



TUTORAT SANTE STRASBOURG

CAHIER DE REMISE A NIVEAU EN PHYSIQUE, NIVEAU TERMINALE SCIENTIFIQUE



Faculté

de **médecine**

Université de Strasbourg

SOMMAIRE

UE6 LSPS/UE3A PACES :

Préambule.....	3
Les fluides.....	4
Thermodynamique.....	8
Travail et énergie.....	14
Choc et quantité de mouvement.....	16
Mouvement de rotation autour d'un axe fixe.....	18
Charge électrique, champ et potentiel électrique.....	21
Forces magnétiques, champs magnétiques et loi de Faraday.....	23
Optique ondulatoire.....	33
Ondes électromagnétiques et interférences.....	38
Optique géométrique.....	41
Physique quantique.....	46



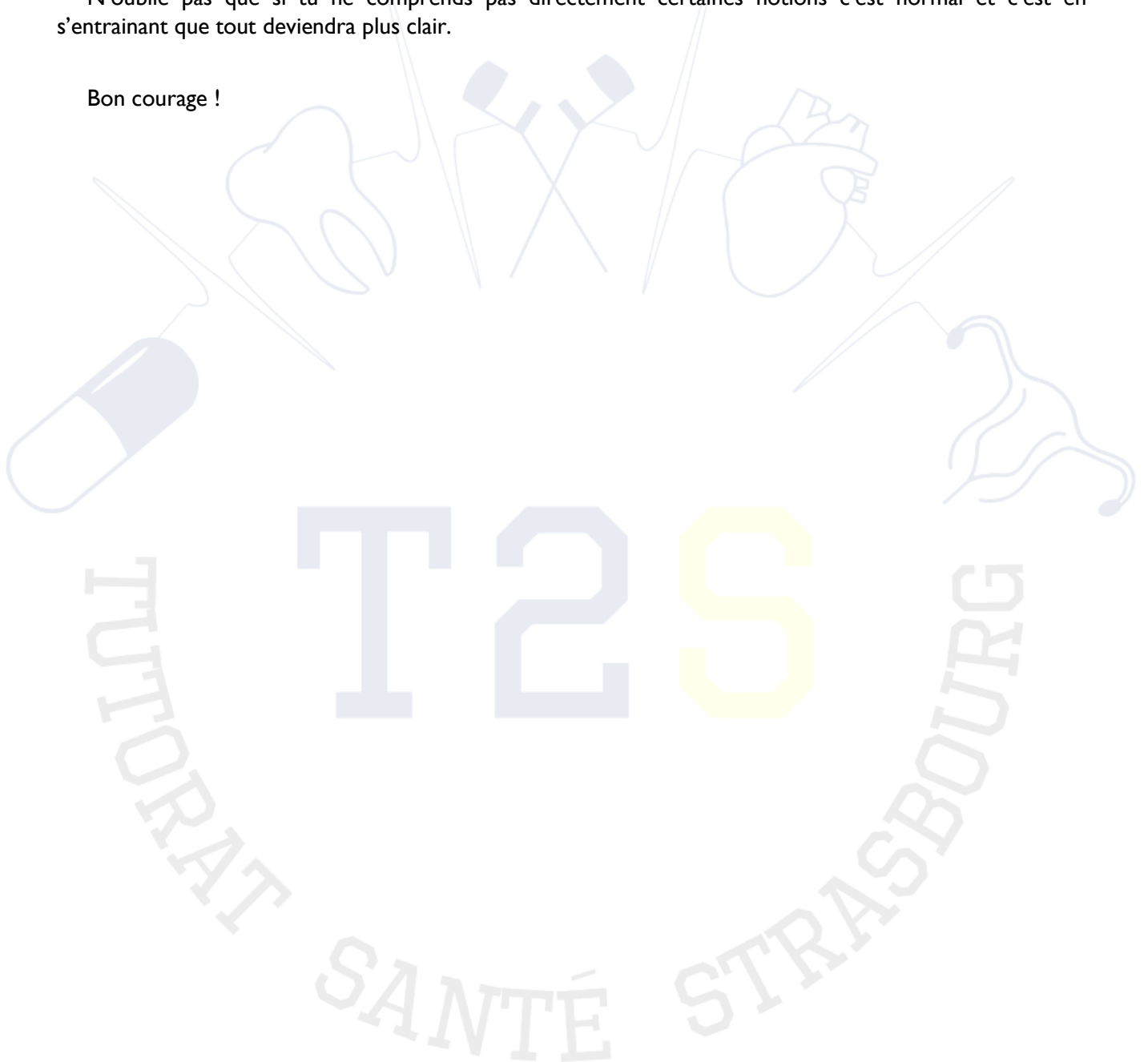
PREAMBULE

Dans ce cahier de remise à niveau tu trouveras des vidéos de cours extraites du site « Khan Academy » ainsi que « Les bons profs ». Le but est de voir ou revoir des notions abordées dans certaines filières au lycée afin d'aborder plus sereinement les cours qui seront exposés à la faculté.

Tu pourras également t'exercer sur les différents points de cours abordés grâce à des exercices corrigés.

N'oublie pas que si tu ne comprends pas directement certaines notions c'est normal et c'est en s'entraînant que tout deviendra plus clair.

Bon courage !



LES FLUIDES

I. Statique des fluides

1. Masse volumique et densité (<https://youtu.be/CD7Bx4YL4rM>)

La densité d'un corps « d » est le **rapport de sa masse volumique à la masse volumique d'un corps pris comme référence**. C'est une valeur sans unité.

$$d = \frac{\rho_{corp}}{\rho_{réf}}$$

Pour les liquides et les solides $\rho_{réf} = \rho_{eau} = 1000 \text{Kg} \cdot \text{m}^{-3}$

On peut calculer la fraction immergée d'un objet grâce à la densité : si la densité d'un cube est de 0,2 lorsque je le place dans l'eau, sa fraction immergée sera de 20%.

On peut utiliser un autre corps pour référence (ex : l'huile, si on veut immerger un objet dedans).

Si la densité du solide est supérieure à celle du fluide alors le solide coule et donc 100% de son volume est immergé.

2. Pression et principe de Pascal (<https://youtu.be/nBK38o5POeY>)

Un fluide prend la forme de son contenant (possible de se déformer). Il peut donc s'agir d'un liquide ou d'un gaz.

- Un gaz est **compressible** (même nombre de molécules pour un volume plus petit : la densité augmente)
- Contrairement aux liquides qui sont **faiblement compressibles** (le volume est conservé)

Les liquides :

Le Principe de Pascal

- Lorsqu'il n'y a pas de gravité : si j'applique une pression à un fluide incompressible alors la pression est distribuée équitablement dans tout le fluide.
- Avec la gravité : La pression est la même en tout point du fluide incompressible à une hauteur donnée ($P_1 = P_2$). → C'est le principe fondamental de l'hydrostatique.

Ex du ballon de baudruche : Si je remplis en ballon d'eau et que j'exerce une pression dessus, le ballon se dilatera uniformément partout car la pression est la même en tout point du fluide.

3. Calcul de la Pression interne (<https://youtu.be/ZyHxmfVtnll>)

Si on met une feuille d'aluminium dans un liquide et qu'on veut calculer la pression exercée sur cette feuille, on utilise la formule : $P = \rho \times g \times h$

→ La pression est directement reliée à la notion de poids.

Avec : h : la hauteur de l'objet par rapport à la surface

g : accélération de la pesanteur ($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$)

ρ : masse volumique

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho_{eau} = 1000 \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

Donc dans 1m^3 d'eau on a 1 tonne d'eau

4. Baromètre de mercure (<https://youtu.be/6ETVgWJg3VI>)

La pression atmosphérique s'exprime en atmosphère (atm) (1 atm correspond au poids de l'air qui s'exerce sur soi au niveau de la mer et à la latitude de Paris). Avec $1 \text{atm} = 101300 \text{Pa}$

Un baromètre est un instrument qui mesure la pression grâce à la variation de hauteur de mercure dans un tube.

$$P = h \times \mu_{mercure} \times g$$

Avec : h la hauteur de mercure
 g l'accélération de la pesanteur
 ρ_{mercure} la masse volumique de mercure

II. Exercices d'application

Question 1

La masse volumique du ketchup est-elle de 1,4 sachant que sa masse volumique est de $1400 \text{Kg} \cdot \text{m}^{-3}$?

Question 2

Nous sommes en présence d'un cube qui possède une densité de 1,7 ; on peut donc dire que ce cube flotte au-dessus de l'eau.

Question 3

On veut faire tremper un cube de masse volumique $\rho_{\text{cube}} = 638 \text{Kg} \cdot \text{m}^{-3}$, dans de l'huile. Calculer la densité du cube. Peut-on dire que le cube coule ?

Données : Masse volumique de l'huile $\rho_{\text{huile}} = 850 \text{Kg} \cdot \text{m}^{-3}$ et masse volumique de l'eau $\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{Kg} \cdot \text{m}^{-3}$

Question 4

Quelle est la pression à 18 mètres de profondeur dans un lac d'eau douce ?

Question 5

La hauteur de la colonne de mercure d'un baromètre est de 69cm.

- Calculer la pression atmosphérique correspondante.
- Donner le résultat en bar sachant que $1 \text{N} \cdot \text{m}^{-2} = 10^{-5} \text{bar}$

Donnée : $\rho_{\text{mercure}} = 13\,600 \text{Kg} \cdot \text{m}^{-3}$

Correction :

Question 1

Vrai, pour calculer la masse volumique du ketchup on utilise le calcul $d = \rho_{\text{corps}} = \rho_{\text{réf}}$

Donc, $d(\text{ketchup}) = \frac{1400}{1000} = 1,4$

Question 2

Faux, le cube possède une densité supérieure à l'eau ($1,7 > 1$). Le cube va donc couler dans ce cas, 100% de son volume est immergé.

Question 3

On cherche la densité du cube ; on utilise la formule $d = \rho_{\text{corps}} = \rho_{\text{réf}}$

Donc $d(\text{cube}) = \frac{638}{850} = 0,75$

On observe que $0,75 < 1$ donc le cube flotte dans l'huile. 75% de son volume est immergé sous l'huile.

Question 4

Nous cherchons ici une pression, on utilise la formule $P = h \times \rho_{\text{mercure}} \times g$

Nous sommes dans un lac d'eau douce, on va donc utiliser la masse volumique de l'eau = $1000 \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

L'accélération de la pesanteur sur Terre est de $9,81 \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$

AN : $P = h \times \rho \times g = 18 \times 1000 \times 9,81 = 176\,580 \text{N} \cdot \text{m}^{-2}$

Question 5

Nous cherchons ici une pression, on utilise la formule $P = h \times \mu_{\text{mercure}} \times g$

/ !\ Aux unités ! Toujours penser à convertir dans les unités du SI ! : 69 cm = 0,69 m

$$P = h \times \rho \times g = 0,69 \times 13\,600 \times 9,81 = 92\,057,04 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2} \Rightarrow 0,92 \text{ bar}$$

Un peu d'avance sur l'UE6 :

I. Dynamique des fluides

Le débit volumique (D) : est le **volume d'un fluide qui passe par une section donnée par unité de temps**. Il s'exprime en $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

$$D = \frac{V}{t} = \frac{A \times d}{t}$$

Avec : V un volume t un temps A : l'aire de la section du tuyau d : la longueur du tuyau

On observe que d/t correspond à la vitesse d'écoulement du fluide ($= v$).

De plus, A est l'aire de la section du tuyau et correspond à πr^2 .

1. Équation de Bernoulli (<https://youtu.be/-2UKJbjca2o>)

Elle s'utilise **uniquement dans certains cas** ; il faut que :

- La vitesse ne change pas au cours du temps (= écoulement stationnaire),
- La masse volumique reste constante,
- Le liquide soit incompressible,
- L'écoulement soit laminaire (pas de frottements)

Principe de Bernoulli :

Pour un fluide s'écoulant horizontalement, la pression exercée par celui-ci aux points où sa vitesse est élevée est plus faible que la pression exercée par ce même fluide aux points où sa vitesse est plus faible
→ Cela montre que si la vitesse augmente, la pression diminue et inversement.

L'équation de Bernoulli s'écrit généralement de la manière suivante :

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2$$

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = \text{constante}$$

P : Pression

v : vitesse

h : altitude

ρ : masse volumique

Cette équation montre la **conservation de l'énergie** dans le cadre des fluides.

Pour calculer la vitesse dans la 2^{ème} section, il faut retenir le calcul suivant : $v_2 = (2gh)^{\frac{1}{2}}$

2. Viscosité et écoulement de Poiseuille (https://youtu.be/MvG-o_loQa0)

Viscosité :

La viscosité est un **état**. Elle caractérise la résistance à l'écoulement uniforme et sans turbulence qui se produit dans la masse d'une matière. Elle dépend de la température → diminue avec la température.

$$D = \frac{\pi \times r^4 \times \Delta P}{8 \times l \times \eta}$$

État : $\text{N} \cdot \text{m}^{-1} + \text{Pa} \cdot \text{s}^{-1} = \text{Poiseuille}$

Avec : D : le débit volumique

ΔP : la différence de pression entre 2 points distincts

l : la longueur séparant ces 2 points

η : la viscosité

Loi de Poiseuille : pour l'utiliser on a besoin d'un fluide newtonien qui est laminaire.

3. Nombre de Reynolds (<https://youtu.be/IFiqP7gV5q8>)

Écoulement laminaire :

Écoulement sans frottement (lignes de courant sont parallèles)

Écoulement visqueux (= turbulent) :

Écoulement avec frottement

Nombre de Reynolds (sans dimension) caractérise un écoulement, en particulier la nature de son régime (laminaire, transitoire, turbulent).

$$R_e = \frac{\rho v L}{\eta}$$

Grâce à ce calcul, on peut calculer la vitesse critique v_c .

THERMODYNAMIQUE

I. Introduction à la thermodynamique

I. Définition de la thermodynamique

La thermodynamique est le domaine d'étude de la physique qui vise à comprendre les comportements des systèmes soumis à des échanges thermiques. Elle s'intéresse notamment aux transferts thermiques et mécaniques ainsi qu'aux états de la matière (transformations, échanges énergétiques...)

L'objectif de la thermodynamique est de « s'affranchir » des propriétés **microscopiques** (dimensions des particules élémentaires, comportements individuels des constituants, interactions moléculaires...) pour simplifier l'étude des **propriétés d'ensemble** de la matière, observables expérimentalement. On crée ainsi des grandeurs **macroscopiques** comme la chaleur ou le travail pour décrire **l'état** de la matière.

/ !\ Néanmoins, les effets macroscopiques ne représentent que la manifestation des interactions à l'échelle microscopique.

On note l'énergie interne U , qui correspond à la somme de toutes les formes d'énergies microscopiques, c'est-à-dire :

- De l'**énergie cinétique** due à l'agitation des entités constituant le système,
- De l'**énergie potentielle** d'interaction entre ces entités

Il est alors nécessaire de créer une échelle d'étude intermédiaire entre l'échelle macroscopique et microscopique : l'**échelle mésoscopique**.

→ On dit que la thermodynamique est une description mésoscopique du comportement des systèmes physiques.

<https://www.youtube.com/watch?v=z5A78vkFe8&list=PLyyMJPO8QIkIGLZDaXKjldU9CqeZ24e3h&index=12>

Rappel de cours :

On note l'énergie totale d'un système : $E_{totale} = U + E_m$

Avec E_m l'énergie mécanique qui correspond à la somme de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle.

2. Les principes de la thermodynamique

Il existe 3 principes fondamentaux :

- **Principe zéro** (ou principe de l'équilibre thermique) :
« Deux corps mis en contact prolongé se mettent en équilibre thermique. Deux corps en équilibre thermique avec un troisième corps sont aussi en équilibre thermique entre eux. »

Selon ce principe, un corps chaud transfère à un autre corps de température plus basse une partie de son énergie, emmagasinée sous forme de chaleur. On dit que cette chaleur est **échangée**.

- **Principe premier :**

Il est dans la continuité du principe zéro : *au cours d'un échange aucune énergie n'est produite ou détruite : elle ne peut que changer de forme.* Ce principe s'appuie sur la formule :

$$\Delta U = W + Q$$
 avec W le travail et Q la chaleur.

<https://www.youtube.com/watch?v=yfbncOFsEKY&list=PLyyMJPO8QIkIGLZDaXKjIdU9CqeZ24e3h&index=14>

- **Deuxième principe :**

Il introduit une nouvelle variable d'état extensive (=dépendante de la masse) : **l'entropie** notée S. Elle permet de mesurer le degré de désordre d'un système au niveau microscopique. → Plus l'entropie du système est élevée, moins ses éléments sont ordonnés, liés entre eux et donc moins ils sont capables de produire des effets mécaniques ; la part d'énergie inutilisable pour l'obtention d'un travail est plus grande.

○ **Au niveau macroscopique :** on a $S \geq \frac{Q}{T}$

Avec Q la quantité de chaleur reçue et T la température du système.

○ **Au niveau microscopique :** on a $S = k_B \times \ln(\Omega)$

Avec k_B la constante de Boltzmann et Ω le nombre d'états microscopiques du système/le nombre de configurations




<https://www.youtube.com/watch?v=bHpPSVugo2U&list=PLyyMJPO8QIkIGLZDaXKjIdU9CqeZ24e3h&index=25>

II. Les états de la matière

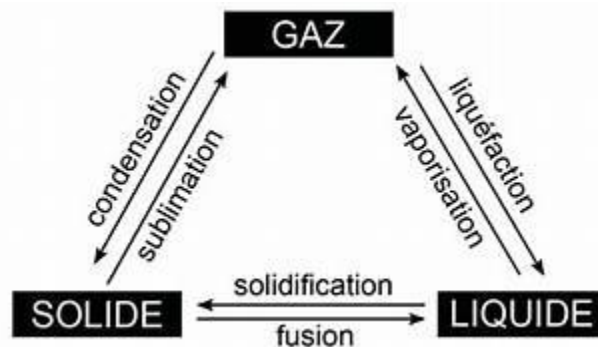
Selon les conditions de température et de pression, une espèce chimique peut exister à l'état **solide, liquide** ou **gazeux**.

<https://www.youtube.com/watch?v=Nj2f2tINdj0>

I. Agencement spatial des particules au niveau microscopique

Etat physique	Arrangement des particules
Solide	Compact, ordonné 
Liquide	Compact, désordonné 
Gaz	Dispersé et désordonné 

2. Rappel concernant les transitions entre les états physiques de la matière



3. Chaleur sensible et chaleur latente

- La **chaleur sensible** ou **énergie thermique sensible** représente l'énergie mise en jeu au cours d'une variation ΔT de la température d'une masse m d'un corps **sans changement d'état**.

Elle s'exprime par la formule : $Q = mC\Delta T$ avec C la capacité thermique massique en $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$

- La **chaleur latente** ou **énergie thermique latente** représente en revanche la chaleur échangée avec le milieu extérieur lors d'un **changement d'état**, à pression constante.

Elle se calcule de la manière suivante : $Q = mL$ avec m la masse du corps en kg et L la chaleur de changement d'état en $J \cdot kg^{-1}$

4. Un « modèle » thermodynamique particulier des gaz : le gaz parfait

La notion de gaz parfait est un modèle permettant de simplifier le comportement d'un gaz dans les conditions réelles

<https://www.youtube.com/watch?v=TXIp8ctcyaE&t=246s>

La loi des gaz parfaits : $PV = nRT$

Avec P la pression du gaz en Pa (ou $N \cdot m^{-2}$), V le volume en m^3 , T la température en K et R la **constante des gaz parfaits** : $R = 8,31 J \cdot kg^{-1} mol^{-1}$

PS : L'unité du système international (SI) de la température est le **Kelvin (K)**. On convertit la température en $^{\circ}C$ en K de la manière suivante : $T(K) = T(^{\circ}C) + 273,15$

Attention au volume qui s'exprime en m^3 ! Pour rappel $1m^3 = 10^3L$ et $1L = 1dm^3$

III. Exercices

Exercice 1

Préciser la nature exothermique ou endothermique de la sublimation.

Exercice 2

Un changement d'état s'effectue à température et pression constante, vrai ou faux ?

Exercice 3

On souhaite faire passer 50g de glace à -25°C à l'état liquide (eau à 10°C). Quelle quantité d'énergie faut-il fournir ? On donne la chaleur massique de l'eau : $C = 4180 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}\text{K}^{-1}$ et la chaleur de fusion de l'eau : $L_{fus}^m = 333 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$

Exercice 4

La loi de conservation de la matière s'appliquant, donner le nombre de molécules d'eau dans la phase liquide. On donne : $M(O) = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $M(H) = 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ et $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Exercice 5

On place 20mg de diazote N_2 sous forme gazeuse dans un récipient à 15°C fermé hermétiquement. On considèrera ce gaz comme étant parfait. Si le volume de ce récipient est égal à 2 m^3 , calculer la pression du gaz. $M(N) = 14 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Exercice 6

A partir de la vidéo fournie, quelles hypothèses considère-t-on comme étant vérifiées pour qu'un gaz soit parfait ?

Correction exercices :

Exercice 1

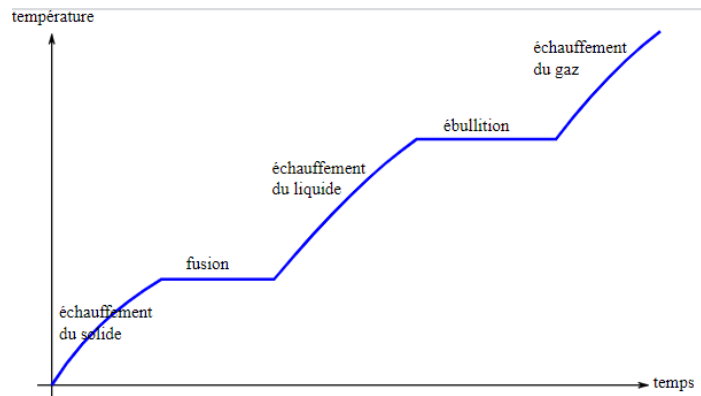
Préciser la nature exothermique ou endothermique de la sublimation.

La sublimation est une transformation **endothermique**. En effet, il faut **apporter** de l'énergie pour rompre les liaisons hydrogène de la glace et passer à un état gazeux dispersé et désordonné. En conséquence cette transformation est caractérisée par une absorption d'énergie, elle est donc endothermique

Exercice 2

Un changement d'état s'effectue à température et pression constante, vrai ou faux ?

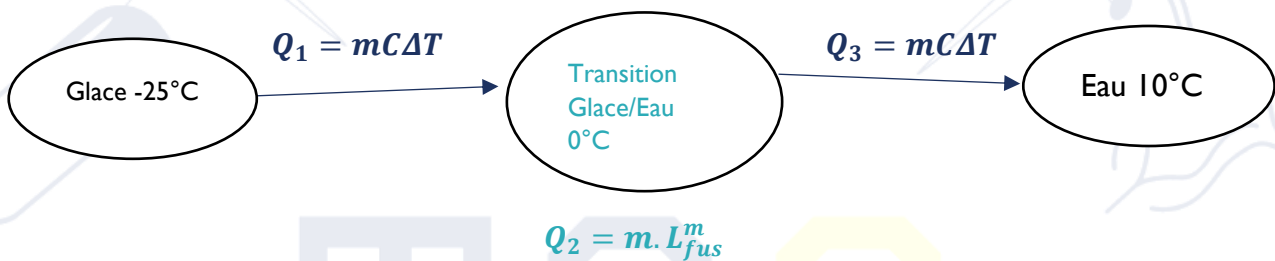
VRAI : L'agitation des molécules n'augmente ou ne diminue pas tant que **toutes** les molécules ne sont pas passées d'un état à l'autre : la température est donc constante pendant toute la durée de la transition. La pression étant liée au nombre de chocs, chocs précipités par l'agitation thermique, n'est donc pas non plus modifiée au cours d'un changement d'état.



Exercice 3

On souhaite faire passer 50g de glace à -25°C à l'état liquide (eau à 10°C). Quelle quantité d'énergie faut-il fournir ? On donne la chaleur massique de l'eau : $C = 4180 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ et la chaleur de fusion de l'eau : $L_{fus}^m = 333 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$

On peut représenter la situation :



On a : $Q_1 = 50 \cdot 10^{-3} \times 4180 \times 25 = 5225 \text{ J}$
 $Q_2 = 50 \cdot 10^{-3} \times 333 \cdot 10^3 = 16650 \text{ J}$
 Et $Q_3 = 50 \cdot 10^{-3} \times 4180 \times 10 = 2090 \text{ J}$

Donc : $Q_{totale} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 23965 \text{ J}$

Exercice 4

La loi de conservation de la matière s'appliquant, donner le nombre de molécules d'eau dans la phase liquide. On donne : $M(O) = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $M(H) = 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ et $N_a = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Le nombre de molécules est donné par le produit de la quantité de matière (nombre de moles) par le nombre d'Avogadro : $N = n \times N_a$

On peut calculer la quantité de matière de la manière suivante : $n = \frac{m}{M} = \frac{50}{16+1+1} \approx 2,78 \text{ mol}$

$\Rightarrow N = n \times N_a = 2,78 \times 6,022 \cdot 10^{23} = 16,73 \cdot 10^{23}$

Exercice 5

On place 20mg de diazote N_2 sous forme gazeuse dans un récipient à 15°C fermé hermétiquement. On considèrera ce gaz comme étant parfait. Si le volume de ce récipient est égal à 2 m^3 , calculer la pression du gaz. $M(N) = 14 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

On utilise la loi des gaz parfaits : $PV = nRT$

On calcule la quantité de matière n (attention si masse en kg veuillez à donner M en $kg \cdot mol^{-1}$) :

$$n = \frac{m}{M} = \frac{20 \cdot 10^{-3}}{14 \cdot 10^{-3}} = \frac{20}{14} \approx 1,43 \text{ mol}$$

$$\text{On isole } P : P = \frac{nRT}{V} = \frac{1,43 \times 8,31 \times (273,15 + 15)}{2} \approx \mathbf{1710,38 \text{ Pa}}$$

Exercice 6

A partir de la vidéo fournie, quelles hypothèses considère-t-on comme étant vérifiées pour qu'un gaz soit parfait ?

La **taille des particules** doit être négligeable devant le volume total du système et l'influence des **interactions intermoléculaires** doit également être négligeable (pas d'attraction ou de répulsion majeure entre les particules).

En LSPS on définira un gaz parfait selon 3 conditions :

- Le volume propre de chaque molécule est infinitésimal
- L'influence des forces intermoléculaires négligeable
- La durée du choc entre 2 molécules est nulle

TRAVAIL ET ENERGIE

On te conseille de consulter le site Khan Academy avant la lecture de cette fiche car celle-ci est un résumé de ce qui est mentionné sur le site.

Pour mieux comprendre les notions de travail et d'énergie, visualise également ces vidéos avant :

- https://youtu.be/hK6_hsfqNWA
- https://youtu.be/_3mgvNiflg
- https://youtu.be/lGk_aVYsf6Q

I. Définition

L'énergie est définie en physique comme la capacité d'un système à produire un travail. L'énergie n'est pas une substance matérielle. C'est une grandeur physique qui caractérise l'état d'un système ; elle peut être stockée et existe sous de nombreuses formes.

L'énergie d'un objet représente le **travail** qui peut être produit

La consommation énergétique est un concept dont on parle beaucoup, mais il faut bien comprendre que l'énergie n'est jamais perdue, elle est plutôt transformée d'une forme à une autre grâce au **travail**. (**Lavoisier**, « Rien ne se perd, rien ne se crée tout se transforme. »)

II. Types d'énergie

- L'énergie Cinétique (une balle de fusil a une énergie cinétique)
- L'énergie potentielle (un barrage hydraulique par exemple)
- L'énergie thermique (la flamme)
- L'énergie solaire
- L'énergie nucléaire, etc

N.B : On peut passer d'une énergie à une autre

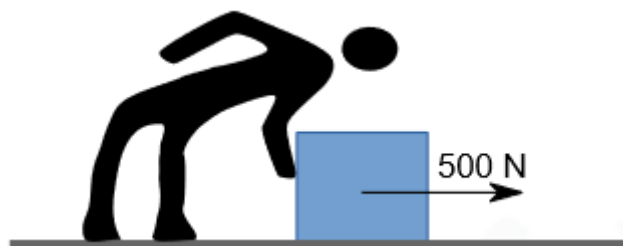
III. MESURE DE L'ENERGIE

En physique l'**énergie** et le **travail** s'expriment en **joule (J)**. Elle peut également s'exprimer en Calories.

1 Calorie correspond à la quantité d'énergie nécessaire pour élever la température d'1 kg d'eau de 1 degré Celsius. 1 Calorie est donc égale à 4184 joules.

Exercice

Quelle énergie doit-on dépenser pour déplacer sur 10 mètres, une charge en lui appliquant une force de 500 N ?



On calcule le travail, qui est donné par $W = F \times L = 500 \times 10 = 5\,000$ joules.

VI. ENERGIE CINETIQUE

L'énergie cinétique, notée E_c est l'énergie que possède un corps du fait de son mouvement par rapport à un référentiel donné

Pour mettre un objet en mouvement, il faut appliquer une force. Et lorsque le point d'application de cette force se déplace on dit que la force travaille : il y a transfert d'énergie. Le travail est responsable de la variation de l'énergie cinétique de l'objet qui subit cette force.

L'énergie cinétique, qui s'exprime en joule (J), dépend de la masse et de la vitesse de l'objet.

Le travail et l'énergie cinétique sont lié par cette relation : $W = F \times d = \frac{1}{2}mv^2$

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

Exercice

Se retrouver face à un éléphant de masse $m = 6000$ kg et ayant une vitesse 10 m/s est plutôt dangereux.

A quelle vitesse serait tiré un boulet de canon de 111 kg s'il avait la même énergie cinétique que l'éléphant ?

$$E_c(\text{boulet canon}) = E_c(\text{éléphant})$$

$$\frac{1}{2}m(\text{boulet}) \times v(\text{boulet})^2 = \frac{1}{2}m(\text{éléphant}) \times v(\text{éléphant})^2$$

$$v^2(\text{boulet}) = 775m.s^{-1}$$

VII. CONSERVATION DE L'ENERGIE

<https://fr.khanacademy.org/science/physics/work-and-energy/work-and-energy-tutorial/v/conservation-of-energy>

CHOC ET QUANTITE DE MOUVEMENT

I. Introduction à la notion de quantité de mouvement

Vidéos de cours :

- [Introduction à la quantité de mouvement](https://fr.khanacademy.org/science/physics/linear-momentum/momentum-tutorial/v/introduction-to-momentum?modal=1) → <https://fr.khanacademy.org/science/physics/linear-momentum/momentum-tutorial/v/introduction-to-momentum?modal=1>
- [Mouvement de recul d'une patineuse qui lance une balle](https://fr.khanacademy.org/science/physics/linear-momentum/momentum-tutorial/v/momentum-ice-skater-throws-a-ball?modal=1) → <https://fr.khanacademy.org/science/physics/linear-momentum/momentum-tutorial/v/momentum-ice-skater-throws-a-ball?modal=1>
- [Conservation de la quantité de mouvement en 2D : Partie I](https://fr.khanacademy.org/science/physics/linear-momentum/momentum-tutorial/v/2-dimensional-momentum-problem?modal=1) → <https://fr.khanacademy.org/science/physics/linear-momentum/momentum-tutorial/v/2-dimensional-momentum-problem?modal=1>
- [Conservation de la quantité de mouvement en 2D : Partie II](https://fr.khanacademy.org/science/physics/linear-momentum/momentum-tutorial/v/2-dimensional-momentum-problem-part-2?modal=1) → <https://fr.khanacademy.org/science/physics/linear-momentum/momentum-tutorial/v/2-dimensional-momentum-problem-part-2?modal=1>
- [Centre de masse](https://fr.khanacademy.org/science/physics/linear-momentum/center-of-mass/v/center-of-mass?modal=1) → <https://fr.khanacademy.org/science/physics/linear-momentum/center-of-mass/v/center-of-mass?modal=1>

La quantité de mouvement est une notion physique intuitive qui est fonction à la fois de la masse et de la vitesse d'un objet.

La quantité de mouvement s'exprime :

$$p = m \cdot v$$

Et cette relation s'utilise souvent dans le cadre du principe fondamental de la dynamique :

$$\Sigma F = ma = \frac{m \cdot \Delta v}{\Delta t} = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

Donc si la somme des forces appliquées au système sont nulles, la quantité de mouvement se conserve.

Grâce à la quantité de mouvement, nous pouvons définir ce qu'est l'impulsion mécanique ou percussion mécanique.

L'impulsion mécanique s'exprime :

$$I = \Delta p$$

Exercice d'entraînement sur la quantité de mouvement

Une balle de pétanque A de masse 1,5 kg est jetée à une vitesse de 27 km/h sur une autre balle de pétanque B qui elle à une masse de 2,4 kg et qui avant le choc était immobile. En supposant que la balle A transmet toute sa quantité de mouvement à la balle B, à quelle vitesse (en km/h) la balle B sera elle projetée ?

Correction de l'exercice d'entraînement sur la quantité de mouvement

On sait que A transmet toute sa quantité de mouvement à B donc dans notre système, la quantité de mouvement entre le moment précédant le choc et le moment suivant le choc se conserve. (On n'oublie pas de faire la conversion km/h → m/s)

On peut donc écrire : $p_{Ai} + p_{Bi} = p_{Af} + p_{Bf}$

Et $p_{Ai} = 1,5 \times (27 \div 3,6) = 11,25 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ et $p_{Bi} = 2,4 \times 0 = 0 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

Donc la quantité de mouvement initiale (et finale) est de $11,25 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

On sait aussi que A transmet toute sa quantité de mouvement à B donc on peut écrire :

$$p_{Ai} = p_{Bf} = 11,25 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$

On en déduit que : $11,25 = m_B \times v_B$ donc $v_B = \frac{11,25}{m_B} = \frac{11,25}{2,4} \approx 4,69 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Et $4,9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \approx 16,9 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

Réponse : La balle B sera projetée à une vitesse de $16,9 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

Pour résoudre des exercices dans lesquels la quantité de mouvement se conserve il est primordial de savoir manipuler la formule de la conservation de la quantité de mouvement :

$$p_{Ai} + p_{Bi} = p_{Af} + p_{Bf}$$

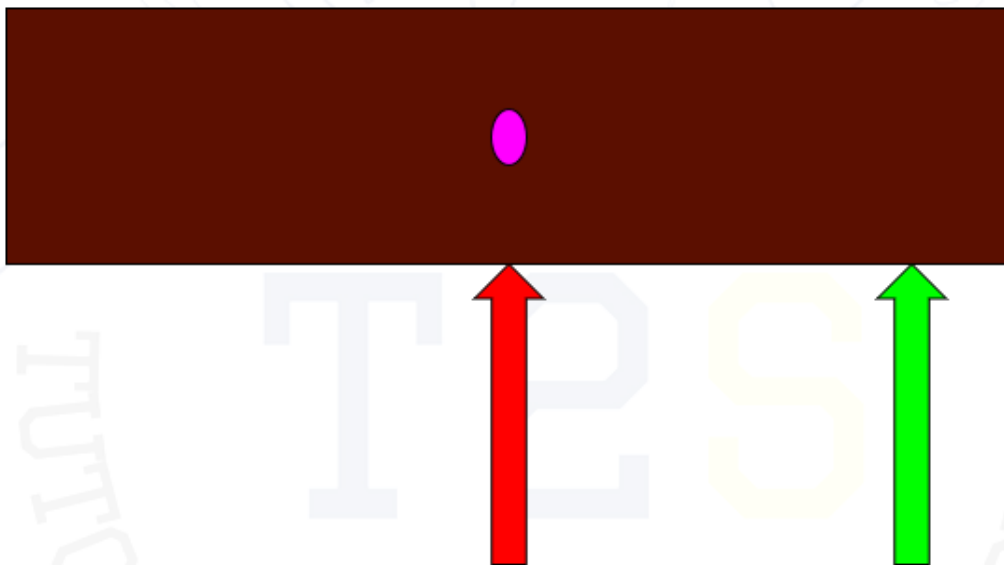
II. Centre de masse

Définition : Le centre de masse est un point qui se situe à la position moyenne de la masse d'un corps.

Le centre de masse sert à réduire l'étude d'un problème physique à lui-même.

Dans certaines conditions, le centre de masse d'un corps peut se situer en dehors de ce corps.

Par exemple, pour un objet simple comme une planche de bois, le centre de masse va se situer au centre de cette planche (en rose).



En appliquant des forces à un objet, son mouvement va dépendre de la localisation de l'application de la force par rapport au centre de masse.

Dans le cas de la flèche rouge, la force est appliquée dans l'axe du centre de masse, on observera donc un mouvement de **translation**. Dans le cas de la flèche verte, on observera un mouvement de **rotation** qui s'effectuera au tour d'un axe perpendiculaire à la planche de bois et passant par le centre de masse.

MOUVEMENTS DE ROTATION AUTOUR D'UN AXE FIXE

I. Relation entre la vitesse angulaire et la vitesse :

Vidéo de cours :

Lien : <https://www.youtube.com/watch?v=xI3agJFq-IA>

Recap' :

- La **vitesse angulaire** ω (en rad/s) est une grandeur qui représente le rapport d'un angle de rotation (en radians) au temps (en secondes).

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{d\theta}{dt}$$

- La relation entre la vitesse angulaire et la vitesse est la suivante :

$$\omega = \frac{v}{r}$$

II. Fréquence et période :

- La **fréquence** f (en Hz = s⁻¹) est le nombre de fois qu'un phénomène périodique (= cycle) se reproduit par unité de temps.

Dans la vidéo précédente, on peut définir la fréquence par le nombre de tours par seconde (en l'occurrence $f=5$ Hz).

- La fréquence est l'inverse de la période T , tel que :

$$f = \frac{1}{T}$$

- La **période** T (en s) d'un phénomène périodique est la plus petite durée séparant deux reproductions à l'identique du phénomène.

Dans la vidéo précédente, on peut définir la période $T = \frac{1}{f} \Rightarrow T = \frac{1}{5} = 0,2s$. Il faut donc 0,2 s pour faire un tour complet. Il y aura 5 reproductions à l'identique en une seconde.

- Dans la vidéo précédente, on dit que si on a parcouru le tour complet d'un cercle, on aura parcouru 2π radians. Ainsi on peut définir la vitesse angulaire ω en fonction de la période et de la fréquence :

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

III. Les moments :

Vidéo de cours :

Lien : <https://www.youtube.com/watch?v=f0WzJbTiu54>

Recap' :

- Un **moment** d'une force (en N.m) est une action mécanique (= l'aptitude de la force) qui va permettre de faire tourner ou de tordre un système mécanique autour d'un axe.
! A ne pas confondre avec le travail d'une force qui est également exprimé en N.m (ou en J)!
- Le vecteur moment représente l'axe de rotation du système.
- Il faut toujours avoir une force pour définir un moment.
- On calcule la norme du moment d'une force par la formule :

$$M_{A(\vec{F})} = F \cdot d$$

Avec : F = force appliqué (en N)
d = bras de levier (en m)

IV. Exercices d'application

Exercice 1

Un disque effectue 45 tours par minute. Son diamètre est de $d = 17\text{ cm}$.

1. Calculer la fréquence du mouvement, ainsi que la période.
2. Calculer la vitesse angulaire du disque.
3. Calculer la vitesse d'un point de la périphérie du disque.

Exercice 2 :

Une tige de poids négligeable est encastrée sur un mur avec lequel elle fait un angle de 55° . Elle supporte en B une charge de poids 2 500 N.

Calculer le moment de cette surcharge par rapport à un axe horizontal passant par le point d'encastrement A.

On donne : AB = 1,5 m

Correction

Exercice 1

1. On sait que le disque effectue 45 tours par minute. Sa fréquence (nombre de tours par seconde) est donc :

$$f = \frac{45}{60} = 0,75 \text{ s}^{-1} = \mathbf{0,75 \text{ Hz}}$$

La période de rotation du disque se calcule par l'application de la formule : $T = \frac{1}{f}$

Application numérique (A.N.) :

$$T = \frac{1}{0,75} \approx \mathbf{1,33\text{s}}$$

Le disque nécessite donc environ 1,33 secondes pour effectuer un tour entier.

2. Pour calculer la vitesse angulaire, on utilise la formule contenant la période T (vu qu'on vient de la calculer) :

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{1,33} = \mathbf{4,71 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}}$$

3. Pour calculer la vitesse d'un point, on utilise la formule reliant la vitesse v et la vitesse angulaire ω :

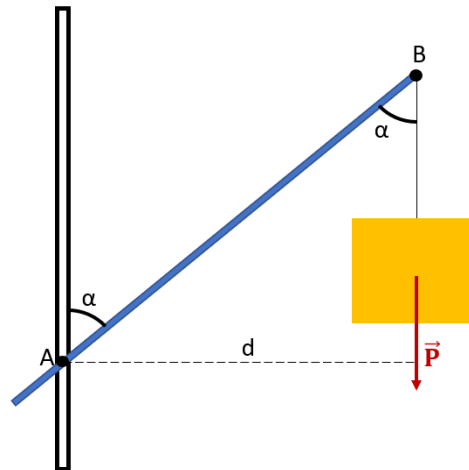
$$v = r \cdot \omega \Rightarrow v = \frac{d}{2} \cdot \omega$$

A.N. :

$$v = \frac{17 \cdot 10^{-2}}{2} \cdot 4,71 = \mathbf{0,40 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}$$

Exercice 2

Il est conseillé ici de faire un schéma :



Le moment de la surcharge par rapport à l'axe horizontal passant par A est :

$$M(\vec{P}) = P \cdot d$$

Par ailleurs, on a que : $\sin(\alpha) = \frac{d}{AB} \Rightarrow d = AB \cdot \sin(\alpha)$

D'où : $M(\vec{P}) = P \cdot d = P \cdot AB \cdot \sin(\alpha)$

A.N. :

$$M(\vec{P}) = 2500 \cdot 1,5 \cdot 0,819 = \mathbf{3\ 072 \text{ N} \cdot \text{m}}$$

CHARGE ELECTRIQUE, CHAMP ET POTENTIEL ELECTRIQUE

I. Le champ électrique :

Vidéo de cours sur la charge électrique :

Lien : <https://youtu.be/j6EcjGbumlg>

Remarques :

- Il faut bien comprendre la loi de Coulomb, ainsi que la formule du champ électrique en la reliant avec la force. Il ne faut pas oublier que ces deux paramètres sont des **vecteurs** (= une direction, un sens et une norme et un point d'application).
- À savoir que le champ électrique diminue en s'éloignant de la charge. Cette diminution est proportionnelle au carré de la distance.
- Comprendre les caractéristiques des lignes de champ électrique et la relation entre charge + et charge négative -

Exercice

- a) Quelles sont les propositions exactes ?
- A. A propos de la loi de Coulomb, la force diminue proportionnellement avec la distance entre les charges.
 - B. L'unité du champ électrique est N/C.
 - C. L'intensité du champ électrique diminue avec le carré de la distance.
 - D. L'unité de la charge électrique est le Coulomb qui est une très grande unité.

II. Énergie potentiel électrique et potentiel électrique :

Vidéos de cours :

Liens : Partie 1 : https://youtu.be/HJSL-e_S7As

Partie 2 : <https://youtu.be/POTgFdfLzI>

Remarques :

- Connaître la relation entre le travail, la force, l'énergie et le potentiel électrique.
- Connaître les différentes unités des paramètres employées. Cela peut permettre d'aborder les questions d'une manière plus facile et de mieux comprendre les formules.

Exercice

- b) Un proton chargé positivement exerce un champ électrique de 60 N/C et situé à 5cm d'un électron chargé négativement. Calculer la force résultante ?

III. Différence entre énergie potentielle électrique et potentiel électrique

Vidéos de cours :

Liens : <https://youtu.be/Ygp6CTo5dIk>

Remarques :

- Connaître la différence entre champ électrique et potentiel électrique.
- Apprendre les différentes formules concernant le potentiel électrique et l'énergie potentiel électrique.
- Connaître les caractéristiques de l'énergie potentiel électrique.

Exercices

c) Quelle est l'unité de l'énergie potentiel électrique ?

- A. N/C
- B. N
- C. N.m
- D. J
- E. $Kg.m^2.s^{-2}$

Corrections (charge électrique, champ et potentiel électrique)

a) Quelles sont les propositions exactes ?

- A. La proposition est fausse car la force est inversement proportionnelle au carré de la distance entre les charges.
- B. La proposition est vraie.
- C. La proposition est vraie.
- D. La proposition est vraie.

b) Un proton chargé positivement exerce un champ électrique de $60N/C$. Calculer la distance sur laquelle on a mesuré le champ ?

Avec $k = 9.10^9$ et la charge de proton/électron $q = 1,6.10^{-19}C$

$$E = K \times \frac{q}{d^2}$$

$$d = \sqrt{\frac{K \cdot q}{E}}$$

$$\text{A.N. : } d = \sqrt{\frac{9.10^9 \cdot 1,6.10^{-19}}{60}} = 4,9.10^{-6}m = 4,9\mu m$$

c) Quelles sont les unités de l'énergie potentiel électrique ?

- A. N/C → c'est l'unité de champ électrique.
- B. N → c'est l'unité de force.
- C. N.m → c'est l'unité de l'énergie.
- D. J → c'est l'unité de l'énergie.
- E. $Kg.m^2.s^{-2}$ → c'est l'unité de l'énergie.

CHAMPS MAGNETIQUES, FORCES MAGNETIQUES, LOI DE FARADAY

Un champ magnétique peut être généré par plusieurs objets : un aimant ou bien des charges électriques en mouvement (= un courant). Ensuite, ce champ magnétique pourra agir sur certains objets : des aimants ou bien des charges électriques en mouvement. Enfin, une variation du flux magnétique peut générer un courant électrique.

I. Généralités sur le champ magnétique

Vidéo de cours :

Lien : <https://www.youtube.com/watch?v=6iSbOH5-4sQ>

Recap' :

- **Sources de champ magnétique** : aimant, terre, conducteur parcouru par un courant.
- **Détection du champ magnétique** : aiguille aimantée, boussole, limaille de fer.
- **Notations et caractéristiques** :
 - o **Direction** : tangent aux lignes de champ
 - o **Sens** : du Nord vers le Sud à l'extérieur de l'aimant (du Sud vers le Nord de la boussole qui mesure le champ).
 - o **Norme** : exprimé en Tesla, correspond à la longueur du vecteur.
- **Champs uniformes** : dans un aimant en U, dans un solénoïde
- **Champ magnétique terrestre** : la terre peut être assimilée à un aimant droit. Le Sud magnétique est situé au niveau Nord géographique et le Nord magnétique est situé au niveau du Sud géographique.

II. Champ magnétique généré par un aimant

Vidéo de cours :

Lien : <https://www.youtube.com/watch?v=A4n5lXsmaX8>

Recap' :

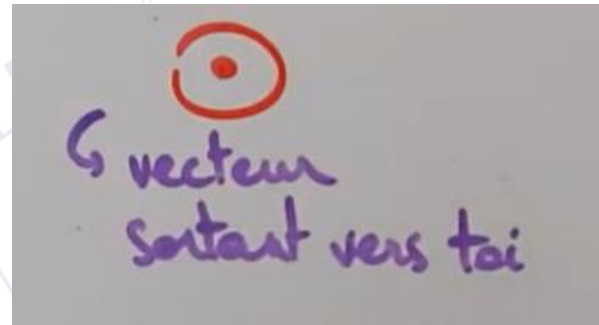
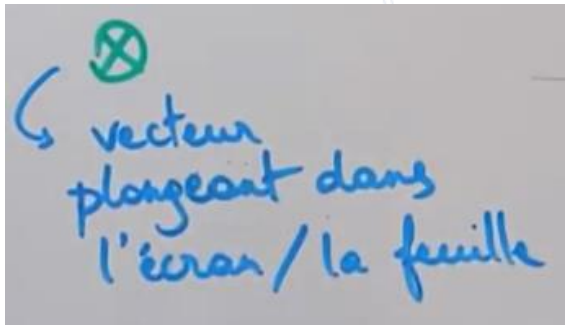
- Les pôles Nord de deux aimants se repoussent entre eux (idem pour les pôles Sud).
Les pôles Nord et Sud s'attirent.
- Un aimant crée un champ magnétique autour de lui. Il est caractérisé par des **Lignes de champ**.



Ce champ est également caractérisé par un **vecteur champ magnétique** :

- **Direction** (cf paragraphe précédent).
- **Sens** (cf paragraphe précédent).
- **Grandeur** (norme) : dépend de l'aimant, la distance par rapport aux pôles.

- **Nomenclature** : représentation des vecteurs



III. Champ magnétique généré par un courant rectiligne

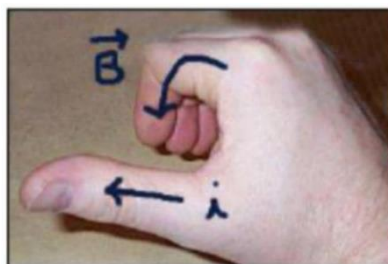
Vidéo de cours :

Lien : <https://www.youtube.com/watch?v=6KB5AyLt3yA>

Recap' :

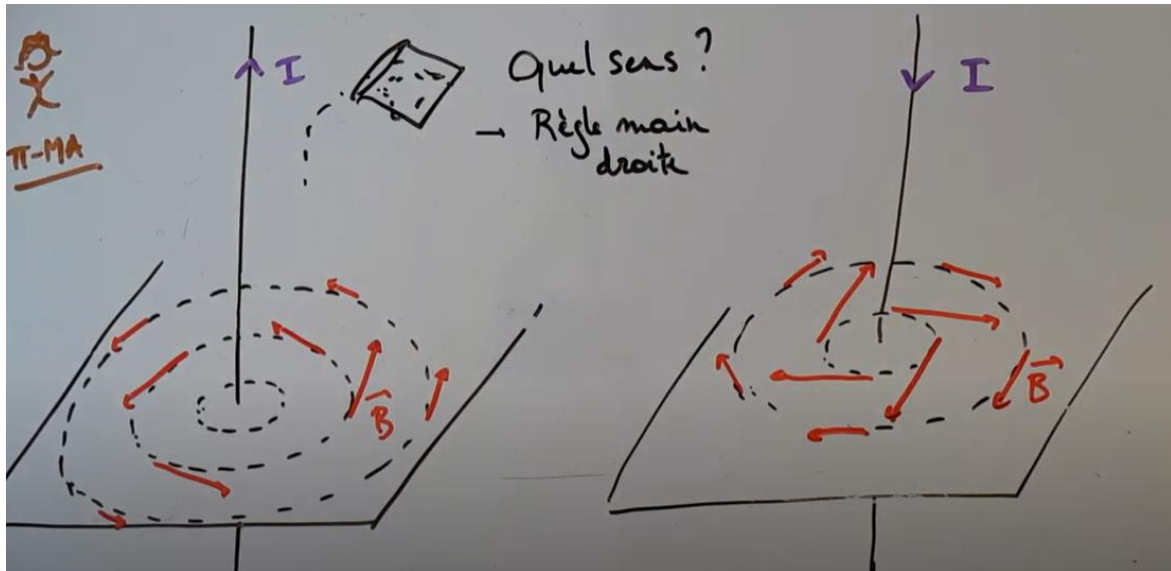
- Champ magnétique créé par un fil rectiligne parcouru par un courant

- **Lignes de champ** : circulaires autour du fil
- **Vecteur** champ électrique :
 - **Direction** : tangent aux lignes de champ
 - **Sens** : règle de la main droite



- **Norme** :

$$B = \frac{\mu \times I}{2 \times \pi \times d}$$



IV. Champ magnétique généré par une boucle ou un solénoïde

Vidéo de cours :

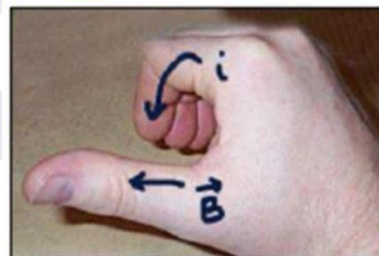
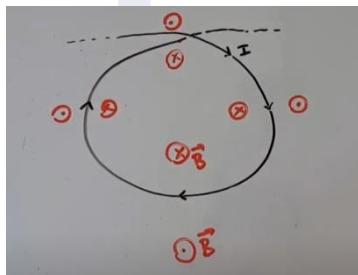
Lien : <https://www.youtube.com/watch?v=2XKgyN4Uw9k>

Recap' :

- Champ magnétique créé par une **boucle de courant** (= une **spire**).

Vecteur champ magnétique :

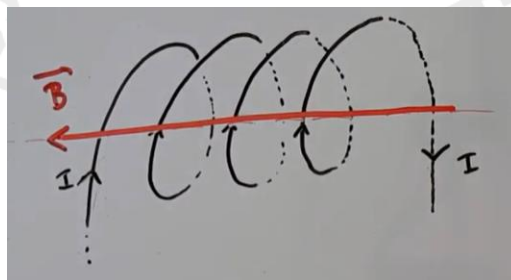
- o **Direction** : perpendiculaire à la spire sur son axe.
- o **Sens** : règle de la main droite (à l'intérieur de la boucle).



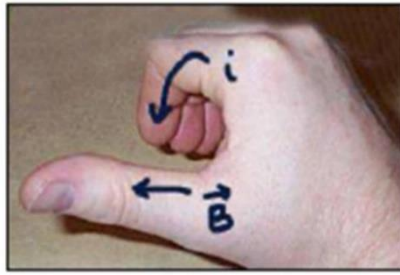
- Champ magnétique créé par une **bobine** (un **solénoïde**).

Vecteur champ magnétique :

- o **Direction** : perpendiculaire aux boucles (= suivant l'axe du solénoïde).



- o **Sens** : règle de la main droite.



- Norme :

$$B = \frac{N \times \mu \times I}{l}$$

V. Force électromagnétique I : Force de Lorentz

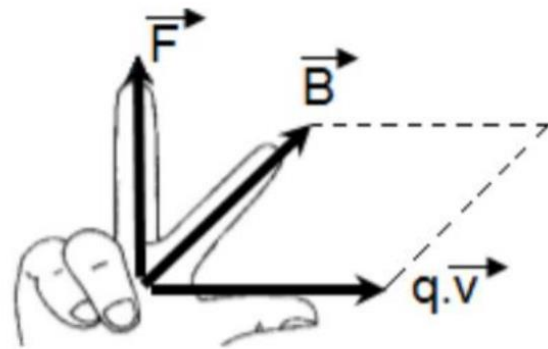
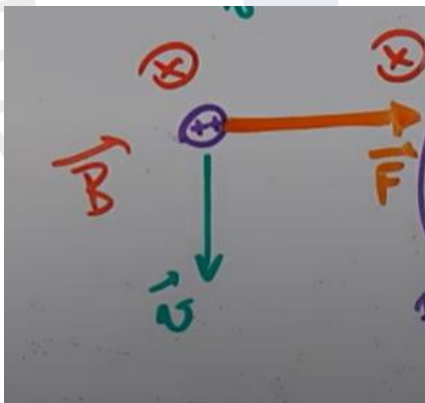
Vidéo de cours :

Lien : [https://www.youtube.com/watch?v=wqiA6vqZ92U&list=PL-vrUYMihOdXEGY-](https://www.youtube.com/watch?v=wqiA6vqZ92U&list=PL-vrUYMihOdXEGY-xmHO9vFkh4AFLDhhZ&index=4)

xmHO9vFkh4AFLDhhZ&index=4

Recap' :

- Une charge électrique en mouvement dans un champ magnétique subit une **force magnétique** = la force de Lorentz (en réalité, la force de Lorentz est la somme des forces magnétique et électrique agissant sur la particule, la force magnétique décrite ici n'en est donc qu'une composante.)
NB : si la charge est immobile, aucune force ne s'applique sur elle.
- **Vecteur de la force magnétique** s'exerçant sur la particule chargée :
 - **Direction et sens** : règle des **trois doigts de la main droite**
 (NB : la correspondance entre les doigts et les vecteurs est différente dans cette vidéo par rapport aux cours dispensés pendant l'année, mais les 2 sont équivalents et il s'agit d'un moyen mnémotechnique, pas d'une vérité absolue).



- Norme : $\vec{F} = q \times \vec{v} \wedge \vec{B}$

$$F = q \times v \times B \times \sin \theta$$

- Si la particule chargée se déplace perpendiculairement au champ, la force magnétique agira comme une force centripète (la particule tourne en rond).

Le rayon du cercle alors décrit a pour rayon : $r = \frac{m \times v}{q \times B}$

Cette force peut être combinée à une force électrique qui accélère la particule pour augmenter la vitesse de certaines particules dans le cadre d'expérimentations scientifiques (accélérateur de particule, cyclotron).

VI. Force électromagnétique 2 : Force de Laplace

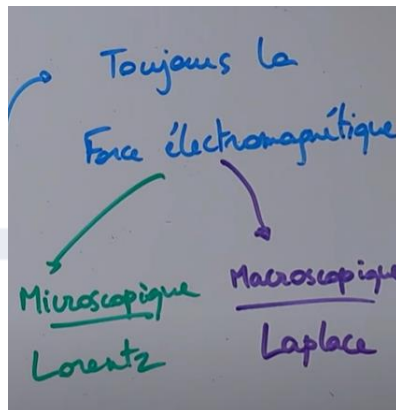
Vidéo de cours :

Lien : [https://www.youtube.com/watch?v=vYZh2Nfxoos&list=PL-vrUYMihOdXEGY-](https://www.youtube.com/watch?v=vYZh2Nfxoos&list=PL-vrUYMihOdXEGY-xmHO9vFkh4AFLDhhZ&index=5)

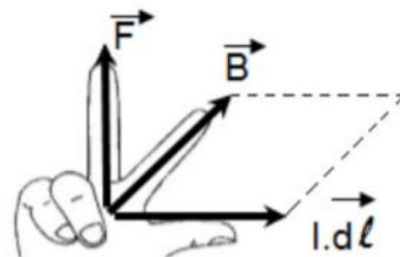
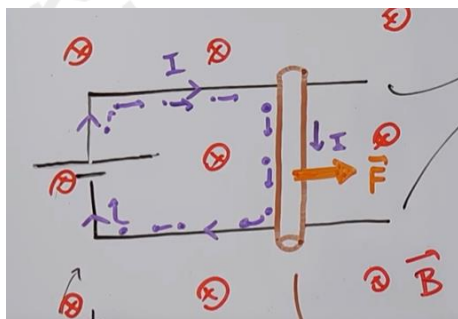
[xmHO9vFkh4AFLDhhZ&index=5](https://www.youtube.com/watch?v=vYZh2Nfxoos&list=PL-vrUYMihOdXEGY-xmHO9vFkh4AFLDhhZ&index=5)

Recap' :

- La **force de Laplace** est la force magnétique qui s'exerce sur un élément conducteur parcouru par un courant électrique placé dans un champ magnétique. Or, un courant électrique n'est rien d'autre qu'un déplacement de charges électriques. La force de Laplace est donc équivalente à la force de Lorentz, mais à plus grande échelle.



- Le **vecteur Force magnétique** s'appliquant sur l'élément conducteur parcouru par un courant :
 - o **Direction et sens** : règle des **trois doigts de la main droite** (encore une fois, la correspondance entre les doigts et les vecteurs est différente dans cette vidéo par rapport aux cours dispensés pendant l'année, mais les 2 sont équivalents)



- o **Norme** : $F = B \times I \times l \times \sin \alpha$

VII. Flux magnétique et induction électromagnétique : notions de base

Vidéo de cours :

Lien : [https://www.youtube.com/watch?v=3suqmwEwp-4&list=PL-vrUYMihOdXEGY-](https://www.youtube.com/watch?v=3suqmwEwp-4&list=PL-vrUYMihOdXEGY-xmHO9vFkh4AFLDhhZ&index=6)

[xmHO9vFkh4AFLDhhZ&index=6](https://www.youtube.com/watch?v=3suqmwEwp-4&list=PL-vrUYMihOdXEGY-xmHO9vFkh4AFLDhhZ&index=6)

Recap' :

- **Le flux magnétique Φ** à travers une surface : (en Weber = Tesla : m^{-2})

$$\Phi = \vec{B} \times \vec{S}$$
$$\Phi = B \times S \times \cos \alpha$$

$$\Phi_{total} = \sum \Phi_i$$

- Une **variation de flux magnétique** à travers un circuit induit une différence de potentiel aux bornes de ce circuit. Elle est appelée « **force électromotrice** » (même si en réalité ce n'est pas une force mais une différence de potentiel). Comme le circuit est fermé, il y aura déplacement des charges et induction d'un **courant électrique**.

$$\frac{d\Phi}{dt} \neq 0 \Rightarrow \text{tension électrique}$$

VIII. Intensité d'un courant induit : loi de Faraday.

Vidéo de cours :

Lien : [https://www.youtube.com/watch?v=PFgyEKQdyYc&list=PL-vrUYMihOdXEGY-](https://www.youtube.com/watch?v=PFgyEKQdyYc&list=PL-vrUYMihOdXEGY-xmHO9vFkh4AFLDhhZ&index=7)

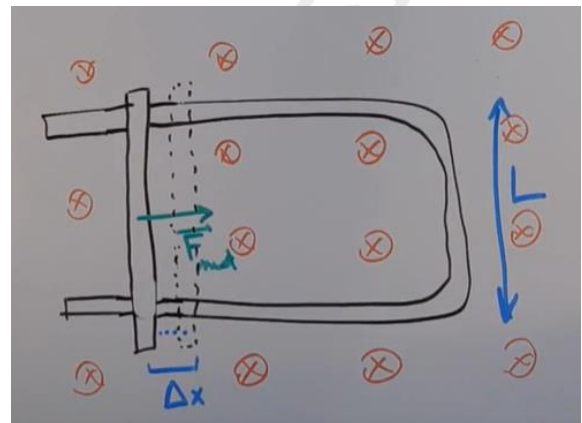
[xmHO9vFkh4AFLDhhZ&index=7](https://www.youtube.com/watch?v=PFgyEKQdyYc&list=PL-vrUYMihOdXEGY-xmHO9vFkh4AFLDhhZ&index=7)

Recap' :

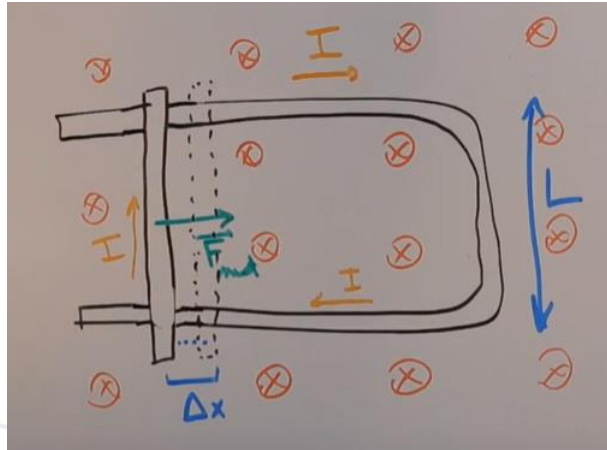
- Pour faire varier le flux magnétique à travers la surface, on peut réduire la surface traversée par le champ (dans l'exemple, en déplaçant le barreau métallique posé sur le circuit). La variation de flux se définit comme :

$$\Delta\Phi = B \times \Delta S = -B \times L \times \Delta x$$

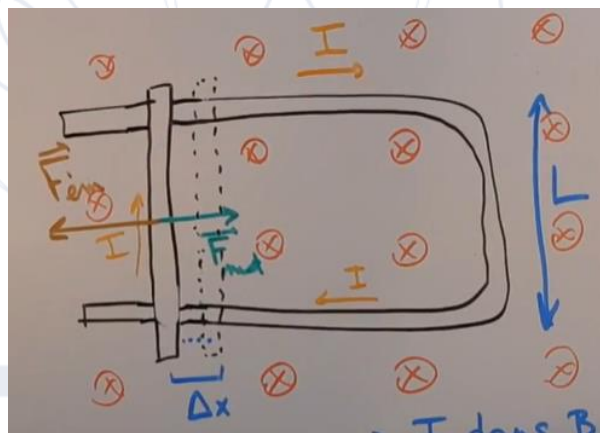
(« - » car la surface diminue)



- Comme il y a une variation de flux, il y a induction d'un courant électrique.



- S'il y a un courant dans un champ magnétique, il y a création d'une force magnétique sur cet élément de courant. Cette force est de direction opposée à la force motrice.



- Le travail de la force motrice sera peu à peu transformé en énergie électrique.
- La tension électrique générée U est définie comme :

$$U = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

- Pour une bobine de N spires, le courant induit sera défini par :

$$I = - \frac{N}{R} \times \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

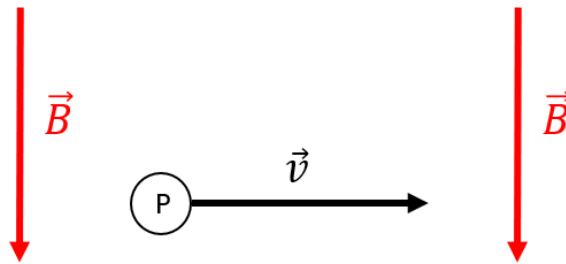
IX. Exercices d'application

Exercice 1

Décrire le champ magnétique généré à une distance 5 cm d'un fil conducteur vertical parcouru par un courant I du bas vers le haut de 5 mA. (μ du milieu considéré = $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$).

Exercice 2

Un proton se déplace à vitesse constante de $1\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ dans un champ magnétique uniforme de 3 T perpendiculairement à ce champ. Décrire la force magnétique s'appliquant sur ce proton. (Charge du proton $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$).



Exercice 3

Vrai ou Faux

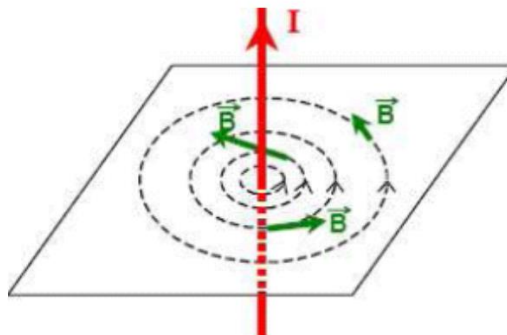
- A) On peut induire un courant électrique en faisant varier le flux magnétique à l'intérieur du circuit.
- B) La loi de Faraday permet de définir l'intensité du courant induit par le déplacement d'un aimant dans une bobine.
- C) Le flux magnétique à travers une surface fermée est défini comme le produit scalaire entre le vecteur champ magnétique traversant la surface et le vecteur surface perpendiculaire à cette dernière.
- D) La tension électrique générée aux bornes d'un circuit électrique fermé par la variation du flux magnétique à travers ce circuit est définie comme le rapport de la variation de temps sur la variation de flux magnétique.

Correction

Exercice 1

Pour décrire un champ magnétique, il faut décrire l'aspect des lignes de champ ainsi que les caractéristiques du vecteur champ magnétique.

- Les **lignes de champ magnétiques** générées par un fil rectiligne parcouru par un courant sont circulaires autour de celui-ci.
- Le **vecteur champ magnétique** : pour décrire un vecteur, il faut définir 3 caractéristiques ; la direction, le sens et la norme (=longueur).
 - o **Direction** : tangent aux lignes de champ
 - o **Sens** : on utilise la règle de la main droite. Etant donné que le fil est rectiligne et que le courant va du bas vers le haut, le sens du vecteur champ magnétique est un sens anti-horaire si on regarde le système d'en haut.



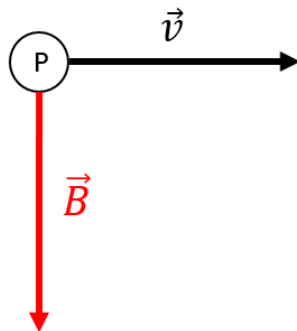
- o **Norme** : On utilise la formule (ici on est à une distance d de 5cm du fil) :

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi d} = \frac{(4\pi \cdot 10^{-7}) \cdot (5 \cdot 10^{-3})}{2\pi \cdot (5 \cdot 10^{-2})} = 2 \cdot 10^{-8} \text{ T}$$

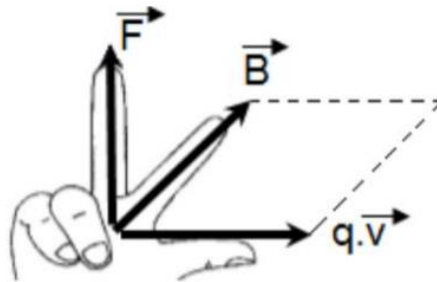
Exercice 2

Pour décrire la force magnétique s'appliquant sur ce proton (charge positive), on utilise le vecteur force magnétique. Il faudra déterminer sa direction, son sens et sa norme.

Tout d'abord on place le vecteur champ magnétique au niveau du proton pour pouvoir utiliser la règle des trois doigts de la main droite et déterminer la direction et le sens du vecteur force.

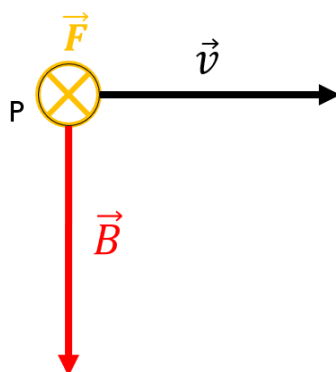


On utilise la règle des 3 doigts de la main droite.



NB : Dans la vidéo proposée, le pouce correspond à la force, l'index à la vitesse et le majeur au champ. Dans les cours dispensés pendant l'année, cette règle est présentée comme dans le schéma ci-dessus. Les 2 modèles sont équivalents.

On peut grâce à cette règle trouver la direction et le sens de la force magnétique, elle se dirige « **vers la feuille** », elle s'éloigne de nous, on la représente donc par une croix dans un rond.



On détermine ensuite la norme de cette force avec la formule :

$$\vec{F} = q \times \vec{v} \wedge \vec{B}$$

$$F = q \times v \times B \times \sin \theta$$

$$F = 1,6 \cdot 10^{-19} \times 1 \times 3 \cdot \sin(90^\circ) = 4,8 \cdot 10^{-19} \text{ N}$$

Exercice 3

A) **VRAI** : c'est la loi de Faraday.

B) **VRAI** : $I = -\frac{N}{R} \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$.

C) **VRAI** : $\Phi = \vec{B} \times \vec{S}$.

D) **FAUX** : c'est l'inverse. La tension électrique générée aux bornes d'un circuit électrique fermé par la variation du flux magnétique à travers ce circuit est définie comme le rapport de la **variation de flux magnétique sur la variation de temps** : $U = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$.



ONDES ET OPTIQUE ONDULATOIRE

ATTENTION : L'optique ondulatoire n'est pas au programme en LI SPS, nous ne te conseillons cependant de jeter un œil à cette fiche pour mieux comprendre les chapitres d'optique à venir. Il n'est pas la peine de creuser la notion.

I. Introduction à la notion d'ondes :

Vidéo de cours :

Lien : <https://youtu.be/Zn2BW5nFGQo>

Recap' :

- Les ondes progressives sont des ondes dont la propagation est une déformation/perturbation s'accompagnant d'un transport d'énergie mais pas de matière.
- Une onde transversale est une onde dont la perturbation est perpendiculaire à la direction de propagation de l'onde (ex : corde). À l'inverse, une onde longitudinale est une onde dont la perturbation est parallèle à la direction de propagation de l'onde (ex : son).

II. Grandeurs caractéristiques d'une onde progressive périodique :

Vidéo de cours :

Lien : <https://youtu.be/ipRVXarbK3k>

Recap' :

- Un phénomène périodique est un signal qui se répète identique à lui-même à des intervalles de temps régulier. Ainsi, une onde est périodique lorsque les déformations qui se propagent sont reproduites de manière identique à intervalle de temps égal. Cet intervalle de temps est la période (en seconde).
- La fréquence correspond au nombre de fois où le signal se répète à l'identique en une seconde. Elle s'exprime en Hz (s^{-1}). On a alors la formule :

$$f = \frac{1}{T}$$

- La longueur d'onde λ (= la période spatiale) est la plus petite distance qui sépare deux points qui vibrent en phase. Autrement dit, c'est la distance que parcourt l'onde en une période.
- L'amplitude est la distance entre le point le plus haut (pic) et la valeur moyenne (axe).
- On a les formules suivantes qui permettent de calculer la vitesse de l'onde :

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \times f$$

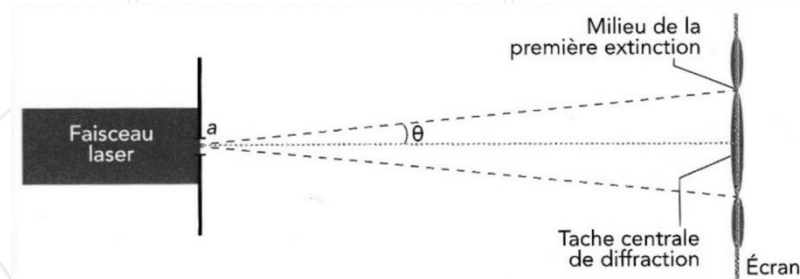
III. La diffraction :

Vidéo de cours :

Lien : https://www.youtube.com/watch?v=TqML9E_BnOE

Recap' :

- La diffraction se manifeste par un étalement des directions de propagation d'une onde au passage d'une ouverture sans modification de sa longueur d'onde. Ce phénomène est d'autant plus important que la dimension de l'ouverture est faible par rapport à la longueur d'onde.
- Dans le cas de la lumière, on a un dispositif formé d'un laser, d'une fente et d'un écran. Le laser est diffracté à travers la fente et on obtient une « figure de diffraction » possédant une tâche centrale (la plus brillante) et une succession de tâche lumineuse.
- On appelle l'écart angulaire l'angle qui mesure l'étalement de la figure de diffraction : $\theta = \frac{\lambda}{a} = \frac{a}{2D}$



IV. Différence interférences/ diffraction :

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

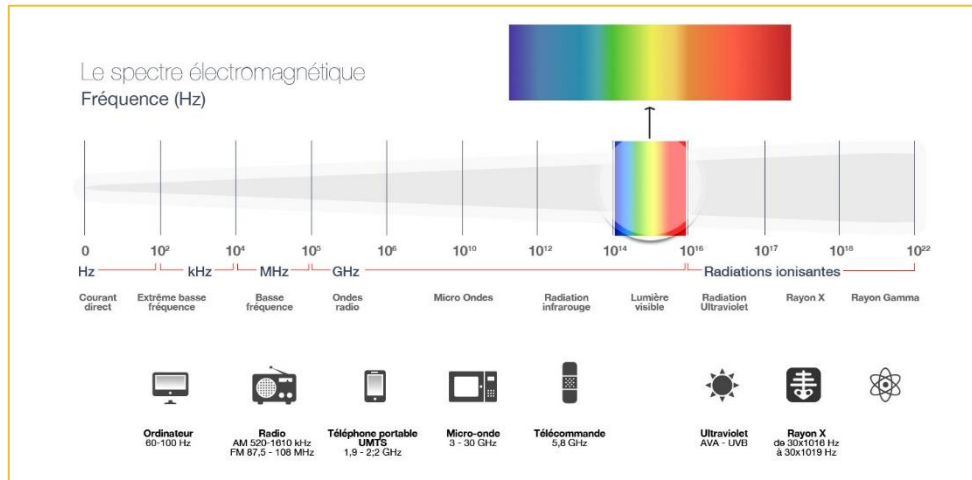
Cette vidéo a notamment pour but de comprendre la différence entre interférences et diffraction. Les interférences sont traitées dans une autre fiche ☺.

V. Le bonus : les rayonnements

Les **rayonnements** sont des ondes ou particules assurant un transport d'énergie dans un milieu (*Larousse*). Ainsi, on peut se référer aux notions vues plus tôt pour parler de la lumière et de rayonnements cosmiques par exemple. Ces rayonnements sont caractérisés par leur longueur d'onde dans le vide (ce sont des ondes électromagnétiques). Les rayonnements ne sont pas visibles par l'œil humain.

On a ci-dessous le spectre électromagnétique qui permet de catégoriser les ondes en fonction de leur longueur d'onde. On notera que le domaine du visible se situe entre 400 nm (bleu-violet) et 800 nm (rouge) environ.

Lorsqu'on possède une lumière ayant une onde définie, on dit qu'elle est monochromatique (elle émet une seule radiation). Exemple du laser. À l'inverse, on dit qu'une onde est polychromatique lorsqu'elle possède plusieurs radiations, plusieurs longueurs d'onde. Elle peut alors être décomposée. Cas de la lumière blanche.



VI. Exercices d'application par chapitre

1. Introduction à la notion d'ondes

Exercice de compréhension

1. Une onde est une propagation d'une perturbation, avec un transport de matière et d'énergie. **VRAI/FAUX**
2. Les ondes électromagnétiques peuvent se déplacer dans le vide. **VRAI/FAUX**
3. Les ondes sonores se propagent de manière transversale (perpendiculairement à la direction de propagation). **VRAI/FAUX**

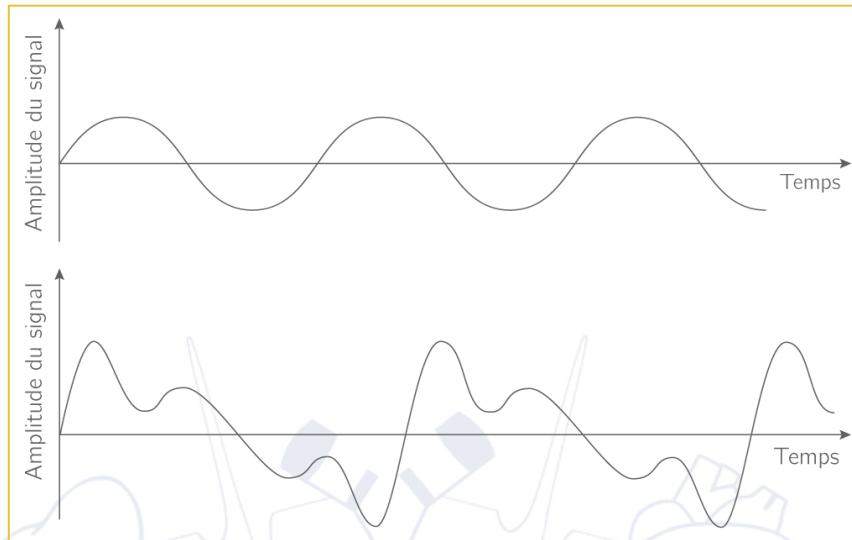
2. Grandeurs caractéristiques d'une onde progressive périodique :

Exercice de compréhension

1. L'amplitude d'une onde est la hauteur entre les valeurs extrêmes. **VRAI/FAUX**
2. La période est l'inverse de la fréquence. **VRAI/FAUX**
3. Lors d'un cycle, la longueur d'onde (= période spatiale) est la distance parcourue en une période. **VRAI/FAUX**

Exercices d'application

4. Pour parcourir 5m le long d'une corde, une onde met à 0,50s. La célérité de cette onde vaut :
 - A. 2,5 m/s
 - B. 0,10 m/s
 - C. 10 km/s
 - D. 10 m/s
5. Une onde possède une période de 5 ms. Quelle est sa fréquence ?
6. Sur les courbes suivantes, placer : T, λ et l'amplitude. Puis, sachant que $\lambda = 40$ cm et T = 25 ms, déterminer la vitesse de propagation de cette onde, ainsi que sa fréquence.



3. Diffraction

Exercice de compréhension

1. On observe un phénomène de diffraction quand la taille de la fente est très large. **VRAI/FAUX**
2. Dans le cas de la lumière, on peut utiliser un laser pour observer ce phénomène. **VRAI/FAUX**
3. Lorsqu'une onde est diffractée, sa fréquence est modifiée. **VRAI/FAUX**
4. Lorsqu'une onde est diffractée, sa fréquence est modifiée. **VRAI/FAUX**

Exercices d'application

Diffraction par un cheveu : (extrait du livre Hachette de Terminale S, exercice 4 p95)

5. Un cheveu d'épaisseur a est éclairé par le faisceau issu d'un laser hélium-néon de longueur d'onde $\lambda = 632 \text{ nm}$. La lumière est diffractée d'un angle de $0,40^\circ$.
 - a. Calculer l'angle de diffraction en radian.
 - b. Rappeler l'expression de cet angle en fonction de λ et a .
 - c. En déduire l'épaisseur a du cheveu (**note** : pareil que si on déterminait la largeur d'une fente).

Questions bonus (faites par votre tutrice) :

- d. Quel effet induirait la diminution du diamètre du cheveu ?
- e. Si l'on changeait de laser, quel serait l'effet sur la figure de diffraction ?

Correction des exercices :

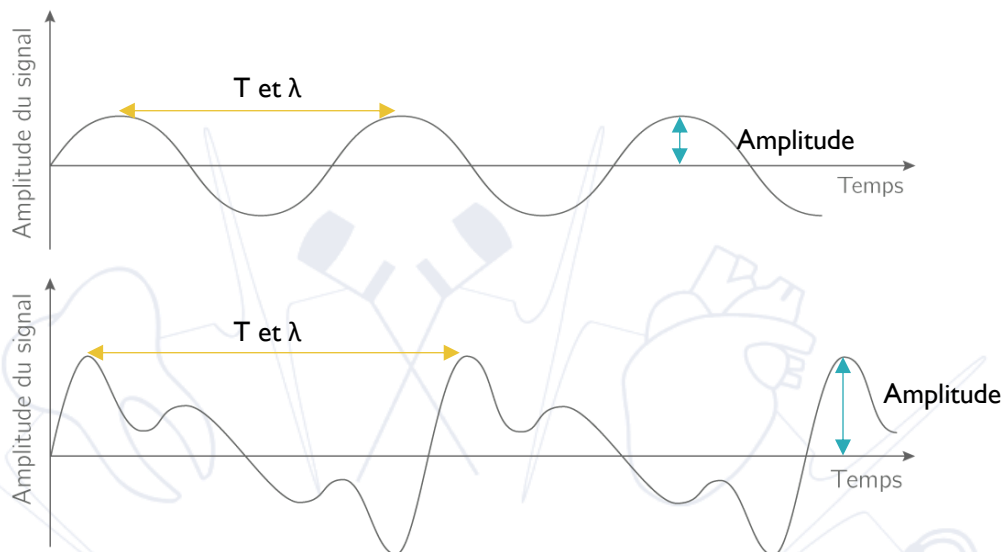
1. Introduction à la notion d'ondes

1. **FAUX**. Elle se fait sans transport de matière mais avec transport d'énergie.
2. **VRAI**. Notion à savoir pour la suite. Par contre, les ondes mécaniques (vagues, son...) ne peuvent se propager **que** dans un milieu matériel (pas dans le vide).
3. **FAUX**. Elles se propagent de manière longitudinale, comme une sorte de ressort. Elles se propagent par compressions/dépressions des particules dans l'air.

2. Grandeurs caractéristiques d'une onde progressive périodique :

1. **FAUX**. Elle se mesure entre le pic et l'axe.
2. **VRAI**. Formule et définition à connaître.
3. **VRAI**.
4. **Réponse d** : $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{5}{0,5} = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

5. $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{5 \cdot 10^{-3}} = 200 \text{ Hz}$. ATTENTION aux unités : la période doit être convertie en **secondes** !
6. **Voir schéma.** Calcul de la vitesse de propagation de l'onde : $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{40 \cdot 10^{-2}}{25 \cdot 10^{-3}} = 16 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Calcul de la fréquence de l'onde : $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{16}{40 \cdot 10^{-2}} = 40 \text{ Hz}$ ou $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{25 \cdot 10^{-3}} = 40 \text{ Hz}$



3. Diffraction

1. **FAUX.** On l'observe lorsque la fente est suffisamment petite. Plus la fente est petite, plus le phénomène est important.
2. **VRAI.**
3. **FAUX.** Ces propriétés (fréquence, longueur d'onde) restent les mêmes.
4. **FAUX.** Voir 3
5. **Diffraction par un cheveu :**

Un cheveu d'épaisseur a est éclairé par le faisceau issu d'un laser hélium-néon de longueur d'onde $\lambda = 632 \text{ nm}$. La lumière est diffractée d'un angle de $0,40^\circ$. (Il peut être utile de faire un schéma de la situation)

- a. Calculer l'angle de diffraction en radian. On convertit $0,40^\circ$ en radian :
 $180^\circ = \pi \text{ rad}$ donc on a : $0,40 \times \frac{\pi}{180} = 6,98 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$
- b. $\theta = \frac{\lambda}{a} = \frac{d}{2D}$
- c. On a la formule : $\theta = \frac{\lambda}{a}$. On cherche ici a et on a l'angle, la longueur d'onde. Ainsi :

$$a = \frac{\lambda}{\theta} \quad \text{AN : } a = \frac{632 \cdot 10^{-9}}{6,98 \cdot 10^{-3}} = 9,05 \cdot 10^{-5} \text{ m} = 90,5 \mu\text{m}$$

Note : afin d'avoir une valeur précise, on réutilise la valeur exacte de l'angle (touche « rep »)

Questions bonus (faites par votre tutrice) :

- d. La dimension de l'épaisseur du cheveu entraînerait l'augmentation de l'angle θ et donc on aurait un étalement de la figure de diffraction.
- e. Si l'on changeait le laser, la figure de diffraction changerait en fonction de la longueur d'onde du laser. Si $\lambda \nearrow$, alors $\theta \nearrow$ (avec a constant).

ONDES ELECTROMAGNETIQUES – LES INTERFERENCES

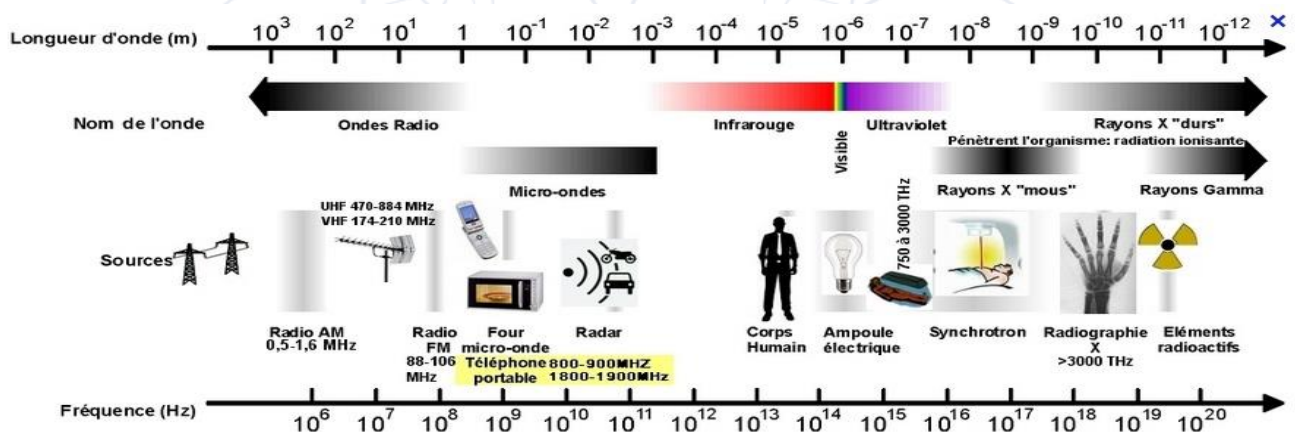
I. Introduction à la notion d'ondes électromagnétiques :

Vidéo de cours :

Lien : <https://www.youtube.com/watch?v=eaibXuVXo5s>

Une onde électromagnétique correspond à la superposition dans un espace d'un **champ électrique** et d'un **champ magnétique**, les champs ont des directions de propagations perpendiculaires l'un par rapport à l'autre.

Chaque onde est caractérisée par une fréquence (et donc une longueur d'onde) donnée, et chaque fréquence appartient à un domaine de fréquence électromagnétique bien précis.



La fréquence f et la longueur d'onde λ sont reliées par la formule : $C = \lambda \times f$ avec C la vitesse de la lumière (également appelée célérité)

Les ondes électromagnétiques **transportent de l'énergie**, et sont capables de la transférer aux matériaux (atomes) qu'elles rencontrent sur leurs passages.

Ce transfert d'énergie fait que les atomes vont vibrer et passer à des niveaux énergétiques plus élevés, parfois, cette transition aura des conséquences visibles comme le rayonnement.

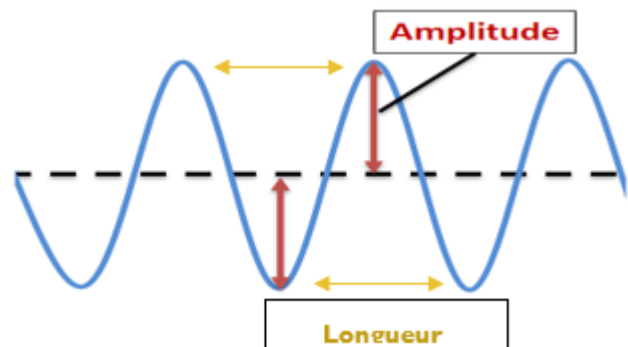
Par exemple les ondes électromagnétiques qui proviennent du soleil vers la surface terrestre. Pour pouvoir visualiser ces ondes, on peut penser aux vagues de la mer qui présentent des oscillations des molécules d'eau, semblablement, les ondes électromagnétiques sont traduites par des oscillations des atomes/molécules du milieu de propagation.

II. Les grandeurs caractéristiques des ondes électromagnétiques :

1. L'amplitude :

La distance verticale entre le sommet de la crête et l'axe central de l'onde est appelée amplitude. C'est cette grandeur qui caractérise l'intensité de l'onde (la brillance dans le cas d'une onde de lumière visible).

Plus l'amplitude est grande, plus l'intensité de l'onde augmente, et plus son énergie est importante.



2. La longueur d'onde :

La distance horizontale entre deux creux consécutifs (ou crêtes) représente la longueur d'onde de la vague.

La longueur d'onde correspond à la distance parcourue par l'onde en une période T.
Quand la longueur d'onde augmente, l'énergie de l'onde diminue, elles sont inversement proportionnelles.

3. La fréquence :

La fréquence de l'onde correspond au nombre de longueurs d'onde qui passe par un point donné chaque seconde ; l'unité SI de la fréquence est le Hertz (Hz), qui est équivalent à un "par seconde".

Naturellement, il en découle que la longueur d'onde et la fréquence sont inversement proportionnelles : plus la longueur d'onde est petite, plus grande est la fréquence, et vice versa. Cette relation est donnée par l'équation suivante

Avec c = la vitesse de la lumière dans le vide

$$c = \lambda \times f$$

III. Superposition des ondes électromagnétiques = Interférences

Quand deux **ondes électromagnétiques se superposent** en un lieu et moment donné, elles créent ce qu'on appelle des figures d'interférences.

Pour schématiser on peut prendre exemple d'une corde, si on applique aux deux bouts de la corde 2 forces de même types (exemple on la lève vers le haut), quand les deux ondes vont se rencontrer elles vont former une plus grande bosse, on parle alors d'une intensité qui augmente, ce phénomène est appelé dans le cas d'ondes électromagnétiques l'interférence constructive.

Au contraire si les ondes sont opposées, au milieu de la corde elles vont s'entre-annuler, dans cette figure là on a des interférences destructives.

Pour parler d'électricité, une interférence constructive produit une tâche brillante sur l'écran, alors qu'une interférence destructive a pour conséquence une tâche sombre.



L'expérience qui produit ce type de figures est l'expérience des fentes d'Young, elle consiste à éclaircir un écran muni de fente (très étroites) par une lumière monochromatique (c'est-à-dire qu'elle possède une seule longueur d'onde)

Sur l'écran on voit l'apparition d'une figure avec des tâches sombres et des tâches brillantes.

Pour comprendre ce qui se passe il faut retourner aux deux fentes, en fait quand le faisceau lumineux va atteindre les fentes il sera déphasé, on parle de différence de phase $\Delta\phi$ qui résulte d'une distance supplémentaire parcourue par un des faisceaux par rapport à l'autre, cette distance est appelée différence de marche notée δ .

La formule qui rassemble les deux grandeurs est : $\frac{\phi}{2\pi} = \frac{\delta}{\lambda}$

IV. Exercices d'entraînements

Exercice I

Quelle est la vitesse d'une onde dont la longueur d'onde est 650 nm et dont la fréquence est $4,2 \times 10^{14}$ Hz ?

Exercice 2

Quelle(s) est(sont) la(es) réponse(s) exacte(s) ?

- A- Les ondes électromagnétiques ne sont visibles qu'avec des capteurs spécialisés
- B- Les ondes électromagnétiques transportent de la matière et de l'énergie
- C- Chaque onde électromagnétique est caractérisée par une vitesse
- D- À chaque fréquence correspond une longueur d'onde
- E- Autre réponse

Exercice 3

Quelle(s) est(sont) la(es) réponse(s) exacte(s) ?

Concernant les interférences :

- A- Elle se produisent juste pour les ondes lumineuses visibles
- B- Peuvent être constructives ou destructives
- C- Une interférence destructive apparaît comme une frange brillante
- D- La différence de marche est responsable du déphasage des faisceaux
- E- L'expérience de Young est réalisable avec n'importe quel type de lumière

Correction :

Exercice 1

Pour calculer la vitesse on utilise la formule

$$v = \lambda \times f$$

$$v = f \times \lambda$$

$$\Rightarrow v = 650 \times 10^{-9} \times 4,2 \times 10^{14} = 3 \times 10^8 \text{ m/s} = \text{vitesse de la lumière dans le vide.}$$

Exercice 2

Quelle(s) est(sont) la(es) réponse(s) exacte(s) ?

- A- Les ondes électromagnétiques ne sont visibles qu'avec des capteurs spécialisés
Il existe des ondes visible (les lumières normales qu'on peut voir à l'œil nu)
- B- Les ondes électromagnétiques transportent de la matière et de l'énergie
Elles ne transportent que de l'énergie
- C- Chaque onde électromagnétique est caractérisée par une vitesse
Les ondes électromagnétiques sont caractérisées par la fréquence ou la longueur d'onde
- D- À chaque fréquence correspond une longueur d'onde
- E- Autre réponse

Exercice 3

Quelle(s) est(sont) la(es) réponse(s) exacte(s) ?

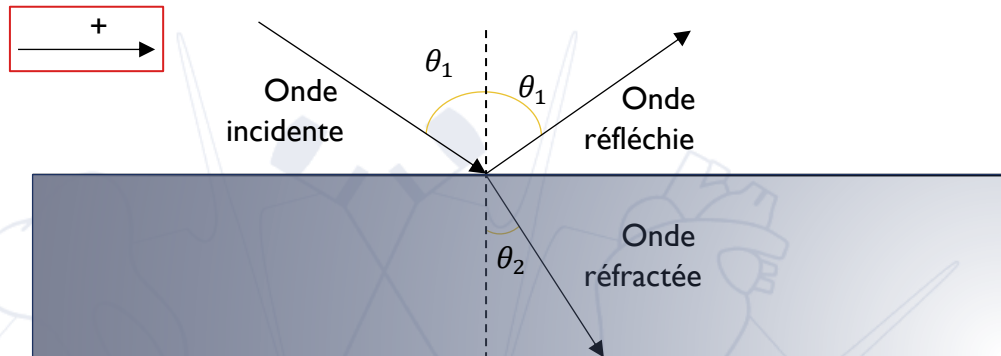
Concernant les interférences :

- A- Elle se produisent juste pour les ondes lumineuses visibles
Toutes les ondes EM peuvent interférer
- B- Peuvent être constructives ou destructives
- C- Une interférence destructive apparaît comme une frange brillante
Elle apparaît comme tâche (frange) sombre
- D- La différence de marche est responsable du déphasage des faisceaux
- E- L'expérience de Young est réalisable avec n'importe quel type de lumière
L'expérience de Young (ainsi que la majorité des expériences de la lumière ne sont réalisables qu'avec des lumières monochromatiques.

OPTIQUE GEOMETRIQUE

I. Rappels

Une onde envoyée sur une surface plane sera réfléchi (réflexion) et réfractée (réfraction). Ces phénomènes se produisent car l'onde n'aura pas la même vitesse d'un milieu à l'autre.



Sur le schéma ci-dessus, on voit que l'onde réfléchi se trouvera dans le même milieu que l'onde incidente, elles formeront des angles égaux (θ_1) par rapport à la normale : phénomène de réflexion. En revanche, l'onde réfractée se trouvera dans le milieu sous-jacent et formera un autre angle (θ_2) par rapport à la normale : phénomène de réfraction.

La flèche et le « + » dans le cadre rouge indique le sens de propagation de la lumière. Nous vous conseillons de toujours réaliser un schéma, même succinct, pour bien repérer les éléments.

Dans ce cas de figure, l'onde se heurte à une surface plane délimitant de milieu qui possède des indices de réfractations (n) différents, cette surface plane répond donc à la définition d'un dioptre plan.

Remarque : L'indice de réfraction se note n

II. Réflexion et réfraction

I. Réfraction et loi de Snell-Descartes

Vidéo : <https://youtu.be/v45Im7jM7-M>

Cette vidéo explicite la démonstration nous permettant de trouver la relation de Snell-Descartes

Ce qu'il faut retenir :

La **relation de Snell-Descartes** exprime les liens entre les indices de réfraction des deux milieux, l'angle incident et l'angle de réfraction, par la formule : $n_i \times \sin i = n_r \times \sin r$
« i » désignant le milieu incident et « r » le milieu où l'onde est réfractée.

Exercice 1

Un pêcheur en bateau sur un lac observe un poisson dans l'eau. Il décide de l'éblouir à l'aide d'un laser de 671 nm. Le faisceau du laser forme un angle de 45° avec la normale et les indices de réfractifs de l'air et de l'eau sont respectivement de 1,05 et 1,33. Déduisez l'angle (en degré) formé entre le faisceau réfracté et la normale.

Autres exercices

Pour t'entraîner sur la relation de Snell-Descartes, nous te proposons de faire les exercices proposés dans ces vidéos : <https://youtu.be/jtj-4-4F8yM> et <https://youtu.be/zU0owt3gT3k>

2. Réflexion totale (cas particulier)

Cette partie ne comporte pas d'exercice car nous te conseillons de suivre attentivement l'exercice proposé dans la vidéo ci-dessous.

Vidéo : <https://youtu.be/syJzTOBWLzc>

Ce qu'il faut retenir :

La **réflexion totale** est un cas particulier de la relation de Snell-Descartes ; i_{max} peut se calculer de la façon suivante $\sin i_{max} = \frac{n_r}{n_i}$

Il est important de comprendre que si l'angle incident est i_{max} « tout pile », le rayon réfracté sera parallèle à la surface séparant les deux milieux, au-delà de i_{max} , le rayon réfracté n'existera plus c'est donc un phénomène de réflexion totale que l'on observe.

III. Miroirs

1. Miroir concave et image réelle

Cette première vidéo pose les bases concernant les miroirs dits concaves.

Vidéo : <https://youtu.be/VqqwAXIQof8>

Ce qu'il faut retenir :

Un rayon incident parallèle à l'axe optique sera réfléchi et passera par le foyer objet **F**.

Un rayon incident passant par le centre de courbure sera réfléchi sans être dévié.

L'image d'un objet placé avant le foyer d'un miroir concave sera une image réelle et renversée.

Exercice 2

Soit un objet de taille inconnu placé après le foyer objet d'un miroir concave, de rayon de courbure 30cm et donc de distance focale 15cm. Quelle est la nature et le sens de l'image de cet objet ?

2. Miroir concave et position de l'objet

Plusieurs cas particuliers sont vus dans cette vidéo.

Vidéo : <https://youtu.be/LTkeFdSBtiU>

Ce qu'il faut retenir :

Il est important de toujours tracer le rayon incident parallèle à l'axe optique et le rayon passant par le foyer.

On pourrait lister les exemples de la vidéo, mais il serait trop lourd pour toi d'apprendre cela par cœur. En t'entraînant à résoudre des exercices et en reproduisant les exemples donnés dans les vidéos, tu assimileras progressivement sans difficulté la construction aboutissant à la conclusion.

Exercice 3

Vrai ou faux ?

- 1) Un miroir plan possède un rayon de courbure nul.
- 2) Un objet placé sur le foyer d'un miroir concave aura une image virtuelle infinie.
- 3) Un rayon incident passant par le centre de courbure n'est pas dévié.

3. Miroir convexe

La vidéo explicite les détails sur un miroir convexe.

Vidéo : <https://youtu.be/h4ihEDaTyuM>

Ce qu'il faut retenir :

Pour le miroir convexe, rien ne change quant au trajet des rayons, les rayons incidents parallèles à l'axe optique se réfléchiront en passant par le foyer etc... Le seul paramètre qui change est la courbure du miroir.

4. Pour aller plus loin...

Dans le cas de l'étude d'un miroir, qu'il soit convexe ou concave, la **relation de Descartes** établit des liens entre différentes distances. En voici la formule : $\frac{1}{Fv} = \frac{2}{Cv} = \frac{1}{Ov} + \frac{1}{Iv}$

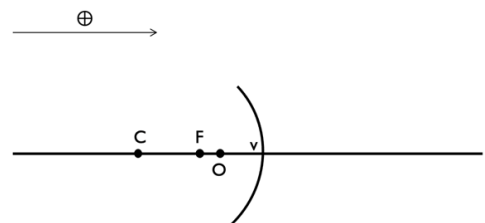
Avec **C** le centre de courbure du miroir, **F** le foyer objet et **v** le ventre de notre miroir. Ces trois points sont placés sur l'axe optique comme sur le schéma suivant.

On peut également déterminer le grandissement d'une image par rapport à un objet, voici la formule du grandissement noté γ : $\gamma = \frac{\overline{II'}}{\overline{OO'}} = -\frac{\overline{vI}}{\overline{vO}}$

Avec $\overline{II'}$ la taille de l'image et $\overline{OO'}$ la taille de l'objet.

ATTENTION : Il faut bien penser à vérifier le sens de propagation de la lumière pour ne pas oublier un « - ».

Un schéma tout simple suffit souvent !



IV. Lentilles

1. Lentille convergente

Cette première vidéo introduit la lentille convergente ou convexe, avec notamment le trajet des différents faisceaux lumineux.

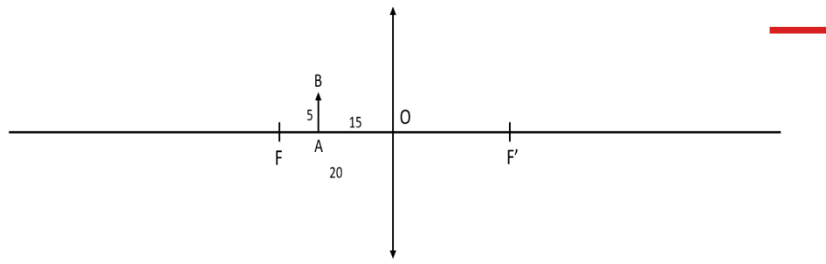
Vidéo : <https://youtu.be/4hDv3YUbea8>

Ce qu'il faut retenir :

Les mêmes règles de construction que pour les miroirs sont appliquées ici, mais il faut ajouter une dernière règle : un rayon incident parallèle à l'axe optique passe par le foyer image **F'**.

Une lentille convergente possèdera toujours une distance focale image $(\overline{OF'}) > 0$:

Ici un exemple d'exercice incluant une lentille convergente, en rouge, la distance focale image positive.



2. Lentille divergente

On te propose ici une rapide présentation des lentilles divergentes ou concaves.

Vidéo : <https://youtu.be/uft9bSGbKeY>

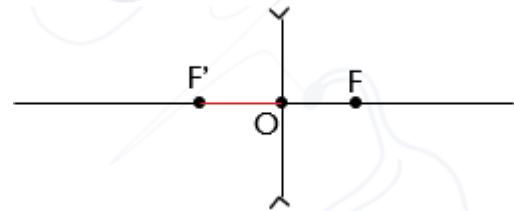
Ce qu'il faut retenir :

Les règles de construction ne changent pas.

Une lentille divergente possèdera toujours une distance focale image négative $(\overline{OF'}) < 0$:

Remarque : Pour représenter une lentille divergente, on utilise des pointes de flèches renversées.

Ici la distance focale image est en rouge.



3. Pour aller plus loin quelques exemples de pathologies de la vision

- Le glaucome : pathologie dégénérative se traduisant par une augmentation de la pression intraoculaire dû à une augmentation de sécrétion de l'humeur aqueuse. La pression induit la compression du nerf optique ce qui se traduit par une cécité progressive.

Traitement : Administration de bêta-bloquants par voie oculaire.

- La cataracte : pathologie rendant le cristallin trouble, opaque, gênant ainsi la vision.

Traitement : Remplacement du cristallin par un objet transparent.

- La myopie : excès de puissance de l'œil, les rayons lumineux convergent trop et l'image se forme en avant de la rétine.

Traitement : Correction par des lentilles divergentes pour faire converger les rayons sur la rétine.

- L'hypermétropie : défaut de puissance de l'œil, les rayons divergent trop et l'image se forme en arrière de la rétine.

Traitement : Correction par des lentilles convergentes pour que l'image se forme bien sur la rétine.

- La presbytie : diminution physiologique (avec l'âge) de l'amplitude d'accommodation et donc de la plasticité du cristallin. La pathologie entraîne un éloignement du punctum proximum (PP) et donc une difficulté à la lecture de près.

Traitement : Correction par des verres convergents.

Correction

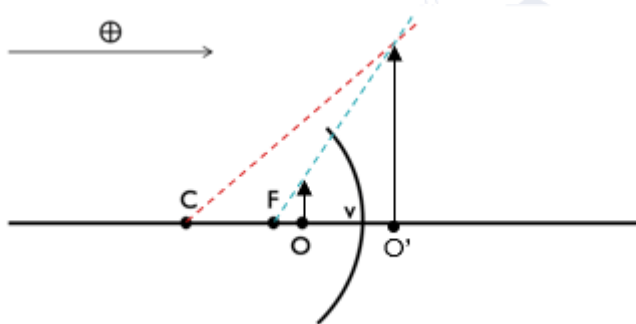
Exercice 1

On cherche à déterminer l'angle réfracté r , on utilise donc la formule de Snell-Descartes : $n_i \cdot \sin i = n_r \cdot \sin r$.

On isole $\sin r$, $\sin r = \frac{n_i \cdot \sin i}{n_r}$.

On réalise l'application numérique et on trouve : $\text{arc}(\sin(r)) \approx 34^\circ$

Exercice 2



D'après le schéma ci-contre, on observe que l'image est virtuelle et droite.

Exercice 3

- 1) **Faux** ! Le rayon de courbure C d'un miroir plan se situe à l'infini, par conséquent on aura des distances entre image et objet qui seront égales soit $\overline{Ov} = \overline{vI}$.
- 2) **Vrai** ! C'est une particularité, trace le schéma pour en être persuadé 😊
- 3) **Vrai** ! Une propriété à connaître.

PHYSIQUE QUANTIQUE

I. Le photon

Vidéo : <https://youtu.be/c7Onhw4lv9w>

L'effet photoélectrique :

- L'énergie cinétique des photoélectrons augmente avec la fréquence de la lumière
- Le courant électrique reste constant quand la fréquence de la lumière augmente
- Le courant électrique augmente avec l'intensité lumineuse
- L'énergie cinétique des photoélectrons reste constante quand l'intensité de la lumière augmente.

L'énergie d'un photon est définie par la relation : $E = h\nu$

On considère qu'un faisceau de lumière est composé d'un flux de photon avec une énergie propre à la fréquence de ce faisceau de lumière, lorsqu'un photon heurte une surface métallique, l'énergie du photon va être absorbée par un électron se trouvant dans le métal.

On a une fréquence seuil qui va être défini dépendant du matériau, en dessous de cette fréquence ν_0 aucun électron ne sera émis.

Équation d'Einstein : $E_{\text{photon}} = \varphi + K_{\text{max}}$

- φ : l'énergie nécessaire pour extraire un électron = énergie d'extraction du matériau
- K_{max} : l'énergie cinétique maximale que peut avoir le photon après extraction.

II. Composition du noyau de l'atome

Le noyau de l'atome est composé de particules nucléaires, les nucléons : les protons et les neutrons.

Le symbole d'un noyau s'écrit : A_ZX

- A symbolise le nombre de nucléons
- Z est le nombre de protons
- X est le symbole de l'élément

III. Radioactivité

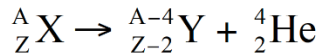
Vidéo : <https://youtu.be/o3lkj6Zo-d0>

La radioactivité est une **réaction nucléaire spontanée** au cours de laquelle un noyau père instable se désintègre en un noyau fils en émettant des particules.

1. Radioactivité α

La radioactivité α est liée à l'**interaction forte**.

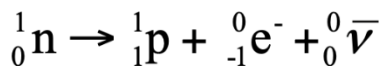
Le noyau père se désintègre en un noyau fils Y en émettant une **particule α** qui est un noyau d'hélium. Le noyau père contient dans ce cas trop de nucléons.



2. Radioactivité β^-

La radioactivité β^- est liée à l'**interaction faible**, elle est **isobare** (on conserve le même nombre de nucléons).

Le noyau père se désintègre en noyau fils en émettant une **particule β^-** qui est un électron ainsi qu'un **antineutrino**. Le noyau père contient trop de neutrons.

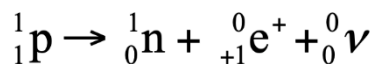


RQ: un neutron a été transformé en un proton.

3. Radioactivité β^+

La radioactivité β^+ est liée à l'**interaction faible**, elle est **isobare**.

Le noyau père se désintègre en un noyau fils en émettant une **particule β^+** (un positon) ainsi qu'un **neutrino**. Le noyau père contient trop de protons.



RQ: un proton a été transformé en neutron.

4. La loi de décroissance radioactive

Vidéo : <https://youtu.be/u--5tGiixjk>

La loi de décroissance radioactive montre l'évolution dans le temps du nombre de noyaux radioactifs non encore désintégrés. On la calcule avec la formule :

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

- $N(t)$: nombre de noyaux non encore désintégrés à t
- N_0 : nombre initial de noyaux radioactifs
- λ : probabilité qu'un isotope se désintègre en une seconde

Application vidéo :

- 1 : <https://youtu.be/315y7LZn5kA>
- 2 : <https://youtu.be/acrrYYWv5E4>

IV. Exemples d'application

Exercice 1

Calculer l'énergie K_{max} d'un photon émis avec une fréquence de 4.10^{16} MHz, sur une plaque de cuivre ($\varphi = 7,53.10^{-19}J=7,53.10^{-19}$).

Exercice 2

A quels types de radioactivité appartiennent ces exemples :

