

**Examen blanc de Chimie
Générale EPFL, CH160(b)**

Décembre 2024

- **La durée maximale de l'examen est de 2h15.**

Ne pas répondre sur ce document mais sur **le cahier de réponse**

BAREME DE L'EXAMEN : total 60 points

Question 1-9 : 36 points (VRAI- FAUX)

Question 10 : 10 points

Question 11 : 14 points

Un tableau périodique et une liste de constantes se trouvent à la fin de ce cahier.

Questions de type Vrai ou Faux

Pour chaque question, marquer **sur le cahier de réponse** (sans faire de ratures) la bulle "a VRAI" si l'affirmation est vraie, ou la bulle "b FAUX" si elle est fausse.

Question 1

Dans le cation Sn^{2+} (numéro atomique : 50) à l'état fondamental, on trouve :

- 1a 20 électrons avec $m_\ell = 0$
- 1b 10 électrons avec $m_\ell = 1$
- 1c 4 électrons avec $m_\ell = -2$
- 1d 2 électrons avec $m_\ell = -3$

Question 2

Les espèces chimiques, considérées à l'état fondamental, sont représentées selon l'ordre croissant de leurs électrons célibataires dans les listes suivantes.

- 2a He, Li, Be
- 2b Sc^{2+} , Ti, V
- 2c Sc, Ti, V^{2+}
- 2d Zn^{2+} , Ni^{2+} , Fe^{2+}

Question 3

Indiquer si les affirmations suivantes sont vraies ou fausses :

- 3a L'énergie de première ionisation de P est plus grande que celle de Cl
- 3b Le rayon ionique de P^{3-} est plus grand que celui de Cl^-
- 3c Le rayon atomique de Al est plus grand que celui de Mg
- 3d Le rayon ionique de Al^{3+} est plus grand que celui de Mg^{2+}

Question 4

Soit la molécule de fluorure de nitryle NO_2F dont l'azote est l'atome central.
Donnée : chaque atome respecte la règle de l'octet.

- 4a Son moment dipolaire est nul
- 4b Elle contient 3 liaisons covalentes σ
- 4c Elle contient une liaison covalente π délocalisée
- 4d Elle est plane

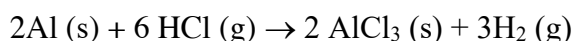
Question 5

L'atome central des espèces chimiques de la liste suivante est hybridé sp^3d

- 5a ICl_5
- 5b ICl_3
- 5c I_3^-
- 5d N_3^-

Question 6

Soit la réaction complète suivante :

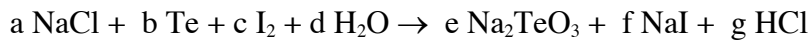


On fait réagir 7.0 g Al (s) avec du HCl (g) à 27°C dans un récipient de 12.5 L. La réaction se déroule jusqu'à l'épuisement d'un réactif et produit 0.6 bar de H_2 (mesuré dans le même récipient à 27°C avec un rendement de 100%).

- 6a HCl est le réactif limitant
- 6b A la fin de la réaction, il reste 0 mol Al
- 6c A la fin de la réaction, on a produit plus de 0.5 g H_2
- 6d A la fin de la réaction, on a produit plus de 20 g AlCl_3

Question 7

Soit la réaction rédox suivante



Après équilibrage de la réaction et en utilisant, pour les coefficients stoechiométriques, les nombres entiers les plus petits possibles, indiquer si les affirmations de la liste suivante sont vraies ou fausses.

Donnée : le degré d'oxydation de l'oxygène vaut -2 dans toutes les molécules

7a $a + b + c + d + e + f + g = 23$

7b $a + b + c + d = e + f + g$

7c $c/b = 4$

7d I_2 est l'oxydant

Question 8

Soit la réaction suivante à l'équilibre dans un récipient fermé de volume V .



On diminue ensuite le volume du récipient à l'aide d'un piston en maintenant la température constante. Au nouvel équilibre dans le volume réduit, on constate les changements suivants par rapport à la situation d'équilibre observée dans le volume V .

8a L'augmentation de la pression de CO_2

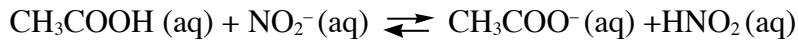
8b L'augmentation de l'activité de CaO

8c La diminution du nombre de mol de CO_2

8d L'augmentation du nombre de mol de CaCO_3

Question 9

La réaction suivante effectuée en milieu aqueux à 25°C est caractérisée par une constante d'équilibre K et une enthalpie libre de réaction $\Delta_r G^0$.



Donnée : $\text{pK}_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 4.75$, $\text{pK}_a \text{ HNO}_2 = 3.25$

Indiquer si les affirmations de la liste suivante sont vraies ou fausses.

- 9a** $K > K_a(\text{HNO}_2)$
- 9b** $K < K_a(\text{CH}_3\text{COOH})$
- 9c** $K > K_b(\text{NO}_2^-)$
- 9d** $\Delta_r G^0 > 0$

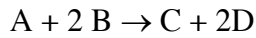
Question 10 (10 points)

- a) On dissout 0.1 mol CH_3COONa dans 0.5 L d'eau. Calculer le volume d'une solution aqueuse de HCl de $\text{pH} = 0$ à ajouter à cette solution afin d'obtenir une solution tampon de $\text{pH} = 3.75$ à 25°C.
- b) On ajoute 0.05 mol NaOH (s) à la solution préparée au point *a* ($\text{pH} = 3.75$). Calculer le pH obtenu à 25°C.

Données : $\text{pK}_a (\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-) = 4.75$, NaOH est une base forte et HCl est un acide fort.

Question 11 (14 points)

Soit la réaction suivante effectuée à volume et température constants.



La vitesse initiale de réaction est mesurée dans trois conditions expérimentales différentes et les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau suivant où $[A]_0$, $[B]_0$ et v_0 représentent respectivement la concentration de A, la concentration de B et la vitesse de réaction au temps $t = 0$.

Expériences	$[A]_0$ (mol L ⁻¹)	$[B]_0$ (mol L ⁻¹)	V_0 (mol L ⁻¹ s ⁻¹)
1	0.1	0.1	4.0×10^{-4}
2	0.1	0.2	4.0×10^{-4}
3	0.2	0.1	1.6×10^{-3}

a) Calculer les ordres partiels en A et B, donner la loi de vitesse et calculer la constante de vitesse de la réaction (à cette température)

b) Calculer le temps nécessaire pour que B atteigne 0.05 mol/L lorsque les concentrations de [A] et de [B] valent 0.1 mol/L au temps $t = 0$. (Mêmes conditions expérimentales que dans l'expérience 1 mentionnée dans le tableau). Quelle est alors la vitesse instantanée de consommation de A et de B ?

1	1.00794	H	2.2	Hydrogen	+1, -1
---	---------	---	-----	----------	--------

3	6.941 4	9.012182	Be	1.57	Beryllium	+2
---	---------	----------	----	------	-----------	----

11	22.98977	12	24.3050	Mg	1.31	Magnesium	+2
----	----------	----	---------	----	------	-----------	----

19	39.0983	20	40.078	Ca	1.00	Calcium	+2
----	---------	----	--------	----	------	---------	----

37	85.4678	38	87.62	39	88.9058	40	91.224	41	92.90638	42	95.94	43	(98)	44	101.07	45	102.9055	46	106.42	47	107.8682	48	112.411	49	114.818	50	118.710	51	121.760	52	127.60	53	126.904	54	131.293
----	---------	----	-------	----	---------	----	--------	----	----------	----	-------	----	------	----	--------	----	----------	----	--------	----	----------	----	---------	----	---------	----	---------	----	---------	----	--------	----	---------	----	---------

55	132.905	56	137.327	Ba	0.89	Barium	+2
----	---------	----	---------	----	------	--------	----

87	(223)	88	(226)	Ra	0.9	Radium	+2
----	-------	----	-------	----	-----	--------	----

Fr	0.7	Francium	+1
----	-----	----------	----

La	1.10	Lanthanum	+3
----	------	-----------	----

Ce	1.12	Cerium	+3, +4
----	------	--------	--------

Pr	1.13	Praseodymium	+3, +4
----	------	--------------	--------

Pa	1.5	Protactinium	+4, +5
----	-----	--------------	--------

Th	1.3	Thorium	+4
----	-----	---------	----

Ac	1.1	Actinium	+3
----	-----	----------	----

La	1.10	Lanthanum	+3
----	------	-----------	----

Ce	1.12	Cerium	+3, +4
----	------	--------	--------

Pr	1.13	Praseodymium	+3, +4
----	------	--------------	--------

Pa	1.5	Protactinium	+4, +5
----	-----	--------------	--------

Th	1.3	Thorium	+4
----	-----	---------	----

Ac	1.1	Actinium	+3
----	-----	----------	----

La	1.10	Lanthanum	+3
----	------	-----------	----

Ce	1.12	Cerium	+3, +4
----	------	--------	--------

Pr	1.13	Praseodymium	+3, +4
----	------	--------------	--------

Pa	1.5	Protactinium	+4, +5
----	-----	--------------	--------

Th	1.3	Thorium	+4
----	-----	---------	----

Ac	1.1	Actinium	+3
----	-----	----------	----

La	1.10	Lanthanum	+3
----	------	-----------	----

Ce	1.12	Cerium	+3, +4
----	------	--------	--------

Pr	1.13	Praseodymium	+3, +4
----	------	--------------	--------

Pa	1.5	Protactinium	+4, +5
----	-----	--------------	--------

Th	1.3	Thorium	+4
----	-----	---------	----

Ac	1.1	Actinium	+3
----	-----	----------	----

La	1.10	Lanthanum	+3
----	------	-----------	----

Ce	1.12	Cerium	+3, +4
----	------	--------	--------

Pr	1.13	Praseodymium	+3, +4
----	------	--------------	--------

Pa	1.5	Protactinium	+4, +5
----	-----	--------------	--------

Th	1.3	Thorium	+4
----	-----	---------	----

Ac	1.1	Actinium	+3
----	-----	----------	----

La	1.10	Lanthanum	+3
----	------	-----------	----

Ce	1.12	Cerium	+3, +4
----	------	--------	--------

Pr	1.13	Praseodymium	+3, +4
----	------	--------------	--------

Pa	1.5	Protactinium	+4, +5
----	-----	--------------	--------

Th	1.3	Thorium	+4
----	-----	---------	----

Ac	1.1	Actinium	+3
----	-----	----------	----

La	1.10	Lanthanum	+3
----	------	-----------	----

Ce	1.12	Cerium	+3, +4
----	------	--------	--------

Pr	1.13	Praseodymium	+3, +4
----	------	--------------	--------

Pa	1.5	Protactinium	+4, +5
----	-----	--------------	--------

Th	1.3	Thorium	+4
----	-----	---------	----

Ac	1.1	Actinium	+3
----	-----	----------	----

Periodic Table of the Elements

Atomic number 1 1.00794 Atomic weight
Electronegativity (Pauling)
Hydrogen 2.2
Possible Oxidation States
+1, -1

2	4.002602	He	-	Helium	0
---	----------	----	---	--------	---

5	10.8116	12.01077	14.00678	15.9994	18.998	10	20.1797
---	---------	----------	----------	---------	--------	----	---------

B	2.04	Carbon	2.55	Nitrogen	3.04	Oxygen	3.44	Fluorine	3.98	Neon	-
---	------	--------	------	----------	------	--------	------	----------	------	------	---

13	26.981538	14	28.0855	15	30.973761	16	32.065	17	35.453	18	39.948
----	-----------	----	---------	----	-----------	----	--------	----	--------	----	--------

Al	1.61	Aluminum	1.90	Silicon	2.19	Phosphorus	2.58	Sulfur	3.16	Chlorine	-
----	------	----------	------	---------	------	------------	------	--------	------	----------	---

19	39.0983	20	40.078	Ca	1.00	Calcium	+2
----	---------	----	--------	----	------	---------	----

37	85.4678	38	87.62	39	88.9058	40	91.224	41	92.90638	42	95.94	43	(98)	44	101.07	45	102.9055	46	106.42	47	107.8682	48	112.411	49	114.818	50	118.710	51	121.760	52	127.60	53	126.904	54	131.293
----	---------	----	-------	----	---------	----	--------	----	----------	----	-------	----	------	----	--------	----	----------	----	--------	----	----------	----	---------	----	---------	----	---------	----	---------	----	--------	----	---------	----	---------

55	132.905	56	137.327	Ba	0.89	Barium	+2
----	---------	----	---------	----	------	--------	----

87	(223)	88	(226)	Ra	0.9	Radium	+2
----	-------	----	-------	----	-----	--------	----

Fr	0.7	Francium	+1
----	-----	----------	----

La	1.10	Lanthanum	+3
----	------	-----------	----

Ce	1.12	Cerium	+3, +4
----	------	--------	--------

Pr	1.13	Praseodymium	+3, +4
----	------	--------------	--------

Pa	1.5	Protactinium	+4, +5
----	-----	--------------	--------

Th	1.3	Thorium	+4
----	-----	---------	----

Ac	1.1	Actinium	+3
----	-----	----------	----

La	1.10	Lanthanum	+3
----	------	-----------	----

Ce	1.12	Cerium	+3, +4
----	------	--------	--------

Pr	1.13	Praseodymium	+3, +4
----	------	--------------	--------

Pa	1.5	Protactinium	+4, +5
----	-----	--------------	--------

Th	1.3	Thorium	+4
----	-----	---------	----

Ac	1.1	Actinium	+3
----	-----	----------	----

La	1.10	Lanthanum	+3
----	------	-----------	----

Ce	1.12	Cerium	+3, +4
----	------	--------	--------

Pr	1.13	Praseodymium	+3, +4
----	------	--------------	--------

Pa	1.5	Protactinium	+4, +5
----	-----	--------------	--------

Th	1.3	Thorium	+4
----	-----	---------	----

Ac	1.1	Actinium	+3
----	-----	----------	----

La	1.10	Lanthanum	+3
----	------	-----------	----

Ce	1.12	Cerium	+3, +4
----	------	--------	--------

Pr	1.13	Praseodymium	+3, +4
----	------	--------------	--------

Pa	1.5	Protactinium	+4, +5
----	-----	--------------	--------

Th	1.3	Thorium	+4
----	-----	---------	----

Ac	1.1	Actinium	+3
----	-----	----------	----

La	1.10	Lanthanum	+3
----	------	-----------	----

Ce	1.12	Cerium	+3, +4
----	------	--------	--------

Pr	1.13	Praseodymium	+3, +4
----	------	--------------	--------

Pa	1.5	Protactinium	+4, +5
----	-----	--------------	--------

Th	1.3	Thorium	+4
----	-----	---------	----

Ac	1.1	Actinium	+3
----	-----	----------	----

La	1.10	Lanthanum	+3
----	------	-----------	----

Ce	1.12	Cerium	+3, +4
----	------	--------	--------

Pr	1.13	Praseodymium	+3, +4
----	------	--------------	--------

Pa	1.5	Protactinium	+4, +5
----	-----	--------------	--------

Th	1.3	Thorium	+4
----	-----	---------	----

Ac	1.1	Actinium	+3
----	-----	----------	----

La	1.10	Lanthanum	+3
----	------	-----------	----

Ce	1.12	Cerium	+3, +4
----	------	--------	--------

Pr	1.13	Praseodymium	+3, +4
----	------	--------------	--------

Pa	1.5	Protactinium	+4, +5
----	-----	--------------	--------

Th	1.3	Thorium	+4
----	-----	---------	----

Ac	1.1	Actinium	+3
----	-----	----------	----

La	1.10	Lanthanum	+3
----	------	-----------	----

Ce	1.12	Cerium	+3, +4
----	------	--------	--------

Pr	1.13	Praseodymium	+3, +4
----	------	--------------	--------

Pa	1.5	Protactinium	+4, +5
----	-----	--------------	--------

Th	1.3	Thorium	+4
----	-----	---------	----

Ac	1.1	Actinium	+3
----	-----	----------	----

La	1.10	Lanthanum	+3
----	------	-----------	----

Ce	1.12	Cerium	+3, +4
----	------	--------	--------

Pr	1.13	Praseodymium	+3, +4
----	------	--------------	--------

Pa	1.5	Protactinium	+4, +5
----	-----	--------------	--------

Th	1.3	Thorium	+4
----	-----	---------	----

Ac	1.1	Actinium	+3
----	-----	----------	----

La	1.10	Lanthanum	+3
----	------	-----------	----

Ce	1.12	Cerium	+3, +4
----	------	--------	--------

Pr	1.13	Praseodymium	+3, +4
----	------	--------------	--------

Pa	1.5	Protactinium	+4, +5
----	-----	--------------	--------

Th	1.3	Thorium	+4
----	-----	---------	----

Ac	1.1	Actinium	+3
----	-----	----------	----

La	1.10	Lanthanum	+3
----	------	-----------	----

Ce	1.12	Cerium	+3, +4
----	------	--------	--------

Pr	1.13	Praseodymium	+3, +4
----	------	--------------	--------

Pa	1.5	Protactinium	+4, +5
----	-----	--------------	--------

Th	1.3	Thorium	+4
----	-----	---------	----

Ac	1.1	Actinium	+3
----	-----	----------	----

La	1.10	Lanthanum	+3
----	------	-----------	----

Ce	1.12	Cerium	+3, +4
----	------	--------	--------

Pr	1.13	Praseodymium	+3, +4
----	------	--------------	--------

Pa	1.5	Protactinium	+4, +5
----	-----	--------------	--------

Th	1.3	Thorium	+4
----	-----	---------	----

Ac	1.1	Actinium	+3
----	-----	----------	----

La	1.10	Lanthanum	+3
----	------	-----------	----

CONSTANTES PHYSIQUES

Constante	Symbole	Valeur
Accélération de la pesanteur	g	$9,80655 \text{ m s}^{-2}$
Charge de l'électron	e	$1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Constante d'Avogadro	N_A	$6,022 \cdot 10^{23} \text{ particules mol}^{-1}$
Constante de Faraday	F	$96485,3 \text{ C mol}^{-1}$
Constante des gaz parfaits	R	$8,31441 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ $0,08205 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ $0,08314 \text{ L bar K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
Constante de Planck	h	$6,626176 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$
Constante de Rydberg	R_∞	$1,09737 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$
Masse de l'électron	m_e	$9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ $5,5 \cdot 10^{-4} \text{ u}$
Masse du neutron	m_n	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ $1,008 \text{ u}$
Masse du proton	m_p	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ $1,0073 \text{ u}$
Vitesse de la lumière dans le vide	c	$2,99792458 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Volume molaire normal du gaz parfait	V_m	$22,41 \text{ L mol}^{-1}$
Unité de masse atomique	u	$1,660565 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$