

ÉPREUVE ORALE DE PHYSIQUE

MOURGUES Magali

Remarques d'ordre général

L'épreuve orale de physique, d'une durée totale de une heure, est décomposée en deux temps de 25 minutes chacun : la préparation et l'interrogation au tableau. Les 10 minutes restantes servent en partie à l'installation du candidat, puis, à son départ.

Sur la feuille de convocation, il est spécifié au candidat une heure de présence devant la salle d'interrogation et une heure de début d'épreuve. Ces deux instants sont distants de 15 minutes, et permettent à l'interrogateur d'avoir une latitude sur l'entrée du candidat dans la salle. Effectivement, suivant les cas rencontrés (problème de vérification d'identité, retard d'un candidat dû à un incident de métro,...), l'entrée du candidat dans la salle peut varier entre ces deux horaires. Le candidat ne doit **ABSOLUMENT** pas ouvrir la porte de la salle d'interrogation, sous peine de déranger un candidat précédent au tableau. Bien que le stress et l'inquiétude règnent, les candidats doivent comprendre que les examinateurs font tout leur possible pour respecter au mieux les horaires indiqués. L'horaire de présence devant la salle doit être respecté par les candidats, sachant que seul l'examineur peut les autoriser à rentrer dans la salle.

Une fois l'identité vérifiée, le candidat doit poser toutes ses affaires personnelles à l'entrée de la salle, à l'exception d'un stylo (obligatoire : certains arrivent sans stylo !) et d'une règle (trousse non autorisée). Il est interdit également d'aller composer avec son téléphone portable, qui en aucun cas ne peut servir de montre, ou même de calculatrice (!). Il doit d'ailleurs être absolument éteint : il est fort désagréable de l'entendre vibrer pendant l'épreuve.

Un sujet est tiré au sort : il comporte deux exercices sur deux thèmes différents de la physique. La notation 8-12 ou 10-10 est précisée au candidat, sachant qu'il y a à peu près autant de points affectés au programme de première année qu'au programme de deuxième année sur l'ensemble de l'épreuve.

À noter que c'est une épreuve scientifique, et qu'il y a régulièrement des applications numériques demandées. Les candidats qui n'ont pas de calculatrice se trouvent alors pénalisés.

Les candidats doivent apprendre à gérer leur temps, et ne pas écrire sur le brouillon des choses inutiles (par exemple, il est inutile d'écrire en toutes lettres le principe de Huygens-Fresnel quand on demande simplement de l'énoncer : mettre trois mots directeurs est suffisant).

Lors du passage au tableau, il est conseillé de commencer par l'exercice qui semble le plus accessible, de manière à prendre un maximum de points. Les deux exercices sont indépendants, et les points de l'un ne peuvent pas basculer sur l'autre : les candidats ne doivent donc pas consacrer tout leur temps à un seul exercice (que ce soit en préparation ou en présentation).

Il est demandé aussi aux candidats de :

- Bien lire l'énoncé : ne pas confondre par exemple ρ distance à l'axe en coordonnées cylindriques et ρ densité volumique de charges, ou encore, conditions aux limites et conditions initiales.
- Bien connaître son cours, donc les bases : une erreur sur un élément de cours « coûte » très cher.

- Réfléchir au signe des grandeurs physiques, connaître leur unité et un ordre de grandeur : il n'est pas normal qu'un candidat propose de 1000 à 10.000 km pour l'altitude d'un satellite géostationnaire.
- Penser à vérifier l'homogénéité des formules (ne pas mélanger champ de scalaires et de vecteurs sur la même ligne).
- Améliorer la gestion du tableau. On débute en haut à gauche et on numérote les questions.

La différence à l'oral entre deux candidats se fait surtout sur sa manière de présenter (énoncer – sans écrire – les théorèmes, puis les exploiter) et sur la technicité de calcul. Il est anormal que les candidats ne sachent plus calculer des intégrales (même les plus simples), ni résoudre une équation différentielle. Les problèmes mathématiques font perdre de précieuses minutes lors du passage au tableau et les candidats n'ont alors plus de temps pour la conclusion ou l'analyse physique qui est primordiale. Par contre, l'expression du rotationnel, de la divergence ou du laplacien en cylindriques ou sphériques ne doivent pas être apprises par cœur.

Les erreurs les plus fréquentes rencontrées dans les différents domaines sont listées ci-après.

Remarques uniquement sur les connaissances dans les différentes matières

Circuits

Première année

Les propriétés de l'AO sont toujours aussi mal connues (linéarité, saturation) et aucun des candidats ne connaît la signification des symboles \triangleleft et ∞ sur les AO.

Les fonctions de transfert classiques sont connues mais il faudrait être plus soigneux sur le tracé qui devient automatique (intersection des asymptotes, placement d'un point réel, ...).

La notion de puissance doit également être révisée et les candidats doivent s'entraîner de manière à avoir plus d'aisance dans les calculs. De même, il est inadmissible de faire des erreurs de signe dans des équations de maille.

Pour résoudre les exercices en régime transitoire, les candidats passent souvent par le sinusoïdal forcé, pour revenir en temporel : ils doivent apprendre à manipuler les relations en temporel. La continuité de u ou i est difficile à justifier.

Enfin, une erreur surprenante est revenue plusieurs fois : la relation $e = Ri$ utilisée aux bornes du circuit inducteur est utilisée ici à tort et à travers, que la résistance soit seule ou non dans une branche : si on considère un générateur e , en série avec la résistance R , puis une bobine L , ..., trop de candidats utilisent $e = Ri$.

Deuxième année

Les fonctions de transfert sont bien déterminées, ainsi que le diagramme de Bode en gain (même si le cheminement est souvent laborieux : notamment, il est inutile de chercher le gain en décibel pour avoir le comportement asymptotique). Par contre, les diagrammes en phase sont erronés.

Une erreur revient quasi-systématiquement sur la définition du gain en décibel : $G_{dB} = +20\log|H|$ et non $G_{dB} = -20\log|H|$.

Les candidats ont du mal à donner l'effet d'un filtre sur un signal complexe et les rôles des montages de base (passe-bas, passe-haut, passe-bande) ne sont pas connus.

Électromagnétisme

Première année

Peu de candidats ont compris que l'étude des symétries et des invariances ont pour but de caractériser au maximum les champs \vec{E} et \vec{B} afin de choisir une surface de Gauss ou un contour d'Ampère permettant une résolution aisée des intégrales. Toutefois, l'analyse des symétries et invariance est correctement réalisée (un rappel : il faut préciser que le point M où on calcule les champs doit appartenir au plan supposé de symétrie ou d'antisymétrie).

Le potentiel vecteur sous forme intégrale n'est pas connu.

Les calculs d'intégrales (flux et circulations) ont posé d'énormes difficultés aux étudiants. Ils ne savent souvent pas poser correctement les longueurs ou surfaces élémentaires et l'explicitation des intégrales pour justifier le résultat n'est pas possible. La nature fermée des surfaces pose des difficultés, leur décomposition en surfaces élémentaires également. Ainsi, ils donnent le plus souvent un résultat qu'ils sont incapables de justifier et ils démontrent qu'ils n'ont aucune idée précise du sens physique même du flux ou de la circulation. Dans ce sens, l'explicitation du champ magnétique du fil infini devient hasardeuse alors même qu'il est à la base de plusieurs sujets d'induction notamment. Les dispositifs classiques (spire, solénoïde) sont mal maîtrisés, alors que ce sont des questions de cours.

Une partie mal connue est celle des dipôles électrostatiques ou magnétiques : potentiel, champ, énergie, moment des forces appliquées.

Peu de candidats savent que $\vec{M} = i\vec{S}$ et que dans un champ magnétique uniforme $\vec{\Gamma} = \vec{M} \wedge \vec{B}$ pour un circuit de taille quelconque.

Les exercices avec des courants surfaciques posent problème, en particulier le calcul de l'intensité à partir du vecteur \vec{J}_s .

Deuxième année

Les équations de Maxwell sont connues et maîtrisées dans les différents milieux, malgré des imprécisions sur les relations de passage et une difficulté à relier équations locales et équations intégrales. Attention toutefois au théorème d'Ampère généralisé, dans lequel le second terme est trop souvent oublié.

L'analyse sur les ondes est laborieuse que ce soit sur l'écriture d'une onde plane progressive dans une direction quelconque que pour l'analyse de la relation de dispersion. Les notions TE, TM, TEM, vitesse de groupe, vitesse de phase, onde plane, ..., ne sont pas claires.

La relation de structure de l'onde est utilisée, même si les conditions d'application ne sont pas respectées.

En induction, l'étude qualitative avec l'algébrisation correspondante est toujours aussi folklorique ! Souvent l'exercice se limite à l'établissement d'une équation électrique, et il n'y a aucune rigueur pour les orientations.

Tous les candidats interrogés ignorent :

- les conditions d'utilisation de l'expression simplifiée du potentiel vecteur rayonné par une distribution dipolaire,
- la définition de la zone de rayonnement et enfin qu'en zone de rayonnement, le nabla peut être remplacé par $\pm j\vec{k}$.

Mécanique

Première année

La mécanique classique est correctement traitée (PFD, TMC, énergétique), mais dès que l'on aborde les référentiels non galiléens, c'est la panique. Les forces d'inertie sont peu connues (elles sont parfois introduites dans un référentiel galiléen), et il est impossible d'avoir une expression correcte de l'accélération d'entraînement que ce soit par dérivation vectorielle ou par le point coïncidant. Ainsi, que l'on soit en translation ou pas, on a toujours $\vec{a}_e = -\omega^2 \overline{HM}$.

Les exercices avec les satellites sont aussi mal maîtrisés (des souvenirs très lointains) et la relation entre la constante des Aires et la loi des Aires n'est pas claire. Le calcul de l'aire balayée n'est pas connu.

Le théorème de l'énergie cinétique $\Delta E_c = \Sigma W(\vec{F})$ ne fait pas partie des classiques, alors qu'il a été vu en terminale. Enfin, les candidats ne savent pas calculer le travail d'un couple.

Les candidats sont trop souvent bloqués par des problèmes de géométrie, tels que la projection des vecteurs. Ils devraient faire systématiquement des schémas « propres » qui les aideraient dans leurs résolutions.

Une erreur fréquente est revenue : comme $r = \text{cte}$ pour un mouvement circulaire, l'accélération est nulle.

Deuxième année

On relève beaucoup d'erreurs dans l'expression des vitesses de glissement (définition mal connue, et mal comprise donc erreurs de signe), dans la formule de Varignon dans l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur (orientation de l'axe et projection). La formulation du TMC manque de précision, alors qu'il exige de la rigueur.

Les lois de Coulomb se résument souvent à $T < fN$. Quel est le sens de T ? Qu'est-ce-que le cône de frottement ?

Les candidats ont tendance à confondre l'absence de forces non conservatives, avec le fait que celles-ci ne travaillent pas. Il faut également savoir pourquoi une réaction ne travaille pas dans un glissement sans frottement ou dans un roulement sans glissement.

Les théorèmes sont dans l'ensemble connus mais il y a manifestement un manque de « métier », d'exercices faits durant l'année scolaire. Ainsi, ils n'ont pas compris que le théorème de Koenig

permet de décomposer le mouvement du solide en un mouvement de translation $\left(\frac{1}{2}mv_G^2\right)$ et un mouvement de rotation autour de $G \left(\frac{1}{2}I\omega^2\right)$: c'est donc un théorème de superposition !

Optique

Première année

Certains candidats réussissent très bien, d'autres ne savent rien : il y a un manque certain de réflexion.

Au niveau des tracés de rayons lumineux, il y a des difficultés avec les lentilles divergentes, les associations de lentilles, ainsi que dans les tracés pour des objets à l'infini et définis par un angle d'inclinaison par rapport à l'axe optique. Les candidats doivent orienter par une flèche leurs rayons lumineux, et respecter la convention : réel – trait plein et virtuel – trait pointillé.

Les définitions de lentille mince, du stigmatisme et de l'aplanétisme ne sont pas connues et il y a trop d'erreurs dans les formules de conjugaison pour les miroirs sphériques (certains candidats passent tout leur temps à les retrouver !).

Enfin, il y a des confusions entre mesures algébriques et distances et certains candidats parlent de rayons réfléchis par la lentille : il est important d'utiliser le vocabulaire adapté.

On rappelle également que toutes les notions vues en TP sont au programme (focométrie, réglage d'un goniomètre, par exemple), et peuvent donner lieu à des questions.

Deuxième année

En diffraction, le principe de Huygens-Fresnel n'est pas connu, les conditions de Fraunhofer ne sont pas définies, et les rayons partent dans tous les sens possibles et imaginables. Mais, les deux tiers des candidats confondent diffraction et interférences (par exemple, l'intensité diffractée par une fente est $I = 2I_0(1 + \cos(2\pi \frac{\delta}{\lambda}))$), et n'ont pas compris qu'expérimentalement, on a souvent les deux phénomènes en même temps. Il serait important pour les candidats de revenir à la forme simple $\underline{u}(S) = \iint_{(S)} t(P) \exp(i \frac{2\pi}{\lambda} (SPM)) dS_P$, pour décrire l'onde réémise par une pupille diffractante et qui permet de calculer tous les cas de figure.

Au niveau des interférences : difficulté pour tracer les rayons qui vont interférer, pour calculer la différence de marche (le résultat est connu, mais pas le pourquoi du comment). La notion de frange centrale est peu connue et souvent confondue avec celle de frange brillante.

Les réseaux ne sont absolument pas maîtrisés : seule la formule des réseaux est connue.

Le réglage du Michelson est une grande énigme et le rôle de la compensatrice encore plus. Certains n'en ont même jamais entendu parler. Les tracés de rayons sont loufoques : il est vrai qu'une représentation au tableau n'est pas évidente. Il est donc important de bien connaître son cours et de s'entraîner au préalable.

Enfin, un problème de vocabulaire : synchrone n'est pas un synonyme de cohérent.

Thermodynamique

Première année

La statique des fluides semble totalement ignorée par certains candidats. Il est très difficile pour les candidats d'expliquer "en français" ce qu'est le module et où est le point d'application de la poussée d'Archimède d'un solide qui flotte. Ils se réfugient dans les équations mathématiques et perdent leur bon sens (attention à l'ordre de grandeur des pressions, que la pression la plus forte soit au niveau le plus bas, ...).

Au niveau des cycles thermodynamiques, il persiste des erreurs entre isotherme et adiabatique. Le cycle de Carnot n'est pas connu et le choix judicieux de la fonction d'état n'est pas un réflexe (isochore : U , isobare : H). Les sens de parcours sont hésitants, ainsi que les signes des transferts thermiques et travaux. Beaucoup de candidats ne savent pas qu'une transformation isentropique est une adiabatique réversible.

Les exercices sur les machines thermiques entre pseudo-sources sont toujours mal traités : les candidats ne savent pas définir comme système une masse élémentaire de fluide qui parcourt des cycles au cours desquels les températures des pseudo-sources varient suffisamment faiblement pour pouvoir être considérées comme de vraies sources sur la durée d'un cycle.

Les candidats ne font pas la différence entre $-PdV$ et $-P_{ext}dV$, et ils ne comprennent pas pourquoi on utilise l'un ou l'autre.

Les changements d'état sont très peu maîtrisés, la courbe de saturation mal connue.

Le second principe fait toujours aussi peur même si la seconde identité thermodynamique est là pour certains candidats.

Enfin, un abus de langage inadmissible : on parle de variation de travail pour effectuer une transformation !

Deuxième année

En conduction thermique, un bilan direct, adapté au cas étudié, vaut souvent mieux qu'une équation générale, qui ne correspond pas toujours aux hypothèses : certaines contributions (effet Joule, convection, rayonnement) sont oubliées.

Les bilans en coordonnées cylindrique et sphériques posent problème à cause de la définition de la surface variable, l'utilisation du laplacien ou d'un développement limité.

Il y a confusion entre conduction et convection thermique, et l'analogie résistance électrique / résistance thermique est rarement correctement expliquée.

Les exercices sur le rayonnement restent délicats : σT^4 est annoncé comme une puissance, la loi de Wien connue partiellement (sans unité par exemple).