

IE n°4 – TM2 2010-11

Partie commune

Exercice n°1

- A. Une pièce portée à 900 °C est refroidie dans un bain à 50 °C. Elle atteint 300 °C en 20 secondes.

La pièce se refroidit en suivant la loi de Newton $v = \frac{dT}{dt} = -k(T - T_f)$

1. Justifier que la solution de cette loi est de la forme : $T - T_f = (T_i - T_f)e^{-kt}$
2. Calculer la valeur de k.
3. Déterminer la durée de refroidissement jusqu'à 700 °C et calculer la vitesse de refroidissement v à cette température.

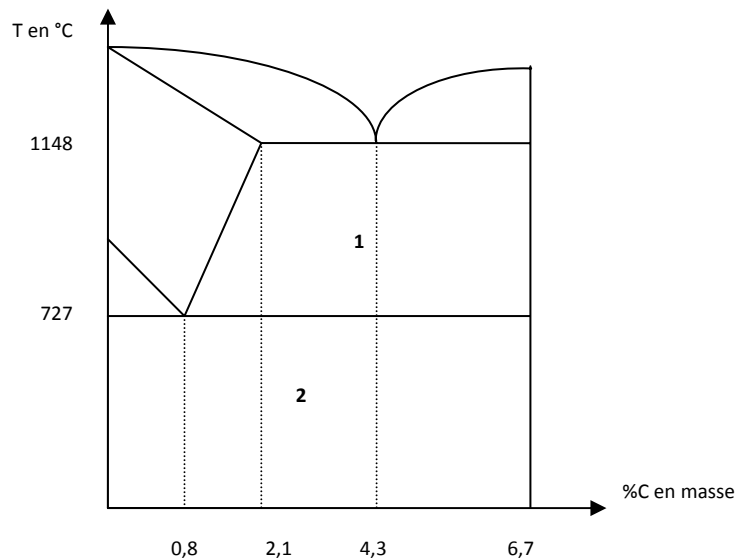
- B. On considère le diagramme TRC des aciers à outils Y 45 SCD 6.

1. Définir la vitesse critique de trempe.
2. On considère la courbe correspondante aboutissant à 58 HRC et passant par 300 °C au bout de 20 s. Déterminer avec précision t_{700} et en déduire la vitesse critique de trempe v_{700} .

On tracera la tangente à la courbe et on utilisera la relation : $v_{700} = \frac{1}{2,3} \frac{\Delta T}{t_{700} \Delta \log t}$.

Exercice n°2

On donne le diagramme des alliages fer carbone métastable simplifié :



1. Quelles sont les phases de la zone 1 ?
2. Quelles sont les phases de la zone 2 ?
3. On considère un acier à 0,5 % C en masse à l'ambiante.
 - a. Calculer sa composition massique en phases.
 - b. Calculer sa composition massique en constituants.
4. On considère une fonte blanche à 3,5 % C en masse à l'ambiante.
 - a. Calculer sa composition massique en phases.
 - b. Calculer sa composition massique en constituants.

Exercice n°3 d'après le bts 1995

On considère la ferrite et l'austénite. Elles suivent respectivement le réseau cc et le réseau cfc. On donne les masses molaires du carbone 12 g.mol^{-1} et du fer 56 g.mol^{-1} .

1. Calculer la diminution relative de volume $\Delta V / V$ au chauffage lors du changement de variété allotropique à $910 \text{ }^\circ\text{C}$.
2. La solubilité maximum du carbone dans la ferrite est de $0,025 \%$ en masse. Calculer le nombre de mailles occupées en moyenne par un atome de carbone dans un site d'insertion.

Exercice n°4

On donne les enthalpies standards de formation à 298 K en kJ.mol^{-1} :

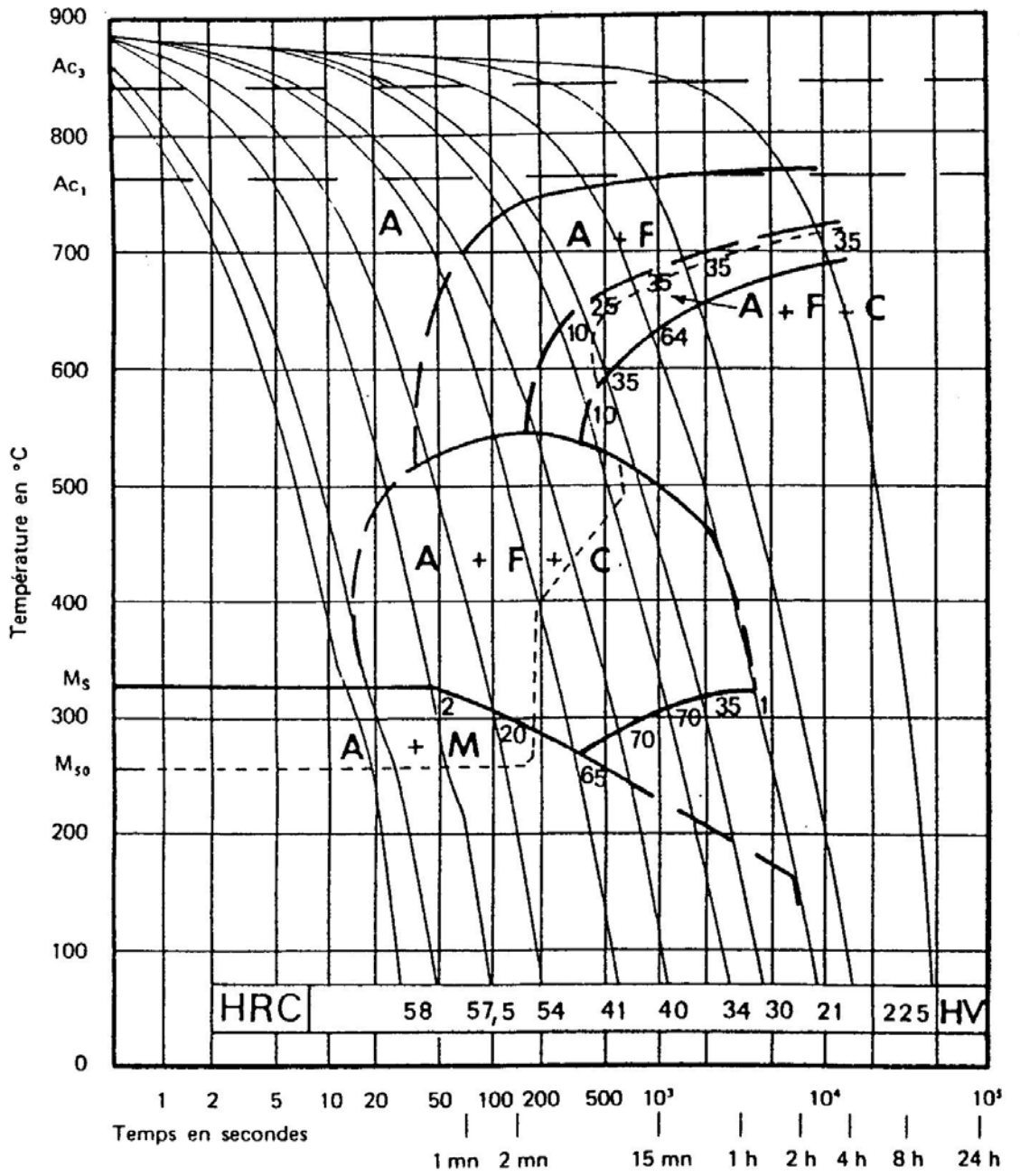
	AgCl	Ag ⁺	Cl ⁻
$\Delta_f G^\circ_{298}$ en kJ.mol^{-1}	-109,8	77,1	-131,2

On rappelle que $\Delta_r G^\circ = -RT \ln K$ avec $R = 8,32 \text{ J.mol}^{-1}\text{K}^{-1}$

On donne $M_{\text{Cl}} = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$ et $M_{\text{Ag}} = 108 \text{ g.mol}^{-1}$

On considère le chlorure d'argent.

1. Calculer l'enthalpie libre standard à $25 \text{ }^\circ\text{C}$ de la réaction de sa dissociation dans l'eau.
2. Calculer le produit de solubilité à $25 \text{ }^\circ\text{C}$ $K_s = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$
3. Calculer la solubilité du chlorure d'argent en mol.L^{-1} , puis en g.mol^{-1} .



IE n°4 – TM2 2010-11

Partie spécifique

Exercice n° 1

On considère un solénoïde constitué de $N = 50$ spires et de longueur $L = 50$ cm. Il est parcouru par un courant d'intensité $I = 20$ A de fréquence $f = 50$ Hz.

Une pièce cylindrique en acier de longueur $l = 40$ cm et de diamètre $d = 5$ cm est placée suivant l'axe du solénoïde.

On donne :

- la masse volumique de la pièce en acier $\rho = 7800 \text{ kg.m}^{-3}$ et sa chaleur massique $c = 500 \text{ J.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$
- la perméabilité magnétique de l'air $\mu_0 = 4 \pi.10^{-7} \text{ uSI}$ et la perméabilité magnétique relative de la pièce ferromagnétique $\mu_r = 300$.

1. Expliquer en quelques lignes et éventuellement à l'aide d'un schéma le principe du chauffage par induction.
2. Calculer son excitation magnétique H sachant que : $H = \frac{N}{L}I$. Préciser les unités SI.
3. Calculer l'intensité du champ magnétique induit dans la pièce sachant que : $B = \mu_r\mu_0H$.
4. La profondeur de pénétration des courants de Foucault dans la pièce est donnée par la relation : $p = \sqrt{\frac{\rho}{\pi\mu_r\mu_0f}}$. La résistivité ρ de la pièce est $\rho = 2.10^{-7} \Omega.m$. Calculer la profondeur de pénétration à l'ambiante.
5. On veut conserver la même profondeur de pénétration à la température de 900 °C . Expliquer pourquoi il est nécessaire de changer de fréquence et calculer sa valeur.
6. La densité de courant est donnée par la relation : $J = \frac{dI}{dx} = J_0e^{-\frac{x}{p}}$.
 - a. Démontrer la relation : $I = J_0 p$ en justifiant que $p \ll d$.
 - b. Calculer le % de courant passant sur une profondeur $2 p$.
7. On admettra que la pièce est portée sur une profondeur $h = 4$ mm d'une température de 20 °C à 900 °C en 3 secondes. Calculer la puissance thermique correspondante.

Exercice n°2

On rappelle que le rayon critique d'un germe est donné par la relation : $r_c = \frac{2AMT_f}{\rho L(T_f - T)}$.

1. Expliquer pourquoi la solidification se fait par germination et croissance et entraîne l'existence d'un rayon critique des germes.
2. Quelles sont les unités de la chaleur latente de solidification à utiliser dans la relation ? Justifier si la réaction de solidification est endo- ou exothermique ?
3. On donne pour l'eau les valeurs suivantes :
le coefficient de tension superficielle $A = 0,08 \text{ N.m}^{-1}$, la masse molaire $M = 18 \text{ g.mol}^{-1}$, la température de changement d'état $T = 0 \text{ °C} = 273 \text{ K}$, la masse volumique $\rho = 1 \text{ g.cm}^{-3}$.
Calculer la valeur de la chaleur latente de changement d'état pur sachant que le rayon critique est $r = 13,3 \text{ nm}$ à une température de surfusion de $T = -10 \text{ °C}$.
4. Calculer le nombre de molécules d'eau contenues dans le germe en considérant que le rayon d'une molécule d'eau considérée comme sphérique est $R = 0,096 \text{ nm}$.

5. Représenter une molécule d'eau et justifier sa forme géométrique. On donne les numéros atomiques de l'oxygène $Z = 8$ et de l'hydrogène $Z = 1$.

Exercice n° 3

On donne la charge de l'électron $e^- = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C, la masse de l'électron $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg, la vitesse de la lumière $c = 3 \cdot 10^8$ km.s⁻¹ et la constante de Planck $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ J.s.

On donne la masse volumique du cuivre $\rho = 8900$ kg.m⁻³

Un rayonnement X est produit à partir de la raie K_α du cuivre. Il a pour longueur d'onde $\lambda = 0,154$ nm.

1. Calculer l'énergie des photons correspondant. Donner le résultat en eV.
2. La tension d'accélération des électrons qui heurtent ce bloc de cuivre est de 9 kV. Calculer la vitesse de ces électrons.
3. Des électrons rétrodiffusés ont perdu 10 % de leur énergie cinétique lors du choc. Quelle est l'énergie des photons émis ? Quelle est leur longueur d'onde ?
4. Le coefficient d'absorption du cuivre pour les rayons X est donné par $(\mu / \rho) = 48,5$ cm².g⁻¹.
Ecrire la loi de Berr-Lambert donnant l'intensité d'un rayonnement I en fonction l'épaisseur x du matériau, puis calculer l'épaisseur $x_{1/2}$ correspondant à l'épaisseur absorbant la moitié de l'intensité.