

# EXAMEN FINAL: CHM1700/CHM1710

## Principes de chimie

Professeur: Alain St-Amant

date: vendredi le 12 décembre 2003

temps: 09:30 - 12:30

**AUCUN MATERIEL SUPPLEMENTAIRE PERMIS**

**N'IMPORTE QUELLE CALCULATRICE PERMISE**

### INSTRUCTIONS

- vérifiez que vous avez toutes les 22 pages de l'examen
- répondez à toutes les questions
- si vous en avez besoin, vous pouvez travailler sur le verso d'une feuille
- 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  $\text{ONC}^-$ , incluant les charges formelles (N.B. le N est l'atome central).
- (2) Donnez une structure de Lewis raisonnable pour le  $\text{N}_3^-$ , incluant les charges formelles (N.B. le  $\text{N}_3^-$  n'est pas cyclique).
- (3) Donnez une structure de Lewis raisonnable pour le  $\text{O}_2^-$ , incluant les charges formelles.
- (4) Dessinez la structure tridimensionnelle du  $\text{BrF}_5$  (N.B. le Br est l'atome central).
- (5) Dessinez la structure tridimensionnelle du  $\text{BrF}_4^+$  (N.B. le Br est l'atome central).
- (6) Dessinez la structure tridimensionnelle du  $\text{IF}_3$  (N.B. le I est l'atome central).

(7) Quel est le nombre d'oxydation du Cl dans le  $\text{HClO}_3$ ?

(8) Quel est la base conjuguée du  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ?

(9) Quel solide est produit lorsqu'on mélange des solutions concentrées de  $\text{CaCl}_2$  et  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ?

(10) Quelle est l'hybridation du Br dans le  $\text{BrF}_2^+$  (N.B. le Br est l'atome central)?

(11) Quelle est l'hybridation du I central dans le  $\text{I}_3^-$ ?

(12) Parmi Li, Be, B, Na, Mg, Al, K, Ca et Ga, lequel a la plus forte énergie d'ionisation?

(13) Parmi Li, Be, B, Na, Mg, Al, K, Ca et Ga, lequel a le plus grand rayon atomique?

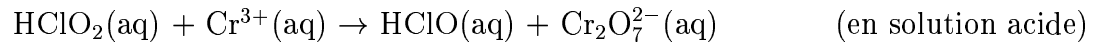
- (14) Parmi Ar, He, Kr, Ne et Xe, lequel a le plus haut point d'ébullition?
- (15) L'acide perbromique est le  $\text{HBrO}_4$ . Quelle est la formule moléculaire de l'anion hypobromite?
- (16) L'acide sulfurique est le  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Quelle est la formule moléculaire de l'anion bisulfite?
- (17) Quelle est la charge nucléaire effective de  $\text{K}^+$ ?
- (18) Dans l'ion de  $\text{Fe}^{3+}$  (dans son niveau fondamental), combien d'électrons ont  $m = +2$ ?
- (19) Dans l'ion de  $\text{Zn}^{2+}$  (dans son niveau fondamental), combien d'électrons ont  $l = 0$ ?
- (20) Dans l'atome de Ar (dans son niveau fondamental), combien d'électrons ont  $m = 0$ ?

**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 feuille, si nécessaire.

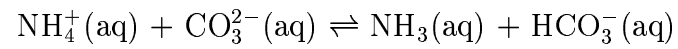
**Question 1**

Équilibrez l'équation d'oxydoréduction suivante:



**Question 2**

Pour la réaction



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

**Question 3**

Avec l'aide des enthalpies de formation suivantes, calculez la chaleur libérée lorsqu'on fait la combustion de 10.0 L de propane ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) à  $25^\circ\text{C}$  et une pression de 1.00 atm (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  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ).

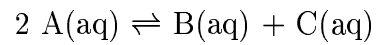
$$\Delta H_f^\circ (\text{C}_3\text{H}_8, \text{g}) = -103.9 \text{ kJ mol}^{-1}$$

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

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

**Question 4**

Pour la réaction



à 25°C, la valeur de  $\Delta H^\circ$  est +2.05 kJ et la valeur de  $\Delta S^\circ$  est +10.5 J/K. Calculez la valeur de la constante d'équilibre pour cette réaction à 25°C. Si on commence avec une solution aqueuse qui est 0.377 M en B(aq) et 0.237 M en C (la solution ne contient pas de A(aq) au départ), quelle est la concentration de A(aq) à l'équilibre (à 25°C).



**Question 5**

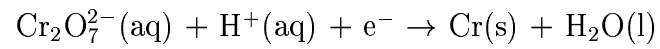
Quelle est la solubilité (en grammes par litre) de  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  dans l'eau pure? Quelle est la solubilité (en grammes par litre) de  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  dans une solution aqueuse qui possède un pH de 12.50? Le produit de solubilité de  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  est  $1.1 \times 10^{-36}$ . Toutes les données sont à 25 °C. Quel est la valeur du facteur de van't Hoff,  $i$ , pour  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ?

**Question 6**

Quel volume d'une solution 0.150 M en  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  est nécessaire pour neutraliser 25.0 mL d'une solution 0.376 M en acide acétique,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ?  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  est une base forte et l'acide acétique est un acide faible avec un  $\text{pK}_a$  de 4.74. Quel est le pH de la solution au point d'équivalence?

**Question 7**

On plaque des objets avec le chrome à partir de la réaction suivante (non-équilibrée)



La masse volumique du Cr(s) est  $7.19 \text{ g cm}^{-3}$ . Avec un courant de  $20.0 \text{ A}$ , quel temps sera nécessaire afin de produire un volume de  $10.0 \text{ cm}^3$ . Est-ce que cette réaction se produit à l'anode ou au cathode?

**Question 8**

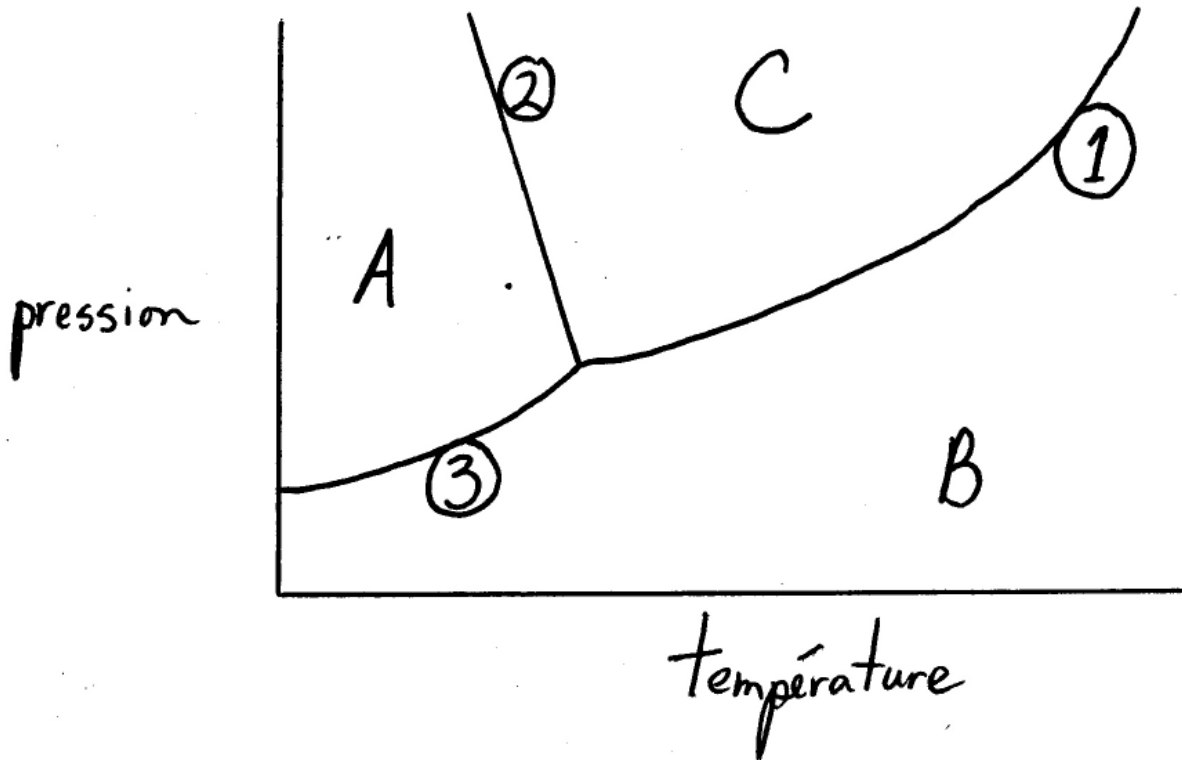
La réaction  $A(aq) \rightarrow B(aq)$  est une réaction d'ordre un par rapport à A. L'énergie d'activation est 35.0 kJ/mol et sa demi-vie est 175 s à 25°C. Calculez le temps nécessaire afin que la concentration de A(aq) tombe de 1.000 M à 0.100 M lorsque la température est **50°C**.

**Question 9**

On a une solution aqueuse de glucose ( $C_6H_{12}O_6$ ) où la fraction molaire de glucose est 0.0500. La densité de cette solution est 1.050 g/mL. Calculez le pourcentage massique, molarité et molalité de glucose dans cette solution.

**Question 10**

Le dessin est le diagramme de phase pour  $\text{H}_2\text{O}$ . Pour chaque question, répondez en un ou deux mots. Vous n'avez pas besoin d'expliquer vos réponses.



- Quelle phase correspond à la région A?
- Quelle phase correspond à la région B?
- Quelle phase correspond à la région C?
- Quelle est la température lorsque ligne 1 possède une valeur de 1.00 atm pour la pression?
- Quelle est la pression lorsque ligne 1 possède une valeur de 373.15 K pour la température?
- Qu'est ce qui arrive à la pente de ligne 2 lorsqu'on remplace  $\text{H}_2\text{O}$  par n'importe quel autre composé?
- Qu'est ce qui arrive aux lignes 1 et 2 lorsqu'on ajoute un soluté à  $\text{H}_2\text{O}(l)$ ?
- Quelle ligne correspond à la pression de vapeur de  $\text{H}_2\text{O}(l)$ ?

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:

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

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):

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

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):

$$C_{\text{standard}} V_{\text{standard}} = C_{\text{inconnu}} V_{\text{inconnu}}$$

équation Henderson-Hasselbach:

$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[AH]}$$

acide-base conjugué:

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

la loi de Henry:

$$C = kP$$

la loi de Raoult:

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

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

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:

$$\ln [A] = \ln [A]_0 - kt$$

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

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:

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

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

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

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

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

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

équation de Nernst:

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

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:

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





