

Concours Commun Polytechnique – ENS

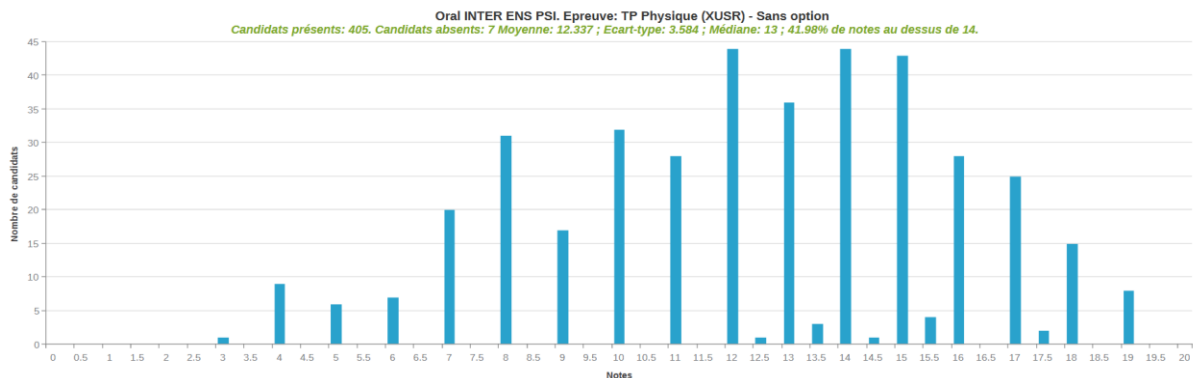
Filière PSI – Session 2022

Epreuve de manipulation de physique

Organisation de l'épreuve

Les épreuves de manipulation de physique se sont déroulées dans les locaux de l'École Normale Supérieure de Paris-Saclay. Quatre jurys travaillent en parallèle, chaque jury, composé de deux examinateurs, interrogeant aux plus huit candidats par demi-journée. Les candidats tirent au sort un sujet de manipulation, d'une durée de trois heures, parmi les différents domaines de la physique : mécanique (du point, du pendule, du solide ou des fluides), optique, ondes acoustiques, calorimétrie, électromagnétisme, matériau magnétique, induction, électrocinétique, conversion d'énergie, et électronique (modulation, filtrage, oscillateurs, instrumentation, détection synchrone) ...

Cette année, 405 candidats ont été interrogés. La moyenne des notes est de 12,3 pour un écart type de 3,6 avec la répartition suivante :



Objectifs

Les objectifs principaux de cette épreuve sont de vérifier que les connaissances de base expérimentales sont maîtrisées et d'évaluer les capacités du candidat à :

- **mettre en pratique** ses connaissances théoriques,
- **interpréter** et **exploiter** les résultats expérimentaux,
- **s'adapter**, le cas échéant, à un problème nouveau, à un appareillage nouveau.

Les membres du jury rappellent que cette épreuve est avant tout une épreuve de manipulation et non une épreuve théorique. En aucun cas, cette épreuve ne doit se résumer à la réponse théorique aux questions posées. Les sujets proposés sont donc rédigés de manière à :

- vérifier les connaissances théoriques de base,
- tester la démarche expérimentale,
- confronter à un modèle le phénomène physique.

Les candidats doivent rédiger un compte-rendu synthétique de manipulation dans lequel ils :

- répondent **brèvement** aux questions théoriques,
- effectuent si besoin les calculs permettant de mener à bien l'expérimentation (calcul des valeurs de composants, loi physique à vérifier expérimentalement, identification de paramètres),
- justifient les simplifications utilisées,
- résument le mode opératoire,
- effectuent **une analyse critique** des résultats expérimentaux **et dressent une conclusion** par rapport au sujet à traiter.

Les candidats doivent savoir qu'ils sont jugés non seulement sur l'avancement du travail tout au long de la séance, sur leur aptitude à répondre aux questions posées durant l'épreuve (au cours de la manipulation, les examinateurs sont amenés à vérifier les connaissances du candidat et à l'interroger entre autre pour l'inciter à mener les manipulations proposées à leur terme), mais aussi sur leurs capacités à mettre en œuvre des méthodes

classiques de manière autonome, et sur le soin apporté dans les mesures, dans l'analyse qu'ils en font et dans la rédaction de leur compte rendu.

S'agissant d'une épreuve orale, la compétence « Communiquer » du programme est évidemment au centre de l'évaluation : il est important pour les candidats d'adopter un vocabulaire scientifique précis, en utilisant les outils de communication adaptés (en optique comme en électricité, un schéma aide souvent à raisonner). Dans l'interaction avec les membres du jury, il est apprécié que le candidat sache remettre en question les résultats qu'il a obtenus.

Remarques

Sur les points positifs que l'on retrouve parmi les candidats et qui sont appréciés :

- faire une bonne analyse théorique des montages élémentaires, prendre le temps de s'approprier correctement le sujet et les enjeux associés en termes de mesures demandées et physique associée
- s'adapter face à un sujet non conventionnel, en mobilisant correctement ses connaissances théoriques
- comprendre l'objectif des montages proposés, associé à la prédétermination correcte du fonctionnement attendu
- confronter les résultats de mesures obtenus à une prédétermination ou à un ordre de grandeur connu
- évaluer une incertitude associée à une mesure.

Néanmoins, dans le cadre de la préparation à cette épreuve de manipulation, il reste des points négatifs dont les futurs candidats doivent tenir compte :

De nombreux candidats pensent que les incertitudes ne proviennent uniquement que de la précision intrinsèque de l'appareil de mesure, mais le plus souvent l'incertitude prédominante résulte en grande partie dans l'expérience elle-même. Un exemple typique est celui du goniomètre à réseau, appareil de mesure qui donne une précision de lecture à la minute d'arc sur le vernier alors que le pointé lui-même d'une raie spectrale, qui a une certaine largeur, n'est lui précis qu'à quelques minutes d'arc. Il y a toujours une latitude de réglage en fréquence pour trouver une résonance, une imprécision sur la position d'un écran pour avoir une image nette, une étendue de mesure au réglage pour estimer la position d'un nœud sur une corde vibrante et bien d'autres exemples encore de mesures physiques dont l'incertitude prépondérante n'est pas forcément celle de l'appareil de mesure. Une bonne réflexion sur l'ordre de grandeur des différentes incertitudes de mesure permet souvent d'optimiser le dispositif pour faire de meilleures mesures en minimisant les incertitudes qui comptent le plus.

L'utilisation de l'oscilloscope est globalement bien maîtrisée par la majorité des candidats, même s'il reste quelques candidats incapables de l'utiliser sans passer par la case « Auto-set ». L'utilisation des mesures automatiques ne dispense pas d'un réglage correct exploitant les pleines échelles de l'appareil. Les notions de « synchronisation », « niveau de déclenchement » et « voie associée » doivent être maîtrisées et sont au final indépendantes du type d'oscilloscope. Par ailleurs, il ne s'agit pas de l'appareil à privilégier pour mesurer des tensions continues. En électronique comme en conversion d'énergie, si l'oscilloscope est un instrument largement utilisé, il peut être parfois utile de savoir câbler un voltmètre ou un ampèremètre.

On peut rappeler que le jury est toujours prêt à aider les candidats à régler les différents appareils, mais cela suppose que les demandes soient formulées clairement avec le vocabulaire adapté.

On rappelle ci-dessous, comme chaque année, une liste des points négatifs les plus pénalisants que l'on aimerait voir disparaître :

- Peu de candidats pensent à observer le signal issu d'un GBF à l'oscilloscope. Cela leur permettrait de contrôler le signal d'entrée et de régler l'appareillage avec un signal maîtrisé mais surtout de partir sur une base saine... De même, lorsqu'un élément de montage un peu complexe tel qu'un multiplicateur est présent dans le circuit, il est bienvenu de regarder son fonctionnement indépendamment, avec des signaux simples et connus, et d'assembler ensuite les éléments en connaissance de cause.
- La réalisation de relevés expérimentaux sans réflexion vis à vis des gammes de variation des grandeurs : notamment diagrammes de Bode, points mal choisis, échelles inadaptées...
- Les candidats doivent réaliser leurs mesures avec soin : choix des niveaux de signal, choix de l'appareil permettant de réaliser la mesure, ...
- Lorsqu'il est explicitement demandé dans le sujet de manipulation de maintenir une grandeur dans un intervalle de variation borné, le candidat doit prendre les précautions nécessaires (a minima : mesurer de

façon directe ou indirecte cette grandeur). La détérioration du matériel de manipulation qui résulte du non respect des consignes est fortement pénalisée.

- La confrontation des résultats de mesure à la théorie, ou bien à d'autres mesures de la même grandeur par d'autres moyens devrait être systématique, et ne pas se limiter à des remarques qualitatives ou erronées (le déphasage n'est pas défini "à π près", la loi d'Ohm ne s'applique pas de la même façon en convention récepteur ou générateur, ...). Le soin et la méthode apportés à la mesure et à la présentation du résultat (incertitudes comprises) doit permettre de ne pas limiter cette confrontation à un à peu près.
- Le réglage de l'appareil d'analyse spectrale est en général mal maîtrisé, la condition de Shannon, lorsqu'elle est évoquée, est souvent erronée ou incomplète. Il y a souvent confusion entre le réglage des paramètres d'affichage (qui ne permettent que de faciliter la lecture du résultat) et les paramètres d'acquisition (fréquence d'échantillonnage, horizon d'observation, ...).
- Certains candidats ne vérifient pas l'homogénéité de leurs résultats.
- Il manque souvent sur les courbes les légendes des axes et les unités. Le tracé en échelles logarithmiques a posé des problèmes à certains candidats.
- Les réponses apportées aux interrogations du jury doivent être réfléchies et argumentées, et ne pas se limiter à un automatisme (« problème de masse », « slew-rate de l'ALI », ...)
- Pour certains candidats il est très difficile de faire le lien entre un schéma électrique, sa réalisation pratique et le relevé de grandeurs courant/tension associées. A ces candidats (et aux autres également) le jury conseille vivement de redessiner sur leur compte-rendu leur propre schéma du montage en incluant les appareils de mesure et en fléchant les grandeurs électriques.
- Très peu de candidats connaissent le modèle passe-bas de l'ALI, il peut également y avoir confusion entre bande passante et effet du slew-rate pour certains, d'autres oublient de préciser les hypothèses de l'ALI idéal (courants nuls, gain infini, ...) dans l'analyse des circuits.