

## ECRIT CCP – PSI 2009

### Rapport épreuve de Physique 1

L'épreuve de cette année portait sur deux problèmes totalement indépendants : l'un traitant des semi-conducteurs et de la jonction PN ; l'autre traitant de mécanique des fluides et du jeu de Jokari.

Pour réussir cette épreuve, les candidats devaient maîtriser le programme de deuxième année des classes préparatoires aux grandes écoles (équations de Maxwell, diffusion de particules, équation de Navier-Stokes) ainsi que le programme de première année (mécanique du point, espace des phases, régression linéaire). En général, le cours est su et est bien réemployé. Malheureusement, pour beaucoup, la réussite est très nuancée à cause de problèmes de calculs et de fautes d'étourderie (signes, vecteurs...). La physique est comprise mais la modélisation et le traitement mathématique qui s'en suit est mal conduit en général.

Les candidats ont dans l'ensemble mieux réussi le premier problème que le second, ce qui est logique, car beaucoup traitent les questions dans le bon ordre.

Nous ne pouvons que féliciter les nombreux candidats qui ont rendu des copies très honorables, tant sur le fond que la forme. Mais nous sommes encore surpris de rencontrer des copies où le soin n'existe pas. Rappelons qu'une copie de concours est une forme de communication, communication qui devra être maîtrisée par le futur cadre que sera le candidat lambda !

Passons en revue les erreurs fréquemment rencontrées.

#### Problème A :

**A.1** L'unité de  $\tau$  est trop souvent fautive alors que cette notation, classique en classe préparatoire, fait immédiatement penser au temps.

**A.2** La vitesse limite a souvent été donnée avec le mauvais signe, ce qui a été pénalisé. Beaucoup de candidats ont perdu du temps à résoudre l'équation différentielle du mouvement alors que l'énoncé demandait la vitesse limite, c'est-à-dire la solution particulière de l'équation différentielle !

**A.3** Rappelons que la densité volumique de courant est ici  $J = (-e) \cdot n_e \cdot v_{lim}$ . La charge a été souvent oubliée !

**A.4** Beaucoup de problèmes avec la confusion densité / masse volumique et avec les unités (mètre cube ou centimètre cube)

**A.5** L'expression de la résistance  $R = \rho L / S$  est pour beaucoup inconnue !

**A.6** Trop peu de candidats pensent à tracer une droite ( $\ln p$  en fonction de  $1/T$ ). Beaucoup font des régressions « linéaires - exponentielles » directement à la calculatrice : Rappelons que se ramener à une droite est très fréquent en physique et en chimie comme en cinétique par exemple pour vérifier un ordre 1 ou 2.

**A.8** Rappelons que la résistivité d'un métal conducteur comme le cuivre augmente avec la température (ou diminue lorsque  $T$  diminue : phénomène de supraconduction). Nous avons trouvé beaucoup d'explications fumeuses... Certains candidats ne savent exploiter les résultats obtenus dans les questions précédentes où manifestement la résistivité du silicium diminue quand la température augmente.

**A.10** Il est vrai que la physique des semi-conducteurs n'est pas abordée en CPGE, mais ici l'énoncé expliquait clairement ce qu'il se passait lors de la création d'un trou, et beaucoup de candidats ont su répondre à cette question. Dans de nombreuses copies, on a trouvé que la charge d'un trou était  $-e$  ou voire « mieux » : la charge électrique d'un trou est nulle, car dans un trou il n'y a plus rien !

**A.11** Lorsque le phosphore  $P$  perd un électron, il donne l'ion  $P^+$ . Trop de candidats ont cru que l'ion obtenu était  $Al, S$  ou  $Si$  ... Le sujet ne traitait pas de transmutation nucléaire ! Certains candidats parlent d'ions phosphate ou d'ions boril sans donner de symboles chimiques (rappelons que l'ion phosphate a pour symbole  $PO_4^{3-}$ ).

**A.12** Résoudre  $p + N_p = n$  avec  $n, p = n_i^2$  dans le cas où  $N_p \gg n_i$  a posé des problèmes énormes à la majorité des candidats ! Faisons remarquer que ce genre de calcul ne leur est pas nouveau, puisqu'en chimie, ils ont l'habitude de le voir dans le cas de la conservation de la matière où la réaction chimique est totale !

**A.17**  $\text{div}(E) = \text{cste} \rightarrow E$  fonction affine de  $x$  ! Les conditions aux limites (continuité de  $E$  car on ne traverse pas de surface chargée) ont été oubliées !

**A.18** Trop d'erreur avec la formule  $\vec{E} = -\overrightarrow{\text{grad}}(V)$  (oubli de signe, ou flèche n'importe où). Un minimum de rigueur était attendu. De même, les candidats oublient la continuité du potentiel.

**A.26** Rappelons que la différence de potentiel  $V_A - V_B$  est égale à la circulation du champ électrique de  $A$  vers  $B$  !

**A.30** Quasiment aucun candidat n'a su justifier la position des zones  $N$  et  $P$ .

### Problème B :

**B.1** Erreurs fréquentes pour l'unité du nombre de Reynolds.

**B.2** Rappelons qu'en régime permanent  $\frac{\partial \rho}{\partial t} = 0 \Rightarrow \text{div}(\vec{v}) = 0$  et non pas le contraire !

**B.3** On attendait une comparaison entre eux des différents termes de l'équation de Navier-Stokes sachant que  $Re \ll 1$ .

**B.4** Beaucoup de candidats font n'importe quoi pour arriver au bon résultat  $\Delta P = 0$  !

**B.5** L'invariance par rotation est souvent bien justifiée mais les symétries pour la direction de  $F$  sont rarement invoquées.

**B.6.** On attendait le calcul explicite du Laplacien et ne pas se contenter de « tout calcul fait, on vérifie que ... ! ». Tous les candidats ont oublié de vérifier qu'une solution vérifie l'équation si elle vérifie aussi les «conditions aux limites ».

**B.7** Il faut projeter les forces élémentaires le long de l'axe des  $z$  : on ne somme pas les normes des forces de pression élémentaires, car elles ne sont pas colinéaires ! D'autant plus que l'on faisait préciser dans une question précédente la direction de  $F$  !

**B.10** Rappelons qu'un  $C_x$  est forcément positif !

**B.12** Peu de candidats pensent à la conservation de l'énergie mécanique qui facilitait énormément les calculs de la vitesse limite. De plus, une telle question est largement faisable par un élève de terminale S !

**B.13** Des candidats ont encore des difficultés pour trouver la solution d'une chute dans  $g$  !

**B.14** La parabole était pour la fonction  $z(v_z)$  et non pas pour  $z(t)$  évidemment !

**B.17** Un portrait de phase est toujours décrit dans le sens horaire.