

INTERROGATION ORALE DE SCIENCES PHYSIQUES CR 2021

Déroulement de l'épreuve

L'interrogation orale de physique se déroule en deux temps : le candidat prépare en loge un exercice durant 30 minutes puis est interrogé durant 30 minutes par un membre du jury.

Pendant les 30 minutes de préparation, le candidat n'a pas accès à sa calculatrice mais peut utiliser la Casio Collège qui lui est fournie. Une autre est également à sa disposition lors de l'interrogation.

Le thème de l'exercice proposé porte sur le programme officiel du concours PSI, à savoir le programme de physique de PCSI (1^{ère} année) augmenté de celui de PSI-PSI* (2^{ème} année).

Trois ou cinq interrogateurs (suivant la série) fonctionnent en parallèle et posent trois fois de suite les mêmes sujets (la préparation en loge assure la rotation sans communication possible entre les candidats). Chaque demi-journée, les prestations des 9 ou 15 candidats des différents interrogateurs sont comparées et les notes harmonisées.

L'ensemble des exercices proposés est renouvelé chaque année. Chaque exercice commence par une ou deux questions de cours tirées directement des capacités exigibles du programme et poursuit en suivant une difficulté croissante mais toujours en s'appuyant sur les notions et les raisonnements vus en cours. Certaines questions sont plus ouvertes et testent donc davantage la prise d'initiative du candidat.

La rigueur et la précision entrent de manière très importante dans la notation. Ainsi, un candidat qui aurait parcouru la totalité d'un exercice "facile" peut se retrouver avec une note moyenne s'il n'a pas suffisamment précisé les hypothèses dans lesquelles les lois qu'il utilise sont valables et s'il n'a pas fourni les justifications attendues au cours de ses raisonnements. A l'inverse un candidat qui aurait "séché" sur un exercice plus difficile peut avoir une bonne note si, suite aux indications qui lui ont été données, il s'est bien comporté, a raisonné juste, a proposé des méthodes de résolution (sans nécessairement les mettre en œuvre).

En parallèle de la mise en équation, l'analyse des phénomènes physiques et la discussion de la pertinence des résultats tiennent également une place prépondérante dans la notation. Dans le cas d'exercices longs, l'examineur peut fournir des éléments d'un calcul sans que le candidat ne soit nécessairement pénalisé.

I- Remarques générales

- Tout ce qui peut être fait en préparation par le candidat doit être fait. Ainsi lorsqu'un candidat n'est pas en capacité d'établir un résultat donné par l'énoncé il peut l'admettre pour consacrer du temps de préparation aux questions suivantes.

- Dans leur grande majorité, les candidats savent faire un exposé oral de qualité en adoptant une attitude courtoise et polie. Ceux qui négligent la présentation au tableau, qui abusent des abréviations verbales, qui recopient sans explication leur brouillon, qui sollicitent constamment l'approbation de l'examineur, ou qui exposent leur solution sans conviction ne peuvent espérer une note gratifiante.

- Le jury se réjouit que la majorité des candidats ait le réflexe de proposer ou de reproduire un schéma quand cela est nécessaire. Cependant lorsqu'il s'agit d'une construction géométrique, celle-ci doit être réalisée avec le plus grand soin en évitant de se placer dans des cas particuliers pour pouvoir être exploitée facilement.

- Pour un calcul long déjà fait en préparation, les candidats ne doivent pas hésiter à présenter les équations de départ, les étapes importantes et les résultats sans rentrer nécessairement dans tous les détails de calcul, sauf si l'examineur le lui demande.

- Les premières questions des exercices proposés ont pour objectif de tester la connaissance du programme des candidats, ceux qui ne sont pas en mesure de traiter ces questions avec rigueur sont particulièrement sanctionnés.
- Le candidat doit présenter l'ensemble de son travail de préparation, même s'il n'a pas traité les questions dans l'ordre. Cependant lorsque tout ce qui a été fait en préparation a été présenté c'est l'examineur qui décide à quelles questions le candidat doit répondre en lui fournissant des indications. Lorsque le candidat ne sait pas en tirer parti il est pénalisé.
- Après avoir présenté un résultat, le jury apprécie que le candidat se livre à une analyse critique de celui-ci pour vérifier son homogénéité, son signe, sa cohérence avec des cas limites ou particuliers.
- Il est conseillé aux candidats de ne pas effacer un raisonnement erroné sans l'accord de l'examineur. En effet, même partiellement juste un raisonnement/une équation peut servir de base à une indication.
- Pour qu'ils puissent être validés par l'interrogateur ou bien exploités dans la suite de l'exercice, les tracés de chronogrammes doivent être faits avec un minimum de soin et de rigueur.
- Nous rappelons que toutes les capacités exigibles sont exigibles ! Les candidats doivent notamment maîtriser les ordres de grandeur au programme (conductivités thermiques, conductivité électrique du cuivre, perméabilité relative d'un milieu ferromagnétique doux...) ainsi que les capacités exigibles issues d'approches documentaires (conductivité des semi-conducteurs, intérêt et nécessité de la modulation pour les transmissions hertziennes, ...).
- Les candidats qui manipulent tout au long de leur présentation des formules manifestement inhomogènes sans s'en rendre compte sont particulièrement pénalisés.
- Le jury regrette que les applications numériques ne soient pas toujours effectuées ce qui prive l'examineur d'une discussion avec le candidat sur les ordres de grandeur et l'interprétation physique des résultats. Si la calculatrice fournie n'est pas familière au candidat, celui-ci doit pouvoir proposer un calcul en ordre de grandeur.
- Une application numérique aberrante ne doit pas laisser les candidats indifférents.
- Pour les grandeurs dimensionnées, l'unité dans laquelle le résultat d'une application numérique est exprimé doit être précisée spontanément par le candidat.
- Les candidats doivent être capables d'effectuer rapidement et sans hésitations des conversions d'unités (litres /m³, cm³/m³, m.s⁻¹/km.h⁻¹, etc.).
- Les candidats doivent maîtriser l'écriture des lettres grecques usuelles et leurs noms.
- Le jury attend des candidats qu'ils puissent effectuer sans difficulté des raisonnements en ordre de grandeur pour, par exemple, montrer qu'un terme d'une équation est négligeable devant un autre.
- Les candidats ayant d'excellentes notes sont ceux qui sont les plus autonomes : ils connaissent parfaitement leur cours, présentent de manière claire et structurée leur raisonnement en précisant les hypothèses utilisées à chaque étape, et savent faire preuve de sens physique. Avec ces candidats l'examineur ne dit quasiment rien, obtient des réponses à ses questions, et s'il doit donner une indication le candidat redémarre sans hésitation en faisant des calculs simples et justes.
- A l'inverse, les candidats qui traitent avec peine les questions de cours, qui sollicitent constamment l'aide de l'examineur, qui ont une attitude trop passive, qui proposent des résultats sans raisonnement, ou qui ont une gestion floue des signes ne peuvent pas s'attendre à une excellente note.

II- Quelques lacunes importantes

De façon non exhaustive, on peut mentionner les quelques points suivants pour lesquels des lacunes importantes ont été rencontrées lors de la session 2021.

Optique géométrique :

- Les conditions de validité de l'optique géométrique ne sont pas connues de la majorité des candidats interrogés sur le sujet.
- Lors de l'énoncé des lois de Snell-Descartes, il est attendu du candidat qu'il mentionne clairement que les rayons réfléchi et réfracté se trouvent dans le plan d'incidence avant de les tracer au tableau.
- Les rayons doivent être orientés.
- Lors de l'application de la loi de la réfraction, faire un tracé de rayons en cohérence avec les hypothèses de l'énoncé, notamment les éventuelles relations d'ordre entre les différents indices optiques, facilite grandement la compréhension du problème.

Electronique :

- Les hypothèses du modèle de l'ALI idéal ne sont pas connus de certains candidats. Pour d'autres ce sont les ordres de grandeur de la constante de temps et du gain différentiel statique qui ne sont pas corrects ou tout simplement oubliés.
- On rappelle que le théorème de Millman n'est pas au programme. Les candidats qui l'ont utilisé de manière inopportune et sans pouvoir le démontrer ont été cette année encore pénalisés. On rappelle que la loi des nœuds et la formule du pont diviseur de tension sont en revanche au programme et qu'elles permettent de résoudre tous les problèmes posés.
- L'étude de l'oscillateur de relaxation associant un intégrateur et un comparateur à hystérésis a été plutôt décevante.
- Les tracés du digramme de Bode asymptotique et de l'allure du diagramme réel ont été sources de difficultés pour les candidats : certains se lançant dans le tracé sans prendre le temps d'établir les équations des asymptotes, d'autres donnant sans justification une valeur seuil de 0,7 (au lieu de 1) pour le facteur de qualité.

Mécanique :

- Le jury regrette que les candidats se lancent presque systématiquement d'emblée dans l'application du principe fondamental de la dynamique sans penser aux méthodes énergétiques qui bien souvent conduisent rapidement aux résultats attendus.
- Pour les problèmes de mécanique complexes où plusieurs forces interviennent, il est attendu des candidats qu'ils dressent, avant d'appliquer le principe fondamental de la dynamique, un inventaire des forces dans lequel la totalité de l'information disponible sur celles-ci doit être donnée.

Thermodynamique :

- Le jury attend que les notations d et δ ainsi soient utilisées avec rigueur, particulièrement en thermodynamique.
- Le cours sur les machines thermiques dithermes est non maîtrisé : pas de travail considéré dans l'étude de la pompe à chaleur, incompréhension dans le signe des échanges énergétiques, des rendements et/ou des efficacités incohérents, ...
- Le jury rappelle aux candidats l'importance de la maîtrise du cours et du sens qu'il y a derrière chaque symbole quasi-normalisé en physique. Ainsi W est le travail et ne se prononce pas oméga même si son écriture est voisine : cela fausse le sens du message.

Electromagnétisme :

- Les candidats savent généralement faire appel au théorème de superposition, mais pourquoi l'appliquer au champ électrique alors que le résultat à établir porte sur le potentiel ?

Conversion de puissance :

- Le cours sur les machines tournantes est plutôt mal maîtrisé par les candidats, rares sont les candidats qui traitent correctement les questions de cours.
- L'identification induit/inducteur pose parfois problème ce qui traduit une mauvaise compréhension du fonctionnement de la machine étudiée.
- L'allure des lignes de champ magnétique dans la machine synchrone au programme est parfois source de difficultés pour les candidats, en particulier au sein du rotor où des lignes de champ en forme de triangle ont été proposées.
- On rappelle que, dans le cadre de la modélisation de la machine synchrone au programme, l'expression du champ du magnétique n'est connue que dans l'entrefer. Le calcul du flux du champ magnétique à travers à une spire ne peut donc être mené en utilisant le rectangle qui s'appuie sur celle-ci.
- En électronique de puissance, les règles d'association des sources ne doivent pas être utilisées pour justifier l'état passant ou bloqué d'une diode constituant un convertisseur dont le schéma électrique est donné. Cela revient en effet à considérer qu'elles sont a priori vérifiées ce qui n'est pas nécessairement le cas (e.g. en cas d'erreur dans la conception du convertisseur ou d'une erreur dans le schéma électrique).
- D'une manière générale, l'analyse du fonctionnement des circuits de puissance doit être menée avec davantage de rigueur en exploitant notamment les lois de l'électrocinétique et les caractéristiques des interrupteurs.
- Les calculs de valeurs moyennes peuvent être considérablement réduits lorsque le candidat est capable de repérer, dans les chronogrammes, des figures géométriques simples (rectangles, triangles, trapèzes) dont les aires sont connues.

Physique des ondes :

- L'étude de la corde vibrante est toujours plutôt bien traitée. Certains candidats se limitent toutefois à lister les hypothèses du modèle en début de démonstration mais sans préciser clairement où chacune d'elles est exploitée.
- Cette année encore les prestations des candidats sur la propagation des ondes électromagnétiques dans les plasmas peu denses ont été plutôt décevantes. C'est tout d'abord l'établissement de la relation constitutive du plasma peu dense qui pose problème : hypothèses inconnues, confusion avec les conducteurs ohmiques, ... Mais l'établissement de la condition de propagation à partir de la relation de dispersion est également source de difficulté.

Mécanique des fluides / bilans macroscopiques :

- La définition du nombre de Reynolds à partir des temps caractéristiques de diffusion et de convection de la quantité de mouvement n'est pas connue des candidats.
- Il est attendu des candidats qu'ils sachent utiliser à bon escient un bilan intégral ou un bilan local. Les bilans intégraux sont à privilégier lorsqu'il faut trouver une force ou une puissance.
- Lors d'un bilan de grandeur extensive, le candidat doit absolument s'appuyer sur un schéma pour définir clairement le système ouvert et le système fermé qu'il construit à partir de celui-ci pour appliquer les théorèmes de la mécanique ou les principes de la thermodynamique.

III- Lacunes en technique mathématique

Rappelons les difficultés régulièrement rencontrées :

- La confusion quasi-permanente entre scalaire et vecteur de part et d'autre du signe "égal". De même pour les infiniment petits (en particulier dans les bilans infinitésimaux).
- Les flèches sur les grandeurs vectorielles sont trop souvent oubliées.
- La manipulation des nombres complexes est compliquée, en particulier le calcul du module d'une fonction de transfert non usuelle.
- Beaucoup de candidats mélangent les notations des dérivées partielles avec les dérivées "droites".
- L'expression "dérivée au carré" a cette année encore été employée par certains candidats pour faire référence à la dérivée seconde d'une fonction. Le jury invite les candidats à faire preuve d'une plus grande rigueur dans leur expression orale.
- Des confusions sont régulièrement constatées entre la valeur moyenne de la fonction "cosinus au carré", qui vaut $1/2$, et son intégrale.
- Pour négliger un terme devant un autre, les candidats comparent souvent des grandeurs qui ne sont pas de même dimension.

Conclusion

Le jury a pu constater cette année les effets de la crise sanitaire qui perturbe depuis une quinzaine de mois la préparation des candidats en les forçant à suivre par période un enseignement à distance certainement bien moins profitable qu'un enseignement classique. Cette constatation s'est faite particulièrement évidente pour les notions traitées habituellement en fin de première année et non réinvesties en deuxième (e.g. machines thermiques dithermes). Le jury souhaite cependant féliciter la grande majorité des candidats qui a su, malgré des conditions de travail difficiles, atteindre un niveau en physique satisfaisant et tout-à-fait compatible avec un futur cursus dans une grande école comme l'ENS Paris-Saclay ou l'ENS Rennes.

Le jury encourage vivement les futurs candidats à tenir compte de ce rapport et des précédents, il leur conseille également de viser une connaissance du cours la plus exhaustive possible, et leur souhaite une préparation la plus normale possible.