
EPREUVE ORALE DE PHYSIQUE

ENS : PARIS - LYON - CACHAN

Coefficients : PARIS MP 10 / MPI 20 LYON 4 CACHAN 3

MEMBRES DE JURYS : M.-C. ANGININ - WILLAIME, P. DAHOO, E. BRINGUIER

Généralités. L'épreuve commune de Physique dure 45 mn. Après l'exposé du sujet par l'examinateur, celui-ci attend du candidat une réflexion personnelle sur la situation physique concernée. Cette réflexion doit d'abord être qualitative si l'on veut sélectionner les équations pertinentes reliant les données du problème aux inconnues cherchées. Si une telle démarche est bien suivie par une partie des candidats, un trop grand nombre encore tend à écrire des équations avant même d'avoir un scénario qualitatif du phénomène. Même quand le candidat ne s'égare pas dans le déballage des formules, il en résulte une perte de temps pour arriver au résultat cherché.

Quoique l'oral soit public, nous n'avons recensé que 7 auditeurs sur 234 planches. C'est perdre une excellente occasion de connaître les types d'exercices proposés dans les concours et le genre des questions posées.

Pour résoudre certains problèmes de physique, il faut faire des hypothèses (sur le phénomène étudié) et/ou des approximations (dans le calcul de l'effet). Par exemple, pour déterminer la *masse volumique* atmosphérique en fonction de l'altitude, il faut faire l'*hypothèse* d'un équilibre global isotherme ou une autre hypothèse. En revanche, pour déterminer la *masse totale* de l'atmosphère terrestre, on recourt à l'*approximation* que la gravité varie peu sur l'épaisseur de l'atmosphère, elle-même très inférieure au rayon de la Terre (calcul de Blaise Pascal, 1648). Chez plusieurs candidats de niveau par ailleurs honorable, nous avons constaté que les notions d'hypothèse et d'approximation étaient interchangeables, ce qui dénote une incompréhension de la méthode scientifique surprenante à ce niveau.

L'examinateur se permettait parfois de demander des exemples de certains phénomènes physiques de la vie quotidienne, ou des ordres de grandeurs. Certaines réponses furent étonnantes : la craie ou un trou noir comme exemples de corps noir, 100 mètres-carrés pour la surface d'un corps humain, une énergie d'activation de 10^{-42} eV au niveau moléculaire (valeur dûment recalculée sur requête de l'examinateur), un atome de dimension 10^{-15} m...

L'épreuve de physique n'étant pas une épreuve de mathématiques, les calculs proposés sont en général simples. Cependant, leur résolution ne demande pas moins de rigueur que des calculs plus complexes. Il est étonnant de voir des candidats d'une filière mathématique se trouver incapables de résoudre une équation différentielle usuelle ou un système de trois équations linéaires à trois inconnues (voire deux), tout simplement parce qu'ils les ont abordés au jugé, sans démarche rigoureuse.

Quand les données d'un exercice sont fournies sous forme littérale et numérique, on attend la même chose des réponses. Une partie des candidats, toutefois, dédaigne les réponses numériques, qu'il faut réclamer énergiquement. Un tel désintérêt joue en défaveur du candidat. Quant aux conversions d'unités (par exemple, g en kg), leur oubli et la valeur numérique extravagante qui s'ensuit amènent certains candidats à condamner hâtivement la démarche qu'ils ont suivie plutôt que de refaire, autrement, le calcul numérique. Un effet pervers des grandes capacités des calculatrices actuelles

est visible chez beaucoup de candidats : ils ne cherchent plus à simplifier au maximum le calcul numérique à faire et ne le posent plus sur le tableau, mais se jettent sur leur calculatrice dès que possible. La conséquence en est simple : si le résultat obtenu est faux, ni le candidat ni l'examineur ne peut en trouver la cause et, bien sûr, l'examineur ne peut en rien aider le candidat à se rattrapper. Il est quand même bon de remarquer que presque tous les candidats étaient en possession de leur calculatrice pour l'épreuve, ce qui est un net progrès par rapport à l'an passé.

Les candidats maîtrisent très inégalement les dimensions des grandeurs physiques, en particulier quand il s'agit d'énergie. Si certains vérifient spontanément l'homogénéité de leurs formules littérales, sans même avoir rencontré de problème, d'autres n'y pensent pas alors même que le calcul numérique a produit une valeur invraisemblable.

Tout cela amène à une remarque sur la présentation du tableau. L'oral est un échange entre le candidat et l'examineur où la présentation des résultats sur le tableau tient une place non négligeable. Le tableau n'est donc pas un brouillon où l'on jette des équations incomplètes ou des valeurs sans signification au gré de ses réflexions.

Mécanique. La définition, au début du problème, du système étudié et du référentiel utilisé est encore rarement donnée. Trop de candidats ont appliqué la conservation de la quantité de mouvement comme si c'était un scalaire. Un certain nombre de vecteurs, comme la réaction du support, sont dessinés de façon complètement aléatoire d'un candidat à l'autre. Les effets de marée sont très mal connus. En règle générale, les candidats privilégient les méthodes fondées sur les forces et les moments, même quand le système est conservatif. Pourtant, la méthode énergétique permet souvent une analyse plus rapide et une vision plus globale.

Electromagnétisme. Ici aussi, les considérations énergétiques souffrent d'impopularité. Par ailleurs, on a parfois constaté des confusions entre la force magnétique de Lorentz (exercée par exemple sur un porteur) et la force magnétique de Laplace (exercée sur le réseau fixe traversé par des porteurs en mouvement). La notion de conducteur électrique, en tant que milieu possédant des charges électriques mobiles (porteurs), est très diversement comprise. Plusieurs candidats l'ont défini comme " un milieu où le champ électrique est nul ". Cela crée, entre autres, un blocage fatal quand le conducteur est le siège d'un phénomène d'induction. Enfin, l'interprétation physique des équations de Maxwell n'est pas toujours à la portée de tous les candidats.

Thermique. Le bilan des énergies reçues et cédées est souvent justifié au nom du premier principe de la thermodynamique. Cela procure rarement un éclairage vraiment utile et n'empêche pas d'identifier à tort une perte pour un gain ou inversement. Quand l'écriture automatique d'une " équation de la chaleur " s'avère insuffisante et qu'il faut revenir à la physique du transport de chaleur, on constate souvent un manque de sens concret de grandeurs comme le courant de chaleur. Quant au rayonnement thermique, son isotropie n'est pas un fait acquis pour tous, non plus que la distinction entre la densité d'énergie du rayonnement et l'émissivité du corps noir responsable de ce rayonnement.

Optique. La maîtrise de l'optique géométrique se limite à l'utilisation de formules très simples. Une discussion avec le candidat révèle généralement un manque de compréhension profond du sujet dont il parle. C'est encore pire en optique physique. Les expériences quotidiennes sur le sujet ne manquent pourtant pas !

Divers. Les équations d'hydrostatique sont rarement exploitées de façon rigoureuse en définissant les points où les calculs se font. Cela provoque des erreurs de raisonnement impardonnables. Un certain nombre de candidats ne savent travailler sur le gaz parfait que si on n'en a qu'une mole.

Pour terminer ce rapport destiné à informer non seulement les professeurs mais plus encore les futurs candidats sur ce que l'on attend d'eux, il faut ajouter que les examinateurs ont eu le plaisir d'écouter des candidats brillants à l'aise à la fois au tableau et oralement, possédant une bonne méthodologie et qui suivent une démarche scientifique, plutôt que des voies approximatives, pour aborder les problèmes qui leur ont été soumis.