

## 2.2 - Épreuves écrites

### 2.2.D - PHYSIQUE II - Filière MP

#### 1) REMARQUES GENERALES

L'épreuve comportait deux problèmes totalement indépendants. Elle permettait de tester la compréhension et les connaissances des élèves en électromagnétisme pour le premier et en mécanique des systèmes et en statique des fluides pour le second.

Elle nécessitait de la part des candidats beaucoup d'initiatives que ceux-ci n'ont pas su prendre. Ce qui explique le nombre très faible de bonnes (à peine 10%) ou de très bonnes copies (1%).

De plus, la longueur et la difficulté du sujet ont surpris un grand nombre d'étudiants qui se sont contentés de « grappiller » des points tout au long du problème : l'ensemble n'a donc pas permis un bon étalement des notes.

#### II) REMARQUES PARTICULIERES

##### Premier Problème : Particule dans un champ magnétique

Le but de ce problème était d'étudier le mouvement d'une particule d'abord dans un champ magnétique uniforme et constant, puis dans un champ magnétique uniforme et variable dans le temps et en dernier lieu dans un champ magnétique non uniforme afin d'expliquer l'existence des aurores boréales.

1- La question est générale. La réponse doit l'être également. La trajectoire que l'on devait trouver est une hélice et non un cercle. Les candidats ne savent pas souvent intégrer les équations du mouvement et mêlent parfois des résultats partiels mémorisés et des éléments de démonstration.

2- Beaucoup trop de candidats ont fait allusion à la mécanique relativiste qui est hors programme ! On confond souvent la composition des accélérations et l'expression de la dérivation vectorielle. La définition du mouvement relatif entre deux référentiels galiléens n'est pas une translation quelconque. Trop peu de candidats pensent à l'absence des forces d'inertie.

3- L'argument important qui consiste à dire que l'expression de la force est indépendante du référentiel galiléen quelle que soit la vitesse de la particule dans un des référentiels est trop souvent oublié. Quand une justification est proposée, on évoque plutôt l'indépendance vis-à-vis de la vitesse d'entraînement !

4- Le choix judicieux du référentiel d'étude ( $\mathbf{v}_e$  tel que  $\mathbf{E}_r = \mathbf{0}$  et ainsi utiliser les questions précédentes) n'a été que trop rarement fait. Beaucoup de candidats se lancent avec plus ou moins de bonheur dans la résolution des équations du mouvement mais quasiment personne ne montre le non-glissement du cercle. Le plus souvent on se contente d'évoquer le nom de cycloïde sans démonstration.

5- La qualité des réponses est liée à celle de la question précédente.

6- Enorme déception. La plupart des élèves pensent qu'il s'agit d'une question de mécanique. Ceux qui voient que l'équation de Maxwell-Faraday permet l'obtention de la mesure algébrique de  $E$ , pensent qu'il s'agit d'un obscur problème d'analyse vectorielle. Le théorème de Stokes utilisé pour démontrer le théorème d'Ampère était plus judicieux que l'utilisation de fausses expressions du rotationnel en coordonnées cylindriques. La particule est trop souvent ralentie par le champ  $\mathbf{E}$  ?

7- L'utilisation du rotationnel en coordonnées cartésiennes était mieux adaptée pour le calcul de  $\mathbf{A}$  que toutes autres formules d'analyse vectorielle de plus trop souvent mal maîtrisées. Certains candidats n'ont pas fait la distinction entre dérivée partielle et dérivée droite par rapport au temps, ce qui les conduit à faire dépendre le champ électrique de la vitesse de la particule.

8- Question facile réussie par une majorité de candidats.

9 et 10- Questions comprises par quelques étudiants (<20).

11- Des confusions entre  $\ll$  et  $<$  et des erreurs d'homogénéité. Sinon beaucoup de bonnes réponses.

12- On évoque la relativité (ce qui n'est pas faux mais hors programme) de manière évidemment floue, une pseudo densité de courant liée à la particule  $q$  ou l'hypothèse du potentiel scalaire nul, mais trop rarement l'ARQS. Certains pensent à  $\mathbf{B}$  induit par  $\mathbf{E}$  que l'on néglige.

13- Beaucoup de bonnes réponses, mais peu évoquent la conservation du flux de  $\mathbf{B}$ . Que dire de ceux qui pensent que plusieurs lignes de champ passent par un même point ou que le champ magnétique est constant le long d'une ligne de champ.

- 14- Question classique parfois sabordée par des calculs fantaisistes ou inachevés (terme en  $1/r$  non éliminé).
- 15- Question traitée de façon incomplète et erreurs sur le signe de  $\mu$ .
- 16 à 20- Questions très très rarement traitées.
- 21 et 22- Très peu de réponses et souvent un discours vague.

### **Deuxième problème : Un moteur perpétuel ?**

Le but de ce problème est d'étudier un moteur irréaliste.

- 21- Il y avait deux questions 21 et deux questions 22, mais cela n'a pas dérouté les candidats. La réponse étant donnée, comme d'habitude tous les moyens sont bons pour parvenir au résultat.
- 22- Question très facile, mais pas toujours réussie (erreur souvent rencontrée :  $x = -x_0$  au lieu de  $x = 0$  pour trouver  $z_{l,max}$ ).
- 23- Beaucoup de réponses oiseuses. Il fallait s'intéresser aux godets de la partie 4 et montrer simplement que leurs actions mécaniques sur les parties 1 et 2 étaient équivalentes à celles de deux masses ponctuelles.
- 24- Certains candidats (assez nombreux) calculent le moment de la résultante des forces sur le piston qui est nulle ! Il fallait plutôt calculer le moment des forces de poussée. Les correcteurs ont fait preuve d'indulgence sans, pour autant, accepter n'importe quoi (erreurs de signe, expression du moment farfelue, etc...).
- 25- Définition de la valeur moyenne du moment assez souvent correcte.
- 26- Des calculs souvent abracadabrants ne tenant pas compte des hypothèses.
- 27 à 30- Questions analogues aux questions 21 à 26 en changeant  $g$  en  $-g$  mais malheureusement cette opportunité n'a que trop rarement été utilisée pour éviter des calculs redondants.
- 31- L'erreur d'énoncé (erreur de signe) n'a été que très rarement détectée. On ne peut que féliciter les candidats qui ont su la rectifier : ce sont ceux qui ont compris ce problème.
- 32- Les étudiants ont du mal à projeter les forces sur un axe incliné (confusion entre sinus et cosinus, division par sinus, etc...).
- 33- Questions très rarement abordées.
- 34- Idem, alors qu'il était facile de prévoir un moment total nul pour que le mouvement soit perpétuel.
- 35- Réponses incomplètes à l'exception de l'absence de frottements. Quelques candidats ont fait preuve d'originalité en énonçant de nouveaux principes physiques !

### **III) CONSEILS AUX CANDIDATS**

Nous ne pouvons que rappeler les conseils habituels (lecture complète de l'énoncé, homogénéité des résultats, rédaction claire et rigoureuse, connaissances de base solides et bien assimilées, esprit critique, etc...).