



1 - Présentation de l'épreuve.

Les candidats sont convoqués devant la salle d'interrogation un quart d'heure avant le début de l'épreuve. Il leur est conseillé de profiter de ce temps pour préparer leur *feuille de passage*, leur *pièce d'identité*, quelques *crayons et stylos* ainsi que leur *montre, réveil ou horloge*. En effet, certains candidats se mettent à la recherche de ce matériel en entrant dans la salle et perdent ainsi de précieuses minutes de préparation.

Tout matériel électronique personnel (calculatrice, téléphone portable, baladeur...) est interdit d'utilisation dans la salle d'interrogation. Ces appareils doivent donc être éteints et rangés dans les sacs (et non dans les poches) avant l'entrée dans la salle.

La durée de l'épreuve est d'une heure, décomposée en trente minutes de préparation et trente minutes de présentation. Les sujets sont tous structurés en un exercice de physique et un exercice de chimie.

Pendant la préparation, les candidats ont à leur disposition du brouillon et une calculatrice de type collègue. Ils n'ont pas le loisir d'utiliser leur calculatrice personnelle. Il est conseillé, par écrit sur le sujet, de consacrer vingt minutes à la préparation de l'exercice de physique et dix minutes à celle de l'exercice de chimie. Les candidats (même les premiers d'une demi-journée) ne peuvent pas solliciter les examinateurs pendant la préparation (les examinateurs ne donnent pas l'heure aux candidats et n'expliquent pas le fonctionnement de la calculatrice fournie).

Lors de la présentation, les candidats sont libres de commencer par l'exercice de leur choix. Les examinateurs gèrent la durée de la présentation (vingt minutes pour la physique et dix minutes pour la chimie) et demandent explicitement aux candidats de passer d'un exercice à l'autre. Les candidats doivent prendre spontanément la parole et ne pas attendre que les examinateurs les y invitent.

A la fin de l'interrogation, le candidat remet à l'examineur son sujet et ses brouillons (il est interdit d'emporter un énoncé ou des notes prises pendant la préparation) et l'examineur rend au candidat sa feuille de passage signée et sa pièce d'identité. Les candidats quittent la salle et n'ont pas le droit de communiquer avec les candidats qui patientent dans le couloir.

2 - Remarques d'ordre général sur la prestation des candidats

Les candidats étant de personnalités très différentes, les examinateurs n'attendent pas une présentation-type de l'épreuve. Certains candidats font un excellent usage de l'oral pour, par exemple, présenter l'exercice, nommer le théorème utilisé, vérifier un résultat. D'autres, plus timides ou plus angoissés, préfèrent énoncer les choses oralement et les écrire en même temps au tableau. Les examinateurs ont ainsi eu le plaisir d'assister à des présentations très agréables et très variées.

Il a néanmoins été nécessaire de rappeler à certains qu'ils étaient en train de passer une épreuve orale. Ainsi, la prise de parole doit être intelligible (certains candidats parlent très doucement) et spontanée (de rares présentations commencent par une réécriture au tableau de la préparation, sans aucun commentaire).

Les examinateurs ont apprécié, chez certains candidats, un savant mélange de conviction et de remise en question. Cela témoigne d'une grande ouverture et honnêteté scientifiques.

D'autres candidats, plus nombreux, se montrent très déroutés par les questions qui leur sont posées. Il leur est rappelé que les examinateurs interviennent – avec distance, certes – pour les aider à corriger un résultat, à formuler une justification manquante, à énoncer une loi qui peut leur être utile, à leur faire utiliser une méthode plus efficace... En aucun cas, les examinateurs ne cherchent à piéger les candidats.

Des candidats, à qui il est demandé de critiquer un résultat faux, le valident sans réfléchir. Les examinateurs ne peuvent alors que les laisser poursuivre, avec les complications inévitables pour la suite de la résolution. Quelques candidats, rares mais trop nombreux, se mettent eux-mêmes en difficulté en annonçant oralement des résultats prétendument démontrés en préparation. Ils s'exposent inévitablement à une demande de précisions qui leur est souvent fatale pour ces questions.

Il est rappelé que, lors d'une épreuve orale, l'interrogé est le candidat qui ne doit donc pas poser de questions à l'examineur. Les examinateurs comprennent la spontanéité de certaines questions, mais un candidat ne peut pas demander à un examinateur de valider un résultat, ou de lui donner une idée pour répondre à une question.

Les examinateurs regrettent d'entendre certains candidats annoncer d'emblée qu'ils n'ont pas abouti ou que leurs résultats sont faux. Ces candidats devraient plutôt oser exposer leurs recherches (qui s'avèrent souvent intéressantes) ou critiquer le résultat (ce qui est valorisé dans la notation).

Les examinateurs ont eu le plaisir de voir certains prendre des initiatives appréciables et souvent intéressantes : un diagramme de Clapeyron non demandé, un commentaire qualitatif personnel, une comparaison judicieuse avec une situation vue en cours ou en TP... Cela témoigne d'une maturité scientifique évidemment valorisée dans la notation.

3 - Remarques par matière et par thèmes

A – Généralités

- l'alphabet grec reste encore trop méconnu des candidats. Pour certains, il semble que toutes les lettres grecques s'appellent « alpha » ;
- les notations usuelles doivent être connues. Utiliser la notation M_v pour la masse volumique n'est certes pas faux, mais cela dévoile un manque de pratique qui se vérifie en général dans la suite de l'épreuve ;
- les méthodes de cours sont souvent très mal maîtrisées. Il ne suffit pas de connaître l'énoncé d'un théorème : il faut savoir l'utiliser (surtout si l'examineur, pensant débloquer un candidat, lui rappelle une relation du cours) ;
- certains résultats élémentaires de géométrie sont méconnus : surface d'un disque ou d'une sphère, volume d'une boule... De même, les éléments de surface et de volume doivent être connus dans tous les systèmes de coordonnées. Certains candidats donnent au hasard une formule qui n'est même pas homogène ;
- de trop nombreux candidats ne suivent aucune règle d'écriture des calculs. Les barres de valeurs algébriques et flèches de vecteurs sont trop fréquemment oubliées. L'usage des parenthèses n'est pas toujours facultatif : écrire « $2x - 3$ » constitue une faute. De même, la place d'une barre de fraction obéit à des règles rigoureuses qu'il convient de respecter : le signe « = » est forcément en face de la barre de fraction (ou d'une des barres s'il s'agit d'un rapport de fractions) ;
- il faut savoir résoudre rapidement une équation différentielle du premier et second ordre à second membre constant. Les formes canoniques de ces équations doivent être connues.

L'équation de l'oscillateur harmonique est suffisamment célèbre pour être résolue sans utiliser le polynôme caractéristique ;

- un vocabulaire scientifique précis est très apprécié des examinateurs. En particulier, il faut connaître les noms des grandeurs intervenant dans les formules ainsi que leurs unités. Les noms des théorèmes, des lois... doivent être connus ;
- en règle générale, les candidats manquent de méthodologie pour aborder les différents exercices (définition du système étudié et du référentiel, schéma, hypothèses...). L'introduction d'un exercice peut être faite de manière orale ;
- il faut aussi savoir énoncer oralement les formules (poussée d'Archimède, fem induite, le théorème de Gauss, théorème de l'énergie mécanique...).

B – Physique

Electrostatique et magnétostatique :

- l'étude des symétries et invariances aboutit souvent au bon résultat, mais les justifications sont rarement correctes et rigoureuses ;
- il faut bien sûr savoir énoncer les théorèmes de Gauss et d'Ampère, mais il faut aussi savoir les utiliser. Certains candidats sont incapables de dire sur quels exemples ils ont l'habitude de les appliquer. Il faut être capable de donner la méthode d'application de ces théorèmes. En particulier, le choix de la surface de Gauss ou du contour d'Ampère obéit à des règles qu'il faut connaître.

Induction électromagnétique :

- l'explication qualitative d'un phénomène d'induction est souvent hasardeuse. La loi de Lenz n'est pas toujours maîtrisée (ni même mentionnée). Il faut savoir l'énoncer et l'utiliser ;
- la force de Lorentz est parfois utilisée au lieu de la force de Laplace. Il faut savoir expliquer le rôle moteur ou de freinage de la force de Laplace.

Electromagnétisme :

- le passage des formes locales aux formes intégrales des équations de Maxwell n'est pas toujours évident ;
- il faut distinguer polarisation et propagation. La définition d'une OPPM ou d'une onde stationnaire est rarement connue.

Optique géométrique :

- il faut veiller à écrire les relations de conjugaison et de grandissement avec des valeurs algébriques et à déterminer les signes dans les applications numériques ;
- La notation F'/F (pour les foyers) et f'/f (pour les distances focales) doit être respectée.

Optique ondulatoire :

- pour calculer une différence de marche, il faut utiliser un schéma général et non se placer dans un cas particulier ;
- l'intensité lumineuse doit pouvoir être exprimée. L'interfrange doit pouvoir être obtenu par l'intensité lumineuse, l'ordre d'interférence, la différence de marche ou le déphasage ;
- Il faut être capable de justifier l'allure des figures d'interférences observées par un interféromètre de Michelson.

Thermodynamique :

- pour de nombreux candidats, la thermodynamique se résume à l'utilisation de l'équation d'état du gaz parfait et de la loi de Laplace. Les lois de Joule, les identités thermodynamiques

et même les deux principes de la thermodynamique sont trop souvent ignorés, même lorsque l'examineur demande explicitement de les énoncer ;

- il faut être très rigoureux dans l'utilisation des notations (Δ , δ , d...);
- la loi de Laplace (dont la démonstration doit être connue) n'est utilisable qu'à trois conditions qu'il faut énoncer et vérifier. Cette loi possède trois écritures : sa démonstration ne consiste pas à justifier le passage de l'une à l'autre ;
- la signification du volume molaire d'un gaz doit être connue. Il faut savoir l'exploiter ;
- le signe d'un travail doit pouvoir être justifié graphiquement dans le diagramme de Clapeyron. En particulier, lorsqu'il s'agit d'un cycle, il faut être capable de déterminer s'il s'agit d'un cycle moteur ou récepteur.

Mécanique :

- il n'est pas acceptable de commencer la résolution d'un exercice de mécanique sans avoir choisi un référentiel (et préciser s'il était ou non galiléen), défini le système étudié, choisi un système de coordonnées et dressé un bilan des forces. Un schéma doit être associé au système de coordonnées et au bilan des forces ;
- la réaction du support est souvent oubliée dans le bilan des forces, et trop de candidats ne le remarquent pas en étudiant qualitativement le mouvement du système. Un contact sans frottement ne signifie pas absence de réaction du support ;
- le travail et l'énergie potentielle de la force électrostatique sont mal connus. Il faut être capable de décrire un accélérateur de particules et savoir que le champ magnétique n'est pas responsable de l'accélération ;
- ne pas confondre le théorème de l'énergie cinétique et le théorème de la puissance cinétique ;
- savoir utiliser le théorème de l'énergie mécanique pour justifier sa conservation. Les forces conservatives posent parfois des problèmes d'identification. Il faut être capable de donner des exemples justes de forces non conservatives (le poids et la force d'un ressort n'en sont pas). Les cas de la réaction normale et de la tension d'un fil peuvent être réglés en remarquant que leurs travaux sont nuls, mais il ne faut pas les passer sous silence ;
- la poussée d'Archimède est étonnamment peu connue. Elle est souvent oubliée et l'exprimer pose des problèmes ;
- la relation fondamentale de la statique des fluides n'est pas toujours correctement énoncée ;
- les forces d'inertie sont très mal maîtrisées. Il faut être capable de les exprimer et savoir dans quels cas elles sont nulles. De trop nombreux candidats ne parviennent pas à donner d'exemples de manifestation de ces forces. D'autres, dans des cas simples (voiture qui accélère, par exemple), les orientent à l'envers ;
- les signes doivent être vérifiés dans les relations « à risque » : énergie potentielle de pesanteur, relation fondamentale de la statique des fluides...

C – Chimie

Solutions aqueuses :

- dans une constante de réaction, dans la formule de Nernst ou dans un quotient réactionnel, il est faux d'écrire la concentration du solvant ou d'un solide et de dire ensuite qu'elle vaut 1. Il faut utiliser l'activité chimique ;
- ne pas confondre équilibre et équivalence (même si tous les deux se notent « éq »). Savoir définir l'équivalence et exploiter la définition : il faut construire le tableau d'avancement,

évoquer les proportions stœchiométriques (les nombres stœchiométriques ne sont pas là pour décorer !) et déterminer la relation entre les quantités de matière introduites à l'équivalence. Enoncer directement $C_1V_1=C_2V_2$ (même avec des coefficients corrects) n'est pas suffisant ;

- passer cinq minutes à équilibrer une réaction d'oxydo-réduction est beaucoup trop long ;
- savoir ce qu'est une réaction de dismutation et ne pas être surpris qu'une même espèce chimique puisse être à la fois un oxydant et un réducteur ;
- la place de l'oxydant et du réducteur dans la formule de Nernst ne doit pas être l'objet d'une longue réflexion. Il ne faut pas oublier les autres espèces (H_3O^+ , en particulier) ;
- il faut connaître la condition de précipitation en utilisant le produit de solubilité (qui correspond à la réaction de dissolution et non de précipitation) ;
- pour calculer le pH d'une solution d'acide ou de base faible, il ne suffit pas d'écrire la définition du K_a : il faut dresser le tableau d'avancement de la réaction prépondérante et calculer son avancement à l'équilibre (et vérifier les éventuelles hypothèses simplificatrices).

Thermochimie :

- l'activité chimique d'un gaz est très mal maîtrisée. Les pressions partielles ne sont parfois pas utilisées. La quantité de matière totale est parfois remplacée par la quantité de matière initiale (le tableau d'avancement est attendu car nécessaire à la résolution). Le calcul de la fraction molaire de gaz pose beaucoup de problèmes ;
- les lois de modération sont généralement bien connues mais il faut savoir les utiliser. De nombreux candidats se limitent à les énoncer mais ne parviennent pas à les appliquer à la réaction étudiée ;
- savoir qu'une variation d'entropie correspond à une augmentation du désordre. Pour un équilibre en phase gazeuse pour lequel la quantité de gaz augmente, on s'attend à trouver une entropie de réaction positive ;

Atomistique :

- il est très surprenant de constater que certains candidats ne savent pas déterminer la composition d'un atome ou sa configuration électronique ;
- il faut faire la différence entre un atome, un élément chimique et une espèce chimique ;
- la quantification de l'énergie de l'électron de l'atome d'hydrogène doit pouvoir être expliquée et utilisée pour expliquer l'émission d'un rayonnement électromagnétique ;
- dans les structures de Lewis, les doublets non liants et les charges doivent apparaître.

4 - Conclusion

Ce rapport pointe les erreurs et les problèmes les plus fréquemment rencontrés mais les examinateurs tiennent à souligner qu'ils ont également assisté à de nombreuses présentations de grande qualité, certains candidats manifestant beaucoup d'intérêt pour la physique et la chimie.

Il est vivement conseillé aux futurs candidats de s'approprier les remarques de ce rapport : même si le programme change, l'esprit de l'épreuve orale de physique-chimie reste proche. L'apprentissage des méthodes doit être une des priorités de la préparation des étudiants. Et les candidats doivent apprendre à tirer profit des interventions bienveillantes des examinateurs.