ECOLE POLYTECHNIQUE

CONCOURS D'ADMISSION 2026
Epreuve orale de Physique, Filière MPI

L'épreuve orale, d'une durée de 50 minutes, comporte généralement deux parties, portant chacune sur la discussion d'un problème tiré d'une partie différente du programme. Un troisième exercice pourra être proposé, au besoin. Ainsi, l'examinateur peut être amené à interrompre la discussion du premier exercice avant que le candidat ait pu compléter son développement ; aussi, l'examinateur doit interrompre l'épreuve lorsque le temps imparti total touche à sa fin. Ces interruptions n'impliquent pas nécessairement une mauvaise performance. En effet, les exercices proposés dans cette épreuve peuvent être de longueur et niveau de difficulté inégaux. La notation finale prendra en compte les différents exercices et ses spécificités. Enfin, un exercice peut être posé par l'examinateur directement au tableau, ou bien faire l'objet d'un énoncé rédigé qui sera fourni au candidat et qui devra être rendu à l'examinateur à la fin de l'épreuve. Il est finalement nécessaire de souligner que les 50 minutes ne sont pas dédiées en totalité à la discussion scientifique proprement dite, mais intègrent l'accueil du candidat, le rapide contrôle de son identité et l'émargement, et la remise au propre du tableau : même si ces étapes concernent une très faible fraction du temps total, elles sont indispensables pour le correct déroulement de l'épreuve.

Dans la suite de ce rapport, nous présentons initialement quelques considérations générales sur la partie scientifique de l'épreuve et sa préparation, puis quelques remarques particulières concernant son déroulement, portant aussi bien sur la discussion des problèmes proposés que sur l'attendu par l'examinateur, illustrés par des exemples concrets choisis dans l'ensemble des exercices utilisés cette année.

Comme règle générale, une bonne maîtrise des concepts physiques fondamentaux et des compétences préconisées dans le programme doivent permettre au candidat de bien comprendre le but de l'exercice, de l'expliciter à l'aide d'un modèle, de le développer et enfin de proposer une analyse des résultats obtenus. Il est souhaitable que le candidat sache présenter clairement la démarche à suivre, mener ensuite un développement cohérent, et enfin trouver des interprétations physiques aux résultats obtenus et les discuter. Nous reviendrons sur certains de ces points par la suite.

Une analyse dimensionnelle ou bien l'estimation d'un ordre de grandeur sont des atouts à ne pas négliger, mais à être employés avec modération pour ne pas alourdir le développement de l'exercice. De même, les exercices peuvent comporter une application numérique : sauf exception, celle-ci doit en général se borner à l'évaluation d'un ordre de grandeur, pour laquelle l'utilisation

d'une calculatrice n'est en général pas indispensable. Aussi, l'examinateur pourra fournir au besoin une valeur particulière ou plus précise d'une constante mathématique ou grandeur physique, mais une connaissance des valeurs approchées (usuelles) des constantes physiques fondamentales est souhaitable.

Pendant l'épreuve, une discussion peut s'engager entre l'examinateur et le candidat. L'examinateur veille à ce que l'échange établi avec le candidat soit constructif. Ainsi, l'examinateur reste attentif à ce que le développement ne s'arrête longtemps sur un point technique ou une notion oubliée ; la réactivité à une possible remarque de l'examinateur est alors appréciée. Aussi, ses interventions ou suggestions visent de manière bienveillante à orienter le candidat dans sa démarche, vers un développement plus direct ou plus général suivant la situation. En effet, un exercice peut souvent être résolu par plus d'une méthode : le candidat choisit celle qui lui convient le mieux, suivant les consignes de l'énoncé et/ou son expérience propre, et l'examinateur le suivra dans son développement. Toutefois, suivant la situation (le temps qui passe, la longueur de l'exercice…), l'examinateur pourra choisir de questionner le candidat à propos d'une possible démarche alternative. Soit un exemple illustratif concret : en mécanique du point, nombre d'exercices peuvent être résolus alternativement en partant du principe fondamental de la dynamique ou bien dans le cadre du principe de la conservation de l'énergie mécanique totale. La stratégie choisie par le candidat peut ne pas correspondre à celle la plus directe, ou aboutir à une difficulté technique (souvent mathématique), d'où une possible intervention de l'examinateur. Au candidat alors de choisir de persévérer dans sa démarche initiale ou bien d'envisager autrement son développement.

Une bonne maîtrise des outils mathématiques est essentielle : en effet, beaucoup d'exercices aboutissent à l'analyse et/ou résolution d'un problème mathématique. Bon nombre de candidats buttent sur l'utilisation et/ou mise en œuvre des méthodes élémentaires et capacités exigibles au programme. Ces dernières se présentent donc comme nécessaires et suffisantes pour permettre au candidat de réussir le développement analytique des exercices proposés.

Finalement, il nous semble également important de souligner quelques aspects liés à la présentation au tableau. Nous avons constaté que la représentation, par un schéma modèle, de la situation initiale et des résultats obtenus peut s'avérer difficile pour beaucoup de candidats. En particulier, un graphe ou un dessin « brouillon » peut être préjudiciable au propre candidat, qui « s'y perd » et n'y voit pas clairement les paramètres importants, sans compter qu'il rend difficile le suivi par l'examinateur de sa démarche. Il est également à souligner qu'une mauvaise organisation du tableau peut dans certains cas entraver le bon développement d'un problème. Notons toutefois que les remarques de ces dernières lignes sur la « forme » ne sont pas à placer au même degré que celles sur le « fond », c'est-à-dire, la maîtrise des notions et enjeux physiques, la mise en contexte du problème et son développement, l'analyse et interprétation des résultats, et

la capacité de les transmettre oralement à l'examinateur. Toutefois, pour une fraction petite mais non négligeable des candidats, ces aspects peuvent s'avérer préjudiciables, et doivent donc être améliorés.

Quelques mots sur la maîtrise du programme. Le programme de Physique de la filière MPI diffère de ceux des filières historiques MP et PC : certaines parties sont absentes et d'autres ont été partiellement allégées ; il reste néanmoins conséquent. Les exercices proposés couvrent l'intégralité du programme. Nous avons néanmoins constaté une maîtrise inégale des différentes parties du programme. Les domaines de la thermodynamique et une bonne partie de celui de l'électromagnétisme ont été en moyenne bien travaillés, tandis que certains aspects de la mécanique/dynamique du point et de la physique quantique posent encore de difficultés. Il est également à mentionner le fait que certains étudiants étalent parfois une aptitude au-delà de l'attendu au regard du programme proprement dit : une démarche hors-programme, par exemple lors de la résolution d'un problème, sans doute résultante du suivi de cours visant d'autres filières, est toutefois hasardeuse, pouvant exposer le candidat à des questions sur la méthode employée ou concernant les notions utilisées.

Quelques exemples illustratifs relatifs aux problèmes posés cette année sont présentés et discutés dans la suite. Ici le but est divers : certains des exemples visent à alerter les candidats sur des démarches scientifiques à éviter ou au contraire à privilégier lors d'une planche, d'autres à les mettre en garde sur certaines erreurs récurrentes, ou encore à attirer l'attention sur l'importance d'une lecture attentive de l'énoncé. Il est toutefois important à retenir que chaque exercice est proposé à, au plus, deux candidats : ainsi, certains des commentaires qui suivent résultent de comportements ou démarches individuelles remarqués lors des épreuves, et sont donc dépourvus de véritable sens statistique ; ils sont néanmoins significatifs à souligner, et visent à attirer l'attention des candidats à certains écueils.

En mécanique en particulier, le bon choix et l'utilisation correcte de repères posent souvent des problèmes. Ainsi, par exemple, un repère ascendant est un choix possible qui peut toutefois porter confusion lors de l'analyse de la descente en chute libre d'un objet dans le champ de la pesanteur : il faut dans ce cas clairement distinguer entre les valeurs algébriques et absolues des grandeurs vectorielles, comme la vitesse. Aussi, l'analyse d'un mouvement dans un référentiel non galiléen n'est pas toujours bien maîtrisée : les notions de composition de vitesses et de force d'inertie sont parfois confuses et leurs représentations vectorielles encore trop souvent erronées.

Les notions de base de la physique quantique ne sont pas correctement acquises par certains étudiants. Les relations de Planck-Einstein et de de Broglie sont mal interprétées au regard de la dualité onde-particule, et leur mise en pratique par une application numérique (comme l'évaluation de la longueur d'onde pour particule massique en mouvement) pose encore

des problèmes. La séparation des variables temps et espace de l'équation de Schrödinger reste trop laborieuse, empêchant beaucoup de candidats d'aborder l'ensemble de l'exercice (ce dernier point reviendra dans la suite).

Il est important de noter qu'un énoncé écrit fourni au candidat au début de l'épreuve lui permet d'apprécier la totalité du problème, mais qu'il n'y a pas d'énoncé-type, et un problème peut contenir une question unique ou bien quelques questions qui s'enchaînent. Un exercice peut en particulier comporter une partie initiale « simple » ; il peut s'agir d'une question « de cours » ou bien d'un rappel de certaines notions fondamentales, visant en général simplement à introduire la situation physique qui sera l'objet central du problème proprement dit. Dans ce cas, on remarque différentes attitudes des candidats. Plusieurs d'entre eux « s'éternisent » dans le développement de cette partie initiale, détaillant au tableau nombre de passages soit non pertinents au vu de l'énoncé soit qui auraient pu être considérablement raccourcis. Cette attitude n'est pas bénéfique au candidat, puisqu'elle l'empêche souvent de s'attaquer (par manque de temps) à tous les aspects du problème. La démarche contraire, de chercher d'aller trop vite, peut à son tour rendre le développement confus et donc in fine être également défavorable au candidat. Une démarche plus constructive en présence d'un problème comportant une partie initiale « simple » est de s'accorder avec l'examinateur (conscient du niveau global de l'exercice) sur le degré de détails souhaité ; cette démarche d'ouverture et communication est appréciable. Comme exemple illustratif, une question initiale peut porter sur l'énonciation des conséquences de la conservation du moment cinétique sur le mouvement satellitaire, qui sont l'existence d'un mouvement plan et de la loi des aires. Même si les établir est une capacité exigible, leur démonstration détaillée sera évitée si ce n'est pas clairement demandé dans l'énoncé.

Pour certaines parties du programme, la connaissance « par cœur » de certains résultats ou équations n'est pas exigible. Toutefois, quand cela se justifie, l'utilisation d'une telle connaissance peut apporter un gain considérable de temps ; deux exemples notoires sont considérés dans la suite. Le premier est celui de l'équation de propagation dans le vide d'une onde électromagnétique, dérivable à partir des équations de Maxwell. Cette dérivation consiste stricto sensu en une manipulation purement technique des équations couplées des champs, à l'aide d'identités vectorielles ; pour certains candidats cette étape s'avère très laborieuse. Ainsi, la re-dérivation complète de l'équation de l'onde n'est à priori pas indispensable si la question vise simplement à démontrer qu'un champ vectoriel fourni (fonction de la position et du temps) représente un champ électrique ou magnétique propagatif. Le second exemple est celui de l'équation de Schrödinger indépendante du temps, régissant la seule partie d'espace de la fonction d'onde totale en mécanique ondulatoire. Sa dérivation repose sur la technique mathématique de la séparation des variables temps et espace ; celle-ci s'est avérée en général correcte, mais laborieuse pour certains candidats. Dès lors, si cette dérivation n'est pas clairement demandée, l'utilisation de l'équation finale en espace permet au candidat d'avancer plus rapidement dans un

problème où le temps n'est pas une variable pertinente (dans un problème impliquant donc les seuls états stationnaires). D'une manière générale sur les différentes parties du programme, il reste néanmoins souhaitable que le candidat faisant appel à un résultat connu « par cœur » soit à chaque fois en mesure, au besoin, de dériver (ou tout au moins de décrire les grandes lignes de la dérivation), à partir d'équations de base, le résultat ou équation avancés.

Des exemples de sujets sont publiés sur le site internet du Concours d'Admission dans la rubrique « Documentation ».