E.D. BIOPHYSIQUE (2ème année)

Exercice n° 1 :

Calculer en eV et en joule l'énergie absorbée par un gramme d'air dans le cas d'une exposition aux rayons X de 1 R.

On donne : $1\ R = 2{,}58.10^{-4}\ C.kg^{-1}$

énergie moyenne d'ionisation de l'air : $\overline{w} = 33{,}7$ eV

charge élémentaire : $e = 1{,}60218.10^{-19}$ C

Exercice n° 2 :

Calculer le nombre N d'ionisations par μm^3 d'eau correspondant à une dose absorbée de 1 gray.

On donne : énergie moyenne d'ionisation de l'eau : $\overline{w} = 34$ eV

charge élémentaire : $e = 1{,}60218.10^{-19}$ C

masse volumique de l'eau : $\rho = 10^3\ kg.m^{-3}$

Exercice n° 3 :

Le ^{59}Fe est un radio-isotope utilisé dans le diagnostic de certaines maladies du sang.

Trouver la période biologique du ^{59}Fe connaissant sa période physique (Tp = 46,3 d) et sa période effective (Teff = 27 d).

Exercice n° 4 :

Pendant une radiographie du corps humain avec des rayons X de 60 keV d'énergie maximale, 3.10^9 électrons possédant une énergie moyenne de 20 keV sont libérés dans 1 g de tissu superficiel.

1) Calculer, en rad et en Gy, la dose reçue par les tissus superficiels.
2) Sachant qu'à partir de quelques mm de profondeur dans les tissus le dépôt d'énergie obéit à une décroissance exponentielle, calculer le pourcentage d'énergie absorbée
   - par une épaisseur de 1,5 cm de muscles
   - par la même épaisseur d'os

On donne dans ces conditions pour :

les muscles $\rho = 1\ g.cm^{-3}$ $\mu_m = 0{,}3\ cm^2.g^{-1}$

les os $\rho = 1{,}85\ g.cm^{-3}$ $\mu_m = 1{,}22\ cm^2.g^{-1}$

Exercice n° 5 :

Une personne travaillant en zone contrôlée a incorporé d'après l'ensemble des mesures de contamination thyroïdienne 4,2 μCi d' ^{131}I en une année. L'exposition externe a été en moyenne de 2 mSv par mois selon les mesures effectuées par film dosimétrique (SCPRI).

Cette personne a-t-elle dépassé les limites de la catégorie A des agents DATR ?

On donne : LAI par ingestion pour $^{131}I = 10^6$ Bq

limite annuelle d'irradiation globale externe = 50 mSv

On admet que 30 % du radioisotope se fixe sur la thyroïde.

Exercice n° 6 :

Soit un milieu contenant un radioisotope émetteur β^- d'énergie moyenne $\overline{E}_\beta$ (MeV). A l'instant t_o l'activité spécifique de ce milieu est A_o ($mCi.g^{-1}$).

Le débit de dose $\dot{D}$ ($Gy.h^{-1}$) en un point M situé à l'intérieur de ce milieu est donné par la relation :

$$\dot{D} = 21,3\ A\ \overline{E}_\beta$$

avec A ($mCi.g^{-1}$) activité spécifique au temps t

$$A = A_o \exp\left(- \frac{\ln 2}{T} \times t\right)$$

1) Donner l'expression de la dose D délivrée au point M au bout d'un temps t en fonction de A_o, $\overline{E}_\beta$, T et t.
2) Déterminer D pour $t = \infty$, $t = T$, $t = 2T$, $t = 3T$ et $t = nT$

Exercice n° 7 :

1) En partant de la définition suivante de l'exposition :

$$X = \Psi \frac{e}{\overline{W}} \left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{air}$$

dans laquelle Ψ est l'énergie incidente par unité de surface ($J.m^{-2}$), établir la relation de la forme $\dot{X} = \Gamma\ A$, donnant le débit d'exposition $\dot{X}$, dans l'air à une distance x d'une source radioactive ponctuelle, d'activité A pour laquelle on connait le nombre n(E) et l'énergie E de tous les photons γ et X émis lors d'une désintégration.

2) Donner la dimension de la constante spécifique d'irradiation Γ ainsi que son unité SI.
3) Calculer Γ à 1 m d'une source de ^{60}Co qui émet par désintégration 2 photons γ d'énergie 1,173 et 1,333 MeV.

ED biop 1 exo 1

dose de R absorbée $D = \frac{dE}{dm}$

difficilement mesurable. → exposition.

$X = \frac{dQ}{dm}$ charges formées par unité de masse.

R ionisants créent charge.
exposition : X. s'applique surtout au rayons électro$\vec{B}$.
unités : D en gray Gy = J/kg 1 Gy = 100 rad.
RAD = radiation absorb dose
X en C/kg. ancienne unité R = röntgen.
$1 R = 2{,}58 \cdot 10^{-4}$ C/kg.
E moyenne d'ionisation de l'air : $\bar{\omega} = 33{,}7$ eV.

$D = \frac{dE}{dm}$ $X = \frac{dQ}{dm}$

D = nb charge crée par unité de masse × E moyenne ionisation.

$$D = \frac{X}{e} \cdot \bar{\omega} = \frac{2{,}58 \cdot 10^{-4} (33{,}7 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19})}{1{,}6 \cdot 10^{-19}}$$

$$= 8{,}69 \cdot 10^{-3} \text{ J/kg}$$

$$= 8{,}69 \cdot 10^{-6} \text{ J/kg}$$

$$= 5{,}42 \cdot 10^{13} \text{ eV/g}$$

exo 3

D = 1 Gy Nb ionisations par μm^3 ? eau
E ionisation eau $\bar{\omega} = 34$ eV
masse volumique eau $\rho = 10^3$ kg/m^3

$D = \cancel{\frac{X}{e}} \cdot \bar{\omega}$ $\quad$ $D = \frac{X}{e} \cdot \bar{\omega} = N \bar{\omega}$

$X = \frac{D \cdot e}{\bar{\omega}} = \frac{1 \quad . \; 1{,}6 \cdot 10^{-13}}{34 \quad . \; 1{,}6 \cdot 10^{-13}} = 2{,}94 \cdot 10^{-2}$ C/kg.

$N = 2{,}94 \cdot 10^{-5}$ C/m^3 $\quad$ $D/\!\!\!\!\!\bar{\omega} = \frac{D}{\bar{\omega}} = \frac{1}{34 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-13}}$

$N = \cancel{2{,}94}$ C $/\mu m^3$

$N = 1{,}84 \cdot 10^{17}$ ionisat° / kg

$N = 1{,}84 \cdot 10^{17} \times \rho$ $\quad i/m^3$

$N = \frac{1{,}84 \cdot 10^{20}}{(10^6)^3}$ $i/\mu m^3$

$N = 184 \; i/\mu m^3$

exo 3

$T_{eff} = 27$ j

$T_p = 46{,}3$ j

T_b ?

$$\frac{1}{T_{eff}} = \frac{1}{T_p} + \frac{1}{T_b}$$

$$\Rightarrow T_b = \left(\frac{1}{T_{eff}} - \frac{1}{T_p} \right)^{-1} = 64{,}8 \text{ j}$$

exo 4.

1) énergie d' ionisation moyenne $\bar{\omega} = 60 - 20 = 40$ keV

$\frac{X}{e} = 3 \cdot 10^3$ électrons.

$D = \frac{X}{e} \cdot \bar{\omega} = 3 \cdot 10^3 \cdot 40 \cdot 10^3 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-13}$

$= 1{,}92 \cdot 10^{-5}$ J/g

$= 1{,}92 \cdot 10^{-2}$ Gy ℓ/kg

$= 1{,}92$ rad.

2)

$$D = \frac{dE}{dm} = \frac{3.10^{3} . 20.10^{3} . 1,6 . 10^{-13}}{10^{-3}} = 3,6 . 10^{-3}\ Gy$$
$$= 0,36\ rad.$$

2) décroissance exponentielle.

$$E = E_0\, e^{-x . \mu} \qquad \mu = \mu m\, \rho .$$

E énergie transmise à une distance x.

$\frac{E}{E_0}$ = % d'E transmise.

$$E/E_0 = e^{-\mu m \rho x}$$

pour le muscle : $E/E_0 = e^{-0,3 . 1 . 1,5} = 0,64$

fraction absorbée $1 - E/E_0 = 36\%$

pour les os : $E/E_0 = e^{-1,22 . 1,85 . 1,5} = 0,034$

fraction absorbée $1 - E/E_0 = 97\%$

en radiographie, l'os est vu car il y a contraste.

exo 5.

DATR directement affecté à travaux sous rayonnement.

LAI limite annuelle d'incorporation = activité qui délivre une éq de dose H à la valeur maximale admissible.

activité de organisme   reçue par la personne.

$$\sum \underbrace{\frac{A}{LAI}}_{\text{interne}} + \underbrace{\frac{H}{H_{max}}}_{\text{ext}} \leq 100\%$$

1 Ci = $3,7.10^{10}$ Bq

si plusieurs radioisotopes, on fait la somme des H.

cette Q doit être inférieure à 1.

$$\frac{4,2.10^{-6} . \overbrace{3,7.10^{10}}^{\Rightarrow Bq}}{10^{6} . 0,30} + \frac{2 . 12}{50} = 0,338 \leq 1$$

↳ $4,2.10^{-6}$ Ci trouvé dans la thyroïde

on doit prendre H le corps

cours 6.

1) $D = \dot{D} \cdot t$

$D = 21,3 \cdot A \cdot \bar{E}_\beta \cdot t$

$\cancel{D = 21,3 \cdot \bar{E}_\beta \cdot t \cdot A_0 \cdot e^{\left(-\frac{\ln 2}{T} \cdot t\right)}}$

activité spécifique = activité par masse.

$$\dot{D} = \frac{dD}{dt} = 21,3 \cdot A \cdot \bar{E}_\beta$$

$$A = A_0 \; e^{-\frac{\ln 2}{T} \cdot t}$$

$$\frac{dD}{dt} = 21,3 \cdot A_0 \; \bar{E}_\beta \cdot e^{-t\frac{\ln 2}{T}} \qquad D = \int_0^t dD$$

$$D = \int_0^t 21,3 \cdot A_0 \; \bar{E}_\beta \cdot e^{-t\frac{\ln 2}{T}} \cdot dt$$

$$D = 21,3 \cdot A_0 \cdot \bar{E}_\beta \cdot \int_0^t e^{-t\frac{\ln 2}{T}} \cdot dt$$

$$D = 21,3 \cdot A_0 \cdot \bar{E}_\beta \cdot \left(-\frac{T}{\ln 2}\right) \left[e^{-t\frac{\ln 2}{T}} \right]_0^t$$

$$D = -21,3 \; A_0 \cdot \bar{E}_\beta \cdot \frac{T}{\ln 2} \left[e^{-t\frac{\ln 2}{T}} - 1 \right]$$

$$D = \frac{21,3}{\ln 2} \cdot A_0 \cdot \bar{E}_\beta \cdot T \left(1 - e^{-t\frac{\ln 2}{T}} \right)$$

$$D_\infty = \frac{21,3}{\ln 2} \cdot A_0 \cdot \bar{E}_\beta \cdot T$$

$$D_T = \frac{21,3}{\ln 2} \cdot A_0 \cdot E_\beta \cdot T \; \left(1 - e^{-\ln 2} \right) = D_\infty \cdot \frac{1}{2}$$

$$D_{2T} = D_\infty \left(1 - e^{-2\ln 2}\right) = D_\infty \left(1 - \frac{1}{4}\right) = \frac{3}{4} D_\infty$$

$$D_{3T} = D_\infty \left(1 - \frac{1}{8}\right) = \frac{7}{8} D_\infty$$

$$D_{nT} = D_\infty \left(1 - \frac{1}{2^n}\right).$$

EDI

exo 7

1) exposition : charge créée par unité de masse.

$$X = \varphi \cdot \frac{e}{\varpi} \cdot \left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{air}.$$

$$\dot{X} = \frac{dX}{dt} = \Gamma \cdot A$$ φ dépend du temps.

$$\dot{X} = \frac{d}{dt}\left[\varphi \cdot \frac{e}{\varpi} \cdot \left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{air}\right]$$

$$\dot{X} = \frac{d\varphi}{dt} \cdot \frac{e}{\varpi} \cdot \left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{air}$$

$\frac{d\varphi}{dt}$? énergie par unité de surface et de temps.

$A = \left|\frac{dN}{dt}\right|$

$$\frac{d\varphi}{dt} = \frac{A}{4\pi x^2} \sum_i n(E) . E$$

sphère de rayon x : surface de $4\pi x^2$.
sur laquelle les photons se répartissent.

$$\dot{X} = \frac{A}{4\pi x^2} \cdot \frac{e}{\varpi} \cdot \sum_i \left[n_i(E_i)\, E_i \cdot \left(\frac{\mu_i}{\rho}\right)_{air}\right] = T \cdot A$$

dépend de l'énergie.

T cte spécifique d'irradiation, spécifique d'un radioélément

$$\Gamma = \frac{1}{4\pi x^2} \cdot \frac{e}{\varpi} \cdot \sum_i \left[n_i(E_i) . E_i \cdot \left(\frac{\mu_i}{\rho}\right)_{air}\right]$$

2) $\frac{dX}{dt} = \Gamma A.$

$[\Gamma] = \frac{IT}{M} \cdot \frac{1}{T} \cdot \frac{1}{T^{-1}}$

$[\Gamma] = I T M^{-1}$ même dimension que l'exposition.

unité SI : $C.kg^{-1}$ ou $C.kg^{-1}.s^{-1}.Bq^{-1}$

choisie

relie exposition (débit de) à l'activité.

3) $x = 1m$, par 2 $h\nu$ γ de 1,173 MeV + 1,333 MeV.

$n_1 = 1$

$n_2 = 1$

$\left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{air} = 2,7 \cdot 10^{-3}\ m^2/kg$ pour $h\nu \in [0,1 ; 3]$ MeV.

$\Gamma_{Co} = \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{1,6.10^{-13}}{33,7 . \cancel{e}} \left(1 \times 1,173 + 1,333 \times 1 \right) 10^{+6} \cancel{e} . 2,7.10^{-3}$

$\Gamma_{Co} = 2,56 . 10^{-18}\ C.kg^{-1}.s^{-1}.Bq^{-1}$

4) pour 100 désintégration, il y a + de 100 γ $h\nu$.

$n_1 = 0,01$ $E_1 = 1,088 - 0,412 = 0,676$ MeV

$n_2 = 0,9957$ $E_2 = 0,412$ MeV

$n_3 = 0,004$ $E_3 = 1,088$ MeV.

$T_{Au} = \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{1,6.10^{-13}}{33,7. \cancel{e}} . 10^{6} . \cancel{e} \left(0,01 . 0,676 + 0,9957 . 0,412 + 0,004 . 1,088 \right) . 2,7.10^{-3}$

$T_{Au} = 4,30 . 10^{-19}\ C.kg^{-1}.s^{-1}.Bq^{-1}$

5) $\dot{X} = T_{Co} \cdot A.$

$\dot{X} = 2,56 \cdot 10^{-18} \cdot 37 \cdot 10^{3}$

$\dot{X} = 9,47 \cdot 10^{-8} \quad C \cdot kg^{-1} \cdot s^{-1}$

$\dot{X} = \frac{9,47 \cdot 10^{-8}}{2,58 \cdot 10^{-4}} \cdot 60 \cdot 60$

$\dot{X} = 1,32 \quad R \cdot h^{-1}$

$\dot{X} = \dot{X}_0 \, e^{-\mu x}$ ou $\dot{X} = \dot{X}_0 \, e^{-\mu x}$

↳ exposit° après introduction épaisseur de Pb

↳ exposition avant écran.

$0,1 = 1,32 \, e^{-\mu x}$

$e^{-\mu x} = \frac{\dot{X}}{\dot{X}_0}$

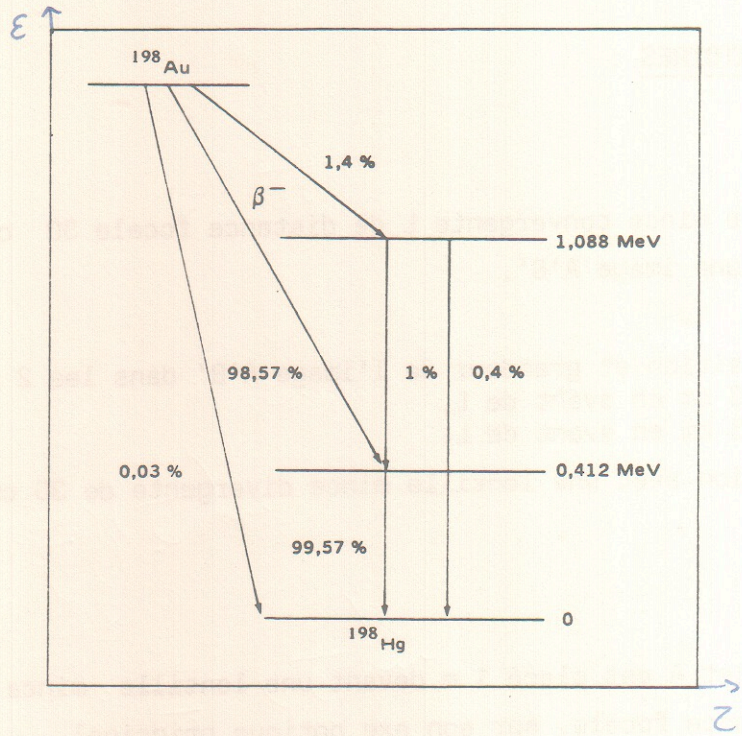
$x = \frac{1}{\mu} \ln \frac{\dot{X}_0}{\dot{X}} \qquad x_{1/2} \, \mu = \ln 2$

$x = x_{1/2} \ln \frac{\dot{X}_0}{\dot{X}} \cdot \frac{1}{\ln 2}$

$x = \frac{1,34}{\ln 2} \cdot \ln \frac{1,32}{0,1}$

$x = 5,02$ cm.

4) Calculer Γ à 1 m d'une source de ^{198}Au dont le schéma de désintégration est donné ci-dessous :



5) Soit une source ponctuelle de 37 GBq de ^{60}Co

- calculer en $R.h^{-1}$ le débit d'exposition dans l'air à 1 m de cette source
- on désire expédier cette source dans un blindage sphérique en plomb. Les normes de protection exigent que le débit d'exposition à 1 m d'une source radioactive soit au plus égal à 100 $mR.h^{-1}$. Calculer l'épaisseur minimum de plomb nécessaire.

On admet que :

$\left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{air} = 2,7.10^{-3}\ m^2.kg^{-1}$ pour des photons γ d'énergie $0,1 < E < 3 MeV$

l'énergie moyenne d'ionisation de l'air $\overline{w} = 33,7$ eV

$1\ R = 2,58.10^{-4}\ C.kg^{-1}$

On donne pour le plomb et pour les photons γ du ^{60}Co

$x_{1/2} = 1,34$ cm $\qquad \rho_{Pb} = 11,3\ g.cm^{-3}$

O P T I Q U E

1ère séance

+=+=+=+=+=+

EXERCICES OBLIGATOIRES :

Exercice n° 1 :

Une lentille mince convergente L de distance focale 30 cm donne d'un objet AB = 1 cm une image A'B'.

1°) - Nature, position et grandeur de l'image A'B' dans les 2 cas suivants :
a) objet à 90 cm en avant de L,
b) objet à 15 cm en avant de L.

2°) - Même question avec une lentille mince divergente de 30 cm de distance focale.

Exercice n° 2 :

Un point objet A est placé 1 m devant une lentille mince convergente de 25 cm de distance focale, sur son axe optique principal.

1°) - Nature et position de l'image A'.

2°) - Même question avec une lentille mince divergente de même distance focale.

3°) - Faire les constructions géométriques.

Exercice n° 3 :

Un système optique est formé de deux lentilles minces L_1 et L_2 ayant même axe principal et situées à 50 cm l'une de l'autre. La lentille L_1 est convergente ; sa distance focale est de 50 cm. La lentille L_2 est divergente et a la même distance focale.

- Déterminer l'image (nature, position, grandeur) d'un objet AB de 10 cm de hauteur, placé à 1,5 m en avant de L_1.

Exercice n° 4 :

Calculer pour l'oeil emmétrope la distance qui sépare la rétine du sommet du dioptre correspondant à l'oeil réduit, sachant que le rayon de courbure du dioptre est de 5,6 mm et que l'indice du second milieu est $n_2 = 1,34$.

... / ...

EXERCICES FACULTATIFS :

Exercice n° 1 :

Où faut-il placer un objet devant une lentille convergente mince de 40 cm de distance focale pour obtenir une image réelle 4 fois plus grande ?

Réponse : p = - 50 cm

Exercice n° 2 :

Une lentille mince donne d'un objet réel situé à 1 m, une image droite deux fois plus petite que l'objet.

1°) - Vergence algébrique et nature de la lentille ?

2°) - Faire la construction géométrique.

Réponse : Lentille divergente de - 1 dioptrie.

Exercice n° 3 :

Devant une lentille mince convergente, on place perpendiculairement à son axe un objet lumineux plan. On trouve que pour une certaine position de l'objet, la lentille en donne une image réelle 2 fois plus grande que lui ; puis, ayant rapproché l'objet de la lentille, on constate que l'image, toujours réelle, s'est déplacée de 30 cm, et est devenue 3 fois plus grande que l'objet.

- Calculer la distance focale de la lentille.

Réponse : f' = 30 cm

Exercice n° 4 :

Un système optique est formé de deux lentilles minces convergentes, identiques, de même axe principal, de 30 cm de distance focale et écartées de 20 cm.

1°) - Déterminer l'image (position, nature, grandeur) d'un objet AB de 5 cm de hauteur placé 50 cm en avant de la première lentille.

2°) - Faire la construction géométrique.

Réponse : Image réelle de 2,648 cm.

... / ...

Exercice n° 5 :

Deux lentilles minces de même axe optique sont situées à la distance $d = 4$ cm l'une de l'autre. La lentille L_1 est convergente ($f'_1 = 6$ cm) et la lentille L_2 divergente ($f'_2 = 2,5$ cm).

- Déterminer par le calcul et en utilisant un schéma, la position de l'image d'un objet situé à l'infini.

Réponse : $\overline{O_2F'} = 10$ cm

Exercice n° 6 :

Une lentille mince biconvexe est taillée dans un verre d'indice $n = 1,5$. Le rayon de courbure de la première face est $R_1 = 20$ cm. Quelle doit être la valeur du second rayon de courbure si l'on veut obtenir une lentille de convergence $V = 5$ dioptries ?

Réponse : $R_2 = - 0,2$ m

ED 2 exo 1

- lentille mince convergente

AB = 1 cm

$f' = +0{,}30$ m $\quad V = +3{,}\overline{33}$ dt $\qquad -\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f'} = -\frac{1}{f} = V$

f' = distance focale image

f = " " objet

pour $p = -0{,}3$ m :

$$-\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = V \iff p' = \left(V + \frac{1}{p}\right)^{-1} = +0{,}45 \text{ m}$$

image réelle

$$\frac{AB}{p} = \frac{A'B'}{p'}$$

$$A'B' = AB \cdot \frac{p'}{p} = 0{,}01 \cdot \frac{+0{,}45}{-0{,}3} = \cancel{\times}\, 0{,}5 \text{ cm}$$

sens opposé

2 fois + petit

pour $p = -0{,}15$ m

$$p' = \left(V + \frac{1}{p}\right)^{-1} = -0{,}3 \text{ m}$$

image virtuelle

$$A'B' = AB \cdot \frac{p'}{p} = 0{,}01 \cdot \frac{-0{,}3}{-0{,}15} = 2 \text{ cm}$$

, = sens

2 fois + gros.

lentille mince divergente

AB = 1 cm $\quad f' = -0{,}30$ m $\quad V = -3{,}\overline{33}$ dt

pour $p = -0{,}3$ m

$$p' = \left(V + \frac{1}{p}\right)^{-1} = -22{,}5 \text{ cm}$$

image virtuelle

$$A'B' = AB \cdot \frac{p'}{p} = 0{,}01 \cdot \frac{-0{,}225}{-0{,}3} = 0{,}25 \text{ m}$$

image 4 fois + petite, = sens.

pour $p = -0{,}15$ m

$$p' = \left(V + \frac{1}{p}\right)^{-1} = -0{,}1 \text{ m}$$

image virtuelle.

$$A'B' = AB \cdot \frac{p'}{p} = 0{,}01 \cdot \frac{-0{,}1}{-0{,}15} = +0{,}66 \text{ cm} \qquad \gamma = \frac{2}{3}$$

exo 2

→ lentille mince convergente

$f' = +0,25\,m \qquad V = 4\,dt.$

$p = -1\,m.$

$p' = \left(V + \frac{1}{p}\right)^{-1} = +0,33\,m$

image réelle à 0,33 m après la lentille.

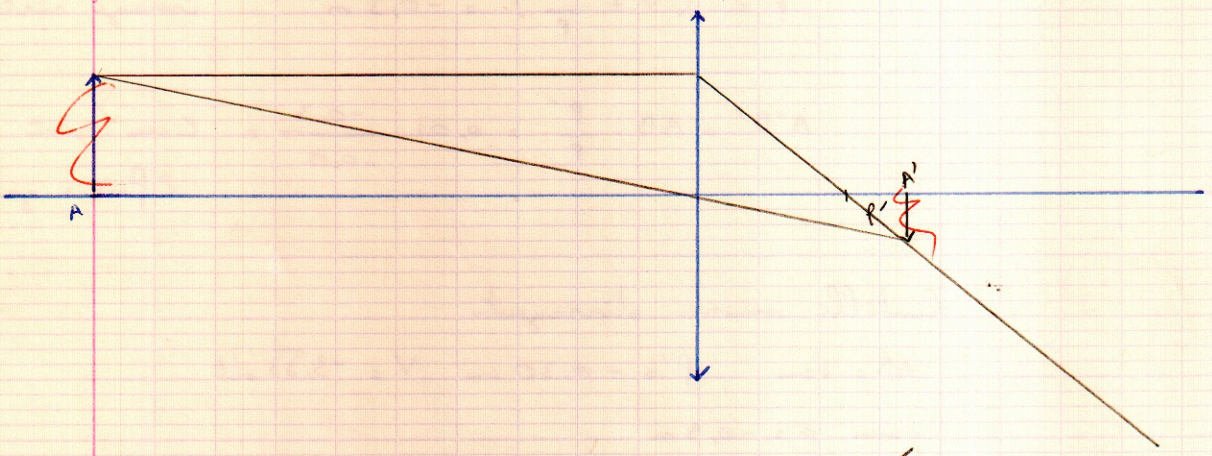
→ lentille mince divergente

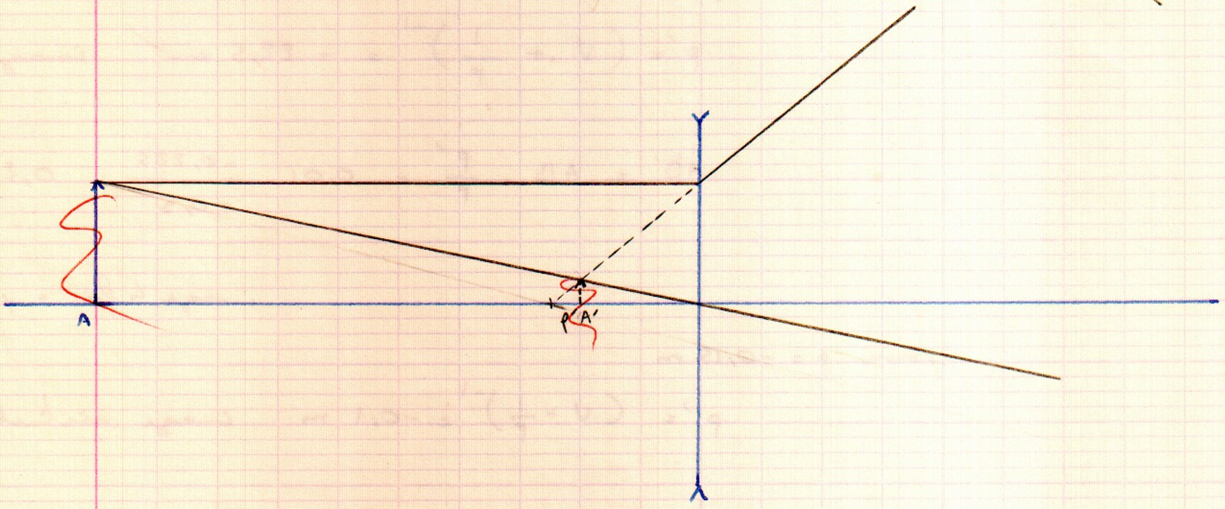
$f' = -0,25\,m \qquad V = -4\,dt$

$p = -1\,m$

$p' = \left(V + \frac{1}{p}\right)^{-1} = -0,2\,m$

image virtuelle en avant de 20 cm de la lentille.



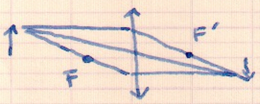


lentille convergente : foyer image F' est en arrière.

V positif.

F' : pt où se forme image objet à l'∞.

3 pinceaux lumineux.



grandissement $\gamma = \dfrac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \dfrac{p'}{p}$

image réelle : sur ds $\frac{1}{2}$ plan image $(p'>0)$.

virtuelle : " " objet $(p'<0)$

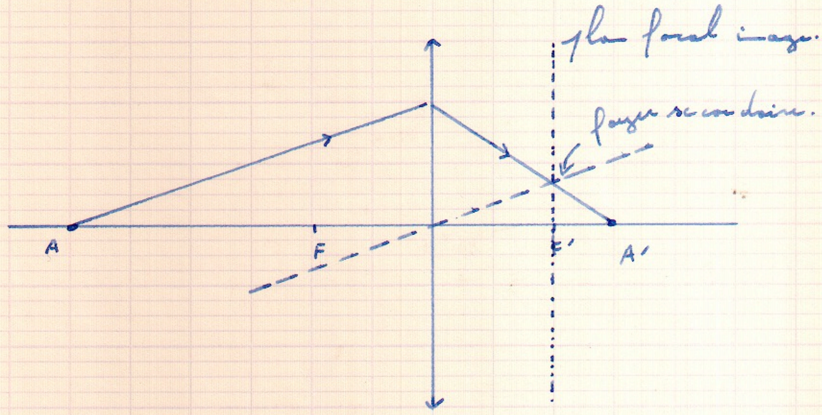
inversement pour objet.

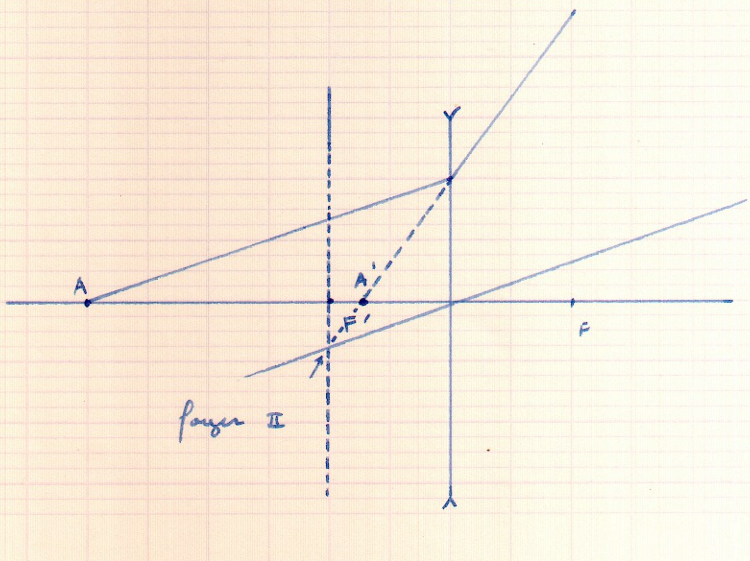
→ V lentille cv ou divergent.

lentille divergente : foyer image F' en avant.

virtuel : tracer en pointillés.

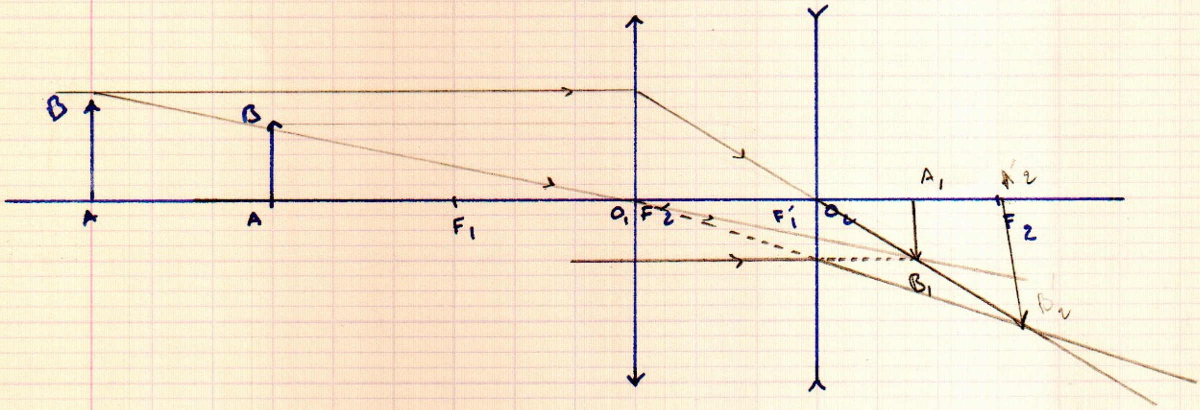
ens 2





ED 3 optique

correction ED 2 n 3



• $-\frac{1}{p_1} + \frac{1}{p'_1} = \frac{1}{f'_1}$ $\qquad -\frac{1}{-1,5} + \frac{1}{p'_1} = \frac{1}{0,5} \Rightarrow p'_1 = 0,75\ m$

• $-\frac{1}{p_2} + \frac{1}{p'_2} = \frac{1}{f'_2}$ $\qquad -\frac{1}{+0,25} + \frac{1}{p'_2} = \frac{1}{-0,5}$ $\qquad p'_2 = +0,5\ m$

ds $\frac{1}{2}$ plan image $\Rightarrow$ réelle.

$\gamma = \gamma_1 . \gamma_2 = \frac{p'_1}{p_1} . \frac{p'_2}{p_2} = \frac{0,75}{-1,5} . \frac{0,5}{0,25} = \left(-\frac{1}{2}\right)\left(+2\right) = -1$

m̂ taille que objet, mais en sens opposé.

exo 3

- détermination de l'image de L_1 A_1B_1.

$V_1 = +2 \text{ dt}$ $\qquad p_1 = -1{,}5 \text{ m}$

$$p_1' = \left(V_1 + \frac{1}{p_1}\right)^{-1} = \left(2 - \frac{1}{1{,}5}\right)^{-1} = +0{,}75 \text{ m}$$

image réelle, en avant de L_1 de 0,75 m.

$$A_1B_1 = AB \cdot \frac{p_1'}{p_1} = 10 \cdot \frac{+0{,}75}{-1{,}5} = -5 \text{ cm}.$$

image inversée, 2 fois + petite.

- détermination de l'image de L_2 : $A'B'$

$V_2 = -2 \text{ dt}$ $\qquad p_2 = p_1' - 0{,}5 = +0{,}25 \text{ m}$

objet virtuel.

$$p_2' = \left(V_2 + \frac{1}{p_2}\right)^{-1} = \left(-2 + \frac{1}{0{,}25}\right)^{-1} = +0{,}5 \text{ m}$$

image réelle.

$$A'B' = A_1B_1 \cdot \frac{p_2'}{p_2} = -5 \cdot \frac{0{,}5}{0{,}25} = -10 \text{ cm}.$$

image de = taille que AB
inversée.

exo 4.

$R = 5{,}6 \text{ mm}.$

$n_2 = 1{,}34$ $\qquad n_1 = 1$

f'?

$$V = \frac{n_2 - n_1}{R} = 60{,}75 \text{ dt}$$

$$-\frac{n_1}{p_1} + \frac{n_2}{p_2} = V$$

$p_1 = -\infty$ $\qquad p_2 = \dfrac{n_2}{V} = 0{,}02207 \text{ m}$

$= 22{,}07 \text{ mm}$

cas 1°

Lentille convergente mince : $f' = +0,4\,m$ $V = 2,5$ dt

on veut

$$\frac{A'B'}{AB} = -4 = \frac{p'}{p} \qquad p' = -4p.$$ négatif car image réelle.

$$-\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = V$$

$$\Leftrightarrow \quad -\frac{1}{p} - \frac{1}{4p} = V$$

$$\Leftrightarrow \quad \frac{-4 - 1}{4p} = V$$

$$\Leftrightarrow \quad -\frac{5}{4p} = V$$

$$\Leftrightarrow \quad p = -\frac{5}{4V} = -\frac{5}{4 \cdot 2,5} = -\frac{5}{10} = -0,5\ m = -50\ cm.$$

cas 2°

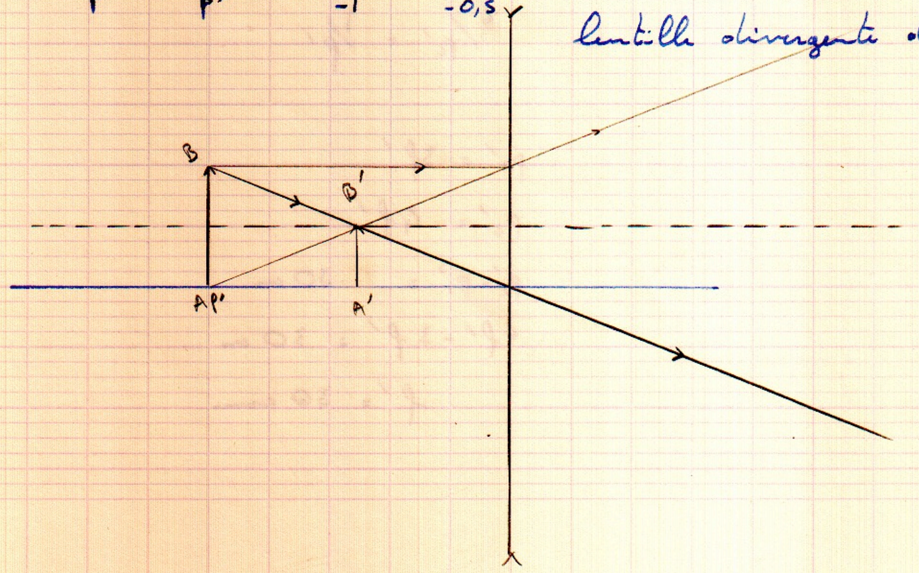
$p = -1\,m$

image droite 2 fois + petite.

$$\frac{A'B'}{AB} = +\frac{1}{2} = \frac{p'}{p} \qquad p' = +\frac{1}{2}p = -0,5\,m.$$

$$V = -\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = -\frac{1}{-1} + \frac{1}{-0,5} = 1 - 2 = -1\ \text{dt}$$

lentille divergente de -1 dt.



eso 3'

lentille convergente mince.

$p_1 \longrightarrow \quad \frac{A_1B_1}{AB} = -2 = \frac{p_1'}{p_1} \qquad p_1' = -2p_1 \qquad p_1 = -\frac{1}{2}\, p_1'$

$p_2 \longrightarrow \quad \frac{A_2B_2}{AB} = -3 = \frac{p_2'}{p_2} \qquad p_2' = -3p_2 \qquad p_2 = -\frac{1}{3}\, p_2'$

$|p_2' - p_1'| = 30$ cm. $\quad f'?$

$$-\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f'}$$

on a :
$$\begin{cases} -\dfrac{1}{p_1} + \dfrac{1}{p_1'} = \dfrac{1}{f'} \\ -\dfrac{1}{p_2} + \dfrac{1}{p_2'} = \dfrac{1}{f'} \end{cases} \qquad p_2' - p_1' = 30 \text{ cm.}$$

$$\begin{cases} +\dfrac{2}{p_1'} + \dfrac{1}{p_1'} = 1/f' \\ +\,3/p_2' + 1/p_2' = 1/f' \end{cases}$$

$$\begin{cases} 3/p_1' = 1/f' \\ 4/p_2' = 1/f' \end{cases}$$

$p_1' = 3f'$

$p_2' = 4f'$

$p_2' - p_1' = 30$ cm.

$4f' - 3f' = 30$ cm

$f' = 30$ cm.

exo 4'

. image de L_1 de AB : A_1B_1

$$-\frac{1}{p_1} + \frac{1}{p_1'} = \frac{1}{f'} \qquad p_1 = -0,5\,m$$

$$p_1' = \left(\frac{1}{f'} + \frac{1}{p_1}\right)^{-1} = \left(\frac{1}{0,3} - \frac{1}{0,5}\right)^{-1} = +0,75\ m.$$

image réelle.

$$A_1B_1 = 5 \cdot \frac{p_1'}{p_1} = 5 \cdot \frac{0,75}{-0,5} = -7,5\ cm. \qquad \text{sens opposé}$$

. image de L_2 de A_1B_1 : $A'B'$

$$p_2 = 0,75 - 0,20 = +0,55\ m \quad \text{objet virtuel.}$$

$$-\frac{1}{p_2} + \frac{1}{p_2'} = \frac{1}{f'}$$

$$p_2' = \left(\frac{1}{f'} + \frac{1}{p_2}\right)^{-1} = \left(\frac{1}{0,3} + \frac{1}{0,55}\right)^{-1} = +0,1941\ m$$

image réelle.

$$A'B' = A_1B_1 \cdot \frac{p_2'}{p_1} = -7,5 \cdot \frac{0,1941}{0,55} = -2,648\ cm$$

inversée.

O P T I Q U E

2ème séance

+=+=+=+=+=+

EXERCICES OBLIGATOIRES :

Exercice n° 1 :

Déterminer la puissance d'un verre correcteur pour un oeil presbyte en fonction de son amplitude d'accommodation A et de la proximité de son remotum R.

Exercice n° 2 :

Un oeil myope peut être considéré comme un dioptre unique possédant les caractéristiques suivantes :

$R = 5{,}6$ mm $n = 4/3$

a) Calculer les distances focales correspondant à ce dioptre.

b) La rétine est située à 24 mm du sommet du dioptre. Calculer la position du punctum remotum.

c) L'amplitude d'accommodation étant de 10 dioptries, calculer la position du punctum proximum.

d) Le rayon de courbure de la cornée étant de 5,6 mm, donner la valeur des rayons R1 et R2 des verres de contact utilisés pour la correction. (indice des verres de contact : $n' = 1{,}5$).

e) On pourrait également corriger cette myopie avec des verres de lunette placés à 1 cm du dioptre équivalent. Donner la nature et la puissance de ces verres.

Exercice n° 3 :

Un oeil hypermétrope au repos peut être représenté par un dioptre sphérique unique équivalent, possédant les caractéristiques suivantes :

$R = 0{,}56$ cm et $n = 1{,}34$

a) La rétine étant à une distance de 20 mm du dioptre, calculer la position du punctum remotum.

b) Calculer le degré d'amétropie de cet oeil hypermétrope.

c) L'amplitude d'accommodation étant de 10 dioptries, calculer la position du punctum proximum.

d) On corrige cette hypermétropie par un verre situé à 1 cm du sommet du dioptre. Quelle est la nature et la puissance du verre.

e) Quelle est la nouvelle amplitude d'accommodation de cet oeil corrigé ?

... / ...

Exercice n° 4 :

L'acuité visuelle d'un oeil normal étant de $\frac{10}{10}$, à quelle distance maximale pourra-t-il distinguer deux points séparés de 1,5 mm ?

Exercice n° 5 :

Un microscope a un objectif de 200 dioptries de puissance et un oculaire de 2 cm de distance focale. A 5,1 mm de l'objectif on place un objet de 25 µm.

a) L'observateur dont le PR est à $-\infty$ n'accommode pas et voit l'image nettement. Calculer dans ce cas, la puissance du microscope et son grossissement commercial.

b) Le punctum proximum de l'observateur est à - 25 cm. L'oeil étant placé au foyer image de l'oculaire, quelle est la latitude de mise au point du microscope.

c) Avec l'objectif utilisé on a un champ de 160°. Quelle est la limite de résolution d'un tel appareil lorsqu'on travaille avec une lumière jaune de 580 nm ?

Exercice n° 6 :

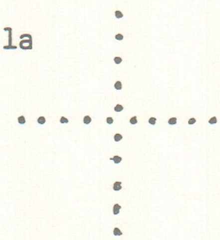
Un oeil astigmate peut être considéré comme équivalent à un dioptre unique possédant un rayon de courbure R_h = 5,8 mm dans le plan horizontal et un rayon de courbure R_v = 5,6 mm dans le plan vertical.
L'indice du milieu de l'oeil est de 4/3 ; la rétine est située à 20mm du sommet du dioptre.

a) Déterminer la position de la focale horizontale et la position de la focale verticale. En déduire le type d'astigmatisme de cet oeil.

b) Calculer la puissance des deux méridiens principaux.

c) Préciser la correction de cet oeil (on négligera la distance oeil-lentille).

d) Dessiner comment l'oeil voit l'objet ci-contre lorsque :



- on lui accole un verre sphérique de 7,1 dioptries.
- on lui accole un verre sphérique de 9,1 dioptries.

EXERCICES FACULTATIFS :

Exercice n° 1 :

Un oeil dont l'amplitude d'accommodation est de 5 dioptries a son punctum proximum situé à - 12,5 cm.

1°) - Donner la nature de l'amétropie et le degré d'amétropie de cet oeil.

2°) - Où se trouve son punctum remotum ?

3°) - Quelle est la puissance du verre correcteur (placé à 1 cm de la cornée) ?

4°) - Quelle est la position du punctum proximun après correction ?

5°) - Quelle est la nouvelle amplitude d'accommodation après correction ?

Réponses : 1°) Myope. R = - 3 dioptries

2°) - 33,3 cm

3°) P = - 3,09 dioptries

4°) - 18,8 cm

5°) A = 5,3 dioptries.

Exercice n° 2 :

Un oeil a son punctum remotum à 2 m et son punctum proximum à 50 cm.

1°) - Quelle est la vergence du verre correcteur permettant la vision des objets éloignés ?
On suppose le centre optique du verre correcteur placé à 1cm du dioptre équivalent.

2°) - Quelle est la distance minimale de vision distincte de l'oeil muni de ce verre ?

3°) - Quelle est la vergence du verre correcteur à utiliser pour voir nettement jusqu'à 20 cm de l'oeil ? (le verre est toujours placé à 1 cm de l'oeil).

4°) - Déterminer la distance maximale de vision distincte de l'oeil muni de ce verre.

5°) - Avec un verre bifocal réunissant les deux lentilles précédentes, le sujet voit-il nettement de 20 cm à l'infini ?

Réponses : 1°) - vergence = - 0,5025 dioptrie donc verre de - 0,5 dioptrie*.

2°) - distance minimale de vision distincte : environ 66 cm (65,9 cm).

3°) - vergence : + 3,22 dioptries donc verre de 3,25 dioptries*.

4°) - distance maximale de vision distincte : environ 28 cm (27,6 cm).

5°) - NON : avec un verre bifocal, vision non nette entre 28 et 66 cm de l'oeil. (Vision nette de 50 cm à 2 m sans verre correcteur).

*Les vergences des verres correcteurs vont de 0,25 en 0,25 dioptrie pour les faibles vergences puis de 0,5 en 0,5 dioptrie.

Exercice n° 3 :

Le degré d'astigmatisme d'un oeil vaut 1 dioptrie. Calculer la différence de rayon existant entre les deux sections principales de l'oeil réduit équivalent. On fera l'approximation : $R_v . R_h = R_m^2$

On donne : n = 1,33

R_v = rayon suivant le méridien vertical

R_h = rayon suivant le méridien horizontal

R_m = rayon moyen = 5,9 mm

Réponse : $1,05 \cdot 10^{-4}$ m

Exercice n°4 :

On considère un oeil astigmate myope simple, dont la focale horizontale est située 1 mm en avant de la rétine.

La distance du sommet S de l'oeil à la rétine est 20 mm.

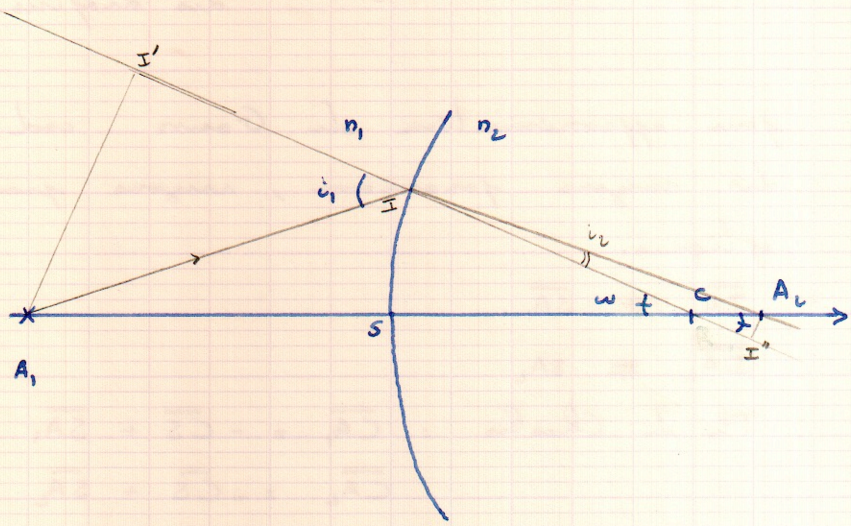
a) Par quelle association de lentilles peut-on représenter cet oeil. Donner les puissances de ces lentilles.

b) Quel verre correcteur faut-il utiliser ?

Réponses: a) Lentille sphérique de 50 dioptries + lentille cylindrique de 2,63 dioptries de P. verticale.

b) Correction : verre cylindrique divergent de - 2,63 dioptries.

ED 3 dioptres, oeil.



A_1 : pt objet.

dioptre convergent $n_2 > n_1$, indice le plus élevé est dans la concavité.

Loi de Descartes.

$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$

$I'A_1$ = haut trg $CI'A_1$ et $I'IA_1$

$\Rightarrow \overline{I'A_1} = \overline{IA_1} \sin i_1$ ds trg $I'IA_1$

et $\overline{I'A_1} = \overline{CA_1} \sin \omega$ ds trg $CI'A_1$

idem pour image.

$\overline{I''A_2} = \overline{IA_2} \sin i_2$

$\overline{I''A_2} = \overline{CA_2} \sin \omega$

division.

$$\frac{\overline{IA_1}}{\overline{IA_2}} \cdot \frac{\sin i_1}{\sin i_2} = \frac{\overline{CA_1}}{\overline{CA_2}}$$

$$\Leftrightarrow \quad \frac{\overline{IA_1}}{\overline{IA_2}} \cdot \frac{n_2}{n_1} = \frac{\overline{CA_1}}{\overline{CA_2}}$$

$$n_1 \frac{\overline{CA_1}}{\overline{IA_1}} = n_2 \frac{\overline{CA_2}}{\overline{IA_2}}$$

formule de conjugaison des dioptres sphériques.

pour approximation de Gauss c.a.d, on considère des rayons paraxiaux, rayons proches de l'axe optique.

$\overline{IA_1} \# \overline{SA_1}$

$\overline{IA_2} \# \overline{SA_2}$

Th de Chasles : $\overline{CA_1} = -\overline{CS} + \overline{SA_1}$

$\overline{CA_2} = -\overline{CS} + \overline{SA_2}$

$$n_1 \frac{\overline{SA_1} - \overline{SC}}{\overline{SA_1}} = n_2 \frac{\overline{SA_2} - \overline{SC}}{\overline{SA_2}}$$

$\overline{SC} = R$

$\overline{SA_1} = p_1$

$\overline{SA_2} = p_2$

$$n_1 \times \left(1 - \frac{R}{p_1}\right) = n_2 \left(1 - \frac{R}{p_2}\right)$$

$$-\frac{n_1}{p_1} + \frac{n_2}{p_2} = \frac{n_2 - n_1}{R}$$

formule des dioptres sphériques en fonction des indices.

foyer objet : pt dont image se forme à l'∞.

$$-\frac{n_1}{p_1} + \frac{n_2}{\infty} = \frac{n_2 - n_1}{R}$$

$$f_1 = \frac{-n_1 R}{n_2 - n_1}$$

foyer image : pt où se forme image objet à l'∞.

$$f_2 = \frac{n_2 R}{n_2 - n_1}$$

foyer f' et f ne sont pas symétriques.

$$\frac{f_1}{f_2} = -\frac{n_1}{n_2} \qquad f_1 + f_2 = R.$$

$$-\frac{n_1}{p_1} + \frac{n_2}{p_2} = \frac{n_2 - n_1}{R} = \frac{n_2}{f_2} = -\frac{n_1}{f_1} = V$$

$$\times \frac{f_2}{n_2} \ \hookrightarrow \ \underbrace{-\frac{n_1}{p_1} \cdot \frac{f_2}{n_2}}_{f_1} + \frac{\cancel{n_2}}{p_2} \cdot \frac{f_2}{\cancel{n_2}} = \underbrace{\frac{\cancel{n_2}}{\cancel{f_2}} \cdot \frac{\cancel{f_2}}{\cancel{n_2}}}_{1}$$

$$\frac{f_1}{p_1} + \frac{f_2}{p_2} - 1 = 0$$ formule en fonction focales.

exo 4.

$R = 5{,}6$ mm $\quad n_2 = 1{,}34.$

œil emmétrope : une image d'un objet à l'∞ doit se former sur la rétine.

ou : le foyer image doit se trouver sur la rétine.

↳ f_2 ?

$$f_2 = \frac{n_2 R}{n_2 - n_1} = \frac{1{,}34 \cdot 5{,}6}{1{,}34 - 1} = 22{,}1 \text{ mm.}$$

ED 3 optique 2e séance.

cas 1

PR = pt que l'oeil peut voir sans accomoder

= pt conjugué de la rétine sans accommoder.

PP = idem avec accomodation au maximum.

proximité PR : $R = 1/d_{PR}$

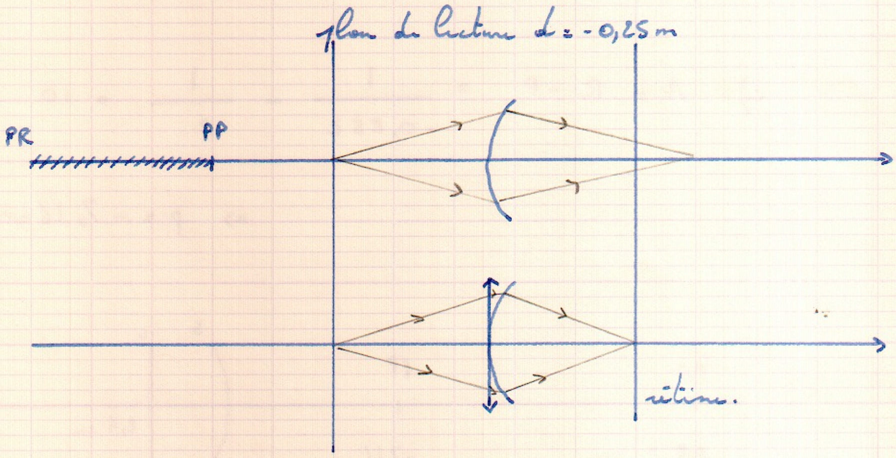
en dt.

PP : $P = 1/d_{PP}$

amplitude accomodation $A = R - P$

oeil normal $A = +10$ dt.

âge : A ↘.



$$V = -\frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

$$V = -\frac{1}{-0{,}25} + R - \frac{A}{2}$$

$$V = 4 + R - \frac{A}{2}$$

on conserve à l'oeil sa moitié de son amplitude d'accomodation. $\frac{A}{2}$.

$\Rightarrow \frac{A}{2} = R - P'$

$\Rightarrow \frac{A}{2} = R - 1/p'$

$\Rightarrow 1/p' = R - \frac{A}{2}$

exo 2

$R = 5,6 \text{ mm} \qquad n = 4/3$

a) $f_1 = -\dfrac{n_1 R}{n_2 - n_1} = -\dfrac{1 \cdot 5,6}{1/3} = -16,8 \text{ mm.}$

$f_2 = \dfrac{n_2 R}{n_2 - n_1} = \dfrac{4/3 \cdot 5,6}{1/3} = +22,4 \text{ mm.}$

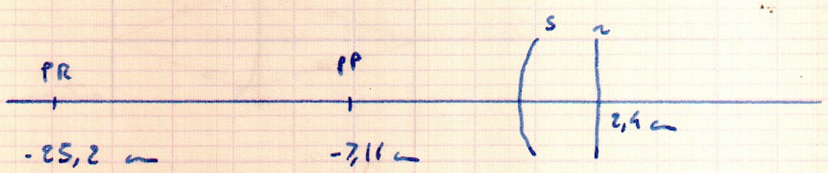
b) $-\dfrac{n_1}{r} + \dfrac{n_2}{p_2} = \dfrac{n_2 - n_1}{R}$

$-\dfrac{1}{r} + \dfrac{1,33}{+24 \cdot 10^{-3}} = \dfrac{0,34}{5,6 \cdot 10^{-3}}$

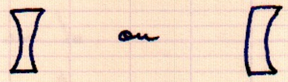
$r = -0,252 \text{ m}$

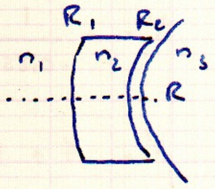
c) $A = R - P = \dfrac{1}{-0,252} - \dfrac{1}{p} = 10$

$\Rightarrow p = -7,16 \text{ cm}$



d) verres divergents : à bords épais.





concave = creuse

convexe = bombée

pour que la lentille tienne, avec $R_2 = 5,6 \text{ mm}$.

ED4

$V_T = V_1 + V_2$ l' Σ (oeil + verre) V_T pour voir à ∞.

$V_T =$

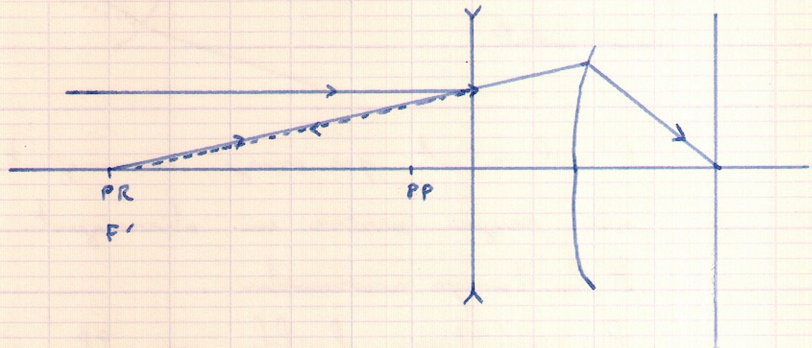
$V = \dfrac{n_2 - n_1}{R} = \dfrac{n_2}{f_2} = \dfrac{n_1}{f_1}$

$V_T = V_1 + V_2 = \dfrac{n_3}{p(\text{rétine})}$

$\dfrac{1,5 - 1}{R_1} + \dfrac{4/3 - 1,5}{R_2 = 5,6.10^{-3}} = \dfrac{4/3}{24.10^{-3}}$

$R_1 = 5,86$ mm. $> R_2$ ménisque divergent.

c)



l'image d'un pt à l'∞ se forme sur la rétine.
quelle puissance pour la lentille. F' de l'image du verre correcteur doit se trouver sur le PR.

un verre V tel que $V = \dfrac{1}{f'} = \dfrac{1}{-2,52 + 0,1 \text{ dm}} = -4,13$ dt.

exo 3.

$R = 5,6$ mm $n = 1,34$.

a) rétine = conj du PR qd oeil accomode pas.

$-\dfrac{n_1}{p_1} + \dfrac{n_2}{p_2} = \dfrac{n_2 - n_1}{R}$

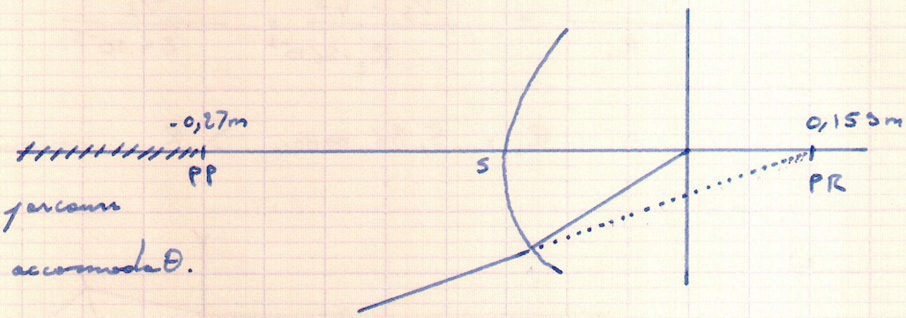
$-\dfrac{1}{x} + \dfrac{1,34}{0,02} = \dfrac{1,34 - 1}{0,0056}$ $x = +0,153$ m.

$R = 1/\rho = 6,53$ dt.

$A = R - P$

$P = R - A$

$\rho = (R - A)^{-1} = (6,3 - 10)^{-1} = -0,263$ m.



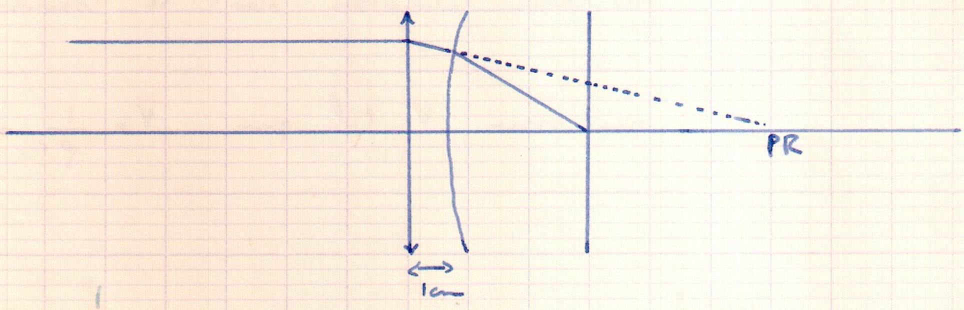
l'oeil n'est pas assez convergent.

nos rayons arrivent en divergent.

.H le temps accomoder.

hypermétrope faible a PP côté négatif.

si h. fort : pas de parcours d'accomodation.



$V = \dfrac{1}{f'} = \dfrac{1}{0,153 + 0,01} = +5,3$ dt. verre convergent.

$A = R - P$. nouveau $R = 1/\infty$.

$A = 0 - P$ où se trouve le pt le + proche.

$$-\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f'}$$

de même que pour PR.

un objet situé au nouveau PP donne une image sur l'ancien PP.

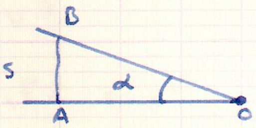
$$-\frac{1}{p} + \frac{1}{-0,263 + 0,01} = V$$

$p = -10,2$ cm.   nouveau PP PAR RAPPORT ~~à l'œil.~~ à la lentille verre

$$A = 0 - P = -1/p = -\frac{1}{-0,102 - 0,01} = 8,9 \text{ dt.}$$

exo 4.

$$AV = \frac{1}{\alpha_{min}} \times 10.$$



AV = inverse du pouvoir séparateur. $AB = 1,5.10^{-3}$ m.

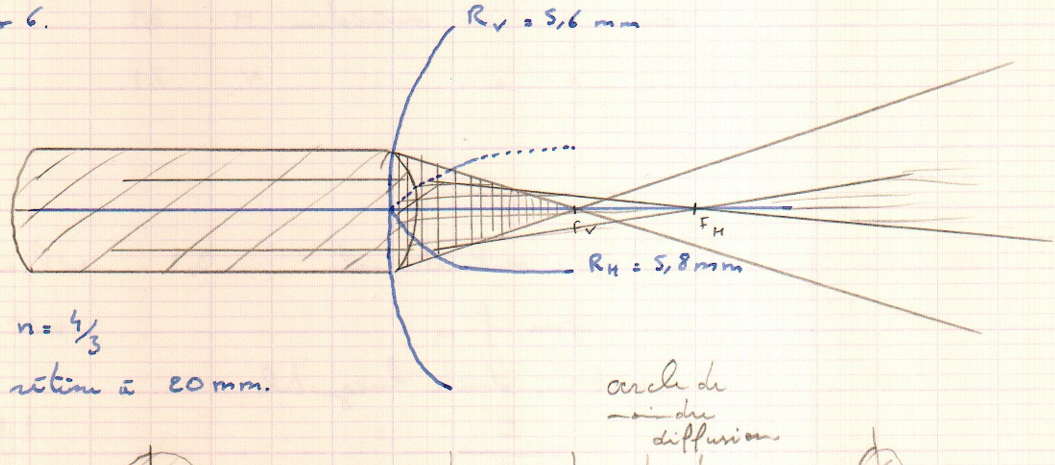
α en minutes ' × 10

si $AV = \frac{10}{10}$, α = 1'

$$tg\, \alpha_{min} = \alpha_{min} (rad) = \frac{AB}{OA}$$

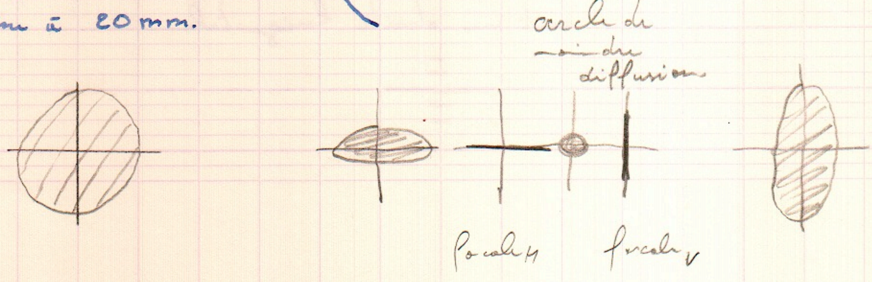
$1' = 3.10^{-4}$ rad $OA = \frac{AB}{3.10^{-4}} = 5$ m.

exo 6.



$n = 4/3$

rétine à 20 mm.



a) f_H = focale horizontale $f_{2V} = \frac{4/3 \cdot 5,6}{4/3 - 1} = 22,4$ mm

focale verticale $f_{2h} = \frac{4/3 \; 5,8}{4/3 - 1} = 23,2$ mm.

rétine à 20 mm.

les 2 foyers sont derrière, astigmate composé hypermétrope

pour que l'oeil soit normal,

$V_V = \frac{n_2 - n_1}{R_V} = 59,5$ dt

$V_H = 57,5$ dt. degré d'astigmatisme tel que $V_V - V_H$.

avec $V = \frac{4/3}{0,02} = 66,6$ dt pour les 2.

corriger : amener la différence.

vert $66,6 - 59,5 = 7,1$ dt

horz $66,6 - 57,5 = 9,1$ dt.

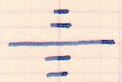
verre sphéro cylindrique.

axe + = méridien H 9,1

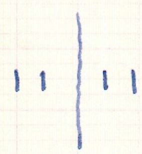
− = V 7,1.

verre sphérique.

7,1 : oeil astigmate pour f_H voit une droite horizontale



9,1 oeil myope pour f_V. voit droites verticales.



exo 5

$V_1 = 200$ dt $\qquad f'_2 = +2$ cm.

$p_1 = -5{,}1 \cdot 10^{-3}$ m

a) l'image formée par le μscope est à l'∞.

puissance d'un instrument optique.

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

→ ∅ apparent de l'image = taille image définitive

→ taille de l'objet.

A'B' : taille image intermédiaire

$$P = \underbrace{\frac{\alpha''}{\overline{A'B'}}}_{\text{puissance = vergence de l'oculaire}} \cdot \underbrace{\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}}_{\text{grandissement de l'objectif}} = P_2 \cdot \gamma_1$$

$$P = \frac{1}{f'_2} \cdot \gamma_1$$

on calcule position image par oculaire.

$$-\frac{1}{p_1} + \frac{1}{p'_1} = V_1$$

$$-\frac{1}{-5{,}1 \cdot 10^{-3}} + \frac{1}{p'_1} = 200 \qquad p'_1 = 0{,}255 \text{ m}$$

$$P = \frac{1}{f'_2} \cdot \frac{0{,}255}{-0{,}0051} = -2500 \text{ dt}.$$

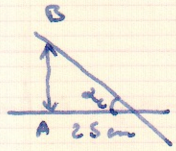
l'image d'un microscope est inversée par rapport à l'objet.

grossissement ?

G = rapport des diamètres apparent (angles) de image sur objet.

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

G_c commercial $= \dfrac{\alpha''}{\alpha_c}$



α_c = $\varnothing$ apparent de l'objet placé à 25 cm de l'œil.

$$tg\ \alpha_c = \frac{\overline{AB}}{0,25}$$

$$\Leftrightarrow \alpha_c = \frac{AB}{0,25}$$

$$G_c = \frac{\alpha''}{\alpha_c} = \frac{P \cdot \cancel{\overline{AB}}}{4 \cdot \cancel{\overline{AB}}} = \frac{P}{4} = 625 \text{ dt.}$$

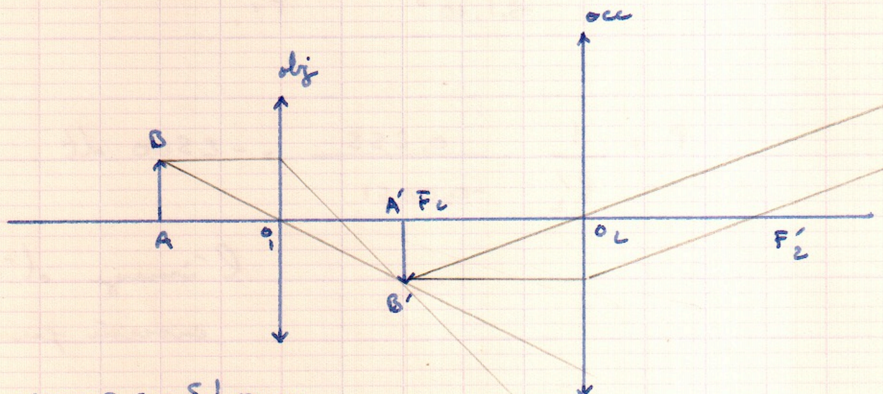
pour calculer grossissement la taille

b) PR = $-\infty$

PP = -25 cm

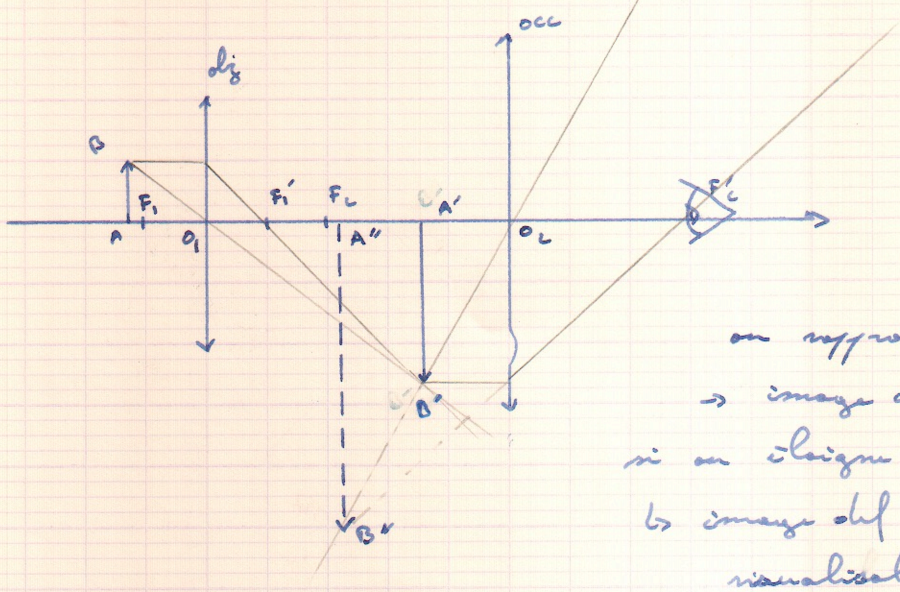
latitude de mise au pt. petite distance pour déplacer objet # en voyant l'image nette.

cause accomodation.



pour $p_1 = -5,1$ mm

pour avoir l'image de l'occ à $-\infty$, il faut que l'image du obj soit sur le plan focal objet.



on rapproche l'objet
→ image déf virtuelle.
si on éloigne objet
↳ image déf réelle
visualisable sur écran.

$L_1 = p_2 = -5,1$ mm

L_2 = posit objet lorsque image définitive se forme au PP.

$\Delta L = |L_1 - L_2|$

œil sur F_2'.

$$-\frac{1}{p_2} + \frac{1}{p_2'} = \frac{1}{f_2'}$$

$$-\frac{1}{p_2} + \frac{1}{-0,25+0,02} = \frac{1}{f_2'} = \frac{1}{0,02} \qquad p_2 = -1,84 \text{ cm.}$$

$$O_1O_2 = \overline{O_1A'} + \underset{F_2O_2}{\overline{A'O_2}} = 0,255 + 0,2 = 0,275 \text{ m.}$$

$$p_1' = 27,5 - 1,84 = 25,66 \text{ cm.}$$

$$-\frac{1}{p_1} + \frac{1}{\underset{25,7.10^{-2}}{p_1'}} = 200 \quad \rightarrow p_1 = -5,03336 \text{ mm}$$

$\Delta L = 0,64\ \mu$m.

↳ vis micrométrique.

E.D. PHYSIQUE 1992-1993 (2ème Année)
5ème séance

Exercice n°1

Une protéine de masse molaire M = 68 000 $g.mol^{-1}$ est placée dans de l'eau pure à la concentration de 68 $g.l^{-1}$ Calculer la pression osmotique à θ = 0°C et θ = 20°C, et l'exprimer en hauteur d'eau équivalente.

On donne R = 8,3 $J.K^{-1}.mol^{-1}$ et ρ eau = $10^3 kg.m^{-3}$

Exercice n°2

Une cuve de section carrée de 10 cm de côté et de capacité 10 l est séparée en deux compartiments égaux par une cloison seulement perméable à l'eau. Cette cloison est mobile et peut glisser sans frottement le long de la cuve.

La cloison étant d'abord maintenue fixe, on verse dans un compartiment une solution aqueuse de saccharose à 10 $g.l^{-1}$ et dans l'autre une solution aqueuse de NaCl à 20 $g.l^{-1}$. On libère ensuite la cloison.

a) calculer la pression osmotique dans chaque compartiment, sachant que T = 300 K, que les masses molaires sont : 342 $g.mol^{-1}$ pour le saccharose, 23 $g.mol^{-1}$ pour le sodium et 35,5 $g.mol^{-1}$ pour le chlore.

b) dans quel sens et de quelle longueur se déplace la cloison mobile ?

Exercice n° 3

La pression osmotique du sang est de 7,65 atmosphères à 37°C. On demande :

a) la concentration osmolaire du plasma,

b) l'abaissement cryoscopique du plasma,

c) la concentration en $g.l^{-1}$ du sérum glucosé isotonique et du sérum physiologique (solution de chlorure de sodium isotonique au sang).

On donne R = 8,3 $J.K^{-1}.mol^{-1}$; K = 1,86°$C.l.mol^{-1}$

Exercice n°4

Soit une onde sonore sinusoïdale plane se propageant dans un milieu absorbant selon une direction 0x.

On donne : fréquence du son : N = 100 Hz

vitesse du son dans le milieu : v = 500 $m.s^{-1}$

masse volumique du milieu : ρ = 1 $kg.m^{-3}$

a) quelle est la longueur d'onde du son dans ce milieu ?

b) quelle est, en $W.m^{-2}$, la puissance surfacique sonore ω_0 en x = 0, sachant qu'en ce point l'amplitude de variation de pression est Po = 10^{-2} Pa (impédance acoustique k = ρv, ρ masse volumique et v vitesse du son dans le milieu)

c) quel est le niveau sonore en décibels absolus en x = 0 ?

d) si en x = 100 mètres la puissance surfacique n'est plus que ω_0 /2 , quelle est-elle en x = 300 mètres ?

Exercice n° 5

Tracer l'audiogramme d'un malade, compte-tenu des données numériques suivantes :

Fréquences (Hz)	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
Seuil d'audibilité d'un individu normal ($W.m^{-2}$)	10^{-8}	5.10- 10	5.10- 11	10^{-12}	10^{-12}	10^{-11}	10^{-10}
Seuil d'audibilité du malade ($W.m^{-2}$)	10^{-4}	5.10^{-5}	5.10^{-5}	10^{-5}	10^{-5}	10^{-3}	10^{-4}

EDS

exo 1

$M = 68000\ g/mol$

$c = 68\ g/l.$

$\pi V = n R T$ loi des gaz parfaits

la pression osmotique.

$\pi = \underbrace{\frac{n}{V}}_{\text{conc molaire}} RT$

pour mettre en m^3

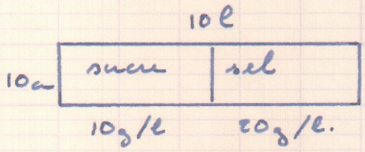
$\pi_{0°C} = \frac{68.10^{-3}}{68.000} \times 8,3 \times 273 = 2,27.10^{3}\ Pa.$

$\pi_{20°C} = \frac{68.10^{3}}{68000} . 8,3 . 293 = 2,43.10^{3}\ Pa$

$\pi = \rho g h \quad h_{0°C} = \frac{\pi_{0°C}}{\rho g} = \frac{2,27.10^{3}}{10^{3}.9,81} = 23$ cm d'eau.

$h_{20°C} = 25$ cm.

exo 2



sucre : ne se dissocie pas.

sel : se dissocie en Na^+ et Cl^-

a) $\pi_1 = \frac{n_1}{V_1} RT \qquad \pi_2 = i \frac{n_2}{V_2} RT.$ où $i = 2.$

$\pi_1 = \frac{10.10^{3}}{342} . 8,3 . 300 \qquad \pi_2 = 2. \frac{20.10^{3}}{58,5} . 8,3 . 300$

$\pi_1 = 0,73.10^{5}\ Pa \qquad \pi_2 = 17.10^{5}\ Pa.$

b) la solution se déplace vers le saccharose.

pour équilibrer les π, passage eau vers compartiment sel, jusqu'à $\pi_1' = \pi_2'$ le nb de mole ne change pas. volume change.

$$\cancel{RT}\,\frac{n_1}{V_1'} = i\,\frac{n_2}{V_2'}\,\cancel{RT}$$

$$\frac{V_2'}{V_1'} = i\,\frac{n_2}{n_1}$$

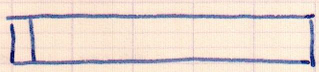
$$V = V_1' + V_2'$$

$$V = V_1'\left(1 + i\,\frac{n_2}{n_1}\right)$$

$$V_1' = \frac{V}{1 + i\,\frac{n_2}{n_1}} = \frac{10}{1 + 2\,.\,\frac{\frac{20}{58,5}\cdot\cancel{5}}{\frac{10}{342}\cdot\cancel{5}}}$$ volumes initiaux.

$V_1' = 0,4\,l \qquad V_2' = 3,6\,l.$

$$\underset{\text{long}}{l} = \frac{V^{\text{ volume}}}{\underset{\text{section}}{S}} = \frac{10.10^{-3}}{(10.10^{-4})^2} = 1\,m$$

=> 

0,4 $\qquad$ 3,6 l

0,04 m $\qquad$ 0,36 m

déplacement de 46 cm.

exo 3.

$\pi_{\text{sang}} = 7,65$ atm pour $37°C$.

$$\pi = (i)\,\frac{n}{V}\,RT$$

$$\hookrightarrow \frac{n}{V} = \frac{\pi}{RT} = \frac{7,65\,.\,(1013).\,10^5}{8,3\,.\,310} = \underset{297}{(300)}\ \text{osmol}/m^3$$

b) Loi de Raoult.

$$\Delta\Theta = \underbrace{K}_{\text{caractéristique du solvant.}} . \underbrace{\Sigma \frac{c}{\Pi}}_{\text{conc osmolaire.}}$$

caractéristique
du solvant.

conc osmolaire.

$K = 1{,}86\ °C . \underbrace{l.mol^{-1}}$ → ne prendre m^3 du premier membre vers litres.

$$\Delta\Theta = K \frac{\pi}{RT}$$

$$\Delta\Theta = 1{,}86 . \frac{297}{10^3} = 0{,}55\,°C.$$

c) $c_{maxi} = 0{,}297 \times 180 = 54\ g/l.$

en réalité sérum glucosé à $50\ g/l$.

$c_{sérum} = 0{,}297 . \frac{1}{2} . 58{,}5 = 8{,}8\ g/l.$

en réalité, à $9\ g/l$.

exo 4

milieu absorbant : importance.

a) $\lambda = \frac{c}{N} = c.T = \frac{500}{100} = 5\ m.$

b) $W_0 = \frac{P_0^2}{2Z} = \frac{P_0^2}{2\rho c} = \frac{(10^{-2})^2}{2.1.500} = 10^{-7}\ W/m^2$

voir dans le cours.

c) $L = 10 \log_{10} \frac{W_1}{W_0}$

pour individu normal, seuil audibilité à 1000 Hz.

$W_0 = 10^{-12}$ $W.m^{-2}$

$W_1 = 10^{-7}$ $W.m^{-2}$

$$L = 10 \log_{10} \frac{10^{-7}}{10^{-12}} = 50 \text{ dB}.$$

d) dans milieu absorbant, la loi d'absorption est exponentielle.

ici 100 m est longueur de ½ atténuation.

$x = 300$ m, $W_{300} = \frac{W_0}{8} = \frac{10^{-7}}{8}$ W/m².

dans air, absorption très faible.

la loi est alors : $\frac{1}{x^2}$

S × onde

propagation isotrope.

réparti onde sur une sphère de rayon x, de centre S.

$$W_x = \frac{W_0}{4\pi x^2}$$

nec faire différence entre air ou non absorbance.

exo 5.

tracer $L_N - L_M = f(\nu)$.

N : normal

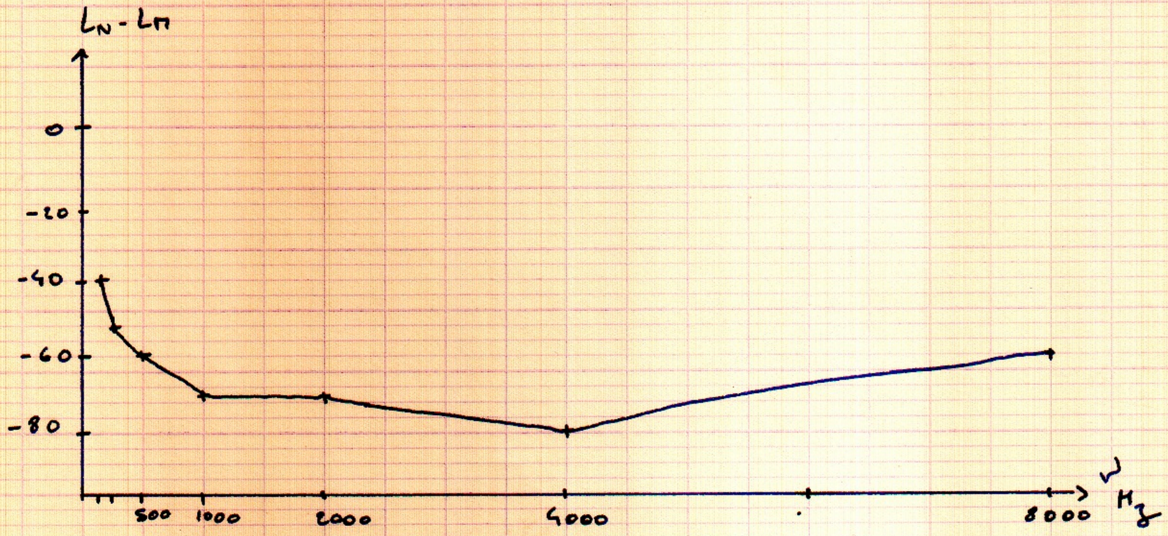
M : malade

audiogramme.

$$L_N - L_M = 10\left(\log_{10} \frac{W_N}{W_0} - \log_{10} \frac{W_M}{W_0}\right)$$

$$L_N - L_M = 10 \log_{10} \left(\frac{W_N}{W_0} \cdot \frac{\cancel{W_0}}{W_M} \right)$$

$$L_N - L_M = 10 \log_{10} \frac{W_N}{W_M} .$$



125 → -40 dB	250 → -50 dB
500 → -60 dB	1000 → -70 dB
2000 → -70 dB	4000 → -80 dB
8000 → -60 dB	