

1/ CONSIGNES GÉNÉRALES

Ce rapport, destiné aux étudiants ainsi qu'à leurs enseignants en Classes Préparatoires aux Grandes Écoles d'ingénieurs, doit permettre de prendre connaissance de l'esprit et des attendus de l'épreuve orale de physique du Concours Commun INP.

L'épreuve orale de physique dure environ une heure et se déroule en deux parties : lors de son entrée dans la salle, deux sujets sont remis au candidat. Celui-ci dispose alors 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 année de la classe de PCSI ou de deuxième année de la classe de PC. L'interrogation peut aussi 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 d'utiliser pleinement son temps de préparation. Le sujet est issu d'une banque de sujets et 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 au candidat de consacrer vingt minutes à la présentation de l'exercice majeur et dix minutes à celle de l'exercice mineur.

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

Les résultats de l'épreuve orale de physique 2021 ont été les suivants :

- Concours PC-Physique 2021 : la moyenne est de **10,90** avec un écart-type de **4,03**.
- Concours PC-Chimie 2021, la moyenne est de **10,86** avec un écart-type de **4,02**.

Cette année revêt un caractère particulier, en raison de la crise sanitaire qui a affecté les deux années de préparation des candidats. Il est toutefois difficile de mesurer l'impact de la Covid et du confinement au printemps 2020 en termes de restitution des connaissances de la part des élèves. Toujours est-il que certains chapitres (notamment la thermodynamique et l'induction) semblent nettement moins maîtrisés cette année.

Les candidats sont, dans l'ensemble, bien préparés et font preuve d'une réelle motivation et d'une bonne communication.

Un oral réussi est un oral dynamique et autonome, permettant une interaction efficace et fructueuse avec l'examineur. S'il est évident que la maîtrise des capacités exigibles, clairement identifiées dans le programme officiel des classes préparatoires, est une condition essentielle à la réussite de cette épreuve, il ne faut pas oublier que l'esprit d'initiative dont fait preuve le candidat est aussi un facteur déterminant : 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.

Le rôle de l'examineur est d'évaluer les compétences des candidats afin de permettre leur classement parmi les candidats admissibles du concours. Ainsi toute l'échelle des notes est utilisée pour permettre ce classement.

L'examineur est aussi sensible à l'aptitude des candidats à communiquer. Pendant la présentation orale, la clarté et la rigueur de l'expression, la précision du vocabulaire et la maîtrise des concepts employés sont fondamentales.

Lorsque le candidat rencontre des difficultés sur certaines parties de l'oral, il doit être à l'écoute des indications éventuellement fournies par l'examineur, destinées à « débloquer » le candidat sur certaines questions plus difficiles que d'autres et l'aider dans sa réflexion. Ses remarques et questions 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 l'aider à avancer 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 justification 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.

Parmi les remarques d'ordre général, 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 son incapacité à démontrer le résultat demandé. La malhonnêteté intellectuelle est toujours visible et sévèrement sanctionnée.

Dans le même ordre d'idée, une présentation claire du tableau, des schémas propres, une vérification systématique de l'homogénéité d'une formule littérale, montrent une bonne organisation et sont indéniablement valorisés.

Indiquons enfin que l'utilisation de l'outil mathématique ne s'est pas améliorée : des notions élémentaires telles que projections de vecteurs, résolutions d'équations différentielles linéaires, ne sont plus maîtrisées par de nombreux candidats. Une mauvaise utilisation des nombres complexes, une méconnaissance des opérateurs en coordonnées cartésiennes, une division par un vecteur, une intégration réduite à une simple multiplication par la variable d'intégration figurent également parmi les erreurs régulièrement rencontrées.

3/ REMARQUES SPÉCIFIQUES

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

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.

L'action d'un filtre linéaire sur un signal périodique décomposé en série de Fourier (fournie) n'est pas toujours bien comprise par les candidats. Le rôle de la fonction de transfert s'appliquant sur chaque harmonique de la décomposition en série de Fourier est peu maîtrisé.

Optique

Les constructions géométriques manquent souvent de rigueur. Il convient de préciser le sens de la lumière incidente, la position des foyers des lentilles et de soigner la construction des rayons lumineux.

En particulier, dans le dispositif des trous d'Young en montage de Fraunhofer, les rayons lumineux qui interfèrent 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.

Les notions de base sur les réseaux échappent à la plupart des candidats. Les angles d'incidence et de diffraction en jeu dans les montages à réseaux ne sont pas forcément petits.

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.

Thermodynamique

Cette partie du programme a été particulièrement mal restituée cette année.

Les « inhomogénéités » en termes de notation telles que $\Delta U = \delta W$ sont fréquentes.

Le « premier principe industriel » pour un système ouvert unidimensionnel en écoulement stationnaire reste la plupart du temps mal maîtrisé.

Le passage d'un bilan d'énergie massique à un bilan de puissance pose aussi des difficultés.

Les définitions des rendements ou efficacités des machines thermiques ne sont pas toujours maîtrisées.

Diffusion

Dans les exercices portant sur la diffusion thermique, la signification physique et l'unité du vecteur densité de courant thermique sont mal connues. Quand les hypothèses sont réunies, l'utilisation des résistances thermiques permet d'alléger considérablement les calculs, mais les candidats ne savent pas systématiquement en tirer profit.

Le 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 a souvent fait défaut cette année. S'il faut apprendre la démonstration, il est nécessaire avant tout 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.

Mécanique du point

La résolution d'un problème de mécanique ne peut pas débiter par l'énoncé d'une loi. Il est nécessaire de préciser au moins le système considéré, le référentiel d'étude, le repère, les forces en présence.

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 ont, cette année, posé davantage de difficultés aux candidats. C'est un point délicat et important du programme de deuxième année. Sa 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, y compris pour le vocabulaire utilisé : parler « du système S et du système S* » n'est pas suffisant.

Électromagnétisme

Cette année, l'induction électromagnétique a été particulièrement mal traitée (incontestablement « effet covid » et confinement). 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 questions d'orientation étaient très souvent ignorées.

Physique des ondes

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'un milieu biréfringent 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 de 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 connue.

4/ CONCLUSION

En conclusion, nous tenons à rappeler que cette session d'oral a sûrement été difficile pour les candidats après deux années d'études très particulières, liées à la pandémie de la Covid. La majorité des candidats semble néanmoins 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 différents 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.