

2.2.F - PHYSIQUE II - Filière PSI

I) REMARQUES GENERALES

L'épreuve portait sur divers thèmes de physique touchant les hydrates de gaz. Elle était divisée en trois parties indépendantes : Généralités, Climatisation et Fluide de Bingham.

La partie Généralités faisait appel au bon sens des candidats, les deux autres parties permettaient aux candidats de montrer leur maîtrise des connaissances sur deux thèmes bien différents et leur recul sur le cours pour l'appliquer à une situation assez nouvelle comme dans l'étude des caractéristiques des fluides de Bingham. Le niveau général des candidats sur cette épreuve est satisfaisant même s'il est très variable selon les parties. En général, les candidats ont réussi assez correctement la première partie Généralités.

La troisième partie du sujet - qui était très guidée et où de nombreuses formules à démontrer étaient fournies - a eu les faveurs des candidats. Là aussi, la réussite est globalement satisfaisante.

Par contre, la seconde partie de Thermodynamique est souvent évitée par les candidats et le niveau moyen sur cette partie est assez faible. Les candidats ne doivent pas perdre de vue les notions de base de Thermodynamique enseignée en première année.

Pour cette partie, le jury a tenu compte de l'anomalie présente à la question 12 puisque le travail massique de compression fournie par le compresseur est $w = \Delta h_{1 \rightarrow 2}$. Peu de candidats ont perçu cette anomalie et peu de ceux qui ont senti le problème ont osé aller contre l'énoncé. Les candidats qui l'ont fait ont été récompensés. Cette erreur d'énoncé n'a toutefois pas handicapé les candidats pour la fin de la partie Thermodynamique.

II) REMARQUES PARTICULIERES

1. Interaction de Van der Waals

A la question 1, affirmer que l'unité (ou la dimension) de α est en m^3 (ou un volume) sans justification ou sans le justifier à partir des données de l'énoncé ou de lois physiques universellement connues ne peut pas constituer une validation du résultat. Dans la question suivante, on peut être surpris de voir qu'un certain nombre de candidats ne savent pas dériver une fonction en $\frac{1}{x^n}$. Il est difficile d'envisager de réussir le concours dans de telles conditions.

A la question 2, justifier le caractère attractif et la courte portée de la force sans faire clairement référence au signe de la force et au terme en $\frac{1}{x^7}$ ne pouvait donner lieu à une validation par le jury.

2. Capacité de stockage

Cette partie a été relativement bien comprise des candidats même si l'on peut relever des erreurs comme à la question 6 où le raisonnement devait porter sur le nombre de cavités et non pas le volume disponible dans les cavités.

A la question 8, la plupart des candidats ont évoqué l'influence du méthane sur la couche d'ozone, le réchauffement climatique (gaz à effet de serre beaucoup plus « puissant » que le dioxyde de carbone) et la dangerosité d'une atmosphère enrichie en méthane. Mais on peut regretter que certains candidats mélangent dans leur propos méthane, carbone et dioxyde de carbone comme s'il s'agissait d'une seule et même entité...

3. Primaire d'un système de climatisation

Comme nous l'avons dit auparavant, la partie de Thermodynamique est la plus mal traitée de toutes.

A la question 9, l'énoncé en réaffirmant le caractère isenthalpique de la transformation aidait bien les candidats. Un nombre non négligeable d'entre eux est incapable d'exprimer l'enthalpie massique d'un mélange diphasé qui constitue pourtant une connaissance de base pour l'évaluation de toutes les grandeurs thermodynamiques extensives dans les cas diphasés. On notera, à l'occasion de cette question, la mauvaise foi voire la malhonnêteté de certains candidats qui, en dépit de l'établissement d'une formule parfaitement fautive, concluent que $x_4^V = 0,30$... La palme revient sans doute à un candidat qui a écrit que $x_4^V = P_4 / P_3$ et que la fraction massique de vapeur vaut donc 0,30 alors que la valeur du rapport des pressions est : $\frac{P_4}{P_3} = \frac{1,2}{5,2} = 0,23$. Ce genre d'attitude est dangereux car le candidat perd toute crédibilité auprès du correcteur pour la suite de sa copie...

A la question 10, les candidats ont en général bien reproduit le diagramme demandé en faisant correctement figurer les isothermes. Par contre, ensuite, peu d'entre eux ont placé le cycle étudié correctement dans le diagramme. Le jury a été exigeant en ne validant que le tracé où l'ensemble des éléments figurait et où les points 1 à 4 étaient placés rigoureusement.

Les candidats qui ont raté la question 9 n'ont en général pas réussi les questions 11 et 12.

On peut constater à la question 13 que de nombreux candidats ne connaissent pas la notion d'efficacité d'une machine thermodynamique frigorifique et encore moins l'efficacité de la machine réversible de Carnot dont on peut retrouver facilement l'expression en fonction des températures à l'aide des deux principes de la Thermodynamique.

4. Utilisation du coulis d'hydrates de TBAB

Cette partie a été assez mal réussie, en particulier parce que de nombreux candidats ont eu des difficultés pour évaluer le bilan enthalpique. La prise en compte des 20% et 80% a été mal faite et plus spécifiquement sur l'enthalpie massique de changement d'état de l'hydrate.

Une erreur à la question 14 compromettait ensuite la compréhension des questions 15 et 16.

La question 17 a été très peu souvent abordée et réussie.

5. Fluide Bingham, profil de vitesse

Les observations de la question 18 sont similaires à celles de la question 1. La réponse ne peut être validée que lorsqu'une justification solide est proposée. Il ne suffit pas d'affirmer.

A la question 19, un grand nombre de candidats a réussi à justifier rapidement la dépendance en r en évoquant comme attendu $\text{div } \vec{u} = 0$ mais d'autres se perdent en considérant soit des invariances par translation ce qui est assez surprenant dans ce contexte ou encore en considérant la conservation du débit volumique sous forme d'une intégrale sur l'ensemble de la section du tuyau.

La question 20 est globalement assez bien traitée mais l'écueil le plus souvent rencontré par les candidats pour la justification porte sur la gestion du terme $(\vec{u} \cdot \text{grad})\vec{u}$.

Très peu de candidats ont eu finalement les points attribués à la question 21. En effet, le jury exigeait qu'on évoque ici l'égalité entre deux fonctions de variables indépendantes qui n'est possible que si elles sont toutes deux égales à la même constante.

A la question 22, à nouveau, beaucoup de candidats ont cru réussir la question mais comment accepter une démonstration où ne figurent pas de bornes dans l'intégrale ou bien encore sans constante d'intégration ?

Les questions 23 et 24 ont été assez bien réussies.

La question 25 est très décevante pour un certain nombre de candidats. En effet, il est difficilement acceptable qu'avec les formules données, un candidat ne trace pas une fonction constante puis une parabole avec la concavité du bon côté. Là, à nouveau, on touche aux prérequis minimums pour envisager un tel concours.

6. Caractérisation d'un fluide de Bingham

Les questions 26 et 27 ont été bien traitées dans l'ensemble, en particulier à la question 26. Nombre de candidats ont vu l'intégration par partie.

La réussite est plus faible à la question 28 car beaucoup de candidats ont oublié qu'il fallait intégrer de τ_s à τ_p et non pas de 0 à τ_p .

La question 29 a été assez bien réussie.

À la question 30, de nombreux candidats se contentent d'affirmer que le caractère affine des droites d'encadrement proposées suffit pour valider le modèle sans chercher à vérifier que la pente de ces droites est 1.

La question 31 est assez peu réussie car, arrivant en fin d'épreuve, elle a été assez peu cherchée. À l'occasion de cette question, le jury a pu constater que si certains candidats ne savent pas dériver une fonction puissance, d'autres savent dériver des expressions beaucoup plus complexes comme celle de cette question. L'objectif de cette fin de problème était de montrer que, par la mesure du débit et de l'écart de pression, on pouvait caractériser le fluide étudié. Les candidats arrivant à la fin de l'épreuve l'ont en général assez bien compris.

III) CONCLUSION

L'épreuve est apparue accessible au niveau des candidats du concours, elle a permis de bien classer ceux-ci allant des plus faibles à quelques copies excellentes. Ces quelques candidats qui ont terminé l'épreuve en obtenant la totalité ou la quasi-totalité des points ont montré que l'épreuve était accessible.

Pour terminer, le jury sensibilise les candidats sur le fait que le programme du concours porte sur les deux années de classes préparatoires et que les connaissances étudiées en première année doivent être retravaillées au cours de la seconde année.