

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 l'attitude attendue de la part du candidat, d'autre part sur la connaissance et la maîtrise du cours qui sont attendues par l'examineur. Ce rapport reprend largement les observations des concours précédents.

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

En 2021, le déroulement des épreuves orales du concours a repris normalement, dans le respect des règles sanitaires en vigueur. L'épreuve orale de physique dure ainsi 50 minutes. Les examinateurs posent souvent un exercice sur une ou plusieurs parties du cours ou alors plusieurs exercices sur différentes parties. Ils cherchent à évaluer les connaissances et les capacités de raisonnement en physique des candidats.

Une bonne maîtrise des notions du cours est donc indispensable, ainsi qu'une faculté de réflexion et la capacité à utiliser ces notions pour résoudre des problèmes de physique. Les candidats doivent avoir une vision claire des principes propres à chaque domaine du cours et les appliquer au-delà des exercices faits en cours.

L'épreuve de physique est une épreuve orale sans préparation. Les candidats mènent leurs réflexions et leurs calculs en utilisant le tableau et en exposant oralement ce qu'ils font et veulent faire. Il est donc utile et tout à fait normal de prendre quelques minutes de réflexion avant de commencer la résolution. En particulier, il ne sert à rien de se jeter dans de longs calculs pour ensuite constater qu'ils ne mènent pas au résultat souhaité. Nous tenons à rappeler aux candidats qu'il ne faut pas confondre vitesse et précipitation. Il est aussi erroné de penser qu'il faille occuper les 50 minutes avec la résolution d'un problème relativement facile : l'examineur proposera volontiers un deuxième exercice permettant de tester d'autres connaissances et d'autres compétences. Ainsi, les meilleurs oraux sont souvent ceux où les candidats cheminent lentement, mais sûrement, en maîtrisant leurs éventuelles approximations et en gardant un regard critique leur solution.

Certains exercices peuvent être plus difficiles que d'autres. Selon la difficulté, l'examineur ne s'attend pas toujours à voir un problème traité entièrement. Il est tout à fait possible d'obtenir une (très) bonne note pour une résolution seulement partielle d'un problème difficile. A l'inverse, la solution même complète d'un problème facile ayant occupé trop de temps peut se conclure par une note seulement moyenne.

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 même sollicitent, une éventuelle approbation de l'examineur à chaque étape. Si l'examineur reste silencieux, ils semblent perdus. Nous attendons de la part du candidat qu'il assume ses propres affirmations.

Les problèmes ont pour vocation à être résolus le plus loin possible et les calculs poussés au maximum sauf indication contraire de l'examineur. Il est donc important que les candidats conservent de manière intelligente et lisible les résultats intermédiaires, ce qui permettra de corriger d'éventuelles erreurs et d'adapter les calculs à une autre situation le cas échéant. Même si l'examineur sera enclin à corriger une erreur isolée, la multiplication des erreurs est préjudiciable. Rappelons par ailleurs qu'il est nécessaire d'aboutir à une expression littérale du résultat demandé avant d'entreprendre une application numérique.

Il est évidemment pénalisant d'aboutir à une équation non homogène et de ne pas s'en apercevoir. Aussi, beaucoup de candidats pensent pouvoir vérifier que leur résultat est homogène en supposant que la ligne précédente l'est. Idéalement les candidats devraient être capables de rapidement vérifier l'homogénéité de leurs étapes intermédiaires, évitant ainsi de propager les erreurs. De manière générale, il est toujours agréable de garder un regard critique sur ses résultats, et de tester la cohérence d'une équation en étudiant des cas limites.

2. Quelques considérations sur le déroulement des épreuves 2021

En mécanique et en thermodynamique, quand il y a un doute possible, il faut bien définir le système avant de se lancer dans les calculs. Il n'est pas nécessaire pour autant de commencer tout exercice par une phrase stéréotypée définissant le système, quand, par exemple, l'exercice porte sans ambiguïté sur un point matériel. Certains candidats confondent les systèmes de coordonnées cylindrique et sphérique. Les candidats s'engagent parfois dans un calcul sans être bien sûr du système de coordonnées qu'ils vont utiliser et de la définition et l'orientation de ses angles, ou que le système est

adapté à la géométrie du problème. Les candidats sont tout à fait en droit de demander à l'examinateur l'expression d'un opérateur vectoriel dans ces systèmes de coordonnées. Ils doivent cependant avoir conscience que l'expression du rotationnel en cylindriques et sphériques est complexe, et qu'il est souvent préférable d'exploiter la version intégrale (théorème de Stokes).

Sur les outils mathématiques standards

Une aisance dans la manipulation des outils mathématiques standards est toujours requise. La connaissance de quelques formules trigonométriques est utile. Les outils de géométrie dans le plan vus au secondaire, notamment de trigonométrie pour les triangles, doivent être parfaitement maîtrisés afin de ne pas perdre du temps inutile dans les mises en équations. L'intégration des puissances négatives est malheureusement encore trop souvent confondue avec leur dérivation. Et lorsque le candidat arrive dans un calcul à une intégrale qui ne fait pas partie du petit nombre de celles qu'il devrait connaître par cœur, il peut arriver que l'examinateur lui demande néanmoins de la calculer en utilisant IPP et changement de variable. Ces techniques permettent aussi d'obtenir des résultats éclairant la physique du problème même lorsque l'intégrale n'est pas calculable : dans ce cas on obtient le résultat cherché à un facteur numérique près faisant intervenir une intégrale adimensionnée. Nous insistons aussi sur le fait que la résolution de problèmes d'électricité ou d'ondes avec la méthode complexe doit être maîtrisée.

Mécanique

Pour cette partie du programme, qui est également étudiée depuis le lycée, le cours est en général bien connu. Ceci étant, il ne faut jamais sous-estimer un exercice de mécanique. Les exercices de mécanique sont souvent subtils. Par exemple, les lois de conservation pour un système isolé (énergie, moment cinétique, quantité de mouvement) ne sont pas toujours bien utilisées, ce qui explique par exemple que des exercices simples de mécanique céleste posent parfois des difficultés importantes à certains candidats. Peu de candidats ont conscience que les mouvements conservatifs à une dimension sont solubles via la conservation d'une quantité. En revanche, lorsqu'un système possède plus d'un degré de liberté, il est nécessaire de s'interroger sur le nombre de degrés de liberté et sur le nombre d'équations disponibles.

Mécanique des fluides

La mécanique des fluides (hydrostatique et équations d'Euler) est bien connue par les candidats. Notons que ce sont les exercices d'hydrostatique qui posent le plus de difficultés aux candidats. Également, le mécanisme de propagation d'ondes de pression ou de vitesse ne semble souvent que partiellement compris. Dans la résolution des équations de champs, quelques candidats confondent conditions initiales et conditions aux limites.

Électrocinétique/Électromagnétisme/Optique

Les exercices d'électrocinétique sont en général bien faits, en tous les cas pour les parties proches du cours. En électromagnétisme, les notions de symétries des sources et des champs sont bien connues. Rappelons qu'il est essentiel de résoudre sans faute le cas du condensateur plan. Notons que le théorème de Gauss est connu mais pas toujours bien appliqué : en pratique, c'est un théorème utile pour le calcul d'un champ lorsque les symétries du problème s'y prêtent.

Thermodynamique/transferts thermiques/rayonnement

Les définitions des quantités intensives et extensives ne sont pas toujours bien comprises. La notion de rendement, ainsi que la différence entre l'énergie utile et l'énergie dépensée, restent trop abstraites pour les candidats, qui ne sont pas toujours capables de les utiliser hors du contexte balisé d'une machine thermique ditherme. Les questions de diffusion et de transfert thermique sont généralement traitées de manière raisonnable.

3. Conclusion

Pour conclure, nous tenons à souligner que nous avons aussi eu le grand plaisir d'écouter bon nombre de candidats exprimer clairement des idées justes, former des raisonnements corrects à partir de leurs connaissances et analyser un problème donné jusqu'au bout. Pour tous, c'est l'objectif de cette épreuve.