

EXAMEN FINAL: CHM1701/CHM1711

Principes de chimie

Professeur: Alain St-Amant

lundi le 14 décembre 2015, 14h00-17h00

INSTRUCTIONS

- vérifiez que vous avez toutes les 17 pages de cet examen
- répondez à toutes les questions
- si vous en avez besoin, vous pouvez travailler sur le verso d'une page
- les formules et tableaux sont fournis à la fin

Il est interdit de se servir de téléphones cellulaires, de dispositifs électroniques non autorisés ou de notes de cours. Les téléphones et les dispositifs doivent être fermés et rangés dans votre sac: vous ne pouvez pas les laisser dans vos poches ou sur vous-mêmes. Sinon, on pourrait vous demander de quitter l'examen immédiatement et des allégations de fraude scolaire pourraient être déposées, ce qui pourrait engendrer une attribution d'une note de 0 (zéro) pour cet examen.

En apposant votre signature sur cette page d'examen, vous reconnaissez l'importance de respecter l'énoncé ci-dessus.

NOM: _____ #: _____

signature: _____

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 OCN^- , incluant les charges formelles (N.B. le C est l'atome central).
- (2) Donnez une structure de Lewis raisonnable pour le SO_2 , incluant les charges formelles (N.B. le S est l'atome central).
- (3) Donnez une structure de Lewis raisonnable pour le NO_2F , incluant les charges formelles (N.B. le N est l'atome central).
- (4) Dessinez la structure tridimensionnelle de XeF_3^+ (N.B. le Xe est l'atome central).
- (5) Dessinez la structure tridimensionnelle de IF_5 (N.B. le I est l'atome central).
- (6) Dessinez la structure tridimensionnelle de AlF_4^- (N.B. le Al est l'atome central).

- (7) Quelle est l'état d'oxydation du C dans le HNC (le N est l'atome central)?
- (8) Parmi Na(s), Na⁺(aq), NaCl(s), Cl₂(g), et Cl⁻(aq), lequel est un puissant réducteur?
- (9) Il y a combien de chiffres significatifs dans la réponse pour $6.66 + 128.9 - 131.313$?
- (10) Quelle est l'hybridation du Xe central dans le XeF₂?
- (11) Quelle est l'hybridation du P central dans le PCl₂⁺?
- (12) Quelle est l'hybridation du P central dans le PCl₂⁻?
- (13) Parmi N, O, F, Ne, P, S, Cl, et Ar, lequel a la plus petite énergie d'ionisation?

(14) Parmi O^{2-} , F^{-} , Na^{+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , S^{2-} , Cl^{-} , et Ar, lequel a le plus grand rayon?

(15) Il y a combien de liaisons π dans le N_3^{-} (N.B. la molécule n'est pas cyclique)?

(16) Dans l'ion Zn^{2+} (dans son niveau fondamental), combien d'électrons ont $m = +1$?

(17) Dans l'atome de As (dans son niveau fondamental), combien d'électrons ont $m = 0$?

(18) Dans l'ion Br^{-} (dans son niveau fondamental), combien d'électrons ont $m = 0$ et $s = +\frac{1}{2}$?

(19) Quelle est la charge effective vue par un électron de valence dans le S^{2-} ?

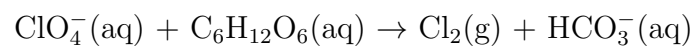
(20) Qui a proposé la dualité onde/particule de la lumière?

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 la réaction suivante, en solution basique,



Question 2

- (a) (6 points) La composition centésimale d'une substance inconnue est 42.85% C, 16.31% O, 35.70% N, et 5.14% H. Quelle est sa formule empirique?
- (b) (2 points) Un oxyde de manganèse (un composé qui contient seulement le Mn et O) est 49.52% Mn par masse. Quelle est la formule empirique de cet oxyde de manganèse?

Question 3

On chauffe 20.0 kg d'eau en faisant la combustion du propane (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 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$). À 25.0°C et une pression de 1.00 atm, on fait la combustion de 47.7 L de propane (C_3H_8). Toute la chaleur libérée par cette réaction rentre dans le 20.0 kg d'eau. Si la température initiale de l'eau est 20.0°C , quelle serait la température finale de l'eau? Pour répondre à cette question, vous avez besoin des données suivantes:

$$\Delta H_f^\circ (\text{C}_3\text{H}_8, \text{g}) = -103.9 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta H_f^\circ (\text{CO}_2, \text{g}) = -393.5 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta H_f^\circ (\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = -285.8 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$s (\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = 4.184 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1}$$

Question 4

- (a) (4 points) Pour la réaction $A(aq) + B(aq) \rightleftharpoons 2 C(aq)$, la constante d'équilibre est 7.77 à 25°C. Les concentrations initiales de A(aq), B(aq), et C(aq) sont, respectivement, 0.666 M, 0.555 M, et 0.444 M. Quelle sera la concentration de C(aq) lorsqu'on atteint l'équilibre à 25°C?
- (b) (4 points) Pour la réaction $A(s) \rightleftharpoons 2 B(g) + 3 C(g)$, on commence avec seulement le A(s) pur. On atteint l'équilibre et la pression totale finale est 8.00 atm. Quelle est la valeur de ΔG° pour cette réaction? La température est toujours 25°C.

Question 5

On a 25.0 mL d'une solution 0.400 M en HA(aq). On titre cette solution avec une solution 0.400 M en NaOH(aq). Le pH au point d'équivalence est 9.66.

- (a) (2 points) Calculez la valeur de K_b pour la base conjuguée de HA(aq), soit $A^-(aq)$.
- (b) (3 points) Calculez le pH original de la solution 0.400 M en HA(aq).
- (c) (3 points) Calculez le pH après l'ajout de 15.0 mL de la solution NaOH(aq) à 25.0 mL de cette solution 0.400 M en HA(aq).

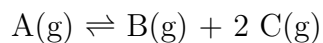
Question 6

Le produit de solubilité, K_{ps} , de $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ est 2.0×10^{-32} . Calculez sa solubilité (en g/L)

- (a) (4 points) dans l'eau pure
- (b) (4 points) dans une solution 0.150 M en CaCl_2

Question 7

Pour la réaction



la constante d'équilibre est 47.7 à 25.0°C et 57.7 à 50.0°C. Faisant l'approximation que ΔH° et ΔS° ne varient pas avec la température, calculez les valeurs de ΔH° , ΔS° , et la constante d'équilibre, K , à 75.0°C. À quelle température est-ce que la constante d'équilibre est égale à 1.00.

Question 8

- (a) (4 points) On place 100.0 g d'un métal à 10.0°C dans 200.0 g d'eau à 90.0°C. Les chaleurs spécifiques du métal et de l'eau sont respectivement 0.666 et 4.184 J K⁻¹ g⁻¹. Quelle sera la température finale?
- (b) (4 points) Pour une réaction d'ordre un, la concentration du réactif A est 0.577 M après 100.0 s et 0.477 après 200.0 s. Quelle sera sa concentration après un autre 100.0 s (donc 300.0 s après le début)? Quelle est la demie-vie de A?

Question 9

- (a) (4 points) Pour la réaction $2 \text{A(aq)} \rightleftharpoons \text{B(aq)} + \text{C(aq)}$, la constante d'équilibre est 5.55. Si la concentration de B(aq) est 0.333 M et celle de C(aq) est 0.444 M, quelle concentration de A(aq) sera nécessaire afin que la valeur de ΔG soit -7.77 kJ? La température est toujours 25°C.
- (b) (4 points) Pour une réaction d'ordre un, la demie-vie tombe de 77.7 s à 66.6 s en allant de 25°C à 40°C. Quelle sera la demie-vie de cette réaction à 100.0°C?

Question 10

On a une solution aqueuse de CH_3OH avec une molalité de 2.22 m. La masse volumique de cette solution est 0.947 g/mL. Calculez la molarité, le pourcentage massique, et la fraction de mole de CH_3OH dans cette solution.

constantes fondamentales:

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

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

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

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

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

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:

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