

# Bioelektronika II

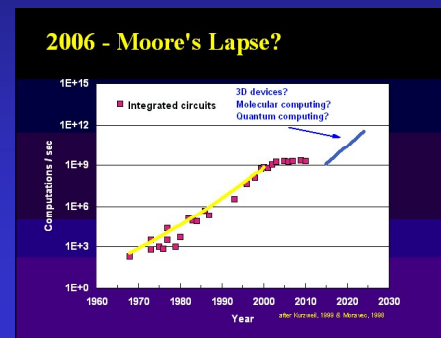
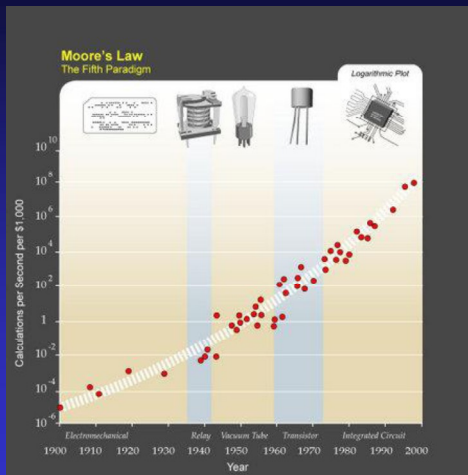
Hogyan segíthet a biológia az információtechnikának?

Dér András  
MTA SZBK Biofizikai Intézet

Science - fiction



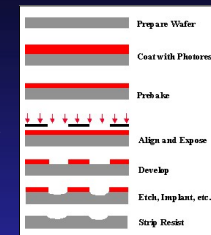
## Moore törvénye



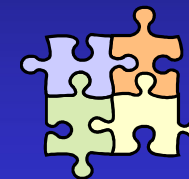
Új alapelvek, anyagok,  
eljárások!

## Miniatürizálás

**Litográfiai eljárások:**  
molekuláris méreteknél  
nehézségek



Alulról építkezés  
(„bottom up”):  
**Molekuláris  
elektronika**



**Szén nanocsövek jó vezetők.  
Hálózat?**

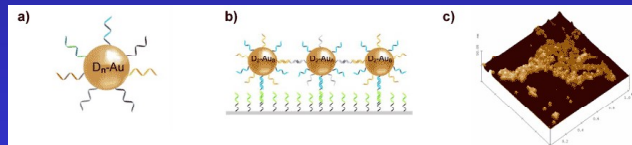
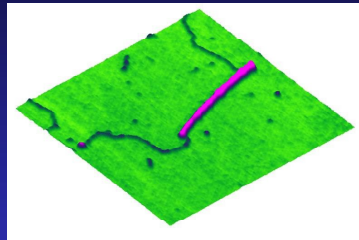


# Biológiai anyag

Önszerveződésre képes, speciális funkciókra optimalizált

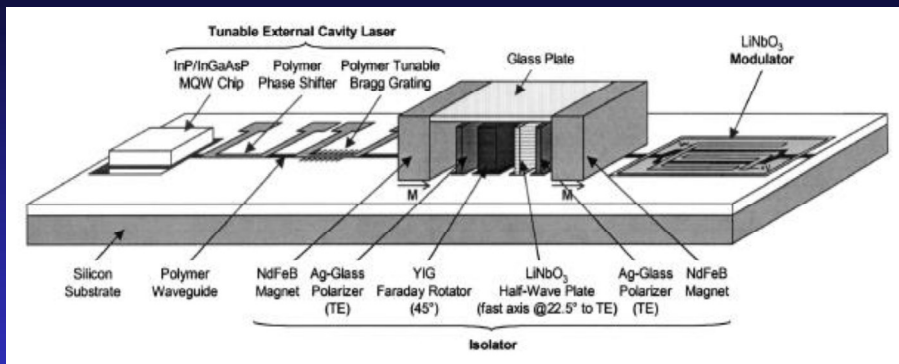
## Bioelektronika:

Biológiai  
makromolekulák  
(fehérjék,  
nukleinsavak)



Lem jóslata valóra válik?

# Integrált optika

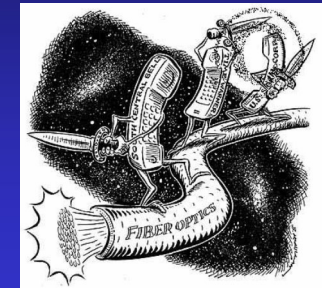


“Szűk keresztmetszet”: megfelelő **nemlineáris optikai (NLO) kapcsolóanyagok** - külső hatásra (elektromos, mágneses tér, fény) törésmutatóváltozás

# Kommunikáció fénnel

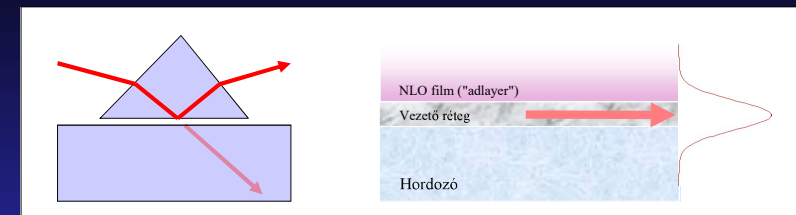


Optikai fényvezető kábel

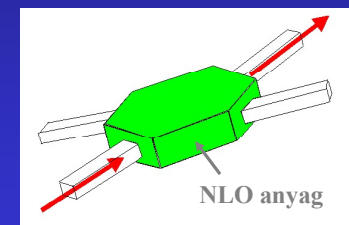


Lehetne ezt kicsiben is?

## Az „evaneszcens” fény



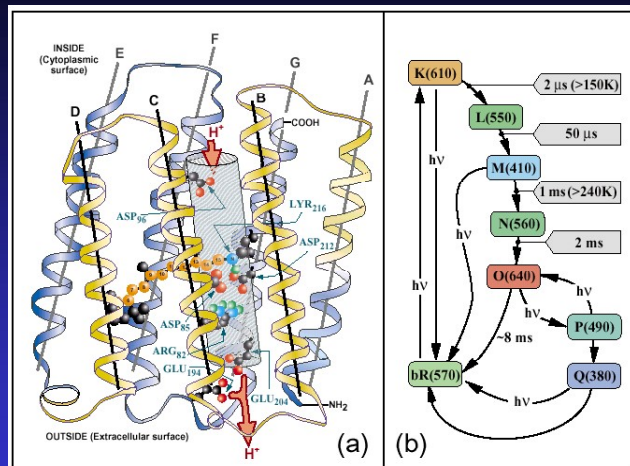
## Integrált optikai kapcsoló



Jó lenne kizárólag fényvezérelt áramköröket készíteni.

Követelmények: fény hatására törésmutatóváltozás, gyors kinetika, stabilitás

A bR modellszerpet tölt be az ionpumpáló membránfehérjék között

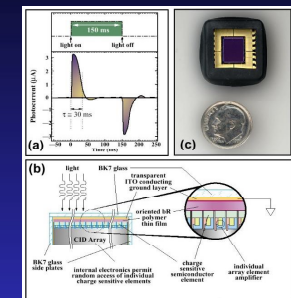
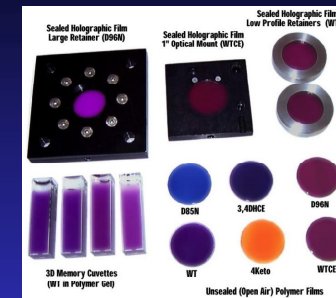


Közel vagyunk az atomi szintű leíráshoz

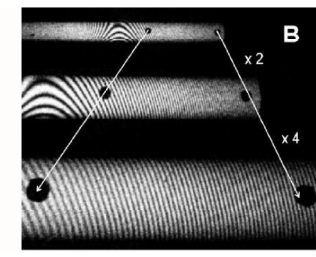
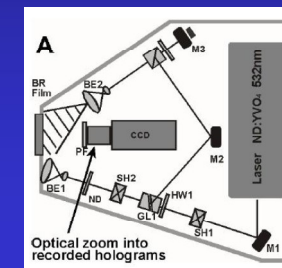
Génsebészettel, kémiai, fizikai módosítással tetszés szerint alakíthatjuk

## Bioelektronikai alkalmazások (bR-alapú filmek)

Keck Center for Molecular  
Electronics at Syracuse  
University

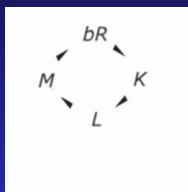


Institute of Physical Chemistry  
University of Marburg

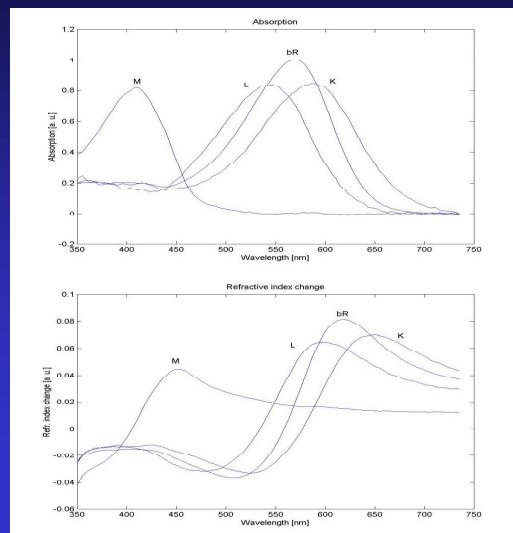


## Integrált optikai alkalmazás

Nemlineáris optikai tulajdonság: a törésmutató megvilágítás hatására változik



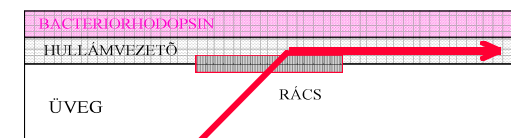
Kramers-Kronig  
relációk



## A törésmutató mérése

- üveg hordozó  $n_s = 1.526 - 1.532$
- hullámvezető réteg  $(n_F = 1.77 - 2.3, d \sim 200 \text{ nm})$
- adalék réteg  $(d > 1 \mu\text{m})$
- csatoló rács  $(2400 - 2700 \text{ vonal/mm})$

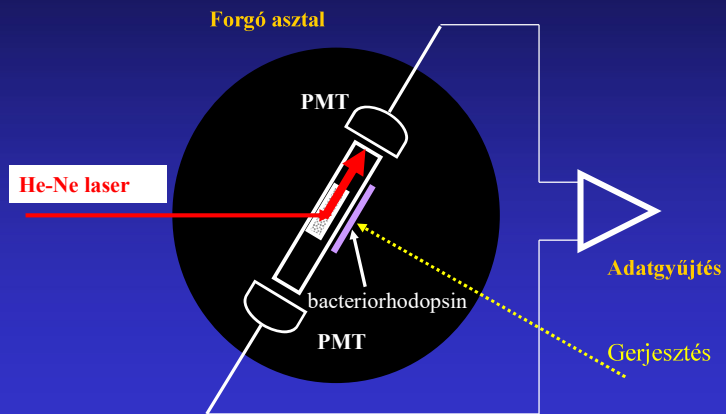
A rács csatolású hullámvezető sémája



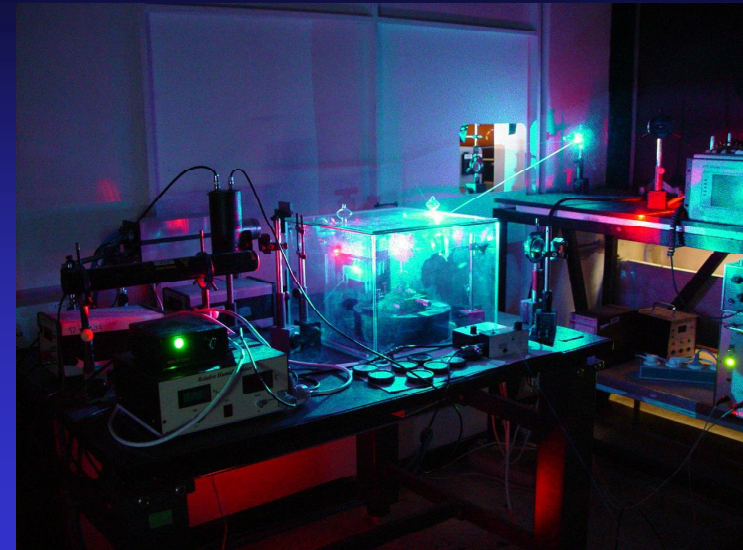
He-Ne lézer fény



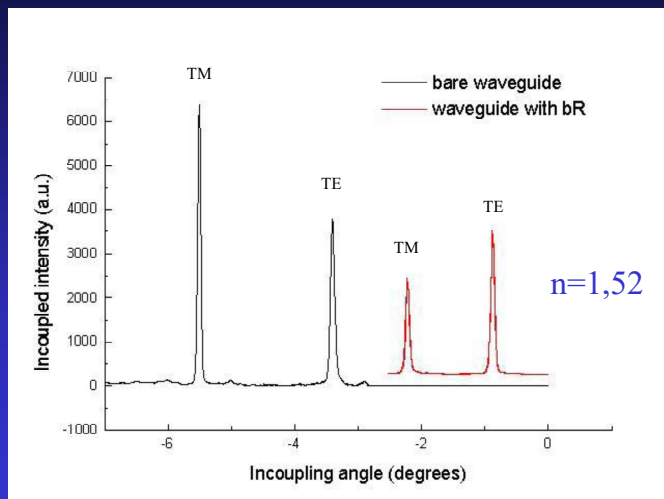
## A mérőrendszer



## A mérőhely

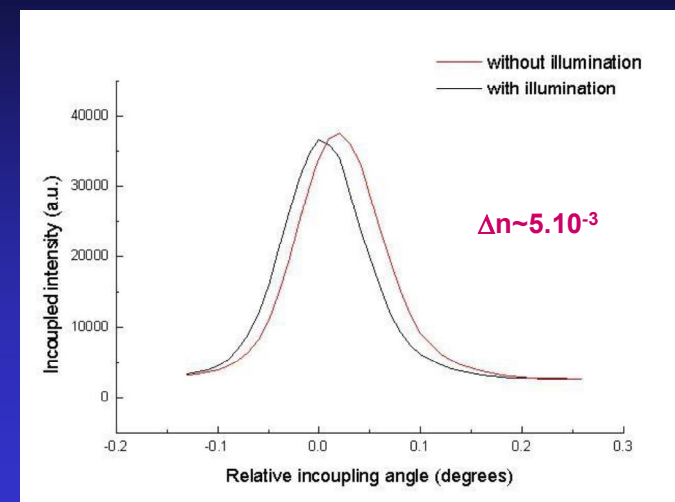


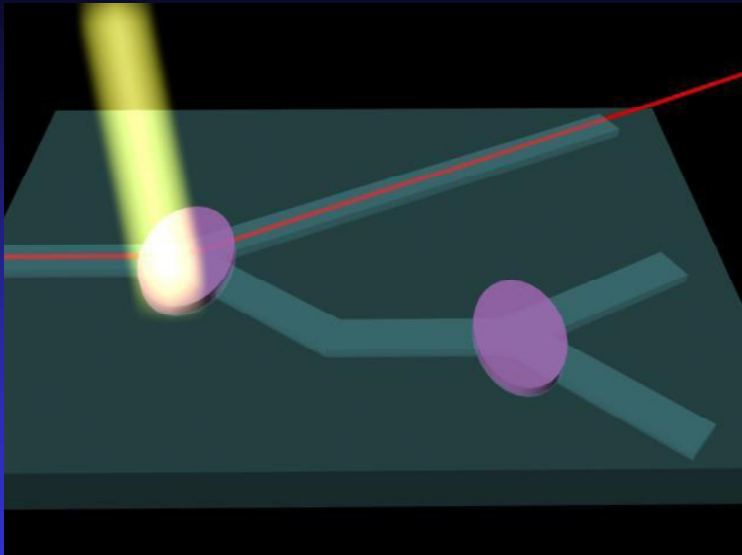
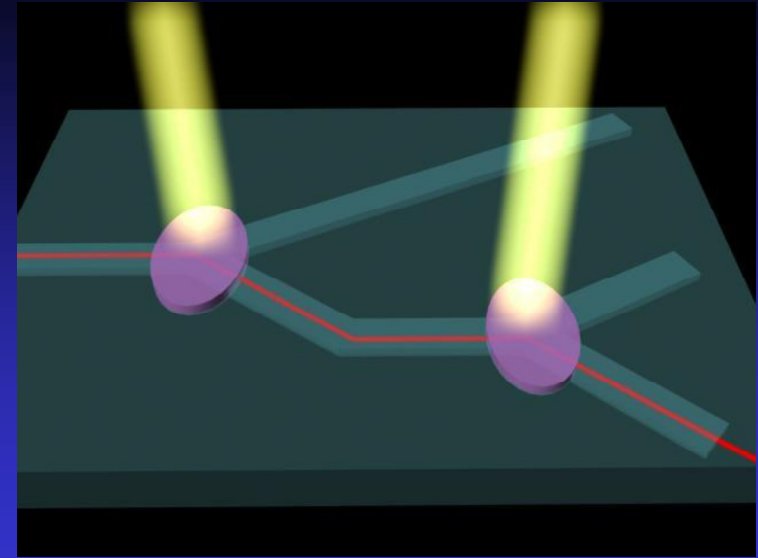
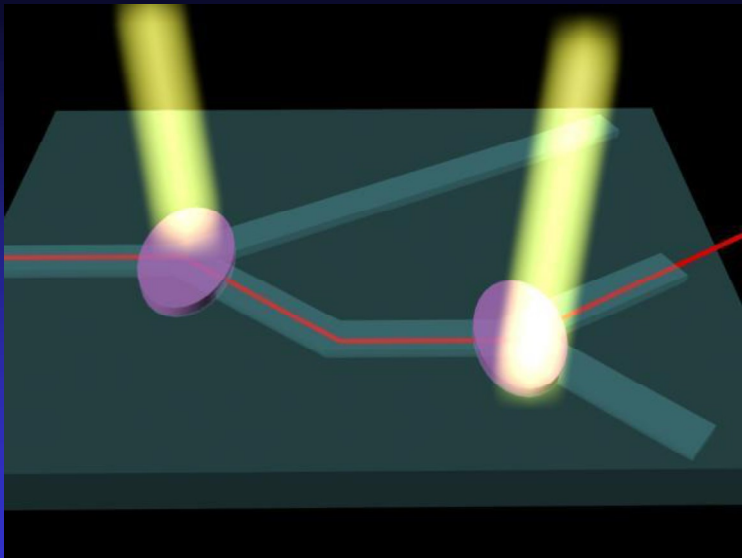
## A becsatolt fény intenzitásának szögfüggése



## A fényindukált törésmutatóváltozás mérése

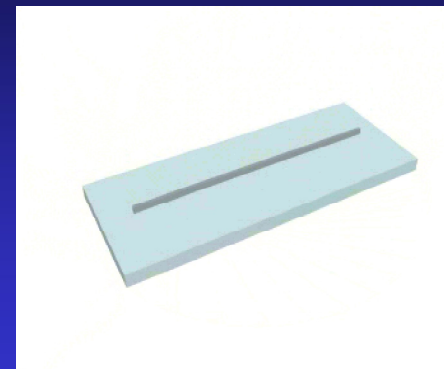
### A rezonanciacsúcs szögeltolódása



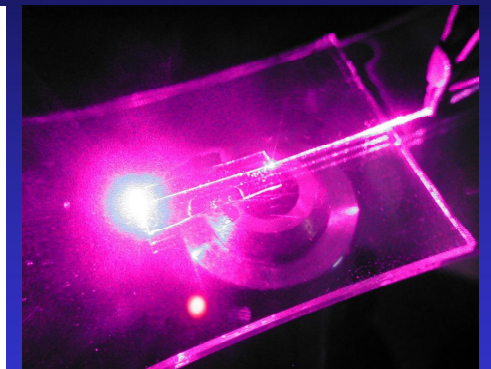


## Hullámvezető készítése

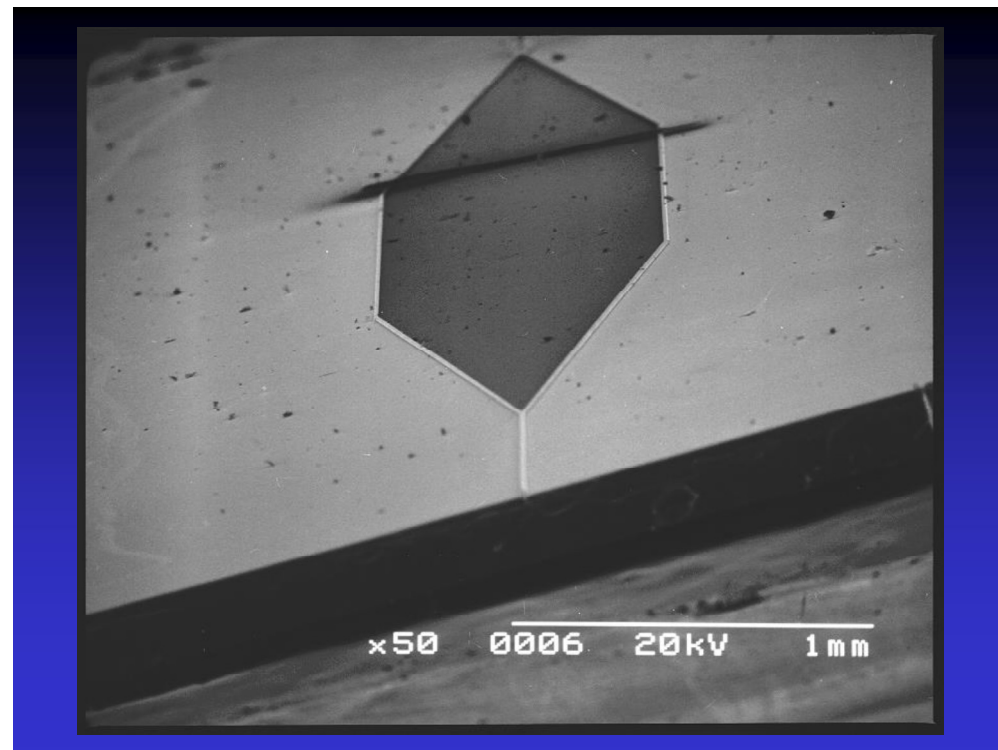
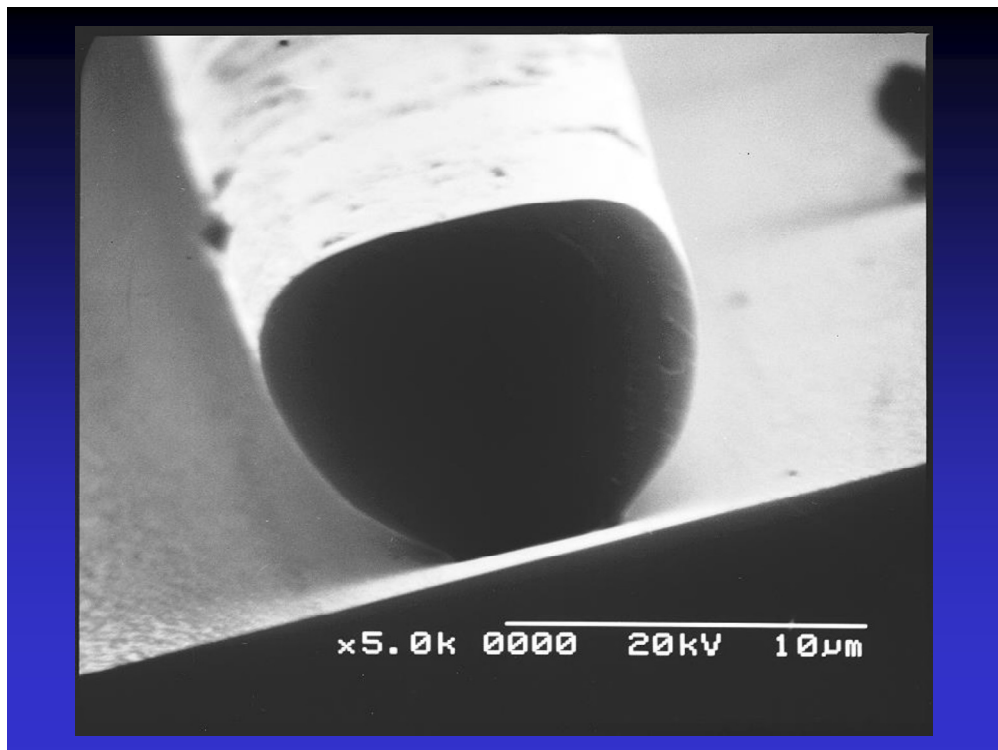
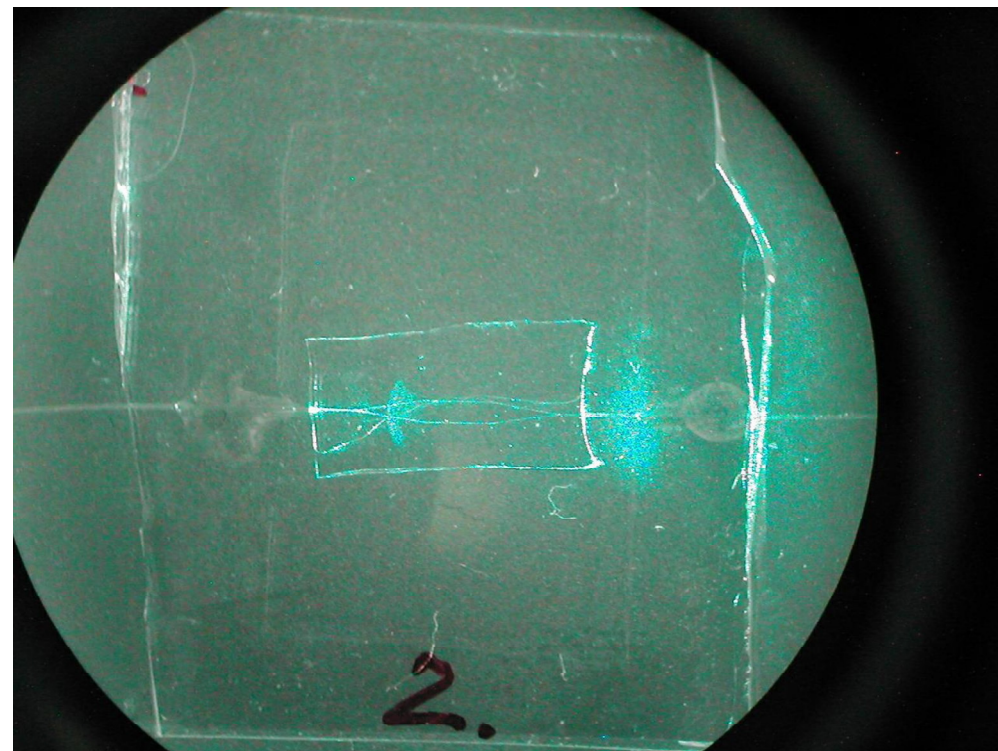
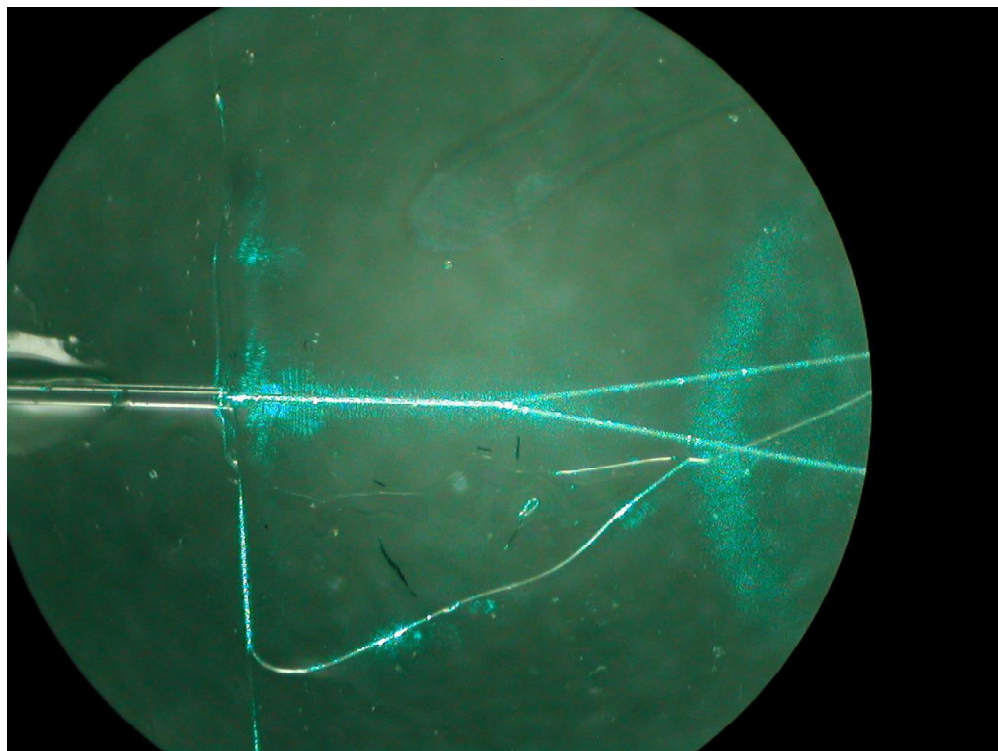
fotopolimerizáció



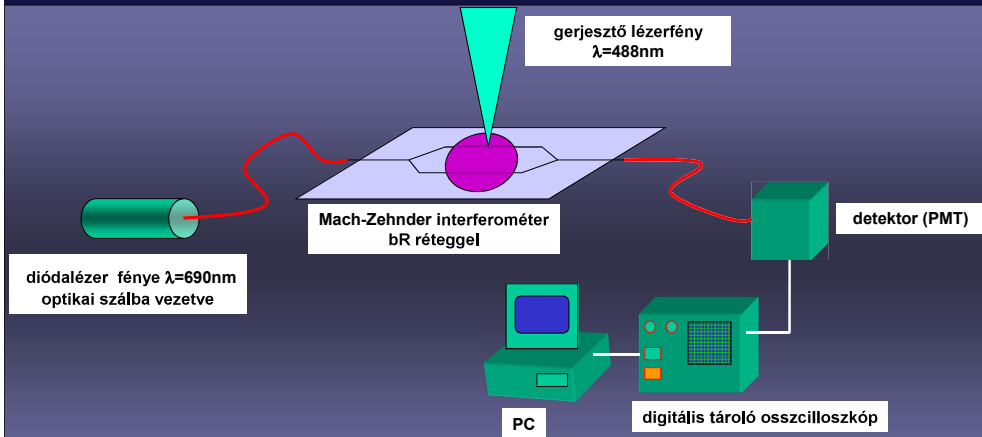
becsatolás



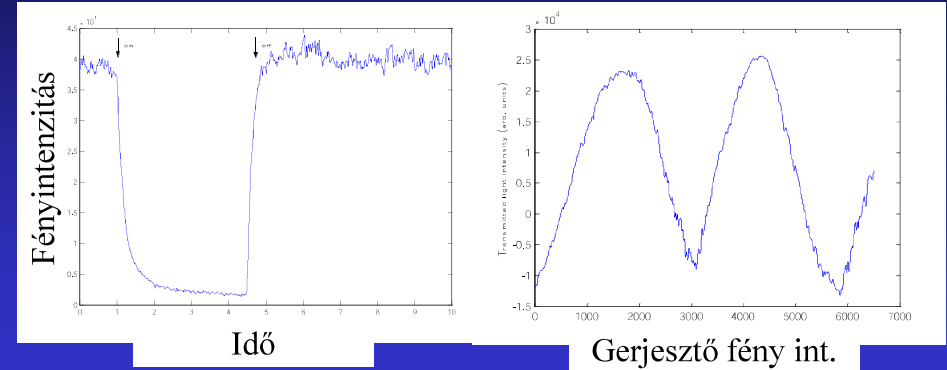




## A mérési elrendezés



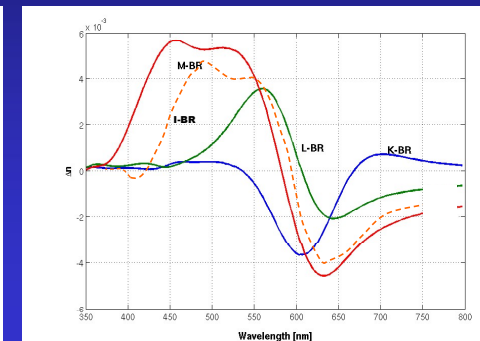
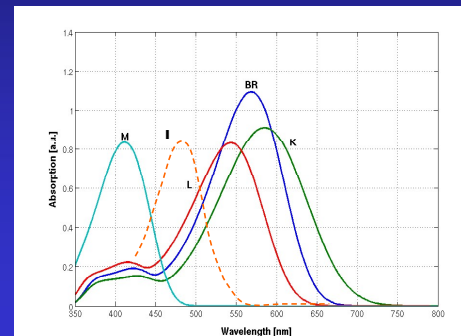
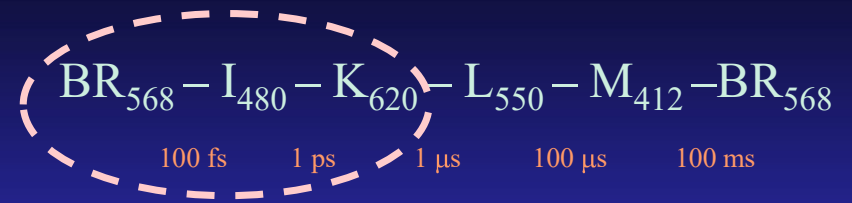
## A kapcsolóeffektus demonstrálása



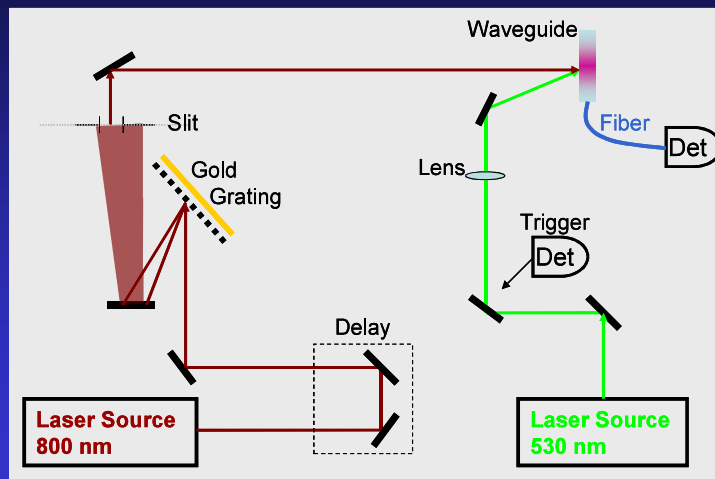
## Továbblépési lehetőségek

- I. A kapcsolási sebesség növelése (más reakciók felhasználása, génsebészeti módosítások)
- II. Összetett optikai struktúrák létrehozása
- III. Más pigmentek kipróbálása

## I. A fotociklus elsődleges lépései



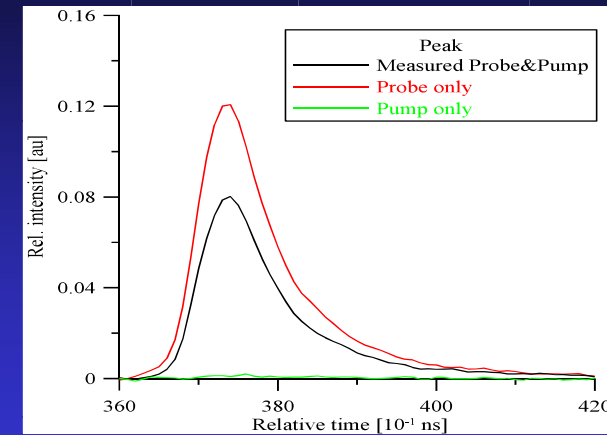
## Pumpa-próba elrendezés



$BR_{568} \rightarrow I_{480}$

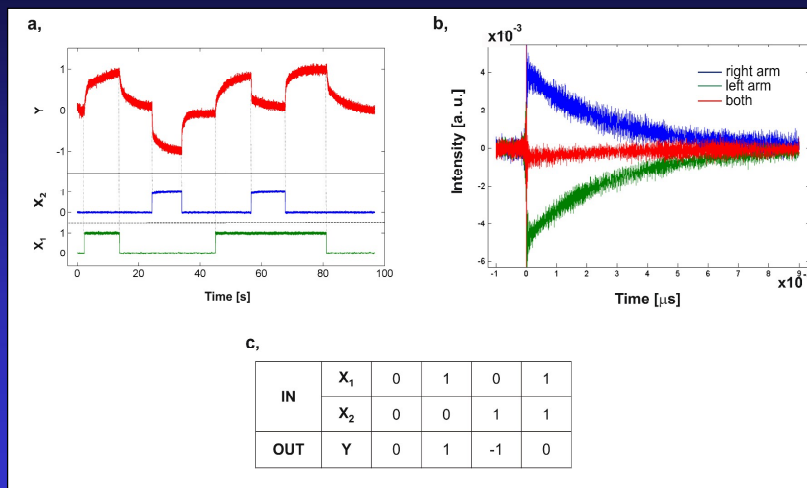
Pumpa: 530 nm **150 fs**

Próba: 780 nm **3 ps**



Két nagyságrenddel gyorsabb, mint a csúcstechnológia!

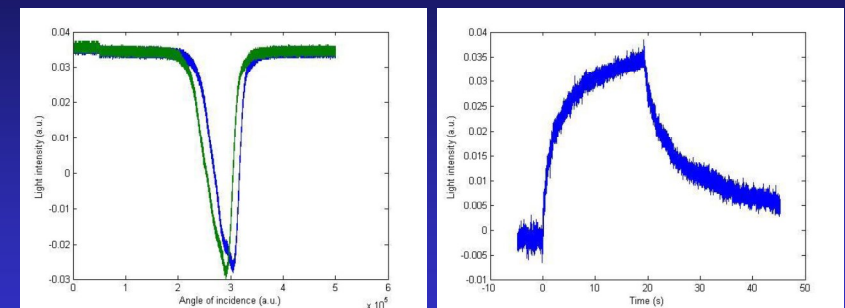
## II. Logikai kapuk



## III. Photoactive yellow protein (PYP)

kooperáció:

John Fitch  
Terry Meyer  
Jos van Beewmen



A Biofotonika új ága?

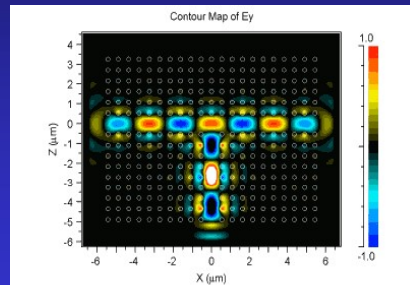
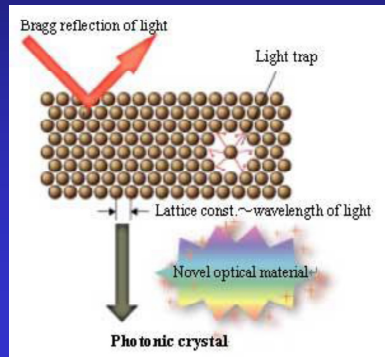
‘Fotobionika’



# Mit hoz a jövő?

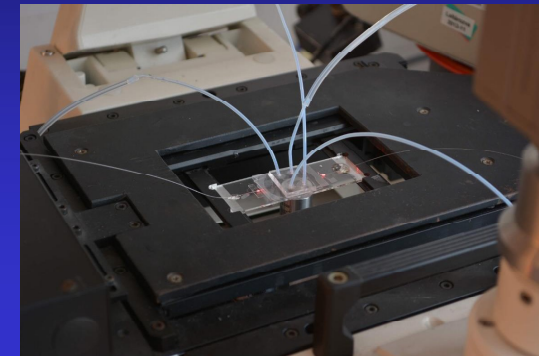
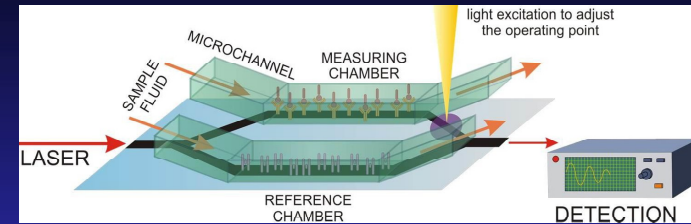
Különböző megoldások párhuzamosan -  
hibrid struktúrák

Az integrált optika növekvő szerepe (miniatürizálás,  
kombinálás más mikrostruktúrákkal - **mikrofluidika**)



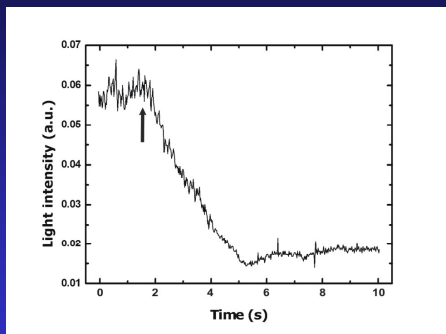
Alkalmazások néhány  
éven belül

# Bioszenzor

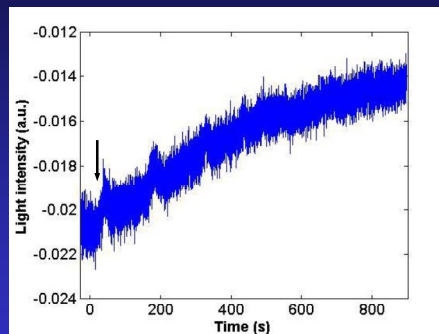


# Gyors, jelölésmentes detektálás

fehérjék



baktériumok



Várható alkalmazások a beteggy mellotti („point  
of care”) diagnosztikában

# Köszönetnyilvánítás

Fábián László

Ormos Pál

Oroszi László

Valkai Sándor

Hámori András

Nagy Norbert

Serényi Miklós

Ferencz Kárpát

Jeremy Ramsden

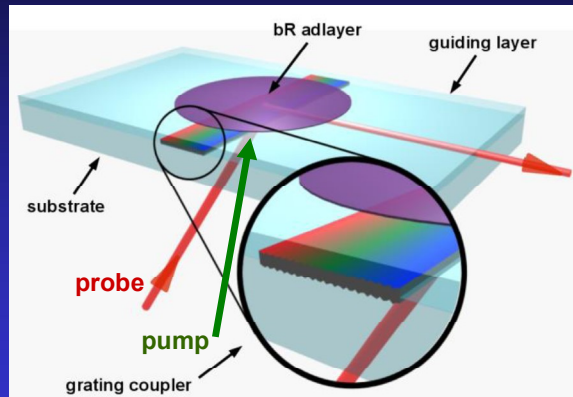
Elmar Wolff

**Bionikai Innovációs Központ**

# Experiment

Device: waveguide + grating + bR

Pump: green pulse to excite for bR<sub>568</sub>  
Probe: NIR pulse (no absorption, etc.)



Substrate: BK7,  $n_s=1.52$   
Grating:  $2400 \text{ nm}^{-1}$   
Guiding layer:  $d \sim 180 \text{ nm}$ ,  $n_f=1.72$

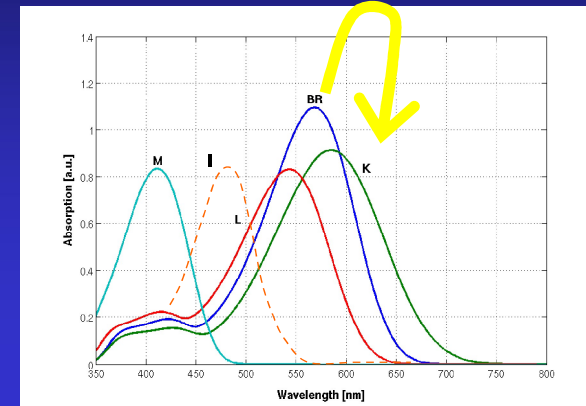
Expected phenomenon:

Induced ref.index change of bR  $\rightarrow$  waveguide coupling is changed.

## Investigation of BR<sub>568</sub> $\rightarrow$ K<sub>630</sub>

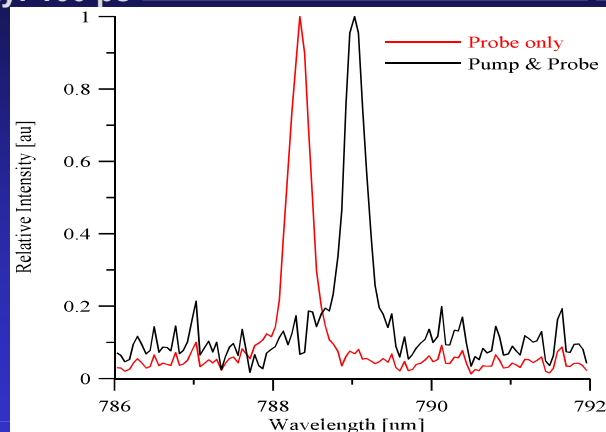
BR<sub>568</sub> - I<sub>480</sub> - K<sub>620</sub> - L<sub>550</sub> - M<sub>412</sub> - BR<sub>568</sub>

100 fs    1 ps    1  $\mu$ s    100  $\mu$ s    100 ms



## Measurement of BR<sub>568</sub> $\rightarrow$ K<sub>630</sub>

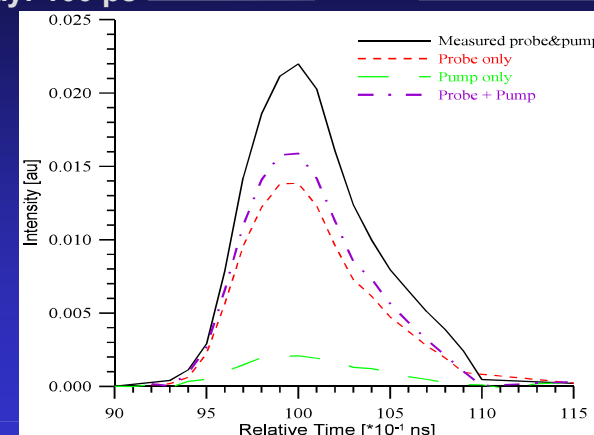
Pump: 530 nm, 45 ps  
Probe: 800 nm, 3.5 ps, "broad-band":  $\Delta\lambda=3\text{nm}$   
Delay: 100 ps



Spectral shift of the peak intensity of the incoupled probe laser pulse.

## Investigation of BR<sub>568</sub> $\rightarrow$ K<sub>630</sub>

Pump: 530 nm, 45 ps  
Probe: 800 nm, 3.5 ps "narrow-band":  $\Delta\lambda=0.8\text{nm}$   
Delay: 100 ps



Increase of the intensity of the incoupled probe laser pulse.

Could we see  $\text{BR}_{568} \rightarrow \text{I}_{480}$  ??

$\text{BR}_{568} - \text{I}_{480} - \text{K}_{620} - \text{L}_{550} - \text{M}_{412} - \text{BR}_{568}$

100 fs

1 ps

1  $\mu\text{s}$

100  $\mu\text{s}$

100 ms

