
PHYSIQUE

Rapporteur Monsieur Hervé RIGNEAULT

L'épreuve présentait quatre problèmes totalement indépendants, et portant sur des parties très différentes du programme (électromagnétisme, mécanique, optique ondulatoire). Cette variété des sujets proposés a permis à une grande majorité de candidats de trouver matière à s'exprimer. De plus, chaque problème débutait par des questions de cours (donc devant être traitées rapidement puisque déjà connues) et se poursuivait par des questions demandant une réflexion plus approfondie. L'ensemble était toujours minutieusement guidé, et construit de manière à ce qu'aucun point, s'il était non résolu, ne bloque le candidat dans la résolution de la suite du problème. De manière générale, il sera donc toujours impératif de lire l'ensemble de l'énoncé pour détecter le plus grand nombre de questions auxquelles il est possible de répondre.

Ceci a donc permis à plusieurs copies d'obtenir la note maximale de 20 ou encore une note très honorable. La moyenne se situe à 7,65 avec un écart type égal à 4,02.

On ne peut que répéter que très souvent, le maximum de points n'est pas attribué à une question, pas seulement à cause d'un résultat faux, mais aussi à cause d'un manque de rigueur et de précision dans l'application de formules ou de théorèmes du cours (par exemple le théorème de Gauss ou d'Ampère au problème I) ou d'une démonstration trop rapide ou « bricolée » pour arriver au résultat demandé (formule de l'intensité dans le cas des interférences étudiées au problème III) ou encore l'emploi de grandeurs non définies (miroir de Fresnel au problème III). Ces exemples seront détaillés ci-dessous.

Premier problème : Electrostatique et magnétostatique

Ce problème étudie deux dispositifs de géométrie similaire et classique. La difficulté était très réduite, à condition que l'utilisation des théorèmes de Gauss et d'Ampère soit bien maîtrisée.

1/ Le condensateur cylindrique

L'énoncé du théorème de Gauss est bien connu mais beaucoup de candidats se lancent dans des calculs sans préciser la surface de Gauss choisie ! Il est de plus impératif que cette surface soit fermée, ce qui imposait ici un cylindre fermé par deux disques (supérieur et inférieur). Le flux du champ électrique comportait alors trois termes, que l'on devait évaluer séparément. Deux d'entre eux étaient nuls mais il fallait le dire et expliquer pourquoi (au moins sur un schéma montrant les directions des vecteurs E et dS concernés).

La circulation du champ E entre les 2 armatures est encore mal connue et même dans le cas où elle l'était, beaucoup d'erreurs de signe sur les questions 3 et 4 ont conduit à un « bricolage » afin d'obtenir une capacité positive (bien que quelques candidats n'aient pas du tout été perturbés par l'obtention d'une capacité négative !!).

2/ Le câble coaxial

Le théorème d'Ampère est connu mais beaucoup l'ont énoncé sans utiliser la densité de courant pourtant citée dans l'énoncé (ce qui sous-entendait que le théorème devait être énoncé en utilisant cette grandeur).

Les symétries et les invariances ont été correctement repérées mais il était nécessaire de préciser quelle était la grandeur concernée par la propriété énoncée (courant ou champ magnétique).

Là encore, les calculs basés sur le théorème d'Ampère ont souvent été menés sans avoir précisé le contour fermé choisi. De plus, ce contour doit être orienté, et du choix de cette orientation dépend le sens de la normale à la surface s'appuyant sur ce contour. Ceci est important pour le signe du courant enlacé par ce contour. Souvent, les candidats sont trop pressés d'arriver à un résultat et négligent ces points pourtant importants et pour lesquels des points sont attribués dans le barème.

La vérification de la continuité du champ magnétique en R_1 et R_2 était un moyen de s'assurer que les trois expressions calculées à la question 5 répondaient à cette exigence et, dans le cas contraire, de montrer qu'il était nécessaire de reprendre ces calculs.

2^{ème} problème : Mécanique gravitationnelle

L'originalité de ce problème est de montrer que la lune tombe en permanence sur la Terre, ce que beaucoup de personnes n'ont toujours pas réalisé, y compris de nombreux étudiants en physique ! Beaucoup croient qu'elle tourne et donc ne tombe pas, alors qu'elle tombe en « ratant » en permanence le sol.

Ce point n'était en fait l'objet que de la dernière partie de la dernière question du problème. Aucun calcul complexe n'était nécessaire pour y arriver puisque tout le problème faisait appel à des connaissances en mécanique de niveau Terminale S (hormis le théorème du moment cinétique à la question 4a).

Là encore, la rigueur exigeait de souligner que les expressions du champ gravitationnel et de la force gravitationnelle relatives à des masses ponctuelles ne peuvent se généraliser qu'à des objets constituant une répartition de masse à symétrie sphérique. Encore faut-il connaître ce que signifie cette propriété, ce qui est le cas de peu de candidats, d'où beaucoup de fantaisies...

Le principe des interactions est peu connu, puisque beaucoup affirment que la Terre ne subit aucune force de la part de l'objet « parce qu'elle a une masse beaucoup plus grande que l'objet ». Il y a confusion entre la présence de cette force et son effet. De plus, la symétrie de l'expression de la force gravitationnelle montre bien la réciprocité de la loi d'attraction universelle.

Le théorème du moment cinétique est très souvent bien utilisé mais peu de candidats ont déterminé correctement le plan du mouvement. Celui-ci est fixé de façon unique par le point O et par les conditions initiales (position et vitesse).

Enfin, un repère permettait de contrôler là aussi la validité de ses calculs : la valeur obtenue pour la période de la Lune : environ 27 jours (cet ordre de grandeur devrait être connu d'un physicien !).

3^{ème} problème : Etude d'un dispositif interférentiel

Le problème débute par une reprise du cours sur les interférences et se termine par une application au dispositif interférentiel constitué par les miroirs de Fresnel.

L'essentiel ici était d'avoir compris que la nécessité d'une cohérence entre les deux ondes qui interfèrent, est liée à la présence d'un terme d'interférence dans l'expression de l'intensité résultante : ce terme s'annule dans le cas où les ondes sont incohérentes. Les calculs étant extrêmement guidés, on arrivait tout naturellement à exprimer ce terme, moyennant l'évaluation de valeurs moyennes de fonctions cosinus et sinus.

Il est à noter ici la naïveté de certains candidats qui mènent peu ou mal ces calculs et affichent sans scrupules la formule finale correcte de l'intensité... croyant que le correcteur négligeant ne verra pas que les calculs intermédiaires sont faux et se laissera bernier par une formule parachutée (le plus souvent d'une machine). Aucun point n'est prévu à ce jour dans le barème d'un concours pour la recherche dans la mémoire d'une machine d'une formule dont on ne connaît pas l'origine ou que l'on ne sait ni utiliser ni interpréter !

La seule question délicate du problème résidait dans la démonstration de l'angle entre les deux sources secondaires obtenues avec les miroirs de Fresnel (question 6a). Un dessin soigné était évidemment nécessaire, surtout si la démonstration introduisait de nouvelles notations relatives à des angles précis.

Mais le résultat étant donné dans l'énoncé, le candidat n'ayant pas su démontrer ce point, pouvait tout à fait poursuivre jusqu'à la fin en utilisant les résultats du cours traités en début de problème.

4^{ème} problème : Electromagnétisme

La première partie de ce problème (questions de 1 à 4) porte sur la démonstration (ici guidée) des expressions des coefficients de réflexion et de transmission entre deux milieux transparents d'indices différents, c'est-à-dire sur un problème faisant appel à la propagation d'une onde électromagnétique dans un milieu autre que le vide, donc a priori hors programme. Toutefois, un avertissement au tout début permettait de rassurer le candidat inquiet en indiquant que le problème serait résolu sans aucune connaissance particulière de la propagation des ondes dans un milieu autre que le vide, puisque les informations nécessaires étaient données :

- les expressions des trois champs électriques
- le trièdre (E, B, k) reste direct
- la structure de l'équation de Maxwell-Faraday reste inchangée.

Ces questions avaient donc pour but de tester les capacités d'adaptation du candidat à un problème nouveau, moyennant quelques informations lui permettant de se rattacher à des connaissances du cours (ce qui est un aspect important dans l'attitude requise pour un scientifique confronté à un problème nouveau). Beaucoup de candidats ont « joué le jeu » avec succès.

Toutefois, là encore, les expressions des coefficients r et t étaient données pour permettre aux candidats déroutés par le début du problème de pouvoir tout de même traiter les quatre dernières questions sur les caractéristiques de la couche anti-reflet, celles-ci ne posant pas de problème particulier.

MOYENNE	7,65
ECART TYPE	4,02
NOTE MAX	20,00
NOTE MIN	0,59


