

20. Physique-chimie

20.1. Introduction

L'épreuve orale de physique-chimie sans préparation consiste en un unique exercice dont les candidats prennent connaissance et débudent la présentation au tableau. Le temps accordé est de 30 minutes, des formalités à l'entrée à l'effacement final du tableau inclus.

Les sujets proposés portent sur la totalité des programmes officiels (et uniquement sur ces derniers) de physique et chimie des deux années de MPSI et MP, y compris les outils mathématiques et transversaux ainsi que les thématiques expérimentales. Si un étudiant propose une notion hors programme de son propre chef, le jury se réserve le droit de vérifier qu'il maîtrise les conditions d'application de la démarche proposée et qu'il est aussi en capacité d'apporter une réponse dans le cadre du programme.

20.2. Analyse globale des résultats

Le jury tient à souligner que les démarches fondamentales du cours et ses applications ne doivent jamais être négligées. Ainsi, une question proche du cours ne doit pas pour autant être traitée de façon approximative dans un souci de gain de temps. La note finale ne dépend pas, loin s'en faut, que de la quantité de points traités. La qualité de l'argumentation et la rigueur de la démarche sont des critères importants dans l'évaluation : la concision ne doit pas se faire au prix de la précision. À contrario, « traîner » volontairement sur les questions jugées les plus faciles pour éviter d'être confronté à celles qui semblent plus délicates n'est pas une bonne stratégie. Au contraire, avancer dans le sujet dans une interaction dynamique et constructive avec l'examineur est toujours apprécié.

La gestion du tableau est aussi un élément important : les informations doivent être présentées de façon organisée en s'appuyant, lorsque cela est nécessaire, sur des schémas (éventuellement en couleurs) suffisamment grands et soignés pour soutenir le discours.

La gestion de la parole est un autre levier parfois négligé : il est vivement conseillé d'explicitier oralement (en s'adressant directement à l'examineur) les étapes d'un calcul fait au tableau en précisant comment y sont utilisées les hypothèses qui sous-tendent la démarche. La confrontation d'un résultat intermédiaire au bon sens physique est souvent souhaitable avant de poursuivre dans l'exercice.

Les applications numériques n'étant pas facultatives, l'utilisation efficace d'une calculatrice personnelle est indispensable. À ce propos, le jury en constate l'oubli trop fréquent. Il propose alors des estimations en ordres de grandeur. La connaissance (au moins en ordre de grandeur) des valeurs numériques des constantes fondamentales usuelles, ainsi que celle de grandeurs physiques d'usage courant, est attendue. Une analyse critique des résultats numériques obtenus est là encore bienvenue.

20.3. Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

Diffusion thermique

Il convient toujours de commencer par la définition spatiale du système pour lui appliquer un premier principe durant un intervalle de temps précisé. L'analyse physique du signe d'un éventuel terme de production ou d'un transfert conducto-convectif est valorisée.

L'obtention d'une résistance thermique se fait bien plus rapidement, quelle que soit la géométrie adoptée, en exploitant l'uniformité du flux en régime permanent (et en l'absence de source) et la méthode de séparation des variables.

Thermodynamique des systèmes ouverts

La démonstration de cours du premier principe industriel (pour un fluide en écoulement entre une entrée et une sortie) est une question de cours dont le jury attend à minima les grandes étapes : définition d'un système fermé construit à t et à partir de la surface de contrôle et des masses entrante et sortante ; système fermé auquel est appliqué le premier principe pour l'énergie totale en exploitant l'hypothèse de régime stationnaire ; recenser les transferts énergétiques et en particulier justifier l'expression du travail des forces de pression.

En cas de cycle avec changement d'état (climatisation ou pompe à chaleur par exemple), la relation entre chaleur latente et variation d'entropie ainsi que l'analyse physique du signe des transferts thermiques engagés sont attendues.

L'établissement du rendement ou de l'efficacité de Carnot, bien que très classique, est parfois trop laborieuse, ce qui, même si le résultat est connu par cœur, peut être pénalisant.

Mécanique en référentiel non galiléen

Les notions de vitesse et d'accélération d'entraînement sont connues ainsi que l'accélération de Coriolis ; cependant, une analyse physique de la situation permettrait d'en simplifier l'écriture.

Lois du frottement

Il faut être attentif à positionner correctement la composante de frottement de façon à ce qu'elle s'oppose au glissement lorsque celui-ci se produit.

Induction

Une analyse préalable en lien avec la loi de Lenz-Faraday pour analyser le sens d'un courant induit ou d'une force de Laplace est bienvenue.

Électrocinétique et électronique

L'utilisation d'un pont diviseur de tension demande de s'assurer qu'on se trouve bien dans le cadre d'application de cette méthode. Il est parfois nécessaire et plus efficace de savoir mettre en œuvre la loi des nœuds en termes de potentiels. Identifier la nature d'un filtre par une analyse préalable haute et basse fréquence est une bonne stratégie, que la question soit posée ou pas. Elle permet, en outre, de repérer une éventuelle erreur dans la fonction de transfert du montage. À ce propos, la mise en forme de cette dernière sous forme canonique requiert une certaine technicité qui n'est pas toujours maîtrisée.

La contextualisation, dans le cadre du traitement du signaux complexes, de la condition de Nyquist-Shannon en lien avec la problématique du repliement de spectre n'est pas toujours bien menée.

Électrostatique et magnétostatique

L'analyse des propriétés de symétrie et d'invariance (dans cet ordre) de la distribution de charge (ou de courant) et les conséquences pour le champ électrostatique est un préalable à toute étude.

Le choix d'une surface de Gauss fermée (ou d'un contour d'Ampère), bien que souvent classique, doit être motivé.

Propagation des ondes électromagnétiques

La relation de structure n'est valable que pour l'onde plane progressive pour laquelle il convient de ne pas confondre la direction de polarisation avec la direction de propagation. Bien que dans le cadre de l'étude des OPPH, il est souvent commode de mener les calculs en complexe, une attention particulière doit être portée sur les grandeurs énergétiques : une grandeur énergétique est toujours réelle. Ainsi, lorsqu'on demande d'évaluer le vecteur de Poynting instantané, il est impératif de repasser en réel.

Rayonnement dipolaire et diffusion

Le jury regrette le manque de sens physique relatif au cadre du modèle de la charge élastiquement liée et attire l'attention sur la nécessité de connaître et savoir justifier l'approximation dipolaire.

Optique ondulatoire et géométrique

Calculer une différence de marche ou un déphasage entre deux ondes requiert l'utilisation du théorème de Malus et dans de nombreux cas le principe de retour inverse de la lumière. L'équivalence du Michelson à une lame d'air doit être justifiée par un tracé de rayon mettant en évidence les symétries par rapport à la lame séparatrice (supposée d'épaisseur nulle puisque que compensée).

Certain(e)s candidat(e)s rencontrent des difficultés liées à l'absence de schéma clair ou à des tracés dans des cas trop particuliers. L'attention est attirée sur la nécessité d'orienter les angles.

Mécanique quantique et thermodynamique statistique

Dans ces deux domaines, les calculs sont souvent bien menés, mais le jury regrette que l'analyse physique des résultats obtenus ne soient pas du même niveau. Il est donc conseillé aux futurs candidats de systématiquement chercher à faire sens aux différentes situations rencontrées.

Thermochimie

Le recours à un tableau d'avancement est souvent nécessaire. Il convient, si besoin, de faire apparaître la quantité de matière totale à l'état gazeux. L'usage du taux de conversion n'est pas toujours maîtrisé bien que d'un usage classique. L'évaluation de la température atteinte par un réacteur monobare adiabatique nécessite de correctement décrire le cycle utilisé sans omettre la quantité de matière en azote lorsqu'il s'agit de combustion dans l'air.

Les erreurs sont fréquentes dans les calculs numériques du fait des unités : les pressions doivent être exprimées en pascals, les volumes en mètres cubes (y compris dans les masses volumiques), les masses en kilogrammes (y compris pour dans les masses molaires).

Électrochimie

Dans l'écriture des demi-équations électroniques menant à un bilan redox, il convient de vérifier que les espèces utilisées sont effectivement présentes. Il est donc important de recenser les différents oxydants et réducteurs présents dans le système pour vérifier la faisabilité d'une demi-équation.

Le montage à trois électrodes n'est pas toujours connu.

L'analyse des courbes intensité-potentiel demande souvent de contextualiser les notions de sur-potentiel à vide et de palier de diffusion. Il convient en outre de ne pas oublier de tenir compte de la chute ohmique dans l'écriture de la différence de potentiel d'électrodes à courant non nul.

20.4. Conclusion

Concernant la session 2025, le jury constate dans la majorité des évaluations la bonne maîtrise des fondamentaux. Les questions proches du cours sont ainsi souvent traitées de façon convaincante. Les questions demandant plus d'appropriation sont plus inégalement réussies. En effet, si certains candidats font preuve d'initiative dans leur démarche, leurs bonnes idées ne sont pas toujours soutenues par une technicité calculatoire suffisante. Cependant, lorsque ce savoir-faire est mis au service d'une analyse originale du problème, reposant sur de solides bases, cela conduit à d'excellentes prestations. Ces dernières démontrent, chez les candidats concernés, non seulement une maîtrise disciplinaire mais aussi de réelles qualités oratoires qui, bien entendu, sont valorisées. Enfin le jury tient à souligner la courtoisie et la motivation de la très grande majorité des candidats.

21. Physique-chimie-informatique

21.1. Introduction

L'épreuve de Physique-chimie-informatique constitue une évaluation orale exigeante avec une préparation de 30 min suivie d'une présentation de même durée. Cette épreuve permet de tester la capacité à analyser des problèmes scientifiques contextualisés, fréquemment accompagnés de documents annexes, de simulations numériques ou de scripts Python à compléter. Elle évalue l'aptitude à mettre en œuvre une démarche scientifique rigoureuse tout en exploitant efficacement les outils numériques. Cette épreuve vérifie la maîtrise de concepts physiques fondamentaux issus des programmes des classes de MPSI et de MP. Enfin, elle permet de juger des compétences de communication scientifique, notamment la clarté d'expression, la rigueur dans la présentation et la qualité de l'interaction avec l'examinateur.

Les sujets proposent une difficulté progressive et abordent l'ensemble du programme en mettant l'accent sur la modélisation physique et l'interprétation pertinente des résultats obtenus. Ces compétences sont bien sûr attendues dans les formations d'ingénieurs auxquelles se destinent les candidats.

21.2. Analyse globale des résultats

L'analyse des résultats de la session 2025 révèle une répartition équilibrée des notes. 25% des candidats ont obtenu des notes très satisfaisantes supérieures à 14, démontrant ainsi une maîtrise convenable du cours et de la méthodologie attendue. À l'inverse, 25 % des étudiants ont présenté des lacunes et par conséquent des notes inférieures à 8.

21.3. Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux candidats

Erreurs fréquemment observées

Plusieurs types d'erreurs méthodologiques ont été régulièrement constatés lors de cette session. De nombreux candidats ont négligé l'exploitation des annexes fournies avec les sujets, alors que ces documents contenaient souvent des informations cruciales pour la résolution du problème. Il est également conseillé d'examiner les codes Python fournis qui, bien souvent, aident à la compréhension de l'énoncé et même parfois fournissent des éléments de réponse intermédiaires.

Par ailleurs, un nombre significatif d'étudiants a présenté des calculs numériques détaillés, mais sans les accompagner d'une analyse numérique ou d'une interprétation physique pertinente, ce qui a réduit la valeur de leur travail. La gestion du temps de préparation s'est également révélée problématique pour certains, conduisant à des présentations incomplètes ou désorganisées.

Sur le plan disciplinaire, plusieurs confusions conceptuelles ont été relevées, généralement les mêmes que les années antérieures. On peut rappeler qu'en optique, les tracés demeurent souvent approximatifs, avec des constructions géométriques insuffisamment précises. En thermodynamique physique ou chimique, la définition du système est parfois floue et la transformation imprécise. En mécanique, les questions relatives aux référentiels non galiléens continuent de poser problème. La physique quantique, et plus spécifiquement l'interprétation des résultats, reste

un point délicat pour une proportion significative d'étudiants. Enfin, l'exploitation efficace des outils numériques n'est pas encore suffisamment maîtrisée par l'ensemble des candidats, même si des progrès ont été remarqués.

En ce qui concerne la forme des prestations, certaines présentations manquent de structure logique, rendant difficile le suivi du raisonnement. L'interaction avec l'examinateur se révèle parfois insuffisante, certains candidats ayant tendance à s'enfermer dans un monologue sans vérifier le bon sens de leur démonstration.

Des performances remarquables ont été observées dans plusieurs domaines clés. En électromagnétisme, les questions portant sur l'analyse des symétries et des invariances sont globalement maîtrisées. Les exercices de thermodynamique impliquant des bilans énergétiques conducto-convectifs ont également donné lieu à d'excellentes prestations.

Réussites exemplaires

Les candidats les plus performants se sont distingués par plusieurs qualités remarquables. Ils ont systématiquement commencé leur présentation par une synthèse claire et concise du problème posé, permettant ainsi de situer immédiatement le cadre de leur démonstration. L'exploitation des scripts Python fournis a été optimale, ces outils étant utilisés à bon escient pour traiter les aspects numériques des problèmes.

Enfin, leur maîtrise des outils transversaux, comme l'analyse dimensionnelle ou l'estimation des ordres de grandeur, ont témoigné d'une formation scientifique solide et complète.

Conseils pour la préparation

Pour préparer efficacement cette épreuve, plusieurs stratégies peuvent être recommandées. Il est tout d'abord essentiel de s'entraîner régulièrement sur des sujets récents comportant des annexes, afin de se familiariser avec ce type de documents. La pratique assidue de Python, et plus particulièrement des bibliothèques scientifiques comme Scipy et Numpy, constitue un atout majeur pour aborder sereinement la partie numérique de l'épreuve.

Lors de l'oral proprement dit, une attention particulière doit être portée à la structure d'une démonstration. Celle-ci gagne à suivre des étapes précises, avec une introduction posant le problème, un développement organisé et une conclusion synthétique analysant le résultat.

La qualité des schémas et des annotations au tableau joue également un rôle important dans la clarté de l'exposé.

Enfin, l'interaction avec l'examinateur doit faire l'objet d'une attention particulière. Il convient de répondre précisément aux questions posées, sans hésiter à reconnaître et corriger une éventuelle erreur, ce qui démontre une capacité précieuse d'auto-évaluation et de rectification.

21.4. Conclusion

L'analyse détaillée des résultats de l'épreuve de Physique-chimie-informatique met en évidence l'existence de deux profils distincts parmi les candidats. D'un côté, les étudiants méthodiques, capables de mener une analyse physique approfondie et de présenter leurs raisonnements avec clarté et rigueur. De l'autre, ceux qui éprouvent des difficultés à structurer leur pensée scientifique et à organiser efficacement leur présentation, faute d'une bonne maîtrise du cours.

Ces résultats confirment que cette épreuve, bien qu'exigeante, joue parfaitement son rôle. Elle constitue en effet un excellent indicateur des capacités nécessaires pour réussir dans les écoles

d'ingénieurs, où les compétences scientifiques doivent s'allier à des qualités de communication et de synthèse.

Le jury tient à encourager les futurs candidats à diversifier leur préparation, en accordant une attention particulière au développement des compétences numériques et à la maîtrise de la phase de synthèse, qui reste un élément déterminant dans l'obtention d'une excellente note. La qualité globale des prestations observées cette année laisse présager une belle réussite des candidats dans leurs futures études.