



Les candidats admissibles qui se sont présentés aux épreuves orales ont fait preuve dans une large mesure, d'une vraie volonté de bien faire, malgré des niveaux vraiment très contrastés. Certains candidats montrent quand même une faible motivation, ce qui se ressent dans leur dynamisme au cours de l'oral et, par conséquent, dans leur note finale. Cette attitude est très dommageable pour eux, d'autant plus que, s'ils ont été admissibles, ils ont de fortes chances d'intégrer une école. Les candidats doivent rester motivés jusqu'au bout.

Les candidats ont eu une attitude correcte : peu de retard sont à noter. Attention toutefois à bien respecter l'heure de convocation devant la salle. Les candidats doivent comprendre qu'ils sont convoqués souvent un peu à l'avance de manière à avoir une fluidité dans les interrogations et pouvoir éventuellement gérer un problème sur un autre candidat. Il faut penser aussi à effacer le tableau à la fin de l'épreuve, sans que l'examinateur le demande, par respect pour le candidat suivant.

Par rapport à leur niveau scientifique, la moyenne de la session 2017 est de 10,37/20, et les notes attribuées s'échelonnent entre 00/20 et 20/20. Certains candidats ont donc un niveau remarquable. Un réel effort a été fait sur la chimie. Peu de candidats ont fait l'impasse en ce domaine et même certains commencent par la question de chimie, mais on peut noter une baisse de niveau concernant des notions autrefois bien maîtrisées comme l'énergie potentielle de pesanteur, les bilans thermodynamiques, l'induction, l'utilisation du théorème d'Ampère ou de Gauss. Les questions relatives aux travaux pratiques et, notamment, aux TP de circuits, obtiennent très peu de réponses (par exemple : comment mesurer une impédance ?).

Un grand nombre de candidats ont des difficultés (et même parfois une non maîtrise totale) dans l'utilisation de l'outil mathématique (les projections vectorielles, la séparation des variables d'une équation différentielle, le développement de Taylor à l'ordre 1, et l'utilisation des TROIS systèmes de coordonnées), mais aussi dans le langage utilisé (la fonction ne bouge pas, elle varie ; un nœud n'est pas un creux).

On peut donner ces quelques conseils supplémentaires :

- Il est totalement déconseillé d'injecter des valeurs numériques dans des expressions littérales, faisant disparaître ainsi l'homogénéité de la relation.
- Un schéma confus pénalise le candidat et minimise ses chances de résolution.
- La résolution d'une équation différentielle nécessite d'abord de nommer les constantes apparaissant dans l'équation par des noms en rapport avec leur dimension (tau pour un temps, L pour une distance, ...), puis de procéder éventuellement à un changement d'origine des temps ou d'espace pour alléger la résolution.
- Le candidat a peu de chances d'aboutir s'il ne sait pas ce qu'il cherche : il doit donc dénombrer les paramètres descriptifs d'un système mécanique ou d'un état final en thermodynamique avant de se lancer dans les calculs.
- Penser à simplifier les applications numériques en commençant par faire « à la main » la simplification des puissances de 10.
- Apprendre à se servir d'une calculatrice type collège, puisque l'examinateur leur en fournit une pour toute la durée de l'épreuve.

Le dernier conseil récurrent que l'on peut redonner aux candidats, mais qui est probablement le plus important est le suivant : commencez par l'exercice que vous maîtrisez le mieux (et pas le moins !) et acceptez l'aide apportée par l'examineur dans un questionnement destiné à vous remettre dans le droit chemin. Cela vous permettra de mieux gérer votre temps. Pensez que le conditionnel, largement utilisé lorsqu'un exercice n'est pas terminé (« on ferait ceci ou cela »), ne permet pas d'engranger les points correspondants ! Enfin, ne confondez pas oral avec écrit au tableau : la discussion doit être engagée avec l'examineur.

Les remarques sur les connaissances dans les différentes matières sont les suivantes :

Circuits

Les candidats ont beaucoup de difficultés avec les outils mathématiques (résolution des équations différentielles, passage complexe/réel, introduction inutile d'inconnues dans les équations), la réalisation des schémas et représentations graphiques sont –trop souvent– rudimentaires et clairement sous-exploitées.

Globalement, les théorèmes généraux sont connus même si leur exploitation et leur application sont difficiles. Mais, le diviseur de tension n'est pas systématiquement utilisé quand c'est possible ; les signes dans les caractéristiques des dipôles suivant la convention sont aléatoires ; les conditions initiales pour l'établissement de la solution complète posent problème quand elles ne sont pas évidentes ; les comportements intégrateur ou dérivateur sont inconnus ainsi que la correspondance entre -3 dB et $\sqrt{2}$.

Pour simplifier la résolution, il faut apprendre à redessiner des circuits équivalents et à écrire les fonctions de transfert de manière simplifiée, pour éventuellement faire apparaître des fonctions connues.

Electromagnétisme

Dès que la distribution n'est plus uniforme, le calcul du champ pose problème même en situation de grande symétrie. Certains candidats ne savent même pas écrire le champ électrostatique créé par une charge ponctuelle et trop d'élèves veulent imposer la nullité du potentiel à l'infini de la distribution alors que la distribution s'étend jusqu'à l'infini et que l'expression du potentiel diverge à l'infini.

On remarque la même chose en magnétostatique : même dans des symétries simples qui sont celles du cours (fil infini, solénoïde infini) il est rare d'obtenir la bonne direction pour le champ magnétique. Les élèves ne voient pas du tout que le champ tourne (donc rotationnel) autour des sources et ils donnent un champ colinéaire au vecteur densité de courant. Le calcul du flux est souvent effectué comme si le champ était uniforme. Le contour d'Ampère est très mal choisi comme entièrement orthogonal au champ ou circulaire dans une symétrie plane... On rappelle que le théorème d'Ampère ne peut être utilisé que pour les distributions à haut degré de symétrie. Beaucoup de candidats écrivent le flux à travers une surface fermée pour un flux qui s'appuie sur un contour.

En induction, on note beaucoup d'erreurs de signes dans les calculs, souvent dues à un manque de rigueur des choix d'orientation. En particulier, les candidats changent parfois d'orientation entre le calcul du flux du champ magnétique et l'application des lois courant-tension au sein des circuits, et ils ont souvent du mal à expliquer qualitativement ce qui va se

passer (par exemple, l'origine de l'apparition de forces de Laplace, l'origine des courants induits etc.) avant d'attaquer éventuellement les calculs. Pour prévoir le sens réel du courant induit, il vaut mieux utiliser le fait que son sens est celui qui crée un champ B de sens contraire (même sens) si le flux augmente (diminue), plutôt que de chercher l'expression de la force de Laplace en disant qu'elle doit freiner. L'application de la loi de Lenz occasionne des confusions entre des grandeurs physiques qui n'ont pas la même unité : ainsi, on a entendu plusieurs fois que « le courant s'oppose à la force ».

Bien que données systématiquement, les relations de passage ne sont pas bien interprétées. Les élèves ne se posent pas la question fondamentale : le champ est-il normal ou tangentiel ?

L'étude de la relation de dispersion dans un plasma, de la réflexion sur un conducteur parfait ou de l'épaisseur de peau est très mal abordée par les candidats.

L'énergie électromagnétique est présente partout où il y a du champ et pas seulement dans les sources du champ.

Le vide illimité diffère du vide avec conditions aux limites et la relation de dispersion dans un guide par exemple n'est donc pas celle du vide illimité.

Le lien entre la direction, sens de propagation d'une OPPH et son écriture en réel ou en complexe pose encore des problèmes. Les candidats appliquent les relations de structure des OPPH à des ondes stationnaires ou à d'autres ondes qui ne sont clairement pas planes.

Mécanique

Beaucoup de candidats font des erreurs de projection des forces et ne savent pas calculer le travail du poids. Les candidats doivent connaître sans hésitation l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur d'un point matériel, suivant que l'axe vertical est ascendant ou descendant.

Il y a confusion entre élongation et allongement d'un ressort.

Les systèmes ouverts (type fusée ou goutte d'eau grossissant par accréation) sont toujours mal traités, les candidats ne sachant pas seuls se ramener à un système fermé.

Une question aussi simple que « qu'est-ce que le poids » ne reçoit parfois pas de réponse ou une réponse extraordinairement confuse.

On rappelle que les problèmes de satellites terrestres s'étudient dans le référentiel géocentrique supposé galiléen.

Nombre de candidats ne savent pas ce que signifient « intégrale première de l'énergie » et « équation du mouvement » et ne savent pas comment on passe de l'une à l'autre.

Le théorème du moment cinétique laisse à désirer dans sa mise en œuvre. Les élèves veulent presque systématiquement écrire le théorème de la résultante cinétique sans se rendre compte qu'il y a des forces de réaction d'axe inconnues. De même, ils ne pensent jamais à se poser la question de la conservation de l'énergie mécanique pour un système à un degré de liberté. Le théorème de l'énergie mécanique n'est pas connu comme une variante du théorème de l'énergie cinétique. En conséquence, quand une force n'est pas clairement identifiée comme non conservative, le candidat se demande s'il faut la comptabiliser dans le TEM. Attention : il n'y a évidemment pas conservation de l'énergie mécanique d'un satellite lors d'un changement de trajectoire par freinage ou accélération.

Des candidats associent la donnée d'un moment d'inertie au calcul de l'énergie cinétique, mais pas à celui du moment cinétique. Certains candidats utilisent la notion de moment d'inertie pour un point matériel !

La notion de vitesse angulaire n'est pas comprise par certains candidats pour qui il n'est pas évident que cette vitesse soit la même pour tous les points d'un solide en rotation autour d'un axe.

Les lois de Coulomb sur le frottement solide sont mal connues.

Les formulations des expressions des forces d'inertie d'entraînement et de Coriolis dans des cas simples sont souvent hésitantes. De plus, l'utilisation de l'énergie potentielle d'inertie d'entraînement permet de conclure très rapidement sur les problèmes dans un référentiel en rotation pure à vitesse constante. Les candidats n'appréhendent pas du tout les caractéristiques de cette force, en particulier sa propriété fondamentale qui est d'être centrifuge (capacité exigible).

Optique

En optique géométrique, les tracés des rayons sont problématiques, même pour des rayons incidents parallèles à l'axe. La notion de foyers secondaires n'est pas acquise. Beaucoup d'élèves pensent pouvoir se débrouiller car les formules sont données dans les énoncés. C'est le contraire qui se passe car ils n'ont pas fait les efforts suffisants pour comprendre cette partie du cours et font des erreurs d'algèbrisation. On n'entend jamais le vocabulaire « points conjugués ou image d'un objet », ce qui est pourtant bien utile.

Les connaissances sur l'interféromètre de Michelson sont beaucoup plus approximatives que les années précédentes : sa description, ses réglages et les systèmes équivalents ne sont pas maîtrisés. Trop de candidats affirment encore que l'ordre au centre de l'écran dans le cas de franges d'égale inclinaison (obtenues avec un Michelson en lame d'air) est l'ordre 0. Les candidats ne pensent pas à utiliser l'ordre d'interférence, alors que cette notion peut souvent simplifier les calculs.

Le calcul de la différence de marche est souvent mal conduit, aussi bien pour les lames que pour les systèmes à deux sources.

Seule une minorité d'élèves maîtrisent assez bien ce qui se passe dans un réseau et le calcul du minimum de déviation.

Il vaut mieux définir l'interfrange comme la distance entre deux franges brillantes successives (définition concrète) plutôt que par une variation d'ordre égale à 1, définition bien sûr parfaitement correcte mais abstraite et donc souvent non mémorisée par les candidats.

Thermodynamique

Les liens entre transferts thermiques isobare ou isochore et variations des fonctions d'état H et U ne sont pas bien utilisés. La conséquence est que le calcul d'une variation d'enthalpie ou d'entropie lors d'un changement d'état relève de l'exploit.

L'identité thermodynamique $dU = TdS - pdV$ n'est plus au programme et les exercices se résolvent donc sans cette égalité. Une relation qui n'est pas au programme ne peut être utilisée que si sa démonstration est détaillée à l'oral, ce qui peut prendre du temps. Les examinateurs déplorent l'utilisation commune de cette relation par les candidats qui l'acceptent telle quelle sans aucun commentaire.

L'expression et l'écriture du deuxième principe est souvent approximative (oubli de l'inégalité, écriture de fonction d'état pour les termes de création ou d'échange).

Le principe des machines thermiques n'est pas compris et le fait de pouvoir prélever de la chaleur à une source froide semble incohérent pour certains candidats. L'interprétation de l'aire orientée du cycle dans le diagramme de Clapeyron est rarement utilisée pour prévoir le caractère moteur ou non de la machine.

Le premier principe relatif aux systèmes ouverts est très souvent oublié et la notion de débit massique est totalement méconnue.

Pour la diffusion thermique et la conducto-convection, on n'obtient quasiment jamais un bilan correct pour un système infinitésimal à une dimension (capacité exigible de MP). On ne saurait trop engager les candidats à s'exercer dans ce domaine. De même, ils méconnaissent souvent le terme de puissance volumique pour le courant électrique et l'expression du Laplacien dans le système de coordonnées utilisé.

La notion de résistance thermique pose aussi problème : une fois définie par $\Delta T/\text{puissance}$, ils ne comprennent pas qu'ils doivent obtenir le profil de température pour finaliser.

Par contre, la résistance de conducto-convection est souvent sue. Le montage série ou parallèle est compris.

Il est inutile d'introduire des intégrales dans les bilans thermiques de géométrie simple et il vaut mieux effectuer directement le bilan thermique sur le cylindre ou la sphère plutôt que la pellicule cylindrique ou sphérique quand il y a un terme source. Cela permet de n'effectuer qu'une intégration au lieu de 2.

La principale source d'erreur réside dans la maîtrise du signe des flux thermiques dans le bilan thermique.

Physique quantique

Cette partie du programme est plutôt soit bien maîtrisée soit pas du tout : la connaissance ou non de l'équation de Schrödinger et sa résolution est assez binaire. De manière plus générale, le cours correspondant n'est pas assez maîtrisé et les exercices restent une suite d'équations mathématiques à écrire, sans aucune remarques qualitatives visant à mettre en exergue la spécificité de ces phénomènes quantiques.

Le passage à l'interprétation probabiliste du carré de la fonction n'est pas vraiment maîtrisé. Le plus souvent les calculs laissent à désirer faute de formules de linéarisation des lignes trigonométriques.

Les candidats ne retrouvent pas seuls l'équilibre isotherme de l'atmosphère et n'arrivent pas à interpréter le résultat en termes de statistique de Boltzmann.

Chimie

Les candidats doivent approfondir la méthode LOS (Lewis Octet Structure), méthode de construction systématique des molécules, afin d'éviter toute hésitation.

On rappelle que l'énergie d'ionisation est définie pour un atome pris dans l'état de gaz parfait (de façon à ce que l'énergie fournie par l'opérateur ne serve qu'à arracher l'électron) et dans son fondamental.

Les candidats ne savent pas situer les grandes familles chimiques (alcalins, halogènes, métaux...) dans le tableau de classification, ni déterminer le nombre d'oxydation d'un élément chimique dans un ion ou une molécule.

Le calcul du pH de début de précipitation d'un sel conduit invariablement à des expressions inextricables au cours desquelles le candidat cherche à obtenir une expression littérale du pH avant de passer à l'application numérique. Ce calcul était autrefois mené directement sur la valeur de (HO^-) (par exemple s'agissant d'un sel d'ions hydroxydes) et aboutissait. Aujourd'hui, il est très rare de voir ce calcul aboutir.

Les candidats hésitent à utiliser la loi des gaz parfaits avec une pression partielle et un volume total.

Il y a confusion entre corps pur et corps simple.

La réaction prépondérante d'électrolyse prévue par la thermodynamique grâce à la règle du gamma est obtenue en suivant précisément la démarche suivante : recensement des couples redox des espèces initialement présentes ; recherche de l'oxydant le plus fort et du réducteur le plus fort ; réaction de l'oxydant le plus fort sur le réducteur le plus fort ; tracé du gamma en partant de l'oxydant, le gamma obtenu pour une électrolyse étant inversé. Faute de suivre cette démarche, les candidats sont souvent démunis lorsqu'ils sont en présence de plusieurs couples redox. Enfin, il faut conclure que si la thermodynamique ne donne pas la réaction souhaitée, il faudra jouer sur la cinétique de réaction.

Certains candidats sont si peu familiers de l'électrolyse qu'ils relient les deux électrodes entre elles par un fil !

En milieu de pH non nul, il faut comparer les potentiels apparents $E(\text{pH})$ et non les potentiels standard pour déterminer la réaction prépondérante. De manière générale, les candidats ont vraiment du mal à gérer piles électrochimiques et accumulateurs.

Quasiment tous les candidats éprouvent des difficultés pour exprimer la masse de dépôt par électrolyse en fonction de l'intensité d'un courant. Il s'agit pourtant d'une simple règle de trois...

Les lois de déplacement d'équilibre par ajout d'un constituant relèvent parfois de la pure invention. Le quotient réactionnel n'est pas utilisé.

Le passage des bilans de matière aux activités des gaz est souvent inexact par oubli de la quantité de matière totale. Les courbes intensité-potentiel ont été assez bien utilisées avec un peu d'aide.

La notion d'acide fort n'est pas maîtrisée.

Les réactions de dissolution de solides ioniques et les produits de solubilité ne sont pas maîtrisés.

On peut conclure ces quelques remarques en parlant de l'évaluation par compétences :

- Compétence « s'approprier l'énoncé » : les candidats ne prennent pas assez de recul face aux exercices. Beaucoup trop n'ont pas mis à profit leur préparation pour s'interroger sur les finalités des exercices proposés et débute sans même attendre la question 1). Trop d'entre eux passent encore à côté d'hypothèses qui sont clairement écrites dans le texte à leur disposition.
- Compétence « analyser » : les candidats ne prennent pas le temps d'analyser. Ils se précipitent pour mettre en place un raisonnement reproduisant approximativement ce qui a été fait en cours (pour ceux qui connaissent leur cours) sans se préoccuper de la pertinence de la démarche.
- Compétence « réaliser » : c'est la compétence qui est la mieux maîtrisée par les candidats de MP, relativement à l'aise avec les calculs. Par contre, les candidats se sentent rassurés quand il s'agit de mener un calcul alors que souvent, il s'agirait de simplifier l'aspect calculatoire des problèmes au profit d'une discussion physique de nature à simplifier le formalisme mathématique.
- Compétence « valider » : cette partie a été escamotée par l'immense majorité des candidats. Une fois arrivés à un résultat littéral ou numérique, les candidats se précipitent à la question suivante et ce, même quand le résultat en question conclue l'un des exercices. L'examineur, très attentif à l'attitude et à l'esprit critique des candidats face aux résultats obtenus, a tendance à plus valoriser un candidat qui se montre critique face à son résultat faux que le silence d'un autre candidat face à son résultat juste.
- Compétences « communiquer » et « être autonome » : l'attitude générale des candidats face à l'épreuve orale joue de façon substantielle dans la qualité de la note. Certains candidats sans doute excellents ont passé la quasi-totalité de l'épreuve à noircir le tableau (avec des raisonnements justes !). Ces candidats seront généralement moins valorisés que des candidats plus maladroits et moins brillants mais qui font l'effort de rendre audible et compréhensible leur prestation, de rendre intelligible et compréhensible leur raisonnement, quitte à s'exposer à une critique bienveillante de l'examineur. L'examineur valorise également les étudiants qui se retrouvent bloqués dans leur exercice, mais qui énoncent à haute voix les causes de ce blocage et essaient de formuler des hypothèses ou de discuter de leur stratégie de résolution, alors qu'il sera peu enclin à aider un candidat totalement mutique devant son tableau... Un candidat qui tentera de dissimuler qu'il se trouve bloqué à l'aide d'un bavardage vaguement négociateur visant à endormir l'examineur ou à jouer la montre sera plus durement jugé.

Beaucoup de candidats ont néanmoins joué le jeu de l'oral, en dépit de leur timidité, de leur stress devant l'enjeu que représente l'épreuve. Les examinateurs y ont été sensibles et se montrent d'autant plus indulgents pour l'évaluation de cette compétence quand ils sentent la volonté de bien faire.