

Banque PSI inter-ENS – Session 2021

Rapport du jury relatif à l'épreuve d'oral de physique

L'épreuve de physique dure 55 minutes. Un phénomène physique est présenté au candidat sous forme assez ouverte (description brève d'une observation expérimentale, courte séquence vidéo, photos ou graphe de données expérimentales). Le but est de construire un modèle pour décrire au mieux le phénomène présenté... Il est rappelé en début d'épreuve que la prise d'initiative est indispensable ; c'est au candidat de préciser ses hypothèses de travail, le sujet étant volontairement ouvert. La démarche est proche de celle des « résolutions de problèmes ». Cette démarche est au cœur du quotidien du métier de chercheur qui est un des débouchés naturels de l'ENS.

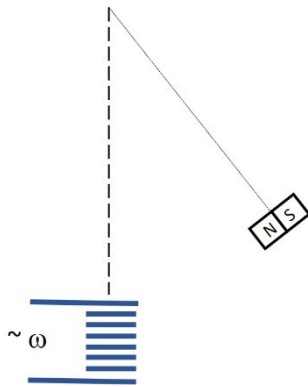
Après une période de réflexion individuelle (typiquement 5-10 minutes), l'épreuve évolue progressivement vers un dialogue entre l'examineur et le(a) candidat(e). Celui(elle)-ci est amené(e) à affiner ses hypothèses de travail. Le sujet est volontairement bref et ouvert. Par ses remarques ou, le plus souvent, ses questions, le jury cherche à aider le candidat à progresser s'il est dans la bonne direction ou au contraire lui fera part de ses doutes s'il s'engage dans ce qui semble être une impasse. Il ne faut pas hésiter à solliciter le jury pour faire avancer la discussion. Un écueil à éviter à tout prix est de rester silencieux trop longtemps sans expliquer au jury le cours de sa réflexion. Une première approche du problème consiste généralement en une discussion qualitative du phénomène avec le jury, qui peut apporter à cette occasion des précisions supplémentaires sur les contours du sujet. A ce stade, les raisonnements par analogie avec des situations connues, par ordres de grandeur voire par analyse dimensionnelle sont bienvenues pour « entrer dans le sujet ».

Dans un deuxième temps, le jury attend que le candidat soit capable de proposer un chemin vers une modélisation plus formelle du phénomène. Beaucoup de sujets peuvent être abordés de plusieurs façons, et il n'existe pas une seule bonne réponse. Le jury laisse le candidat libre de poursuivre la piste qu'il a choisie, sauf si celle-ci devient visiblement sans issue. Les sujets sont en général peu calculatoires, mais il est souvent judicieux de prendre le temps nécessaire pour préciser par un schéma la géométrie et les notations retenues. Rappelons que la vérification de l'homogénéité des expressions et des ordres de grandeur en fin d'analyse est indispensable.

Pour cette session 2021, le jury note avec satisfaction que le niveau général des candidats semble peu affecté par la crise sanitaire qui a perturbé les conditions d'enseignements au cours des deux années scolaires précédentes.

La quasi-totalité des exercices proposés faisaient appel à plusieurs domaines de la physique. La connaissance des valeurs numériques des constantes fondamentales (au moins en ordre de grandeur) et d'autres grandeurs physique est appréciée. Pour conclure, nous donnons quelques exemples des sujets proposés lors de la session 2021 :

Exemple 1 : Pendule et champ magnétique



Un pendule pesant constitué d'un petit aimant de masse m oscille au voisinage d'une bobine, comme sur la figure ci-jointe. La bobine est alimentée par un courant alternatif de fréquence ω . On constate alors que, pour certains valeurs discrètes de la fréquence ω l'amplitude des oscillations reste constante malgré les forces de frottement. Expliquez et trouvez ces valeurs.

Éléments de réponse:

On commence par analyser l'interaction entre l'aimant et la bobine. Sans faire de calculs, et en utilisant un schéma qualitatif pour les lignes de champs magnétique à l'extérieur de la bobine, ainsi que quelques hypothèses plausibles, on pourra donner une forme suffisamment simple pour la force qui agit sur l'aimant. Un bilan d'énergie permet ensuite de résoudre le problème et d'exprimer les valeurs pour la fréquence ω en fonction de la période intrinsèque du pendule.

Exemple 2 : Orages.

Une journée d'été débute par un ciel limpide, mais, en cours d'après-midi, les nuages commencent à bourgeonner, puis le temps tourne à l'orage. Estimer l'altitude de la base des nuages. De quel(s) paramètre(s) cette altitude dépend-elle ?

Éléments de réponse:

L'énoncé du problème suggère que le rayonnement solaire est important (été, beau temps), de sorte que la température au sol va s'élever rapidement. Il va donc se former un gradient de température, possiblement supérieur à celui d'une atmosphère en équilibre adiabatique. On peut estimer l'effet de ce gradient en considérant la sortie de la position d'équilibre d'une particule d'air lors d'une montée adiabatique : on constate que, pour un gradient suffisamment élevé, la résultante des forces d'Archimède et du poids est dirigée vers le haut. L'atmosphère est alors instable, et un phénomène de convection a lieu qui transfère les masses d'air, initialement proches du sol et partiellement saturées en vapeur d'eau, vers les grandes altitudes, plus froides. On peut ensuite obtenir l'altitude de condensation (formation des nuages) en décrivant l'évolution de la pression de vapeur saturante avec la température et en la comparant avec la pression partielle en eau en fonction de l'altitude.