

Formulaire général de physique – chimie / L1

CONSTANTES ET CONVERSIONS

Valeurs des constantes usuelles

grandeur	symbole	valeur / unité	
Accélération de la pesanteur au niveau de la mer	g	9,81	m.s ⁻²
Célérité de la lumière dans le vide	c	2,998 x 10 ⁸	m.s ⁻¹
Permittivité du vide	ε ₀	8,85.10 ⁻¹²	m ⁻³ .kg ⁻¹ .s ⁴ .A ²
Perméabilité magnétique du vide	μ ₀	4 π .10 ⁻⁷	kg.m.A ⁻² .s ⁻²
Nombre d'Avogadro	N _A	6,02 x 10 ²³	mol ⁻¹
Charge élémentaire	e	1,602 x 10 ⁻¹⁹	C
Constante de Planck	h	6,63 x10 ⁻³⁴	J.s
Constante de Boltzmann	k _B	1,38 x 10 ⁻²³	J.K ⁻¹
Constante du gaz parfait	R	8,314	J.mol ⁻¹ .K ⁻¹
Constante de Rydberg pour H	R _H	1,096 x 10 ⁷	m ⁻¹
Energie d'ionisation de l'hydrogène	I _H	13,60	eV
Masse volumique de l'eau	μ _{eau}	1000	kg.m ⁻³

Conversions d'unités

Pression	1 bar = 1×10^5 Pa	1 atm = 101 325 Pa	760 mmHg = 1 atm
Volume	1 cm ³ = $1 \times (10^{-2} \text{ m})^3 = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^3$	1 L = 1 dm ³ = 1.10^{-3} m^3	
Unités composées	$1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1 \frac{10^{-3} \text{ kg}}{10^{-6} \text{ m}^3} = 1 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$		

Tableau périodique des éléments

Tableau périodique des éléments																	
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 IA IIA IIIB IVB VB VIB VII VIII IX X XI XII IIIA IVA VA VIA VIIA VIIIA																	
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 IA IIA IIIB IVB VB VIB VII VIII IX X XI XII IIIA IVA VA VIA VIIA VIIIA																	
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 IA IIA IIIB IVB VB VIB VII VIII IX X XI XII IIIA IVA VA VIA VIIA VIIIA																	
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 IA IIA IIIB IVB VB VIB VII VIII IX X XI XII IIIA IVA VA VIA VIIA VIIIA																	
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 IA IIA IIIB IVB VB VIB VII VIII IX X XI XII IIIA IVA VA VIA VIIA VIIIA																	
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 IA IIA IIIB IVB VB VIB VII VIII IX X XI XII IIIA IVA VA VIA VIIA VIIIA																	
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 IA IIA IIIB IVB VB VIB VII VIII IX X XI XII IIIA IVA VA VIA VIIA VIIIA																	
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 IA IIA IIIB IVB VB VIB VII VIII IX X XI XII IIIA IVA VA VIA VIIA VIIIA																	
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 IA IIA IIIB IVB VB VIB VII VIII IX X XI XII IIIA IVA VA VIA VIIA VIIIA																	
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 IA IIA IIIB IVB VB VIB VII VIII IX X XI XII IIIA IVA VA VIA VIIA VIIIA																	
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 IA IIA IIIB IVB VB VIB VII VIII IX X XI XII IIIA IVA VA VIA VIIA VIIIA																	
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 IA IIA IIIB IVB VB VIB VII VIII IX X XI XII IIIA IVA VA VIA VIIA VIIIA																	
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 IA IIA IIIB IVB VB VIB VII VIII IX X XI XII IIIA IVA VA VIA VIIA VIIIA																	
1 2 3 4 5 6 7 8 9																	

D'après Wikipédia

THERMODYNAMIQUE PHYSIQUE

Capacités thermiques

$$C_p = n C_p^{Mo}$$

$$C_p = m C_p^{mo}$$

C_p et C_v en $J.K^{-1}$

Capacités thermiques molaires :

	Gaz parfait	Phase condensée
	$\gamma = \frac{C_p}{C_v}$; $C_p = C_v + n R$	$C_p \approx C_v$
GP monoatomique	$\gamma = 5/3 = 1,67$	notée C
GP diatomique	$\gamma = 7/5 = 1,4$	

Evolution d'un système

Premier principe	Second principe	Laplace (adia. rév. GP)
$\Delta U = W + Q$	$\Delta S = \int_i^f \frac{\delta Q_{rev}}{T} \left[= \int_i^f \frac{\delta Q_{irr}}{T_{ext}} + S_{crite} \quad ; \quad S_{crite} > 0 \right]$	$PV^\gamma = \text{cste}$ $TV^{\gamma-1} = \text{cste}$ $P^{1/\gamma} T = \text{cste}$

Pour le gaz parfait (GP) et les phases condensées indilatables et incompressibles (PCII), même si V et P non constants, sans réaction chimique :

$$\Delta U = C_v \Delta T \quad \text{et} \quad \Delta H = C_p \Delta T$$

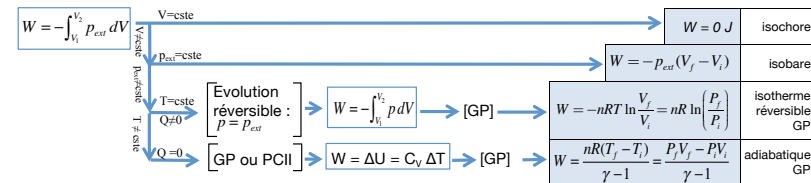
$$\Delta U = \int_{T_i}^{T_f} C_v(T) dT$$

à volume constant

$$\Delta H = \int_{T_i}^{T_f} C_p(T) dT$$

à pression constante

Travail des forces de pression



Transfert thermique et variation d'entropie du système / évolution sans changement d'état

	Q	ΔS
isobare ($P = \text{cste}$)	[Quasi-statique ($P = P_{ext}$)]: $Q_p = \Delta H = \int_{T_i}^{T_f} C_p(T) dT$	$\Delta S = \int_{T_i}^{T_f} \frac{C_p(T)}{T} dT$
isochore ($V = \text{cste}$)	$Q_v = \Delta U = \int_{T_i}^{T_f} C_v(T) dT$	$\Delta S = \int_{T_i}^{T_f} \frac{C_v(T)}{T} dT$
isotherme ($T = \text{cste}$)	[GP]: $\Delta U = 0 \Rightarrow Q = -W$ $Q_{rev} = -W_{rev} = nRT \ln \frac{V_f}{V_i}$	[GP]: $\Delta S = nR \int_{V_i}^{V_f} \frac{dV}{V} = nR \ln \left(\frac{V_f}{V_i} \right) = -nR \ln \left(\frac{P_f}{P_i} \right)$
adiabatique	$Q = 0$	$\Delta S = 0$ si réversible $\Delta S = S_{crite} > 0$ si irréversible

Transfert thermique et variation d'entropie du système / changement d'état (CE)

À pression constante [Quasi-statique ($P = P_{ext}$)]: $Q_p = n \cdot \Delta_{CE} H$	À pression et température constantes : $\Delta_{CE} S = \frac{n \cdot \Delta_{CE} H}{T_{CE}}$
--	--

avec $\Delta_{CE} H$ en $J.mol^{-1}$

Conduction et convection thermique

$$\text{Flux thermique (puissance thermique)} \quad \Phi = \frac{\delta Q}{dt}$$

Densité de flux thermique q : $\Phi = \int_S \vec{q} \cdot d\vec{S}$	CP' : surface plane séparant 2 milieux de températures différentes :	$q = \frac{\Phi}{S}$
Loi de Fourier : $\vec{q} = -\lambda \vec{\nabla} T$	CP' : à une dimension :	$q = -\lambda \frac{dT}{dx}$
Coefficient de convection thermique au voisinage d'une paroi (α)		$q = \alpha \Delta T$
Résistance thermique	CP' : dans un matériau à une dimension : CP' : surface plane séparant 2 milieux :	$R = \frac{e}{\lambda S}$ $R = \frac{1}{\alpha S}$

Machines cycliques dithermes

Premier principe sur un cycle :	$W + Q_c + Q_f = 0$
Second principe sur un cycle (inégalité de Clausius-Carnot) :	$\frac{Q_c}{T_c} + \frac{Q_f}{T_f} \leq 0$
Efficacité thermodynamique :	$\eta = \frac{\text{transfert d'énergie utile}}{\text{transfert d'énergie dépensé}}$

Systèmes ouverts : étude sur un volume de contrôle (VC)

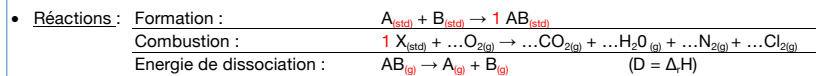
Lien débit massique et débit volumique : $q_m = \rho q_v$

		CP' stationnaire
Bilan de masse	$\frac{dm_{VC}}{dt} = \sum_{\text{entrées}} q_{m,j} - \sum_{\text{sorties}} q_{m,j}$	$\sum_{\text{entrées}} q_{m,j} = \sum_{\text{sorties}} q_{m,j} = 0$
Bilan d'énergie	$\frac{dE_{VC}}{dt} = \frac{\delta W_{ep}}{dt} + \frac{\delta Q}{dt} + \sum_{\text{entrées}} q_{m,j} [h_i + e_{c,i} + e_{p,i}] - \sum_{\text{sorties}} q_{m,j} [h_j + e_{c,j} + e_{p,j}]$	$\frac{\delta W_{ep}}{dt} + \frac{\delta Q}{dt} + \sum_{\text{entrées}} q_{m,j} [h_i + e_{c,i} + e_{p,i}] - \sum_{\text{sorties}} q_{m,j} [h_j + e_{c,j} + e_{p,j}] = 0$

les grandeurs minuscules sont massiques
convention thermo classique (entrée > 0, sortie < 0)

CHIMIE

Thermochimie



v_i coeff. stœchiométrique : $v_i > 0$ pour les produits, $v_i < 0$ pour les réactifs

- Evolution d'un système chimique à **P et T constantes** :

S	$\Delta S = \int_0^{x_f} \Delta_r S(x) dx$	avec	$\Delta_r S = \sum v_i S_i$
---	--	------	-----------------------------

U	$\Delta U = \Delta_r U \cdot x_f$	avec	$\Delta_r U = \Delta_r H - RT \sum v_i(gaz)$
---	-----------------------------------	------	--

H	$\Delta H = \Delta_r H \cdot x_f$	avec	$\Delta_r H = \sum v_i \Delta_f H$
	$\Delta H = \Delta U + RT \sum \Delta n(gaz)$		$\Delta_r H = \Delta_r U + RT \sum v_i(gaz)$

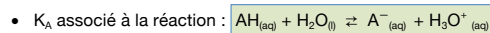
G	$\Delta G = \int_0^{x_f} \Delta_r G(x) dx$	avec	$\Delta_r G = \sum v_i \Delta_f G$ $\Delta_r G = \Delta_r H - T \cdot \Delta_r S$ $\Delta_r G = \Delta_r G^\circ + RT \ln Q \quad \text{avec} \quad Q = \prod a_i^{v_i}$ (cas général, donc hors équilibre)
---	--	------	--

- Relations de Kirchhoff (valables sans changement d'état dans la gamme de températures $[T_1, T_2]$) :

$\Delta_r H(T_2) = \Delta_r H(T_1) + \int_{T_1}^{T_2} \Delta_r C_p dT$	$\Delta_r S(T_2) = \Delta_r S(T_1) + \int_{T_1}^{T_2} \frac{\Delta_r C_p}{T} dT$	avec	$\Delta_r C_p = \sum v_i C_{p,i}$
--	--	------	-----------------------------------

- Si changement d'état, faire un cycle.

Acides-bases



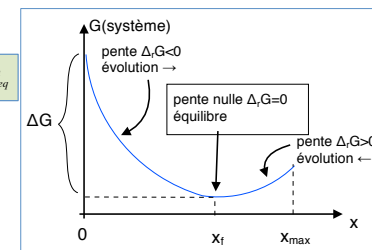
-

pH général	pH acide fort	pH acide faible
$pH = -\log [H_3O^+_{(aq)}]$	$pH = -\log(C)$	$pH = pK_A + \log \frac{[A^-_{(aq)}]_e}{[AH_{(aq)}]_e}$

- Dans toutes les solutions aqueuses, $[HO^-]_{eq} [H_3O^+]_{eq} = K_e = 10^{-14}$

Equilibres chimiques

A l'équilibre : $\Delta_r G^\circ = -RT \ln K$ avec $K = \prod a_{i,eq}^{v_i}$



- Activités :

Solide ou liquide seul dans sa phase / Solvant	$a = 1$	
Soluté	$a_i = \frac{[X_i]}{C^\circ}$	avec $C^\circ = 1 \text{ mol.L}^{-1}$
Gaz parfait	$a_i = \frac{P_i}{P^\circ}$	avec $P_i = x_i P_{tot}$ $P^\circ = 1 \text{ bar}$ et $x_i = \frac{n_i}{n_{tot}}$

- Relation de Van't Hoff :

$$\frac{d \ln(K)}{dT} = \frac{\Delta_r H^\circ}{RT^2}$$

Solubilité

K_s associé à la réaction : $AB_{(s)} \rightleftharpoons A^+_{(aq)} + B^-_{(aq)}$
 Si $Q < K_s$ pas de précipitation
 Si $Q_i > K_s$ alors précipitation jusqu'à obtenir $Q = K_s$

Electrochimie

Pour un couple ox/red :	$E = E^\circ + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[ox]}{[red]} = E^\circ + \frac{0,059}{n} \log \frac{[ox]}{[red]}$
Système réactionnel à l'équilibre :	$\Delta E = 0 = \Delta E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln K$ ou $\log(K) = \frac{n\Delta E^\circ}{0,059}$