



La mise en place des nouveaux programmes a entraîné fort logiquement des aménagements pour cette épreuve scientifique des Concours Communs Polytechniques option MP. En effet, afin de rester au plus près du programme et des recommandations nationales, des nouveautés ont été introduites.

- L'épreuve est d'une durée totale de 1h : cela tient compte de la préparation, de la prestation orale, mais aussi des tâches plus administratives telles que la vérification de l'identité du candidat, le tirage au sort du sujet, les émargements des candidats et de l'examineur. L'épreuve est maintenant constituée de deux exercices portant soit exclusivement sur deux domaines de la physique, soit sur une partie de la physique pour un des exercices et sur la chimie pour l'autre exercice. On peut également trouver des exercices mixant les deux matières. Les examinateurs souhaitent insister fortement sur la nécessité d'avoir une calculatrice, surtout pour les exercices de chimie !
- Certains exercices sont dits « ouverts » et laissent beaucoup de liberté au candidat pour répondre. De nombreux candidats se sont sentis désemparés au départ, mais se sont finalement bien débrouillés, l'examineur étant alors attentif à la présentation, au déroulé de l'exposé, aux idées du candidat. Pour ces exercices, tout défaut de maîtrise du cours est réhibitoire.

Différentes compétences ont été évaluées et on a pu noter quelques disparités entre les candidats.

- Compétence « s'approprier l'énoncé »
On peut noter que peu de candidats prennent l'initiative de faire un schéma si celui-ci n'est pas donné dans l'énoncé. Pour ceux qui font l'effort de traduire la situation de l'énoncé par un schéma, celui-ci est trop succinct, les données intéressantes susceptibles d'aider à la compréhension de l'énoncé et/ou à l'exposé ne sont pas indiquées. Par ailleurs, les erreurs liées à une mauvaise compréhension voire une lecture incomplète de l'énoncé sont beaucoup trop fréquentes.
On peut noter également qu'il est très difficile, même avec des questions, d'amener le candidat à réfléchir au sens de l'exercice et à avoir une vision d'ensemble du problème posé.
- Compétence « analyser »
La compétence « analyser » est plutôt correctement évaluée quand il s'agit d'exercices « cadrés ». La mise en place du raisonnement est assez naturelle, les théorèmes et lois physiques adaptées sont correctement énoncés (dans une large mesure). Par contre, pour ce qui est d'énoncés pour lesquels la démarche n'est pas explicitée (même si le but final est explicite), l'élaboration d'une stratégie de résolution et la simplification du problème en questions plus simples posent problème aux candidats.

- Compétence « réaliser »
La compétence « réaliser » est dans l'ensemble correctement maîtrisée. Une fois les stratégies de résolution mises en place, on arrive très souvent à l'écriture d'une ou plusieurs relations qui permettront de proposer une solution au problème. On peut quand même noter beaucoup de maladresses calculatoires, même si les énoncés ont, tant que possible, essayé d'exclure les calculs compliqués.
- Compétence « valider »
Les examinateurs sont globalement assez déçus par les candidats pour ce qui est de cette compétence. En effet, le candidat qui arrive à une expression analytique ou numérique ne s'interroge pour ainsi dire jamais sur le résultat obtenu et passe quasi-systématiquement à la question suivante. Ne parlons pas des cas (assez nombreux somme toute) où le candidat n'a pas répondu à la question. Sur demande explicite de l'examineur, les analyses dimensionnelles sont cependant correctement menées. L'étude de cas limites permettant de contribuer à valider les expressions obtenues n'est faite que laborieusement et sur demande explicite de l'examineur. Les examinateurs rappellent que les résultats obtenus doivent être commentés.
- Compétences « communiquer » et « être autonome »
Globalement, les examinateurs saluent l'effort des candidats à avoir une expression orale assez claire, en dépit de l'émotion qui peut les animer. Ils regretteront cependant que les tableaux manquent de clarté. Certains candidats veulent remplir le tableau de phrases à la manière de copies écrites et perdent ainsi beaucoup de temps, malgré de nombreux rappels à l'ordre et conseils de l'examineur. Pour la plupart, les candidats réagissent correctement aux indications de l'examineur, sauf certains (rares) qui vont préférer s'obstiner dans une voie sans issue, chronophage et confuse. Par contre, les examinateurs peuvent déplorer le manque d'autonomie de beaucoup de candidats qui cherchent l'assentiment à chaque phrase prononcée, ce qui interdit l'établissement d'un rythme d'exposé susceptible de mener à l'une de ces discussions physiques dont l'examineur est particulièrement friand.

La moyenne générale de l'épreuve a été de 10,01, avec un écart-type de 4,2. Le niveau général est donc en moyenne le même que l'an passé, mais on constate que les candidats moyens ont beaucoup plus de difficultés que l'année dernière et que, de manière générale, les candidats manquaient cruellement de sens critique

Les difficultés rencontrées le plus fréquemment sont listées ci-dessous.

De manière générale

- Les examinateurs ont noté de grandes difficultés calculatoires. Certains candidats se sont retrouvés pris au dépourvu pendant leur préparation, n'ayant pas droit à la calculatrice (elle n'est autorisée que lors du passage au tableau) et ne sachant pas à quoi est égal $\log_{10}(10)$... Il serait bienvenu d'avoir préparé les applications numériques avant le passage au tableau et notamment toutes les conversions d'unités.
- De même, les examinateurs ont noté une perte significative de compétence dans la description géométrique. Les candidats ont des difficultés pour exprimer des surfaces ou

volumes canoniques, des difficultés (considérables !) de projection élémentaire des vecteurs, ou de calcul d'un produit scalaire dans une base orthonormale directe. Ces problèmes sont extrêmement pénalisants car sans géométrie de base, pas de mécanique, ni d'électromagnétisme ou d'optique. Les nombreux étudiants concernés restent ainsi bloqués sur les premières questions. Dans ce contexte, il ne faut pas être surpris de voir la géométrie différentielle, les concepts de flux ou de circulation devenir des pièges dont il est souvent difficile de sortir. La description des longueurs, surfaces, ou volumes élémentaires ajoute encore à la difficulté et, là encore, le résultat est binaire : soit on sait et on passe à la suite du problème, soit on tâtonne pour souvent ne rien expliciter des expressions attendues.

- Les opérateurs gradient, divergence et rotationnel ne sont pas connus des candidats en cartésien.
- La méthode complexe pour résoudre une équation différentielle à second membre harmonique n'est pas utilisée spontanément.
- Pour la résolution des équations différentielles, les candidats ne savent pas donner un nom approprié aux constantes qui apparaissent : ils ne font pas de lien avec la dimension de la constante et ne savent pas la retrouver sur un graphe.
- La présentation du tableau est peu soignée et certains candidats sont inaudibles, alors que l'épreuve consiste en un échange avec l'examineur.

Circuits électriques

- Les lois de Kirchhoff sont mal écrites et les candidats se perdent dans des calculs qui restent trop souvent inaboutis. On peut regretter l'absence de raisonnement en considérant les comportements à haute puis basse fréquence des composants usuels : il faudrait utiliser le diagramme de phase (dérivée du signal, signal) préalablement à la résolution d'une équation différentielle pour obtenir sans calcul l'évolution du système.
- Les candidats ont rencontré des difficultés dans l'identification (puis le filtrage) des composantes spectrales d'un signal provenant de la multiplication de 2 signaux harmoniques.

Electromagnétisme

- Les sujets d'induction donnent lieu à des discussions préalables où le candidat est invité à envisager l'évolution du système proposé. Les examinateurs déplorent la pauvreté (voire l'inexistence) de ces analyses préalables et les candidats ont de grosses difficultés à respecter les conventions d'orientation (lorsqu'elles ont été définies) : ainsi, certains candidats ont défini i et e en sens inverse et ne savent pas que cela entraîne l'apparition d'un signe négatif dans la définition de la force de Laplace. La loi de Lenz est connue (quoique souvent énoncée de façon peu claire) mais son application aux situations exposées dans les énoncés est laborieuse. Les énoncés décrivant un couplage électromécanique donnent souvent lieu à une approche désordonnée, où des calculs s'enchaînent sans but explicite.
- L'utilisation des propriétés de symétrie et d'invariance des distributions de charges pose encore beaucoup trop de problèmes. Les candidats parviennent à identifier les symétries des distributions, mais les conséquences sur la structure spatiale des champs statiques ne sont pas maîtrisées. Le théorème de Gauss, quand il est énoncé, n'est que rarement bien appliqué : l'identification d'une surface de Gauss adaptée aux caractéristiques de la distribution et le calcul du flux sortant sont laborieux. Les lectures

de carte de champs ont donné lieu à des discussions intéressantes, même si le lien (qualitatif) entre la « proximité » des lignes de champs et l'intensité du champ électrique dans une région vide de charge n'est pas souvent énoncé. L'écriture des équations de Maxwell pour des ondes harmoniques planes (pour remonter à la structure des ondes étudiées) pose étrangement beaucoup de problèmes aux candidats. Les meilleurs d'entre eux connaissent leur cours et savent « appliquer les recettes », mais les conventions de signes utilisées dans les énoncés ne sont pas souvent respectées. Les candidats différencient avec peine les lois et relations générales de celles spécifiques aux ondes planes. Ils exploitent donc ces dernières sans en percevoir le domaine de validité restreint. C'est le cas pour la relation de structure $\vec{B} = \frac{\vec{k} \times \vec{E}}{\omega}$, qui n'a évidemment par la généralité de l'équation de Maxwell Faraday dont elle est issue. De même la notion de vecteur d'onde est rapidement extrapolée de telle sorte que le vecteur $\vec{k} = \vec{k}_1 + \vec{k}_2$ est le vecteur de l'onde plane résultant de la superposition des deux ondes de vecteurs \vec{k}_1 et \vec{k}_2 .

Mécanique

- La relation fondamentale de la dynamique est correctement maîtrisée, ce qui n'est pas toujours le cas du théorème du moment cinétique (le moment cinétique du solide est trop souvent confondu avec son énergie cinétique ou avec le moment cinétique d'une masse ponctuelle). Le calcul du moment des actions pose problème et l'identification du « bras de levier » est souvent maladroite. Les candidats confondent intégrale première et équation du mouvement et ne font pas la différence entre poids et force de gravitation. Les bilans de force sont souvent incomplets : les forces de contact, les réactions d'axe sont oubliées. Il est dans les capacités exigibles d'établir le caractère périodique d'un mouvement par la méthode énergétique.
- Pour la détermination de la force d'inertie d'entraînement, on peut regretter des développements calculatoires donnant souvent des erreurs de signe, que le candidat a vraiment du mal à rectifier par des considérations qualitatives (aspect centrifuge de la force d'inertie). L'accélération de Coriolis, quant à elle, est totalement oubliée.

Optique

- Les sujets d'optique géométrique ont été correctement traités par les candidats sérieux. Les instruments d'optiques de base semblent compris (confusion entre grandissement et grossissement). Mais, l'intérêt de l'algébrisation des angles n'est pas perçu et le phénomène de réflexion totale reste flou dans leur esprit.
- Les énoncés d'optique ondulatoire ont mis en évidence des faiblesses importantes. Les aspects phénoménologiques de la diffraction restent peu connus et notamment les conséquences sur la résolution d'un instrument. L'application du théorème de Malus ne consiste pas uniquement à tracer des perpendiculaires, surtout dans des zones où l'onde lumineuse est une onde sphérique. A noter également que les lentilles ne créent pas de déphasages ! Les conditions d'interférences (cohérence) sont réduites à l'identité des longueurs d'onde des ondes susceptibles d'interférer. Les candidats ne savent pas retrouver rapidement la différence de marche de la lame d'air à partir des sources images : ils passent par un lourd calcul dans la lame qui souvent n'aboutit pas. Pour les

réseaux, ils sont trop nombreux à se placer dans l'approximation des petits angles alors que le réseau disperse la lumière dans toutes les directions.

Physique quantique

- Les examinateurs se sont rendu compte que les candidats manquent beaucoup d'aisance en mécanique quantique même pour des situations très proches de celles développées dans leurs cours et c'est souvent du « tout ou rien ». Les meilleurs d'entre eux réduisent les énoncés à des problèmes purement calculatoires de résolution d'équations différentielles avec conditions de raccordement. La signification physique de la notion de fonction d'onde et des solutions (réflexion, transmission de quanton sur des discontinuités de potentiel) n'est pas du tout maîtrisée. Il est notamment très fréquent d'entendre parler de trajectoire ! Les candidats doivent savoir retrouver l'énergie d'une particule dans un puits de potentiel infini par l'analogie avec la corde vibrante.

Thermodynamique

- L'étude de machines thermiques semble appréciée des candidats, car ils ont en général des idées intéressantes sur le sujet. On peut cependant regretter quelques cafouillages dans les signes des échanges énergétiques suivant qu'on se place du point de vue du fluide calorporteur ou de l'utilisateur. Les examinateurs déplorent une utilisation abusive de la loi de Laplace : on veillera à bien se placer dans le cadre des hypothèses nécessaires à l'application de cette loi. La notion et la cause d'irréversibilité sont peu comprises et S_c et trop souvent confondue avec ΔS . Les examinateurs ont noté de nombreuses confusions entre adiabatique et isotherme.
- Les candidats rapprochent systématiquement toute étude « hors équilibre » en régime permanent de problèmes de diffusion thermique, avec une température locale non uniforme, en dépit des spécificités explicites de l'énoncé. Le candidat doit savoir conduire un bilan énergétique. L'écriture directe de l'équation locale n'est pas acceptée.

Chimie

Les examinateurs déplorent une connaissance trop imprécise du programme de chimie. En particulier, les diagrammes potentiels-pH ne sont pas maîtrisés, tant pour ce qui est de la construction (équation des frontières) que pour l'utilisation des diagrammes. La signification des domaines (prédominance, stabilité) n'est pas connue.

- En chimie des solutions, trop de candidats font réagir des espèces qui ne sont pas présentes dans la solution.
- En thermodynamique chimique, on retrouve souvent l'erreur « A l'équilibre chimique : $\Delta_r G^0 + RT \ln(K^0) = 0$ », alors que cette relation n'est que la définition mathématique de la constante d'équilibre. De plus, la définition de l'enthalpie libre n'est pas connue, ni le critère d'évolution spontanée. La relation de Guldberg et Waage (ou loi d'action des masses) n'est pas écrite spontanément. On confond souvent calcul de K^0 et loi d'action des masses. On confond corps pur et corps simple. La question « pourquoi l'enthalpie standard de formation du dihydrogène est-elle nulle ? » n'a trouvé que très rarement de réponse complète.
- En oxydo-réduction, la relation entre potentiel standard et enthalpie libre standard de réaction de la demi-équation redox doit impérativement être connue. C'est en effet la

seule relation qui permette un calcul rapide des potentiels standards ou constantes d'équilibre de réactions redox. Les couples de l'eau ne sont pas connus et l'anode est confondue avec la cathode ! On attend du candidat qu'il écrive directement la relation entre constante d'équilibre d'une réaction redox et potentiels standard de l'oxydant et du réducteur. Une demi-équation redox écrite pour un calcul de potentiel doit être équilibrée avec des ions H_3O^+ . Le potentiel standard est donné à pH nul. La règle du gamma est indispensable lorsqu'on veut écrire une réaction de pile ou d'électrolyse. Faire réagir l'oxydant le plus fort avec le réducteur le plus fort est le principe simple que les candidats doivent connaître.