



**UNIVERSITE DE LIEGE**



FACULTE DES SCIENCES

FACULTE DES SCIENCES

Département de Chimie

---

**FORMULAIRE**

**DE CHIMIE GENERALE**

Relatif au cours du Professeur Loïc Quinton

1<sup>er</sup> Baccalauréat en Kinésithérapie  
1<sup>er</sup> Baccalauréat en Sciences de la Motricité

---

**Année Académique 2014-2015**

---

Ce formulaire est destiné à servir « d'outil » lors des examens et interrogations. RIEN ne peut y être ajouté, si ce n'est à la demande des enseignants.

## PRINCIPALES CONSTANTES

Nombre d'Avogadro :  $N_A = 6,02 \times 10^{23}$  molécules/mol

Constante des gaz parfaits :

$$R = 8,314 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1} = 8,314 \text{ Pa.m}^3.\text{K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$$

$$R = 0,082 \text{ L atm K}^{-1}.\text{mol}^{-1} = 1,987 \text{ cal K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$$

Charge de l'électron :  $e = 1,6 \times 10^{-19}$  C

Un Faraday :  $\mathcal{F} = N_A e = 96487$  C

Masse de l'électron :  $m_e = 9,1095 \times 10^{-31}$  kg

Constante de Planck :  $h = 6,6262 \times 10^{-34}$  J s      Constante de Rydberg :  $R_d = 1,097.10^7 \text{ m}^{-1}$

Vitesse de la lumière :  $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

## UNITES D'ENERGIE ET DE PRESSION

1 calorie = 4,184 Joule      1 Joule = 0,239 calorie

1 eV =  $1.602 \times 10^{-19}$  J

1 atm =  $1,0132 \times 10^5$  Pascal (ou Newton m<sup>-2</sup>)

760 mmHg = 1 atm      1 torr = 1 mmHg

1 bar =  $10^5$  Pa

## REGLES DE SOLUBILITE

Celles-ci sont à appliquer dans l'ordre où elles sont énoncées. En cas d'ambiguïté, c'est la règle qui a le plus petit numéro qui a la préséance.

1. Les sels et hydroxydes de sodium, potassium et ammonium sont solubles.
2. Les nitrates, acétates et perchlorates sont solubles.
3. Les sels d'argent, de plomb et de mercure I sont insolubles.
4. Les chlorures, bromures et iodures sont solubles, sauf l'iodure de mercure (II).
5. Les carbonates, sulfures, oxydes, phosphates et hydroxydes sont insolubles ; l'hydroxyde de baryum est soluble.
6. Les sulfates sont solubles, sauf les sulfates de calcium et de baryum.

## FORMULES

$$v = c/\lambda$$

$$\frac{1}{\lambda} = R_d \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$\% \text{ionicité} = \frac{\mu_{\text{exp}}}{\mu_{\text{ion}}} \cdot 100 = \frac{\mu_{\text{exp}}}{e.r} \cdot 100$$

$$\Delta T_f = i K_f m$$

$$K_f (\text{eau}) = 1,86 \text{ K kg mol}^{-1}$$

$$\Pi = i.C.R.T$$

$$\text{pH} = -\log C_a$$

$$\text{pH} = 0,5 \text{ p}K_a - 0,5 \log C_a$$

$$\text{pH} = 0,5 (\text{p}K_{a1} + \text{p}K_{a2})$$

$$E = E^\circ - \frac{0,059}{n} \log \frac{[\text{Red}]}{[\text{Ox}]}$$

$$[A] = [A]_0 e^{-kt}$$

$$[A] = -kt + [A]_0$$

$$[A] = [A]_0 / (1 + [A]_0 kt)$$

$$\Delta E = Q_p + W \text{ avec } \Delta H = Q_p$$

$$\Delta H^\circ = \sum (\Delta H^\circ_f)_{\text{prod}} - \sum (\Delta H^\circ_f)_{\text{réact}}$$

$$\Delta S^\circ = \sum (\Delta S^\circ_f)_{\text{prod}} - \sum (\Delta S^\circ_f)_{\text{réact}}$$

$$\Delta G^\circ = \sum (\Delta G^\circ_f)_{\text{prod}} - \sum (\Delta G^\circ_f)_{\text{réact}}$$

$$\Delta G = \Delta H - T.\Delta S$$

$$\Delta G^\circ = -RT. \ln K$$

$$\ln K = \Delta S^\circ/R - \Delta H^\circ/RT$$

$$E = hv$$

$$E_c = hv - E_0$$

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

$$\mu = 4.8 \text{ q.d}$$

$$\Delta T_{\text{eb}} = i K_{\text{eb}} m$$

$$K_{\text{eb}} (\text{eau}) = 0,512 \text{ K kg mol}^{-1}$$

$$\text{pH} = 14 + \log C_b$$

$$\text{pH} = 7 + 0,5 \text{ p}K_a + 0,5 \log C_b$$

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log (C_b/C_a)$$

$$\Delta E = \Delta E^\circ - \frac{0,059}{n} \log Q$$

$$k = A e^{-(E_a/RT)}$$

$$\ln\left(\frac{k_2}{k_1}\right) = -\frac{\Delta E_a}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)$$

$$\Delta H = \Delta E + P. \Delta V$$

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT.\ln Q$$

$$\ln\left(\frac{K_2}{K_1}\right) = -\frac{\Delta H^\circ}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)$$



TABLE DES pK<sub>A</sub> A 25°C

Acide	Base conjuguée	pK <sub>A</sub>	Acide	Base conjuguée	pK <sub>A</sub>
HI	I <sup>-</sup>	♣	Acide acétique HAc	Ac <sup>-</sup>	4.76
HBr	Br <sup>-</sup>	♣	Acide citrique H <sub>2</sub> B <sup>-</sup>	HB <sup>2-</sup>	4.8
HClO <sub>4</sub>	ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	♣	Acide propionique HB	B <sup>-</sup>	4.9
HCl	Cl <sup>-</sup>	♣	[Al(H <sub>2</sub> O) <sub>6</sub> ] <sup>3+</sup>	[Al(H <sub>2</sub> O) <sub>5</sub> OH] <sup>2+</sup>	5.0
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	♣	Acide malique HB <sup>-</sup>	B <sup>2-</sup>	5.05
HNO <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	♣	Acide phtalique HB <sup>-</sup>	B <sup>2-</sup>	5.4
H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O	-1.75	Acide succinique HB <sup>-</sup>	B <sup>2-</sup>	5.6
HClO <sub>3</sub>	ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	~ 0	Fe <sup>2+</sup>	FeOH <sup>+</sup>	5.7
Acide picrique HB	B <sup>-</sup>	0.38	Zn <sup>2+</sup>	ZnOH <sup>+</sup>	5.7
Acide trichloroacétique HB	B <sup>-</sup>	0.66	Acide malonique HB <sup>-</sup>	B <sup>2-</sup>	5.7
Acide benzène sulfonique HB	B <sup>-</sup>	0.7	Hydroxylamine NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	NH <sub>2</sub> OH	6.0
HBrO <sub>3</sub>	BrO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.7	Acide maléique HB <sup>-</sup>	B <sup>2-</sup>	6.2
HIO <sub>3</sub>	IO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.77	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (CO <sub>2</sub> (aq))	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	6.4
HSCN	SCN <sup>-</sup>	0.8	HCrO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	6.4
H <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	HCrO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	0.8	Acide citrique HB <sup>2-</sup>	B <sup>3-</sup>	6.4
H <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	H <sub>3</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>-</sup>	0.85	H <sub>2</sub> PO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	HPO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	6.6
Acide sulfamique HB	B <sup>-</sup>	1.0	H <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	HP <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>3-</sup>	6.6
Acide oxalique H <sub>2</sub> B	HB <sup>-</sup>	1.2	H <sub>2</sub> AsO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	HAsO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	7.0
Acide dichloroacétique HB	B <sup>-</sup>	1.3	H <sub>2</sub> S	HS <sup>-</sup>	7.0
HIO <sub>4</sub>	IO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	1.6	HSO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	7.2
H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> (SO <sub>2</sub> (aq))	HSO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1.9	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	7.2
HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1.9	HClO	ClO <sup>-</sup>	7.5
HClO <sub>2</sub>	ClO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	2.0	Triéthanolamine HB <sup>+</sup>	B	7.8
Acide maléique H <sub>2</sub> B	HB <sup>-</sup>	2.0	Tris HB <sup>+</sup>	B	8.08
Sn <sup>2+</sup>	SnOH <sup>+</sup>	2.1	HBrO	BrO <sup>-</sup>	8.7
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	2.1	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NH <sub>3</sub>	9.2
H <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> AsO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	2.2	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> BO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	9.2
Fe <sup>3+</sup>	FeOH <sup>2+</sup>	2.2	HCN	CN <sup>-</sup>	9.3
Hg <sup>2+</sup>	HgOH <sup>+</sup>	2.5	HP <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>3-</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>4-</sup>	9.4
H <sub>3</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	2.6	Phénol HB	B <sup>-</sup>	9.9
Acide sulfosalicylique H <sub>2</sub> B	HB <sup>-</sup>	2.6	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	HSiO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	9.9
Acide chloracétique HB	B <sup>-</sup>	2.9	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	10.3
Acide malonique H <sub>2</sub> B	HB <sup>-</sup>	2.9	Ni <sup>2+</sup>	NiOH <sup>+</sup>	10.6
Acide phtalique H <sub>2</sub> B	HB <sup>-</sup>	2.95	HIO	IO <sup>-</sup>	10.6
Acide salicylique H <sub>2</sub> B	HB <sup>-</sup>	3.0	HAsO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	AsO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	~ 11.5
Acide tartrique H <sub>2</sub> B	HB <sup>-</sup>	3.0	Mg <sup>2+</sup>	MgOH <sup>+</sup>	11.5
Acide fumarique H <sub>2</sub> B	HB <sup>-</sup>	3.02	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	HO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	11.6
Acide citrique H <sub>3</sub> B	H <sub>2</sub> B <sup>-</sup>	3.1	Acide ascorbique HB <sup>-</sup>	B <sup>2-</sup>	11.6
[Fe(H <sub>2</sub> O) <sub>6</sub> ] <sup>3+</sup>	[Fe(H <sub>2</sub> O) <sub>5</sub> OH] <sup>2+</sup>	3.1	HSiO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	11.8
HF	F <sup>-</sup>	3.2	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	12.4
HNO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	3.4	Ca <sup>2+</sup>	CaOH <sup>+</sup>	12.6
Acide malique H <sub>2</sub> B	HB <sup>-</sup>	3.4	HS <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>	12.9
Acide formique HB	B <sup>-</sup>	3.8	Acide salicylique HB <sup>-</sup>	B <sup>2-</sup>	~ 13
Acide lactique HB	B <sup>-</sup>	3.9	Ethanal CH <sub>3</sub> CHO	CH <sub>3</sub> CO <sup>-</sup>	14.5
HCNO	CNO <sup>-</sup>	3.9	Méthanol CH <sub>3</sub> OH	CH <sub>3</sub> O <sup>-</sup>	15.5
Acide tartrique HB <sup>-</sup>	B <sup>2-</sup>	4.3	Ethanol C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> O <sup>-</sup>	15.9
Acide ascorbique H <sub>2</sub> B	HB <sup>-</sup>	4.2	H <sub>2</sub> O	OH <sup>-</sup>	16.1 (a)
Acide succinique H <sub>2</sub> B	HB <sup>-</sup>	4.2			15.9 (b)
Acide benzoïque HB	B <sup>-</sup>	4.2			15.7 (c)
Acide acrylique HB	B <sup>-</sup>	4.25			13.9 (d)
Acide oxalique HB <sup>-</sup>	B <sup>2-</sup>	4.3	PH <sub>3</sub>	PH <sub>2</sub> <sup>-</sup>	♣
Acide fumarique HB <sup>-</sup>	B <sup>2-</sup>	4.4	NH <sub>3</sub>	NH <sub>2</sub> <sup>-</sup>	♣

(a) 15°C ; (b) 20°C ; (c) 25°C ; (d) 100°C

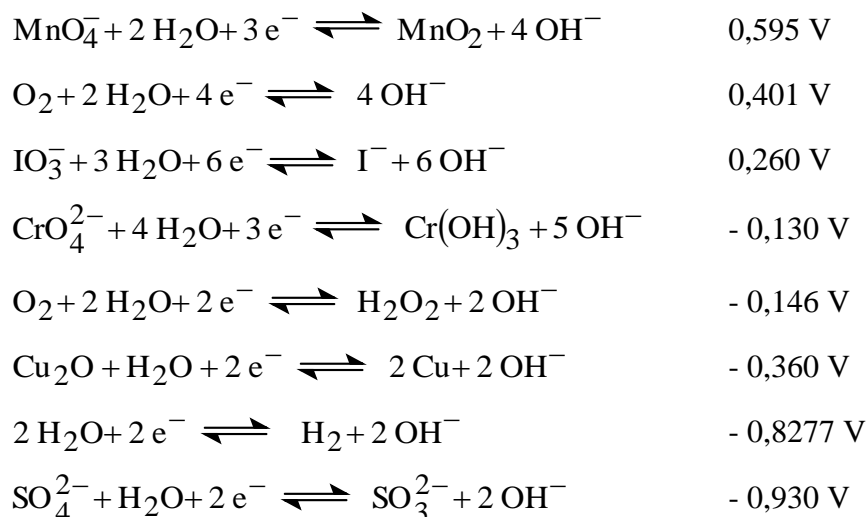
♣ acides forts ; ♣ bases fortes

## POTENTIELS STANDARDS DES COUPLES OXYDO-REDUCTEURS A 25°C

### 1) EN MILIEU ACIDE

$F_2 / 2 F^-$	2,866 V	$Hg_2^{2+} / 2 Hg$	0,2681 V
$S_2O_8^{2-} / 2 SO_4^{2-}$	2,010 V	Calomel, saturée en KCl	0,2415 V
$H_2O_2 / 2 H_2O$	1,776 V	$AgCl / Ag + Cl^-$	0,2223 V
$HClO / 1/2 Cl_2$	1,611 V	$SO_4^{2-} / SO_3^{2-}$	0,172 V
$MnO_4^- / Mn^{2+}$	1,507 V	$Cu^{2+} / Cu^+$	0,153 V
$ClO_3^- / 1/2 Cl_2$	1,470 V	$Sn^{4+} / Sn^{2+}$	0,151 V
$Cl_2 / 2 Cl^-$	1,358 V	$S / H_2S(aq)$	0,142 V
$CrO_4^{2-} / Cr^{3+}$	1,350 V	$S_4O_6^{2-} / 2 S_2O_3^{2-}$	0,080 V
$Cr_2O_7^{2-} / 2 Cr^{3+}$	1,232 V	$2 H^+ / H_2$	0,000 V
$1/2 O_2 / H_2O$	1,229 V	$Pb^{2+} / Pb$	- 0,1262 V
$IO_3^- / 1/2 I_2$	1,195 V	$Sn^{2+} / Sn$	- 0,1375 V
$NO_2^- / NO$	0,983 V	$CO_2 / H-COOH$	- 0,199 V
$NO_3^- / NO$	0,957 V	$Ni^{2+} / Ni$	- 0,257 V
$NO_3^- / NO_2^-$	0,934 V	$Cd^{2+} / Cd$	- 0,403 V
$Hg^{2+} / Hg$	0,851 V	$Fe^{2+} / Fe$	- 0,447 V
$Ag^+ / Ag$	0,7996 V	$2 CO_2 / H_2C_2O_4$	- 0,490 V
		$Cr^{3+}/Cr$	- 0,744 V
$Fe^{3+} / Fe^{2+}$	0,771 V	$Zn^{2+} / Zn$	- 0,762 V
benzoquinone/hydroquinone	0,6992 V	$Mn^{2+} / Mn$	- 1,185 V
$O_2 / H_2O_2$	0,695 V	$Al^{3+} / Al$	- 1,662 V
$I_2 / 2 I^-$	0,5355 V	$Mg^{2+} / Mg$	- 2,372 V
$Cu^+ / Cu$	0,521 V	$Na^+ / Na$	- 2,710 V
$[Fe(CN)_6]^{3-} / [Fe(CN)_6]^{4-}$	0,356 V	$K^+ / K$	- 2,931 V
$Cu^{2+} / Cu$	0,3419 V	$Li^+ / Li$	- 3,040 V
Calomel, molale en KCl	0,2802 V		

2) EN MILIEU BASIQUE (demi-réactions équilibrées)



**ELECTRONEGATIVITE**

ELEMENT : F > O > N et Cl > Br > C et S > H et P > B > Si  
 VALEUR : 4 3,5 3 2,8 2,5 2,1 2 1,8

**ELECTROPOSITIVITE** : SÉRIE DES TENSIONS

Li > Ca > Na > Mg > Al > Zn > Fe > Cd > Sn > Pb > H<sub>2</sub> > Cu > Ag > Hg

**CARACTERISTIQUES DES INDICATEURS ACIDE-BASE**

INDICATEUR	ZONE DE VIRAGE	COULEUR
Cristal violet	0 – 1,8	Jaune – bleu
Bleu de thymol	1,2 – 2,8	Rouge – jaune
Méthylorange	3,0 – 4,4	Rouge – jaune
Vert de bromocrésol	3,8 – 5,4	Jaune – vert bleu
Rouge de méthyle	4,4 – 6,2	Rouge – jaune
Pourpre de bromocrésol	5,2 – 6,8	Jaune – pourpre
Bleu de bromothymol	6,0 – 7,6	Jaune – bleu
Rouge de phénol	6,4 – 8,0	Jaune – rouge
Rouge de crésol	7,0 – 8,8	Jaune – rouge
Pourpre de métacrésol	7,4 – 9,0	Jaune – pourpre
Bleu de thymol	8,0 – 9,6	Jaune – bleu
Phénolphtaléine	8,2 – 10	Incolore – rose
Thymolphtaléine	9,3 – 10,5	Incolore – bleu
Jaune d'alizarine	10,0 – 12,1	Jaune clair – brun
Bleu d'épsilon	11,6 – 13,0	Orange – violet