

Épreuves orales de Physique, Filière PSI

Ce rapport a pour vocation de donner quelques conseils aux futurs candidats, d'une part sur le déroulement de l'épreuve et sur la connaissance et la maîtrise du cours qui sont attendues par l'examineur.

I. Déroulement de l'épreuve et attitude attendue de la part du candidat

L'épreuve orale de physique dure 50 minutes. Les examinateurs cherchent à évaluer les connaissances et les capacités de raisonnement en physique des candidats. Les exercices proposés ont en général un énoncé très court, ce qui limite le temps d'exposition en engageant rapidement les élèves dans la réflexion. Notons que les notes supérieures à 18/20 sont attribuées exceptionnellement et cela nécessite d'aborder en général deux exercices. Cette année, nous avons observé un niveau moyen tout à fait satisfaisant.

De manière générale, au cours de l'oral, l'examineur peut intervenir pour demander de clarifier des points, éventuellement pour indiquer certaines pistes à explorer ou alors pour tester la connaissance sur le cours. Il est vivement conseillé aux candidats de tenir compte des indications, ce qui n'est paradoxalement pas toujours le cas. De plus, l'attitude du candidat doit le plus possible rester une attitude active. Trop de candidats formulent des questions et guettent, voire sollicitent, une éventuelle approbation de l'examineur à chaque étape.

Statistiques

La moyenne des 111 candidats français est de 11,51/20 avec un écart-type de 3,45.

II. Quelques considérations sur les épreuves 2023

Les équations de Maxwell sont bien connues et correctement utilisées, les exercices de mécanique sont bien abordés notamment lorsqu'il y a une partie de géométrie en amont. Le point le plus négatif à souligner est probablement en mécanique des fluides (parfaits) où quelques lacunes ont été observées.

Donnons quelques exemples d'exercices posés avec les attendus.

EM : On considère une pièce de monnaie (conductivité σ) qui peut tourner sans frottements autour d'un axe passant par l'un de ses diamètres. Le tout est plongé dans un champ magnétique uniforme. On imprime une rotation Ω_0 initialement. Quelle est la suite du mouvement ?

C'est un exercice sur l'induction électromagnétique. Cette année, nous avons constaté que les candidats avaient en général une bonne compréhension de ce type de problème. C'est-à-dire que les notions fondamentales du cours sur l'induction sont comprises. Ceci étant, il était très rare d'obtenir des calculs réalisés correctement et au final des résultats corrects. Ceci vaut pour cet exercice et toutes les variantes possibles de ce dernier. Ici, le seul cas intéressant est dans le champ magnétique est perpendiculaire à l'axe de rotation (un diamètre) de la pièce. Il va donc être nécessaire de calculer la variation d'un flux coupé ou bien d'intégrer quelque chose du type $\vec{v} \wedge \vec{B}$ le long d'une boucle de courant. Sur le principe, les candidats ont bien compris ces points mais la plupart ont calculé le flux du champ magnétique sur la surface de pièce (et comme elle tourne, il va bien avoir une variation du flux). C'est déjà bien mais il y a une petite lacune dans la compréhension de ce qu'est un flux coupé : lorsqu'un circuit se déplace dans un champ magnétique, c'est une boucle de circuit qui se déplace, il n'y a pas de matière à l'intérieur de cette boucle. Donc, ici, en appliquant cette notion du cours, il faut identifier quelles sont les boucles de circuit/courant. Ce sont évidemment des cercles de rayon r , d'extension dr . Et ce sont bien sur ces boucles qu'il faut calculer un flux. Plus loin, il faudra intégrer sur r . Donc, en prenant uniquement $R=r$, on ne considère qu'un circuit parmi d'autres. C'est une erreur fréquente que l'on a corrigé lors des interrogations, mais c'est dommage car c'est juste un petit élément de cours à mieux comprendre et qui peut contribuer à une bien meilleure évaluation. Une fois, ceci compris, la suite est simple : en notant α l'angle qui décrit la rotation de la pièce autour de son axe, on obtient :

$$\Phi = \pi r^2 \sin(\alpha) B.$$

D'où $e = -\frac{d\Phi}{dt}$. Il reste alors à calculer la conductance dans le petit anneau de rayon r (de largeur dr) et d'épaisseur e (épaisseur de la pièce), soit :

$$dG = \frac{\sigma e dr}{2\pi r}.$$

La suite est immédiate, nous n'allons pas la décrire. On calcule le courant, puis les forces de Laplace, puis le couple et enfin on intègre sur r pour obtenir le moment total qui s'exerce sur la pièce.

Avec des indications, quelques candidats ont pu obtenir le courant dans le petit anneau (plus haut) mais très rarement ensuite les calculs ont été menés correctement.

Mécanique : On considère un élastique circulaire de raideur k et de masse m . Initialement l'élastique est détendu. Alors, on communique à chaque point de l'élastique une vitesse v_0 tangente à ce point. Déterminer l'équation du mouvement de l'élastique. Étude de cas limites.

Il y a plusieurs manières d'aborder l'exercice. La difficulté ici est de bien comprendre ce qu'est la force de tension dans l'élastique, de trouver son expression et sa direction. Peu de candidats y sont parvenus. Par exemple, il faut bien voir que la force de tension en un point de l'élastique est tangente à l'élastique (et non perpendiculaire à ce dernier) et sa norme est comme toujours : la constante de raideur multipliée par l'allongement :

$$T = k2\pi(r(t) - r_0).$$

A partir de là, en isolant un petit morceau d'élastique comme système, on trouve assez facilement l'équation du mouvement pour ce petit morceau. On trouve :

$$-4\pi^2 \frac{k}{m} (r - r_0) = \ddot{r} - \frac{r_0^2 V_0^2}{r^3}.$$

Ce qui donne quelques solutions pratiques dans des cas limites. Cet exercice a été assez sélectif du fait de l'identification d'un système approprié (le petit morceau d'élastique) et des forces extérieures à ce système. Nous avons tout de même obtenu une solution complète par un candidat.

Thermique : Déterminer le profil de température dans un barreau d'Uranium où les réactions nucléaires sont modélisées par une production volumique d'énergie q . Même question dans différentes configurations.

Cet exercice qui met en œuvre l'équation de la chaleur a été bien réussi comme d'autres exercices qui ressemblent en thermodynamique.

Pour conclure, rappelons que pour obtenir une excellente note, il faut s'attendre à un 2^{ème} exercice qui sera difficile. Ceci étant, nous avons observé cette année un bon niveau en moyenne avec quelques performances remarquables (justifiant 20/20), ce qui témoigne de la bonne préparation des élèves.