

OPTIQUE ONDULATOIRE

dualité onde corpuscule

$$E = h\nu$$

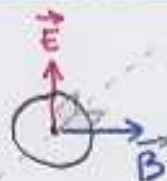
$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

$$h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ (Planck)}$$

m = masse en kg

v = vitesse en $m \cdot s^{-1}$

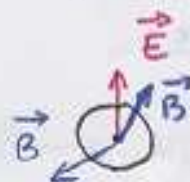
Δ° de $\vec{E}$ et $\vec{B}$: trièdre direct, $\vec{E}$ et $\vec{B}$ m même fréquence et m même amplitude.



onde
transversale



onde
polarisée



onde non
polarisée

vitesse de propagation $c = 3 \cdot 10^8 m \cdot s^{-1}$

périodicité



$$n = \frac{\lambda_0}{\lambda}$$

$$\lambda_{\text{vide}} = n_{\text{milieu}} \times \lambda_{\text{milieu}}$$

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

T = période en s.

ν = fréquence en Hz ou s^{-1}

λ = longueur d'onde en m.

1 fréquence $\leftrightarrow$ 1 couleur

intensité

l'intensité varie comme l'énergie au carré

lumière = vibration sinusoïdale

(2)

$$s(t) = s_0 \cos(\omega t - \phi)$$

ω = pulsation en s^{-1}

ϕ = phase en rad.

$$\phi = \frac{2\pi x}{\lambda}$$

et

$$\omega = 2\pi \nu$$

(freq)

lumière visible:

$$UV \leftarrow 390 \text{ nm} < \lambda < 780 \text{ nm} \rightarrow IR$$

~ 400

~ 800

à savoir → besoin pour certains calculs.

Propagation : rectiligne dans les milieux homogènes et isotropes.

Absorption dans un milieu transparent ou coloré = une vitre

loi de Beer - Lambert

$$I = I_0 e^{-\mu l}$$

μ : coef absorption linéaire en m^{-1}
 l : distance en m.

Diffusion si l'obstacle est une surface de verre dépoli.

diffusion dans toutes les directions -
même longueur d'onde - Intensité variable.

ex à travers une
fenêtre dépolie
on voit moins
bien mais de la
même couleur

Diffusion si l'obstacle est un volume : particules de taille d .

si $d < \frac{\lambda}{10}$
diffusion de Rayleigh

$$I_{\text{diffusée}} \propto \frac{1}{\lambda^4}$$

si $d > \lambda$
diffusion de mie

indépendant de θ et de λ

⇒ lumière diffusée : blanche

plus la longueur d'onde est grande et moins c'est diffusé. Ça explique la couleur perçue du ciel qui est fonction de la distance parcourue par les rayons du soleil ds l'atmosphère (couleur + % diffusés)



Néphélométrie

(3)

mesure l'intensité diffusée latéralement

→ permet de déterminer la $[P]$ / en particules.

Diffraction

obstacle opaque avec fente de largeur d de l'ordre de grandeur de λ

Réflexion / réfraction

l'obstacle est transparent, homogène et isotrope.

$$n = \frac{c}{v}$$

$$n = a + \frac{b}{\lambda^2}$$

loi de Cauchy.

n = indice de réfraction
sans unité.

si $n_1 > n_2$: milieu 1 est dit
"plus réfringent" que milieu 2.

a : constante sans unité

b : constante en m^2

$n = f(\lambda) \Rightarrow$ le milieu est dispersif (pink floyd)

vide $n = 1$

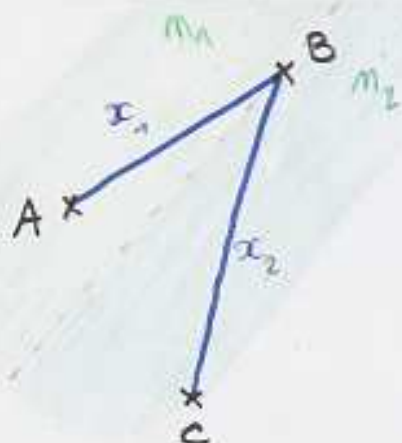
air $n = 1$

eau $n = 1,33$

verre $n = 1,5$

diamant $n = 2,417$

Différence de marche δ



$$\delta = n_2 x_2 - n_1 x_1$$

$$\Rightarrow \phi = \frac{2\pi \delta}{\lambda_{\text{vide}}}$$

Déphasage entre deux ondes



ϕ quelconque



$\phi = (2q+1)\pi$
opposition de phases
 $\delta = (2q+1)\lambda/2$

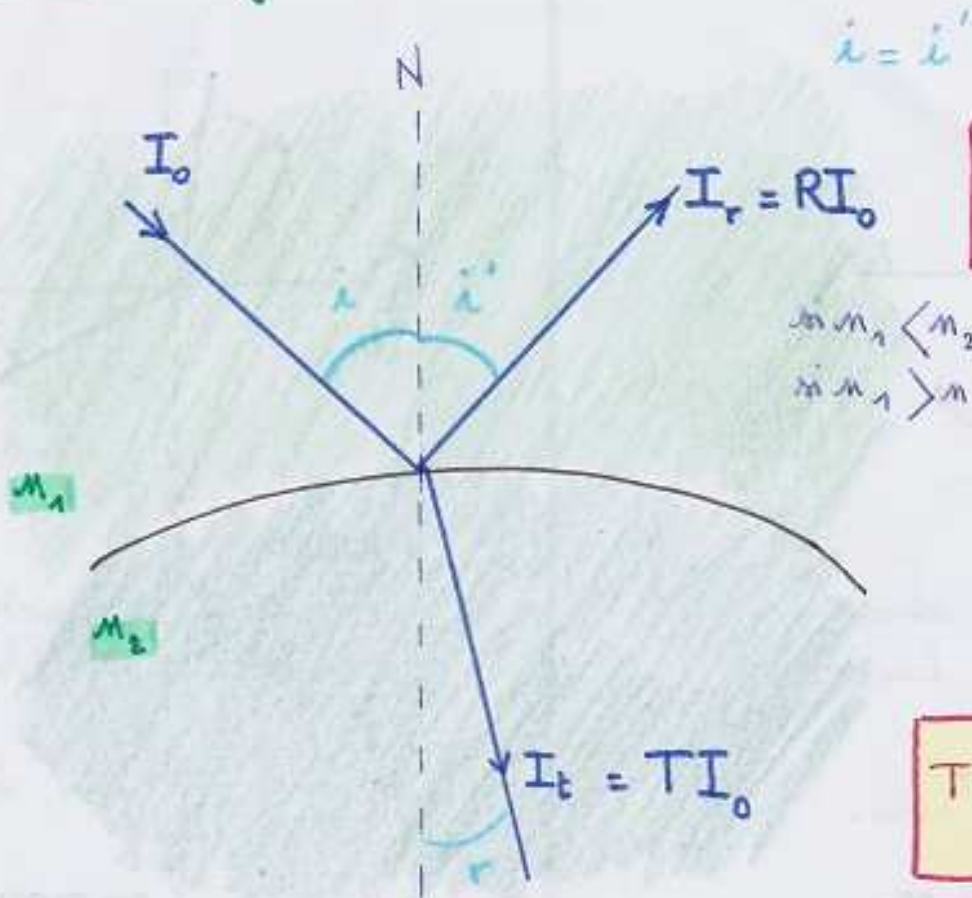


$\phi = 2q\pi$
en phase.
 $\delta = q\lambda$

OPTIQUE GEOMETRIQUE

(4)

1. Reflexion et réfraction



$$n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

(loi de Descartes)

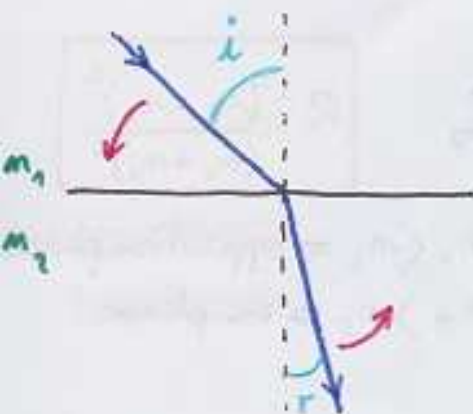
$$I_0 = I_r + I_t$$

Milieu transparent, homogène et isotrope.

Pour la réfraction, deux cas à considérer.

⑤

$$n_1 < n_2 \Rightarrow r < i$$



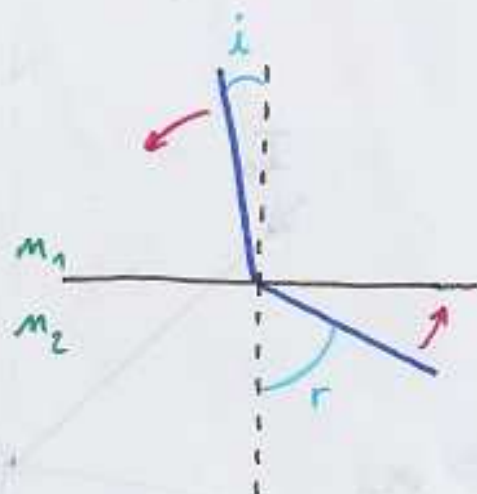
L'angle de réfraction est plus petit que l'angle d'incidence.

Si $i \nearrow$: $r \nearrow$ aussi jusqu'à l'incidence rasante :



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

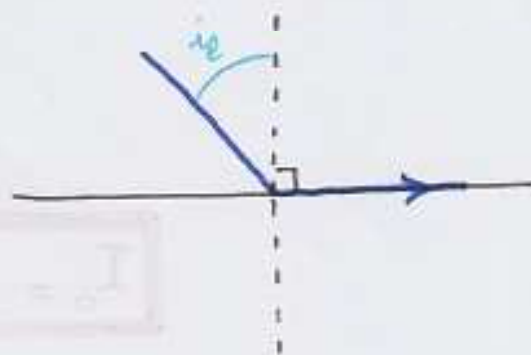
$$n_1 > n_2 \Rightarrow r > i$$



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

si $i \nearrow$: $r \nearrow$ également.

jusqu'à l'émergence rasante



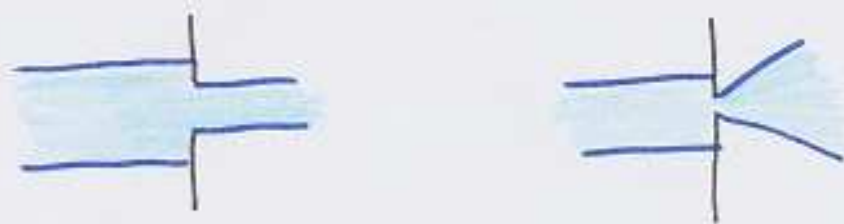
$$\sin i_c = \frac{n_2}{n_1}$$

et enfin : si $i > i_c$
 $\Rightarrow$ réflexion totale.

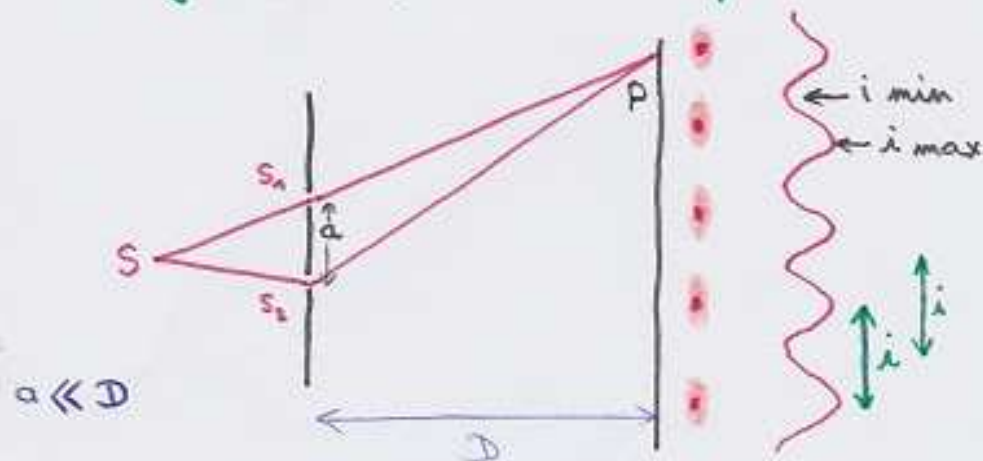


app: fibre optique : $n_{\text{cœur}} > n_{\text{gaine}}$

2. Diffraction (principe)



3. Interférences (TROUGH D'YOUNG)

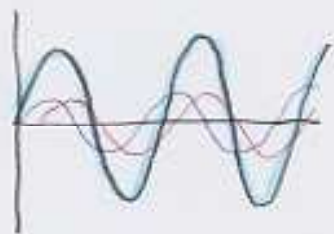


lignes équidistantes
et points d'intensité
minimale équidistantes

FRANGE CENTRALE lumineuse

$$i = \frac{\lambda D}{a}$$

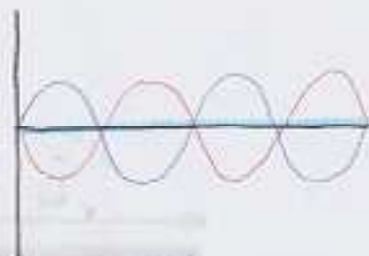
au point P : 3 cas possibles



φ quelconque

$$\delta = \frac{\lambda}{2\pi} \phi$$

I l'intensité
lumière varie
comme δ^2

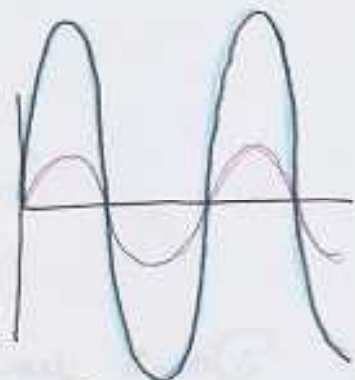


$$\phi = (2q+1)\pi$$

$$\delta = (2q+1)\frac{\lambda}{2}$$

$I = I_{\min} = 0$
PAS de lumière

= Franges destructives



$$\phi = 2q\pi$$

$$\delta = q\lambda$$

$I = I_{\max}$

= Franges constructives

Pour qu'il y ait interférence il faut que les 2 sources lumineuses soient **cohérentes** c'est à dire **synchrones** (même fréquence) et **en phase**

(équation) $\frac{dI}{d\theta} = 0$

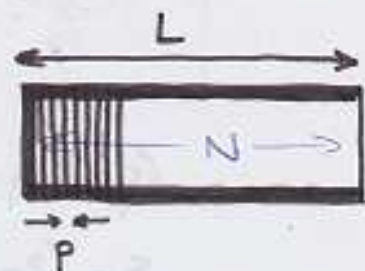


(équation) $\frac{dI}{d\theta} = 0$



$$\frac{dI}{d\theta} = 0$$

Dans un réseau



p : pas du réseau

L : Longueur du réseau

N : Nombre total de fentes

$$L = Np$$

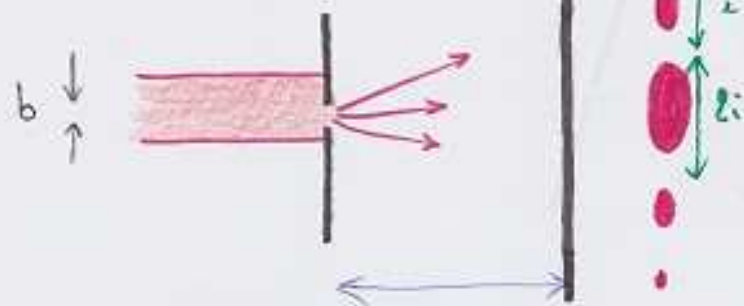
m : nombre de fentes par unité de longueur = $\frac{N}{L}$

pouvoir de résolution $R = mN$ et $R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda}$

3. Diffraction

8

• par une fente fine

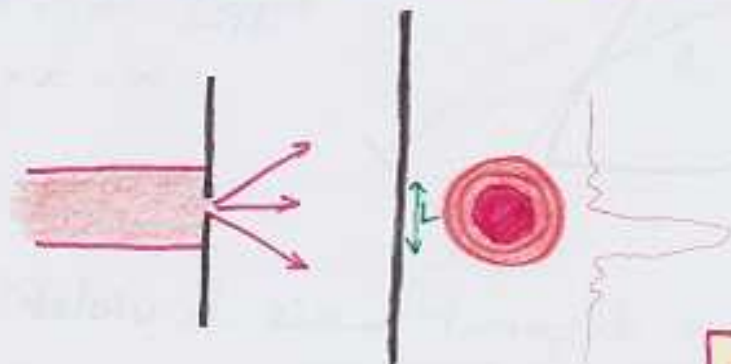


Source monochromatique

$$i = \frac{\lambda D}{b}$$

points d'intensité minima
mais équidistants.

• par une ouverture circulaire : FIGURE D'AIRY

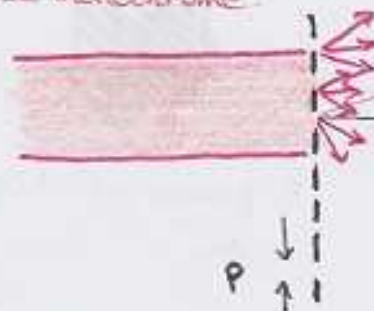


$$L = \frac{1,22 \lambda D}{b}$$

! ici b est le rayon de l'ouverture.

• par un réseau

Source monochrome



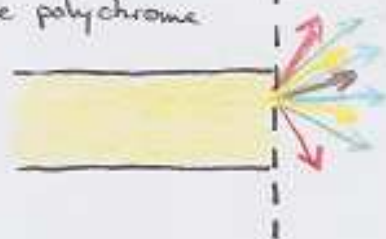
- ordre 2
- ordre 1
- ordre 0

$$i = \frac{\lambda D}{p}$$

points équidistants séparés par une interférence i constante.

$$i_{\max} \text{ pour } p \sin \theta = q \lambda$$

Source polychrome



0 tache centrale = lumière blanche

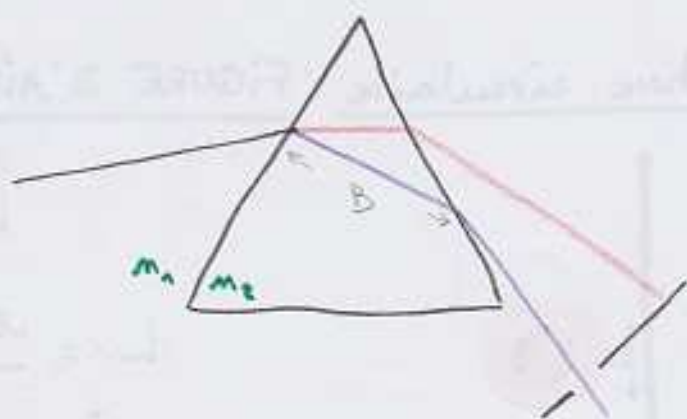
système dispersif violet MOINS dévié

• monochromateur à réseau

→ source polychromatique puis fente de sortie pour isoler une couleur



• à prisme



double réfraction.

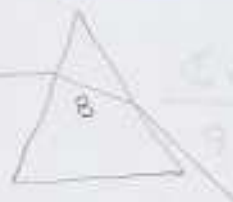
rappel : loi de Cauchy

$$n = a + \frac{b}{\lambda^2}$$

si $\lambda \uparrow$, $n \downarrow$, $n \uparrow$

C'est aussi un système dispersif mais le violet est cette fois PLUS dévié que le rouge.

• pouvoir de résolution du prisme



$$R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = B \frac{dn}{d\lambda}$$



→ pouvoir dispersif en m^{-1}

PRISME : VIOLET ⊕ dévié

RESEAU : ROUGE ⊕ dévié

OPTIQUE

Exercice Loi de Cauchy.

déterminer indice du verre pour les valeurs extrêmes du visible avec $n = 1,4977 + \frac{4245}{\lambda^2}$

violet : $n_{\text{violet}} = 1,4977 + \frac{4245}{400^2} = 1,4977 + 0,0256$
 $n_{\text{violet}} = 1,5242$

rouge : $n_{\text{rouge}} = 1,4977 + \frac{4245}{800^2} = 1,4977 + 0,0066$
 $n_{\text{rouge}} = 1,5043$

Exercice Réflexion - Réfraction

Soit une surface de séparation air-verre ($n_{\text{verre}} = 1,5$)
 Pour quelles incidences y a-t-il réflexion totale.

s'il y a réflexion totale c'est que le rayon émergent appartient au milieu le plus réfringent.

$$\sin i_g = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{1,5}$$

$$i_g = \arcsin \frac{1}{1,5} = 41,8^\circ$$

La réflexion est totale pour des valeurs d'angle d'incidence comprises entre $41,8^\circ$ et 90° .

Exercice : interférences (Trous d'Young)

Soit un dispositif d'interférences avec trous d'Young.

- la fréquence de la source est : $\nu = 5,093 \cdot 10^{14}$ Hz
- En un point P, la différence de marche $\delta = 5,89 \mu\text{m}$
 $\Rightarrow$ Montrer que les ondes qui arrivent sont en phase.

$$\left. \begin{array}{l} \text{déphasage} \quad \phi = \frac{2\pi \delta}{\lambda} \\ \text{si en phase} \quad \phi = 2\pi q \end{array} \right\} \delta = \lambda q$$

$$\text{or } \lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3 \cdot 10^8}{5,093 \cdot 10^{14}} = 5,89 \cdot 10^{-7}$$

$$\text{d'où } q = \frac{5,89 \cdot 10^{-6}}{5,89 \cdot 10^{-7}} = 10$$

q est entier $\Rightarrow$ en phase.

Exercice : diffraction par un réseau.

soit un réseau tel que $L = 5 \text{ cm}$ et $p = 10 \mu\text{m}$
calculer m et N

$$L = Np \Rightarrow N = \frac{5 \cdot 10^{-2}}{10 \cdot 10^{-6}} = 5000 \quad (5000 \text{ fentes})$$

$$m = \frac{1}{p} = \frac{1}{10 \cdot 10^{-6}} = 100\,000 \text{ fentes} \cdot \text{m}^{-1} \\ = 100 \text{ fentes} \cdot \text{mm}^{-1}$$

Exercice : diffraction par un réseau.

On éclaire avec une source de lumière blanche un réseau tel que $n = 250 \text{ fentes} \cdot \text{mm}^{-1}$.

Sous quel angle d'observation verra-t-on une tache violette d'ordre 1 ?

violette $\rightarrow \lambda = 400 \text{ nm}$

ordre 1 $\rightarrow q = 1$

$$p \sin \theta = q \lambda \quad \text{donc on cherche } \sin \theta = \frac{q \lambda}{p}$$

$$\text{or } p = \frac{1}{n} = \frac{1}{250 \cdot 10^3} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ m.}$$

$$\sin \theta = \frac{1 \times 400 \cdot 10^{-9}}{4 \cdot 10^{-6}} = \frac{100 \cdot 10^{-9}}{10^{-6}} = 0,1$$

$$\theta = \arcsin(0,1) = 5,73.$$

Exercice : pouvoir de résolution

Un spectromètre est composé d'un réseau de 4000 fentes. $p = 6 \mu\text{m}$.

Ce spectromètre est employé avec l'ordre 1 ($q=1$) pour observer les raies voisines du sodium dont les λ ondes sont de 589 nm et 589,59 nm.

- Quel est le pouvoir de résolution du spectromètre ?
- Peut-on séparer ces deux λ ondes ?

$$R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = qN = 1 \times 4000 = 4000.$$

$$\Delta\lambda = \frac{\lambda}{R} = \frac{589}{4000} = 0,15 \text{ nm.}$$

or $\Delta\lambda_{\text{sodium}} = 0,59$ donc oui on peut les séparer.

OPTIQUE GEOMETRIQUE

LENTILLES

370023

(14)

Construction d'une image.

CONVERGENTE



image : PLUS PETITE
INVERSEE
REELLE

DIVERGENTE

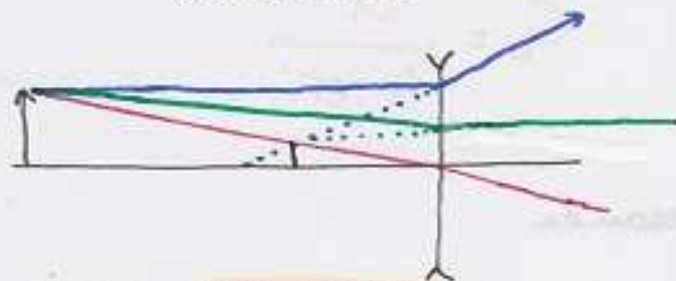


image : PLUS PETITE
DROITE
VIRTUELLE

Relation de Conjugaison.

V la vergence en dioptries = m^{-1}

$$V = \frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{OF'}$$

$> 0 \rightarrow$ convergente

$< 0 \rightarrow$ divergente

Grandissement:

$$\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA}$$

$\gamma > 0 \rightarrow$ image droite

$\gamma < 0 \rightarrow$ image inversée

$|\gamma| > 1 \rightarrow$ image plus grande

$|\gamma| < 1 \rightarrow$ image plus petite

Relations de vergence

$$V = (n-1) \left(\frac{1}{\alpha_1} - \frac{1}{\alpha_2} \right)$$

lentilles minces à bord mince CONVERGENTES

lentilles minces à bord épais DIVERGENTES

si 2 lentilles associées:

$$V = V_1 + V_2 - (e V_1 V_2)$$

avec $e = O_1 O_2$

LOUPE : $\alpha = \frac{AB}{d_m}$

grossiss^t $G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{\frac{AB}{CF'}}{\frac{AB}{d_m}} = \frac{d_m}{OF'} \Rightarrow G = P \times d_m$

grossissement commercial.

$$G_c = \frac{1}{4 \cdot OF'}$$

$$\Rightarrow d_m = 25 \text{ cm} \Rightarrow G_c = \frac{P}{4}$$

Puissance

$$P = \frac{\alpha'}{AB} \text{ en dioptries } \delta = \frac{1}{OF'} = V$$

MICROSCOPE 2 systemes convergents.

Grossissement

$$G = |\gamma_{obj}| \times G_{ocul}$$

→ grossiss^t objectif × grossissement oculaire
 $\Rightarrow G = P \cdot d_m$

Puissance

$$P = |\gamma_{obj}| \times P_{ocul}$$

→ grossissement objectif × Puissance oculaire

limite de résolution

$$d = \frac{1,22 \lambda}{2 \text{ON}} = \frac{1,22 \lambda}{2 n \sin \alpha}$$

↓
 "Ouverture Numérique"

LOUPE

16

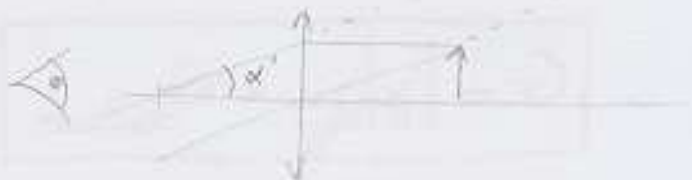
Une lentille convexe permet d'observer une image virtuelle agrandie en avant de la lentille.

observation à l'œil nu



$$\alpha = \frac{AB}{dm}$$

vision à l'infini.



$$\alpha' = \frac{AB}{OF'}$$

→ lorsque objet de
le plan focal.

Grossissement

$$G = \frac{\alpha'}{\alpha}$$

Grossissement commercial

$$G_c = \frac{0,25}{OF'}$$

Puissance

$$P = \frac{\alpha'}{AB}$$

en dioptries.



puissance
=
vergence!

$$= \frac{1}{OF'}$$

MICROSCOPE

17

Deux lentilles convergentes, un objectif (distance focale de l'ordre du mm)
et un oculaire (distance focale de l'ordre du cm)

Grossissement

$$G = |x|_{\text{obj}} \times G_{\text{oculaire}}$$

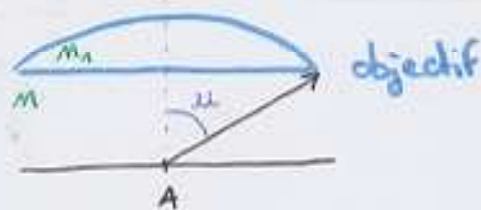
grossissement obj $\times$ grossissement ocul.

Puissance

$$P = |x|_{\text{obj}} \times P_{\text{oculaire}}$$

limite de résolution

$$d = \frac{1,22 \lambda}{2 n \sin u}$$



$n \sin u = \text{"ON"}$ l'ouverture numérique.

MICROSCOPE ELECTRONIQUE

e^- produits par émission thermoélectronique puis accélérés par haute tension, et déviés par des bobines électromagnétique (DET) ou des lentilles magnétiques (MEB)

microscope	OBJET	ÉCLAIRAGE	DISPOSITIF	IMAGE
FOND CLAIR	transparent absorbant	lumière transmise		foncée sur fond brillant
FOND NOIR	transparent absorbant	éclairage oblique		brillante sur fond noir
Fluorescence	fluorescent transparent	excitation par UV	source + UV → objet → obj' → ocul	
polarisant	transparent birefringent (cristaux)	lumière polarisée 	source → polar → obj' → analy → ocul STOPO	polariseurs croisés : ϕ polariseurs // : image max
CONTRASTE PHASES	transparent VIVANT!	interférences onde de l'objet et onde transmise	source → → objet → → ocul STOPO	
CONFOCAL	en lame	Faisceau LASER focalisé sur échantillon puis lum. émise par échan. focalisée sur détecteur		résolud' $\Delta z = 0,2 \mu m$

Exercice : Vergence, relation de conjugaison

soit un objet AB placé 20 cm devant une lentille
son image réelle A'B' est à 60 cm de la lentille.

→ Calculer la vergence et OF' la distance focale image.

$$\overline{OA} = -0,2 \text{ m}$$

$$\overline{OA'} = 0,6 \text{ m}$$

$$\frac{1}{\overline{OF'}} = \frac{1}{0,6} + \frac{1}{0,2} = \frac{4}{0,6} = \frac{1}{0,15}$$

$$\rightarrow \text{Vergence } V = 6,67 \text{ D}$$

$$\rightarrow \text{DFI } \overline{OF'} = 0,15 \text{ m}$$

Exercice : Grandissement lentille.

Un objet de 2 cm se trouve à 3 cm d'une lentille convergente dont la distance focale est de 4 cm.
Position, taille et nature de l'image?

$$\frac{1}{\overline{OF'}} = \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} \Rightarrow \frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OF'}} + \frac{1}{\overline{OA}}$$

$$AB = 2 \cdot 10^{-2}$$

$$\overline{OA} = -3 \cdot 10^{-2}$$

$$\overline{OF'} = 4 \cdot 10^{-2}$$

$$\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{4} + \frac{1}{-3} = \frac{-1}{12}$$

$$\Rightarrow \overline{OA'} = -12 \text{ cm (virtuelle)}$$

grandissement

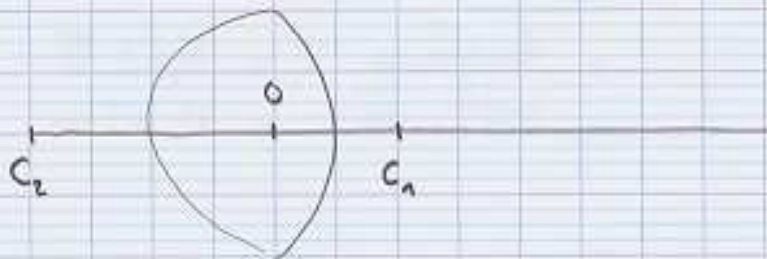
$$\frac{OA'}{OA} = \frac{-12}{-3} = 4$$

→ image droite, 4x plus grande

Exercice : lentilles à bord mince, épais, et vergence

Une lentille biconvexe () taillée dans un verre d'indice $n = 1,5$ a une vergence $V = +6 \text{ D}$.

Calculer les rayons de courbure des diopres si l'un des rayons de courbure est le double de l'autre.



on a choisi arbitrairement $\overline{OC_1} > 0$ et $\overline{OC_2} < 0$
 $\Rightarrow \overline{OC_2} = -2\overline{OC_1}$

$$V = (n-1) \left(\frac{1}{\overline{OC_1}} - \frac{1}{\overline{OC_2}} \right)$$

$$V = (n-1) \left(\frac{1}{\overline{OC_1}} - \frac{1}{-2\overline{OC_1}} \right) = (n-1) \left(\frac{3}{2\overline{OC_1}} \right)$$

$$\overline{OC_1} = \frac{3(n-1)}{2V} = \frac{1,5}{12} = 0,125 \text{ m}$$

$$\overline{OC_2} = -0,25 \text{ m}$$

Exercice : grossissement loupe

Un objet de 3 mm est observé avec une loupe de distance focale $OF' = 5 \text{ cm}$.

- calculer le ϕ apparent de l'image.
- calculer le grossissement commercial (l'objet étant dans le plan focal)

$$\alpha' = \frac{AB}{OF'} = \frac{3 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-2}} = \frac{3}{5} \cdot 10^{-1} = 0,06 \text{ rad.}$$

$$G_c = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{dm}{OF'} = \frac{0,25}{5 \cdot 10^{-2}} = 5$$

Exercice : grossissement microscope

L'obj. d'un microscope a une distance focale $OF_1' = 16 \text{ mm}$.

L'oculaire a une distance focale $OF_2' = 50 \text{ mm}$.

Un objet A est placé sur l'axe optique à 176 mm de O_1 .

L'intervalle optique $F_1'F_2 = 16 \text{ mm}$.

- position et taille intermédiaire de A_1B_1 ?
si l'objet mesure 50 mm?

position

$$\frac{1}{O_1A_1} = \frac{1}{O_1F_1'} + \frac{1}{O_1A} = \frac{1}{16} + \frac{1}{-17,6} = \frac{-17,6 + 16}{-17,6 \times 16}$$

$$\frac{1}{O_1A_1} = \frac{1,6}{281,6}$$

$$O_1A_1 = 176 \text{ mm}$$

taille $\gamma = \frac{O_1 A_1}{O_1 A} = \frac{176}{-17,6} = -10$

$$\overline{A_1 B_1} = -10 \times \overline{AB} = -10 \times 50$$

$$\overline{A_1 B_1} = -500 \text{ mm}$$

→ vision à l'infini?

si vision à l'infini

$$O_1 A_1 = O_1 F_2 \quad \text{or} \quad O_1 F_2 = O_1 F_1 + F_1 F_2$$

$$= 16 \text{ mm} + 160$$

$$= 176 \text{ mm}$$

$$\text{or} \quad O_1 A_1 = 176 \text{ mm}$$

~~on voit que~~ A_1 et F_2 sont confondus

→ grossissement?

$$G = |\gamma|_{\text{obj}} \times G_{\text{oculaire}}$$

on sait que $|\gamma|_{\text{obj}} = -10$

$$G_{\text{ocul}} = \frac{d_m}{O_2 F_2} = \frac{250}{50} = 5$$

$$G = |-10| \times 5$$

$$G = 50$$

MICROSCOPE ELECTRONIQUE

24

production d'électrons accélérés ^{Haute Tension} par émission thermo-électronique.
déviation des électrons avec lentilles et bobines électromagnétiques.

Microscope électronique à transmission

échantillon : 10 mm^2 , $0,1/0,2 \text{ }\mu\text{m}$ épaisseur. résine dure.

vide.

métaux lourds : $\nearrow$ contraste.

résolution : $0,2 \text{ nm}$

grossissement : de 3000 à 500 000 x

le condenseur, l'objectif et l'oculaire
sont des BOBINES électromagnétiques

Microscope électronique à balayage

balayage : focalisation point par point du faisceau incident.

utilise l'interaction entre e^- et échantillon $\Rightarrow$ 3D

lentilles magnétiques.

échantillon : métallisé $\Rightarrow$ balai qui pour l'interaction électronique

résolution : 1 nm

grossissement : 50 000 x

Champ proche

balayage avec la pointe.

Effet tunnel

ddp entre pointe et échantillon échantillon conducteur

résolution : $0,1 \text{ nm}$

AFM (Force atomique)

forces de VDW entre pointe et échantillon

échantillon conducteur

résolution $0,1 \text{ nm}$

source de lumière cohérente de forte intensité, monochromatique et faiblement divergent, dans le visible, l'IR ou l'UV

intensité = puissance surfacique

$$I = \frac{P}{S}$$

P va de 1mW à 50kW ⚠ tous Dangereux.

cohérence spatiale et temporelle

les interférences des rayons diffusés provoquent des granulations aussi appelées **Speckle**.

quantification énergie

chaque niveau d'énergie d'un atome: 1 énergie, 1 population, 1 durée de vie 1 dégénérescence.

à l'équilibre thermodynamique, le niveau fondamental est le $\oplus$ peuplé.

échanges d'énergie entre 2 niveaux

Absorption: d'un photon $\rightarrow$ excitation $\rightarrow$ transition de m à n

émission: d'un photon $\rightarrow$ désexcitation $\rightarrow$ transition de n à m .

émission stimulée ou induite: émission d'un photon supplémentaire aux caractéristiques identiques au photon induisant.
 $\Rightarrow$ AMPLIFICATION

LASER: A_mplification de lumière par émission stimulée du rayonnement.

inversion de population: POMPAGE $\rightarrow$ apport ext d'ERS $\rightarrow$ excitation.

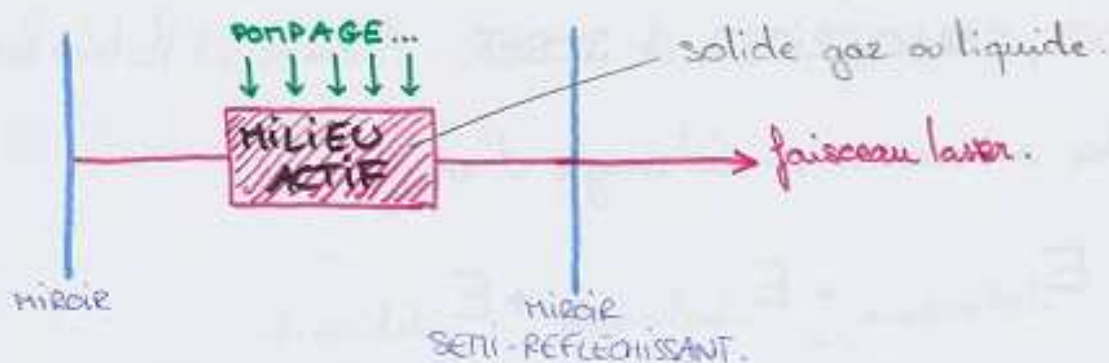
$\hookrightarrow$ optique, électronique, chimique, collision-

milieu actif: milieu dans lequel a lieu l'inversion de population.

fréquence de résonance $L = \frac{q\lambda}{2}$

L.A.S.E.R.

(26)



LASER à GAZ

85% Hélium 15% néon

$\text{CO}_2 + \text{N}_2$

Argon ionisé Ar^+

Laser à excimère

$\lambda = 632,8 \text{ nm}$

$\lambda = 3600 \text{ nm}$ et 10600 nm . (industrie, médecine)

$\lambda = 488 \text{ nm}$ et 514 nm . (spectacles)

un excimère + 1 diatomique + gaz rare + halogène

LASER à SOLIDE

Rubis : $\lambda = 694,3 \text{ nm}$ $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Cr}^{3+}$

YAG : $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ (grenat d'aluminium et d'yttrium) $\lambda = 1064 \text{ nm}$. TATTOO

Semi conducteur : petit, peu puissant, faiblement directionnel. CD-DVD.

titane - saphir : spectro.

LASERS A LIQUIDE

colorant fluo $\rightarrow \Delta$ dégradat°

DANGERS : Δ ° / Δ ° / Δ ° / Δ ° / Δ ° / Δ °

classe 1 : sans danger mais ppe précaution.

classe 2 : lasers visibles réflexe palpébral

classe 3A : danger si vision avec instrument d'optique.

classe 3B : danger à l'œil nu.

classe 4 : m le faisceau diffus est dangereux.

INTERACTIONS avec TISSUS.

effet photomécanique : rupture méca du tissu (débridage)

effet photoablatif : détruit liaison peptidiques.

photothermique : Δ T° tissu : rétine, varices, nécroses.

photochimique : Δ - toxique $\Rightarrow$ certains cancers.

SPECTROMETRIE

27

Permet de REPERER, CARACTERISER et DOSER Atomes et Molecules
quantification des niveaux et échanges d'énergie.

$$E = E_{\text{electronique}} + E_{\text{vibrationnelle}} + E_{\text{rotationnelle}}$$

$$E_e > E_v > E_r$$

Absorption

rayonnement monochromatique

Beer Lambert $I = I_0 e^{-\epsilon l c}$

$$T = \frac{I}{I_0} = 10^{-\epsilon l c} \quad \text{ou} \quad \epsilon = \text{coef d'extinction}$$

Additivité absorbance

$$A = A_1 + A_2 + A_3$$

≠ Spectrometries

	ppe	milieu	
atomique d'absorp ⁿ et émission	transit ⁿ electronique	gazeux	Atomes
absorption UV-visible	transit ⁿ electronique	Solution limpide	methode analyse quant ^t de l'absorbance. NON DESTRUCTIVE
absorption d'un photon UV.	excitat ⁿ collision		émission d'un photon de fluorescence. détermine []
Spectro IR	transit ⁿ vibrationnelle		structure II ^{re} des []