

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 !)

2.2 Physique 1 - filières MP et MPI

2.2.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet de cette année portait essentiellement sur l'optique ondulatoire et la physique quantique. En introduisant l'expression de l'énergie et de l'impulsion en relativité restreinte, le sujet faisait un pont entre la théorie relativiste, la mécanique classique et la physique quantique. Après une première partie sur ces notions de relativité, la partie II très courte introduisait le sujet d'étude, à savoir le spectre de l'hydrogène. La partie III, très classique, s'intéressait à un dispositif optique permettant la mesure de ces raies. Enfin, la partie IV, décorrélée des deux précédentes, comparait les équations de Schrödinger et de Klein-Gordon vues comme des équations d'ondes, et en particulier leur caractère classique ou relativiste, pour conclure la possibilité d'effet tunnel relativiste avec transmission totale.

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

2.2.2 Commentaires généraux

S'il s'agit d'une remarque habituelle de jury de physique, la correction de cette épreuve nous impose d'insister à nouveau sur ce point : il est conseillé aux candidats et candidates de toujours **vérifier l'homogénéité** des équations obtenues ! Le sujet manipulait des grandeurs dimensionnellement simples (vitesses, énergies, impulsions essentiellement) pourtant malmenées beaucoup trop régulièrement (en particulier aux questions 1 à 4 et 20 à 22) par les copies.

Cette année particulièrement, le jury déplore qu'une trop grande proportion de candidats ne maîtrise pas les connaissances du cours. Sur l'interféromètre de Michelson par exemple, on peut citer le tracé des rayons, la démonstration rigoureuse de la différence de marche en lame d'air, le calcul du rayon des anneaux. De même sur la définition d'un état stationnaire à différencier d'une onde stationnaire, ou la définition des vitesses de phase et de groupe. Des questions de cours bien traitées permettent d'obtenir un nombre de points suffisant pour obtenir la moyenne à l'épreuve.

Il est conseillé de **bien lire l'énoncé**. Si l'énoncé demande une fonction $E = f(E_0, v, c)$, une réponse contenant la masse m ne peut convenir. De plus, la quantité demandée est E et non E^2 . Si l'énoncé demande une relation vectorielle, donner une relation scalaire fait perdre des points. Lorsqu'un schéma est demandé, l'absence de schéma est systématiquement sanctionnée. De plus, la réponse à une question doit être formulée par une phrase. Trop de copies ne sont que des longues suites de formules sans le moindre effort pour expliquer son raisonnement. Ce comportement est inévitablement sanctionné puisque le jury ne note pas la réponse seule mais aussi la présence d'un raisonnement clair pour l'obtenir. De même, toute réponse se limitant à « oui » ou « non » n'obtient aucun point.

2.3 Physique 2 - filière MP

2.3.1 Généralités et présentation du sujet

Ce sujet intitulé « Mesure et caractérisation du champ de pesanteur » est décomposé en deux parties totalement indépendantes.

Une première, assez classique, consiste en l'étude du champ de pesanteur terrestre en référentiel géocentrique, dont il faut établir l'expression à l'aide de démonstrations classiques de cours (théorème de Gauss gravitationnel et lois de Newton en référentiel géocentrique non galiléen). Puis, il s'agit

d'étudier les variations de ce champs à travers une lecture et une compréhension de l'énoncé, d'un peu de culture générale de base (période de la Lune...) et de quelques calculs plus délicats (développements limités, battements).

La deuxième partie, assez originale, concerne la « chute des paquets d'ondes dans le champ de pesanteur ». Elle nécessite des connaissances de mécanique quantique, des démonstrations classiques (chute libre et résolution de l'équation de Schrödinger par séparation des variables) et des calculs plus difficiles et originaux.

Dans son ensemble, le problème était de longueur raisonnable. Plusieurs candidats l'ont traité quasiment en totalité. Il contenait d'assez nombreuses applications numériques à faire sans calculatrice et un bon équilibre entre démonstrations classiques, calculs et compréhension des phénomènes physiques. Certains calculs, notamment les développements limités, ont été une source de difficulté majeure pour les étudiants. Certaines démonstrations, essentiellement en fin de chaque partie, exigeaient une fine compréhension du contexte et de l'énoncé et ont rarement été traitées.

2.3.2 Commentaires généraux

Sur la forme, on peut rappeler (comme chaque année) combien le manque de soin ou les écritures peu lisibles peuvent se répercuter de manière directe ou indirecte sur la notation.

De même, le fait de retrouver un résultat demandé coute que coute (ex. question 6), quitte à écrire n'importe quoi, est une très mauvaise idée : cela instille un doute sur la démarche et la qualité de compréhension du candidat pour le reste de la copie.

Par ailleurs, la maîtrise des définitions de bases (ex. : référentiel galiléen, loi de De Broglie) et des démonstrations de cours (ex. : séparation des variables dans l'équation de Schrödinger) est un minimum indispensable attendu à ce niveau et permet en général d'obtenir une note au moins moyenne.

Concernant les (nombreuses) applications numériques : peu de candidats oublient les unités, beaucoup ne maîtrisent pas la notation scientifique, qui exige un format décimal et non fractionnaire (ex. question 5 : $\omega = \frac{2\pi}{T} \simeq \frac{\pi}{43000} \text{ rad. s}^{-1}$, irrecevable, au lieu de $\omega \simeq 7.10^{-5} \text{ rad s}^{-1}$; la seule exception autorisée par l'usage concerne les angles en radians sous la forme d'une fraction simple de π , c-à-d. avec un petit dénominateur).

Enfin, en mécanique, nous avons trouvé surprenant que des réflexes comme celui de définir le système et le référentiel dans l'application de la 2^e loi de Newton soient passés à la trappe, ce qui a souvent entraîné des erreurs dans la suite, et que beaucoup d'étudiants confondent mouvement de rotation et mouvement de translation circulaire.

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

2.3.3 Conseils aux futurs candidats

Le jury peut donner aux candidats deux conseils simples pour améliorer leurs résultats.

Le premier concerne la forme des copies : il ne faut pas se laisser être dévalué à cause du soin ; pour cela : aérer la copie, séparer les questions, encadrer les résultats... suivre les conseils de ses professeurs à ce sujet.

Le second concerne le contenu : de nombreuses questions sont directement reliées à l'apprentissage et la compréhension du cours (et les autres questions en dépendent), il s'agit donc d'approfondir ses connaissances non seulement des formules, mais aussi des définitions, des hypothèses voire du vocabulaire scientifique (par exemple, dans ce présent sujet, les référentiels usuels en astronomie et les relations de passage entre eux).

2.3.4 Conclusion

En conclusion, le sujet a permis de valoriser les candidats qui ont une connaissance précise de leur cours, sur le vocabulaire et les notions aussi bien que sur les formules. Il a permis aussi de distinguer ceux qui prennent du recul sur le contexte donné par un énoncé et qui accordent de l'importance aux applications numériques et ont un peu de culture générale sur les ordres de grandeur.

2.4 Physique 2 - filière MPI

2.4.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet portait sur la physique et la chimie autour de l'automobile.

- La première partie portait sur de la chimie autour des batteries au plomb.
- La deuxième partie portait sur la thermodynamique de MP2I et plus particulièrement sur l'exemple classique du moteur à quatre temps.
- La troisième partie portait sur la propagation des ondes électromagnétiques, tout d'abord dans le vide, puis dans un milieu conducteur et enfin sur leur réflexion sur un conducteur partait.

Les questions **Q1 à Q3, Q5, Q7, Q8 à Q15, Q17, Q22 à Q24** étaient assez classiques et proches du cours, bien que certaines étaient peut-être moins guidées.

Les questions **Q4, Q6, Q16, Q18 à Q21** et **Q25** nécessitaient des prises d'initiative et des calculs plus développés.

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

2.4.2 Commentaires généraux

Présentation des copies

- 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.
- Les pages doivent être numérotées dans un ordre cohérent.
- Les questions doivent être convenablement numérotées, la réponse devant correspondre au numéro de la question posée.
- Bien que les parties puissent être traitées indépendamment et dans l'ordre souhaité, les questions au sein de chacune des parties sont posées dans un ordre cohérent et doivent donc être traitées dans cet ordre là. Il est préférable de laisser la place pour revenir sur une question non bloquante et la traiter à sa bonne place, que de faire de nombreux renvois. Certaines copies sont devenues de vrais jeux de piste ! Cette attitude démontre une volonté de « grappiller des points » et non de mener un raisonnement scientifique construit.
- On apprécie qu'un résultat littéral soit **encadré** et une application numérique soulignée.

H Physique 2 MP

Q1 - Une mesure de temps caractéristique n'est pas une mesure de date mais d'un intervalle de temps entre lesquels se répète un motif.

Q2 - Concernant les référentiels, ce sont des définitions de cours abordées depuis la terminale. On voit beaucoup trop d'extravagances et les questions suivantes en pâtissent.

Q3 - Le référentiel géocentrique n'est pas en rotation dans le référentiel de Copernic mais en translation quasi-circulaire.

Q4 - La majorité des candidats connaissent et proposent une utilisation cohérente du théorème de Gauss gravitationnel.

Q5 - Culture générale : inutile d'appliquer la 3^e loi de Kepler, qui, sans calculatrice conduit au mieux à des ordres de grandeur, et trop souvent à des erreurs, pour des durées bien connues (le jour, l'année). Par ailleurs, il est souhaitable de :

- connaître l'ordre de grandeur de la révolution de la Lune (27 à 30 jours selon qu'on donne une période sidérale ou terrestre, on n'attend pas la distinction ici),
- connaître l'ordre de grandeur du jour en secondes ($24 \times 3600 \simeq 10^5$ s), et, au minimum, contrôler les ordres de grandeur ; en déduire sans peine $\omega \simeq 7.10^{-5}$ rad.s⁻¹.

Q6 - On doit se placer dans le référentiel géocentrique pour répondre à cette question, mais beaucoup se placent implicitement dans le référentiel terrestre dès lors qu'ils considèrent le point M comme immobile (et non en rotation uniforme autour des pôles). Par ailleurs il est illogique d'apporter au bilan des forces s'exerçant sur le point M la force de l'astre A sur T . Il est en effet primordial de savoir faire un bilan de forces exhaustif, et de forces qui s'appliquent exclusivement en M :

- forces à distance (ici : 2 forces, l'une issue de la gravitation de T , l'autre de celle de A),
- forces de contact (ici : la réaction donnée par l'énoncé),
- forces d'inertie (celle de Coriolis nulle car les référentiels sont en translation et celle d'entraînement qui fait apparaître l'accélération du centre de la Terre par rapport au référentiel de Copernic et donc la gravitation de A sur T par application de la 2^e loi de Newton à la Terre).

Q7 - Q8 - Il est indispensable de réfléchir aux signes en géométrie :

- $\vec{g} = -\vec{g} \cdot \vec{e}_r \implies \delta g_A = -\vec{\gamma}_1 \cdot \vec{e}_r$
- $\vec{AM}^2 = \vec{AT}^2 + \vec{TM}^2 + 2 \vec{AT} \cdot \vec{TM} = AT^2 + TM^2 - 2 \cdot AT \cdot TM \cdot \cos \Psi \quad \text{car } \Psi = (\vec{TM}, \vec{TA})$

Q9 - Q10 - Q11 - C'est essentiellement l'application numérique qui est valorisée.

Q12 - à Q18 - La relation de De Broglie est trop souvent inconnue.

Q19 - Q20 - Q21 - Il s'agit de l'étude d'une chute libre... qui nécessite juste de faire attention aux signes et aux conditions initiales.

Q22 - Démonstration classique bien maîtrisée par une majorité de candidats.

Q23 - Il faut comprendre que tout terme contenant \hbar^2 est du deuxième ordre. Par ailleurs, il n'est pas question de divergence en $+\infty$ car l'argument de l'exponentielle est imaginaire.

[↑RETOUR](#)