

TM 2 année scolaire 2011-12 – IE n°2

Partie commune

Exercice n°1

L'austénite est constituée de fer qui suit le réseau cubique faces centrées.

1. Représenter une maille de fer γ .
2. Calculer le rayon du fer γ . On donne sa masse volumique $\rho = 7900 \text{ kg.m}^{-3}$, sa masse molaire $M = 56 \text{ g.mol}^{-1}$. On rappelle que le nombre d'Avogadro est $N = 6,02.10^{23} \text{ mol}^{-1}$.
3. Représenter un interstice octaédrique du fer γ et calculer son rayon.
4. Représenter un interstice tétraédrique du fer γ et calculer son rayon.
5. La solubilité maximum du carbone dans le fer γ est de 2,1 % en masse. Calculer le nombre d'atomes de carbone par maille correspondant. On donne la masse molaire du carbone $M = 12 \text{ g.mol}^{-1}$.

Exercice n°2

On considère la réaction $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \Leftrightarrow \text{CO} + 3 \text{H}_2$

On donne les valeurs suivantes :

	CH_4	H_2O	CO	H_2
ΔH_f° en kJ.mol^{-1}	-74,8	-241,8	-110,5	0
S_f° en $\text{J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$	186,2	188,7	197,6	130,6

On rappelle que $\Delta G_T^\circ = \Delta H_T^\circ - T \Delta S_T^\circ = -RT \ln K_p$ avec $T \text{ K} = T \text{ }^\circ\text{C} + 273$

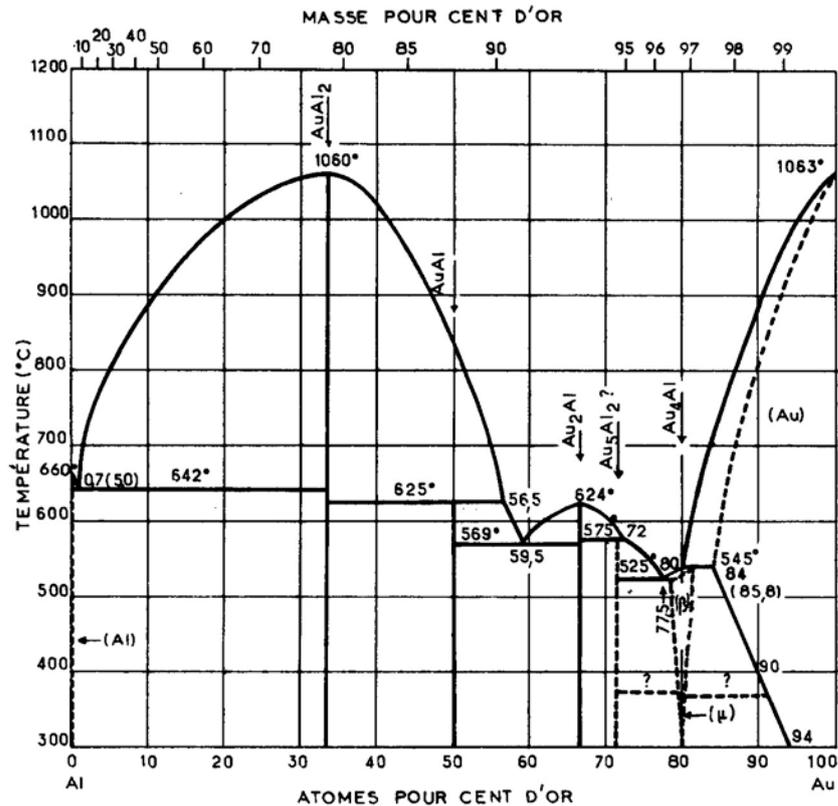
1. Calculer l'enthalpie standard de la réaction ΔH_T° , calculer l'entropie de la réaction ΔS_T° .
2. Calculer l'enthalpie libre de la réaction à 25 °C. Calculer la valeur de K_p à 25 °C.
3. A quelle température la pression des produits de la réaction devient supérieure à la pression des réactifs ?
4. Ecrire la relation de Van't Hoff donnant la dérivée de $\ln K_p$ en fonction de la température et justifier comment varie l'équilibre quand la température augmente.
5. Calculer la valeur de l'enthalpie libre à 900 °C et celle de K_p .
6. En utilisant la loi de modération, justifier comment varie l'équilibre quand la pression augmente.

Exercice n°3

On considère le diagramme des alliages binaires aluminium-or.

On donne les masses molaires pour Al 27 g.mol^{-1} et pour Au 197 g.mol^{-1} .

1. Structure des phases
 - a. Quel est le pourcentage atomique en or dans AuAl_2 ?
 - b. Quel est le pourcentage massique en or dans AuAl_2 ?
 - c. On note que Au_5Al_3 et Au_3Al sont des composés électroniques. Quels sont les charges des ions Au et Al justifiant les valeurs des concentrations électroniques $7/4$ et $3/2$?
 - d. Pourquoi Al est plus soluble dans Au que Au dans Al ?
2. Pourcentage des phases
 - a. Comment s'appelle la transformation à 569 °C ? l'écrire.
 - b. On considère un alliage à 50 % massique en or à l'ambiante. Calculer les pourcentages en masse de ses constituants.



Al-Au (Aluminium-Or).

Malgré de nombreuses études, les compositions des phases et les transformations à l'état solide sont très mal connues dans le domaine 70 à 90 atomes % d'or. Différentes dispositions des domaines du diagramme ont été proposées pour ces teneurs; l'incertitude viendrait du caractère métastable de certaines phases intermédiaires. On a récemment pu montrer que la phase Au₄Al subissait une transformation allotropique entre 300 et 400 °C, mais que la phase μ, stable à basse température, pouvait rester métastable jusqu'à 520 °C. Les composés AuAl₂ et Au₂Al sont très bien connus, mais la phase AuAl l'est beaucoup moins et sa structure est extrêmement compliquée. Les domaines d'existence des autres phases ont une largeur de 0,5 à 1,0 atome % d'or.

La solubilité à l'état solide de l'or dans l'aluminium n'est pas connue avec précision. Elle est de l'ordre de 0,4 % en masse à la température de l'eutectique.

Structures des phases :

- (Al) : c. f. c.
- AuAl₂ : c. (type CaF₂)
- AuAl : c. (type ZnS)
- Au₂Al : structure non déterminée
- Au₅Al₂ (ou Au₈Al₃) (composé électronique 21/13 ?) : c. avec distorsion hexagonale (type laiton γ)
- βAu₄Al : c. c.
- μAu₄Al : c. (type β Mn)
- (Au) : c. f. c.

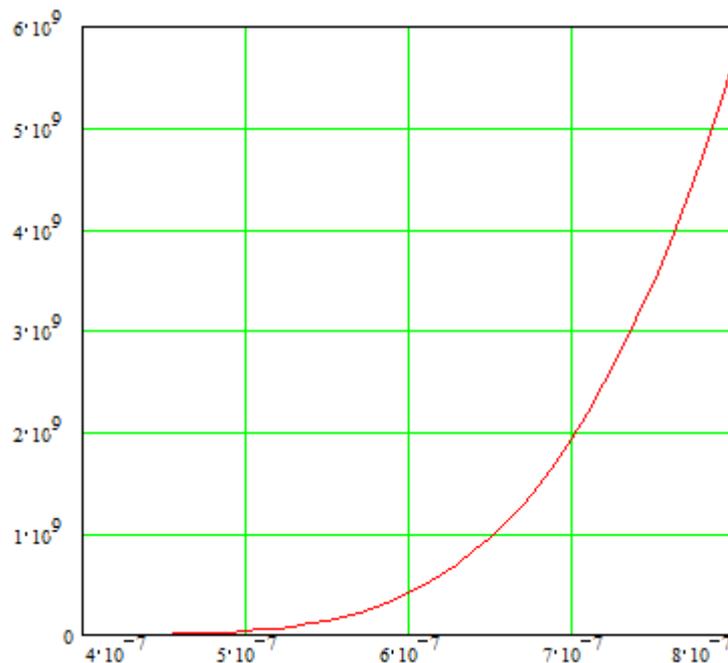
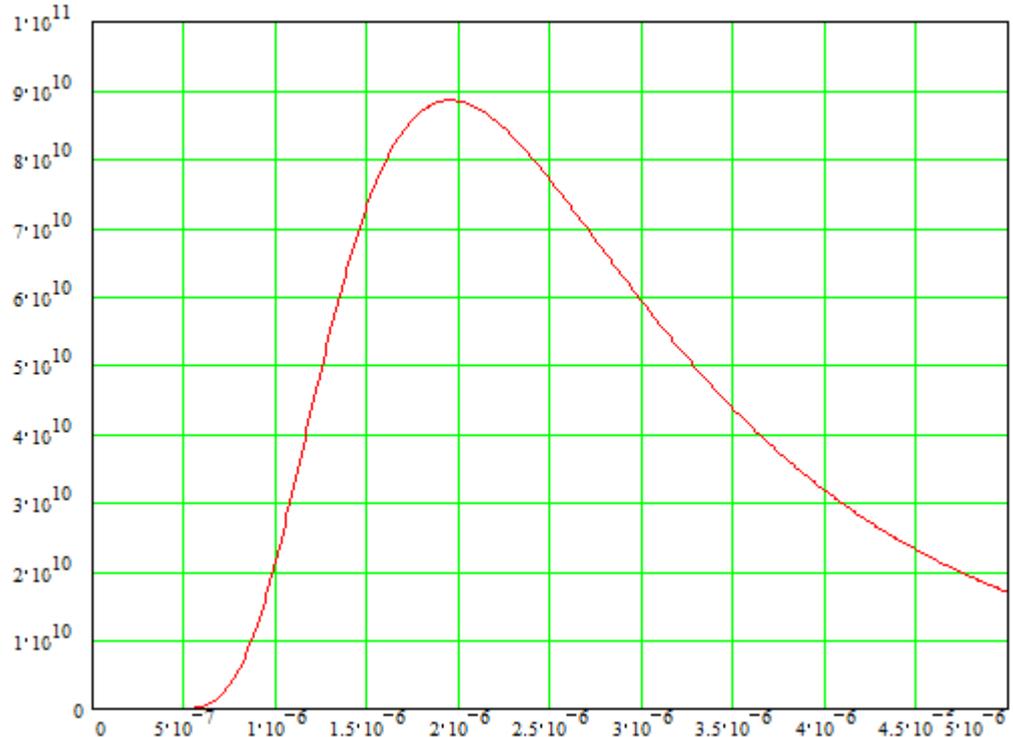
L'existence des phases suivantes est avancée par certains auteurs :

- Au₅Al₃ : h. c. (composé électronique 7/4),
- Au₃Al : c. (type β Mn) (composé électronique 3/2)

Partie spécifique

Exercice n°1

Un four de traitement thermique porte une pièce à la température de 1200 °C. La loi de Planck donne pour la lumière reçue de cette pièce le spectre suivant :



On rappelle que $T \text{ K} = T^{\circ}\text{C} + 273$

1. Justifier la couleur de cette pièce.
2. La loi de Wien est la relation $\lambda T = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ mK}$. Calculer la valeur de la longueur d'onde correspondant au maximum de l'intensité de rayonnement. Justifier si cette valeur est conforme à la valeur lue ? Dans quel domaine de longueur d'onde elle se situe ?

3. La loi de Stefan donne l'émittance $M = P/S = \varepsilon \sigma T^4$ où $\sigma = 5,7 \cdot 10^{-8} \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-4}$. La pièce est un corps gris d'émissivité $\varepsilon = 0,8$.
- Quelle est la température donnée par un pyromètre à rayonnement total ?
 - Pour un pyromètre monochromatique, on a la relation : $\frac{1}{T_{réelle}} = \frac{1}{T_{mesurée}} + \frac{\lambda \ln \varepsilon}{c_2}$.
Quelle est la température indiquée par le pyromètre monochromatique analysant une lumière de longueur d'onde $\lambda = 0,65 \mu\text{m}$. On donne $c_2 = 1,438 \cdot 10^{-2} \text{ m.K}$.
4. On peut mesurer cette température avec un thermocouple Platine - Platine 10 % de Rhodium dit de type S. On note que les variations de température en fonction de la tension ne sont pas linéaires. On ne dispose que d'un thermocouple. Placé dans le four, la tension mesurée aux bornes du thermocouple est 11,870 mV. La température ambiante est de 22°C.
- Quelle est la température réelle du four ?
 - Qu'appelle-t-on l'effet Thomson ?

On donne l'extrait suivant des valeurs de tension du thermocouple de type S utilisé :

$t_{ref}/^\circ\text{C}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$t_{ref}/^\circ\text{C}$
0	0	5	11	16	22	27	33	38	44	50	0
10	55	61	67	72	78	84	90	95	101	107	10
20	113	119	125	131	137	142	148	154	161	167	20
30	173	179	185	191	197	203	210	216	222	228	30
40	235	241	247	254	260	266	273	279	286	292	40

Platine-10% Rhodium/Platine (suite) TYPE S
Force électromotrice en fonction de la température

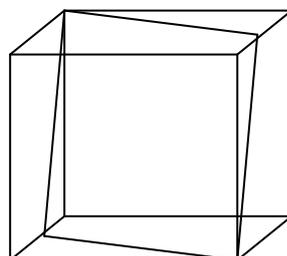
$t_{ref}/^\circ\text{C}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$t_{ref}/^\circ\text{C}$
1100	10754	10765	10777	10789	10801	10813	10825	10836	10848	10860	1100
1110	10872	10884	10896	10908	10919	10931	10943	10955	10967	10979	1110
1120	10991	11003	11014	11026	11038	11050	11062	11074	11086	11098	1120
1130	11110	11121	11133	11145	11157	11169	11181	11193	11205	11217	1130
1140	11229	11241	11252	11264	11276	11288	11300	11312	11324	11336	1140
1150	11348	11360	11372	11384	11396	11408	11420	11432	11443	11455	1150
1160	11467	11479	11491	11503	11515	11527	11539	11551	11563	11575	1160
1170	11587	11599	11611	11623	11635	11647	11659	11671	11683	11695	1170
1180	11707	11719	11731	11743	11755	11767	11779	11791	11803	11815	1180
1190	11827	11839	11851	11863	11875	11887	11899	11911	11923	11935	1190
1200	11947	11959	11971	11983	11995	12007	12019	12031	12043	12055	1200
1210	12067	12079	12091	12103	12116	12128	12140	12152	12164	12176	1210
1220	12188	12200	12212	12224	12236	12248	12260	12272	12284	12296	1220
1230	12308	12320	12332	12345	12357	12369	12381	12393	12405	12417	1230
1240	12429	12441	12453	12465	12477	12489	12501	12514	12526	12538	1240
1250	12550	12562	12574	12586	12598	12610	12622	12634	12647	12659	1250
1260	12671	12683	12695	12707	12719	12731	12743	12755	12767	12780	1260
1270	12792	12804	12816	12828	12840	12852	12864	12876	12888	12901	1270
1280	12913	12925	12937	12949	12961	12973	12985	12997	13010	13022	1280
1290	13034	13046	13058	13070	13082	13094	13107	13119	13131	13143	1290

5. Pour réguler la température on utilise souvent une thermistance $R = Ae^{B/T}$. Donner l'expression de $\frac{\Delta R}{\Delta T}$. Calculer ΔR pour $\Delta T = 10^\circ\text{C}$.
La résistance a une valeur à 500°C de 50Ω . On prend $B = 1500 \text{ K}$.

Exercice n°2

On considère un métal suivant le réseau cubique centré.

- Quelle est la notation de Miller du plan ci-dessous :



2. Calculer l'angle entre la normale au plan $(2\bar{1}1)$ et la direction $[111]$?
3. Quelle est la relation entre h, k et l donnant les plans réticulaires du réseau CC ?
4. Donner les noms des 5 premières familles de plans réticulaires.
5. On analyse un échantillon de chrome par la méthode de Debye et Scherrer en utilisant la relation de Bragg $2 d \sin \theta = n \lambda$. Pour la longueur d'onde utilisée $\lambda = 0,1789 \text{ nm}$, l'angle de diffraction $\theta = 61,5^\circ$ correspond aux plans (220) . Calculer la longueur du paramètre de la maille a. Le chrome suit le réseau CC, calculer son rayon atomique.
6.
 - a. Quelle est l'énergie E en eV des photons utilisés ?
 - b. En admettant que l'énergie cinétique des électrons incidents est égale à $3/2 E$, calculer la vitesse de ces électrons.

On rappelle que la constante de Planck est $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$, que la charge de l'électron est $e^- = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ et sa masse $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

- c. Expliquer pourquoi le spectre des rayons X produits par le choc de ces électrons sur une cible correspond à la superposition d'un spectre continu et d'un spectre de raies.