Banque MP inter-ENS 2025 Rapport relatif à l'épreuve orale de physique

• Écoles partageant cette épreuve : ENS PARIS-SACLAY, ENS RENNES, ENS DE LYON

• Coefficients (en pourcentage du total des points de chaque concours) :

★ ENS Paris-Saclay Concours MP Option MP: 11,5 %

Concours MP Option MPI : 11,5 %

 \star ENS Rennes Concours MP Option MP : 11,5 %

Concours MP Option MPI : 11,5 %

* ENS Lyon Concours MP Option MP : 10,8 %

• Membres du jury:, M. Castelnovo, M. Combes, J. Errami, M. Viallet

Note: Dans un souci d'alléger le texte, et sans aucune discrimination de genre, l'emploi du genre masculin est utilisé à titre épicène.

1 Présentation générale de l'épreuve

Objectif de l'épreuve : le but de cet oral de physique est de sélectionner les candidates et candidates susceptibles de suivre les enseignements dispensés dans les différents parcours de sciences fondamentales des Écoles Normales Supérieures. L'expérience montre que ces candidates et candidates sont celles et ceux qui réunissent les compétences suivantes :

- une excellente connaissance du contenu disciplinaire développé pendant le cursus de CPGE, dans les limites du programme, en particulier des énoncés des "principes fondamentaux", des résultats dérivés, mais également des domaines de validité;
- une capacité de modélisation, avec l'identification des éléments clefs d'une situation réelle;
- une stratégie de résolution, s'appuyant sur les propriétés physiques de la modélisation envisagée;
- une analyse critique des résultats obtenus, que ce soit bien évidemment ceux concernant les aspects dimensionnels, mais également leur pertinence dans le contexte considéré.

À titre d'illustration, un exemple concret est donné dans le paragraphe suivant.

Format : le format de l'épreuve est un oral de 45 minutes sans préparation. Après avoir pris le temps de s'imprégner de son sujet, la candidate ou la candidat expose sa démarche en direct devant le jury. Il est important de souligner qu'il s'agit d'une épreuve orale, et que la candidate ou la candidat en est l'actrice ou l'acteur principal. C'est donc à travers la discussion qui s'établit entre elle ou lui et le jury qu'il peut développer son raisonnement, et éventuellement le modifier en suivant les suggestions qui pourront lui être données.

La candidate ou la candidat ne doit pas être surpris si le jury s'écarte volontairement du sujet en fonction du dialogue installé, afin d'évaluer ses connaissances en Sciences Physiques.

Le fait de ne pas aboutir à la résolution complète de l'exercice au terme des 45 minutes imparties n'empêche en rien le jury d'évaluer les compétences qui auront été mobilisées par la candidate ou la candidat.

Jeu du concours : le jury est parfaitement conscient du caractère déstabilisant que peut avoir cette épreuve, comparée à d'autres oraux plus standardisés, et être la source d'une certaine acrimonie de la part de certaines candidates et certains candidates, déçus de leur prestation. Il est donc important que la candidate ou la candidat partage assez rapidement son raisonement afin que le dialogue s'installe avec le jury. Enfin, il est rappelé que cette épreuve se déroule dans le cadre d'un concours, que les candidates et candidats admissibles ont déjà fait preuve d'un certain niveau de compétence, et que l'objectif des oraux est donc in fine de classer des candidates et candidats.

2 Exemple d'exercice

L'objectif de cet exercice est de faire un blian énergétique sur un cylindre conducteur en rotation uniforme et soumis à un champ magnétostatique uniforme. La loi d'Ohm locale pour un conducteur en mouvement est donnée. On négligera le champ magnétique créé par le conducteur lui même.

— Dans un premier temps, on peut s'intéresser au champ magnétostatique crée par un cylindre en rotation uniforme qui porterait une densité volumique de charge ρ uniforme, en négligeant les effets de bord. En général, l'analogie avec un solénoïde n'est pas immédiate pour les candidates et candidats, qui sont pourtant incités à utiliser les méthodes du cours sur des problèmes inconnus.

- Tout l'intérêt de ce problème est d'étudier le régime transitoire. Afin de déterminer la puissance des forces de Laplace, les candidates et candidates ont bien vu qu'il était nécessaire de déterminer le champ électrique \vec{E} qui apparait dans le cylindre. Une discussion devait être menée pour arriver à la conclusion que lorsque le cylindre se met en mouvement, il va apparaître un densité volumique de charge $\rho(M,t)$.
- Avec l'équation de conservation de la charge, on peut établir une equation différentielle vérifiée par la densité volumique de charge $\rho(M,t)$ et la résoudre.
- Avec l'équation de M-G, on peut alors déterminer le champ électrique \vec{E} . On comprend alors, qu'en régime permanent, la densité volumique de courant s'annule.
- L'expression élémentaire des forces de Laplace s'exerçant sur un circuit filiforme étant connue, on demande d'en déduire l'expression pour un circuit parcouru par une densité volumique de courant (analyse dimensionnelle uniquement).
- On peut alors calculer le travail total des forces de Laplace.
- On peut enfin faire une discussion sur l'énergie en déterminant l'énergie électrique W_e et l'énergie dissipée par effet joule W_i .

3 Remarques particulières

Sont rassemblées ci-dessous des remarques relevées de manière récurrente par les différents interrogateurs et interrogatrices;

- il est essentiel d'étudier les symétries d'un système avant de proposer une résolution de l'exercice;
- il ne suffit pas de connaître les théorèmes et résultats du cours, encore faut-il pouvoir énoncer et comprendre les hypothèses d'application de ceux-ci; un exemple flagrant rencontré cette année est le théorème d'Ampère.;
- la définition du référentiel considéré et la discussion de son caractère inertiel ou non dans les problèmes de mécanique ne constituent pas, pour un nombre important de candidates et candidates, l'étape 0 de leur raisonnement; de grossières erreurs s'en suivent;
- dans un problème de mécanique qui se ramène à l'étude d'un mouvement à un seul degré de liberté effectif, les conséquences en terme de trajectoire de la courbe $E_{\text{pot}}^{\text{eff}} = E_{\text{pot}}^{\text{eff}}(r)$ laissent souvent à désirer, tout particulièrement lorsque le potentiel considéré n'est pas coulombien / newtonien;
- Même s'il peut être intéressant de connaitre l'équation de diffusion, il faut surtout être capable de faire un bilan thermique associé au premier principe, notamment lorsque d'autres transferts thermiques apparaissent dans le problème : transfert conducto-convectif, effet joule, système ouvert, géométries cylindrique ou sphérique...
- en thermonynamique, les candidates et candidates sont très souvent mal à l'aise avec les concepts physiques et le calcul différentiel,
- en optique, même si le théorème de Malus est connu, son intérêt pour l'invariance de chemin optique entre deux surfaces d'ondes n'est pas maitrisé.