

PTU – ĆWICZENIE 4

KOMENTARZE

1. Przygotowanie do zajęć.

- Na zajęcia należy przygotować się ze skryptu Golanowki, Gudra „Podstawy techniki ultradźwięków”, rozdział 12, str.105 – 113 oraz reszty podanej literatury.
- Na zajęcia należy przypomnieć sobie:
 - Co to jest kawitacja?
 - Co jest niezbędne do zaistnienia zjawiska kawitacji?
 - Jak przebiega cykl życia pęcherzyka kawitacyjnego?
- Na zajęcia należy wyhodować pantofelki.** Uwaga: Samo wyhodowanie pantofelków trwa co najmniej 1 tydzień dlatego hodowlę należy zacząć jak najszybciej. Więcej informacji w DODATEK A.
- Proponuję zabrać własny pendrive do zgrania wyników.

2. Zadania laboratoryjne.

- W pierwszej kolejności należy wyznaczyć promień pojedynczego pęcherzyka powietrza w wodzie wytworzonego podczas kawitacji ze wzoru:

$$f_p = \frac{0.0136 \cdot c_w}{2\pi \cdot a_p},$$

gdzie a_p – promień pęcherzyka powietrza, c_w – prędkość dźwięku w wodzie. Wielkość c_w należy wyznaczyć za pomocą wzoru:

$$c_{woda} = \sum_{i=0}^5 k_i t^i,$$

gdzie t oznacza temperaturę w zakresie 0 – 100 °C, a k_i to współczynniki wyszczególnione w tabeli poniżej.

i	k_i [m/s]
0	1402.385
1	5.038813
2	$-5.799136 \cdot 10^{-2}$
3	$3.287156 \cdot 10^{-4}$
4	$-1.398845 \cdot 10^{-6}$
5	$2.787860 \cdot 10^{-9}$

Prowadzący poda częstotliwości i zmierzy temperatury wody dla których należy wyliczyć promienie pęcherzyków.

- Następnie należy przedstawić prowadzącemu odpowiedzi na pytania sformułowane w punkcie 1.b.
- Kolejna część to prezentacje i pokazy działania i zastosowania kawitacji w następujących urządzeniach:
 - przetwornik ultradźwiękowy (w kształcie pistoletu) o częstotliwości 21KHz z generatorem – obserwacja kawitacji w wodzie i powietrzu;
 - ultradźwiękowy homogenizator UP200St firmy Hielscher Ultrasonics;

- iii. myjka ultradźwiękowa – obserwacja wpływu kawitacji na aluminium i polipropylen
 - iv. inhalator Beurer IH 40;
 - v. skaler ultradźwiękowy UDS-J firmy Woodpecker.
- d. Ostatnia część obejmując obserwację wpływu fali ultradźwiękowej na organizmy jednokomórkowe (pantofelki). Należy nabrać pipetą wody z pantofelkami i umieścić je w kapsułce pod mikroskopem. Na ekranie komputera powinno być wyraźnie widać poruszające się pantofelki. Aby poprawić jakość uzyskanego obrazu, można zakryć dostęp światła przez ścianki boczne pojemnika. Następnie prowadzący włączy aparaturę dezintegratora (sygnał o częstotliwości 355.6kHz, amplitudzie $0.8V_{pp}$; należy pamiętać o włączeniu sygnału na danym kanale generatora). Następnie prowadzący włączy przystawkę mocy (9W), na której po kolei przyciska *RF Output, Source, Mode* i ustawia 9W pokrętelem z prawej strony. Studenci obserwują zachowanie pantofelków przez 20 minut robiąc co minutę zdjęcie.

3. Sprawozdanie.

- a. Na początku prosiłbym o opisanie co to jest kawitacja, na czym polega, co jest niezbędne do zaistnienia kawitacji, jak wygląda cykl życia pęcherzyka kawitacyjnego.
- b. Opis doświadczeń które zostały zaprezentowane podczas zajęć:
 - i. przetwornik ultradźwiękowy (w kształcie pistoletu) o częstotliwości 21KHz z generatorem – opis doświadczenia w wodzie, zaś dla powietrza zostało zrobione zdjęcie linijki i szklanej płytki na którą zostały napyłone kropelki. Należy wyznaczyć średnice pięciu najmniejszych kropelek (większe to zlepki kilku mniejszych), **zaznaczyć wyraźnie kropelki na zdjęciu** i wyliczyć średnią średnicę. Można to zrobić poprzez zliczenie liczby pikseli przypadających na średnicę każdej kropelki, a następnie liczby pikseli przypadających na jeden milimetr. Wyniki należy porównać z wyliczoną wartością promienia kropelki **ze wzoru przeznaczonego dla kawitacji w powietrzu:**

$$f \approx \frac{1}{\pi \cdot d} \sqrt{\frac{3\kappa \cdot p_0}{\rho}}$$

gdzie: f – częstotliwość fali ultradźwiękowej,

d – średnica pęcherzyka,

ρ – gęstość gazu (lub cieczy),

p_0 – ciśnienie gazu (lub cieczy),

κ - stosunek c_p/c_v ;

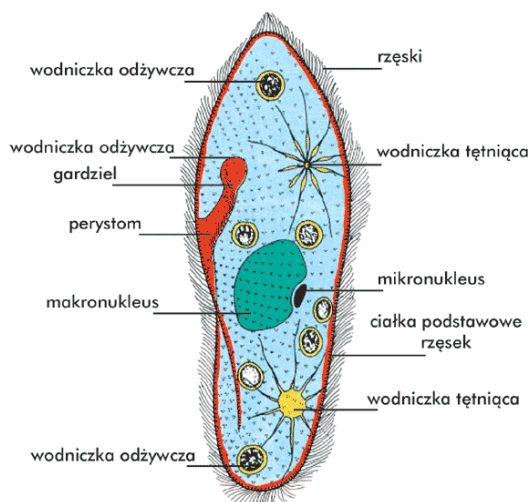
- ii. ultradźwiękowy homogenizator UP200St firmy Hielscher Ultrasonics – opis działania i zastosowań;
- iii. myjka ultradźwiękowa – opis działania i zastosowań. Dodatkowo należy przeprowadzić szczegółową analizę różnic w zachowaniu się aluminium i polipropylenu podczas kawitacji na podstawie tabeli ze współczynnikami opisującymi właściwości danych materiałów:

	Aluminium	Polipropylen
moduł sprężystości (Younga) E [GPa]	70.3	1.1 ÷ 1.6
moduł sztywności (Kirchhoffa) G [GPa]	26.1	0.4 ÷ 0.6
moduł sprężystości objętościowej K [GPa]	75.5	2.0 ÷ 3.0
współczynnik Poissona ν	0.345	0.410
gęstość ρ [kg/m ³]	2720	904
prędkość dźwięku fali podłużnej c_L [m/s]	6374	2600
prędkość dźwięku fali poprzecznej c_T [m/s]	3111	1200
impedancja akustyczna Z [kg/(m ³ ·s)·10 ⁶]	17.34	2.35
tłumienie podłużnej fali ultradźwiękowej α [dB/m]	4*	2111*
pojemność cieplna właściwa c_p [J/g/°C]	0.9	1.92
współczynnik przewodnictwa ciepła k [W/cm/°C]	2.37	0.0012

* dla częstotliwości $f = 2.5$ MHz

- iv. inhalator Beurer IH 40 – opis działania, zastosowanie, wady i zalety;
- v. skaler ultradźwiękowy UDS-J firmy Woodpecker – opis działania, zastosowanie, wady i zalety;
- e. Ostatnim elementem jest opis w 4-5 zdaniach wszystkich zastosowań kawitacji w medycynie i w przemyśle.

DODATEK A. Hodowla pantofelków.



Drobnoustroje można wyhodować z kilku źdźbeł siana umieszczonych w szklanym naczyniu z nieprzegotowaną zimną wodą. Najlepiej jeżeli naczynie nie będzie przykryte, tak aby zapewnić organizmom dostęp do świeżego powietrza. Pantofelki powinny pojawić się w naczyniu po upływie tygodnia. Do wody można dosypać niewielką ilość sproszkowanego żółtka.

Literatura:

1. J. Golanowski, T. Gudra Podstawy techniki ultradźwięków- ów. lab. Skrypt PWr. Wrocław 1990.
2. H. G. Knoch, K. Kauth Leczenie ultradźwiękami PZWL Warszawa 1984.
3. A. Nowicki Ultradźwięki w medycynie – wprowadzenie do współczesnej ultrasonografii. IPPT PAN Warszawa 2010.