

## Composition de Physique (XULSR)

### Filière MP

L'épreuve de Physique série MP proposait cette année deux problèmes totalement indépendants. Le premier s'appuyait sur la compétition entre effet tunnel et répulsion électromagnétique pour établir une loi d'échelle sur la cinétique de réactions de fusion nucléaire au sein du soleil ; le second étudiait la puissance générée par un moteur en introduisant deux approches de thermodynamique en temps fini.

Un grand nombre de copie a vu les deux problèmes traités jusqu'à la dernière question, avec seulement quelques questions laissées de côté.

. La moyenne des 1702 candidats français est de 10,17/20 avec un écart-type de 3,87.

Remarques générales :

\* Attention à la présentation des copies. Les numéros de questions doivent être immédiatement identifiables, et les résultats mis en évidence. Un résultat illisible risque d'être considéré comme faux.

\* Lors des tracés de courbes, il faut nommer les axes, donner une échelle et faire attention aux comportements asymptotiques.

\* Ne pas oublier les unités lors des applications numériques.

\* En physique, une grandeur n'est pas grande ou petite dans l'absolu, mais doit toujours être comparée à une autre grandeur.

Remarques question par question :

Question 1 : le terme plasma n'est pas toujours connu.

Question 2 : une grande variété d'effets physiques hors de propos a été évoquée.

Question 3 : question bien traitée dans l'ensemble. Néanmoins, bien que seule l'expression pour  $x > 0$  était demandée dans l'énoncé, de nombreux candidats ont aussi proposé une expression pour  $x < 0$ , générant parfois des erreurs superflues et faisant perdre du temps aux candidat.e.s. Par ailleurs, les notations de l'énoncé et non celles du cours doivent être utilisées.

Question 4 : parfois,  $\psi^2$  a été écrit au lieu de  $|\psi|^2$ . Écrire  $L \gg 1$  n'a pas de sens : il faut comparer des grandeurs de même dimension physique.

Question 5 : erreurs de signe fréquentes.

Question 7 : il est inutile de redémontrer une formule donnée dans l'énoncé. Il convient de respecter les demandes de l'énoncé, notamment les variables en fonction desquelles le résultat doit être exprimé.

Question 8 : la question précédente ayant introduit une valeur particulière de l'énergie, dite énergie de Gamow, le candidat se doit de la faire figurer sur le graphe de variation de  $\theta(E)$ . Représenter la variation de  $\theta(E)$  en fonction de  $E$  ne signifie pas tracer la dérivée de  $\theta(E)$  en fonction de  $E$ .

Question 9 : le changement de variable  $(v_1, v_2) \rightarrow (v_G, v)$  a été étonnamment mal traité. Il est arrivé régulièrement que le/la candidat.e arrive à la bonne formule mais identifie mal la masse  $\mu$ .

Question 10 : certain.e.s candidat.e.s ayant mal identifié  $\mu$  ont néanmoins réutilisé la formule et ont ainsi pu continuer.

Question 11 : le calcul du Jacobien du changement de variable a été abordé dans un nombre très faible de copies. L'expression "facteur de Boltzmann" est inconnue d'une majorité de candidat.e.s.

Question 12 : beaucoup de candidat.e.s semblent penser que le préfacteur en  $1/v$  ou  $1/\sqrt{E}$  est une simple constante multiplicative.

Question 14 : le préfacteur  $K$  ne dépendant pas de l'énergie  $E$ , il ne doit pas inclure de termes dépendant de la vitesse de la particule.

Question 16 : la question demandait non seulement la valeur de  $E_0$ , mais aussi de situer  $E_0$  entre  $E_g$  et  $kT$ . Il fallait répondre à l'intégralité de la question pour obtenir l'intégralité des points.

Question 19 : cette question étant une généralisation du cas précédent, l'expression de la valeur de la masse réduite doit s'identifier à celle proposée à la réponse 9 pour des noyaux de masses identiques ( $m_1 = m_2 \rightarrow \mu = m_1/2 = m_2/2$ ). À de nombreuses reprises, on a lu que la masse était proportionnelle au nombre de protons (au lieu du nombre de nucléons, on assimilait  $m_p$  et  $m_n$ )

Question 21 : les conventions de signe pour le travail  $W$  doivent être cohérentes au fil du raisonnement. Il vaut mieux choisir explicitement une convention et s'y tenir que de mettre des valeurs absolues pour éviter de se poser la question.

Question 22 : l'invocation ex nihilo du rendement de Carnot ne permet naturellement pas aux candidats d'obtenir l'intégralité des points à cette question. Très peu de candidat.e.s ont pris la peine de préciser les conventions d'orientation des flux d'énergie qu'ils utilisent. Certain.e.s candidat.e.s n'utilisent pas les notations de l'énoncé.

Question 24 : fréquente incohérences de conventions sur  $W$  avec la question 22. Il n'était pas judicieux de développer la formule pour pouvoir représenter la fonction dont les zéros sont évidents sous la forme factorisée.

Question 25 : similaire question 8. Représenter la variation de  $P$  en fonction de  $T_3$  ne signifie pas tracer la dérivée de la puissance. Des confusions entre travail et puissance ont été observées.

Question 25 : l'énoncé indique explicitement que  $T_2$  correspond à la température de la source froide et que  $T_3 < T_1$  (question 23). Aussi, peu d'intérêt de tracer (et commenter) la courbe de la puissance et du rendement pour des valeurs de  $T_3$  hors de l'intervalle  $[T_1, T_2]$ .

Question 26 : faire tendre  $T_3$  vers l'infini n'a pas de sens. Beaucoup de discussions sur le cas absurde de  $T_3 > T_1$ .

Question 28 et 33 : Réaliser les simplifications les plus évidentes avant de proposer un résultat final.

Question 29 : peu de candidat.e.s ont pris la peine de tracer le graphe.

Question 30 : beaucoup pensent à tort que le modèle n'a pas de source de création d'entropie oubliant celle occasionnée par le transfert au sein du fluide caloporteur.

Question 34 : La comparaison des rendements semble avoir été souvent omise. Le raisonnement : rendement faible implique forte irréversibilité a souvent été fait.

Question 35 : il est primordial de définir le système et de se tenir à cette définition pour mener à bien la démonstration. En effet, de nombreux raisonnements erronés ont pour une origine des changements de définition de système en cours de démonstration.

Question 37 : il ne faut pas confondre irréversibilité de la réaction nucléaire et celle de la machine thermique