

## Seminarium 2 – zagadnienia

### I. Elektryczne własności układów biologicznych

1. Prąd elektryczny – pole i potencjał elektryczny, napięcie, natężenie i moc prądu, prąd stały i zmienny, pole elektryczne naładowanego przewodnika, efekt ostrza

#### Problem 2.1

Pacjent znajduje się w pobliżu kabla zasilającego. Pojemność elektryczna  $C$  w miejscu, w którym stoi pacjent wynosi  $3 \text{ pF}$  a sam pacjent jest uziemiony poprzez podeszwę butów (opór elektryczny  $10 \text{ k}\Omega$ ). Proszę oszacować wartość potencjału elektrycznego na powierzchni ciała pacjenta.

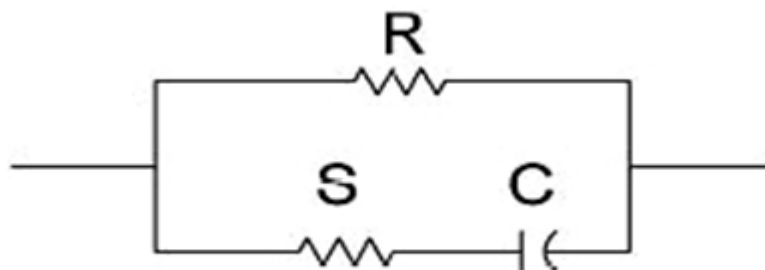
#### Problem 2.2

Proszę wyjaśnić działanie skalpela elektrycznego.

2. Opór elektryczny, prawo Ohma, opornik i kondensator, obwody szeregowe i równoległe, przewodniki pierwszego i drugiego rodzaju, przepływ prądu przez obwody elektryczne, elektrody

#### Problem 2.3

Proszę obliczyć opór elektryczny dla układu przedstawionego na rysunku.



3. Przepływ prądu elektrycznego przez organizm
  - a. Organizm jako układ elektryczny (opór elektryczny, opór właściwy, impedancja, elektryczny model tkanki)

#### **Problem 2.4**

Pomiędzy palce wskazujące dwóch rąk przyłożono napięcie stałe  $U_1 = 50 \text{ V}$ , wywołując przepływ prądu o natężeniu  $I_1 = 1 \text{ mA}$ . Oblicz opór całkowity tkanek na drodze przepływu prądu. Po zmniejszeniu napięcia do wartości  $U_2 = 30 \text{ V}$  natężenie prądu zmalało 2-krotnie. Oblicz wartość oporu i wyjaśnij, czy mogą one wystąpić dla rzeczywistych pomiarów.

- b. Wyznaczania zawartości tkanki tłuszczowej – pomiary bioimpedancyjne (BIA)
- c. Terapeutyczne wykorzystanie przepływu prądu przez organizm

#### **Problem 2.5**

Proszę wyjaśnić zasadę ablacji prądami o częstotliwości radiowej (RFA) i metody nanoknife.

- d. Zasada działania defibrylatora medycznego

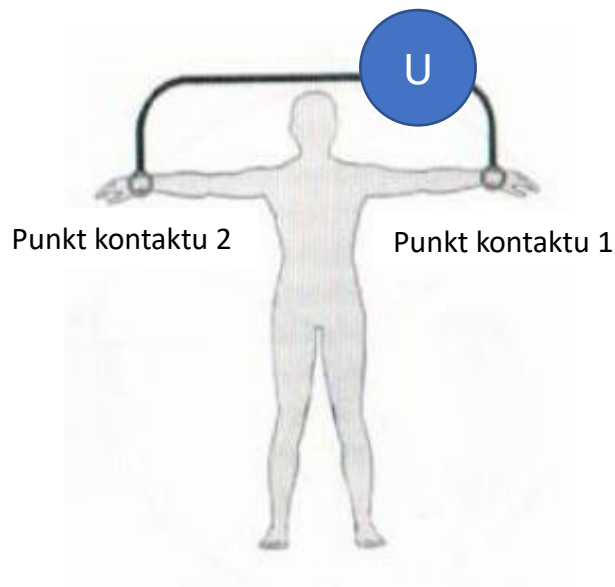
#### **Problem 2.6**

Oszacuj wartość napięcia elektrycznego, do którego należy naładować defibrylator o pojemności elektrycznej  $30 \mu\text{F}$ , przy założeniu, że energia wyładowania defibrylatora wynosi  $300 \text{ J}$ .

- e. Porażenie prądem elektrycznym z instalacji oraz piorunem

### Problem 2.6

Schemat przedstawia człowieka rażonego prądem stałym o napięciu  $U = 240 \text{ V}$ . Proszę policzyć tempo przekazywania energii elektrycznej skórze (czyli moc prądu) dla dwóch przypadków: suchej skóry o oporze  $R_s = 500 \text{ k}\Omega$  oraz mokrej skóry o oporze  $R_m = 2 \text{ k}\Omega$ . W obu przypadkach załóż, że opór wnętrza ciała wynosi  $R_w = 50 \Omega$ .



### Problem 2.7

Proszę wyjaśnić różnicę przy porażeniu prądem stałym i zmiennym.

### Problem 2.8

Proszę wyjaśnić rolę uziemienia urządzeń elektrycznych.

4. Źródła endogennych potencjałów elektrycznych w organizmie człowieka - elektrokardiografia

## II. Magnetyczne własności układów biologicznych

5. Indukcja magnetyczna, prawo indukcji elektromagnetycznej Faradaya, antena kołowa i dipolowa
6. Magnetyczne własności tkanek – porównanie wpływu zewnętrznego pola magnetycznego i elektrycznego, przenikalność elektryczna i magnetyczna tkanek

7. Promieniowanie elektromagnetyczne, współczynnik absorpcji swoistej (SAR)
8. Magnetoterapia

### III. Ultrasonografia

9. Ultradźwięki, generowanie, detekcja i oddziaływanie z tkankami
  - a. Budowa i zasada działania sondy USG
  - b. Absorpcja ultradźwięków w tkankach, impedancja akustyczna

#### Problem 2.9

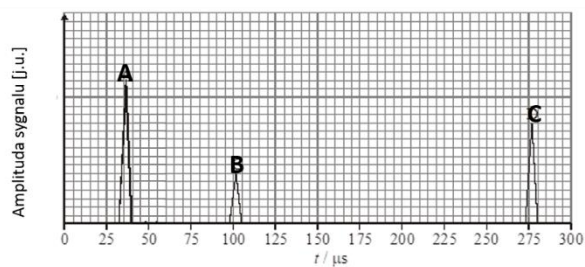
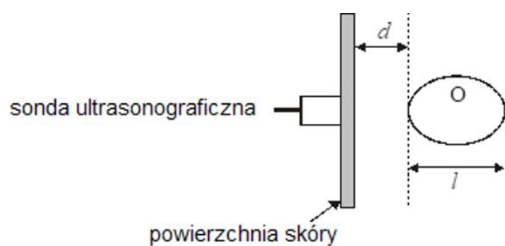
W tabeli podano wartości impedancji akustycznej dla powietrza i tkanki miękkiej. Proszę oszacować współczynnik odbicia pomiędzy powietrzem a tkanką miękką. Proszę wyjaśnić, dlaczego warstwa powietrza pomiędzy sondą ultrasonograficzną a skórą pacjenta uniemożliwia badanie z wykorzystaniem ultradźwięków.

Material	Impedancja akustyczna ( $\text{kg m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )
powietrze	430
tkanka miękka	$1.63 \times 10^6$

#### Problem 2.10

Na rysunku przedstawiono schemat badania ultrasonograficznego, a na wykresie - względne natężenie impulsu zarejestrowanego przez sondę w funkcji czasu  $t$  jaki upłynął pomiędzy wysłaniem a odebraniem przez sondę:

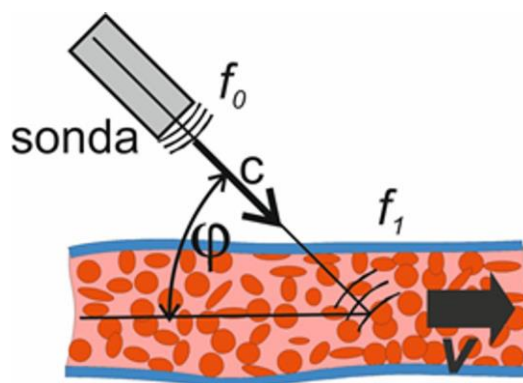
- a) Proszę wskazać na schemacie miejsca odbicia fali akustycznej oznaczone na wykresie A, B, C.
- b) Średnia szybkość fali akustycznej w tkance wynosi  $1.5 \times 10^3 \text{ ms}^{-1}$ . Korzystając z wykresu proszę oszacować głębokość  $d$  do narządu  $O$  oraz jego długość  $l$ .
- c) Proszę wyjaśnić w jaki sposób można uzyskać obraz w prezentacji B.



## 10. Zjawisko Dopplera, ultrasonografia dopplerowska

### Problem 2.11

Proszę obliczyć wartość przesunięcia dopplerowskiego przyjmując, że częstotliwość fali pierwotnej  $f_0 = 5 \text{ MHz}$ , szybkość krwinek  $v = 15 \text{ cm/s}$  i szybkość dźwięku  $c = 1540 \text{ m/s}$ .



## IV. Detektory cyfrowe

### Problem 2.12

Proszę omówić zasadę działania kamery CCD.

Literatura:

„Fizyka dla szkół wyższych”, S.J. Ling, J. Sannay, B. Moebis (red.) OpenStax, 2021, w szczególności rozdziały 5, 8, 8, 10 i 16 tomu 2:

<https://cnx.org/contents/FqtblkWY@7.41:pLGsuj0f@16/Przedmowa>