



## 1/ CONSIGNES GÉNÉRALES

Le sujet de Physique de la filière PC était constitué de deux problèmes indépendants.

Le premier, d'un poids de 45 %, intitulé « le haut-parleur électrodynamique », relevait de la mécanique, de l'électricité et de leur couplage. Le second, d'un poids de 55 %, intitulé « radioactivité  $\alpha$  », portait sur la mécanique quantique et la physique nucléaire.

Le premier problème était très guidé. Il était constitué de trois parties, très partiellement liées, qui étudiaient le fonctionnement électromécanique et les aspects énergétiques du haut-parleur. Ce problème était proche des enseignements dispensés en classe de PCSI. Le texte fournissait de nombreuses relations ainsi que tous les résultats de la partie énergétique.

Le second problème, qui relevait du programme de seconde année de CPGE, portait sur la radioactivité alpha. Il était constitué de quatre parties, très partiellement liées. La première, courte, était constituée de quelques questions de culture générale ou élémentaires ; la deuxième traitait du modèle de Gamov et proposait de calculer la probabilité de désintégration alpha en modélisant la barrière de potentiel de deux façons différentes. La troisième partie permettait d'estimer l'énergie cinétique de la particule alpha. La dernière partie du problème était plus originale, elle proposait l'analyse de plusieurs aspects de radioprotection associés à la radioactivité alpha : portée des particules, décroissance radioactive et considérations toxicologiques.

Les problèmes étaient progressifs et comportaient plusieurs points d'entrée indépendants, ce qui devait permettre aux candidats d'aborder les divers aspects de chaque partie. Dans les deux problèmes, outre les traditionnelles évaluations de connaissance du cours et de l'agilité dans des calculs classiques (compétence REALISER), l'esprit critique et le sens physique étaient sollicités (compétences ANALYSER et VALIDER), notamment à travers des exploitations de données, de graphiques et de tableaux de valeurs. Ce sujet avait un énoncé relativement long mais pouvait être abordé dans sa globalité en quatre heures. Si la majorité des candidats ont abordé les deux problèmes, peu ont proposé une réponse à toutes les questions. De nombreux candidats ont eu une démarche active de recherche de points et ont laissé de côté les questions les plus qualitatives ou les plus difficiles. Pour une grande partie des candidats, le premier problème a été mieux traité que le second.

Ce sujet permettait à un étudiant sérieux de valoriser ses connaissances, ses savoir-faire et d'obtenir une note honorable. L'épreuve s'est révélée classante avec un écart type supérieur à 3. Des excellentes copies nous ont été proposées, où la plupart des questions posées ont trouvé réponses, avec succès. Malheureusement, certaines autres copies étaient quasiment vides.

Il ressort de cette correction que beaucoup de candidats sont **incapables de mener à bien des calculs numériques**. De trop nombreux candidats ne réagissent pas à des résultats numériques complètement aberrants ( $R_2$  qui vaut des kilomètres). Attention, trafiquer les résultats (notamment dans les questions où le résultat à obtenir est fourni) rapporte une note nulle à la question et diminue la bienveillance du correcteur pour la suite de la copie. L'honnêteté intellectuelle fait partie des qualités souhaitées. Par ailleurs, il faut être particulièrement attentif aux unités et au respect de l'homogénéité des expressions. Il a aussi été noté **un manque de rigueur scientifique dans l'expression écrite** : confusions entre force et énergie, entre tension aux bornes d'une résistance et résistance, etc. Beaucoup de candidats rencontrent des **difficultés de rédaction et ont du mal à communiquer** : vocabulaire inadapté, explications embrouillées, etc. Enfin, les futurs candidats doivent garder à l'esprit que des points sont prévus pour les formules littérales et les applications numériques.

Les correcteurs notent une bonne qualité générale de présentation des copies mais la rédaction est trop souvent réduite à sa plus simple expression. **Il est regrettable de constater que de nombreux candidats se permettent de répondre à une question par l'écriture d'une relation sans aucun commentaire ou justification.** Le barème 2016 a tenu compte, comme l'année précédente, de la qualité de présentation et de rédaction des copies. Il faut penser à écrire lisiblement et éviter les ratures « à tout va » (utiliser des brouillons). Pour les prochaines sessions du concours, il importe de maintenir la qualité de présentation des copies et d'améliorer leur rédaction (la communication écrite est au cœur du métier d'ingénieur).

La correction des copies a fait ressortir un certain nombre d'erreurs récurrentes qui font l'objet de l'analyse détaillée ci-après.

## 2/ REMARQUES SPECIFIQUES

### Problème A

A.1- Cette première partie, qui était une application assez directe du cours, devait permettre à de nombreux candidats de prendre des points. Cependant, cela n'a pas toujours été le cas.

A.1.1- Discours souvent trop évasif. L'aspect énergétique de la conversion n'étant que moyennement évoqué.

A.1.2.1- L'apparition de la f.é.m. induite a été très souvent mal justifiée. La physique du problème n'était pas maîtrisée. Beaucoup de confusions.

A.1.2.2- Bien que le sens de  $e(t)$  soit imposé sur le schéma électrique de la figure 2, un nombre assez élevé de candidats se sont trompés dans l'écriture de l'équation électrique. Signification de  $R.i(t)$  parfois farfelue : effet Joule...

A.1.3- De trop nombreux candidats « balancent » le résultat sans aucune justification.

A.1.4- Certains candidats ont voulu diviser les différents termes du P.F.D. par la masse et ont oublié le second membre d'où une cascade d'erreurs par la suite.

A.2-

A.2.1- Beaucoup de candidats ont montré des difficultés à manipuler le formalisme complexe. Certains n'ont pas su « éliminer » les exponentielles complexes dans leurs équations, ce qui a donné lieu à des manipulations « lourdes » au lieu d'une simplification des calculs.

A.2.2- à A.2.4- Peu de problèmes.

A.2.5- Étonnamment, il y a de très nombreux schémas faux. Il a été observé, dans de nombreuses copies, la présence de la f.é.m., ce qui traduisait un manque total de compréhension de ce que les candidats étaient en train de faire.

A.2.6- Le calcul de la partie réelle de  $\underline{z}$  a souvent été laborieux. Quelques candidats ont tenté de « flouer » le correcteur en obtenant le bon résultat malgré des erreurs de calcul.

A.2.7- Attention à ne pas oublier les unités.

A.3-

A.3.1- La signification physique de  $u(t).i(t)$  a souvent été oubliée. Le mot *stockage* de l'énergie magnétique est souvent oublié.

A.3.2- Il y a souvent eu des interprétations fantaisistes ( $\frac{1}{2}.k.z^2$  serait une énergie potentielle de pesanteur...).

A.3.3- Bien traitée.

A.3.4- Il y a peu de justifications de l'expression de la puissance moyenne fournie par l'alimentation électrique. La puissance utile moyenne est, pour moitié, donnée à :  $R\langle i^2(t) \rangle$ ... La justification de la nullité de la valeur moyenne des dérivées temporelles de l'énergie magnétique et de l'énergie mécanique a rarement été expliquée.

A.3.5- Peu traitée.

A.3.6- Peu traitée. Manque de justification.

A.3.7- La gamme des sons audibles par l'homme était souvent connue mais la justification de la gamme de fréquences à choisir pour le haut-parleur était souvent peu claire. Une réponse surprenante : « l'oreille humaine entend des sons dans le domaine du visible ».

A.3.8- Moyennement traitée.

## Problème B

B.1-

B.1.1- Beaucoup de candidats ont confondu atome et noyau et ont mentionné des électrons. Il y a aussi des confusions entre neutrons et nucléons. Il y a eu des écrits surprenants comme : « la particule alpha est constituée de 4 nucléons, dont 2 protons, 2 neutrons et 2 électrons ».

Pour beaucoup, seule la présence d'électrons engendre une sensibilité au champ électrique.

B.1.2- Lavoisier (voire Le Châtelier ! ...) a souvent été cité, ou bien la « loi de conservation des nucléons », ou la loi de conservation de la masse...

B.1.3- La valeur d'un électronvolt en Joule est bien connue, mais la démonstration a été rarement menée à son terme lorsqu'elle a été débutée.

B.1.4- Bien traitée.

B.2-

B.2.1- Si l'effet tunnel a été majoritairement cité, nous avons vu tous les effets du programme : l'effet de peau, l'effet hall...ou « hors-programme » : l'effet Compton, l'effet onde-corpuscule (?), l'effet quantique (?), l'effet relativiste (?), ...

B.2.2- L'interaction forte n'est pas la plus connue des candidats. Pour cette question, nous avons pu voir citées les forces de Van der Waals, les forces de Keesom, les interactions dipôles-dipôles entre molécules...

B.2.3- Beaucoup d'erreurs sans doute liées à la confusion entre potentiel électrostatique et énergie potentielle. Le calcul de la constante  $K$  n'a quasiment jamais été fait et très souvent de façon fautive pour ceux qui ont essayé.

B.2.4.1- Applications numériques presque toujours fausses. Un manque de sens physique pour un certain nombre de réponses avec des valeurs de  $R_2$  de l'ordre du mètre ou plus.

B.2.4.2- Application numérique presque toujours fautive. Beaucoup de candidats ont obtenu un coefficient de transmission proche de 1 sans indiquer que leur résultat était incohérent.

B.2.4.3- Les candidats ont souvent donné une expression sans aucune justification et majoritairement erronée. Beaucoup d'erreurs sur l'énergie cinétique.

B.2.4.4- Les candidats ont souvent donné une expression sans aucune justification. Une analyse dimensionnelle ne constitue pas une démonstration. Ce n'est qu'un outil prévisionnel (puissant, pratique mais avec des limites).

B.2.5-  
B.2.5.1- Quasiment aucune démonstration pour montrer que les solutions proposées vérifiaient bien les équations. Par ailleurs, il y a eu de nombreux « bricolages ». La notion d'onde évanescente est assez connue. La représentation des fonctions d'onde a été rarement faite.

B.2.5.2- Plutôt bien réussie.

B.2.5.3- et B.2.5.4- Souvent bien traitées.

B.2.5.5- Très peu de réponses correctes. La comparaison de la valeur de  $P$  avec la question B.2.4.2- n'a quasiment jamais été faite et encore plus rarement correctement.

B.3-  
B.3.1- Si la relation de conservation du vecteur quantité de mouvement a été bien écrite, rarissimes ont été ceux qui ont justifié que les flèches noires représentent des vecteurs vitesses. Les candidats ont souvent oublié que le noyau père était au repos dans le référentiel d'étude et que sa quantité de mouvement était donc nulle.

B.3.2- Question globalement bien traitée même si peu nombreux sont les candidats qui ont compris que le noyau d'hélium 4 ne pouvait être excité.

B.3.3- à B.3.5- Questions mal et peu traitées.

B.4-  
B.4.1- Manque de rédaction et d'argumentation. Les candidats avaient une formule, donc ils ont fait des applications numériques (parfois aberrantes) mais peu nombreux ceux qui ont commenté leur résultat. La composition en eau du corps humain était visiblement peu connue.

B.4.2- Beaucoup de candidats n'ont pas vu que l'échelle était logarithmique et ont écrit :  $N(t) = a.t + b$ . Les valeurs incohérentes obtenues n'ont pas fait réagir...

B.4.3- Relation donnée sans justification.

B.4.4- Un mélange de remarques pertinentes et de « baratin », voire de propos confus. Les candidats n'ont pas vu qu'il était avant tout fondamental de préciser l'isotope auquel on se référait. Par contre, beaucoup ont comparé de manière correcte les activités massiques.

B.4.5- Souvent bien traitée.

B.4.6 : Question souvent survolée.