

1/ CONSIGNES GÉNÉRALES

Ce rapport doit permettre de prendre connaissance des modalités ainsi que de l'esprit et des attendus de l'épreuve orale de physique du Concours Commun INP. Il est destiné aux élèves des classes préparatoires aux grandes écoles d'ingénieurs, ainsi qu'à leurs enseignants.

L'épreuve de physique, dont la durée est d'une heure, se déroule en deux parties : deux sujets sont remis au candidat lors de son entrée dans la salle. Celui-ci dispose de trente minutes de préparation suivies d'une présentation au tableau de même durée. Ces deux sujets portent sur des parties distinctes du programme de physique de première ou de deuxième année. L'interrogation peut aussi, éventuellement, aborder des aspects expérimentaux vus en travaux pratiques.

Le premier sujet, appelé exercice majeur, est un exercice cadré comportant quatre ou cinq questions rédigées de manière progressive. Des résultats intermédiaires sont généralement donnés, afin d'éviter de bloquer le candidat et de lui permettre, ainsi, d'utiliser pleinement son temps de préparation. Le sujet, issu d'une banque de sujets, est donné simultanément à tous les candidats ayant le même horaire de passage.

Le deuxième sujet, appelé exercice mineur, est un exercice du type résolution de problème. Il présente une situation à traiter dans un cadre identifié et s'appuie sur un document (photo, courbe expérimentale...), mais sans proposer de démarche. Il appartient au candidat de définir et conduire cette dernière en interaction avec l'examineur.

Il est recommandé de consacrer vingt minutes à la présentation de l'exercice majeur et dix minutes à celle de l'exercice mineur.

Conscient de la difficulté et du stress qu'engendre une épreuve orale, l'examineur conduit l'oral en fonction de la qualité de l'exposé par le candidat et dans l'intérêt de ce dernier. Son objectif est d'évaluer les qualités et les compétences du candidat. En ce sens, il lui posera des questions, laissera développer, ou pas, ses raisonnements et réorientera éventuellement la démarche de résolution.

Les modalités de l'interrogation sont rappelées par un affichage à l'extérieur de la salle. En particulier, il est spécifié qu'une calculatrice est mise à disposition du candidat pendant la demi-heure de préparation. Lors de l'exposé au tableau, le candidat utilise sa calculatrice personnelle.

Les téléphones portables sont strictement interdits. Ils doivent être posés éteints sur une table à l'entrée de la salle et ne peuvent, en aucun cas, servir de montre pendant l'oral. Il en est de même pour les montres connectées.

2/ REMARQUES GÉNÉRALES

L'épreuve orale de physique 2023 s'est traduite par les résultats suivants :

- Concours PC-Physique 2023 : la moyenne est de **11,16** avec un écart-type de **3,98**.
- Concours PC-Chimie 2023, la moyenne est de **11,14** avec un écart-type de **3,95**.

Ces chiffres marquent une bonne stabilité des résultats d'une année à l'autre. Il faut néanmoins garder présent à l'esprit que la notation ne traduit pas un niveau d'évaluation absolu, mais qu'elle permet de comparer les candidats entre eux et de les classer. Toute l'échelle des notes (de 0 à 20) est utilisée. Le format de l'épreuve a permis de classer les candidats de manière satisfaisante. Malgré un léger tassement du niveau des candidats, cette stabilité des résultats montre avant tout la volonté des examinateurs de s'adapter à l'évolution du niveau des candidats.

La réussite d'un oral suppose la prise en compte des conseils suivants :

- La connaissance du cours est un préalable pour mener correctement un oral. Il s'agit du socle essentiel pour bâtir les raisonnements.

- L'épreuve orale de physique a pour but d'évaluer la capacité des candidats à construire un raisonnement étayé, mais aussi leur aptitude à communiquer sur le plan scientifique. Pour ce dernier point, proposer des schémas propres, présenter le tableau de façon claire, savoir écouter, se montrer réactif au tableau, discuter les hypothèses et les applications numériques, montrent une bonne organisation ce qui est indéniablement apprécié et valorisé par les examinateurs.

- L'esprit d'initiative et l'autonomie dont fait preuve le candidat sont des facteurs déterminants : la démarche et les pistes de résolution proposées seront toujours valorisées, même s'il ne présente pas une résolution complète faute d'avoir su terminer l'exercice pendant la préparation.

Lorsque le candidat rencontre des difficultés sur certaines parties de l'oral, les remarques et questions de l'examineur ne doivent pas être perçues de façon négative : l'examineur a pour consigne de rester neutre. Les remarques ont pour objet d'aider le candidat à corriger une erreur, voire de l'orienter vers une démarche plus adaptée, et le faire progresser dans la résolution de son exercice. Les interventions de l'examineur font partie de l'épreuve orale et les réponses ou réactions qu'elles suscitent font partie de la notation de l'épreuve.

Lorsque l'examineur demande une précision sur une équation ou une relation utilisée, il attend une justification. Cette dernière ne peut se résumer en une simple expression « pour moi... », car l'intime conviction du candidat n'est pas un argument scientifique. Le nom d'une loi ou d'un théorème et la validité d'application sont les réponses attendues.

Il convient de noter que l'honnêteté intellectuelle est essentielle. Admettre un résultat donné dans un énoncé est préférable à une démonstration volontairement imprécise et tronquée, destinée à cacher l'incapacité à démontrer le résultat demandé. La malhonnêteté intellectuelle est toujours visible et sévèrement sanctionnée.

3/ REMARQUES SPÉCIFIQUES

Un manque flagrant de rigueur dans l'utilisation des outils mathématiques semble de plus en plus présent : égalité entre un vecteur et un scalaire, égalité entre grandeurs élémentaires et finies, expression de surfaces ou volumes élémentaires non homogènes, mauvaise utilisation des nombres complexes, développements limités faux, dérivation, intégration ou encore résolution d'équations différentielles fausses....

Les principales difficultés rencontrées par les candidats sont répertoriées ci-dessous (sans pour autant constituer une liste exhaustive).

Optique

Les constructions géométriques manquent souvent de rigueur et surtout de clarté. En particulier, dans le dispositif des trous d'Young en montage de Fraunhofer, les rayons lumineux qui interfèrent en un point préalablement fixé sur l'écran sont très souvent tracés au hasard.

L'origine de la différence de marche dans un montage interférentiel n'est pas toujours bien comprise, que ce soit pour le dispositif des trous d'Young en montage de Fraunhofer ou pour un interféromètre de Michelson.

La notion de blanc d'ordre supérieur est souvent mal comprise. En particulier, les cannelures d'un spectre cannelé sont souvent interprétées comme des franges d'interférences sombres, directement visibles sur l'écran. Le calcul des longueurs d'ondes absentes constitue de ce fait une réelle difficulté.

Les notions de base sur les réseaux échappent à la plupart des candidats : les angles d'incidence et de diffraction ne sont pas forcément petits et beaucoup de candidats ne savent pas exploiter la condition d'interférences constructives pour retrouver la formule des réseaux.

La description des conditions d'observation dans un interféromètre de Michelson monté en configuration lame d'air, ou coin d'air et éclairé par une source étendue est généralement satisfaisante. En revanche, les conditions d'éclairage sont souvent méconnues.

Électricité

En régime sinusoïdal permanent, les calculs menés en notation complexe laissent apparaître un manque de maîtrise évident et l'utilisation des vecteurs de Fresnel n'est pas dans les habitudes des candidats.

L'exploitation d'un diagramme de Bode ou de l'enregistrement d'un régime transitoire est rarement bien menée. Il est pourtant attendu qu'un candidat sache déterminer les grandeurs caractéristiques d'un filtre (facteur de qualité, pulsation propre...) à partir de l'exploitation d'un diagramme de Bode.

Thermodynamique

Le « premier principe industriel » pour un système ouvert unidimensionnel en écoulement stationnaire reste mal maîtrisé. Si les candidats connaissent plus ou moins bien l'expression du premier principe industriel, il reste indispensable de savoir définir correctement au préalable le système fermé d'étude et de connaître la signification des différents termes la composant. Le passage d'un bilan d'énergie massique à un bilan de puissance pose des difficultés.

Les définitions des rendements ou efficacités des machines thermiques ne sont pas toujours maîtrisées. Les signes des énergies échangées sont aléatoires et non justifiés alors qu'ils sont faciles à retenir, en se souvenant que le système est le fluide caloporteur.

Diffusion, phénomènes de transport

La réalisation d'un bilan est une démarche essentielle et centrale du programme de physique en PC. Elle exige de la rigueur et une mise en place soignée, ce qui fait souvent défaut. Il est nécessaire de savoir expliquer l'origine de chaque terme et le sens physique de la relation écrite. Sans définir de système, les relations n'ont pas de sens.

Pour tout exercice de diffusion (thermique ou particulaire), il est indispensable de connaître le sens physique des différentes grandeurs, en particulier de la densité du courant volumique et du flux. Leur méconnaissance conduit souvent à des égalités non homogènes lors de la démonstration des équations bilan. La diffusion en symétrie cylindrique ou sphérique pose souvent problème, car les démonstrations sont en général calquées sur celles en cartésien unidimensionnel. Ne pas connaître les expressions des volumes et des surfaces dans ces symétries ne permet pas d'effectuer un bilan correct.

Dans les exercices portant sur la diffusion thermique, quand les hypothèses sont réunies, l'utilisation des résistances thermiques permet d'alléger considérablement les calculs. Les candidats ne savent pas systématiquement en tirer profit.

Mécanique du point

Le réflexe chez la plupart des candidats est de commencer par écrire systématiquement une relation fondamentale de la dynamique. L'emploi d'un théorème énergétique permet, dans certains cas, d'aboutir bien plus rapidement à un résultat qu'avec l'utilisation de la deuxième loi de Newton (cas des problèmes à un degré de liberté par exemple). Cette possibilité doit être considérée par les candidats.

Les candidats rencontrent très souvent des difficultés pour exprimer correctement les forces d'inertie dans un référentiel non galiléen.

Mécanique des fluides

Les bilans macroscopiques de quantité de mouvement ou d'énergie cinétique pour les fluides en écoulement stationnaire constituent une véritable difficulté pour nombre de candidats. Leur mise en place exige une définition précise du système fermé à partir d'un système ouvert défini par une surface de contrôle. Un effort est attendu sur ce point. Les forces pressantes sont souvent oubliées. Dans les bilans d'énergie cinétique ou mécanique, la puissance des forces intérieures doit être évoquée.

De façon générale, en mécanique des fluides, il est important de bien analyser les hypothèses relatives à la nature des écoulements, avant d'entreprendre la simplification de l'équation de Navier-Stokes ou l'utilisation d'une relation de Bernoulli.

Électromagnétisme

Cette année encore, l'induction électromagnétique a été particulièrement mal traitée. Le phénomène d'induction est invisible pour certains candidats, surtout si le mot « induit » ne figure pas dans l'énoncé. Un nombre non négligeable de candidats a été incapable de calculer une force électromotrice induite et ignorait parfois jusqu'à l'existence de la loi de Faraday ou de la loi de Lenz. Les exercices d'induction doivent tous se traiter en commençant par orienter arbitrairement les différents circuits filiformes : c'est à cette condition que l'analyse du signe de la f.é.m. ou du courant induit permet d'en déduire les effets électriques ou mécaniques et de vérifier la validité de la loi de Lenz.

Les bilans énergétiques en électromagnétisme ne sont pas toujours bien maîtrisés. En particulier, la puissance volumique cédée par le champ à la matière et la signification physique du vecteur de Poynting posent régulièrement problème.

Le théorème de Gauss relatif à la gravitation est un point de cours souvent inconnu des candidats

Physique des ondes

Ondes sonores : la définition du vecteur de Poynting acoustique et son lien avec l'intensité acoustique ne sont pas toujours connus. Il en est de même pour le niveau sonore en décibels.

Ondes électromagnétiques : la polarisation des ondes électromagnétiques pose souvent problème. En particulier, l'écriture d'un état de polarisation d'une onde électromagnétique, tant en notation complexe que réelle, est délicate pour beaucoup de candidats. Par ailleurs, l'effet d'une lame à retard sur la polarisation d'une onde est largement méconnu.

Mécanique quantique

L'aspect mathématique de la résolution de l'équation de Schrödinger est généralement bien maîtrisé, mais une part assez importante de candidats a du mal à dégager des interprétations physiques des résultats obtenus.

La notion de courant de probabilité, et en particulier son lien avec le coefficient de transmission d'une barrière de potentiel, n'est pas toujours bien comprise.

4/ CONCLUSION

En conclusion, nous tenons à rappeler que la majorité des candidats semble bien préparée à l'épreuve orale grâce à leur volontarisme et à la persévérance dont ils ont su faire preuve.

Nous espérons que les futurs candidats sauront tirer profit des quelques conseils et remarques évoqués dans ce rapport.

Rappelons, enfin, que la réussite à un oral n'est jamais le fruit du hasard : seul un travail régulier pendant les deux années de formation est gage de réussite.