

Seminarium 4 – zagadnienia

I. Ultrasonografia

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

Problem 4.1

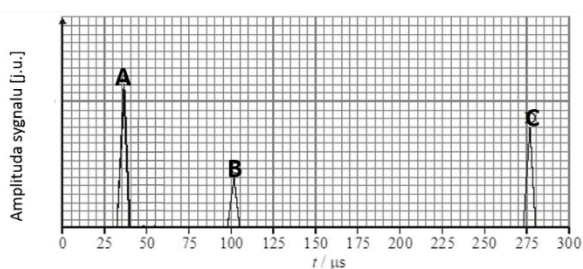
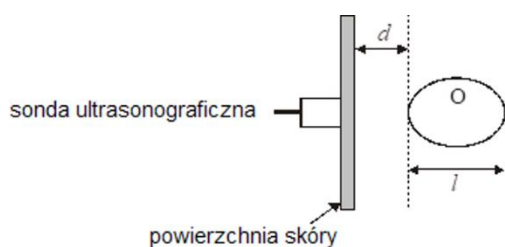
W tabeli podano wartości impedancji akustycznej dla powietrza i tkanki miękkiej. Proszę oszacować współczynnik odbicia pomiędzy powietrzem a tkanką miękką. Proszę wyjaśnić, dlaczego warstwa powietrza pomiędzy sondą ultrasonograficzną a skórą pacjenta uniemożliwia badanie z wykorzystaniem ultradźwięków.

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

Problem 4.2

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

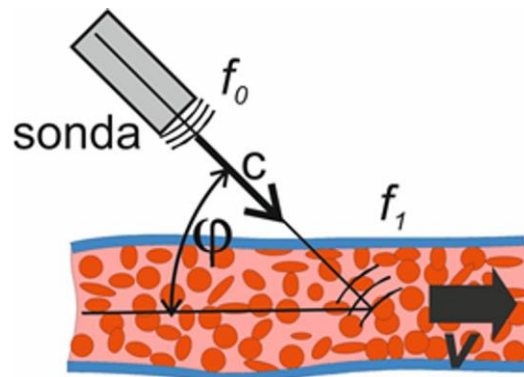
- a) Proszę wskazać na schemacie miejsca odbicia fali akustycznej oznaczone na wykresie A, B, C.
- b) Średnia szybkość fali akustycznej w tkance wynosi $1.5 \times 10^3 \text{ ms}^{-1}$. Korzystając z wykresu proszę oszacować głębokość d do narządu O oraz jego długość l .
- c) Proszę wyjaśnić w jaki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



2. Zjawisko Dopplera, ultrasonografia dopplerowska

Problem 4.3

Proszę obliczyć wartość przesunięcia dopplerowskiego przyjmując, że częstotliwość fali pierwotnej $f_0 = 5$ MHz, szybkość krwinek $v = 15$ cm/s i szybkość dźwięku $c = 1540$ m/s. Proszę podać 2 przykłady zastosowań diagnostycznych ultrasonografii dopplerowskiej.



II. Detektory cyfrowe

Problem 4.4

Proszę omówić zasadę działania kamery CCD.

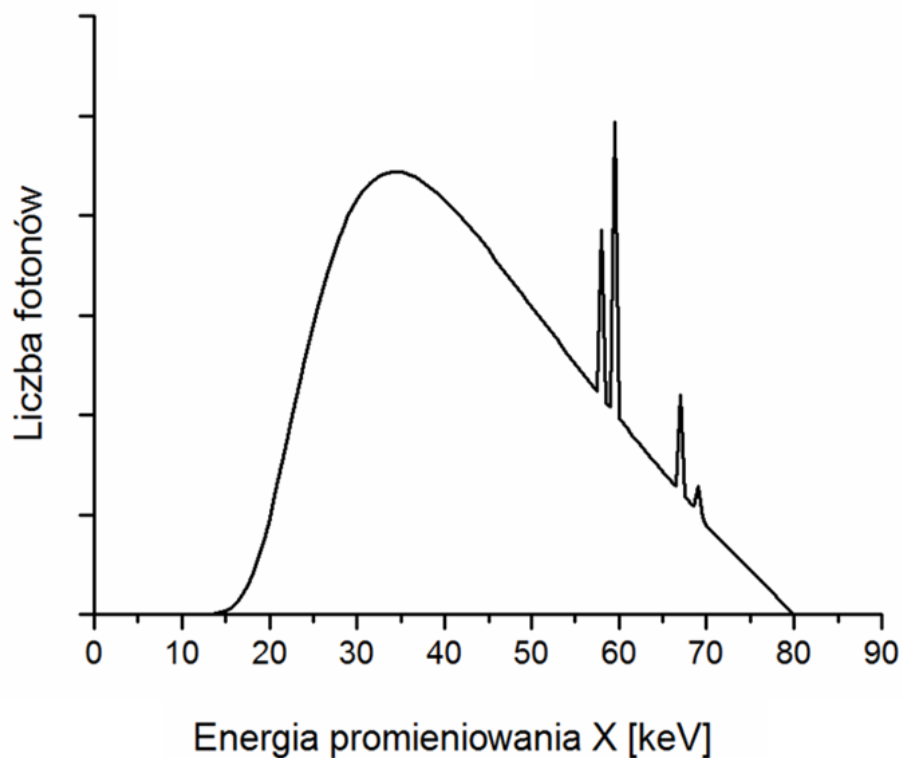
III. Rentgenografia

3. Budowa i zasada działania lampy rentgenowskiej jako źródła promieniowania X
 - a. Mechanizm powstawania promieniowania rentgenowskiego
 - b. Budowa i zasada działania lampy rentgenowskiej

Problem 4.5

Na rysunku przedstawiono widmo promieniowania X emitowanego przez lampę rentgenowską. Proszę:

- a. podać fizyczne efekty odpowiedzialne za powstawanie składowej ciągłej widma oraz 4 pików
- b. określić napięcie między katodą i anodą lampy
- c. wyjaśnić, dlaczego nie obserwujemy promieniowania dla zakresu $(0 - 15)$ keV
- d. określić skład pierwiastkowy materiału anody



Problem 4.6

Proszę omówić technikę densytometryczną DXA (DEXA - Dual Energy X-ray absorptiometry) oraz podać przykład zastosowania w diagnostyce medycznej.

IV. Tomografia komputerowa (CT)

4. Tomografia komputerowa, podstawowe informacje o budowie skanera, rekonstrukcji obrazu i metodzie prezentacji wyników

Problem 4.7

Proszę omówić budowę skanera i zasadę rekonstrukcji obrazów w tomografii komputerowej

Problem 4.8

Proszę opisać sposób prezentacji wyników w tomografii komputerowej

V. Obrazowanie metodą magnetycznego rezonansu jądrowego (MRJ)

5. Zjawisko rezonansu magnetycznego

- a. Efekt magnetycznego rezonansu jądrowego, częstotliwość rezonansowa, parametry stosowane do ilościowego opisu efektu
- b. Podstawy obrazowania metodą MRJ
- c. Specjalne metody diagnostyczne wykorzystujące efekt MRJ

Problem 4.9

Proszę omówić budowę skanera MRJ i różnicę w porównaniu ze skanerem CT.

Problem 4.10

Proszę omówić zasadę obrazowania metodą rezonansu magnetycznego oraz podać 2 przykłady niestandardowych metod diagnostycznych wykorzystujących obrazowanie MRJ.

VI. Układy optyczne i lasery

6. Układ optyczny ludzkiego oka
7. Własności światła laserowego i oddziaływanie promieniowania laserowego z układami biologicznymi

Problem 4.11

Proszę omówić budowę oka jako układu optycznego oraz opisać sposoby korekty wzroku z użyciem soczewek

Problem 4.12

Proszę omówić własności promieniowania laserowego i podać 2 przykłady wykorzystanie laserów w medycynie

VII. Organizm człowieka jako układ termodynamiczny

Problem 4.13

Proszę zastosować zasadę zachowania energii dla organizmu człowieka

VIII. Wybrane elementy elektrofizjologii

Problem 4.14

Proszę omówić różnicę między potencjałem Nernsta i potencjałem spoczynkowym. Dlaczego w ludzkich komórkach występują pompy Na/K a nie występują pompy Cl?

Problem 4.15

Proszę omówić równowagę Donnana na przykładzie erytrocytu.

Literatura:

- Biofizyka. F. Jaroszyk (red.), Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa, 2015.
- Fizyka dla szkół wyższych, S.J. Ling, J. Sannay, B. Moebs (red.) OpenStax, 2021 (rozdziały 8.5 i 10 tomu III): <https://cnx.org/contents/u2KTPvIK@4.3:ijy5p9VE@4/8-5-Widma-atomowe-i-promieniowanie-rentgenowskie>