

Physique-chimie 1

Présentation du sujet

Le sujet traite de la physique dans la salle de bain. Il est constitué de quatre parties indépendantes et aborde les thèmes suivants :

- la thermodynamique (parties I, II et III) ;
- la diffusion thermique (partie III) ;
- l'électricité (parties II et IV) ;
- la conversion électronique de puissance (partie IV).

Analyse globale des résultats

Le sujet, composé de 42 questions est de longueur très raisonnable compte tenu de la durée de l'épreuve. Les notions abordées sont simples et portent sur une problématique du quotidien, si bien que les candidats peuvent sans trop de difficultés vérifier et justifier la pertinence de leurs réponses et résultats. Le jury a néanmoins été d'une grande exigence sur la rigueur du raisonnement et de l'exposé des démonstrations.

Le sujet comporte plusieurs questions ouvertes, où le choix de la grandeur pertinente ou de la démarche de résolution reste à l'initiative du candidat. Ces questions laissent une grande place à la réflexion du candidat mais moins à la démarche de résolution classique d'une situation problème type tâche complexe. De nombreux candidats ont tenté de traiter ces questions et obtenu en retour un nombre significatif de points.

Tout comme les années précédentes, les applications numériques données avec un nombre de chiffres significatifs non pertinents n'ont pas été valorisées.

Pour de nombreuses questions, le résultat à démontrer était fourni, ce qui a conduit de nombreux candidats à des raisonnements « inversés » où l'on tente de retrouver coûte que coûte le résultat. Le jury a noté ces questions avec la rigueur qui s'impose, le doute ne profitant jamais au candidat.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

I Arrivée d'eau

Q1. Réponses dans l'ensemble correctement justifiées. Plusieurs candidats n'ont fait que procéder par élimination. Il était certainement plus simple d'estimer la durée de remplissage et le volume d'une bouteille d'eau, voire d'un lavabo, que d'une baignoire.

Q2. Question généralement bien traitée. Telle que la question était posée, une démonstration n'était pas attendue.

Q3. On trouve trop souvent l'argument d'un mitigeur calorifugé, ce qui bien sûr n'est pas le cas.

Q4. Le jury attendait un exposé rigoureux des hypothèses conduisant à cette formulation du premier principe. Certains candidats redémontrent le premier principe industriel. Les plus efficaces définissent

clairement le système et appliquent le premier principe industriel avec les bonnes approximations correctement justifiées. Les moins rigoureux cherchent par tous les moyens à retomber sur le résultat donné. Dans ce dernier cas, aucun point n'est attribué.

Q5. Trop souvent on trouve la relation $h = cT$ ou encore $h = c\Delta T$ ou encore des confusions entre Δ relatifs à une variation finie d'une fonction d'état et une différentielle totale exacte d relative à la variation élémentaire d'une fonction d'état (erreur que l'on retrouve aussi très souvent à la question **Q13**).

Q6. Cette question a souvent été bien traitée. Les données numériques permettaient aux candidats de mener un raisonnement quantitatif précis. Les réponses qualitatives relevant de l'expérience personnelle n'ont pas été retenues.

Q7. Question le plus souvent bien analysée. Il était par contre inutile et couteux en temps de refaire ici un dessin alors qu'une simple phrase suffisait.

II L'air humide

Q8. Comme pour toutes les questions où le résultat est donné, les meilleurs candidats donnent les deux arguments essentiels à la démarche pour honnêtement arriver au résultat. Certains par contre combinent des égalités mathématiques justes mais vides de sens physique pour conclure à tout prix.

Q9. La lecture graphique n'a pas posé de difficulté. Il n'était toutefois pas envisageable de fournir une valeur lue de P_{sat} avec une précision au pascal près.

Q10. Le jury a apprécié les exposés clairs et concis de la démarche de résolution. Peu de candidats ont vu l'intérêt de travailler dans le cas limite d'un débit massique d'eau vapeur minimal. Différentes approches pouvaient être envisagées (raisonnement sur les masses, les pressions ou x) menant toutes à la même conclusion.

Q11. Il était judicieux d'exploiter la conservation de la quantité de matière en vapeur d'eau renouvelée lors de son évolution de T_a à T_i . De nombreux candidats n'ont pas pris en compte cette différence de température entre les états initial et final.

Q12. Avec **Q13** c'est l'une des questions les moins bien traitées du sujet : toujours abordée mais très peu de façon rigoureuse. Là encore, le fait que le résultat soit donné fait que de trop nombreux candidats remontent du résultat à un point de départ physiquement faux. Le plus souvent les erreurs portent sur la mauvaise compréhension de la relation entre la masse contenue dans la surface de contrôle et la masse évaporée, on trouve aussi des confusions entre masse d'un système fermé et celle contenue dans la surface de contrôle ouverte.

Q13. Des confusions dans l'interprétation des quantités h_s et h_e , non identifiables à $h(t)$ et $h(t + dt)$. La notion d'enthalpie massique de vaporisation semble mal comprise. On ne peut pas, là encore, identifier la quantité L_v (ni même $x_1 L_v$) à $h_v(t)$ ni même h_e .

Q14. La justification des approximations est souvent satisfaisante. Lorsqu'elle ne l'est pas, c'est bien souvent parce que le candidat cherche à comparer deux grandeurs n'ayant pas même dimension (L_v et C). Il s'agit en fait d'un problème de rigueur dans la rédaction des idées car les candidats ont souvent compris mais écrivent des inégalités vides de sens.

Q15. Question généralement bien traitée.

Q16. Le diagramme psychrométrique a dans l'ensemble été bien exploité par ceux qui ont traité la question précédente.

III Miroir antibuée

Q17. La définition de la puissance thermique est parfois mal connue. Obtenir la relation demandée nécessitait un exposé des hypothèses de travail permettant de conduire à l'obtention d'un profil linéaire

de $\delta T(x)$. Le caractère stationnaire du régime étudié n'a été que trop rarement mentionné. La loi de Fourier est par ailleurs souvent appelée loi de Fick.

Q18. Question souvent bien traitée. L'analogie à l'électrocinétique a parfois conduit à des catastrophes lorsque la puissance thermique a été rapprochée de la puissance électrique en U^2/R .

Q19. De trop nombreux candidats ignorent les fondements physiques du transfert conducto-convectif.

Q20. Question généralement bien traitée.

Q21 et Q22. Un schéma équivalent électrique a permis à bon nombre de candidats de simplifier les calculs par application de la formule du pont diviseur de tension, conduisant à une expression correcte de α .

Q23. La modification du schéma précédent, avec la prise en compte de la résistance du miroir, a permis d'obtenir rapidement la nouvelle expression de la température de surface. La lecture de la température de rosée est souvent exacte et permet de conclure de façon satisfaisante.

Q24. La question a été globalement peu abordée. Les erreurs les plus fréquentes portent, dans une moindre mesure, sur la lecture du HR caractérisant l'apparition de la buée et plus souvent sur l'expression de la masse d'eau à ajouter. À noter que le défaut de rédaction de certains candidats qui alignent les calculs sans aucune explication ne permet pas de suivre leur démarche.

Q25. Les points n'ont été attribués que lorsque le choix était justifié.

Q26 et Q27. Ces questions ont été peu abordées. Chercher à déterminer la puissance minimale et se placer dans ce cas limite permettait de grandement simplifier le calcul.

Q28. Les relations donnant la puissance moyenne et le lien entre résistance et conductivité d'une bande sont souvent bonnes. Par contre la mauvaise lecture du schéma (qui n'était pas évidente loin s'en faut) donnant l'agencement des bandes et leur montage en parallèle aboutit sur une résistance équivalente fautive. La valeur correcte de conductivité n'est que très peu vue. À noter que certains candidats partent sur une fautive piste cherchant à utiliser l'épaisseur de peau. Là encore certains candidats alignent les calculs sans aucune rédaction rendant leur démarche difficile à suivre. Il semble important d'attirer l'attention sur la qualité de rédaction qui doit accompagner ce type de question.

Q29. De nombreuses réponses fantaisistes. À tension d'alimentation fixée, un bon conducteur dissipe plus d'énergie par effet Joule qu'un mauvais conducteur.

IV Station de charge d'une brosse à dents électrique

Q30. Le jury s'étonne que certains candidats ne sachent pas relier valeur efficace et amplitude d'une tension alternative sinusoïdale. Pour cette question très simple, trop peu de points ont été distribués, notamment en raison d'un trop grand nombre de chiffres significatifs pour l'application numérique.

Q31. Question de cours qui n'est pas suffisamment bien traitée dans l'ensemble.

Q32. Peu de candidats ont à la fois la bonne expression de la valeur moyenne et placent la raie spectrale au bon endroit sur le spectre.

Q33. Beaucoup d'erreurs sur cette question simple. Le redressement double la fréquence. Un tracé de l'allure du signal aurait certainement aidé certains candidats.

Q34. Question peu abordée, qui nécessitait une certaine prise d'initiative. Si la fonction de transfert est en général correctement exprimée, le calcul de son module a conduit à des erreurs fréquentes.

Q35 et Q36. Ces questions n'ont que rarement posé problème.

Q37. Si la forme générale des solutions est très souvent correcte, de nombreux candidats ont commis l'erreur de choisir des conditions « initiales » (et non de continuité) incorrectes, généralement $i(0) = 0$.

Q38 et Q39. Ces questions n'ont été que trop rarement correctement abordées.

Q40. Un calcul assez simple globalement peu réussi.

Q41. Le jury a valorisé des lectures graphiques précises, où le candidat aura estimé la fréquence sur un grand nombre de périodes. La seconde partie de la question n'a été que très rarement abordée.

Q42. Le jury attendait que soit évoqué l'effet de peau et ses conséquences. L'estimation numérique de l'épaisseur de peau a été souvent correcte lorsque réalisée.

Conclusion

Comme l'année dernière, il est recommandé aux futurs candidats :

- de consacrer le temps nécessaire pour soigner la rédaction des réponses aux questions proches du cours ;
- de justifier avec rigueur les hypothèses faites pour les questions non guidées ;
- de ne pas négliger les applications numériques, ce qui nécessite d'exprimer les valeurs avec un nombre approprié de chiffres significatifs, et de ne pas hésiter à commenter ces valeurs ;
- pour les questions non guidées, définir avec soin les variables et les systèmes utilisés en les nommant et/ou en les définissant sur un schéma.

Tout comme l'année précédente, le jury tient à souligner le niveau tout à fait remarquable de certaines copies et encourage tous les candidats à persévérer dans leurs efforts.