

PHYSIQUE II A

Durée : 4 heures

SUJET DE THERMODYNAMIQUE

(Durée conseillée : 2 heures)

PRESENTATION DU SUJET

Il était proposé au candidat d'effectuer l'étude d'un système énergétique réel, en l'occurrence la turbine, le condenseur et la tour de refroidissement d'une centrale thermique.

Pour ce faire, l'étudiant devait principalement maîtriser les thèmes suivants : premier principe de la thermodynamique appliqué aux systèmes ouverts, bilans massiques et enthalpiques, fluide condensable (chaleur de vaporisation, titre de vapeur...) et mélanges de gaz parfaits .

COMMENTAIRE GENERAL

Les candidats doivent garder à l'esprit que la thermodynamique industrielle s'appuie sur des principes fondamentaux universels (la formule de Regnault ou $\delta w_i = v \cdot dP$ n'en font pas partie !) où figurent des fonctions d'état dont la valeur se détermine différemment suivant la nature du fluide considéré (certains candidats ont appliqué les lois de Joule et la loi de Laplace à la vapeur humide, utilisé la constante universelle \mathfrak{R} des gaz parfaits pour le liquide ...). Pour caricaturer, on pourrait être tenté de croire que, pour nombre de candidats, la thermodynamique c'est d'abord $P.V = n \cdot \mathfrak{R}.T$!

Présentation (notée) : en général les copies sont propres, voire correctement rédigées.

ANALYSE PAR PARTIE

Préliminaire : peu de candidats ont donné une définition littérale, claire et correcte de la chaleur latente et se sont contentés de la formule $L_T = h'' - h'$ (quelques « érudits » ont même utilisé la formule de Regnault). On a pu lire : la réaction de vaporisation, la chaleur libérée par vaporisation, passage de l'état solide ...

Question 1

Quand la définition du titre de vapeur était connue, cette question a été traitée correctement.

Question 2

Généralement traitée correctement mais le résultat ($w_i = h_2 - h_1$) a souvent été admis; les hypothèses utilisées ici dans l'application du premier principe au système en écoulement permanent n'ont que rarement été précisées. Les erreurs fréquentes : $dh = c_p \cdot dT$, $w_i > 0$, unités (le $J \cdot s^{-1}$ est plus connu que le W); on a encore pu lire ce genre d'équation : $\delta w_i = \delta w_p + \delta w_r + \delta w_t$ (sans explication).

Question 3

Très peu d'étudiants ont fourni un raisonnement thermodynamique logique à cette question mais un « verbiage tautologique » de plus d'une page parfois. Les erreurs fréquentes : liquide incompressible donc $dP = 0$, pour un liquide $P \cdot v = r \cdot T$.

Question 4 : même commentaire que pour la question 1.

Question 5 : même remarque que pour la question 2.

Le raisonnement a souvent été remplacé par l'intuition, ce qui a engendré très fréquemment des erreurs de signe dans l'expression de la puissance (au condenseur). Les erreurs fréquentes : bilan massique remplacé par un bilan de la phase liquide, erreur de signe engendrant l'obtention d'un débit négatif (aucun commentaire de la part du candidat !)

Question 6 : même remarque qu'à la question 3.

Question 7

Simple application numérique de formules données dans l'énoncé. Malheureusement trop de candidats se sont obstinés à ne pas utiliser les unités imposées dans cet énoncé.

Question 8 : même remarque qu'à la question 2

Les bilans enthalpiques (ou de puissance) ont souvent été utilisés sans en préciser l'équation d'origine ni les hypothèses nécessaires. Des records : pour l'eau (liquide) : $T_{10}=1288^{\circ}\text{C}$ ou $T_{10}=-38^{\circ}\text{C}$ (résultats encadrés sans commentaire).

Question 9

L'expression du débit volumique a souvent été donnée correctement. Les erreurs fréquentes : $D_{\text{vol}}=D_{\text{vol,air}}+D_{\text{vol,vap}}$, $r_m=r_{\text{air}}+r_{\text{vap}}$; un record : ψ (humidité relative) = 49 (4900%) !

Question 10 : cette question n'a pu être abordée que lorsque la précédente a été traitée correctement.

CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

En conclusion, pour réussir, les candidats doivent maîtriser les principes fondamentaux de la thermodynamique industrielle, connaître les lois de comportement et les propriétés des différents fluides utilisés et savoir analyser le fonctionnement des principaux systèmes énergétiques.

De plus, ils doivent effectuer un effort supplémentaire dans le domaine du raisonnement (énoncer les équations ou les principes fondamentaux, les hypothèses simplificatrices) et des commentaires (en particulier, pour certains, ceux concernant des résultats incohérents). Les candidats dont les copies ne sont que successions de formules ne peuvent espérer récolter le maximum des points prévus par le barème.

SUJET DE CHIMIE

(Durée conseillée : 2 heures)

PRESENTATION DU SUJET

Cette année, le sujet proposé portait sur le nickel.

Dans une première partie, il s'agissait d'étudier la structure cristallographique de l'oxyde de nickel NiO, puis, dans une seconde partie, de décrire et d'interpréter le diagramme binaire Nickel-Bore. Enfin, dans une troisième partie, la description physico-chimique d'un accumulateur Nickel-Cadmium était abordée. Ces trois parties étaient indépendantes.

COMMENTAIRE GENERAL

Nous avons eu le plaisir de lire quelques excellentes copies (hélas trop peu nombreuses encore); cependant, dans l'ensemble, le sujet a été moins bien compris que l'année dernière, et les notes attribuées s'en ressentent. Nous constatons toujours une grande hétérogénéité entre les parties de sujet abordées : soit très bonne étude de la cristallographie et équilibres sacrifiés, ou inversement.

Il y a visiblement un manque de temps, par manque d'organisation entre la physique et la chimie : de très bonnes copies ne sont pas terminées, c'est bien dommage !

Le sujet comportait nombre de questions pour lesquelles une réponse qualitative était attendue. Il était donc nécessaire, pour y répondre correctement, de connaître la partie du cours correspondante, et d'être en mesure de formuler les concepts dans une langue compréhensible par le correcteur...

Les aspects essentiels du cours sont, dans leur ensemble, assez correctement assimilés par un certain nombre (encore insuffisant) de candidats, mais souvent exprimés de manière imprécise et discutable, dans certains cas illisible. Un effort reste donc à fournir, de ce point de vue.

ANALYSE PAR PARTIE

La première partie a été traitée (tout ou partie) dans pratiquement toutes les copies : malheureusement, un nombre important de candidats ont décrit explicitement la maille de NaCl, alors que le sujet précisait bien qu'il s'agissait de NiO (et qu'il avait, effectivement, la même structure que NaCl). Est-il nécessaire de rappeler qu'il faut lire les questions, et, dans la mesure du possible, y répondre ? En particulier, la répartition de la matière dans la structure cubique faces centrées n'est pas connue de tous les candidats.

Lorsqu'il est demandé de représenter une maille, pourquoi en représenter deux ou davantage ?

La coordinence d'un ion n'est pas une notion partagée par tous.

L'expression de la masse volumique est connue de la plupart des candidats, ce qui n'est pas le cas de l'unité des masses molaires...

La question concernant le rapport des rayons ioniques a été moins bien traitée, la géométrie des réseaux, ou les types de contacts entre ions n'étant pas bien connus.

Rappelons qu'une compacité ne peut être supérieure à l'unité, ni proche de zéro ($1,88 \cdot 10^{-17}$, par exemple)...

La seconde partie a généralement été abordée, mais avec des fortunes diverses : il fallait d'abord ne pas confondre les diagrammes solide-liquide et les diagrammes liquide-vapeur...

La notion de composé défini n'est pas connue de tous : c'est pourtant une notion au programme.

Le liquidus est parfois défini comme « la courbe qui oscille ».

La définition de la variance est plus souvent abordée, mais parfois sans beaucoup d'explication. Concernant la règle des phases, les candidats connaissent bien la définition des différents paramètres mais ne savent pas toujours l'appliquer : manque de recul, comme en cristallographie.

Lorsqu'il est demandé de déterminer la nature des phases en présence dans les différents domaines, il faut entendre la nature physico-chimique de ces phases, c'est-à-dire que le correcteur attend de l'étudiant la formule chimique du ou des composés en présence (NiB, Ni₃B...) accompagné du type de phase (solide, liquide, gazeuse : Ni₃B solide...).

Le passage des fractions molaires aux fractions massiques a rebuté nombre de candidats, qui étaient pourtant guidés.

La troisième partie a été la moins bien traitée : définitions fantaisistes et incompréhension manifeste des questions posées.

Il faut rappeler qu'un accumulateur se comporte comme un récepteur lorsqu'il est en charge, et comme un générateur, lorsqu'il se décharge.

La différence essentielle entre pile et accumulateur ne semble pas être assimilée : il s'agissait simplement de rappeler que la charge et la décharge successives sont caractéristiques de l'accumulateur, tandis qu'une pile ne se recharge pas !

Le jury a découvert, à cette occasion, un grand nombre d'explications plus étonnantes les unes que les autres :

- dans les accumulateurs, il se passe des réactions d'oxydoréduction (ou de précipitation...), alors que dans les piles, il se passe des réactions acido-basiques...
- dans une pile, le courant circule, alors que dans un accumulateur, il s'accumule (un candidat précise qu'il s'accumule dans une des deux électrodes).
- la pile fonctionne par électrolyse...

Quand les équations rédox sont données elles sont généralement bien écrites (ce qui n'était pas le cas auparavant !)

La notion de degré d'oxydation d'un élément n'est pas toujours bien comprise : que penser d'un candidat qui parle du « degré d'oxydation de $\text{Ni}(\text{OH}_2)$ » ?

Il n'est pas inutile de tenir compte des indications de l'énoncé lorsqu'on écrit les réactions aux électrodes (milieu basique).

Visiblement, très peu de candidats ont eu l'occasion de recharger une batterie d'accumulateurs de voiture. Ils ne savent donc pas qu'on ouvre l'accumulateur à cause de l'électrolyse parasite du solvant (l'eau), qui produit un dégagement gazeux.

Enfin, les rendements électriques ou énergétiques supérieurs à un ou proches de zéro sont hautement improbables...

CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

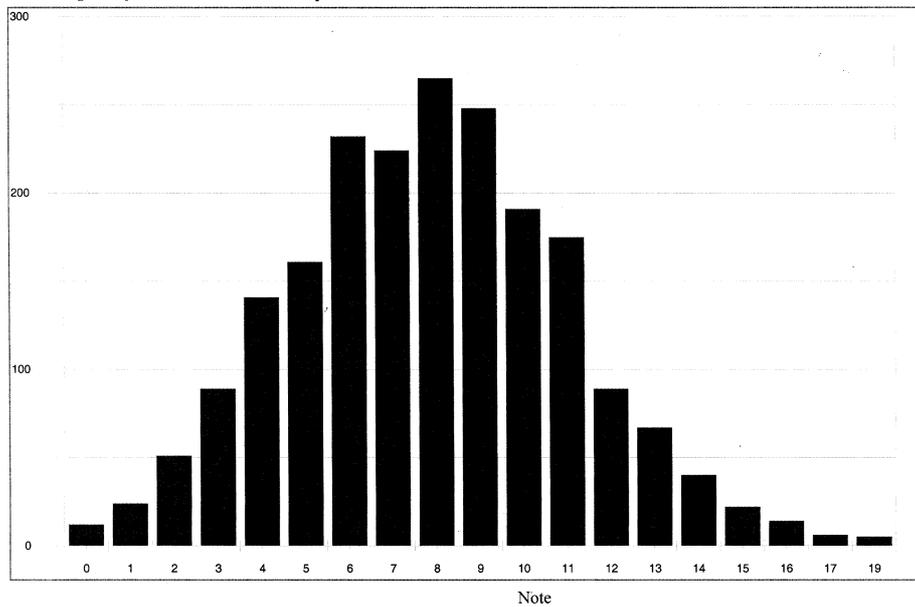
Les candidats doivent connaître suffisamment le cours de Chimie des deux années, répondre aux questions posées (et à celles-là seulement), enfin s'exprimer de façon lisible et compréhensible.

L'analyse des résultats révèle un recul par rapport à l'an dernier; il faut impérativement consacrer au problème de Chimie le temps et l'énergie nécessaire.

Rappelons que, si la durée totale de cette épreuve est de quatre heures, il est vivement conseillé aux candidats de consacrer le même temps à chaque problème (soit deux heures pour la Thermodynamique et deux heures pour la Chimie) car les deux problèmes interviennent avec le même poids dans la note finale.

PRESENTATION DES RESULTATS

Physique II-A Banque PT



ECART TYPE:	MOYENNE:	NB CANDIDATS:
3.19	8.35	2056