

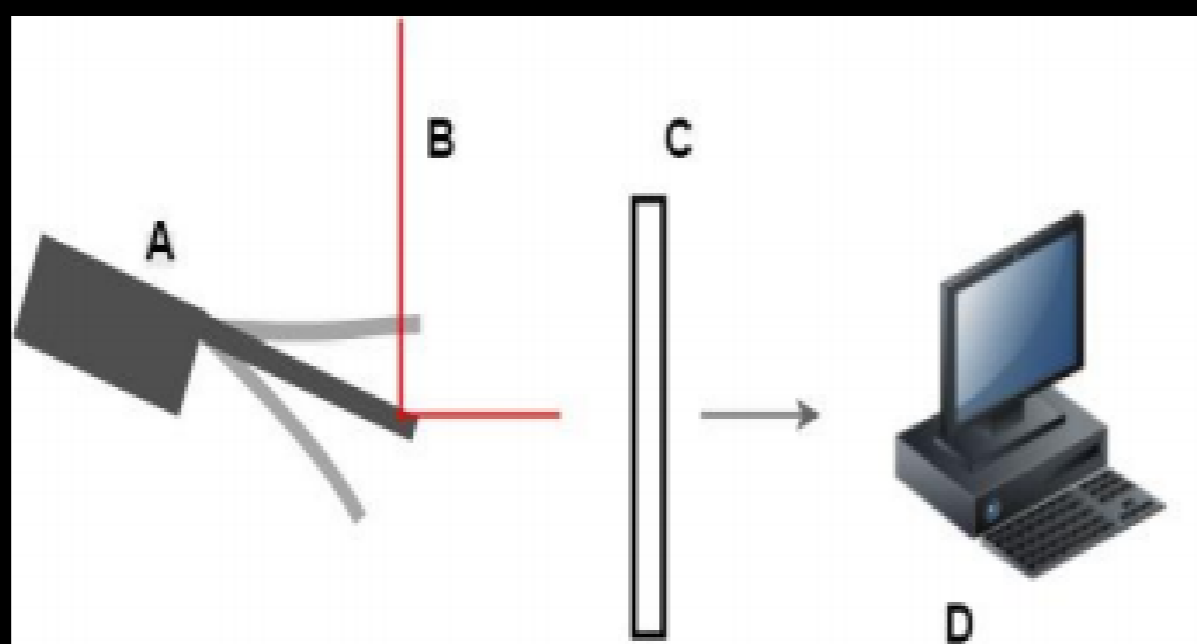
BIOSENSORY

STRESZCZENIE

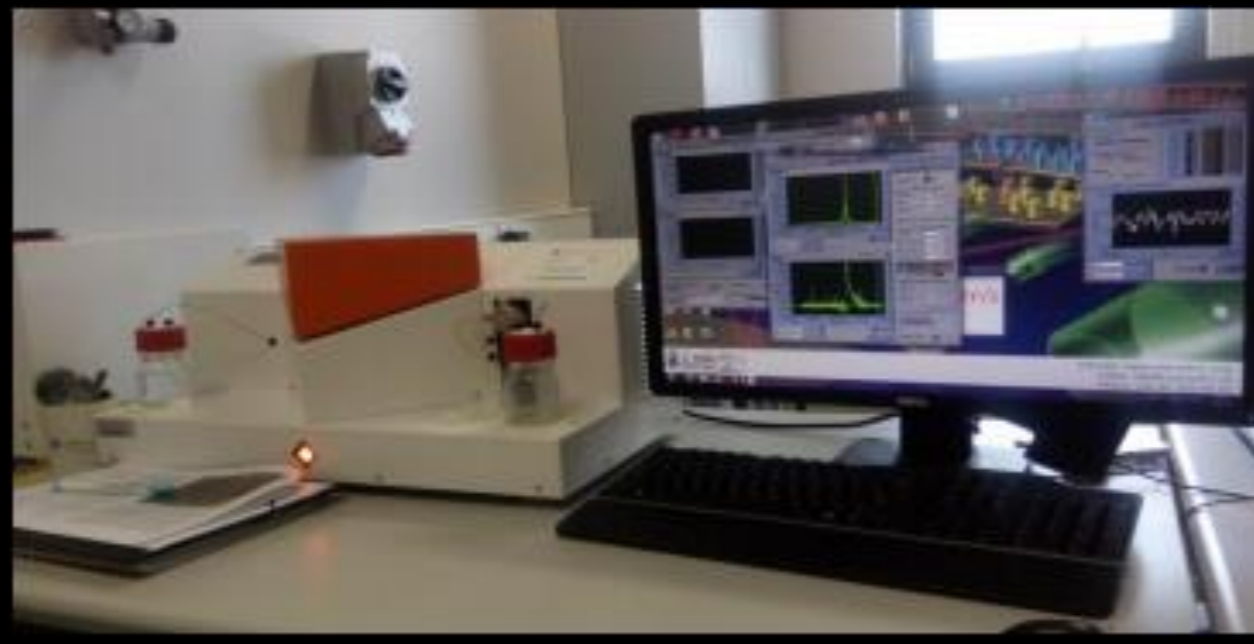
W ćwiczeniu zapoznano się z biosensorem Cantisens® CSR-801. Detekcję oddziaływań umożliwiły krzemowe, elastyczne beleczki o wymiarach 500 μm x 100 μm x 1 μm. Przeprowadzono pomiary dla trybu dynamicznego w wodzie i powietrzu. Otrzymane wyniki opracowano i porównano z danymi teoretycznymi.

BIOSENSOR

Jednym z najważniejszych narzędzi wykorzystywanych we współczesnej biotechnologii, medycynie oraz biologii molekularnej są biosensory. Umożliwiają one przekształcenie sygnału powstałego na skutek interakcji biologicznej w sygnał elektroniczny. Pierwszym tego typu bioczuJNIKIEM była opracowana w 1962 r tzw elektroda enzymatyczna, której zadaniem było wykrywanie glukozy. Biosensory składają się z trzech głównych elementów: detektora, który ma za zadanie rejestrację badanego sygnału biologicznego (w użytym czujniku funkcję pełni beleczka), fotodetektora pozycyjnego, przekształcającego sygnał mechaniczny w sygnał elektroniczny oraz systemu odczytu, który filtruje, wzmacnia, zapisuje i wyświetla przekazywany sygnał.



Rys.1 Schemat układu pomiarowego
A – mikrobeleczka, B – światło lasera,
C -fotodetektor pozycyjny,
D – komputer z programem Concentris



Rys. 2. Układ doświadczalny z biosensorem Cantisens® CSR-801 (z lewej) oraz komputerem z uruchomionym programem Concentris (z prawej).



Rys. 3. Zdjęcie mikrobeleczek wykonane przy 40-krotnym powiększeniu w mikroskopie optycznym.

TRYB DYNAMICZNY

Tryb dynamiczny umożliwia nam wyznaczenie drgającej beleczki, którą wyznaczyć można ze wzoru:

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

gdzie h to grubość beleczki (100 μm), L to jej długość (500 μm), E to moduł Younga dla materiału (169 GPa), ρ to gęstość materiału, z którego wykonano beleczki (2300 kg/m³), zaś λ_n to współczynnik charakterystyczny dla n-tego modu drgań, który wynosi w zależności od kolejnych modów (n≤4):

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

DOBROĆ

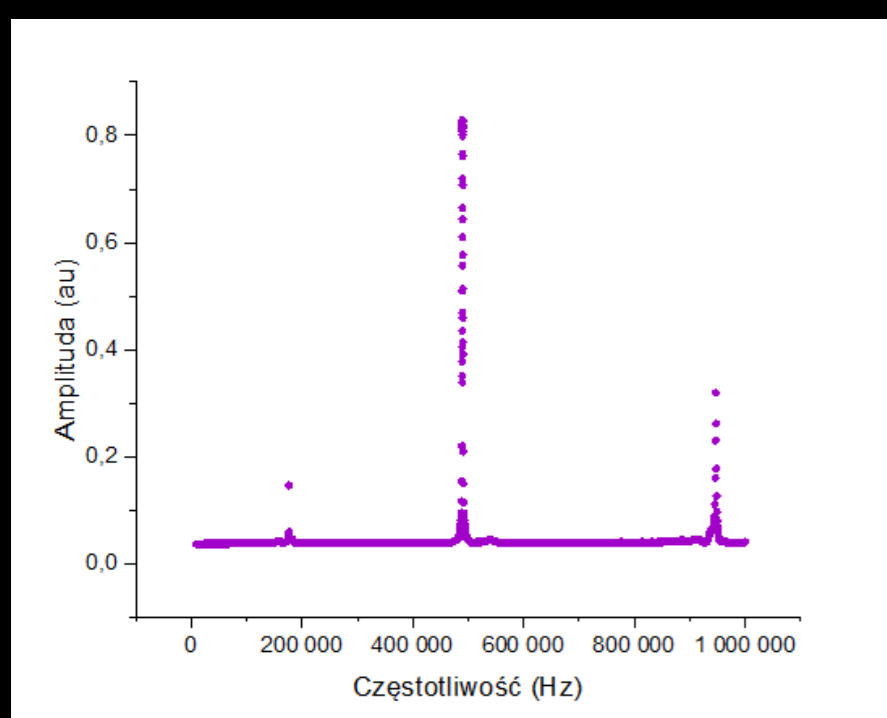
Parametrem charakteryzującym krzywą rezonansową jest dobroć (Q) wyznaczana jako stosunek częstotliwości rezonansowej (f) do szerokości krzywej rezonansowej w połowie wysokości (w):

$$Q = \frac{f}{w}$$

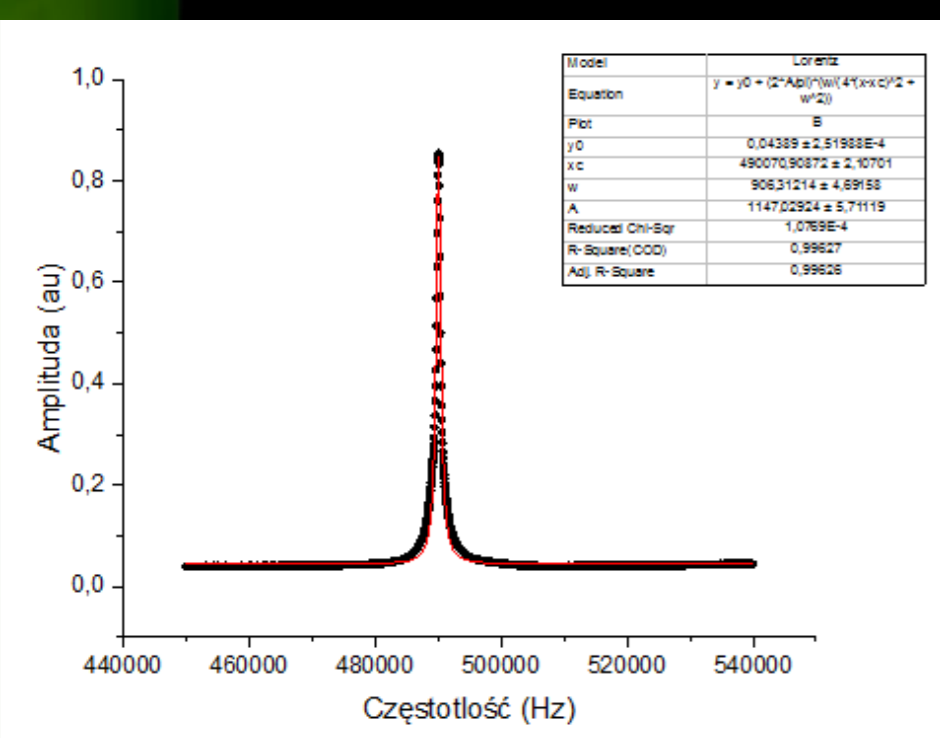
Wartość dobroci zależy od grubości beleczki oraz ośrodka, w którym przeprowadzono pomiary. W próżni Q może osiągać nawet wartości 10 000, dla powietrza Q ≈ kilkaset, a dla wody Q ≈ kilkadziesiąt.

WYNIKI

Zarejestrowano widma beleczek (Rys. 4). Następnie dla każdej beleczki w powietrzu wybrano po dwa pik, dla których powtórzono wyniki dziesięciokrotnie. Dla pomiarów w wodzie wybrano pojedynczy pik, dla którego pomiary powtórzono pięciokrotnie. Otrzymane wartości zanalizowano w programie OriginPro2017 i utworzono odpowiednie wykresy zależności amplitudy od częstotliwości, wraz z dopasowaniem krzywej Lorentza. (Rys. 5). Wyznaczono wartości maksimum dla każdego pik (jako średnią arytmetyczną z 10 pomiarów dla powietrza (Tabela 1) oraz 5 pomiarów dla wody (Tabela 2). Następnie wyznaczono częstotliwość rezonansową drgań czterech pierwszych modów beleczek. Jako ostatnią wyznaczono wartość dobroci dla pomiarów w powietrzu jak i w wodzie. (Tabela 3). Wszystkie wyniki zostały opracowane wraz niepewnościami pomiarowymi.



Rys. 4. Widmo rezonansowe zarejestrowane dla beleczki 1 w powietrzu.



Rys. 5 Wykres zależności A(f) z dopasowaniem krzywej Lorentza dla I-szego pik beleczki 1 dla powietrza.

Nr beleczki	Pik	Wartość maximum krzywej f [Hz] wraz z niepewnością
1	1	490070,21 ± 2,16
	2	947090,92 ± 5,95
2	1	490358,19 ± 4,93
	2	945935,06 ± 4,84
3	1	490211,01 ± 5,29
	2	946000,11 ± 7,79
4	1	490443,27 ± 2,52
	2	945607,13 ± 3,37
5	1	489553,08 ± 1,14
	2	943905,02 ± 5,21
6	1	490102,22 ± 2,09
	2	945259,11 ± 2,73
7	1	490983,03 ± 2,62
	2	948147,02 ± 2,22

Tabela 1. Wartości maksimum krzywej f (w Hz) wraz z niepewnościami dla pików 1 i 2 każdej z 7 beleczek dla pomiaru w powietrzu.

Nr beleczki	Wartość maximum krzywej f [Hz] wraz z niepewnością
1	683604,14 ± 105,87
2	671187,26 ± 120,55
3	673702,89 ± 53,88
4	669984,57 ± 48,73

Tabela 2. Wartości maksimum krzywej f (w Hz) wraz z niepewnościami dla pików każdej z 4 beleczek dla pomiaru w wodzie.

Nr beleczki	Powietrze							Woda			
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4
Dobroć	537,96	370,33	467,09	408,47	591,12	624,69	513,45	31,81	36,52	36,08	36,01
Niepewność	2,78	0,89	1,98	1,91	1,83	3,92	3,12	0,57	0,86	0,39	0,35

Tabela 3. Wartości dobroci pierwszych pików dla pomiarów w powietrzu i wodzie wraz z niepewnościami.

WNIOSKI

Uzyskano wysoką powtarzalność wyników podczas badania częstotliwości rezonansowej w powietrzu. Dopasowanie krzywych Lorentza dla pików wynosiło od 0,97 do 0,99 dla pomiarów w powietrzu. Gorzej wypadło dopasowanie krzywych w wodzie, gdzie uzyskano wartości od 0,79 do 0,96. Wskazuje to na większe zaburzenia występujące w wodzie, mające wpływ na uzyskane wyniki. Wszystkie beleczki wykazały bardzo zbliżone wartości średnie krzywych rezonansowych drgań dla pików 1 jak również dla pików 2. Wartości dla pików 1 są najbliższe wartościom teoretycznym dla modu 2, zaś pik 2 wykazuje bardzo zbliżone wartości do modu 3. Uzyskane wartości dobroci dla powietrza jak i wody zgadzają się z założeniami teoretycznymi – w powietrzu dobroci osiągają wartości rzędu kilkuset, zaś w wodzie są o rząd wielkości mniejsze i wynoszą one kilkadziesiąt. Niższa wartość dobroci w wodzie spowodowana jest większą lepkością ośrodka wodnego w porównaniu do środowiska gazowego (powietrza).

XX
STUDENCKA
SESJA
PLAKATOWA

INSTYTUT FIZYKI
WYDZIAŁ FIZYKI, ASTRONOMII
I INFORMATYKI STOSOWANEJ UJ



AUTOR:
KUBISIAK AGATA

OPIEKUN:
PROF. DR HAB. EWA STĘPIEŃ

24