

Nom:..... Prénom:..... Classe:..... Date:

Formulaire de Physique-Chimie

✔ Objectifs	👤 Classe
Résumé du cours par les formules. La constante de la fonction ci-contre τ est faible si vous avez effectué un travail d'apprentissage régulier, et très grand au contraire.	Terminale Spé
	🕒 Durée
	$e^{-t/\tau}$

CHAPITRE 1. TRANSFORMATIONS ACIDE-BASE

$$pH = -\log\left(\frac{[\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})]}{C^0}\right) \quad (1)$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})] = C^0 \times 10^{-pH} \quad (2)$$

avec

- pH le potentiel hydrogène,
- $[\text{H}_3\text{O}^+]$ la concentration en ions oxonium en $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$,
- $C^0 = 1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, la concentration standard.

CHAPITRE 2. ANALYSE D'UN SYSTÈME CHIMIQUE PAR UNE MÉTHODE PHYSIQUE

Loi de Beer-Lambert

$$A = \epsilon \times l \times C = k \times C \quad (3)$$

avec

- A l'absorbance de la solution (sans unité),
- ϵ le coefficient d'extinction molaire ($\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$),
- l la largeur de la cuve (cm),
- C la concentration de la solution ($\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$).

Conductance

$$I = G \cdot U \quad (4)$$

$$G = \frac{1}{R} = \frac{I}{U} \quad (5)$$

avec

- I l'intensité du courant électrique en ampères (ampere);
- G la conductance de la portion de solution dans la cellule en siemens (siemens);
- R la résistance électrique (Ω);
- U la tension électrique aux bornes de la solution en volts (V).

Conductivité

$$\sigma = G \times \frac{L}{S} \quad (6)$$

avec

- σ la conductivité en $\text{S}\cdot\text{m}^{-1}$,
- G la conductance en S,
- L la distance entre les deux plaques,
- S est la surface des plaques (en m^2).

Loi de Kohlrausch

$$\sigma = \sum_i \lambda_i \cdot [X_i] \quad (7)$$

avec

- σ la conductivité en $\text{S}\cdot\text{m}^{-1}$,
- λ_i la conductivité ionique molaire en $\text{S}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$ qui dépend de l'ion et de la température,
- $[X_i]$ est la concentration en quantité de matière de l'espèce X_i en $\text{mol}\cdot\text{m}^{-3}$.

Loi du gaz parfait

$$P \times V = n \times R \times T \quad (8)$$

avec

- P s'exprime en pascals (Pa),
- V en mètres cubes (m^3),
- n en moles (mol),
- T en kelvins (K),
- R est la constante des gaz parfaits ($R = 8,314\text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$).

CHAPITRE 3. MÉTHODES CHIMIQUES D'ANALYSE

Quantité de matière

$$n = \frac{m}{M} \quad (9)$$

$$n = \frac{V}{V_m} \quad (10)$$

avec

- n la quantité de matière (mol),
- m la masse (g),
- M la masse molaire ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$),
- V le volume de gaz (L),
- V_m le volume molaire ($\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$).

Concentration en masse

$$C_m = \frac{m}{V} \quad (11)$$

avec

- C_m la concentration en masse ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$),
- m la masse de soluté (g),
- V le volume de solution (L).

Concentration en quantité de matière

$$C = \frac{n}{V} \quad (12)$$

avec

- C la concentration en quantité de matière ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$),
- n la quantité de matière du soluté (mol),
- V le volume de solution (L).

Concentration en quantité de matière en fonction de la concentration en masse

$$C_m = C \times M \quad (13)$$

Masse de soluté prélevée

$$C_{\text{mère}} \times V_{\text{mère}} = C_{\text{fille}} \times V_{\text{fille}} \quad (14)$$

avec

- $C_{\text{mère}}$ la concentration de la solution mère ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$),
- $V_{\text{mère}}$ le volume de la solution mère à prélever avec une pipette jaugée (L),

- C_{fille} la concentration de la solution fille ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$),
- V_{fille} le volume de la solution fille (de la fiole) (L).

Facteur de dilution

$$F = \frac{C_{\text{mère}}}{C_{\text{fille}}} = \frac{V_{\text{fille}}}{V_{\text{mère}}} \quad (15)$$

avec

- F le facteur de dilution.

Titre massique

$$t = \frac{m_{\text{soluté}}}{m_{\text{solution}}} \quad (16)$$

avec

- t le titre massique (sans unité, exprimé en pourcentage),
- $m_{\text{soluté}}$ la masse de soluté (g),
- m_{solution} la masse de solution (g).

Masse volumique

$$\rho = \frac{m_{\text{solution}}}{V_{\text{solution}}} \quad (17)$$

avec

- ρ la masse volumique de l'espèce chimique ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ou $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$),
- m_{solution} la masse de la solution (g ou kg),
- V_{solution} le volume de la solution (L ou m^3).

Densité

$$d = \frac{\rho_{\text{espèce chimique}}}{\rho_{\text{eau}}} \quad (18)$$

avec

- d la densité de l'espèce chimique (sans unité),
- $\rho_{\text{espèce chimique}}$ la masse volumique de l'espèce chimique ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ou $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$),
- ρ_{eau} la masse volumique de l'eau ($\rho_{\text{eau}} = 1 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1} = 1000 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$).

Lien concentration - titre massique

$$C = \frac{t \cdot d \cdot \rho_{\text{eau}}}{M_{\text{soluté}}} \quad (19)$$

avec

- C la concentration en quantité de matière ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$),
- t le titre massique (sans unité, exprimé en pourcentage),
- d la densité de l'espèce chimique (sans unité),
- ρ_{eau} la masse volumique de l'eau ($\rho_{\text{eau}} = 1 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1} = 1000 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$),
- $M_{\text{soluté}}$ la masse molaire du soluté ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$).

Relation à l'équivalence

À l'équivalence, les réactifs sont introduits en proportions stœchiométriques et on a :

$$\frac{n_A}{\nu_A} = \frac{n_B}{\nu_B} \quad (20)$$

$$\frac{C_A \times V_A}{\nu_A} = \frac{C_B \times V_B}{\nu_B} \quad (21)$$

avec

- n_A et n_B les quantités de matière des espèces chimiques A et B (mol),
- ν_A et ν_B les coefficients stœchiométriques des espèces A et B,
- C_A et C_B les concentrations en quantité de matière des espèces A et B ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$),
- V_A et V_B les volumes des solutions (titrante et titrée) contenant les espèces A et B (L).

CHAPITRE 4. MODÉLISATION MACROSCOPIQUE DE L'ÉVOLUTION D'UN SYSTÈME**Vitesse volumique d'apparition**

$$v_{\text{app}}(P)(t) = \frac{d[P](t)}{dt} \quad (22)$$

avec

- $v_{\text{app}}(P)(t)$: vitesse d'apparition du produit P (en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ ou $\text{g} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$),
- $[P]$: concentration du produit P (en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ou $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$),
- t : le temps (s).

Vitesse volumique de disparition

$$v_{\text{disp}}(R)(t) = -\frac{d[R](t)}{dt} \quad (23)$$

avec

- $v_{\text{disp}}(R)(t)$: vitesse de disparition du réactif R (en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ ou $\text{g} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$),
- $[R]$: concentration du réactif R (en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ou $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$),
- t : le temps (s).

Loi de vitesse d'ordre 1

$$v_{\text{disp}}(A)(t) = -\frac{d[A](t)}{dt} = k[A] \quad (24)$$

avec

- $v_{\text{disp}}(A)(t)$: vitesse de disparition du réactif A (en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ ou $\text{g} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$),
- $[A]$: concentration du réactif A (en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ou $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$),
- t : le temps (s),
- k la constante de proportionnalité (en s^{-1}).

Temps de demi-réaction

$$x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2} \quad (25)$$

avec

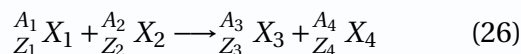
- $x(t_{1/2})$ avancement à la date $t_{1/2}$ (mol),
- x_f avancement final (mol).

CHAPITRE 5. MODÉLISATION MICROSCOPIQUE DE L'ÉVOLUTION D'UN SYSTÈME

Sans formule.

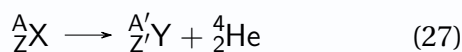
CHAPITRE 6. ÉVOLUTION D'UN SYSTÈME, SIÈGE D'UNE TRANSFORMATION NUCLÉAIRE

Lois de Soddy



- Conservation du nombre de masse (nucléons): $A_1 + A_2 = A_3 + A_4$.
- Conservation du nombre de charge: $Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$.

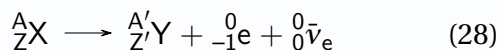
Radioactivité α



Les lois de conservation de Soddy permettent d'écrire:

- $A = A' + 4 \Leftrightarrow A' = A - 4$
- $Z = Z' + 2 \Leftrightarrow Z' = Z - 2$

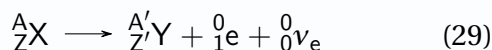
Radioactivité β^-



Les lois de conservation de Soddy permettent d'écrire:

- $A = A'$
- $Z = Z' - 1 \Leftrightarrow Z' = Z + 1$

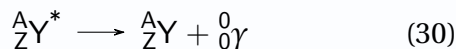
Radioactivité β^+



Les lois de conservation de Soddy permettent d'écrire:

- $A = A'$
- $Z = Z' + 1 \Leftrightarrow Z' = Z - 1$

Radioactivité γ



Loi de décroissance radioactive

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (31)$$

avec

- N_0 : Nombre de noyaux initialement présents dans l'échantillon,
- $\tau = \frac{1}{\lambda}$: Constante de temps (en s si t est dans la même unité),
- λ : Constante radioactive (en s^{-1} si t est en s).

Temps de demi-vie

$$N(t_{1/2}) = \frac{N_0}{2} \quad (32)$$

avec

- N_0 : Nombre de noyaux initialement présents dans l'échantillon,
- $N(t_{1/2})$: Nombre de noyaux à $t = t_{1/2}$.

Activité

$$A(t) = -\frac{dN(t)}{dt} \quad (33)$$

avec

- $A(t)$: activité d'un échantillon (nombre de désintégrations par seconde), mesuré en Becquerel (Bq),
- $N(t)$: Nombre de noyaux présents dans l'échantillon à t .

CHAPITRE 7. SENS D'ÉVOLUTION SPONTANÉE D'UN SYSTÈME CHIMIQUE

Taux d'avancement final

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} \quad (34)$$

avec

- τ_f le taux d'avancement final compris entre 0 et 1 et souvent exprimé en %,
- x_f l'avancement final (en mol),
- x_{max} l'avancement maximal si la réaction est totale (en mol).

Quotient de réaction

Pour une transformation chimique modélisée par l'équation $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$,

$$Q_r = \frac{\left(\frac{[C]}{C^\circ}\right)^c \times \left(\frac{[D]}{C^\circ}\right)^d}{\left(\frac{[A]}{C^\circ}\right)^a \times \left(\frac{[B]}{C^\circ}\right)^b} \quad (35)$$

avec

- Q_r le quotient de réaction aussi appelé quotient réactionnel (sans unité),
- $[A]$, $[B]$, $[C]$ et $[D]$ les concentrations des espèces chimique A, B, C et D,
- C° est la concentration de référence avec $C^\circ = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,
- a, b, c et d les coefficients stœchiométriques associés au réactifs et produits.

⚠ Les solvants et les espèces solides non miscibles n'interviennent pas dans l'écriture du quotient de réaction.

Constante d'équilibre

$$Q_{r,eq} = K(T) \quad (36)$$

avec

- $Q_{r,eq}$: le quotient de réaction à l'équilibre (sans unité),
- $K(T)$: la constante d'équilibre qui ne dépend que de la température T et non de la composition du système (sans unité).

Charge électrique qui circule

$$Q = I \times \Delta t \quad (37)$$

avec

- Q la charge électrique qui circule (Coulomb C),
- I l'intensité du courant électrique (Ampère A),

- Δt la durée de fonctionnement (s).

Capacité électrique d'une pile

$$Q_{max} = I \times \Delta t_{max} \quad (38)$$

avec

- Q_{max} : la charge électrique maximale (C),
- Δt_{max} : durée de vie de la pile (s).

Quantité de matière initiale des réactifs

$$Q = n(e^-) \times N_A \times e \quad (39)$$

$$Q = n(e^-) \times \mathcal{F} \quad (40)$$

avec

- $n(e^-)$ la quantité de matière d'électrons échangés pendant la durée Δt ,
- N_A la constante d'Avogadro $N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$,
- e la charge élémentaire avec $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$,
- $\mathcal{F} = N_A \times e = 96500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$.

CHAPITRE 8. FORCE DES ACIDES ET DES BASES

Constante d'acidité

$$K_A = Q_{r,eq} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{eq} \times \frac{[\text{A}^-]_{eq}}{C^\circ}}{1 \times \frac{[\text{AH}]_{eq}}{C^\circ}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{eq} \times [\text{A}^-]_{eq}}{[\text{AH}]_{eq} \times C^\circ} \quad (41)$$

avec

- K_A la constante d'acidité associée au couple AH/A⁻ (sans unité),
- $[\text{H}_3\text{O}^+]_{eq}$, $[\text{A}^-]_{eq}$, $[\text{AH}]_{eq}$ les concentrations à l'équilibre (mol·L⁻¹),
- C° la concentration standard ($C^\circ = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$).

Échelle des pK_A

$$pK_A = -\log(K_A) \quad (42)$$

ou

$$K_A = 10^{-pK_A} \quad (43)$$

Produit ionique de l'eau K_e

$$K_e = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{eq}}{C^\circ} \times \frac{[\text{HO}^-]_{eq}}{C^\circ} \quad (44)$$

avec

- K_e le produit ionique de l'eau (sans unité), $K_e = 1,0 \times 10^{-14}$ à $T = 25^\circ\text{C}$,
- $[\text{H}_3\text{O}^+]_{eq}$, $[\text{HO}^-]_{eq}$ les concentrations des ions oxonium et hydroxyde respectivement, à l'équilibre (mol·L⁻¹),
- C° la concentration standard ($C^\circ = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$).

Échelle de pK_e

$$pK_e = -\log(K_e) \quad (45)$$

ou

$$K_e = 10^{-pK_e} \quad (46)$$

CHAPITRE 9. FORCER L'ÉVOLUTION D'UN SYSTÈME

Les équations sont les mêmes que pour les piles (chapitre 7).

CHAPITRE 10. SYNTHÈSES ORGANIQUES

Rendement d'une synthèse

$$\eta = \frac{n(X)_{\text{obtenue}}}{n(X)_{\text{max}}} = \frac{m(X)_{\text{obtenue}}}{m(X)_{\text{max}}} \quad (47)$$

avec

- η le rendement (sans unité), très souvent exprimé en %,
- $n(X)_{\text{obtenue}}$ la quantité de matière du produit X réellement obtenue (mol),
- $n(X)_{\text{max}}$ la quantité de matière du produit X obtenue si la transformation est totale (mol),
- $m(X)_{\text{obtenue}}$ la masse du produit X réellement obtenue (g),
- $m(X)_{\text{max}}$ la masse du produit X obtenue si la transformation est totale (g).

CHAPITRE 11. MOUVEMENT ET DEUXIÈME LOI DE NEWTON

Vecteur position

$$\overrightarrow{OM}(t) = \begin{cases} x(t) \\ y(t) \end{cases} \quad (48)$$

avec

- $\overrightarrow{OM}(t)$ le vecteur position du système M ,
- $x(t)$ et $y(t)$ sont les coordonnées cartésiennes du point M . Elles sont des fonctions du temps et sont appelées **équations horaires** du mouvement.

Vecteur vitesse instantanée

$$\vec{v} = \frac{d\overrightarrow{OM}(t)}{dt} = \begin{cases} v_x(t) = \frac{dx(t)}{dt} \\ v_y(t) = \frac{dy(t)}{dt} \end{cases} \quad (49)$$

avec

- \vec{v} le vecteur vitesse instantanée ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$),
- $\frac{d\overrightarrow{OM}(t)}{dt}$ la dérivée par rapport au temps du vecteur position,
- $x(t)$ et $y(t)$ sont les coordonnées cartésiennes du point M .

Vecteur accélération

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}(t)}{dt} = \begin{cases} a_x(t) = \frac{dv_x(t)}{dt} \\ a_y(t) = \frac{dv_y(t)}{dt} \end{cases} \quad (50)$$

avec

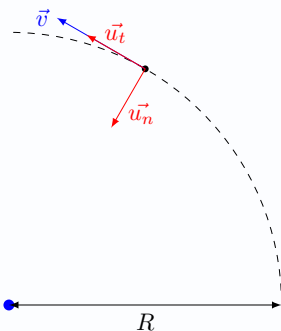
- \vec{a} le vecteur accélération instantanée ($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$),
- $\frac{d\vec{v}(t)}{dt}$ la dérivée par rapport au temps du vecteur vitesse,
- $v_x(t)$ et $v_y(t)$ sont les coordonnées cartésiennes du vecteur vitesse au temps t .

Vitesse dans le repère de Frenet

$$\vec{v}(t) = \begin{cases} \|\vec{v}(t)\| \vec{u}_t \\ 0 \cdot \vec{u}_n \end{cases} \quad (51)$$

avec

- \vec{v} le vecteur vitesse instantanée,
- \vec{u}_t le vecteur unitaire tangent à la trajectoire,
- \vec{u}_n le vecteur unitaire centripète.



Accélération dans le repère de Frenet

$$\vec{a}(t) = \begin{cases} \frac{dv(t)}{dt} \vec{u}_t \\ \frac{v(t)^2}{R} \vec{u}_n \end{cases} \quad (52)$$

avec

- R le rayon de courbure de la trajectoire (m).

Lois de Newton

1^{ère} loi de Newton - Principe d'inertie

Dans un référentiel galiléen,

$$\Delta \vec{v} = \vec{0} \iff \sum \vec{F} = \vec{0} \quad (53)$$

avec

- $\Delta \vec{v}$ la variation de vitesse,
- $\vec{0}$ le vecteur nul,
- $\sum \vec{F}$ la somme des forces extérieures.

2^{ème} loi de Newton - Principe fondamental de la dynamique

Dans un référentiel galiléen,

$$\sum \vec{F}_{\text{extérieures}} = m \vec{a} \quad (54)$$

avec

- $\sum \vec{F}_{\text{extérieures}}$ la somme des forces extérieures (N),
- m la masse du système (kg),
- \vec{a} le vecteur accélération du système ($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$).

3^{ème} loi de Newton - Principe des actions réciproques

$$\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A} \quad (55)$$

avec

- $\vec{F}_{A/B}$ la force de A sur B ,
- $\vec{F}_{B/A}$ la force de B sur A .

CHAPITRE 12. MOUVEMENT DANS UN CHAMP UNIFORME

Poids

$$\vec{P} = m \vec{g} \quad (56)$$

avec

- \vec{P} le poids du système (N),
- m la masse du système (kg),
- \vec{g} l'intensité de la pesanteur ($\text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$).

Force dans un champ électrique

$$\vec{F}_e = q \vec{E} \quad (57)$$

avec

- \vec{F}_e la force subie par la particule (N),
- q la charge de la particule (C),
- \vec{E} le champ électrique ($\text{V} \cdot \text{m}^{-1}$).

Énergie cinétique

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \quad (58)$$

avec

- E_c l'énergie cinétique (J),
- m la masse du système (kg),
- v la vitesse du système ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$).

Énergie potentielle de pesanteur

$$E_{pp} = m g y \quad (59)$$

avec

- E_{pp} l'énergie potentielle de pesanteur (J),
- m la masse du système (kg),
- g l'intensité de la pesanteur ($\text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$),
- y l'altitude du système (m). Δ L'axe (Oy) est orienté vers le haut.

Énergie mécanique

$$E_m = E_c + E_{pp} \quad (60)$$

avec

- E_m l'énergie mécanique (J),
- E_c l'énergie cinétique (J),
- E_{pp} l'énergie potentielle de pesanteur (J).

Théorème de l'énergie cinétique

$$\Delta E_c(A \rightarrow B) = E_c(B) - E_c(A) = \sum W_{AB}(\vec{F}) \quad (61)$$

avec

- $\Delta E_c(A \rightarrow B)$ la variation d'énergie cinétique entre les points A et B (J),
- $\sum W_{AB}(\vec{F})$ la somme des travaux des forces appliquées au système (avec $W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB}$) (J).

Théorème de l'énergie mécanique

La variation d'énergie mécanique d'un système soumis à des forces conservatives est nulle (ex: chute libre):

$$\Delta E_m(A \rightarrow B) = 0 \quad (62)$$

$$E_m(A) = E_m(B)$$

$$E_c(A) + E_{pp}(A) = E_c(B) + E_{pp}(B)$$

CHAPITRE 13. MOUVEMENT DANS UN CHAMP DE GRAVITATION

Force d'interaction gravitationnelle

$$F_{A/B} = F_{B/A} = \mathcal{G} \times \frac{m_A \times m_B}{d_{AB}^2} \quad (63)$$

avec

- $F_{A/B}$ force d'interaction gravitationnelle de l'objet A sur l'objet B (N),
- $F_{B/A}$ force d'interaction gravitationnelle de l'objet B sur l'objet A (N),
- \mathcal{G} la constante de gravitation universelle ($\text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$),
- m_A et m_B les masses des objets A et B (kg),
- d_{AB} la distance entre les objets A et B (m).

Lois de Kepler

1^{ère} loi de Kepler - Trajectoire

Dans le référentiel héliocentrique, la trajectoire du centre d'inertie d'une planète est une ellipse dont l'un des foyers est le centre du Soleil.

2^{ème} loi de Kepler - Loi des aires

Le rayon vecteur qui relie le centre du Soleil et le centre de la planète balaie des aires égales pendant des durées égales:

$$A_1 = A_2 \quad (64)$$

3^{ème} loi de Kepler - loi des périodes Le carré de la période de révolution « T » d'une planète autour du Soleil est proportionnel au cube du demi-grand axe « a » de l'ellipse :

$$\frac{T^2}{a^3} = \text{cste} \quad (65)$$

Vitesse dans le cas du mouvement circulaire uniforme

$$v = \frac{2\pi R}{T} \quad (66)$$

avec

- v la vitesse du système en orbite circulaire ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$),
- R le rayon de la trajectoire circulaire (m),
- T la période de révolution (s).

CHAPITRE 14. MODÉLISATION DE L'ÉCOULEMENT D'UN FLUIDE

Poussée d'Archimède

$$\vec{\Pi} = -\rho_{\text{fluide}} \times V_{\text{immergé}} \times \vec{g} \quad (67)$$

avec

- $\vec{\Pi}$ la poussée d'Archimède (N),
- ρ_{fluide} la masse volumique du fluide ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$),
- $V_{\text{immergé}}$ le volume de solide immergé (m^3),
- \vec{g} l'intensité du champ de pesanteur ($\text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$).

Débit volumique

$$D_V = \frac{V}{\Delta t} = v \times S \quad (68)$$

avec

- D_V le débit volumique ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$),
- V le volume de fluide ayant traversé la section S de la conduite (m^3),
- Δt le temps pendant lequel le fluide traverse la section S (s),
- v la vitesse du fluide ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$).

Conservation du débit volumique

$$D_{V_A} = D_{V_B} \iff v_A \times S_A = v_B \times S_B \quad (69)$$

CHAPITRE 15. PREMIER PRINCIPE DE LA THERMODYNAMIQUE ET BILAN ÉNERGÉTIQUE

Équation d'état du gaz parfait

$$PV = nRT \quad (70)$$

avec

- P la pression du gaz parfait (Pa),
- V le volume occupé par le gaz parfait (m^3),
- n la quantité de matière du gaz parfait (mol),
- R la constante des gaz parfaits,
- T la température du gaz parfait (K).

Énergie interne

$$U = E_{c,\text{micro}} + E_{p,\text{micro}} \quad (71)$$

avec

- U l'énergie interne du système (J),
- $E_{c,\text{micro}}$ l'énergie cinétique microscopique due à l'agitation thermique (J),
- $E_{p,\text{micro}}$ l'énergie potentielle microscopique due aux interactions entre molécules (J).

Énergie totale

$$E_{\text{tot}} = E_c + E_p + U \quad (72)$$

avec

- E_{tot} l'énergie totale du système (J),
- E_c l'énergie cinétique macroscopique du système (J),
- E_p l'énergie potentielle macroscopique du système (J),
- U l'énergie interne du système (J).

Premier principe de la thermodynamique

$$\Delta U_{i \rightarrow f} = U_f - U_i = Q + W \quad (73)$$

avec

- $\Delta U_{i \rightarrow f}$ la variation d'énergie interne (J),
- W le travail des forces s'exerçant sur le système (J),
- Q les transferts thermiques entre le système et l'extérieur (J).

Énergie interne d'un système incompressible

$$\Delta U = m \times c \times \Delta T \quad (74)$$

avec

- ΔU la variation d'énergie interne du système (J),
- m la masse du système (kg),
- c la capacité thermique massique ($\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$) (parfois, la constante $C = m \cdot c$ est donnée et représente la capacité thermique ($\text{J} \cdot \text{K}^{-1}$)),
- ΔT la variation de température du système (K).

CHAPITRE 16. TRANSFERTS THERMIQUES

Flux thermique

$$\Phi = \frac{Q}{\Delta t} \quad (75)$$

avec

- Φ le flux thermique (W),
- Q le transfert thermique (J),
- Δt la durée du transfert (s).

Lien entre flux et résistance thermique

$$\Phi_{A \rightarrow B} = \frac{T_A - T_B}{R_{th}} = \frac{\theta_A - \theta_B}{R_{th}} \quad (76)$$

avec

- $\Phi_{A \rightarrow B}$ le flux thermique de A vers B (W),
- T ou θ la température (K ou °C),
- R_{th} la résistance thermique ($\text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ ou $^\circ\text{C} \cdot \text{W}^{-1}$).

Loi phénoménologique de Newton

$$\Phi(t) = hS(\theta_e - \theta) \quad (77)$$

$$\Phi(t) = hS(T_e - T)$$

avec

- Φ le flux thermique (W),
- h le coefficient d'échange par convection ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ ou $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$),
- S surface en contact avec le thermostat (m^2),
- T ou θ la température du système (K ou °C),
- T_e ou θ_e la température du fluide extérieur (K ou °C).

CHAPITRE 17. SONS ET EFFET DOPPLER

Fréquence

$$f = \frac{1}{T} \quad (78)$$

avec

- f la fréquence de l'onde sonore (Hz),
- T la période de l'onde sonore (s).

Intensité sonore

$$I = \frac{P}{S} \quad (79)$$

avec

- I l'intensité sonore ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$),
- P la puissance de la source de l'onde sonore (W),
- S la surface d'onde (m^2).

Niveau d'intensité sonore

$$L = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right) \quad (80)$$

avec

- L le niveau d'intensité sonore du son (dB),
- I l'intensité sonore du son ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$),
- I_0 l'intensité sonore de référence (qui correspond au seuil d'audibilité) ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$).

Intensité sonore à une distance R

$$I = \frac{P}{S} = \frac{P}{4\pi R^2} \quad (81)$$

avec

- I l'intensité sonore ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$),
- P la puissance de la source sonore (W),
- S la surface de la sphère constituant la surface d'onde (m^2),
- R le rayon de la sphère constituant la surface S (m).

Atténuation géométrique

$$A = L_{\text{proche}} - L_{\text{éloigné}} \quad (82)$$

avec

- A l'atténuation géométrique (dB),
- L_{proche} niveau d'intensité sonore de l'onde sonore proche de la source (dB),
- $L_{\text{éloigné}}$ niveau d'intensité sonore de l'onde sonore éloigné de la source (dB).

Atténuation par absorption

$$A = L_{\text{incident}} - L_{\text{transmis}} \quad (83)$$

avec

- A l'atténuation par absorption (dB),
- L_{incident} le niveau d'intensité sonore de l'onde sonore incidente (dB),
- L_{transmis} le niveau d'intensité sonore de l'onde sonore transmise (dB).

Décalage Doppler

$$\Delta f = f_R - f_E \quad (84)$$

avec

- Δf le décalage Doppler (Hz),
- f_R la fréquence de l'onde perçue par l'observateur (Hz),
- f_E la fréquence de l'onde émise par l'émetteur (Hz).

Célérité, longueur d'onde et période d'une onde

$$c = \frac{\lambda}{T} = \lambda f \quad (85)$$

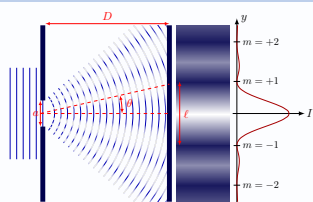
avec

- c la célérité de l'onde sonore ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$),
- λ la longueur d'onde (m),
- T la période (s),
- f la fréquence (Hz).

CHAPITRE 18. DIFFRACTION ET INTERFÉRENCES

Angle caractéristique de diffraction

$$\sin(\theta) \approx \theta = \frac{\lambda}{a} \quad (86)$$

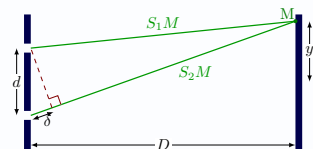


avec

- θ l'angle caractéristique de diffraction ou écart angulaire en radian (rad),
- λ la longueur d'onde de la lumière incidente (m),
- a la largeur de la fente (m).

Différence de chemin optique

$$\delta = S_2M - S_1M \quad (87)$$



avec

- δ la différence de marche (m),
- S_1M la distance entre les points S_1 et M (m),
- S_2M la distance entre les points S_2 et M (m).

Conditions d'interférences constructives ou destructives

Interférences constructives

$$\delta = k \cdot \lambda \quad (88)$$

Interférences destructives

$$\delta = \left(k + \frac{1}{2}\right) \cdot \lambda \quad (89)$$

avec

- δ la différence de marche (m),
- k l'ordre d'interférences, nombre entier relatif ($k \in \mathbb{Z}$), sans unité,
- λ la longueur d'onde (m).

CHAPITRE 19. LUNETTE ASTRONOMIQUE

Grandissement

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \quad (90)$$

avec

- γ le grandissement (sans unité);
- $\overline{A'B'}$ la taille algébrique de l'image en m;
- \overline{AB} la taille algébrique de l'objet en m;
- $\overline{OA'}$ la distance algébrique image-lentille en m;
- \overline{OA} la distance algébrique objet-lentille en m.

Grossissement

$$G = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{f_1'}{f_2'} \quad (91)$$

avec

- G le grossissement (sans unité),
- θ angle sous lequel est vu l'objet à l'œil nu en $^\circ$,
- θ' angle sous lequel est vu l'image à travers la lunette astronomique en $^\circ$,
- f_1' la distance focale de l'objectif (m),
- f_2' la distance focale de l'oculaire (m).

CHAPITRE 20. LA LUMIÈRE : UN FLUX DE PHOTONS

Énergie d'un photon

$$E = h\nu = h\frac{c}{\lambda} \quad (92)$$

avec

- E l'énergie du photon (J),
- h la constante de Planck,
- ν la fréquence de l'onde électromagnétique (Hz),
- c la vitesse de la lumière ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$),
- λ la longueur d'onde de l'onde électromagnétique (m).

Travail d'extraction

$$W_e = h\nu_0 \quad (93)$$

avec

- W_e le travail d'extraction (J),
- h la constante de Planck,
- ν_0 la fréquence seuil du métal (Hz).

Bilan énergétique lors de l'extraction d'un électron

$$h\nu = W_e + E_c = W_e + \frac{1}{2}mv^2 \quad (94)$$

avec

- E_c l'énergie cinétique de l'électron (J),
- m la masse de l'électron (kg),
- v la vitesse de l'électron ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$).

Rendement d'une cellule photovoltaïque

$$\eta = \frac{P_{\text{utile}}}{P_{\text{reçue}}} = \frac{P_{\text{élec}}}{P_{\text{lum}}} \quad (95)$$

avec

- η le rendement (sans unité),
- P_{utile} la puissance utile (en sortie) (W),
- $P_{\text{reçue}}$ la puissance reçue (en entrée) (W),
- $P_{\text{élec}}$ la puissance électrique (W),
- P_{lum} la puissance lumineuse (W).

CHAPITRE 21. DYNAMIQUE DU DIPÔLE RC

Débit de charges électriques

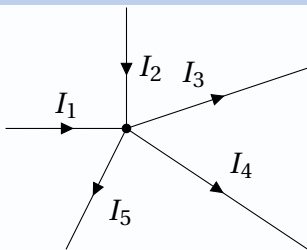
$$I = \frac{Q}{\Delta t} \quad (96)$$

avec

- I l'intensité du courant électrique (A),
- Q la charge électrique (C),
- Δt la durée (s).

Loi des nœuds

La somme des intensités des courants arrivant à un nœud est égale à la somme des intensités des courants sortant du nœud.

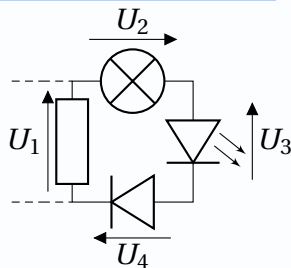


$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4 + I_5 \quad (97)$$

Loi des mailles

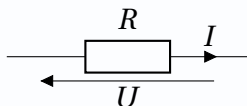
Dans une maille orientée, la somme des tensions algébriques le long de cette maille est toujours nulle.

$$U_1 + U_2 - U_3 + U_4 = 0 \quad (98)$$



Loi d'Ohm

$$U = RI \quad (99)$$



Intensité du courant en fonction de la charge

$$i(t) = \frac{dq(t)}{dt} \quad (100)$$

avec

- $i(t)$ l'intensité du courant électrique (A),
- $q(t)$ la charge à la date t (C),
- t le temps (s).

Lien entre charge et tension

$$q_A(t) = C \times U_{AB}(t) \quad (101)$$

avec

- q_A la charge sur l'armature A du condensateur à la date t (C),
- C la capacité du condensateur (F),
- $U_{AB}(t)$ la tension aux bornes du condensateur à la date t (V).

Temps caractéristique du circuit RC

$$\tau = RC \quad (102)$$

avec

- τ le temps caractéristique (s),
- R la résistance du conducteur ohmique (Ω),
- C la capacité du condensateur (F).