

Présentation

Comme chaque année, nous nous permettons de rappeler les principales caractéristiques de l'épreuve écrite de Physique au Concours « CCP DEUG ».

L'objectif de l'écrit de Physique est de contrôler les connaissances de base que doivent maîtriser les étudiants, après deux années passées à l'Université. La conception du sujet n'a pas d'autres prétentions.

L'écrit est composé de deux parties.

- La partie **I** (tronc commun pour 3 options) repose sur trois ou quatre exercices indépendants et simples. Les candidats sont interrogés dans tous les domaines du programme (phénomènes de transport, électronique et thermodynamique cette année). Les exercices ne font appel qu'à un outil mathématique simple. Ils sont à la portée de tous ceux qui travaillent régulièrement et normalement. Les formules, qu'on pourrait trouver stockées dans une bonne calculatrice, sont le plus souvent rappelées.
- La partie **II**, réservée aux physiciens, est plus ambitieuse. Elle s'articule autour d'un thème donné (physique des ondes cette année). Le concepteur du sujet essaie, dans la mesure du possible, d'y présenter deux ou trois parties indépendantes (cordes vibrantes, propagation de l'énergie électromagnétique dans l'espace et optique ondulatoire cette année).

Beaucoup de questions sont « basiques » et indépendantes les unes des autres : des étudiants, un peu motivés, peuvent s'exprimer dans chacun des paragraphes proposés.

Analyse des différentes parties du sujet

Partie I

Cette année, les matières abordées sont : les phénomènes de transport (sédimentation et diffusion de matière), l'électronique (filtre actif) et la thermodynamique (étude de trois chemins, de mêmes états extrêmes, suivis par une même masse de gaz) réparties en trois parties **A**, **B** et **C** totalement indépendantes.

A – Le phénomène de sédimentation

I. Déplacement des particules sous l'action des forces de pesanteur

- L'oubli de la masse m dans l'expression du PFD conduit à une série d'équations non homogènes qui n'inquiète pas toujours le candidat.
- Si une amélioration semble se dessiner du côté de l'intégration des équations différentielles, il est à regretter que certains résultats, souvent encadrés, ne soient pas vérifiés. De telles formules doivent être « essayées » ! Une expression en « $\exp(+f t/m)$ » doit alerter l'étudiant car sa validité est loin d'être acquise.
- L'expression de la vitesse limite peut être obtenue directement en annulant l'accélération dans le PFD et en écrivant l'égalité $\|\vec{P}\| = \|\vec{F}_f + \vec{F}_A\|$.

- Il est inquiétant de constater que le nombre δN_S (positif) de particules qui traversent, en descendant, la section droite S du récipient, pendant la durée élémentaire dt , n'est correctement déterminé que dans à peine 25 % des copies.

II. Diffusion due à l'hétérogénéité de concentration

- La loi de Fick est rappelée : le travail demandé est donc allégé.
- L'expression « $\delta N_D = j_D(z) S$ » n'est pas homogène : il semble nécessaire de rappeler que δN_D est une quantité différentielle.

III. Équilibre

- Nous devons regretter le manque de sens physique de certains candidats. À l'équilibre, les deux courants de sédimentation et de diffusion se compensent, ce qui maintient une concentration $N^*(z)$ indépendante du temps : cela entraîne, bien sûr, l'égalité $\delta N_S = \delta N_D$ que beaucoup trop d'étudiants ne réussissent pas à écrire.
- Là encore, l'occasion de constater que le résultat de l'intégration n'est pas contrôlé : certains candidats manipulent des expressions en « $\exp(+|v_{lim}| z/D)$ » sans se poser de question.
- Même sans avoir répondu aux questions précédentes, l'allure de la courbe représentative de la fonction $N^*(z)$ pouvait être tracée. Au cours de la sédimentation, nous devrions savoir que la matière s'accumule par gravitation, au fond du récipient.

IV. Mesures et résultats

- Le résultat des applications numériques n'est pas toujours contrôlé ! Pour une particule microscopique, une masse de l'ordre de 575 kg ou un rayon de 222 m devraient interpeller le candidat !

B – Étude d'un filtre actif

I. Montage préliminaire

- Dans ce type d'exercices, il est fortement conseillé de connaître et de savoir appliquer le théorème de Millman. Chacun sait que ce théorème permet de gagner beaucoup de temps.
- Attaquer la résolution de cette partie à l'aide des relations de Kirchhoff peut se révéler rapidement fastidieux.

II. Filtre actif

- On ne démontre pas que le montage correspond à un filtre passe-bas en soulignant le fait que le condensateur se comporte comme un fil si $\omega \rightarrow \infty$ et comme un interrupteur ouvert $\omega \rightarrow 0$. Le manque d'arguments de poids est regrettable. Aux hautes fréquences, il est nécessaire d'indiquer que la tension u_S tend vers 0.
- Exceptionnellement, l'impédance complexe Z_C du condensateur n'est pas fournie dans l'énoncé : il est rassurant de constater qu'un grand nombre d'étudiants n'a pas besoin de ce rappel.
- Rappelons que le gain G est le module de $\underline{H}(j\omega)$, donc quantité positive ou nulle, mais jamais négative.
- La définition générale de la bande passante est à revoir, car trop rarement proposée correctement.

C – « Chemins suivis » par un gaz parfait

I. Grandeurs énergétiques

- Il s'agit d'un exercice simple de thermodynamique qui pourrait être l'un des premiers problèmes posés en Travaux Dirigés à l'Université.
- Rares sont les copies où des dessins apparaissent.
- Les candidats utilisent des formules parachutées sans grande maîtrise.
- Les candidats sont incorrigibles : les grandeurs énergétiques sont exprimées en fonction de tous les paramètres possibles, mais jamais en fonction de R et T_0 comme demandé. N'en faire qu'à sa tête n'est pas une attitude très appréciée des correcteurs.

II. Conclusions et mise en œuvre expérimentale

- Dans cette partie, il suffit de constater que les variations des fonctions d'état (ΔU et ΔS) ne dépendent que de l'état initial et de l'état final alors que les grandeurs de transfert dépendent du chemin suivi.
- Seulement 1 % des candidats a réussi à proposer un dispositif permettant de mener à bien l'expansion libre et monotherme dans le vide.

Partie II

Cette année, les matières abordées sont : cordes vibrantes (cordes de guitare), propagation de l'énergie électromagnétique dans l'espace (étude de la variation de l'amplitude d'un signal) et optique ondulatoire (interférométrie grâce au dispositif des « bilentilles de Billet ») réparties en trois parties **A**, **B** et **C** totalement indépendantes.

A – La corde vibrante

I. Équation de d'Alembert

- Les composantes des vecteurs \vec{F}_g et \vec{F}_d , dans le repère (Ox, Oy, Oz) , sont données très correctement dans de nombreuses copies.
- Rappelons que la projection d'une équation vectorielle sur un axe (ici Oy) s'obtient en multipliant scalairement chacun des membres de cette équation par le vecteur unitaire (ici \vec{e}_y) de ce même axe.
- Le développement, qui permet d'écrire l'égalité « $f(x+dx) - f(x) = (\partial f / \partial x) dx$ », n'est pas maîtrisé correctement. Beaucoup d'étudiants, dans la difficulté, aboutissent finalement à l'équation dite des cordes vibrantes au moyen d'une démarche douteuse et à la relation $c = \sqrt{T/\mu}$ à l'aide de l'équation aux dimensions.

II. Ondes stationnaires

- L'équation des cordes vibrantes n'est pas toujours utilisée pour retrouver la relation entre $k = \varphi / c$.
- La phase φ est prise nulle (à π près) de manière aléatoire, sans même étudier la condition aux limites $y(0,t) = 0, \forall t$.
- De la même manière, pour obtenir les valeurs discrètes k_n , il est nécessaire de considérer la condition $y(L,t) = 0, \forall t$.
- Les fréquences propres sont alors obtenues en exploitant la relation $k = \varphi/c$, sans oublier une vérification de la formule grâce à l'équation aux dimensions.

III. Cordes de guitare

- Il n'est pas nécessaire d'être un musicien averti ou un spécialiste des instruments à cordes pour traiter les questions qui suivent, car cette partie § III se contente d'exploiter la formule

$$v_n = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}}.$$

B – Évolution de l'amplitude d'un signal

I. Densité volumique d'énergie

- Si, au niveau de la source, le signal s'écrit $s(O,t) = a_o \cos [\omega t - \varphi(O)]$, en un point M et au temps t , le signal s'écrit $s(M,t) = a(r) \cos [\omega t - \frac{r}{c} - \varphi(O)]$.
- Il est inquiétant de constater que le volume dV de l'espace compris entre les deux sphères concentriques de centre O et de rayons respectifs r et $r+dr$ ne soit pas connu : $dV = 4\pi r^2 dr$.

II. Évolution de l'amplitude du signal

- Dans la plupart des copies, la moyenne temporelle $\langle s^2(r,t) \rangle$ n'a pas été calculée : le résultat a été donné sans démonstration : $\langle s^2(r,t) \rangle = a^2(r) / 2$.
- Là aussi, l'allure de la courbe $a(r)$ pouvait être donnée sans démonstration.

C – Optique ondulatoire & interférométrie

I. Image d'une source quasi-ponctuelle

- L'optique géométrique (et ondulatoire) demeure toujours un vrai tabou pour les candidats.
- Situer l'image S_1 (image renvoyée à l'infini sur l'axe) de S à travers la première lentille (L_1) pose un véritable problème.
- Même remarque pour l'image S' de S à travers l'ensemble $\{(L_1), (L_2)\}$.
- Les tracés de rayons sont rarement exacts.

II. Sciage de la lentille (L_2)

- Le sciage de la lentille (L_2) en deux parties égales est un procédé totalement incompris.
- À partir de là, la suite ne peut être menée à bien, puisque la construction géométrique des deux images S'_A et S'_B de l'objet S_1 , données respectivement par les demi-lentilles (**A**) et (**B**), est défailante.

III. Interférences lumineuses

- Les seuls à avoir gagné quelques points sont ceux qui ont finalement traité le dispositif des trous d'Young en faisant abstraction du montage propre aux lentilles de Billet.

Remarques générales

Sur le raisonnement

- On se demande si certains candidats se relisent ou font attention à ce qu'ils écrivent : il n'est pas rare qu'ils se contredisent d'une ligne à une autre ou au sein d'une même phrase.

Sur la rédaction

- Certes une épreuve scientifique n'est pas une dissertation, mais la réflexion et la communication dans les domaines scientifiques nécessitent un vocabulaire précis et rigoureux. Un nombre inquiétant de copies sont écrites quasi phonétiquement. Informons ces candidats qu'une mauvaise maîtrise du français constitue de plus en plus fréquemment un handicap pour trouver un emploi.

Sur la présentation

- Hormis les recommandations d'usage, les correcteurs apprécieraient que les candidats n'usent pas d'une encre trop claire et de mauvaise qualité qui ne facilite pas la lecture des copies et rend la correction pénible. Il serait bon d'éviter l'encre « bleu clair » délavée...

Conclusion

Pour réussir cette épreuve, il est nécessaire de bien dominer les bases fondamentales du programme, grâce à un travail assidu. Les étudiants ne peuvent se contenter de connaissances approximatives dans les notions essentielles.

Comme chaque année, nous constatons que les bonnes copies ont été composées par des étudiants bien entraînés, dans les trop rares centres de préparation désormais bien connus... Les enseignants y ont décidé de s'investir sans compter au service de leurs étudiants. Qu'il nous soit permis, ici, de remercier ces professeurs. Ce travail remarquable a d'ailleurs pour conséquences d'établir un « appel d'air » efficace et de promouvoir le sérieux et la renommée de leur Université.
