

2.2. D - PHYSIQUE II - Filière MP

I) REMARQUES GENERALES:

Ce sujet abordait dans un premier temps différentes techniques de mesures de distances. La première partie s'intéressait aux distances entre planètes et aux distances planètes-Soleil passant en revue des méthodes datant du II^e siècle avant JC (Aristarque), puis l'utilisation des lois de Képler jusqu'aux plus modernes comme la télémétrie laser-Lune.

Il fallait, pour traiter correctement cette partie, faire appel à des connaissances élémentaires de géométrie et de trigonométrie ainsi qu'une bonne maîtrise des lois de Képler. Des connaissances de culture générale (notamment sur les distances Terre-Soleil et Terre-Lune) étaient aussi demandées.

La seconde partie s'intéressait à l'utilisation d'un proximètre laser, d'abord sur de petites distances puis sur de grandes distances. Là encore, des connaissances de trigonométrie étaient nécessaires. Au niveau du cours de physique, cette partie faisait appel aux conditions de Gauss en optique géométrique, aux lois de la diffraction ainsi qu'un peu d'électronique (montage dérivateur).

La troisième et dernière partie s'intéressait à l'interaction laser-matière et concernait la diffusion thermique. Cette partie assez calculatoire nécessitait évidemment une bonne maîtrise de la diffusion thermique et des techniques de résolution d'équations différentielles, calculs de constantes en utilisant les cas limites. Cette dernière partie fut l'une des plus réussies par les candidats.

Il faut rappeler qu'il n'est pas nécessaire de traiter l'intégralité de l'épreuve pour obtenir une très bonne note.

Il faut également insister sur l'importance de faire des schémas détaillés qui permettent souvent d'avoir une bonne compréhension du phénomène étudié et de donner des réponses claires au lieu d'un discours souvent confus. Dans ce sujet, au moins huit questions se prêtaient à l'utilisation de schémas. Trop peu de candidats utilisent cet outil qui est pourtant l'une des bases du raisonnement en physique.

Il faut également porter une attention particulière aux réponses qualitatives. Celles-ci sont très rarement satisfaisantes : souvent on a droit à des paraphrases ou à des affirmations non étayées (voir les remarques particulières ci-après). Pour que la réponse soit pertinente, elle doit faire appel aux connaissances apprises en cours de physique. Le candidat doit alors les restituer dans le contexte précis demandé.

II) REMARQUES PARTICULIERES :

1 – Un peu d'astrométrie

Question 1 : Il s'agissait de trigonométrie élémentaire. Elle a été relativement bien traitée même si certains candidats ont fait une page de calculs alors que trois lignes suffisaient...

Beaucoup de candidats se sont compliqué la tâche en partant sur des calculs ardu. Il est assez rare que lors d'une première question de problème, on soit amené à faire plus d'une page de calculs pour arriver au résultat.

Question 2 : Cette question a été globalement mal traitée car mal justifiée (voire pas du tout). Un schéma permettait de bien analyser le problème et de voir que l'angle demandé devait être de 90° . Parmi les perles relevées : « Il faut $\lambda = 90^\circ$ pour que la lune soit à demi voyante ».

Question 3 : Là encore, le schéma permettait de répondre à la première partie de cette question. Attention aux résultats fantaisistes comme « $\frac{TS}{TL} \leq 1$ » !

Pour répondre à la seconde partie de cette question, il était nécessaire de connaître des ordres de grandeur des distances Terre – Lune et Terre – Soleil : peu de réponses satisfaisantes.

Enfin, la dernière partie de la question demandait d'analyser les raisons de l'écart entre la mesure et la valeur réelle : peu de candidats ont remarqué que la valeur demandée variait beaucoup avec un angle proche de 90° . On ne pouvait pas se contenter de réponses comme « les mesures étaient imprécises ».

Question 4 : Pour la première partie de cette question, un calcul élémentaire, avec un schéma à l'appui, permettait d'arriver au rapport de 6. Cette question n'a quasiment pas été traitée.

La seconde partie était une interprétation de la conclusion d'Aristarque : « Pourquoi faire tourner la torche autour de la mouche ? » Il s'agissait bien évidemment de jeter les bases d'une théorie héliocentrique, révolutionnaire pour l'époque. Cette question a été plutôt bien traitée même si l'on a eu droit à quelques affirmations fantaisistes.

Le dernière partie de la question nécessitait de connaître les ordres de grandeur des rayons de la Terre et du Soleil.

Question 5 : Un schéma suivant les indications de l'énoncé conduisait à la relation attendue. Il y a eu de nombreuses expressions fantaisistes sur cette question. Beaucoup d'entre elles n'étaient même pas homogènes !

Question 6 : Une connaissance de l'ordre de grandeur de la période sidérale martienne permettait de valider le résultat et de se rassurer quant à la véracité de la réponse à la question 5.

Question 7 : Cette question reprenait le cours de première année permettant d'arriver à la troisième loi de Képler. Les hypothèses n'ont pas toujours été bien précisées. Le changement d'unité demandé en fin de question n'a pas été souvent compris, mais certains candidats l'ont bien présenté, soulignant la perte d'homogénéité visible.

Question 8 : Un schéma clair permettait de répondre à la question, le faisceau ressortant parallèle à la direction incidente. Il y a eu de nombreuses interprétations farfelues, plusieurs candidats ont raisonné sur la face convexe du coin, renvoyant la lumière dans toutes les directions, ce qui faciliterait la détection...

Question 9 : Question souvent maltraitée. Beaucoup de calculs utilisant les rayons au lieu des surfaces. Pour la seconde partie de la question, il ne s'agissait pas de comparer le rendement théorique au rendement final.

2 – Utilisation d'un proximètre laser

Question 10 : Il s'agissait d'une question de cours, les conditions de Gauss, à replacer dans le contexte. Beaucoup de candidats se sont contenté de rappeler les conditions de Gauss en général. Par exemple, il ne fallait pas se contenter de dire que les angles devaient être faibles (ce qui est faux ici, on a des angles proches de 45°), mais bien préciser qu'il devait s'agir des angles par rapport à l'axe optique (c'est-à-dire $\theta - \phi$ faible). Parmi les nombreuses justifications insuffisantes : « les rayons issus de P viennent de l'infini » (existe-t-il une droite qui ne vient pas de l'infini ?), « OP doit être grand » (devant quoi ?)

Question 11 : Le résultat pouvait être donné sous plusieurs formes. Il faisait appel à de la trigonométrie élémentaire.

Question 12 : Il s'agissait d'un calcul d'incertitude. La question a été globalement comprise. Les nombreuses erreurs relevées ont souvent pour origine l'erreur sur $\delta\phi$ (pourtant calcul élémentaire).

Question 13 : Il s'agissait d'évoquer le phénomène de diffraction. De nombreuses réponses fantaisistes telles que « réfraction », « diffusion », « le faisceau diverge car il présente un angle »...

Question 14 : Cette question a été plutôt bien traitée (parmi ceux qui avaient bien répondu à la question 13), avec des commentaires judicieux.

Question 15 : Un schéma permettait de bien résoudre la question.

Question 16 : Cette question a été souvent traitée mais avec des explications parfois peu claires. Il fallait clairement faire apparaître la relation entre H et ψ qui lui-même dépendait du temps.

Question 17 : Des réponses rarement correctes. Peu de candidats ont compris qu'il n'y avait aucune intensité mesurée entre p et $2p$.

Question 18 : Une question apparemment simple mais souvent mal traitée. La question portant sur la justification de l'opération qui consiste à dériver le signal a été souvent mal comprise. Des réponses comme « Dériver pour supprimer le continu » n'avaient pas grand-chose à voir avec le cas étudié. Il s'agissait ici de détecter le maximum par annulation du signal avec changement de signe (une bonne compréhension de la question 17 était souhaitable).

Il fallait ensuite donner un montage avec AOP du dérivateur, souvent confondu avec l'intégrateur. De nombreuses erreurs de signe (oubli du signe -) sur le calcul demandé.

3 – Diffusion thermique – Interaction Laser -Matière

Question 19 : Il s'agissait d'une question de cours classique de deuxième année : l'établissement de l'équation de la chaleur. Cette question a été souvent traitée, pas toujours de façon très rigoureuse. Il ne fallait pas hésiter à faire un schéma en explicitant bien le début de la démarche, ce qui a souvent fait défaut.

La dernière partie de la question était plus calculatoire. On a eu dans certaines copies jusqu'à deux pages de calculs n'aboutissant pas ... Il est à noter que pour les candidats n'ayant pas trouvé la bonne valeur de k ($k = \frac{1}{2}$), les questions ultérieures ont été comptées justes en gardant k dans l'expression littérale.

Question 20 : Les réponses n'étaient pas toujours claires. Il fallait relever que le problème concernait $f(t)$ en $x = 0$.

Questions 21 à 24 : Questions calculatoires qui ont été souvent faites plutôt correctement.

Question 25 : Cette question nécessitait de réutiliser le résultat de la question 22 ainsi que l'hypothèse du corps noir permettant d'exprimer la densité du flux thermique en fonction de la puissance P_l et de la section du laser.

Question 26 : Question assez difficile, nécessitant une bonne compréhension des phénomènes avant d'entamer la démarche analytique. Il fallait faire un bilan énergétique sur une tranche d'épaisseur $v \times dt$. Peu de résultats corrects malgré quelques tentatives, de nombreuses erreurs de signe.

Question 27 : Certains candidats se sont contenté d'utiliser l'homogénéité pour trouver γ . C'est astucieux mais cela ne répond pas à la question.

Question 28 : Question plutôt facile (même en fin de problème). Il s'agissait d'une résolution classique d'équation différentielle du premier ordre, forme exponentielle. Attention de bien prendre le temps de calculer les constantes.

Question 29 : Dernière question très peu traitée, essentiellement une application numérique.

III-Conclusion :

Il convient, au risque de se répéter, de redonner les conseils de base aux candidats :

Dès le début de l'épreuve, lire le sujet dans sa globalité afin de repérer les parties sur lesquelles on se concentrera prioritairement.

Dans une partie, il est souvent profitable de lire un enchaînement de questions afin de comprendre le but visé.

Les outils utilisés (principes, théorèmes, lois...) doivent être précisément énoncés.

Vérifier l'homogénéité de toute expression littérale.

Regarder ensuite les signes, les limites, les cas particuliers qui peuvent aider à juger de la véracité d'un résultat.

Une application numérique doit être suivie de la bonne unité et doit comporter un nombre de chiffres significatifs cohérents.

Un schéma permet de présenter souvent simplement les choses.

Un commentaire doit apporter une valeur ajoutée, une réponse qualitative doit être pertinente, demandez-vous à la relecture si un autre que vous serait convaincu par votre discours.

Il vaut mieux rédiger les différentes parties sur des copies distinctes et numéroter visiblement les questions.

Une présentation claire doit permettre d'identifier les résultats attendus. N'hésitez pas à utiliser de la couleur.

Les copies avaient dans la majorité une présentation satisfaisante.