

1. $E=0$ all'interno dei conduttori, per cui $E(r) = 0$ per $r < R1$ e per $R2 < r < R3$

Nell'intercapedine, il campo e' radiale ($L \gg Ri$); per il teorema di Gauss:

$$2\pi\epsilon_0 L r E = +Q \Rightarrow E(r) = Q/4\pi\epsilon_0 L r \quad \text{per } R1 < r < R2$$

E' un condensatore cilindrico, in induzione completa; quindi sulla parete interna del cilindro cavo $Q2 = -Q$ e, per differenza, $Q3 = -Q$ su quella esterna ($Q2 + Q3 = -2Q$).

Ancora per il teorema di Gauss

$$2\pi\epsilon_0 L r E = -Q \Rightarrow E(r) = -Q/4\pi\epsilon_0 L r \quad \text{per } r > R3 \quad (Q_{tot} = Q - 2Q = -Q).$$

Le densita' di carica sono $\sigma_i = Q/4\pi L r_i$ ed appare a vista che, su ogni superficie, $E_i = \sigma_i/\epsilon_0$ in modulo, come prescrive il teorema di Coulomb. Inoltre il campo e' uscente dalla superficie 1, ed entrante ($-\mathbf{u}_r$) sia sulla superficie 2 che 3. Quindi $\mathbf{E}_i = \sigma_i/\epsilon_0 \mathbf{u}_r$

2.

a)

$$\Phi(B) = b (\mu_0/2\pi) \ln(1+a/d) i_0 e^{-t/\tau}$$

$$i'(t) = \Phi(B)/R\tau, \text{ in verso orario}$$

b)

$$F = i' b (\mu_0/2\pi) i_0 e^{-t/\tau} [-1/d + 1/(d+a)] = \\ = -(1/R\tau) [ab^2/d(d+a)] \ln(1+a/d) (\mu_0 i_0/2\pi)^2 e^{-2t/\tau}$$

Lo spostamento e' di attrazione verso il filo rettilineo.

c)

La forza e' max per $t=0$; occorre $F_{max} > \mu_s mg$

$$\tau < (1/R\mu_s mg) [ab^2/d(d+a)] \ln(1+a/d) (\mu_0 i_0/2\pi)^2 \approx 2.7 \mu s$$

3.

$$a) V(r') = q/(4\pi\epsilon_0 r'); \quad \mathbf{A}'(r') = 0$$

$$\Rightarrow b) \quad \mathbf{A}'_\mu = (V'/c, 0, 0, 0)$$

$$c) A_\mu = L_\mu^\nu A'_\nu \Rightarrow A_0 = \gamma(A'_0 - \beta A'_1) \text{ e} \\ A_1 = \gamma(A'_1 - \beta A'_0); \quad A_2 = A_3 = 0$$

$$\text{Ma } A'_1 = 0 \text{ e quindi } V(r) = \gamma V' = \gamma q/(4\pi\epsilon_0) [y^2 + z^2 + \gamma^2(x-vt)^2]^{-1/2};$$

$$A_1(r) = -\gamma v V'/c^2; \quad \mathbf{A} = A_1 \mathbf{u}_x.$$

$$\Rightarrow \mathbf{A}'_\mu = (\gamma V'/c, -\gamma v V'/c^2, 0, 0)$$

$$d) \mathbf{E}(r) = -\nabla V(r) - (\partial/\partial t) \mathbf{A} = -\gamma \nabla V'(r) + \gamma v/c^2 (\partial/\partial t) V' \mathbf{u}_x$$

$$\mathbf{B}(r) = \nabla \times \mathbf{A}; \quad B_x = 0; \quad B_y = (d/dz) A_x; \quad B_z = -(d/dy) A_x \text{ e' un vettore sul piano } y-z$$