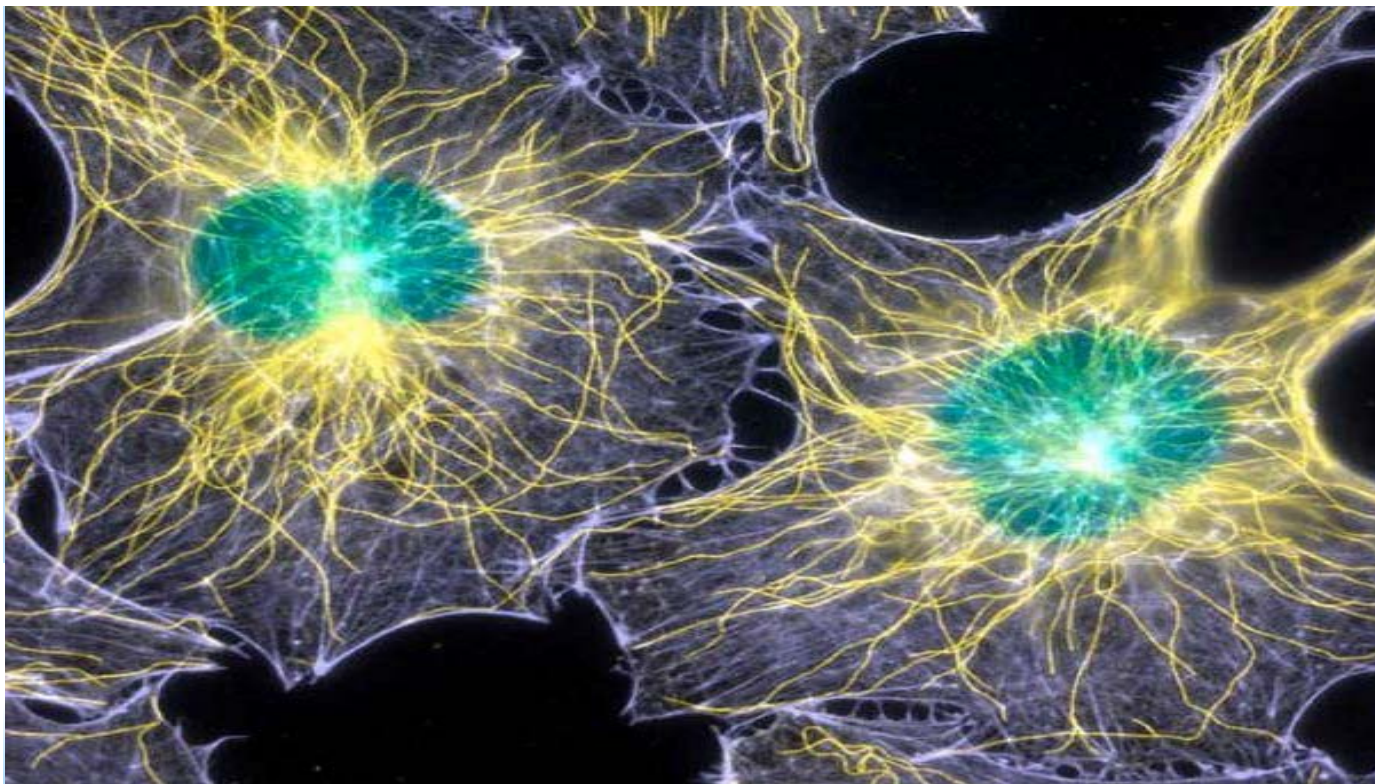




Isfahan University of  
Technology

# فیزیک جدید در زیست شناسی

وحید سالاری  
دانشکده فیزیک  
دانشگاه صنعتی اصفهان



# یک مدل فیزیکی برای یک گاو

## گاو کروی



Consider a spherical cow  
of radius  $R$  ...  $\square$

❖ آگاهی

❖ اثرات کوانتومی در سامانه های زنده

❖ زیست فوتون ها

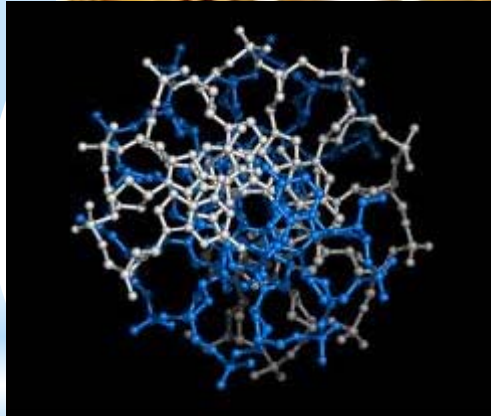
❖ ارتباط ذهن با کامپیوتر از طریق فوتون ها

# سیاره زمین

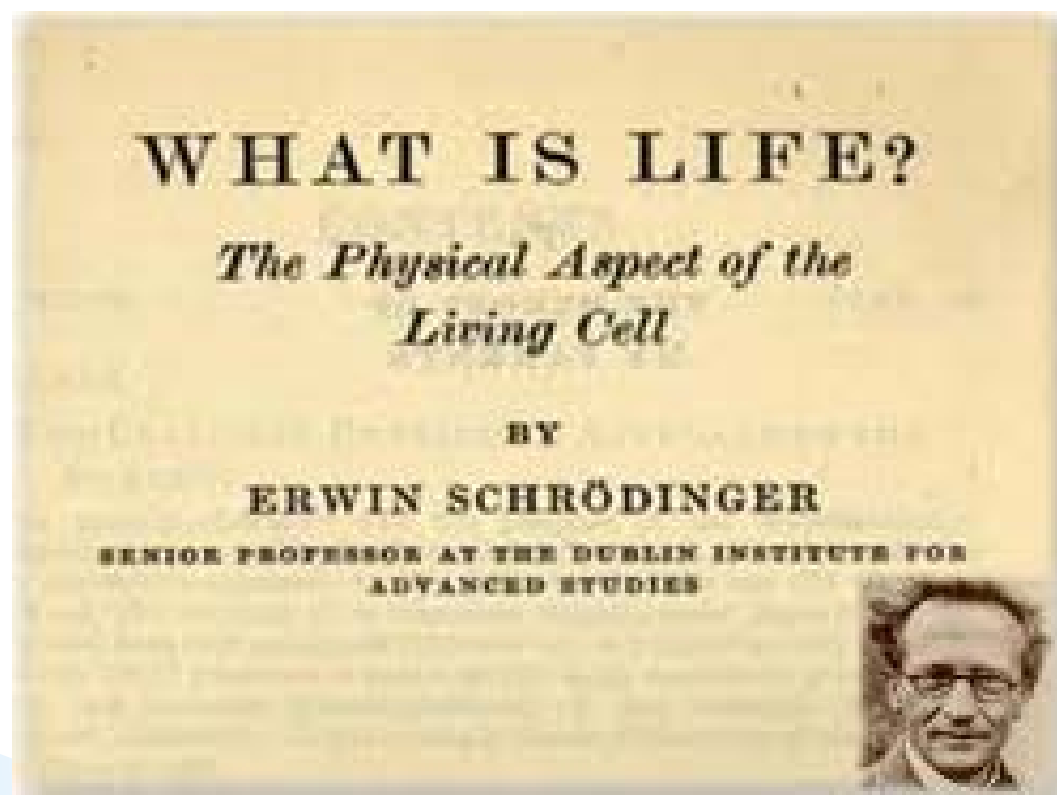




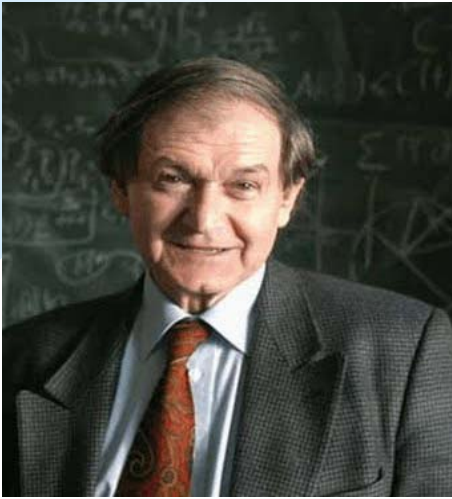
# حیات LIFE



حیات چیست؟  
تفاوت موجود زنده با غیر زنده چیست؟



*Nature (433, 257 – 259, January 2005)*



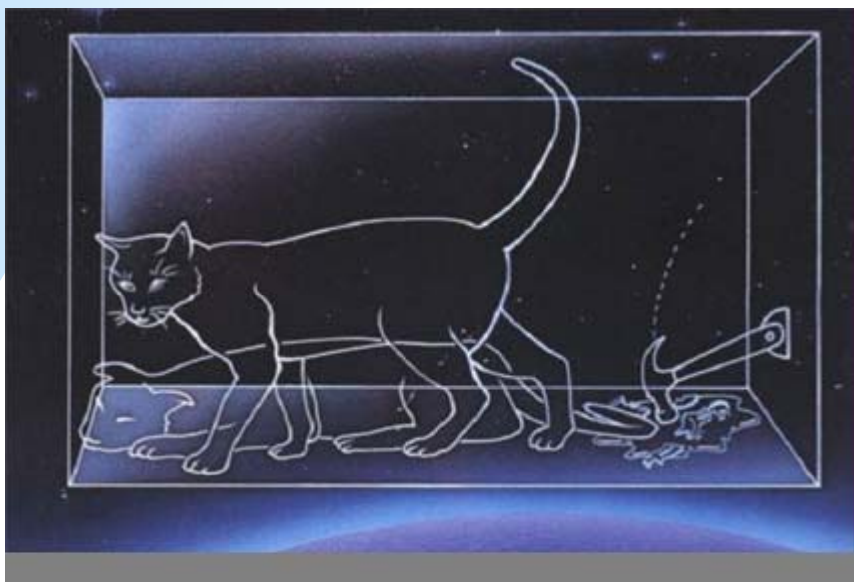
**Roger Penrose**

وضعیت کنونی  
نظریه همه چیز

The terminology 'theory of everything' has always worried me. There is a certain physicist's arrogance about it that suggests that knowing all the physical laws would tell us everything about the world, at least in principle. Does a physical theory of 'everything' include a theory of consciousness?

# مساله اندازه گیری در مکانیک کوانتومی

گره شرودینگر



تعبیر گوتینگن-کپنهاک

تعبیر چند جهانی

ناهمدوسی

**کاهش عینی**

متغیرهای پنهان

(دوبروی-بوهم)

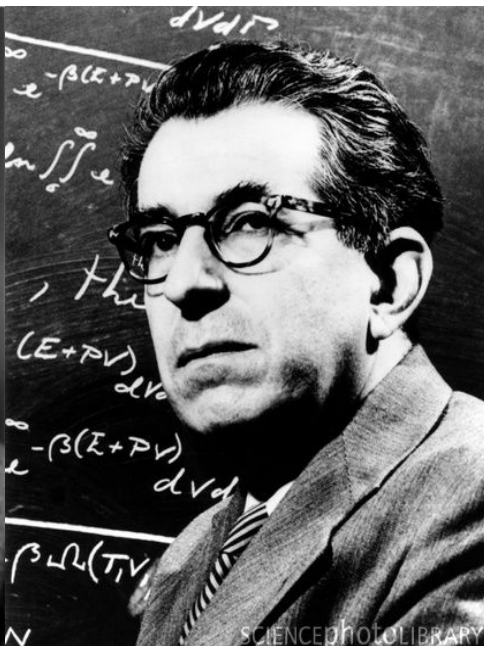
تعبیر آماری

....





John Von Neumann



Fritz London



Eugene Wigner

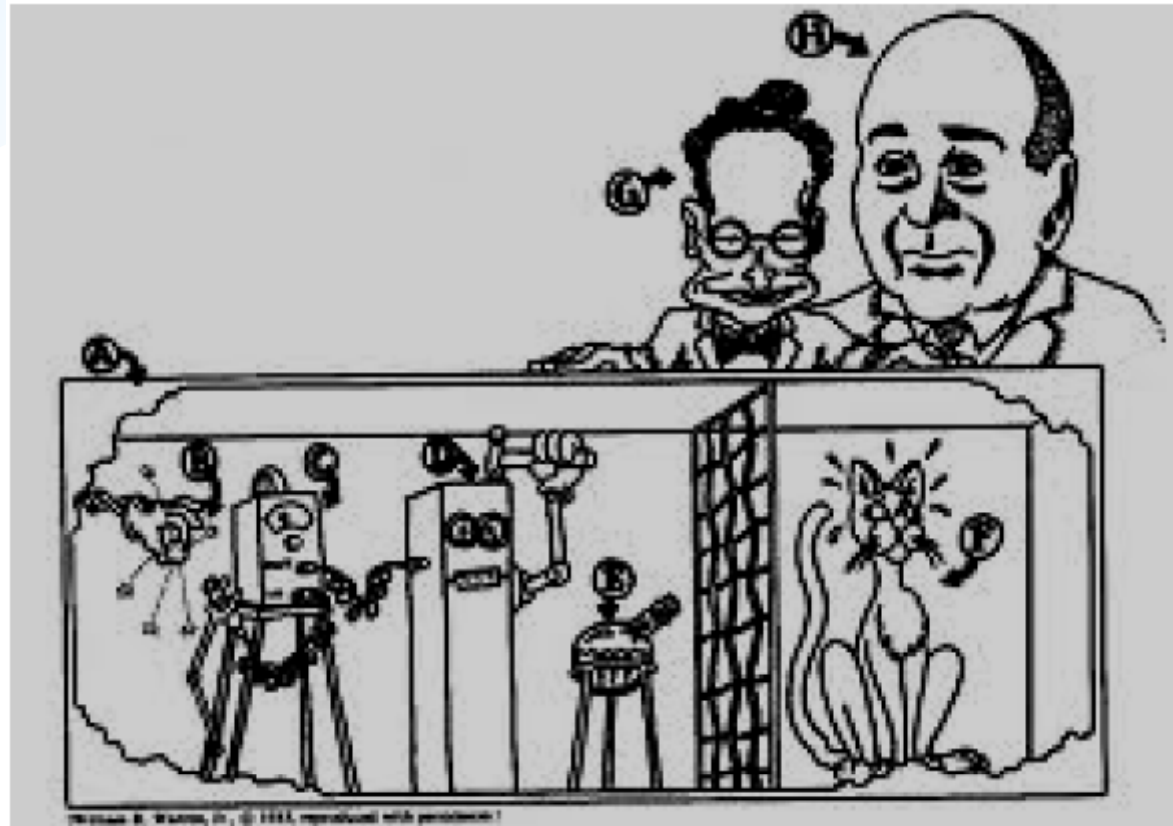


Edmond Bauer

حالت‌های کوانتومی در مغز  
(ذهن) گاهش می‌یابند



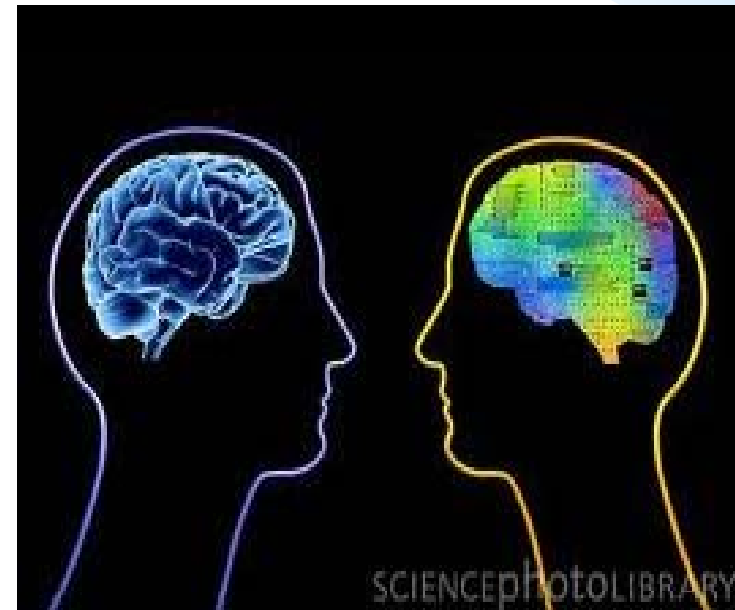
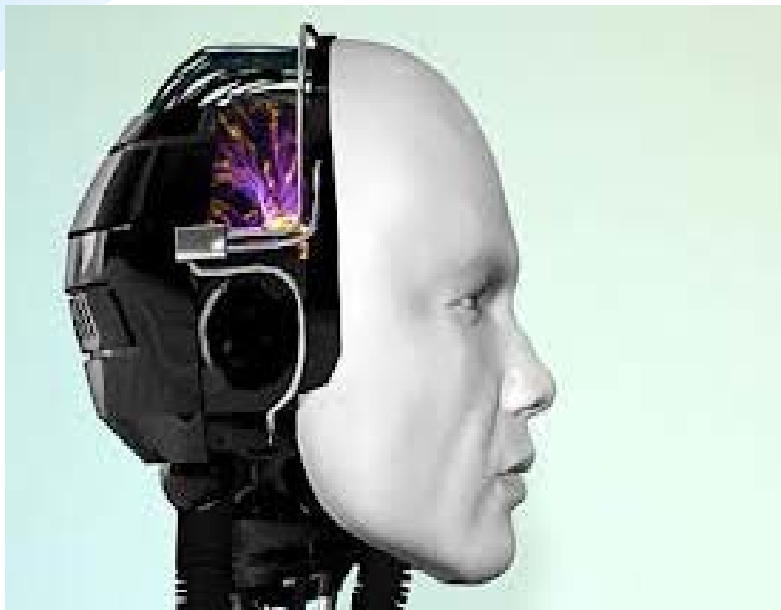
# زنجیره فون نویمین



von Neumann J, *Mathematical Foundations of Quantum Mechanics*.  
Princeton U.P., Princeton. (1955).

آگاہی

# هوش مصنوعی و هوش انسانی



\* مهندسان هوش مصنوعی بر اساس برهمکنش بین عصبهای مغز، سیستمهای هوشمند را طراحی می کنند

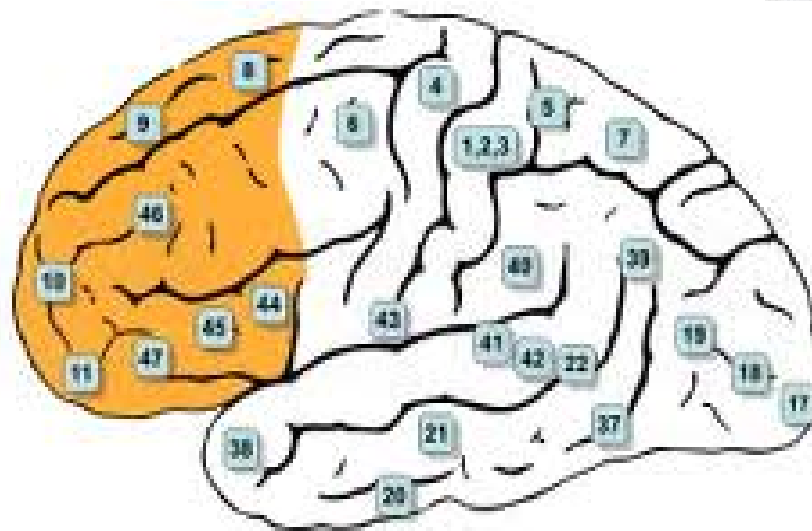
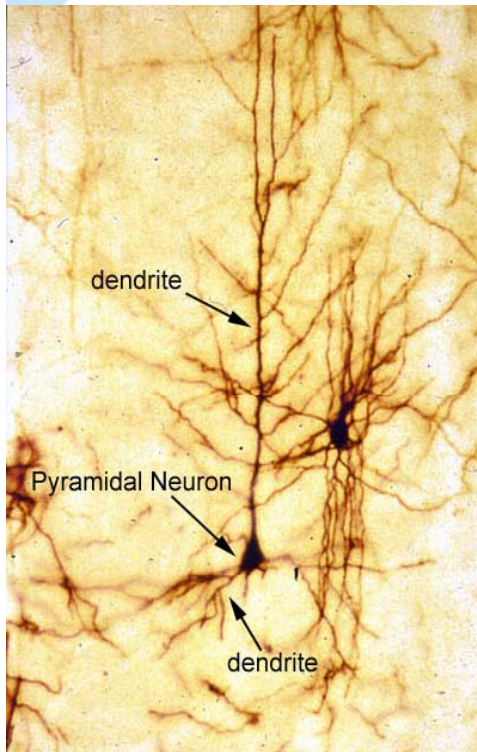
\* آیا هوشمندی با عصبها سازماندهی می شود؟



# مرکز هوش کجاست؟

The general intelligence is localized to regions of the  
lateral prefrontal cortex

M. Atherton et al. *Cognitive Brain Research*, 16 (2003) 26-31, pg. 27

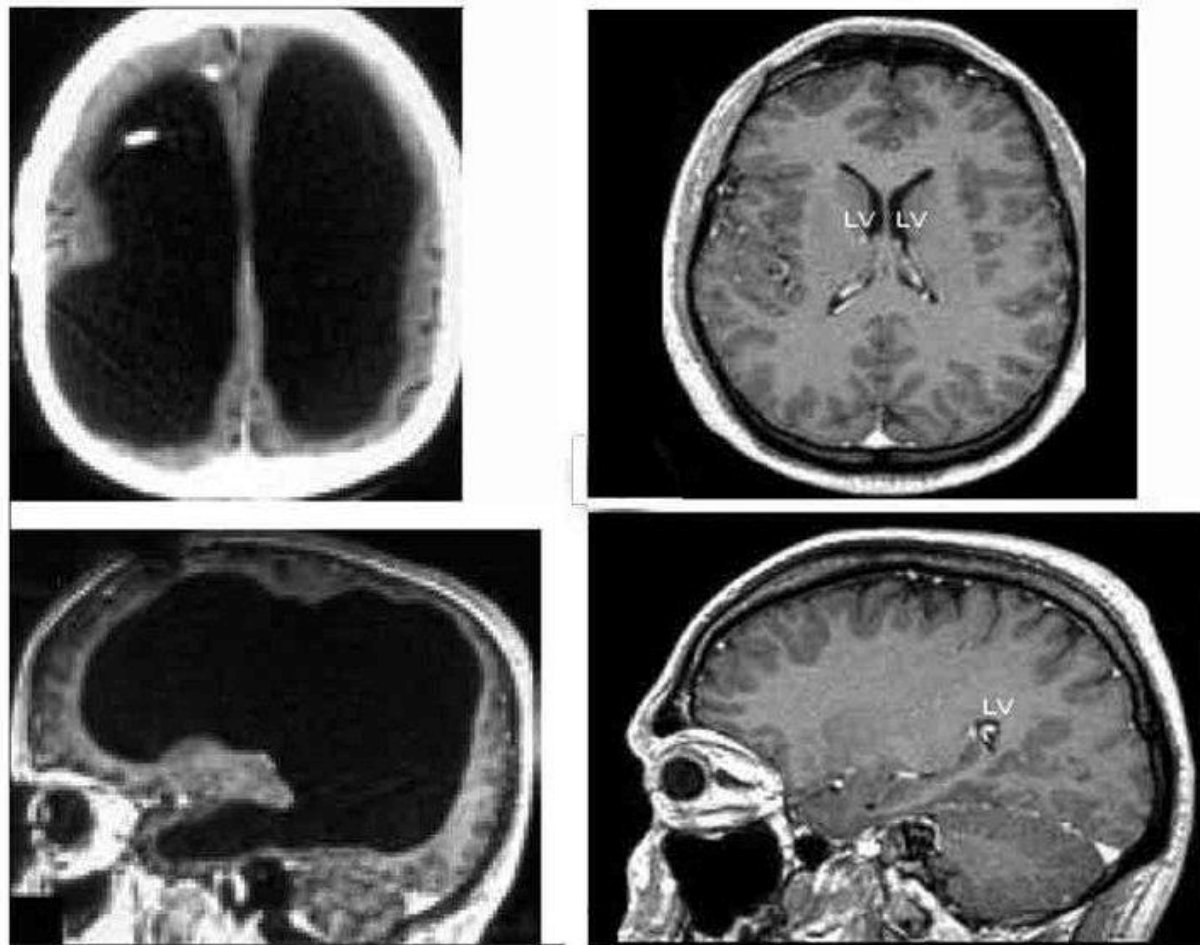


year-old  
led by the  
Ref. 23.



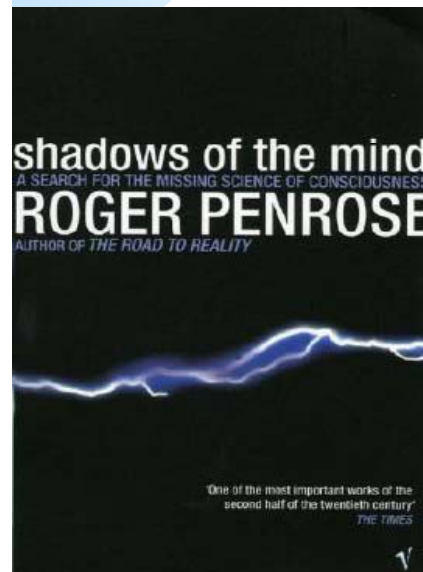
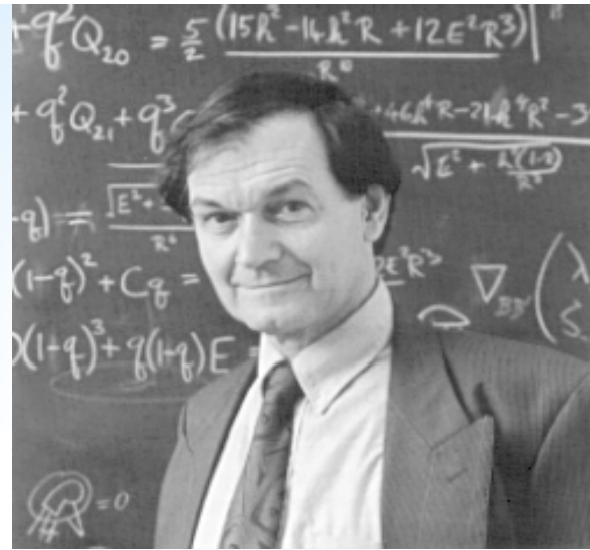
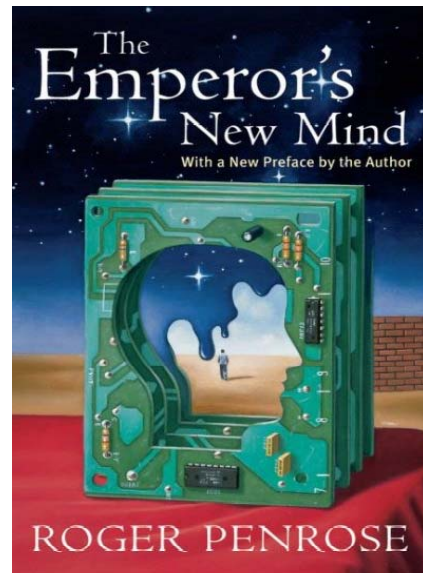
# مردی بدون بافت مغزی، پزشکان را شوکه کرد

July 2007 by [New Scientist and Reuters](#)

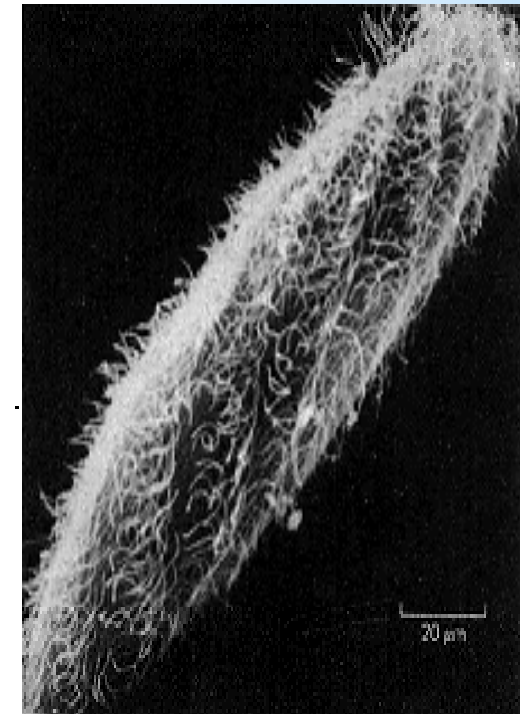
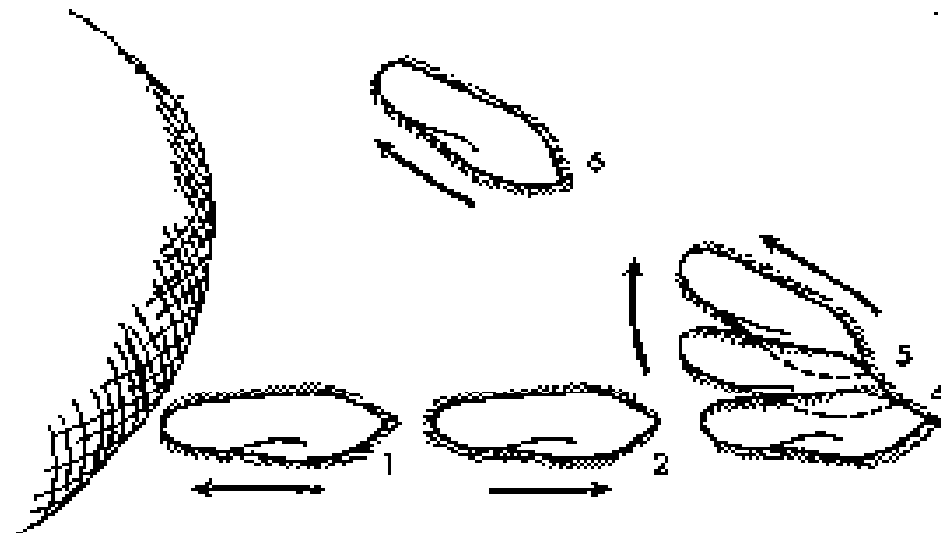


[The Lancet](#) , 2007, vol 370, p 262

# پارامسیوم هوشمند



راجر پنروز



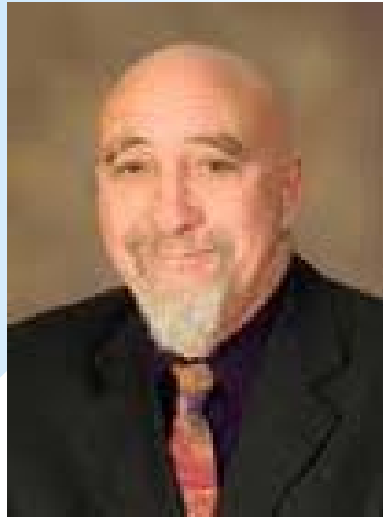
پارامسیوم

مکان هوش کجاست؟

هوش را باید در ابعاد ریزتر در  
درون سلول جستجو کرد

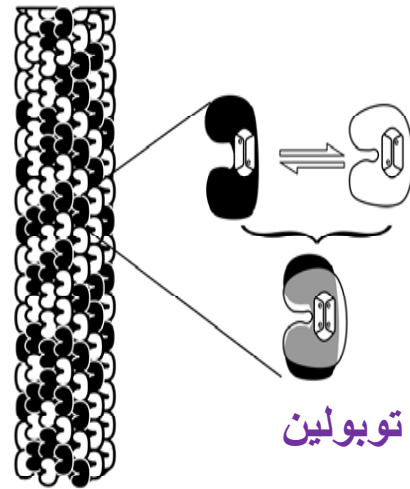


# فرد بیهوش در اتاق عمل، فاقد هوش است

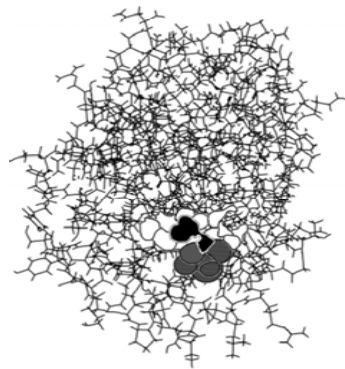


استیوارت همراف

ریزلوله ها

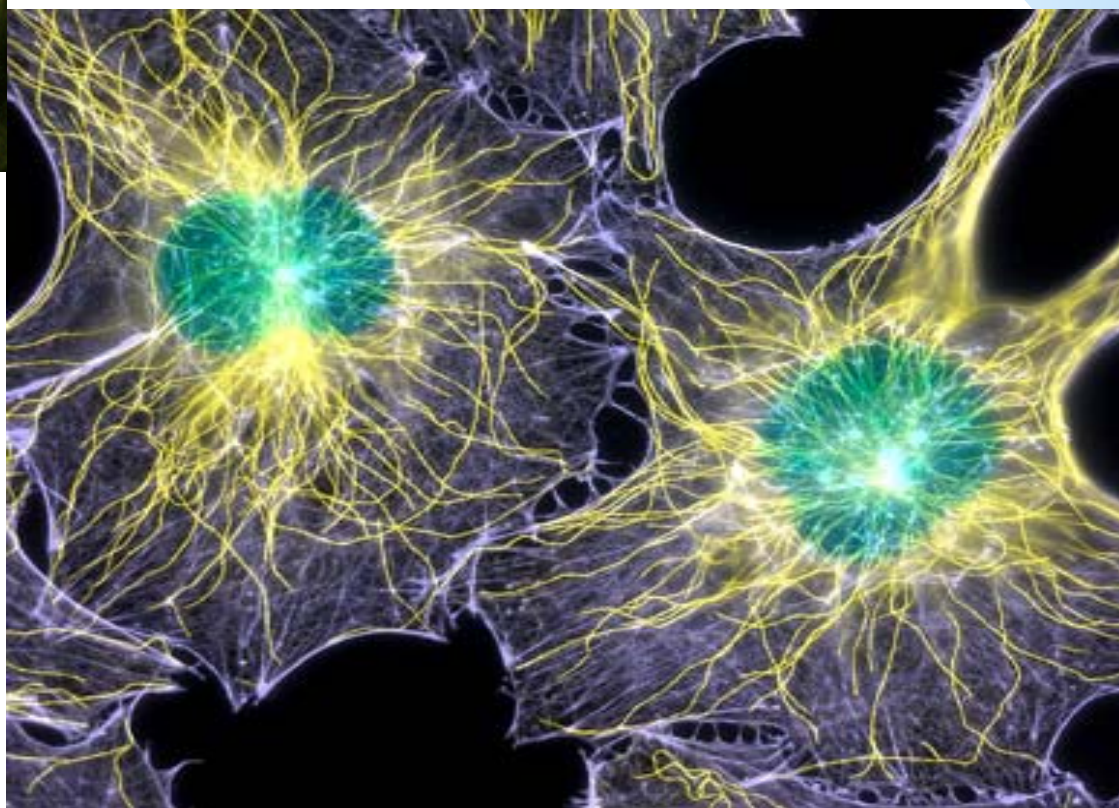
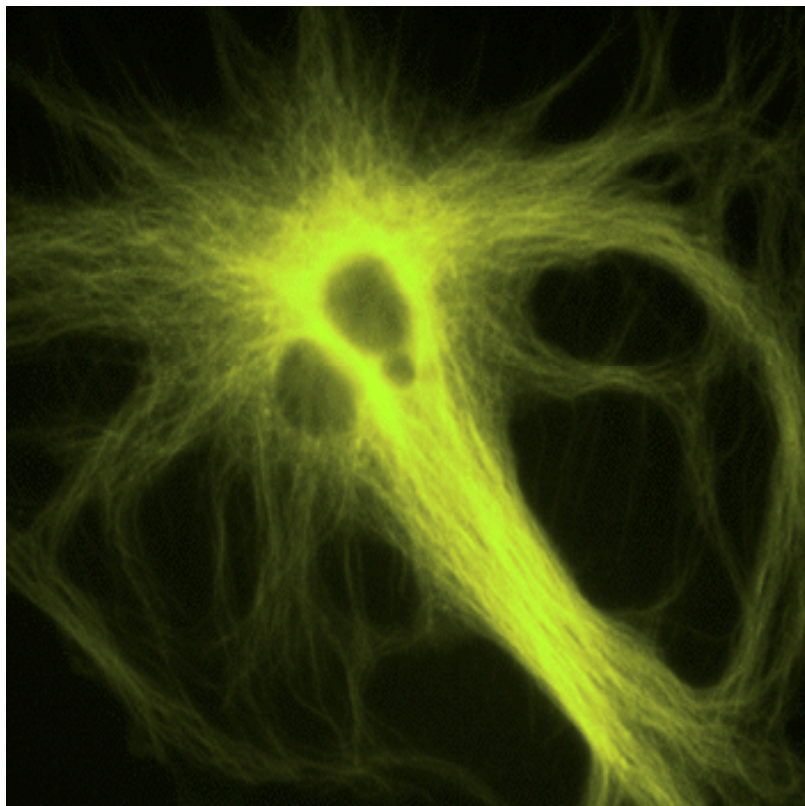


توبولین



The anesthetic-sensitive enzyme papain with halothane (black) “docked” by energy minimization into its major hydrophobic pocket

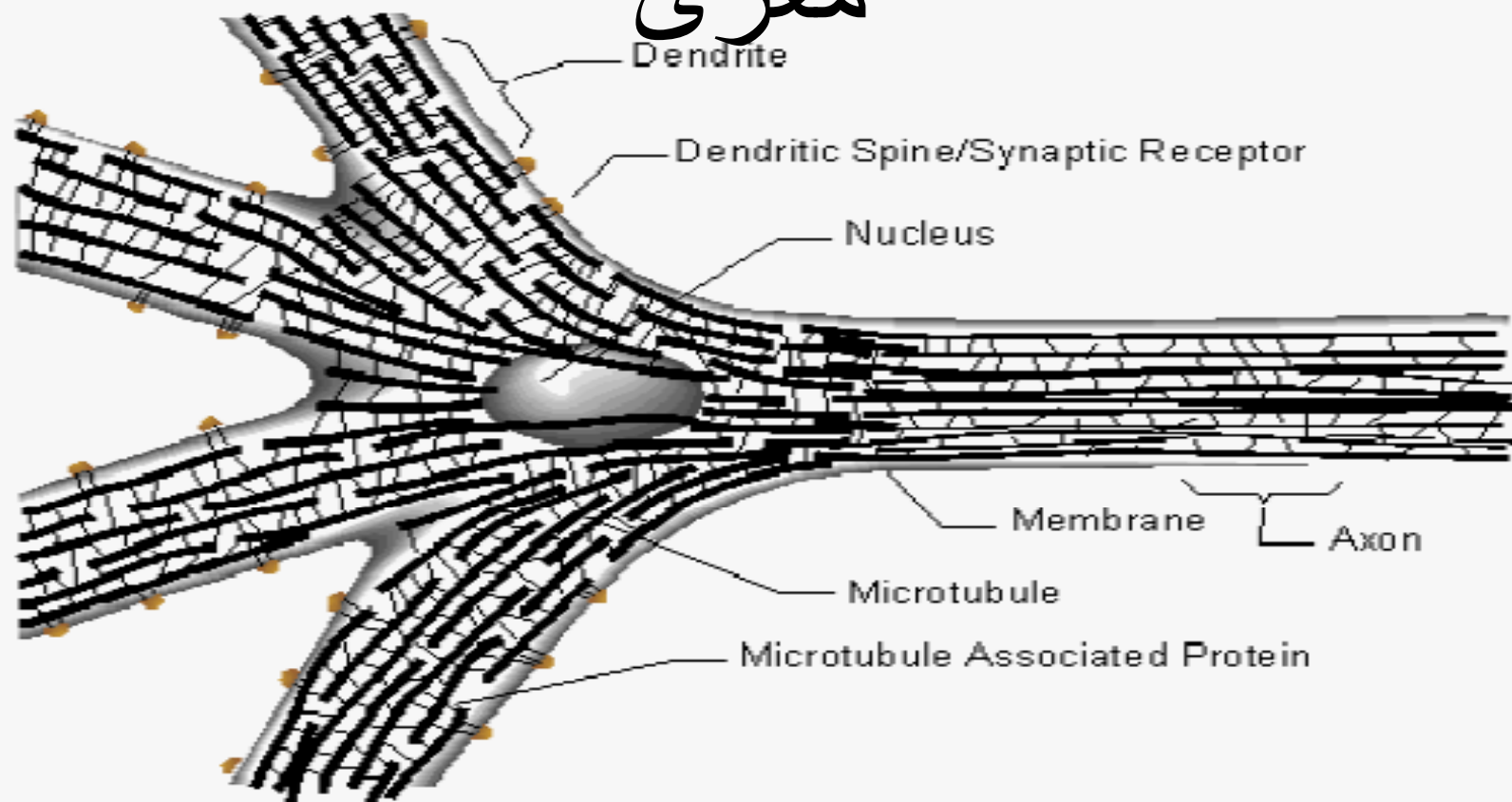
# اسکلت‌های سلولی





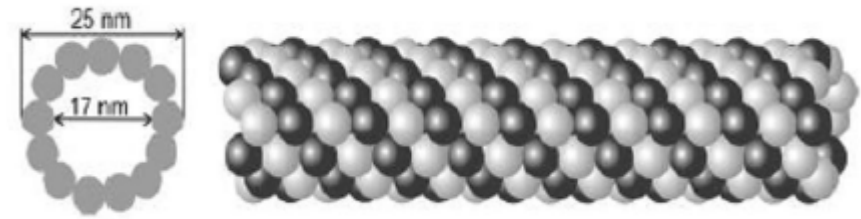
# نمایی از ریزلوله ها در یک عصب

مغزی

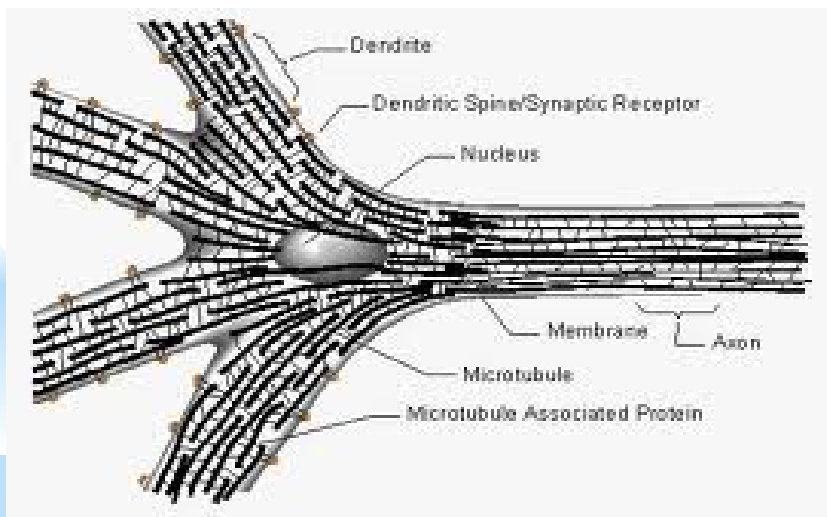




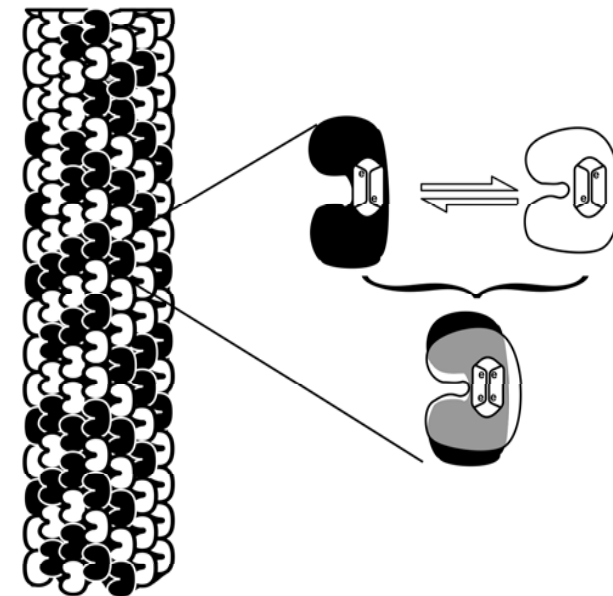
Grand Canyon, Arizona, Tucson, 1994



ریزلوله ها

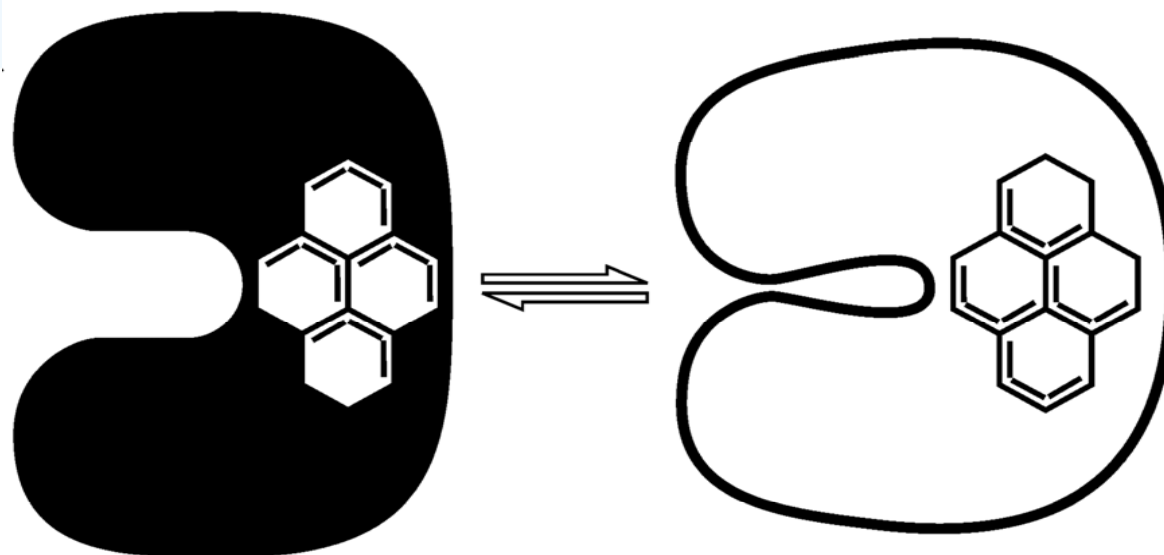


Microtubules in a Neuron

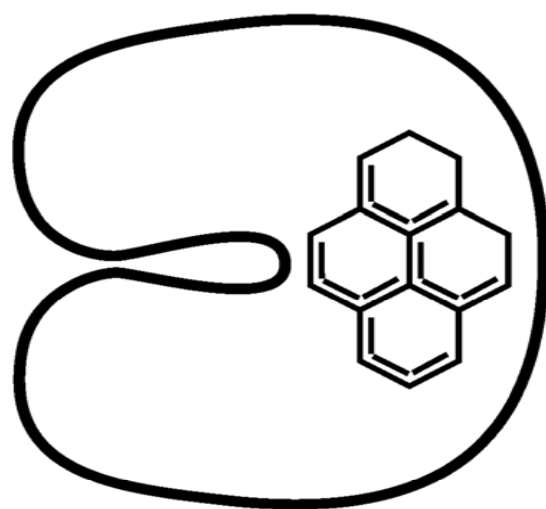


Tubulin

توبولین به دو صورت آرایش پیدا می کند:  
آلفا-توبولین و بتا-توبولین



مانند حالت‌های صفر و یک  
در کامپیوترها

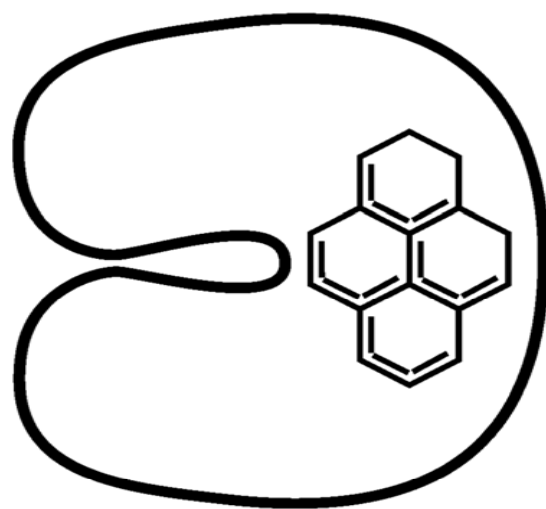


صفر





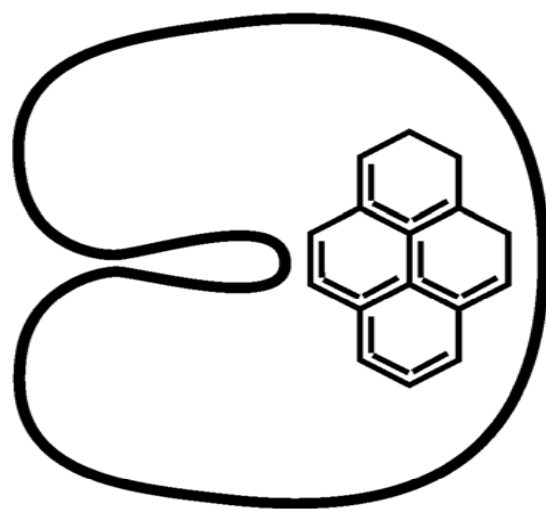
پ



صفر



پ



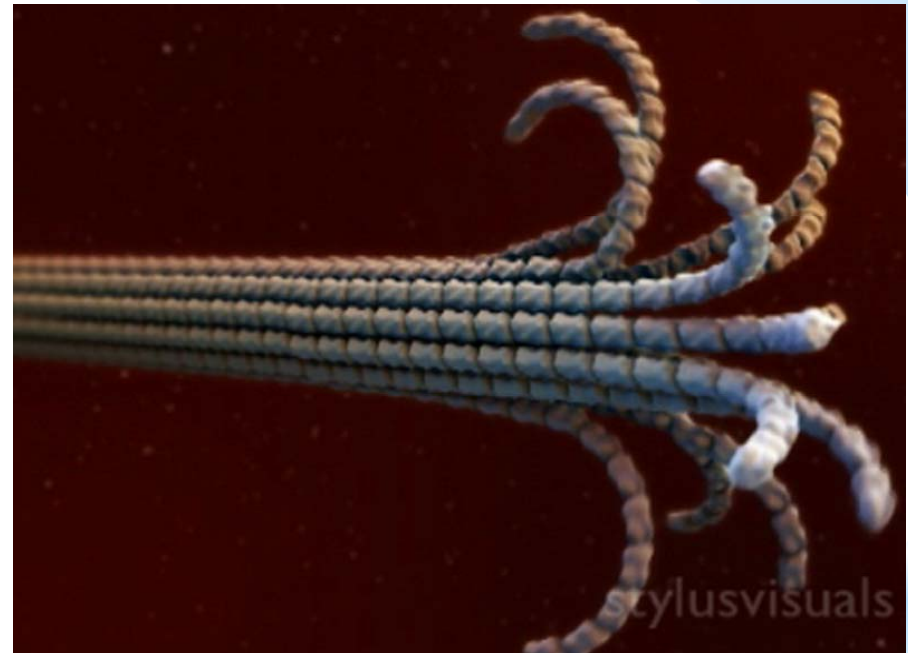
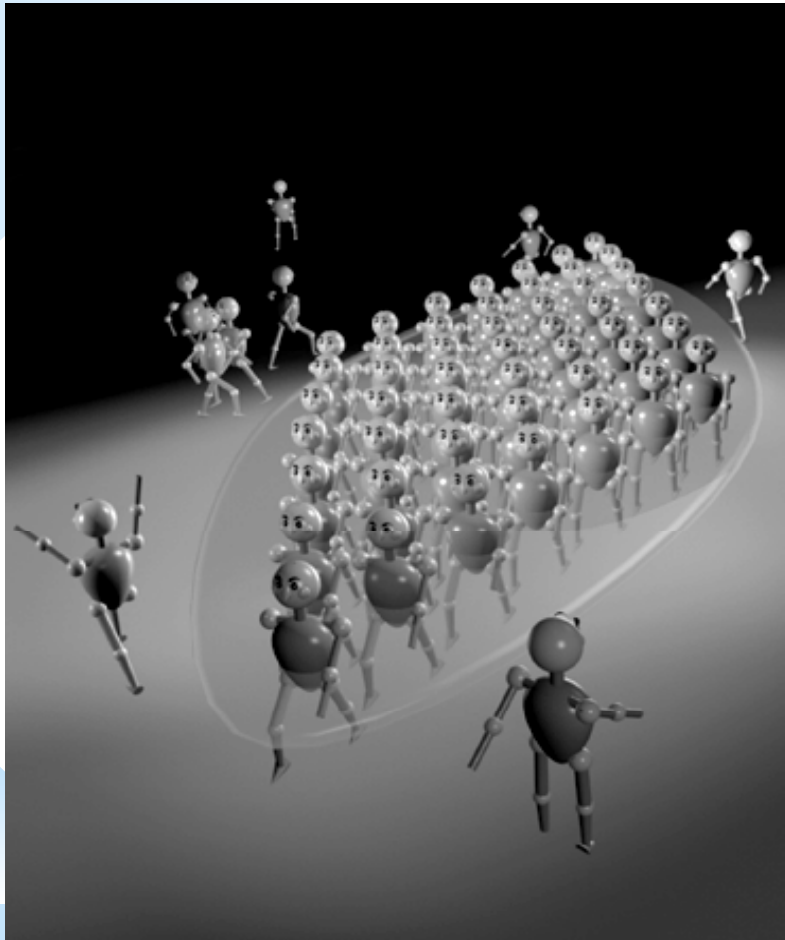
صفر

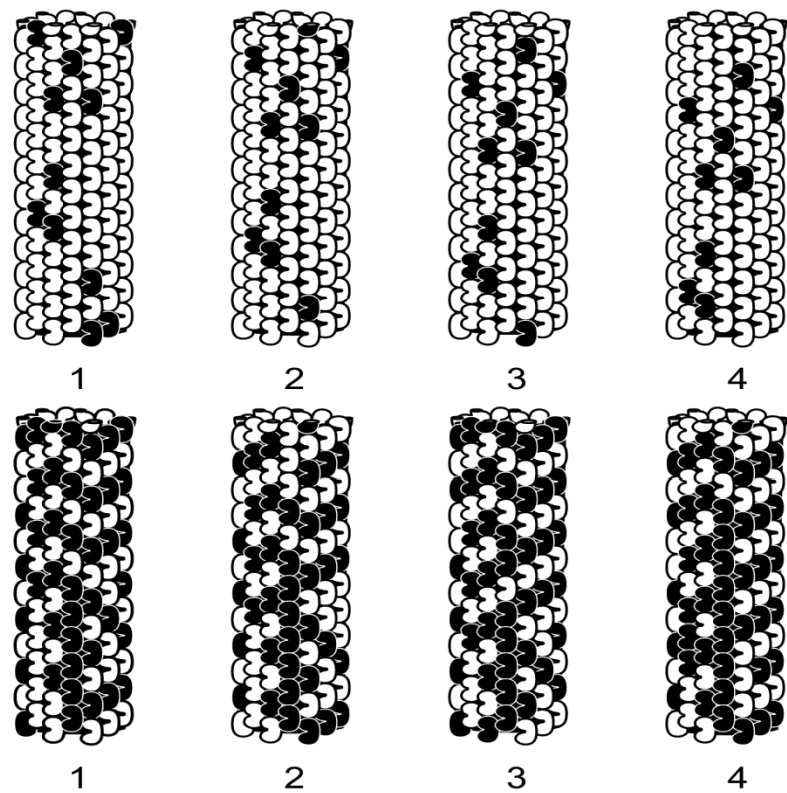
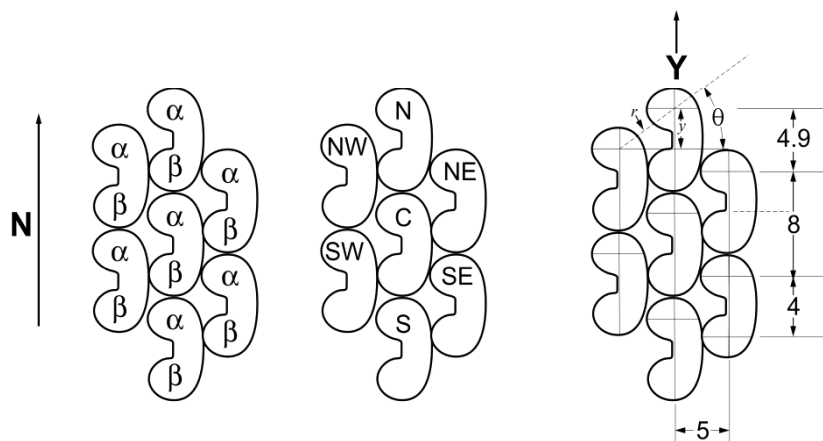
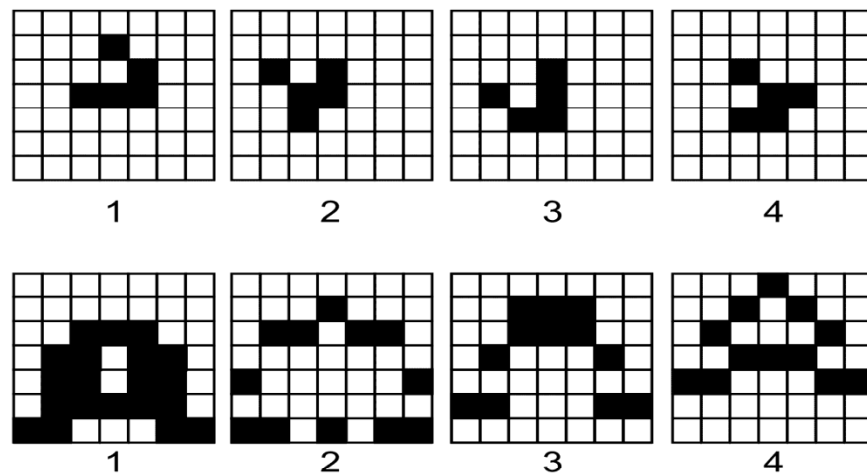
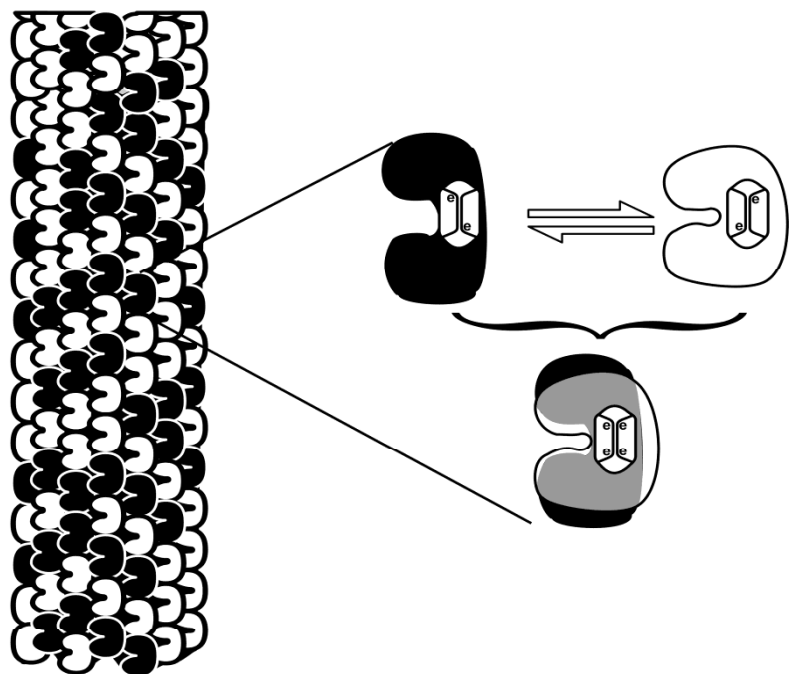




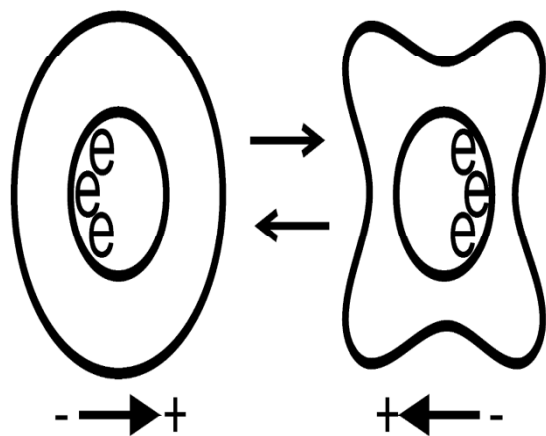
پ

## پلیمریزه شدن و دی-پلیمریزه شدن ریزلوله ها

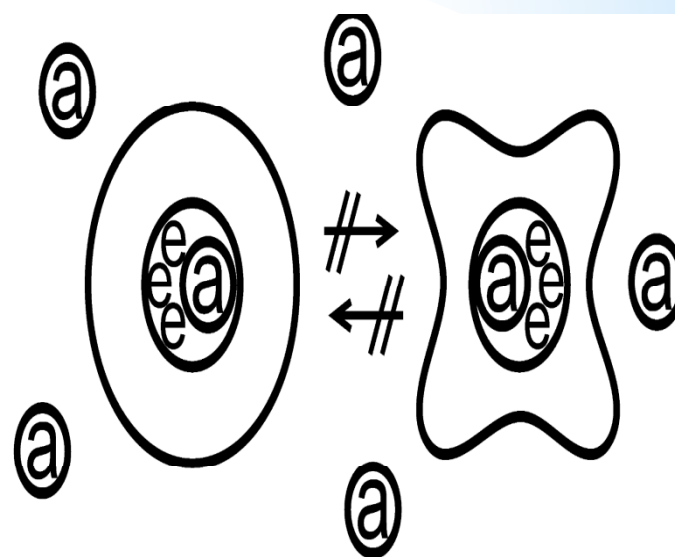




## هوشیاری

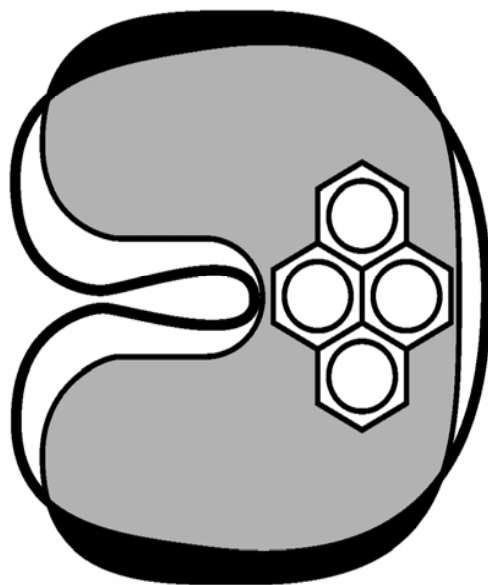


## بیهوشی



مولکولهای بیهوشی مانع از تغییر حالت توپولینها می شوند

# برهم نهی کوانتومی دو توپولین آلفا و بتا

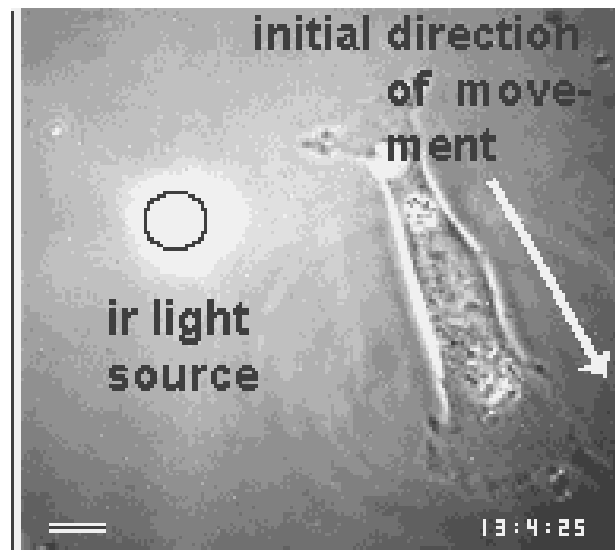




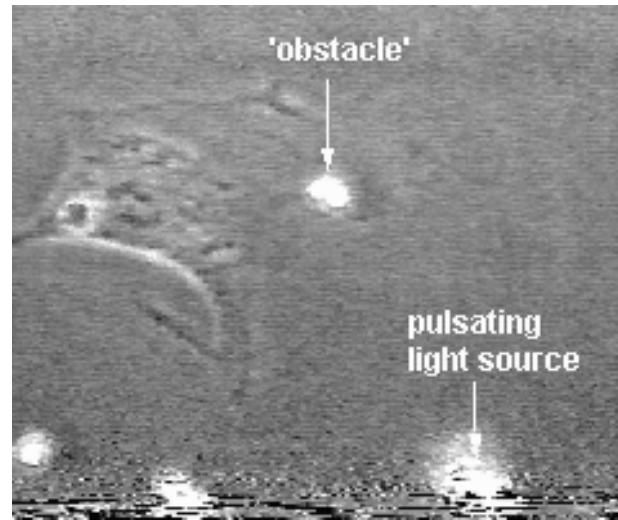
# هوش سلولی



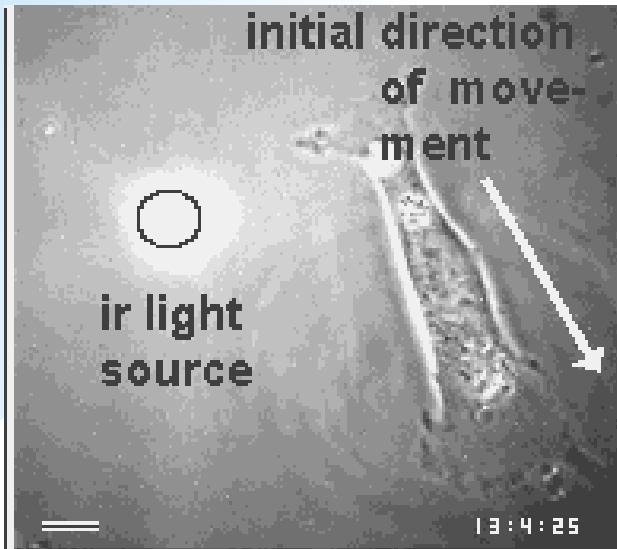
هجوم سلول به سمت منبع نور



تغییر جهت حرکت سلول  
توسط نور

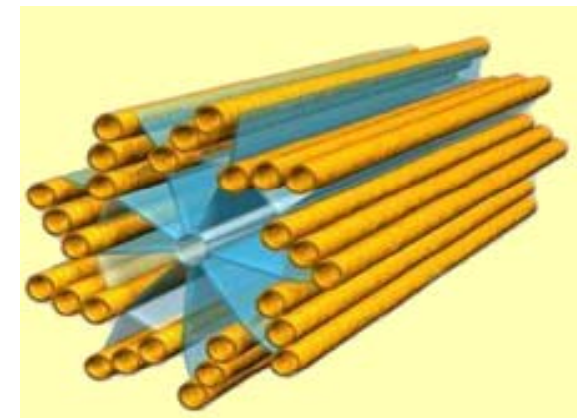
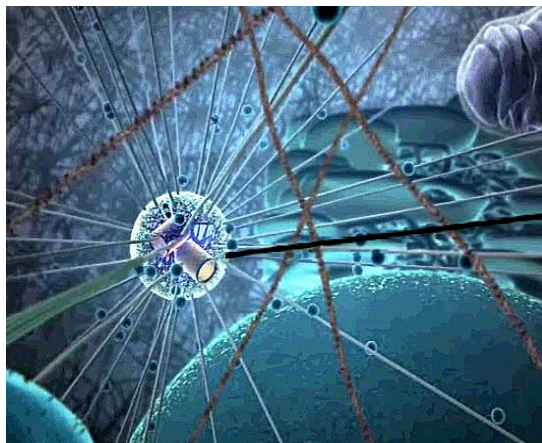


ايجاد مانع حول منبع نور و عكس العمل  
سلول



سنتریولها مانند چشم  
سلول عمل می کنند

سنتریولها از ریزلوله ها تشکیل  
شده اند



سنتریول

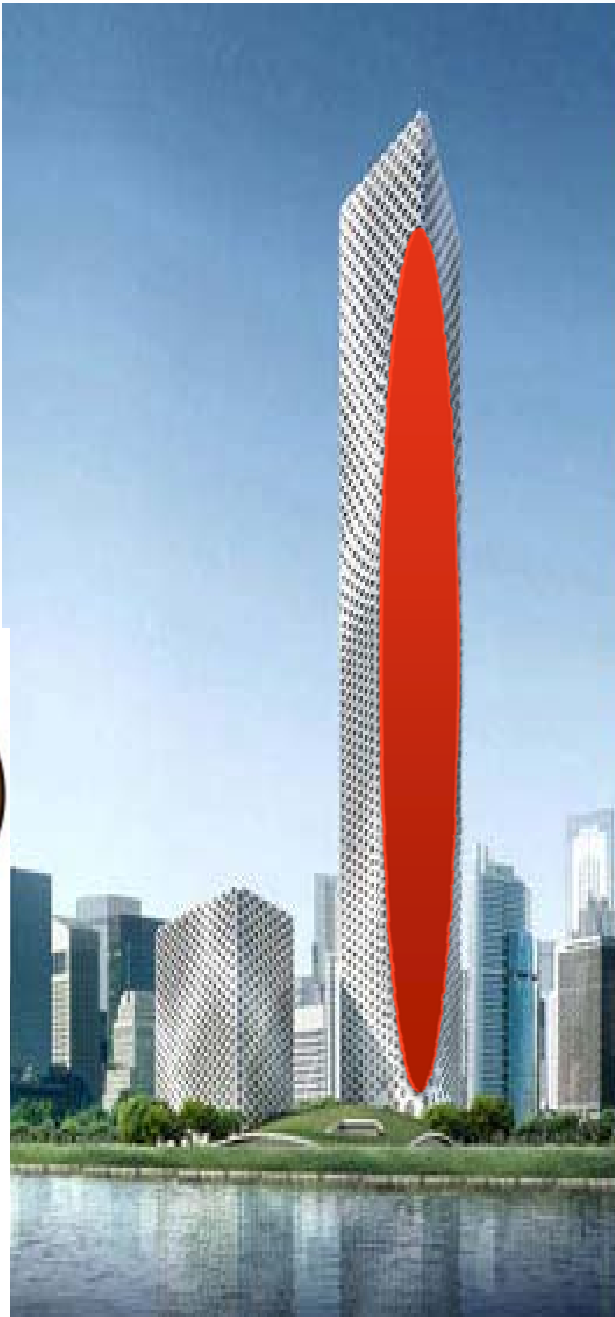
یکی از کاربردها

می توان با استفاده از لیزر، به جوش  
خوردن سریع زخم و بهبود آن کمک  
کرد





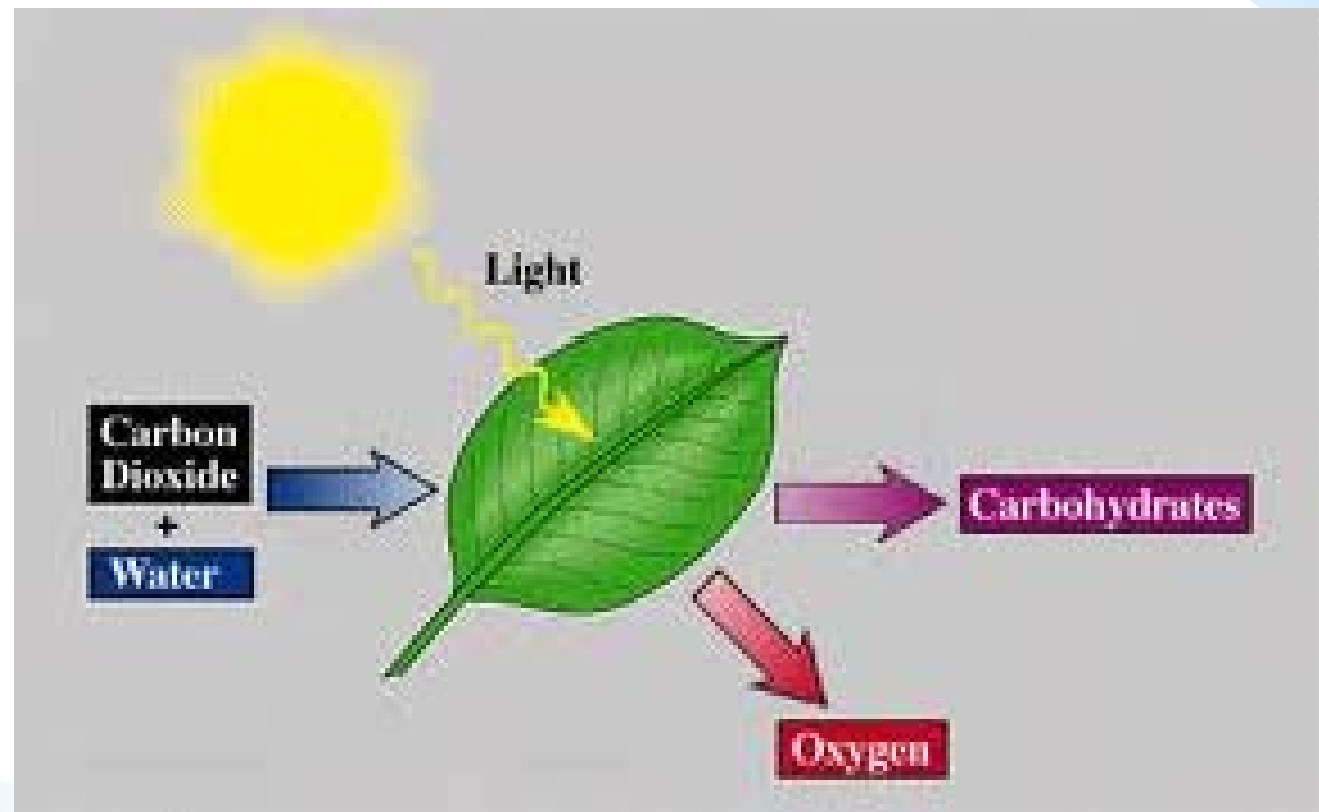




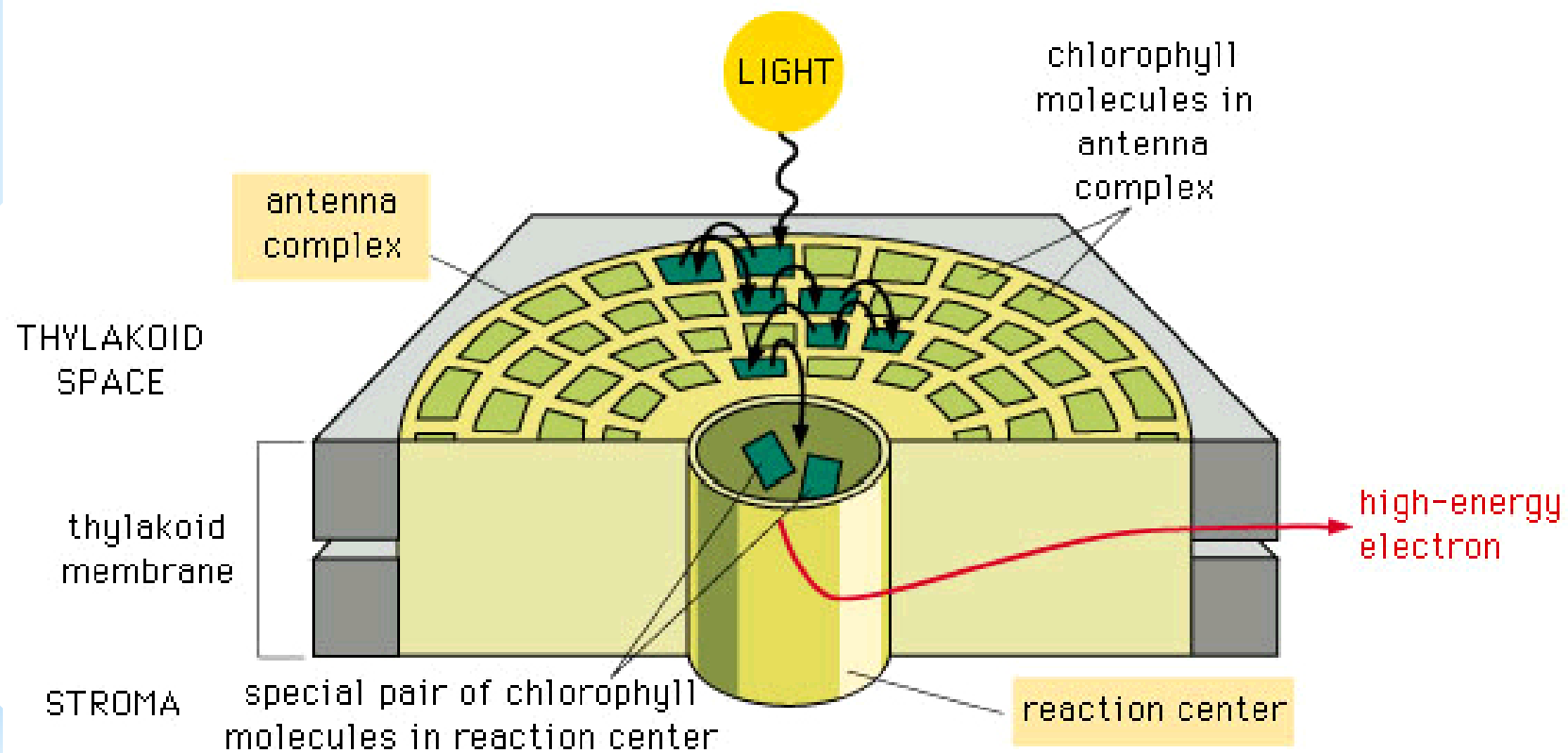




# فوتوسنتز



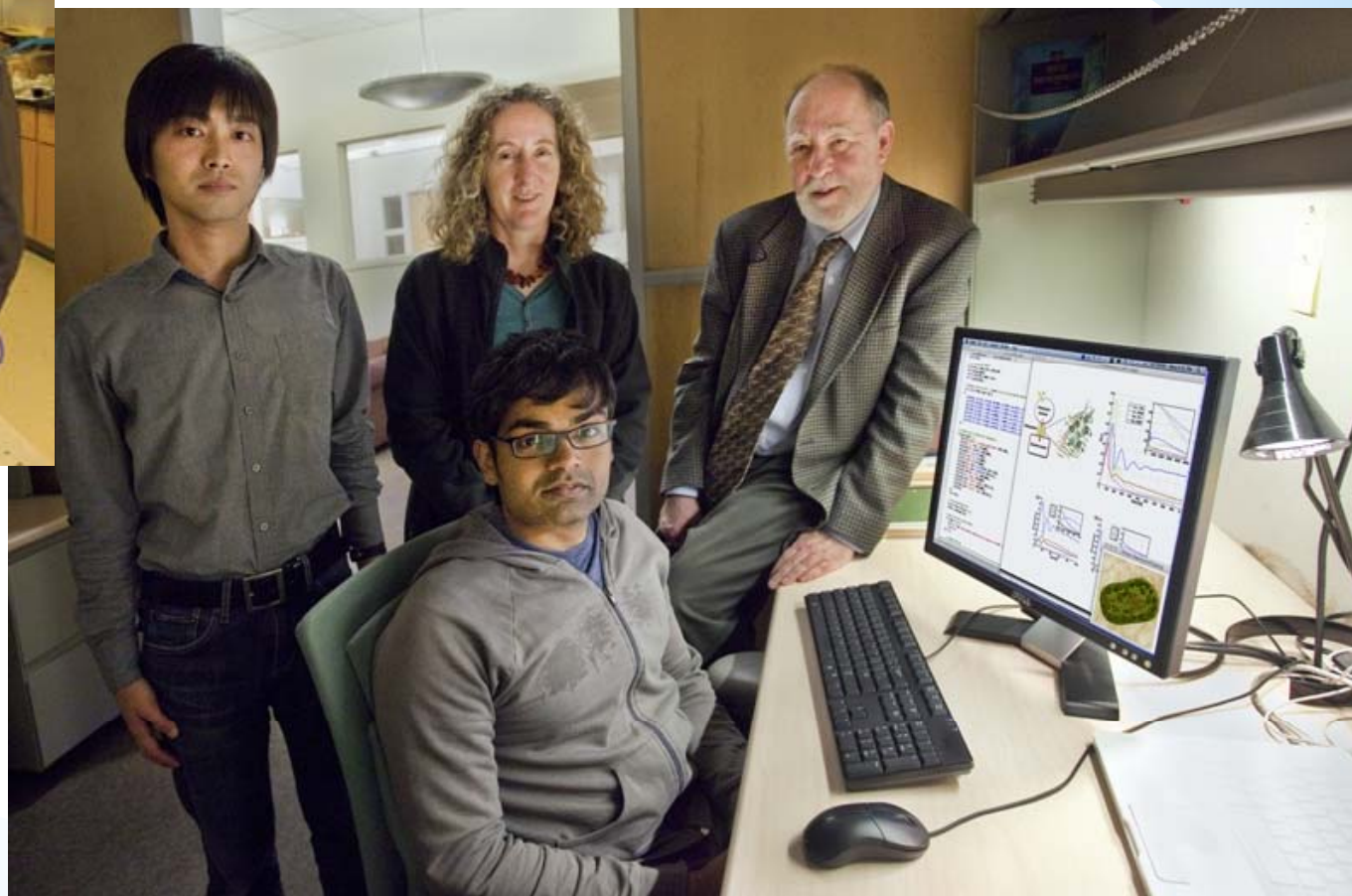
# انتقال انرژی نور به مرکز واکنش





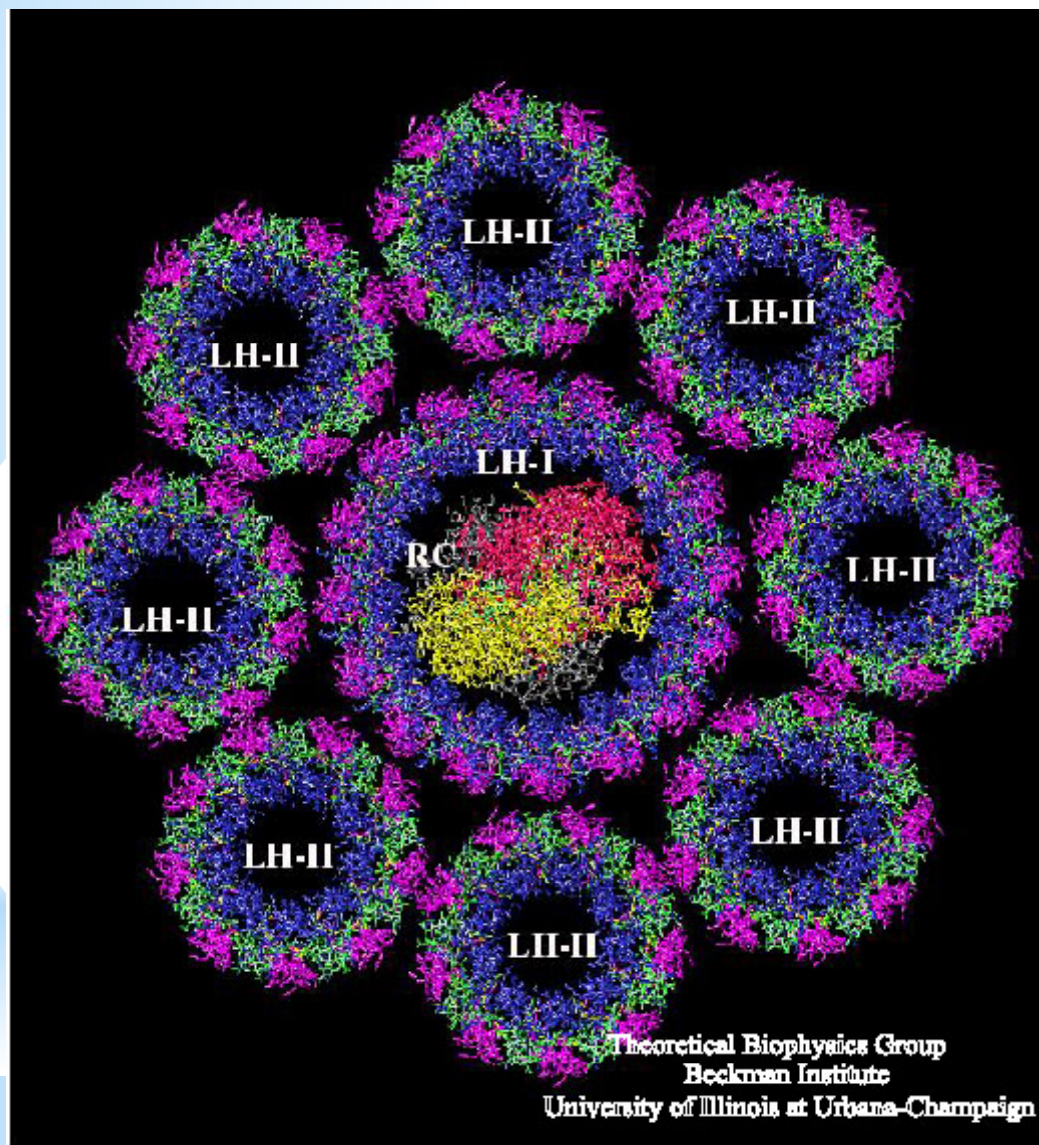
# طیف سنجی لیزری فمتوثانیه ای وجود یک همدوسی بزرگ کوانتومی را در فوتوسنتز آشکار کرده است

*Nature*, 446:782-6, 2007





# فوتوسنتز

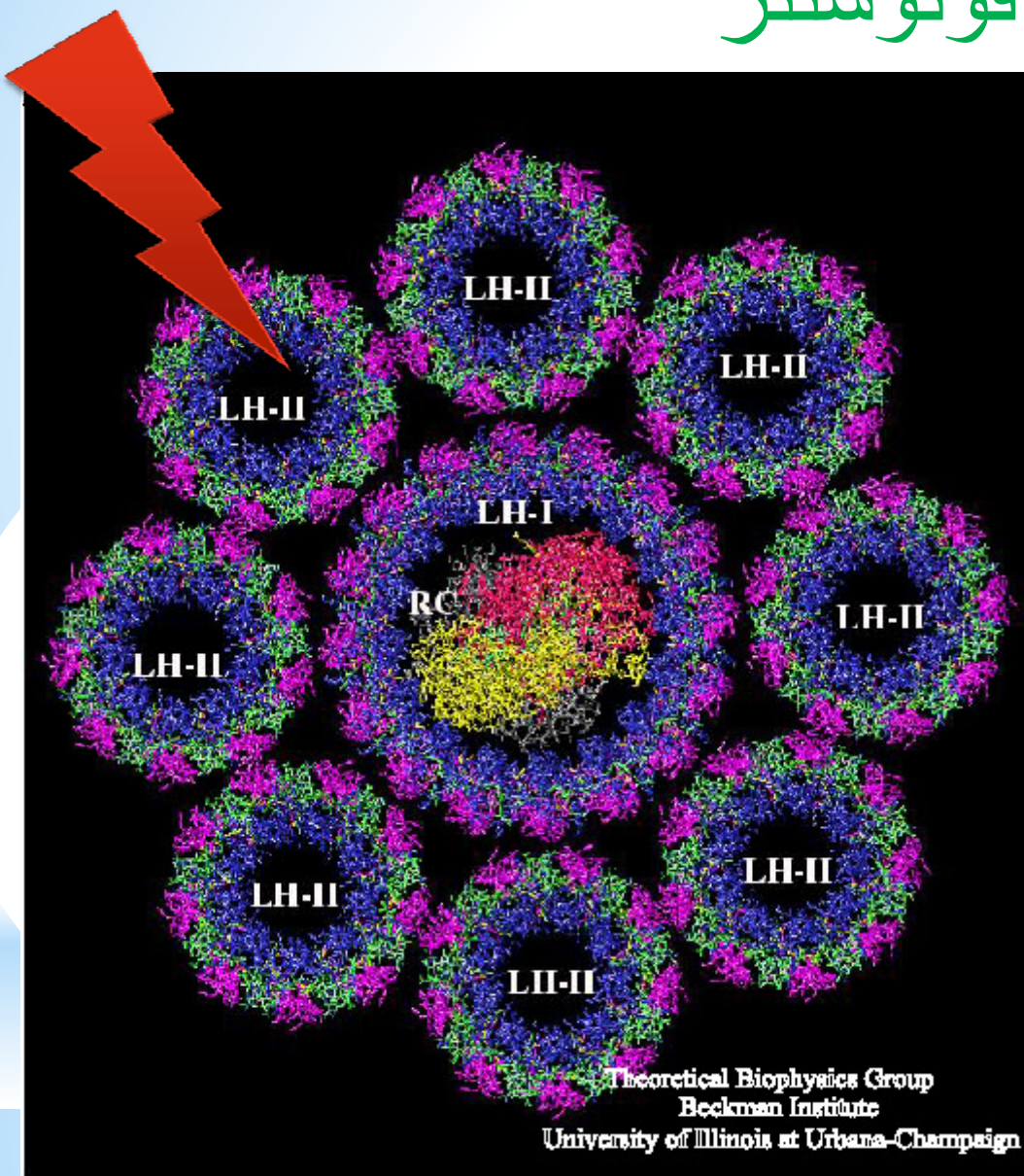


انتقال انرژی بسیار  
موثر

## Quantum Coherence

- [1] G. R. Fleming and G. D. Scholes, **Nature**, 431:256-7, 2004.
- [2] G. D. Scholes, G. Rumbles, **Nature**, 5:683-96, 2006.
- [3] G. S. Engel et al, **Nature**, 446:782-6, 2007.
- [4] R. J. Sension, **Nature**, 446:740-1, 2007.
- [5] R. Grondelle and V. Novoderezhkin, **Nature**, 463:614-5, 2010.
- [6] G. D. Scholes, **Nature Physics**, 6:402-3, 2010.
- [7] E. Collini et al, **Nature**, 463:644-8, 2010.
- [8] H. Lee et al, **Science**, 316:1462-5, 2007.

فوتوسنتز



انتقال انرژی بسیار  
موثر

## Quantum Coherence

- [1] G. R. Fleming and G. D. Scholes, **Nature**, 431:256-7, 2004.
- [2] G. D. Scholes, G. Rumbles, **Nature**, 5:683-96, 2006.
- [3] G. S. Engel et al, **Nature**, 446:782-6, 2007.
- [4] R. J. Sension, **Nature**, 446:740-1, 2007.
- [5] R. Grondelle and V. Novoderezhkin, **Nature**, 463:614-5, 2010.
- [6] G. D. Scholes, **Nature Physics**, 6:402-3, 2010.
- [7] E. Collini et al, **Nature**, 463:644-8, 2010.
- [8] H. Lee et al, **Science**, 316:1462-5, 2007.

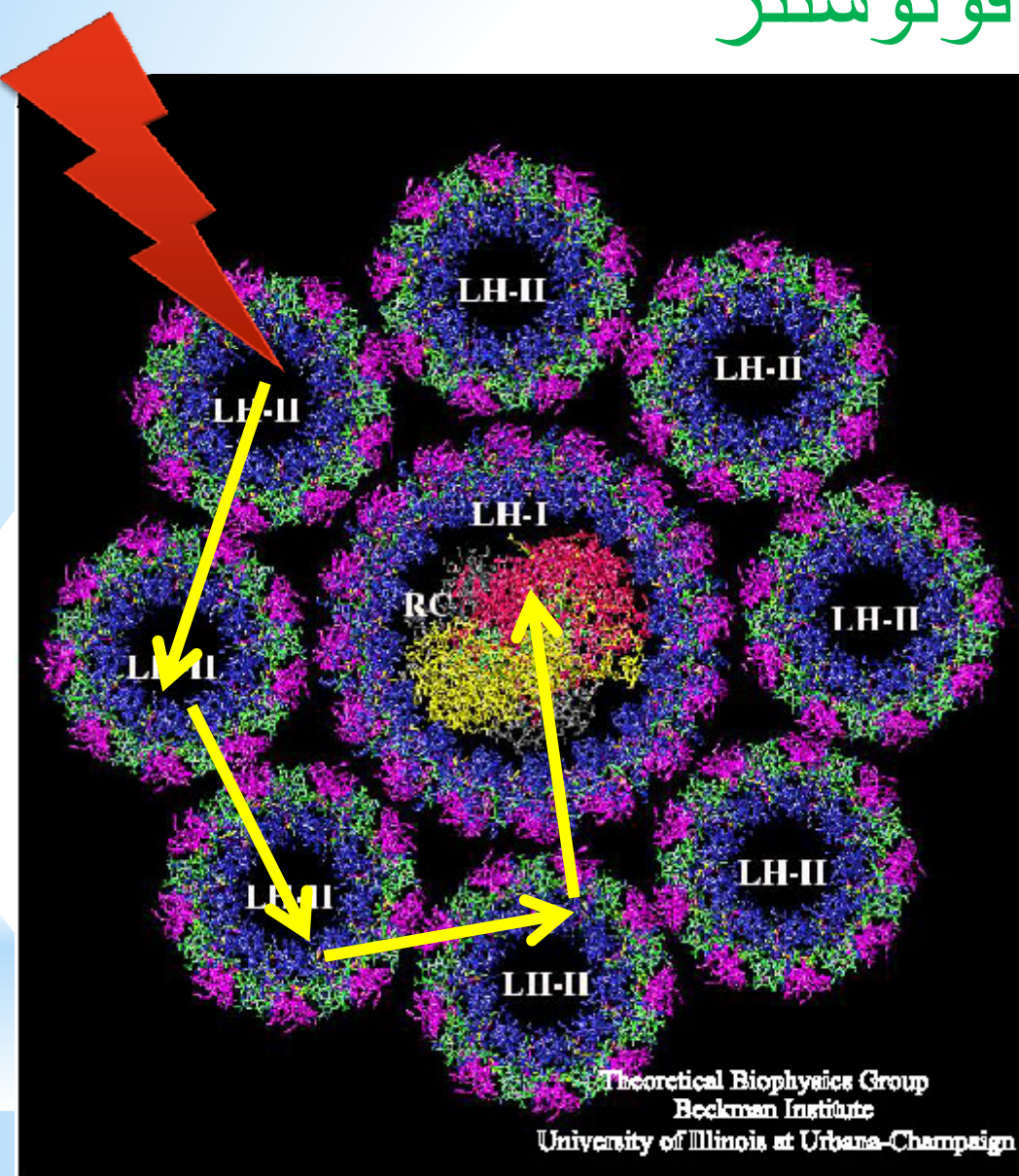


فوتوسنتز

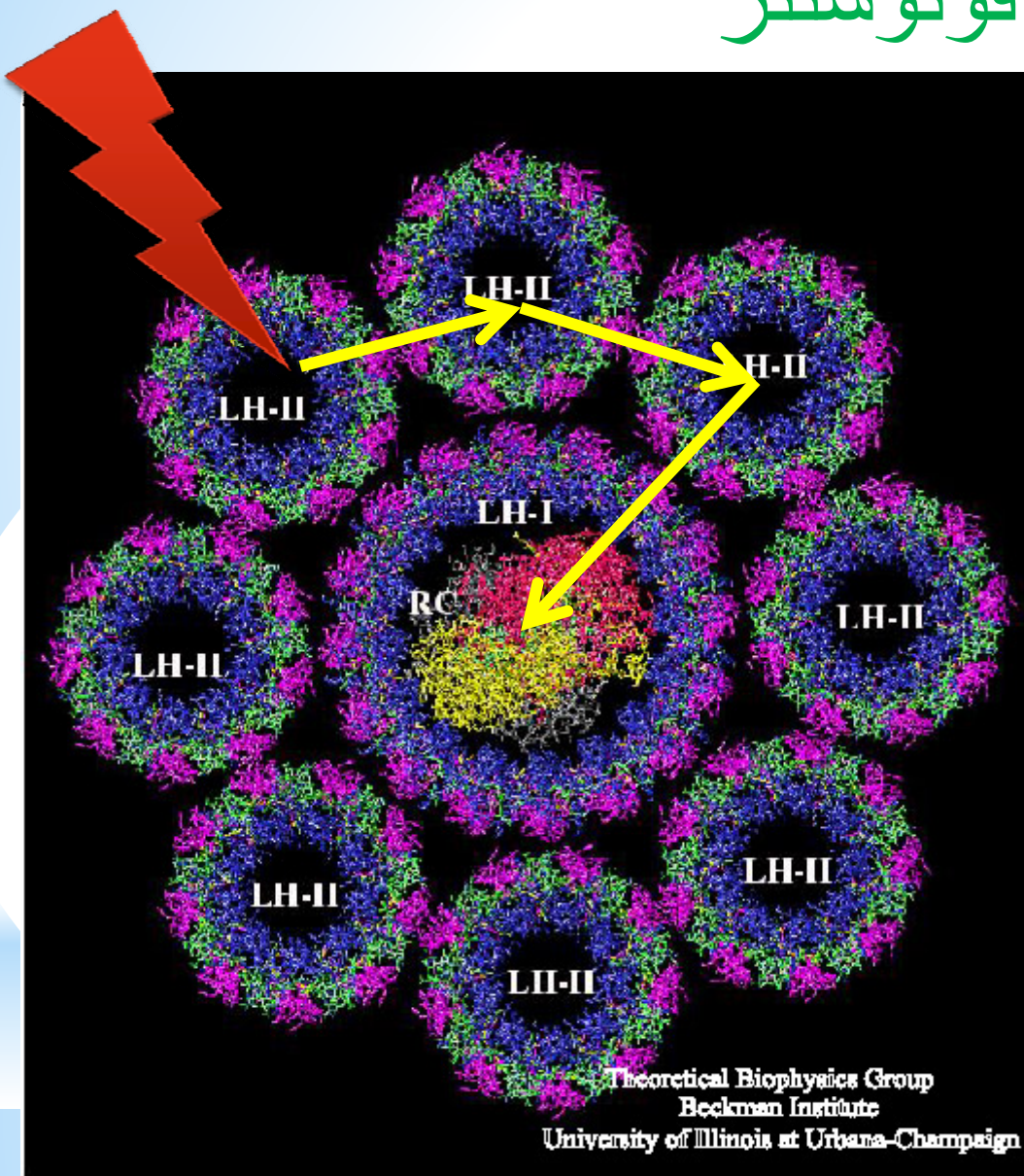
انتقال انرژی بسیار  
موثر

## Quantum Coherence

- [1] G. R. Fleming and G. D. Scholes, *Nature*, 431:256-7, 2004.
- [2] G. D. Scholes, G. Rumbles, *Nature*, 5:683-96, 2006.
- [3] G. S. Engel et al, *Nature*, 446:782-6, 2007.
- [4] R. J. Sension, *Nature*, 446:740-1, 2007.
- [5] R. Grondelle and V. Novoderezhkin, *Nature*, 463:614-5, 2010.
- [6] G. D. Scholes, *Nature Physics*, 6:402-3, 2010.
- [7] E. Collini et al, *Nature*, 463:644-8, 2010.
- [8] H. Lee et al, *Science*, 316:1462-5, 2007.



فوتوسنتز



انتقال انرژی بسیار  
موثر

## Quantum Coherence

- [1] G. R. Fleming and G. D. Scholes, *Nature*, 431:256-7, 2004.
- [2] G. D. Scholes, G. Rumbles, *Nature*, 5:683-96, 2006.
- [3] G. S. Engel et al, *Nature*, 446:782-6, 2007.
- [4] R. J. Sension, *Nature*, 446:740-1, 2007.
- [5] R. Grondelle and V. Novoderezhkin, *Nature*, 463:614-5, 2010.
- [6] G. D. Scholes, *Nature Physics*, 6:402-3, 2010.
- [7] E. Collini et al, *Nature*, 463:644-8, 2010.
- [8] H. Lee et al, *Science*, 316:1462-5, 2007.

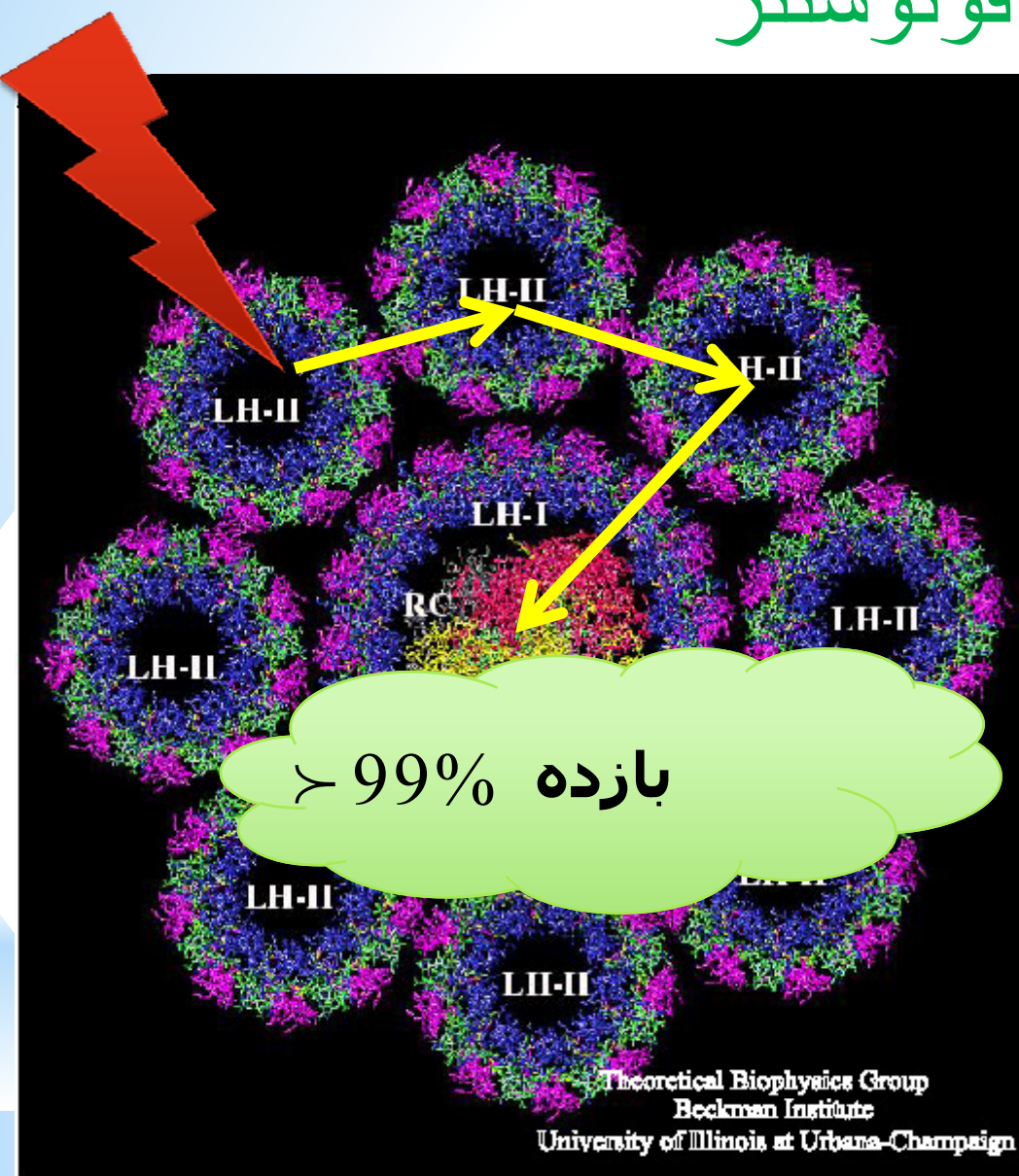


فوتوسنتز

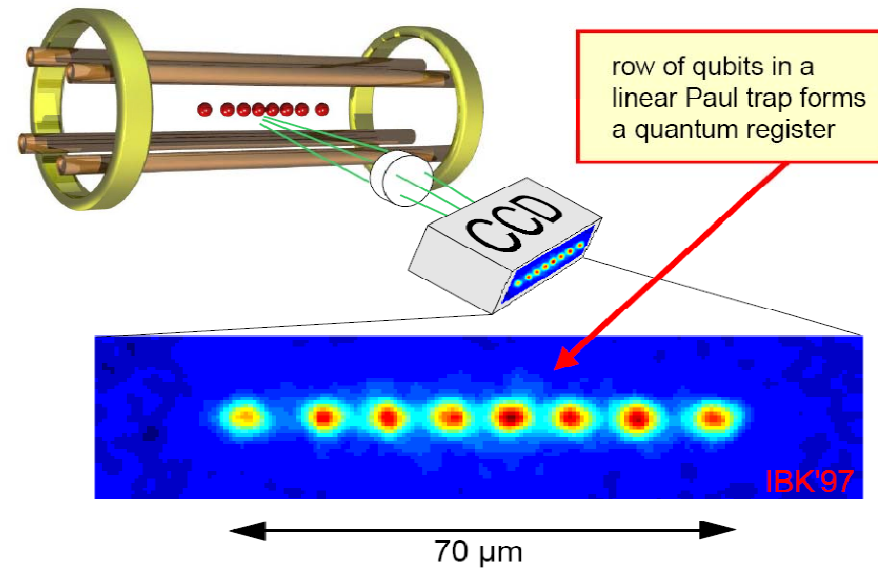
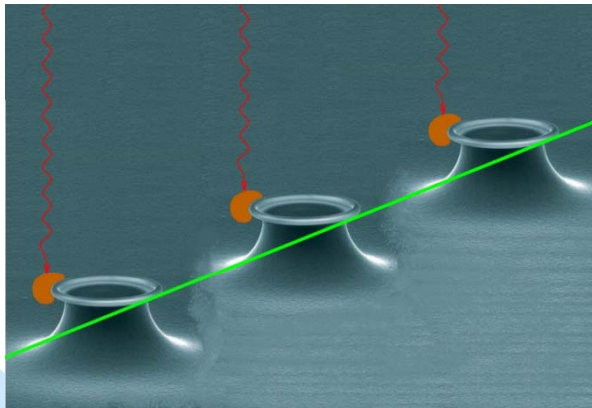
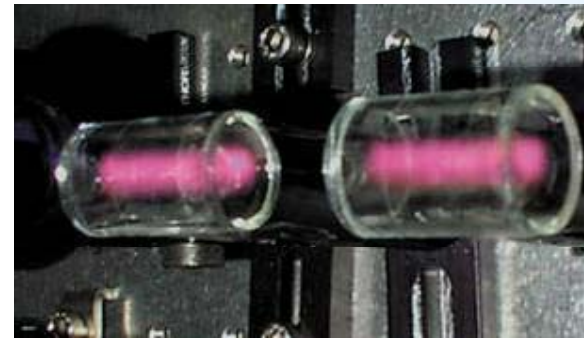
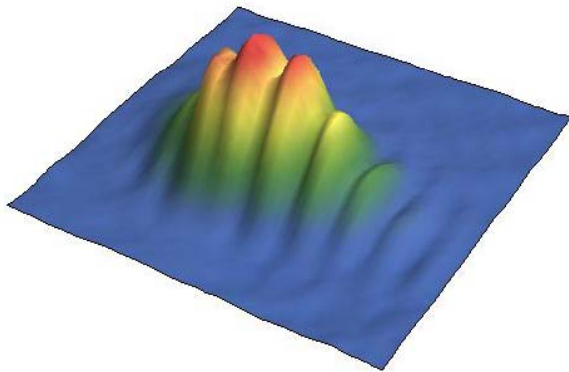
انتقال انرژی بسیار  
موثر

## Quantum Coherence

- [1] G. R. Fleming and G. D. Scholes, *Nature*, 431:256-7, 2004.
- [2] G. D. Scholes, G. Rumbles, *Nature*, 5:683-96, 2006.
- [3] G. S. Engel et al, *Nature*, 446:782-6, 2007.
- [4] R. J. Sension, *Nature*, 446:740-1, 2007.
- [5] R. Grondelle and V. Novoderezhkin, *Nature*, 463:614-5, 2010.
- [6] G. D. Scholes, *Nature Physics*, 6:402-3, 2010.
- [7] E. Collini et al, *Nature*, 463:644-8, 2010.
- [8] H. Lee et al, *Science*, 316:1462-5, 2007.

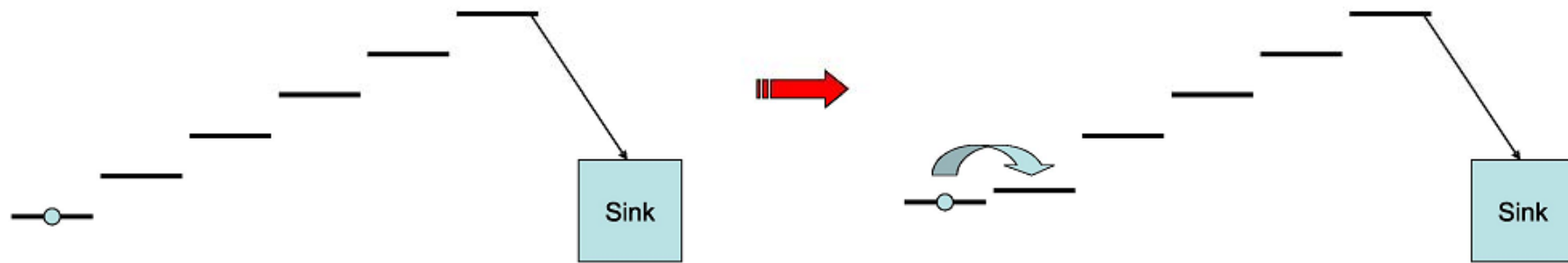


«نوفه» باعث نابودی سریع حالت‌های کوانتومی در کامپیوترهای کوانتومی می شود

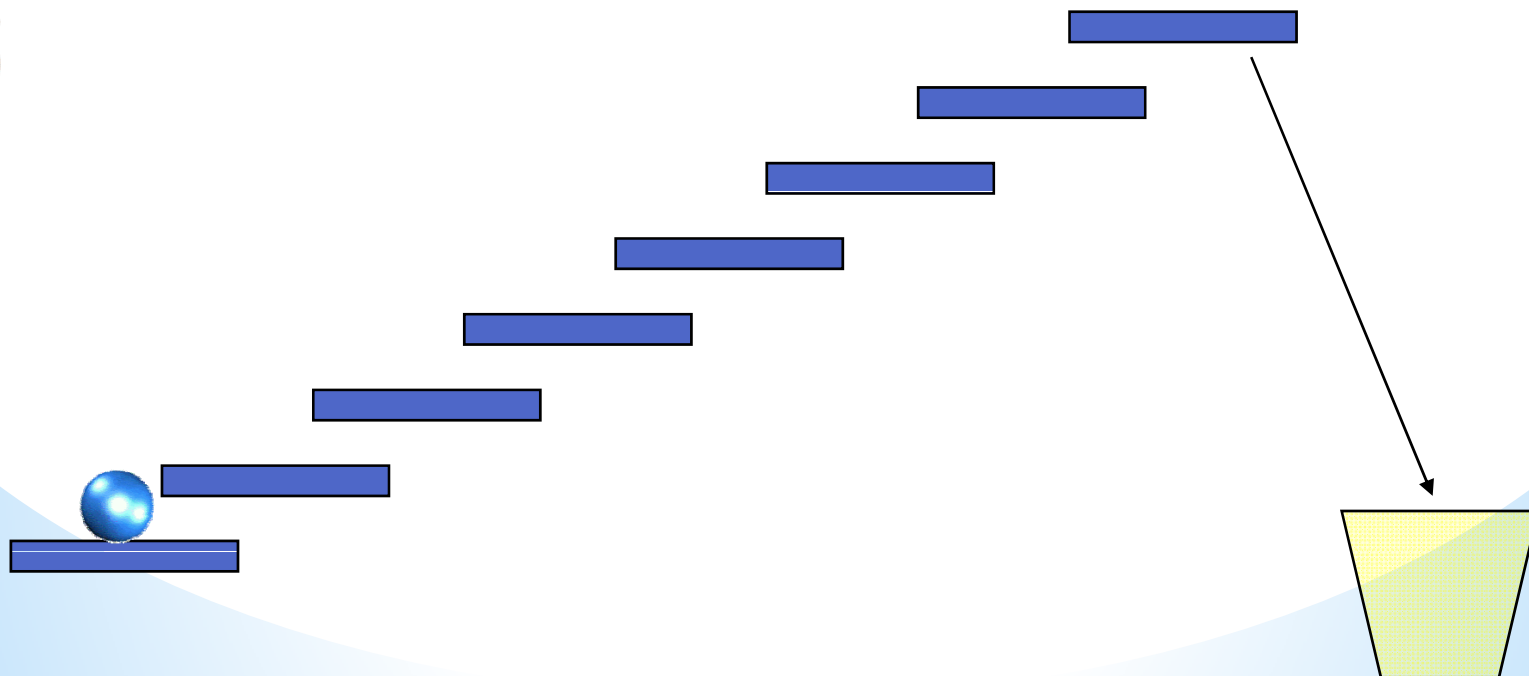




# نوفه در فوتوسنتز عامل مثبت است نه منفی



Fluctuation of energy levels  $\rightarrow$  increase overlap  $\rightarrow$  excitation may hop





طبیعت از روشهایی  
استفاده می کند که  
فیزیکدانها از آن بیخبرند

## زیست شناسی کوانتومی

# The dawn of quantum biology

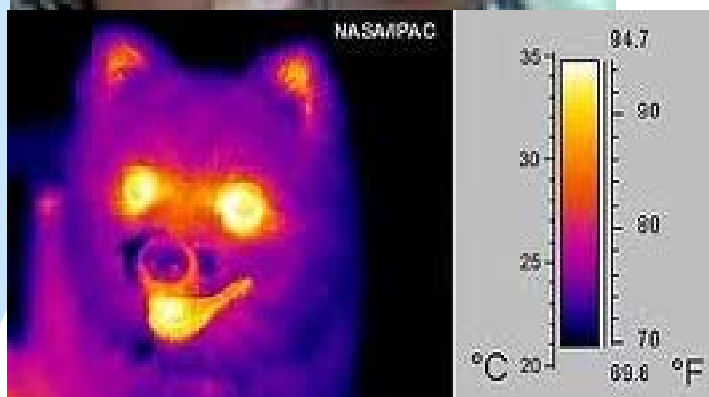
*The key to practical  
quantum computing  
and high-efficiency  
solar cells may lie in  
the messy green world  
outside the physics lab.*

BY PHILIP BALL

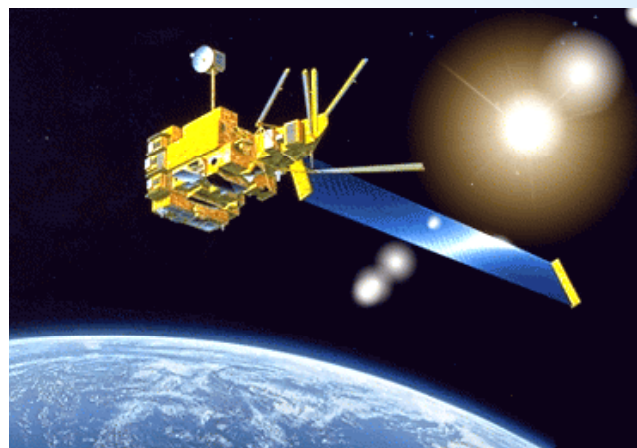
On the face of it, quantum effects and living organisms seem to occupy utterly different realms. The former are usually observed only on the nanometre scale, surrounded by hard vacuum, ultra-low temperatures and a tightly controlled laboratory environment. The latter inhabit a macroscopic world that is warm, messy and anything but controlled. A quantum phenomenon such as 'coherence', in which the wave patterns of every part of a system stay in step, wouldn't last a microsecond in the tumultuous realm of the cell.

Or so everyone thought. But discoveries in recent years suggest that nature knows a few tricks that physicists don't: coherent quantum processes may well be ubiquitous in the natural world. Known or suspected examples range from the ability of birds to navigate using Earth's magnetic field to the inner workings of photosynthesis — the process by

فهمیدن این روشها  
باعث می شود  
تکنولوژیهای جدید به  
وجود آوریم



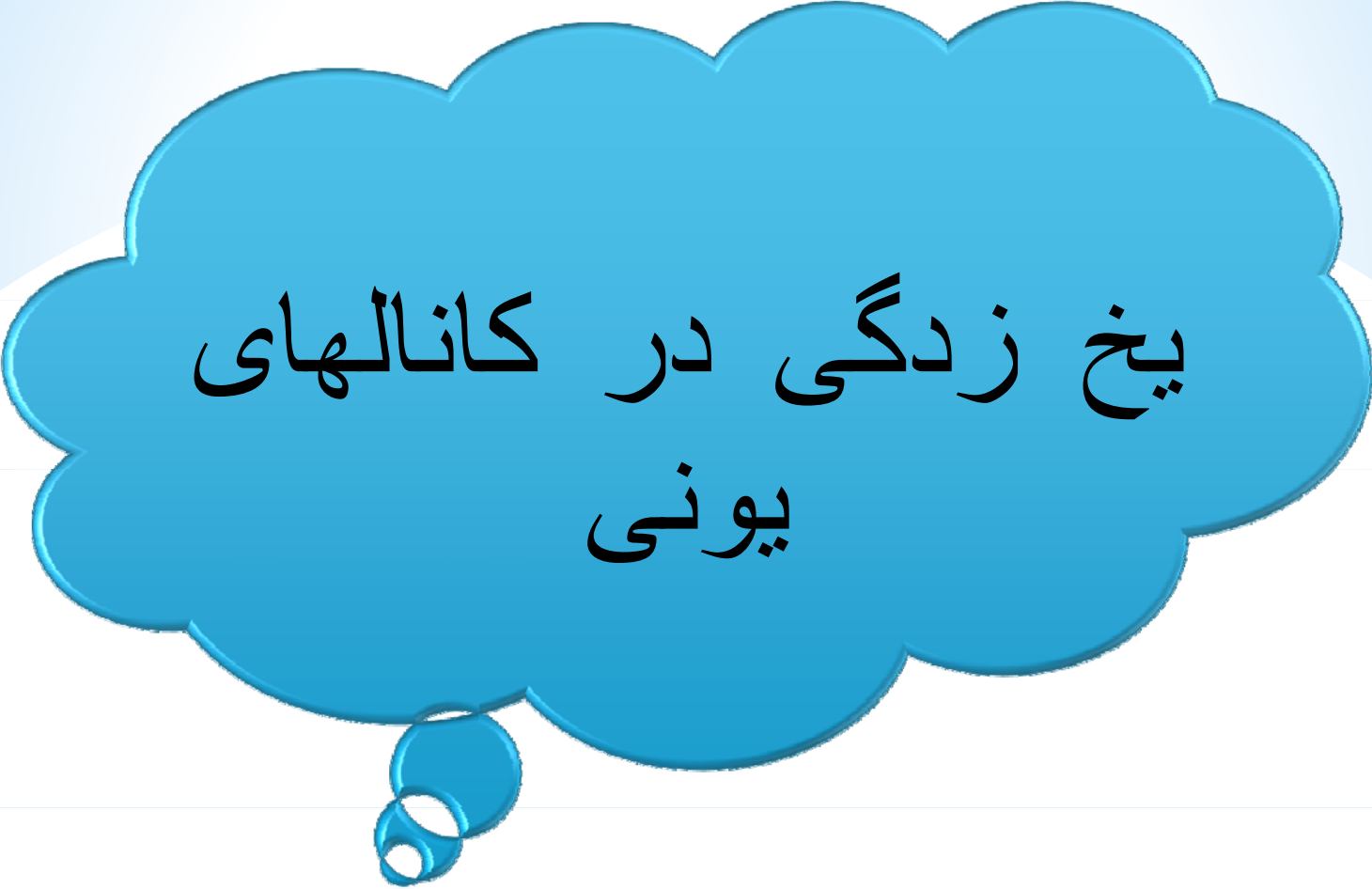
دوربینهای مادون  
قرمز با بازدهی  
بسیار زیاد



کاربردها

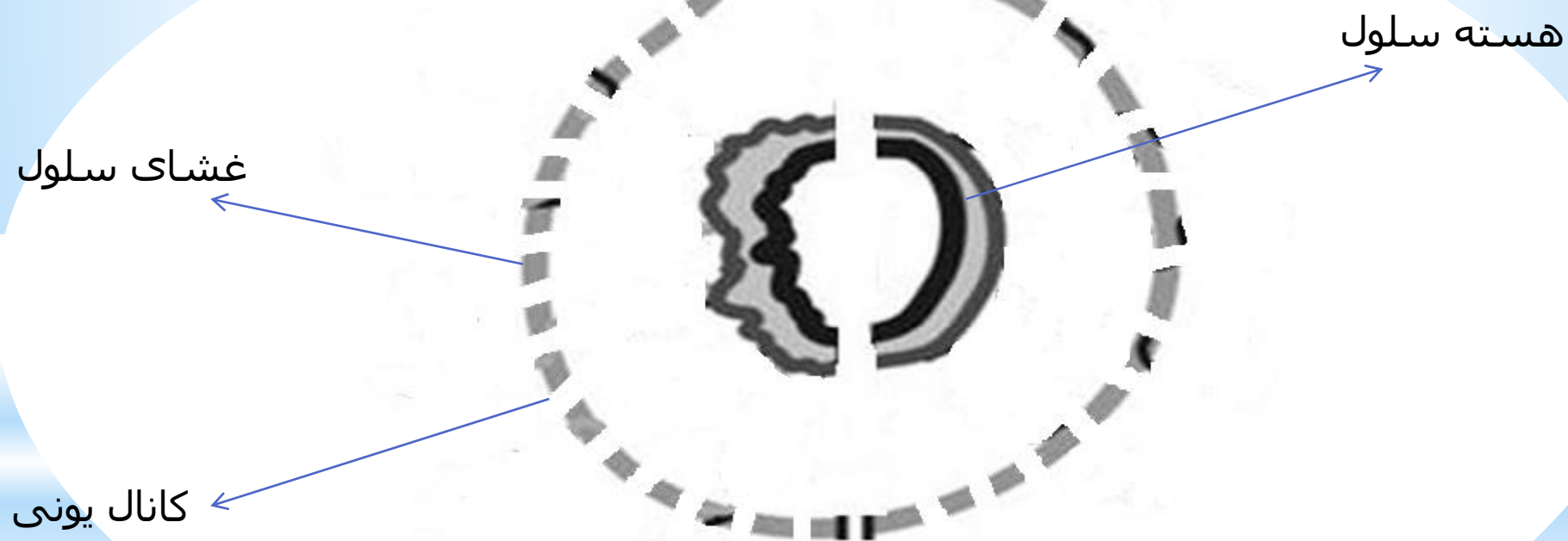


ساخت سلولهای خورشیدی با  
بازدهی بسیار زیاد



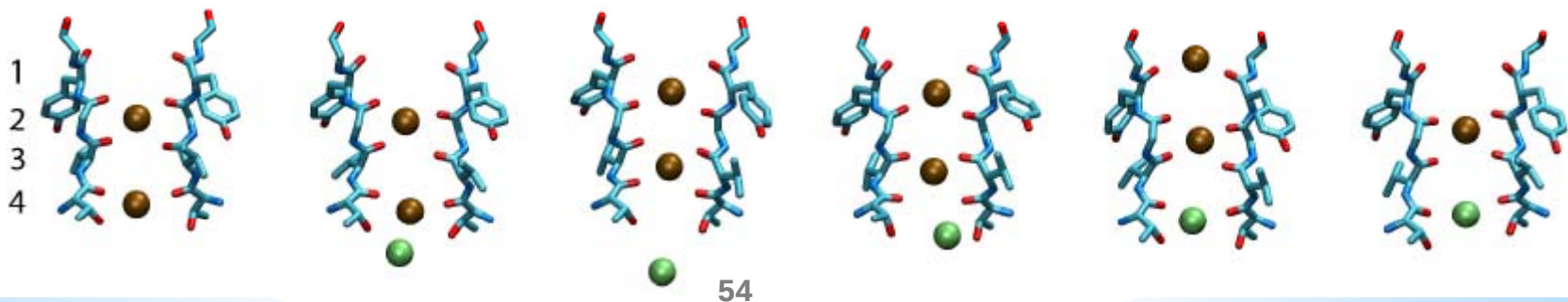
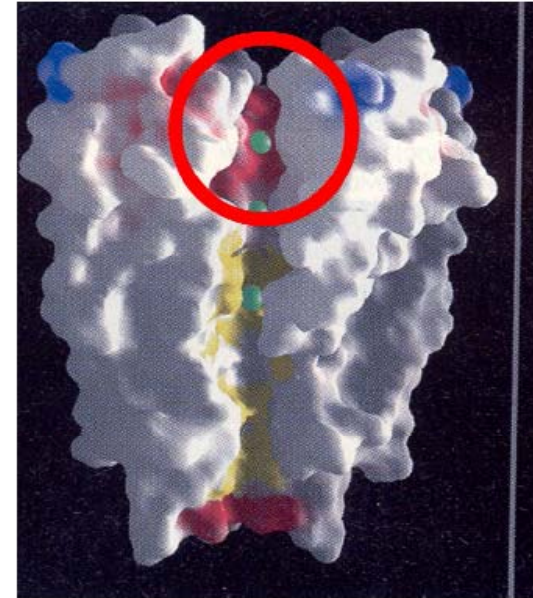
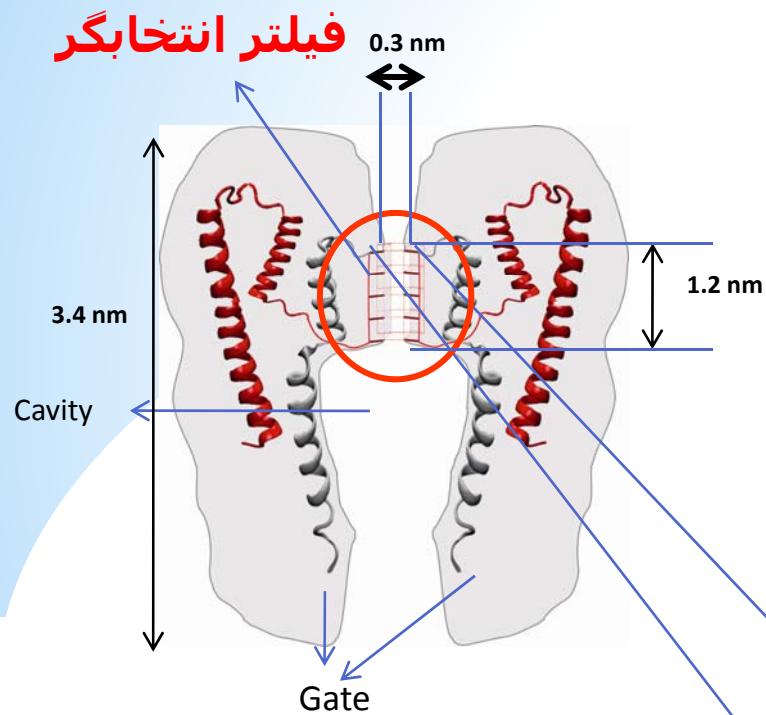
یخ زدگی در کانالهای  
یونی

# سلول و کانالهای یونی آن





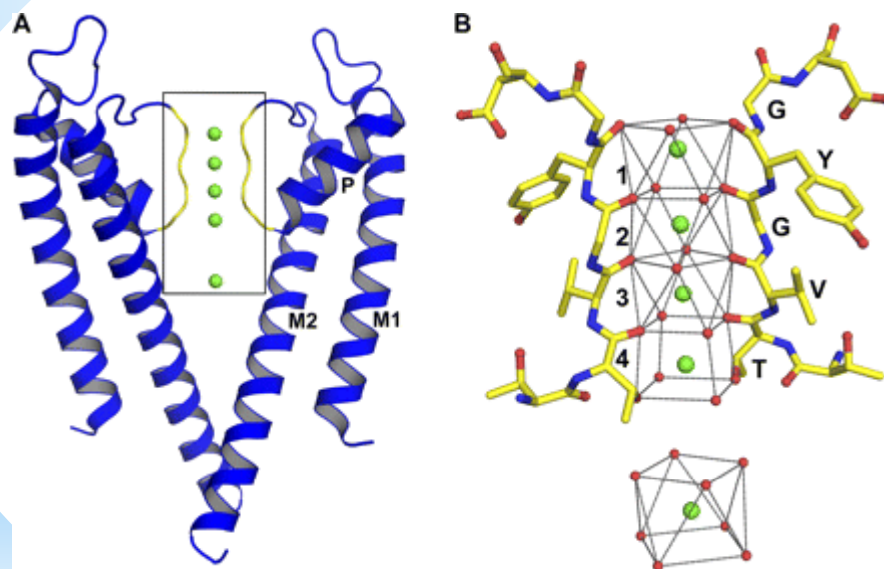
# کانال یونی و فیلتر انتخابگر

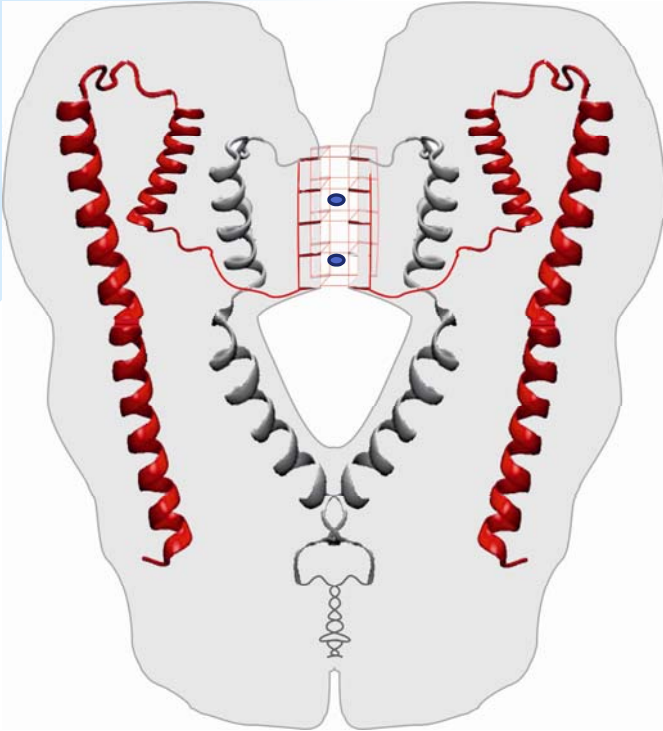


# رودریک مک کینون

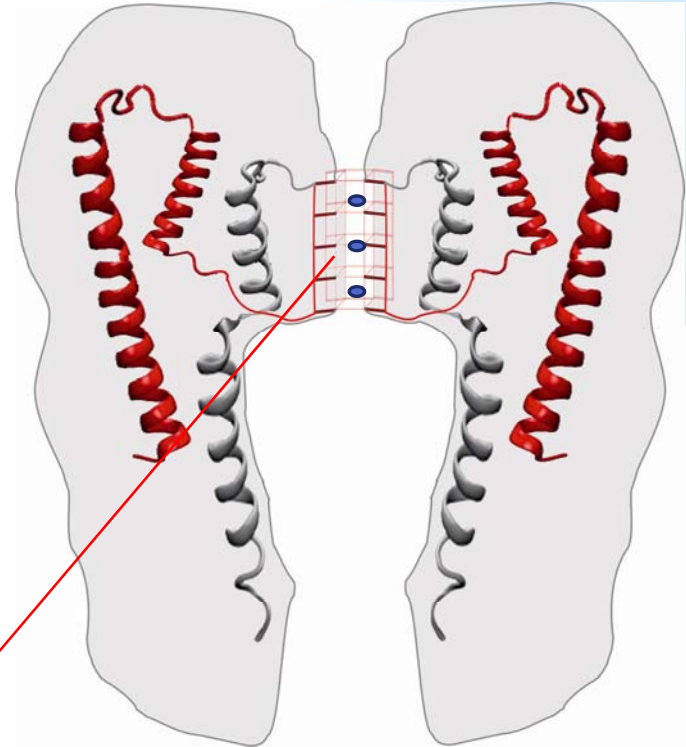
کشف ساختار کانال یونی پتاسیم

جایزه نوبل ۲۰۰۳ در رشته  
شیمی





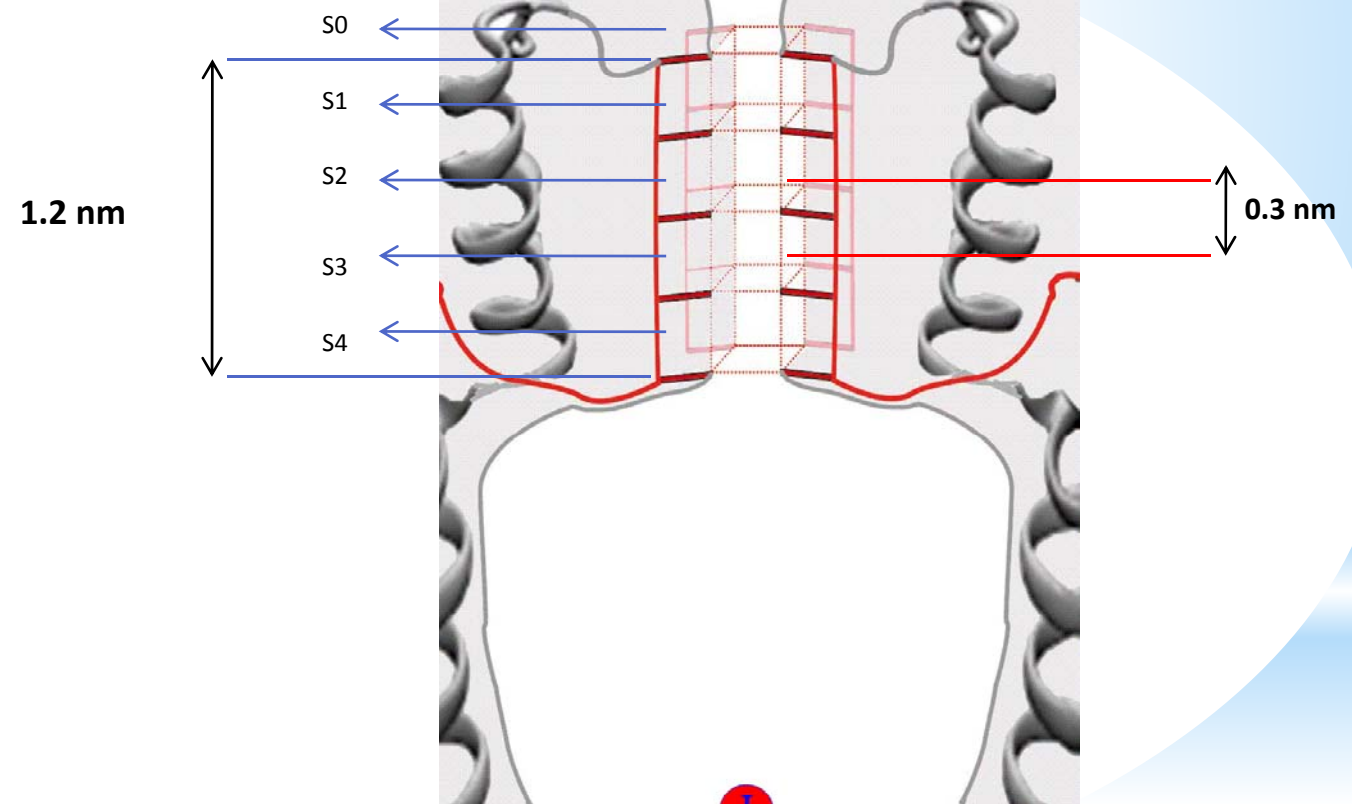
کانال یونی بسته است



کانال یونی باز است

فیلتر انتخابگر

سرعت جابجایی یونها در  
فیلتر انتخابگر چقدر است؟



سرعت یونها در فیلتر انتخابگر به طور آزمایشی تا  
حدود ۱۰۰۰۰ برابر کمتر از مقدار پیش بینی شده به  
طور نظری است

$$v_{thermal} = 361 \text{ m/s}$$

کمترین سرعت نظری

$$v_{TP=100mV} = 702 \text{ m/s}$$

بیشترین سرعت نظری

- 1- MacKinnon et al., *Biophysical Journal*, 66: 1061-1067, 1994.
- 2- Shrivastava et al., *Biophysical Journal*, Vol. 83, 633-645, 2002.
- 3- Shrivastava et al., *Biophysical Journal*, vol. 78, 557-570, 2000.
- 4- Shrivastava et al., *Eur. Biophys. J.*, vol. 31, 207-216, 2002.
- 5- Guidoni, L. & P. Carloni, *Biochimica et Biophysica Acta*, 1563, 1-6, 2002.
- 6- Guidoni et al., *Biochemistry*, 38, 8599-8604, 1999.
- 7- LeMasurier et al., *C. J. Gen. Physiol.* 118, 303-314, 2001.

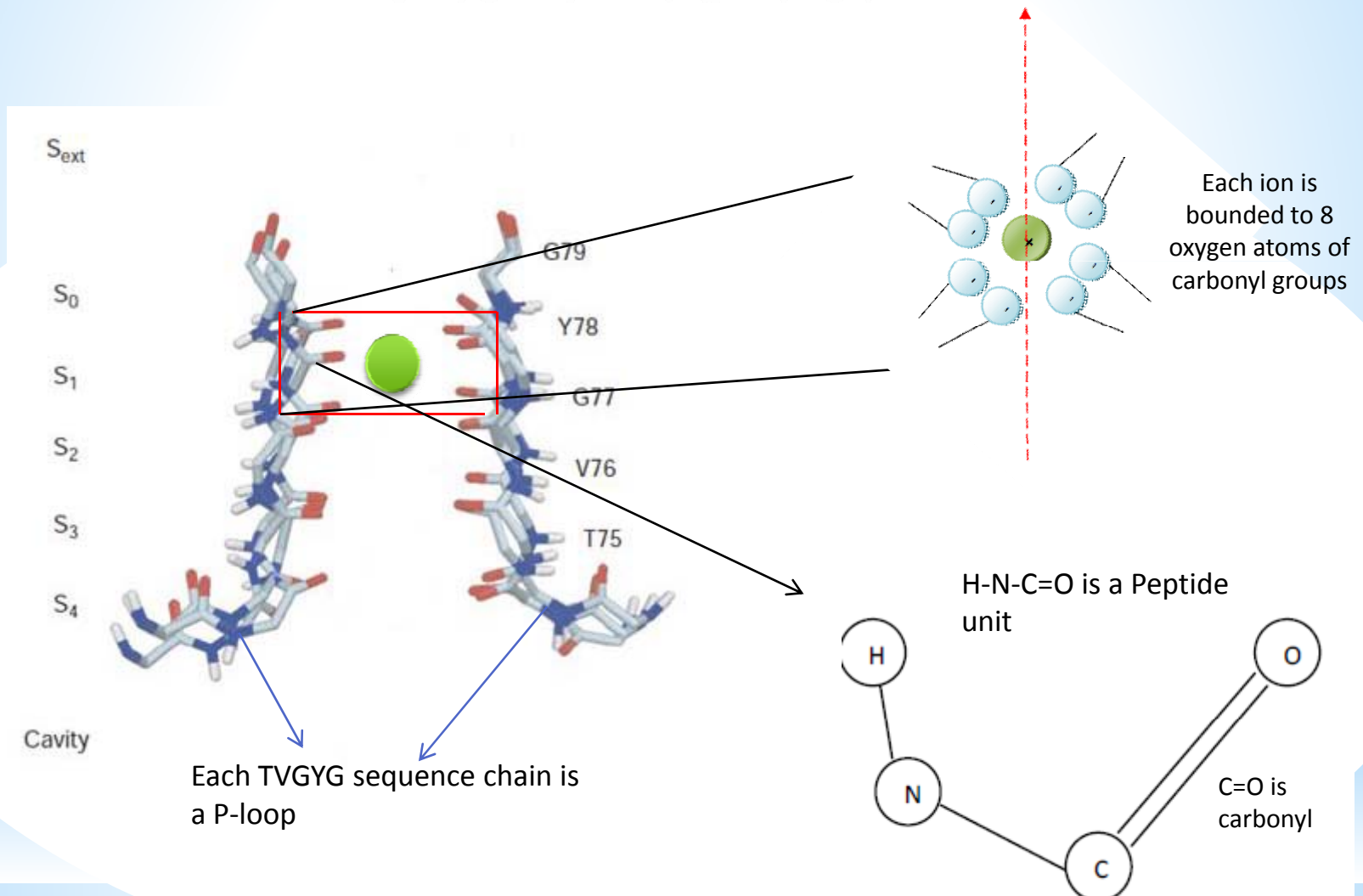


داده های تجربی از طریق  
کریستالوگرافی اشعه ایکس و شبیه  
سازی ملکولی به دست آمده اند

سرعت در حدود نیم متر  
بر ثانیه!!!!!!



# ساختار فیلتر انتخابگر



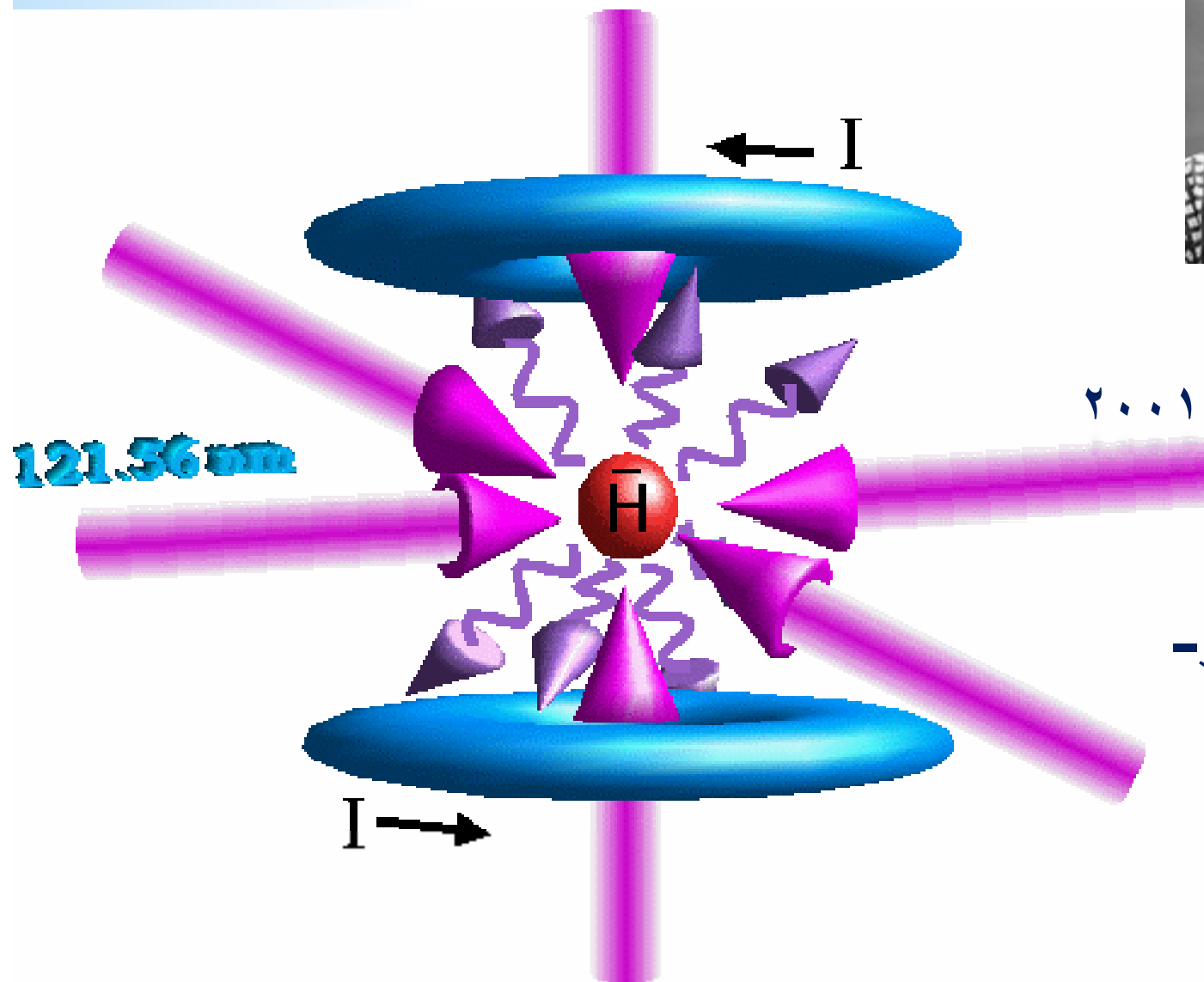
# یخ زدگی یون توسط لیزرها



ولفگانگ کترله

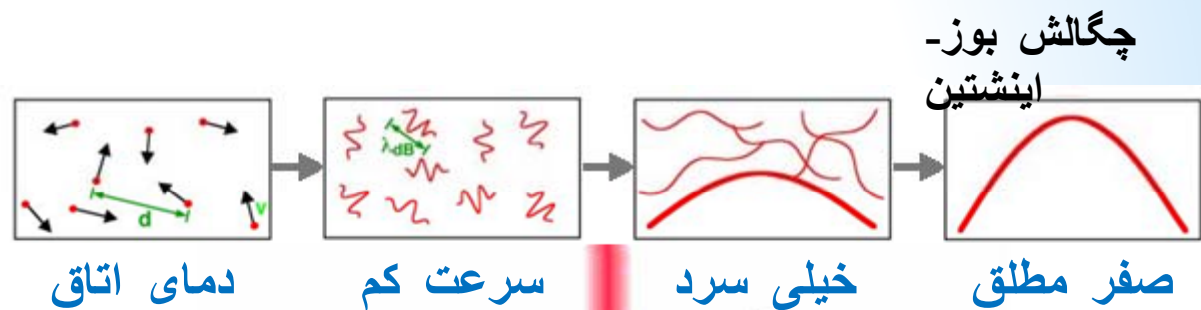
جایزه نوبل فیزیک سال ۲۰۰۱

چگالش بوز-  
اینشتین

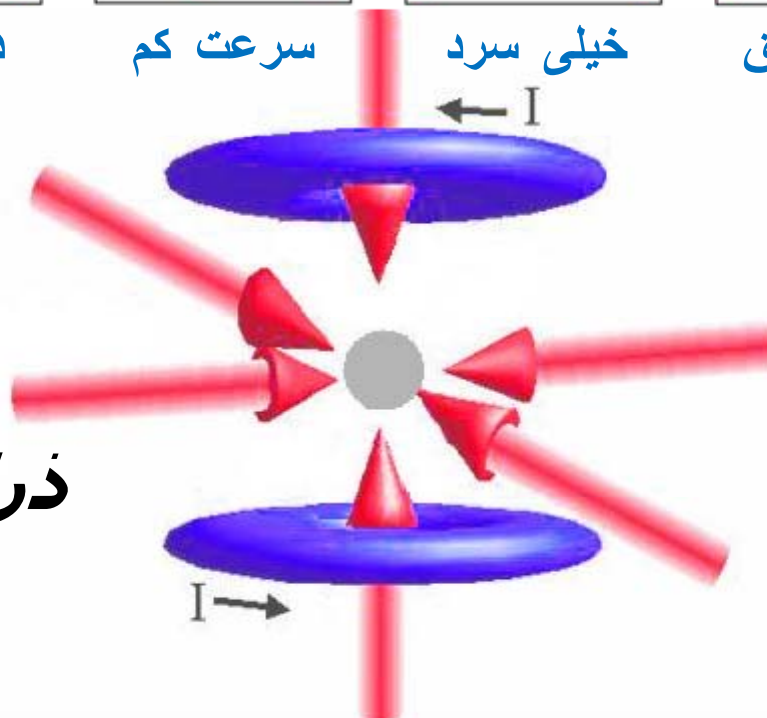


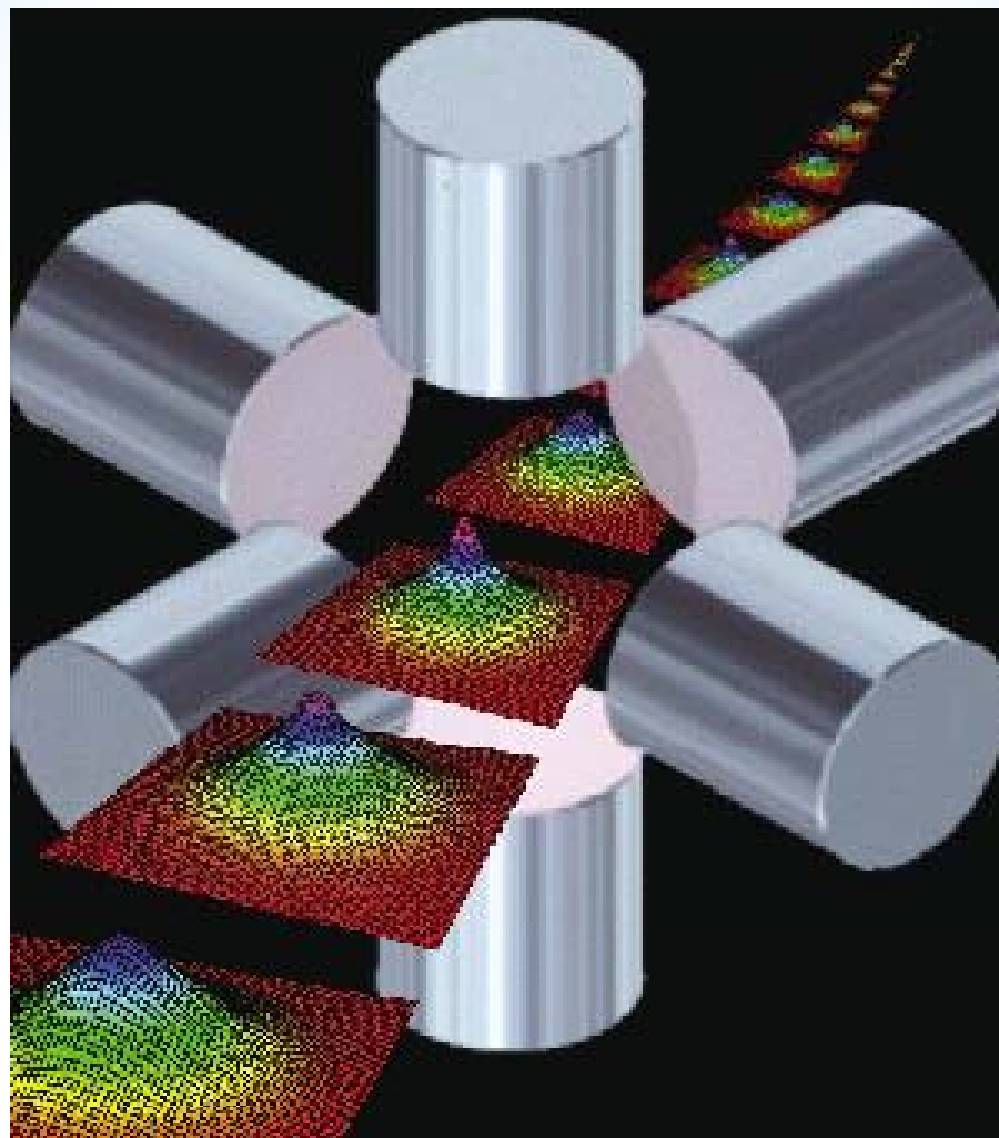
# یخ زدگی با لیزر باعث افزایش طول موج دوپرووی ذرات می شود

$$\lambda_{dB} = \frac{h}{mv}$$

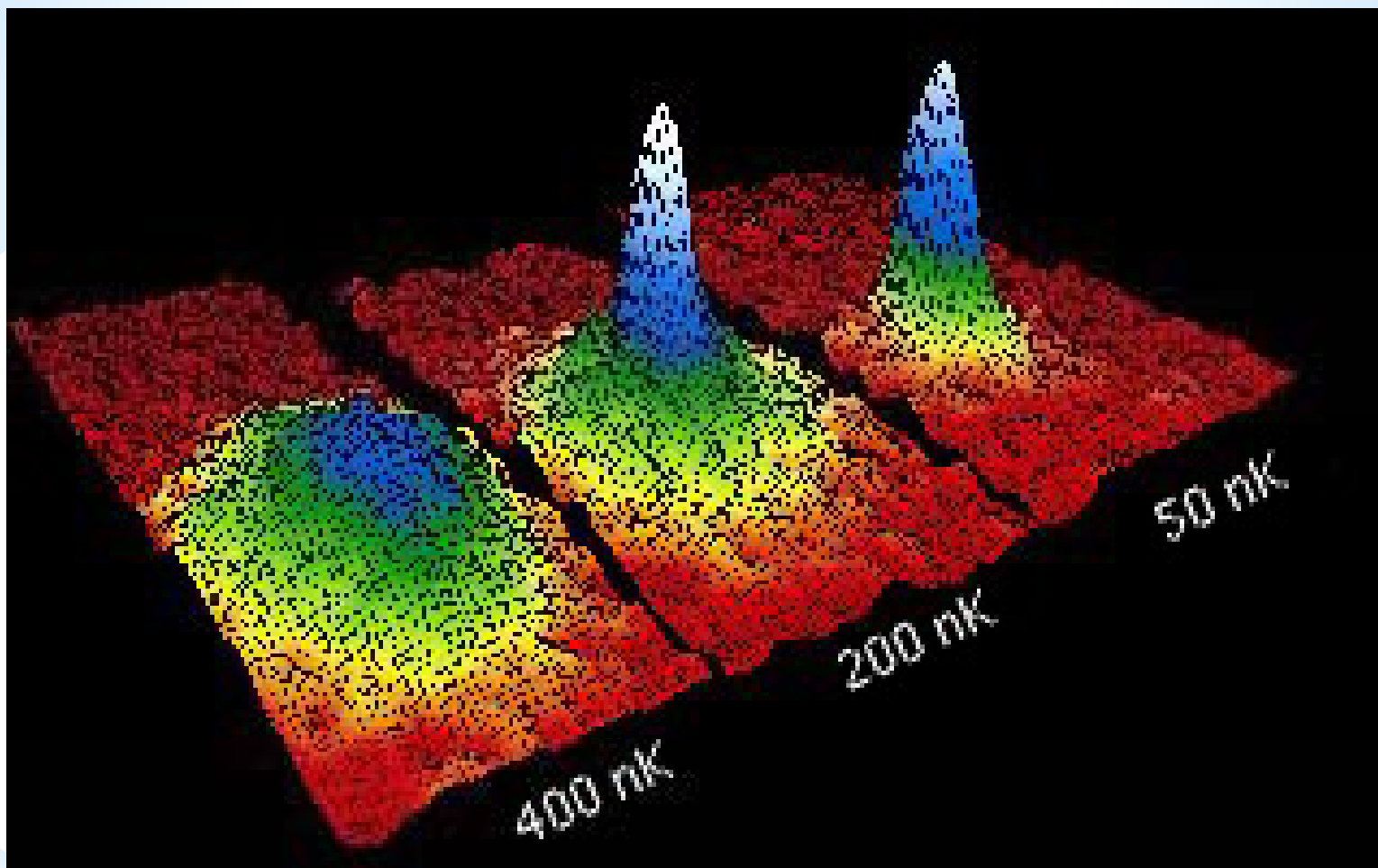


ذرات به موج تبدیل می شوند





هر چقدر دما پایینتر برود قله موجی بزرگتر خواهد بود

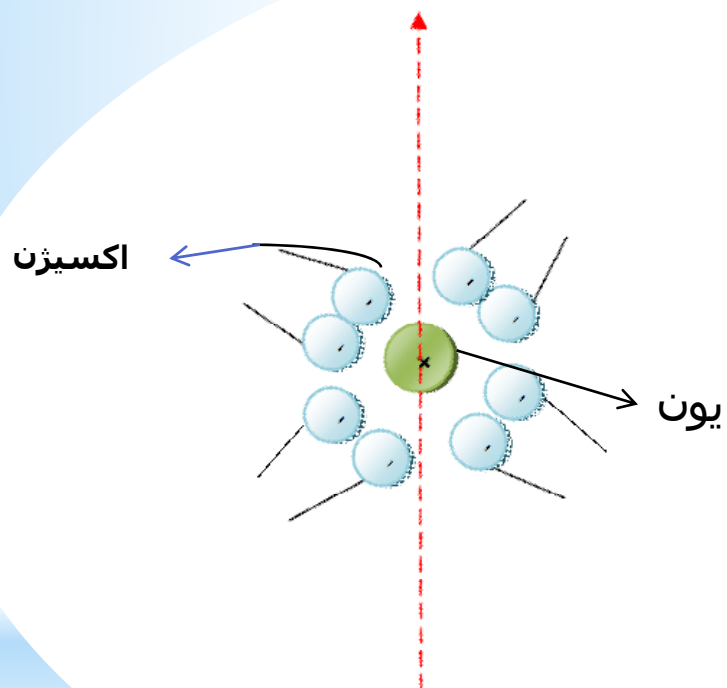






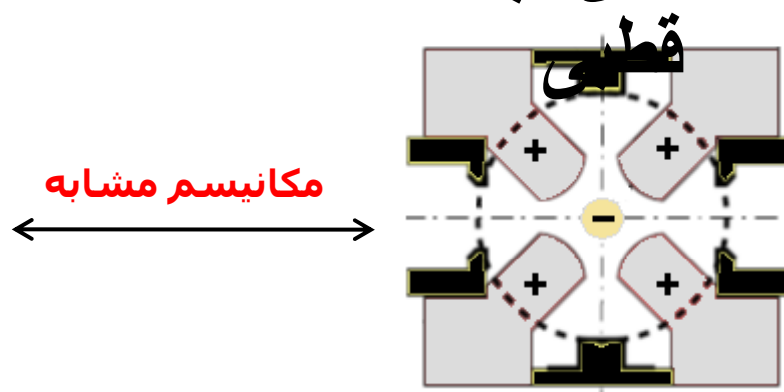
# یونها در فیلتر انتخابگر به تله می افتند و سرد می شوند

## فیلتر انتخابگر



یونها درون فیلتر انتخابگر از طریق کربونیل ها به دام می افتند

## تله یونی چهار قطبی



یک یون منفی در مرکز از طریق چهار قطب مثبت به دام افتاده است

## مقایسه سرعت‌های تجربی و نظری برای یون پتاسیم در فیلتر انتخابگر

| SYSTEM         | Thermal | *TP=100<br>mV | MacKinnon<br>et al. | Shrivastava<br>et al. | Guidoni et<br>al. | LeMasurier<br>et al. |
|----------------|---------|---------------|---------------------|-----------------------|-------------------|----------------------|
| K <sup>+</sup> | 361 m/s | 702 m/s       | 15 m/s              | 1.5 m/s               | 5 m/s             | 0.1 m/s-<br>0.01 m/s |

<----->----->

نظری

تجربی

$$\lambda_{dB} = \frac{h}{mv}$$

## طول موج دو بروی یونها در فیلتر انتخابگر

| SYSTEM         | Thermal | *TP=100<br>mV | MacKinnon<br>et al. | Shrivastava<br>et al. | Guidoni et<br>al. | LeMasurier<br>et al. |
|----------------|---------|---------------|---------------------|-----------------------|-------------------|----------------------|
| K <sup>+</sup> | 0.02 nm | 0.01 nm       | 0.68 nm             | 6.83 nm               | 2.05 nm           | 102 nm-<br>1.02 μm   |

<----->----->

نظری

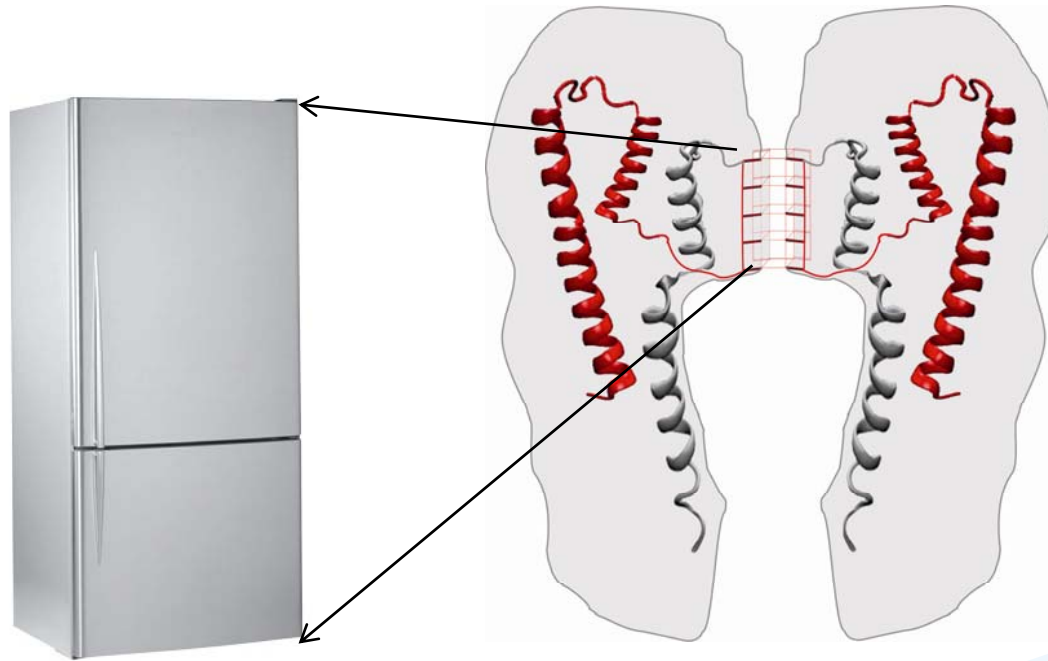
بایستی به طور نظری آزمایش  
شوند

\* Transmembrane Potential

video

# ابر یخچال نانو

Salari, QuEBS 2012, UC Berkeley, CA  
Salari, QuEBS 2010, Harvard U, MA



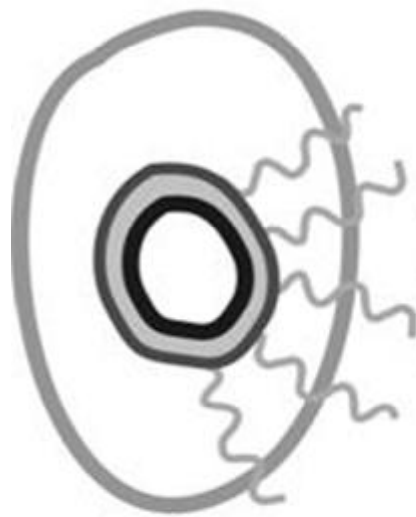


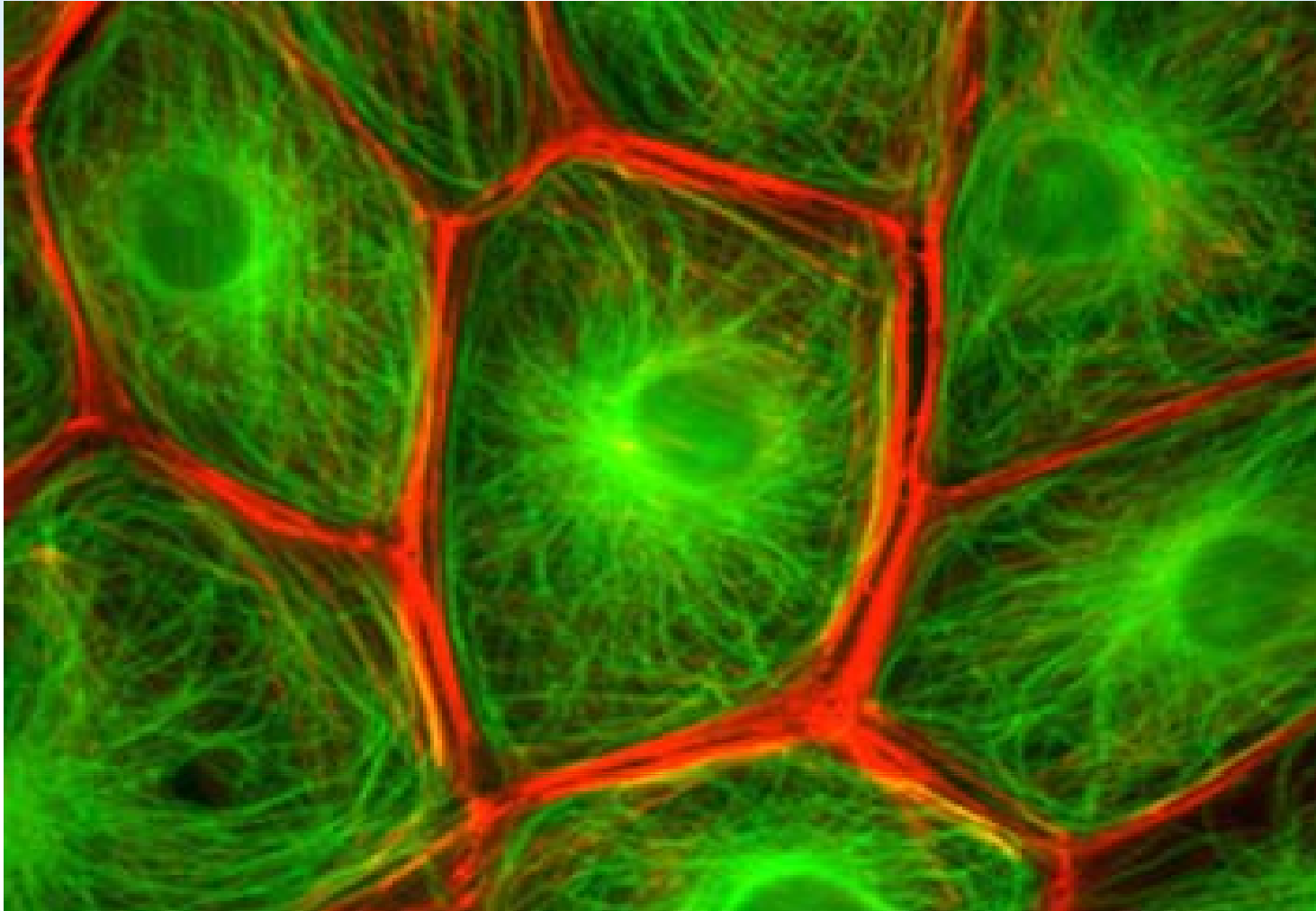
# میدان موجی در اطراف سلول



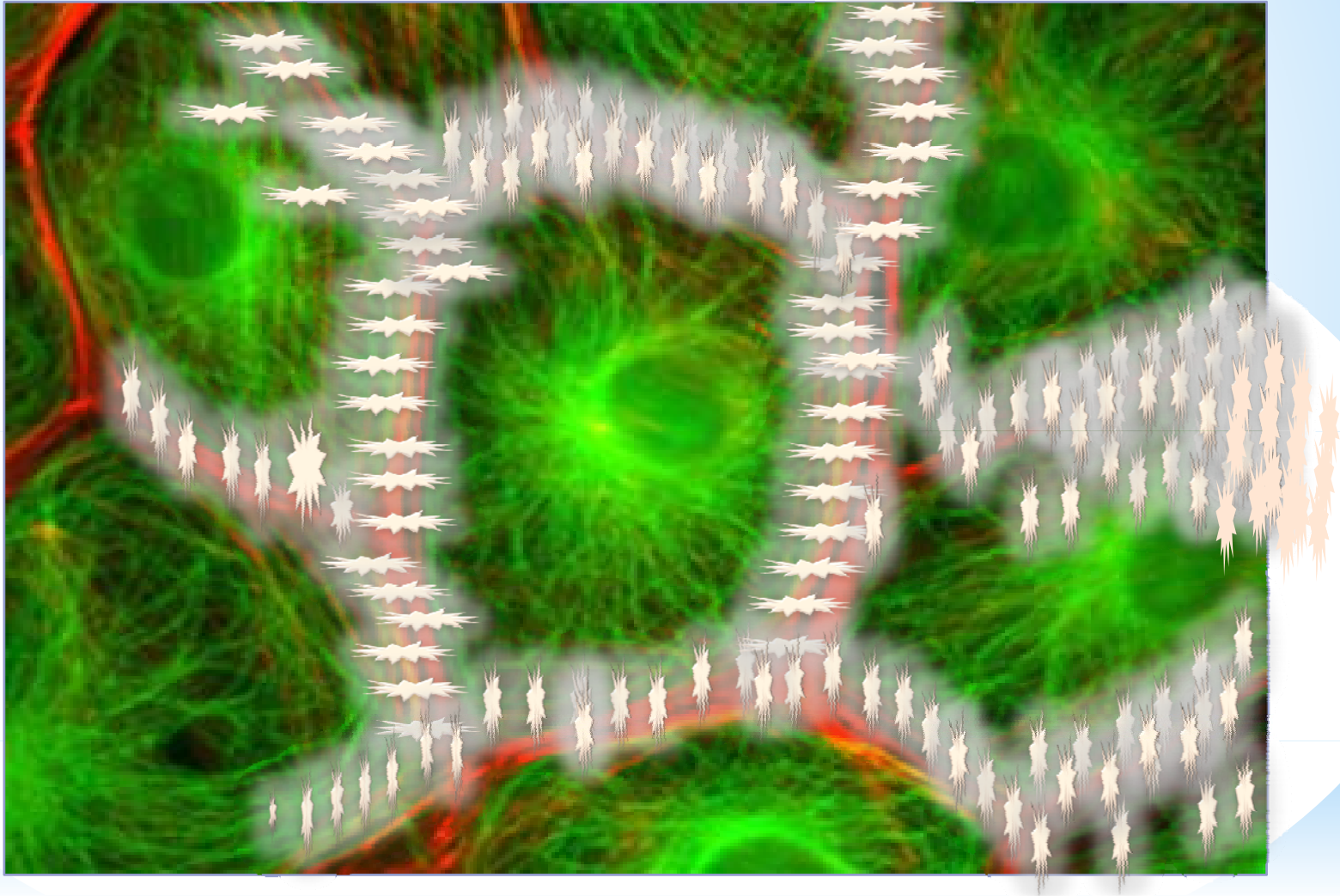
# تداخل سلولها از طریق موجهای

یونی





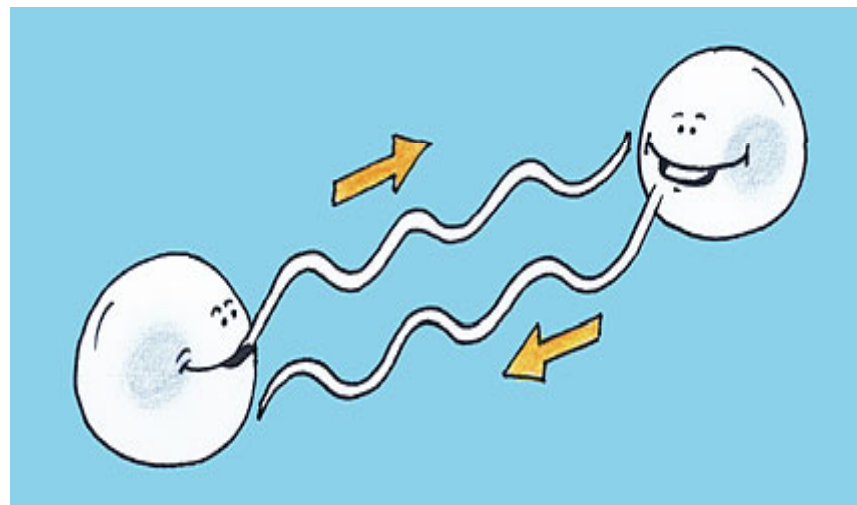
## ارتباط بین سلولها در یک بافت از طریق امواج یونی



زیست فوتون ها

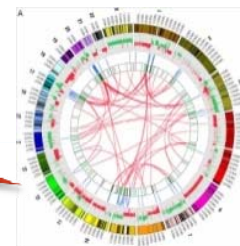
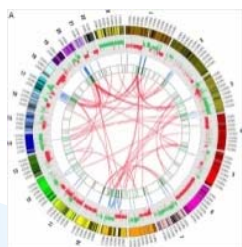
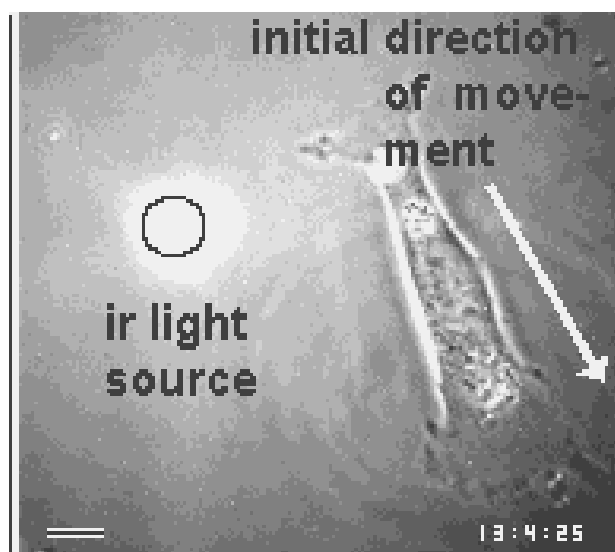


سلولها از راههای مختلف با هم ارتباط  
برقرار می کنند



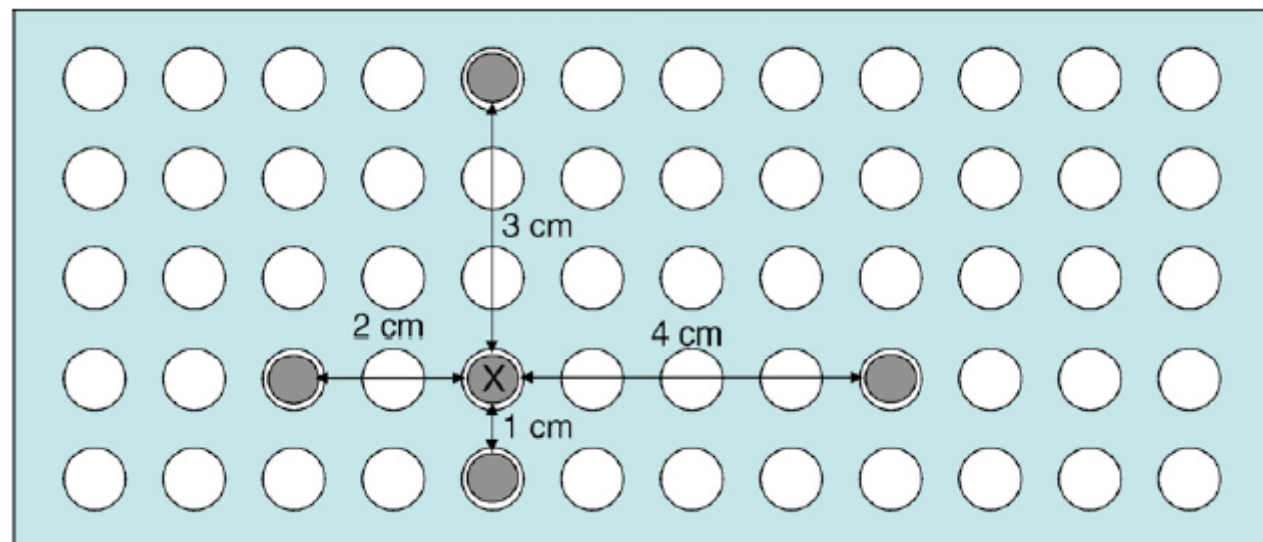
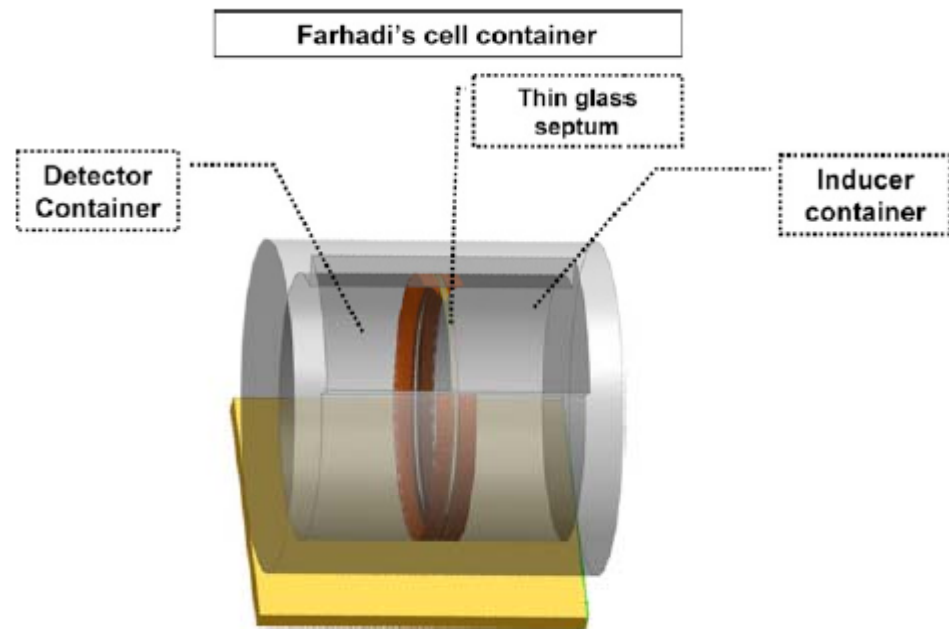
الکتریکی و شیمیایی و .....

ممکن است سلولها از طریق نوری با هم ارتباط داشته باشند



# آزمایش دکتر فرهادی

دانشگاه شیکاگو، آمریکا ۲۰۰۷



# گسیل نور از موجودات زنده

القایی

خودبخودی

Delayed  
luminescence  
(DL)

Photochemi-  
luminescence  
(PL)

Thermo-  
luminescenc  
e (TL)

Electro-  
luminescenc  
e (EL)

Sono-  
luminescenc  
e (SL)

بیولومینسنس

با نور

با گرما

با میدان  
الکتریکی

با صوت

نور خیلی  
ضعیف  
(بیوفوتون)

# تابندگی (بیولومینسنس)

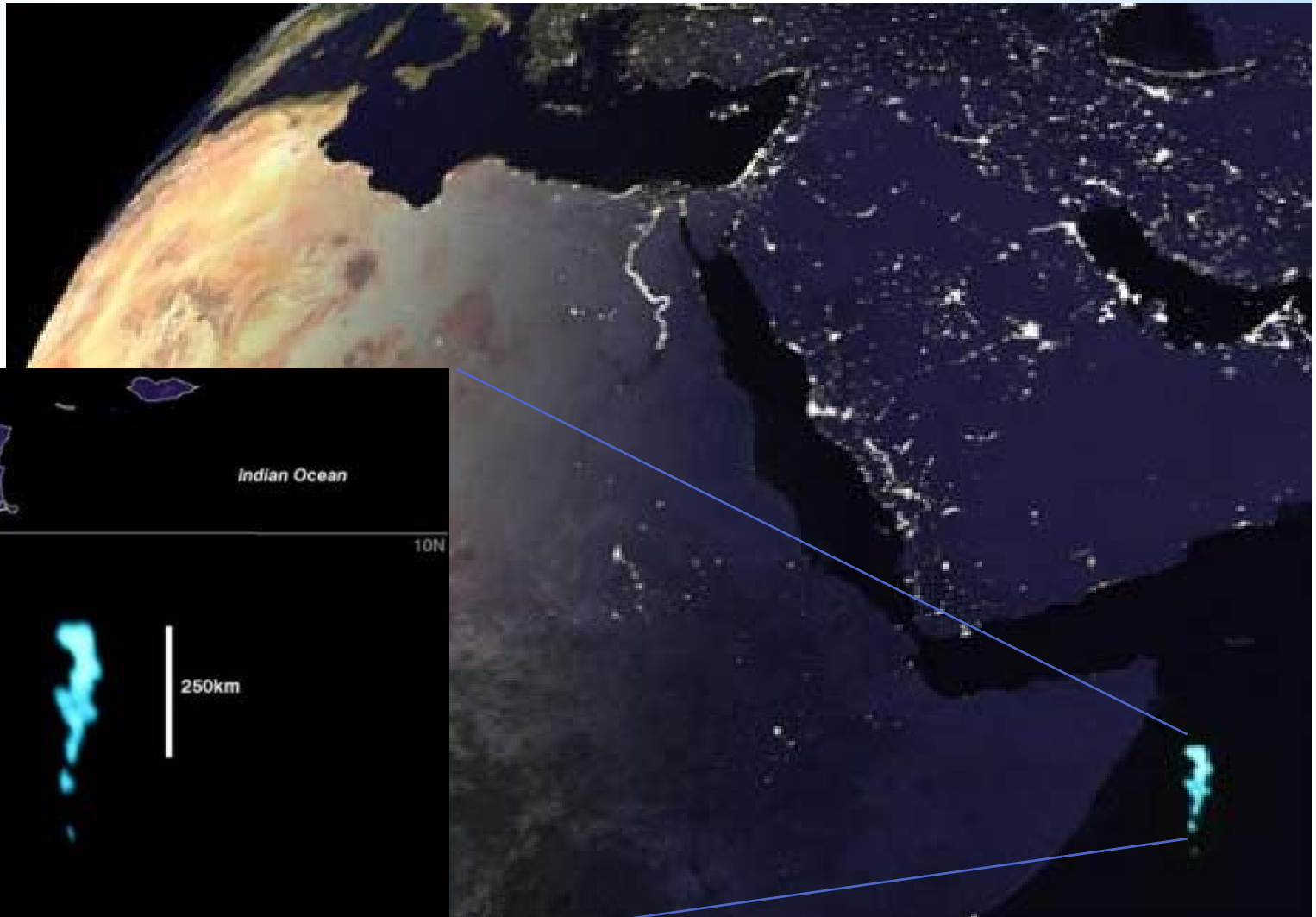
علمی تخیلی

Enzymatic (luciferin-luciferase) or non-enzymatic (photoprotein, etc.)





# تصویر از سطح زمین در شب توسط ماهواره



# گسیل نور ضعیف از بدن انسان

R. van Wijk et al., *JPPB* **83** (2006) 69, 30  
R. van Wijk and E. P. A. van Wijk,  
*Biophotonics: Optical Science and Engineering for the  
21st Century* (2006) p. 173-84

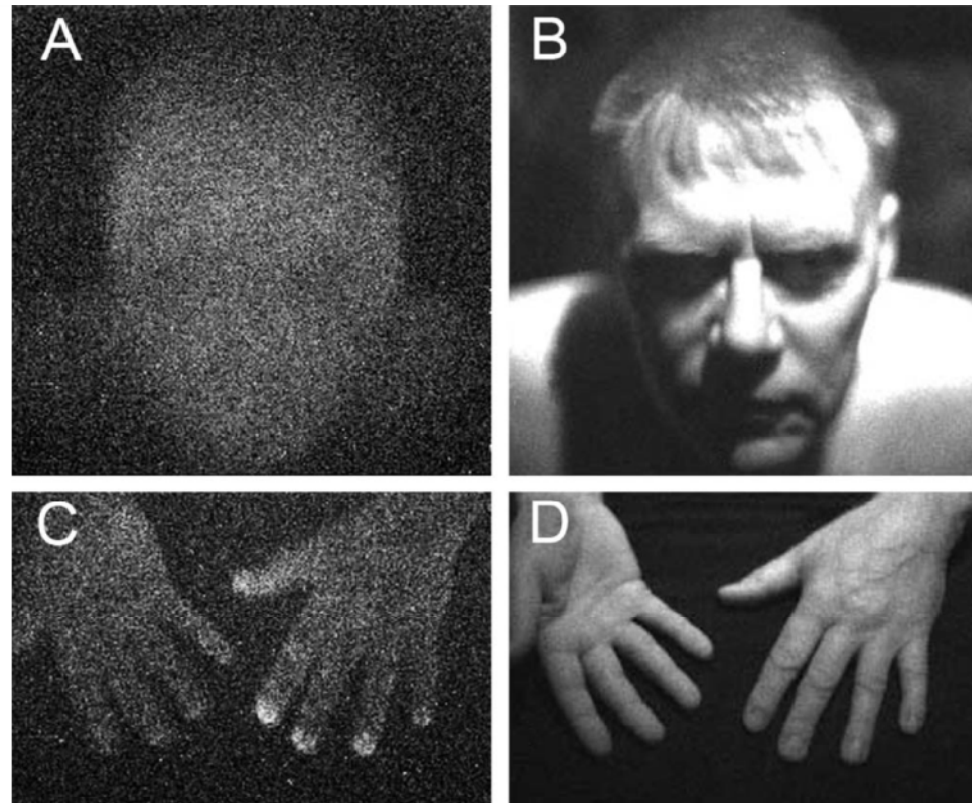
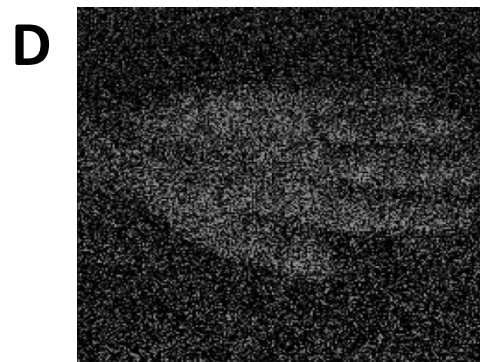
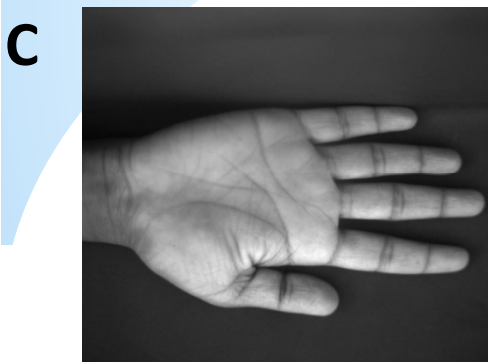
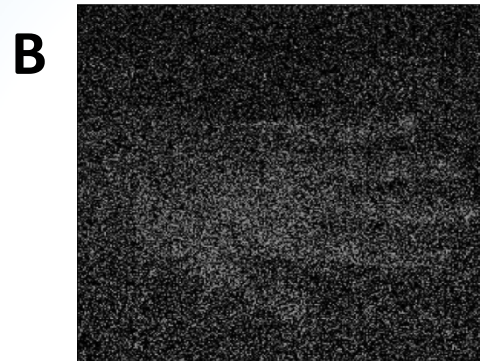
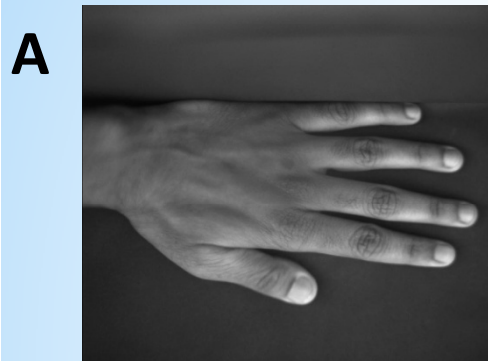
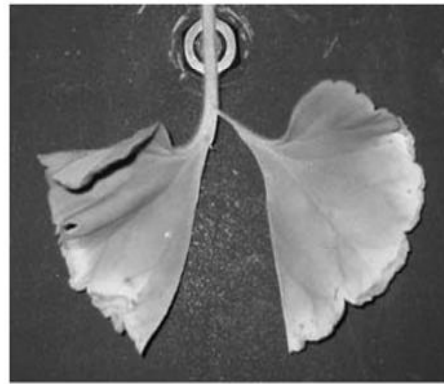


Fig. 2. Ultra-weak photon emission of the face, the palm and dorsum of the hand. Photon emission image measured with the CCD imaging system: face (panel A) and hands (panel C). The palm side is left and dorsum is right. Panels B and D are corresponding photographs under weak illumination.

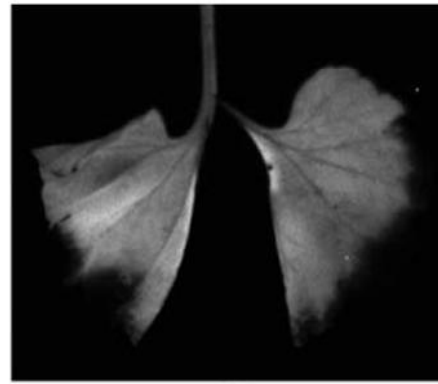


گسیل نور ضعیف از بدن و دستهای  
انسان

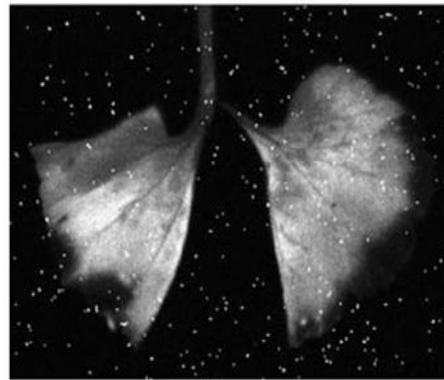
# گسلیل نور ضعیف از گیاه



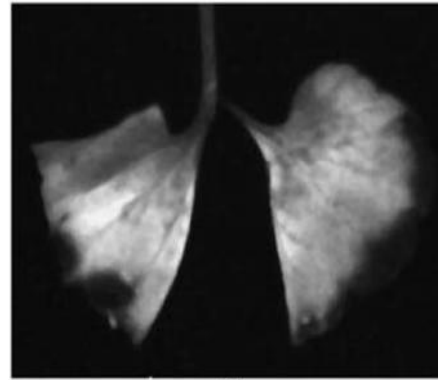
(A)



(B)



(C)



(D)



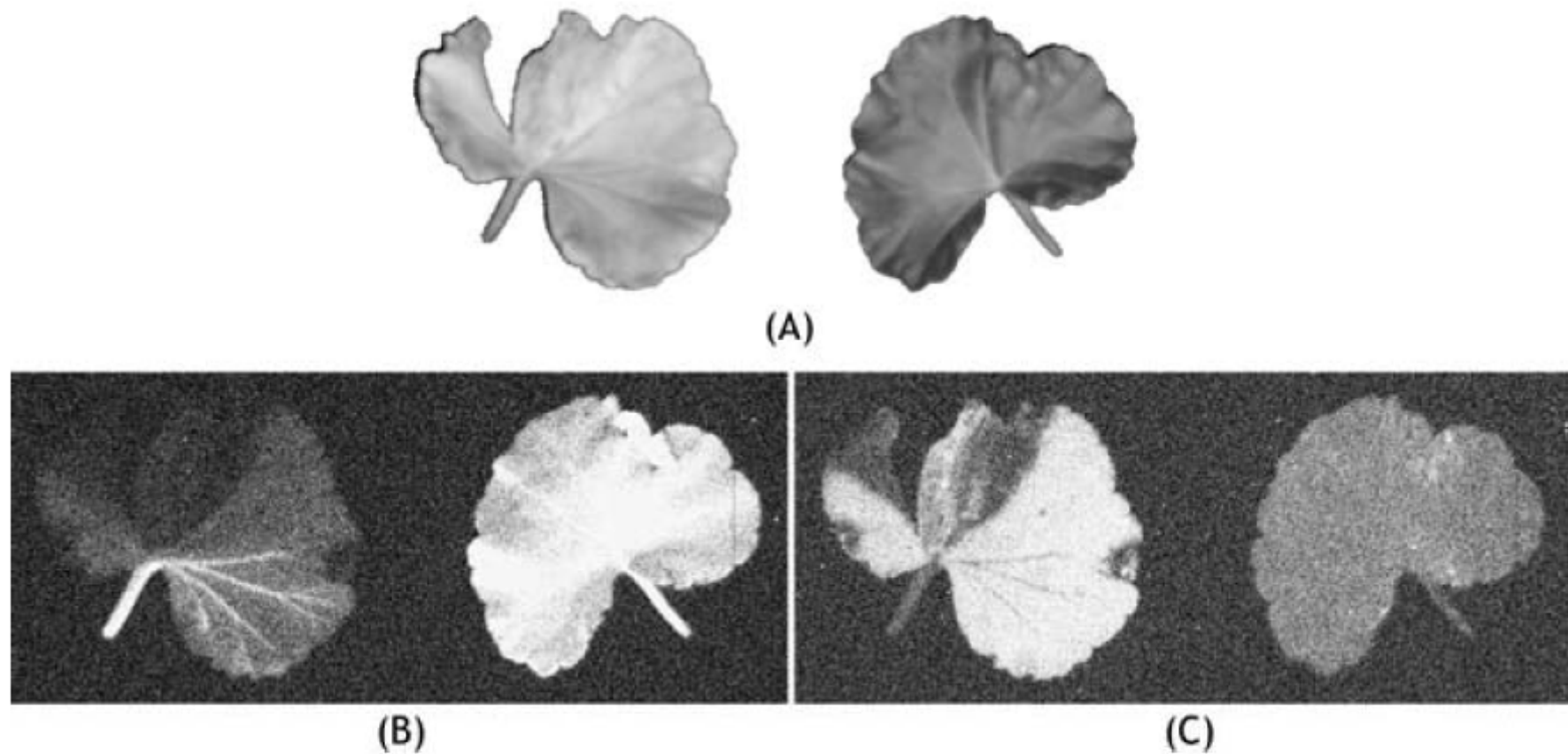
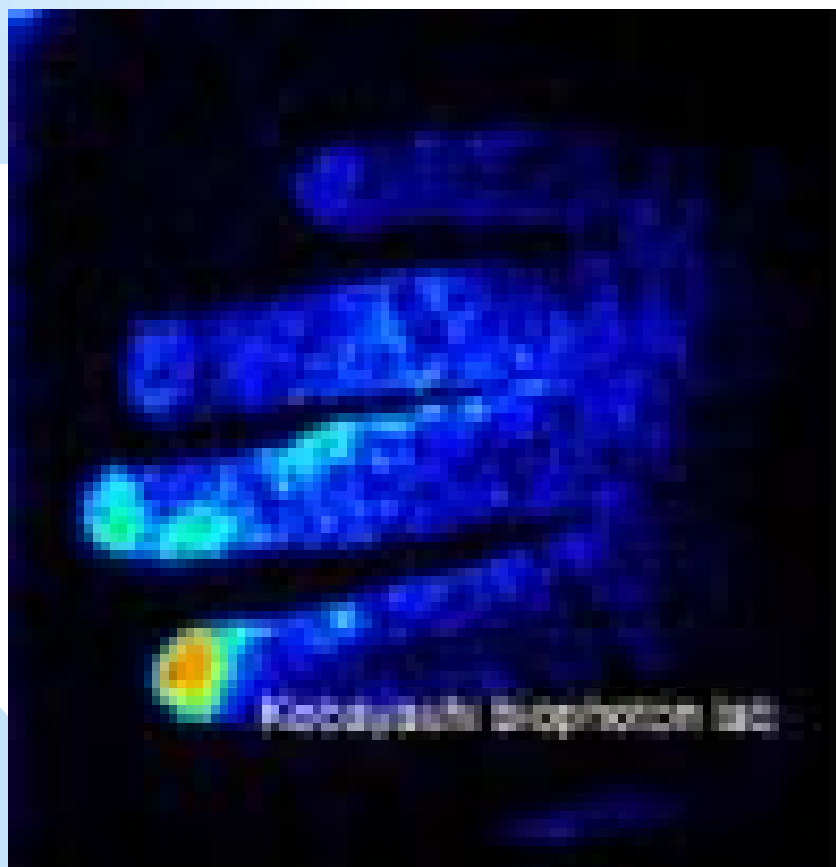


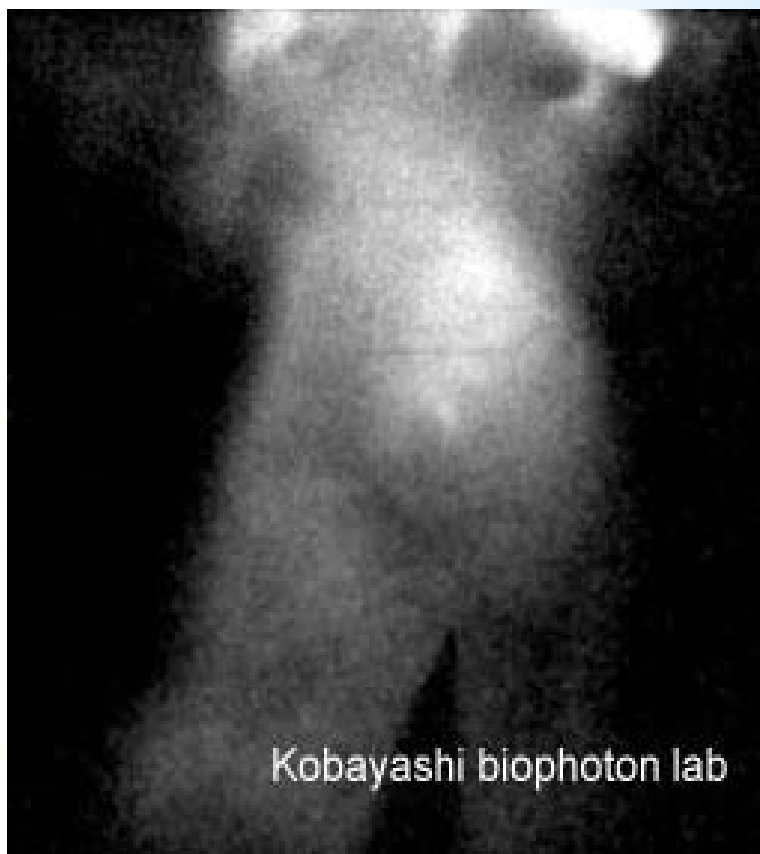
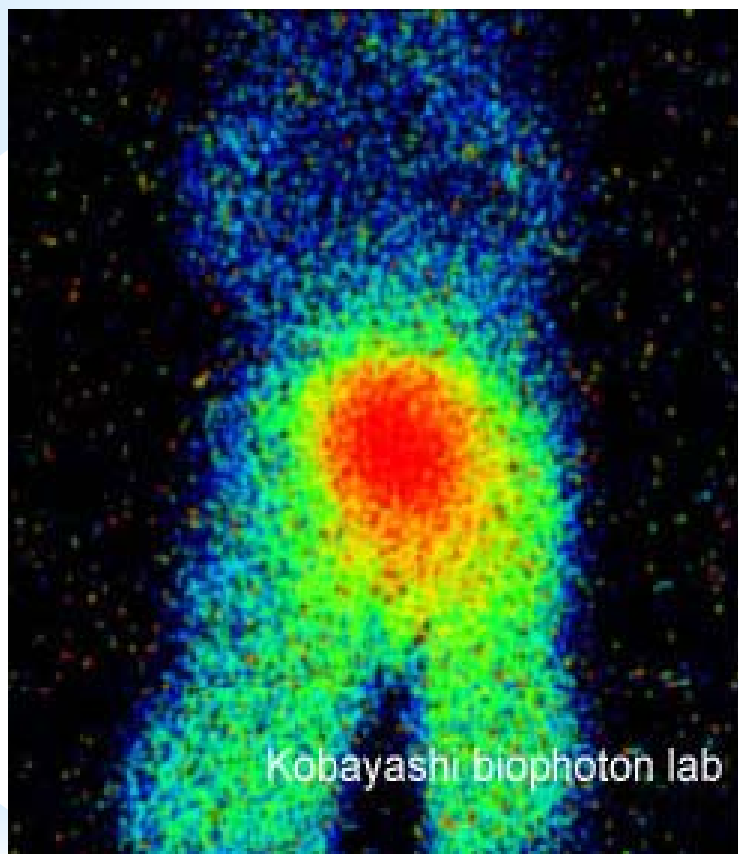
Fig. 7. Unhealthy (left) and healthy (right) geranium leaves. (A) Digital camera photograph. (B) Chlorophyll fluorescence (1-minute exposure) in darkness. (C) Biophoton image (10-minute exposure) after 27 minutes in darkness.



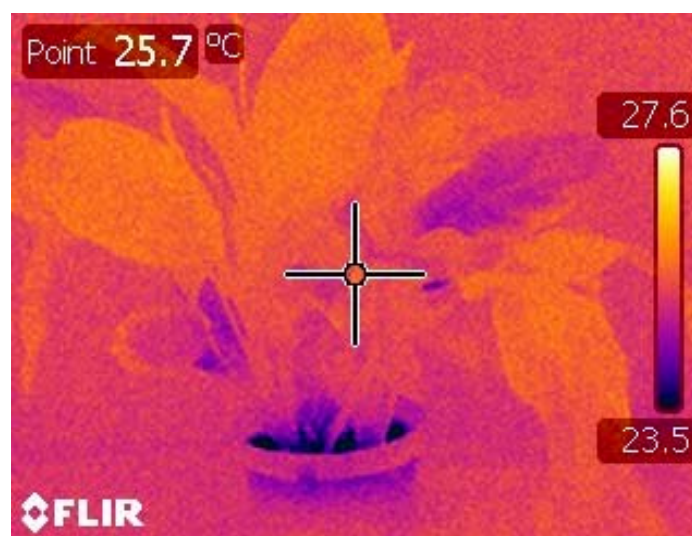
## گسیل نور ضعیف از دست پس از سیگار کشیدن



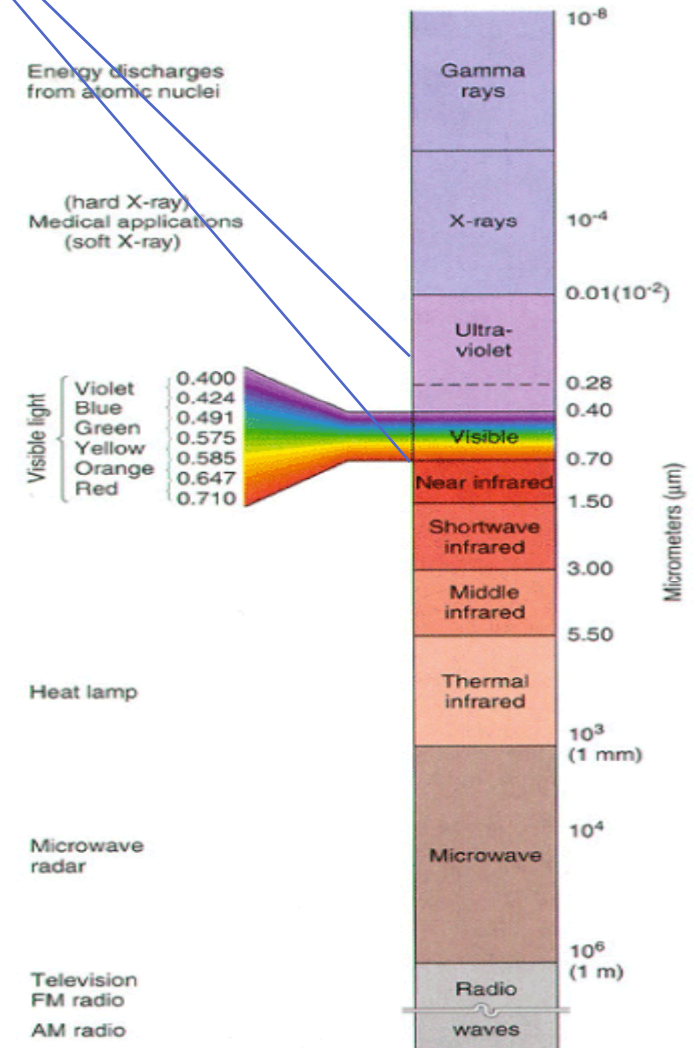
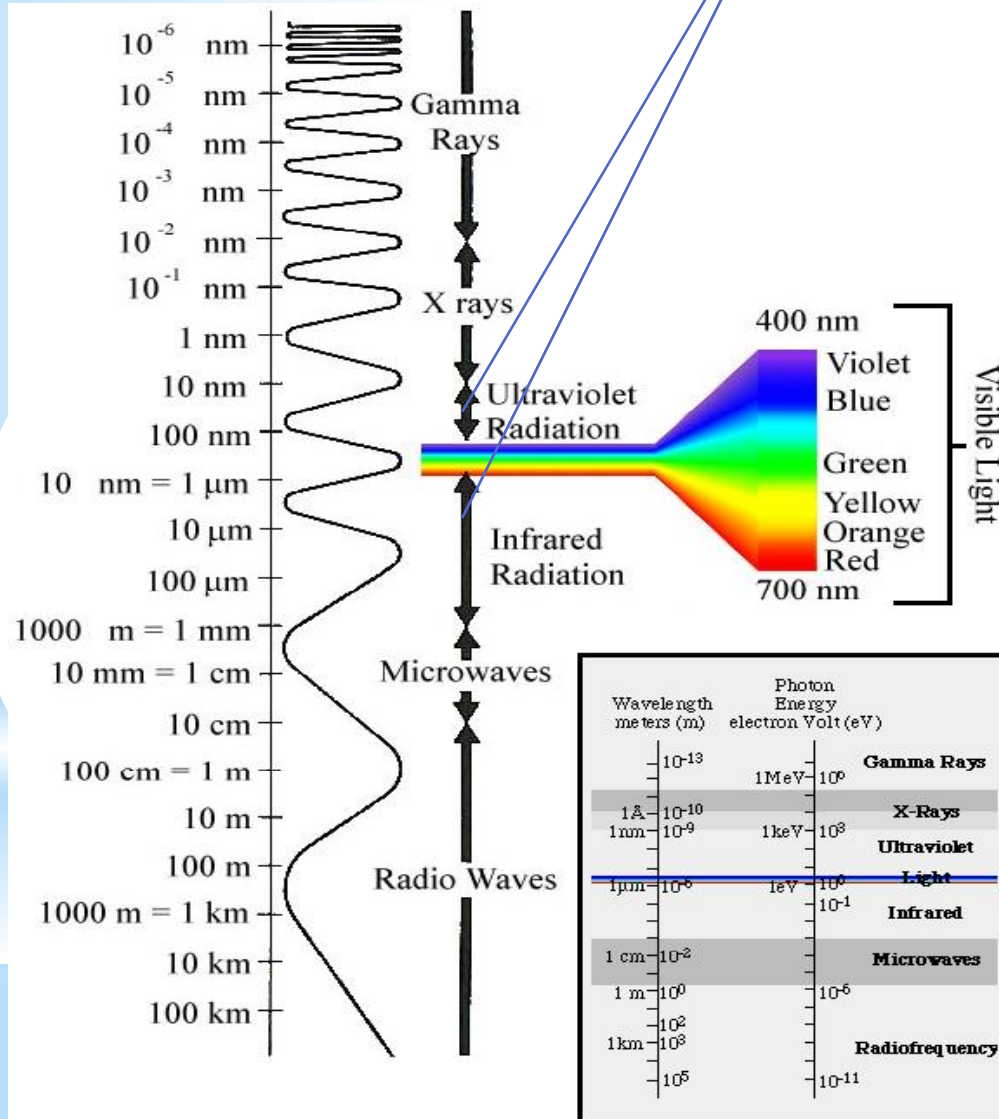
## گسیل نور از غده سرطانی در بدن موش



# تابش مادون قرمز از یک گلدان در دمای اتاق

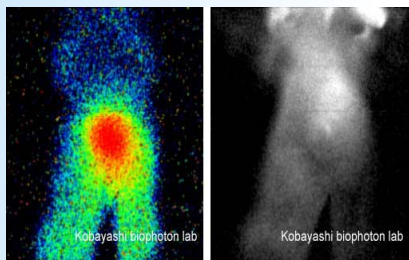


# طيف الكتر ومغناطيسي مربوط به نور خيلي ضعيف



source: Christopherson (2000) Geosystems

# کاربردها



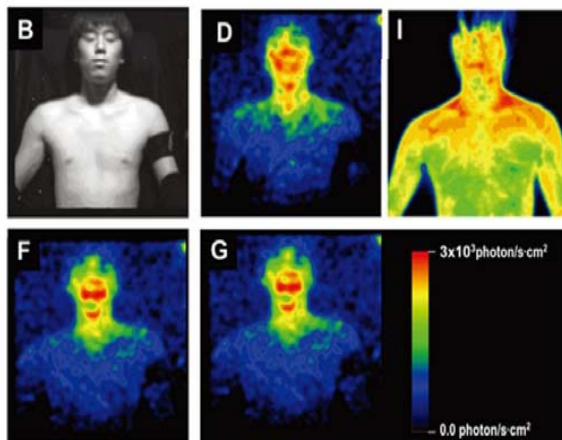
تشخیص بیماریها



آسیب شناسی داروها



تعیین کیفیت غذا



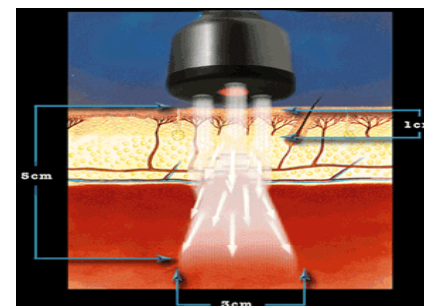
تصویربرداری



مطالعات فیزیولوژیک



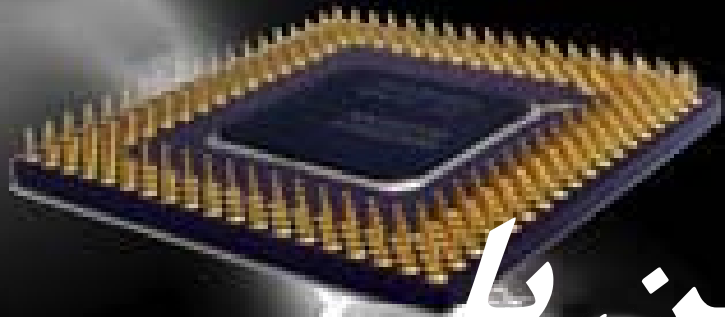
تعیین آهنگ رشد گیاه



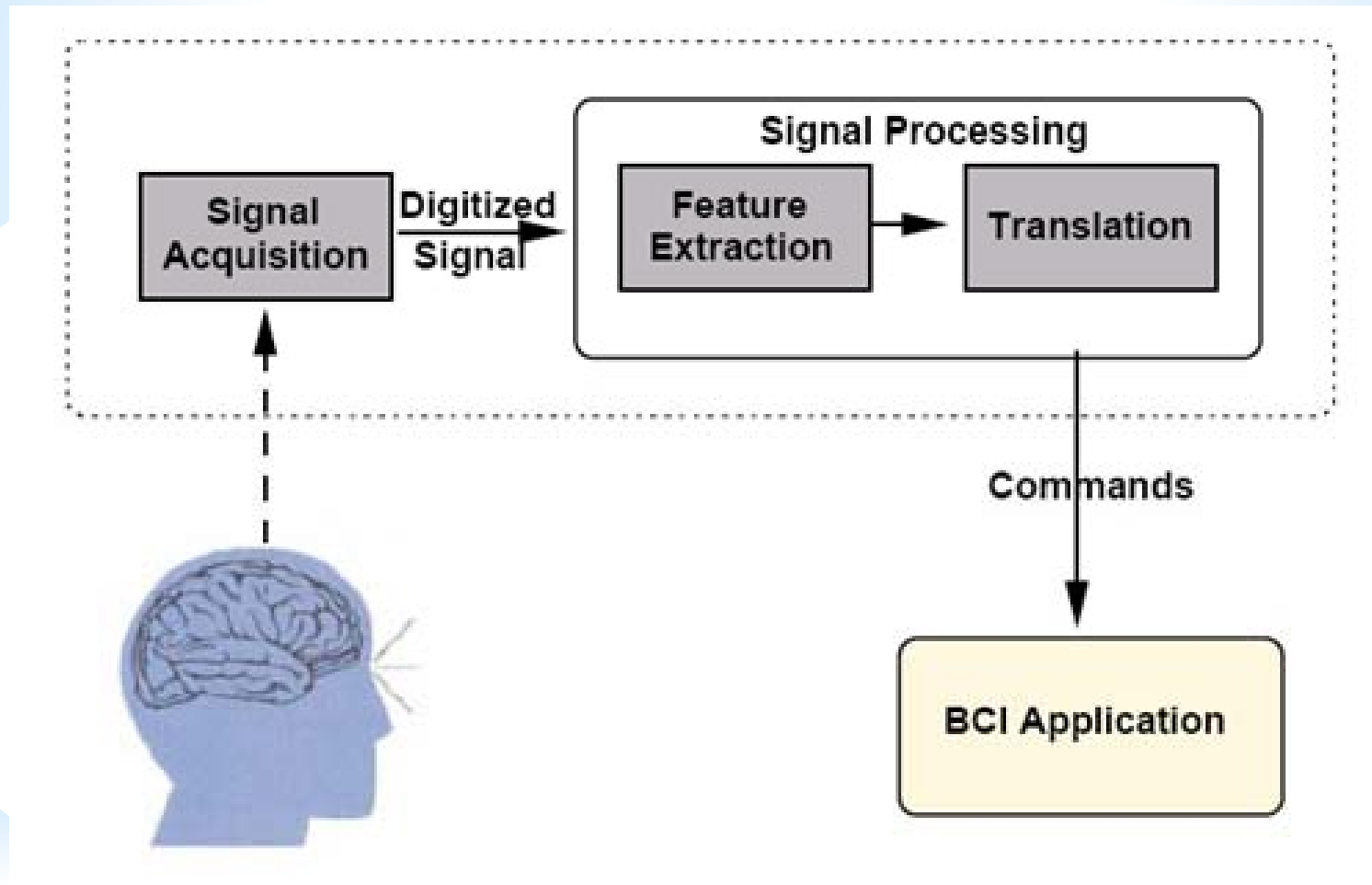
درمان



# ارتباط ذهن با کامپیوتر



# فن آوری ارتباط ذهن با کامپیوتر

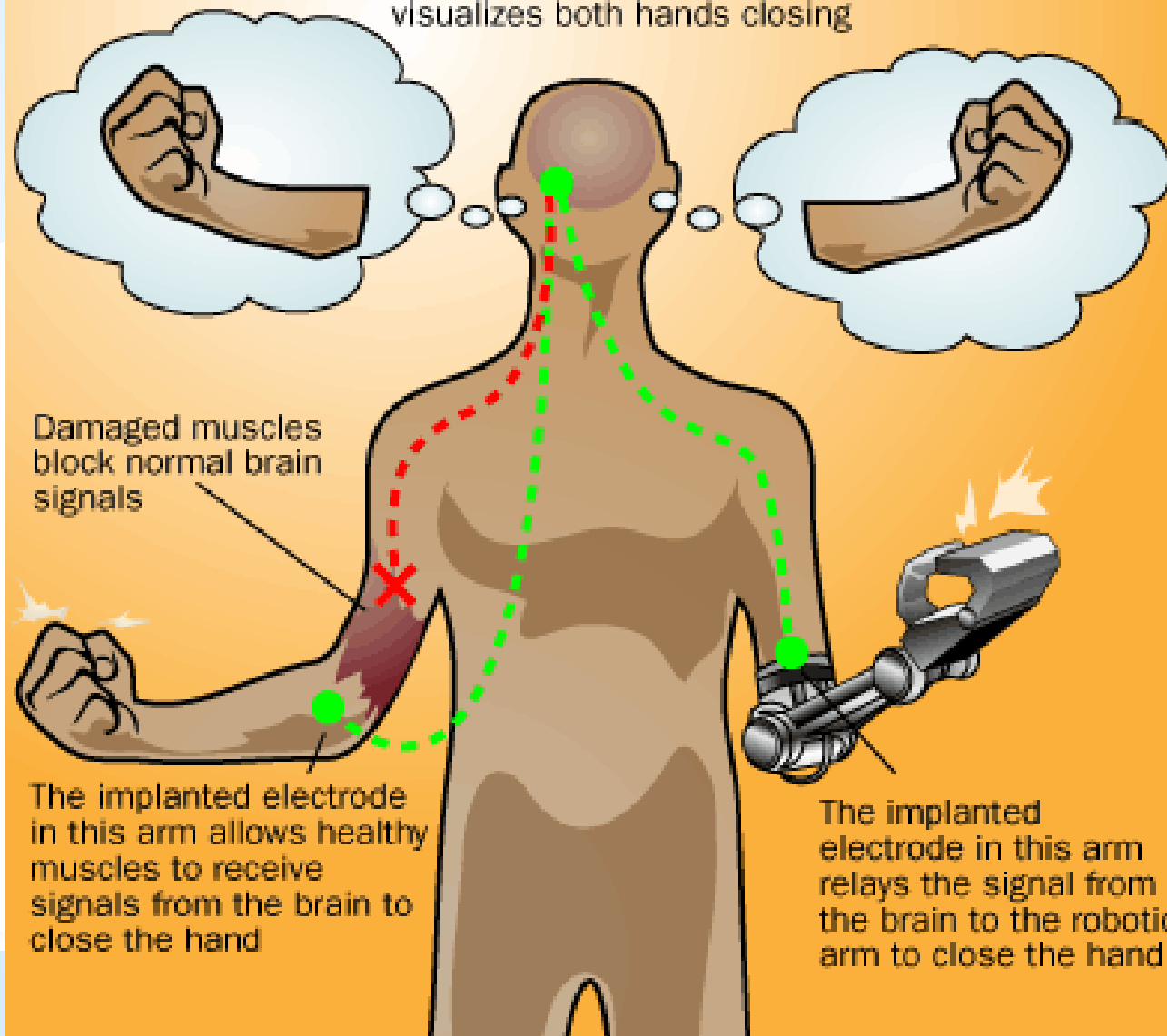


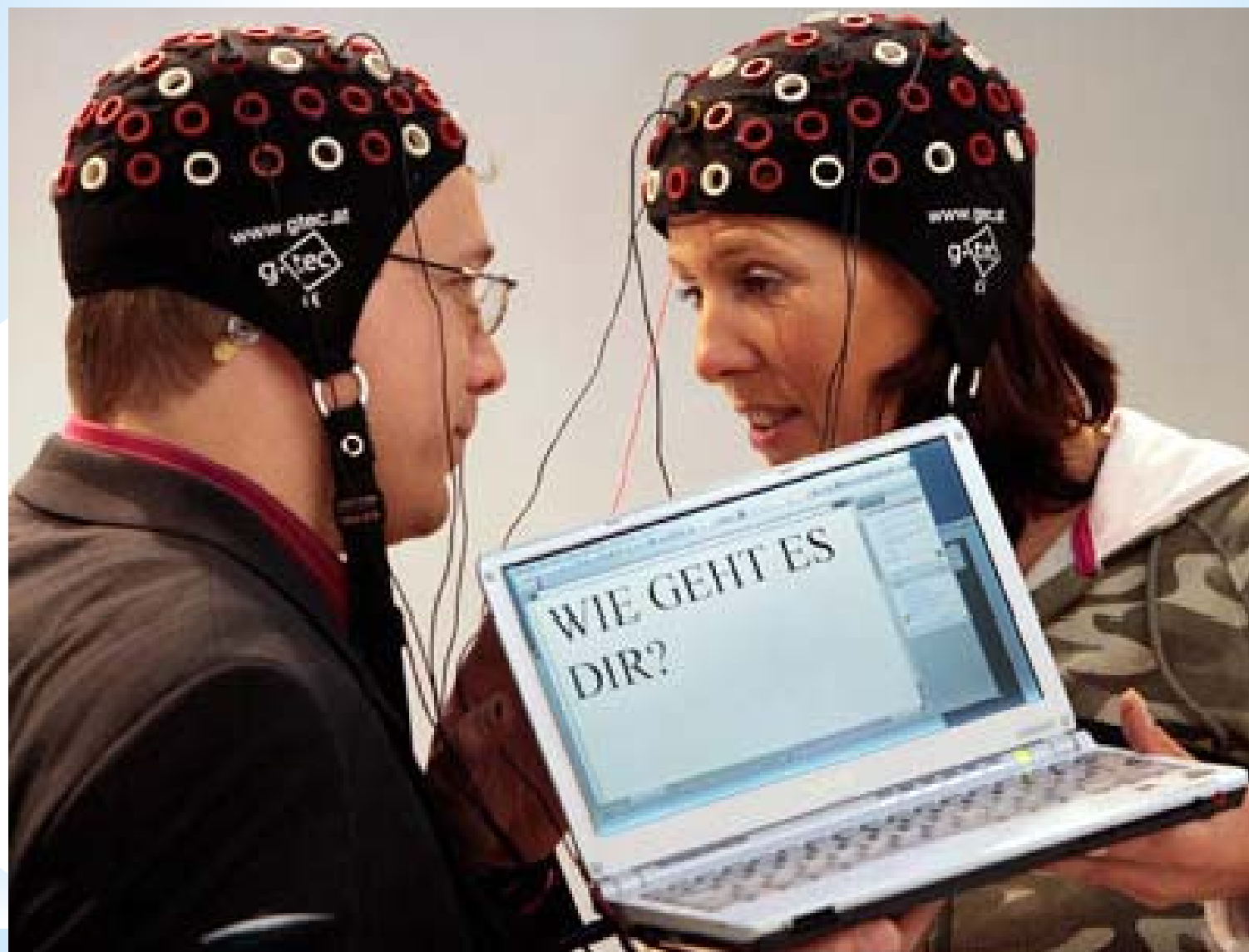


# How Brain-Computer Interfaces Work

©2007 HowStuffWorks

The patient mentally visualizes both hands closing











# الکترودهای مخصوص بازی که به بازار آمده است





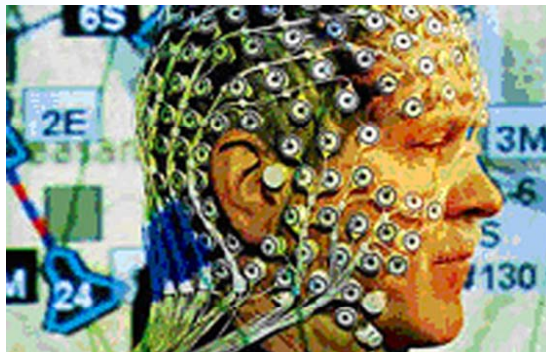
# ACIMO



**Honda controls Asimo by thought, takes brain-machine interface to a whole new level**

# کاربردهای نظامی

حملات شبانه

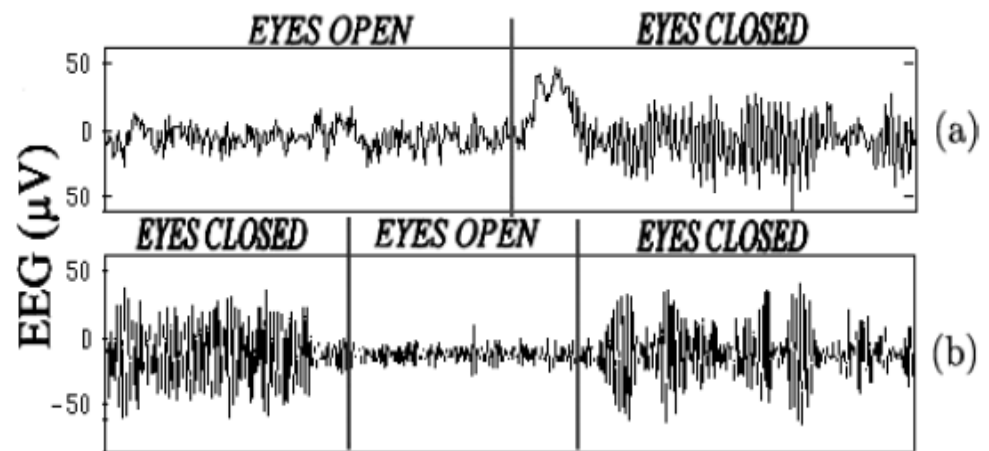




# سیگنالهای مورد استفاده

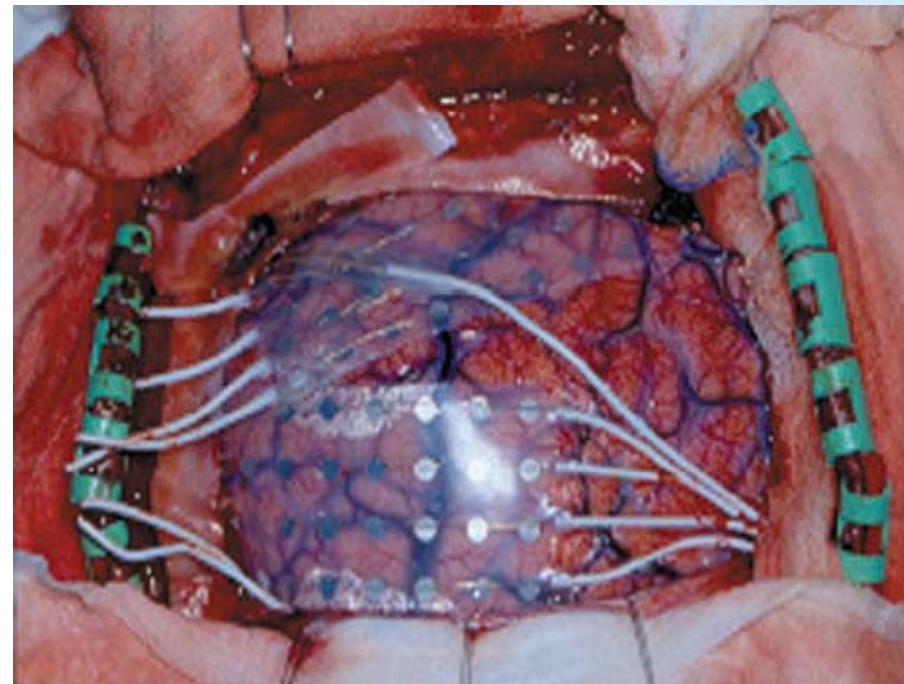
- \* *Electroencephalography (EEG)*
- \* *Electrocorticography (ECoG)*
- \* *Magnetoencephalography (MEG)*
- \* *functional magnetic resonance imaging (fMRI)*
- \* *Electroretinography (ERG)*
- \*  
.....

## Alpha-EEG with closed and open eyes



Alpha-waves 8-12 Hz

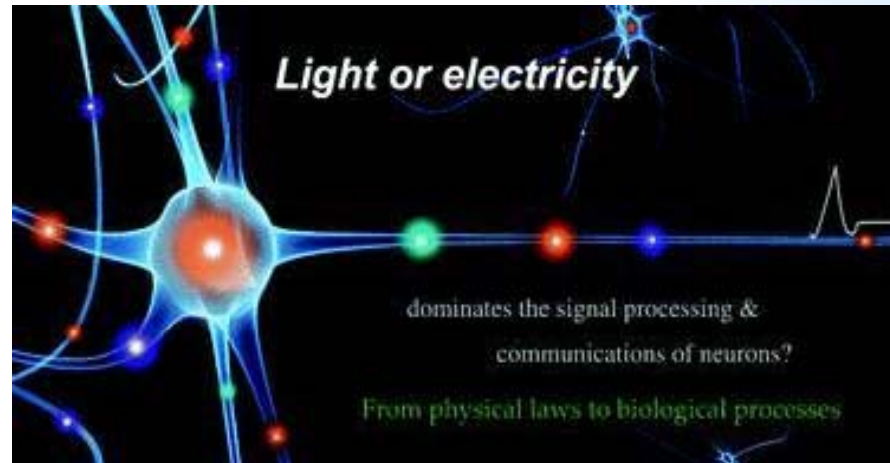
# ElectroCorticography (ECoG)



- \* این فن آوری در موارد خاصی عمل می کند
- \* پیدا کردن سیگنال معنی دار از مغز بسیار مشکل است
- \* سرعت عمل این فن آوری کند است
- \* برای انجام یک عمل موثر نیاز به تمرکز زیاد است که باعث خستگی فرد می شود.
- \* برای انجام یک کار خاص بروز خطا زیاد است

**\* PROBLEMS**

# گسیل زیست فوتون ها از نورونهای مغز انسان





یک گروه کانادایی نشان داده اند  
که بیوفوتونهای مغزی ارتباطات  
معنی داری با سیگنالهای الکتریکی  
مغزی دارند

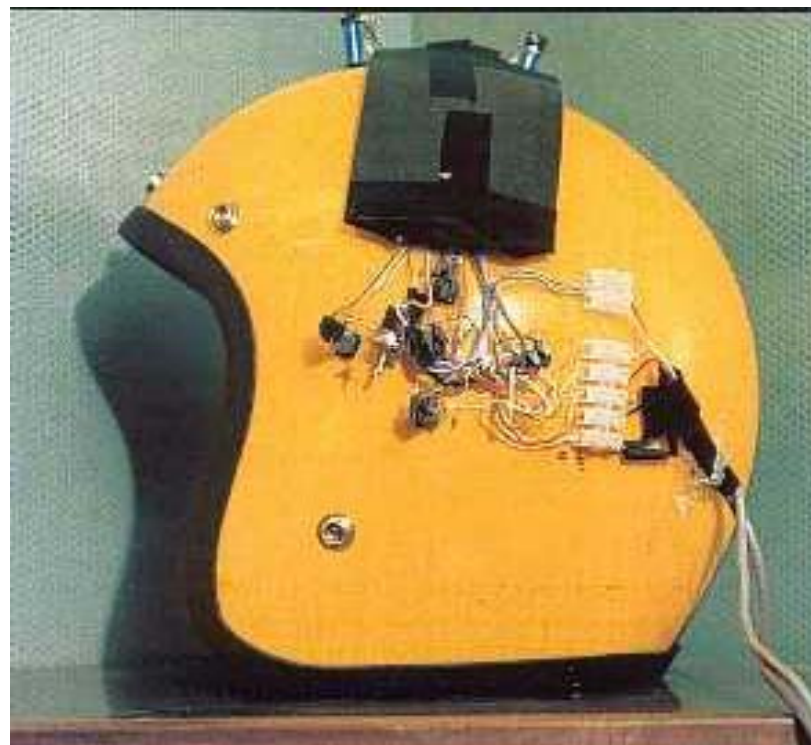
Neuroscience Letters 2012

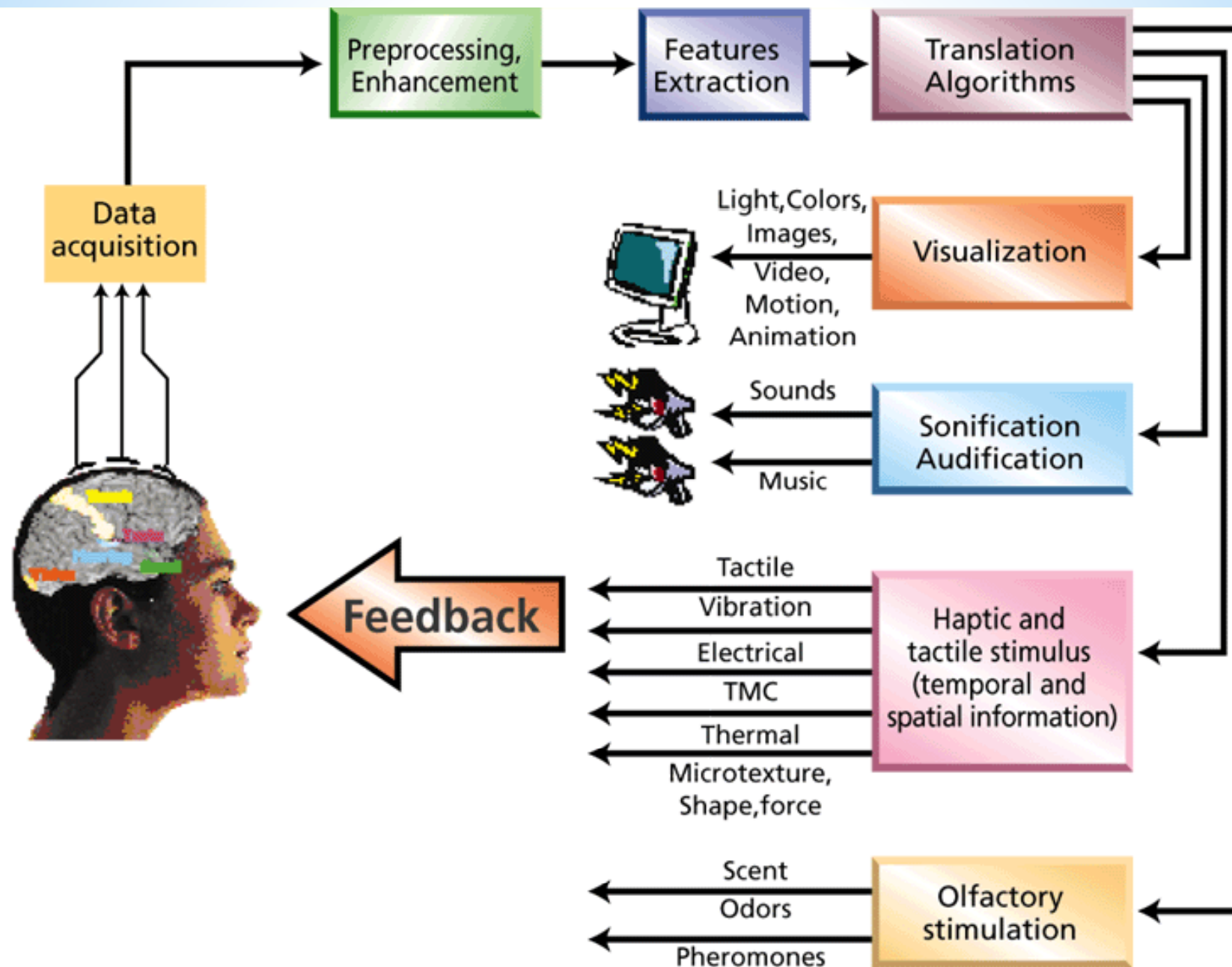


Michael A. Persinger  
Laurentian University, Canada



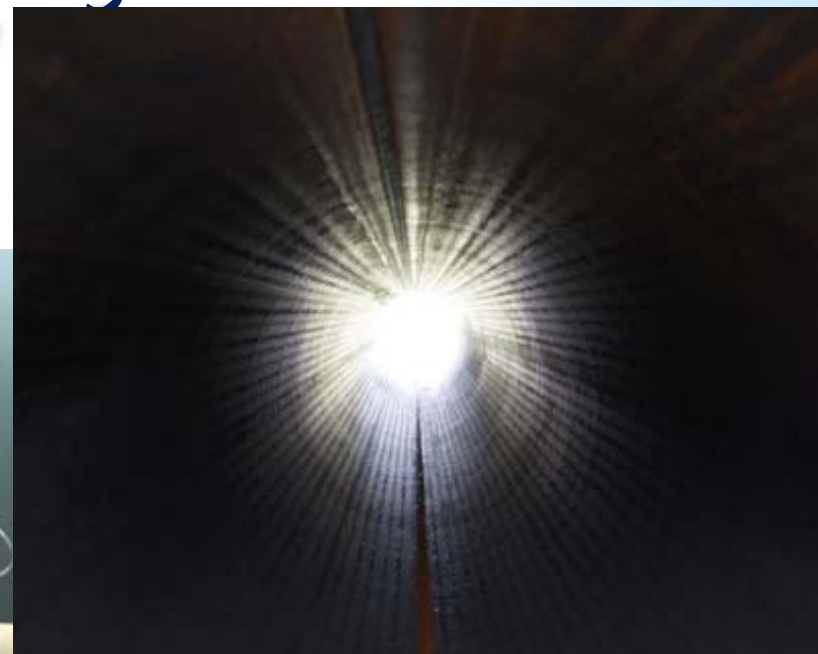
## سیگنالهای بیوفوتونی به عنوان سیگنالهای ورودی







# تجربه «تونل نور درخشان» در افرادی که تجربه نزدیک به مرگ داشته اند



Medical Hypotheses, (2012)

# با تشکر از توجه شما

