



# Interferencja niezależnych wiązek laserowych

Marek Kopciuch, opiekun: dr hab. Tomasz Kawalec

Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Jagielloński

# 20

## Abstrakt

Przedstawiamy eksperyment prezentujący interferencję dwóch niezależnych oraz niestabilizowanych laserów wielomodowych, pracujących w trybie ciągłym, co odróżnia go od poprzednich tego typu doświadczeń, wykorzystujących wiązki impulsowe i jednomodowe [1]. Udało się zaprezentować interferencję dla wyżej opisanych wiązek pochodzących z dwóch różnych laserów helowo-neonowych (He-Ne). Najniższa zarejestrowana częstotliwość dudnień wyniosła 106,4 kHz.

## Motywacja i pierwsze eksperymenty

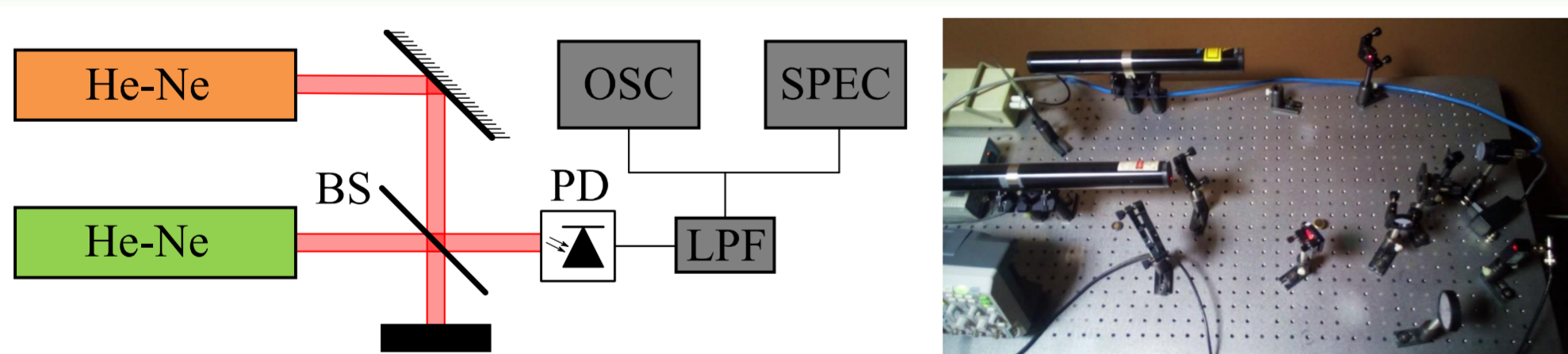
W swoim podręczniku do mechaniki kwantowej [2] Paul Dirac napisał: „[...] each photon then interferes only with itself. Interference between different photons never occurs”. Zdanie to okazało się nieprawdą, co pokazali po raz pierwszy Magyar i Mandel [1]. Wykorzystali oni układ składający się z dwóch niezależnych laserów impulsowych, układu koincydencji, sprawdzającego zgodność czasową impulsów z obu laserów i będącego jednocześnie wyzwaniem do detekcji zjawiska za pomocą matrycy fotoczułej. Powodem wykorzystania źródeł impulsowych jest fakt, że obserwacja interferencji między laserami była możliwa tylko dla czasów mniejszych niż czas spójności. Dla czasów większych obraz na matrycy fotoczułej ulegał uśrednieniu.

## Dudnienie oraz interferencja

Obydwa te zjawiska są charakterystyczne dla fizyki fal i są do siebie niezwykle podobne. Dudnienie można rozumieć jako podklasę interferencji przy której częstotliwości interferujących nie są sobie równe, podczas gdy czysta interferencja zachodzi gdy częstotliwości nakładających się fal są równe:

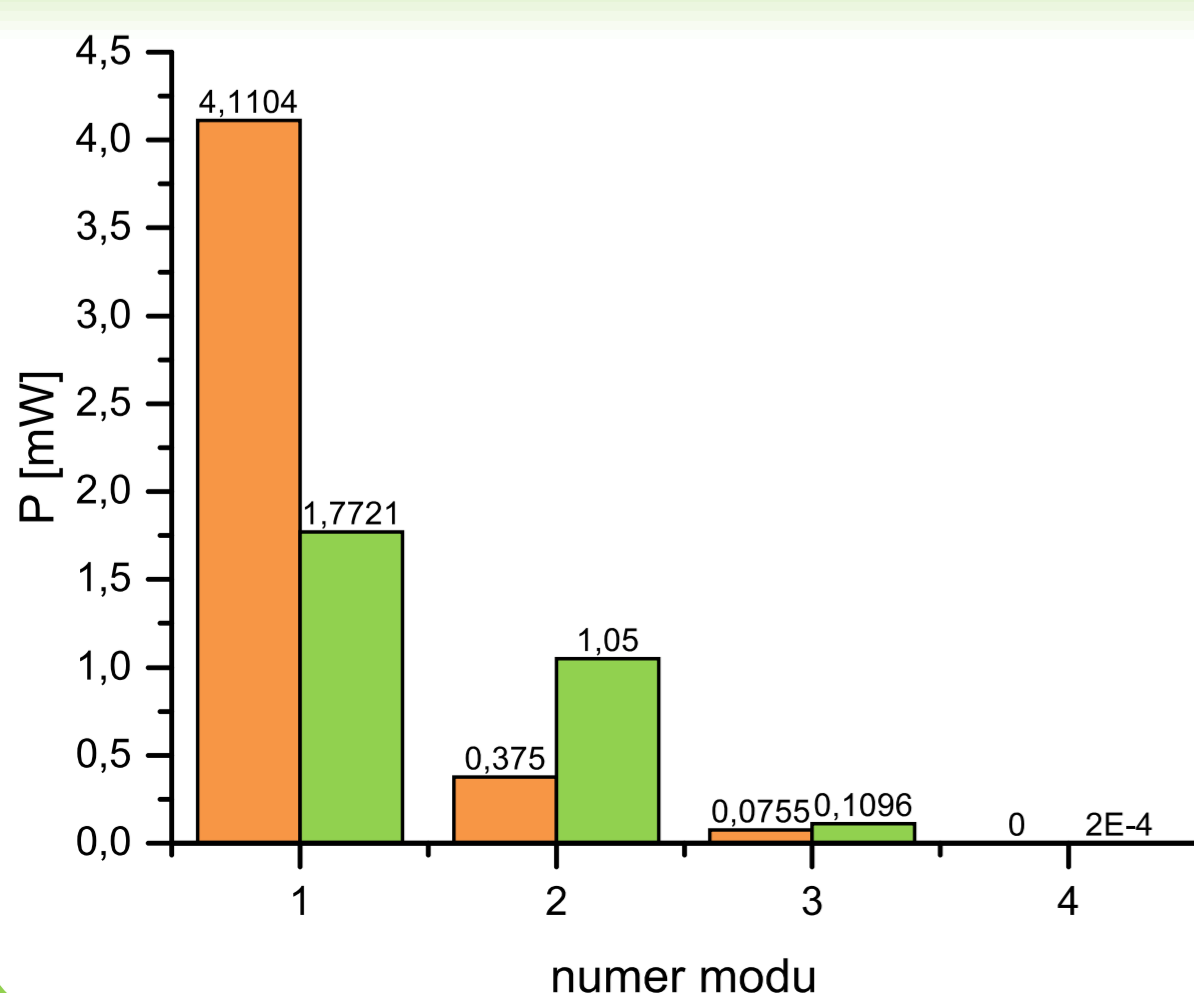
$$\sin(\omega_1 t) + \sin(\omega_2 t + \phi) = 2 \sin\left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{2} t + \frac{\phi}{2}\right) \cos\left(\frac{\omega_1 - \omega_2}{2} t - \frac{\phi}{2}\right)$$

## Układ eksperymentalny



He-Ne – laser helowo-neonowy, BS – płytki światłdzieląca, PD – fotodetektor, LPF – filtr dolnoprzepustowy (filtr RC jednorzędowy o częstotliwości odcięcia 1,25 MHz), OSC – oscyloskop, SPEC – analizator widma.

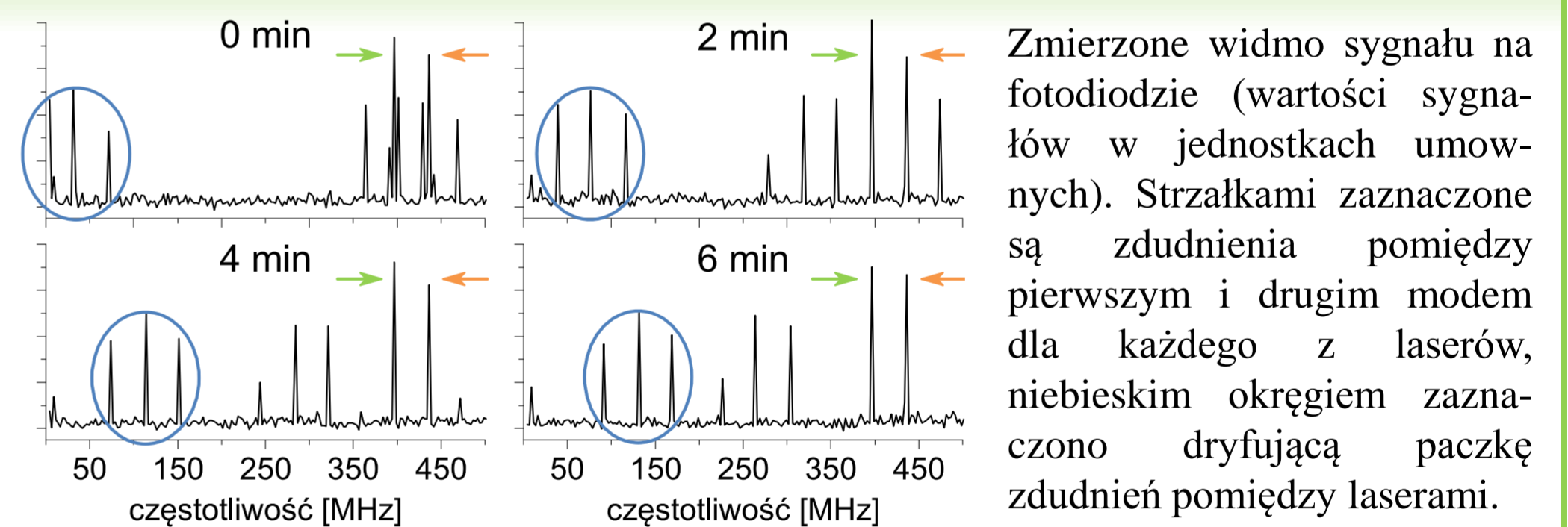
## Rozkład mocy lasera w modach



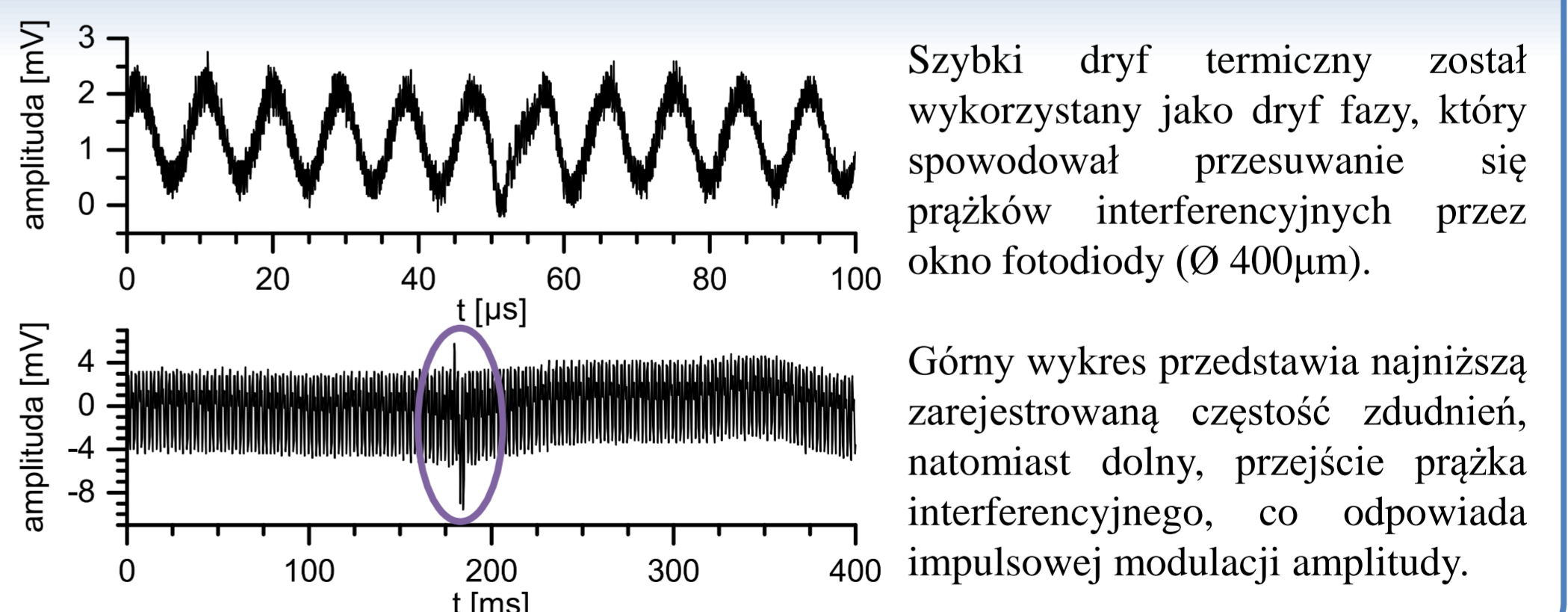
Dzięki pomiarom całkowitej mocy laserów oraz mocy w zdudnieniach wyliczono rozkład mocy emitowanej w poszczególne mody, dla obu laserów (pomarańczowy – laser 1 oraz zielony – laser 2).

Taki pomiar pozwalający na dobranie odpowiednich warunków pracy, czyli ustawienie równych mocy światła emitowanego w pierwsze mody obydwu laserów oraz identycznych polaryzacji.

## Dryf termiczny



## Wynik



## Podsumowanie

Jak zaprezentowano, możliwa jest interferencja pomiędzy różnymi fotonami; eksperyment, który to obrazuje, można wykonać zarówno za pomocą laserów impulsowych [1] jak i ciągłych.

## Bibliografia

- [1] G. Magyar, L. Mandel, *Nature*, **198**, 255–256 (1963)  
[2] P. Dirac, *Quantum Mechanics*, fourth ed., 9 Clarendon Press, Oxford, (1958)