



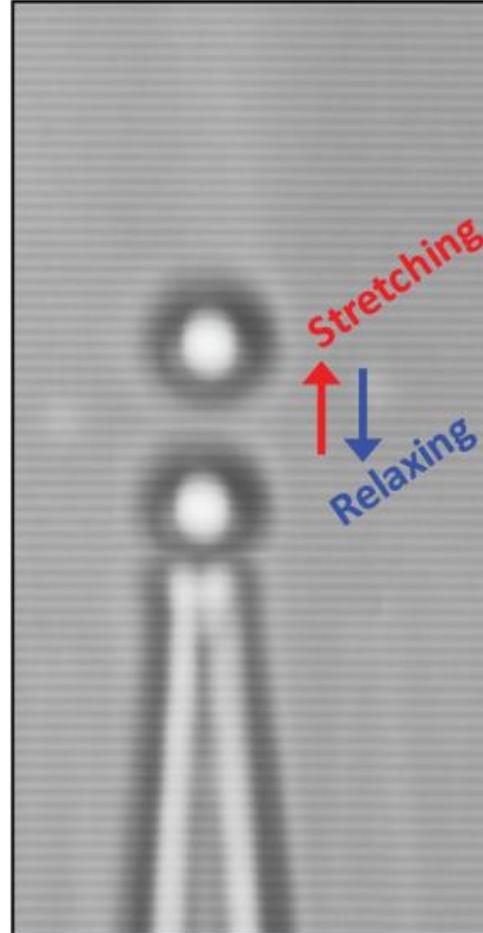
eНано

ЭЛЕКТРОННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ
ДЛЯ НАНОИНДУСТРИИ

ЛАЗЕРНАЯ ЛОВУШКА ДЛЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

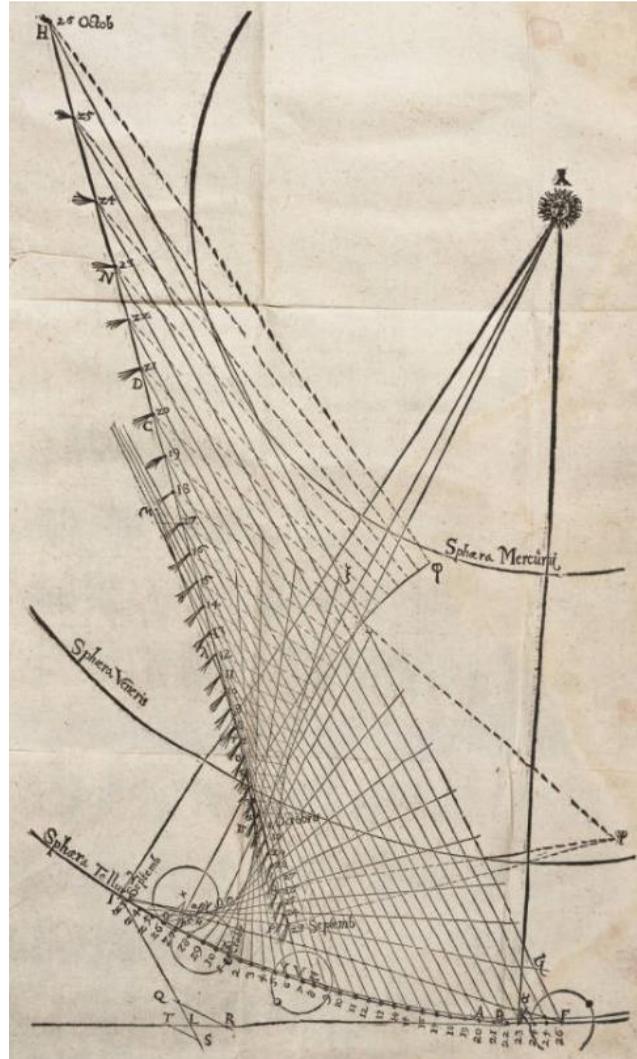


Какими бывают ловушки?





Иоганн Кеплер
(1571 – 1630)



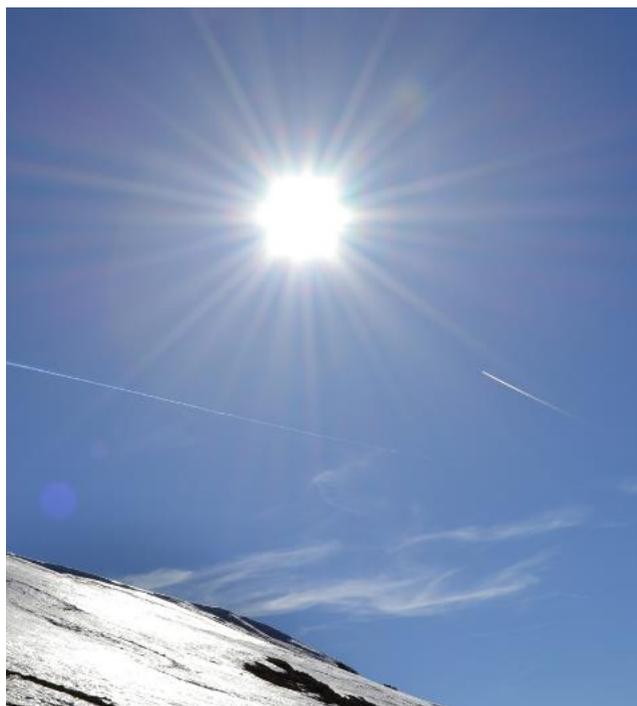
De cometis, 1619

Впервые предположение о влиянии света Солнца на формирование и искривление кометных «хвостов» было высказано Иоганном Кеплером в начале XVI века.

Несмотря на умозрительный характер, эта гипотеза имела большое значение для развития представлений о давлении света.



Пётр Николаевич Лебедев
(1866 – 1912)



$\approx 0.000005 \text{ Па}$

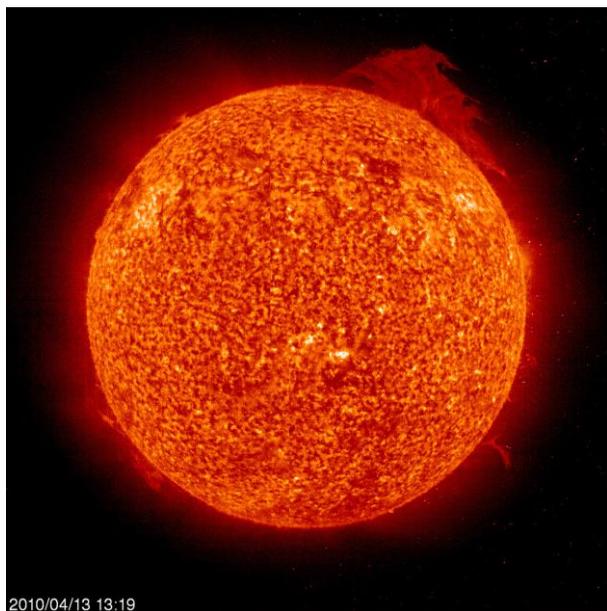
$1 \text{ Па} = [\text{Н/м}^2]$

Впервые давление света было измерено русским учёным П.Н. Лебедевым в 1899 г.

Рассчитанное значение светового давления оказалось очень мало.



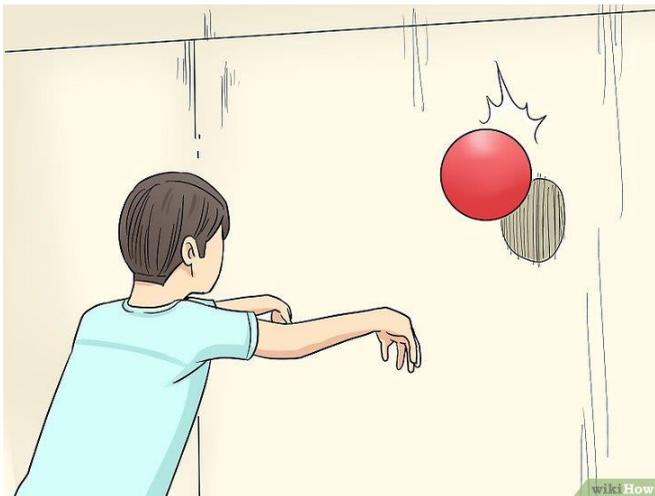
Сила светового давления в природе варьирует в широких пределах: от нескольких микропаскаль (в случае воздействия солнечного света на ядро кометы) до нескольких миллионов паскаль внутри звёзд.



В квантовой механике импульсом фотона объясняется эффект Комптона.

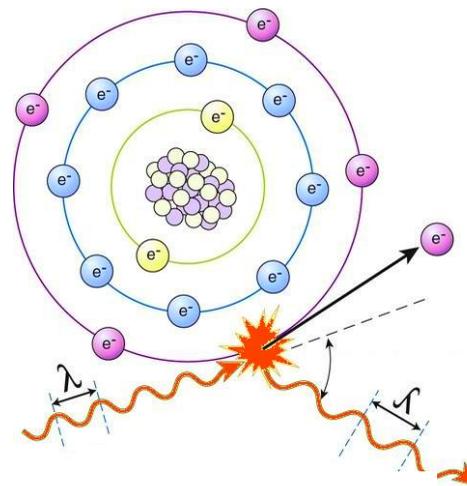
Фотон – элементарная частица, квант электромагнитного поля, обладающий нулевой массой покоя и, следовательно, перемещающийся в вакууме со скоростью света.

Классическая механика



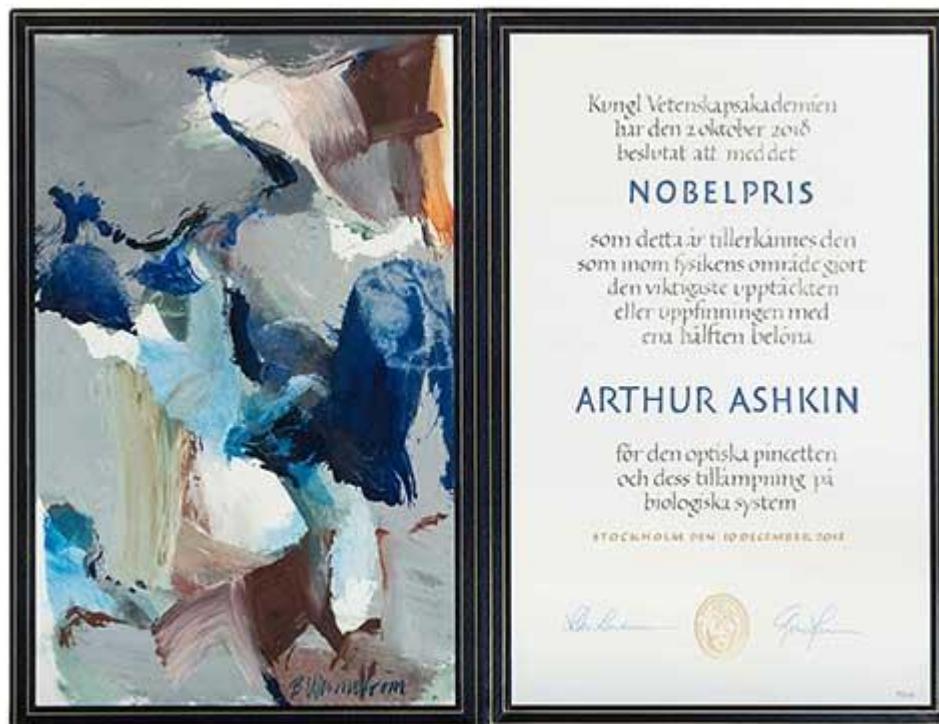
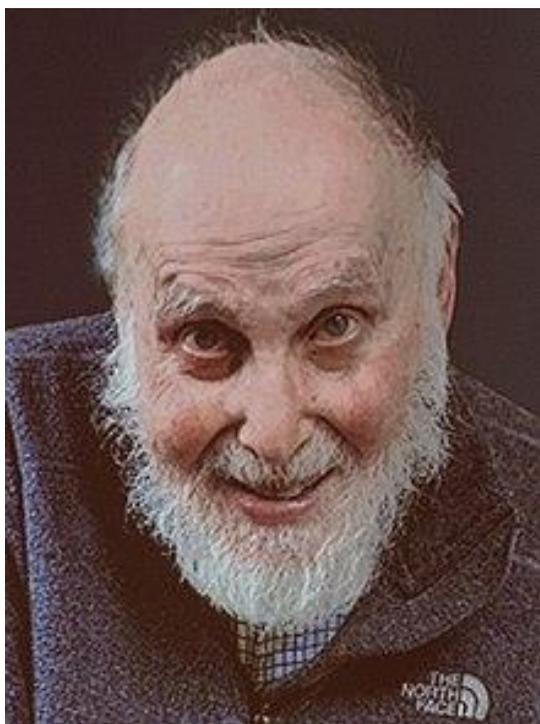
$$\vec{p} = m\vec{v}$$

Квантовая механика



$$E = h\nu$$

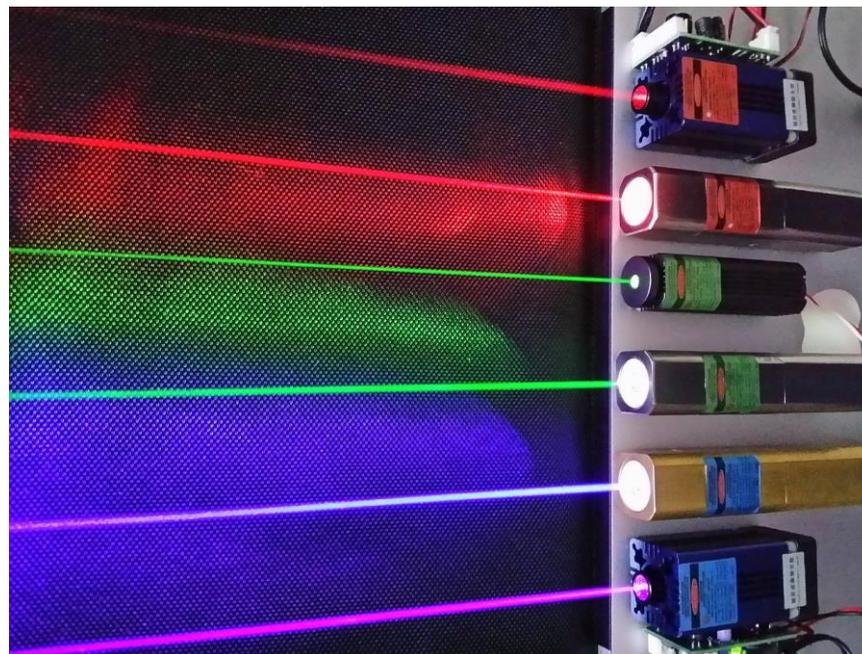
$$p = \frac{h\nu}{\lambda}$$



На фоне развития лазерных технологий в конце 1970-х гг. **Артуром Эшкином** был создан первый оптический пинцет. Луч аргонового лазера фокусировался объективом с высокой числовой апертурой, за счёт чего формировался фокус, в котором удерживались биологические объекты и другие микрочастицы.

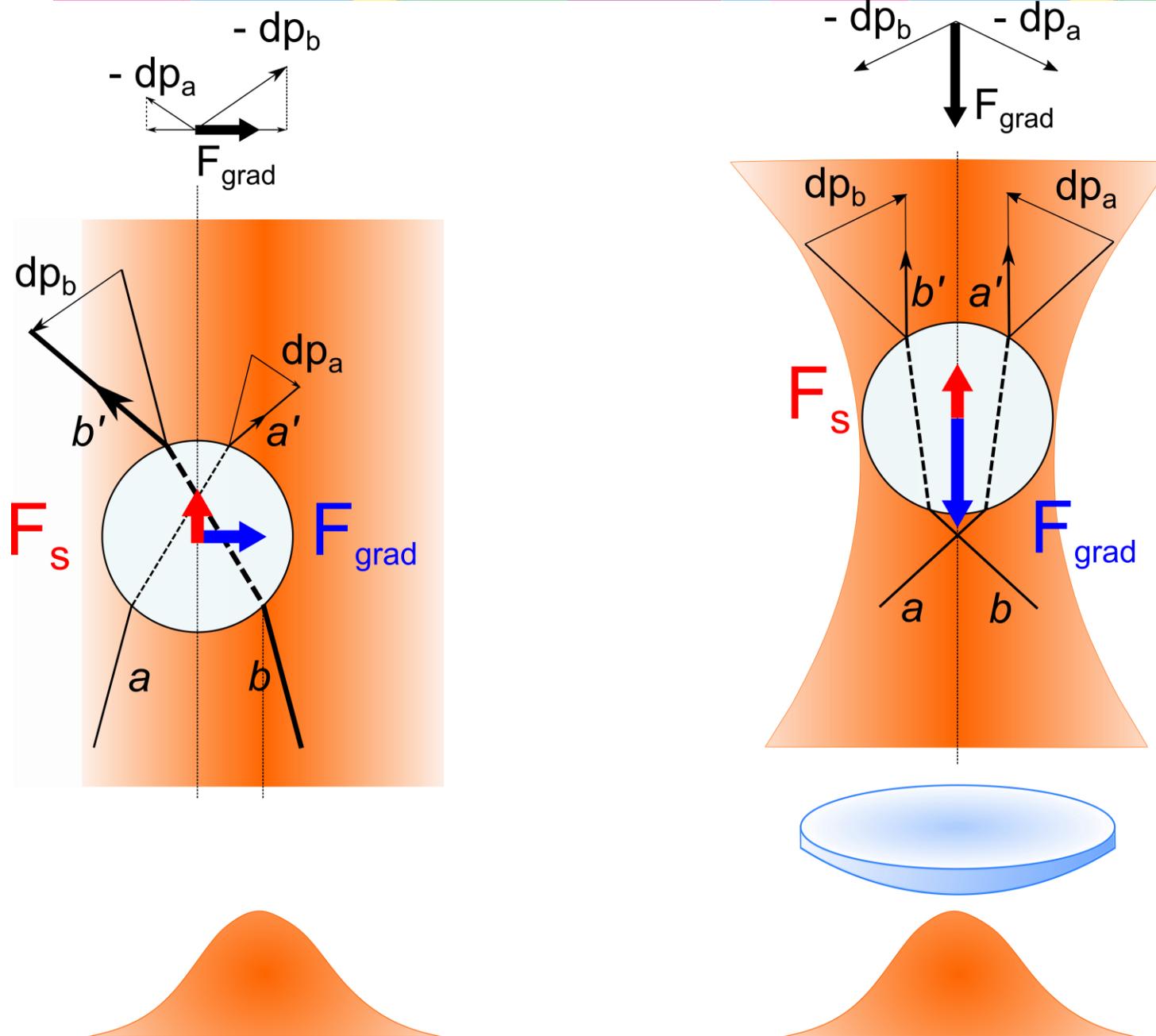


- Как правило, не монохроматический
- некогерентный
- Расходящиеся лучи имеют разную поляризацию
- Лучи направлены в разные стороны

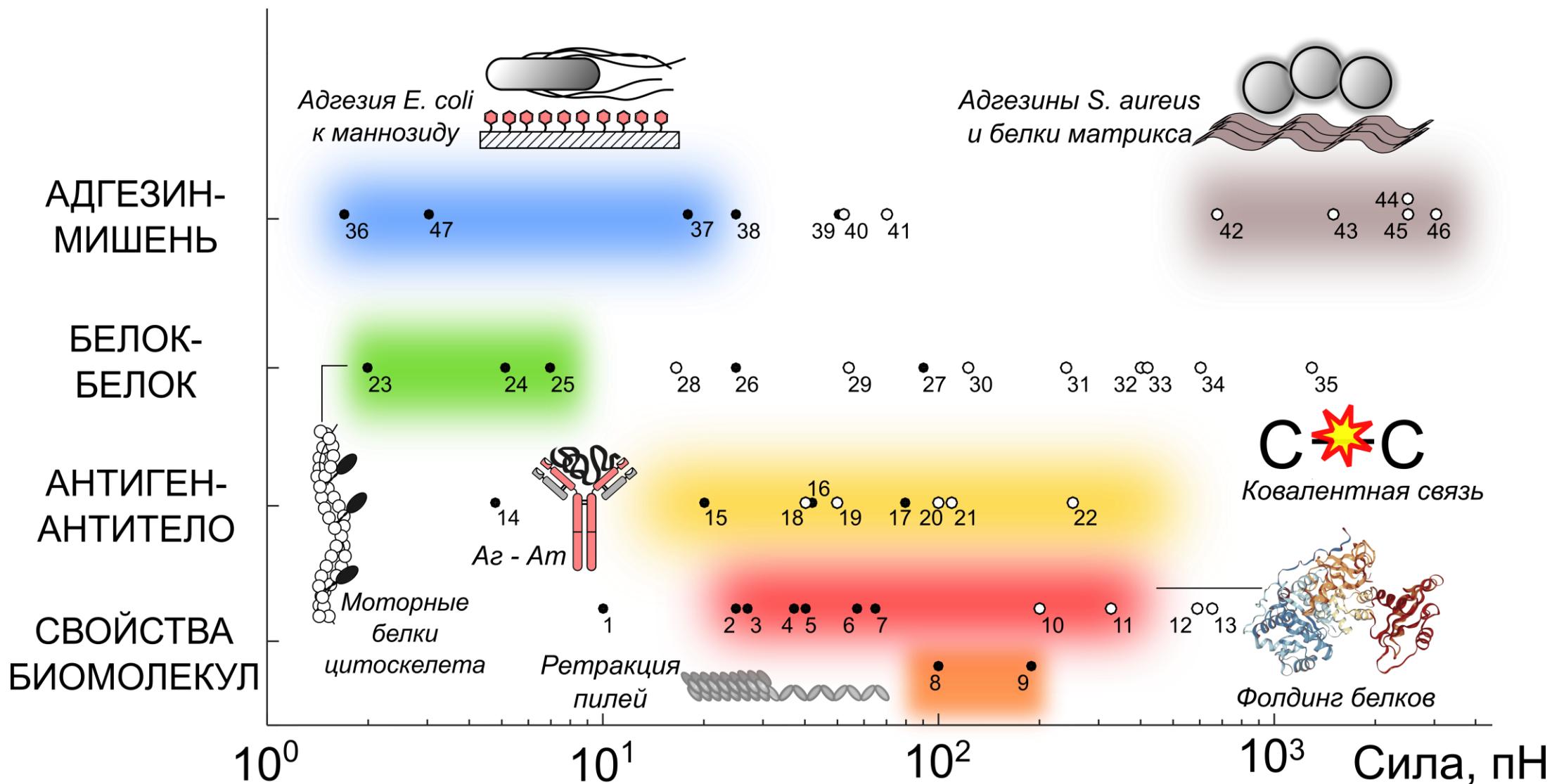


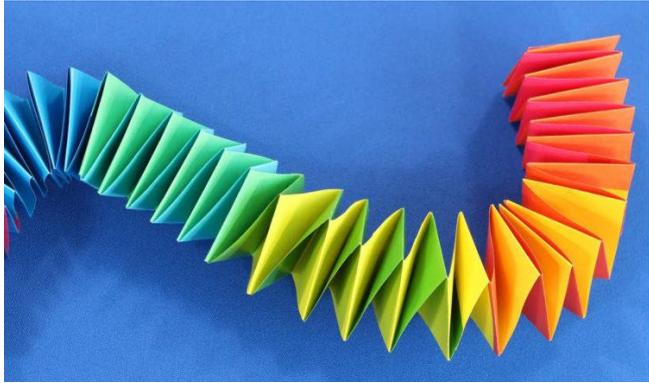
- Монохроматический
- когерентный
- поляризованный
- узконаправленный

Почему ловушка удерживает объект?



Примеры сил, в молекулярной биологии





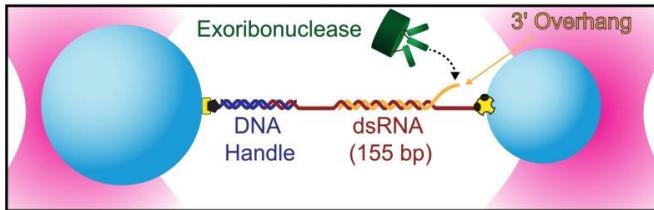
УКЛАДКА МОЛЕКУЛ



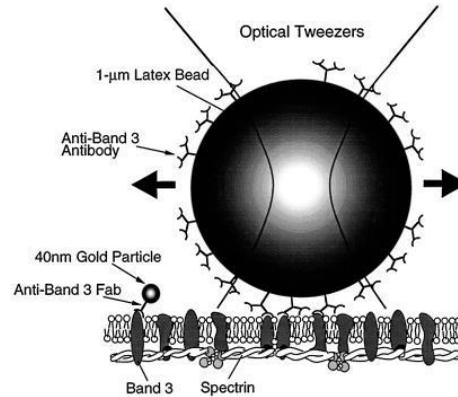
НАНОХИРУРГИЯ



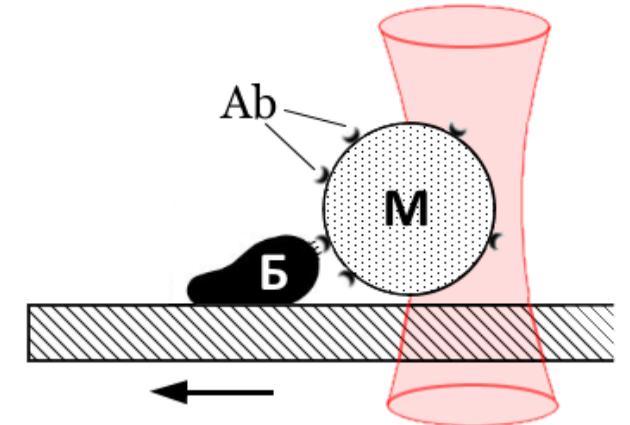
МАНИПУЛЯЦИИ
IN VIVO



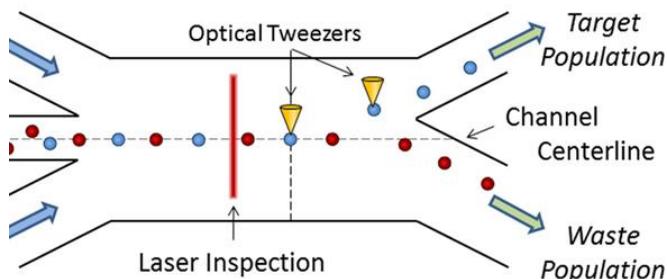
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ
МОЛЕКУЛ



ИССЛЕДОВАНИЕ
КЛЕТОК



АДГЕЗИЯ ПАТОГЕНОВ



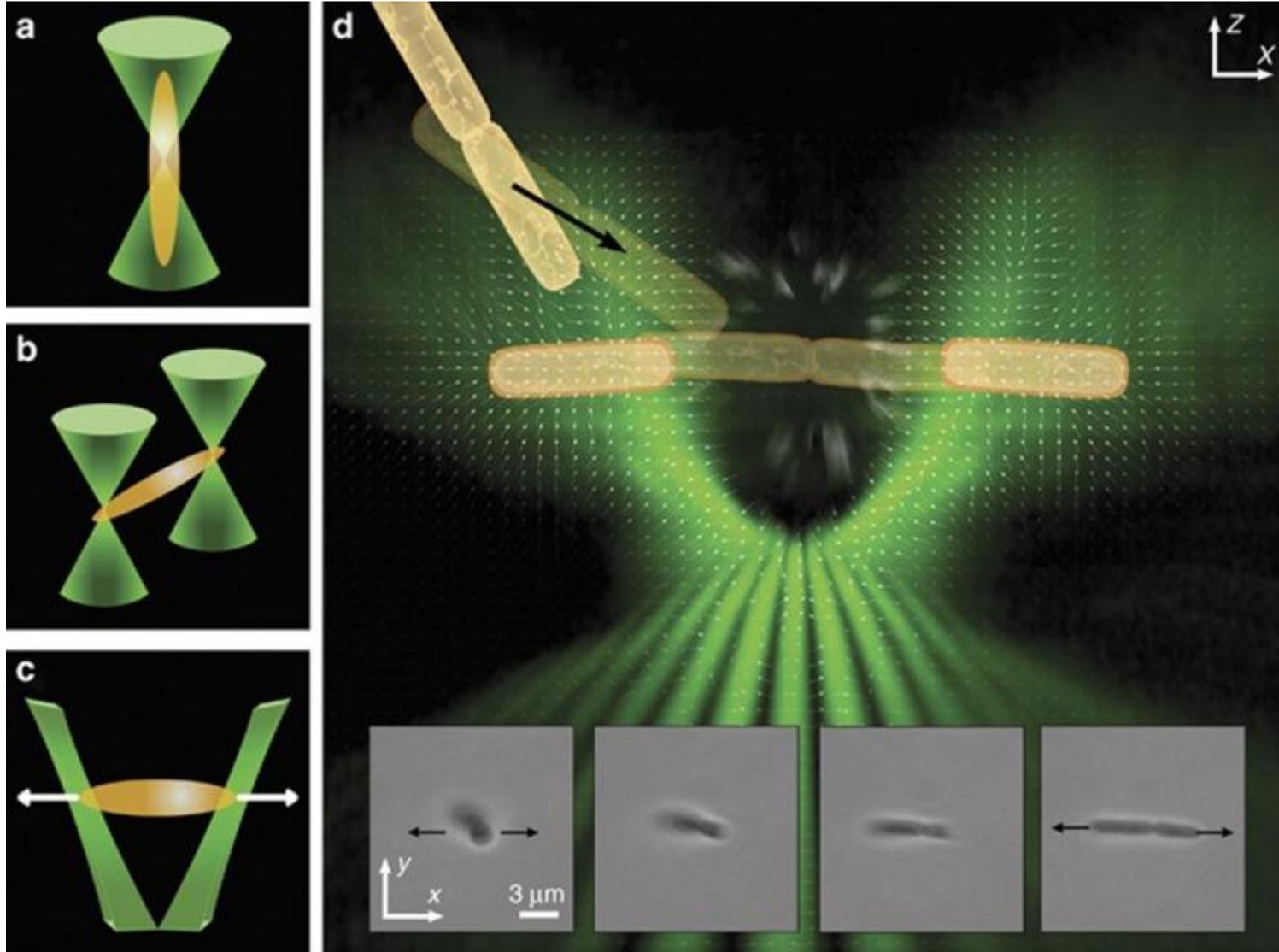
СОРТИРОВКА
КЛЕТОК



eNano

“Tug-of-war”: новое направление лазерного пинцетирования

Bezryadina et al., 2016

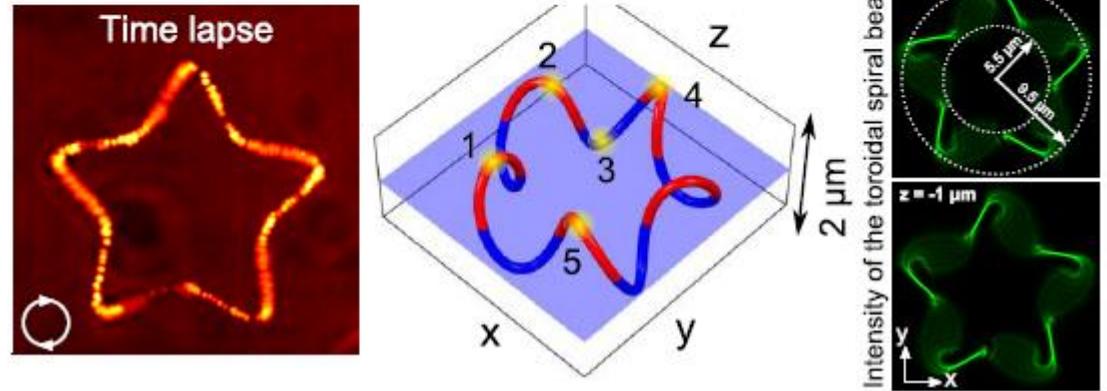
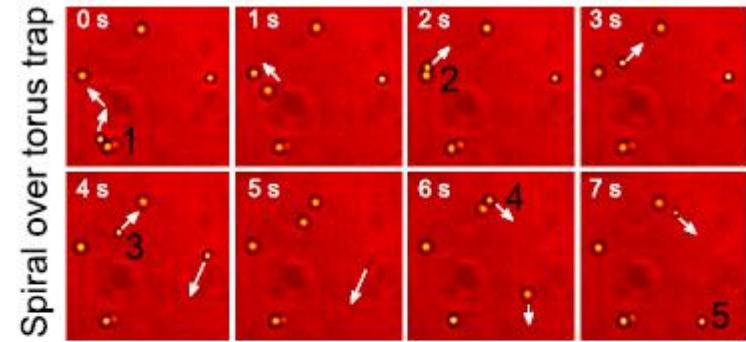
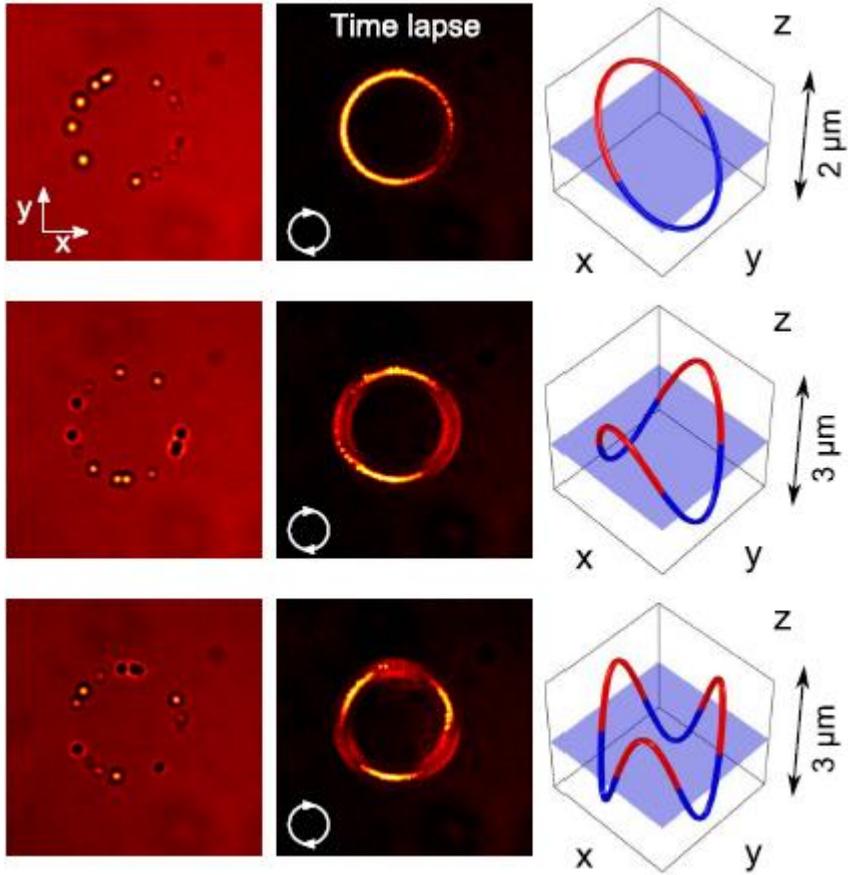


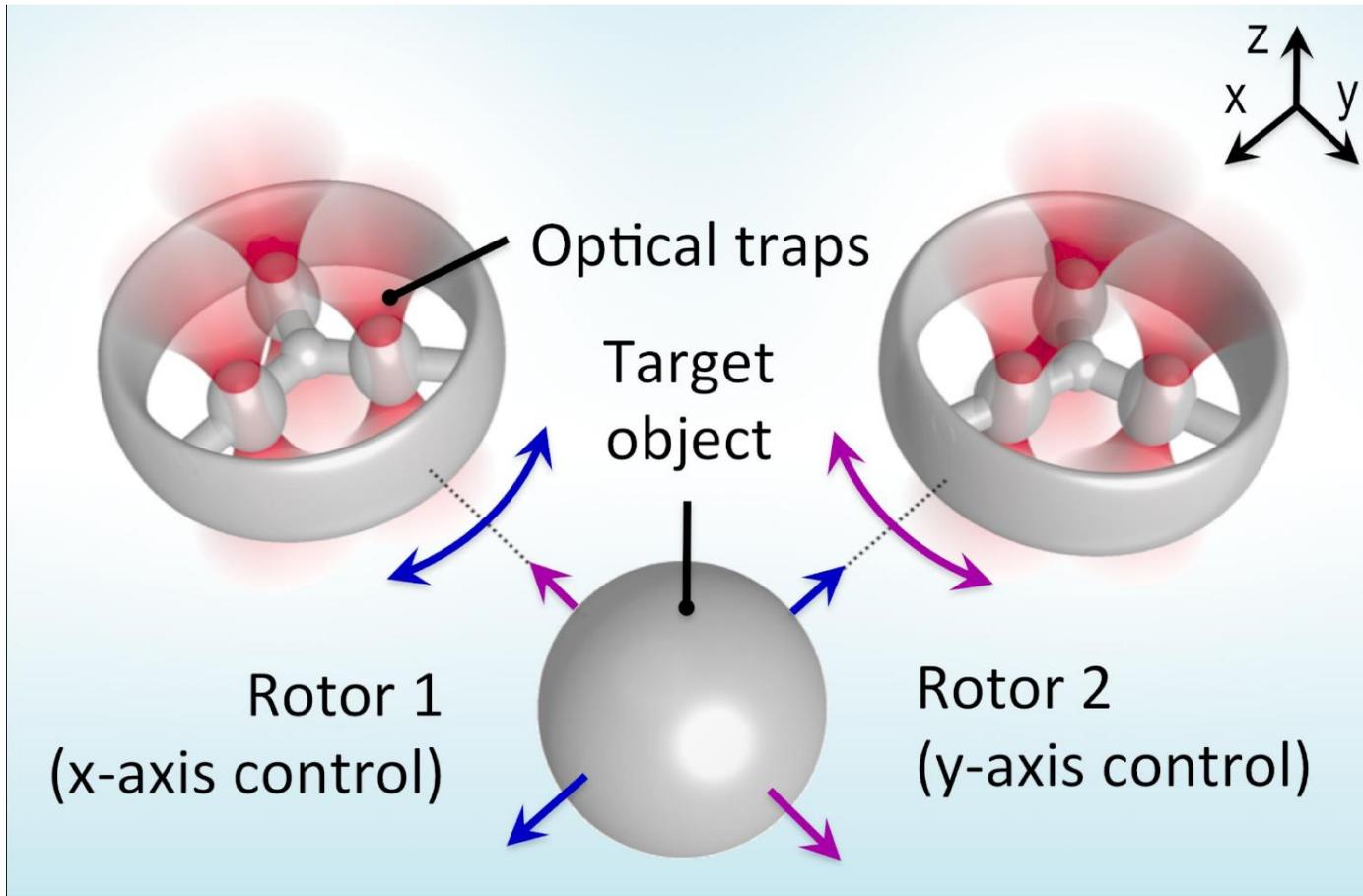
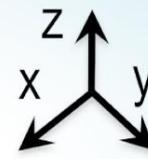


eNano

Тороидальная ловушка

Rodrigo et al., 2015





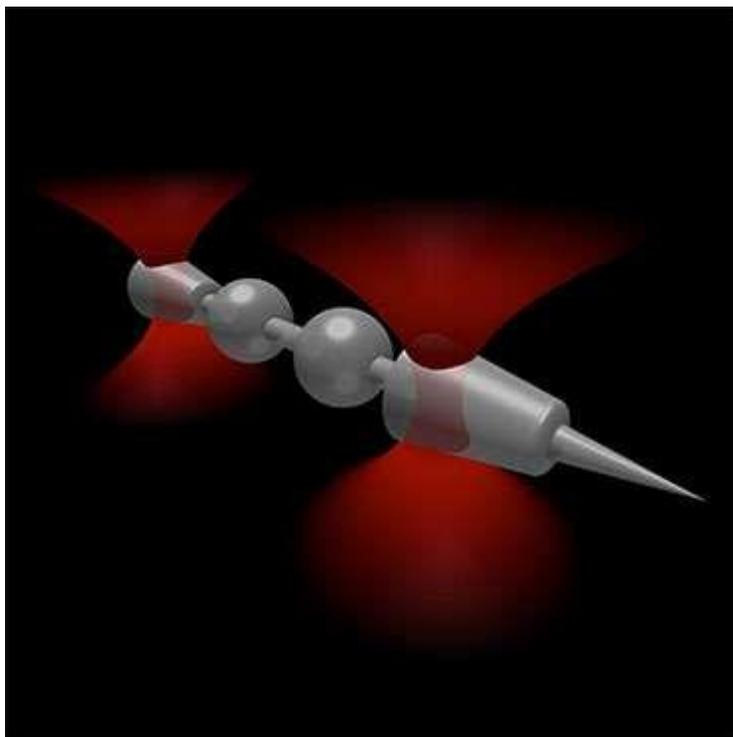
Микрообъект смещается не за счёт света, а за счёт вращения «колесообразных» структур, удерживаемых несколькими оптическими ловушками.

Данный метод может в будущем рассматриваться как основа робототехники.

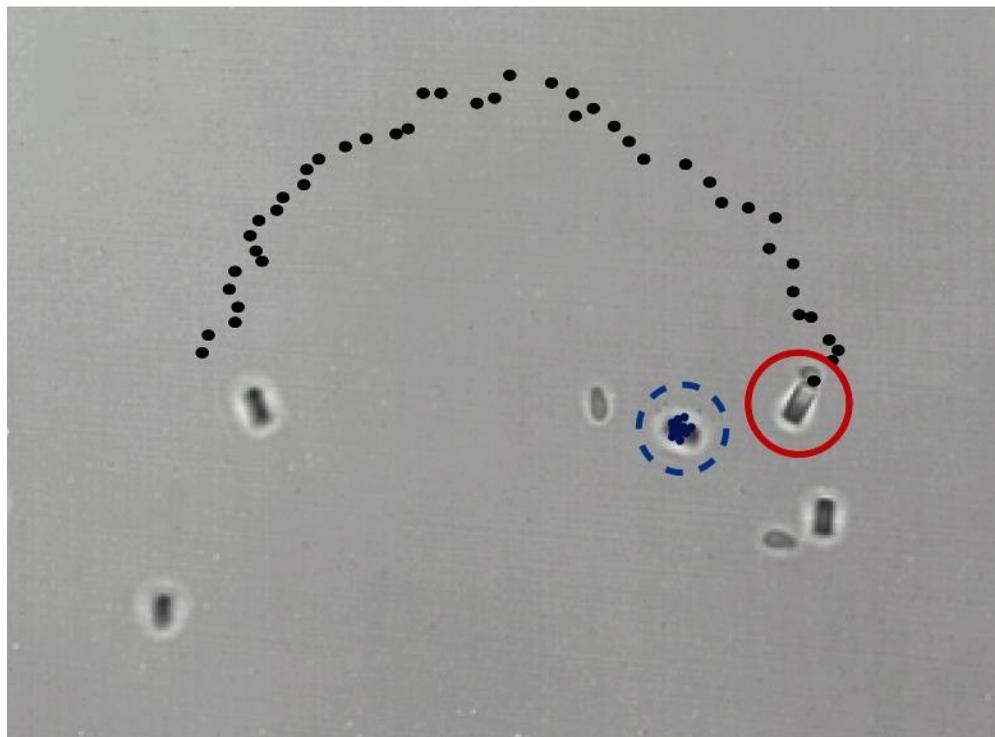


eНано

Микророботы на основе оптической ловушки



Манипуляции
микроинструментами
с помощью нескольких
ловушек



Использование живых
объектов для
перемещения
микрочастиц цеолита



eНано

ЭЛЕКТРОННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ
ДЛЯ НАНОИНДУСТРИИ

-  117036, г. Москва, проспект
60-летия Октября, 10А,
-  Тел.: +7 495 988 53 88
-  E-mail: info@edunano.ru
-  www.edunano.ru