

1/ PRÉSENTATION DU SUJET

« Supports : adhérence ou pas » était un sujet en 7 parties totalement indépendantes les unes des autres.

Ce sujet de physique-chimie 2020 (avec utilisation de la calculatrice) sollicitait les élèves dans les domaines suivants :

- mécanique : lois du glissement (mécanique MP) de façon majoritaire et théorèmes généraux (mécanique MPSI),
- transferts thermiques (thermodynamique MP),
- équilibres chimiques (MP),
- structure de la matière, cristallographie (MPSI),
- température de flamme (MPSI).

Certaines questions portaient sur des domaines qui n'étaient pas intervenus depuis plusieurs années comme les liaisons chimiques, les changements d'état, les potentiels chimiques et le principe d'une machine thermique.

Les lois de Coulomb relatives au glissement, la loi de Fourier et celle de Newton étaient données aux candidats.

Les différentes parties ou sous-parties commencent par l'exploitation de capacités exigibles indiquées dans les programmes, pour ensuite aller plus loin dans l'étude théorique et conclure avec des évaluations numériques.

Les difficultés étaient graduées avec des questions qui conduisaient pas à pas vers les conclusions attendues.

Les concepteurs ont essayé de graduer les difficultés pour permettre aux candidats sérieux de tirer profit de leur maîtrise du cours

On peut noter que, sur l'ensemble des deux épreuves de sciences physiques, les programmes MP-MPSI sont très largement couverts.

2/ REMARQUES GÉNÉRALES SUR L'ÉPREUVE

Beaucoup d'étudiants devraient faire une analyse dimensionnelle de leur résultat avant d'exploiter des formules visiblement fausses.

De même, une lecture attentive de l'énoncé leur éviterait nombre de fautes : confusion entre norme et valeur algébrique, confusion entre allongement et longueur, confusion entre absence de glissement et immobilité.

Les applications numériques doivent être suivies d'une unité.

Les représentations graphiques doivent être correctement légendées.

Les correcteurs attendent une justification des résultats.

Mécanique

Malgré le rappel des lois relatives au glissement en début d'énoncé, un certain nombre de candidats ne savent pas répondre aux premières questions à ce propos. La situation où la composante tangentielle T serait supérieure à fN est donnée comme la condition de glissement !

Les méthodes énergétiques ne sont pas maîtrisées. Le théorème de l'énergie cinétique est confondu avec celui de la puissance cinétique.

Thermodynamique

Dans l'ensemble des copies on constate que la notion de résistance thermique est très mal maîtrisée par les élèves.

De même, un trop grand nombre de candidats ne sait pas faire un bilan enthalpique ou entropique correctement.

Il y a d'ailleurs souvent confusion entre isenthalpique et isentropique.

Chimie

La notion de moment dipolaire est très mal assimilée : erreur de sens, confusion entre moment d'une liaison et moment d'une molécule, méconnaissance de la notion de charge partielle portée par un atome.

La thermodynamique des équilibres chimiques est la partie la mieux exploitée.

3/ REMARQUES SPÉCIFIQUES

PARTIE I

Cette question de cours a été rarement bien faite.

- Q1.** a) La définition rigoureuse de la vitesse de glissement est souvent remplacée par un charabia.
La situation se trouve restreinte à celle d'un mouvement plan sur plan.
b) La réponse est souvent fausse.

Q2. Q3. Malgré les lois reprises dans l'énoncé, les réponses sont souvent erronées ou partielles.

PARTIE II

Cette partie a été mieux traitée.

- Q4.** Cette question, faite pour éviter aux candidats de se tromper par la suite, n'a pas eu toujours l'effet escompté. La description qualitative, souvent bonne, n'a pas été suivie d'équations justes dans de nombreuses copies.

- Q5.** Beaucoup de fautes : échange des masses des deux solides, confusion entre tension et poids, confusion entre norme et composante algébrique. La méthode imposée n'est pas respectée.
- Q6.** On demande un vecteur et la réponse donne une norme.
- Q7.** Là encore, la question a) faite pour aider, n'a pas eu l'effet escompté... On voit même des candidats introduire un rapport α entre les deux accélérations.
- Q8.** Beaucoup oublient qu'il n'y a plus de tension et se trompent de valeur pour l'accélération du solide 1. D'autres utilisent encore l'équation du solide 2 sans penser à la réaction du support et à l'absence de tension.
Beaucoup utilisent mal les conditions initiales ou changent l'origine du temps sans le préciser ou même s'en apercevoir. Au lieu d'utiliser $(t - t_1)$, ils font des calculs de constantes d'intégration inutiles.
Enfin, certains ayant écrit les bonnes équations ne mènent pas correctement les calculs, pourtant simples, pour obtenir le coefficient de frottement multipliant les fautes de signe et de dimensions.
- Q9.** Visiblement très, très peu de candidats maîtrisent le raisonnement énergétique. Cette question rarement abordée reste le plus souvent une écriture de la puissance cinétique et pas de l'intégrale première du mouvement.
- Q10.** Certains candidats ont obtenu la bonne valeur.

PARTIE III

Partie de mécanique la mieux réussie.

- Q11.** Question souvent assez réussie. Certains connaissent le résultat même s'ils ne savent pas l'établir.
- Q12.** Quelques confusions entre $\tan$ et $\arctan$.

PARTIE IV

Partie assez délicate très peu abordée de façon exhaustive par les candidats.

- Q13.** La plupart des candidats ne se placent pas dans l'adhérence et trouvent une équation différentielle d'oscillateur harmonique. Une lecture attentive de l'énoncé leur aurait évité bien des fautes. Il y a aussi souvent confusion entre allongement et longueur du ressort.
- Q14.** La méthode énergétique imposée est, comme en **Q9**, rarement exploitée de façon correcte. L'énergie potentielle élastique est souvent fautive.
- Q15.** Peu de réponses justes. Beaucoup pensent que le glissement s'arrête pour une vitesse nulle... au lieu de traduire l'adhérence avec une vitesse égale à V . Les candidats oublient que le coefficient de frottement devient nul en mode statique.

Q16. Peu de réponses correctes à cause de l'absence de traitement énergétique.

Q17. Q18. La formule n'a quasiment jamais été établie ni les représentations graphiques correctement représentées. On voit de nombreuses discontinuités de la vitesse !

Q19. Les « grappilleurs » exploitent numériquement la formule donnée.

Q20. Question très peu abordée (encore un traitement énergétique).

PARTIE V

Cette partie de physicochimie est traitée en partie. Peu de bilans thermodynamiques du changement d'état exacts.

Q21. La structure est parfois donnée avec K, L, M au lieu de $ns^x np^y$. Et il y a des réponses fausses pour l'hydrogène ! On voit des doublets sur l'hydrogène dans la formule de Lewis de l'eau.

Q22. Beaucoup de réponses fausses. Très peu exploitent la somme vectorielle des moments confondant le moment de la molécule avec celui de la liaison OH. Des adjectifs qualificatifs farfelus pour la nature du solvant eau (même anhydre !).

Q23. Cette partie du programme de MPSI est inconnue de la majorité des élèves. L'interaction dipôle-dipôle est rarement évoquée.

Q24. Question plutôt réussie.

Q25. Peu d'interprétation de la sublimation comme rupture de deux liaisons hydrogène.

Q26. Des diagrammes faux avec des phases mal placées. L'énoncé demandait explicitement $P(T)$ et on trouve des diagrammes de Clapeyron. Le calcul du transfert thermique est souvent faux par oubli de l'enthalpie de changement d'état.

Q27. Confusion entre isenthalpique et isentropique. Rarement le caractère à la fois isobare et adiabatique est évoqué. Un certain nombre de bonnes réponses au calcul du degré d'avancement de la solidification.

Q28. Là encore quelques réponses correctes.

Q29. Les bilans entropiques posent vraiment problème. On trouve de nombreuses copies où toutes les variations d'entropie demandées sont nulles. L'entropie de solidification n'est pas une notion acquise.

Q30. L'égalité des potentiels chimiques a été bien écrite par beaucoup de candidats mais la température de fusion de l'eau pure pas toujours retrouvée.

Q31. Souvent exact.

PARTIE VI

Partie la mieux réussie par les candidats. Les formules de la thermodynamique chimique MP sont bien exploitées dans l'ensemble. La notion de température de flamme (MPSI) pose plus de problème

Q32. Bilan stoechiométrique exact.

Q33. La loi de Hess est exploitée correctement.

Q34. L'interprétation du signe est parfois fausse car il y a encore confusion entre l'enthalpie et l'entropie pour la chaleur de réaction.

Q35. Le choix industriel est peu commenté ou de façon inexacte. La température d'inversion est souvent confondue avec son inverse. Des erreurs numériques provenant de confusion entre kJ et J.

Q36. Encore confusion entre enthalpie et entropie.

Q37. Bilan de matière souvent inexact et la présence de l'azote souvent oubliée (encore une mauvaise lecture de l'énoncé). De nombreux candidats se trompent en utilisant $\Delta_r C_p$ au lieu de la capacité thermique du mélange après réaction, ce qui montre qu'ils n'ont pas compris le principe de la température de flamme.

Q38. Les candidats oublient que la combustion du méthane produit aussi du gaz carbonique. La réponse invoque souvent un effet polluant au lieu de l'effet de serre.

PARTIE VII

Partie rarement réussie certainement à cause du traitement linéaire du sujet.

Q39. Erreur de primitive ($1/r^2$ au lieu de $\ln$) Erreur de bornes... La résistance de conducto-convection souvent fausse. Montage en parallèle au lieu de montage en série. La conductance linéique est confondue avec la conductance. L'unité est souvent inexacte.

Q40. Peu de bonnes réponses même chez ceux qui connaissent le premier principe appliqué aux écoulements. Une équation de diffusion thermique comme si on était en régime non permanent. La non utilisation de la conductance montre que les candidats ne s'approprient pas assez l'énoncé.

Q41. Des schémas de principe de la machine thermique faux.

Q43. Du charabia au lieu d'une réponse critique correcte.

4/ CONCLUSION

D'abord, comme les années précédentes, nous pouvons répéter nos conseils aux futurs candidats qui veulent réussir les épreuves de sciences physiques.

Il faut :

- lire attentivement l'énoncé pour se laisser guider par celui-ci et se l'approprier,
- respecter les notations et les méthodes imposées,
- faire attention aux erreurs dimensionnelles des réponses,
- maîtriser les notions essentielles du cours de MPSI et de MP,
- ne pas « tricher » pour retrouver une formule donnée dans l'énoncé,
- justifier ses résultats par un raisonnement structuré,
- et, enfin, présenter avec soin les réponses en les encadrant par exemple et en écrivant avec une encre suffisamment foncée pour que le correcteur puisse les lire sans problème sur la copie numérisée.

Toutes les parties de ce sujet ont été abordées, avec plus ou moins de réussite. Sur l'ensemble des candidats, un très petit nombre des 43 questions est resté sans réponse exacte. Le sujet était long mais permettait au candidat d'aborder des parties même s'il avait des lacunes dans certains domaines (ce qui était encore plus important que d'habitude en cette année de pandémie). On a même vu des candidats laisser la partie mécanique pour traiter avec efficacité la chimie et la thermodynamique. On peut d'ailleurs constater qu'il n'y a plus de copies sans chimie. Par contre, il semblerait que les candidats maîtrisent mieux la chimie de deuxième année que celle de première année.

Comme les années précédentes, certain(e)s candidat(e)s se sont distingué(e)s par une très solide maîtrise du cours de physique et de chimie, une grande rigueur dans leurs raisonnements, une rédaction particulièrement soignée ainsi que des remarques pertinentes. Que ces brillant(e)s candidat(e)s soient ici félicité(e)s et leurs enseignant(e)s remercié(e)s.