

Banque PC inter-ENS – Session 2025

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. 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.
- 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).
- Nous rappelons que les candidats peuvent être aussi interrogés sur le programme de sup (PCSI) ainsi que sur les a priori de ce programme. Par exemple, plusieurs candidats n'ont pas su recalculer les niveaux d'énergie d'un atome d'hydrogène l'aide du modèle de Bohr.
- 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)

- **Balles rebondissantes**

On considère deux balles rebondissantes alignées verticalement l'une au dessus de l'autre et lâchées au dessus du sol (supposé horizontal) à une hauteur d'environ 20 cm. Des capteurs piezo-électriques permettent de mesurer les forces exercées en fonction du temps à la surface de chaque balle, sur la verticale et sur la partie de la surface orientée vers le sol. Une figure est donnée indiquant les forces mesurées et le résultat des mesures. Cette figure montre un profil sinusoïdal, un décalage temporel entre les deux capteurs, et plusieurs rebonds. Il s'agit d'expliquer le résultat des mesures.

Cet exercice a été très mal réussi, les candidats ayant eu beaucoup de difficulté à traiter le problème du simple choc entre deux balles et en particulier à utiliser la conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement, à la grande surprise du jury. L'explication des chocs multiples et celle du profil des courbes de mesures de force n'ont quasiment pas été abordées.

- **Réflexion spéculaire des neutrons (exercice pour les PCs)**

On donne au candidat une reproduction de la figure 3 et de la figure 6 de l'article suivant : The application of the specular reflection of neutrons to the study of surfaces and interfaces, J. Phys. : Condens. Matter 2 (1990) 1369-1412. On donne alors comme consigne : *Voici le schema d'une expérience effectuée avec un faisceau de neutrons produit par un réacteur nucléaire. Les neutrons arrivent de la droite : au début il y a un chopper mécanique qui va créer un paquet de neutrons, ensuite un ensemble d'éléments pour diriger et préparer un faisceau de neutrons parallèle. Ce faisceau est dirigé sur une surface (ici du verre) puis arrive sur un détecteur. Pour chaque neutron détecté, on peut mesurer sa vitesse en regardant le temps de propagation par rapport au pulse initial. On mesure le taux de réflexion en fonction de la vitesse. Comment interpréter cette courbe ?*

Nous avons guidé les candidats vers une étude classique énergétique puis vers l'étude de la réflexion quantique sur une barrière de potentiel.

- **Lame semi-réfléchissante**

Dans un interféromètre optique, on utilise une lame semi-réfléchissante. Celle-ci consiste en une fine couche de métal. Quelle épaisseur faut-il utiliser pour avoir une lame qui réfléchit 50% de la lumière ? Quelles sont les pertes ?