

Ekscyton w morzu dziur

P. Kossacki, P. Płochocka, W. Maślana,
A. Golnik, C. Radzewicz and J.A. Gaj

*Institute of Experimental Physics,
Warsaw University*

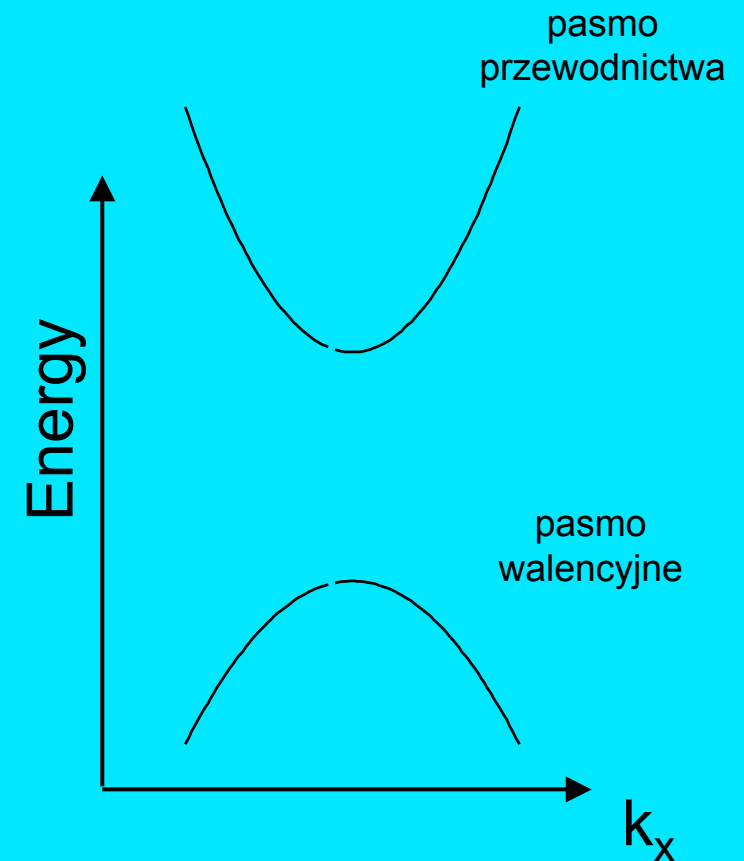
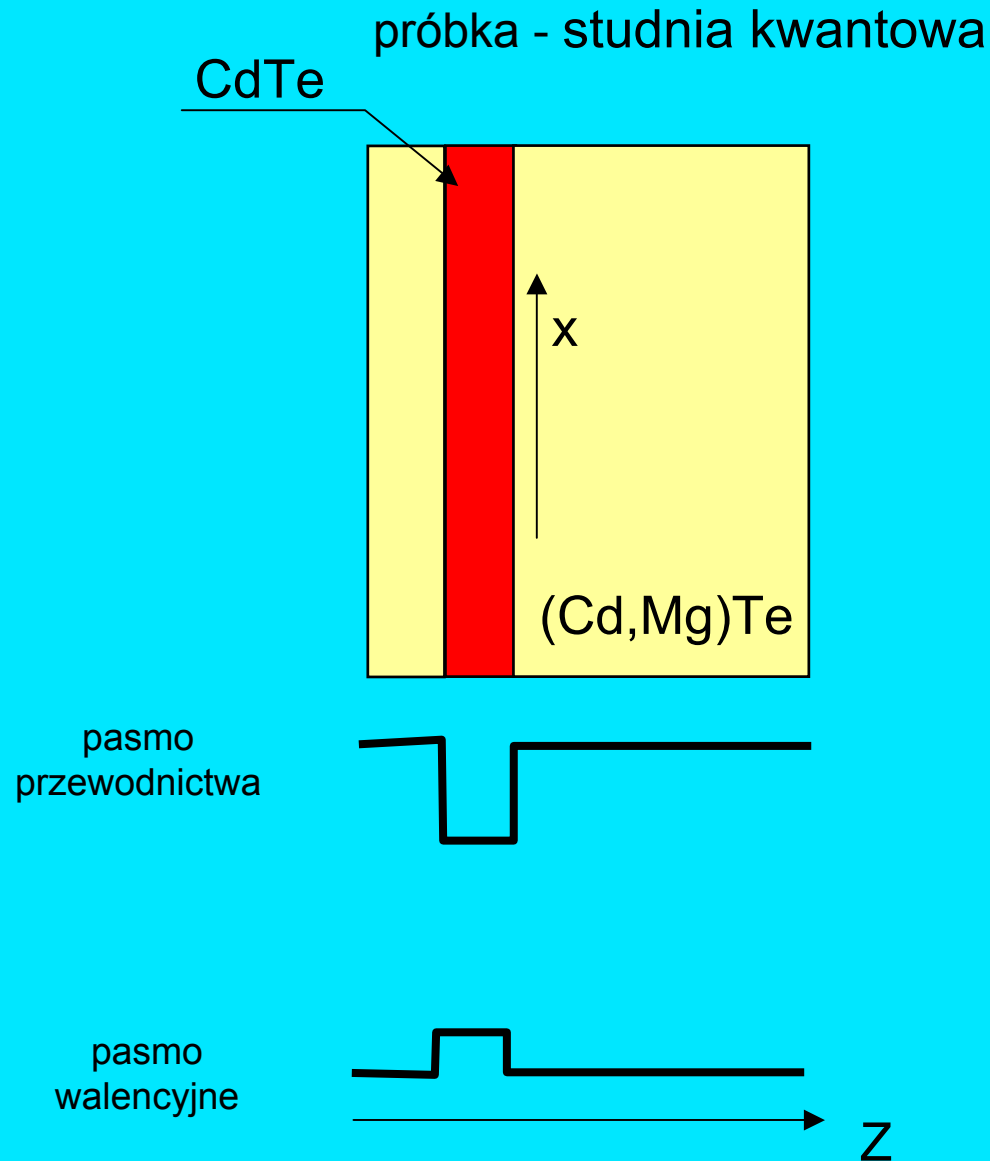
S. Tatarenko, J. Cibert

*Laboratoire de Spectrométrie Physique,
Université Joseph Fourier Grenoble I*

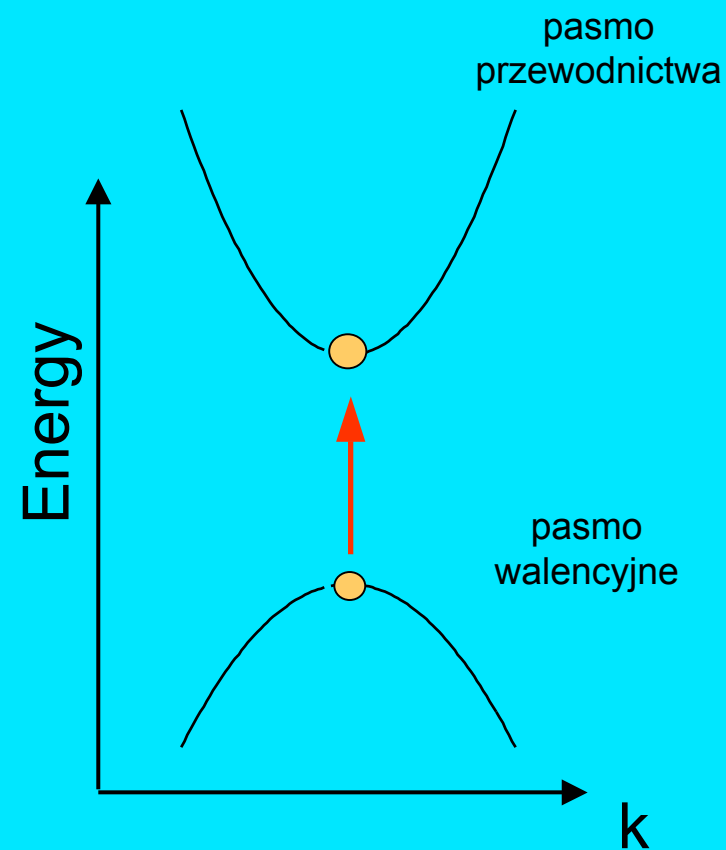
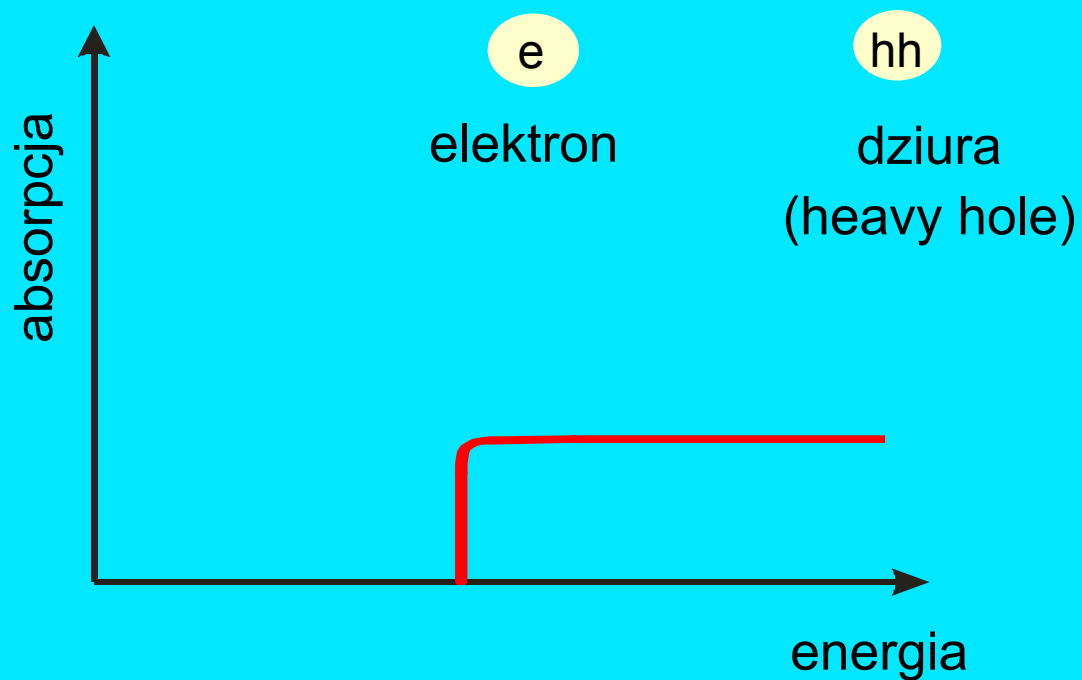
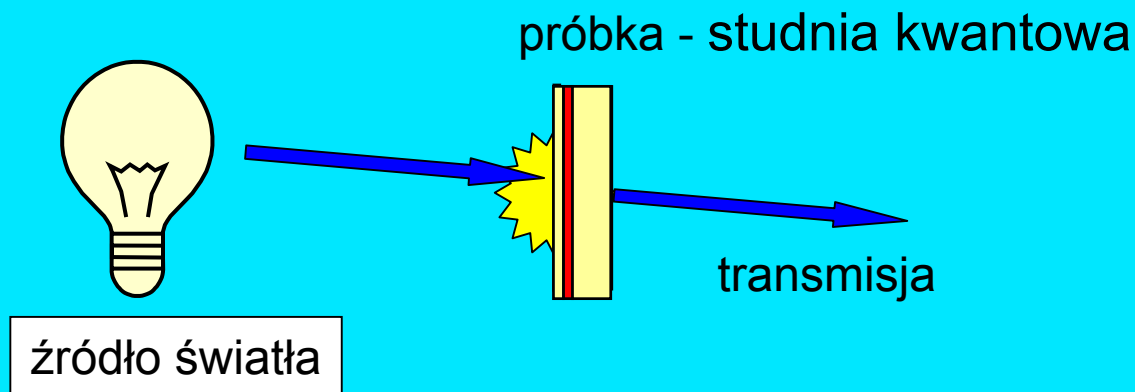
Plan wystąpienia

- Wprowadzenie i motywacja
- Eksperyment
- Wyniki
 - Wpływ nośników na absorpcję ekscytonową
 - Wpływ populacji ekscytonów na absorpcję ekscytonową

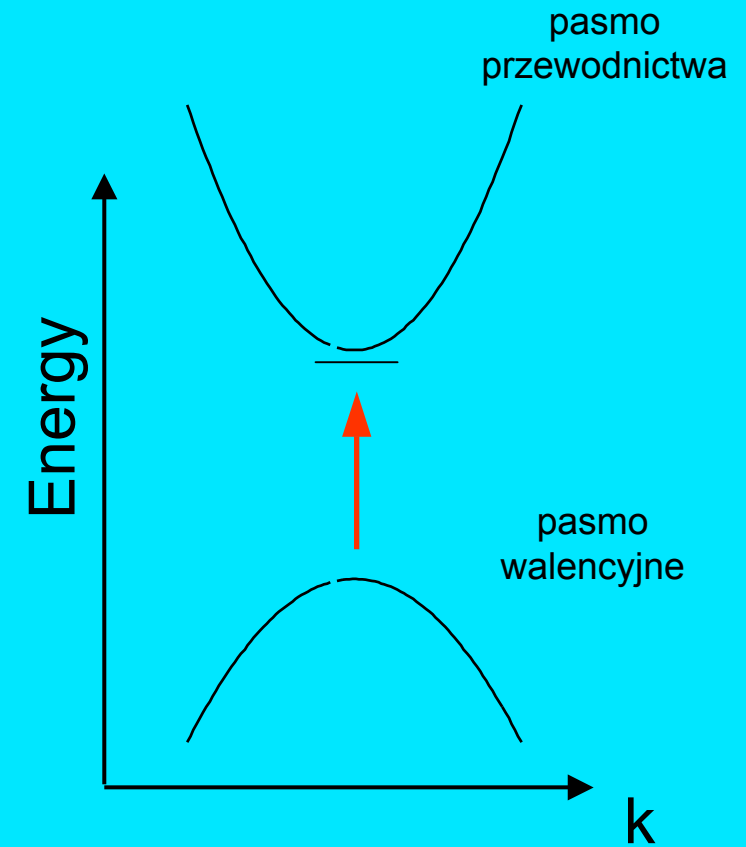
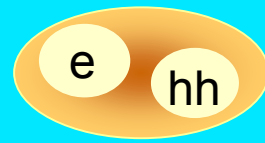
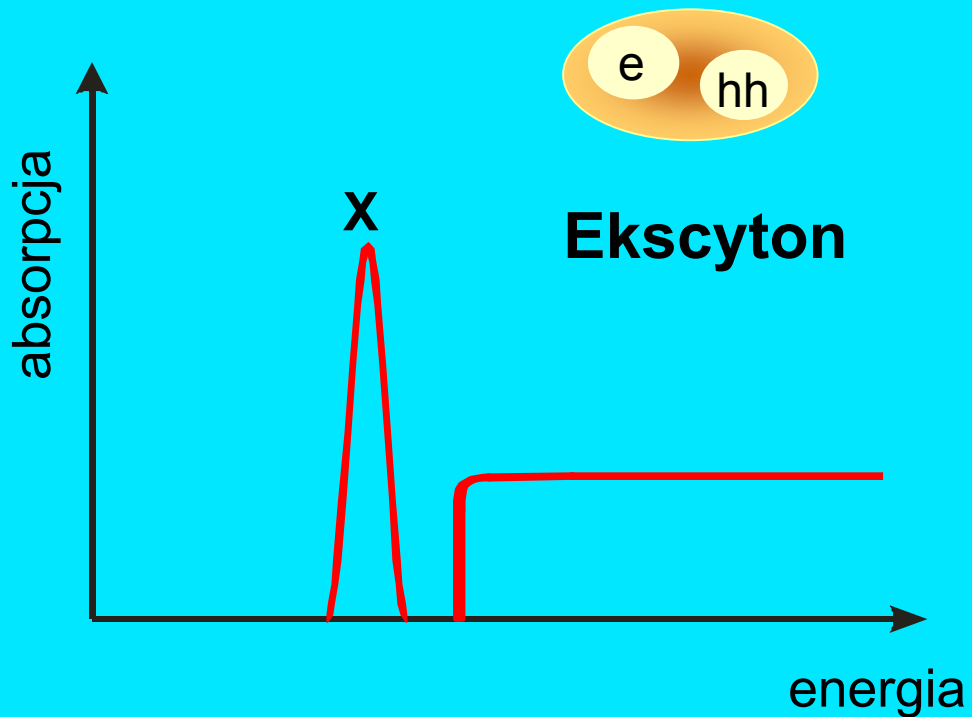
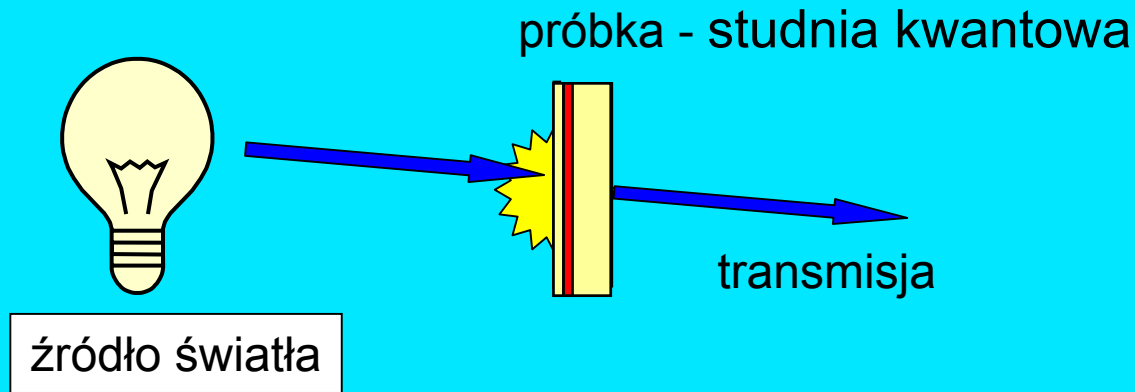
Wprowadzenie



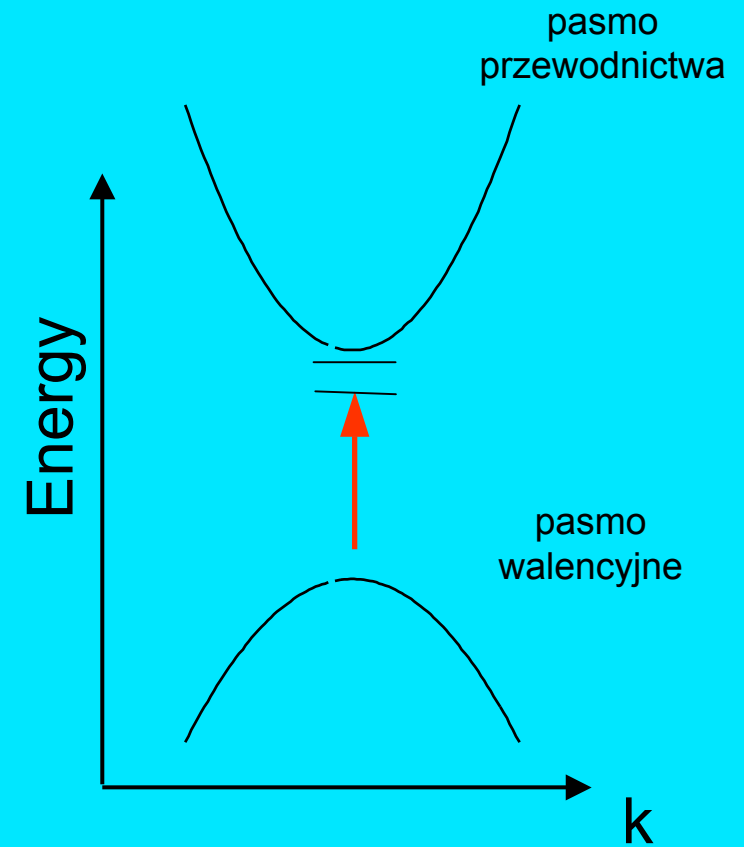
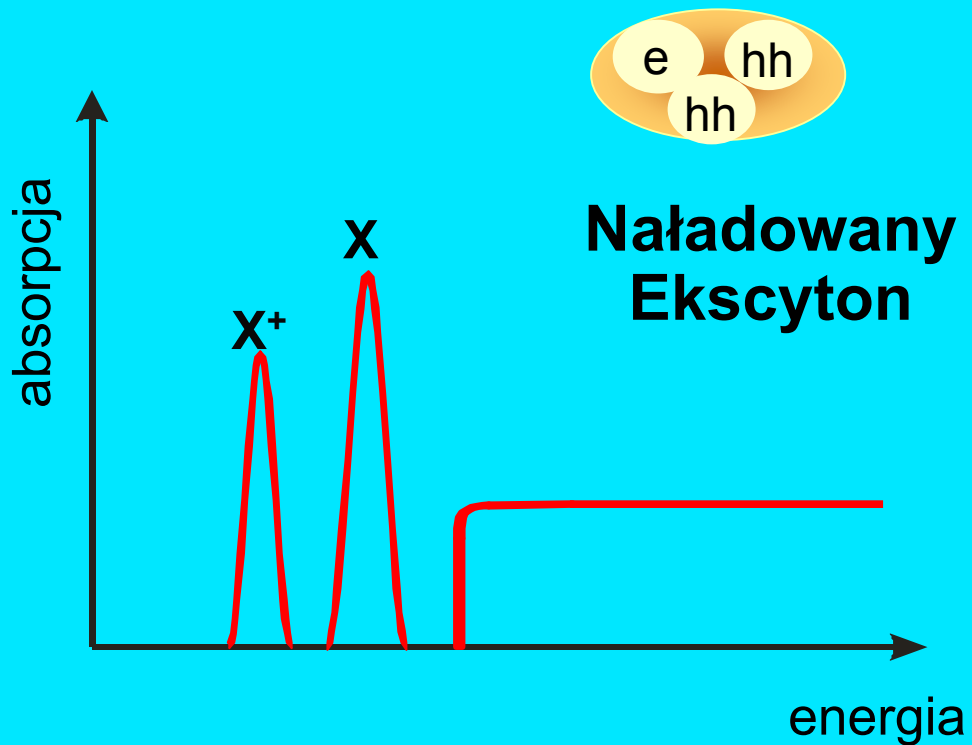
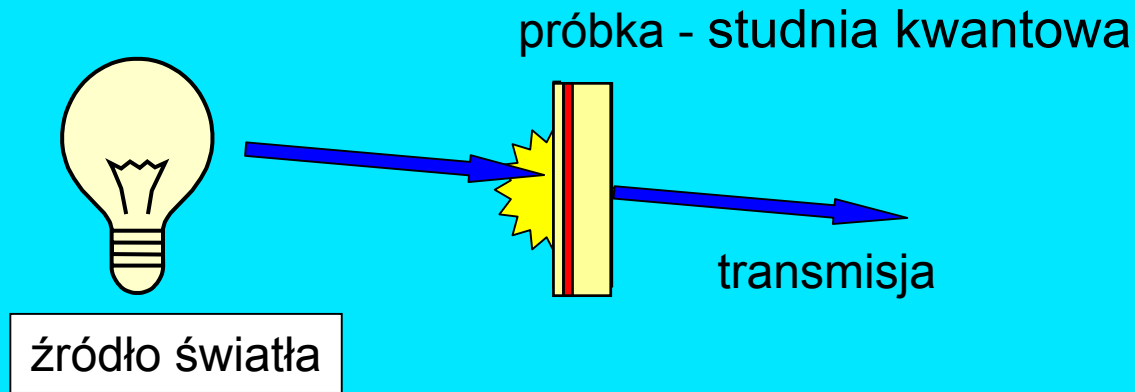
Wprowadzenie



Wprowadzenie



Wprowadzenie



Motywacja

- Ile ekscytonów może się zmieścić w studni kwantowej ?
- Czy w studni w której są nośniki zmieści się mniej ekscytonów ?

Bardziej uczone sformułowanie:

Badania oddziaływań ekscyton-ekscyton i nośnik - ekscyton

Jak to badać ?

Motywacja

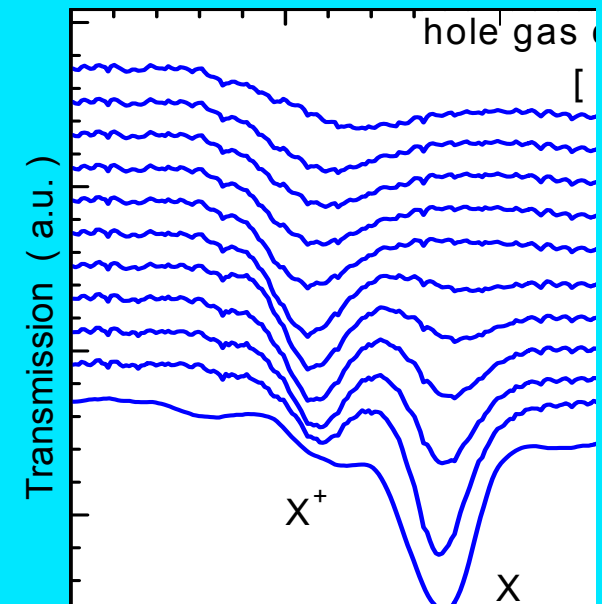
- Ile ekscytonów może się zmieścić w studni kwantowej ?
- Czy w studni w której są nośniki zmieści się mniej ekscytonów ?

Bardziej uczone sformułowanie:

Badania oddziaływań ekscyton-ekscyton i nośnik - ekscyton

Jak to badać ?

Domieszkowane heterostruktury



Motywacja

- Ile ekscytonów może się zmieścić w studni kwantowej ?
- Czy w studni w której są nośniki zmieści się mniej ekscytonów ?

Bardziej uczone sformułowanie:

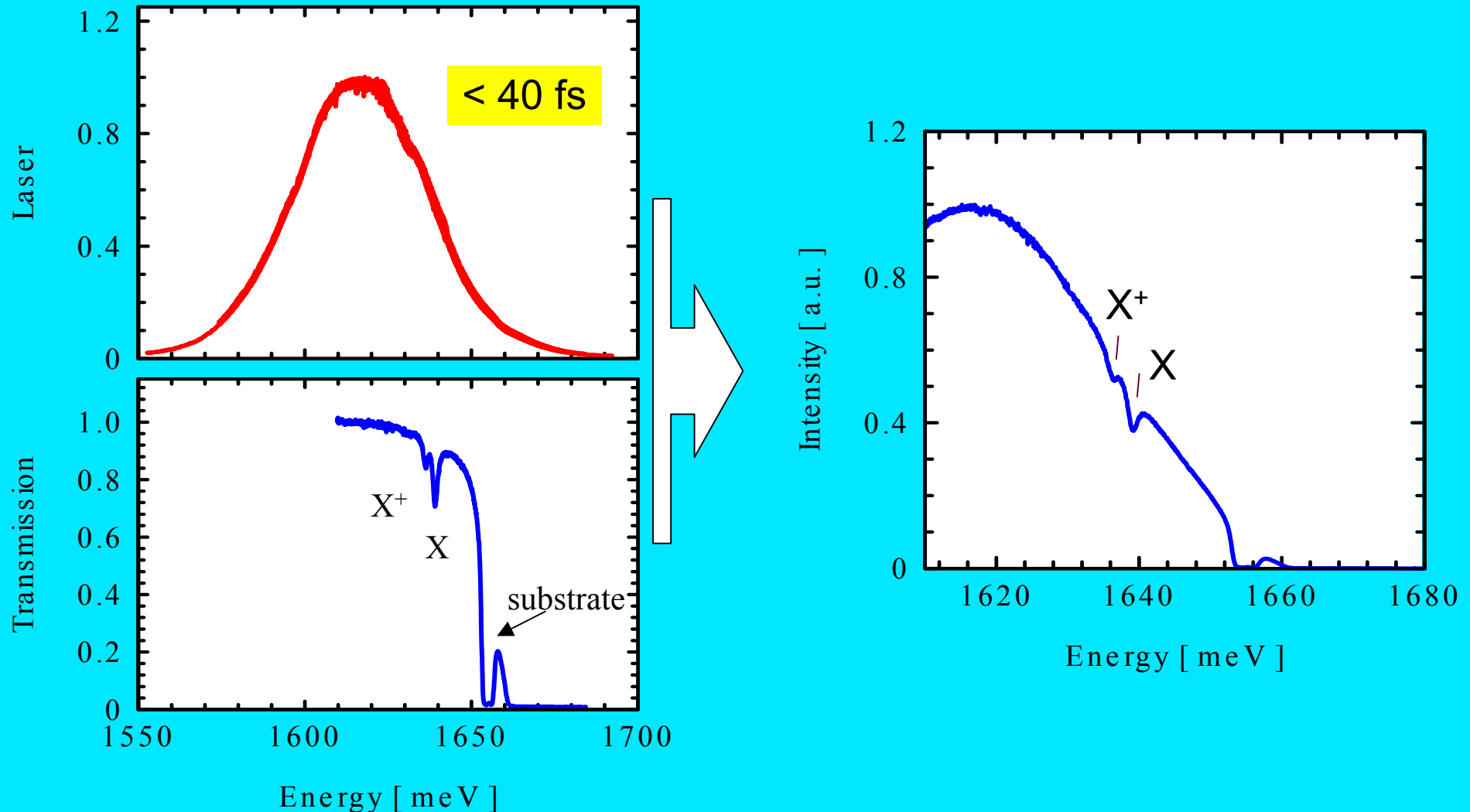
Badania oddziaływań ekscyton-ekscyton i nośnik - ekscyton

Jak to badać ?

- promień Bohra ekscytonu $\sim 10\text{nm}$
 - stąd $\sim 10^{12}\text{ cm}^{-2}$
- czas życia ekscytonu $\sim 100\text{ ps}$
 - do wytworzenia 10^{12} cm^{-2} ekscytonów potrzeba $10^{22}\text{ s}^{-1}\text{cm}^{-2}$ fotonów czyli gęstość mocy 10^3 W cm^{-2}

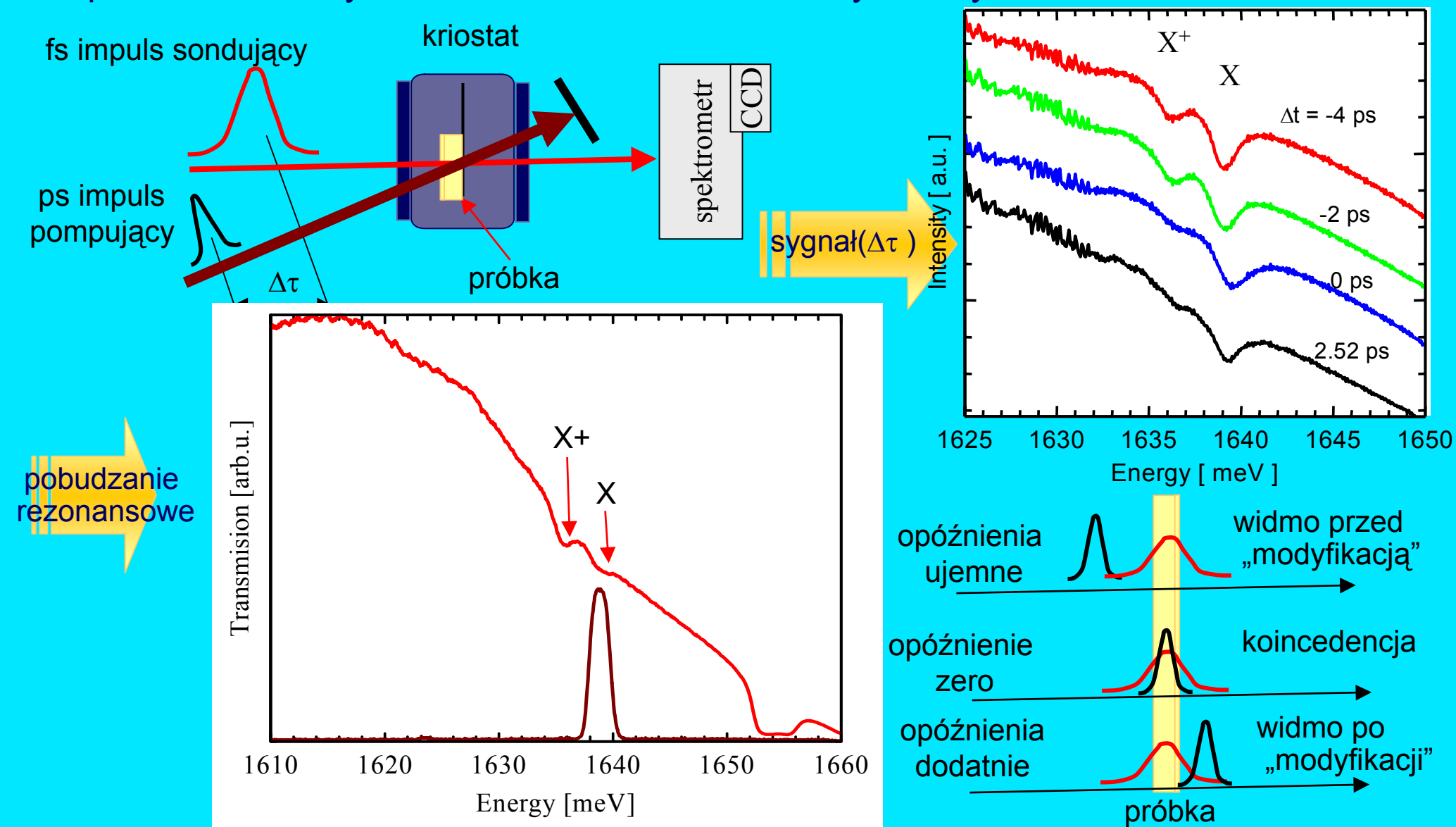
Jak mierzyć – konieczne impulsowe źródło światła

- 1. Duża gęstość mocy, bez istotnego grzania próbki
- 2. Dodatkowo: krótki impuls lasera, ma szerokie spektralnie widmo

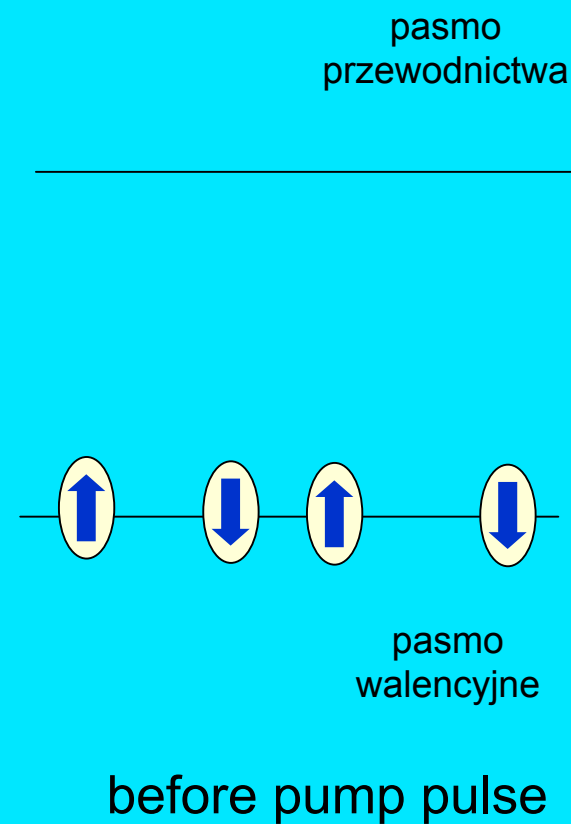
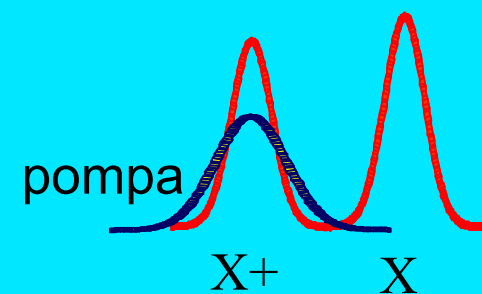
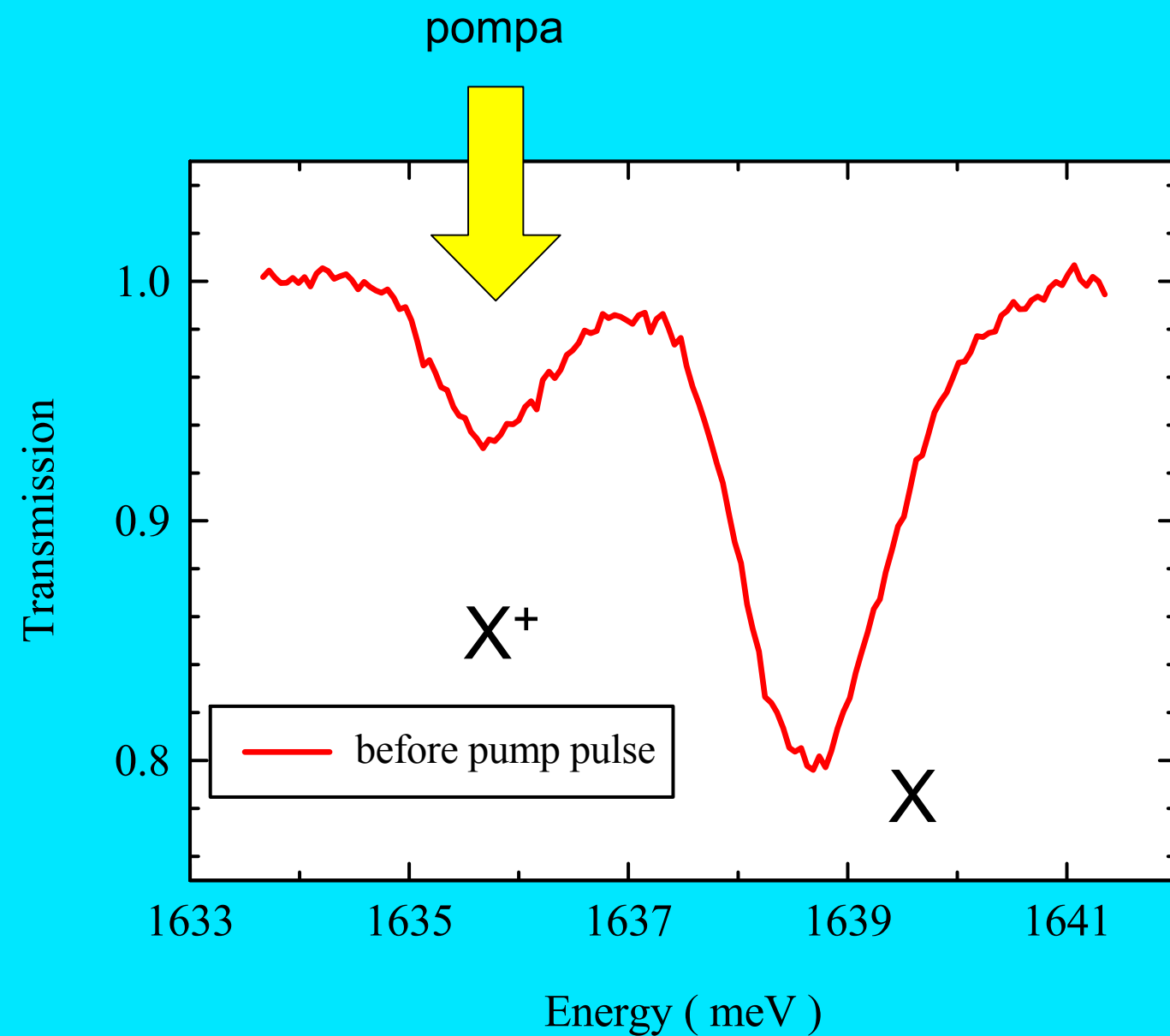


Eksperyment

- impulsowe, selektywne obsadzanie stanów ekscytonowych

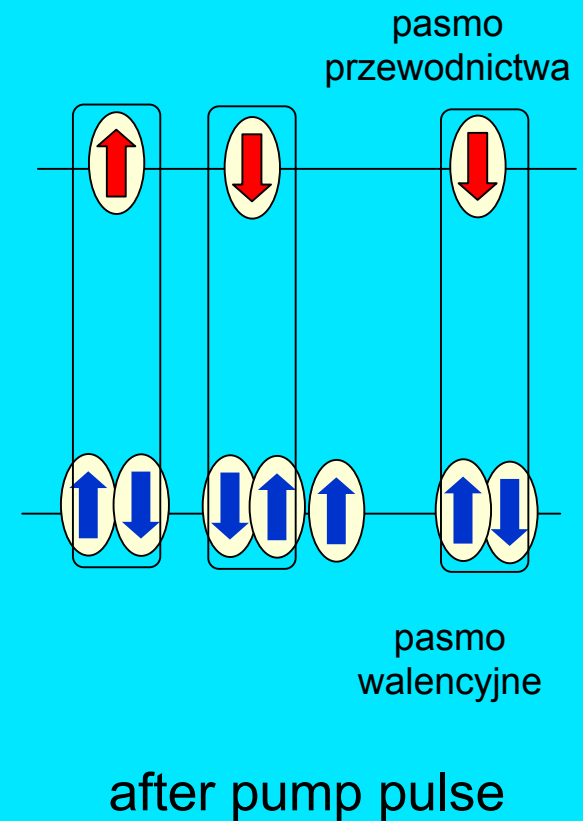
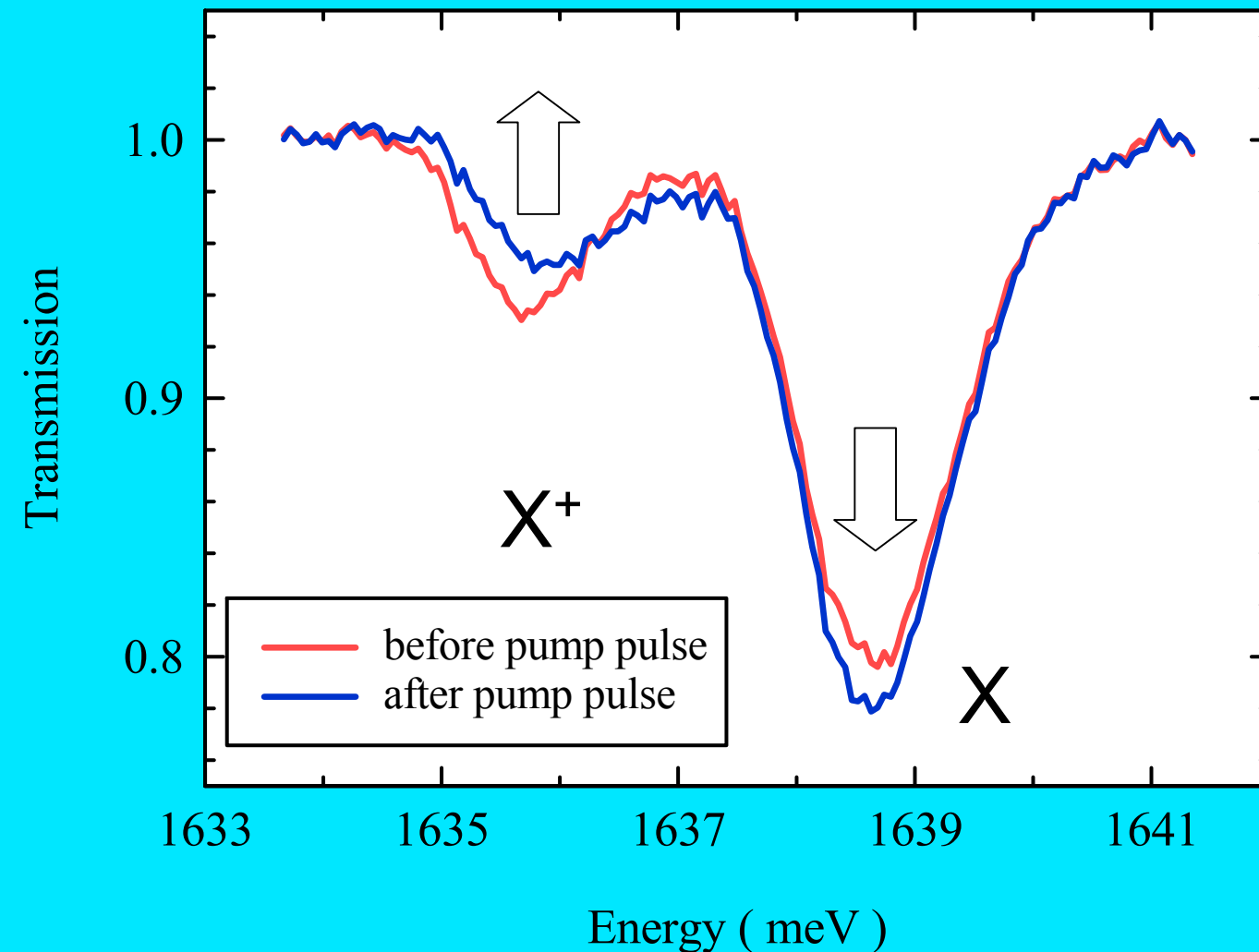


Rezonansowe pobudzenie X^+



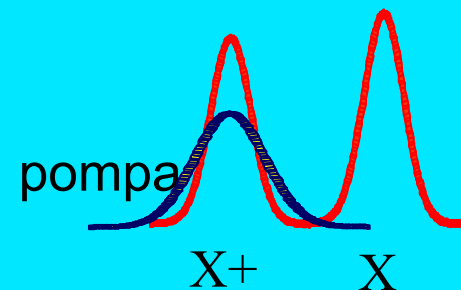
Rezonansowe pobudzenie X^+

wiecej nośników = wiecej „miejsca” dla ekscytonów neutralnych !

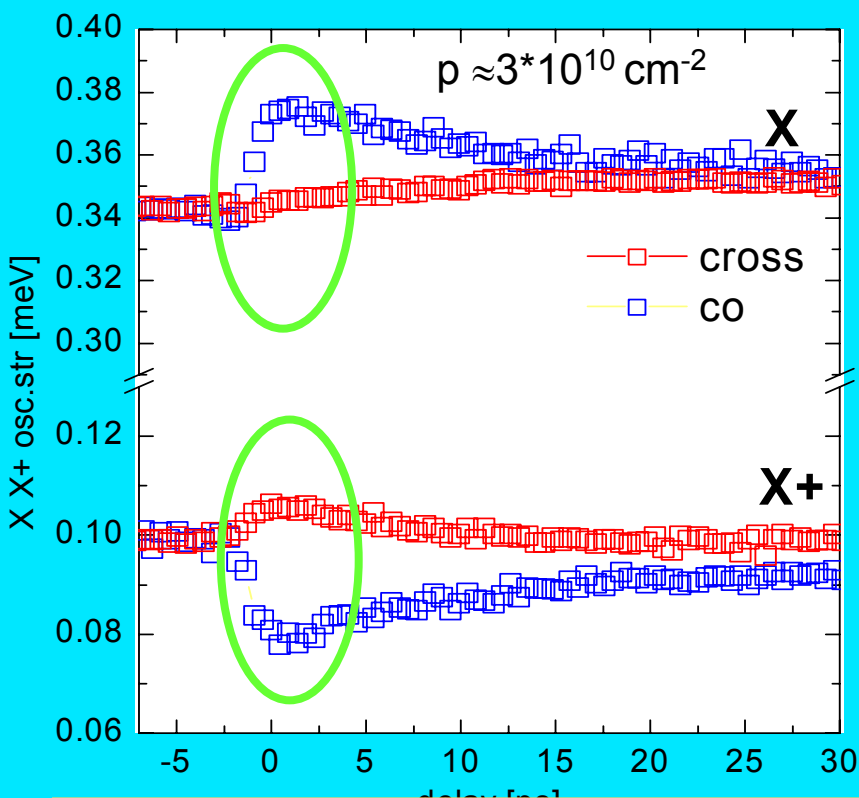


Rezonansowe pobudzenie X^+

polaryzacja kołowa światła pozwala wybrać spin nośników



- X i X^+ obecne w absorpcji



Ekscytory neutralne „czują” jedynie nośniki swobodne, i to o określonym spinie – spinie przeciwnym, niż spin nośnika tworzonego światłem

Ekranowanie X zależy od spinu !!

Dziury związane w X^+ przestają ekranować !!

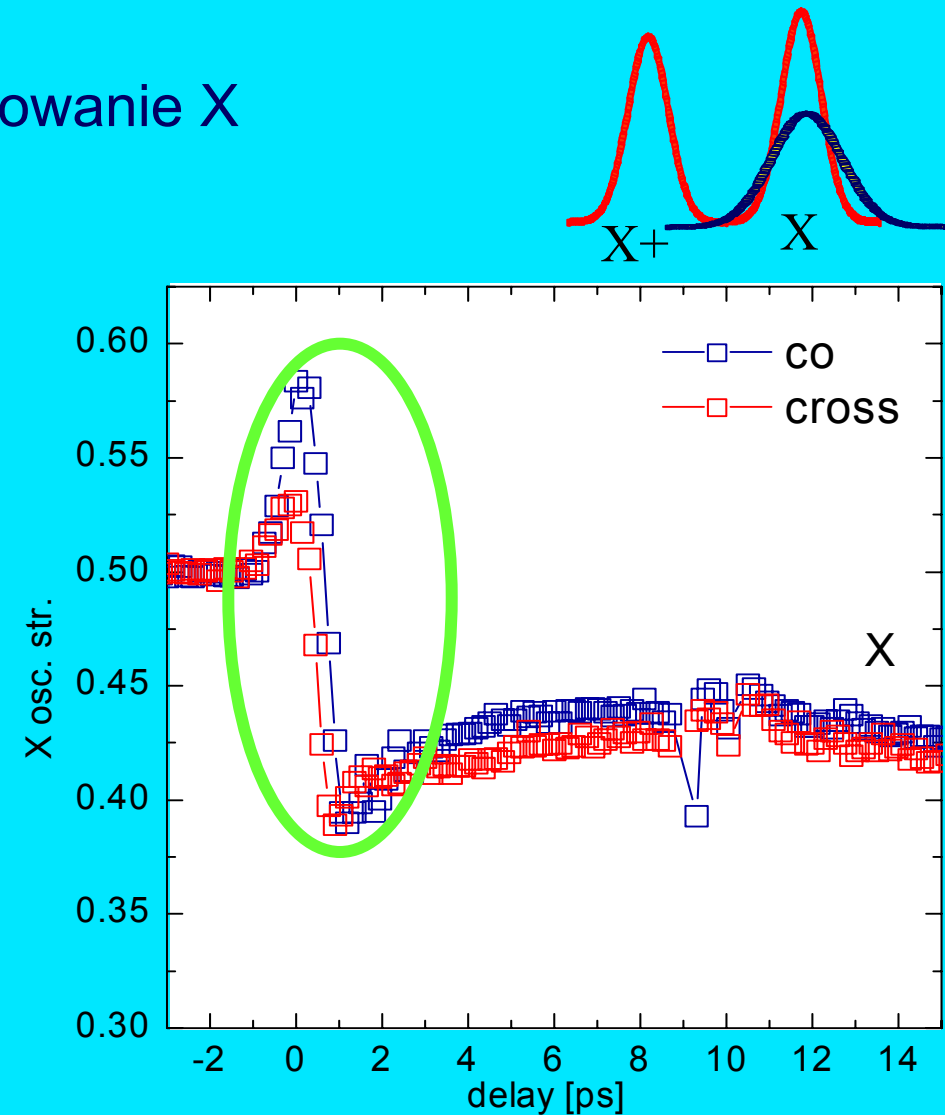
Oddziaływanie pomiędzy
eksycytonami:

Wpływ populacji
eksycytonowej na absorpcję
eksycytonową ($p=\text{const}$)

Mało nośników – ekscyton neutralny

- “pusta” studnia kwantowa inne zachowanie X
- rezonansowe pobudzenie X

Intensywność lini ekscytonowej
maleje bez względu na spin



Badanie efektów spinowych – pole magnetyczne

- $B \neq 0$ T, konfiguracja Faradaya
pole magnetyczne pozwala spolaryzować
spinowo nośniki:

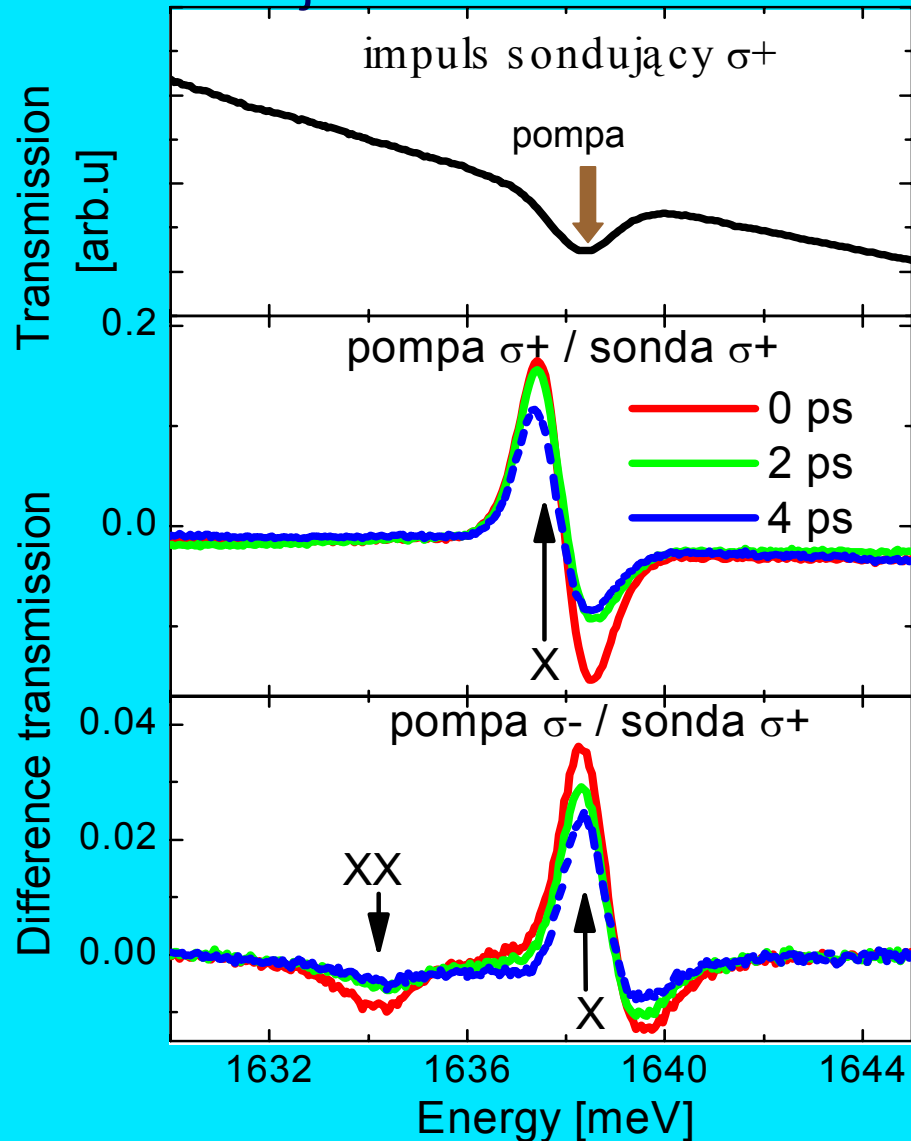
w polaryzacji σ^+ nie widać X^+

- Magnes nadprzewodzący
pole do 8T
1.4K - 300K



X bez X^+ - wybrane polaryzacją kołową detekcji (σ^+)

- Transmisja różnicowa = $\text{Transmisja}(\tau=0,2,4\text{ps}) - \text{Transmisja}(-5\text{ps})$

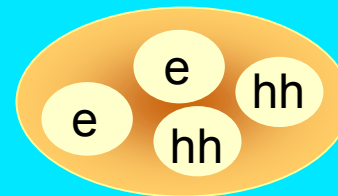


- co-polaryzacja:

- energia X rośnie: blue shift
- siła oscylatora X maleje

- cross-polaryzacja:

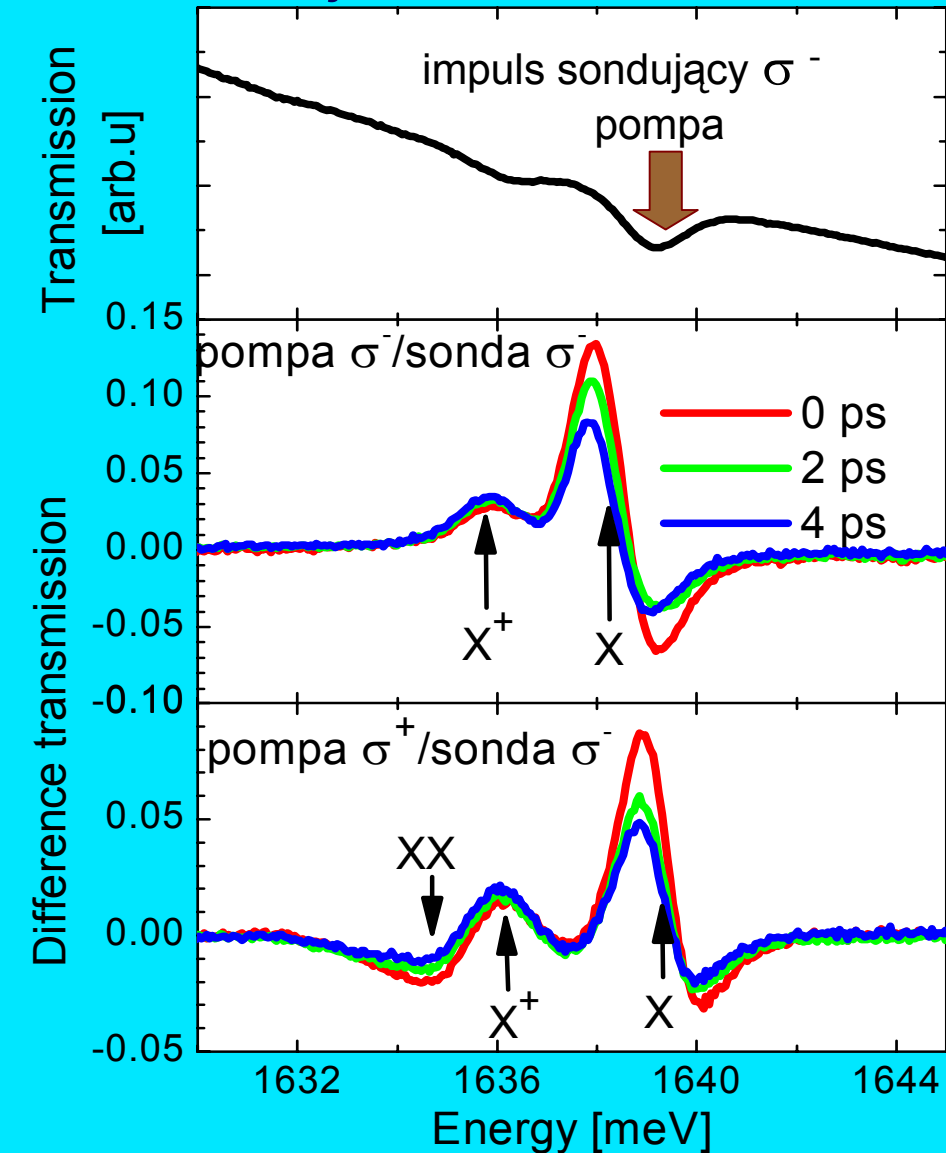
- małe przesunięcie energii X
- siła oscylatora X maleje i pojawia się XX



XX

$X \rightleftharpoons X^+$ - wybrane polaryzacją kołową detekcji (σ^-)

- Transmisja różnicowa = Transmisja($\tau=0,2,4\text{ps}$)-Transmisja(-5ps)



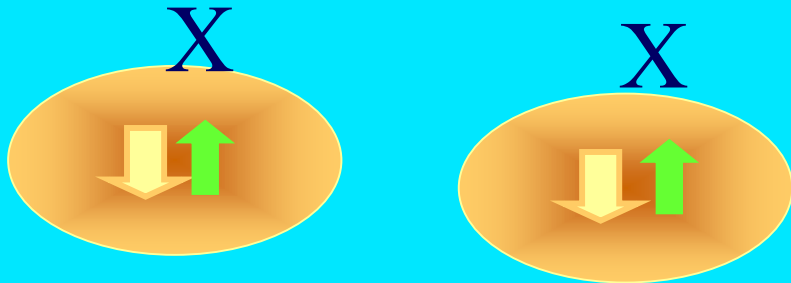
- co-polaryzacja:

- energia X rośnie: blue shift
- siła oscylatora X maleje

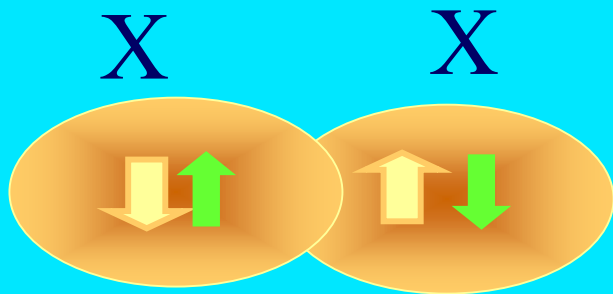
- cross-polaryzacja:

- małe przesunięcie energii X
- siła oscylatora X maleje i pojawia się XX w obecności X^+

Zależne od spinu oddziaływanie X-X



- polaryzacje zgodne:
wypełnianie przestrzeni fazowej (*Phase Space Filling*)
 - energia X rośnie: blue shift
 - siła oscylatora X maleje

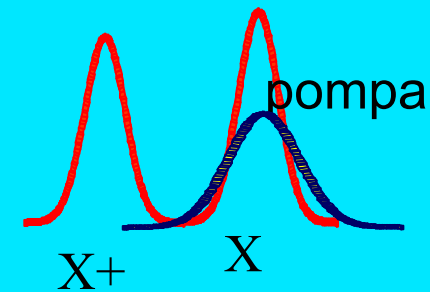
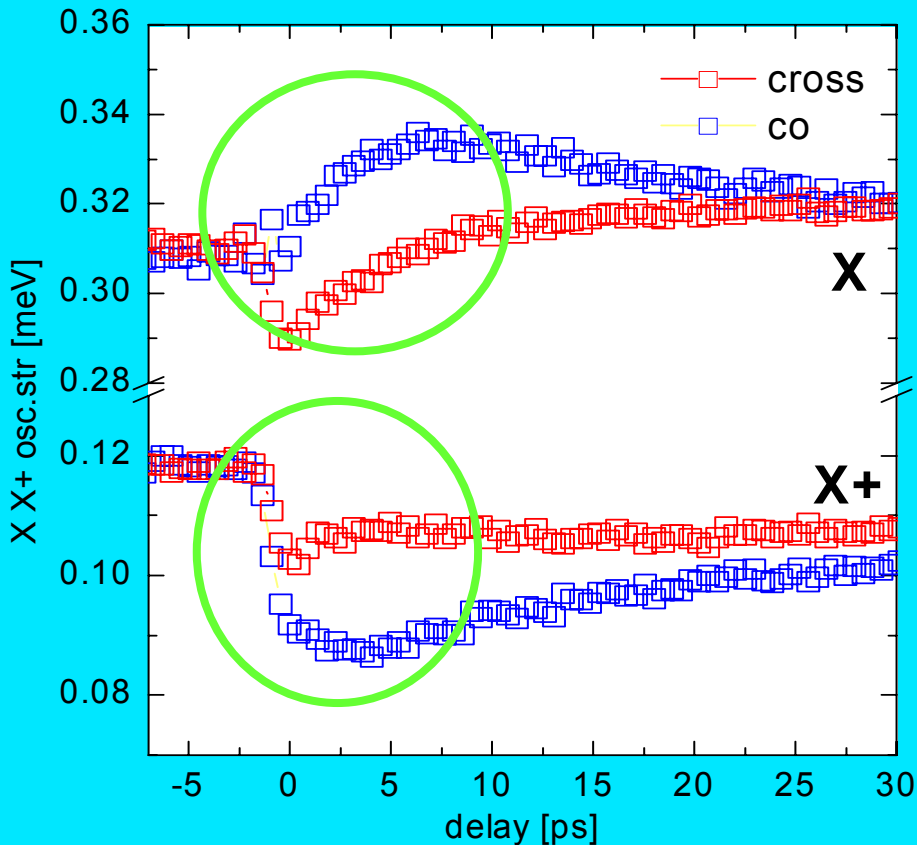


- polaryzacje przeciwne:
 - małe przesunięcie energii X:
oddziaływanie przyciągające
 - siła oscylatora X maleje na korzyść XX

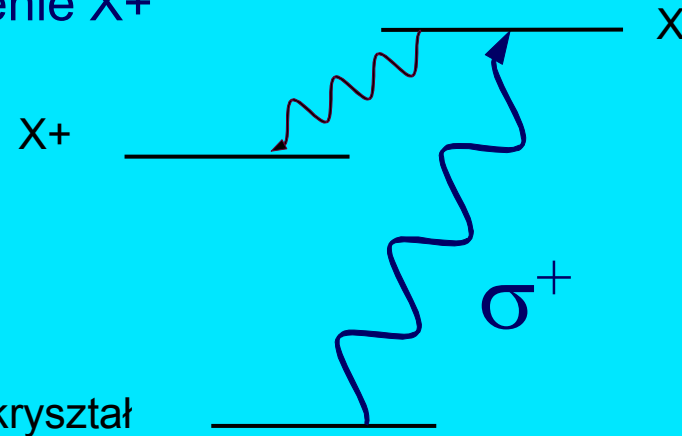
Dynamika stanów ekscytonowych

- rezonansowe pobudzenie X

- X i X⁺ obecne w absorpcji



- efekt w **co-polaryzacji** opóźniony przez tworzenie X⁺



- czas narastania natężenia X w **co-polaryzacji** opisuje czas tworzenia X⁺

- efekt dla X w **co-polaryzacji** zależy od zmieniającej się w czasie koncentracji X⁺!

Podsumowanie

- Najsilniejsze efekty pochodzą od gazu dziurowego
 - ekranowanie X przez dziury
 - ekranowanie jest zależne od spinu
 - dziury związane w X^+ nie ekranują!
- Słabsze efekty: oddziaływanie X-X,
(obserwowalne przy stałej koncentracji dziur)
 - PSF (co-polaryzacja)
=
kradzież natężenia X przez XX (cross-polaryzacja)
 - przesunięcie linii X, silniejsze w co-polaryzacji,
niż w cross-polaryzacji