

Physique

Présentation des épreuves

Les épreuves orales de Physique I et Physique II débutent toutes deux par la remise d'un sujet (exercice unique, énoncé comportant au maximum un recto A4) avec préparation pendant 25 minutes environ, suivie d'une présentation au tableau durant également 25 minutes. Les candidats peuvent utiliser, pendant la totalité de l'épreuve, leur calculatrice personnelle ; ils peuvent aussi, *dans le seul cas de l'épreuve de Physique II*, utiliser un logiciel de calcul formel (Maple ou Mathematica, selon le choix exprimé lors de l'inscription). L'emploi de tout système communicant (téléphone, accès réseau, etc.) est évidemment interdit pendant l'épreuve.

Les épreuves de Physique I et Physique II portent sur la totalité du programme des classes préparatoires MPSI et MP, y compris les rubriques « travaux pratiques » de ces programmes. Le concours est organisé de façon à ce qu'un candidat ne puisse pas être interrogé deux fois (en Physique I et Physique II) sur des sujets relevant exactement de la même partie du programme.

Les épreuves orales de Physique I et Physique II ne comportent pas *a priori* de vérification directe des connaissances du programme (questions de cours) en tant que telles ; toutefois, la maîtrise de ces connaissances est une **condition nécessaire** (quoique non suffisante) à la réussite de l'épreuve. Les candidats qui auraient manifesté, lors du traitement de l'exercice qui leur a été proposé, des lacunes manifestes à cet égard ne devront pas être surpris de se voir interrogés sur les bases de leur programme de Physique.

Enfin, l'interrogation peut être complétée par des questions supplémentaires, posées à l'initiative de l'examinateur, non nécessairement liées à l'exercice traité et ne portant pas pas obligatoirement sur la même partie du programme.

Support informatique en Physique II

L'épreuve de Physique II présente la particularité de la présence d'un **support informatique** qui peut être spécifique à l'exercice posé.

Il s'agit dans certains cas de **documents dynamiques** dont le candidat doit extraire l'information pertinente :

- figures d'interférence ou de diffraction, simulées ;
- tracé de trajectoires, de courbes d'énergie potentielle ;
- simulations en électronique, tracé de diagrammes de Bode ;
- tracé de lignes de champ ou de réseaux d'équipotentielles ;
- courbes issues de mesures expérimentales.

le tout étant fonction de paramètres pouvant éventuellement être modifiés par le candidat, qui doit alors en apprécier la signification. Dans ce cas, **aucune connaissance spécifique du logiciel** n'est bien sûr attendue du candidat.

Dans d'autres cas, il s'agit d'une feuille de calcul formel, en général programmée en totalité ou en partie, fournie dans la version (Maple ou Mathematica) correspondant au choix formulé par le

candidat lors de l'inscription. Le jury n'attend alors **aucune connaissance en programmation** : la maîtrise d'un très petit ensemble de fonctions élémentaires du logiciel (écriture d'expressions littérales ou numériques, résolution d'équations algébriques ou différentielles, calcul d'intégrales et tracé de courbes) suffit toujours à l'emploi des feuilles de calcul. L'aide en ligne est, naturellement, toujours accessible au candidat.

Rappelons enfin que la partie informatisée de l'exercice n'est pas un **objectif** mais bien un **moyen**, dans ce qui reste exclusivement une **épreuve de Physique** : l'agilité dans le calcul formel (comme d'ailleurs dans le calcul manuel) est une facilité qui peut contribuer à la réussite de l'épreuve, mais n'y suffit pas.

Analyse globale des résultats

Les résultats obtenus par les candidats lors des épreuves de Physique I et Physique II en 2012 ne mettent pas en évidence de changement significatif par rapport aux années précédentes : les deux épreuves contribuent toutes deux à bien départager les candidats avec un étalement significatif des notes.

Certains candidats obtiennent des notes assez différentes aux deux épreuves de Physique I et Physique II, dont l'esprit diffère notablement, en liaison bien sûr avec l'absence (Physique I, épreuves avec modélisation et mise en équation d'un problème physique) ou la présence (Physique II, épreuve avec analyse de données ou de documents et traitement assisté) de l'outil informatique.

Au titre des évolutions à long terme, le jury a noté le prolongement de deux évolutions déjà observées :

- l'amélioration des capacités des candidats à **utiliser l'outil informatique** (proposé en Physique II) ; il n'y a pratiquement plus de candidats totalement rétifs à son emploi ;
- une légère tendance globale à la régression en ce qui concerne l'**autonomie dans le déroulement de l'épreuve**. Certains candidats semblent ignorer ce qu'on attend d'eux à l'oral et attendent trop passivement de l'examinateur qu'il dirige le déroulement de la séance.

Le jury a particulièrement apprécié les prestations de certains candidats qui, manifestement bien préparés, **prennent en main** leur oral : présentation des objectifs, conduite judicieuse de la résolution de l'exercice, bonne gestion du tableau, commentaires spontanés et pertinents.

A contrario, certains étudiants manquant d'autonomie ou de dynamisme dans la conduite de l'oral ont pu obtenir des notes moyennes ou faibles, même si l'exercice a été traité ; ils ne doivent pas s'en étonner, les épreuves orales ayant justement pour objectif de valoriser la **coïncidence** de la maîtrise des **connaissances**, des **savoir-faire** et des moyens de les **communiquer**.

Remarques et conseils aux candidats

Savoir mener une épreuve orale

Les épreuves orales de Physique I et Physique II ne sont en aucun cas une reproduction des épreuves d'admissibilité : elles évaluent des compétences **distinctes de l'écrit**, qui doivent bien sûr s'ajouter à la maîtrise des connaissances et savoir-faire du programme. Une préparation spécifique à ces épreuves orales s'impose donc ; les étudiants et les enseignants des classes préparatoires trouveront ici les conseils du jury pour optimiser cette préparation.

Un oral n'est pas une « colle » : c'est l'occasion donnée à l'étudiant de montrer toutes ses qualités.

Le jury attribue les meilleures notes aux candidats **autonomes, dynamiques, réactifs** et **efficaces**, en bref à ceux qui ont à cœur de convaincre l'examineur de leurs qualités.

Autonomie : les candidats ne doivent pas attendre une aide de l'examineur dans les toutes premières minutes de leur exposé. La prise en charge de l'exercice nécessite que le candidat propose spontanément, dans cet ordre et avant tout calcul :

- une présentation du problème posé et des **objectifs** de l'exercice ;
- une **analyse physique** préalable à la mise en équation ; en particulier, l'analyse de la géométrie du problème (symétries et invariance), l'étude d'un cas particulier simple, la prévision qualitative de l'évolution temporelle du système, la liste des paramètres pertinents à la mise en équation peuvent ici trouver leur place.
- un exposé de la démarche choisie. Le jury regrette trop souvent de voir un candidat débiter son épreuve orale en recopiant un brouillon, développant des calculs mal adaptés ... et n'ayant parfois pas abouti pendant la préparation !

Cette présentation initiale sera d'autant plus complète que le candidat y aura consacré le temps nécessaire durant la **préparation**. Trop de candidats ignorent l'objectif de l'exercice faute de s'être intéressés à **l'ensemble du sujet** avant de passer au tableau.

Dynamisme, écoute et réactivité : le candidat doit convaincre **oralement** de ses compétences à analyser et résoudre le problème posé. Le jury attend une présentation **rythmée**, sans excès de précipitation, mais surtout pas un ensemble de calculs apposés au tableau sans explication ni commentaire.

Les points essentiels doivent être expliqués (schéma, équations clés, représentations graphiques) sans détails superflus : l'examineur n'attend pas la rédaction d'une épreuve écrite.

Le candidat ne doit pas non plus s'emballer : il doit s'imposer des instants de réflexion et d'analyse des résultats afin de valider ceux-ci ... ou de détecter **spontanément** une erreur ou une contradiction.

L'analyse de l'homogénéité, de la vraisemblance du résultat (signe, pertinence des paramètres, cas particulier) doit être **explicite et systématique**.

Au cours de l'exposé, l'examineur intervient par des questions visant :

- à éclaircir un point confus ;
- à obtenir une justification non spontanément donnée par le candidat ;
- à orienter le candidat ;
- ou enfin, si nécessaire, à mettre en évidence d'éventuelles invraisemblances, inhomogénéités ou erreurs.

L'étudiant doit être à l'écoute de ces interventions et en tirer profit.

Efficacité : la démarche proposée doit être adaptée au problème concret proposé dans le sujet. Le jury n'attend pas du candidat qu'il énonce tous les théorèmes, lois ou principes relatifs aux phénomènes physiques en jeu, le tri restant à faire.

Par exemple, on peut déterminer la résistance thermique $R_{th} = \frac{e}{\lambda S}$ en géométrie unidimensionnelle en invoquant seulement la conservation spatiale de la puissance en régime permanent, plutôt qu'à grand coup d'intégrales triples menant à la formule $\text{div} \vec{j}_{th} + \rho c \frac{\partial T}{\partial t} = p \dots$ à moins que celle-ci ne soit simplement affirmée sans justification !

Le jury préfère toujours une résolution aboutie à partir d'hypothèses simplificatrices citées, éventuellement discutées et validées *a posteriori*, à une mise en équation présentée comme rigoureuse et complète mais inachevée. Il sera temps, en fin d'exposé, de commenter la situation traitée, de critiquer la modélisation et de citer des cas plus généraux.

Enfin, l'emploi du conditionnel n'est pas à encourager : les étudiants ne doivent pas proposer des solutions concurrentes entre lesquelles l'examinateur pourrait faire son choix ! C'est aux candidats de donner leur réponse (justifiée et argumentée) aux questions posées.

L'oral valorise donc les candidats **volontaires et déterminés**. Même si le temps de préparation n'a pas permis à l'étudiant de traiter l'exercice posé, il doit être mis à profit pour le recensement des éléments du cours, méthodes et exemples en liaison avec le thème proposé. Le candidat qui saura alors rebondir, profiter des interventions de l'examinateur et avancer sur les voies ainsi suggérées peut tout à fait obtenir une très bonne note. Le jury invite les candidats aux futures sessions du concours à ne jamais se décourager et à profiter de chaque minute de leur temps d'épreuve. Au contraire du football, **à l'issue d'un oral, il n'y a jamais de prolongation.**

Erreurs fréquentes à éviter

En général le jury attend des candidats la définition précise (y compris les questions d'algébrisation) de toutes les grandeurs citées. À titre d'exemples :

- on ne peut appliquer un théorème mécanique ou thermodynamique sans définir le système auquel on l'applique ;
- on ne peut pas établir d'équation (différentielle ou complexe) relative à une grandeur électrique (i, u, q) sans l'avoir clairement définie sur un schéma, signe inclus ;
- on ne peut pas calculer (et encore moins énoncer sans calcul) une différence de marche sans préciser quels sont les rayons lumineux concernés.

De même, le candidat doit être conscient de l'importance cruciale de la maîtrise du vocabulaire scientifique. Si le jury ne tient évidemment pas rigueur au candidat qui oublie le nom du physicien associé à une formule ou un théorème (si celui-ci est juste et applicable au problème posé !), il ne peut admettre la confusion entre énergie et puissance, entre moments cinétique, d'inertie et d'une force, ou entre puissance et puissance surfacique par exemple.

Le jury suggère aux candidats aux futures sessions du concours, à titre d'exemple, de réfléchir à l'affirmation « augmenter le rayon d'un télescope permet de recueillir plus d'intensité lumineuse ».

Enfin, l'adage napoléonien « un bon croquis vaut mieux qu'un long discours » s'applique parfaitement aux épreuves orales de Physique.

Dans les sujets d'électricité si beaucoup de candidats savent établir la fonction de transfert d'un quadripôle, tous ne proposent pas encore au préalable une analyse qualitative en basses et hautes fréquences. Pourtant, cette dernière suffit parfois à l'étude, et permet au moins de valider les calculs ... ou de rectifier une erreur.

Méconnaissant les formes canoniques (équations différentielles ou fonctions de transfert) des systèmes du second ordre, bon nombre de candidats ont du mal à en identifier les éléments caractéristiques ; s'il est bien sûr toujours possible de revenir à leur définition, c'est une démarche longue et pas forcément plus assurée.

L'emploi des notations complexes en régime non sinusoïdal n'est évidemment pas proscrit, sous réserve de connaître la signification formelle du facteur ω . Les calculs de puissance moyenne sont souvent délicats et trop de candidats ignorent tout des propriétés des condensateurs et bobines à cet égard.

En électromagnétisme la réflexion métallique d'une onde plane est souvent mal décrite. En particulier, les relations de passage du champ électromagnétique sont rarement accompagnées d'un schéma clair mentionnant les notations introduites. Des confusions subsistent en particulier, notamment entre courants volumiques, surfaciques et filiformes. Enfin, la relation $\vec{B} = \frac{\vec{k} \wedge \vec{E}}{\omega}$ n'a pas une portée universelle.

Le thème « induction » se prête bien à des analyses physiques qualitatives et à des commentaires : influence de paramètres, limites du modèle, proposition de situations pratiques, etc. Le jury attend des candidats une grande autonomie sur ces points.

L'absence d'orientation des surfaces et des concours pénalise la mise en équation ; la cohérence du résultat est alors aléatoire. Même en cas de résultat accidentellement correct, ce manque de rigueur est inévitablement sanctionné. La schématisation du circuit équivalent est indispensable avant de pouvoir, par exemple, écrire toute relation du genre $e = Ri$.

En Mécanique exprimer le moment d'une force en calculant un produit vectoriel n'est bien sûr pas interdit, mais est rarement nécessaire ; les candidats qui se croient rassurés par le procédé doivent savoir qu'il est souvent source d'erreurs. Le jury apprécie et conseille donc la méthode du bras de levier, plus efficace et finalement plus physique.

Les lois du frottement de Coulomb sont trop souvent traitées dans l'à-peu-près. En particulier, la phrase « *le frottement s'oppose au mouvement* » n'a, sans autre précision, guère de sens.

Les candidats aux futures sessions du concours pourront en particulier s'interroger sur le lien entre une telle affirmation et le libre choix du référentiel galiléen pour l'étude dynamique d'un mouvement.

La question « proposer deux constantes du mouvement » ne consiste **jamais** à deviner une relation inédite mais **presque toujours** à rechercher une propriété énergétique et une autre associée à une composante du moment cinétique ; le jury est toujours surpris de voir des candidats qui n'ont même pas essayé de se ramener à ces deux éléments classiques.

En Optique après le calcul d'une fonction d'éclairement, les candidats doivent, sans qu'on leur en rappelle la nécessité, tracer la courbe correspondante et mettre en évidence ses points remarquables (annulations, maxima, etc). Le candidat doit toujours pouvoir expliquer **ce qu'on voit** par exemple sur un écran.

Les étudiants ont souvent des difficultés à faire le lien entre **petites** dimensions spatiales du système (interférentiel ou diffractant) et **grandes** valeurs de l'étalement spatial de la figure observée, même lorsqu'ils ont établi des expressions de l'interfrange ou des dimensions d'une tache de diffraction.

La notion de longueur de cohérence est mieux comprise et plus souvent citée, y compris parfois spontanément, que les années précédentes ; c'est un progrès que le jury apprécie.

En Thermodynamique une résistance thermique doit être définie avec précision ; il s'agit d'une grandeur positive par construction ... ce qui ne veut pas dire qu'on change le signe à la fin du calcul s'il ne convient pas !

Comme en électricité, tous les modes de transferts thermiques ne s'ajoutent pas ; une analyse préalable du système étudié peut par exemple mettre en évidence des transferts en série, ou en parallèle.

Le programme de première année est parfois très mal maîtrisé (changements d'état du corps pur, détente de Joule-Thomson, etc.)

Conclusions

Les épreuves orales du concours ne s'improvisent pas ; elles font l'objet d'une préparation longue et minutieuse, qui concerne à la fois les contenus (le programme des deux années de formation, MPSI et MP, sans aucune exclusion) et les savoir-faire (techniques de résolution, mais aussi aisance dans la prestation orale).

Le jury a eu plaisir à entendre, cette année encore, de nombreuses prestations de qualité, caractérisées par une présentation autonome et dynamique, appuyées sur une bonne maîtrise des connaissances et compétences du programme. Il espère que le présent rapport aidera les candidats aux futures sessions du concours à faire de même.

Les candidats aux futures sessions du concours ont le désir légitime d'accéder à des écoles de haut niveau : ils ne doivent négliger aucun aspect de leur préparation s'ils veulent que toutes leurs qualités soient reconnues et pouvoir ainsi intégrer la formation de leur choix.

Le jury les invite en particulier à s'inspirer des quelques lignes de ce rapport (et à l'occasion de ceux des années précédentes) pour se présenter à l'oral avec rigueur et détermination, appuyés sur des connaissances solides, ouverts à l'échange intellectuel avec leur examinateur.