

PHYSIQUE I - Filière PSI

I) REMARQUES GENERALES

L'épreuve de Physique I PSI du concours 2003 proposait, autour d'un thème unique (l'étude de la surface de la Lune) une exploration de nombreuses parties du programme de Physique : Optique géométrique et physique, Transferts thermiques, Thermodynamique d'un gaz parfait, Mécanique du point, Ondes électromagnétiques.

Les questions qualitatives

Dans tout le problème, les questions de réflexion étaient nombreuses, et d'ailleurs explicitement signalées comme telles. De nombreux candidats ont bien compris l'importance de ces questions et les correcteurs ont lu des copies souvent longues, avec des réponses souvent détaillées mais d'une pertinence bien inégale.

Notons d'abord que la **paraphrase de la question posée** ne constitue jamais une **réponse** à celle-ci. Bien que les arguments nécessaires aux réponses figurent en général dans le sujet, il appartient au candidat de développer la structure logique de la réponse : l'emploi des conjonctions de coordination (**donc, mais, ...**) définit la structure de l'argumentation. Une argumentation qualitative se doit de présenter une logique tout aussi implacable qu'un calcul.

Pour avoir cru le contraire, certains candidats seront peut-être déçus de leur note : il ne suffisait pas ici de délayer une compréhension imparfaite ou absente sur une demi-page pour avoir des points... Réciproquement, une réponse pertinente n'est pas forcément longue ! Il n'existe aucune corrélation entre le nombre de lignes rédigées sur une copie et la note attribuée à celle-ci.

De même, affirmer comme une évidence ce qui fait l'objet de la question n'est pas non plus une réponse satisfaisante.

Enfin, le jury a lu de bonnes copies ; il a particulièrement apprécié l'**honnêteté** de certains candidats qui ont préféré exposer leurs **doutes** et les raisons de ceux-ci, plutôt que d'imposer à toute force la réponse qui leur semblait attendue.

Rédiger en français une réponse à une question scientifique

Les correcteurs ont tout de même eu le plaisir de lire des **argumentations** de valeur, **fondées** et exprimées dans un **style clair**. Notons d'ailleurs que la réponse « je ne comprends pas » est parfois la meilleure, qu'elle n'est pas honteuse et qu'elle peut être validée par le barème de correction lorsqu'elle est pertinente ! S'obstiner à conclure comme semble l'attendre l'énoncé lorsque les bases (par exemple, les applications numériques) suggèrent le contraire n'est qu'une preuve de **mauvaise foi**, laquelle n'est pas une qualité scientifique.

Signalons aussi que le **choix des mots** est souvent crucial ; ainsi, il est possible que les nuances interfèrent avec l'observation de la Lune dans une discussion d'ordre général, mais pas dans une épreuve de Physique du concours commun. De la même façon, on peut imaginer dans certaines circonstances que le phénomène de mirage est bien décrit par la phrase « *on croit voir des flaques d'eau sur la route lorsque le Soleil tape.* »*, mais une telle rédaction ne convenait pas ici.

Les calculs

Ce problème présentait aussi des questions « classiques », auxquelles le candidat devait répondre après avoir développé un calcul littéral, puis éventuellement une application numérique. Toutefois, même **un calcul** gagne à être **précédé** de quelques phrases (qui expliquent les raisons du calcul, la justification des formules employées, etc.), et éventuellement **suivi** de quelques autres (pour commenter le résultat obtenu).

Une **application numérique** ne doit pas faire apparaître un nombre de chiffres significatifs délirant ; on a pu lire par exemple « $\omega_p = 50\,303,76 \text{ rad.s}^{-1}$ » qui est considérée comme une réponse **fausse** alors que par exemple $\omega_p = 5,0 \cdot 10^4 \text{ rad.s}^{-1}$ est considérée comme juste.

De même, une application numérique dont le résultat est fourni **sans unité** ou avec une unité fantaisiste est considérée comme **fausse**.

Par contre, un raisonnement de principe juste basé sur des **résultats** (obtenus aux questions précédentes)

* Ici et dans toute la suite du rapport concernant cette épreuve, les phrases en italique sont des citations extraites de copies de candidats.

erronés est pris en compte avec bienveillance... sauf s'il s'appuie sur des résultats évidemment déraisonnables ou ridicules. Il n'est ainsi pas possible de s'attendre à une quelconque bienveillance du jury si on discute de l'évaporation de l'atmosphère lunaire à partir d'une vitesse quadratique moyenne de l'Argon évaluée à 10^{24} m.s⁻¹.

II) REMARQUES PARTICULIERES

Le grand nombre de questions de Physique qualitative n'a pas manqué d'amener dans les copies bon nombre de réponses étonnantes, voire amusantes. Plutôt que d'en rire, suggérons aux élèves qui se préparent au concours de se demander si, dans certaines circonstances, ils n'auraient pas eux-mêmes pu faire de même ?

Le jury suggère donc que les candidats aux futures sessions du concours s'interrogent sur les points suivants, développés au fil des questions posées dans le problème.

- 1. À la question portant sur le choix d'un site pour placer un télescope, les réponses suivantes sont-elles pertinentes ?

« *Le site astronomique doit être privilégié car pour prendre des mesures, il faut que le télescope soit bien situé sinon on ne fait pas de bonnes mesures.* »

« *Le télescope peut être placé dans un satellite car ainsi il est en orbite.* »

« *Le télescope doit pointer vers la Lune.* »

« *Le vide intergalactique est une bonne opportunité.* »

- 2. Question d'optique géométrique élémentaire. Est-il raisonnable de suggérer, pour placer le détecteur associé au télescope, les emplacements suivants : « *au pôle Nord* », « *sur la Lune, dans un endroit bien dégagé, comme le centre d'un grand cratère* » ?

- 3. Bien sûr, les questions relatives au rayonnement thermique ne font pas partie des connaissances exigibles des candidats de la voie PSI. Toutefois, nous suggérons aux candidats quelques promenades au clair de Lune, ne serait-ce que pour dissiper leurs craintes de voir les télescopes s'échauffer à la douce lueur de notre satellite. Notons aussi quelques perles, comme « *Il faut refroidir les télescopes pour que la température qu'ils émettent par effet Joule n'interfère pas avec celle émise par l'objet considéré par l'étude.* » ou encore cette phrase pleine de sollicitude, « *Il faut habituer le télescope aux températures très froides.* ».

- 4. La détermination de la résolution angulaire du télescope mène à un résultat en **radians** (ou en secondes d'arc...) que l'on peut convertir, si on souhaite en faire un commentaire, en **mètres** à la surface de la Lune. On ne peut affirmer sans autre forme de procès que la valeur trouvée est « *tout à fait satisfaisante* », « *très bonne* » ou encore « *relativement faible* » sans préciser quelle est la base de la comparaison.

- 7. La phrase « *La chaleur retenue dans le silicate va mettre du temps à se refroidir.* » est-elle rédigée dans un style scientifique ? Plus généralement, cette question a été **très maltraitée** par les candidats, alignant parfois ici des affirmations dont le jury veut penser qu'elles n'ont pas été relues : « *La couche supérieure fine est celle qui n'est pas située dans l'ombre ; la deuxième couche plus compacte est celle qui produit l'ombre.* ». Parmi les raisons de l'échec de l'analyse, on retrouve souvent la confusion entre **conductivité** et **capacité** thermiques.

- 8. Question souvent bien comprise, même si la rédaction laisse parfois à désirer. Rappelons que c'est au candidat de prouver au correcteur qu'il a compris, pas au correcteur d'essayer de deviner si le candidat a bien compris. Attention cependant, le caractère ponctuel du contact entre sphères de silicates ne permet pas d'éliminer les **deux** phénomènes, de conduction et de convection.

- 9. À cette question, le jury a admis des réponses très variées... sans aller jusqu'à apprécier la remarque (défendable pourtant) comme quoi « *Le modèle est plus aéré que le précédent.* ». L'analogie avec la cristallographie a sans doute inspiré celui-ci qui écrit que « *Le modèle est hexagonal centré.* ».

Que les élèves des classes préparatoires se demandent si la **diffusion** est bien un mode de transfert thermique alternatif à la **conduction** et à la **convection**.

- 11. **Compacité** et **densité**, s'agit-il de la même notion ?

- 12. « Ce sont les couches les plus profondes qui ont les caractéristiques physiques les plus voisines de celles des modèles puisque plus la profondeur est grande, moins les erreurs dues aux approximations sont grandes. » Certes, mais encore ?

- 13. Voilà une question de calcul dont la réponse figurait dans l'énoncé. Si bon nombre de copies ont procédé à une analyse cinématique tout à fait valable de la situation de choc, d'autres ont manifestement voulu parvenir à tout prix au résultat demandé. Une telle attitude n'est guère appréciée des correcteurs. Signalons ici un monument : « $v_{\text{impact}} = \lambda_{\text{météorite}}/T$; pour une météorite de 1 m, $v_{\text{impact}} = R_{\text{sil}}/(1/c) = 100 \cdot 10^{-6}/(1/3 \cdot 10^8)$ donc $v_{\text{impact}} = 3 \cdot 10^4 \text{ m.s}^{-1}$ » Comme quoi, quand on veut, on peut.

- 15. Attention, ici aussi, à ne pas confondre capacité et conductivité thermiques.

- 16. À cette question d'un classicisme extrême, les correcteurs s'attendaient à lire des réponses simples et justes. C'était oublier le double piège redoutable (?) de l'énoncé : on y appelait n une grandeur qui n'était pas le pV/RT utilisé comme un réflexe par beaucoup... et la masse molaire était de plus indiquée en grammes. Que l'on puisse se tromper ici est tout à fait pardonnable, mais il est **inadmissible** de voir des candidats proposer une vitesse quadratique moyenne valant, pour certains, $10^{-22} \text{ m.s}^{-1}$ et, pour d'autres, 10^{26} m.s^{-1} , sans voir au moins un sourcil se lever !

- 17. Le calcul de la vitesse de libération (seconde vitesse cosmique) a parfois été confondu avec celui de la première vitesse cosmique (ou vitesse de satellisation en orbite basse) ; comme on le vérifie aisément, elles diffèrent d'un facteur $\sqrt{2}$.

D'autre part, les candidats qui ont ici répondu avec honnêteté qu'ils ne pouvaient conclure ont été récompensés, surtout s'ils en expliquaient les raisons. Rappelons à quelques autres les images des missions Apollo XI et suivantes. Au vu de la marche des astronautes, peut-on croire à une vitesse de libération de l'ordre de un mètre par seconde ?

- 18. Question souvent bien traitée. Nul n'en a voulu à ce candidat, peut-être germanophone et très pressé, qui évoquait la loi de Schnell-Descartes. Par contre, lorsqu'un correcteur lit que « *L'indice augmente avec la concentration des particules puisque $n = c \cdot v$.* », ne doit-il pas y voir l'effet pernicieux de la supériorité supposée des **formules** sur la **réflexion** ?

- 19. Quelques bons schémas et le problème était réglé ; par contre, quelques phrases confuses (arrivant forcément au bon résultat : il était dans l'énoncé) et le correcteur était fâché.

- 23. Que les élèves de prépa se posent la question : pour mesurer un phénomène qui se manifeste par une augmentation de la durée d'occultation de la Lune, vaut-il mieux choisir une situation où cette augmentation est maximale ou bien minimale ?

- 24 et 25. Questions proches du cours, bien traitées par ceux qui le savaient, comme il se doit.

III) CONSEILS AUX CANDIDATS

Chaque session du concours apporte, et c'est heureux, son lot de surprises aux candidats : les épreuves de l'année n ne sont pas une copie de celles de l'année $n - 1$. Il est clair pourtant que les candidats doivent s'attendre, à l'avenir encore plus que dans le passé, à être évalués sur leurs compétences en **Physique**, et pas seulement sur leur habileté à mener quelques calculs.

C'était tout particulièrement le cas cette année ; il s'agit d'un choix qui se justifie parfaitement dans la voie PSI, qui se distingue par l'importance de la discipline et l'orientation concrète qu'elle affiche. Ne le cachons donc pas : les correcteurs ont été très déçus par le contenu de certaines copies.

Le jury souhaite donc que les étudiants qui se préparent aux épreuves du concours commun dans les années à venir sachent **se relire** d'un œil critique et qu'ils s'assurent toujours plus de la **compréhension** des phénomènes physiques que de leur habileté technique dans les calculs.

Enfin, la lecture des rapports des années précédentes est toujours une bonne idée, surtout à notre époque où ces documents sont facilement accessibles à tous via Internet.

