

## الفصل الرابع

## ظاهرة الانعكاس والمرايا ( Reflection Phenomena and Mirrors )

(( 4 ))

## 1-4 الانعكاس ( Reflection )

1-1-4 انعكاس منتظم ( Normal Reflection )

2-1-4 انعكاس غير منتظم ( Abnormal Reflection )

2-4 قوانين الانعكاس ( Reflection Laws )

## 3-4 المرايا ( Mirrors )

1-3-4 المرايا المستوية ( Plane Mirror )

2-3-4 المرايا الكروية ( Spherical Mirrors )

1-2-3-4 مرآة محدبة ( Convex Mirror )

2-2-3-4 مرآة مقعرة ( Concave Mirror )

4-4 المسطحات الانعكاسية للمرايا

## ( General Terms for Mirrors )

1-4-4 قطب المرآة ( Mirror Pole ) ( P )

2-4-4 مركز تقعر المرآة ( Mirror Centre of Curvature ) ( C )

3-4-4 المحور الرئيسي للمرآة ( Principle Axis of Mirror )

4-4-4 نصف قطر التقعر ( Radius of Curvature ) ( R )

5-4-4 البؤرة الأصلية للمرآة ( Original Focus of Mirror ) (  $O_f$  )

6-4-4 البعد البؤري للمرآة ( Focal Length of Mirror ) ( F )

5-4 معادلة المرايا الكروية ( Spherical Mirrors Equation )

## الفصل الرابع

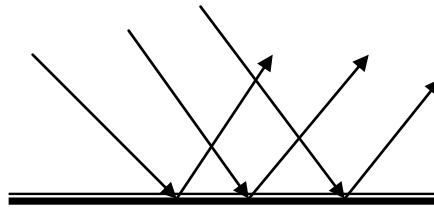
### ظاهرة الانعكاس والمرايا ( Reflection Phenomena and Mirrors )

#### 1-4 الانعكاس ( Reflection )

يعرّف الانعكاس بأنه إرتداد الضوء عن الأسطح المصقولة ويكون على نوعين :

##### 1-1-4 انعكاس منتظم ( Normal Reflection )

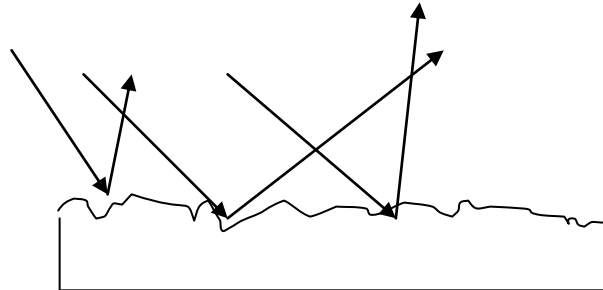
حيث تنعكس الأشعة الضوئية بشكل متوازي مع بعضها البعض عند سقوطها على السطح الأملس  
الآلي من التوازي ، كما هو في الشكل ( 1 - 4 ) :



شكل ( 1 - 4 ) : انعكاس منتظم

##### 2-1-4 انعكاس غير منتظم ( Abnormal Reflection )

حيث تنعكس الأشعة الضوئية بشكل متشتت عند سقوطها على السطح الخشن الذي يحتوي على  
التوازي ، كما هو في الشكل ( 2 - 4 ) :



شكل ( 2 - 4 ) : انعكاس غير منتظم

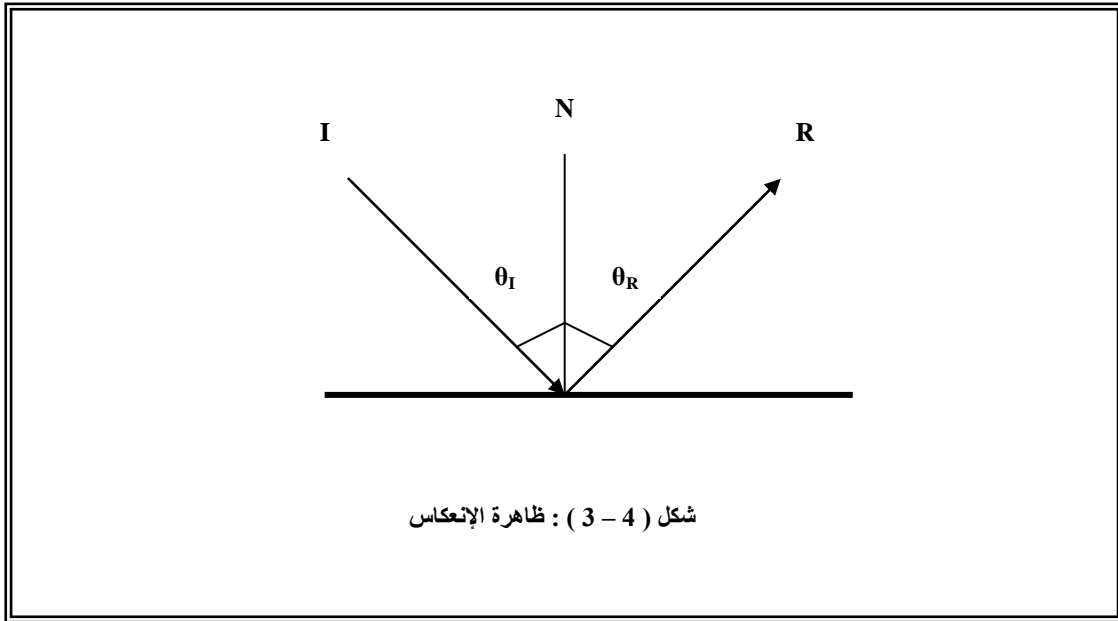
## 2-4 قانونا الانعكاس ( Reflection Laws )

تتلخص قانونين الانعكاس بقانونين هما :

القانون الأول : الشعاع الساقط والشعاع المنعكس والعمود المقام من نقطة السقوط تقع جميعها في مستوى واحد متعامد على السطح العاكس .

القانون الثاني : زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس .

والشكل ( 3 - 4 ) يوضح ظاهرة الانعكاس .



حيث أن :

I : الشعاع الساقط ( Incident Ray ) .

R : الشعاع المنعكس ( Reflected Ray ) .

$\theta_I$  : زاوية السقوط ( Incidence Angle ) .

$\theta_R$  : زاوية الانعكاس ( Reflection Angle ) .

N : العمود المقام ( Normal Line ) .

## 3-4 المرايا ( Mirrors )

تعتمد صفات المرايا والصور المتكوّنة على نوع السطح المأخوذ منه وهي على نوعين :

## 1-3-4 المرايا المستوية ( Plane Mirror )

وهي عبارة عن سطح أملس مستوي ، وتكون صفات الصورة المتكوّنة كالآتي :

- 1- الموقع ( Location ) : تقع الصورة خلف المرآة بمسافة تساوي المسافة التي يقع بها الجسم أمام المرآة .
  - 2- التوجيه ( Orientation ) : الصورة معتدلة ، ولكن مقلوبة جانبيًا ( Lateral Inverted ) .
  - 3- الحجم ( Size ) : الصورة لا مكبرة ولا مصغرة .
  - 4- النوع ( Type ) : الصورة وهمية ( تقديرية ، خيالية ) .
- للمرايا المستوية لها استعمالات عديدة حيث توجد حيث توجد في جميع أرجاء المنزل لتزيين البيوت والصالات وفي غرف النوم وغيرها ، وفي المرآة الأمامية لسانق السيارة الموجودة أمام السائق لرؤية خلف السائق عند قيادة السيارة .

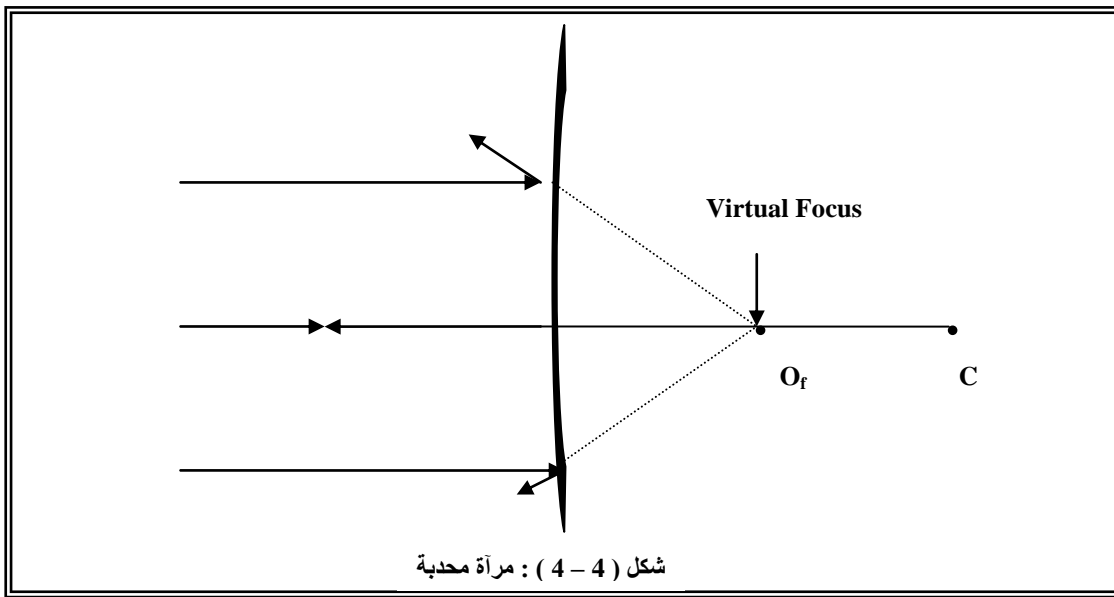
## 2-3-4 المرايا الكروية ( Spherical Mirrors )

وهي مرايا مأخوذة من كرات مصقولة وهي نوعان :

## 1-2-3-4 مرآة محدبة ( Convex Mirror )

وفي هذا النوع تنعكس الأشعة الضوئية من على السطح الخارجي للكرة المصقولة ، وتكون بؤرة المرآة وهمية لأنها

متشكلة من إمتدادات الأشعة المنعكسة وكما هي الشكل ( 4 - 4 ) :



أما صفات الصور المتكوّنة في المرآة المحدبة فهي :

1- وهمية ( Virtual ) .

2- معتدلة ( Erected ) .

3- مصغرة ( Demagnified ) .

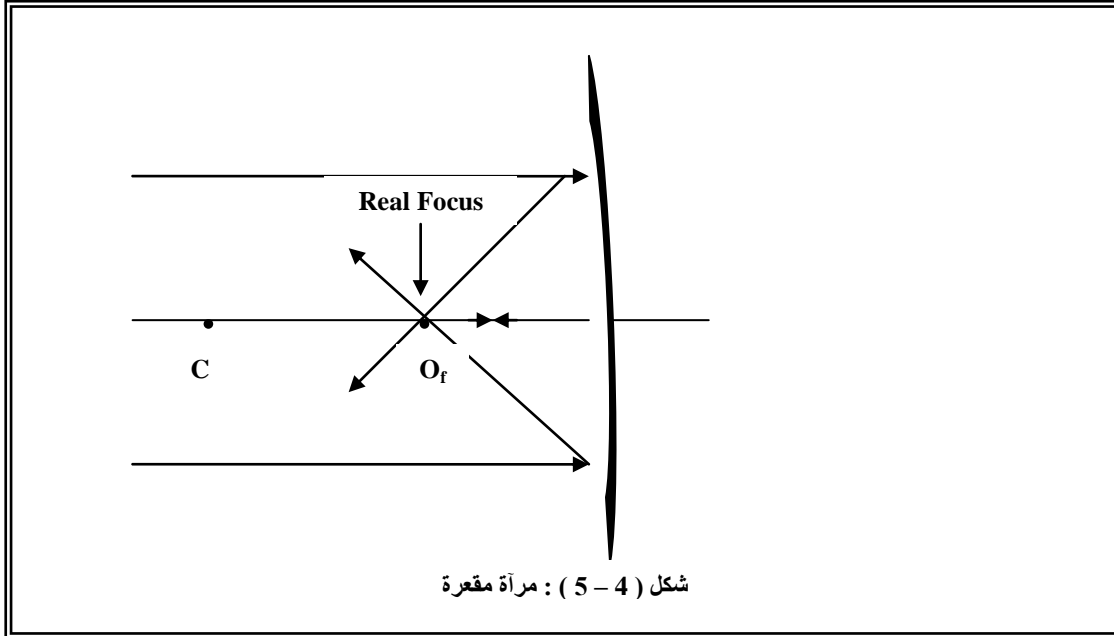
للمرآة المحدبة تطبيقات عديدة منها انما تسمى مرآة القيادة حيث توجد على جانبي السائق لتعطي صوراً مصغرة

ومعتدلة وتعطي مجال رؤيا أوسع وأشمل على الجانبين .

## 2-2-3-4 مرآة مقعرة ( Concave Mirror )

وفي هذا النوع تنعكس الأشعة الضوئية من على السطح الداخلي للكرة المصقولة ، وتكون بؤرة المرآة حقيقية

لأنها متشكّلة من تلاقي الأشعة المنعكسة نفسها وكما في الشكل ( 4 - 5 ) :



أما صفات الصور المتكوّنة في المرآة المقعرة فهي :

1- حقيقية ومقلوبة : وذلك إذا كان الجسم موضوعا بعيدا عن البؤرة الرئيسية للمرآة .

2- وهمية معتدلة ومكبرة : وذلك إذا كان الجسم موضوعا بين البؤرة الرئيسية والمرآة .

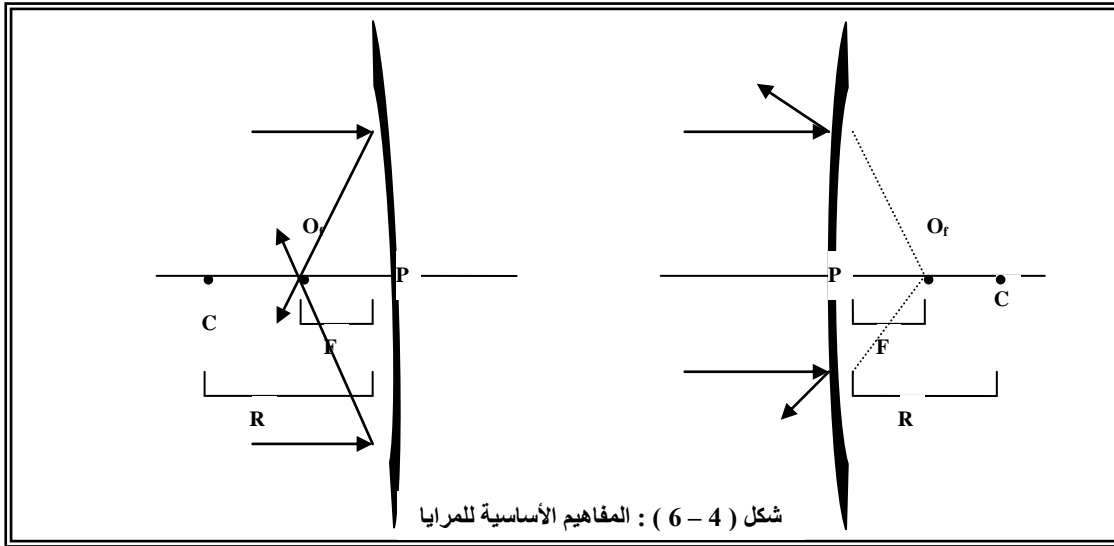
للمرآة المقعرة تطبيقات عديدة منها ، إنها تعطي صورة مكبرة لأسنان المريض عند إستخدامه من قبل أطباء الأسنان ،

يستعمل في مصابيح السيارة الأمامية وغيرها .

## 4-4 المصطلحات الأساسية للمرايا ( General Terms for Mirrors )

والتي نتعرف على كيفية تكون الصور في هذين النوعين من المرايا الكروية ( المحدبة ، المقعرة ) علينا التعرف على

المفاهيم التالية المتعلقة بها وكما مبين في الشكل ( 4 - 6 ) :



## 1-4-4 قطب المرآة ( Mirror Pole ) ( P )

وهو النقطة التي تقع في منتصف سطح المرآة .

## 2-4-4 مركز تقعر المرآة ( Mirror Centre of Curvature ) ( C )

وهو مركز الكرة الذي أقتطعت منه المرآة .

## 3-4-4 المحور الرئيسي للمرآة ( Principle Axis of Mirror )

وهو الخط الواصل بين قطب المرآة ومركز تقعرها .

## 4-4-4 نصف قطر التقوّير ( Radius of Curvature ) ( R )

وهو المسافة بين قطب المرآة ومركز تقوّير المرآة .

5-4-4 البؤرة الأصلية للمرآة ( Original Focus of Mirror ) (  $O_f$  )

وهي النقطة على المحور الرئيسي ، وتكون وهمية في حالة المرآة المحدبة لأنها تتشكّل من إمتدادات الأشعة المنعكسة

عن سطح المرآة ، وحقيقية في حالة المرآة المقعرة لأنها تتشكّل من تلاقي الأشعة المنعكسة نفسها عن سطح المرآة .

## 6-4-4 البعد البؤري للمرآة ( Focal Length of Mirror ) ( F )

وهو المسافة بين قطب المرآة وبؤرتها ، ويساوي نصف ( نصف قطر تقوّير المرآة ( R ) ) ، أي أن :

$$F = \frac{R}{2} \Rightarrow R = 2F \dots (1-4)$$



## 5-4 معادلة المرايا الكروية (Spherical Mirrors Equation)

وهي المعادلة التي تربط بين حل من البُعد البؤري للمراة ( Focal Length of Mirror ) ( F ) ،

وُبُعد الجسم ( Object Distance ) ( O ) ، وُبُعد الصورة ( Image Distance ) ( I ) بالعلاقة الآتية :

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{O} + \frac{1}{I} \Leftrightarrow \frac{2}{R} = \frac{1}{O} + \frac{1}{I} \dots (2-4)$$

عند تطبيق المعادلة أعلاه يجب الأخذ بالنقاط الآتية بعين الاعتبار :

1- ( F , R ) تكون موجبة للمراة المقعرة ، وسالبة للمراة المحدبة .

2- ( I ) تكون موجبة إذا كانت الصورة متكوّنة أمام المراة ( حقيقية ) ، وسالبة إذا كانت الصورة متكوّنة

خلف المراة ( وهمية ) .

ملاحظة : لتحديد مقدار التكبير ( M ) يتم تطبيق القانون الآتي : -

$$M = -\frac{I}{O} = \frac{h_i}{h_o} \dots (3-4)$$

حيث أن :

M : معامل التكبير .

بالنسبة لإشارة التكبير :

❖ فإذا كانت ( موجبة ) فالصورة تكون معتدلة .

❖ وإذا كانت ( سالبة ) فالصورة تكون مقلوبة .

❖ أما بالنسبة لمقدار التكبير :

❖ فإذا كانت (  $M > 1$  ) فالصورة تكون مكبرة .

❖ وإذا كانت (  $M < 1$  ) فالصورة تكون مصغرة .

❖ أما إذا كانت (  $M = 1$  ) فالصورة تكون لا مكبرة ولا مصغرة .

$h_i, h_o$  : طول ( إرتفاع ) الجسم ، طول ( إرتفاع ) الصورة .

مثال 1 - 4 : وضع جسم طوله ( 3cm ) على بُعد ( 4cm ) من مرآة محدبة بُعدها البؤري ( 3cm ) .

حدّد صفات الصورة ومقدار التكبير ؟

**الحل** : نُحدّد معطيات ومجاهيل السؤال كالتالي :

$$h_o = 3cm, O = 4cm, F = -3cm, I = ?, M = ?$$

من قانون المرايا نجد :

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{O} + \frac{1}{I}$$

$$\frac{1}{-3} = \frac{1}{4} + \frac{1}{I}$$

$$\Rightarrow I = -1.7cm$$

وهذا يعني أن الصورة وهمية ، و تقع على بُعد ( -1.7 cm ) خلف المرآة .

ولتحديد مقدار التكبير ( M ) :

$$M = -\frac{I}{O} = -\frac{-1.7}{4}$$

$$\Rightarrow M = 0.42$$

أي أن الصورة معتدلة ، مصغرة تقريبا ( 0.42 مرة ) .

مثال 4 - 2 : وضع جسم إرتفاعه ( 6cm ) على بُعد ( 30cm ) أمام مرآة محدبة نصفه قطر تكورها ( 40cm ) .

أوجد موضع وإرتفاع الصورة ؟

**الحل** : نحدد معطيات ومجاهيل السؤال كالتالي :

$$h_o = 6cm, O = 30cm, R = -40cm, I = ?, h_I = ?$$

$$F = \frac{R}{2} = \frac{-40}{2}$$

$$\therefore F = -20cm$$

لمعرفة موضع الصورة :

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{O} + \frac{1}{I}$$

$$\frac{1}{-20} = \frac{1}{30} + \frac{1}{I}$$

$$\Rightarrow I = -12cm$$

وهذا يعني أن الصورة وهمية ، و تقع على بُعد ( -12cm ) خلف المرآة .

ولمعرفة إرتفاع الصورة :

$$M = -\frac{I}{O} = \frac{h_I}{h_o}$$

$$\Rightarrow M = -\frac{-12}{30} = \frac{h_I}{6}$$

$$\therefore h_I = 2.4cm$$

**مثال 3 - 4 :** وضع جسم طوله (3cm) على بُعد (4cm) من مرآة مقعرة بُعدها البؤري (3cm) .

حدد صفات الصورة ومقدار التكبير ؟

**الحل :** نحدد معطيات ومجاهيل السؤال كالتالي :

$$h_o = 3cm, O = 4cm, F = 3cm, I = ?, M = ?$$

من قانون المرايا نجد :

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{O} + \frac{1}{I}$$

$$\frac{1}{3} = \frac{1}{4} + \frac{1}{I}$$

$$\Rightarrow I = 12cm$$

وهذا يعني أن الصورة حقيقية ، وتقع على بعد (12cm) أمام المرآة .

ولتحديد مقدار التكبير ( M ) :

$$M = -\frac{I}{O} = -\frac{12}{4}$$

$$\Rightarrow M = -3$$

أي أن الصورة حقيقية ، مقلوبة ، مكبرة ثلاث مرات .

**مثال 4 - 4 :** ما هو نصف قطر كُؤُر مرآة مقعرة يراد إستخدامها للحصول على صورة حقيقية لها ضعفي حجم الجسم ،

إذا وضع الجسم على بُعد (  $60\text{cm}$  ) منها ؟

**الحل :** نحدد معطياته ومجاهيل السؤال كالتالي :

$$O = 60\text{cm}, R = ?$$

بما أن الصورة حقيقية لها ضعفي حجم الجسم ، إذن :

$$\therefore I = 2O$$

$$\Rightarrow I = (2).(60)$$

$$\therefore I = 120\text{cm}$$

من قانون المرايا نجد :

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{O} + \frac{1}{I}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{60} + \frac{1}{120}$$

$$\Rightarrow F = 40\text{cm}$$

$$F = \frac{R}{2} \Rightarrow R = 2F$$

$$\Rightarrow R = (2)(40)$$

$$\therefore R = 80\text{cm}$$

**مثال 4 - 5 :** وضع جسم على بُعد (30cm) من مرآة كروية فتكوّن له صورة وهمية على بُعد (5cm) من المرآة .

أوجد نصف قطر تكوّن المرآة ، وبيّن نوعها ؟

**الحل :** نحدد معطيات ومجاهيل السؤال كالآتي :

$$O = 30cm, I = -5cm, R = ?$$

من قانون المرايا نجد :

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{O} + \frac{1}{I}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{30} + \frac{1}{-5}$$

$$\Rightarrow F = -6cm$$

نوع المرآة محدبة لأن البُعد البؤري سالب .

$$F = \frac{R}{2} \Rightarrow R = 2F$$

$$\Rightarrow R = (2)(-6)$$

$$\therefore R = -12cm$$

**مثال 4 - 6 :** ما هو نوع المرآة الكروية التي يجب إستخدامها لتعطي صورة معتدلة ومصغرة إلى (1/5) حجم الجسم

الموضوع على بُعد (15cm) أمامها ، أحسب أيضا نصف قطر تكوّن المرآة ؟

**الحل :** نحدد معطيات ومجاهيل السؤال كالآتي :

$$O = 15cm, R = ?$$

الصورة المعتدلة التي تتكوّن في المرآة الكروية تكون وهمية ، ولتحونها مصغرة إلى (1/5) حجم الجسم ، إذن :

$$\therefore I = -\frac{1}{5}O \Rightarrow 5I = -O$$

$$\therefore I = -\frac{O}{5}$$

$$I = -\frac{15}{5}$$

$$\Rightarrow I = -3cm$$

من قانون المرايا نجد :

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{O} + \frac{1}{I}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{15} + \frac{1}{-3}$$

$$\Rightarrow F = -3.8cm$$

نوع المرآة محدبة لأن البعد البؤري سالب .

$$F = \frac{R}{2} \Rightarrow R = 2F$$

$$\Rightarrow R = (2)(-3.8)$$

$$\therefore R = -7.6cm$$

مسائل الفصل الرابع  
ظاهرة الانعكاس والمرايا  
( Reflection Phenomena and Mirrors )  
( ( 4 ) )

س1 : وضع جسم ارتفاعه ( 70cm ) على بُعد ( 15cm ) أمام مرآة محدبة نصف قطر تكورها ( 45cm ) .

احسب ما يأتي :

1- موضع الصورة ( I ) ؟

2- ارتفاع الصورة (  $h_i$  ) ؟

الإجابة :  $I = -9cm$  ,  $h_i = 42cm$

س2 : وضع جسم على بُعد ( 20cm ) من مرآة مقعرة نصف قطر تكورها ( 60cm ) . حدد ما يأتي :

1- صفات الصورة ؟

2- مقدار تكبير الصورة ؟

الإجابة : الصورة وهمية معتدلة تبعد  $I = -60cm$  عن المرآة ,  $M = 3$

س3 : ما هو البُعد البؤري لمرآة محدبة لتكوين صورة لها ( 1/6 ) حجم الجسم الموضوع على بُعد ( 12cm ) أمامها .

احسب أيضا نصف قطر تكور المرآة ؟

الإجابة :  $F = -2.4cm$  ,  $R = -4.8cm$

س4 : أين يتم وضع جسم بالنسبة لمرآة مقعرة نصف قطر لها ( 180cm ) لكي تتكون له صورة حقيقية لها ( 1/2 )

طول الجسم الموضوع ؟

الإجابة :  $O = 270cm$

س5 : أين يجب أن تقف فتاة أمام مرآة مقعرة نصف قطر لها ( 120cm ) لكي ترى صورة معتدلة لوجهها

ومكبرة أربعة أضعاف حجمها الطبيعي ؟

الإجابة :  $O = 45cm$