ECOLE POLYTECHNIQUE

CONCOURS D'ADMISSION 2026

Epreuve orale de Physique, Filière MP

Nous reprenons dans ce rapport beaucoup de situations déjà évoquées dans le rapport de l'année dernière, la situation n'ayant guère évolué.

L'épreuve orale de Physique dure 50 minutes. Un exercice est proposé aux candidats, donné directement au tableau ou bien sous forme d'un énoncé écrit. Cet exercice peut être accompagné d'un document exposant des résultats de mesures, ou illustrant un phénomène ; ou être précédé d'une courte manip de coin de table. Une question préliminaire peut être posée pour tester la connaissance du cours et/ou guider le candidat pour démarrer la résolution. Les examinateurs encouragent vivement les candidats à prendre connaissance de la totalité de l'énoncé, et à ne pas hésiter à demander d'éclaircir un point s'ils en ressentent le besoin.

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'examinateur 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 concepts 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 remarques faites pour lui suggérer de remettre en cause son raisonnement est sévèrement pénalisé. Les candidats ayant des lacunes dans des notions supposées acquises au cours de leur scolarité antérieure au baccalauréat peuvent également être sévèrement pénalisés. Globalement, la notation prend en considération la connaissance du cours, la pertinence et l'élaboration du raisonnement, la prise d'initiative du candidat comme sa capacité à tirer parti des indications fournies. Il nous parait aussi important de préciser que la note attribuée tient compte de l'ensemble de la prestation fournie par le candidat dans le contexte du concours d'entrée à l'Ecole polytechnique, et que certaines erreurs grossières non corrigées peuvent prendre largement le dessus dans l'impression générale laissée par le candidat.

Les exercices classiques doivent être parfaitement maîtrisés et le candidat ne doit pas utiliser l'ensemble des 50 minutes pour redécouvrir l'équation d'un pendule pesant, l'utilité du théorème de Gauss, l'expression du champ électrique entre les armatures d'un condensateur plan, le champ magnétique créé par un fil infini, ou encore pour mettre en équation un circuit électrique simple.

Certains candidats évitent de répondre directement aux questions posées, les contournent ou n'y répondent que partiellement. Il est important de souligner 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. Les examinateurs encouragent vivement les candidats à adopter une approche spontanée, persévérante et à interagir avec l'examinateur pour exposer leur raisonnement, expliquer les raisons de leurs choix et approximations, 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'examinateur 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.

Les candidats sont vivement invités à mener un calcul jusqu'au bout lorsque cela est demandé : un candidat qui a su mettre en place le raisonnement amenant à la solution de l'exercice posé, mais qui refuse de finir son calcul, fait preuve d'une désinvolture qui ne peut être que sanctionnée. Ce point pourtant déjà signalé les années précédentes n'est toujours pas pris en compte suffisamment.

Un oral de concours est une épreuve stressante pour les candidats, notamment dans des conditions climatiques difficiles, les examinateurs en sont bien conscients, et n'exigent pas un comportement parfait des candidats. Cependant, les candidats sont invités à rester engagés pleinement dans leur oral jusqu'à son terme, y compris dans leurs attitudes et à ne pas utiliser d'expressions familières, ou auto-dévalorisantes (la palme d'or revenant cette année à un « je n'ai jamais eu de sens physique » très spontané mais mal à propos).

Dans la suite, des points demandant une attention particulière sont relevés. Beaucoup d'entre eux ont déjà été notés dans les rapports précédents, mais ils n'ont pas été pris suffisamment en compte par les candidats.

Mécanique

On attend des candidats qu'ils réfléchissent à la méthode la plus efficace à employer pour résoudre leur exercice en début d'épreuve : conservation de l'énergie ou utilisation du PFD, choix du référentiel ou du système de coordonnées.

Certains candidats ont des difficultés avec les changements de référentiels, même galiléens. Dans le cas d'un référentiel en rotation uniforme, les forces d'inertie présentes 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 candidats ont des difficultés avec le calcul du moment d'une force, ou la définition du moment cinétique, ou encore le simple calcul de la position du barycentre d'un système de point. L'importance des forces de frottements pour transmettre la puissance motrice n'est pas toujours comprise, par exemple lors de l'étude d'un moyen de locomotion.

Les raisonnements à partir de la donnée explicite, ou du graphe, d'une énergie potentielle ne sont souvent pas maîtrisés. La notion de position d'équilibre stable, ou instable, pose des problèmes à beaucoup de candidats.

Trop de candidats font preuve d'une compréhension approximative des notions de force, du principe d'action-réaction (troisième loi de Newton), et des lois de Keppler : les examinateurs rappellent qu'il y en a trois.

Lors d'une étude d'un oscillateur, il peut être utile de penser à la notion de bande passante (c'est aussi valable en électromagnétisme).

On rappelle aussi que si une solution exponentiellement divergente n'est pas physique en mécanique quantique, en mécanique classique par contre, elle est le signe d'une instabilité.

Nous avons remarqué aussi certaines difficultés liées à la compréhension de la cinématique d'un mouvement, notamment en ce qui concerne la loi de composition de vitesses lorsqu'elle s'applique dans un contexte autre qu'une simple rotation.

Trop de candidats ne comprennent pas la poussée d'Archimède, à laquelle certains rajoutent en plus des forces de pression.
La démonstration de l'équation d'une corde vibrante à partir de l'étude mécanique d'une portion de corde est le point de départ de nombreux exercices. Elle permet de tester le candidat sur la modélisation, sur la projection d'une équation vectorielle et sur sa maitrise du calcul infinitésimal.

Mécanique quantique

Les candidats doivent savoir écrire l'équation de Schrödinger. Les techniques de résolution de cette équation en une dimension doivent être connues ; en particulier, les candidats doivent faire la différence entre les exercices où on recherche un état lié et ceux où on recherche un état libre. La justification physique des propriétés de symétrie de la fonction d'onde ou de ses conditions de continuité reste souvent confuse. Dans le cas de potentiels discontinus, il peut être utile de bien lister toutes ces conditions aux bords pour vérifier que le problème est complètement déterminé, et ne pas en oublier ensuite pendant la suite des calculs.

Lorsque le candidat recherche une solution sous la forme d'une combinaison d'exponentielle, il ne doit pas perdre de vue que les coefficients intervenant dans cette combinaison linéaire sont eux-mêmes des nombres complexes.

La mécanique du programme des classes prépas étant une mécanique ondulatoire, on attend des candidats qu'ils dessinent les ondes associées, notamment pour le fondamental (en s'inspirant de la corde de Melde ou de guitare). De nombreux candidats ont des difficultés pour représenter qualitativement, i.e. sans faire de calcul, l'allure des fonctions d'onde dans le cas de potentiels simples à une dimension, par exemple pour traduire des conditions aux limites, ou encore pour raccorder graphiquement des fonctions d'onde lorsque le potentiel est défini par morceaux. La notion de normalisation d'une fonction d'onde est généralement connue, mais ses implications sont souvent mal maîtrisées.

Même si les aspects vus en deuxième année de classe préparatoire semblent pour la plupart bien assimilés, les notions du programme de première année semblent pour bon nombre de candidats soit lointaines soit inconnues.

Électromagnétisme et électrocinétique

Le passage aux impédances complexes pour analyser les régimes harmoniques n'est pas toujours maîtrisé, en particulier en ce qui concerne le retour de la solution complexe vers la solution réelle. Trop de candidats se perdent dans le développement des calculs d'une impédance complexe au lieu de chercher à simplifier leurs expressions. Les raisonnements qualitatifs permettant de comprendre rapidement le comportement d'un circuit électrique dans des cas limites (haute ou basse fréquence) sont hélas peu courants. La mise en équation d'un circuit RLC doit être rapide.

Nous rappelons que les charges, même ponctuelles, ne se déplacent pas à la vitesse de la lumière … encore moins dans un conducteur.

Les candidats sont invités à utiliser la formulation locale de l'électromagnétisme (équations de Maxwell) pour résoudre des exercices portant sur les conducteurs en régime variable. L'interaction d'un dipôle magnétique avec un champ magnétique n'est pas gérée correctement par beaucoup de candidats : la formule est rappelée par les interrogateurs, c'est aux candidats de l'exploiter convenablement. En particulier, quand l'énoncé indique que le dipôle fait par hypothèse un angle constant avec le champ magnétique, cela n'est pas pris en compte convenablement.

Les candidats doivent connaître l'expression des opérateurs vectoriels en coordonnées cartésiennes, l'opérateur Laplacien Vectoriel apparaît comme particulièrement ignoré.

Thermodynamique et physique statistique –

Certains candidats n'ont pas compris la notion de « fonction d'état », et peinent donc à raisonner correctement sur un cycle.

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.

Il convient de rappeler que le travail élémentaire reçu par un gaz 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. L'identification des étapes où un système est mis en contact avec la source froide ou chaude dans un cycle pose des problèmes à beaucoup de candidats.

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.

Si les candidats connaissent la loi des gaz parfait, peu connaissent la loi de Joule U=U(T).

En thermodynamique statistique, la compréhension de la notion d'équipartition de l'énergie n'est souvent pas bien acquise. En particulier des candidats peinent à recenser convenablement le nombre de degrés de liberté du système.

Pour les exercices portant sur la conduction thermique, il est essentiel de savoir mener un bilan d'énergie, complet, sur un volume infinitésimal.

Optique –

Il est important de souligner qu'un tracé de rayons précis et soigné est un prérequis essentiel en optique (notamment pour dans le cas d'un prisme ou d'une lentille). C'est une étape importante du raisonnement. Beaucoup de candidats rencontrent des difficultés dans les calculs de chemin optique en raison d'un tracé de rayon trop approximatif et peu soigné. Plusieurs couleurs peuvent être utilisées pour obtenir un schéma clair. Les lois de la réfraction sont souvent mal appliquées. Les propriétés élémentaires d'une lentille convergente doivent être connues, un tracé des rayons transmis par la lentille est un savoir-faire important.

Dans les calculs concernant un dispositif interférométrique, la maîtrise de la notion de stigmatisme fait souvent défaut pour calculer des différences de chemin optique. 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. La notion de longueur de cohérence ne vient pas assez naturellement à l'esprit des candidats interrogés sur un interféromètre.

Ondes-

Trop de candidats ne connaissent pas l'expression de l'équation d'onde à trois dimensions.

L'obtention de l'équation d'onde à partir d'un raisonnement sur une portion infinitésimale pour des cas au programme (exemple : corde vibrante) doit être rapide.

La notion d'atténuation, et sa relation avec la partie complexe du vecteur d'onde, est trop souvent ignorée.

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

Beaucoup de candidats confondent la propagation d'une onde mécanique et le déplacement du milieu matériel qui la supporte : même attachée à une de ses extrémités, une corde peut être le support d'une onde progressive.

Si tous les élèves de MP n'ont pas suivi la spécialité Physique en terminale, il serait souhaitable qu'ils connaissent tous l'effet Doppler, au moins en termes de culture scientifique.

Outils mathématiques –

D'une manière générale, une baisse notable de niveau concernant l'utilisation 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.

Après deux ans en prépa, un candidat doit être capable de résoudre ax=b même au bout de 49 minutes d'interrogation, même peut-être stressante, même en pleine canicule.

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. Une fois encore, l'utilisation de la parité peut être d'une aide précieuse. 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, il nous parait bon de rappeler que ce n'est pas parce qu'une équation différentielle n'est pas linéaire, qu'elle n'est pas intégrable.

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. La connaissance des valeurs des cosinus-sinus-tangentes pour des angles particuliers est attendue".

Certains candidats ne connaissent pas la notion d'angle complémentaire (qui est trop souvent passée sous silence au lycée).

De même, les fonction élémentaires sinh et cosh doivent être parfaitement connues.

Les symétries, graphiques au voisinage de l'origine, dérivées et DL de ces fonctions doivent être maitrisés (car pour certains candidats cosh(0)=0 ou, plus rarement heureusement, sinh(0)=1).

Nous rappelons aussi que la dérivée d'une fonction paire n'est généralement pas paire.

Les grandeurs physiques ayant une dimension, il est utile avant de faire un DL de préciser quelle est la quantité physique caractéristique devant laquelle la grandeur cherchée sera très petite ou très grande.

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, sont des compétences indispensables. De même, il est important d'avoir le réflexe d'utiliser des quantités adimensionnées afin de donner à son graphe un caractère général.

Enfin, il est attendu des candidats qu'ils sachent faire des calculs au tableau, en démontrant leur capacité à manipuler les puissances de 10, et qu'ils prennent du recul sur les ordres de grandeur des résultats obtenus.

Avant de conclure nous insistons une nouvelle fois sur le fait qu'il s'agit d'une épreuve orale, il n'est donc pas dans l'intérêt d'un candidat qu'il reste silencieux pendant une quinzaine de minutes et gribouille en cachant ce qu'il écrit au tableau. Toutefois, nous souhaitons conclure ce rapport en soulignant que nous avons eu aussi la satisfaction d'avoir entendu des candidats exprimer clairement des idées justes, et les utiliser à bon escient pour aboutir à un résultat physique réaliste et convaincant.