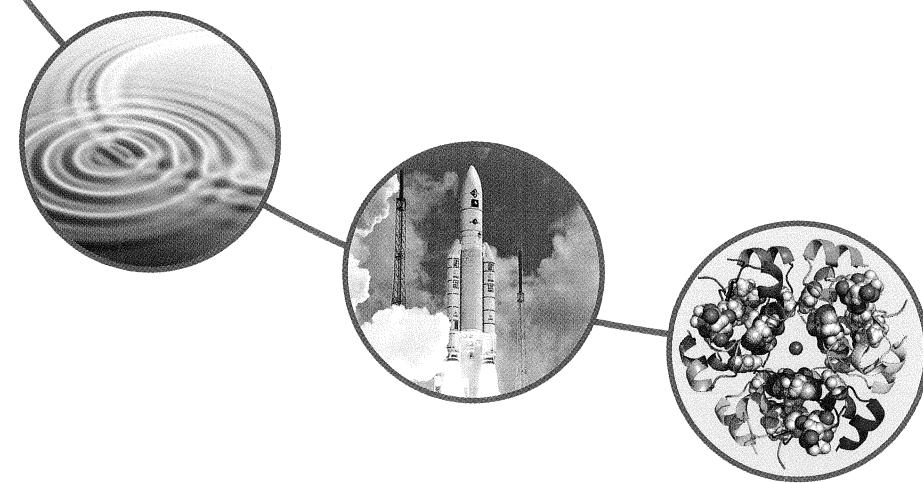


Nouveau programme

Physique Chimie

Enseignement spécifique



hachette
ÉDUCATION
Les enseignants sont nos auteurs

Les notions vues au Collège, en Seconde et en Première S

Phénomène périodique, période et fréquence

► Un **phénomène périodique** se reproduit identique à lui-même à intervalles de temps égaux.

► La **période** T est la plus petite durée au bout de laquelle un phénomène périodique se répète.

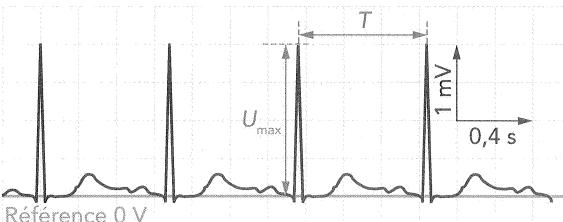
► La **fréquence** f est le nombre de répétitions d'un phénomène périodique par unité de temps.

La fréquence et la période sont liées par la relation $f = \frac{1}{T}$, avec T en seconde (s) et f en hertz (Hz).

► La **tension maximale** U_{\max} d'un signal est l'écart entre la valeur maximale de ce signal et la valeur référence.

U_{\max} s'exprime en volt (V).

► Un oscilloscope ou un système d'acquisition permet de visualiser l'évolution d'une tension au cours du temps.



Sur l'exemple ci-dessus :

$$U_{\max} = 2,0 \text{ div} \times 1 \text{ mV/div} = 2,0 \text{ mV}$$

$$\text{et } T = 1,7 \text{ div} \times 0,40 \text{ s/div} = 0,68 \text{ s},$$

$$\text{soit } f = \frac{1}{0,68} = 1,5 \text{ Hz.}$$

Ondes sonores et ultrasonores

► Les ondes sonores et ultrasonores ont besoin d'un **milieu matériel** pour se propager.

Dans l'air, elles se propagent à une vitesse dont la valeur est de l'ordre de $340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

► Les sons audibles ont des fréquences comprises entre 20 Hz et 20 kHz environ. Ils sont limités par les **infrasons** ($f < 20 \text{ Hz}$) et par les **ultrasons** ($f > 20 \text{ kHz}$).

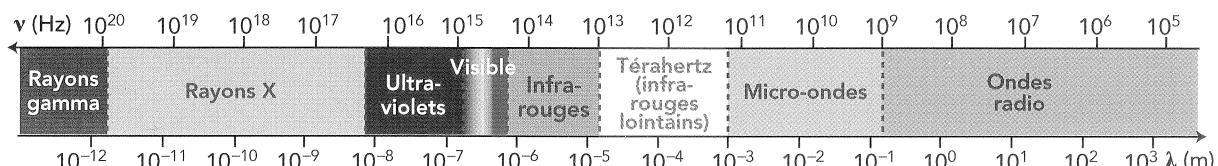
Lumière et ondes électromagnétiques

► Le **spectre des ondes électromagnétiques** est découpé en divers domaines.

► Une **radiation lumineuse** est caractérisée par sa fréquence ou par sa longueur d'onde dans le vide.

La fréquence d'une onde électromagnétique est souvent notée v (nu).

► La longueur d'onde dans le vide λ et la fréquence v d'une onde électromagnétique sont liées par la relation $\lambda = \frac{c}{v}$. λ s'exprime en mètre (m) et v en hertz (Hz); c est la vitesse de la lumière dans le vide : $c \approx 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

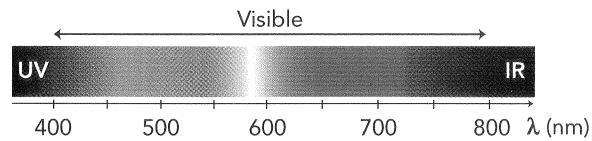


► Longueurs d'onde dans le vide et fréquences des radiations visibles ou invisibles.

► La lumière émise par un laser est **monochromatique**, elle ne contient qu'une radiation.

La lumière émise par une source chaude comme une lampe à incandescence est **polychromatique**, elle contient plusieurs radiations.

► Dans le vide ou dans l'air, les radiations visibles ont des longueurs d'onde comprises entre 400 nm et 800 nm environ. Elles sont limitées par les **ultraviolets** ($\lambda < 400 \text{ nm}$) et par les **infrarouges** ($\lambda > 800 \text{ nm}$).



► Longueurs d'onde dans le vide et dans l'air des radiations visibles.

► L'énergie de la lumière est transportée par des **photons**. Dans une radiation de longueur d'onde dans le vide λ , chaque photon transporte un **quantum d'énergie** $E = h \cdot v = \frac{h \cdot c}{\lambda}$.

E s'exprime en joule (J), λ en mètre (m) et v en hertz (Hz); h est la constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$.

Particules élémentaires

► Tout édifice est constitué d'atomes, de molécules ou d'ions.

Ces entités sont elles-mêmes formées à partir de particules plus petites, dites élémentaires.

Particule	Localisation dans l'atome	Charge	Masse
Proton	Dans le noyau des atomes.	$+e = +1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$	$1,673 \times 10^{-27} \text{ kg}$, soit environ 10^{-27} kg
Neutron	Dans le noyau des atomes.	0	$1,675 \times 10^{-27} \text{ kg}$, soit environ 10^{-27} kg
Électron	Dans l'atome, autour du noyau.	$-e = -1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$	$9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$, soit environ 10^{-30} kg négligeable par rapport à celle d'un nucléon.

► La charge élémentaire est notée e et vaut $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$.

La charge électrique q d'un noyau atomique, d'un ion ou d'un objet chargé peut s'exprimer en fonction de la charge élémentaire e : $q = n \cdot e$, avec n un nombre entier.

Radioactivité et réactions nucléaires

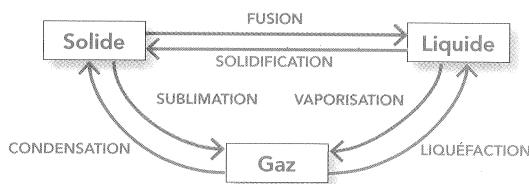
► Lors d'une désintégration radioactive, un noyau père se désintègre spontanément en émettant un noyau fils, une particule et des rayonnements gamma (γ).

► L'activité d'un échantillon radioactif est le nombre de noyaux qui se désintègrent par seconde. Elle s'exprime en becquerel (Bq) : $1 \text{ Bq} = 1 \text{ désintégration} \cdot \text{s}^{-1}$.

Transformations physiques

► Un corps pur peut exister sous trois états physiques : **solide, liquide et gazeux**.

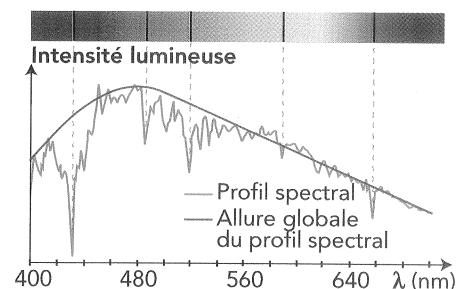
► Le passage d'un état physique à un autre, ou **changement d'état**, est une **transformation physique**.



Spectre et profil spectral de la lumière venant d'une étoile

► Le spectre de la lumière venant d'une étoile comporte des raies noires qui correspondent à des **minima d'intensité lumineuse** sur le profil spectral de cette étoile. Les radiations correspondantes sont absorbées lors de leur parcours entre l'étoile et la Terre.

► L'étude du spectre ou du profil spectral de la lumière d'une étoile permet d'identifier des entités chimiques de son atmosphère à partir des longueurs d'onde dans le vide des radiations absorbées qui sont caractéristiques de chaque entité.



► Spectre et profil spectral de la lumière venant d'une étoile.

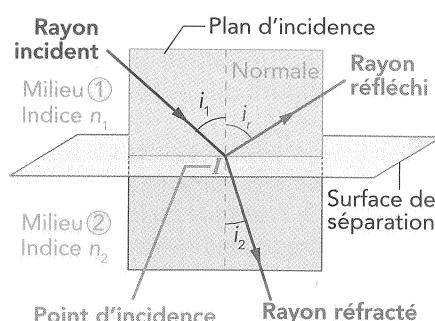
Réflexion et réfraction

► La lumière peut être réfléchie lorsqu'elle rencontre un obstacle : c'est le **phénomène de réflexion**.

Le rayon incident et le rayon réfléchi appartiennent au **plan d'incidence**. Les directions des rayons sont telles que $i_1 = i_r$.

► La lumière peut être déviée lorsqu'elle change de milieu de propagation : c'est le **phénomène de réfraction**.

Le rayon incident et le rayon réfracté appartiennent au **plan d'incidence**. Les directions des rayons sont telles que $n_1 \cdot \sin i_1 = n_2 \cdot \sin i_2$. n_1 et n_2 sont respectivement les indices de réfraction des milieux ① et ②.

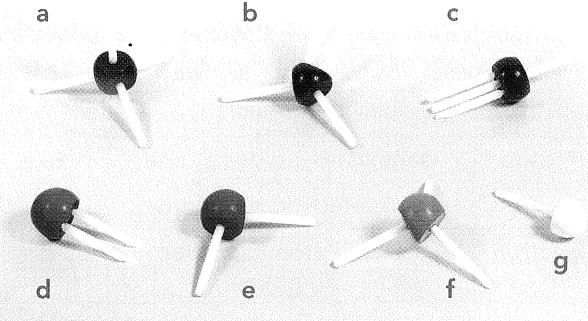


Révisions

Carbone, oxygène, azote et hydrogène

► Dans les composés organiques, pour satisfaire la **règle de l'octet** :

- chaque atome de **carbone** participe à quatre liaisons covalentes; il peut être **tétragonal** (a), **trigonal** (b) ou **diagonal** (c);
- chaque atome d'**oxygène** participe à deux liaisons covalentes en s'engageant dans **une liaison double** (d) ou **deux liaisons simples** (e);
- chaque atome d'**azote** participe à trois liaisons covalentes (f).



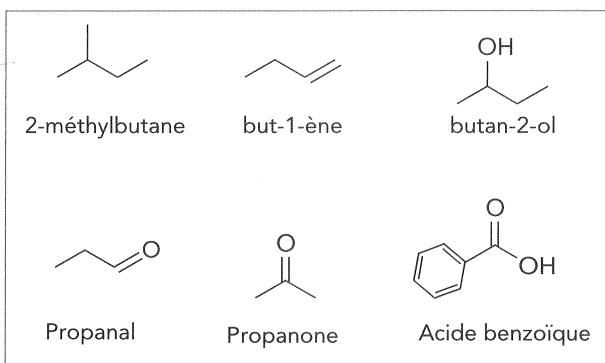
► Pour satisfaire la **règle du duet**, un atome d'**hydrogène** participe à une liaison covalente (g).

Écriture topologique des molécules

► La **chaîne carbonée** disposée en zig-zag est représentée par une ligne brisée portant éventuellement des ramifications.

► Par convention, un atome de carbone se trouve à chaque sommet de cette ligne brisée et porte autant d'atomes d'**hydrogène** que nécessaire pour respecter la règle de l'octet.

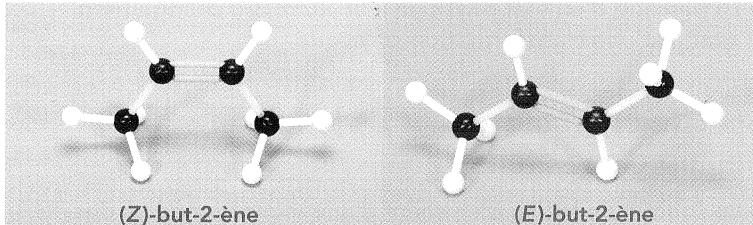
► Les atomes, autres que C et H, sont figurés par leur symbole, ainsi que les atomes d'**hydrogène** qu'ils portent.



Isomérie Z/E, liaisons conjuguées, couleur

► Un composé de formule $\text{HAC}=\text{CBH}$, où A et B ne sont pas des atomes d'**hydrogène**, présente **deux isomères** notés **Z** et **E**.

► Des **doubles liaisons** séparées par une seule liaison simple sont dites **conjuguées**. Les molécules d'espèces organiques colorées présentent souvent de nombreuses liaisons conjuguées.



► La couleur d'une solution résulte de la superposition des radiations non absorbées de la lumière blanche.

Alcools, aldéhydes, cétones et acides carboxyliques, liaison hydrogène

► Un **alcool** est un composé oxygéné qui contient un **groupe hydroxyle** $-\text{OH}$ lié à un atome de carbone tétragonal.

► Les **aldéhydes** et les **cétones** sont des composés oxygénés qui contiennent le **groupe carbonyle** $\text{C}=\text{O}$ directement lié à des atomes de carbone ou d'**hydrogène**. C'est un aldéhyde, si l'atome de carbone est lié à au moins un atome d'**hydrogène**; c'est une cétonne dans le cas contraire.



► Un **acide carboxylique** est un composé oxygéné qui contient le **groupe carboxyle** $-\text{C}-\text{OH}$

La **nomenclature** des alcanes, des alcools, des aldéhydes, des cétones et des acides carboxyliques est rappelée dans le **rabat V**.

► Une **liaison hydrogène** se forme lorsqu'un atome d'**hydrogène** lié à un atome A, très électronégatif, interagit avec un atome B, lui aussi très électronégatif et porteur d'un doublet non liant. A et B peuvent être le fluor F, l'**oxygène** O, l'**azote** N ou le chlore Cl. Les molécules d'**alcools** et d'**acides carboxyliques** peuvent participer à des liaisons hydrogène.

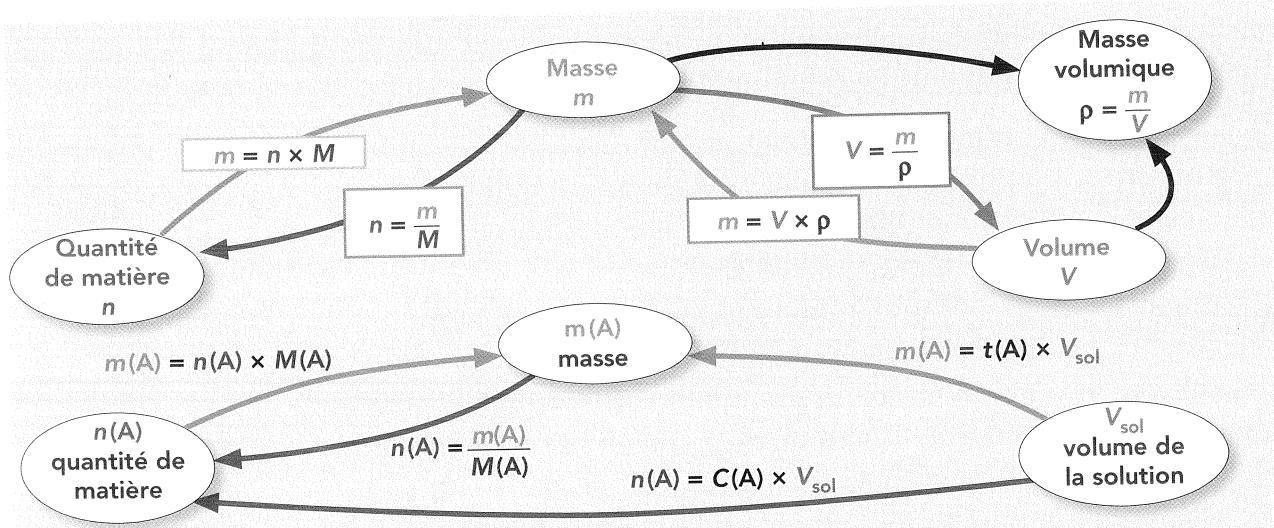
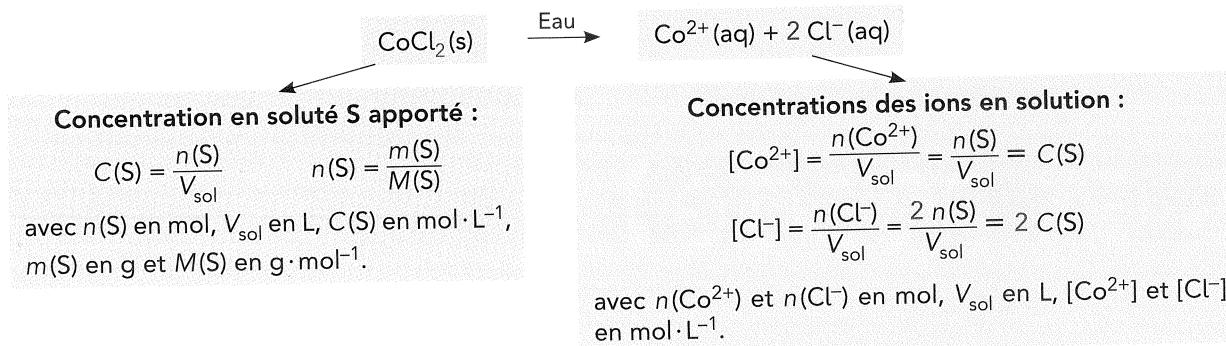
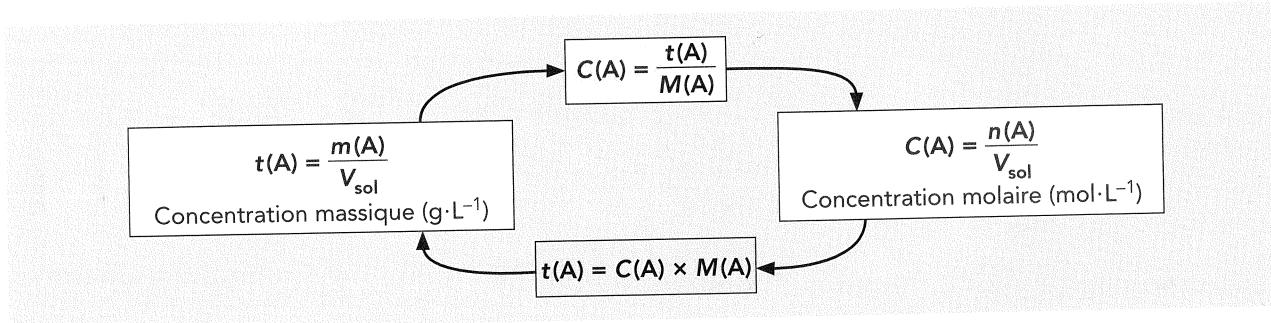
Rendement d'une synthèse

► Le **rendement** d'une synthèse, noté ρ , est égal au quotient de la quantité de produit obtenu, n_{exp} , par la quantité maximale de produit attendu, n_{max} :
$$\rho = \frac{n_{\text{exp}}}{n_{\text{max}}}.$$

Les notions vues au Collège, en Seconde et en Première S

Solution, quantité de matière, concentration

- La dissolution complète d'un **soluté** dans un liquide, appelé **solvant**, donne un mélange homogène appelé **solution**. Si le solvant est l'**eau**, on obtient une **solution aqueuse**.
- Pour préparer une solution de concentration déterminée, on peut soit **dissoudre un solide**, soit **diluer une solution-mère** (voir **fiches n°s 8 et 9**, p. 591 et 592).
- La **concentration massique** (ou teneur massique) $t(A)$ d'une espèce chimique A est la masse de cette espèce chimique dissoute dans un litre de solution. La **concentration molaire** $C(A)$ d'une espèce chimique A est la quantité de cette espèce chimique A dissoute dans un litre de solution.



Électronégativité, polarité d'une liaison

L'**électronégativité** de l'atome A traduit son aptitude à attirer vers lui le doublet d'électrons qui le lie à l'atome B dans une liaison covalente.

Une liaison entre deux atomes A et B est **polarisée** si ces deux atomes ont des électronégativités différentes.

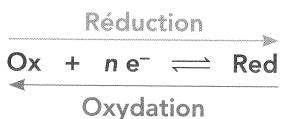
Évolution d'un système chimique – Tableau d'avancement

► L'évolution d'un système chimique est décrit depuis son état initial, par l'avancement, noté x et exprimé en mol. Le tableau d'avancement d'un système chimique se présente sous la forme suivante :

Équation chimique		2 Al(s)	+	6 H ⁺ (aq)	→	2 Al ³⁺ (aq)	+	3 H ₂ (g)
État du système	Avancement (mol)	$n(\text{Al})$		$n(\text{H}^+)$		$n(\text{Al}^{3+})$		$n(\text{H}_2)$
État initial	$x = 0$	$n_0(\text{Al})$		$n_0(\text{H}^+)$		0		0
État intermédiaire	x	$n_0(\text{Al}) - 2x$		$n_0(\text{H}^+) - 6x$		$+ 2x$		$+ 3x$
État final	x_{max}	$n_0(\text{Al}) - 2x_{\text{max}}$		$n_0(\text{H}^+) - 6x_{\text{max}}$		$+ 2x_{\text{max}}$		$+ 3x_{\text{max}}$

Réaction d'oxydoréduction

- Un **réducteur** est une espèce chimique capable de céder un ou plusieurs électrons.
- Un **oxydant** est une espèce chimique capable de capter un ou plusieurs électrons. Deux espèces Ox et Red sont appelées **conjuguées** et forment un **couple oxydant/réducteur**, noté Ox/Red, si elles peuvent être reliées par une demi-équation d'oxydoréduction :



Établir une demi-équation redox

1. Débuter l'écriture de la demi-équation redox par l'oxydant qui doit gagner un ou plusieurs électrons pour être réduit en son réducteur conjugué : $\text{Ox} + n \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Red}$
2. Assurer, ou vérifier, la conservation des éléments autres que hydrogène et oxygène.
3. Assurer la conservation de l'élément oxygène avec des molécules d'eau H₂O (molécules constituant le solvant) : H₂O (ℓ).
4. Assurer la conservation de l'élément hydrogène avec des ions hydrogène H⁺(aq).
5. Assurer la conservation de la charge avec des électrons.

Étude d'un mouvement

Dans un référentiel donné, le système étudié est un point mobile noté M :

- la trajectoire de M est l'ensemble des positions occupées par M au cours de son mouvement;
- la valeur moyenne v de la vitesse de M est le rapport de la distance parcourue d par la durée Δt du parcours :

$$v = \frac{d}{\Delta t};$$

- les caractéristiques du mouvement de M dépendent de la forme de sa trajectoire et de l'évolution de sa vitesse.

Modélisation d'une action mécanique

- Les actions mécaniques exercées sur un système sont toutes les **actions** exercées par l'extérieur sur le système. Elles peuvent être **de contact** ou **à distance**.
- Une action mécanique peut être modélisée par une force caractérisée par **une direction, un sens, une valeur** qui s'exprime en newton (N). Sur un schéma, une **force** est représentée par un **vecteur**.
- Le **point d'application** d'une force est le point où l'on considère que s'exerce la force.

Principe d'inertie

- Un corps est **immobile** ou en **mouvement rectiligne uniforme** si, et seulement si, les forces qui s'exercent sur lui se compensent (corps pseudo-isolé), ou s'il n'est soumis à aucune force (corps isolé). Ce principe ne s'applique que dans certains référentiels, appelés galiléens (voir p. 140).
- Le mouvement d'un système est modifié lorsque les forces qui s'exercent sur lui ne se compensent pas.

Révisions

Interaction gravitationnelle

- Deux corps A et B, de masses m_A et m_B uniformément réparties autour de leurs centres séparés d'une distance d , exercent l'un sur l'autre des forces **d'attraction gravitationnelle** dont la valeur est donnée par la relation ci-contre.

$$F_{A/B} = F_{B/A} = G \frac{m_A \cdot m_B}{d^2}$$

F en newton (N) m_A et m_B en kilogramme (kg)
 d en mètre (m)
 $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$
 (constante universelle de gravitation)

Champs et forces

- Un corps de masse m placé dans une région de l'espace où règne un champ de pesanteur \vec{g} est soumis à une force $\vec{P} = m \cdot \vec{g}$ appelée le **poids**.
- Une particule de charge q placée dans une région de l'espace où règne un champ électrostatique \vec{E} est soumise à une force $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$.

Énergies

- L'énergie cinétique \mathcal{E}_c d'un solide en translation est l'énergie qu'il possède du fait de son mouvement. Elle est définie par la relation ci-contre.

$$\mathcal{E}_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

joule (J) kilogramme (kg) v en mètre par seconde ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

- L'énergie potentielle de pesanteur \mathcal{E}_p d'un solide est l'énergie qu'il possède du fait de sa position par rapport à la référence choisie ($\mathcal{E}_{p_0} = 0$ quand $z = 0$), l'axe vertical (Oz) étant orienté vers le haut. Elle est définie par la relation ci-contre.

$$\mathcal{E}_p = m \cdot g \cdot z$$

joule (J) kilogramme (kg) mètre (m)
 $g \approx 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$ (intensité de la pesanteur à la surface de la Terre)

- L'énergie mécanique \mathcal{E}_m d'un solide est $\mathcal{E}_m = \mathcal{E}_c + \mathcal{E}_p$.

- L'énergie d'un système isolé se conserve : elle peut être transférée d'une partie du système à un autre et/ou transformée d'une forme en une autre.
- Entre des corps en contact à des températures différentes, il y a échange d'énergie par transfert thermique.

Puissance et énergie

- L'énergie \mathcal{E} consommée ou produite par un appareil de puissance \mathcal{P} est liée à sa durée de fonctionnement Δt par la relation ci-contre.

$$\mathcal{E} = \mathcal{P} \cdot \Delta t$$

joule (J) kilowatt-heure ($\text{kW} \cdot \text{h}$) watt (W)
 kilowatt (kW) seconde (s)
 heure (h)

Onde électromagnétique et énergie

- L'énergie de la lumière est transportée par des **photons**. Dans une radiation de fréquence v de longueur d'onde dans le vide λ , chaque photon transporte un quantum d'énergie \mathcal{E} défini par la relation ci-contre.

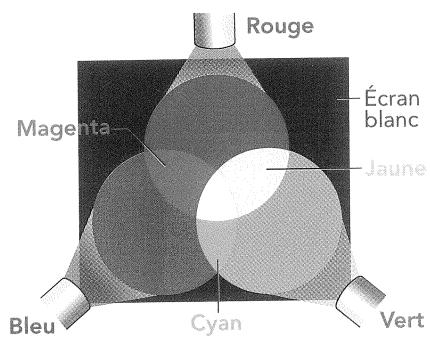
$$\mathcal{E} = h \cdot v = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

joule (J) hertz (Hz) mètre (m)
 $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
 (constante de Planck)
 $c \approx 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
 (valeur de la vitesse de la lumière dans le vide)

Les notions vues au Collège, en Seconde et en Première S

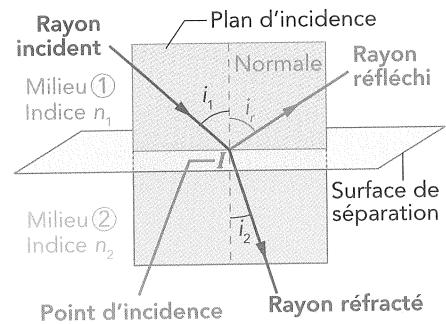
Synthèse additive de lumières colorées

- La synthèse additive est la superposition de lumières colorées. Le rouge, le vert et le bleu sont les **couleurs primaires** de la synthèse additive.
- Sur un écran plat, les couleurs de chaque pixel sont restituées par synthèse additive.



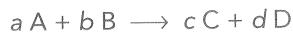
Réflexion et réfraction

- La lumière peut être réfléchie lorsqu'elle rencontre un obstacle, c'est le **phénomène de réflexion**. Le rayon incident et le rayon réfléchi appartiennent au plan d'incidence. Les directions des rayons sont telles que $i_1 = i_r$.
- La lumière peut être déviée lorsqu'elle change de milieu de propagation, c'est le **phénomène de réfraction**. Le rayon incident et le rayon réfracté appartiennent au plan d'incidence. Les directions des rayons sont telles que $n_1 \cdot \sin i_1 = n_2 \cdot \sin i_2$. n_1 et n_2 sont respectivement les indices de réfraction des milieux ① et ②.



Mélange stœchiométrique

- Un mélange est stœchiométrique si les quantités initiales des réactifs sont dans les proportions des nombres stœchiométriques des réactifs.
- Ainsi pour la réaction d'équation :



Un mélange initial tel que

$$\frac{n_0(A)}{a} = \frac{n_0(B)}{b}$$

est stœchiométrique.

Dissolution des composés ioniques ou moléculaires dans un solvant

- Un **composé ionique** est généralement **soluble** dans un **solvant polaire**, tel que l'eau, et quasiment **insoluble** dans un **solvant apolaire**.
- Généralement, un **composé polaire** est soluble dans un solvant polaire et un **composé apolaire** l'est dans un solvant apolaire.
- Des **interactions de Van der Waals**, auxquelles peuvent s'ajouter des **liaisons hydrogène**, sont à l'origine de la dissolution d'un composé moléculaire dans un solvant.

Voir aussi :

- Phénomène périodique, période et fréquence, p. 16.
- Lumière et ondes électromagnétiques, p 16.
- Rendement d'une synthèse, p. 18.
- Solution, quantité de matière, concentration, p. 126.

Utilisation des produits chimiques : consignes de sécurité

Le système européen de classification et d'étiquetage des produits chimiques, basé sur le Système Général Harmonisé (SGH), est entré en vigueur en décembre 2010.

L'étiquette du produit doit obligatoirement porter les indications suivantes :

- un ou plusieurs pictogrammes SGH de DANGER choisi(s) parmi les 9 pictogrammes du tableau ci-contre;
 - une mention d'avertissement en rouge :
- ATTENTION** pour les produits les moins agressifs et **DANGER** pour les produits les plus agressifs;
- une ou plusieurs mention(s) de danger. Chaque phrase correspond à un code formé par la lettre H suivie de 3 chiffres.

L'étiquette peut comporter aussi une mention additionnelle de danger dont le code est EUH suivi de 3 chiffres;

- un ou plusieurs conseil(s) de prudence pour manipuler le produit en toute sécurité. Chaque conseil correspond à un code formé par la lettre P suivie de 3 chiffres.

Exemples de mentions de danger :

H224 : Liquides et vapeurs extrêmement inflammables.

H302 : Nocif en cas d'ingestion.

H304 : Peut être mortel en cas d'ingestion et de pénétration dans les voies respiratoires.

H315 : Provoque une irritation cutanée.

H319 : Provoque une sévère irritation des yeux.

H336 : Peut provoquer somnolence et vertiges.

H350 : Peut provoquer le cancer.

H373 : Risque présumé d'effets graves pour les organes.

H410 : Très毒ique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme.

EUH014 : Réagit violemment au contact de l'eau.

EUH031 : Au contact d'un acide, dégage un gaz毒ique.

EUH059 : Dangereux pour la couche d'ozone.

Exemples de conseils de prudence :

P102 : Tenir hors de portée des enfants.

P210 : Tenir à l'écart de la chaleur / des étincelles / des flammes nues / des surfaces chaudes. Ne pas fumer.

P262 : Éviter tout contact avec les yeux, la peau ou les vêtements.

P273 : Éviter le rejet dans l'environnement.

P280 : Porter des gants de protection / des vêtements de protection / un équipement de protection des yeux / du visage.

P310 : Appeler immédiatement un CENTRE ANTIPOISON ou un médecin.

P351 : Rincer avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes.

P403 : Stocker dans un endroit bien ventilé.

@ Liste complète sur le site de l'UNECE annexe 3 :
http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/rev02/02files_f.html

SGH01	SGH02
DANGER D'EXPLOSION	DANGER D'INCENDIE
SGH03	SGH04
PRODUITS COMBURANTS	GAZ SOUS PRESSION
SGH05	SGH06
DANGER DE CORROSION	DANGER DE TOXICITÉ AIGUÈ
SGH07	SGH08
DANGER SUR LA SANTÉ	DANGER POUR LA SANTÉ
SGH09	
DANGER POUR L'ENVIRONNEMENT	



	MATIÈRES EXPLOSIVES (E)	Jusqu'en juin 2015, l'ancien système de classification et d'étiquetage des produits est toléré. Cet étiquetage associe un ou plusieurs pictogrammes avec des phrases de risque (notées R) et des conseils de sécurité (notés S).		
	MATIÈRES INFLAMMABLES (F)		MATIÈRES CORROSIVES (C)	
	MATIÈRES COMBURANTES (O)		DANGEREUX POUR LA SANTÉ (X)	

Grandeurs physiques et chimiques et leurs unités

Grandeur et son symbole	Unité et son symbole	Grandeur et son symbole	Unité et son symbole
longueur (ℓ)	mètre (m)	masse (m)	kilogramme (kg) ou gramme (g)
temps (t)	seconde (s)	volume (V)	mètre cube (m^3) ou litre (L)
vitesse (v)	mètre par seconde ($m \cdot s^{-1}$)	masse volumique (ρ)	kilogramme par mètre cube ($kg \cdot m^{-3}$) ou gramme par millilitre ($g \cdot mL^{-1}$)
fréquence (f)	hertz (Hz)	quantité de matière (n)	mole (mol)
force (F)	newton (N)	masse molaire (M)	kilogramme par mole ($kg \cdot mol^{-1}$) ou gramme par mole ($g \cdot mol^{-1}$)
pression (P)	pascal (Pa)	densité (d)	Pas d'unité
charge électrique (q)	coulomb (C)	concentration ou teneur massique de A ($t(A)$)	kilogramme par mètre cube ($kg \cdot m^{-3}$) ou gramme par litre ($g \cdot L^{-1}$)
température (θ ou T)	degré Celsius ($^\circ C$) ou kelvin (K)	concentration molaire de A ($C(A)$)	mole par mètre cube ($mol \cdot m^{-3}$) ou mole par litre ($mol \cdot L^{-1}$)

En rouge, les unités du système international (unités S.I.).
En bleu, les unités généralement utilisées au laboratoire.

Constantes fondamentales

Grandeur	Symbol	Valeur approchée
Vitesse de la lumière dans le vide et dans l'air	c	$3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
Constante universelle de gravitation	G	$6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$
Constante d'Avogadro	N_A	$6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Charge élémentaire	e	$1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$
Masse de l'électron	m_e	$9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Masse du proton	m_p	$1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Masse du neutron	m_n	$1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$

Puissances de dix et conversions d'unités

10^n	10^{-15}	10^{-12}	10^{-9}	10^{-6}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	10	10^2	10^3	10^6	10^9	10^{12}	10^{15}
Abréviation	f	p	n	μ	m	c	d	da	h	k	M	G	T	P
Préfixe	femto	pico	nano	micro	milli	centi	déci	déca	hecto	kilo	méga	giga	tera	péta

$$89,5 \mu\text{L} = 89,5 \times 10^{-6} \text{ L} = 89,5 \times 10^{-3} \text{ mL}$$

$$3,47 \text{ L} = 3,47 \times 10^3 \text{ mL} = 3,47 \times 10^6 \mu\text{L}$$

$$15,2 \text{ pm} = 15,2 \times 10^{-12} \text{ m} = 15,2 \times 10^{-9} \text{ mm}$$

$$6,3 \text{ MHz} = 6,3 \times 10^6 \text{ Hz} = 6,3 \times 10^3 \text{ kHz.}$$

Classification périodique

2. Numéro de la colonne

Masse molaire atomique en g·mol⁻¹ →

Be
Béryllium

9,0
2,2
Numéro atomique →

Symbol* →

Électronégativité →

Nom →

* La couleur du symbole indique l'état physique du corps pur simple à 25°C et 1,013 bar ou l'origine synthétique.

H
Hydrogène
Lithium
Béryllium

1
2

18

He
Hélium

2

Symbol* →

Électronégativité →

Nom →

Argon

39,9

Fluor

Oxygène

Soufre

Chlore

Krypton

Brome

Iode

Xénon

Rodon

Atome

Poliom

Radon

231,0

Lutetium

Ytterbium

Europium

Terbium

Dysprosium

Holmium

Thulium

Yttrium

Praseodyme

Cézium

Francium

Thorium

Protactinium

Curium

Berkélium

Einsteinium

Fermium

Lawrencium

140,1

Américium

Neptunium

Uranium

Plutonium

Thorium

Protactinium

Curium

Berkélium

Einsteinium

Fermium

Lawrencium

140,9

Américium

Neptunium

Uranium

Plutonium

Thorium

Protactinium

Curium

Berkélium

Einsteinium

Fermium

Lawrencium

144,2

Américium

Neptunium

Uranium

Plutonium

Thorium

Protactinium

Curium

Berkélium

Einsteinium

Fermium

Lawrencium

145

Américium

Neptunium

Uranium

Plutonium

Thorium

Protactinium

Curium

Berkélium

Einsteinium

Fermium

Lawrencium

150,4

Américium

Neptunium

Uranium

Plutonium

Thorium

Protactinium

Curium

Berkélium

Einsteinium

Fermium

Lawrencium

152,0

Américium

Neptunium

Uranium

Plutonium

Thorium

Protactinium

Curium

Berkélium

Einsteinium

Fermium

Lawrencium

158,9

Américium

Neptunium

Uranium

Plutonium

Thorium

Protactinium

Curium

Berkélium

Einsteinium

Fermium

Lawrencium

164,9

Américium

Neptunium

Uranium

Plutonium

Thorium

Protactinium

Curium

Berkélium

Einsteinium

Fermium

Lawrencium

167,3

Américium

Neptunium

Uranium

Plutonium

Thorium

Protactinium

Curium

Berkélium

Einsteinium

Fermium

Lawrencium

169

Américium

Neptunium

Uranium

Plutonium

Thorium

Protactinium

Curium

Berkélium

Einsteinium

Fermium

Lawrencium

173,0

Américium

Neptunium

Uranium

Plutonium

Thorium

Protactinium

Curium

Berkélium

Einsteinium

Fermium

Lawrencium

175,0

Américium

Neptunium

Uranium

Plutonium

Thorium

Protactinium

Curium

Berkélium

Einsteinium

Fermium

Lawrencium

176,9

Américium

Neptunium

Uranium

Plutonium

Thorium

Protactinium

Curium

Berkélium

Einsteinium

Fermium

Lawrencium

177,0

Américium

Neptunium

Uranium

Plutonium

Thorium

Protactinium

Curium

Berkélium

Einsteinium

Fermium

Lawrencium

178,9

Américium

Neptunium

Uranium

Plutonium

Thorium

Protactinium

Curium

Berkélium

Einsteinium

Fermium

Lawrencium

179,9

Américium

Neptunium

Uranium

Plutonium

Thorium

Protactinium

Curium

Berkélium

Einsteinium

Fermium

Lawrencium

180,9

Américium

Neptunium

Uranium

Plutonium

Thorium

Protactinium

Curium

Berkélium

Einsteinium

Fermium

Lawrencium

181,9

Américium

Neptunium

Uranium

Plutonium

Thorium

Protactinium

Curium

Berkélium

Einsteinium

Fermium

Lawrencium

182,9

Américium

Neptunium

Uranium

Plutonium

Thorium

Protactinium

Curium

Berkélium

Einsteinium

Fermium

Lawrencium

183,9

Américium

Neptunium

Uranium

Plutonium

Thorium

Protactinium

Curium

Berkélium

Einsteinium

Fermium

Lawrencium