

etc...

Notons aussi que, pour « passer » d'une base orthogonale à une base orthonormée, la plupart des candidats utilise le procédé d'orthonormalisation de Gram-Schmidt ce qui est tout-à-fait inutile.

Une erreur trop fréquente ; le théorème du rang ne s'écrit pas :

$$\ll \dim M_n(R) = \dim \text{Ker } A + \text{rg } A \gg$$

Toujours dans cette partie, une assertion séduit de nombreux candidats (une très large majorité d'entre eux, presque l'unanimité) et permet de résoudre facilement le II.B.4 :

$$\ll \text{Si } f \text{ est un endomorphisme de } R^n : \text{Ker}(f) \oplus \text{Im}(f) = R^n \gg$$

(éventuellement somme directe orthogonale, c'est plus pratique !).

C'est simple, sympathique, joli, voire esthétique... mais faux !

Des contre-exemples sont faciles à trouver :

$$\text{Dans } R^2, \text{ on peut proposer : } f(i) = j \text{ et } f(j) = 0 ; \text{ alors } \text{Ker}(f) = \text{Im}(f)$$

Les parties suivantes étaient plus « techniques ». Les candidats devaient montrer leurs capacités à mener un calcul maîtrisé. La fin, en V.E, n'a été traitée que par quelques excellents candidats.

À remarquer : la matrice d'un projecteur orthogonal (différent de l'identité) n'est pas une matrice orthogonale, bien que cela ait été « démontré » par de nombreux candidats.

Terminons par quelques conseils de bon sens mais qu'il n'est pas inutile de rappeler :

Attention à l'orthographe, très souvent lamentable, qui peut changer le sens d'une assertion. On voit souvent :

«  $AB$  et  $BA$  ont même valeur propre », « On a montrer », « Une base de vecteur propre », etc...

On peut se demander quelle sera la crédibilité, voire la compréhensibilité des rapports de ces futurs ingénieurs !

Numéroter les pages ou les feuilles et écrire le numéro de la question traitée, par exemple II.A.3.a ; un a, tout seul, en haut d'une nouvelle feuille non numérotée, oblige le correcteur à faire une enquête minutieuse et fastidieuse.

On parle d'un ellipsoïde et non d'une ellipsoïde !

Le procédé d'orthonormalisation est dû à Gram et Schmidt et non à Gramm ou Gramme.

Le théorème spectral est un élément de la théorie spectrale mais on n'écrit pas « théorème spectrale »

Pour désigner la transposée de  $A$ , écrire  ${}^tA$  et non  $t_A$ .

## Conclusion

Le jury pense que ce sujet a bien rempli son rôle. L'écart-type est particulièrement important et les bonnes copies qui révèlent compréhension et connaissances obtiennent des notes en correspondance avec les qualités manifestées. Les très bonnes copies sont rares mais le problème permettait aux meilleurs candidats de se distinguer et d'exprimer leur potentiel.

## Sciences physiques

### Physique

#### Présentation du sujet

L'épreuve est constituée de trois parties très largement indépendantes qui s'articulent autour de la fusion thermonucléaire inertielle laser. La première partie étudie les instabilités hydrodynamiques, la seconde concerne l'origine des germes de ces instabilités, à savoir l'empreinte laser, il est enfin question de l'observation des phénomènes au sein du microballon.

La résolution globale nécessite d'avoir acquis de bonnes connaissances théoriques du programme de seconde année dans les domaines de la mécanique des fluides et de l'électromagnétisme. Il faut aussi avoir assimilé les applications pratiques de l'optique géométrique de première année concernant la formation des images.

Les compétences requises par cette épreuve vont au-delà de la compréhension et de la restitution des connaissances du programme. Il faut en particulier savoir illustrer les modèles théoriques étudiés par des phénomènes ou des observations courantes et connus de tous.

## Analyse globale des résultats

La première partie représente la moitié du barème global, contre environ un quart pour chacune des deux autres. Les notes partielles obtenues dans la première partie sont à l'image du poids de celle-ci. La seconde partie a été mieux réussie au détriment de la dernière. Le tableau suivant synthétise la production relative moyenne des candidats :

Partie :	Poids de la partie par rapport au barème global	Prestation relative par rapport à la note globale de la copie
Partie 1 :	51 %	49 %
Partie 2 :	26 %	38 %
Partie 3 :	23 %	14 %

Au vu de ces chiffres, il n'est pas nécessaire de traiter l'intégralité de l'épreuve pour obtenir une note fort correcte. Néanmoins, il convient de répondre de façon constructive avec rigueur et précision à la majorité des questions.

## Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

### Partie I

Le début de cette partie est assez technique et proche du cours. Il a certainement amené un côté rassurant pour les candidats. Néanmoins, il y a trop de points perdus par maladresse. Pour répondre correctement à une question, il convient d'en analyser le sens, et d'y répondre de façon constructive avec un réel souci de communication et de rigueur.

IJA)1) Le jury attendait une argumentation reposant sur un changement de référentiel plutôt qu'un cas singulier où  $V_h = V_b = 0$ .

IJA)2) Le jury attendait une justification du caractère instable de l'équilibre.

IJA)3) Une réponse complète et pleinement satisfaisante s'appuie sur une construction de la loi  $P(z)$  ou alors mentionne bien les conditions restrictives d'utilisation de cette formule en soulignant le caractère incompressible du fluide et les conditions aux limites.

IJB)1) Il fallait souligner, clairement et exclusivement, le caractère irrotationnel de l'écoulement. L'attitude qui consiste à rajouter des conditions supplémentaires du type fluide parfait ou extension infinie... a été pénalisée.

Par ailleurs, il y a souvent confusion entre implication et réciproque. Beaucoup d'élèves argumentent par une réponse du type «  $\vec{rot}(\vec{grad}\phi) = \vec{0}$ , alors comme  $\vec{rot}(\vec{v}) = \vec{0}$ , on a  $\vec{v} = \vec{grad}\phi$  ». Ici cette réciproque est vraie car le domaine d'étude est un ouvert étoilé. Le jury n'a pas pénalisé ce point, mais il s'agit d'une faute de logique.

IJB)2) Il fallait repartir de l'équation d'Euler et mentionner que  $\mu$  est constante, ce dernier point est souvent oublié. Certains candidats ont inventé une autre force pour justifier la présence de  $F(t)$ .

IJB)4) Une réponse correcte s'appuie sur la notion de conservation de la masse pour un fluide incompressible en régime permanent.

IJB)6)7) Attention aux notations, il y a des confusions entre scalaires et vecteurs.

IJB)8)9)18) Il s'agit de questions techniques où il faut détailler la linéarisation.

IJB)11) Deux arguments étaient attendus ici : d'une part, la possibilité de composer tout signal (périodique ou non) en somme (discrete ou continue) de sinusoïdes (série ou transformée de Fourier) et d'autre part, la linéarisation des formules qui permet d'écrire que la réponse d'une somme est la somme des réponses.

IJB)12) Les signes devant les termes  $kz$  ne proviennent pas d'une direction de propagation, mais d'une atténuation de l'amplitude.

IJB)14) On trouve souvent un vocabulaire mal adapté du type « la pression est constante à l'interface », mieux vaut parler de continuité de la pression, c'est plus élégant !

La fin de la partie IJB) était un peu technique. On comprend les candidats qui sont volontairement passés à la suite par souci d'efficacité.

IJC) Les expressions de  $\omega/k$  sont complexes. Le fait de ne pas faire intervenir les lettres  $i$  où  $j$  masque ensuite le caractère divergent de la perturbation. Cette divergence, quand elle est affirmée est rarement liée à la nature complexe de l'expression de  $\omega/k$ . Une bonne rédaction favorise la compréhension.

IJD) Dans cette partie, il y a beaucoup de questions qualitatives. Les candidats ont beaucoup de mal à se justifier par une argumentation nécessitant une phrase dans un français compréhensible. C'est dommage, la physique et les sciences en général ne peuvent se concevoir sans une analyse et une observation préalables à toute modélisation.

IJD)3) Invoquer les vagues est insuffisant : il faut parler de la formation des vagues en présence de vent.

IJE)F) Les candidats ont du mal à faire référence aux études préalables, c'est-à-dire à repositionner dans des exemples concrets des situations générales étudiées auparavant.

## Partie II

Cette partie étudie à l'aide d'un modèle unidimensionnel puis tridimensionnel les conséquences de l'empreinte laser sur les germes des instabilités hydrodynamiques étudiées précédemment. Son objectif et son esprit étaient clairement définis par les titres utilisés par l'auteur de l'énoncé.

II]A) Tout comme le début de la partie I, les questions sont assez techniques et proches du cours. Le jury a récompensé les candidats qui ont fait preuve d'une grande rigueur.

II]A)1) Une réponse complète rappelle les expressions des forces magnétique et électrique, puis relie les ordres de grandeur des amplitudes de  $\vec{E}$  et  $\vec{B}$  avec la célérité  $c$  de la lumière, pour mentionner enfin le caractère non relativiste des particules.

II]A)2) Le jury a accepté les deux réponses : champ électrique non stationnaire ou onde stationnaire, mais elles doivent être justifiées.

II]A)3) Nous conseillons aux candidats de lire rapidement le sujet de façon à s'imprégner du contenu et de l'esprit de l'énoncé. Ici, il n'est nullement dit que l'axe des  $\vec{x}$  est horizontal. La réponse qui consiste à négliger le poids car sa projection est nulle suivant  $\vec{x}$  n'est donc pas recevable. Non seulement, il n'aurait pas été négligé mais n'aurait pas eu de contribution dans l'étude du mouvement suivant l'axe des  $\vec{x}$ , mais en plus cette réponse est incompatible avec la généralisation tridimensionnelle qui suit.

II]A)4)5)6) Une bonne rédaction fait référence aux conditions initiales, explicite les passages aux valeurs moyennes et justifie les identifications.

II]B) Tout comme précédemment, il ne faut pas négliger les parties techniques (développements limités et passages aux valeurs moyennes...).

II]B)4) On ne peut pas définir une énergie potentielle par une formule du type :  $dE_p = -\vec{F} \cdot d\vec{M}$  Toutes les forces ne sont pas conservatives !

II]B)5) Attention à bien lire l'énoncé, on trouve souvent des réponses partielles, il y avait trois interrogations.

II]C)D) Compte tenu du temps limité de l'épreuve, ces parties ont souvent été délaissées.

Les candidats qui ont traité la partie C se sont bien adaptés aux notations. En revanche, pour la partie D, il y a toujours cette difficulté à construire une argumentation claire et précise dans un français correct. L'analyse et la communication font partie intégrante des compétences d'un futur ingénieur. Nous conseillons donc aux futurs candidats de ne pas négliger les séances de travaux pratiques hebdomadaires, tant en ce qui concerne le fond (esprit critique, analyse de la situation...) que la forme (rédaction des comptes rendus).

## Partie III

Cette partie fait appel aux compétences développées lors des séances de travaux pratiques d'optique en première année. Elle a été la moins bien traitée des trois. Sauf pour la première question, l'élaboration d'un schéma propre et clair pose des difficultés. En III]C), peu de candidats ont pensé à utiliser la relation de conjugaison aux foyers.

## Conclusion

Un sujet d'écrit n'a pas pour ultime objectif l'évaluation des connaissances techniques et théoriques acquises en cours ou en travaux dirigés. Il valorise l'ensemble de la formation suivie en classes préparatoires. Il ne faut donc pas négliger les compétences spécifiques attachées aux activités de laboratoire à savoir l'analyse d'une situation physique, l'esprit critique et la communication. Nous conseillons aux futurs candidats de ne négliger aucun aspect de cette formation.

# Physique-Chimie

## Présentation du sujet

À travers l'étude du milieu sanguin, le sujet de Physique-Chimie 2009 abordait les thèmes suivants :

- La stabilité du pH d'une solution aqueuse (effet tampon) ;
- La mesure de la concentration de dioxygène dissous et sa consommation ;
- L'écoulement d'un fluide visqueux dans un tube ;
- Les ondes de pression et le pouls.

Les compétences évaluées par ce sujet étaient variées : questions de cours, lecture de courbes et de diagrammes, discussion de valeurs numériques, modélisation de lois à partir de mesures...

## Analyse globale des résultats

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