

## Esercizio 5

Un solenoide cilindrico considerabile ideale con raggio  $r = 10$  cm, numero di spire  $N = 1.0 \cdot 10^3$  e lunghezza  $L = 1.0$  m è centrato nell'origine ed ha come asse l'asse  $z$ . Il solenoide ha resistenza  $R = 2.9 \cdot 10^6 \Omega$  e massa  $M = 53$  kg.

1. Viene fatta passare nel solenoide una corrente  $I_0 = 1,0 \cdot 10^{-2}$  A. Un protone è posto nell'origine e ha velocità  $\vec{v} = (v_0, 0, 2v_0)$ . Qual è il valore massimo di  $v_0$  affinché il protone non colpisca la superficie laterale del solenoide?

Viene rimosso il protone e, a partire dall'istante  $t = 0$ , viene fatta passare nel solenoide una corrente  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau} \cos(2\pi t/\tau)$  con  $\tau = 1.5$  s.

2. Qual è il flusso del campo magnetico  $\Phi_{\text{spira}}(t)$  attraverso una singola spira del solenoide (ossia una circonferenza di raggio  $r$ ) nell'istante  $t$ ? Qual è il flusso del campo magnetico attraverso tutto il solenoide  $\Phi_{\text{sol}}(t)$ ?
3. Quanta corrente  $\Delta I_{\text{ind}}$  viene indotta nel solenoide da tale flusso nell'istante  $t = 0$ ?
4. Data la precisione dei dati,  $\Delta I_{\text{ind}}$  è trascurabile rispetto a  $I(t = 0)$ ?
5. Quanta carica  $Q$  attraversa una spira circolare di raggio  $r/2$  e resistenza  $R' = 10 \Omega$  centrata nell'origine e giacente sul piano  $xy$  nell'intervallo tra  $t = 0$  e  $t = \tau$ ?

Costanti utili:

- $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2\text{m}^{-2}\text{N}^{-1}$
- $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
- $e = 1.60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- $m_p = m_n = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$