
PHYSIQUE

Rapporteur Monsieur Michel MARTEL

Présentation du sujet

Le sujet de l'épreuve de Physique comportait deux problèmes totalement indépendants permettant de vérifier les connaissances des candidats sur les deux années de préparation au concours.

Les deux problèmes présentaient des questions de difficulté variable afin de permettre aux candidats de trouver matière à s'exprimer. De plus chacun des problèmes proposait plusieurs parties indépendantes.

Le premier problème proposait d'étudier différents effets des champs électriques et magnétiques :

- Accélération d'une particule,
- Mouvement d'une particule dans un champ magnétique,
- Effet Hall,
- Freinage par induction (déplacement d'une spire conductrice dans un champ magnétique).

Le deuxième problème se rapportait à la thermodynamique. Il comportait deux parties indépendantes :

- Transformations d'un gaz parfait,
- Etude du corps pur sous deux phases.

L'ensemble du sujet était conçu pour pouvoir être réalisé et rédigé dans la durée impartie de quatre heures. La grande majorité des questions était proche du cours et faisait appel à des connaissances mathématiques peu exigeantes. L'épreuve était de longueur raisonnable puisqu'on trouve une quantité non négligeable de copies traitant l'ensemble des questions dans le temps imparti.

Remarques générales

Pour la plus grande satisfaction du jury, certaines copies, malheureusement trop peu nombreuses, étaient de bonne qualité et traduisaient un travail sérieux et approfondi du programme de physique au cours des deux années de préparation. D'autres copies au contraire traduisaient une méconnaissance du cours de base et un manque flagrant de travail.

Dans la majorité des copies, le candidat aborde les questions les plus faciles, les plus proches du cours et néglige les questions qui demandent un peu plus de réflexion.

Il est rappelé aux candidats que l'épreuve de physique porte sur les programmes des deux années des classes préparatoires et qu'il n'est pas judicieux de faire des impasses, ni en fonction de ses propres goûts, ni en fonction de statistiques concernant les sujets abordés lors du concours.

Il est toujours surprenant de voir les copies quasi blanches de certains candidats qui, après deux années passées en classes préparatoires, n'essaient même pas d'aborder les questions ultra classiques et triviales.

Certains candidats perdent trop de temps à traiter de manière exagérément détaillée des questions très simples et de ce fait n'ont pas le temps de traiter l'ensemble du sujet.

Par contre, le jury tient à rappeler que la rédaction de la solution d'un problème de physique doit comporter un minimum d'explications. Les réponses trop lapidaires sont à proscrire. Le jury ne peut pas se prêter au jeu des devinettes pour essayer de comprendre la signification des quelques mots écrits par un candidat. Certaines réponses trop succinctes ne permettent pas de juger de la validité ou non de la réponse donnée.

Le jury rappelle aux candidats qu'il est indispensable de faire preuve d'une grande rigueur dans les notations utilisées.

Sur de nombreuses copies, les candidats présentent des résultats qui sont de toute évidence inhomogènes. Il est nécessaire de porter un regard critique sur les résultats présentés. Le jury apprécie toujours lorsque les candidats signalent que le résultat qu'ils ont obtenu n'est pas correct et qu'ils s'en sont rendus compte, cela permet de faire preuve de sens critique. Il est du plus mauvais effet de présenter des réponses sans aucun sens physique, en contradiction totale avec le bon sens et les connaissances générales.

La clarté et la qualité de présentation des copies sont des éléments à ne pas négliger. Le fait d'aérer les copies, de soigner l'écriture, de mettre en évidence les résultats obtenus améliore la lisibilité de la copie et ne peut qu'apporter davantage de faveur de la part des correcteurs.

Le jury demande aux candidats de respecter l'ordre des questions au sein d'une partie donnée et aussi d'un problème. La correction d'une copie n'est pas un jeu de piste.

Les réponses à certaines questions sont erronées à cause d'une mauvaise lecture du sujet et des détails des questions.

Enfin, il est recommandé à chaque candidat de parcourir l'ensemble du sujet dès le début de l'épreuve pour lui permettre de repérer les parties et les questions sur lesquelles il sera le plus efficace.

Problème 1 : Quelques effets des champs électriques et magnétiques

Première partie : préliminaires

2/ L'énoncé demandait spécifiquement d'utiliser le théorème de l'énergie cinétique pour démontrer qu'un champ magnétique seul ne pouvait pas communiquer d'énergie à une particule. Certains candidats se sont lancés dans des démonstrations très complexes, souvent maladroites alors que le résultat pouvait être démontré de manière quasi immédiate. D'autres candidats ont confondu le théorème de l'énergie cinétique et le théorème du moment cinétique.

Deuxième partie : Accélération d'une particule soumise à un champ électrique

3.1/ Le potentiel V_D de la plaque D doit être positif pour que la particule soit accélérée. Certains candidats ont donné un résultat sans aucune justification. D'autres se sont lancés dans des démonstrations complexes qui dans certains cas aboutissaient à une conclusion fautive.

3.2/ La question est rarement traitée car le lien entre le champ électrique et la différence de potentiel est rarement connue.

3.3/ Les exemples d'appareils faisant appel à un dispositif d'accélération de particules par un champ électrique étaient parfois très exotiques et montraient une grande imagination de la part de certains. (Les écrans plats n'ont plus de canons à électrons).

3.4/ Certaines copies présentaient une énergie cinétique négative...
La définition de base de l'électron-volt est le plus souvent méconnue.

Troisième partie : Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique

Il ne faut pas confondre la force de Lorentz et la force de Laplace.

4.1/ Pour montrer que la trajectoire est plane, il ne faut pas uniquement raisonner à l'instant $t=0$.

4.2/ Le fait que le module de la vitesse de la particule reste constant découle simplement de la question 2/.

5.1/ La projection de l'équation vectorielle qui résulte de l'application du principe fondamental de la dynamique a été dans l'ensemble bien traitée.
Le sujet spécifiait que l'effet de la pesanteur était négligé.

5.2/ Il est nécessaire de suivre les questions proposées par l'énoncé et il n'est pas acceptable de « coller » une démonstration que le candidat connaît (résolution par les complexes) alors que le sujet imposait une autre démonstration.
Dans l'intégration des équations différentielles couplées, il fallait prendre en compte les constantes d'intégration avec les conditions initiales.

5.4/ Le sujet demandait clairement de détailler le calcul pour chaque équation différentielle et notamment la prise en compte des conditions initiales. Bien peu de copies ont répondu à cette attente. L'expression de $y(t)$ est rarement trouvée complètement.

5.5/ Il était indiqué que la trajectoire de la particule était une hélice. Certains graphiques proposaient des courbes qui n'avaient rien d'une hélice.

Quatrième partie : Sonde à effet Hall : Mesure de champs magnétiques

7/ Que penser d'un candidat à une école d'ingénieur qui affirme que « les électrons de charges opposées sont déviés vers les deux faces opposées de la plaque » ?

8/ Le terme de « résultante des deux forces » a dérouté bon nombre de candidats. On parle de la résultante de deux ou plusieurs forces mais pas de la résultante de chaque force.

9/ Le sens du champ de Hall et le signe de la tension de Hall ont bien souvent été traités de manière fantaisiste.

11.2/ Les dimensions de la plaquette étant fixées, on ne pouvait pas minimiser la différence entre la tension V_{PM} mesurée et la tension de Hall $V_{Hall} = V_{NM}$ en agissant sur ces dimensions.

Cinquième partie : Déplacement d'une spire conductrice dans un champ magnétique

Une résolution rigoureuse de cette partie nécessitait un découpage clair des différents cas à étudier en fonction des valeurs de x . De nombreux candidats ne s'aperçoivent pas qu'il y a un phénomène d'induction et confondent allègrement force électromotrice et force mécanique de Laplace.

14.1/ La description qualitative du phénomène qui se produit lorsque la spire pénètre avec une vitesse non nulle dans la zone où règne le champ magnétique a donné lieu à des affirmations des plus surprenantes (rotation de la spire, retour en arrière...).

14.2/ Il faut de la rigueur dans le traitement des vecteurs : sens, norme...

14.7/ Les plaques de cuisson par induction ne font pas appel au freinage électromagnétique.

Deuxième problème : Thermodynamique

Première partie : Etudes de transformations d'un gaz parfait

Cette partie a été abordée par bon nombre de candidats. Malheureusement, certaines études ne présentaient pas la rigueur attendue.

Trop de candidats considèrent la loi de Laplace comme l'arme unique, solution de tous leurs problèmes.

0/ Préliminaires

0.1/ Rares sont les copies qui ont pu donner sans aucune ambiguïté l'équation d'état des gaz parfaits avec les unités des grandeurs correspondantes. Le litre et le bar ne sont pas des unités S.I.

0.2/ L'énoncé spécifiait clairement qu'il fallait considérer les capacités thermiques molaires.

0.3/ Beaucoup d'erreurs de signe dans les identités thermodynamiques.

2/ Détente de Joule Gay-Lussac

La détente de Joule Gay Lussac est adiabatique...

2.2/ Pour certains, la seule différence entre un gaz parfait et un gaz réel est qu'un gaz réel n'est pas parfait...

2.4/ Beaucoup de candidats trouvent des variations d'entropie différentes dans les deux parties, cela ne les inquiète pas. D'autres se contentent de dire que les deux valeurs sont identiques.

Deuxième partie : Etude du corps pur sous deux phases

3.2/ La pression de vapeur saturante n'est pas la pression à l'équilibre liquide-solide.

3.3/ Trop peu de copies comportaient une réponse satisfaisante à cette question de cours...

4/ Etude de changements de phases de l'eau

Les réponses apportées dans cette partie étaient le plus souvent non justifiées et les candidats se contentaient de prendre l'équation des gaz parfaits dans un sens ou dans un autre.

Conseils :

Le jury rappelle que cette épreuve correspond à un concours d'école d'ingénieur et a des difficultés à se représenter certains candidats dans ce type d'école.

La réussite au concours est conditionnée par un travail qui porte sur l'ensemble des deux années de préparations.

Les candidats doivent prendre en compte les conseils, remarques et critiques faites par le jury pour les aider à réussir.

Il est indispensable de lire la totalité du sujet au début de l'épreuve pour repérer ainsi les parties ou questions qui peuvent être traitées rapidement. Cela permet ainsi d'éviter de rester coincé sur certaines questions alors que d'autres sont au contraire tout à fait abordables.