

PHYSIQUE-CHIMIE

Rapporteur Monsieur Michel MARTEL

Présentation de l'épreuve.

Les épreuves orales ont eu lieu au Lycée Jules Ferry à Versailles du mercredi 29 juin au jeudi 07 juillet 2011.

L'épreuve de physique-chimie s'est déroulée selon les mêmes modalités que les années précédentes, elle dure une heure au total et comporte deux parties d'une demi-heure chacune :

- la première partie est la préparation qui se fait dans la salle d'interrogation. Le candidat est autonome et gère lui-même son temps.
- la deuxième partie est la présentation orale qui se fait au tableau devant l'examineur.

Les sujets de l'épreuve comportent deux exercices, l'un de physique et l'autre de chimie. Ils sont prévus pour que le candidat consacre approximativement deux tiers du temps pour la physique et un tiers pour la chimie aussi bien lors de la préparation que lors de la présentation. Le barème de notation respecte cette même proportion dans l'attribution des points.

Il est vivement conseillé au candidat de bien respecter cette répartition du temps, rappelée dans l'entête du sujet, pendant la préparation. Il est en effet très difficile lors de la présentation de découvrir un sujet qui n'aurait pas été abordé pendant la préparation. Pendant la présentation, l'examineur gère cette répartition et invite le candidat à passer d'une matière à l'autre.

Une partie de la note attribuée se rapporte au dynamisme, à la qualité d'expression ainsi qu'au soin apporté à la présentation au tableau lors de l'exposé. Cette épreuve s'adressant à des futurs ingénieurs, il est évident que la capacité du candidat à capter l'attention de l'auditoire est un élément important de la notation.

L'usage de la calculatrice personnelle du candidat est interdit pendant la préparation de l'épreuve. L'examineur attend cependant qu'un candidat sache faire sans calculatrice des calculs simples utilisant notamment les puissances de 10 ou sache calculer le logarithme décimal d'une puissance de 10...

Cette année encore les examinateurs ont tenu des cahiers d'interrogation informatisés : les observations effectuées et les notes attribuées sont ensuite directement transmises informatiquement au service des concours.

Remarques d'ordre général sur la prestation des candidats

Les sujets portent sur les programmes des deux années de classes préparatoires et balayent la totalité des programmes de physique et de chimie. Les examinateurs déplorent le fait que certains candidats fassent des impasses dans leurs révisions et ne peuvent que déconseiller cette attitude.

Ils ont apprécié que la grande majorité des candidats adopte une conduite polie et courtoise.

Quelques remarques concernant la forme de la présentation :

- lors du début de la présentation, le candidat peut donner une description rapide du problème traité et du phénomène physique ou chimique étudié. Il peut également en profiter pour indiquer la méthode qu'il pense utiliser pour la résolution ;
- il doit prendre la parole de sa propre initiative et doit pouvoir animer son exposé, commenter sa démarche, les calculs faits et les résultats obtenus ;
- il a le libre choix de la matière qu'il souhaite aborder en premier lors de sa présentation orale. Il paraît préférable d'aborder en premier l'exercice sur lequel le candidat se sent le plus à l'aise et sur lequel il a le plus progressé pendant la préparation ;
- Les examinateurs attendent que les candidats sachent s'exprimer à haute et intelligible voix et rendent l'oral vivant ;
- il est indispensable que les candidats soignent leur orthographe et leur écriture. Il n'est pas admissible de voir un terme mal orthographié au tableau alors qu'il se trouve correctement orthographié sur l'énoncé (exemple de l'acide chlorhydrique) ;
- le candidat doit savoir commenter rapidement les résultats obtenus (ordres de grandeur, comparaison avec des résultats de cours...). Il doit également pouvoir critiquer un résultat obtenu qui apparaît manifestement faux ou douteux (défaut d'homogénéité, sens physique, ordre de grandeur...);
- les résultats numériques doivent être accompagnés de l'unité correspondante ;
- le candidat ne doit pas attendre l'approbation systématique de l'examineur pour valider un résultat et poursuivre son exposé ;
- il est important de montrer à l'oral un certain dynamisme et il est regrettable que certains étudiants n'en montrent pas beaucoup.

La technique mathématique des développements limités est utilisée dans plusieurs domaines de la physique. Elle n'est pas toujours bien maîtrisée.

Les prestations et les niveaux des candidats étaient cette année encore très hétérogènes. Certains sont capables d'une très bonne présentation mettant en évidence leurs connaissances scientifiques, leurs capacités à présenter avec aisance et autonomie en utilisant tout leur entrain et leur vivacité d'esprit. Au contraire, d'autres mettent hélas en évidence leur manque de travail et de connaissances.

Il est rappelé que la notation prend en compte plusieurs critères :

- le niveau scientifique et la connaissance du cours ;
- la capacité à résoudre les exercices proposés ;
- la prestance du candidat, son autonomie, son aisance, son dynamisme ;
- les qualités de présentation, la clarté, la capacité à organiser ses connaissances.

Les examinateurs ont cette année encore constaté que la chimie est trop souvent négligée aussi bien pendant les deux années de préparation que pendant la préparation lors de l'épreuve orale. Les exercices de chimie sont le plus souvent très proches du cours et il est donc relativement aisé d'obtenir les points qui s'y rapportent.

Remarques par matière et par thème

Physique

Mécanique

Les candidats doivent connaître ou savoir retrouver rapidement les expressions des vecteurs position, vitesse et accélération en coordonnées cylindriques.

Lors de l'étude d'un mouvement dans lequel apparaît une rotation, il est a priori préférable de se placer en coordonnées cylindriques et maladroit de se placer en coordonnées cartésiennes.

Lors de la résolution d'un problème de mécanique, il faut savoir dans quel référentiel l'étude est menée et en particulier si le référentiel en question est galiléen ou ne l'est pas.

Dans le cas où l'étude est menée dans un référentiel non galiléen, il faut penser à faire apparaître les forces d'inertie.

Il est conseillé de connaître les lois de composition des vitesses et des accélérations lors d'un changement de référentiel ou bien de savoir les retrouver rapidement. Il faut également savoir quels sont les termes à prendre en compte lors d'une translation rectiligne du référentiel d'étude ou au contraire lors d'une rotation.

La force de Coriolis n'apparaît que lorsque le référentiel relatif (non galiléen) est en rotation par rapport au référentiel absolu (galiléen) et lorsque le système étudié est en mouvement dans le référentiel relatif.

Les relations permettant de passer d'une force à son énergie potentielle doivent être connues (aussi bien en coordonnées cartésiennes qu'en coordonnées cylindriques). Il faut penser aux constantes d'intégration qui ne sont pas nécessairement nulles.

Lors de l'obtention d'une équation différentielle du second ordre, la solution n'est oscillatoire que si le discriminant est négatif. En particulier, dans le cas d'une équation du type $\ddot{x} - \omega_0^2 x = 0$, il ne faut en aucun cas affirmer que la solution sera oscillatoire.

Dans le cas où l'on recherche une position d'équilibre, il faut le plus souvent considérer que l'accélération et la vitesse sont nulles et ainsi se contenter des équations de la statique. Il n'est pas forcément nécessaire d'étudier le mouvement dans toute sa généralité.

Les forces de réaction des supports sont souvent oubliées. Ce n'est pas parce qu'un contact se fait sans frottement que la réaction du support est nulle.

Certains candidats confondent moment d'inertie, moment d'une force, moment cinétique... De même, il est indispensable de connaître et de différencier le théorème du moment cinétique, le théorème de l'énergie cinétique et le théorème de la puissance cinétique.

Beaucoup de candidats n'ont pas su énoncer ni utiliser le théorème du moment cinétique. Ce théorème est pourtant incontournable dans l'étude de la mécanique.

Les expressions du moment cinétique et de l'énergie cinétique pour un solide de moment d'inertie donné en rotation autour d'un axe fixe sont trop souvent fausses.

Lors de l'étude d'un mobile soumis uniquement à une force centrale, il faut utiliser le théorème du moment cinétique pour montrer que le mouvement est plan. L'utilisation du principe fondamental de la dynamique en coordonnées polaires sous entend déjà que le mouvement est plan.

La notion d'énergie potentielle effective est le plus souvent non connue ou non maîtrisée.

L'énergie potentielle de pesanteur augmente avec l'altitude. L'expression littérale dépend du sens de l'orientation de l'axe vertical. Il faut savoir calculer cette énergie potentielle dans différents cas, notamment les mobiles en rotation.

Dans les problèmes de mécanique en particulier, les candidats doivent savoir « sentir » ce qui se passe qualitativement et éviter des affirmations dénuées de sens physique (exemple : mouvement oscillatoire dans le cas des rails de Laplace).

Lors de l'énoncé des relations de base de la mécanique, les candidats doivent prêter davantage d'attention aux notations utilisées notamment dans l'utilisation des vecteurs. Il n'est pas rare de voir un produit vectoriel réalisé entre scalaires.

Optique

Les bases de l'optique géométrique sont mal connues. Il est indispensable de savoir faire les constructions objet-image avec les lentilles minces (convergentes ou divergentes) et savoir différencier une image réelle d'une image virtuelle.

Il faut savoir ce que sont les conditions de Gauss et leur intérêt.

On a vu trop de candidats incapables de faire la construction d'un couple objet-image dans le cas d'un montage à une seule lentille.

Les définitions de base : aplanétisme, stigmatisme, image réelle, image virtuelle... sont le plus souvent non maîtrisées.

Il est indispensable de connaître la signification physique des foyers objet et image d'une lentille mince ou d'un montage à plusieurs lentilles.

Les connaissances de travaux pratiques sur la focométrie des lentilles et en particulier la méthode de Bessel sont trop souvent mal connues.

Un montage afocal donne une image à l'infini d'un objet situé à l'infini.

Il est rappelé que lors de l'utilisation des formules de conjugaison des lentilles minces, il faut utiliser des valeurs algébriques.

Les examinateurs attendent des candidats qu'ils sachent connaître et retrouver l'expression de la différence de marche entre deux rayons dans le cas de l'interféromètre de Michelson.

Dans le cas des fentes d'Young il faut savoir retrouver l'expression de la différence de marche en utilisant correctement les développements limités.

Le candidat doit savoir décrire la figure d'interférences qui correspond à un montage interférentiel. Il doit enfin savoir utiliser la symétrie du système pour déterminer la symétrie de la figure d'interférence obtenue.

Thermodynamique

La confusion entre grandeur macroscopique et microscopique est trop souvent problématique. Il en est de même de la confusion dans les notations entre grand delta, petit delta et différentielle.

Il est indispensable de savoir calculer les travaux des forces de pression dans les différents cas possibles (isotherme, isobare, isochore...) en sachant quelle est la pression à prendre en compte.

Les candidats oublient souvent d'utiliser les lois de Joule.

Ils doivent savoir calculer une variation d'entropie (savoir faire un bilan d'entropie : calcul de ΔS à partir d'une identité thermodynamique, calcul de l'entropie échangée et déduction de l'entropie créée), savoir utiliser les identités thermodynamiques et que l'utilisation de ces formules est basée sur le fait que l'entropie est une fonction d'état. Les candidats connaissent rarement l'identité thermodynamique exprimée avec les variables T et P.

Il est parfaitement inadmissible de ne pas connaître l'expression du premier principe de la thermodynamique et de la variation d'énergie interne pour un gaz parfait.

Les examinateurs rappellent encore une fois que les lois de Laplace ne représentent pas la seule formule applicable en thermodynamique : il faut connaître les conditions d'application de ces lois et vérifier leur validité avant de se lancer dans leur utilisation. La démonstration de ces lois est le plus souvent non connue.

Certains candidats ont fait à tort apparaître les courbes de rosée et d'ébullition ainsi que les isothermes lors de l'utilisation du diagramme de Clapeyron pour l'étude des transformations d'un gaz parfait.

Dans le cas des mélanges liquide-vapeur, beaucoup de candidats rencontrent des difficultés pour exploiter des tableaux de valeurs et des diagrammes (P,h) et (P,v).

Electromagnétisme

Les examinateurs ont constaté cette année une amélioration dans la connaissance des équations de Maxwell.

Amélioration également dans la rigueur apportée à l'étude des invariants et des symétries pour les calculs des champs E ou B. Pour les plans de symétrie, il faut penser à les faire passer par le point où on calcule le champ. Ces études doivent être faites de manière rigoureuse et pas seulement intuitive.

Lors de l'application du théorème de Gauss, la surface de Gauss doit respecter les symétries de la distribution et doit délimiter un volume.

Les candidats doivent connaître la loi de Lenz. Ils doivent savoir calculer la force électromotrice induite en passant par le calcul du flux ou par le calcul du champ électromoteur puis de sa circulation.

Les relations de continuités pour les champs électriques et magnétiques sont en général connues mais mal appliquées car la signification des termes n'est pas toujours comprise.

Il est rappelé que dans le vide il n'y a ni charges, ni courant.

Dans les problèmes d'induction, il faudrait que les candidats identifient clairement, dès le départ, de quel type d'induction il s'agit et ainsi ne partent pas systématiquement sur le calcul d'une force électromotrice par variation du flux.

Chimie

Comme il a été dit précédemment les exercices de chimie sont le plus souvent très proches du cours de base.

Chimie des solutions

Une réaction acide/base correspond à un échange de protons, une réaction rédox correspond à un échange d'électrons.

La définition du K_a d'un couple acide/base est très souvent fautive. Il faut de plus connaître la différence entre K_a et K_b et plus particulièrement savoir que la réaction de mise en solution d'une base faible a pour constante K_b et non pas K_a .

L'acide chlorhydrique est un acide fort, totalement dissocié en solution aqueuse.

Il faut faire attention aux ions spectateurs (notamment l'ion chlorure pour l'acide chlorhydrique et l'ion sodium pour la soude). Ces ions n'apparaissent pas dans les équations-bilan.

Savoir définir un acide faible et un acide fort.

Lors de l'étude d'un système acidobasique, les ions hydronium ou hydroxyde apportés par le solvant le sont en très faible quantité. Ces ions n'entrent que rarement en ligne de compte dans la réaction prépondérante.

L'ammoniaque est une base NH_3 , associée à son acide conjugué, l'ion ammonium NH_4^+ .

Au cours d'une réaction d'oxydoréduction, le nombre d'oxydation d'une espèce atomique doit nécessairement varier.

Dans la formule de Nernst, il faut savoir faire la différence entre un logarithme népérien et un logarithme décimal.

Pour déterminer la constante d'équilibre d'une réaction redox, il faut exploiter l'égalité des potentiels des couples redox à l'équilibre.

Pour équilibrer une équation redox, il est nécessaire d'écrire au préalable les deux demi équations. Cela facilite les calculs et permet en plus de connaître le nombre d'électrons échangés.

Pour équilibrer une réaction redox en milieu basique, il faut au préalable équilibrer en milieu acide puis passer en milieu basique.

Dans une pile électrochimique, le pont salin assure la circulation des ions mais pas celle des électrons qui ne se déplacent que dans les conducteurs métalliques du circuit.

Constante d'équilibre : il faut faire la différence entre l'expression de la constante et sa valeur.

Lors de l'étude d'un diagramme potentiel-pH :

- pour déterminer la pente d'une courbe, on prend seulement en compte les termes dépendant du pH.

- lors de l'attribution des espèces aux domaines, il faut calculer les nombres d'oxydation auparavant.

Pour des sels parfaitement solubles, la totalité des substances introduites dans la solution se retrouve sous forme ionique.

Dans la réaction de dissolution d'un composé ionique en solution aqueuse, l'eau n'apparaît pas dans l'équation bilan.

Une réaction de dosage doit être rapide, totale et unique. Il est donc anormal lors de l'étude d'une réaction de ce type de trouver une constante ne traduisant pas un caractère quantitatif.

Lors de l'équivalence d'un dosage, il faut correctement prendre en compte les coefficients stœchiométriques dans le bilan de matière.

Les candidats doivent savoir écrire l'équation bilan de la réaction de dissolution d'un composé ionique en solution. Ils doivent également savoir écrire et exploiter la condition de précipitation issue de la comparaison du quotient de réaction avec la constante de solubilité.

Thermodynamique chimique

Lorsque l'enthalpie de réaction d'un équilibre est négative la réaction est exothermique.

Les énoncés des lois de modération de Van't Hoff et de Le Chatelier sont le plus souvent connus mais leur application est fréquemment hasardeuse.

Lors de l'utilisation de l'affinité chimique, il faut connaître la définition en faisant attention au signe des différents termes, sans quoi les conclusions tirées lors de l'exploitation n'ont aucun sens.

Cette notion d'affinité chimique est généralement mal maîtrisée. Les candidats ne l'utilisent que lorsque cela leur est demandé et ne savent que rarement l'exploiter.

Beaucoup de candidats savent calculer l'enthalpie standard de réaction à partir des données (enthalpies de formation ou application de la loi de Hess) mais trop peu connaissent la signification de l'enthalpie de réaction : il s'agit de la chaleur échangée par le milieu réactionnel lors de la réaction d'une mole de réactif...

La notion de température de flamme est généralement mal maîtrisée.

Lors d'un équilibre en phase gazeuse, la constante d'équilibre s'écrit en prenant en compte les pressions partielles des gaz présents. Il est rappelé que la pression partielle est égale au produit de la pression totale par la fraction molaire.

La somme des pressions partielles est égale à la pression totale.

On ne peut pas parler de la concentration d'une espèce gazeuse ou d'une espèce solide.

La constante d'équilibre d'un équilibre chimique est, comme son nom l'indique, une constante qui ne dépend pas des quantités initiales des réactifs et produits. Elle ne dépend que de la température.

Atomistique

Les examinateurs ont remarqué que quelques efforts avaient été faits dans ce domaine. Certains candidats maîtrisaient correctement les notions de base et cela leur a permis d'obtenir des notes tout à fait satisfaisantes. Au contraire, d'autres candidats ne connaissaient que peu de choses et ont perdu des points qu'ils auraient pu gagner fort facilement.

Les candidats doivent savoir définir la notion d'électrons de valence et déduire les formules de Lewis d'édifices simples.

La règle de Klechkowsky doit pouvoir permettre de déterminer la structure des atomes et en déduire leur position dans la classification périodique.

La notion de diagramme d'énergie d'un atome, en particulier l'exploitation du spectre d'émission/absorption de l'atome d'hydrogène n'est que rarement connue.

La relation donnant l'énergie d'un photon en fonction de sa longueur d'onde doit être connue.

Conclusion

Les remarques faites au sein de ce rapport ont pour but d'aider les candidats et leurs professeurs dans la préparation des concours. Elles ont pour but de donner des conseils et des encouragements mais aussi de mettre en évidence les erreurs le plus souvent rencontrées.

Il est rappelé que la préparation des concours se fait tout au long des deux années de classes préparatoires et que des épreuves écrites et orales sont indissociables.

Pour conclure, les examinateurs exhortent les candidats à fournir un travail régulier et approfondi nécessaire à une mémorisation et une compréhension efficaces et souhaitent bon courage dans cette voie.