

Theory

Lens

↳ Transparent medium refracts the incident light.
العدسة: وسط شفاف قادر للضوء

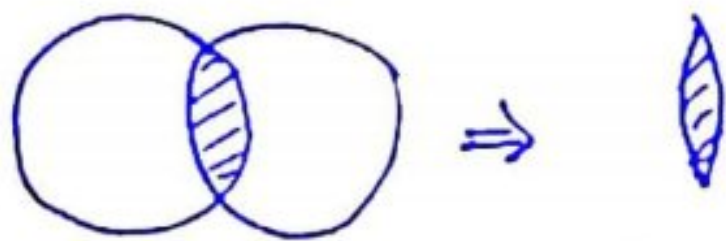
There are two main types of lenses
أنواع العدسات

Convex lens
عدسة محدبة

Concave lens
عدسة مقعرة

1 Convex lens (عدسة محدبة)

↳ Converging lens consists of the intersection of two spheres.
عدسة قعجة تتكون من التقاطع كروي



⇒ Thicker at its center than its edge.
سمكها في المنتصف أكبر من أطرافها

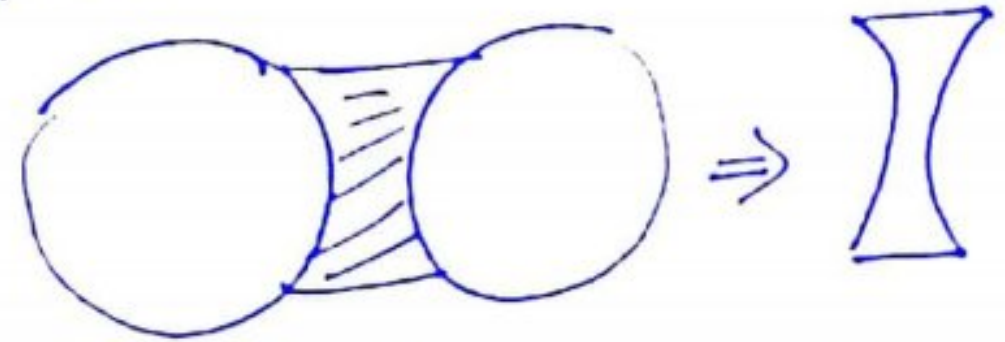
→ This type of lens produces real images that can be displayed on a screen.
هذا النوع من العدسات ينتج عنه صور حقيقية يمكن استقبالها على قائل.

→ used to converge light rays.
تستخدم لتجميع أشعة الضوء

→ plano-convex lenses also converge light rays.
العدسات نصف كروية مسطحة

2 Concave lens

↳ diverging lens consists of the space between two non-intersected spheres.
عدسة مفرقة تتكون من المسافة بين كرتين



⇒ Thinner from its edges than its center.
سمكها في الأطراف أصغر من منتصفها

⇒ This type of lenses produce virtual images that can't be displayed on a screen.
هذا النوع من العدسات ينتج عنه صور تخيلية لا يمكن استقبالها على قائل.

→ use to diverge light rays.
تستخدم لتفريق أشعة الضوء

→ plano-concave lenses also diverge light rays.
العدسات نصف كروية مسطحة

For an image to be formed we need at least two refracted rays to intersect with each other.

نحتاج تقاطع شعاعين على الأقل من الأشعة لتكوين صورة.

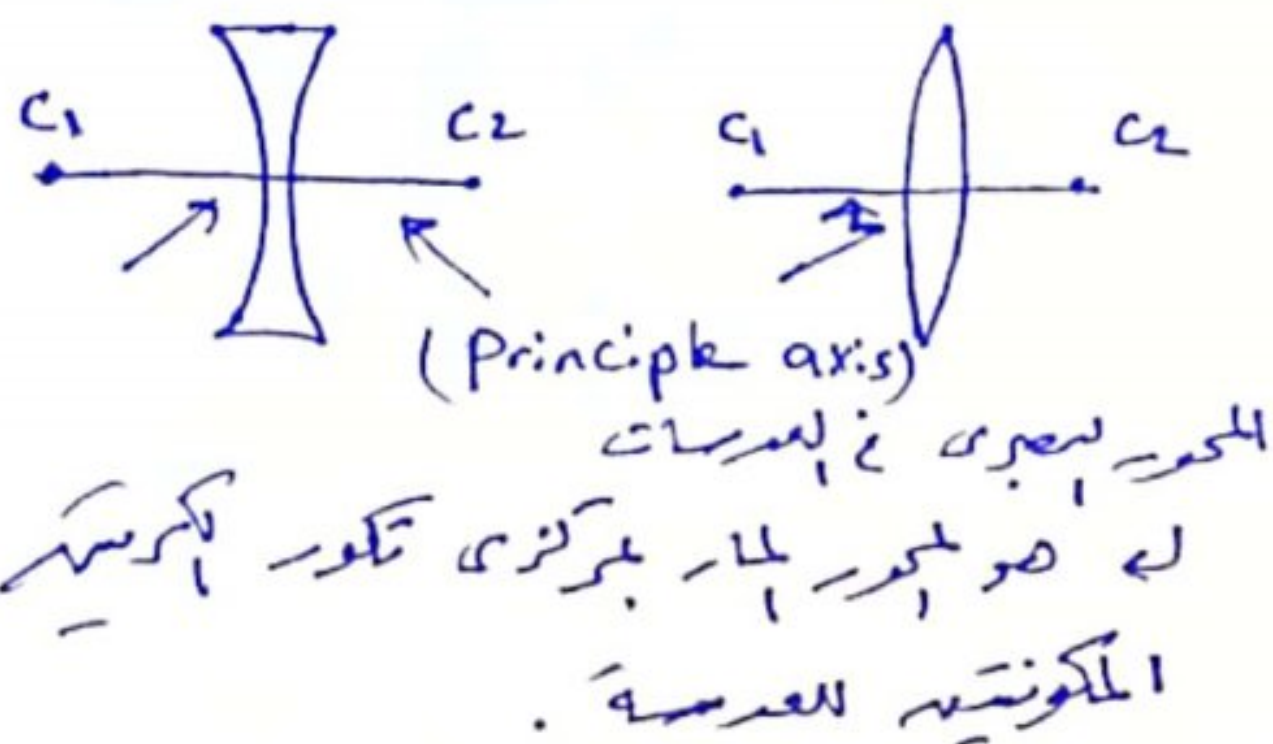
Hala Elgohary

But first we will introduce some important terms.

في البداية سنقدم بعض المصطلحات الهامة.

* principle axis of a lens
المحور البصري للعدسة

↳ Axis that passes by the two centers of the two lenses including the two faces of the lens.



* optical center of a lens
المركز البصري للعدسة

↳ imaginary point located at the center of the lens. If a light ray is incident on the optical center it will be passed through the lens without refraction on its path.

المركز البصري
لم هو نقطة وهمية تتوسط العدسة اذا مر بها اشعاع ضوئي لنفذ على استقامة دون ان يحد له اي انكسار.

when a light rays pass through a lens it will be converge or diverge depending upon the type of the lens.

عندما تمر الاشعة بعدسة سوف تتجمع او تنفرح اعتماداً على نوع العدسة.

Focal point of a convex lens / plano-convex
نقطة البؤرة للعدسة المحدبة / البؤرة المحدبة

↳ converging point of the refracted rays when they are incident parallel to each others and to the principle axis.

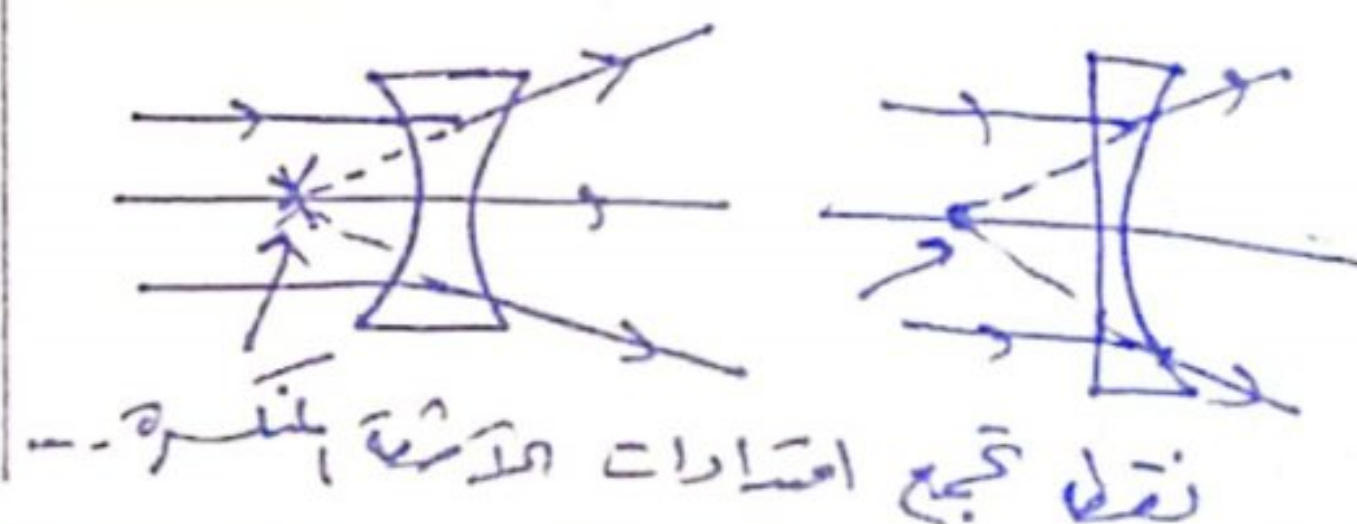


هو نقطة تجمع الاشعة المتفرقة عندما تسقط على عدسة محدبة متوازية معوازية للمحور البصري.

Focal point of a concave / plano-concave lens

نقطة البؤرة للعدسة المقعرة / البؤرة المقعرة

↳ Converging point of the extensions of the refracted rays when they are incident parallel to each others and to the principle axis.



نقطة تجمع امتدادات الاشعة المتفرقة.

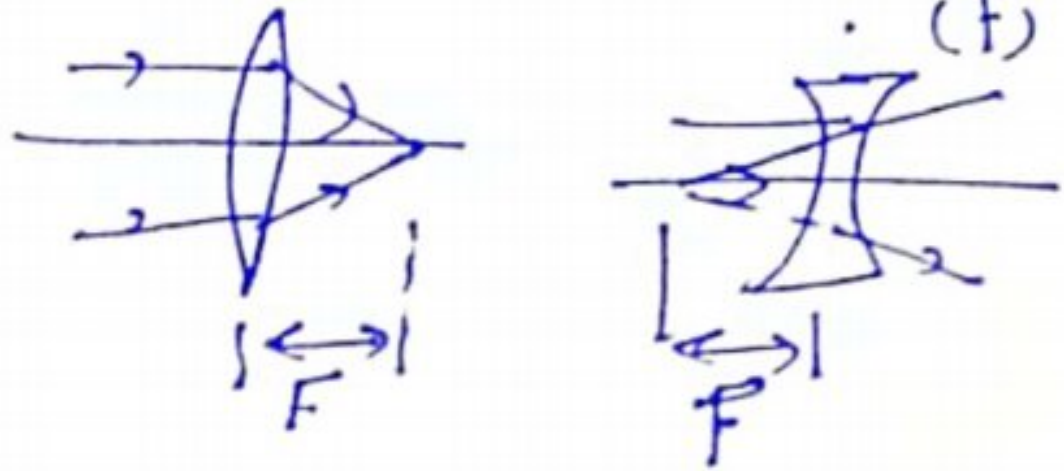
2023-12-01 21:07:33

Focal length / distance of a lens

البعد البؤري لأي عدسة

L_o distance from the lens's center to the Focal point.

هو المسافة بين مركز العدسة ومركزه البؤري F .



* power of the lens (P)

قوة العدسة

L_o ability of lens to

converge (diverge) the refracted rays.

قدرته على تجميع (تفريق) الأشعة المنكسرة

* equals to the reciprocal of the focal length measured in meters.

تساوي مقلوب البعد البؤري بالمتر

$$\therefore P = \frac{1}{F(m)} = \frac{100}{F(cm)}$$

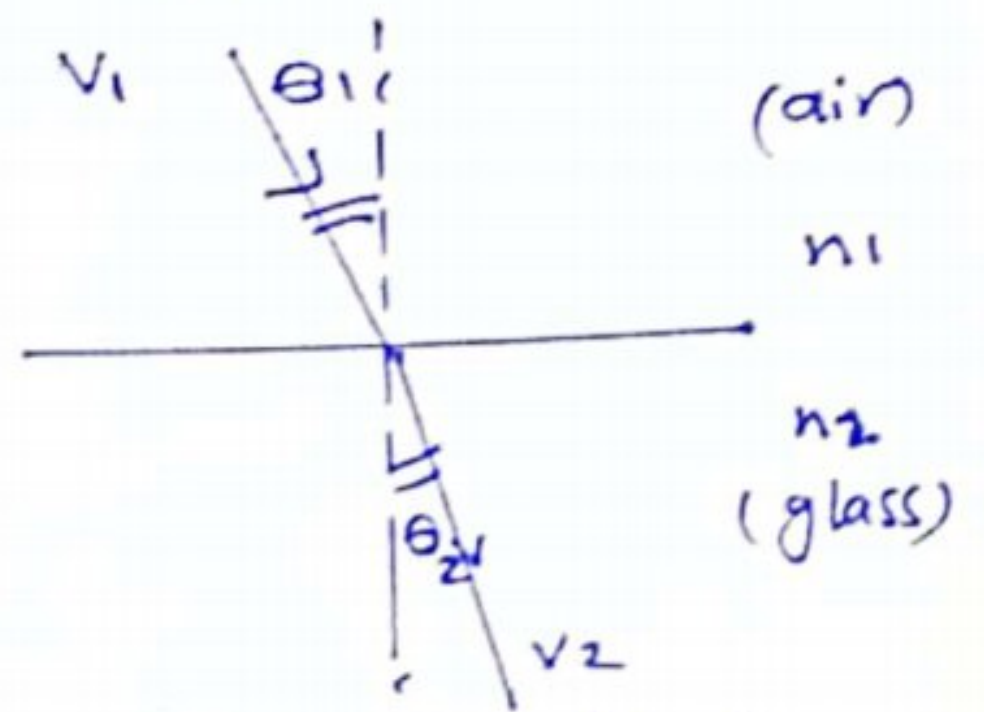
مع مقياس بالمتر مع مقياس بالسنتيمتر

unit

$$m^{-1} = \Delta \text{ (diopter)}$$

له ديوبتر

Refraction الانكسار



It's the change of the path of light rays when they encounter the interface between two transparent media due to change in the optical density of them.

الانكسار هو تغير مسار أشعة الضوء عندما يمر بالحد الفاصل بين وسطين شفافين مختلفين في الكثافة البصرية.

refractive index (n) (absolute)

L_o It's the ratio between the speed of light in air to the speed of light in any medium.

$$n = \frac{c}{v} \quad (\text{unitless})$$

مقياس لانكسار المطلق

له هو النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ (الطواء) إلى سرعة الضوء في أي وسط.

ليس له وحدة.

2023-12-01 21:07:44

Snell's law

قانون سنيل

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

$n_1, n_2 \rightarrow$ refractive indexes of the 1st & 2nd media.

$\theta_1 \rightarrow$ angle of incidence.
زاوية السقوط

$\theta_2 \rightarrow$ angle of refraction.
زاوية الانكسار

There is a law that relates the refractive index of any lens to its radii of curvature known as thin lens makers law. can be written as:

$$\frac{1}{P} = \frac{1}{f} = (n-1) \left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right]$$

قانون يربط معامل انكسار أي عدسة بنصف قطرى تكورها.

$P \rightarrow$ power of the lens.
قوة العدسة

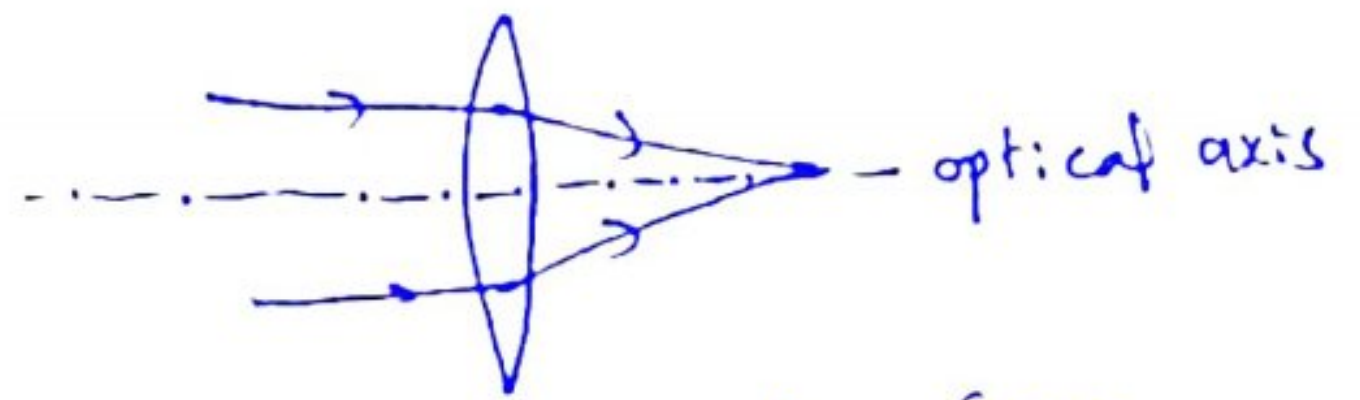
$n \rightarrow$ refractive index of the lens.
معامل انكسار العدسة

$R_1, R_2 \rightarrow$ radii of curvature of the lens

نصف قطرى تكور العدسة

لأن كل عدسة لها نصف قطرى تكور.

paraxial rays - أشعة الجوارى



paraxial rays $\rightarrow$ parallel axis
موازاة المحور

$\hookrightarrow$ They are the rays which are parallel to the principle axis.

$\hookrightarrow$ They make small angle (θ) with the optical axis.

هذه الأشعة تنقل موازية للمحور بزاوية صغيرة مع المحور الرئيسي.

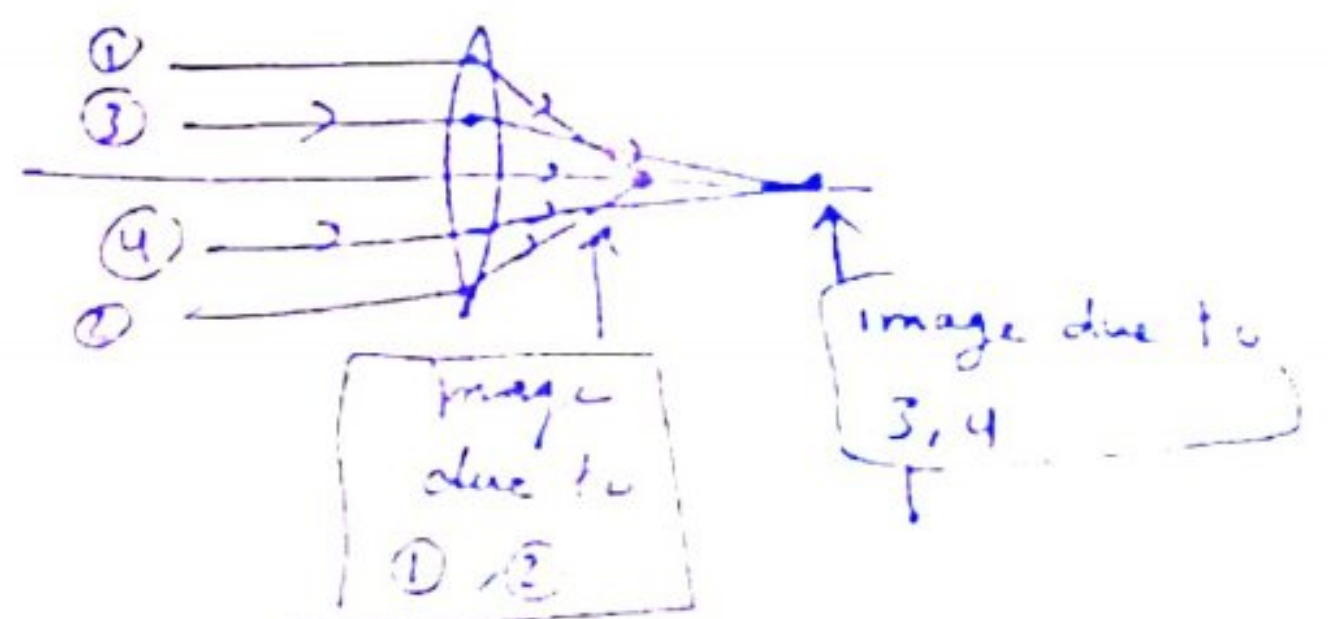
* The images produced by the intersection of these rays is a clear image.

الصور الناتجة بسبب تقاطع هذه الأشعة تكون بالصور بوضوح.

non-paraxial rays - أشعة الجوارى

$\hookrightarrow$ Rays that make large angles with the optical axis.

تقاطع زوايا كبيرة مع المحور بزاوية كبيرة.



(4)

Lens aberrations

↳ They are imperfections in the way lenses converge rays of light to a point.

هنا عيوب في طريقة تجمع العدسات لنور الضوء المنكسر في نقطة واحدة.

Spherical aberration

↳ It's a phenomenon in optics in which the outer parts of a lens don't bring light rays into the same focus as the central part.

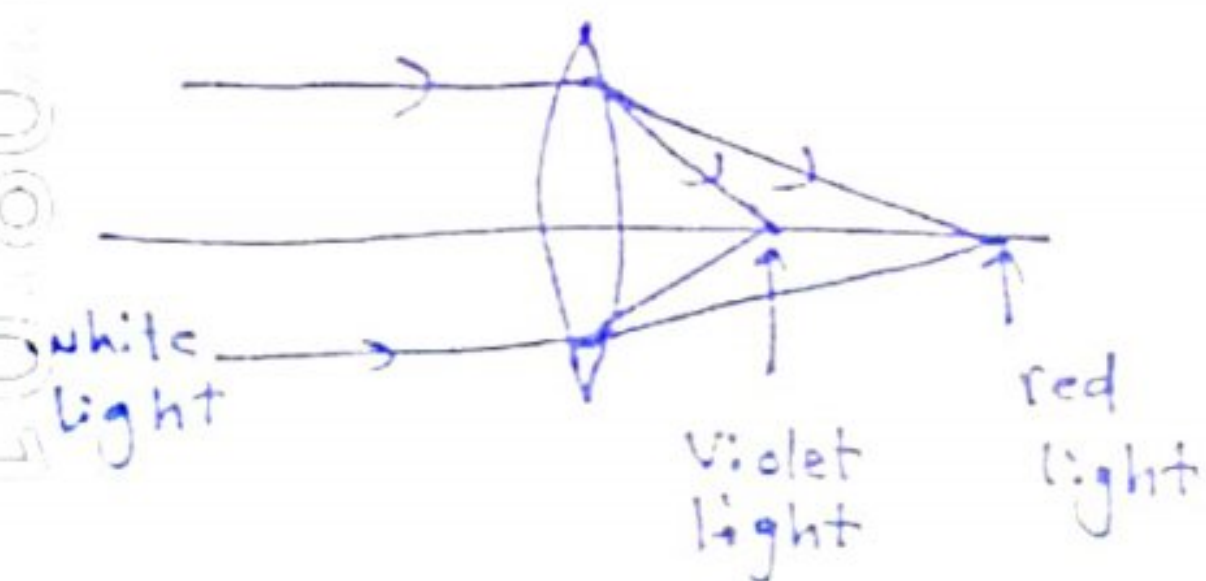
الزيف الكروي

لأنه هو ظاهرة في الضوء حيث عندما تتجمع الأشعة المنكسرة من أطراف العدسة بشكل مختلف عن الأشعة المنكسرة من منتصف العدسة.

↳ The images due to this phenomenon are called blurred images.

الصور الناتجة من هذه الظاهرة تسمى بالصور المشوشة.

Chromatic aberration



It's a phenomenon in which light rays of different wavelengths converge at different points, producing un-clear images.

ظاهرة تتجمع فيها الأشعة ذات الأطوال الموجية المختلفة في نقاط مختلفة.

* Summary of the laws of lens used in experiments:

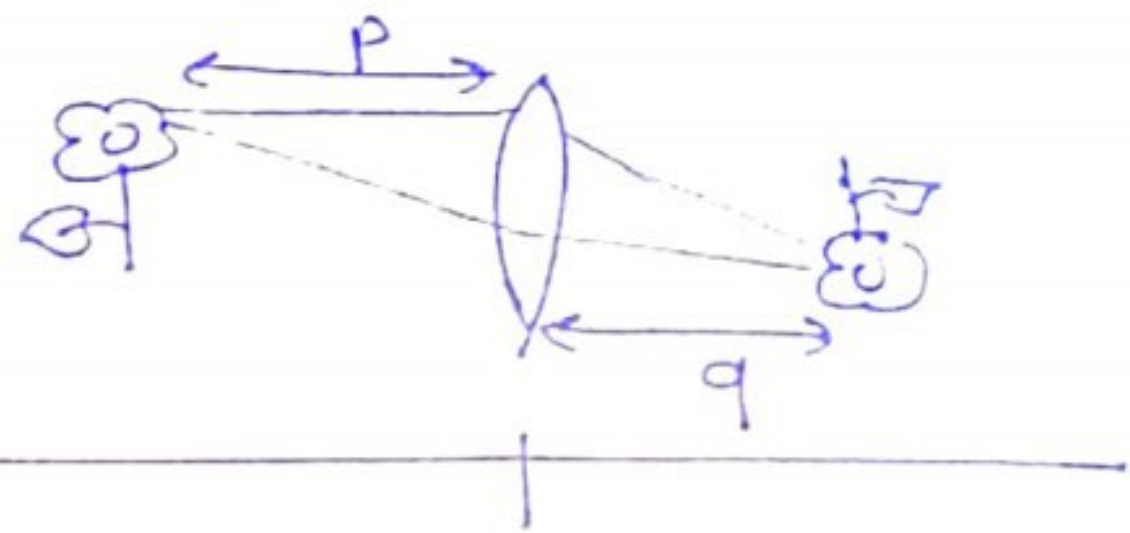
$$P = \frac{1}{f_{cm}} = \frac{100}{f_{cm}}$$

$f \rightarrow$ focal length

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{q}$$

$p \rightarrow$ object distance from the lens

$q \rightarrow$ image distance from the lens.



Thin lens makers law

$$P = (n-1) \left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right]$$

$P \rightarrow$ power of the lens = $\frac{100}{f_{cm}}$
 $n \rightarrow$ refractive index.

هذا ينطبق على العدسات البسيطة.

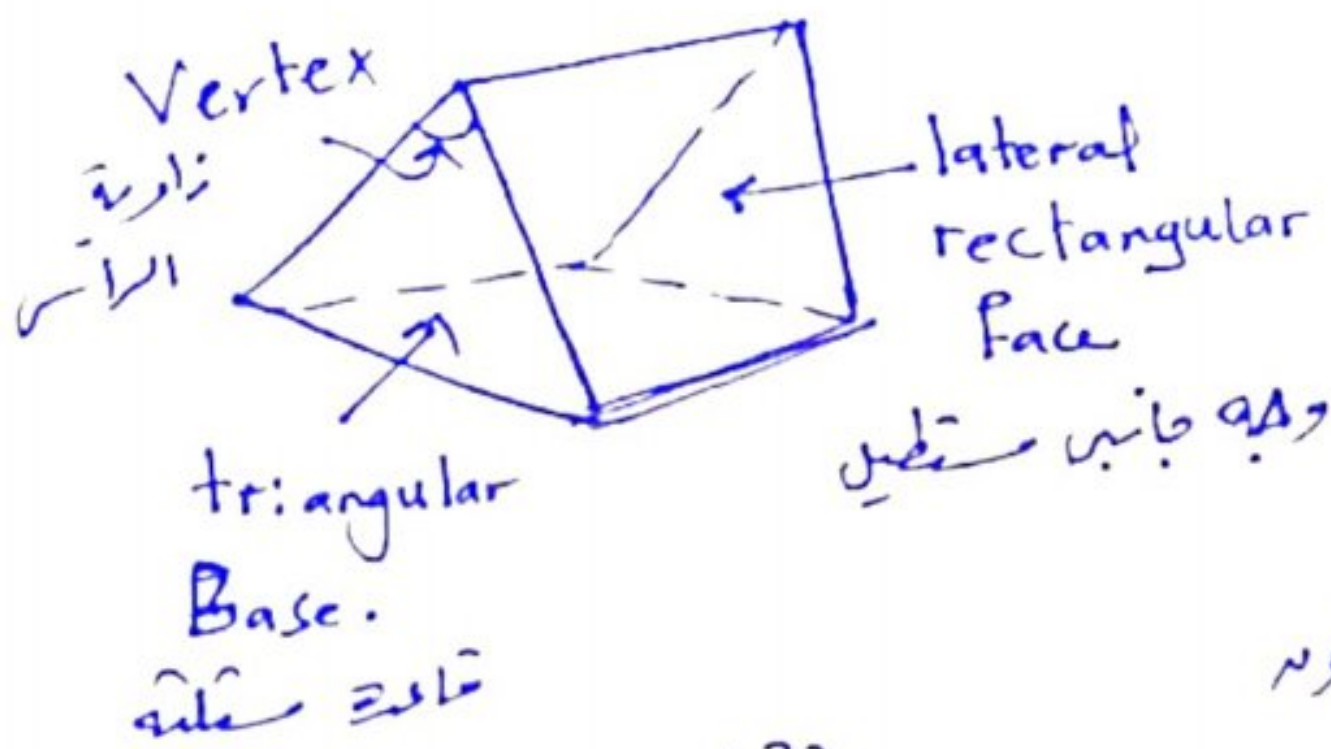
prism

لشور

Lo It's a piece of transparent material cut with precise angles and plane faces can be used for analyzing, refracting, reflecting light.

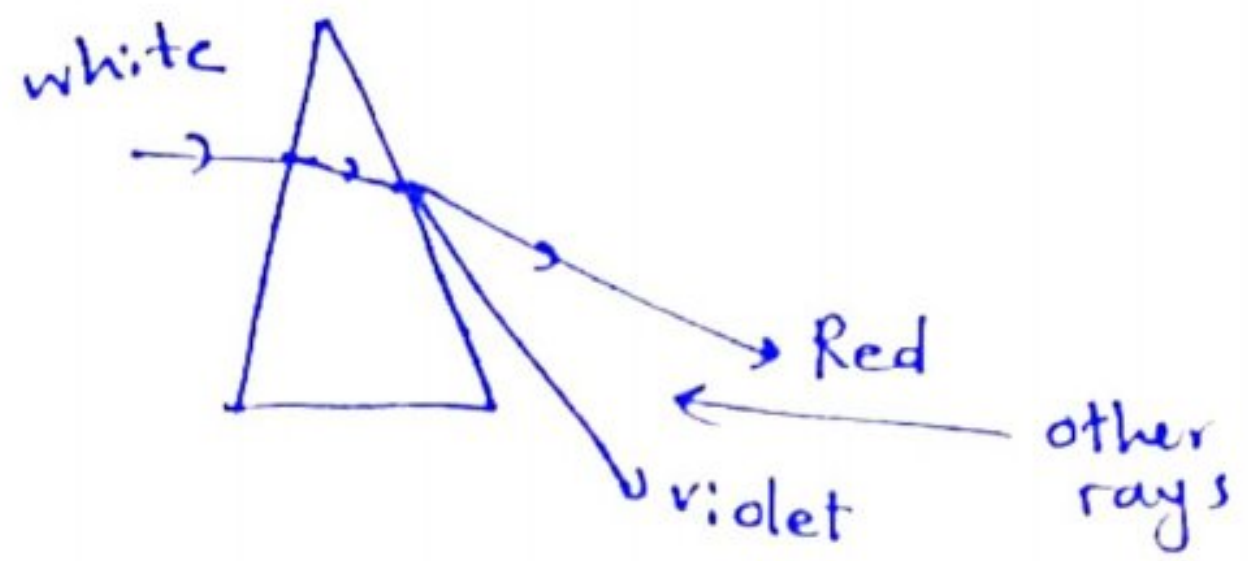
صوبه به به قطعه به ماده شفافه
مقطعه بزوايا معينه وله اربعه مسطوره
عليه به مستقيم في تحليل الانكسار
انكسار لشور .

لشور لشور Triangular prism



(2)
Lo It has two triangular bases.
قاعه مثلثيه
* Three rectangular faces.
ثلاث اوجه مستطيله .

* when white light is incident on the prism, it will be refracted at different angles to its distinct components. This phenomenon is called dispersion

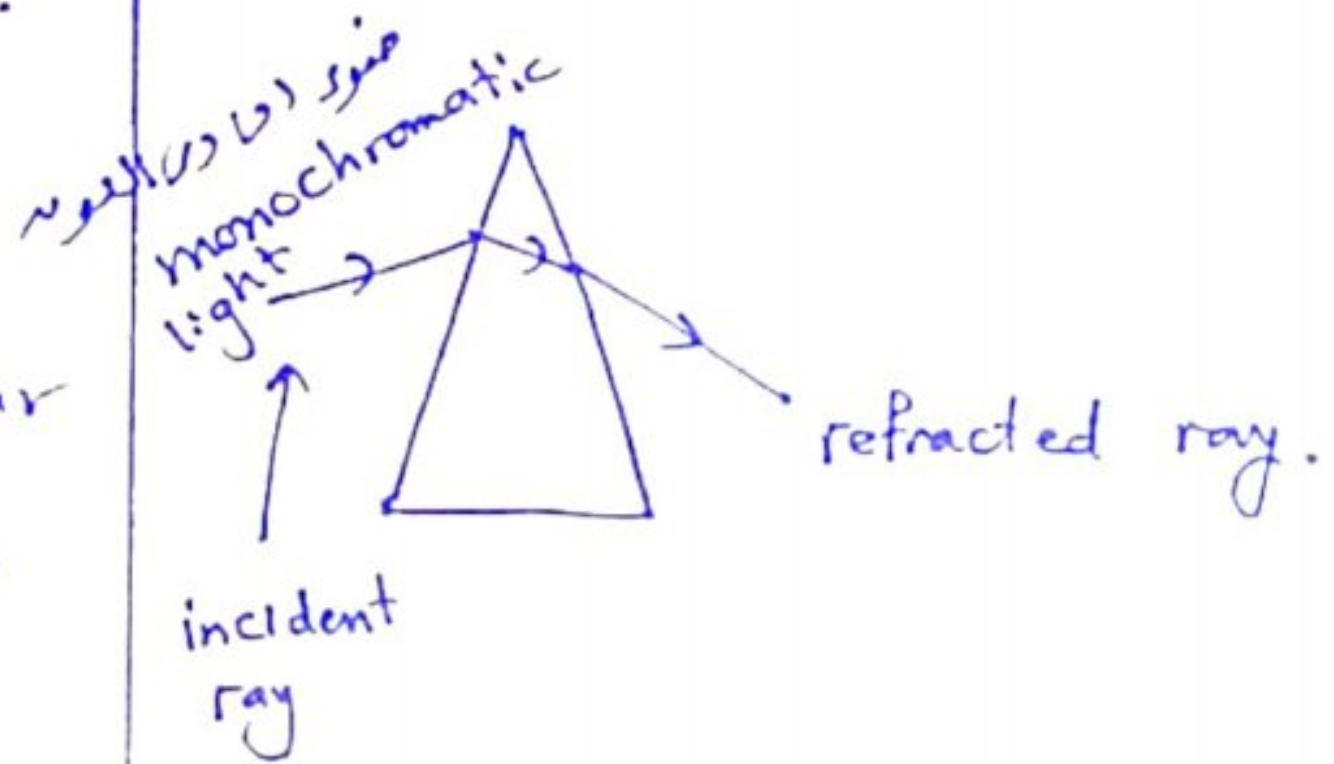


عند سقوط اشوار الابيضه لشور ثلاثي
يتحلل اشوار الى مكوناته اسبعه حيث تكونه
زاويه انحراف اشوار الاحمر هو الاقل
بينما زاويه انحراف اشوار البنفسجي هو
الاكبر زاويه وهذه الظاهره تسمى
بتشتت اشوار .

Red → The smallest deviation angle.

Violet → The largest deviation angle (smallest λ).

الاكبر زاويه انحراف لاشوار البنفسجي (7)



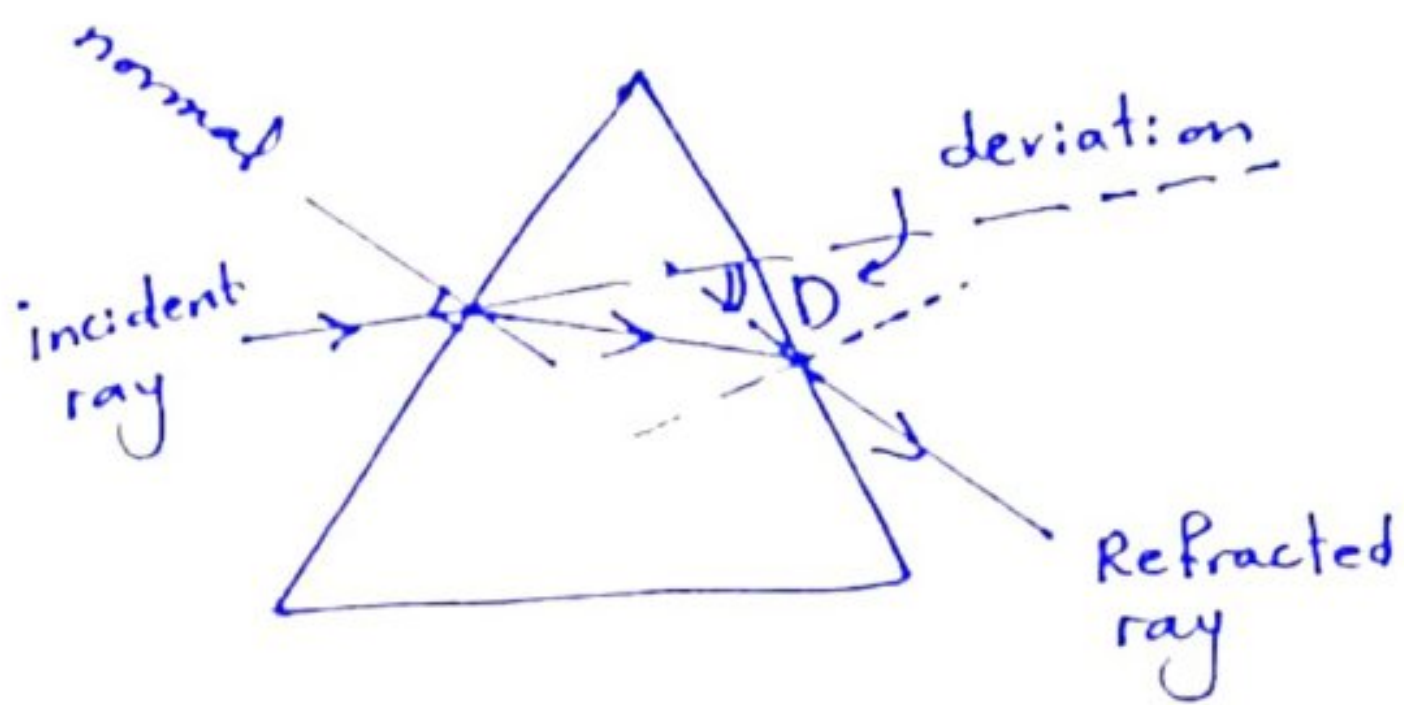
Lo If a monochromatic light ray is incident on the prism with an angle to the normal, it will be deviate from its path with an angle (D) known as the deviation angle.

لح لو اشوار احده الطول الموجي (الاحمر فقط
مثلا) كما مشور فلاثي سوف يخرج من الوجه
الآخر للشور منحرفا عنه مساره بزوايه

تسمى (D) زاويه الانحراف

6

2023-12-01 21:08:10



(D) $\rightarrow$ deviation angle

It's the acute angle confined between the extension of the incident & refracted ray through the prism.

هو الزاوية الحادة بين امتداد الشعاع الداخل وامتداد الشعاع الخارج من المنشور.

The refractive index of a prism can be determined through the relation:

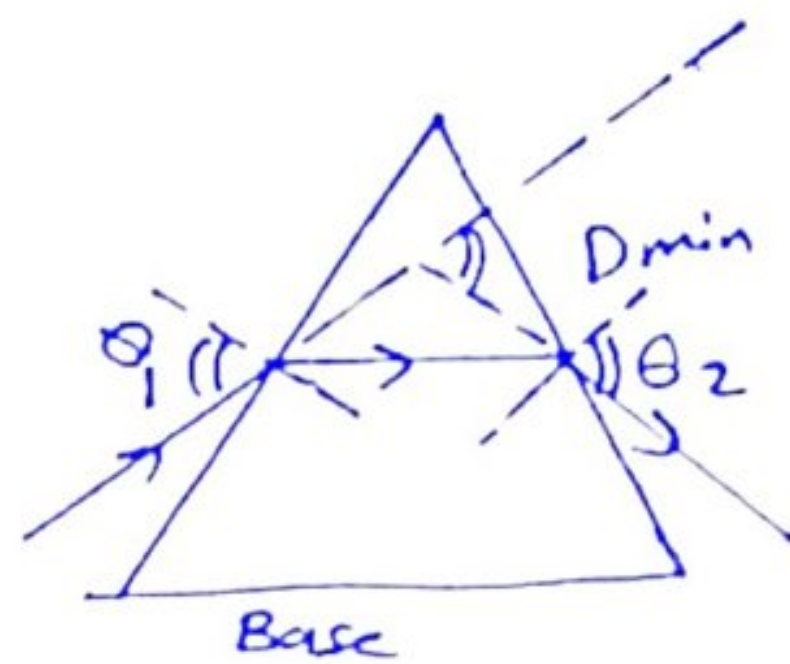
$$n = \frac{\sin\left(\frac{A + D_{\min}}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

(A) $\rightarrow$ is the vertex angle (Apex angle) of the prism.

زاوية رأس المنشور.

(D_{min}) $\rightarrow$ minimum deviation angle.

أقل زاوية انحراف.



Minimum deviation angle

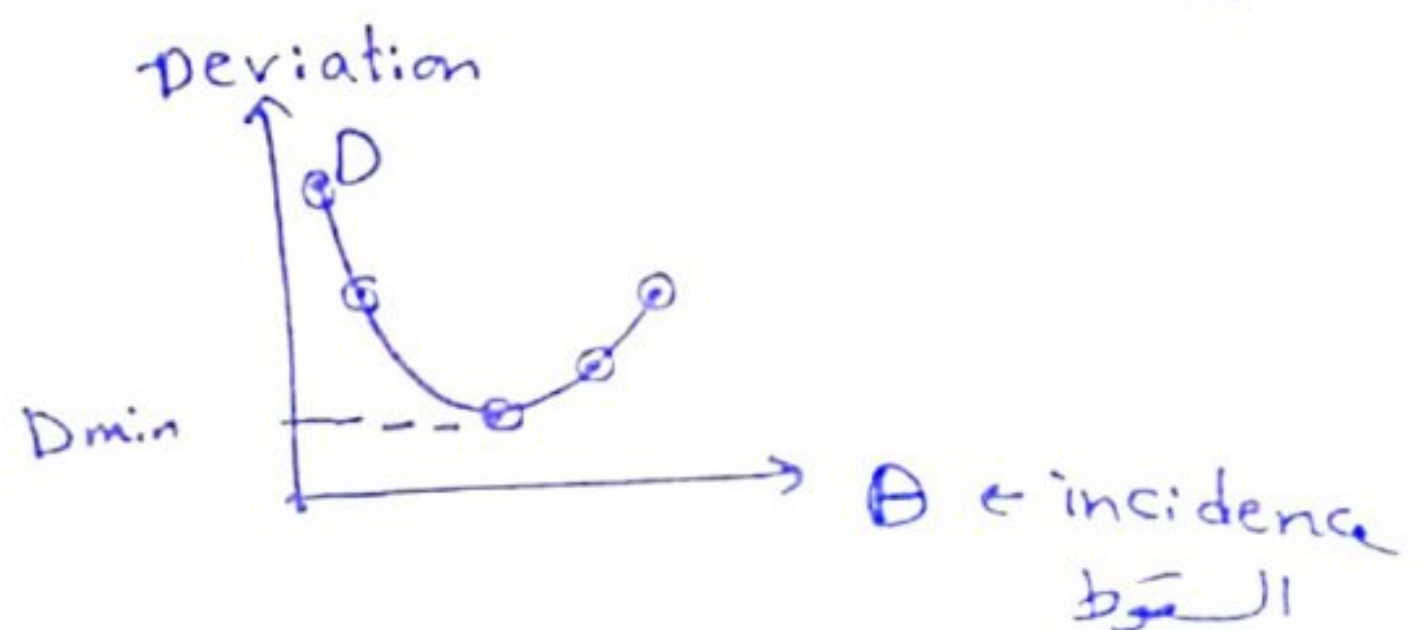
$\hookrightarrow$ It's the deviation angle at which the refracted ray in the prism is parallel to its base.

هو الزاوية التي يتكسر فيها الشعاع داخل المنشور موازيًا للقاعدة.

Also, the angle of incidence equals to the angle of emergence ($\theta_1 = \theta_2$).

يكون زاوية السقوط، الخروج زاوية الخروج.

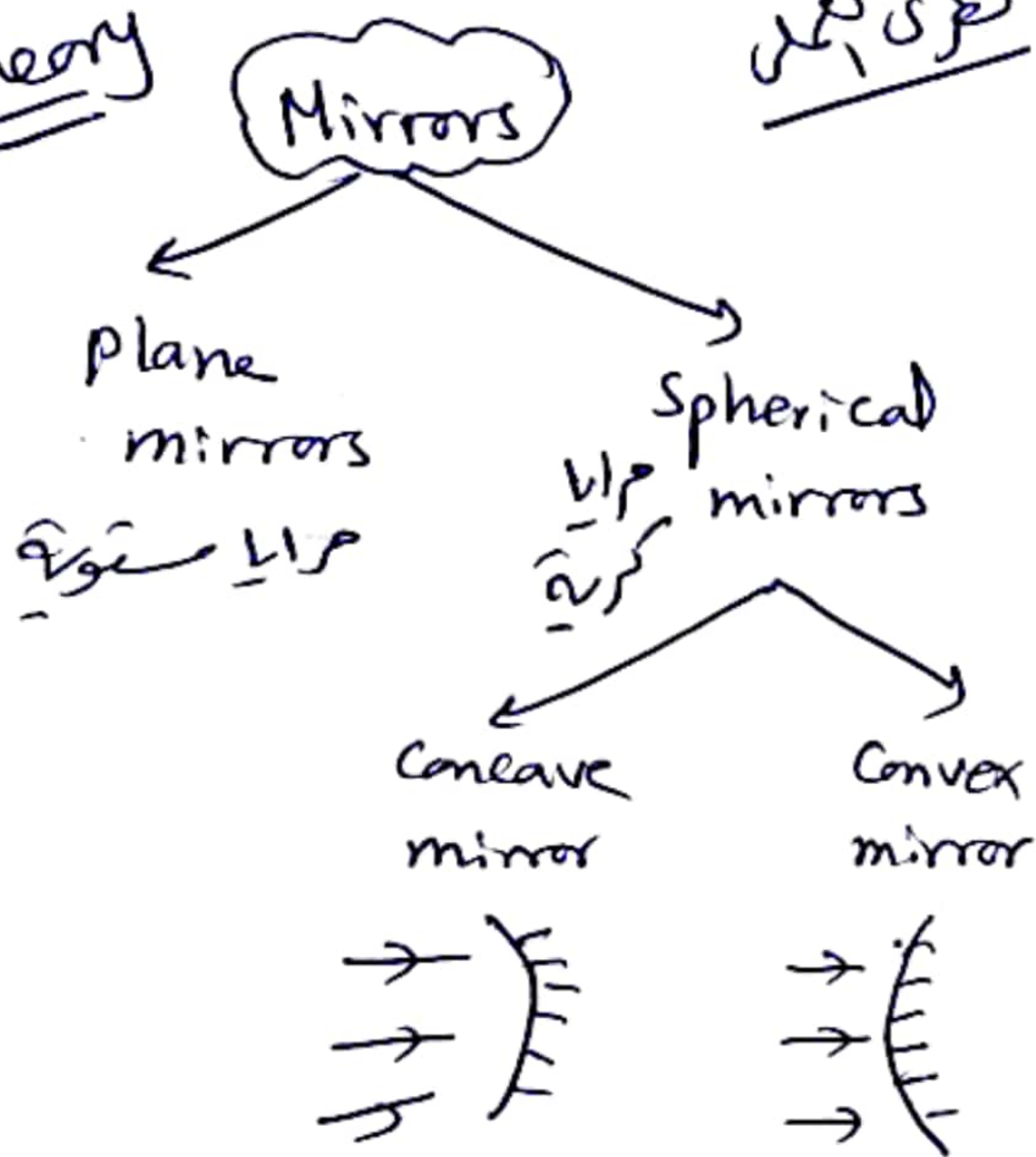
* Relation between the incidence & deviation angle of a prism



* As the incidence angle increases $\uparrow$ the deviation angle decreases $\downarrow$, but a definite angle called (D_{min}), as the incidence angle $\uparrow$ the deviation angle begins to increase too. *

Theory

نظري



mirror

↳ A medium that reflects the light rays.
وسيط يعكس الضوء

concave mirror

↳ A mirror that consists of the internal part of a reflecting sphere.
مرآة تتكون من الجزء الداخلي من كرة عاكسة



internal part

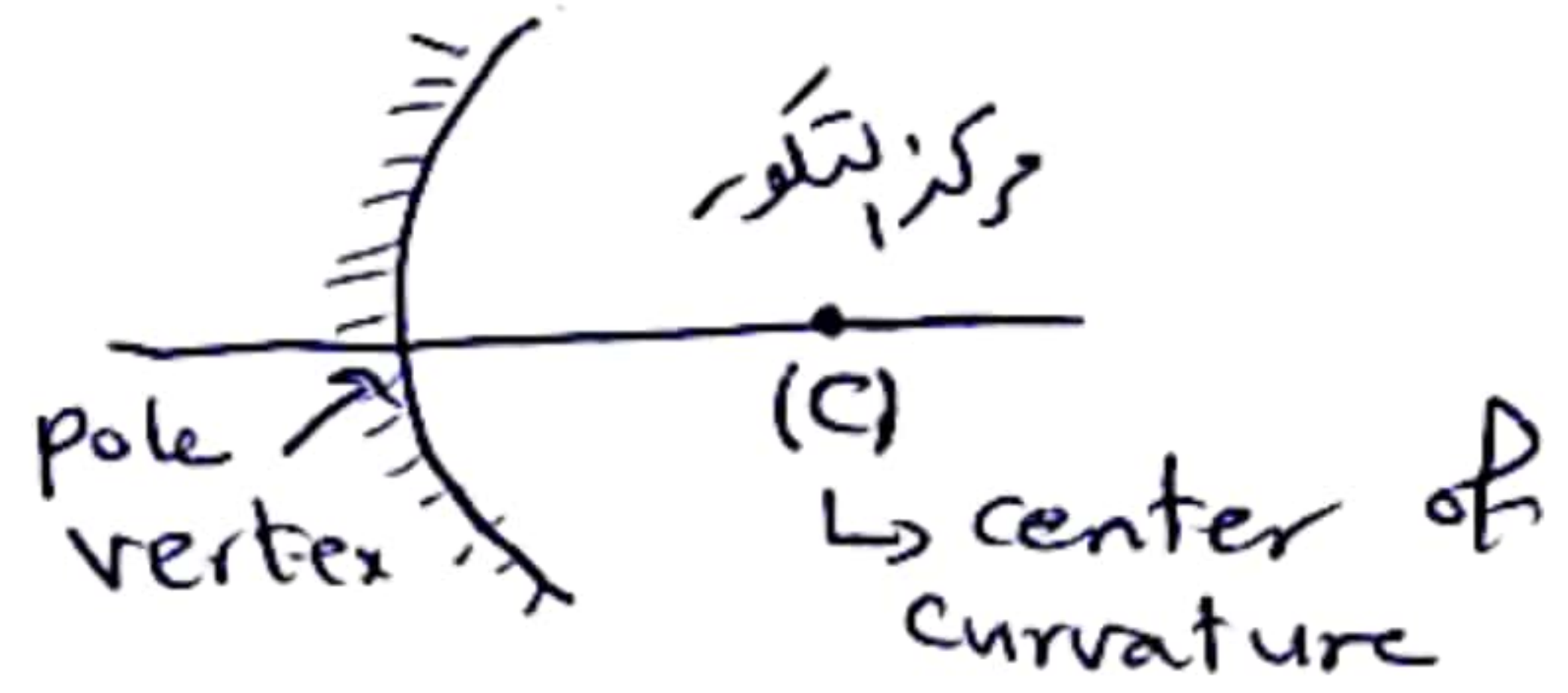
mirror's pole vertex

↳ imaginary point located at the center of the lens, if a light ray passes through it, it will be reflected on itself.
نقطة وهمية تقع في منتصف المرآة لو مر بها شعاع ضوئي ينعكس على نفسه

principle axis

المحور الرئيسي

↳

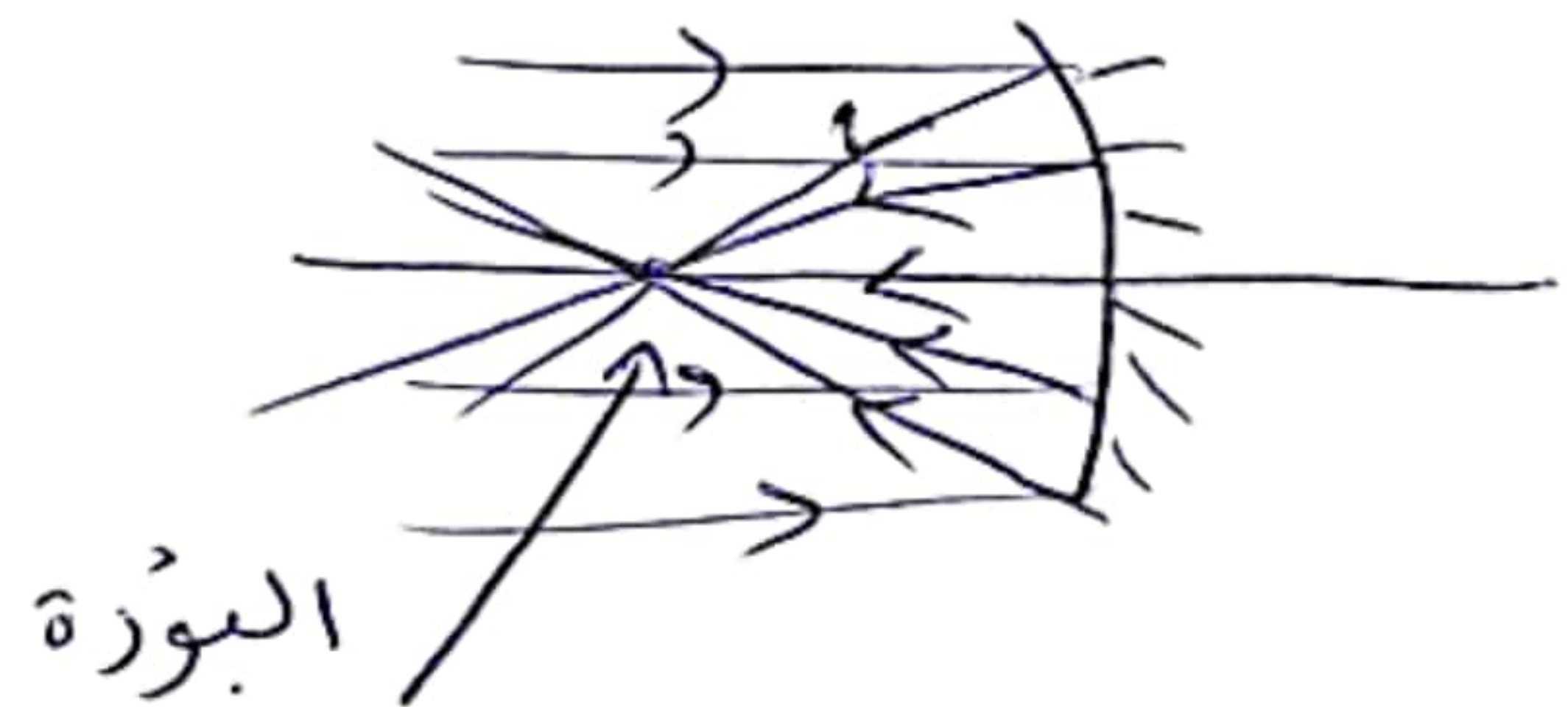


definition

→ Axis that passes by the pole of the mirror and the center of curvature.

هو المحور الذي يمر بمركز ثقل المرآة ومركز انحنائها

Focal point

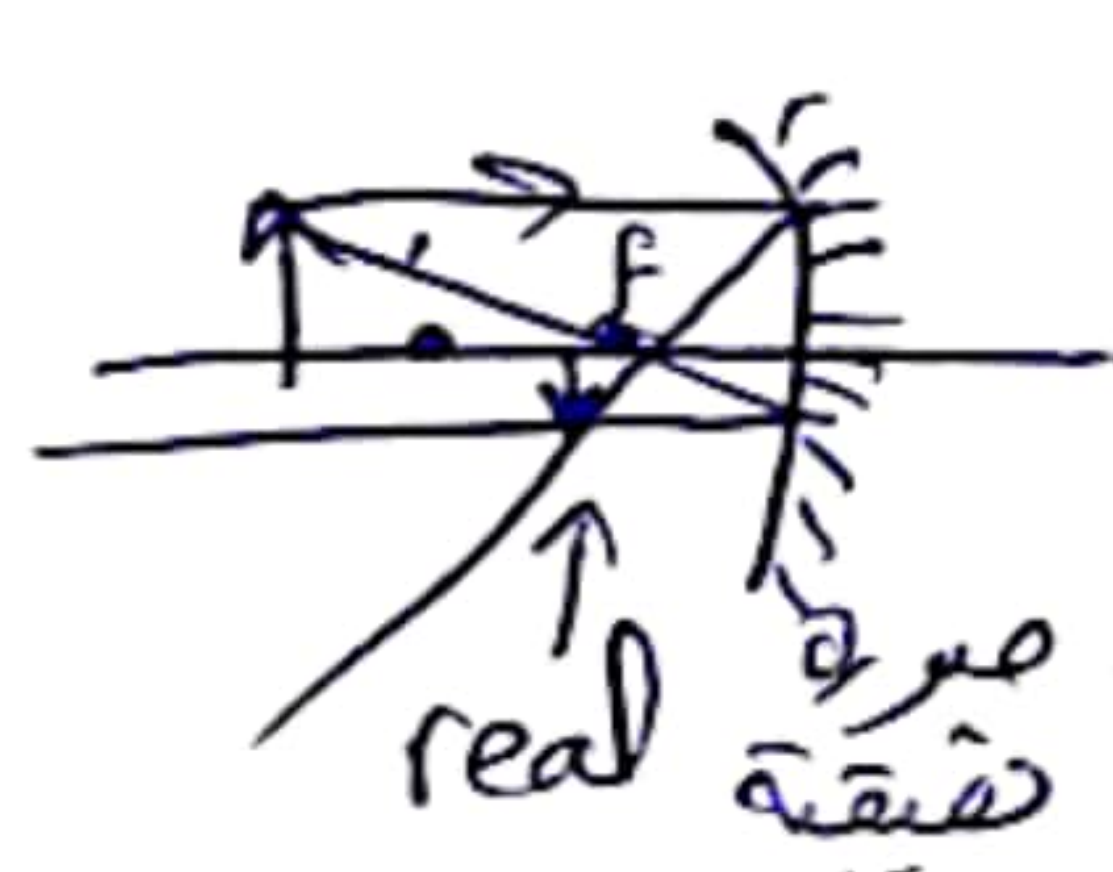


البؤرة

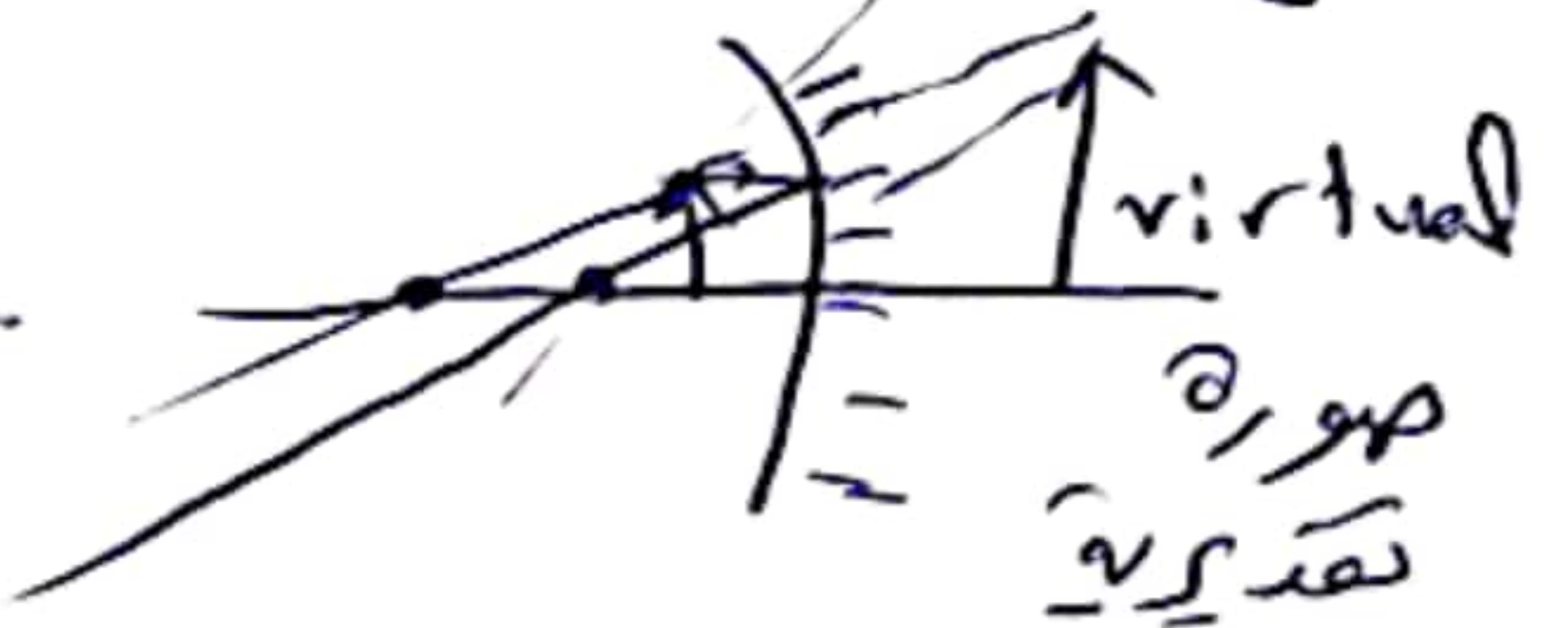
converging point of the reflected rays when they are incident parallel to each others and to the principle axis.

Focal length, power → لم ترشفهم سابقاً

→ a concave mirror produce both real & virtual images.



real
صورة حقيقية



virtual
صورة تقديرية

→ ثم نكتب قوانين بقوة

طاقة

practical sections

Convex lens
عدسة محدبة

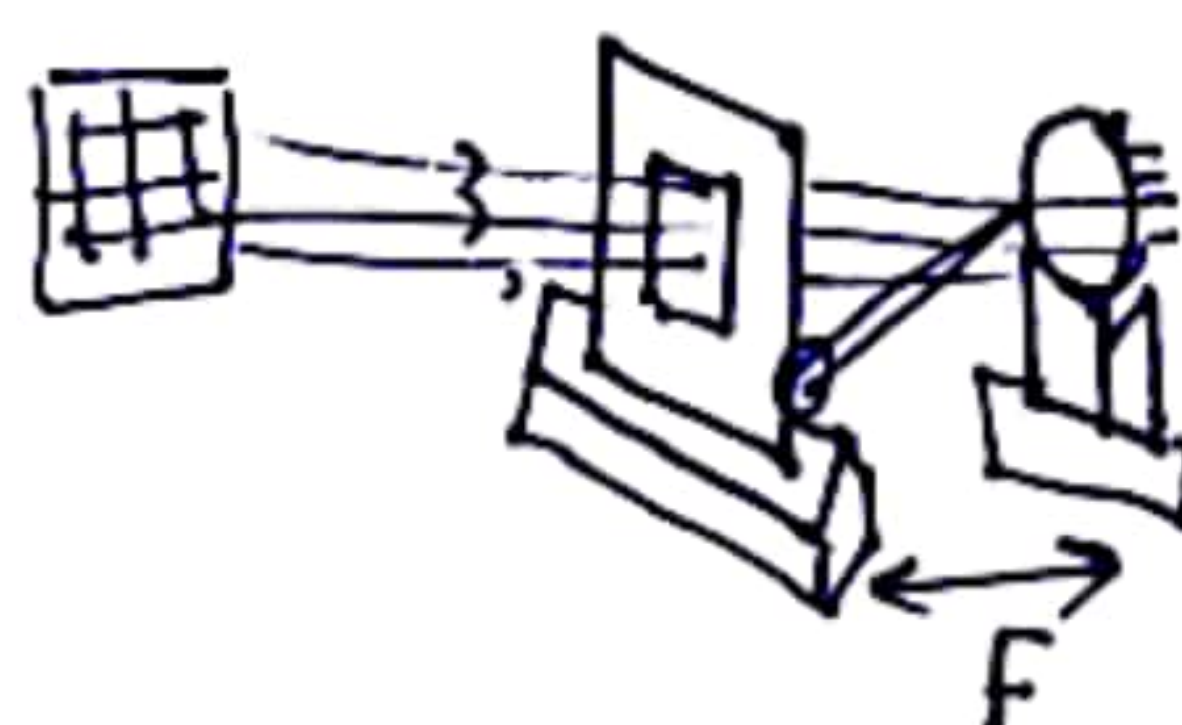
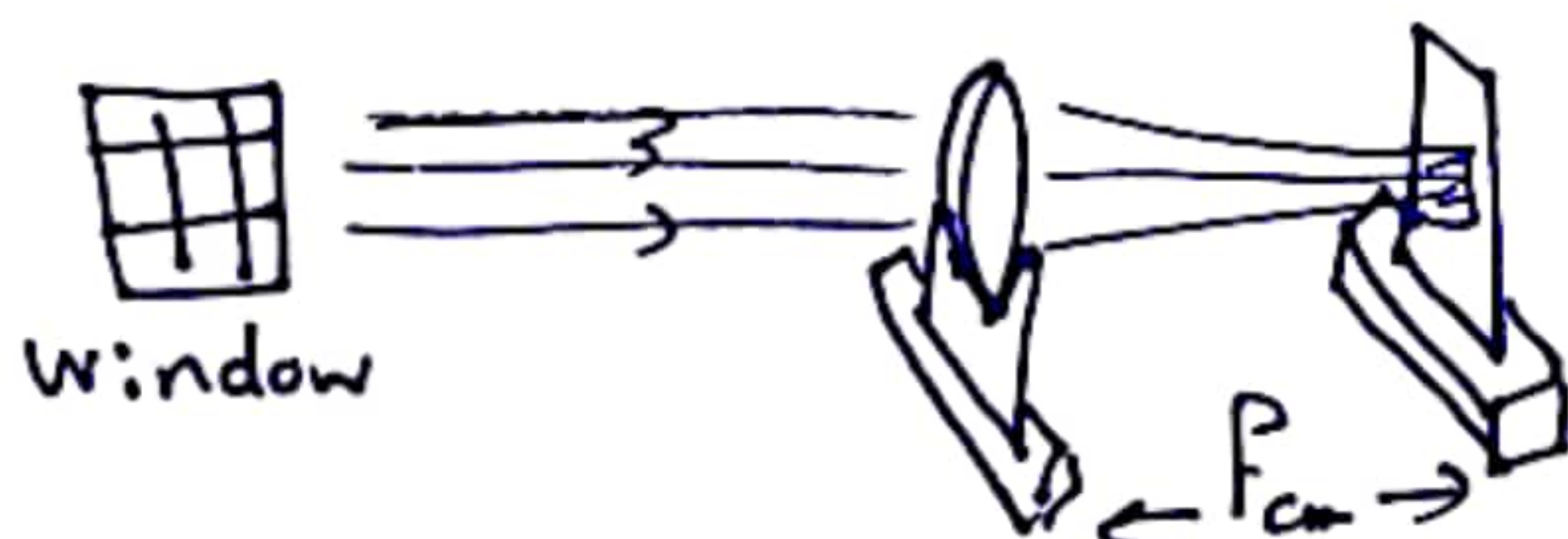
Aim determination the power of the lens (mirror) by three ways.

Concave mirror
المرآة المقعرة

① parallel rays method

طريقة الأشعة المتوازية

لنصفه بطريقة ستستخدم حساب متى البعد البؤري ومنه حساب القوة.



(1) we put the lens (mirror) on the table faces the window.
نضع العدسة (المرآة) على الطاولة لتواجه النافذة.

(2) use the screen to receive the clearest image.
نستخدم الحائل لاستقبال اوضح صورة (للشباب).

(3) measure the distance from the image to the center of the lens (mirror). This distance is F .
نقيس المسافة بين الصورة ومركز العدسة (المرآة). تكون هذه المسافة البعد البؤري.

(4) determine the power of the lens (mirror).
نحسب قوة العدسة (المرآة).

Results

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

$$P = \frac{100}{F_{\text{cm}}} = \frac{100}{\text{---}} = \text{--- m}^{-1} \text{ or D}$$

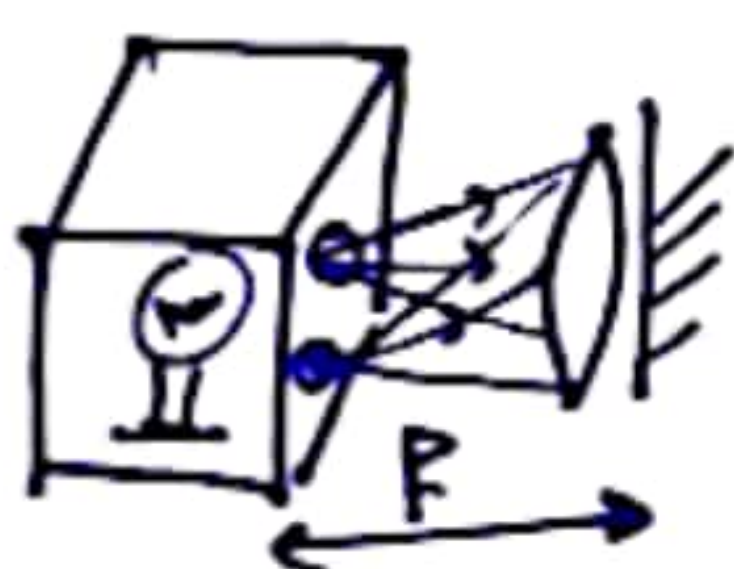
② coincidence method

طريقة التماسك

① we put the lens (mirror) on a holder in front of the source.

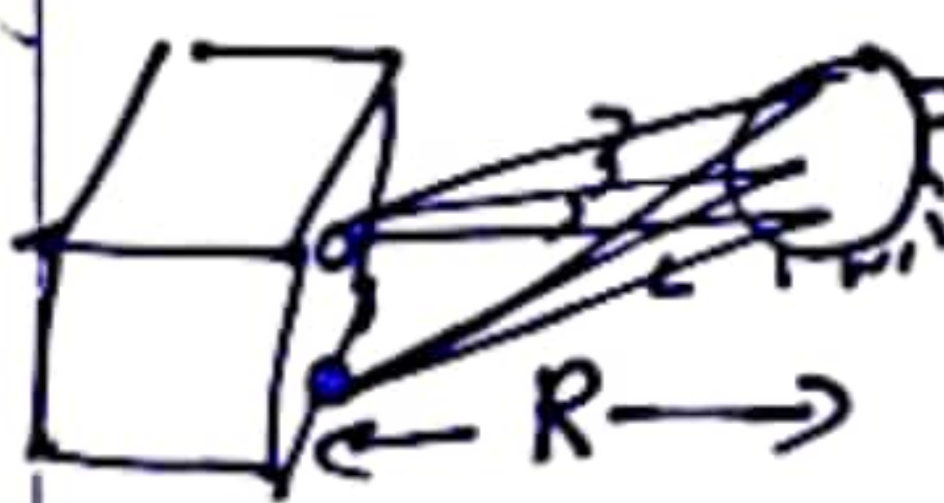
② move the holder near and far from the source till you receive the clearest image.

③ determine the focal length then determine the power



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

$$P = \frac{100}{F} = \text{--- m}^{-1}$$



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

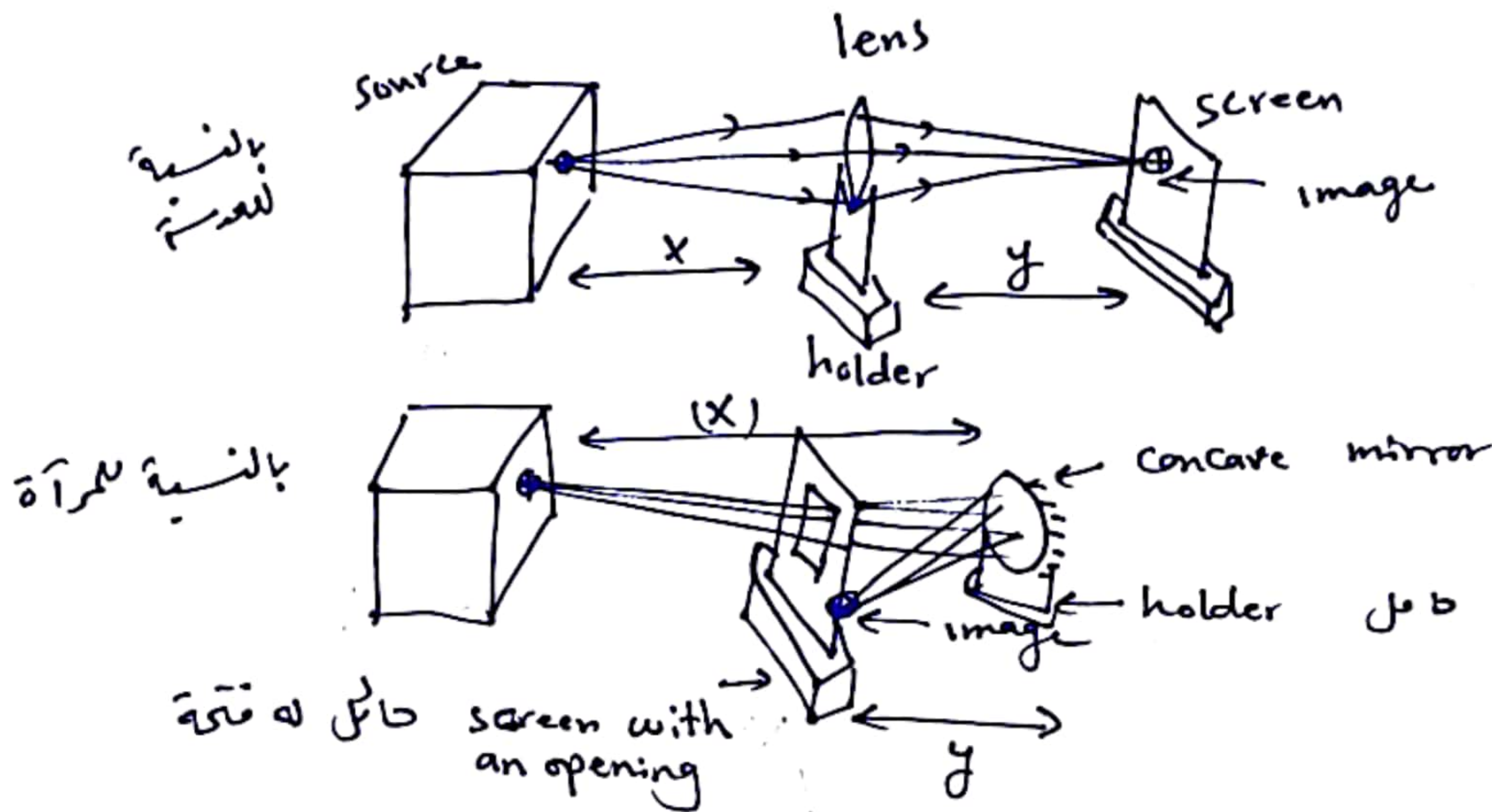
$$f = \frac{1}{2} R = \text{--- cm}$$

$$P = \frac{100}{F_{\text{cm}}} = \text{--- m}^{-1}$$

③ General method

Convex lens

Concave mirror

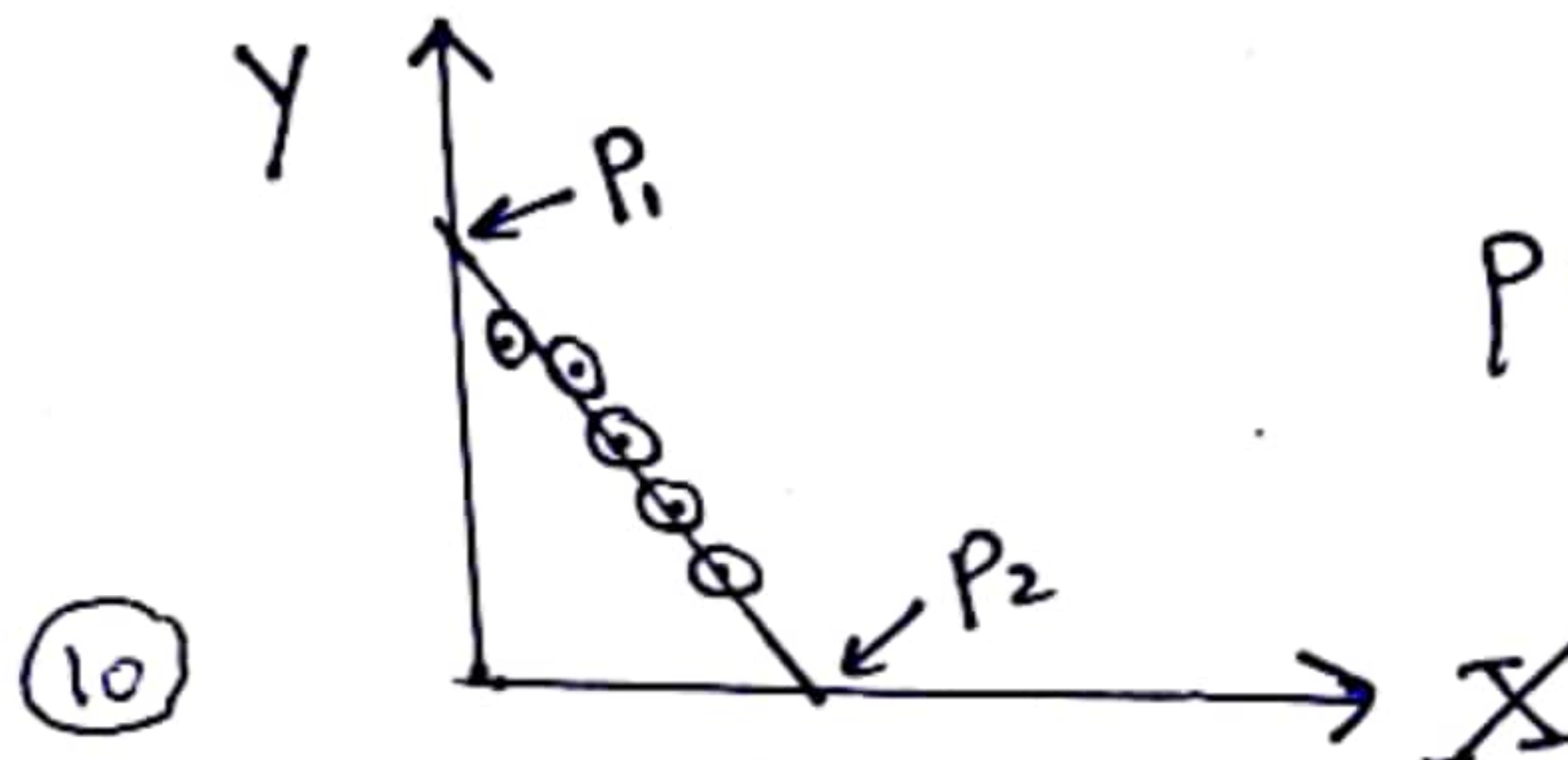


- 1- put the lens (mirror) in front of the source at a distance x where x is greater than twice the focal length ($x > 2f$).
- 2- put the screen behind the lens (in front of the mirror) and move it near and far till you receive the clearest image (y).
- 3- determine the distance from the screen to the lens (mirror).
- 4- repeat step (1) for different (x) values and determine (y).
- 5- tabulate your results as shown:

$x > 2f$

$x(\text{cm})$	$y(\text{cm})$	$X = \frac{100}{x}$	$Y = \frac{100}{y} (\text{m}^{-1})$

- 6- plot a relation between X & Y . determine P .



$$P = \frac{P_1 + P_2}{2} = \dots \text{m}^{-1}$$

Concave lens

Aim

To determine the power of a concave lens by two different methods.

الهدف ← تقدير قوة العدسة المقعرة بطريقتين مختلفتين.

Law

$$P_d = \frac{100}{f_d(\text{cm})} \quad \& \quad P_d = P_g - P_c$$

$P_d \rightarrow$ power of concave lens.
قوة العدسة المقعرة

$f_d \rightarrow$ focal length of concave lens.
البعد البؤري للعدسة المقعرة.

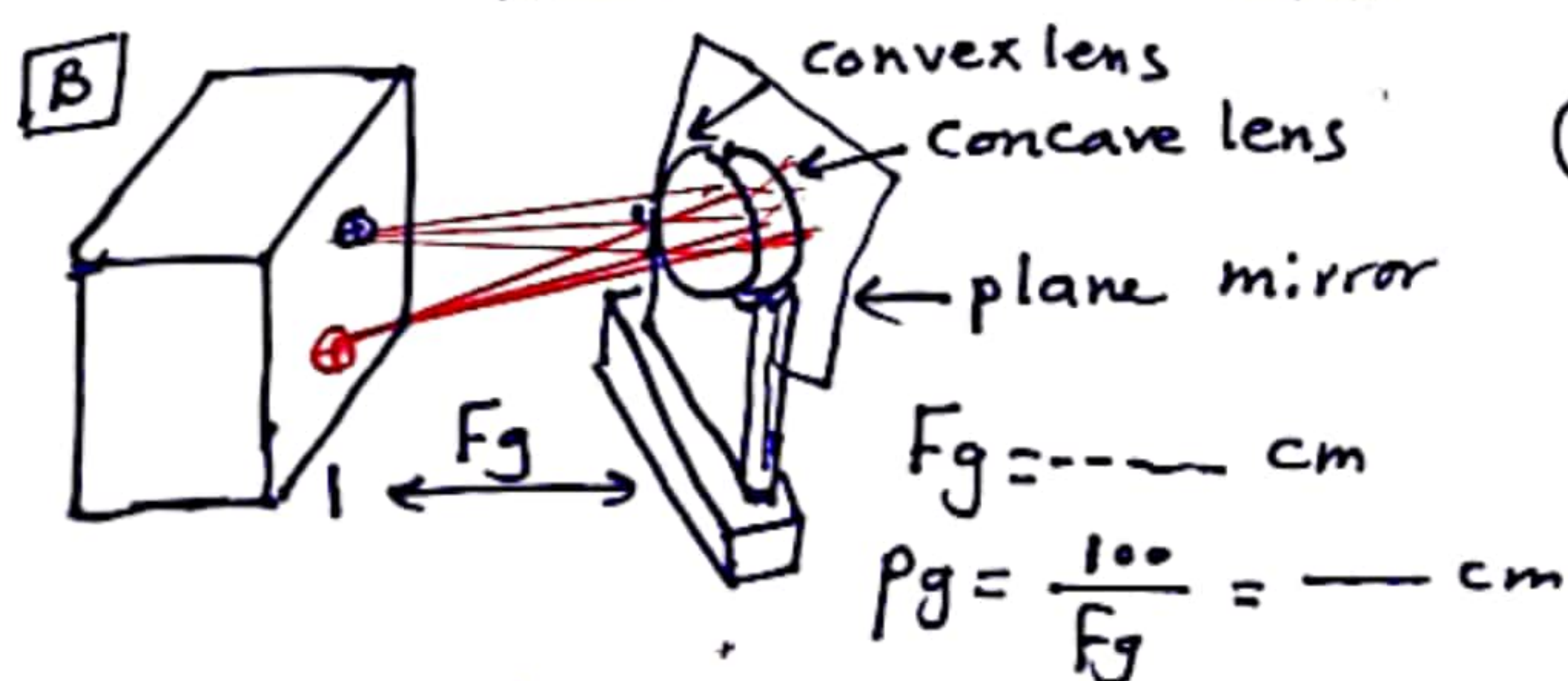
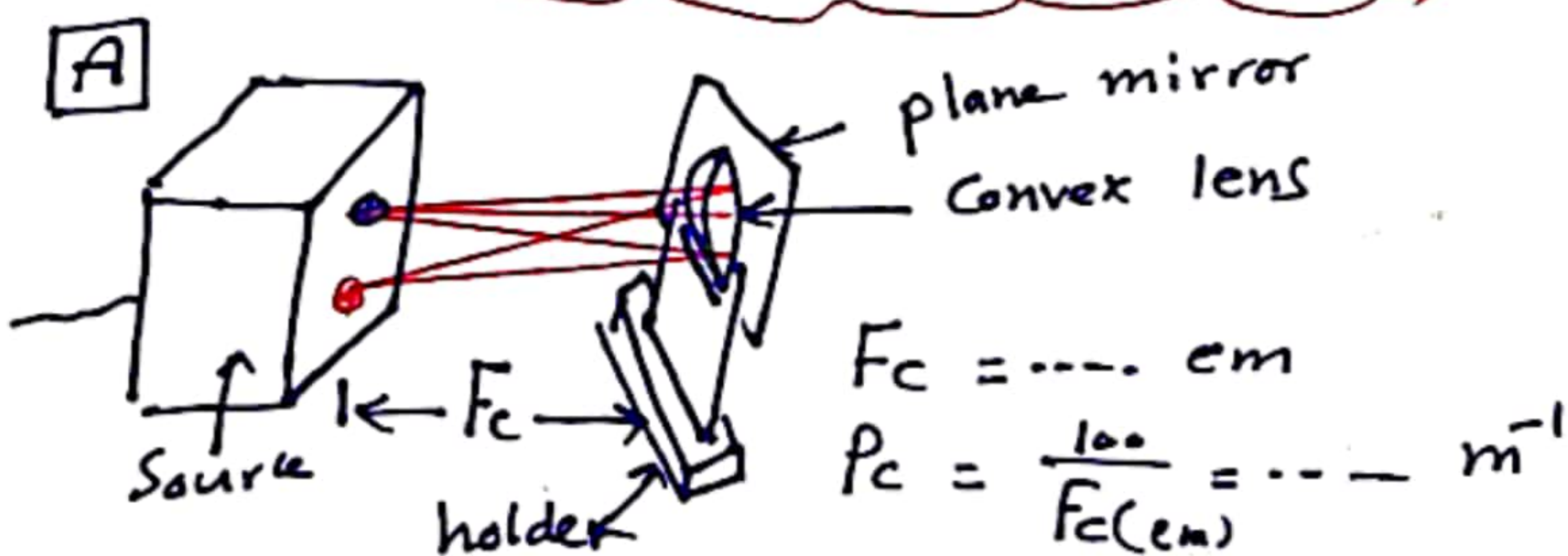
$P_g \rightarrow$ Power of the group consists of a concave & convex lens.
قوة المجموعة المكونة من عدسة مقعرة وعدسة محدبة.

$P_c \rightarrow$ Power of convex lens.
قوة العدسة المحدبة.

★ لا تنس كتابة نظري التقريب قبل القانون

Steps طريقة المجموعة

① Group method (Combination)



$$\therefore P_d = P_g - P_c \text{ cm}^{-1} \quad \&$$

①

Liquid lens

Aim

To determine the refractive index of a liquid lens (water).

تقدير معامل انكسار العدسة السائلة (الماء).

Law

$$1- n = P_l \cdot R + 1$$

$$2- P_l = P_g - P_c$$

$$3- R = \frac{a^2}{6h} + \frac{h}{2}$$

$n, P_l \rightarrow$ refractive index & power of the liquid lens.
معامل انكسار وقوة العدسة السائلة.

$R \rightarrow$ radius of curvature of the liquid lens.
نصف قطر العدسة السائلة.

$a \rightarrow$ distance between ^{any} two fixed legs of the spherometer.

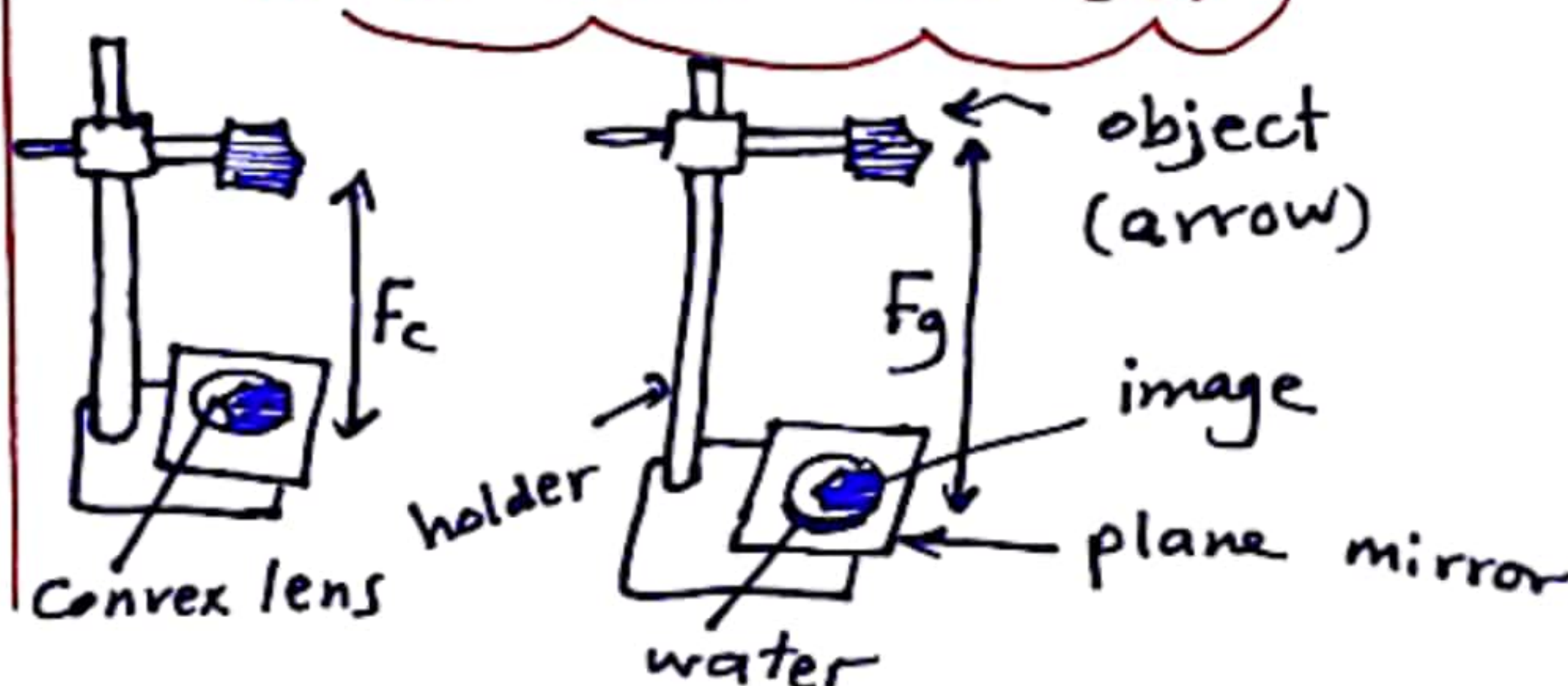
المسافة بين كل رجلين من أرجل الاسفيروميتر.

$h \rightarrow$ height of the four legs of the spherometer from the surface of the lens.

ارتفاع أرجل الاسفيروميتر الاربعة من سطح العدسة.

Steps تقدير قوة العدسة السائلة

① To determine (P_l)



① group method

- 1- put the convex lens in front of the source, then put the plane mirror behind the lens.
- 2- move the lens & mirror near and far from the source till you get the clearest image of the object on the source itself.
- 3- measure the distance from the source to the lens it will be (F_c).
- 4- measure the power of the convex lens.
- 5- put the convex lens on the holder, then put the concave lens behind it, then put the plane mirror behind them.
- 6- repeat steps (2) & (3) and measure (F_g).
- 7- determine the power of the group, then the power of the concave lens.

$$f_c = \text{--- cm} , P_c = \text{--- m}^{-1}$$

$$f_g = \text{--- cm} , P_g = \text{--- m}^{-1}$$

$$P_d = P_g - P_c = \ominus \text{--- m}^{-1}$$

يعتبر هذا العمل لتقدير المسافة في هذه الطريقة واحد... نفس العمل ونفس القانون

First

The liquid lens here is the thin liquid fragment confined between the convex lens and the plane mirror.

so it is a plano-concave shaped lens



المعدن المسطحة : هو عبارة عن قطعة رقيقة من المعدن المسطحة بين المعدن المسطحة والمرآة المقعرة ويكون شكلها كالتالي.

* To determine (P_L)

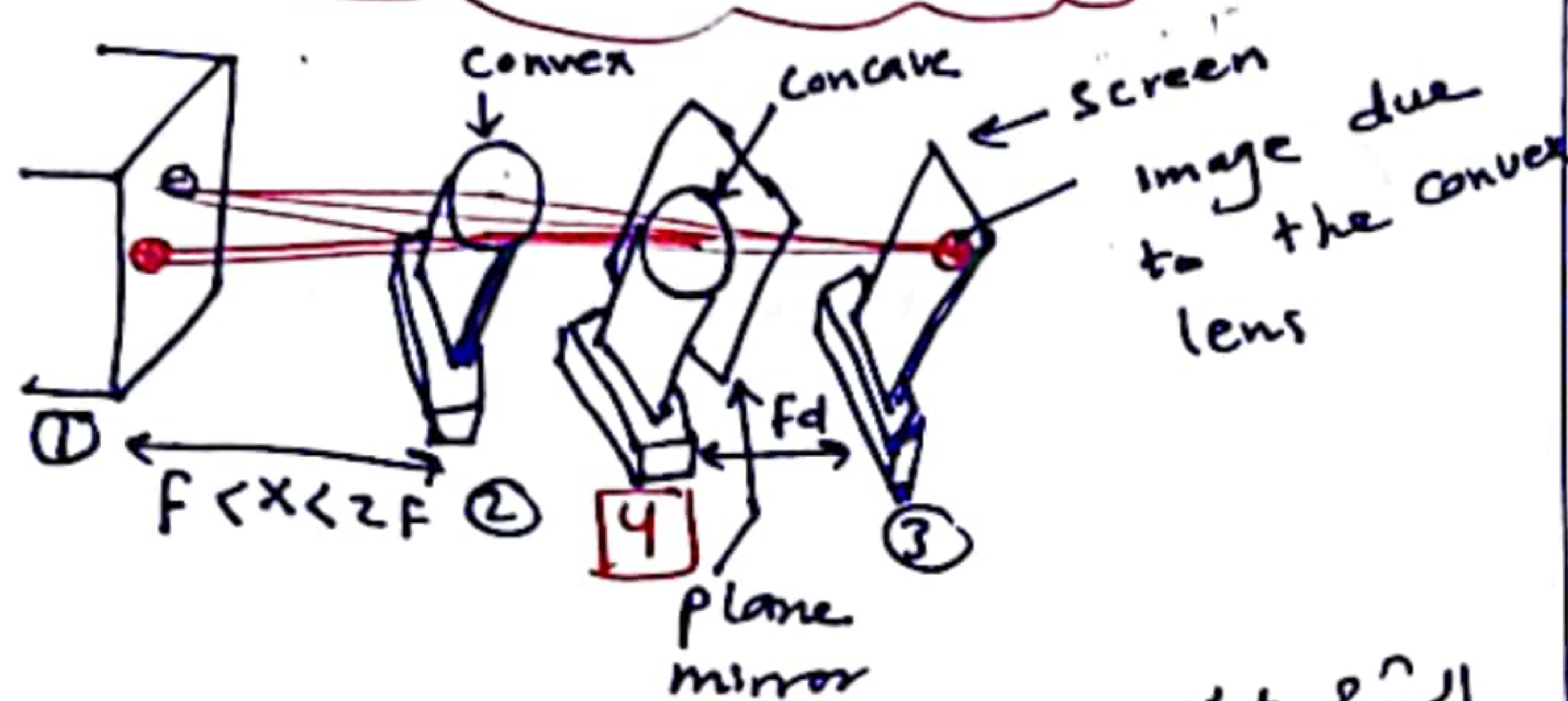
- 1- put the convex lens on the mirror with the object (Arrow) above them.
- 2- move the object up and down with respect to the convex lens till you get the image (which must have the same dimensions of the object).
- 3- measure the distance from the image & the object which represents (F_c).
- 4- put some drops of water on the mirror and put the convex lens above them with the object above this combination.
- 5- repeat step (2) & (3) and measure (f_g).
- 6- measure the power of the liquid lens.

$$* f_c = \text{--- cm} , P_c = \frac{100}{f_c} = \text{--- m}^{-1}$$

$$* f_g = \text{--- cm} , P_g = \frac{100}{f_g} = \text{--- m}^{-1}$$

$$P_L = P_g - P_c *$$

2] direct method



الشرح عربي

- 1- نضع العدسة المحدبة على مسافة من المصدر بحيث $(F < X < 2F)$ ونضع خلفها الحائض ونستقبل اوضح صورة على الحائض.
- 2- بعد استقبال الصورة على الحائض نقوم بتثبيت العدسة المحدبة من الحائض في مكانهم ولا نحركهم ابداً.
- 3- نضع العدسة المقعرة خلفها المرآة المستوية (نملم الحائض ونحركها قريباً وبعيداً بحيث نستقبل اوضح صورة على الحائض).
- 4- نقيس المسافة بين العدسة المقعرة من الحائض F_d مباشرة.

- 1- put the convex lens on the holder in front of the source at a distance between $(f & 2f)$.
2. with the screen we get the clearest image results due to the convex lens.
- 3- Fix the lens & screen on their position, then put the concave lens on the holder and put the plane mirror behind them.
- 4- move the concave lens and the mirror near & far between the convex lens & the holder till you receive the clearest image on the source.
- 5- measure the distance from the concave lens to the screen (F_d) .

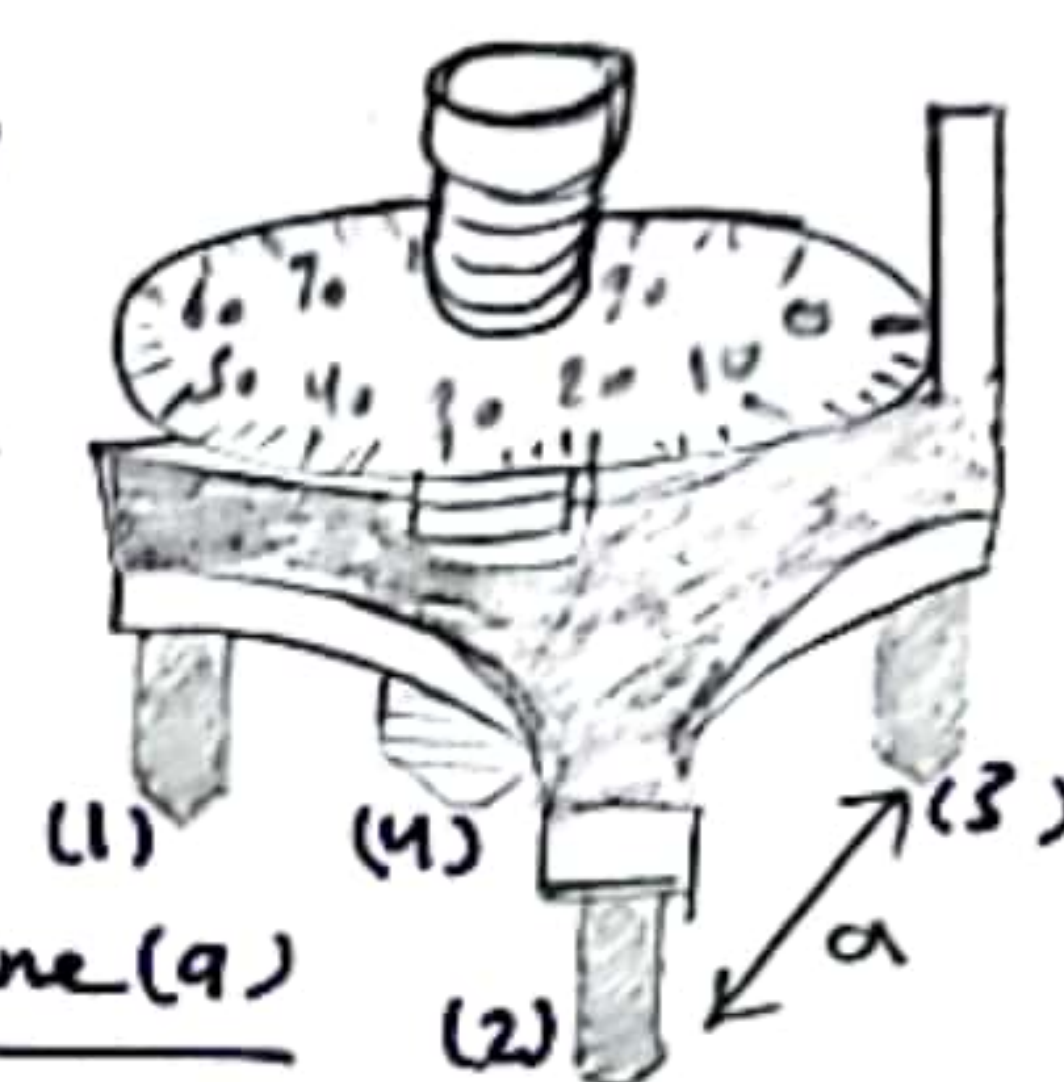
$$F_d = \dots \text{ cm}, P_d = \frac{100}{F_d} = \dots \text{ m}^{-1}$$

liquid

A] To determine (R)

$$R = \frac{a^2}{6h} + \frac{h}{2}$$

- 1, 2, 3 → Fixed legs
4 → movable leg



A] To determine (a)

- * press firmly on the spherometer until the three fixed legs leave three marks on the paper

نضغط بقوة على الاسفيروميتر بحيث تترك اثاره على اجل يثبتته ثلاث الاقدام على الورقة

- * with the ruler draw lines from each mark to the other
* measure the three drawn lines' lengths

$$a = \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3}$$

$$a = \dots \text{ cm} = \dots \times 10^{-2} \text{ m}$$

B] To determine (R)

- * put the spherometer on the surface of the concave lens so that the four legs of it will be at the surface of the lens.

نضع الاسفيروميتر فوق سطح العدسة بحيث تتوضع الاسابيع اجمالاً على مسنود سطح العدسة (نعتبر بورقة).



لو دخلنا ورقة بين الارجل ملاحظ لا تدخل.

القياس بالأنش

لا تقسب المجد تمراً انك آكله
لن تبلغ المجد حتى تلعو الصبر

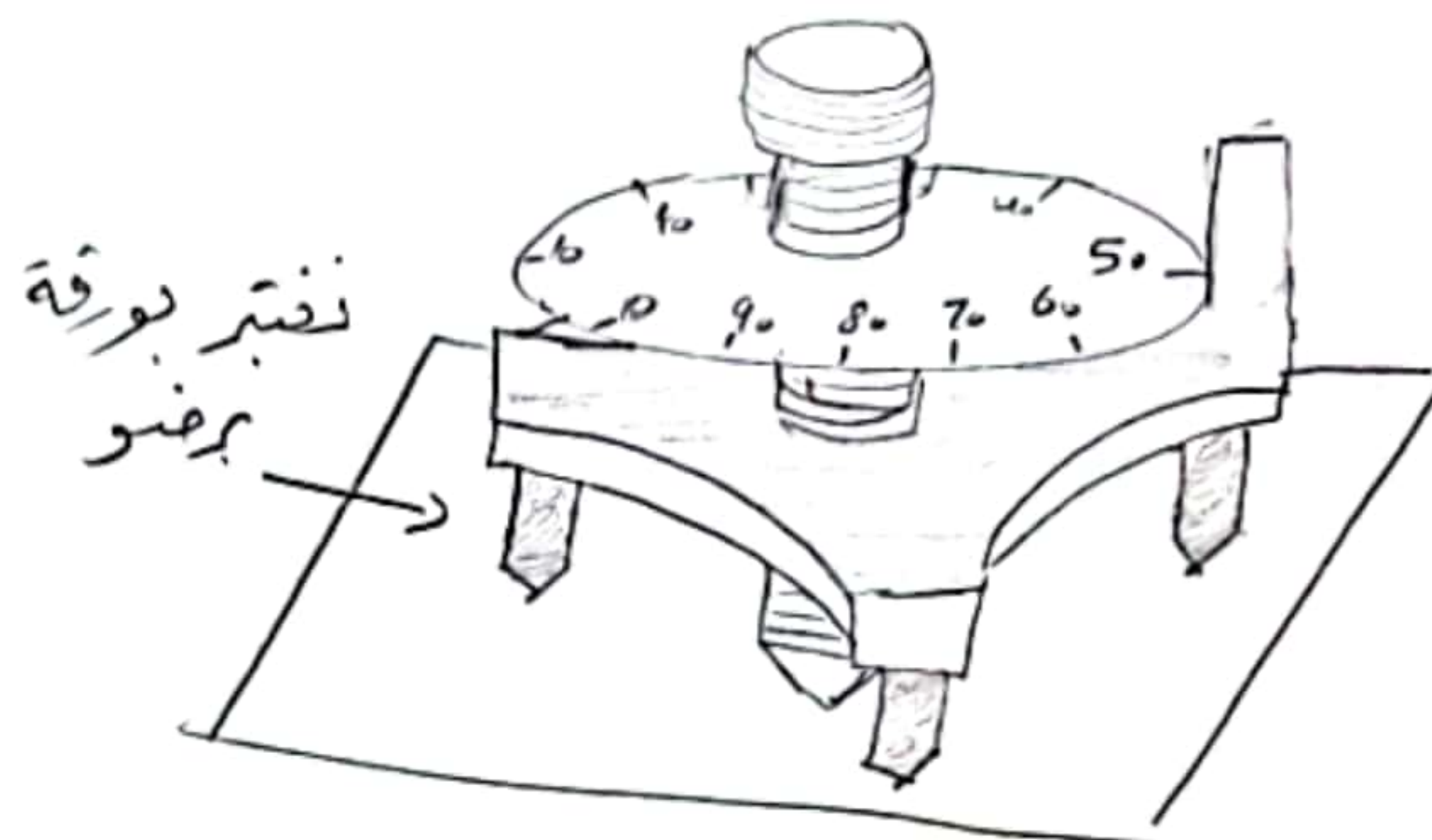
ما تزرعه الكبر
↓
ما ستحصيه هنا

اسألکم لعلکم لا یبئوا
بالرحمة والمغفرة..

بالتوفیق

صالة الجود

الخطوة السابقة
* - repeat the previous step
but on the plane mirror
surface.



* determine the height of
the spherometer on the
lens.

$$h = \text{no. of complete turns} + \frac{\text{no. of un-complete turns}}{100}$$

$$h = \frac{\text{عدد اللفات الكاملة}}{\text{اللفات الكاملة}} + \frac{\text{عدد اللفات غير الكاملة}}{100}$$

$$h = \dots \text{ mm} = \dots \times 10^{-3}$$

مثلاً: في الرسم هنا كان مؤشر على رقم 10
على سطح العدسة.. إذا افترضنا أننا
لفطنا برقم 10 مرة أخرى صحت
مؤشرنا برقم 50 هكذا يعني:

$$\begin{aligned} & * 10 \text{ إلى } 10 \text{ لفة كاملة (1)} \\ & 50 \text{ إلى } 10 \text{ ٤ شريحة زائدة} \\ & \frac{40}{100} \end{aligned}$$

$$\therefore h = 1 + \frac{40}{100} = 1.4 \text{ mm}$$

وعدنا *

$$\therefore R = \frac{a^2}{6h} + \frac{h}{2} = \dots \text{ m}$$

$$\therefore n = R R + 1$$

prism

مُثلَّث

Aim

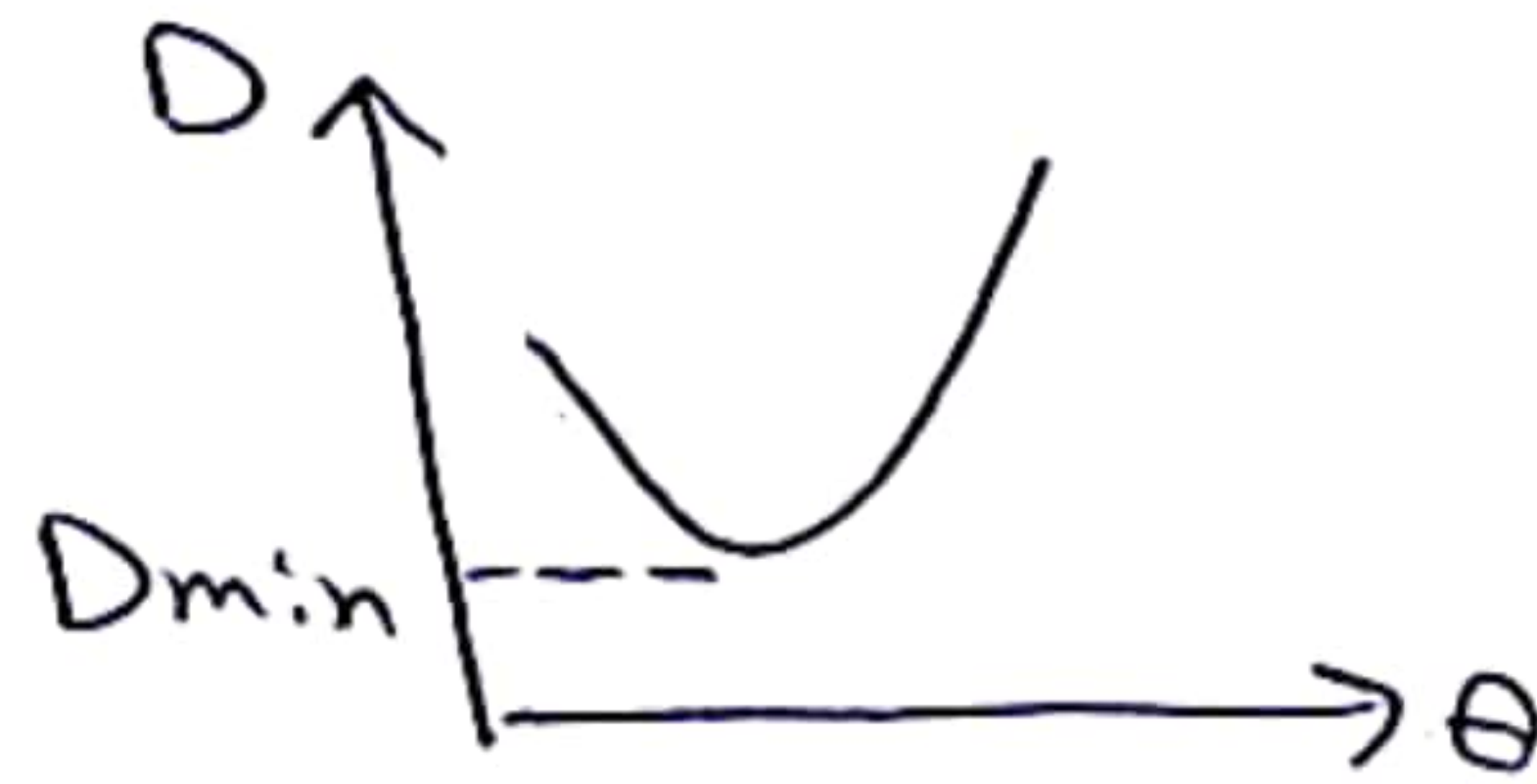
To determine the refractive index of a glass prism.

تعيين معامل انكسار - مُثلَّث زجاجي

6- tabulate your results

θ	D
30	
35	
↓	
60	

7- draw a graph between θ on (x-axis) & D on (y-axis).



8- determine the refractive index via the relation:

$$n = \frac{\sin\left(\frac{A + D_{min}}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

$$A = 60^\circ \quad D_{min} = \dots \rightarrow n = \frac{1.5}{\dots}$$

Theory

معادلات نظرية

+

Law

$$n = \frac{\sin\left(\frac{A + D_{min}}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

Steps:

1- draw a horizontal line with the ruler then draw another line perpendicular on it which represents the normal on the prism.

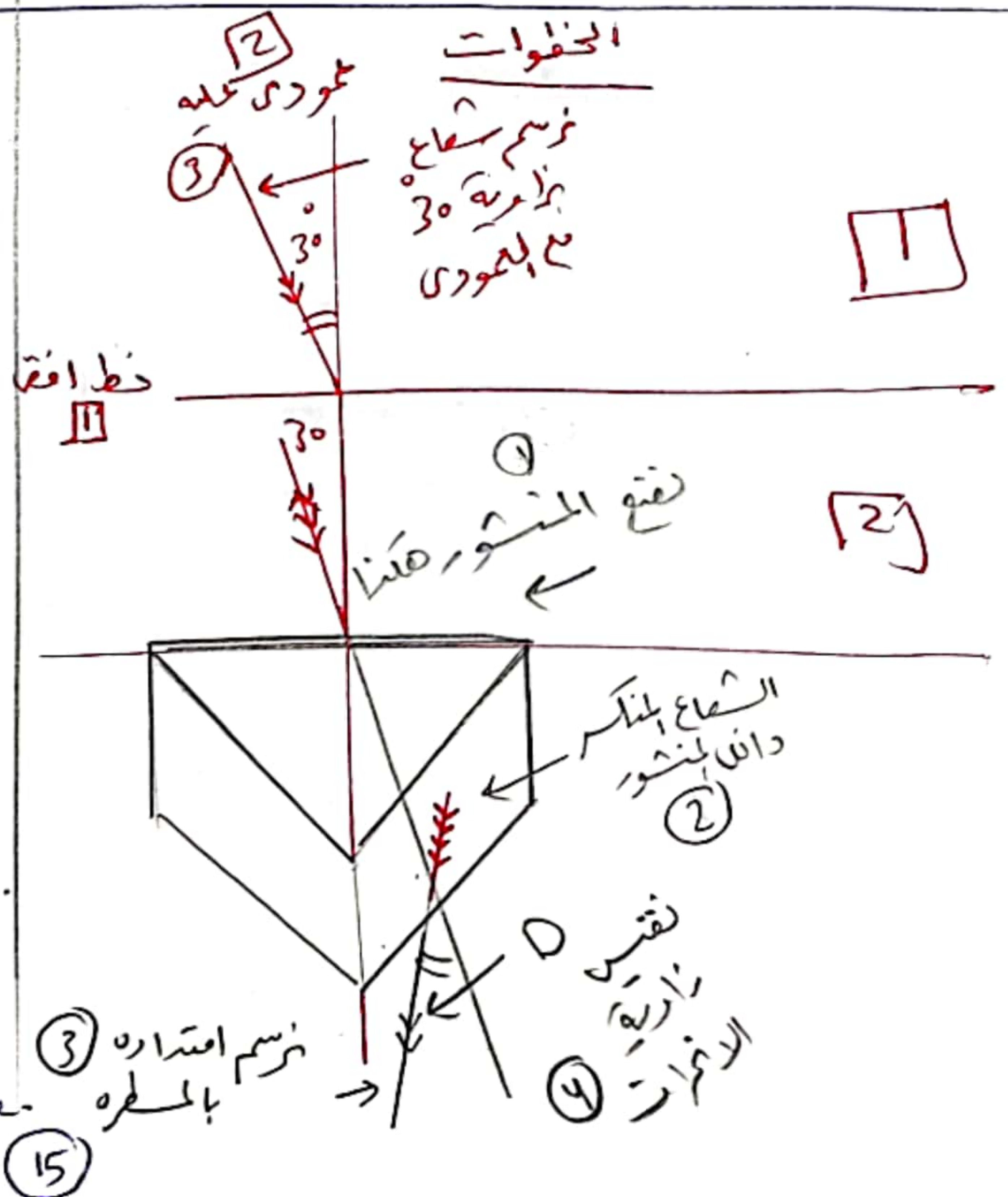
مُثلَّث

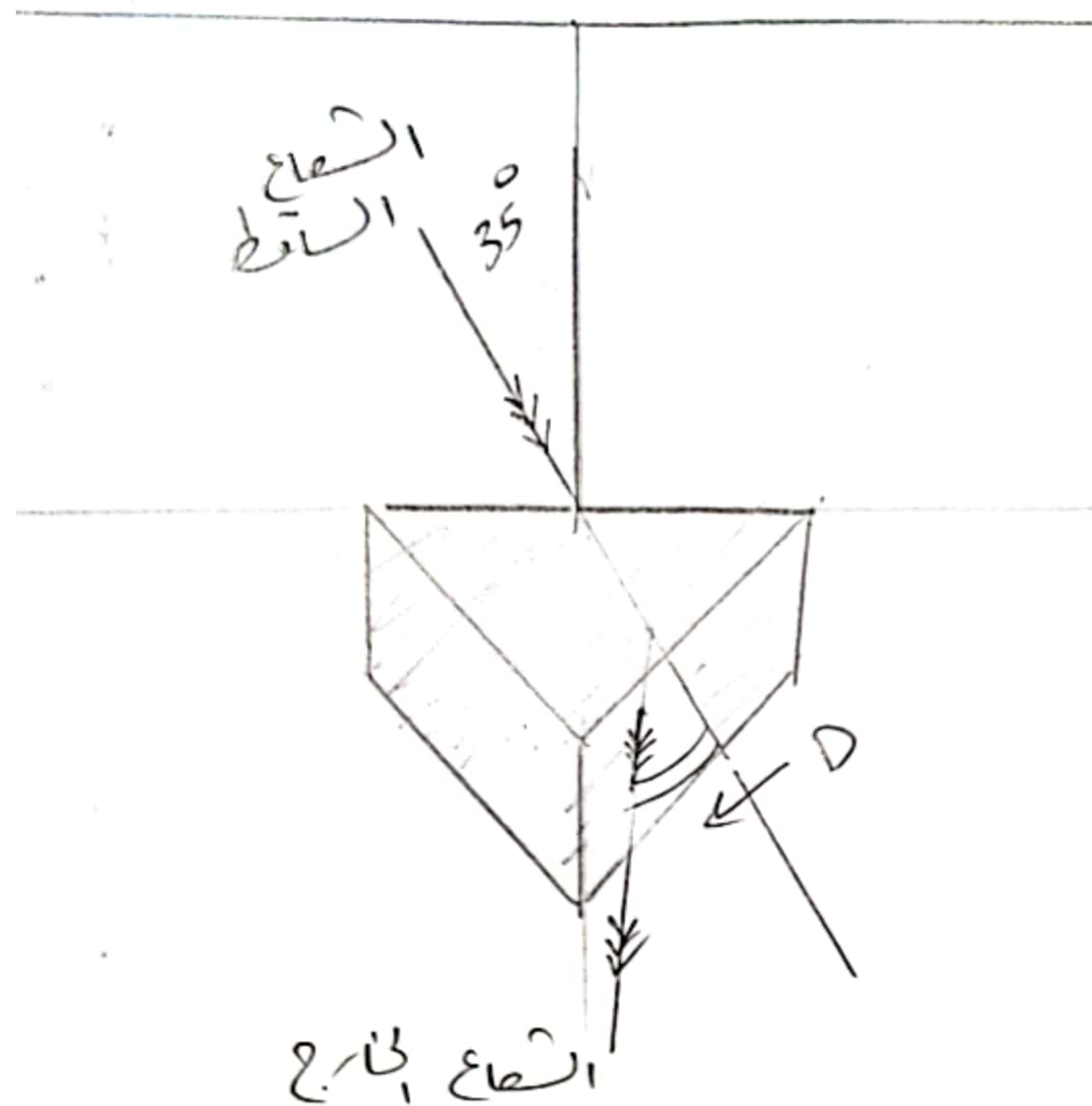
2- using the protractor draw a ray that makes an angle equals 30° with the normal.

3- on the other face of the prism determine the path of the emerged ray.

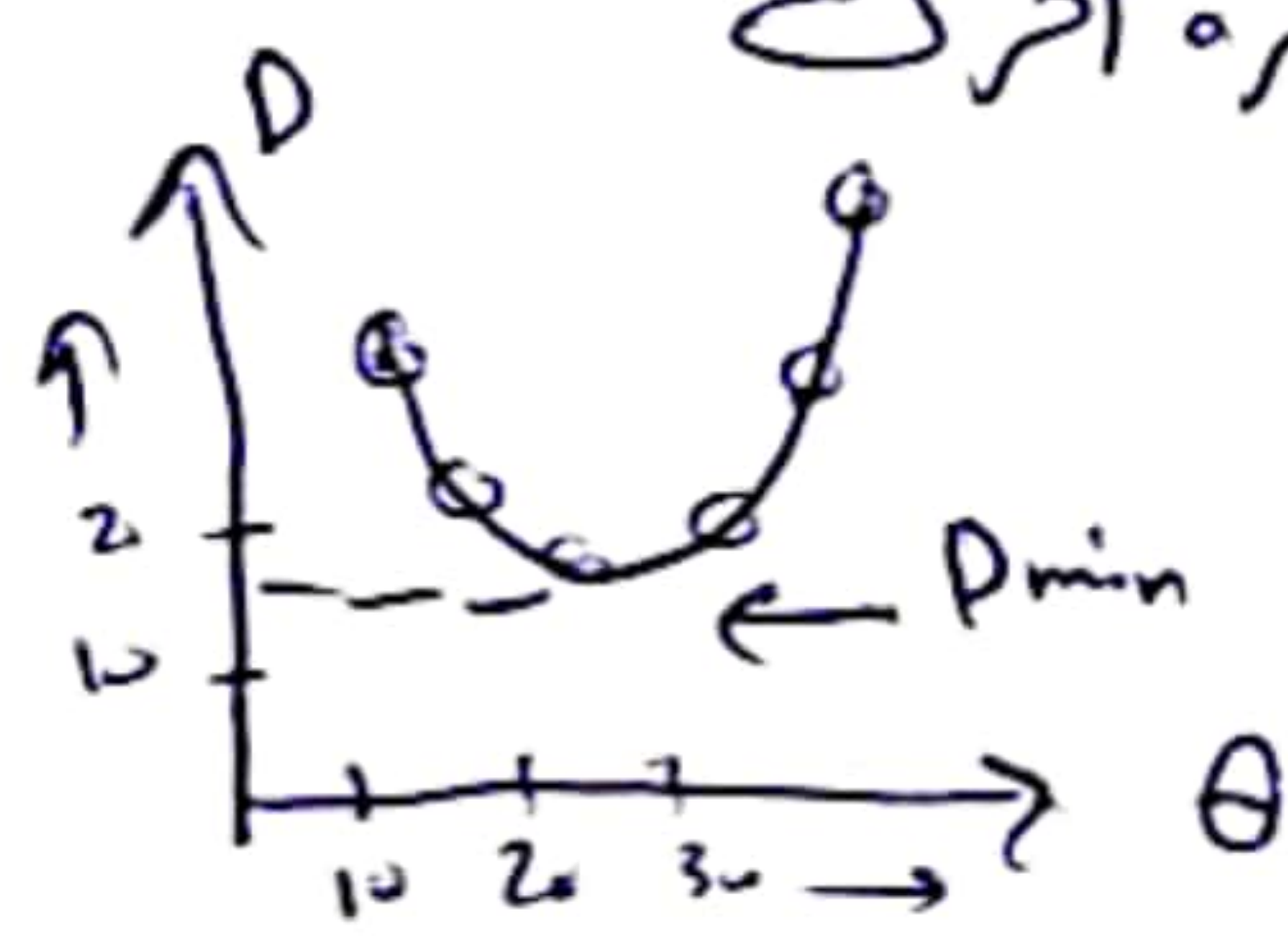
4- determine the deviation angle with the protractor.

5- repeat steps (1 → 4) for different angles of incidence.





θ	D
30	
35	
40	
45	
50	
55	


$$n = \text{---} \quad \text{---}$$

$n = \text{---} \times$

Aim

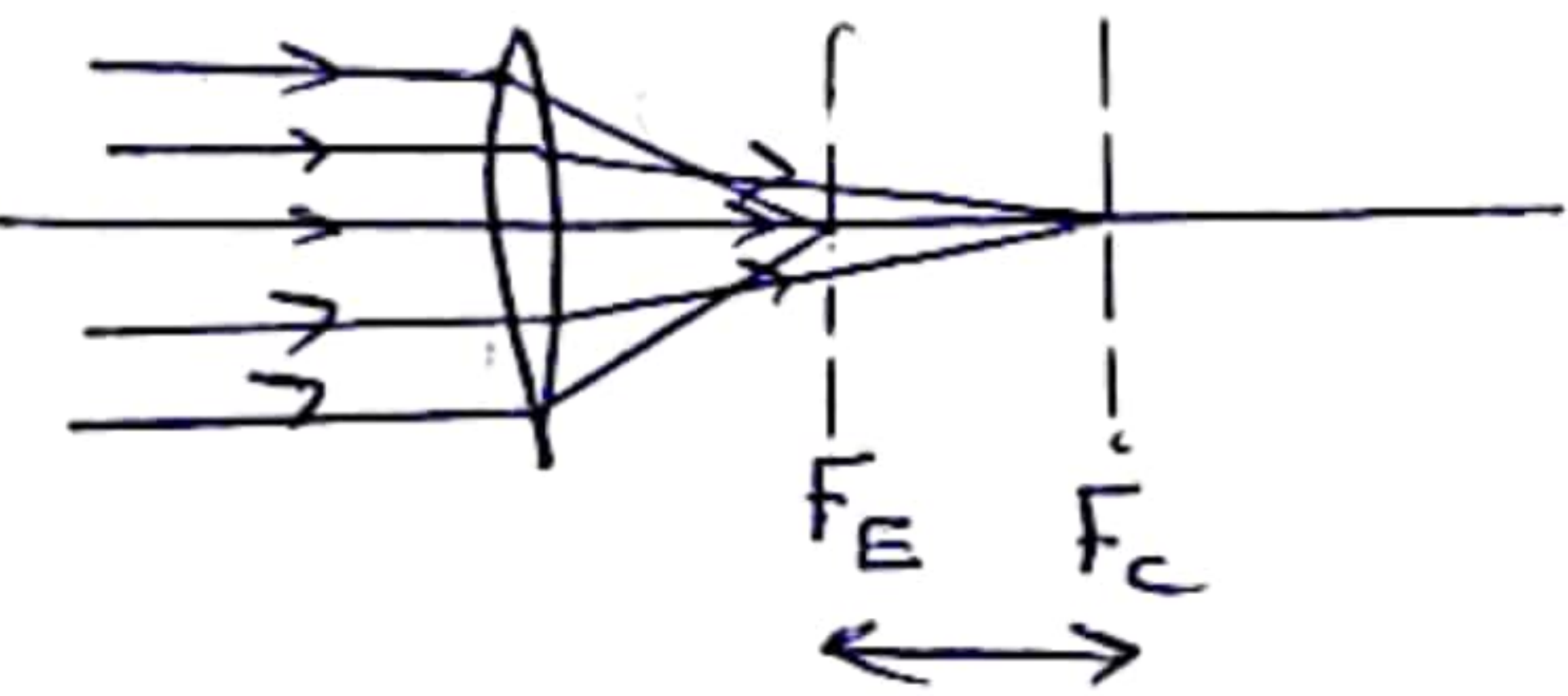
To study and determine the ranges of spherical and chromatic aberration.
دراسة و حساب المدى الذي يحدث فيه التبعثر للكرات الملونة.

(Theory) موجود في ورقة نظرية العمل

laws

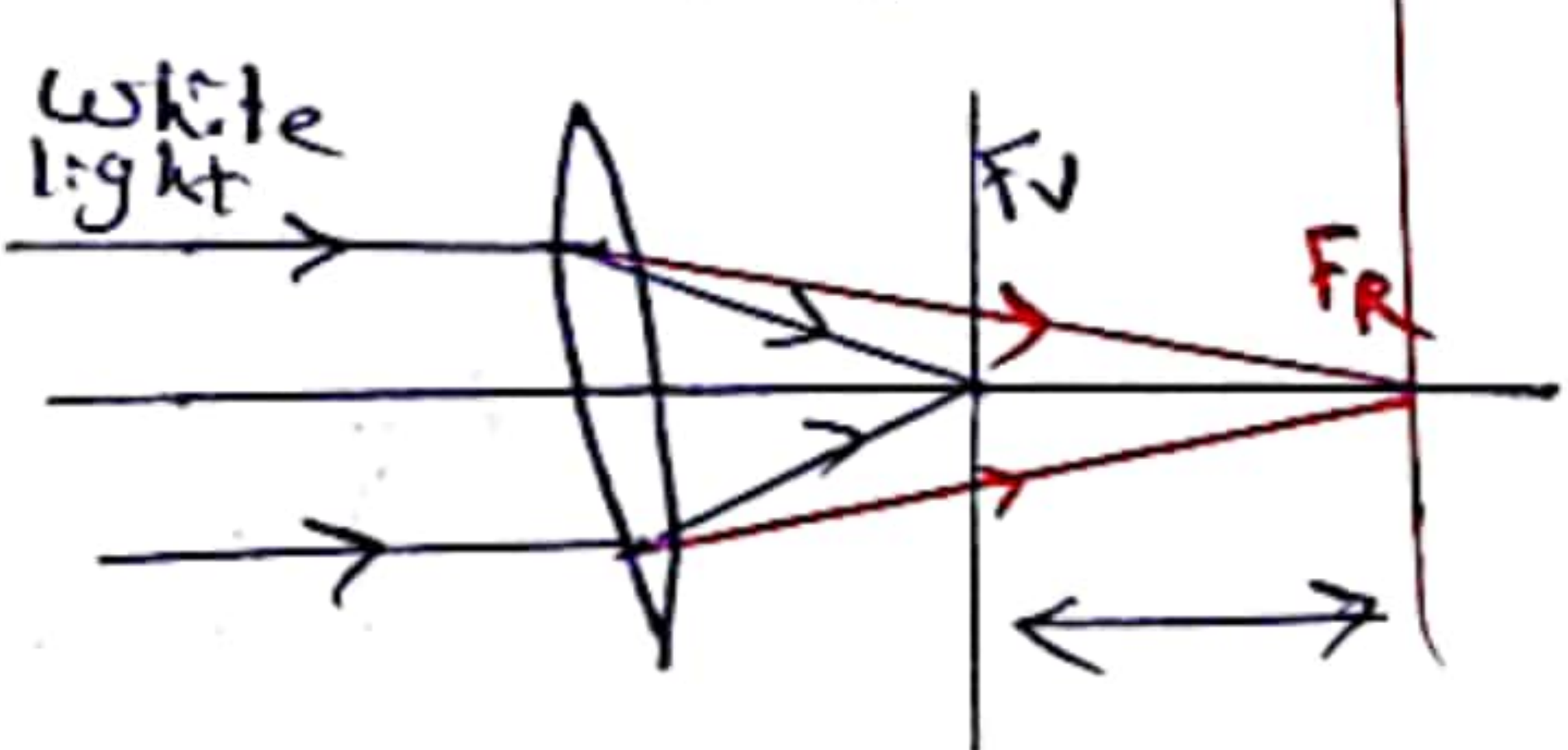
Spherical aberration range

$$= F_c - F_e = \text{--- cm}$$

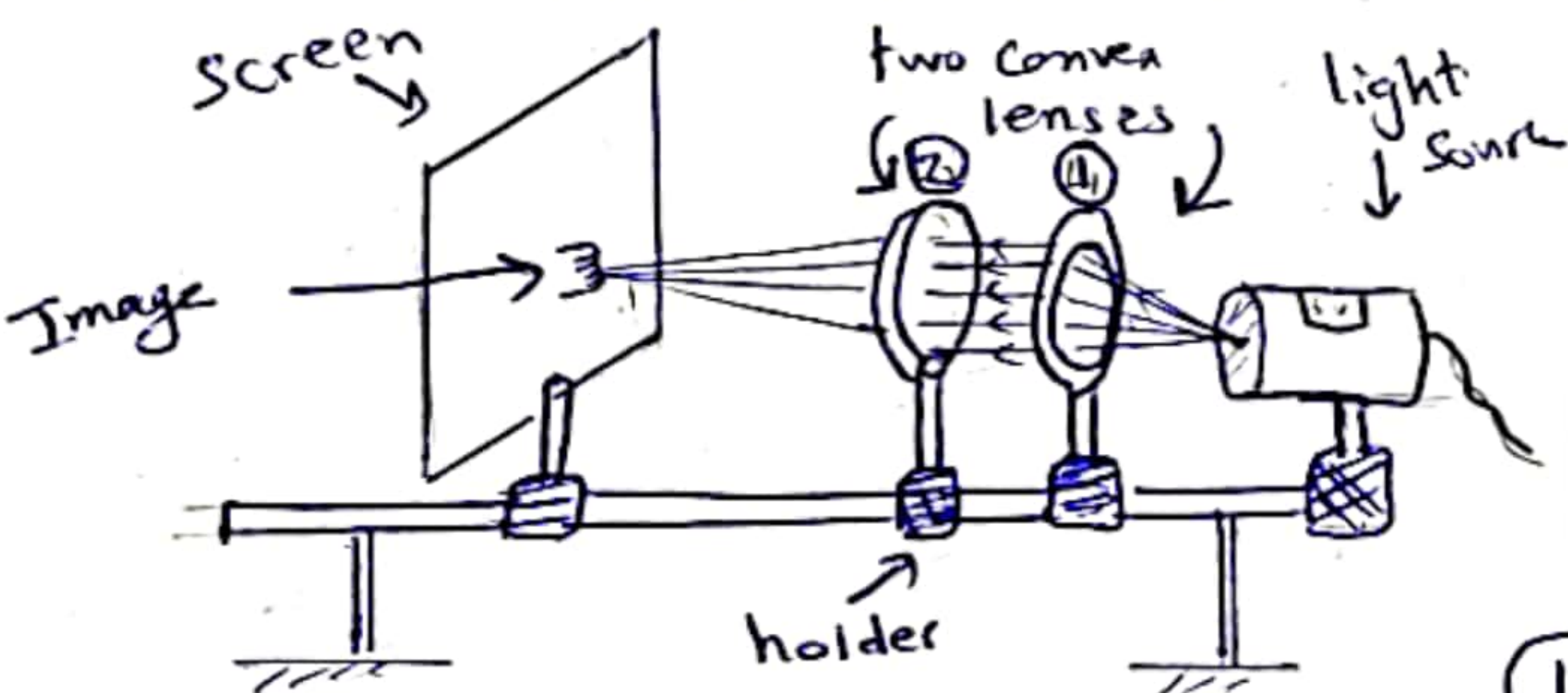


chromatic aberration range

$$= F_R - F_V$$

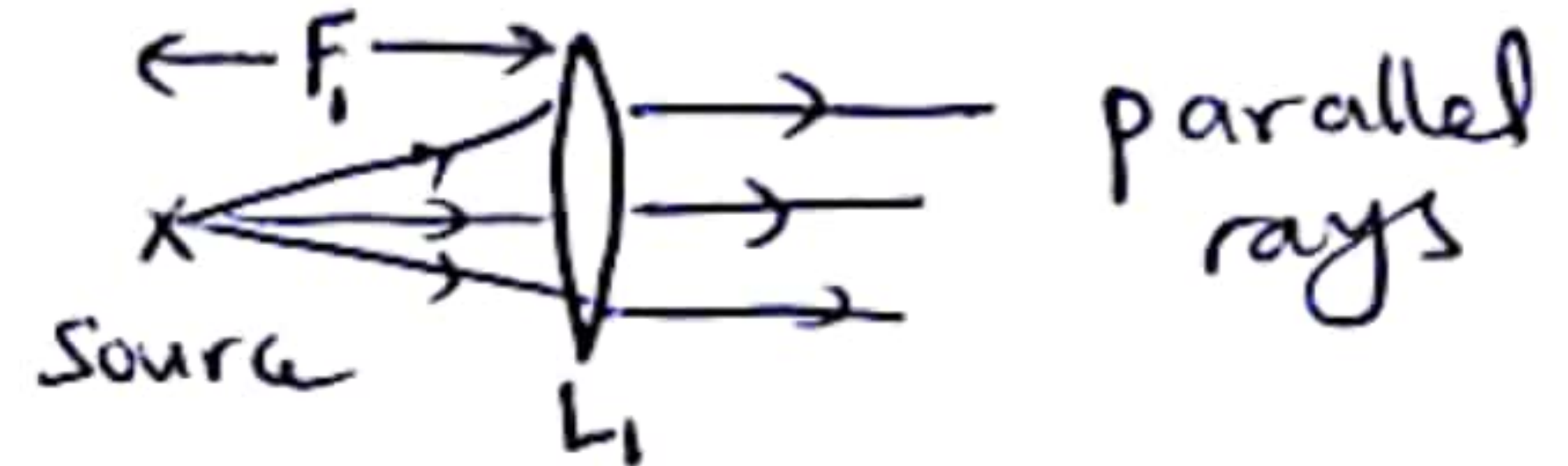


A- spherical aberration



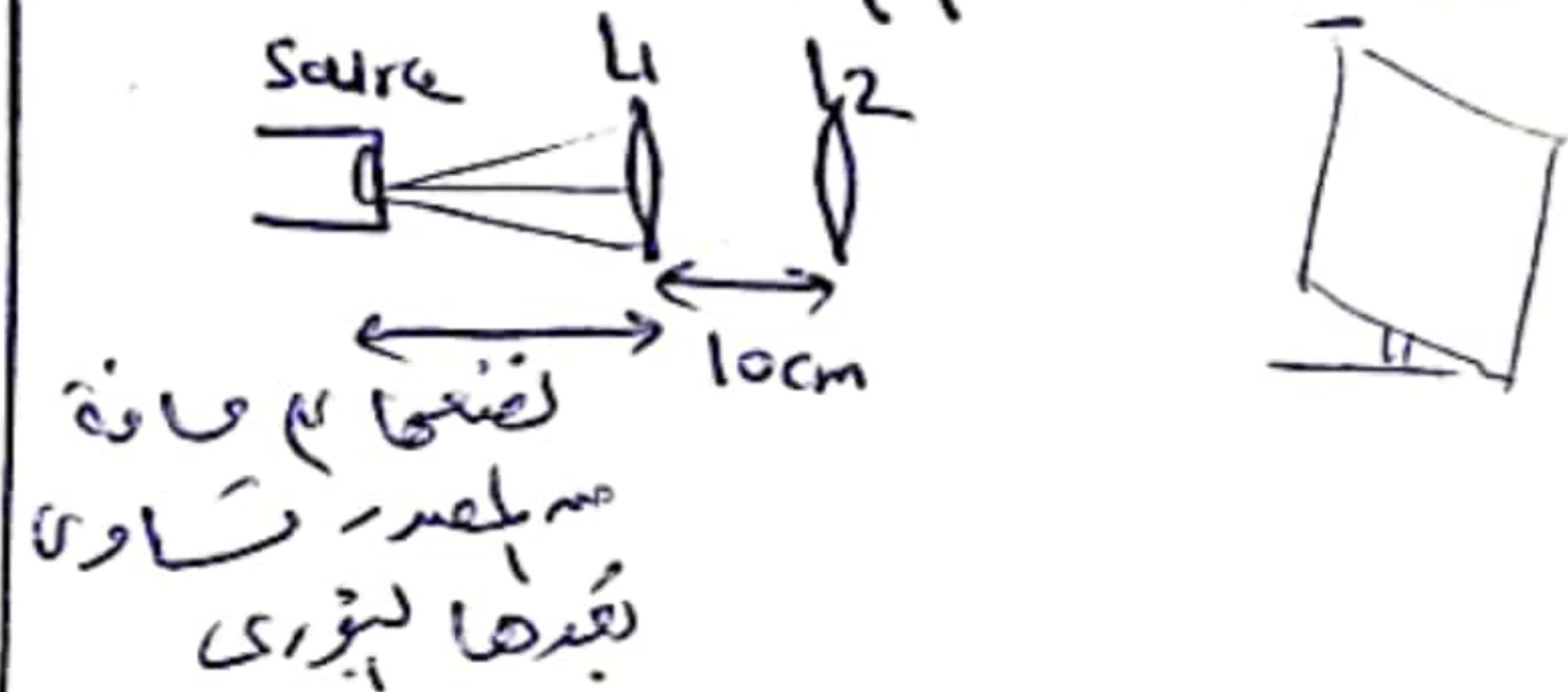
Steps

1- put the first lens at a distance equals its focal length so that the light rays leaving it will emerge parallel to each others.



2- put the second lens next to the 1st Convex lens (planeconvex) at a suitable distance.

ضع العدسة الثانية على مسافة مناسبة من العدسة الاولى (دورانية مسطحة).



3- put the pinhole diaphragm on the first lens, so that the central rays are only allowed to pass from the lens.

ضع الحاجز الذي له فتحة على العدسة الاولى (الدورانية) بحيث نسمح فقط للأشعة المركزية بالمرور وليس餘ى الأشعة.

4- move the screen near and far from till you obtain the clearest image then measure your distance.

حرك الشاشة قريباً وبعداً حتى تحصل على أوضح صورة للفتحة وضع المسافة (F_c).

