

Physique-chimie

Présentation des épreuves

Physique-chimie

L'oral de physique-chimie est une épreuve de 30 minutes, sans préparation, portant sur l'intégralité des programmes de sciences physiques de la filière PSI. Lors de cette épreuve, l'usage de la calculatrice est autorisé.

À son entrée en salle, le candidat se voit remettre un sujet, comportant un exercice unique. Il dispose de quelques instants pour en prendre connaissance avant de se lancer dans sa résolution au tableau. Cette épreuve est conçue pour évaluer la maîtrise des compétences : *s'approprier, analyser, réaliser, valider, communiquer, et être autonome/faire preuve d'initiative* par les candidats.

L'énoncé comporte entre 3 et 6 questions, la première d'entre elles étant toujours une question de cours ou d'application directe du cours. Les questions suivantes permettent au jury d'apprécier la capacité des candidats à s'appuyer sur leurs connaissances et savoir-faire pour s'adapter à des situations nouvelles. L'analyse physique, l'esprit d'initiative, la rigueur de la démarche doivent être mis en avant.

Les sujets proposés aux candidats abordent souvent plusieurs thèmes mais sont classés par rapport à un thème principal, de sorte qu'un candidat qui est évalué sur le thème « bilans macroscopiques » en physique-chimie, ne peut pas être évalué sur ce même thème en physique-chimie-informatique.

Physique-chimie-informatique

L'oral de physique-chimie-informatique est une épreuve d'une durée totale de 1 heure, comportant une demi-heure de préparation. Les sujets portent sur l'ensemble des programmes de physique-chimie de la filière PSI, incluant les capacités numériques. Les candidats disposent pour cela d'un ordinateur sur lequel est installée une distribution `Python`. Le candidat est autorisé à utiliser sa calculatrice personnelle pour toute la durée de l'épreuve (y compris lors du passage au tableau).

Un script `Python` est fourni au candidat. Il lui est alors demandé :

- soit de l'exécuter afin d'accéder à une courbe ou à des données numériques à exploiter lors de l'interrogation ;
- soit de modifier des paramètres de simulation (éventuellement obtenus par des calculs analytiques) afin d'en voir l'effet physique ou de confirmer la validité d'un résultat ;
- soit de réaliser des fonctions simples correspondant aux capacités numériques au programme.

Dans tous les cas, les outils numériques requis sont ceux cités dans l'annexe informatique du programme de physique-chimie de PCSI ou de PSI. Si les fonctions utiles les plus complexes sont documentées, aucune annexe d'aide syntaxique sur le langage `Python` n'est fournie.

Un sujet est constitué de 3 à 5 questions, toujours en rapport avec un ou deux thèmes du programme. Il peut porter exclusivement sur de la chimie, qui est traitée comme toute autre rubrique du programme.

Le jury attend des candidats qu'ils présentent leur sujet : ils doivent en quelques phrases détailler la problématique abordée ainsi que ses enjeux étant donné qu'ils ont eu 30 minutes pour se l'approprier.

Contrairement à l'épreuve de physique-chimie sans préparation, les sujets ne comportent pas explicitement de questions de cours. Certains points du cours peuvent toutefois être soulevés à la demande de l'examinateur.

Analyse globale des résultats

Physique-chimie

Cette année encore, le jury a eu le plaisir d'assister à quelques prestations de très haut niveau : environ 36 % des candidats obtiennent une note supérieure ou égale à 14. À contrario, environ 10 % des candidats se voient attribuer une note inférieure ou égale à 6, le plus souvent par manque de maîtrise du cours de physique-chimie. Le jury tient donc à rappeler que les sujets sont toujours conçus de sorte que les candidats puissent mettre en valeur leur bonne maîtrise des capacités exigibles du programme au début de l'interrogation. Aussi est-il vivement recommandé d'être au point sur toutes les capacités exigibles du programme y compris celles de première année. Cependant, les questions dites de cours doivent être traitées dans un temps raisonnable.

Physique-chimie-informatique

Il y a environ 25 % de bons voire très bons candidats qui obtiennent une note entre 15 et 20. La discrimination entre ceux-ci se fait entre autres par la communication et l'exploitation des documents ou scripts Python fournis.

Inversement, 25 % des candidats obtiennent une note inférieure à 10. Le plus souvent, ces candidats ont manqué d'autonomie et n'ont pas su mettre à profit la préparation pour proposer des pistes de résolution pertinentes, ou ont négligé l'essentielle contextualisation du sujet et ont pu faire des contre-sens dans l'interprétation de leur résultats par exemple en validant à tort des applications numériques visiblement aberrantes.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Remarques générales

Physique-chimie

Les questions dites de cours sont souvent traitées dans une durée excessive. Prendre 15 minutes ou plus, pour utiliser le théorème de Gauss ou d'Ampère sur des géométries classiques, calculer une température de flamme ou le rendement de Carnot d'un moteur ditherme rend l'appropriation de la suite du sujet difficile.

Le jury tient à rappeler que l'épreuve dure 30 minutes en comptant le temps d'arrivée à la salle, la vérification de la convocation et des papiers d'identité. Ainsi, il est fortement conseillé de préparer sa convocation, sa carte d'identité, **ainsi que sa calculatrice** afin d'aborder l'épreuve le plus rapidement. Le temps perdu par le candidat à retrouver sa carte d'identité, ou sa calculatrice, au fond de son sac ne sera pas récupéré. Un nombre non négligeable de candidats vient à l'examen sans calculatrice.

Au début de l'épreuve, le candidat doit prendre le temps de lire le sujet pendant quelques instants afin de présenter en une phrase le contexte et but de l'exercice. Cependant, le jury a remarqué qu'une majorité de candidats démarre trop rapidement, sans même prendre connaissance du verso du sujet ou des différentes données numériques fournies.

Concernant la forme, les candidats font bien la part des choses entre ce qui doit être écrit au tableau et ce qui peut être expliqué oralement à l'examineur. Cependant, même s'il s'agit d'un oral, l'utilisation du tableau doit être ordonnée et lisible : ce n'est pas une feuille de brouillon. Les candidats pensent gagner du temps en écrivant rapidement de façon désorganisée mais ils se pénalisent eux-mêmes car ils ont plus de difficultés à s'appuyer sur ces éléments pour construire la suite de leur raisonnement. De plus, il faut rappeler que lors d'un oral, l'interaction avec le jury est primordiale et faire un « écrit debout », sans jamais regarder le jury est évidemment à éviter.

L'autonomie et l'initiative des candidats sont des critères importants de l'évaluation. Les énoncés sont en effet conçus de façon à laisser des libertés et de l'initiative, sur le paramétrage du problème et sur la stratégie de résolution à adopter, entre autres. Le jury regrette fortement que certains candidats, en manque d'idées de réponse, adoptent une attitude attentiste : les examinateurs n'indiqueront jamais exactement la marche à suivre mais donneront des indices ou des débuts de raisonnement.

Certains candidats confondent trop souvent « colles » et oraux de concours. Il ne faut pas attendre systématiquement l'approbation de l'examineur. Si la démarche choisie est mal expliquée ou fautive, le jury apportera une aide en posant des questions sur les passages problématiques du raisonnement proposé, afin de remettre le candidat sur une piste pertinente.

Le jury note une lenteur dans la réalisation de calculs de base du cours mais aussi dans la manipulation d'outils comme la projection de vecteurs, les réalisations d'applications numériques avec calculatrice. Certaines applications numériques doivent être reprises plusieurs fois par le candidat pour arriver au bon résultat, souvent liées à des oublis de valeur ou des erreurs de puissance. Perdre 5 minutes pour faire une application numérique n'est pas concevable vu la durée de l'épreuve.

Lorsque l'oral est fini, le jury attend du candidat que celui-ci pose le sujet sur la table et efface le tableau rapidement afin de ne pas retarder l'appel du candidat suivant. Le fait de continuer à lire le sujet est très mal vu par le jury car cela peut décaler les temps de passage des candidats. Le jury peut ainsi être amené à abaisser la note du candidat si la mauvaise fois du candidat devient manifeste.

Physique-chimie-informatique

Comme pour toute épreuve orale, la communication est un paramètre important de l'évaluation. S'agissant d'une épreuve avec préparation, le jury attend en particulier des candidats qu'ils présentent brièvement le sujet avant d'entamer la résolution des différentes questions. Sur ce point, la seule citation du titre du sujet est insuffisante et l'on souhaiterait que les candidats aient une analyse plus globale de la problématique étudiée et soient capables d'en extraire les enjeux.

Il est par ailleurs rappelé aux candidats qu'il est nécessaire d'expliquer de manière claire les calculs et les démarches mises en œuvre, **même si ceux-ci ont été réalisés par le candidat au cours de la préparation**. L'examineur peut éventuellement demander au candidat si sa démarche a abouti et quel en est le résultat ou quelles difficultés le candidat a rencontré.

L'épreuve se caractérise notamment par l'utilisation d'un outil de programmation Python et l'exploitation de méthodes numériques. Si le niveau de pratique observé cette année dans ce domaine est la plupart du temps satisfaisant, certains essaient toutefois de contourner l'obstacle en se focalisant sur les questions ne recourant pas à l'outil numérique. Cette pratique, contraire à l'esprit de l'épreuve est évidemment à proscrire et a été pénalisée. **À l'avenir, les questions relatives à l'informatique seront mises en évidence afin que les candidats y consacrent un temps suffisant au cours de la préparation.**

La réalisation des applications numériques avec Python plutôt qu'à la calculatrice est à privilégier, car elle permet une correction plus efficace et une adaptation aux erreurs éventuelles faites par le candidat lors de sa préparation plus rapide. On rappelle enfin aux candidats qu'ils sont autorisés de retourner sur l'ordinateur pendant l'oral aussi souvent que nécessaire, soit pour reprendre des données, compléter un script ou pour montrer à l'examineur sa démarche.

Il est conseillé aux candidats de se familiariser un minimum l'utilisation de l'interface Pyzo utilisée par le concours en amont de l'épreuve afin que les tâches simples telles que la compilation d'un script, la mise en commentaires de lignes, ou l'usage de la loupe et du pointeur sur la fenêtre graphique, ne soient pas source de difficulté. En particulier, la compilation des scripts doit être réalisée dans sa totalité, et non cellule par cellule, ce qui, en plus d'être inutilement long, peut conduire à des erreurs informatiques.

Le jury apprécie particulièrement tout commentaire sur les résultats numériques : est-ce attendu, surprenant, conforme aux documents ?

Au cours de l'oral, l'interrogateur pose naturellement des questions, qui peuvent correspondre à de simples analyses de résultats, des prolongements ou ouvertures. Les interventions du jury sont inégales puisqu'elles dépendent du chemin pris par le candidat (souvent, le but d'une question est de donner l'occasion au candidat de corriger une erreur ou de changer de stratégie). L'objectif du jury, par les questions ou les remarques formulées, est uniquement d'évaluer les candidats ; le jury s'efforce de le faire avec justesse et rigueur.

Thermodynamique

Une nouvelle fois cette année, le jury a noté une amélioration dans l'utilisation du premier principe industriel. Cela a permis à des candidats de réaliser de belles prestations sur ce domaine. L'utilisation des diagrammes des frigoristes (p,h) afin de relever des valeurs énergétiques est mal maîtrisée. Le théorème des moments chimiques est souvent mal exploité ou mal écrit. Rien n'empêche le candidat de le redémontrer rapidement si nécessaire. La formulation du premier principe en termes de puissances est plus riche et gagnerait à être mieux connue.

Les candidats confondent très souvent détenteur et compresseur et n'arrivent pas à formuler les hypothèses correctes d'un fonctionnement idéal de ces dispositifs : il serait bon de se rappeler qu'un compresseur et une turbine sont sources de transfert mécanique car ils comportent des pièces mobiles, alors que le détenteur ne possède pas de pièces en rotation. Tous ces dispositifs fonctionnent en première approximation de façon adiabatique. La confusion entre transformation isenthalpique, transformation isentropique, ou transformation adiabatique est trop fréquente. Lors de l'étude de machines dithermes de la vie quotidienne (moteur, climatiseur, etc.), il serait bon que les candidats identifient correctement la source chaude et la source froide et qu'ils connaissent l'ordre de grandeur du rendement ou de l'efficacité de ces dispositifs.

Certains candidats ont du mal à voir le premier principe à utiliser : premier principe en cycle fermé ou premier principe pour un fluide en écoulement ; pourtant la réponse se trouve souvent dans le sujet ou les questions suivantes.

Malgré la hausse de niveau cette année sur ce thème, le jury note encore un très grand écart-type sur ce thème.

Électronique

Cette partie a été responsable de nombreuses mauvaises notes lors de la session. On ne peut admettre que des candidats ne connaissent pas, ou ne sachent pas retrouver la fréquence propre d'un circuit RLC série. Même si dans le programme l'étude des filtres passe-bande et passe-bas d'ordre 2 est demandée, les candidats doivent connaître la nomination passe-haut d'ordre 2 et coupe-bande (réjecteur de bande) d'ordre 2 ainsi que leur utilité.

Peu de candidats savent que la fréquence du secteur en France est de 50 Hz.

De bonnes connaissances générales sont constatées sur le fonctionnement d'un oscillateur électronique, le principe d'une détection synchrone, l'utilisation de l'analyse de Fourier pour le filtrage des signaux. La méthode de résolution des exercices à base d'ALI, ou autres, relève du choix du candidat. Cependant si le candidat bloque dans la résolution le jury proposera une résolution à base de notions au programme.

Dans le calcul des fonctions de transfert avec un regroupement parallèle en sortie, il est préférable d'utiliser les admittances plutôt que les impédances afin de simplifier grandement le calcul.

Mécanique

En mécanique, les schémas doivent être soignés afin de faciliter la projection des forces sur les vecteurs unitaires de la base choisie. Il faut impérativement commencer par définir le système et le référentiel d'étude. **Les formules des vitesses et accélérations en coordonnées cylindriques doivent être connues** (ou retrouvées très rapidement).

Les théorèmes énergétiques sont plutôt bien maîtrisés mais souvent sous-employés par rapport aux autres théorèmes de la mécanique classique. Avant de se lancer dans un principe fondamental de la dynamique, il faut s'approprier un minimum du sujet afin de voir si un théorème de l'énergie mécanique ne serait pas plus appropriée.

Les planches portant sur la mécanique céleste ont été très mal traitées, par manque de connaissances sur le sujet. Les candidats doivent savoir faire le lien entre énergie mécanique et nature de la trajectoire dans les exercices à forces centrales. Il faut connaître ou savoir retrouver très rapidement les relations de vitesses cosmiques, d'énergie mécanique sur une ellipse et la troisième loi de Kepler.

Le théorème du moment cinétique est trop peu utilisé. Il faut connaître la conséquence de la conservation du moment cinétique pour un problème à forces centrales.

Tout comme en thermodynamique, les résultats dans ce thème présentent un fort écart-type. Il est dommage de ressentir tant de faiblesses sur ce domaine qui est essentiel dans son utilisation de nombreux thèmes en physique.

Électromagnétisme

Certains candidats se lancent dans l'application du théorème d'Ampère ou de Gauss sans une étude préalable des invariances et symétries ou sans préciser le contour (la surface) utilisé(e).

Cette année, le jury a remarqué que le calcul du champ dans le cas du solénoïde infini était mal maîtrisé par une majorité de candidats. Même si les symétries et invariances sont bien posées, le candidat fait le choix d'un cercle d'Ampère comme contour autour des spires.

De trop nombreux candidats tentent d'appliquer systématiquement le théorème d'Ampère en faisant intervenir le champ magnétique, même lorsque des milieux magnétiques sont présents. Le jury rappelle que dans ce cas le théorème d'Ampère doit faire intervenir l'excitation magnétique.

L'utilisation qualitative de la loi de Lenz est maîtrisée par la plupart des candidats, ce qui leur permet de gagner un temps précieux dans la compréhension des phénomènes d'induction.

Physique des ondes

Cette partie est en général bien traitée. Le jury a remarqué que les rapports des années précédentes ont bien été relus et les erreurs habituelles ont disparu. Attention cependant à l'utilisation des relations de structures sur des ondes plus exotiques que des ondes planes progressives harmoniques.

La démonstration de l'équation d'Alembert sur une corde simple sous tension demande trop de temps à certains candidats. On ne peut se permettre de passer 20 minutes sur la première question.

Les ondes électromagnétiques sont en général mieux traitées que les ondes sonores. Il faut rapidement retrouver (ou donner) les équations locales linéarisées, afin de pouvoir avancer dans les planches sur les ondes sonores.

Mécanique des fluides

Le théorème de Bernoulli est bloquant pour nombre de candidats : l'énumération des hypothèses aboutit souvent à la conclusion qu'il ne faut pas l'utiliser. On rappelle que le fluide parfait est un modèle, qu'un régime permanent est une approximation ; il n'est donc pas interdit de faire l'hypothèse d'un fluide parfait en régime quasi-stationnaire.

Certains candidats veulent utiliser les équations de Navier-Stokes ou d'Euler, alors que celles-ci ne sont pas attendues. Même si le jury est prêt à écouter les démarches, celles-ci sont souvent écrites de façon non homogène. La notion d'accélération particulaire est bien comprise.

Chimie

Le jury a remarqué une mauvaise connaissance des candidats sur des éléments clés du programme de chimie.

Le calcul de température de flamme prend souvent trop de temps pour les candidats car ils font des erreurs de raisonnement : choix du parcours fictif en fonction des données, oubli de présence de diazote dans l'air, confusion entre coefficients stœchiométriques et quantité de matière présente des constituants, etc.

L'utilisation des diagrammes potentiel-pH afin de déterminer les réactions redox possibles est mal maîtrisée par les candidats.

Il y a confusion dans la polarité des électrodes pour une électrolyse en comparaison de la pile électrochimique.

Le jury regrette que l'équilibrage de réactions prenne un temps si important, ce qui empêche d'aborder des questions d'un intérêt scientifique plus conséquent dans la suite du sujet.

Phénomènes de transport

Lors des bilans de diffusion thermique, il ne faut pas oublier que la surface d'entrée n'est pas toujours égale à la surface de sortie (notamment dans le cas de diffusion radiale). Ainsi est-il préférable de travailler sur le flux thermique plutôt que d'introduire trop rapidement le courant de diffusion thermique.

Lors des bilans de diffusion thermique en régime stationnaire, on n'est pas obligé de redémontrer l'équation de la chaleur puis de la simplifier. On peut directement faire l'hypothèse d'un régime stationnaire afin de gagner du temps dans l'établissement de l'expression recherchée.

Le calcul d'une résistance thermique (ou électrique) en coordonnées cylindriques est devenu une tâche peu maîtrisée.

Conversion de puissance

Cette partie est très bien traitée par une bonne portion de candidats. Cependant la différence entre ceux-ci sur cette thématique est très marquée. On doit souvent rappeler qu'en régime périodique, la valeur moyenne de la tension aux bornes d'une inductance est nulle et de même pour l'intensité traversant un condensateur.

Le choix du transistor ou de la diode pour définir les interrupteurs est une partie mal traitée par une majorité de candidats.

Optique géométrique

Cette partie a été traitée de façon très disparate par les candidats. Certains ont fortement oublié les bases de l'optique géométrique de première année. Les systèmes à deux lentilles (lunette astronomique,

microscope, etc.) doivent être traités comme un ensemble de deux lentilles et non comme une lentille puis l'autre. Dans le cas de la lunette astronomique par exemple, il ne faut pas limiter la course des rayons à l'image intermédiaire, mais il faut les faire émerger du système optique s'ils en ont la possibilité. Si on utilise des aides au tracé, il ne faut pas les représenter de la même façon que les rayons lumineux.

La notion de cercle oculaire a été oublié par une proportion non négligeable de candidats.

L'écriture des différentes images à la traversée de lentilles par diagramme sagittal permet de bien poser le problème.

Conclusion

Les deux épreuves orales de physique-chimie sont clairement différenciées dans leur déroulement et dans les compétences évaluées. Le jury invite les futurs candidats à bien prendre en considération les conseils donnés dans les rapports de jury des années précédentes et est bien conscient du fait que la réussite de ces épreuves exige un grand nombre de qualités.

En physique-chimie, l'accent doit être mis sur l'appropriation du sujet proposé (définition du système étudié, analyse physique, énoncé rigoureux des phénomènes utilisés, etc.) et sur l'interaction avec le jury. Les échanges doivent être constructifs et les candidats doivent faire preuve d'autonomie. Il est également indispensable que les candidats disposent d'un minimum de recul sur l'ensemble du programme, afin de réussir à faire le lien entre les situations proposées lors de l'oral et celles déjà rencontrées en cours ou en TD.

En physique-chimie-informatique, l'accent doit être mis sur la présentation du sujet et des documents fournis, mais aussi une exploitation plus rigoureuse des données numériques.

Le jury constate que le niveau général du concours est toujours élevé : de nombreux candidats sont brillants par leur rigueur, leur dynamisme et leur enthousiasme à venir passer des oraux.

Les jurys de physique-chimie et physique-chimie-informatique forment le vœu que les remarques et conseils formulés dans ce rapport soient utiles aux futurs candidats et à leurs équipes éducatives.