

## 2.2.C - PHYSIQUE I - Filière PSI

### I) REMARQUES GÉNÉRALES

L'épreuve de Physique I PSI, qui présentait de nombreuses parties communes avec celles proposées aux candidats des filières MP et PC, proposait, sur le thème de l'astrophysique, un parcours varié au travers du *programme des deux années* de préparation.

En six parties indépendantes, le sujet traitait de mécanique du point matériel, de mouvement à force centrale, d'hydrostatique, de loi du gaz parfait au niveau microscopique, d'énergie électrostatique, de propagation des ondes électromagnétiques dans un plasma et enfin, d'optique géométrique et physique. Toutes ces parties commençaient par des questions très proches du cours et le jury s'attendait légitimement, à ce niveau de sélection, à voir ces questions traitées avec *soin et rigueur*. Il n'en a pas toujours été ainsi et certains candidats ont pu être surpris d'une note assez basse alors qu'ils avaient balayé, sans soin, une partie importante du sujet. *A contrario*, des copies plus succinctes mais présentant à la fois des qualités *de fond et de forme* se sont vu attribuer une bonne note, le barème prenant bien sûr en compte toutes les étapes nécessaires d'un raisonnement complet.

Le sujet exigeait souvent des candidats beaucoup d'autonomie, en particulier pour des questions très classiques. L'épreuve a donc fait la différence entre des candidats bien préparés, connaissant leur cours et la manière de s'en servir et d'autres, aux connaissances plus incertaines ou aux connaissances qu'ils n'ont pas su mobiliser. Le résultat de cette confrontation est un grand étalement des notes, depuis des copies brillantes, faisant le tour des questions posées avec rigueur, jusqu'à des productions extrêmement décevantes pour des étudiants ayant suivi deux (ou trois) années de préparation.

Le sujet ne s'appuyant guère sur la technicité du calcul, c'est la bonne compréhension des éléments du programme qui a contribué à faire la différence. Année après année, les jurys de très nombreuses épreuves, dans toutes les disciplines et dans tous les concours, répètent l'importance de la *maîtrise du cours*. Profitons de l'occasion pour rappeler ici qu'un cours de Physique n'est pas une collection désordonnée de formules ! Les concepts doivent être maîtrisés dans leur rapport les uns aux autres pour pouvoir être réinvestis dans des circonstances qui ne sont pas forcément celles auxquelles l'étudiant est habitué.

Rappelons ici aux candidats que le correcteur a toujours la possibilité d'attribuer une *partie des points* du barème à une question non complètement traitée ou dont le résultat n'est pas juste, mais lorsqu'une partie du raisonnement est valable. Encore faut-il que le correcteur puisse s'appuyer sur une démonstration comportant sur la copie *explications* et *schémas* justifiant les calculs proposés. Au contraire, si le candidat n'explique pas sa démarche et énonce un résultat « brut » (et souvent faux), il méritera la note 0 quel que soit le « degré de proximité » de son résultat avec celui qui est attendu par le correcteur.

### II) REMARQUES PARTICULIÈRES

À deux reprises (questions **1.** et **6.**), le sujet s'intéressait à l'énergie potentielle associée à une force centrale newtonienne. Le jury ne s'attendait pas à autant d'erreurs sur ce point, considéré comme un élément essentiel du socle sur lequel l'enseignement de la Physique s'appuie. Confusions dans le signe de la force, dans le lien entre force et énergie potentielle et même (beaucoup trop souvent) dans l'expression d'une primitive de  $1/r$  ont pénalisé de nombreux candidats. Rappelons en particulier que le *signe de l'énergie potentielle*  $\pm K/r$  d'une interaction newtonienne a un *sens physique* fort et qu'une confusion à ce niveau n'est pas anodine !

Les questions **2.** et **3.** proposaient un passage d'un modèle discret à un modèle continu. À ce stade, plusieurs erreurs graves sont à signaler. Elles se sont retrouvées dans de nombreuses copies. Tout d'abord, l'écriture d'une expression différentielle  $dE_p$  ne se fait pas en multipliant simplement par  $dr$  une expression précédemment trouvée pour des particules ponctuelles, ne serait-ce que par la *faute d'homogénéité* qui en résulte. Le jury a aussi été surpris de constater que nombre de candidats ignorent l'expression du volume  $4\pi r^2 dr$  d'une couronne sphérique. Ils doivent alors le retrouver, avec plus ou moins de bonheur, par exemple par une intégration en coordonnées sphériques. Certains résultats étaient demandés sous une forme favorisant explicitement la *vérification de l'homogénéité* (rappelons qu'il devrait s'agir d'un réflexe normal, particulièrement à l'issue d'un calcul un peu long). Pourtant, beaucoup de copies présentent des expressions de  $\alpha$

et  $\kappa$  manifestement inhomogènes. Signalons enfin que trop peu de candidats savent passer d'une forme macroscopique à une *forme microscopique* de l'équation d'état des gaz parfaits.

Le jury souhaite tout de même rappeler que, même s'il ne s'agit pas d'une épreuve de Mathématiques, il est inacceptable à ce niveau de voir écrites (et calculées !) des intégrales du type  $\int f(x) dx^n$  avec  $n$  différent de 1. Il ne s'agit alors plus de sciences, mais d'un simple tour de passe-passe que le correcteur n'apprécie pas.

Pour la question 6. signalons, au chapitre des détails mineurs, des confusions entre EPR et ITER (regrettables quand même pour de futurs ingénieurs) et plus curieusement, entre ITER et ICARE (la proximité du Soleil dans la même question, peut-être ?).

Pour la question 7., l'évaluation de la section efficace de réception de la puissance, qui n'est pas une question standard en filière PSI, a donné lieu à quelques erreurs géométriques que le jury a peu sanctionnées. Par contre, le jury n'a pas apprécié les candidats qui, ayant calculé le *rayon* critique  $\mu$ , l'ont exprimé... en kilogrammes par mètre cube ! Il en va de même de certains qui, ayant convenablement traité tout ou partie des calculs de la question 7., n'ont pas compris que la question 8. consistait simplement à en recopier le résultat sous forme d'une simple phrase (ou d'un schéma).

À la question 9., certains candidats confondent fréquence du signal et fréquence de la modulation. Ils ne sont alors pas surpris de trouver quelques hertz (question 9.) puis de faire l'application numérique avec quelques centaines de megahertz (question 13.).

La question 10. est une question de cours souvent bien traitée, sauf sur deux points. Premièrement, la justification du caractère transverse du champ électrique de l'onde dans un plasma est souvent oubliée. Deuxièmement et plus grave, alors que le sujet demandait *explicitement dans quelles conditions la force magnétique est négligeable*, certains étudiants se contentent d'affirmer une réponse non justifiée.

La question 14., qui relève plus du bon sens que du programme au sens strict, a été souvent bien comprise. Toutefois, certaines copies s'égarent dans des considérations géométriques ou physiques (telle l'influence de la relativité générale) hors de propos ou fantaisistes.

Les questions 15. à 17. ont été peu et mal traitées, le problème à deux corps n'étant pas identifié ou pas connu de beaucoup de candidats.

La question 18. (*énoncer le principe d'Huygens et Fresnel*) est une question de cours au sens strict. Le jury n'attendait pas ici une formulation particulière et encore moins des détails historiques. Il espérait un exposé *opératoire*, c'est-à-dire une phrase (en français) permettant de justifier l'écriture de l'intégrale de Fresnel ou de Fraunhofer. Les confusions entre *amplitude* et *intensité* ou encore entre *cohérence* et *incohérence* amènent naturellement la note 0 pour cette question.

Pour la question 19. rappelons qu'un calcul de différence de marche *impose* la production d'un *schéma clair* et non pas l'affirmation d'une formule géométrique (qu'elle soit juste ou fausse d'ailleurs) produite sans aucune justification. Signalons aussi qu'un schéma n'est clair que s'il est lisible. Les candidats qui choisissent ici une méthode géométrique (à base de triangles rectangles) ne doivent pas cantonner la partie utile de leur tracé à quelques millimètres carrés ! Enfin, la production par certains candidats de formules compliquées et manifestement fausses a souvent étonné le jury, persuadé que les étudiants ont déjà rencontré ces questions au cours de leur préparation.

Aux questions 22. et 23., il est possible bien sûr de déterminer les réponses (période  $2\pi$  et maximum en  $\theta_m = 0$ ) sans aucune étude mathématique des fonctions concernées, mais bien plutôt par un *raisonnement physique* très simple et qui illustre la compréhension des propriétés essentielles des interférences et de la diffraction.

### **III) CONSEILS AUX CANDIDATS**

Les épreuves du concours commun sont conçues dans le but d'évaluer les connaissances et compétences acquises par les candidats au cours de leurs deux années de préparation. L'objectif des candidats au concours doit donc être de montrer au correcteur les *connaissances* (le cours, mais aussi la culture générale scientifique et technique et quelques ordres de grandeur) et le *savoir-faire* (calcul, vérifications de vraisemblance et d'homogénéité, qualités d'exposition, rédaction et schémas) qui feront d'eux les ingénieurs de demain.

Pour exprimer ainsi leurs qualités, les étudiants doivent aborder les épreuves avec détermination mais dans le calme. Quand le jury lit dans une copie l'équation *masse volumique* = *masse* × *volume*, il ne peut s'empêcher de regretter que le candidat, sans doute simplement par précipitation, ait ainsi perdu (à cette question, mais aussi dans la suite) des points qu'il aurait facilement pu obtenir.

Le jury suggère donc aux candidats aux futures sessions du concours de s'imposer, pendant les épreuves, une *stricte discipline* qu'on pourrait évoquer sur la base d'une analogie sportive.

Les joueurs de rugby le savent bien : on ne marque des points que si on garde toujours à l'esprit les fondamentaux du jeu. Dans une épreuve de Physique aussi, il est toujours honorable de marquer un essai (c'est-à-dire de finir une question difficile) mais à condition de ne pas concéder trop de pénalités (points perdus faute d'une *rédaction explicite*, par un *calcul bâclé*, une *application numérique* oubliée, sans unité ou non commentée).

De même, comme l'arbitre juge sans appel des règles du jeu, le correcteur de l'épreuve juge de la lettre et de l'esprit de la copie du candidat. Ainsi, il vaut mieux avouer franchement qu'on ne sait pas répondre complètement à la question posée que d'essayer un « bidouillage de bas de page » qui aboutit comme par miracle à la relation attendue. Le jury sanctionne ces comportements et devient automatiquement plus exigeant pour la suite de la copie.

Une phase de jeu au rugby va de la conquête du ballon au score marqué. L'équipe qui prend le ballon au sortir de la mêlée doit l'emmener le plus loin possible. De la même façon, le candidat qui commence une partie doit savoir qu'il a intérêt à aller le plus loin possible dans l'enchaînement logique des questions posées pour obtenir le score le plus élevé. Le barème de correction est conçu dans cet esprit en renforçant souvent, à la question  $n + 1$ , la conséquence du résultat trouvé à la question  $n$ , et au détriment de ceux qui espèrent pouvoir récolter (*grapiller*) quelques points en traitant une partie de question sortie de son contexte.

Enfin, que les candidats *n'oublient jamais de se relire !*

Le jury souhaite aux candidats aux sessions à venir du concours Mines-Ponts les meilleurs succès qui passent, là aussi, par une bonne préparation, une forte combativité mais aussi une grande lucidité pendant le match, pardon, pendant l'épreuve.