

## 5. Physique-chimie 2

### 5.1. Introduction

L'épreuve évoque cette année divers thèmes liés à l'observation spatiale et à l'astronautique, dans la perspective de former l'image d'une exoplanète.

La partie A aborde des questions d'optique et fait appel aux notions d'interférences, de cohérence et de contraste.

La partie B envisage l'utilisation d'une lentille gravitationnelle et met à l'épreuve, dans une modélisation élémentaire, la capacité des candidats à s'adapter à un contexte nouveau.

Enfin, la partie C envisage le voyage dans le système solaire d'une sonde spatiale exploitant la pression de radiation.

Les capacités numériques et celles concernant le traitement des incertitudes de mesure sont sollicitées à plusieurs reprises.

### 5.2. Analyse globale des résultats

La majorité des candidats a parcouru les trois parties de l'épreuve, dont la longueur n'est pas excessive, et les plus efficaces atteignent un taux de réussite de l'ordre de 90 % de l'ensemble du barème. Les questions d'optique placées au début du problème ont naturellement reçu un traitement plus attentif, mais celles portant sur le programme de mécanique de MPSI (partie C.II) n'en ont pas pour autant été délaissées. On regrette cependant que moins de 10 % des copies proposent des lignes de code répondant à la question **Q36**, alors qu'elle ne fait appel qu'à une syntaxe rudimentaire et se déduit très naturellement des questions précédentes. Peut-être cela traduit-il une certaine réticence à s'approprier un script Python lorsque la fin d'une épreuve se profile, et la propension à traiter de préférence des questions qui s'énoncent en langage naturel, auxquelles on répond plus spontanément. La capacité à alterner entre la mise en équation d'un problème physique et sa représentation informatique semble pourtant déterminante pour des étudiants s'orientant vers des carrières scientifiques.

Les questions relatives aux valeurs numériques de grandeurs physiques et à leur incertitude n'ont pas été négligées, preuve que leur traitement est désormais bien entré dans l'enseignement en CPGE. Cependant, rares sont les candidats qui pensent opportunément à citer la méthode Monte-Carlo lors d'un ajustement de courbe, et plus rares encore ceux qui s'appuient sur un écart normalisé pour discuter la compatibilité de deux mesures d'une même grandeur.

### 5.3. Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

Voici quelques points particuliers sur lesquels les futurs candidats pourront faire porter leur attention afin d'optimiser leur préparation et de ne pas tomber dans les mêmes travers que certains de leurs prédécesseurs.

Dans la question **Q1**, établir l'expression d'une différence de marche suppose de maîtriser et d'illustrer par un schéma le rôle d'une lentille mince dans la propagation d'une onde lumineuse.

Les notions relatives à la cohérence ne semblent pas toujours bien comprises et les calculs d'optique relever de l'automatisme. On a fréquemment pu lire de réponses du type : « les sources sont incohérentes, donc elles interfèrent, donc les intensités lumineuses qu'elles produisent s'additionnent ».

La question de l'écriture du résultat d'une mesure avec nombre adapté de chiffres significatifs fait parfois l'objet de débats. Citons ici les préconisations du *Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure* publié par le Bureau International des Poids et Mesures : « il suffit habituellement de fournir [l'incertitude] avec deux chiffres significatifs » et « les estimations d'entrée et de sortie doivent être arrondies en accord avec leurs incertitudes ». Dans l'esprit du jury, il ne s'agit pas d'appliquer ces règles avec un excès de rigidité, mais de rappeler qu'elles ont pour but de rendre plus claire et plus lisible la présentation d'un résultat numérique. Que penser d'une formulation telle que  $d = 5.10^{-4}$  cm avec  $u(d) = 8,90 \mu\text{m}$  ?

La résolution complète de la question **Q12** comporte plusieurs étapes, chacune relativement simple mais dont l'enchaînement non guidé réclame une certaine prise d'initiative. Elle se voit donc attribuer dans le barème un poids bien supérieur aux autres et le jury encourage les candidats à ne pas reculer devant ce genre d'obstacle : la prise de risque reste modérée et peut être récompensée.

Dans la question **Q25**, il s'agit de justifier l'expression fournie de la pression de radiation. Une réponse correcte passe par des arguments précis, tels le principe des actions réciproques et la seconde loi de Newton, auxquels certains candidats ont substitué des explications spécieuses.

Lorsqu'il s'agit de commenter une valeur numérique, il convient d'identifier, dans chaque contexte, à quelle autre valeur pertinente on doit la comparer. Dans les questions **Q14** et **Q20** par exemple, il faut se souvenir que le but poursuivi est l'observation d'exoplanètes et que, par conséquent, les résolutions spatiales obtenues doivent être mises en regard de valeurs typiques de l'astronomie, issues de la culture des candidats ou puisées parmi celles fournies à la fin de l'énoncé.

La partie B plonge les candidats dans un contexte nouveau pour eux. Le degré de technicité mathématique reste élémentaire mais, par contre, la capacité à s'approprier une situation nouvelle, à la représenter par un schéma et à exploiter un document (figure 8b) sont mobilisées.

La partie C.II a été assez bien traitée, sans doute parce que la force de rayonnement, plutôt inhabituelle pour les candidats, possède des propriétés proches de celles d'une force gravitationnelle. Pour aller jusqu'au bout des calculs, il convient cependant de se rappeler que la constante des aires n'est pas une donnée de l'énoncé et qu'il faut la déterminer en exploitant les conditions initiales.

L'interprétation qualitative demandée dans la question **Q39** est délicate. Cependant, il convient de se rappeler que la force gravitationnelle est conservative et qu'elle ne saurait en aucun cas à elle seule justifier une augmentation de la vitesse entre deux positions possédant la même énergie potentielle.

La question **Q40** est rarement abordée et, lorsque c'est le cas, sans faire référence à la notion de quasi-équilibre thermique, pourtant au cœur du problème.

## 5.4. Conclusion

La réussite à cette épreuve repose sur la capacité à mobiliser avec clairvoyance des compétences variées issues du programme de la filière MPSI/MP. Les candidats qui les ont acquises et sont capables de les réinvestir efficacement dans le temps imparti ont toutes les chances de poursuivre avec succès des études exigeantes sur le plan scientifique.