

## Composition de Physique 2, Filière PC

Rapport de Mme Nathalie PALANQUE-DELABROUILLE et M. Laurent SCHOEFFEL, correcteurs.

Le sujet propose une étude de la réponse optique de nano-objets métalliques. Il est composé de trois parties. Bien qu'elles fassent un tout pour un même thème, elles peuvent être partiellement abordées indépendamment, ce dont beaucoup de candidats ont profité. L'ensemble du sujet est long et difficile mais reste proche des éléments de physique introduits dans le cours. Ainsi, la première partie, qui traite de la résonance optique d'un agrégat métallique devait pouvoir être résolue assez simplement avec les connaissances du cours de classes préparatoires. La deuxième partie, sur les notions de puissances rayonnée ou dissipée était beaucoup plus délicate. De nombreux candidats l'ont tout simplement évitée. Les premières questions de la troisième partie, sur l'extension du modèle, pouvaient être essentiellement traitées indépendamment de ce qui précédait. Beaucoup de candidats ont ainsi pu reprendre le fil du problème à ce niveau.

La répartition des notes des candidats français est la suivante :

$0 \leq N < 4$	123	9,7 %
$4 \leq N < 8$	290	22,9 %
$8 \leq N < 12$	550	43,4 %
$12 \leq N < 16$	256	20,2 %
$16 \leq N \leq 20$	49	3,9 %
Total	1268	100 %
Nombre de copies : 1268		
Note moyenne 9,32		
Écart-type : 3,75		

En moyenne, les candidats ont obtenu la moitié des points de la première partie du problème, moins de 20% de ceux de la deuxième partie et 30% de ceux de la troisième partie. Dans l'ensemble, les élèves se sont heurtés à la difficulté du problème plus qu'à sa longueur. Nous avons apprécié que les candidats en général connaissent bien leur cours. Il convient de noter que la présentation des copies ne doit pas être négligée, comme c'est parfois le cas. Une copie où les résultats sont mis en valeur (encadrés ou soulignés) est non seulement plus appréciée par les correcteurs mais facilite également pour le candidat une prise de recul par rapport au problème. Cela l'aidera indiscutablement à récupérer rapidement des résultats de questions antérieures lorsque cela s'avère nécessaire.

Notons par ailleurs qu'il serait souhaitable que les candidats aient des notions générales sur les dimensions caractéristiques de la matière subatomique : taille d'un atome, taille du

noyau. De nombreuses questions réclamaient des dimensions ou des distances. Il n'est pas acceptable que des réponses aberrantes soient données («  $10^4$  m » par exemple) sans au minimum un commentaire de la part du candidat. Une erreur de calcul est parfaitement tolérable mais pas un manque total de bon sens.

## Partie I

**(I.1)** Question de cours sans difficulté mais avec beaucoup d'erreurs bêtes liées soit à l'oubli de la surface du théorème de Gauss, soit à une lecture trop rapide de l'énoncé, conduisant à une confusion entre la densité  $N$  et un nombre de charges.

**(I.2.1, I.2.2)** Questions sans difficulté.

**(I.2.3)** Question simple. La position d'équilibre n'a pas posé de difficulté. Peu de copie ont noté la validation de l'hypothèse d'uniformité.

**(I.2.4)** Application numérique avec un petit piège puisque le champ est donné en  $V/cm$  et non  $V/m$ .

**(I.2.5)** Question simple. Mais encore une fois,  $N$  est bien une densité, ce qui nécessitait de prendre en compte le volume de l'agrégat, souvent oublié.

**(I.3.1, I.3.2, I.3.3)** Questions de cours bien traitées. Les notions de résonance semblent bien comprises. L'erreur la plus fréquente se trouvait dans le commentaire où IR était donné en réponse presque aussi souvent que la réponse correcte (UV proche). Attention, quelques copies ont à tort confondu les fréquences optiques calculées dans le problème avec le doublet jaune bien connu du Sodium mais qui n'intervenait absolument pas dans le contexte de ce problème.

**(I.4.1)** Question en général bien résolue. Notons qu'il est inutile de remplir deux pages de commentaires alors que quelques lignes suffisent. On ne demandera jamais un commentaire qui nécessite des pages de rédaction.

**(I.4.2)** Question bien traitée.

**(I.4.3)** Première difficulté liée à la définition de l'intensité par rapport au champ. Les élèves étaient conscients de la relation de proportionnalité entre  $I_0$  et  $E_0^2$  mais sans connaître l'expression du coefficient.

**(I.4.4)** On rentre plus dans le cœur et les difficultés du problème. Cette question plus subtile a été relativement bien traitée mais pas toujours de façon bien rigoureuse. La preuve de la résonance autour de  $\omega_0$  et non exactement en  $\omega_0$  a rarement été totalement satisfaisante. Quant au commentaire concernant la limite électrostatique, il fut

fréquemment omis.

**(I.4.5)** Question rarement traitée proprement. Le graphique n'aurait pas dû poser les difficultés que l'on a découvertes dans les copies.

**(I.5.1, I.5.2)** Questions délicates. Seules les meilleures copies ont répondu de manière satisfaisante. La dépendance en  $1/r^3$  est la seule contribution correcte à la réponse qui fut en général donnée.

## Partie II

Les candidats ont en général tenté les questions II.1.2 et II.2.1 sans chercher à donner une réponse quelconque aux autres questions de cette partie. Partie très difficile et beaucoup plus éloignée du cours. Seules les meilleures copies y ont apporté des réponses satisfaisantes.

**(II.1.1)** voir commentaire au (I.4.3)

**(II.1.2)** La plupart ont su rappeler la formule donnée dans le formulaire mais c'est tout. Pourtant, tous les éléments pour répondre étaient donnés dans le sujet (formulaire et I.5.1). Les candidats semblent avoir été désorientés (par le vocabulaire?).

**(II.1.3)** Elle suit la précédente et donc pas davantage résolue. Quelques erreurs également liées aux unités ( $1/\text{cm}^2$  et non  $1/\text{m}^2$ ).

**(II.2.1)** Quelques tentatives de réponse en utilisant les notions de cours. Mais de nouveau rarement abouties.

**(II.2.2, II.2.3)** Questions impossibles sans avoir répondu aux questions précédentes.

**(II.3.1)** Petit ressaisissement. Question simple généreusement corrigée : nous avons accepté diverses réponses dans la mesure où elles étaient raisonnables.

**(II.3.2, II.3.3)** Questions longues et difficiles, très mal traitées. Même les définitions de cours n'étaient pas en général correctes sur la susceptibilité et la permittivité notamment.

## Partie III

Le début de cette partie pouvait être abordé indépendamment du reste du problème. Les candidats lisent visiblement l'ensemble de l'énoncé puisqu'ils s'en sont en général rendu

compte. La principale difficulté rencontrée concernait la connaissance des définitions de la susceptibilité et de la permittivité.

**(III.1.1-3)** Questions faciles en général bien traitées.

**(III.1.4)** Dès que la définition de la susceptibilité était connue, la démonstration était en général correcte.

**(III.2.1)** Question de cours.

**(III.2.2)** Question simple et probablement souvent traitée en cours. La plupart des candidats l'ont correctement résolue. C'est le plus souvent la dernière question abordée par les copies.

**(III.2.3)** À partir de cette question, seule les meilleures copies ( $> 16/20$ ) ont continué le sujet. Il est à noter que cette question n'est pas très difficile. Cependant, en fin de problème, elle a souvent dérouté les candidats.

**(III.3)** Quelques copies seulement se sont attaquées à ces questions. Il n'était pas évident de jongler avec les permittivités relative et absolue. Deux copies seulement ont résolu parfaitement les questions (III.3.3) et (III.3.4).