

2.2. D - PHYSIQUE II - Filière MP

I) REMARQUES GENERALES

Ce sujet abordait quelques propriétés thermodynamiques, puis électriques, de l'atmosphère terrestre, avant de s'intéresser à son étude par LIDAR.

Les calculs demandés restaient techniquement simples mais supposaient évidemment la maîtrise des définitions et lois nécessaires, ce qui n'est pas toujours le cas : enthalpie confondue avec l'entropie, première loi de Joule avec le premier principe, i avec j , ϵ_{00} ou π baladeurs, orientation aléatoire de la relation de passage du champ électrique... témoignent d'un manque de rigueur dans l'apprentissage du cours et invalident malheureusement trop de calculs.

Rappelons qu'il n'est pas nécessaire de traiter l'intégralité d'une telle épreuve pour obtenir une excellente note, mais qu'il n'est pas non plus très rentable de se contenter de grappiller quelques points de ci de là.

Analyser l'enchaînement des questions pour en identifier la finalité, construire des raisonnements basés sur des lois fiables (aux hypothèses précisées !), vérifier l'homogénéité des résultats littéraux (on peut signaler brièvement sur la copie que cette vérification a été faite), contrôler le nombre de chiffres significatifs, l'acceptabilité et l'unité des applications numériques... sont les « recettes » du succès, éprouvées et maintes fois répétées.

Une attention particulière doit être portée aux réponses qualitatives, qui ne sont que rarement satisfaisantes, même en l'absence d'erreur manifeste. Pour donner des réponses pertinentes, il faut savoir « décoder » les questions, en se disant que le rédacteur attend non pas un vague avis, mais une restitution de connaissances ou un raisonnement physique argumenté. Enumérons quelques chausse-trappes :

- paraphrase ou reformulation de la question sous forme affirmative :

Q. : « *Expliquer pourquoi ce Lidar sera sensible aux concentrations en gaz et en aérosols de petite taille présents dans l'atmosphère.* »

R. : « *... parce que la présence de ces aérosols va perturber la propagation de la lumière.* »

- affirmation non étayée (avis personnel ou tirage au sort ?) :

Q. : « *Donner une estimation de la taille maximale des aérosols concernés.* »

R. : « *IL FAUT une taille inférieure à »... « $1 \mu\text{m}$ » ou « $\lambda/10$ » ou « λ » ou...* »

- commentaire sans valeur ajoutée :

Q. : « *Calculer sa valeur numérique et commenter le résultat obtenu.* »

R. : « *$8 \cdot 10^{-4} \text{ s}$, c'est une valeur faible... ou $3 \cdot 10^{21}$, c'est une valeur élevée...* »

Une valeur associée à une grandeur physique ne peut être qualifiée de « grande » ou « petite » que par comparaison à d'autres grandeurs de même nature dans le contexte étudié !

II) REMARQUES PARTICULIERES

I. — Formation d'un brouillard

Question 1 : La notion d'équilibre entre phases, à une température donnée, est essentielle pour définir P_{sat} . Invoquer la loi des gaz parfait pour étudier la pression d'un mélange diphasé n'a pas de sens ! La variance ou la relation de Clapeyron permettaient de répondre quant à l'influence de la température. On pouvait également invoquer qualitativement l'influence de l'agitation thermique sur la vaporisation.

Question 2 : Une erreur typographique a pu troubler les candidats attentifs. L'en-tête de l'énoncé incite l'étudiant dans ce cas à « *poursuivre sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il aura été amené à prendre* ». Rappelons que dans ce cas les correcteurs notent favorablement toute initiative honnête et cohérente. Signaler l'erreur et poursuivre avec une formule rectifiée, ou bien conserver la formule erronée si l'on

craint que la suite des questions repose sur elle, sont deux possibilités. En cette occurrence, certains candidats ont fort clairement expliqué la nécessaire fausseté de l'expression proposée, qu'ils en soient ici félicités ! En revanche, il n'est pas acceptable de voir des calculs manifestement « tordus » pour aboutir à toute force. Aucun point n'est alors attribué. Ceci étant, les candidats ayant admis l'expression donnée n'ont en aucun cas été sanctionnés sur les questions suivantes, à partir du moment où un raisonnement correct était développé.

Question 3 : Notée en tenant compte de ce qui précède. Une telle courbe doit être tracée rapidement mais soigneusement, avec des axes légendées et des graduations ou une échelle clairement indiquée.

Questions 4-5 : Si l'expression de Π allait de soi, celle de T découlait du premier principe, bien souvent maltraité !

Question 6 : On ne pouvait se contenter pour le diagramme de Carrier de placer vaguement X n'importe où « entre » X_1 et X_2 : la même relation barycentrique entre abscisses et ordonnées permettait de conclure que X appartenait au segment X_1X_2 .

Question 7 : C'était l'occasion de revenir sur 3) pour contrôler la cohérence, certains l'ont fait avec profit.

Questions 8 et 9 : Plus délicates et rarement traitées, quelquefois cependant pour 8 en utilisant l'enthalpie fonction d'état avec un état intermédiaire fictif, très exceptionnellement pour 9.

II. — Formation d'un nuage

Questions 10 à 12 : Calculs très classiques, guidés et très proches du cours de thermodynamique de première année, portant de plus sur des grandeurs bien connues. Il n'est alors pas acceptable qu'une simple « erreur de signe » conduise à conclure à une pression qui augmente avec l'altitude, ou à une pression fonction décroissante de la température !

Question 13 : Classique également, en général bien traitée.

Question 14 : Attention à la paraphrase se résumant à « *Par croissance comparée on aura (le résultat).* ». On a trop souvent rencontré dans cette question un galimatias de calculs et « d'explications » embrouillées dont il ne ressort rien, alors qu'un simple tracé de courbes aurait réglé la question. De nombreux candidats, sans doute entraînés par le mot « croissance », ont étudié le cas $T \rightarrow \infty$... serait-ce une atmosphère infernale ?

III. — De l'électricité dans l'air

Question 15 : Sans difficulté apparente et pourtant... Nombreuses erreurs d'orientation et donc de signe de σ , et nombreuses erreurs d'unité, ou unité « fantaisiste » comme le $F.V.m^{-2}$... Certes ce n'est pas faux, mais lorsqu'on ne revient pas aux unités de base –ce serait maladroit ici– il convient d'utiliser judicieusement les unités dérivées, sous peine de masquer la nature des relations entre les grandeurs. Ici, on calcule une « charge surfacique » qui s'exprime naturellement en $C.m^{-2}$.

Question 16 : Une de ces questions dont les réponses variées, selon l'humeur du moment, navrent ou égayent le correcteur ! Tout d'abord, curieusement, on note beaucoup de variantes dans l'écriture de la force coulombienne, alors que la force newtonienne est presque toujours correcte ; pour quelle raison ? La valeur numérique du rapport des modules des deux forces oscille entre la valeur attendue et son inverse, en passant par 1. Ce dernier résultat permet à un candidat de conclure que la répulsion électrostatique empêche donc fort à propos la Lune de s'écraser sur la Terre !

Question 17 : Étonnamment trop de « $E = \gamma.j$ ». Pour le passage de j à i , certains candidats ont judicieusement noté le peu de conséquence du choix de l'altitude, tandis que d'autres se contentaient d'introduire sans explication un « r » indéfini ne permettant pas de juger du bien fondé de leur expression.

Question 18 : Souvent bien traitée, mais attention aux affirmations gratuites : « *c'est trop... ce n'est pas assez...* » sans comparaison de valeurs entre elles.

Question 19 : Souvent traitée dans les grandes lignes, sans beaucoup de soin. L'application numérique a donné lieu à des commentaires variés, souvent d'inspiration finaliste, comme :

- « $t = 8.10^3$ s, il y a donc environ 10 millions de décharges par jour, cela correspond au nombre

d'éclairs à la surface de la Terre, ce qui empêche trop de charges de s'accumuler ce qui serait dangereux. »

- « $t = 10^{xx}$ ans, c'est très grand par rapport à l'âge de la Terre, heureusement sinon la vie aurait été détruite par la décharge. »

On attendait plus simplement une mise en relation de la valeur calculée avec le commentaire relatif à la durée caractéristique des variations au début de la partie III.

IV. — Mesures dans l'atmosphère

Cette partie demandait peu de connaissances. Il importait surtout de « rentrer » dans le sujet pour utiliser à bon escient les informations fournies.

Question 20 : Il a souvent été répondu à la première partie de la question de façon trop vague, en brochant autour de la formulation de la question. On attendait que soit évoqué un phénomène précis : la diffusion (et non la diffraction ou la réfraction...). La deuxième partie de la question, quant à elle, a suscité des réponses de la plus haute fantaisie, les « particules » détectées allant jusqu'à des tailles kilométriques ! Notons aussi qu'une « estimation » n'a pas à comporter 4 chiffres significatifs...

Question 21 : Souvent bien traitée, mais on trouve aussi beaucoup de relations absurdes –évidemment non justifiées– comme $T1 = T0$ ou $2T0$, voire $-T0$!

Question 22 : Souvent bien traitée, il fallait bien sûr tenir compte de l'étalement géométrique du faisceau et de son absorption. Notons cependant des confusions fréquentes entre les fonctions trigonométriques, ou entre rayon et diamètre. Trop de candidats écrivent une relation (juste ou non) sans s'appuyer sur un schéma mettant en évidence les grandeurs utilisées.

Question 23 : Dans le calcul de la durée d'un trajet aller-retour, il ne faut pas oublier le facteur 2... l'épaisseur diffusante, ainsi calculée à 1 ou 2 m, a été diversement interprétée : comme cela a déjà été souligné, il ne s'agissait pas de juger *a priori* que c'était « petit » ou « grand ». Ce n'est que par comparaison aux distances évoquées par l'énoncé que l'on pouvait conclure valablement. Citons une perle : dans une copie, on en déduit que le Lidar ne fonctionne que jusqu'à 2 m d'altitude !

Question 24 : Souvent bien traitée, à condition de ne pas oublier l'absorption qui n'était pas rappelée mais qui agit évidemment.

Question 25 : Curieusement, la diffraction est peu évoquée. La valeur numérique de l'angle, souvent calculée puisque l'expression littérale était fournie, est parfois donnée sans unité. Rappelons que le radian, certes sans « dimension », n'en est pas moins une « unité » (et même une unité de base du S.I.). Il n'a pas été clair pour tout le monde que la zone de visibilité s'élargit si la taille du détecteur augmente.

Question 26 : Sans difficulté avec une figure soignée, question assez souvent traitée.

Question 27 : Il s'agissait de « recoller les morceaux »... très rarement tenté.

Question 28 : Calcul immédiat pour ceux qui ont compris ce qui se passait.

Questions 29-30 : Jamais traitées, ces questions montraient la nécessité d'intégrer les résultats pour faire apparaître un signal exploitable.

Question 31: Quelques candidats courageux ayant lu le sujet jusqu'au bout ont pu répondre qualitativement.

III) CONCLUSION ET CONSEILS

Rappelons aux candidats, au risque de se répéter encore et encore, les quelques conseils simples suivants :

Dans le détail :

- les outils utilisés (principes, théorèmes, lois...) doivent être cités précisément ;
- une équation littérale doit être homogène pour être prise en considération ;
- après l'indispensable homogénéité, les signes, les limites, les cas particuliers peuvent aider à juger de la plausibilité d'un résultat ;
- une application numérique doit être suivie de la bonne unité et comporter un nombre de chiffres signifi-

- catifs cohérent ;
- un commentaire doit apporter une valeur ajoutée, une réponse qualitative doit être argumentée. A la re-lecture, le candidat doit se demander si un autre que lui serait convaincu –et de quoi ?– par son discours.

Plus globalement :

- il convient d’appréhender l’ensemble du sujet proposé, de repérer les parties sur lesquelles on se concentrera prioritairement. Selon les cas, il peut être judicieux de prévoir de consacrer du temps à chaque partie ;
- dans une partie, il est souvent profitable de lire un enchaînement de questions afin de comprendre le but visé.

Enfin, il devrait aller de soi de rédiger les différentes parties sur des copies distinctes, de numéroter visiblement les questions, d’éviter par un peu d’attention les fautes d’orthographe et d’accord les plus criantes, de tracer courbes et figures avec un minimum de précision et d’encadrer les résultats.

L’emploi de couleurs ne saurait nuire et en cas de corrections lourdes nécessaires, le mieux est certainement de rayer la partie en cause et la re-rédiger (avec si nécessaire un renvoi apparent).

Tout cela pour dire que si le jury n’attend évidemment pas des œuvres d’art, une présentation claire doit lui permettre d’identifier les résultats attendus tout en suivant aisément raisonnements et calculs, dans l’intérêt évident du candidat.

Félicitons donc la majorité d’entre eux pour la présentation satisfaisante de leurs copies.