

# EPREUVE ORALE DE PHYSIQUE UE

**ENS : PARIS LYON CACHAN**

**Coefficients : PARIS 10  
CACHAN: 6**

**LYON : mp 4 / mpi 3**

**MEMBRES DE JURYS : Eric Bringuer, Eric Brunet, Pierre Dahoo**

## *Remarques générales*

Le niveau en physique des candidats admissibles à l'oral est très variable, allant d'une maîtrise des sujets au programme dénotant une grande maturité, à une quasi-absence de sens concret des concepts physiques. C'est un plaisir d'écouter les premiers expliquer leur analyse et leur résolution du problème proposé, et parfois faire des remarques complémentaires pertinentes, tandis qu'il faut expliquer aux derniers des notions de base du cours de physique.

Les programmes insistent sur la primauté du sens physique sur la technicité mathématique. Pourtant, quand un problème physique est soumis à un candidat à l'oral, le temps consacré à l'analyse qualitative concrète de la situation est souvent trop bref. Après une simple paraphrase de l'énoncé, le candidat tend à se focaliser sur la résolution d'un problème mathématique hâtivement substitué au problème physique. C'est dans la mise en place du problème mathématique que peuvent survenir des contresens touchant à l'intelligence même de la situation. C'est ainsi qu'on peut voir des candidats interroger anxieusement des équations pour comprendre le fonctionnement d'un circuit électrique dont ils ont depuis longtemps effacé le dessin qui leur aurait fourni promptement la réponse juste. Les équations ne peuvent pas se substituer à la réflexion. Il arrive aussi que la simplification (ou "modélisation") du problème physique soit insuffisante, ce qui fournit des équations lourdes ou intractables. Il n'est parfois plus possible ultérieurement d'en recouvrer la signification physique qui permettrait de les simplifier. Pour toutes ces raisons, la phase initiale de compréhension concrète du système et du scénario, préalable à la mathématisation du problème, ne doit pas être réduite à la portion congrue.

On rencontre des candidats qui ignorent la dimension physique (représentée par l'unité SI), c'est-à-dire la nature physique, des grandeurs qu'ils manipulent. Une longueur se trouve

alors être soustraite à une température sans susciter le moindre sentiment d'anomalie. La conscience de la *signification* des grandeurs manipulées départage grandement les étudiants écoutés à l'oral.

Quand les données sont fournies sous forme littérale et numérique, on en attend de même de la réponse. Dans la plupart des cas, nous avons constaté que le candidat se dispense de la réponse numérique et l'examineur doit se montrer coercitif pour l'obtenir. Outre son intérêt intrinsèque et son poids dans la note reçue par le candidat, la réponse numérique peut servir de test de la réponse littérale. C'est ainsi que l'obtention d'une vitesse de  $10^{20}$  m/s suggère une erreur de calcul ou de raisonnement, quoique certains candidats préfèrent alors dénigrer la mécanique newtonienne. Comme dans le cas des grandeurs littérales, l'absence d'unité (SI ou autre) du résultat numérique trahit un manque de conscience physique de la grandeur manipulée.

La notion d'ordre de grandeur est essentielle en sciences de la nature, mais bien des candidats en ont une idée floue ou erronée. Citons ces remarques entendues : 1/ la période des oscillations du secteur électrique urbain de 50 Hz est *de l'ordre de* 0,02 s ; 2/ la vitesse trouvée,  $v = 3 \cdot 10^6$  m/s, est *un peu plus faible* que  $c$  qui vaut  $3 \cdot 10^8$  m/s ; 3/ la nouvelle valeur (150 ohms) est *beaucoup plus faible* que la précédente (300 ohms) ; 4/ lors de l'échauffement d'une plaque métallique, la variation de température trouvée, +3 °C, est *négligeable* devant la température initiale,  $T = 3 \cdot 10^3$  K.

Dans le même ordre d'idées, afin d'éviter des calculs lourds ou intractables, il est d'usage de négliger les effets de bord. Beaucoup de candidats affirment alors que leur calcul n'est valable que dans le cas généralement irréaliste d'un système strictement infini. Ils se refusent à estimer l'ordre de grandeur de l'effet de bord négligé dans un cylindre de longueur  $H$  très supérieure au rayon  $R$ . Très peu savent dire que l'erreur relative ainsi commise est *a priori* de l'ordre de  $R/H$ . Une erreur relative de 10 % semble intolérable à beaucoup de candidats qui envisagent alors de renoncer au calcul.

Si l'on n'exige pas des candidats une culture encyclopédique, on souhaite qu'ils connaissent approximativement certaines constantes universelles ou matérielles ou sachent les retrouver. Par exemple, un candidat ne connaissait ni  $e$  ni  $m$  ni la charge ni la masse de l'électron et a donné " 6,67.10<sup>-11</sup> par mole " pour valeur du nombre d'Avogadro. Autre exemple, la forme locale de la loi d'Ohm contient la conductivité électrique. Très peu de candidats ont su donner l'ordre de grandeur de la conductivité du cuivre et son unité SI ; nul n'a su donner celui de l'eau de mer. Pourtant, dans leur grande majorité les candidats sont dotés de calculatrices à mémoire qui permettent aisément de consigner ces valeurs. Nous n'encourageons pas les candidats à être dépendants d'une calculatrice, bien au contraire, mais ceux qui y recourent pourraient mieux les employer. La même remarque vaut pour la conductivité thermique dans la loi de Fourier : peu de candidats ont une idée de ce qu'est un bon ou un mauvais conducteur de la chaleur ; les deux seules valeurs bien connues sont zéro et l'infini. Dans le cas des champs magnétiques, on sait très souvent qu'un champ de 1 tesla est élevé, mais on connaît rarement l'ordre de grandeur du champ magnétique terrestre.

Des candidats font un calcul valable " au signe près ", délibérément ou non, mais ils ne testent pas ce signe. Par exemple, si deux effets coexistent et que l'un contribue à une rotation alors que l'autre la contrarie, il faut vérifier que les dépendances obtenues en fonction de calcul sont correctes.

## Remarques spécifiques

En mécanique, en électricité et même en thermodynamique, les notions d'équilibre et de régime stationnaire (ou permanent) semblent interchangeable dans l'esprit de certains candidats. Ils semblent ne pas avoir vraiment conscience des termes qu'ils utilisent.

En mécanique, beaucoup de candidats n'ont pas le réflexe d'utiliser le théorème du moment cinétique. Ils commencent par appliquer le principe fondamental, s'embrouillent avec les forces de réaction et, seulement plus tard, pensent à utiliser le moment cinétique dans un problème où il était évident que c'était la bonne méthode. Le théorème de l'énergie cinétique aussi est sous-utilisé.

En thermodynamique, la multiplicité des notions d'entropie (entropie fonction d'état d'équilibre d'un système physique, entropie échangée, entropie créée...) nuit gravement à la clarté mentale de certains candidats. La notion fondamentale qui doit être maîtrisée en priorité est la fonction d'état du système considéré.

En thermique, l'application du principe de conservation de l'énergie est assez régulièrement exprimée dans une phraséologie thermodynamique abstraite qui tend à entraîner des contresens sur le signe des apports d'énergie. Par ailleurs, ces contresens seraient détectés si le candidat testait la formule trouvée dans des cas simples, en vérifiant, par exemple, qu'une source de chaleur n'a pas pour effet d'abaisser la température d'un corps initialement plus froid.

En électrostatique, la compréhension du condensateur plan sans effets de bord laisse parfois beaucoup à désirer. Le champ électrique est-il dirigé de la plaque chargée positivement vers la plaque négative, ou le contraire ? Dans l'électrostatique de la sphère, nous avons noté des confusions entre " potentiel  $U$  nul " et " charge  $Q$  nulle " au motif que  $Q$  serait toujours égale à  $CU$ , même quand la sphère n'est pas seule dans l'espace. Par ailleurs, les candidats maîtrisent mal les lignes de champ. Ils ont du mal à associer les propriétés (connues) du champ, comme les relations de passage, aux propriétés des lignes de champ.

En électrocinétique, la propriété fondamentale d'un conducteur électrique, à savoir l'existence de charges électriques mobiles, n'est connue que de la moitié environ des admissibles interrogés. En électromagnétisme, il y a quand même quelques candidats qui ne connaissent pas la signification physique des équations de Maxwell.