



# UNIVERSITÀ DI PADOVA

## ESAME DI BIOELETTROMAGNETISMO

Prova scritta – **Completa**

Cognome	Nome	Numero Matricola	Numero posto

### Esercizio 1

a) In un volume  $V$  dello spazio, delimitato da una superficie chiusa  $S_V$  tempo invariante ed orientata da un vettore unitario normale a  $S_V$  in ogni punto ed uscente da  $V$ , la densità volumetrica di carica libera  $\rho_l$  è crescente nel tempo. Allora, detta  $\vec{j}(\vec{r}, t)$  la densità di corrente elettrica nel volume  $V$ , ne segue che:

☐

$$\nabla \cdot \vec{j}(\vec{r}, t) > 0$$

☐

$$\nabla \cdot \vec{j}(\vec{r}, t) = 0$$

☐

$$\nabla \cdot \vec{j}(\vec{r}, t) < 0$$

b) È data una superficie  $S$  di discontinuità fra due mezzi dielettrici, lineari ed omogenei, con permittività dielettriche relative  $\epsilon_{r1}=16$  ed  $\epsilon_{r2}=1$ . La superficie è orientata dal mezzo 1 al mezzo 2 da un versore  $\hat{n}$  ortogonale alla superficie stessa in ogni punto. In un punto  $\mathbf{p}$  della superficie vale la condizione  $\vec{E}_1 \cdot \hat{n} = \vec{E}_2 \cdot \hat{n} = +1 \text{ V m}^{-1}$ . Detta  $\rho_s(\mathbf{p})$  la densità superficiale di carica nel punto  $\mathbf{p}$  allora:

☐

$$\rho_s(\mathbf{p}) > 0$$

☐

$$\rho_s(\mathbf{p}) = 0$$

☐

$$\rho_s(\mathbf{p}) < 0$$

c) Sia data un volume  $V$  dello spazio, delimitato da una superficie chiusa  $S_V$  tempo invariante ed orientata da un versore  $\hat{n}$  uscente. La regione è sede di mezzo lineare, omogeneo, non dispersivo e non dissipativo e non vi sono correnti impresse. Detto  $\vec{P}$  il vettore di Poynting complesso, quale delle seguenti relazioni è vera:

☐

$$\oint_{S_V} \text{Re}\{\vec{P}\} \cdot \hat{n} ds > 0$$

☐

$$\oint_{S_V} \text{Re}\{\vec{P}\} \cdot \hat{n} ds = 0$$

☐

$$\oint_{S_V} \text{Re}\{\vec{P}\} \cdot \hat{n} ds < 0$$

d) Un' antenna filiforme a mezz'onda irradia:

☐

in tutte le direzioni  
in egual maniera

☐

allo stesso modo sul  
piano ortogonale alla stessa

☐

principalmente lungo  
il suo asse

**Giustificare le risposte**

Cognome	Nome	Numero Matricola	Numero posto

## Esercizio 2

Con frasi e formule appropriate descrivere la proprietà della polarizzazione delle onde elettromagnetiche monocromatiche.

Cognome	Nome	Numero Matricola	Numero posto

### Esercizio 3

a) In elettrofisiologia, il modello a conduttanze parallele descrive:

☐

le proprietà dielettriche  
della membrana cellulare

☐

la propagazione di uno  
stimolo lungo l'assone

☐

la costituzione del potenziale  
di trans-membrana

b) Il “potenziale di azione” (PA) è:

☐

lo stimolo elettrico generato  
da un pacemaker

☐

una variazione temporale del  
potenziale di trans-membrana

☐

il potenziale di Nernst  
della singola specie ionica

c) Le radiazioni non-ionizzanti (NIR) producono nei tessuti biologici:

☐

solo effetti termici

☐

circolazione di correnti e/o  
effetti termici

☐

accertati effetti non-  
termici

d) Il metodo alle differenze finite nel dominio del tempo (FDTD) è:

☐

una tecnica numerica che risolve  
le equazioni di Maxwell

☐

una tecnica numerica per  
la valutazione del SAR

☐

una tecnica numerica che  
risolve le equazioni H-H

**Giustificare le risposte**

Cognome	Nome	Numero Matricola	Numero posto

#### **Esercizio 4**

Definire il tasso di assorbimento specifico (SAR) “locale” e di “corpo intero” relazionandolo all’equazione del bio-calore.

Cognome	Nome	Numero Matricola	Numero posto

## Esercizio 5

- a) Nel software commerciale CST, come si imposta il “criterio di stop” del metodo FDTD implementato dal solutore elettromagnetico.

Siccome il metodo è iterativo e parte da una conoscenza dei campi in un certo istante, il criterio di stop è quando il programma si deve arrestare quando capisce che l'energia all'interno della scatola numerica è pari a zero.

- b) Descrivere i passaggi necessari nell'utilizzo del software di simulazione CST per arrivare alla stima numerica dell'innalzamento di temperatura in un tessuto biologico.