

Composition de Physique, Filière MP

Rapport de MM. Florin CONSTANTIN et François DEVREUX, correcteurs.

La composition de physique portait cette année sur des techniques de caractérisation de particules et de pores à l'échelle nanométrique. Elle comportait trois parties : la mesure de la taille de nano-particules par diffusion des rayons X aux petits angles, la détermination de la surface spécifique par adsorption gazeuse et la mesure de la taille des pores par condensation capillaire. Elle reposait principalement sur les cours d'électromagnétisme (partie I) et de thermodynamique (parties II et III) et faisait appel à quelques notions du programme de chimie.

Les notes des candidats français se répartissent selon le tableau suivant :

| | | |
|-------------------------|------|--------|
| $0 \leq N < 4$ | 25 | 1,6 % |
| $4 \leq N < 8$ | 397 | 25,4 % |
| $8 \leq N < 12$ | 766 | 49,0 % |
| $12 \leq N < 16$ | 324 | 20,7 % |
| $16 \leq N \leq 20$ | 52 | 3,3 % |
| Total | 1564 | 100 % |
| Nombre de copies : 1564 | | |
| Note moyenne : 9,92 | | |
| Écart-type : 3,09 | | |

Avant l'analyse détaillée de la composition, voici quelques remarques générales :

1. L'énoncé accordait un poids important à l'analyse de résultats expérimentaux et aux applications numériques. Celles-ci sont souvent erronées, mais l'absence de calculatrice ne semble pas en être la cause. Les erreurs grossières d'ordres de grandeur sont plutôt moins aberrantes et un peu moins fréquentes que l'an dernier, où les calculatrices étaient autorisées (*Cf.* rapport du concours 2009).

2. Les candidats ont trop souvent tendance à se précipiter de manière brouillonne dans les calculs pour « aller au résultat », surtout si celui-ci est donné dans l'énoncé. Une analyse qualitative du problème leur ferait souvent gagner un temps précieux.

3. La très grande majorité des candidats préfère l'algèbre à la géométrie. C'est souvent un tort. Un petit dessin permet fréquemment d'appréhender une situation physique et de mieux conduire les calculs. Dans certains cas, il donne le résultat quasiment sans calcul (questions I.2.1 et I.2.2).

I. Diffusion des rayons X aux petits angles

I.1.1, I.1.4. Ces questions de cours ou très proches du cours ont été le plus souvent réussies.

I.1.2, I.1.3, I.1.5. Beaucoup d'erreurs de calculs. Nombre de candidats n'accordent aucun sens physique aux ordres de grandeur obtenus.

I.1.6. Question facile généralement réussie, mais que dire des candidats qui basent leur argumentation sur le fait que le rayon du noyau est plus petit que celui de l'orbite de l'électron ?

I.2.1. La plupart des candidats ont sommé les champs rayonnés par chaque électron en calculant algébriquement les déphasages, quitte à en ajouter un sans justification ou en transformant subrepticement \mathbf{k} en \mathbf{q} pour parvenir au résultat de l'énoncé. Rares sont ceux qui ont vu l'analogie avec la diffraction étudiée en optique. Cela constituait pourtant une alternative élégante à condition bien sûr d'avoir tracé une figure correcte, ce qui fut rarement le cas.

I.2.2. Là aussi, un schéma donnait le résultat directement sans calcul. Nombre de candidats préfèrent invoquer le théorème d'Al-Kashi, mais quelques-uns ont ensuite des soucis avec l'enseignement d'Al-Gebr et la trigonométrie.

I.2.3. Que faire d'un facteur 2 d'écart avec le résultat de l'énoncé lorsque l'on n'a pas vu qu'il fallait effectuer une moyenne temporelle pour obtenir la puissance moyenne reçue par le détecteur ? Trois solutions : constater tout uniment son erreur, la faire disparaître plus ou moins discrètement du calcul (éviter le typex) ou affirmer qu'il y a une coquille dans l'énoncé. En règle générale, les correcteurs préfèrent la première solution (sauf si la troisième est fondée).

I.2.4, I.2.5. Questions qualitatives demandant plus de sens physique que de calcul. Les effets d'interférences constructives et destructives n'ont pas souvent été perçus.

I.3.1. Question un peu délicate, difficile à traiter correctement pour les candidats n'ayant pas bien compris la question 1.2.4.

I.3.2. Bien que calcul de l'intégrale fût très guidé par l'énoncé, moins d'un cinquième des candidats l'ont mené à bien.

I.3.3 – I.3.5. Questions faciles ... pour ceux qui avaient résolu I.3.2.

I.3.6. Question peu abordée. C'est dommage, car il était possible d'analyser les données expérimentales de la figure en se basant sur les résultats donnés dans les questions I.3.4 et I.3.5 de l'énoncé, même si ces questions n'avaient pas été traitées.

II. Isotherme d'adsorption

II.1.1, II.1.2 : Questions relevant du programme de chimie et relativement proches du cours. Les résultats énoncés sont souvent insuffisamment justifiés.

II.1.3. La plupart des candidats se contentent de l'esquisse d'un graphique et de commentaires sommaires. Peu de candidats présentent l'interprétation physique des conditions aux limites du graphique demandé et de l'écart avec les résultats expérimentaux de la figure 3.

II.2.1. Question de bon sens facile et généralement bien traitée.

II.2.2. Relation mathématique évidente et trouvée par la quasi-totalité de ceux qui ont abordé la question.

II.2.3. Un peu plus difficile, car il fallait introduire l'idée que la somme des taux de couverture – y compris le taux de couverture nul – était égale à 1.

II.2.4. Un mauvais point pour les candidats ayant « trouvé » le résultat donné dans l'énoncé sans avoir résolu la question précédente. Quelques candidats associent la liquéfaction à un taux de couverture total tendant vers 1 (monocouche) ou même parfois vers 0 !

II.2.5. Question portant sur l'analyse des données expérimentales de la figure 5 qui pouvait être traitée indépendamment. Elle a été abordée un peu plus fréquemment que la question d'analyse de données de la première partie. Quelques candidats trouvent l'ordre de grandeur correct pour la constante C et pour le volume par unité de masse vs. Celui-ci est souvent donné avec une unité de mesure erronée. Très rares sont les candidats qui obtiennent la valeur de la surface spécifique.

III. Condensation capillaire

III.1. Question triviale d'analyse dimensionnelle réussie à 100 %.

III.2, III.3. Questions de cours de chimie, pratiquement toujours réussies par ceux qui les ont abordées.

III.4, III.5. Questions utilisant les résultats précédents. La plupart de ceux qui les ont traitées obtiennent la solution, mais les justifications sont souvent confuses ou inexistantes.

III.6. Beaucoup, guidés par l'énoncé, donnent l'expression correcte de la constante r_0 , mais très peu une justification physique sérieuse de l'approximation qui permet de l'obtenir.

III.7. Question peu abordée. À ce stade de l'épreuve, très peu de candidats pensent à approximer $\exp(-x)$ par $(1-x)$ lorsque $|x| \ll 1$ pour obtenir la valeur de l'exponentielle sans calculatrice.

III.8. Question qui repose sur les résultats de la question précédente et permet d'achever l'interprétation de la courbe d'adsorption et d'en déduire la taille des pores. Très peu traitée.