

EXAMEN FINAL: CHM1701/CHM1711

Principes de chimie

Professeur: Alain St-Amant

date: vendredi le 15 décembre 2006

temps: 14:00 - 17:00

AUCUN MATERIEL SUPPLEMENTAIRE PERMIS

CALCULATRICE PERMISE

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, les règles, les constantes fondamentales et le tableau périodique sont fournis 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 NO_2^+ , incluant les charges formelles (N.B. le N est l'atome central).
- (3) Donnez une structure de Lewis raisonnable pour le NO_2^- , incluant les charges formelles (N.B. le N est l'atome central).
- (4) Dessinez la structure tridimensionnelle du SeF_4 (N.B. le Se est l'atome central).
- (5) Dessinez la structure tridimensionnelle du BrF_5 (N.B. le Br est l'atome central).
- (6) Dessinez la structure tridimensionnelle du XeF_4 (N.B. le Xe est l'atome central).

(7) Quel est le nombre d'oxydation du P dans le HPO_3^{2-} ?

(8) Quel est l'acide conjugué du HPO_3^{2-} ?

(9) Parmi NH_3 , PH_3 , AsH_3 , SbH_3 , et BiH_3 , lequel a la plus haute température d'ébullition?

(10) Quelle est l'hybridation de l'iode central dans le IF_4^- ?

(11) Qui fut le premier à expliquer l'effet photoélectrique?

(12) Parmi B, C, N, O, Al, Si, P, et S, lequel a la plus grande énergie d'ionisation?

(13) Parmi B, C, N, O, Al, Si, P, et S, lequel a le plus petit rayon atomique?

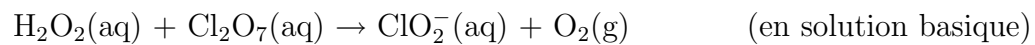
- (14) HClO_4 est l'acide perchlorique. Quelle est la formule moléculaire de l'anion chlorite?
- (15) Quelle est la formule empirique du solide qu'on forme lorsqu'on mélange une solution aqueuse de Na_2CO_3 et une solution aqueuse de AlBr_3 ?
- (16) Parmi $\text{Li}^+(\text{aq})$, $\text{Na}^+(\text{aq})$, $\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$, $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$, $\text{Li}(\text{s})$, $\text{Na}(\text{s})$, $\text{Mg}(\text{s})$, et $\text{Zn}(\text{s})$, lequel est le plus puissant réducteur?
- (17) Parmi $\text{Li}^+(\text{aq})$, $\text{Na}^+(\text{aq})$, $\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$, $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$, $\text{Li}(\text{s})$, $\text{Na}(\text{s})$, $\text{Mg}(\text{s})$, et $\text{Zn}(\text{s})$, lequel est le plus puissant oxydant?
- (18) Dans l'ion Zn^{2+} (dans son niveau fondamental), combien d'électrons ont $m = -1$?
- (19) Dans l'atome d'As (dans son niveau fondamental), combien d'électrons ont $l = 1$ et $m = -1$?
- (20) Dans l'atome de Kr (dans son niveau fondamental), combien d'électrons ont $m = +2$ et $s = \frac{1}{2}$?

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

La composition centésimale d'un gaz inconnu est 47.05% C, 7.90% H, 13.72% N, et 31.34% O. Quelle est sa formule empirique? A une pression de 1.00 atm et une température de 200°C, un contenant de 5.00 L renferme 39.4 g de ce gaz inconnu. Selon cette expérience, quelle est la masse molaire de ce gaz inconnu? Quelle est la formule moléculaire? (N.B. il y aura une petite erreur dans la masse molaire déterminée expérimentalement).

Question 3

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 27.7 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 $22.0^\circ C$, quelle serait la température finale de l'eau? Pour répondre à cette question, vous avez besoin des données suivantes.

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

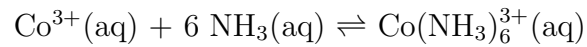
$$\Delta H_f^\circ (CO_2, g) = -393.5 \text{ kJ mol}^{-1}$$

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

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

Question 4

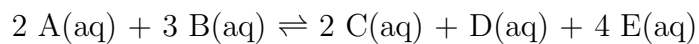
La constante de formation, K_f , de $\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{3+}$



est 4.5×10^{39} . Quelle est la concentration finale (à l'équilibre) de $\text{Co}^{3+}(\text{aq})$, $\text{NH}_3(\text{aq})$, et $\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{3+}(\text{aq})$ si on place 5.00 g $\text{Co}(\text{NO}_3)_3$ dans 1.000 L d'une solution qui est 1.00 M en $\text{NH}_3(\text{aq})$? Faites l'approximation que l'ajout du $\text{Co}(\text{NO}_3)_3$ n'affecte pas le volume.

Question 5

À 25°C, on commence avec une solution qui est 0.622 M en A(aq) et 0.755 M en B(aq) (la solution ne contient pas de C(aq), D(aq), ou E(aq)). La réaction



se produit et à l'équilibre on mesure une concentration pour C de 0.344 M.

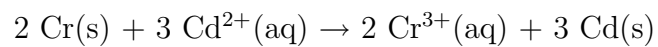
- (a) Quelles sont les concentrations de chaque réactif et produit de cette réaction à l'équilibre?
- (b) Quelle est la constante d'équilibre de cette réaction?
- (c) On chauffe la solution et on trouve que la concentration de E(aq) augmente. Que peut-on dire à propos de cette réaction (autre que la constante d'équilibre a augmentée)? Vous n'avez pas besoin d'expliquer votre raisonnement.

Question 6

On dissout 0.8762 g d'un monoacide, HA, dans l'eau pour produire une solution de 25.0 mL. Pour neutraliser cet acide, on a besoin d'ajouter 0.133 g de NaOH(s) (on peut faire l'approximation que le volume de la solution n'augmente pas). Quelle est la masse molaire de ce monoacide? Si le pH au point d'équivalence est 12.84, quelle est la valeur de K_b de sa base conjuguée, A^- ?

Question 7

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



Si la concentration de Cr^{3+} est 0.177 M, quelle concentration de Cd^{2+} serait nécessaire afin que cette réaction soit spontanée. La température est toujours 25°C.

Question 8

Pour la réaction



on obtient le data suivant:

$[A]_o$ (M)	$[B]_o$ (M)	$[C]_o$ (M)	vitesse initiale, v_o ($M s^{-1}$)
0.25	0.20	0.10	0.40
0.25	0.40	0.20	1.60
0.25	0.40	0.40	1.60
0.50	0.40	0.40	1.60
1.00	0.40	1.00	1.60
1.00	0.80	1.00	6.40
1.00	0.80	2.00	6.40

Quelle est la loi de vitesse pour cette réaction? Quelle est la vitesse de la réaction lorsque la concentration de chaque réactif est 0.50 M? A partir du data cinétique, qu'est-ce qu'on peut dire à propos de l'étape lente du mécanisme de cette réaction? Expliquez très brièvement votre raisonnement.

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 3.00 atm à 730°C , calculez la pression gazeuse totale après une demi-vie. Supposez que le volume reste constant.

(partie b, 4 points) La demi-vie du ^{14}C est 5770 ans. Si un échantillon contient seulement 3.55% du ^{14}C qu'il avait auparavant, quel est l'âge de cet échantillon?

Question 10

On a une solution aqueuse 2.77 M (ou mol/L) en méthanol (CH_3OH). La masse volumique de cette solution est 0.945 g/mL. Calculez la molalité, pourcentage massique, et fraction de mole de méthanol 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:

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

équation de van der Waals:

$$\left(P + a\frac{n^2}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

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:

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

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:

$$\pi = i M R T$$

réaction d'ordre 1:

$$\ln [A] = \ln [A]_o - kt$$

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

l'équation d'Arrhenius:

$$k = A e^{-\frac{E_a}{RT}}$$

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

le potentiel standard d'une cellule:

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

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:

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

