

Concours Ecole Navale 2024-filière PC.

Rapport de l'épreuve orale de Physique 2.

13/07/2024

- ★ L'épreuve orale de Physique 2 de la filière PC dure 30 minutes, sans préparation et sans calculatrice. Elle consiste en un exercice non guidé qui peut s'appuyer sur un document tel qu'une photo ou un graphe représentant une série de mesures.
- ★ Les notes de la session 2024 vont de 4 à 19 avec une moyenne 11,9 et un écart-type de 3,8.
- ★ Le candidat doit avoir l'initiative de **commencer par réaliser un schéma et s'interroger sur le ou les phénomènes physiques mis en jeu** (*exemple* : diffusion thermique puis changement d'état) et le choix du système d'étude. Il doit choisir un paramétrage adapté et proposer éventuellement des ordres de grandeurs pour les grandeurs physiques pertinentes. Enfin, il doit émettre des hypothèses afin d'appliquer une loi, théorème ou principe physique. La mise en équation est suivie de la résolution mathématique puis de la critique du résultat littéral et numérique. Il s'agit de vérifier la cohérence du résultat littéral vis à vis des différents paramètres du problème et celle du résultat numérique avec les ordres de grandeurs connus.

Le jury évalue l'initiative, la maîtrise du cours de physique sur la totalité du programme PCSI-PC, l'autonomie, l'esprit critique et la capacité à communiquer.

Une résolution complète en totale autonomie n'est pas attendue. Un exposé de qualité repose sur une solide connaissance du cours, un bon esprit critique et une capacité à intégrier avec l'examineur en se saisissant de ses questions.

- ★ La très grande majorité des candidats maîtrise bien la forme de l'exercice oral. Le jury recommande de démarrer l'oral en reformulant le problème (de quoi s'agit-il ?) tout en réalisant un schéma. Ainsi on évite de trop longs silences. *Exemple* : il s'agit d'un problème de mécanique en référentiel non galiléen, une bille est posée sur un plateau tournant...

Regarder l'examineur régulièrement et éviter de lui tourner le dos en cachant le tableau. Le candidat peut demander au jury de répéter sa question mais il ne peut pas lui demander de valider sa démarche. Lorsque le candidat est en difficulté il peut dire "je ne vois pas comment mettre en équation telle hypothèse" ou "je constate que mon résultat n'est pas cohérent car il n'est homogène". Tous les commentaires et justifications se font oralement et toutes les équations doivent être écrites au tableau.

Le jury constate que les candidats bloquent et s'arrêtent de réfléchir quand ils s'obstinent à chercher dans leur mémoire une formule. Il ne faudrait pas voir le programme de physique comme un catalogue de formules à mémoriser. Ces dernières se limitent aux définitions, lois, théorèmes et principes. Il s'agit pour toutes les autres de savoir les établir.

Pour être à l'aise à l'oral de physique il est indispensable de maîtriser rigoureusement les **connecteurs logiques** (donc, si, alors, or...) et connaître par cœur les définitions de tous les mots-clés de la physique (adiabatique, détente, incompressible, écoulement parfait, frange, réfraction, réflexion totale, convection, diffusion, objet, image, stigmatisme...). En effet, chaque justification repose sur un mot-clé. Il faut également savoir **nommer**

chaque grandeur physique utilisée et ne pas se limiter à sa notation. Ignorer le nom signifie ignorer le sens physique. *Exemple* : \vec{j}_m **vecteur densité de courant** (ou flux) de masse représente le flux surfacique de masse ou le débit massique surfacique.

- ★ Il faut connaître par cœur un certain nombre d'ordres de grandeur. *Exemple* : indices optiques du verre, de l'eau, masse volumique de l'air, de l'eau, longueurs d'onde du doublet du Na et du laser He-Ne, conductivité électrique du cuivre, latitude de Paris...
- ★ En diffusion, il est indispensable de savoir par cœur l'USI $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ du **coefficient de diffusion** D . Ce résultat découle directement de l'analyse dimensionnelle de l'équation de diffusion.
- ★ En diffusion, il ne faut pas spéculer sur la formule de l'opérateur laplacien en cylindrique ou en sphérique. La formule du **laplacien est exigible seulement en cartésiennes**). Si elle n'est pas donnée dans l'énoncé alors il ne faut pas utiliser cet opérateur. L'alternative consiste à exploiter la conservation du flux en régime stationnaire ou l'ARQS et en l'absence de source. Cette 2^{de} méthode est équivalente, en diffusion thermique, à utiliser la notion de résistance thermique.
- ★ Il faut savoir calculer rapidement un ordre de grandeur sans calculatrice. L'acquisition de cette compétence repose sur un entraînement régulier.
- ★ Les bilans unidimensionnels sur un système mésoscopique sont très souvent mis en équation sans **rigueur mathématique**. L'énergie interne de ce système s'écrit

$$\delta U = \rho S dx c T(x, t) + cste$$

et sa variation entre t et $t + dt$ s'écrit

$$d(\delta U) = \delta U(t + dt) - \delta U(t) = \rho S dx c [T(x, t + dt) - T(x, t)] = \rho S dx c \frac{\partial T}{\partial t} dt$$

Le **terme d'échange** du système avec l'extérieur entre t et $t + dt$ s'écrit

$$\phi_e(x, t) dt - \phi_e(x + dx, t) dt = j(x, t) S dt - j(x + dx, t) S dt = -\frac{\partial j}{\partial x} dx S dt$$

Il faut bien sûr s'interroger sur l'**existence d'un terme de création** au sein même du système.

La très grande majorité des candidats ignorent totalement les **fonctions des deux variables** x et t indépendantes telles que $T(x, t)$, $j(x, t)$, $n(x, t)$... Ils font l'erreur de traiter ces fonctions comme des fonctions d'une seule variable.

- ★ La mécanique en référentiel non galiléen pose problème à certains candidats qui confondent le système et le référentiel mobile. Il faut avoir l'initiative de définir trois objets bien distincts : le **système** (ex : la bille), le **référentiel mobile non galiléen** (ex : le plateau tournant) et le **référentiel fixe galiléen** (ex : la Terre). Trop de candidats ne savent pas définir un référentiel galiléen.
- ★ Des candidats perdent du temps avec la **force de Coriolis** car ils n'ont pas le réflexe d'**identifier les deux situations où elle est nulle** : si le référentiel mobile est en translation ou si le système est en équilibre dans le référentiel mobile.
- ★ Dans le cas d'un référentiel mobile en rotation uniforme autour d'un axe fixe il faut mémoriser la formule simple de la force axifuge $\vec{F}_{ie} = m\Omega^2 \overline{HM}$.
- ★ Les **lois de Coulomb sur le frottement solide** sont mal connues.
- ★ Représenter la base vectorielle tournante cylindrique ou sphériques en un point M quelconque sans les coordonnées de M n'a pas de sens. Le jury constate que trop de candidats ne maîtrisent pas les coordonnées sphériques.
- ★ En mécanique du point ou du solide, il faut penser à appliquer une **méthode énergétique pour un problème à un seul degré de liberté** (une seule variable d'espace). Appliquer le théorème du centre d'inertie fait perdre du temps.

L'énergie potentielle de pesanteur vaut $mgz + cste$ si l'axe vertical (Oz) est ascendant. Seule la constante arbitraire dépend du choix de l'origine.

- ★ Dans la vidange d'un récipient le théorème de Bernoulli est appliqué dans l'ARQS qu'il faut justifier.
- ★ Pour réaliser un bilan macroscopique il faut définir un système ouvert et un système fermé en rappelant leurs définitions. **Le système ouvert est fixe et il englobe une zone où l'écoulement est complexe** à étudier.
- ★ La notion d'**enthalpie de changement d'état** L est mal maîtrisée. Lors d'un changement d'état T est constant : $\Delta H \neq mc\Delta T$ mais $\Delta H = mL$.
- ★ Dans les machines thermiques, dire qu'une machine frigorifique est la source froide n'a pas de sens. Il faut donc avoir l'initiative d'identifier le système thermodynamique (Σ) constitué par le fluide frigorifique et les sources froide et chaude avec lesquelles le fluide échange de l'énergie thermique. La source froide est constituée du local à réfrigérer. Un schéma représentant les échanges énergétiques de (Σ) avec les deux sources est indispensable ainsi que l'identification du but de la machine : refroidir la source froide (réfrigérateur ou climatiseur) ou chauffer la source chaude (pompe à chaleur).
- ★ Il faut maîtriser l'unité d'énergie kW.h :

$$1 \text{ kW.h} = 10^3 \times 3,6 \cdot 10^3 \text{ W.s} = 3,6 \text{ MJ}$$

- ★ Avoir l'initiative d'utiliser l'**ordre d'interférence** p **pour compter des franges** sur un enregistrement.
- ★ En électromagnétisme, en régime variable pour déterminer la direction du champ \vec{E} il faut **étudier les symétries de toutes les sources** y compris les courants. Dans l'exemple du conducteur placé dans le champ $\vec{B}(t)$ créé par un solénoïde parcouru par un courant d'intensité variable $i(t)$, d'après l'équation de Maxwell-Faraday $\overrightarrow{\text{rot}} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$, les sources du champ \vec{E} sont les variations temporelles de $i(t)$. D'autre part, $\vec{E}(M)$ est dans le plan de symétrie des sources **seulement si M est dans ce plan**. De même, $\vec{B}(M)$ est orthogonal au plan de symétrie des sources seulement si M est dans ce plan. Trop de candidats omettent cette condition sur le point M .
- ★ Une **onde électromagnétique plane** ne dépend que d'une seule variable d'espace parmi x , y et z . Il faut donc identifier immédiatement une **onde non plane** et en déduire que la relation de structure $\vec{B} = \frac{i\vec{k} \wedge \vec{E}}{\omega}$ n'est pas valable si l'onde n'est pas plane. Il faut alors revenir à l'équation de Maxwell-Faraday. D'autre part, il faut savoir par cœur la définition de **direction de polarisation** et d'**onde transverse**. Si \vec{B} n'est pas orthogonal à \vec{k} alors l'onde n'est pas transverse magnétique.
- ★ Un circuit mobile dans un champ magnétique uniforme et stationnaire est le siège d'un phénomène d'induction de Lorentz. La méthode d'étude est mal connue. Il faut commencer par **orienter le courant induit et la surface du conducteur** puis appliquer la loi de Faraday, faire l'étude du schéma électrique et finir par l'étude mécanique.
- ★ Lorsqu'un fil est parcouru par un courant électrique les "pertes" par effet Joule représentent dans le bilan thermique local un terme de création compté positivement.
- ★ La **poussée d'Archimède** est souvent mal connue. Il faut savoir qu'elle représente la résultante des forces de pression (nulle si $\overrightarrow{\text{grad}} P = \vec{0}$) et que d'après le théorème d'Archimède elle vaut l'opposé du poids du volume de fluide déplacé.
- ★ En électrocinétique, la notion de **gabarit d'un filtre** n'est pas connue des candidats. Il sert à traduire le cahier des charges du filtre.