

TEST FACULTATIF X

7 NOVEMBRE 2016

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 [10 / 50 points]

L'analyse élémentaire d'un échantillon de 2,000 g de vitamine A, ne contenant que les éléments C, H, et O, est effectuée par combustion complète dans l'air. La réaction aboutit à la formation de 1,887 g d'eau et de 6,146 g de CO_2 .

a) Déterminez la formule brute de la vitamine.

b) Par une autre méthode, on a déterminé pour la masse molaire du composé une valeur $M = 286,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$. Combien d'atomes d'oxygène contient la molécule de la vitamine A ?

Problème 2 [18 / 50 points]

La synthèse de l'ammoniac NH_3 s'opère en phase gazeuse à partir de diazote N_2 et de dihydrogène H_2 .

Données :	Composé	ΔH_f° [kJ · mol ⁻¹]	S° [J · mol ⁻¹ · K ⁻¹]	$T = 300$ K
	N_2 (g)		191,7	
	H_2 (g)		130,6	
	NH_3 (g)	- 48,2	192,5	

- a) Ecrire l'équation équilibrée de la réaction de synthèse de NH_3 , exprimée pour une mole de produit.

- b) Calculer la valeur de l'enthalpie molaire standard de la réaction à 300 K. La synthèse de NH_3 est-elle endo- ou exothermique dans les conditions standard à cette température ?

- c) Calculer la valeur de l'entropie molaire standard de la réaction à $T = 300$ K. Aurait-on pu prédire le signe de ΔS_r° , et si oui comment ?

- d) Calculer la valeur de l'enthalpie libre molaire standard de la réaction de synthèse de NH_3 à 300 K et 500 °C. On postulera que les valeurs de ΔH_r^0 et ΔS_r^0 ne varient pratiquement pas entre ces deux températures. Que pouvez-vous dire de la spontanéité de la réaction ?

- e) Déterminer la valeur de la constante d'équilibre de la réaction de décomposition de NH_3 en N_2 et H_2 à 500 °C et sous une pression de 5 bar.

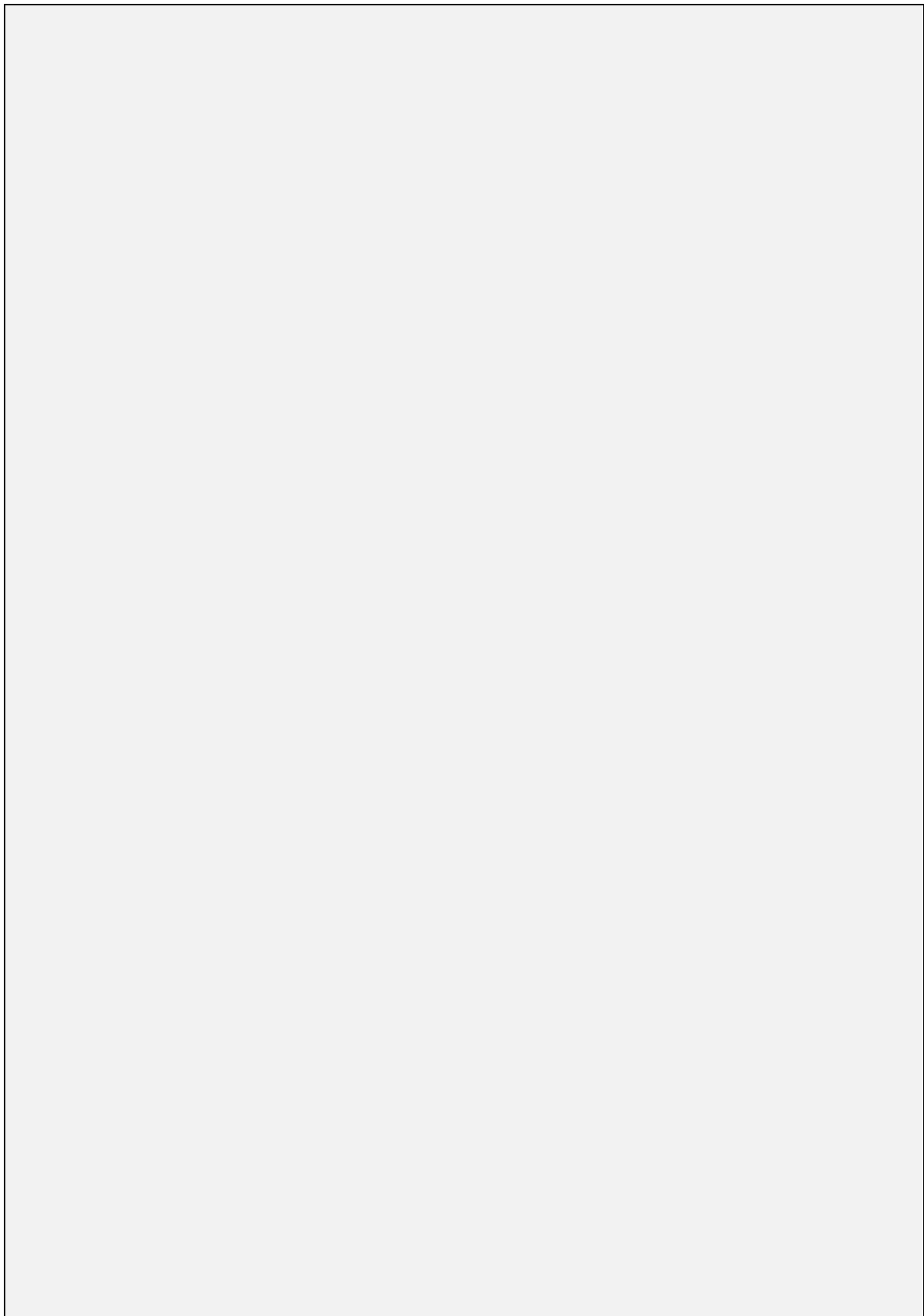
- f) Dans quelles conditions de température et de pression devrait-on mener la réaction de synthèse de NH_3 pour optimiser la fraction molaire de l'ammoniac dans le mélange réactionnel à l'équilibre ?

Problème 3 [22 / 50 points]

Observerait-on une précipitation dans les solutions obtenues lors des mélanges suivants ?
Si oui, quelle serait la masse du solide formé ?

- a) On ajoute à 85 mL d'eau pure 5 mL d'un électrolyte fort contenant des ions Zn^{2+} de concentration $2 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et 10 mL d'un autre électrolyte fort contenant des ions hydroxyde OH^- de même concentration.
- b) On mélange deux volumes identiques de solutions d'iodate de sodium NaIO_3 $2 \times 10^{-4} \text{ M}$ et de chlorure de baryum BaCl_2 10^{-5} M .

Données : Les produits de solubilité de $\text{Zn}(\text{OH})_2$ et $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ dans l'eau à $T = 20^\circ\text{C}$ sont donnés respectivement par $K_s = 10^{-16}$ et $K_s = 1,58 \times 10^{-9}$. Par simplification, on considérera toutes les solutions comme idéales, avec $\gamma = 1$ pour les solutés.



Fin de l'épreuve

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	Radium 88 Ra (226) 0.9
---	---

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.

Element name → Mercury

Atomic # ← 80

Symbol → **Hg**

Avg. Mass ← 200.59

Electronegativity → 1.9

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
--

Boron 5 B 10.81 2.0	Carbon 6 C 12.01 2.5	Nitrogen 7 N 14.01 3.0	Oxygen 8 O 16.00 3.5	Fluorine 9 F 19.00 4.0
--	---	---	---	---

Aluminum 13 Al 26.98 1.5	Silicon 14 Si 28.09 1.8	Phosphorus 15 P 30.97 2.1	Sulfur 16 S 32.07 2.5	Chlorine 17 Cl 35.45 3.0
---	--	--	--	---

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
--	--	--	---	--

Indium 49 In 114.82 1.7	Tin 50 Sn 118.71 1.8	Antimony 51 Sb 121.76 1.9	Tellurium 52 Te 127.60 2.1	Iodine 53 I 126.90 2.5
--	---	--	---	---

Thallium 81 Tl 204.38 1.8	Lead 82 Pb 207.20 1.8	Bismuth 83 Bi 208.98 1.9	Polonium 84 Po (209) 2.0	Astatine 85 At (210) 2.2
--	--	---	---	---

Ununtrium 113 Uut (284) ---	Ununquadium 114 Uuq (289) ---	Ununpentium 115 Uup (288) ---	Ununhexium 116 Uuh (292) ---
--	--	--	---

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
---	---	--	---	--	---	---	---	---	---

Yttrium 39 Y 88.91 1.2	Zirconium 40 Zr 91.22 1.4	Niobium 41 Nb 92.91 1.6	Molybdenum 42 Mo 95.94 1.8	Technetium 43 Tc (98) 1.9	Ruthenium 44 Ru 101.07 2.2	Rhodium 45 Rh 102.91 2.2	Palladium 46 Pd 106.42 2.2	Silver 47 Ag 107.87 1.9	Cadmium 48 Cd 112.41 1.7
---	--	--	---	--	---	---	---	--	---

Lutetium 71 Lu 174.97 1.1	Hafnium 72 Hf 178.49 1.3	Tantalum 73 Ta 180.95 1.5	Tungsten 74 W 183.84 1.7	Rhenium 75 Re 186.21 1.9	Osmium 76 Os 190.23 2.2	Iridium 77 Ir 192.22 2.2	Platinum 78 Pt 195.08 2.2	Gold 79 Au 196.97 2.4	Mercury 80 Hg 200.59 1.9
--	---	--	---	---	--	---	--	--	---

Lawrencium 103 Lr (262) ---	Rutherfordium 104 Rf (261) ---	Dubnium 105 Db (262) ---	Seaborgium 106 Sg (263) ---	Borhrium 107 Bh (262) ---	Hassium 108 Hs (265) ---	Meitnerium 109 Mt (266) ---	Darmstadtium 110 Ds (271) ---	Roentgenium 111 Rg (272) ---	Ununbium 112 Uub (285) ---
--	---	---	--	--	---	--	--	---	---

*lanthanides

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	Hoium 67 Ho 164.93 1.2	Erbium 68 Er 167.26 1.2	Thulium 69 Tm 168.93 1.3	Ytterbium 70 Yb 173.04 1.1
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	Fermium 100 Fm (257) 1.3	Mendelevium 101 Md (258) 1.3	Nobelium 102 No (259) 1.3

**actinides