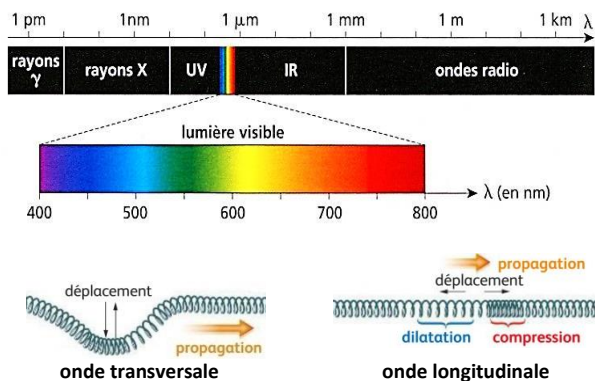


CHAPITRE 1 : ONDES ET PARTICULES



Savoir différencier les ondes mécaniques et les ondes électromagnétiques. Une **onde électromagnétique** est la combinaison de deux "perturbations", l'une est électrique, l'autre est magnétique. Ces deux perturbations, se déplacent à la vitesse de la lumière dans tout milieu transparent.

♥ Une **onde mécanique** est la propagation d'une perturbation dans un milieu matériel (solide, liquide, gaz), sans transport de matière mais avec transport d'énergie. ⇒ ces ondes ne se propagent pas dans le vide.

♥ Ondes longitudinales et transversales :

Dans le cas d'une onde **transversale**, la perturbation est perpendiculaire à la direction de propagation de l'onde.

Dans le cas d'une onde **longitudinale**, la déformation est parallèle à la direction de propagation de l'onde.

CHAPITRE 2 : CARACTÉRISTIQUES DES ONDES

♥ **Retard** : Une onde observée en un point A arrive en B avec un retard donné par la relation :

$$\tau = AB / v \quad \text{💡 : pensez aux unités pour mémoriser cette relation} \Rightarrow v = AB / \tau$$

♥ **Période** : La **période** est la **plus petite durée** au bout de laquelle un phénomène se reproduit identiquement à lui-même.

♥ **Fréquence** : La **fréquence** est l'**inverse** de la période.

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{C'est le nombre de fois que le phénomène se répète par seconde.}$$

♥ **Longueur d'onde** : La **longueur d'onde** λ est la **plus petite distance** séparant **deux points du milieu vibrant en phase**. C'est aussi la **distance parcourue par l'onde pendant une période T**.

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f \quad \text{💡 : pensez aux unités pour mémoriser cette relation !}$$

Les points distants **d'un nombre entier de longueurs d'onde** sont dits en **phase** :

$$d = k \cdot \lambda \quad \text{avec } k \text{ entier}$$

Les points distants **d'un demi-entier de longueurs d'onde** sont dits **en opposition de phase** :

$$d = \left(k + \frac{1}{2}\right) \cdot \lambda \quad \text{avec } k \text{ entier}$$

📁 Pour savoir si deux points vibrent en phase ou en opposition de phase, **il faut calculer d / λ** :

- si d / λ est un **entier relatif** : -3 / 1 / 2 / 3 / 7 par exemple ⇒ **les points vibrent en phase**.
- si d / λ est un **demi-entier** : -0,5 / 0,5 / 1,5 / 7,5 par exemple ⇒ **les points vibrent en opposition de phase**.

Cas des ondes sonores :

♥ **Analyse spectrale (analyse de Fourier)** : Tout **signal périodique** de fréquence f_1 peut être **décomposé en une somme de signaux sinusoïdaux de fréquences** $f_1, 2f_1, 3f_1, \dots, n \cdot f_1$.

Ces signaux sinusoïdaux sont appelés **harmoniques**.

Le signal sinusoïdal de fréquence f_1 est appelé le **fondamental** (ou 1^{er} harmonique).

L'harmonique de rang n (n entier) a pour fréquence : $f_n = n \cdot f_1$

♥ **3 grandeurs caractérisent un son musical (périodique) :**

① : La **hauteur** ⇒ Plus la fréquence d'un son est **faible**, plus le son est **grave** (ou bas).

⇒ Plus la fréquence d'un son est **élevée**, plus le son est **aigu** (ou haut).

② : Le **timbre** d'un son est lié au **nombre** et à l'**amplitude des harmoniques**. Si le signal enregistré est sinusoïdal, le son est pur. Il est complexe sinon.

③ : L'**intensité sonore I** caractérise l'intensité du signal reçu par l'oreille ($W \cdot m^{-2}$).

📁 Les intensités sonores parvenant en un point s'ajoutent : $I = I_1 + I_2$

La sensation auditive n'est pas proportionnelle à I ⇒ on a donc créé une autre grandeur, liée à la sensation physiologique perçue :

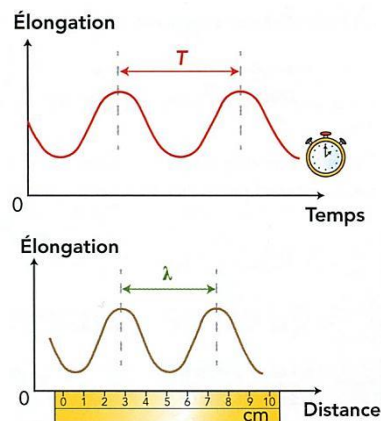
♥ Le **niveau sonore L** (L pour level) est défini par :

$$L = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{I_0}\right) \quad \text{avec } I_0 = 10^{-12} W \cdot m^{-2} : \text{seuil d'audibilité.}$$

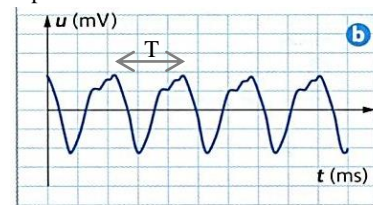
📁 Dans les calculs, il faut souvent utiliser la fonction inverse du log : $10^{\log(x)} = x$ et $\log(10^x) = x$

Les **niveaux sonores L** ne s'ajoutent pas !

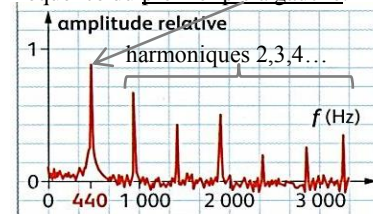
Si l'intensité sonore I double, le niveau sonore L augmente de 3,0dB.



📁 Pour calculer la fréquence d'un son à partir de l'enregistrement temporel d'un signal, il faut commencer par déterminer sa période T puis $f = 1 / T$



📁 À partir du spectre en fréquence, la fréquence du son est la fréquence du **fondamental** (ou 1^{er} harmonique) : fréquence du **premier pic à gauche**.



CHAPITRE 3 : PROPRIÉTÉS DES ONDES

Le phénomène de diffraction (caractéristique de l'aspect ondulatoire) :

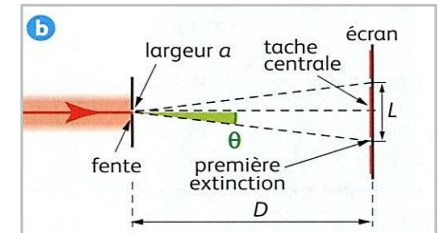
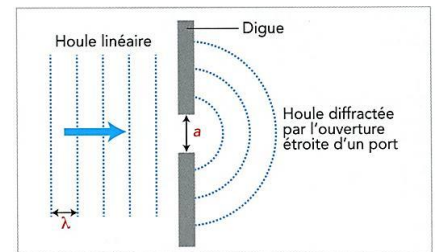
La diffraction est une propriété des ondes qui se manifeste par un étalement de la direction de propagation de l'onde, sans changement de sa longueur d'onde, au passage d'une ouverture ou d'un obstacle. Ce phénomène est d'autant plus marqué que la dimension de l'obstacle est faible devant la longueur d'onde.

Une onde monochromatique traversant une fente de largeur a est diffractée essentiellement dans une tache centrale d'écart angulaire (ou ouverture angulaire) :

$$\theta = \frac{\lambda}{a} \quad \text{!} : \text{plus l'obstacle est petit, plus le phénomène de diffraction est marqué} \Rightarrow \text{en } 1/a$$

Pour des angles petits et exprimés en radians : $\tan \theta \approx \theta$

On peut alors écrire (figure b) : $\tan \theta \approx \frac{L/2}{D} = \frac{L}{2D} \Rightarrow \lambda = \frac{L \cdot a}{2D}$

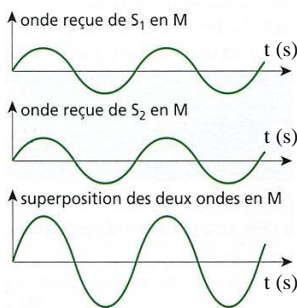
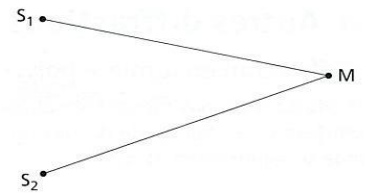


Les interférences (caractéristique de l'aspect ondulatoire) :

Il y a interférence en tout point d'un milieu où deux ondes de même nature se superposent : les élongations des ondes en un point s'ajoutent algébriquement. Pour obtenir des interférences stables, il est nécessaire que les ondes soient de même fréquence et présentent un déphasage constant.

On dit alors que les ondes sont cohérentes.

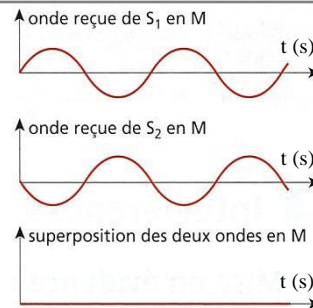
La différence entre les distances parcourues par deux ondes issues de sources cohérentes qui interfèrent en un point M est appelée différence de marche, notée δ : $\delta = S_2M - S_1M$



On observe des interférences constructives quand les ondes arrivent en phase :

$$\delta = k \cdot \lambda$$

avec $k \in \mathbb{Z}$ (entier relatif : entier positif ou négatif)



On observe des interférences destructives quand les ondes arrivent en opposition de phase :

$$\delta = \left(k + \frac{1}{2}\right) \cdot \lambda$$

avec $k \in \mathbb{Z}$ (entier relatif : entier positif ou négatif)

Pour savoir si des interférences sont constructives ou destructives, il faut calculer δ / λ :

- si δ / λ est un **entier relatif** : $-3 / 1 / 2 / 3 / 7$ par exemple \Rightarrow les interférences sont constructives (amplitude max / franges brillantes).
- si δ / λ est un **demi-entier** : $-0,5 / 0,5 / 1,5 / 7,5$ par exemple \Rightarrow les interférences sont destructives (amplitude min / franges sombres).

Une onde électromagnétique ou mécanique émise avec une fréquence f_E est perçue avec une fréquence f_R différente lorsque l'émetteur et le récepteur sont en déplacement relatif : c'est l'**effet Doppler**.

Penser au "niiaaaaaan" : lorsque la sirène d'une ambulance de pompier s'approche, le son perçu par un observateur paraît :

- plus aigu quand le véhicule se rapproche : $f_R > f_E$
- puis plus grave lorsque le véhicule s'éloigne : $f_R < f_E$

En astronomie, lorsqu'une étoile s'éloigne de la Terre son spectre d'absorption se décale vers les basses fréquences, donc vers les grandes longueurs d'onde : décalage vers le rouge "redshift". Inversement, si l'étoile se rapproche, le spectre se décale vers le bleu ("blueshift").

CHAPITRE 4 : ANALYSE SPECTRALE

L'absorbance A d'une espèce en solution suit la loi de Beer-Lambert : $A = \varepsilon(\lambda) \cdot \ell \cdot C$

- où :
- ℓ est l'épaisseur de solution traversée
 - C la concentration molaire de la solution
 - et $\varepsilon(\lambda)$ le coefficient d'absorption molaire (coefficient qui dépend de la longueur d'onde et de l'espèce chimique dissoute).

Une espèce incolore n'absorbe aucune radiation du spectre visible. Lorsqu'une espèce chimique n'absorbe que dans un seul domaine de longueurs d'onde du visible, la couleur perçue de la solution est la couleur complémentaire de la couleur correspondant au maximum d'absorption.

Ne pas chercher à interpréter toutes les bandes d'un spectre IR.

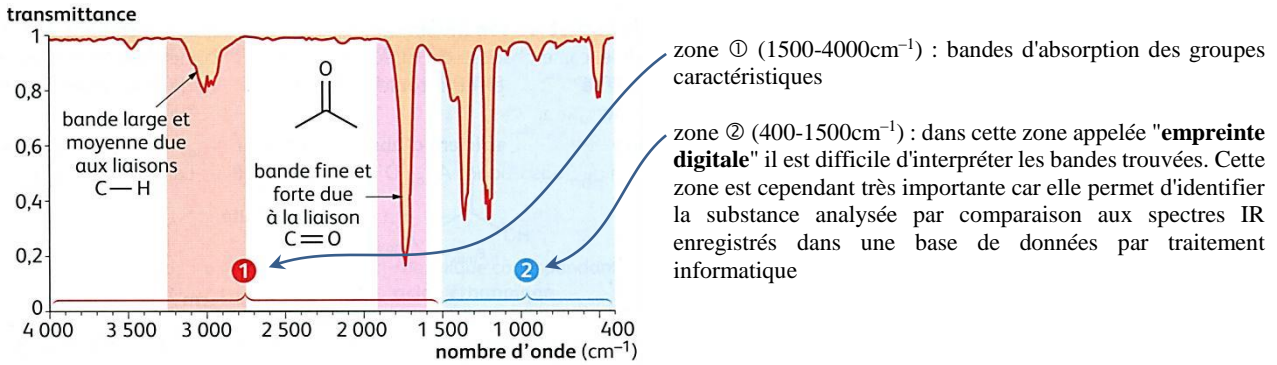
Rechercher en priorité les bandes d'absorption liées aux liaisons :

- OH alcool ($3200-3600\text{cm}^{-1}$ fine ou large : fine en phase gazeuse et large en phase liquide en raison des liaisons hydrogène)
- OH acide carboxylique (bande large en phase liquide $2500-3200\text{cm}^{-1}$)
- C=O ester/aldéhyde/cétone/acide carboxylique/amide vers 1700cm^{-1}

Quand une lumière infrarouge (IR) traverse un échantillon (solide, liquide ou gazeux), certaines liaisons absorbent de l'énergie pour changer de fréquences de vibration faisant apparaître des bandes dans le spectre.

En spectroscopie IR, on utilise l'inverse de la longueur d'onde, appelé nombre d'onde (noté σ) en abscisse :

$$\sigma = \frac{1}{\lambda} \quad \text{pour } \lambda \text{ en cm, } \sigma \text{ s'exprime en } \text{cm}^{-1}$$



Les atomes d'hydrogène d'une molécule n'ont pas tous la même fréquence de résonance en RMN, ce qui se traduit sur le spectre par la présence de plusieurs signaux. L'analyse de ces signaux permet de déterminer la structure de la molécule.

Les noyaux d'hydrogène qui ont le même environnement chimique dans la molécule sont équivalents : ils ont le même déplacement chimique δ et donnent lieu à un seul signal par superposition.

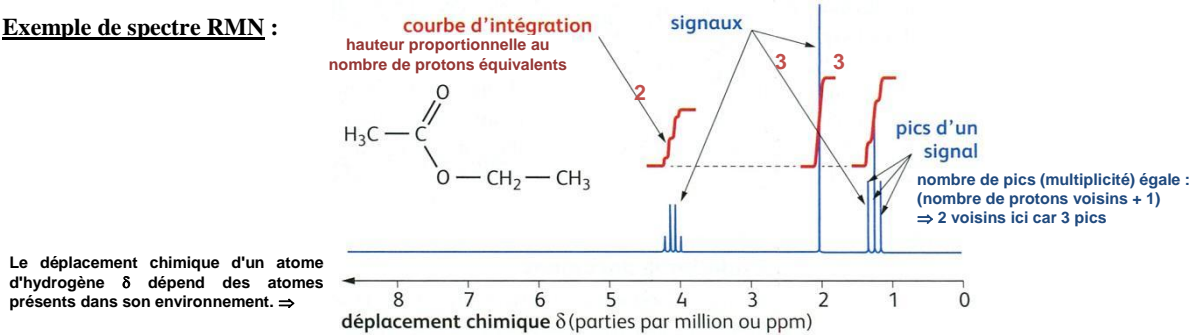
Dans le cas de molécules simples, des protons sont dits équivalents dans les cas suivants :

- les protons sont portés par un même atome de carbone tétraédrique (qui ne forme pas de liaisons multiples),
- si la molécule présente une symétrie, les protons qui se correspondent sont équivalents.

Pour interpréter un spectre :

- le **nombre de signaux** sur le spectre donne le nombre de groupes de protons équivalents.
- **règle des (n+1)-uplets** : un proton ou un groupe de protons équivalents ayant n voisins donne un signal constitué de n+1 pics.
- la courbe d'intégration permet de déterminer le nombre de protons équivalent d'un signal donné.
- la table des déplacements chimiques est surtout utile pour les δ forts : peu de possibilités.

Exemple de spectre RMN :



Fonction	Alcool	Aldéhyde	Cétone	Acide carboxylique	Alcène	Ester	Amine	Amide
Groupe caractéristique	-O-H Hydroxyle	-C(=O)-H Carbonyle	C-C(=O)-C Carbonyle	-C(=O)-OH Carboxyle	C=C Alcène	-C(=O)-O-C Ester	N- Amine	-C(=O)-N- Amide

CHAPITRE 5 : OUTILS DE LA MÉCANIQUE CLASSIQUE

Le vecteur vitesse instantanée $\vec{v}(t)$ est la dérivée du vecteur position \vec{OM} par rapport au temps :

$$\vec{v} = \frac{d\vec{OM}}{dt} \Leftrightarrow \vec{v} \begin{cases} v_x = dx/dt \\ v_y = dy/dt \\ v_z = dz/dt \end{cases} \quad \text{et} \quad \vec{v}_n \begin{cases} \text{origine : le point considéré} \\ \text{direction : tangente à la trajectoire} \\ \text{sens : mouvement} \\ \text{norme (enregistrement) : } v_n = \frac{M_{n+1}M_{n-1}}{2\tau} \end{cases}$$

Le vecteur accélération $\vec{a}(t)$ est la dérivée du vecteur vitesse \vec{v} par rapport au temps :

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \Leftrightarrow \vec{a} \begin{cases} a_x = dv_x/dt \\ a_y = dv_y/dt \\ a_z = dv_z/dt \end{cases} \quad \text{et} \quad \vec{a}_n \begin{cases} \text{origine : le point considéré} \\ \text{direction et sens : ceux de } \vec{\Delta v} \text{ (vers l'intérieur de la trajectoire)} \\ \text{norme (enregistrement) : } a_n = \Delta v_n / 2\tau \end{cases}$$

Le vecteur quantité de mouvement \vec{p} d'un point matériel est égal au produit de sa masse m par son vecteur vitesse \vec{v} : $\vec{p} = m\vec{v}$

Mouvements circulaires de rayon R :

Dans le repère de Frenet $(M, \vec{u}_T, \vec{u}_N)$, le vecteur accélération s'exprime simplement :

$$\vec{a} \begin{cases} a_T = \frac{dv}{dt} \\ a_N = \frac{v^2}{R} \end{cases} \quad \text{ou} \quad \vec{a} = \frac{dv}{dt} \vec{u}_T + \frac{v^2}{R} \vec{u}_N \quad \text{avec} \quad \begin{cases} \vec{u}_T : \text{vecteur unitaire tangent à la trajectoire et orienté dans le sens du mouvement.} \\ \vec{u}_N : \text{vecteur unitaire normal à } \vec{u}_T \text{ et orienté vers le centre C du cercle.} \end{cases}$$

♥ Pour un **mouvement circulaire uniforme** (cas très important des satellites à trajectoire circulaire),

le vecteur accélération est radial et centripète de norme : $a = \frac{v^2}{R}$

♥ 1^{ère} loi de Newton (principe d'inertie) :

Dans un référentiel galiléen, si un système est soumis à un ensemble de forces qui se compensent (système pseudo-isolé) alors il est immobile ou animé d'un mouvement rectiligne uniforme.

$\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{v}$ est constant dans un référentiel galiléen ou $\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{p}$ est constant dans un référentiel galiléen

📦 À utiliser pour expliquer la propulsion par réaction d'un système isolé : $\vec{p}_{\text{avant}} = \vec{p}_{\text{après}}$ (cf. TP autoporteurs et voiture avec ballon baudruche).

♥♥ 2^{ème} loi de Newton (principe fondamental de la dynamique) :

Dans un référentiel galiléen, la somme vectorielle des forces extérieures qui s'exercent sur un système de masse m est égale à la dérivée de son vecteur quantité de mouvement.

$\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = \frac{d\vec{p}}{dt}$ dans un référentiel galiléen \Rightarrow Si la **masse du système est constante**, alors cette loi s'écrit : $\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a}$

📦 À utiliser pour déterminer le vecteur accélération : mouvement parabolique (C6) et satellites (C7)

♥ 3^{ème} loi de Newton (principe des actions réciproques) :

Si un système A exerce sur un système B une force $\vec{F}_{A/B}$ alors le système B exerce également sur le système A une force $\vec{F}_{B/A}$. Ces deux forces ont même direction, même valeur et sont de sens opposés : $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$

CHAPITRE 6 : MOUVEMENTS DANS UN CHAMP UNIFORME

Attention aux signes, aux sens des axes : faire et exploiter un schéma !

📦 Champ de pesanteur (à adapter)

① détermination de l'accélération : 2^{ème} loi de Newton

une seule force : le poids $\vec{P} = m\vec{g}$

$$m\vec{g} = m\vec{a} \quad \text{d'où} \quad \vec{a} = \vec{g} \quad \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = \pm g \end{cases}$$

② détermination des coordonnées du vecteur vitesse \vec{v} par recherche des primitives des coordonnées du vecteur accélération et déterminer les constantes d'intégration avec la vitesse initiale.

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \quad \begin{cases} a_x = dv_x / dt = 0 \\ a_y = dv_y / dt = \pm g \end{cases} \quad \text{d'où} \quad \vec{v} \begin{cases} v_x = \pm v_0 \cdot \cos \alpha \\ v_y = \pm gt \pm v_0 \cdot \sin \alpha \end{cases}$$

③ détermination des coordonnées du vecteur position \vec{OM} par recherche des primitives des coordonnées du vecteur vitesse et déterminer les constantes d'intégration en tenant compte de la position initiale.

$$\vec{v} = \frac{d\vec{OM}}{dt} \quad \begin{cases} v_x = dx / dt \\ v_y = dy / dt \end{cases} \quad \text{d'où} \quad \vec{OM} \begin{cases} x = \pm (v_0 \cdot \cos \alpha) \cdot t + x_0 \\ y = \pm \frac{1}{2} g t^2 \pm (v_0 \cdot \sin \alpha) \cdot t + y_0 \end{cases}$$

④ équation de la trajectoire : éliminer t entre les deux dernières équations horaires de $\vec{OM}(t)$

📦 Champ électrique (à adapter)

① détermination de l'accélération : 2^{ème} loi de Newton

une seule force : la force électrique : $\vec{F} = q\vec{E}$ avec $E = UAB/d$

$$q\vec{E} = m\vec{a} \quad \text{d'où} \quad \vec{a} = q\vec{E} / m \quad \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = \pm qE / m \end{cases}$$

② détermination des coordonnées du vecteur vitesse \vec{v} par recherche des primitives des coordonnées du vecteur accélération et déterminer les constantes d'intégration avec la vitesse initiale.

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \quad \begin{cases} a_x = dv_x / dt = 0 \\ a_y = dv_y / dt = \pm qE / m \end{cases} \quad \text{d'où} \quad \vec{v} \begin{cases} v_x = \pm v_0 \cdot \cos \alpha \\ v_y = \pm \frac{qE}{m} t \pm v_0 \cdot \sin \alpha \end{cases}$$

③ détermination des coordonnées du vecteur position \vec{OM} par recherche des primitives des coordonnées du vecteur vitesse et déterminer les constantes d'intégration en tenant compte de la position initiale.

$$\vec{v} = \frac{d\vec{OM}}{dt} \quad \begin{cases} v_x = dx / dt \\ v_y = dy / dt \end{cases} \quad \text{d'où} \quad \vec{OM} \begin{cases} x = \pm (v_0 \cdot \cos \alpha) \cdot t + x_0 \\ y = \pm \frac{1}{2} \frac{qE}{m} t^2 \pm (v_0 \cdot \sin \alpha) \cdot t + y_0 \end{cases}$$

④ équation de la trajectoire : éliminer t entre les deux dernières équations horaires de $\vec{OM}(t)$

CHAPITRE 7 : MÉCANIQUE CÉLESTE

♥ Conservation de la quantité de mouvement d'un système isolé :

Dans un référentiel galiléen, la quantité de mouvement $\vec{p} = m\vec{v}$ d'un système pseudo-isolé est constante.

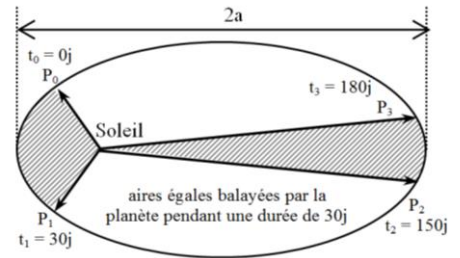
Exemple : si le système considéré pseudo-isolé {avion (1) + gaz éjectés (2)} est initialement immobile sa quantité de mouvement reste nulle :

$$\vec{p}_{\text{avant}} = \vec{0} = \vec{p}_{\text{après}} = m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2$$

Pour un avion au décollage, la vitesse des gaz éjectés étant dirigée vers l'arrière, celle de l'avion est dirigée vers l'avant.

♥ Les lois de Kepler :

- ① **loi des trajectoires** : les centres d'inertie des planètes décrivent des ellipses dont le Soleil occupe l'un des foyers.
- ② **loi des aires** : les aires balayées, pendant des durées égales, par le segment reliant le centre d'une planète à celui du Soleil (rayon SP), sont égales.
- ③ **loi des périodes** : le carré de la durée d'une révolution T d'une planète est proportionnel au cube de la longueur du demi-grand axe de l'ellipse a : $T^2/a^3 = K$ avec K qui ne dépend que de l'astre central.



📦 Mouvement d'un satellite de la Terre à trajectoire circulaire

① Première expression de l'accélération : 2^{ème} loi de Newton

Le satellite S est soumis à la force gravitationnelle exercée par la planète

$$\text{Terre : } \vec{F}_{\text{Terre/S}} = -G \frac{m.M_T}{r^2} \vec{u}_{TS}$$

2^{ème} loi de Newton appliquée au satellite de masse m dans le référentiel géocentrique :

$$-G \frac{m.M_T}{r^2} \vec{u}_{TS} = m.\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = -G \frac{M_T}{r^2} \vec{u}_{TS} = G \frac{M_T}{r^2} \vec{u}_N$$

Le vecteur \vec{a} est orienté vers le centre de la Terre.

② Montrer que le mouvement est uniforme

D'après la 2^{ème} loi de Kepler (loi des aires) :

Les aires balayées par le rayon ST, pendant des durées égales sont égales. La trajectoire étant circulaire, le mouvement est nécessairement uniforme.

③ Autre expression de a pour un mouvement circulaire uniforme

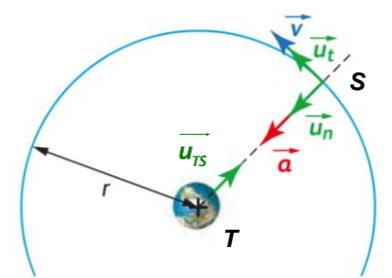
$$\vec{a} = \frac{v^2}{r}$$

④ Égaliser les normes des deux expressions de a : $\frac{GM_T}{r^2} = \frac{v^2}{r}$ d'où $v = \sqrt{\frac{GM_T}{r}}$

⑤ Période du satellite : $v = \frac{\text{périmètre trajectoire}}{\text{période}} = \frac{2\pi r}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi r}{v} = 2\pi r \sqrt{\frac{r}{GM_T}}$

⑥ 3^{ème} loi de Kepler : en élevant la relation précédente au carré on arrive à : $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM_T}$

Cas particulier des satellites géostationnaires : ils ont une période égale à la période sidérale de la Terre (un jour sidéral = 86164s) ce qui impose une trajectoire de rayon $r = R_T + h \approx 42000\text{km}$.



CHAPITRE 8 : TRAVAIL ET ÉNERGIE

♥ Le **travail d'une force \vec{F} constante**, lors du déplacement de son point d'application de A vers B, se note $W_{AB}(\vec{F})$:

$$W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB} = F \cdot AB \cdot \cos(\alpha) \quad W_{AB}(\vec{F}) \text{ s'exprime en joule (J) et } \alpha \text{ est l'angle entre les vecteurs } \vec{F} \text{ et } \vec{AB}$$

Le **travail du poids** d'un objet de masse m entre un point A d'altitude z_A et un point B d'altitude z_B vaut : $W_{AB}(\vec{P}) = mg(z_A - z_B)$

Le **travail de la force électrique** \vec{F} sur une particule de charge q se déplaçant entre A à B dans un champ uniforme \vec{E} vaut : $W_{AB}(\vec{F}) = q \cdot U_{AB}$

Une force est **conservative** lorsque le **travail** qu'elle produit **est indépendant du chemin suivi** par son point d'application.

♥ Énergie cinétique : $E_c = \frac{1}{2}mv^2$

♥ Énergie potentielle de pesanteur : $E_{pp} = m \cdot g \cdot z$ (axe Oz vertical ascendant)

Énergie potentielle électrique : $E_{pe} = q \cdot V$ (V : potentiel électrique au point considéré)

♥ Énergie mécanique : $E_M = E_c + \text{énergies potentielles}$

La variation de l'énergie mécanique d'un système est égale à la somme des travaux des forces non conservatives : $\Delta E_M = \sum W(\vec{F}_{\text{forces non conservatives}})$

♥ Oscillateurs mécaniques sans frottements : l'énergie mécanique se conserve $E_M = E_c + E_p = \text{constante}$ ou $\Delta E_M = 0$

♥ Oscillateurs mécaniques avec frottements : **la variation de l'énergie mécanique** entre deux positions A et B d'un système **est égale au travail de la force f de frottements** ♥ $\Delta E_M = W_{AB}(\vec{f}) < 0$: l'énergie mécanique diminue.

CHAPITRE 9 : TEMPS ET RELATIVITÉ RESTREINTE

♥ Postulat d'Einstein : **la valeur de la vitesse de la lumière dans le vide est la même dans tous les référentiels galiléens** : $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{m.s}^{-1}$

♥ Une **durée propre** est le temps qui sépare deux événements survenant **au même endroit** dans un référentiel galiléen avec une horloge au repos. Elle est notée Δt_p . Le référentiel associé est appelé référentiel propre.

La **durée propre Δt_p** entre deux événements mesurée dans un référentiel propre galiléen **est toujours plus courte** que la **durée mesurée Δt_m** entre ces mêmes événements, à partir d'un autre référentiel galiléen se déplaçant à la vitesse v :

$$\Delta t_m = \gamma \cdot \Delta t_p \quad \text{avec} \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \geq 1$$

📦 **Toujours se poser la question suivante pour identifier le référentiel propre** : dans quel référentiel les deux événements ont-ils lieu à la même position ? Exemple : Une particule instable (noyau radioactif) a une durée d'existence limitée. Si la mesure de cette durée se fait dans un référentiel où elle est immobile (référentiel propre lié à la particule), cette durée est une durée propre.

CHAPITRE 10 : CINÉTIQUE ET CATALYSE

Les paramètres qui modifient la durée d'évolution d'un système chimique sont appelés facteurs cinétiques.

♥ Principaux facteurs cinétiques : **température, concentration des réactifs, nature du solvant, catalyseur, éclaircissement.**

L'évolution d'un système chimique est d'autant plus rapide que les concentrations des réactifs sont élevées.

L'évolution d'un système chimique est d'autant plus rapide que sa température est élevée.

Un catalyseur est une espèce qui accélère une réaction chimique sans être consommée par celle-ci : sa formule n'apparaît donc pas dans les réactifs de l'équation de la réaction. Il est consommé puis constamment régénéré au cours de la catalyse.

Lorsque le catalyseur et tous les réactifs sont dans la même phase, la catalyse est dite homogène, elle est hétérogène dans le cas contraire. La catalyse est enzymatique si le catalyseur est une enzyme.

♥ Le temps de demi-réaction noté $t_{1/2}$ est la durée pour laquelle l'avancement x est égal à la moitié de l'avancement maximal x_{max} .

On détermine cette durée graphiquement : $t_{1/2}$ est l'abscisse du point d'ordonnée $x_{max}/2$.

CHAPITRE 11 : REPRÉSENTATION SPATIALE DES MOLÉCULES

♥ Comment trouver la relation d'isomérisation entre deux molécules A et B ?

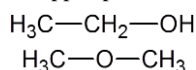
A et B ont la même formule brute : ce sont des isomères.

A et B ont-ils la même formule développée plane ?

Non

Oui

A et B sont des **isomères de constitution** : ils n'ont pas la même formule développée plane. Exemples :



A et B sont des **stéréoisomères**.

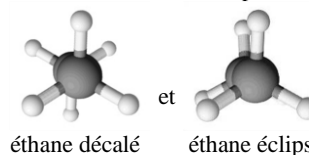
Peut-on passer de A à B par des rotations autour des liaisons simples ?

Non

Oui

A et B sont des **stéréoisomères de configuration** : il est nécessaire de casser des liaisons pour passer d'un stéréoisomère de configuration à l'autre.

A et B sont des **stéréoisomères de conformation** : A et B sont des agencements spatiaux différents d'une même molécule par rotations autour des liaisons simples. Exemples :



A est-il l'image de B dans un miroir ?

Non

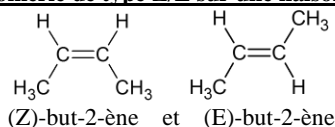
Oui

A et B sont des **diastéréoisomères** :

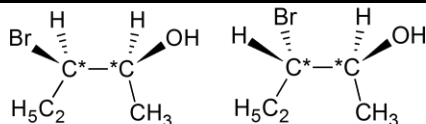
Des diastéréoisomères sont des molécules qui ont le même enchaînement d'atomes mais qui ne sont pas images l'une de l'autre dans un miroir plan même après rotation autour de liaisons simples.

Les **diastéréoisomères ont des propriétés physiques et chimiques différentes.**

⇒ diastéréoisomérisation de type Z/E sur une liaison double :



⇒ molécules possédant plusieurs carbones asymétriques C* :



♥ Pour trouver un diastéréoisomère d'une molécule comportant plusieurs C*, il suffit de permuter 2 groupes sur un des C* de la molécule.

A et B sont des **énantiomères** :

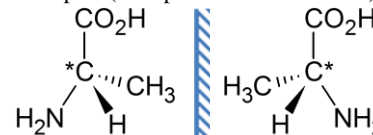
Des énantiomères sont des molécules images l'une de l'autre dans un miroir plan mais qui ne sont pas superposables même après rotation autour de liaisons simples.

Des **énantiomères ont les mêmes propriétés physiques et chimiques** mais des **propriétés biologiques différentes**.

Une molécule qui n'est pas superposable à son image dans un miroir plan est dite **chirale**.

Une molécule ne possédant qu'un seul atome de carbone asymétrique est **toujours chirale**.

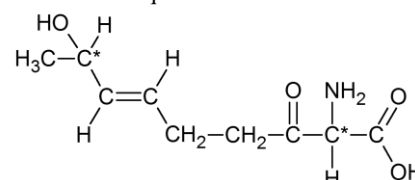
Exemples (en représentation de Cram) :



Un mélange contenant les deux énantiomères en proportions égales est appelé mélange **racémique**.

♥ Un atome de carbone lié à quatre atomes ou groupes différents les uns des autres est dit asymétrique.

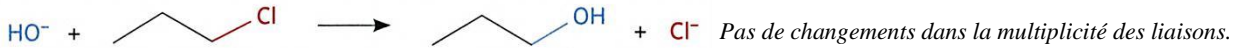
Il est noté avec un astérisque : C*



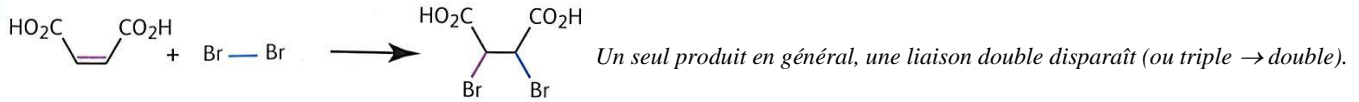
CHAPITRE 12 : TRANSFORMATIONS EN CHIMIE ORGANIQUE

♥ Quelles sont les principales catégories de réactions en chimie organique ?

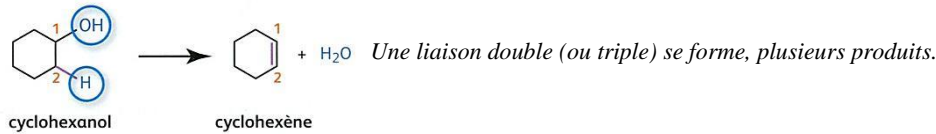
⇒ Dans une réaction de **substitution**, un atome (ou un groupe d'atomes) est **remplacé** par un autre atome (ou groupes d'atomes).



⇒ Dans une réaction d'**addition**, des atomes (ou des groupes d'atomes) **sont ajoutés** aux atomes d'une **liaison multiple**.



⇒ Dans une réaction d'**élimination**, des atomes (ou des groupes d'atomes) portés par des atomes adjacents **sont éliminés** pour former une **liaison multiple**. Le plus souvent, les deux groupes d'atomes éliminés forment une petite molécule (H_2O , CO_2 ...).



Mécanismes réactionnels

♥ **L'électronégativité** est une grandeur sans dimension qui traduit la **tendance d'un atome à attirer à lui les électrons de la liaison** dans lequel il est engagé.

La liaison covalente entre deux atomes A et B est **polarisée** lorsqu'elle relie deux atomes ayant une électronégativité **moyenne à forte**, c'est-à-dire comprise entre 0,3 et 2,0.

♥ Un site **donneur de doublets d'électrons** est un site de forte densité électronique. Il peut être localisé sur :

- un atome possédant un **doublet non liant**,
- un atome porteur d'une **charge négative** (entière ou partielle δ^-),
- une **liaison multiple**.

♥ Un site **accepteur de doublets d'électrons** est un site de faible densité électronique. Il peut être localisé sur un atome possédant une **charge positive** (entière ou partielle δ^+).

La formation d'une liaison peut être expliquée par l'attraction électrostatique qui s'exerce entre un site donneur et un site accepteur.

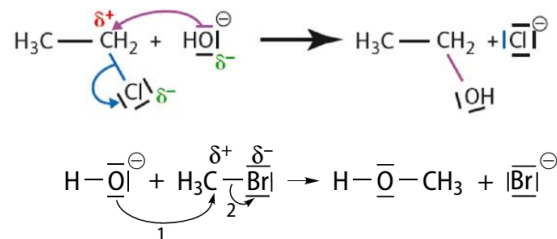
La flèche courbe part d'un doublet d'électrons d'un site **donneur** et pointe **vers** un site **accepteur**.

✉ Pour tracer la flèche courbe, il faut comparer les réactifs et les produits pour voir **entre quels atomes la liaison s'est formée** : la flèche courbe part du site donneur d'un premier réactif vers le site accepteur d'un deuxième réactif pour former cette nouvelle liaison.

H						
2,20						
Li	Be	B	C	N	O	F
0,98	1,57	2,04	2,55	3,04	3,44	3,98
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
0,93	1,31	1,61	1,90	2,19	2,58	3,16

Liaison	Différence d'électronégativité
$\delta^+\text{C}-\text{O}\delta^-$	0,8
$\delta^+\text{N}-\text{H}\delta^-$	0,8
$\delta^+\text{H}-\text{Cl}\delta^-$	1,0

Échelle d'électronégativité de Pauling.



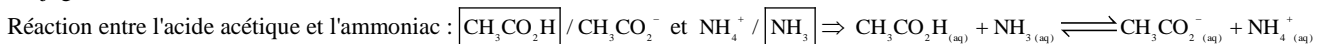
CHAPITRE 13 : RÉACTIONS ACIDO-BASIQUES

♥♥ $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$ et $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$ avec $[\text{H}_3\text{O}^+]$ en mol.L^{-1} **Rappels** : $10^{\log(x)} = x$ et $\log(10^x) = x$

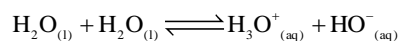
Un **acide** est une entité susceptible de **céder un ion hydrogène** H^+ .

Un **couple acide-base** AH/A^- est constitué d'un acide AH et d'une base A^- liés par l'équation de Brønsted : $\text{AH} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{H}^+$

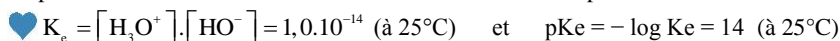
Un **réaction acido-basique** est un **transfert de proton** entre l'**acide d'un couple acide-base** et la **base d'un autre couple** pour former les **espèces conjuguées**.



♥ Dans l'eau et toutes les solutions aqueuses, se produit une **transformation limitée**, modélisée par une réaction appelée **autoprotolyse de l'eau** :



Le produit des concentrations des deux ions H_3O^+ et HO^- exprimées en mol.L^{-1} est une **constante** notée K_e appelée **produit ionique de l'eau**.



♥ Un **acide fort** réagit de façon **totale** avec l'eau selon l'équation : $\text{HA}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{aq})} \longrightarrow \text{A}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} \Rightarrow X_f = X_{\text{max}} = c \cdot v$

♥ Le **pH d'une solution d'acide fort** de concentration apportée c est égale à : $\text{pH} = -\log c$ (avec c en mol.L^{-1})

♥ Un **base forte** réagit de façon **totale** avec l'eau selon l'équation : $\text{B}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{aq})} \longrightarrow \text{BH}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})} \Rightarrow X_f = X_{\text{max}} = c \cdot v$

♥ Le **pH d'une solution de base forte** de concentration apportée c est égale à : $\text{pH} = 14 + \log c$ (avec c en mol.L^{-1})

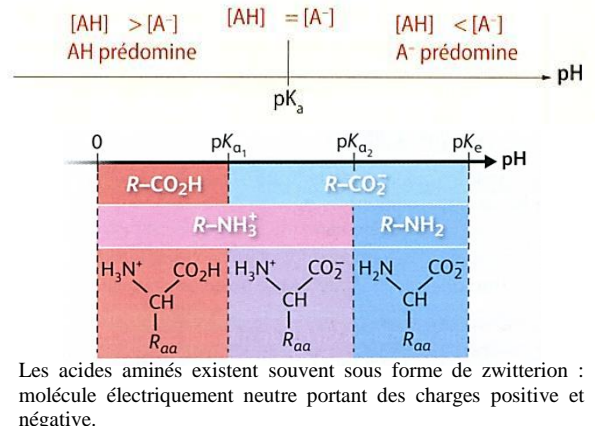
♥ La réaction d'un acide faible HA sur l'eau est un équilibre chimique d'équation : $\text{HA}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(aq)} \rightleftharpoons \text{A}^-_{(aq)} + \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} \Rightarrow X_f < X_{\text{max}} = c.v$

À cette équation est associée une grandeur sans unité appelée constante d'acidité du couple HA/A⁻ définie par : ♥♥ $K_a = \frac{[\text{A}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HA}]}$

où [A⁻], [H₃O⁺] et [HA] sont les concentrations des espèces à l'équilibre ⇒ dernière ligne du tableau d'avancement !

$\text{pK}_a = -\log K_a$ soit $K_a = 10^{-\text{pK}_a}$ ♥♥ $\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$

L'acide du couple prédomine si $\text{pH} < \text{pK}_a$.
La base du couple prédomine si $\text{pH} > \text{pK}_a$.



♥ Une solution tampon est une solution dont le pH varie très peu lorsque l'on ajoute des quantités modérées d'acide et de base, ou par dilution modérée. Une solution tampon contient un acide faible et sa base faible conjuguée en concentrations égales. Son pH est proche du pK_A du couple acide/base présent dans la solution.

CHAPITRE 14 : TRANSFERTS THERMIQUES D'ÉNERGIE

♥ L'énergie totale d'un système se décompose en : $E_{\text{tot}} = U + E_M$

- U est l'énergie interne (énergies microscopiques : cinétiques et potentielles des atomes)
- E_M est l'énergie mécanique macroscopique

Le travail (noté W) et le transfert thermique (noté Q) sont des modes de transfert d'énergie.

La variation d'énergie totale d'un système vaut alors : $\Delta E_{\text{tot}} = \Delta U + \Delta E_M = W + Q$

Par convention (dite du banquier), on compte les transferts énergétiques positivement s'ils sont recus par le système et négativement s'ils sont cédés par le système au milieu extérieur.

Un système solide ou liquide de masse m, qui n'échange de l'énergie que par transfert thermique et ne change pas d'état physique a pour variation d'énergie interne ΔU (J) : ♥ $\Delta U = m.c.\Delta T$

- ΔT = T_{finale} - T_{initiale} : variation de température (°C ou K)
- m : masse du système (kg)
- c : capacité thermique massique du solide ou du liquide en question (J.kg⁻¹.K⁻¹)

♥ Un transfert thermique Q s'effectue suivant plusieurs modes :

- ➔ Par conduction : l'agitation thermique se transmet de proche en proche dans la matière, mais sans déplacement d'ensemble de celle-ci. Elle se produit principalement dans les solides.
- ➔ Par convection : l'agitation thermique se transmet de proche en proche dans la matière et avec déplacement d'ensemble de celle-ci. La zone chaude moins dense que la zone froide à cause de la dilatation, s'élève et laisse la place à du liquide plus froid. Elle se produit dans les fluides.
- ➔ Par rayonnement : l'absorption de rayonnement modifie l'agitation thermique. Ce mode de transfert s'effectue même dans le vide.

♥ Le flux thermique Φ caractérise la vitesse du transfert thermique Q pendant la durée Δt : $\Phi = \frac{Q}{\Delta t}$

Q : transfert thermique (J)
Δt : durée du transfert (s)
Φ : flux thermique (W)

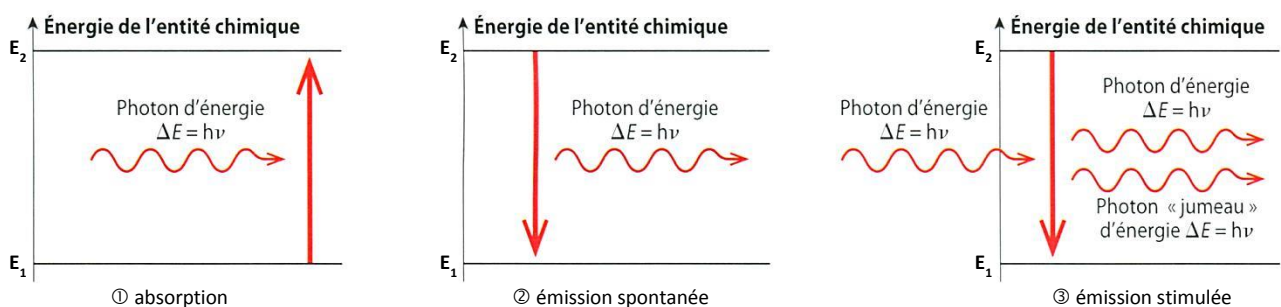
Le flux thermique Φ (en W) traversant une paroi par conduction a pour expression : $\Phi = \frac{\Delta T}{R}$ | ΔT : différence de température (°C ou K)
R : résistance thermique (K.W⁻¹)

💡 : pensez aux déperditions thermiques pour mémoriser la formule ⇒ elles sont d'autant plus importantes que la différence de température est grande de part et d'autre de la paroi (ΔT : numérateur) et que la paroi est mal isolée (faible résistance thermique, R : dénominateur).

CHAPITRE 15 : PHYSIQUE QUANTIQUE

♥ Lors d'une émission stimulée, un photon incident d'énergie ΔE = hν interagit avec un atome initialement excité et provoque l'émission d'un second photon par cet atome (schéma ③). L'énergie du photon incident doit être égale à la différence d'énergie entre deux niveaux d'énergie de cet atome. Deux photons sont donc obtenus après émission stimulée : le photon émis et le photon incident.

Ces deux photons "jumeaux" ont même fréquence, même direction et même sens de propagation et sont en phase. Ces photons peuvent à leur tour stimuler d'autres émissions.



Comment fonctionne un laser ?

♥ L'émission stimulée est favorisée par **l'inversion de population** qui consiste à **maintenir plus d'atomes dans un état excité que dans l'état fondamental**. Cette situation est obtenue grâce à un apport d'énergie : c'est le **pompage optique**.

Dans l'oscillateur laser, limité par deux miroirs, les émissions stimulées successives font augmenter le nombre de photons qui ont même fréquence, mêmes direction et sens de propagation et qui sont en phase.

C'est l'amplification par effet laser.

Tous les photons émis par le laser ont la même fréquence \Rightarrow un laser produit un faisceau lumineux **monochromatique**.

Ces photons sont en phase \Rightarrow un laser produit un faisceau lumineux **cohérent**.

Ces photons ont la même direction \Rightarrow un laser produit un faisceau lumineux **directif**.

Onde ou particule ?

① La lumière

L'énergie de la lumière est transportée par des **photons** qui présentent un aspect **particulaire** (effet Compton) et **ondulatoire** (interférences, diffraction). Un photon est une particule non chargée, de masse nulle et se déplaçant à la vitesse de la lumière.

L'énergie d'un photon est :

$$\heartsuit E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \quad \text{avec} \quad \left. \begin{array}{l} E \text{ (J)} \\ h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s} : \text{ constante de Planck} \\ \nu : \text{ fréquence (Hz)} \end{array} \right\}$$

② À **chaque particule en mouvement** est associée une **onde** de longueur d'onde λ , liée à la quantité de mouvement p de la particule par **la relation de Broglie** :

$$\heartsuit p = \frac{h}{\lambda} \quad \text{avec} \quad \left. \begin{array}{l} h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s} : \text{ constante de Planck} \\ p : \text{ quantité de mouvement kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1} \\ \lambda : \text{ longueur d'onde en m} \end{array} \right\}$$

Le comportement **ondulatoire** des objets microscopiques est significatif lorsque la dimension de l'obstacle ou de l'ouverture est du **même ordre de grandeur que la longueur d'onde de matière λ** (ce n'est pas le cas pour les objets de notre quotidien).

Un objet **quantique** présente **simultanément** l'aspect particulaire et l'aspect ondulatoire.

Les prévisions sur le comportement d'un objet quantique ne peuvent être que du type **probabiliste** : on peut au mieux établir la **probabilité de présence** d'une particule à un endroit donné.

CHAPITRE 16 : ENJEUX ÉNERGÉTIQUE ET ENVIRONNEMENTAUX

CHAPITRE 17 : CONTRÔLE DE LA QUALITÉ PAR DOSAGE

La **conductivité σ** d'une solution dépend de la nature et des concentrations $[X_i]$ des n **ions** X_i présents dans cette solution.

$$\heartsuit \sigma = \lambda_1 \cdot [X_1] + \lambda_2 \cdot [X_2] + \dots + \lambda_n \cdot [X_n] = \sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot [X_i]$$

avec :
- λ_i conductivité molaire ionique en $\text{S}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$
- $[X_i]$ concentration molaire de l'ion X_i en $\text{mol}\cdot\text{m}^{-3}$
- σ conductivité de la solution en $\text{S}\cdot\text{m}^{-1}$

La grandeur λ_i appelée conductivité ionique molaire, dépend de l'ion X_i ainsi que de la température de la solution.

Dosages par étalonnage :

- utiliser la spectrophotométrie et la loi de Beer-Lambert si l'espèce à doser est colorée : $A = k \cdot C$

- utiliser la conductimétrie et la loi de Kohlrausch si l'espèce à doser est un composé ionique : $\sigma = k \cdot C$

\Rightarrow Tracer $A = f(C)$ (ou $\sigma = f(C)$) avec des solutions étalons de concentrations connues puis mesurer l'absorbance A (ou la conductivité σ) de la solution inconnue (ou d'une solution diluée de cette même solution). Exploiter la courbe d'étalonnage pour déterminer la concentration.

Dosages par titrage :

Un dosage par **titrage direct** est une technique de dosage mettant en jeu une **réaction chimique**.

La réaction de titrage doit être **quantitative**, c'est-à-dire **totale**, **rapide** et **unique** : $aA + bB \rightarrow cC + dD$

♥ À l'équivalence d'un titrage, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques de l'équation.

$$\frac{n_0(A)}{a} = \frac{n_E(B)}{b} \quad \text{soit} \quad \frac{C_A \cdot V_A}{a} = \frac{C_B \cdot V_{BE}}{b}$$

$n_0(A)$: quantité de A dosée

$n_E(B)$: quantité de B **introduite** à l'équivalence avec la burette

V_{BE} : volume de la solution titrante B versée à l'équivalence

\Rightarrow **suivi pH-métrique** : l'équivalence se détermine avec la méthode des tangentes parallèles ou la méthode de la dérivée (resserrer les ajouts au voisinage de l'équivalence)

\Rightarrow **suivi conductimétrique** : l'équivalence du dosage correspond à l'abscisse du point d'intersection des 2 droites (faire des ajouts tous les mL).

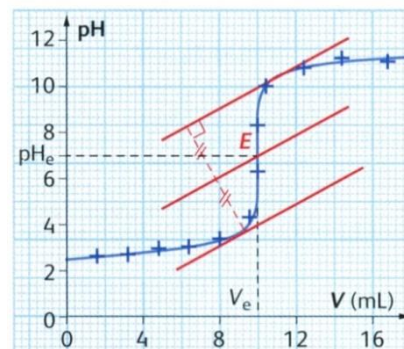
\Rightarrow **colorimétrique** : faire un goutte à goutte lent pour repérer le changement de coloration à la goutte près.

Cas des indicateurs colorés pH-métriques :

La zone de virage de l'indicateur coloré pH-métrique doit être contenue dans le saut de pH.

Solutions usuelles dont il faut connaître les formules :

- solution d'hydroxyde de sodium ou soude : $(\text{Na}^+ + \text{HO}^-)$
- solution d'acide chlorhydrique : $(\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-)$



CHAPITRE 18 : STRATÉGIE DE SYNTHÈSE ET SÉLECTIVITÉ

① La réaction

Le **chauffage à reflux** permet de réaliser une transformation chimique à la température d'ébullition du mélange réactionnel, ce qui la rend plus **rapide**. Par chauffage, on maintient le mélange à ébullition et on condense les vapeurs émises grâce à un réfrigérant. Le liquide résultant retourne ainsi dans le ballon, évitant toute perte de matière.

② L'isolement

L'isolement consiste à séparer au mieux le produit des réactifs n'ayant pas réagi, des produits secondaires, du catalyseur, du solvant et des sous-produits dus à des réactions parasites. **L'isolement conduit au produit brut.**

⇒ **filtration sur Buchner** pour un solide

⇒ sinon **extraction liquide/liquide dans une ampoule à décanter** de l'espèce d'intérêt en utilisant un solvant adapté.

③ La purification

⇒ La **recristallisation** est une méthode de **purification des solides** fondée sur la différence de solubilité du produit et des impuretés dans un solvant : le produit d'intérêt doit être soluble à chaud mais insoluble à froid dans le solvant d'extraction. Les impuretés doivent y être solubles à chaud comme à froid.

⇒ La **distillation** est une méthode de **purification des liquides** fondée sur les différences de température d'ébullition du produit et des impuretés. Le produit le plus volatil distille en premier.

④ Les analyses

Les étapes d'analyse permettent de contrôler la pureté du produit synthétisé et de le caractériser (de l'identifier).

⇒ solides : mesure de la **température de fusion** : banc Kofler.

⇒ liquides : mesure de l'**indice de réfraction** à l'aide d'un réfractomètre ou mesure de la **température d'ébullition**.

⇒ liquides et les solides : **spectroscopie IR** ou de **RMN, chromatographies** (CCM).

⑤ Calcul du rendement

$$\rho = \frac{\text{quantité obtenue expérimentalement}}{\text{quantité théorique maximale (x = x}_{\text{max}})}$$

♥ Un réactif est **chimiosélectif** s'il ne réagit qu'avec **une seule fonction** d'une molécule **polyfonctionnelle**.

Lorsqu'aucun réactif chimiosélectif n'est disponible, une stratégie de protection de fonction doit être mise en place : celle-ci fait appel aux groupements protecteurs.

♥ **Un groupe protecteur permet de bloquer temporairement la réactivité de l'une des fonctions du composé polyfonctionnel en le transformant en une autre fonction qui ne va pas réagir lors de la transformation.** 3 étapes sont alors nécessaires :

- ① protection du groupe à protéger
- ② réaction
- ③ déprotection

CHAPITRE 19 : TRANSMETTRE & STOCKER DE L'INFORMATION

Comment les informations sont-elles transmises ?

Une **propagation** d'un signal est **libre** quand le signal peut se propager librement suivant toutes les directions de l'espace : une information peut être transmise dans l'air en utilisant une **onde électromagnétique** de fréquence élevée comme support.

La **propagation** est **guidée** quand le signal est contraint de se déplacer dans un espace limité : **câbles** et **fibres optiques**.

Lors de sa propagation, tout signal est **atténué**. **L'atténuation ou l'affaiblissement A** d'un signal est lié au rapport P_E / P_S .

On utilise une échelle logarithmique pour le mesurer : ♥ $A = 10 \log \left(\frac{P_E}{P_S} \right)$ A s'exprime en dB avec $\begin{cases} P_E : \text{puissance du signal à l'entrée} \\ P_S : \text{puissance du signal à la sortie} \end{cases}$

L'atténuation A d'un signal se propageant dans un câble ou une fibre dépend de **la longueur L** de celui-ci : ♥ $\alpha = \frac{A}{L}$ (α en dB.m⁻¹)

Les images numériques

Un bit est la plus **petite unité d'information numérique**, il ne peut prendre que deux valeurs : **0** ou **1**. Un **octet** = **8bits** ↔ 2^8 valeurs.

Une image numérique est composée de **pixels**, eux-mêmes divisés en **trois sous-pixels**.

En codage "RVB 24 bits" ou 3 octets, chaque sous-pixel peut prendre 256 nuances ⇒ de 0 (sous pixel éteint) à 255 (intensité maximale).

On a donc pour un pixel $256 \times 256 \times 256$ couleurs, soit environ 16 millions de couleurs. Une image numérique est codée par un **tableau de nombres**.

Rappels synthèse additive : ♥ **R+V=Jaune** **R+B=Magenta** **B+V=Cyan** **R+B+V=Blanc**

Définition d'une image = **nombre de pixels la composant** (ex : écran TV de définition 1280×720)

Résolution d'une image = **nombre de pixels par unité de longueur** (ex : résolution d'impression de 300ppp = 300 pixels par pouce)

Qu'est-ce qu'un signal numérique ?

♥ Un signal **analogique** varie de façon **continue** au cours du temps, tandis qu'un signal **numérique** varie de façon **discontinue, par paliers**.

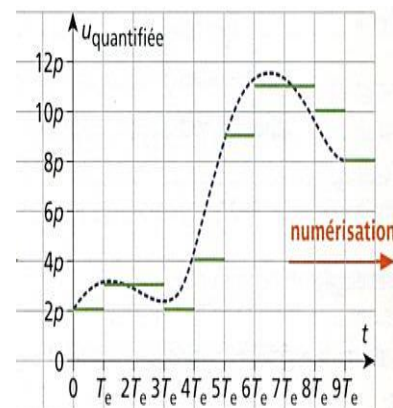
La numérisation d'un signal (Conversion Analogique Numérique) s'effectue en deux étapes successives : **l'échantillonnage** et **la quantification**.

♥ **L'échantillonnage** consiste à "**découper**" le signal électrique analogique à **intervalle de temps régulier T_e (s)**, appelé **période d'échantillonnage**. **La période d'échantillonnage doit être suffisamment petite devant la période du signal analogique à échantillonner.**

La fréquence d'échantillonnage f_e (Hz), définie par $f_e = 1 / T_e$ correspond au nombre de points retenus par seconde sur le signal analogique.

♥ **La quantification** consiste à associer à chaque valeur de tension retenue après échantillonnage un nombre binaire constitué de 0 et de 1. La plus petite variation de tension analogique que peut repérer un convertisseur est appelé le **pas p du convertisseur**.

♥ **Le débit binaire D** est le nombre de bits transmis par unité de temps d'une source vers un destinataire. Il s'exprime en **bit.s⁻¹**.



Comment stocker et lire des données sur un disque optique ?

Les variations d'intensité de la lumière sont le résultat de la **réflexion** du faisceau laser sur un creux ou un plat et des **interférences destructives entre les faisceaux réfléchis par un creux et par un plat**. Le "1" correspond au **passage** d'un plat à un creux ou réciproquement.

La capacité de stockage d'un disque optique est limitée par le phénomène de diffraction. **En diminuant la longueur d'onde du laser, et donc la dimension de la tache de diffraction, on parvient à stocker davantage d'informations.**