

2 - PHYSIQUE

2.2 - Épreuves écrites

2.2.C - PHYSIQUE I - Filière PSI

I) REMARQUES GENERALES

L'épreuve de Physique I, articulée autour de l'étude d'un système industriel de fonte et de coulée de lingots d'aluminium, proposait des questions de nature variée : développements théoriques, analyse d'ordre de grandeur, description du fonctionnement d'un système, suggestion de méthodes et de moyens de mesure.

Évidemment, ce rapport s'attachera, dans l'intérêt des candidats aux sessions futures du concours, à détailler des erreurs à ne pas commettre, à proposer des méthodes permettant de mieux réussir, etc...

Cet aspect négatif de la critique du jury ne doit cependant pas faire oublier les bons résultats obtenus par certains à cette épreuve. De nombreux candidats ont su profiter de la nature variée du sujet et du caractère gradué des questions pour traiter de façon satisfaisante une partie significative du problème, montrant de réelles qualités dans la compréhension et l'application de parties variées du programme de Physique de la filière PSI.

II) REMARQUES PARTICULIERES

Questions 1 à 5 (alimentation électrique de l'inducteur)

Beaucoup de candidats ont dédaigné les applications numériques des questions 1 et 2, perdant ainsi des points qui leur étaient presque acquis.

La question 3 a été rarement comprise.

A la question 5, des réponses évidemment inexactes (puissance fournie par le générateur égale à zéro) ont été présentées par trop de candidats, qui n'hésitaient pas alors à proposer un commentaire élogieux quant aux performances de l'appareil !

Questions 6 à 12 (chauffage par les courants induits)

La question 6, qui exigeait une rédaction, a permis à certains de faire valoir leur sens physique... tandis que d'autres, très confus, ne se sont manifestement pas relus. Le chauffage de l'aluminium par induction ne se décrit pas en invoquant une vague action directe du champ magnétique sur l'agitation moléculaire (ce qui n'est qu'une paraphrase pompeuse de l'énoncé), ni en citant des phénomènes d'hystéresis ou de résonance magnétique nucléaire dans l'aluminium... La *résistance* électrique du métal ne saurait non plus être confondue avec le fait que les courants induits *s'opposent* aux variations de flux ! Enfin, les effets mécaniques des courants induits (force de Laplace) ne peuvent ici, du fait des symétries, faire tourner le lingot de métal.

La question 8 (comparaison des courants de déplacement et de conduction), qui est un préalable classique à l'étude de l'effet de peau, a été mal traitée par trop de candidats, promenant au hasard un coefficient μ_0 , ou se contentant d'affirmations non justifiées ou de comparaisons inhomogènes $(\mu_0 \ll \gamma, \gamma \gg \epsilon_0)$.

L'énoncé de la question 9 comportait une coquille (disparition du signe – dans la relation proposée $\text{rot rot } \mathbf{j} = -\Delta \mathbf{j}$). Cette erreur n'avait pas de conséquence pour la suite ; si beaucoup de candidats l'ont remarqué, ceux qui ont été trompés par l'énoncé n'ont été ni gênés, ni pénalisés.

La question 10 comportait une réduction sous forme non dimensionnée de l'équation différentielle ; le coefficient δ devait donc *évidemment* disparaître de l'équation, ce que certains candidats n'ont manifestement pas vu. D'autre part, ceux qui avaient adopté une forme inappropriée (cartésienne) de l'opérateur laplacien à la question 9 ne se sont en général pas étonnés que la question 10 leur propose une méthode de résolution

aboutissant à une équation *plus compliquée* que l'équation de départ ! Une relecture critique aurait pu les aider à retrouver leur erreur.

La question 12 a été très mal traitée : confusion entre puissance et puissance volumique, mauvais calcul de l'intégrale de volume, conclusions physiques hâtives et injustifiées...

Questions 13 à 21 (conduction et convection thermiques)

Trop de candidats établissent aux questions 13 ou 14 des équations évidemment inexactes (fautes de signe) et ne s'en rendent pas compte. Pourtant, des solutions oscillantes pour la température $T(x)$ devraient les inquiéter...

A la question 16, beaucoup de candidats affirment que la fonction $A \exp(-x/a) + B \exp(+x/a)$ ne peut être décroissante que si $B = 0$. D'autres argumentent quant au comportement à l'infini de la fonction $T(x)$... alors que x varie au maximum de quelques centimètres. Les réponses numériques exactes pour les solutions de la question 16 se sont comptées sur les doigts d'une main.

La prise en compte du changement d'état à la question 17 a été souvent bâclée.

Le bilan thermique de la question 18 a souvent été rédigé avec des expressions du type dT/dt (en régime permanent...) qui se transformaient sans justification en $V dT/dx$ un peu plus loin.

Questions 22 à 24 (capteurs et grandeurs mesurables)

A ces questions relativement ouvertes, le jury n'attendait pas une réponse unique. Toutefois, un candidat d'une filière à vocation industrielle ne devrait pas proposer l'usage sans précaution d'un capteur à effet Hall dans un bain de métal fondu... même s'il propose de s'en servir pour mesurer un champ électrique !

Notons pour l'anecdote le candidat qui propose de mesurer le champ magnétique au moyen d'une "*jauge de Lorentz*", le champ électrique étant ensuite évidemment mesuré au moyen d'une "*jauge de Coulomb*". Le jury attend encore de connaître le détail de la construction de ces jauge.

III) CONSEILS AUX CANDIDATS

Chaque candidat au concours « Mines Ponts » a vraisemblablement entendu, au moins une fois, son professeur de Physique lui rappeler quelques conseils généraux, comme :

- lire le problème en entier avant de commencer à le traiter ;
- se méfier de la calculatrice et de sa mémoire inépuisable ;
- relire ce qui a été rédigé, et la question correspondante de l'énoncé, avant de passer à la question suivante ;
- être attentif à l'homogénéité et à la vraisemblance des relations établies.

Beaucoup des erreurs rencontrées dans la correction de cette épreuve proviennent pour partie de l'oubli de ces règles simples.

Ainsi, un candidat qui lit soigneusement la totalité du problème pourra-t-il profiter du découpage du sujet en diverses *parties indépendantes*, et dans chacune de celles-ci de questions liées. Une lecture attentive de la question n pourra alors suggérer des méthodes de traitement des questions $n - 1, n - 2, \dots$ à ceux qui manqueraient de l'imagination nécessaire.

Certains candidats ont peut-être appris leur cours sous forme de "fiches-résumés", condensant chaque chapitre en une petite collection de formules. Ils ont peut-être aussi profité de la mémoire de leur calculatrice pour y empiler ces fiches. L'application indistincte de formules, sans réflexion quant à leurs conditions d'application, a généré beaucoup d'erreurs : les réponses ainsi proposées par les candidats semblent, une fois remises en face de la question correspondante, défier le sens commun.

Faire une erreur de calcul est humain, courant, et finalement sans gravité : il est souvent facile de la repérer et de la rectifier. Si le jury n'est pas sévère avec les erreurs qui ne sont pas identifiables aisément, toute

relation *manifestement inhomogène*, ou évidemment fausse car proposant un résultat ayant un *signe fantaisiste*, un comportement aux limites absurde, etc... sera considérée avec sévérité.

A la question “ *calculer la grandeur physique...* ”, un candidat doit répondre par l’établissement de son expression littérale *et* de sa valeur numérique. Un résultat numérique doit être présenté avec un minimum de vraisemblance : nombre de chiffres significatifs non déraisonnable (c'est-à-dire, compatible avec la précision des données de l'énoncé, et non pas déduit de la capacité d'affichage de la calculatrice utilisée), unité précisée.

Rappelons à cet effet que les unités à utiliser pour la présentation des résultats doivent être celles du système international, c'est-à-dire une combinaison des unités de base (mètre, kilogramme, seconde, ampère, mole) *ou bien* une de leurs combinaisons dénommées (joule, watt, pascal, volt, tesla) *ou enfin* quelques combinaisons ou multiples usuels ($V.m^{-1}$, $m.s^{-1}$, *bar*, $km.h^{-1}$). Un résultat ne saurait être présenté en $H^{1/2}.m.\Omega^{1/2}.s^{1/2}$, pas plus que suivi de la seule indication “ SI ”.