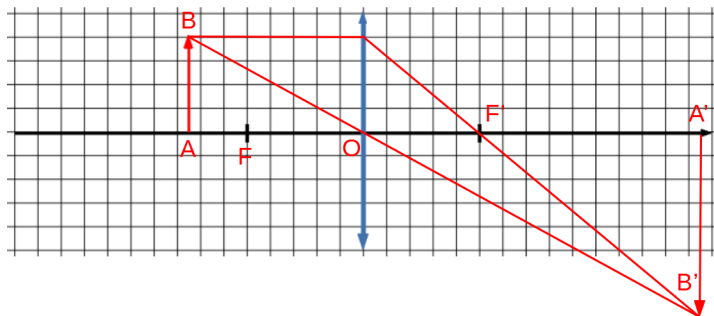


Les lentilles

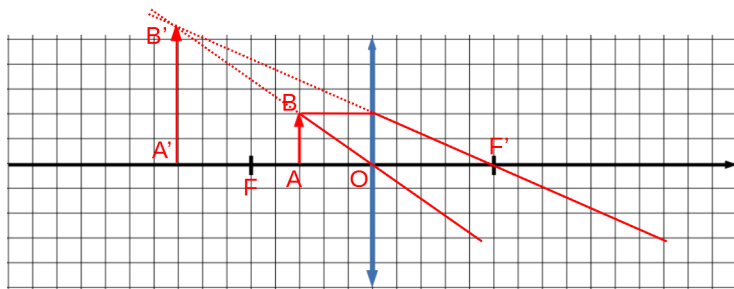
1) Construction graphique



→ Indiquer sa nature : **image réelle**

→ $\overline{OA} = -7,5c$ et $\overline{OA'} = 14,5c$

→ $\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{14,5}{-7,5} = -1,93$



→ Indiquer sa nature : **image virtuelle**

→ $\overline{OA} = -3c$ et $\overline{OA'} = -8c$

→ $\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{-8}{-3} = -2,67$

2) Relation de conjugaison

→ Un objet $\overline{AB}=3cm$ est situé à une distance $\overline{OA}=-20cm$ d'une lentille de distance focale $\overline{OF'}=7cm$.

a. A quelle distance $\overline{OA'}$ doit-on positionner un écran afin que l'image $\overline{A'B'}$ de l'objet soit nette ?

On utilise la relation de conjugaison pour trouver $\overline{OA'}$: $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}}$ $\Rightarrow \frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OF'}} + \frac{1}{\overline{OA}}$ \Rightarrow

$$\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{\overline{OA} + \overline{OF'}}{\overline{OF'} \times \overline{OA}} \Rightarrow \overline{OA'} = \frac{\overline{OF'} \times \overline{OA}}{\overline{OA} + \overline{OF'}} \Rightarrow \overline{OA'} = \frac{7 \times (-20)}{-20 + 7} \Rightarrow \overline{OA'} = \frac{-140}{-13} = 10,8 cm$$

b. Quelle sera la taille de l'image $\overline{A'B'}$?

On utilise la relation de conjugaison $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \Rightarrow \overline{A'B'} = \frac{\overline{OA'} \times \overline{AB}}{\overline{OA}} = \frac{10,8 \times 3}{-20} = -1,62 cm$

b. On rapproche maintenant l'objet \overline{AB} à une distance $\overline{OA}=-5cm$. Où faudra-t-il placer l'écran pour que l'image soit nette ?

Dans ce cas, l'objet \overline{AB} se situe entre la lentille et son foyer objet : l'image est donc nécessairement virtuelle et ne peut donc pas se former sur un écran !

→ Un objet \overline{AB} produit une image $\overline{A'B'}$. \overline{AB} se trouve à une distance $\overline{OA} = -40cm$ de la lentille. La distance séparant l'objet de l'image vaut $\overline{AA'} = 2,10m$.

a. Quelle est la distance focale de cette lentille ?

La distance $\overline{OA'} = \overline{OA} + \overline{AA'} = 210 - 40 = 170cm$, on utilise ensuite la relation de conjugaison :

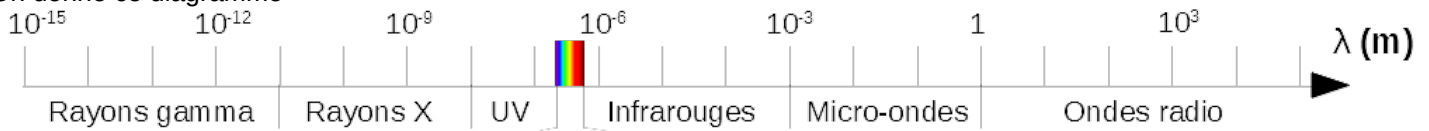
$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}} \Rightarrow \overline{OF'} = \frac{\overline{OA'} \times \overline{OA}}{\overline{OA} - \overline{OA'}} = \frac{170 \times -40}{-40 - 170} = 32,4 cm$$

b. Que vaut le grandissement γ ?

$$\gamma = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{170}{-40} = -4,25$$

Spectres et niveaux d'énergie

On donne ce diagramme



1) Indiquer à quels domaines appartiennent les ondes aux caractéristiques suivantes :

a. $\lambda = 0,53 \mu\text{m}$ b. $\nu = 4,2 \times 10^{12} \text{ Hz}$ c. $E_{\text{photon}} = 1,53 \cdot 10^{-18} \text{ J}$ d. $E_{\text{photon}} = 2,51 \cdot 10^{-2} \text{ eV}$

a. $\lambda = 530 \text{ nm} \Rightarrow$ visible

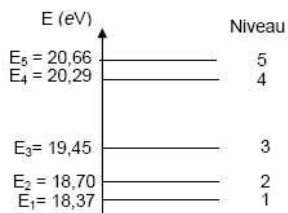
b. $\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3 \times 10^8}{4,2 \times 10^{12}} = 7,14 \times 10^{-5} \text{ m} \Rightarrow$ Infrarouges

c. $\lambda = \frac{h \times c}{E} = \frac{6,62 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{1,53 \times 10^{-18}} = 1,30 \times 10^{-7} \text{ m} \Rightarrow$ ultraviolets

d. $E_{\text{photon}}(\text{J}) = 1,6 \times 10^{-19} \times E_{\text{photon}}(\text{eV}) = 4,02 \times 10^{-21} \text{ J}$ puis $\lambda = \frac{h \times c}{E} = \frac{6,62 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{4,02 \times 10^{-21}} = 4,94 \times 10^{-5} \text{ m}$

\Rightarrow Infrarouges

2) Le laser hélium/néon est un dispositif courant de laboratoire, qui émet une lumière monochromatique rouge de longueur d'onde $\lambda = 632,8 \text{ nm}$. La lumière est émise lors de la désexcitation des atomes de néon. On se propose de déterminer quels niveaux d'énergie sont impliqués lors de l'émission de la lumière.



a. Calculer en eV l'énergie transportée par un photon de longueur d'onde $\lambda = 632,8 \text{ nm}$.

$$E = \frac{h \times c}{\lambda} = \frac{6,62 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{632,8 \times 10^{-9}} = 3,14 \times 10^{-19} \text{ J} = 1,96 \text{ eV}$$

b. En déduire les 2 niveaux d'énergie impliqués par l'émission du photon.

On cherche maintenant 2 niveaux d'énergie séparés par $1,96 \text{ eV}$ sur le diagramme : E_5 et E_2 .

c. Lors de l'émission du photon, quel est le niveau initial, quel est le niveau final ? Justifier.

La lumière est émise lors de la désexcitation d'un atome \rightarrow le niveau initial est donc E_5 et le final E_2 .

3) Graveuse laser



La machine



Le laser ($\lambda=450\text{nm}$; $P=2,5\text{W}$)



Le résultat
(balsa découpé et assemblé)

Une graveuse laser est un appareil muni d'un laser de forte puissance capable de graver certains matériaux (aluminium anodisé, bois massif) et d'en découper d'autres (plastique, mousses, balsa, ...). Très en vogue chez les amateurs de DIY, ils permettent de faire de petits objets, maquettes, prototypes, rapidement et pour un prix modique.

On se propose de calculer le "débit" en photons d'un module laser équipant cette machine lorsqu'elle fonctionne.



a. D'après vous, quelles règles de sécurité doit-on suivre lorsque l'on utilise ce type de machine ?

Le laser émet une lumière extrêmement intense, il convient de protéger ses yeux avec des lunettes spéciales (qui filtrent la lumière du laser) et ne jamais regarder directement le faisceau

b. Quelle est la couleur du laser utilisé ?

Le laser a une longueur d'onde comprise entre 480nm (bleu) et 400nm (violet) : la couleur perçue est donc intermédiaire : bleu-violet

c. Quelle énergie transporte un photon produit par ce laser ?

$$E = \frac{h \times c}{\lambda} = \frac{6,62 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{450 \times 10^{-9}} = 4,41 \times 10^{-19} \text{ J}$$

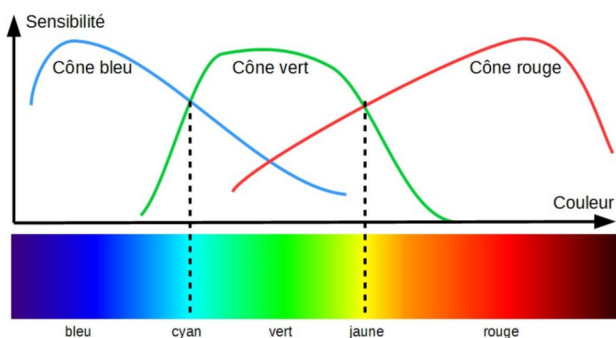
d. Combien de photons sont émis chaque seconde par ce laser ?

Ce laser a une puissance lumineuse de 2,5W, soit $2,5\text{J}\cdot\text{s}^{-1}$. Cela signifie qu'il produit 2,5J d'énergie lumineuse chaque seconde.

$$\text{Il émet donc chaque seconde } N_{\text{photons}} = \frac{E_{\text{pour 1s}}}{E_{\text{photon}}} = \frac{2,5}{4,41 \times 10^{-19}} = 5,67 \times 10^{18} \text{ photons}$$

Synthèse additive / soustractive

1) Expliquer en quelques lignes le principe de la vision des couleurs par l'oeil humain, utiliser comme exemple la façon dont le cerveau peut déterminer que la couleur d'un citron qu'il regarde est bien "jaune".



Il existe 3 types de cônes (cellules photosensibles) sensibles à différentes plages de longueur d'onde dans l'oeil. C'est en comparant l'intensité de la stimulation des différents cônes les uns par rapport aux autres que le cerveau interprète la couleur que l'on perçoit :

Si les cônes rouges et verts sont stimulés de façon semblable **et si** le cône bleu l'est beaucoup moins, on aura une sensation de jaune.

2) Un écran de TV est composé de pixels. Chaque pixel est subdivisé en 3 photosites (Rouge, Vert, Bleu). Expliquer comment l'écran peut afficher une couleur cyan.

La sensation de cyan correspond à la stimulation des cônes bleu et vert. Un écran TV produit donc du cyan en activant les photosites bleu et vert et en laissant le photosite rouge éteint

3) Un objet bleu est éclairé par une lumière magenta, de quelle couleur nous semblera-t-il être ? Même question avec un objet vert, puis un objet jaune. Faire un schéma explicatif pour l'objet jaune à l'aide de 3 rayons de lumière (rouge, vert, bleu)

Un objet bleu (qui ne diffuse donc que le bleu) reçoit d'une lumière magenta les couleurs rouges et bleues. Il ne renvoie que les couleurs bleues et paraît donc toujours bleu.

Un objet vert ne diffuse ni le bleu, ni le rouge : dans les mêmes conditions il paraîtra noir

Un objet jaune diffuse les couleurs rouges et vertes. Eclairé par une lumière magenta (bleu et rouge) il diffusera le rouge mais absorbera le bleu et paraîtra donc rouge.

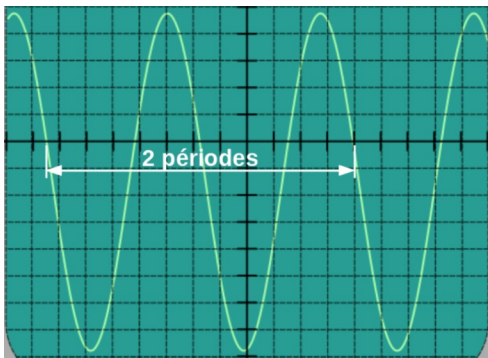
3) Aurions-nous eu le même résultat avec un éclairage blanc, en regardant à travers un filtre magenta ?

Un filtre magenta ne laisse passer que les couleurs rouges et bleues. Eclairé en lumière blanche, un objet jaune diffuse donc les couleurs vertes et rouges. En passant à travers le filtre magenta, le rouge traverse, mais le vert est absorbé. A travers ce filtre, un objet jaune paraît donc rouge \Rightarrow Il est donc bien équivalent d'éclairer avec une lumière magenta et de regarder un objet éclairé à l'aide d'une lumière blanche à travers un filtre magenta.

Les ondes

1) Rappeler ce qui différencie une onde mécanique d'une onde électromagnétique.

2) Mesure de la fréquence d'un instrument de musique



On visualise le signal produit par un microphone lorsqu'un violon joue une note. Le calibre de l'oscilloscope indique "400 μ s/div".

a. Déterminer la période puis la fréquence de ce son

On mesure que 2 périodes correspondent à 11,5 carreaux soit

$$2T = 11,5 \times 400 \times 10^{-6} = 4,6 \text{ ms} \quad \text{et donc } T = 2,3 \text{ ms.}$$

La fréquence F de ce son vaut $F = \frac{1}{T} = \frac{1}{2,3 \times 10^{-3}} = 435 \text{ Hz}$

b. Est-il audible ? Justifier.

L'oreille humaine est sensible à des fréquences comprises entre 20Hz et 20 000Hz : ce son est donc audible.

3) Mesure de la vitesse du son dans l'air.

d (cm)	t (μ s)
10	568
20	1154
30	1757
40	2349
50	2923
60	3529
70	4110
80	4683
90	5273
100	5875

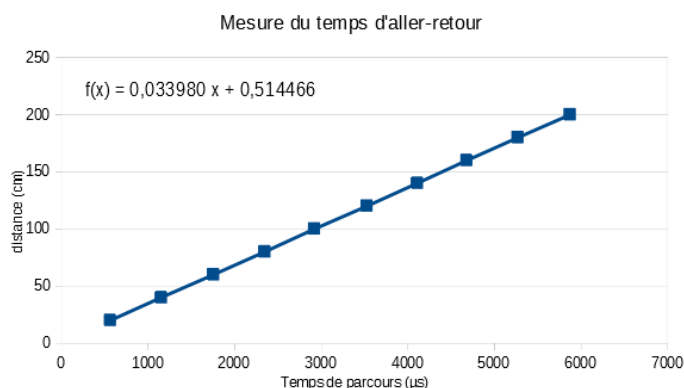
A l'aide d'un dispositif arduino sur lequel est monté un émetteur/récepteur ultrason, on émet une salve d'ultrasons face à un obstacle positionné à une distance connue, que l'on fait varier progressivement. On mesure le temps que met l'écho à revenir pour des distances déterminées (ci-contre)

En déduire, par une méthode de votre choix, la vitesse du son c_{air} mesurée par cette expérience.

On commence par entrer ces valeurs dans un tableur en calculant la distance réellement parcourue par le son : 2xd (car il faut un aller-retour).

On trace ensuite un graphique "nuage de points" avec en abscisse le temps et en ordonnées la distance réelle.

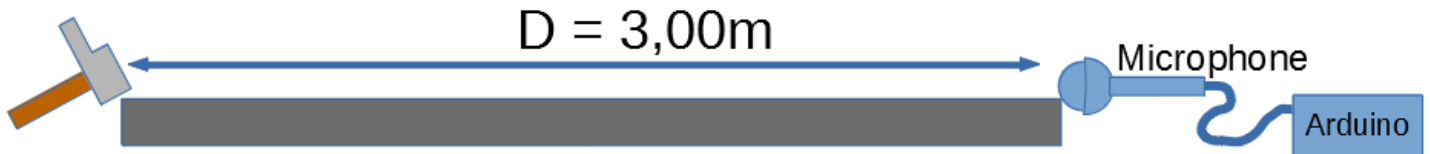
d(cm)	d réelle (cm) = 2d	t(μ s)
10	20	568
20	40	1154
30	60	1757
40	80	2349
50	100	2923
60	120	3529
70	140	4110
80	160	4683
90	180	4273
100	200	5875



Enfin on trace la droite d'ajustement linéaire, et on affiche l'équation de la droite. Le coefficient directeur correspond à la vitesse du son mesurée en $\text{cm} \cdot \mu\text{s}^{-1}$.

4) Mesure de la vitesse du son dans une barre en acier.

On essaie maintenant de déterminer la vitesse du son dans une barre d'acier de longueur $D=3,00\text{m}$ à l'aide du dispositif suivant :



On tape avec un marteau à une extrémité de la barre et à l'aide d'un dispositif numérique placé de l'autre côté, on mesure le temps Δt séparant le bruit s'étant propagé dans l'acier et le bruit s'étant propagé dans l'air.

a. Lequel des 2 bruits est capté en premier par le microphone ? Pourquoi ?

Le son se propage à une plus grande vitesse dans l'acier que dans l'air : le son capté en premier est donc celui s'étant propagé dans l'acier.

On note c_{acier} la célérité du son dans l'acier et c_{air} , celle du son dans l'air (trouvée à l'exercice précédent). On note également t_{air} et t_{acier} , le temps que met le son à se propager du marteau au microphone dans les 2 milieux.

b. Exprimer t_{air} et t_{acier} en fonction de c_{air} , c_{acier} et D

Dans les 2 cas $t = \frac{D}{v}$, donc $t_{\text{air}} = \frac{D}{c_{\text{air}}}$ et $t_{\text{acier}} = \frac{D}{c_{\text{acier}}}$

c. En déduire l'expression de Δt en fonction de c_{air} , c_{acier} et D

$$\Delta t = t_{\text{air}} - t_{\text{acier}} = \frac{D}{c_{\text{air}}} - \frac{D}{c_{\text{acier}}}$$

d. L'expérience indique un écart de temps moyen de $8471\mu\text{s}$, en déduire c_{acier} .

$$\Delta t = \frac{D}{c_{\text{air}}} - \frac{D}{c_{\text{acier}}} \Rightarrow \frac{D}{c_{\text{acier}}} = \frac{D}{c_{\text{air}}} - \Delta t \Rightarrow \frac{c_{\text{acier}}}{D} = \frac{1}{\frac{D}{c_{\text{air}}} - \Delta t} \Rightarrow$$

$$c_{\text{acier}} = \frac{D}{\frac{D}{c_{\text{air}}} - \Delta t} = \frac{3}{\frac{3}{340} - 8471 \times 10^{-6}} = 8510 \text{ m.s}^{-1}$$