

Banque MP inter-Ens – Session 2018
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 : 11,54 %
 - * Concours MP Option MPI : 11,54 %
 - ENS RENNES
 - * Concours MP Option MP : 11,54 %
 - * Concours MP Option MPI : 11,54 %
 - ENS DE LYON :
 - * Concours MP Option MP : 10,81 %
 - * Concours Info Option P : 12,70 %

- **Membres du jury :**
G. DUMAS, J. ERRAMI, G. LAIBE, C. WINISDOERFFER

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

1 Présentation générale de l'épreuve.

Le format de l'épreuve est 45 minutes d'oral sans préparation. Le candidat déroule la progression de son raisonnement en direct devant le jury, après avoir bien évidemment pris le temps de s'imprégner du sujet. L'énoncé est en général relativement concis, afin de pouvoir juger la façon dont le candidat réagit lorsqu'il est "livré à lui-même" face à un problème nouveau. Les compétences évaluées correspondent donc à la fois à l'excellence de la maîtrise de la physique étudiée pendant le cursus de CPGE ainsi que la capacité à modéliser un problème pour répondre à une question physique de manière autonome. En cela, il est important de réaliser que l'attitude consistant à vouloir à tout prix faire un parallèle aveugle entre le sujet de l'oral et des exercices qui auraient été traités auparavant par le candidat est en général contre-productive : il ne s'agit pas de reproduire quelque chose qui aurait été déjà vu, mais d'apporter la preuve de sa capacité à réfléchir, à identifier ce qui est pertinent, et à proposer des "pistes" de résolution. En d'autres termes, il n'est (en général) pas attendu que le candidat ait résolu complètement le problème à l'issue des 45 minutes de l'épreuve, mais devrait avoir eu l'occasion de montrer, au cours de la discussion qui se sera établie avec l'examineur, son degré de compréhension de la physique du problème.

2 Remarques particulières.

- Le jury a noté un manque d'intuition physique liée à la notion de moment d'inertie. À masse fixée, celui-ci augmente lorsque la répartition de masse se trouve plus éloignée de l'axe autour duquel le moment est exprimé.

- En mécanique du solide indéformable, le théorème du moment cinétique *n'est pas* équivalent au principe fondamental de la dynamique et fournit 3 équations généralement *indépendantes*.
- Par ailleurs, le théorème du moment cinétique est, comme son nom l'indique, un théorème et il serait heureux que les candidats sachent correctement l'énoncer, et préciser ses conditions de validité.
- La décomposition du mouvement d'un solide a posé beaucoup de difficultés à de nombreux candidats.
- La mécanique des systèmes ouverts est rarement correctement maîtrisée pour la raison élémentaire que, très (trop) souvent, les candidats ne définissent pas quel est le système étudié, étape pourtant préliminaire et fondamentale à tout raisonnement de mécanique (en particulier).
- Les coefficients de friction mis en jeu dans les lois d'ADMONTON-COULOMB sont indépendants de l'étendue de la surface de contact.
- De nombreux candidats ont l'idée qu'il est impossible de déterminer la force de frottement tangentielle lorsque la condition de glissement n'est pas satisfaite (on a alors $|\mathbf{T}| \leq f_s |\mathbf{N}|$ avec des notations usuelles). Pour un solide roulant sur un autre, ce n'est pas le cas, il suffit d'appliquer le théorème du moment cinétique en un point approprié.
- Dans le cas d'un solide indéformable qui roule sans glisser sur un plan horizontal :
 - la condition de roulement sans glissement, souvent oubliée, permet de relier le mouvement de translation du système et son mouvement de rotation propre ;
 - le travail de la force tangentielle de frottements est nul car la vitesse du point de contact par rapport au sol est nulle. Un tel solide ne s'arrête donc jamais de rouler. En pratique, il s'arrête à cause de la présence d'un moment de frottement de roulement additionnel (notion hors du programme des classes préparatoires) ;
 - les hypothèses de solide indéformable et de rotation autour d'un axe fixe doivent être invoquées lorsque l'on écrit le théorème du moment cinétique dans ce contexte.
- Un gaz parfait est non seulement caractérisé par la loi de BOYLE-MARIOTTE $PV = nRT$, mais aussi par la loi de JOULE $U(T)$, trop souvent oubliée. Le coefficient de proportionnalité entre U et T se retrouve par le théorème d'équipartition de l'énergie.
- Lorsque le candidat invoque le "nombre de degrés de liberté" d'un système (par exemple en parlant du théorème d'équipartition de l'énergie), il est attendu qu'il sache en donner une définition acceptable.
- La loi de BOYLE-MARIOTTE n'est pas suffisante pour déterminer l'état d'équilibre d'un gaz parfait après une transformation au cours de laquelle les échanges thermiques avec l'extérieur n'ont pas le temps de se faire. L'utilisation de la loi de LAPLACE permet de déterminer l'augmentation de température et de pression du gaz lors d'une compression adiabatique de volume donné.
- Il serait souhaitable que les candidats fassent le lien conceptuel entre la "thermodynamique physique" (notamment les identités thermodynamiques) et le formalisme introduit en thermochimie (notamment les notions de potentiel chimique, énergie libre de GIBBS G , loi d'action des masses). Le jury regrette de constater que ce n'est le cas pour aucun d'entre eux.
- Les candidats doivent être capable de donner un sens physique et interpréter géométriquement les différents termes des équations de Maxwell. Il est important de réaliser que négliger le courant de déplacement implique de négliger la propagation des ondes électromagnétiques.
- En électrostatique, la condition $\text{rot} \vec{E} = \vec{0}$ assure l'existence d'un potentiel électrostatique V duquel dérive le champ électrique et dont l'usage est souvent plus simple (grandeur scalaire).

- Des champs électriques à rotationnel non-nul peuvent être obtenus en présence de phénomènes inductifs.
- En mécanique quantique, une discussion graphique des solutions à partir de l'équation de Schrödinger stationnaire permet d'estimer qualitativement les propriétés des états propres lorsque la solution ne s'exprime pas sous une forme analytique simple.
- Dans ce cadre, un ordre de grandeur des énergies mises en jeu peut souvent être obtenu par $E \simeq \Delta p^2/2m$ avec $\Delta p \simeq \hbar/\Delta x$, où Δx correspond à la longueur caractéristique sur laquelle la particule de masse m est confinée.
- Les candidats sont invités à lire les rapports des années précédentes, où d'autres remarques complèmentent le présent rapport.

★ ★
★