

La deuxième partie s'intéresse à la propagation d'ondes électromagnétiques dans les plasmas, qui sont des milieux ionisés présents dans l'atmosphère. Cette partie amène à la notion de fréquence limite en dessous de laquelle la propagation d'ondes électromagnétiques est impossible, l'onde étant alors réfléchie. Le sujet propose finalement d'étudier une carte d'échos radar permettant, grâce à ce phénomène de réflexion, de localiser l'ionosphère mais également de détecter des sylphes, ces derniers étant également des milieux ionisés.

La troisième partie discute des mécanismes à l'origine des sylphes, notamment concernant l'ionisation des molécules, et introduit la notion de cascade avalancheuse permettant de créer les sylphes.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans [l'annexe J](#).

### 2.5.2 Commentaires généraux

Cette épreuve comporte des parties largement indépendantes, avec des questions proches du cours (questions 4-5-6-13-14-15-16).

Il est rappelé que toutes les réponses doivent être justifiées. Les réponses non justifiées n'amènent aucun point. Certaines questions nécessitent une prise d'initiative de la part du candidat, ainsi que l'analyse de documents, comme les questions 1-2-3-17-24. Il est alors attendu des raisonnements construits, précis et concis. L'analyse dimensionnelle ne peut permettre de justifier une réponse, mais constitue un outil précieux pour détecter d'éventuelles erreurs sur le résultat obtenu. Les correcteurs regrettent également que certaines copies soient proches du stade du brouillon, ce qui pénalise au final le candidat.

De plus, trop de points sont perdus par certains candidats qui choisissent de ne pas traiter les questions d'application numérique, qui est pourtant un savoir-faire attendu de la part d'un ingénieur.

### 2.5.3 Conclusion

Nous conseillons aux futurs candidats de bien maîtriser les notions vues en cours de PCSI/PC pour pouvoir réussir cette épreuve. Les correcteurs insistent sur la nécessité de justifier toutes les réponses, de manière claire et concise. Les correcteurs tiennent également compte du soin apporté à la rédaction. Pour éviter les ratures, il est conseillé aux candidats d'utiliser un brouillon pour la recherche de la solution et d'écrire sur la copie une fois que le raisonnement a été trouvé. Pour les applications numériques, il est souhaitable de poser sur la copie le calcul numérique et de donner le résultat en respectant les chiffres significatifs. Pour ce genre de question, le barème est binaire : soit tous les points sont attribués, soit 0 points. Quelques exemples de réponses incorrectes pour une vitesse calculée avec un chiffre significatif :  $v = 2 \cdot 10^8$ ,  $v = 5 \times 10^{-3,5} \text{ m s}^{-1}$ ,  $v = \sqrt{3} \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ,  $v = 2/3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ,  $v = 3 \times 10^8 \text{ SI}$ ,  $v = 2,896468 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ , cette dernière étant peu probable sans calculatrice.

## 2.6 Physique 2 - filière PC

### 2.6.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet proposait d'étudier la physique liée à la planche à voile ainsi qu'aux vagues à la surface de l'océan. La première partie consistait en la description de la mécanique du mouvement d'une planche à voile soit en présence d'un vent arrière soit en présence d'un vent de face correspondant au cas où la

planche à voile « remonte le vent ». La deuxième partie du sujet traitait de la physique des vagues à la surface de l'eau dans un modèle linéaire. Dans un premier temps, l'étude consistait à obtenir la relation de dispersion ainsi que les vitesses de phase et de groupe pour ces ondes de surface. Puis on s'intéressait à l'influence du fond sur la direction de propagation des vagues en analogie avec la loi de la réfraction de Snell-Descartes. La première partie du sujet faisait appel à des notions de mécanique alors que la seconde partie portait sur des notions d'hydrodynamique et de physique des ondes. Des qualités différentes ont donc pu être testées au cours de cette épreuve ce qui a permis aux candidats d'aborder un grand nombre de questions et de montrer l'étendue de leurs connaissances.

L'épreuve a permis de réaliser une sélection satisfaisante des candidats tout en leur permettant de traiter un nombre important de questions et ainsi d'exprimer leurs compétences dans des domaines variés : questions de cours, raisonnements approfondis autour de notions de cours.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans [l'annexe K](#).

### 2.6.2 Commentaires généraux

Le jury a remarqué et apprécié qu'une majorité de copies soient bien rédigées et présentées. De plus, il a constaté qu'une majorité de candidats ont bien avancé dans le sujet et ont traité une grande partie des questions.

Le jury a noté de nombreuses erreurs de calcul (expressions de surfaces, projections de forces, ...) qui ont pénalisé certains candidats. De plus, il insiste sur la rigueur nécessaire dans l'utilisation des vecteurs qui ne sauraient être égalés à un scalaire et dans l'emploi des opérateurs vectoriels pour lesquels le rotationnel d'un scalaire n'a pas de sens mathématique.

Le jury souhaite aussi insister sur la nécessité de soigner les schémas pour répondre aux questions lorsqu'une telle représentation est nécessaire. Ces schémas doivent être rigoureux et précis dans les relations entre les différentes quantités représentées.

### 2.6.3 Conseils aux futurs candidats et conclusions

Le jury souhaite que les futurs candidats s'approprient les conseils donnés dans le présent rapport et souligne qu'une bonne connaissance du cours est une condition nécessaire et suffisante à la réussite d'une telle épreuve.

## 2.7 Physique 1 - filière PSI

### 2.7.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet de Physique 1 PSI 2023 se proposait, sous le prétexte unificateur de la géométrie cylindrique, d'explorer les connaissances et savoir-faire des candidats dans plusieurs parties du programme : la *mécanique des fluides visqueux* au travers de la relation de Poiseuille (par l'étude de la circulation sanguine), l'*électrostatique et la magnétostatique* et la *mécanique du point* (pour la description du

## K Physique 2 PC

**Q1** - On ne pouvait se contenter d'une simple analyse dimensionnelle pour répondre à cette question, un raisonnement argumenté voir avec un schéma était attendu.

**Q2** - Le signe de la force ainsi que les hypothèses permettant d'écrire la seconde loi de Newton ont été peu discutées par les candidats.

**Q3** - Le jury rappelle qu'un vecteur ne saurait être égal à un scalaire ainsi mettre le vecteur vitesse au carré dans la force qui est un vecteur mène une expression dont l'homogénéité vectorielle n'est pas correcte.

**Q4** - Les calculs de surfaces se sont souvent avérés difficiles même dans le cas de l'aire de la voile correspondant à un triangle isocèle. Une relation finale étant donnée dans le sujet, le jury était particulièrement attentif aux raisonnements permettant d'arriver à cette relation. Ainsi, cette relation ne saurait être utilisée pour trouver par un raisonnement faux l'aire  $S'$  dans le cas où  $\theta = \theta_d$ .

**Q5** - Le jury appelle les candidats à être attentifs au signe dans la loi de composition des vitesses.

**Q6** - Malgré l'indication en gras dans l'énoncé, il a été rencontré dans un certain nombre de copies l'utilisation de  $v_v$  au lieu de  $v_{va}$  dans l'expression de la force propulsive. Par la suite, le jury attendait une expression de  $v_p$  en fonction de  $v_v$  et  $\sigma$  qui ne devait pas faire apparaître  $v_{va}$ . Lors du passage à la racine, des candidats oublient la solution négative ou n'interprètent pas physiquement le résultat obtenu.

**Q7** - De nombreux candidats n'ont pas vu que la vitesse du vent apparent n'était plus selon  $\hat{e}_x$  dans cette partie. Le jury déplore de nombreuses erreurs dans la manipulation des vecteurs et dans le calcul de la norme d'une somme de vecteurs.

**Q8** - Le jury a souvent rencontré  $\|\vec{F}_{\text{pro}}\| > \|\vec{F}_{\text{res}}\|$  alors que le mouvement était supposé uniforme et donc la vitesse constante. Le jury déplore que bien que l'égalité des normes et les directions opposées des forces soient bien montrées analytiquement, ces propriétés ne se retrouvent pas sur le schéma. Peu de candidats ont réussi à dessiner correctement le vecteur  $v_v$  et encore moins de candidats ont explicité la relation géométrique liant les vecteurs  $\vec{v}_v$ ,  $\vec{v}_p$  et  $\vec{v}_{va}$ .

**Q9** - La majorité des candidats ont bien vu que  $F_{\perp}$  était nulle dans le cas où  $\beta_e$  est égale à 0. Cependant, le raisonnement permettant d'expliquer la non uniformité du mouvement n'était pas toujours concluant.

**Q10** - Le jury a noté des difficultés dans les projections des vecteurs et rappelle aux candidats qu'on ne saurait écrire mathématiquement un rapport de deux vecteurs. Les réponses à cette question ont rarement abouti au résultat attendu.

**Q11** - Question généralement bien réussie.

**Q12** - Peu de candidats ont pensé à résoudre l'équation du second degré pour trouver l'expression de  $v_p$  et pour ceux qui ont résolu cette équation il fallait bien remarquer que  $\sigma > 1$  pour conserver la bonne solution. Le jury a noté que c'est souvent la mauvaise implication qui est montrée en partant de  $v_p > v_v$  pour arriver à l'inégalité demandée.

**Q13** - Question peu abordée ou alors la valeur de  $\theta_0$  est donnée sans justification.

**Q14** - Question peu abordée ou alors la valeur de  $\sigma_1$  est donnée sans justification.

**Q15** - De nombreux candidats redémontrent ou donnent directement l'équation locale de conservation de la masse dans le cas général d'un volume quelconque alors qu'il est explicitement demandé de traiter le bilan de matière dans le cas du petit volume  $d\tau$  en coordonnées cartésiennes. La masse volumique a souvent été considérée comme constante dans le bilan alors que cette hypothèse n'était pas faite dans

le sujet. Le jury a régulièrement noté des erreurs d'homogénéité dans le résultat final qui est pourtant un résultat de cours.

**Q16** - De nombreuses copies partent de  $\operatorname{div} v = 0$  alors que le thème de cette question était justement de démontrer cette relation en coordonnées cartésiennes.

**Q17** - Question bien réussie pour la majorité des candidats. Le jury a noté des confusions entre laplacien scalaire et vectoriel et des copies dans lesquelles les candidats écrivent le rotationnel d'un champ scalaire  $\phi$ , ce qui n'est pas mathématiquement correct.

**Q18** - Le jury a noté des erreurs d'homogénéité où le gradient est égalé à un scalaire. Beaucoup de candidats ne primitivent qu'une projection du gradient. La plupart des candidats ont reconnu la relation de Bernoulli en régime stationnaire. Par contre, le jury a noté que cette équation est régulièrement confondue avec l'équation de la statique des fluides.

**Q19** - Question peu abordée ou souvent les réponses ne sont pas concluantes. Les candidats n'ont, pour la plupart, pas vu qu'il fallait exploiter la relation de l'énoncé sur la dérivée totale d'un champ scalaire.

**Q20** - Question bien réussie dans l'ensemble. Les candidats ont bien utilisé la condition aux limites de la pression en surface pour en déduire la relation demandée.

**Q21** - Parmi les candidats qui pensaient à séparer les variables, certains oubliaient de justifier que  $X$  et  $Z$  sont des fonctions de variables indépendantes et oubliaient aussi parfois que  $X$  dépend de  $t$  et pas seulement de  $x$ .

**Q22** - Le jury a remarqué de nombreuses erreurs de signes dans la dérivation du sinus.

**Q23** - Certains candidats ne font que vérifier le résultat. De nombreux candidats ne démontrent pas la relation entre  $\mu$  et  $k$  et supposent les solutions en  $\sinh$  et  $\cosh$  avant de montrer que  $\mu$  est positif. Le jury a remarqué des erreurs de calcul dans la manipulation des fonctions sinus et cosinus hyperboliques. De plus, certains candidats concluent sans expliciter les étapes de calcul en particulier celles qui menaient au terme  $\cosh(k(z + H))$ .

**Q24** - Question réussie par la majorité des candidats, mais un nombre non négligeable aboutit à une relation de dispersion non homogène.

**Q25** - Le jury a noté que le développement limité dans le cas  $H \ll \lambda$  échoue dans beaucoup de copies.

**Q26** - La définition de la vitesse de groupe est connue. Par contre, le jury a noté beaucoup d'erreurs dans les calculs de la dérivée de la tangente hyperbolique.

**Q27** - L'utilisation de formules trigonométriques et la détermination des  $k$ ,  $k'$ ,  $\omega$ ,  $\omega'$  sont très souvent réussies lorsque la question est abordée. On note parfois des inversions entre  $\lambda$  et  $\lambda'$  : il était précisé dans le sujet que  $\lambda$  devait être supérieur à  $\lambda'$ . Les battements sont régulièrement bien représentés mais  $\lambda$  est trop fréquemment confondu avec la distance entre deux nœuds.

**Q28** - Question abordée mais rarement traitée en totalité.

**Q29** - Question peu abordée.

**Q30** - Question peu abordée.

[↑RETOUR](#)