

résultats. De nombreuses questions y étaient consacrées. Cette interprétation, parfois remarquable, souvent maladroite voire absente, est pourtant la marque d'une bonne formation scientifique. Dans ce problème, elle était indispensable pour obtenir une bonne note. Nous invitons les futurs candidats à en tenir compte et à travailler dans ce sens à l'avenir.

## Physique II

Le problème étudie le principe d'un appareil mesurant la vitesse verticale d'un aéronef.

### **Partie I - Préliminaire**

Question I.A. Il s'agissait ici d'établir l'expression du champ de pression dans une atmosphère en équilibre isotherme dans un champ de pesanteur uniforme, puis de donner une approximation affine de ce champ de pression au voisinage d'une altitude  $z_0$ .

Cette question pourtant classique s'est révélée sélective, certains candidats n'ayant pas vu que la masse volumique dépend de l'altitude, d'autres échouant dans l'écriture d'un développement limité de l'exponentielle à l'ordre 1. Parmi ces derniers, un contrôle d'homogénéité dimensionnelle aurait permis d'éviter quelques erreurs grossières.

Question I.B. Cette partie était consacrée à l'établissement de la loi de Poiseuille reliant le débit à l'écart de pression dans un tube cylindrique pour un écoulement supposé laminaire.

Là encore, il s'agissait d'une question classique, à la portée de la plupart des candidats, mais qui s'est néanmoins révélée sélective, en raison d'une qualité de rédaction souvent insuffisante. Signalons parmi les principaux défauts rencontrés :

- des négligences dans les notations (flèches sur les vecteurs, parenthèses dans l'écriture de l'accélération convective...) ;
- une absence de justification des équations proposées ( $\operatorname{div} \vec{v} = 0$  parce que l'écoulement est incompressible,  $\vec{v}(a) = \vec{0}$  parce que l'écoulement est visqueux...) ;
- un oubli des constantes d'intégration lors de la résolution des équations différentielles ;
- définition du nombre de Reynolds invoquant la longueur du tube et non les dimensions transversales pour la longueur caractéristique de l'écoulement.

### **Partie II - Variomètre à tube capillaire**

Question II.A. Le principe de l'appareil est d'obtenir une proportionnalité entre la vitesse verticale et la différence de pression entre les deux extrémités d'un fin tube cylindrique, l'une des extrémités étant reliée à un réservoir de volume constant, et l'autre ouverte sur l'atmosphère.

Pour obtenir des résultats compatibles avec les indications de l'énoncé, certains candidats jonglent avec les changements de signe ou les remplacements d'un paramètre par un autre ( $P_{\text{int}}$  qui devient  $P_{\text{atm}}$ ...) ; ce genre de pratique est à déconseiller formellement et est sévèrement sanctionné comme il se doit.

Question II.B. Il s'agissait d'étudier un dispositif mécanique permettant de lire la vitesse verticale au moyen d'un afficheur à aiguille. La discussion porte essentiellement sur l'obtention d'un système ayant une réponse satisfaisante lorsque la vitesse verticale varie au cours du temps.

Certains candidats n'ayant pas obtenu l'équation différentielle d'évolution de  $P_{\text{int}}(t)$  ont eu le bon réflexe de déterminer la constante de temps  $\tau$  par analyse dimensionnelle. La résolution de l'équation différentielle d'ordre 1 avec second membre fonction affine du temps a été dans l'ensemble une difficulté insurmontable. Mais on doit aussi déplorer un taux d'échec difficilement excusable dans l'expression de la solution générale d'une équation différentielle linéaire homogène d'ordre 2 à coefficients constants.

La question B.5., ouvrant la possibilité d'une intéressante discussion sur les ordres de grandeur, a permis de récompenser les candidats pour qui une application numérique n'est pas un simple calcul, mais une étape déterminante dans un raisonnement de physicien.

L'étude fréquentielle du dispositif n'a généralement pas été traitée de façon satisfaisante. Les rares candidats ayant établi l'expression de la fonction de transfert n'ont pas été en mesure d'en déduire le domaine de fréquence correspondant au comportement satisfaisant du variomètre.

### **Partie III - Variomètre à affichage électronique**

Question III.A. Il s'agit d'une étude élémentaire d'un capteur de déplacement capacitif différentiel.

Compte tenu des indications de l'énoncé, cette question était facile, mais tout le monde n'a pas su en tirer profit, en particulier les candidats donnant une unité fantaisiste pour la capacité.

Question III.B. Cette partie est consacrée à l'étude d'un oscillateur à pont de Wien, avec une amélioration du dispositif par utilisation d'un dipôle non linéaire réalisé par association tête bêche de deux diodes Zener.

Il y a souvent confusion entre les propriétés de l'AO idéal et les conditions de fonctionnement en régime linéaire. La mise sous forme canonique de la fonction de transfert du filtre de Wien a rarement été effectuée, ce qui a conféré une rareté certaine à la détermina-

tion du facteur de qualité. Il est encore plus choquant de rencontrer fréquemment une pulsation de coupure égale à  $RC$ . Le tracé du diagramme de Bode n'est pas évident pour une majorité de candidats (positionnement de la courbe réelle, des pentes asymptotiques aberrantes 3dB/décade, 1dB/décade)...

La condition sur  $r$  pour l'apparition des oscillations, qui ouvrait la porte à une discussion sur la qualité des oscillations a été rarement comprise.

La représentation graphique de la caractéristique du dipôle non linéaire  $AB$  a souvent été fantaisiste.

Question III.C. Dans cette partie finale, on montre qu'en envoyant à l'entrée d'un multiplicateur les signaux produits par deux oscillateurs à pont de Wien utilisant les capacités variables étudiées en III.A., on obtient en sortie de multiplicateur, si on élimine au moyen d'un filtre passe-bas la composante de plus haute fréquence, il reste un signal dont la fréquence est proportionnelle à la valeur absolue de la vitesse verticale. Un fréquencemètre donne alors, au signe près, la vitesse verticale de l'aéronef.

Cette partie n'a été abordée que par de très rares candidats.

## Conclusion et remarques de portée générale

Les conseils de l'an dernier restent d'actualité :

- contrôler l'homogénéité dimensionnelle, et plus particulièrement pour le résultat final ; les deux membres d'une égalité doivent avoir la même dimension physique, mais aussi les deux membres d'une inégalité ( $a < b$ ) et même d'une inégalité forte ( $a \ll b$ ) ;
- ne pas oublier l'unité dans les applications numériques ;
- ne pas donner un nombre de chiffres dans le résultat numérique sans rapport avec le nombre de chiffres significatifs des données ;
- ne pas livrer sans commentaire un résultat d'ordre de grandeur manifestement aberrant ;
- ne pas mélanger sans distinction les grandeurs scalaires et vectorielles.

On peut y rajouter la nécessité d'indiquer clairement le numéro de la question à laquelle on répond, les hypothèses n'étant pas toujours les mêmes d'une question à l'autre.

Enfin, rappelons que les sujets abordés en Travaux Pratiques sont tout aussi dignes de l'attention des candidats que les sujets traités en cours.

# Chimie

## Remarques Générales

Le sujet de cette année comportait deux parties indépendantes : l'une de thermodynamique (associée à un peu de cinétique) avait trait à l'étude de solutions d'électrons solvatés, l'autre de chimie organique consistait à étudier la pénicilline.

Les candidats ont traité de manière équilibrée chacune des deux parties du problème et au moins une bonne réponse a été fournie à chaque question.

## Analyse détaillée

### Partie I - Étude de solutions d'électrons solvatés

I.A -

L'expression de la loi de Beer-Lambert est connue mais son application numérique pose problème. Certains candidats oublient les passages répétés du faisceau lumineux à travers la cellule, d'autres rencontrent des difficultés dans les conversions d'unités.

En cinétique, la vérification graphique de l'ordre de la réaction n'est pas toujours réalisée par une courbe adaptée. En conséquence, les valeurs expérimentales de la constante de vitesse apparente et du temps de demi-réaction ne sont pas toujours déterminées avec la précision suffisante.

Les cycles thermodynamiques nécessaires à la détermination des grandeurs de réaction sont souvent incomplets.

I.B -

L'équilibre entre phases pour le corps pur (l'ammoniac en l'occurrence) est bien traité même si la détermination des coordonnées du point triple pose souvent problème.

Pour l'expression du potentiel chimique de l'ammoniac dans le mélange liquide, de nombreux candidats confondent mélange quelconque et solution.

L'étude de l'équilibre entre phases pour le mélange binaire ammoniac-sodium a été moins souvent réalisée. Les candidats qui ont abordé cet aspect du problème ont souvent réussi à déterminer les températures de changement d'état. En revanche, l'analyse qua-