

# Joint spectrum of photon pairs measured by coincidence Fourier spectroscopy

Wojciech Wasilewski, Piotr Wasylczyk, Czesław Radzewicz  
*IFD UW*

Piotr Kolenderski, Konrad Banaszek  
*UMK*



**INNOWACYJNA GOSPODARKA**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka

# Agenda

- Applications: what do we need?
- Generation of photon pairs in SPDC
- Typical sources
- Description of a biphoton
- Measuring spectra of photons and biphotons



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych



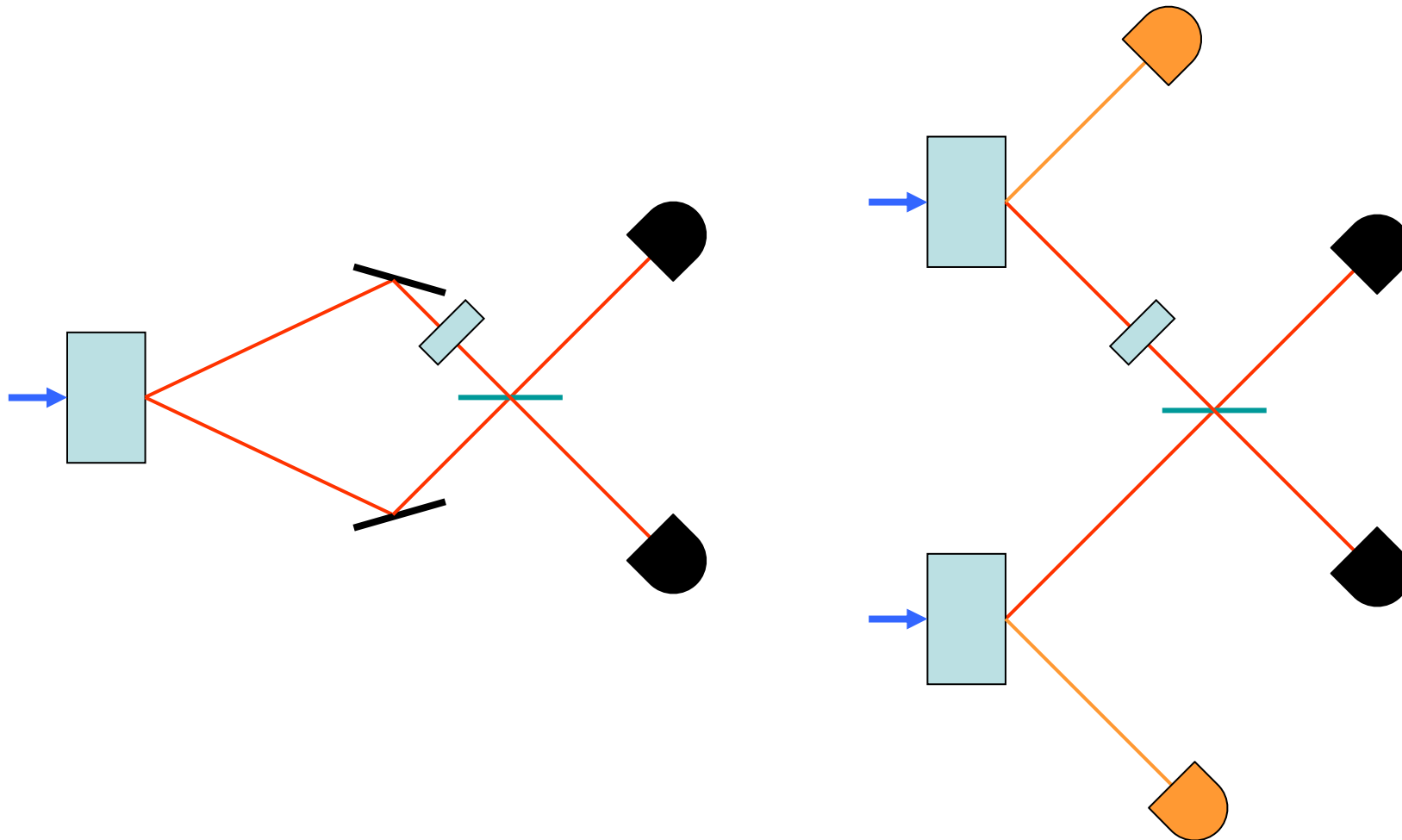
INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka

# Applications we have in mind



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych



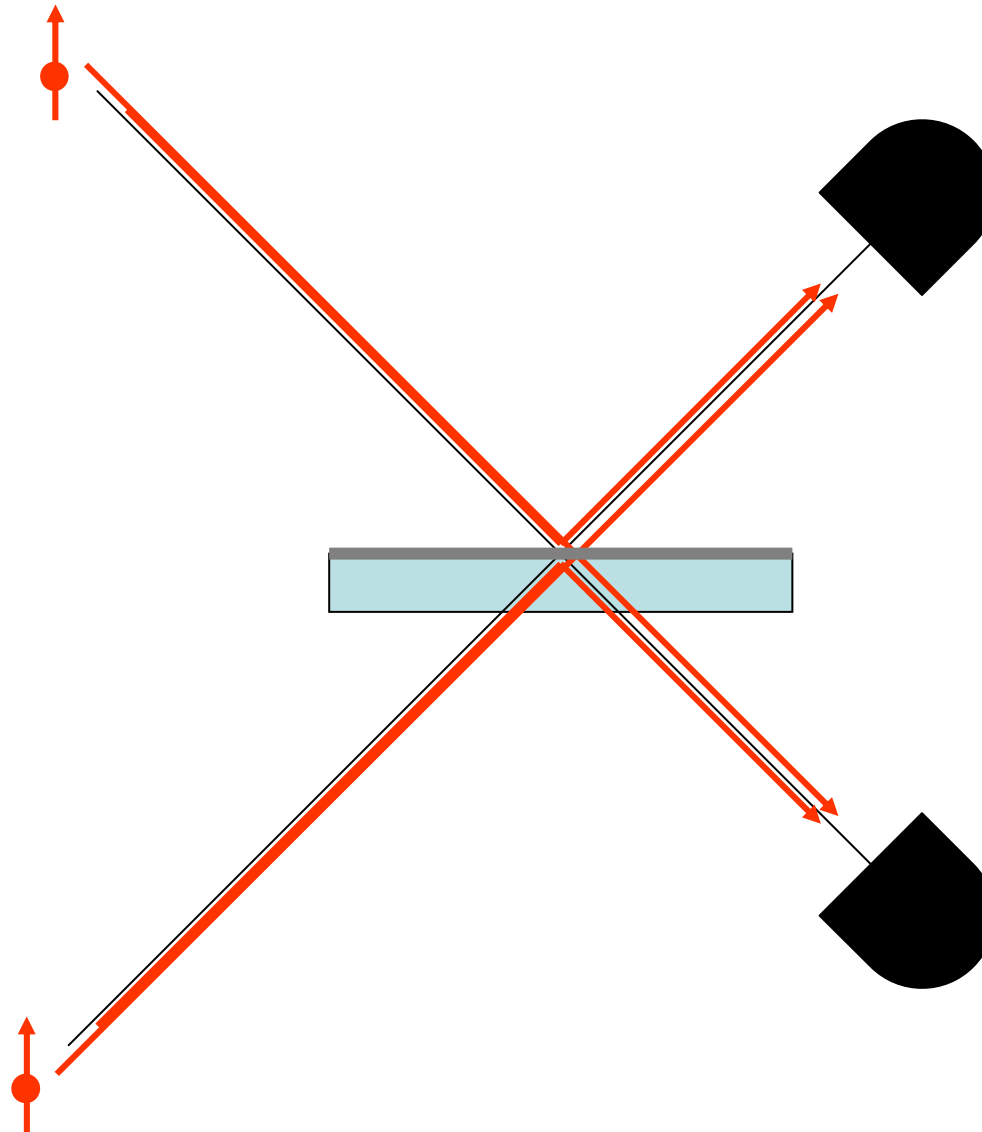
INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka

# Hong-Ou-Mandel inter- ference



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych



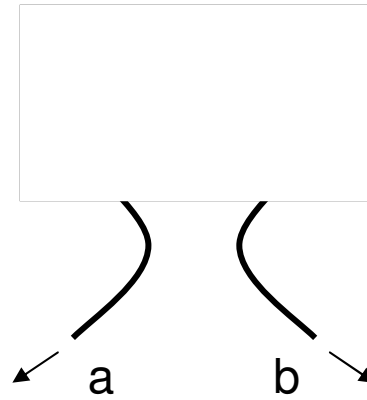
INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka

# What do we need



$$|1\rangle_a |1\rangle_b$$

$$p|1\rangle_a |1\rangle_b \langle 1|_a \langle 1|_b + (1-p)|0\rangle\langle 0|$$



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych



INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO

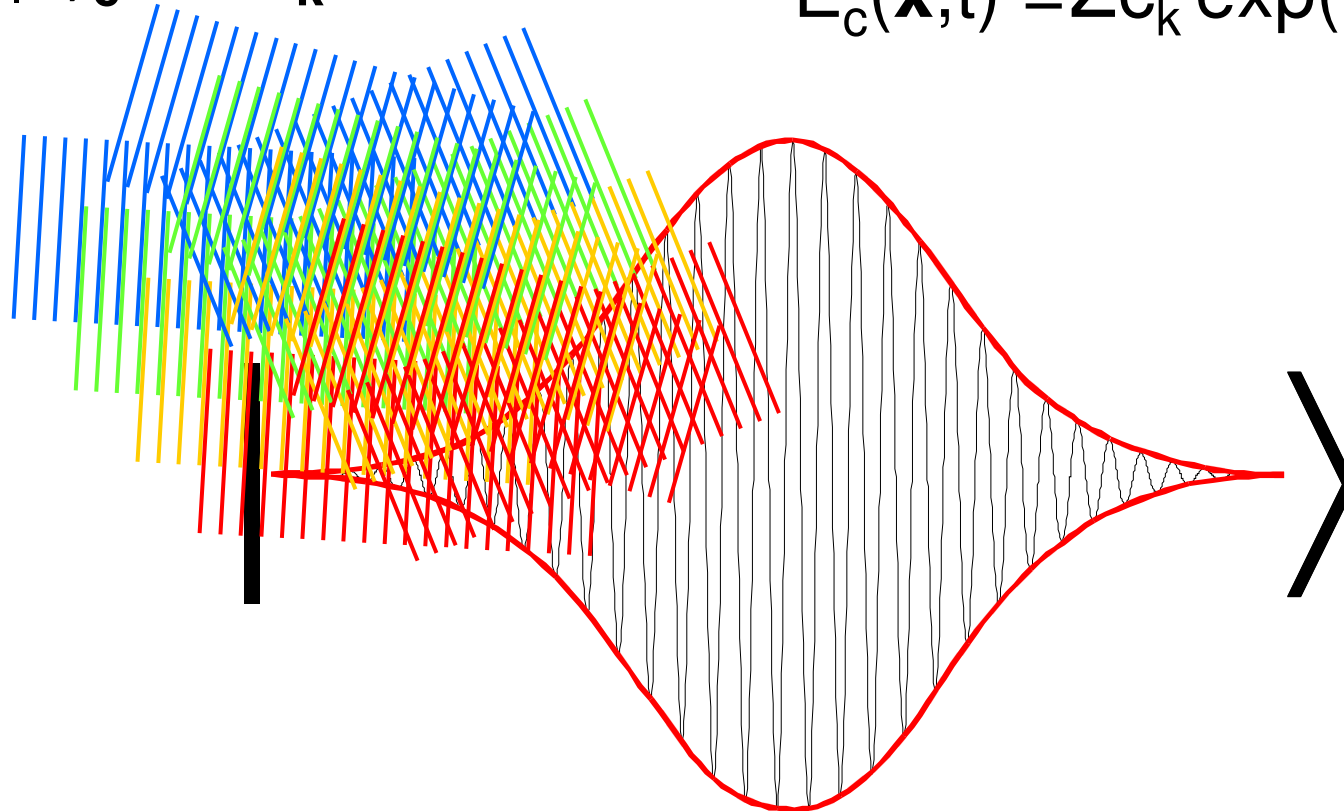


Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka

# $|1\rangle$ photon

$$|1\rangle_c = \sum c_k |1\rangle_k$$

$$E_c(\mathbf{x}, t) = \sum c_k \exp(i\mathbf{k}\cdot\mathbf{x} - i\omega t)$$



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych



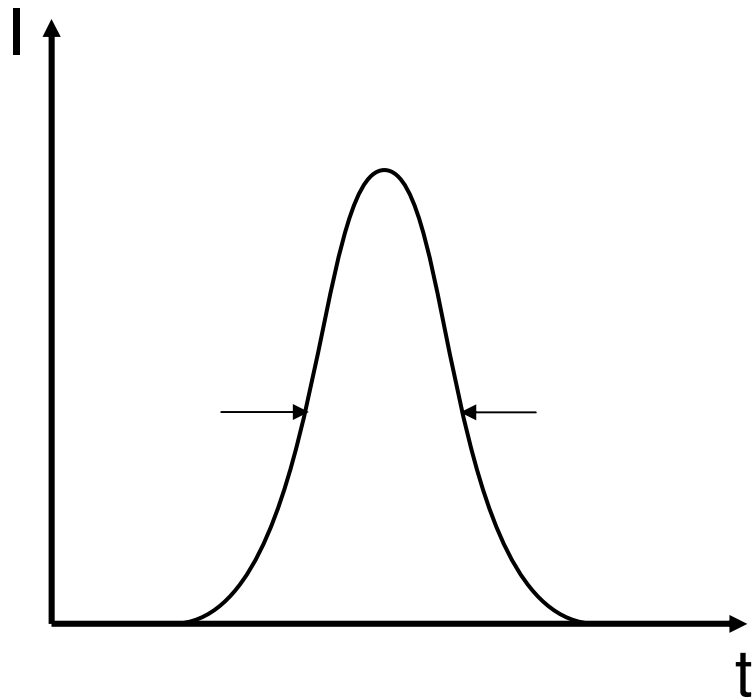
INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO

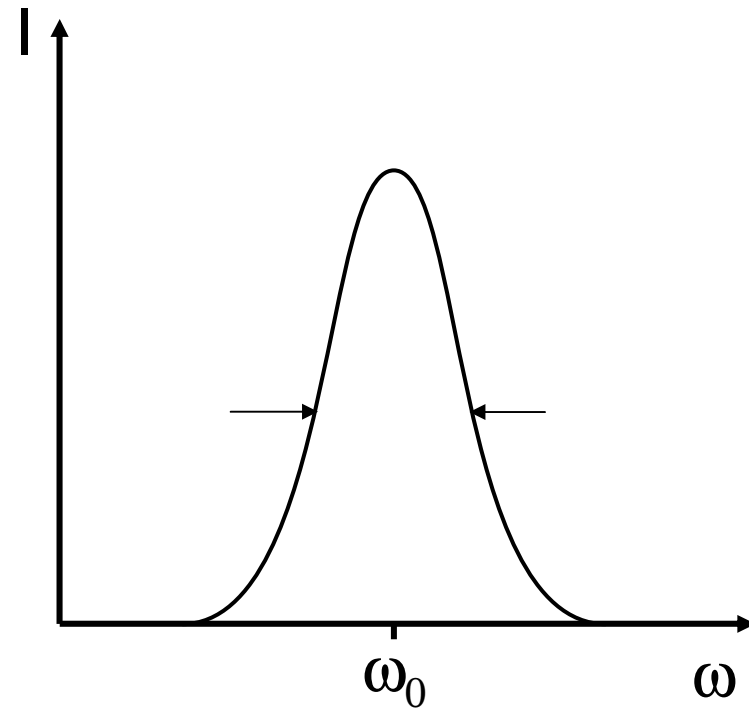


Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka

# Ultrashort pulse



50fs



20nm@800nm



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych



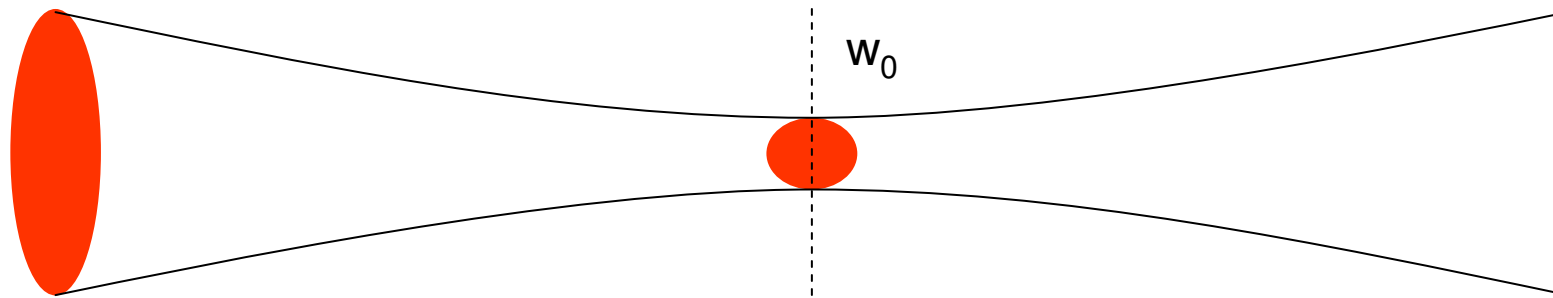
INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO

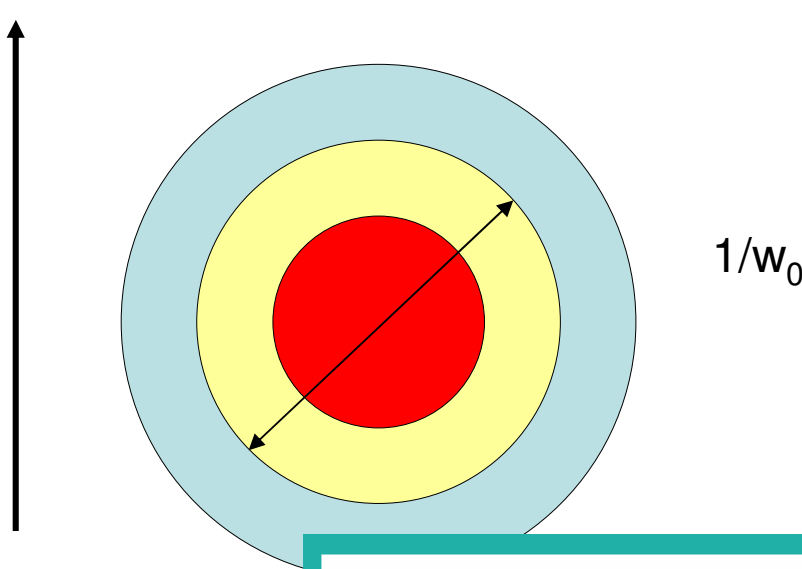


Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka

# Ultrashort pulse in space



$k_y$



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych



INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

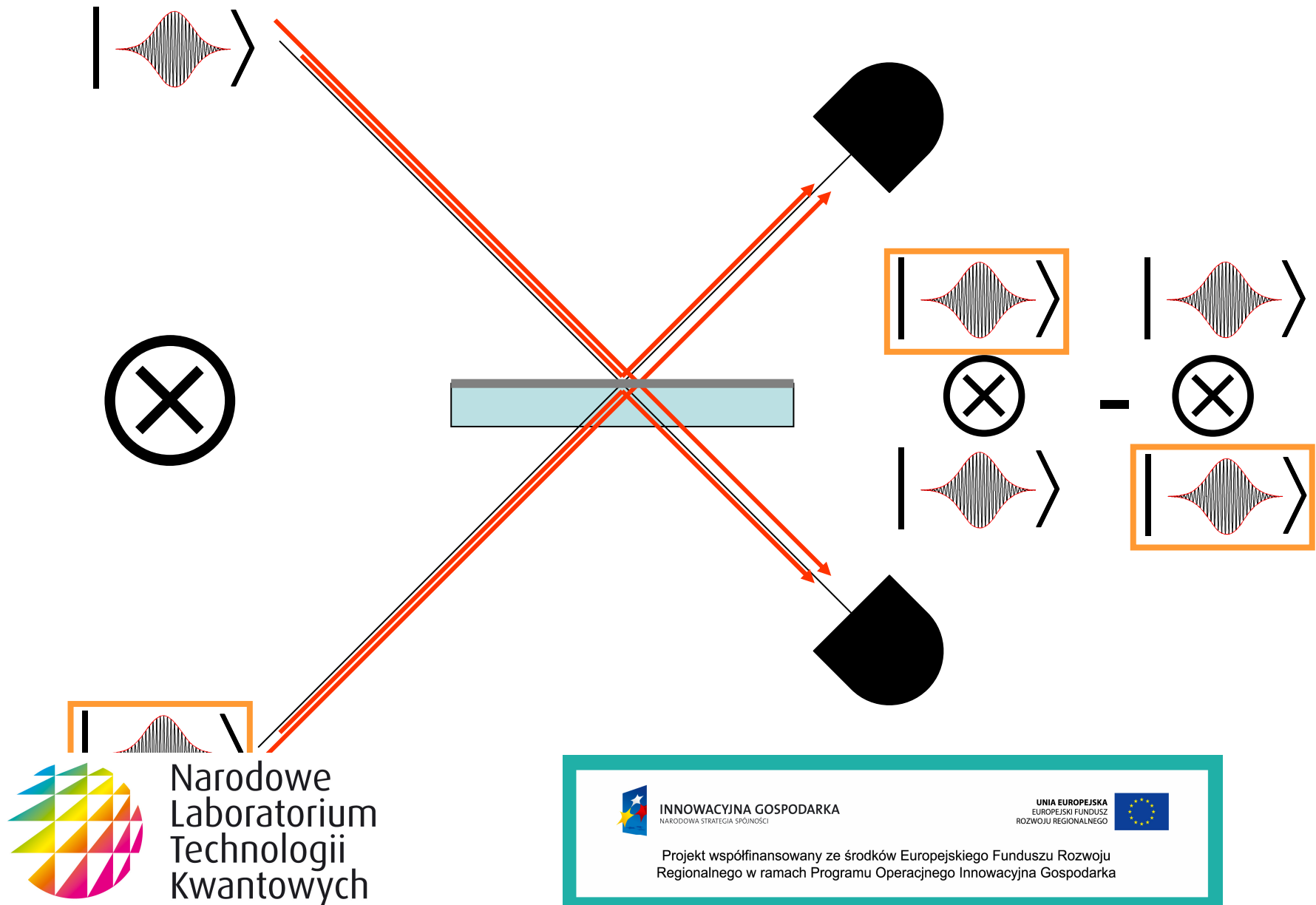
UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka



# Hong-Ou-Mandel effect



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych



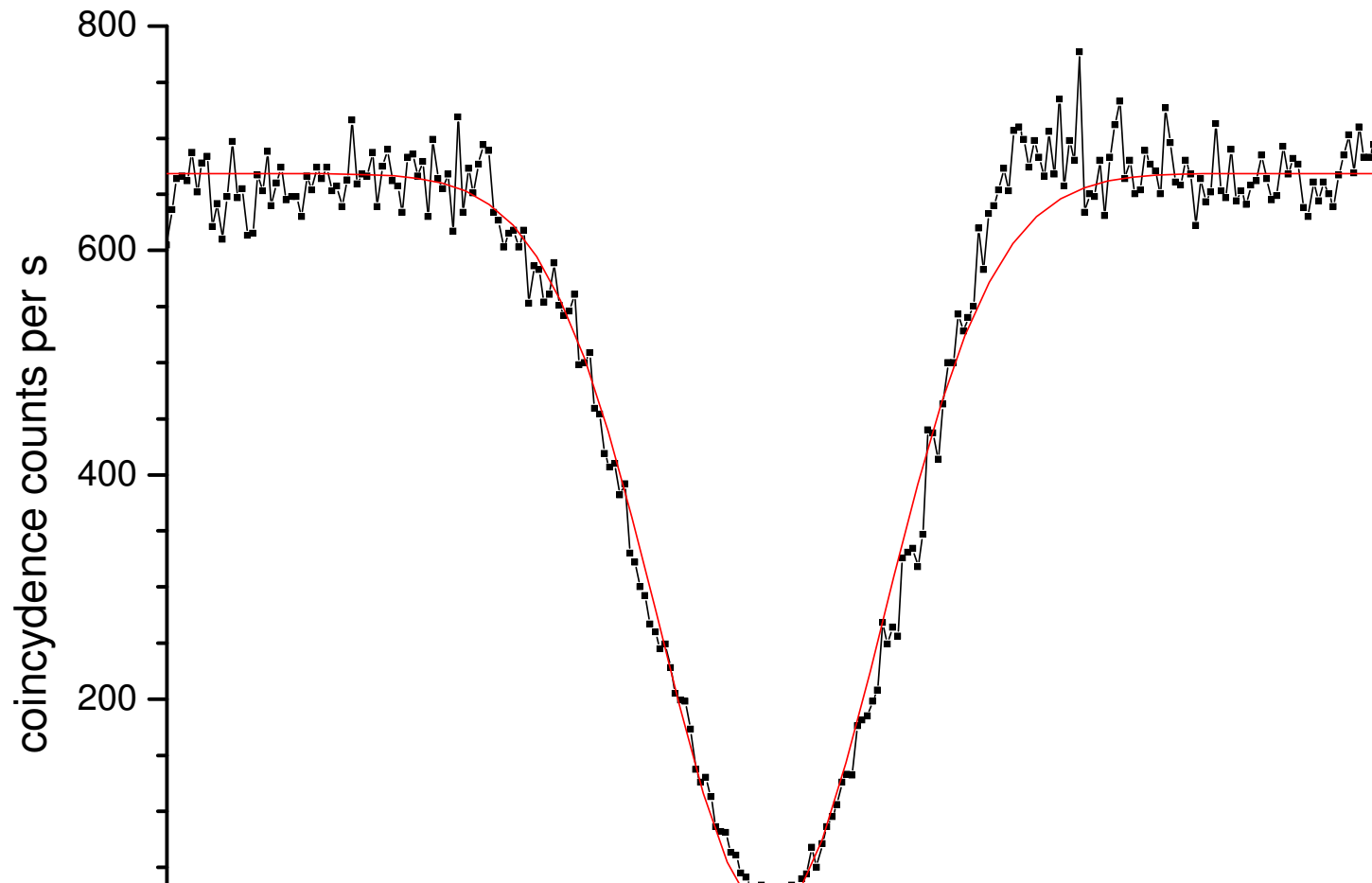
INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka

# Two-photon interference



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych

-200f  
-100



INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka

# Nonlinear crystal

$$\mathbf{P} = \chi \varepsilon_0 \mathbf{E} + \chi^{(2)} \mathbf{E} \mathbf{E} + \dots$$



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych



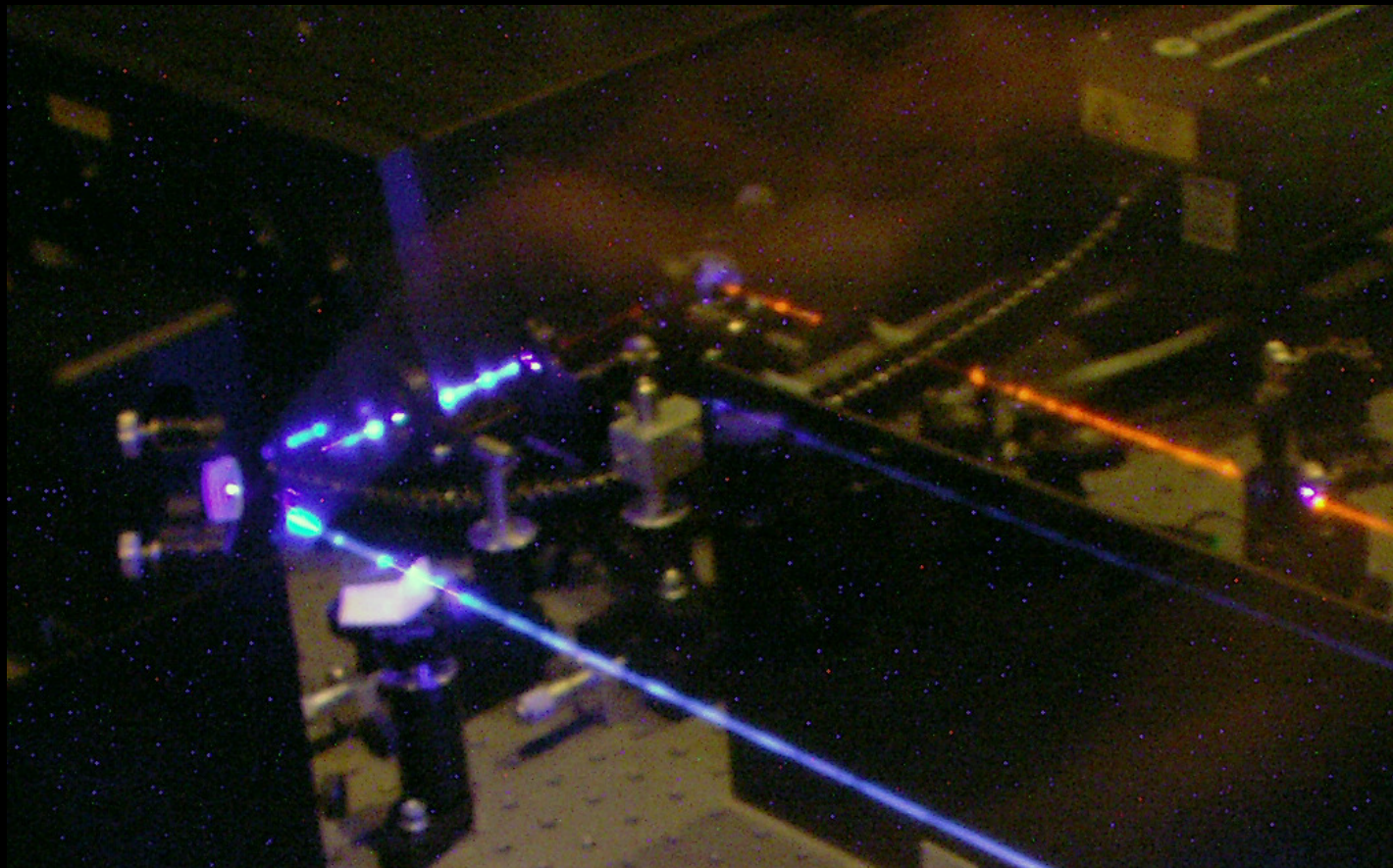
INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka

# Nonlinear crystal



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych



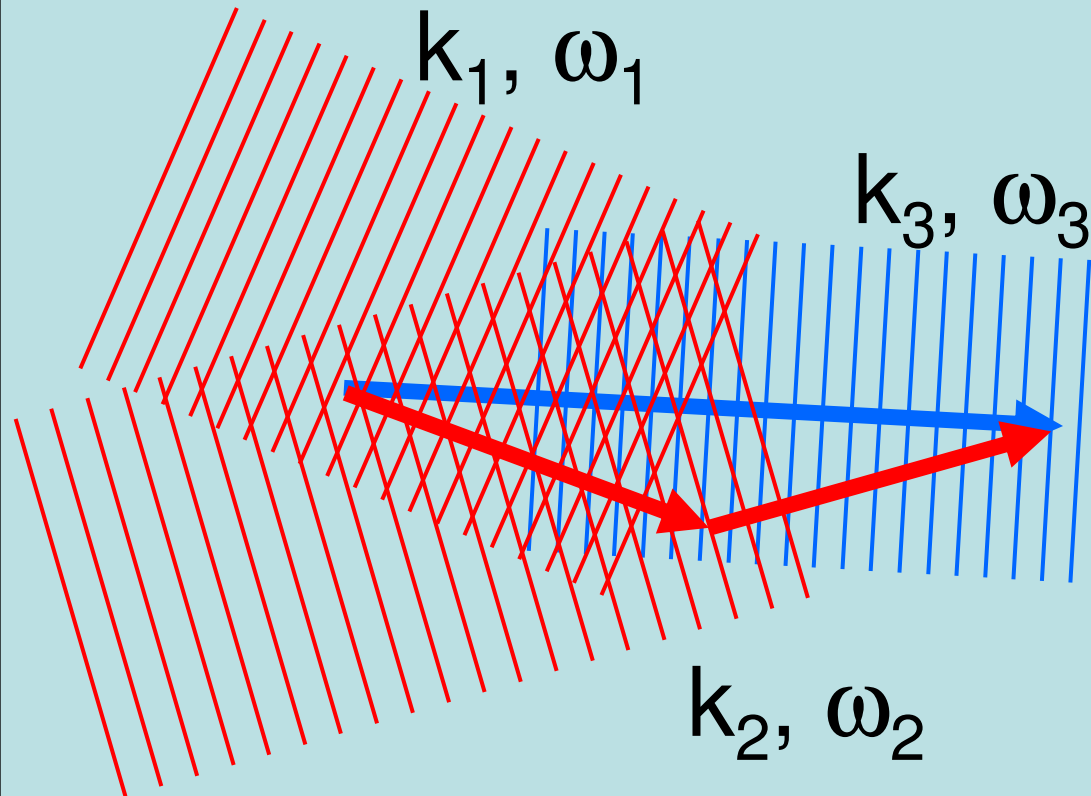
INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka

# Generic case: 3WM



$$\omega_3 = \omega_1 + \omega_2$$

$$k_{3\perp} = k_{1\perp} + k_{2\perp}$$

Sprawność

$$\sim [\sin(\Delta k L/2) / \Delta k]^2$$



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych



INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

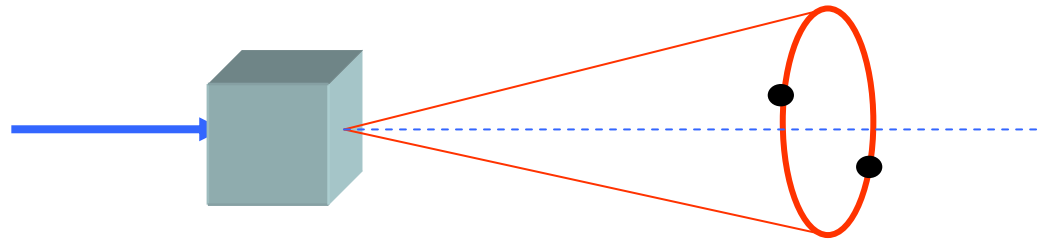
UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka

$k_{2z}$

# Typical source configurations



Type I eoo



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych



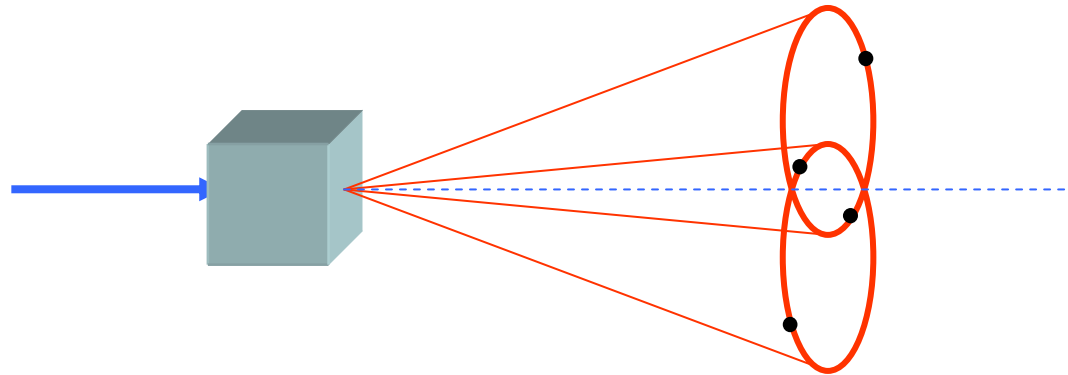
INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka

# Typical source configurations



Type II eoe



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych



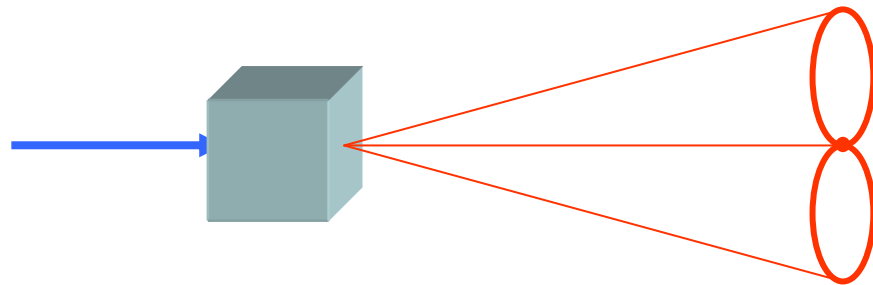
INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka

# Typical source configurations



Type II eoe



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych



INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

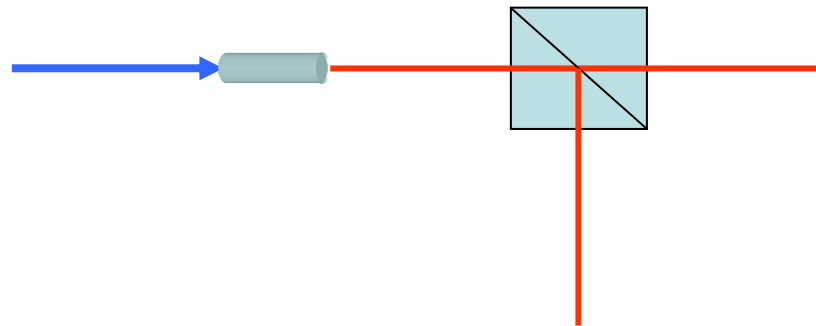
UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka



# Typical source configurations



Type II eoe



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych



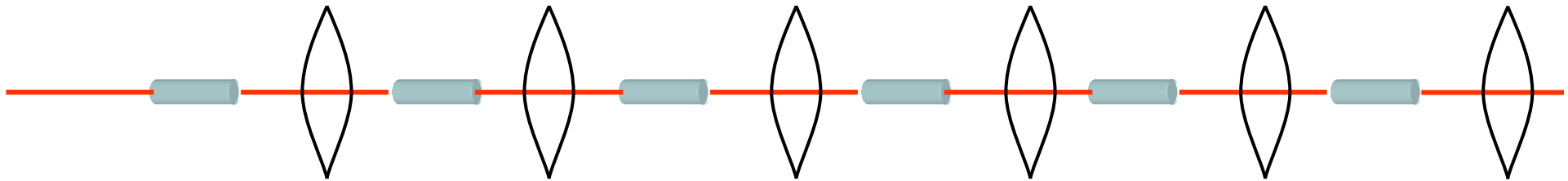
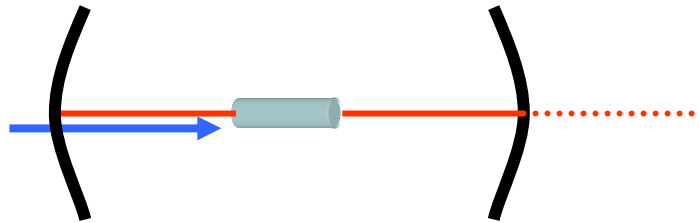
INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka

# Cavity



## Type II eoe



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych



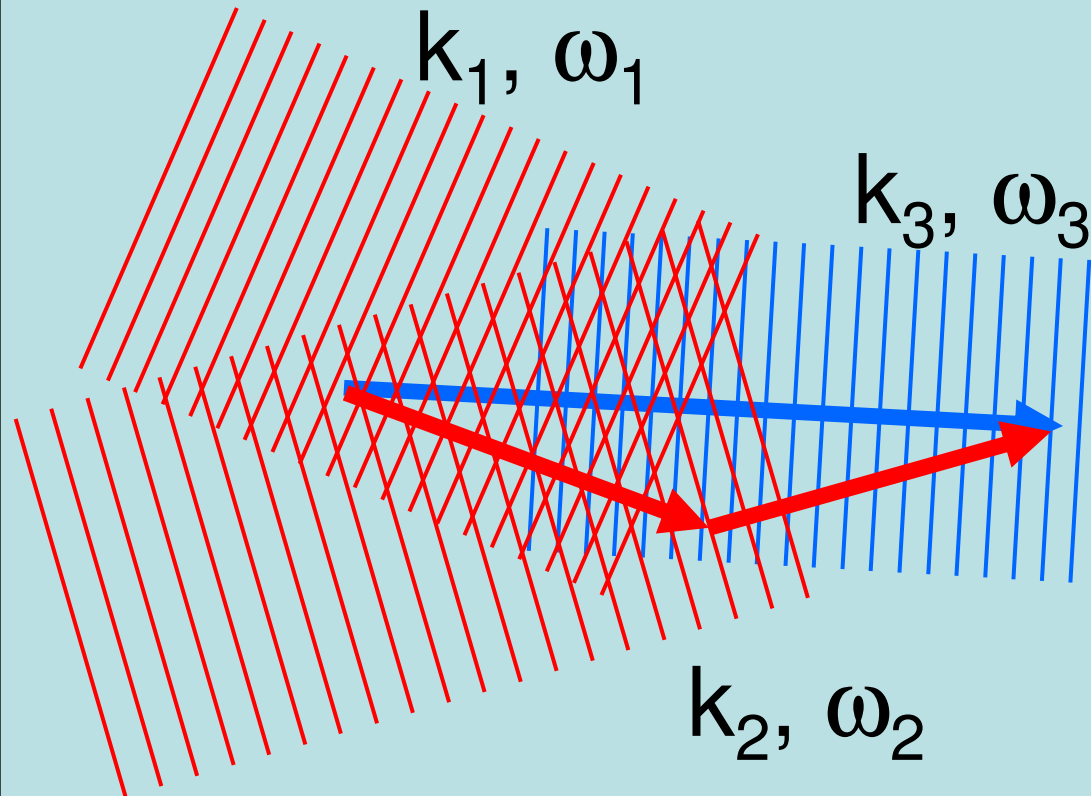
INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka

# Generic case: 3WM



$$\omega_3 = \omega_1 + \omega_2$$

$$k_{3\perp} = k_{1\perp} + k_{2\perp}$$

Amplitude  
 $\sim \sin(\Delta k L/2) / \Delta k$



Narodowe  
 Laboratorium  
 Technologii  
 Kwantowych



INNOWACYJNA GOSPODARKA  
 NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
 EUROPEJSKI FUNDUSZ  
 ROZWOJU REGIONALNEGO

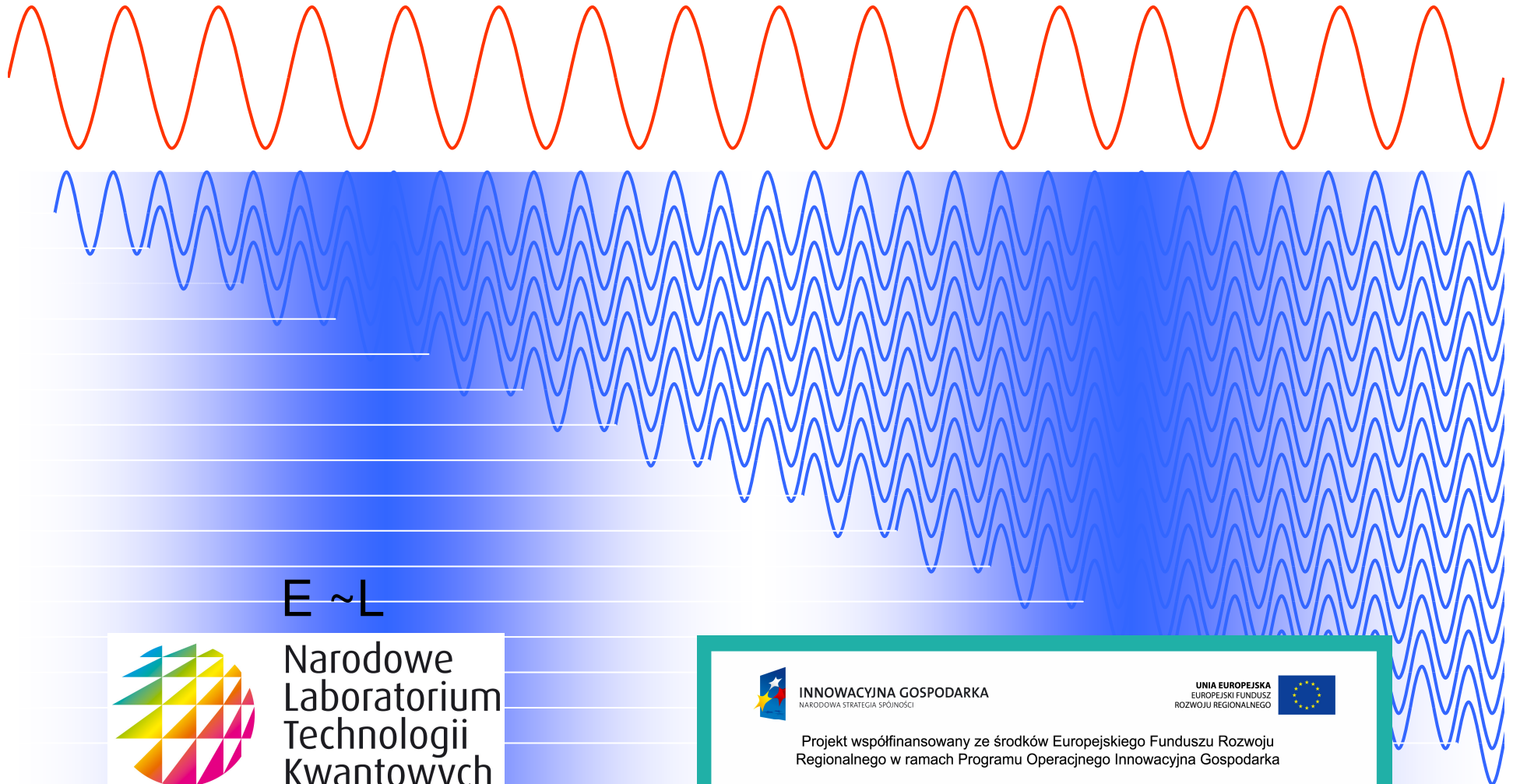


Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka

$k_{2z}$

# Mismatch

Of the wavevectors -  $n \neq \text{const}$



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych



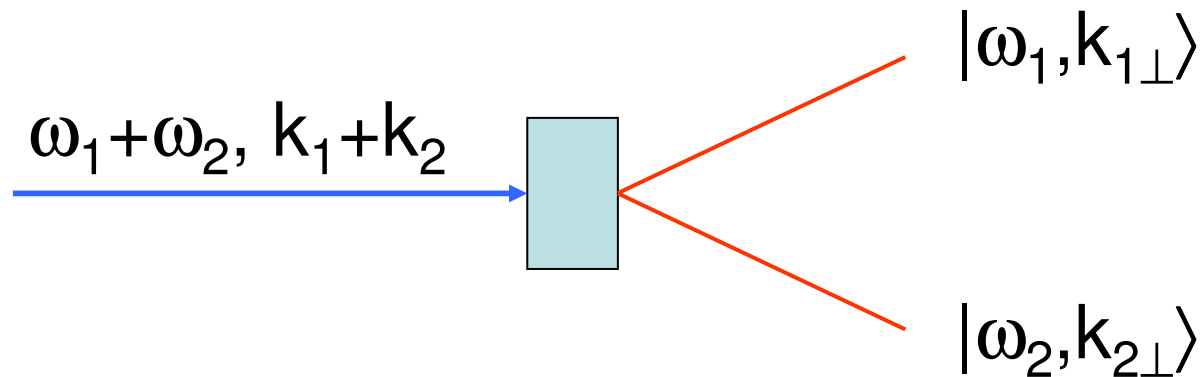
INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka

# Biphoton amplitude



$$\langle \omega_1, k_{1\perp}, \omega_2, k_{2\perp} | \text{out} \rangle =$$

$$A_p(\omega_1 + \omega_2, k_1 + k_2) \sin(\Delta k L/2) / \Delta k$$



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych

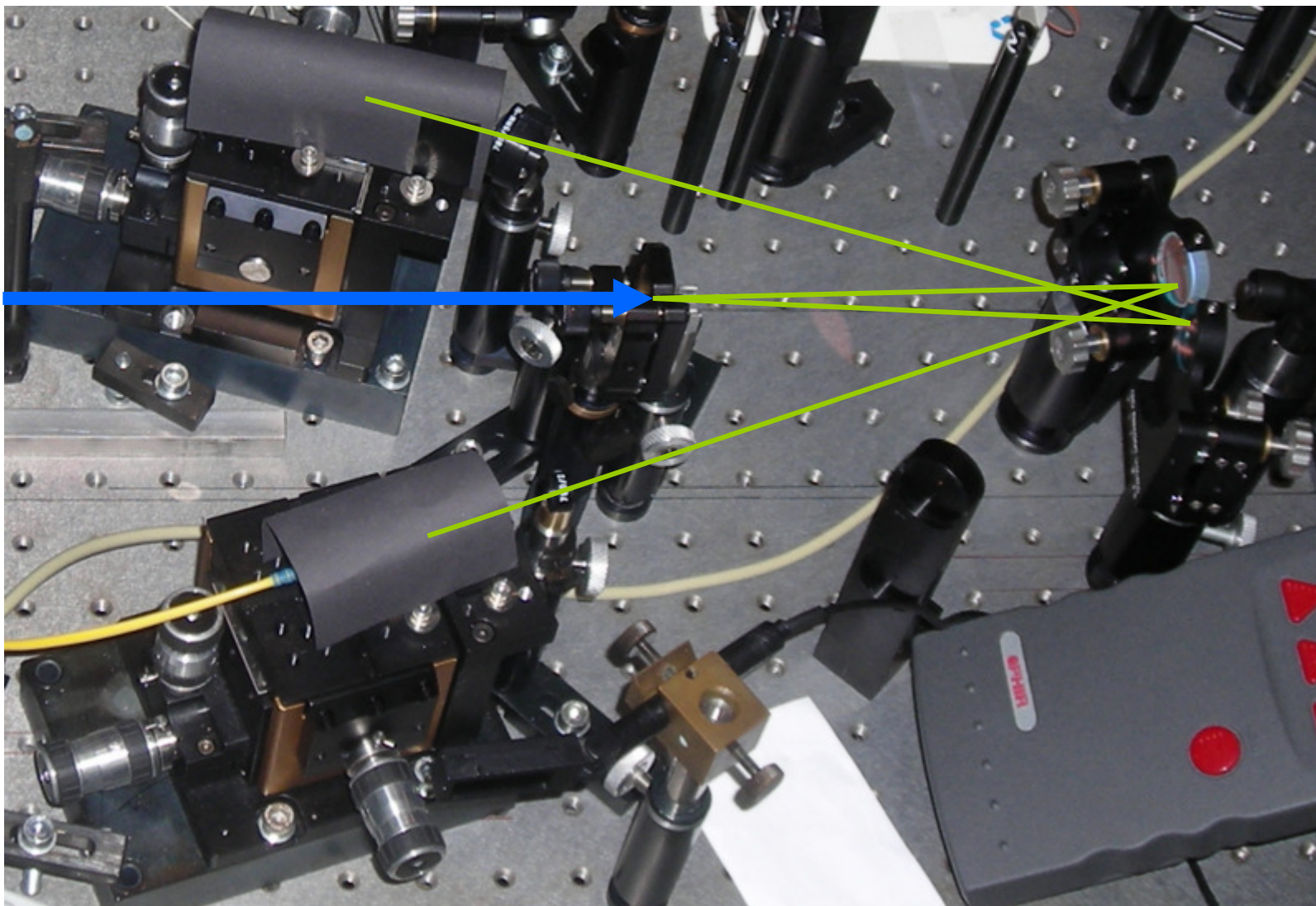


INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka



# Spontaneous Parametric Down-Conversion



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych



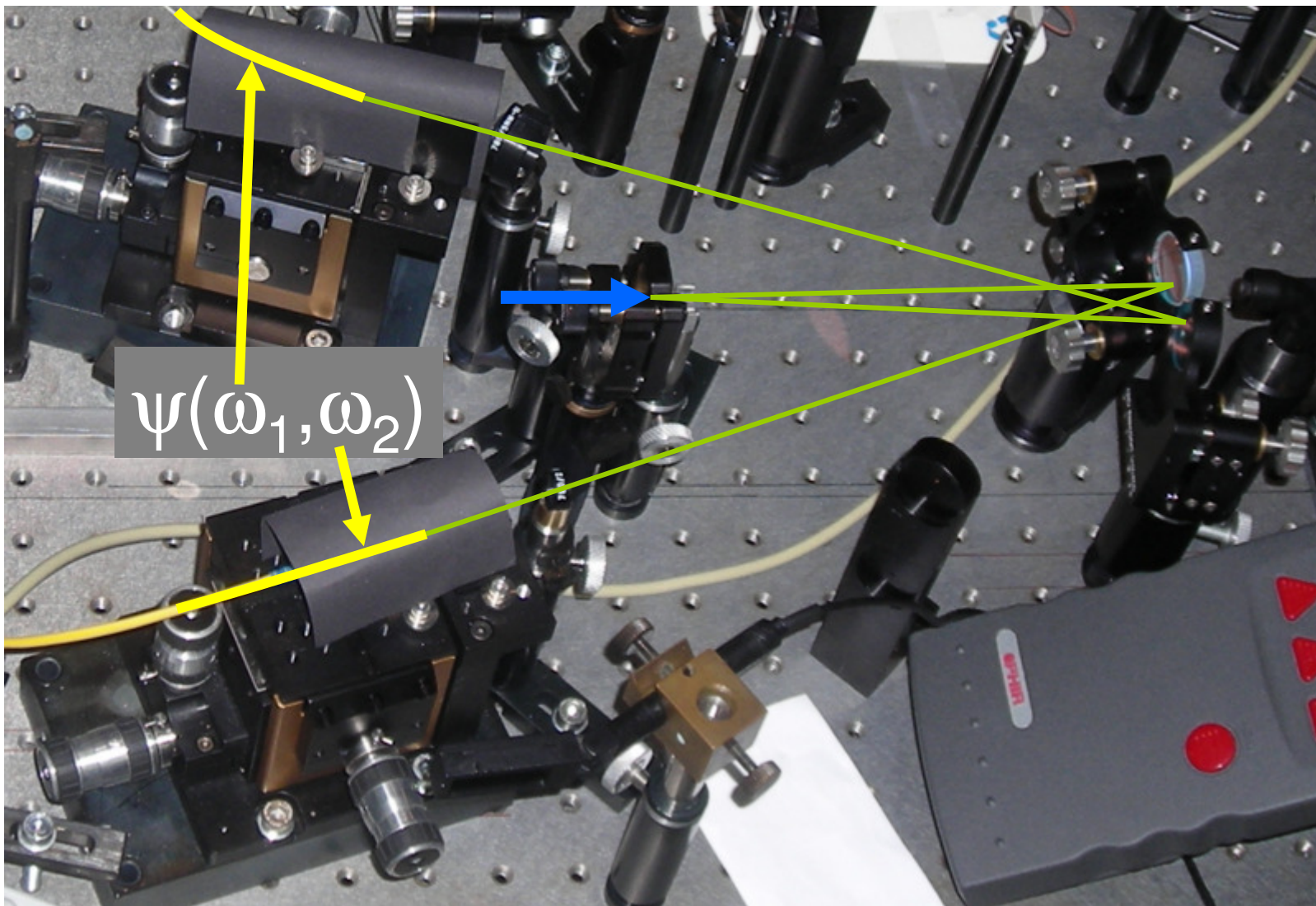
INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka





$\psi(\omega_1, \omega_2)$

# Biphoton

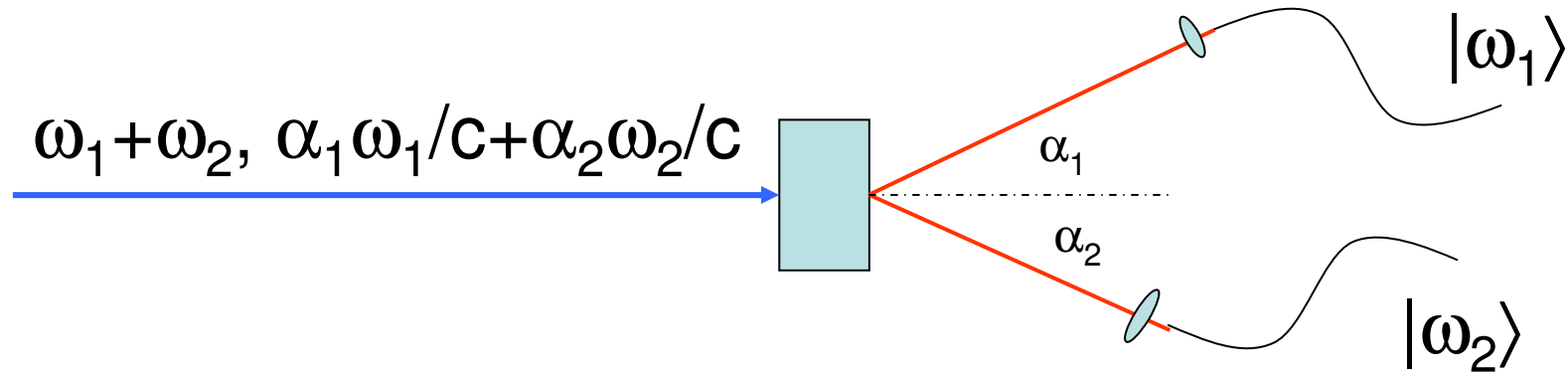


Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych



Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka

# Biphoton in bifiber



$$\langle \omega_1, \omega_2 | \text{out} \rangle =$$

$$\langle \omega_1 | \otimes \langle u_1(k_{1\perp}) | \otimes \langle \omega_2 | \otimes \langle u_2(k_{2\perp}) | \text{out} \rangle$$



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych



INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

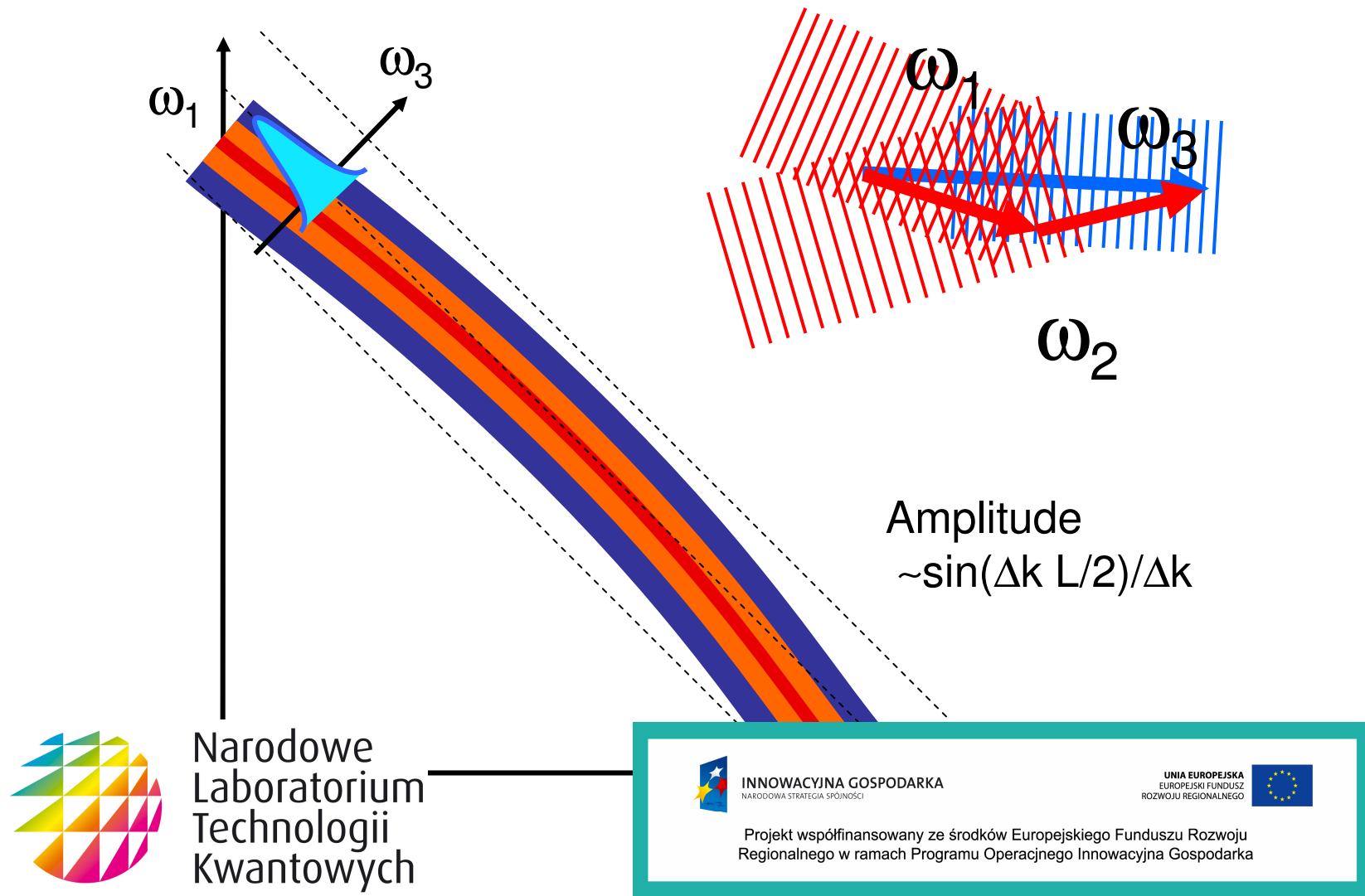
UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka



# Map



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych



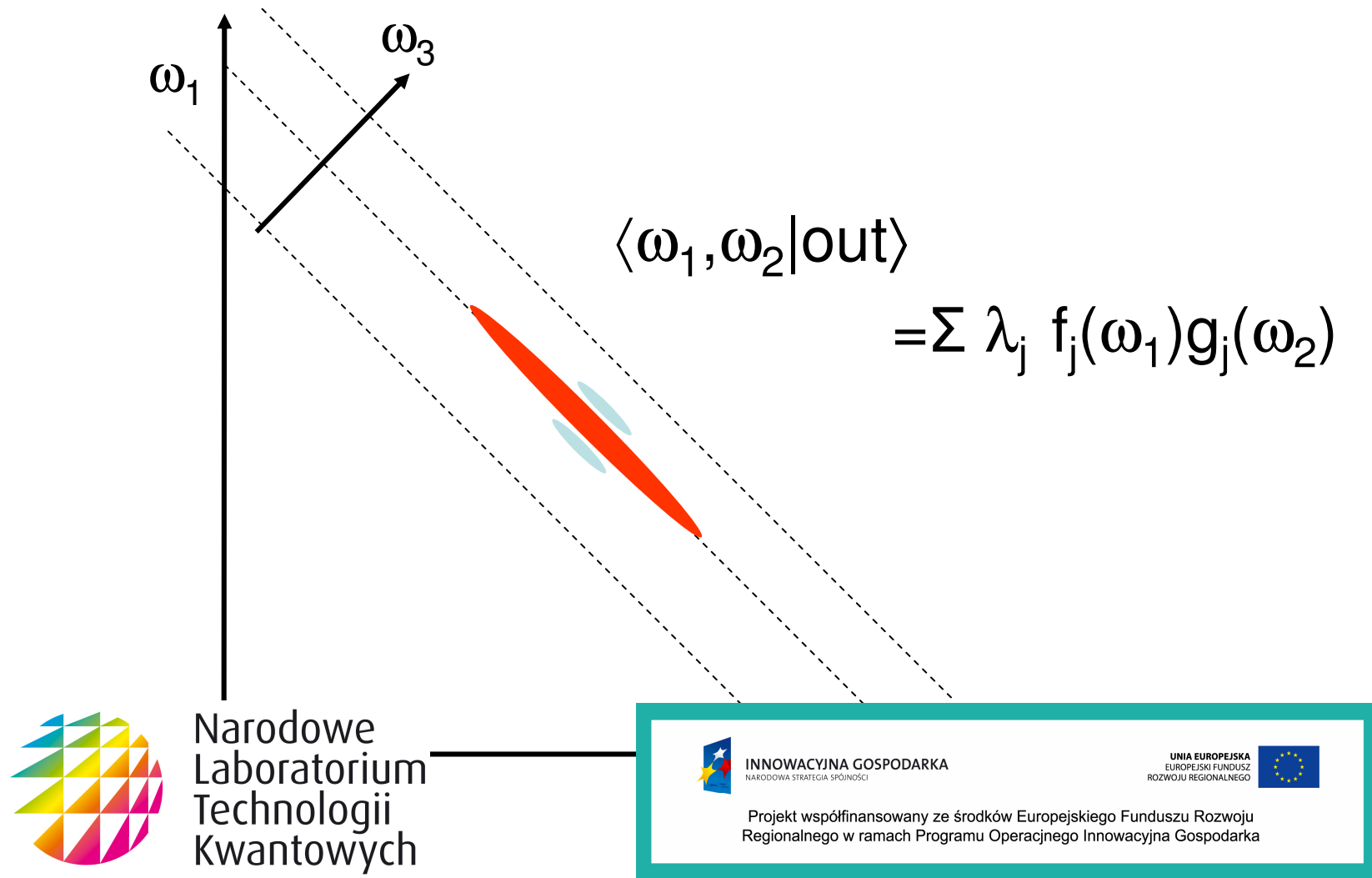
INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka

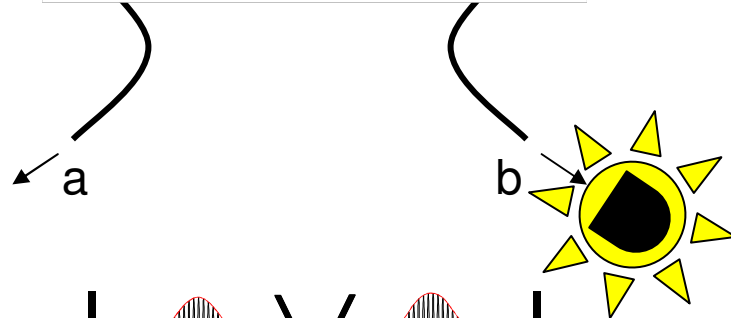
# Map





# What do we have


$$\sum \lambda_j |1\rangle_{aj} |1\rangle_{bj}$$



$$\lambda_0^2 \left| \begin{array}{c} \text{wave} \end{array} \right\rangle \left\langle \begin{array}{c} \text{wave} \end{array} \right|$$
$$+ \lambda_1^2 \left| \begin{array}{c} \text{wave} \end{array} \right\rangle \left\langle \begin{array}{c} \text{wave} \end{array} \right|$$
$$+ \lambda_2^2 \left| \begin{array}{c} \text{wave} \end{array} \right\rangle \left\langle \begin{array}{c} \text{wave} \end{array} \right|$$



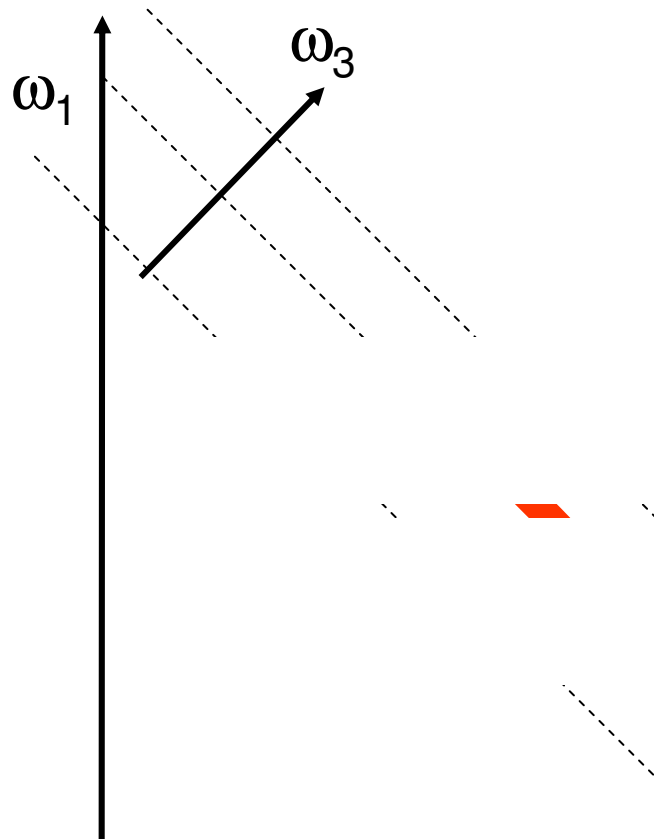
Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych

 **INNOWACYJNA GOSPODARKA**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

 **UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO

Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka

# Filtering



$$\lambda_0 | \text{waveform} \rangle \otimes | \text{waveform} \rangle$$

$$\lambda_1 | \text{waveform} \rangle \otimes | \text{waveform} \rangle$$

$$\lambda_2 | \text{waveform} \rangle \otimes | \text{waveform} \rangle$$



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych



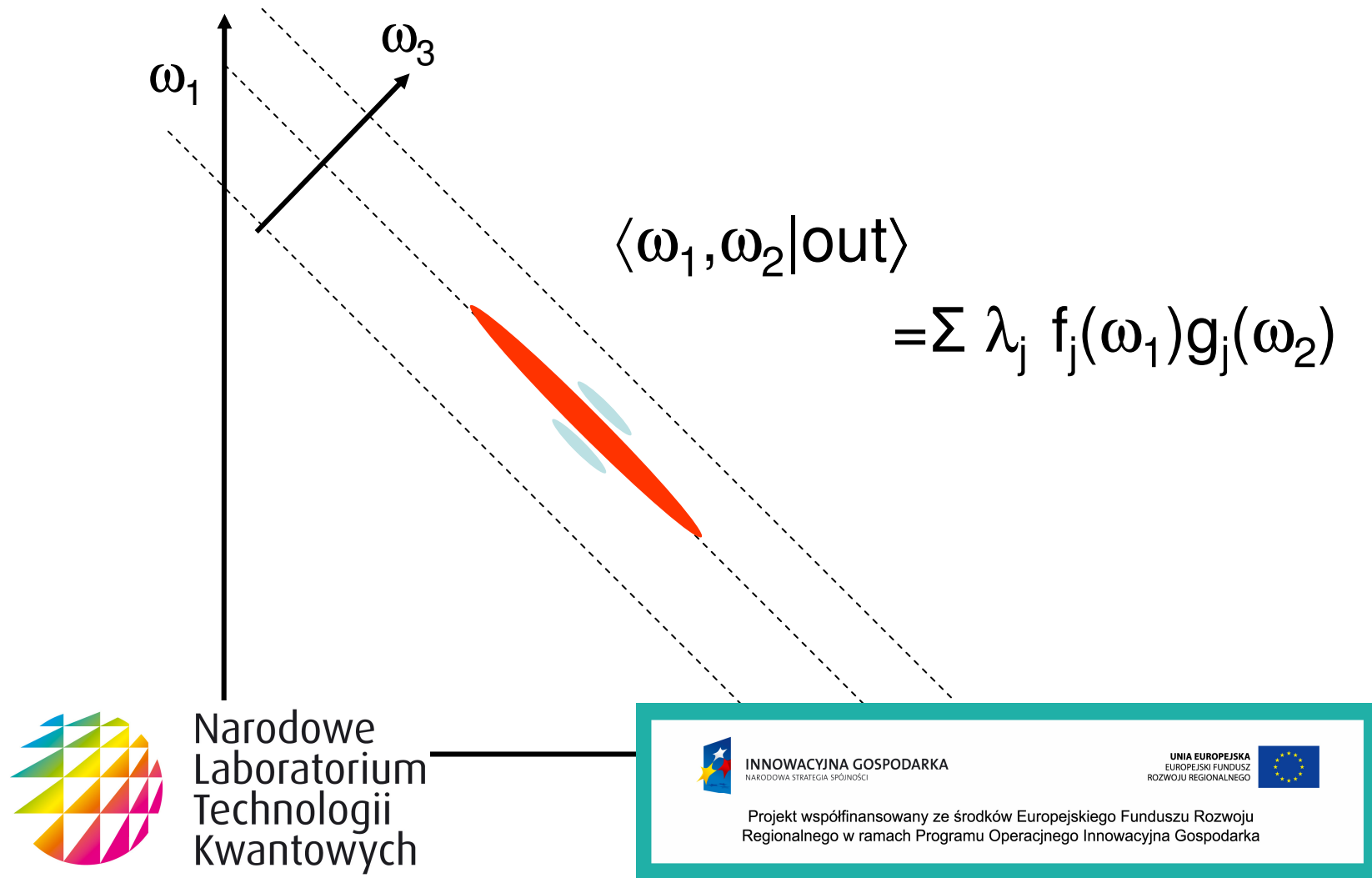
INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO

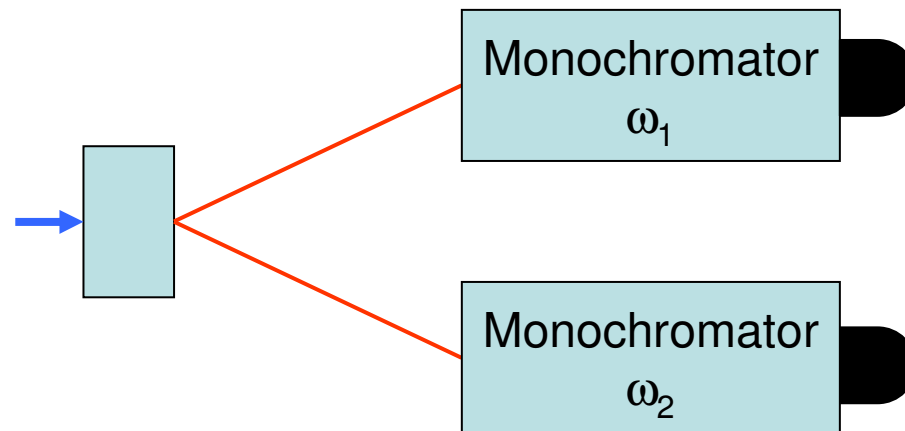


Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka

# Map



# How to measure $|\langle \omega_1, \omega_2 | \text{out} \rangle|^2$ ?



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych



INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

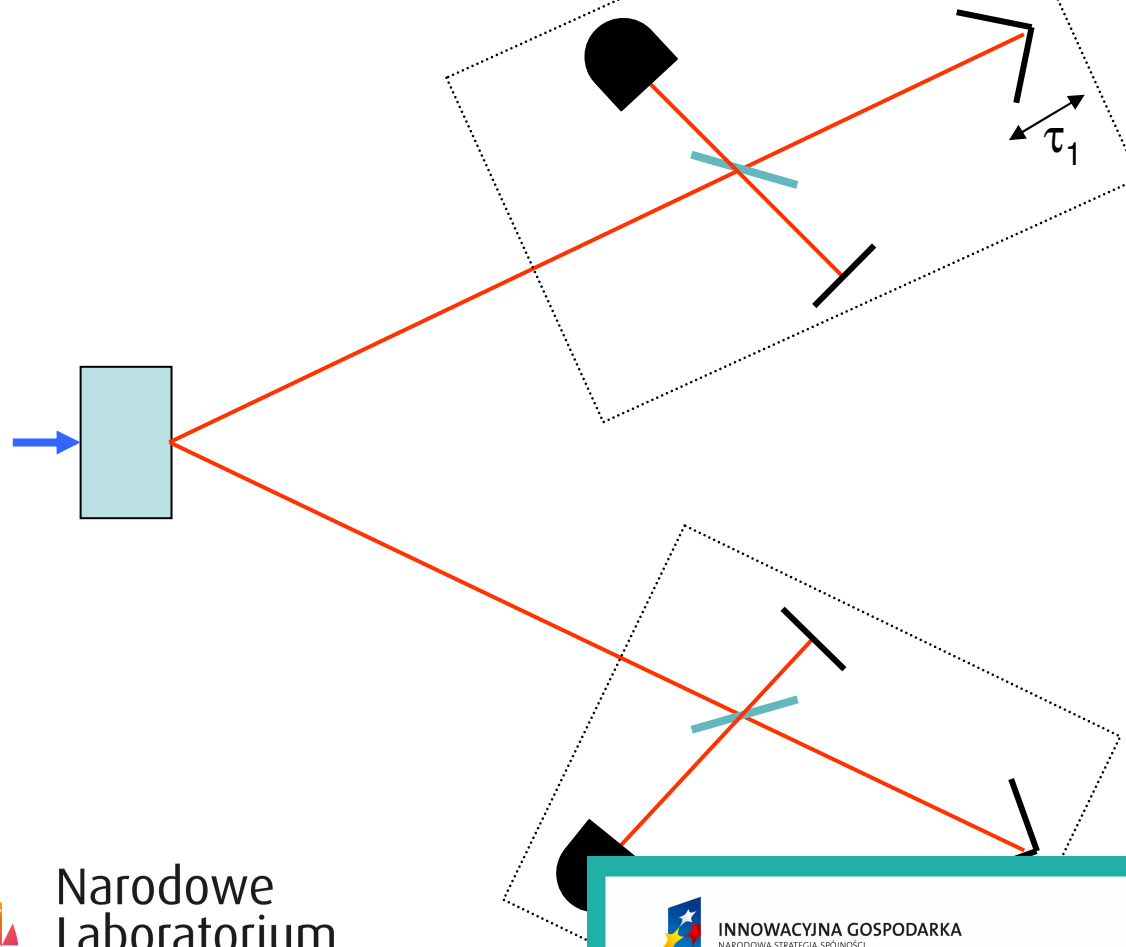
UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka

005)

# How to measure $|\langle \omega_1, \omega_2 | \text{out} \rangle|^2$ ?



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych



INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

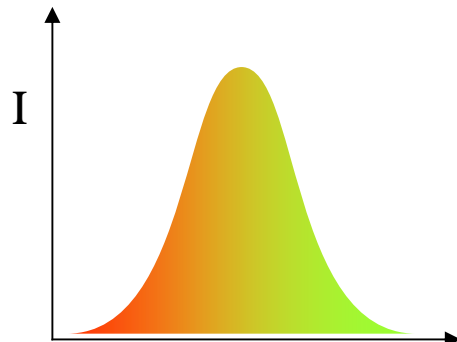
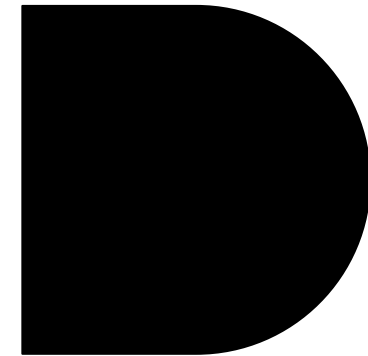
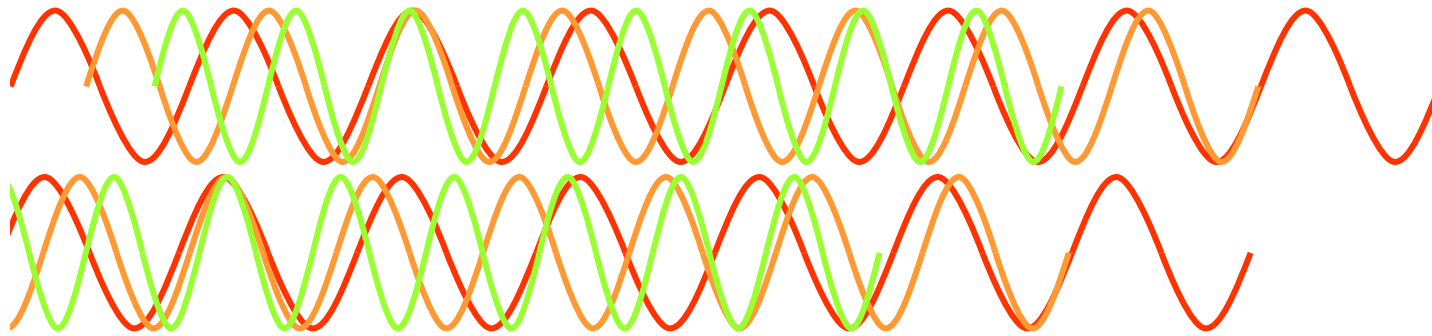
UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



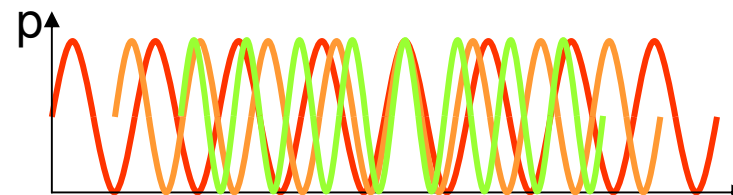
Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka



# How does it work?



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych



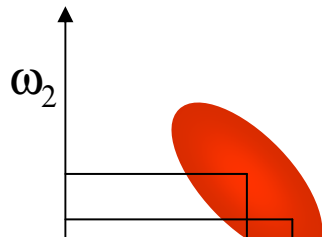
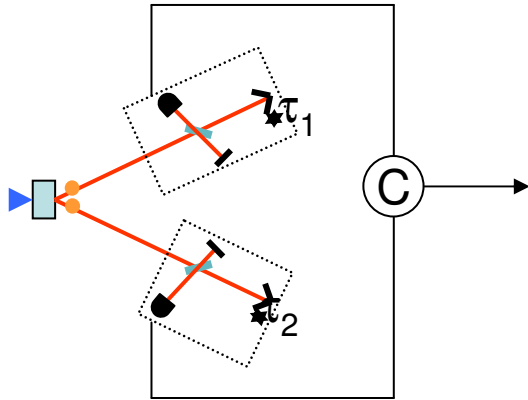
INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO

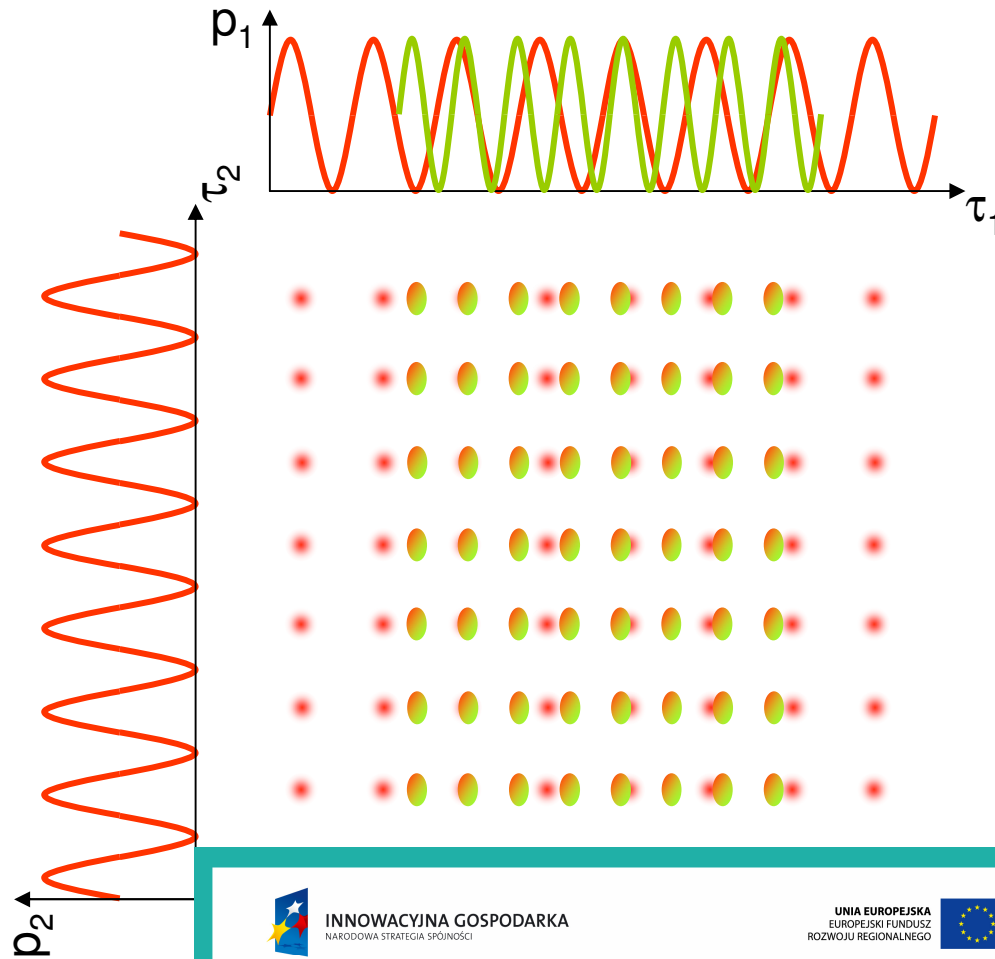


Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka

# How does it work?



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych



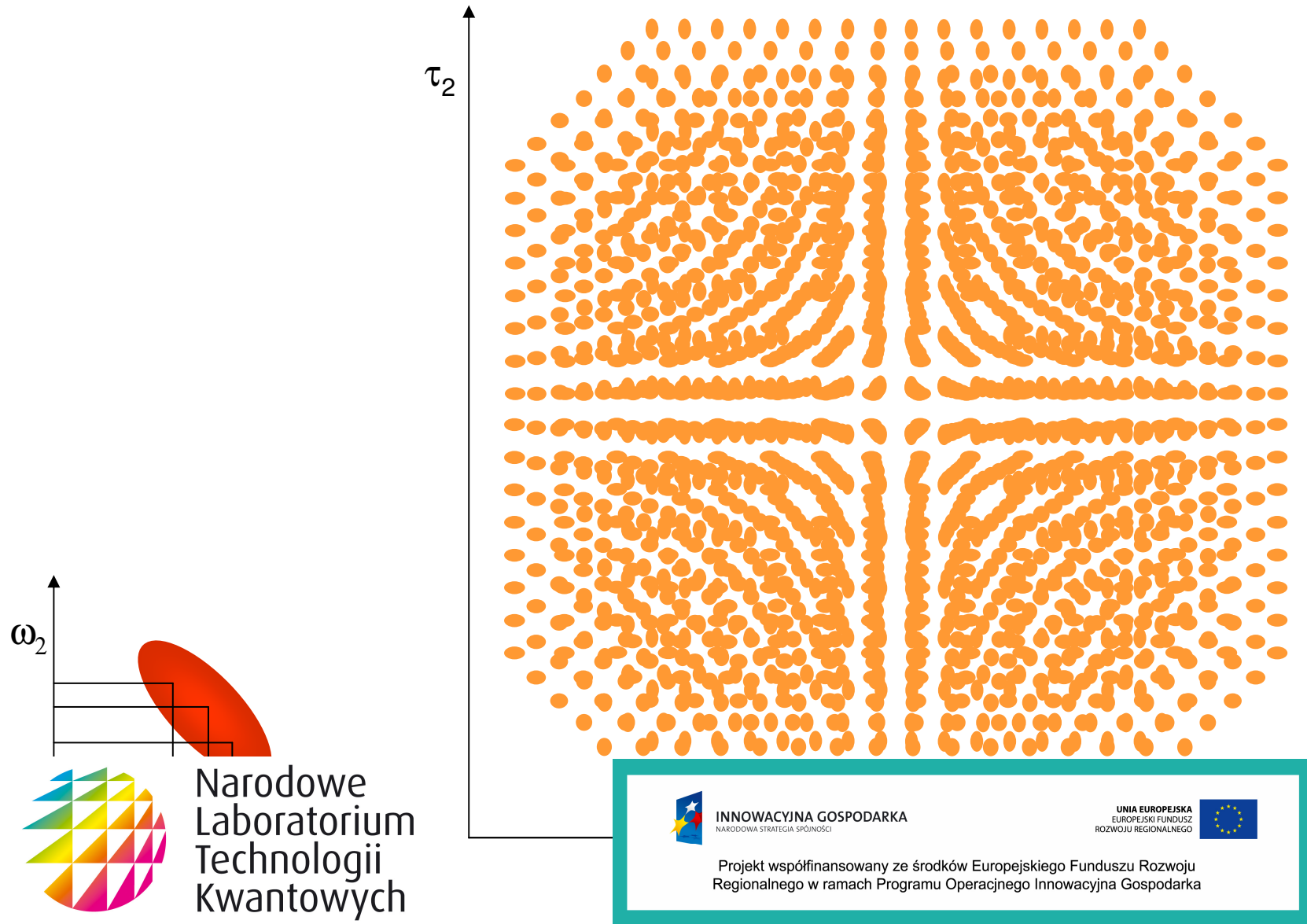
INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO

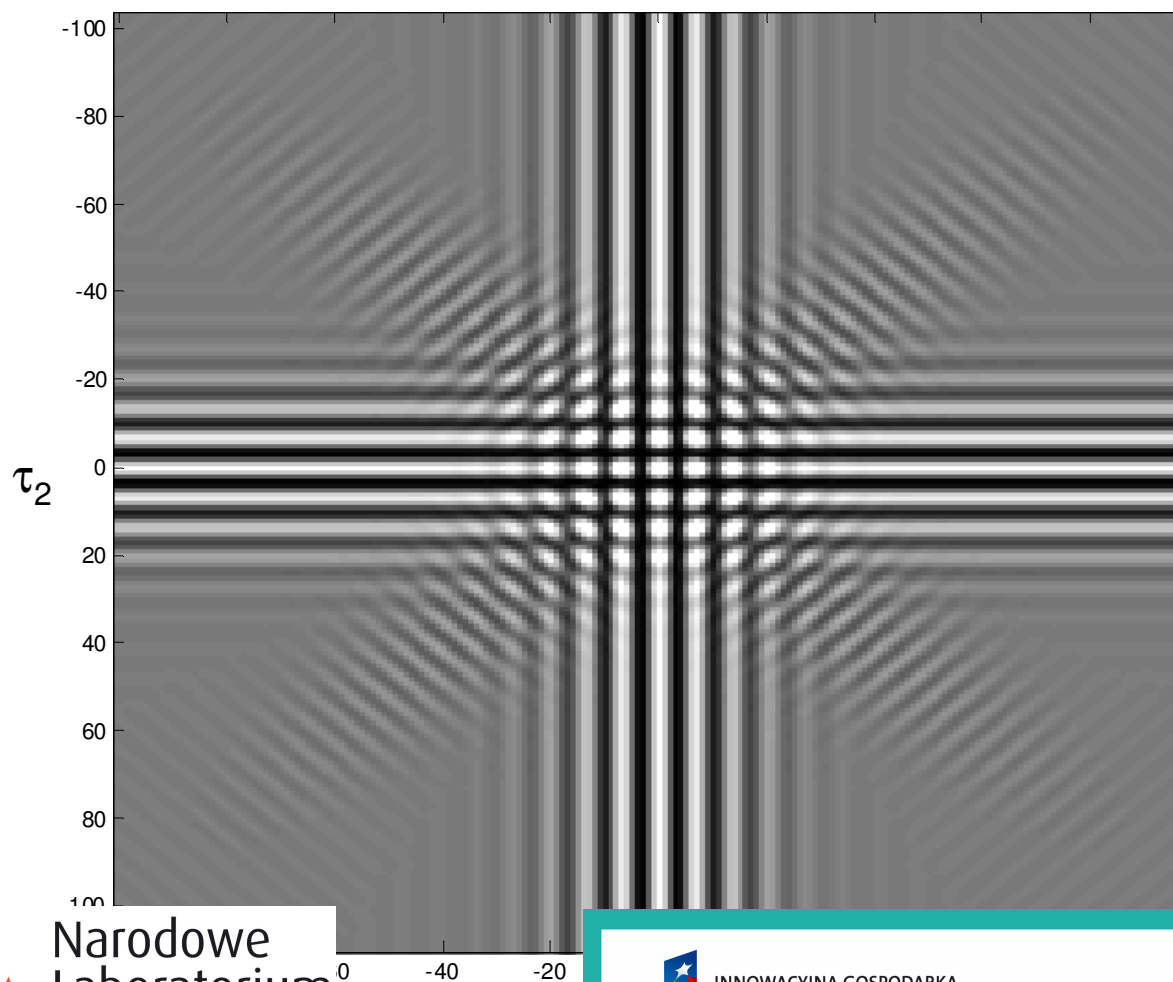


Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka

# How does it work?



# Interferogram



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych

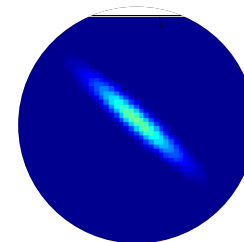


INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych



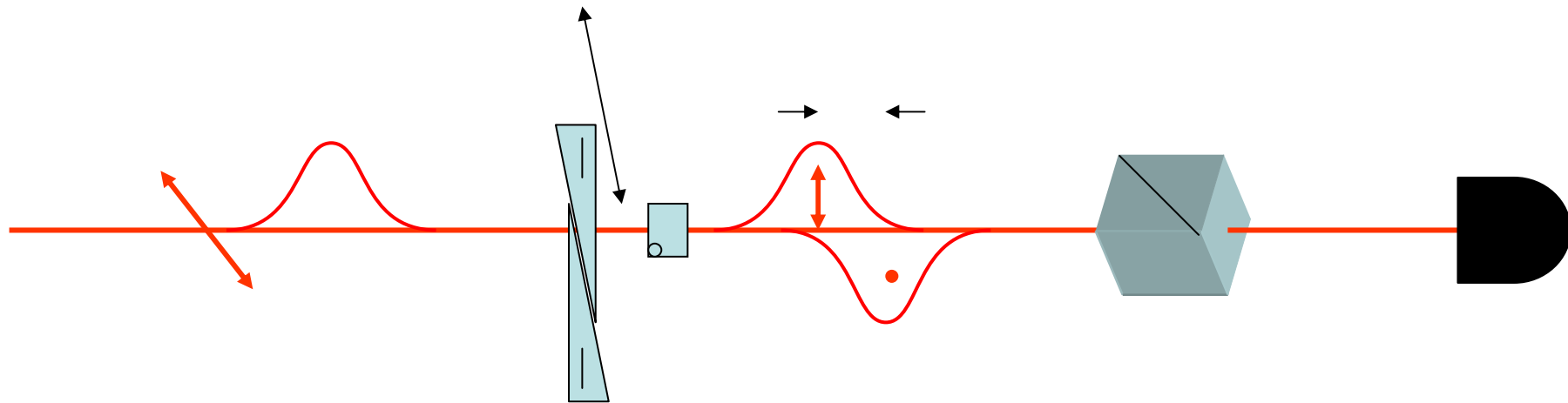
**INNOWACYJNA GOSPODARKA**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka

# Experimental realisation



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych



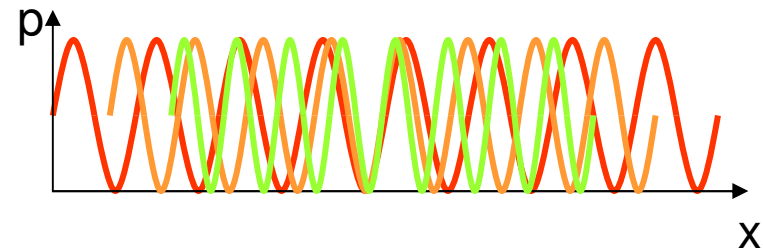
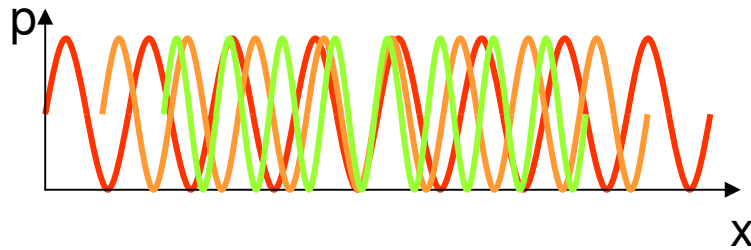
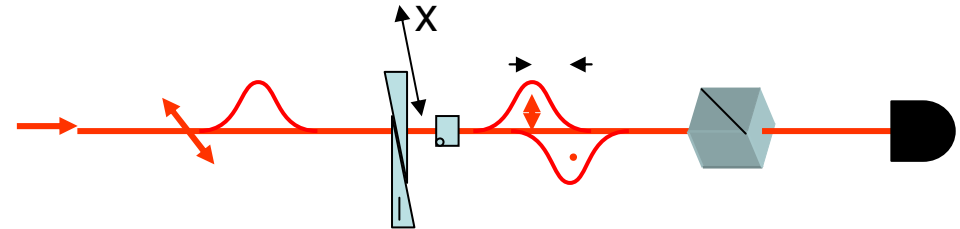
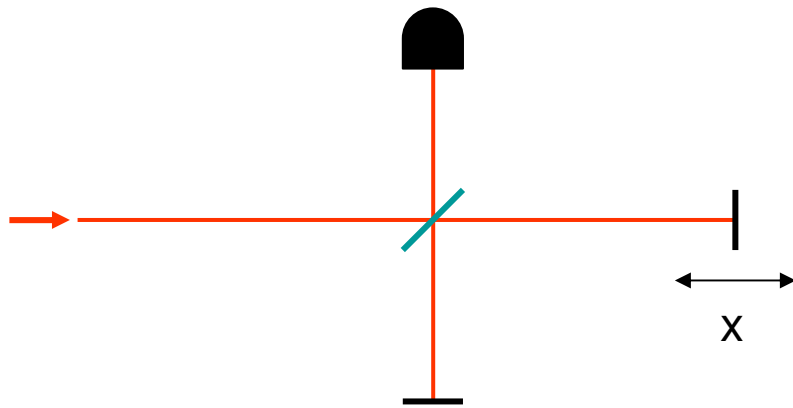
INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka

# How about material dispersion?



Narodowe Laboratorium Technologii Kwantowych <sup>1</sup>



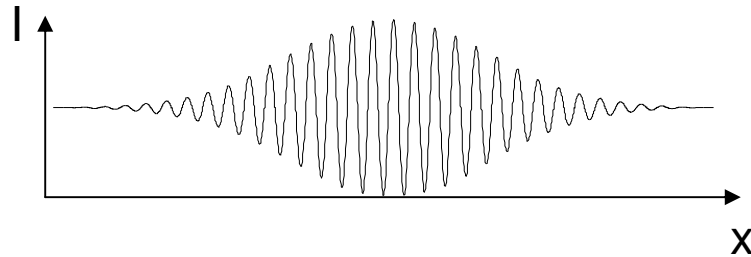
INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO

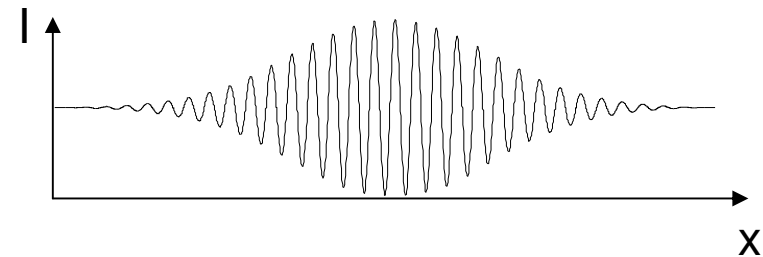


Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka

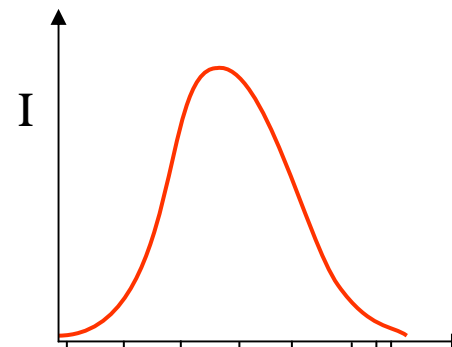
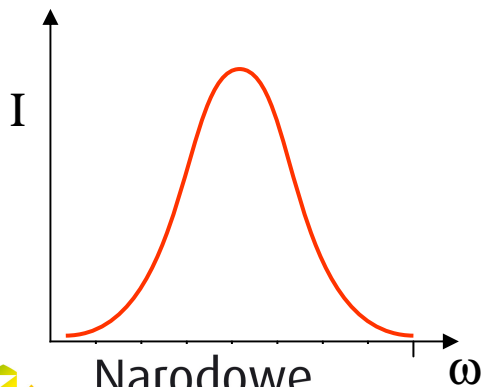
# How about material dispersion?



$$I \sim \sum I(\omega) \cos(2\omega x/c) + 1$$



$$I \sim \sum I(\omega) \cos(2\Delta n \omega x/c) + 1$$



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych



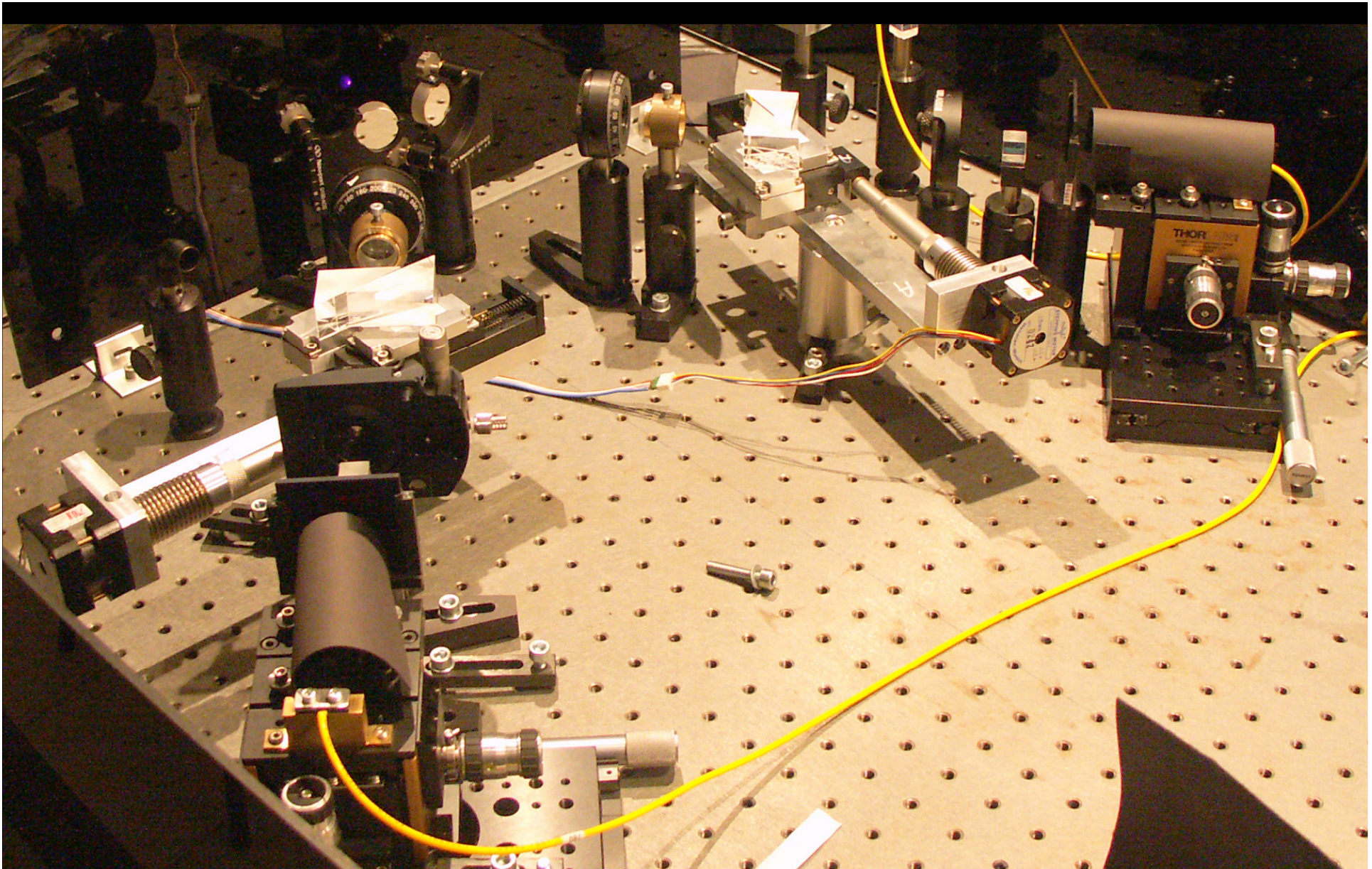
INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka





Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych



INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

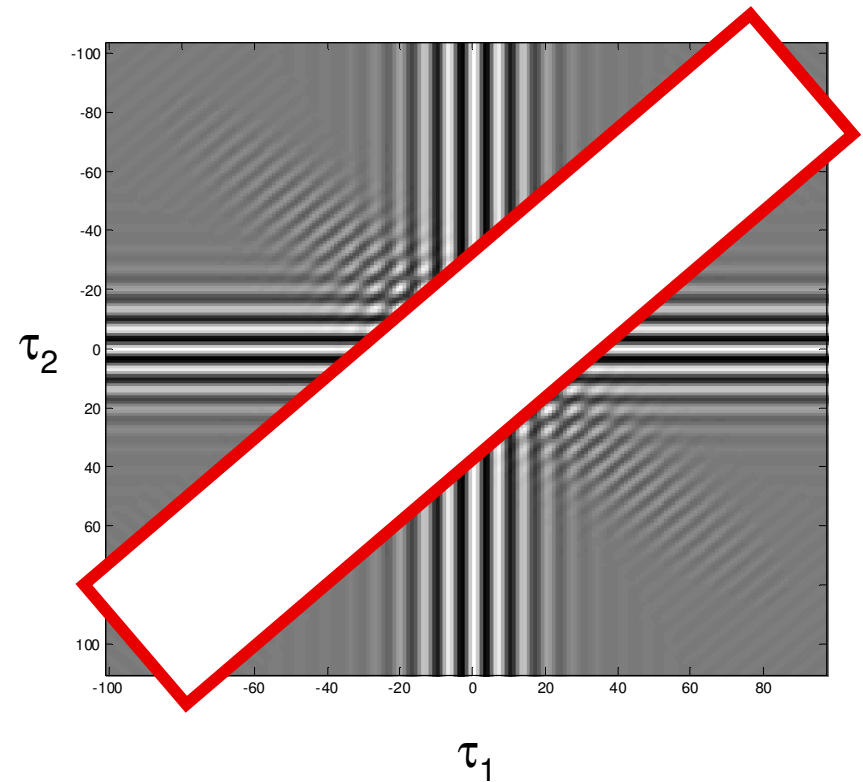
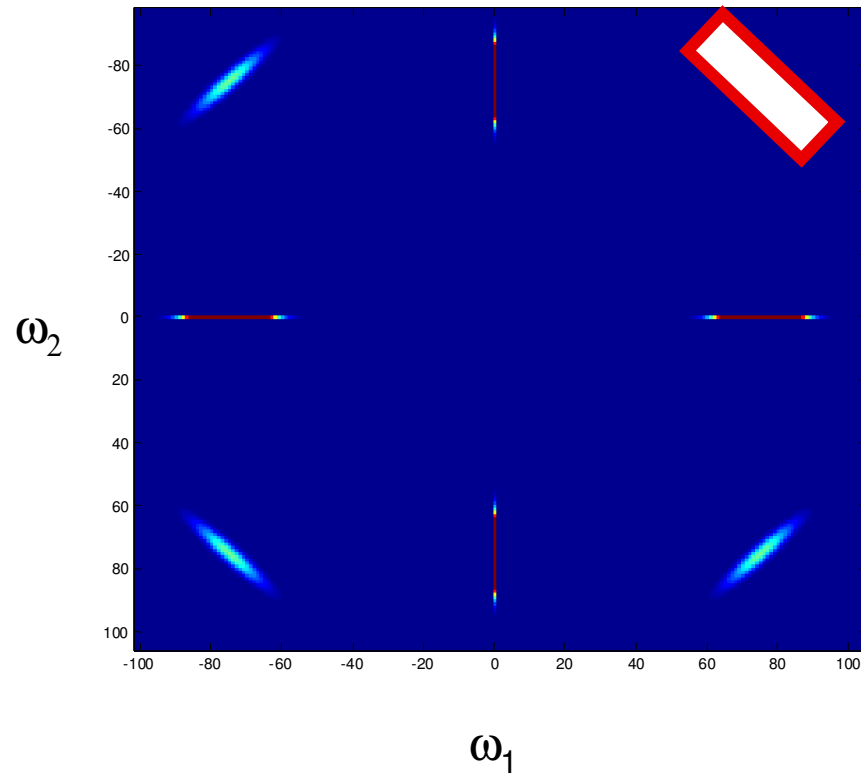
UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka



# Optimal data collection



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych



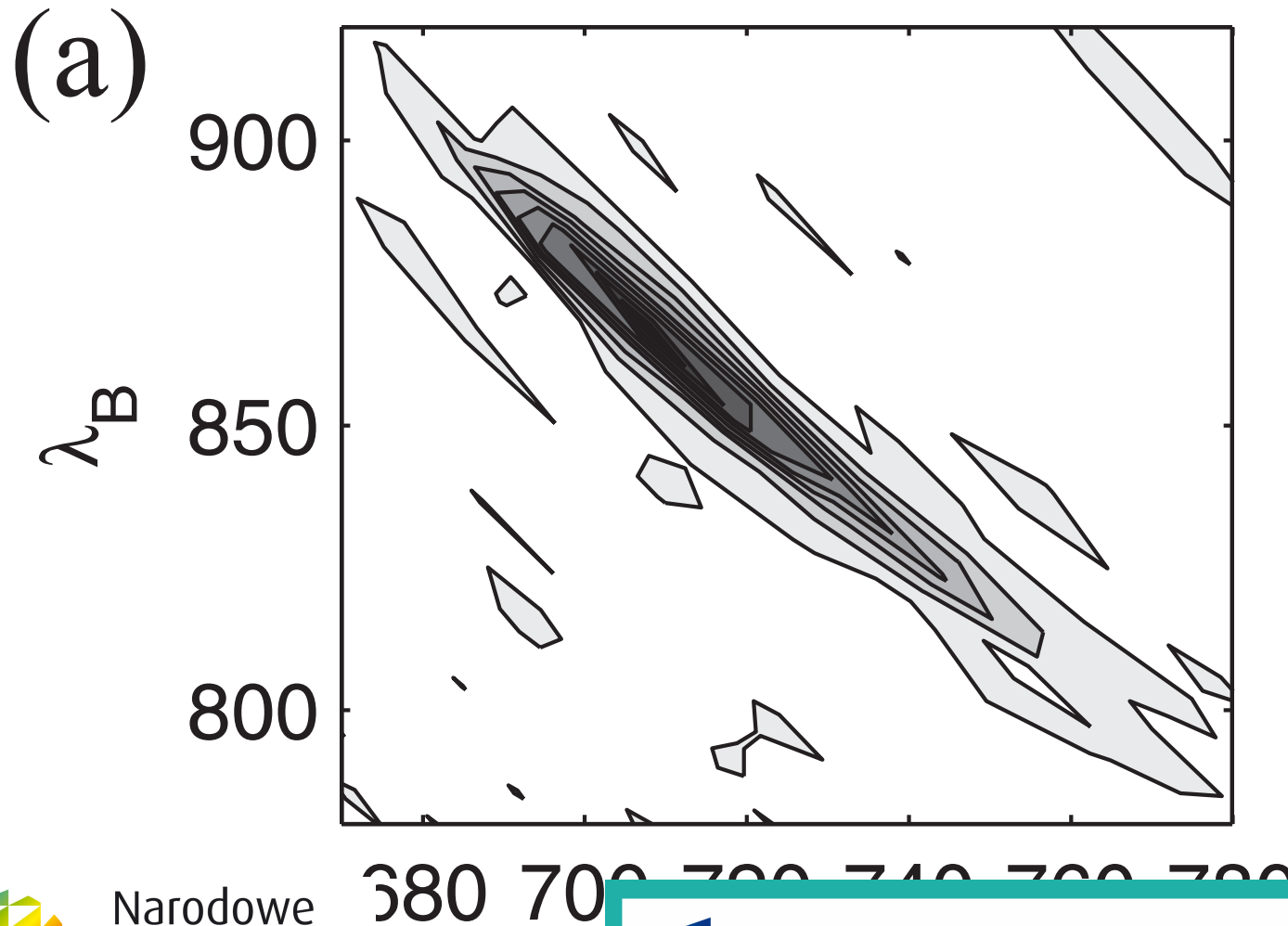
INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka

# Result



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych



INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

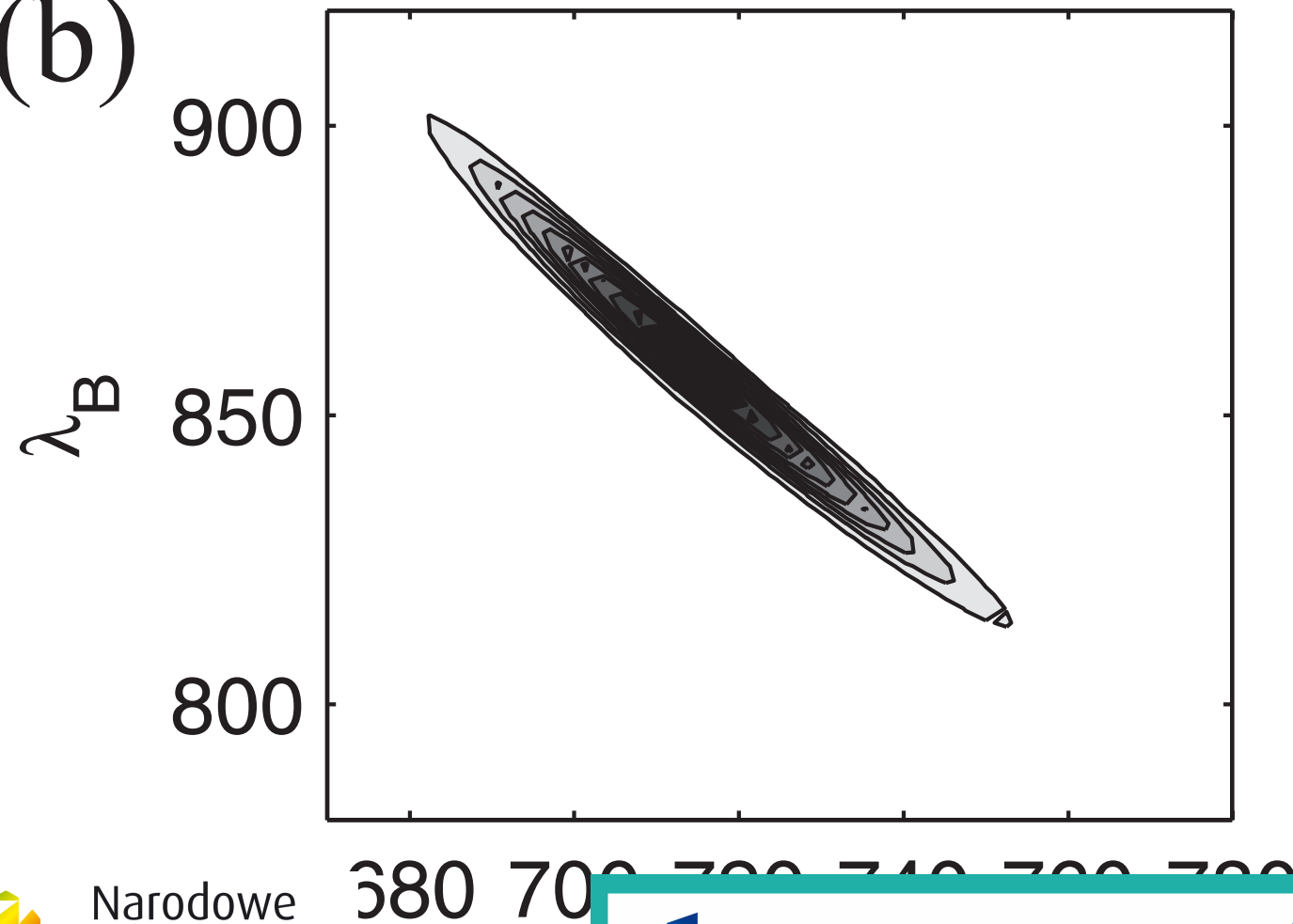
UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka

# Theory

(b)



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych



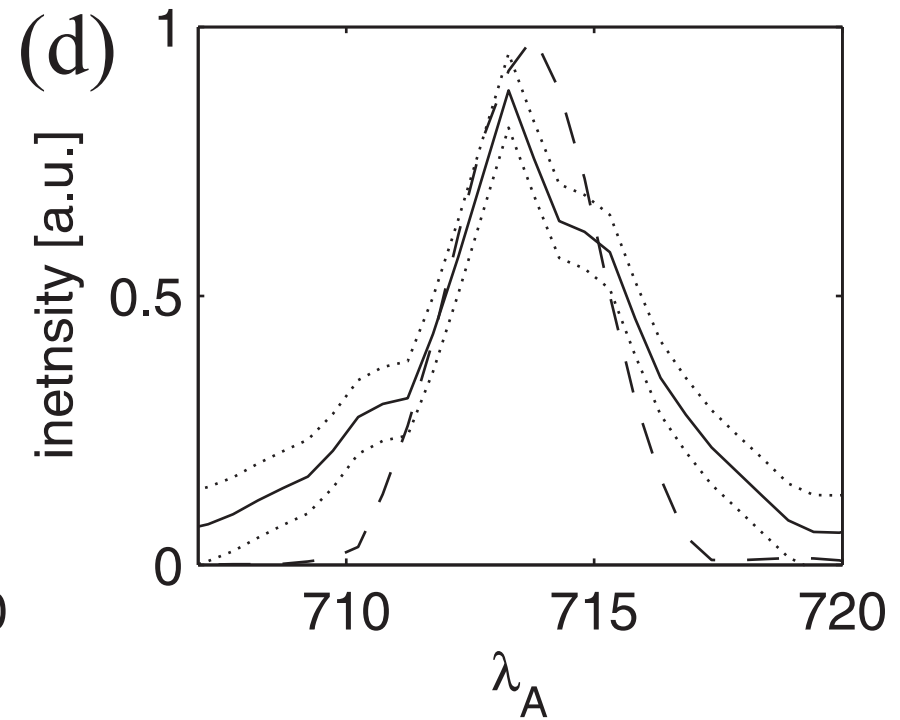
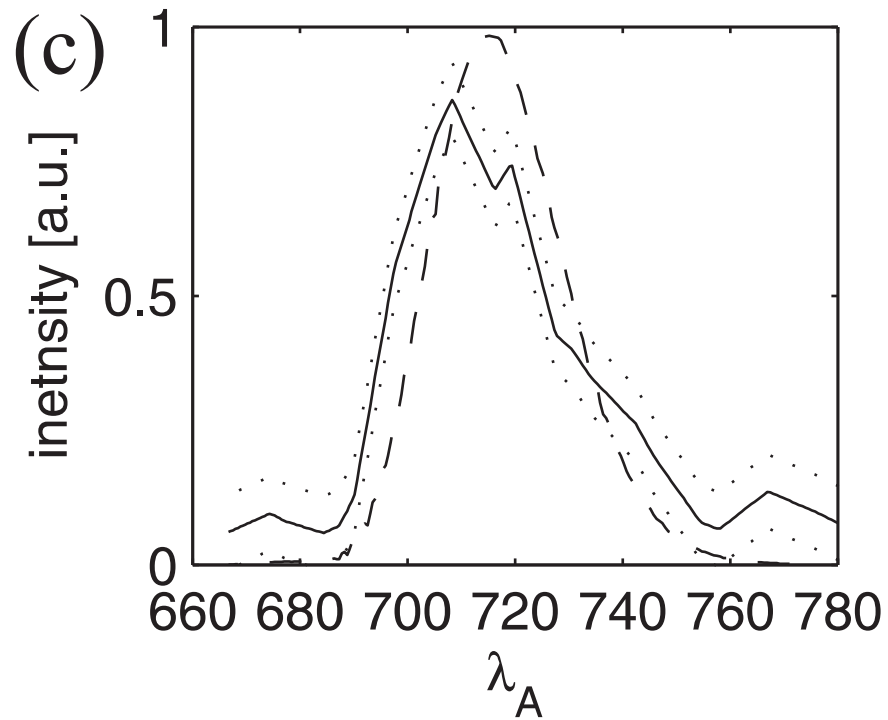
INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka

# Comparision



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych



INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka

# Summary

- Classical properties of single photons can be measured using classical means
- We get certain diagnostic insight
- Fourier spectrometry is advantageous in IR



Narodowe  
Laboratorium  
Technologii  
Kwantowych

P. Wasylcz



INNOWACYJNA GOSPODARKA  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka

ewicz,  
2006).



# Narodowe Laboratorium Technologii Kwantowych



**INNOWACYJNA GOSPODARKA**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI FUNDUSZ  
ROZWOJU REGIONALNEGO



Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka