

PHYSIQUE C

Durée : 4 heures

Sujet de Chimie

(Durée conseillée : 2 heures)

PRESENTATION DU SUJET

L'épreuve de chimie était centrée sur l'étude du chrome.

On envisageait successivement la structure du chrome métallique, son obtention par aluminothermie puis l'utilisation du diagramme E-pH du chrome en solution aqueuse.

Le problème était constitué de nombreuses questions indépendantes et faisait appel à des connaissances variées, acquises par le candidat aussi bien en première qu'en seconde année.

COMMENTAIRE GENERAL

Le niveau moyen des copies nous a semblé en très net progrès par rapport aux concours précédents. Certaines copies ont abordé avec aisance toutes les questions de ce problème.

Nous avons cependant encore déploré un petit nombre de copies témoignant d'une méconnaissance totale du cours de chimie.

ANALYSE PAR PARTIE

Partie I

Question I-1 : l'étude cristallographique du chrome était menée en étudiant ses conditions d'alliage avec le fer. La plupart des candidats ont bien compris la question ... un certain nombre ont cependant confondu alliages de substitution et alliages d'insertion.

Les mailles cubique face centrée et cubique centrée ont été bien utilisées par les candidats.

Dans le calcul de la masse volumique du métal, de nombreux candidats ont confondu le volume de la maille avec le volume occupé par les atomes constituant cette maille.

Rappelons encore qu'un résultat présenté sans unité n'a aucun sens.

Questions I-2 et I-3 : le candidat était amené à utiliser le diagramme d'Ellingham du chrome donné dans le texte.

La lecture du diagramme n'a pas posé de problème à la plupart des candidats et le calcul de la température de fusion du chrome a, de ce fait, été très largement mené avec succès.

Par contre le calcul, plus délicat, de sa chaleur latente molaire de fusion a donné lieu à de très nombreuses erreurs : nous avons souvent rencontré des chaleurs latentes de fusion négatives !

Question I-4 : on demandait d'évaluer le signe d'une affinité chimique ; très peu ont ici répondu à la question posée : les candidats confondent souvent l'affinité chimique avec l'affinité chimique standard et parfois avec une « activité » !!

Partie II

Question II-1 : le candidat devait identifier sur le diagramme E-pH du chrome donné dans le texte les domaines des différentes espèces présentes, en utilisant notamment les valeurs du nombre d'oxydation de l'élément chrome.

Bien comprise par la plupart des candidats, cette notion de nombre d'oxydation semble cependant très mal maîtrisée dans un petit nombre de copies.

Question II-2 : les couples redox de l'eau, connus de la plupart, sont encore extrêmement flous pour d'autres, d'où une confusion fréquente avec les couples acide/base de l'eau.

Question II-3 : la convention proposée de tracé des frontières du diagramme, bien que relativement compliquée, a été bien comprise par la plupart des candidats.

Question II-4 : on s'intéressait à l'attaque du chrome en poudre par l'acide chlorhydrique ; pas de problème majeur pour la plupart de ceux qui ont traité cette question.

Questions II-5 et II-6 : les expériences proposées décrivaient une « promenade » sur le diagramme E-pH du chrome avec utilisation de valeurs numériques de pH ou de potentiels fournies dans le texte. Très peu de candidats ont vérifié que le système chimique étudié expérimentalement correspondait aux conditions de tracé du diagramme.

Question II-7 : le calcul de pKa proposé ici n'a été que très peu abordé, probablement par manque de temps.

CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

Dans l'ensemble ce problème s'est révélé sélectif, permettant de différencier les candidats de façon très satisfaisante.

Nous encourageons vivement les candidats dans la voie de l'effort accompli en chimie ; ils sont assurés de sa reconnaissance au concours.

Sujet de Physique *(Durée conseillée : 2 heures)*

PRESENTATION DU SUJET

Il était proposé aux candidats une étude simplifiée d'un turboréacteur. Les outils théoriques nécessaires récurrents pour mener à bien cette étude étaient très classiques et au nombre de trois : le premier principe de la thermodynamique appliqué aux systèmes ouverts en régime permanent, les formules de Laplace applicables à l'air considéré comme un gaz parfait ainsi que des bilans massiques et enthalpiques.

Enfin les résultats numériques permettaient une comparaison entre les différentes performances des 4 turboréacteurs étudiés et, pour les correcteurs, une évaluation du sens critique et du sens physique des candidats.

COMMENTAIRE GENERAL

Encore trop peu de candidats utilisent rigoureusement, en rappelant toutes les hypothèses nécessaires, les outils théoriques pertinents, l'outil le plus maltraité étant le bilan enthalpique. Il suffit pourtant de rappeler clairement le système considéré et la nature des échanges qui ont lieu.

On peut aussi déplorer l'apparition d'unités incohérentes pour la vitesse et regretter que les puissances ne soient pas exprimées en W ni les grandeurs énergétiques massiques en J.kg^{-1} .

Quant aux valeurs numériques, on peut être surpris qu'un grand nombre de candidats ne soient pas plus familiers des bons ordres de grandeurs ; notamment, des rendements supérieurs à 1 ou allant de 10^{-6} à 10^{+6} , des vitesses d'éjection de l'ordre du cm/s auraient dû les alerter.

ANALYSE PAR PARTIE

Question 1

1a : On attendait des candidats qu'ils justifient proprement, au moins une fois en début d'épreuve, l'utilisation des formules de Laplace et du premier principe de la thermodynamique appliqué aux systèmes ouverts, les deux hypothèses les plus souvent omises étant celle du gaz parfait et l'aspect permanent de l'écoulement.

1b : La transmission intégrale de la puissance entre la turbine et le compresseur a souvent révélé encore trop souvent des problèmes de signes ; le travail massique de compression est positif, et celui de détente négatif.

1c : De nouveau, il fallait appliquer le premier principe des systèmes ouverts en régime permanent en n'omettant pas de tenir compte de l'énergie cinétique massique des gaz à la sortie de la tuyère. Certaines applications numériques révèlent l'absence de sens critique ou un manque d'attention, pour des unités de grandeurs aussi familières que la vitesse : mol/s ou m/s/kg ou encore kJ/kg (ou $\text{kJ}^{1/2}/\text{kg}^{1/2}$).

Question 2

Le simple bon sens physique aurait permis d'écartier certaines valeurs "fantaisistes" du rendement.

Question 3

La structure du réacteur étant inchangée jusqu'à la turbine on retrouvait les valeurs numériques demandées à la question 1.

Question 4

Mêmes remarques que question 1.

Question 5

5a : Pas de difficulté particulière pour cette question qui reprenait la démarche des questions 1 et 4.

5b et 5c : Des candidats ayant trouvé des énergies cinétiques massiques supérieures, ne se sont pas étonnés pas de trouver des vitesses d'éjection plus faibles !

5d : Comparer les deux turboréacteurs ne devait pas se limiter à la simple comparaison de deux valeurs numériques. On attendait des arguments physiques comme « la vitesse d'éjection des gaz est plus élevée, mais l'accroissement du coût énergétique (deux chambres de combustion donc plus de carburant consommé) contribue, en revanche, à abaisser le rendement » ; on pouvait enfin remarquer qu'on obtenait une vitesse de propulsion plus grande.

Question 6

Pas de problème pour les candidats qui ont appliqué les formules de Laplace $T^\gamma P^{1-\gamma} = \text{cste}$, les transformations étant toutes, par hypothèse, adiabatiques réversibles. Par contre, beaucoup de candidats ont voulu raisonner sur les grandeurs énergétiques massiques pour trouver T_5 , reprenant le raisonnement de la question 1b, à savoir $w_{it} = -w_{icBP} - w_{icHP}$ d'où $T_5 = T_4 + T_1 -$

T_3 ; or, les débits massiques étant différents au niveau des deux compresseurs, cette relation n'était plus de mise.

Question 7

Étonnamment, des candidats ayant fait l'erreur précédente ne l'ont pas reproduite dans cette question et ont tenu compte des différents débits massiques pour écrire $D_{m1}w_{it} = - (D_{m1}+D_{m2})w_{icBP} - D_{m1}w_{icHP}$: ceci montre que les candidats ne se relisent pas, même d'une question sur l'autre.

Cette relation, même correctement écrite, méritait une justification plus approfondie qu'un simple « par un bilan enthalpique » : on attendait que le candidat définisse explicitement le système étudié ainsi que les flux entrants et sortants, ce qui aurait évité bien des erreurs.

Question 8

8a : Il fallait appliquer le premier principe de la thermodynamique aux systèmes ouverts au niveau du mélangeur en tenant compte, là encore, des différents débits.

8b : Voir questions 1 et 4.

Question 9

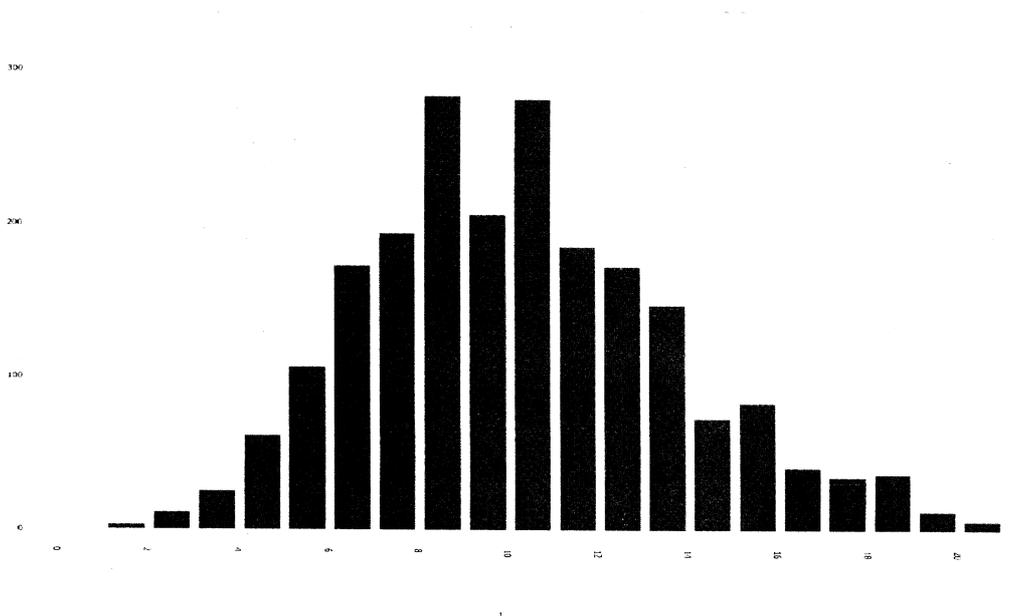
Pas de difficulté particulière pour les candidats qui ont su calculer les différents débits massiques :

$$P_{th} = D_{m1}c_p(T_4 - T_3) .$$

Questions 10, 11, 12 et 13

La quatrième partie reprenait le fil conducteur des questions des parties précédentes avec un double flux alimentant deux tuyères concentriques. Les candidats ayant su répondre correctement aux questions précédentes ont pu, sans problème, répondre aux questions de cette dernière partie.

PRESENTATION DES RESULTATS DE L'EPREUVE PHYSIQUE C



Moyenne : 9.70

Ecart-type : 3.43

CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

Nous renouvelons les recommandations figurant dans le dernier rapport (notamment la nécessité d'efforts dans le domaine du raisonnement), et conseillons de ne pas se limiter à constater qu'un résultat obtenu est faux mais de rechercher l'erreur.

Les futurs candidats doivent s'efforcer d'acquérir un bon sens critique, qui leur évitera de laisser sur leurs copies des résultats se contredisant d'une question à l'autre, voire d'une ligne à l'autre ; qu'ils gardent, enfin, le souci de réalisme face aux valeurs numériques : une vitesse d'éjection de gaz de l'ordre du cm/s avait ici bien peu de chance de maintenir un appareil en vol....