

---

## EPREUVES ORALES DE PHYSIQUE 1 ET 2

ENS : PARIS

*Coefficients* : Physique 1    Option physique 20 / Option chimie 24  
                  Physique 2    Option physique 8

**MEMBRES DE JURYS : J. BROWAEYS, P. DESBIOLLES**

---

85 candidats ont passé l'épreuve de physique 1 et parmi ceux-ci 55 ont passé l'épreuve de physique 2.

A quelques exceptions près, les sujets de l'épreuve de physique 1 étaient soit inspirés d'observations de la vie courante, soit reliés à des expériences contemporaines de physique de la matière molle. Les énoncés étaient volontairement lapidaires : "Comment gèle un lac ?", "Comment vole un ballon dirigeable ?", etc.. Aucune notation n'était initialement fournie.

Les sujets de l'épreuve de physique 2 s'inspiraient de thématiques actuelles, comme la détection d'ondes gravitationnelles. Ils exigeaient de la part des candidats une maîtrise des équations fondamentales d'une physique peut-être plus formelle.

Les épreuves orales de physique du concours PC durent une heure. Le candidat passe directement au tableau et un énoncé lui est soumis. Suit une phase d'analyse et de modélisation dont la durée peut aller jusqu'à la moitié de l'épreuve avant que la résolution en tant que telle ne débute. L'épreuve est un oral : si quelques plages de silence peuvent être ménagées pour la réflexion, il est essentiel de communiquer et d'argumenter avec l'examineur. Contrairement à d'autres concours où ce n'est pas la règle, le fait de poser des questions à l'examineur n'est sanctionné en aucune manière... encore faut-il que celles-ci soient pertinentes et motivées.

Quelques évidences :

– l'enthousiasme d'un candidat qui s'attaque vaillamment à des problèmes conceptuels nouveaux est apprécié, de même que sa franchise lorsqu'il ose avouer son ignorance plutôt que d'essayer de la masquer par des manœuvres hasardeuses : les examinateurs ne sont pas (toujours) dupes.

– une présentation claire et concise, de même que l'emploi d'un vocabulaire sûr et précis sont valorisés. Il est inutile de rédiger un texte au tableau. Néanmoins il faut savoir gérer l'espace alloué, et ne pas effacer intempestivement un résultat intermédiaire. Il faut écrire lisiblement et choisir judicieusement les notations. L'introduction spontanée de paramètres physiques pertinents (constantes de temps, etc.) ainsi que de variables adimensionnées est la preuve d'une maturité certaine.

– les fautes d'homogénéité non détectées, l'oubli patent de principes fondamentaux de la physique, ont des effets drastiques sur la note attribuée. Nous avons ainsi vu un candidat soutenir qu'un climatiseur était "vraisemblablement une machine thermique", branchée sur le secteur, posée au centre d'une pièce, et qui n'aurait d'autre effet que de produire du froid...

Quelques remarques sur des points particuliers du programme :

### 1- Thermodynamique

C'est une discipline redoutable pour les candidats, d'une part parce qu'elle est étudiée en PCSI et hélas peu révisée en PC ; d'autre part parce que les outils conceptuels qu'elle met en oeuvre diffèrent radicalement de ceux auxquels ils sont habitués.

La thermodynamique permet de décrire globalement des processus en s'affranchissant des mécanismes précis, souvent complexes. Ainsi le rendement maximal d'une machine thermique peut-il être estimé sans connaître son fonctionnement. La thermodynamique n'est pas un domaine de la physique à part : elle trouve son application dans de nombreux domaines, depuis la statistique quantique jusqu'à la cosmologie.

Quelques ordres de grandeur sont impérativement à connaître. S'il est compréhensible de ne pas savoir que la chaleur latente de vaporisation de l'eau à 100 °C vaut environ 2,4 MJ/kg (étrangement la plupart des candidats le savent, d'ailleurs), nous attendons cependant que les candidats connaissent la capacité calorifique de l'eau (définition de la calorie), et celle de l'air (gaz parfait diatomique en première approximation). Il est vrai que la différence entre  $c_v$  et  $c_p$  les étonne souvent.

### 2- Mécanique des fluides

Les conditions d'application du théorème de Bernoulli sont bien connues. Pour autant, aucun des candidats interrogés ne s'est inquiété lorsqu'il s'est agi de l'appliquer au cas de la vidange d'un seau percé d'un "petit" trou. Seule une analyse bien menée des ordres de grandeur des différents termes de l'équation d'Euler permet de valider une approximation quasi-statique.

La notion de viscosité est mal assimilée. S'agissant de force subie par un objet en mouvement dans un fluide, les candidats se précipitent sur un  $\eta \Delta \mathbf{v}$  qu'ils sont bien en peine de démontrer ou d'utiliser. Cette expression est d'ailleurs hors programme ! La force de Stokes sur une sphère est parfois inconnue, de même que la définition du coefficient  $c_x$ . L'unité "SI" de la viscosité est le Poiseuille ou le Pascal.seconde. Cette dernière est la moins ambiguë et est usitée dans les ouvrages de rhéologie. La viscosité de l'eau vaut environ 1 mPa.s à température ambiante.

On ne peut pas identifier les écoulements laminaires aux écoulements à bas nombre de Reynolds. Il serait préférable de qualifier ces derniers de "rampants". Les écoulements laminaires peuvent le rester jusqu'à de grandes valeurs du nombre de Reynolds : ce sont justement à ceux-ci qu'on applique le théorème de Bernoulli.

### 3- Electromagnétisme

Les équations de Maxwell dans le vide sont une forme simplifiée de celles dans la matière : il est difficilement tolérable qu'un candidat les identifie. Si le modèle de l'électron élastiquement lié est bien connu, il est dommage que les candidats ne sachent pas évaluer la constante de raideur impliquée dans ce modèle, si bien que le raisonnement ne mène à aucune prédiction quantitative. La valeur de la permittivité diélectrique  $\epsilon_r$  de l'eau est inconnue. Au mieux est-il proposé que sa valeur puisse être égale au carré de l'indice optique de l'eau...

#### 4- Optique

La diffraction ne se produit pas exclusivement en présence de fentes. Ce phénomène physique traduit toute restriction à l'extension transverse d'une onde plane, par des lentilles par exemple. Les candidats ignorent d'ailleurs que les faisceaux cohérents sont auto-diffractés. La notion de rayon lumineux est souvent préférée à celle, pourtant équivalente, de surface d'onde équiphase.

#### 5- Mécanique

La mise en équations ne pose guère de problèmes. Cependant les conditions d'applications du principe fondamental de la dynamique sont souvent éludées. Rappelons que les référentiels ne sont pas tous galiléens, et que certains systèmes sont ouverts. Plusieurs notions de géométrie élémentaire, telles que la courbure ou le rayon de courbure, ne sont pas maîtrisées.

Quelques perles, en n'oubliant pas que même le plus brillant des candidats peut en commettre :

"Le volume typique d'un ballon susceptible d'emporter 2 personnes est de 10 millions de mètres cubes".

"L'eau ne peut s'évaporer qu'à 100°C" (plusieurs fois).

"La puissance usuelle d'un aspirateur est de plusieurs dizaines de kilowatts".

"La tension d'un fil n'a aucune raison d'être colinéaire à ce fil".