

MODULE 1 – OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE

CHAPITRE 1 – LES ONDES

1.1 Les caractéristiques d'une onde

1.

Nom	Symbole
hertz	Hz
seconde	s
mètre	m

2. $f = \frac{1}{T}$

3. $f = 50 \text{ Hz}$

4. a) $T = 0.025 \text{ s}$

b) Non, il n'est pas possible de calculer sa longueur d'onde car la vitesse de l'onde est inconnue.

5. $\lambda = 0.010 \text{ m}$

6. $f = 20 \text{ Hz}$, $v = 0.40 \text{ m/s}$

7. a) Le graphique représente trois cycles complets.

b) Par définition, la période d'une onde correspond au temps nécessaire à l'onde pour effectuer un cycle complet.

$$T = \frac{\text{temps total}}{\text{nombre de cycle}} = 5 \text{ s}$$

c) $f = 0.2 \text{ Hz}$ d) $\lambda = 0.2 \text{ m}$

8. a) La distance verticale entre les points B et D représente l'amplitude de l'onde.

b) (A et I), (B et K), (C et L), (D et M), (E et N), (F et P)

c) $\lambda = 0.4 \text{ m}$

9. $f = 1.5 \text{ Hz}$, $T = 0.67 \text{ s}$, $v = 0.12 \text{ m/s}$

1.2 Les ondes lumineuses

1. Dans le cas général, l'équation universelle des ondes est $v = \lambda f$. Lorsqu'il s'agit d'ondes électromagnétiques se déplaçant dans le vide, la vitesse de propagation est $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$. Donc, on aura : $\lambda f = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$.

2. Le spectre de la lumière visible est délimité par les longueurs d'onde comprises entre 400 et 700 nm.

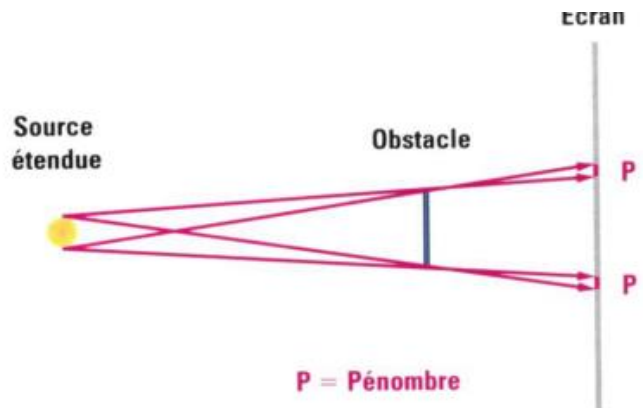
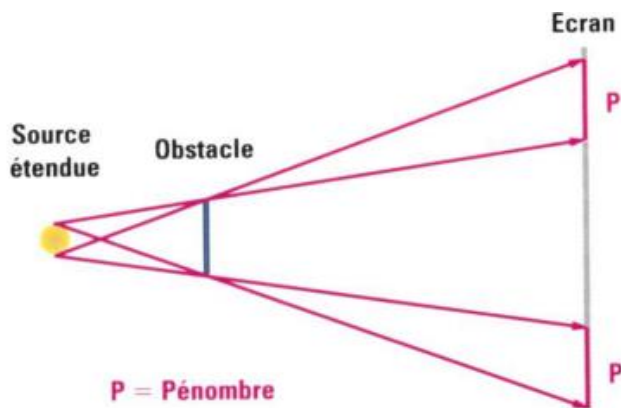
3. À gauche : Rayonnement infrarouge, à droite : rayonnement ultraviolet

4. Divergent, parallèle, convergent.

5. $f \approx 4.76 \times 10^{14} \text{ Hz}$, $T \approx 2.10 \times 10^{-15} \text{ s}$, couleur : rouge.

6. $\lambda = 4.98 \times 10^{-10} \text{ m}$

7.



Réponse:

La pénombre est plus grande lorsque l'obstacle est loin de l'écran.

Consolidation

1. a) $\lambda = 3 \times 10^{-2} \text{ m}$ b) $v = 0.6 \text{ m/s}$
2. a) Oui. Il y a une différence entre les amplitudes (A) des 3 ondes : $A_1 < A_2 < A_3$
b) Il n'y a aucune différence entre les longueurs d'onde des trois ondes : $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3$
3. $\lambda = 3.15 \text{ m}$
4. $f \approx 5.094 \times 10^{14} \text{ Hz}$, $\lambda \approx 589 \text{ nm}$, couleur : orange
5. a) $\Delta t_{\text{éclair}} = 3.00 \times 10^{-5} \text{ s}$ b) $\Delta t_{\text{tonnerre}} \approx 26.5 \text{ s}$

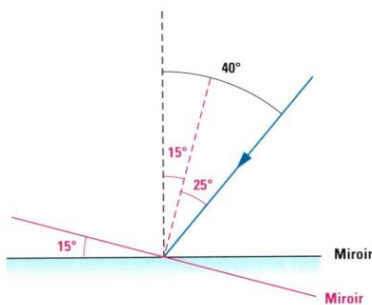
CHAPITRE 2 – LA RÉFLEXION DE LA LUMIÈRE

2.1 Les types de réflexions

1. La réflexion de la lumière correspond au changement de direction de la lumière à la suite de sa rencontre avec une surface qui la renvoie dans le milieu d'où elle provient.
2. Le miroir réfléchit la lumière de manière spéculaire alors que le mur blanc la réfléchit de manière diffuse.
3. On remarque que la taille moyenne des rugosités est beaucoup plus petite que la longueur d'onde (λ) de la lumière rouge. Il en résulte donc que la réflexion sera spéculaire.

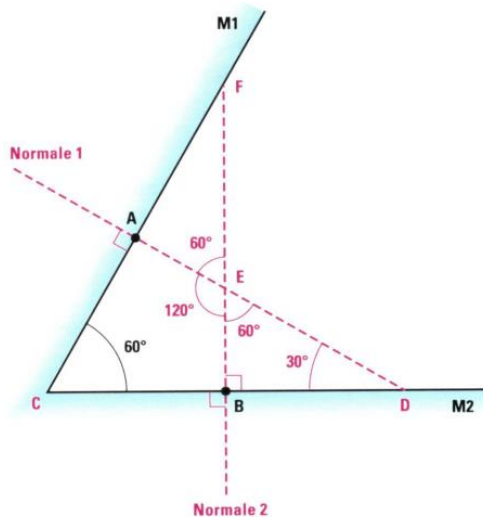
2.2 La géométrie de la réflexion

1. a) vrai b) faux, L'angle d'incidence est formé par le rayon incident et la normale.
c) faux, La normale est perpendiculaire à la surface réfléchissante. d) vrai
2. 65°
- 3.



$$\theta_i = 40^\circ - 15^\circ = 25^\circ$$

4. Exemple de démarche :



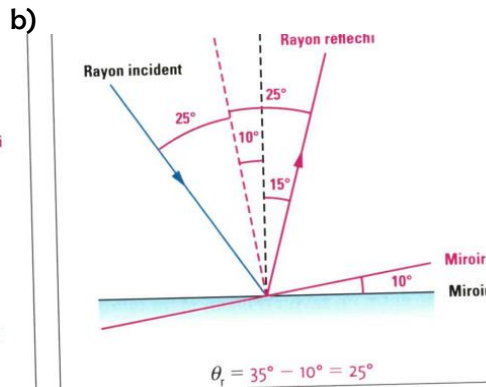
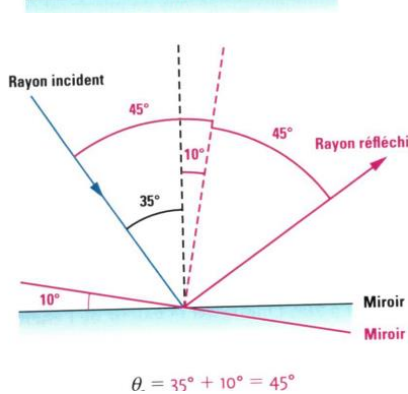
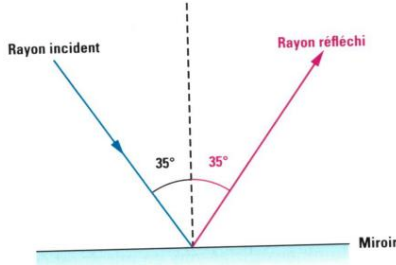
Démarche :

- 1) Le triangle ACD est rectangle A : l'angle ADC est égal à 30° , car la somme des angles intérieurs d'un triangle est égale à 180° .
- 2) Le triangle EBD est rectangle : l'angle DEB est égal à 60° , car la somme des angles intérieurs d'un triangle est égale à 180° .
- 3) Les angles DEB et FEA sont égaux car opposés par le sommet : $m \angle FEA = 60^\circ$
- 4) L'angle formé par les deux normales est AEB.
 $m \angle AEB = 180^\circ - m \angle DEB = 180^\circ - 60^\circ = 120^\circ$
 $m \angle AEB = 120^\circ$
On en déduit que l'angle AEF mesure 60° ($180^\circ - 120^\circ$).

Réponse: 120° (ou 60°)

2.3 La réflexion sur un miroir plan : les lois de la réflexion

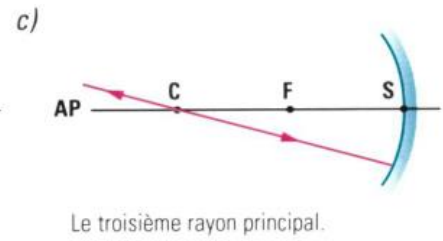
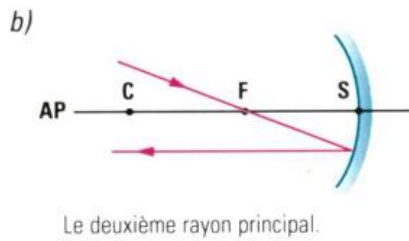
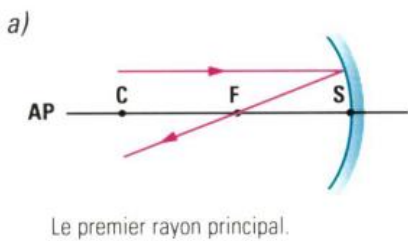
1. Le rayon incident, le rayon réfléchi et la normale appartiennent tous au même plan.
2. L'angle d'incidence est égal à l'angle de réflexion.
3. a) 45°
b) $\theta = \theta_i + \theta_r = 90^\circ$
4. 60°
5. 55°
6. a)



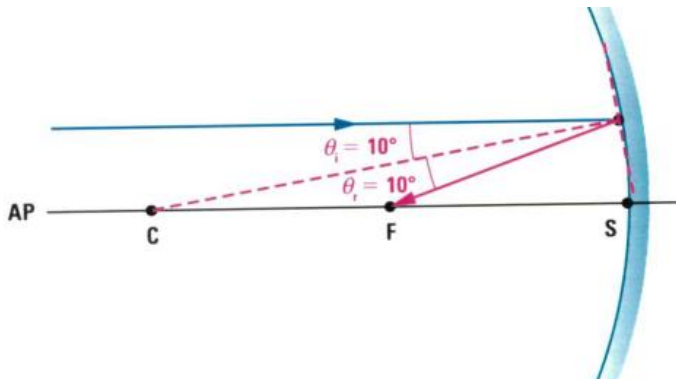
- c) Dans les deux cas, les rayons réfléchis pivotent de 20° .
d) L'angle de rotation des rayons réfléchis est le double de celui du miroir.

2.4 La réflexion sur les miroirs sphériques

1. a) vrai b) vrai c) faux, Un miroir concave fait converger les rayons lumineux qui sont parallèles à son axe principal. d) faux, Un miroir convexe fait diverger les rayons lumineux qui sont parallèles à son axe principal.
- 2.



3. $f = 7 \text{ cm}$
- 4.



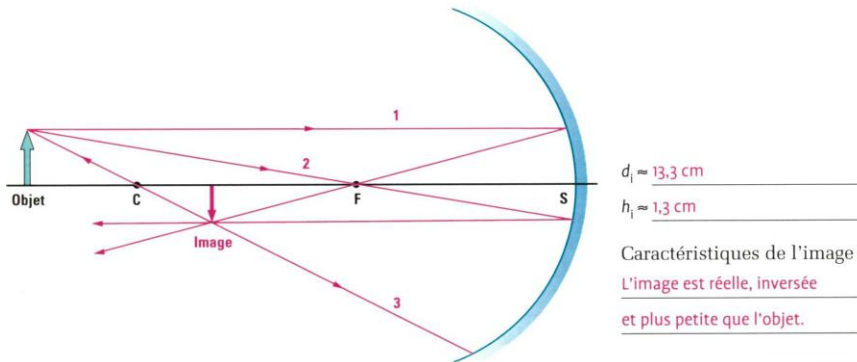
Solution :

L'angle d'incidence est égal à 10° .
Ainsi, puisque l'angle d'incidence est égal à l'angle de réflexion, la deuxième loi est vérifiée.

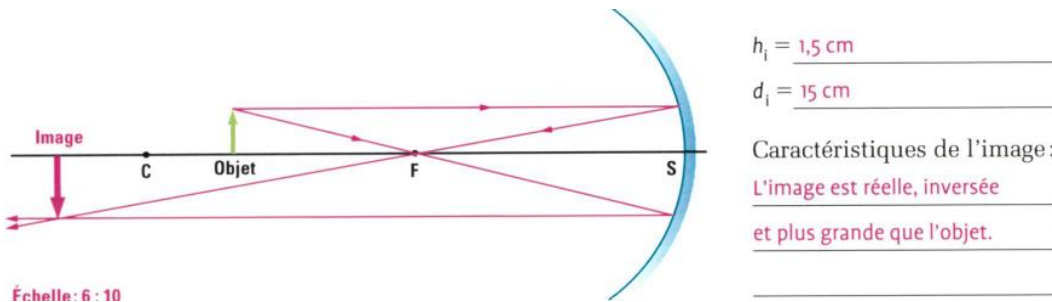
$\theta_i = 10^\circ$ _____

2.5 Les images

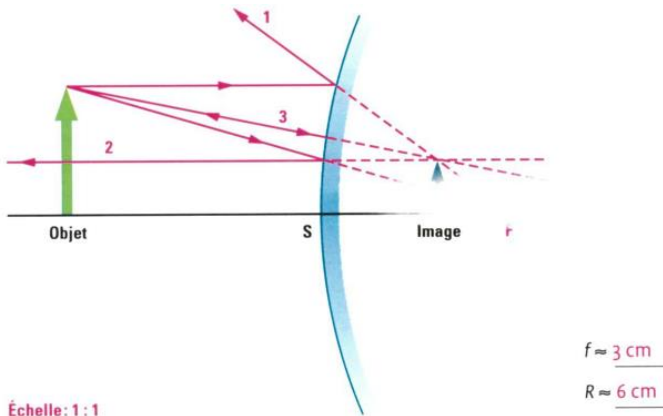
1. L'équation des miroirs s'écrit : $\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}$, f = distance focale, d_o = distance objet-miroir, d_i = distance image-miroir.
2. a) vrai b) faux, Un miroir concave peut former des images virtuelles lorsque l'objet est situé entre le foyer et le sommet du miroir. c) vrai d) vrai e) faux, Un miroir concave peut aussi former des images plus petites ou de même taille que l'objet.
3. Les images se caractérisent par :
 - Leur nature : réelles ou virtuelles
 - Leur sens : droites ou inversées
 - Leur grandeur : plus petite, plus grande ou de la même grandeur que l'objet
 - Leur position : elles se situent à une certaine distance devant ou derrière le système optique
4. $h_i = 12.5 \text{ cm}$
- 5.



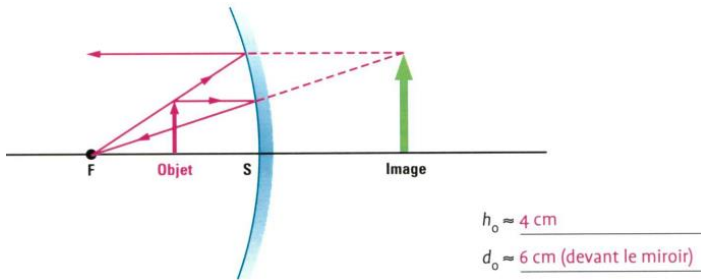
6. $N = 5$
7. $d_i = 3.0 \text{ cm}$
8. $g = -2.5$
9. $d_o = 5.0 \text{ m}$
10. $\theta = 45^\circ$
11. a) $d_i = 46.7 \text{ cm}$, $g = -2.33$, $h_i = -11.7 \text{ cm}$
 b) La distance image-miroir est positive, donc l'image est réelle. La valeur numérique indique que l'image est positionnée devant le miroir, à une distance supérieure au rayon de courbure (R). Le grandissement est négatif, donc l'image est inversée. La valeur absolue du grandissement, supérieure à 1, indique que l'image est plus grande que l'objet. La hauteur de l'image est négative, donc l'image est inversée (résultat concordant avec le grandissement).
- 12.



13.



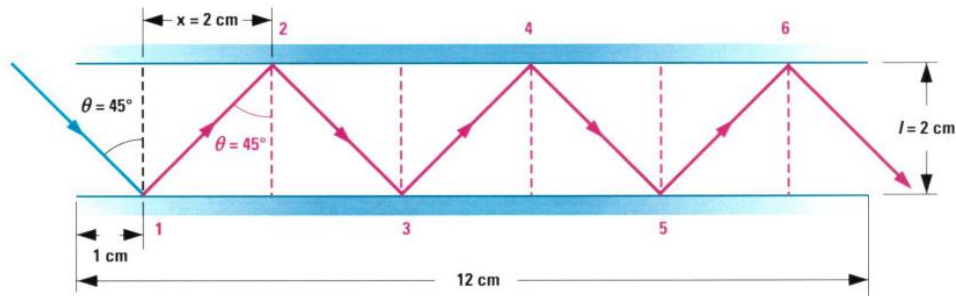
14.



Consolidation

1. Deux réponses à donner : $f = 60.0 \text{ cm}$, $R = 120.0 \text{ cm}$ et $f = 12.0 \text{ cm}$, $R = 24.0 \text{ cm}$

2.



À chaque réflexion, le rayon parcourt une distance horizontale (x) égale à :

$$\tan \theta = \frac{x}{l} \Rightarrow x = l \times \tan \theta = 2 \text{ cm} \times \tan 45^\circ = 2 \text{ cm}$$

Réponse: 6 réflexions

3. $d_i = -4.8 \text{ cm}$, image virtuelle, droite, plus petite que l'objet

4. $d_o = 160 \text{ cm}$, $d_i = -32 \text{ cm}$

CHAPITRE 3 – LA RÉFRACTION DE LA LUMIÈRE

3.1 Le phénomène de la réfraction

1. Un dioptre est une surface séparant deux milieux transparents et homogènes qui ne possèdent pas les mêmes propriétés optiques.
2. Exemples de réponses : Les mirages, les arcs-en-ciel.
3. Oui. C'est ce qui explique d'ailleurs la formation des mirages
4. a) On observe trois milieux différents : l'air, l'eau et le verre.
 b) Le dioptre air-eau.
 c) Le crayon semble cassé en deux.
 d) La réfraction
 e) Ce phénomène est dû au changement de direction de la propagation de la lumière à l'interface air-eau à cause de la différence entre les propriétés optiques de ces deux milieux.

3.2 L'indice de réfraction

1. L'indice de réfraction absolu (n) d'un milieu est le rapport entre la vitesse de la lumière dans le vide (c) et la vitesse de la lumière dans un milieu transparent (v) : $n = \frac{c}{v}$.
2. Parce que la différence entre les indices de réfraction de l'air et du vide est négligeable.
3. $n_{2 \rightarrow 1} \approx 1.19$
4. La vitesse de la lumière est de $1.50 \times 10^8 \text{ m/s}$, soit la moitié de celle qu'elle est dans l'air.
5. $n \approx 1.59$

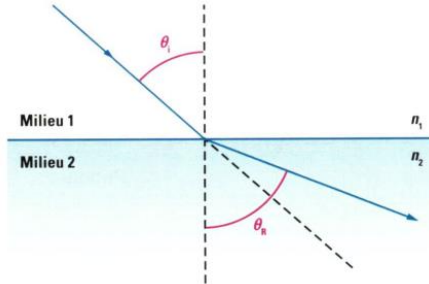
6. a) Le milieu 1. Plus un milieu est réfringent, plus la vitesse de la lumière qui le traverse est faible.

b) $n_{1 \rightarrow 2} \approx 0.90$

3.3 La géométrie de la réfraction

1. Le rayon réfracté correspond au numéro 2. En effet, lorsqu'un rayon passe d'un milieu plus réfringent à un milieu moins réfringent, le rayon réfracté s'éloigne de la normale.

2. a)



b) L'angle de réfraction est plus grand que l'angle d'incidence.

c) Le milieu 1 car l'angle de réfraction est plus grand que l'angle d'incidence.

3. a) Le milieu 2.

b) $n_{1 \rightarrow 2}$ est supérieur à 1.

c) $n_{2 \rightarrow 3}$ est inférieur à 1.

3.4 Les lois de la réfraction

1. $n_{1 \rightarrow 2} = \frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_R}$

2. a) $\theta_R = 0^\circ$

b) $\theta_R \approx 19.5^\circ$

3. $\theta_i \approx 30.5^\circ$

4. $\theta_R \approx 35.4^\circ$

5. $\theta_{R3} \approx 28^\circ$

3.5 La réflexion totale interne

1. Le rayon lumineux doit passer d'un milieu fortement réfringent à un milieu faiblement réfringent ($n_2 < n_1$). L'angle d'incidence doit être supérieur à l'angle critique ($\theta_i > \theta_c$).

2. $n_2 \approx 1.36$

3. $\theta_R \approx 37.5^\circ$

4. $n_{\text{liquide maximum}} \approx 1.3$

Consolidation

1. a) $v \approx 1.88 \times 10^8 \text{ m/s}$

b) $n \approx 1.60$

2. $v_p \approx 1.89 \times 10^8 \text{ m/s}$, $v_z \approx 1.56 \times 10^8 \text{ m/s}$, $v_p > v_z$

3. $v_2 = 1.80 \times 10^8 \text{ m/s}$, $n_2 \approx 1.67$

4. $\theta_R \approx 17.0^\circ$

5. $\theta_i \approx 26.5^\circ$

6. $\theta_c \approx 55.0^\circ$

7. $n_2 \approx 1.62, \theta_R \approx 21.1^\circ$

8. $2.00 \times 10^8 \text{ m/s}$

CHAPITRE 4 – LES LENTILLES

4.1 Les différents types de lentilles

1. a) Les cercles en pointillés représentent les deux sphères qui génèrent la lentille.
 b) 1 : centre de la sphère de gauche; 2 : centre géométrique (ou optique) de la lentille; 3 : centre de la sphère de droite; 4 : axe principale de la lentille.
 c) C'est une lentille biconvexe.
 d) Cette lentille est convergente.

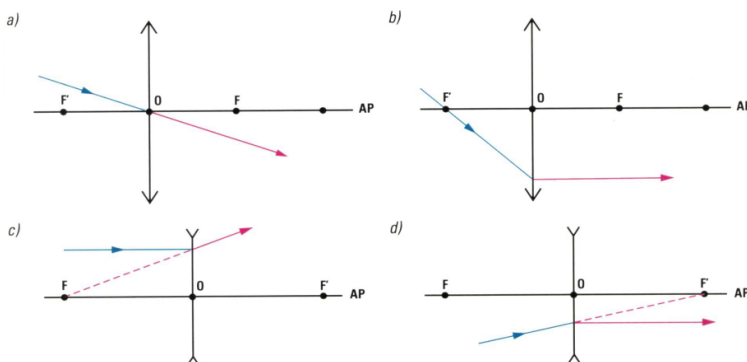
2.

			
Lentille biconvexe	Ménisque à bords minces	Lentille biconcave	Ménisque à bords épais
Lentilles convergentes		Lentilles divergentes	

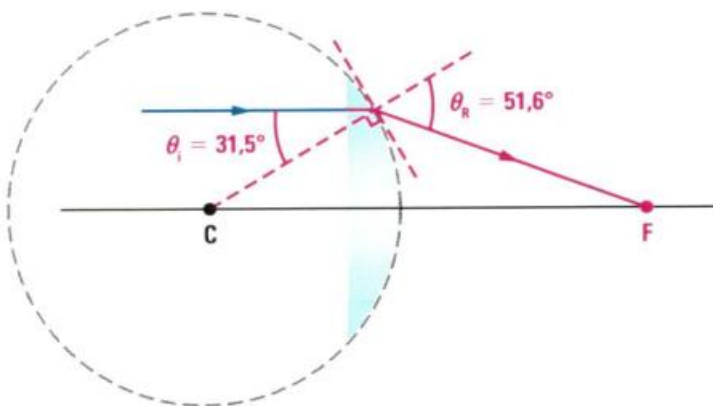
4.2 La réfraction dans les lentilles

1. Le foyer principal d'une lentille convergente est situé du côté opposé à celui par lequel entrent les rayons lumineux. C'est l'inverse pour une lentille divergente. En effet, pour une lentille convergente, le foyer principal représente le point où convergent les rayons lumineux qui traversent la lentille. Pour une lentille divergente, le foyer principal est le point d'où semblent provenir les rayons qui émergent de la lentille.

2.



3.



Comme le rayon lumineux est perpendiculaire à la face plane de la lentille, il n'y aura pas de réfraction au dioptre air-verre. Le rayon de la sphère issu du centre C et qui passe par le point d'incidence représente la normale au dioptre verre-air. Ainsi, à l'aide d'un rapporteur d'angle, on trouve $\theta_i = 31,5^\circ$. (Voir le tracé sur le schéma.)

4.3 La vergence des lentilles

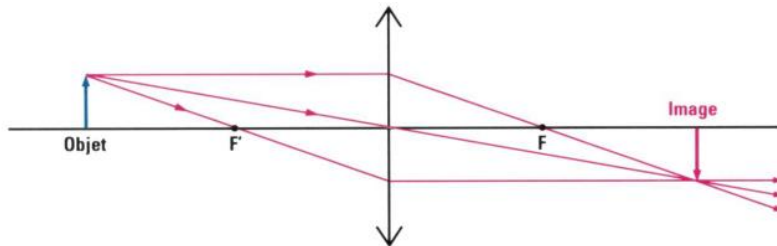
1. $C = 5.0 \text{ } \delta$
2. $f = 5.0 \text{ cm}$
3. $C = 6.25 \text{ } \delta$
4. $C_1 = 12.5 \text{ } \delta$, $C_2 = -12.5 \text{ } \delta$
5. $f_T = 6.3 \text{ cm}$
6. $f_T = 25 \text{ cm}$
7. $f = -7.5 \text{ cm}$, $C \approx -13.3 \text{ } \delta$
8. $R_1 \approx -10 \text{ cm}$, $R_2 \approx -20 \text{ cm}$

4.4 Les images formées par les lentilles

1. Les lentilles divergentes ne forment que des images plus petites que l'objet. Il ne peut donc s'agir que d'une lentille convergente.

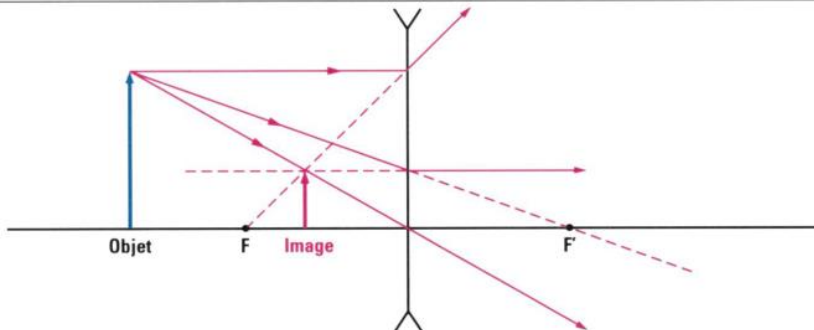
2.

a)



Caractéristiques de l'image: Image réelle, inversée, de même grandeur que l'objet, située au-delà de F.

b)



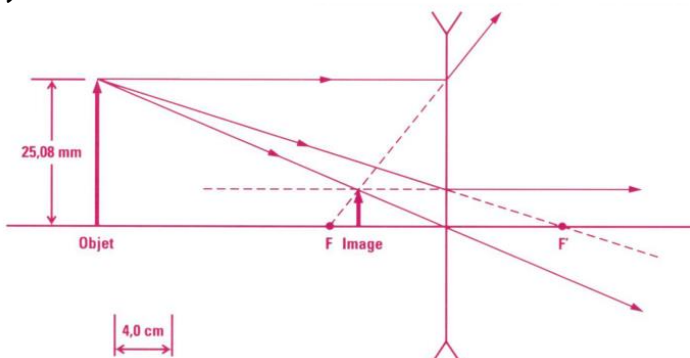
Caractéristiques de l'image: Image virtuelle, droite, plus petite que l'objet, située du même côté que l'objet, entre la lentille et son foyer principal.

3. $f = 7.5 \text{ cm}$

4. a) $d_i = -6 \text{ cm}$, $g = 0.25$, $h_i = 2.5 \text{ cm}$

b) L'image est virtuelle et située du même côté que l'objet. Elle se trouve entre la lentille et son foyer principal. Elle est plus petite que l'objet. Le signe positif du grandissement et de la hauteur indique que l'image est droite.

c)



5. $f = -2.5 \text{ cm}$

6. 4.0 cm

4.5 Les aberrations optiques des lentilles

1. a) On remarque que l'indice de réfraction diminue lorsque la longueur d'onde de la lumière augmente
b) Rouge : 19.40 cm, Jaune : 19.31 cm, Bleu : 19.10 cm
c) La couleur rouge
d) 0.3 cm
e) Ce phénomène est connu sous le nom d'aberration chromatique.

Consolidation

1. -30.8 cm
2. $f = 19.2$ cm
3. $d_i = -20.9$ cm, $h_i = 8.36$ cm

CHAPITRE 5 – L'OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE APPLIQUÉE

5.1 L'appareil photographique

1. Les principales composantes d'un appareil photographique sont : l'objectif, le diaphragme, l'obturateur et la surface photosensible.
2. a) $d_i = 50$ mm. Lorsque l'objet se trouve à l'infini, l'image se forme sur le plan focal.
b) $d_i \approx 53$ mm
c) On constate que la distance lentille-image augmente lorsque l'objet est rapproché de la lentille.
d) Puisque la position de la surface photosensible est fixe, il faut déplacer la lentille de manière à augmenter la distance d_i . C'est ce que l'on appelle la mise au point et c'est pour cette raison

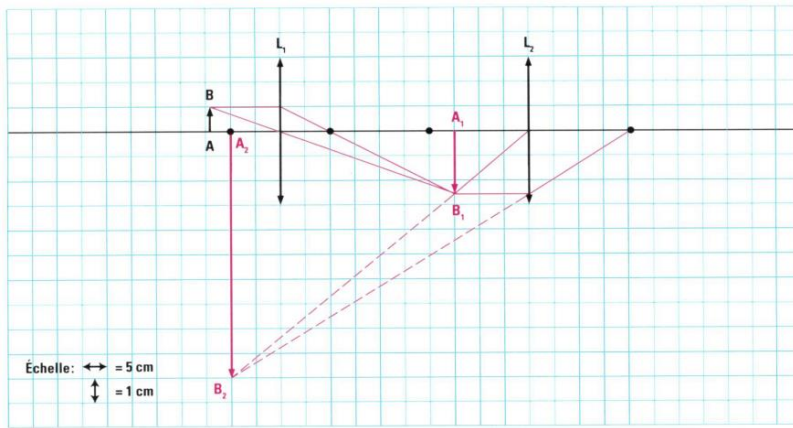
5.2 L'œil humain

1. La cornée, l'humeur aqueuse, le cristallin et l'humeur vitrée.
2. Le cristallin. Sa valeur varie entre 1.386 et 1.406.
3. Un œil emmétrope est un œil normal. Son punctum remotum se situe à l'infini et son punctum proximum se trouve environ à 25 cm.
4. La distance focale d'un œil emmétrope est égale à environ 17 mm.
5. a) $C_{\text{Repos}} = 56.1 \text{ } \delta$
b) $f_{\text{Repos}} \approx 17.8$ mm
c) Le résultat obtenu en b montre que l'image se forme derrière la rétine puisque f_{Repos} (17.8 mm) est supérieure à la distance entre la lentille et la rétine (17.0 mm). On en déduit que cet œil est hypermétrope.
d) $C_{\text{Correction}} = 2.7 \text{ } \delta$

5.3 Le microscope optique

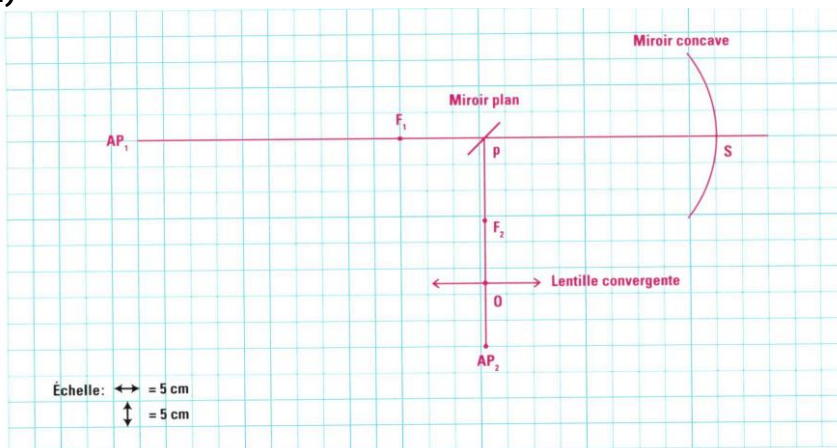
1. a) L_1 se nomme objectif (elle est proche de l'objet); L_2 représente l'oculaire.
b) $d_i(A_1B_1) = 35$ cm, $h_i(A_1B_1) = -2.5$ cm
c) Comme $d_i(A_1B_1) = 35$ cm et que la distance entre les deux lentilles est égale à 50 cm, l'image A_1B_1 est située entre L_2 et son foyer secondaire. Cette image est réelle, inversée et 2.5 fois plus grande que l'objet.
d) $d_i(A_2B_2) = -60$ cm
e) $h_i(A_2B_2) = -10$ cm. L'image A_2B_2 : virtuelle, inversée et 4 fois plus grande que l'image A_1B_1 .
f) Le grandissement total est égal à 10. Le signe (-) indique que l'image finale est inversée par rapport à l'objet examiné.

2.



5.4 Le télescope

1. a) Dans un télescope réfracteur, la distance focale de l'objectif est beaucoup plus grande que celle de l'oculaire. Ainsi : L_1 = objectif et L_2 = oculaire.
 b) L'image se formera dans le plan focal de la lentille L_1 et sera positionnée entre les deux lentilles.
 c) L'oculaire a pour rôle d'agrandir la première image formée par l'objectif et de visualiser l'image finale ainsi obtenue.
2. a) La lentille convergente représente l'oculaire du télescope.
 b) On peut supposer que la distance qui sépare cet objet du télescope est infinie. Son image se trouve donc sur le plan focal du miroir concave.
 c) Sur l'axe principal du miroir concave, incliné de 45° par rapport à cet axe.
 d) L'axe principal de la lentille doit être perpendiculaire à l'axe principal du miroir concave.
 e) Le miroir doit être placé à 44 cm du sommet du miroir concave.
 f)



Consolidation

1. On fait la mise au point d'un microscope optique en variant la distance entre l'objet et l'objectif.
2. Image formée par l'objectif : réelle, inversée et plus grande que l'objet.
 Image formée par l'oculaire : virtuelle, inversée (par rapport à l'objet), beaucoup plus grande que l'objet et que l'image formée par l'oculaire.
3. Les deux phénomènes optiques à la base du fonctionnement des télescopes sont la réflexion et la réfraction.
4. Le télescope de Newton possède deux miroirs. Le premier miroir (primaire) est parabolique alors que le second (secondaire) est plan.
5. $f \approx 0.2$ m
6. Distance lentille-rétine ≈ 17 mm
7. $d_o \approx 4,3$ m
8. a) $f = 250$ mm, b) Dans le plan focal du miroir.