TOP B31 2015

Exercice 1 : Etude électrostatique de deux sphères conductrices – Potentiel disruptif

Soient deux sphères conductrices concentriques, placées dans le vide : la première S est pleine, de rayon R = 20cm ; la seconde S', infiniment mince, a pour rayon R' = 30cm.

1) Elles sont portées au même potentiel V'.
   a) Donner l'expression des charges qu'elles portent en fonction de R, R' et V'. On envisagera clairement les 3 faces : la face externe de S (charge Q), les faces interne et externe de S' (Q'_1 et Q'_2)
   b) Application numérique : déterminer Q'_2 sachant que V' = 90 000V
2) S' est maintenue au potentiel V', S est porté à un potentiel V ≠ V'.
   a) Donner les expressions littérales des charges portées par les trois faces des deux sphères en fonction de R, R', V et V'.
   b) Application numérique : V = 150 000V
3) Les potentiels étant toujours V et V', on considère un point M de la cavité comprise entre les deux sphères à la distance r de O.
   a) Donner l'expression du champ E(r) en M.
   b) Donner l'expression du potentiel disruptif V_0 à ne pas dépasser, sachant qu'il peut jaillir une étincelle entre les deux sphères si l'intensité du champ E(r) en un point quelconque à l'intérieur de la cavité dépasse une valeur donnée $E_0 = E(R)$.
   c) Calculer V_0 sachant que E_0 est égal à l'intensité du champ qui règne entre les armatures d'un condensateur plan d'épaisseur e = 1cm, dont l'isolant est le vide, quand on établit entre ses armatures une différence de potentiel de 30 000V
4) S' étant relié au sol, on porte S au potentiel V, puis on l'isole ; on réalise ensuite le cycle d'opérations suivantes dans l'ordre indiqué
   - α) On isole S'
   - β) On relie S au sol
   - χ) On isole S
   - δ) On relie S' au sol

a) Donner l'expression littérale en fonction de R, R' et V :

   - Du potentiel $V_1^{'}$ de S' après l'opération β.
   - Du potentiel V_1 de S à la fin du cycle.

b) On effectue n fois le cycle d'opérations. Donner l'expression littérale du potentiel V_n de S à la fin du $n^{ième}$ cycle.

5) S' est en réalité constituée de deux hémisphères $H_1^{'}$ et $H_2^{'}$. S est portée au potentiel V et y est maintenue pendant toute l'opération. S' est portée au potentiel V', puis isolée ; on sépare alors les deux hémisphères et on les éloigne très loin de S où on les réunit à nouveau pour reconstituer S'. Calculer le potentiel $V_1^{'}$ et la charge $Q_1^{''}$ de S' à la fin de l'opération ainsi que la charge Q_1 de S sachant que :

$$V = 150\,000V \qquad \text{et} \qquad V' = 90\,000V$$

Exercice 2

Les bobines de Helmholtz sont deux bobines plates, circulaires, identiques, parallèles et de même axe, parcourues dans le même sens par le même courant I. Si elles sont placées à une distance dite « distance de Helmholtz », on peut obtenir un champ constant dans une région assez importante que nous allons préciser.

1) Tracer la courbe représentant le champ magnétique créé en un point M de l'axe d'une bobine plate circulaire de centre O, parcourue par un courant I, et montrer qu'elle présente un point d'inflexion pour une distance x = OM que l'on exprimera en fonction du rayon R de ma bobine.
2) Trouver à quelle distance de O on doit placer le centre O' de la seconde bobine pour obtenir un champ constant à l'ordre 4.
3) Tracer l'allure du champ sur l'axe entre les deux bobines.