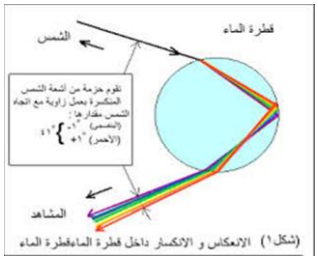
Ibrahim Ali

٣ انعكاس الضوء وانكساره



(شكل١) الانعكاس و الانكسار داخل قطرة الماءقطرة الماء

- يبدو قوس المطر واضحا في الأيام الممطرة المشمسة .

س : لماذا لا يحدث قوس المطر في وقت أخر ؟

جـ : لأنه لابد من وجود ضوء الشمس الذي ينكسر وينعكس و يتحلل داخل قطرات ماء المطر .

- نشاهد في الأيام الحارة واحدة من الأوهام البصرية مثل ظاهرة السراب و هي تكوُّن بحيرة من الماء على مد البصر و كلما اقتربنا منها تختفي ، و تتكون هذه الظاهرة بسبب انكسار و انعكاس و تحلل الضوء.

*** انعكاس الضوء** : هو ارتداد الضوء عند سقوطه على سطح جسم ما .

- المصدر الرئيسي للطاقة الضوئية على سطح الأرض هي الشمس .

- يسير الضوء في خطوط مستقيمة عبر الفراغ و الأوساط الشفافة (الهواء / الماء / الزجاج) .

- ينفذ الضوء خلال الأوساط الشفافة ، و لا ينفذ عند اصطدامه بجسم معتم و يتكوّن ظل للجسم المعتم ، و مثال ذلك حدوث ظاهرتي كسوف الشمس و خسوف القمر .

- القمر جسم غير مضيء "معتم" ، و لكننا نراه مضيئا ، لماذا ؟ لأنه يعكس إلينا أشعة الشمس .

س : كم طائرا حيا ترى في الصورة أمامك ؟

جـ : اثنان ، الطائر الأصلي و صورته .

س : ما وجه الشبه بين الماء الساكن و المرآة ؟

جـ : الماء الساكن و المرآة يعكسان الضوء انعكاس منتظم فتتكون صور للأجسام .

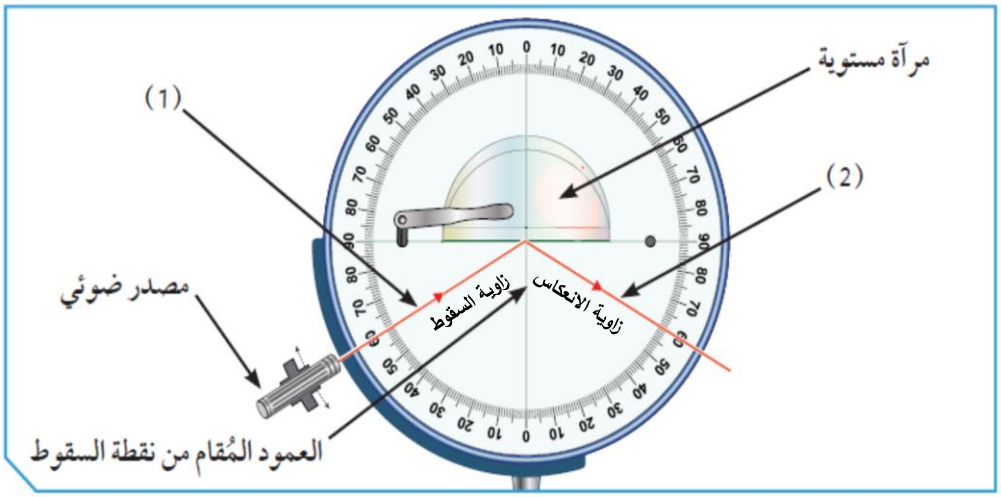
س : كيف تستطيع السيارات في المواقف السفلية الصعود بدون التعرض لخطر الاصطدام ؟

جـ : بسبب وجود مرآة محدبة في كل مفرق تعكس صور للسيارات القادمة من الجهة الأخرى ، و ذلك لأنها توفر زاوية واسعة للرؤية و تُكَوِّن صورة تقديرية معتدلة مصغرة للأجسام .

س : كيف يستطيع طاقم الغواصة استكشاف أو رؤية ما يحدث فوق سطح الماء ؟

جـ : باستخدام جهاز يسمى البيروسكوب و الذي يحتوي على زوج من المرآة المستوية .

 # كيف تحدث ظاهرة انعكاس الضوء ؟ صـ ٥٤



شكل (13) : قرص هرتل

1. أمامك قرص هرتل. أسقط شعاعًا ضوئيًا مائلًا على العمود المُقام من نقطة السقوط كما في الشكل (13).			
ملاحظاتي	ينعكس الشعاع الضوئي عند سقوطه على سطح المرآة المستوية		
2. يُسمّى الشعاع رقم (1)	الشعاع الساقط		
3. يُسمّى الشعاع رقم (2)	الشعاع المنعكس		
4. تتكوّن بين الشعاع رقم (1) والعمود المُقام من نقطة السقوط	زاوية السقوط		
5. تتكوّن بين الشعاع رقم (2) والعمود المُقام من نقطة السقوط	زاوية الانعكاس		
6. مستعينًا بالجدول التالي، سجِّل الزاوية المحصورة بين الشعاع رقم (2) والعمود المُقام من نقطة السقوط.			
الزاوية المحصورة بين الشعاع (1) والعمود المُقام من نقطة السقوط	(45°)	(60°)	صفر
الزاوية المحصورة بين الشعاع (2) والعمود المُقام من نقطة السقوط	45^0	60^0	صفر
استنتاجي	يحدث انعكاس للأشعة الضوئية تبعا لقوانين الانعكاس .		
	القانون الأول : زاوية السقوط = زاوية الانعكاس .		
	القانون الثاني :		
نجد أنّ الشعاع الساقط والشعاع المنعكس والعمود المُقام من نقطة السقوط على السطح العاكس، جميعها تقع في مستوى عمودي واحد على السطح العاكس. ٢			

س : كيف نرى الأجسام المضيئة كالشمس و المصباح ؟

جـ : نرى الأجسام المضيئة بواسطة الضوء الصادر منها و الذي يدخل إلى العين .

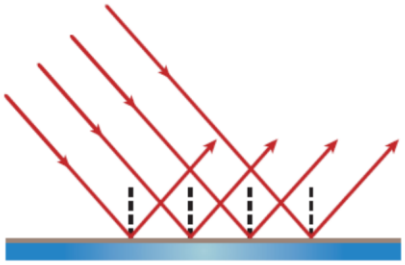
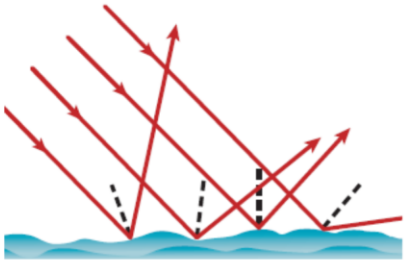
س : كيف نرى الأجسام غير المضيئة كالحائط و الإنسان ؟

جـ : نرى الأجسام غير المضيئة بواسطة الضوء المنعكس عنها و الذي يدخل إلى العين .

س : لماذا ترى صورتك في المرآة و لا تراها في الحائط بالرغم من أن كليهما يعكسان الضوء ؟

جـ : المرآة تعكس الضوء انعكاسا منتظما و لذلك تُكَوِّن الصور ، أما الحائط فيعكس الضوء انعكاسا غير منتظم فلا تتكون صوَّر . (قانونا الانعكاس يتحققان سواء كان الانعكاس منتظما أم غير منتظم)

 # لماذا ترى صورتك في المرآة و لا تراها على الحائط ؟ صـ ٥٥

وجه المقارنة	 مرآة	 حائط
نوع السطح	أملس	خشن
اتّجاه الأشعّة المنعكسة	في اتجاه واحد و متوازية	في عدة اتجاهات و مبعثرة
نوع الانعكاس وفق اتّجاه الأشعّة المنعكسة	انعكاس منتظم	انعكاس غير منتظم

إنّ انعكاس الضوء أمرٌ مهمّ بالنسبة إليك. دلِّل على أهميّة ذلك.

١) استخدام أرخميدس مرايا مقعرة لعكس الضوء و تركيزه على سفن الأعداء فاحترقت...

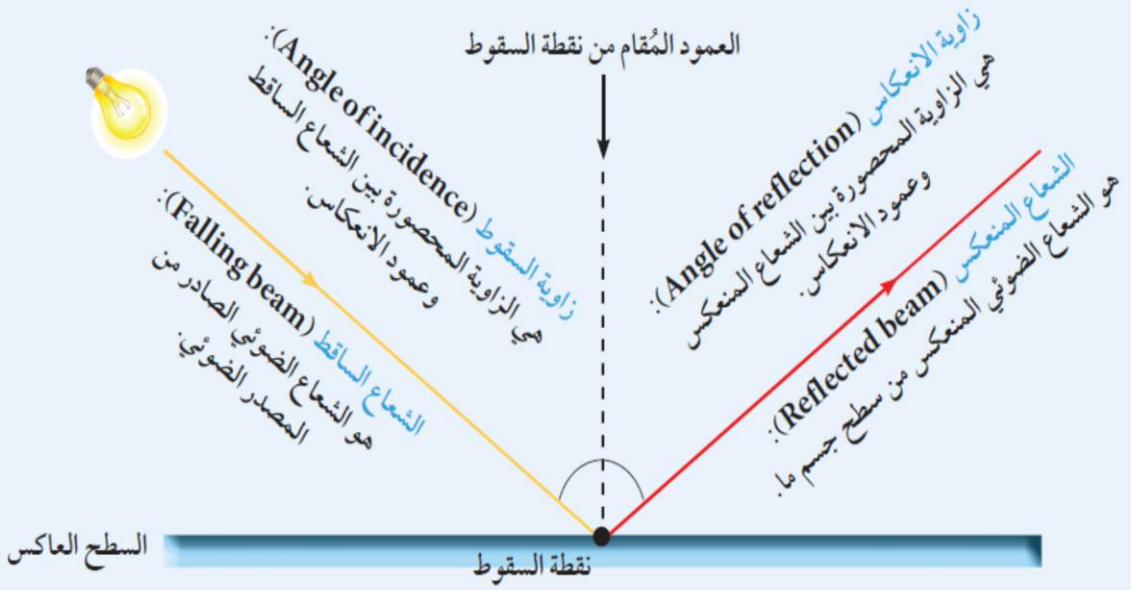
٢) رؤية صوَّرنا عند ارتداء الملابس أو عند الحلاقة أو عند وضع المكياج (للسيدات)...

٣) تُستخدم ظاهرة انعكاس الضوء في التصوير حيث تنعكس الأشعة و تدخل الكاميرا...

٤) تُستخدم ظاهرة انعكاس الضوء في قياس المسافات بين الأجسام.....

٥) مهم للرؤية لأننا نرى الأشياء التي تعكس الضوء إلى أعيننا.....

تحقَّقْ من فهمك



انعكاس الضوء: هو ارتداد الأشعّة الضوئية نتيجة سقوطها على سطح جسم ما.

أنواعه

الانعكاس المنتظم (Regular reflection): يحدث عند سقوط الأشعّة الضوئية على سطح أملس مصقول ناعم، وتكون فيه الأشعّة المنعكسة متوازية وفي اتّجاه واحد.

الانعكاس غير المنتظم (Irregular reflection): يحدث عند سقوط الأشعّة الضوئية على سطح خشن غير أملس أو غير مصقول، وتكون فيه الأشعّة المنعكسة مبعثرة في اتّجاهات مختلفة.

الأمثلة

المرآة المستوية، الماء الساكن، الأسطح الفلزّية المصقولة.

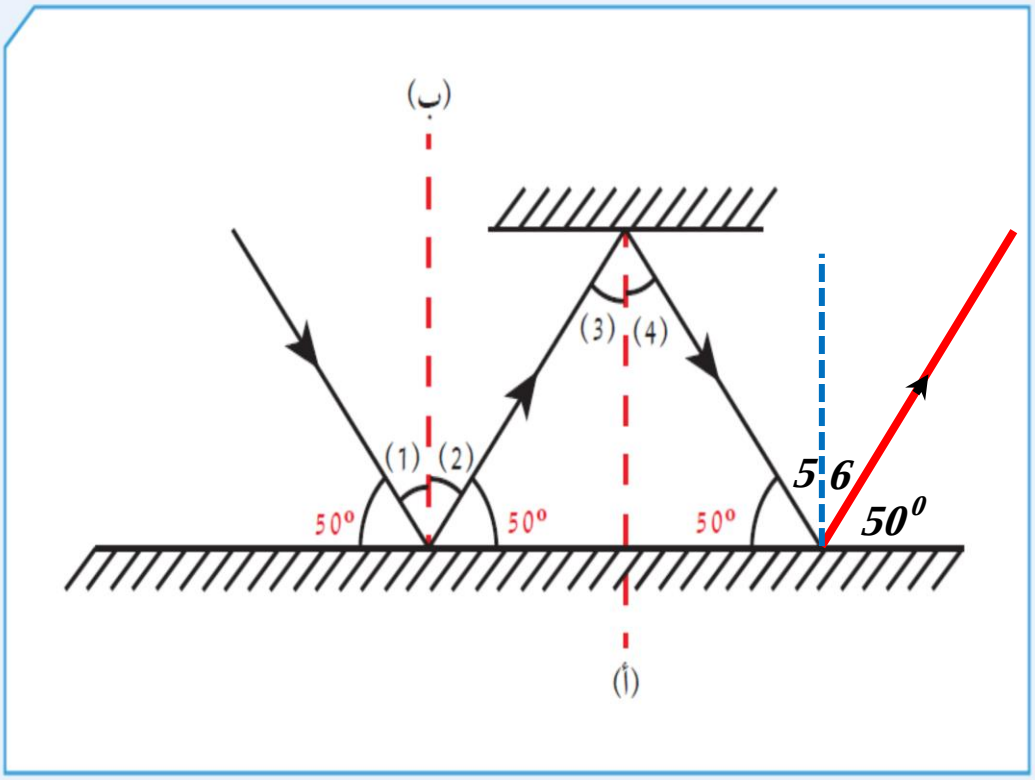
حائط، سطح ماء مضطرب، شجرة.

قانونا الانعكاس

الانعكاس الأوّل (First law of reflection): زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس.

الانعكاس الثاني (Second law of reflection): الشعاع الساقط والشعاع المنعكس والعمود المُقام من نقطة السقوط على السطح العاكس، جميعها تقع في مستوى واحد عمودي على السطح العاكس.

أكمِل رسم مسار الشعاع الضوئي.



1. أكمِل ترقيم الزوايا الناتجة.

2. زوايا السقوط تمثّلها الأرقام: 1 / 3 / 5

3. الزاوية رقم (1) = 40^0

السبب: العمود ب يصنع زاوية قائمة مقدارها 90^0 مع سطح المرآة .

الزاوية رقم 1 = $90^0 - 50^0 = 40^0$

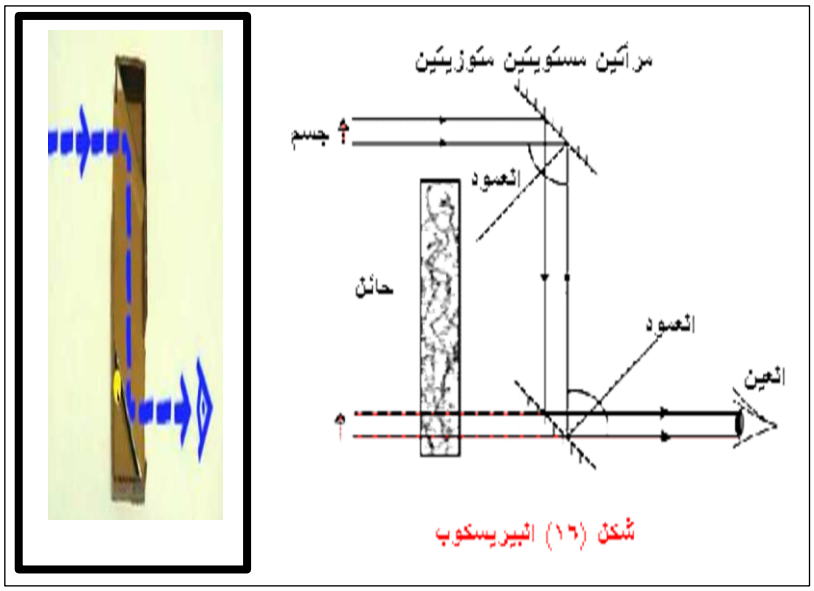
4. زوايا الانعكاس تمثّلها الأرقام: 2 / 4 / 6

5. ما العلاقة بين الزاوية رقم (1) والزاوية رقم (2)؟ متساويتان

السبب: لأن زاوية السقوط = زاوية الانعكاس (قانون الانعكاس الأول)

- يجب عدم توجيه ضوء المصباح أو قلم الليزر إلى العين مباشرةً أو من خلال السطح العاكس لأن الضوء المباشر يضر بالعين .

صمم منظارا لغواصة من أدوات بسيطة موضحا فكرة عمله و أهميته : صـ ٥٨

تصميم المنظار (البيرسكوب)	يتكون من أنبوب يوجد عند كل طرف مرأة مستوية مثبتة بزاوية مقدارها ٤٥° بحيث تعكس الضوء من الجسم إلى العين  شكل (١٦) البيريسكوب
فكرة عمله	تسقط الأشعة الضوئية المنعكسة من السفينة على مرآة مستوية مثبتة بزاوية مقدارها ٤٥° فتنعكس انعكاسا منتظما إلى أسفل حيث تسقط على مرآة مستوية أخرى مثبتة بزاوية مقدارها ٤٥° فتنعكس انعكاسا منتظما لتذهب إلى العين .
أهمّيته	١) يستخدمه طاقم الغواصات لرؤية السفن على سطح البحر . ٢) يستخدمه الجنود و هم داخل الدبابات لرؤية ما في الخارج . ٣) يستخدمه الباحثون في المختبرات لإجراء التجارب الكيميائية الخطرة .

* **المرايا** : من الأجسام التي تعكس الضوء الساقط عليها انعكاسا منتظما .

أنواع المرايا

مرايا مستوية

نقف أمامها كل صباح لتمشيط الشعر..إلخ

صورة تقديرية مساوية معتدلة معكوسة

مرايا كرية

مرآة مقعرة

السطح العاكس داخلي

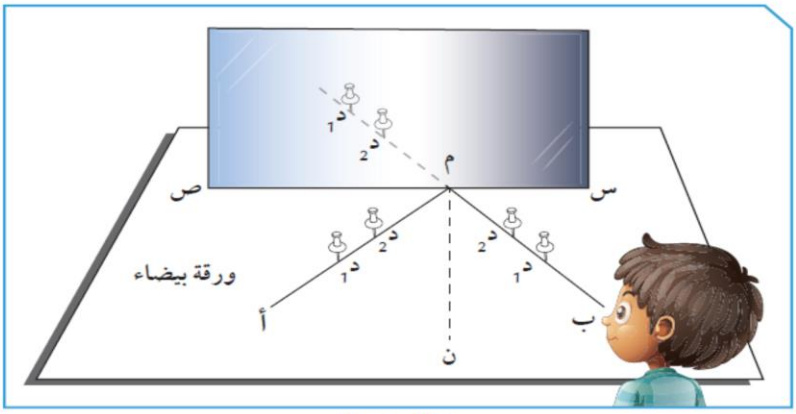
فحص الأسنان

مرآة محدبة

السطح العاكس خارجي

على جانبي السيارة

ما صفات الصورة التي تُكَوِّنها المرآة المستوية : صـ ٦٠



شكل (18)

اِرفع يدك اليمنى أمام المرآة المستوية.	
ملاحظاتي	ترفع الصورة يدها اليسرى (صورة معكوسة)
قُمْ بإجراء النشاط كما في الشكل (18)، ثمّ سجِّل نتائجك.	
1. أين تكوّنت صورة الجسم؟	خلف المرآة
2. قارِن بين طول الجسم وطول الصورة.	طول الجسم = طول الصورة (مساوية)
3. قارِن وضع الجسم مع وضع الصورة.	الجسم و الصورة نفس الوضع (معتدلة)
4. قِسِ المسافة بين الجسم والمرآة.	٥٠ سم
5. قِسِ المسافة بين الصورة والمرآة.	٥٠ سم بُعد الجسم عن المرآة = بُعد الصورة عن المرآة
6. ما صفات الصور المتكوِّنة في المرآة المستوية؟	
تقديرية / معتدلة / معكوسة / مساوية (طول الجسم = طول الصورة) / تتكون خلف المرآة / بُعد الجسم عن المرآة = بُعد الصورة عن المرآة .	

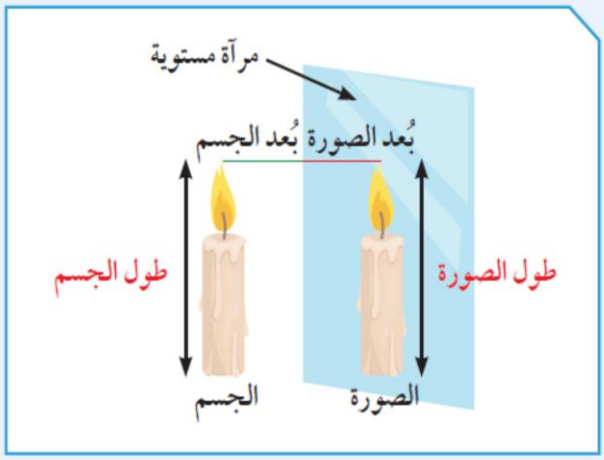
* **المرآة المستوية** : هي سطح مستو عاكس معتم غير منفذ للضوء .

تحقَّقْ من فهمك

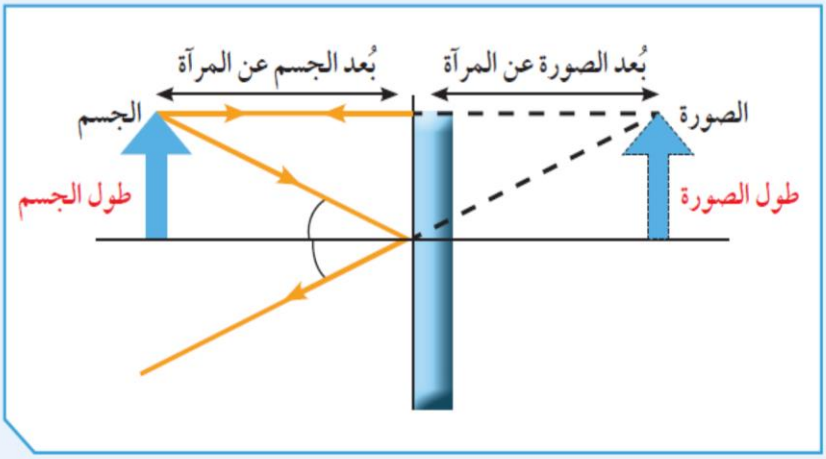
المرايا لها أنواع مختلفة منها المرايا المستوية.
المرآة المستوية سطح مستوٍ عاكس غير منفذ للضوء.

صفات الصور في المرآة المستوية

- معتدلة بالنسبة للجسم
- معكوسة
- تقديرية أي خيالية
  - تتكوّن داخل المرآة نتيجة تلاقي امتدادات الأشعّة المنعكسة.
- طول الجسم = طول الصورة
- بُعد الجسم عن المرآة = بُعد الصورة عن المرآة



شكل (19)

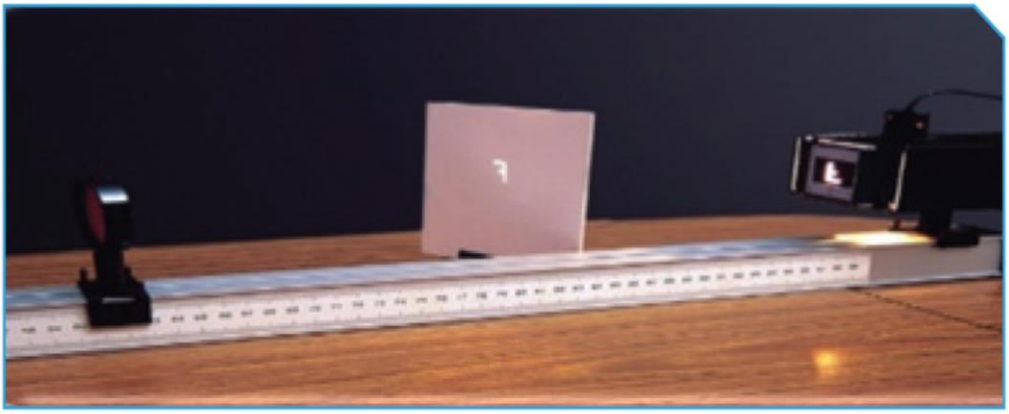


شكل (20)

- تحتوي أجهزة الطباخ الشمسي و الفرن الشمسي و المصباح اليدوي و كشاف السيارة على أسطح عاكسة ، عبارة عن مرآة مقعرة و التي لها سطح عاكس داخلي و تُجمع الأشعة المنعكسة .

 # كيف تنعكس الأشعة الضوئية في المرايا الكرية ؟ صـ ٦٢

سجِّل فرضيّتك.	عند سقوط أشعة ضوئية على مرآة كرية فإنها تنعكس بشكل مختلف عن انعكاسها في المرآة المستوية .	
تحقّق من فرضيّتك.		
وجه المقارنة	مرآة (أ)	مرآة (ب)
1. السطح العاكس	داخلي	خارجي
2. اسم المرآة	مقعرة	محدبة
3. حجم صورتك داخل المرآة	مكبرة	مصغرة
4. أسقِط أشعّة متوازية على المرآة (أ) والمرآة (ب)، ثمّ سجِّل نتائجك.	تنعكس متجمعة في نقطة البؤرة	تنعكس متفرقة بحيث تتجمع امتدادها في نقطة البؤرة
ملاحظاتي	البؤرة حقيقية لأنها تنتج من تلاقي الأشعة المنعكسة	البؤرة تقديرية لأنها تنتج من تلاقي امتدادات الأشعة المنعكسة
نقطة تلاقي الأشعّة المنعكسة أو امتدادها تُسمّى البؤرة (F).		



شكل (22)

اِبحث عن البؤرة في المرايا المقعَّرة.	
5. رتِّب أدواتك كما في الشكل (22).	
6. أين تُستقبَل أصغر وأوضح صورة؟	على الحائل أمام المرآة .
النقطة التي تكوّنت عندها أصغر وأوضح صورة يُسمّى البؤرة، ويُرمَز لها بحرف (F).	
7. ما نوع البؤرة؟ لماذا؟	حقيقية ، لأنها تنتج من تلاقي الأشعة المنعكسة نفسها ، و تُستقبل على حائل .
8. قِسِ المسافة من البؤرة إلى منتصف السطح العاكس بخطٍّ مستقيم.	هذه المسافة تسمى البعد البؤري . و يختلف قياس البعد البؤري من مرآة لأخرى .
9. اِستبدِل المرآة المقعَّرة بمرآة محدَّبة في النشاط السابق. ما نوع البؤرة الناتجة؟ فسِّر إجابتك.	
تقديرية ، لأنها تنتج من تلاقي امتدادات الأشعة المنعكسة ، و لا تُستقبل على حائل .	
المسافة من منتصف السطح العاكس إلى البؤرة تُسمّى البُعد البؤري.	

* أيّ نوع من المرايا الكروية يمكن استخدامها في أجهزة الطبّاخ الشمسي والفرن الشمسي؟

فسِّر إجابتك: مرآة مقعرة ، لأنها هي التي تُجمع الأشعة في نقطة البؤرة ، فتزداد الحرارة عندها .

- المرآة الكروية سواء كانت محدبة أو مقعرة لها عدة أجزاء منها :-

١) **مركز التكور** C : هو مركز الكرة التي تُعتبر المرآة جزء من سطحها .

٢) **قطب المرآة** M : هو نقطة تقع في منتصف السطح العاكس للمرآة الكرية .

٣) **البؤرة** F : نقطة تقع في منتصف المسافة بين مركز التكور و قطب المرآة .

نقطة تلاقي الأشعة المنعكسة في المرآة المقعرة " حقيقية تُستقبل على حائل "

نقطة تلاقي امتدادات الأشعة المنعكسة في المرآة المحدبة " تقديرية لا تُستقبل على حائل "

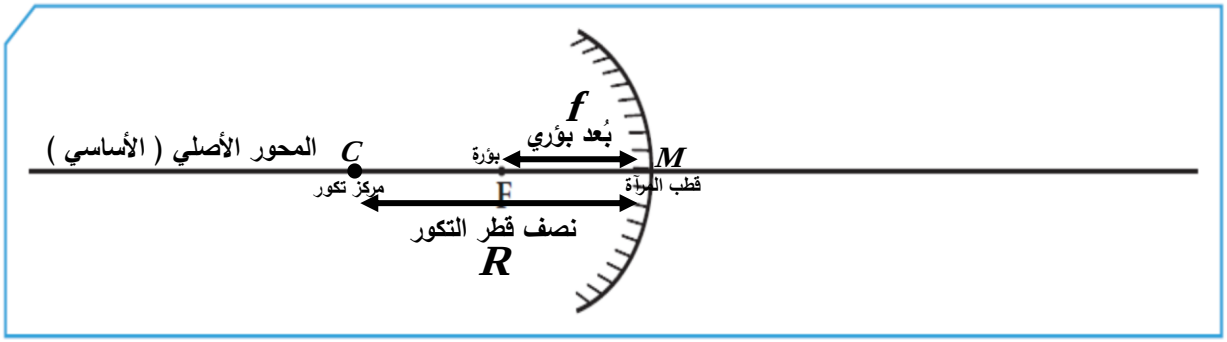
٤) **المحور الأصلي " الأساسي "** : هو الخط المستقيم الذي يمر بقطب المرآة و مركز تكورها .

٥) **البعد البؤري** f : هي المسافة بين البؤرة و قطب المرآة .

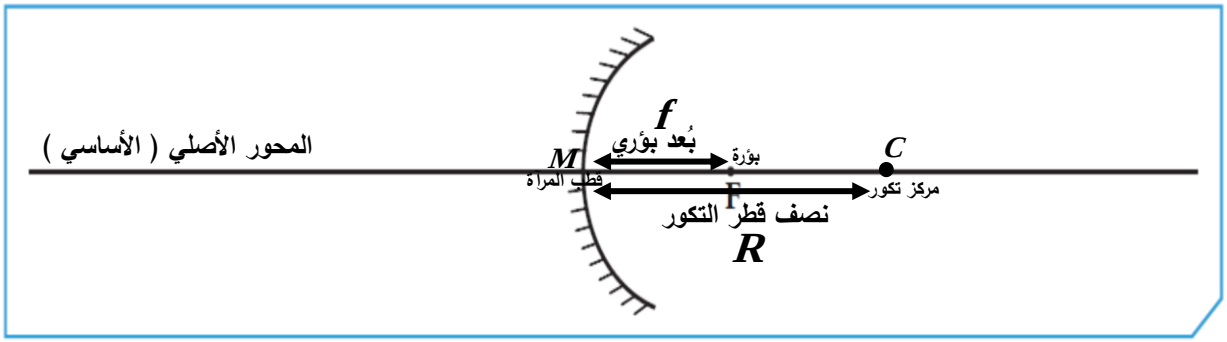
٦) **نصف قطر التكور** R : هو المسافة بين مركز التكور و قطب المرآة .

نصف قطر التكور = ضعف البعد البؤري

$$2f = R$$



مرآة محدَّبة

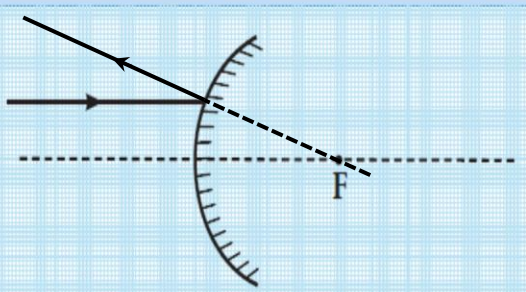


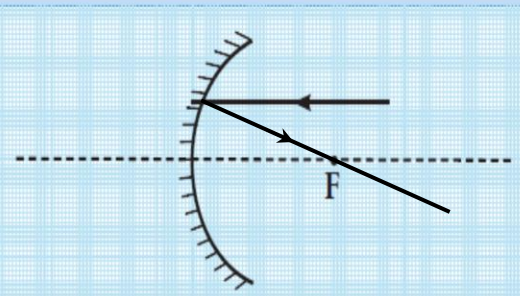
مرآة مقعَّرة

ما مسار الأشعّة المنعكسة عن المرآة المقعَّرة والمحدَّبة؟

صـ ٦٥

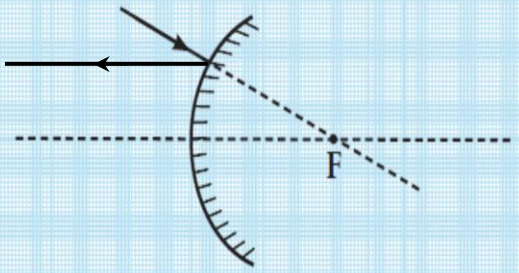
أكمِل مسـار الشـعاع الضوئي في المرآة المحدَّبة والمرآة المقعَّرة واكتب الحقيقة العلمية التي توصّلت إليها.

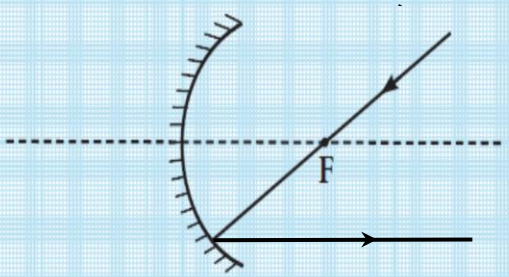




1. إذا سقط شعاع ضوئي موازيًا للمحور الأصلي فإنّه

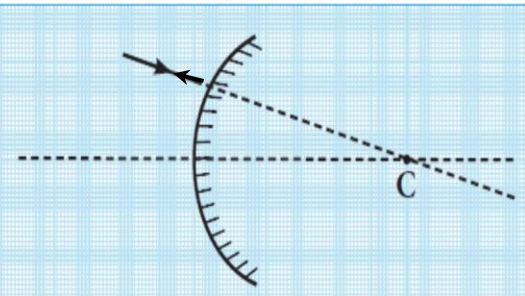
ينعكس مارا بالبؤرة في المقعرة ، و ينعكس بحيث امتداده يمر بالبؤرة في المحدبة

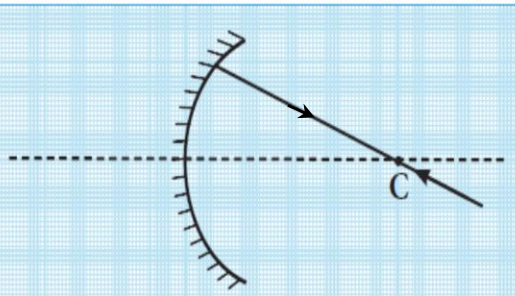




2. إذا سقط شعاع ضوئي مارًّا هو أو امتداده بالبؤرة فإنّه

ينعكس موازيا للمحور الأصلي (الأساسي) .





3. إذا سقط شعاع ضوئي مارًّا هو أو امتداده بمركز التكوّر فإنّه

ينعكس على نفسه ، لأنه ساقط عمودي و تكون :

زاوية السقوط = زاوية الانعكاس = صفر .

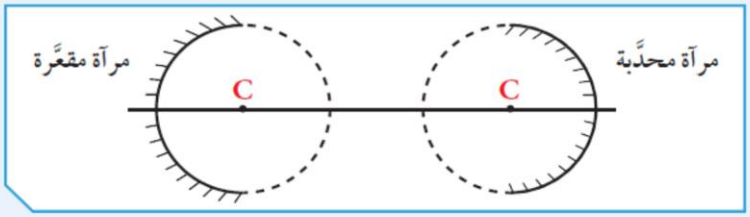
- قوانين الانعكاس تنطبق على جميع أنواع المرايا سواء كانت مستوية أو كرية .

- عند رسم الصورة نكتفي بشعاعين فقط من رأس الجسم أحدهما موازي للمحور الأصلي و الثاني مارا بالبؤرة أو بمركز التكور .

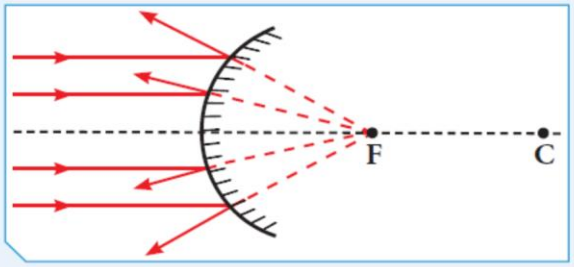
تحقَّقْ من فهمك

أنواع المرايا الكروية

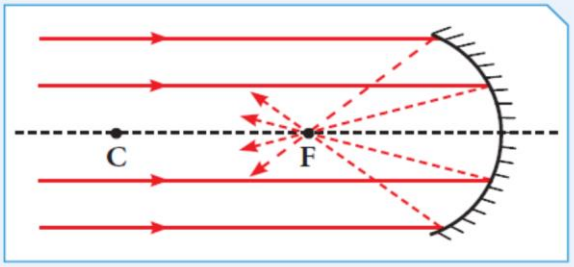
مرآة مقعَّرة (Convex mirror)	مرآة محدَّبة (Concave mirror)
سطحها العاكس هو السطح الداخلي.	سطحها العاكس هو السطح الخارجي.
تُستخدَم في صالونات الحلاقة والتجميل وفي المجهر البسيط، ويستخدمها طبيب الأسنان لفحص الأسنان.	تُستخدَم على جانبَي السيّارة وفي المحلّات التجارية ومواقف السيّارات.
تجمّع الأشعّة المنعكسة في البؤرة وتُسمّى المرآة المجمِّعة.	تفرّق الأشعّة المنعكسة وتُسمّى المرآة المفرِّقة.
بؤرة المرآة المقعَّرة حقيقية (Real focus) لأنّها تنتج من تلاقي الأشعّة المنعكسة وتُستقبَل على حائل كما في الشكل (24).	بؤرة المرآة المحدَّبة تقديرية (Estimated Focus) لأنّها تنتج من تلاقي امتدادات الأشعّة المنعكسة ولا يمكن استقبالها على حائل كما في الشكل (25).



شكل (23)



شكل (25)



شكل (24)

- تتكون صور للأجسام نتيجة تلاقي الأشعة المنعكسة أو امتداداتها .
- الصور التي تتكون نتيجة تلاقي الأشعة المنعكسة تكون حقيقية مقلوبة .
- الصور التي تتكون نتيجة تلاقي امتدادات الأشعة المنعكسة تكون تقديرية معتدلة .

كيف تُغير حجم صورتك في المرايا الكروية ؟ صـ ٦٧

سجل فرضيتك : بتغيير المسافة بين الجسم و المرآة يمكن أن تتغير حجم صورة الجسم .

شكل (28)

١) رتب أدواتك و نفذ تجربتك و سجل نتائجك في الجدول .

٢) أسقط أشعة ضوئية متوازية من مصدر ضوئي على مرآة مقعرة و استقبلها على حائل .

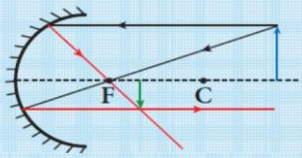
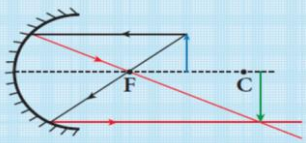
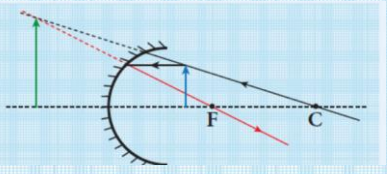
٣) حدد البؤرة ، ثم قس البعد البؤري :

البعد البؤري f = ... تتغير القيمة حسب المرآة المستخدمة . مثلاً ١٥ سم

نصف قطر التكور R = ... ضعف البعد البؤري . لتكن ٣٠ سم .

٤) حدد مركز التكور C على المحور الأصلي .

٥) ارسم الجسم على شكل (↑) ، ثم أكمل الجدول :

موقع الجسم	صفات الصورة	موقع الصورة	الرسم
أ. ضَعِ الجسم أبعد من مركز التكوّر.	حقيقية مقلوبة مصغرة	بين مركز التكور و البؤرة	
ب. ضَعِ الجسم بين مركز التكوّر والبؤرة.	حقيقية مقلوبة مكبرة	أبعد من مركز التكور	
ج. ضَعِ الجسم على مسافة أقلّ من البُعد البؤري.	تقديرية معتدلة مكبرة	خلف المرآة	

استنتاجي: ....تختلف صفات الصورة التي تكوّنها المرآة المقعرة باختلاف بعد الجسم عن المرآة .....، و لها ٦ حالات و الموضح بالجدول ثلاثة فقط.....

6. اِستبدِل المرآة المقعَّرة بمرآة محدَّبة في النشاط السابق. ما صفات الصورة المتكوِّنة؟

استنتاجي: ....المرآة المحدبة لها حالة واحدة فقط أي أنها تُكوِّن صور لها نفس الصفات مهما اختلف بعد الجسم عن المرآة و هي تقديرية معتدلة مصغرة ، تقع خلف المرآة...

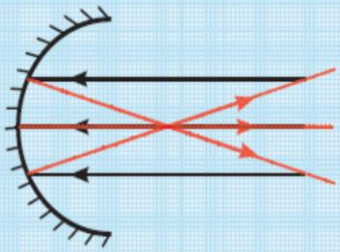
كيف نرسم الصورة المتكوِّنة في المرايا الكروية؟

نرسم من رأس الجسم شعاعين: الأوّل موازٍ للمحور الأصلي (الأساسي) ثمّ ينعكس مارًّا بالبؤرة. والثاني يمرّ بالبؤرة ثمّ ينعكس موازيًا، أو نرسم شعاعًا ضوئيًّا مارًّا بمركز التكوّر والذي ينعكس على نفسه، فتتكوّن الصورة عند نقطة تلاقي الأشعّة المنعكسة لهذه الأشعّة أو امتداداتها.

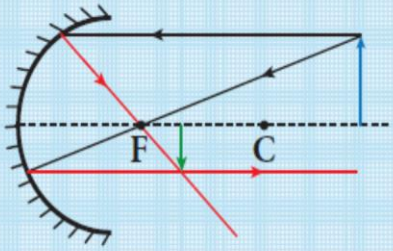
- صفات الصور المتكوّنة في المرآة المقعرة : صـ ٦٩

تختلف صفات الصور باختلاف بُعد الجسم عن المرآة المقعرة كما يلي :

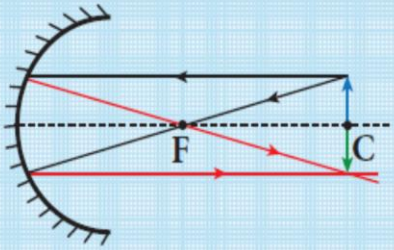
1. إذا كان الجسم في ما لانهاية: تكون صورته حقيقية، مقلوبة، مصغَّرة جدًّا، تقع في البؤرة.



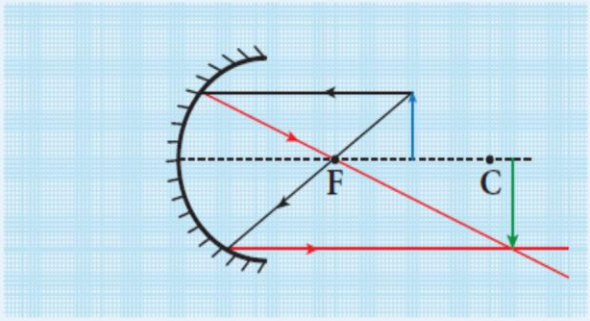
2. إذا كان الجسم أبعد من مركز التكوّر: تكون صورته حقيقية، مقلوبة، مصغَّرة، تقع بين البؤرة ومركز التكوّر.



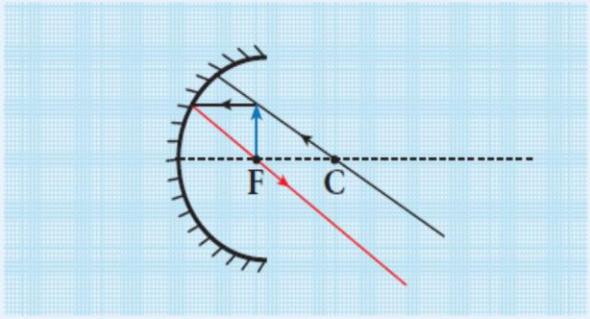
3. إذا كان الجسم في مركز التكوّر: تكون صورته حقيقية، مقلوبة، مساوية للجسم، تقع في مركز التكوّر أسفل الجسم.



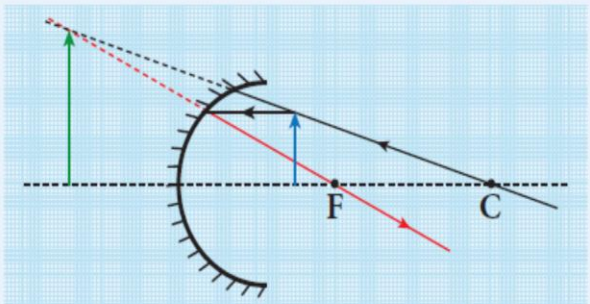
4. إذا كان الجسم بين البؤرة ومركز التكـوّر: تكـون صورتـه حقيقيـة، مقلوبـة، مكبَّـرة، تقع داخـل مركز التكـوّر أو أبعد من مركز التكوّر.



5. إذا كان الجسم في البؤرة: تتكوّن صورته في ما لانهاية.



6. إذا كان الجسم عند بُعد أقلّ من البُعد البـؤري: تكـون صورتـه تقديريـة، معتدلـة، مكبَّرة، تقع خلف المرآة.

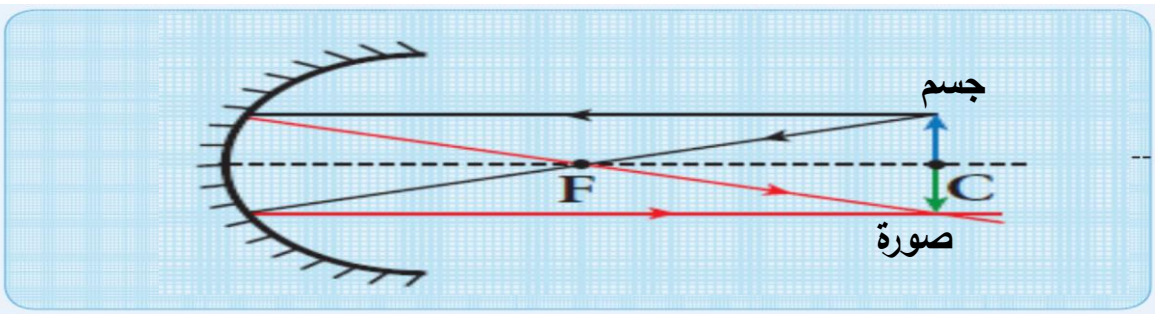


 # اذكر تطبيقا على استخدام المرآة المحدبة في حياتنا : صـ ٧٠

تستخدم في السيارات لرؤية السيارات القادمة من الخلف .

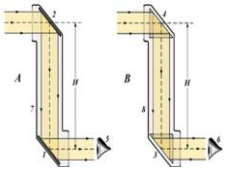
تستخدم في مواقف السيارات و في المتاجر لأنها توفر زاوية واسعة للرؤية .

 # ارسم الصورة المتكوّنة في المرآة المقعرة إذا كان الجسم عند مركز التكور C : صـ ٧١



صفات الصورة	مكان تكوّن الصورة
حقيقية مقلوبة مساوية	عند مركز التكور

 # ابحث باستخدام الشبكة العنكبوتية عن جهازين يحتويان على مرايا ، موضحا نوعها و أهمية استخدامها في الجهازين : صـ ٧١



الجهاز الأول : البيروسكوب : هو آلة للمراقبة من مكان مخفي .

و تعتمد فكرته على ظاهرة انعكاس الضوء ، و يحتوي على مرآتين مستويتين في وضع متعاكس مثبتتين في نهايتي أنبوب بزاوية ٤٥° ، و يُستخدم في الغواصات و في رؤية ما وراء الجدار و يستخدمه الجنود في الخنادق .

الجهاز الثاني : الأوفرهيد (جهاز عرض فوق الرأسي) :

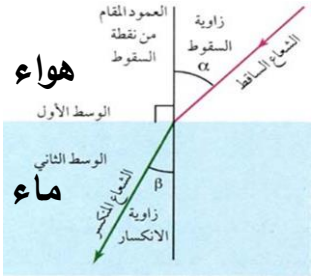
يحتوي على مرآة عاكسة في وضع مائل تقوم بعكس الصورة على شاشة العرض وهي مرآة متحركة .

س : ماذا يحدث عند وضع قلم بصورة مائلة في كأس زجاجي به ماء ؟

جـ : نري القلم مكسورا ، بسبب حدوث ظاهرة انكسار الضوء .

س : لماذا نرى قاع حوض حمام السباحة أقرب من موقعه الأصلي ؟

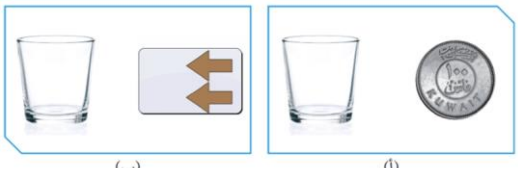
جـ : بسبب حدوث ظاهرة انكسار الضوء .



س : ماذا يحدث عند انتقال الضوء خلال الأوساط الشفافة المختلفة ؟

جـ : ينحرف عن مساره أي ينكسر الضوء .

*** انكسار الضوء** : هو انحراف الأشعة الضوئية عن مسارها المستقيم نتيجة انتقالها بين وسطين شفافين مختلفين في الكثافة الضوئية .



 # ما السبب في حدوث الوهم البصري ؟ صـ ٧٢

النشاط	قبل صبّ الماء	بعد فترة من صبّ الماء
1 . ضَعْ كأسًا زجاجية فارغة فوق قطعة نقود كما في (أ) وانظر إليها بشكل مائل.	أرى قطعة النقود	لا أرى قطعة النقود
2 . ضَعِ البطاقة خلف الكأس كما في (ب) وانظر إليها.	أرى الأسهم في اتجاه معين	يتغير اتجاه الأسهم و تصبح مكبرة و قريبة

استنتاجي: يحدث الوهم البصري بسبب ظاهرة انكسار الضوء . و قد نرى الجسم في موضع غير موضعه الحقيقي ، و قد لا نراه لأن الأشعة المنكسرة لا تصل إلى العين .

كيف يحدث انكسار الضوء ؟ صـ ٧٣

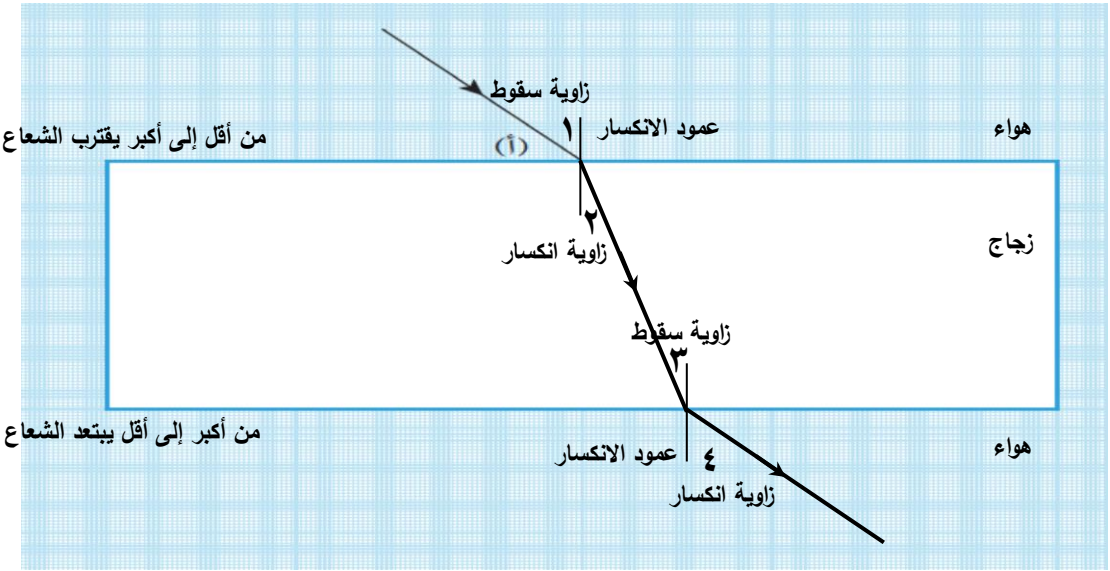
وجه المقارنة	سرعة الضوء في الهواء	سرعة الضوء في الماء	سرعة الضوء في الزجاج
سرعة الضوء	(300،000 كم/ ث)	(225،000 كم/ ث)	(200،000 كم/ ث)
الكثافة الضوئية	(1)	(1.333)	(1.5)

* **الكثافة الضوئية** : هي قدرة الوسط على كسر الأشعة الضوئية .

استنتاجي : انكسار الضوء هو تغير مسار الضوء عند انتقاله بين وسطين شفافين مختلفين في الكثافة الضوئية ، و يحدث بسبب اختلاف سرعة الضوء نتيجة الاختلاف في كثافة الوسط ، و كلما كانت كثافة الوسط أكبر تكون سرعة الضوء فيه أقل .

كيف ينتقل الضوء بين الأوساط الشفافة المختلفة ؟ صـ ٧٣ – ٧٤

انتقال الضوء في متوازي المستطيلات



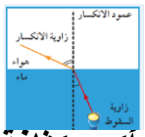
وجه المقارنة	ماذا يحدث لمسار الشعاع بالنسبة للعمود المُقام؟	قارِن بين زاوية السقوط وزاوية الانكسار.	فسِّر
انكسار الشعاع الضوئي عند انتقاله من الهواء إلى الزجاج	الشعاع ينكسر مقتربا من عمود الانكسار	زاوية السقوط أكبر من زاوية الانكسار	لأن الشعاع ينتقل من وسط أقل كثافة ضوئية إلى وسط أكبر كثافة ضوئية
انكسار الشعاع الضوئي عند انتقاله من الزجاج إلى الهواء	الشعاع ينكسر مبتعدا عن عمود الانكسار	زاوية السقوط أقل من زاوية الانكسار	لأن الشعاع ينتقل من وسط أكبر كثافة ضوئية إلى وسط أقل كثافة ضوئية

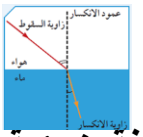
- انكسار الضوء له علاقة مباشرة بسرعته .

- كلما قلت سرعة الضوء في الوسط الشفاف كلما زاد الانكسار ، و ذلك لزيادة كثافته الضوئية .

س : علل : انكسار الضوء في الهواء أقل من انكساره في الماء .

جـ : لأن سرعة الضوء في الهواء أكبر من سرعته في الماء ، و لأن الكثافة الضوئية للهواء أقل من الكثافة الضوئية للماء .





- عندما ينتقل الضوء من وسط أقل كثافة ضوئية إلى وسط أكبر كثافة ضوئية فإنه ينكسر مقتربا من العمود المُقام من نقطة السقوط ، و تكون زاوية السقوط أكبر من زاوية الانكسار .

- عندما ينتقل الضوء من وسط أكبر كثافة ضوئية إلى وسط أقل كثافة ضوئية فإنه ينكسر مبتعدا عن العمود المُقام من نقطة السقوط ، و تكون زاوية السقوط أقل من زاوية الانكسار .

- عندما يسقط الضوء عموديا على الخط الفاصل بين وسطين شفافين مختلفين فإنه ينفذ على استقامته دون أن يعاني أي انكسار ، و لكن تتغير سرعته . و تكون :

زاوية السقوط = زاوية الانكسار = صفر

 # انكسار الضوء مهم في حياتك . دلل على أهمية ذلك ؟ صـ ٧٥

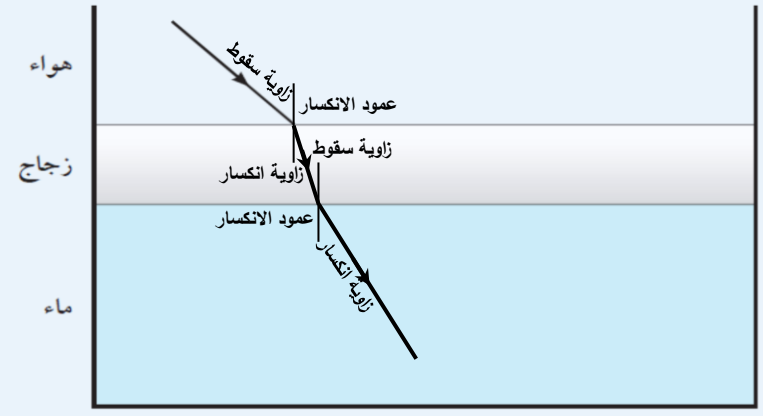
١) صناعة الألياف الضوئية التي تُستخدم في الاتصالات .

٢) صناعة المناظير المستخدمة في عمليات الجراحة .

٣) صناعة النظارات و المجاهر و التلوسكوبات .

1 . أُرسم مسار الأشعّة الضوئية عند انتقالها من الهواء إلى الزجاج ثمّ إلى الماء مع كتابة البيانات اللازمة.

ص ٧٦



2 . قارِن بين زاوية السـقوط وزاوية الانكسار عند انتقال الشعاع الضوئي من الزجاج إلى الماء.

زاوية السقوط أقل من زاوية الانكسار

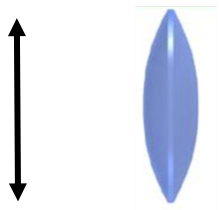
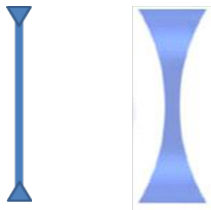
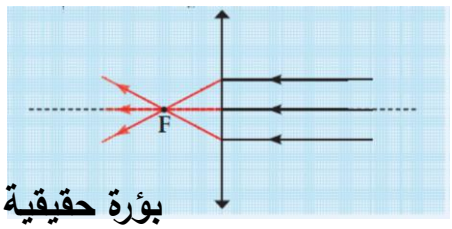
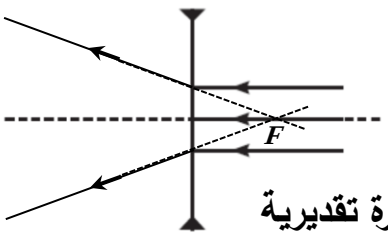
فسِّر إجابتك:

لأن الشعاع الضوئي ينتقل من وسط أكبر كثافة ضوئية و هو الزجاج إلى وسط أقل في الكثافة الضوئية و هو الماء ، فينكسر مبتعدا عن عمود الانكسار ، فتكون زاوية السقوط أقل من زاوية الانكسار .

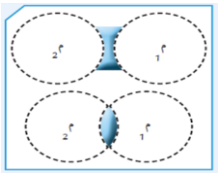
- **استفاد الإنسان من ظاهرة انكسار الضوء في صناعة الكثير من الأجهزة التي تحتوي على عدسات مثل المجهر المُستخدم في تكبير الأشياء الصغيرة .**

- **يحتوي المجهر على مرآة مقعرة تعمل على تجميع الضوء لتعكسه على الشريحة فتبدو واضحة .**

قارن بين أنواع العدسات : صـ ٧٧

وجه المقارنة	العدسة (أ) محدبة	العدسة (ب) مقعرة
1 . أُنظر إلى الكلمة المدوَّنة في البطاقة من خلال العدستين.		
ملاحظاتي	مكبرة	مصغرة
2 . تفحّص العدستين باللمس.		
ملاحظاتي	سميكة في الوسط و رفيعة عند الأطراف	رفيعة في الوسط و سميكة عند الأطراف
3 . أُرسم شكلًا مبسّطًا للعدسة (أ) والعدسة (ب).		
اسم العدسة	عدسة محدبة	عدسة مقعرة
4 . أكمِل مسار الأشعّة بعد خروجها من العدسة في الشكلين (أ) و(ب).	 بؤرة حقيقية شكل (أ)	 بؤرة تقديرية شكل (ب)

* **العدسة** :- هي جسم زجاجي شفاف يكسر الأشعة الضوئية و يجعلها تنحرف عن مسارها .



- هي جزءا من سطحي كرتين زجاجيتين ، متجاورتين أو متداخلتين .

أنواع العدسات

عدسة محدبة

تنتج من تقاطع كرتين

سميكة في الوسط و رقيقة عند الأطراف

تُجمع الأشعة الساقطة عليها

تسمى مكبرة أو لامة أو مجمعة

بؤرتها حقيقية " تُستقبل على حائل"

تنتج البؤرة من تلاقي الأشعة المنكسرة

عدسة مقعرة

تنتج من تجاور كرتين

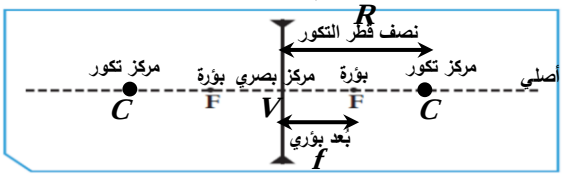
رقيقة في الوسط و سميكة عند الأطراف

تُفرق الأشعة الساقطة عليها

تسمى مفرقة

بؤرتها تقديرية " لا تُستقبل على حائل "

تنتج البؤرة من تلاقي امتدادات الأشعة المنكسرة



- لكل عدسة محور أساسي " أصلي " و مركزين تكور و بؤرتين و مركز بصري .

* **المركز البصري** V : هي نقطة في منتصف جسم العدسة و على المحور الأساسي لها .

* **مركز التكور** C : هو مركزا الكرتين المتقاطعتين أو المتجاورتين اللتين تُكوّنان سطحي العدسة .

* **البؤرة** F :- هي نقطة تقع في منتصف المسافة بين المركز البصري و مركز التكور .
  - هي نقطة تلاقي الأشعة المنكسرة في العدسة المحدبة " حقيقية تُستقبل على حائل "
  - هي نقطة تلاقي امتدادات الأشعة المنكسرة في العدسة المقعرة " تقديرية لا تُستقبل على حائل .

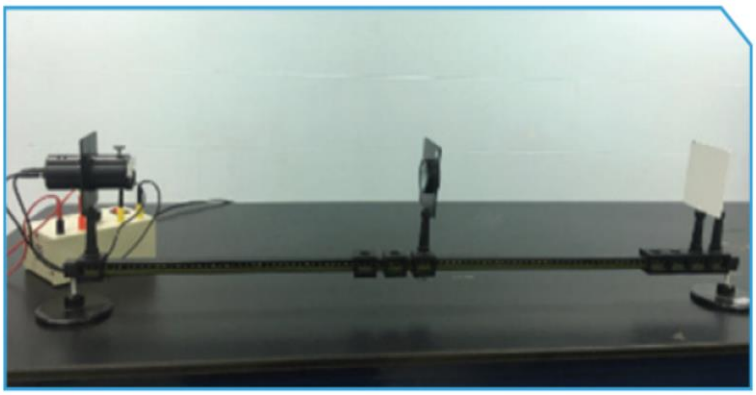
* **المحور الأصلي " الأساسي "** : هو الخط المستقيم الذي يمر بمركزي تكور سطحي العدسة .

* **البعد البؤري للعدسة** f : هي المسافة بين البؤرة و المركز البصري للعدسة .

* **نصف قطر التكور** R : هو المسافة بين مركز التكور و المركز البصري للعدسة .

نصف قطر التكور = ضعف البعد البؤري

$$2f = R$$



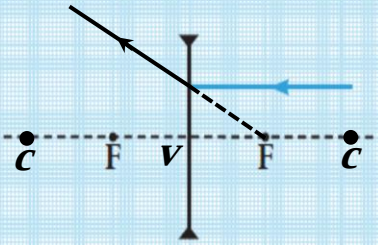
شكل (35)

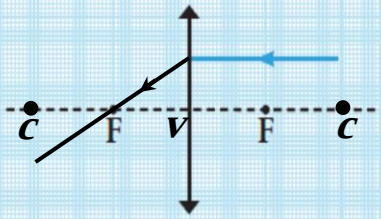
رتِّب أدوات التجربة كما في الشكل (35)، ثمّ قُمْ بما يلي.

الخطوات	عدسة محدَّبة
1. أسقِط أشعّة ضوئية متوازية كما في الشكل (35) وسجِّل نتائجك في الجدول.	
2. حدِّد البؤرة، وقِسِ البُعد البؤري (F).	نقطة البؤرة هي نقطة تجمع الأشعة المنكسرة . و البعد البؤري يختلف من عدسة لأخرى حسب سُمكها . و ليكن مثلا ٢٠ سم
3. حدِّد نوع البؤرة وفسِّر إجابتك.	البؤرة حقيقية . لأنها تنتج من تلاقي الأشعة المنكسرة نفسها . كما يمكن استقبالها على حائل .
4. حدِّد مركز التكوّر، وقِسْ نصف قطر التكوّر (R).	مركز التكور هو مركزا الكرتين المتقاطعتين . نصف قطر التكور = ضعف البعد البؤري نصف قطر التكور = ٤٠ سم
5. اِستبدِل العدسة المحدَّبة بعدسة مقعَّرة في النشاط السابق. ما نوع البؤرة؟	**تقديرية**
استنتاجي	العدسة المحدبة بؤرتها حقيقية لأنها تنتج من تلاقي الأشعة المنكسرة نفسها . كما يمكن استقبالها على حائل . العدسة المقعرة بؤرتها تقديرية لأنها تنتج من تلاقي امتدادات الأشعة المنكسرة . و لا يمكن استقبالها على حائل .

 # ما مسار الأشعة الساقطة على أحد وجهي العدسة (المحدبة / المقعرة) ؟ صـ ٨٠

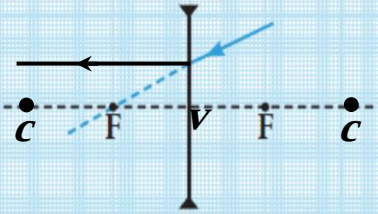
أكمِل مسار الشعاع الضوئي في العدستين المحدَّبة والمقعَّرة مع كتابة الحقيقة العلمية التي توصّلت إليها.

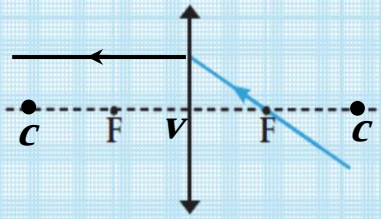




1. إذا سقط شعاع ضوئي موازيًا للمحور الأصلي فإنّه

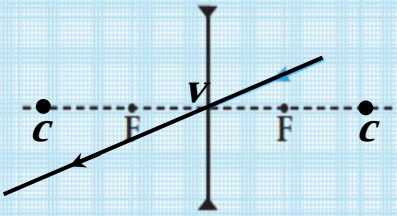
ينكسر هو أو امتداده مارا بالبؤرة .

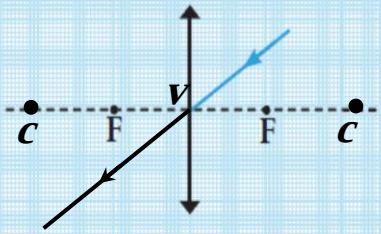




2. إذا سقط شعاع ضوئي مارًّا هو أو امتداده بالبؤرة فإنّه

ينكسر موازيا للمحور الأصلي (الأساسي) .





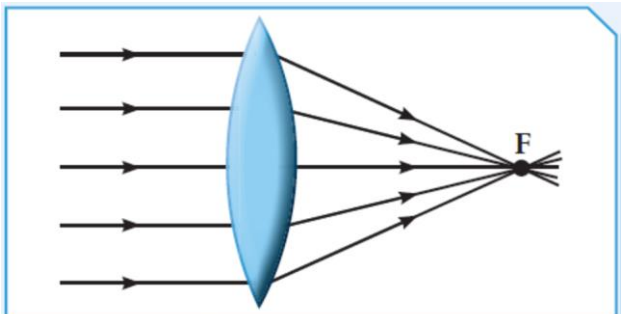
3. إذا سقط شعاع ضوئي مارًّا بالمركز البصري فإنّه

ينفذ على استقامته دون أن يعاني أي انكسار (لا ينكسر) .

- عند رسم الصورة نكتفي بشعاعين فقط من رأس الجسم أحدهما موازي للمحور الأصلي و الثاني مارا بالمركز البصري .

س : ماذا يحدث عند سقوط أشعة ضوئية على أحد أوجه العدسة المحدبة ؟

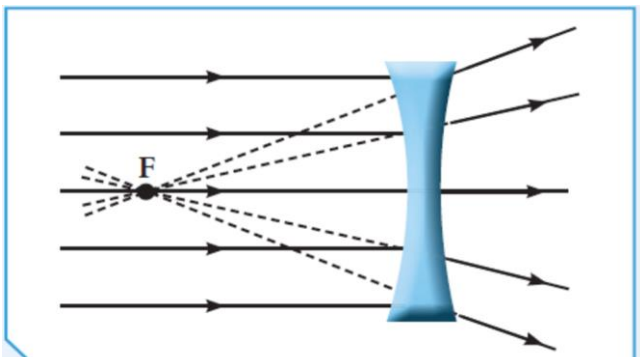
جـ : تنكسر الأشعة متجمعة في نقطة واحدة تسمى البؤرة الحقيقية و التي يمكن استقبالها على حائل ، أي أن البؤرة الحقيقية تنتج من تلاقي الأشعة المنكسرة .



و تتكون صورة حقيقية مقلوبة مصغرة جدا عند البؤرة .

س : ماذا يحدث عند سقوط أشعة ضوئية على أحد أوجه العدسة المقعرة ؟

جـ : تنكسر الأشعة متفرقة و تتجمع امتداداتها في نقطة واحدة تسمى البؤرة التقديرية و التي لا يمكن استقبالها على حائل ، أي أن البؤرة التقديرية تنتج من تلاقي امتدادات الأشعة المنكسرة .



و تتكون صورة تقديرية معتدلة مصغرة جدا عند البؤرة .

 # كيف نغير حجم الصور في العدسات ؟ صـ ٨٢

شكل (39)

1. رتِّب أدواتك كما في الشكل (39)، ثمّ أسقِط أشعّة متوازية على العدسة المحدَّبة.
2. اِبحث عن البؤرة ثمّ حدِّد البُعد البؤري للعدسة المحدَّبة (f).

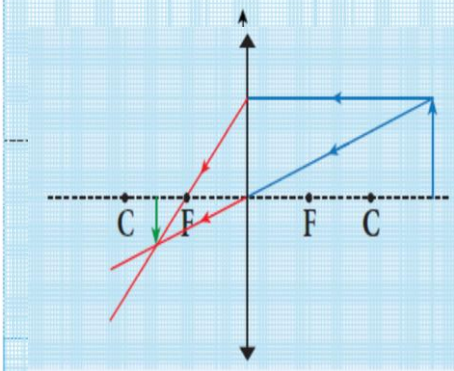
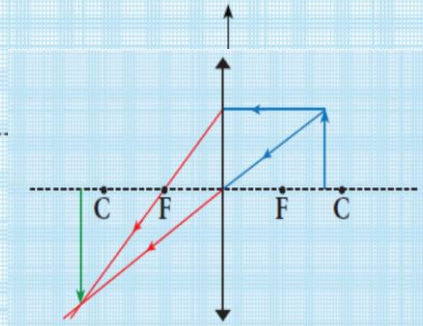
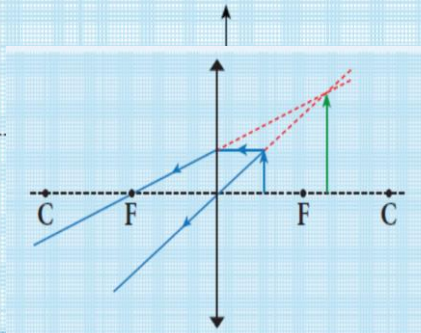
نُسقط أشعة ضوئية من مكان بعيد على العدسة المحدبة فتنكسر متجمعة عند البؤرة ، ثم نقيس البعد البؤري و يختلف حسب سُمك العدسة

3. حدِّد بُعد مركز التكوّر للعدسة المحدَّبة عن المركز البصري (R).

نصف قطر التكور = ضعف البعد البؤري ..... $R = 2f$

4. حدِّد على المحور الأساسي كلًّا من المركز البصري ومركز التكوّر والبؤرة في جهتَي العدسة.

5. أُرسم الجسم على شكل (↑)، ثمّ أكمِل الجدول.

موقع الجسم	صفات الصورة	موقع الصورة	الرسم
أ. ضَعِ الجسم أبعد من مركز التكوّر.	**حقيقية** **مقلوبة** **مصغرة**	تقع الصورة بين البؤرة و مركز التكور من الجانب الأخر للعدسة	
ب. ضَعِ الجسم بين البؤرة ومركز التكوّر.	**حقيقية** **مقلوبة** **مكبرة**	تقع الصورة أبعد من مركز التكور من الجانب الأخر للعدسة	
ج. ضَعِ الجسم على مسافة أقلّ من البُعد البؤري.	**تقديرية** **معتدلة** **مكبرة**	في نفس الجهة التي بها الجسم	

استنتاجي: ..... **تختلف صفات الصور و يختلف موضعها حسب بُعد الجسم عن العدسة المحدبة (لها ستة حالات مختلفة)** .....

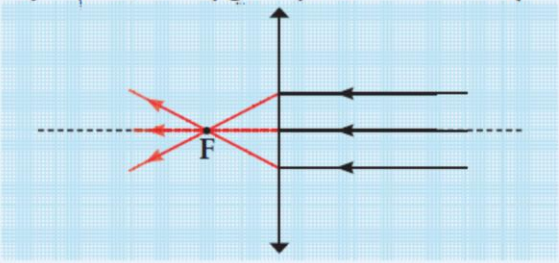
6. اِستبدِل العدسة المحدَّبة بعدسة مقعَّرة في النشاط السابق. ما صفات الصورة المتكوِّنة؟

استنتاجي: ..... **العدسة المقعرة لها حالة واحدة فقط مهما اختلف بُعد الجسم عن العدسة و تتكون الصورة في نفس الجهة التي بها الجسم و تكون تقديرية معتدلة مصغرة** .

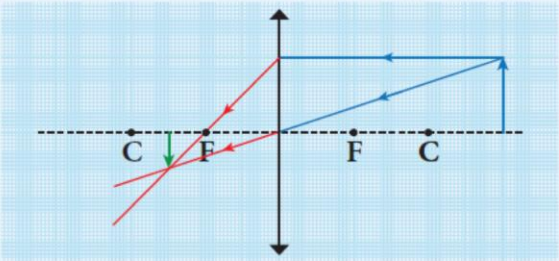
- صفات الصوّر المتكونة بواسطة العدسة المحدبة : صـ ٨٤

تختلف صفات الصور باختلاف موضع الجسم بالنسبة للعدسة المحدَّبة، أي بُعد الجسم عنها:

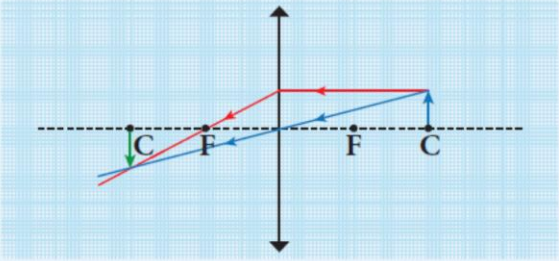
1. إذا كان الجسم في ما لانهاية: تكون صورته حقيقية ومقلوبة ومصغَّرة جدًّا في البؤرة على الجانب الآخر من العدسة.



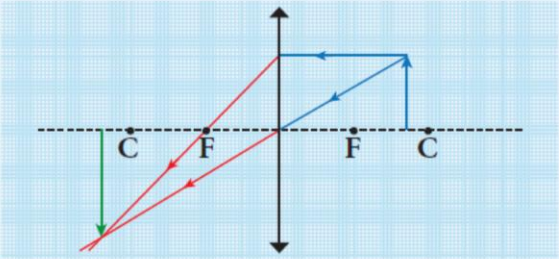
2. إذا كان الجسم أبعد من مركز التكوّر: تكون صورته حقيقية ومقلوبة ومصغَّرة بين البؤرة ومركز التكوّر.



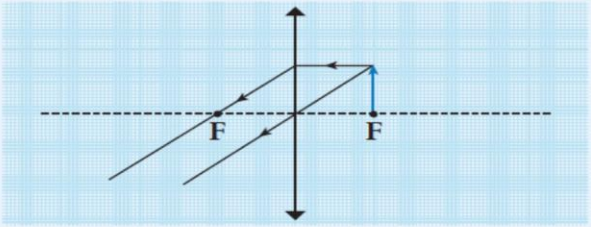
3. إذا كان الجسم في مركز التكوّر: تكون صورته حقيقية ومقلوبة ومساوية للجسم عند مركز التكوّر في الجانب الآخر من العدسة.



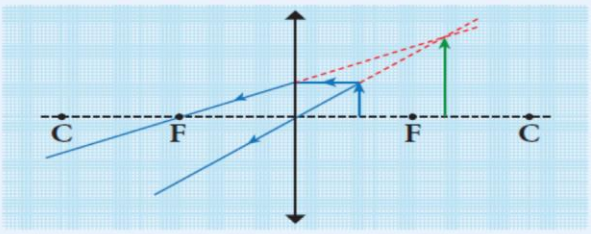
4. إذا كان الجسم بين البؤرة ومركز التكوّر: تكون صورته حقيقية ومقلوبة ومكبَّرة في مكان أبعد من مركز التكوّر في الجانب الآخر للعدسة.



5. إذا كان الجسم في البؤرة: تتكوّن صورته في ما لانهاية.

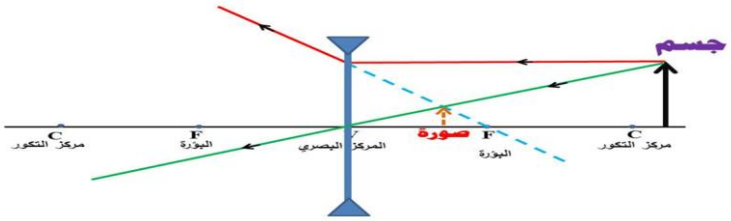


6. إذا كان الجسم بين البؤرة والمركز البصري: تكون صورته تقديرية ومعتدلة ومكبَّرة بجانب الجسم.



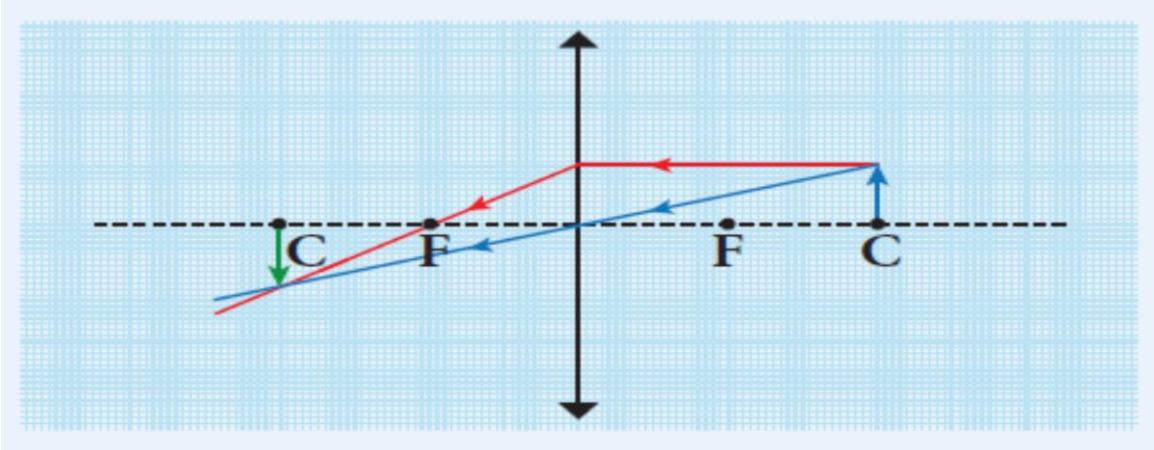
- صفات الصورة المتكوّنة في العدسة المقعرة :

تتكون صورة واحدة فقط مهما تغير بعد الجسم عن العدسة و هي صورة تقديرية معتدلة مصغرة و تقع الصورة أمام العدسة بين البؤرة و المركز البصري .



 # ما صفات الصورة المتكوّنة لجسم وُضع على بعد ٤ سم من عدسة محدبة بُعدها البؤري ٢ سم ؟ صـ ٨٦

البعد البؤري = ٢ سم ∴ نصف قطر التكور = ٤ سم ∴ الجسم عند مركز التكور



موقع الجسم	صفات الصورة	مكان تكوّن الصورة
الجسم عند مركز التكور	حقيقية مقلوبة مساوية	الصورة عند مركز التكور على الجانب الأخر من العدسة

 # صمم نموذج لتلسكوب كاسر من أدوات بسيطة و بيّن طريقة عمله و أهميته . صـ ٨٧

طريقة عمله : عدستان محدبتان شيئيتان ذات بُعد بؤري كبير و عدسة عينية ذات بُعد بؤري أصغر

أهميته في حياتك : رصد الأجرام السماوية القريبة و ذات الإضاءة القوية .

 # اكتب قصة قصيرة عن أهمية استخدام العدسات في حياتنا . صـ ٨٧

أحد الشباب، في سن الواحد و العشرين، كان يرتدى زوجاً من العدسات اللاصقة في حفل شواء، هذا الشاب كان يشوى اللحم و ظل محدقا في النار لمدة دقيقتين أو ثلاث دقائق، ثم ابتعد و بدأ يصرخ و ظل يقفز و يتألم و لم يدرك أصدقائه سبب تألمه، عندما ذهب إلى المستشفى، قال الطبيب بأنه أصيب بالعمى الدائم و فسر ذلك بأن العدسات اللاصقة مصنوعة من البلاستيك، و ارتفاع درجة حرارة النار أدى إلى انصهار العدسات اللاصقة على أعين هذا الشاب .

إذا كنت من مستخدمي العدسات اللاصقة ، "لا ترتديها في الأماكن مرتفعة الحرارة و خصوصاً أثناء الطبخ"

استخلاص النتائج
Draw conclusions

1. قانون الانعكاس الأوّل ينصّ على أنّ زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس.
2. قانون الانعكاس الثاني ينصّ على أنّ الشعاع الساقط والشعاع المنعكس والعمود المُقام من نقطة السقوط على السطح العاكس، جميعها تقع في مستوى عمودي واحد على السطح العاكس.
3. أنواع الانعكاس: منتظم وغير منتظم.

* الانعكاس المنتظم يحدث عند سقوط الأشعّة الضوئية على سطح أملس مصقول، وتكون فيه الأشعّة المنعكسة متوازية في اتّجاه واحد.
* الانعكاس غير المنتظم يحدث عند سقوط الأشعّة الضوئية على سطح خشن وتكون فيه الأشعّة المنعكسة مبعثرة في اتّجاهات مختلفة.

4. صفات الصور المتكوِّنة في المرآة المستوية: تقديرية، معكوسة ومعتدلة، وطول الجسم يساوي طول الصورة، وبُعد الجسم عن المرآة يساوي بُعد الصورة عن المرآة.
5. المرآة المقعَّرة سطحها العاكس للداخل وتعكس الأشعّة الضوئية مجمِّعةً إيّاها في البؤرة وتُسمّى المرآة المجمِّعة أو اللامّة وتُستخدَم في صالونات التجميل و الحلاقة وفي عيادة طبيب الأسنان.
6. المرآة المحدَّبة سطحها العاكس للخارج وتعكس الأشعّة الضوئية متفرّقةً، وتُستخدَم على جانبَي السيّارة.
7. المرآة المقعَّرة بؤرتها حقيقية ناتجة عن تلاقي الأشعّة الضوئية المنعكسة، ويمكن استقبالها على حائل.
8. المرآة المحدَّبة بؤرتها تقديرية ناتجة عن تلاقي امتدادات الأشعّة الضوئية المنعكسة، ولا يمكن استقبالها على حائل.
9. تختلف صفات الصورة المتكوِّنة في المرآة المقعَّرة وموقعها بحسب بُعد الجسم عنها.

10 تكون الصورة تقديرية ومعتدلة ومصغَّرة في المرآة المحدَّبة وتقع خلف المرآة دائمًا.

11 انكسار الضوء هو تغيّر مسار الضوء عند انتقاله بين وسطين شفّافين مختلفين في الكثافة الضوئية.

12 تختلف سرعة الضوء باختلاف الكثافة الضوئية للوسط الذي يسير فيه.

13 العدسات أجسام شفّافة تسمح بمرور الضوء خلالها، ومن أنواعها: عدسة محدَّبة وعدسة مقعَّرة.

14 العدسة المحدَّبة هي جسم زجاجي شفّاف، سميكة عند الوسط ورقيقة عند الأطراف. وهي عدسة مكبِّرة أو لامّة أو مجمِّعة لأنّها تجمع الأشعّة الضوئية الساقطة عليها، وتكون بؤرتها حقيقية.

15 العدسة المقعَّرة هي جسم زجاجي شفّاف، رقيقة عند الوسط وسميكة عند الأطراف. وهي عدسة مفرِّقة للأشعّة الضوئية الساقطة عليها وبؤرتها تقديرية.

16 تختلف صفات الصور المتكوِّنة في العدسة المحدَّبة وموقعها بحسب بُعد الجسم عنها.

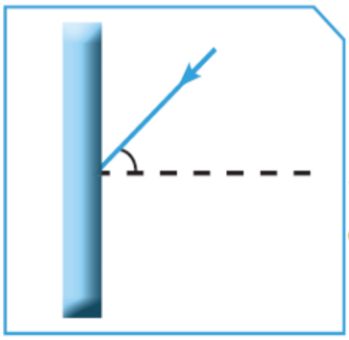
17 صفات الصورة في العدسة المقعَّرة: تقديرية ومعتدلة ومصغَّرة، وتقع بين البؤرة والمركز البصري وأمام العدسة دائمًا.

18 تحدث ظاهرة السراب نتيجة الانعكاس الكلّي.

19 الزاوية الحرجة هي زاوية السقوط التي تقابلها زاوية انكسار قائمة.

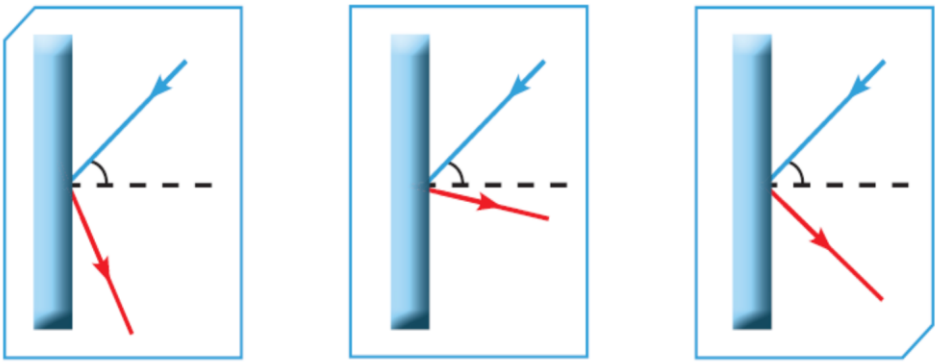
Ibrahim Ali

السؤال الأوّل:



أُدرس الرسومات جيّدًا، ثمّ أجب عمّا يلي.

1. يسقط شعاع ضوئي على مرآة كما في الشكل المقابل.
أيّ الأشكال التالية تمثّل انعكاس الشعاع الضوئي بشكل صحيح؟

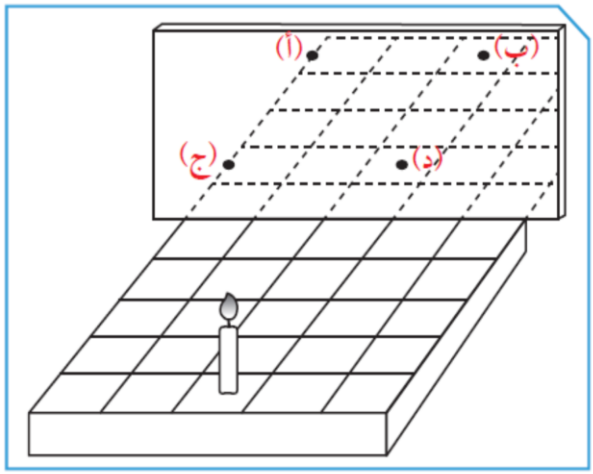


(أ) (ب) (ج)

الشكل **أ**

فسِّر إجابتك: **لأن زاوية السقوط = زاوية الانعكاس**

2. وضعت شمعة على قاعدة ذات خطوط متعامدة أمام مرآة كما في الشكل التالي.



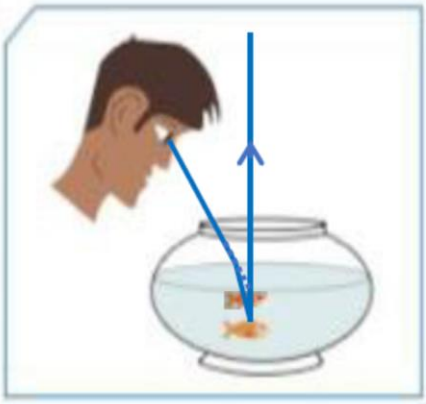
عند أيّ نقطة يظهر انعكاس الشمعة؟ **ب**

فسِّر إجابتك: **لأن بُعد الجسم عن المرآة المستوية = بُعد الصورة داخل المرآة**

3. كيف يستطيع الطائر صيد السمك من داخل الماء؟

بالانقضاض أسفل الصورة التي يراها للسمكة ، حيث يتكون صورة أعلى السمكة نتيجة انكسار الضوء .أو ينقض عموديا ليصل إليها مباشرة .

4. ينظر أحمد إلى السمكة في حوض السمك. أُرسم موقع السمكة الذي سيراها فيه أحمد.



فسِّر إجابتك:

يرى أحمد صورة تقديرية للسمكة على امتداد الشعاع المنكسر ، و يكون موضع الصورة أعلى الموقع الحقيقي للسمكة .

5. أيّ شعاع من الإشعاعات الآتية يمكن أن ينفذ من العدسة مارًّا بالبؤرة؟ فسِّر إجابتك محدِّدًا مسارات الأشعّة الأخرى.

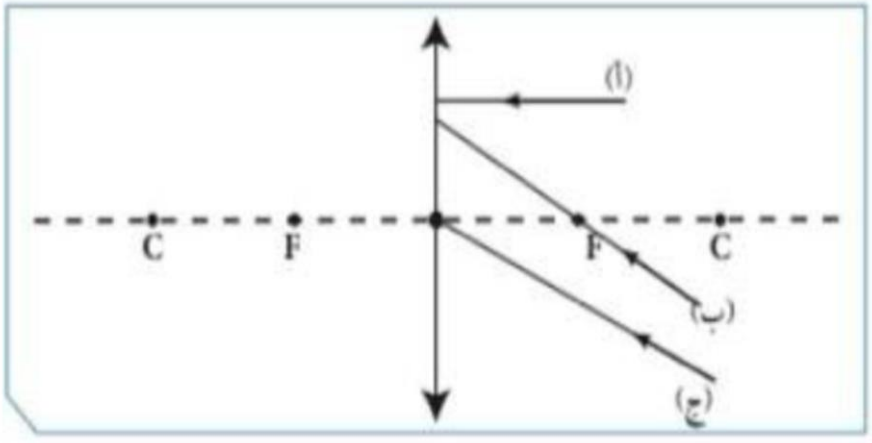
الشعاع الذي ينفذ مارًّا بالبؤرة هو هو الشعاع (أ) .

فسِّر إجابتك:

الشعاع (أ) ساقط موازي للمحور الأساسي و لذلك ينكسر مارا بالبؤرة .

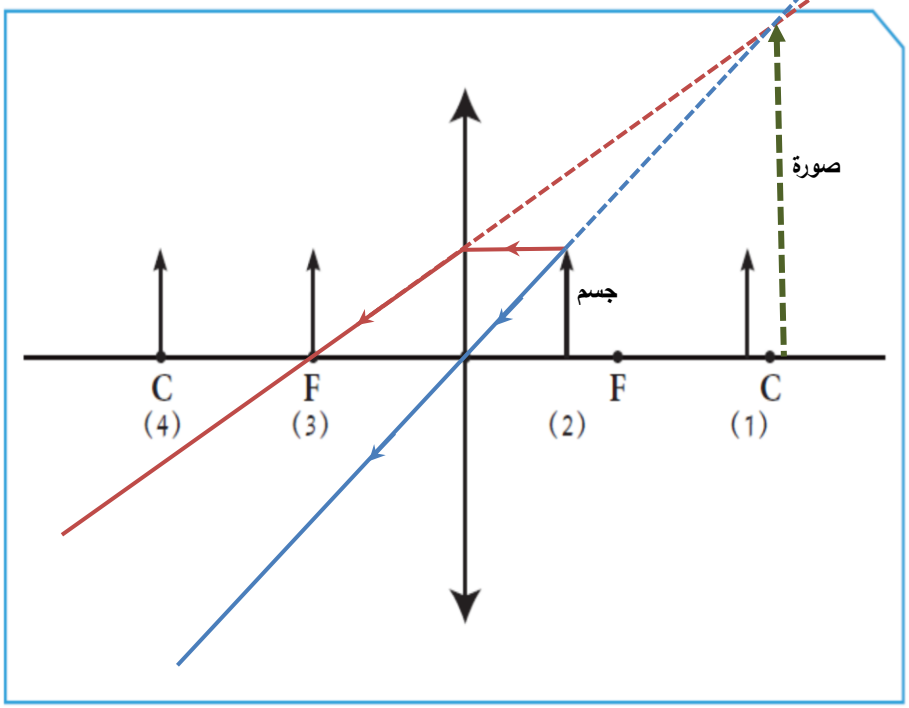
الشعاع (ب) ساقط مارا بالبؤرة فينعكس موازي للمحور الأصلي .

الشعاع (ج) ساقط مارا بالمركز البصري فينفذ على استقامته .



6. أمامك عدسة محدَّبة. حدِّد أيّ موضع يجب أن يوضع فيه الجسم للحصول على صورة له تقديرية ومعتدلة ومكبَّرة وفي جهة الجسم، ثمّ أكمِل الرسم.

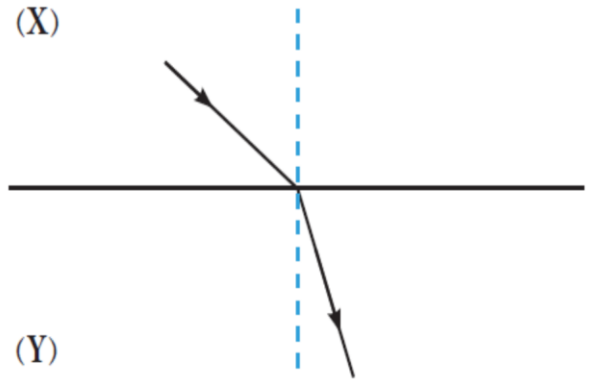
عند الموضع رقم ..... ٢ .....



7. ينتقل الضوء بين وسطين شفّافين مختلفين (X، Y) كما في الشكل أدناه. أيّهما يمثّل الزجاج وأيّهما يمثّل الهواء؟

الزجاج يمثّله الرمز ..... **Y** ..... بينما الهواء يمثّله الرمز ..... **X** .....

فسِّر إجابتك: ..... **لأن الشعاع الضوئي ينكسر مقتربا من العمود ، و بالتالي يكون الشعاع الضوئي ساقط من وسط أقل كثافة ضوئية (هواء *X*) إلى وسط أكبر في الكثافة الضوئية (زجاج *Y*) .**



السؤال الثاني:

أجب عن الأسئلة التالية:

1. إذا كانت الزاوية بين الشعاع الساقط والشعاع المنعكس تساوي (30°)، فإنّ زاوية الانعكاس تساوي ..... 15°

فسِّر إجابتك: لأن الزاوية بين الشعاع الساقط و المنعكس عبارة عن زاويتين متساويتين ، هما زاوية السقوط و زاوية الانعكاس و كل منهما تساوي 15°

2. اِقرأ الفقرة جيّدًا، ثمّ أجب عن السؤال.

ذهب أحمد وخالد إلى شاطئ البحر في إجازة الصيف، وكانت درجة الحرارة مرتفعة جدًّا عند الظهيرة، فقرّر كلاهما أن يسبحا في البحر. نزعا قميصيهما للسباحة ووضع أحمد نظّارته على قميصه. وفيما يستمتعان ببرودة الماء واللعب معًا لساعتين، تفاجأ أحمد عند الانتهاء من السباحة باحتراق جزء من قميصه الذي كان تحت نظّارته.

ما تفسيرك لما حدث؟

نظارة أحمد ذات عدسات محدبة تجمع الضوء في بؤرتها . فتركزت أشعة الشمس في نقطة على القميص فأحرقته .

3. يمثّل الجدول التالي صفات الصور المتكوِّنة من خلال القطع الضوئية (أ) و(ب) و(ج). أُدرس الجدول جيّدًا، ثمّ اختر القطعة الضوئية التي توضَع على جانبَي السيّارة.

الأجسام	(أ)	(ب)	(ج)
عند سقوط الضوء عليها	تعكس	تكسر	تعكس
صفات الصورة المتكوِّنة	مصغَّرة	مكبَّرة	مساوية

القطعة الضوئية التي توضَع على جانبَي السيّارة يمثّلها الرمز أ وتُسمّى مرآة محدبة .

البعد البؤري = ١٠ سم مرآة مقعرة

5. ضَعْ جسمًا أمام مرآة سطحها العاكس هو السطح الداخلي لكرة قطرها (40) سم، وحدِّد موضع كلّ من الجسم أو الصورة، ثمّ حدِّد صفات الصورة بالنسبة للجسم في الجدول أدناه.

بُعد الجسم	صفات الصورة	موقع الصورة
الجسم على بُعد (10) سم	بقعة مضيئة / مكبرة جدا / غير واضحة / تنعكس الأشعة متوازية	في ما لا نهاية الحالة رقم ٥
الجسم على بُعد (50) سم	حقيقية / مقلوبة / مصغرة	تتكون الصورة بين البؤرة و مركز التكور الحالة رقم ٢

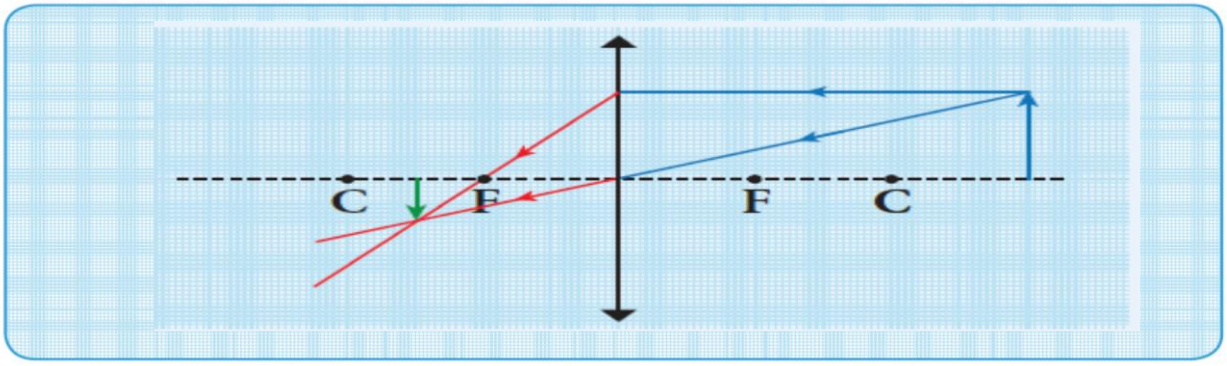
السؤال الثالث:

أُرسم المطلوب في كلّ ممّا يلي:

1. أُرسم صورة الجسم عند وضعه على بعد (8) سم أمام عدسة محدَّبة بُعدها البؤري (3) سم.

صفات الصورة: **حقيقية / مقلوبة / مصغرة .**

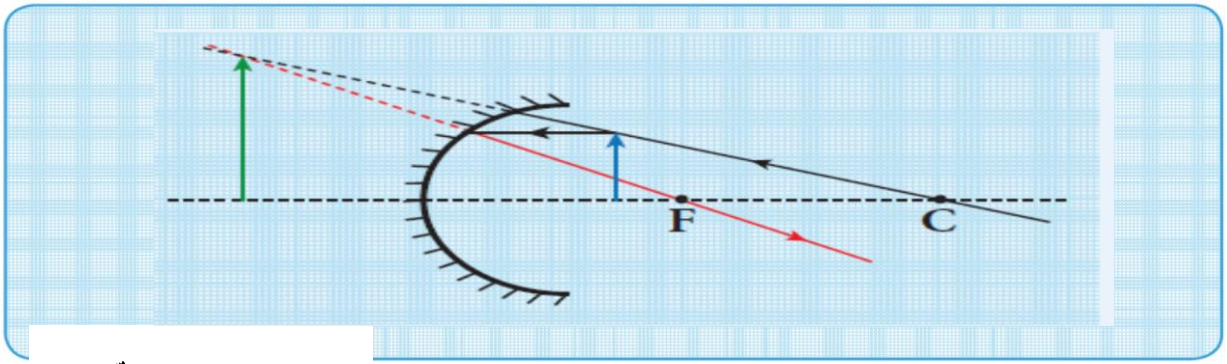
موقع الصورة: **تقع الصورة بين البؤرة و مركز التكور**



2. أُرسم صورة الجسم عند وضعه على بعد (5) سم أمام مرآة مقعَّرة نصف قطرها (14) سم.

صفات الصورة: **تقديرية / معتدلة / مكبرة .**

موقع الصورة: **تقع الصورة خلف المرآة .**



تم بحمد الله