

Physique 1

Présentation de l'épreuve

Le nouveau format de l'épreuve de Physique 1 option PC consiste en un oral de 30 minutes **sans temps de préparation** portant sur l'intégralité des programmes de sciences physiques de PCSI et de PC. L'exercice présente une situation à traiter dans un cadre identifié mais sans proposer a priori de démarche, c'est au candidat de définir et de conduire cette dernière en interaction avec l'examineur.

À l'appel de son nom, le candidat muni de sa convocation, d'une pièce d'identité et de sa calculatrice se rend en salle d'interrogation où il se voit proposer un exercice. Il dispose de quelques minutes (5 minutes en moyenne) pour en prendre connaissance avant de se lancer dans sa résolution au tableau.

Le jury évalue les compétences du candidat dans les domaines suivants : **analyse des informations, réalisation de consignes, mise en place et validation d'une démarche, autonomie et réactivité et enfin, capacité à communiquer.**

Analyse globale des résultats

Le jury tient à rendre hommage au mérite des candidats lors de cet exercice exigeant, il salue leur grande implication et celle des équipes enseignantes qui les ont préparés. Le jury est pleinement conscient des efforts de chacun pour répondre aux exigences des nouveaux programmes et évalue à cette aune les prestations effectuées.

Proposer une démarche scientifique pour résoudre un problème donné est un comportement qui paraît naturel à une immense majorité des candidats. À cet égard, l'esprit des nouveaux programmes est respecté et validé. Ce point est essentiel et ne doit pas être occulté par les remarques qui suivent.

Les candidats connaissent les ordres de grandeur des valeurs figurant au programme, leur utilisation paraît également naturelle et s'avère utile.

Les principales difficultés ont été rencontrées cette année en thermodynamique, dans le domaine de l'induction électromagnétique, en optique géométrique et en mécanique.

Le manque de maîtrise de l'outil mathématique et, plus généralement du formalisme scientifique, est particulièrement préoccupant : il convient d'y remédier lors des prochaines sessions. Un futur ingénieur ne peut s'affranchir à ce point de ces exigences minimales.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Présentation

Si l'on attend du candidat une présentation dynamique et autonome, on recherche également une interaction productive avec l'examineur : les qualités d'écoute et de réactivité sont essentielles dans un oral réussi. Le nouveau format de l'épreuve favorise à dessein ces échanges. Bien écouter l'examineur, comprendre sa question et proposer une réponse adaptée est essentiel. L'échange ne doit pas être perçu comme l'interruption intempestive d'un exposé auto-suffisant. La note n'est pas proportionnée au volume des commentaires digressifs égrenant les pistes infructueuses sans aucun

engagement. S'il est important de bien lire l'énoncé en entier avant de se lancer, il est inutile de le relire à haute voix en début d'interrogation.

Appuyer sa réflexion ou sa démonstration sur des schémas clairs et orientés le cas échéant peut s'avérer très profitable. On peut s'aider également en utilisant des couleurs différentes.

La résolution d'un exercice débute généralement par la définition claire du système étudié, sa nature, ses propriétés, ainsi que le référentiel d'étude et ses caractéristiques. Il est bon de commencer par élaborer un modèle simple issu de l'analyse des données fournies.

Les applications numériques permettent de faire avancer la réflexion, elles ne doivent pas être snobées. Une estimation par ordre de grandeur peut s'avérer également très utile. Un commentaire spontané lors de l'obtention d'un résultat marquant s'impose.

Certains candidats semblent ne trouver leur planche de salut que dans l'écriture d'une équation au lieu d'envisager le problème sous un angle plus large.

Thermodynamique

Le domaine le plus problématique est sans doute la thermodynamique. En témoignent les notations suivantes : « $\Delta h = \Delta W_u + \Delta Q$ » ou « $\Delta h = dS/T$ » ou encore : « $du = W + Q$ ».

Le premier principe dit « industriel » est loin d'être un réflexe, son application à des machines soumises à un écoulement permanent est très souvent problématique. Certains s'obstinent à vouloir utiliser la version « $\Delta U = Q + W$ » quitte à introduire l'enthalpie en écrivant : $\Delta U = \Delta(H - PV)$. La différence entre travail et travail utile n'est pas comprise. L'utilisation de diagrammes est également peu évidente pour de nombreux candidats. Ce point mérite d'être repris et approfondi.

Une pompe à chaleur peut également chauffer une pièce. Il est bon de repenser à la notion de cycle et de fonction d'état pour éviter les amalgames du genre « $S_{crée}$ est nulle car on est sur un cycle ».

La présence de sources internes rend souvent inextricable un problème de diffusion thermique notamment lorsqu'il s'agit d'écrire une expression homogène ou de définir un système adapté.

Électromagnétisme

L'induction électromagnétique est également un domaine fort peu maîtrisé, à commencer par les notations : l'orientation des circuits est loin d'être un réflexe et semble même superflue, les intégrales sont écrites sans préciser le sens choisi ou les bornes, la mention de l'aspect fermé d'un contour est à l'avenant.

Le flux Φ du champ magnétique est très souvent écrit avec la notation « o » indiquant que la surface est fermée. Le candidat ne se rend pas compte que ce flux Φ est alors nul. Il doit sans doute s'agir d'une confusion induite par une analogie malencontreuse avec le théorème de Gauss. Il importe de mettre un peu d'ordre et de rigueur en ce domaine.

Le phénomène même d'induction est mal compris, certains pensent par exemple que l'induction implique nécessairement un mouvement (« c'est pas de l'induction car rien ne bouge »). Il serait vraiment très utile de reprendre en deuxième année l'étude menée en première année.

Les actions de Laplace se résument très souvent à : $dF = i dL \wedge B$. Il est alors difficile d'obtenir une résultante, sans parler du moment.

On se méfiera de la formule : « tout plan contenant l'axe $z'z$ est plan de symétrie de la distribution de charges » car elle conduit souvent à affirmer que le champ électrique est alors porté par u_z ... Il serait bon de commencer par placer le point M (sur un schéma) en lequel on cherche à déterminer

le champ avant de s'intéresser aux symétries et invariances de la distribution. On rappelle que la densité volumique de courant j s'exprime en A/m^2 .

Optique géométrique

La réalisation de schémas corrects est un premier écueil dans ce domaine mal aimé. L'utilisation des relations de Descartes et de Newton conduit souvent à des calculs inaboutis.

Mécanique

La mécanique du point est globalement mal maîtrisée. Pour le mouvement circulaire d'un point M , il est bon de connaître (ou de retrouver) l'expression de l'accélération $a = dV/dt u_\theta - V^2/R u_r$, où V est la vitesse de M .

Pour un système fermé (distinct du point matériel), la loi de la quantité de mouvement est mal comprise. On l'appelle le plus souvent PFD et l'accélération est celle du système (?).

La mécanique quantique est relativement bien abordée dès lors que la maîtrise de l'outil mathématique est effective. Dans le cas contraire, le temps paraît long...

Autres domaines

Le formalisme scientifique et la maîtrise de l'outil mathématique sont réellement en souffrance. Un grand nombre de candidats ne maîtrise pas la dérivation, l'intégration, le calcul d'intégrales (souvent confondue avec le produit grandeur*volume), le calcul différentiel simple, les nombres complexes, la trigonométrie, la vision dans l'espace, les surfaces ou volumes élémentaires dans les systèmes de coordonnées usuels... Une mention spéciale pour les coordonnées sphériques qui sont presque toujours problématiques ! On pourra compléter cette liste, non exhaustive hélas, en relisant les précédents rapports traitant de ce point, la différence résidant dans le nombre de candidats concernés cette année.

Disons également qu'il est essentiel de distinguer les scalaires des vecteurs, de ne pas mélanger les expressions littérales et les valeurs numériques, d'utiliser à bon escient le vocabulaire précis des sciences physiques et d'éviter les notations dangereuses (et inutiles !) du type d_x pour signifier une dérivée par rapport à x . Un minimum de connaissances sur certains modèles fondamentaux permettrait de gagner en temps et en assurance.

Enfin, le respect de l'homogénéité des grandeurs doit être une seconde nature, un réflexe salutaire et pas une contrainte imposée par une question opportune de l'examineur.

Conclusion

L'épreuve de Physique 1 en option PC évalue la capacité de construire, développer et valider une démarche scientifique lors d'un exposé sans préparation. Les qualités d'écoute et d'échange sont importantes, au même titre que le respect et la maîtrise du formalisme scientifique. Le jury ne saurait trop insister sur ce point essentiel !

Il serait profitable également de reprendre les notions abordées en thermodynamique et en induction électromagnétique, domaines vraiment mal assimilés.

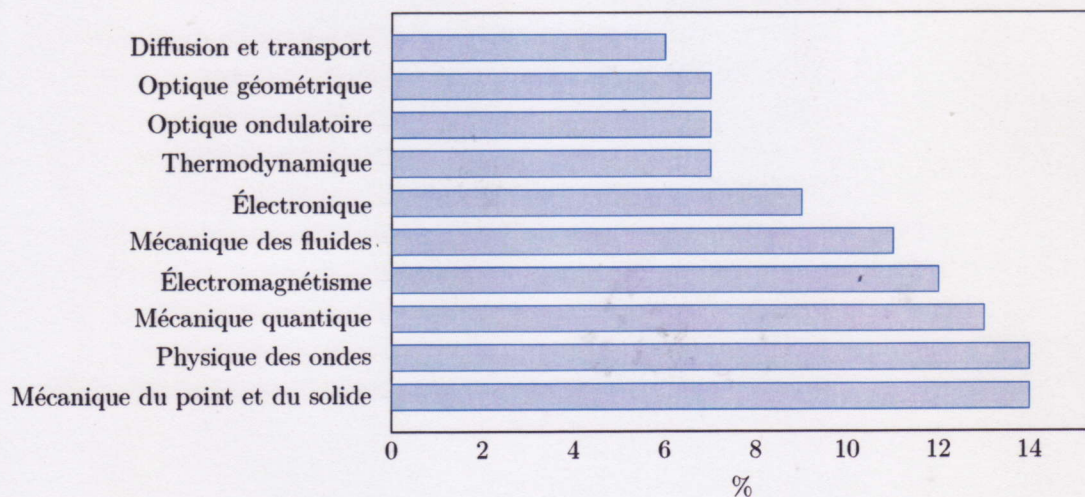
Convaincu de la grande qualité de la formation reçue par les candidats, le jury de Physique 1 est confiant dans la réussite des promotions futures et leur souhaite de trouver dans ce rapport une aide et un soutien bienveillants.

Physique 2

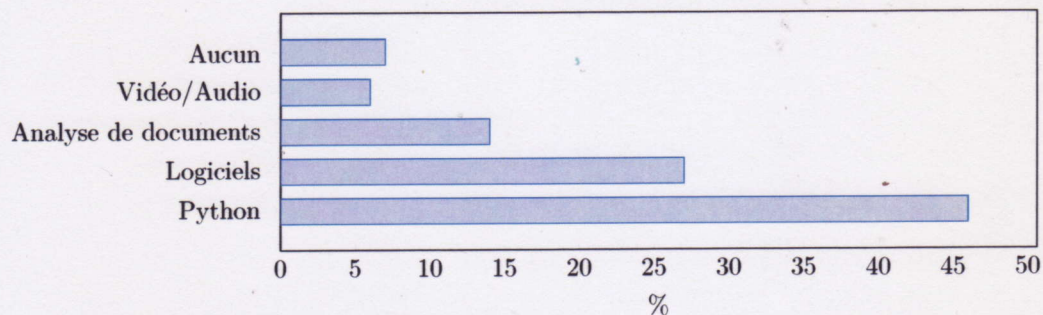
Présentation de l'épreuve

Les candidats disposent de 30 minutes de préparation suivies de 30 minutes de présentation, ils sont jugés sur leur compréhension du cours, leur culture scientifique, leur esprit critique, leur autonomie ainsi que leur aptitude à communiquer un exposé cohérent et compréhensible. Toutes les parties du programme de première et de deuxième année sont abordées. Les sujets sont « contextualisés » et nécessitent une phase d'appropriation des documents proposés (textes, graphes, vidéos, documents audio, photos, etc.). Le langage de programmation Python qui accompagne une majorité des planches est avant tout une aide à la résolution qui permet aux candidats de valider leurs modèles à travers la mise en œuvre de méthodes élémentaires (méthode d'Euler, tracés de courbes, intégration par la méthode des rectangles). D'autres logiciels (Equadiff, Diffint) ainsi que des applications Java permettent aux candidats de dégager rapidement le comportement de certains systèmes. Leur prise en main est immédiate.

Répartition des thèmes



Répartition des supports



Analyse globale des résultats

Le niveau des meilleurs candidats (environ 10 %) est excellent, ils font preuve d'une solide culture scientifique et maîtrisent parfaitement tous les aspects techniques (mathématiques, programmation Python). On peut néanmoins déplorer que de nombreux candidats manquent d'autonomie et bloquent rapidement. Trop de candidats cherchent systématiquement l'approbation de l'examineur et vont jusqu'à lui poser des questions, et ce parfois quelques minutes après le début de l'oral. Les ordres de grandeurs élémentaires sont rarement connus (rayon de la Terre, nombre d'Avogadro, rayon d'un atome, distance Terre-Soleil, etc.) et de nombreux candidats ne maîtrisent pas les bases de l'outil mathématique (projection de vecteurs, équations différentielles, aire d'une sphère, etc.). Pour certains candidats la maîtrise d'une notion semble se résumer à la maîtrise des aspects techniques (calculs). Un oral n'est pas un écrit, les candidats ne devraient pas chercher à bâcler les premières questions d'un sujet pour grappiller des points en traitant les dernières. Les questions sont traitées dans l'ordre jusqu'à avoir obtenu une réponse satisfaisante. Bien que la majorité des candidats semble maîtriser les bases du langage Python, certains esquivent son utilisation alors même que cela les aiderait à la compréhension de l'exercice.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Remarques générales

Une parfaite connaissance et une parfaite compréhension du cours sont nécessaires à la bonne réussite de l'exercice proposé. Elles sont très importantes dans l'évaluation qui est faite du candidat par l'examineur, notamment dans le cas où l'exercice n'a pas été traité avec succès en préparation : elles assurent le plus souvent au candidat une note satisfaisante.

Les candidats doivent être conscients qu'ils seront davantage jugés sur leur compréhension du cours et des démonstrations que sur leur capacité à ressortir automatiquement une démonstration apprise par cœur (équation de la chaleur, équation d'onde sur une corde, etc.).

Les candidats qui bloquent sur une difficulté devraient se poser les questions suivantes : quel est le but recherché ? Quelles sont les données dont on dispose ? Qualitativement, comment expliquer le phénomène en faisant intervenir les données ?

Les applications numériques, n'étant pas menées dans le système international, mènent souvent à des résultats extravagants. On conseille donc vivement l'utilisation du système international et on rappelle que les volumes doivent être exprimés en m^3 et les masses en kg (donc les concentrations molaires en $\text{mol}\cdot\text{m}^{-3}$, les masses molaires en $\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$). Il faut présenter le bon nombre de chiffres significatifs, ainsi que l'unité appropriée.

Certains sujets posés nécessitent de réaliser des mesures à partir de documents : on attend dans ce cas une discussion brève sur l'origine des incertitudes et un nombre de chiffres significatifs cohérent.

Il est déconseillé de se lancer dans les calculs alors même que la situation physique modélisée n'est pas comprise.

Il est important d'utiliser un vocabulaire précis adapté : certains candidats confondent systématiquement « augmenter » et « être plus grand ». De même, conditions initiales/conditions aux limites.

Si un vecteur $\vec{A}$ est défini, A sans flèche n'est pas défini de manière explicite et il désigne implicitement plutôt la norme du vecteur qu'autre chose.

Quelques remarques par thèmes

Optique géométrique

De nombreux candidats ont du mal avec ces notions pourtant élémentaires. Rares sont les exercices traités correctement. Il faut faire la différence entre distance et distance algébrique. Il est indispensable de maîtriser le théorème de Thalès et d'orienter les angles. Les notions d'objets (respectivement images) réels et virtuels doivent être bien assimilées. La réflexion totale est rarement maîtrisée.

Optique ondulatoire

Moins de difficultés qu'en optique géométrique, mais certains candidats se contentent de parachuter des démonstrations apprises par cœur. Il faut savoir exprimer une différence de marche, savoir localiser les figures d'interférence. L'expression de la différence de marche obtenue avec un Michelson en lame d'air est rarement démontrée.

Électronique

C'est probablement la partie du programme qui pose le plus de problèmes aux candidats. Certaines notions vues au collège comme les lois d'association de dipôles, la définition de l'intensité, ne sont pas maîtrisées. Si la majorité des candidats sait établir la fonction de transfert d'un filtre simple, une infime minorité sait en déduire la forme d'un signal de sortie du filtre connaissant l'expression du signal en entrée dès lors que celui-ci possède plus d'une composante fréquentielle. L'influence des signes des termes d'une équation différentielle sur la stabilité du système est rarement connue. Une puissance n'est pas la dérivée d'une énergie par rapport au temps, c'est une quantité d'énergie par unité de temps.

Électromagnétisme-induction

Les recherches des symétries et des invariances sont souvent incomplètes et leur lien avec les contours d'Ampère et surfaces de Gauss sont ignorés. Le calcul du champ magnétique créé par un solénoïde infini est un « classique » pourtant de nombreux candidats sont incapables d'en faire une étude complète.

Physique des ondes

Certains candidats pensent que les ondes que l'on observe sur une corde fixée à ses extrémités sont stationnaires.

Thermodynamique

La signification physique de $k_B T$ n'est pas toujours bien comprise et l'expression de la vitesse quadratique moyenne en fonction de la température est rarement connue. Du bon sens ! Tout le monde sait que la fusion et la vaporisation demandent de l'énergie, pourtant certains candidats sont persuadés que la solidification est endothermique.

Mécanique du point et du solide

La définition du portrait de phase ainsi que son utilisation sont ignorées de la plupart des candidats. La notion d'énergie potentielle effective et les discussions qui en découlent sont traitées de façon maladroite. L'énergie potentielle effective n'est pas une énergie potentielle, il n'existe pas de force conservative d'origine physique associée au terme $L^2/2mr^2$.

Mécanique des fluides

La justification des dépendances et des directions du champ de vitesse en mécanique des fluides est encore moins évidente qu'en électromagnétisme. Les candidats n'ont pas les mêmes réflexes et peinent à parler d'invariance et de symétries.

Mécanique quantique

Tous les exercices proposés débute systématiquement par une discussion classique, une analyse en terme d'ordres de grandeurs, une simulation, pourtant la majorité des candidats tente d'esquiver ces aspect et se précipitent sur le « refuge » que constitue l'équation de Schrödinger **fournie**, et transforment ainsi l'exercice en une résolution d'équation différentielle sans grand intérêt. Les interprétations physiques sont quasi inexistantes, le principe d'indétermination de Heisenberg mal compris. De nombreux candidats évoquent l'inégalité temps-énergie, pourtant hors programme, ne sachant pas que son interprétation est délicate.

La relation $\psi(x, t) = \varphi(x) \exp(-iEt/\hbar)$ est rarement établie. La condition de normalisation de la fonction d'onde est rarement évoquée. Confusion entre la relation de Planck-Einstein et de de Broglie. L'effet photoélectrique n'est pas connu !

Diffusion-Transport

Le flux n'est défini de manière explicite sur une surface ouverte (bilan 1D cartésien de l'équation de chaleur) qu'après avoir adopté une convention d'orientation des surfaces.

Ne pas confondre libre parcours moyen et distance moyenne entre les particules.

À propos de Python

Il ne s'agit pas de rédiger un programme complet, mais d'utiliser en les modifiant légèrement les fichiers mis à disposition des candidats.

Il est toutefois attendu, pour la méthode d'Euler, la méthode d'intégration des rectangles et le tracé de courbes que les candidats sachent rédiger les quelques lignes de codes nécessaires à leur mise en œuvre.

Conclusion

Une bonne connaissance du programme des deux années de CPGE est nécessaire, elle assure en général une note honorable aux candidats. Par rapport aux sessions précédentes l'hétérogénéité des niveaux ainsi que l'écart entre les meilleurs candidats et les plus faibles s'est amplifiée. À l'avenir toutes les épreuves seront accompagnées d'un support (document, vidéo, audio, simulation) et le langage de programmation Python accompagnera une majorité des planches. Les candidats sont évalués sur leur aptitude à raisonner en physiciens pour cela il leur faut une solide culture scientifique mais également une parfaite maîtrise de l'outil mathématique et de quelques techniques élémentaires de résolution numérique.