(4-1) الانعكاس عن المرايا المستوية

- عرف المصريون القدماء أن انعكاس الضوء يتطلب سطحاً أملساً مصقولاً لذلك استخدموا مرايا فلزية لامعة ومصقولة لرؤية صورهم إلا أن رؤية الصور الناتجة عن انعكاس الضوء بوضوح لم يكن ممكناً حتى اكتشف العالم الفرنسي جان فوكولت طريقة لطلاء الزجاج بالفضة.
- المرايا الحديثة صُنعت بدقّة متناهية لكي تكون ذات مقدرة كبيرة جدّاً على عكس الضوء وذلك من خلال عملية تبخير الألومنيوم أو الفضة على زجاج مصقول بدرجة كبيرة حيث تُعد نوعية السطوح العاكسة مهمة جداً في بعض التطبيقات العملية والأجهزة البصرية كالليزر والمقراب (التلسكوب)
- **سؤال:**

من أبرز الانجازات في مجال الضوء ما قام به العالم المسلم الحسن بن الهيثم حيث قام بجهود ضخمة لا يمكن انكارها في عدّة مجالات .. عدد بعض تلك الانجازات.

الجواب:

.....

.....

.....

.....

.....

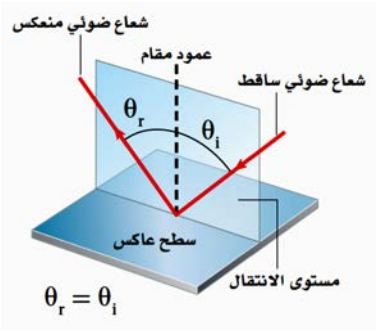
.....

.....

.....

.....

قانون الانعكاس



- يعتمد سلوك الضوء المنعكس على طبيعة السطح العاكس وزاوية سقوط الضوء على السطح
- الشعاع الساقط والشعاع المنعكس والعمود المقام على السطح العاكس من نقطة السقوط كلها تقع في مستوى واحد عمودي على السطح العاكس
- **نص قانون الانعكاس:**

زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس

أي أن: $\theta_i = \theta_r$

حيث:

θ_i **زاوية السقوط:**

وهي الزاوية التي يصنعها الشعاع الساقط مع العمود المقام على السطح العاكس عند نقطة السقوط

θ_r **زاوية الانعكاس:**

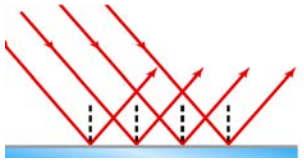
وهي الزاوية التي يصنعها الشعاع المنعكس مع العمود المقام على السطح العاكس عند نقطة السقوط

- الطول الموجي للضوء لا يؤثر في عملية الانعكاس وبالتالي فإن جميع الألوان (كالأحمر والأخضر والأزرق) تتبع هذا القانون

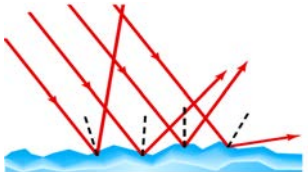
- **سؤال:** (أجب في ورقة خارجية)

فسّر قانون الانعكاس مستخدماً النموذج الموجي للضوء مع توضيح ذلك بالرسم.

- **الانعكاس المنتظم والانعكاس غير المنتظم:**



سطح أملس



سطح خشن

- السطح الأملس أو المصقول: هو السطح الذي لو سقطت عليه أشعة ضوئية متوازية تنعكس عنه متوازية أيضاً ويسمى هذا الانعكاس "انعكاس منتظم"
- السطح الخشن: هو السطح الذي لو سقطت عليه أشعة ضوئية متوازية تنعكس عنه غير متوازية ويسمى هذا الانعكاس "انعكاس غير منتظم"

- **سؤال:**

ينطبق قانون الانعكاس على كل من الأسطح الملساء أو المصقولة والأسطح الخشنة. وضح ذلك.

الجواب:

.....

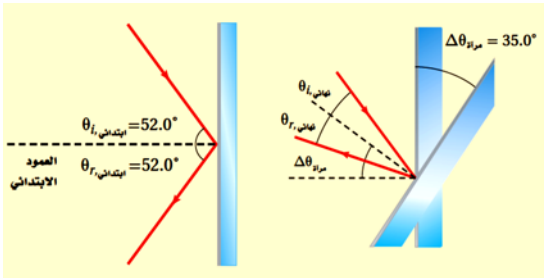
.....

.....

.....

- **مثال:** (مثال1 ص100)

سقط شعاع ضوئي على مرآة مستوية بزاوية 52° بالنسبة للعمود المقام فإذا دوّرت المرآة بزاوية 35° حول نقطة سقوط الشعاع على سطحها بحيث نقصت زاوية سقوط الشعاع، وكان محور الدوران متعامداً مع مستوى الشعاع الساقط والشعاع المنعكس فما زاوية دوران الشعاع المنعكس؟



الحل:

المعطيات:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

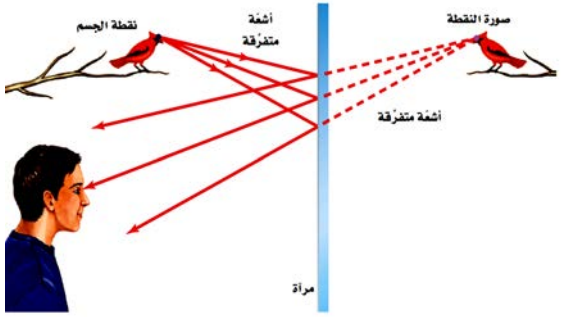
- **مثال:** (4 ص100) (أجب في ورقة خارجية)

وضعت مرآتان مستويتان إحداهما عمودية على الأخرى فإذا أسقط شعاع ضوئي على على حداهما بزاوية 30° بالنسبة للعمود المقام وانعكس باتجاه في اتجاه المرآة الثانية، فما مقدار زاوية انعكاس الشعاع الضوئي عن المرآة الثانية؟

الأجسام والصور في المرايا المستوية

المرآة المستوية: هي سطح مستوي أملس (مصقول) ينعكس عنه الضوء انعكاساً منتظماً

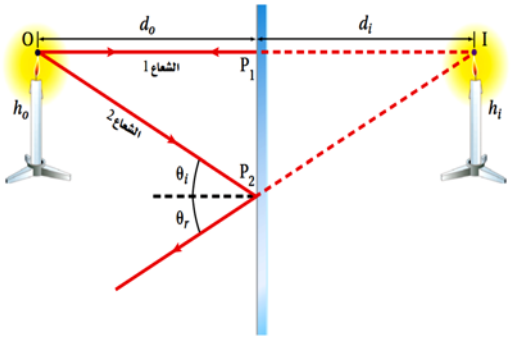
- الجسم في موضوع المرايا يقصد به مصدر الأشعة التي ستُعكس عن سطح مرآة وقد يكون هذا الجسم مصدراً مضيئاً مثل المصباح أو مصدراً مستضيئاً مثل الشجرة أو الانسان.
- تبدو الأشعة المنعكسة عن المرايا المستوية والتي تصل إلى العين وكأنها قادمة من نقطة خلف المرآة حيث تتكون الصورة من التقاء امتدادات الأشعة الضوئية المنعكسة عن المرآة وبالتالي لا يمكن جمع الصورة على حاجز ولذلك تسمى صورة خيالية



صفات الصور في المرايا المستوية

الصورة المتكونة للجسم في المرآة المستوية دائماً :

- خيالية معتدلة



- طولها h_i يساوي نفس طول الجسم h_o
- بعدها عن المرآة d_i يساوي نفس بعد الجسم عن المرآة d_o ولكن بالسالب لأنها خيالية
- حجمها مساوي لحجم الجسم ولكنها معكوسة جانبياً

- **سؤال:**

يقف طفل طوله **50 cm** على بُعد **3 m** من مرآة مستوية وينظر إلى صورته. ما بُعد الصورة وطولها؟ وما نوع الصورة المتكونة؟

الجواب:

.....

.....

.....

- **سؤال:** (أجب في ورقة خارجية)

إذا كانت سيارة تتبع سيارة أخرى على طريق أفقية ،وكان الزجاج الخلفي للسيارة الأمامية يميل بزاوية **45°** ، فارسم مخططاً للأشعة يبين موقع الشمس الذي يجعل أشعتها تنعكس عن الزجاج الخلفي للسيارة الأمامية ،في اتجاه عيني سائق السيارة الخلفية.

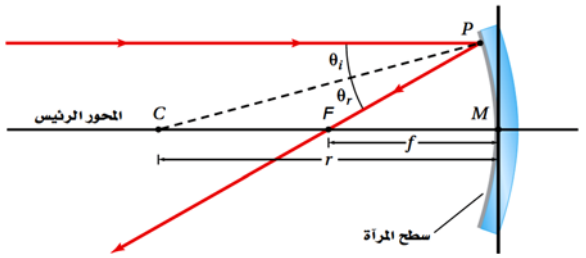
(4-2) المرايا الكروية

- تعتمد خصائص المرايا الكروية والصور التي تكونها على شكل المرآة وموقع الجسم

المرايا المقعرة

المرآة المقعرة: هي سطح عاكس حوافه منحنية نحو المشاهد

- يبدو شكل المرآة الكروية المقعرة كأنه جزء مأخوذ من كرة جوفاء سطحها الداخلي عاكس للضوء.



حيث:

CM المحور الرئيس: وهو خط مستقيم وهمي متعامد مع سطح المرآة ويقسمها إلى نصفين

M قطب المرآة: وهو نقطة تقاطع المحور الرئيس مع سطح المرآة

C مركز التكور: وهو مركز الكرة التي قُطعت منها المرآة (المركز الهندسي)

r نصف قطر التكور: وهو نصف قطر الكرة التي قُطعت منها المرآة

F البؤرة الأصلية للمرآة المقعرة: (لها أكثر من تعريف)

هي النقطة التي تقع في منتصف المسافة بين مركز التكور C وَ قطب المرآة M

هي النقطة التي تتجمع فيها انعكاسات الأشعة الساقطة الموازية للمحور الرئيس

f البعد البؤري للمرآة المقعرة: وهو المسافة بين قطب المرآة M وبؤرتها الأصلية F

- **العلاقة بين البعد البؤري ونصف قطر التكور في المرآة المقعرة:**

$$f = \frac{r}{2}$$

- **سؤال:** (علل)

a. البؤرة الأصلية للمرآة المقعرة حقيقية

b. البعد البؤري للمرآة المقعرة موجب

الجواب:

.....

.....

.....

الطريقة الهندسية لتحديد موقع الصورة

- يُفيدنا رسم مسارات الأشعة المنعكسة عن المرايا المقعرة في تحديد موقع الصورة ليس لأن موقع الصورة هو الذي يتغير فقط بل حجمها ووضعها (اتجاهها) يتغيران أيضاً.

- **حالات تكون الصور في المرايا المقعرة:**

لتسهيل فهم سلوك الأشعة عند استخدام المرايا المقعرة من خلال الرسم:

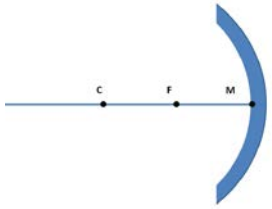
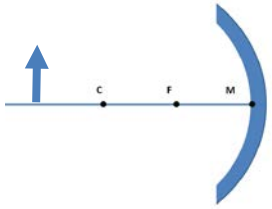
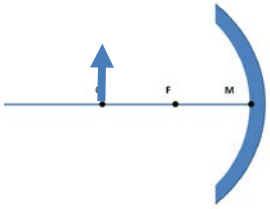
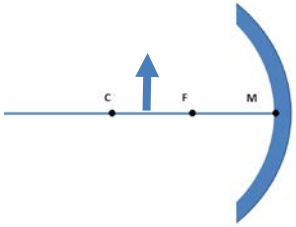
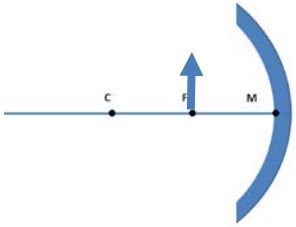
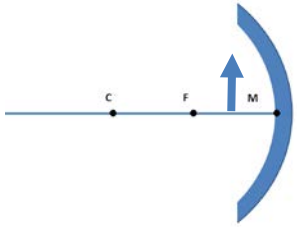
1- نستخدم أجسام أحادية البعد

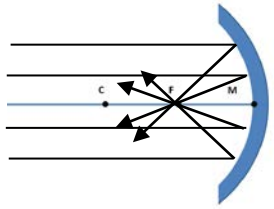
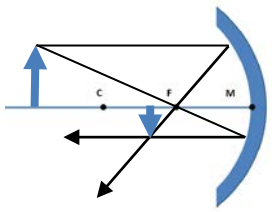
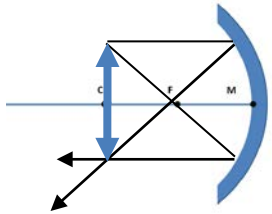
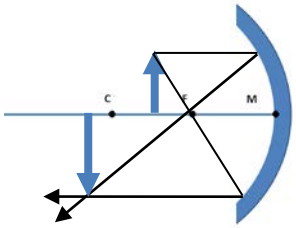
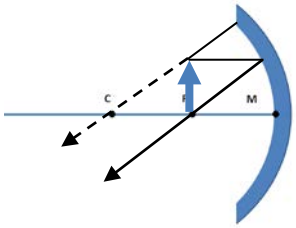
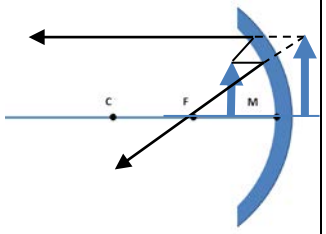
2- نُمثل شعاعين على الأقل من الأشعة الثلاثة التالية:

الشعاع الساقط موازياً للحور الرئيس وهذا ينعكس ماراً بالبؤرة

الشعاع الساقط ماراً بالبؤرة وهذا ينعكس موازياً للمحور الرئيس

الشعاع المار بمركز التكور وهذا ينعكس على نفسه

	الحالة الأولى	الحالة الثانية	الحالة الثالثة	الحالة الرابعة	الحالة الخامسة	الحالة السادسة
مكان الجسم	في المالانهاية	خلف مركز التكور (أبعد من ضعف البعد البؤري)	عند مركز التكور	بين مركز التكور والبؤرة الأصلية	عند البؤرة الأصلية	بين البؤرة الأصلية وقطب المرآة
الرسم						
مكان الصورة						
خصائص الصورة	1 – ..... 2 – ..... 3 –	1 – ..... 2 – ..... 3 –	1 – ..... 2 – ..... 3 –	1 – ..... 2 – ..... 3 –	1 – ..... 2 – ..... 3 –	1 – ..... 2 – ..... 3 – .....

	الحالة الأولى	الحالة الثانية	الحالة الثالثة	الحالة الرابعة	الحالة الخامسة	الحالة السادسة
مكان الجسم	في المالانهاية	خلف مركز التكور (أبعد من ضعف البعد البؤري)	عند مركز التكور	بين مركز التكور والبؤرة الأصلية	عند البؤرة الأصلية	بين البؤرة الأصلية وقطب المرآة
الرسم						
مكان الصورة	في البؤرة الأصلية	بين مركز التكور والبؤرة الأصلية	عند مركز التكور	خلف مركز التكور (أبعد من ضعف البعد البؤري)	لا تُرى صورة للجسم في هذه الحالة (الصورة تكونت في المالانهاية)	خلف المرآة
خصائص الصورة	1. حقيقية 2. مقلوبة 3. مصغرة	1. حقيقية 2. مقلوبة 3. مصغرة	1. حقيقية 2. مقلوبة 3. طولها طول الجسم	1. حقيقية 2. مقلوبة 3. مكبرة	–	1. خيالية 2. معتدلة 3. مكبرة

من الجدول السابق يتضح لنا أنه:

- كلما اقترب الجسم من بؤرة المرآة المقعرة F ابتعدت الصورة عن المرآة
- إذا وضع الجسم في بؤرة المرآة المقعرة تماماً فإنه لا تُرى صورة للجسم (أي أن الصورة تكونت في المالانهاية)

- **سؤال: (علل)** لا تُرى صورة للجسم عندما يوضع في البؤرة الأصلية للمرآة المقعرة

الجواب:

.....

.....

.....

الصور الخيالية في المرآة المقعرة

- إذا اقترب الجسم من المرآة أكثر (أي بين البؤرة وقطب المرآة) فإن صورته سوف تكون خيالية (خلف المرآة) ومعتدلة (أي ليست مقلوبة) ومكبرة وهي الحالة الوحيدة التي تكون فيها الصور في المرايا المقعرة خيالية ومعتدلة

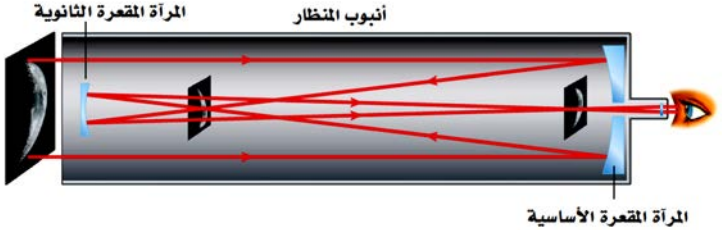
- **مقارنة بين الصور الحقيقة والصور الخيالية في المرايا المقعرة:**

الصور الحقيقية	الصور الخيالية
تنتج عن التقاء الأشعة المنعكسة نفسها	تنتج عن التقاء امتدادات الأشعة المنعكسة
يمكن جمعها على حاجز	لا يمكن جمعها على حاجز
مقلوبة دائماً	معتدلة دائماً
تتكون أمام المرآة	تتكون خلف المرآة

- استراتيجيات حل المسائل: استخدام طريقة رسم الأشعة لتحديد موقع الصورة التي تكونها المرايا الكروية (انظر كتاب الطالب ص 106)

- **سؤال:** (أجب في ورقة خارجية)

الجهاز المبيّن في الشكل هو الجهاز الذي قام بتطويره العالم الأسكتلندي جيمس جريجوري ليقوم بتحويل الصور الحقيقية والمقلوبة التي تكونها مرآة مقعرة إلى صور معتدلة وحقيقية وهو يُسمى منظار جريجوريات (المنظار الفلكي). اشرح تركيب الجهاز ثم وضّح كيفية استخدامه.



عيوب الصور الحقيقية في المرايا المقعرة:

- لوحظ في المرايا المقعرة أن الأشعة المحورية (القريبة من المحور الرئيس) فقط هي التي تنعكس مارة بالبؤرة الأصلية أما الأشعة الأخرى فتلتقي في نقاط أقرب إلى المرآة لذلك فإن الصور المتكونة نتيجة انعكاس الأشعة التي تسقط متوازية على مرآة كروية مقعرة ستكون على هيئة قرص وليس نقطة وهذا العيب يُسمى "الزوغان الكروي أو التشوّه" وهو ما يجعل الصورة تبدو غير واضحة

- كيف تم التغلب على هذه المشكلة؟ (انظر كتاب الطالب ص 106)

الطريقة الرياضية لتحديد موقع الصورة

- يمكن استعمال نموذج المرآة الكروية لإيجاد معادلة بسيطة خاصة بالمرايا الكروية مع مراعاة الاعتماد على الأشعة المحورية (القريبة من المحور الرئيس والمتوازية معه) وذلك عن طريق الربط بين البعد البؤري للمرآة الكروية f وبعد الجسم d_o وبعد الصورة d_i

- **معادلة المرايا الكروية:**

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}$$

حيث:

f البعد البؤري للمرآة الكروية

d_o بُعد الجسم عن المرآة

d_i بُعد الصورة عن المرآة

- ولتبسيط استخدام معادلة المرايا الكروية يمكننا عن طريق جمع الكسور وطرحها من اشتقاق العلاقات التالية لحساب البعد البؤري وبُعد الجسم وبُعد الصورة:

$$f = \frac{d_o\ d_i}{d_o + d_i}$$

$$d_o = \frac{f\ d_i}{d_i - f}$$

$$d_i = \frac{f\ d_o}{d_o - f}$$

- تُعطي المعادلة السابقة صفات الصورة بدقة كبيرة إذا كان ارتفاع المرآة صغيراً مقارنة مع نصف قطر تكورها مما يحد من "الزوغان الكروي أو التشوّه"

- **معادلة التكبير للمرايا الكروية:**

$$m = \frac{h_i}{h_o} = \frac{-\ d_i}{d_o}$$

حيث:

m مقدار التكبير

h_o طول الجسم

h_i طول الصورة

- **الإشارات في معادلة المرايا الكروية ومعادلة التكبير:**

يكون f موجباً إذا كانت المرآة مقعرة وسالباً إذا كانت المرأة محدبة

يكون d_i موجباً إذا كانت الصورة حقيقية وسالباً إذا كانت الصورة خيالية

يكون h_i موجباً إذا كانت الصورة معتدلة وسالباً إذا كانت الصورة مقلوبة

يكون التكبير m موجباً إذا كانت الصورة معتدلة وسالباً إذا كانت الصورة مقلوبة

أي صورة حقيقية مقلوبة وأي صورة مقلوبة حقيقية

أي صورة خيالية معتدلة وأي صورة معتدلة خيالية

- إذا كانت القيمة المطلقة للتكبير أقل من 1 فهذا يعني أن الصورة مصغرة أما إذا كانت أكبر من 1 فهذا يعني أن الصورة مكبرة.

- **مثال**: (**مثال2 ص109**) معدّل

وضع جسم طوله **2 cm** أمام مرآة مقعرة نصف قطرها **20 cm** وعلى بُعد **30 cm** منها. فما بُعد الصورة؟ وما طولها؟ وما خصائص الصورة؟

الحل: **المعطيات:**

- **مثال**: (**11 ص109**)

وضع جسم على بُعد **36 cm** أمام مرآة مقعرة بعدها البؤري **16 cm** فما بُعد الصورة؟

الحل: **المعطيات:**

- **مثال**: (**12 ص109**) معدّل

وضع جسم طوله **2.4 cm** على بُعد **16 cm** من مرآة مقعرة بعدها البؤري **7 cm** فما طول الصورة؟ ثم حدد خصائص الصورة.

الحل: **المعطيات:**

- **مثال**: (**13 ص109**) (أجب في ورقة خارجية)

وضع جسم بالقرب من مرآة مقعرة بعدها البؤري **10 cm** فتكونت له صورة مقلوبة طولها **3 cm** على بُعد **16 cm** من المرآة. أوجد طول الجسم وبعده عن المرآة.

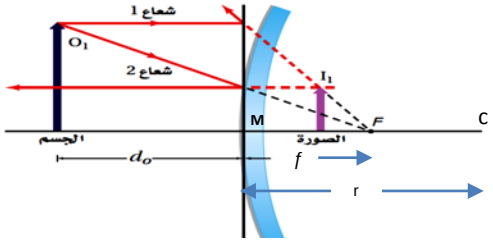
- **سؤال**: (أجب في ورقة خارجية)

لماذا لا يلزمنا تحويل المسافات في معادلة المرايا الكروية ومعادلة التكبير من cm إلى الوحدة الدولية m ؟

المرايا المحدبة

المرآة المحدبة: هي سطح عاكس حوافه منحنية بعيداً عن المشاهد

- يبدو شكل المرآة الكروية المحدبة كأنه جزء مأخوذ من كرة جوفاء سطحها الخارجي عاكس للضوء.



حيث:

CM المحور الرئيس: وهو خط مستقيم وهمي متعامد مع سطح المرآة ويقسمها إلى نصفين

M قطب المرآة: وهو نقطة تقاطع المحور الرئيس مع سطح المرآة

C مركز التكور: وهو مركز الكرة التي قُطعت منها المرآة (المركز الهندسي)

r نصف قطر التكور: وهو نصف قطر الكرة التي قُطعت منها المرآة

F البؤرة الأصلية للمرآة المحدبة: (لها أكثر من تعريف)

هي النقطة التي تقع في منتصف المسافة بين مركز التكور C وَ قطب المرآة M

هي النقطة التي تتجمع فيها امتدادات انعكاسات الأشعة الساقطة الموازية للمحور الرئيس

f البعد البؤري للمرآة المحدبة: وهو المسافة بين قطب المرآة M وبؤرتها الأصلية F

- **العلاقة بين البعد البؤري ونصف قطر التكور في المرآة المحدبة:**

$$f = \frac{r}{2}$$

- **سؤال:** (علل)

c. البؤرة الأصلية للمرآة المحدبة خيالية

d. البعد البؤري للمرآة المحدبة سالب

الجواب:

.....

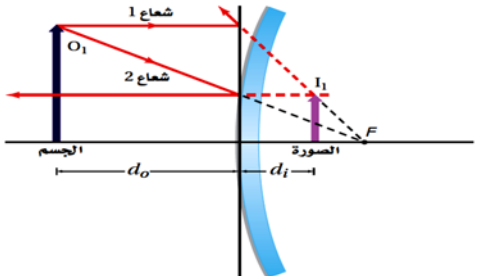
.....

.....

الطريقة الهندسية لتحديد موقع الصورة

- **حالات تكون الصور في المرايا المحدبة:**

هي حالة واحدة (خيالية معتدلة مصغرة) أيّا كان بعد الجسم عن المرآة



- **مجال الرؤية:**

- **سؤال:** (أجب في ورقة خارجية)

قد يبدو أن استعمالات المرايا المحدبة محدودة بسبب الصور المصغّرة التي تكونها للأجسام إلا أن هذه الخاصية جعلت للمرايا المحدبة استخدامات عملية. وضح ذلك مع ذكر بعض الأمثلة.

- **مثال**: (**مثال3 ص112**) معدّل

تستخدم مرآة محدبة بعدها البؤري **50 m** - من أجل الأمن في المستودعات، فإذا كان هناك رافعة شوكية طولها **2 m** على بُعد **5 m** من المرآة فما بُعد الصورة المتكونة؟ وما طولها؟ وما خصائص هذه الصورة؟

الحل: **المعطيات:**

مثال: (**14 ص112**) (أجب في ورقة خارجية)

إذا وضع جسم على بُعد **20 cm** أمام مرآة محدبة بُعدها البؤري **15 cm** - فأوجد بُعد الصورة المتكونة عن المرآة باستخدام الرسم التخطيطي وفق مقياس رسم وباستخدام معادلة المرايا.

- **مثال**: (**16 ص112**) معدّل

تكونت صورة بواسطة مرآة محدبة فإذا كان بُعد الصورة **24 cm** خلف المرآة وحجمها يساوي 3/4 فما البُعد البؤري لهذه المرآة؟ وما خصائصها

الحل: **المعطيات:**

مقارنة المرايا

(انظر كتاب الطالب ص 112)