

Physique-chimie

Présentation des épreuves

Le bon déroulement d'une épreuve orale de physique-chimie suppose la réunion de plusieurs conditions :

- la maîtrise des connaissances du programme ;
- la capacité à exprimer ses connaissances, oralement et avec le support du tableau ;
- des qualités d'écoute, permettant de profiter au mieux des interventions de l'examineur qui, par principe, intervient en faveur du candidat.

Rappelons que le programme des épreuves orales est formé de la réunion des programmes de physique et de chimie des deux classes MPSI et MP, y compris les parties annexées (formation expérimentale, outils mathématiques et numériques). Le jury est extrêmement attentif à ne jamais présenter d'exigences débordant des limites du programme. Cependant, il évalue aussi la culture générale scientifique du candidat au travers de la contextualisation des sujets fournis. En tant que de besoin, des formulaires, tables de données numériques, etc., sont fournis au candidat (physique-chimie-informatique).

Naturellement une épreuve orale de physique-chimie comporte à l'occasion des calculs numériques destinés à être suivis de commentaires pertinents. Les calculatrices personnelles sont autorisées, et les calculs proposés ne sont en rien facultatifs. Rappelons ici qu'un résultat numérique n'a de sens qu'avec un choix raisonnable de chiffres significatifs, l'indication d'une unité et un minimum de recul quant à l'ordre de grandeur attendu.

Analyse globale des résultats

Performance des candidats

Après le renouvellement des programmes du lycée, puis des deux années de préparation, le jury n'a pas constaté d'évolution majeure ou brutale de leurs performances relativement aux années précédentes. En général bien avertis du déroulement des épreuves, les candidats ont, dans leur immense majorité, fait l'effort nécessaire à une présentation de bon niveau, même sur des thèmes qu'ils maîtrisaient parfois insuffisamment. Tout au plus les examinateurs ont regretté un léger fléchissement dans la maîtrise du calcul et peut-être la diminution du nombre des candidats de très haut niveau.

Quelques candidats mal préparés, peu nombreux, ont aussi été justement sanctionnés : confondant l'oral avec un écrit debout ils n'ont pas su faire preuve des qualités de communication (à double sens) attendues à ce niveau.

Notes attribuées

Les épreuves orales de physique-chimie présentent un classement bien étagé des candidats, avec une note moyenne proche de 12/20 et un étalement significatif de l'échantillon autour de cette moyenne, l'écart-type étant proche de 4. Les notes comprises dans l'intervalle de 09/20 à 15/20 inclus forment donc l'essentiel de l'effectif, et elles correspondent à des candidats ayant suivi une préparation sérieuse et capables, le moment venu, de mener (avec naturellement plus ou moins de maîtrise voire de brio) une présentation autonome et cohérente du sujet qui leur a été proposé.

Les examinateurs ont eu le plaisir d'entendre des candidats autonomes, dynamiques, connaissant bien le programme et ses enjeux ; de tels oraux deviennent alors des moments de plaisir partagés et le jury ne se retient alors pas d'attribuer de très bonnes notes, allant jusqu'à 20/20 dans le cas d'un sans-faute. À contrario, quelques étudiants sans base, sans dynamisme ou sans rigueur ont été justement sanctionnés ; les notes très basses (par exemple inférieures à 05/20) ne sont pas absentes, mais elles restent heureusement rares.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Conseils aux futurs candidats

Les oraux de physique-chimie accompagnent l'évolution des programmes officiels qui s'appuient de moins en moins sur les techniques de calcul formel et de plus en plus sur des notions spécifiques comme l'évaluation des ordres de grandeur, l'adimensionnement pour discuter des effets d'échelle, la comparaison aux dispositifs industriels ou de laboratoires courants, les analogies entre phénomènes comparables et l'emploi de méthodes numériques. Ce sont ces outils et méthodes sur lesquels les candidats doivent s'appuyer pendant leur oral. En résumé, **il s'agit de « faire de la physique » ou de la chimie**, pas des calculs.

Il n'est évidemment pas possible de faire preuve des qualités attendues si les notions du programme ne sont pas sues : les lacunes massives à cet égard sont immanquablement la cause de très mauvaises prestations, quelles que soient les qualités de communication des candidats. En d'autres termes, le jury conseille avant tout **d'apprendre le cours** et de le comprendre, d'abord et avant tout.

Enfin, le support du tableau n'a absolument pas vocation à se transformer en copie d'écrit, remplie de lignes de calcul ou de textes superflus. Il appartient au candidat de bien utiliser cet espace de communication pour soutenir son exposé. En particulier, **faites de beaux et grands schémas** et utilisez-les pour soutenir vos raisonnements.

Remarques disciplinaires

En chimie

La chimie fait l'objet de sujets d'oral comme toutes les autres parties du programme. Les thèmes traités en MPSI et MP restent toutefois simples et les exigences du jury ne vont pas au delà de ce programme : les candidats ayant fait un effort raisonnable de préparation sont donc facilement récompensés mais il subsiste toujours une frange minoritaire d'étudiants réfractaires aux apprentissages dans ce domaine et qui en ignorent les bases ; les notes peuvent alors être très basses.

En cristallographie, le positionnement des sites interstitiels et le calcul des distances entre sites ou atomes forment parfois un obstacle insurmontable ; le jury note des confusions, par exemple entre coordinence et multiplicité.

L'écriture d'un tableau d'avancement est un pré-requis parfois oublié ; certains étudiants ont gâché leur oral en étant inexplicablement réticents à l'établir. Signalons qu'une colonne du total des gaz est toujours à priori une bonne idée.

La détermination d'une température de fin de réaction en réacteur adiabatique est un autre discriminant : ce calcul est bien mené par la majorité des candidats, mais pas tous. De la même manière, des confusions subsistent dans l'esprit de quelques-uns entre enthalpie, entropie et enthalpie libre de réaction par exemple.

Quelques candidats écrivent aussi des formules de Nernst erronées, même si cette partie semble plutôt bien comprise.

Finalement, des difficultés peu compréhensibles subsistent en cinétique chimique : ignorance des définitions, confusion entre ordres et stœchiométrie, incapacité à exploiter les courbes intensité-potentiel.

En électrocinétique et électronique

Le traitement numérique du signal est en général bien compris, le théorème de Nyquist-Shannon assez bien connu mais pas toujours bien compris ; à contrario la notion de repliement du spectre reste mal comprise.

Quelques candidats font encore des erreurs élémentaires dans le traitement des circuits simples (application des conventions, identification et emploi des associations en série ou en parallèle). Le filtrage et l'étude des régimes variables sont en général bien compris, les difficultés apparaissant dans la pratique (par exemple l'établissement ou l'identification d'une fonction de transfert).

La puissance $P = RI^2 = U^2/R$ consommée par une résistance R est une fonction croissante ou décroissante de cette résistance, selon ses conditions d'emploi.

En électromagnétisme

Le jury attend que l'étude des champs électrostatiques et magnétostatiques les plus usuels soit menée à la fois rapidement et sans erreur ; ce n'est pas encore toujours le cas, même dans des situations explicitement au programme (condensateur plan, solénoïde infini).

Les examinateurs ont encore trop souvent la désagréable surprise de constater la confusion entre force de Lorentz et force de Laplace, ou bien la prise en compte double de l'inductance propre (dans les générateurs induits ET dans les dipôles passifs de la loi des mailles). Plus généralement l'induction électromagnétique reste un thème difficile.

Les candidats connaissent presque toutes les équations de Maxwell, heureusement. Parfois l'identification des charges et courants volumiques comme grandeurs *locales* n'est pas immédiate.

Rappelons une fois encore que toute onde électromagnétique n'est ni nécessairement plane ni progressive, que tout rotationnel ne se ramène pas donc à un produit vectoriel et que la *relation de structure* n'a donc rien de fondamental. Dans l'étude de la propagation dans les plasmas par exemple, le jury attend une *interprétation physique* de la fréquence de coupure et des vitesses de groupe et de phase, et pas seulement leur identification. Enfin les hypothèses de base d'étude de la propagation des ondes dans un milieu matériel (approximation non relativiste, ARQS) devraient être formulées spontanément et non pas obtenues au terme d'un interrogatoire serré...

En mécanique

En mécanique du point les difficultés rencontrées par les étudiants sont parfois seulement techniques (erreurs de projection, mauvaises manipulations des bases polaire et de Frenet, dérivation et intégration) mais ralentissent parfois les candidats au point de compromettre le traitement complet de l'exercice. Les référentiels non galiléens sont en général bien identifiés mais le calcul des forces d'inertie pas toujours performant.

Dans l'étude des solides en rotation autour d'un axe fixe, des difficultés déjà signalées par le passé subsistent, et notamment les confusions avec les relations relevant de la mécanique du seul point matériel.

Rappelons pour finir que les théorèmes énergétiques permettent très souvent une discussion rapide et élégante des paramètres d'un mouvement.

En optique

De simples tracés de rayons ou des recherches de positions ou de dimensions d'images restent à l'origine de vraies difficultés pour certains, en particulier dans la gestion des objets à l'infini même si, conformément

au programme, des relations de conjugaison ou de grandissement sont rappelées. La présence de miroirs plans (qui devrait pourtant être familière à quiconque a étudié l'interféromètre de Michelson) a pu suffire à décontenancer totalement certains candidats.

Dans l'étude des systèmes interférentiels, la disposition des trous de Young, dans le cas notamment de l'éclairage et/ou de l'observation à l'infini, amène aussi son lot de déceptions. Les notions plus difficiles comme la cohérence et ses effets d'une part, la localisation des franges d'autre part, sont parfois totalement ignorées, et assez souvent mal comprises. Pourtant la manipulation en TP de sources lumineuses ni ponctuelles ni monochromatiques aurait du amener les étudiants à appréhender ces notions.

En physique quantique et en physique statistique

Ces questions de physique « moderne » donnent souvent lieu à de bons oraux, même si quelques difficultés subsistent, notamment dans l'interprétation physique des résultats. C'est ainsi que presque tous les étudiants connaissant les inégalités de Heisenberg, mais ils sont peu nombreux à donner un sens précis aux notations Δx et Δp_x , et encore moins nombreux à faire le lien avec l'écart-type défini dans leur cours de Mathématiques. Notons enfin quelques confusions entre les propriétés quantiques générales (Planck-Einstein, De Broglie) et leur application spécifique aux seules ondes électromagnétiques.

La formulation générale de la loi statistique de Boltzmann est presque toujours connue et les calculs classiques relatifs aux systèmes à deux états ne posent pas de difficulté dans l'immense majorité des cas. Le lien, pourtant explicite, avec les modèles atmosphériques, est bien plus mal connu.

En thermodynamique

Notons d'abord que les pièges immémoriaux de la discipline en termes d'unités sont toujours aussi redoutables (bar, degré Celsius, litre, gramme, ...). Un peu de bon sens permet à certains, mais pas à tous, de repérer leurs erreurs.

Le premier principe n'a de sens que s'il est appliqué à un système défini lors d'une évolution identifiée. Le candidat peut aussi parler, sous les mêmes réserves de rigueur, de *faire un bilan énergétique* mais pas de « *faire un premier principe* »... La forme industrielle (premier principe en écoulement stationnaire pour un système ouvert) est totalement ignorée par certains candidats.

Les candidats savent en général expliciter l'équation de diffusion thermique unidimensionnelle cartésienne, et relier les ordres de grandeur associés. Interpréter ces ordres de grandeur, insérer un élément supplémentaire dans le paramétrage (sources ou termes pariétaux) ou changer de géométrie est loin d'être aussi évident pour tous. Les conditions d'emploi (ARQS) et d'association (identification des flux parallèles ou en série) des résistances thermiques sont mal maîtrisées, alors même qu'il s'agit de notions susceptibles de simplifier massivement la résolution de beaucoup de problèmes de cette partie du programme.

Trop d'étudiants perdent absolument tous leurs moyens lors de l'étude des changements d'état, au point d'avoir parfois du mal à placer correctement les domaines et points remarquables du diagramme $P(T)$.

Enfin, le jury rappelle que « utiliser avec rigueur les notations d et δ en leur attachant une signification » est une capacité exigible du programme.

Conclusion

Le jury reste persuadé que les remarques et conseils généraux proposés ici resteront pourtant pertinents et susceptibles d'aider des candidats méritants à faire connaître toutes leurs qualités. Rappelons ici encore que les examinateurs ont plaisir à mettre des bonnes notes et donc à faire du passage à l'oral un moment de satisfaction partagée plutôt qu'une épreuve à redouter !