

TEST FACULTATIF AA

5 DECEMBRE 2017

Nom : _____ Prénom : _____

Consignes importantes

- La durée globale de l'épreuve est de **1h 30 min**.
- En dehors du matériel d'écriture normal et de feuilles de brouillon vierges, seul l'usage d'un **formulaire de 2 côtés de page A4 au maximum** et d'une **calculatrice scientifique** (non-programmable, sans aucun fichier alphanumérique stocké, ni possibilité de communication) est autorisé. Un tableau périodique est fourni à la fin de la donnée de l'épreuve. Il peut être détaché pour faciliter sa consultation.
- Les étudiants non-francophones peuvent disposer d'un dictionnaire de langue ou d'un traducteur électronique dédié.
- Toutes les réponses seront inscrites **à l'encre** sur les pages suivantes, dans les **cadres** prévus à cet effet. Au besoin, utiliser le verso de la feuille en indiquant clairement "**voir verso**" dans le cadre correspondant.
- Les réponses devront donner suffisamment d'indications pour que le correcteur puisse apprécier le raisonnement qui a permis de les obtenir.
- Les feuilles de **brouillon ne seront pas récoltées** à la fin de l'épreuve et ne pourront donc pas être prises en compte.
- Les **résultats numériques** devront être livrés avec leurs **unités**.
- **Les surveillants ne répondront à aucune question relative à la donnée.**
- Si au cours de l'épreuve, une erreur apparente d'énoncé ou une omission devait être repérée, on la signalera par écrit sur la copie et poursuivra en expliquant les initiatives qu'on serait amené à prendre.

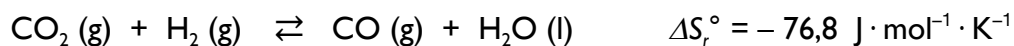
Problème 1 [8/ 60 points]

Un échantillon de masse $m = 51,6$ mg d'un composé biochimique neutre (non-électrolyte) et de formule brute $C_3H_7NO_3$ est dissout dans un litre d'eau pure. La pression osmotique de la solution diluée à une température $T = 20,0^\circ\text{C}$ correspond à une colonne de 40,8 mm d'eau. Déterminer la formule moléculaire du composé et sa masse molaire.

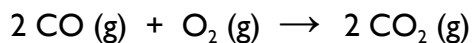
Donnée : Masse volumique de l'eau à $T = 20^\circ\text{C}$: $\rho = 9,982 \times 10^2 \text{ kg m}^{-3}$

Problème 2 [14/ 60 points]

Le gaz carbonique CO_2 peut être réduit par le dihydrogène gazeux H_2 selon la réaction :



La combustion du CO en présence d'oxygène pur à pression constante $P^0 = 1 \text{ bar}$



dégage une quantité de chaleur équivalente à 566 kJ par mole de O_2 consommée.

- a) Calculer l'enthalpie standard de la réaction de réduction du CO_2 par le dihydrogène à $T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$. La réaction est-elle exothermique ou endothermique ?

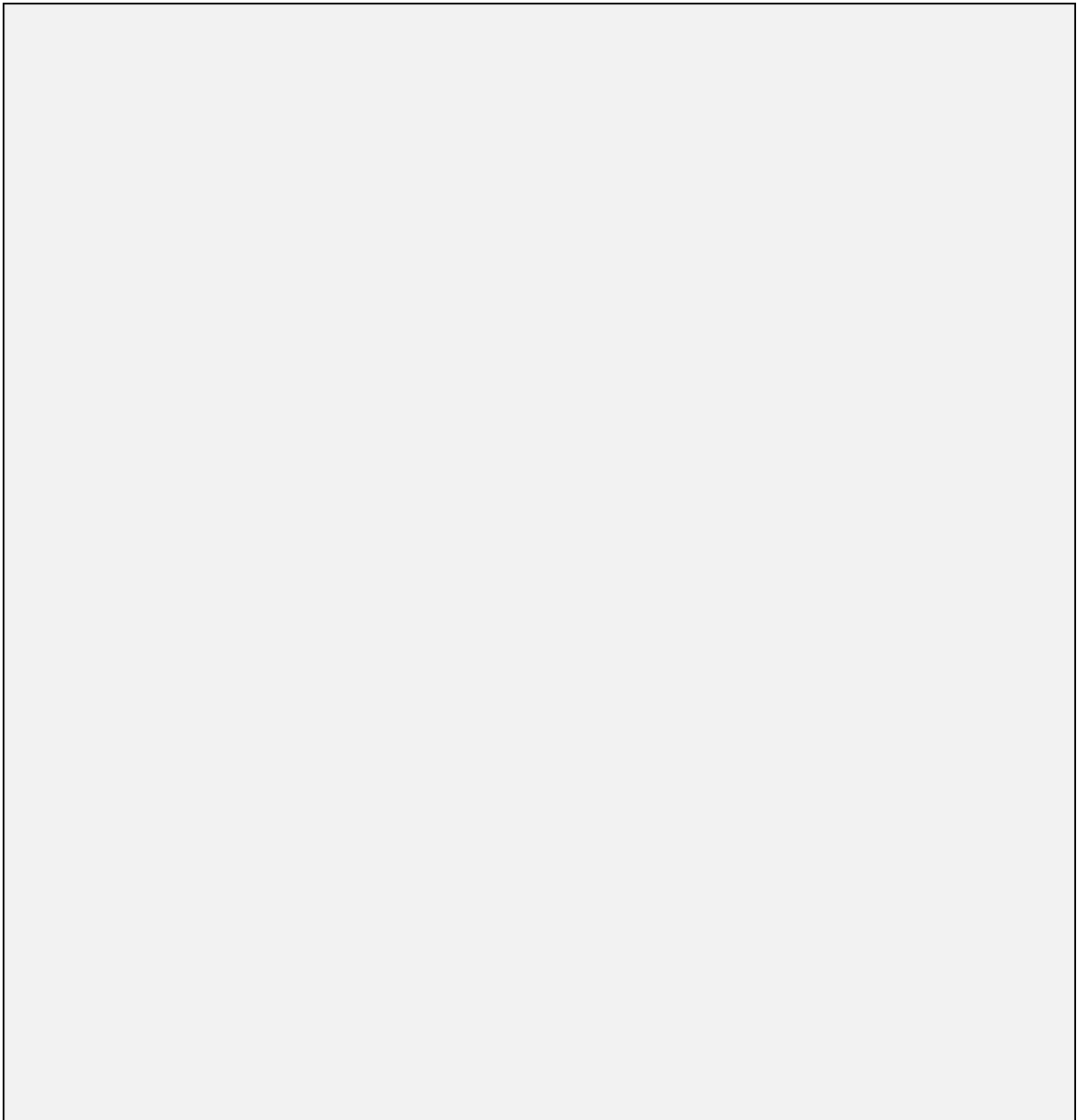
Donnée : $\text{H}_2\text{O} (\text{l}) \quad \Delta H_f^0 = -286 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

- b) Calculer l'enthalpie libre standard de la réaction de réduction du CO_2 par H_2 à 25°C . La réaction est-elle spontanée à cette température ?

c) Déterminez la constante d'équilibre de la réaction réversible à $T = 25^{\circ}\text{C}$.



d) En admettant que l'enthalpie de la réaction ne varie pas avec la température, à quelle température la constante d'équilibre K sera égale à 1 ?

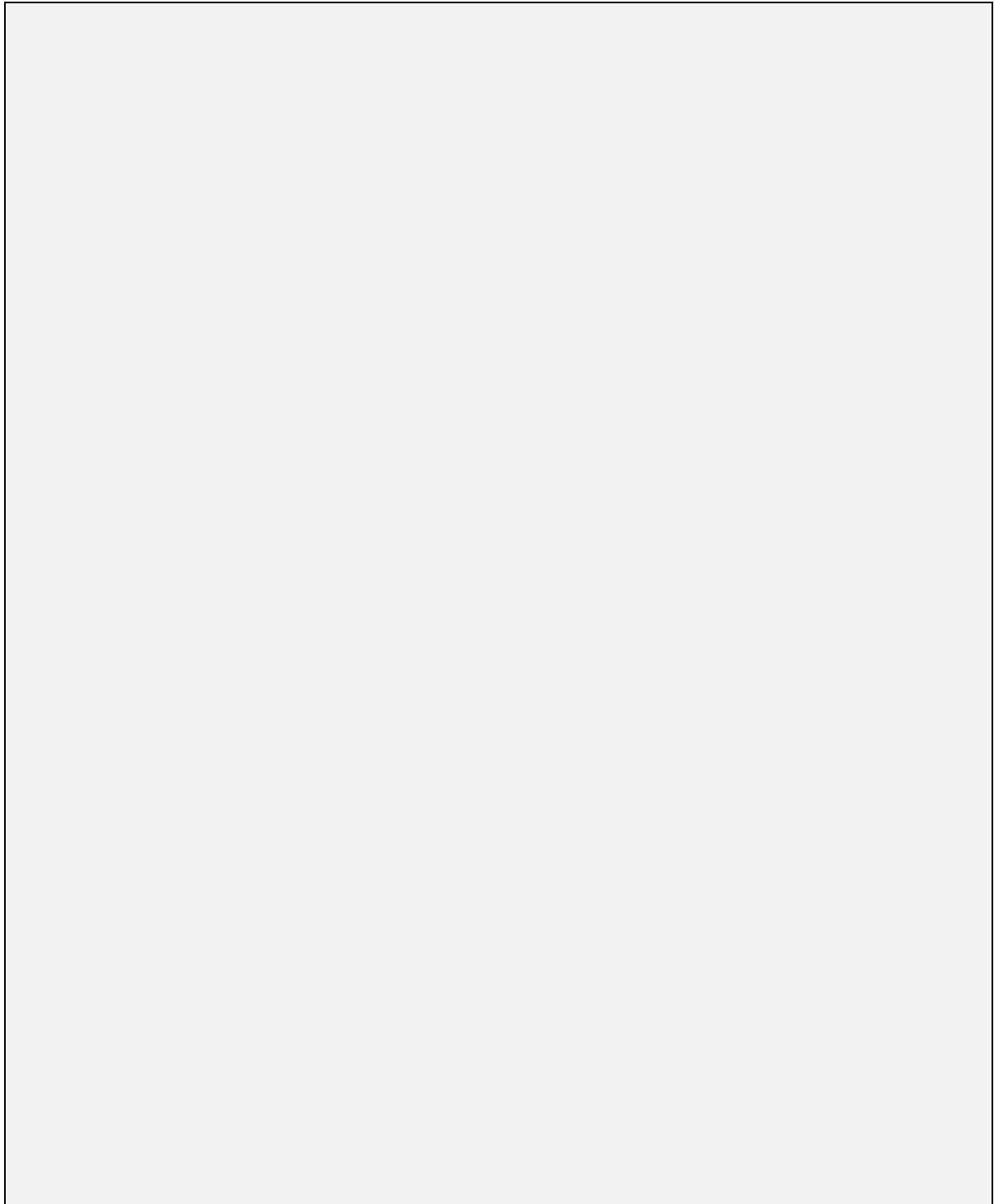


Problème 3 [15/ 60 points]

On agite simultanément un grand excès de PbSO_4 (s) et Ag_2SO_4 (s) dans de l'eau pure jusqu'à obtention d'une solution saturée des deux sels. Les valeurs des produits de solubilité de PbSO_4 et Ag_2SO_4 sont respectivement de $1,6 \cdot 10^{-8}$ et $1,5 \cdot 10^{-5}$. On admettra que la solution est idéale (coefficients d'activité des ions en solution = ~ 1).

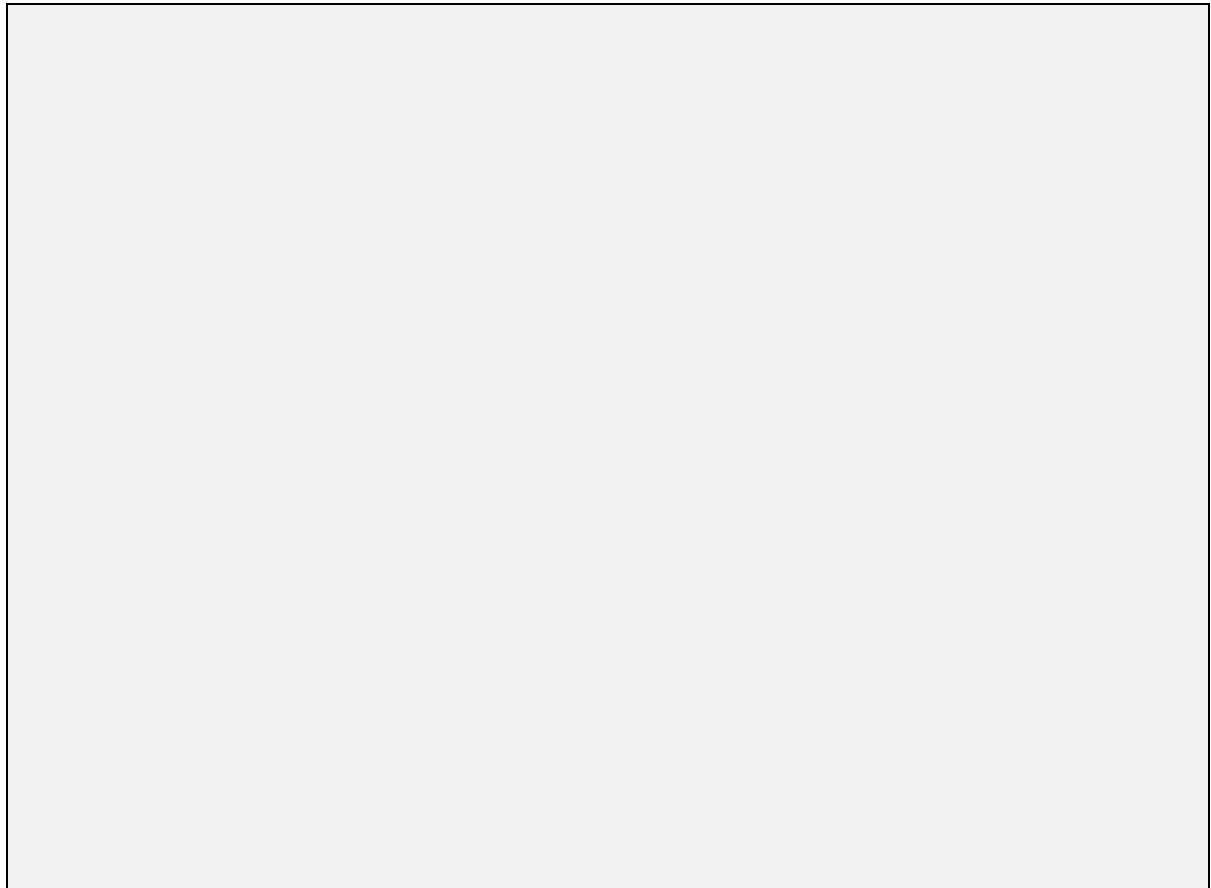
a) Quelles seront les concentrations des ions Pb^{2+} et Ag^+ en solution ?

Indication : Le problème peut être simplifié si on utilise le fait que le sulfate de plomb est beaucoup moins soluble que le sulfate d'argent.





- b) A la solution saturée préparée précédemment, on ajoute de l'acide sulfurique H_2SO_4 à raison d'une concentration $c_a = 1,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Que deviennent les valeurs des concentrations $[\text{Ag}^+]$ et $[\text{Pb}^{2+}]$? Par simplification, on considérera H_2SO_4 comme un acide fort pour ses deux dissociations et on admettra que la solution est idéale.



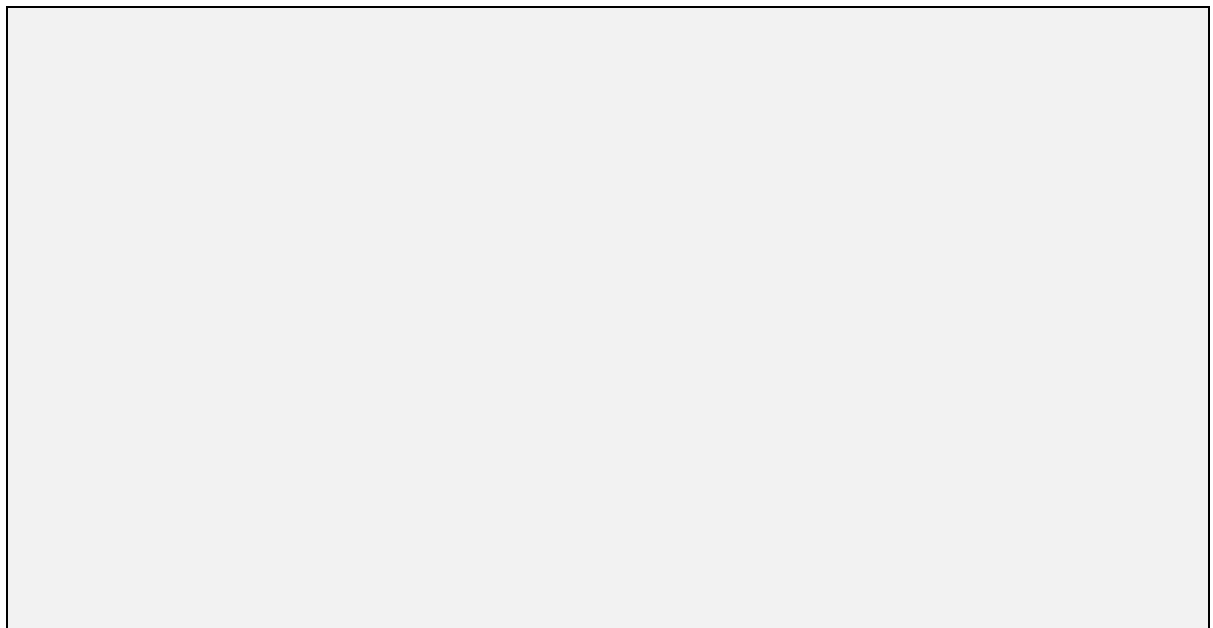
Problème 4 [23/ 60 points]

- a) Quel volume de gaz ammoniac NH_3 (pris à $T = 25^\circ\text{C}$ et sous une pression $P = 1 \text{ atm}$) faut-il dissoudre dans 300 cm^3 d'eau pour que le pH de la solution aqueuse obtenue soit égal à 10,9 ? Exprimer clairement les approximations éventuellement appliquées.

Donnée: $\text{p}K_a(\text{NH}_4^+) = 9,25$.



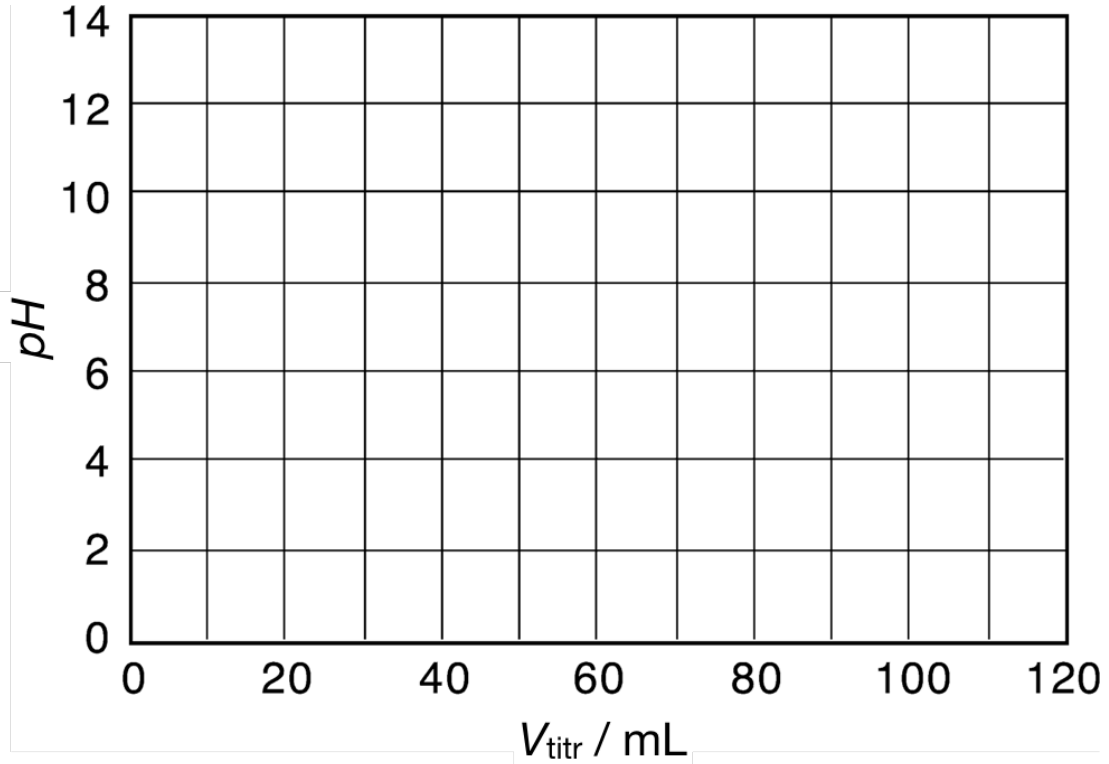
- b) On titre la solution obtenue en y ajoutant progressivement de petites quantités d'une solution aqueuse de concentration $c_{\text{titr}} = 0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ d'acide nitrique HNO_3 (acide fort). Quel volume de la solution d'acide nitrique correspond au point d'équivalence ?



- c) Quel est le pH de la solution au point d'équivalence ? Justifier les approximations éventuellement utilisées.

- d) Calculer le pH au point de demi-neutralisation (PDN) et le pH asymptotique correspondant à $V_{\text{titr}} \rightarrow \infty$.

- e) Tracer sur le graphique ci-dessous la courbe de titrage aussi précisément que possible. Indiquer clairement le point de départ, le point d'équivalence (PE), le point de demi-neutralisation (PDN) et le pH asymptotique correspondant à $V_{\text{titr}} \rightarrow \infty$ ($P\infty$). Encerclez la zone où un effet tampon est attendu.



The Modern Periodic Table of the Elements

18

Hydrogen 1 H 1.01 2.1																	Helium 2 He 4.00 ---
Lithium 3 Li 6.94 1.0																	Neon 10 Ne 20.18 ---
Sodium 11 Na 22.99 0.9																	Argon 18 Ar 39.95 ---
Potassium 19 K 39.10 0.8																	Krypton 36 Kr 83.80 3.0
Rubidium 37 Rb 85.47 0.8																	Xenon 54 Xe 131.29 2.6
Cesium 55 Cs 132.91 0.7																	Radon 86 Rn (222) 2.4
Francium 87 Fr (223) 0.7																	
Beryllium 4 Be 9.01 1.5																	
Magnesium 12 Mg 24.31 1.2																	
Calcium 20 Ca 40.08 1.0																	
Strontium 38 Sr 87.62 1.0																	
Barium 56 Ba 137.33 0.9																	
Radium 88 Ra (226) 0.9																	
<p>Average relative masses are 2001 values, rounded to two decimal places.</p> <p>All average masses are to be treated as measured quantities, and subject to significant figure rules. Do not round them further when performing calculations.</p>																	
<p>Element name → Mercury 80 ← Atomic #</p> <p>Symbol → Hg</p> <p>Electronegativity → 1.9 ← Avg. Mass</p>																	
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
Scandium 21 Sc 44.96 1.3	Titanium 22 Ti 47.88 1.5	Vanadium 23 V 50.94 1.6	Chromium 24 Cr 52.00 1.6	Manganese 25 Mn 54.94 1.5	Iron 26 Fe 55.85 1.8	Cobalt 27 Co 58.93 1.8	Nickel 28 Ni 58.69 1.8	Copper 29 Cu 63.55 1.9	Zinc 30 Zn 65.39 1.6	Gallium 31 Ga 69.72 1.6	Germanium 32 Ge 72.61 1.8	Arsenic 33 As 74.92 2.0	Selenium 34 Se 78.96 2.4	Bromine 35 Br 79.90 2.8	Krypton 36 Kr 83.80 3.0		
Yttrium 39 Y 88.91 1.2	Zirconium 40 Zr 91.22 1.4	Niobium 41 Nb 92.91 1.6	Molybdenum 42 Mo 95.94 1.8	Technetium 43 Tc (98) 1.9	Ruthenium 44 Ru 101.07 2.2	Rhodium 45 Rh 102.91 2.2	Palladium 46 Pd 106.42 2.2	Silver 47 Ag 107.87 1.9	Cadmium 48 Cd 112.41 1.7	Indium 49 In 114.82 1.7	Tin 50 Sn 118.71 1.8	Antimony 51 Sb 121.76 1.9	Tellurium 52 Te 127.60 2.1	Iodine 53 I 126.90 2.5	Xenon 54 Xe 131.29 2.6		
Lutetium 71 Lu 174.97 1.1	Hafnium 72 Hf 178.49 1.3	Tantalum 73 Ta 180.95 1.5	Tungsten 74 W 183.84 1.7	Rhenium 75 Re 186.21 1.9	Osmium 76 Os 190.23 2.2	Iridium 77 Ir 192.22 2.2	Platinum 78 Pt 195.08 2.2	Gold 79 Au 196.97 2.4	Mercury 80 Hg 200.59 1.9	Thallium 81 Tl 204.38 1.8	Lead 82 Pb 207.20 1.8	Bismuth 83 Bi 208.98 1.9	Polonium 84 Po (209) 2.0	Astatine 85 At (210) 2.2	Radon 86 Rn (222) 2.4		
Lawrencium 103 Lr (262) ***	Rutherfordium 104 Rf (261) ***	Dubnium 105 Db (262) ***	Seaborgium 106 Sg (263) ***	Bohrium 107 Bh (262) ***	Hassium 108 Hs (265) ***	Mitlerium 109 Mt (266) ***	Darmstadtium 110 Ds (271) ***	Roentgenium 111 Rg (272) ***	Ununbium 112 Uub (285) ***	Ununtrium 113 Uut (284) ***	Ununquadium 114 Uuq (289) ***	Ununpentium 115 Uup (288) ***	Ununhexium 116 Uuh (292) ***	Ununseptium 117 Uus (293) ***	Ununoctium 118 Uuo (294) ***		

*lanthanides

**actinides

Lanthanum 57 La 138.91 1.1	Cerium 58 Ce 140.12 1.1	Praseodymium 59 Pr 140.91 1.1	Neodymium 60 Nd 144.24 1.1	Promethium 61 Pm (145) 1.1	Samarium 62 Sm 150.36 1.2	Europium 63 Eu 151.97 1.1	Gadolinium 64 Gd 157.25 1.2	Terbium 65 Tb 158.93 1.1	Dysprosium 66 Dy 162.50 1.2	Ytterbium 70 Yb 173.04 1.1	Thulium 69 Tm 168.93 1.3	Erbium 68 Er 167.26 1.2	Thulium 69 Tm 168.93 1.3	Ytterbium 70 Yb 173.04 1.1
Actinium 89 Ac (227) 1.1	Thorium 90 Th 232.04 1.3	Protactinium 91 Pa 231.04 1.5	Uranium 92 U 238.03 1.4	Nephtalium 93 Np (237) 1.4	Plutonium 94 Pu (244) 1.3	Americium 95 Am (243) 1.3	Curium 96 Cm (247) 1.3	Berkelium 97 Bk (247) 1.3	Californium 98 Cf (251) 1.3	Mendelevium 101 Md (258) 1.3	Fermium 100 Fm (257) 1.3	Nobelium 102 No (259) 1.3	Mendelevium 101 Md (258) 1.3	Nobelium 102 No (259) 1.3