Année scolaire 2021-2022 - Durée : ***2h***

Composition du 3^e^ trimestre

Matière : ***Physique – Chimie***

*Classes :****2^nde^***

Exercice 1 : « *Félix Baumgartner et la vitesse du son* » …………..(4 points)

Le dimanche 14 octobre 2012, Félix Baumgartner est entré dans l'histoire en devenant le premier à franchir le mur du son en chute libre.

Doc. 1 Description du saut
Félix Baumgartner a sauté depuis la nacelle d'un ballon à 39 000 m d'altitude. Au cours de la première phase de sa chute qui a duré quatre minutes et vingt secondes, il a atteint une vitesse de pointe de 1 357,6 km · h^{-1} dépassant ainsi la vitesse du son ! Il se trouvait alors à une altitude de 32 000 m.

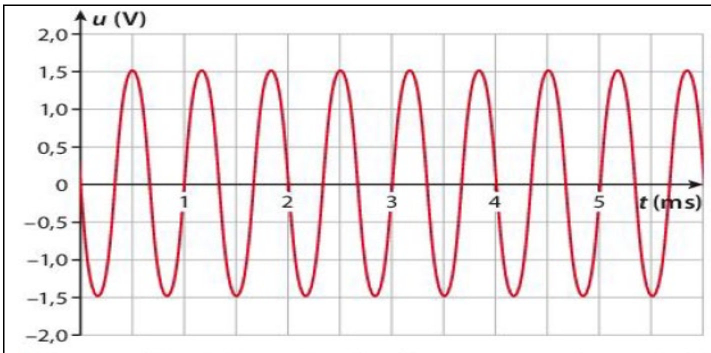
Doc. 2 Définition du nombre de Mach
À partir d'une certaine altitude, il devient plus pratique d'exprimer la vitesse à l'aide du nombre de Mach.
Par exemple une vitesse Mach 1 correspond à une fois la vitesse du son dans l'air, Mach 2 à deux fois la vitesse du son dans l'air, etc.

Doc. 3 Vitesse du son dans l'air en fonction de l'altitude

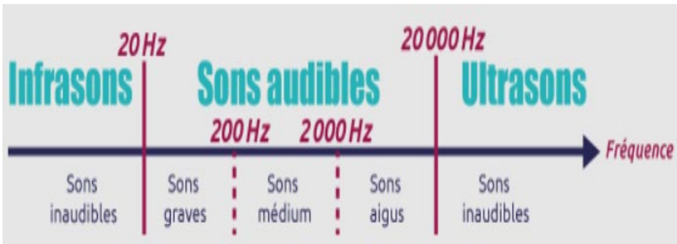
1. Relever la vitesse de pointe atteinte par Félix Baumgartner et l'altitude à laquelle il se trouvait.
2. Transformer la définition du nombre de Mach sous forme de formule littérale.
3. À l'aide du **doc.3**, déterminer la vitesse du son à l'altitude du record de Félix Baumgartner.
4. Convertir la vitesse de Félix Baumgartner en **m.s^{-1}** puis en nombres de **Mach**.

Exercice 2 : « *Décrire un signal sonore* » …………..(4 points)

Théo a enregistré un signal sonore dont la représentation temporelle est donnée ci-dessous.



Données :

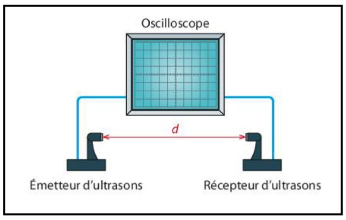


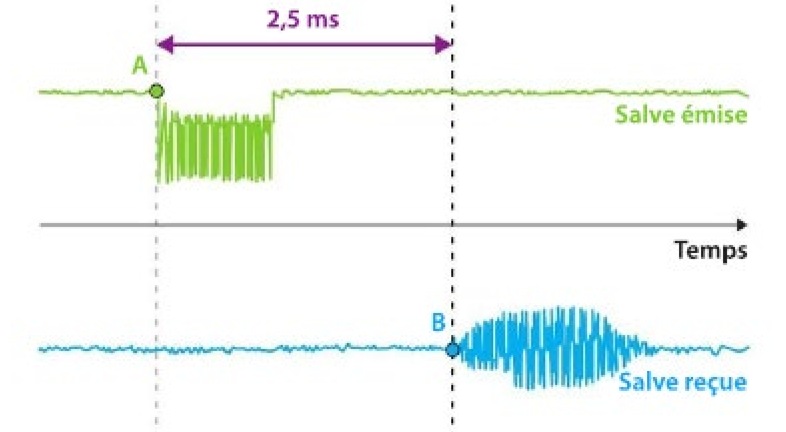
1. Ce signal est-il périodique ? Justifier.
2. Mesurer la période du signal sonore le plus précisément possible.
3. Calculer la fréquence du signal sonore.
4. Justifier que Théo puisse entendre ce signal sonore.

Exercice 3 : « *Détermination de la vitesse de propagation des ultrasons* » ...(4 points)

On se propose de déterminer la valeur de la vitesse de propagation des ultrasons dans l'air.

Un émetteur et un récepteur de salves ultrasonores sont placés face à face, à une distance de ***d* = 85 cm** et sont connectés à un oscilloscope. On obtient les courbes représentées ci-après.

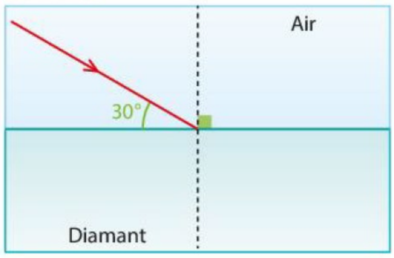




1. Que se passe-t-il aux instants repérés par les points **A** et **B** sur les courbes ?
2. Calculer la valeur de la vitesse de propagation des ultrasons dans les conditions de l'expérience.
3. Comparer les valeurs de vitesse de propagation du son et des ultrasons dans l'air.

Donné : La valeur approchée de la vitesse de propagation du son dans l'air est ***345 m.s^{-1}***.

Exercice 4 : « *Un diamant et un laser* » ....(4 points)



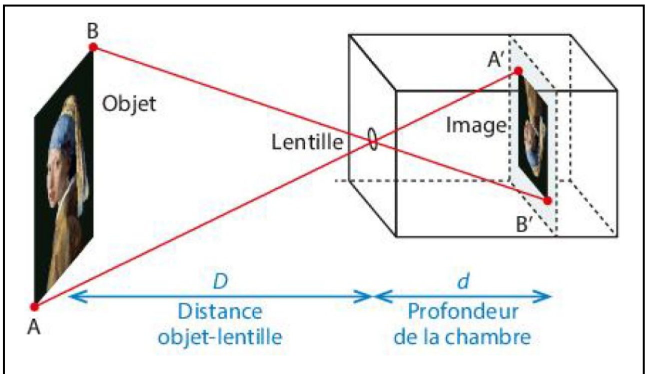
Un rayon laser éclaire une des faces d'un diamant. Ce rayon fait un angle de ***30°*** avec la surface du diamant. ***$n_{diamant}$ = 2,41*** et ***n_{air} = 1,00***.

1. Déterminer l'angle d'incidence **i**.
2. Calculer la valeur de l'angle de réfraction **r**.
3. Faire un schéma annoté de l'ensemble de la situation.

Exercice 5 : « *La chambre noire* » ....(4 points)

Vermeer, comme d'autres grands peintres du XV^{e} siècle, a dû secrètement utiliser une *camera obscura* (chambre noire) pour obtenir des effets de photoréalisme.

Une chambre noire est une boîte munie d'une ouverture où est placée une **lentille convergente**. Sur le fond de la boîte est placé un calque écran translucide où se forme l'image. La profondeur de la boîte est réglable.



1. Modéliser l'objet ainsi que la chambre noire par une lentille et un écran.
2. Construire, en utilisant la modélisation de la chambre noire, sans souci d'échelle, l'image de l'objet donnée par la lentille telle que **OA = 3 x OF**.
3. Déterminer dans quel cas l'image a la même taille que l'objet.
4. Un objet de taille ***30,0 cm*** est placé à ***2,0 m*** de l'ouverture et la profondeur de la chambre noire vaut ***40,0 cm***. Calculer la taille de l'image obtenue sur l'écran.

Exercice 1 : « *Félix Baumgartner et la vitesse du son* ».............(4 points)

1. D'après le doc.1, la vitesse atteinte par Félix Baumgartner était de **V = 1357,6 km.h^{-1}** à **32 000 m** d'altitude. 0,5 0,5
2. D'après le doc.2, la vitesse en nombre de Mach est égale au rapport $\frac{V}{V_{son}}$. 1
3. En utilisant l'échelle du doc.3, on lit qu'à 32 km d'altitude la vitesse du son vaut **V_{son} = 297 m.s^{-1}**. 1
4. Les 2 vitesses devront être dans la même unité, on convertit V : V = $\frac{1357,6}{3,6}$ = **377,1 m.s^{-1}**. 0,5

   Donc en nombre de **Mach** la vitesse de Félix Baumgartner est donc $\frac{377,1}{297}$ = **1,27**. 0,5

(Le rapport de la Fédération Aéronautique Internationale (FAI) indique une valeur de 1,25 Mach).

Exercice 2 : « *Décrire un signal sonore* ».............(4 points)

0,5

1. **Oui** c'est un signal périodique, car le même motif se **répète**. 0,5
2. On compte 6 périodes en 4,0 ms donc :

   6 x T = 4,0 $\Longrightarrow$ **T** = $\frac{4,0}{6}$ = **0,67 ms** = **6,7 x 10^{-4} s**. 1
3. **f** = $\frac{1}{T}$ = $\frac{1}{6,7 \times 10^{-4}}$ = 1,5 x 10^{3} Hz = **1,5 kHz**. 1
4. Théo peut entendre ce signal sonore car sa fréquence est comprise dans le domaine des sons **audibles [20 Hz ; 20000 Hz]**. 1

Exercice 3 : «*Détermination de la vitesse de propagation des ultrasons*»..(4 points)

1. **A** correspond au **début de l'émission** de la salve ultrasonore par l'émetteur d'ultrasons 0,5

   B correspond au **début de la réception** de la salve ultrasonore par le récepteur d'ultrasons. 0,5
2. $V_{US} = \frac{d}{\Delta t}$ avec Δt la durée entre l'émission et la réception des ultrasons. 1

   $V_{US} = \frac{0,85}{2,5 \times 10^{-3}}$ = **3,4 x 10^{2} m.s^{-1}.** 1
3. Cette valeur (340 m.s^{-1}) est ***proche*** de 345 m.s^{-1}. 1

Exercice 4 : « *Un diamant et un laser* »..............(4 points)

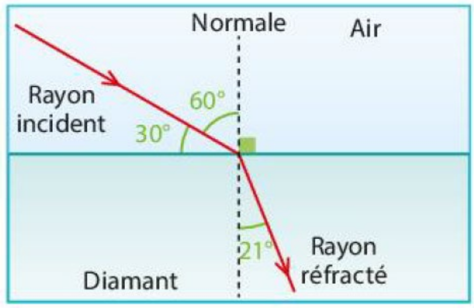
1. L'angle d'incidence i est défini par le rayon incident et la normale à la surface au point d'incidence : $i = 90 - 30 = 60°$. 1

2. On utilise la loi de Snell-Descartes: $n_1 \times \sin i = n_1 \times \sin r$.
Ici, le milieu 1 est l'air et le milieu 2 est le diamant.
D'où : $n_{air} \times \sin i = n_{diamant} \times \sin r$

$\sin r = \frac{n_{air}}{n_{diamant}} \times \sin i$ donc $\sin r = \frac{1{,}00 \times \sin(60)}{2{,}41} = 0{,}36$. 1

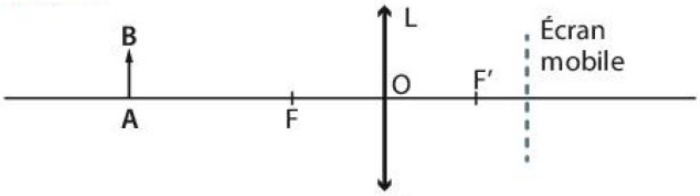
On en déduit : $r = \arcsin(0{,}36) = 21°$
L'angle de réfraction r vaut donc 21°. 1

3. 1

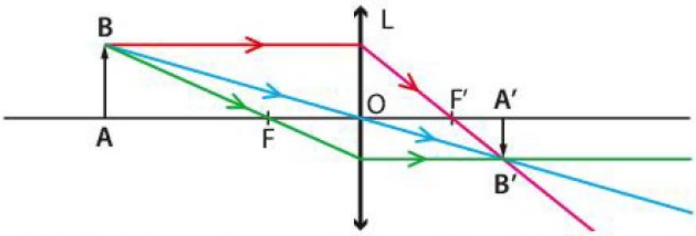


Exercice 5 : « *La chambre noire* »..............(4 points)

1. 1



2. 1



3. A'B' = AB signifie que le grandissement vaut 1.
$\frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA}$ avec $OA = D$ et $OA' = d$ donc la distance objet-lentille doit être égale à la profondeur de la chambre. 1

4. $A'B' = AB \times \frac{d}{D} = 30{,}0 \times \frac{40{,}0}{2{,}0 \times 10^2} = 6{,}0$ cm.
La taille de l'image obtenue est de 6,0 cm. 1