

EXAMEN FINAL: CHM1701/CHM1711

Principes de chimie

Professeur: Alain St-Amant

date: 9h30, 12 décembre 2011

INSTRUCTIONS

- vérifiez que vous avez toutes les 19 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, règles, et tableaux sont à la fin (vous pouvez les arracher)
- n'oubliez pas d'écrire votre nom et numéro d'étudiant:

NOM: _____ #: _____

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 NO_3^- , incluant les charges formelles (N.B. le N est l'atome central).
- (2) Donnez une structure de Lewis raisonnable pour le O_3 , incluant les charges formelles (N.B. la molécule n'est pas cyclique).
- (3) Donnez une structure de Lewis raisonnable pour le O_2^- , incluant les charges formelles.
- (4) Dessinez la structure tridimensionnelle du IF_4^+ (N.B. le I est l'atome central).
- (5) Dessinez la structure tridimensionnelle du XeF_4 (N.B. le Xe est l'atome central).
- (6) Dessinez la structure tridimensionnelle du SiF_4 (N.B. le Si est l'atome central).

- (7) Quel est le nombre d'oxydation du N dans le CN^- ?
- (8) Parmi CH_4 , SiH_4 , GeH_4 , SnH_4 , et PbH_4 , lequel possède le plus haut point d'ébullition?
- (9) Parmi H_2O , H_2S , H_2Se , et H_2Te , lequel possède le plus haut point d'ébullition?
- (10) Quelle est l'hybridation du Xe central dans le XeOF_4 ?
- (11) Quelle est l'hybridation du N central dans le NO_2^+ ?
- (12) Parmi N^{3-} , O^{2-} , F^- , Ne, P^{3-} , S^{2-} , Cl^- , et Ar, lequel a la plus petite énergie d'ionisation?
- (13) Parmi N^{3-} , O^{2-} , F^- , Ne, P^{3-} , S^{2-} , Cl^- , et Ar, lequel a le plus petit rayon?

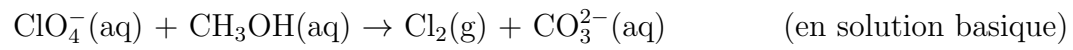
- (14) HClO_4 est l'acide perchlorique. Quelle est la formule moléculaire de l'anion chlorite?
- (15) Dans la réaction $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{HCl}(\text{g})$, est ce que le $\text{H}_2(\text{g})$ est un acide, base, réducteur, ou oxydant?
- (16) Dans l'ion Fe^{3+} (dans son niveau fondamental), combien d'électrons ont $l = 1$ et $s = -\frac{1}{2}$?
- (17) Dans l'atome de As (dans son niveau fondamental), combien d'électrons ont $m = +1$?
- (18) Dans l'ion Br^- (dans son niveau fondamental), combien d'électrons ont $m = -1$ et $s = +\frac{1}{2}$?
- (19) Quelle est la charge effective nucléaire vue par un électron de valence dans le cation K^+ ?
- (20) Qui a proposé la dualité onde/particule de la matière?

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:

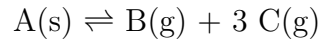


Question 2

Dans une bombe calorimétrique à volume constant, on fait la combustion de 1.77 g de $\text{C}_4\text{H}_8(\text{l})$ (N.B. la combustion est la réaction d'une substance avec le $\text{O}_2(\text{g})$ pour produire le $\text{CO}_2(\text{g})$ et le $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$). La bombe calorimétrique a une capacité calorifique de 2.50 kJ K^{-1} et contient 2.000 kg d'eau. La chaleur spécifique de l'eau est $4.184 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1}$. La température du calorimètre et de l'eau monte de 21.25°C à 26.33°C . Calculez la valeur de Q , W , ΔH , et ΔU qu'on aurait pour la combustion d'une mole de $\text{C}_4\text{H}_8(\text{l})$ dans ce même bombe calorimétrique.

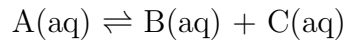
Question 3

(a, 4 points) On commence avec seulement du A(s) pur et l'équilibre suivant



est établi. La pression totale est 2.40 atm. Quelle est la valeur de la constante d'équilibre? Le tout se déroule à 25°C.

(a, 4 points) À 25°C, la réaction



a une constante d'équilibre de 2.22. Si les concentrations initiales de A(aq), B(aq), et C(aq) sont respectivement 0.277 M, 0.366 M, et 0.455 M, quelles seront les concentrations de A(aq), B(aq), et C(aq) à l'équilibre?

Question 4

On dissout 0.833 g de HA(s) dans assez d'eau pour produire 25.0 mL de solution. Pour neutraliser cette solution de HA(aq), on a besoin de 19.2 mL d'une solution 0.144 M en Ca(OH)₂(aq). Le pH au point d'équivalence est 11.66. La température de la solution est 25°C.

- (a) Calculez la valeur de la masse molaire de HA.
- (b) Calculez la valeur de la constante de dissociation, K_b , de A⁻(aq).
- (c) Calculez la valeur du pH après l'ajout de 15.0 mL de la solution 0.144 M en Ca(OH)₂(aq) à 25.0 mL de la solution originale (le volume total sera donc 40.0 mL).

Question 5

Le produit de solubilité, K_{ps} , du $\text{CaF}_2(\text{s})$ est 3.5×10^{-11} à 25°C . Calculez la solubilité (en g/L) du $\text{CaF}_2(\text{s})$ (toujours à 25°C)

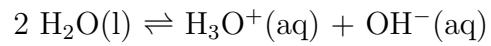
- (a) dans l'eau pure.
- (b) dans une solution aqueuse de NaF 0.177 M.

Question 6

La composition centésimale d'un sel inconnu est 47.33% O, 32.50% Mn, 18.97% S, et 1.19% H. Quelle est la formule empirique de ce sel? Pour un deuxième composé qui contient seulement le V (vanadium) et le O (oxygène), le pourcentage de masse pour V est 56.02%. Quelle est la formule empirique de ce deuxième sel?

Question 7

Pour la réaction



la constante d'équilibre est 1.1×10^{-15} à 0.0°C et 1.0×10^{-14} à 25.0°C . Faisant l'approximation que les valeurs de ΔH° et ΔS° ne changent pas avec la température, calculez les valeurs de ΔH° , ΔS° , ΔG° à 50°C , et la constante d'équilibre à 50°C . Quel est le pH de l'eau pure à 50°C ?

Question 8

La réaction $2 A(aq) \rightarrow B(aq)$ est une réaction d'ordre deux par rapport à $A(aq)$. On observe que si on augmente, simultanément, la concentration de $A(aq)$ par un facteur de 2.50 et on augmente la température de 25.0°C à 40.0°C , la vitesse de la réaction augmente par un facteur de 37.7. Quelle est la valeur de l'énergie d'activation (en kJ ou kJ/mol) pour cette réaction?

Question 9

Le NaOH est un électrolyte fort. La constante cryoscopique de l'eau est $1.86\text{ }^{\circ}\text{C}/m$. La pression de vapeur de l'eau pure à 25°C est 0.0313 atm . La densité de l'eau est 1.00 g/mL . On ajoute 300.0 g de NaOH(s) à 1.000 kg d'eau. Quel est le point de congélation de cette solution? Quelle est la pression de vapeur à l'équilibre de cette solution à 25°C ?

Question 10

On a une solution aqueuse de $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ avec une molalité de 0.200 m (mol/kg). La masse volumique de cette solution est 0.977 g/mL . Calculez la molarité, le pourcentage massique, et la fraction de mole de $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ dans cette solution.

constantes fondamentales:

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

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

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

$$c = 3.00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

$$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

$$R_H = 2.18 \times 10^{-18} \text{ J}$$

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

$$\text{charge d'un électron} = -1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\text{masse d'un électron} = 9.09 \times 10^{-28} \text{ g}$$

$$\text{masse d'un proton} = 1.673 \times 10^{-24} \text{ g}$$

$$\text{masse d'un neutron} = 1.675 \times 10^{-24} \text{ g}$$

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

formules:

masse volumique:

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

loi de Boyle (n, T constants):

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

loi de Charles et Gay-Lussac (n, P constants):

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

loi d'Avogadro (P, T constantes):

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

équation des gaz parfaits:

$$PV = nRT$$

$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2}$$

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:

$$Q = C\Delta T = m_s\Delta T$$

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:

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

variation d'entropie, température constante:

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

deuxième principe de la thermodynamique:

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

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):

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

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:

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

la loi de Henry:

$$C = kP$$

la loi de Raoult:

$$P_{solvant} = X_{solvant} P_{solvant}^\circ$$

$$\Delta P = X_{soluté} P_{solvant}^\circ$$

l'élévation du point d'ébullition:

$$\Delta T_{éb} = i K_{éb} m$$

l'abaissement du point de congélation:

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

la pression osmotique:

$$\pi = i MRT$$

réaction d'ordre 1:

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

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{k}$$

l'équation d'Arrhenius:

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

les rayonnements électromagnétiques:

$$c = \lambda \nu$$

l'énergie d'un photon:

$$E = h\nu$$

le modèle de l'atome de Bohr:

$$E_n = \frac{-R_H}{n^2}$$

la longueur d'onde d'une particule:

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

la charge effective:

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

