
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

Les candidats diffèrent grandement quant à la méthode employée pour résoudre les problèmes qui leur sont proposés. Certains n'hésitent pas à développer une réflexion personnelle assurée tandis que d'autres se cantonnent dans un prêt-à-penser de recettes dont le domaine d'application n'est pas toujours bien circonscrit. Croire qu'on peut réussir à l'oral au moyen du deuxième type de méthode, c'est faire preuve de méconnaissance quant à l'esprit des Ecoles normales supérieures. De manière plus générale, il faut adapter la réflexion au problème posé et non l'inverse : il importe donc de ne pas analyser trop hâtivement le problème posé, afin d'élaborer une méthode de résolution adéquate. L'examineur attend du candidat un exposé de sa stratégie de résolution du problème qui lui est proposé, et non pas que le candidat lance quelques idées en l'air ou écrive au tableau quelques formules qu'il croit pertinentes, en scrutant la réaction de l'examineur. La stratégie doit faire état de la compréhension qu'a le candidat du système ou du phénomène physique concerné. Il est bien naturel que cette compréhension ne soit pas complète en début d'épreuve et le candidat n'a pas à le dissimuler. Rappelons aussi que le candidat doit répondre aux questions de l'examineur et ne pas y substituer celles qu'il se pose et/ou celles auxquelles il sait répondre.

La physique n'est pas une branche de la logique. Certains candidats transforment un exercice en un jeu de piste d'*hypothèses* dont on infère une conclusion. Ces hypothèses sont parfois incongrues au regard du système physique étudié et l'irréalisme de la conclusion qui en découle peut passer inaperçu du candidat. Une conclusion logiquement déduite n'intéresse pas le physicien si le lien avec la réalité physique a été perdu. Il convient en fait de faire des *approximations* suggérées par la nature du système, par la compréhension du ou des phénomènes dont le système est le siège, et enfin par la tractabilité du problème mathématique auquel on réduit le problème physique. Une équation aux dérivées partielles exacte est très souvent de moindre intérêt que la solution littérale d'une équation différentielle ordinaire approchée.

S'il est important de connaître le cours, il est tout aussi important de l'avoir compris assez bien pour le mettre en oeuvre quand un problème de physique se présente d'une manière différente de celle dont on a l'habitude. Nous avons observé que certains candidats font appel à leur mémoire des résultats du cours sans être en mesure de restituer l'articulation de ces résultats. Ces candidats sont alors peu capables d'adapter ces résultats à une situation différente de celle vue en cours, voire même de répondre à une question d'intelligence du cours.

La durée de l'épreuve est de 45 minutes. Sans vouloir évaluer un candidat à l'aune de sa seule vitesse d'exécution, il faut qu'il soit conscient que la première question de l'exercice, étant généralement un prélude à d'autres, doit être traitée en un temps sensiblement inférieur à 45 mn. Le candidat doit savoir qu'ils ne sera pas jugé sur la résolution d'une question préliminaire. Certains candidats tendent à y consacrer trop de temps et/ou à y apporter une réponse compliquée, alors que l'objectif du physicien est d'avoir la réponse la plus simple

possible à une question donnée. La rapidité, en particulier conceptuelle, est un facteur qui départage grandement les candidats. Corrélativement, certains candidats font une distinction claire entre l'essentiel et l'accessoire et optimisent ainsi la résolution de l'exercice, tandis que d'autres dépensent un temps précieux dans des détails inessentiels (par exemple, dans des gadgets mathématiques) qui ne leur rapporteront aucun point et risquent de surcroît d'obscurcir la physique du phénomène étudié.

Le jury apprécie que le candidat connaisse les ordres de grandeur relatifs à des objets ou des effets rencontrés dans la vie courante. Cela permet aussi au candidat de détecter une erreur de calcul littéral ou numérique, ou même une faute de raisonnement.

Mécanique. La dynamique des objets en rotation est sensiblement moins bien appréhendée que celle des objets en translation. Comme les années précédentes, le théorème de l'énergie cinétique est sous-utilisé, comme si, dans l'esprit de certains candidats, il était perçu comme moins fiable que les théorèmes relatifs au torseur cinétique. D'un autre côté, le théorème de l'énergie cinétique est parfois utilisé à mauvais escient, quand le mouvement est dissipatif.

Statique des fluides. Si l'expression formelle de la poussée d'Archimède est connue, en revanche son origine physique (à savoir le gradient de la pression) est inconnue de la plupart des candidats. Faute d'avoir une compréhension physique du phénomène, ils ne savent alors plus dans quelles circonstances ils peuvent employer l'expression de cette poussée.

Thermodynamique. La notion d'entropie échangée entre deux sous-systèmes est souvent confuse : le candidat ne sait pas dire dans quel sous-système l'entropie croît ou, de manière apparentée, s'il calcule la variation ou la diminution de l'entropie. Un candidat a même associé un échange d'entropie à un travail. Il est préférable de se limiter à la notion de variation d'entropie.

Electrocinétique. La notion de « bon » conducteur électrique, dont l'exemple classique est le cuivre, est souvent mal comprise. De nombreux candidats semblent considérer que c'est une question de champ électrique alors qu'en réalité c'est une question de conductivité. Un candidat pourra affirmer, d'une part, que dans un bon conducteur le champ électrique est nul et, d'autre part, que c'est ce champ électrique nul qui met en mouvement les charges mobiles du conducteur. Il considère ainsi la densité de courant électrique comme une forme indéterminée et ne voit pas le rôle de l'effet Joule dans la limitation du champ à des valeurs faibles. On entend aussi parfois l'affirmation que le champ électrique est nul parce qu'un conducteur est « par définition » équipotentiel ou « à l'équilibre ». Il s'agit alors d'une confusion entre l'électrocinétique et l'électrostatique.

Electromagnétisme. Le jury attend du candidat qu'il sache que la famille des ondes électromagnétiques ne se limite pas à la lumière, mais comprend aussi les ondes radio, les microondes, le rayonnement gamma... Le candidat doit aussi avoir conscience de la relation existant entre l'électromagnétisme et l'optique physique. Les ondes planes monochromatiques polarisées doivent être maîtrisées, et en particulier le lien entre la polarisation de l'onde et la nature vectorielle transversale du champ électrique. S'agissant de la réflexion d'une telle onde arrivant normalement sur un demi-espace métallique, le résultat est à peu près su mais sa justification est souvent lacunaire. Enfin, le candidat doit savoir exposer clairement le rôle de la cohérence temporelle dans l'obtention d'interférences.

Circuits électriques. Le comportement des dipôles élémentaires (R , L ou C) en régime autre que sinusoïdal forcé suscite des réactions très variées. Nous attendons des candidats qu'ils sachent justifier physiquement la condition de continuité de la tension ou de l'intensité.

Thermique. Une amélioration est constatée dans les bilans énergétiques en thermique. Toutefois, l'application formelle du premier principe de la thermodynamique, envisagé comme un automatisme intellectuel, entraîne régulièrement une confusion entre chaleur dégagée et travail, et une erreur sur le sens d'un échange énergétique. De manière apparentée, on observe parfois une confusion entre la *production* de chaleur (par réaction chimique, par effet Joule ou autre) et le *transfert* de chaleur (par conduction, convection ou rayonnement). Enfin, comme en thermodynamique, la notion d'échauffement est ambivalente, désignant alternativement ou simultanément la production de chaleur et l'élévation de température.