



uOttawa

Université d'Ottawa  
Faculté des sciences  
Bureau des études de 1er cycle

University of Ottawa  
Faculty of Science  
Office of Undergraduate  
Programs

## EXAMEN FINAL: CHM1701/CHM1711

### Principes de chimie

Professeur: Alain St-Amant

lundi le 9 décembre 2013, 9h30 à 12h30

#### INSTRUCTIONS

- vérifiez que vous avez toutes les 17 pages de l'examen
- répondez à toutes les questions
- si vous en avez besoin, vous pouvez travailler sur le verso d'une page
- les formules et le tableau périodique sont à la fin (vous pouvez les arracher)

– n'oubliez pas d'écrire votre nom et numéro d'étudiant:

NOM: \_\_\_\_\_ #: \_\_\_\_\_

☎ 613-562-5727  
📠 613-562-5274

30 Marie-Curie (172)  
Ottawa ON K1N 6N5 Canada  
www.uOttawa.ca

**Partie A (20 points)**

Répondez à chacune des 20 questions de cette partie. Chaque question vaut 1 point. Pour chacune des questions, donnez une réponse brève (i.e., soit un ou deux mots, soit un dessin, ou soit quelques chiffres). N'expliquez pas votre raisonnement. Si vous avez besoin d'espace pour travailler afin d'arriver à votre réponse finale, S.V.P. faire ce travail sur les feuilles de formules et donnez seulement la réponse finale dans l'espace prévu à cette fin.

- (1) Donnez une structure de Lewis raisonnable pour le  $\text{ONC}^-$ , incluant les charges formelles (N.B. le N est l'atome central).
  
- (2) Donnez une structure de Lewis raisonnable pour le  $\text{XeO}_3$ , incluant les charges formelles (N.B. le Xe est l'atome central).
  
- (3) Donnez une structure de Lewis raisonnable pour le  $\text{O}_2^-$ , incluant les charges formelles.
  
- (4) Dessinez la structure tridimensionnelle de  $\text{PF}_4^+$  (N.B. le P est l'atome central).
  
- (5) Dessinez la structure tridimensionnelle de  $\text{PF}_4^-$  (N.B. le P est l'atome central).
  
- (6) Dessinez la structure tridimensionnelle de  $\text{SF}_5^-$  (N.B. le S est l'atome central).

(7) Quelle est la base conjuguée de  $\text{HSO}_4^-$ ?

(8) Parmi  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ , et  $\text{PO}_4^{3-}$ , quels deux sont amphotères?

(9) Parmi  $\text{O}^{2-}$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{Ne}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{P}^{3-}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ar}$ ,  $\text{K}^+$ , et  $\text{Ca}^{2+}$ , lequel a le plus petit rayon?

(10) Quelle est l'hybridation du Xe central dans le  $\text{XeO}_2\text{F}_2$ ?

(11) Quelle est l'hybridation du S central dans le  $\text{SO}_2$ ?

(12) Quelle est l'hybridation du Br central dans le  $\text{BrF}_2^-$ ?

(13) Parmi  $\text{N}$ ,  $\text{N}^{3-}$ ,  $\text{O}$ ,  $\text{O}^{2-}$ ,  $\text{F}$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{Ne}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , et  $\text{Al}^{3+}$ , lequel a le plus grand rayon?

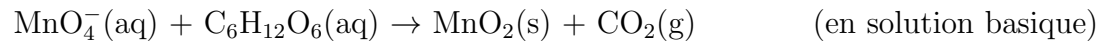
- (14) Parmi Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, et Br, lequel est diamagnétique?
- (15) Il y a combien de liaisons  $\pi$  dans l'ozone,  $O_3$  (N.B. l'ozone n'est pas cyclique)?
- (16) Dans l'ion  $Zn^{2+}$  (dans son niveau fondamental), combien d'électrons ont  $m = +1$ ?
- (17) Dans l'atome As (dans son niveau fondamental), combien d'électrons ont  $m = 0$ ?
- (18) Dans l'ion  $Br^-$  (dans son niveau fondamental), combien d'électrons ont  $m = +2$  et  $s = +\frac{1}{2}$ ?
- (19) La constante cryoscopique,  $K_{cryo}$ , de l'eau est  $1.86 \text{ }^\circ\text{C}/m$ . Le  $CaCl_2$  est un électrolyte fort. Quelle est le point de fusion d'une solution aqueuse 2.00 m en  $CaCl_2$ ?
- (20) Qui a proposé que l'énergie vient dans des petites quantités appelées "quanta"?

**Partie B (80 points)**

Répondez à chacune des 10 questions de cette partie. Chaque question vaut 8 points. S.V.P. montrez votre travail. Travaillez sur le verso d'une page, si nécessaire.

**Question 1**

Équilibrez l'équation d'oxydoréduction suivante:

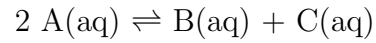


**Question 2**

63.3 g de C(s) (le graphite) sont placées dans un contenant d'acier de 40.0 L qui contient seulement le O<sub>2</sub>(g) à une température de 25.0°C. La pression est 1.00 atm. Le C(s) et le O<sub>2</sub>(g) réagissent ensemble pour produire le CO<sub>2</sub>(g) dans ce contenant d'acier. Quelles masse de CO<sub>2</sub>(g) produit-on? À la fin de la réaction, quelle est la pression partielle du CO<sub>2</sub>(g) si la température dans le contenant a augmenté à 75.0°C lors de la réaction?

**Question 3**

Pour la réaction



les concentrations de A(aq), B(aq), et C(aq) à l'équilibre sont 0.422 M, 0.277 M, et 0.188 M. Calculez la valeur de  $\Delta G^\circ$ . Si les concentrations de B(aq) et C(aq) étaient chacune 0.100 M, quelle concentration de A(aq) serait nécessaire pour avoir une valeur de  $\Delta G = -5.00 \text{ kJ}$  pour cette réaction? Pour chaque partie de cette question, la température est toujours 25°C.

**Question 4**

On a 25.0 mL d'une solution 0.400 M en HA(aq). HA est un acide faible avec une constante de dissociation,  $K_a$ , de  $5.0 \times 10^{-5}$ . On titre cette solution avec une solution 0.200 M en NaOH(aq).

- (a) (2 points) Calculez le pH original de la solution 0.400 M en HA(aq).
- (b) (3 points) Calculez le pH après l'ajout de 15.0 mL de la solution NaOH(aq).
- (c) (3 points) Calculez le pH au point d'équivalence.



**Question 5**

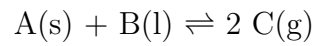
- (a) (4 points) On ajoute un excès de  $\text{AgNO}_3$  à 577 mL d'une solution de  $\text{NaCl}$  et on produit 3.73 g de  $\text{AgCl(s)}$  comme précipité. Quelle était la concentration de  $\text{Cl}^-(\text{aq})$  dans la solution originale?
- (b) (4 points) On commence avec seulement un échantillon de  $\text{A(s)}$  pur dans un contenant d'acier. L'équilibre  $2 \text{A(s)} \rightleftharpoons 3 \text{B(g)} + \text{C(g)}$  s'établit, et la pression totale est 8.00 atm à  $25^\circ\text{C}$ . Quelle est la valeur de  $\Delta G^\circ$  pour cette réaction à  $25^\circ\text{C}$ ?

**Question 6**

- (a) (6 points) La composition centésimale d'un sel inconnu est 71.41% O, 9.86% Mg, 13.01% S, et 5.73% H. Quelle est la formule empirique de ce sel?
- (b) (2 points) Pour un deuxième composé qui contient seulement le Ni (nickel) et le O (oxygène), le pourcentage de masse pour Ni est 70.98%. Quelle est la formule empirique de ce deuxième sel?

**Question 7**

Pour la réaction



la constante d'équilibre est 13.3 à 25°C et 22.7 à 50°C. Faisant l'approximation que  $\Delta H^\circ$  et  $\Delta S^\circ$  ne varient pas avec la température, calculez les valeurs de  $\Delta H^\circ$ ,  $\Delta S^\circ$ , et la constante d'équilibre,  $K$ , à 75°C. Calculez les valeurs de  $\Delta U$  et  $W$  lors de la production de 2.00 moles de  $C(g)$  sous une pression constante de 1.00 atm et à une température de 25°C.

**Question 8**

- (a) (5 points) La vitesse d'une réaction d'ordre un augmente par un facteur de 10.0 en allant de 25°C à 45°C. Quelle est l'énergie d'activation de cette réaction? Si la demie-vie est 50.0 s à 25°C, quelle est la demie-vie à 45°C?
- (b) (3 points) Pour la réaction



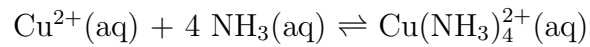
on obtient le data suivant:

$[A]_o$ (M)	$[B]_o$ (M)	$[C]_o$ (M)	vitesse initiale, $v_o$ (M s <sup>-1</sup> )
0.25	0.20	0.20	0.20
0.25	0.40	0.20	0.20
0.25	0.40	0.40	0.20
0.50	0.40	0.40	0.80
0.50	0.80	0.40	0.80
1.00	0.80	1.00	3.20

Quelle est la loi de vitesse pour cette réaction (SVP calculez la valeur de k aussi)?

**Question 9**

- (a) (4 points) Le produit de solubilité pour le  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  est  $5.0 \times 10^{-6}$ . Calculez la solubilité (en g/L) du  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  dans une solution de  $\text{NaOH}$  avec un pH de 13.50.
- (b) (4 points) La constante de formation,  $K_f$ , de  $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$



est  $1.1 \times 10^{13}$ . On dissout 2.66 g de  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  dans 1.000 L d'une solution 0.700 M en  $\text{NH}_3(\text{aq})$ . Faites l'approximation que le volume reste fixe à 1.000 L. Quelles sont les concentrations de  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ ,  $\text{NH}_3(\text{aq})$ , et  $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}(\text{aq})$  à l'équilibre?

**Question 10**

On a une solution aqueuse de  $C_3H_8O$  avec une molarité de 0.200 M. La masse volumique de cette solution est 0.957 g/mL. Calculez la molalité, le pourcentage massique, et la fraction molaire de  $C_3H_8O$  dans cette solution.

constantes fondamentales:

$$R = 8.3145 \text{ kPa L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 8.3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 0.08206 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$1 \text{ atm} = 101\,325 \text{ Pa} = 760 \text{ mm Hg}$$

$$N_A = 6.022 \times 10^{23}$$

$$1 \text{ mL} = 1 \times 10^{-3} \text{ L} = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\text{unité de masse atomique} = 1.661 \times 10^{-24} \text{ g}$$

formules:

masse volumique:

$$\rho = \frac{\text{masse}}{\text{volume}}$$

équation des gaz parfaits:

$$PV = nRT \quad ; \quad \frac{P_1V_1}{n_1T_1} = \frac{P_2V_2}{n_2T_2}$$

masse molaire d'un gaz:

$$M = \frac{\rho RT}{P}$$

fraction de mole:

$$X_A = \frac{n_A}{n_T}$$

loi des pressions partielles de Dalton:

$$P_A = X_A P_T$$

vitesse quadratique moyenne:

$$v_{quad} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

premier principe de la thermodynamique:

$$\Delta U = Q + W$$

enthalpie:

$$H = E + PV$$

chaleur spécifique et capacité calorifique:

$$Q = C\Delta T = ms\Delta T$$

variation d'enthalpie standard:

$$\Delta H^\circ = \sum_A^{\text{produits}} n_A \Delta H_f^\circ(A) - \sum_B^{\text{réactifs}} n_B \Delta H_f^\circ(B)$$

travail d'expansion d'un gaz (pression externe constante):

$$w = -P_{ex}\Delta V$$

réaction chimique, température constante:

$$\Delta H = \Delta U + RT\Delta n_{gaz}$$

variation d'entropie, température constante:

$$\Delta S = \frac{Q}{T}$$

deuxième principe de la thermodynamique:

$$\Delta S_{univers} \geq 0$$

variation d'entropie standard:

$$\Delta S^\circ = \sum_A^{\text{produits}} n_A S^\circ(A) - \sum_B^{\text{réactifs}} n_B S^\circ(B)$$

enthalpie libre:

$$G = H - TS$$

variation d'enthalpie libre, température constante:

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

variation d'enthalpie libre standard:

$$\Delta G^\circ = \sum_A^{\text{produits}} n_A \Delta G_f^\circ(A) - \sum_B^{\text{réactifs}} n_B \Delta G_f^\circ(B)$$

variation d'entropie pour une transition de phase (P constante):

$$\Delta S_{transition} = \frac{\Delta H_{transition}}{T_{transition}}$$

variation d'enthalpie libre:

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

relation entre la variation d'enthalpie libre standard et la constante d'équilibre:

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K \quad \text{ou} \quad K = e^{\frac{-\Delta G^\circ}{RT}}$$

équation de van't Hoff:

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

titrage (point d'équivalence, pour un acide/base avec seulement un proton à donner/accepter):

$$C_{standard} V_{standard} = C_{inconnu} V_{inconnu}$$

équation Henderson-Hasselbach:

$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[AH]}$$



acide-base conjugué:

$$K_a K_b = K_{eau} = 1.0 \times 10^{-14} \text{ à } 25^\circ\text{C}$$

réaction d'ordre 1:

$$\ln [A] = \ln [A]_o - kt \quad ; \quad \ln \frac{[A]_o}{[A]} = kt \quad ; \quad [A] = [A]_o e^{-kt} \quad ; \quad t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{k}$$

l'équation d'Arrhenius:

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

la charge effective:

$$Z_{eff} = Z - \sigma$$

diminution du point de fusion:

$$\Delta T_{cong} = i K_{cryo} m$$

1 1A												13 3A		14 4A	15 5A	16 6A	17 7A	18 8A		
1	<b>H</b> Hydrogen 1.01											<b>B</b> Boron 10.81	<b>C</b> Carbon 12.01	<b>N</b> Nitrogen 14.01	<b>O</b> Oxygen 16.00	<b>F</b> Fluorine 19.00	<b>Ne</b> Neon 20.18			
2	<b>Li</b> Lithium 6.94	<b>Be</b> Beryllium 9.01											<b>Al</b> Aluminum 26.98	<b>Si</b> Silicon 28.09	<b>P</b> Phosphorus 30.97	<b>S</b> Sulfur 32.07	<b>Cl</b> Chlorine 35.45	<b>Ar</b> Argon 39.95		
3	<b>Na</b> Sodium 22.99	<b>Mg</b> Magnesium 24.31	3 3B	4 4B	5 5B	6 6B	7 7B	8 8B	9 9B	10 10B	11 11B	12 12B	<b>Ga</b> Gallium 69.72	<b>Ge</b> Germanium 72.61	<b>As</b> Arsenic 74.92	<b>Se</b> Selenium 78.96	<b>Br</b> Bromine 79.90	<b>Kr</b> Krypton 83.80		
4	<b>K</b> Potassium 39.10	<b>Ca</b> Calcium 40.08	<b>Sc</b> Scandium 44.96	<b>Ti</b> Titanium 47.87	<b>V</b> Vanadium 50.94	<b>Cr</b> Chromium 52.00	<b>Mn</b> Manganese 54.94	<b>Fe</b> Iron 55.85	<b>Co</b> Cobalt 58.93	<b>Ni</b> Nickel 58.69	<b>Cu</b> Copper 63.55	<b>Zn</b> Zinc 65.39	<b>Ga</b> Gallium 69.72	<b>Ge</b> Germanium 72.61	<b>As</b> Arsenic 74.92	<b>Se</b> Selenium 78.96	<b>Br</b> Bromine 79.90	<b>Kr</b> Krypton 83.80		
5	<b>Rb</b> Rubidium 85.47	<b>Sr</b> Strontium 87.62	<b>Y</b> Yttrium 88.91	<b>Zr</b> Zirconium 91.22	<b>Nb</b> Niobium 92.91	<b>Mo</b> Molybdenum 95.94	<b>Tc</b> Technetium (98)	<b>Ru</b> Ruthenium 101.07	<b>Rh</b> Rhodium 102.91	<b>Pd</b> Palladium 106.42	<b>Ag</b> Silver 107.87	<b>Cd</b> Cadmium 112.41	<b>In</b> Indium 114.82	<b>Sn</b> Tin 118.71	<b>Sb</b> Antimony 121.76	<b>Te</b> Tellurium 127.60	<b>I</b> Iodine 126.90	<b>Xe</b> Xenon 131.29		
6	<b>Cs</b> Cesium 132.91	<b>Ba</b> Barium 137.33	<b>La</b> Lanthanum 138.91	<b>Hf</b> Hafnium 178.49	<b>Ta</b> Tantalum 180.95	<b>W</b> Tungsten 183.84	<b>Re</b> Rhenium 186.21	<b>Os</b> Osmium 190.23	<b>Ir</b> Iridium 192.22	<b>Pt</b> Platinum 195.08	<b>Au</b> Gold 196.97	<b>Hg</b> Mercury 200.59	<b>Tl</b> Thallium 204.38	<b>Pb</b> Lead 207.2	<b>Bi</b> Bismuth 208.98	<b>Po</b> Polonium (209)	<b>At</b> Astatine (210)	<b>Rn</b> Radon (222)		
7	<b>Fr</b> Francium (223)	<b>Ra</b> Radium (226)	<b>Ac</b> Actinium (227)	<b>Rf</b> Rutherfordium (261)	<b>Db</b> Dubnium (262)	<b>Sg</b> Seaborgium (266)	<b>Bh</b> Bohrium (264)	<b>Hs</b> Hassium (269)	<b>Mt</b> Meitnerium (268)											
			<b>Ce</b> Cerium 140.12	<b>Pr</b> Praseodymium 140.91	<b>Nd</b> Neodymium 144.24	<b>Pm</b> Promethium (145)	<b>Sm</b> Samarium 150.36	<b>Eu</b> Europium 151.96	<b>Gd</b> Gadolinium 157.25	<b>Tb</b> Terbium 158.93	<b>Dy</b> Dysprosium 162.50	<b>Ho</b> Holmium 164.93	<b>Er</b> Erbium 167.26	<b>Tm</b> Thulium 168.93	<b>Yb</b> Ytterbium 173.04	<b>Lu</b> Lutetium 174.97				
			<b>Th</b> Thorium 232.04	<b>Pa</b> Protactinium 231.04	<b>U</b> Uranium 238.03	<b>Np</b> Neptunium (237)	<b>Pu</b> Plutonium (244)	<b>Am</b> Americium (243)	<b>Cm</b> Curium (247)	<b>Bk</b> Berkelium (247)	<b>Cf</b> Californium (251)	<b>Es</b> Einsteinium (252)	<b>Fm</b> Fermium (257)	<b>Md</b> Mendelevium (258)	<b>No</b> Nobelium (259)	<b>Lr</b> Lawrencium (262)				

**Key**

- 11 — Atomic number
- Na — Element symbol
- Sodium — Element name
- 22.99 — Average atomic mass\*

\* If this number is in parentheses, then it refers to the atomic mass of the most stable isotope.