

---

## EPREUVE ORALE DE PHYSIQUE

ENS : PARIS - LYON - CACHAN

**Coefficients** : PARIS : 10

LYON : MP 4 / MPI 3

CACHAN : 6

MEMBRES DE JURYS : Eric Bringuier, Pierre Dahoo et Virgile Viasnoff

---

L'épreuve orale, comme celle d'écrit, est une épreuve en temps limité. Un candidat qui ne sait pas faire preuve de concision dans la résolution de la ou des premières questions sera moins bien noté qu'un candidat qui, sachant aller à l'essentiel sans se perdre dans des détails dilatoires d'intérêt secondaire ou tertiaire, répondra à plus de questions. Quelques exemples :

i) consacrer 10 mn à calculer avec un luxe de détails le champ magnétique créé par un fil infini parcouru par un courant continu, sera peu rétribué ;

ii) choisir une équation vectorielle (sur le moment cinétique) quand il suffit d'une équation scalaire (sur l'énergie), est souvent plus long, donc plus propice à l'erreur ;

iii) se préoccuper d'effets de bord, souvent incalculables littéralement, au lieu de calculer d'emblée l'effet principal, est une perte de temps (comment, d'ailleurs, calculer un effet à l'ordre 1 quand on ne l'a pas d'abord calculé à l'ordre 0 ?) ;

iv) redécouvrir la conservation de l'énergie mécanique quand on étudie le mouvement d'un objet soumis à une force conservative, est une perte de temps qui trahit un manque de pratique ;

v) écrire l'action des forces de Coriolis, lorsqu'on demande de trouver une position d'équilibre, et ne pas connaître l'origine, sinon physique du moins mathématique, des forces d'inertie en référentiel non-galiléen, dénote souvent une méconnaissance des principes fondamentaux de la mécanique.

Par ailleurs, quand un candidat est bloqué par une difficulté et demande à l'examineur de la résoudre à sa place, il ne peut pas espérer de rétribution pour avoir paraphrasé la résolution de l'examineur. Autrement dit, l'autonomie est une qualité majeure attendue du candidat. L'erreur étant humaine, l'autonomie inclut la capacité d'autocorrection du candidat quand il a découvert (de lui-même ou avec l'aide de l'examineur) un motif d'insatisfaction dans son raisonnement ou dans un résultat qu'il a obtenu.

Le problème soumis au candidat est rarement une application triviale du cours, sauf dans la première question. On peut donc hésiter dans le choix d'une démarche ou en proposer une qui soit incomplète ou inutilement compliquée. C'est alors que l'examineur peut faire une suggestion, par exemple sous la forme d'une question destinée à révéler un aspect des choses ayant échappé au candidat. La capacité de s'adapter à cette suggestion est une qualité qui départage grandement les candidats. Certains se montrent rigides en s'enfermant dans leur démarche sans pour autant être capables de la faire aboutir ; ils peuvent être prisonniers d'automatismes de pensée mal compris. L'examineur se demande parfois si le candidat a réellement écouté sa suggestion en s'efforçant de la comprendre pour l'exploiter. D'autres candidats font au contraire preuve d'une capacité d'écoute et d'une flexibilité mentale qui sont des qualités importantes chez un scientifique.

L'épreuve orale, peut-être plus encore que celle d'écrit, est une épreuve de communication. Plutôt que couvrir son tableau de calculs et de chiffres, le candidat doit d'abord décrire en mots le ou les phénomènes physiques tels qu'il les a compris ainsi que sa méthode de résolution. Un candidat qui s'abstient de cette description qualitative préalable prend le risque de s'engager sur une mauvaise piste. De même, un candidat qui emploie une formule ou un théorème sans en connaître la signification et le champ d'application est comme un malade qui absorberait un médicament sans en connaître la posologie et le mode d'emploi. Il ne faut pas utiliser un résultat tout fait sans savoir le justifier et le replacer dans un contexte. Par exemple, nombre de candidats connaissent la " formule

de la diffraction ” dans l’approximation de Fraunhofer, mais ne sont pas capables de la justifier ni même d’en indiquer le domaine d’application.

Les Ecoles normales supérieures cherchent à recruter des têtes bien faites, non des têtes bien pleines. Nous attendons aussi du candidat qu’il emploie une terminologie appropriée et assurée : “ diffusion ” et “ propagation ” ne sont pas des synonymes interchangeables, constance n’est pas synonyme d’uniformité de  $f(\mathbf{r}, t)$ , une force de Lorentz n’est pas une force de Laplace, une production de chaleur par frottement n’est pas un transfert thermique, un état stationnaire n’est pas un état d’équilibre, etc. Un langage impropre est souvent le symptôme d’une pensée incorrecte : ce n’est pas seulement la note qui en pâtit, c’est qu’un langage impropre peut égarer le candidat lui-même. Les candidats auraient aussi grand intérêt à mieux faire le lien entre l’acception d’un mot dans le langage commun et son acception dans le langage scientifique. Enfin, une notation ambiguë ou en contradiction avec celles de l’énoncé pourra aussi égarer le candidat.

Un résultat a souvent une limite d’applicabilité. Quand l’examineur sollicite le candidat sur cette limite, ce dernier doit être capable de préciser si c’est une limitation physique, inhérente au phénomène, ou une limitation technique, propre au dispositif employé. Par exemple, il faut savoir expliquer si une hauteur maximale de liquide ne peut être dépassée à cause de la fragilité mécanique du récipient ou en raison de la loi de l’hydrostatique.

Des candidats se sont présentés à l’épreuve de physique sans instrument de calcul, ce qui jette un doute sur leur compréhension de la physique. Ce doute est vite balayé quand le candidat est à l’aise en calcul numérique, mais ce n’est généralement pas le cas. Dans la plupart des cas (mais pas tous), un calcul numérique approché suffit. Malheureusement, certains candidats ont de l’approximation une conception très généreuse, allant jusqu’à un facteur 100. Rappelons qu’en physique deux résultats séparés d’un facteur 10 diffèrent d’une ordre de grandeur ; l’estimation de l’ordre de grandeur est bonne si le facteur n’excède pas 3 ; un facteur  $2\pi$  ne doit pas être négligé. Dans le même ordre d’idées, il est accepté qu’un effet soit calculé “ au signe près ”, à condition d’indiquer indépendamment avec certitude (mathématiquement ou physiquement) le signe de l’effet. Prédire qu’un effet Joule aboutit à un abaissement de température doit faire réfléchir le candidat.

Pour finir, notons que nous avons rencontré d’excellents candidats qui ont mis ces préceptes en pratique et d’autres qui n’avaient manifestement pas tenu compte des observations du rapport de l’année précédente, observations qui sont toujours pertinentes. Les notes vont de 3 à 20 sur vingt, avec une moyenne de 11 et un écart-type de 4.