

EXAMEN FINAL: CHM1701/CHM1711

Principes de chimie

Professeur: Alain St-Amant

mardi le 18 décembre 2017, 9h30-12h30

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 le tableau périodique 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, 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 HNC, incluant les charges formelles (N.B. le N est l'atome central).
- (2) Donnez une structure de Lewis raisonnable pour le O₃, incluant les charges formelles (N.B. le O₃ n'est pas cyclique).
- (3) Donnez une structure de Lewis raisonnable pour le SF₅⁻, incluant les charges formelles (N.B. le S est l'atome central).
- (4) Dessinez la structure tridimensionnelle de SF₃⁺ (N.B. le S est l'atome central).
- (5) Dessinez la structure tridimensionnelle de PF₄⁻ (N.B. le P est l'atome central).
- (6) Dessinez la structure tridimensionnelle de SF₃⁺ (N.B. le S est l'atome central).

- (7) Quelle est l'état d'oxydation du C (l'atome central) dans le FCN?
- (8) Parmi $\text{CO}_2(\text{g})$, $\text{NH}_3(\text{aq})$, $\text{NH}_4^+(\text{aq})$, $\text{Na}(\text{s})$, $\text{Na}^+(\text{aq})$, $\text{NaCl}(\text{s})$, $\text{HSO}_4^-(\text{aq})$, $\text{Cl}_2(\text{g})$, et $\text{Cl}^-(\text{aq})$, lequel est un oxydant?
- (9) Parmi $\text{CO}_2(\text{g})$, $\text{NH}_3(\text{aq})$, $\text{NH}_4^+(\text{aq})$, $\text{Na}(\text{s})$, $\text{Na}^+(\text{aq})$, $\text{NaCl}(\text{s})$, $\text{HSO}_4^-(\text{aq})$, $\text{Cl}_2(\text{g})$, et $\text{Cl}^-(\text{aq})$, lequel est une base Bronsted-Lowry?
- (10) Quelle est l'hybridation du Xe central dans le XeF_2 ?
- (11) Quelle est l'hybridation du N central dans le NO_3^- ?
- (12) Quelle est l'hybridation du N central dans le NF_3 ?
- (13) Parmi N, N^{3-} , O, O^{2-} , F, F^- , Ne, Na^+ , Mg^{2+} , et Al^{3+} , de lequel est-il plus facile d'arracher un électron?

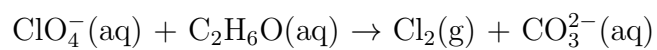
- (14) Parmi N, O, F, Ne, P, S, Cl, et Ar, de lequel est-il plus facile d'arracher un électron?
- (15) Il y a combien de liaisons σ et combien de liaisons π dans le N_3^- (N.B. la molécule n'est pas cyclique)? Vous devez donner les deux bonnes valeurs pour recevoir le point.
- (16) Dans l'ion Fe^{3+} (dans son niveau fondamental), combien d'électrons ont $l = 0$?
- (17) Dans l'atome de As (dans son niveau fondamental), combien d'électrons ont $l = 1$ et $m = +1$?
- (18) Dans l'ion Ca^{2+} (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 Ti^{4+} ?
- (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 la réaction suivante, en solution basique,

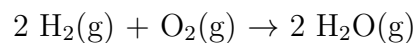


Question 2

- (a) (5 points) La composition centésimale d'une substance inconnue est 35.42% C, 41.29% O, 15.49% N, et 7.80% H. Quelle est sa formule empirique?
- (b) (3 points) Quelle masse de $\text{O}_2(\text{g})$ réagira lors de la combustion complète de 22.2 g de $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}(\text{l})$ pour produire le $\text{CO}_2(\text{g})$ et le $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$?

Question 3

- (a) (5 points) On place 50.0 g d'un métal à 90.00°C dans 200.0 g d'eau à 20.00°C. L'eau est dans un bécher qui est aussi à 20.00°C. La chaleur spécifique de l'eau est $4.184 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1}$ et la capacité calorifique du bécher est 555 J K^{-1} . La température finale est 21.66°C. Quelle est la chaleur spécifique du métal?
- (b) (3 points) L'enthalpie de formation de l'eau liquide est $-285.8 \text{ kJ mol}^{-1}$. L'enthalpie de condensation de la vapeur d'eau, $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, est $-44.0 \text{ kJ mol}^{-1}$. Quelle est la valeur de ΔH pour la réaction ci-dessous? Tout est à 25°C.



Question 4

- (a) (4 points) $A^-(aq)$ est une base faible avec une constante de dissociation, K_b , de 7.7×10^{-12} . Quel est le pH d'une solution 0.055 M en $HA(aq)$? La température est $25^\circ C$.
- (b) (4 points) Pour la réaction $A(s) \rightleftharpoons A(g)$, la constante d'équilibre est 2.77 à $25.0^\circ C$ et 3.77 à $50.0^\circ C$. Faisant l'approximation que l'enthalpie et l'entropie de cette réaction ne varient pas avec la température, trouvez la température à laquelle la constante d'équilibre sera égale à 1.00?

Question 5

On dissout 3.88 g d'un acide inconnu, HA, dans l'eau pour produire 25.0 mL de solution. On titre cette solution avec une solution 0.250 M en NaOH, et on atteint le point d'équivalence après avoir ajouté 32.2 mL de la solution 0.250 M en NaOH.

- (a) (3 points) Quel est la masse molaire de HA?
- (b) (5 points) Lors du titrage, le pH de la solution était 4.55 après l'ajout du premier 10.0 mL de la solution 0.250 M en NaOH. Quelle est la valeur de la constante d'ionisation, K_a , de HA?

Question 6

- (a) (5 points) Pour la réaction $2 A(aq) \rightleftharpoons B(aq)$, la constante d'équilibre est 8.88. Si la concentration de $B(aq)$ est 0.222 M, quelle concentration de $A(aq)$ sera nécessaire afin que la valeur de ΔG soit -5.00 kJ? La température est toujours 25°C.
- (b) (3 points) On a 0.3333 g d'un échantillon d'un sel inconnu qui contient du Cl^- . On le dissout complètement dans l'eau. On ajoute un excès de $AgNO_3$ afin de produire le précipité $AgCl(s)$. La masse de $AgCl$ produite est 0.2222 g. Quel est le pourcentage massique du Cl^- dans ce sel inconnu?

Question 7

- (a) (5 points) Dans un contenant d'acier de 10.0 L, on a seulement 88.8 g de $\text{CO}_2(\text{g})$ et 52.2 g d'un gaz inconnu. La température est 25.0°C et la pression totale est 6.22 atm. Quelle est la masse molaire de ce gaz inconnu?
- (b) (3 points) La masse volumique d'un échantillon de $\text{CH}_4(\text{g})$ à une pression de 1.00 atm est 0.666 g/L. Quelle est la vitesse quadratique des molécules de $\text{CH}_4(\text{g})$ dans cet échantillon?

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 0.455 M. La concentration de $A(aq)$ après un autre 100.0 s (donc 200.0 s au total) est 0.388 M. À quel temps (en s) est-ce que la concentration sera égale à 0.255 M? La température est toujours 25.0°C.
- (b) (4 points) La réaction $2 A(aq) \rightarrow B(aq) + C(aq)$ est une réaction d'ordre un par rapport à $A(aq)$. Lorsque la concentration de $A(aq)$ est 0.200 M et la température est 25.0°C, la vitesse de la réaction est 0.00100 M/s. Lorsqu'on diminue la concentration de $A(aq)$ à 0.100 M et on augmente la température à 50.0°C, la vitesse de la réaction est 0.00600 M/s. Quelle est l'énergie d'activation pour cette réaction?

Question 9

- (a) (5 points) Pour la réaction $2 \text{A}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{B}(\text{aq}) + \text{C}(\text{aq})$, les concentrations à l'équilibre de $\text{A}(\text{aq})$, $\text{B}(\text{aq})$, et $\text{C}(\text{aq})$ sont respectivement 0.288 M, 0.388 M, et 0.322 M. Quelle est la valeur de ΔG° pour cette réaction? À ce système en équilibre, on ajoute du $\text{A}(\text{aq})$ et sa concentration devient 0.511 M. Le système rétablit, de nouveau, l'équilibre. Quelle est la nouvelle concentration de $\text{A}(\text{aq})$? La température est toujours 25.0°C .
- (b) (3 points) Pour la réaction $3 \text{A}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{B}(\text{g}) + \text{C}(\text{g})$, on commence avec seulement le $\text{A}(\text{g})$ pur à une pression de 15.00 atm. On atteint l'équilibre. À l'équilibre, la pression totale est 13.00 atm. Quelle est la valeur de ΔG° pour cette réaction? La température est toujours 25.0°C .

Question 10

On a une solution aqueuse avec une fraction molaire de 0.250 pour le C_2H_6O (le C_2H_6O est le seul soluté). La masse volumique de cette solution est 0.966 g/mL. Calculez la molarité, la molalité, et le pourcentage massique de C_2H_6O dans cette solution aqueuse.

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:

$$P_A = X_A P_T \quad ; \quad P_A V = n_A R T \quad ; \quad P_T V = n_T R T$$

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:

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

Periodic Table of the Elements

Chemistry Reference Sheet

California Standards Test

Key																				
11	Atomic number																			
Na	Element symbol																			
Sodium	Element name																			
22.99	Average atomic mass*																			
1	1A	1	2	3A	4A	5A	6A	7A	8A	18						2	8A			
1	H	Hydrogen	2	He	Helium												4.00			
2	3	Li	4	Be	5	6	7	8	9	10	13	14	15	16	17	18				
2	6.94	Li	9.01	Be	10.81	12.01	14.01	16.00	19.00	20.18	3A	4A	5A	6A	7A	8A				
3	11	Na	12	Mg	13	14	15	16	17	18	3A	4A	5A	6A	7A	8A				
3	22.99	Na	24.31	Mg	26.98	28.09	30.97	32.07	35.45	39.95	Al	Si	P	S	Cl	Ar				
4	19	K	20	Ca	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
4	39.10	K	40.08	Ca	44.96	47.87	50.94	52.00	54.94	55.85	58.93	58.69	63.55	65.39	69.72	72.61	74.92	78.96	79.90	83.80
5	37	Rb	38	Sr	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
5	85.47	Rb	87.62	Sr	88.91	91.22	92.91	95.94	(98)	101.07	102.91	106.42	107.87	112.41	114.82	118.71	121.76	127.60	126.90	131.29
6	55	Cs	56	Ba	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
6	132.91	Cs	137.33	Ba	138.91	178.49	180.95	183.84	186.21	190.23	192.22	195.08	196.97	200.59	204.38	207.2	208.98	(209)	(210)	(222)
7	87	Fr	88	Ra	89	104	105	106	107	108	109									
7	(223)	Fr	(226)	Ra	(227)	(261)	(262)	(266)	(264)	(269)	(268)									
* If this number is in parentheses, then it refers to the atomic mass of the most stable isotope.																				
	58	Ce	59	Pr	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71				
	140.12	Ce	140.91	Pr	144.24	145	150.36	151.96	157.25	158.93	162.50	164.93	167.26	168.93	173.04	174.97				
	90	Th	91	Pa	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103				
	232.04	Th	231.04	Pa	238.03	(237)	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(252)	(257)	(258)	(259)	(262)				