

# **Spettroscopia risolta in tempo @FERMI e NFFA-SPRINT**

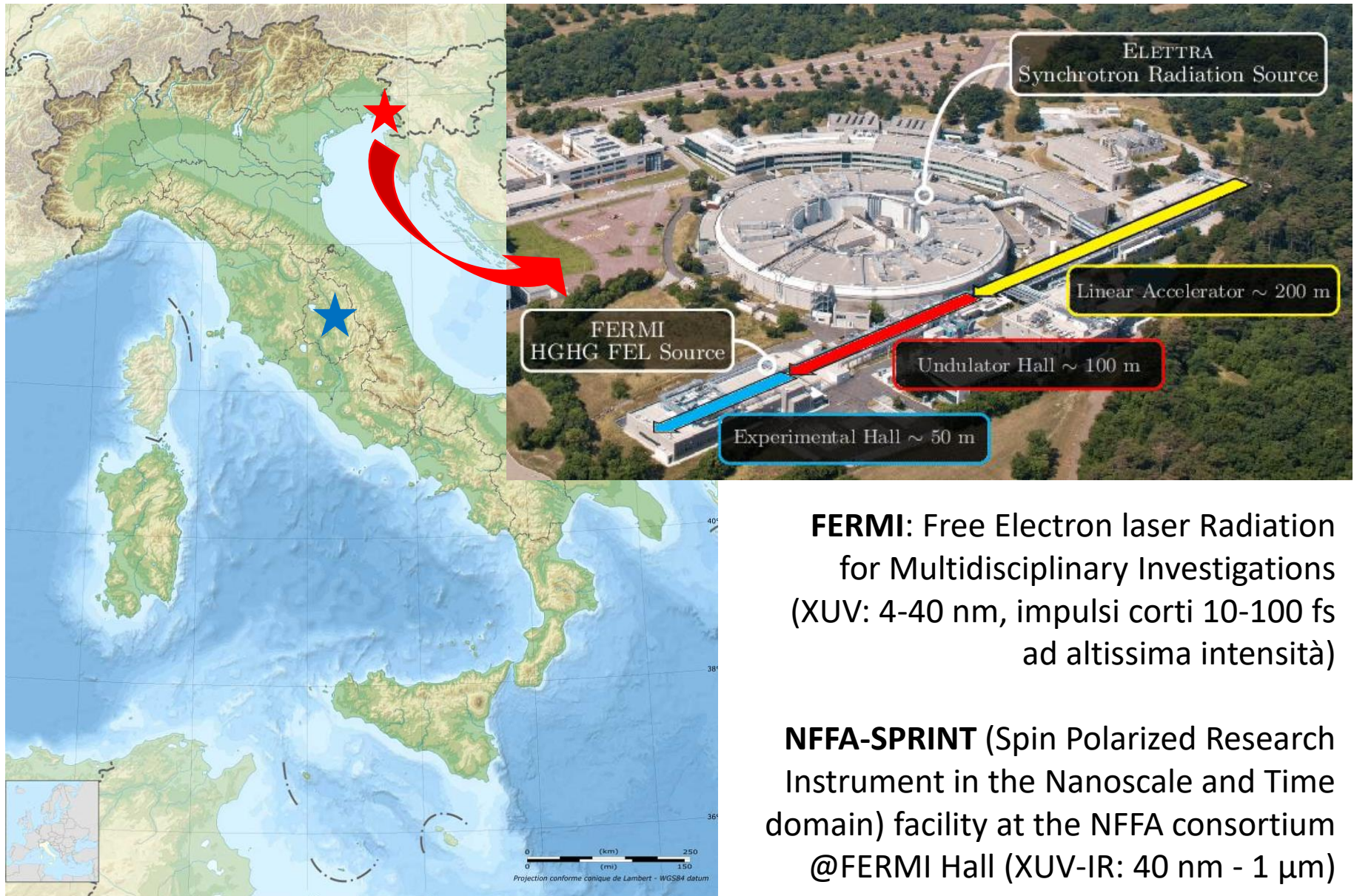
Workshop di Orientamento alla Laurea Magistrale

12.03.2021

dr. Claudia Fasolato,

prof. Caterina Petrillo, prof. Francesco Sacchetti

# FERMI & NFFA-SPRINT



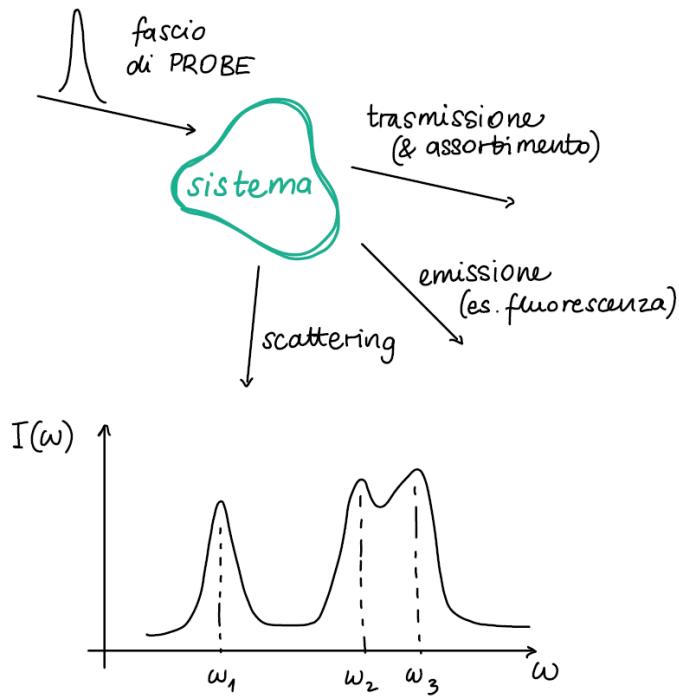
**FERMI:** Free Electron laser Radiation for Multidisciplinary Investigations (XUV: 4-40 nm, impulsi corti 10-100 fs ad altissima intensità)

**NFFA-SPRINT** (Spin Polarized Research Instrument in the Nanoscale and Time domain) facility at the NFFA consortium @FERMI Hall (XUV-IR: 40 nm - 1  $\mu$ m)

# Spettroscopia ottica risolta in tempo

## spettroscopia ottica

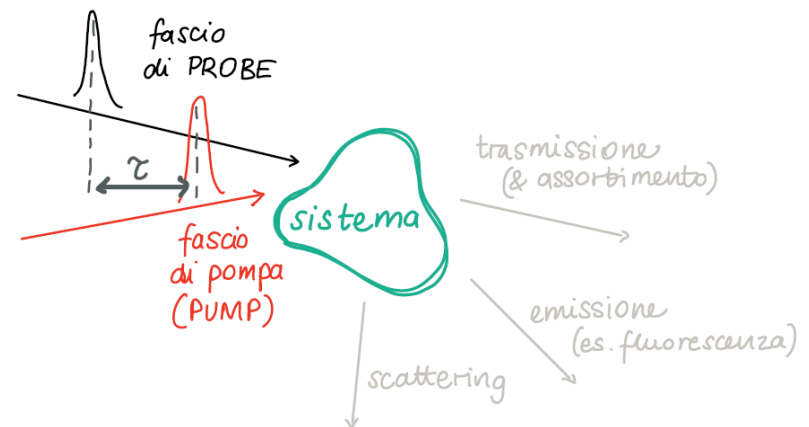
interazione radiazione sonda (*probe*) di caratteristiche note (es. fascio laser, luce di sincrotrone, etc.) con il sistema



$\omega_1$ ,  $\omega_2$ ,  $\omega_3$ : energie caratteristiche del sistema (es. eccitazioni modi collettivi: fononi, plasmoni, magnoni...)

## ...risolta in tempo (TR-OS)

studio dell'evoluzione di sistemi portati **fuori dall'equilibrio** da **fotoeccitazione** usando impulsi laser corti ( $10^{-9}$ - $10^{-15}$  s)

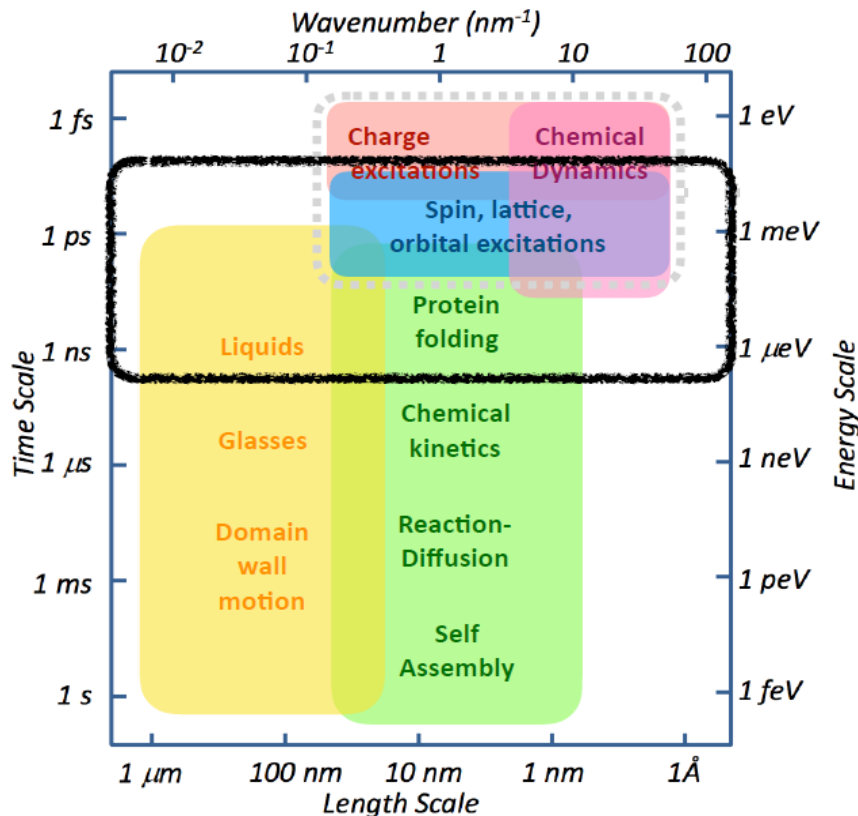


fascio di pompa (**pump**) fotoeccita il campione con fascio di sonda (**probe**), studio spettroscopico a ritardo variabile  $\tau$

(schema di pump & probe)

# Spettroscopia risolta in tempo @NFFA-Sprint

quali informazioni dalla  
risoluzione temporale?



R.W. Schoenlein, et al.,  
SLAC Report SLAC-R-1053 (2015)

## approccio multi-messaggero

uso simultaneo di  
diverse tecniche spettroscopiche  
per ottenere informazioni complementari  
sulle eccitazioni nel sistema e loro evoluzione

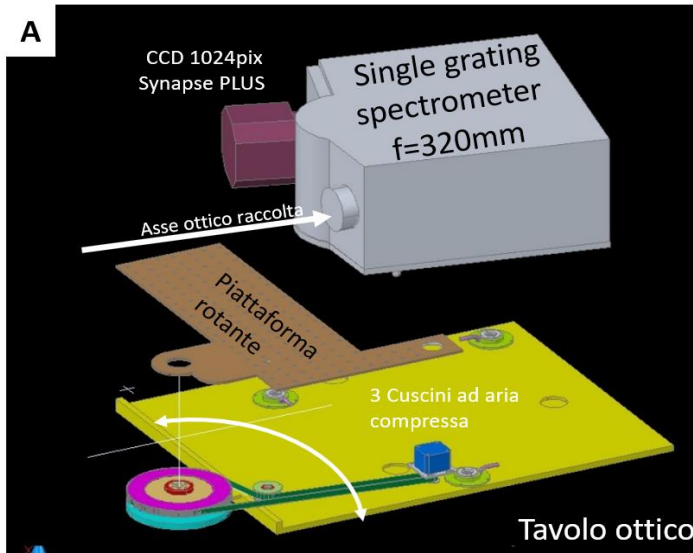
- elettroni fotoemessi
- fotoni riflessi/trasmessi/assorbiti
- fotoni diffusi

**contributo UniPG, UniMI, UniRM1**

campione in ambiente di vuoto  
ultra-alto (per la fotoemissione)  
accessibile da impulsi laser  
(pump/probe) da regione XUV a IR

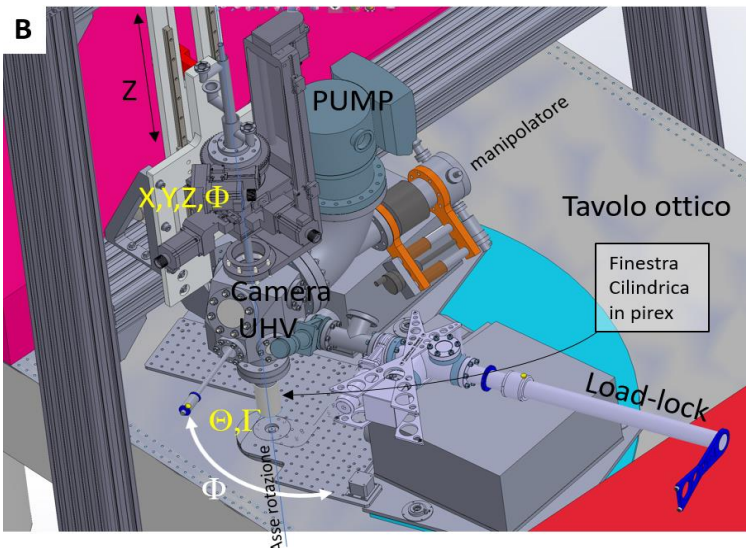


# Approccio multi-messaggero @NFFA-Sprint



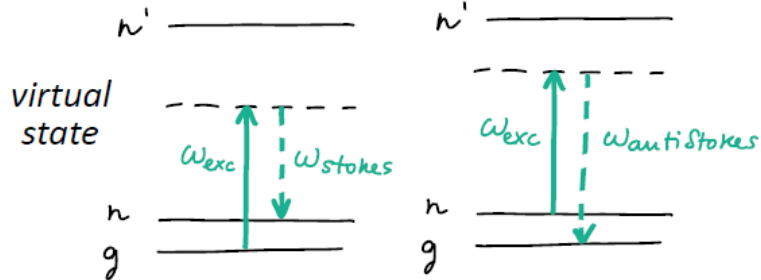
## approccio multi-messaggero

- Spettroscopia di **fotoemissione** risolta in angolo (ARPES) e in spin (messaggero = elettroni fotoemessi) informazione su **stati elettronici occupati**, dispersione bande e polarizzazione di spin (dr. G. Panaccione, dr. R. Cucini – CNR-IOM, prof. G. Rossi - UniMI)
- Spettroscopia di **riflettività ottica** (messaggero = fotoni riflessi): info su **stati elettronici, eccitazioni collettive** nella regione spettrale dei fotoni incidenti
- Spettroscopia **Raman** (messaggero = fotoni diffusi anelasticamente, ad energia diversa da fotoni incidenti) info su **eccitazioni collettive a bassa energia** (fononi = vibrazioni, magnoni = onde di spin, ...) e loro simmetria



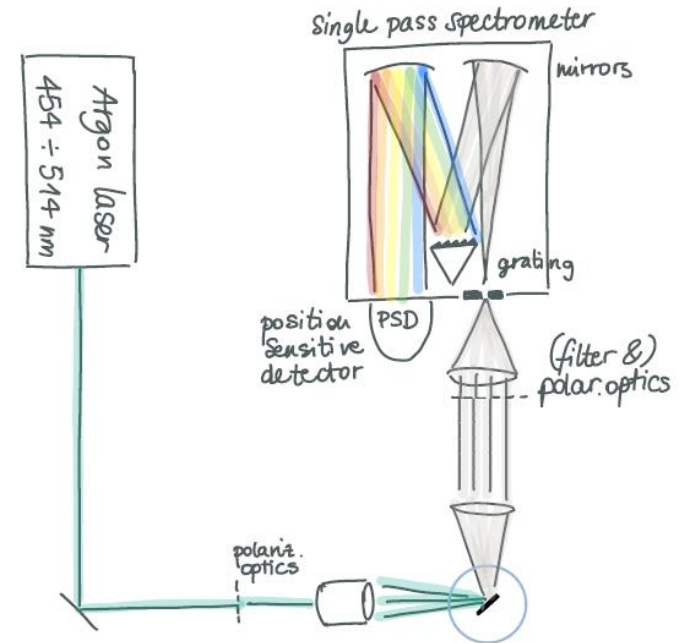
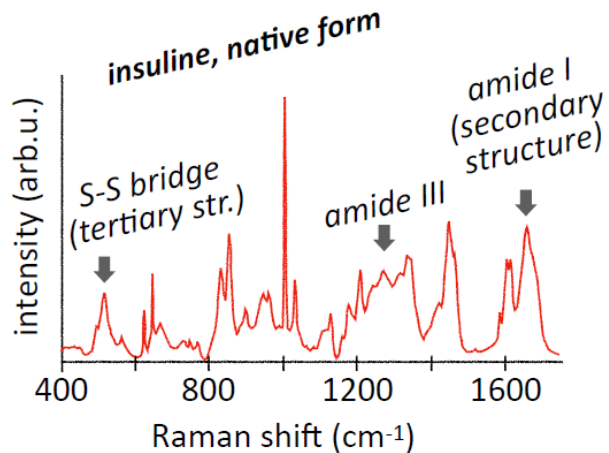
# TR-Raman @NFFA-Sprint

scattering **Raman**: diffusione anelastica della luce

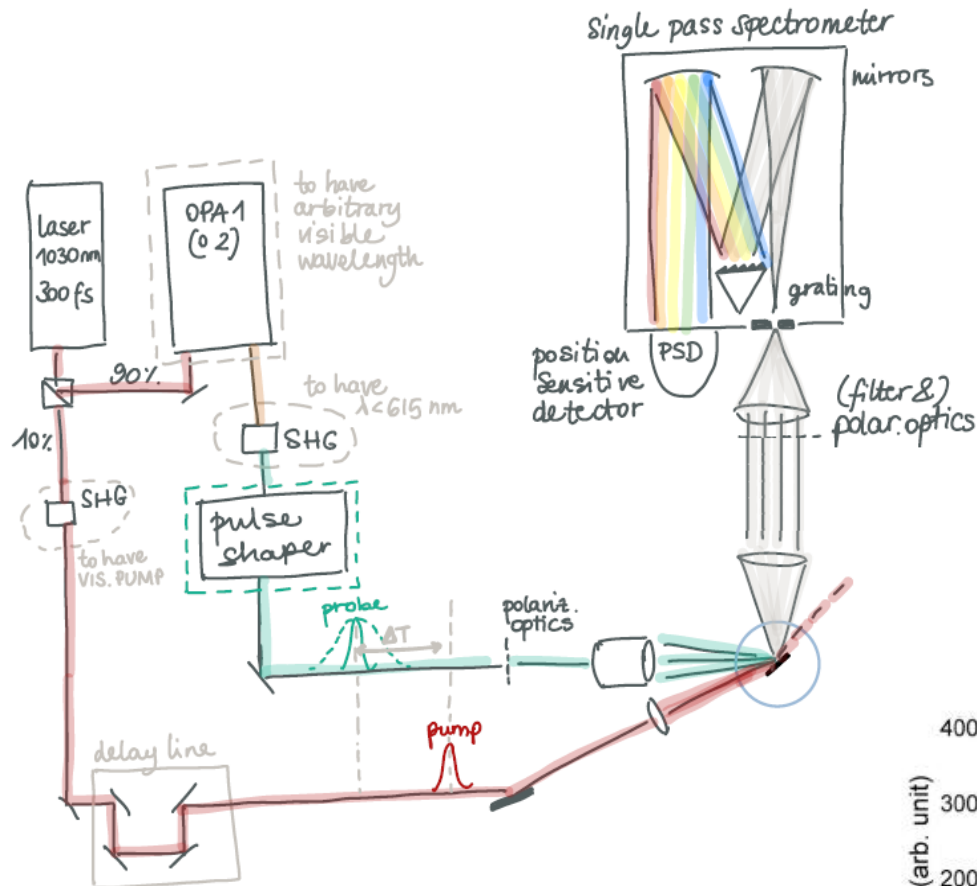


$$\omega_{scat} = \omega_{exc} \pm \omega_{vib}$$

energie dei modi di vibrazione

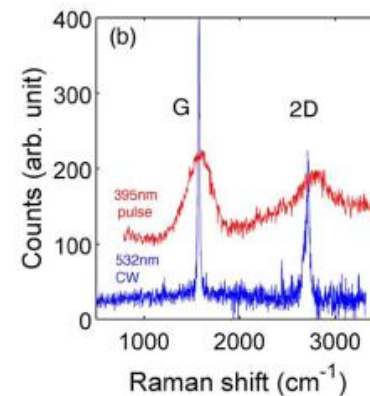
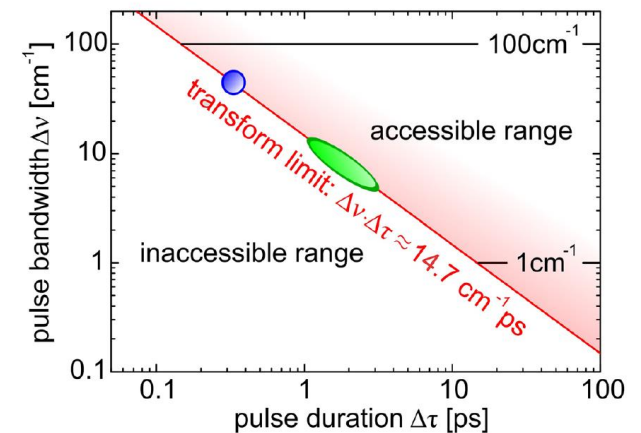


# TR-Raman @NFFA-Sprint



$$\omega_{scat} = \omega_{exc} \pm \omega_{vib}$$

laser pulsato per definizione  
non è monocromatico!



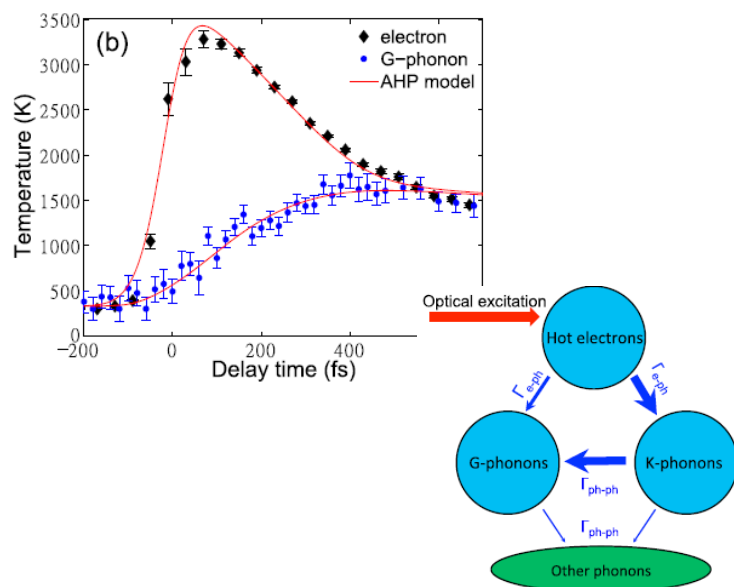
$\Delta\nu\Delta t \sim 15\text{ ps} \cdot \text{cm}^{-1}$   
limite di trasformata di Fourier

bassa risoluzione spettrale &  
alta risoluzione temporale  
o viceversa

# Casi studio (modello di possibili esperimenti)

**interazione elettrone-fonone:** studio del rilassamento della grafite fotoeccitata tramite TR-Raman & TR-ARPES

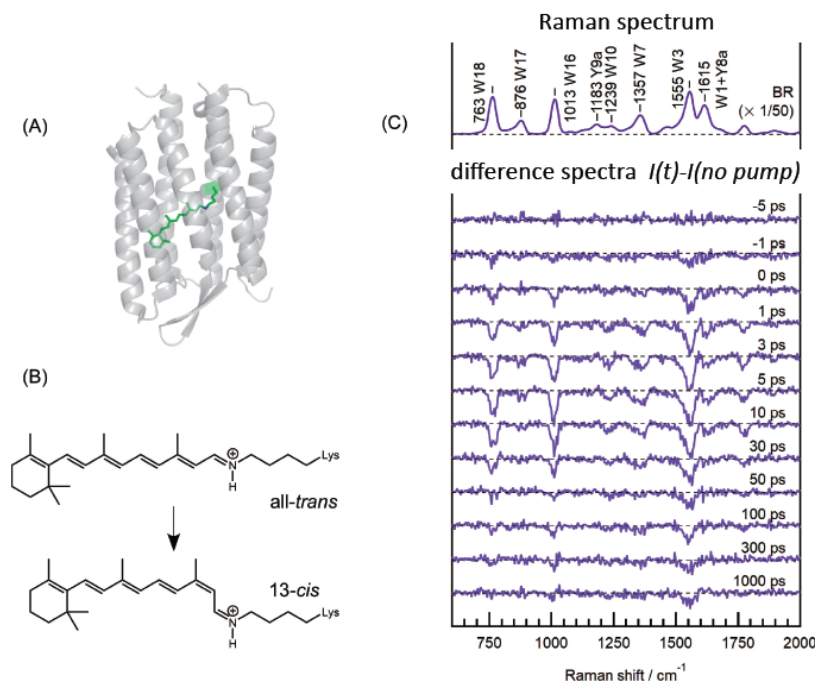
studio popolazione fononica vs T  
a seguito di fotoeccitazione degli elettroni



JA Yang, S Parham, et al., Nat Sci Rep, 7:40876 (2017)

**fotoisomerizzazione della rodopsina**

illuminazione con luce visibile e studio delle modifiche conformazionali tramite TR-Raman



Y. Mizutani, Bull. Chem. Soc. Jpn., 90 (2017) 1344-1371





dr. C. Fasolato  
[claudia.fasolato@unipg.it](mailto:claudia.fasolato@unipg.it)

prof. C. Petrillo  
prof. F. Sacchetti  
C. Campeggi



prof. G. Rossi  
prof. A. Giugni



dr. G. Panaccione  
dr. R. Cucini  
A. Fondacaro



prof. P. Postorino  
prof. A. Nucara

**Grazie e buona serata!**