

Épreuve orale de Physique, Filière MP

Lors de la session 2023, l'épreuve orale de physique a été passée par 390 candidats, dont 309 de nationalité française. La note moyenne obtenue par les candidats français est 11,78/20 avec un écart-type égal à 3,00.

L'épreuve orale de Physique, d'une durée de 50 minutes, débute par la présentation d'un exercice, généralement au tableau. Cet exercice peut être accompagné d'un document exposant des résultats de mesures, ou illustrant un phénomène. Parfois, une courte vidéo est également présentée. Ces compléments à l'énoncé comportent généralement des informations utiles pour résoudre l'exercice ou justifier des approximations. Enfin, une courte question peut être posée en préambule pour tester la connaissance du cours et/ou guider le candidat pour démarrer la résolution.

Les exercices proposés couvrent l'intégralité du programme. Parfois, un second exercice, portant sur un sujet distinct et nécessitant des compétences différentes, est soumis afin de permettre à l'examineur d'ajuster son évaluation. Il convient de souligner que la résolution complète ou correcte du premier exercice n'est pas nécessaire pour passer au second exercice, et le premier exercice peut être interrompu avant que toutes les questions ne soient posées. De même, certaines réponses peuvent être fournies en cours de résolution pour permettre au candidat de passer à une autre question en exploitant cette réponse.

Des questions élémentaires sont généralement posées au début de l'exercice pour vérifier l'assimilation des notions essentielles du programme. Si le candidat manifeste une solide maîtrise des fondamentaux, des questions plus originales sont rapidement abordées pour permettre au candidat de montrer ses capacités. Les exercices permettent à la fois d'évaluer la compréhension des concepts physiques au programme et la capacité à construire des raisonnements élaborés. La réaction d'un candidat face à une indication fournie est également un critère important dans l'évaluation ; un candidat qui persiste dans la même erreur malgré les indications apportées pour se corriger est sévèrement pénalisé. Globalement, la notation prend en considération la connaissance du cours, la pertinence et l'élaboration du raisonnement, et la capacité du candidat à réagir en utilisant des indications fournies.

Certains candidats évitent de répondre directement aux questions posées, les contournent ou n'y répondent que partiellement. Il est important de souligner à nouveau qu'une compétence générale du programme de Physique consiste à « mener la démarche jusqu'au bout afin de répondre explicitement à la question posée ». Ainsi, des réponses complètes et approfondies sont attendues. Nous encourageons vivement les candidats à adopter une approche spontanée, persévérante et à interagir avec l'examineur pour exposer le cheminement suivi, expliquer les raisons de ses choix, les hypothèses introduites, le repère et les paramètres sélectionnés, etc. Il est également opportun de vérifier la pertinence des résultats intermédiaires (dimensions, signes, orientations des vecteurs, etc.). Les calculs ne doivent pas être effectués de manière silencieuse. La verbalisation de la résolution permet à l'examineur de suivre la logique sous-jacente à chaque étape du raisonnement et de mieux apprécier la compréhension des concepts en jeu. Ainsi, une communication claire et volontaire du candidat n'est pas simplement une

exigence formelle, mais également un élément essentiel pour son évaluation. Par ailleurs, des expressions telles que « je suis débile » ou « je suis nul(le) aujourd'hui » qui surgissent parfois spontanément, bien qu'elles reflètent certainement l'engagement louable du candidat, ne sont pas appropriées pendant la durée de l'épreuve orale.

Dans la suite, des points demandant une attention particulière sont relevés.

Mécanique –

Les forces d'inertie présentes dans un référentiel en rotation uniforme sont fréquemment mal formulées ou négligées, en particulier en ce qui concerne la force d'inertie de Coriolis. Lorsque cette force est compensée, par exemple par une composante de la réaction du support, il est important de le mentionner.

Certains raisonnements élémentaires appliqués à un système mécanique, tels que trouver la raideur équivalente de deux ressorts en série, sont parfois mal maîtrisés. Cela sous-entend une compréhension approximative des notions de force et du principe d'action-réaction (troisième loi de Newton).

Mécanique quantique –

Les techniques de résolution de l'équation de Schrödinger en une dimension sont généralement assez bien maîtrisées mais la justification physique des conditions de continuité ou des propriétés de symétrie de la fonction d'onde reste souvent confuse.

De nombreux candidats ont des difficultés pour représenter qualitativement, i.e. sans faire le calcul, l'allure de la fonction d'onde dans le cas de potentiels simples en une dimension.

Électromagnétisme et électrocinétique –

Le passage aux impédances complexes pour analyser les régimes harmoniques n'est pas toujours parfaitement maîtrisé, en particulier en ce qui concerne le retour de la solution complexe vers la solution réelle.

Thermodynamique et physique statistique –

Des imprécisions ont été constatées de manière récurrente sur l'énoncé et la compréhension du second principe de la thermodynamique. En particulier, la propriété d'extensivité de l'entropie est souvent oubliée. Certains candidats peinent à expliquer la notion de « fonction d'état » et ses implications.

Il convient de rappeler que le travail élémentaire implique par défaut la pression extérieure, celle-ci pouvant être prise égale à la pression du système si la transformation est réversible. Si cette simplification est adoptée, il demeure cependant essentiel de l'expliquer et de préciser, le cas échéant, pourquoi la transformation peut être considérée réversible.

Certains candidats éprouvent des difficultés à établir si une transformation peut être qualifiée d'isotherme ou d'adiabatique, laissant présager que la notion d'échanges de chaleur n'est pas bien assimilée.

La considération d'un récipient calorifugé ne garantit pas que les transformations subies par le gaz à l'intérieur sont adiabatiques. Par exemple, cela n'est pas le cas s'il y a une source de chaleur dans le récipient.

L'apport essentiel de Ludwig Boltzmann à la compréhension du monde microscopique semble être ignoré par de nombreux candidats. Si une discussion basée sur l'équipartition de l'énergie peut servir de point de départ pour certains exercices, et peut amener de bons candidats à mettre en valeur leur sens physique, elle doit aussi les orienter vers une approche probabiliste utilisant le facteur de Boltzmann.

Optique –

Il est important de souligner qu'un tracé de rayons précis et soigné est un prérequis essentiel en optique. Beaucoup de candidats rencontrent des difficultés dans les calculs de chemin optique en raison d'un tracé de rayon trop approximatif et peu soigné.

Dans les calculs d'interférence, rappelons qu'il est parfois judicieux de raisonner en termes de source lumineuse virtuelle pour simplifier la géométrie du problème et se ramener à un montage standard, par exemple le dispositif des trous d'Young. Par ailleurs, si la formule du déphasage dans le cas des trous d'Young est connue, il faut aussi savoir la redémontrer en posant correctement les approximations utilisées.

Ondes-

Les notions de dispersion et de vitesse de groupe font partie du programme, mais un nombre important de candidats ne les connaissent pas correctement.

Outils mathématiques –

D'une manière générale, une baisse notable du niveau de maîtrise des outils mathématiques nécessaires à la résolution des problèmes de physique inscrits au programme est constatée. Cette baisse s'avère pénalisante pour de trop nombreux candidats lors de cette épreuve de Physique. Quelques erreurs graves relevant du niveau de terminale sont apparues : primitives de $1/r^n$, confusion entre primitive et dérivée, vitesse qui s'annule au sommet d'une trajectoire parabolique, surface d'une sphère, formules de trigonométrie, etc.

La manipulation de quantités infinitésimales reste un écueil pour trop de candidats, qui les mélangent avec des quantités non-infinitésimales, ou peinent à évaluer leurs dimensions. De même la manipulation de grandeurs volumiques et surfaciques mène souvent à des erreurs.

Quelques candidats ne pensent pas à utiliser la méthode de séparation des variables face à une équation différentielle d'ordre un, par exemple pour relier le temps et la position en mécanique du point. Lorsqu'il y a un second membre, les équations différentielles posent des difficultés à un nombre croissant de candidats. Plus généralement, la maîtrise du calcul différentiel est souvent approximative.

Dans un calcul intégral, les bornes d'intégration doivent être précisées et les variables d'intégration ne doivent pas être oubliées.

Des difficultés sur les constructions géométriques et trigonométriques usuelles, en particulier lors de la projection de vecteurs, sont de plus en plus fréquentes. De nombreux candidats semblent raisonner par tâtonnement pour définir s'il s'agit d'un sinus ou d'un cosinus, en considérant des angles particuliers ; cela doit être une façon de vérifier a posteriori un résultat, et non de le deviner. Certains candidats se noient lors d'un changement de base, voire dans l'utilisation des coordonnées polaires.

Des difficultés ont été constatées lorsqu'il s'agit de représenter graphiquement un résultat. Savoir tracer une courbe, en mettant en évidence ses éléments caractéristiques, tels que les asymptotes, tangentes en des points spécifiques, ou la convexité, est une compétence à maîtriser. De même, il est important d'avoir le réflexe d'utiliser des quantités adimensionnées afin de donner à son graphe un caractère général.

Lorsque c'est le cas, le candidat peut souligner et tirer profit de la linéarité d'une équation différentielle, ou par exemple d'un filtre en électrocinétique.