

Concours BCPST – Session 2017

RAPPORT SUR L'ÉPREUVE ORALE DE PHYSIQUE

Ecoles concernées : ENS Paris, ENS de Lyon, ENPC

Coefficients (en pourcentage du total d'admission) : Paris: 11.3% - Lyon: 5% - ENPC: 11.3%

Membres du Jury : Renaud DEGUEN, Jean-François LEGER

Le format de l'épreuve orale de Physique est de 45 minutes. Un sujet est remis au (à la) candidat(e) qui a 15 minutes de préparation, puis doit présenter sa solution devant l'examineur pendant 30 minutes. Les calculatrices sont autorisées, quoique rarement nécessaires. Selon la difficulté de l'exercice proposé et la rapidité du (de la) candidat(e), un deuxième problème peut être proposé à la suite du premier.

L'objectif de l'épreuve est d'évaluer les connaissances en physique du (de la) candidat(e), ses capacités à analyser une question, comprendre un phénomène physique, extraire les principaux éléments qui permettent de paramétrer le problème, et enfin résoudre quantitativement la question posée. A chaque étape, le sens physique du (de la) candidat(e) est évalué, à travers ses estimations des ordres de grandeur des processus à prendre en compte ainsi que dans le regard critique qu'il pose sur ses résultats obtenus et sur ses hypothèses. La culture physique du (de la) candidat(e) est aussi un critère important d'évaluation. Il est encouragé à proposer des analogies entre le problème posé et d'autres situations déjà rencontrées. Enfin, un effort particulier doit être fait pour maîtriser efficacement les outils mathématiques au programme. Le format de l'épreuve étant court, les candidats qui ont des difficultés à effectuer les calculs sont pénalisés.

Cette épreuve s'adressant aux étudiants de BCPST, de nombreux problèmes s'inspirent de questions issues de la biologie ou des sciences de la Terre. Les sujets posés cette année ont par exemple abordé l'étude de l'écholocation des chauves-souris ou les techniques de chasse de la crevette « pistolet ». Certains sujets traitaient d'outils utilisés dans les laboratoires de biologie cellulaire tels que les pinces optiques par exemple, permettant ainsi d'aborder des domaines tels que l'optique. D'autres traitaient de mécanique (trampoline), de thermodynamique (bouillant de Franklin), etc...

Bilan général

Le niveau des candidats à cette session est apparu au jury globalement très satisfaisant. Plus de la moitié d'entre eux ont démontré une bonne maîtrise des notions de cours, et une capacité à appliquer ces notions dans des contextes originaux et différents des exemples dont ils avaient l'habitude. Lorsque le jury comprend que le cours est bien compris et assimilé, l'entretien est souvent mené sur des prolongements

des questions posées par le problème étudié, quitte à balayer de nombreux domaines du programme de physique. Les meilleurs candidats sont souvent ceux qui, après avoir passé une première étape de compréhension et de mise en équations du problème, sont capables d'accélérer pour déboucher rapidement sur une solution même partielle, et qui permettent au jury d'engager une discussion plus générale autour de la physique du système étudié. A l'inverse, les candidat(e)s qui maîtrisent mal les notions de cours, qui font des erreurs grossières d'estimation d'ordre de grandeur, ou qui cumulent lenteur et erreurs de calculs se voient généralement pénalisés.

Difficultés récurrentes

- Attention les notions de physique vues au cours des cycles précédents et notamment en Terminale doivent aussi être connues. Par exemple, il est important de savoir que le photon est une particule de masse nulle, d'énergie $E = \frac{hc}{\lambda}$ et de quantité de mouvement $\|\vec{p}\| = \frac{h}{\lambda}$. La conservation de la quantité de mouvement lors d'un choc pour un système isolé est par ailleurs un principe que de nombreux candidats ont du mal à relier aux lois connues (lois de Newton...).
- Optique géométrique : il n'est pas raisonnable de se présenter à l'épreuve sans savoir construire l'image géométrique d'un objet à travers une lentille mince, ou de savoir comment tracer le trajet d'un faisceau arrivant sur une lentille et non parallèle à l'axe optique.
- L'analyse d'un circuit électrique et l'application de la loi d'Ohm, de la loi des mailles ou de la loi des nœuds restent insuffisamment maîtrisées pour certains candidats. La manipulation des systèmes d'équations ainsi obtenus s'avère souvent ardue, et certains candidats se perdent dans des calculs qu'ils n'arrivent plus à simplifier.
- Un schéma correctement réalisé aide souvent beaucoup à la compréhension du système étudié. Cela permet de mieux s'expliquer avec l'examinateur, et cela permet aussi souvent de correctement paramétrer le problème avec un choix judicieux de coordonnées cartésiennes, polaires ou cylindriques. Dans des problèmes de mécanique par exemple, le choix des axes n'a pas toujours été très pertinent... ce qui peut rendre significativement plus difficile la résolution du problème! Lorsque l'on calcule les composantes des forces dans un repère, il faut pouvoir aller vite : projeter un vecteur sur un axe ne doit pas prendre 5 min.
- Plusieurs « outils » mathématiques devraient être parfaitement maîtrisés pour ne pas ralentir la résolution des problèmes. C'est le cas notamment des développements limités du type $(1+x)^\alpha$ ou $\ln(1+x)$ lorsque $x \ll 1$, (voire de $(X+x)^\alpha$ lorsque $X \gg x$...) de la résolution d'équations différentielles du type $\ddot{x} + k^2x = 0$ ou $\ddot{x} - k^2x = 0$, de la trigonométrie élémentaire... Dire qu'une grandeur est très petite devant une autre ne veut pas dire qu'elle est nulle, surtout si on s'intéresse à l'évolution de cette grandeur.
- Thermodynamique : isentropique parfois confondu avec isotherme.
- Mécanique des fluides : Le nombre de Reynolds, Re , est mieux connu comme critère de détermination du caractère turbulent ou laminaire d'un écoulement plutôt que comme critère d'évaluation de l'importance des termes de viscosité. Aussi, le lien entre force et pression reste parfois étonnamment mal compris.

- La description mathématique des ondes progressives ou stationnaires ne s'avère pas toujours bien maîtrisée. Le simple fait de comprendre pourquoi la crête d'une vague d'amplitude $\cos(\omega t - kx)$ se déplace à la vitesse $\frac{\omega}{k}$ pose des difficultés à certains candidats. Retrouver le décalage fréquentiel dû à l'effet Doppler est là aussi parfois délicat pour certains alors qu'il s'agit d'une notion démontrée en cours.
- En mécanique des fluides, les bilans de masse ont souvent posé problème : beaucoup de candidats ont eu du mal à relier la variation de masse à l'intérieur d'un volume de contrôle au débit massique à travers sa surface.
- Certains candidats ne connaissent pas bien les conditions d'application de certains résultats du cours. L'équation de Bernoulli, en tout cas dans sa forme la plus usuelle, n'est valable qu'en régime stationnaire; la formule de Stokes pour la force de traînée et la loi de Poiseuille ne sont valables qu'à petit nombre de Reynolds.
- Plusieurs candidats ont voulu appliquer le Principe Fondamental de la Dynamique sur un point sans masse...
- Relier la pente d'une courbe à la dérivée de la fonction la décrivant a bizarrement posé problème.