

Physique

Présentation du sujet

Le sujet était constitué de trois parties totalement indépendantes dont le centre d'intérêt commun consistait en l'étude du point de vue du physicien d'une activité physique : le skimboard, les ricochets et le skeleton. Les thèmes abordés — électromagnétisme (induction), mécanique des fluides, mécanique du point, diffusion thermique — appartenaient dans une large partie au programme de seconde année.

Analyse globale des résultats

La première partie a été la plus traitée par les candidats, même si assez rapidement apparaissaient des difficultés dans le sujet. Certains candidats ont eu la bonne idée de s'intéresser à la partie III (Physique du skeleton) où il était peut-être plus facile d'avancer dans le sujet.

Deux remarques sur le comportement des candidats :

- l'énoncé donnait régulièrement les relations à trouver pour que les candidats puissent continuer. Cela a été très souvent l'occasion pour certains d'entre eux de passer en force afin d'arriver à la formule désirée. Ceci est bien sûr moralement condamnable et ne rapportait aucun point. Cela a également tendance à rendre le correcteur suspicieux pour toute réponse bonne trouvée dans la suite de la copie ;
- il était demandé de faire des bilans macroscopiques à plusieurs reprises. Le programme stipule très clairement qu'il est impératif de se ramener à un système fermé bien défini. Tout formalisme d'Euler et de Reynolds est à proscrire.

Commentaires sur les réponses apportées

Partie I

I.A.1.a L'énoncé demandait de faire un bilan de masse et de préciser le système d'étude. Dans la définition du système fermé, certains candidats n'ont pas précisé sur quel intervalle de temps étaient calculées les masses entrante et sortante : la simple notation δm_e et δm_s est en effet insuffisante. Par ailleurs, le fait d'écrire la conservation du débit massique due au caractère permanent de l'écoulement ne permettait pas d'avoir la totalité des points.

I.A.1.b Pour lever le paradoxe, il ne suffisait pas d'écrire qu'il y avait une composante de la vitesse selon Oz . On pouvait, par exemple, parler des conditions aux limites au niveau de la planche.

I.A.1.d Rappelons qu'il est nécessaire de citer l'ensemble des caractéristiques d'un écoulement pour ensuite donner la relation de Bernoulli en prenant soin de préciser où cela s'applique.

I.A.2.c Beaucoup de candidats ont oublié d'intégrer la force élémentaire, ce qui revenait à supposer une pression uniforme : cela donnait une expression fautive de la constante λ .

I.A.2.d La définition d'un moment élémentaire ne semble pas claire pour beaucoup de candidats. Cette question a eu peu de bonnes réponses.

I.A.3.b Un exemple de question où le résultat à trouver est donné par le sujet... et où la malhonnêteté intellectuelle de beaucoup de candidats pour y arriver fut sans limite, notamment pour le calcul des forces de pression.

I.B.1 Même remarque pour cette question. Il est à déplorer que certains candidats indiquent sans gêne une composante horizontale du poids afin d'aboutir au résultat. Rappelons à nouveau que de tels procédés sont extrêmement préjudiciables. On pouvait accéder en toute légalité au résultat en considérant le système (sportif + planche) et en appliquant le principe fondamental de la dynamique dans le référentiel de la plage.

I.B.2 Quasiment aucun candidat n'a su répondre aux questions.

I.C Ce bilan macroscopique avec deux sorties du fluide a été très mal réussi.

Partie II

II.A.1 Peu de bonnes réponses à cette question. Le signe « - » ayant été souvent oublié.

II.A.2 et 3.a Des projections aux signes aléatoires permettaient, comme par miracle, de trouver la bonne équation différentielle proposée par l'énoncé, à partir de relations initialement fausses. Un nombre pair d'erreurs de signes peut donner de bons résultats mais ne rapporte aucun point.

II.A.3.c et d Quasiment aucune bonne réponse à ces deux questions. À nouveau, beaucoup d'erreurs dues aux signes : v_{z0} étant négatif, la première date telle que $v_z = 0$ a été très souvent elle-même négative. À noter que le résultat pouvait être obtenu rapidement en ramenant la somme de deux sinusoides à une seule (il était alors inutile de faire une étude de fonction).

II.A.4 Pour comparer des ordres de grandeurs, il est nécessaire que ce soit des grandeurs de même dimension pour que cela ait un sens. Une inégalité littérale suivie d'un commentaire du type « ce qui est bien vérifié compte tenu des valeurs numériques » est insuffisant : le candidat doit montrer qu'il a effectivement fait l'application numérique.

II.B.1.a Il fallait bien sûr utiliser le théorème de l'énergie cinétique. Beaucoup de candidats ont omis sans état d'âme la composante F_z et le poids pour obtenir le résultat demandé. Cette démarche ne ramenait aucun point.

Partie III

III.A Le plus simple consistait à écrire la conservation de l'énergie mécanique. On pouvait espérer davantage de bonnes réponses pour cette question de niveau 1^{ère} S.

III.B.1.a Cette question était assez proche d'un exercice typique : les rails de Laplace. Il ne fallait pas la bâcler mais procéder de façon classique et détaillée lorsqu'il s'agit d'un exercice d'induction : orienter le circuit, exprimer le flux ou le champ électromoteur de Lorentz, exprimer la force électromotrice induite par la loi de Faraday ou la circulation du champ électromoteur, dessiner le circuit électrique équivalent, appliquer la loi d'Ohm, puis appliquer le principe fondamental de la dynamique au cadre, exprimer la force de Laplace, dire qu'il y avait compensation sur les parties latérales et enfin obtenir l'équation différentielle. Autant d'étapes qui rapportaient des points. Rappelons que calculer un flux si le contour n'est pas orienté n'a aucun sens !

III.B.3 Le jury a tenu compte lors de la correction, de la définition ambiguë de la zone de freinage par l'énoncé.

III.C.1 Là encore, il fallait méthodiquement démontrer l'équation de la chaleur. L'étude du système à une dimension suffisait.

III.C.2 Il s'agissait de retrouver une loi d'échelles.

Les questions restantes ont été peu abordées, faute de temps. C'est regrettable car la partie III était sans doute la plus simple.

Conclusions

Il s'agissait d'un sujet long avec quelques questions délicates qui pouvaient bloquer les candidats. Il était possible d'obtenir une excellente note en faisant correctement et rigoureusement un nombre raisonnable de questions du sujet. Il est indispensable de parcourir l'énoncé en entier au début de l'épreuve pour voir quelles sont les parties les plus abordables. C'était vraisemblablement la partie III pour cette épreuve. Il faut ensuite appliquer avec rigueur et honnêteté les méthodes et résultats du cours, sans vouloir nécessairement aller trop vite dans les explications.