
PHYSIQUE

Rapporteur Monsieur Michel MARTEL

I - Présentation du sujet :

Le sujet était composé de trois problèmes totalement indépendants.

Le premier était un problème d'électromagnétisme. Il abordait tour à tour, dans trois parties différentes, la propagation d'ondes dans le vide puis la réflexion d'une onde plane sur un miroir métallique parfaitement conducteur et enfin l'établissement d'ondes stationnaires entre deux plans parallèles parfaitement conducteurs.

Le deuxième problème portait sur le thème de l'attraction gravitationnelle. Il comportait trois parties qui traitaient successivement du mouvement d'un satellite autour de la Terre et des lois de Képler. La deuxième partie reprenait ce même thème à travers une méthode énergétique. La troisième et dernière partie se proposait de mesurer l'intensité du champ de pesanteur terrestre en un point quelconque avec deux types de pendules différents et de comparer la sensibilité de ces deux pendules.

Le troisième problème portait sur l'électrostatique à travers deux parties qui portaient sur les caractéristiques d'un condensateur plan et les effets d'une plaque en métal introduite au milieu de celui-ci, puis sur un condensateur cylindrique.

II - Remarques générales :

L'épreuve était extrêmement proche du cours. Les nombreuses parties indépendantes et indications de l'énoncé permettaient d'obtenir une note correcte uniquement avec des connaissances basiques de cours. Quelques candidats ont traité l'ensemble du sujet de façon rigoureuse et un nombre significatif a pu traiter plus des quatre cinquièmes du sujet.

En ce qui concerne la forme des copies, certains candidats font des efforts de présentation mais les explications sont trop souvent confuses avec des affirmations approximatives et peu claires. Il reste malheureusement une proportion non négligeable, loin s'en faut, de copies dans lesquelles les candidats ne font aucun effort de présentation et qui ressemblent à des brouillons. Les résultats doivent être mis en évidence. Beaucoup trop de fautes de français sont rencontrées tout au long des copies. Certaines copies donnent l'impression que certains mots n'ont pas le même sens en physique et en français. Pour exemples :

- « sont poid »
- « le système international qui lui correspond est les interférences »
- « une onde plane est une onde qui se propage dans un plan perpendiculaire à sa direction de propagation »
- « onde progressive stationnaire »

Il ressort également trop souvent une impression de travail peu rigoureux révélant une méconnaissance inquiétante des bases :

- « les forces f et f sont égales et opposées sinon le satellite ne serait pas en équilibre » !
- « la vitesse est constante car la somme des forces est égale à zéro ».

Les correcteurs rappellent que les copies donnent un premier aperçu (en attendant l'oral) des capacités des candidats à communiquer et à faire passer une information. Ces qualités sont indispensables pour exercer le métier d'ingénieur.

Le sujet, à plusieurs reprises, donnait des résultats et demandait de les démontrer. Les correcteurs déplorent à cette occasion les copies dans lesquelles les candidats essaient de les leurrer en donnant un développement douteux, voire faux et débouchant de manière inattendue et nonchalante sur le résultat bien évidemment juste... Cette maladresse est à éviter absolument car l'impression laissée est désastreuse.

En ce qui concerne le fond, le résultat est globalement décevant. On doit constater que certaines connaissances élémentaires ne sont pas comprises ni même sues. A partir de ces remarques, on comprend que de nombreux candidats ne peuvent que grappiller quelques points par-ci par-là à chaque début de partie sans rien pouvoir développer, ce qui amène une note finale très faible.

Il est rappelé qu'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 avec le meilleur rendement. Beaucoup de candidats gagneraient à vérifier régulièrement l'homogénéité des étapes de calculs et des résultats, afin de corriger des erreurs (exemple : un champ magnétique ne peut pas être égal à un champ électrique).

Les bases du cours ne semblent pas comprises au niveau de la physique, et ce même lorsque les formules sont sues.

III – Remarques concernant le sujet traité question par question

Premier Problème :

La majorité des candidats connaît les équations de Maxwell (qui d'ailleurs étaient demandées dans le vide) et la démonstration aboutissant aux équations de propagation des champs, mais seulement un sur dix est capable de définir de façon non ambiguë ce qu'est une onde plane. Cela révèle que les démonstrations sont apprises par cœur sans comprendre la notion physique de base. De même très peu de candidats sont capables d'énoncer la signification physique du vecteur de Poynting de façon claire. Moins d'un candidat sur cinq peut préciser comment il faut orienter une antenne pour qu'elle capte une onde électromagnétique : la physique passe donc au second plan. La valeur efficace est très mal connue, ceci est très surprenant.

Les correcteurs se posent aussi des questions sur les aptitudes calculatoires des candidats : même ceux qui ont trouvé la bonne amplitude de la force électromotrice d'induction dans le cadre n'arrivent pas à résoudre de façon complète $\sin(\frac{\omega a}{2c})$ maximal ou minimal !

Lors de la détection de l'onde par un cadre conducteur rectiligne carré, le sujet mentionnait très clairement que le champ magnétique ne pouvait pas être considéré comme uniforme sur la surface du cadre. Cela n'a pas empêché de nombreux candidats de procéder à un calcul de flux en méprisant tout à fait cette remarque. La suite des questions perdait donc tout intérêt.

La partie portant sur la réflexion d'une onde sur un miroir a été très mal traitée car les candidats n'ont pas compris les conditions de passage et ont confondu les champs.

Un formulaire de trigonométrie était donné dans le sujet. Malgré cette aide calculatoire, des candidats ont fait des confusions dans les formules à utiliser et sont arrivés à des résultats surprenants mais qui ne les ont malheureusement pas surpris. Peu sont arrivés à montrer proprement que l'onde était une onde stationnaire qui ne transportait pas d'énergie.

Deuxième problème :

Très peu de candidats sont capables d'énoncer l'expression du champ de gravitation terrestre : on trouve des champs proportionnels à r , ou inversement proportionnels à r^3 en trop grande quantité, ou des schémas montrant une direction loufoque de ce champ. A partir de là, toute la première partie du problème de mécanique ne pouvait rapporter aucun point.

Les décompositions de la vitesse et de l'accélération en coordonnées cylindriques étaient rappelées dans l'énoncé. Les méthodes à utiliser (théorème du moment cinétique, principe fondamental de la dynamique...) étaient données dans l'énoncé. Dès lors il est difficilement compréhensible que si peu de candidats arrivent à montrer les résultats attendus. La distinction entre les types de référentiels n'est pas maîtrisée ; aussi les correcteurs ont-ils été surpris par l'existence d'un « référentiel terrestre géocentrique ».

Pour quelques candidats, la Terre pèse quelques milliers de kg (988000 ou 6300 kg par exemple) !

La notion d'énergie potentielle effective est trop rarement abordée.

La discussion portant sur les deux satellites de la Terre possédant la même orbite a donné lieu à des affirmations aussi navrantes qu'inattendues voire même à des digressions dénuées de tout sens physique.

Moins d'un étudiant sur cinq est capable de mettre en équation un simple pendule pesant alors que c'est un exemple élémentaire de rotation d'un solide autour d'un axe.

La sensibilité des pendules n'a quasiment jamais été calculée.

Le calcul de l'énergie potentielle de pesanteur du pendule a souvent été malmené avec des erreurs de projection et/ou de signe évidentes.

Troisième problème :

Même si une majorité de candidats énonce correctement le théorème de Gauss, beaucoup ne comprennent pas la notion de surface fermée, choisissant par exemple un rectangle ou un cercle comme surface de Gauss.

Les démonstrations sur le champ d'un plan infini sont assez bien menées mais elles semblent souvent être apprises par cœur puisque peu d'étudiants peuvent ensuite réinvestir ces résultats dans un condensateur plan et à fortiori lorsque le condensateur possède une lame métallique. Passer du champ électrique au potentiel pose beaucoup de problèmes aux étudiants alors qu'il s'agit d'une simple intégration, mais souvent la variable d'intégration est mal identifiée.

Dans le cas du condensateur cylindrique, certains candidats ne prennent pas en compte les indications du sujet et ne distinguent pas les différents cas selon la position du point considéré.

Le passage du condensateur cylindrique au condensateur plan a donné lieu à des développements limités fantaisistes.

IV - Conseils et encouragements :

Les correcteurs rappellent qu'il est indispensable de comprendre les notions de base, de maîtriser le vocabulaire scientifique, d'analyser des situations simples et de discuter le sens physique des résultats obtenus. Tout cela est conditionné par un travail régulier tout au long des deux années de préparation. La réussite aux concours ne peut que passer par là.

Il est important de noter que dans les sessions futures et de façon progressive, les sujets seront plus pratiques et contextualisés.

Les candidats sont invités à prendre en compte les conseils, remarques et critiques faites par les correcteurs pour les aider sur la voie de leur réussite.

