

Concours CCINP

L'épreuve orale

La durée de l'épreuve orales de physique PC est d'une heure. Deux sujets sont remis au candidat lors de son entrée dans la salle. Celui-ci dispose de trente minutes de préparation sur table, suivies d'une présentation au tableau de même durée. Les deux sujets portent sur des parties distinctes du programme, toutes les parties du programme de sciences physiques de PCSI et de PC étant susceptibles d'être abordées. L'interrogation peut aussi, éventuellement, aborder des aspects expérimentaux vus en travaux pratiques.

Le premier sujet, appelé **exercice majeur**, est un exercice **cadre** comportant quatre ou cinq questions rédigées de manière progressive. Des résultats intermédiaires sont généralement donnés, afin d'éviter de bloquer le candidat et de lui permettre, ainsi, d'utiliser pleinement son temps de préparation. Le sujet, issu d'une banque de sujets, est donné simultanément à tous les candidats ayant le même horaire de passage.

Le deuxième sujet, appelé **exercice mineur**, est un exercice du type résolution de problème. Il présente une situation à traiter dans un cadre identifié et s'appuie sur un document (photo, courbe expérimentale...), mais sans proposer de démarche. Il appartient au candidat de définir et conduire cette dernière en interaction avec l'examineur.

Il est demandé au candidat de consacrer environ vingt minutes à la présentation de l'exercice majeur et dix minutes à celle de l'exercice mineur.

Conscient de la difficulté et du stress qu'engendre une épreuve orale, l'examineur conduit l'oral en fonction de la qualité de l'exposé par le candidat et dans l'intérêt de ce dernier. Son objectif est d'évaluer les qualités et les compétences du candidat. En ce sens, il lui posera des questions, laissera développer, ou pas, ses raisonnements

et réorientera éventuellement la démarche de résolution.

Les modalités de l'interrogation sont rappelées par un affichage à l'extérieur de la salle. En particulier, il est spécifié qu'une calculatrice est mise à disposition du candidat pendant la demi-heure de préparation. Lors de l'exposé au tableau, le candidat utilise sa calculatrice personnelle.

Les téléphones portables sont strictement interdits. Ils doivent être posés éteints sur une table à l'entrée de la salle et ne peuvent, en aucun cas, servir de montre pendant l'oral. Il en est de même pour les montres connectées.

Rapport général

La connaissance du cours est un préalable pour mener à terme un oral. Il s'agit du socle essentiel pour bâtir les raisonnements.

L'épreuve orale de physique a pour but d'évaluer la capacité des candidats à construire un raisonnement étayé, mais aussi leur aptitude à communiquer sur le plan scientifique. Pour ce dernier point, proposer des schémas propres, présenter le tableau de façon claire, savoir écouter, se montrer réactif au tableau, discuter les hypothèses et les applications numériques, montrent une bonne organisation ce qui est indéniablement apprécié et valorisé par les examinateurs.

L'esprit d'initiative et l'autonomie dont fait preuve le candidat sont des facteurs déterminants : la démarche et les pistes de résolution proposées seront toujours valorisées, même s'il ne présente pas une résolution complète faute d'avoir su terminer l'exercice pendant la préparation.

Lorsque le candidat rencontre des difficultés sur certaines parties de l'oral, les remarques et questions de l'examineur ne doivent pas être perçues de façon négative : l'examineur a pour consigne de rester neutre. Les remarques ont pour objet d'aider le candidat à corriger une erreur, voire de l'orienter vers une démarche plus adaptée,

et le faire progresser dans la résolution de son exercice. Les interventions de l'examineur font partie de l'épreuve orale et les réponses ou réactions qu'elles suscitent font partie de la notation de l'épreuve.

Lorsque l'examineur demande une précision sur une équation ou une relation utilisée, il attend une justification. Cette dernière ne peut se résumer en une simple expression « pour moi... », car l'intime conviction du candidat n'est pas un argument scientifique. Le nom d'une loi ou d'un théorème et la validité d'application sont les réponses attendues.

Il convient de noter que l'honnêteté intellectuelle est essentielle. Admettre un résultat donné dans un énoncé est préférable à une démonstration volontairement imprécise et tronquée, destinée à cacher l'incapacité à démontrer le résultat demandé. La malhonnêteté intellectuelle est toujours visible et sévèrement sanctionnée.

TP physique CCINP

Les programmes de physique, en ce qui concerne les activités expérimentales, réaffirment l'importance de l'acquisition par les étudiants de compétences spécifiques, ainsi que de **capacités dans le domaine de la mesure et des incertitudes et du savoir-faire technique**. L'épreuve de Travaux Pratiques de physique de la filière PC, pour la session 2022, s'inscrivait donc dans ce cadre.

Mise en place

Pour l'épreuve de Travaux Pratiques de physique, le candidat a besoin, d'un stylo, d'un crayon à papier, d'une gomme, d'une règle et d'une calculatrice. La copie, pour rédiger le compte-rendu, et le papier brouillon lui sont fournis. Les téléphones portables sont formellement interdits dans les salles de TP. Le candidat est accueilli par son examinateur à qui il présente sa convocation ainsi qu'une pièce d'identité. Un numéro de manipulation lui est attribué et il est conduit par son examinateur dans la salle où se déroule l'épreuve. Chaque examinateur a la charge de 4 candidats.

Le début de l'épreuve fait l'objet d'une introduction orale, par l'examineur, du TP mis à la disposition du candidat. Le candidat dispose, du sujet de l'épreuve incluant une liste de matériels avec un descriptif numérique (consultable sur un ordinateur à son unique disposition) ou papier, de l'utilisation de chaque matériel mis à sa disposition. Un préambule théorique, si nécessaire, en lien avec le TP est aussi fourni au candidat.

Déroulement de l'épreuve

L'épreuve dure trois heures. Les étapes attendues du TP sont les suivantes :

- concevoir et justifier un montage expérimental à partir de matériels mis à disposition pour l'observation et les mesures d'un phénomène donné ;
- échanger avec l'examineur sur la manipulation ;
- réaliser le/les montage(s) et observer le/les phénomène(s) ;
- faire des mesures et déterminer les incertitudes associées ;
- exploiter des mesures expérimentales pour la validation d'une loi ou la détermination d'une valeur inconnue ;
- rédiger un compte-rendu de son TP.

Toutes ces opérations ont pour objectif, d'évaluer la façon avec laquelle le candidat est capable de mobiliser les compétences « s'approprier », « analyser », « réaliser », « valider », « autonomie » et « communiquer » dans les trois heures imparties pour le TP de Physique.

L'épreuve se déroule en deux parties :

Dans une première partie, en fonction des objectifs définis pour le TP donné, le candidat doit savoir tirer profit du matériel mis à sa disposition, ainsi que du préambule théorique pour proposer le/les montage(s) et mesures à réaliser pour atteindre ces objectifs. **La restitution des connaissances théoriques ne fait pas partie des compétences évaluées dans le cadre des TP.** Cette première partie fait l'objet d'un échange avec l'examineur. Cet échange permet par exemple à l'examineur de valider, si nécessaire, le choix du montage proposé par le candidat ou de débloquer un candidat afin de lui permettre de poursuivre l'épreuve.

Dans une seconde partie, l'épreuve pratique proprement dite permettra de juger des capacités du candidat dans le domaine de la mesure et des incertitudes et du savoir-faire technique. L'outil informatique est utilisé, dans la mesure du possible, non seulement pour l'acquisition, la saisie ou le traitement de données, mais aussi dans le domaine de la simulation. Le candidat devra savoir gérer son temps pour, non seulement faire des mesures et interprétations correctes pour atteindre les objectifs du TP, mais aussi **rédigier un compte-rendu structuré**.

L'examineur pourra ainsi juger le comportement, l'esprit d'initiative et de critique du candidat face à une situation qui lui sera inédite.

Concours Mines - Ponts

L'épreuve orale

Remarques générales Comme indiqué dans la notice, l'oral de physique du concours Mines-Ponts dure environ une heure au tableau et comporte au moins deux parties. Le candidat dispose d'un temps de préparation de 15 minutes sur table pour la première partie. La deuxième partie est cherchée et résolue en direct au tableau.

Un même examinateur interroge tous les candidats selon la même procédure. L'interrogation peut comporter une question de cours ou uniquement des exercices. Les modalités de l'interrogation sont annoncées à l'extérieur de la salle et rappelées si besoin au début de l'épreuve. Les examinateurs ont tous les mêmes exigences et les mêmes objectifs, même si la procédure d'interrogation diffère un peu de l'un à l'autre.

Les examinateurs ont pour objectif d'aider les candidats à révéler le meilleur d'eux-mêmes. L'épreuve orale est un échange entre l'examineur et le candidat, et n'est surtout pas un « écrit au tableau ». Le candidat est libre de choisir sa méthode ou le contenu de son exposé lors d'une question de cours. L'examineur s'adapte à ses propositions et intervient régulièrement, indépendamment de la valeur de la prestation. Le candidat n'a pas à s'inquiéter des interventions de l'examineur qui peut à tout moment interrompre l'exposé ou rompre le silence pour de multiples raisons, toutes dans l'intérêt du candidat : demande de précisions, élargissement du sujet, question intermédiaire ou supplémentaire. Ces interventions font partie intégrante de l'interrogation et ne sont jamais malveillantes.

Les candidats au concours Mines-Ponts, sont interrogés dans le respect strict du programme des classes MPSI et MP2I, PCSI, puis MP et MPI, PC et PSI. Nous insistons sur le fait que la première année de classe préparatoire fait intégralement partie du programme d'évaluation. L'interrogation peut aborder aussi des aspects expérimentaux vus en travaux pratiques.

Il est toujours étonnant de constater que des candidats peuvent avoir fait des impasses totales sur certaines parties du programme, et pas seulement sur celles de première année ! Le volume de connaissances et compétences exigibles est déjà très vaste ; il est donc inutile de se charger avec des connaissances hors programme, particulièrement mal assimilées, surtout si les notions de base ne sont pas connues.

Les examinateurs ont conscience du stress que peut provoquer l'enjeu d'une telle épreuve. Une erreur n'est en soi jamais fatale, surtout si le candidat corrige spontanément ou à la suite d'une petite remarque de l'examineur. De même un contrôle d'homogénéité peut éviter bien des bévues. Néanmoins des erreurs répétitives, ou grossières sur des calculs simples ne sont plus attribuables à de banales étourderies.

La durée de l'épreuve est suffisamment longue aussi l'oral ne doit pas être une course de vitesse. Il est toujours préférable de prendre un peu de temps pour réfléchir, clarifier ses idées ou vérifier ses calculs, plutôt que de se précipiter ou recommencer plusieurs fois la même tâche, ce qui engendre de la panique.

Les examinateurs s'étonnent que des candidats n'écoutent pas leurs questions et même refusent d'y répondre, en particulier quand ces questions ne sont pas notées sur l'énoncé. Rappelons encore une fois que les interventions de l'examineur font partie de l'interrogation, et que les réponses ou réactions qu'elles suscitent sont évaluées et comptent pour la note finale.

L'attitude au tableau requiert quelque attention. Le candidat ne doit pas rédiger in extenso : c'est un oral, pas un écrit. Néanmoins, il doit gérer l'espace de façon rationnelle, et dire tout haut ce qu'il aurait écrit sur une copie. Trop de candidats restent quasi-muets en gribouillant des choses illisibles. L'usage de schémas est grandement encouragé, même si les droites ou les cercles tracés à la main ne sont pas parfaits. Il est aussi important de ne pas effacer avant d'y être invité par l'examineur.

Un langage clair, précis et grammaticalement correct est requis de la part du candidat. Les sigles utilisés sont définis lors de la première utilisation en prononçant les mots qui

les constituent (par exemple : « Onde plane progressive harmonique » pour OPPH). Les notations doivent être rigoureuses, notamment en ce qui concerne les éléments infinitésimaux. L'homogénéité concerne également les vecteurs et les scalaires. Les lettres grecques doivent être correctement nommées et dessinées.

Si besoin, les candidats utilisent leur calculatrice personnelle le jour de l'oral et il est judicieux de vérifier avant l'épreuve que celle-ci est bien chargée. Son usage doit rester rationnel car souvent l'application numérique peut se faire de tête. Rappelons aussi qu'un résultat numérique requiert une unité. Une calculatrice sert aussi à tracer des courbes et les exploiter. Les candidats sont donc invités à mieux savoir utiliser leur calculatrice pour ces applications afin de ne pas tâtonner et s'y reprendre plusieurs fois

Le commentaire argumenté des résultats, qu'ils soient chiffrés ou non, est toujours bienvenu. Il est même parfois intéressant de mettre à jour une contradiction, ce qui permet de critiquer le modèle employé, ou au contraire de valider telle ou telle étape du raisonnement. Une question de cours vise aussi bien à vérifier la robustesse des connaissances du candidat, qu'à le mettre en confiance afin d'aborder des questions plus approfondies dans les meilleures conditions. Notons qu'une connaissance formelle du cours, sans recul, ne suffit pas. Le traitement d'une question de cours ne peut pas non plus se limiter à une démonstration sans contextualisation, application(s) ni ordre(s) de grandeur, voire sans illustrations expérimentales. Il est vivement conseillé aux candidats de traiter le sujet de façon assez large, et d'élaborer un plan, présenté au début, incluant une phrase d'introduction et une phrase de conclusion.

Les examinateurs recommandent enfin aux candidats d'arriver suffisamment à l'avance pour éviter le stress de l'imprévu, d'avoir une tenue correcte et de faire preuve d'un minimum de courtoisie avec les examinateurs, le personnel du concours et les autres candidats. Il est également important de prévoir de quoi boire et s'alimenter avant ou entre les épreuves.

Conseils aux futurs candidats de la filière PC (rapport 2022)

Transposer un texte en une figure claire schématisant les éléments essentiels permet le plus souvent au candidat de s'appropriier plus aisément le problème étudié, et de présenter au jury les choix de modélisation qui ont été faits. Cette démarche est valorisée et ne doit en aucun cas être considérée par le candidat comme une perte de temps.

Le contrôle systématique de la pertinence des résultats obtenus est indispensable. On citera conformément au programme : l'homogénéité d'une expression, le caractère scalaire ou vectoriel des grandeurs physiques utilisées, le sens de variation d'une grandeur par rapport à un paramètre, le caractère infinitésimal ou non infinitésimal des grandeurs physiques présentes dans une expression, les croissances comparées et les limites d'une fonction pour des valeurs nulles ou infinies des variables, etc.

Les longueurs, aires et volumes classiques doivent être connus (pour un disque, une sphère, un cylindre, etc.). De même, leurs écritures infinitésimales doivent être maîtrisées.

Il est essentiel que le candidat soit capable d'identifier les équations aux dérivées partielles au programme (équations de Laplace, de diffusion, de d'Alembert et de Schrödinger). Quand la mise en équation aboutit à une équation différentielle linéaire du premier ou du deuxième ordre à coefficients constants, le candidat doit être en mesure de la mettre sous forme canonique et de la résoudre correctement. La présence de signes alternés dans une équation différentielle linéaire, conduisant à une solution homogène qui diverge en l'infini, est souvent symptomatique d'une erreur de calcul.

Plutôt que de qualifier arbitrairement une grandeur de négligeable, il est préférable de comparer son ordre de grandeur à celui d'une autre grandeur intervenant dans la modélisation.

Le candidat doit apporter sa calculatrice le jour de l'oral. Si l'examineur lui en

permet l'usage, il ne doit pas hésiter à l'utiliser.

Le traitement d'une éventuelle question de cours ne peut pas se limiter à une démonstration sans contextualisation, application(s) ni ordre(s) de grandeur. Il est vivement conseillé au candidat d'élaborer un plan incluant ce type d'ouvertures en choisissant des exemples concrets et crédibles.

L'épreuve mixte (TP)

Remarques générales sur l'épreuve

Sans ressembler à une séance de travaux pratiques aux objectifs pédagogiques d'une année de CPGE, l'épreuve mixte des filières PC et PSI comporte une partie expérimentale où des connaissances à la fois pratiques et théoriques sont requises. Elle nécessite l'élaboration d'un compte rendu et comporte un échange avec l'examineur. L'épreuve dure précisément 3h30. Les expériences proposées, inspirées du programme de la filière concernée de première comme de deuxième année, peuvent s'appuyer sur des dispositifs originaux pour lesquels les compétences acquises en CPGE suffisent. Une aisance avec les techniques expérimentales, associée à un esprit critique et appuyée par des qualités de rédaction et de communication forment un ensemble pour réussir l'épreuve mixte.

Démarche expérimentale

La réalisation d'expériences pour valider ou infirmer un modèle physique est au cœur du travail conduit durant l'épreuve. Avec cet objectif, si la construction d'un modèle est la première étape de la démarche, il convient de s'assurer systématiquement de sa pertinence, de le tester sur des cas limites et de le confronter enfin aux valeurs expérimentales. En cas de divergence, une explication et une révision du modèle doivent être recherchées. L'enchaînement des mesures sans recul ni comparaison n'est

pas une démarche valorisée. A l’opposé, une discussion des modèles en regard des valeurs mesurées est toujours appréciée par les examinateurs.

Incertitudes

Malgré les recommandations du programme de CPGE précises concernant l’utilisation des incertitudes types et la variabilité d’une mesure, certains candidats font abstraction de toute estimation d’incertitude dans leurs mesures. Ils comparent sans fondement différentes valeurs numériques d’une même grandeur physique obtenues par différentes méthodes. Cette comparaison n’a alors pas de sens. Le programme officiel indique pourtant que l’écart normalisé permet de comparer des valeurs expérimentales accompagnées de leur incertitude type. Ces notions font trop souvent défaut.

Un autre point de vigilance concerne la variabilité d’une mesure. Les estimations de type A sont méconnues et permettraient pourtant dans certains cas d’obtenir une incertitude-type fiable lors d’un mesurage. Une méthode ayant une sensibilité de réglage dépassant un centimètre ne peut conduire à des incertitudes-types uniquement limitées à la précision d’une demi-graduation de moins d’un millimètre. Enfin, des capacités numériques concernant par exemple les régressions linéaires font parties intégrantes des programmes officiels pour estimer une incertitude et peuvent être mobilisées lors des épreuves.

Interaction avec l’examineur

L’examineur cherche à évaluer et discerner le maximum de compétences différentes, l’objectif n’étant donc pas de mettre le candidat en situation de blocage. Les remarques et les aides apportées sont bienveillantes à la condition que les candidats soient à l’écoute. Les sciences physiques, comme toute science, nécessitent un vocabulaire spécifique. Ce vocabulaire appris au cours de la scolarité du candidat doit être utilisé correctement. Utiliser un mot pour un autre donne une impression de flou et

témoigne d’un manque de rigueur et de travail. Pour les discussions ou présentations des résultats, une attitude désinvolte ou de la précipitation ne permettent pas une valorisation de la prestation. Il convient donc de prendre le temps d’expliquer et de justifier les méthodes utilisées. Lorsqu’un candidat propose un protocole manifestement inexact ou inapproprié, l’examineur attend du candidat qu’il propose des modifications : on regrette parfois chez l’absence de la compétence « valider ».

La gestion du temps est importante mais ne doit pas conduire à bâcler les mesures ou les confrontations aux modèles pour couvrir un maximum de questions en choisissant parfois uniquement celles qui semblent les plus évidentes. La confrontation avec la difficulté et le travail appliqué seront valorisés dans la note attribuée.

Compte rendu

Le travail de rédaction témoigne d’autres compétences que celles évaluées durant l’échange oral avec l’examineur. La conduite de développements calculatoires sans erreur, une présentation claire, aérée, où les résultats principaux ressortent, permettent de valoriser le travail du candidat. Plutôt que de diluer les résultats à travers des développements sans intérêt, il faut au contraire rechercher une syntaxe concise, sans négliger l’orthographe, utiliser un vocabulaire précis et proposer des schémas pertinents. Les candidats ayant fait les efforts de suivre les recommandations de ce rapport ou celles des années précédentes ont, grâce à des qualités expérimentales et scientifiques solides, obtenu d’excellentes notes à l’épreuve mixte.

Concours Centrale - Supelec

L'épreuve orale

Épreuve de physique 1

Présentation

Rappelons-le car certains le découvrent trop tardivement, l'épreuve de physique 1 PC est une épreuve de **30 minutes sans préparation portant sur l'intégralité des programmes de sciences-physiques de PCSI et de PC**. Le sujet se situe dans un cadre identifié sans proposer toutefois de démarche à conduire, laquelle est essentiellement du ressort du candidat. Ce dernier aura à cœur de développer une résolution dynamique et autonome, tout en étant prêt à interagir de manière positive avec l'examinateur. **La calculatrice est bien sûr autorisée**, certains le découvrent également au dernier moment.

Le candidat, muni de sa convocation, d'une pièce d'identité valide et de sa calculatrice, attend dans un lieu dument indiqué d'être conduit par l'examinateur en salle d'interrogation. Après le contrôle des documents mentionnés et l'émargement, le candidat se voit proposé un exercice. Après environ trois minutes de lecture, le candidat présente sa résolution au tableau. Les téléphones portables demeurent éteints et rangés dans les sacs.

Cet oral évalue principalement les compétences suivantes : analyse des informations, réalisation de consignes, mise en place et validation d'une démarche, autonomie et capacité à communiquer.

Le respect des horaires a été quasiment parfait cette année comme les années précédentes.

Analyse des résultats

Avant tout, le jury de physique 1 tient à saluer l'immense mérite des candidats et de ceux qui les forment. Il reconnaît les efforts de tous au cours de leur formation aussi riche qu'exigeante. Les prestations fournies témoignent globalement d'un niveau général et d'une qualité d'investissement remarquables. Un certain nombre de points importants méritent toutefois d'être soulignés.

Le sentiment général cette année est celui d'un plus grand manque de maîtrise des points de cours portant sur l'ensemble des deux années. En corollaire, le jury note assez généralement un défaut d'analyse physique du problème posé. On peut affirmer que ceux qui se sont appliqués à faire en amont cette analyse ont réussi leur planche : ils ont compris la trame, su poser les bases de leur approche et comprendre les interventions de l'examinateur. De même a-t-on constaté très souvent une absence de retour sur les résultats obtenus ou fournis en cours d'exposition. Il est essentiel de s'interroger sur la justesse, la pertinence et la portée d'un résultat.

Le jury a également noté une certaine baisse dans la combativité et la qualité des interactions avec l'examinateur pour un grand nombre de candidats. La durée de l'oral est très courte, il faut veiller à être au maximum de son autonomie, de son dynamisme et de sa qualité d'écoute. Certains candidats attendent une approbation ou une relance après chaque proposition. Si l'examinateur veille à maintenir, le cas échéant, un continuum dans l'exposé il ne doit pas être le moteur de ce dernier. Certains candidats écrivent en silence tout en cachant leur production, cela est à l'exact opposé de ce qui est recherché ici. D'autres pêchent également au niveau de l'expression orale en parlant de façon syncopée. L'oral est très bref, il ne s'agit pas de gagner du temps mais de produire efficacement des résultats par un raisonnement construit et argumenté.

Comme les années précédentes et peut-être plus encore, le jury déplore un manque de maîtrise des outils et du formalisme mathématiques courants, notamment dans le domaine de l'intégration, de la dérivation, de la trigonométrie, de l'analyse vectorielle et de la géométrie avec une mention spéciale pour les coordonnées sphériques. Il

regrette également l'absence assez courante de schémas soignés et orientés pourtant essentiels à la compréhension et à la résolution des exercices.

Au point de vue thématique, la mécanique (du point, du solide, des fluides et des systèmes ouverts) est globalement mal maîtrisée par les candidats.

Commentaires et conseils

Les candidats doivent conduire une démarche autonome et dynamique sans attendre de l'examineur des relances et des confirmations continues mais en se tenant prêt à rebondir aux interventions de ce dernier. Redisons-le : le moteur de cet oral doit toujours être le candidat et jouer la montre n'est pas une bonne option pour un oral aussi court. Une certaine tenue est bien évidemment attendue au niveau du langage et de sa fluidité.

Après avoir lu le sujet en entier, le candidat doit commencer par une analyse physique du problème posé, c'est elle qui va l'amener à construire une démarche susceptible d'aboutir. Les résultats intermédiaires seront également à analyser pour vérifier leur pertinence, la légitimité des hypothèses effectuées et l'avancement de la résolution.

L'oral de physique 1 exige de la part du candidat un recul et une grande capacité de modélisation. Il nécessite des allers-retours continus entre les résultats obtenus, les hypothèses effectuées et la contextualisation du sujet.

Le jury a été surpris de constater que des points proches du cours posaient problème à bon nombre de candidats et demandaient une durée de traitement disproportionnée. Ce point sera repris dans les différentes thématiques qui suivent.

Le formalisme mathématique a été souvent malmené. On a vu de nombreuses difficultés liées à l'intégration, à la dérivation, au mélange des écritures scalaires et vectorielles et aux outils d'analyse vectorielle. Les coordonnées sphériques posent d'insolubles difficultés à de très nombreux candidats, il faut agir sur ce point.

La définition du système étudié et du référentiel d'étude est un préalable indispensable à toute démarche, même si ces derniers peuvent paraître évidents.

Un schéma de situation bien réalisé permet de gagner énormément en temps, en clarté et en justesse.

Épreuve de physique 2

Présentation

Les candidats disposent de *30 minutes de préparation* suivies de *30 minutes d'interrogation*. La calculatrice est autorisée, et un ordinateur est à leur disposition pendant la préparation et pendant la présentation.

Ils sont jugés sur leur capacité à mettre en oeuvre une démarche scientifique pour répondre à un problème posé. Ils sont ainsi évalués sur leur assimilation opérationnelle des notions, leur autonomie dans la mise en oeuvre d'une démarche, la rigueur et l'aisance dans leur raisonnement, la réflexion et la prise de recul sur la situation et les résultats obtenus, leur bonne maîtrise des outils mathématiques et informatiques et, enfin, leur capacité à interagir de façon constructive avec l'examineur.

Les sujets sont tous contextualisés, peuvent aborder plusieurs thèmes (optique et thermodynamique, électricité et physique des ondes, etc.) des programmes de première et de deuxième année et de nombreux types de supports peuvent être utilisés pour décrire la situation physique et contribuer à la démarche de modélisation : programmes Python, vidéos, animations, graphes, photographies, documents, etc. Dans la mesure où le candidat dispose d'un temps de préparation, cette épreuve permet notamment de proposer de plus en plus de sujets de type « résolution de problèmes », où la phase de modélisation demande plus d'autonomie de la part du candidat.

Les situations physiques étudiées sont très souvent propices à une utilisation de l'outil numérique. Celui-ci est avant tout au service de la résolution du problème posé.

Une grande majorité des sujets sont ainsi accompagnés d'un programme Python, qui consiste en général en la mise en oeuvre de méthodes élémentaires (tracés de courbes, méthode d'Euler, intégration numérique). D'autres logiciels peuvent également être utilisés pour permettre aux candidats de dégager rapidement le comportement de certains systèmes, leur prise en main étant toujours immédiate.

La préparation est ainsi proposée pour laisser aux candidats le temps de faire le point sur leurs connaissances, de s'appropriier le contexte, et d'utiliser des outils numériques de résolution, ce qui est toujours chronophage.

Analyse des résultats

Comme la session précédente, certains candidats réalisent d'excellentes prestations : ils possèdent une solide culture scientifique, maîtrisent parfaitement tous les aspects techniques (calcul mathématique, programmation Python) et font preuve d'un excellent sens physique. Le jury n'a globalement pas noté de grandes différences avec la session précédente en terme de compétences acquises.

Commentaires et conseils

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

L'oral débute dès l'appel dans la salle d'attente. La signature de la feuille d'émargement, la prise en main de la salle, du sujet et de l'ordinateur, le va-et-vient des candidats, effacer le tableau avant de partir... tout cela prend globalement plusieurs minutes. La seconde phase de présentation orale de cette épreuve dépasse donc rarement les 27 minutes.

La calculatrice est autorisée, mais il est aussi tout à fait possible d'utiliser une console Python sur l'ordinateur pour y effectuer les applications numériques. Notons de plus qu'il est important de se munir d'une règle pour exploiter pleinement certains supports graphiques. Depuis quelques années, un formulaire est mis à disposition des candidats sur l'ordinateur en PDF. Il est présenté par l'examineur et laissé ouvert sur le

sommaire, cliquable. Il contient les éléments suivants :

- des données numériques - valeurs des constantes fondamentales, tableau périodique, données diverses (système solaire, ordres de grandeurs divers de capacités calorifiques, viscosités...);
- des formules mathématiques - opérateurs vectoriels, trigonométrie, primitives diverses...;
- des formules de physique à rappeler dans le cadre du programme, par exemple les relations de conjugaison, l'équation de Schrödinger, l'équation de Navier-Stokes...

Les sujets rappellent l'existence du formulaire lorsqu'ils y font référence, mais tout candidat peut s'y référer s'il le pense utile.

La spécificité de l'épreuve tient dans ses 30 minutes de préparation. Or la gestion de ce temps est très souvent inefficace. La préparation doit servir à :

- s'imprégner du contexte, se remémorer le cours afférent, comprendre les hypothèses (et ne pas passer à côté de certaines d'entre elles souvent fondamentales, ou comprendre de travers la première question) ;
- lire les codes python éventuellement proposés - la lecture des codes proposés est un minimum qui permet de ne pas se retrouver dépourvu lors de la présentation. La phrase « je n'ai pas eu le temps de regarder le code » est plus que dommageable et à proscrire ;
- réfléchir aux pistes de résolution, sans forcément les mettre en place. Un candidat ne doit pas passer l'intégralité de sa préparation sur la première question sans réfléchir à la suite du sujet. À l'inverse il n'est pas attendu qu'un candidat saute les questions comme il pourrait le faire pour un écrit : il n'est pas possible de passer des questions sans y être invité par l'examineur. Les problèmes proposés ont une structure qui se veut la plus proche possible d'un problème réel à analyser, et le candidat doit montrer sa capacité à construire un raisonnement logique pour les résoudre. Il faut donc avoir pris le temps de réfléchir à des pistes pour chacune des questions, car elles seront abordées

linéairement pendant le passage ;

- enfin, s'il reste du temps, commencer à mettre en place les démonstrations de cours, calculs, applications numériques, écriture de code.

De plus, il est très important de prendre conscience que la note ne dépend absolument pas de la quantité de résultats trouvés pendant la préparation ou du nombre de questions traitées, mais bien de la qualité — et non de la quantité — de ce qui a été présenté et échangé oralement avec l'examineur pendant les 30 minutes de passage. La préparation reste bien cela : une préparation au passage à l'oral. Le jury valorise ainsi principalement une bonne prestation orale, que l'on espère magnifiée par une bonne gestion de la préparation, alliée à une compréhension profonde des concepts manipulés par le candidat, plutôt qu'une capacité à ressortir automatiquement et rapidement une démonstration apprise par coeur (équation de la chaleur, équation d'onde sur une corde, etc.). Une excellente connaissance opérationnelle des notions vues en cours est donc nécessaire.

Au titre d'une bonne prestation orale, le jury attend ainsi des candidats qu'ils présentent en premier lieu la situation physique étudiée, la démarche de résolution envisagée, pour qu'une discussion qualitative s'engage éventuellement avec l'examineur. La description soignée de la démarche, la justification rigoureuse des relations utilisées et l'analyse physique des résultats obtenus sont des critères d'appréciation essentiels pour le jury.

Enfin, le jury apporte une très grande importance aux applications numériques. Elles sont incontournables et il n'est pas possible d'ignorer ces étapes sans dénaturer complètement la démarche de résolution : elles permettent d'ancrer la démarche dans le réel, d'exercer un regard critique sur l'ordre de grandeur obtenu. Ainsi, chaque application numérique doit être commentée. De même il n'est pas concevable de demander « s'il faut les effectuer », l'évitement ne fait pas partie de la démarche scientifique. Les résultats des applications numériques sont encore trop souvent erronés, tout comme les conversions, même élémentaires. Ils doivent comporter un nombre de chiffres significatifs raisonnable et cohérent et être exprimés dans une unité appro-

priée. Enfin, le jury n'évalue pas la compétence des candidats à utiliser leur calculatrice, mais une aisance dans l'usage des fonctions trigonométriques (conversion des degrés en radians) ou de la notation scientifique affichée par leur calculatrice (combien comptent les zéros de leur calculatrice pour proposer une puissance de 10...) est a minima attendue. Si l'expression littérale est complexe, un code python pré-rempli est en général fourni permettant d'obtenir un résultat numérique rapidement.

Des exemples de sujets avec les supports associés sont mis à disposition des futurs candidats sur le site du concours.

Travaux pratiques de physique

Présentation de l'épreuve

L'épreuve, d'une durée de 3 heures, consiste à réaliser plusieurs expériences, à analyser et à interpréter les résultats en vue de répondre à une problématique concrète. Il s'agit d'étudier un phénomène particulier (électricité, électronique, optique) à l'aide des notions figurant au programme des deux années de préparation. D'une manière générale, les candidats sont évalués à partir des compétences de la démarche expérimentale : s'approprier, analyser, réaliser, valider, communiquer.

L'épreuve nécessite généralement l'élaboration et la mise en œuvre d'un ou plusieurs protocoles expérimentaux, une interprétation et une présentation des résultats, accompagnées éventuellement de quelques justifications théoriques. Les protocoles expérimentaux peuvent être donnés dans le sujet ou à proposer par les candidats. Parallèlement aux échanges avec l'examineur, les candidats rédigent un compte rendu dans lequel figurent les résultats obtenus et les réponses aux questions non traitées lors de ces échanges. En guise de conclusion, il est demandé aux candidats d'analyser et de valider les résultats, d'effectuer une synthèse montrant qu'ils ont compris la démarche et la finalité de l'étude ou encore de répondre à une question ouverte permettant de replacer le travail dans un contexte plus général.

Cette épreuve ne nécessite pas de mesures de sécurité particulière. Les candidats doivent se munir d'une calculatrice et du matériel d'écriture usuel (stylos, crayons, gomme et règle). Les copies et les brouillons sont fournis par le concours. Les montres connectées, les téléphones portables et clés USB sont interdits. Aucune montre n'est autorisée, le concours met un réveil à disposition des candidats.

Durant l'épreuve, les étudiants disposent de la notice des appareils et des modes d'emploi succincts des différents logiciels mis à leur disposition. Dans certains cas, un technicien peut également expliquer le fonctionnement de certains dispositifs.

Analyse globale des résultats

Certains candidats sont de brillants expérimentateurs et font des analyses très fines. D'autres, au contraire, ont plus de difficultés dans les manipulations et manquent de dextérité. Par ailleurs, on peut regretter qu'un certain nombre de candidats se focalisent sur la réalisation des gestes expérimentaux sans réellement chercher à comprendre les phénomènes ni à exploiter les résultats en vue de répondre à la problématique proposée.

Commentaires et conseils

Attitude

L'épreuve de travaux pratiques se déroule souvent dans un lieu différent de celui des autres épreuves, les candidats doivent donc veiller à se présenter à l'endroit et à l'heure précisés sur leur convocation.

Il est rappelé que cette épreuve s'effectue en temps limité : trois heures pour la réalisation des expériences et la rédaction du compte rendu, une fois les explications et consignes données. Les candidats sont responsables de la gestion de leur temps, qui doit leur permettre de traiter l'essentiel de l'épreuve dans la durée impartie. Certains candidats ont une attitude trop attentiste qui nuit à leur efficacité. Une utilisation

raisonnée des brouillons et un échange précoce avec l'examineur en cas de difficultés améliorerait les prestations. Beaucoup de candidats retardent à l'excès la réalisation des expériences et perdent beaucoup de temps à s'approprier la problématique en s'engageant dans des calculs très souvent inadéquats. Le jury leur conseille, en cas de difficulté dans la compréhension du sujet, de faire appel à l'examineur pour engager un dialogue qui, certes, peut les priver d'une partie des points attribués dans le barème à l'appropriation du problème posé mais leur permet de mettre en œuvre les protocoles et d'exploiter les résultats des mesures, activant ainsi les compétences « réaliser » et « valider ».

Les candidats sont invités à lire attentivement l'ensemble du sujet, y compris les annexes et les tableaux de données. Identifier les différentes manipulations à réaliser et les éventuels temps morts permettrait aux candidats de s'organiser avec plus d'efficacité.

De plus, le jury rappelle aux candidats qu'ils doivent prendre l'initiative de solliciter l'examineur lors des différents appels prévus au cours des activités à réaliser. Si un candidat n'a pas réussi à élaborer complètement le protocole demandé ou ne parvient pas à réaliser les manipulations proposées, il ne doit pas hésiter à solliciter l'examineur pour lui faire part de ses réflexions ou de ses difficultés. Un échange s'engage alors entre l'examineur et le candidat, celui-ci reçoit les indications nécessaires et peut continuer l'épreuve (avec éventuellement une conséquence sur la note). Il est regrettable de voir que certains candidats n'appellent pas suffisamment tôt l'examineur, perdent du temps à élaborer un protocole qu'ils ne parviennent pas à finaliser et n'ont ensuite plus le temps nécessaire pour mener à bien l'ensemble des manipulations.

Enfin, les candidats doivent faire la différence entre un test qualitatif et une mesure précise de manière à ne pas perdre de temps. Dans le sujet, figurent deux ou trois appels à l'examineur, pendant lesquels les candidats doivent faire une brève synthèse orale de leurs résultats. Certains déclenchent ces appels sans avoir abordé toutes les expérimentations demandées, attitude évidemment contraire à l'esprit de l'épreuve.

La synthèse écrite demandée en fin d'épreuve est souvent absente ou se limite à un simple résumé, parfois de quelques lignes, parfois au contraire trop long, énonçant les résultats obtenus ou les difficultés rencontrées. Ce n'est pas du tout ce qui est demandé. Le but de la synthèse est de prendre du recul et de montrer l'intérêt de la manipulation.

Interaction avec l'examineur

Les candidats sont dans leur grande majorité courtois. Le jury regrette toutefois qu'ils ne soient pas toujours attentifs aux remarques et propositions de l'examineur car ces dernières sont formulées dans le but d'aider les candidats. Un nombre croissant de candidats attribue les résultats expérimentaux erronés à des dysfonctionnements présumés du matériel et ont des difficultés à prendre en compte les indications apportées par l'examineur pour les aider à corriger leur protocole expérimental (par exemple lors de mesures automatiques en AC+DC mal comprises).

Compétence « Communiquer »

À l'oral

L'épreuve comporte une part de communication orale et la capacité des candidats à exposer clairement leur démarche est largement évaluée. Les candidats sont invités à appuyer leur raisonnement sur un schéma clair ou un calcul effectué proprement au brouillon. On attend un langage précis, une expression claire. Les échanges avec le jury sont aussi l'occasion d'orienter les candidats qui se sont parfois trompés. Le jury évalue favorablement ceux d'entre eux qui écoutent et mettent en pratique les conseils prodigués. Comme indiqué plus haut il est recommandé aux candidats d'interagir avec l'examineur, de l'appeler en cas de difficultés ou de doute.

À l'écrit

Un compte rendu succinct rapportant les mesures et les exploitations est demandé. Là encore, le jury attend clarté et concision. Dans ce compte rendu le candidat doit faire figurer les réponses aux questions posées dans le sujet. Apporter une réponse argumentée à la problématique exposée en début de sujet est très apprécié. Toutefois

il ne faut pas reporter les réponses des questions déjà traitées à l'oral (questionnement et protocoles) car celles-ci ont déjà été évaluées.

Enfin, le candidat doit s'efforcer de rédiger son compte rendu en utilisant un vocabulaire rigoureux, une syntaxe correcte et une calligraphie lisible. Les résultats doivent être soulignés ou encadrés. Les tableaux de mesures sont appréciés, mais trop rares. En fait, un trop grand nombre se satisfait d'une seule mesure. L'épreuve est certes en temps limité, mais répéter une mesure est utile pour comprendre quels effets peuvent intervenir dans l'évaluation de l'incertitude associée la mesure.

Conclusion

L'épreuve de travaux pratiques de physique requiert de la part des candidats des qualités d'appropriation du sujet et d'analyse. Après avoir réalisé les manipulations, il convient d'en exploiter les résultats expérimentaux et d'avoir une attitude critique vis-à-vis des résultats obtenus. Réussir l'épreuve demande aussi une bonne organisation, une bonne gestion du temps et une communication exemplaire à l'écrit comme à l'oral. Le jury espère que ce rapport permettra aux futurs candidats de bien engager leur préparation.