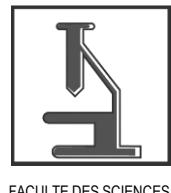




UNIVERSITE DE LIEGE



FACULTE DES SCIENCES

FACULTE DES SCIENCES

Département de Chimie

FORMULAIRE

DE CHIMIE GENERALE

Relatif au cours du Professeur Loïc Quinton

1^{er} Baccalauréat en Kinésithérapie
1^{er} 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 : $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

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

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

Constante de Planck : $h = 6,6262 \times 10^{-34} \text{ J s}$ Constante de Rydberg : $R_d = 1,097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$

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 = $1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$

1 atm = $1,0132 \times 10^5 \text{ Pascal}$ (ou Newton m^{-2})

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

$$v = c/\lambda$$

$$E = hv$$

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

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

$$E_c = hv - E_0$$

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

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

$$\Delta T_f = i K_f m$$

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

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

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

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

$$pH = -\log C_a$$

$$pH = 14 + \log C_b$$

$$pH = 0,5 pK_a - 0,5 \log C_a$$

$$pH = 7 + 0,5 pK_a + 0,5 \log C_b$$

$$pH = 0,5 (pK_{a1} + pK_{a2})$$

$$pH = pK_a + \log (C_b/C_a)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



Tableau périodique des éléments

$\frac{1}{(Ia)}$	$\frac{2}{(IIa)}$	$\frac{3}{(IIIa)}$	$\frac{4}{(IVa)}$	$\frac{5}{(Va)}$	$\frac{6}{(VIa)}$	$\frac{7}{(VIIa)}$	$\frac{8}{(VIIIa)}$	$\frac{9}{(VIIIb)}$	$\frac{10}{(VIIb)}$	$\frac{11}{(VIb)}$	$\frac{12}{(VIIb)}$
M_z	X	Z									
1 H											
1 6,94	9,01										
1 Li	2 Be										
3 3	4 24,31										
22,99	24,31	Na	Mg								
11 11	12 12										
39,10	40,08	44,96	47,88	50,94	52,00	54,94	55,85	58,69	63,55	69,72	72,61
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Ga	Ge
19 19	20 20	21 21	22 23	24 25	26 27	27 28	28 29	29 30	30 31	32 33	34 35
85,47	87,62	88,91	91,22	92,91	95,94	101,07	102,91	106,42	107,87	112,41	118,71
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc*	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd
37 38	38 39	39 40	40 41	41 42	42 43	43 44	44 45	45 46	46 47	47 48	48 49
132,91	137,33	137,33	174,97	178,49	180,95	183,85	186,21	190,21	192,22	195,08	196,97
Cs	Ba	57-70	Lu	Hf	Ta	W	Re	O ₅	Ir	Pt	Au
55 56	56 57	71 72	72 73	73 74	75 76	76 77	77 78	76 79	77 80	78 81	79 80
Fr*	Ra*	89-102	Lu*	Rf*	Db*	Sg*	Bh*	Hs*	Mt*	Uuu*	Uub*
87 88	88 89	103 104	104 105	105 106	106 107	107 108	108 109	109 110	110 111	111 112	112 113

$\frac{1}{(Ia)}$	$\frac{2}{(IIa)}$	$\frac{3}{(IIIa)}$	$\frac{4}{(IVa)}$	$\frac{5}{(Va)}$	$\frac{6}{(VIa)}$	$\frac{7}{(VIIa)}$	$\frac{8}{(VIIIa)}$	$\frac{9}{(VIIIb)}$	$\frac{10}{(VIIb)}$	$\frac{11}{(VIb)}$	$\frac{12}{(VIIb)}$	$\frac{13}{(VIIIa)}$	$\frac{14}{(VIIa)}$	$\frac{15}{(VIa)}$	$\frac{16}{(VIIa)}$	$\frac{17}{(VIIIa)}$	$\frac{18}{(VIIa)}$	
M_z	X	Z																
10,81	12,01	14,01	14,00	16,00	19,00	20,18												
5 5	6 6	7 7	8 8	9 9	10 10	11 11												
26,98	28,09	30,97	32,07	33,45	35,45	39,95												
B	Si	P	S	O	F	Ne												
Al	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr												
13 13	14 14	15 15	16 16	17 17														

138,92	140,12	140,91	144,24	150,36	151,97	157,25	158,93	162,50	164,93	167,26	168,93	173,04						
La	Ce	Pr	Nd	Pm*	Sm	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb						
57 58	59 59	60 60	61 61	62 62	63 63	64 64	65 65	66 66	67 67	68 68	69 69	70 70						
Ac*	Th	Pa	U	Np*	Pu*	Am*	Cm*	Bk*	Cf*	E _s *	Fm*	Md*	No*					
89 90	91 91	92 92	93 93	94 94	95 95	96 96	97 97	98 98	99 99	100 100	101 101	102 102						

* : Éléments n'ayant pas de nucléide (isotope) de durée de vie suffisamment longue et n'ayant donc pas une composition terrestre caractéristique.

TABLE DES pKA A 25°C

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

(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

$\text{F}_2 / 2 \text{F}^-$	2,866 V	$\text{Hg}_2^{2+} / 2 \text{Hg}$	0,2681 V
$\text{S}_2\text{O}_8^{2-} / 2 \text{SO}_4^{2-}$	2,010 V	Calomel, saturée en KCl	0,2415 V
$\text{H}_2\text{O}_2 / 2 \text{H}_2\text{O}$	1,776 V	$\text{AgCl} / \text{Ag} + \text{Cl}^-$	0,2223 V
$\text{HClO} / 1/2 \text{Cl}_2$	1,611 V	$\text{SO}_4^{2-} / \text{SO}_3^{2-}$	0,172 V
$\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+}$	1,507 V	$\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}^+$	0,153 V
$\text{ClO}_3^- / 1/2 \text{Cl}_2$	1,470 V	$\text{Sn}^{4+} / \text{Sn}^{2+}$	0,151 V
$\text{Cl}_2 / 2 \text{Cl}^-$	1,358 V	$\text{S} / \text{H}_2\text{S} (\text{aq})$	0,142 V
$\text{CrO}_4^{2-} / \text{Cr}^{3+}$	1,350 V	$\text{S}_4\text{O}_6^{2-} / 2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	0,080 V
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} / 2 \text{Cr}^{3+}$	1,232 V	$2 \text{H}^+ / \text{H}_2$	0,000 V
$1/2 \text{O}_2 / \text{H}_2\text{O}$	1,229 V	$\text{Pb}^{2+} / \text{Pb}$	- 0,1262 V
$\text{IO}_3^- / 1/2 \text{I}_2$	1,195 V	$\text{Sn}^{2+} / \text{Sn}$	- 0,1375 V
$\text{NO}_2^- / \text{NO}$	0,983 V	$\text{CO}_2 / \text{H-COOH}$	- 0,199 V
$\text{NO}_3^- / \text{NO}$	0,957 V	$\text{Ni}^{2+} / \text{Ni}$	- 0,257 V
$\text{NO}_3^- / \text{NO}_2^-$	0,934 V	$\text{Cd}^{2+} / \text{Cd}$	- 0,403 V
$\text{Hg}^{2+} / \text{Hg}$	0,851 V	$\text{Fe}^{2+} / \text{Fe}$	- 0,447 V
Ag^+ / Ag	0,7996 V	$2 \text{CO}_2 / \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	- 0,490 V
$\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}$	0,771 V	$\text{Cr}^{3+/}\text{Cr}$	- 0,744 V
benzoquinone/hydroquinone	0,6992 V	$\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}$	- 0,762 V
$\text{O}_2 / \text{H}_2\text{O}_2$	0,695 V	$\text{Mn}^{2+} / \text{Mn}$	- 1,185 V
$\text{I}_2 / 2 \text{I}^-$	0,5355 V	$\text{Al}^{3+} / \text{Al}$	- 1,662 V
Cu^+ / Cu	0,521 V	$\text{Mg}^{2+} / \text{Mg}$	- 2,372 V
$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} / [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$	0,356 V	Na^+ / Na	- 2,710 V
$\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}$	0,3419 V	K^+ / K	- 2,931 V
Calomel, molale en KCl	0,2802 V	Li^+ / Li	- 3,040 V

2) EN MILIEU BASIQUE (demi-réactions équilibrées)

$\text{MnO}_4^- + 2 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{MnO}_2 + 4 \text{OH}^-$	0,595 V
$\text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}^- \rightleftharpoons 4 \text{OH}^-$	0,401 V
$\text{IO}_3^- + 3 \text{H}_2\text{O} + 6 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{I}^- + 6 \text{OH}^-$	0,260 V
$\text{CrO}_4^{2-} + 4 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cr(OH)}_3 + 5 \text{OH}^-$	- 0,130 V
$\text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_2 + 2 \text{OH}^-$	- 0,146 V
$\text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons 2 \text{Cu} + 2 \text{OH}^-$	- 0,360 V
$2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$	- 0,8277 V
$\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + 2 \text{OH}^-$	- 0,930 V

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 > H₂ > 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'epsilon	11,6 – 13,0	Orange – violet