

Correction exercice 1

1. Évolution des idées sur la lumière

1.1. Les ondes mécaniques nécessitent un **milieu matériel** (solide, liquide ou gaz) pour se propager tandis que les ondes lumineuses peuvent se propager en l'absence de matière c'est-à-dire dans le vide. Le concept "*d'éther*" est inutile.

1.2. "*La lumière s'étend de toutes parts*" : On retrouve l'idée qu'une onde se propage dans **toutes les directions** qui lui sont offertes.

"*Les ondes lumineuses se traversent l'une l'autre sans s'empêcher*" : On retrouve l'idée que deux ondes peuvent **se croiser sans se perturber**.

"*la propagation de la lumière depuis un objet lumineux ne saurait être⁴ par le transport d'une matière*" : On retrouve l'idée qu'une onde réalise un transport d'énergie sans transport de matière.

1.3. La lumière blanche du Soleil est **polychromatique**. Elle est constituée d'une infinité de radiations de fréquences différentes.

2. Diffraction

2.1. D'après la figure 1 : $\tan \theta = \frac{L}{2D}$ comme θ est petit, on a $\tan \theta = \theta$ soit $\theta = \frac{L}{2D}$

2.2. Par définition, on a $\theta = \frac{\lambda}{a}$ avec θ en radian ; λ et a en mètre.

2.3. La courbe $\theta = f(1/a)$ est une droite passant par l'origine, or l'expression précédente montre que θ et $1/a$ sont proportionnels (coefficient directeur λ). La figure 2 est en **accord** avec la relation.

2.4. Le **coefficient directeur** de la droite représentative de $\theta = f(1/a)$ est égal à la longueur d'onde λ .

2.5. A l'aide de la figure 2, on peut calculer le coefficient directeur de la droite :

soit le point ($\frac{1}{a} = 3,5 \cdot 10^4 \text{ m}^{-1}$; $\theta = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ rad}$)

$$\lambda = \theta \cdot a = 2,0 \cdot 10^{-2} \times \frac{1}{3,5 \cdot 10^4} = 5,7 \cdot 10^{-7} \text{ m} \quad \text{donc } \lambda = 5,7 \cdot 10^2 \text{ nm}$$

2.6. La lumière blanche est polychromatique, donc elle contient des radiations de longueurs d'onde différentes qui donneront des taches centrales de largeurs différentes sur l'écran car la largeur de la tache centrale dépend de la longueur d'onde de la radiation monochromatique considérée.

Au centre de l'écran, juste en face du fil, toutes les radiations colorées se superposent, on obtient donc une tache blanche.

Autour seules certaines radiations se superposent, cela crée des irisations, c'est à dire des couleurs.

2.7. Le Blu-ray permet de stocker plus d'informations car il permet une gravure plus fine (une plus grande densité de « points d'information » car ceux-ci sont plus petits) tout en limitant la diffraction lors de la lecture grâce à un laser de plus courte longueur d'onde.

2.8. D'après 2.1 et 2.2, on a $\theta = \frac{L}{2D}$ et $\theta = \frac{\lambda}{a}$ donc $\lambda = \frac{La}{2D}$

2.9. On a :

$$l_{\text{DVD}} = \frac{L_{\text{DVD}} \cdot a}{2 \cdot D} \quad \text{et} \quad l_{\text{BR}} = \frac{L_{\text{BR}} \cdot a}{2 \cdot D}$$

$$\frac{l_{\text{DVD}}}{l_{\text{BR}}} = \frac{\frac{L_{\text{DVD}} \cdot a}{2 \cdot D}}{\frac{L_{\text{BR}} \cdot a}{2 \cdot D}} = \frac{L_{\text{DVD}}}{L_{\text{BR}}}$$

$$l_{\text{DVD}} = \frac{L_{\text{DVD}}}{L_{\text{BR}}} \cdot l_{\text{BR}}$$

$$l_{\text{DVD}} = \frac{4,8}{3,0} \cdot 405 = 6,5 \cdot 10^2 \text{ nm}$$

3. Dispersion

3.1. La fréquence d'une onde lumineuse ne dépend pas du milieu de propagation, elle est donc invariante quelque soit le milieu traversé.

3.2. D'après la formule du document 5, la célérité d'une onde dans un milieu dépend de l'indice de réfraction n de ce milieu et de la vitesse de la lumière : $v = c/n$

D'après le graphique du document 5, l'indice de réfraction du verre varie avec la longueur d'onde de la radiation monochromatique qui la traverse donc avec la fréquence de celle-ci qui est invariante.

Or, d'après le document 6, un milieu est dit dispersif si la célérité des ondes qui le traverse dépend de leur fréquence.

Comme, dans le verre, la célérité v dépend de n et que n dépend de la fréquence de l'onde monochromatique qui traverse le verre alors v dépend de la fréquence.

J'en conclus que le verre est un milieu dispersif.

Correction exercice 2

Question 1	
Les ondes S et P sont toutes deux des ondes mécaniques progressives périodiques.	1
D'après les schémas du document 1 , les ondes S sont des ondes transversales tandis que les ondes P sont des ondes longitudinales.	1
Question 2	
Les ondes S sont transversales, elles produisent donc un mouvement vertical du sol , tandis que les ondes P sont longitudinales et produisent un mouvement horizontal du sol.	1
D'après le document 3 , le sismographe est schématiquement un stylet écrivant dans la direction perpendiculaire au déplacement d'une bande de papier.	1
Donc, pour enregistrer des ondes S se propageant par exemple d'est en ouest, il faut un sismographe du type « c » , et pour enregistrer des ondes P se propageant dans le même sens, il faut un sismographe du type « b ».	1
Question 3	
La grandeur $y_{\max}$ est l' amplitude maximale de l'élongation $y(t)$. D'après le graphique , elle vaut 5,0 cm.	1
La grandeur f est la fréquence de l'onde sinusoïdale. Par lecture graphique , on trouve la période de l'onde.	1
$2T = 2,0 \text{ s}$ soit $T = 1,0 \text{ s}$. Or $f = \frac{1}{T}$ donc : $f = 1,0 \text{ Hz}$.	1
La grandeur ϕ_0 est la phase à l'origine . A $t = 0$, $\cos(\phi_0) = 1$ donc $\phi_0 = 0$.	1
Question 4	
La période de l'onde est $T = 1,0 \text{ s}$. Or, on sait que : $\lambda = c_s \cdot T$.	1
D'après le document 1 , $c_s = 3,5 \text{ km.s}^{-1}$. A.N : $\lambda = 3,5 \times 1,0 = \mathbf{3,5 \text{ km}}$	1
Question 5	
D'après le document 2 , $M = \log\left(\frac{y_{\max}}{y_0}\right)$ donc $\frac{y_{\max}}{y_0} = 10^M$ soit $y_{\max} = y_0 \cdot 10^M$	1
Donc : $\frac{y_{\text{Smax}}}{y_{\text{Bmax}}} = \frac{y_0 \cdot 10^{M_s}}{y_0 \cdot 10^{M_b}}$ soit $\frac{y_{\text{Smax}}}{y_{\text{Bmax}}} = 10^{M_s - M_b}$	1
A.N : D'après le document 2, $\frac{y_{\text{Smax}}}{y_{\text{Bmax}}} = 10^{7,1-6,3} = 6,3$ L'amplitude de mouvement du sol était 6,3 fois plus importante dans le cas du séisme de San Francisco que dans le cas de celui de Bam	1
Question 6	
Les ondes P se propagent à $6,0 \text{ km.s}^{-1}$ tandis que les ondes S se propagent à $3,5 \text{ km.s}^{-1}$. Les ondes P arrivent donc à la station avant les ondes S lors d'un séisme.	1
Or, le train d'onde A arrive à 40 s tandis que le train d'onde B arrive à 66 s.	0,5
Donc, le train d'onde A correspond aux ondes P.	0,5
Question 7	
La distance d s'exprime de deux façons différentes : $d = c_s \cdot t_s$ et $d = c_p \cdot t_p$	1
Donc : $t_s - t_p = \frac{d}{c_s} - \frac{d}{c_p}$ soit : $t_s - t_p = \frac{c_p - c_s}{c_p \cdot c_s} d$	1
Donc : $d = \frac{c_p \cdot c_s}{c_p - c_s} (t_s - t_p)$	1
A.N : $d = \frac{3,5 \times 6,0}{6,0 - 3,5} (66 - 40) = \mathbf{2,2 \cdot 10^2 \text{ km}}$	1

Correction exercice 3

1 . Exprimer puis calculer la distance AG sachant que l'antenne détecte l'écho d'une impulsion $\Delta t = 300 \mu s$ après que celle-ci ait été émise. **(2 pts)**

$$AG = \frac{1}{2}c.\Delta t = \frac{1}{2}.3,00.10^8.3,00.10^{-4} = 4,50.10^4 m$$

2 . Montrer que la vitesse du grêlon v_G se calcule à l'aide de la relation :

$$v_G = \frac{c}{2f}(f'' - f) \frac{1}{\cos \theta}$$

Pour démontrer cette formule, on répondra aux questions suivantes :

a . Exprimer f' , fréquence de l'onde incidente perçue puis réfléchiée par le grêlon, en fonction de f , v_G , c et θ . **(2 pts)**

$$f' = f \left(1 - \frac{v_G \cdot \cos(\pi - \theta)}{c} \right) = f \left(1 + \frac{v_G \cdot \cos \theta}{c} \right)$$

b . Exprimer f'' , fréquence de l'onde captée par l'antenne, en fonction de f' , v_G , c et θ . **(2 pts)**

$$f'' = f' \frac{1}{1 - \frac{v_G \cdot \cos \theta}{c}} = f' \frac{c}{c - v_G \cdot \cos \theta}$$

c . En déduire l'équation reliant f'' et f . **(1 pt)**

$$f'' = f \frac{c}{c - v_G \cdot \cos \theta} \frac{c + v_G \cdot \cos \theta}{c}$$

$$f'' = f \left(\frac{c + v_G \cdot \cos \theta}{c - v_G \cdot \cos \theta} \right)$$

d . Comparer la vitesse de l'onde électromagnétique dans le milieu considéré et celle d'un grêlon. Quelle approximation peut-on alors faire ? En déduire l'expression de v_G . **(2 pts)**

$$(c - v_G \cdot \cos \theta) f'' = (c + v_G \cdot \cos \theta) f$$

$$v_G (f'' + f) \cos \theta = c (f'' - f)$$

$$v_G = \frac{c (f'' - f)}{(f'' + f) \cos \theta} \approx \frac{c \Delta f}{2 f \cos \theta}$$

3 . Calculer la vitesse radiale $v_G \cdot \cos \theta$ du grêlon sachant que le décalage fréquentiel mesuré vaut $5,3.10^2$ Hz. **(1 pt)**

$$v_G = \frac{c}{2f}(f'' - f) \frac{1}{\cos \theta}$$

$$v_G \cdot \cos \theta = \frac{c}{2f} \Delta f = \frac{3,00.10^8}{2.10.10^9} . 5,3.10^2 = 8,0 m.s^{-1}$$

Éléments de correction : en rouge, les points clés.

Introduction :

Comme nous l'avons vu en classe de 1re S, la couleur d'un objet provient :

- de la composition de la lumière émise par la source ;
- de l'interaction de la lumière avec la matière ;
- de la synthèse faite par le cerveau de la lumière captée par les cônes : la trichromie.

Dans cette synthèse, nous nous intéressons au **deuxième point : l'interaction entre la lumière et la matière.**

Il existe deux origines différentes pour les couleurs des animaux :

- **Une origine pigmentaire** : la couleur est due aux pigments **qui absorbent une partie de la lumière** qu'ils reçoivent et **diffusent donc une lumière colorée** complémentaire de celle absorbée. C'est la couleur pigmentaire la plus répandue puisque les pigments sont présents partout (mélanines, ptérides, caroténoïdes...). Cette couleur est **d'origine chimique puisque l'absorption dépend des liaisons chimiques dans et entre les molécules**. C'est ce que rappelle le document 1.
- **Une origine structurale** : dans certains cas (ailes de papillons par exemple), à la couleur pigmentaire se superpose une couleur due à la structure externe de la surface qui renvoie la lumière. Cette couleur est **d'origine physique** puisqu'elle fait intervenir des phénomènes comme :
 - **La diffraction** de la lumière blanche qui provoque une **iridescence** : les couleurs observées sur les ailes de certains papillons (type morpho) ont la même origine que celles observées sur les CD.
 - **Les interférences** : selon la différence de marche des rayons réfléchis sur les couches minces on obtiendra de la lumière ou une absence de lumière pour une longueur d'onde donnée.
 - **La diffusion Rayleigh**, diffusion préférentielle du bleu par rapport au rouge provoquée par la présence de microparticules (c'est le bleu du ciel).

Conclusion :

Il existe deux origines expliquant la couleur des animaux, une origine chimique et une origine physique. Dans le cas de la couleur structurale, celle-ci dépend de l'angle d'observation alors que pour la couleur pigmentaire l'angle d'observation n'a aucune influence.

La couleur structurale, beaucoup moins courante, semble permettre une variété de couleurs et de nuances beaucoup plus importante et changeante qui peut expliquer l'attrait des animaux qui en sont la source.