

Préambule

Cette synthèse de l'épreuve orale de Physique est réalisée à partir des rapports individuels de tous les examinateurs.

Au niveau des candidats, on constate toujours une répétition systématique des mêmes erreurs et ce, malgré leur signalement dans les rapports antérieurs. Toutefois, cette année encore, nous rappelons les caractéristiques du déroulement de l'oral, quelques remarques générales puis celles concernant les différentes matières.

La moyenne de l'épreuve a été cette année de 10,09 avec un écart-type de 3,86.

Déroulement de l'oral

D'une durée de 55 minutes (25 minutes d'exposé et 25 minutes de préparation en moyenne) l'épreuve porte sur l'ensemble du programme des deux années ; elle comporte deux exercices sur deux matières différentes et les points alloués à chaque sujet sont connus du candidat après le tirage au sort. Sur les deux parties, une au minimum porte sur le programme de seconde année et des questions peuvent être posées sur les montages réalisés en travaux pratiques.

Les candidats sont convoqués toutes les demi-heure ; d'une manière générale, les horaires de convocations sont respectés, parfois même à la seconde près ! Il serait souhaitable qu'ils arrivent dix à quinze minutes avant pour éviter des coupures dans le cas d'absences ou d'abandon des candidats qui les précèdent.

Tous les élèves doivent amener leur calculatrice (ce qui n'a pas toujours été le cas) ; cette dernière est interdite pendant le temps de préparation et utilisée, le cas échéant, au cours de l'exposé pour effectuer les applications numériques.

Les remarques générales sur la forme

- ◆ Les prestations des candidats sont inégales et l'on constate, cette année, une dégradation dans le comportement général.
 - La gestion du tableau est souvent anarchique et les critères d'une bonne prestation ne sont pas toujours réunis : écriture parfois illisible, réponses non encadrées, utilisation très rare des craies de couleur...
 - Manque de dynamisme et de pugnacité. A chaque étape de calcul, beaucoup trop demandent l'approbation de l'examineur avant de continuer. De plus, lorsque les questions posées n'appartiennent pas à un cadre classique, peu ont envie de chercher, de raisonner et, si l'aide de l'examineur tarde trop à venir, on capitule facilement.
 - La grande majorité ne possède pas une démarche scientifique cohérente et effectue des raisonnements approximatifs avec un manque de rigueur dans les grandeurs calculées (homogénéité, unités).
- ◆ Les candidats gèrent mal leur temps de préparation et d'exposé si bien que certains se laissent aller à ne présenter qu'un seul exercice. Trop peu savent exposer très clairement la méthode adoptée, le départ des calculs et le résultat obtenu pendant la préparation afin de gagner un temps précieux.

L'on doit signaler cette année encore, l'étonnement de nombreux candidats, parfois même, leur agacement lorsque l'examineur pose des questions pour vérifier si les réponses avancées ont été bien assimilées et non apprises par cœur.

Toutes ces règles qui paraissent élémentaires mais de plus en plus absentes, laissent les examinateurs perplexes. Que les deux années de « colles » soient mises à bon escient pour que nos candidats ingénieurs retrouvent un comportement plus cohérent !

Les remarques générales sur le fond

- ◆ Les examinateurs constatent une baisse du niveau général des étudiants. Un nombre non négligeable d'entre eux ne savent strictement rien sur des parties entières du programme (optique géométrique, diffraction, induction électromagnétique, rayonnement thermique) et d'une manière générale la connaissance et la maîtrise du cours sont trop souvent insuffisantes. Ce dernier point entraîne une très mauvaise compréhension du phénomène étudié et donc l'absence totale d'une étude qualitative qui devrait toujours précéder le choix de la loi ou du théorème les mieux adaptés à la résolution du problème posé. Quel manque de rigueur et de précisions dans les énoncés de ces lois et théorèmes !
- ◆ Les carences que nous venons de mentionner, conduisent le candidat à privilégier les aspects mathématiques (sans toutefois les maîtriser correctement) et calculatoires au détriment de la signification physique des relations utilisées et de l'ordre de grandeur des résultats obtenus. Certains candidats sont capables d'affirmer avec beaucoup d'aplomb des inepties sans douter d'eux-mêmes, s'enferment dans ces erreurs et ne se remettent en cause que très difficilement.
- ◆ Comme indiqué plus haut, la maîtrise des techniques mathématiques pour la physique se dégrade chaque année un peu plus et devient inquiétant.
 - Nombreuses erreurs pour expliciter les vecteurs dans telle ou telle base, souvent liées à la méconnaissance des lignes trigonométriques et à une mauvaise connaissance des coordonnées cylindriques et sphériques.
 - Les éléments de surface, de volume dans le calcul intégral posent beaucoup de problèmes.
 - Difficultés persistantes dans la résolution des équations différentielles de base.
 - La manipulation des nombres complexes mal maîtrisée conduit trop souvent à des calculs inextricables et à des résultats incohérents.

Remarques sur les connaissances dans les différentes matières

Mécanique

- ◆ Très généralement on assiste à un manque de rigueur dans la résolution de l'exercice : système non défini, référentiel d'étude mal précisé et, si un choix est avancé, il n'est jamais justifié ainsi que la base d'explicitation des grandeurs vectorielles. Alors les forces d'inertie apparaissent souvent par miracle. Ces dernières sont toujours mal connues et, pour les exprimer, les candidats essaient de se remémorer « des formules » au lieu d'utiliser quelques principes de base comme la notion de point coïncident souvent ignorée.
- ◆ On remarque presque systématiquement une absence de réflexion sur la méthode la plus adaptée pour traiter les questions posées (relation fondamentale de la dynamique, ou méthode énergétique ou théorème du moment cinétique). Personne enfin, ne se pose la question sur le nombre de degrés de liberté.

- ◆ Nous mentionnons ci-après quelques carences et erreurs impardonnables :
 - Les propriétés des mouvements à forces centrales ne sont pas énoncées de manière rigoureuse et complète.
 - L'énergie potentielle gravitationnelle est trop souvent ignorée.
 - Confusion entre poids et force de gravitation et aussi entre mouvement sans frottement et roulement sans glissement.
 - Beaucoup trop d'approximations dans le calcul du travail des forces de contact et dans les moments d'une force.
 - Confusion totale entre le théorème du moment cinétique vectoriel et scalaire.
 - De nombreuses fois, le mouvement d'un solide se réduit à celui du centre de masse affecté de la masse totale $\left(E_c = \frac{1}{2} M v_G^2, \vec{L}(0) = \vec{OG} \wedge M \vec{v}_G \text{ !!} \right)$.

Electromagnétisme

- ◆ Les notions de symétrie et d'invariant des champs électrostatique et magnétostatique sont maintenant acquises sauf pour le potentiel vecteur. Dans l'application des théorèmes de Gauss et d'Ampère les surfaces et contours sont annoncés avant même l'étude des symétries qui pourtant conditionne ces choix !
- ◆ Les cas classiques de calculs des champs comme ceux créés par un fil infini, une spire circulaire, un solénoïde sont des obstacles difficiles à surmonter pour beaucoup de candidats. Il faut proscrire des notations du style $\iint \frac{\sigma dS}{4\pi\epsilon_0 r^3} \vec{r}$ qui, imprécises, conduisent les candidats à des erreurs grossières. Le traitement des courants surfaciques, la liaison entre densité et intensité de ces courants posent trop de problèmes.
- ◆ Le cours sur les conducteurs en équilibre électrostatique est mal connu ainsi que la justification de la continuité du potentiel et peu de candidats savent dire qu'un condensateur est constitué de deux conducteurs en influence totale.
- ◆ L'étude qualitative des phénomènes d'induction est en général incomplète et mal traitée ; on oublie les forces de Laplace dans les équations mécaniques et la f.é.m. d'induction dans les équations électriques. Les définitions de l'inductance propre L et de l'inductance mutuelle M de circuits sont insuffisamment connues et leur détermination impossible notamment par la méthode énergétique ou, si l'on s'y aventure, on affirme sans réflexion : $U_m = u_m \cdot \mathcal{V} = LI^2 \text{ !!}$
- ◆ Les équations de Maxwell sous forme locale ne posent pas de problèmes mais leur forme intégrale est mal maîtrisée notamment celles de Maxwell-Faraday et Maxwell-Ampère toujours incomplète avec beaucoup d'imprécisions sur les notions de surfaces ouvertes et fermées.
- ◆ Que de difficultés pour caractériser une onde électromagnétique (direction de propagation, structure, polarisation...) ! La structure d'une onde plane n'est jamais établie sans avoir recours au cas particulier de l'onde sinusoïdale ! Signalons enfin trop d'approximations et un manque de rigueur dans les relations de passage.

Optique

- ◆ Beaucoup trop de candidats ont fait l'impasse sur l'optique géométrique car plus de la moitié d'entre eux ne tente même pas de faire l'exercice. Les constructions géométriques manquent de rigueur et nombreux sont les problèmes quand on parle d'objet virtuel et quand on utilise une lentille divergente !

Il n'existe pratiquement plus de réflexes fondamentaux comme un rayon arrivant sur une lame à faces parallèles n'est pas dévié ou un rayon pénétrant dans un milieu plus réfringent se rapproche de la normale ! Avec des formules de conjugaison d'une très grande imprécision, et il est très rare de vérifier la validité des constructions géométriques par le calcul.

- ◆ L'optique ondulatoire est un peu moins martyrisée mais peu de candidats savent exposer clairement les phénomènes de diffraction et d'interférences dont l'analyse qualitative est trop souvent absente. Dans une telle situation, les étudiants se réfugient dans des formules apprises par cœur sans pouvoir donner les éléments fondamentaux qui ont conduit à leur établissement ; c'est généralement le cas pour la relation $I = 2I_0 \left(1 + \cos 2\pi \frac{\delta}{\lambda} \right)$ et pour le calcul de δ .
L'examineur stupéfait découvre dans un dispositif du type trous d'Young que δ provient de la lentille permettant l'observation dans son plan focal image !!
- ◆ Les candidats ne savent pas dans quel cas on peut considérer l'interféromètre de Michelson comme un diviseur du front d'onde (source ponctuelle) ou comme un diviseur d'amplitude (source étendue) et l'équivalence à la lame ou au coin d'air n'est quasiment jamais établie. Tout ceci entraîne de très grosses difficultés dans le tracé des rayons lumineux.
- ◆ Dans le phénomène de diffraction « c'est du tout ou rien » et les questions relatives à la compréhension du phénomène restent sans réponse, ce qui conduit à de graves erreurs pour décrire les figures observées. Enfin, l'angle typique de diffraction λ_0 / a d'une pupille n'est pas connu.

Thermodynamique

- ◆ Le programme de 1^{ère} année est exposé de manière très décevante. L'énoncé du second principe n'est jamais donné très clairement et naturellement les bilans entropiques posent problèmes. Nous soulignons cette année les points suivants :
 - Il est fréquent de voir une isotherme et une adiabatique à pentes positives dans le diagramme de Clapeyron et il est bien difficile de faire calculer cette pente en vue de corriger.
 - Les signes des variations d'entropie souvent erronés sont toujours peu justifiés. Dans les machines thermiques l'utilisation des diagrammes entropiques conduit à de grandes difficultés.
 - La partie du programme sur les changements d'état se trouve trop souvent ignorée.
 - Si le module de la poussée d'Archimède est bien connu, son point d'application est encore sujet à beaucoup de variations.
- ◆ L'équation de la chaleur apparaît souvent comme l'unique solution miracle et peu de candidats savent appliquer le premier principe sous forme locale. Signalons de grosses difficultés concernant l'algèbrisation des flux. Enfin, mauvaise connaissance du cours sur le rayonnement thermique. Personne n'utilise le flux radiatif si bien que les bilans d'énergie s'effectuent souvent « à la main ».

Electrocinétique

- ◆ C'est incontestablement la partie préférée des candidats qui se délectent dans les calculs mais sans analyse initiale et en utilisant systématiquement le théorème de Millmann alors que ce choix s'avère peu judicieux. Il manque toujours des remarques d'ordre physique sur l'intérêt du montage étudié, son utilisation concrète et les liens avec les TP effectués.

- ♦ Les exercices portant sur les filtres du 1^{er} ordre sont en général bien traités. Quelques difficultés cependant pour déterminer les fréquences de coupure et tracer les diagrammes asymptotiques dans le plan de Bode (les candidats n'appliquent pas instantanément les cas limites sur la fonction de transfert). L'action d'un filtre sur un signal non sinusoïdal est mal traitée, notamment sur le filtrage d'une tension créneau.

Conclusion

Le programme de physique de 1^{ère} année a posé des problèmes récurrents cette année ; la mécanique du point, l'optique géométrique, les bilans entropiques, les phénomènes stationnaires en électromagnétisme ont conduit à énormément de déchets. Ne dominant pas ce programme, ne l'ayant pas ou mal révisé, les candidats se trouvent alors dans l'incapacité d'aborder la suite de l'épreuve, c'est-à-dire, la partie correspondant au programme de 2^{ème} année. Trop souvent l'exploitation de l'énoncé pose des difficultés et les hypothèses sont mal identifiées. Il devient urgent que chacun, et ce dès la première année des classes préparatoires, prenne connaissance de ces rapports pour les analyser et ainsi faire en sorte que l'épreuve orale conduise à de meilleurs résultats.
