

Remarques d'ordre général

Les examinateurs ont noté, cette année, quelques très bonnes prestations au cours desquelles des candidats dynamiques et de bon niveau ont fait un exposé cohérent, quasi complet, assorti de commentaires physiques bien à propos et d'applications numériques justes. À l'inverse certains candidats ignorent les éléments fondamentaux du programme, restent sans ressort et sont incapables de se raccrocher aux questions posées par l'examinateur. Entre ces deux extrêmes, il y a la grande majorité des candidats qui ne disposent pas, à la fin de leur préparation, d'une réponse complète à toutes les questions qui leurs sont posées. Le niveau d'ensemble est moyen, mais l'écart-type augmente, traduisant une forte disparité de niveau entre les candidats. Par contre, l'épreuve porte sur les deux années de classes préparatoires, et de trop nombreux étudiants font l'impasse complète sur les matières de première année (optique géométrique, statique des fluides, mécanique du point), de sorte que, même des exercices très simples ne sont même pas abordés.

De manière générale, les candidats ont été respectueux des « règles » de l'oral, notamment en ce qui concerne la ponctualité, et les examinateurs les en remercient. Cela permet en effet une meilleure gestion de l'ensemble des épreuves, et évite bien des stress (et du côté candidats, et du côté examinateurs). Par contre, il faut qu'ils mettent plus à profit leur temps d'attente devant la salle : les candidats devraient être prêts à « passer à l'action » dès leur entrée dans la salle et ne pas perdre une à deux précieuses minutes à chercher leurs affaires au fond de leur sac. Lorsque la porte de l'examinateur s'ouvre, ils devraient avoir leur pièce d'identité, leur stylo, leur règle et leur calculatrice, prêts. Le papier brouillon est fourni par l'examinateur. À noter que la règle peut être utile en optique géométrique, et que la calculatrice est demandée pour effectuer des applications numériques. Non autorisée pendant la préparation, elle est autorisée au tableau. Par contre, alors que ses performances sont en constante progression, les candidats ont de plus en plus de mal à s'en servir, et à effectuer des applications numériques correctes.

Les candidats doivent mettre leur temps de préparation à profit : il n'est pas nécessaire de « terminer les calculs » pendant la phase de préparation ; il faut plutôt s'intéresser à l'ensemble des deux exercices, quitte à en développer certaines parties plus tard, au moment du passage au tableau.

Lors de la présentation orale, tout est important : la tenue vestimentaire (bien entendu ! : ne pas arriver « débraillé », sans pour autant venir en costume... mais, une tenue correcte), la présence au tableau (penser à parler un peu plus fort, à se tourner vers l'examinateur, à parler distinctement, et à se détacher de son brouillon), la gestion du tableau (écrire correctement et lisiblement, numéroter les questions, commencer en haut à gauche du tableau et pas en plein milieu, utiliser des craies de couleur pour les schémas, réaliser des schémas lisibles), et enfin, l'interaction avec l'examinateur. Le but de cette épreuve orale n'est pas uniquement de « recracher » des connaissances scientifiques. Il faut aussi savoir communiquer c'est-à-dire savoir convaincre l'examinateur de ses qualités, sans oublier que c'est LE CANDIDAT qui doit gérer SON interrogation. En aucun cas, il doit attendre l'accord de l'examinateur pour progresser.

Enfin, lorsque l'examinateur pose une question, ce n'est pas pour mettre une mauvaise note au candidat, ni le déstabiliser, mais pour avoir une précision utile pour l'exercice, ou guider le candidat vers une solution plus adéquate. Son but est de tester toutes les connaissances du candidat.

Une attention particulière doit être portée sur la justification des conditions d'application d'une formule de cours, l'homogénéité des formules, la résolution des équations différentielles (beaucoup de difficultés !), l'exploitation du sens physique des graphes mathématiques, la rigueur des notations et du langage utilisé (confusion scalaire-vecteur, surface ouverte ou fermée, par exemple), la projection de vecteurs, et finalement, sur la cohérence de l'épreuve, tout en ayant conscience que le temps de l'interrogation est limité (certains candidats ne traitent qu'un sujet sur deux).

Remarques uniquement sur les connaissances dans les différentes matières

Circuits

Malgré des problèmes de calcul, c'est la partie la mieux traitée par les candidats. Toutefois, on note des erreurs récurrentes sur le signe de la tension aux bornes d'une bobine ou d'un condensateur, sur la détermination des grandeurs au temps 0^+ , sur le calcul de la puissance dissipée en présence d'une impédance complexe.

L'étude des filtres d'ordre 1 est plutôt bien maîtrisée, et elle est un peu plus laborieuse pour les filtres d'ordre 2. Mais les diagrammes de Bode et la détermination de la bande passante sont difficiles à obtenir. On se limite souvent à une pente, pour laquelle de trop nombreux candidats ne savent pas ce qu'est un décibel, ni une octave. Concernant les AOp, la distinction « Aop parfait » et « Aop en régime linéaire » n'est pas toujours claire.

Parfois, les candidats ont tendance à écrire des relations et à essayer de les combiner sans idée précise. On est livré à une étude mathématique de fonction de transfert où les commentaires physiques sont très rares.

Électromagnétisme

Alors que la détermination des plans de symétrie et d'antisymétrie pour les distributions (charges/courants) est quasiment un réflexe (mais attention, ils doivent contenir le point M), les candidats n'insistent pas suffisamment sur le fait que les éléments de symétrie des causes (sources) doivent se retrouver dans les effets produits (c'est-à-dire les champs \vec{E} et \vec{B}). De même, lorsqu'il s'agit de faire des considérations sur les invariances, des maladresses subsistent. Par contre, les propriétés de symétrie du potentiel vecteur sont mal connues.

Les candidats ont souvent du mal à justifier le choix de leur surface de Gauss, ou leur théorème d'Ampère, qui doivent d'ailleurs être définis complètement (sens de parcours notamment, sur le contour d'Ampère).

Les exercices classiques comme la détermination du champ \vec{B} créé sur l'axe d'une spire circulaire, ou du potentiel créé par un dipôle électrostatique posent problème et « freinent » les candidats pour aller plus loin dans les exercices proposés. Les définitions du moment magnétique et du couple ne sont toujours pas acquises.

Certains candidats confondent le « flux du champ magnétique » et le « flux thermique »... (Un candidat a affirmé que le flux de \vec{B} s'exprimait en watt (W) !), d'autres confondent force de Laplace et force de Lorentz.

Les problèmes sur les conducteurs et l'induction (problème d'orientation de la fem d'induction dans un circuit, confusion entre champ électromoteur et force électromotrice) sont mal maîtrisés.

Les candidats connaissent l'ensemble des équations de Maxwell mais n'en saisissent pas toujours leur signification. Ce sont les formes intégrales de ces équations qui ont entraîné souvent des

imprécisions sur les contours ou surfaces d'intégration (surfaces ouvertes, contours ouverts) et les choix de ces contours ou surfaces.

Les équations de propagation sont maîtrisées dans l'ensemble, mais il y a toujours des soucis dans le cas des ondes non planes : la définition d'une onde plane est très mal connue ainsi que l'analyse rigoureuse de la structure de l'onde proposée (monochromatique, progressive, sens de polarisation et de propagation). Certains candidats ne maîtrisent pas les opérateurs laplacien, divergence, rotationnel et gradient.

Mécanique

Toute la mécanique de première année pose un vrai problème, suite aux impasses sur le programme. Les référentiels non galiléens font toujours aussi peur. Les expressions des accélérations de Coriolis et d'entraînement dans les cas simples proposés sont mal maîtrisées. Pour ce qui est des mouvements à force centrale, on connaît vaguement la constante des aires et on sait que le mouvement est plan, mais la démarche ayant conduit à ce résultat est loin.

Les candidats doivent absolument penser à fixer tout d'abord le système étudié et le référentiel (qui ne doit pas être confondu avec la base de projection, cette dernière devant être choisie astucieusement), avant de se lancer dans tout calcul. De plus, un schéma devrait systématiquement être réalisé, de manière à ne pas oublier de forces, et à éviter les erreurs de projection.

La mécanique du solide est mieux traitée. Le principe fondamental de la dynamique, les relations de Coulomb sont mieux maîtrisées, contrairement à l'approche énergétique (le théorème de l'énergie cinétique n'est pas connu des candidats). Mais on note beaucoup d'erreurs de « rigueur » : choix du point d'application pour le TMC, formule de Varignon entre deux points n'appartenant pas au même solide, théorèmes de Koenig incomplets, ... et sans oublier qu'en mécanique du solide, également, le référentiel n'est pas toujours galiléen. Le travail d'un couple n'est pas connu, lorsque le candidat connaît la définition d'un couple.

Par contre, la résolution des exercices de mécanique du solide est très technique, et trop peu d'étudiants apportent une réflexion « physique » pour comprendre et décrire le mouvement, ou pour critiquer leur résultat. La mécanique est peut-être la partie de la physique que les étudiants « se représentent le mieux », et pour laquelle il est facile de faire le lien entre théorie et expérience. Que dire d'un cylindre qui roule sur un plan incliné, et pour lequel un candidat a trouvé une équation avec une pulsation ?

Optique

C'est la partie de la physique la moins bien traitée.

En optique géométrique, les constructions d'image pourraient être améliorées. Les formules de conjugaison pour les miroirs sphériques ne sont pas connues : les candidats perdent du temps à les retrouver pendant la phase de préparation. Il y a des confusions fréquentes entre distance et valeur algébrique dans les formules de conjugaison. La relation de Newton est peu utilisée, alors que dans certains exercices, le candidat sachant lire un énoncé est guidé par un repérage de l'objet par rapport au foyer objet de la lentille. D'autre part, le manque de connaissances expérimentales est choquant : aucune notion sur la focométrie, sur le réglage du goniomètre à prisme ou d'une lunette.

Les candidats devraient également penser à utiliser plus souvent des schémas synoptiques, permettant de comprendre et situer plus facilement tous les éléments système composé :

$$A \xrightarrow{L_1} A_1 \xrightarrow{L_2} A_2.$$

Dans les applications numériques, le passage des radians aux secondes d'arc est très laborieux, et la notion de vergence est parfois totalement inconnue.

En optique ondulatoire, la diffraction et les réseaux sont excessivement mal traités, et sont « la hantise » des candidats, se résumant à une série de calculs à partir d'une formule donnée au départ et sans aucun mot physique. L'énoncé du principe de Huygens Fresnel n'est pas compris et il n'y a pas de lien avec l'écriture mathématique. Les conditions d'interférences sont floues. Les candidats ne connaissent pas véritablement la signification de la notion de cohérence entre deux sources : deux sources indépendantes sont parfois considérées comme cohérentes ! Du coup, ils ne saisissent pas vraiment l'utilité d'un dispositif interférentiel. Le théorème de Malus n'est pas systématiquement énoncé pour le tracé de rayon et la mise en évidence de la différence de marche. Il y a parfois confusion entre les relations permettant d'obtenir l'intensité diffractée par une fente, et l'intensité observée avec les fentes d'Young.

D'autres notions sont mal maîtrisées : les notions de « division du front d'onde » et « division d'amplitude », « interférences localisées » et « interférences non localisées », pourquoi tel dispositif permet d'observer des franges et pourquoi tel autre des anneaux... L'interféromètre de Michelson est mal connu par au moins la moitié des candidats.

Sinon les notions d'ordre d'interférence, d'interfrange, de champ d'interférence, évolution de la figure d'interférence sont vues.

Il serait souhaitable que les candidats s'appliquent lors du tracé des rayons dans les différents instruments interférométriques. Cela leur faciliterait l'exploitation, et notamment le calcul de la différence de marche.

Thermodynamique

Les problèmes liés aux changements de phase sont récurrents : trop peu de candidats savent que la température et la pression sont constantes, savent représenter la courbe de changement d'état dans un diagramme de Clapeyron.

Le tracé rigoureux d'un cycle ((p, V) ou (T, S)) laisse à désirer, et beaucoup hésitent pour tracer une adiabatique et une isotherme en (p, V) , lorsque ces deux transformations ne sont pas confondues (!)

Les exercices sur les machines et l'algébrisation des échanges thermiques posent encore problème. Le cycle de Carnot n'est pas toujours bien connu : certains candidats oublient le caractère réversible du cycle. Il y a aussi des erreurs de signe quant au travail échangé selon le mode de fonctionnement de la machine (cycle moteur ou cycle inversé) par rapport à la convention utilisée en thermodynamique, des hésitations dans les définitions du rendement d'un cycle moteur, de l'efficacité d'une pompe à chaleur ou d'un réfrigérateur, et sur le sens de parcours d'un cycle. Un candidat a même parlé du « cycle récepteur... du moteur Diesel ».

Le second principe fait toujours aussi peur même si la seconde identité thermodynamique est là pour certains candidats. Par contre, ils ne savent pas appliquer le second principe à une machine cyclique ditherme en contact avec des sources de températures variables.

Le choix judicieux de la fonction d'état n'est pas un réflexe (isochore U , isobare H).

Pour la conduction thermique, le bilan est compris en approche cartésienne. Mais, si on change de géométrie, les candidats perdent les réflexes élémentaires de choix des variables, directions, bilan sur les différentes surfaces...

Le transfert radiatif, par rayonnement est peu assimilé. Des questions sur les lois de Wien, le principe du rayonnement, la loi de Stéphan déroutent les candidats.