

EXAMEN FINAL: CHM1701/CHM1711

Principes de chimie

Professeur: Alain St-Amant

samedi le 6 décembre 2014, 9h30-12h30

INSTRUCTIONS

- vérifiez que vous avez toutes les 14 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 sur deux feuilles recto/verso à part

– 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 N_3^- , incluant les charges formelles (N.B. la molécule n'est pas cyclique).
- (2) Donnez une structure de Lewis raisonnable pour le XeOF_4 , incluant les charges formelles (N.B. le Xe est l'atome central).
- (3) Donnez une structure de Lewis raisonnable pour le NO, incluant les charges formelles.
- (4) Dessinez la structure tridimensionnelle de XeF_5^+ (N.B. le Xe est l'atome central).
- (5) Dessinez la structure tridimensionnelle de IF_2^- (N.B. le I est l'atome central).
- (6) Dessinez la structure tridimensionnelle de SF_3^- (N.B. le S est l'atome central).

(7) Quelle est l'acide conjugué de HPO_4^{2-} ?

(8) Parmi Na(s) , $\text{Na}^+(\text{aq})$, NaCl(s) , $\text{Cl}_2(\text{g})$, et $\text{Cl}^-(\text{aq})$, lequel est un oxydant?

(9) Parmi O , O^{2-} , F , F^- , Ne , Na^+ , et Mg^{2+} , lequel a le plus grand rayon?

(10) Quelle est l'hybridation du Xe central dans le XeO_3 ?

(11) Quelle est l'hybridation du S central dans le SF_5^+ ?

(12) Quelle est l'hybridation du Br central dans le BrF_2^+ ?

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

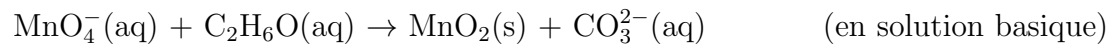
- (14) Parmi Li, Be, B, Na, Mg, et Al, lequel a la plus grande énergie d'ionisation?
- (15) Il y a combien de liaisons π dans le OCN^- (N.B. le C est l'atome central)?
- (16) Dans l'ion Co^{4+} (dans son niveau fondamental), combien d'électrons ont $m = 0$?
- (17) Dans l'atome de Ca (dans son niveau fondamental), combien d'électrons ont $l = 1$ et $m = 0$?
- (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 vue par un électron de valence dans le Sc^{3+} ?
- (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.

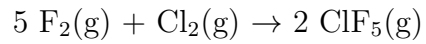
Question 1

Équilibrez l'équation d'oxydoréduction suivante:



Question 2

Dans un volume fixe de 20.0 L, à une température constante de 25°C, on a un mélange de F₂(g) et Cl₂(g). La pression partielle du F₂(g) est 6.77 atm et celle du Cl₂ est 2.44 atm. La réaction suivante se produit:



Quelle masse de ClF₅(g) peut-on produire? Lorsque le réactif limitant réagit entièrement, quelle sera la pression partielle finale du réactif en excès? Le volume et la température sont toujours 20.0 L et 25°C.

Question 3

- (a) (4 points) Pour la réaction $A(aq) + B(aq) \rightleftharpoons 2 C(aq)$, la constante d'équilibre est 5.55 à 25°C. Les concentrations initiales de A(aq), B(aq), et C(aq) sont, respectivement, 0.422 M, 0.544 M, et 0.288 M. Quelle sera la concentration de C(aq) lorsqu'on atteint l'équilibre à 25°C?
- (b) (4 points) Pour la réaction $3 A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2 C(g)$, on commence avec seulement le A(g) et le B(g). La pression partielle initiale de A(g) est 1.00 atm. La pression partielle initiale de B(g) est 1.00 atm. On atteint l'équilibre et la pression totale finale est 1.50 atm. Quelle est la constante d'équilibre, K, pour cette réaction? La température est toujours 25°C.

Question 4

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 Ba(OH)₂(aq). Le pH au point d'équivalence est 9.44.

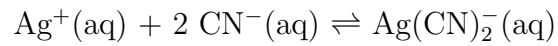
- (a) (4 points) Calculez le pH original de la solution 0.400 M en HA(aq).
- (b) (4 points) Calculez le pH après l'ajout de 10.0 mL de la solution Ba(OH)₂(aq) à 25.0 mL de cette solution 0.400 M en HA(aq).

Question 5

On a 9.44 g d'un gaz inconnu dans un contenant de 500.0 mL et la pression est 1.00 atm à une température de 25°C. La composition centésimale de ce gaz inconnu est 46.75% C, 20.76% O, 27.26% N, et 5.23% H. Quelle est la formule empirique de ce gaz inconnu? Quelle est la formule moléculaire de ce gaz inconnu?

Question 6

- (a) (4 points) La constante de formation, K_f , de $\text{Ag}(\text{CN})_2^-$

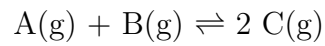


est 5.6×10^{18} . On dissout 5.55 g de AgNO_3 dans 1.000 L d'une solution 0.777 M en $\text{NaCN}(\text{aq})$. Faites l'approximation que le volume reste fixe à 1.000 L. Quelles sont les concentrations de $\text{Ag}^+(\text{aq})$, $\text{CN}^-(\text{aq})$ et $\text{Ag}(\text{CN})_2^-(\text{aq})$ à l'équilibre?

- (b) (4 points) Le produit de solubilité de $\text{Cr}(\text{OH})_3$ est 6.3×10^{-31} . Calculez la solubilité (en g/L) dans une solution de NaOH avec un pH de 13.00.

Question 7

Pour la réaction



la constante d'équilibre est 31.1 à 25.0°C et 41.1 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 100.0°C. Calculez la valeur de $\Delta S_{universe}$ lors de la production de 2.00 moles de $C(g)$ sous une pression constante de 1.00 atm et à une température de 25.0°C.

Question 8

- (a) (5 points) On place 50.0 g d'un métal à 100.0°C dans 100.0 g d'eau à 0.0°C. Les chaleurs spécifiques du métal et de l'eau sont respectivement 0.444 et 4.184 J K⁻¹ g⁻¹. Quelle sera la température finale?
- (b) (3 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 était la concentration originale?

Question 9

- (a) (5 points) Pour la réaction $2 \text{A}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{B}(\text{aq})$, la constante d'équilibre est 8.88. Si la concentration de $\text{B}(\text{aq})$ est 0.477 M, quelle concentration de $\text{A}(\text{aq})$ sera nécessaire afin que la valeur de ΔG soit -3.00 kJ? La température est toujours 25°C.
- (b) (3 points) La demie-vie d'une réaction d'ordre un diminue de 75.0 s à 65.0 s lorsqu'on augmente la température de 25.0°C à 50.0°C. Quelle est l'énergie d'activation de cette réaction?

Question 10

On a une solution aqueuse de $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ avec une fraction molaire de 0.100. La masse volumique de cette solution est 0.977 g/mL. Calculez la molarité, la molalité, et le pourcentage massique de $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ dans cette solution.

constantes fondamentales:

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

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

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

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

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

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:

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