

CONCOURS D'ADMISSION 2026

Epreuve orale de Travaux Pratiques de Physique, Filière PC

Les épreuves de Travaux Pratiques de Physique se sont tenues à l'École Polytechnique. Avant de présenter des commentaires plus précis concernant les sujets d'électronique et d'optique, il convient de rappeler l'esprit général de l'épreuve de Travaux Pratiques de physique. Il ne s'agit pas d'une épreuve théorique supplémentaire. Il s'agit d'un examen où l'autonomie et l'initiative individuelle des personnes candidates sont privilégiées. Certes, quelques questions théoriques sont posées (et notées sur un faible nombre de points), mais elles visent essentiellement à accompagner la démarche expérimentale.

Compétences évaluées

Les compétences expérimentales évaluées lors de cette épreuve sont celles du programme de classes préparatoires de la filière PC de première et de deuxième année, compétences permettant de mettre en œuvre une véritable démarche expérimentale :

- **S'appropriier** : rechercher, extraire et organiser l'information en lien avec une situation expérimentale ; énoncer une problématique d'approche expérimentale ; définir les objectifs correspondants.
- **Analyser** : formuler des hypothèses ; proposer une stratégie pour répondre à la problématique ; proposer un modèle ; choisir, concevoir ou justifier un protocole ou un dispositif expérimental ; évaluer l'ordre de grandeur d'un phénomène et de ses variations.
- **Réaliser** : utiliser le matériel de manière adaptée ; mettre en œuvre des règles de sécurité adéquates ; effectuer des représentations graphiques à partir de données expérimentales.
- **Valider** : exploiter des observations, des mesures en identifiant les sources d'erreurs et en estimant les incertitudes ; confronter un modèle à des résultats expérimentaux ; confirmer ou infirmer une hypothèse, une information ; analyser les résultats de manière critique ; proposer des améliorations de la démarche ou du modèle.
- **Communiquer** à l'écrit comme à l'oral : présenter les étapes de son travail de manière synthétique, organisée, cohérente et compréhensible ; utiliser un vocabulaire scientifique adapté ; s'appuyer sur des schémas, des graphes ; faire preuve d'écoute, confronter son point de vue.
- **Être autonome, faire preuve d'initiative** : solliciter une aide de manière pertinente ; s'impliquer, prendre des décisions, anticiper.

A ces compétences expérimentales s'ajoutent des compétences et des connaissances disciplinaires en physique dans les domaines de l'électronique et de l'optique. Les sujets peuvent faire appel à des connaissances plus larges en physique en restant dans le cadre du programme.

Sujets

Les sujets de l'épreuve sont conçus pour susciter la réflexion et guider les personnes candidates dans leurs manipulations ainsi que l'interprétation de leurs résultats. Le texte fournit toutes les explications nécessaires afin que la personne candidate soit autonome. Si le sujet comprend l'étude d'un système non traité en cours d'année, l'ensemble des informations utiles pour mener à bien l'étude sont données dans l'énoncé afin qu'aucun prérequis ne soit nécessaire.

La personne candidate doit régler, mesurer et analyser les mesures en utilisant ses connaissances. Elle peut alors mettre en perspective des résultats expérimentaux avec des modèles théoriques, soit par déduction, soit par analogie, ou encore en expliquant le phénomène observé. Il peut y avoir des calculs théoriques, mais ils restent généralement succincts et ne servent qu'à guider la personne candidate vers un choix de mesures ou de valeurs de composants.

Conseils aux personnes candidates

Les candidates et candidats doivent se présenter à l'épreuve avec leur matériel : de quoi écrire et tracer. Une calculatrice de type « collègue » leur est fournie pour la durée de l'épreuve.

Nous rappelons que la lecture intégrale du sujet avant le début des manipulations, son titre, est indispensable, afin d'avoir le recul nécessaire pour mener à bien l'épreuve. Compte tenu du cheminement logique des questions, cela peut largement aider les personnes candidates à mieux gérer leur temps, une condition indispensable pour réussir cette épreuve.

Bien évidemment, les personnes examinatrices apprécient que les personnes candidates travaillent de manière autonome. Cependant, ces dernières ne doivent pas hésiter à appeler la personne examinatrice en cours d'épreuve si elles butent sur une partie du sujet. Certaines personnes candidates, par peur de perdre trop de points, n'osent pas le faire et gaspillent alors une grande partie du temps imparti. Cette perte de temps reste difficile à rattraper et conduit souvent à de mauvaises épreuves.

Lors de cette épreuve, les personnes examinatrices jugent aussi de la qualité de la démarche scientifique. En particulier, la personne candidate doit honnêtement rendre compte de toutes les mesures, même si elle ne sait pas les analyser facilement. Par ailleurs, les personnes examinatrices peuvent demander aux personnes candidates de réaliser à nouveau et en leur présence une mesure pour en vérifier la justesse.

Dans le rapport écrit remis à la fin de l'épreuve, rappelons qu'il faut avant tout essayer de donner des explications claires et précises, en décrivant la démarche expérimentale qui a conduit aux mesures, sans pour autant retranscrire les indications du texte. La personne candidate doit montrer son savoir-faire dans le domaine de la mesure et de l'évaluation des incertitudes en faisant attention en particulier au nombre de chiffres significatifs utilisés dans le résultat qui doit être en accord avec l'incertitude.

Les diagrammes et les figures doivent être correctement renseignés et explicités. Il est fréquent d'observer que les graphes, qui doivent être impérativement accompagnés de leurs tableaux de mesures si cela est demandé dans le sujet, sont souvent négligés par les personnes candidates. De plus, ils présentent trop souvent de nombreux défauts tels que l'absence de légende, d'unité et/ou d'échelles, ou l'utilisation d'une échelle inadaptée et peu pratique. Il est important de rappeler que l'absence de légendes et/ou d'échelles entraîne systématiquement la perte de tout ou de la quasi-totalité des points attribués à la

question. Il convient également de noter que souvent, les paramètres physiques issus de l'exploitation des données expérimentales, pourtant satisfaisantes, conduisent à des ordres de grandeur aberrants. Cela témoigne du fait que la personne candidate ne prend pas de recul face à ses mesures. Enfin, il est important de rappeler qu'une présentation soignée du rapport est un atout indéniable.

Remarques sur les sujets d'électronique

Le programme de classe préparatoire se concentre sur l'étude des filtres passifs et actifs ; lors des travaux pratiques il est toutefois possible de faire appel à des composants intégrés ou non linéaires (filtres à capacité commutée, échantillonneur-bloqueur, diodes, photorésistances, etc.) **dès lors qu'aucune connaissance préalable n'est nécessaire** comme le stipule le contenu disciplinaire du programme de PCSI (parties 1.1 à 1.5).

Il est toujours conseillé aux personnes candidates de passer un peu de temps en début d'épreuve pour se familiariser avec l'appareillage électrique et électronique qui est mis à leur disposition pour la conduite de leurs expérimentations : essentiellement un générateur basses fréquences, un oscilloscope et un multimètre (qui sont les trois principaux appareils qu'ils auront à utiliser). L'aide succincte sur les principaux réglages, fournie avec chaque sujet, leur permet d'accélérer cette prise en main. Rappelons que la personne candidate n'étant pas censée connaître le matériel précis mis à disposition, **elle peut demander des précisions quant à son utilisation à la personne examinatrice sans que cela n'entraîne de perte de points.**

Nous rappelons que l'oscilloscope est un appareil de mesure/contrôle essentiel et qu'il convient d'en maîtriser son utilisation générale. En effet, c'est le seul outil à disposition sur la table de manipulation pour éviter des fonctionnements non linéaires et des résultats faux. Lorsque la mesure est effectuée avec un multimètre, il faut toujours veiller à mettre le dipôle d'intérêt en parallèle avec l'oscilloscope (de façon à pouvoir toujours observer la forme du signal sans perturber le fonctionnement du dispositif ...). On rappelle aussi qu'en plus de pouvoir visualiser les signaux, tous les oscilloscopes mis à disposition peuvent faire des mesures (valeur moyenne, efficace, max, etc.). La synchronisation d'une trace à l'écran pose encore des soucis à certains (sélection de la source, mode normal, auto). Le terme de déclenchement (trigger) leur semble encore fréquemment complètement étranger. Le réglage des sensibilités horizontal et vertical est souvent très mal choisi, ce qui engendre alors de grandes imprécisions de lecture. Le signal est trop fréquemment contenu sur moins d'un carreau à l'oscilloscope, ce qui montre une méconnaissance des erreurs relatives. Enfin, l'utilisation du bouton (généralement nommé « Autoset ») de configuration automatique des réglages horizontaux, verticaux et de déclenchement en fonction du signal d'entrée est à proscrire car il laisse bien souvent l'oscilloscope dans une configuration parfaitement inadaptée à l'observation souhaitée du signal. Ces connaissances nécessaires en électronique le sont tout autant pour les travaux pratiques d'optique utilisant un oscilloscope.

L'utilisation du multimètre mis à disposition pose encore problèmes à certaines personnes candidates qui s'étonnent de ne pas mesurer l'amplitude crête à crête d'un signal sinusoïdal observé sur l'oscilloscope, d'autres ne parviennent pas à mesurer correctement une valeur de résistance. Il est à noter à ce propos qu'elles ne réalisent pas toujours qu'en mode mesure d'impédance, le multimètre est un générateur qui ne peut pas être mis en parallèle avec un autre générateur sans au mieux fournir des résultats

aberrants. Enfin beaucoup trop de personnes ne savent pas à quoi correspondent les modes AC ou DC sur un multimètre ou les confondent avec les modes AC et DC de l'oscilloscope. Ils ont en outre peu d'idée de la bande passante de ces appareils en mode AC.

Les quelques erreurs de câblage concernent presque toujours soit une mauvaise lecture du schéma électrique dans l'énoncé soit l'oubli d'un fil de masse. **Rappelons que si toutes les masses sont reliées entre elles sur les maquettes à étudier, il faut aussi les relier au GBF et à l'oscilloscope.** La gestion de la masse dans un circuit est un problème récurrent pour encore trop de personnes montrant une mauvaise compréhension de ce qu'est une tension.

A titre indicatif, voici nos remarques sur les réussites et les difficultés que nous avons relevées cette année dans les compétences visées :

S'approprier :

- De nombreuses personnes candidates ont tendance à ne pas accorder suffisamment de temps pour **lire attentivement la totalité de l'énoncé** et d'en analyser la structure et le contenu, passant ainsi à côté d'informations utiles, voire précieuses pour répondre aux questions posées ou réaliser les montages demandés.

Analyser :

- La formulation d'hypothèses sur le fonctionnement d'un circuit, encouragées dans certains sujets, est souvent mal traitée. Des personnes candidates ont parfois des a priori sur la nature du circuit et elles cherchent à faire « coller » leurs mesures à leurs attentes avec des analyses parfois farfelues ; tous les circuits utilisés lors de l'épreuve ne sont pas des filtres passe-bas !
- Mesurer les grandeurs caractéristiques d'une impulsion est que trop rarement bien réalisé par les personnes candidates, une durée à mi-hauteur peut par exemple faire partie de ces grandeurs.

Réaliser :

- La prise en main de l'oscilloscope est globalement bonne par la majorité des candidates et candidats, mais le réglage du trigger semble encore poser quelques problèmes.
- L'utilisation de la fonction FFT de l'oscilloscope est bien maîtrisée par une partie de plus en plus importante des candidates et candidats. Le réglage de l'échelle horizontale via le choix de l'échelle de temps reste la principale difficulté rencontrée.
- On peut noter une amélioration dans la compréhension de ce qu'est une différence de phase, comment la mesurer et la tracer même si des erreurs signent encore.
- Quelques rares personnes candidates, pour réaliser une analyse fréquentielle, placent par erreur des signaux rectangulaires en entrée d'un circuit.
- Certaines personnes candidates, malgré l'observation d'une saturation, continuent de mesurer le gain en fonction de la fréquence... Il faut penser à diminuer l'amplitude du signal d'entrée.

- Relevés de courbes parfois beaucoup trop longs (plus d'une heure sur une épreuve de 3 heures), avec des prises de mesure dans une zone où les variations ne sont pas importantes. En revanche, la fréquence d'un filtre à bande étroite peut rester indétectable pour les candidates et les candidats car ils balayent souvent trop vite.
- Rappelons qu'appliquer une tension nulle en entrée d'un circuit pose trop souvent problème, avec la confusion avec un circuit ouvert.
- L'utilisation du multimètre de table en utilisant le mode "dB" est utilisé de façon correcte par de nombreuses personnes candidates. Attention toutefois à bien choisir le mode (AC ou DC).

Valider :

- Les questions portant sur les incertitudes de mesure continuent à être bien traitées.
- La confrontation d'un modèle à des résultats de mesure est souvent superficielle, la recherche des paramètres du modèle manque souvent de rigueur, voire de précision en raison de mesures parfois grossières.

Communiquer à l'écrit comme à l'oral :

- Le soin apporté à la rédaction du compte-rendu est très variable selon les personnes candidates. Compte tenu du temps imparti, la qualité reste acceptable.
- Trop de personnes candidates rendent des graphiques brouillon (nombreuses ratures, choix d'échelle inadaptée) rendant leurs lectures trop compliquées pour attribuer l'ensemble des points. Quelques copies contiennent des courbes sans titre ni numéro de question ce qui peut entraîner des difficultés de lecture et des pénalités.
- Quelques personnes candidates oublient de relever par un dessin leurs observations faites sur l'écran de l'oscilloscope même si c'est explicitement demandé dans l'énoncé.

Être autonome, faire preuve d'initiative :

- Les personnes candidates savent généralement faire appel à la personne examinatrice de façon pertinente et mesurée. Malgré les explications fournies en début de séance, il reste toutefois des candidates et candidats qui ne font pas appel à des moments clés de l'avancement de leur travail et qui doivent être validés.

Remarques sur les sujets d'optique

L'ensemble des appareils nécessaires à la manipulation est présenté dans le document et leur utilisation est rappelée individuellement à chaque personne candidate en début d'épreuve. Les réglages proposés et détaillés dans le texte diffèrent souvent de ceux que les personnes candidates ont été amenées à effectuer lors de leur préparation, car l'objectif est de les évaluer face à une situation dont elles maîtrisent certes les concepts, mais dont **la manifestation n'est pas une réplique exacte de ce qui a été vu en classe préparatoire**. Nous insistons sur ce point car beaucoup de personnes candidates ne répondent pas exactement ou totalement au sujet et n'obtiennent donc pas le maximum de points à ces questions. Rappelons ici que toute interrogation en rapport avec le mode de fonctionnement du matériel n'est absolument pas pénalisante, et qu'il est même vivement conseillé de faire appel à la personne examinatrice

en cas de doute pour éviter une perte de temps inutile, ou une détérioration du matériel, fortement préjudiciable.

Les montages d'optique font appel à des notions simples du programme des classes préparatoires. Ils consistent à observer un phénomène optique, à l'étudier, à relever des mesures visuellement ou avec un viseur ou encore avec un détecteur de lumière, et à les utiliser pour déterminer des grandeurs physiques. Les interprétations ne font appel qu'à très peu de calculs théoriques, dont les formules à redémontrer sont le plus souvent données dans le texte.

Nous avons encore vu des personnes candidates bloquées sur des questions et qui ne demandent pas d'aide pour continuer l'épreuve malgré notre sensibilisation sur ce point. Rappelons qu'en de telles circonstances, un coup de pouce fait certes perdre quelques points, mais permet de poursuivre l'épreuve. L'aide apportée à une question n'impacte en aucun cas l'évaluation des questions suivantes.

Certains montages de type académique (goniomètre, interféromètre de Michelson, etc.) sont généralement connus des personnes candidates mais cela ne les avantage pas pour autant, car les réglages nécessitent toujours beaucoup de soin et font l'objet de l'attribution de points dédiés, tout comme la qualité des mesures qui en découlent.

Pour entrer un peu plus dans le détail, voici ce que nous avons relevé sur les réussites et les difficultés cette année dans les compétences visées :

S'approprier :

- Bonne maîtrise globale des notions de diffraction et d'interférence.
- Certaines personnes candidates éprouvent encore des difficultés à utiliser l'oscilloscope, cependant, dans l'ensemble, les personnes candidates ont démontré une meilleure maîtrise de cet outil.
- Les personnes candidates ne lisent pas toujours l'énoncé de façon attentive, toutes les instructions y sont pourtant données. Par conséquent, certaines personnes candidates démontent des montures qui jouent un rôle clé, si bien que la suite du TP est compliquée à réaliser. Ces personnes se pénalisent d'elles-mêmes en perdant beaucoup de temps et en réalisant des mesures de mauvaise qualité.

Réaliser :

- Globalement, les mesures sont faites assez soigneusement, les graphiques sont souvent bien dimensionnés et bien représentés avec des échelles et des unités appropriées. Toutefois, des mauvais choix d'échelles dans le tracé des graphes au papier millimétré et des graphes sans titre ni unité sont encore présents dans une partie des copies. Dans certains cas, un échantillonnage des mesures adapté à la courbe (donc avec un pas éventuellement variable suivant les zones de la courbe) permettrait d'améliorer la qualité des mesures.
- Des personnes candidates mettent leurs doigts sur la surface des optiques, une personne a même écrit au feutre sur une lentille. La détérioration du matériel entraîne une pénalité sur la note.
- La technique d'alignement d'un faisceau laser avec deux miroirs est réalisée correctement la plupart du temps. Nous invitons les personnes candidates à prendre du recul une fois le montage réalisé afin de vérifier que les différents éléments sont à la même hauteur, centrés et orthogonaux à l'axe optique. Souvent, les

personnes candidates ne montent pas deux lentilles consécutives à la même hauteur et perpendiculairement à l'axe optique.

- Le réglage de la lunette d'un goniomètre perpendiculaire à son axe de rotation n'est pas toujours assimilé.
- Nous insistons à nouveau sur l'importance de regarder, à l'aide d'un morceau de papier blanc, la qualité du faisceau après chaque élément pour veiller au bon alignement de celui-ci ou des différents éléments et également pour optimiser le flux de photons à travers tout le système. La plupart des personnes candidates ne se servent que rarement des écrans et carrés de carton blanc mis à leur disposition à cet effet.
- Les tableaux de valeurs associés à un graphe ne sont pas toujours relevés même lorsque c'est explicitement demandé en début d'épreuve par la personne examinatrice.
- L'utilisation d'un viseur à frontale avec objectif de microscope n'est pas toujours bien maîtrisée. La distance frontale (de l'ordre du centimètre) est parfois fortement surestimée.
- La lecture sur un vernier micrométrique est globalement mieux maîtrisée.

Analyser :

- Les personnes candidates font davantage de dessins pour expliquer leurs observations. Elles sont aussi souvent nécessaires dans l'établissement d'un protocole de mesures.
- Souvent, l'utilisation de schémas pour comprendre et expliquer la trajectoire de la lumière dans ou à travers certaines optiques (prisme, lame à faces parallèles, système afocal ...) n'est pas réalisée correctement, ou de façon peu rigoureuse. Par exemple, on trouve dans certaines copies des tracés de rayons dans un prisme sous incidence normale sur une de ces faces avec des représentations inexactes, voire assez fantaisistes.
- Certaines personnes candidates utilisent un nombre excessif de chiffres après la virgule dans leurs résultats, comme cinq chiffres significatifs pour une lecture d'angle au goniomètre, ce qui montre une mauvaise compréhension de la précision d'une mesure.
- Les unités sont parfois mal écrites, ce qui peut amener à des résultats ostensiblement aberrants.
- Certaines personnes candidates écrivent ou donnent à l'oral des résultats aberrants sans les remettre en question (par exemple la somme des angles d'un prisme qui vaut 360° , un angle qui vaut 1 mm, une longueur d'onde mesurée de l'ordre de quelques nm, l'indice de réfraction du verre qui vaut environ 3, etc.).

Valider :

- Les calculs d'incertitude sont en général faits de façon systématique et correcte.

Communiquer à l'écrit comme à l'oral :

- Le soin apporté au compte-rendu, que ce soit concernant la propreté ou la rédaction, est très variable selon les personnes candidates. Les personnes examinatrices sont bien conscientes du temps limité de l'épreuve mais notent que certains comptes-rendus sont parfois à la limite de la lisibilité et que d'autres peuvent ne contenir aucune phrase rédigée.
- Il est rappelé oralement au début de l'épreuve que la personne candidate doit faire appel à la personne examinatrice pour valider et expliquer des mesures, ce qui est également précisé dans les sujets. Il est

toutefois constaté que certaines personnes candidates oublient de faire cet appel, ce qui leur est préjudiciable.

- Les personnes candidates exposent généralement de façon claire les manipulations qu'elles ont effectuées, lorsque cela leur est demandé, attention toutefois à l'utilisation d'un vocabulaire précis.

Être autonome, faire preuve d'initiative :

- Les montages proposés ne sont pas faits pour être utilisés en limite de réglage des composants. Lorsque la personne candidate s'aperçoit qu'elle a manifestement fait une mauvaise utilisation du matériel (par exemple bloquer une vis en butée ou au contraire continuer à la tourner dans le vide) nous rappelons **qu'il faut prévenir la personne examinatrice rapidement plutôt que de continuer à dégrader le matériel.**