

2.2.E - PHYSIQUE II - Filière PC

I) REMARQUES GENERALES

Sur le thème des dispositifs magnétiques, le problème comportait trois parties indépendantes qui pouvaient être abordées selon le choix du candidat. Elles l'ont souvent été dans l'ordre de l'énoncé.

Cette épreuve de physique (d'un concours qui en compte deux) ne faisait appel qu'aux connaissances acquises en première année : en magnétostatique, en électrostatique, en électrocinétique et sur le mouvement des particules chargées dans les champs électromagnétiques. Elle s'est révélée assez discriminante envers certains candidats ayant manifestement choisi de faire des impasses lors de leurs révisions.

La longueur du sujet était bien adaptée et de nombreuses copies abordent l'ensemble du problème. Comme les années précédentes, rappelons l'importance de vérifier l'homogénéité et la cohérence littérale ou numérique des résultats proposés. Rappelons aussi que le jury apporte une grande importance dans son barème à l'exécution des applications numériques accompagnées de leur unité.

II) REMARQUES PARTICULIERES

Création de champs magnétiques ayant des propriétés particulières

Q1- On ne doit pas supposer \vec{B} nul à l'extérieur du solénoïde infini en précisant qu'il suffit de se placer à l'infini. Rappelons qu'un tel argument est invalidé par l'exemple de la nappe infinie de courant surfacique. Par ailleurs, l'utilisation des plans d'antisymétrie des courants contenant l'axe du solénoïde est insuffisante pour justifier la direction axiale du champ magnétique en tout point intérieur au solénoïde. Il est nécessaire de faire appel au plan de symétrie des courants perpendiculaire à l'axe.

Q2- Elle pouvait être traitée dans une démarche commune avec la question 1.

Q3- Curieusement dans beaucoup de copies, une fonction $B(u)/B(0)$ ne vaut pas 1 lorsque $u = 0$! L'énoncé appelait un commentaire pour $u \approx 0$: constater l'égalité des deux fonctions en $u = 0$ n'apportait pas grand enseignement, il fallait parler de la quasi uniformité du champ magnétique créé par les bobines d'Helmholtz.

Q4- Le développement donné par l'énoncé visait à limiter les calculs. Il a peut être conduit à rebours certains candidats au résultat de la question 3.

Q6- Le résultat étant donné, cette question a été bien traitée mais certains confondent l'invariance qui permet de préciser la dépendance du champ et la symétrie qui en donne la direction.

Q7- Il s'agissait sans conteste de la question la plus difficile de l'épreuve.

Q8- Cette simple application numérique sur le champ magnétique du solénoïde a été évitée par certains. Il s'agissait pourtant de points facilement acquis. La longueur conséquente de fil obtenue est bien sûr due à l'importance du champ magnétique requis et à la taille importante du détecteur de particules.

Q10- Il y a eu des confusions entre la puissance et la puissance volumique dissipée par effet Joule. De plus, dans les deux cas, la longueur et la section à considérer sont celles du fil et non du solénoïde ! Beaucoup de ceux qui ont effectué les applications numériques ont pensé à l'utilisation de matériaux supraconducteurs pour limiter la dissipation.

Q11- On note des inversions de signe dues à une mauvaise prise en compte de l'orientation des bobines.

Q12- Généralement bien traitée (au signe près, cf. infra) grâce au développement limité donné par l'énoncé, l'identification du facteur a oublie parfois un R apparu lors du changement de variable.

Q13- Le champ pour $u \approx 0$ étant linéaire, l'expression de la variation relative faisait intervenir u^4 et non u^5 .

L'expérience de Stern et Gerlach

Q15- Pour calculer la température T , il fallait en connaître la définition cinétique. La nature monoatomique du gaz parfait considéré n'était pas nécessaire ici.

Q16- L'énergie potentielle était précisée par l'énoncé et le lien de "dérivation" entre force et énergie potentielle rappelé. Il s'agissait donc d'établir la trajectoire parabolique d'un point de matériel soumis à un champ de force uniforme. Cette question a souvent été traitée correctement bien qu'elle ait suffi à désarçonner certains candidats sans doute désappointés par tant de simplicité.

Q17- Beaucoup considèrent que le champ magnétique règne sur toute la trajectoire. Il fallait distinguer les parties parabolique et rectiligne de la trajectoire.

Q18- Plus que l'existence de deux valeurs opposées de M_z (et non de B !), la conclusion de cette expérience est la quantification de M_z . La trace sur l'écran ne comporte que deux taches et n'est donc pas continue. Beaucoup ont fait avec raison allusion au spin.

Identification de particules dans une chambre à projection temporelle

Q20- On trouve trop d'erreur dans la simple écriture de la vitesse limite v_{\lim} à partir de l'équation du mouvement selon z . Le lien entre champ E et différence de potentiel U est souvent bien écrit.

Q21- Un ordre de grandeur aberrant pour v_{\lim} aurait dû pousser certains à vérifier les quelques calculs menés à la question 20.

Q22- Il est préférable, voire nécessaire, de calculer la constante d'intégration, a priori complexe, grâce aux conditions initiales sur la grandeur u avant d'en identifier les parties réelle et imaginaire.

Q23- L'amortissement du mouvement transversal et la convergence du mouvement longitudinal conduisent en une durée négligeable devant le temps de parcours total à un mouvement rectiligne uniforme selon z à vitesse v_{\lim} .

Q24- L'expression de l'énergie potentielle acquise par l'électron de charge $-e$ sous la différence de potentiel U' est peu connue.

Q25- L'utilisation du théorème de Gauss doit être précédée d'une étude des invariances et des symétries. Deux plans, contenant l'axe et perpendiculaire à l'axe, sont nécessaires pour justifier la direction radiale de \vec{E} .

Q26- Nul besoin de revenir au champ électrique. Le théorème de superposition doit être appliqué au potentiel électrique. Le potentiel nul à équidistance permet de lever la constante. La définition de la capacité d'un condensateur comme constante de proportionnalité entre la charge et la différence de potentiel entre ses armatures est vue en électrocinétique. Il faut donc bien considérer la différence de potentiel entre les fils et non un potentiel pour accéder à l'expression donnée par l'énoncé sans facteur 2 rémanent.

Q27- Pour calculer q_1 , il fallait revenir à l'explication de l'énoncé et ajouter 10^5 électrons à la charge de l'armature. L'équation différentielle demandée porte sur U_R , non sur U_C .

Q28- Le temps caractéristique $\tau = RC$ du circuit $R - C$ est parfois mal identifié. La nécessité de provoquer une avalanche est expliquée dans le texte de l'énoncé pour qui sait le lire.