

CCINP : oral de physique-chimie

Le jugement de l'interrogateur n'est pas le même selon qu'il doit aider sur une défaillance de cours ou qu'il doit donner un coup de pouce pour démarrer une question délicate.

Il est clair qu'une intervention de l'examineur sur une question de cours non sue aura une répercussion conséquente sur l'évaluation finale.

Malheureusement, nous devons noter des défaillances de cours chez 30 % environ des candidats. Dommage pour eux, les examinateurs sont réticents à rappeler des expressions basiques, vues pour certaines au secondaire (énergie cinétique du point matériel ou relation force pressante/pression, par exemple!).

Dans tous les cas, le questionnement de l'interrogateur est uniquement destiné à sonder les connaissances du candidat et à le remettre sur la voie si nécessaire.

L'intérêt d'une parfaite connaissance du cours

Nous recommandons aux candidats de bien travailler leur cours. En particulier, il faut être rigoureux sur la formulation des résultats établis, leur champ d'application et connaître les grandes idées de leur établissement.

Lorsqu'un candidat se trompe, l'examineur le questionne pour qu'il se corrige de lui-même. Si c'est seulement une étourderie, rectifiée très rapidement, l'incidence est minime et il ne faut pas paniquer.

Un candidat a naturellement le droit de défendre son point de vue. Mais, s'il présente un résultat de cours faux, il n'a aucune chance de convaincre l'examineur que sa réponse est correcte : en essayant de défendre un point de cours erroné, il oblige l'examineur à reconstruire un résultat pour pouvoir ensuite l'utiliser correctement, il s'en suit au mieux une perte de temps qui empêche le candidat d'aller beaucoup plus loin dans son oral. Au pire, l'erreur subsiste et rien n'est résolu.

Dans ce cas, il vaut probablement mieux reconnaître que cette partie de cours est mal dominée; cela se sentira dans l'évaluation mais au moins le candidat pourra continuer sans une perte de temps excessive, rappelons que le facteur temps est réellement limitant dans cette épreuve.

Mines : oral de physique-chimie

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 \hat{n} écrit au tableau \hat{z} . 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 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'examinateur 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'examinateur.

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.

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.

Électronique

Le théorème de Millman ainsi que la loi des nœuds en terme de potentiels n'étant pas des termes apparaissant au programme, les candidats doivent avoir conscience que leur utilisation sans justification est à proscrire.

En particulier, écrire une relation du type
$$\underline{V} = \frac{\frac{V_1}{Z_1} + \frac{V_2}{Z_2} + \dots}{\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \dots}$$
 en annonçant que c'est une loi des nœuds en terme de potentiels est maladroit (pour ne pas dire malhonnête) puisque cette relation exprime une tension.

L'étude d'un oscillateur quasi-sinusoidal doit aboutir entre autres à une condition d'oscillation réalisable en pratique. Ainsi, une égalité stricte reliant des résistances n'est pas pertinente. De plus, les candidats doivent être capable de montrer que lorsque l'ALI passe en régime saturé, il n'y reste pas.

Conversion de puissance

En régime sinusoïdal forcé, le calcul d'une puissance moyenne est l'occasion de découvrir que les candidats oublient la signification et les conditions d'utilisation de la notation complexe. Trop d'entre eux font le produit de deux grandeurs instantanées complexes pour calculer une puissance instantanée.

Il faut comprendre la physique qui régit le transformateur : pour certains candidats, ce chapitre se réduit à un ensemble de relations établies lors du modèle du transformateur idéal. Lorsqu'on adopte un modèle plus élaboré (par exemple lorsque la perméabilité relative est finie), ces mêmes candidats sont bien en peine pour établir les relations attendues par l'exercice.

Les convertisseurs statiques constituent une des principales faiblesses des candidats : un simple pont de diodes peut être la source de problèmes inextricables. Des confusions sur les rôles distincts de certains montages de conversion de puissance sont notées : les redresseurs et onduleurs notamment. Concernant les hacheurs, les candidats se noient souvent dans des équations alors qu'un simple tracé de chronogrammes permet d'être beaucoup plus efficace.

Bilans macroscopiques et fluides en écoulement

Les conditions d'application de la relation de Bernoulli sont à vérifier avant d'appliquer la relation. De plus, cette relation s'appliquant sur une ligne de courant, il est nécessaire de représenter la ligne de courant sur un schéma. Lors de la réalisation d'un bilan macroscopique, des schémas définissant précisément les systèmes fermé et ouvert aux instants t et $t + dt$ sont indispensables.

De nombreux candidats manquent de recul sur l'utilité des principes de la thermodynamique en système ouvert. La thermodynamique des systèmes ouverts présente de nombreuses applications industrielles et domestiques, les candidats devraient avoir conscience de certaines d'entre elles.

L'écoulement de Hagen-Poiseuille doit être traité par un bilan de quantité de mouvement. Trop de candidats ne réalisent pas ce bilan avec suffisamment de rigueur ou bien utilisent l'équation de Navier-Stokes qui est un outil hors programme en PSI.

Optique géométrique

Les lois de Snell-Descartes ne sont pas de simples formules mathématiques. L'appartenance des rayons réfracté et réfléchi au plan d'incidence est indispensable. Le plan d'incidence doit d'ailleurs pouvoir être défini précisément.

La condition de réflexion totale peut être démontrée de manière purement mathématique mais un raisonnement basé sur un schéma avec des angles d'incidences croissants est tout autant voire plus satisfaisant.

La construction graphique de l'image d'un objet par une lentille mince est maîtrisée par la plupart des candidats.

électromagnétisme

En électrostatique, l'étude des symétries suivie de celle des invariances de la distribution de charges doivent être menées avec la plus grande rigueur.

On rappelle également que la surface de Gauss doit être explicitée et apparaître sur un schéma. Enfin le calcul du flux doit être justifié précisément.

En magnétostatique, l'étude des symétries suivie de celle des invariances de la distribution de courants doivent être menées avec la plus grande rigueur. L'analyse des symétries est d'ailleurs l'occasion d'évoquer la règle de la main droite comme critère de vérification. Concernant le contour d'Ampère, les candidats doivent le représenter sur un schéma et l'orienter. Le calcul de la circulation doit être justifié précisément.

En induction, les candidats doivent être particulièrement rigoureux sur les conventions d'orientation afin que les résultats ne soient pas justes au signe près.

Les candidats vérifiant la cohérence de leurs calculs concernant les actions mécanique de Laplace et la force électromotrice sont valorisés.

On rappelle également que dans le cas de l'induction de Lorentz, la résolution algébrique doit être précédée d'une analyse qualitative.

Physique des ondes

Les phénomènes de propagation non dispersifs classiques sont en général bien traités par les candidats. Cependant, les phénomènes de réflexion et de transmission à une interface sont rarement traités rigoureusement. Enfin, l'introduction d'un terme dispersif perturbe de nombreux candidats alors que l'obtention d'une relation de dispersion et son analyse font parties des capacités exigibles de PSI.

La méconnaissance des définitions des objets principaux avec lesquels les candidats travaillent peut mener à des prestations catastrophiques. Par exemple, les deux propositions qui suivent sont équivalentes :

1. On considère une onde électrique de la forme $\vec{E}(x, y, z, t) = \underline{E}_0 e^{i(\omega t - kx)} \vec{u}_z$.
2. On considère une OPPH électrique se propageant selon les x croissants, d'amplitude E_0 , de pulsation ω , de norme du vecteur d'onde k , polarisée rectilignement selon z .

Cependant, il faut s'attendre à des prestations très différentes suivant le choix de l'énoncé. Plus généralement, obtenir une définition claire d'une onde plane, d'une onde transverse, d'une onde plane progressive relève parfois de l'exploit.

L'ordre de grandeur de la fréquence plasma de la ionosphère est souvent inconnu des candidats. Les hypothèses permettant de déterminer la conductivité complexe d'un plasma dilué puis la relation de dispersion doivent être mieux connues des candidats. Les candidats sont capables de calculer rigoureusement les vitesses de phase et de groupe mais ils ne semblent pas toujours comprendre leur sens physique.

L'ordre de grandeur de la profondeur de peau du cuivre à 50 Hz est rarement connu. Pourtant, cet ordre de grandeur a un intérêt particulier concernant la constitution des câbles électriques à haute tension.

Comme en électrocinétique, en régime sinusoïdal forcé, il convient d'abandonner la notation complexe lorsqu'on est amené à réaliser le produit de deux grandeurs instantanées. Certains candidats l'oublient lorsqu'il s'agit de calculer des grandeurs énergétiques instantanées comme le vecteur de Poynting ou la densité volumique d'énergie électromagnétique.

La réflexion en incidence normale sur un conducteur parfait est trop rarement maîtrisée. On rappelle que la détermination du champ électromagnétique incident, réfléchi et total doit pouvoir être réalisée à partir de la seule donnée du champ électrique incident (et des relations de passage fournies).

Thermodynamique et phénomènes de diffusion

Trop de candidats ne font pas la distinction entre transformation infinitésimale et transformation globale aussi bien dans le concept que dans l'écriture (confusion de dU et ΔU , de W et δW).

Les bilans énergétiques sont rarement précis : il faut que l'examineur intervienne pour savoir quel est le système étudié, quels sont les états initial et final.

Dans le cadre d'une interface solide-fluide, la loi de Newton est rappelée mais de nombreux candidats ne savent pas l'exploiter et ne comprennent pas ses conséquences sur la discontinuité de la température à l'interface.

La notion de résistance thermique et ses conditions d'application sont connues mais les candidats l'utilisent rarement dans le cadre d'un exercice. Pourtant, de nombreux exercices sont conçus pour que l'exploitation d'un schéma électrocinétique équivalent (que le candidat aura dressé) apporte rapidement une solution au problème posé. Cela est d'autant plus utile s'il y a un échange conducto-convectif.

L'effet de peau thermique n'est en général pas bien présenté alors qu'il est l'analogie de l'effet de peau dans les conducteurs. Le déphasage lié à la propagation n'est que trop rarement évoqué alors qu'il peut avoir des conséquences intéressantes dans le domaine de l'habitat.

Mécanique

La résolution d'un problème de mécanique du point ne saurait se limiter à cet unique outil : la seconde loi de Newton. Il faut souvent développer une stratégie qui consiste, dans un premier temps, à exhiber les invariants du problème (moment cinétique par rapport à un point fixe, moment cinétique par rapport à un axe fixe, énergie mécanique) afin d'aboutir efficacement à la solution.

L'utilisation de cas limites pour vérifier une projection n'est pas souvent réalisée alors qu'elle permettrait de détecter bien des erreurs. On rappelle à ce titre que quel que soit le domaine de la physique, tout processus de validation d'un résultat (homogénéité, cohérence d'une formule avec les paramètres du problème, accord avec le sens physique, cohérence d'une valeur numérique, etc) est valorisé par le jury.

Le jury rappelle que le pendule pesant et le pendule simple sont deux systèmes distincts.

Le jury rappelle que les vitesses cosmiques doivent pouvoir être définies et que leur ordre de grandeur en dynamique terrestre doit être connu.

Physique quantique

Concernant les puits quantiques, on rappelle que l'obtention des niveaux d'énergie par analogie avec les modes propres d'une corde vibrante est une capacité exigible du programme de PCSI. C'est ce programme qui fait référence pour la première année. Les candidats venant de MPSI en particulier doivent en être conscients