

MP : Planche d'oral

I – Les épreuves d'oral

I-1) Epreuve mixte du concours MP

L'épreuve Mixte de Physique revêt plusieurs aspects dont aucun ne doit faire l'objet de négligence de la part des candidats, les examinateurs étant attentifs à chacun d'eux. La dimension expérimentale de l'épreuve mixte, bien qu'évidente, n'est pas en soi une finalité. Son objet est de confronter le candidat à l'expérience et d'évaluer son habileté expérimentale mais aussi ses connaissances théoriques, ses qualités de raisonnement, d'interprétation, d'initiative et d'autonomie, tant vis-à-vis des résultats attendus, que des comportements inattendus des dispositifs soumis à son étude dont la connaissance préalable n'est pas exigible. L'épreuve Mixte de Physique ne saurait être confondue avec la répétition d'une séance de travaux pratiques de cours d'année et encore moins appréciée comme une sorte de TP presse-bouton.

Les dispositifs expérimentaux proposés aux candidats sont des systèmes physiques simples, ou décomposés en fonctions simples par l'énoncé, par le questionnement, dont la compréhension s'appuie sur les fondamentaux de cours, et les compétences expérimentales des programmes officiels des classes de CPGE. La préparation de l'épreuve doit donc s'effectuer tout au long du cycle de première et deuxième année. Les connaissances théoriques sont testées et les candidats, invités à donner des interprétations cohérentes et plausibles des phénomènes. Les candidats doivent faire preuve de logique et à ce titre, éviter les contradictions grossières.

La rédaction d'un compte rendu de séance est demandée aux candidats. Il se doit de retranscrire fidèlement la démarche suivie en cours d'épreuve, de présenter les résultats des expériences sous forme de tableaux, courbes, copies d'écrans d'oscilloscopes... Le compte rendu doit comporter les interprétations et les conclusions essentielles. Sans être lourd, il se doit d'être clair et soigné.

En séance, les examinateurs prennent le temps nécessaire afin d'interroger les candidats. Cette interrogation orale, sous forme d'un dialogue, doit permettre d'évaluer les qualités recherchées, précédemment citées. Ce dialogue engendre parfois des modifications importantes du sujet proposé en début de séance. Le sujet est un support et l'examineur se réserve le droit de le modifier à sa guise en cours d'épreuve, en considération de la prestation du candidat, dans l'intérêt de l'évaluation.

Précisons que l'examineur n'a pas de devoir de réponse aux questions scientifiques posées par les candidats. En revanche, ces derniers bénéficieront de l'assistance et de l'aide nécessaire à la mise en œuvre du matériel ou des logiciels, sous forme de notices simplifiées ou de précisions orales données par les examinateurs. À ce propos, le manque manifeste d'attention et de réceptivité de certains candidats leur est dommageable. Savoir tirer parti des aides et conseils s'avère capital. Si le principe de fonctionnement et les modalités de réglage des appareils courants du laboratoire sont exigibles, la mise en œuvre effective sur des modèles et marques d'appareils spécifiques n'est évidemment pas demandée aux candidats.

En résumé, la dualité entre expérience et théorie est au cœur de l'épreuve mixte de physique. Le candidat doit veiller à transmettre clairement sous forme écrite ou orale, ses raisonnements, ses conclusions, ses interprétations et ses remarques à l'examineur qui en apprécie la qualité et la pertinence.

I-2) Epreuve orale de physique du concours MP

L'oral de physique aux Mines, est, depuis qu'il existe, l'occasion de résoudre (ou de chercher un cheminement en vue de résoudre) deux problèmes. Selon les examinateurs, le candidat peut être également invité à présenter une question de cours, avec ou sans préparation.

Nous rappelons que l'épreuve orale n'est nullement « un écrit au tableau » et qu'elle est basée sur un dialogue dirigé par l'examineur, qui gère parfaitement le temps. Le candidat ne doit donc être nullement surpris par les interventions de l'examineur. Il est ainsi fort regrettable que des candidats ne laissent pas l'examineur parler, n'écoutent pas ses indications ou ses questions, sous prétexte qu'elles ne sont pas mentionnées sur l'énoncé, ou pire qu'ils consultent leurs montres de façon convulsive. Le candidat est libre de sa méthode, mais l'examineur peut l'amener à en changer, soit qu'il présente une impasse, soit qu'il préfère explorer d'autres pistes. En particulier, le candidat n'a nullement intérêt à s'enfermer dans une voie sans issue, ou à surenchérir avec du hors programme.

L'écrit est un premier filtre, aussi l'oral essaie-t-il de tester autrement les aptitudes scientifiques de candidats qui se sont préparés pendant deux ou trois ans. Au cours de cet échange, l'examineur adapte ses questions afin d'appréhender le degré de maîtrise du cours et de s'assurer de la solidité de son assimilation, ou malheureusement de mesurer l'étendue des lacunes ou le superficiel de l'acquis des notions de base.

L'examineur a tout à fait conscience du stress ou de la fatigue que peut éprouver un candidat. Il doit néanmoins

garder une attitude neutre et rester objectif. L'examinateur a pour consigne de ne rien laisser paraître au sujet de la valeur des réponses du candidat. Il est donc inutile que le candidat cherche dans l'attitude de l'examinateur un quelconque « indice », ni même attende un acquiescement, une négation, ou encore une réponse. Au contraire, nous lui recommandons d'écouter attentivement les questions et les éventuelles suggestions de l'examinateur, sans trop se préoccuper de l'énoncé si on s'en éloigne.

I-3) Epreuve orale de physique du concours Mines-Telecom

L'examen oral de Physique consiste en une épreuve orale de 30 minutes. Deux exercices portant sur des parties différentes du programme de Physique de la filière du candidat lui seront soumis. Il devra les traiter, sans préparation, en indiquant les hypothèses faites ainsi que la démarche suivie. La présentation orale se fera en s'aidant du tableau mis à disposition. Le candidat commencera par l'exercice de son choix. L'examinateur lui indiquera le moment où il passera d'un exercice à l'autre. Il pourra intervenir lors de la présentation pour questionner le candidat sur sa présentation, ses résultats, ses hypothèses ou pour vérifier ses connaissances. Il mettra fin à l'examen au bout de 30 minutes. L'épreuve orale complète l'épreuve écrite. L'examinateur évaluera notamment les capacités du candidat à :

- S'approprier le problème posé, l'analyser et proposer une résolution ;
- Utiliser les lois et théorèmes de la Physique de façon raisonnée et justifiée, mener un calcul de façon rigoureuse, exploiter des équations ou des graphiques, afin de répondre à la question posée ;
- Faire une présentation orale claire et construite en utilisant le tableau, utiliser un vocabulaire scientifique précis et des notations rigoureuses, être réactif vis à vis des questions ;
- Commenter un résultat (graphique, ordre de grandeur, résultat numérique) et avoir un regard critique, valider les hypothèses de départ, suggérer une autre démarche, donner un ordre de grandeur, faire une analyse dimensionnelle ; Des exemples d'exercices sont fournis en annexe

On peut regretter, pour le fond, que certaines parties du programme (mécanique quantique, optique, traitement du signal) aient été moins bien connues que les autres. D'autre part, les notations scientifiques n'ont pas toujours été rigoureuses (la confusion scalaire/vecteur reste observée et les opérateurs gradient, divergence ou rotationnel ne sont pas toujours connus). Sur la forme, certains candidats ont oublié le caractère oral de l'épreuve. Enfin l'utilisation du tableau, censée apporter de la clarté à la présentation, n'a pas toujours été efficace. Cela n'enlève rien à l'impression d'ensemble des examinateurs de Physique : un niveau d'ensemble correct, à la hauteur des exigences du concours.

II – Les questions de cours

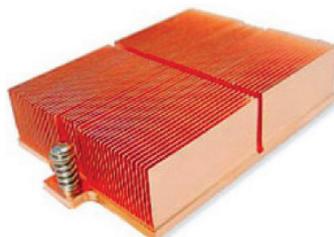
Quelques exemples de questions de cours données à l'oral Mines-Ponts ces dernières années. La durée pour répondre à celle-ci est de 10 minutes. Même si ces questions de cours sont pour certaines assez vagues, on n'oubliera pas qu'il doit s'installer un dialogue avec l'examinateur afin de préciser les questions.

- Le phénomène de diffraction.
- Comment créer de la lumière polarisée ? Quelles sont les conséquences de la polarisation d'une onde, du modèle scalaire de la lumière ?
- Equations d'Euler et de Bernoulli.
- Notion de référentiel en physique. Illustrations.
- Mouvements de particules chargées dans un champ \vec{E} et \vec{B} . Applications.
- Notion d'impédance.
- Théorème du moment cinétique. Application au pendule simple.
- Les cordes vibrantes.
- Filtres du premier et second ordre. Illustration par quelques exemples simples.
- Les phénomènes de résonance.
- Définition cinétique de la pression et de la température.
- Cohérence temporelle en optique.
- Mouvement d'un point matériel dans le cas d'une force centrale conservative : $E_{p,eff}(r)$.
- Effet Doppler longitudinal, mesure de vitesse par détection synchrone.
- Similitudes oscillateur quasi-sinusoïdal/Circuit RLC série.
- Démontrer le théorème de Bernoulli.
- La détente de Joule-Gay Lussac.
- L'effet de peau dans les conducteurs ohmiques.
- Approximation acoustique dans les ondes sonores.

- L'approximation de Gauss en optique géométrique.
- **Les équations de conservation dites locales.**
- Paquet d'ondes. Vitesse de groupe.
- Machines thermiques et cycle de Carnot.
- Comment obtenir des anneaux avec le Michelson ?
- Les ondes électromagnétiques dans le vide. Equation de propagation, structure et polarisation.
- Spectroscopie à réseau.
- La diffusion thermique.
- Notion de viscosité.
- Phénomène d'interférences à deux ondes et applications.
- L'induction. Applications.
- Les fentes d'Young.
- Dynamique en référentiel non galiléen.
- Conditions de formation d'images en optique. Présentation de quelques instruments d'optique.
- Equations locales de l'électromagnétisme. Applications. Conséquences.
- Différence entre un écoulement laminaire et turbulent.
- Diagramme (P, T) du corps pur. Enthalpie de changement d'état et entropie de changement d'état. Justification de la monovariance d'un corps pur sous deux phases.
- Les dipôles (électrostatique, magnétostatique).
- Machines thermiques.

III - Exercices avec préparation (10')

MP1 – Radiateur de processeur (2014)



On s'intéresse au principe d'une ailette de refroidissement. Ce dispositif est utilisé par exemple pour améliorer le refroidissement d'un microprocesseur dans un micro-ordinateur. Il s'agit de tiges ou plaques de métal assez longues qui sont « collées » sur la surface externe du microprocesseur. Pour le dispositif, la fiche technique précise certaines caractéristiques :

- Dissipateur cuivre pour AMD optéron séries 6100.
- Puissance thermique maximale : 85W.
- Matériau : Cuivre, 620g.
- Dimensions (mm) : $115 \times 75,5 \times 24$.

Estimer la pertinence du dispositif en comparant le flux thermique qui peut-être évacué en le comparant avec une simple plaque de cuivre. On prendra pour le coefficient de Newton $h : h = h_{Cu \rightarrow Air} = 10 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ et $\lambda_{Cu} = 380 \text{ WK}^{-1}\text{m}^{-1}$.
 Rép : Le système avec ailettes proposé est sept fois plus performant que la plaque de cuivre.

MP2 – Baignoire (2014)

Une baignoire se remplit en 8 min, robinet ouvert et bonde fermée, et se vide en 12 min, robinet fermé et bonde ouverte. La baignoire déborde-t-elle si on ouvre à la fois le robinet et la bonde ?



Rép : Il faut calculer les débits entrant et sortant, puis se placer en régime permanent pour voir si $z_{eq} < h$.

MP3 – Jetlev (2015)

Un jetlev est un dispositif fixé au dos d'un pilote lui permettant de s'élever au-dessus d'un lac. Une poussée suffisante est permise grâce à l'expulsion d'eau à grande vitesse par deux tuyères orientées vers le bas et alimentées grâce à un tuyau flexible d'une dizaine de mètres de long. Afin de limiter le poids de l'engin, la pompe et le carburant sont disposés dans un bateau auxiliaire.

Les données constructeurs sont les suivantes :

- Puissance de la pompe : 250 ch = 184kW
- Vitesse maximale d'éjection : 35 km h⁻¹.

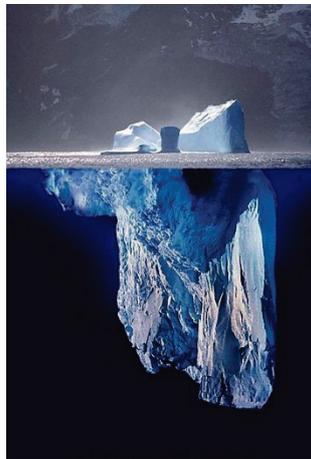


A l'aide de différents bilans, donner une estimation de puissance que doit fournir la pompe pour permettre au pilote de rester à une hauteur de quelques mètres au-dessus de la surface de l'eau ?

Rép : A l'aide d'un bilan d'énergie et de quantité de mouvement on a : $P = \frac{\mu S}{2} \sqrt{\frac{m_0}{\mu S} + H} \left(\frac{m_0}{\mu S} + 3H \right) g^{\frac{3}{2}}$

IV - Exercices sans préparation

MP11 – Icedream (2014)



Le projet Icedream est l'idée de l'ingénieur français Georges Mougins qui développe et affine son concept révolutionnaire depuis plus de 40 ans : remorquer des icebergs et les exploiter pour produire de l'eau douce !

Les fondamentaux du projet pilote sont donc les suivants : un iceberg d'environ 10 millions de tonnes, un remorqueur qui met 140 jours à relier Terre-Neuve et les Iles Canaries.

Données :

- Puissance thermique P_{th} échangée par un système à la température T en contact sur une surface S avec un fluide à la température T_{fluide} dans le modèle conducto-convectif de Newton :

$$P_{th} = h(T_{fluide} - T)S$$

- Le coefficient de transfert thermique de l'air : $h = 5 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$.
- Le coefficient de transfert thermique de l'eau : $h = 100 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$.
- Enthalpie de fusion de la glace : $L_{fus} = 333 \text{ kJ.kg}^{-1}$.

Estimer la proportion de l'iceberg qui fond par jour. Le projet est-il réalisable ?

Rép : Avec un modèle sphérique d'iceberg on peut espérer conserver 43 % de la masse de l'iceberg.

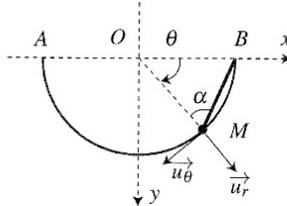
MP12 – Clarinette (2017)

Un tuyau rigide de longueur L est fermé en $x=0$ et ouvert en $x=L$. On cherche une solution stationnaire pour la vitesse particulière en $u(x, t) = f(x)\sin(\omega t)$.

- 1°) A quelle équation différentielle satisfait $f(x)$? Donner $f(x)$ compte tenu de la condition aux limites de $u(x, t)$ en $x=0$.
- 2°) Quelle est alors l'expression de la surpression $p(x, t)$? Traduire la condition aux limites de $p(x, t)$ en $x=L$ et en déduire que seules les ondes stationnaires de fréquences f_n particulières, à déterminer, peuvent être engendrées dans le tuyau.
- 3°) Donner l'expression de la fréquence f_1 du mode fondamental (premier partiel) en fonction de c et L . Donner aussi l'expression de la fréquence f_2 du second partiel, correspond-il au second harmonique ? Calculer f_1 et f_2 pour une clarinette de longueur $L = 58$ cm, de quelles notes s'agit-il ?

Rép : 1°) $u(x, t) = u_0 \sin(kx) \sin(\omega t)$ 2°) $f_n = \frac{c}{2L} \left(n + \frac{1}{2} \right)$ 3°) Ré et La.

MP13 - Mouvement d'une bille reliée à un ressort sur un cercle (2014)



On considère le mouvement d'une bille M de masse m pouvant coulisser sans frottement sur un cerceau de centre O et de rayon R disposé dans un plan vertical. On note AB le diamètre horizontal du cerceau, Ox l'axe horizontal, Oy l'axe vertical descendant et θ l'angle entre Ox et OM . La bille est attachée à un ressort de longueur à vide nulle et de raideur k dont la seconde extrémité est fixée en B . Elle ne peut se déplacer que sur le demi-cercle inférieur.

- 1°) Exprimer l'énergie potentielle totale du système. Représenter la courbe d'énergie potentielle et en déduire les positions d'équilibres éventuelles et leur stabilité. On pourra poser : $p = \frac{2kR}{mg}$ et $E_0 = mgR$
- 2°) Etablir l'équation différentielle du mouvement.
- 3°) Initialement, on écarte légèrement la bille d'un angle $\varepsilon_0 = \theta_0 - \theta_e \ll \frac{\pi}{2}$ à partir de sa position d'équilibre et on la lâche sans vitesse initiale. Linéariser l'équation du mouvement et conclure.

Rép : 1°) $\tan(\theta_e) = \frac{2}{p} = \frac{mg}{kR}$ 2°) $\ddot{\theta} - \frac{g}{R} (\cos\theta - \frac{p}{2} \sin\theta) = 0$ 3°) $\ddot{\varepsilon} + \omega_0^2 \varepsilon = 0$ où $\omega_0^2 = \frac{g(\sin\theta_e + \frac{p}{2} \cos\theta_e)}{R}$