

Lois de Newton

Vecteurs vitesse et accélération d’un point M :

$$\vec{v} = \frac{d\vec{OM}}{dt}$$

et

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

Première loi de Newton

Dans un référentiel galiléen, le centre de masse d’un système qui n’est soumis à aucune force extérieure est soit immobile, soit animé d’un mouvement de translation rectiligne uniforme.

Deuxième loi de Newton

Dans un référentiel galiléen, pour un système de masse m dont le centre de masse a pour accélération $\vec{a}$, soumis à une somme de forces extérieures $\Sigma \vec{F}_{\text{ext}}$:

$$\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = m\vec{a}$$

Mouvement dans un champ uniforme

Le mouvement d’un système dans un champ uniforme est *parabolique* ou *rectiligne*.

Énergie potentielle d’un système de masse m et d’altitude z dans un champ de pesanteur d’intensité g	$E_{pp} = m.g.z$
Énergie potentielle électrique d’une particule de charge q dans un potentiel électrique V	$E_{pe} = q.V$
Énergie cinétique d’un système de masse m et de vitesse v	$E_c = \frac{1}{2}.m.v^2$
Énergie mécanique	$E_m = \frac{1}{2}.m.v^2 + E_p$

En l’absence de frottements, l’énergie mécanique se conserve.

Diffraction

Lorsqu’une onde de longueur d’onde λ rencontre un obstacle ou une ouverture de taille a (avec $a \simeq \lambda$ ou $a < \lambda$), elle se dévie d’un angle caractéristique de diffraction θ :

$$\theta \simeq \frac{\lambda}{a} \quad (\theta \text{ en radian})$$

Gaz Parfaits

Équation d’état des gaz parfaits

$$PV = n\mathcal{R}T$$

P : pression (Pa) T : température absolue (K) $\mathcal{R}$: constante des gaz parfaits
 n : quantité de matière (mol) V : volume (m³)

Constante des gaz parfaits

$$\mathcal{R} = 8,31 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$$

Lois de Képler

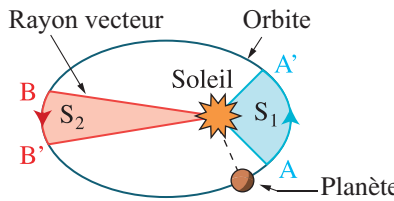
Première loi de Képler

Les planètes décrivent autour du Soleil des ellipses dont le Soleil occupe l’un des foyers.

Deuxième loi de Képler

Le rayon-vecteur joignant le Soleil à une planète balaie des aires *égales* en des temps *égaux*.

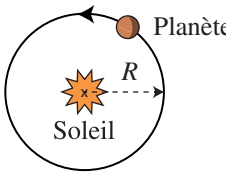
Si $S_1 = S_2$, alors la planète met autant de temps pour aller de A à A’ que pour aller de B à B’.



Troisième loi de Képler

Pour une orbite circulaire de rayon R et une période de révolution T :

$$\frac{T^2}{R^3} = \text{constante}$$



Dynamique des fluides incompressibles

Débit volumique d’un écoulement

Pour un écoulement de fluide de vitesse v et de section S perpendiculaire à v :

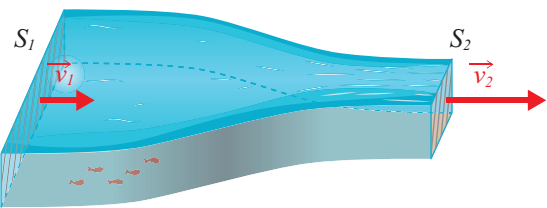
$$Q = S \times v$$

 Q le débit volumique

En tout point d’un écoulement en *régime permanent*, la vitesse est constante au cours du temps.

Le débit volumique d’un fluide incompressible en régime permanent est indépendant de la section où il est mesuré.

$$Q = S_1 \times v_1 = S_2 \times v_2$$



Relation de Bernoulli

Lors de l’écoulement en régime permanent d’un fluide incompressible :

$$\left(\frac{1}{2} \rho v^2 + P + \rho g z = \text{cste} \right)$$

 le long d’une ligne de courant

ρ : masse volumique du fluide, v : vitesse, P : pression, g intensité de la pesanteur, z : altitude.

Poussée d’Archimède

Tout corps plongé dans un fluide au repos subit de la part de celui-ci une force verticale, dirigée vers le haut, égale au poids du fluide déplacé.

Effet Doppler

Lorsque la source d'un signal de fréquence f_0 se déplace avec une vitesse v , la fréquence f perçue par un observateur immobile est différente de f_0 .

Source immobile

Source en mouvement

Pour une onde sonore, c_s étant la vitesse du son ($c_s \approx 340 \text{ m.s}^{-1}$ dans l'air) :

Si la source se rapproche de l'observateur	$f = \frac{f_0}{1 - \frac{v}{c_s}}$	$f > f_0$, le son paraît plus aigu
Si la source s'éloigne de l'observateur	$f = \frac{f_0}{1 + \frac{v}{c_s}}$	$f < f_0$, le son paraît plus grave

L'effet Doppler s'applique aussi aux ondes électromagnétiques, dont la lumière.

Intensité et niveau sonore

● **Intensité sonore et niveau sonore d'une onde**

Intensité sonore d'une onde de puissance $\mathcal{P}$ traversant une surface S : $I = \frac{\mathcal{P}}{S}$

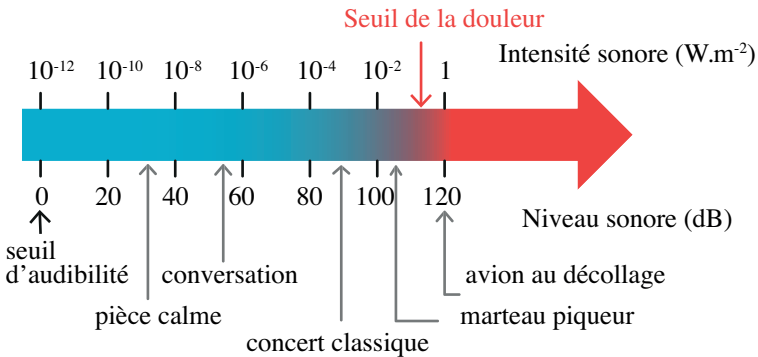
Limite de l'audition : $I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$

Niveau sonore d'une onde d'intensité I : $L = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$

Lorsque l'intensité sonore est divisée par 10, le niveau sonore baisse de 10 dB.

Lorsque l'intensité sonore est divisée par 2, le niveau sonore baisse de 3 dB.

● Échelle de niveaux sonores



Lunette astronomique

Grossissement G d'une lunette astronomique :

$G \approx \frac{F}{f}$

F : distance focale de l'objectif
 f : distance focale de l'oculaire

Interférences

● **Conditions d'interférence**

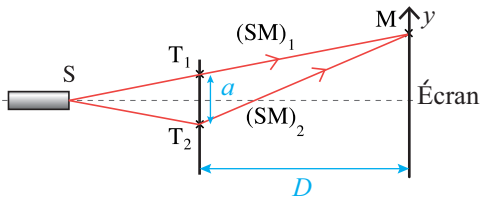
S_1 et S_2 sont deux sources d'ondes synchrones, de même longueur d'onde λ .
Soit δ la différence de marche entre les ondes, alors :
on a une interférence *constructive* en tout point M vérifiant :

$$(S_1M) - (S_2M) = k\lambda, \quad k \in \mathbb{Z}$$

on a interférence *destructive* en tout point M vérifiant :

$$(S_1M) - (S_2M) = \left(k + \frac{1}{2}\right)\lambda, \quad k \in \mathbb{Z}$$

● Interfrange et expérience des trous d'Young



L'interfrange i est la distance séparant deux franges claires consécutives.

Dans le cas de l'expérience des trous d'Young : $i = \frac{D\lambda}{a}$

D : distance entre les trous et l'écran, a : distance entre les deux trous.

Bilans d'énergie

● **Premier principe de la thermodynamique**

Si U est l'énergie interne d'un système au repos, on a : $U_{(f)} - U_{(i)} = W + Q$

(f) : état final W : travail reçu par le système
(i) : état initial Q : quantité de chaleur reçue par le système

● **Flux thermique**

Le flux thermique s'exprime en watt (W).

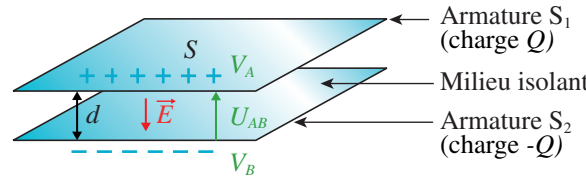
Si R est une résistance thermique, T_1 et T_2 les températures de part et d'autre de R ,

le flux thermique ϕ à travers R vaut : $\phi = \frac{T_2 - T_1}{R}$

Le flux thermique est toujours dirigé des hautes vers les basses températures.

Condensateur et circuits RC

● **Condensateur plan**



Condensateur plan constitué de deux armatures de surface S séparées par un milieu isolant. Il règne entre les armatures un champ électrique uniforme $\vec{E}$.

Si Q est la charge portée par S_1 , S_2 porte la charge $-Q$.

$$Q = CU \quad C : \text{capacité du condensateur.}$$

● **Courants de charge et décharge d'un condensateur**

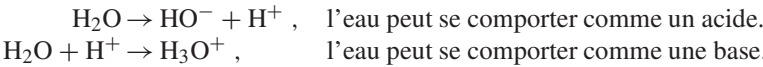
Courant de charge	Courant de décharge
U et i sont de sens opposés	U et i sont de même sens
$i = C \frac{dU}{dt}$	$i = -C \frac{dU}{dt}$

Réactions acido-basiques

● **Acides et bases au sens de Brønsted**

$AH \rightarrow A^- + H^+$	AH = acide = donneur de proton
$A^- + H^+ \rightarrow AH$	A^- = base = accepteur de proton

● **Couples acide-base de l'eau**



● **Potentiel hydrogène pH et constante d'acidité K_a**

pH d'une solution aqueuse	$pH = -\log[H_3O^+]$	
Constante d'acidité d'un couple acide-base	$K_a = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[AH]}$	$[AH] > [A^-]$ Forme acide dominante $[AH] < [A^-]$ Forme basique dominante
pKa associé	$pK_a = -\log K_a$	
Relation pH/pKa	$pH = pK_a + \log \frac{[base]}{[acide]}$	

Familles fonctionnelles

Nom	Groupe caractéristique	Exemple de molécule
Ester	$R-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-O-R'$	$H_3C-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-O-CH_3$ Éthanoate de méthyle
Amine	$R-N \begin{smallmatrix} R' \\ R'' \end{smallmatrix}$	$CH_3-CH_2-NH_2$ Éthylamine
Amide	$R-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-N \begin{smallmatrix} R'' \\ R' \end{smallmatrix}$	$H_3C-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-NH-CH_3$ N-méthyléthananamide
Halogénoalcane	$R-X$ $X = F, Cl, Br \text{ ou } I$	CH_2Cl-CH_3 Chloroéthane

Dosages et titrages

● **Équivalence**

Réaction $aA + bB \rightarrow cC + dD$, où A est le réactif à titrer et B le réactif titrant.

Si V_e est le volume de B à l'équivalence : $\frac{C_A \times V_A}{a} = \frac{C_B \times V_e}{b}$.

● **Loi de Kohlrausch**

$$\sigma = \sum_i \lambda_i [i] \quad \begin{array}{l} \sigma : \text{conductivité d'une solution.} \\ \lambda_i : \text{conductivité molaire de l'espèce } i. \\ [i] : \text{concentration de l'espèce } i. \end{array}$$

Équilibres chimiques

Pour un équilibre chimique $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ avec toutes les espèces dissoutes.

Le quotient de réaction est : $Q_r = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$

Constante d'équilibre : $K(T) = \text{valeur de } Q_r \text{ à l'équilibre, ne dépend que de } T$.

Décroissance radioactive

● **Lois de Soddy**

Au cours d'une transformation nucléaire, le nombre de masse et la charge électrique se conservent.

● **Loi de décroissance radioactive**

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N \quad \lambda : \text{constante radioactive.}$$

Radioactivité α	Radioactivité β^-	Radioactivité β^+	Radioactivité γ
${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-2}^{A-4}Y + {}_2^4He$	${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z+1}^AY + {}_{-1}^0e^-$	${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-1}^AY + {}_1^0e^+$	${}_Z^AX^* \rightarrow {}_Z^AX + \gamma$