

Épreuve orale de Physique, Filière MP

Rapport de MM. Arezki BOUDAUD et Jacques MARTEAU,
examineurs.

Environ 410 candidats et candidates ont été examinés à l'épreuve orale de physique. Cette épreuve de 50 minutes consiste à travailler à la résolution d'un ou deux exercices, sans préparation préalable.

Les notes des candidats français se répartissent selon le tableau suivant :

| | | |
|---------------------|-----|-------|
| $0 \leq N < 4$ | 0 | 0,0% |
| $4 \leq N < 8$ | 31 | 9,5% |
| $8 \leq N < 12$ | 117 | 35,7% |
| $12 \leq N < 16$ | 149 | 45,4% |
| $16 \leq N \leq 20$ | 31 | 9,5% |
| Total | 328 | 100 % |
| Note moyenne 11,93 | | |
| Écart-type : 3,07 | | |

Remarques générales

De façon générale, les exercices proposés sont de résolution difficile et testent une compréhension fine du cours. Une bonne planche ne se limite pas à mener un calcul à bout ; en fait, on attend de l'élève une réflexion critique sur la formulation du problème et le choix de la méthode, des approximations justifiées, si besoin, et une discussion des résultats obtenus. Un dialogue, mené par l'élève, peut s'instaurer avec l'examineur qui peut donner des indications pour le faire progresser dans la voie choisie, selon la difficulté de l'exercice. Peu de planches répondant à ces critères, des conseils généraux aux candidats sont donnés ci-dessous. Des commentaires plus précis concernant différentes parties du programme figurent ci-après.

Les exercices proposés à la marge du programme font l'objet d'un accompagnement spécifique par l'examineur et dans ce cas sont appréciés en particulier l'esprit d'initiative et d'induction du candidat. En aucun cas il ne sera demandé au candidat un résultat hors-programme, sauf si ce dernier est avancé par le candidat lui-même. Dans ce cas le candidat doit s'attendre à devoir démontrer son résultat et surtout à justifier son utilisation. En cas de non-compréhension manifeste de ce résultat hors-programme la note du candidat peut s'en ressentir.

En premier lieu, il faut prendre un temps de réflexion avant de commencer l'exercice. Malheureusement, trop de candidats se lancent dans des calculs compliqués qui leur font perdre du temps. Cette réflexion initiale doit permettre de formuler le problème, de choisir une méthode de résolution appropriée et d'envisager des cas limites ou des approximations adaptées. En particulier, il est très utile de compter le nombre d'inconnues et d'équations, afin de s'assurer que la formulation est complète.

Lors de calculs, il convient encore de ne pas confondre rapidité et précipitation : sauter des étapes intermédiaires est souvent source d'erreurs qui sont difficiles à corriger. Il est important de prendre du recul par rapport aux calculs : des raisonnements physiques simples ou l'étude de cas limites permettent de corriger des erreurs manifestes. À ce propos, on ne devrait pas retrouver, à ce niveau du concours, des égalités entre scalaires, vecteurs, et éléments différentiels (infinitésimaux). Il est également important de penser à vérifier l'homogénéité des résultats et surtout d'en tirer les conclusions qui s'imposent.

La discussion physique des résultats obtenus est une partie très importante de la planche. En fait, un calcul a peu d'utilité sans être mis en relation avec l'expérience, par une application numérique, ou par une discussion qualitative, tout en étudiant la validité des approximations faites antérieurement ; il est souhaitable de tracer des courbes correspondant au calcul et d'étudier les différents cas possibles, pour parvenir à une compréhension physique du problème posé.

Électrocinétique-Électromagnétisme

Le décompte de nombre d'inconnues et d'équations est particulièrement défaillant en ce qui concerne les circuits électriques. Il est inutile de faire intervenir le courant de sortie d'un amplificateur idéal, sans parler des élèves qui oublient qu'il existe.

Le théorème de Millman permet très souvent de simplifier la résolution du problème mais les conditions de son application ne sont pas toujours respectées, en particulier en présence de sources de courants dans le circuit. Dans ce domaine de nombreuses planches médiocres sont à déplorer sur des exercices qui ne présentent pas de difficultés théoriques majeures.

Une analyse des comportements « limites » d'un circuit (très basse ou très haute fréquence) est en général bien appréciée et permet de mettre en avant les connaissances du candidat en électrocinétique.

Les questions sur la référence des potentiels électrostatiques en présence de conducteurs parfaits donnent souvent lieu à des réponses imprécises ou erronées.

Il est appréciable de pouvoir donner une signification simple aux opérateurs d'analyse vectorielle (divergence, rotationnel etc). Les conditions d'utilisation et d'application de ces

derniers conduisent très fréquemment à des aberrations et à des calculs compliqués dans lesquels le candidat ne parvient pas à mettre en valeur sa compréhension du problème. Il est primordial de pouvoir sortir une analyse post calculatoire en électromagnétisme.

Optique

L'optique géométrique est trop souvent délaissée par les candidats et le jury s'étonne des mauvaises planches réalisées sur des problèmes élémentaires faisant par exemple intervenir un petit nombre de lentilles. La méconnaissance de la géométrie élémentaire nuit à la résolution d'exercices d'optiques. En particulier, il faut apprendre à « voir » en dehors du plan de la figure tracée sur le tableau, qui donne lieu à des erreurs de raisonnement dès que la troisième dimension est en jeu.

Les théorèmes généraux de l'optique dite « physique » ou géométrique (principe de Huygens-Fresnel, formule générique des interférences, énoncé des conditions de Gauss) sont souvent incomplètement sus et/ou appliqués, ce qui conduit à des impasses pour la résolution. La plupart des énoncés ont des supports « visuels » qui font référence à des résultats de TP qu'il est bon de pouvoir resituer dans le contexte de la résolution de la planche.

Mécanique

On pourrait croire que le côté formel de la Mécanique conviendrait aux élèves de la filière MP, mais l'on constate un grand manque de rigueur. Les relations entre les différents principes semblent méconnues, conservation de l'énergie mécanique et principe fondamental de la dynamique, par exemple ; il est souvent inutile de dériver par rapport au temps une intégrale première du mouvement. De nombreux candidats se compliquent la planche par l'adoption d'un système de coordonnées peu adapté au problème. L'exploitation des symétries du problème est très appréciable.

Les lois de Coulomb sont formulées de manière incomplète ; ainsi, les candidats oublient de mentionner et d'utiliser la condition sur le sens de la vitesse de glissement. Le jury est surpris de constater que certains problèmes élémentaires de mécanique du solide (mouvement d'un cylindre autour de son axe par exemple) ne sont pas maîtrisés par les candidats.

Il est également de son devoir de rappeler que les situations en mécanique du point ne sont pas hors-concours et donnent lieu à des interrogations. La remarque générale sur la réflexion préalable aux calculs est particulièrement pertinente en Mécanique. Il est important de bien choisir le système de coordonnées et les équations utilisées, pour éviter les complications inutiles.

Thermodynamique – Ondes

Une étape primordiale dans la résolution d'un problème de thermodynamique est la définition du système d'étude. Bien souvent les principes sont appliqués sans précision et des paradoxes apparents (comme une diminution d'entropie) semblent surprendre les candidats. L'utilisation du second principe sous la forme brute « échange+création » est souvent réductrice et n'apporte que rarement une vision claire du problème. Il est important de pouvoir faire un bilan entre états initial et final.

La notion d'équilibre thermodynamique semble mal comprise et est mal utilisée, alors qu'une mise en relation avec la thermochimie peut éclairer cette notion. On regrette les raisonnements farfelus auxquels les élèves font appel pour trouver des équations manquantes pour les exercices faisant intervenir des transformations entre états d'équilibre.

La notion de flux de chaleur est également mal comprise. Nombreux sont ceux qui redémontrent l'équation de la chaleur sans comprendre qu'ils font des bilans d'énergie sur des tranches élémentaires du milieu, ou qu'ils font des bilans de transferts thermiques sur des surfaces sans rapport entre elles.

Beaucoup de confusions ont été relevées entre les phénomènes de diffusion et les phénomènes de propagation du fait de la « ressemblance » mathématique des équations les régissant. Il est capital d'avoir assimilé les différences fondamentales entre ces phénomènes et leurs implications.