

Banque BCPST Inter-ENS/ENPC - Session 2017

Rapport de jury sur l'épreuve écrite de physique

Écoles concernées : ENS de Lyon, ENS (Paris), ENS Paris-Saclay, ENPC

Coefficients (en % du total d'admission) :

- Cachan : 6,2 %
- Lyon : Option Bio 6,6 % - Option ST 8,3 %
- Paris : Option Bio 1,4 % - Option ST 2,1 %
- ENPC : 6,3 %

Membres du jury :

V. Langlois, A. Le Diffon, J.-F. Léger, A. Raoux, C. Winisdoerffer.

Informations statistiques sur l'épreuve

Nombre de candidats inscrits : 751

Nombre de candidats présents : 626

Moyenne : 7,30

Ecart-type : 3,44

Note minimum : 1,73

Note maximum : 20

Présentation du sujet

Le sujet de physique de la session 2017, intitulé notions de thermométrie abordait différents aspects de la mesure de température. Il est disponible à l'adresse suivante :

https://banques-ecoles.fr/cms/wp-content/uploads/2017/05/17_bcpst_sujet_phy.pdf

Le sujet débutait sur des notions très générales concernant les grandeurs thermodynamiques « Température » et « Pression ». À travers les paragraphes IA et IB, les candidates et candidats étaient amenés à préciser certains ordres de grandeur et retrouver des résultats classiques de théorie cinétique des gaz, permettant de définir le cadre de l'étude, ainsi que les notions de température et de pression. La deuxième partie du sujet était dévolue à l'étude de plusieurs types de thermomètres à gaz. Son introduction permettait de dégager des notions générales de thermométrie. Les candidates et candidats étaient ensuite invités à étudier un thermomètre à variation de volume, puis un thermomètre à variation de

pression. L'étude de ce dernier mobilisait des connaissances sur diverses thématiques : mécanique, thermodynamique, électrocinétique ; et concentrait un certain nombre de difficultés du sujet. La troisième partie proposait une étude d'un thermomètre diphasique, et revenait sur la notion de sensibilité. La quatrième et dernière partie, concernant le temps de réponse d'un thermomètre, permettait de clore l'étude à travers une caractérisation de ses aspects dynamiques.

Remarques générales

Les parties du sujet étaient indépendantes et chacune offrait une progression selon une difficulté croissante.

Au regard de l'ensemble des copies des candidats, le jury souhaiterait formuler quelques remarques d'ordre général

- Il est indispensable que les candidat(e)s aient une bonne maîtrise des notions du cours de physique abordées en première et deuxième années. Ils doivent également connaître les raisonnements classiques, les définitions fondamentales et les ordres de grandeur caractéristiques (taille d'un atome, définition de la quantité de mouvement, définition de la pression, ...). Certains candidats ont été pénalisés par leur mauvaise connaissance de certaines définitions ou par leur manque de méthode.
- Le jury souhaiterait insister à nouveau sur la nécessité de contrôler l'homogénéité des formules. Cette vérification fait partie intégrante de la démarche scientifique. Il n'est pas acceptable que de nombreuses erreurs d'homogénéité émaillent une copie.
- Dans le même ordre d'idée, il est également important que les candidat(e)s vérifient la cohérence mathématique des expressions qu'ils obtiennent. Notamment, il n'est pas possible d'égaliser un vecteur à un scalaire. Une force de pression est une grandeur vectorielle, mais la pression est, elle, une quantité scalaire.
- D'un simple point de vue stratégique, il était plus efficace de s'investir dans une partie pour gagner en profondeur de compréhension et d'être ainsi en mesure d'aborder les questions plus difficiles, plus valorisées que les questions plus simples.

Remarques particulières

Dans la suite de ce rapport, nous proposons de revenir brièvement sur certaines erreurs apparues fréquemment, question par question.

I./ Notions de température et de pression

I.A./ Modèle du gaz parfait et mesure de température

Q1 : L'équation du gaz parfait était rappelée dans l'énoncé. Le tracé d'hyperboles a posé peu de problème. Les conditions pratiques d'obtention d'une évolution isotherme ne sont pas toujours connues.

Q2 : La nécessité de disposer d'une référence de température n'a pas toujours été vue par les candidats.

Q3 : Des erreurs d'homogénéité ont été constatées.

Q4 : Attention aux ordres de grandeur tout à fait fantaisistes concernant la taille d'un atome, ou sur la distance moyenne entre particules dans le cas du gaz parfait.

Q5 : Le critère de distinction d'un gaz parfait n'a pas toujours été appuyé par les calculs des questions précédentes. Dans l'ensemble, la définition du gaz parfait est connue.

I.B./ Interprétation cinétique de la température et de la pression

Q6 : Le facteur $1/2$ a été fréquemment oublié.

Q7 : De nombreuses erreurs ont été constatées : signe, facteur 2, inhomogénéité de la quantité de mouvement, confusion entre les deux variations de quantité de mouvement.

Q8 : Également de nombreuses erreurs sur la définition de la pression dans le contexte décrit au début de la partie I.B.

Q9 : Question qui a été rarement bien traitée, en raison des erreurs précédentes.

Q10 : L'énoncé faisait référence à un gaz parfait monoatomique. Beaucoup de copies n'ont pas fait mention du facteur $3/2$.

Q11 & 12 : Peu de commentaires sur ces questions, qui ont été globalement bien traitées.

Q13 : De nombreuses erreurs liées à une identification erronée des degrés de liberté.

Q14 : Les erreurs constatées étaient essentiellement imputables aux erreurs entachant les précédentes questions.

II./ Thermomètres à gaz

II.A./ Considérations générales

Q15 & 16 : Des difficultés ont été notées sur la différenciation. Les coefficients alpha n'ont été que rarement trouvés.

Q17 : De nombreuses erreurs de tracés malgré les consignes précises de l'énoncé.

II.B./ Thermomètre à variation de volume

Q18 : Les valeurs des sensibilités, quand elles ont été déterminées, n'ont fait l'objet de commentaires que dans de très rares copies.

Q19 : Cette question qui faisait appel à davantage d'autonomie et nécessitait quelques applications numériques n'a pratiquement jamais été correctement traitée.

Q20, 21 & 22 : Ces questions, plus calculatoires, n'ont connu qu'un succès réduit. Dans la majorité des cas, elles n'ont pas été abordées.

Q23 : Question de culture scientifique qui n'a pas posé de problème.

II.C./ Thermomètre à variation de pression

Q24 : Cette question a été traitée correctement.

Q25 : Quelques confusions à noter entre résistance mécanique et résistance électrique. Il était ici question de résistance électrique.

Q26 : Cette question qui faisait appel à un raisonnement géométrique a posé de nombreuses difficultés. Une considération sur l'ouverture angulaire décrivant la déformation de la membrane permettait d'établir l'expression des longueurs et des elongations relatives intervenant dans la définition des résistances.

Q27 : Plusieurs types d'erreurs ont été constatées. Soit les candidats n'ont pas su mettre en place le raisonnement d'électrocinétique approprié, soit des erreurs de calcul les ont empêchés d'obtenir le bon résultat.

Q28 : Les candidats ayant répondu aux deux questions précédentes ont pu établir la relation entre la tension et la différence de température. Sans les éléments démontrés précédemment, il était difficile d'obtenir une expression correcte de la tension.

Q29 & 30 : Les bilans de forces et de moments ont posé un certain nombre de difficultés. Dans de nombreuses copies où les bilans étaient corrects, le jury a constaté de nombreuses erreurs de signes.

Q31 : De nombreux candidats se sont lancés dans des calculs complexes sans aboutir. L'utilisation des résultats de la question 26 permettait d'obtenir de manière assez rapide l'expression du couple.

Q32 : Seule la dépendance par rapport aux grandeurs proposées par l'énoncé était attendu dans cette question.

Q33, 34 & 35 : Très peu de candidats ont répondu à ces questions, qui étaient fortement liées aux précédentes. Quelques copies ont toutefois proposé des réponses pertinentes à la question 35.

III./ Thermomètre diphasique

Q37 : L'équilibre mécanique a été établi par la grande majorité des candidat(e)s.

Q38 : Cette question n'a pas posé de difficultés : les candidats ont réussi à établir l'expression de la pression dans les deux régimes (eau sous forme vapeur et eau sous forme d'équilibre diphasique).

Q39 & 40 : En général, les candidats ont réussi à donner la condition de frontière, mais l'expression de f à la frontière n'a pas toujours été trouvée. Quelques erreurs dans l'application numérique ont été constatées.

Q41, 42 & 43 : Ces questions ont été peu abordées. Les candidats n'ont pas su établir et tracer l'évolution du volume en fonction de la température, ni interpréter ce comportement dans le contexte d'utilisation du thermomètre. L'expression des sensibilités n'a été que très rarement établie.

IV./ Temps de réponse d'un thermomètre

Q44 : Dans certaines copies, la justification du caractère unidimensionnel du problème était peu satisfaisante.

Q45 : De nombreuses erreurs ont été constatées dans l'expression de la résistance thermique, principalement sur les facteurs géométriques intervenant dans cette expression.

Q46 & 47 : Quand cette question a été abordée, les candidats ont pu établir l'équation d'ordre un attendue, ainsi que l'analogie électrique demandée.

Q48 & 49 : Dans de nombreuses copies, les conditions initiales n'ont pas été bien correctement prises en compte. L'allure graphique de l'évolution de la température n'était pas toujours cohérente avec l'expression théorique.

Q50 : L'utilisation de la grandeur T^* pour s'affranchir de la différence d'apparence des courbes, liée à la différence d'amplitude des évolutions, a été peu comprise par les candidats, ainsi que l'interprétation concernant le temps de réponse du système.

Q51 : Les candidats ont globalement répondu correctement à cette question. Plusieurs réponses étaient possibles selon la méthode proposée par les candidats.

Q52 & 53 : Les deux dernières questions du sujet ont été peu abordées. Quelques rares copies ont proposé une analyse tout à fait pertinente.

* * *