



Les oraux des CCP, filière MP, de la session 2018 se sont déroulés, comme l'année précédente, au lycée Claude Bernard, 1 avenue du Parc des Princes, Paris 16.

Chaque candidat admissible a été convoqué, entre le 25 juin et le 21 juillet 2018, sur trois demi-journées consécutives pour passer les trois épreuves du concours : mathématiques, physique – chimie et langue vivante.

Ce rapport clôture l'oral de physique-chimie des CCP, filière MP de la session 2018.

Il s'adresse essentiellement aux enseignants de MPSI et de MP, aux futurs candidats des oraux des CCP filière MP et aux colleurs de ces classes.

Ce rapport a pour objectif :

- d'apporter aux enseignants de MPSI et de MP les informations essentielles relatives à l'oral de physique-chimie des CCP
- d'aider les futurs candidats dans leur préparation à l'oral : erreurs à éviter, lacunes à combler, points à consolider, conseils de préparation à l'oral et conseils pour l'oral lui-même...

QUELQUES CHIFFRES POUR LA SESSION 2018

4960 candidats admissibles aux oraux sur 7483 élèves inscrits aux épreuves écrites des CCP. La moyenne de l'épreuve orale de Physique-Chimie est de 10,30 (10,37 en 2017) avec un écart-type de 4,07.

DÉROULEMENT DE L'ÉPREUVE

L'épreuve orale de physique-chimie est constituée de deux exercices sur des thèmes différents (2 exercices de physique, ou, 1 exercice de physique et 1 exercice de chimie), le nombre de points alloués à chaque exercice étant annoncé en début d'épreuve au candidat (équiartition, ou 8/12).

Les différentes parties du programme interviennent à proportion de leur part dans le programme de 1^e et 2^e années sur l'ensemble des quatre semaines d'interrogation et les impasses sont très coûteuses.

L'épreuve a une durée maximale de 1 heure (30 minutes de préparation et 30 minutes de présentation orale). Cette durée tient compte des vérifications selon les dispositions administratives. Il est notamment demandé aux candidats de déposer leur(s) téléphone(s) et tout autre objet connecté éteint sur la table à l'entrée de la salle. Cette consigne n'est pas souvent respectée : le téléphone est soit éteint dans le sac, soit en mode silencieux ou mode avion sur la table. Comme l'examineur se doit de vérifier son état, veuillez respecter cette

consigne, afin d'économiser quelques précieuses minutes, que le téléphone soit éteint, la feuille de passage et le stylo sortis du cartable, dès l'arrivée du candidat devant la salle. Le décompte du temps de l'épreuve commence dès que le candidat entre dans la salle et il se termine lorsqu'il sort de la salle. La reprise des affaires, à la fin de l'épreuve, doit être rapide et le téléphone sera rallumé une fois sorti de la salle, de manière à ne pas perturber l'épreuve du candidat suivant.

REMARQUES D'ORDRE GÉNÉRAL SUR L'ORAL 2018

Dans l'ensemble les candidats sont assez pugnaces, dynamiques et courtois, mais cependant, plusieurs ne semblent pas conscients qu'au cours d'une épreuve orale ils doivent essayer de montrer à l'examineur toutes leurs compétences. Ils ne semblent pas prendre conscience de l'enjeu. Les questions de cours doivent être approfondies (c'est la base !). Les applications numériques sont rarement effectuées et souvent négligées (penser à simplifier les puissances de 10 avant de faire le calcul à la calculatrice, car c'est source d'erreur et à ne pas mélanger valeurs numériques et littérales). Les dimensions et les unités sont parfois mal utilisées. On trouve beaucoup d'erreurs liées à des problèmes de conversion d'unités par exemple : masse en mg dans les données du problème et qui s'exprime en g et pas en kg dans les calculs.

Les difficultés techniques demeurent, voire s'amplifient : les calculs élémentaires de volume ou de surface sont parfois totalement erronés en particulier la surface d'une sphère, la surface d'un disque ou encore le périmètre d'un cercle sont parfois mal connus des candidats ou totalement non homogènes. L'utilisation des grandeurs vectorielles et leurs projections sur un axe, la résolution des équations différentielles et la manipulation des complexes (module, argument) sont également sources d'erreurs fréquentes. Et pourtant, tous ces savoir-faire font partie des capacités exigibles. Enfin, un grand nombre d'équations démontrées par les candidats présentent un problème d'homogénéité. Il est courant d'observer des confusions entre grandeurs totalement étrangères. Ainsi, confond-on intensité lumineuse et intensité d'un courant électrique, vecteur densité volumique de courant et vecteur densité de flux thermique. On ne peut guère espérer aboutir à un quelconque résultat à ce niveau de confusion.

Les notions fondamentales telles que les variations d'une grandeur physique en fonction d'un ou plusieurs paramètres ne sont pas toujours maîtrisées, ce qui signifie le manque de rigueur scientifique du candidat.

La présentation n'est pas un écrit au tableau, mais un oral : toutes les informations ne doivent pas être écrites sur le tableau mais elles doivent être commentées à l'oral, ce qui permettrait aux candidats d'économiser de précieuses minutes. Les candidats doivent parler suffisamment fort de manière à être audible et ils doivent penser à soigner leur présentation (gestion du tableau, schéma, numérotation des questions). La notion d'échange, en particulier dans les justifications, les explications des choix des candidats sur la démarche, les méthodes utilisées est primordiale, et ils ne doivent pas attendre la validation systématique de chaque étape avant de poursuivre le travail demandé.

Les candidats ont en général regardé les deux exercices pendant le temps de préparation. Un certain nombre d'entre eux n'avaient cependant pas réfléchi au deuxième sujet et ont été initialement assez réticents à les présenter au tableau. Attention à gérer le temps de préparation, de manière à préparer de la même façon chacun des deux exercices. Le barème

est annoncé au début du temps de préparation et les points d'un exercice ne peuvent pas être basculés sur l'autre exercice, d'où l'intérêt de partager son temps équitablement entre les deux exercices. Le candidat a toujours intérêt à réfléchir aux deux exercices proposés, même s'il a peu d'idées sur l'un des deux. Une discussion peut toujours s'installer. Les examinateurs sont friands de remarques qualitatives et il arrive fréquemment que beaucoup de points soient gagnés dans ces premiers instants où il s'agit d'élaborer une stratégie de résolution. Quoiqu'il en soit, quand le candidat s'obstine à rester sur le même exercice après 2 ou 3 « points chronos » de l'examineur (« il vous reste 11 puis 8 puis 4 minutes... ») alors qu'il patauge et tente de gagner un peu de temps, l'examineur voit la situation d'un œil méfiant et le candidat repartira vraisemblablement avec une note sous la moyenne n'ayant que très peu abordé le deuxième exercice. Par contre, les examinateurs apprécient les candidats qui prennent le risque de présenter les deux exercices même si leur préparation les a menés dans une impasse. L'examineur reprend alors bien volontiers l'exercice avec le candidat, en tentant, à l'aide de questions ciblées, de l'orienter de façon à pouvoir l'évaluer sur les multiples compétences au programme. La note en est toujours valorisée.

Les candidats doivent réaliser à quel point la notion de capacité exigible est contraignante. Un effort fructueux serait, lors de leur apprentissage et de leurs révisions, de travailler avec le programme sous les yeux et faire la liste des points qu'ils doivent impérativement maîtriser. On observe, en outre, une certaine légèreté comportementale. Telle loi (par exemple la loi de Faraday) est donnée avec un signe faux. Qu'à cela ne tienne, le candidat, guidé vers la rectification de la loi, ajoute le signe moins de façon rapide et anodine, comme si cette faute n'était qu'une coquille. Dans le même esprit, l'escamotage de signes ou la dissimulation du tableau font partie de la panoplie de techniques qui ont le don d'irriter l'examineur.

Enfin, les examinateurs regrettent les oraux qui commencent par « Bon, ben, du coup, alors la question 1 de l'exercice 2 donne... ». En effet, il est toujours très appréciable d'être devant des candidats qui prennent un peu de hauteur devant les exercices et les replacent dans un contexte plus global, expliquant les tenants et aboutissants, tentent d'anticiper la solution. Certains ne voient pas la nécessité de faire un schéma... le candidat demande poliment à l'examineur s'il a devant les yeux le schéma de l'énoncé et, une fois rassuré, continue l'exercice sans prendre la peine de le représenter. Les candidats qui prennent la peine d'élaborer une stratégie de résolution (sur problèmes ouverts notamment) sont rarissimes et ils doivent penser à s'aider des photos données dans les sujets pour trouver des idées d'ordre de grandeur.

REMARQUES SELON LES DIFFÉRENTS THÈMES DU PROGRAMME

Circuits

Les candidats maîtrisent globalement les lois de l'électrocinétique (loi des nœuds, loi des mailles, ponts diviseurs) et les notions de base sur les filtres (fonction de transfert, gain), même si certains font beaucoup d'erreurs de signe et que beaucoup ne savent pas justifier de la continuité du courant dans une bobine ou de la tension aux bornes d'un condensateur. Ils savent identifier la nature d'un filtre (passe haut, passe bas, passe-bande), même s'ils sont réticents à redessiner des circuits équivalents haute fréquence ou basse fréquence pour appuyer leur raisonnement. Ils savent bien déterminer des impédances équivalentes dans le cas des associations en série et en parallèle de différents dipôles et maîtrisent en grande majorité l'utilisation du pont diviseur de tension. Les exercices de circuit étant souvent

calculatoires, les candidats font parfois des erreurs de calcul dans la détermination des grandeurs qui leur sont demandées, plutôt que des erreurs de raisonnement.

Les examinateurs ont noté des insuffisances dans les savoir-faire expérimentaux :

- mesure d'un déphasage à l'oscilloscope par la mesure du Δt ;
- problème de câblage : mise en court-circuit d'un composant par branchement inadapté des deux voies de l'oscilloscope ;
- notion d'impédance ou de résistance interne d'un GBF inconnue

On note des difficultés pour l'établissement des conditions initiales en régime transitoire, dès lors que celles-ci ne sont pas évidentes, pour l'établissement de la fonction de transfert quand on ne reconnaît pas un diviseur de tension.

Electromagnétisme

Les examinateurs déplorent quelques maladroites récurrentes sur les sujets d'induction :

- les circuits ne sont pas spontanément orientés et, quand ils le sont, ça n'empêche pas les candidats de ne pas respecter l'orientation dans le calcul de flux ou dans l'application de la loi de Faraday ;
- l'aspect algébrique du courant dans le circuit est difficile à gérer ;
- les candidats n'ont pas le réflexe de confronter leurs résultats à la loi de Lenz. D'ailleurs, il faut les solliciter pour qu'ils en parlent et ils ont du mal à en déduire le comportement du système.

Il y a souvent des confusions entre symétrie et antisymétrie pour les distributions de courant, entre force de Laplace et de Lorentz, entre propagation et polarisation, entre théorème de Gauss et d'Ampère (surface, contour).

On peut rappeler les points importants suivants :

- la relation de structure s'utilise exclusivement pour des ondes électromagnétiques PLANES dans le vide ;
- M doit appartenir au plan de symétrie/d'antisymétrie lorsqu'on veut déterminer la direction d'un champ électrique ou magnétique.

Les notions d'inductance propre ou mutuelle ainsi que de moment magnétique sont rarement bien traitées, les équations de passage sont mal appliquées et l'établissement de la relation de dispersion dans un plasma très laborieux.

Mécanique

Il est important, avant de débiter tout calcul, de faire un bilan des actions extérieures, particulièrement quand il s'agit d'étudier des solides en rotation autour d'un axe fixe. La gestion des liaisons parfaites est encore beaucoup trop approximative.

Des éléments de base sont à maîtriser absolument :

- L'expression du vecteur accélération en coordonnées polaires et cylindriques.
- La détermination de l'expression d'une énergie potentielle d'une force conservative.
- La différence entre poids et force d'interaction gravitationnelle.
- La définition des forces d'inertie d'entraînement et de Coriolis : l'expression de la force d'inertie d'entraînement doit être connue dans les deux cas spécifiés par le programme

(référentiel entraîné en translation, ou en rotation uniforme autour d'un axe fixe par rapport à un référentiel galiléen). La méconnaissance de cette expression compromet la résolution de l'exercice dans la mesure où les candidats sont en général incapables de la retrouver.

- La nature galiléenne ou non d'un référentiel.
- Les lois de Coulomb qui ne doivent pas se résumer à $T \leq f N$.

Beaucoup de candidats font la confusion entre le théorème de l'énergie cinétique et le théorème du moment cinétique.

Optique

L'étude d'un montage optique doit absolument s'appuyer sur un schéma comprenant un tracé de rayons, que ce soit en optique géométrique ou ondulatoire. Malheureusement, le tracé des rayons qui convergent dans le plan focal image d'une lentille mince convergente est plus qu'approximatif.

En optique géométrique, il faut définir les angles par rapport à la normale pour les lois de Descartes, faire attention au caractère algébrique des grandeurs, ne pas confondre f et F (distance et point), ni objet réel ou virtuel, image réelle ou virtuelle. Il faut également savoir prendre l'initiative de l'approximation « objet à l'infini » lorsque l'objet est, par exemple, placé à 100 mètres d'une lentille de focale de quelques centimètres.

En optique ondulatoire, les candidats ne justifient pas toujours convenablement la différence de marche dans le cas des trous d'Young (Théorème de Malus, principe du retour inverse de la lumière) et sa détermination tient souvent du miracle. Ils n'ont pas compris pourquoi on insère une lentille de projection et positionnent la différence de marche entre la lentille et l'écran.

Les exercices portant sur les interférences à ondes multiples régulièrement déphasées (réseaux) laissent les candidats en grande difficulté : la démonstration de la formule des réseaux est difficile. Rappelons qu'il ne faut pas linéariser les sin dans la relation fondamentale des réseaux qui fonctionnent *a priori* en grands angles.

L'interféromètre de Michelson a été correctement géré dans l'ensemble, mais il faut savoir où sont localisés les anneaux si la source est étendue, ou ce que l'on observe si la source émet une lumière blanche.

On se heurte par contre à toutes les questions pratiques (constitution et réglage du goniomètre et du Michelson), de cohérence, de localisation et de perte de contraste.

Thermodynamique

Les candidats cherchent un peu des recettes toutes faites et ne posent pas véritablement le problème avec méthode.

L'étude des machines thermiques n'est pas maîtrisée. En particulier la notion de rendement ou d'efficacité est rarement bien définie et les candidats confondent régulièrement la quantité « utile » et « coûteuse ». Les cycles ne sont pas toujours bien tracés (il n'est pas nécessaire de

tracer à chaque fois une courbe de changement d'état) et les candidats ne sont souvent pas capables de tracer un diagramme d'état (P,T).

L'expression de l'entropie échangée est souvent erronée, les lois de Laplace sont utilisées à tort et à travers sans se préoccuper des hypothèses d'application et la démonstration de la relation liant les capacités thermiques à volume et pression constants n'est pas toujours sue.

En revanche, les bilans thermiques et la démonstration de l'équation de la chaleur sont mieux traités que l'an passé, même si le terme d'effet Joule est difficile à introduire. Il est déconseillé de travailler sur l'équation de Laplace, surtout en géométrie non cartésienne. Nombreux sont les candidats qui ne connaissent pas la définition du conducteur thermique parfait (conductivité thermique infinie) et sa propriété (température uniforme).

Physique quantique

Les candidats ont fait des progrès : les exercices classiques de particules dans un potentiel constant et uniforme par morceaux sont plutôt bien traités, certaines remarques qualitatives des candidats montrent que certains d'entre eux sont un peu familiarisés avec certains raisonnements classiques.

Cependant, dès que les énoncés sont moins classiques, on peut constater quelques défaillances et une confusion entre amplitude (de la fonction d'onde) et énergie (de l'état stationnaire).

Pour ce qui est du principe d'indétermination de Heisenberg, si sa formulation mathématique est connue, il est peu compris... En particulier, chacun des termes est interprété comme une variation. Par contre, le lien entre fonction d'onde et probabilité de présence pose régulièrement des problèmes et ils oublient régulièrement le carré dans la condition de normalisation.

On rappelle que s'appuyer sur l'analogie avec l'électrocinétique pour retrouver l'expression du vecteur densité de courant de probabilité fait partie des capacités exigibles, tout comme la description des enjeux de l'expérience de Stern et Gerlach. Enfin, la résolution de l'équation de Schrödinger stationnaire doit faire apparaître *a priori* dans le cas $E > V_0$ la somme d'une onde progressive ($\exp(ikx)$) et d'une onde régressive ($\exp(-ikx)$) et non pas la somme $a\sin(kx) + b\cos(kx)$, même si *in fine* la solution s'écrit en sinus ou cosinus par le jeu des conditions aux limites. En effet la fonction d'onde est par nature complexe et doit être recherchée *a priori* sous forme complexe.

Chimie

Les sujets de chimie n'ont pas été traités correctement par les candidats : soit ils en traitent seulement une partie, soit ils n'arrivent pas à identifier les différentes réactions d'oxydo-réduction mises en jeu, ou à extraire des énoncés les informations nécessaires à la résolution de l'exercice (surtout dans le cas des sujets d'électrochimie). Si les formules sont à peu près connues, les raisonnements impliquant des couples acide-base posent problème. La détermination des conditions de précipitations d'un oxyde est faite sans méthode ni stratégie, en invoquant aléatoirement différentes formules.

Les lois qualitatives de modération, quand il s'agit d'étudier une évolution à partir d'un équilibre chimique, ne sont pas connues, ou du moins sont énoncées de façon très peu claire et on note des confusions entre fraction molaire et nombre de moles et des problèmes avec la notion de surtension (anodique ou cathodique).

Pour améliorer la présentation des candidats, on peut donner quelques conseils :

- Il faut équilibrer les demi-équations redox avec des H^+ lorsqu'on veut faire un calcul de potentiel de Nernst. En effet, les potentiels standard sont donnés à $pH = 0$.
- On ne doit pas faire apparaître d'ions OH^- en milieu acide.
- Il faut ne faire réagir que des espèces présentes en solution.
- Lors de la recherche de la réaction d'électrolyse prévue par la thermodynamique, il faut indiquer clairement les couples présents en les portant sur un axe vertical gradué en volts (oxydant à gauche, réducteur à droite), entourer les espèces introduites initialement, puis déterminer la réaction par la règle du gamma (oxydant le plus fort réagit sur réducteur le plus fort).
- Il faut savoir décomposer une réaction chimique ou une demi-équation redox en réactions élémentaires et travailler sur les $\Delta_r G^0$ éventuellement étoilés afin de calculer une constante d'équilibre ou un potentiel redox standard. Les bidouillages sur les potentiels de Nernst n'aboutissent pas.
- Il est impératif de connaître les couples redox de l'eau.