

## Banque MP option physique – ENS Ulm – Session 2021

### Rapport relatif à l'épreuve orale de physique

- **Coefficient** (en pourcentage du total des points) : 23,1 %
- **Membres du jury :**  
Jérémy Neveu, Clément Sayrin
- **Durée de l'épreuve :** 1h

### Présentation générale de l'épreuve

L'épreuve dure 1h sans temps de préparation. Le ou la candidate présente ses raisonnements et effectue ses calculs au tableau devant l'examineur. L'énoncé, en général succinct, est présenté par l'examineur. Les questions de l'énoncé sont données au fur et à mesure de l'épreuve.

L'épreuve prend essentiellement la forme d'un échange continu entre l'examineur et le ou la candidate. L'examineur s'attend à ce que les différentes étapes du raisonnement soient clairement exposées et à ce que les résultats soient précisément analysés. Le candidat est invité à systématiquement expliquer ce qu'il est en train de faire. Le jury ne s'attend pas à ce que le candidat sache résoudre le problème aussitôt la question reçue. Un temps de réflexion est bien sûr permis, mais se questionner, douter et réfléchir à voix haute permet de démarrer une discussion avec le candidat. À tout moment, le candidat peut poser un calcul « au brouillon » sur le tableau avant de répondre à la question posée.

### Énoncés

Les énoncés portent sur l'ensemble du programme de physique des classes de MPSI et MP. Un même sujet peut nécessiter de recourir à plusieurs parties du programme.

Tous les sujets proposés par le jury sont originaux et n'ont, à sa connaissance, jamais été posés aux concours. Une expérience de pensée ou un fait expérimental, récent ou ancien, forme en général le point de départ de l'énoncé. Ce dernier est rédigé de façon succincte et laisse au candidat le soin d'introduire le formalisme adéquat et d'en réaliser la modélisation mathématique et physique.

La plupart des sujets commence par une question moins difficile. Dans le cas contraire l'examineur encourage le candidat à commencer par une description simplifiée du problème avant de répondre à la question. Dans tous les cas, l'examineur guide le candidat s'il reste bloqué trop longtemps, le plus souvent par le biais de questions.

Certaines situations physiques font intervenir des concepts en dehors du cadre du programme de MPSI/MP. L'examineur présente alors clairement ce que le candidat doit savoir pour répondre au problème. Le jury insiste toutefois sur le fait qu'aucune connaissance hors

programme a priori n'est nécessaire pour la compréhension et la résolution des problèmes donnés.

Dans certains cas, l'énoncé est complété par des tables, des schémas ou des formulaires. Ces documents sont le plus souvent introduits au moment où le candidat en a besoin pour ne pas interférer dans sa réflexion préalable. Aucune étude de documents n'est demandée au cours des épreuves.

Des exemples de sujets donnés lors de la session 2021 sont fournis à la fin de ce rapport.

## Évaluation

L'objectif de l'épreuve est d'évaluer la compréhension des concepts physiques sous-jacents par le ou la candidate, son inventivité et sa prise d'initiative face à un problème a priori nouveau, sa capacité à utiliser ses connaissances dans des situations originales. Les principales compétences évaluées sont les suivantes :

- maîtriser le programme,
- savoir analyser et décrire une situation physique nouvelle avant tout calcul,
- savoir formaliser une situation physique et proposer un modèle pertinent,
- avoir un regard critique sur le modèle proposé et sur les résultats obtenus,
- savoir présenter de façon claire ses raisonnements et résultats,
- savoir mener des calculs de façon rigoureuse tout en sachant introduire et utiliser des approximations physiques pertinentes,
- entretenir une discussion physique avec l'examineur et savoir s'adapter aux indications données en cours d'épreuve.

Certains aspects de l'épreuve, dans sa forme ou au sujet de l'évaluation, sont détaillés par la suite.

- **Maîtrise du cours :** L'oral est axé sur la résolution d'un problème et, en ce sens, les questions de cours ne sont pas au cœur de l'épreuve. Une connaissance parfaite du cours est toutefois attendue. En particulier, le ou la candidate doit être capable de préciser pour les résultats de cours qu'il invoque les conditions d'application, les hypothèses sous-jacentes et leurs domaines de validité. Une courte démonstration ou le principe de la démonstration peuvent être demandés au candidat quand ils figurent au programme.
- **Analyse et modélisation du problème :** Les énoncés sont le plus souvent très concis. Qu'une question lui soit spécifiquement dédiée ou non, le début de l'épreuve doit donc commencer par une analyse du problème. Dans cette première phase exploratoire où l'examineur intervient peu, idéalement, il est attendu du candidat qu'il décrive soigneusement la situation physique en identifiant les paramètres pertinents du problème. Un dessin clair et soigné est valorisé.

Une analyse qualitative du problème est très appréciée : l'analyse de cas limites simples, l'évaluation d'ordres de grandeur estimant l'importance relative de différents

phénomènes permettent le plus souvent une compréhension globale du problème et une simplification préalable à toute mise en équation. Ce temps d'analyse permet ainsi au candidat de faire preuve de son recul sur la physique du problème mais aussi de mettre toutes les chances de son côté pour résoudre ensuite le problème. Les candidats qui ont bien su mener cette première phase, sans calculs, ont été valorisés. Le jury attend ensuite du candidat qu'il propose une méthode de résolution du problème avec une mise en équation rigoureuse. À cette étape comme aux précédentes, le jury attend une certaine autonomie du ou de la candidate. En particulier, il ou elle doit être capable d'avancer dans sa réflexion et dans la résolution du problème sans attendre la validation de chaque étape par l'examineur. Toutefois l'examineur ne laisse pas le candidat s'avancer trop avant dans des raisonnements ou calculs sans issue. Il n'intervient pas immédiatement pour laisser le temps au candidat de s'auto-corriger. Se rendre compte des faiblesses de son raisonnement initial puis se corriger est tout à fait valorisé.

- **Discussions avec l'examineur :** Les sujets, tels qu'ils sont écrits, ne peuvent en général pas être résolus sans l'intervention de l'examineur. Idéalement, ce dernier n'intervient que pour aiguiller le raisonnement du ou de la candidate, ou pour introduire des hypothèses ou des précisions nécessaires à la résolution du problème.

Dans tous les cas, les interventions de l'examineur sont bienveillantes. Le plus souvent, il intervient pour demander au candidat de préciser un résultat ou une affirmation qu'il a faite (quelle que soit sa véracité) ou pour donner des indications pour aider le ou la candidate à avancer s'il ou elle reste bloquée trop longtemps.

Le jury insiste donc sur l'importance pour les candidats de rester attentifs à ses interventions tout au long de l'épreuve. Les candidats qui n'ont pas su écouter les indications du jury et se sont enfermés dans une voie trop simpliste ou trop complexe ont été pénalisés.

- **Présentation des raisonnements et résultats :** Une importance toute particulière est donnée à la façon dont le ou la candidate présente la situation physique, ses raisonnements, approximations et résultats. De façon générale, cela passe par un dessin soigné représentant la situation physique et introduisant les grandeurs pertinentes. Des calculs menés sans justification claire ou avec des commentaires lapidaires sont sanctionnés, même si le résultat final est correct. Le fait qu'un calcul semble « classique » au candidat ne justifie pas un manque de rigueur scientifique : le candidat doit être capable de convaincre par un argumentaire scientifique / physique rigoureux qu'il maîtrise les calculs qu'il mène. En l'absence de justification suffisante, l'examineur l'interroge pour obtenir des précisions. Des réponses laconiques traduisant un refus de la discussion physique ont été lourdement pénalisées.

Plusieurs candidats ont ainsi voulu avancer trop vite dans l'énoncé au détriment de la clarté de leur présentation. Le jury insiste sur le fait que cette stratégie n'est jamais gagnante. De façon générale, la note finale n'est pas directement corrélée à l'avancée dans le sujet par le candidat. La précision de ses réponses et les

interventions ou aides de l'examineur sont également prises en compte dans l'évaluation.

- **Calculs :** Tous les problèmes aboutissent à un moment à une étape de formalisation suivie de la résolution des équations. Si les compétences techniques des candidats, déjà largement testées lors des épreuves écrites, ne sont pas au cœur de l'évaluation lors de cet oral, il est attendu que le ou la candidate sache mener rigoureusement un calcul. Les calculs demandés sont habituellement relativement courts et peuvent être effectués sur un seul tableau. Pour les calculs les plus complexes, l'examineur peut en donner le résultat une fois le calcul bien posé.

Le jury tient à rappeler qu'il ne s'agit pas d'une épreuve de mathématiques ou de calculs, mais bien de physique. Néanmoins ne pas savoir mener un calcul simple ou une résolution d'équation « classique » (solutions d'un oscillateur harmonique par exemple) est lourdement sanctionné. Les applications numériques doivent savoir être réalisées rapidement et avec les bonnes unités.

- **Analyse des résultats :** La réponse à un problème physique s'arrête rarement à la donnée d'une formule. Il est attendu du candidat qu'il analyse et interprète ses résultats. Cela peut notamment passer par un test de l'homogénéité de la solution, l'évaluation d'ordres de grandeur ou le test de cas limites connus. Les candidats qui ont su mener ces analyses de façon autonome sont valorisés.

Le jury tient toutefois à insister sur le fait que, si l'outil mathématique est indispensable à la résolution des problèmes physiques, l'interprétation des résultats ne peut se limiter à une étude purement mathématique. Le ou la candidate doit être capable de donner un sens physique aux solutions données ou aux équations posées. Par exemple, expliquer pourquoi les solutions d'un oscillateur harmonique sont oscillantes à haut facteur de qualité doit pouvoir s'expliquer par des arguments physiques, sans passer par le calcul d'un discriminant. Comme écrit précédemment, le sens physique du ou de la candidate est l'élément central de l'évaluation, plus que son analyse mathématique du problème.

## Rapport sur la session 2021

116 candidats ont passé l'épreuve de physique, pour une moyenne de 11,1 et un écart-type de 4,0. Le jury tient à insister sur le très bon niveau des candidats auditionnés. En conséquence, la note reçue ne doit pas être interprétée de façon absolue, elle ne reflète que le classement du candidat. Sauf exceptions, la performance des candidats en fin de classement reste tout à fait honorable malgré la faiblesse des notes attribuées.

## Exemples de sujets

Nous donnons ici des exemples de sujets posés lors de cette session du concours. Le jury tient à rappeler qu'une grande importance est accordée à la discussion du candidat avec l'examineur. Ces exemples ne doivent pas être interprétés comme s'il s'agissait d'une épreuve écrite tant l'intervention de l'examineur est indissociable de l'énoncé.

### 1<sup>er</sup> exemple

On considère un satellite en orbite circulaire autour du Soleil. Il est muni d'une voile solaire, que l'on assimile à un objet parfaitement réfléchissant et que l'on suppose initialement repliée.

1. La voile est dépliée l'instant initial, en un temps supposé négligeable. Décrire la trajectoire du satellite en fonction d'un paramètre sans dimension que l'on introduira.
2. Dans le cas d'une trajectoire ouverte, quelle est la vitesse du satellite loin du Soleil ?

### 2<sup>nd</sup> exemple

Une étoile est essentiellement une boule de gaz en équilibre dont le cœur produit du rayonnement par fusion de noyaux d'hydrogène en hélium. On assimile une étoile à une boule homogène de température uniforme.

1. Quelles sont les forces en jeu permettant l'équilibre de l'étoile ?
2. Trouver une relation entre la pression moyenne dans l'étoile et son énergie gravitationnelle.
3. Calculer l'énergie totale de l'étoile en fonction de sa température puis en fonction de son rayon, et discuter de sa stabilité en température.