DS2 - Corrigé

Exercice n°1 : Le chlore et sa famille

1. Voir cours. Exemples : acide chlorhydrique HCl, dichlore $\mathrm{Cl_2}$, ion chlorure $\mathrm{Cl^-}$…
2. Voir cours.
3. $\mathrm{Cl}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5 = [\mathrm{Ne}] 3s^2 3p^5$.

   Le chlore possède donc sept électrons de valence dont un est célibataire. Le chlore est donc paramagnétique. Les quadruplets de nombres quantiques sont :

   $$\left(3,0,0,\frac{1}{2}\right);\left(3,0,0,-\frac{1}{2}\right);\left(3,1,-1,\frac{1}{2}\right);\left(3,1,-1,-\frac{1}{2}\right);\left(3,1,0,\frac{1}{2}\right);\left(3,1,0,-\frac{1}{2}\right);\left(3,1,1,\frac{1}{2}\right)$$
4. Le chlore se trouve à la troisième ligne et dix-septième colonne. C'est un halogène.
5. Comme il est à droite et en haut de la classification périodique, le chlore est un oxydant. Un très bon réducteur est le césium de la famille des alcalins.
6. Le chlore formera l'ion chlorure $\mathrm{Cl^-}$ afin d'obtenir la même configuration électronique que l'argon.
7. $\mathrm{At}: [\mathrm{Xe}] 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^5$. L'astate possède également sept électrons de valence ($6s^2 6p^5$) ; il aura donc des propriétés chimiques similaires à celles du chlore. L'astate se trouve dans la même colonne que le chlore ; c'est donc aussi un halogène.
8. Voir cours.
9. Plus on descend dans la famille des halogènes (plus le numéro atomique Z augmente), plus les électrons de valence sont éloignés du noyau ($n_{\max}$ devient plus grand) et moins ceux-ci sont liés fortement à ce dernier. De ce fait, l'énergie à apporter pour arracher un électron de valence sera moins importante pour les halogènes de numéros atomiques plus élevés. Ceci explique l'allure de la courbe qui représente l'énergie de première ionisation comme une fonction décroissante de la masse atomique et donc de Z.

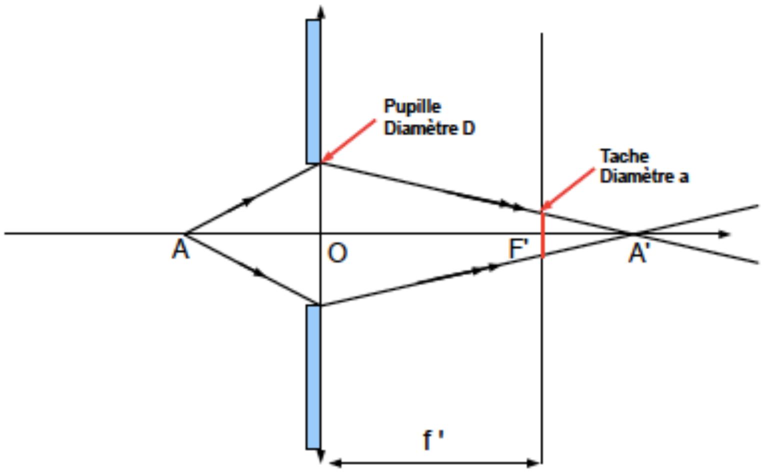
Exercice n°2 : Rétine artificielle

1. Voir cours.
2. Voir cours.
3. Voir cours.
4. Voir cours.
5. D'après le document 4, on a une densité moyenne de cellules sur la rétine de l'ordre de $10^5\ mm^2$. En considérant ici les cellules comme des carrés de côté a, on obtient :

   $$d = \frac{1}{a^2}$$

Soit : $a = \dfrac{1}{\sqrt{d}} \simeq 3\ \mu m$

6. On cherche la position du point A le plus proche de l'oeil et pouvant vu être nettement. Ce point sera le conjugué d'un point A' tel que la tâche obtenue sur la rétine aura les dimensions d'une cellule (soit de diamètre égal à a).



7. Par application du théorème de Thalès, on a :

$$\frac{a}{\overline{A'F'}} = \frac{D}{\overline{A'O}} \quad \Leftrightarrow \quad \frac{a}{\overline{OA'} - f'} = \frac{D}{\overline{OA'}}$$

On obtient ainsi :

$$\overline{OA'} = \frac{f'D}{D-a}$$

Soit par utilisation de la relation de conjugaison de Descartes :

$$\frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{f'} = \left(\frac{D-a}{D} - 1\right)\frac{1}{f'} = \frac{-a}{D\,f'} \quad \Leftrightarrow \quad \overline{OA} = \frac{-D\,f'}{a}$$

Numériquement, on trouve :

8.

8.a.L'angle de diffraction de la lumière pénétrant dans l'oeil est de l'ordre de :

$$\theta \sim \frac{\lambda}{D}$$

Dans le visible ($\lambda \sim 600\ nm$), on a ainsi : $\theta \sim 3 \times 10^{-4}\,rad$.

8.b. La tâche image sur la rétine a alors pour diamètre $\theta \times f' \sim 5{,}4\ \mu m$. Cette valeur est du même ordre de grandeur que la taille des cellules rétiniennes. Si celles-ci étaient plus petites, la résolution de l'oeil serait limitée par la diffraction et donc cela n'apporterait aucun amélioration de l'acuité visuelle. C'est en ce sens que la taille des cellules rétiniennes constitue un optimum physiologique.

9.

9.a. On place le courrier au punctum proximum afin que l'image sur la rétine soit la plus grande possible. On a donc :

$$\overline{OA} = -\delta \simeq -25\ cm$$

Même si l'image se forme légèrement en arrière de la rétine, on peut considérer en première approximation que l'on a :

$$\overline{OA'} \simeq f'$$

En utilisant la relation de Descartes pour le grandissement, on obtient :

$$|\gamma| = \left|\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}\right| = \left|\frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}\right| = \frac{f'}{\delta} = 0{,}064 \quad \Leftrightarrow \quad A'B' = \frac{f'}{\delta} AB$$

9.b. On trouve ainsi : $A'B' \simeq 128\ \mu m$.

9.c. On cherche maintenant la taille d'un pixel. D'après le dernier document, on a :

$$S = Na^2 \quad \Leftrightarrow \quad a = \sqrt{\frac{S}{N}}$$

On trouve alors : $a \simeq 77\ \mu m$.

9.d. Le courrier sera déchiffrable par un patient équipé d'une rétine artificielle si la taille de l'image $A'B'$ de l'image sur la rétine tient au moins sur trois pixels. Il peut alors résoudre les détails constitutifs des lettres. En conclusion, on a ici une image qui s'étale sur deux pixels. C'est un peu juste mais avec l'aide d'une loupe, le courrier pourra effectivement être lu.

Exercice n°3 : Séisme de Sumatra

1. Soit $t_0 = 0h\,58\min 53s$ l'heure du séisme. Soient t_S et t_P les heures d'arrivée des ondes S et P de célérité c_S et c_P. Si on note d la distance de l'épicentre du séisme à Sumatra, on a alors :

- $t_P = t_0 + \dfrac{d}{c_P} = 0h\,59\min 20s$
- $t_S = t_0 + \dfrac{d}{c_S} = 0h\,59\min 33s$

2. Soit t_T l'heure d'arrivée du tsunami. En notant $c_T = 150\ m.s^{-1}$ la vitesse de déplacement de la vague, on a :

$$t_T = t_0 + \frac{d}{c_T} = 1h\,16\min 40s$$

3.

a. L'onde P possède un son grave et audible donc la fréquence est de l'ordre de quelques dizaines de Hertz, une centaine tout au plus.

$$f \approx 10 - 100\ Hz$$

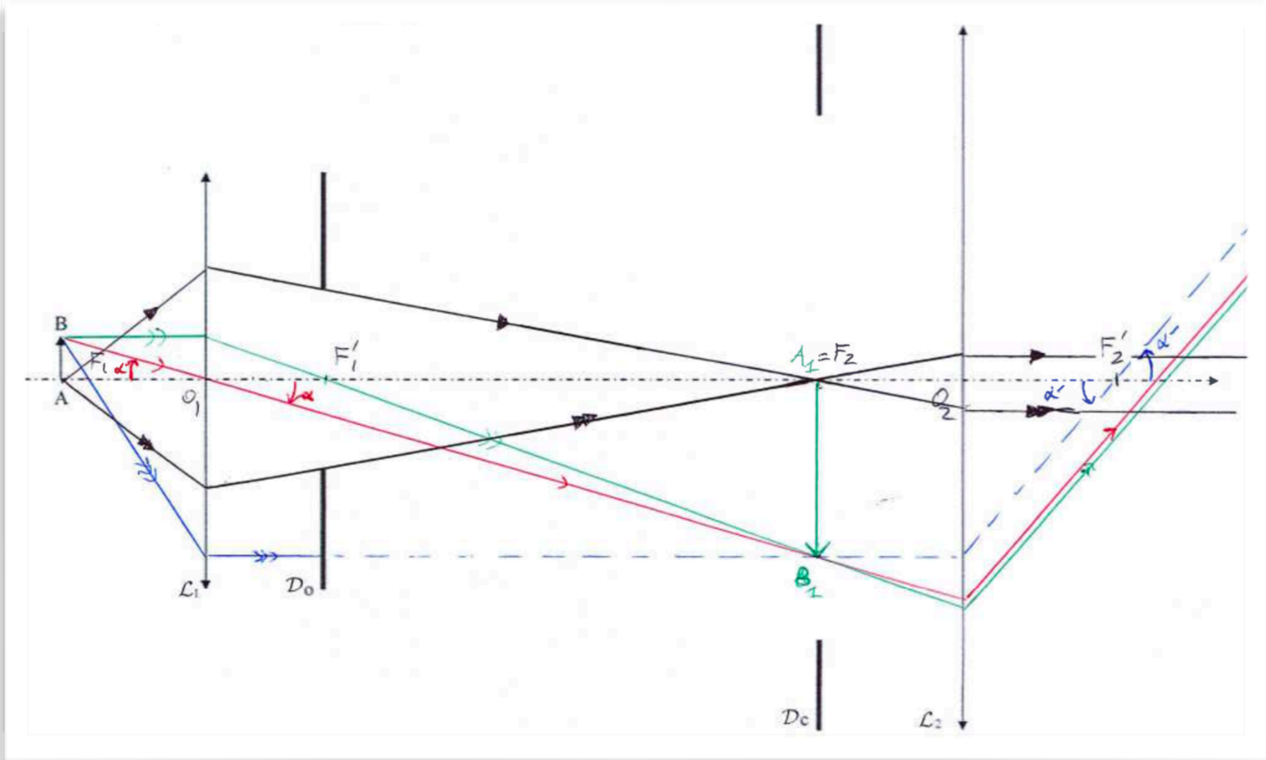
b. Le signal émis à l'épicentre est sinusoïdal mais sur une durée limitée. Ce n'est donc pas un signal sinusoïdal au sens strict. L'onde n'est donc pas sinusoïdale.

c. On a montré que les ondes P, audibles, arrivent plusieurs minutes voire dizaines de minutes avant le tsunami, le temps suffisant pour se mettre à l'abri.

d. Le tsunami est une vague. Ce n'est donc pas une onde sinusoïdale.

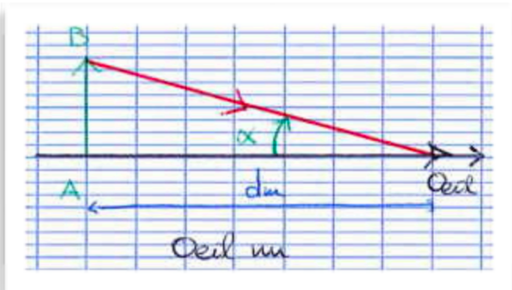
Exercice n°4 : Grossissement et puissance d'un microscope

1. On considère uniquement des rayons partiaux c'est-à-dire proches de l'axe optique et peu inclinés par rapport à ce dernier. Dans les conditions de Gauss, les systèmes optiques centrés présentent un stigmatisme approché et un aplanétisme.
2. L'oeil emmétrope voit sans accommoder (sans contracter les muscles du corps ciliaire et donc sans modifier la vergence du cristallin) à l'infini. Régler un instrument d'optique à l'infini signifie par conséquent que le réglage est effectué de telle manière que l'image finale par l'instrument d'optique soit renvoyée à l'infini afin d'être vu par un oeil emmétrope sans accommodation.
3. et 4.



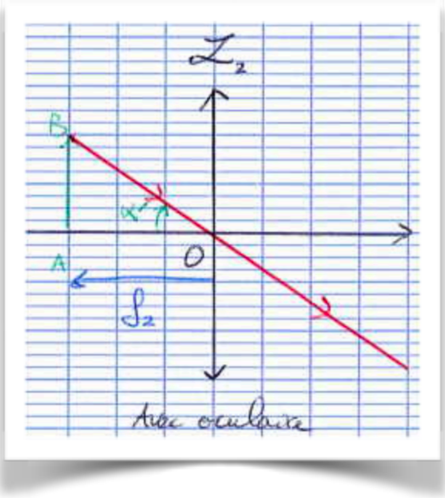
5.

5.1.Soit un objet AB situé à la distance d_m d'un oeil emmétrope.



L'angle sous lequel celui-ci est vu a pour expression : $\alpha \simeq \tan(\alpha) = \dfrac{AB}{d_m}$

5.2.Si le même objet est placé dans le plan focal objet de l'oculaire afin d'avoir son image renvoyée à l'infini, il est vu sous l'angle α'.



ayant pour expression : $\alpha' \simeq \tan(\alpha') = \dfrac{AB}{f_2'}$

5.3.Le grossissement s'écrit donc : $G_{c,oc} = \dfrac{\alpha'}{\alpha} = \dfrac{d_m}{f_2'}$.

On a par conséquent : $f_2' = \dfrac{d_m}{G_{c,oc}} = 2{,}5\ cm$.

6. En utilisant la relation de grandissement de Newton, on a : $\gamma_{ob} = \left| -\dfrac{\overline{F'A_1}}{\overline{OF'}} \right| = \dfrac{\Delta}{f_1'}$

Ainsi, on a : $f_1' = \dfrac{\Delta}{\gamma_{ob}} = 8\ mm$.

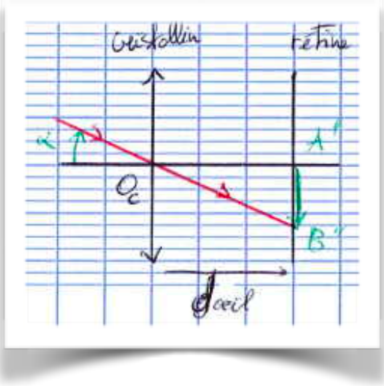
7. On a toujours pour l'oeil emmétrope : $\alpha \simeq \tan(\alpha) = \dfrac{AB}{d_m}$.

Dans le cas du microscope, l'objet vu par l'oculaire est A_1B_1 de taille $\gamma_{ob} \times AB$ ce qui correspond à un angle α' tel que :

$$\alpha' \simeq \tan(\alpha') = \frac{A_1B_1}{f_2'} = \frac{\gamma_{ob}AB}{f_2'} = \gamma_{ob}G_{c,oc} \times \alpha$$

Il s'ensuit que : $G_c = \gamma_{ob}G_{c,oc} = 200$.

8. La taille de l'image rétinienne est : $A''B''_{oeil\ nu} \simeq \alpha \times d_{oeil}$



En effet, la taille de l'oeil ne change pas (c'est la distance focale ou la vergence du cristallin qui change avec l'accommodation).

Ainsi :

$$\frac{A''B''_{microscope}}{A''B''_{oeil\ nu}} = \frac{\alpha' \times d_{oeil}}{\alpha \times d_{oeil}} = \frac{\alpha'}{\alpha} = G_c$$

9. On a : $P_m = \dfrac{\alpha'}{AB}$

Or, on a : $\alpha' \simeq \tan(\alpha') = \dfrac{A_1B_1}{f_2'} = \dfrac{\gamma_{ob} AB}{f_2'}$

Soit : $P_m = \dfrac{\gamma_{ob}}{f_2'} \simeq 800\ m^{-1}$