

On ne répètera jamais assez aux candidats qu'une lecture préalable de l'énoncé permet d'en saisir le fil directeur, d'en trouver la finalité, d'évaluer son niveau d'exigence ; elle permet également de repérer les questions indépendantes. Se plier à cet exercice sur ce sujet permet de se rendre compte qu'il est relativement court et cependant très détaillé : les questions sont précises, les méthodes à employer sont indiquées, certains résultats donnés ; il contient de nombreuses questions qualitatives, beaucoup de questions indépendantes. Le jury adapte son barème à ces constatations. **Dès lors il faut comprendre que, dans ce type d'épreuves la différence se fait sur la qualité de la rédaction plutôt que sur le nombre de questions traitées.**

Dans les faits, 61% des questions ont été abordées par les candidats en moyenne, chaque question a été correctement traitée dans au moins 3% des copies. 40% des points ont été attribués, soit un taux de réussite moyen de 66% (=40% / 61%).

Au final, la simplicité et l'indépendance des questions a permis de bien évaluer les candidats. Sa longueur a permis d'éviter que certains d'entre eux ne se perdent dans des parties trop ingrates ou que d'autres ne fassent illusion par un grappillage intensif : les meilleures copies sont rarement les plus longues, mais bien celles émanant de candidats à la rédaction précise et concise. Nous invitons tous les candidats à en tenir compte pour leur préparation aux concours.

Analyse détaillée

Seules les questions traitées par plus de 50% des candidats et moins bien traitées que la moyenne (taux de réussite <66%) sont reprises ici. Le taux de réussite (réussi/abordé) est donné à titre indicatif. Nous souhaitons que cette analyse aide les candidats à cerner le niveau d'exigence attendu sur ce type d'épreuve.

Partie I

- A.b.** (44%) : Une application numérique ne doit pas contenir plus de chiffres significatifs que les données. Avec $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$, $1,98 \cdot 10^3 \text{ Pa/K}$ a été retenu et 1983 Pa/K rejeté. $2.0 \cdot 10^3 \text{ Pa/K}$ est la réponse attendue en toute rigueur. Seul 1% des candidats l'ont donnée.
- B.2.** (40%) : La justification de $\Delta H = 0$ fut très souvent incomplète, les candidats oubliant de mentionner l'absence de travail autre que celui des forces de pression.
Beaucoup de candidats constatent que $2 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3$ c'est peu ; seuls 25% d'entre eux le compare à quelque chose.
- B.3.** (53%) : Même erreur que précédemment. Trop de candidats trouvent le bon résultat ($W = 4 \cdot 10^{-5} \text{ J}$) et en concluent qu'il est négligeable sans le comparer à une autre grandeur.
- C.1.** (58%) : Dire que «G est une fonction décroissante, minimale à l'équilibre» suffit. Cette modeste question de cours fut sélective;
- C.3.** (63%) : « $x < 2$, 5%.» répond à la question. Au lieu de cela on a souvent vu de longues considérations, au pire erronées, au mieux inutiles.
- D.1.** (52%) : Les réponses bâclées du type «les travaux du poids se compensent» ne prouvent rien. Il suffit par contre de mentionner que le poids est une force conservative.
- D.2.b.** (26%) : Un simple cycle souvent bâclé. Les candidats qui prennent la peine de correctement tracer les diagrammes demandés sont récompensés deux fois. Pour le diagramme et pour la compréhension des questions ultérieures.

Partie II

- A.2. c.** (47%) : Une condition aux limites qui a échappé à un candidat sur deux.
- A.3.** (22%) : Seul un quart des candidats remarquent que le mouvement de la jambe est décrit par une fonction dérivable.
- A.4. a.** (30%) : L'expression de la quantité de mouvement a posé beaucoup de problème de rigueur aux candidats.

Physique II

Vue d'ensemble.

Le problème de cette année était consacré à la propagation d'ondes électromagnétiques dans l'atmosphère (et non athmosphère) et dans l'ionosphère, à leur émission par divers types d'antennes rectilignes, et à leur utilisation pour la transmission d'informations à l'aide d'antennes paraboliques. Faisant appel à des connaissances de première et de seconde année, partagé entre les questions qualitatives, les applications numériques et l'analyse théorique, il a permis un large étalement des notes et une bonne évaluation des candidats.

Sur la forme.

La présentation matérielle des copies est dans l'ensemble satisfaisante, la proportion de « torchons » en nette régression, malgré la présence de quelques irréductibles. Une nouveauté, du moins par son ampleur inconnue jusqu'à présent, l'absence de pagination des devoirs. Ce qui est difficilement acceptable pour un devoir de deux copies ne l'est plus du tout pour un devoir de huit ou dix

copies, soit de trente à quarante pages. Ampleur inconnue, avons-nous dit : les chiffres parlent d'eux-mêmes, allant de 20% pour la province à plus de 25% pour la région parisienne.

L'orthographe et la syntaxe sont largement malmenés, au point de rendre le texte difficilement compréhensible. Les schémas une fois encore sont trop souvent microscopiques, le manque ou la fantaisie des indications aggravant la situation.

Insistons année après année : la qualité de la présentation matérielle est une partie importante de l'entraînement au concours, au même titre que l'apprentissage du cours et la bonne exécution des travaux pratiques.

Sur le fond.

Nous abordons plus en détail la résolution du problème. Pour la commodité du lecteur, nous suivons l'ordre de l'énoncé. Les questions non signalées n'appellent pas de remarques particulières. Avant tout, rappelons, une fois encore, qu'il convient en premier lieu de lire avec soin (il ne s'agit pas d'un roman de gare) l'énoncé, ce qui permet de suivre le fil directeur du problème, en second lieu de lire attentivement les questions posées, ce qui permet d'éviter bien des erreurs grossières.

Préambule

Simple questions de cours, les questions ont fait le plein sans problèmes majeurs, à deux exceptions près :

la question c) demandait si le vide était un milieu dispersif ou non. Un premier groupe de candidats a répondu oui, arguant de la relation $k = w/c$ pour affirmer la proportionnalité entre k et w , et donc la dispersion du vide. Un second groupe a répondu non, pour des raisons aussi variées que fallacieuses : k constant, k réel.. Il semble exister dans leur esprit une fâcheuse confusion entre dispersion et absorption.

La question e) n'a reçu que très peu (20%) de bonnes réponses. Les candidats qui ne l'ont pas ignorée ont désespérément cherché un procédé pour réaliser expérimentalement un modèle mathématique.

Première partie

IA 1 le calcul est en général bien conduit, y compris l'application numérique. La force de frottement est rarement signalée, et remplacée par des forces assez variées : force de Laplace, force de Lorentz, ou plus vaguement, force d'interaction électronique.

IA 2

IA 3 Peu de candidats sont capables de raisonner en termes de mécanique des fluides. La composante convective de l'accélération est, soit escamotée, soit éliminée par un vague calcul d'ordre de grandeur, voire reportée à la question suivante.

IB 1

IB 2 Toutes les erreurs classiques se retrouvent dans cette question : oubli de la masse et/ou de la charge de l'électron, qui conduiront plus tard à des expressions erronées de la pulsation de plasma. Très peu de candidats signalent que la conductivité est imaginaire.

IB 3 Pas ou mal, résolue (22%) La confusion entre valeurs réelles et valeurs complexes ne facilite pas l'obtention d'un bon résultat.

IC 1 Les erreurs commises sur le calcul de la susceptibilité trouvent ici leur récompense : les expressions de la pulsation w_p et ses valeurs numériques sont souvent fantaisistes. Beaucoup de candidats abandonnent ici la première partie, sans se rendre compte qu'ils ont en main assez d'éléments pour continuer.

IC 2 et IC 3 Bien traitées en général, à deux exceptions près. Les erreurs d'énoncé semblent avoir eu peu d'incidence. La plupart des candidats rétablissent l'ordre correct des questions. Certains traitent en premier le cas $w > w_p$, mais réagissent très vite au moment du calcul des vitesses de phase et de groupe. D'autres enfin ne réagissent pas et ne semblent pas plus gênés que cela de découvrir des vitesses imaginaires.

Les deux exceptions sont :

La question IC 2 d (20%), où la confusion entre valeurs réelles et complexes ne permet pas d'arriver à l'expression correcte du vecteur de Poynting.

La question IC 3 f (21%), que beaucoup de candidats ont ignorée et où figurent, dans les autres copies, de nombreuses erreurs numériques dans la valeur de l_p et dans celle de l'altitude de l'ionosphère. C'est là où les candidats se rendent compte que l'ionosphère est réfléchissante pour les grandes ondes, alors que cette réponse était plutôt attendue en IC 2 d.

ID. Beaucoup de réponses purement descriptives, non étayées par des ordres de grandeur, non plus que par les résultats des questions précédentes. Dans un grand nombre de copies, il s'agit visiblement de souvenirs péri ou extra scolaires.

Deuxième partie

C'est la moins bien traitée du problème. Si la première question (II A 1) fait à peu près le plein (70%), avec quelques réponses curieuses «*Ce sont les formules du poisson. Quand on représente V en trois dimensions, un poisson apparaît.*» peut-être trop belle pour être honnête, les autres n'ont pas vraiment accroché les candidats, en particulier les questions II C.

Moins de la moitié des candidats ont su de dépêtrer des échelles de grandeur, placer correctement les trois ordres de grandeur et effectuer les approximations correspondantes. Il est fréquent de voir des résurgences du cours, sans lien - voire en totale contradiction - avec les résultats précédents. Là encore, en particulier dans la question II A 5, les résultats demandés sont souvent parachutés depuis les calembrettes, et indiqués sans aucune justification.

Très peu de candidats ont reconnu et encore moins ont su exploiter la structure en réseau des antennes demi-onde (II B 2), N fois demi-onde (II C 1) et en râteau (II C 2). Aucun n'a obtenu les courbes correctes de l'amplitude réelle du champ électrique.

Troisième partie

Les nombreuses questions qualitatives ont permis aux candidats de reprendre confiance, et il est possible qu'ils aient abandonné la deuxième partie pour consacrer plus de temps à celle-ci.

III A 1 Assez bien traité (30%) en dépit de nombreuses erreurs de calcul : la puissance de dix à associer au GHz semble choisie au hasard. Quand la bonne réponse est trouvée, son positionnement dans le spectre relève de la plus haute fantaisie : des rayons X aux ondes radio, sans oublier bien sûr les traditionnelles ondes sonores et ultrasonores.

III A 2 Peu de candidats pensent à relier la longueur d'onde aux diamètre de l'antenne, pour justifier l'approximation de l'optique géométrique.

III A 3 Peu de réponses pertinentes. Le calcul de la profondeur du réflecteur semble avoir induit en erreur certains candidats : « *La parabole est pratiquement plate, donc l'onde incidente peut être assimilée à une onde plane.* » Les réponses aux autres questions sont souvent floues et mal justifiées, entre autres la définition du stigmatisme et sa vérification pour l'antenne parabolique. Parmi les autres applications, les miroirs de télescopes (y compris sphériques !) et de radiotélescopes se taillent la part du lion, malgré quelques échappées vers les fours solaires et, plus inattendues, vers les panneaux solaires des satellites.

III B 1 Assez bien traitée en général, mais la distinction entre amplitude et intensité n'est pas toujours très claire.

III B 2 Tous les candidats pensent à ramener le plan de l'infini à distance finie grâce à une lentille, malgré quelques hésitations sur sa position et sur celle de l'écran d'observation, qu'un candidat situe avant la lentille.

III B 3 Bien traitée en général. Là encore, la calembrette a suppléé aux défaillances de mémoire ou de calcul.

III B 4 - III B 5 La courbe demandée est en général bien tracée, les applications numériques sont plus fantaisistes. L'unité retenue n'est pratiquement jamais le degré, le centimètre y suppléant souvent.

III C Ces questions n'ont pas été abordées, sans doute plus en raison de leur position en fin de problème que de leur difficulté intrinsèque. Seule la question III C 1 a retenu quelque attention, mais souvent au prix de calculs laborieux. La relation de Pythagore généralisée, dite aussi d'Al Kowashi, semble avoir disparu des souvenirs des candidats.

Conclusion

Le problème proposé a rempli son rôle de filtre et a permis de dégager une élite de candidats brillants étayant de solides connaissances par un jugement sûr et une remarquable qualité d'exposition.

Chimie

Remarques générales

L'épreuve de cette année comportait trois parties indépendantes : la première concernait la stabilité rédox du cuivre (I), la deuxième mettait en jeu quelques diagrammes de phases de céramiques à base de silicium et la dernière consistait à étudier la synthèse d'une molécule odorante.

Le sujet permettait ainsi de faire appel à de nombreuses parties du programme des classes préparatoires : solutions aqueuses, thermodynamique, chimie organique.

Les candidats ont traité de manière équivalente les trois parties du sujet et le niveau des copies est globalement satisfaisant. Il est à noter que sur l'ensemble des copies, au moins une bonne réponse aura été apportée à chaque question.

Analyse détaillée

Partie I - Stabilité des ions du cuivre en solution aqueuse

A -

Cette première partie du sujet n'a pas posé de difficultés à la grande majorité des candidats.