

بسمه تعالی

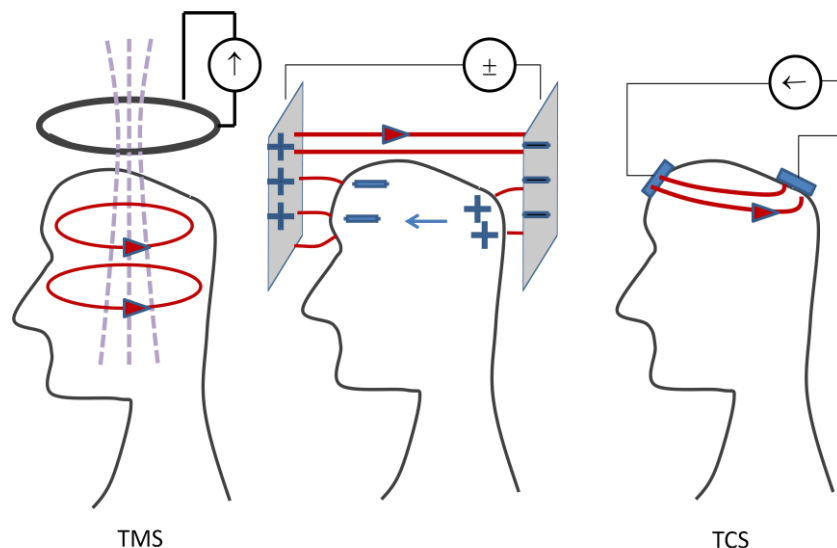
دانشکده مهندسی پزشکی	فصل ۴ : نفوذ و حفاظت	تمرین فکر شماره ۵
مدرس: دکتر مهرداد ساویز	+ حرارت و نرخ جذب بدن	درس بیوالکترومغناطیس

با سلام، در حل مسائل هر جا لازم بود می توانیم از اعداد نوعی مناسب بهره بگیریم. موفق باشید.

۱- در یک اجاق مایکروویو یک لیوان شیر حدوداً در یک دقیقه و نیم، از دمای ۴ درجه سانتی گراد به دمای ۷۰ درجه می‌رسد. با فرض ناچیز بودن تبادل دمایی شیر و هوا و محیط (که یک تقریب است)، SAR متوسط در این لیوان شیر چقدر بوده است؟ (چگالی و ظرفیت حرارتی ویژه شیر را نزدیک به آب فرض کنیم. یک لیوان معمولاً یک چهارم لیتر معادل ۲۵۰ سی سی / سانتی متر مکعب گنجایش دارد.) و اجاق مایکروویو چند وات توان به غذا تحویل داده است؟

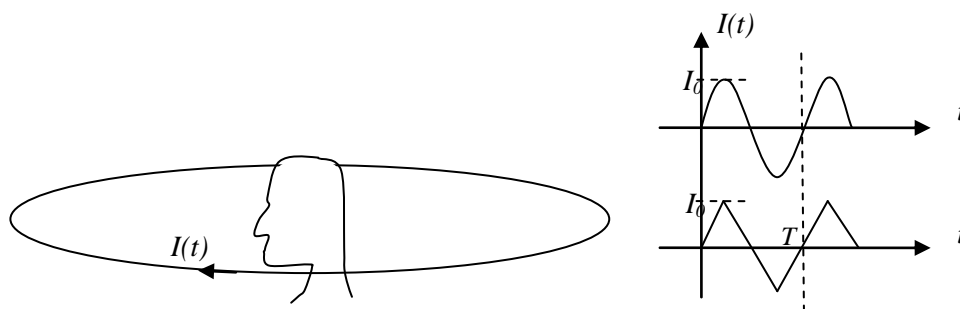
۲- برای تحریک فراجمجمه‌ای سه سناریو امکان پذیر است. با در نظر گرفتن اعداد مناسبی برای خواص الکتریکی بافت‌ها و ابعاد و فاصله‌ها، تابع تبدیل فرکانسی میدان الکتریکی القا شده در نقطه‌ای از سر نسبت به منابع جریان یا ولتاژ با دامنه ثابت را به صورت تابع ساده‌ای از فرکانس (چندجمله‌ای حداکثر تا درجه ۱) تخمین بزنید. هدف به دست آوردن کلیت رفتار است و لازم نیست دنبال اعداد دقیق باشیم. لذا استفاده از مدل‌های ساده درس و روش‌های سرانگشتی مطلوب است. همچنین در سناریوی TCS فرض می‌کنیم امکان تبادل بار بین الکتروود و محیط زیستی به واسطه طراحی ویژه الکتروود برقرار باشد. با کدام شیوه می‌توان یک میدان DC را در نقطه‌ای از بدن اعمال نمود؟

آیا با یک سیم پیچ و جریان متغیر با زمان، ساده تر از یک خازن می‌توان میدان الکتریکی را در اعماق بدن ایجاد نمود؟



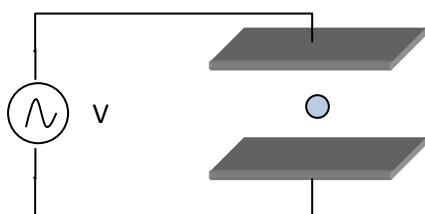
۳- در تحریک مغناطیسی مغز، فرض می‌کنیم سر در مرکز یک سیم پیچ بسیار بزرگ قرار گرفته است (میدان مغناطیسی را در ناحیه سر یکنواخت فرض می‌کنیم و برای سر نیز یک مدل کروی تصور می‌کنیم).

تغییرات زمانی جریان جاری در سیم پیچ در دو حالت داده شده است. برای هر یک از دو حالت تغییرات زمانی جریان القا شده در بیرونی ترین ناحیه سر را رسم نمایید. اگر آستانه تحریک در بافت عصبی معادل با جریان داخل بافتی $J=1 A/m^2$ باشد، کدام یک از دو شکل موج ممکن است با I_0 کمتری منجر به تحریک شود؟ مقدار این I_0 را با فرض $T_0 = 0.5 ms$ محاسبه نمایید.



ممکن است این اعداد به کار آیند: شعاع سر را می توان $7/5 cm$ و رسانایی تقریبی برای بافت سر را می توان $0.1 S/m$ فرض نمود. شعاع حلقه یک متر است و $(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} H/m)$

۴- یک دانشجوی بیوفیزیک به ما مراجعه کرده و خواستار اعمال میدان الکتریکی سینوسی با فرکانسی معادل $500 kHz$ به یک نمونه حاوی محلول زیستی به مدت ۱ ساعت است. همچنین او می خواهد میدان درون نمونه در همه جای نمونه تا حد ممکن یکسان و برابر ۱ ولت بر متر باشد و دمای نمونه در محدوده دمای اتاق ($25 \pm 1^\circ C$) که همان دمای اولیه نمونه است باقی بماند. نمونه را در یک ظرف کروی می ریزیم (چرا کروی؟) و با قرار دادن آن بین صفحات یک خازن می کوشیم شرایط مطلوب را برآورده کنیم.



الف. ولتاژ منبع بایستی چقدر باشد تا میدان درون نمونه به اندازه مورد نظر برسد؟

ب. سقف (=یک حد بالا برای) افزایش دمای نمونه چقدر است؟ آیا لازم است تدابیر ویژه ای برای خنک سازی نمونه به کار بگیریم یا نه؟

(این اعداد و فرض ها ممکن است به کار آیند: فاصله صفحات خازن ۱۰ سانتی متر است و حجم نمونه ۲ سی سی و نسبت به حجم فضای بین دو جوشن خازن اندک است. جداره لوله آزمایش از جنس پلاستیک با خواصی نزدیک به

هوا است. چگالی اکثر محلول های زیستی نزدیک به آب و حدوداً برابر 1000 Kg/m^3 است و ظرفیت حرارتی ویژه آن ها هم نزدیک به آب است و حدوداً برابر با $c = 4200 \text{ J/kg.k}$ است. رسانایی یونی نوعی برای محلول های زیستی حدوداً برابر $\sigma_i = 1 \text{ S/m}$ است و در این فرکانس ضریب گذردهی نسبی آب خالص دارای بخش حقیقی معادل $\epsilon'_r = 80$ است. ثابت گذردهی خلأ هم عبارت است از $\epsilon_0 \cong 8.85 \times 10^{-12}$

۵- این عبارت را نقد کنید (بحث - در چه شرایطی درست و در چه شرایطی ممکن است نادرست باشد؟)

«اعماق درونی بدن انسان در فرکانس های بسیار بالا و فرکانس های بسیار پایین در برابر نفوذ امواج الکترومغناطیسی محافظت شده است.»