

- Conseils aux candidats

Afin de faciliter l'utilisation des conseils et pistes de réflexion suivantes, elles sont regroupées selon les compétences de la démarche scientifique habituellement utilisées au cours de l'année.

Analyser / S'approprier : les deux compétences étant souvent fortement liées dans les questions proposées, elles sont ici traitées ensemble. La modélisation est une démarche complexe, qui se décompose en plusieurs étapes. Il ne suffit pas d'affirmer qu'on peut assimiler un système réel à un autre, et donc lui associer un résultat. Analyser une situation, puis se l'approprier, suppose d'identifier dans une situation réelle des grandeurs pertinentes ou un comportement typique et de le mettre en relation avec un outil adéquat. Ainsi, on comprend bien qu'une réponse telle que « on peut modéliser la molécule par un ressort » constitue un raccourci qui ne permet pas au correcteur d'être certain que le candidat comprenne bien ce dont il parle.

Réaliser : les calculs doivent être clairement posés sur la copie, et il convient d'éviter toute précipitation (même si cela est difficile lors d'une épreuve en temps limité) afin de limiter les risques d'erreur basique de calcul. Cela permet aussi au candidat qui parvient à un résultat dont l'expression, jugée trop complexe, semble douteuse, de vérifier efficacement le calcul.

Valider : valider un modèle en le confrontant à des résultats expérimentaux est un aspect fondamental de la démarche scientifique. À ce titre, une simple description de la courbe « ça monte puis ça descend » ne cache pas une vacuité totale de la réponse. Le candidat doit s'interroger selon le schéma habituel : « que prévoit le modèle ? Que montrent les résultats ? D'où proviennent les différences ? » Des affirmations telles que « le modèle n'est pas satisfaisant » renforcent la vacuité déjà signalée.

Communiquer : les candidats font souvent des efforts de présentation : réponses clairement numérotées, usage pertinent des couleurs, etc. Ces efforts doivent bien sûr être soulignés et encouragés. Toutefois, il convient d'insister sur la nécessaire rigueur de la rédaction des questions de cours. Un vocabulaire approximatif n'est pas acceptable dans une restitution de connaissances.

2.3.3. Physique I — PC

- Remarques générales

L'épreuve avait pour but d'étudier différents aspects de la physique d'un nouveau composant électronique, le memristor. Ce dipôle passif d'un genre nouveau, capable de modifier de façon durable sa résistance en fonction du courant appliqué, a été proposé en 1971 sur des arguments théoriques, mais ce n'est qu'en 2008 qu'un premier prototype de memristor a enfin été réalisé.

Le problème comportait trois parties largement indépendantes et de difficulté croissante. La première partie proposait d'étudier les caractéristiques générales et le fonctionnement d'un memristor : caractéristique courant-tension $u(i)$, modèle de conductivité, impédance, transfert de puissance. La deuxième partie présentait une analogie hydrodynamique et enfin la troisième partie montrait différents aspects du premier prototype réalisé qu'il s'agissait de relier aux principes généraux de la première partie. Ce problème ne présentait aucune difficulté technique particulière et, curieusement, aucune application numérique.

- Remarques particulières

La partie I.A n'a guère posé de difficulté aux candidats à l'exception des questions 8, 9 et 10. Ces questions s'appuyaient sur la figure 4 qui donnait la caractéristique courant-tension $u(i)$ d'un memristor. Cette caractéristique présentait deux boucles (symétriques par rapport à l'origine) et un sens de parcours fixé pour le point de fonctionnement. Très peu de candidats ont reconnu qu'il s'agissait d'un cycle d'hystérésis, et donc que la résistance d'un memristor dépend de son histoire et peut ainsi servir de mémoire.

La partie I.B présentait un modèle microscopique de conductivité électrique, directement tirée du cours, et ne présentait donc aucune difficulté particulière, comme en atteste la bonne réussite des candidats à ces questions.

La partie II était elle aussi une application directe du cours. Même si l'écoulement de Poiseuille n'est plus explicitement au programme, une majorité de candidats était rompue au calcul du champ de vitesse parabolique. Il s'agissait, dans la partie III, de relier le modèle microscopique du prototype de memristor (schématisé à la figure 5) aux propriétés calculées dans la partie I. Cette partie, qui ne présentait pourtant pas de difficulté technique particulière, a dérouté un plus grand nombre de candidats. Il faut dire qu'à la question 28, un nombre anormalement élevé de candidats ont intégré la relation proposée à la question 26 : $\frac{dz}{dt} = \mu \frac{R_{on} i(t)}{l}$ sous la forme : $z = \mu \frac{R_{on} i(t)}{l} t + cte$! On ne saurait trop recommander aux futurs candidats de s'exercer, ne serait-ce qu'aux rudiments du calcul différentiel.

- Conseils aux candidats

Le jury souhaite rappeler de manière générale que la connaissance du cours est essentielle pour la bonne réussite à cette épreuve et que les candidats doivent maîtriser les bases du calcul pour espérer réussir. Rappelons qu'il est toujours utile de vérifier un calcul par une étude dimensionnelle rapide. Enfin, une copie soignée avec des résultats encadrés et des mots-clés soulignés sont des éléments qui favorisent grandement l'évaluation et sont donc particulièrement appréciés.

Les conclusions du rapport précédent sont toujours aussi pertinentes et d'actualité ; les meilleures copies font la différence avec les autres en respectant les conseils suivants :

- Une réponse précise et justifiée met plus en valeur un candidat qu'un paragraphe mal argumenté.
- La lisibilité d'une copie (*écriture aérée, schémas et graphes annotés, syntaxe correcte et orthographe rigoureuse*) donne le ton d'une copie, faisant montre d'une *pensée claire*.
- La *lecture complète de l'énoncé* est une occasion à ne pas manquer pour s'imprégner de l'approche proposée par le sujet, repérer les éléments de réponses des premières questions distillés plus loin dans l'énoncé et annoter les questions jugées accessibles qui seront reprises en priorité en cas de manque de temps pour tout faire.
- Tout résultat littéral doit être soumis à une *analyse dimensionnelle* de la part du candidat, qui évitera ainsi de perdre les points précieux des applications numériques.
- Les copies qui négligent les *applications numériques* se privent ainsi d'une grande partie de la discussion et ont par conséquent beaucoup de difficultés à obtenir une note correcte.
- Les résultats chiffrés doivent être donnés avec un nombre de *chiffres significatifs* cohérent (un résultat plus précis que les données de l'énoncé est pour le moins aventureux).
- La *discussion des résultats*, notamment numériques, est le fil conducteur de toute épreuve de Physique, même lorsqu'elle n'est pas explicitement demandée. Elle permet de valider ou non les hypothèses du modèle utilisé à chaque question, de façon à comprendre l'organisation de l'énoncé. Il est encore une fois rappelé qu'une réponse du type « ce résultat est plutôt petit » n'a aucun sens, si le candidat ne compare pas cette valeur à une autre valeur liée au problème et exprimée dans la même unité.
- Les *tentatives malhonnêtes* pour retrouver à toute force un résultat donné par l'énoncé sont fort mal considérées. Il est conseillé de notifier l'écart entre les calculs réalisés et la suggestion de l'énoncé, pour proposer une discussion qui pourrait justement mettre en valeur les arguments et l'esprit critique du candidat.