

## MANIPULATIONS DE SCIENCES PHYSIQUES

### RAPPELS SUR L'ORGANISATION

Les épreuves de manipulation de physique se sont déroulées dans les laboratoires de physique et d'électricité de l'école Normale Supérieure de Cachan. Trois jurys ont travaillé en parallèle et les candidats ont participé comme l'an passé au tirage au sort d'un sujet de manipulation parmi les différents domaines de la physique comme la mécanique, l'optique, l'électromagnétisme, l'électricité et l'électronique. Les sujets sont régulièrement renouvelés chaque année et que même si certains supports physiques sont conservés, les questions posées sont modifiées.

### OBJECTIFS

La plupart des manipulations proposées sont basées sur des systèmes physiques élémentaires et cherchent à illustrer leurs principes. Les membres du jury rappellent que les objectifs de cette épreuve sont 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.

Les sujets proposés sont donc rédigés de manière à :

- vérifier les connaissances théoriques de base,
- guider le candidat pour établir la démarche expérimentale afin d'obtenir des relevés de bonne qualité,
- choisir le matériel adéquat mis pour obtenir les relevés expérimentaux demandés.

Nous rappelons aux candidats qu'ils doivent rédiger un compte rendu de manipulation dans lequel il faut :

- répondre brièvement aux questions,
- détailler le cas échéant les calculs servant à la prédétermination d'une ou plusieurs valeurs de composants,
- résumer le mode opératoire,
- effectuer une analyse critique des résultats et surtout faire une synthèse en dressant des conclusions par rapport aux notions essentielles abordées dans le sujet à traiter.

Au cours de la manipulation, les examinateurs peuvent être amenés à interroger le candidat pour l'aider à mener à terme les manipulations.

### THEMES

Les thèmes de manipulations assez généraux portent sur l'électricité, l'électronique (bases), sur l'optique, les ondes et la mécanique. Sans entrer dans les détails, on peut retrouver les thèmes suivants :

- caractérisation de dipôles (association de résistances, inductances et capacités),
- association de multiplieurs et de filtres, principe et applications de la détection synchrone,
- convertisseur fréquence-tension,
- spectroscopie avec prisme ou réseau,
- études de lentilles,
- interférences avec fentes d'Young ou avec Michelson; diffraction à l'infini par une fente (montage standard),
- ondes électromagnétiques ou sonores (propagation, ondes stationnaires, interférences),
- solide en rotation, soumis à un couple constant ou à un couple de rappel élastique.

### REMARQUES

Dès le début de l'épreuve, il est vivement conseillé aux candidats de faire une lecture attentive et complète du sujet. Les indications données dans l'énoncé du sujet ou oralement doivent être prises en compte. L'approche de la manipulation doit comporter une phase d'observation, une phase

d'interprétation et une phase d'analyse critique des résultats. Les éventuelles divergences entre la théorie et la pratique doivent être absolument interprétées et justifiées, ou permettre de rétablir des erreurs éventuelles tant pratiques que théoriques. Le jury insiste sur le fait que le candidat doit remettre en question, s'il y a lieu, ses calculs théoriques, sa mesure ou le modèle théorique utilisé. Dans le cas d'un modèle mal approprié, un nouveau modèle doit être proposé.

Sur le déroulement des épreuves :

- Peu de candidat (10%) ont été complètement déroutés par les dispositifs expérimentaux proposés, ou par l'utilisation du matériel de laboratoire. Cependant, une bonne moitié des candidats montre des lacunes sur les principes théoriques des dispositifs proposés (connaissances de base sur l'ampli op, calculs de fonctions de transfert, définition et calcul d'une valeur moyenne d'un signal quelconque, confusion quasi-systématique entre pulsation et fréquence....) et a besoin d'aide pour pouvoir avancer dans le sujet. Par ailleurs, beaucoup de candidats s'arrêtent à l'observation du fonctionnement des montages proposés et manquent d'esprit critique. Les mesures fausses passent donc complètement inaperçues et quelquefois des fonctionnements de montages complètement erronés sont considérés comme satisfaisants. Enfin, trop souvent les énoncés ne sont pas lus complètement et les candidats ne répondent donc pas aux questions posées (pas de relevés expérimentaux, pas de conclusions...).

- Peu de candidats connaissent les réglages des oscilloscopes, ni même leur principe de fonctionnement. Trop de candidats utilisent systématiquement la touche « auto-scale » de l'oscilloscope et se trouvent désarmés quand il s'agit d'observer des signaux relativement basse-fréquence, ou lorsque l'oscilloscope se synchronise automatiquement sur des signaux parasites. Ils ne disposent alors d'aucune méthode de réglage ! Les calibres sont souvent mal adaptés et les courbes observées ne sont pas suffisamment dilatées pour faire des mesures précises. Les fonctions numériques de l'oscilloscope sont souvent utilisées sans avoir au préalable une idée de l'ordre de grandeur des valeurs mesurées. Une erreur classique consiste à choisir une mauvaise compensation de l'atténuation possible d'une sonde de mesure, suivant le type d'oscilloscope utilisé, le signal observé est alors mesuré à un facteur multiplicatif près de 10 (ou autre coefficient suivant les cas). Les réglages éventuels comme, par exemple, l'amplitude ou la période d'un signal d'excitation, doivent être au préalable réfléchis. La précision des mesures doit aussi être évaluée,

- Le jury rappelle aussi que les mesures automatiques (amplitude, phase) sont beaucoup moins précises que les relevés manuels à l'aide des curseurs. D'autre part, l'oscilloscope présente une très bonne résolution temporelle : la mesure de fréquences caractéristiques d'un filtre linéaire (fréquence de résonance, bande passante) doivent reposer sur des considérations temporelles. Par conséquent, il vaut mieux privilégier une mesure de phase plutôt qu'une mesure de module.

- Lors de la vérification fonctionnelle du montage, les candidats n'ont pas le réflexe de tester bloc par bloc leur bon fonctionnement. De fait, ils restent souvent bloqués devant un montage défaillant sans vraiment de méthode pour diagnostiquer la panne.

Le jury a de nouveau constaté que les candidats maîtrisaient mal les notations complexes. Ainsi, les candidats ont recours aux notations symboliques telles que les impédances symboliques en régime harmonique même si les systèmes sont excités par des signaux non sinusoïdaux. Les candidats doivent aussi être capables d'établir les équations différentielles régissant le fonctionnement d'un système sans passer par le calcul symbolique.

Sur le spectroscope, on regrette un manque de recul sur la connaissance des appareils et leurs réglages, mais les méthodes de mesures sont en général assez bien connues. Parmi les méthodes d'optique géométrique, l'autocollimation, souvent utile, est rarement proposée spontanément, quand elle n'est pas ignorée. Notons aussi qu'avec les lentilles, il faut avoir présent à l'esprit que la réalité présente des écarts avec le modèle des lentilles minces, et qu'il faut en tenir compte lorsqu'on discute la précision des mesures.

Les montages standard de diffraction et d'interférences à partir de fentes donnent lieu à des confusions et à de mauvaises transpositions de la théorie à l'expérience. Sur le Michelson, les performances sont très contrastées et l'on a observé des difficultés tant sur les réglages que sur la connaissance des phénomènes mis en jeu. Ici plus qu'ailleurs, le jury contribue à mettre sur la bonne voie le candidat qui

manifeste un minimum de compréhension. A propos des ondes hertziennes ou acoustiques, on a proposé la mise en œuvre d'ondes stationnaires et des expériences présentant des analogies avec celles de l'optique. On a pu déplorer que certains candidats aient du mal à faire la différence entre ondes stationnaires et progressives.

En dynamique, il faut se rappeler que la tension d'un fil n'est pas nécessairement égale au poids qu'il supporte, et que l'égalité des tensions de part et d'autre d'une poulie n'est au mieux qu'une approximation qu'il faut savoir justifier. L'exploitation d'une série de mesures au moyen d'une calculatrice est souvent abusive : modélisation incorrecte du type  $y = ax + b$  alors qu'on est certain que la droite cherchée passe par l'origine; mesures considérées comme équivalentes alors qu'elles sont inégalement précises... Nous recommandons plus modestement un dépouillement graphique avec barres d'erreurs, exploité avec bon sens.

En dépit des observations critiques précédentes, il faut admettre en définitive que nombre de candidats sont bien préparés. De très bonnes notes ont été obtenues sur tous les sujets.