



1/ Présentation du sujet

Le sujet « objectif lune », constitué de trois parties indépendantes, étudiait certains aspects d'un projet de départ pour notre satellite, puis de vie sur celui-ci. Les sous-parties A et B de la première partie faisaient appel à la mécanique de première et de deuxième année et la sous-partie C aux phénomènes de propagation en optique et dans les plasmas. La deuxième partie étudiait la thermodynamique des écoulements. Les sous-parties A, B et C de la troisième partie faisaient appel à différents domaines du cours de chimie MPSI et MP : cristallographie, structures électroniques, équilibres chimiques et électrolyse. La sous-partie D consistait en un questionnement modeste d'informatique pour tous. La sous-partie E, formée de deux questions ouvertes, nécessitait une maîtrise du cours de mécanique et de thermodynamique. Le sujet long mais très varié, avec des questions progressives, permettait au candidat de trouver des domaines qu'il maîtrisait. Aucune question n'est restée sans réponse sur l'ensemble des parties, montrant que le sujet, hormis sa longueur, était à la portée de nos candidats. Le barème a tenu compte de la longueur.

2/ Appréciation générale

La moyenne de l'épreuve est de 10,06 avec un écart-type de 3,02.

On peut noter que le nombre de copies mal présentées diminue et on constate un réel souci de mise en valeur des résultats présentés. Par contre, il y a beaucoup de fautes d'orthographe et de phrases mal construites. Des candidats énoncent des éléments contradictoires sans même s'en apercevoir.

Quand un résultat à établir est donné dans l'énoncé pour permettre au candidat de continuer le problème, quelques candidats peu scrupuleux « trichent » pour l'obtenir.

La lecture de l'énoncé n'est souvent pas assez attentive et les consignes sur les paramètres à faire figurer dans les résultats ne sont pas appliquées. C'est une mauvaise stratégie, mieux vaut perdre un peu de temps et obtenir les points du barème.

On trouve aussi beaucoup de résultats qui n'ont visiblement pas les bonnes dimensions. Les candidats devraient y prêter attention, il ne sert à rien de continuer avec une formulation visiblement fausse.

3/ Erreurs courantes et remarques détaillées

Les remarques ci-dessous, souvent négatives, conçues comme une aide aux futurs candidats, ne doivent pas masquer le fait que nous avons eu le plaisir de corriger de très bonnes copies. Il y a des candidats qui maîtrisent parfaitement leur cours.

Voici quelques conseils aux futurs candidats :

Pour réussir les écrits en sciences physiques (et ensuite les oraux) il faut maîtriser :

1. Le programme y compris la chimie et l'informatique pour tous.
2. Les connaissances de première année MPSI et de deuxième année MP car l'ensemble des deux épreuves (Physiques et Physique-Chimie) couvre une très large partie de ces deux années.

3. La liste des capacités exigibles marquées dans ces programmes et préparer l'écrit à partir de celle-ci. Les reprendre pour préparer l'oral.
4. La notion de dimension des grandeurs physiques pour voir de suite le caractère homogène ou non d'une formulation et pour affecter les bonnes unités aux grandeurs physiques évaluées en utilisant les bonnes unités de base du Système International.
5. L'utilisation de sa calculatrice pour les calculs numériques.
6. La notion d'ordre de grandeur.
7. Les calculs de petites variations et de développements limités simples.
8. La présentation de la copie et la rédaction des réponses en respectant les consignes de l'énoncé.

PARTIE I.1

Q1. 2. 3. Dans cette partie, les consignes sont peu respectées : réponses incomplètes et pas d'utilisation des bons paramètres. L'expression laconique « par raisons de symétrie et d'invariances » sans plus de précisions est insuffisante.

Le théorème de Gauss en symétrie sphérique est assez bien maîtrisé et correctement appliqué en électrostatique mais il y a souvent une faute de signe en gravitation. Certains écrivent une force gravitationnelle répulsive.

Partie I.2

Q4. Cette question est très souvent mal traitée et les trois définitions justes rarement données. On a rencontré des confusions entre translation circulaire et rotation. Très peu définissent le référentiel avec une origine et trois directions fixes pour l'observateur lié au référentiel. Il y a souvent confusion entre vecteurs de la base de projections et les directions fixes attachées au « solide » référentiel.

Q5.6. Questions traitées dans l'ensemble.

Q7. On trouve des valeurs surprenantes (de quelques heures à des années), sans commentaires.

Q8. Théorème de la résultante cinétique reconnu et caractère non galiléen aussi. Par contre, il y a souvent des réponses partielles sur les différents termes et souvent contradictoires. Les forces de gravitation sont des forces extérieures, donc on ne peut pas dire que $\vec{R}_{ext}$ est la résultante des actions extérieures.

Q9. Parfois confusion entre le théorème de la résultante cinétique et celui de l'énergie cinétique ou celui du moment cinétique. Le terme $\vec{R}_{ext}$ est maintenu à tort.

Q10. Il y a des élèves qui ne savent pas exprimer la vitesse du mouvement circulaire uniforme mais beaucoup utilisent à bon escient l'accélération centripète. La définition du moment cinétique est connue le plus souvent.

Q11. L'analyse dimensionnelle a été fautive quelquefois et il y a confusion entre dimensions et unités.

- Q12.** On trouve un certain nombre de bonnes copies qui font la question avec une application numérique juste.
- Q13.** Très peu de bonne réponse car la majorité des candidats ne sait pas faire les calculs de petites variations.

Partie I.3

- Q14.** Peu de candidats ont établi le retournement du rayon par 3 lois de Descartes successives.
- Q15.** L'ordre de grandeur du temps de l'aller-retour était souvent bon mais beaucoup ont oublié le temps du retour. Par contre, l'influence de l'indice sur la surestimation de la distance (indiquée dans l'énoncé) a été le plus souvent mal établie, les élèves restant au niveau de la durée.
- Q16.** Question bien réussie.
- Q17.** Question pas toujours faite alors qu'il s'agit d'une capacité exigible du programme ! Une grandeur d'échelle trop petite avec confusion des m et des km pour certaines copies. Peu de réponses justes pour $n(z)$.
- Q18.** Question quasiment jamais faite.
- Q19.** Certains écrivent les équations de Maxwell dans le plasma sans densité volumique de courant !
- Q20.** Le bilan des forces est rarement exhaustif.
- Q21.** Le calcul de la conductivité complexe a été assez bien traitée dans l'ensemble.
- Q22.** Certains trouvent l'équation de D'Alembert sans réagir,
- Q23.** avec l'équation $k = \omega / c$
- Q24.** et pas de pulsation de coupure.
- Q25.** Parmi ceux qui ont bien fait l'ensemble, très peu respectent les consignes imposées dans l'énoncé où il fallait utiliser la longueur d'onde.

Partie II

Cette question de cours n'a pas été très bien traitée.

- Q26.** La lenteur des échanges thermiques n'a été que très rarement évoquée.
- Q27.** La relation de Laplace est connue de beaucoup de candidats.
- Q28.** La fonction enthalpie n'est pas connue de tous.

Q29. et Q30. Cette partie a été rarement bien faite avec toutes les hypothèses décortiquées ; comme la formule finale était donnée, certains s'arrangent pour l'obtenir sans évoquer le caractère permanent de l'écoulement.

Q31. Cette question a eu plus de succès puisqu'il suffisait d'appliquer les formules données dans l'énoncé.

Partie III.1

Cette partie utilisait le cours de chimie de première année.

Q32. Question bien faite en général même si la notion de couche de valence n'est pas toujours comprise.

Q33. Très peu de réponses étrangement.

Q34. La cristallographie a rarement été bien traitée alors que c'est une partie facile, le dénombrement des entités dans la maille est souvent faux.

Partie III.2

Cette partie utilisait le cours de chimie des équilibres chimiques de MP.

Q35. et Q36. La loi de Hess est souvent connue mais beaucoup ont oublié les termes de changement d'état ou se sont trompés de signe sur celui-ci ou ont l'ont mis dans l'enthalpie mais pas dans l'entropie. Les commentaires sur le signe sont le plus souvent corrects.

Q37. Le passage à l'enthalpie libre est souvent connu ainsi que le lien entre la constante d'équilibre et l'enthalpie libre mais le nombre d'applications numériques fausses dans le passage à l'exponentielle est surprenant. Peu savent traduire le quotient de réaction.

Q38. et Q39. Questions rarement traitées. Les élèves ignorent que la pression du dioxygène vaut 0,2 bar dans notre atmosphère.

Q40. Là encore caractère culturel ignoré de la majorité des candidats qui ignorent que les ions sont Al^{3+} et Ca^{2+} .

Partie III.3

Cette dernière partie de chimie utilisait le cours d'oxydo-réduction MPSI et MP.

Q41. L'application de la loi du gaz parfait est faite mais comme le bilan chimique d'électrolyse de l'eau n'est pas écrit le plus souvent, le passage aux quantités de matière d'eau et de dihydrogène n'est pas effectué.

Q42.a Les réactions d'électrodes de l'eau ne sont pas toujours écrites et la notion de surtension n'est pas maîtrisée.

Q42.b Rares sont ceux qui ont représenté l'allure des courbes intensités-potentiel.

Q42.c On constate que le passage de l'intensité à la quantité de matière obtenue par unité de temps pose problème à la majorité des candidats. La loi aux mailles écrite est fausse.

Partie III.4

Pour la première fois dans les épreuves de Physique en filière MP, un peu « d'informatique pour tous », à dose homéopathique. Une partie des candidats a fourni des réponses souvent partielles et parfois assez approximatives.

Q43. et Q44. Le langage SQL a un vocabulaire précis mais certains ont inventé des mots clés. Nous conseillons aux candidats de revoir cette partie du cours d'informatique.

Q45. Les candidats ont été moins nombreux à répondre à cette question mais ils l'ont fait avec plus de rigueur montrant une maîtrise du langage de programmation Python sur cette question élémentaire.

Partie III.5

Deux questions plus ouvertes que les précédentes. Très peu sont arrivés jusque-là. Et les rares réponses ne sont pas exhaustives.

Q46. et Q47. La notion de vitesse de libération semble connue mais le rôle de l'agitation thermique beaucoup moins. Le retour à la comparaison des champs de pesanteur de la première partie a été exploité.