بُعد الصورة من المرآة وتساوي طول القطعة IP_1 . وباستخدام الافتراض الاصطلاحي، حيث تشير الإشارة السالبة إلى أن الصورة خيالية، فإن المعادلة أدناه تكون صحيحة.

موقع الصورة في المرآة المستوية

بُعد الجسم من المرآة يساوي سالب بُعد الصورة من المرآة، وإشارة السالب تشير إلى أن الصورة خيالية.

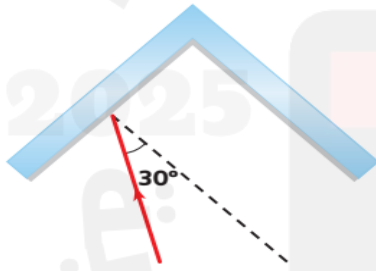
$$x_i = -x_o$$

يمكن إيجاد طول الصورة برسم شعاعين ضوئيين من الجسم. وكما يظهر في الشكل 7، يلتقي امتداد الشعاعين المنبعثين من قاعدة الشمعة في نقطة خلف المرآة، حيث تشكل صورة القاعدة. وبحسب قانون الانعكاس وتطابق المثلثات، سيكون طول الجسم (h_o) مساوياً لطول الصورة (h_i) .

طول الصورة في المرآة المستوية

يكون طول الصورة مساوياً لطول الجسم في المرآة المستوية.

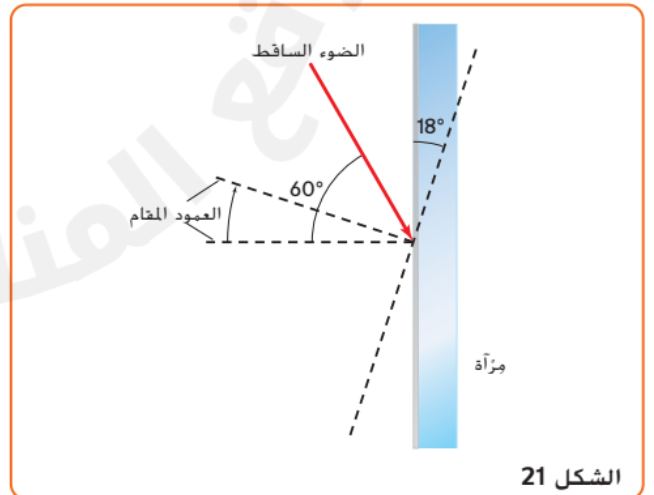
$$h_i = h_o$$



الشكل 19

40. يبين الشكل 19 مرآتين مستويتين متجاورتين بزاوية مقدارها 90° . فإذا سقط شعاع ضوئي على إحداها بزاوية مقدارها 30° أجب عما يلي:

- ما الزاوية التي ينعكس عندها شعاع الضوء من المرآة الأخرى؟
- المرايا في الشكل 19 تعمل كالعكاس؛ وهو أداة تعكس الأشعة الضوئية الساقطة عليها باتجاه معاكس وموازي لاتجاه الأشعة الساقطة. ارسم رسماً تخطيطياً كالمبين في الشكل، وارسم الأشعة المنعكسة لتوضح أن نظام المرايا هذا يعمل كالعكاس.



الشكل 21

45. سقط شعاع من الضوء على مرآة بزاوية مقدارها 60° ودوّرت المرآة بعد ذلك بزاوية مقدارها 18° . كما يبين الشكل 21. ما مقدار الزاوية التي يصنعها الشعاع المنعكس مع المرآة؟

المرايا المحدبة

عرفت في بداية هذا القسم أن السطح الداخلي للملعقة الغليزية يعمل كمرآة مقعرة. أما إذا قلبتها فسيعمل السطح الخارجي لها **كمرآة محدبة**. وهي سطح عاكس منحني للخارج. وحافاته تنحني بعيدًا من الملاحظ. ومن أمثلتها مرايا المراقبة في المتاجر. والمرايا الجانبية في السيارات. ماذا ترى عندما تنظر إلى الجهة الخلفية من الملعقة؟ ستري صورتك معتدلة ومصغرة.

تتضح بعض خواص المرآة الكروية المحدبة في الشكل 17. إذ تشتت الأشعة المنعكسة عنها دائمًا، ولذا تتكوّن صورة خيالية فقط. وتقع البؤرة (F) ومركز التكور للمرآة (C) خلفها.

يوضّح الرسم التخطيطي في الشكل 17 طريقة تكوّن الصورة في المرآة الكروية المحدبة. فيظهر في الرسم شعاعان فقط. ولكن تذكر أنّ هناك عددًا لا نهائيًا من الأشعة المنعكسة من الجسم. فالشعاع 1 يصل إلى المرآة بشكل مواز للمحور الأساسي. وينعكس عنها. ويمر امتداده في البؤرة خلف المرآة. أما الشعاع 2 فيسقط على المرآة وينعكس عنها. بحيث يمر امتداده في البؤرة خلف المرآة. وكما يكون الشعاع 2 وامتداده خلف المرآة موازيين للمحور الأساسي. وبالتالي سيتشتت الشعاعان 1 و 2 ويلتقي امتدادهما خلف المرآة. وتتكوّن صورة خيالية معتدلة ومصغرة.

مجال الرؤية قد تبدو استخدامات المرايا المحدبة قليلة لأنّ الصور التي تكوّنّها أصغر من الأجسام. إلا أن هذه الخاصية جعلت للمرايا المحدبة استخدامات عملية. فنتيجة تكوينها صورًا مصغرة للأجسام، تتيح للملاحظ أن يشاهد مساحة كبيرة من حوله. وهي تسمى مجال الرؤية. كما تمكنك من رؤية الصورة من عدة زوايا. وبالتالي يكون مجال الرؤية من منظور واسع.

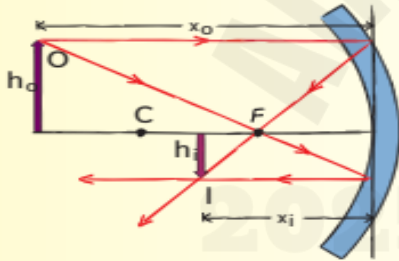
مثال 2

تكوين الصور الحقيقية باستخدام مرآة مقعرة لديك مرآة مقعرة نصف قطر تكورها 20.0 cm. وُضع جسم طوله 2.0 cm على بُعد 30.0 cm منها، فما طول الصورة؟ وما بُعدها من المرآة؟

1 تحليل المسألة ورسمها

• ارسم رسماً تخطيطياً للجسم والمرآة.

• ارسم شعاعين رئيسين لتحديد بُعد الصورة في الرسم التخطيطي



المجهول
 $x_i = ?$
 $h_i = ?$

المعلوم
 $h_o = 2.0 \text{ cm}$
 $x_o = 30.0 \text{ cm}$
 $r = 20.0 \text{ cm}$

2 حساب المجهول

يساوي البُعد البؤري نصف نصف قطر التكور.

$$f = \frac{r}{2} \\ = \frac{20.0 \text{ cm}}{2} \\ = 10.0 \text{ cm}$$

استخدم معادلة المرايا الكروية. وحل لإيجاد بُعد الصورة.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x_i} + \frac{1}{x_o}$$

$$x_i = \frac{fx_o}{x_o - f}$$

$$\begin{aligned} & \text{عوض باستخدام } f = 10.0 \text{ cm, } x_o = 30.0 \text{ cm} \\ & x_i = \frac{(10.0 \text{ cm})(30.0 \text{ cm})}{30.0 \text{ cm} - 10.0 \text{ cm}} \\ & = 15.0 \text{ cm (صورة حقيقية أمام المرآة)} \end{aligned}$$

استخدم معادلة التكبير لحساب طول الصورة:

$$m \equiv \frac{h_i}{h_o} = \frac{-x_i}{x_o}$$

$$h_i = \frac{-x_i h_o}{x_o}$$

$$\begin{aligned} & \text{عوض باستخدام } x_i = 15.0 \text{ cm, } h_o = 2.0 \text{ cm, } x_o = 30.0 \text{ cm} \\ & h_i = \frac{-(15.0 \text{ cm})(2.0 \text{ cm})}{30.0 \text{ cm}} \\ & = -1.0 \text{ cm (صورة مصغرة ومقلوبة)} \end{aligned}$$

3 تقييم الإجابة

• هل الوحدات صحيحة؟ كل المتادير بالسنتيمتر.

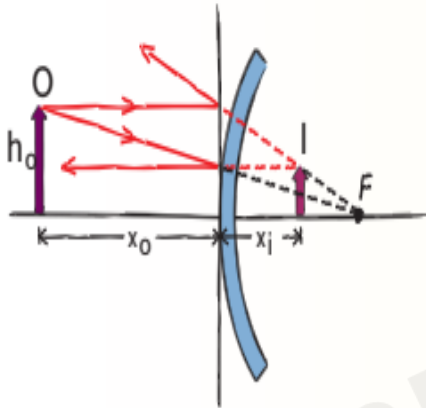
• هل الإشارات منطقية؟ يتوافق البُعد الموجب والارتفاع السالب مع الرسم.

الصورة في مرآة المحدبة لحماية مستودع يتم مراقبته من خلال مرآة مراقبة محدبة بُعدها البؤري -0.50 m . فإذا وجدت رافعة شوكية طولها 2.0 m على بُعد 5.0 m من المرآة، فكم تبعد صورتها عن المرآة، وما طولها؟

1 تحليل المسألة ورسمها

• ارسم رسمًا تخطيطيًا للمرآة والجسم.

• ارسم شعاعين رئيسين لتحديد موقع الصورة في الرسم التخطيطي.



المجهول	المعلوم
$x_i = ?$	$h_o = 2.0 \text{ m}$
$h_i = ?$	$x_o = 5.0 \text{ m}$
	$f = -0.50 \text{ m}$

2 حساب المجهول

استخدم المعادلة التي تربط بين البُعد البؤري وبُعد الجسم لإيجاد بُعد الصورة.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x_i} + \frac{1}{x_o}$$

$$x_i = \frac{fx_o}{x_o - f}$$

عوض باستخدام $f = -0.50 \text{ m}$, $x_o = 5.0 \text{ m}$ ➔

$$= \frac{(-0.50 \text{ m})(5.0 \text{ m})}{5.0 \text{ m} - (-0.50 \text{ m})}$$

$$= -0.45 \text{ m} \text{ (صورة خيالية خلف المرآة)}$$

استخدم المعادلة التي تربط بين طول الجسم وبُعد الجسم والصورة لإيجاد طول الصورة.

$$m \equiv \frac{h_i}{h_o} = \frac{-x_i}{x_o}$$

$$h_i = \frac{-x_i h_o}{x_o}$$

عوض باستخدام $x_i = -0.45 \text{ m}$, $h_o = 2.0 \text{ m}$, $x_o = 5.0 \text{ m}$ ➔

$$= \frac{-(-0.45 \text{ m})(2.0 \text{ m})}{5.0 \text{ m}}$$

$$= 0.18 \text{ m} \text{ (صورة مصغرة معتدلة)}$$

3 تقييم الإجابة

• هل الوحدات صحيحة؟ كل المقادير بالمتر.

• هل الإشارات منطقية؟ يشير البُعد السالب إلى أن الصورة خيالية، وبُعد الطول الموجب على أن الصورة معتدلة. ويتوافق هذا مع الرسم التخطيطي.

18	<p>- يشرح انكسار الضوء أثناء عبوره الحد الفاصل بين وسطين مختلفين، ويوضح ذلك في رسم تخطيطي</p> <p>- يحسب معامل الانكسار لوسط ما باستخدام التمثيل الرياضي المناسب $n = \frac{c}{v}$</p> <p>- يذكر ويطبق قانون سنل للانكسار</p>	<p>كتاب الطالب</p> <p>مثال 1</p> <p>مراجعة القسم 1-س 9 و 8 و 9</p>	<p>207-206</p> <p>208</p> <p>213</p>
----	---	--	--------------------------------------

الضوء والحدود الفاصلة بين الأوساط

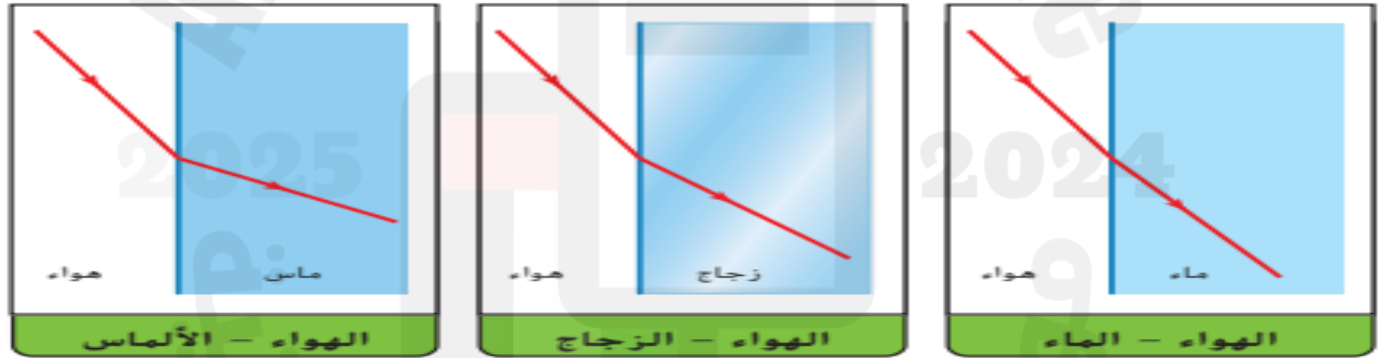
ماذا يحدث للضوء عندما يمرّ عبر النافذة؟ عندما يسقط الضوء على وسط شفاف أو شبه شفاف، تنعكس بعض أشعة الضوء من سطح الوسط ويمرّ بعضها الآخر عبر الوسط. تذكر أنّه عندما يعبر الضوء حدًا فاصلًا بين وسطين، فإنه ينحرف عن مساره. هل سبق ونظرت إلى قاع بركة السباحة عبر الماء وظننت أنّ الماء يبدو ضحلًا أكثر مما هو عليه في الحقيقة؟ هل سبق ونظرت إلى كوب من الماء يحتوي على ماصة أو ملعقة تبدو كأنها مكسورة عند السطح؟ تحدث هاتان الظاهرتان الغريبتان بسبب انحراف الضوء عند الحدود الفاصلة بين الوسطين. يُعرف انحراف الضوء عند انتقاله من وسط ما إلى وسط آخر بالانكسار.

الانكسار لاحظ أشعة الضوء في الشكل 1. حيث تسقط هذه الأشعة من الهواء على ثلاثة أوساط مختلفة هي: الماء والزجاج والألماس. إذا كانت زاوية سقوطها على الأوساط الثلاثة هي نفسها، ما الذي تلاحظه على أشعة الضوء بعد مرورها الحد الفاصل في كل من الأوساط الثلاثة؟ لعلك لاحظت أنّ أشعة الضوء تنحرف عند مرورها عبر الحدود الفاصلة.

ما وجه الاختلاف الذي تلاحظه بين الأوساط الثلاثة الموضحة؟ تنحرف أشعة الضوء عند انتقالها من الهواء إلى الألماس بدرجة أكبر منها عند انتقالها من الهواء إلى الماء أو إلى الزجاج. تعتمد هذه الظاهرة على خصائص الأوساط التي تنتقل منها وإليها أشعة الضوء.

تنتقل أشعة الضوء في الشكل 1 من الهواء وتدخل وسطًا آخر بالزاوية نفسها. في رأيك، ما العلاقة بين زاوية سقوط الضوء عند مروره عبر الحد الفاصل بين وسطين ومقدار الانكسار الذي يحدث له؟

الشكل 1 ينكسر الضوء عند مروره عبر حد فاصل بين وسطين. ويعتمد مقدار الانكسار على خصائص الأوساط. (الزوايا غير مرسومة بقياس رسم)



■ قانون سنل

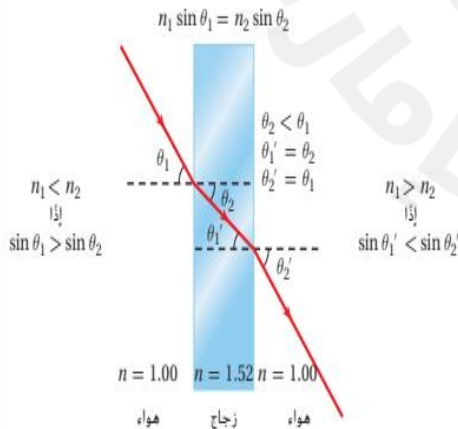
الشكل 2 عند انتقال الضوء من الهواء إلى الزجاج، فإنه ينكسر مقتربًا من العمود المقيم على السطح الأول للزجاج، ثم عند تفاذه من الزجاج إلى الهواء مرة أخرى ينكسر مبتعدًا عن العمود المقيم على السطح الثاني للزجاج.

الفيزياء في حياتك

الجلوس في الهواء :- هل سبق لك وأن شاهدت شخصًا يجلس في الهواء ؟

في الواقع إنه يجلس فوق كتلة شفافة معامل انكسارها يساوي معامل انكسار الهواء.

هل تستطيع الآن أن تفسر كيف يمشي شخص حافي القدمين على سطح الماء؟



قانون سنل للانكسار

درس كل من رينيه ديكارت وويلبرورد سنل الانكسار للمرة الأولى في القرن السابع عشر من خلال إسقاط حزمة ضيقة من الضوء على وَسط شفاف، مثل الزجاج كما يُبيّن الشكل 2. وقاسا زاوية السقوط وزاوية الانكسار، إذ إن زاوية السقوط (θ_1) هي الزاوية المحصورة بين الشعاع الساقط وعمود الانكسار. أما زاوية الانكسار (θ_2) فهي الزاوية المحصورة بين الشعاع المنكسر وعمود الانكسار.

معامل الانكسار اكتشف سنل أنه عندما ينتقل الضوء من الهواء إلى وسط شفاف آخر فإن ثمة علاقة بين جيبَي (\sin) زاويتي السقوط في الهواء والانكسار في الوسط الثاني، إذ يحدد **معامل الانكسار** (n) تلك العلاقة، أما معامل الانكسار للوسط فتحدده خصائص ذلك الوسط، والجدول 1 يبيّن قيم n لعدد من الأوساط الشفافة. بإجراء العديد من التجارب توصل سنل إلى قانون الانكسار الذي عرف باسمه، والذي ينطبق عند نفاذ الضوء عبر الحد الفاصل بين وسطين مختلفين.

قانون سنل للانكسار

حاصل ضرب معامل انكسار الوَسط الأول في جيب زاوية السقوط يساوي حاصل ضرب معامل انكسار الوَسط الثاني في جيب زاوية الانكسار.

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

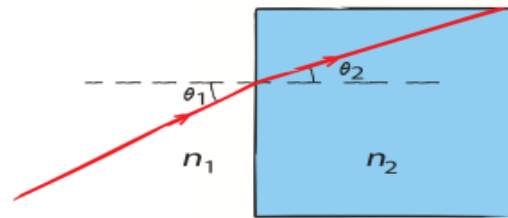
استخدم الشكل 2 والجدول 1 لتوضيح مدى تحقّق قانون سنل عند انتقال الضوء عبر قطعة زجاج ذات سطوح متوازية، مثل لوح الزجاج في النافذة. إذ ينكسر الضوء مرتين، الأولى عند دخوله الزجاج والثانية عند خروجه منه. عندما ينتقل الضوء من الهواء إلى الزجاج، فإنه ينتقل من وَسط معامل انكساره قليل ($n = 1$) إلى وسط معامل انكساره أكبر ($n = 1.52$)، وينحرف الضوء نحو العمود المقام.

عند انتقال الضوء من الزجاج إلى الهواء، فإنه ينتقل من وَسط معامل انكساره n أكبر (1.52) إلى وَسط معامل انكساره n أقل (1.00). وينحرف الضوء بعيدًا من العمود المقام. تحدد قيم n النسبية ما إذا كان الضوء سينحرف مقتربًا من العمود المقام أم مبتعدًا عنه. لاحظ اتجاه الشعاع عند خروجه من الزجاج، إنّه في الاتجاه نفسه كما كان قبل سقوطه على الزجاج، $\theta_1 = \theta_2'$. وذلك لأنّ الحدين يفصلان بين الوَسطين عنيهما.

الجدول 1	
معاملات انكسار الضوء الأصفر ($\lambda = 589 \text{ nm}$ في الفراغ)	
n	الوسط
1.00	الفراغ
1.0003*	هواء
1.33	الماء
1.36	الإيثانول
1.52	الزجاج المصقول
1.54	الكوارتز
1.62	الزجاج الصوتي
2.42	ألماس

*تتضمن القيمة المحددة للهواء أرقامًا معنوية إضافية لتمييزها عن القيمة المحددة للفراغ. استخدم قيمة n بمقدار 1.00 في حل المسائل.

زاوية الانكسار تسقط حزمة من الضوء على لوح من الزجاج المصقول بزاوية 30.0° .
فما زاوية انكسار شعاع الضوء؟



1 تحليل المسألة ورسم مخطط لها

- ارسم مخططاً للحد الفاصل بين الهواء والزجاج المصقول.
- ارسم شعاع الضوء وضع التسميات θ_1 و θ_2 و n_1 و n_2 .

المجهول:
 $\theta_2 = ?$

المعلوم:
 $\theta_1 = 30.0^\circ$
 $n_1 = 1.00$
 $n_2 = 1.52$

2 حساب المجهول

استخدم قانون سنل لإيجاد جيب زاوية الانكسار.

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

$$\sin \theta_2 = \left(\frac{n_1}{n_2} \right) \sin \theta_1$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \left(\left(\frac{n_1}{n_2} \right) \sin \theta_1 \right)$$

$$= \sin^{-1} \left(\left(\frac{1.00}{1.52} \right) \sin 30.0^\circ \right)$$

$$= 19.2^\circ$$

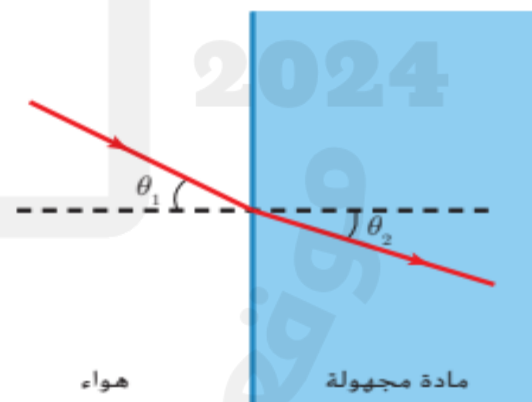
عوض عن $n_1 = 1.00$, $n_2 = 1.52$, $\theta_1 = 30.0^\circ$

3 تقييم الإجابة

هل هذه الإجابة معقولة؟ تنتقل حزمة الضوء إلى وسط ذي n أعلى.
ثم، يجب أن تكون θ_2 أقل من θ_1 .

7. معامل الانكسار يسقط شعاع من الضوء في الهواء بزاوية 30.0°

على كتلة من مادة مجهولة وتكون زاوية انكساره 20.0° . كما هو مبين في الشكل 10. ما معامل الانكسار لهذه المادة؟



الشكل 10

8. زاوية الانكسار نفذت حزمة ضوء من الماء إلى البولي إيثيلين

معامل انكساره $n = 1.50$. إذا كانت $\theta_1 = 57.5^\circ$. فما زاوية الانكسار في البولي إيثيلين؟

9. سرعة الضوء كم تبلغ سرعة الضوء في مادة الكلوروفورم ($n = 1.51$)؟

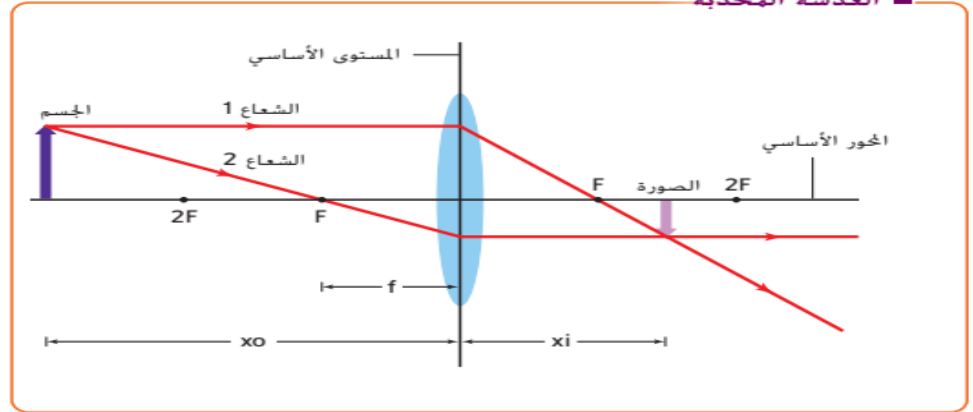
217-215	كتاب الطالب	<p>- يحدد المحور الأساسي والبؤرة والبعد البؤري لعدسة محدبة أو مقعرة</p> <p>- يرسم مخططاً للأشعة لإيجاد صورة جسم موضوع على أبعاد مختلفة من عدسة من البعد البؤري، ويحدد موضع وخصائص الصورة المتكونة.</p> <p>- يوضح أنه لا تتكون صورة لجسم يقع عند بؤرة عدسة محدبة.</p>
19		

■ العدسة المحدبة

الشكل 12 يتكوّن للجسم صورة حقيقية مُصغرة ومُعكوسة عندما تكون المسافة بين الجسم والعدسة أكبر من مثلي البعد البؤري للعدسة.

دلالة الألوان

أشعة الضوء	أحمر
العدسات	أزرق فاتح
الجسم	بنفسجي
الصورة	أرجواني فاتح

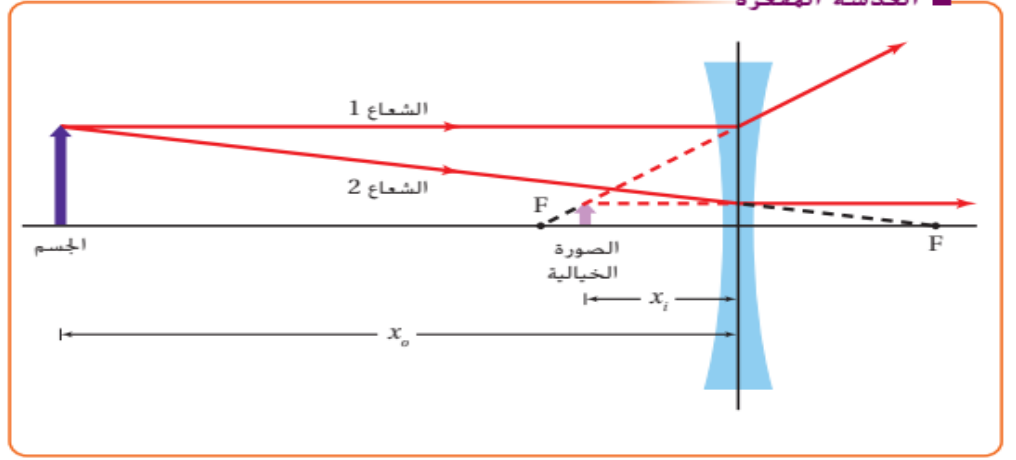


العدسات المحدبة

إذا كنت تعرف موقع الجسم ونوع العدسة المستخدمة وقوتها، يمكنك معرفة موقع الصورة. يعد مخطط الأشعة أداة تمثيل مفيد. باستخدام مخطط الأشعة، يمكنك تمثيل بعض الأشعة المهمة التي توضّح مدى تأثير العدسة في الضوء المار من خلالها. يمكنك استخدام شعاعين لتحديد موقع الصورة. في الشكل 12، بالنسبة إلى العدسات المحدبة، عندما تكون المسافة بين الجسم والعدسة أكبر من البعد البؤري، ينكسر الشعاع 1 والذي يكون موازياً للمحور الأساسي، ماراً بالنقطة (F) والتي تسمى بؤرة العدسة بعد مروره من خلال العدسة الموضحة. في حين ينكسر موازياً للمحور الأساسي الشعاع 2 الذي يمر بالنقطة (F) الموجودة في ناحية الجسم أثناء طريقه إلى العدسة. تتضمن مخططات الأشعة للعدسات المحدبة أجساماً موضوعة على أبعاد مختلفة من العدسة. في مخططات الأشعة هذه، يمثل X_o بُعد الجسم من العدسة ويمثل X_i بُعد الصورة من العدسة. يُستخدم نموذج العدسة الرقيقة في كل مخططات الأشعة الواردة في هذه الوحدة. في هذا النموذج، ينكسر الضوء في المستوى الأساسي المار من مركز العدسة بدلاً من الانكسار على الحدين الفاصلين بين الهواء وسطح العدسة.

$x_o \geq 2f$ في الشكل 12، تخرج الأشعة من جسم يقع بعيداً من عدسة محدبة، وستحتاج إلى استخدام شعاعين فقط لتحديد موقع صورة نقطة على الجسم، بحيث يكون الشعاع 1 موازياً للمحور الأساسي، وينكسر ماراً بالنقطة (F) والتي تسمى بؤرة العدسة بعد مروره من خلال العدسة. في حين يمر الشعاع 2 بالنقطة (F) في أثناء طريقه إلى العدسة، ويكون مساره بعد الانكسار موازياً للمحور الأساسي، بحيث يتقاطع الشعاعان عند نقطة ما بعد (F) فيحددان موقع الصورة أما الأشعة المنطبقة على المحور الأساسي فإنها تنفذ دون أن تنكسر لأنها تسقط عمودية على سطح العدسة. وتتقاطع الأشعة المختارة من نقاط أخرى على الجسم عند نقاط مماثلة لتكوين الصورة بشكل كامل. لاحظ أن الصورة تكون حقيقية ومُعكوسة ومُصغرة مقارنة بالجسم الأصلي. أما إذا تم وضع الجسم على بعد يساوي مثلي البعد البؤري من العدسة عند النقطة $2F$ ، فإن الصورة المتكونة في المخطط الشعاعي ستتكون عند النقطة $2F$ من الجهة الأخرى للعدسة، وسيكون لصورة الجسم البعد نفسه من العدسة بسبب التماثل. أي إن الصورة تكون حقيقية ومقلوبة ومساوية للجسم، وتقع على مسافة تساوي $2F$. لذا، يمكنك استنتاج أنه إذا كان بعد الجسم عن العدسة أكبر من مثلي البعد البؤري للعدسة، ستكون الصورة مصغرة.

الشكل 15 يتكون للجسم الموضوع على مسافة من عدسة مقعرة صورة خيالية ومُصَغَّرة.



العدسات المقعرة

تفترق العدسة المقعرة كل الأشعة. يوضح الشكل 15 كيف تُكوّن هذه العدسة صورة خيالية للجسم. حيث يصل الشعاع 1 إلى العدسة موازيًا للمحور الأساسي. ينكسر الشعاع ويخرج من العدسة بحيث يمر امتداده في البؤرة الموجودة في جانب العدسة المواجه للجسم. يصل الشعاع 2 إلى العدسة كما لو أنه سيمر من خلال البؤرة في الجانب الآخر من العدسة، ثم ينكسر ويخرج من العدسة موازيًا للمحور الأساسي. تتقاطع الامتدادات الخلفية للشعاعين 1 و 2 في جانب العدسة نفسه الذي يوجد فيه الجسم. ولأن الأشعة تخرج من العدسة بشكل متباعد، فإنها تُكوّن صورة خيالية. ويكون موقع الصورة عند النقطة التي يظهر عندها بأن الأشعة تخرج من العدسة متباعدة منها. فتتكوّن صورة معتدلة ومُصَغَّرة للجسم. وهذا صحيح بغض النظر عن مدى بُعد الجسم من العدسة، كما يكون البعد البؤري للعدسة المقعرة سالبًا.

✓ **التأكد من فهم النص** اذكر سبب تكوين العدسة المقعرة صورة خيالية دائمًا.

معادلة العدسات الرقيقة

تتضمن المسائل التي ستحلها في هذا القسم عدسات رقيقة فقط. وبناءً على نموذج العدسة الرقيقة، والتبسيطات المستخدمة في حل مسائل المرايا الكروية، تم تطوير معادلتين للعدسات. فبالنسبة إلى العدسات، تقع الصورة الخيالية في جانب العدسة الذي يوجد فيه الجسم، أي إنَّ بُعد الجسم يكون سالبًا. لاحظ أن العدسة المقعرة تُكوّن صورًا خيالية فقط، في حين تُكوّن العدسة المحدبة صورًا حقيقية وأخرى خيالية.

معادلة العدسة الرقيقة تربط **معادلة العدسة الرقيقة** بين كل من البعد البؤري للعدسة الكروية الرقيقة وبُعد الجسم وبُعد الصورة.

معادلة العدسة الرقيقة

يساوي مقلوب البعد البؤري للعدسة الرقيقة حاصل جمع مقلوب بُعد الصورة ومقلوب بُعد الجسم من العدسة.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x_i} + \frac{1}{x_o}$$

دعواتكم بالتوفيق