

LEARN
GROW
ACHIEVE



A Brighter
Tomorrow

مدارس المنارة الخاصة
AL MANARA PRIVATE SCHOOLS

معاً نحو نجاح أكبر
Together Towards Greater Success

التكويني
الثاني

المراجعة

REVISION BOOKLET

الفيزياء

المادة:



العاشر متقدم

الصف:



العام الدراسي

2026 - 2027



المعرفة
Knowledge



الإبتكار
Innovation



التميز
Excellence



Better
Students
Brighter
Futures

A BRIGHTER
TOMORROW

مذكرة مراجعة الفيزياء – وحدة الانكسار والعدسات

المادة: الفيزياء	الصف: العاشر متقدم	قسم الفيزياء	العام الدراسي: 2026 – 2027
------------------	-----------------------	--------------	-------------------------------

مخرجات التعلم

- يفسّر انكسار الضوء، ويطبّق قانون سنل لحساب زوايا الانكسار ومعاملات الانكسار.
- يربط معامل الانكسار بسرعة الضوء وطوله الموجي في الوسط (النموذج الموجي للانكسار).
- يحسب الزاوية الحرجة ويفسّر الانعكاس الكلي الداخلي وتطبيقاته مثل الألياف البصرية.
- يفسّر تفريق الضوء وتكوّن قوس المطر وظواهر الانكسار في الغلاف الجوي.
- يميّز بين العدسات المحدبة والمقعرة، ويحدّد موقع الصورة وخصائصها بالطريقة الهندسية (الرسم).
- يطبّق معادلة العدسة الرقيقة وقانون التكبير مع قواعد الإشارات.
- يصف الزيغ الكروي والزيغ اللوني وطرق علاجهما.
- يشرح عمل العين وعلاج قصر النظر وطوله، ومبدأ عمل المقراب والمنظار وآلة التصوير والمجهر.

محتويات المذكرة

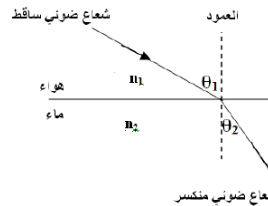
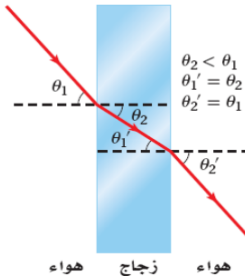
الجزء	المحتوى
الجزء الأول	الشرح والملخص (5-1) انكسار الضوء، 5-2 العدسات المحدبة والمقعرة، 5-3 تطبيقات العدسات) مع أمثلة محلولة
الجزء الثاني	أسئلة متنوعة متدرّجة الصعوبة (اختيار من متعدد، صواب وخطأ، مصطلحات، تحليل، مقارنة، رسم، مسائل، تفكير ناقد)
الجزء الثالث	الإجابات النموذجية لجميع الأسئلة

مفتاح مستويات الأسئلة: تُرافق كل سؤال نجوم توضّح مستواه لمراعاة الفروق الفردية: (★) مستوى أساسي (★★) مستوى متوسط (★★★) مستوى متقدم / تحدّي

الجزء الأول: الشرح والملخص

انكسار الضوء

انكسار الضوء وقانون سنل



انكسار الضوء: انحناء مسار الضوء عند عبوره الحد الفاصل بين وسطين شفافين مختلفين.

يعتمد مقدار الانكسار على: (1) خصائص الوسطين الشفافين، (2) زاوية سقوط الضوء على الحد الفاصل.

قانون سنل: حاصل ضرب معامل انكسار الوسط الأول في جيب زاوية السقوط يساوي حاصل ضرب معامل انكسار الوسط الثاني في جيب زاوية الانكسار.

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

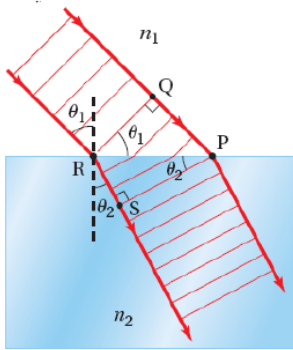
حالات الانكسار

- من وسط n أقل إلى وسط n أكبر ($n_1 < n_2$): ينكسر الشعاع **مقترَّبًا** من العمود المقام ($\theta_2 < \theta_1$).
- من وسط n أكبر إلى وسط n أقل ($n_1 > n_2$): ينكسر الشعاع **مبتعدًا** عن العمود المقام ($\theta_2 > \theta_1$).
- عند السقوط **عموديًا** على الحد الفاصل ($\theta_1 = 0^\circ$): ينفذ الضوء دون أن يعاني أي انكسار.

ظواهر تحدث بسبب الانكسار

- تبدو الأجسام تحت سطح الماء أقرب من بعدها الحقيقي عند النظر إليها من الهواء.
- تبدو الأجسام المغمورة جزئيًا في الماء مشوَّهة (مكسورة)، وتبدو متموَّجة مع حركة سطح الماء.
- يظهر القمر باللون الأحمر أثناء الخسوف: ينكسر ضوء الشمس في الغلاف الجوي للأرض وينحرف نحو القمر، ويشبَّت الغلاف الجوي معظم الأزرق والأخضر فيصل الأحمر إلى القمر وينعكس إلينا.
- نرى الشمس فوق الأفق بعد غروبها فعليًا، بسبب انكسار أشعتها في الغلاف الجوي.

النموذج الموجي للانكسار ومعامل الانكسار



عند انتقال الضوء من الفراغ إلى وسط معامل انكساره n فإنه يتفاعل مع الذرات، فتقل سرعته ويقل طوله الموجي، بينما يبقى تردده ثابتاً.

معامل الانكسار: النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ إلى سرعة الضوء في الوسط، وهو كمية بلا وحدة وقيمته دائماً أكبر من 1 لأي وسط مادي.

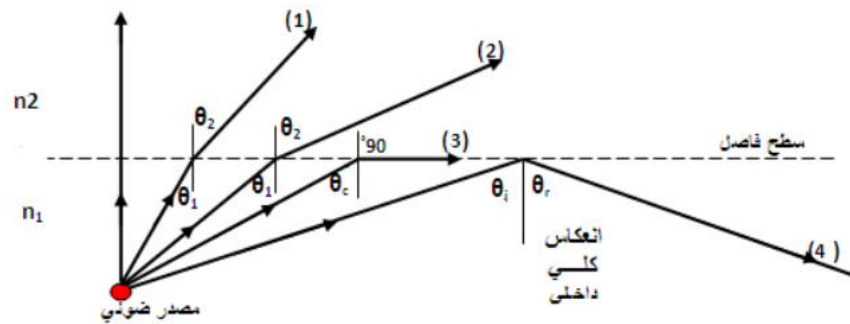
$$n = \frac{c}{v} \quad \lambda_n = \frac{\lambda}{n} \quad f = \frac{v}{\lambda}$$

صور أخرى لقانون سنل:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

الزاوية الحرجة والانعكاس الكلي الداخلي

عندما ينتقل الضوء من وسط معامل انكساره أكبر إلى وسط معامل انكساره أقل، ينكسر مبتعداً عن العمود (الشعاع 1). وبزيادة زاوية السقوط تزداد زاوية الانكسار (الشعاع 2) حتى ينطبق الشعاع المنكسر على الحد الفاصل (الشعاع 3)؛ عندها تسمى زاوية السقوط **الزاوية الحرجة**. وإذا زادت زاوية السقوط عنها ينعكس الضوء كله داخل الوسط (الشعاع 4).



الشكل: الوصول إلى الزاوية الحرجة ثم الانعكاس الكلي الداخلي

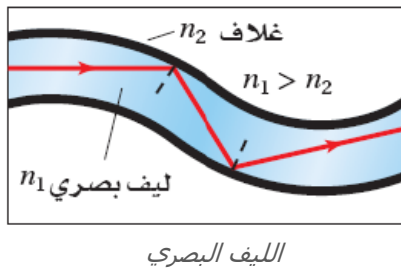
- **الزاوية الحرجة θ_c :** زاوية السقوط في الوسط الأكبر معامل انكسار التي تكون عندها زاوية الانكسار 90° .
- **الانعكاس الكلي الداخلي:** انعكاس الضوء كلياً داخل الوسط الأكبر معامل انكسار عند سقوطه على الحد الفاصل مع وسط أقل معامل انكسار بزاوية سقوط أكبر من الزاوية الحرجة.

$$\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1} \quad (n_1 > n_2)$$

شرطان مهمّان: شرطاً حدوث الانعكاس الكلي الداخلي: (1) أن ينتقل الضوء من وسط معامل انكساره أكبر إلى وسط معامل انكساره أقل. (2) أن تكون زاوية السقوط أكبر من الزاوية الحرجة.

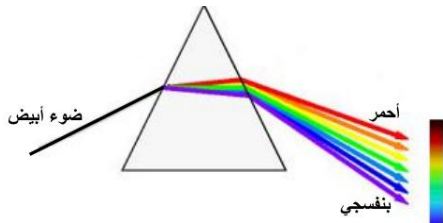
تطبيقات وظواهر

- **الألياف البصرية:** يدخل الضوء أحد طرفيها بزاوية سقوط أكبر من الحرجة فيعاني انعكاسات كلية داخلية متكررة حتى يصل الطرف الآخر دون أن يفقد شدّته، لذا تستخدم في الاتصالات والمناظير الطبية.
- تبدو الأجسام في قاع بركة السباحة مقلوبة لناظر تحت الماء ينظر لأعلى السطح، وقد تختفي الأجسام المغمورة عن ناظر خارج الماء.
- بريق الألماس: معامل انكساره كبير (2.42) وزاويته الحرجة صغيرة (24.4°).



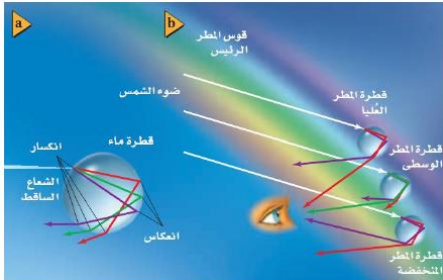
تفريق الضوء وقوس المطر

- تفريق (تحليل) الضوء:** تحلل الضوء الأبيض إلى ألوان الطيف عند مروره خلال منشور زجاجي.
- التفسير:** لكل لون طول موجي وتردد معيّن، فتختلف سرعته في الزجاج ويكون لكل لون معامل انكسار خاص به.
- البنفسجي أكثر الألوان انكسارًا** (سرعته في الزجاج أقل، تردده أكبر، طوله الموجي أقصر)، **والأحمر أقلها**.



كيف يتكوّن قوس المطر؟

- ينكسر ضوء الشمس عند دخوله قطرة المطر، وينكسر كل لون بزاوية مختلفة.
- ينعكس جزء من الضوء انعكاسًا كليًا داخليًا على السطح الخلفي للقطرة.
- ينكسر الضوء مرة أخرى عند خروجه فيزداد التفريق، وتنتج كل قطرة طيفًا كاملاً.
- يرى المراقب لونًا واحدًا فقط من كل قطرة بسبب المواقع النسبية للشمس والقطرة والمراقب، ومن مجموع القطرات يرى القوس كاملاً.
- القوس الثانوي باهت ومعكوس الألوان لأن الضوء ينعكس **مرتين** داخل القطرة.



أمثلة محلولة

مثال 1: سقط شعاع ضوئي من الهواء على سطح ماء ($n = 1.33$) بزاوية 30° . احسب زاوية الانكسار.

$$\sin \theta_2 = (n_1 \sin \theta_1) / n_2 = (1.00 \times \sin 30^\circ) / 1.33 = 0.376 \quad \theta_2 = 22.1^\circ$$

مثال 2: احسب الزاوية الحرجة عند السطح الفاصل بين الألماس ($n = 2.42$) والهواء.

$$\sin \theta_c = n_2 / n_1 = 1.00 / 2.42 = 0.413 \quad \theta_c = 24.4^\circ$$

مثال 3: سقط ضوء طوله الموجي 650 nm على قطعة كوارتز ($n = 1.458$). احسب سرعة الضوء وطوله الموجي داخل الكوارتز، وتردده.

$$v = c / n = (3.00 \times 10^8) / 1.458 = 2.06 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$\lambda_n = \lambda / n = 650 / 1.458 = 446 \text{ nm} \quad f = c / \lambda = (3.00 \times 10^8) / (650 \times 10^{-9}) = 4.62 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

العدسات المحدبة والمقعرة

مصطلحات هامة

- **العدسة:** قطعة من مادة شفافة (زجاج أو بلاستيك) تستخدم في تجميع الضوء أو تفريقه وتكوين الصور.
- **العدسة المحدبة:** عدسة **مجمّعة** وسطها أسمك من أطرافها، تجمع الأشعة المتوازية في البؤرة عندما تكون محاطة بوسط معامل انكساره أقل من معامل انكسار مادتها.
- **العدسة المقعرة:** عدسة **مفرّقة** وسطها أرق من أطرافها، تشتت الأشعة الساقطة عليها عندما يكون الوسط المحيط أقل معامل انكسار، وتكوّن دائمًا صورًا تقديرية معتدلة مصغّرة.



- **البؤرة F:** النقطة التي تتجمّع فيها الأشعة المنكسرة (أو امتداداتها) عندما تسقط الأشعة موازية للمحور الرئيسي.
- **البعد البؤري f:** المسافة بين المستوى الأساسي للعدسة والبؤرة.

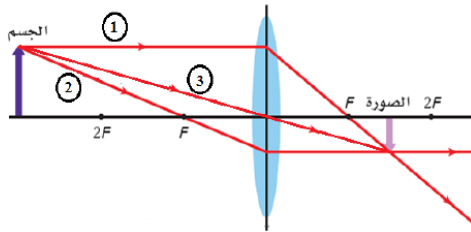


الطريقة الهندسية لتحديد موقع الصورة

مسارات الأشعة الأساسية:

- شعاع يسقط **موازيًا** للمحور الرئيسي ← ينكسر **مارًا بالبؤرة** (أو يبدو امتداده صادرًا منها في المقعرة).
- شعاع يسقط **مارًا بالبؤرة** ← ينكسر **موازيًا** للمحور الرئيسي.
- شعاع يمر **بمركز العدسة** ← ينفذ دون انكسار.

في الجسم أو مر.
ون أن يعاين أي انكسار.



الخطوات: نرسم المحور والبؤرتين و $2F$ ، ثم الجسم على هيئة سهم، ثم شعاعين من الأشعة السابقة؛ وتتكون الصورة عند تقاطع الأشعة المنكسرة (أو امتداداتها).

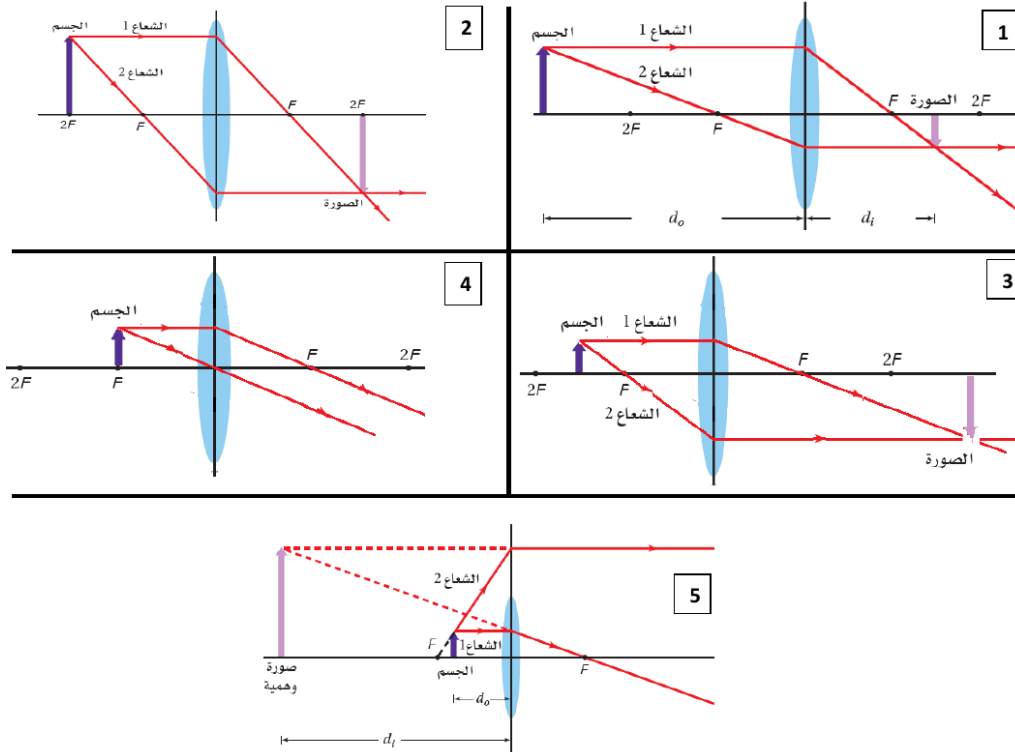
الصورة التقديرية: تتكوّن من التواء **امتدادات** الأشعة المنكسرة، ولا يمكن استقبالها على حاجز، وتكون دائمًا معتدلة وتقع في جهة الجسم نفسها.

الصورة الحقيقية: تتكوّن من التواء **الأشعة المنكسرة** نفسها، ويمكن استقبالها على حاجز، وتكون دائمًا مقلوبة وتقع في الجهة المقابلة للجسم.

أولاً: الصور في العدسات المحدبة

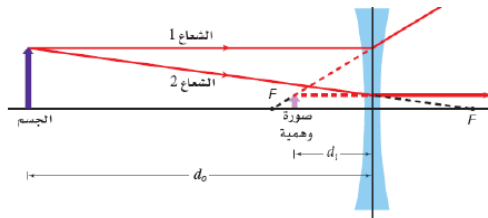
يتغيّر موقع الصورة وصفاتها في العدسة المحدبة بحسب موقع الجسم:

الرقم	موقع الجسم	موقع الصورة	خصائص الصورة
1	أبعد من $2F$ ($x_o > 2f$)	بين F و $2F$ ($2f > x_i > f$) — عكس جهة الجسم	حقيقية — مقلوبة — مصغرة
2	عند $2F$ ($d_o = 2f$)	عند $2F$ ($x_i = 2f$) — عكس جهة الجسم	حقيقية — مقلوبة — مساوية
3	بين F و $2F$ ($2f > x_o > f$)	أبعد من $2F$ ($x_i > 2f$) — عكس جهة الجسم	حقيقية — مقلوبة — مكبرة
4	عند البؤرة F ($x_o = f$)	لا تتكوّن صورة (الأشعة المنكسرة متوازية)	—
5	أقل من F ($x_o < f$)	في جهة الجسم نفسها	تقديرية — معتدلة — مكبرة (العدسة المكبرة)



رسومات الحالات الخمس لتكوّن الصور في العدسة المحدبة

ثانيًا: الصور في العدسات المقعرة



- لا تتغير صفات الصورة مهما كان موضع الجسم: تقديرية – معتدلة – مصغرة.
- موضع الصورة: في جهة الجسم نفسها وعلى بعد أقل من البعد البؤري.

الطريقة الرياضية: معادلة العدسة والتكبير

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i} \quad m = \frac{h_i}{h_o} = \frac{-d_i}{d_o}$$

- معادلة العدسة الرقيقة:** مقلوب البعد البؤري يساوي مجموع مقلوب بعد الجسم ومقلوب بعد الصورة.
- التكبير m:** النسبة بين طول الصورة إلى طول الجسم، ويساوي سالب بعد الصورة مقسومًا على بعد الجسم. $|m| > 1$ مكبرة، $|m| < 1$ مصغرة، $|m| = 1$ مساوية.

قواعد الإشارات

الكمية	موجبة (+)	سالبة (-)
f	عدسة محدبة (مجمعة)	عدسة مقعرة (مفرقة)
x_i	صورة حقيقية (عكس جهة الجسم)	صورة تقديرية (جهة الجسم)
m و h	صورة معتدلة (تقديرية)	صورة مقلوبة (حقيقية)

أمثلة محلولة

مثال 4: وُضع جسم طوله 3.0 cm على بعد 32.0 cm من عدسة محدبة بعدها البؤري 8.0 cm. أين تتكوّن الصورة؟ وما طولها؟ وما صفاتها؟

$$1/d_i = 1/f - 1/d_o = 1/8.0 - 1/32.0 = 3/32 \Rightarrow d_i = +10.7 \text{ cm}$$

$$m = -d_i/d_o = -10.7/32.0 = -0.33 \quad h_i = m h_o = -0.33 \times 3.0 = -1.0 \text{ cm}$$

الصورة حقيقية (d_i موجبة)، مقلوبة (m سالبة)، مصغّرة ($|m| < 1$).

عيوب العدسات الكروية

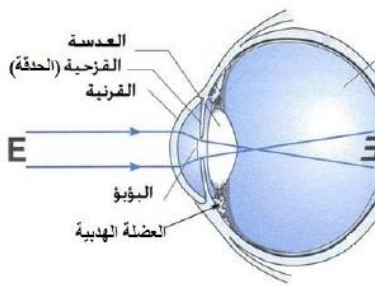
وجه المقارنة	الزيف الكروي	الزيف اللوني
المفهوم	عدم قدرة العدسة الكروية على تجميع الأشعة المتوازية جميعها في نقطة واحدة. حيث تتجمع الأشعة الضوئية المتوازية القريبة من المحور الرئيسي في البؤرة، بينما تتجمع الأشعة البعيدة في نقاط أقرب للعدسة، فتكون العدسة نتيجة لذلك صور مشوشة وغير واضحة.	تركيز الضوء المار خلال العدسات في بؤرات مختلفة لكل لون من ألوان الطيف، لأن الأطوال الموجية المختلفة للضوء تنكسر بزوايا مختلفة، فتكون العدسة نتيجة لذلك صورة محاطة بحزم ملونة.
العلاج	- استخدام حزمة ضوئية ضيقة، حتى تكون الأشعة الضوئية الساقطة قريبة من المحور الرئيسي. - استخدام العدسات معا.	- استخدام العدسات اللاونية وهي نظام يتكون من عدستين محدبة ومقعرة لهما معاملان انكسار مختلفين.

مقارنة بين الزيف الكروي والزيف اللوني وطرق العلاج

تطبيقات العدسات

أولاً: العين

آلية الرؤية: ينتقل الضوء من الجسم عبر **القرنية** إلى **العدسة** التي تكوّن صورة على **الشبكية**، فتمتصّ خلاياها (القضبان والمخروطية) المعلومات الضوئية وترسلها إلى الدماغ عبر العصب البصري.



- **العضلات المحيطة بالعين:** تقبض العدسة وتبسطها (عملية التكيف) فتغيّر بعدها البؤري.
- **القرنية:** تجمع معظم الضوء في البداية لأن الفرق بين معامل انكسار الهواء ومادة القرنية كبير نسبياً.
- **العدسة:** مسؤولة عن التجميع الدقيق للضوء لرؤية الأجسام القريبة والبعيدة بوضوح.

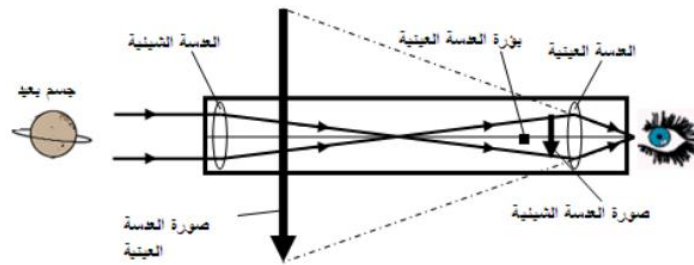
عيوب الإبصار

وجه المقارنة	تقصير النظر	طول النظر
المفهوم	عدم قدرة الشخص المصاب على رؤية الأجسام البعيدة بوضوح.	عدم قدرة الشخص المصاب على رؤية الأجسام القريبة بوضوح.
السبب	تكون الصور أمام الشبكية، لأن البعد البؤري لعدسة عين المصاب أقل من العين السليمة.	تكون الصور خلف الشبكية، لأن البعد البؤري لعدسة عين المصاب أكبر من العين السليمة.
العلاج	استخدام عدسة مقعرة (نظارة أو عدسة لاصقة).	استخدام عدسة محدبة (نظارة أو عدسة لاصقة).

تذكّر: يقبض المصاب بطول النظر عضلات عينه عند النظر إلى الأجسام القريبة لأن الانقباض يقلّل البعد البؤري لعدسة العين فتتركز الصورة على الشبكية.

ثانيًا: المقراب الكاسر (التلسكوب)

الاستخدام: تقريب الأجسام البعيدة وتكبير صورها. **طريقة العمل:** تسقط الأشعة المتوازية من الجسم البعيد على **العدسة الشيئية** فتتكوّن صورة حقيقية مقلوبة مصغّرة عند بؤرتها، تقع بين **العدسة العينية** وبؤرتها، فتعمل جسمًا للعدسة العينية التي تكوّن لها صورة تقديرية مكبرة (مقلوبة بالنسبة للجسم الأصلي). تُستخدم عدسات **لا لونية** للتخلّص من الزيغ اللوني.

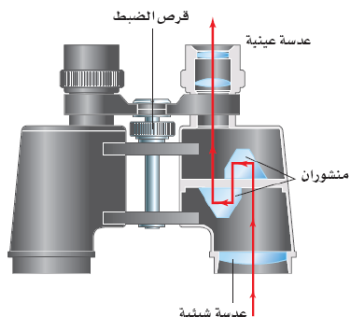


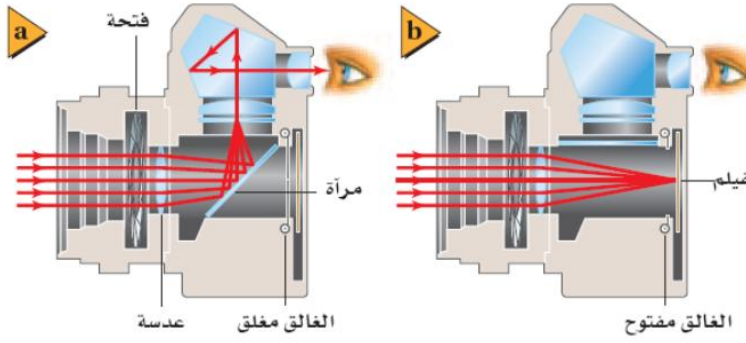
ثالثًا: المنظار، رابعًا: آلة التصوير

المنظار: تكوّن العدسة الشيئية صورة حقيقية مقلوبة، ثم يقلبها **منشوران** بالانعكاس الكلي الداخلي لتصبح معتدلة.

وظيفة المنشورين: (1) قلب الصورة لتصبح معتدلة. (2) إطالة مسار الضوء وتوجيهه للعدسة العينية. (3) تحسين الرؤية ثلاثية الأبعاد بزيادة المسافة بين العدستين الشبئيتين.

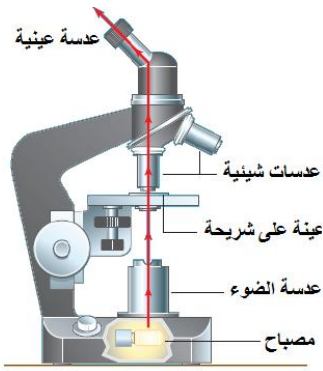
آلة التصوير: يدخل الضوء العدسة المحدبة اللالونية فتتكوّن صورة مقلوبة على **المرآة العاكسة** التي تعكسها نحو المنشور فيقلبها ويوجّهها للعين معتدلة. وعند الضغط على زر الغالق ترتفع المرآة لحظيًا فيسقط الضوء على الفيلم (المستشعر).





آلة التصوير: (a) الغالق مغلق، (b) الغالق مفتوح

خامسًا: المجهر



الاستخدام: مشاهدة الأجسام الصغيرة وتكبير صورها.

- يوضع الجسم بين بؤرة العدسة الشيئية وضعف بعدها البؤري، فتتكوّن له صورة **حقيقية مقلوبة مكبرة**.
- تقع هذه الصورة بين العدسة العينية وبؤرتها فتعمل جسمًا لها، فتكوّن العينية صورة **تقديرية مكبرة** (مقلوبة بالنسبة للجسم الأصلي).
- التكبير الكلي = حاصل ضرب تكبير الشيئية × تكبير العينية.

الجزء الثاني: أسئلة متنوعة

السؤال الأول: اختر الإجابة الصحيحة ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة

- 1** الظاهرة التي يحدث فيها انحناء لمسار الضوء عند عبوره الحد الفاصل بين وسطين مختلفين هي: (★)
- (أ) الانعكاس (ب) الانكسار (ج) الحيود (د) التداخل
- 2** عند انتقال شعاع ضوئي مائلًا من الهواء إلى الماء فإنه: (★)
- (أ) ينكسر مقتربًا من العمود المقام (ب) ينكسر مبتعدًا عن العمود المقام
(ج) ينفذ دون أن ينكسر (د) ينعكس انعكاسًا كليًا داخليًا
- 3** عندما يسقط الضوء عموديًا على الحد الفاصل بين وسطين، تكون زاوية الانكسار: (★)
- (أ) 0° (ب) 45° (ج) 90° (د) مساوية للزاوية الحرجة
- 4** الكمية الفيزيائية التي تبقى ثابتة عند انتقال الضوء من الهواء إلى الزجاج هي: (★)
- (أ) السرعة (ب) الطول الموجي (ج) التردد (د) اتجاه الانتشار
- 5** إذا كان معامل انكسار الألماس 2.42، فإن سرعة الضوء فيه تساوي: (★★)
- (أ) 7.26×10^8 m/s (ب) 3.00×10^8 m/s (ج) 2.42×10^8 m/s (د) 1.24×10^8 m/s
- 6** ضوء طوله الموجي في الفراغ 600 nm دخل الماء ($n = 1.33$)، فإن طوله الموجي في الماء يساوي: (★★)
- (أ) 798 nm (ب) 600 nm (ج) 451 nm (د) 133 nm
- 7** الزاوية الحرجة هي زاوية السقوط التي تكون عندها زاوية الانكسار: (★)
- (أ) 0° (ب) 45° (ج) 90° (د) 180°

-8 يحدث الانعكاس الكلي الداخلي عندما ينتقل الضوء: (★★)

- (أ) من وسط معامل انكساره أكبر إلى أقل، وزاوية السقوط أكبر من الزاوية الحرجة
 (ب) من وسط معامل انكساره أقل إلى أكبر، وزاوية السقوط أكبر من الزاوية الحرجة
 (ج) من وسط معامل انكساره أكبر إلى أقل، وزاوية السقوط أقل من الزاوية الحرجة
 (د) من وسط معامل انكساره أقل إلى أكبر، وزاوية السقوط أقل من الزاوية الحرجة

-9 الزاوية الحرجة بين زجاج معامل انكساره 1.50 والهواء تساوي تقريبًا: (★★)

- (أ) 30.0° (ب) 41.8° (ج) 48.6° (د) 62.5°

-10 تُعدّ الألياف البصرية تطبيقًا تقنيًا لظاهرة: (★)

- (أ) الانعكاس الكلي الداخلي (ب) الانكسار
 (ج) الاستقطاب (د) الحيود

-11 عند تحلل الضوء الأبيض في منشور زجاجي، يكون اللون الأكثر انكسارًا هو: (★)

- (أ) الأحمر (ب) الأصفر (ج) الأخضر (د) البنفسجي

-12 يظهر القمر باللون الأحمر خلال مرحلة خسوفه بسبب: (★)

- (أ) انعكاس الضوء عن سطح الأرض (ب) انكسار ضوء الشمس في الغلاف الجوي للأرض
 (ج) تداخل موجات الضوء (د) حيود الضوء حول القمر

-13 وُضع جسم عند 2F أمام عدسة محدبة، فإن صورته تكون: (★★)

- (أ) حقيقية مقلوبة مساوية عند 2F (ب) حقيقية مقلوبة مصغرة بين F و 2F
 (ج) تقديرية معتدلة مكبرة (د) لا تتكوّن صورة

-14 الصورة التي تكوّنّها العدسة المقعرة لجسم حقيقي تكون دائمًا: (★)

- (أ) حقيقية مقلوبة مكبرة (ب) تقديرية معتدلة مصغرة
 (ج) تقديرية مقلوبة مصغرة (د) حقيقية معتدلة مساوية

-15 إذا كان تكبير عدسة $m = -2$ ، فإن الصورة المتكوّنة: (★★)

- (أ) تقديرية معتدلة مكبرة مرتين (ب) حقيقية مقلوبة مكبرة مرتين
 (ج) حقيقية مقلوبة مصغرة للنصف (د) تقديرية معتدلة مصغرة للنصف

-16 وُضع جسم على بعد 30 cm من عدسة محدبة بعدها البؤري 10 cm، فإن بعد الصورة عن العدسة: (★★)

- (أ) 7.5 cm (ب) 15 cm (ج) 20 cm (د) 30 cm

17- يُعالج قصر النظر باستخدام: (★)

(أ) عدسة محدبة (ب) عدسة مقعرة (ج) منشور زجاجي (د) مرآة مستوية

18- للتخلص من الزيغ اللوني في الأدوات البصرية نستخدم: (★★)

(أ) عدسة أكثر سمكًا (ب) عدسة لا لونية (محدبة ومقعرة مختلفتي معامل الانكسار)
(ج) ضوءًا أكثر شدة (د) عدسة أكبر قطرًا

19- الجزء المسؤول عن تجميع معظم الضوء الداخل إلى العين في البداية هو: (★★)

(أ) الشبكية (ب) القرنية (ج) القزحية (د) العصب البصري

20- انتقل الضوء من وسط A إلى وسط B فازدادت سرعته، لذلك: (★★★)

(أ) $n_A > n_B$ وينكسر الشعاع مبتعدًا عن العمود
(ب) $n_A < n_B$ وينكسر الشعاع مقتربًا من العمود
(ج) $n_A > n_B$ وينكسر الشعاع مقتربًا من العمود
(د) $n_A = n_B$ ولا يحدث انكسار

السؤال الثاني: ضع علامة (✓) أو (X) مع تصحيح الخطأ

21- معامل انكسار أي وسط مادي شفاف أقل من الواحد. (★) ()

التصحيح:

22- عند انتقال الضوء من الماء إلى الهواء ينكسر مقتربًا من العمود المقام. (★) ()

التصحيح:

23- يقلّ الطول الموجي للضوء عند انتقاله من الهواء إلى الزجاج بينما يبقى تردده ثابتًا. (★) ()

التصحيح:

24- تتكوّن الصورة الحقيقية من التقاء امتدادات الأشعة المنكسرة. (★★) ()

التصحيح:

25- يكون البعد البؤري للعدسة المقعرة سالبًا في معادلة العدسة. (★) ()

التصحيح:

26- يمكن أن يحدث الانعكاس الكلي الداخلي عند انتقال الضوء من الهواء إلى الماء. (★★) ()

التصحيح:

- 27- الصورة التي تكوّنّها العدسة الشيئية في المجهر حقيقية مقلوبة مكبرة. ()
(★★)

التصحيح:

السؤال الثالث: اكتب المصطلح العلمي الدالّ على كل عبارة

- 28- النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ إلى سرعة الضوء في الوسط.
(★) (.....)
- 29- زاوية السقوط التي تكون عندها زاوية الانكسار (.....) 90° . (★)
- 30- انعكاس الضوء كلياً داخل الوسط الأكبر معامل انكسار عندما تزيد زاوية السقوط على الزاوية الحرجة. (★) (.....)
- 31- تحلل الضوء الأبيض إلى ألوان الطيف عند مروره خلال منشور زجاجي.
(★) (.....)
- 32- عدم قدرة العدسة الكروية على تجميع الأشعة المتوازية جميعها في نقطة واحدة.
(★★) (.....)
- 33- تركيز الضوء المار خلال العدسة في بؤرات مختلفة لكل لون من ألوان الطيف.
(★★) (.....)
- 34- المسافة بين المستوى الأساسي للعدسة والبؤرة. (★) (.....)
- 35- عيب في الإبصار لا يستطيع فيه الشخص رؤية الأجسام البعيدة بوضوح لتكوّن الصورة أمام الشبكية. (★) (.....)

السؤال الرابع: علّل لما يأتي

- 36- تبدو الأجسام الموجودة تحت سطح الماء أقرب من بعدها الحقيقي عند النظر إليها من الهواء. (★)

- 37- يحافظ الضوء على شدّته داخل الليف البصري مهما بلغ طوله. (★★)

38- يتلألأ الألماس أكثر من قطعة زجاج لها الشكل نفسه. (★★★)

39- يكون اللون البنفسجي أكثر ألوان الطيف انحرافاً عند مرور الضوء الأبيض في منشور زجاجي. (★★)

40- على الرغم من انكسار ضوء الشمس في الغلاف الجوي إلا أنه لا يتحلل إلى طيف. (★★★)

41- لا يحدث الزيغ اللوني في المرايا بينما يحدث في العدسات. (★★★)

42- يُستخدم منشوران في المنظار. (★★)

السؤال الخامس: قارن حسب الجدول

43- قارن بين العدسة المحدبة والعدسة المقعرة: (★★)

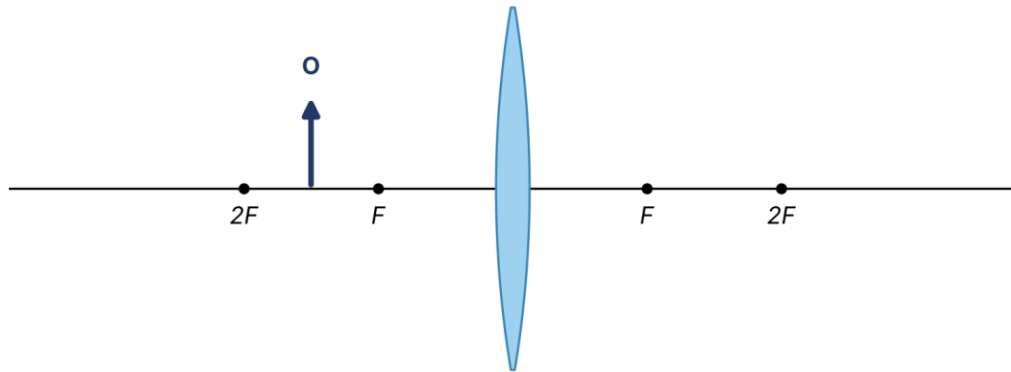
وجه المقارنة	العدسة المحدبة	العدسة المقعرة
نوعها (مجمّعة / مفرّقة)		
سمك وسطها مقارنة بأطرافها		
إشارة البعد البؤري f		
نوع الصورة لجسم حقيقي		
عيب الإبصار الذي تعالجه		

44- قارن بين الصورة الحقيقية والصورة التقديرية: (★★)

وجه المقارنة	الصورة الحقيقية	الصورة التقديرية
كيفية تكوّنها		
استقبالها على حاجز		
الوضع (معتدلة / مقلوبة)		
موقعها بالنسبة للجسم		
إشارة d_i		

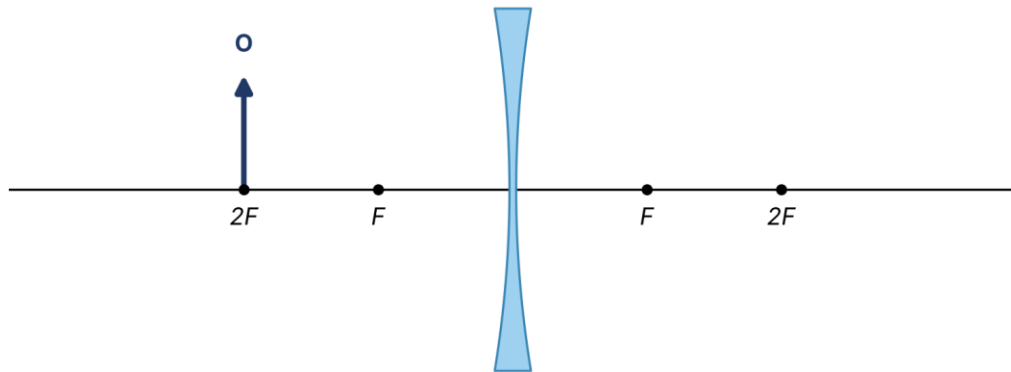
السؤال السادس: الرسم وتتبع الأشعة

45- وُضع جسم (O) بين F و 2F أمام عدسة محدبة كما في الشكل. أكمل مسار شعاعين على الأقل لتحديد موقع الصورة، ثم اذكر ثلاث صفات لها. (★★)



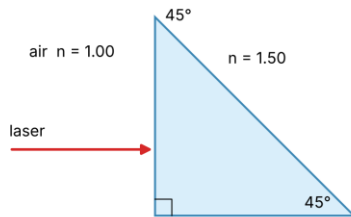
صفات الصورة:

46- وُضع جسم (O) أمام عدسة مقعرة كما في الشكل. أكمل مسار الأشعة لتحديد موقع الصورة، ثم اذكر صفاتها. (★★)



صفات الصورة:

- 47-** منشور زجاجي قائم الزاوية ومتساوي الساقين ($n = 1.50$) موضوع في الهواء، سقط عليه شعاع ليزر عمودياً على أحد وجهيه القصيرين كما في الشكل. (★★★)
أ) احسب الزاوية الحرجة للزجاج.



ب) هل ينفذ الشعاع من الوجه المائل (الوتر)؟ فسّر، ثم أكمل مسار الشعاع على الشكل.

ج) ما أقل معامل انكسار للمنشور يلزم لحدوث الانعكاس الكلي الداخلي على الوجه المائل؟

السؤال السابع: المسائل الحسابية (استخدم $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$)

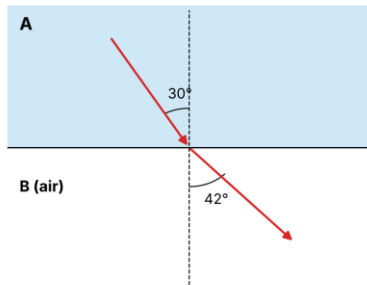
- 48-** سقط شعاع ضوئي من الهواء على لوح زجاجي ($n = 1.50$) بزاوية 45° . احسب زاوية الانكسار. (★)

- 49-** إذا كانت سرعة الضوء في سائل شفاف $2.25 \times 10^8 \text{ m/s}$ ، فاحسب معامل انكسار هذا السائل. (★)

- 50-** ضوء أصفر طوله الموجي في الفراغ 589 nm دخل الماء ($n = 1.33$). احسب: أ) سرعة الضوء في الماء. ب) طوله الموجي في الماء. ج) تردده. (★★)

51- احسب الزاوية الحرجة لزجاج معامل انكساره 1.52 عندما يكون: (أ) في الهواء. (ب) مغمورًا في الماء ($n = 1.33$). (★★)

52- يمثل الشكل شعاعًا ضوئيًا ينتقل من الوسط A إلى الوسط B. (★★★)
(أ) أيّ الوسطين معامل انكساره أكبر؟ فسّر.



(ب) احسب معامل انكسار الوسط A.

(ج) احسب الزاوية الحرجة للوسط A مع الهواء.

(د) ماذا يحدث للشعاع إذا أصبحت زاوية السقوط 55° ؟

53- وُضع جسم طوله 4.0 cm على بعد 20 cm من عدسة محدبة بعدها البؤري 12 cm. احسب بعد الصورة وتكبيرها وطولها، وحدد صفاتها. (★★)

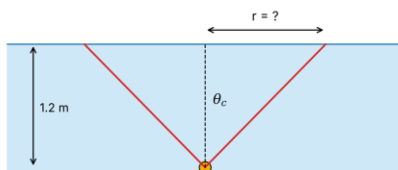
54- في المسألة السابقة، إذا قُرب الجسم ليصبح على بعد 8.0 cm من العدسة نفسها، فأين تتكوّن الصورة؟ وما طولها وصفاتها؟ (★★)

55- وُضع جسم طوله 6.0 cm على بعد 30 cm من عدسة مقعرة بعدها البؤري 15 cm. احسب بعد الصورة وطولها، وحدد صفاتها. (★★)

56- يريد أحد هواة الطوايع تكبير طابع 4 مرات (صورة معتدلة) عندما يكون الطابع على بعد 3.0 cm من العدسة. ما البعد البؤري للعدسة اللازمة؟ وما نوعها؟ (★★)

57- فتاة مصابة بطول النظر، تحتاج أن يكون الكتاب على بعد 50 cm من عينيها لتقرأ بوضوح، بينما المسافة الطبيعية للقراءة 25 cm. ما البعد البؤري لعدسة النظارة اللازمة؟ وما نوعها؟ (★★★)

58- وُضع مصدر ضوئي نقطي في قاع حوض سباحة عمقه 1.2 m ومملوء بالماء ($n = 1.33$). احسب نصف قطر الدائرة الضوئية التي يخرج منها الضوء من سطح الماء إلى الهواء. (★★★)



59- في مجهر، وُضعت شريحة على بعد 6.0 mm من العدسة الشيئية التي بعدها البؤري 5.0 mm . أ) احسب بعد الصورة الأولى وتكبيرها. ب) إذا تكوّنت هذه الصورة على بعد 15 mm من العدسة العينية التي بعدها البؤري 20 mm ، فأين تتكوّن الصورة النهائية؟ ج) احسب التكبير الكلي للمجهر. (★★★)

السؤال الثامن: التفكير الناقد والإبداعي

60- لا يرى الغوّاص الأجسام بوضوح إذا فتح عينيه مباشرة في الماء، لكنه يراها بوضوح عند ارتداء قناع غوص به هواء أمام عينيه. فسّر ذلك مستعينًا بدور القرنية. (★★★)

61- عدسة زجاجية محدبة ($n = 1.50$) غُمِرت في سائل معامل انكساره 1.65 . كيف يتغيّر سلوكها في تجميع الضوء؟ فسّر إجابتك. (★★★)

انتهت الأسئلة – مع تمنياتي لكم بالتوفيق والتميز

الجزء الثالث: الإجابات النموذجية

إجابات السؤال الأول: اختيار من متعدد

السؤال	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
الإجابة	ب	أ	أ	ج	د	ج	ج	أ	ب	أ
السؤال	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
الإجابة	د	ب	أ	ب	ب	ب	ب	ب	ب	أ

توضيح لبعض البدائل الحسابية: (5) $v = c/n = 3.00 \times 10^8 / 2.42 = 1.24 \times 10^8$ m/s. (6) $\lambda_n = 600/1.33 = 451$ nm. (9) $\sin \theta_c = 1/1.50 \Rightarrow \theta_c = 41.8^\circ$. (16) $1/d_i = 1/10$. $1/30 \Rightarrow d_i = 15$ cm – nm.

إجابات السؤال الثاني: صواب وخطأ

رقم السؤال	الإجابة والتصحيح
21	X أكبر من الواحد (لأن سرعة الضوء في الوسط أقل من c).
22	X ينكسر مبتعدًا عن العمود المقام.
23	✓
24	X من التقاء الأشعة المنكسرة نفسها.
25	✓
26	X يحدث عند انتقاله من الماء إلى الهواء (من الأكبر إلى الأقل معامل انكسار).
27	✓

إجابات السؤال الثالث: المصطلحات

رقم السؤال	المصطلح
28	معامل الانكسار
29	الزاوية الحرجة
30	الانعكاس الكلي الداخلي
31	تفريق (تحليل) الضوء
32	الزيف الكروي
33	الزيف اللوني
34	البعد البؤري
35	قصر النظر

إجابات السؤال الرابع: التعليل

- (36) لأن الضوء الخارج من الماء إلى الهواء ينكسر مبتعدًا عن العمود المقام، فتلتقي امتدادات الأشعة المنكسرة في نقطة أقرب إلى السطح فنرى صورة الجسم أعلى من موقعه الحقيقي.
- (37) لأن الضوء يسقط على جدار الليف بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة فيعاني انعكاسات كلية داخلية متكررة دون أن ينفذ جزء منه إلى خارج الليف.
- (38) لأن معامل انكسار الألماس كبير (2.42) فتكون زاويته الحرجة صغيرة (24.4°)، فيعاني معظم الضوء الداخل إليه انعكاسات كلية داخلية متعددة قبل خروجه من أوجه محدودة فيبدو لامعًا براقًا.
- (39) لأن سرعة الضوء البنفسجي في الزجاج هي الأقل (طوله الموجي الأقصر وتردده الأكبر)، فيكون معامل انكسار الزجاج له أكبر.
- (40) لأن سرعات الألوان المختلفة للضوء في الهواء متساوية تقريبًا، فيكون معامل انكسار الهواء لها متساويًا.
- (41) لأن الزيف اللوني ينتج عن الانكسار الذي يعتمد على الطول الموجي، أما المرايا فتعكس الضوء والانعكاس لا يعتمد على الطول الموجي.
- (42) لقلب الصورة لتصبح معتدلة، ولإطالة مسار الضوء وتوجيهه للعدسة العينية، وذلك بالانعكاس الكلي الداخلي.

إجابات السؤال الخامس: المقارنة

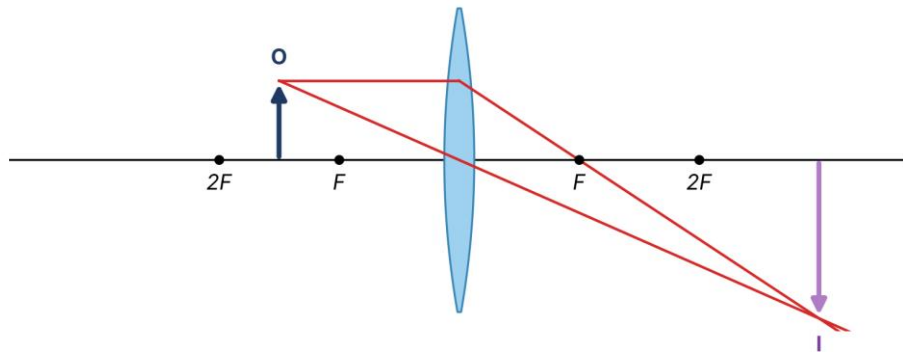
(43)

وجه المقارنة	العدسة المحدبة	العدسة المقعرة
نوعها	مجمّعة	مفرّقة
سمك وسطها	أسمك من أطرافها	أرقّ من أطرافها
إشارة f	موجبة (+)	سالبة (-)
نوع الصورة	حقيقية أو تقديرية حسب موقع الجسم	تقديرية معتدلة مصغّرة دائماً
عيب الإبصار	طول النظر	قصر النظر

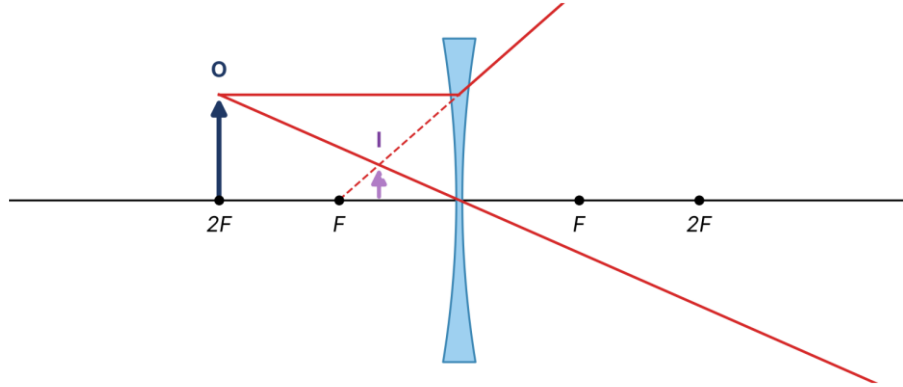
(44)

وجه المقارنة	الصورة الحقيقية	الصورة التقديرية
كيفية تكوّنها	التقاء الأشعة المنكسرة نفسها	التقاء امتدادات الأشعة المنكسرة
استقبالها على حاجز	يمكن	لا يمكن
الوضع	مقلوبة دائماً	معتدلة دائماً
موقعها	عكس جهة الجسم	في جهة الجسم نفسها
إشارة d_i	موجبة	سالبة

إجابات السؤال السادس: الرسم

(45) الصورة تتكوّن أبعد من $2F$ في الجهة المقابلة: حقيقية – مقلوبة – مكبّرة.

(46) الصورة تتكوّن بين البؤرة والعدسة في جهة الجسم: تقديرية – معتدلة – مصغّرة.



(47)

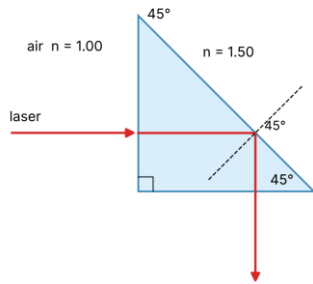
(أ)

$$\sin \theta_c = 1.00 / 1.50 = 0.667 \Rightarrow \theta_c = 41.8^\circ$$

(ب) يدخل الشعاع الوجه الأول دون انكسار (سقوط عمودي)، ثم يسقط على الوتر بزاوية 45° وهي أكبر من الزاوية الحرجة 41.8° ، فلا ينفذ بل **ينعكس انعكاسًا كليًا داخليًا** وينحرف 90° ويخرج عموديًا من الوجه القصير الآخر.

(ج) يلزم أن تكون $\theta_c \leq 45^\circ$:

$$n_{\min} = 1 / \sin 45^\circ = 1.41$$



إجابات السؤال السابع: المسائل

(48)

$$\sin \theta_2 = (n_1 \sin \theta_1) / n_2 = (1.00 \times \sin 45^\circ) / 1.50 = 0.471 \Rightarrow \theta_2 = 28.1^\circ$$

(49)

$$n = c / v = (3.00 \times 10^8) / (2.25 \times 10^8) = 1.33$$

(50)

$$v = c / n = (3.00 \times 10^8) / 1.33 = 2.26 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$\lambda_n = \lambda / n = 589 / 1.33 = 443 \text{ nm}$$

$$f = c / \lambda = (3.00 \times 10^8) / (589 \times 10^{-9}) = 5.09 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

التردد لا يتغيّر عند انتقال الضوء إلى الماء.

(51)

$$(a) \sin \theta_c = 1.00 / 1.52 = 0.658 \Rightarrow \theta_c = 41.1^\circ$$

$$(b) \sin \theta_c = 1.33 / 1.52 = 0.875 \Rightarrow \theta_c = 61.0^\circ$$

نلاحظ أن الزاوية الحرجة تزداد عند غمر الزجاج في الماء لأن الفرق بين معاملتي الانكسار أصبح أقل.
(52)

$$(b) \quad n_A \sin 30^\circ = n_B \sin 42^\circ \Rightarrow n_A = (1.00 \times 0.669) / 0.500 = 1.34$$

$$(c) \quad \sin \theta_c = 1.00 / 1.34 = 0.746 \Rightarrow \theta_c = 48.3^\circ$$

أ) الوسط A معامل انكساره أكبر، لأن الشعاع انكسر مبتعدًا عن العمود عند خروجه منه ($42^\circ > 30^\circ$). (د) 55° .
فيحدث انعكاس كلي داخلي ولا يخرج الشعاع إلى الهواء 48.3° أكبر من الزاوية الحرجة.

(53)

$$1/d_i = 1/f - 1/d_o = 1/12 - 1/20 = 2/60 \Rightarrow d_i = +30 \text{ cm}$$

$$m = -d_i/d_o = -30/20 = -1.5 \quad h_i = m h_o = -1.5 \times 4.0 = -6.0 \text{ cm}$$

الصورة حقيقية – مقلوبة – مكبرة 1.5 مرة، وتقع على بعد 30 cm في الجهة المقابلة للجسم.

(54)

$$1/d_i = 1/f - 1/d_o = 1/12 - 1/8.0 = -1/24 \Rightarrow d_i = -24 \text{ cm}$$

$$m = -(-24)/8.0 = +3.0 \quad h_i = 3.0 \times 4.0 = +12 \text{ cm}$$

الصورة تقديرية – معتدلة – مكبرة 3 مرات، وتقع في جهة الجسم نفسها (العدسة تعمل كعدسة مكبرة).

(55)

$$1/d_i = 1/f - 1/d_o = 1/(-15) - 1/30 = -3/30 \Rightarrow d_i = -10 \text{ cm}$$

$$m = -(-10)/30 = +0.33 \quad h_i = 0.33 \times 6.0 = +2.0 \text{ cm}$$

الصورة تقديرية – معتدلة – مصغرة، وتقع على بعد 10 cm في جهة الجسم.

(56)

$$m = -d_i/d_o = +4 \Rightarrow d_i = -4 \times 3.0 = -12 \text{ cm}$$

$$1/f = 1/3.0 + 1/(-12) = 3/12 \Rightarrow f = +4.0 \text{ cm}$$

العدسة محدبة بعدها البؤري 4.0 cm.

(57)

$$d_o = 25 \text{ cm}, \quad d_i = -50 \text{ cm}$$

$$1/f = 1/25 + 1/(-50) = 1/50 \Rightarrow f = +50 \text{ cm}$$

يلزمها نظارة بعدسات محدبة بعدها البؤري 50 cm، تكون للكتاب صورة تقديرية على بعد 50 cm تستطيع رؤيتها بوضوح.

(58)

$$\sin \theta_c = 1.00 / 1.33 = 0.752 \Rightarrow \theta_c = 48.8^\circ$$

$$r = h \tan \theta_c = 1.2 \times \tan 48.8^\circ = 1.2 \times 1.14 = 1.37 \text{ m}$$

الأشعة التي تصل السطح خارج هذه الدائرة تسقط بزاوية أكبر من الحرجة فتنعكس كليًا داخل الماء.

(59)

$$(a) \quad 1/d_{i1} = 1/5.0 - 1/6.0 = 1/30 \Rightarrow d_{i1} = 30 \text{ mm}, \quad m_1 = -30/6.0 = -5.0$$

$$(b) \quad 1/d_{i2} = 1/20 - 1/15 = -1/60 \Rightarrow d_{i2} = -60 \text{ mm}, \quad m_2 = -(-60)/15 = +4.0$$

$$(c) \quad m_{\text{total}} = m_1 \times m_2 = (-5.0)(+4.0) = -20$$

الصورة النهائية تقديرية على بعد 60 mm من العدسة العينية، مكبرة 20 مرة ومقلوبة بالنسبة للجسم الأصلي.

إجابات السؤال الثامن: التفكير الناقد

(60) تجمّع القرنية معظم الضوء بسبب الفرق الكبير بين معامل انكسار الهواء (1.00) ومعامل انكسار مادتها. وفي الماء ($n = 1.33$) يصبح هذا الفرق صغيرًا جدًا فيقلّ انكسار الضوء عند القرنية وتتكوّن الصورة خلف الشبكية فتبدو الأجسام مشوّشة. أما القناع فيبقي طبقة هواء أمام العين فتعود القرنية لتجميع الضوء بشكل طبيعي.

(61) تصبح العدسة **مفرقة**؛ لأن العدسة المحدبة تكون مجمّعة فقط عندما يكون معامل انكسار الوسط المحيط بها أقل من معامل انكسار مادتها. وهنا الوسط المحيط أكبر ($1.65 > 1.50$) فينكسر الضوء عند دخوله العدسة مبتعدًا عن العمود وعند خروجه منها بعكس الحالة المعتادة، فتتشتت الأشعة المتوازية بدل أن تتجمّع.