

TEST FACULTATIF AB

6 NOVEMBRE 2018

Nom: _____ Prénom: _____

Consignes importantes

- La durée globale de l'épreuve est de **60 min**.
- En dehors du matériel d'écriture normal et de feuilles de brouillon vierges, seul l'usage d'un **formulaire de 2 côtés de page A4 au maximum** et d'une **calculatrice scientifique** (non-programmable, sans aucun fichier alphanumérique stocké, ni possibilité de communication) est autorisé. Un tableau périodique est fourni à la fin de la donnée de l'épreuve. Il peut être détaché pour faciliter sa consultation.
- Les étudiants non-francophones peuvent disposer d'un dictionnaire de langue ou d'un traducteur électronique dédié.
- Toutes les réponses seront inscrites **à l'encre** sur les pages suivantes, dans les **cadres** prévus à cet effet. Au besoin, utiliser le verso de la feuille en indiquant clairement "**voir verso**" dans le cadre correspondant.
- Les réponses devront donner suffisamment d'indications pour que le correcteur puisse apprécier le raisonnement qui a permis de les obtenir.
- Les feuilles de **brouillon ne seront pas récoltées** à la fin de l'épreuve et ne pourront donc pas être prises en compte.
- Les **résultats numériques** devront être livrés avec leurs **unités**.
- **Les surveillants ne répondront à aucune question relative à la donnée.**
- Si au cours de l'épreuve, une erreur apparente d'énoncé ou une omission devait être repérée, on la signalera par écrit sur la copie et poursuivra en expliquant les initiatives qu'on serait amené à prendre.

Problème 1 [20 / 43 points]

Chauffé à 1000 K, le trioxyde de soufre SO_3 est un gaz qui se dissocie partiellement selon l'équilibre : $2 \text{SO}_3 (\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{SO}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g})$

<u>Données :</u>	<u>$T = 25^\circ\text{C}$</u>	ΔH_f^0 [kJ mol ⁻¹]	S^0 [J K ⁻¹ mol ⁻¹]	$C_{p,m}$ [J K ⁻¹ mol ⁻¹]
	$\text{SO}_2 (\text{g})$	-296,8	248,1	39,87
	$\text{O}_2 (\text{g})$		205,0	29,36
	$\text{SO}_3 (\text{g})$	-395,7	256,7	50,67

- a) En postulant que la capacité calorifique standard des gaz est indépendante de T , calculer la valeur de l'enthalpie molaire standard de la réaction de décomposition de $\text{SO}_3 (\text{g})$ à la température $T = 1000 \text{ K}$. Cette réaction est-elle endo- ou exothermique ?

- b) En postulant par simplification que l'entropie molaire standard des gaz est indépendante de la température, calculer l'enthalpie libre molaire standard de la réaction de décomposition de SO_3 (g) à 1000 K.

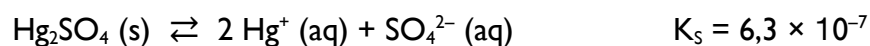
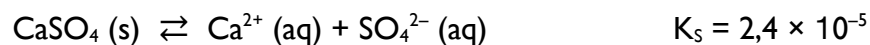
- c) La réaction de décomposition de SO_3 est-elle spontanée à $T = 1000$ K ? A quelle température pourrait-on attendre une inversion de la spontanéité de la réaction ? On postulera cette fois que l'enthalpie standard de la réaction ne varie que très faiblement avec la température sur l'intervalle considéré.

- d) Calculer la valeur numérique de la constante d'équilibre K de la réaction à $T = 1000$ K.

- e) Écrire l'expression littérale de la constante d'équilibre de la réaction en fonction des fractions molaires des différents gaz. Comment se modifie l'équilibre si on augmente la pression totale du mélange réactionnel ?

Problème 2 [23 / 43 points]

Du sulfate de calcium CaSO_4 solide est partiellement dissout dans l'eau jusqu'à formation d'une solution saturée. Dans un second récipient, on a de même du sulfate de mercure (II) Hg_2SO_4 solide en équilibre avec sa solution saturée. On postule que toutes les solutions sont idéales (coefficients d'activité de tous les ions $\gamma_i = 1$).



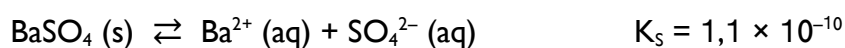
a) Déterminer les concentrations en ions Ca^{2+} et SO_4^{2-} dans le premier récipient.

b) Déterminer les concentrations en ions Hg^+ et SO_4^{2-} dans le second récipient.

c) On mélange les contenus des deux récipients (solutions et solides). Dans quel sens évolueront les concentrations en ions Ca^{2+} et Hg^+ à l'équilibre ? Justifier la réponse.

- d) On désire déterminer la concentration de tous les ions en solution dans le nouveau mélange à l'équilibre. Écrire le système d'équations (sans le résoudre) dont la résolution permettrait d'obtenir les valeurs voulues.

- e) Déterminer la concentration en ions Ba^{2+} dans une solution saturée obtenue par dissolution simultanée de CaSO_4 (s) et BaSO_4 (s) dans l'eau.



Indication : dans ce cas une approximation simplificatrice peut être tentée en observant que BaSO_4 est beaucoup moins soluble que CaSO_4 .

The Modern Periodic Table of the Elements

1

Hydrogen
1
H
1.01
2.1

2

Lithium
3
Li
6.94
1.0

Beryllium
4
Be
9.01
1.5

Sodium
11
Na
22.99
0.9

Magnesium
12
Mg
24.31
1.2

Potassium
19
K
39.10
0.8

Calcium
20
Ca
40.08
1.0

Rubidium
37
Rb
85.47
0.8

Strontium
38
Sr
87.62
1.0

Cesium
55
Cs
132.91
0.7

Barium
56
Ba
137.33
0.9

Francium
87
Fr
(223)
0.7

57-70
*

88-102
**

18

Helium
2
He
4.00

Neon
10
Ne
20.18

Argon
18
Ar
39.95

Krypton
36
Kr
83.80
3.0

Xenon
54
Xe
131.29
2.6

Radon
86
Rn
(222)
2.4

Element name → Mercury

80

← Atomic #

Symbol → **Hg**

200.59 ← Avg. Mass

Electronegativity → 1.9

Average relative masses are 2001 values, rounded to two decimal places.

All average masses are to be treated as measured quantities, and subject to significant figure rules. Do not round them further when performing calculations.

Average relative masses are 2001 values, rounded to two decimal places.		Element name → Mercury		Atomic #	
2		80			
All average masses are to be treated as measured quantities, and subject to significant figure rules. Do not round them further when performing calculations.		Symbol → Hg			
Electronegativity → 1.9		200.59 ← Avg. Mass			
Hydrogen 1 H 1.01 2.1	Beryllium 4 Be 9.01 1.5	Lithium 3 Li 6.94 1.0	Sodium 11 Na 22.99 0.9	Magnesium 12 Mg 24.31 1.2	Potassium 19 K 39.10 0.8
Calcium 20 Ca 40.08 1.0	Rubidium 37 Rb 85.47 0.8	Strontium 38 Sr 87.62 1.0	Cesium 55 Cs 132.91 0.7	Barium 56 Ba 137.33 0.9	Radium 88 Ra (226) 0.9
Scandium 21 Sc 44.96 1.3	Titanium 22 Ti 47.88 1.5	Vanadium 23 V 50.94 1.6	Chromium 24 Cr 52.00 1.6	Manganese 25 Mn 54.94 1.5	Iron 26 Fe 55.85 1.8
Cobalt 27 Co 58.93 1.8	Nickel 28 Ni 58.69 1.8	Copper 29 Cu 63.55 1.9	Zinc 30 Zn 65.39 1.6	Gallium 31 Ga 69.72 1.6	Germanium 32 Ge 72.61 1.8
Arsenic 33 As 74.92 2.0	Selenium 34 Se 78.96 2.4	Bromine 35 Br 79.90 2.8	Krypton 36 Kr 83.80 3.0	Xenon 54 Xe 131.29 2.6	Radon 86 Rn (222) 2.4
Polonium 84 Po (209) 2.0	Astatine 85 At (210) 2.2				

*lanthanides

**actinides

Lanthanum 57 La 138.91 1.1	Cerium 58 Ce 140.12 1.1	Praseodymium 59 Pr 140.91 1.1	Neodymium 60 Nd 144.24 1.1	Promethium 61 Pm (145) 1.1	Samarium 62 Sm 150.36 1.2	Europium 63 Eu 151.97 1.1	Gadolinium 64 Gd 157.25 1.2	Terbium 65 Tb 158.93 1.1	Dysprosium 66 Dy 162.50 1.2	Ytterbium 70 Yb 173.04 1.1	Thulium 69 Tm 168.93 1.3	Erbium 68 Er 167.26 1.2	Fermium 100 Fm (257) 1.3	Mendelevium 101 Md (258) 1.3	Nobelium 102 No (259) 1.3
Actinium 89 Ac (227) 1.1	Thorium 90 Th 232.04 1.3	Protactinium 91 Pa 231.04 1.5	Uranium 92 U 238.03 1.4	Neptunium 93 Np (237) 1.4	Plutonium 94 Pu (244) 1.3	Americium 95 Am (243) 1.3	Curium 96 Cm (247) 1.3	Berkelium 97 Bk (247) 1.3	Californium 98 Cf (251) 1.3	Einsteinium 99 Es (252) 1.3	Holmium 67 Ho 164.93 1.2	Terbium 65 Tb 158.93 1.1	Fermium 100 Fm (257) 1.3	Mendelevium 101 Md (258) 1.3	Nobelium 102 No (259) 1.3