

Banque PC inter-ENS – Session 2024

Rapport du jury relatif à l'épreuve d'oral de physique (U)

- Écoles partageant cette épreuve : ENS
- Concours PC : Coefficients (en pourcentage du total d'admission de chaque concours) : ENS, 22.2% (option physique) ou 18.8% (option chimie)
- Membres du jury : Pierre Cladé et Cédric Deffayet

Présentation de l'épreuve

L'épreuve, d'une durée de 55 minutes, est destinée à tester la capacité des candidats à construire un modèle pour décrire au mieux un problème de physique qui est présenté sous forme assez ouverte.

Le sujet est en général donné sous forme orale, mais il peut arriver que l'on distribue des documents à analyser, par exemple le schéma d'un instrument, des données tirées d'observations ou une vidéo. Il n'y a pas de temps de préparation. Une horloge est visible dans la salle de l'épreuve. L'usage des calculatrices n'est pas autorisé. Les calculs numériques, s'ils sont utiles, sont faits au tableau. Il s'agit en général simplement d'ordres de grandeur.

Lorsqu'il y a plusieurs questions, ce qui est en général le cas, celles-ci sont données au fur et à mesure. Le déroulé du sujet n'est pas fixé à l'avance et dépend des réactions du candidat et de l'avancement de la résolution. Une même question initiale peut ainsi donner lieu à des questions et une orientation différentes selon l'angle choisi par le candidat pour aborder le sujet.

On attend du candidat qu'il fasse preuve d'une bonne compréhension physique de la situation présentée, qu'il soit capable de la modéliser en ayant conscience des ordres de grandeur en jeu et des approximations et raccourcis de modélisation qui peuvent éventuellement être faits. On attend de lui également qu'il maîtrise les éléments de cours nécessaires à la modélisation et à la résolution de l'exercice, et qu'il fasse preuve d'un savoir et d'une maîtrise technique mathématique et d'un recul suffisant pour aborder avec succès le problème posé.

Commentaires

- Il ne s'agit pas d'une course de vitesse. On donne aux candidats le temps de réfléchir, et le jury leur conseille de le faire, en particulier en début d'épreuve. Si le candidat ne voit pas d'emblée le bon chemin à prendre, est valorisée une attitude où il expose une piste qu'il pense correcte tout en explicitant par exemple les obstacles qu'il peut y trouver.
- La capacité d'un candidat à progresser dans la résolution, à faire preuve d'initiative, à ne pas se borner à ce qui est demandé initialement, quand il est clair que l'exercice ne s'y résume pas, est valorisée.
- Certains sujets peuvent être présentés sous une forme a priori très éloignée de ce qui est fait en cours. Il s'agit alors de ne pas paniquer, de garder du bon sens et d'essayer de se raccrocher à ce qui est connu.
- L'épreuve est un dialogue avec le jury, ce qui ne signifie pas qu'il soit souhaitable que le candidat dise tout ce qui lui passe par la tête en essayant d'analyser les réactions du jury pour en tirer des informations. Un certain nombre de candidats ont eu cette attitude pour laquelle le jury s'efforce de rester impassible. Elle fut sanctionnée *in fine*.

- Trop souvent le cours n'est pas suffisamment maîtrisé et les candidats perdent du temps. Le jury pourra guider les candidats dans les parties les plus difficiles, il ne le fera pas s'il s'agit du cours. On attend aussi du candidat qu'il sache étendre et extrapoler ce qu'il a vu en cours à des situations un peu différentes ou se rendre compte rapidement qu'il faut aller au-delà du cours pour résoudre un problème spécifique.
- Beaucoup de candidats manquent de rigueur (et de courage) dans la mise en équation d'un problème. Il ne suffit pas d'avoir l'intuition de la solution, encore faut-il la formaliser. Nous avons vu plusieurs candidats avoir une bonne intuition et compréhension physique de la situation proposée, mais incapables de résoudre le problème par manque de rigueur mathématique, par exemple en mélangeant les notations, les directions de vecteurs, les signes de produits scalaires, le signe de l'énergie potentielle d'un mouvement à forces centrales, en écrivant des formules qui ne sont pas homogènes sans être capables de s'en rendre compte...
- Certains candidats ont fait preuve d'une surprenante faiblesse dans la maîtrise d'outils mathématiques élémentaires. On a vu par exemple des candidats ne pas savoir tracer les courbes de fonctions élémentaires telles que la fonction $1/x$, confondre produit vectoriel et produit scalaire, ne pas savoir manipuler correctement des infiniments petits, ne pas savoir garder tous les termes importants dans un développement limité au second ordre ou encore manipuler une fonction de plusieurs variables. Un candidat ne savait pas la surface d'une sphère, a entrepris de la calculer et s'est trompé dans ce calcul sans s'en rendre compte.
- Dans le champ de la physique, nous avons aussi relevé des ignorances coupables pour qui veut réussir le concours. Par exemple, il y a souvent beaucoup de confusion sur la relation entre forces et énergies, certains candidats semblant découvrir lors d'un calcul que l'intégration des équations du mouvement de la mécanique donne une équation de conservation de l'énergie (dans les cas où il y a conservation). On a vu aussi des candidats ne pas savoir écrire ni expliquer une équation d'onde, ou confondre quantité de mouvement et moment cinétique.
- Certains sujets peuvent être introduits par une question relevant plus de la culture générale que des programmes de physique (par exemple : *que connaissez-vous des accélérateurs de particules ?*). Il s'agit plus d'une introduction au sujet pour permettre au candidat de faire le lien entre l'exercice et ses connaissances ou son intuition que de tester le candidat. Cependant, il ne nous apparaît pas normal que certains candidats ignorent certains éléments très simples qui relèvent de la plus élémentaire culture scientifique. Un candidat par exemple ne savait pas que la Lune jouait un rôle important dans le phénomène des marées et n'avait pas connaissance (même approximative) de la période de révolution de la Lune autour de la Terre.
- Nous rappelons que les candidats peuvent être aussi interrogés sur le programme de sup (PCSI) ainsi que sur les a priori de ce programme.
- La note finale tient compte de la résolution de l'exercice mais aussi de façon très importante du comportement et du recul dont fait preuve le candidat. On s'efforce ainsi d'apprécier sa capacité à suivre ensuite des études supérieures du meilleur niveau et à faire preuve d'initiative et d'autonomie.

Exemples de sujet (on ne donne ici que le thème général du sujet, sans préciser les indications données au candidat, qui dépendent des initiatives du candidat)

- On veut déterminer la forme d'une planète homogène (de densité constante) et de masse fixée qui rend maximale la force gravitationnelle radiale exercée en un point donné de la surface de la planète (problème dit "du petit prince"). On commence par considérer une sphère homogène

d'axe z de rayon R , de masse M . On enlève ensuite un volume sphérique de rayon $\epsilon \ll R$, entièrement intérieur à la sphère, centré sur un point de l'axe z en un point arbitraire (que l'on précisera). Comparer la force à la surface de la sphère à celle d'une sphère pleine de même masse. La suite de l'exercice consiste à résoudre le problème ou proposer des pistes de résolution. Cet exercice est très peu technique et fait appel au sens physique du candidat.

- Focalisation forte dans un accélérateur de particule : l'objectif de ce sujet était de montrer qu'il est possible de confiner un faisceau de particule en le faisant passer dans des gradients de champ magnétique alternés, et ce même s'il y a une force répulsive entre les particules. Il était demandé en première partie de calculer l'ordre de grandeur de cette force répulsive.