

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 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.

Cette année, les formulaires d'analyse vectorielle et de physique ont été supprimés. Les données nécessaires au sujet sont fournies dans le sujet lui-même.

Physique-chimie-informatique

L'épreuve de physique-chimie-informatique évalue les compétences suivantes : communiquer, s'approprier et analyser, être autonome/faire preuve d'initiative.

L'épreuve, d'une durée totale de 1 heure, comporte une demi-heure de préparation. Un ordinateur sur lequel est notamment installée une distribution `Python` est à la disposition du candidat. Ce dernier est autorisé à utiliser sa calculatrice personnelle pour toute la durée de l'épreuve (y compris lors du passage au tableau).

Chaque énoncé proposé tient sur une page au maximum.

Les sujets comportent des documents complémentaires inclus dans l'énoncé ou bien fournis sur ordinateur.

Près de 90 % des documents sont des scripts `Python`. Il est alors demandé aux candidats :

- soit seulement de les exécuter afin d'accéder à une courbe ou de 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 (par exemple, mise en œuvre de la méthode d'Euler explicite pour la résolution numérique d'une équation différentielle).

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.

D'autres types de documents sont parfois fournis : il peut s'agir de vidéos, ou de documents techniques. Ils sont fournis dès le début de la préparation et peuvent également être consultés librement pendant l'exposé au tableau.

Les domaines abordés sont choisis parmi n'importe quelle rubrique du programme des deux années de la filière PSI retenu pour le concours.

Un sujet est toujours en rapport avec un thème ou deux 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, la nature et le contenu des documents fournis et succinctement justifier de l'utilité des questions posées.

Les connaissances ne sont pas directement testées au cours de cette épreuve ; les planches proposées peuvent éventuellement comporter des rappels de cours, afin de permettre une immersion plus rapide dans le sujet.

Le cours ne constitue pas une base de repli pour les candidats qui doivent rester concentrés sur la problématique proposée ; il ne saurait être ignoré pour autant. Certains points du cours peuvent néanmoins 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 28 % des candidats obtiennent une note supérieure ou égale à 14. *A contrario*, environ 13 % 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, la présentation du sujet et de ses documents pouvant rapporter jusqu'à 3 points. Un autre facteur d'appréciation important est l'exploitation des documents fournis afin d'y extraire des données pertinentes. Les simulations numériques fournies ou réalisées doivent par ailleurs être rigoureusement commentées.

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 20 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, **et 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, il faut prendre le temps de lire le sujet pendant quelques instants afin de présenter en une phrase le contexte et le 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 où se situent souvent les données numériques nécessaires à la résolution du problème.

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. Certains 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 ou sans calculatrice.

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. Le jury rappelle qu'il est formellement interdit de s'approcher du bureau du jury sans son autorisation, même à la fin de l'épreuve.

Physique-chimie-informatique

Comme pour toute épreuve orale, la communication est un paramètre important de l'évaluation. Il s'agit notamment de la présentation du sujet, des documents, des réactions aux questions, des enseignements tirés des divers documents ou applications du sujet. Bien entendu, commencer sa présentation par « à la question 1), j'ai répondu... » est pénalisé. Il est à noter que la plupart des candidats ont mis à profit les rapports des années précédentes et se livrent désormais à une mise en contextualisation du sujet appréciée.

L'épreuve se caractérise, sur la majorité des sujets, par l'utilisation d'un outil de programmation **Python** et l'exploitation de méthodes numériques. Cette démarche s'inscrit dans le cadre des capacités numériques explicitement citées dans les programmes au bénéfice du traitement de problème de physique-chimie de PCSI et PSI. Elle vient compléter la pratique informatique introduite en CPGE par le biais de l'informatique de tronc commun, et enrichit l'éveil des étudiants aux outils modernes de traitement et d'analyse, qui sont des compétences attendues de futurs ingénieurs.

Le niveau de pratique observé cette année dans ce domaine est la plupart du temps satisfaisant, et les étudiants incapables d'utiliser l'outil convenablement sont rarissimes. 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.

Cette année encore, on peut regretter que les courbes tracées sur `Python` ne soient pas exploitées plus rigoureusement : les candidats doivent profiter des fonctionnalités de la fenêtre graphique de `Pyzo`, comme la loupe ou le pointeur qui permettent une lecture précise des coordonnées d'un point. Beaucoup oublient par ailleurs que les courbes tracées sont issues de tableaux numériques et qu'un processus de lecture sur courbe peut parfois être avantageusement remplacé par une consultation des sources numériques qui la produisent. Les plus avisés n'hésitent pas à mettre en place des méthodes d'analyse complémentaires sur ces données.

L'épreuve évalue enfin les compétences « être autonome/faire preuve d'initiative ». Souvent, les résultats utiles du cours doivent être amenés par le candidat. Selon les sujets, ce dernier peut avoir à proposer un modèle de résolution, un calcul à mener dans le but de vérifier une hypothèse, etc. Même si tous les sujets ne le permettent pas, on voit certains candidats proposer des démarches originales (transformation d'un script `Python` afin de créer un graphique, calcul complémentaire dans le but de confirmer ou d'infirmer une hypothèse, etc.). Le jury apprécie également tout commentaire sur les résultats (est-ce attendu, surprenant, conforme aux documents, etc.).

Au cours de l'oral, l'interrogateur pose naturellement des questions qui peuvent correspondre à de simples analyses de résultats, des prolongements ou des 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 de corriger une erreur ou de changer de stratégie) mais aussi du niveau du sujet qui peut nécessiter une aide bienveillante du jury afin d'avancer dans la problématique proposée.

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

Le jury note une proportion importante de candidats ne faisant pas la distinction entre transformations élémentaires et globales. Il faut que les écritures demeurent homogènes et on aimerait ne plus voir les écritures ΔQ ou ΔW qui montrent une incompréhension totale sur la notion d'échange d'énergie.

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 plus 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 et transformation isentropique 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.

Les questions de cours portant sur l'efficacité ou le rendement de Carnot ont été très mal traitées : le rendement d'un moteur a été mal défini, les sources mal identifiées, et la notion de cycle sur les principes de la thermodynamique non comprise.

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

Électronique

Cette partie est plutôt bien traitée. 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'amplificateurs linéaires intégrés, ou autres, relève du choix du candidat : schémas équivalents, lois des nœuds en terme de potentiel, théorème de Millman, diviseurs de tension ou de courant sont acceptés. 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. Il est inutile de multiplier les nominations d'un même état de potentiel, et la réduction dimensionnelle des expressions est conseillée dès le début de l'analyse.

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 définitions du moment cinétique et du moment d'une force sont mal connues. 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.

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 à l'aide de la trajectoire circulaire, les relations de vitesses cosmiques, d'énergie mécanique sur une ellipse et la troisième loi de Kepler.

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 pour 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). Il est dommage de voir le peu de recul sur le choix du contour d'Ampère : on n'utilise pas tout le temps un cercle comme contour d'une distribution à symétrie cylindrique...

Cette année, le jury a remarqué que le calcul du champ pour le condensateur plan à l'aide du théorème de superposition était mal maîtrisé par une majorité de candidats. Il y a souvent confusion entre le champ créé par un plan infini uniformément chargé et le champ créé par un condensateur plan.

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. Cependant, le jury rappelle que l'utilisation de l'impédance acoustique n'est pas adaptée dans le cas des ondes stationnaires, et que son application doit être précisée dans le cas des ondes sphériques.

Les opérateurs d'analyse vectorielle se simplifient facilement pour des ondes planes progressives harmoniques dans les équations de Maxwell, mais dans le cas d'ondes plus exotiques, leur utilisation doit être vérifiée ou évitée.

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.

Les calculs de nombre de Reynolds butent toujours sur la même donnée : la longueur caractéristique, qui ne peut être n'importe quelle longueur d'un énoncé.

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 baisse cette année sur des éléments clés du programme de chimie. Dans l'esprit du nouveau programme, des planches de cinétique chimique en réacteur ouvert ont été rajoutées. Ces planches ont permis à des candidats de mettre en avant leurs connaissances sur le sujet. À l'inverse, on a ressenti de fortes lacunes dans ce domaine pour une minorité de candidats.

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.

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 de certains bilans de diffusion thermique en coordonnées sphériques ou cylindriques, il ne faut pas oublier que la surface n'est pas égale entre entrée et sortie. Ainsi est-il préférable de travailler sur le flux thermique plutôt que d'introduire trop rapidement le courant de diffusion thermique.

Les équations générales faisant intervenir des opérateurs vectoriels sont souvent utilisées à tort par les candidats, car ils n'arrivent pas à les adapter à la géométrie d'un problème. On a par exemple vu des candidats incapables d'exploiter une situation où il y a un terme de création, ne sachant plus comment poser un bilan simplement.

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 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, ainsi tout rayon lumineux entrant dans le système doit en émerger. Si on utilise des aides au tracé, il ne faut pas les représenter de la même façon que les rayons lumineux.

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 résultats : les documents proposés sont souvent pointus et le jury n'attend pas uniquement des évaluations en ordre de grandeur quand c'est possible de faire une lecture précise d'un résultat.

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