

PHYSIQUE

Épreuve écrite

PHYSIQUE II - Filière PSI

I) REMARQUES GENERALES

Cette épreuve était formée de trois problèmes indépendants ayant pour thèmes l'étude d'une clepsydre, d'un hacheur et d'anti-lentilles dans le domaine des radio-fréquences. Elle couvrait donc trois parties bien délimitées du programme : la mécanique des fluides, l'électronique et l'optique.

L'épreuve était longue, mais le découpage en problèmes indépendants permettait aux candidats d'aborder les diverses parties selon leur préférence et dans l'ordre de leur choix, à condition, naturellement, de commencer par lire la totalité de l'énoncé. Le barème tenait bien sûr compte de la longueur du sujet, et il n'était pas nécessaire d'en traiter la totalité pour obtenir une note de 20/20. Bien que ce rapport fasse essentiellement état des problèmes rencontrés, les correcteurs tiennent à noter qu'il y a eu de bonnes et de très bonnes copies, où la compréhension des phénomènes physiques était évidente.

Sur le fond, un problème présente toujours une cohérence interne qui reflète la démarche du concepteur : la nature de la réponse à de nombreuses questions est souvent suggérée dans les questions voisines. Les calculs et les applications numériques ne servent pas uniquement à tester l'agilité des candidats et la puissance de leur calculatrice, mais à obtenir des résultats sur lesquels ils ont à exercer leur sens critique : validité des modèles utilisés, ordres de grandeurs.

Seule la lecture complète de l'énoncé peut donner une première idée du lien entre les différentes questions, tant qualitatives que quantitatives ; il est ensuite important de ne pas aborder les questions comme autant d'exercices indépendants, mais en essayant de les relier aux questions déjà traitées. Cela peut éviter de reprendre intégralement des raisonnements et des calculs déjà effectués dans des questions précédentes.

Dans l'esprit de la réforme des classes préparatoires, le sens physique et l'analyse qualitative priment sur la technicité mathématique. Les candidats doivent cependant pouvoir manier un minimum d'outils mathématiques (voir les remarques particulières sur le second problème de l'épreuve).

Une application numérique n'a de sens que munie d'une unité correcte, et d'un nombre de chiffres significatifs en rapport avec les données. Sa valeur appelle toujours une comparaison avec des valeurs connues ou données dans l'énoncé ou un commentaire. Les ordres de grandeurs sont des indices précieux de la validité d'un modèle ou d'un calcul : les situations étudiées dans les épreuves de physique ont toujours un lien avec la réalité.

Les questions qualitatives doivent être traitées avec la même rigueur que les questions quantitatives. On attend des candidats une argumentation précise en rapport direct avec le problème étudié et non des considérations générales. La qualité de la réponse est liée à la justesse des termes employés, à la clarté de l'exposé.

Sur la forme, les correcteurs déplorent le peu de soin apporté à la rédaction de nombreuses copies. Ce problème semble souvent refléter la hâte des candidats dans le développement de leurs raisonnements, indépendamment de leur qualité, et leur manque d'assurance dans les bases physiques de leur démarche. Hormis la désinvolture de certains candidats, minoritaires, la tension nerveuse due à l'enjeu des concours est sans doute une des causes de ces problèmes.

Cependant le temps passé à soigner la forme n'est pas perdu : un schéma clair peut économiser des lignes d'explications. La relecture d'arguments jetés sur un brouillon permet de les trier, de les organiser et d'en faire une synthèse qui évite la paraphrase et l'approximatif. La relecture d'un

raisonnement ou d'un calcul peut faire apparaître l'une ou l'autre de ces erreurs qui se glissent si souvent au moment de tourner une page.

II) REMARQUES PARTICULIERES

2-1) Problème I : mécanique des fluides

question 2 : la discussion des hypothèses de l'écoulement ne peut pas consister en une paraphrase de l'énoncé. Il s'agit de décrire les conditions d'application de validité de ces hypothèses. De rares candidats évoquent la notion de couche limite.

question 5 : l'équation différentielle de vidange est donnée dans l'énoncé. Les correcteurs attendaient des candidats qu'ils précisent les étapes principales des calculs aboutissant à son expression.

question 9 : le temps de vidange s'exprime sous forme d'une intégrale pour laquelle l'ordre des bornes a une signification physique précise : la hauteur de la surface libre dans le récipient décroît au fur et à mesure que le temps s'écoule. Beaucoup de candidats ne s'inquiètent guère des bornes et trouvent sans émotion des temps de vidange négatifs, qu'ils "positivent" par la magie d'une valeur absolue : ils ont pourtant découvert le sablier à remonter le temps.

question 10 : parmi les candidats qui abordent la discussion, très peu font le rapprochement avec la discussion initiale des hypothèses.

2-2) Problème II : électronique

Le rapport d'oral filière PSI du Concours 1997 déplorait la méconnaissance généralisée de ce circuit chez les candidats. Les correcteurs ont été très déçus de la qualité des copies dans cette partie, même si elle a été traitée sans aucune difficulté apparente par certains candidats. D'autre part cette partie a révélé des lacunes inquiétantes.

Premier constat : dans ce problème apparaissait à deux reprises une équation différentielle linéaire du premier ordre à coefficients constants. Force est de constater que sa résolution pose des problèmes à la majorité des candidats, surtout lorsqu'il s'agit de tenir compte des conditions initiales et finales.

Second constat : beaucoup de candidats ne connaissent du multivibrateur astable que sa fonction de générateur de créneaux, et sont incapables de calculer la période de ces derniers.

Troisième constat : des candidats alimentent le hacheur avec le même générateur que la charge (partie puissance). Leurs calculs, même corrects, sont purement virtuels puisque le rôle du hacheur est justement d'assurer la commande d'une charge haute puissance par un circuit basse puissance, l'avantage essentiel étant, comme le suggère la question 16 de limiter les pertes énergétiques.

question 2 : l'obtention de la période est laborieuse, équation différentielle oblige. Par contre très peu de candidats se trompent dans l'expression de la constante de temps du circuit R, C.

questions 4,5 : l'introduction du rapport cyclique variable nécessitait simplement l'adaptation des résultats de la question 2. Les candidats qui reprennent l'intégralité des calculs ne sont pas rares !

question 6 : le placement de l'alimentation de puissance, non représentée, était une affaire de réflexion, un seul branchement était possible.

question 7 : le régime permanent dont il est question dans l'énoncé n'est clairement pas un régime où les grandeurs électriques sont constantes : le terme "régime permanent" est souvent utilisé dans le sens de "régime périodique établi".

questions 8,9 : une nouvelle équation différentielle, et toujours les mêmes difficultés. La question 9 aboutit rarement, beaucoup de candidats abandonnant lorsqu'ils s'aperçoivent que le développement limité au premier ordre est insuffisant. Certains candidats arrivent au résultat sans résoudre l'équation différentielle : les variations du courant peuvent être représentées par des segments de droites si la constante de temps du circuit de charge est grande devant la période du multivibrateur. Cette démarche très physique (rôle des ordres de grandeurs) est encouragée.

question 10 : une inversion de la polarité de l'alimentation de puissance conduisait à des résultats manifestement faux (courant circulant en sens inverse dans la diode par exemple). Les candidats ne font généralement aucun commentaire...

questions 12,13 : ces questions étaient très calculatoires, ce qui a effrayé la plupart des candidats. L'erreur la plus fréquente a été de multiplier l'ensemble des composantes de la tension par la fonction de transfert prise à la pulsation fondamentale. Les correcteurs ont apprécié les candidats qui ont noté à partir des valeurs numériques que le courant pouvait s'obtenir par simple intégration de la tension crête ce qui conduisait à un courant de forme triangulaire.

question 15 : un raisonnement énergétique montre sans calcul que les deux puissances sont égales.

2-3) Problème III : antireflectives

Les deux premières questions ont montré les lacunes de la grande majorité des candidats en optique géométrique, en particulier en ce qui concerne l'application pratique des critères de validité de l'optique géométrique et des conditions de Gauss à une situation donnée. Les questions suivantes ont été bien traitées par les candidats qui ont compris qu'il s'agissait d'un phénomène d'interférence. Les incohérences entre schémas et énoncé ne semblent pas avoir gêné les candidats.

III) CONSEILS AUX CANDIDATS

Outre la bonne connaissance du cours, les candidats doivent s'astreindre à aborder les épreuves de physique avec méthode :

- lire la totalité de l'énoncé ;
- aborder les questions sans précipitation, en gardant à l'esprit qu'elles font partie d'un ensemble cohérent, et qu'elles sont donc liées les unes aux autres ;
- ne négliger ni les applications numériques, ni les questions qualitatives, qui sont souvent des points-clés des problèmes : elles permettent l'élaboration d'un modèle, sa critique à partir de la comparaison d'un résultat calculé avec un résultat expérimental. La valeur, le signe et l'unité d'une application numérique ont nécessairement un sens physique, et dans le cas contraire il est indispensable d'en chercher la cause, que ce soit une erreur de calcul, de raisonnement, ou une modélisation incorrecte d'un phénomène physique ;
- rédiger avec soin, en s'attachant à la précision du vocabulaire employé et à la clarté de l'argumentation.