



# Z - 49: Mikrobiosensory

Ewelina Szlag pod kierownictwem  
dr hab. Zenona Rajfura  
Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej UJ



## Abstrakt

Prowadzone doświadczenie miało za zadanie zapoznanie studentów z nowoczesną, precyzyjną aparaturą pomiarową pracującą w czasie rzeczywistym – biosensorymi mikrobiologicznymi. Doświadczenie składało się z trzech podstawowych części: a) zapoznanie się z działaniem i pracą aparatury stanowiska badawczego b) wykonaniu eksperymentów mających na celu wyznaczenie stabilności układu biosensora w trybie statycznym oraz określenie wpływu temperatury otoczenia na stabilność parametrów biosensora c) zbadanie krzywych rezonansowych drgań beleczek biosensora (tryb dynamiczny) oraz określenie wpływu parametrów środowiska na kształt krzywych rezonansowych i wyznaczenie dobroci krzywych rezonansowych beleczek.

## Wstęp

**Sensor** - inaczej czujnik – narzędzie rejestrujące sygnał z otoczenia, zdolne do przetwarzania go i rozpoznawania.

**Sensor mikrobeleczkowy** – urządzenia pozwalające na detekcję sygnału biologicznego za pomocą elastycznej beleczki.

Mikrobiosensor może pracować w dwóch trybach – **dynamicznym i statycznym**.

**Tryb statyczny** wiąże się z powstawaniem naprężenia powierzchniowego pomiędzy powierzchnią górną a dolną beleczki a w efekcie wygięcia jej. Może one wynikać z nierównomiernego rozłożenia się bodźca (np. adsorpcji molekuly na jednej stronie beleczki, zmiana środowiska, gdy jedna ze stron beleczki pokryta jest materiałem o innych właściwościach).

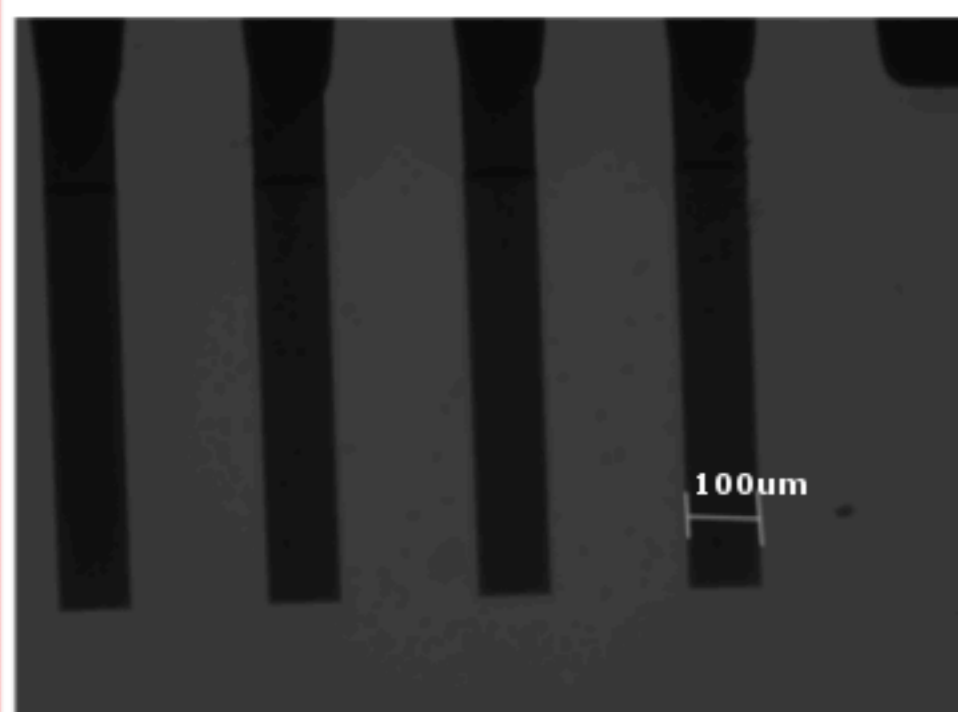
W **trybie dynamicznym** można wyznaczyć częstotliwość drgań rezonansowych beleczki według wzoru:

$$f = \frac{\lambda_n^2 h}{4\pi L^2} \sqrt{\frac{E}{3\rho}}$$

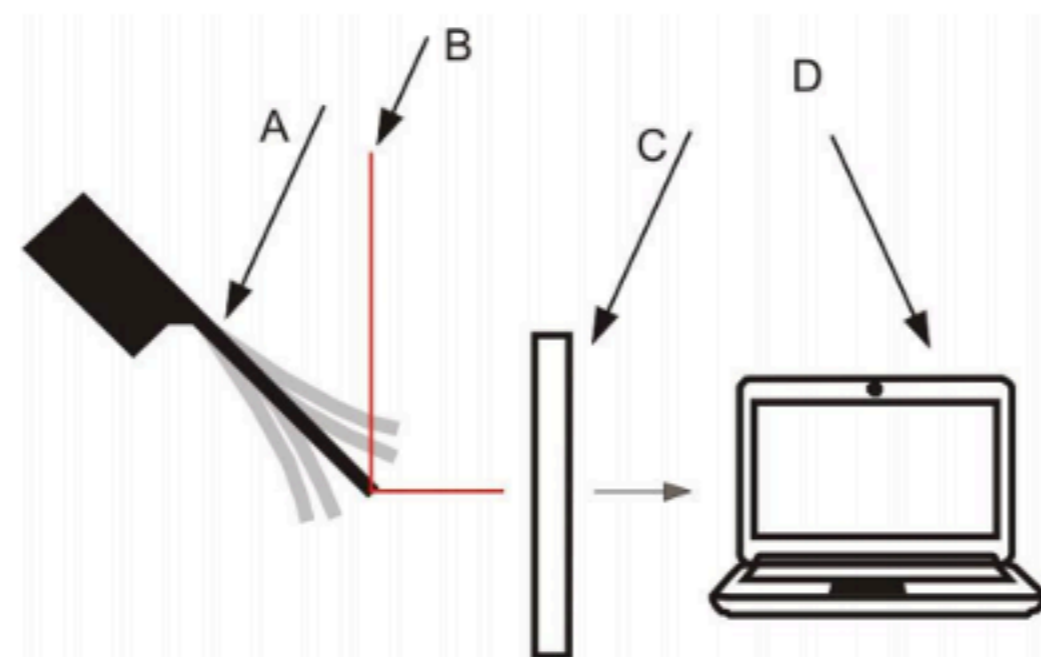
gdzie  $h$  to grubość beleczki,  $L$  jej długość,  $E$  – moduł Younga a  $\rho$  – gęstość materiału beleczki, natomiast  $\lambda$  jest współczynnikiem dla poszczególnych modów drgań i dany jest wzorem:

$$\lambda_n = (n - 0,5)\pi$$

$n$  to kolejne liczby naturalne.



Rys.1. Obraz 4 pierwszych beleczek - zdjęcie spod mikroskopu.



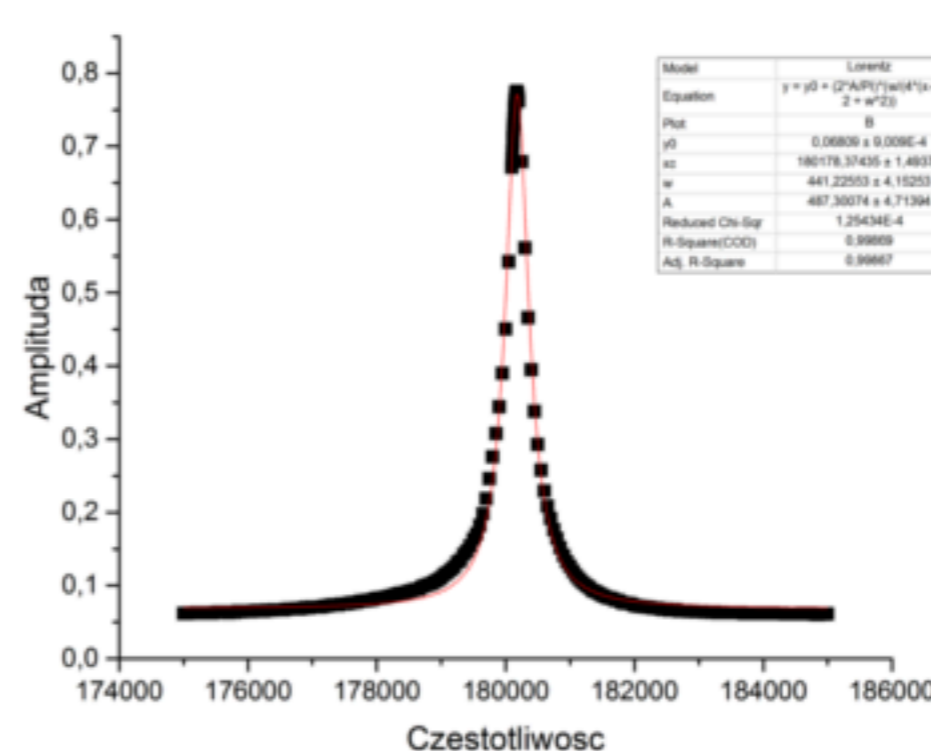
Rys.2. Schemat aparatury pomiarowej

Działanie mikrobiosensora: światło lasera (B) pada na mikrobeleczkę (A), a promień odbity pada na detektor pozycyjny (C). Dane zbierane są przez specjalny program, który steruje również aparaturą (rys. 2).

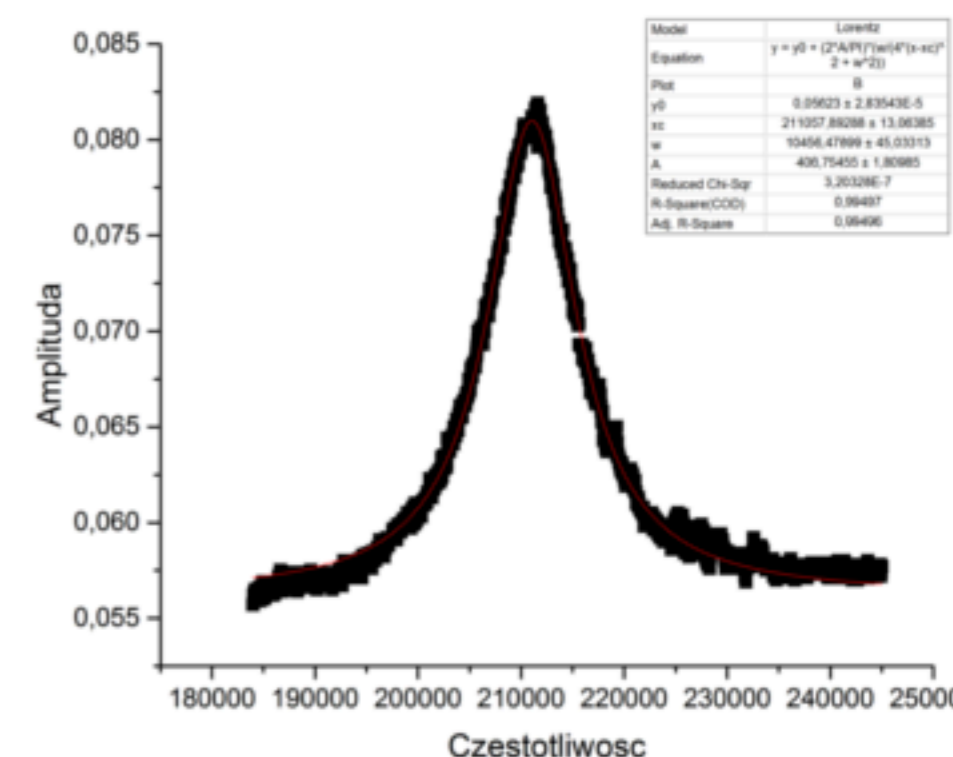
**Dobroć krzywej** - dobroć krzywej rezonansowej wyznacza się poprzez obliczenie stosunku częstotliwości rezonansowej do szerokości krzywej w połowie wysokości.

## Problem badawczy

Czy ośrodek w jakim przeprowadza się pomiar krzywej rezonansowej wpływa na jej dobroć? Mikrobiosensor może pracować w środowisku gazowym i wodnym. W czasie doświadczenia sprawdzano czy ośrodek znacząco wpływa na wartość otrzymanej dobroci,



Rys. 3. Krzywa rezonansowa dla pierwszej beleczki w środowisku gazowym



Rys. 4. Krzywa rezonansowa dla pierwszej beleczki w środowisku wodnym

Zakres pomiaru krzywej jest większy dla środowiska wodnego (około 50 kHz dla gazu - rys.3. do około 150 kHz dla wody rys.4.). Wykresy obrazują również wyraźne poszerzenie krzywej w drugim przypadku.

## Porównanie dobroci krzywych

Dobroć w środowisku gazowym (średnia):  
 $437,8 \pm 0,8$

Dobroć w środowisku wodnym (średnia):  
 $1046,3 \pm 4,7$

## Podsumowanie

Z porównania zarówno krzywych rezonansowych (rys. 3 i 4) oraz wyliczonej dobroci krzywych można wnioskować, że praca w środowisku wodnym wyraźnie pogarsza dobroć.

## Bibliografia

1. <http://www.pm.microbiology.pl/webarchiwum/vol5522016225.pdf>
2. Skrypt z Pracowni Metod Fizycznych Biologii do doświadczenia „Z49 – Biosensory”