

EPREUVE DE PHYSIQUE

Durée : 3 heures

PRESENTATION DU SUJET

Le problème est centré sur l'étude mécanique d'un lanceur de type Ariane V, des communications entre un satellite et la Terre et du traitement du signal de réception ; il comporte trois parties indépendantes :

- le lancement du satellite et l'étude de son comportement sur deux orbites différentes
- les communications à travers deux modèles d'atmosphère
- l'électronique du signal de réception.

De nombreux thèmes de première et deuxième année sont abordés dans ce problème.

COMMENTAIRE GENERAL DE L'EPREUVE

A la différence des précédentes éditions, l'usage de la calculatrice était autorisé. La calculatrice doit, normalement, servir à effectuer des calculs numériques. L'épreuve comportait des applications numériques, auxquelles ont été attribués des points ; encore fallait-il qu'il y ait des unités, et pas trop de chiffres significatifs.

Les candidats doivent savoir qu'un résultat simplement recopié à partir de la mémoire de la calculatrice ne rapporte aucun.

Les questions étaient équilibrées entre raisonnements qualitatifs et résultats quantitatifs. Certains candidats ont soigné la réponse à ces questions avec une rédaction claire et concise et se sont vu ainsi attribué des points délaissés par d'autres. Après tout résultat, littéral et numérique, les interprétations physiques sont essentielles et pouvoir discuter ou interpréter un résultat est une compétence attendue et valorisée.

Les notes vont de zéro (rien n'est juste, même pas les relations de base) à une note maximale dépassant la moitié des points offerts au barème. Le sujet était suffisamment diversifié pour permettre à tous les candidats normalement préparés de travailler pendant toute la durée de l'épreuve. Il est anormal de constater un niveau général aussi faible alors que les questions posées étaient relativement classiques.

Les questions avaient été formulées pour départager les candidats ayant compris les aspects physiques du problème, de ceux qui se sont contentés d'aboutir à des formules et des résultats, parfois sans justification.

ANALYSE PAR PARTIE :

1^{ère} Partie : Décollage de la fusée et étude des orbites du satellite

Peu de candidats parviennent à établir proprement un bilan de quantité de mouvement sur un système clairement défini et identifié. Nombreux sont ceux qui comptent les termes deux fois ou qui ne savent pas faire une approximation au premier ordre. Le système proposé à l'étude est fermé, mais n'est pas isolé : sa quantité de mouvement n'est donc pas constante ; les actions mécaniques extérieures se réduisent au poids.

L'étude simplifiée des orbites circulaires a rebuté une grande partie des candidats, signalons cependant qu'une majorité d'étudiants connaissent la définition d'un satellite géostationnaire. Pour répondre aux caractéristiques d'un tel stationnaire, des réponses toutes faites issues des calculatrices ont apparu dans presque une copie sur trois, sans le moindre souci de justifier les

résultats bruts manifestement simplement recopiés. Une altitude de 200 km pour ce satellite a été rencontrée de très (trop) nombreuses fois. Un nombre non négligeable de candidats écrit par ailleurs que moyennant un entraînement spécifique, une accélération supérieure à 10^3 m.s^{-2} est largement supportable !

2^{ème} Partie : Propagation d'une onde électromagnétique à travers un plasma (ionosphère)

Le début de cette partie, proche du cours de deuxième année, a été particulièrement bien traité par la majorité des candidats. L'effet « calculatrice » a joué son grand récital : les correcteurs ont vu défiler la presque totalité des réponses jusqu'aux facteurs de réflexion et de transmission, dans un ordre quasi immuable (avec en paquet cadeau des réponses à des questions qui n'étaient pas posées et souvent avec des notations qui n'étaient pas celles de l'énoncé !) Signalons que quelques justifications physiques comme la prépondérance de la force électrique devant le poids ou le caractère dispersif d'un milieu sont passées sous silence ou traitées de façon maladroite.

Peu de candidats ont su interpréter l'absence de propagation de l'onde dans une situation où l'indice est purement imaginaire et en déduire que le coefficient de réflexion est unitaire. Beaucoup trop de candidats trouvent une relation de dispersion mais sont ensuite incapables de dire si le milieu est dispersif ou non. Il est impensable, à ce niveau d'études, de voir des candidats écrire un facteur de réflexion en puissance sous forme négative et (ou) imaginaire. La méthode de mesure de la pulsation plasma ω_{pe} est été totalement passée sous silence, les candidats recherchant sans doute vainement une formule toute faite à appliquer !

La fin de la deuxième partie proposait l'étude de l'influence d'un champ magnétique statique et permettait d'affiner le modèle de propagation à travers l'ionosphère terrestre. Les toutes premières questions relevaient pourtant du programme de Terminale quelques années auparavant. Une infime proportion de candidats s'est aventurée au-delà des premières questions. Il s'agissait pourtant d'analyser le comportement d'une particule chargée dans un champ statique. Peu de candidats ont reconnu une trajectoire circulaire. La fin de cette partie n'a quasiment pas été abordée, elle était certes plus délicate mais permettait d'avoir une vision complète du phénomène.

3^{ème} Partie : Electronique de réception

Cette partie était elle-même scindée en trois questions indépendantes.

La première a posé beaucoup de problèmes à la majorité des candidats, peu d'entre eux ont remarqué que la résistance interne du voltmètre et la résistance de fuite du condensateur étaient associées en parallèle, puis en série. Autant d'échecs à ces questions élémentaires, du niveau du démarrage de la classe de Mathématiques Supérieures sont totalement inadmissibles.

La seconde question a été abordée par bon nombre d'étudiants, cependant peu d'entre eux parviennent à établir correctement la fonction de transfert du filtre proposée. Les caractéristiques de celui-ci sont souvent mal identifiées, les résultats non homogènes et les résultats numériques proposés le sont quelquefois sans l'unité. La fin de cette partie n'a été que rarement menée à bien et le remplissage du tableau – pourtant au combien simpliste – n'a pratiquement pas été réalisé.

Seules les deux premières questions de la dernière sous-partie ont été traitées correctement par une majorité de candidats.

ANALYSE DES RESULTATS

Après le traitement informatique d'usage, la moyenne s'élève à 7,95 sur 20, avec un écart-type de 4,18. Comme chaque année, de bonnes copies ont été remarquées alliant de bonnes connaissances scientifiques, une interprétation claire des modèles et des calculs rigoureux. De nombreuses parties étaient très accessibles mais ont été malmenées par manque de rigueur et/ou par précipitation.

Le bilan général est loin d'être satisfaisant pour une épreuve s'assimilant plus à une collection d'exercices indépendants qu'à un vrai problème de concours.

CONSEILS AUX FUTURS CANDIDATS

L'ensemble des correcteurs suggère aux candidats qui préparent ce concours de bien connaître les notions de base et les définitions exactes des concepts physiques.

Les candidats doivent avoir en permanence le souci de l'homogénéité des relations écrites et bien comprendre qu'un résultat numérique sans unité est dénué de signification.

Lorsque l'énoncé demande de rappeler un résultat classique il est inutile de fournir une démonstration détaillée. Au contraire, lorsqu'il s'agit de justifier un résultat fourni par l'énoncé, le jury attend que les candidats fassent preuve de clarté, de concision et de rigueur en signalant les détails qui leur paraissent pertinents.

Le papillonnage de question en question, sans rien approfondir ni expliquer, dans le seul but de récupérer quelques points n'est pas toujours récompensé dans la notation.

Les réponses fournies sous la simple forme mathématique, sans explication physique préalable ne sont pas toujours quantifiées ! Que les élèves aient bien conscience que l'aspect physique des phénomènes est primordial et que les mathématiques ne sont qu'un outil permettant de modéliser les dits phénomènes.