

EXAMEN FINAL: CHM1701/CHM1711

Principes de chimie

Professeur: Alain St-Amant

date: février 2011

INSTRUCTIONS

- vérifiez que vous avez toutes les 20 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 tableaux périodique 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_2^+ , incluant les charges formelles (N.B. le N est l'atome central).

- (2) Donnez une structure de Lewis raisonnable pour le ONC^- , incluant les charges formelles (N.B. un N est l'atome central).

- (3) Donnez une structure de Lewis raisonnable pour le BrO_3^- , incluant les charges formelles (N.B. le Br est l'atome central).

- (4) Dessinez la structure tridimensionnelle du IF_2^- (N.B. le I est l'atome central).

- (5) Dessinez la structure tridimensionnelle du IF_5 (N.B. le I est l'atome central).

- (6) Dessinez la structure tridimensionnelle du SF_4 (N.B. le S est l'atome central).

(7) Quel est le nombre d'oxydation du C dans le OCN^- (le C est l'atome central)?

(8) Quel est l'acide conjugué de H_2O ?

(9) Lors de l'électrolyse du NaCl(l) , le $\text{Cl}_2(\text{g})$ est produit à quel électrode (aucun, les deux, le cathode, l'anode)?

(10) Quelle est l'hybridation du N central dans le NO_2^+ ?

(11) Quelle est l'hybridation du Xe central dans le XeF_3^- ?

(12) Parmi Ne , Na^+ , Mg^{2+} , Ar , K^+ , et Ca^{2+} , lequel a la plus grande énergie d'ionisation?

(13) Qui fut le premier à proposer l'idée du quantum d'énergie?

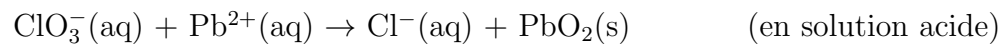
- (14) HNO_3 est l'acide nitrique. Quelle est la formule moléculaire de l'anion nitrite?
- (15) Il y a combien de chiffres significatifs dans la réponse finale pour $11.2 + 90.335 + 8.00 - 0.5$?
- (16) Dans l'ion Mn^{2+} (dans son niveau fondamental), combien d'électrons ont $m = +1$?
- (17) Dans l'atome de Kr (dans son niveau fondamental), combien d'électrons ont $l = 1$ et $m = -1$?
- (18) Dans l'ion Br^- (dans son niveau fondamental), combien d'électrons ont $m = 0$ et $s = -\frac{1}{2}$?
- (19) Quelle est la charge effective nucléaire vue par un électron de valence dans le cation Be^{2+} ?
- (20) Parmi $\text{F}^-(\text{aq})$, $\text{Cl}^-(\text{aq})$, $\text{Br}^-(\text{aq})$, $\text{I}^-(\text{aq})$, $\text{Cl}_2(\text{g})$, $\text{Br}_2(\text{l})$, et $\text{I}_2(\text{s})$, lequel est le plus puissant réducteur?

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

On chauffe 25.0 kg d'eau en faisant la combustion du propane (N.B. la combustion est la réaction d'une substance avec le $O_2(g)$ pour produire le $CO_2(g)$ et le $H_2O(l)$). A $25.0^\circ C$ et une pression de 1.00 atm, on fait la combustion de 37.7 L de propane (C_3H_8). Toute la chaleur libérée par cette réaction rentre dans le 25.0 kg d'eau. Si la température initiale de l'eau était $23.0^\circ C$, quelle serait la température finale de l'eau? Pour répondre à cette question, vous avez besoin des données suivantes.

$$\Delta H_f^\circ (C_3H_8, g) = -103.9 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta H_f^\circ (CO_2, g) = -393.5 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta H_f^\circ (H_2O, l) = -285.8 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$s (H_2O, l) = 4.184 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1}$$

Question 3

Dans un contenant avec un volume de 20.0 L qui est à une température de 25.0°C, le $\text{H}_2(\text{g})$ a une pression partielle de 25.0 atm et le $\text{O}_2(\text{g})$ a une pression partielle de 10.0 atm. On réagit le $\text{H}_2(\text{g})$ et le $\text{O}_2(\text{g})$ pour produire le $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$. Quelle masse de $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ peut-on produire?

Question 4

Quel volume d'une solution 0.150 M en $\text{Ba}(\text{OH})_2$ est nécessaire pour neutraliser 25.0 mL d'une solution 0.276 M en acide acétique, CH_3COOH ? $\text{Ba}(\text{OH})_2$ est une base forte et l'acide acétique est un acide faible avec un pK_a de 4.74. Quel est le pH de la solution au point d'équivalence?

Question 5

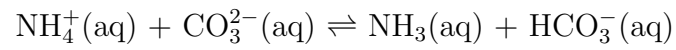
On dissout 0.517 mol d'un acide faible, HA, et 12.7 g de NaOH dans assez d'eau pour produire 1.00 L de solution. Le pH de cette solution est 4.45. Quelle est la valeur de la constante d'ionisation, K_a , de cet acide faible HA? On ajoute 0.050 mol de HCl (faites l'approximation que le volume demeure 1.00 L). Quel est le pH de cette solution après cet ajout de HCl?

Question 6

La composition centésimale d'un composé est de 52.17% C, 26.06% O, 15.21% N, et 6.57% H. La masse molaire du composé est approximativement 368 g/mol. Quelle est la formule empirique de ce composé? Quelle est sa formule moléculaire? Quelle est la masse (en g) d'une molécule de ce composé?

Question 7

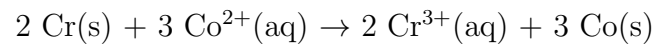
Pour la réaction



$K = 12.3$ à 25°C et $K = 107$ à 75°C . Faisant l'approximation que les valeurs de ΔH° et ΔS° sont constantes entre 25°C et 75°C , calculez les valeurs de ΔG° et K pour cette réaction à 50°C . Calculez la valeur de $\Delta S_{\text{univers}}$ pour cette réaction, à 50°C , lorsque cette réaction se produit sous une pression constante de 1.00 atm .

Question 8

Calculez les valeurs de ε° et ΔG° pour la réaction de la cellule suivante (à 25°C):



Si la concentration de $\text{Cr}^{3+}(\text{aq})$ est 0.150 M, quelle concentration de $\text{Co}^{2+}(\text{aq})$ serait nécessaire afin que cette réaction possède un potentiel, ε , de +0.30 V. La température est toujours 25°C.

Question 9

(partie a, 4 points) La décomposition de $\text{N}_2\text{O}(\text{g})$ en $\text{N}_2(\text{g})$ et $\text{O}_2(\text{g})$ est une réaction d'ordre un. A 730°C , la demi-vie de cette réaction est de 3.58×10^3 minutes. Si la pression initiale de $\text{N}_2\text{O}(\text{g})$ est de 5.00 atm à 730°C , calculez la pression gazeuse totale après une demi-vie. Supposez que le volume reste constant.

(partie b, 4 points) La demie-vie du ^{14}C est 5770 ans. Si un échantillon contient seulement 63.55% du ^{14}C qu'il avait auparavant, quel est l'âge de cet échantillon?

Question 10

On a une solution aqueuse de CH_3OH avec une pourcentage massique de 20.0% CH_3OH . La masse volumique de cette solution est 0.964 g/mL. Calculez la molarité, molalité, et la fraction de mole de CH_3OH dans cette solution.

constantes fondamentales:

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

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

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

$$1 \text{ F} = 96487 \text{ C}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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:

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

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:

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

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:

$$\Delta T_{\text{éb}} = i K_{\text{éb}} m$$

l'abaissement du point de congélation:

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

la pression osmotique:

$$\pi = i M R T$$

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:

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

le potentiel standard d'une cellule:

$$\varepsilon_{cell}^{\circ} = \varepsilon_{ox}^{\circ} + \varepsilon_{réd}^{\circ}$$

l'énergie libre et le potentiel d'une cellule:

$$\Delta G = -nF\varepsilon_{cell}$$

$$\Delta G^{\circ} = -nF\varepsilon_{cell}^{\circ}$$

la constante d'équilibre et le potentiel standard d'une cellule:

$$\varepsilon_{cell}^{\circ} = \frac{RT}{nF} \ln K$$

équation de Nernst:

$$\varepsilon_{cell} = \varepsilon_{cell}^{\circ} - \frac{RT}{nF} \ln Q$$

la charge transférée:

$$\text{charge} = \text{courant} \times \text{temp}$$

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:

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

