

EPREUVE ORALE DE PHYSIQUE

ENS : PARIS LYON CACHAN

Coefficients : PARIS MP : 10/MPI : 20/INFO : 4

LYON : 04

CACHAN : 3

MEMBRES DE JURYS : Marie-Christine Angonin, Pierre Dahoo, Eric Bringuier

Généralités. L'épreuve commune de Physique dure 45 mn. Les examinateurs étant les mêmes que l'an passé, le principe de l'épreuve est le même que celui exposé dans le rapport 2003. Les remarques générales de ce précédent rapport sont ainsi un préliminaire à celui-ci. En particulier, nous déplorons encore le très petit nombre d'auditeurs libres à l'épreuve orale (7 auditeurs pour 253 candidats).

Comme chaque année, les examinateurs ont rencontré quelques excellents candidats d'origines variées avec lesquels l'épreuve devient une discussion très intéressante. Toutefois, l'écart entre ceux-ci et les candidats les moins à l'aise en physique semble s'être creusé. Les examinateurs ont remarqué l'existence de deux populations assez distinctes de candidats : l'une ayant le temps de résoudre à peu près deux fois plus de questions que l'autre. Notons que les membres du jury ont été confrontés à quelques candidats incapables d'appréhender un problème de physique malgré une forte participation de l'examinateur. Par ailleurs, certains candidats se contentent de résoudre oralement un problème physique et proposent des solutions qu'ils sont prêts à admettre sans chercher à vérifier par une modélisation appropriée la véracité de leurs affirmations. Dans la plupart des planches d'oral, il incombe au candidat de choisir une méthode de résolution de l'exercice qui lui est soumis, de la mettre en œuvre de manière lucide et cohérente, et le cas échéant d'en proposer une autre si elle n'aboutit pas. Demander à l'examinateur si la méthode choisie est bonne, ou questionner l'examinateur sur la véracité des résultats intermédiaires obtenus, ne peut que desservir le candidat. En revanche, identifier clairement les raisons de l'échec d'une méthode joue en faveur du candidat.

En dehors de ce point, il n'y a pas d'évolution notable des candidats en un an. Les constats sont toujours les mêmes sur la présentation au tableau, l'écriture peu lisible, des explications marmonnées lorsque le candidat n'est pas sûr de ce qu'il avance, les lacunes en culture générale et en sens physique de base et les difficultés en calcul. Contrairement à l'an passé, un nombre important de candidats se sont permis de venir en interrogation de physique sans leur calculatrice. L'examinateur pouvait certes prêter sa propre calculatrice, mais alors le candidat perdait un temps précieux pour apprendre à s'en servir. On ne répétera jamais assez que la physique est une science appliquée et que les applications numériques sont partie intégrante de beaucoup d'exercices avec un poids non négligeable par rapport à l'expression littérale. Quand l'énoncé comporte les données sous forme littérale et numérique, c'est qu'on attend un résultat numérique en sus du raisonnement qualitatif et du résultat littéral. L'examinateur n'a pas à réclamer le résultat numérique une fois que la formule littérale a été obtenue. Enfin, les candidats doivent aussi être capables d'exploiter des mesures et de raisonner sur des courbes dont les axes ont des échelles logarithmiques.

La qualité de la réflexion physique des candidats est très variable. Les exemples suivants illustreront plus précisément notre propos.

* Obtenir le résultat correct du calcul ne suffit pas : il est nécessaire de dégager son sens physique. Par exemple, si l'on trouve une réaction normale de support susceptible de s'annuler, il faut signaler que le solide quittera le

support à ce moment.

* Une première appréhension de la signification d'une grandeur physique est fournie par sa dimension, en pratique son unité SI. Interrogés sur l'unité des grandeurs qu'ils manipulent, les candidats tardent parfois à l'exprimer, même quand il s'agit de grandeurs tout-à-fait concrètes en joule, en watt/m², etc. Cela trahit souvent un manque de conscience physique de ces grandeurs et, par extension, du problème à résoudre. A l'extrême, la distinction entre grandeurs dimensionnées et nombres purs ne revêt aux yeux de certains candidats qu'une importance tertiaire.

* Les programmes actuels insistent sur le rôle de la modélisation d'un système ou d'un phénomène physique. Si beaucoup de candidats sont prompts à accuser la modélisation de l'énoncé quand ils ont obtenu un résultat peu vraisemblable, peu de candidats en revanche procèdent d'eux-mêmes à la modélisation du problème qui leur est soumis. La modélisation semble relever du discours (parfois de la langue de bois) plutôt que de la pratique. Prenons l'exemple d'un faisceau laser de largeur $w = 40$ mm qui tombe sur une plaque métallique d'extension latérale beaucoup plus grande et d'épaisseur $d = 1$ mm. Quand bien même le problème serait tractable, il est incongru de chercher une distribution stationnaire de la température atteinte de la forme $T(x, y, z)$; la modélisation pertinente consiste à chercher une fonction $T(x, y)$. Cette modélisation ne consiste pas, pour autant, à poser $d = 0$ comme le font certains candidats, car cela supprime alors la conduction thermique dans la plaque et donne une solution irréaliste au problème physique qu'on veut étudier. Pour modéliser sans dénaturer, une réflexion physique préalable au calcul est indispensable, qui ne peut être superficielle.

Mécanique. L'expression de l'accélération en coordonnées cylindriques ou sphériques est parfois un problème à part entière. Pour appréhender un problème de mécanique, les candidats sont assez désarmés pour choisir entre des considérations énergétiques et/ou des égalités concernant des forces ou des moments. Quand un système mécanique (ou autre) n'a qu'un degré de liberté, les considérations d'énergie permettent généralement d'obtenir le résultat beaucoup plus vite, surtout quand le système est conservatif. Pourtant, dans la plupart des cas, le candidat préfère les deux équations vectorielles de la résultante dynamique et du moment cinétique à l'équation scalaire fournie par la conservation ou la variation de l'énergie.

Quand les candidats ne savent pas utiliser dans leur globalité les équations qu'ils ont à leur disposition, ils se noient dans des calculs inutiles qui bien souvent tournent en rond. Le théorème de Gauss appliqué à la gravitation présente une difficulté notable.

Electromagnétisme. Les formules concernant les dipôles électriques ou magnétiques ont généralement connues, mais les candidats ne savent pas s'il s'agit de coordonnées cylindriques ou sphériques, ce qui pose quelques problèmes pour la suite de l'exercice. Outre les confusions inquiétantes entre des coordonnées cylindriques et sphériques, nous avons noté que les propriétés de symétries sont assez souvent sous-exploitées. Enfin, une bonne partie des candidats a une conception abstraite de ce qu'est un conducteur électrique, en le définissant par exemple comme étant " un milieu qui obéit à l'équation $\mathbf{j} = \gamma \mathbf{E}$ ".

Thermodynamique et Thermique. Les transformations simples d'un gaz parfait sont méconnues. Bien des candidats se prennent à douter de la validité de l'équation d'état du gaz parfait dans des conditions proches des conditions standard de température et de pression. Les bilans énergétiques sont souvent laborieux. L'application du second principe de la thermodynamique pose encore problème et les transformations adiabatiques ne sont pas toujours bien traitées. En particulier, et compte tenu de la part de la thermique dans les actuels programmes MP, il n'est pas acceptable d'entendre dire que " dans une transformation adiabatique, on peut négliger la variation de température ".

Les bilans thermiques posent assez souvent problème : le candidat ne sait pas quel flux de chaleur doit être compté positivement, ou il tient compte d'un apport de chaleur hors du volume de contrôle considéré, etc. L'idée d'une conservation ou d'une évolution *locale* de l'énergie thermique n'est pas toujours perçue. Parfois, le candidat est gêné par la terminologie. Ainsi, le terme de *flux* est ambivalent, désignant parfois la densité de courant thermique (en watt/m²), parfois son flux au sens mathématique usuel de la théorie des champs, à savoir le courant de chaleur (en watt). De même, l'adjectif " conducto-convectif " relève souvent de la langue de bois et n'aide pas à prendre conscience du processus (idéalisé) de transport de chaleur considéré. Quant au transport de chaleur par rayonnement (" corps noir "), il est trop souvent appréhendé d'une manière thermodynamique assez formelle qui handicape l'analyse physique de cas concrets. Des confusions ont été notées entre " système à l'équilibre " et " régime stationnaire ", qui résultent parfois d'une terminologie inadéquate. Enfin, certains candidats ne savaient pas, pour un problème donné, s'il fallait considérer des phénomènes de transport de chaleur par conduction ou convection ou des phénomènes de rayonnement. Les formules de base du rayonnement d'un corps noir semblent assez bien connues, mais leur mauvaise utilisation montre un manque de compréhension ; notamment, les problèmes d'homogénéité dans l'expression d'une puissance rayonnée

et d'isotropie du rayonnement sont toujours très présents.

Optique. Dans l'ensemble les candidats maîtrisent assez bien l'optique qui est souvent traitée dans un problème de diffraction ou d'interférences. Le principe d'Huyghens et Fresnel est approximatif dans son énoncé mais l'application de la formule permettant de calculer une figure de diffraction est bien maîtrisée.

Divers. La statique des fluides est très inégalement comprise. La validité de l'équation $-\mathbf{grad} p + \rho \mathbf{g} = 0$ en géométrie cylindrique ou sphérique échappe à une partie des candidats qui ajoutent les forces pressantes sans tenir compte de leur caractère vectoriel. Il arrive aussi que des candidats transposent sans réflexion critique leurs habitudes de pensée héritées de la statique des solides.

Nous avons écrit ce rapport pour que les futurs candidats soient mieux préparés à l'épreuve orale. Même si des candidats sont exempts des carences indiquées ici, leur recensement explicite ne pourra que les aider à les éviter et à savoir ce qui est attendu d'eux.