



INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



Fundacja na rzecz Nauki Polskiej

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO

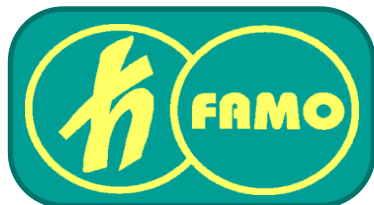


# Inżynieria korelacji kwantowych w układach fotonicznych

Źródła skorelowanych par fotonów

Michał Karpiński

*Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski*



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych



# Kwantowe przetwarzanie informacji



Foton

- słabo oddziałujący
- „szybki”
- łatwy w manipulacji



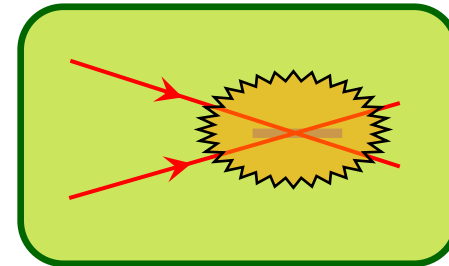
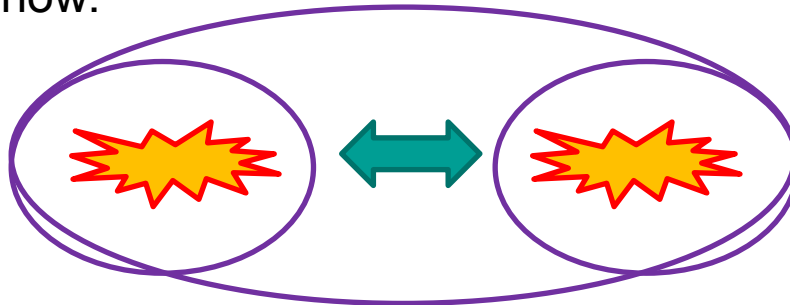
# Źródła (pojedynczych) fotonów

## Pożądane własności fotonów

- czysty stan kwantowy
  - czystość widmowa
  - przestrzenna
  - czasowa
  - polaryzacyjna

Pojedynczy foton – interferencja

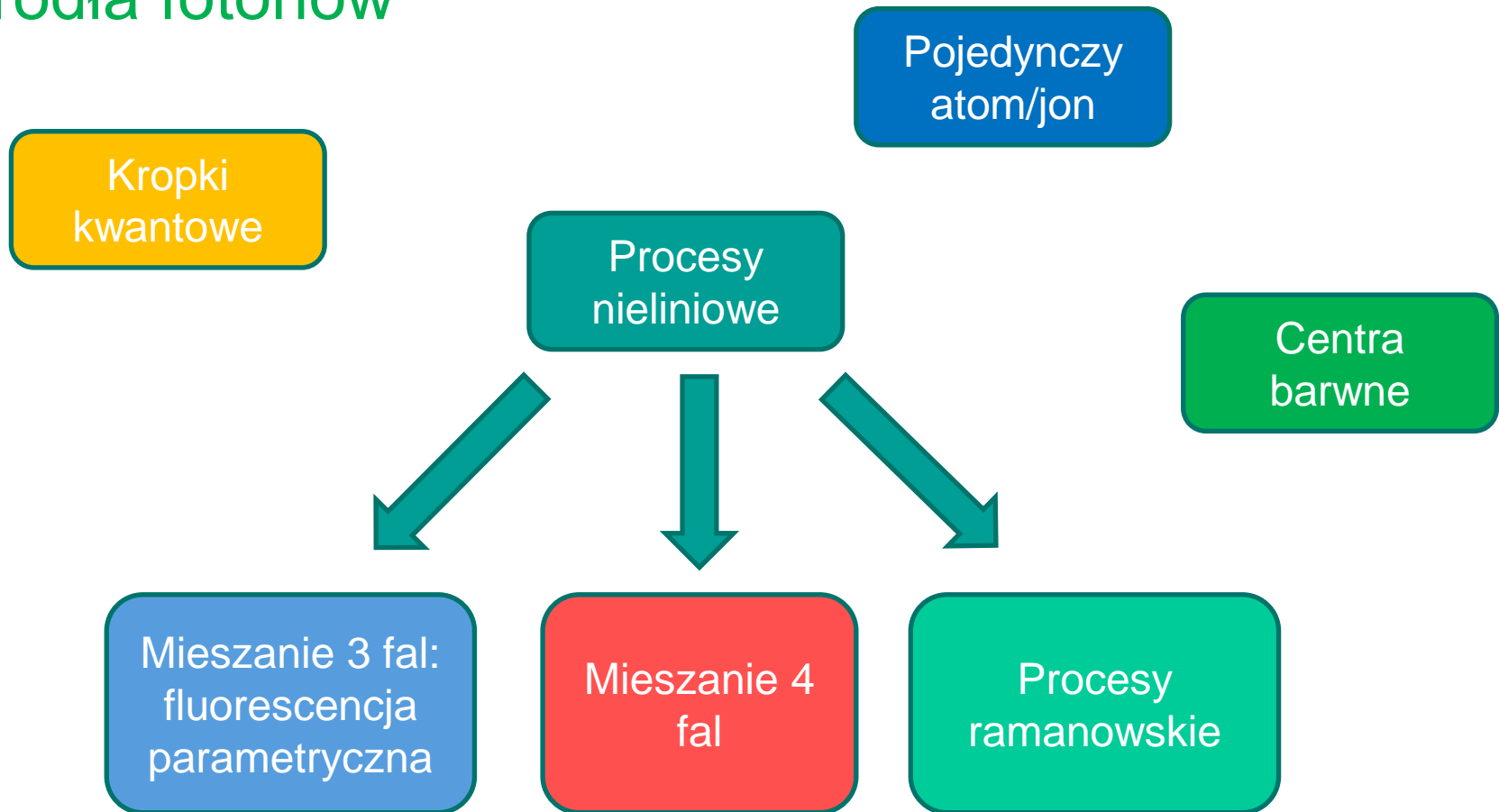
Kilka fotonów:



Korelacje – stany splątane.



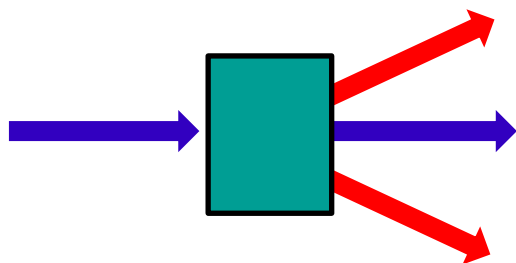
# Źródła fotonów





# Fluorescencja parametryczna

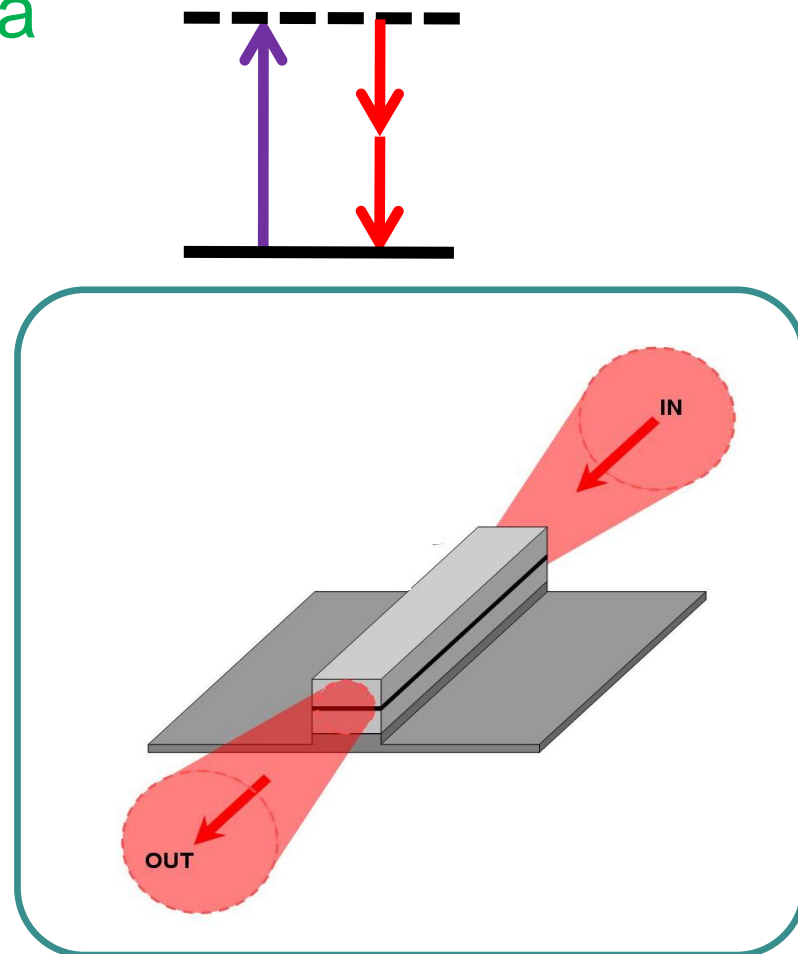
Kryształ nieliniowy + pompa



Duża wydajność:

- ośrodek (odpowiednio zorientowany)
- **silne ogniskowanie**
- **długa droga oddziaływania**

**Falowód**

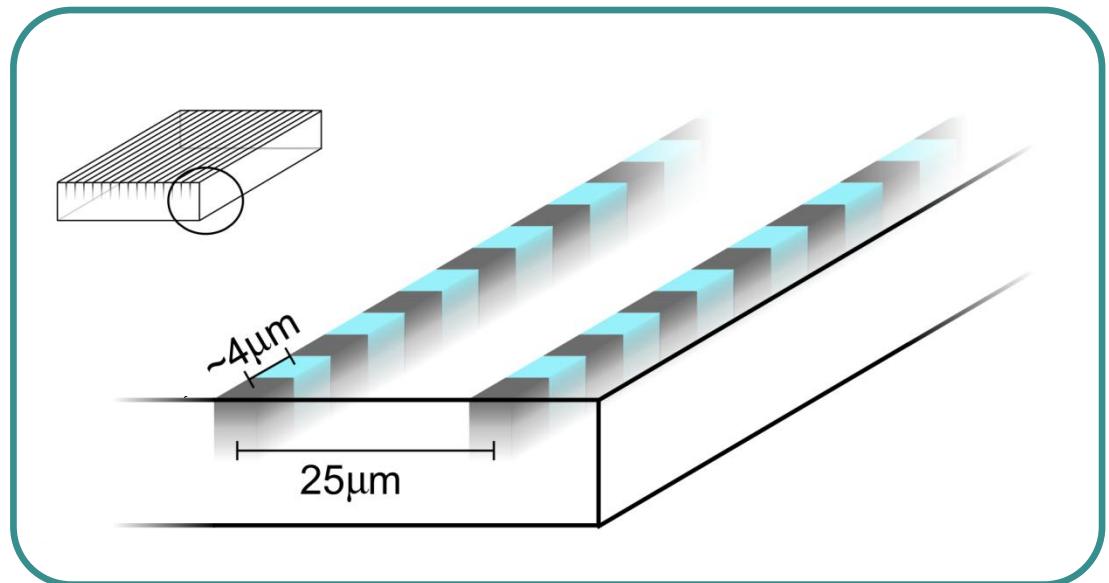




# Nieliniowe falowody PP-KTP

- PP-KTP = periodically poled  $\text{KTiOPO}_4$

- *wytwarzanie: maska + wymiana jonów z roztworu*





# Widmo fluorescencji parametrycznej

Określone przez:

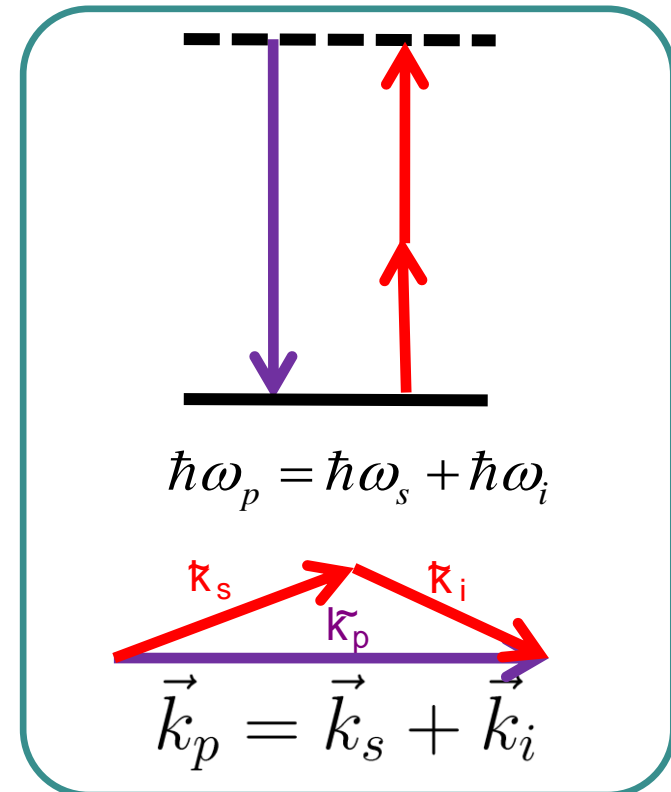
- zasady zachowania energii
- oraz pędu

## dopasowanie fazowe

w falowodach PP-KTP zapewnione dzięki strukturze periodycznej

$$k_p = k_s + k_i - q$$

Quasi dopasowanie fazowe

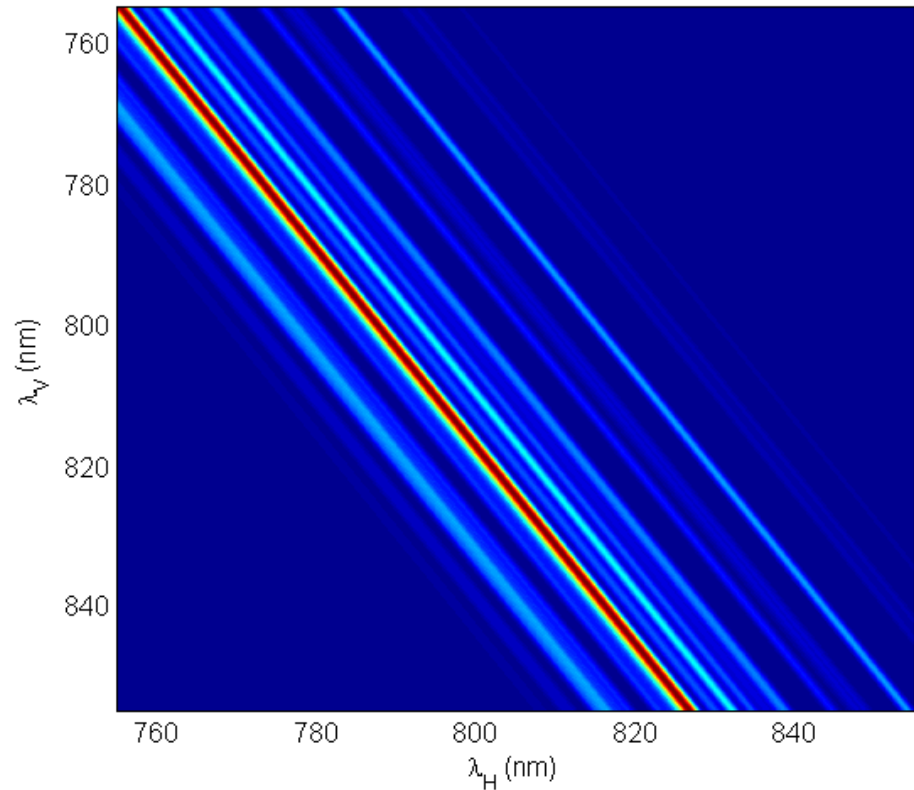




# Widmo fluorescencji parametrycznej



Pompa wielomodowa



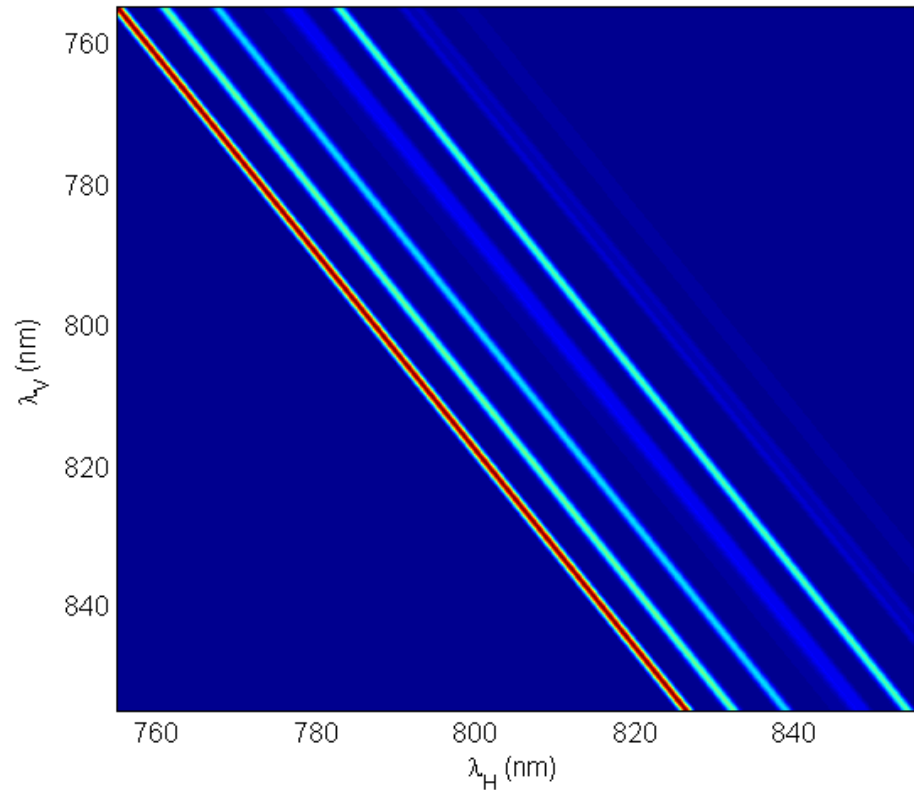




# Widmo fluorescencji parametrycznej



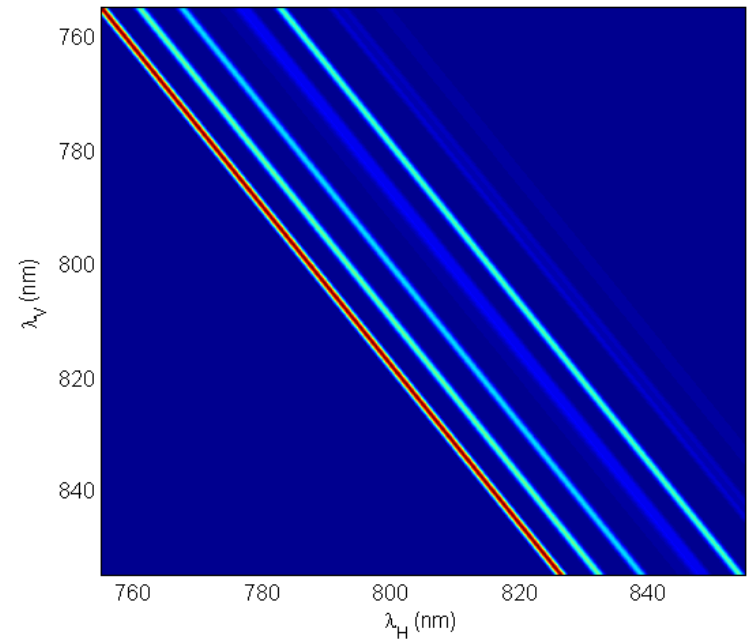
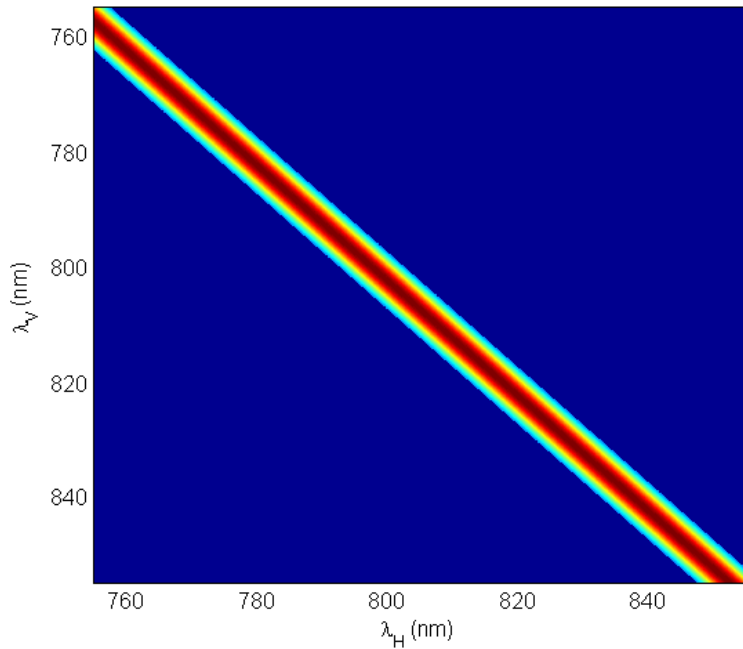
Pompa jednomodowa





# Zachowanie energii

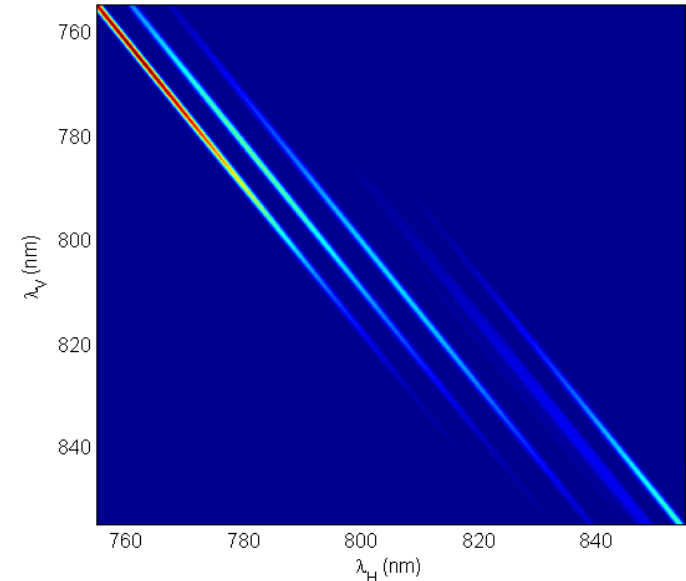
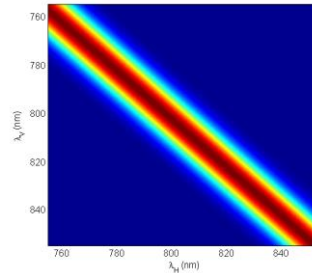
$$\hbar\omega_p = \hbar\omega_s + \hbar\omega_i$$



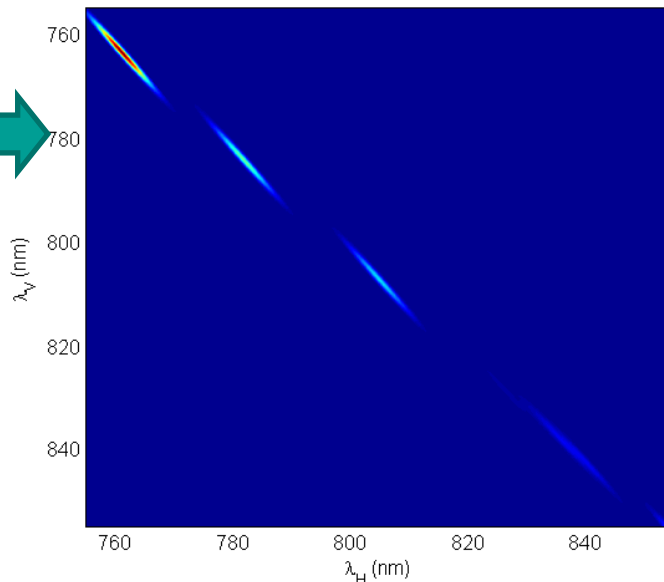
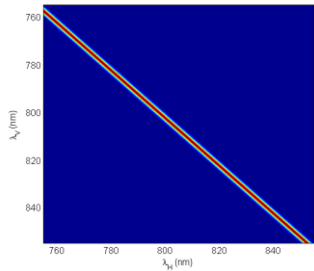


# Widmo fluorescencji parametrycznej

Pompa szerokopasmowa



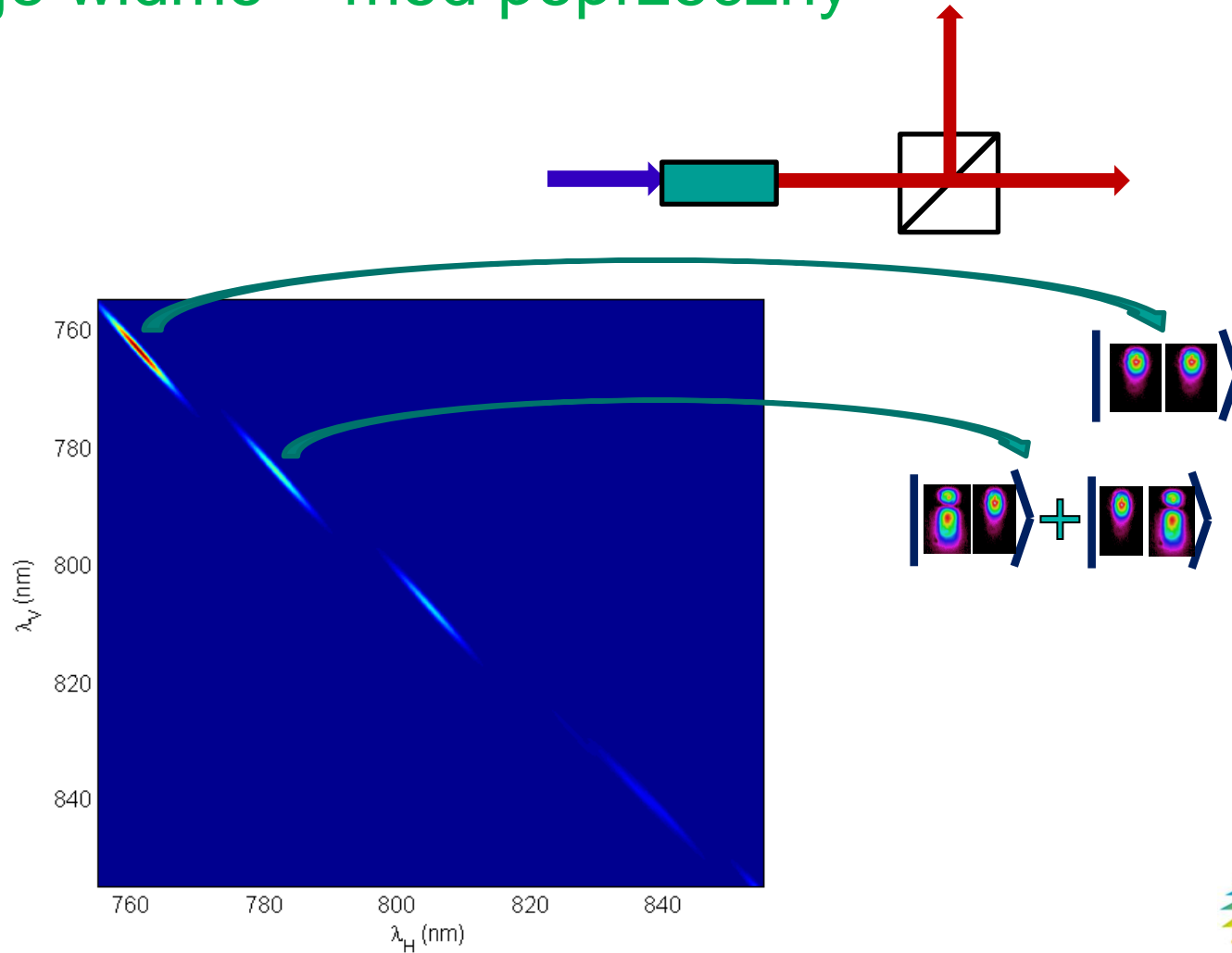
Pompa wąskopasmowa



...separacja pasm widmowych  
– łatwo uzyskać stan czysty  
widmowo i przestrzennie  
(dla jednomodowej pompy!).



# Korelacje widmo – mod poprzeczny





## Podsumowanie

- Falowody w kryształach nieliniowych – wydajne przetwarzanie częstotliwości.
- Korelacje widmo – mody poprzeczne.
- Kontrola widma fluorescencji parametrycznej – fotony w stanach czystych.



Fundacja na rzecz Nauki Polskiej

### ***Photonic implementations of quantum-enhanced technologies***

Projekt realizowany w ramach programu TEAM Fundacji na rzecz Nauki Polskiej, współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka 2007-2013.