

**Test de validation du
DS n°3 de Sciences physiques**

Exercice 1 : Quizz d'optique

A. Première série

1. b) c)
2. b) c)
3. a) c)
4. b)
5. a) b) c)

B. Deuxième série

1. b) d)

La fréquence (donc la couleur) et la période sont fixées par la source et ne dépendent pas du milieu : elles ne sont pas modifiées.

La célérité de la lumière (et donc la longueur d'onde λ) dépendent du milieu de propagation (de l'indice n) : elles sont donc modifiées.

2. b)

$$f = v / \lambda \quad \text{et} \quad v = c / n \quad \text{donc} \quad f = c / (n \lambda) \quad f = 4,56 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

3. c)

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2 \quad n_1 = 1,00 \quad i_1 = 45^\circ \text{ et } i_2 = 38^\circ \quad \text{donc } n_2 = \sin i_1 / \sin i_2 \quad n_2 = 1,41$$

4. a) c)

$$d = c \times \Delta t \quad \text{avec } \Delta t = 3600 \times 24 \times 365,15 \quad \text{d'où } 1 \text{ a.l.} = 9,46 \cdot 10^{12} \text{ km}$$

5. c) d)

$$C = 1 / f' \quad C = 1 / 0,04 \quad \text{donc } C = 25 \delta$$

6. b) d) e)

$$\text{Formule de conjugaison : } \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'} \quad \text{avec } \overline{OA'} = 20 \text{ cm} = 0,20 \text{ m} \quad \text{et } f' = 4 \text{ cm} = 0,04 \text{ m}$$

$$\text{donc } \overline{OA} = \frac{\overline{OA'} \times f'}{f' - \overline{OA'}} \quad \overline{OA} = -5 \text{ cm}$$

$$\text{Le grandissement vaut } \gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \quad \text{donc } \gamma = -4,0$$

L'image est située après la lentille, elle est donc **réelle et renversée**.

$$\overline{A'B'} = \gamma \times \overline{AB} \quad \text{d'où } \overline{A'B'} = -8,0 \text{ cm}$$

Exercice 2: Lampe à vapeur de sodium

1. Un photon est émis lorsque l'atome se désexcite et qu'un électron effectue une transition d'un niveau d'énergie vers un autre niveau d'énergie plus faible, donc de $n = 2$ vers $n = 1$ car $E_2 = -3,03 \text{ eV} > E_1 = -5,14 \text{ eV}$.

2. L'énergie transmise au photon vaut : $E = E_1 - E_2$ **$E = 2,11 \text{ eV}$**

3. $E = h \cdot f$ avec f la fréquence du photon donc $f = E / h$ avec E en Joules

$$E = 2,11 \times 1,6 \cdot 10^{-19} = 3,376 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{Or, } \lambda = c / f \quad \text{avec } c \text{ la célérité de la lumière dans le vide } c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$$

$$\text{donc } \lambda = hc / E \quad \lambda = \mathbf{589 \text{ nm}}$$

Il s'agit bien d'une longueur d'onde cohérente avec une couleur orangée, située avant le rouge (600 nm).

4. La longueur d'onde est d'autant plus petite que l'écart $|\Delta E|$ entre les niveaux d'énergie est grand. La longueur d'onde, la plus courte, du photon émis, correspond alors à la transition entre le niveau d'énergie $E_5 = -1,38 \text{ eV}$ et le niveau d'énergie $E_1 = -5,14 \text{ eV}$ (le niveau d'énergie 0 correspond à l'ionisation de l'atome : un électron est arraché, il n'y a pas d'émission de photon).

$$\lambda_{\min} = \frac{h \cdot c}{E_5 - E_1} \quad \lambda_{\min} = \mathbf{331 \text{ nm}}$$

Comme $\lambda_{\min} < 400 \text{ nm}$ cette radiation appartient au **domaine des rayonnements U.V.**

5. La fréquence est indépendante du milieu de propagation : la fréquence est donc la même dans l'air que dans le verre.

6. $\lambda_{\text{verre}} = \lambda_0 / n$ $\lambda_{\text{verre}} = 589 / 1,52$ $\lambda_{\text{verre}} = \mathbf{388 \text{ nm}}$.

7. Une lumière constituée d'une seule radiation est qualifiée de **monochromatique**.

8. Voir schéma

9. On a : $\theta = \frac{\lambda}{a}$ et $\tan \theta = \frac{L}{2D}$

$$\text{Pour les petits angles exprimés en radians : } \tan \theta = \theta \quad \theta = \frac{\lambda}{a} = \frac{L}{2D} \quad \text{donc } \lambda = \frac{aL}{2D}$$

$$\lambda = \frac{50 \cdot 10^{-6} \times 2,0 \cdot 10^{-2}}{2 \times 85 \cdot 10^{-2}} \quad \lambda = \mathbf{5,9 \cdot 10^{-7} \text{ m}}$$

On retrouve la valeur calculée précédemment mais exprimée avec seulement deux chiffres significatifs.

Exercice 3 : Le biosonar des dauphins : écholocalisation

1. Une onde ultrasonore est une onde mécanique progressive **longitudinale** périodique. La direction de la perturbation (compression/dilatation du milieu) est parallèle à la direction de propagation du son.

2. Les ultrasons se situent à des **fréquences supérieures à 20 kHz**.

3. Sur l'image de l'oscilloscope, on relève la période : **$T = 20 \mu\text{s}$** donc $f = 1/T$ **$f = 50 \text{ kHz}$** .

4. Sur l'image de l'oscilloscope on relève le décalage entre la courbe du récepteur 2 par rapport à celle du récepteur 1 : $\tau = T \times 2/5$ $\tau = \mathbf{8 \mu\text{s}}$.

5. Les 2 récepteurs étant distants de 12 mm, on en déduit la vitesse des ondes ultrasonores

$$v = d / \tau \quad v = \mathbf{1,5 \cdot 10^3 \text{ m.s}^{-1}}$$

6. La longueur d'onde correspond à la distance parcourue par l'onde en une période :

$$\lambda = v \times T \quad \lambda = \mathbf{3,0 \text{ cm}}$$

7. Durée totale d'un clic : $\Delta t_{\text{clic}} = 75 - 20 = \mathbf{55 \mu\text{s}}$

$$\text{Durée entre 2 clics : } \Delta t_{2\text{clics}} = 60 - 10 = \mathbf{50 \text{ ms}}$$

Comparée à la durée d'un train de clics, la durée totale d'un clic est très petite (plus de 1000 fois plus petite) donc un clic peut être représenté par un trait.

8. $\tau = 420 - 220 = \mathbf{200 \text{ ms}}$ entre l'émission et la réception de l'écho.

9. Entre l'émission d'un clic et la réception de son écho, l'onde parcourt 2 fois la distance entre le dauphin et le fond marin donc $2 \times H = v \times \tau$ d'où **$H = 153 \text{ m}$** .

Le fond marin se situe 153 m en-dessous du dauphin.

Exercice 4 : Onde sonore à l'oscilloscope

- $T = 1 / f$ donc $T = 6,80 \times 10^{-4} \text{ s}$ $T = 680 \mu\text{s}$.
Sur l'oscilloscope, on mesure $T \approx 7 \text{ div}$ donc **1 div = 100 μs** .
- $U_1 = 600 \text{ mV}$ et $U_2 = 500 \text{ mV}$. Les amplitudes sont différentes car l'onde reçue dans le microphone est atténuée par rapport à l'onde émise par le haut-parleur. On en déduit que la courbe de plus grande amplitude est celle de la voie B (du haut-parleur).
- Lorsque le signal du microphone et celui du haut-parleur sont en phase, ils sont distants d'une distance multiple de la longueur d'onde (séparés par un nombre entier de longueurs d'ondes). Pour deux positions successives du microphone telles que les signaux sont en phase, on a donc éloigné le microphone d'une longueur d'onde supplémentaire. Donc $d_2 - d_1 = \lambda$ d'où $\lambda = 23,0 \text{ cm}$.
Or, $v = \lambda / T$ donc $v = 23 \cdot 10^{-2} / 680 \cdot 10^{-6}$ $v = 338 \text{ m.s}^{-1}$
- Non la célérité ne change pas car elle ne dépend que des caractéristiques du milieu (l'air).
- La distance d entre le haut-parleur et le microphone est égale à un certain nombre de longueurs d'onde (inconnu, noté n) + une distance mesurable à l'aide du retard τ visible sur l'oscilloscope
 $d = n \cdot \lambda + \tau \cdot v$
- On mesure $\tau = 5,5 \text{ div}$ $\tau = 550 \mu\text{s}$.
Pour $n = 1$, on trouve $d = 0,23 + 550 \cdot 10^{-6} \times 338 = 0,416 \text{ m}$
soit une distance $d = 41,6 \text{ cm}$. comprise entre 40 et 60 cm.

Exercice 5 : Etude d'un microscope

- $f' = 1 / C$ $f'_1 = 5,0 \text{ mm}$ $f'_2 = 2,0 \text{ cm}$
Voir schéma
- L'image de $A'B'$ doit être située à l'infini.
- Donc A_1B_1 de AB doit être située dans le **plan focal objet de l'oculaire L_2** car l'image d'un objet situé dans le plan focal objet est située à l'infini.
- En utilisant la formule de conjugaison appliquée à l'objectif L_1 , $\frac{1}{O_1A_1} - \frac{1}{O_1A} = \frac{1}{f'_1}$
avec $O_1A_1 = O_1O_2 - O_2F_2 = 16,5 \text{ cm}$, on obtient $\overline{O_1A} = - 5,2 \text{ mm}$.
L'objet est donc situé tout près du foyer objet F_1 .
- $y_1 = \frac{\overline{O_1A_1}}{\overline{O_1A}}$ donc $\gamma_1 = - 16,5 / 5,2$ $\gamma_1 = - 32$
- Voir schéma
- D'après les calculs précédents, $AB = A_1B_1 / \gamma_1$ donc $AB = 1,6 \text{ mm}$ sur le schéma, ce qui est cohérent avec l'objet AB obtenu par le tracé de rayons
- Voir schéma
- Dans l'approximation des petits angles, $\tan \theta' \approx \theta'$ et par trigonométrie $\theta' = A_1B_1 / f'_2$
- Dans l'approximation des petits angles, $\tan \theta \approx \theta$ et $\theta = AB / 0,25$
- $G = \frac{\frac{A_1B_1}{f'_2}}{\frac{AB}{0,25}} = \frac{\frac{y_1 \cdot AB}{f'_2}}{\frac{AB}{0,25}} = \frac{y_1}{f'_2} \cdot 0,25$ donc $G = \frac{y_1}{4f'_2}$ $G = 400$

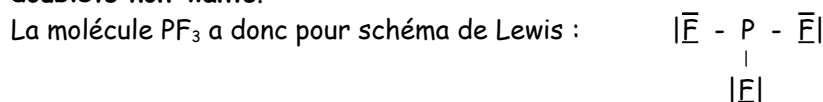
Exercice 6 : Le fluor

A. Le fluor dans le dentifrice

1. Le fluorure de sodium est un **composé ionique**. C'est un solide neutre composé d'ions.
2. L'ion sodium est Na^+ car l'atome Na possède 11 électrons : il en perd 1 pour adopter la structure du néon.
L'ion fluorure est F^- car l'atome F possède 9 électrons : il en gagne 1 pour adopter la structure du néon.
3. MgF_2 .
4. $m_{\text{NaF}} = 0,32 / 100 \times 90$ $m_{\text{NaF}} = 0,288 \text{ g}$
5. $n_{\text{NaF}} = m_{\text{NaF}} / M$ donc $n_{\text{NaF}} = 6,9 \text{ mmol}$ avec $M(\text{NaF}) = 42,0 \text{ g.mol}^{-1}$
6. $N = n \times N_A$ $N_{\text{NaF}} = 4,1 \cdot 10^{21}$ entités
7. $n_{\text{F}^-} = n_{\text{NaF}}$ car 1 mole de NaF contient 1 mole de Na^+ et 1 mole de F^- .
8. 90 g de pâte contient $m_{\text{F}^-} = n_{\text{F}^-} \times M(\text{F}^-)$ soit $m_{\text{F}^-} = 0,13 \text{ g de fluor}$
La teneur en fluor est donc de 130 mg pour $90 \times 10^3 \text{ mg}$ de dentifrice soit $1,4 \times 10^3 \text{ ppm} < 1,5 \times 10^3 \text{ ppm}$.

B. Structure d'une molécule fluorée : PF_3

9. Le phosphore P a 15 électrons : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ il a donc **5 électrons de valence** : il fait **3 liaisons covalentes et 1 doublet non-liant**.
Le fluor F a 9 électrons : $1s^2 2s^2 2p^5$ il a donc **7 électrons de valence** : il fait **1 liaison covalente et 3 doublets non-liants**.



10. L'atome central de phosphore est entouré de 4 doublets d'électrons qui se repoussent : ceux-ci vont se disposer dans une configuration tétraédrique. Le doublet non-liant n'étant relié à aucun autre atome, la molécule aura donc une **forme pyramidale**.



C. Détection de difluor

11. $PV = nRT$ donc $P = nRT / V$ avec $n = m / M$ $n = 6,31 \text{ mol}$ et $T = 298,15 \text{ K}$ $V = 3000 \text{ m}^3$
 $P = 5,2 \text{ Pa}$ soit $52 \text{ } \mu\text{bar}$.
Ce qui représente $P/P_{\text{atm}} = 5 \cdot 10^{-5}$ soit 50 ppm, supérieur au seuil d'alerte.
12. $n = PV / RT$ avec $P = 1013 \cdot 10^2 \text{ Pa}$ $V = 3000 \text{ m}^3$ $T = 298,15 \text{ K}$
 $n = 1,226 \cdot 10^5 \text{ mol}$