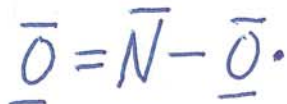


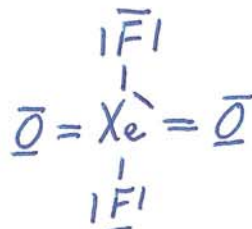
**Partie A (20 points)**

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.

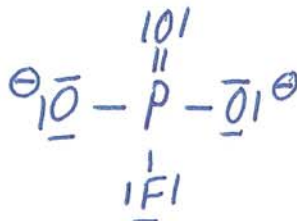
- (1) Donnez une structure de Lewis raisonnable pour le  $\text{NO}_2$ , incluant les charges formelles (N.B. le N est l'atome central).



- (2) Donnez une structure de Lewis raisonnable pour le  $\text{XeO}_2\text{F}_2$ , incluant les charges formelles (N.B. le Xe est l'atome central).



- (3) Donnez une structure de Lewis raisonnable pour le  $\text{PO}_3\text{F}^{2-}$ , incluant les charges formelles (N.B. le P est l'atome central).



- (4) Dessinez la structure tridimensionnelle de  $\text{XeF}_3^-$  (N.B. le Xe est l'atome central).



- (5) Dessinez la structure tridimensionnelle de  $\text{IF}_3$  (N.B. le I est l'atome central).



- (6) Dessinez la structure tridimensionnelle de  $\text{NF}_3$  (N.B. le N est l'atome central).



(7) Quelle est l'état d'oxydation du C dans l'anion  $\text{CN}^-$ ?

+2

(8) Parmi  $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$ ,  $\text{NO}_3^-(\text{aq})$ ,  $\text{NH}_4^+(\text{aq})$ ,  $\text{Na}(\text{s})$ ,  $\text{Na}^+(\text{aq})$ ,  $\text{NaCl}(\text{s})$ ,  $\text{Cl}_2(\text{g})$ , et  $\text{Cl}^-(\text{aq})$ , lequel est un réducteur?

$\text{Na}(\text{s})$

(9) Parmi  $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$ ,  $\text{NO}_3^-(\text{aq})$ ,  $\text{NH}_4^+(\text{aq})$ ,  $\text{Na}(\text{s})$ ,  $\text{Na}^+(\text{aq})$ ,  $\text{NaCl}(\text{s})$ ,  $\text{Cl}_2(\text{g})$ , et  $\text{Cl}^-(\text{aq})$ , lequel est une base Bronsted-Lowry?

$\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$

(10) Quelle est l'hybridation du Xe central dans le  $\text{XeF}_4$ ?

$sp^3d^2$

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

$sp$

(12) Quelle est l'hybridation du N central dans le  $\text{NO}_2\text{F}$ ?

$sp^2$

(13) Parmi  $\text{F}^-$ ,  $\text{Ne}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ar}$ ,  $\text{K}^+$ , et  $\text{Ca}^{2+}$ , de lequel est-il plus facile d'arracher un électron?

$\text{Cl}^-$

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



(15) Il y a combien de liaisons  $\sigma$  dans le  $O_3$  (N.B. la molécule n'est pas cyclique)?

2

(16) Dans l'ion  $Zn^{2+}$  (dans son niveau fondamental), combien d'électrons ont  $l = 0$ ?

6

(17) Dans l'atome de  $As$  (dans son niveau fondamental), combien d'électrons ont  $m = +1$ ?

7

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

9

(19) Quelle est la charge effective vue par un électron de valence dans le  $P^{3-}$ ?

5

(20) Qu'est ce qu'on appelle le point dans un diagramme de phase où les phases solide, liquide, et gazeuse sont en équilibre?

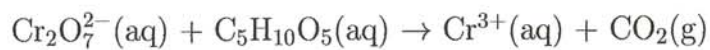
point triple

**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.

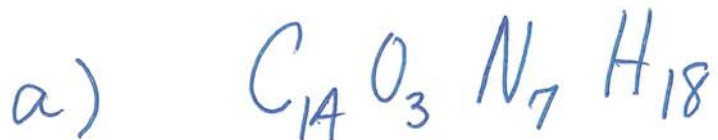
**Question 1**

Équilibrez la réaction suivante, en solution basique,



Question 2

- (a) (6 points) La composition centésimale d'une substance inconnue est 50.60% C, 14.44% O, 29.50% N, et 5.46% H. Quelle est sa formule empirique?
- (b) (2 points) Un oxyde de fer (un composé qui contient seulement le Fe et O) est 72.36% Fe par masse. Quelle est la formule empirique de cet oxyde de fer?



Question 3

- (a) (6 points) Dans une bombe calorimétrique à volume constant, on fait la combustion de 1.77 g de  $C_6H_{12}(l)$  (N.B. la combustion est la réaction d'une substance avec le  $O_2(g)$  pour produire le  $CO_2(g)$  et le  $H_2O(l)$ ). La bombe calorimétrique a une capacité calorifique de  $2.50 \text{ kJ K}^{-1}$  et contient 3.125 kg d'eau. La chaleur spécifique de l'eau est  $4.184 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1}$ . La température du calorimètre et de l'eau monte de  $21.25^\circ\text{C}$  à  $26.40^\circ\text{C}$ . Par après, nous faisons la combustion de 1.000 mol de cette même substance,  $C_6H_{12}(l)$ , sous une pression constante de 1.00 atm à  $25.0^\circ\text{C}$ . Calculez les valeurs de  $Q$ ,  $W$ ,  $\Delta H$ ,  $\Delta U$ , et la variation de l'entropie des environs lors de cette combustion de 1.000 moles sous une pression constante.
- (b) (2 points) L'enthalpie de vaporisation de l'eau est  $40.65 \text{ kJ mol}^{-1}$ . Quelle sera la variation dans l'entropie de 1.000 mol d'eau lors de son ébullition sous une pression constante de 1.00 atm?

$$a) \quad Q = -3822 \text{ kJ}$$

$$W = +7 \text{ kJ}$$

$$\Delta H = -3822 \text{ kJ}$$

$$\Delta U = -3815 \text{ kJ}$$

$$\Delta S_{\text{env}} = +12820 \text{ J/K}$$

$$b) \quad +108.9 \text{ J/K}$$

Question 4

- (a) (4 points) HA est un acide faible avec une constante de dissociation,  $K_a$ , de  $1.0 \times 10^{-13}$ . Quel sera le pH d'une solution 0.077 M en  $A^-(aq)$ ? La température est  $25^\circ\text{C}$ .
- (b) (4 points) Pour la réaction  $A(s) \rightleftharpoons B(g)$ , la constante d'équilibre est 1.77 à  $25.0^\circ\text{C}$  et 2.77 à  $40.0^\circ\text{C}$ . Faisant l'approximation que l'enthalpie et l'entropie de cette réaction ne varient pas avec la température, calculez la constante d'équilibre de cette réaction à  $70.0^\circ\text{C}$ .

a) 12.71

b) 6.03

**Question 5**

On dissout 3.44 g d'un acide inconnu, HA, dans l'eau pour produire 25.0 mL de solution. Le pH de cette solution est 1.55. On titre cette solution avec une solution 0.250 M en NaOH(aq), et on atteint le point d'équivalence après avoir ajouté 18.8 mL de la solution 0.250 M en NaOH.

- (a) (2 points) Quel est la masse molaire de HA?
- (b) (3 points) Quel est la valeur de la constante de dissociation,  $K_a$ , de HA(aq)?
- (c) (3 points) Lors du titrage, quel aurait été le pH après l'ajout de 13.3 mL de la solution 0.250 M en NaOH?

a) 732 g/mol

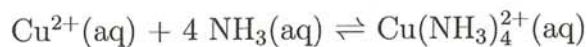
b)  $5.0 \times 10^{-3}$

c) 2.69



**Question 6**

- (a) (4 points) Le produit de solubilité,  $K_{ps}$ , de  $\text{Al}(\text{OH})_3$  est  $1.3 \times 10^{-33}$ . Calculez sa solubilité (en g/L) dans une solution de NaOH avec un pH de 13.11.
- (b) (4 points) La constante de formation,  $K_f$ , de  $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}(\text{aq})$



est  $1.1 \times 10^{13}$ . On dissout 0.0333 mol de  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  dans 1.000 L d'une solution 0.888 M en  $\text{NH}_3(\text{aq})$ . Faites l'approximation que le volume reste fixe à 1.000 L. Quelle sera la concentration de  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  à l'équilibre?

a)  $4.7 \times 10^{-29} \text{ g/L}$

b)  $9.3 \times 10^{-15} \text{ M}$

Question 7

- (a) (4 points) Dans un contenant fermé avec un volume fixe de 30.0 L et à une température de 25.0°C, on réagit 25.0 g de  $\text{CH}_4(\text{g})$  avec du  $\text{O}_2(\text{g})$  qui possède une pression partielle initiale de 1.00 atm. Les produits de la combustion sont le  $\text{CO}_2(\text{g})$  et le  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ . Quelle masse de  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  sera produite?
- (b) (4 points) Dans un contenant de 40.0 L, nous avons un mélange de  $\text{CO}_2(\text{g})$  et  $\text{N}_2(\text{g})$ . La pression totale est 2.00 atm et la température est 25.0°C. Si la masse de  $\text{N}_2(\text{g})$  est 55.5 g, quelle est la masse de  $\text{CO}_2(\text{g})$ ?

a) 22.1 g

b) 56.7 g

Question 8

- (a) (4 points) La réaction  $A(aq) \rightarrow B(aq)$  est une réaction d'ordre un par rapport à  $A(aq)$ . La concentration de  $A(aq)$  après 100.0 s de réaction est 0.588 M. La concentration de  $A(aq)$  après un autre 100.0 s (donc 200.0 s après le début de la réaction) est 0.344 M. Quelle est la valeur de la demie-vie pour cette réaction?
- (b) (4 points) La réaction  $A(aq) \rightarrow B(aq) + C(aq)$  est une réaction d'ordre deux par rapport à  $A(aq)$ . Lorsqu'on double la concentration de  $A(aq)$  et on chauffe le système de 20.0°C à 40.0°C, on constate que la vitesse de la réaction augmente par un facteur de 20.0 (la réaction va 20.0 fois plus vite). Quelle est l'énergie d'activation pour cette réaction?

a) 129 s

b) 61.4 kJ

**Question 9**

- (a) (4 points) Pour la réaction  $2 A(aq) \rightleftharpoons B(aq) + C(aq)$ , les concentrations à l'équilibre de  $A(aq)$ ,  $B(aq)$ , et  $C(aq)$  sont respectivement 0.277 M, 0.322 M, et 0.411 M. Quelle est la valeur de  $\Delta G^\circ$  pour cette réaction? À ce système en équilibre, on ajoute du  $A(aq)$  et sa concentration devient 0.611 M. Quelle est la valeur de  $\Delta G$  à cet instant? La température est toujours  $25.0^\circ\text{C}$ .
- (b) (4 points) Pour la réaction  $3 A(g) \rightleftharpoons 2 B(g) + 4 C(g)$ , on commence avec seulement le  $A(g)$  pur. On atteint l'équilibre. À l'équilibre, la pression totale est 8.00 atm, et la pression partielle de  $B(g)$  est 1.50 atm. Quelle est la valeur de  $\Delta G^\circ$  pour cette réaction? La température est toujours  $25.0^\circ\text{C}$ .

$$a) \quad \Delta G^\circ = -1.34 \text{ kJ}$$

$$\Delta G = -3.92 \text{ kJ}$$

$$b) \quad \Delta G^\circ = -3.59 \text{ kJ}$$

**Question 10**

On a une solution aqueuse de  $C_2H_6O$  avec un pourcentage massique de 18.8% pour le  $C_2H_6O$ . La masse volumique de cette solution est 0.956 g/mL. Calculez la molarité, la molalité, et la fraction de mole de  $C_2H_6O$  dans cette solution.

$$\text{molarité} = 3.90 \text{ M}$$

$$\text{molalité} = 5.02 \text{ m}$$

$$\text{fraction molaire} = 0.0830$$