

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

PHYSIQUE

Exercice 1 : Quiz d'optique

>> Remédiation de l'exercice 1 : Quiz d'optique

A. Première série

Cette première série ne demande aucune justification

Plusieurs réponses sont possibles.

Répondez sur votre copie sans recopier les questions ni les propositions. Exemples : 1 b) ou 3 a) et b)

1. Le son est une onde :
 - a) Transversale
 - b) Longitudinale
 - c) Mécanique
 - d) Electromagnétique

2. Lorsqu'un corps chaud émet de la lumière, plus sa température augmente, plus son spectre s'étend vers :
 - a) des longueurs d'onde plus élevées
 - b) des longueurs d'onde plus faibles
 - c) des fréquences plus élevées
 - d) des fréquences plus faibles

3. Lorsque l'on réalise la décomposition de la lumière blanche à l'aide d'un prisme afin d'observer le spectre de la lumière blanche :
 - a) Cette expérience met en jeu le phénomène de réfraction
 - b) Cette expérience met en jeu le phénomène de diffraction
 - c) Cette expérience met en jeu le phénomène de dispersion
 - d) Cette expérience met en jeu le phénomène de réflexion.

4. Lorsqu'une onde rencontre un obstacle de dimensions proches de sa longueur d'onde, plus l'obstacle rencontré est de petite taille :
 - a) Moins le phénomène de diffraction est marqué
 - b) Plus le phénomène de diffraction est marqué.

5. Un milieu est dit dispersif si :
 - a) La vitesse de l'onde varie avec la fréquence de l'onde
 - b) La vitesse de l'onde varie avec la longueur d'onde de l'onde
 - c) La vitesse de l'onde varie avec la période de l'onde
 - d) La vitesse de l'onde varie en changeant de milieu

B. Deuxième série

Cette deuxième série nécessite une justification pour chaque réponse.

Plusieurs réponses sont possibles.

Répondez sur votre copie en justifiant chaque réponse ou en détaillant vos calculs (formule littérale exigée).

1. Quand la lumière passe d'un milieu à un autre d'indice optique n différent :
 - a) La fréquence de la lumière est modifiée
 - b) La longueur d'onde de la lumière est modifiée
 - c) La couleur de la lumière est modifiée
 - d) La célérité de la lumière est modifiée
 - e) La période de l'onde est modifiée.

2. Dans le verre d'indice 1,52 une radiation infrarouge a une longueur d'onde de 658 nm. La fréquence de cette radiation vaut :
 - a) 4,56 MHz
 - b) $4,56 \cdot 10^{14}$ Hz
 - c) $3,00 \cdot 10^{14}$ Hz
 - d) $6,93 \cdot 10^{14}$ Hz

3. Un faisceau laser se propageant dans l'air pénètre dans un milieu transparent avec un angle incident de 45° . Il y est réfracté avec un angle de 38° . L'indice de ce milieu vaut :
 - a) 1,18
 - b) 0,84
 - c) 1,41
 - d) 0,71

4. Une année-lumière équivaut :
 - a) à la distance parcourue par la lumière dans le vide en une année
 - b) au temps mis par la lumière dans le vide pour parcourir une année-lumière
 - c) à $9,46 \cdot 10^{12}$ km
 - d) à $3,15 \cdot 10^7$ s

5. Une lentille convergente a une distance focale de 4,0 cm.
 - a) Cette lentille a une dioptrie de 0,25
 - b) La distance focale correspond à la distance algébrique entre le centre optique et le foyer objet
 - c) La vergence est de 25 δ
 - d) Un objet situé à 4 cm de la lentille a une image à l'infini
 - e) Un objet situé à 4 cm de la lentille a une image sur le plan focal image.

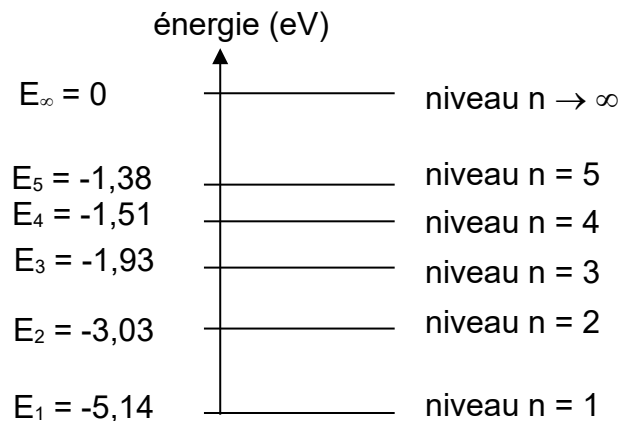
6. Un objet AB de taille 2,0 cm est placé devant cette lentille (de distance focale 4,0 cm). Son image est située 20 cm derrière la lentille.
 - a) L'objet est placé 1,7 cm devant la lentille
 - b) L'objet est placé 5,0 cm devant la lentille
 - c) Le grandissement est égal à 4,0
 - d) L'image est réelle et renversée
 - e) L'image a pour taille 8 cm

Exercice 2: Lampe à vapeur de sodium

>> Remédiation de l'exercice 2 : Laser Hélium-Néon

Données : 1 électron-volt : $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
constante de Planck : $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$

Lors d'une séance de travaux pratiques, des élèves utilisent une lampe à vapeur de sodium. Celle-ci émet une lumière jaune-orangée. Afin de comprendre l'origine de cette couleur, ils consultent leur livre de physique dans lequel figure le diagramme énergétique simplifié de l'atome de sodium reproduit ci-contre ; le niveau $n = 1$ est celui de plus basse énergie.



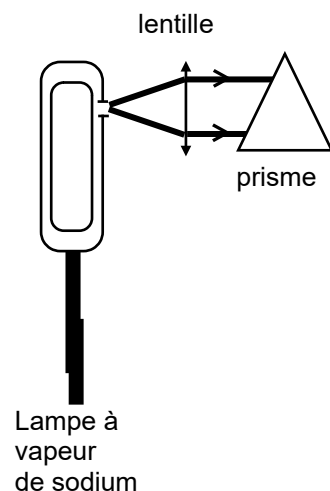
A. Étude de l'atome de sodium

La couleur jaune-orangé correspond à une transition d'électron entre les deux premiers niveaux ($n = 1$ et $n = 2$).

1. Représenter cette transition par une flèche sur le diagramme énergétique donné **en annexe à rendre avec la copie** dans le cas d'une émission lumineuse.
2. Calculer l'énergie du photon émis lors de cette transition.
3. Calculer la fréquence et la longueur d'onde de la radiation émise par la lampe : sont-elles cohérentes avec la couleur jaune-orangée ?
4. Déterminer, d'après le diagramme, la plus courte longueur d'onde de la radiation que peut émettre l'atome de sodium. Préciser, en le justifiant, à quel domaine spectral appartient cette radiation.

B. Dispersion de la lumière émise

Afin d'étudier la radiation de couleur jaune-orangée, de longueur d'onde $\lambda = 589 \text{ nm}$, les élèves décident de l'isoler des autres radiations éventuellement émises par la lampe. Pour cela ils réalisent la dispersion de la lumière émise grâce à un prisme en verre. L'indice de réfraction du verre pour la radiation jaune-orangé est $n = 1,52$.



5. La fréquence de cette radiation est-elle différente dans le verre et dans l'air ?
6. Calculer la valeur de la longueur d'onde de cette radiation dans le verre.

À la sortie du prisme, on sélectionne uniquement cette radiation.

7. Comment qualifie-t-on une telle lumière ?

C. Diffraction de la lumière jaune-orangé

Les élèves décident d'utiliser le phénomène de diffraction pour vérifier la valeur de la longueur d'onde de la radiation jaune-orangée. Pour cela ils disposent une fente fine verticale, de largeur $50 \mu\text{m}$, sur le trajet de la lumière. Derrière la fente, à une distance $D = 85 \text{ cm}$, les élèves disposent un écran perpendiculairement à la direction de propagation de la lumière.

8. Dessiner l'allure de ce qu'on observe sur l'écran.

Dans la pratique, la figure de diffraction est peu lumineuse. La distance L , entre les deux extinctions de part et d'autre de la tache centrale, a néanmoins pu être mesurée à l'aide d'une lunette de visée. La valeur obtenue est $L = 2,0 \text{ cm}$.

9. Calculer la valeur de la longueur d'onde de la radiation jaune-orangée sélectionnée et commenter.

Exercice 3 : Le biosonar des dauphins

>> Remédiation de l'exercice 3 : Surfer sur la vague

Le dauphin est un mammifère de la famille des cétacés. Il perçoit, comme l'Homme, les sons ayant une fréquence de 20 Hz à 20 kHz. Il est aussi capable d'émettre et de capter des ultrasons lui permettant de se localiser par écho grâce à un sonar biologique.

1. Les ondes sonores sont-elles des ondes longitudinales ou transversales? Justifier.
2. Dans quel domaine de fréquences se situent les ultrasons ?

Pour étudier expérimentalement les ultrasons produits par les dauphins, on dispose d'un émetteur et de deux récepteurs à ultrasons que l'on place dans un récipient rempli d'eau. L'émetteur génère une onde ultrasonore progressive et sinusoïdale. Un oscilloscope permet d'enregistrer les signaux détectés par chaque récepteur séparé d'une distance égale à 12 mm, le récepteur 1 étant le plus proche de l'émetteur. On obtient l'oscillogramme de la figure 1 ci-après :

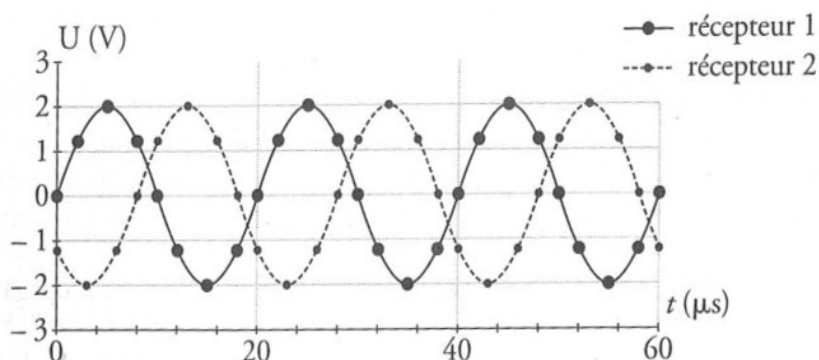


Figure 1

3. Déterminer la fréquence des ondes ultrasonores émises.
4. Quel est le retard que présente la détection des ondes au niveau du récepteur 2 par rapport au récepteur 1, sachant que ce retard est inférieur à la période temporelle ?
5. En déduire la célérité des ondes ultrasonores dans l'eau.
6. Définir puis calculer la longueur d'onde des ondes ultrasonores dans l'eau.

Les dauphins n'émettent pas des ultrasons en continu mais des salves (succession de signaux) ultrasonores très brèves et très puissantes appelées « clics ». Ces clics sont émis par séries formant un large faisceau appelé « train de clics ». La durée d'un train de clics et le nombre de clics contenus dans le train dépendent de leur fonction : localisation du dauphin ou recherche de nourriture.

On suppose que les clics d'un même train sont émis à intervalles de temps réguliers et ont la même fréquence. La figure 2 ci-après est un exemple de clic.

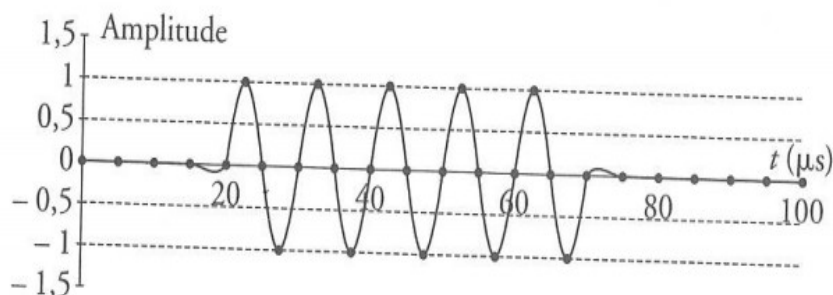


Figure 2 : un clic

La figure 3 ci-après représente le train de clics correspondant, où les clics sont représentés par des traits verticaux.

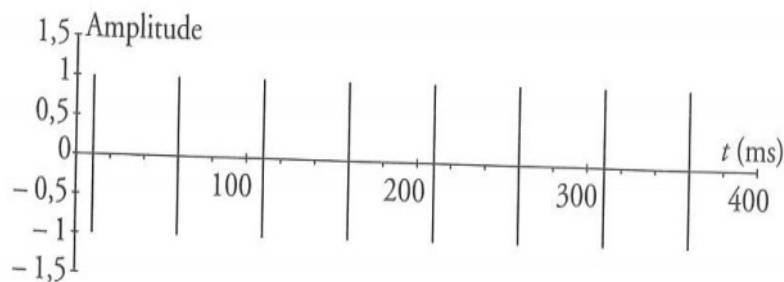


Figure 3 : train de clics

7. Comparer la durée totale d'un clic et la durée entre deux clics d'un train et justifier la représentation d'un train de clics (figure 3).

Afin de se localiser, le dauphin émet d'autres clics de fréquence 50 kHz et de portée de plusieurs centaines de mètres. Ces clics, espacés de 220 ms, se réfléchissent sur le fond marin ou sur les rochers et sont captés à leur retour par le dauphin. La perception du retard de l'écho lui fournit des informations concernant l'aspect du fond marin ou la présence d'une masse importante (bateau ou nourriture).

La célérité des ultrasons dans l'eau salée à 10 m de profondeur est de $1530 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

La figure 4 ci-après montre, pour un même train, les clics émis et reçus par écho.

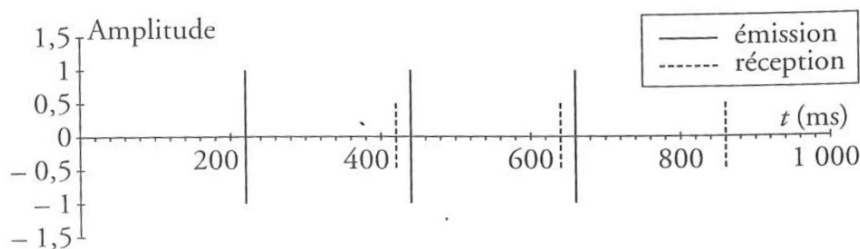


Figure 4 : localisation

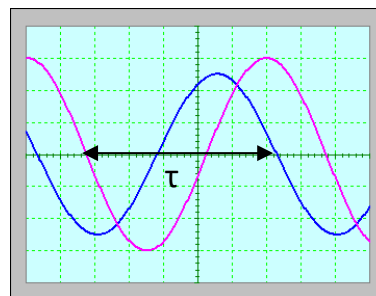
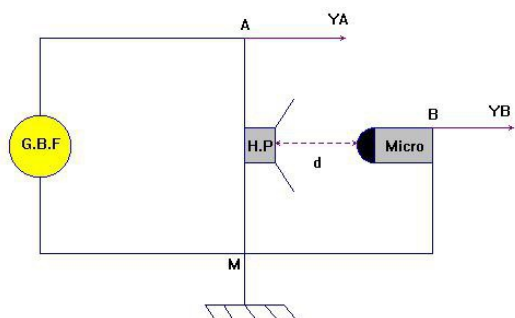
8. Déterminer l'intervalle de temps Δt séparant l'émission d'un clic et la réception de son écho, sachant que ce retard est inférieur à la durée entre 2 clics.
9. En déduire la distance H à laquelle se trouve le dauphin du fond marin.

Exercice 4 : Onde sonore à l'oscilloscope

>> Remédiation de l'exercice 4 : Ondes sonores

Un haut-parleur est mis en vibration à l'aide d'un G.B.F (Générateur Basses Fréquences) réglé sur la fréquence $f = 1,47 \text{ kHz}$.

Un microphone placé à une distance d du haut-parleur est relié à la voie B de l'oscilloscope. La voie A est reliée au G.B.F. On observe l'écran ci-dessous.



1. Déterminer l'échelle en temps de l'oscilloscope en ms/div (c'est-à-dire par division = par carreau).

Les deux voies ont la même sensibilité verticale (c'est-à-dire même échelle) : 100 mV / div .

2. Calculer les amplitudes des deux ondes. Pourquoi sont-elles différentes ?

On augmente progressivement la distance entre le microphone et le haut-parleur afin que les courbes du haut-parleur et du microphone soient en phase. On réitère cette opération en déplaçant à nouveau le microphone. Pour ces deux positions successives du microphone repérées par d_1 et d_2 on relève $d_2 - d_1 = 23,0 \text{ cm}$.

3. En déduire la longueur d'onde λ et la célérité v du son.
4. Si on change la fréquence du G.B.F, la célérité v du son change-t-elle ? Pourquoi ?

Le microphone est placé à une distance quelconque du haut-parleur, notée d . Pour cette position, on note τ le décalage (en s) entre les deux courbes tel que représenté sur l'écran de l'oscilloscope ci-dessus.

5. Exprimer la distance d entre le micro et le haut-parleur, en fonction de λ , τ , v et un nombre entier n .
6. Sachant que la distance d initiale est comprise entre 40 et 60 cm, donner sa valeur.
Pour cette dernière question, si les réponses aux questions 3 et 4 n'ont pas été trouvées, on prendra $\lambda = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ et $v = 340 \text{ m.s}^{-1}$.

Exercice 5 : Etude d'un microscope

>> Remédiation de l'Exercice 5 : Microscope classique et microscope confocal

La fonction d'un microscope est de donner une image grossie des objets proches de petite taille, en augmentant le diamètre apparent sous lequel ils sont vus.

On modélise un microscope par un système composé de deux lentilles convergentes de même axe optique :

- L'objectif L_1 de centre optique O_1 de +200 dioptries
- L'oculaire L_2 de centre optique O_2 de +50 dioptries

La distance O_1O_2 est imposée, égale à 18,50 cm.

Attention, ne pas confondre O_1O_2 avec l'intervalle optique donné habituellement !

1. Faire un schéma à l'échelle 1 du dispositif.

Conseil : Placer L_1 à environ 1 cm du bord de la feuille.

On considère un objet AB observé à l'aide du microscope. Soit A_1B_1 l'image de AB par L_1 et $A'B'$ l'image de A_1B_1 par L_2 .

2. Où doit être située l'image de $A'B'$ de AB par le microscope (association L_1 et L_2) pour éviter une fatigue de l'œil ?
3. En déduire, en justifiant, où doit être située l'image A_1B_1 de AB par L_1 .

On suppose que l'image A_1B_1 se forme en F_2 .

4. Calculer la distance AO_1 .
5. Calculer le grandissement γ de l'objectif L_1 .
6. Placer A_1B_1 sur le schéma en prenant $A_1B_1 = 5,0$ cm puis construire l'objet AB .
7. Vérifier la cohérence de votre tracé à l'aide des calculs précédents.
8. Prolonger les rayons utilisés pour la construction de AB et poursuivre leur tracé en sortie de l'oculaire.
9. Exprimer le diamètre apparent θ' de $A'B'$ en fonction de A_1B_1 et de f'_2 puis en fonction de AB , γ et f'_2 .
10. Exprimer le diamètre apparent θ de AB vu à l'œil nu, c'est-à-dire à une distance de 25 cm de l'œil, en fonction de AB .
11. En déduire l'expression du grossissement G du microscope en fonction de γ et f'_2 . Calculer sa valeur.

CHIMIE

Exercice 6 : Le fluor

>> Remédiation de l'exercice 6 : En cuisine ...

Données : fluor : 9F sodium : ${}_{11}Na$ magnésium : ${}_{12}Mg$ phosphore : ${}_{15}P$
 $M(F) = 19,0 \text{ g.mol}^{-1}$ $M(Na) = 23,0 \text{ g.mol}^{-1}$ $M(Mg) = 24,3 \text{ g.mol}^{-1}$ $M(P) = 31,0 \text{ g.mol}^{-1}$
Constante des gaz parfaits : $R = 8,314 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$
Conditions normales de température et de pression : $T = 25^\circ C$ et $P = 1013 \text{ hPa}$.

A. Le fluor dans le dentifrice

Le fluor joue un rôle protecteur dans l'apparition des caries dentaires. Dans une pâte dentifrice, l'élément fluor est apporté sous forme d'ions fluorure dans le fluorure de sodium NaF.

Sur l'étiquette, on lit : contient un dérivé fluoré, fluorure de sodium 0,32 % en masse.

Un tube de dentifrice contient 90 g de pâte dentifrice.

1. Comment appelle-t-on une espèce chimique telle que le fluorure de sodium ? En donner la définition.
2. Quels sont les ions qui composent le fluorure de sodium ? Justifier soigneusement.
3. Quelle est la formule du fluorure de magnésium ? (Aucune justification n'est demandée).

4. Calculer la masse m_{NaF} de fluorure de sodium NaF présente dans le tube plein.

Pour la suite, si la réponse à cette question n'a pas été trouvée, prendre $m_{NaF} = 300 \text{ mg}$.

5. Calculer la quantité de matière n_{NaF} de fluorure de sodium NaF.
6. A combien d'entités NaF cela correspond-t-il ?
7. En déduire la quantité de matière n_2 d'ions fluorure puis la masse d'ions fluorure m_2 .

La teneur en ions fluorure est parfois indiquée en partie par million : ppm. Par définition, le nombre de ppm représente la valeur en mg de la masse d'ions fluorure contenue dans un million de mg de dentifrice.

8. Calculer la teneur en ppm des ions fluorure de ce dentifrice et la comparer à la valeur maximale autorisée : $1,5 \times 10^3 \text{ ppm}$.

B. Structure d'une molécule fluorée

9. Représenter le schéma de Lewis de la molécule de trifluorure de phosphore PF_3 , en justifiant des doublets d'électrons de chacun des éléments chimiques.
10. Donner en justifiant sa représentation de Cram et le nom de sa géométrie.

C. Détection de difluor

Le fluor (F_2) aussi appelé « difluor » est un gaz que l'on retrouve principalement dans l'industrie chimique.

De couleur jaunâtre, presque invisible, le difluor se distingue par son odeur repoussante, détectable dès 0,02 ppm. Il s'agit d'un gaz très toxique par inhalation et corrosif au point de provoquer des brûlures à la peau et aux yeux.

Lors d'une réaction chimique, une fuite de difluor a libéré une masse $m = 120 \text{ g}$ de F_2 dans l'enceinte de l'usine, de volume 3000 m^3 , provoquant le dépassement du seuil d'alerte.

11. A $25^\circ C$, quelle est la pression (dite pression partielle) du gaz ainsi libéré ? Exprimer P en bar.
12. Quelle est la quantité de matière d'air contenu dans cette enceinte, dans les conditions normales de température et de pression ?