

По работе E. Deist et al., and D.M. Stamper-Kurn  
PRL **128**, 083201 (2022)

**Super-resolution microscopy of optical fields  
using tweezer-trapped single atoms**

**А.С. Лосев**

**Доклад на нашем семинаре 11.03.2022**

Цель работы: измерение пространственного распределения интенсивности оптического поля стоячей волны в поперечном и продольном направлениях с высоким пространственным разрешением

?

дифракционный предел  
оптической системы: 328 нм

пространственное  
разрешение датчика: 300 нм

## Краткое содержание:

(1) атом  $^{87}\text{Rb}$  удерживается оптическим пинцетом в оптическом резонаторе;

(2) в резонаторе исследуемая стоячая волна;

(3) измеряется скорость флуоресценции  $\Gamma$ ;

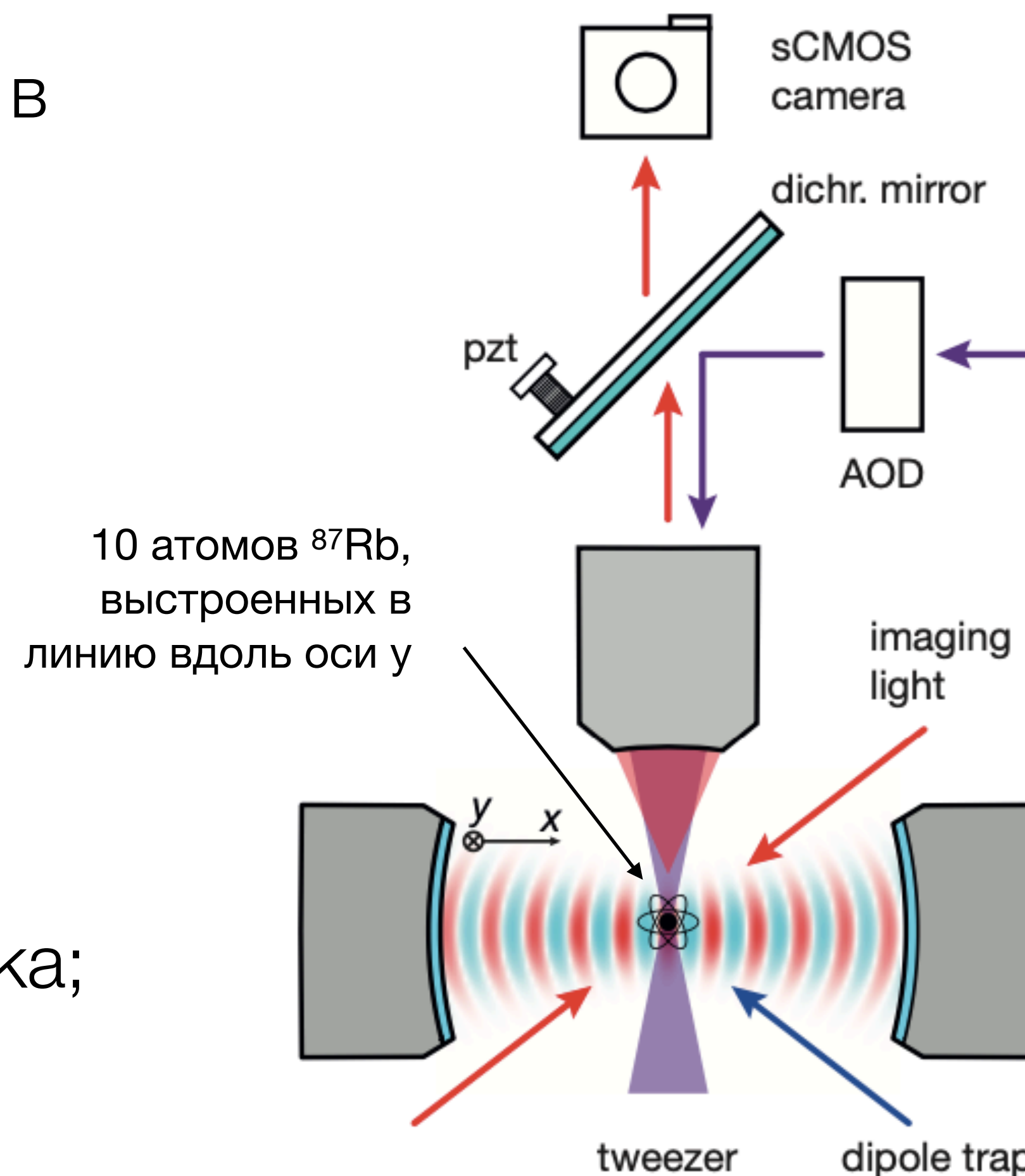
$$(4) \Gamma \propto \frac{1}{(\Delta - \delta_{ac})^2},$$

$\delta_{ac}$  — частота сдвига динамич. эффекта Штарка;

$$(5) \delta_{ac} \propto I,$$

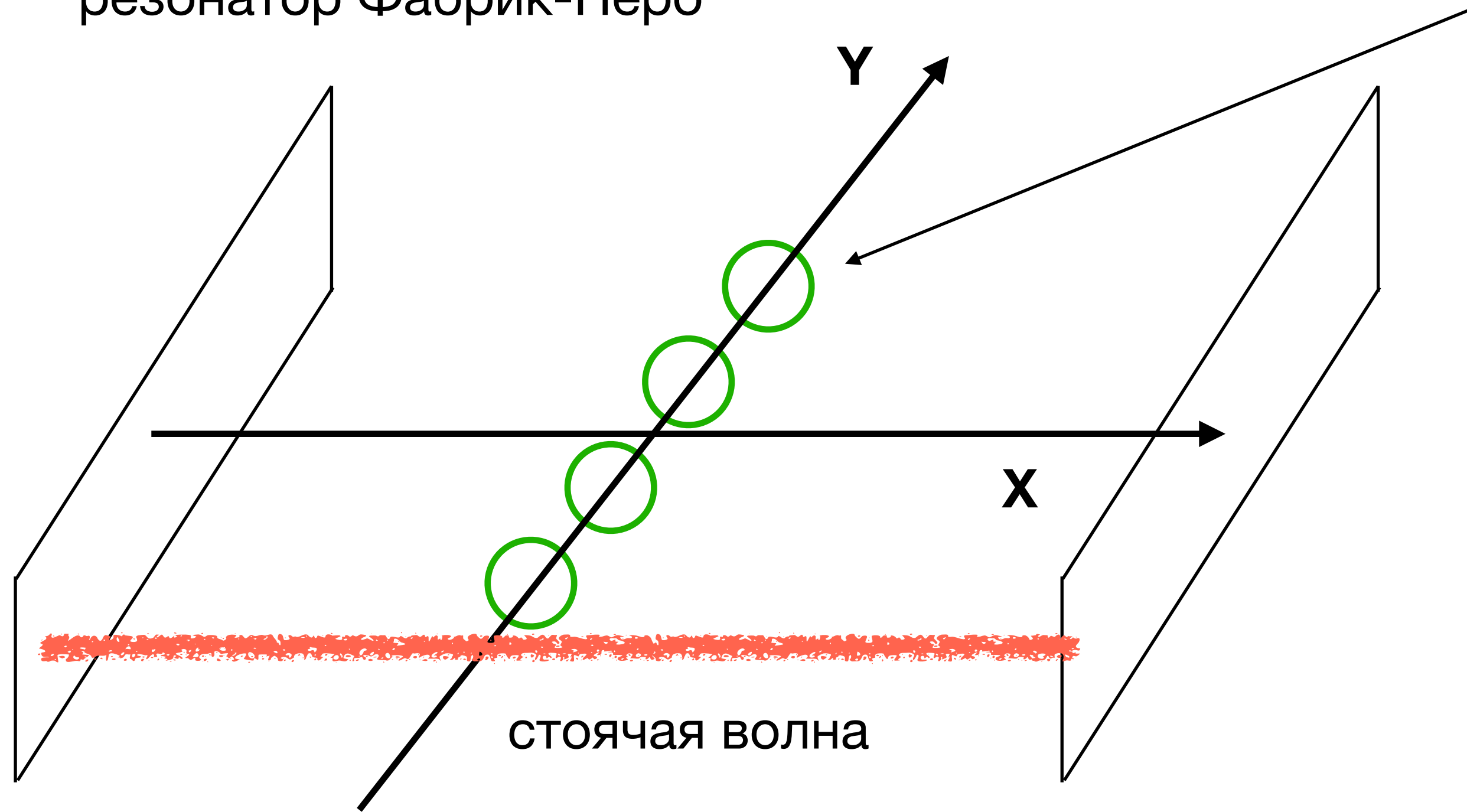
$I$  — локальная интенсивность исследуемого поля;

(6) атом перемещают опт. пинцетом с шагом 300 нм.

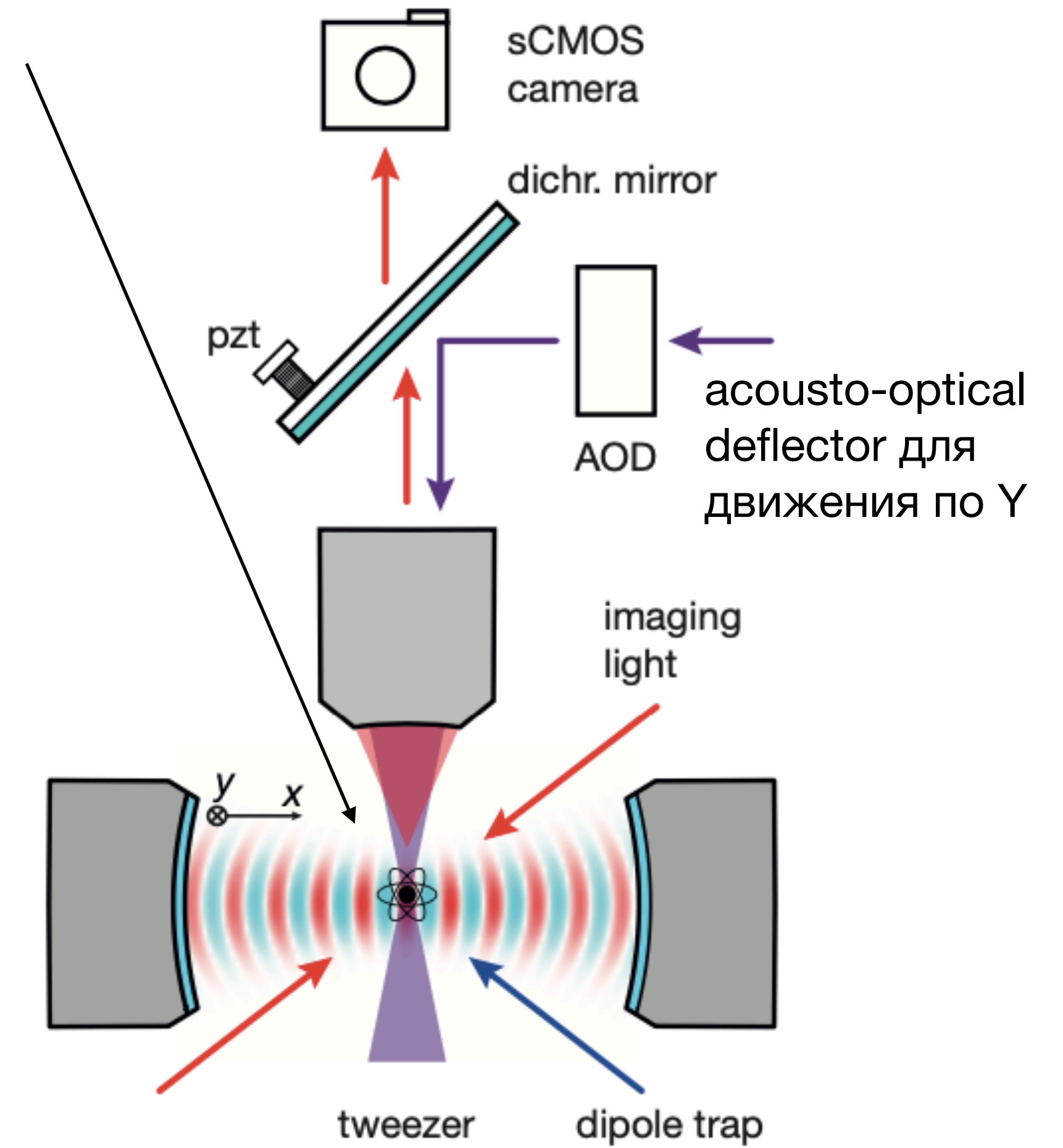


одномерный массив из 10 атомов  $^{87}\text{Rb}$ ,  
выстроенных вдоль оси Y  
с помощью 10 оптических пинцетов

вакуумированный  
почти концентрический  
резонатор Фабрик-Перо

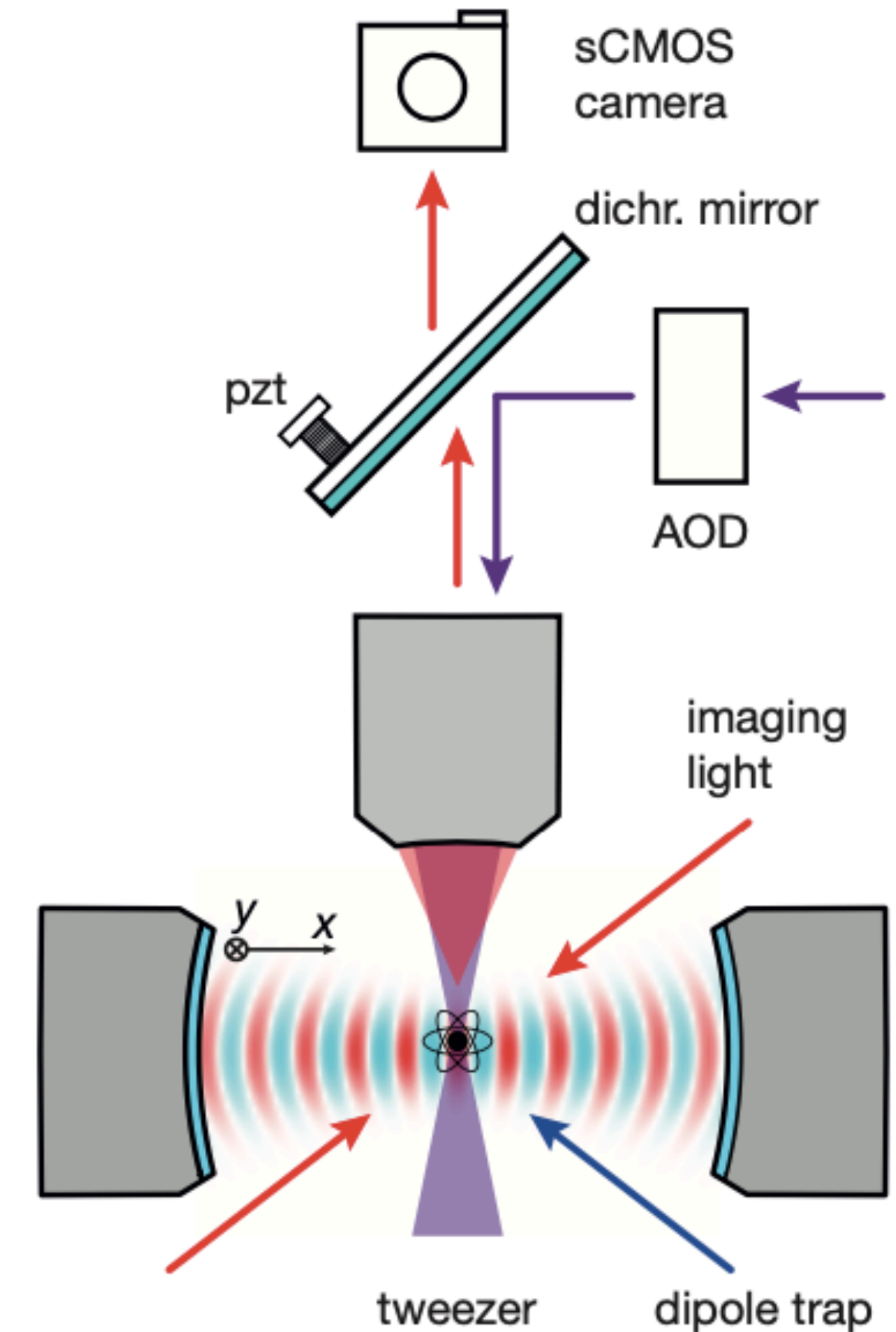


массив атомов можно  
перемещать вдоль оси X  
с помощью пьезо-подвижки



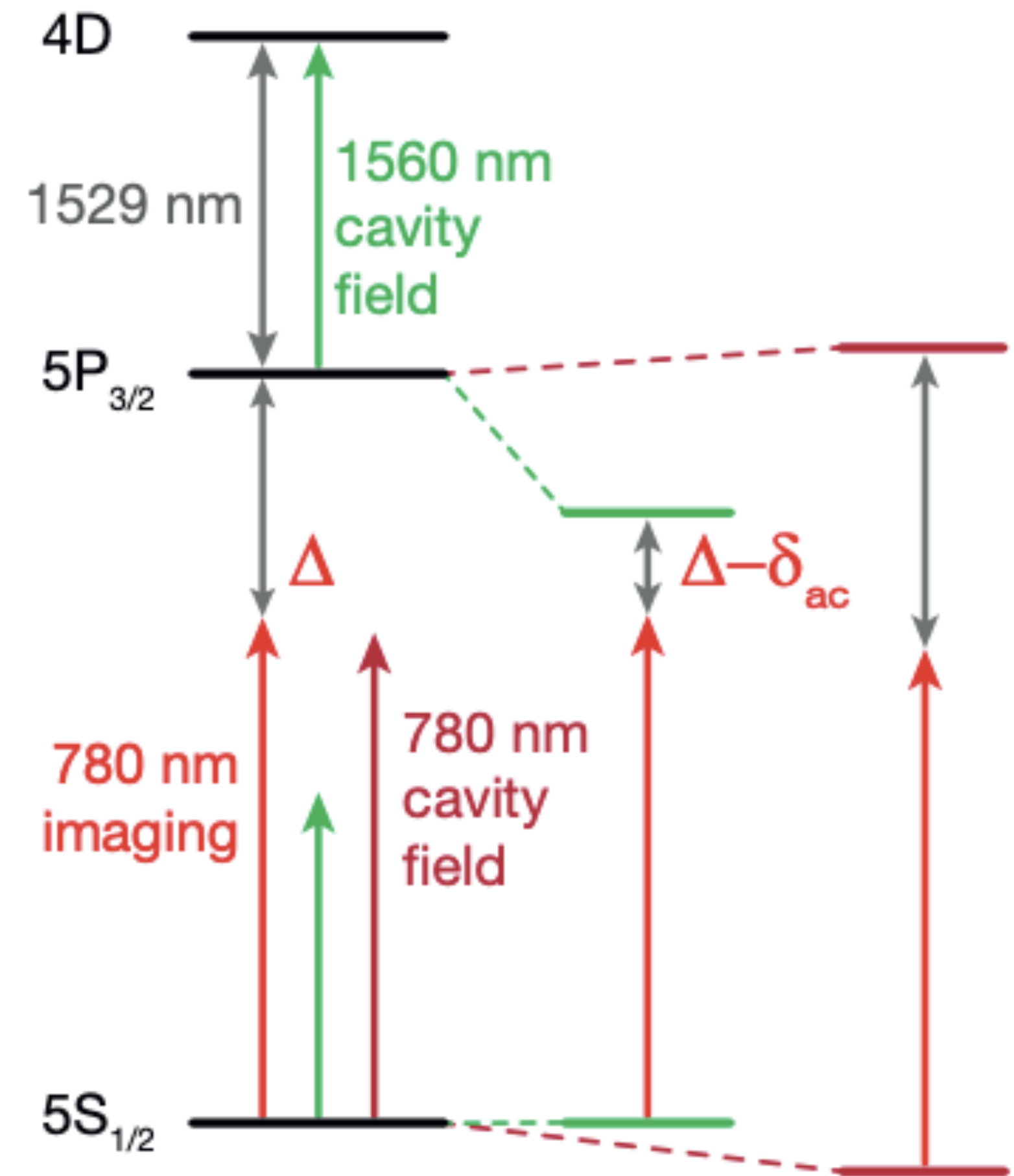
## Подготовительная часть:

- (1) атомарный газ в оптической ловушке большого объёма при  $T = 30$  мкК;
- (2) атомы захватываются оптическими пинцетами;
- (3) стоячая волна уменьшает количество атомов в каждом пинцете до нуля или до единицы;
- (4) дипольную ловушку выключают (через 10 мс).



## Атом как двухуровневая система

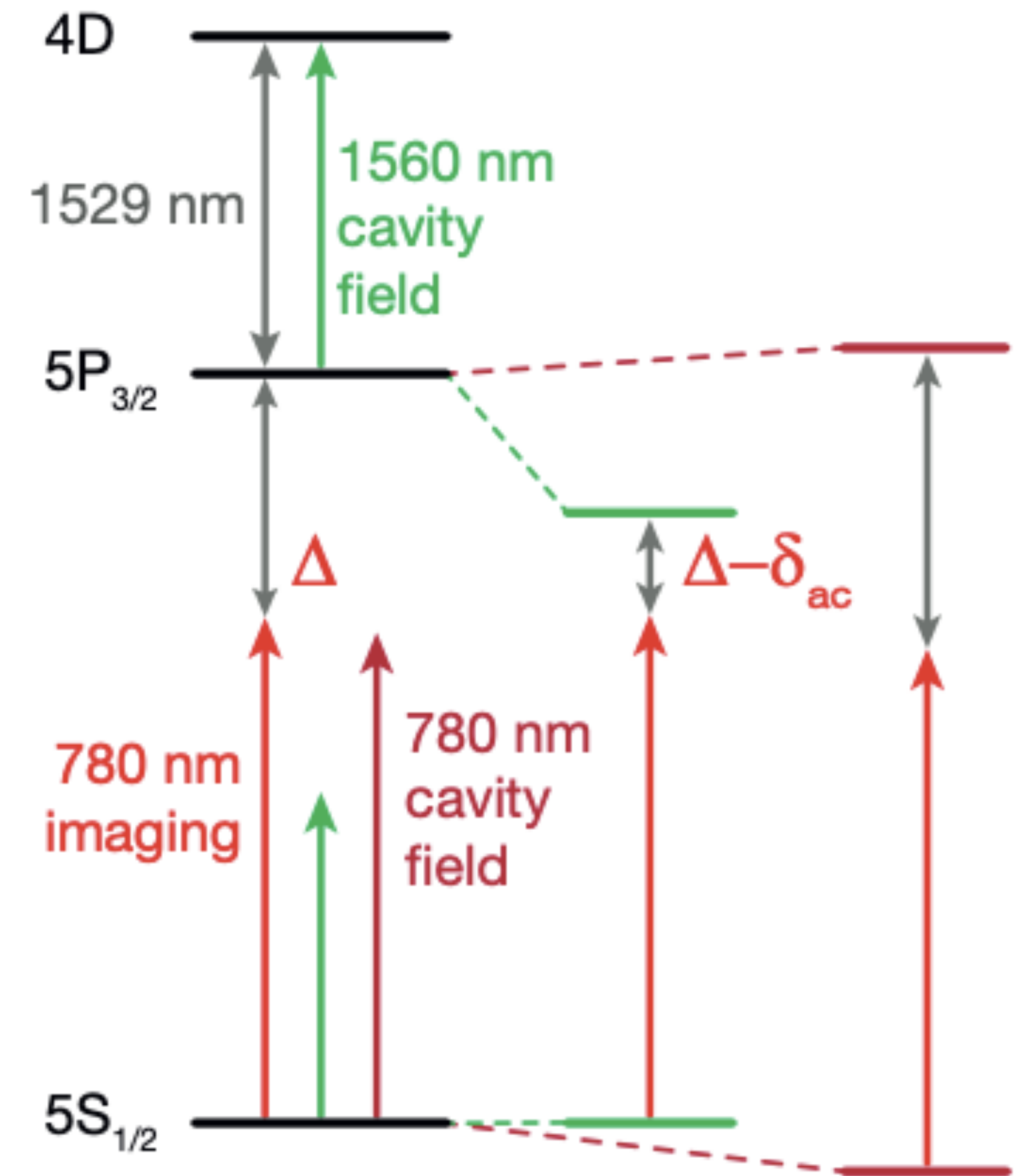
- вырождение отсутствует;
- оптич. поляриз. эффекты не рассматриваются;
- насыщением пренебрегают, рассматривается режим слабого рассеяния;





## Измерение

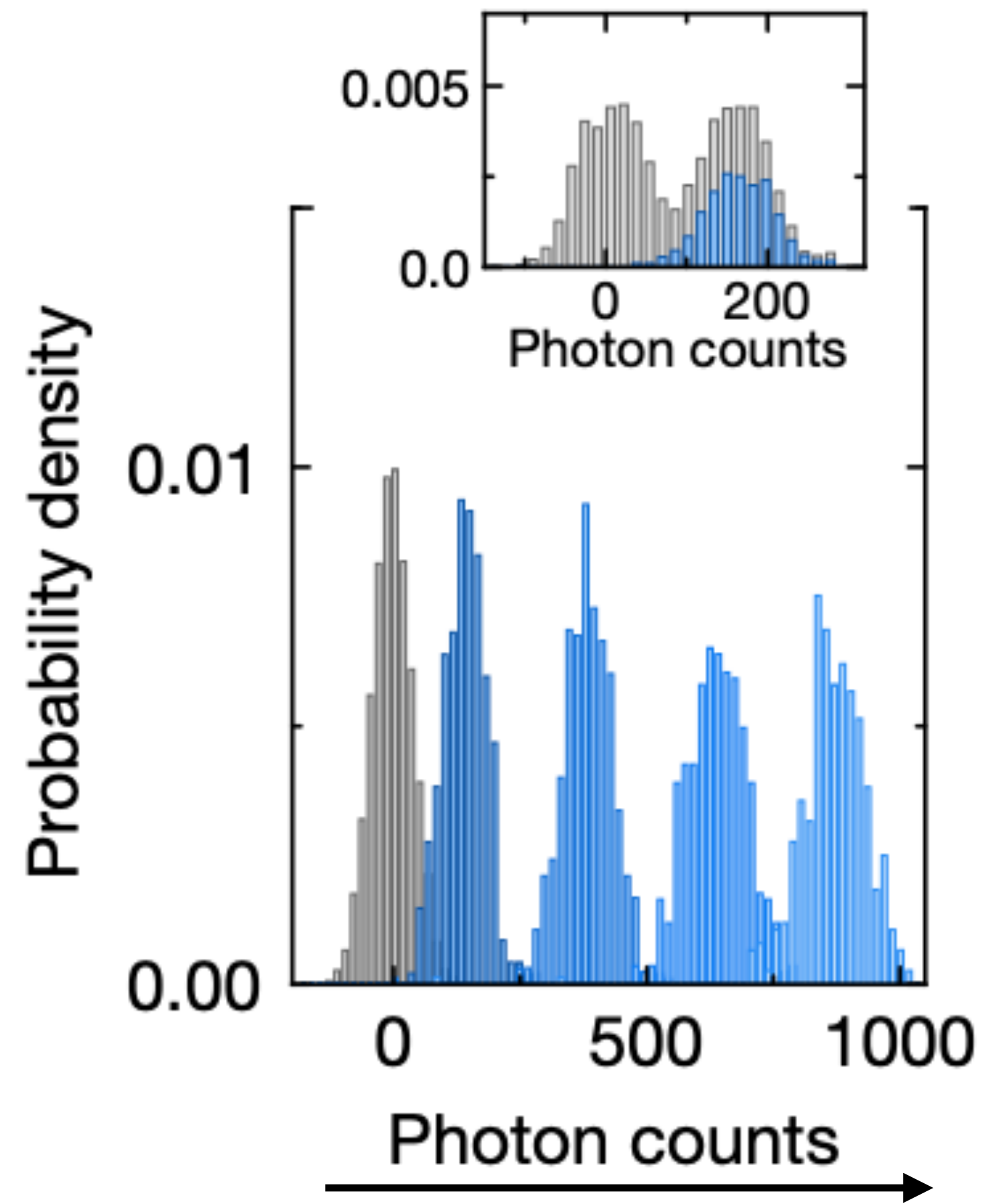
- флуоресцентный свет  $\lambda = 780$  нм отстроен от резонанса на  $\Delta$ ;
- $\Delta = \omega_{780} - \omega_{at}$  большая по сравнению с шириной линии атомного резонанса;
- свет  $\lambda = 1560$  нм сдвигает частоту вниз за счет динамич. эффекта Штарка:  $\Delta - \delta_{ac}$
- => эффективная расстройка приближается к резонансу с  $\lambda = 780$  нм => возрастает флуоресценция



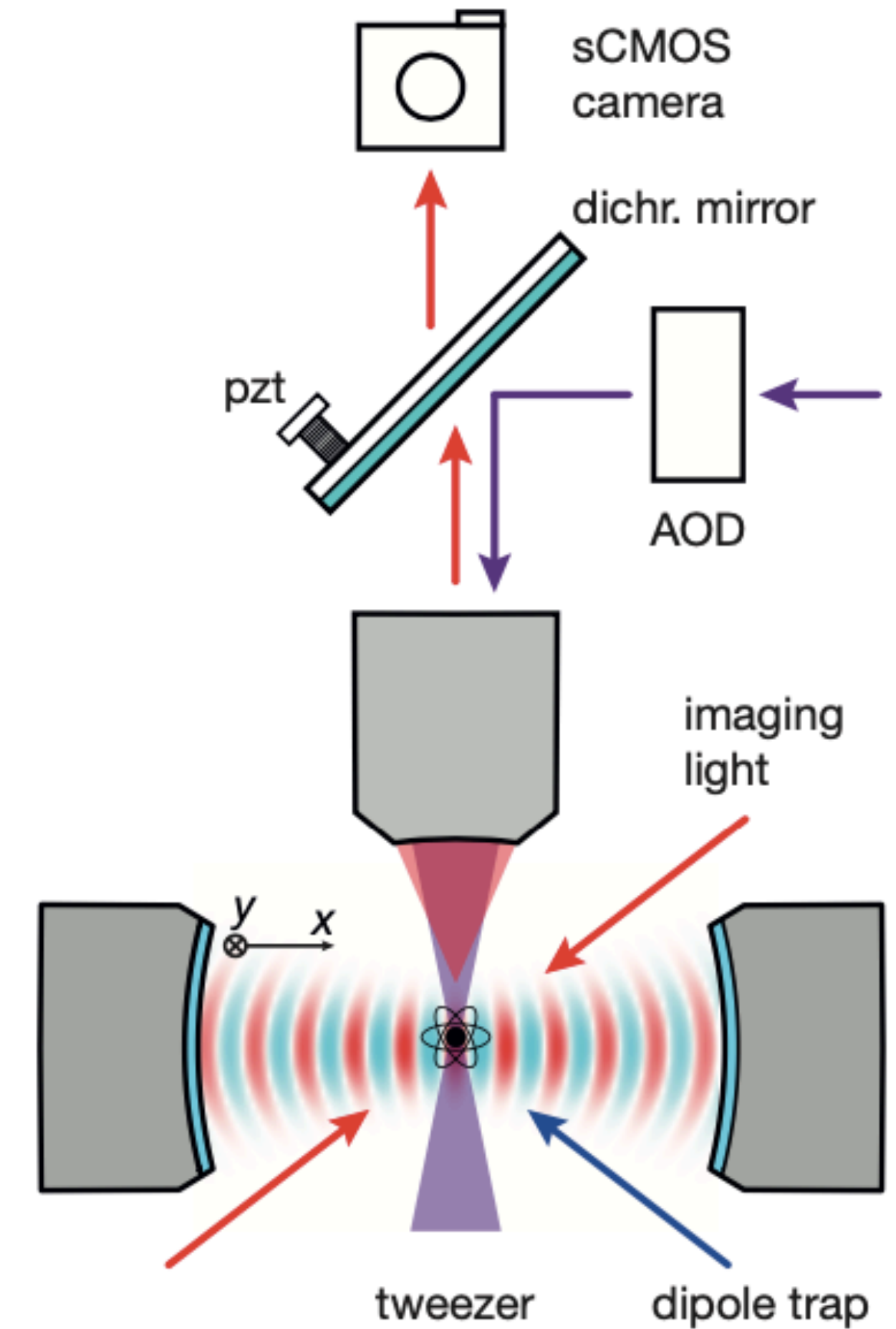
# Измерение

- измеряется скорость флуоресценции  $\Gamma$  при ступенчатом изменении  $\Delta$ :

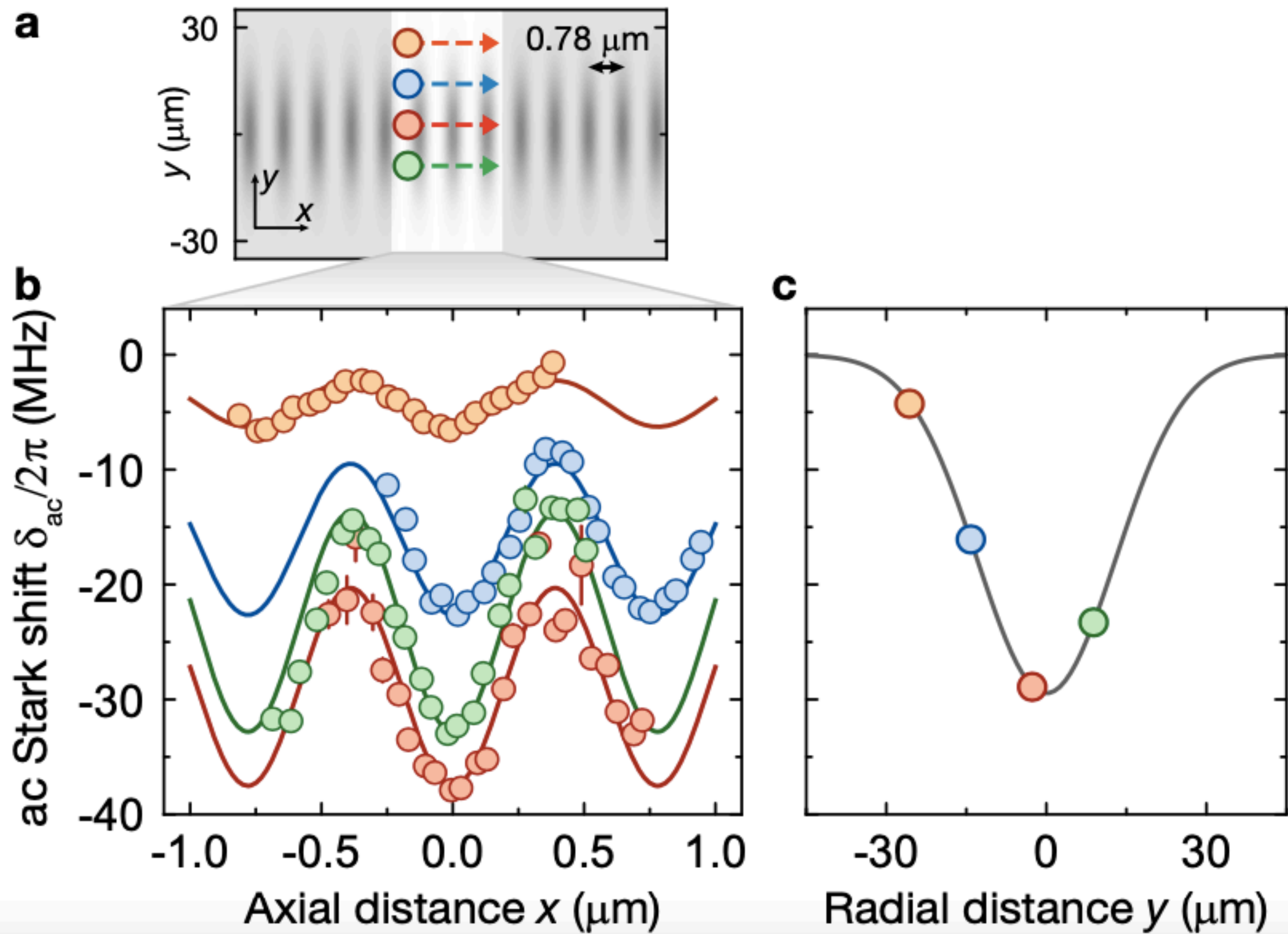
$$\Gamma \propto \frac{1}{(\Delta - \delta_{ac})^2};$$



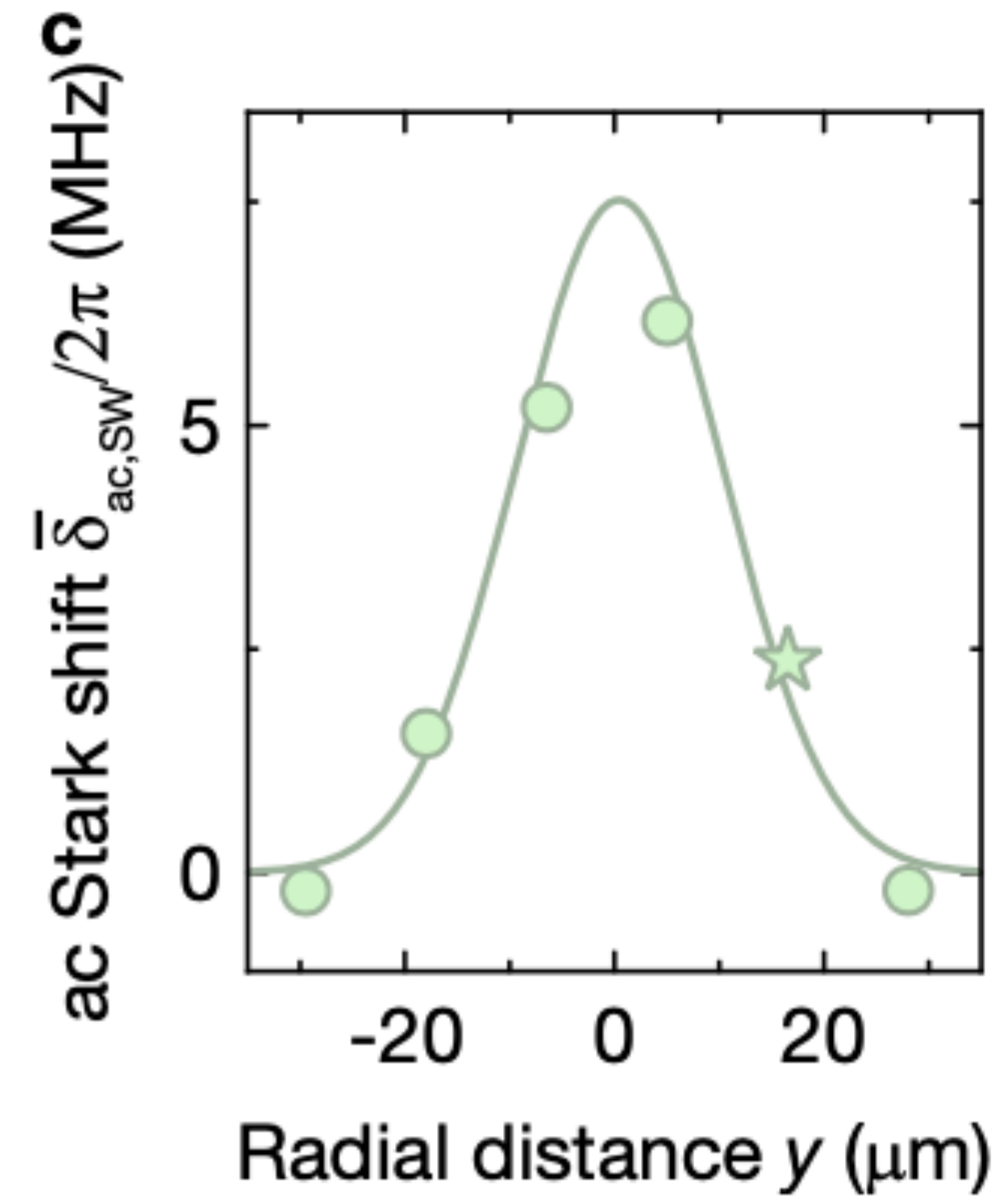
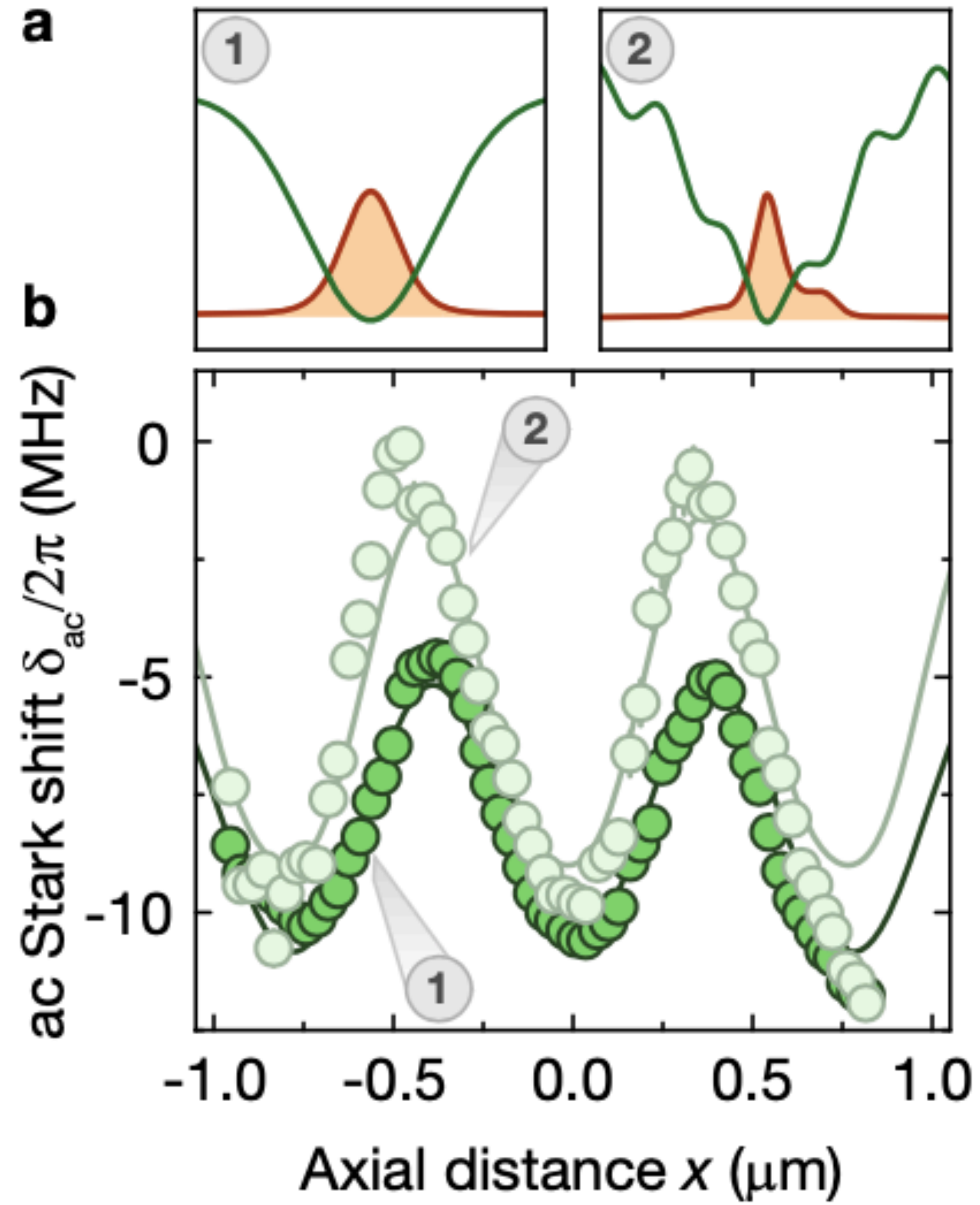
в сторону атомного резонанса







$$\lambda = 1560 \text{ nm}$$



$$\lambda = 780 \text{ nm}$$