

2 Physique

2.1 Remarques générales

Plusieurs 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 !)

et portait sur la détermination du champ de pression puis sur l'étude de la stabilité verticale de l'atmosphère relativement à des mouvements isentropiques de masses d'air. La suite de cette première partie abordait la mécanique d'un ballon sonde. Tout d'abord en s'intéressant aux forces extérieures appliquées afin de discuter l'effet du vent et d'estimer la masse de matériel pouvant être embarqué. Puis en s'intéressant à l'élasticité de la membrane du ballon afin d'en déduire son rayon à différentes altitudes. La seconde partie du sujet commençait par aborder la physique de deux capteurs embarqués dans le ballon sonde : un capteur de température par mesure de conductance et un capteur d'humidité par effet capacatif. Cette partie se clôture en abordant la localisation d'un ballon sonde au travers de la propagation d'onde électromagnétique dans le plasma ionosphérique afin d'assurer la communication entre le ballon sonde et un satellite GPS.

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

2.6.2 Commentaires généraux

Le jury a remarqué et apprécié les copies bien rédigées et présentées. Le jury rappelle qu'une application numérique sans unité ou non aboutie (présence de fractions, de facteurs π ...) ne saurait donner lieu à l'attribution des points associés. Il est aussi à noter que, comme précisé dans le préambule du sujet, il était attendu que les applications numériques soient réalisées avec deux chiffres significatifs. En conséquence, le jury a décidé d'attribuer la moitié des points de l'application numérique lorsque le premier chiffre significatif était correct et l'ensemble des points en présence des deux chiffres significatifs.

2.6.3 Conseils aux futurs candidats

Le jury souhaite que les futurs candidats s'approprient les conseils donnés dans le présent rapport et qu'une bonne connaissance du cours est une condition nécessaire et suffisante à la réussite d'une telle épreuve. Il insiste sur l'importance de l'honnêteté et de la rigueur des copies.

2.6.4 Conclusions

L'épreuve a permis de réaliser une sélection satisfaisante des candidats tout en leur permettant de traiter un nombre important de questions et ainsi d'exprimer leurs compétences dans des domaines variés : questions de cours, raisonnements approfondis et prises d'initiatives.

2.7 Physique 1 - filière PSI

2.7.1 Généralités et présentation du sujet

Une bonne préparation, c'est d'abord la maîtrise du cours. Celui-ci ne se résume pas, contrairement à ce que certaines copies pourraient donner à croire, à des « formules ». Chaque résultat du cours a ses conditions d'application, et les différents symboles qui figurent dans la formule qui exprime ce résultat doivent pouvoir être définis, le cas échéant algébrisés, et leur dimension ou leur unité usuelle connue.

Une bonne résolution d'un problème de Physique, une fois identifié le cours à appliquer, c'est ensuite bien modéliser et comprendre le système étudié. Le meilleur moyen de convaincre le correcteur de cette compréhension, c'est d'expliquer clairement ce qui est fait, au moyen de quelques phrases bien construites et, le plus souvent, d'un schéma clair et légendé.

Ensuite seulement vient le calcul. Celui-ci doit être soigné : trop de candidats gâchent toute chance de traiter une question (ou même une partie entière d'un problème) à cause d'une faute de calcul

élémentaire qu'une simple analyse de signe, de pertinence ou d'homogénéité aurait permis de révéler et, donc, de corriger.

Si une application numérique est demandée, le jury sera toujours très tolérant quant aux valeurs numériques elles-mêmes mais pas du tout concernant les ordres de grandeur et les unités.

Enfin, une copie de physique doit, dans l'intérêt du candidat, être assez soignée pour que le correcteur la lise avec facilité et, pourquoi pas, avec plaisir : numérotation des questions, respect des notations imposées, écriture lisible, résultats mis en évidence, etc.

Finalement, aborder un très grand nombre de questions pour ne rien produire de pertinent est une mauvaise tactique, pourtant bien trop répandue en particulier cette année. Il est bien préférable, y compris du point de vue du barème, de traiter certaines questions avec soin et de s'assurer que la réponse est pertinente et complète, plutôt que de remplir des pages entières de calculs ébauchés ou de réponses incomplètes ou hors sujet.

Chaque candidat qui prend le temps de se relire avant de passer à la question suivante augmente très significativement ses chances d'être bien noté !

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

Commentaires généraux

Le sujet proposé cette année, sur le thème des « canons, fournisseurs d'impulsion », abordait plusieurs domaines de la physique dans le cadre de trois parties totalement indépendantes : la mécanique du point, la dynamique des fluides, la thermodynamique des fluides réels et l'induction électromagnétique, couvrant donc un nombre significatif de parties des programme tant de première que de seconde année. De longueur raisonnable, le sujet (comportant 25 questions) pouvait être traité dans sa totalité par un bon candidat et quelques (trop rares) copies de très bon niveau ont effectivement répondu de manière correcte à la presque totalité des questions posées. Le jury a cependant constaté avec surprise et regret combien étaient nombreuses les copies qui ne répondaient pas correctement aux questions les plus simples.

Le jury rappelle ici quelques extraits du programme de spécialité physique-chimie de première (« forces conservatives, énergie potentielle ») et de terminale (« mouvement dans un champ de pesanteur uniforme » ; « relation de Bernoulli » ; « limites du modèle du gaz parfait » ; « prévoir le sens d'un transfert thermique ») qui ne sont pas étrangers au sujet traité cette année.

Logiquement, l'étalement des notes est donc très important ; il a permis un classement pertinent des candidats, depuis certains dont le niveau semblait réellement indigent (et pour lesquels on peut presque s'interroger quant à la pertinence de se présenter à ce concours) jusqu'aux meilleurs (qui ont donc pu se départager dans le traitement de quelques questions délibérément plus complexes).

2.7.2 Conseils aux futurs candidats

Les copies 2025 ont montré la persistance, au bout de deux (ou trois) années d'études supérieures, de confusions et d'incompréhensions majeures. Dans une épreuve de la banque Mines-Ponts, la capacité à mener des calculs classiques (la trajectoire dans le champ de pesanteur ou le champ magnétique d'un fil infini), mais aussi des questions plus fondamentales, sont bien sûr testés.

Chaque chapitre du cours de Physique offre d'ailleurs aux étudiants l'occasion de s'interroger sur la profondeur de leur compréhension de la Physique.

Dans n'importe quel domaine de la Physique, une « formule » du cours est-elle une définition ou une propriété ? Et dans ce dernier cas, est-elle générale ou conditionnée à des conditions d'application ?

En dynamique des fluides, quel est le lien entre pression, force de pression, densité volumique de

forces de pression ? Quel lien peut-on faire entre les lois de l'hydrostatique et de Bernoulli pour les variations de pression ? Et quel lien entre les lois de Bernoulli et le « premier principe industriel » pour les fluides en écoulement ? Incompressible et isobare sont-ils synonymes, compatibles, incompatibles ? Et bien sûr même question pour adiabatique, isentropique, isotherme...

Pour l'étude de l'induction électromagnétique, quel lien faut-il faire entre la loi de Faraday et la chute de tension $L \frac{di}{dt}$ dans une bobine ? Quel est le lien entre la loi de Faraday et la loi de Lenz ? entre la force de Lorentz et celle de Laplace ? entre la force de Laplace et la force électromotrice induite ?

Une force qui dépend explicitement du temps est-elle conservative ? Une force qui dépend du point de parcours d'un mobile sur sa trajectoire est-elle conservative ?

2.8 Physique 2 - filière PSI

2.8.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet commençait par l'étude de plus en plus détaillée d'un oscillateur mécanique à ressort. Il était suivi par l'analyse d'un oscillateur mécanique non linéaire et sa modélisation par un circuit électrique. Le sujet est progressif et alterne des questions de cours de mécanique et d'électricité avec des questions plus calculatoires ou plus difficiles mettant en avant la réflexion des candidats.

2.8.2 Commentaires généraux

Les copies ont montré différents défauts de forme et de fond. Comme tous les ans nous rappelons aux candidats qu'ils doivent fournir une composition propre, lisible, grammaticalement et syntaxiquement censée. Les questions doivent être correctement numérotées et les résultats mis en évidence. La présentation et l'écriture continue de se dégrader par rapport à l'année précédente. Nous rappelons aux candidats qu'ils ne bénéficient pas du doute, et qu'en cas d'illisibilité d'une question, elle est considérée comme fausse. Les réponses doivent être apportées avec une justification, ne serait-ce qu'à minima. Les calculs littéraux doivent être simplifiés au maximum. Ce n'est pas au correcteur de terminer les calculs. Il est également indispensable de vérifier l'homogénéité des expressions et le sens physique des grandeurs calculées. Les résultats numériques doivent être fournis sous forme décimale lorsqu'ils résultent d'un calcul. Ils doivent, de plus, être accompagnés de l'unité adéquate. Le sigle « USI » n'est pas accepté. De nombreux candidats n'arrivent pas à structurer clairement le raisonnement les amenant à présenter un résultat.

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

2.8.3 Conseils aux futurs candidats

Le premier conseil à donner aux candidats est de connaître le cours et de lire attentivement l'énoncé et les questions pour répondre précisément à ce qui est demandé sans hors sujet ni oubli. Il leur est également conseillé de travailler la lisibilité de leur copie ainsi que la mise en évidence des résultats.

2.8.4 Conclusions

Réussir cette épreuve nécessitait à la fois la maîtrise du programme et des capacités de réflexion sur les questions plus complexes. Il fallait aussi savoir ne pas aller trop vite sur certaines questions dont la réponse conditionnait la suite. Certains candidats y sont très bien parvenus.

L Physique 1 PSI

Le sujet comportait de nombreuses vérification directe des connaissances et savoir-faire du programme. On peut classer dans cette catégorie tout ou partie des questions **Q1**, **Q2**, **Q3**, **Q8**, **Q15**, **Q16** et **Q20**. Quelques applications numériques étaient attendues, aux questions **Q1**, **Q3**, **Q4**, **Q6** et **Q18** ; les calculs ne demandaient pas un temps excessif.

Dans ce qui suit, le **taux de réussite** aux questions est le pourcentage des points de barème attribués aux seules copies ayant abordé la question.

Partie I, le canon à eau des pompiers

Q1 - Cette question débute par ce qui fut un grand classique des exercices élémentaires de mécanique ; abordée dans presque toutes les copies, elle n'a pas du tout été aussi réussie que le jury l'espérait, avec moins de 50% de taux de réussite. Rappelons par exemple qu'une **loi horaire** $z(t)$ n'est pas une **équation de trajectoire**, et que la fonction $f(\alpha) = \tan(\alpha) \cos^2(\alpha)$ n'est pas « évidemment » maximale pour $\alpha = \frac{\pi}{4}$. Enfin, proposer un diamètre de lance à incendie de l'ordre d'un mètre ou plus (jusqu'à 140 m dans une copie) n'est pas possible. Chacun peut se tromper dans une application numérique mais un minimum de lucidité, dans la toute première question du sujet, est évidemment exigé. La photographie ne laissait d'ailleurs guère de doute.

Q2 - Presque autant abordée mais encore moins réussie, cette question avait d'abord pour but de tester des qualités de réflexion et de rédaction. On y trouve de nombreuses confusions, entre descriptions lagrangienne et eulérienne, entre lois statiques et dynamiques ; etc. Trop peu de copies font le lien avec la question précédente.

Q3 - Cette question a aussi été très abordée et plutôt réussie (près de 60% de taux de réussite) ; le jury n'en attendait pas moins de cette simple vérification du cours.

Q4 - Spécifique du programme PSI, la question a été abordée par les trois quarts des copies avec un bonheur inégal et un taux de réussite décevant inférieur à 40% : difficultés à exprimer la rugosité, ou à lire le diagramme lui-même, et des conclusions parfois surprenantes (avec des pertes de charge allant de quelques pascal à quelques milliers de bar).

Q5 - Q6 - Il existe plusieurs méthodes permettant d'expliquer la puissance d'une pompe et le jury les a toutes reconnues, mais a aussi tenu compte des nombreuses erreurs, confusions, fautes de signe et définitions incohérentes. Moins d'un quart des points du barème ont été acquis aux nombreuses copies qui ont abordé la question **Q5** et guère plus pour les applications numériques en **Q6** qui concluaient cette partie. Le jury attendait un peu de recul quant aux valeurs numériques proposées (une puissance, et un rendement).

Partie II, le canon à dilatation de gaz

Q7 - Cette question était certes inhabituelle ; le jury a pourtant eu le plaisir de lire des réponses correctes et argumentées même si la rédaction mathématique en était parfois un peu déficiente (dérivées partielles mal écrites notamment : il n'en a pas été tenu compte). *A contrario*, parmi les nombreuses (quatre sur cinq) copies ayant abordé la question, le choix d'utiliser l'équation des gaz parfaits (une ligne au dessus, l'énoncé disait « on ne peut se contenter d'un modèle de gaz parfait ») ou d'intégrer une expression thermodynamique en considérant *a priori* que T et P sont toujours constants, ont mené à des pages ne débouchant sur rien, souvent fausses au strict point de vue mathématique.

Q8 - À peine mieux réussie, cette question a montré que trop de candidats confondent **définition** et **expression** d'une grandeur (ici les capacités thermiques).

Q9 - La « relation de Laplace » de la thermodynamique a des conditions d'application. L'appliquer sans vérifier celles-ci relève de l'incantation et pas de la démonstration. Un certain nombre de copies

confondent aussi $S = 0$ et $\Delta S = 0$.

Q10 - L'étude du signe de k reposait sur une étude soignée des sens des échanges mécanique et thermique au sein d'un gaz en détente rapide. La plupart des copies qui ont abordé cette question semblent penser que le sens de ces échanges (et donc les signes de δQ et δW) dépend du **système** et pas de son **évolution** ; c'est encore une confusion fondamentale. L'insistance du programme sur la distinction entre les notations différentielles d et δ n'est, pour beaucoup de candidats, qu'une sorte de détail de forme, qu'on respecte pour faire plaisir au professeur sans la comprendre. La question a finalement reçu très peu de réponses pertinentes.

Q11 - à **Q14** - Le jury aurait espéré bien mieux des questions **Q11** et **Q12** qui pouvaient être traitées sans avoir fait aucune des questions précédentes. Ça n'a pas été le cas avec de nombreuses fautes d'homogénéité (pour relier pression et force de pression) et une extraordinaire confusion quant à la notion de force conservative. Les étudiants semblent se souvenir que « quelque chose ne doit pas dépendre du chemin suivi » et sont finalement nombreux à conclure... qu'une force non constante n'est jamais conservative ! Si la question presque évidente **Q13** a été parfois bien traitée, la dernière question **Q14** de cette partie n'a presque pas été abordée.

Partie III, le canon à propulsion électromagnétique

Q15 - Il s'agissait ici d'une simple question de cours (le champ magnétique du fil infini), traitée par presque toutes les copies avec un taux de réussite supérieur à 60% ; les quelques réponses fantaisistes sont le fait des candidats les plus faibles. Citer la « règle de la main droite » sans plus de précision n'est pas une réponse suffisante.

Q16 - Curieusement, même des copies qui avaient bien traité le mouvement uniformément accéléré à deux dimensions de la première question ne sont pas en mesure de traiter celui, plus simple car unidimensionnel, évoqué ici. La raison ? Faire vite, c'est rarement faire bien.

Q17 - Abordée également par beaucoup de candidats, cette question a été plus mal réussie (taux de réussite inférieur à 50%). Rappelons qu'il ne s'agissait pas seulement d'exprimer **un** champ magnétique, mais de montrer son caractère **minimal**.

Q18 - Si presque 7 copies sur 10 ont abordé cette question, le jury n'a pu leur attribuer en moyenne que moins de 40% des points : réponses incomplètes ou application numérique manquante par exemple. Dommage, rien ici n'était compliqué.

Q19 - De très nombreuses confusions avec des expressions inhomogènes. Toute grandeur quadratique (RI^2 , $B^2/2\mu_0$) n'est pas pour autant une énergie. Le commentaire attendu, qui n'exigeait pourtant aucun calcul préalable, était aussi souvent bien décevant.

Q20 - La question posée était « rappeler la loi de Faraday de l'induction électromagnétique ». Une réponse limitée à $e = -d\Phi/dt$ qui ne définit ni e , ni Φ ni les conditions d'application vaut évidemment zéro point. Quelques mots-clés (« force électromotrice », « contour fermé », « flux du champ magnétique », ...) étaient bien sûr attendus ici.

Q21 - L'effet du déplacement du circuit dans la loi électrique était, dans la majorité des copies ; ignoré ; pire, il était parfois obtenu en injectant directement la vitesse du mobile dans la loi des mailles ! Le taux de réussite ici dépasse à peine 10%.

Q22 - La fin du sujet a été peu abordée et pas très bien traitée. Pour la question **Q24** relativement ouverte, le jury a trouvé avec satisfaction dans certaines copies des raisonnements élaborés, appuyés sur des schémas légendés, et les a logiquement valorisés. *A contrario* les successions de formules parachutées d'une ligne à l'autre n'ont pas porté chance à leurs auteurs, pas plus que les applications fausses ou abusives du théorème d'Ampère.

 RETOUR