

## Corrigé du DS n°3 de Sciences physiques

### Exercice 1 : Quizz d'optique

#### A. Première série

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

#### B. Deuxième série

1. b)

$$n = c/v \quad \text{donc } v = c/n \quad \text{donc } v_2 > v_1$$

2. 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  $\lambda$ ) dépendent du milieu de propagation (de l'indice  $n$ ) : elles sont donc modifiées.

3. b)

$$\lambda = v \times T = v / f \quad \text{et} \quad v = c/n \quad \text{donc} \quad \lambda = c / (n f) \quad \lambda = 4,43 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

4. b) c)

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2 \quad n_1 = 1,00 \quad \text{et} \quad n_2 = 1,33 \quad i_1 = 40^\circ \quad \text{donc } i_2 = 29^\circ = 0,48 \text{ rad}$$

5. a)

$$i_2 = i_1 \quad \text{donc } i_2 = 40^\circ$$

6. b) e) f)

$$C = 1/f' \quad \text{donc } f' = 1/C \quad f' = 0,20 \text{ m} = 20 \text{ cm}$$

La vergence s'exprime en dioptrie mais la distance focale s'exprime en m.

Le plan focal image est donc situé à 20 cm derrière la lentille.

7. a) d) f)

$$\text{Formule de conjugaison : } \frac{1}{OA'} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{OA} \quad \text{avec} \quad OA = -10 \text{ cm} = -0,10 \text{ m} \quad \text{et } f' = 0,20 \text{ m}$$

donc  $OA' = -0,20 \text{ m} = -20 \text{ cm}$

Comme  $OA' < 0$  alors l'image est située devant la lentille : c'est une image virtuelle.

$$\text{Formule de grandissement : } \frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA} \quad \text{donc} \quad A'B' = AB \cdot \frac{OA'}{OA} \quad \text{donc } A'B' = 6 \text{ cm}$$

Comme  $A'B' > 0$  alors l'image est droite.

## Exercice 2 : Laser Hélium-Néon

- $v = \lambda / T$  donc  $T = \lambda_0 / c$  avec  $\lambda_0$  longueur d'onde dans le vide et  $c$  célérité de la lumière dans le vide  
 $T = 2,11 \cdot 10^{-15} \text{ s}$   
 $f = 1/T$   $f = 4,74 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$
- $E = h f$   $E = 3,14 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
- $E = 3,14 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1,96 \text{ eV}$   
Ce photon est donc émis lors de la transition électronique du niveau  $E_5$  au niveau  $E_2$  car  $E_5 - E_2 = 1,96 \text{ eV}$
- $\theta = \lambda / a$

$$\tan \theta = \frac{d}{L} = \frac{d}{2L}$$

- Par trigonométrie, on peut écrire  
donc  $\theta = d / 2L$   
D'où  $\theta = \lambda / a = d / 2L$  donc  $a = 2L\lambda / d$   $a = 56 \mu\text{m}$
- Si la distance jusqu'à l'écran diminue, la largeur de la tâche diminue car l'angle  $\theta$  reste le même.
- Pour grossir la tâche centrale, il faut augmenter l'angle  $\theta$ . Pour cela, on peut prendre une longueur d'onde plus grande.
- Pour augmenter la tâche de diffraction lors de la lecture d'un CD, il faut donc se placer à la longueur d'onde maximale dans le visible, donc une **couleur rouge**.  
*La lecture d'un CD est basée sur la diffraction d'un faisceau laser qui parcourt le CD, lors de son passage entre un bit 0 (un creux) et un bit 1 (un plat).*

## Exercice 3 : Surfer sur la vague

### A. La houle, onde mécanique progressive

- La houle est une perturbation (déformation de la surface de l'eau) qui se propage sans transport de matière mais avec un transport d'énergie (onde), dans un milieu matériel (mécanique).
- La longueur d'onde est la **période spatiale** de l'onde. C'est la plus petite distance séparant 2 points dans le même état vibratoire (par ex. 2 sommets de vague).  
On mesure plusieurs longueurs d'onde pour être précis :  $9 \lambda = 5,1 \text{ cm}$   
et on utilise l'échelle du document :  $5,6 \text{ cm}$  représentent  $14 \text{ cm}$ .  
Donc  $\lambda = 1,4 \text{ cm}$
- $v = \lambda / T = \lambda \cdot f$   $v = 1,4 \times 23$   $v = 32 \text{ cm.s}^{-1}$
- $\lambda = 60 \text{ m}$  et  $h = 3000 \text{ m}$ , donc  $\lambda < 0,5h$ . Dans ces conditions, la célérité de l'onde se calcule avec la formule  
 $v = \sqrt{g\lambda / 2\pi}$  donc  $v_1 = 9,7 \text{ m.s}^{-1}$
- $T = \lambda / v$  donc  $T = 6,2 \text{ s}$
- Sur la photographie aérienne du document 3, on observe la **diffraction** de la houle à l'entrée de la baie.  
La diffraction sera d'autant plus visible que la longueur d'onde de la houle sera grande face à la dimension de l'entrée de la baie.
- La **lumière** qui est une onde électromagnétique peut également être diffractée.

### B. Surfer sur la vague

- Pour une onde longue, on a  $v = \sqrt{gh}$   $v_2 = 6,3 \text{ m.s}^{-1}$   
Le document 4 nous apprend que la période  $T$  ne change pas à l'approche des côtes :  $T = 6,2 \text{ s}$   
 $\lambda = v T$   $\lambda_2 = 6,3 \times 6,2$   $\lambda_2 = 39 \text{ m}$   
En arrivant près de la côte, on constate que
  - $v_2 < v_1$  : la houle est ralentie,
  - $\lambda_2 < \lambda$  : la longueur d'onde diminue.Ces résultats sont conformes aux informations données dans le document 4.
- L'onde parvient en amont du fleuve avec un retard  $\tau$  :  $\tau = d / v$  donc  $\tau = 13.10^3 / 5,1 = 2,5.10^3 \text{ s}$  soit  $42 \text{ min}$  d'où le passage du mascaret à **18h40**.

## Exercice 4 : Ondes sonores

1. Le signal arrive avec une amplitude plus grande et plus tôt sur la voie 1 : il s'agit du micro  $M_1$ . Pour des raisons similaires, la voie 2 correspond à  $M_2$  et la voie 3 à  $M_3$ .

2. 
$$v = \frac{d}{\tau} = \frac{M_1 M_2}{\tau} = \frac{M_1 M_2}{t_2 - t_1} \quad \text{avec } M_1 M_2 = 2,0 \text{ m}$$

10 cm  $\rightarrow$  0,020s

2,9 cm  $\rightarrow$   $\tau$

$\tau = (2,9 \times 0,020) / 10$

$\tau = 5,8 \cdot 10^{-3} \text{ s}$  donc  $v = 3,5 \cdot 10^2 \text{ m.s}^{-1}$

De même pour les micros  $M_2$  et  $M_3$ , 
$$v = \frac{M_2 M_3}{\tau'} = \frac{M_2 M_3}{t_3 - t_2}$$

$\tau' = (4,5 \times 0,020) / 10$   $\tau' = 9,0 \cdot 10^{-3} \text{ s}$  donc  $v = 3,3 \cdot 10^2 \text{ m.s}^{-1}$

3. Les résultats obtenus sont différents, mais l'écart entre les valeurs obtenues étant faible (6%) on peut considérer ces deux résultats comme étant cohérents.

4. Pour être plus précis, on mesure 4 périodes sur l'enregistrement des signaux :

10 ms  $\rightarrow$  5,8 cm

4T  $\rightarrow$  5,3 cm

$T = (10 \times 5,3) / (5,8 \times 4)$

$T = 2,3 \text{ ms}$

$f = 1/T$

$f = 4,5 \cdot 10^2 \text{ Hz}$

5. Pour plusieurs retours de phase, la distance mesurée est plus grande, alors l'erreur relative sur la mesure de la distance est plus faible.

6. La longueur d'onde est la plus faible distance entre deux points dans le même état vibratoire.

La distance mesurée correspond à 5 longueurs d'onde donc  $D = 5 \lambda$

$\lambda = D/5$

$\lambda = 3,86/5$

$\lambda = 0,772 \text{ m}$

7.  $\lambda = v \cdot T$

donc  $v = \lambda / T$

$v = 3,4 \cdot 10^2 \text{ m.s}^{-1}$

8. On trouve des valeurs de la célérité du son très proches, pourtant les sons étudiés (diapason et cymbale) n'ont pas les mêmes fréquences : **la vitesse ne dépend pas de la fréquence de l'onde donc le milieu n'est pas dispersif** pour les ondes sonores.

9. Le son émis par le haut-parleur est diffracté par l'ouverture qu'est la porte : la **diffraction** permet d'expliquer l'observation des amis de Julien.

10.  $\lambda = v / f$ , en considérant que la célérité du son dans l'air vaut  $v = 340 \text{ m.s}^{-1}$

Sons graves :  $\lambda_1 = 340 / 100 = 3,40 \text{ m}$

Sons aigus :  $\lambda_2 = 340 / 10000 = 3,40 \text{ cm}$

La diffraction est d'autant plus marquée que la longueur d'onde  $\lambda$  est grande face à la taille de l'ouverture.

La porte de largeur 1,00 m diffracte mieux les sons graves, qui sont ainsi mieux perçus par les amis de Julien.

## Exercice 5 : Microscope classique et microscope confocal

### A. Étude d'un microscope optique classique

1. Voir annexe
2. L'oeil n'accomode pas pour une image située à l'infini : A'B' doit être rejetée à l'infini.
3. A<sub>1</sub>B<sub>1</sub> doit donc se situer dans le **plan focal objet de l'oculaire**.
4. Voir annexe

$$y_1 = \frac{O_1 A_1}{O_1 A} = \frac{A_1 B_1}{AB}$$

- 5.
6. D'après la figure 1, on remarque que  $O_1 A_1 = O_1 F_1 + F_1 F_2 = f'_1 + \Delta$

On peut calculer  $O_1 A$ , à l'aide de la formule de conjugaison :  $\frac{1}{O_1 A_1} - \frac{1}{O_1 A} = \frac{1}{f'_1} \Leftrightarrow O_1 A = \frac{f'_1 \times O_1 A_1}{f'_1 - O_1 A_1}$

d'où 
$$O_1 A = \frac{f'_1 \times (f'_1 + \Delta)}{f'_1 - (f'_1 + \Delta)} = -\frac{f'_1}{\Delta} \cdot (f'_1 + \Delta)$$

$$y_1 = \frac{f'_1 + \Delta}{-\frac{f'_1}{\Delta} (f'_1 + \Delta)} \quad \text{donc} \quad y_1 = -\frac{\Delta}{f'_1}$$

En réinjectant dans la formule du grandissement :

7.  $\gamma_1 = -180 / 4,5 \quad \gamma_1 = -40$
8. Au grandissement de l'objectif

### B. Étude du microscope confocal

9. Voir annexe : L'image du point B n'est pas enregistrée sur le capteur.
10. Voir annexe : L'image du point D n'est pas enregistrée sur le capteur.
11. Le diaphragme étant centré sur l'image de A, peu de lumière issue d'autres points que A entre dans le diaphragme.
12. Il faut déplacer l'objet sur l'**axe yy'**, **vers y'** pour positionner le point B **sur l'axe optique**.
13. Voir annexe
14. Il faut déplacer l'échantillon sur l'**axe yy'** pour positionner D sur l'axe optique puis sur l'**axe zz'** pour le positionner sur la position initiale du point A.

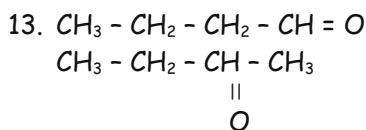
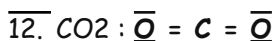
## Exercice 6 : En cuisine ...

### A. La caféine

- $M = 194,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- $n = m / M \quad n = 4,1 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$
- $N = n \times N_A \quad N = 2,5 \cdot 10^{20} \text{ molécules}$
- On peut boire jusqu'à **7 tasses** de café
- $m = 0,1 \%$  de  $250 \text{ g} = 0,25 \text{ g}$  soit  $n = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$  de caféine maximum

### B. Le bicarbonate de soude

- L'hydrogénocarbonate de sodium est un **composé ionique**.
- D'après le nom, il est composé d'ion sodium de formule  $\text{Na}^+$  (car, d'après la règle de l'octet, avec  $Z=11$  l'atome perd un électron pour adopter la structure électronique du Néon  $Z=10$ ) et d'ion hydrogénocarbonate  $\text{HCO}_3^-$  (la charge - se déduit de la neutralité du composé ionique).
- $n = m / M$  avec  $M = 84,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$   $n = 7,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$
- D'après l'énoncé  $n(\text{CO}_2) = n(\text{NaHCO}_3)$   $n(\text{CO}_2) = 7,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$
- $PV = nRT$  donc  $V = nRT / P$  avec  $T = 423,15 \text{ K}$   $P = 1013 \cdot 10^2 \text{ Pa}$   $V = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 2,5 \text{ L}$
- Dans la réalité, tout le bicarbonate ne réagit pas forcément donc  $n$  est plus faible, la pression varie à l'intérieur de la pâte et dans le four (un peu plus haute), la température n'est pas instantanément à  $150^\circ\text{C}$  donc elle est initialement plus faible et enfin, une partie du gaz s'échappe (petites bulles) sans être piégée dans le gâteau.



14.  $m = \rho \times V \quad m = 11 \text{ g}$  d'huile