

$$\frac{dx}{dt} = f(x), \text{ avec } x(0) = x_0 ;$$

la donnée initiale x_0 appartenant à un espace euclidien E .

Les candidats ont souvent confondu les trajectoires et les vecteurs, dérivant ceux-ci sans hésitation : $\frac{dx}{dt} = f(x)$, pour $x \in E$. La première partie portait sur une étude générale et il faut signaler des erreurs très fréquentes :

- résolution de l'équation différentielle **vectorielle** :

$$\frac{dx}{dt} = f(x) \iff \frac{dx}{f(x)} = dt, \text{ ou } \frac{dx}{x} = f dt, \text{ puis on passe aux logarithmes}$$

- plus grave encore et très fréquent :

$$x'(0) = f(x_0) = , \text{ pour tout } t \Rightarrow x(t) = x_0 + t f(x_0).$$

Il se trouve que cette formule était celle qui était escomptée au I. C , mais la démonstration ci-dessus reste fausse. Aux autres questions, elle conduisait directement à un résultat erroné.

La seconde partie concernait les endomorphismes à trajectoires bornées.

Le théorème de Cayley-Hamilton ne semble pas inspirer de nombreux candidats.

Mais cela paraît moins grave que la confusion fréquente : $P(f) = 0 \Leftrightarrow \det P(f) = 0$.

De plus « $P(f) \cdot Q(f) = 0 \Rightarrow P(f) = 0$ ou $Q(f) = 0$ ».

La troisième partie était dévolue à l'étude des endomorphismes à trajectoires sphériques. D'emblée, presque tous les candidats (plus de 99 sur 100) se sont livrés à des affirmations « fantaisistes » :

- pour prouver l'implication : $\forall u \in E, (u/f(u)) = 0 \Rightarrow f + f^* = 0$, ils ont montré que, $\forall u \in E, (u/f + f^*(u)) = 0$, et ont alors affirmé que, comme le produit scalaire est défini positif, on peut en déduire que $f + f^* = 0$.

Signalons que la dérivée de $\|x(t)\|^2$ est égale à $2\|x(t)\| \|x'(t)\|$, pour une proportion importante de candidats.

Enfin, si tous les candidats pouvaient numérotter les pages ou les feuilles, cela éviterait des recherches parfois infructueuses et toujours désagréables.

Le jury aurait souhaité que les candidats fassent preuve, devant ce sujet certes difficile, mais tout à fait abordable, d'un effort de compréhension des problèmes et d'autocensure, qu'ils n'écrivent que des formules qui aient un sens (la notion de **dérivée** devrait être connue précisément, et on ne devrait jamais voir des **rapports** ou des logarithmes de vecteurs, ce qui a été très fréquent ici), qu'ils aient le souci de toujours démontrer, ne jamais affirmer sans preuve.

Ajoutons qu'il y a aussi de très bons candidats, qui ont dominé le sujet, tant au niveau des concepts que des calculs pas toujours évidents et qui ont su exploiter leurs connaissances, notamment dans les seconde et troisième parties où le cours d'algèbre était fortement sollicité.

Sciences physiques

Physique

La filière PSI se singularise par son ouverture sur la physique appliquée. Elle nécessite une solide formation, qui mérite d'être contrôlée, en physique générale. C'est le cas cette année.

Le problème aborde de nombreuses parties du programme. Les candidats se sont en général essayés à chacune d'entre elles. Mais après avoir traité quelques questions élémentaires, ils se sont retrouvés en grande difficulté. Cependant on constate que certains ont été à court de temps en abordant la troisième partie. Rappelons qu'il faut prendre connaissance de l'intégralité du sujet avant de commencer pour consacrer l'essentiel de son temps aux parties du programme que l'on maîtrise le mieux.

Le problème a bien joué son rôle de sélection .

Partie IA

- Le facteur de Boltzmann est peu reconnu. Les densités volumiques de charge et de particules sont le plus souvent confondues. Certes, il est fréquent de rencontrer dans le langage usuel l'expression : « Soit une charge électrique ... » au lieu de : « Soit une particule chargée électriquement ... ». La notation de la grandeur considérée participe alors à la définition de celle-ci. On rencontrera plutôt l'expression : « Soit une charge électrique q ... ». Dans l'énoncé, la notation classique ρ pour cette densité volumique

de charge, était sans ambiguïté.

- L'équation de Poisson comporte souvent une erreur de signe : les calculettes semblent sous-employées (ou mal documentées).
- Le développement limité proposé par l'énoncé devait être fait à l'ordre le plus bas « amenant quelques chose de nouveau ». Beaucoup de candidats se sont contentés d'un développement limité à l'ordre 0, et se sont ramenés donc à l'équation de Laplace.
- Un commentaire sur l'effet d'écran produit par la charge d'espace n'est que très rarement proposé par les candidats.
- Le calcul de la charge totale reste difficile, même pour ceux qui ont correctement déterminé la densité volumique.

Partie IB

- La conservation du volume est généralement évoquée mais le jury attendait l'exploitation de l'hypothèse explicite de l'énoncé : $r_1 \ll R$ ce qui n'a généralement pas été le cas.
- La mise en œuvre du théorème de Gauss est généralement précédée des remarques nécessaires sur les invariances et les symétries du problème. Beaucoup d'erreurs dans l'expression de la charge intérieure, ce qui donnait un champ électrique faux.
- Pratiquement aucun candidat n'a constaté le formalisme eulérien de l'énoncé. Tous utilisent une relation fondamentale de la dynamique qui nécessite en fait de linéariser l'équation d'Euler pour éliminer le terme convectif.
- La pulsation de plasma est bien souvent obtenue même après les raisonnements les plus fantaisistes. Les calculettes semblent mieux documentées sur ce point. Bien sûr, seul une pulsation obtenue à partir d'une équation différentielle exacte a été validée.
- Quelques bons candidats savent relier libre parcours moyen et section efficace de collision.

Partie IIA

- La composition des vitesses nécessitée par le changement de référentiel, l'attention nécessaire à l'algébrisation imposée par l'énoncé, ont mis en difficulté une bonne moitié des candidats.
- L'établissement des bilans thermodynamiques, tel qu'il est exigé par le programme (c'est-à-dire se ramener obligatoirement à un système fermé), est très souvent mal assimilé.

Le jury a été particulièrement exigeant sur les différents aspects de la démonstration :

- définition précise des systèmes ouverts ou fermés considérés (par l'intermédiaire d'une surface de contrôle),
- énoncé soigneux des lois de conservation mises en jeu,
- implication détaillée du régime permanent ou stationnaire.

Les candidats qui ont utilisé les formules toutes faites (théorèmes d'Euler ou de Reynolds) ne se sont pas vu attribuer de points.

- L'argument d'un écoulement incompressible ne pouvait être utilisé puisqu'une particule de fluide « passe » de ρ_1 à ρ_2 .
- Beaucoup trop de candidats ont voulu « passer en force » en évoquant le théorème de Bernoulli pour démontrer la relation (2). En dehors du fait qu'il manquerait alors un facteur, le théorème de Bernoulli ne pouvait s'appliquer au passage de l'onde de choc, la compressibilité jouant un rôle majeur au niveau du front d'onde (c'est ρU qui se conserve, et non ρ).
- S'agissant du premier principe le jury a accepté indifféremment l'énoncé relatif à U et au travail total ou celui relatif à H et au travail utile (c'est à dire au travail total diminué du travail de transvasement des forces pressantes). Notons cependant que les candidats qui utilisent cet énoncé « industriel » du premier principe le font avec beaucoup plus de simplicité et de réussite (ils ont utilisé $\Delta(h + e_c + e_p) = w_{ind} + q$ sans le re-justifier).

Partie IIB

- De très fréquentes confusions entre masse molaire et masse particulaire.
- L'inventaire inconnues, équations indépendantes, est délicat et la numérotation de l'énoncé trompeuse. Ce bilan n'a été que très rarement correctement fait même si les candidats ont très souvent compris que, à ce stade du problème, il manque une équation.
- Environ un quart des candidats seulement connaît la valeur des capacités molaires à volume constant et à pression constante d'un gaz parfait monoatomique.
- Le jury attendait une analogie, rarement signalée, entre l'équation de Saha et la loi de l'équilibre chimique.
- Il ne suffit pas d'annoncer que $(\gamma T)^{1/2}$ est une vitesse.
- Très peu de candidats ont remarqué que les applications numériques du II B 9) pouvaient être effectuées du moment qu'avait été établie l'expression de r au II B 2), trouvée pourtant par presque la moitié des candidats. En effet, toutes les autres formules

étaient données dans l'énoncé.

Partie IIIA

- Il est vraiment malheureux de voir des candidats affirmant que le champ magnétique a un effet négligeable par rapport au champ électrique par le raisonnement suivant : « pour une OPPM, on a la relation $B=E/c$ et puisque la vitesse de la lumière c est très grande, $B \ll E$ ».
- Certains candidats n'ont pas compris que la description en terme de polarisation du plasma était une façon de traduire le courant vrai correspondant au mouvement des électrons. L'équation de Maxwell-Ampère doit donc être écrite soit avec $j = -n_e \text{edr/dt}$ soit avec ϵ_R mais pas les deux.
- Même lorsque l'équation de dispersion est correcte la discussion du comportement de l'onde en fonction de la fréquence n'aboutit jamais complètement.
- Le comportement limite $n = 1$ est souvent attribué à l'air et non au vide.

Partie IIIB

- L'amplitude de $I(t)$ est le plus souvent admise comme étant égale à I_0 sans démonstration ; c'est aussi le cas de l'égalité des amplitudes des grandeurs lumineuses interférant sur le récepteur R (égalité entraînant $I_1 = I_2$, donc un contraste égal à 1).
- La conservation de l'énergie est très rarement évoquée pour interpréter ou justifier le partage de l'intensité lumineuse entre les deux récepteurs.

Applications numériques :

Compte-tenu des données de l'énoncé, seules les applications numériques présentant deux ou trois chiffres significatifs ont été considérées comme correctes. Avec deux chiffres, les deux doivent être exacts, avec trois une tolérance d'une unité a été acceptée sur le troisième.

Physique-Chimie

Le sujet :

Le sujet Physique-Chimie 2004 abordait les thèmes suivants:

- Réduction de la silice par le carbone et structure du silicium.
- Électrostatique dans une jonction PN puis conduction électrique d'une diode.
- Somme de vecteurs dans le plan.
- Induction électromagnétique dans un moteur asynchrone, commande du moteur ; application à la traction ferroviaire.

La chimie formait la première partie du problème et constituait le quart des questions. Cette proportion a été respectée dans le barème élaboré par le Jury.

L'innovation, cette année, a été l'apparition de trois questions relatives au calcul formel. Le Jury a été satisfait de voir que des candidats y ont répondu très correctement. En revanche, bon nombre d'entre eux ont évité ces questions, peut-être parce qu'ils ne s'attendaient pas à les trouver. Rappelons qu'il est écrit dans la brochure d'instructions relatives au concours que « toute épreuve scientifique peut faire appel au programme d'informatique ».

Les remarques et les conseils qui suivent sont destinés aux futurs candidats. Le Jury souhaite que la lecture de ce rapport leur permette de corriger des erreurs et des pratiques rencontrées dans certaines copies.

Remarques générales

Comme les années précédentes, les meilleures notes ont récompensé les candidats qui, sans avoir fait l'intégralité du sujet, se sont employés à répondre aux questions avec précision, rigueur et clarté.

Les applications numériques sont toujours importantes pour la compréhension d'un phénomène physique ou chimique. Elles donnent un sens à la méthode utilisée et permettent les comparaisons entre divers procédés technologiques. La valeur numérique illustre de plus le bon sens que l'on peut demander à un futur ingénieur. Que penser de la réponse du candidat qui prétend fabriquer une tonne de silicium à partir de 3 mg de silice ? Le Jury est attentif aux réponses quantitatives et il attend des candidats des résultats nets, écrits avec le nombre de chiffres significatifs compatible avec les données ainsi qu'une unité précise (S.I. ne suffit évidemment pas). Les bonnes applications numériques sont toujours bien récompensées ; il ne faut pas hésiter à refaire au moins une fois les calculs en cas de doute sur les premières valeurs trouvées.

La présentation de certaines copies laisse beaucoup à désirer. L'écriture est parfois raturée voire illisible. Le Jury attend des candidats une copie où les réponses apparaissent clairement, encadrées ou au moins soulignées, les raisonnements et les calculs doivent être explicites de façon lisible. La copie est un moyen de communiquer avec le correcteur et toute correspondance doit marquer le respect