

TEST FACULTATIF AD

5 NOVEMBRE 2019

Nom : _____ Prénom : _____

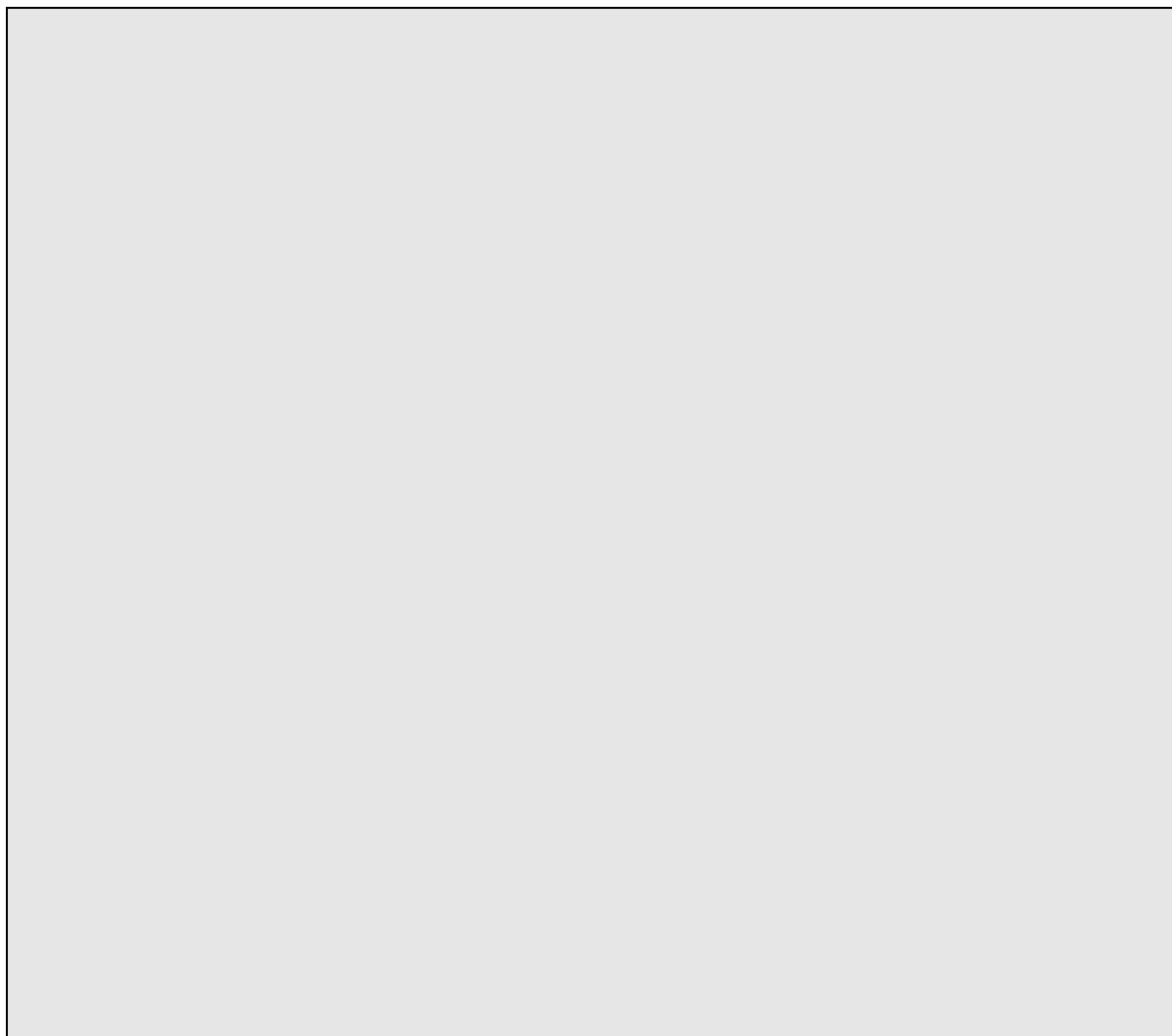
Consignes importantes

- La durée globale de l'épreuve est de **60 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.

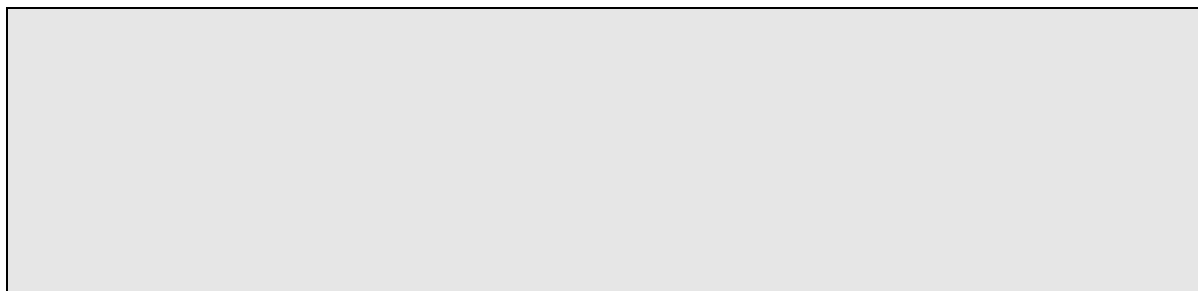
Problème 1 [14 / 38 points]

On procède à la combustion en présence d'un grand excès de dioxygène O_2 (g) d'un échantillon de 1,500 g d'un composé organique ne contenant que les éléments C, H, et O. Les seuls produits de la réaction sont 1,738 g de dioxyde de carbone et 0,711 g d'eau.

a) Quelle est la formule brute du composé ?



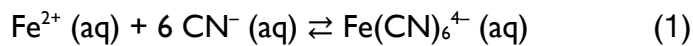
b) Un échantillon de 2,478 g du même composé organique est évaporé dans une enceinte de volume $V = 1,000$ L préalablement évacuée et portée à une température $T = 300$ °C. On mesure alors une pression $P = 0,518$ bar de gaz dans l'enceinte. Déterminer la formule moléculaire du composé.





Problème 2 [24 / 38 points]

En solution aqueuse à une température $T = 25^\circ\text{C}$, les ions fer (+II) Fe^{2+} et les ions cyanure CN^- forment l'ion complexe ferrocyanure $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ par la réaction :



Le sel de ferrocyanure de potassium $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ est utilisé en œnologie, ainsi que comme antiagglomérant (codé E536) dans certaines formulations de sel de cuisine.

Données numériques ($T = 25^\circ\text{C}$)

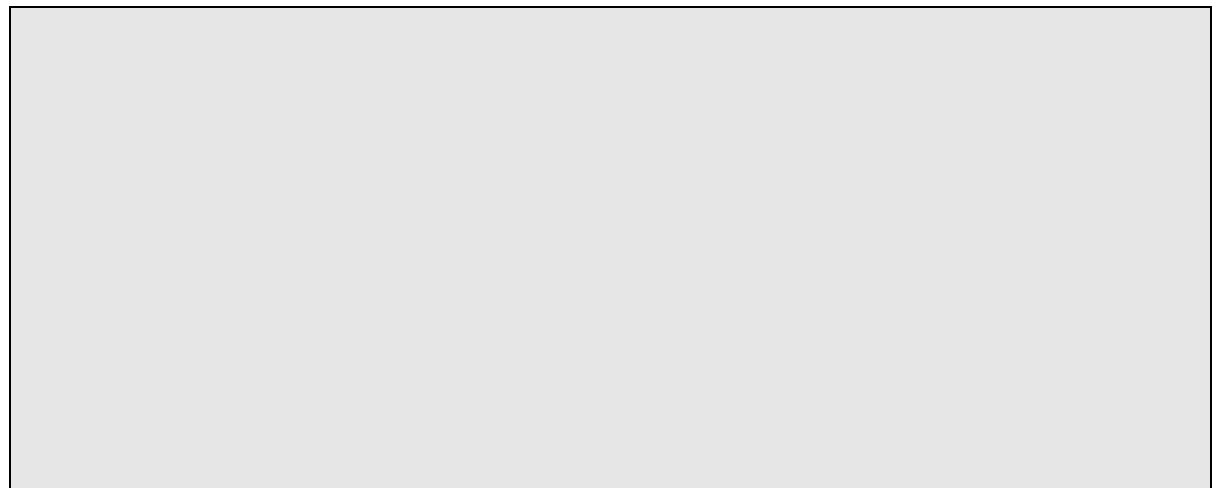
$$\Delta H_f^0(\text{Fe}^{2+}, \text{aq}) = -87,9 \text{ kJ mol}^{-1}; \quad \Delta H_f^0(\text{CN}^-, \text{aq}) = 140,3 \text{ kJ mol}^{-1};$$

$$\Delta H_f^0(\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}, \text{aq}) = 395,4 \text{ kJ mol}^{-1}.$$

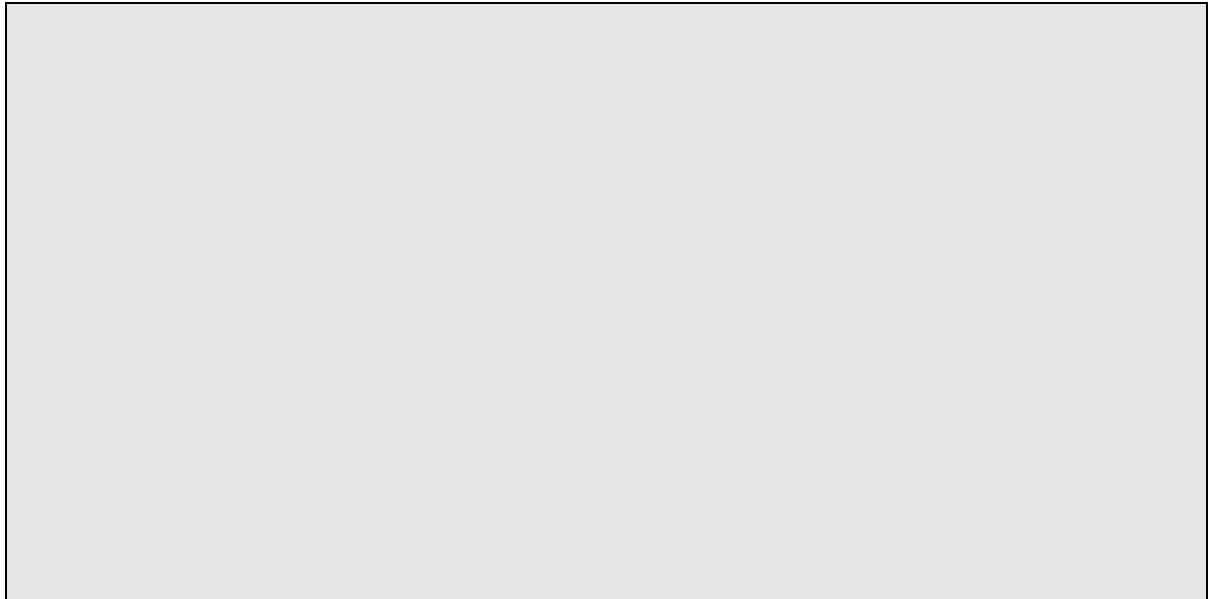
$$S^0(\text{Fe}^{2+}, \text{aq}) = 109,5 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}; \quad S^0(\text{CN}^-, \text{aq}) = 87,6 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1};$$

$$S^0(\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}, \text{aq}) = 100,1 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}.$$

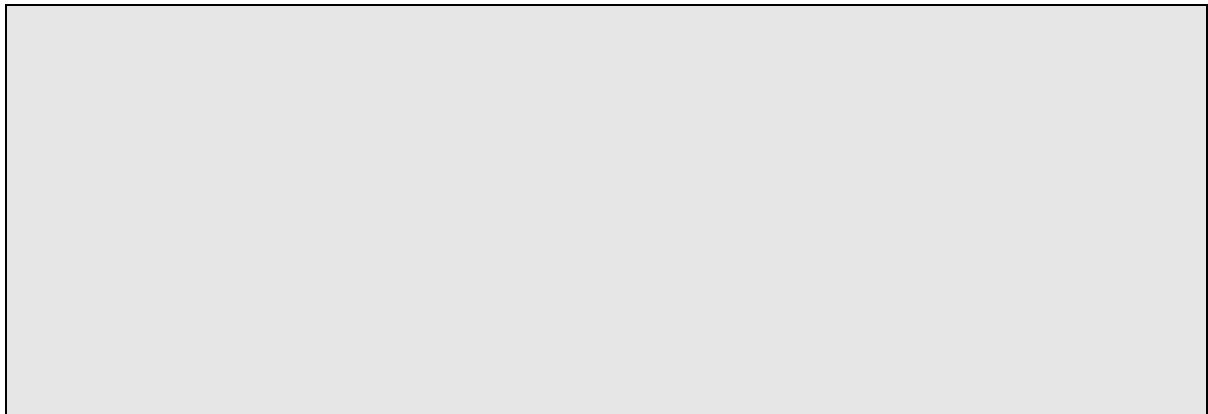
- a) Calculer l'enthalpie molaire standard de la réaction de complexation (1). Cette réaction est-elle endo- ou exothermique ?



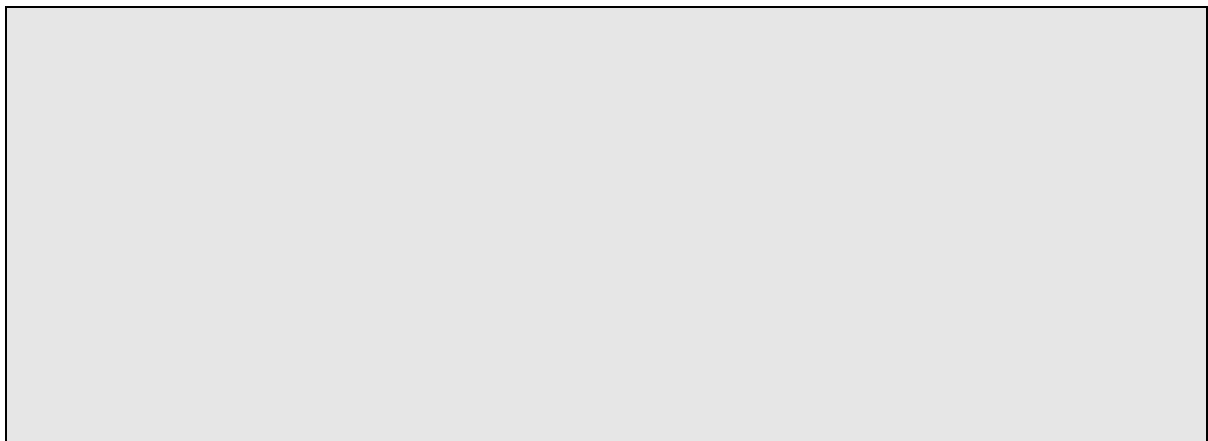
- b) Calculer l'entropie molaire standard de la même réaction. Comment aurait-on pu prévoir le signe de la variation de cette fonction d'état sans calcul ?



- c) Calculer l'enthalpie libre molaire standard de la réaction. Celle-ci est-elle spontanée à une température de 25 °C ?

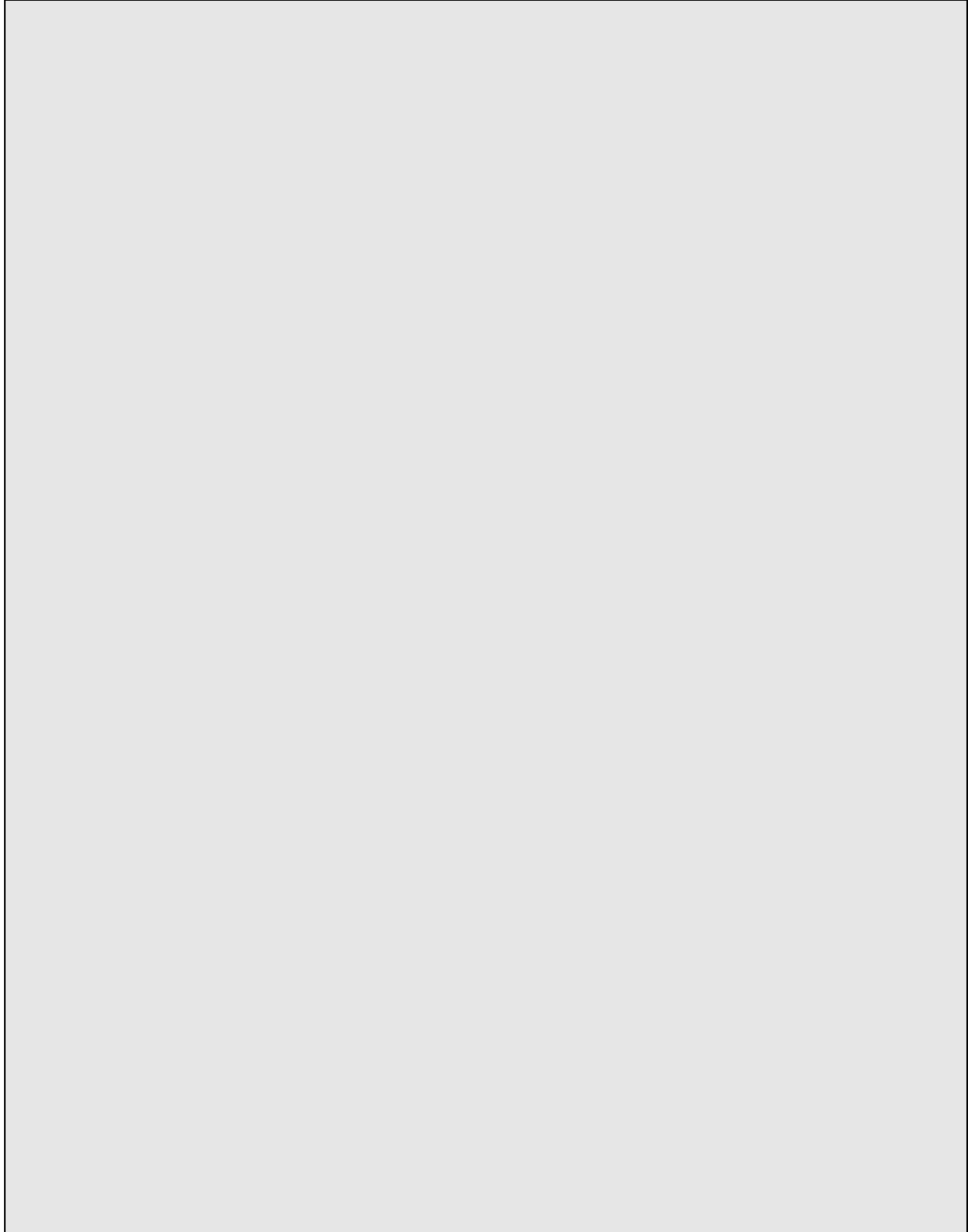


- d) Écrire l'expression littérale du quotient réactionnel Q de la réaction (1) et déterminer la valeur numérique de sa constante d'équilibre K à $T = 25^\circ\text{C}$.



- e) On prépare 100 mL d'une solution aqueuse obtenue en dissolvant complètement 1,473 g du sel $K_4Fe(CN)_6$ dans de l'eau pure. Calculer les concentrations molaires en ions Fe^{2+} , CN^- , $Fe(CN)_6^{4-}$ et K^+ présentes à l'équilibre dans la solution à $T = 25\text{ }^\circ\text{C}$, sachant que le coefficient d'activité moyen des ions dans la solution est $\gamma_{\pm} = 0,76$.

Indication: Utiliser la méthode du tableau d'avancement. Une simplification importante pourra être apportée en posant que l'ion complexe $Fe(CN)_6^{4-}$ est si peu dissocié que sa concentration à l'équilibre est pratiquement égale à sa concentration initiale.



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	Beryllium 4 Be 9.01 1.5															Neon 10 Ne 20.18 4.0																															
Sodium 11 Na 22.99 0.9	Magnesium 12 Mg 24.31 1.2															Argon 18 Ar 39.95 3.0																															
Potassium 19 K 39.10 0.8	Calcium 20 Ca 40.08 1.0															Krypton 36 Kr 83.80 3.0																															
Rubidium 37 Rb 85.47 0.8	Strontium 38 Sr 87.62 1.0															Xenon 54 Xe 131.29 2.6																															
Cesium 55 Cs 132.91 0.7	Barium 56 Ba 137.33 0.9															Radon 86 Rn (222) 2.4																															
Francium 87 Fr (223) 0.7	Radium 88 Ra (226) 0.9															Polonium 84 Po (209) 2.0																															
<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	Xenon 54 Xe 131.29 2.6	Radon 86 Rn (222) 2.4																														
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	Radon 86 Rn (222) 2.4																															
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	Xenon 54 Xe 131.29 2.6	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) ---	Xenon 54 Xe 131.29 2.6	Radon 86 Rn (222) 2.4																														
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	Hoium 67 Ho 164.93 1.2	Erbium 68 Er 167.26 1.2	Thulium 69 Tm 168.93 1.3	Ytterbium 70 Yb 173.04 1.1	Lutetium 71 Lu 174.97 1.1	Xenon 54 Xe 131.29 2.6	Radon 86 Rn (222) 2.4																															
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	Nephtulium 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	Einsteinium 99 Es (252) 1.3	Fermium 100 Fm (257) 1.3	Mendelevium 101 Md (258) 1.3	Nobelium 102 No (259) 1.3	Lutetium 71 Lu 174.97 1.1	Xenon 54 Xe 131.29 2.6	Radon 86 Rn (222) 2.4																															
<p>*lanthanides</p> <p>**actinides</p>																																															