

Traccia dell'elaborato di matematica e fisica per l'Esame di Stato 2019/2020

CANDIDATO: [REDACTED]

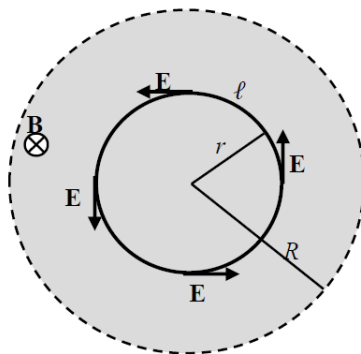
CLASSE: 5°

RISONANZA MAGNETICA: IL RISCHIO LEGATO ALL'INDUZIONE
ELETTROMAGNETICA

Nel presente lavoro si propone al candidato di valutare il rischio legato all'induzione elettromagnetica per un paziente che si sottopone ad un esame di risonanza magnetica.

Si assuma che il soggetto, prima di iniziare l'esame, si tolga tutti gli oggetti metallici eccetto un anello a forma di cerchio di diametro di 2,0 cm. Pertanto, si sottopone all'esame indossandolo.

In *Figura 1* viene mostrata la regione piana circolare di raggio R , pari a 2 m, esposta al campo magnetico $B(t)$ generato dalla macchina di risonanza magnetica. Si può osservare che le linee di campo sono perpendicolari al piano del foglio e in esso entranti. Al di fuori della regione di raggio R si supponga che il campo sia trascurabile. L'anello del paziente si può rappresentare con una spira circolare ℓ conduttrice di raggio r , concentrica e complanare alla regione di raggio R .

*Figura 1.*

Supponendo che il campo magnetico di esercizio sia uniforme ma di intensità variabile nel tempo, descrivere il rischio che corre il paziente analizzando lo scenario illustrato.

Di seguito si riportano gli obiettivi specifici dell'elaborato:

1. Illustrare il fenomeno che si dovrebbe verificare considerando il paziente sdraiato nella macchina con l'anello attraversato perpendicolarmente dal campo magnetico prodotto dall'apparato di risonanza magnetica (come schematizzato in *Figura 1*).
2. Supponendo che l'intensità del campo magnetico di esercizio passi da 0 a 1,3 T in 0,3 s e che la resistenza dell'anello sia 0,0024 Ω , calcolare la corrente media indotta nell'anello e la potenza dissipata per effetto Joule.
3. Si mostri, utilizzando l'equazione di Maxwell relativa alla circuitazione del campo elettrico, che il

modulo E_I del campo elettrico indotto è espresso dalla seguente funzione di r :

$$E_I(r) = \begin{cases} \frac{1}{2} r \frac{dB(t)}{dt}, & \text{per } 0 \leq r \leq R \\ \frac{1}{2} \frac{R^2}{r} \frac{dB(t)}{dt}, & \text{per } r > R \end{cases}$$

4. Assumendo che il modulo del campo magnetico sia variabile secondo la legge $B(t) = \alpha t + \beta$, dove t è espresso in secondi, $\alpha = 2 \text{ Ts}^{-1}$ e $\beta = 1 \text{ T}$, si tracci il grafico della funzione $E_I(r)$, individuandone il massimo. Fornire un'interpretazione di quest'ultimo risultato.