

ÉPREUVE ÉCRITE DE PHYSIQUE

Le sujet était constitué de deux problèmes totalement indépendants : l'un concernait divers dispositifs dont le point commun est de pouvoir se trouver dans un sous-marin (immersion et rôle des ballasts, chaudière d'un sous-marin à propulsion nucléaire, moteur Stirling, périscope), le second modélisait un moteur asynchrone triphasé.

Les thèmes abordés dans ces deux problèmes étaient variés, puisqu'ils concernaient l'hydrostatique, la thermodynamique et l'optique géométrique pour le premier problème et l'électricité des courants alternatifs pour le second. Les notions abordées dans ce sujet entraient dans les programmes de physique des classes de TSI 1^{re} et 2^e années. Chacun des problèmes proposés était composé de plusieurs parties qui étaient soit totalement indépendantes les unes des autres (ce qui était le cas dans le premier problème), soit rendues totalement indépendantes les unes des autres, en fournissant des résultats intermédiaires (ce qui était le cas dans le second problème). Ce sujet présentait donc un nombre important de « points d'entrée ».

Quelques questions de nature expérimentale étaient disséminées dans le sujet (questions **5.4/** et **7.2.5/** par exemple).

Bien que le diagramme (T, s) , utilisé dans la question 3 du premier problème, n'entrait pas explicitement dans le programme des classes de TSI, cette question restait néanmoins dans le cadre du programme, en effet aucune connaissance du diagramme (T, s) n'y était exigée et cette question portait sur l'un des objectifs assignés par le programme de TSI 2^e année qui est « de savoir lire et utiliser les tables de données thermodynamiques et les diagrammes d'état lors de l'étude des cycles industriels ».

L'ensemble des questions a été traité par les candidats même si aucune copie n'a traité correctement toutes les questions. Il ressort néanmoins que l'optique géométrique est la partie qui a été la moins abordée.

Comme les années précédentes, les copies sont très hétérogènes : certains candidats n'ont abordé que 3 ou 4 questions, alors que d'autres ont bien progressé et presque terminé le sujet. Les mauvaises notes correspondent surtout à des copies quasiment vides et non truffées d'erreurs.

On ne peut que rappeler l'importance de la présentation et de la rédaction des copies : une écriture soignée, une orthographe correcte et des résultats encadrés sont autant d'atouts pour le candidat. Ce n'est pas non plus la peine de se lancer dans des argumentations longues et alambiquées ; parfois quelques phrases courtes et claires suffisent. Certaines questions, pour ne pas bloquer les candidats, fournissaient les résultats et proposaient de les redémontrer en les justifiant précisément ; il est alors fréquent de lire des démonstrations totalement dépourvues de rigueur et parfois même complètement fausses, dont le but (manqué) est de faire illusion... Par ailleurs, les questions qualitatives (comme les questions **2.3/** et **2.5/**), les applications numériques et les commentaires demandés, sont trop souvent passés, alors qu'ils rapportent facilement des points.

Analyse par problème :

Premier problème : ce problème s'intéressait à quelques dispositifs relatifs aux sous-marins.

Dans la première partie, on proposait d'établir la relation fondamentale de la statique : l'inventaire des forces était souvent imprécis et certains candidats ont mentionné la poussée d'Archimède, voire la poussée d'Archimède et les forces de pression. L'expression de ces dernières en fonction de l'élément de surface était d'ailleurs rarement juste. Rappelons également que la pression P est un scalaire, et que coiffer P d'une flèche n'en fait pas une force de pression !

L'application numérique de la question **1.2/** a souvent abouti à des pressions négatives sans visiblement inquiéter les candidats. Le lien entre le volume immergé, la masse du sous-marin et la masse volumique de l'eau a été « parachuté » dans de nombreuses copies sans que soient précisées les forces s'exerçant sur le sous-marin flottant. Enfin, après avoir trouvé que $V_{imm}/V = 87\%$, les candidats ont commenté leur résultat en disant simplement que « le volume immergé représente 87 % du volume total »...

Certains candidats ont trouvé un rapport V_{imm}/V supérieur à 1 et cela ne leur a pas posé de problèmes. D'autres ignorent le volume d'un cylindre.

La deuxième partie traitait de la propulsion du sous-marin. Le sujet s'intéressait tout d'abord au cycle de Rankine décrit par l'eau dans un moteur à propulsion nucléaire. Comme il s'agissait d'un fluide en écoulement, les premières questions (**3.1.1/** et **3.1.2/**) avaient pour objectif d'établir le premier principe industriel. Ces questions ont été très rarement traitées de façon rigoureuse : pour justifier $dm_e = dm_s$, il faut utiliser le fait que Σ_f est un système fermé et que l'écoulement est permanent ; le calcul du travail des forces de pression ainsi que celui des variations d'énergie interne, d'énergie cinétique et d'énergie potentielle du système fermé Σ_f entre t et $t + dt$ manquent de rigueur. La lecture du diagramme (T, s) n'a pas posé de problèmes particuliers ; il ne faut cependant pas oublier de donner les unités des grandeurs lues sur le diagramme. La définition du rendement du moteur comme la grandeur utile divisée par la grandeur couteuse était en général correcte mais l'identification de ces grandeurs avec les travaux et transferts thermiques exprimés dans les questions précédentes n'était pas maîtrisée. Certains candidats ont trouvé des rendements supérieurs à 1 sans aucun commentaire.

Ils ont, dans l'ensemble, bien dessiné l'allure du cycle du moteur de Stirling et en ont déduit le caractère moteur de ce cycle avec plus ou moins de rigueur. La justification de $\delta W = -PdV$ n'était pas toujours fournie. Attention également aux notations : il n'était pas rare de lire $U = Q + W$ ou $dU = Q + W$ ou encore $dU = C_v \Delta T$ ou même ΔQ ; il est important de faire la différence entre les variations élémentaires ou non, les transferts énergétiques élémentaires ou non. Dans le calcul du rendement (**4.6/**), la grandeur utile était souvent erronée.

La troisième partie, portant sur le périscope, a été très décevante. Dès la première question, les correcteurs ont pu noter un manque de connaissance et de réflexion en optique : un rayon incident perpendiculaire au dioptre d'entrée du prisme était réfracté avec un angle non nul. Rares sont les copies où le terme « réflexion totale » a été utilisé pour justifier la construction du rayon. Les constructions relatives aux lentilles ont été mieux réussies mais l'image d'un objet par un miroir plan semble poser de grosses difficultés aux candidats : pour certains, l'image était réelle et pour d'autres, elle n'était pas aplanétique. La relation de conjugaison de Descartes était en général juste mais les candidats n'ont pas réussi à mener à bien les applications numériques (erreurs de signes dans les grandeurs algébriques entre autres). Des méthodes expérimentales pour mesurer la distance focale des lentilles convergentes ont été proposées mais pas toujours avec le bon nom. Certains candidats ont aussi suggéré de placer l'objet à l'infini pour obtenir son image dans le plan focal image de la lentille.

Deuxième problème : il portait sur la machine asynchrone. Aucune connaissance préalable du principe de fonctionnement de cette machine n'était nécessaire.

Une analyse dimensionnelle (6.1/) doit être justifiée précisément : pour déterminer l'unité de K , donnée dans l'énoncé, certains candidats se sont contentés d'affirmer, sans explication, que le champ magnétique étant en $\text{H.m}^{-2}.\text{A}$, K est en H.m^{-2} .

Les questions portant sur le régime permanent sinusoïdal n'ont pas été bien traitées : l'expression de $\cos \psi$ ainsi que le signe de $\sin \psi$ ont posé des problèmes à une majorité de candidats. Dans certaines copies, il y a confusion entre l'amplitude complexe et l'amplitude réelle de l'intensité. Les correcteurs ont aussi été surpris de constater que l'expression de l'intensité efficace n'était pas connue par un nombre important de candidats ; on a même pu lire $i_{\text{eff}}(t)$. Pour beaucoup, la signification des positions AC et DC est la même sur un multimètre et sur un oscilloscope et se résume à « AC en alternatif et DC en continu » sans préciser la grandeur physique mesurée. Trop de candidats mesurent l'intensité efficace avec un voltmètre en parallèle...

Dans la troisième partie, les premières questions ont généralement été traitées correctement alors que la dernière n'a pratiquement pas été touchée, sans doute par manque de temps...

En conclusion, les correcteurs constatent que certaines parties du programme comme la statique des fluides ou l'optique géométrique, ne semblent pas bien acquises. Rappelons que les candidats ne doivent pas négliger le programme de 1^{re} année, les épreuves portent sur le programme des deux années. Le contenu des travaux pratiques fait également partie des connaissances importantes pour de futurs ingénieurs et ne doit pas être négligé. Enfin, les correcteurs insistent sur le fait que la rigueur et la clarté des explications sont indispensables et le seront encore dans la vie professionnelle des candidats.