

Séquence 1 : Ondes mécaniques, lumières et couleurs

1. Ondes mécaniques progressives.

1.1. Perturbation

Une perturbation mécanique est une déformation temporaire et localisée de la matière. Elle se propage en se transmettant de proche en proche dans un milieu matériel donné. Sa propagation dépend des propriétés mécaniques du milieu matériel (élasticité).

Sans milieu matériel pour la porter, une perturbation mécanique ne peut se propager.

La perturbation lors de son passage, fournit de l'énergie mécanique aux constituants du milieu matériel qui subissent alors un déplacement temporaire.

Après le passage de la perturbation, les constituants du milieu retrouvent alors leur position initiale. Il n'y a pas, lors du passage d'une perturbation mécanique de transport de matière.

1.2. Définition des ondes mécaniques progressives

Une onde mécanique progressive est la propagation d'une perturbation dans un milieu matériel possédant des propriétés élastiques, sans transport de matière mais avec un transfert d'énergie de proche en proche.

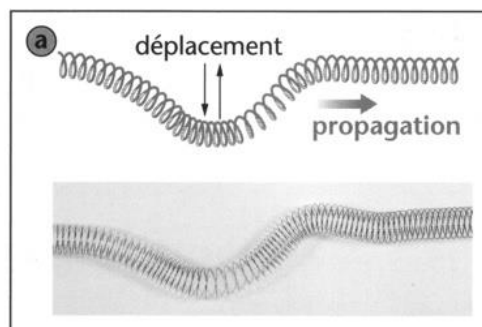
1.3. Caractéristiques des ondes mécaniques progressives

Une onde se propage dans toutes les dimensions de l'espace dans lesquelles cela est possible.

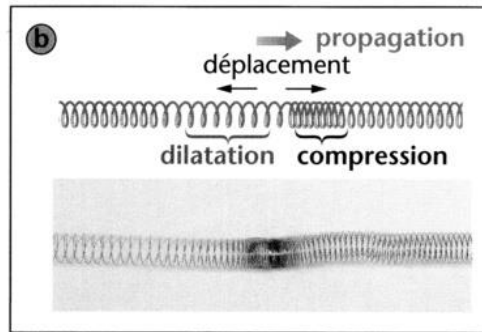
Si une seule direction de propagation est possible, alors l'onde est dite à une dimension. De même on qualifie les ondes mécaniques à deux ou trois dimensions, si deux, ou trois dimensions de propagation existent.

La propagation d'une perturbation le long d'un ressort crée une onde à une dimension. Le jet d'un caillou à la surface d'un étang génère la propagation d'une onde à deux dimensions.

Une onde est dite transversale, si le déplacement de la matière s'effectue dans une direction perpendiculaire au sens de déplacement de l'onde.



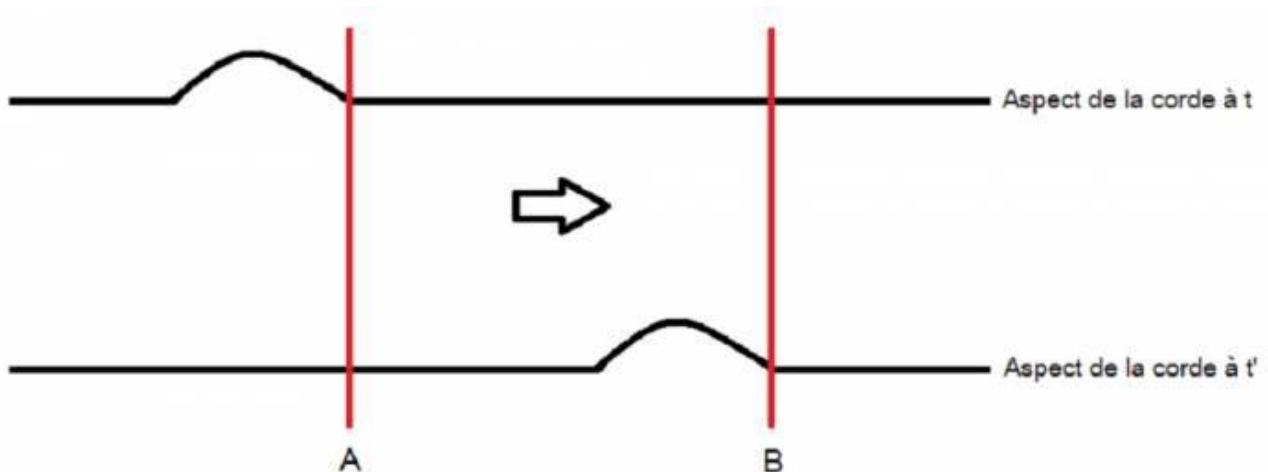
Elle est dite longitudinale si elles sont parallèles (compression – dilatation).



1.4. Retard et célérité

Dans le cas d'une onde mécanique progressive à une dimension, on considère deux points A et B atteints successivement par l'onde :

- Le point B subit la même déformation que le point A mais avec un temps de retard τ .
- Le retard τ est le temps mis par l'onde pour se propager de A à B.



La vitesse de propagation v de l'onde entre les points A et B est appelée célérité de l'onde. Elle est définie par la relation

$$v = \frac{AB}{\tau}$$

AB : distance entre A et B en mètre (m)

T : temps en seconde (s)

v : en mètre par seconde ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)

2. Ondes mécaniques périodiques.

2.1. Définition

Une onde mécanique périodique est la propagation d'une perturbation mécanique périodique.

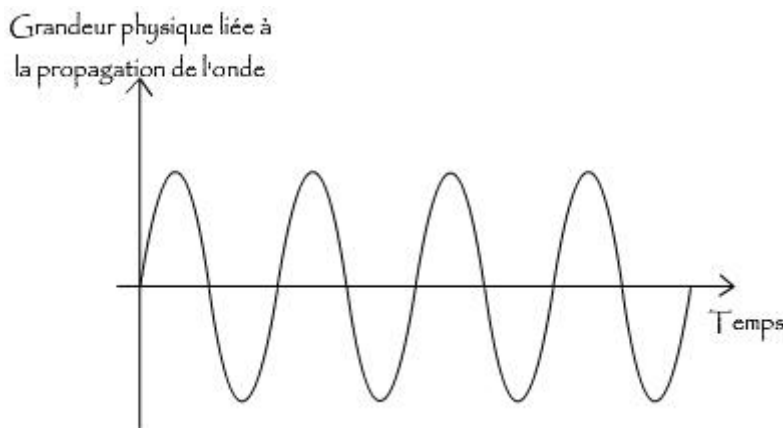
2.2. Périodicité temporelle et périodicité spatiale

La période T , ou période temporelle, d'une onde mécanique périodique est la plus petite durée au bout de laquelle chaque point du milieu se retrouve dans le même état vibratoire. Elle est exprimée en seconde (s) et est imposée par la source de la perturbation.

La période spatiale d'une onde mécanique périodique à une dimension correspond à la plus petite distance qui sépare deux points du milieu présentant à chaque instant le même état vibratoire. Elle est exprimée en mètre (m) et dépend du milieu de propagation.

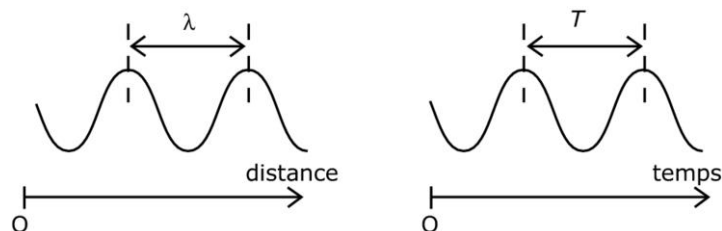
2.3. Ondes sinusoïdales

Une onde mécanique sinusoïdale est la propagation d'une perturbation sinusoïdale.



Une onde mécanique sinusoïdale est caractérisée par :

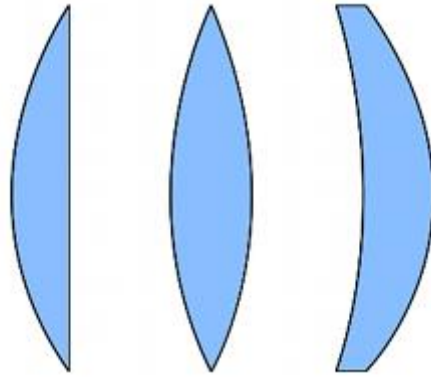
- Sa période temporelle T , exprimée en seconde ;
- Sa période spatiale, appelée longueur d'onde λ , exprimée en mètre.



3. Les lentilles.

3.1. Les lentilles optiques

Une **lentille optique** est un milieu transparent limité par 2 surfaces, appelées **dioptries**, qui peuvent être soit toutes deux sphériques soit l'une sphérique et l'autre plane.

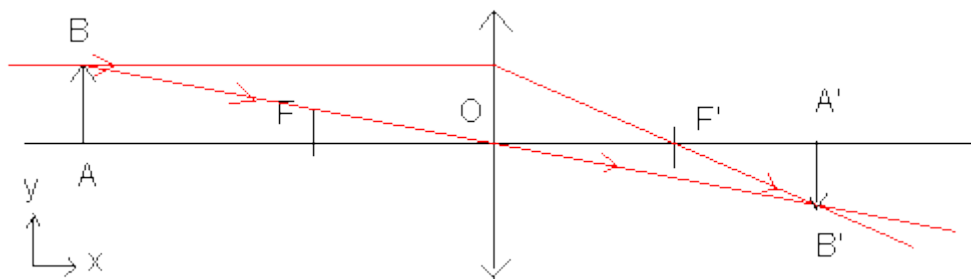


Les **lentilles convergentes** ont des bords plus minces que leur centre. Elles font converger les faisceaux lumineux parallèles et grossissent les objets proches.

Soit un point donné d'un objet (appelé point-objet) tout faisceau lumineux issu de ce point-objet et qui arrive sur une lentille, émerge de cette dernière en passant par un seul point unique appelé point-image.

Un objet est un ensemble de points-objets.

Une image est un ensemble de points-images.



B : point-objet

B' : point image

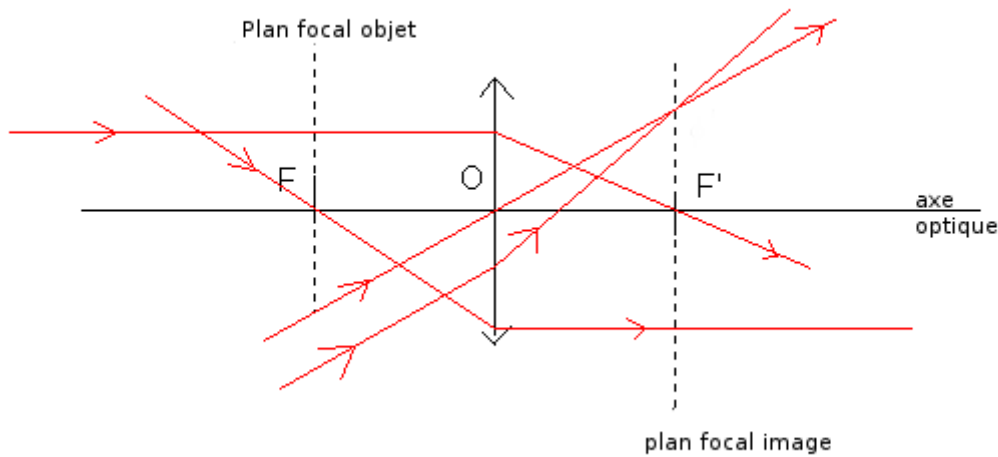
O: centre optique

Seuls les rayons lumineux qui passent par le centre optique O d'une lentille ne sont pas déviés.

Une lentille L est schématisée par une double flèche (voir la figure ci-dessus), car ses bords sont minces. Le centre optique est noté O et l'axe optique est normal à la lentille et passant par O.

Les rayons lumineux qui arrivent sur la lentille parallèlement à son axe optique sont déviés vers le foyer principal image, généralement noté F'.

Attention : si le point-objet est très éloigné de la lentille, les rayons lumineux sont presque parallèles. En conséquence si la lumière provient d'un point-objet et que les rayons lumineux sont parallèles, on peut considérer que le point-objet est à l'infini.



Les rayons lumineux parallèles entre eux sont déviés vers le même point du plan focal image. Ce plan est normal à l'axe optique et passe par le foyer image F'

Ce point est déterminé en traçant le rayon lumineux qui passe par le point-objet et par le centre optique

Les rayons lumineux issus du **foyer principal objet F** d'une lentille émergent parallèlement à l'axe optique de cette lentille.

Attention : on note que les distance OF et OF' sont identiques.

Les rayons lumineux issus du même point du **plan focal objet** émergent d'une lentille, parallèles entre eux.

On caractérise une lentille par sa capacité à faire converger les faisceaux lumineux plus ou moins loin de son centre optique O . Cette grandeur est appelée **distance focale f'** , exprimée en mètre et telle que $f' = OF'$

On définit aussi la vergence C telle que : $C = 1/f'$. C s'exprime en dioptrie. Plus C est grande est plus la lentille est convergente.

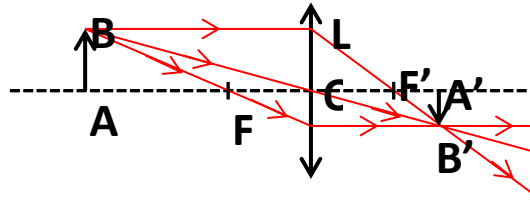
3.2. Propriété d'une image formée par une lentille

- Par construction graphique

À partir du point-objet B , on peut construire 3 rayons lumineux :

- celui qui passe par le centre optique O et n'est pas dévié;
- celui qui arrive sur la lentille parallèlement à l'axe optique et qui passe par F' ;
- celui qui passe par F et émerge de la lentille parallèlement à l'axe optique.

Ces trois rayons lumineux doivent alors se croiser en B' , point-image conjugué du point objet B . $A'B'$ est l'image de l'objet AB donnée par la lentille.



Construction d'un rayon :

Soit en connaissant le rayon incident, pour déterminer le rayon émergent il faut tracer le rayon parallèle au rayon incident et passant par le centre optique. Les 2 rayons se croisent dans le plan focal image.

Soit à partir du rayon émergent, le rayon incident est déterminé en traçant le rayon parallèle au rayon émergent et passant par le centre optique O. Les 2 rayons se croisent alors au même point du plan focal objet.

- Par le calcul

Le sens positif sur un axe optique est le sens de propagation de la lumière (en général vers la droite). Le sens positif pour l'axe vertical est choisi de façon arbitraire, généralement vers le haut.

Les distances entre 2 points, suivant leurs sens, peuvent donc être soit positives soit négatives. On parle alors de grandeurs algébriques (distance possédant un signe)

Le point F est avant la lentille donc la distance \overline{OF} sera négative, alors que le point F' étant placé après la lentille la distance $\overline{OF'}$ sera positive. On sait que $OF=OF'$, donc on peut écrire : $\overline{OF} = -\overline{OF'}$

La **relation de conjugaison** permet d'établir un lien entre la position de l'image, la position de l'objet et la distance focale :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$$

La relation de grandissement permet d'établir un lien entre la taille de l'objet et celle de son image :

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$

γ est le grandissement (grandeur sans unité)

Si $\gamma < 0$ alors l'image est renversée;

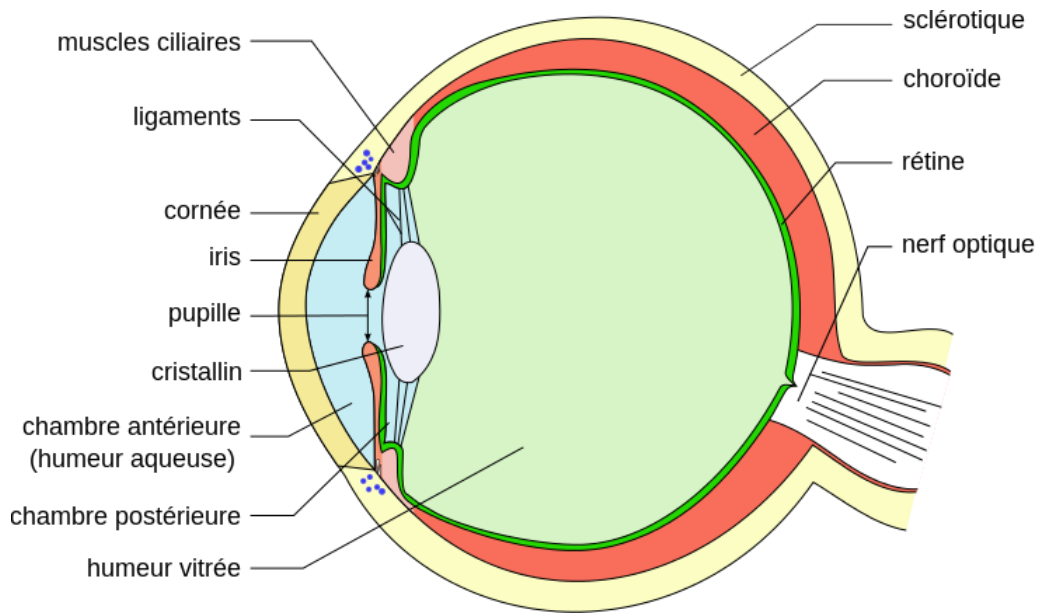
Si $\gamma > 0$ alors l'image est droite;

Si $|\gamma| > 1$ alors l'image est plus grande que l'objet;

Si $|\gamma| < 1$ alors l'image est plus petite que l'objet.

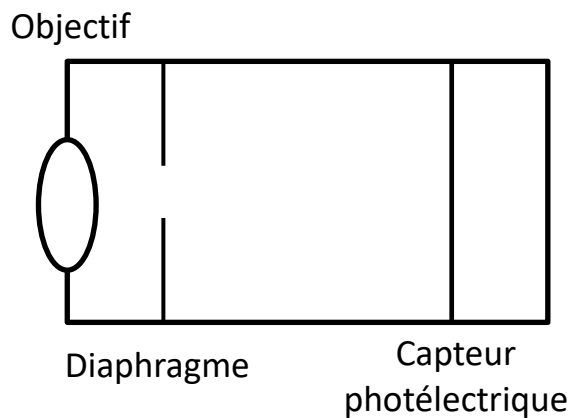
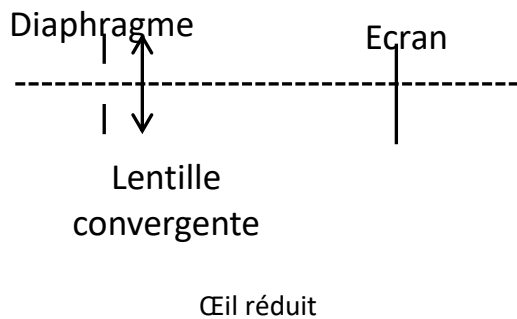
3.3. L'œil réel, l'œil réduit et l'appareil photographique

L'œil réel de l'être humain est tel que représenté sur le schéma ci-dessous.



On appelle œil réduit, la modélisation de l'œil réel. Cet œil réduit est composé d'une lentille, d'un écran et d'un diaphragme placé devant la lentille.

Dans le cas de l'appareil photographique, le capteur photoélectrique (ou la pellicule sur les appareils argentiques) remplace l'écran l'objectif constitue la lentille et le diaphragme est situé derrière ce dernier.



Appareil photographique numérique

Extrait de cours

	Œil réel	Œil réduit	Appareil photo
Fait converger les rayons lumineux	Cornée, humeur aqueuse, cristallin, humeur vitrée	Lentille convergente	objectif
Réceptionne l'image	Rétine	Ecran	Capteur photoélectrique
Contrôle la quantité de lumière	Iris	Diaphragme	Diaphragme
Permet l'accommodation ou la mise au point (Netteté)	Déformation du cristallin	Remplacement de la lentille	Modification de la distance capteur-objectif ou de la distance focale

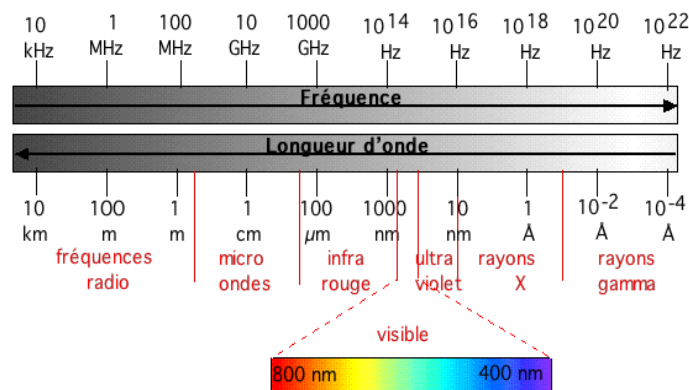
4. Couleur et lumière.

4.1. Les ondes lumineuses

La lumière blanche est constituée d'un ensemble de lumière colorées, appelées spectre. On dit que la lumière est **polychromatique**.

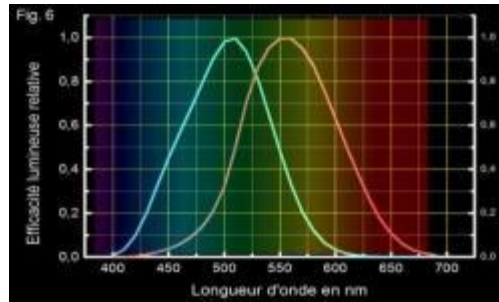
Chacune de ces lumières colorées, appelées **radiations monochromatiques**, peut être caractérisée par sa couleur. Cependant il existe une infinité de radiation et donc de nuances différentes pour une même couleur. La lumière est une onde électromagnétique, ainsi on caractérise les radiations monochromatiques par une grandeur, **la longueur d'onde**. Elle est notée λ et est exprimée en mètre ou en sous-multiples du mètre.

Les longueurs d'onde de la lumière perceptible par l'œil humain, que l'on appelle le domaine du visible, vont de **400 nm** (violet) à **800 nm** (rouge) :



4.2. La perception de la couleur

L'œil humain possède 3 types de récepteurs de la couleur. Chacun de ces récepteurs a une sensibilité maximale pour une **couleur différente (rouge, vert et bleu)**. C'est l'association de la stimulation de ces 3 catégories de récepteurs qui permet la perception des différentes couleurs et du blanc.



La courbe bleu-vert correspond à la vision diurne, la courbe orangée à la vision de nuit.

Attention à ne pas confondre la **couleur perçue** par l'homme et la **couleur spectrale** (obtenue en observant le spectre lumineux). En effet le mélange des couleurs spectrales verte et rouge est perçu comme une lumière jaune.

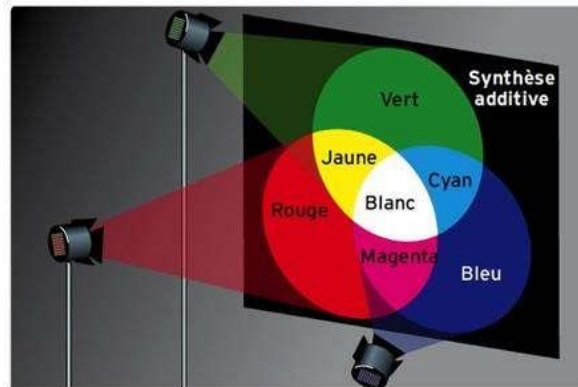
Daltonisme : le daltonisme est une maladie génétique qui affecte la perception des couleurs. Elle est liée à une déficience d'un ou de plusieurs des cônes de la rétine.

4.3. La synthèse additive

La synthèse additive des couleurs, c'est-à-dire l'ajout de lumières colorées est basée sur :

- **Les couleurs primaires sont le rouge, le vert et le bleu** (RVB ou RGB);
- **Les couleurs secondaires sont le cyan, le magenta et le jaune** (CMJ). Les couleurs secondaires sont des couleurs complémentaires aux couleurs primaires : c'est-à-dire une couleur dont l'addition à une couleur primaire est perçue comme du blanc.

La combinaison des 3 lumières de couleurs primaires permet d'obtenir toutes les couleurs.



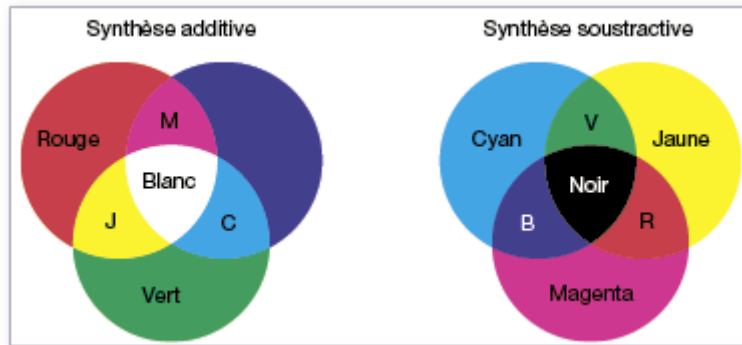
Les écrans d'ordinateurs, de télévisions,... restituent les images en effectuant une synthèse additive des couleurs: chaque pixel est en fait constitué de 3 sous-pixels lumineux, correspondants aux 3 couleurs primaires et qui sont plus ou moins intensément allumés.

4.4. La synthèse soustractive

Les pigments, les colorants et les filtres colorés **absorbent certaines lumières colorées**. Si on mélange ces derniers, les **effets d'absorption** se cumulent. On considère alors une **synthèse soustractive** des couleurs:

Les **couleurs primaires** sont alors **le cyan, le magenta et le jaune**;

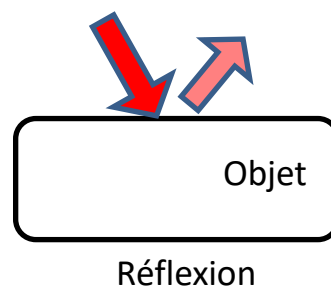
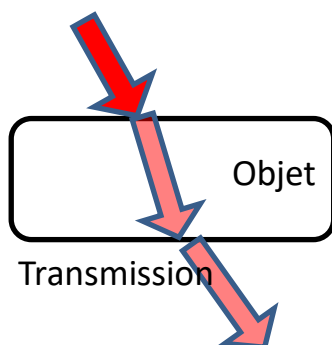
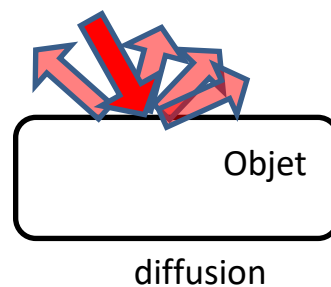
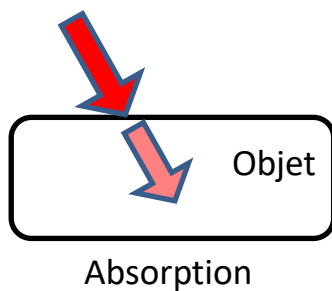
Les **couleurs secondaires** sont alors **le rouge, le vert et le bleu**. Ce sont des **couleurs complémentaires**, qui ajoutées à une couleur primaire donne du noir.



4.5. La couleur des objets

Lorsque que la lumière arrive sur un objet, plusieurs phénomènes physiques peuvent se produire: la lumière peut être :

- **Absorbée;**
- **Diffusée;**
- **Transmise (et réfractée);**
- **Réfléchie.**



La couleur d'un objet dépend de la lumière qu'il diffuse (ou qu'il transmet pour une observation par transparence). Cela dépend donc à la fois de la couleur de la lumière avec laquelle il est éclairé et de la couleur qu'il absorbe.

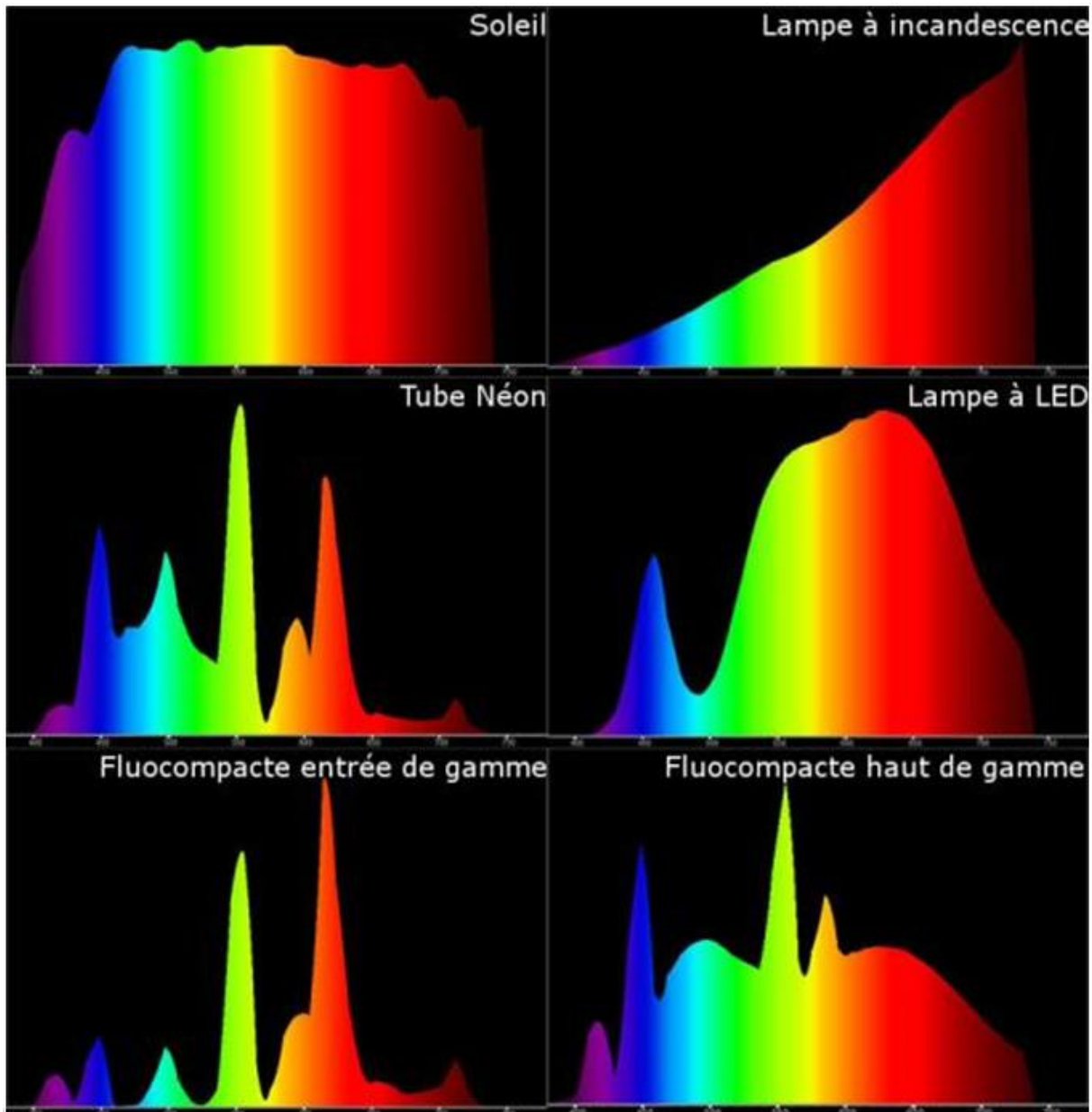
Un objet blanc est un objet qui éclairé en lumière blanche, absorbe aucune couleur.

Un objet noir, absorbe toutes les couleurs.

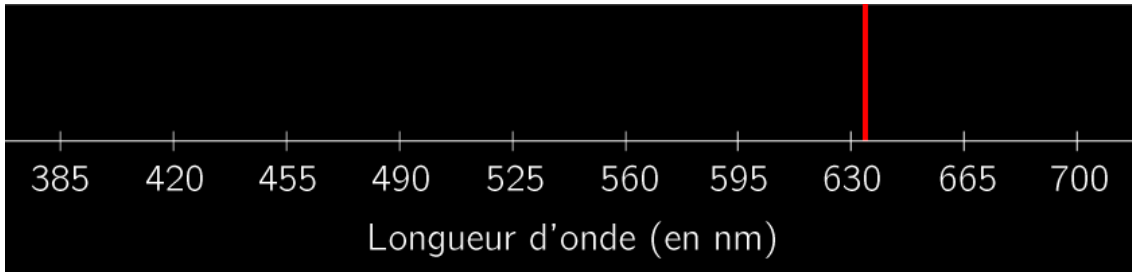
5. Energie et lumière.

5.1. Exemples de sources de lumière

Observons les spectres des diverses sources de lumières:



On constate que ces sources sont polychromatiques. A contrario un laser (ci-dessous un laser rouge) fournit une lumière qui peut être considérée comme monochromatique:



5.2. La couleur des corps chauffés

Les corps denses (solides et liquides) émettent de la lumière lorsqu'ils sont portés à haute température. Exemple: lampe à filament. Ce spectre lumineux est continu. On passe ainsi d'une couleur à une autre sans raies noires.

Lorsque la température du corps augmente, la lumière passe progressivement du rouge au blanc.

L'étude du spectre lumineux apporte des informations sur la température de la source.

La **loi de Wien** associe la température de surface d'un corps condensé à la longueur d'onde la plus intense du spectre lumineux émis par ce corps :

$$\lambda_m = \frac{2,90 \cdot 10^{-3}}{T}$$

La longueur d'onde est exprimée en mètre et la température en Kelvin.

L'expression "température de couleur" correspond pour une source de lumière à la température d'un corps dense qui émettrait une lumière de la même couleur. Exemple: une lampe halogène a une température de couleur de 3100 K

5.3. Energie et lumière

La lumière peut être considérée à la fois comme une onde et comme une particule : on parle de dualité onde-particule.

Quand on considère que la lumière est une onde, on lui associe une période T (en s), une fréquence ν (en Hz), une longueur d'onde λ (en nm) et une célérité v .

La longueur d'onde représente la distance parcourue par l'onde en une période T : $T = \frac{1}{\nu}$ et $\lambda = cT$. Donc $\lambda = \frac{c}{\nu}$.

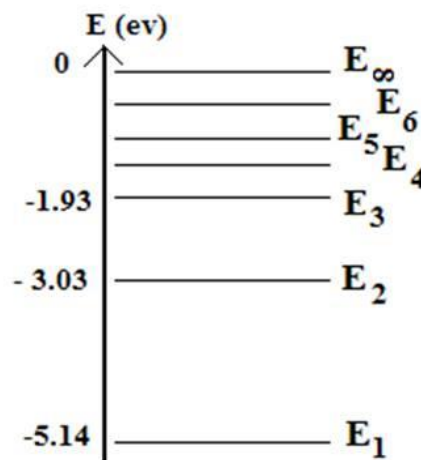
La lumière peut aussi être considérée comme constituée de particules, appelées **photons**. On associe aux photons une **énergie** E exprimée en Joule (J) et une vitesse.

L'énergie d'un photon est directement proportionnelle à sa fréquence (et donc inversement proportionnelle à sa longueur d'onde) :

$$E_{\text{photon}} = h \cdot \nu = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

λ est exprimé en mètre, ν en s^{-1} et h représente la **constante de Planck** : $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$

L'énergie de l'atome : un atome peut gagner de l'énergie si les électrons de la couche externe (K, L, M,...) peuvent accéder aux couches suivantes, correspondant à des niveaux d'énergie supérieurs. Chaque couche électronique possède donc un niveau d'énergie bien défini. L'énergie de l'atome ne peut alors prendre que des valeurs précises, on parle de **valeurs discrètes** et on dit que **l'énergie de l'atome est quantifiée**.

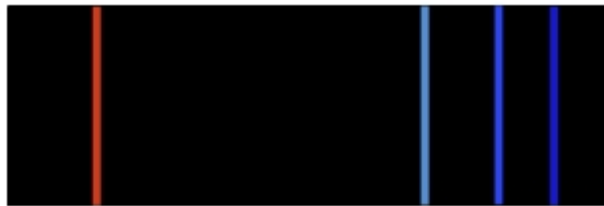


Lorsqu'un atome passe d'un niveau d'énergie excité à un niveau inférieur, il perd de l'énergie. Cette perte donne lieu à l'émission d'un photon dont l'énergie est égale à l'écart entre les deux niveaux considérés de l'atome :

$$E_{\text{photon}} = |\Delta E_{\text{atome}}| = h \cdot \nu = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

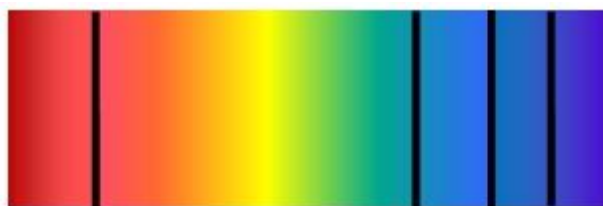
$E = 0$ eV correspond à l'ionisation d'un atome.

L'énergie de l'atome étant quantifiée, il ne peut émettre que certaines longueurs d'onde et donc le spectre d'émission d'un atome est un spectre de raies d'émission :



Spectre de raies d'émission de l'atome d'hydrogène

Inversement lorsqu'un atome est éclairé par une lumière adéquate, il peut alors absorber un photon pour passer à un niveau d'énergie excité. (L'énergie du photon doit correspondre à la variation d'énergie entre les deux niveaux de l'atome). On a alors un spectre d'absorption d'un atome, on parle de spectre de raies d'absorption.



Spectre d'absorption de l'atome d'hydrogène

6. Les colorants.

Les **colorants** sont des espèces chimiques colorées, généralement **solubles** dans le solvant considéré, et possédant un **faible pouvoir opacifiant**.

Les **pigments** sont des espèces chimiques colorées, **insolubles** dans le solvant considéré (souvent en suspension) et ayant un **fort pouvoir opacifiant**.

Expérience à observer : le jus de choux rouge

<https://www.youtube.com/watch?v=kiHbEZtOjFc>

<https://www.youtube.com/watch?v=hMyykAq9k1c>

7. Exercices d'application.

7.1. Exercice n°1.1 :

La célérité du son dans l'air dépend de la température T . Elle est proportionnelle à la racine carrée de la température.

- Exprimez mathématiquement cette propriété.
- On donne $v = 340 \text{ m/S}$ pour la célérité du son dans l'air à 15°C . Déterminez la célérité à 0°C puis à 25°C .

7.2. Exercice n°1.2 :

Les dauphins se situent dans leur environnement par écholocation. Ils produisent des slaves d'ultrasons de fréquence $f = 40 \text{ kHz}$.

- Calculez la longueur d'onde de ces ultrasons en considérant la célérité dans l'eau à $1500 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
- Quelle est la dimension du plus petit poisson que le dauphin peut attraper les yeux fermés ?

7.3. Exercice n°1.3 :

On désire projeter une image de sorte qu'elle occupe un écran de 1 m de haut. L'écran est situé à 2,5 m du projecteur. Ce dernier est constitué d'une lentille, dont la distance focale est 30 cm. Déterminer où et comment placer l'objet, ainsi que sa taille.

7.4. Exercice n°1.4 :

L'angle sous lequel on observe le soleil (diamètre apparent) vaut $0,5^\circ$. On veut former une image nette du soleil sur une feuille cartonnée, à l'aide d'une lentille convergente de vergence $C = 2 \delta$. Quelle doit être la distance lentille- feuille?

7.5. Exercice n°1.5 :

Lors du tour de France cycliste, une équipe a peint les roues lenticulaires des contre la montre, à l'aide de 3 couleurs: magenta, cyan et jaune, tel que représenté sur la figure ci-dessous.



Ces couleurs sont-elles des couleurs primaires additives ou soustractives?
Que verront les spectateurs lorsque le vélo sera lancé à pleine vitesse?

7.6. Exercice n°1.6 :

On place sous un faisceau de lumière blanche une pomme verte et un citron jaune. Quelles sont les couleurs absorbées par les pigments de chacun de ces fruits ?
Si on place un filtre magenta dans le faisceau de lumière, de quelles couleurs primaires additives est composée la lumière qui éclaire les fruits ?
Quel est la couleur des fruits sous cet éclairage ?

7.7. Exercice n°1.7 :

Décrire les spectres d'une DEL et d'un laser (tel que représentés plus haut). Votre description devra contenir les termes suivants : bande, raie, monochromatique, polychromatique.

7.8. Exercice n°1.8 :

La loi de Wien relie la température absolue d'un corps chaud à la longueur d'onde λ_m (m) correspondant à l'intensité lumineuse maximale :

$$\lambda_m \cdot T = A$$

A est une constante pour tous les corps dont la valeur est : $A = 2898 \times 10^{-6}$ dans le système d'unités international.

Donner l'unité de la constante A.

Donner la valeur de A si la longueur d'onde est exprimée en nanomètre et la température en kelvin.

La température du filament en tungstène d'une lampe est de 2800°C .

Calculer la longueur d'onde correspondante en nanomètre.

7.9. Exercice n°1.9 :

Les premiers niveaux énergétiques de l'ion potassium ont les valeurs suivantes:

$$E_1 = -4,34\text{eV} \text{ (niveau fondamental)}$$

$$E_2 = -2,73\text{eV}$$

$$E_3 = -1,74\text{eV}$$

Quelle est la plus grande longueur d'onde absorbée par un ion potassium dans son état fondamental ?

On donne : $1\text{eV} = 1,60 \times 10^{-19}\text{J}$

$$c = 3,00 \times 10^8 \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$$

$$h = 6,62 \times 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$$

7.10. Exercice n°1.10 :

La masse de 200 mL d'eau de mer est de 204 g et contient approximativement 7,0g de chlorure de sodium. Déterminer la concentration massique en chlorure de sodium de cette eau de mer. Déterminer la masse volumique de cette eau de mer.

7.11. Exercice n°1.11 :

On mélange des solutions aqueuses telles qu'initialement il y ait 3,4 mol de MnO_4^- , 16 mol de Fe^{2+} , et 32 mol de H_3O^+ . Les ions MnO_4^- sont les seuls qui participent à la coloration de la solution. Les produits de la réaction sont : Mn^{2+} , Fe^{3+} , et H_2O .

Ecrire l'équation chimique bilan de cette réaction et respecter la stœchiométrie.

En vous aidant d'un tableau d'avancement, préciser si la solution à l'état final est encore colorée.

Je vérifie mes connaissances sur la séquence 1

Parmi les affirmations suivantes, lesquelles sont vraies ?

1. Une perturbation mécanique est une déformation permanente et localisée de la matière.
2. Une onde mécanique périodique est caractérisée par une périodicité temporelle et une périodicité spatiale.
3. La distance focale d'une lentille convergente est égale à \overline{OF}
4. La distance focale d'une lentille convergente est toujours supérieure à 1
5. La distance focale d'une lentille est l'opposé de sa vergence
6. La distance focale d'une lentille est l'inverse de sa vergence
7. Une lentille de distance focale égale à 10 cm a une vergence égale à 0,1 δ
8. Une lentille de vergence 10 δ possède une distance focale de 10 cm.
9. La pupille de l'œil joue le rôle de diaphragme
10. Seul le cristallin a un effet sur la déviation de la lumière qui entre dans l'œil
11. Les longueurs d'onde des radiations visibles sont comprises entre 400 μm et 800 μm
12. Une radiation bleue a une longueur d'onde plus grande qu'une radiation rouge
13. Deux faisceaux de lumières de couleurs complémentaires additionnés donnent une lumière colorée
14. Un pigment magenta absorbe la lumière verte
15. La couleur rouge et la couleur cyan sont complémentaires
16. Deux couleurs complémentaires donnent du blanc par synthèse soustractive
17. Contrairement à l'atome, l'énergie d'une molécule n'est pas quantifiée
18. L'énergie du noyau est quantifiée.
19. Lorsqu'un atome passe d'un niveau d'énergie à un autre d'énergie supérieure, il y a émission d'un photon
20. Le spectre solaire présente des raies d'absorption

DEVOIR A RENDRE N°1

Exercice 1 : /4

Un philatéliste utilise une loupe de vergence $C = 10 \delta$ pour observer un détail AB sur un timbre. La position de la loupe est telle que le grossissement de l'image A'B' est égal à 5. Le point A du détail est situé sur l'axe optique de la loupe.

1. Quelle est la valeur en cm de la distance focale de cette loupe? /1
2. Déterminer la distance qui sépare le centre optique de la loupe du timbre (on considérera la loupe comme une lentille mince) /1
3. Représenter sur un schéma (il est préférable d'utiliser du papier millimétré) : AB pour le détail du timbre, A'B' pour son image, F et F' les foyers de la loupe. /1
4. Où se trouve l'œil du philatéliste? Voit-il une image réelle ou virtuelle de AB ? /1

Exercice 2 : /3

Une personne est atteinte de presbytie. L'examen montre que la vergence de ses yeux varie entre 60 et 62 dioptries, alors que pour œil emmétrope (sans défaut visuel) la vergence varie entre 60 et 64 dioptries.

1. Cette personne a-t-elle des problèmes pour lire ou pour regarder des objets éloignés ? On justifiera sa réponse. /1
2. Lorsque 2 lentilles minces de vergence C_1 et C_2 sont accolées, il est possible de considérer que cet ensemble peut être remplacé par une lentille mince de vergence C , telle que $C = C_1 + C_2$. Une boîte de lentilles minces convergentes contient 4 lentilles dont les distances focales sont respectivement de +100 cm, + 50 cm, + 25 cm, et +10 cm.
Comment peut-on obtenir un système optique de vergence égale à 11 dioptries ? /1
3. Quelle doit être la vergence des verres de lunettes de la personne considérée pour qu'elle retrouve une vision normale ? /1

Exercice 3 : /4

En travaux pratiques, on cherche à vérifier la loi de Wien. Pour cela on augmente progressivement la température T d'un filament de tungstène. Pour chaque température, on détermine la longueur d'onde pour laquelle l'intensité lumineuse est maximale. Les résultats sont regroupés dans le tableau suivant :

T (K)	1000	1500	2000	2500	2800
λ_m (nm)	2900	1950	1450	1160	1040

1. T et λ_m sont-elles deux grandeurs proportionnelles ? /1
2. Tracer le graphique représentant T en fonction de $1/\lambda_m$ (en m^{-1}) /0,5
Ces deux grandeurs sont-elles proportionnelles ? /0,5
3. Etablir l'équation de la courbe obtenue. Correspond-t-elle à la loi de Wien? Si oui déterminer la valeur de la constante A et son unité. /1
4. On peut appliquer la loi de Wien à la lumière provenant des étoiles.
Que permet-elle alors de connaître ? /1

Exercice 4 : /4

Une imprimante est équipée de 4 cartouches d'encre : noire, jaune, magenta et cyan.

1. Quelles sont les couleurs absorbées par les pigments de chaque cartouche d'encre? /1
2. Quelles encres sont utilisées pour imprimer un texte en couleur bleue? /1
3. Quelles encres sont utilisées pour imprimer un texte en couleur rouge? /1
4. Si la cartouche noire est vide, est-il possible d'imprimer un texte en couleur noire? /1

Exercice 5 : /3

Les différents niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation :

$$E_n = - \frac{13,6}{n^2}$$

Où E_n est exprimée en eV et n est un nombre entier non nul.

1. Représenter sur un schéma les quatre premiers niveaux, ainsi que l'état ionisé. /1
2. Quelle énergie, en eV, faut-il fournir à l'atome pour l'ioniser à partir de son premier niveau excité? /1
3. Quel est le comportement d'un atome d'hydrogène, dans son état fondamental, lorsqu'il reçoit des radiations de longueur d'onde: /1
 - a. 91,2 nm
 - b. 110 nm
 - c. 122 nm
 - d. 1 μm .

Données : $1\text{eV} = 1,60 \times 10^{-19}\text{J}$

$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

$h = 6,62 \times 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$

Exercice 6 : /2

- a. Un vibreur de Melde est constitué d'une lame mobile verticalement, et d'un électroaimant actionnant cette lame. L'électroaimant est parcouru par un courant de 50 Hz. Sachant que la lame est attirée par l'électroaimant quel que soit le sens du courant, pourvu qu'il soit suffisamment intense, calculer la fréquence f des oscillations de la lame. /1
- b. Avec ce vibreur, on produit une onde progressive périodique le long d'une corde. On mesure la longueur d'onde des ondes créées, soit 25 cm. Calculez la célérité des ondes sur la corde. /1

Correction des exercices d'application

1. Séquence 1

Exercice n°1.1 :

- a. $v = k \sqrt{T}$ avec k , constante arbitraire.
 b. On détermine en premier lieu la valeur de la constante k :

$$k = \frac{v}{\sqrt{T}} = \frac{340}{\sqrt{(273 + 15)}} = 20$$

$$\text{A } 0^\circ\text{C, } v = k \sqrt{T} = 20 \sqrt{273} = 330 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\text{A } 25^\circ\text{C, } v = k \sqrt{T} = 20 \sqrt{(273 + 25)} = 342 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Exercice n°1.2 :

- a. $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{1500}{40 \cdot 10^3} = 3,8 \text{ cm}$
 b. La limite de résolution est supposée directement lié à la diffraction donc L est comparable à la longueur d'onde soit 3,8 cm.

Exercice n°1.3 :

On désire projeter une image de sorte qu'elle occupe un écran de 1 m de haut. L'écran est situé à 2,5 m du projecteur. Ce dernier est constitué d'une lentille, dont la distance focale est 30 cm.

Déterminer où et comment placer l'objet, ainsi que sa taille.

Réponse : Où placer l'objet :

$$\begin{aligned} \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} &= \frac{1}{f'} \\ \frac{1}{\overline{OA}} &= \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{f'} \\ \overline{OA} &= \frac{1}{\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{f'}} \end{aligned}$$

On sait que $\overline{OA'} = 2,5 \text{ m}$ et $f' = 0,3 \text{ m}$

Donc $\overline{OA} = -34 \text{ cm}$

L'objet doit donc être placé 34 cm devant la lentille.

Comment placer l'objet ?

$$\begin{aligned} \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} &= \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \\ \overline{AB} &= \frac{\overline{A'B'} \times \overline{OA}}{\overline{OA'}} \end{aligned}$$

On sait que $\overline{A'B'} = 1 \text{ m}$ ou $\overline{A'B'} = -1 \text{ m}$

Donc $\overline{AB} = \frac{1 \times (-0,34)}{2,5} = -0,136 \text{ m}$ ou $\overline{AB} = \frac{(-1) \times (-0,34)}{2,5} = 0,136 \text{ m}$

L'objet doit mesurer 13,6 cm et être inversé par rapport à l'image.

Exercice n°1.4 :

Le soleil est suffisamment éloigné pour être considéré comme étant à une distance infinie de la lentille. Son image sera donc située dans le plan focal image de la lentille. Comme la vergence vaut 2δ , la distance focale est $f = \frac{1}{c} = 0,5 \text{ m}$.

Exercice n°1.5 :

Lorsque le vélo est lancé à pleine vitesse, la roue tourne aussi très vite. Les spectateurs ne pourront plus distinguer les différentes couleurs. L'œil reçoit alors les radiations colorées issues des 3 couleurs primaires,

soit le vert et le bleu pour le cyan, le rouge et le bleu pour le magenta et le vert et le rouge pour le jaune. En tout l'œil reçoit les 3 couleurs primaires additives et donc la roue tournant très vite, elle apparaîtra blanche.

Exercice n°1.6 :

Le magenta est une couleur primaire soustractive, donc le filtre magenta absorbe les radiations vertes. Seules les radiations bleue et rouge arrivent sur les fruits.

En absence de radiation verte, comme la peau de la pomme absorbe le bleu et le rouge, ce fruit apparaîtra noir.

La peau du citron absorbe les radiations bleues. Eclairée sous le filtre magenta, le citron apparaîtra rouge.

Exercice n°1.7 :

Le spectre d'une DEL est un spectre large dit spectre de bande. Il est continu. La lumière émise par une DEL est une lumière polychromatique.

Le spectre d'un laser présente une seule raie fine. La lumière est monochromatique.

Exercice n°1.8 :

La température absolue du filament est $T(K) = T(^{\circ}C) + 273 = 2800 + 273 = 3073K$

On applique la loi de Wien :

$$\lambda_m = \frac{2898 \times 10^3}{3073} = 943 \text{ nm}$$

Ce qui correspond au domaine de l'infrarouge.

Exercice n°1.9 :

Pour avoir la plus grande longueur d'onde, il faut prendre en considération la plus petite variation d'énergie soit la transition entre E_2 et E_1 :

$$\begin{aligned} \Delta E &= E_2 - E_1 = -2,73 - (-4,34) = 1,61 \text{ eV} \\ \Delta E &= 1,61 \times 1,60 \times 10^{-19} = 2,58 \times 10^{-19} \text{ J} \end{aligned}$$

On peut alors déterminer λ :

$$\Delta E = E_2 - E_1 = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

$$\text{Soit } \lambda = \frac{h \cdot c}{\Delta E}$$

$$\lambda = \frac{6,62 \times 10^{-34} \times 3,00 \times 10^8}{2,58 \times 10^{-19}} = 7,70 \times 10^{-7} \text{ m}$$

soit $\lambda = 770 \text{ nm}$

Exercice n°1.10 :

La masse de 200 mL d'eau de mer est de 204 g et contient approximativement 7,0g de chlorure de sodium. Déterminer la concentration massique en chlorure de sodium de cette eau de mer.

$$C_m = \frac{m_{\text{NaCl}}}{V_{\text{eau de mer}}} = \frac{7,00}{0,200} = 35 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

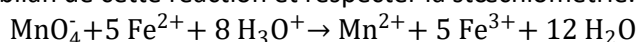
Déterminer la masse volumique de cette eau de mer.

$$\rho_{\text{eau de mer}} = \frac{m_{\text{eau de mer}}}{V_{\text{eau de mer}}} = \frac{204}{0,200} = 1,02 \times 10^3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

Exercice n°1.11 :

On mélange des solutions aqueuses telles qu'initialement il y ait 3,4 mol de MnO_4^- , 16 mol de Fe^{2+} , et 32 mo de H_3O^+ . Les ions MnO_4^- sont les seuls qui participent à la coloration de la solution. Les produits de la réaction sont : Mn^{2+} , Fe^{3+} , et H_2O .

Ecrire l'équation chimique bilan de cette réaction et respecter la stœchiométrie.



En vous aidant d'un tableau d'avancement, préciser si la solution à l'état final est encore colorée.

En mol		MnO_4^-	Fe^{2+}	H_3O^+	Mn^{2+}	Fe^{3+}	H_2O
état	avancement	$n_{\text{MnO}_4^-}$	$n_{\text{Fe}^{2+}}$	$n_{\text{H}_3\text{O}^+}$	$n_{\text{Mn}^{2+}}$	$n_{\text{Fe}^{3+}}$	$n_{\text{H}_2\text{O}}$
initial	0	3,4	16	32	0	0	excès
quelconque	χ	$3,4 - \chi$	$16 - 5\chi$	$32 - 8\chi$	χ	5χ	excès
final	χ_{max}	$3,4 - \chi_{\text{max}}$	$16 - 5\chi_{\text{max}}$	$32 - 8\chi_{\text{max}}$	χ_{max}	$5\chi_{\text{max}}$	excès
		0,2	0	6,4	3,2	16	

La valeur de χ_{max} est donnée par la concentration en ions Fe^{2+} soit $\chi_{\text{max}} = 3,2$ mol

A la fin de la réaction il reste 0,2 mol de MnO_4^- donc la solution est toujours colorée.

Je vérifie mes connaissances - Corrections

1. Séquence 1

1. Une perturbation mécanique est une déformation permanente et localisée de la matière. **Faux**
2. Une onde mécanique périodique est caractérisée par une périodicité temporelle et une périodicité spatiale. **Vrai**
3. La distance focale d'une lentille convergente est égale à \overline{OF} . **Faux**
4. La distance focale d'une lentille convergente est toujours supérieure à 1. **Faux**
5. La distance focale d'une lentille est l'opposé de sa vergence. **Faux**
6. La distance focale d'une lentille est l'inverse de sa vergence. **Vrai**
7. Une lentille de distance focale égale à 10 cm a une vergence égale à 0,1 δ. **Faux**
8. Une lentille de vergence 10 δ possède une distance focale de 10 cm. **Vrai**
9. La pupille de l'œil joue le rôle de diaphragme. **Vrai**
10. Seul le cristallin a un effet sur la déviation de la lumière qui entre dans l'œil. **Faux**
11. Les longueurs d'onde des radiations visibles sont comprises entre 400 μm et 800 μm. **Vrai**
12. Une radiation bleue a une longueur d'onde plus grande qu'une radiation rouge. **Faux**
13. Deux faisceaux de lumières de couleurs complémentaires additionnés donnent une lumière colorée. **Faux**
14. Un pigment magenta absorbe la lumière verte. **Faux**
15. La couleur rouge et la couleur cyan sont complémentaires. **Vrai**
16. Deux couleurs complémentaires donnent du blanc par synthèse soustractive. **Vrai**
17. Contrairement à l'atome, l'énergie d'une molécule n'est pas quantifiée. **Faux**
18. L'énergie du noyau est quantifiée. **Vrai**
19. Lorsqu'un atome passe d'un niveau d'énergie à un autre d'énergie supérieure, il y a émission d'un photon. **Faux**
20. Le spectre solaire présente des raies d'absorption. **Faux**