

2 Physique

2.1 Remarques générales

Plusieurs des remarques indiquées pour les épreuves de mathématiques s'appliquent aux épreuves de physique.

Les encres pâles sont encore fréquentes, et un nombre croissant de candidats a obligé les correcteurs à utiliser la loupe tant leur écriture est minuscule.

Une présentation soignée (écriture nette, absence de ratures, résultats encadrés) dispose très favorablement le correcteur. Les correcteurs sont étonnés par le manque de soin ; beaucoup de copies ressemblent plus à un brouillon qu'à une épreuve de concours. Nous citons O. Rey, chercheur à l'institut d'histoire et de philosophie des sciences et des techniques : « Être attentif aux mots que l'on emploie et à la syntaxe est au fondement de tout – y compris en sciences, où nombre de difficultés rencontrées par les élèves, à l'heure actuelle, tiennent tout simplement à une maîtrise insuffisante de la langue ». C'est là une compétence qui se travaille dans toutes les disciplines avec les éléments de langage qui leur sont propres.

Il est demandé aux candidats de numérotter leurs copies de façon cohérente : les examinateurs apprécieront assez peu de se voir confrontés à un jeu de piste.

Les abréviations sont pléthoriques, au point de rendre la lecture parfois difficile en raison de l'ambiguïté qui peut en résulter.

On tient aussi à insister sur le soin apporté à l'orthographe. Il est inadmissible que des étudiants se destinant à être ingénieurs rendent des copies truffées de fautes.

L'accord des masculins et féminins semble difficile pour certains. On ne compte pas les copies avec des « principe fondamentale de la dynamique ». Les pluriels, les accords des participes passés (quand ils ne sont pas transformés en infinitifs) ne sont hélas pas en reste. Et que dire de ces étudiants qui, après une année de Spé, parlent encore d'équations de « Maxwell » ? L'orthographe est une question de concentration et d'exigence vis-à-vis de soi-même.

Il est important que les candidats lisent l'énoncé et répondent à la question qui leur est posée.

Ils ne doivent pas se contenter de réponses superficielles, mais produire des raisonnements construits et étayés. Les réponses à certaines questions nécessitent un bon sens physique, une certaine autonomie et de la rigueur pour poser le problème correctement et y répondre par une modélisation précise.

Nous recommandons un travail approfondi des compétences « appropriation et analyse de l'énoncé ». En physique, cela se traduit notamment par ces questions : *quel est le système étudié ?, quelle est la signification de telle ou telle grandeur qu'on peut avoir à exprimer ?, comment choisir les paramètres d'étude ?* Ces compétences se travaillent tout au long des deux années de préparation dans une grande variété de contextes proposés par les enseignants.

Il est indispensable de travailler en profondeur les cours de première et de deuxième année, de connaître les théorèmes avec leurs hypothèses et d'arriver au concours avec une parfaite maîtrise des cours, qui permet de traiter en confiance les situations classiques comme inédites.

Les tentatives de bluff, moins nombreuses cette année, sont lourdement sanctionnées.

On recommande de bien traiter une partie des questions plutôt que de produire un discours inconsistant pour chacune d'entre elles.

On a pu noter des lacunes importantes chez de nombreux candidats dans la maîtrise des outils mathématiques de base : projections dans une base, manipulations d'une base mobile, trigonométrie, écriture d'équations où un scalaire est égal à un vecteur.

Sur le fond, on rappelle qu'une application numérique donnée sans unité vaut 0 (et que le « S.I. »

n'est en général pas admis), qu'une courbe dont la légende des axes n'est pas indiquée vaut aussi 0, que paraphraser la question n'a jamais fait office de réponse.

Des résultats donnés sans justification et sans la moindre rédaction ne peuvent pas être pris en compte. Rédiger consiste à faire une phrase complète, et on ne commence pas une réponse par « parce que ».

Nous rappelons les consignes habituelles en physique : encadrer un résultat littéral, souligner une application numérique et la présenter *au format scientifique* (et jamais sous forme de fractions numériques) avec un nombre de chiffres significatifs convenable et une unité. Choisir l'unité de manière raisonnable (par exemple, une charge en coulomb plutôt qu'en farad.volts !)

2.3 Physique 2 - filière MP

2.3.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet aborde la thermodynamique du froid. Cette étude se décompose en deux grandes parties : une approche classique puis une approche statistique.

La première partie se base sur le refroidissement d'un supraconducteur. Le refroidissement progressif du supraconducteur donne lieu aux développements classiques de thermodynamique : usage des principes, bilan sur un échantillon, établissement de l'équation de diffusion et sa résolution avec l'exploitation d'hypothèses simplificatrices basées sur du sens physique. La prise en compte d'une production de puissance d'énergie électromagnétique en régime permanent au sein du câble supraconducteur pousse le candidat à faire un bilan avec un terme source. Le câble étant plongé dans un liquide jouant le rôle de thermostat, des phénomènes conducto-convectifs prennent place. Cette partie s'achève par la présence ou non du phénomène de *quench*.

La seconde partie se concentre en particulier sur les propriétés du gaz réfrigérant. La recherche de l'expression de l'énergie interne d'une collection de N particules d'un gaz parfait est exploitée via une étude statistique. La limite thermodynamique permet de faire le lien entre les deux échelles d'analyse. La prise en compte du caractère réel est faite via la modélisation de van der Waals. L'étude des interactions permet de retrouver de façon élégante l'équation d'état du modèle de van der Waals. L'exploitation de cette description est faite via l'étude d'une détente de type Joule-Thomson qui permet de générer du froid.

2.3.2 Commentaires généraux

Le Jury tient à rappeler, avec force et de nouveau, l'importance du soin dans la rédaction et la clarté des explications. Trop de copies sont simplement illisibles. La qualité d'une copie est souvent appuyée sur une concision dans l'argumentation et une complétude de cette dernière. Nous souhaitons souligner que certaines copies sont remarquables.

Les questions proches du cours ou faisant appel à des démonstrations doivent être traitées avec la plus grande rigueur et concision : schématisation correcte (propriété, axes, grandeurs sur le schéma, etc.), hypothèses mises en avant, justesse des calculs et surtout correspondre à la question posée.

Sur les parties I et II, beaucoup de questions de ce type ont permis à l'ensemble des candidats de rebondir dans le sujet.

La physique statistique fait appel à des développements mathématiques plus formels que le reste du sujet. Le candidat doit savoir mettre les mathématiques au service du sujet et non laisser place à des débordements mathématiques sans intérêt pour la construction de la réponse.

En physique, on admet la régularité des fonctions, il n'y a donc pas besoin de l'étudier, il en va de même pour la convergence des intégrales impropreς.

La fin du sujet offrait la possibilité au candidat de revenir à de la thermodynamique classique, sur un aspect calculatoire, via l'étude des différentielles ce qui permet d'identifier des paramètres importants. Les calculs, s'ils sont menés simplement et efficacement, doivent être exploités avec les yeux du physicien.

Il est à noter un fort contraste entre les parties du programme de MPSI et de MP. Le jury tient à rappeler que la formation évaluée est un ensemble des deux années de CPGE.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans [l'annexe H](#).

2.3.3 Conseils aux futurs candidats

Le jury conseille aux futurs candidats de construire des connaissances sur l'ensemble de la scolarité de MPSI/MP. Le travail de ces deux années doit permettre de proposer des réponses concises et bien étayées : calculs, schémas, unités, cohérence des résultats. Les calculs peuvent généralement être faits sans développement mathématique complexe, il est important de chercher la simplicité (souvent synonyme de compréhension et maîtrise).

Il est important d'aborder durant toute la durée de l'épreuve les différentes parties de l'épreuve. Un sujet comme celui-ci permet plusieurs points d'entrée sur différentes thématiques. Le jury insiste sur le travail à fournir durant la préparation, pour proposer des copies correctement rédigées et présentées.

2.3.4 Conclusion

Le classement des candidats issus de cette épreuve est très satisfaisant, car il reflète l'expression des différents niveaux de maîtrise des thèmes soumis. Cette édition a permis de lire des copies de très haute qualité en regard de copies malheureusement vides de réponses ou de sens. L'ensemble des conseils et constats puisse-t-il être utile aux futurs candidats.

2.4 Physique 2 - filière MPI

2.4.1 Généralités et présentation du sujet

Les copies sont dans l'ensemble agréables à lire (propreté, présentation, rédaction). Le jury insiste sur l'importance de faire ressortir les éléments importants des réponses.

Une analyse détaillée des questions est présentée dans [l'annexe I](#).

2.4.2 Commentaires généraux

Le défaut de soin apporté à certaines copies atteint un niveau réellement préoccupant, au point qu'il devient difficile de suivre des candidats dans leurs exposés. Il n'a parfois même pas été possible de décrypter certains éléments de réponses. De nombreux candidats raturent leurs copies sans grand soin.

Nous rappelons qu'en physique, un schéma clair permet souvent d'illustrer et justifier facilement une question.

Il n'a pas été rare de trouver des abréviations dans les copies. Un futur ingénieur se doit de rédiger convenablement en utilisant un vocabulaire précis.

Les flèches sur les vecteurs sont assez souvent absentes : oubli ? étourderie ? méconnaissance de la nature des grandeurs manipulées ? Nous encourageons les futurs candidats à être vigilants sur ce point.

Au sujet du calcul, nous insistons sur les points suivants :

- Les calculs doivent être menés de façon uniquement littérale, sans valeurs numériques au milieu de grandeurs littérales.
- Pour les applications numériques, les résultats doivent être fournis au format scientifique, avec un nombre de chiffres significatifs adéquat et une unité.
- On apprécie qu'un résultat littéral soit encadré et une application numérique soulignée.

H Physique 2 MP

Q1 - Les analyses dimensionnelles demandées peuvent être soit en dimension SI ou en unité. Le mélange de ces deux conventions n'est pas convenable. La démonstration de l'équation de diffusion est demandée à 1 dimension, il est important de respecter ceci ainsi qu'une juste manipulation des éléments différentiels. L'usage de schémas est un atout.

Q2 - L'expression de D_{th} est parfois inversée ou exprimée avec des grandeurs sans rapport avec le sujet. La construction du temps caractéristique et son interprétation doit être présente.

Q3 - L'expression C_{th} fut globalement bonne. L'expression de R_{th} doit être démontrée simplement et ne pas être confondue avec la définition. Une vérification de la dimension aurait permis d'éviter beaucoup de fautes.

Q4 - L'hypothèse simplificatrice doit être exposée. L'intégration doit se faire avec des conditions aux limites exploitées clairement.

Q5 - L'ARQS doit justifier l'usage du concept de résistance thermique. L'emploi de cette approximation ne doit pas être confondu avec l'explication de la notion de résistance. Cette justification est trop souvent omise.

Q6 - et **Q7** - là encore, avant tout développement, il faut exploiter l'hypothèse donnée. Ceci permet de trouver rapidement l'équation différentielle (la résolution n'est pas demandée en 6 !). L'exploitation de cette équation doit donner une résolution rigoureuse et une représentation graphique complète (axes à la règle, asymptotes, valeurs caractéristiques ...).

Q8 - , **Q9** - et **Q10** - furent dans l'ensemble satisfaisantes. Des confusions dans les éléments géométriques ont parfois été constatées.

Q11 - Il est important de répondre à l'ensemble de la question : localisation, valeur de T_{max} , critère d'apparition du *quench* , et expression de p_{max} .

Q12 - La réponse pouvait être en n_i ou en p_i mais devait être complète, la proportionnalité fut donc jugée insuffisante. Il est important de prendre soin d'introduire les grandeurs qui ne sont pas dans l'énoncé.

Q13 - Les connaissances sont bien exposées sur cette question.

Q14 - Beaucoup d'approches très mathématiques alors qu'une simple manipulation des définitions suffit pour réussir. Le passage à N particules ainsi que la conclusion sur la limite thermodynamique sont souvent absents des compositions.

Q15 - Question bien réussie. Il est cependant regrettable de ne pas identifier le joule et de conserver une expression en système SI (ceci fut compté juste).

Q16 - Une question technique qui met en lumière l'habileté du candidat, MP, de surcroît, à mener un calcul efficacement.

Q17 - Certains candidats n'ont pas perçu le lien entre cette question et la précédente. Il est attendu une identification du facteur $\frac{3}{2}$ avec le théorème d'équipartition de l'énergie. L'extension à un gaz diatomique se limitant au facteur numérique de $\frac{5}{2}$ était le minimum attendu.

Q18 - Beaucoup de confusions entre la nature et le modèle furent constatées. Le signe du paramètre α doit être construit par l'étude du signe de la dérivée et non celui de l'énergie.

Q19 - De façon surprenante l'expression du dV a pénalisé nombre de candidats dans l'obtention du dN . Le calcul de $\overline{\epsilon_1}$ a mis en lumière des problèmes de manipulation des intégrales (bornes ou simplement le calcul).

Q20 - Il est important pour cette question de bien poser le dénombrement sur l'énergie totale donc un facteur N (ou $N-1 \sim N$ car N très grand) et un facteur $\frac{1}{2}$ pour ne pas compter deux fois les interactions. L'identification du facteur a devient ainsi immédiate.

Q21 - La justification, basée sur la croissance de S doit être claire et rigoureuse. Il est important de ne pas confondre la fonction d'état S , sa variation ΔS et S_c .

Q22 - et **Q23** - La clarté dans le calcul des différentielles permet de conclure assez vite. Le contraire est souvent vrai. Le calcul d'une différentielle doit se faire sur toutes les variables. Certains candidats ont identifié l'expression des gaz de van der Walls. L'obtention de l'équation du gaz parfait avec les cas limite est souvent omise.

Q24 - Le nom de la détente est malheureusement souvent inconnu ainsi que la nature de la transformation. Le jury tient à souligner l'importance de la maîtrise des calculs numériques, même en ordre de grandeur.

[↑RETOUR](#)