

Q20 - Très peu de candidats pensent à dériver la vitesse pour trouver l'angle donnant le maximum de vitesse.

Q21 et 22 - Questions très peu abordées.

2.5.4 Conseils aux futurs candidats

Le jury souhaite que les futurs candidats s'approprient les conseils donnés dans le présent rapport et souligne qu'une bonne connaissance du cours est une condition nécessaire et suffisante à la réussite d'une telle épreuve. Le jury souhaite bonne chance aux futurs candidats.

2.5.5 Conclusions

L'épreuve a permis de réaliser une sélection satisfaisante des candidats tout en leur permettant de traiter un nombre important de questions et ainsi d'exprimer leurs compétences dans des domaines variés : questions de cours, analyse et exploitation de documents, calculs numériques, raisonnements approfondis autour de notions de cours.

2.6 Physique 1 - filière PSI

2.6.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet intitulé *Télécommunications* proposait l'étude de plusieurs moyens de télécommunication allant du télégraphe à l'utilisation de la radio en passant par la propagation d'un signal dans un câble coaxial. Le sujet portait principalement sur la propagation des ondes mais il comportait des parties très indépendantes. Cela permettait à un candidat en difficulté sur une partie de pouvoir reprendre dans une autre. La problématique de l'atténuation des ondes était présente dans le sujet, ainsi que celle de l'adaptation d'impédance. L'étude des ondes électromagnétiques était effectuée dans l'air et dans l'ionosphère assimilée à un plasma. Au début du sujet, on trouvait une question portant sur le codage binaire de l'information.

Sur le plan de l'utilisation de l'outil mathématique, les complexes étaient fréquemment impliqués dans les démonstrations à réaliser. Dans la partie sur la télégraphie sans fil (radio), il fallait faire usage de compétences en géométrie sur un cercle et dans des triangles rectangles.

2.6.2 Commentaires généraux

La correction a amené les correcteurs à constater que quelques candidats ont réalisé une excellente composition mais que leur nombre a été très faible. Le jury est déçu du comportement d'ensemble des candidats sur cette épreuve portant principalement sur les ondes. La déception est d'autant plus vive que le jury considère cette épreuve comme largement accessible dans la majorité des questions posées et bien adaptée à une durée de 3 heures. Le thème des ondes n'est pas celui qui, en PSI, occupe la plus grande partie du programme mais c'est un sujet fondamental et très transversal en physique. L'impression qui ressort de la correction des copies est que ce thème a été sans doute délaissé par les candidats. Aux lacunes dans la maîtrise des ondes sur le plan physique par méconnaissance du cours, le jury a constaté les grandes difficultés des candidats à utiliser l'outil mathématique. Les complexes ne sont pas, en général, suffisamment maîtrisés. On constate que carré d'un complexe est confondu avec module au carré, que l'on peut donner à une vitesse une forme complexe sans que cela n'émeuve le candidat. Déception aussi en géométrie sur le cercle où la tangente au cercle n'est pas toujours perpendiculaire au rayon. Il y a aussi beaucoup trop d'erreurs constatées sur l'écriture d'une fonction

trigonométrique dans un triangle rectangle. Enfin, si le jury constate qu'une bonne partie des candidats est attentive au soin porté à la copie, il y a toujours des candidats qui ne s'en soucient pas le moins du monde. Ils doivent prendre conscience qu'ils réduisent automatiquement leur chance de réussite. Comment peut-on espérer conduire à son terme un calcul en complexes sans soin dans l'écriture ? Comment peut-on réussir à obtenir les résultats attendus lorsque la figure géométrique sur laquelle on fonde son raisonnement n'a plus rien à voir avec un cercle ou un triangle rectangle ? Les candidats doivent aussi être attentifs à la façon dont ils rédigent l'argumentation de leur réponse.

2.6.3 Analyse détaillée des questions

Q1 - Cette question est en général réussie mais le jury a été surpris de voir des candidats proposer 2^{50} symboles binaires pour coder les caractères du texte. Dans le calcul de la durée de transmission d'un message, le jury a accepté toutes les durées proposées par les candidats qui avaient été calculées de façon cohérente par rapport à leur décompte de caractères et cohérentes avec le nombre de symboles binaires déterminés avant. En clair, certains candidats ont raisonné sur une estimation du nombre de caractères contenus dans une page moyenne alors que d'autres ont compté les caractères de l'extrait du roman de Jules Verne. Dans tous les cas, le jury a accordé les points si le calcul était cohérent.

Q2 - Beaucoup de candidats ont senti qu'il était très vraisemblable que la dimension de R_0 soit l'ohm (Ω) ou bien que ℓ_0 était une longueur. Ils l'ont donc affirmé et déduit très rapidement les dimensions des deux autres quantités. Le jury a été intransigeant : il n'a accordé les points qu'aux candidats qui ont pris le temps de poser correctement le système des 3 équations à 3 inconnues et qui ont montré ensuite qu'ils savaient justifier des dimensions des 3 quantités R_0 , χ_0 et ℓ_0 .

Q3 - Cette question n'avait pas d'impact pour la suite de l'épreuve et, heureusement, car il n'y a eu que très peu de bonnes réponses. Le jury attendait tout simplement que le candidat dise que la Terre pouvait jouer le rôle de référence pour les tensions. Cette question a été l'occasion pour les correcteurs de percevoir l'imagination débordante des candidats. . .

Q4 - En général, les candidats ont su dériver les équations de départ et aboutir à l'équation de propagation mais utiliser le modèle onde plane progressive harmonique en complexes pour obtenir la relation de dispersion est tout de suite beaucoup plus discriminant.

Q5 - Cette question est emblématique des difficultés des candidats avec les nombres complexes. Le jury a pu voir un très grand nombre de fois des vitesses de phase complexes, la question est très peu réussie. Mais, en général, les candidats disent bien qu'il n'y a pas de dispersion lorsque la vitesse de phase ne dépend pas de la pulsation.

Q6 - Les calculs sont assez vite une difficulté pour les candidats et pour une question portant sur la puissance, cela est très critique. La question est très peu réussie car obtenir un vecteur d'onde complexe dans les questions précédentes est déjà peu fréquent. Ici, il s'agissait de bien mettre en forme tension et intensité en exploitant la forme complexe du vecteur d'onde. Cela n'est pas à la portée de la majorité des candidats.

Q7 - Cette question met clairement en évidence les candidats qui apprennent correctement leur cours et savent redonner le schéma du câble coaxial idéal entre z et $z + dz$. En général, ils obtiennent la totalité des points de la question. Le jury a été extrêmement surpris de voir que quelques candidats proposaient un modèle de corde de Melde comme si l'on étudiait les ondes transversales sur une corde !

Q8 - La majorité des candidats sait reconnaître la célérité dans l'équation de propagation. Il faut que les candidats sachent qu'une application numérique - même effectuée sans calculatrice - ne sera validée que si elle va jusqu'au bout. Il ne faut pas laisser des choses inabouties comme par exemple $\sqrt{17}$ ou comme $10^{1,5}$.

- Q9** - Le comportement des candidats est globalement satisfaisant pour déterminer l'expression de l'impédance $Z_0 = \sqrt{\frac{L_u}{C_u}}$. Le calcul numérique de cette impédance était tout à fait réalisable sans calculatrice, les candidats ne devraient pas le négliger.
- Q10** - En général, l'expression de i_+ est réalisée en utilisant Z_0 correctement même si pour des candidats une grosse étourderie les mène à écrire que $\underline{i} = \underline{Z} \underline{u}$! Ensuite, c'est beaucoup plus compliqué pour l'onde qui se propage à x décroissant pour laquelle l'impédance est $-Z_0$. La condition en bout de ligne n'est pas très souvent exprimée correctement. Toutefois, les candidats qui posent les choses correctement vont au bout du calcul et récoltent tous les points prévus.
- Q11** - Cette question est ratée par la presque totalité des candidats qui ont confondu ρ avec le coefficient de réflexion en amplitude pour la tension.
- Q12** - Beaucoup d'erreurs dans le schéma puisque la résistance $r'_u dz$ a souvent été placée en parallèle du condensateur, sans doute par mimétisme avec un modèle étudié en classe où le condensateur présentait une conductance de fuite.
- Q13** - Difficile de réussir cette question sans avoir réussi la précédente, peu de candidats évoquent l'effet de peau pour justifier leur réponse.
- Q14** - La notion d'adaptation d'impédance est relativement bien connue mais les candidats sont beaucoup plus fragiles sur la mise en parallèle des deux dispositifs identiques provoquant une impédance vue depuis le point de soudure de $Z_{eq} = Z_0/2$.
- Q15** - Les candidats marquent, ici, nettement moins de points qu'il ne leur était possible de faire tout simplement parce que la façon dont ils rédigent leurs réponses est assez défailante. Les phrases doivent être claires et ne pas laisser place à des formulations équivoques.
- Q16** - Le succès à cette question reposait sur un schéma propre car, ensuite, la réponse tombait sous le sens puisqu'il s'agissait du théorème de Pythagore dont on pourrait espérer une meilleure maîtrise de la part des candidats.
- Q17** - Les réponses proposées à cette question sont très décevantes. Cela n'est pas normal parce que cela montre un déficit notoire d'apprentissage du cours sur les ondes électromagnétiques planes. De plus, les candidats, dont la mémoire est défailante, auraient pu s'inspirer de la forme du champ électrique donné dans le paragraphe de l'énoncé qui suit la question. . .
- Q18** - Les candidats n'ont pas bien assimilé les conditions de continuité des champs surtout les conséquences sur les éléments que l'on trouve dans les phases des ondes.
- Q19** - Les candidats qui ont réussi les questions précédentes savent bien exprimer le fait que le signe de k_z^2 va décider si l'onde se propage ou non.
- Q20** - Cette question représente un écueil pour les candidats qui ne savent pas faire un schéma propre de la situation ou bien rechignent à faire l'application numérique qui était, en l'occurrence, très facile avec les valeurs numériques choisies.
- Q21** - Les correcteurs ont bien senti que les candidats essayaient de reproduire le modèle du plasma présenté en cours. Mais, la simplification de la partie en $\vec{v} \wedge \vec{B}$ de la force de Lorentz n'est pas assez souvent expliquée correctement. Ensuite, $\bar{\gamma}$ est souvent appelée - à juste titre - conductivité électrique mais son unité en $\Omega^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ l'est beaucoup plus rarement.
- Q22** - Les candidats qui ont établi la bonne expression de la conductivité à la question précédente, n'ont pas de difficulté pour obtenir la relation de dispersion en général.
- Q23** - Une bonne partie des candidats qui abordent cette question ne justifie pas correctement de l'absence d'absorption de l'onde dans le plasma.
- Q24** - La connaissance de l'ordre de grandeur des fréquences des ondes radio n'est pas très répandue parmi les candidats.

2.6.4 Conseils aux futurs candidats

Il ressort très clairement de la correction de cette épreuve un déficit d'apprentissage du cours. Les candidats ne peuvent pas attendre qu'un énoncé redonne les lois, les contextes d'étude qui relèvent du programme de telle sorte qu'ils n'aient plus, ensuite, qu'à en faire un bon usage. Ils doivent posséder un socle de connaissances solides. Ils doivent impérativement faire l'effort de justifier leurs affirmations. Dans le sujet proposé, il était possible de le faire sans entrer dans des développements longs et fastidieux. Une écriture soignée des calculs éviterait beaucoup d'erreurs et des schémas propres permettraient souvent la réussite aux questions qui s'appuient dessus.

2.6.5 Conclusions

Le jury est déçu du comportement global des candidats sur cette épreuve qui présentait des parties très accessibles et d'autres plus difficiles comme la partie finale de l'étude du câble coaxial, mais il était tout à fait possible de rebondir ensuite sur la partie traitant de la télégraphie sans fil. Avec 24 questions pour 3 heures, l'ensemble de l'épreuve pouvait être abordé. Toutefois les candidats devraient plus penser à s'appliquer et à bien faire ce qu'ils proposent dans leur copie plutôt que de fournir une rédaction totalement improductive, écrite à la va-vite sans réflexion. Les deux années de préparation de cette épreuve par les candidats ont bien sûr été marquées par l'épidémie de coronavirus mais cela ne saurait en aucun cas excuser des connaissances insuffisantes sur les bases du cours.

2.7 Physique 2 - filière PSI

2.7.1 Généralités et présentation du sujet

Le sujet porte sur la vélocimétrie laser Doppler. Il est constitué de trois parties largement indépendantes. La première partie décrit le montage et permet de comprendre le principe de la mesure. La deuxième partie traite d'une application à un écoulement de Poiseuille. La troisième partie traite d'une application aux ondes acoustiques avec une partie d'électrocinétique sur un générateur d'onde. Bien que le sujet soit long, il permet d'aborder des thèmes variés comme l'optique géométrique, la physique ondulatoire, la mécanique des fluides, l'acoustique et l'électrocinétique. Plusieurs questions permettent d'entrer dans le sujet et d'autres permettent au candidat de montrer un bon apprentissage du cours.

2.7.2 Commentaires généraux

Le jury déplore de nouveau la mauvaise maîtrise de l'orthographe et le défaut de présentation de nombreuses copies. Le sujet demandait la production de plusieurs schémas et graphiques, et il est important que ces productions soient propres et lisibles. De même, plusieurs questions nécessitaient la réalisation de longs calculs qui étaient souvent remplis de ratures, y compris sur les résultats finaux.

Plusieurs candidats traitent les questions sans répondre explicitement à la question posée, voire en répondant, de manière correcte, à tout autre chose. Il est important de répondre précisément à la question abordée.

Dans le même ordre d'idées, plusieurs candidats répondent aux questions, parfois de manière correcte, sans aucune justification ou explication, alors que certains résultats demandent des calculs parfois complexes. Il est bien évident qu'une réponse sans aucune justification ne peut pas être considérée comme une réponse acceptable.

Le jury rappelle que les résultats des applications numériques doivent être donnés sous forme décimale. Les résultats fournis sous forme de fraction, de racine ou de puissance, hormis les puissances entières de 10, sont considérés comme non aboutis.