

Rapport de l'épreuve de Physique A

Présentation du sujet

Le sujet de l'épreuve de Physique A était composé de 5 parties indépendantes, qui portaient sur le cycle de l'eau de pluie :

- la première partie s'intéressait à la chute d'une gouttelette d'eau dans l'air, elle abordait des notions de mécanique du point ;
- la seconde partie s'intéressait à la formation d'un arc-en-ciel, elle abordait des notions d'optique géométrique ;
- la troisième partie s'intéressait au fonctionnement d'un pluviomètre capacitif, elle abordait des notions d'électrostatique et d'électronique ;
- la quatrième partie s'intéressait au remplissage d'une nappe phréatique, elle abordait des notions de mécanique des fluides ;
- la cinquième partie s'intéressait à la production hydroélectrique d'un barrage, elle abordait des notions de statique des fluides.

Remarques générales

De façon générale, le jury assiste à une dégradation de la propreté des copies corrigées par rapport aux années précédentes : nombreuses ratures, schémas brouillons, écriture illisible... Les candidats doivent prendre conscience qu'un résultat non-compréhensible sera sanctionné par un zéro à la question.

Le jury souhaite alerter sur le manque d'homogénéité des résultats dans de nombreuses copies. Il n'est pas rare qu'un candidat réalise plusieurs lignes de calcul avec des expressions clairement inhomogènes, ce qui est un point inquiétant après deux années en CPGE. On donnera à titre d'exemples : des vitesses homogènes à g , des pressions comparées à des distances, des forces exprimées en Pa, des volumes homogènes à des surfaces... On retrouve également de nombreuses égalités entre des scalaires et des vecteurs.

Si la résolution mathématique des équations différentielles a globalement bien été traitée par les candidats, on retrouve cependant quelques erreurs récurrentes dans certaines copies : confusion entre la solution particulière et le second membre, constante d'intégration oubliée ou non-déterminée à l'aide des conditions initiales...

Analyse par partie

I. Chute d'une gouttelette d'eau dans l'air

- L'expression de la poussée d'Archimède n'est pas bien connue par une partie importante des candidats, et présente souvent un problème d'homogénéité.
- Plusieurs candidats affirment qu'un nombre de Reynolds élevé témoigne d'un régime laminaire.
- La résolution de la dernière équation différentielle de cette partie a été bien traitée par quelques bons candidats, malgré sa difficulté.

II. Formation d'un arc-en-ciel

- Cette partie a été globalement moins traitée que les autres par comparaison, ou alors seulement à la fin des copies. Cela laisse penser que l'optique géométrique est le domaine où les candidats ont moins d'aisance.
- L'orientation des angles a souvent été mal comprise, alors qu'elle était clairement définie sur la figure.
- L'approximation des petits angles est parfois évoquée pour justifier l'utilisation des lois de Descartes, pourtant celles-ci restent valides quel que soit l'angle considéré.
- Les limites du spectre visible ne sont pas bien connues, et un certain nombre de candidats affirment que la longueur d'onde du rouge est inférieure à celle du violet.
- La diffraction et les interférences sont souvent évoquées pour justifier l'apparition d'un second arc-en-ciel dans le ciel, alors qu'il provient simplement d'une réflexion supplémentaire dans les gouttes.

III. Fonctionnement d'un pluviomètre capacitif

- L'étude des symétries et des invariances du champ électrique est globalement bien traitée, même s'il reste parfois des confusions entre les notions de composante et de dépendance.
- L'application du théorème de Gauss a posé de nombreux problèmes aux candidats, car la surface de Gauss considérée n'était pas clairement définie (et souvent pas fermée!). La charge contenue à l'intérieur de la surface a également donné lieu à des expressions farfelues et souvent inhomogènes. Même si le résultat final est correct, il est dommage que de nombreux candidats aient perdu des points sur cette question par manque de précision.
- Le signe de la différence de potentiels dans l'expression de la capacité du condensateur a été plutôt bien pris en compte.
- De nombreux candidats affirment que des capacités s'ajoutent lorsqu'elles sont associées en série, par confusion avec des résistances.
- De nombreuses erreurs dans les caractéristiques de l'ALI idéal ont été observées : courants de polarisation infinis, confusion entre l'impédance d'entrée et l'impédance de sortie... Un grand nombre de candidats ont également donné les valeurs pour un ALI réel, alors qu'il est bien spécifié dans la question que ce sont celles pour un ALI idéal qui sont attendues.
- Les questions qui concernent le multivibrateur astable ont globalement bien été réussies. Cependant, il est dommage que des candidats expriment les tensions seuils sous la forme d'une inégalité, alors qu'une égalité était attendue.

IV. Remplissage d'une nappe phréatique

- La condition aux limites imposée par un fluide newtonien n'est pas toujours clairement explicitée.
- Il était demandé d'établir l'expression de la vitesse dans le capillaire, afin d'en déduire l'expression de la constante K . De nombreux candidats ont simplement montré que la forme donnée est une solution de l'équation différentielle.

V. Production hydroélectrique d'un barrage

- Un schéma est parfois plus clair qu'une longue explication lorsqu'il s'agit de décrire la direction de la résultante des forces de pression, à condition qu'il soit propre et concis.
- Beaucoup de candidats n'ont pas compris que l'eau exerce une force supérieure à celle de l'air sur la surface du barrage.
- Le calcul de la résultante des forces de pression qui s'exercent sur le barrage cylindrique a été mal posé sur la majorité des copies corrigées. La plupart des candidats ont considéré que le vecteur radial \vec{e}_r était constant dans l'intégrale, ce qui mène à un résultat erroné pour l'expression de la résultante. On rappelle qu'une force de pression étant vectoriel, il est alors nécessaire de prendre en compte son orientation pour calculer sa résultante.

Conclusion

En abordant de nombreux domaines de la physique vus en classe de PTSI et de PT, cette épreuve a permis de réaliser un bon classement des candidats en fonction de leurs connaissances du cours et de leurs capacités de raisonnement. L'histogramme des notes forme en effet une large gaussienne, avec peu de très mauvaises copies par ailleurs. Enfin, le jury souhaite féliciter les candidats qui ont réussi à traiter le sujet entièrement et quasiment sans erreur, obtenant ainsi de très bonnes notes.

PHYSIQUE B – CHIMIE

Durée : 2 heures

REMARQUES GENERALES

L'épreuve de chimie 2024 porte sur des aspects variés de composés comportant un atome d'azote ou de phosphore.

À l'exception de la question Q9 qui nécessite le résultat de la question Q6, les trois parties sont indépendantes et cherchent à aborder de façon équilibrée les programmes de PTSI et PT. Le grand nombre de questions proches du cours a pour objectif de valoriser les candidats et candidates ayant travaillé sérieusement la chimie pendant leurs années de préparation.

Si la grande majorité des copies sont soignées, le jury regrette d'avoir eu à corriger des copies sales et peu lisibles. Comme tous les ans, la présentation de la copie fait partie intégrante de la note finale.

Le jury tient à féliciter les candidates et candidats ayant fourni une production claire, précise, et rigoureuse.

REMARQUES DETAILLEES

Q1. La première question du sujet a été peu abordée. Parmi les réponses proposées, le jury a noté de nombreuses inversions dans le sens de polarité des liaisons, ainsi que des directions très surprenantes pour le moment dipolaire résultant.

Q2-3. Les interactions assurant la cohésion d'un liquide sont fréquemment confondues avec les liaisons covalentes. Les forces de van der Waals donnent lieu à des noms exotiques, jusqu'à Lorentz. Très peu de candidats proposent des ordres de grandeur cohérents pour les forces intermoléculaires.

Q4. Puisque le principe de modération est clairement hors programme, le jury attendait un raisonnement basé sur l'évolution du quotient réactionnel lors d'une perturbation d'un système initialement à l'équilibre. Toutefois, le jury a accordé les points aux réponses correctes et cohérentes qui utilisaient le principe de modération. Par ailleurs, la pression standard a fréquemment été omise dans l'expression du quotient réactionnel.

Q5. Le jury a noté des confusions entre « état standard de référence » et « état standard », voire « état fondamental ».

Q6 à Q8. Les erreurs de signe sur les formules du cours sont fréquentes.

Q9. Très peu de candidats ont fait le lien avec l'exothermicité de la transformation établie à la question Q6.

Q10 à Q12. Trois questions bien traitées.

Q13. Le jury attendait que soit mentionné clairement l'alignement raisonnable des points expérimentaux. Les phrases du type « on voit que c'est un ordre un » ne constituent pas une justification et n'ont été récompensées d'aucun point.

Q14-Q15. L'unité de la constante de vitesse a rarement été donnée correctement.

Q16. Cette question ne nécessitait aucun calcul car une simple lecture du premier graphique permettait de répondre à la question.

Q17. Le jury tient à rappeler que l'élément azote ne supporte pas l'hypervalence. L'énoncé précisait l'ordre des atomes de l'ion nitrate, mais de nombreuses copies n'ont pas utilisé cette indication et ont proposé un enchaînement du type N-O-O-O.

Q18. Peu importe la méthode choisie pour répondre à cette question, toutes les réponses cohérentes ont été récompensées. Malgré cela, le calcul de la constante thermodynamique d'équilibre d'une réaction d'oxydoréduction fournie a posé problème à de nombreux candidats. En particulier, très peu se sont posés la

question du nombre d'électrons échangés. Le jury a pu lire un très grand nombre d'expressions ou de valeurs numériques incohérentes avec le caractère total de la réaction, sans le moindre commentaire sur la copie.

Q19 à Q22. Partie très peu abordée.

Q23. La réaction de dissolution a été parfois confondue avec la réaction acido-basique de l'ion ammonium avec l'eau.

Q24. Il s'agit ici de la seule question du sujet nécessitant un raisonnement long. Le système auquel on applique le premier principe a été très rarement défini, et le calorimètre a fréquemment été oublié dans les raisonnements. Il ne suffit pas de dire que la transformation est adiabatique pour justifier qu'elle est isenthalpique : il fallait également préciser que la transformation est monobare (ou isobare). Beaucoup de candidats se contentent d'écrire une succession de symboles non définis et plus ou moins opaques, sans la moindre justification.

Q25. Question peu abordée. L'inégalité assurant l'absence de formation du précipité a parfois été écrite dans le mauvais sens. Des confusions entre K_s et $1/K_s$ ont été relevées.

Q26-27. Questions bien traitées dans l'ensemble.

Q28. Si de nombreux candidats savent que le courant limite est proportionnel à la concentration en espèce électroactive dans la solution, peu sont capables de citer une deuxième grandeur.

Q29. Des confusions avec le mur du solvant ont été relevées.

Q30 à Q34. Les questions relatives à l'électrolyse ont été peu traitées. Des confusions ont été observées entre oxydation et réduction.

Q35 à Q38. Les candidats ayant abordé la cristallographie et ayant correctement interprété l'énoncé ont bien répondu à ces questions. Toutefois la notion de coordinence est inconnue de beaucoup de candidats : elle est souvent confondue avec la compacité ou la masse volumique.

Présentation du sujet

Le sujet de physique de l'épreuve B portait sur la chauffage d'une habitation individuelle. Elle comportait 4 parties largement indépendantes (les trois premières portait sur le thème Thermodynamique et la dernière partie sur le thème Mécanique des fluides des programmes de PTSI et PT) :

- la partie A proposait l'étude générale proche du cours d'une machine ditherme modélisant le fonctionnement d'une pompe à chaleur ;
- la partie B étudiait le cycle modélisé par le fluide R410A de la pompe à chaleur en utilisant le diagramme enthalpique ;
- la partie C reprenait les résultats théoriques de la partie précédente afin de montrer une meilleure performance de la pompe à chaleur en utilisant le fluide R32 ;
- la partie D proposait d'étudier la vidange du ballon d'eau chaude et l'alimentation en eau chaude du plancher chauffant.

Remarques générales

- La présentation des copies est très inégale, de nombreuses copies sont très mal présentées :
 - encre trop claire ;
 - questions traitées dans un ordre aléatoire et pas toujours convenablement numérotées ;
 - les résultats littéraux ne sont pas systématiquement encadrés ;
 - les mots clés des réponses ne sont pas soulignés.

Il est rappelé qu'une partie importante du barème est consacrée à la présentation de la copie.

- Les applications numériques ne sont pas maîtrisées même les plus simples comme les soustractions, il serait judicieux pour certains de poser l'application numérique sur la copie.
- Les résultats numériques donnés sans unité ne sont pas validés.
- Le vocabulaire de la thermodynamique n'est pas toujours bien maîtrisé :
 - Confusion entre adiabatique, calorifugée et isotherme ;
 - confusion entre source chaude et source froide ;
 - confusion entre isentropique et isenthalpique.
- Inhomogénéité des résultats :
 - Des différences finies $\Delta...$ côtoient des différentielles $d...$;
 - la vérification de l'homogénéité d'une relation littérale est un préalable à l'encadrement de la réponse.
- Le jury attend des candidats qu'ils utilisent des notations intuitives pour les transferts énergétiques et variations d'énergie au cours d'une transformation :
 - Pour la transformation $5 \rightarrow 6$ on note $\Delta_{56}h$ et q_{56} par exemple.
- Trop de candidats se contentent d'affirmer les résultats sans calcul intermédiaire et/ou sans justification :
 - par exemple, écrire $\Delta_{25}h = q_{25}$ sans justification n'est pas acceptable.
- Lors de la rédaction de l'application d'un premier principe, bilan entropique ou premier principe industriel, le jury attend une phrase pour expliquer à quel système et lors de quelle transformation le résultat est appliqué.

Dans le cadre de la rénovation énergétique des bâtiments afin de lutter contre le réchauffement climatique, il est préconisé l'installation de pompe à chaleur. En effet, ce dispositif permet d'effectuer des économies d'énergie pour le chauffage des habitations et la production d'eau sanitaire.

Analyse par question

1. Bien traitée avec schéma général d'une machine ditherme voire schéma technique avec condenseur, détendeur et les échangeurs.
2. Sources chaude et froide souvent confondues.
3. L'efficacité donnée est souvent négative (Q_C algébrique est ici négatif). Certains donnent sans démonstration l'efficacité de Carnot. $\Delta U = 0$ n'est que très rarement justifié, le jury attend le caractère fonction d'état de U et le caractère cyclique de la transformation.
4. La majorité des candidats utilisent le bilan entropique. $\Delta S = 0$ n'est que très rarement justifié. Certains utilisent directement l'inégalité de Clausius, et n'arrivent pas à faire apparaître l'entropie créée S_C , ce qui laisse à penser que ces candidats ne connaissent pas l'origine de l'inégalité de Clausius. De nombreux candidats laissent le résultat avec Q_C et Q_F . L'ordre de grandeur de l'efficacité est plutôt bien connue.
5. Les tracés proposés par les candidats sont souvent pas justifiés. Il est navrant de constater que la majorité des candidats savent répondre à la question précédente en citant la réversibilité et en disant que l'efficacité est maximale, mais n'ont aucun soucis à tracer un COP en fonction de S_C de pente positive.
6. Bien traitée.
7. Les réponses proposées sont souvent trop vagues : on ne peut se contenter de dire que la source froide est l'extérieur, le jury attend la précision "air extérieur" par exemple.
8. La majorité des candidats ne savent pas qu'un condenseur conduit à une liquéfaction. Parmi le peu de candidats qui y font allusion, trop de candidats pensent que la liquéfaction est un processus endothermique. Même si les justifications ne sont pas toujours satisfaisantes, la majorité des candidats ont bien identifié l'échangeur 2.
9. Mêmes remarques que précédemment.
10. Le premier principe industriel (ou en écoulement permanent) a été utilisé quasi-systématiquement. L'absence de pièce mobile est bien identifiée, mais l'adiabaticité de la transformation non.
11. Une confusion courante a lieu entre absence de pièce mobile, et transformation isobare. Le bilan entropique n'est pas systématiquement utilisé. Soit les candidats ne répondent pas, soit ils essaient d'utiliser de manière infructueuse des identités thermodynamiques. On attend ici une comparaison du temps de passage du fluide à travers le compresseur et l'ordre de grandeur des échanges thermiques par conduction avec l'extérieur.
12. Le point 5 a posé de grandes difficultés aux candidats : il est souvent sur la courbe de saturation. Les points 6, 1, 2 sont parfois décalés. Le sens du cycle est connu par les candidats. La question est globalement bien traitée.
13. L'utilisation du théorème des moments est plutôt maîtrisée, même si certains confondent le titre massique en liquide et en vapeur. En revanche peu de candidats commentent leur résultat en comparant à la lecture des isotitres.
14. L'ensemble est plutôt bien traité même si les résultats ne sont pas systématiquement justifiés. Attention à bien vérifier la cohérence du signe des valeurs numériques proposées avec la nature des transferts énergétiques évalués. Pour Q_C et Q_F , il arrive très couramment que les candidats choisissent le point 4 à la place de 5, 3 à la place de 2, 7 à la place de 1. Une lecture plus attentive de la description du cycle permettrait de ne pas faire ces erreurs.
15. Question majoritairement bien traitée.
16. Bien traitée pour la première partie, en revanche la comparaison avec le radiateur électrique est mal maîtrisée : de nombreux candidats justifient qu'un radiateur a une efficacité inférieure à 1 à cause de l'effet de Joule... Il serait intéressant pour un étudiant de PT de savoir justifier clairement que l'efficacité d'un radiateur électrique est de 1 et que la pompe à chaleur est 4,6 (ici) fois plus efficace qu'un radiateur électrique et ce que cela veut dire.

17. Question assez peu traitée. Les meilleures copies présentent cependant un raisonnement clair et justifié menant au résultat attendu.
18. Bien pour les candidats qui ont traités la question. Attention cependant à bien rédiger la conclusion : le gain de performance n'est pas justifié.
19. Le cours est globalement bien connu.
20. La conservation du débit volumique est en général bien utilisée , mais la justification dusigne devant $\frac{dz}{dt}$ est souvent absente. Lorsqu'une expression à démontrer est fournie par le sujet, le jury attend une démonstration justifiée clairement.
21. Lors de la rédaction de l'application du théorème de Bernoulli le jury attend la précision des points qui interviennent. Les hypothèses sont en général bien posées, même si la vitesse v_0 est parfois associée à la hauteur H_0 .
22. De nombreux candidats ne simplifient pas l'expression précédente et se contentent de remplacer v_z par $\left(\frac{r}{R}\right)^2 v_0$.
23. Pour ceux qui ont opéré la simplification précédente, la non linéarité de l'équation différentielle a posé des soucis à nombre de candidats. Par conséquent, d'une ligne à une autre, trop de candidats font disparaître la racine afin d'aboutir à une équation différentielle linéaire... Le jury voit d'un mauvais œil tout candidat qui essaye d'entourlouper le correcteur lors de son raisonnement plutôt que de passer la question.
24. Très bien traitée pour ceux qui ont obtenu l'expression littérale à la question précédente.
25. Assez bien traitée pour les candidats qui obtiennent le résultat littéral à la question précédente. En revanche, les candidats qui trouvent un résultat aberrant devrait au minimum faire un commentaire sur l'ordre de grandeur qu'ils trouvent.
26. Quand la question est traitée (par une minorité), la hauteur de perte de charge est souvent bien calculée. Cependant, l'expression de la puissance des pertes de charge n'est jamais établie proprement à partir de la relation de Bernoulli, et une expression fautive, sans justification, est le plus souvent proposée.
27. Les pertes de charges singulières (ou présence de coudes...) sont fréquemment citées à juste titre. D'autres développements pertinents sont également valorisés.
28. La moitié des réponses proposées sont cohérentes.

Conclusion

L'épreuve a été globalement assez-bien réussie et sélective avec quelques très bonnes copies qui arrivent à traiter l'ensemble du sujet avec une rédaction et une présentation acceptable.

Il est à noter qu'avec une connaissance du cours avec un effort de compréhension acceptable, il est aisé pour les candidats d'obtenir de bonnes notes.

En revanche l'apprentissage d'une suite de formules sans en connaître le sens physique ne permet pas d'obtenir une copie de qualité.