

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

EXAMEN PROPÉDEUTIQUE

25 JANVIER 2019

Étudiant-e :

FURTER Lisa

No de place :

CE6 75

Consignes importantes

- La durée globale de l'épreuve est de **3 heures 00 min**.
- Le recueil de feuilles de réponses doit être **signé au bas de la page 16**.
- On ne pourra quitter la salle d'examen qu'après avoir rendu **définitivement** sa copie et signé le registre des participants.
- 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** (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.
- Une **pièce d'identité avec photographie**, le formulaire et la calculatrice doivent être déposés sur le plan de travail et rester visibles pendant toute la durée de l'épreuve.
- Toutes les réponses seront inscrites **à l'encre** sur les pages suivantes, dans les **cadres** gris 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**.
- Si au cours de l'épreuve, une **erreur apparente d'énoncé ou une donnée manquante** devait être repérée, on le signalera par écrit sur la copie et poursuivra en expliquant les initiatives qu'on serait amené à prendre.
Les surveillants ne répondront à **aucune** question relative à la donnée.

Problème 1 [12 points]

Un mélange gazeux de volume initial $V_i = 1,00$ L contenant 40 % en volume de méthane CH_4 et 60 % en volume de dioxygène O_2 à une température $T_i = 20,00$ °C et à une pression $P = 700$ Torr est brûlé à pression constante dans un calorimètre parfaitement isolant dont la capacité calorifique totale est de $5'109 \text{ J K}^{-1}$. La capacité calorifique du mélange réactionnel est considérée comme négligeable.

La combustion complète du méthane ne produit que du gaz carbonique CO_2 et de l'eau liquide. Quelle sera la température du calorimètre à l'équilibre, après réaction du mélange gazeux.

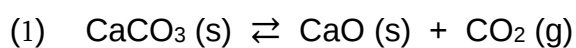
Données : Entre 20°C et 25°C :

$$\Delta H_f^0 (\text{CH}_4) = -74,6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}; \Delta H_f^0 (\text{CO}_2) = -393,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1};$$

$$\Delta H_f^0 (\text{H}_2\text{O}, \text{g}) = -241,8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}; \Delta H_{\text{vap}}^0 (\text{H}_2\text{O}) = +44,0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

Problème 2 [18 points]

Dans les fours de cimenterie, l'oxyde de calcium CaO est préparé à partir du carbonate de calcium CaCO₃ par la réaction de décarbonation à haute température :



Données :

Composé	ΔG_f° [kJ mol ⁻¹]	S° [J mol ⁻¹ K ⁻¹]	$C_{P,m}$ [J mol ⁻¹ K ⁻¹]
CaCO ₃ (s)	- 1127,8	93,0	82,1
CO ₂ (g)	- 394,2	213,7	43,2
CaO (s)	- 603,6	40,0	36,9

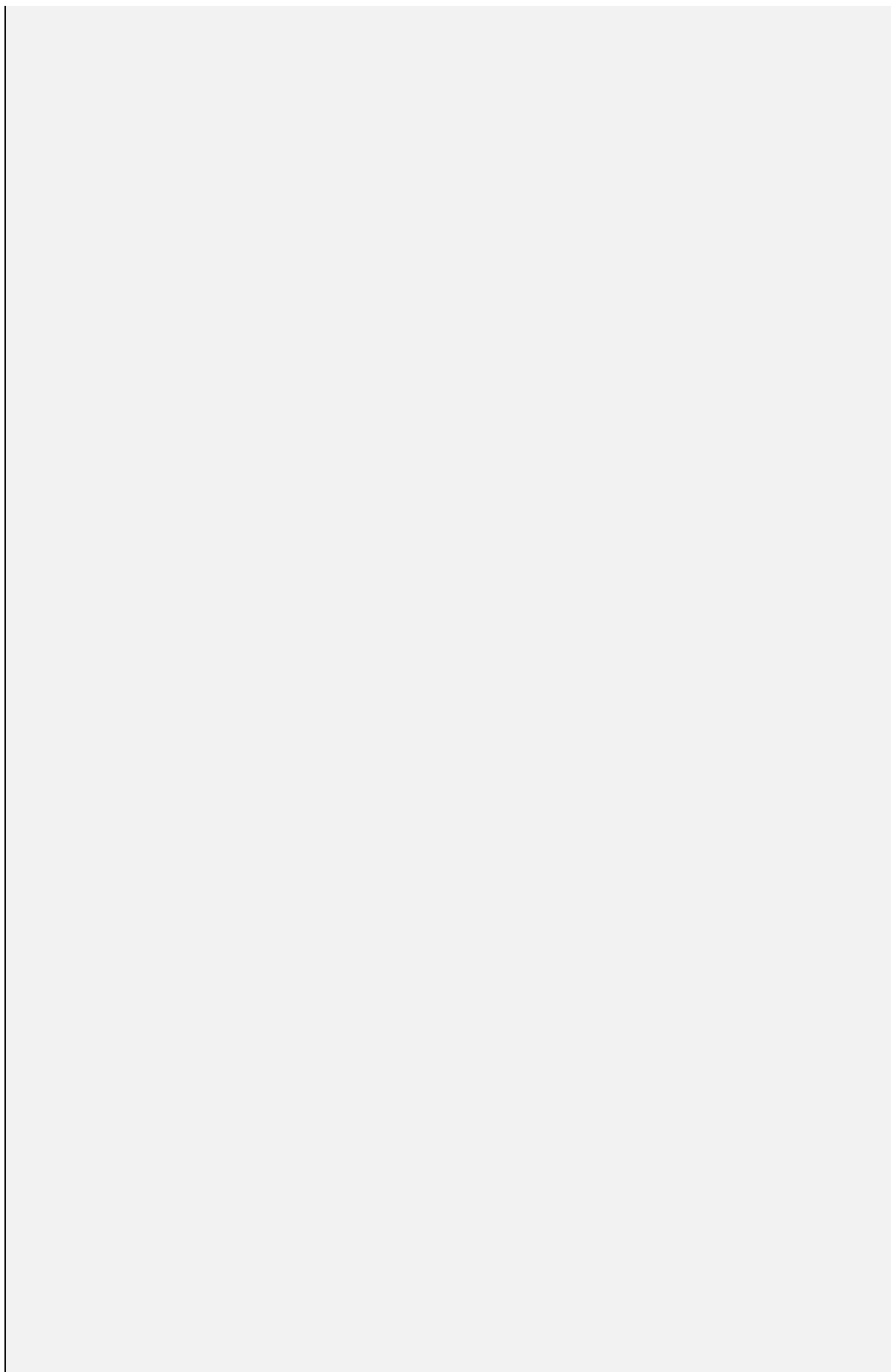
$T = 25^\circ\text{C}$	CaCO ₃ (s)	- 1127,8	93,0	82,1
	CO ₂ (g)	- 394,2	213,7	43,2
	CaO (s)	- 603,6	40,0	36,9

- a) Calculer l'entropie molaire standard de la réaction (1) à une température $T = 298 \text{ K}$.
Comment pouvait-on prévoir le signe de cette grandeur ?

- b) Calculer l'enthalpie libre molaire standard de la réaction de décarbonation de CaCO_3 à $T = 298 \text{ K}$. La réaction est-elle spontanée à cette température ?

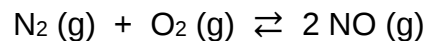
- c) On place du carbonate de calcium dans un récipient fermé dans lequel on a préalablement fait le vide. Quelle est la pression de CO_2 atteinte à l'équilibre dans le récipient porté à une température $T = 850 \text{ }^\circ\text{C}$?

Indications : On considérera que les valeurs de ΔS_r^0 et de $C_{P,m}$ sont indépendantes de la température, alors qu'*a priori* les valeurs de ΔH_r^0 et ΔG_r^0 ne le sont pas.



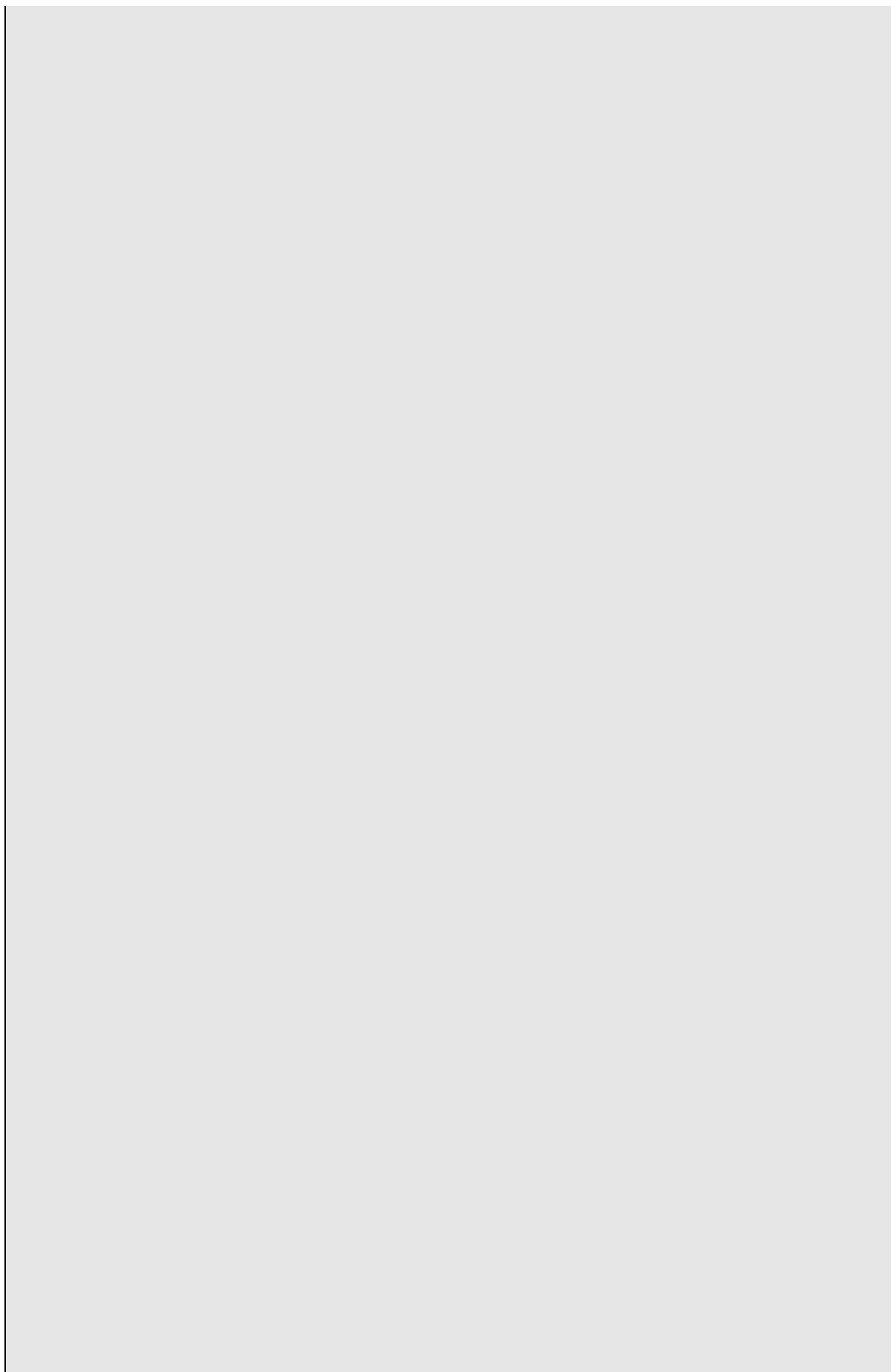
Problème 3 [10 points]

Le monoxyde d'azote NO est un polluant de l'air problématique pour la santé humaine et l'intégrité de la couche d'ozone stratosphérique. La source principale de ce gaz est une réaction se produisant dans les moteurs à explosion entre le diazote et le dioxygène, constituants de l'air. Après la combustion explosive de l'essence en présence d'air dans le cylindre du moteur, la température atteint $T = 2'500$ K. Dans ces conditions, le restant de dioxygène peut réagir avec le diazote selon l'équation :



- a) L'enthalpie libre molaire standard de la réaction à $T = 2'500$ K est $\Delta G_r^0 = +184 \text{ kJ mol}^{-1}$. Écrire l'expression littérale du quotient réactionnel et calculer la valeur numérique de la constante d'équilibre K à la même température. Comment cette constante varie-t-elle avec la pression totale existant dans le cylindre du moteur ?

- b) Si la pression partielle $P_i (\text{N}_2)$ du diazote dans le cylindre à la fin de l'explosion et avant la réaction avec le dioxygène résiduel est de 80,0 atm, et sachant que 95 % du dioxygène de l'air a été consommé lors de la combustion de l'essence, calculer la pression partielle de NO qui se forme dans le cylindre du moteur. On rappelle que l'air contient 80 % de diazote et 20 % de dioxygène. Les autres gaz constituants de l'air sont négligés.



Problème 4 [33 points]

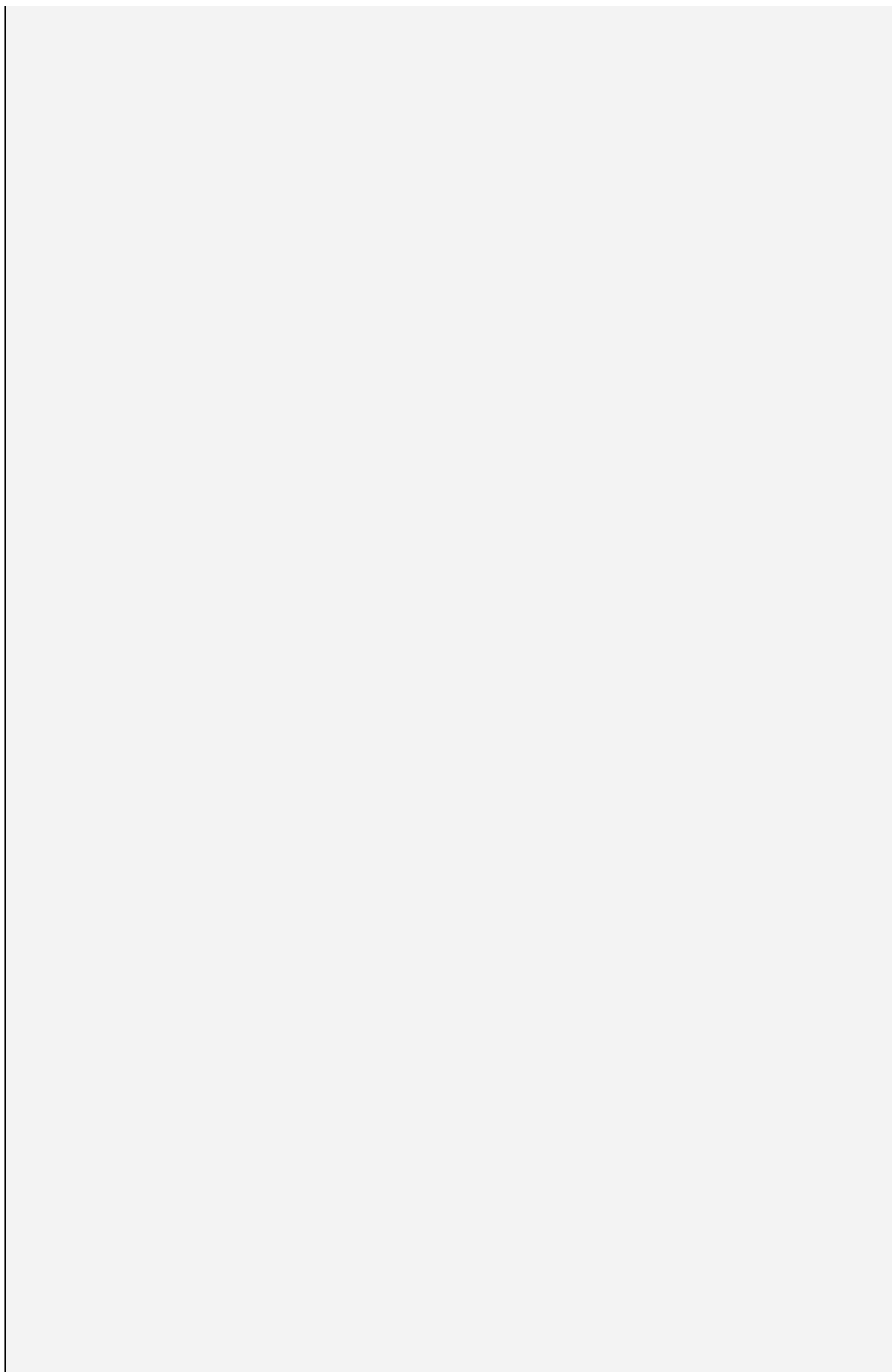
La quantité de dioxyde de carbone CO_2 dissout sous forme d'acide carbonique H_2CO_3 dans une eau minérale gazéifiée peut être déterminée par un titrage acide-base par différence : A 1,00 L d'eau minérale gazéifiée fraîchement ouverte à $T = 4^\circ\text{C}$, on ajoute 16,83 g d'hydroxyde de potassium KOH solide. L'excès de KOH n'ayant pas servi à neutraliser l'acide carbonique est titré ensuite classiquement par HCl à $T = 22^\circ\text{C}$.

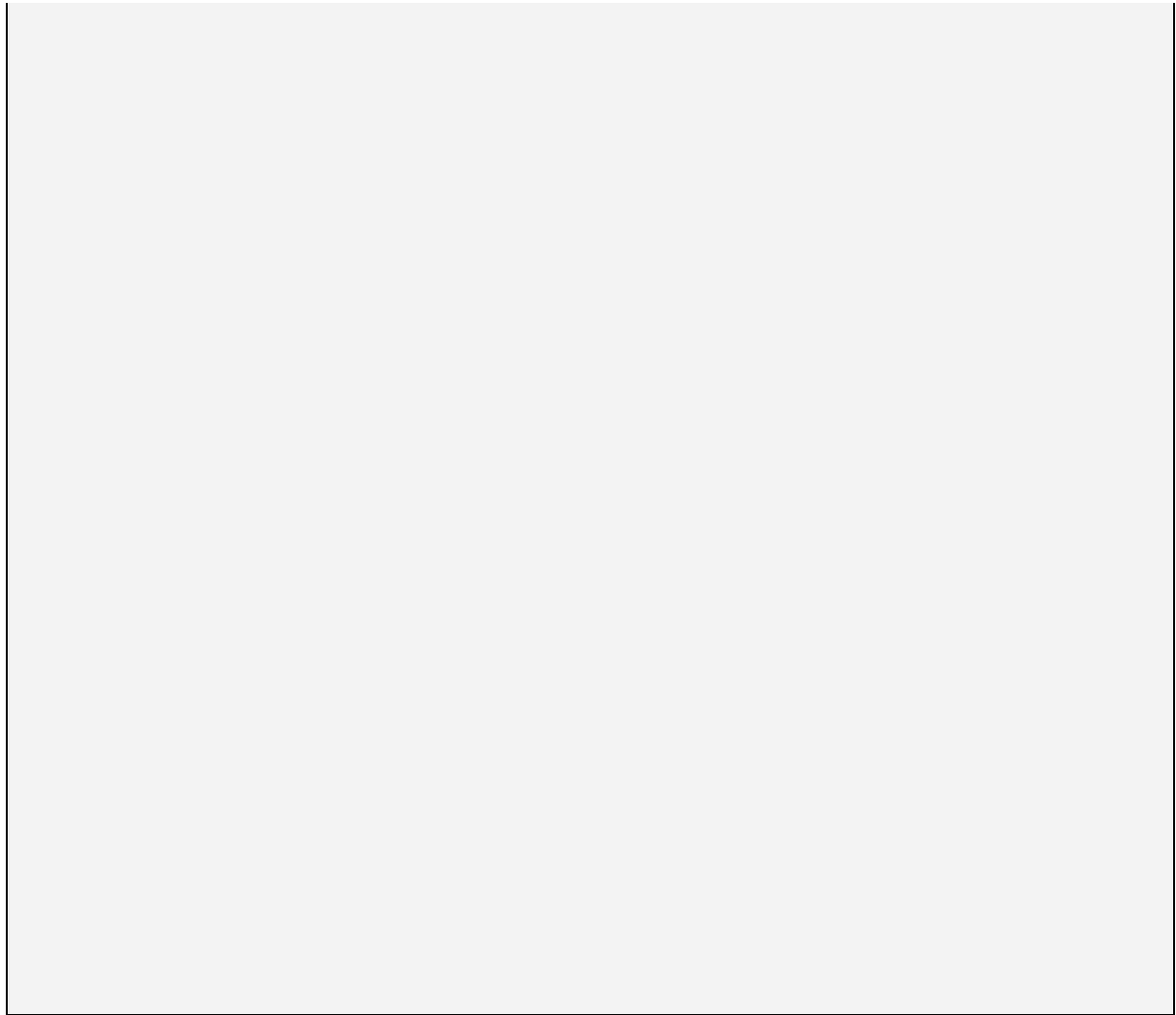
Données : Acide carbonique H_2CO_3 : $K_{a1} = 4,27 \times 10^{-7}$; $K_{a2} = 4,79 \times 10^{-11}$. $T = 22^\circ\text{C}$.

a) Écrire l'équation de la réaction de neutralisation complète de H_2CO_3 (aq) par KOH.

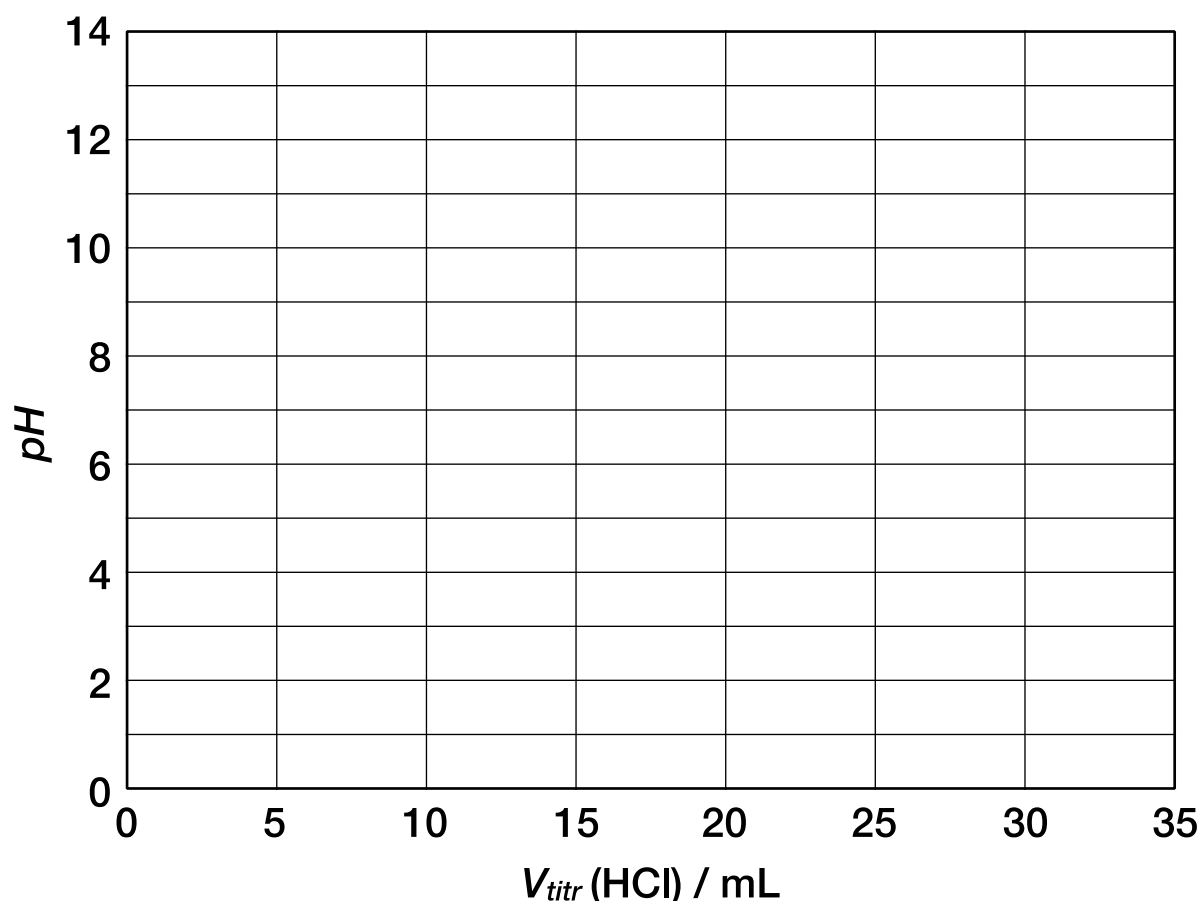
b) Le titrage d'un échantillon de 100,0 mL de la solution obtenue après ajout de KOH dans l'eau gazéifiée par une solution titrante de HCl 1,00 M aboutit à un premier point d'équivalence pour un volume $V_{\text{titr}} = 10,00$ mL. Quels étaient la concentration analytique de H_2CO_3 dissout dans l'eau minérale d'origine et le pH de l'eau gazéifiée ? Expliciter et justifier toute approximation éventuellement utilisée.

- c) Calculer le pH de la solution titrée pour $V_{titr}(\text{HCl}) = 0,0 \text{ mL} ; 10,0 \text{ mL} ; 15,0 \text{ mL} ; 20,0 \text{ mL} ; 25,0 \text{ mL} ; 30,0 \text{ mL}$ et $35,0 \text{ mL}$.





- d) Reporter les sept points calculés dans la partie précédente sur le graphe ci-dessous et tracer aussi précisément que possible la courbe de titrage complète. Identifier clairement le(s) point(s) d'équivalence (PE), le(s) point(s) de demi-neutralisation (PDN) et les éventuelles zones où un effet tampon est attendu.

**Problème 5** [12 points]

On considère une pile électrochimique constituée de deux compartiments reliés par un pont électrolytique à une température de 25°C. Le premier compartiment est constitué d'une électrode de platine inerte plongeant dans une solution aqueuse contenant à la fois du sulfate ferreux, FeSO_4 , et du sulfate ferrique, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, avec $a(\text{Fe}^{2+}) = 0,150$ et $a(\text{Fe}^{3+}) = 0,855$. Le second compartiment comporte une électrode à hydrogène, alimentée par de l'hydrogène gazeux à une pression $P(\text{H}_2) = 1$ bar, et plongeant dans une solution de chlorure d'ammonium NH_4Cl . La force électromotrice de la pile est $\Delta E = 1,124$ V.

Données : $E^0(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = +0,770$ V / SHE , $\mathcal{F} = 96\,485$ J V⁻¹ mol⁻¹

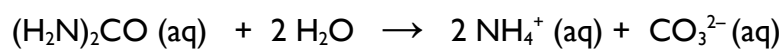
- a) Écrire les demi-réactions ayant lieu sur chacune des deux électrodes. Écrire la réaction d'oxydo-réduction globale décrivant le fonctionnement de la pile dans le sens spontané de gauche à droite et identifier l'anode et la cathode. Justifier les réponses.

b) Quel est le potentiel E [V / SHE] de l'électrode à hydrogène ?

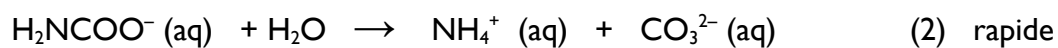
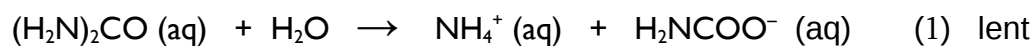
c) Quel est le pH de la solution de chlorure d'ammonium dans le second compartiment ?

Problème 6 [15 points]

En solution aqueuse, l'urée se décompose en carbonate d'ammonium selon la réaction :



Le mécanisme de la réaction comprend deux étapes élémentaires :



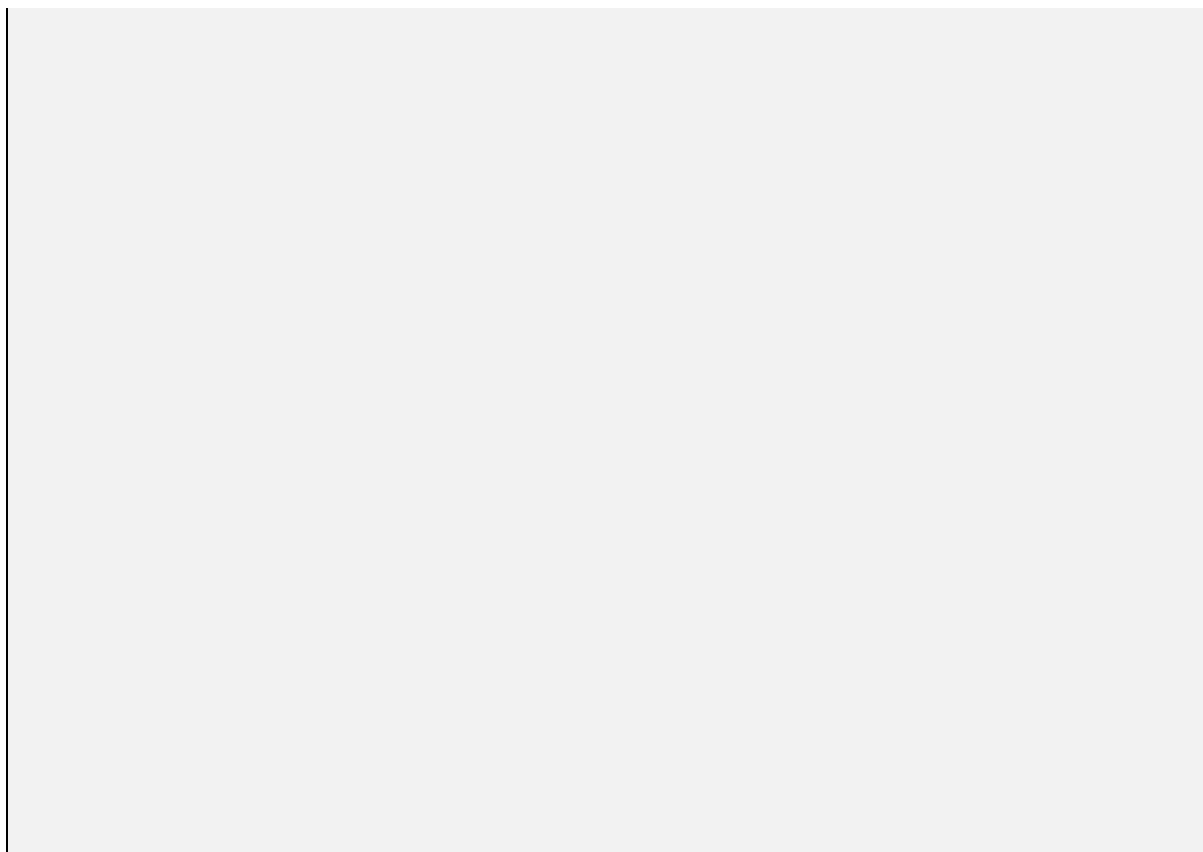
- a) Exprimer la loi de vitesse de la réaction en justifiant la réponse. Quel est l'ordre global de la réaction ?

- b) En solution aqueuse diluée, la constante de vitesse de la décomposition de l'urée à $T = 350 \text{ K}$ est $k = 4,0 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$. Quel est l'ordre apparent de la réaction ? Justifier la réponse à l'aide de deux arguments et exprimer la loi de vitesse effective de la réaction.

- c) En solution aqueuse diluée à $T = 350 \text{ K}$, combien de temps faut-il attendre pour que 80 % de l'urée se soit décomposée ?

- d) L'énergie d'activation de la réaction est $\Delta U^\ddagger = 166 \text{ kJ mol}^{-1}$. En admettant que cette valeur est indépendante de la température, calculer la constante de vitesse de la réaction et le temps de demi-réaction de l'urée à une température $T = 300 \text{ K}$.

- e) En présence de l'enzyme uréase, la constante de vitesse de décomposition de l'urée à 300 K devient $k = 3,0 \times 10^4 \text{ s}^{-1}$. On considère que le facteur de fréquence de la réaction est le même qu'en absence d'enzyme. Quel est le rôle de l'uréase dans la réaction ? Calculer la valeur de l'énergie d'activation de la réaction en présence d'uréase.



Fin de l'épreuve

Signature de l'étudiant-e : _____

The Modern Periodic Table of the Elements

1	2	13	14	15	16	17	18
Hydrogen 1 H 1.01	Helium 2 He 4.00	Boron 5 B 10.81	Carbon 6 C 12.01	Nitrogen 7 N 14.01	Oxygen 8 O 16.00	Fluorine 9 F 19.00	Neon 10 Ne 20.18
Lithium 3 Li 6.94	Beryllium 4 Be 9.01	Aluminum 13 Al 26.98	Silicon 14 Si 28.09	Phosphorus 15 P 30.97	Sulfur 16 S 32.07	Chlorine 17 Cl 35.45	Argon 18 Ar 39.95
Sodium 11 Na 22.99	Magnesium 12 Mg 24.31	Gallium 31 Ga 69.72	Germanium 32 Ge 72.61	Arsenic 33 As 74.92	Selenium 34 Se 78.96	Bromine 35 Br 79.90	Krypton 36 Kr 83.80
Potassium 19 K 39.10	Calcium 20 Ca 40.08	Zinc 30 Zn 65.39	Cadmium 48 Cd 112.41	Antimony 51 Sb 121.76	Tellurium 52 Te 127.60	Iodine 53 I 126.90	Xenon 54 Xe 131.29
Rubidium 37 Rb 85.47	Strontium 38 Sr 87.62	Silver 47 Ag 107.87	Copper 29 Cu 63.55	Mercury 80 Hg 200.59	Gold 79 Au 196.97	Platinum 78 Pt 195.08	Mercury 80 Hg 200.59
Cesium 55 Cs 132.91	Barium 56 Ba 137.33	Palladium 46 Pd 106.42	Nickel 28 Ni 58.69	Lead 82 Pb 207.20	Bismuth 83 Bi 208.98	Polonium 84 Po (209)	Astatine 85 At (210)
Francium 87 Fr (223)	Radium 88 Ra (226)	Rhodium 45 Rh 102.91	Cobalt 27 Co 58.93	Thallium 81 Tl 204.38	Lead 82 Pb 207.20	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Ruthenium 44 Ru 101.07	Iron 26 Fe 55.85	Mercury 80 Hg 200.59	Gold 79 Au 196.97	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Technetium 43 Tc (98)	Manganese 25 Mn 54.94	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Molybdenum 42 Mo 95.94	Chromium 24 Cr 52.00	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Tungsten 74 W 183.84	Vanadium 23 V 50.94	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Rhenium 75 Re 186.21	Niobium 41 Nb 92.91	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Osmium 76 Os 190.23	Titanium 22 Ti 47.88	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Iridium 77 Ir 192.22	Zirconium 40 Zr 91.22	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Platinum 78 Pt 195.08	Hafnium 72 Hf 178.49	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Rhodium 45 Rh 102.91	Yttrium 39 Y 88.91	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Palladium 46 Pd 106.42	Lutetium 71 Lu 174.97	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Ruthenium 44 Ru 101.07	Lawrencium 103 Lr (262)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Technetium 43 Tc (98)		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Molybdenum 42 Mo 95.94		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Tungsten 74 W 183.84		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Rhenium 75 Re 186.21		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Osmium 76 Os 190.23		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Iridium 77 Ir 192.22		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Platinum 78 Pt 195.08		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Rhodium 45 Rh 102.91		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Palladium 46 Pd 106.42		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Ruthenium 44 Ru 101.07		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Technetium 43 Tc (98)		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Molybdenum 42 Mo 95.94		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Tungsten 74 W 183.84		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Rhenium 75 Re 186.21		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Osmium 76 Os 190.23		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Iridium 77 Ir 192.22		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Platinum 78 Pt 195.08		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Rhodium 45 Rh 102.91		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Palladium 46 Pd 106.42		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Ruthenium 44 Ru 101.07		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Technetium 43 Tc (98)		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Molybdenum 42 Mo 95.94		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Tungsten 74 W 183.84		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Rhenium 75 Re 186.21		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Osmium 76 Os 190.23		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Iridium 77 Ir 192.22		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Platinum 78 Pt 195.08		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Rhodium 45 Rh 102.91		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Palladium 46 Pd 106.42		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Ruthenium 44 Ru 101.07		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Technetium 43 Tc (98)		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Molybdenum 42 Mo 95.94		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Tungsten 74 W 183.84		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Rhenium 75 Re 186.21		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Osmium 76 Os 190.23		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Iridium 77 Ir 192.22		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Platinum 78 Pt 195.08		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Rhodium 45 Rh 102.91		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Palladium 46 Pd 106.42		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Ruthenium 44 Ru 101.07		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Technetium 43 Tc (98)		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Molybdenum 42 Mo 95.94		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Tungsten 74 W 183.84		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Rhenium 75 Re 186.21		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Osmium 76 Os 190.23		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Iridium 77 Ir 192.22		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Platinum 78 Pt 195.08		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Rhodium 45 Rh 102.91		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Palladium 46 Pd 106.42		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Ruthenium 44 Ru 101.07		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Technetium 43 Tc (98)		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Molybdenum 42 Mo 95.94		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Tungsten 74 W 183.84		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Rhenium 75 Re 186.21		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)
		Osmium 76 Os 190.23		Ununpentium 115 Uup (288)	Ununhexium 116 Uuh (292)	Ununpentium 115 Uup (288)	