



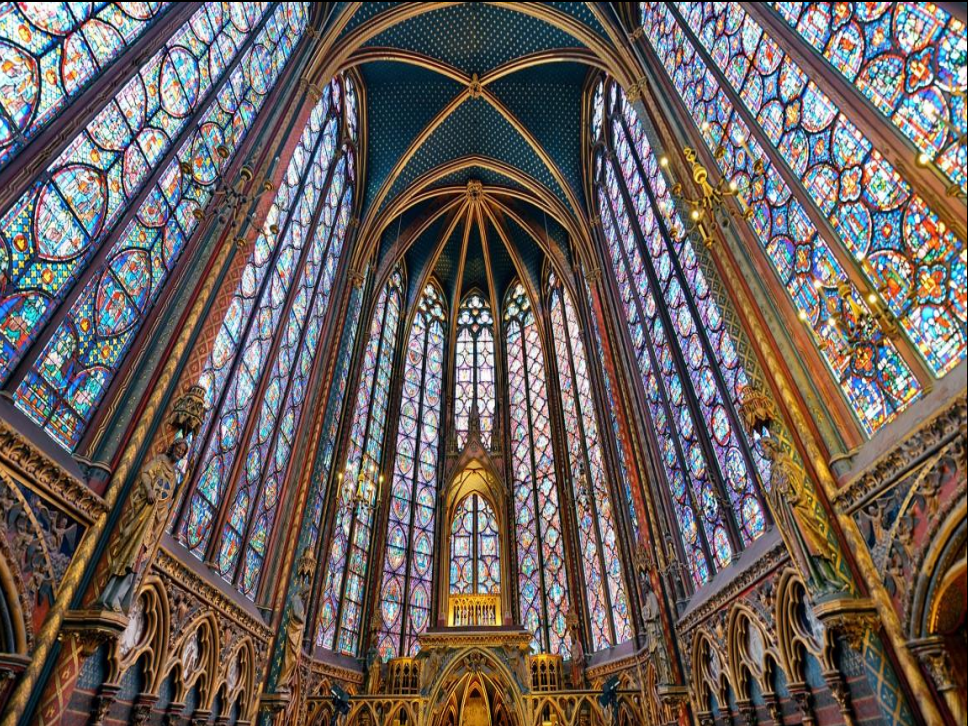
Nanoanteny: witraże XXI wieku

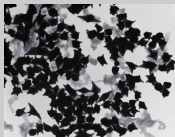
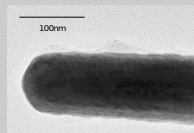
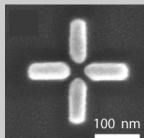
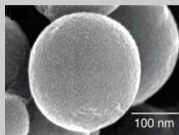
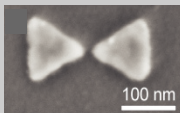
Karolina Słowik | INSTYTUT FIZYKI UMK

mechanika kwantowa dla niefizyków



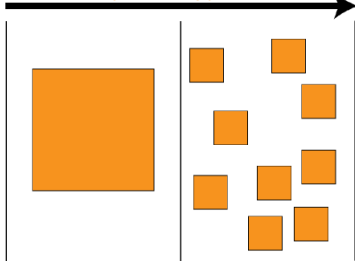






górny rząd: B. J. Roxworthy et al., Scientific Reports (2012); C.-Y. Lai et al. J. Am. Chem. Soc. (2003);
 Huang et al., Nature Commun. (2010); dzięki uprzejmości F. Neubrech, Uniw. w Heidelbergu;
 dolny rząd: dzięki uprzejmości S. Maćkowskiego, UMK

Top Down approach

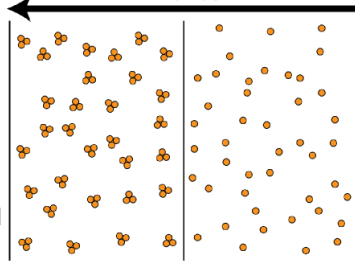


Bulk

Powder

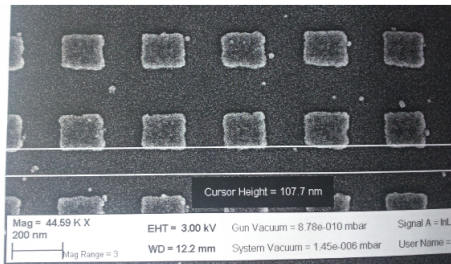
Nanoparticles

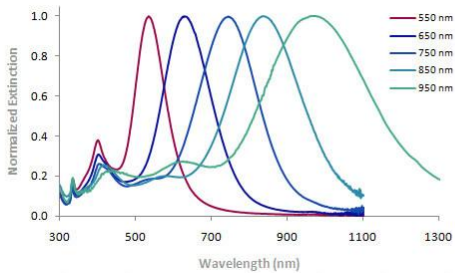
Bottom Up approach



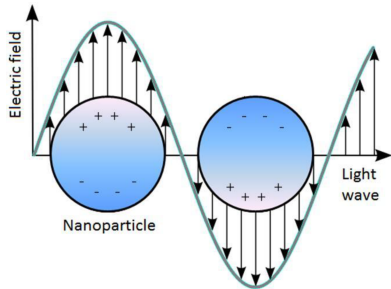
Clusters

Atoms



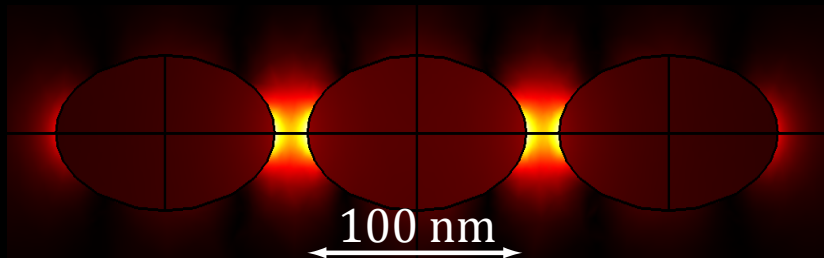




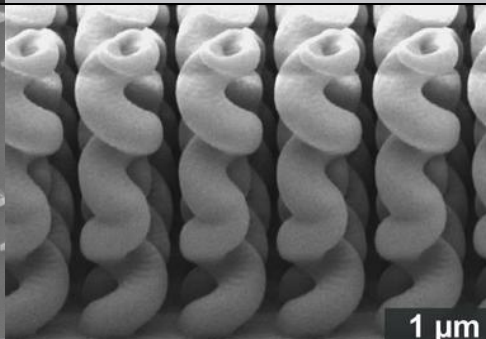
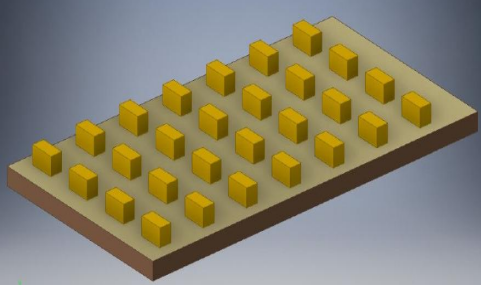


Hammond i in., Biosensors (2014)









Nanoantenry optyczne - nanowitraże

- miniaturowe **nadajniki i odbiorniki**
- **kierunkowe**
- czułe na polaryzację światła
- **rezonansowe**: reagują na zadaną długość fali
- wytwarzane **na czipach** lub **w roztworze**
- **szybka odpowiedź** w skali pikosekund
- straty absorpcyjne

Nanoantenry optyczne - nanowitraże

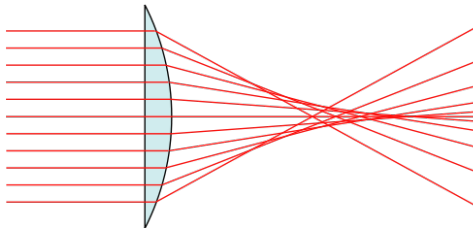
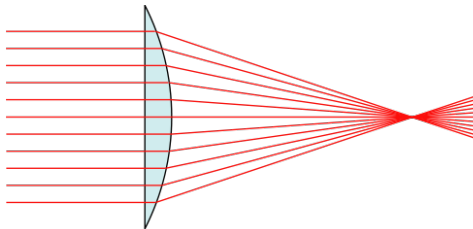
- miniaturowe **nadajniki i odbiorniki**
- **kierunkowe**
- czułe na polaryzację światła
- **rezonansowe**: reagują na zadaną długość fali
- wytwarzane **na czipach** lub **w roztworze**
- **szybka odpowiedź** w skali pikosekund

- straty absorpcyjne

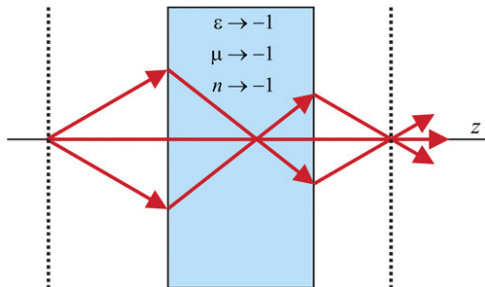
Metapowierzchnie: materiały z ułożonych regularnie nanoanten, o niespotykanych "naturalnie" właściwościach

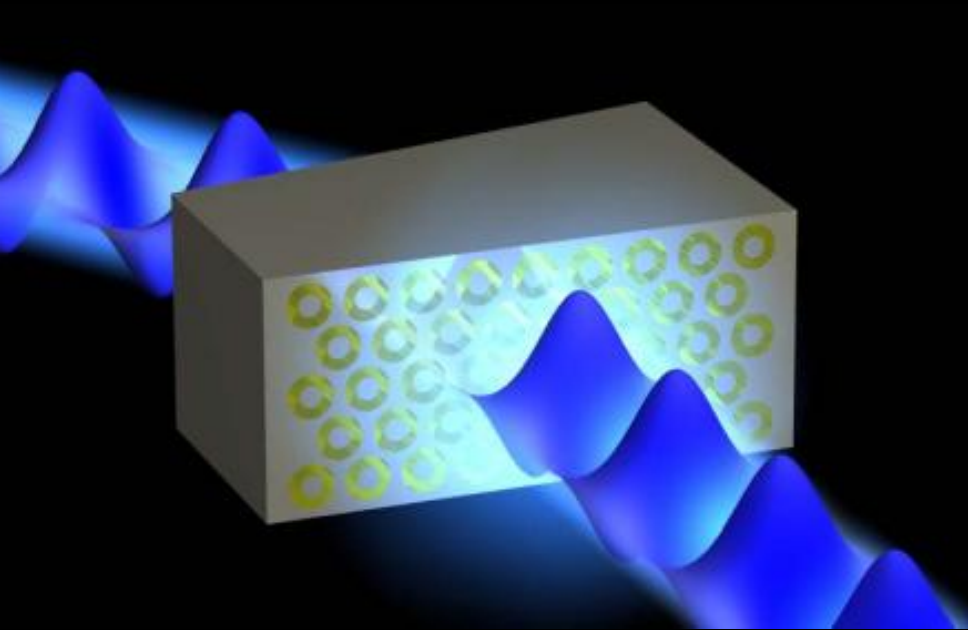


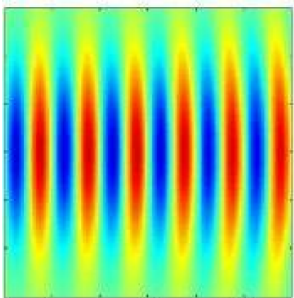
Doskonałe soczewki



Doskonałe soczewki

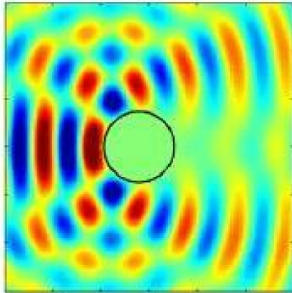
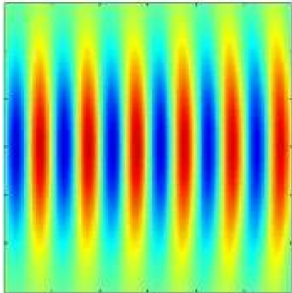






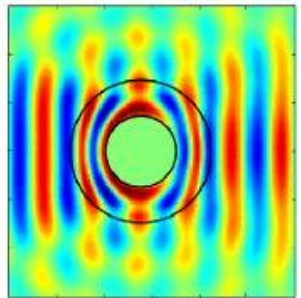
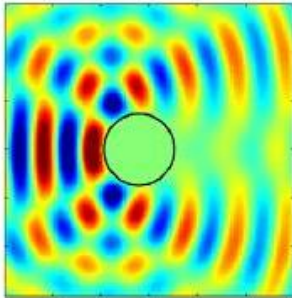
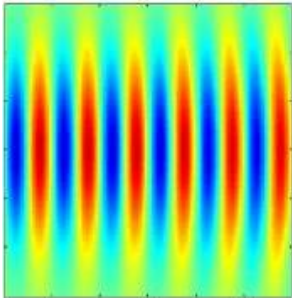
Cummer i Schurig, New Journal of Physics (2007)

idstch.com



Cummer i Schurig, New Journal of Physics (2007)

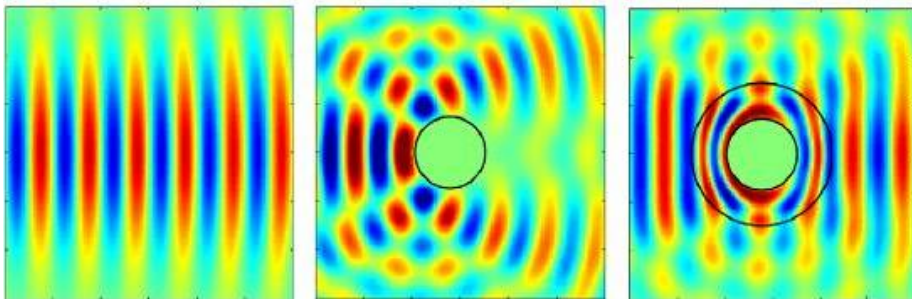
idstch.com



Cummer i Schurig, New Journal of Physics (2007)

idstch.com

Peleryny niewidki



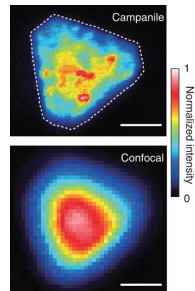
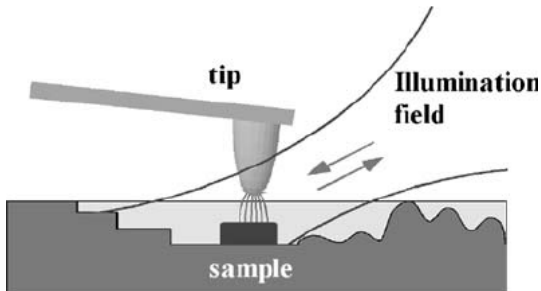
Cummer i Schurig, New Journal of Physics (2007)

idstch.com

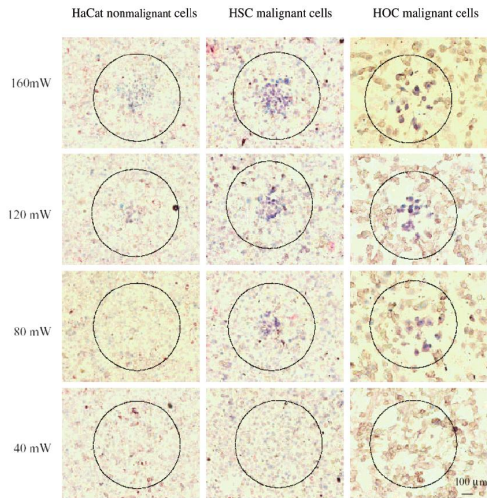




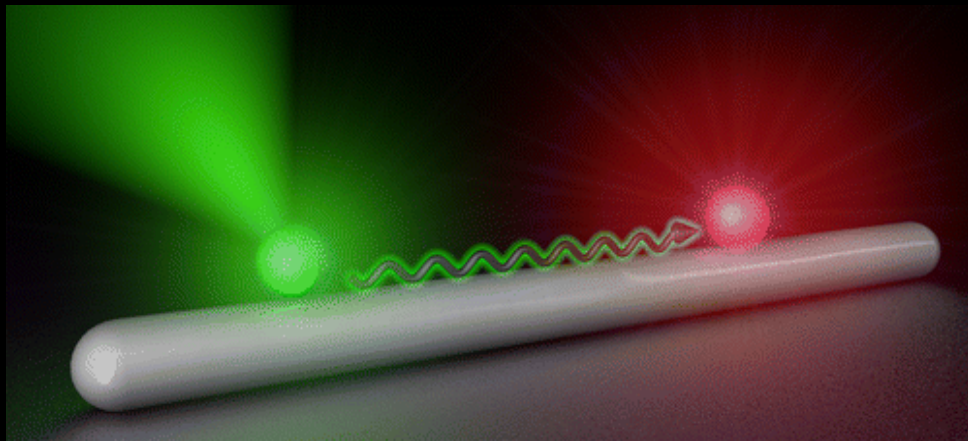
Nanoanteny do obrazowania



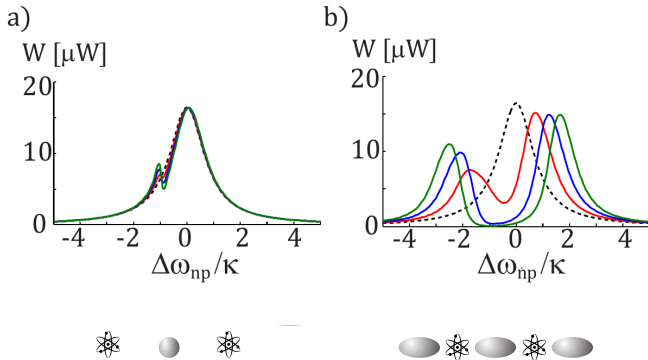
Nanoanteny w medycynie



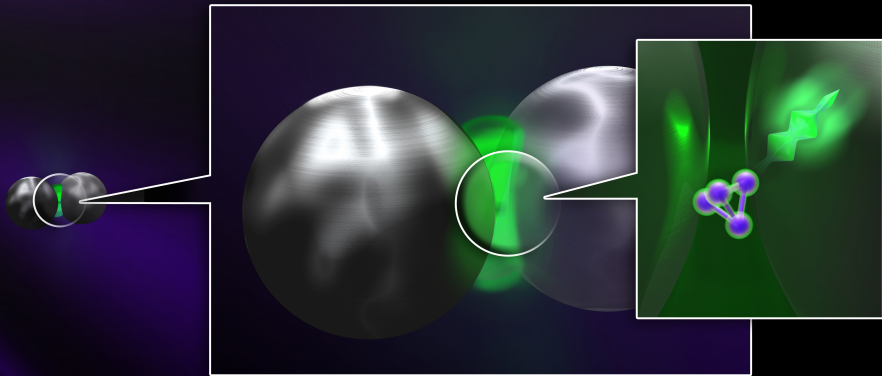
Przekaz informacji w nanoskali

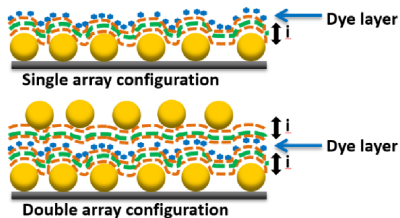
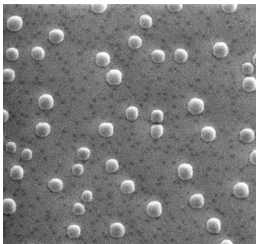
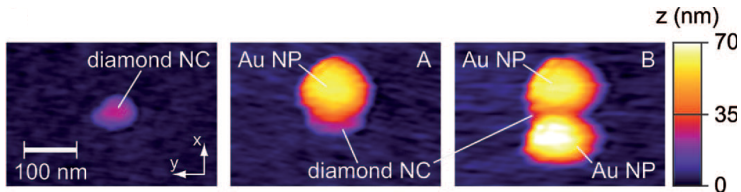


Nanoanteny jako czułe sensory



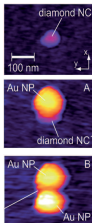
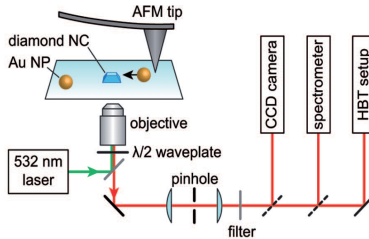
Nanoanteny do komunikacji z układami atomowymi





centra NV: Schietinger i in., Nano Letters (2009)
 kropki InAs pod wyspami In: dzięki uprzejmości G. Khitrovej, Univ. of Arizona
 barwniki & złote kulki: M. Chekini i in., J. Appl. Phys. (2015)

Nanoanteny dla szybszej dynamiki układów atomowych



NVC

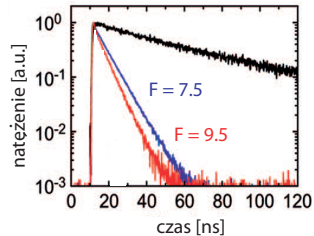
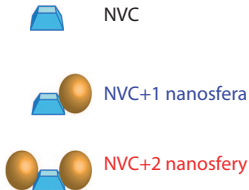
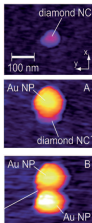
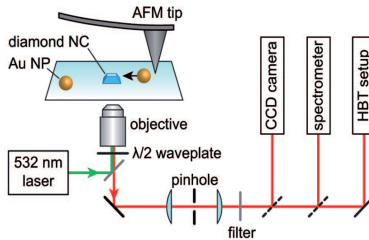


NVC+1 nanosfera

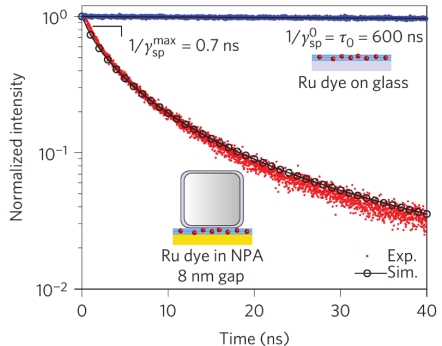
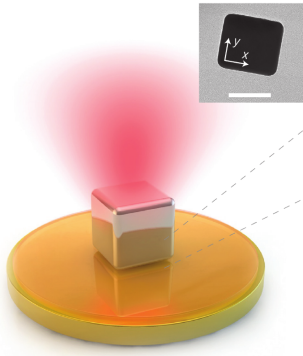


NVC+2 nanosfery

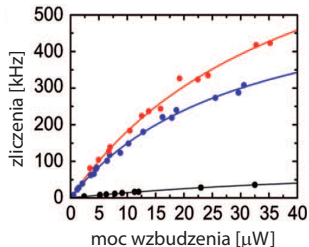
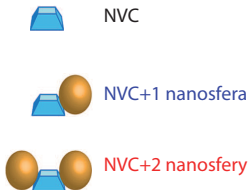
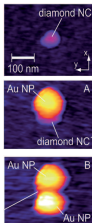
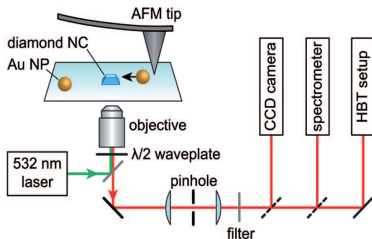
Nanoanteny dla szybszej dynamiki układów atomowych



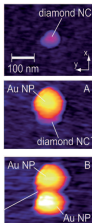
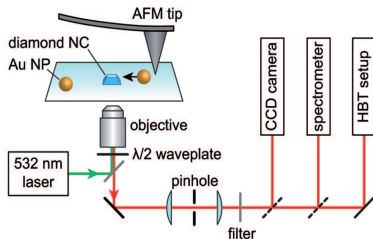
Nanoanteny dla szybszej dynamiki układów atomowych



Produkcja pojedynczych fotonów



Produkcja pojedynczych fotonów



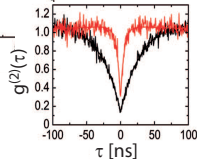
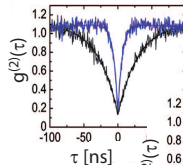
NVC



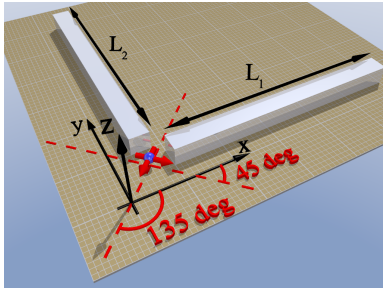
NVC+1 nanosfera



NVC+2 nanosfery

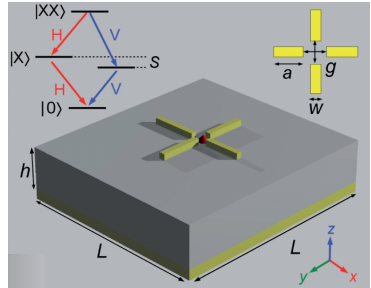


Emisja światła o skorelowanych właściwościach



Straubel i in., Optics Letters (2016)

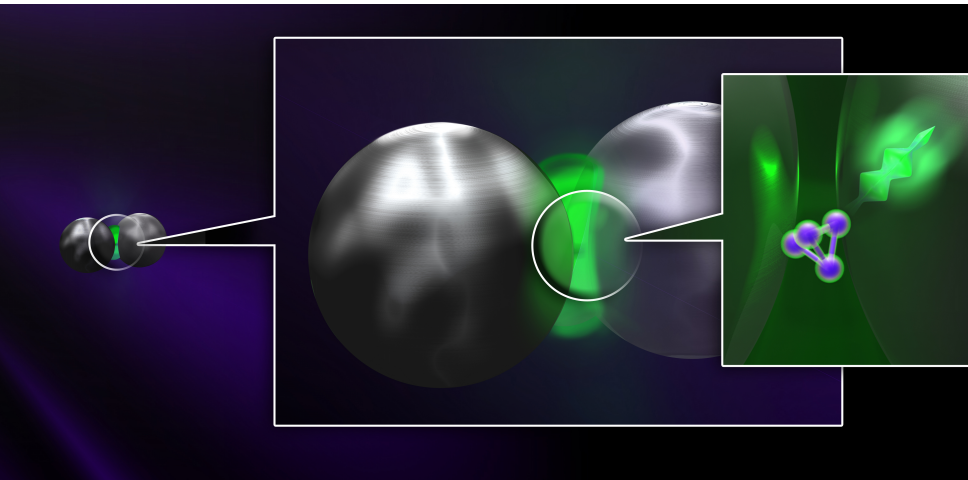
Physical Review B (2017)

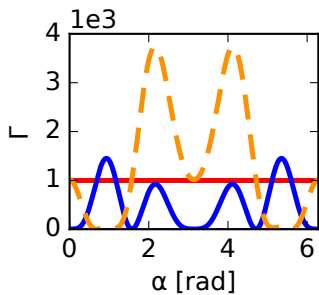
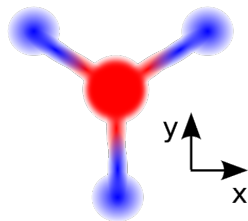
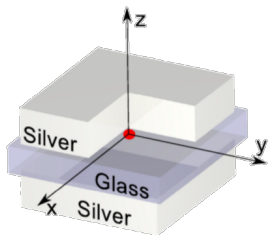


Maksymov i in., Physical Review A (2012)

Nanoanteny jak pigułki: wpływ na czas życia molekuł







- pole elektryczne
- pole magnetyczne
- zmiany przestrzenne
- - interferencja

Nanoantenry optyczne - nanowitraże

- miniaturowe **nadajniki i odbiorniki**
- **kierunkowe**
- czułe na polaryzację światła
- **rezonansowe**: reagują na zadaną długość fali
- wytwarzane **na czipach** lub **w roztworze**
- **szybka odpowiedź** w skali pikosekund

- straty absorpcyjne

Metapowierzchnie: materiały z ułożonych regularnie nanoanten, o niespotykanych "naturalnie" właściwościach

Funkcje "współczesnych witraży"

Niezwykłe materiały:

- precyzyjne obrazowanie, czułe sensory, markery medyczne
- niewidki, doskonałe soczewki, ogniwa słoneczne, ...

Miniaturyzacja:

- przekaz informacji w nanoskali
- szybkie adresowanie molekuł, sterowanie ich dynamiką
- wytwarzanie egzotycznego światła