

BTS Sujet 2001 - Partie commune

Exercice n° 1

Partie A

Diagramme Fer-Carbone

1. L'allure du diagramme simplifié Fer-Carbone métastable (à cémentite) est fournie en annexe 1 (document à rendre avec la copie). Indiquer sur ce document le nom usuel des différentes phases du diagramme.
2. Définir les termes :
 - Lédéburite.
 - Cémentite.
 - Perlite.
3. Quelle différence y a-t-il entre les termes constituants et phases ? (Etayer vos explications d'exemples)
4. On considère un acier hypereutectoïde : donner qualitativement sa composition en phases et en constituants à la température ambiante après un refroidissement depuis l'état liquide dans les conditions d'équilibres. Expliquer brièvement mais clairement les différentes étapes de ce refroidissement.

Partie B

Étude d'une variété allotropique du fer.

Données : $M_{Fe} = 55,85 \text{ g.mol}^{-1}$; rayon r_α d'un atome de Fer $\alpha = 126 \text{ pm}$ à 910°C ; $N = 6,02.10^{23} \text{ mol}^{-1}$.
Le cristal parfait de fer α est décrit par un réseau cubique centré.

1. Quelle est la relation liant le rayon r_α d'un atome de Fer α et le paramètre a_α de la maille conventionnelle ?
2. Calculer la masse volumique ρ_α du Fer α à 910°C

Exercice n° 2

Dosage d'une solution de chlorure de sodium à l'aide d'une solution de nitrate d'argent par potentiométrie.

On dispose du matériel suivant:

Un bécher contenant à peu près 50 cm^3 de chlorure de sodium de concentration C_0 inconnue.

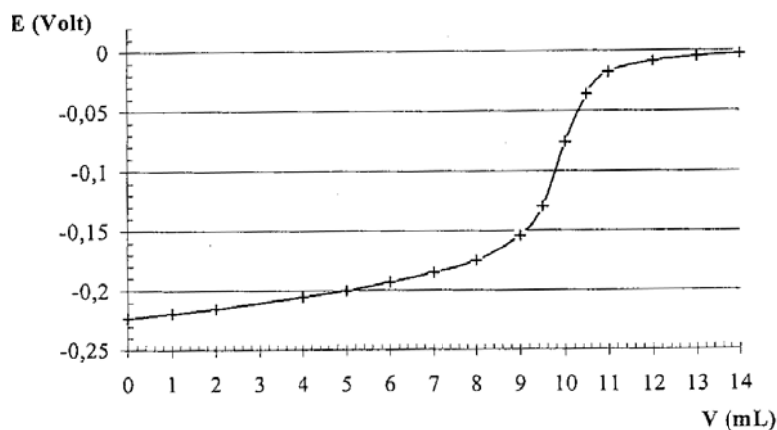
Un bécher contenant à peu près 50 cm^3 de nitrate d'argent de concentration $C_1 = 1,00.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

Du matériel de chimie et de mesure nécessaire pour effectuer ce dosage.

On désire doser un volume $V_0 = 10,0 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse S de chlorure de sodium, **auquel on ajoute un volume $V' = 30,0 \text{ mL}$ d'eau distillée**, pour immerger les électrodes.

1. Proposer un protocole expérimental, précis avec schéma, pour effectuer ce dosage.
2. Préciser succinctement le principe de fonctionnement d'un dosage potentiométrique.
3. On a relevé les valeurs de la tension E mesurée entre les deux électrodes en fonction du volume versé V de solution de nitrate d'argent et on a obtenu le graphe suivant.

Écrire l'équation-bilan de la réaction des ions argent avec les ions chlorure et commenter l'allure de cette courbe.



4. Déterminer le volume équivalent V_e . En déduire la concentration en ions chlorure de la solution S.
5. Calcul du produit de solubilité K_s et du pK_s , du chlorure d'argent :
- Donner la définition du produit de solubilité K.
 - Calculer la concentration en ions argent Ag^+ pour un volume versé V de 14 mL, sachant que tous les ions argent introduits avant l'équivalence ont réagi et qu'il y a eu dilution.
 - Sachant que la valeur de la tension E mesurée a pour expression :

$$E = E_{Ag^+/AG}^0 + 0,059 \log [Ag^+] - E_{ref} = -0,003 \text{ volt, pour } V = 14 \text{ mL}$$

$$E = E_{Ag^+/AG}^0 + 0,059 \log \frac{K_s (V_0 + V')}{C_0 V_0} - E_{ref} = 0,223 \text{ volt pour } V = 0 \text{ mL}$$

Déterminer les valeurs de K_s et pK_s du chlorure d'argent.

BTS partie spécifique – sujet 2001

1^{er} exercice

PROPRIETES MAGNETIQUES D'UN ACIER.

1.1. TRACE D'UNE COURBE DE PREMIERE AIMANTATION.

Le relevé de la courbe de première aimantation d'un acier a fourni les couples de valeurs suivantes:

H en A.m ⁻¹	100	208	320	379	440	454	480	508	534	615	800	1280	2080	3200
B en T	0,080	0,193	0,362	0,507	0,663	0,701	0,750	0,791	0,827	0,918	1,081	1,317	1,480	1,541

- Sachant que la perméabilité magnétique du vide est : $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ unité S.I.,
- calculer la perméabilité magnétique relative μ_r de l'acier pour chaque couple de valeurs (H, B) et rassembler les résultats dans un tableau ;
- tracer la courbe $\mu_r = f(H)$ donnant la perméabilité magnétique relative μ_r de l'acier en fonction de l'excitation magnétique H
Déterminer graphiquement la perméabilité magnétique relative maximale de l'acier.

- à partir du tableau suivant, déduire le pourcentage massique de carbone dans l'acier.

% massique de carbone	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
μ_r	2050	1477	1064	800	610	511	441	386

1.2. CYCLE D'HYSTERESIS.

Schématiser l'allure du cycle d'hystérésis d'un acier en précisant les grandeurs et leurs unités S.I. portées sur les axes.

Définir l'excitation coercitive et le champ rémanent; noter les points correspondants sur le cycle.

Comment l'allure des cycles permet-elle de classer les différents aciers en fonction de leurs propriétés magnétiques ? Justifier votre réponse.

2^{ème} exercice

De nombreuses questions sont indépendantes du reste du problème.

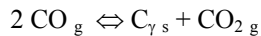
1^{ère} partie : Etude chimique du gaz endothermique

Le gaz endothermique, très utilisé dans les traitements thermochimiques, est obtenu dans un "générateur endothermique".

A la température où ce gaz endothermique est produit (1050 °C), il est formé principalement de 5 constituants gazeux dans les proportions suivantes, sous une pression totale de 1 bar :

gaz	H ₂	H ₂ O	N ₂	CO	CO ₂
% volumique dans le mélange	29,8	0,90	46,1	22,6	0,50

On rappelle les équations chimiques de deux des équilibres principaux qui interviennent lors des traitements :



où C_{γs} représente le carbone en solution dans l'austénite.

D'autres équilibres s'établissent dans la phase gazeuse, en particulier : CO_g + H₂O ⇌ CO_{2g} + H_{2g} réaction (1).

L'enthalpie standard de la réaction (1) est Δ_r H°₁ = - 41,2 kJ.mol⁻¹ (valeur supposée indépendante de la température)

On rappelle la loi de Van't Hoff : $\frac{d \ln K}{dT} = \frac{\Delta_r H^\circ}{RT^2}$.

On donne R = 8,314 J.K⁻¹.mol⁻¹.

- Dans cette première question, on suppose que le gaz endothermique est utilisé pour une cémentation. En justifiant votre réponse (par exemple à l'aide des données ci-dessus), classer les 5 constituants en :
 - constituants utiles au traitement thermique envisagé
 - constituants défavorables pour le traitement thermique envisagé
 - constituants sans action notable sur l'acier dans les conditions du traitement.
- A la sortie du générateur, le gaz endothermique est à T₁ = 1050 °C. On suppose qu'il est alors à l'équilibre. Vérifier que la valeur K₁ de la constante d'équilibre de la réaction (1) à cette température est environ K₁ = 0,73
- Montrer que la loi de Van't Hoff peut s'écrire sous la forme $\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{\Delta_r H^\circ}{R} \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \right)$ où ln désigne le logarithme népérien.
- Le gaz endothermique peut aussi être utilisé pour réaliser des nitrocarburations. Il est alors introduit dans un four où règne la température T'₁ = 570 °C.
 - Calculer la valeur K'₁ de la constante d'équilibre de la réaction (1) à cette température et en déduire dans quel sens la réaction est déplacée par l'abaissement de température.
 - Ce résultat était-il prévisible ? Justifier votre réponse.

2^{de} partie : Etude du pouvoir niturant d'une atmosphère

Divers procédés sont utilisés industriellement pour réaliser les nitrocarburations.

L'un d'entre eux consiste à mélanger à l'entrée du four (ou dans le four) de l'ammoniac et du gaz endothermique.

Lors de la nitrocarburation, il se forme, entre autres, des nitrures à la surface de l'acier. Pour mesurer l'activité niturante d'une atmosphère, on utilise le "potentiel azote". Ce potentiel, noté η, est tel que

$\eta = [p(\text{NH}_3) \cdot p(\text{H}_2)]^{-3/2}$ avec p(NH₃) = pression partielle de NH₃ et p(H₂) = pression partielle de H₂, les pressions partielles étant exprimées en bar.

L'activité niturante est d'autant plus grande que η est grand.

Le tableau ci-dessous indique, pour l'atmosphère de nitrocarburation {NH₃ + gaz endothermique} étudiée, les pressions partielles des principaux gaz en fonction du pourcentage volumique de NH₃ résiduel (c'est à dire non dissocié) sous une pression totale de 1 bar :

% volumique NH ₃	40	37	33,3	30	25
p (CO)	0,105	0,103	0,100	0,0972	0,0942
p (NH ₃)	0,400	0,370	0,333	0,300	0,250
p (H ₂)	0,237	0,264	0,299	0,328	0,374
p (N ₂)	0,248	0,253	0,260	0,266	0,275
η	η ₁	η ₂	η ₃	η ₄	η ₅

1. Calculer les 5 valeurs du potentiel azote η dans le tableau ci-dessus.
2. Pour obtenir des résultats satisfaisants, on doit avoir $\eta > 1,5$. Tracer le graphe $\eta = f[p(\text{NH}_3)]$. En déduire le pourcentage de NH_3 résiduel minimum pour que la condition $\eta > 1,5$ soit vérifiée.
3. Industriellement, on amène η à la valeur désirée en réglant le débit d'ammoniac dans le four. Pour augmenter la valeur de η , faut-il augmenter ou diminuer le débit de NH_3 ? Justifier votre réponse.