

## PHYSIQUE A

Durée : 4 heures

### PRESENTATION DU SUJET

Le sujet faisait appel à des domaines variés du cours de physique des deux années de préparation.

La "ballade islandaise" nécessitait de connaître son cours :

- sur la mécanique du point ou des solides en mouvement de translation ou de rotation autour d'un axe
- sur les transferts thermiques et le principe industriel,
- sur l'induction et la puissance des moments des forces de Laplace
- et sur le filtrage.

Les parties indépendantes les unes des autres auraient dû permettre à la majorité d'obtenir une note convenable même à un candidat qui n'est pas à l'aise dans certains domaines.

Le jury a été très déçu de constater que très peu de candidats traitent les parties question de cours qui sont pourtant valorisées au barème. Elles aident aussi le candidat car, souvent placées en début de partie, elles lui permettent de mobiliser les connaissances nécessaires pour répondre aux questions dans cette partie.

Bien sûr on a vu avec plaisir des candidats traiter avec réussite l'essentiel du sujet. Ce qui montre que cela était possible pour un étudiant qui maîtrise bien son cours.

Regardons maintenant question par question.

### PARTIE I

Question 1 : un festival de formules non homogènes, confusion entre masse et masse volumique, égalité d'élément différentiel et non différentiel, intégration de la « formule » à démontrer dans la démonstration, introduction d'une composante tangentielle de la force pressante et même confusion entre pression et force de pression. Cette question conçue pour aider les candidats par une simple application du principe fondamental à un élément de fluide les a plutôt desservis.

Question 2 : de la triche pour obtenir un résultat connu de certains candidats. Des erreurs de projection, de définition de H. Certains trouvent des pressions négatives et ensuite les utilisent en valeur absolue. On trouve aussi des confusions entre Pa et bar.

Question 3 la réponse devinée n'est pas souvent justifiée. Très peu de candidats font un dessin  $P_{\text{sat}}(T)$  et d'autres inversent les domaines liquide et vapeur.

Question 4 souvent juste.

Questions 5 et 6 ordres de grandeur aberrants, justifications mal rédigées.

### Partie II A

Question 7 la loi de Fourier est fautive dans quelques copies, il y a confusion entre le flux et le vecteur densité de courant thermique. Peu de commentaires sur le signe. Confusion pour certains avec l'équation de diffusion thermique.

Question 8 la réponse est souvent mal justifiée ou fait l'objet de longs calculs inutiles.

Question 9 la loi de  $T(z)$  obtenue certains ne savent pas calculer le flux.

Question 10 la définition de la résistance thermique pas toujours sue donc pas établie. Un certain nombre la donnent sans l'établir.

Question 11 plus de réussite sur cette question mais des confusions entre conductance et résistance.

Question 12 la discontinuité de la température conforme à la loi de Newton ne figure que très rarement sur les profils de température.

Question 13 peu de bonnes réponses, confusion entre surface latérale et la section ou oubli de la surface (la formule proposait la puissance surfacique).

Question 14 souvent mise en parallèle des résistances au lieu de la mise en série et oubli de la résistance de diffusion.

Question 15 quelques bonnes réponses (ordre de grandeur et unité)

## **PARTIE II B**

Question 16 Question de cours très rarement bien faite. Démonstrations incomplètes faute d'exploitation correcte de la notion de stationnarité. Confusion entre  $h$  et  $u$  et donc le travail des forces de pression pas évoqué. Souvent le caractère massique n'est pas souligné. Un dessin ne serait pas superflu.

Question 17 réponse souvent fausse et le caractère incompressible de l'eau (écrit dans l'énoncé) presque jamais utilisé comme justification.

Question 18 peu de réponses et encore moins de bonne ! Souvent la conductance est mal placée, il y a confusion entre  $\frac{dT}{dx} dx$  et  $(T_{\text{ext}} - T(x))$  et une erreur de signe dans le transfert conducto-convectif.

Question 19 Malgré l'équation différentielle donnée dans l'énoncé des candidats ne voient pas que  $\delta$  est une longueur.

Question 20 des solutions inexactes erreur de dimension et d'utilisation des conditions aux limites.

Question 21 des élèves devinent la valeur de  $\delta$  et donnent les bonnes valeurs de température.

Question 22 souvent une remarque sur la faible variation relative de l'altitude au lieu d'une comparaison des énergies. La comparaison du flux radial et du flux longitudinal presque jamais effectuée.

## **PARTIE III A**

Question 23 la notion de transducteur n'est pas connue de la plupart.

Question 24 an souvent inexacte

### **PARTIE III B**

Question 25 réponses majoritairement fausses : certains parlent de champ magnétique variable.

Question 26 Alors que la question précédente devait aider les candidats à partir du flux magnétique pour calculer la fem puis l'intensité induite, on observe un grand nombre de candidats qui font une application fautive du théorème d'Ampère !

Question 27 la formule donnée dans l'énoncé est peu exploitée, certains calculent la résultante des forces de Laplace. L'effet modérateur est peu cité.

Question 28 le théorème du moment cinétique pas souvent utilisé et erreur sur le caractère moteur du couple.

Question 29 Quelques candidats ont fait correctement cette partie B en entier y compris ce dernier bilan énergétique.

### **PARTIE III C**

Question 30 souvent exact.

Question 31 notion impédance d'entrée pas toujours correcte.

Question 32 confusion entre admittance et impédance.

Question 33 ras.

Question 34 résonance rarement invoquée.

Question 35 et 36 une rédaction malencontreuse de la question oubliant R' dans les données a peut-être empêché certains candidats de répondre correctement.

### **PARTIE IV**

Question 37 beaucoup d'erreurs de signe.

Question 38 beaucoup d'équations contiennent encore un terme constant !

Question 39 confusion fréquente entre régime critique et régime non amorti.

Question 40 Peu de bonnes réponses, beaucoup dessinent une situation pseudopériodique.

Question 41 les étudiants ne manient pas très bien les valeurs complexes.

Question 42 rarement bien fait.

Question 43 la justification du diagramme est très incomplète quand elle est abordée. Alors qu'ils ont la figure dans l'énoncé, certains candidats évoquent un passe bas ou un passe bande.

Question 44 Une réponse étrange très souvent donnée :  $\omega_0 \in [\omega_1, \omega_2]$ .

### **CONCLUSION**

Cette épreuve a permis au jury de classer les candidats efficacement. On a trouvé des étudiants bien préparés au concours mais beaucoup trop de copies montrent une assimilation très approximative de notions essentielles du cours de physique des deux ans de préparation.

# EPREUVE PHYSIQUE B

## PARTIE CHIMIE

Durée : 2 heures

### PRESENTATION DU SUJET

Le sujet porte cette année sur les métaux de transition. Il fait appel aux capacités des programmes de première année (PTSI) et de deuxième année (PT).

La première partie privilégie une **approche structurale**. Elle fait appel à des questions classiques sur les structures cristallines.

La deuxième partie traite d'une étude cinétique d'un composé du chrome. La situation classique de dégénérescence de l'ordre est exploitée. Les régressions linéaires nécessaires à la détermination des ordres partiels sont fournies.

La troisième partie traite d'une étude thermodynamique d'un dérivé du chrome. Des calculs de grandeurs de réaction que l'on demande d'exploiter débutent cette partie. On s'intéresse ensuite à l'établissement de l'équilibre.

La quatrième partie est l'étude thermodynamique d'une pile avec un dérivé du chrome. Elle s'intéresse au fonctionnement de la pile et à la charge maximale qu'elle peut délivrer.

La cinquième partie porte sur la détermination de la composition d'un laiton à l'aide d'une analyse spectrophotométrique, une espèce contenue dans le laiton étant colorée.

La sixième et dernière partie aborde l'aspect cinétique de l'oxydoréduction afin de savoir si une réaction favorable thermodynamiquement a effectivement lieu.

**Le sujet aborde donc assez largement les programmes de chimie des classes PTSI et PT. L'évaluation de notions simples y est privilégiée de façon à valoriser des étudiants ayant fourni un travail sérieux en chimie.**

### REMARQUES ET RECOMMANDATIONS

Les conseils et les remarques qui suivent viennent compléter les recommandations formulées les années précédentes. Ils ne doivent pas être accueillis comme des critiques du jury envers le travail des étudiants, mais bien en tant que conseils utiles pour améliorer la qualité de leurs prestations écrites.

Le jury a souvent apprécié la **qualité de la présentation** (résultats numériques soulignés, expressions littérales encadrées, utilisation de couleurs même si celle-ci est limitée par la numérisation des copies) **et de la rédaction**. Il encourage les futurs candidats à maintenir ces exigences. Le jury a quand même constaté une augmentation du nombre de copies écrites dans un français approximatif aussi bien au niveau syntaxe qu'au niveau orthographe.

Les calequettes étant interdites, les applications numériques ont été très allégées.

**Les candidats doivent être conscients que seule une réponse justifiée et argumentée est récompensée par l'intégralité des points associés à la question. Ils doivent également être conscients qu'une valeur numérique sans unité n'a pas de sens et ne peut pas être récompensée.**

L'étude cristallographique a souvent été bien menée sauf par les candidats qui ont mal lu la description du cristal. Attention cependant à la confusion concernant le volume lors du calcul de la masse volumique. Le volume pris en compte a été trop souvent celui des atomes.

L'étude cinétique a montré qu'un trop grand nombre de candidats ignore la méthode de la dégénérescence de l'ordre ou ne comprennent pas ce qu'elle signifie. L'écriture de la loi de vitesse a alors été compliquée. Les coefficients stœchiométriques intervenant dans la réaction étudiée ont été ignorés par certains candidats ce qui les a conduits à des résultats faux. Le coefficient 2 indiqué dans l'équation de l'énoncé a donné à de nombreux « bricolages » de la part des candidats. Le jury n'a pas été berné. Trop souvent les constantes de vitesse étaient sans unité. Il est à noter que beaucoup de candidats n'ont pas su exploiter correctement les courbes et tableaux de valeur fournis.

Les grandeurs de réactions n'ont pas toujours été affectées de la bonne unité ou étaient sans unité. L'optimisation d'une réaction est souvent limitée à augmenter la vitesse de la réaction sans se préoccuper du rendement. A la grande surprise du jury, de nombreux candidats ont considéré la réaction comme totale alors que la constante d'équilibre valait  $1.10^{-9}$ .

L'écriture des réactions d'oxydo-réduction reste un mystère pour certains qui n'hésitent pas à faire intervenir 29 électrons dans une demi-équation redox ou qui laisse des électrons dans une équation bilan. Le jury a noté trop de confusion entre le logarithme népérien et le logarithme décimal. Encore une fois les coefficients stœchiométriques ont été négligés par de nombreux candidats.

L'étude spectrochimique n'est pas toujours maîtrisée par les candidats. Si certains sont capables de donner le bon nom de loi ils ne sont pas forcément capables d'écrire la loi. Un certain nombre de copies confond avec la loi concernant la conductivité et indique que l'on peut déterminer la conductivité grâce au graphe fourni. Concernant le pourcentage de zinc du laiton quelques candidats qui ont fait le calcul ont oublié de conclure ce qui est dommage.

La partie électrochimie a montré une méconnaissance totale de cette partie du programme chez certains. Ils ont retenu quelques mots et les placent en espérant que ce soit la réponse. Enfin la construction graphique a été en général bien réussie par les candidats qui l'ont abordée.

## CONCLUSION

Le jury a eu le plaisir à nouveau cette année de lire quelques excellentes copies. Il félicite vivement ces candidats de la précision et de la rigueur de leur analyse.

# PHYSIQUE B

## PARTIE THERMODYNAMIQUE

Durée : 2 heures

### PRESENTATION DU SUJET

Le problème de cette année portait sur la production électrique à partir de ressources renouvelables. Conformément au cahier des charges de l'épreuve, il évaluait la connaissance du cours, la maîtrise des compétences mais aussi faisait appel à une réflexion plus approfondie dans le respect des contenus du programme. Certaines des données venaient de documents qu'il fallait consulter et dont on devait s'imprégner. D'autres documents permettaient la compréhension d'une situation. Le sujet était progressif et constitué de parties largement indépendantes et portait sur des thématiques industrielles au sens large faisant appel à des domaines des rubriques thermodynamiques du programme de PTSI (thème 3) et thermodynamique et mécanique des fluides de PT (thème 1).

### REMARQUES GENERALES

Tout d'abord, les correcteurs ont eu le sentiment d'un relâchement tant au niveau de la présentation et du soin que de l'expression et de l'orthographe par rapport aux années passées. Trop peu de copies sont soignées, rédigées dans un français correct (qui peut être simple). Une réponse ne commence pas par « car... », mais elle doit rappeler succinctement la question. On doit argumenter ses réponses (revoir la première page des sujets à ce propos) et éviter d'évoquer les Esprits Anciens comme dans Astérix (par Bernoulli, par Laplace, sans majuscule parfois) mais des lois et relations au programme. Un bonus est accordé aux copies soignées et bien rédigées, il n'a pas été suffisamment attribué cette année.

On conseille aux candidats de bien connaître leur cours et les connaissances et compétences qui y figurent. De nombreuses questions proviennent directement du programme ou sont des applications directes des lois de base qu'il contient.

Il faut éviter de donner un résultat final inhomogène et la pratique de l'analyse dimensionnelle doit être régulière, comme ne manquent pas de le signaler les professeurs. Une force et une force volumique n'ont pas la même dimension, un laplacien et une variation, s'ils se notent de la même manière, n'ont pas les mêmes conséquences sur la dimension physique de ce sur quoi ils s'appliquent.

Enfin, les applications numériques donnent lieu à de nombreuses erreurs : il faut donc les pratiquer régulièrement dans l'année. On ne peut améliorer, lors des écrits, ce qu'on n'a pas travaillé régulièrement durant les deux années de préparation.

### REMARQUES PAR QUESTION

#### I) Quelques questions générales

**Q.1** Les ordres de grandeurs sont souvent fantaisistes.

**Q.2** L'intermittente est très souvent évoquée, pas la nécessité d'y pallier avec des moyens de production autres, pilotables. De nombreuses confusions entre climat et météo sont constatées.

#### II) Centrales hydrauliques en montagne

##### 1) Grands barrages

**Q.3** De (trop) nombreuses réponses évoquent implicitement un moteur perpétuel. La gestion des surplus énergétiques et de leur stockage pour faire face aux pics de consommation est trop rarement évoquée.

##### 2) Projet de centrale 1MW

**Q.4** Dans cette question, il fallait connaître la valeur numérique de la masse volumique de l'eau ; trop de candidats semblent l'ignorer. Le calcul de vitesse moyenne est rarement bien fait.

- Q.5** Le calcul à partir de l'énergie potentielle de pesanteur (ou de l'énergie mécanique totale) est trop rarement effectué. La comparaison aux données ne peut alors être faite.
- Q.6** La viscosité n'est pas suffisamment reliée à un phénomène caractéristique du fluide et est trop souvent limitée à l'interaction de ce dernier avec les parois.
- Q.7** La force donnée était volumique : sa dimension n'est pas en Newton ; l'opérateur Laplacien modifie aussi la dimension de la vitesse. Même pour les candidats qui en tiennent compte, faire apparaître des Pa·s n'est pas toujours réalisé.
- Q.8** La longueur des tuyaux est trop souvent prise dans le nombre de Reynolds au lieu de la dimension latérale qui limite la circulation d'eau (rayon ou diamètre). Trop d'applications numériques donnent un mauvais ordre de grandeur mais les critères d'écoulement laminaire ou turbulent sont souvent bien précisés.
- Q.9** On attendait l'évocation de viscosité dans les pertes linéaires (pas seulement de dire qu'elles sont régulières) tout au long de la conduite de section constante et des changements de diamètre, raccordement, etc. pour les pertes accidentelles (singulières).
- Q.10** Il est surprenant que tous les candidats n'aient pas vu que  $\lambda$  était donné sans unité plus loin dans l'énoncé. Une démonstration était cependant attendue pour pouvoir affirmer que le coefficient était sans dimension.
- Q.11** L'expression est souvent bien donnée.
- Q.12** La généralisation de la relation de Bernoulli a été l'occasion de nombreuses erreurs dimensionnelles.
- Q.13** La lecture de l'abaque devait être précisée, le calcul (simple) de  $e$  effectué et sa valeur commentée.
- Q.14** Les calculs permettant de passer des puissances aux travaux massiques ont trop peu souvent été effectués ; les pertes dans la turbine et l'alternateur n'ont pu être constatées.

### III) Centrale solaire thermique

#### 1) Centrale Thémis

- Q.15** Beaucoup de fantaisie dans les réponses et trop peu de calcul de flux capté faisant intervenir le cosinus recherché.
- Q.16** Curieusement, énormément de réponses inversées avec un flux capté au numérateur.
- Q.17** De nombreuses réponses adéquates indiquant qu'on pallie ainsi l'intermittence de la source.

#### 2) Cycle de Brayton idéal

- Q.18** Quelques candidats ont remarqué les montagnes sur la photo de l'installation et qu'elle se trouvait dans les Pyrénées. Certains évoquent la hauteur de la tour ou d'obscures raisons liées à la température.
- Q.19** Beaucoup de bonnes réponses, trop peu établies complètement.
- Q.20** La coquille sur l'entropie fournie ne pouvait gêner que pour le premier diagramme mais de nombreux candidats connaissent le rapport des pentes entre isothermes et isentropiques ou les lois de Laplace. Trop peu de diagrammes cohérents ont été observés et la question n'est pas bien lue : les isothermes, isentropiques et isobares ne sont pas toujours fournies. Trop de candidats tracent les courbes de changement d'état et y font passer les courbes alors qu'on traite d'un gaz parfait.
- Q.21** et **Q.22** La rédaction pêche dans ces questions et trop de candidats ne repèrent pas les étapes d'échange avec les sources.
- Q.23** La relation n'est pas toujours bien donnée (problème de signe) et les candidats évoquent trop souvent la conservation de l'énergie plutôt que la transformation cyclique et la variation nulle d'une fonction d'état.
- Q.24** Il n'y a pas une majorité de bonnes réponses, le fonctionnement moteur du cycle idéal n'étant pas perçu.
- Q.25** Les bonnes réponses sont rares car dépendantes des questions précédentes souvent mal résolues.
- Q.26** De nombreuses bonnes réponses, souvent correctement justifiées.
- Q.27** Idem **Q.25**.
- #### 3) Échangeur avec l'étage de stockage
- Q.28** Les réponses sont souvent satisfaisantes.
- Q.29** Beaucoup d'erreurs de signe dans le bilan, souvent correctement invoqué.
- Q.30** Peu traitée mais les réponses fournies ont souvent été correctes.

## **CONCLUSION**

Le problème a été sélectif et les correcteurs ont lu quelques très bonnes copies, bien présentées et bien rédigées qui montrent que cette exigence est atteignable. On conseille aux futurs candidats de s'entraîner durant toute l'année en ayant en tête qu'un apprentissage approfondi du cours permet d'obtenir de bons résultats aux épreuves et qu'il ne faut pas rester superficiel en utilisant des collections de formules sans sens physique.