Light and Optics

5

د. البصيرات
المنوي

The major goals of this chapter are to enable you to:

1. Describe the nature of light.
2. Solve problems involving the speed of light.
3. Describe the laws of reflection.
4. Locate and describe images formed by plane, convex, and concave mirrors.
5. Apply the mirror formula to image formation.
6. Describe the law of refraction.
7. Describe total internal reflection.
8. Locate and describe images formed by converging and diverging lenses.
9. Describe how the colors of the visible spectrum are formed through dispersion of light.
10. Describe color as a property of light and how it is related to its frequency or its wavelength.

Nature of Light

طبيعة الضوء

A new theory for the nature of light:

النظرية الجديدة لطبيعة الضوء

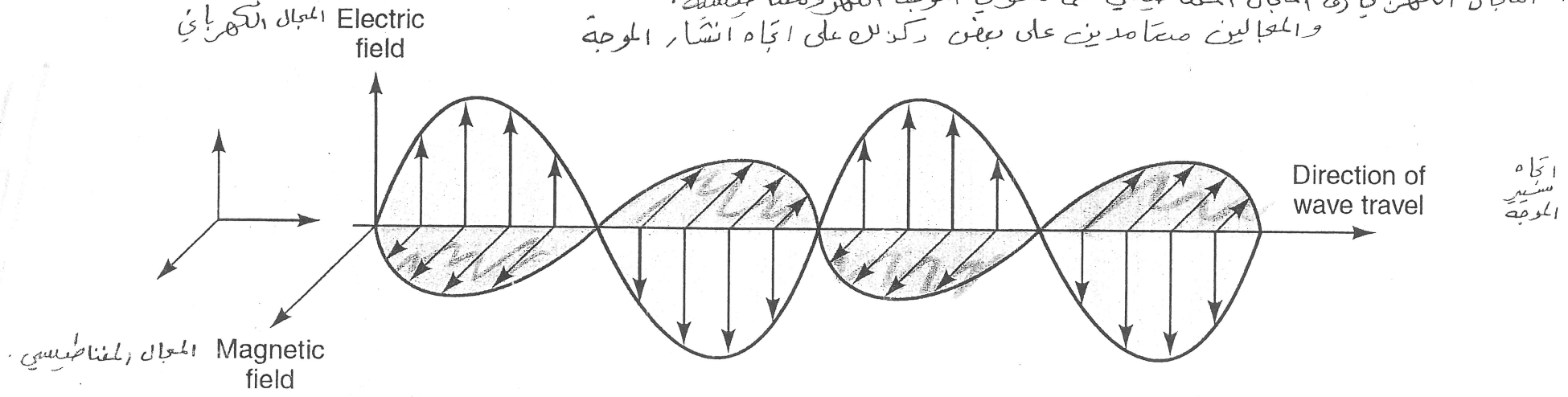
light is an oscillating disturbance of an electric field and a corresponding magnetic field

هو اضطراب مهتز للمجال الكهربائي و للمجال المغناطيسي المناظر.

⇒ ***Light ≡ Electromagnetic wave.***

الضوء ≡ كهرومغناطيسية . موجات

* تعريف الضوء : هو اضطراب مهتز للمجال الكهربائي والمجال المغناطيسي المناظر له.
* الضوء : هو موجات كهرومغناطيسية .
* المجال الكهربائي & المجال المغناطيسي هما مكوني الموجة الكهرومغناطيسية. والمجالين صمامدين على بعض وكذلك على اتجاه انتشار الموجة



The electric and magnetic field components of an electromagnetic wave are perpendicular to each other as well as to the direction of travel of the electromagetic wave.

مركبات المجال الكهربائي و المغناطيسي للموجة الكهرومغناطيسية صمامدين لبعضها البعض وكذلك لاتجاه سريانه الموجة الكهرومغناطيسية.

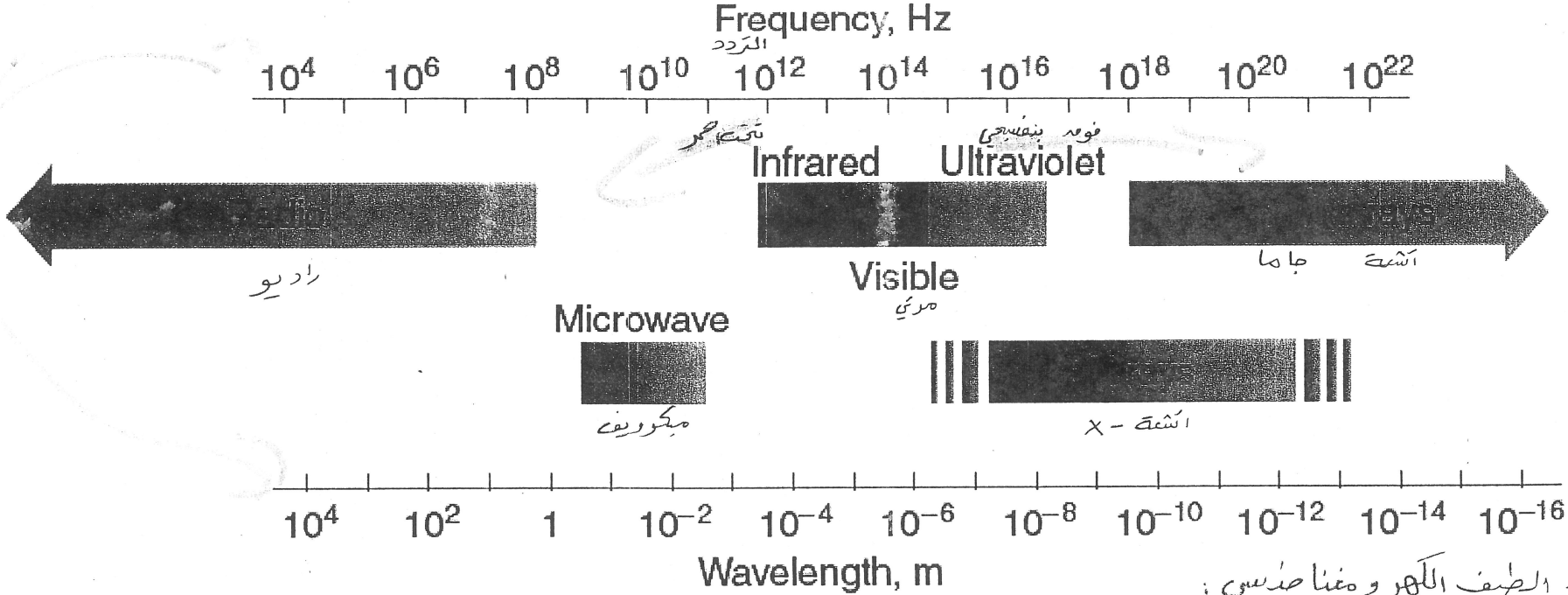


FIGURE 5.2

Electromagnetic spectrum.
الكهرومغناطيسي الطيف

* الطيف الكهرومغناطيسي :
يعني تمثيل ترددات أو الطول الموجي
لجميع الموجات الكهرومغناطيسية على خط الاعداد .
* جزء قليل من الطيف الكهرومغناطيسي يكون مرئي . [Visible]
ويقع مداه $[4\times10^{-7}m \rightarrow 7.6\times10^{-7}m]$
* يبدأ الطيف المرئي من [احمر ، برتقالي ، أصفر ، أخضر ، أزرق ، بنفسجي]
Violet blue green yellow orang rede

The wavelength of visible light ranges from about 4.0×10^{-7} m to 7.6×10^{-7} m.
الطول الموجي المرئي للضوء من مدى حولي الى

* العلاقة بين التردد والطول الموجي علاقة عكسية .
* لذلك اقل طول موجي في الطيف المرئي هو الازرق واكثرها تردد

- The longest visible wavelength is red, the shortest wavelength is vilot.
مرئي أطول الاحمر هو طول موجي أقصر طول موجي البنفسجي

واكثر طول موجي في الطيف المرئي هو الاحمر واقلها تردد .

* الاشعة فوق البنفسجية ترددها عالي اكثر من المرئي لذلك غير مرئية مثل جاما و X
* الأشعة تحت البنفسجية ترددها اقل من المرئي لذلك غير مرئية مثل الميكروويف والراديو

* تتحرك الموجات الكهرومغناطيسية بجميع أنواعها بنفس سرعة الضوء وهي 3×10^8 m/s

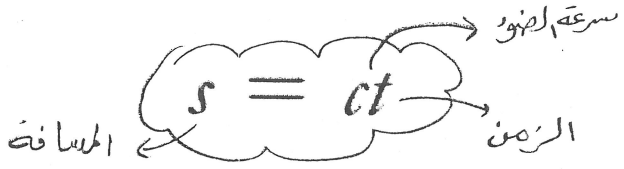
* لحساب المسافة التي يقطعها الضوء
$S = c \cdot t$

* هناك وحدة قياس تستخدم لقياس المسافات البعيدة وهي السنة الضوئية وهي: المسافة المقطوعة من الضوء في سنة أرضية واحدة وتعادل: $(9.45 \times 10^{15} m)$.

■ The Speed of Light
سرعة الضوء

Electromagnetic wave speed (in vacuum)
الكهرومغناطيسية الموجة سرعة في الفراغ

$c = 299{,}792{,}458 \text{ m/s} \approx 3 \times 10^8 \text{ m/s}$



t = time
الزمن

c = speed of light, 3.00×10^8 m/s
سرعة الضوء

s = distance
المسافة

A **light-year** is the distance travelled by light in one
الضوئية السنة هي المسافة المقطوعة من الضوء في واحدة

earth year, so 1 light-year equals 9.45×10^{15} m.
أرضية سنة لذا سنة ضوئية تساوي

⇒ Convenient for expressing distance between stars
ملائمة/مفيدة لـ توضيح المسافة بين النجوم

EXAMPLE 5.1

Find the distance (in mi) traveled by an X ray in 0.100 s.

آوجد المسافة بالميل المقطوعة من أشعة

Data:

المعطيات

$$c = 186{,}000 \text{ mi/s}$$

$$t = 0.100 \text{ s}$$

$$s = ?$$

Basic Equation:

المعادلة الاساسية

$$s = ct$$

Working Equation: Same

Substitution:

$$s = (186{,}000 \text{ mi/s})(0.100 \text{ s})$$

$$= 18{,}600 \text{ mi}$$

Light as a Wave

الضوء كموجة

* هناك مصطلحين مهمين في دراسة الموجات.

1. الطول الموجي (λ): وهو المسافة بين أي نقطتين متتاليتين متتابعتين على الموجة.
2. التردد (f): وهو عدد الدورات أو الاهتزازات في الثانية.

* وحدة قياس التردد هي هيرتز.
* ترتبط سرعة الموجة وتردداها وطول موجتها بالعلاقة

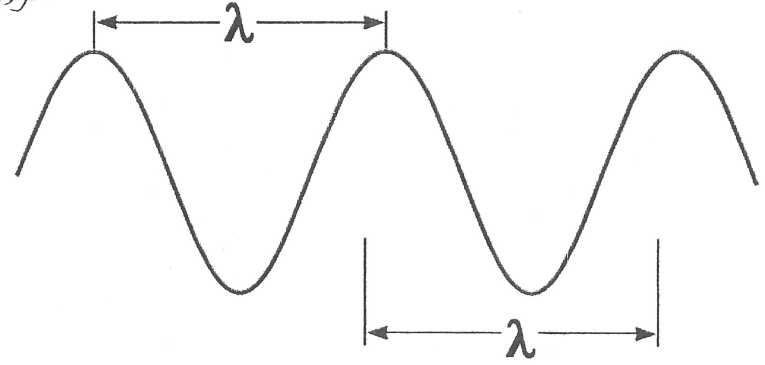
The wavelength, λ:

The distance between two successive corresponding points on the wave.

الطول الموجي — المسافة — بين — متتابعتين — متتاليتين — الموجة — على — نقطتين

$c = \lambda \cdot f$

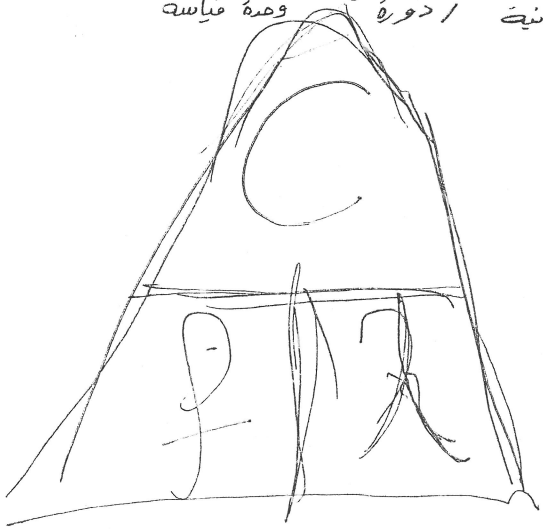
سرعة الضوء — طول الموجة — التردد



The frequency:

- The number of vibrations or cycles per second of a wave.
- Unit: cycles/second = Hertz (**Hz**)

التردد — عدد — الاهتزازية — الدورات — لكل — ثانية — وحدة قياس — دورة / ثانية — هيرتز



$$c = \lambda f$$

f = frequency (التردد)

λ = wavelength (الطول الموجي)

c = speed of light (سرعة الضوء)

EXAMPLE 5.2

Find the frequency of a light wave with a wavelength of 5.00×10^{-7} m.

Data:

$$\lambda = 5.00 \times 10^{-7} \text{ m}$$
$$c = 3.00 \times 10^{8} \text{ m/s}$$
$$f = ?$$

Basic Equation:

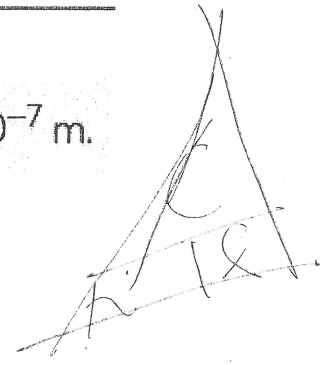
$$c = \lambda f$$

Working Equation:

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

Substitution:

$$f = \frac{3.00 \times 10^{8} \text{ m/s}}{5.00 \times 10^{-7} \text{ m}}$$
$$= 6.00 \times 10^{14} \text{ Hz} \quad \text{(or cycles/s)}$$



Reflection

- We say light is *reflected* when it is returned into the medium from which it came—the process is **reflection.**

In studying reflection we observe what happens when light is turned back from a surface. The beam of a flashlight directed at a mirror shows several things about reflection. First, upon striking the surface of the glass, some of the light is reflected in all directions. This is called *scattering*. If there were no scattering, no light would reach our eyes and we would be unable to observe the beam at all. However, only a very small part of the beam of light is scattered. Rough or uneven surfaces produce more scattering than do smooth ones. This scattering of light by uneven surfaces is called **diffusion.** Diffused lighting has many applications at home and in industry where bright glare is not desirable.

Nearly complete reflection (with very little scattering) is called **regular** (or **specular**) **reflection.** **Regular reflection** occurs when parallel or nearly parallel rays of light (such as sunlight and spotlight beams) remain parallel after being reflected from a surface (Figure 5.4). Note that the incoming rays are referred to as incident rays.

* نقول أن الضوء ينعكس عندما يرتد (يعود) الى الوسط الذي جاء منه .
وهذه العملية تسمى إنعكاس .

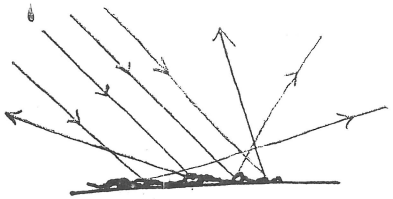
* عند دراسة الأشعة المنعكسة بعد سقوطها على المرآه نجد .آن جزء قليل من الأشعة الساقطة تتشتت . والباقي ينعكس بانتظام .

* اذا لم يكن هناك تشتت فإنه لا تحدث عملية الرؤية .

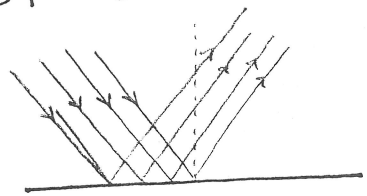
* لذلك : هناك نوعين من الانعكاس :

① انعكاس منتظم (Regular reflection) أو (specular) .
ويحدث عندما الأشعة المنعكسة تكون متوازية .

② إنعكاس غير منتظم (Irregular reflection) .
ويحدث عندما الأشعة المنعكسة تتشتت ولا تكون متوازية



Irregular



Regular

* نص القانون الأول للانعكاس:
زاوية السقوط = زاوية الانعكاس

* نص القانون الثاني للانعكاس:
الشعاع الساقط والشعاع المنعكس والعمود المقام على السطح كلها تقع في نفس المستوى

Laws of Reflection
قوانين الانعكاس

1st Law of reflection
القانون الأول في الانعكاس

- The angle of reflection equals the angle of incidence.
زاوية الانعكاس تساوي زاوية السقوط

Second Law of Reflection
القانون الثاني للانعكاس

The incident ray, the reflected ray, and the normal (perpendicular) to the surface all lie in the same plane.
الشعاع الساقط والشعاع المنعكس والعمود المقام على السطح تقع كلها في نفس المستوى

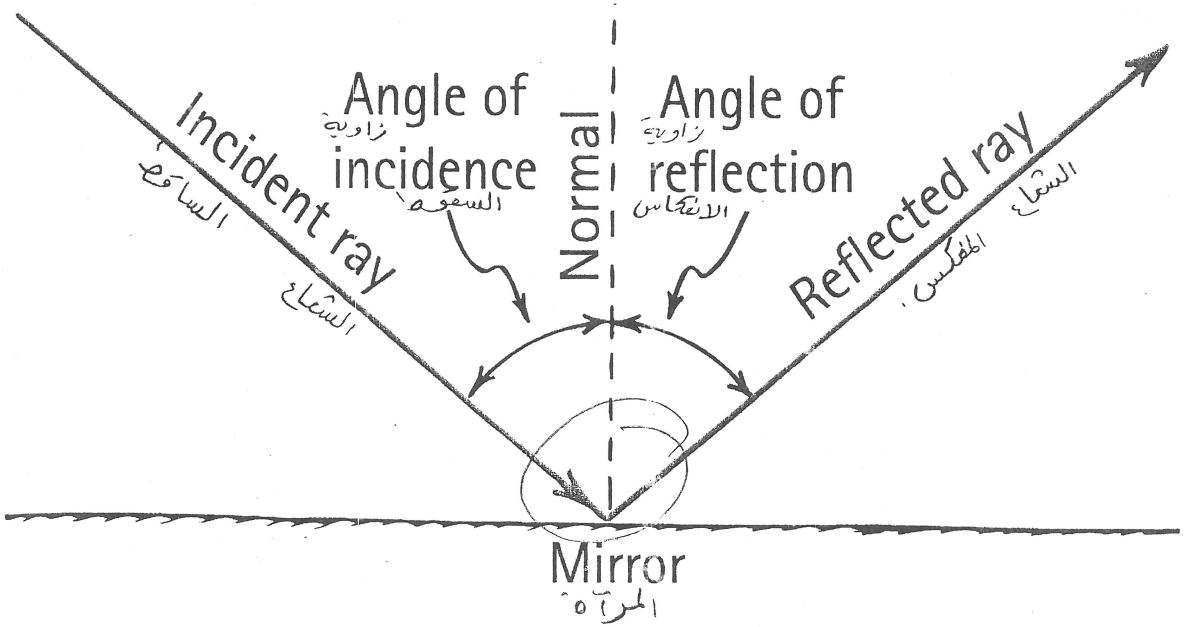


Image formed by plane mirrors

الصور المشكلة في المرايا المستوية

* تتصف الصور المتكونة في المرايا المستوية بأنها:
① لها نفس الحجم للجسم ② تتكون خلف المرآة لذلك فهي خيالية
③ تتشكل خلف المرآة في النقطة حيث امتدادات الأشعة المنعكسة تتجمع ④ بعدها عن المرآة يساوي بعد الجسم عن المرآة

Virtual image

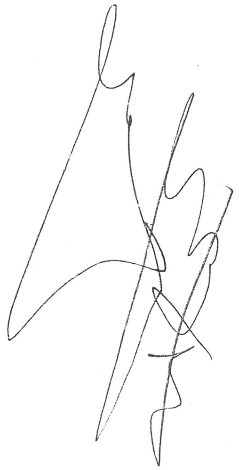
صورة خيالية

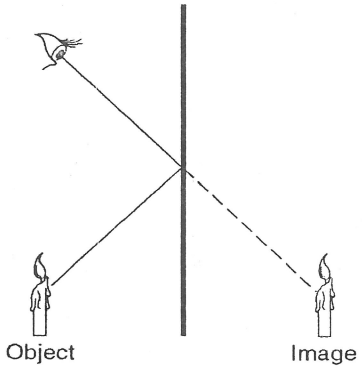
- is same size as object, formed behind a plane mirror, and located at the position where the extended reflected rays converge.

لها نفس حجم الجسم تتكون خلف المرآة المستوية وتقع في الموضع حيث امتدادات الأشعة المنعكسة تتجمع

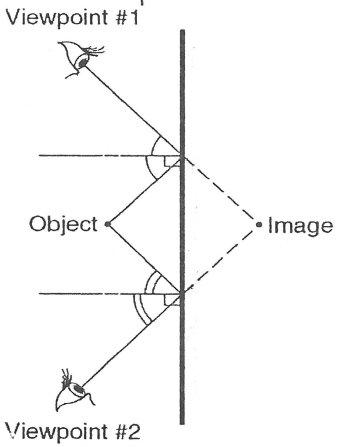
- is as far behind the mirror as the object is in front of the mirror.

على بعد خلف المرآة مثل الجسم عن أمام المرآة





(a) Plane mirror image



(b) Location of an image in a plane mirror

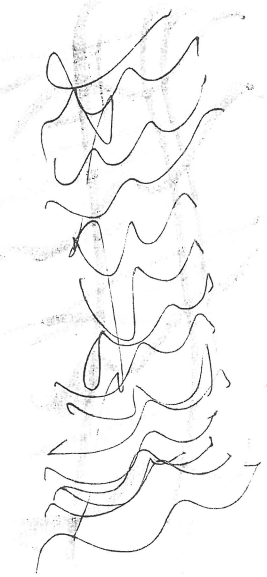
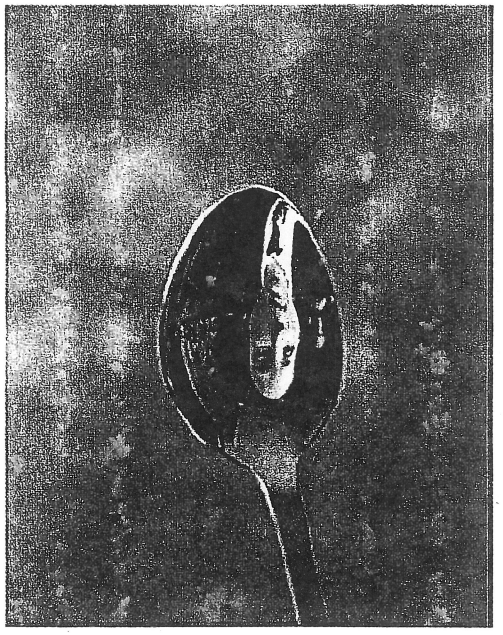
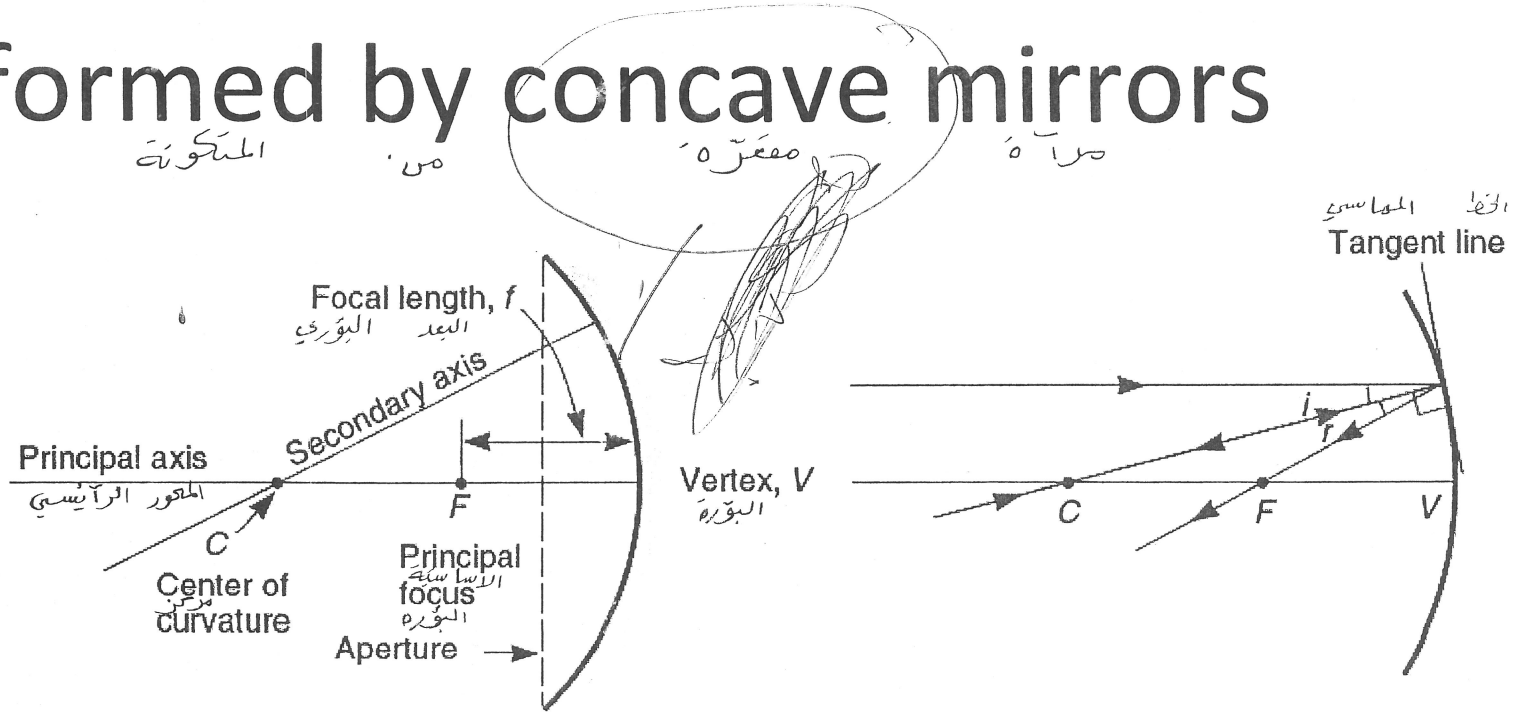


Image formed by concave mirrors





- C(The center of curvature)>is the center of the sphere that forms a part of the sphere mirror.
- V(the vertex) is the center of mirror some time called the optical center.
- Principal axis is CV line .
- F(principal focus) is the point through which all parallel rays to principal axis are converge.
- Focal length is the distance between principal focus and vertex.

* مركز التكور : هو مركز الكرة التي تكون الجزء الكروي من المرآة .
* قطب المرآة (مركز المرآة) أو المركز البصري . وهو نقطة تقع في منتصف سطح المرآة .
* المحور الرئيسي : وهو خط يمر في مركزها البصري .
* البؤرة الحقيقية : هي النقطة التي تتجمع فيها الأشعة المتوازية مع المحور بعد انعكاسها .
* البعد البؤري : هو المسافة بين البؤرة والقطب .

Image formed by concave mirrors

الصورة المتكونة من المرآة المقعرة

Object distance

بعد الجسم

- Greater than the focal length.

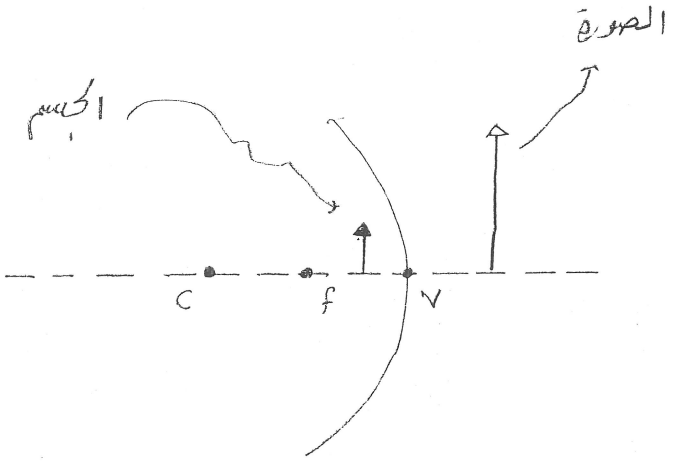
البعد البؤري من أبعد

- Smaller than the focal length.

البعد البؤري من أقل

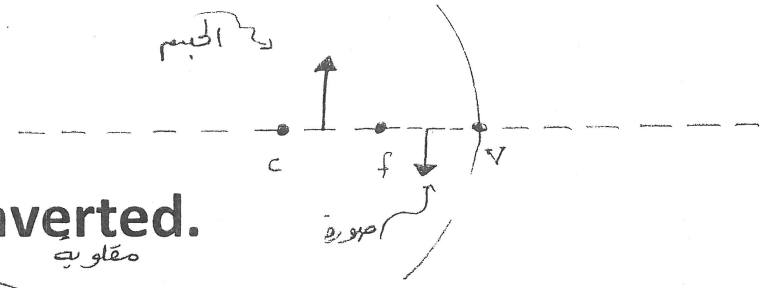
- At focal point.

في نقطة البؤرة



Image

الصورة



- Real, inverted.

حقيقية مقلوبة

Received on screen

تستقبل على شاشة

- Virtual, erect, larger than the object.

وهمية معتدلة من أكبر الجسم

- No image is formed the rays will reflected parallel to principal axis.

لا تتكون صورة لأن الأشعة تنعكس موازية للمحور المركزي

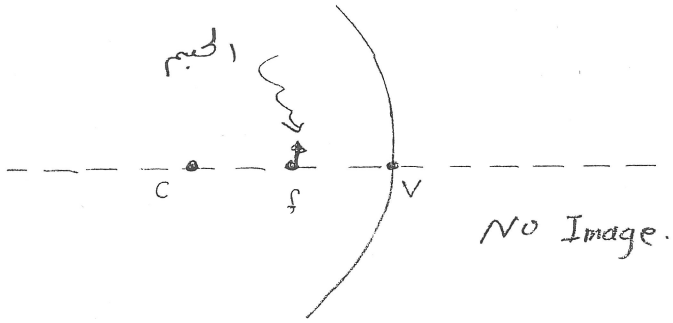
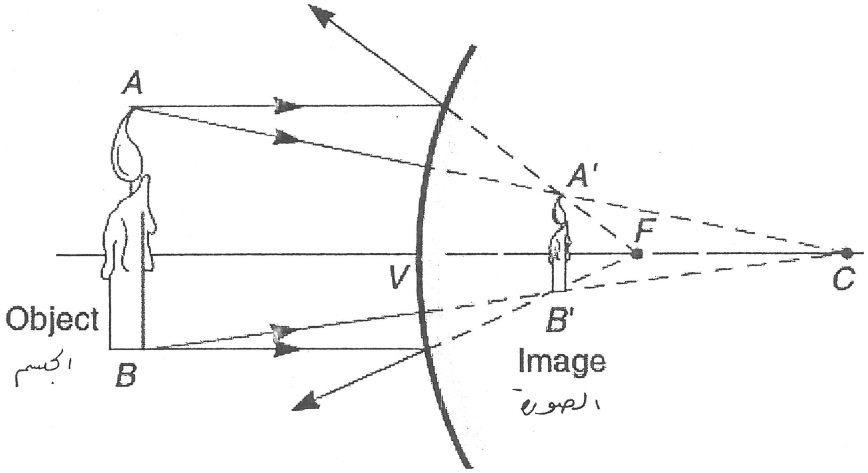


Image formed by convex mirrors

الصورة المتكونة من محدبة مرآة



* صفات الصورة المتكونة في المرآة المحدبة :

1. مصغره smaller
2. معتدله erect
3. خيالية Virtual
4. أقرب closer

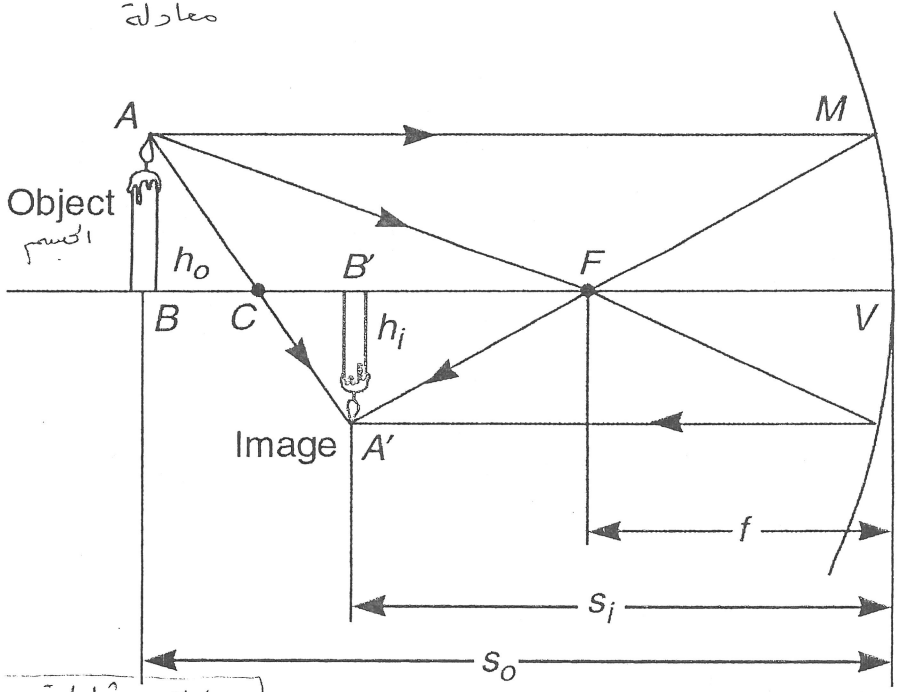
The Mirror Formula

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s_o} + \frac{1}{s_i}$$

f = focal length of mirror

s_o = distance of object from mirror

s_i = distance of image from mirror



$$M = \frac{h_i}{h_o} = \frac{-s_i}{s_o}$$

* نظام الإشارات:
- بعد الصورة (S_i): موجب للصورة الحقيقية
  سالب للصورة الخيالية
- البعد البؤري (f): موجب للمرآة المقعرة
  سالب للمرآة المحدبة
- التكبير (M): سالب للصورة المقلوبة
  موجب للصورة المعتدلة

M = magnification

h_i = image height

h_o = object height

s_i = image distance

s_o = object distance

- The distance to virtual image --- is negative.
- Focal length of a convex mirror --- is negative.
- An inverted image --- has negative magnification.
- An erect image --- has positive magnification.

EXAMPLE 5.3

An object 10.0 cm in front of a convex mirror forms an image 5.00 cm behind the mirror. What is the focal length of the mirror?

Sketch:

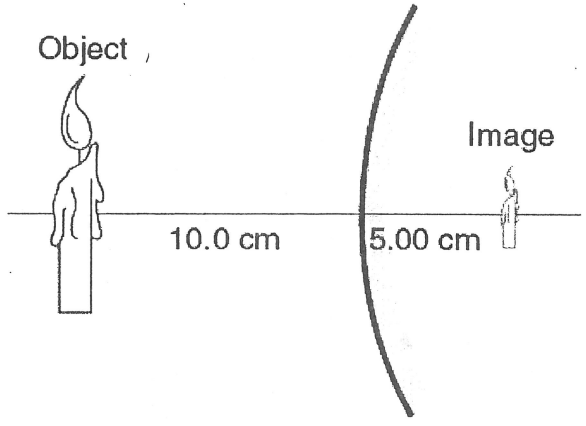
Data:

$$s_o = 10.0 \text{ cm}$$

$$s_i = -5.00 \text{ cm}$$

Note: The image is virtual (appears behind the mirror) so *si* is given a (–) sign to show this. [Won't *f* also be (–)?]

$$f = ?$$



Basic Equation:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s_o} + \frac{1}{s_i}$$

Working Equation: ~~Same~~

Substitution:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{10.0 \text{ cm}} + \frac{1}{-5.00 \text{ cm}} = \frac{1}{10.0 \text{ cm}} - \frac{1}{5.00 \text{ cm}}$$

$$f = -10.0 \text{ cm}$$

Cause of Refraction

Refraction

* الانكسار: هو انحناء الضوء عندما يمر من وسط لآخر مختلفين في الكثافة البصرية.

- Bending of light when it passes from one medium to another of different optical density.
- Optical density is a property of transparent material that is a measure of the speed of light through the given material.
- Caused by change in speed of light.

* الكثافة البصرية: هي صفة للمادة الشفافة والتي هي مقياس لسرعة الضوء خلال المادة.
* سبب الانكسار: هو تغير سرعة الضوء في الوسطين

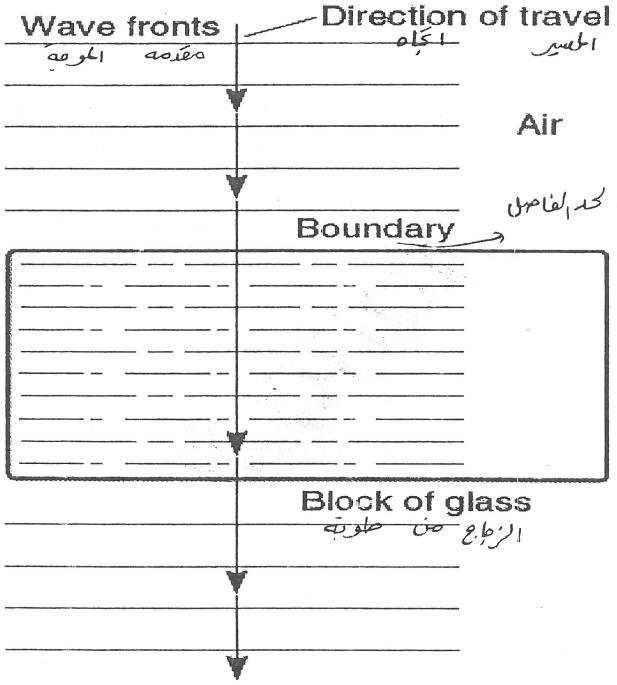


FIGURE 5.12

The speed of light is different in different media.

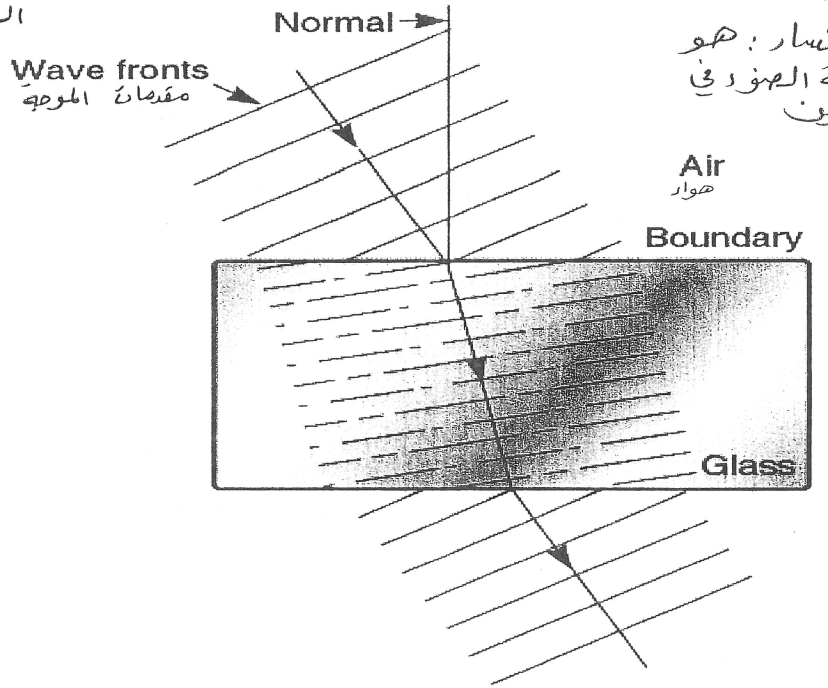
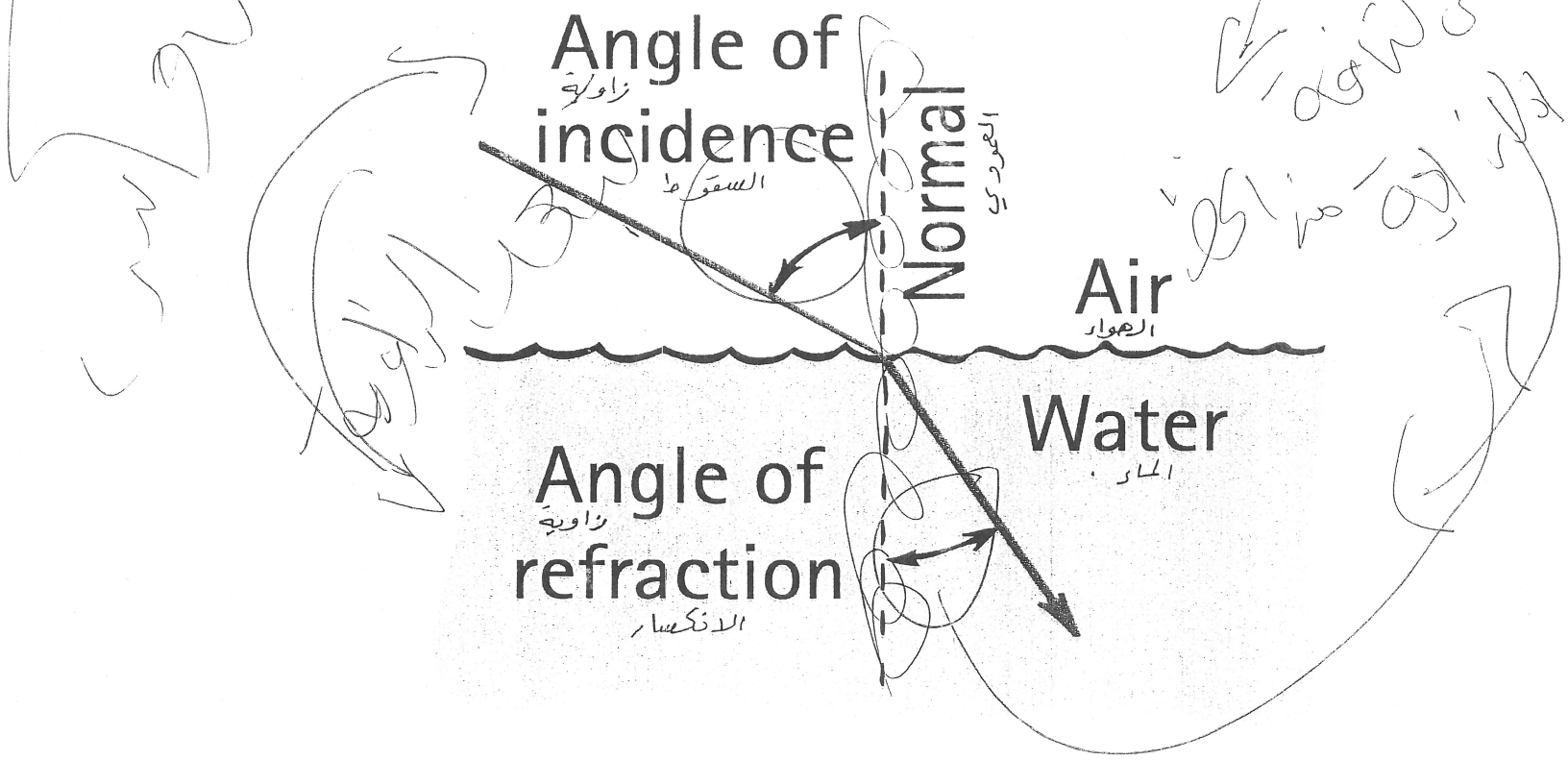


FIGURE 5.13

The wave bends when all parts of the wave do not strike the glass at the same time. It also bends when leaving the glass.

Refraction

الانكسار



$\frac{1 \sin i}{1.3 \sin b} = \frac{1.3 \sin 50}{1.3 \sin 50}$

Refraction

الانكسار

* معامل الانكسار (n): هو نسبة سرعة الضوء في الوسط الى سرعته في الفراغ.
* معامل الإنكسار ليس له وحدة قياس.
* المادة التي معامل انكسارها كبير فإن ذلك يعني انحناء كبير للضوء و بطئ كبير لسرعة الضوء.

Refractive index :

معامل الانكسار.

$$n = \frac{\text{speed of light in vacuum}}{\text{speed of light in material}}$$

سرعة الضوء في الفراغ / سرعة الضوء في المادة

- Medium with a high index means high bending effect and greatest slowing of light.

الوسط، عالي، معامل انكسار، تعني، عالي، انحناء، آش، كبيرة، تبطئة، للضوء

- For, vacuum n=1

لـ، الفراغ

Snell's law:

قانون سنل

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r \quad \text{(Snell's law)}$$

n_1: معامل انكسار الوسط الأول
i: زاوية السقوط
n_2: معامل انكسار الوسط الثاني
r: زاوية الانكسار

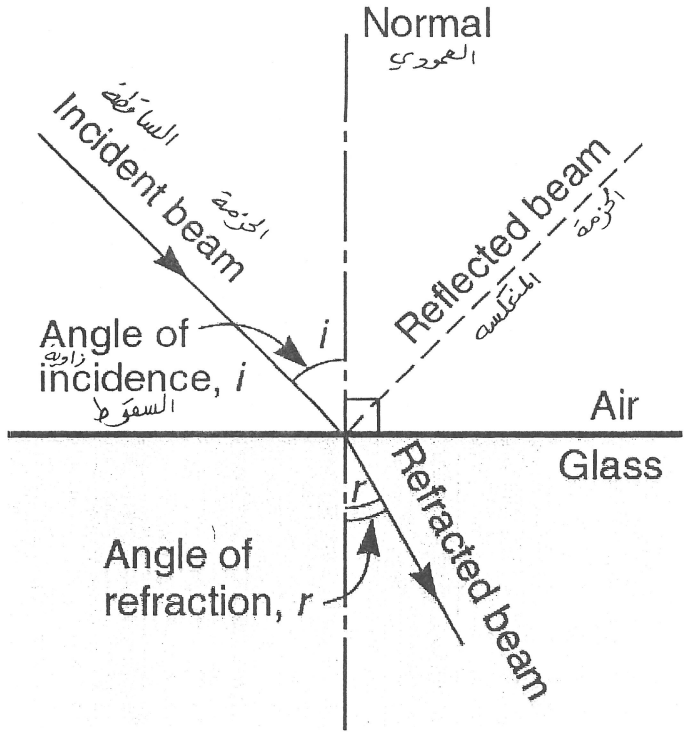


FIGURE 5.16

The angles of incidence and refraction are measured from the normal.

الزوايا، السقوط، الانعكاس، العمودي، تقاس، من

* ترتبط زاوية السقوط مع زاوية الانكسار بقانون يسمى قانون سنل.

EXAMPLE 5.4

The index of refraction of water is 1.33. What is the speed of light in water?

معامل الانكسار للماء ماهو سرعة الضوء في الماء

Data:

$$n = 1.33$$
$$c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$$
$$v_{\text{water}} = ?$$

Basic Equation:

$$n = \frac{\text{speed of light in vacuum}}{\text{speed of light in substance}}$$

Working Equation:

$$\text{speed of light in water} = \frac{\text{speed of light in vacuum}}{n}$$

Substitution:

$$\text{speed of light in water} = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{1.33}$$
$$= 2.26 \times 10^8 \text{ m/s}$$

Refraction

الانكسار

* من الظواهر الناشئة عن الانكسار ظهور الاجسام تحت الماء في اماكن اقرب للسطح . اي لها بعد ظاهري غير البعد الحقيقي

Refraction of light makes objects under water appear to be closer to the surface.

الانكسار الضوء يجعل الاجسام تحت الماء تظهر تكون اقرب من السطح

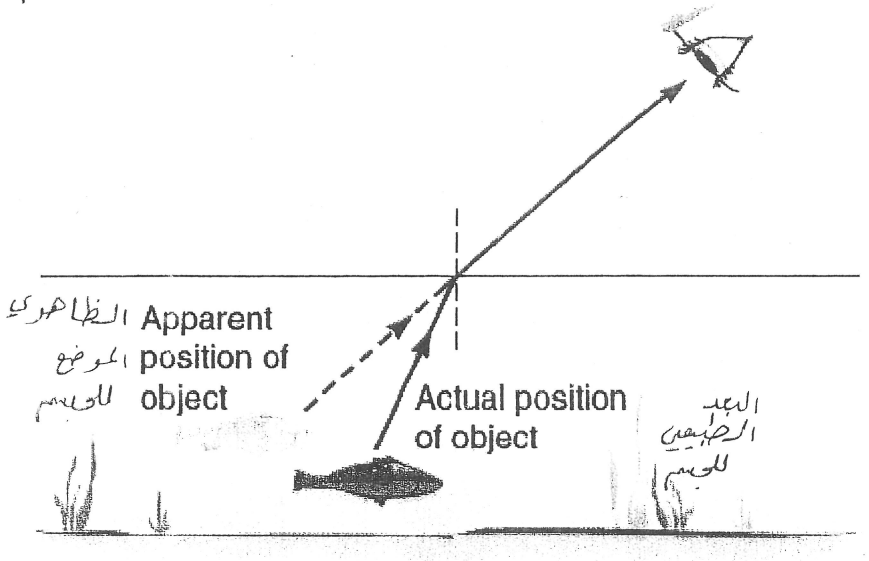


FIGURE 5.14

Refraction of light as it passes from one medium two another.

انكسار الضوء عندما يمر من الاوساط الاحد للآخر

Law of Refraction

قانون الانكسار

* قانون الانكسار : عندما الشعاع الضوئي يمر بزاوية من وسط له كثافة ضوئية أقل الى وسط اكثر كثافة فإن الشعاع ينحني بإتجاه العمودي ، كذلك عندما الضوء يمر بزاوية من وسط له كثافة بصرية اكبر الى وسط له كثافة بصرية أقل فإن الشعاع ينحني بعيداً عن العمودي

When a beam of light passes at an angle from a medium of lower optical density to a denser medium, the light is bent toward the normal. When a beam of light passes at an angle from a medium of greater optical density to one less dense, the light is bent away from the normal.

عندما حزمة الضوء تمر على زاوية من وسط اقل كثافة البصرية الى وسط اكثر كثافة البصرية عندما حزمة الضوء تمر على زاوية من وسط اكثر كثافة البصرية الى وسط اقل كثافة البصرية فإن الضوء ينحني مبتعداً عن العمودي

Total Internal Reflection

الانعكاس الداخلي الكلي .

* عندما الضوء يمر من وسط له معامل انكسار اكبر الى آخر له معامل انكسار اقل فإنه ينحني مبتعداً عن العمودي .

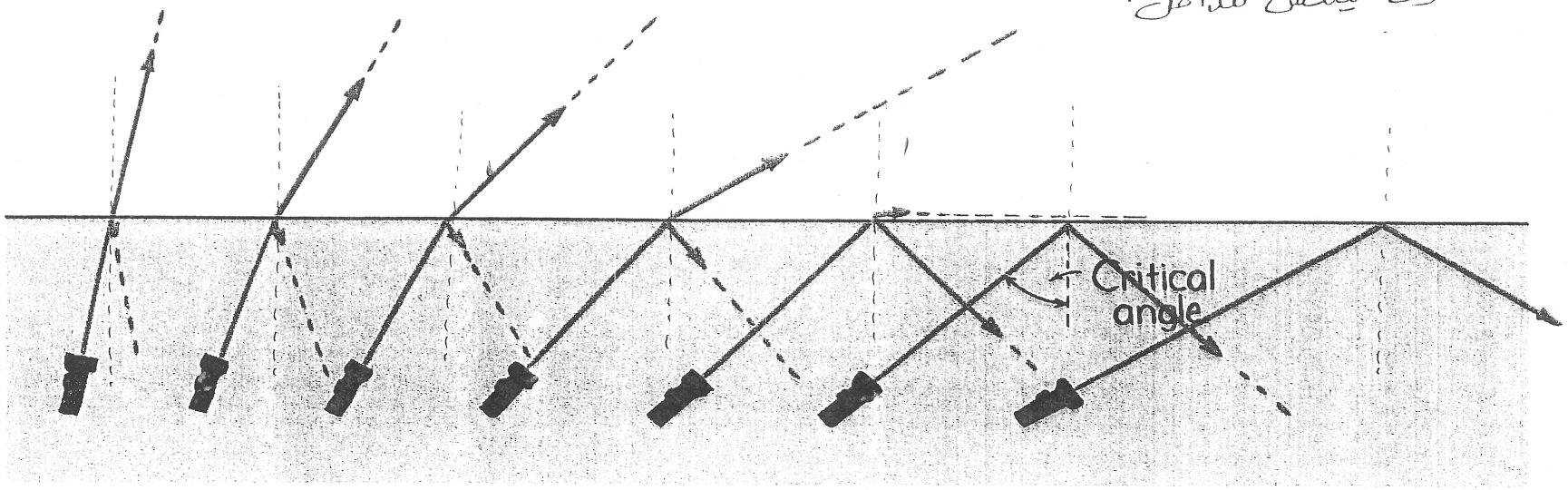
- Light propagating from medium with higher refractive index into one with lower refractive index is bent away from normal.

الضوء ينتشر من وسط له معامل انكسار عالي ينحني بعيداً عن العمودي

- If the angle of refraction is 90 degree or greater, a beam of light does not leave the medium but is reflected inside.

الزاوية للانكسار هي درجة أو أكبر حزمة الضوء لن تغادر الوسط لكنه سوف تنعكس للداخل

* اذا كانت زاوية الانكسار هي (90°) أو أكبر فإن شعاع الضوء لا يغادر الوسط لكنه سوف ينعكس للداخل .



Total Internal Reflection

الكلي الداخلي الانعكاس

* الزاوية الحرجة : هي اصغر زاوية سقوط حيث آن الضوء الذي يضرب السطح الفاصل ينعكس كله للداخل
* آي آن الزاوية الحرجة هي زاوية السقوط التي تقابل زاوية إنكسار مقدارها (90°)

Critical angle

الحرجة الزاوية

- is the smallest angle of incident at which all light striking the surface is totally internal reflected.

B الذي يضرب الضوء كل حيث للسقوط زاوية اصغر السطح جميعه داخليًا ينعكس

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

i_c = critical angle of incidence (الحرجة الزاوية للسقوط)

n_1 = index of refraction of denser medium $(n_2 < n_1)$ (معامل الانكسار الأكثف للوسط)

■

What is the critical angle of incidence for water that has an index of refraction of 1.33?

Data:

$$n = 1.33$$
$$i_c = ?$$

Basic Equation:

$$\sin i_c = \frac{1}{n}$$

Working Equation: Same

Substitution:

$$\sin i_c = \frac{1}{1.33} = 0.752$$

Total Internal Reflection

الانعكاس الداخلي الكلي

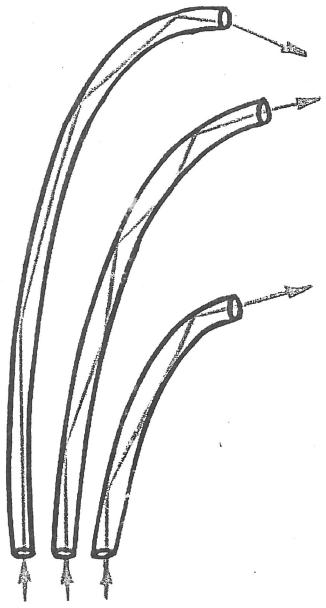
* من التطبيقات على الانعكاس الكلي الداخلي آ الألياف الضوئية آو الأنابيب الضوئية

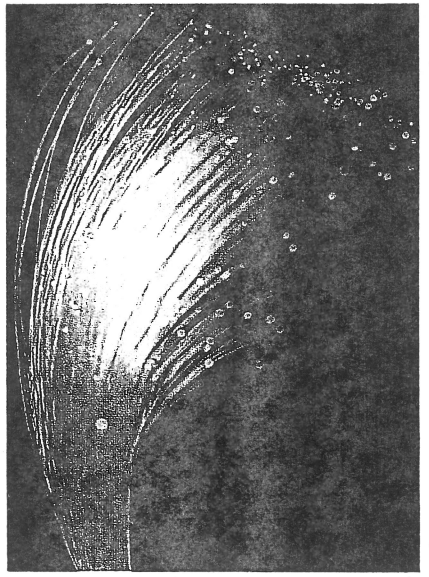
Optical fibers or light pipes (continued)

الألياف البصرية آو أنابيب الضوء تابع /

* من استخدامات الألياف الضوئية :
① اضاءة شاشات العرض .
② مشاهدة المناطق صعبة الوصول وكذلك الأعضاء آ أجهزة الجسم
③ في الاتصالات لنقل المعلومات

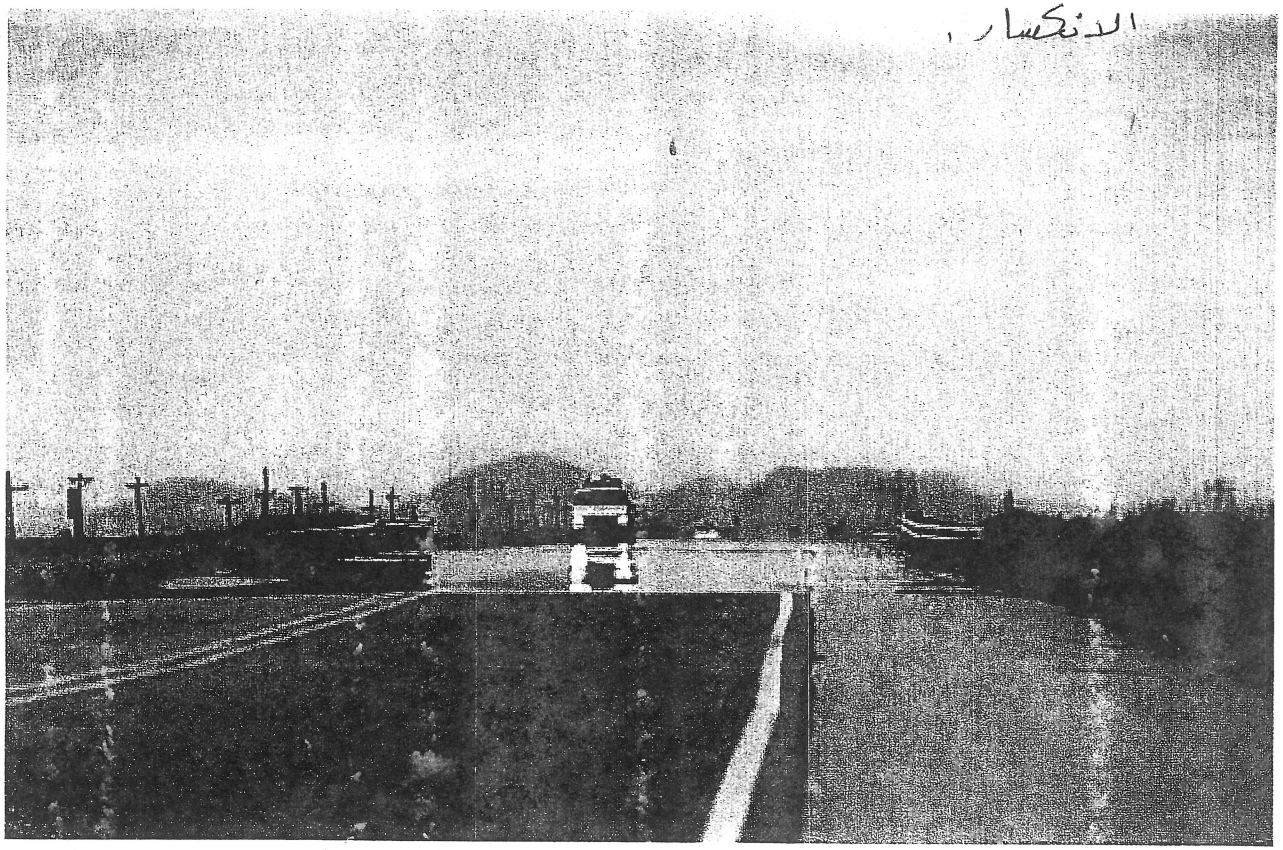
- Used in (تستخدم في)
  - illuminating instrument displays (إضاءة شاشات العرض)
  - concentrating light in dental procedures (تركيز الضوء في العمليات الطبية)
  - viewing of inaccessible regions of organs and other devices (مشاهدة صعبة الوصول المناطق للأعضاء و الأجزاء الأجهزة)
  - communications (الاتصالات)





Refraction

الانكسار



* السراب (mirage) : هو مثال جيد للانكسار . وهو ليس توهم من خيال الشخص .
* يتكون السراب من الضوء ويمكن تصويره .
* يحدث السراب لأن طبقات الهواء القريبة من سطح الأرض تكون أكثر سخونة فاقل كثافة لذلك سرعة الضوء فيها أكثر و بالتالي فإن الشعاع ينكسر مبتعداً عن العمودي .

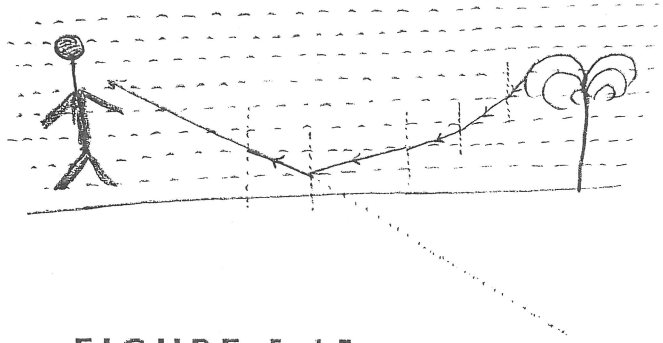


FIGURE 5.15

A mirage is actually formed by light and can be photographed.

Copyright of Photo Researchers, Inc.

A mirage is a good example of refraction. It is not a figment of a person's imagination. It is actually formed by light and can be photographed (Figure 5.15). Light travels faster through the very hot and less dense air near a warm surface such as the ground on a hot day than through the cooler air above it. As a result, the image appears to the observer to shimmer as if it had been reflected from the surface of water. It is not reflected, however, but refracted, forming an image.

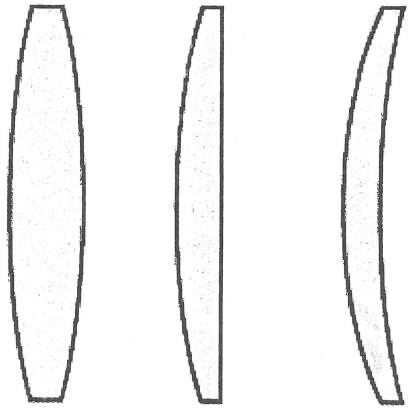
Types of lenses

أنواع العدسات

Many technical applications, ranging from apparatus to test the nature of liquids to microscopes to eyeglasses, use the principles of refraction.

Converging lenses

عدسات مجمعة



Thicker center

Double convex

Plano-convex

Concavo-convex

(a) Converging lenses

عدسات مجمعة

العدسات

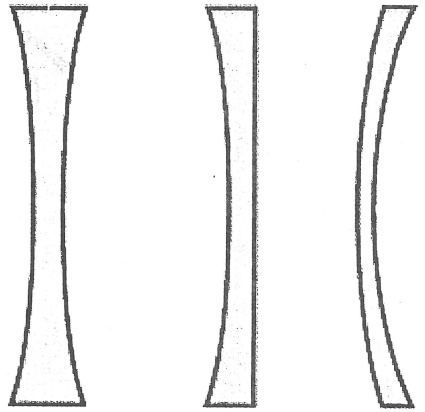
- مقعرة / مفرقة / Concave / diverge
- محدبة / مجمعة / Convex / Converge

* العدسة المجمعة: تكون أسمك من الوسط.

* العدسة المفرقة: تكون أرفع من الوسط.

Diverging lenses

عدسات مفرقة



Thinner center

Double concave

Plano-concave

Convexo-concave

(b) Diverging lenses

عدسات مشتتة

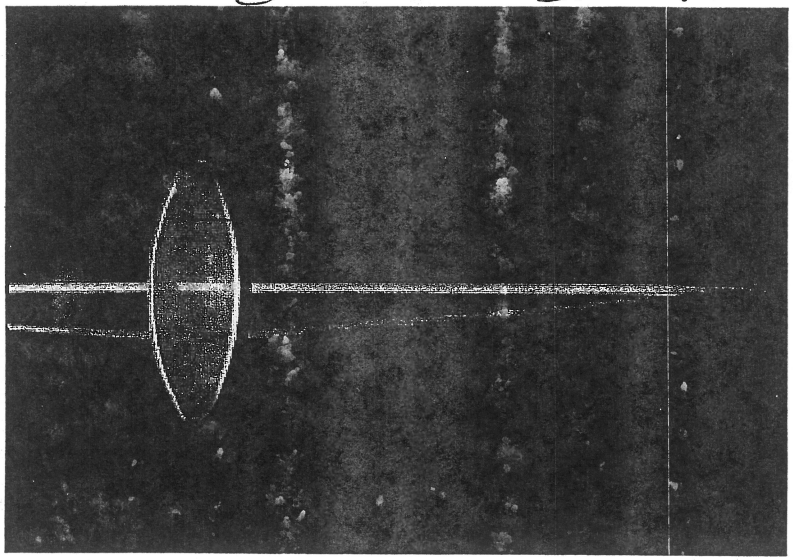
Lenses
العدسات

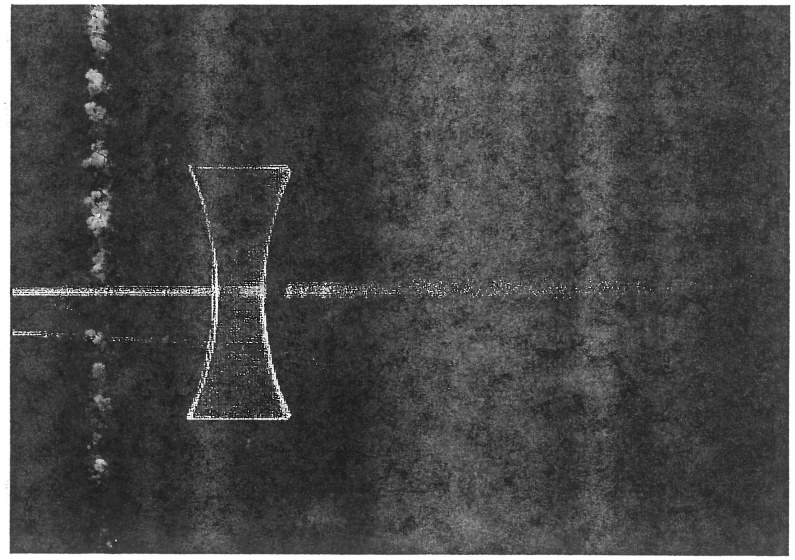
* البعد البؤري : هو المسافه من مركز العدسة الى النقطة حيث الأشعة المتوازية تتجمع أو تظهر وكأنها متجمعة اذا كانت العدسة مشتتة .

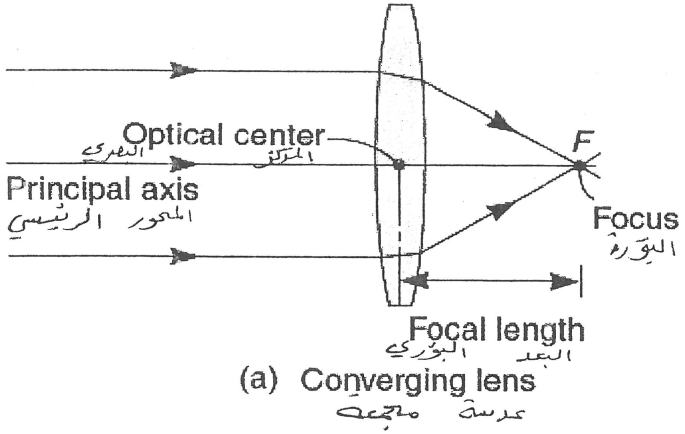
Focal length
البعد البؤري

– distance from the lens center to the point where parallel beams converging or appear to come together if diverging.

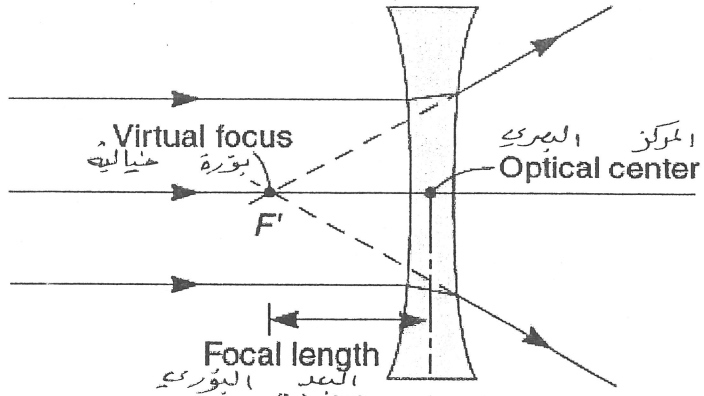
المسافه من العدسة الى مركز النقطة حيث الاشعة المتوازيه تتجمع أو تظهر كأنها آتية لبعض اذا تشتت







(a) Converging lens
عدسة مجمعة



(b) Diverging lens
عدسة مفرّقة

Images formed by converging lenses

الصور المتكونة من مجمعة عدسات

* للعدسة المحدبة عدة حالات لصفات الصورة:

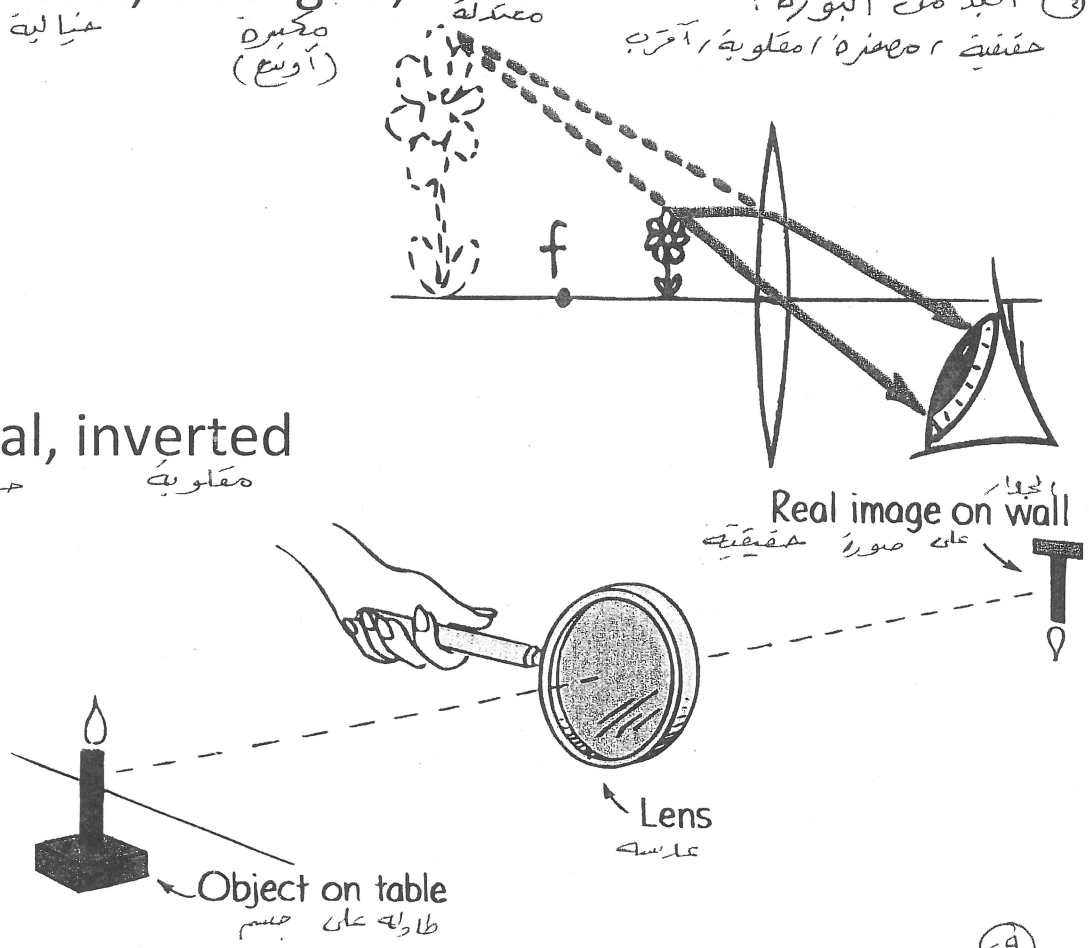
Object position
موضع الجسم
-Inside focal point
داخل بؤرة نقطة

Image
virtual, enlarged, erect
خيالية مكبرة (أوسع) معتدلة

① بين البؤرة و العدسة:
خيالية، مكبرة، معتدلة، أبعد
② أبعد من البؤرة:
حقيقية، مصغرة، مقلوبة، أقرب

-outside focal point
خارج بؤرة نقطة

real, inverted
حقيقية مقلوبة



Images formed by diverging lenses

عدسات مفرّقة من المكونة الصور

- image is virtual, erect and smaller than the object

خيالية معتدلة أصغر من الجسم

* للصور المتكوّنة في العدسات المفرّقة حالة فقط:
① معتدلة ② مصغرة ③ أقرب ④ خيالية

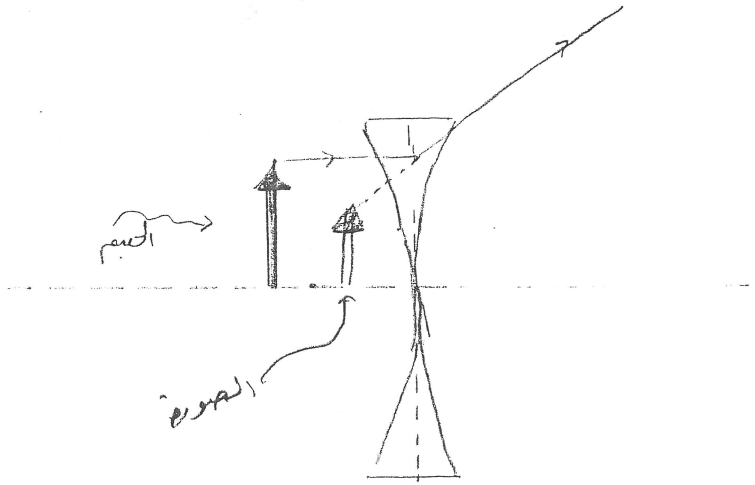


FIGURE 5.23

A diverging lens forms a virtual, erect image of Jamie and his cat.

The Lens Equation

العدسة — معادلة

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s_o} + \frac{1}{s_i}$$

f ← البعد البؤري — s_o ← بعد الجسم — s_i ← بعد الصورة

* نظام الاشارات للعدسات :
- ← بعد الصورة (s_i) : موجب للصورة الحقيقية، سالب للصورة الخيالية
- ← البعد البؤري (f) : موجب للمرآة المقعرة، سالب للمرآة المحدبة
- ← التكبير (M) : سالب للصورة المقلوبة، موجب للصورة المعتدلة

f = focal length (البؤري — البعد)

s_o = distance of object from lens center (مسافة — الجسم — من — العدسة — مركز)

s_i = distance of image from lens center (مسافة — الصورة — من — العدسة — مركز)

$$M = \frac{h_i}{h_o} = \frac{-s_i}{s_o}$$ ← التكبير

- An inverted image has a negative magnification. (صورة مقلوبة لها تكبير سالب)
- An erect image has a positive magnification. (صورة معتدلة لها تكبير موجب)

M = magnification (التكبير)

h_i = image height (ارتفاع الصورة)

h_o = object height (ارتفاع الجسم)

s_i = image distance from lens center (مسافة الصورة من العدسة مركز)

s_o = object distance from lens center (مسافة الجسم من العدسة مركز)

When the image is virtual, s_i is negative $(-)$, and for diverging lenses, both s_i and f are negative.

عندما الصورة خيالية s_i سالب — كلاهما s_i و f للعدسات المفرقة سالب

EXAMPLE 5.6

When the image is virtual, s_i is negative (−), and for diverging lenses, both s_i and f are negative. An object 3.00 cm tall is placed 24.0 cm from a converging lens. A real image is formed 8.00 cm from the lens.

(a) What is the focal length of the lens?

(b) What is the size of the image?

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{24.0\text{ cm}} + \frac{1}{8.00\text{ cm}}$$

$$f = 6.00\text{ cm}$$

Data:

$$s_o = 24.0\text{ cm}$$

$$s_i = 8.00\text{ cm}$$

$$h_o = 3.00\text{ cm}$$

$$h_i = ?$$

Basic Equation:

$$\frac{h_i}{h_o} = \frac{-s_i}{s_o}$$

Working Equation:

$$h_i = \frac{-s_i h_o}{s_o}$$

Substitution:

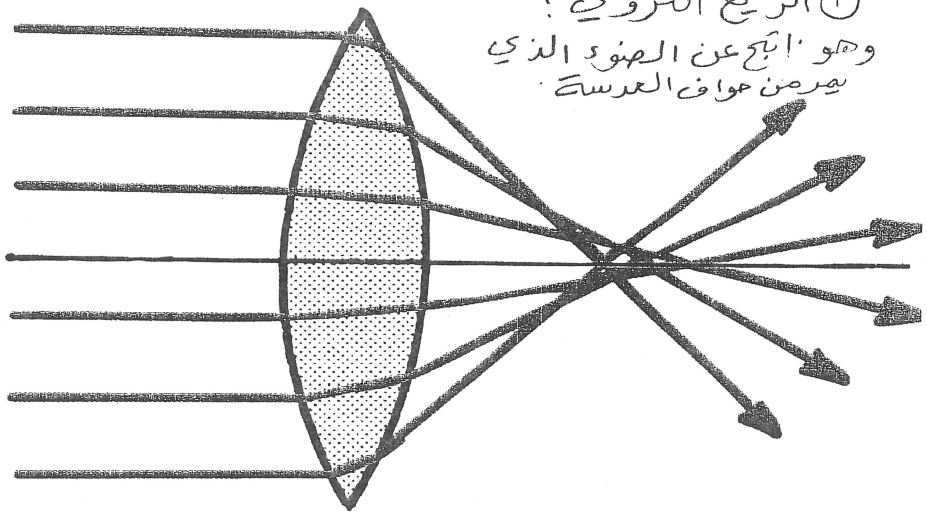
$$h_i = \frac{-(8.00\text{ cm})(3.00\text{ cm})}{24.0\text{ cm}}$$

$$= -1.00\text{ cm}$$

Lens Defects

عيوب العدسات

* الزيغ : هو تشوه في الصورة
* هناك نوعان للزيغ :
① الزيغ الكروي :
وهو ناتج عن الضوء الذي يمر من حواف العدسة



Aberration

الزيغ

– distortion in an image

تشوه في الصورة

Types of aberrations

أنواع الزيغ

- Spherical aberration

الزيغ الكروي

– result of light passing through the edges of a lens and focusing at a slightly different place from where light passing through the center of the lens focuses

* هذه الأشعة تتجمع في مكان مختلف عن تجمع تلك الأشعة التي تمر من مركز العدسة.
* يمكن معالجة هذا العيب بتغطية حواف العدسة.
* أما في المعدات البصرية الجيدة فإن هذا العيب يُصحح بخليط من العدسات

This can be remedied by covering the edges of a lens, as with a diaphragm in a camera. Spherical aberration is corrected in good optical instruments by a combination of lenses.

هذا يمكن أن يعالج بتغطية حواف العدسة غشاء في الكروي الزيغ يصحح في الجيدة البصرية المعدات خليط (تركيب) من العدسات

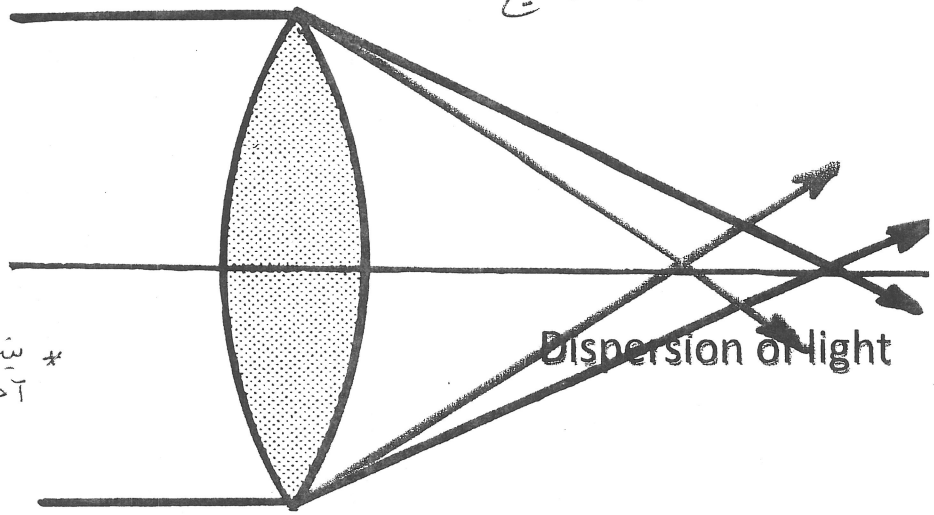
Lens Defects

عيوب العدسات

- Chromatic aberration

  – result of various colors having different speeds and different refractions in the lens

  – **Achromatic lenses, which combine Simple lenses of different kinds of Glass, correct this defect.**



- Astigmatism

  – When cornea is curved more in one direction than the other, so eye does not form sharp image.

  – **The remedy is eyeglasses with cylindrical lenses that have more curvature in one direction than in other.**

٢) الزيغ اللوني:
وهو تشوه الصورة بالالوان:
* ينتج من أن للألوان الضوء المختلفة سرعات مختلفة وبالتالي انكسارات مختلفة.

* العدسات اللونية والتي هي خليط من عدسات بسيطة لأنواع مختلفة من الزجاج تستخدم لتصحيح هذا العيب.

* الاستجماتزم: ويشع عندما القرنية تكون غير منتظمة الانحناء لذا لا العين لا تشكل صورة واضحة.

* يتم معالجته بإستخدام عدسات اسطوانية. والتي تكون محدبة في أحد الاتجاهات أكثر من الآخر.

Dispersion

التحلل

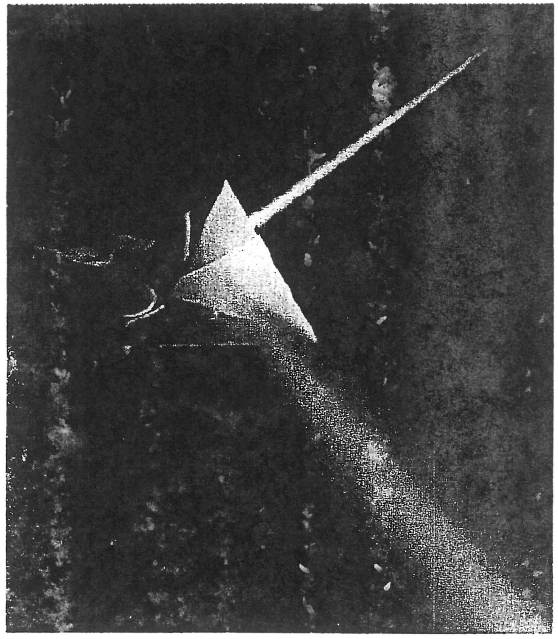
* تحلّل الضوء : هو عملية فصل الضوء الأبيض الى الوان مرتبة حسب التردد

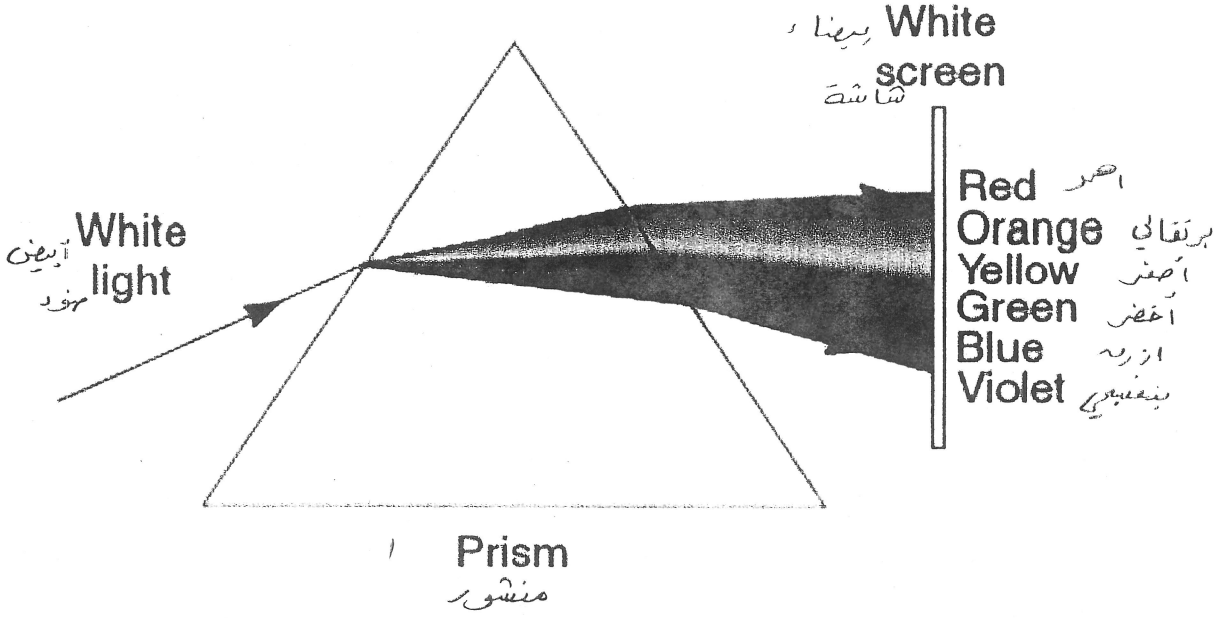
Dispersion

التحلل

- Process of separation of light into colors arranged by frequency

عملية فصل الضوء الى الوان مرتبة حسب التردد





- Components of white light are dispersed in a prism.

مكوّنات الضوء الابيض تتحلل في المنشور

Dispersion

The Color of Light

Let us observe a narrow beam of sunlight that is directed into and passes through a glass prism in a dark room as in Figure. 5.26. Note the band of colors with one color shade gradually blending into another. This band of colors is called the **visible spectrum**. This spreading of white light into the full spectrum is called **dispersion**. Dispersion was described by Newton, who observed six colors: red, orange, yellow, green, blue, and violet. Sunlight is an example of white light. The *color* of the light is related to its wavelength or its frequency. **Red light** has lower frequency and longer wavelength, whereas at the opposite end of the spectrum **violet** light has higher frequency and shorter wavelength. ***Polychromatic light*** is light consisting of several colors. ***Monochromatic light*** consists of only one color. As you can see from the dispersion of light, the refraction of the red light is less than that of the others and the refraction of the violet light is the greatest (Figure 5.27). The **shorter wavelengths are refracted more than the longer wavelengths**. Thus, color is a property of the light that reaches our eyes and is determined by its wavelength or its frequency.

تحلل الضوء

* عندما يمر الضوء الابيض خلال المنشور وفي غرفة مضلمة فإننا نلاحظ تكون شريط الوان حيث كل لون يمتزج تدريجيا مع الآخر.
* هذا الشريط من الالوان يسمى الطيف المرئي [visible spectrum]
* عملية فصل الالوان تسمى تحلل (dispersion)
* يحتوي الطيف المرئي على ستة الوان.
[احمر، برتقالي، أصفر، أخضر، أزرق، بنفسجي]
[red, orange, yellow, green, blue, violet]
* اللون الاحمر له اقل تردد واكبر طول موجي.
* اللون البنفسجي له اكثر تردد واقل طول موجي.

* الضوء متعدد الالوان (polychromatic light)
وهو ضوء تتكون من عدة الوان

* الضوء احادي الالوان (monochromatic light)
وهو ضوء تتكون من لون واحد من الضوء.
* انكسار الضوء الاحمر هو الاقل في الضوء البنفسجي هو اكثرها انكسارا
* اي الاطوال الموجية الاقصر تنكسر اكثر من الاطوال الموجية الاطول.

Rainbows

آقواس المطر

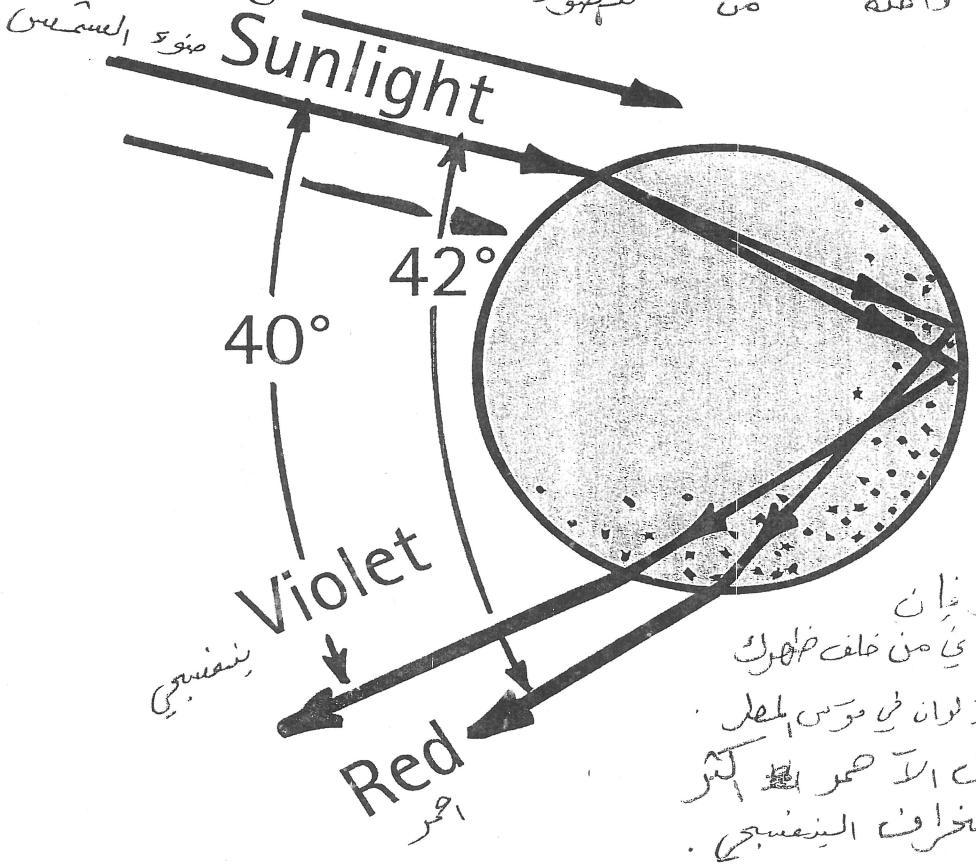
*آقواس المطر هي نتيجة لتحلل الضوء في العديد من قطرات الماء

Rainbows are a result of dispersion by many drops.

آقواس المطر هي نتيجة عن تحلل من عديدة قطرات

- Dispersion of light by a single drop

تحلل قطرة واحدة من للضوء



*ملاحظة:
من ترى قوس المطر فإن
ضوء الشمس في أي من خلف ظهرك
* ينعكس ترتيب الألوان في قوس المطر.
* زاوية انحراف الأحمر أكبر
من زاوية انحراف البنفسجي.