

## 1/ REMARQUES D'ORDRE GÉNÉRAL

Le sujet portait sur la pluie, et il a plu selon les premiers retours de la communauté.

Il alternait des questions de cours classiques, des questions de réflexion et des questions plus délicates, nécessitant plus de réflexion ou de technicité. Il balayait le programme de première et de 2<sup>e</sup> année de MPI.

Le sujet a été jugé par les correcteurs bien calibré en niveau et classant.

La plupart des candidats ont traité le sujet dans l'ordre et jusqu'au bout, en sautant parfois des questions.

La rédaction est en général correcte, les résultats soulignés à la règle ou en couleur, voire en couleur et à la règle. 5 % du barème était consacré aux soins portés à la rédaction.

Les questions de cours (condensateur, interférences à 2 ondes, réponse indicielle d'un système du 2<sup>e</sup> ordre permettaient d'obtenir une note minimale de 5 sur 20). C'est par ce travail que doivent commencer les candidats les plus faibles.

Les correcteurs signalent des problèmes de lecture d'énoncé trop rapide et regrettent également que le cours ne soit su que de façon approximative, en particulier le programme de 1<sup>ère</sup> année.

En effet, les erreurs les plus fréquentes des candidats sont souvent des erreurs de cours :

- Q1 : la définition du repère galiléen,
- Q6 : la tension du ressort,
- Q14 : la définition du diamètre moyen,
- Q10 : le calcul du champ électrostatique du condensateur,
- Q35 : une confusion fréquente avec l'autoprotolyse de l'eau,
- Q37 : le sens du courant, le sens de circulation des ions.

Il est dommage que certains candidats sachent réciter le cours, sans savoir l'appliquer correctement. On peut également conseiller aux candidats de bien travailler les équations différentielles.

## 2/ REMARQUES DÉTAILLÉES PAR QUESTION

### PARTIE I

Cette partie simple avait pour but de permettre à tous les candidats de s'appropriier le sujet. Elle a été dans l'ensemble bien traitée.

- Q1.** La définition du repère galiléen, qui est un fondement de la mécanique, est mal connue. Beaucoup de définitions « auto-référentes ». La majorité évoque tout de même la translation rectiligne uniforme.  
Seule une minorité de copies a défini correctement le poids (déjà demandé l'an dernier !), confondu souvent avec la force de gravitation, peut-être en raison de l'hypothèse faite sur le caractère galiléen de la Terre.
- Q2.** Bien traitée.
- Q3.** Bien traitée, malgré des erreurs numériques trop fréquentes, qui auraient pu être corrigées à la lecture de la figure 1, bien que les valeurs calculées diffèrent légèrement avec les valeurs lues en raison d'une modification tardive.
- Q4.** Les candidats ont souvent évoqué la forme des gouttes, parfois la loi de frottement ou la poussée d'Archimède. C'est ce qui était attendu.

### PARTIE II

- Q5.** Beaucoup d'erreurs de signe dans l'équation de la platine à l'équilibre. La force de rappel d'un ressort vertical pose toujours d'énormes problèmes, pas besoin de beaucoup plus pour départager les candidats. Un peu de sens physique permettait de se corriger.
- Q6.** Le lien entre longueur du ressort et quantité  $Z(t)$  est souvent mal fait. Une majorité de candidats trouve  $\beta$  et  $\gamma$ , avec parfois des erreurs de signe, car beaucoup ont peiné à éliminer les termes constants de l'équation. Beaucoup de « bidouilles » qui n'échappent pas à aux correcteurs.
- Q7.** Il fallait évoquer la durée de l'impact et pas un mystérieux « temps caractéristique » ! En général, plutôt bien traitée, mais peu justifiée. L'A.N. n'est pas toujours juste alors que l'expression est donnée et que les candidats ont leur calculatrice...
- Q8.** La relation entre  $\beta$  et  $\gamma$  est souvent donnée mais rarement avec le terme « critique ». Il arrive que solution particulière et générale soient fausses, mais que les candidats arrivent à la bonne équation au final !  
Beaucoup de mal à écrire  $\gamma\tau \gg 1$ . Les candidats résolvent quasiment tous l'équation donnée dans l'énoncé et aboutissent à une incohérence sur la valeur de  $\gamma$  qu'aucun n'a relevé.  
Le tracé correct d'une réponse critique a été très rare, la distinction des deux phases temporelles également.

### PARTIE III

Cette partie était également une question de cours très classique. Elle a été assez décevante, car peu de candidats l'ont parfaitement réussi.

- Q9.** Certains candidats oublient qu'il faut que les plans de symétrie passent par le point  $M$ . Certains candidats n'utilisent pas les coordonnées de l'énoncé. L'imparité du champ électrique n'est que très rarement établie.
- Q10.** Beaucoup ne savent qu'énoncer le théorème de Gauss. La précision « surface fermée » n'est pas toujours indiquée, si bien qu'on voit parfois appliquer le théorème de Gauss à un simple disque ! Beaucoup d'erreurs sur  $Q_{int}$  (la plus fréquente :  $Q_{int} = Q \cdot S$ ).
- Q11.** Le principe de superposition a très souvent été évoqué, mais mal appliqué.
- Q12.** Les candidats connaissent en général la relation entre charge et tension aux bornes d'un condensateur et s'en sortent sans faire circuler le champ électrostatique, c'était possible.

#### **PARTIE IV**

Cette partie a été la plus maltraitée du problème. Sans doute nécessitait-elle plus de compréhension.

- Q13.** Souvent traitée correctement. Les candidats introduisent la bonne formule pour la surface mais pas souvent une inégalité.
- Q14.** L'intégrale de normalisation au dénominateur est quasi-systématiquement absente. On peut noter que dans le changement de variable  $x = D/D_0$ , l'élément différentiel  $dD$  est très souvent oublié, possiblement pour retrouver un semblant d'homogénéité (c'était oublier la dimension de  $N$ ).
- Q15.** Bien que l'intégrale ait été en général donnée, le calcul a été mal réussi, pour les mêmes raisons que précédemment.
- Q16.** Beaucoup de candidats ont « parachuté » la forme de  $R$  brutalement sans aucune explication, ou ont confondu  $D_0$  et  $D$ . On peut penser qu'ils avaient tiré la solution de la Q17.
- Q17.** Même erreur d'intégration qu'aux questions précédentes.
- Q18.** Les candidats ont beaucoup compliqué cette question en tentant de se ramener à la formule de la Q17 et en pensant qu'il était utile de retrouver la vitesse limite des gouttes. Ce n'était pas le cas.

#### **PARTIE V**

- Q19.** Souvent bien traitée. Certains candidats confondent passe-haut et passe-bas. Bien que l'ALI figure au programme de travaux pratiques de MPI, il n'a été cité que rarement. Signalons qu'une porte NAND ne change pas le signe d'un signal.
- Q20.** Les candidats, en majorité, comprennent bien le passage de la goutte dans le faisceau et donc trouvent la bonne expression de  $v$  et la bonne valeur numérique. Pour les autres, un schéma permettait d'expliquer simplement la position de la goutte aux différents instants, plutôt que de longues digressions.
- Q21.** Trop de candidats se contentent de phrases vagues et qualitatives : ce n'est pas parce que l'intensité dépend du diamètre qu'il y a proportionnalité. Le fait que l'intensité occultée soit proportionnelle à la surface d'un disque de diamètre  $D$  a souvent échappé aux candidats. Les étapes d'élimination de la composante continue et d'inversion sont rarement prises en compte.

**Q22.** Très peu de bonnes réponses. La réponse attendue consistait à dire que le disdromètre optique permet de mesurer indépendamment le diamètre et la vitesse des gouttes. Les candidats ont toutefois fait preuve d'imagination, en trouvant d'autres avantages, parfois sans les justifier (exemple : la précision).

## **PARTIE VI**

**Q23.** La première loi de Descartes est peu citée (20 à 30 %), alors que beaucoup de candidats donnent les lois de la réflexion en plus.

**Q24.** Abordée très sommairement. Le calcul de la déviation par la goutte, autrefois un « classique », est malheureusement difficile pour beaucoup des MPI actuels.

**Q25.** Une erreur très fréquente dans la dérivée de  $\arcsin((x/n))$  : l'oubli du facteur  $1/n$ , qui a hélas donné lieu à beaucoup « d'escroqueries ».

**Q27.** Les valeurs de  $x_m$  sont en général correctes, mais pas l'unité (il n'en faut pas). Par contre, les valeurs de  $\Delta$  sont souvent fausses.

**Q28.** Très rarement traitée et très rarement juste. Dans les copies, les rayons ne convergent pas tous vers l'œil et l'interprétation correcte de la position du rouge dans l'arc est rarement exacte.

## **PARTIE VII**

**Q29.** Question de cours souvent traitée correctement, toutefois le temps de réponse du récepteur est souvent confondu avec le temps de cohérence. Le temps de réponse de l'œil n'est connu que d'un petit nombre de candidats.

Certains candidats ne suivent pas l'énoncé et calculent l'intensité en notation complexe.

**Q30.** La courbe est souvent bien représentée mais le bon contraste de la photo 5 n'a pas souvent été évoqué.

**Q31.** Souvent mal comprise : « ces rayons » désignaient les rayons émergents.

**Q32.** La condition d'interférence constructive a curieusement occasionné beaucoup d'erreurs. L'ordre d'interférence doit être un entier relatif, pas forcément un entier naturel.

La seconde question était délicate, car lorsque  $D$  varie les angles d'incidence varient également.

**Q33.** Application numérique un peu longue qui a rarement été traitée.

## **PARTIE VIII**

**Q34.** La figure a très rarement été décrite correctement : il s'agissait de remarquer, qu'outre les franges dues aux arcs surnuméraires, on observait une modulation fine. Les candidats se sont essentiellement focalisés sur les amplitudes des maxima, en essayant de les mettre en rapport avec la photo 5, ce qui était délicat.

**Q35.** L'angle caractéristique est connu et souvent calculé, mais jamais mis en rapport avec la figure.

**Q36.** Les candidats connaissent les applications classiques de l'effet tunnel. Une perle : "*Dans un tunnel, on peut observer ce phénomène à son entrée, c'est-à-dire avant d'y entrer*".

**Q37.** La question de cette partie a été la plus abordée, car proche du cours. Mais si l'équation différentielle est en générale juste, sa résolution est plus approximative.

**Q38.** Cette question a rarement été abordée et des réponses fantaisistes sont apparues : comparaison avec la longueur d'onde, la taille de la goutte. La comparaison avec la largeur de barrière est rare.

Les questions suivantes n'ont été abordées qu'exceptionnellement.

**Q39.** Le tracé du graphique nécessitait un peu de temps et de soin. Il permettait de découvrir une barrière de potentiel.

**Q40.** Question traitée correctement dans les copies qui l'ont abordée.

Les 2 dernières questions n'ont jamais été abordées.

### 3/ CONCLUSION

Les remarques de ce rapport pointent particulièrement les erreurs.

Néanmoins, il faut aussi se réjouir des connaissances et des méthodes acquises par une majorité de candidats, car la marche entre le niveau d'un bachelier scientifique et le niveau du concours, quasiment inchangé depuis des décennies, reste un défi.

Nous félicitons donc les candidats pour leur travail, leur intérêt pour les sciences et la qualité de leurs efforts !