

Innovative methods of didactics

On the track of Modern Physics:
from real-objects exhibition
to internet galaxy

Part II: Some collateral methodology

Grzegorz Karwasz

Didactics of Physics Division UMK, Toruń, Head

a/a 2020/2021

References to most recent research

→ ↻ ⓘ Niezabezpieczona | cupp oulu.fi/ neutrino/ nd-osc.html

☆

Neutrino oscillation

Laboratory experiments searching for neutrino oscillation

Electron antineutrino disappearance experiments / Reactor neutrino experiments

$\nu_e \nrightarrow \nu_e$


These experiments are done close to powerful nuclear reactors. Each fission produces on average six electron antineutrinos, with a mean energy of a few MeV. A conventional uranium reactor produces a neutrino flux of $1.9 \cdot 10^{20}$ /s /GW. Typically neutrinos are detected in liquid scintillators.

To measure the disappearance the neutrino flux must be known very well. In practice, to get reliable results one uses two or more detectors at different distances, one very close to the reactor. However, this kind of experiments are not sensitive to small mixing angles, despite a relatively large amount of events.

Experiment	Location	Baseline	Observation	Status	Years
Gösgen	Switzerland	37.9 m, 45.9 m, 64.7 m	no osc	finished	81-85
Bugey	France	15 m, 40 m, 95 m	no osc	finished	1981-1994
Krasnoyarsk	Russia	57 m, 57.6 m, 231.4 m	no osc		19??
Chooz	Ardennes, France	1 km	$O/E = 0.98 \pm 0.4 \pm 0.4$	finished	1997-1998
Palo Verde	Arizona, U.S.A.	750 m	$O/E = 1.01 \pm 0.024 \pm 0.053$	data taking ended	1998-2000 (July)
KamLAND	Japan	180 km	$O/E = 0.611 \pm 0.085 \pm 0.041$	taking data	2001-
San Onofre	U.S.A.	about km		rejected	

The [results of Kamland](#) after 766 ton-year exposure are consistent with the solar neutrino LMA-solution with $\Delta m^2 \approx 8 \cdot 10^{-5} \text{ eV}^2$ and $\tan^2 \theta \approx 0.40$.

Kamland has also reported evidence of spectral distortion, which is a clear evidence for oscillation effects.

To see the reactor antineutrino background flux throughout the world calculated with the parameter values above [click here](#).

Neutrino oscillations, nagroda Noble Prize 2015

GK: show everything, and even more

Szybciej, ale ciaśniej

Zasadniczą konsekwencją szczególnej teorii względności jest skrócenie długości poruszających się obiektów. Jest to dość oczywiste - pomiar długości odbywa się przez pomiar *echa* od wysłanego sygnału światła - promień odbity od *maski* przybliżającego się samochodu wraca szybciej, natomiast odbity od bagażnika później, a bagażnik w międzyczasie jest już *bliżej*.



Tak wygląda samochód w fabryce, przed wyjazdem na próby szybkości



A tak w czasie próby szybkości, przy prędkości 0,7 lorencza ([komentarz](#))

Objaśnienia:

1 lorenc = obecna prędkość światła w próżni $2,99792458 (1,2) \times 10^8$ m/s [czytaj: trzysta tysięcy kilometrów na sekundę]

Uwagi:

1. Ostrzega się czytającego, że oczywiście rozumowanie, oparte o efekt Dopplera, jest błędne, bo w tej sytuacji samochód oddalający się byłby dłuższy
2. Poza tym tytuł też jest błędny, bo skrócenie dotyczy *pomiaru* długości, a nie gabarytów samochodu, jakimi dysponują pasażerowie
3. A ciekawe komentarze prosimy kierować do kroch@fizyka.umk.pl. Z góry dziękujemy!

Principle of neo-realism (1)

- Atom:

Doświadczenia Perrina:

1. Sedymentacja - model: zawiesina mikrokryształicznego kwarcu (pomiar liczby Avogadra)
2. Dyfuzja kropli kwasu oleinowego na powierzchni wody (pomiar średnicy atomu) [ringraziamento a Dott. Romano Cainelli]
3. Ruchy Browna (kropla tuszu z drukarki komputerowej w wodzie)

- Elektron:

1. Kawalek bursztynu (elektrostatyka)
2. Doświadczenie Ramsauera (transmisja elektronów w lampie elektronowej z Xe) [courtesy prof. W. Tomin]
3. Rurki Crooksa [PAP]
4. pomiar e/m w polu magnetycznym (PASCO) [courtesy dr B. Kusz]
5. Komora pomiaru dryfu elektronów przy niskich energiach (doświadczenie Townsenda) [courtesy dr. J. Mechlińska-Drewko]

- Mechanika kwantowa:

1. Pudło Plancka (temperatura "pola promieniowania")
- 2.

- Mechanika falowa:

1. Fale na linie
2. Fala stojąca w misce z wodą [[Educational Innovations inc.](#)]

- Laser:

1. Rura laserowa He-Ne
2. Okulary przeciwsłoneczne interferencyjne - siatka Littrowa
3. Grająca rura ogrzewana palnikiem gazowym [[Educational Innovations inc.](#)]

- Symetria CPT:

1. Czółenko celtyckie
2. Gondola wenecka

Einstein: wszystko należy wyjaśnić najprościej jak można, ale nie prościej
Karwasz: wszystko, co można zilustrować, należy pokazać, a nawet więcej

Principle of neo-realism (2)

- Doświadczenie Francka-Hertza:
 1. Stanowisko pomiarowe na UG [courtesy dr. Alicka]
 2. Wyladowanie w rurce z powietrzem pod ciśnieniem rzędu kilku Torr (prążki jasne i ciemne)
- Kondensacja Bosego-Einsteina - trzy etapy:
 1. Bąk meksykański na płaskim talerzu (atom o niezerowym spinie całkowitym w płytkiej pułapce magnetycznej)
 2. Chłodzenie laserowe. Rubinowa kulka w otoczeniu kulek z polistyrenu (atom Rb w polu "melasy optycznej")  [Kulka rubinowa](#)
 3. Chłodzenie kubka z wodą (chłodzenie wymuszone absorpcją w zakresie częstości radiowych - przejścia do anty-wiążących poziomów Zeemana)
 4. Pułapka magnetyczna z Uniwersytetu w Trento [courtesy dr L. Ricci]
- Ogólna teoria względności:
 1. Balon rozpięty na obręczy - zagięcie czasoprzestrzeni w pobliżu masy (grawitacyjnej)
 2. Lejek grawitacyjny (pole $1/r^2$)
 3. Lejki nie-newtonowskie (pole inne niż $1/r^2$)  [Lejek 1](#)  [Lejek 2](#)
 4. Symulacja pola grawitacyjnego $1/r^n$ [autore dott. Mauro Brunato]  [Gravitacja](#)
- Szczególna teoria względności:
 1. Strzelanie kulkami do ściany - w spoczynku i ruchu (relatywistyczne opóźnienie zegara w ruchu)
 2. Samochód smart - model (relatywistyczne skrócenie długości) [courtesy Paweł Karwasz]
- Kwarki i leptony:
 1. Lepto - grecka moneta 1 centa, waga 2,29 g  [thanks to Bank of Greece, Nafplio Branch]
 2. Dysk miedziany, waga 0,47 kg (lepton μ ;))
 3. Dysk miedziany 7,8 kg (lepton τ ;))
 4. Sześciąny stalowe 4,2 kg - proton (kwarki uud), neutron (kwarki udd), antyproton (antykwaraki $\bar{u}\bar{d}\bar{d}$) [projekt graficzny dr

Perrin's experiment (molecule's dimensions)

http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Pokazy_2012/3.html



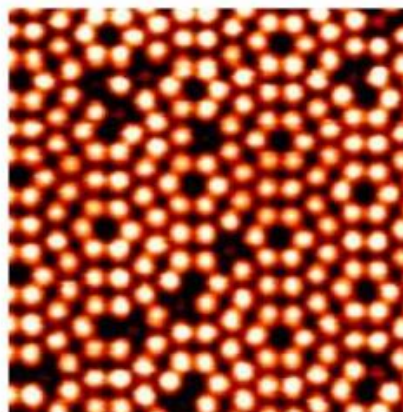
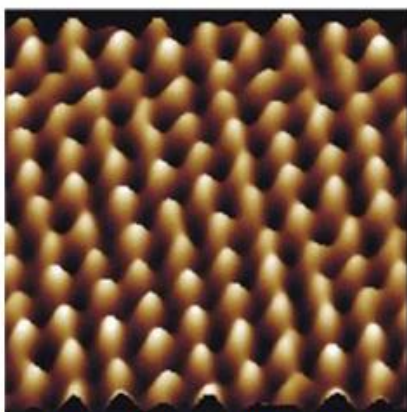
Bawiliście się kiedyś okami tłuszczu w rosole, próbując je rozciągnąć między makaronami? Niejaki Jan Chrzyciel Perrin (Jean Baptiste) dostał za podobną zabawę Nagrodę Nobla. O ile A. Einstein w doświadczeniu Browna *policzył* atomy, ale nie wierzył w możliwość ich zobaczenia, to Perrin *zmierzył* rozmiary cząsteczek. W doświadczeniu, w którym kropla kwasu oleinowego rozpuszczonego w alkoholu rozlewała się na powierzchni wody wyznaczono „wysokość” cząsteczek tego kwasu – 1,9 nm. Ogólniej, J.B. Perrin otrzymał Nagrodę Nobla za swoje prace nad *nieciągłą strukturą materii*, w szczególności za doświadczenia nad równowagą w sedimentacji zawiesin². W swym wykładzie noblowskim [1] podaje kilka sposobów na wyznaczenie liczby Avogadro:

Atomic Force Microscopy



http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Pokazy_2012/4.html

Atom wodoru ma w przybliżeniu średnicę około $1 \cdot 10^{-10}$ m; czasem jednostkę 10^{-10} m nazywamy angstromem (1 Å). Również atomy cięższych pierwiastków mają „rozmiary” między 1 Å a 2 Å. Na szerokość ścieżki na płycie CD (około $1 \mu\text{m}$) składa się dziesięć tysięcy atomów. Atomy, mimo że chemicznie podstawowe składniki materii, nie są wcale takie małe. Możemy je obserwować właśnie za pomocą mikroskopu sił atomowych.



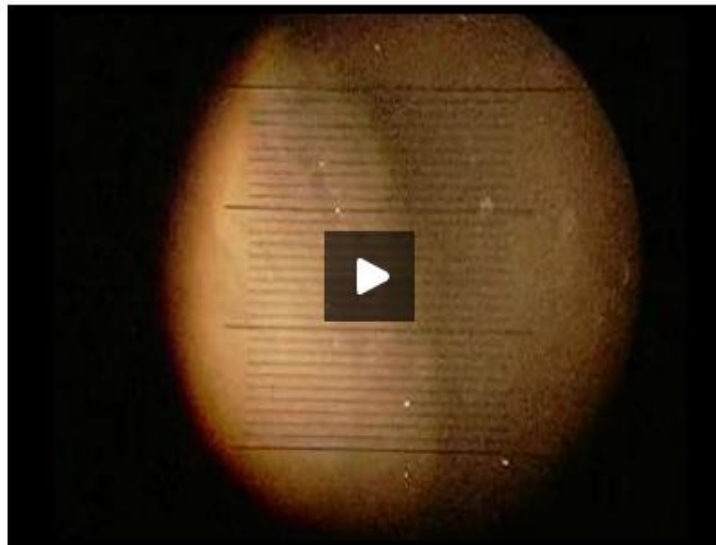
Powierzchnia grafitu i krzemu obserwowane za pomocą mikroskopu sił atomowych



Millikan's experiment

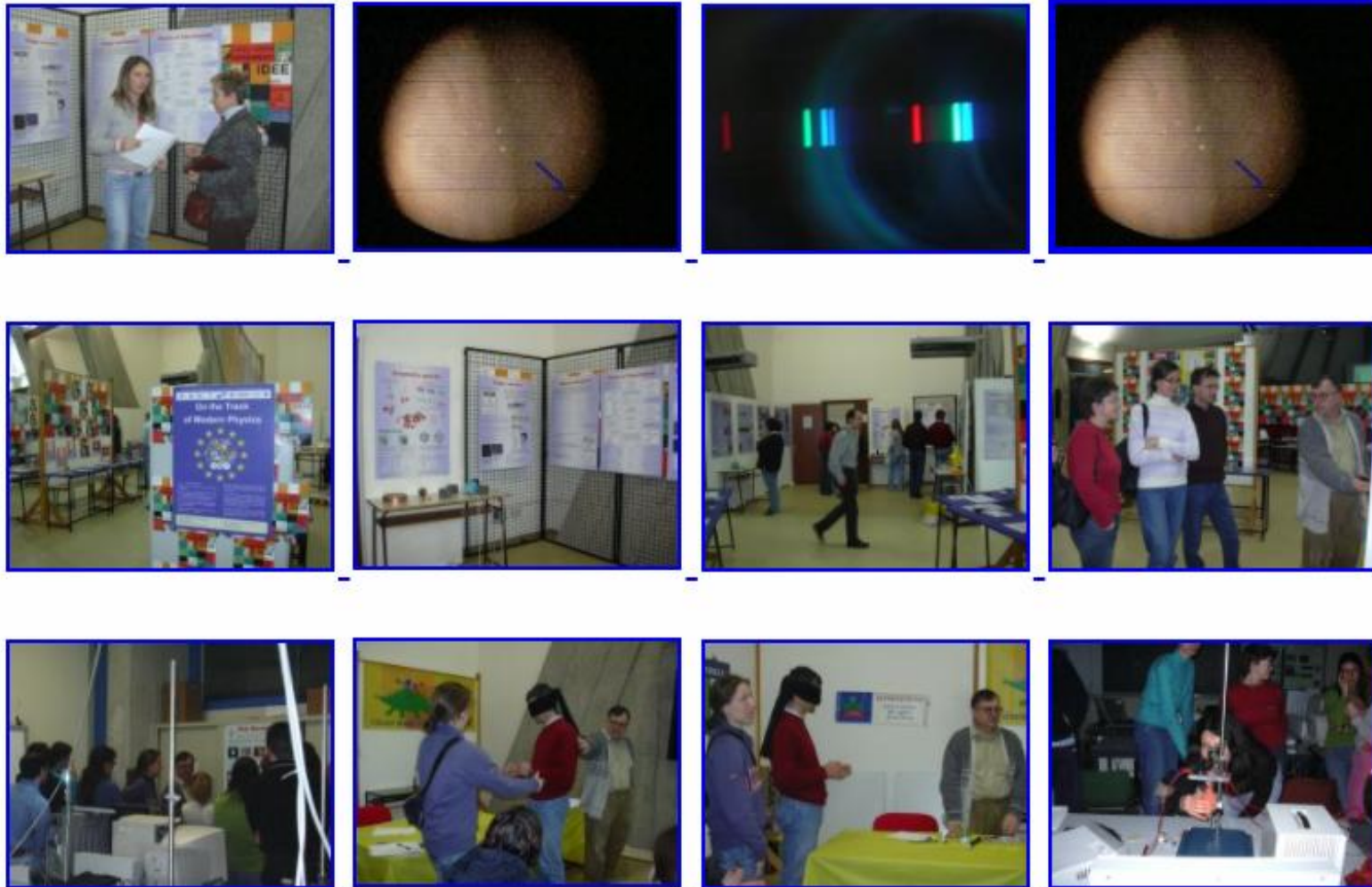
- KOSMOLOGIA
 - Soczewski grawitacyjne
 - Badania mgławic spiralnych
 - Pracowite panie
 - Edwin Hubble
 - Belgijski ksiądz i astronom
 - Wszechświat wg Einsteina
 - Tajemniczy szum
 - Rozdzielczość aparatury
 - Historia Wszechświata
 - Ostatnie odkrycia: supernowe
 - Składniki Wszechświata
- FIZYKA W ZASTOSOWANIACH
 - Laser i diagram Jabłońskiego

Schemat doświadczenia Millikana



http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Physics_is_fun/conf/UDINE/udine.html

Mostra di Fisica Moderna, Udine, piazza S. Massimiliano Kolbe
29-31.03.2006

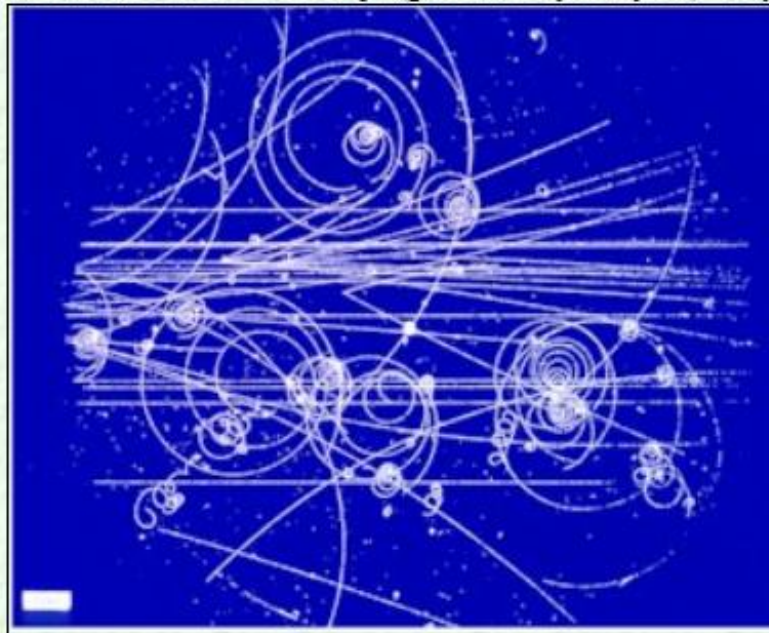


http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Physics_is_fun/conf/UDINE/udine.html

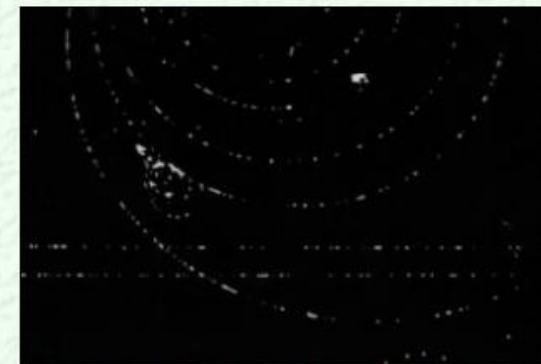
Let's make a (cognitive) break

A new chamber for detection of (prehistoric) elementary particles discovered!

Odkryta została nowa komora do detekcji (prehisterycznych) cząstek elementarnych



bubble chamber
komora pęcherzykowa



Wilson's chamber
komora Wilsona



Let's make a (cognitive) break



New, so called "spider" chamber
nowa, komora, tzw. "spider"



Let's make a (cognitive) break



New, so called "spider" chamber, cont.ed
nowa, komora, tzw. "spider" (c.d)



Let's make a (cognitive) break



Let's make a (cognitive) break





further details of "spider" chamber
dalsze szczegóły komory typu "spider"



http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Wystawy_archiwum/z_omegi/tracks/bolca/czast8.html



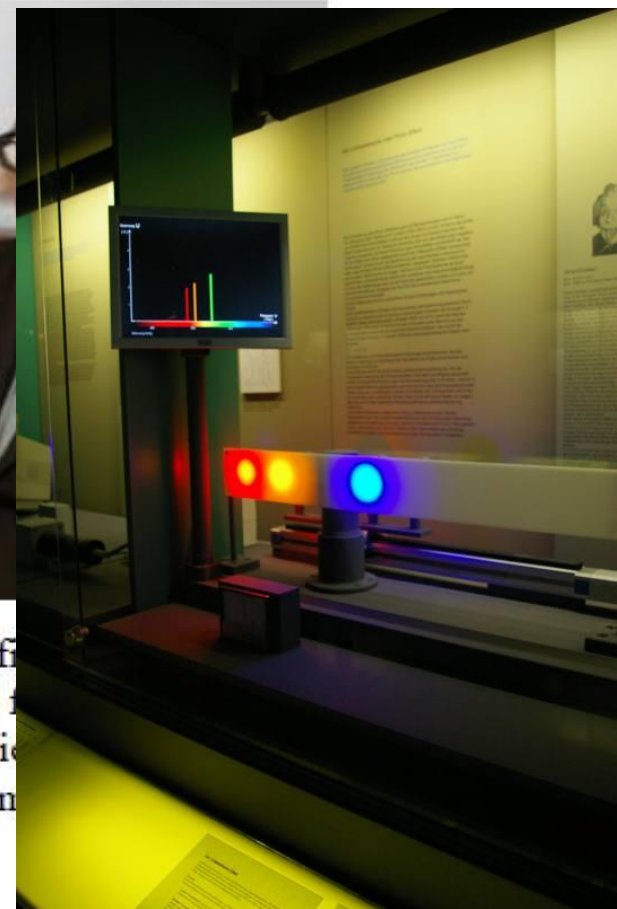
the scientist who discovered the "spider" chamber (mgr Maria Karwasz)
odkrywca komory typu "spider" (mgr Maria Karwasz)



Thank you for your attention

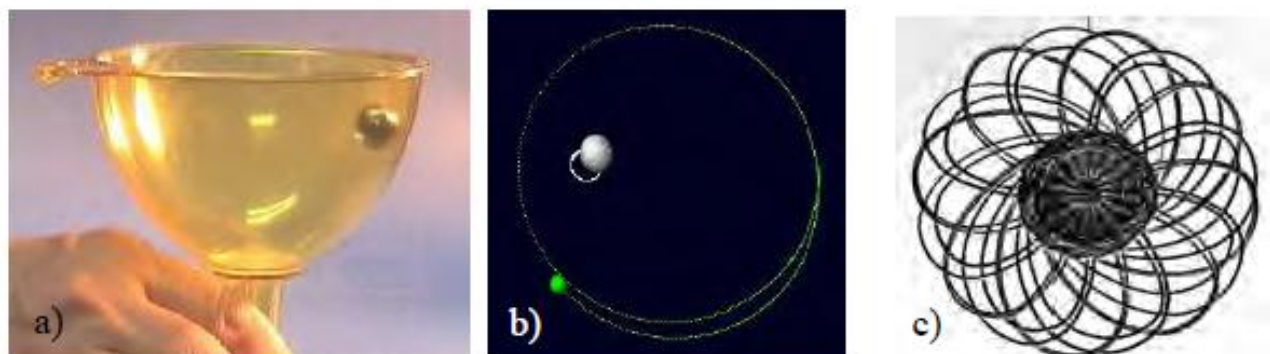
Laboratory of modern physics - from simple objects to on-line experiments

Za sprawą tego pytania pojawiły się profile kwarków jako zabawnych piesków z ogonkami w górę lub w dół wg idei autora rysunków dr. T. Wróblewskiego²⁹.

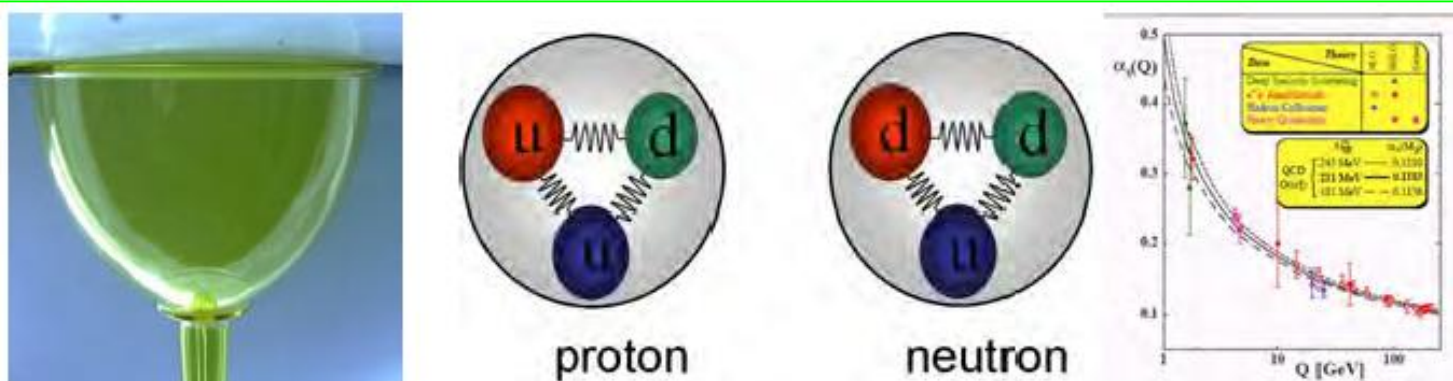


Fot. 4.17. Poglądowość zastosowana do trudnych zagadnień fizyki elementarnych (protonów, neutronów, elektronów, kwarków): a) plakat z opisem; b) funkcję tę spełnia także kawałek żelaza o masie jednego eurocenta greckiego – leptonu (wykład autora w gimnazjum)

Ideas and implementations of interactive didactics



Fot. 4.3. Funkcje naukowe prostych eksponatów – otwarte orbity planet: a) zwykły lejek kuchenny i wirująca w nim metalowa kulka fascynują, ale mogą też służyć do ilustracji skomplikowanych pojęć jak ruch w polu siły o innej zależności od odległości niż siła grawitacji (czyli o innym kształcie potencjału); b) program symulacji ruchu planet w potencjałach odbiegających od zależności $V \sim 1/r$ (M. Brunato i autor); c) poglądowość eksponatu – otwartą orbitę Merkurego, w dalekiej analogii ilustruje ta ludowa wyplatanka z Białorusi (źródło i fot. GK)



Fot. 4.5. Coraz bardziej złożone funkcje naukowe prostych eksponatów – od lejka do kwarków: podnoszące się ścianki lejka przypominają siłę oddziaływania, które (odmiennie niż dla pola grawitacyjnego) rośnie z odległością, nieco podobnie jak siła sprężyny. Z tego powodu nie jest możliwe wydzielenie kwarków z protonu, jak to pokazują wyniki badań za pomocą akceleratorów cząstek elementarnych⁷

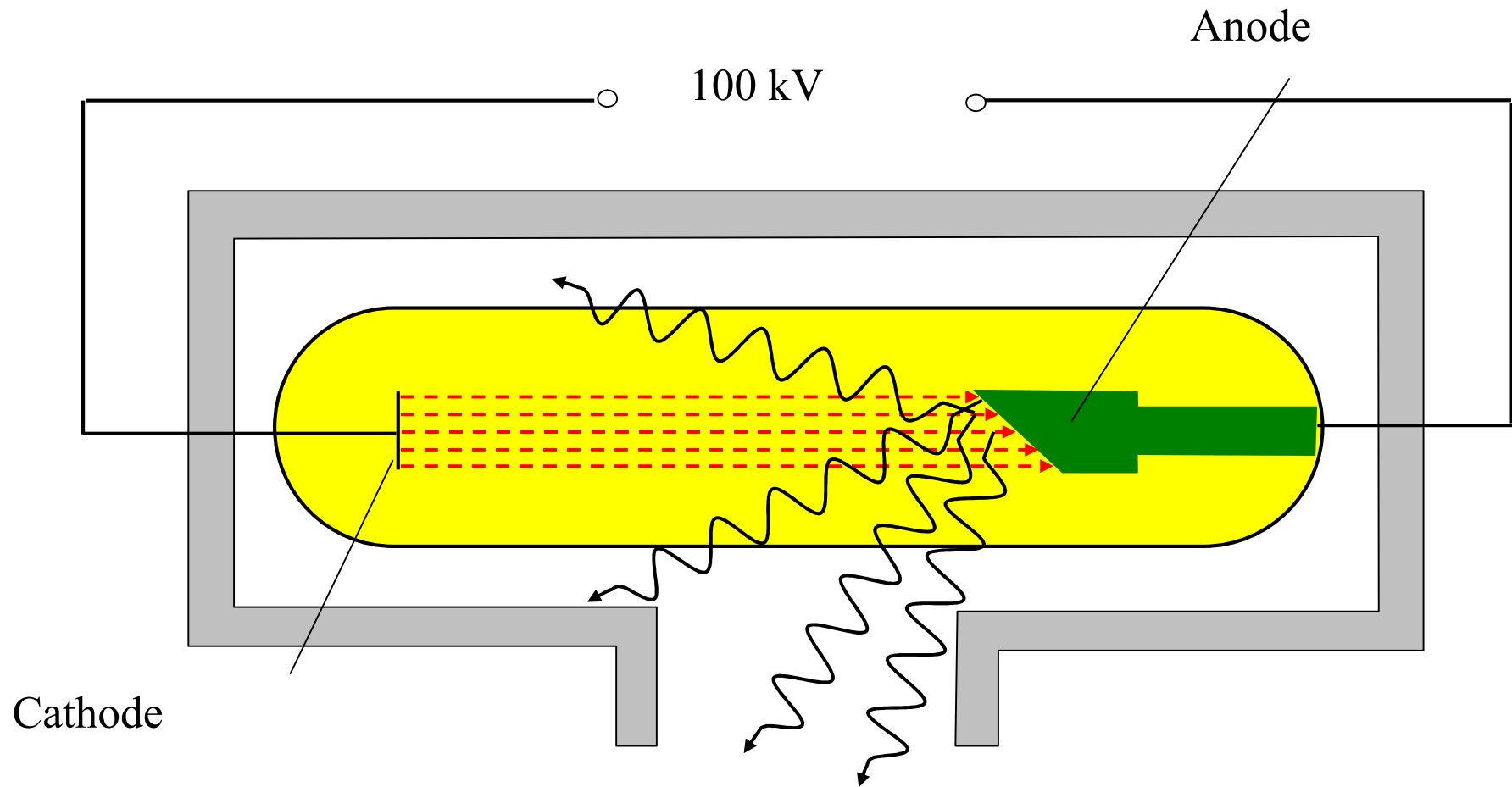
New-realism, even further

- Taxi driver in Sao Paolo: ... „Physics?”
- [...] Physics was not my best subject at school
- Chirurg w Sopocie: „a jakiego przedmiotu? Ale Pan sobie wybrał...



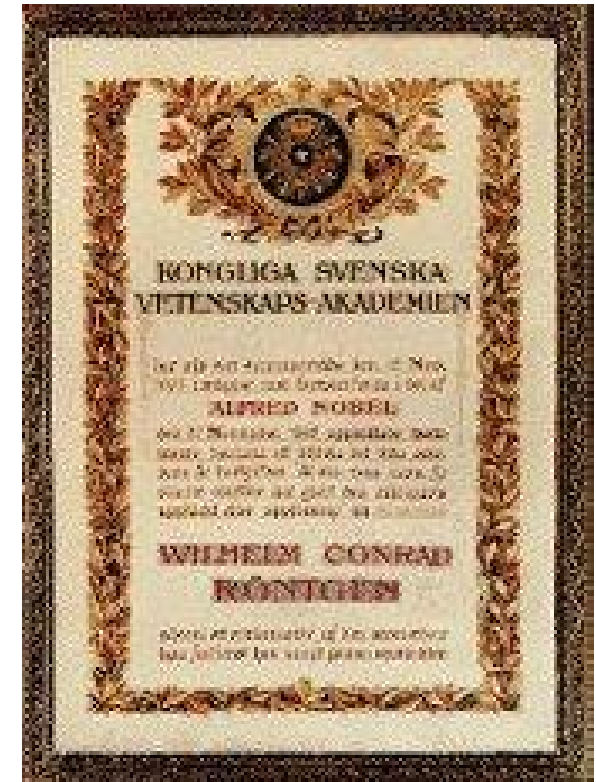
Baryon, sklep na lotnisku w Sao Paolo

Enigmatic X-rays?



Rysunek: Eryk Rajch

First Nobel Prize (1901)



"Illustrazioni riprodotte per gentile concessione del Deutches Roentgen Museum, Remscheid" e "Emilio Segrè Visual Archives, American Institute of Physics, USA"

7 working hypothesis

1	La nuova radiazione produce ombre, come i raggi luminosi e i raggi catodici. IPOTESI: La radiazione viaggia in linea retta. Röntgen chiama RAGGI anche questo nuovo fenomeno, per brevità li chiama "raggi X". Ipotesi corretta, finchè le dimensioni degli oggetti sono maggiori della lunghezza d'onda
2	I raggi prodotti non vengono deviati da campi elettrici e magnetici. IPOTESI: I raggi non sono carichi. Ipotesi corretta, i raggi X sono costituiti da fotoni, particelle neutre.
3	Non si osserva riflessione, nè rifrazione: Röntgen prova ad ottenere rifrazione con l'acqua in prismi di mica; prova a focalizzare i raggi con lenti di ebanite e vetro. Ottiene risultati negativi. Osserva che i raggi X, a differenza della luce, attraversano nello stesso modo sia un corpo solido che lo stesso corpo ridotto in polvere. IPOTESI: I raggi X non rispettano le normali leggi della rifrazione e della riflessione. Ipotesi non corretta, i raggi X presentano rifrazione, ma per osservarla l'angolo di incidenza deve essere piccolissimo (altrimenti si supera l'angolo limite)
4	Non si osserva interferenza. IPOTESI: Il fascio è troppo poco intenso. Ipotesi non corretta, i raggi X hanno una lunghezza d'onda troppo piccola per poter osservare diffrazione con oggetti di dimensioni maggiori delle distanze interatomiche in un reticolo cristallino. La diffrazione dei raggi X verrà scoperta da Laue, Friedriche e Knipping nel 1912. Tuttavia, sembra di capire che anche Roentgen abbia l'idea di piccole lunghezze d'onda, poichè in più punti parla di possibile "luce ultravioletta".
5	Tutte le sostanze sono più o meno trasparenti ai raggi : "Il legno spesso 2 o 3 cm è molto trasparente, l'alluminio spesso 15 mm indebolisce ma non annulla l'effetto, il vetro al piombo è opaco, ma un altro vetro dello stesso spessore è trasparente...." IPOTESI: La trasparenza dei raggi X dipende fortemente (ma non completamente) dalla densità dei materiali. Il dubbio è corretto: l'assorbimento dei raggi X (e quindi la trasparenza) dipende dal numero atomico Z, e quindi non direttamente dalla densità.
6	I raggi X impressionano lastre fotografiche, che forniscono quindi una buona tecnica per studiare gli effetti dei raggi X.
7	I raggi X non sono polarizzabili con le normali tecniche. IPOTESI: I raggi X non sono onde trasversali. Ipotesi non corretta, i raggi X sono onde trasversali, dunque polarizzabili. Ciò verrà dimostrato da Barkla nel 1904.

© Paolo Fornasini

Instantaneous revolution

28 dicembre 1895	Röntgen invia all'Associazione Fisico-Medica di Würzburg la prima comunicazione della scoperta. Contemporaneamente spedisce copie del manoscritto a colleghi sparsi in tutto il mondo.
5 gennaio 1896	La notizia appare sulla Neue Freie Presse di Vienna.
6 gennaio 1896	La notizia è sulla Frankfurter Zeitung.
7 gennaio 1896	La notizia è sul London Standard.
8 gennaio 1896	La notizia arriva a New York.
9 gennaio 1896	Finalmente la notizia è pubblicata anche dal Würzburger Generalanzeiger.
12 gennaio 1896	La notizia appare sul Corriere della Sera.
21 gennaio 1896	Si inizia a parlare di raggi X anche sul quotidiano Alto Adige di Trento. 1° articolo Alto Adige --- 2° articolo Alto Adige
20 gennaio 1896	Henry Poincaré presenta la scoperta all'Accademia delle Scienze di Parigi.
23 gennaio 1896	La traduzione inglese dell'articolo di Röntgen appare sulla rivista Nature. Sullo stesso numero della rivista sono già pubblicati anche i primi commenti alla scoperta. articolo rivista Nature

Anche le applicazioni dei raggi X iniziano subito:

Gennaio 1896	Iniziano in Europa e in America le prime applicazioni mediche della radiografia.
Febbraio 1896	Viene eseguito il primo trattamento contro il cancro a base di raggi X.
Maggio 1896	Prime applicazioni radiologiche per la cura dei feriti di guerra (guerra italo-etioptica).

Simplicity and technical applications



Science Museum, Londyn, foto GK



Deutsches Museum, Munchen, foto GK

13+ Nobel Prizes

Premi Nobel per ricerche con raggi X

1901	W. C. Röntgen in Fisica per la scoperta dei raggi X
1914	M. von Laue in Fisica per la diffrazione dei raggi X da cristalli
1915	W. H. Bragg, W.L.Bragg in Fisica per la determinazione della struttura dei cristalli dalla diffrazione dei raggi X
1917	C. G. Barkla in Fisica per la radiazione caratteristica degli elementi
1924	K. M. G. Siegbahn in Fisica per la spettroscopia con raggi X
1927	A. H. Compton in Fisica per la diffusione di raggi X da elettroni
1936	P. Debye in Chimica per la diffusione di raggi X ed elettroni nei gas
1962	M. Perutz, J. Kendrew in Chimica per la struttura dell'emoglobina
1962	J. Watson, M. Wilkins, F. Crick in Medicina per la struttura del DNA
1979	A. McLeod Cormack, G. Newbold Hounsfield in Medicina per la tomografia assiale computerizzata
1981	K. M. Siegbahn in Fisica per la spettroscopia elettronica ad alta risoluzione
1985	H. Hauptman, J. Karle in Chimica per metodi diretti per la determinazione delle strutture con raggi X
1988	J. Deisenhofer, R. Huber, H. Michel in Chimica per le strutture di proteine cruciali nella fotosintesi

... and many more Noble Prizes

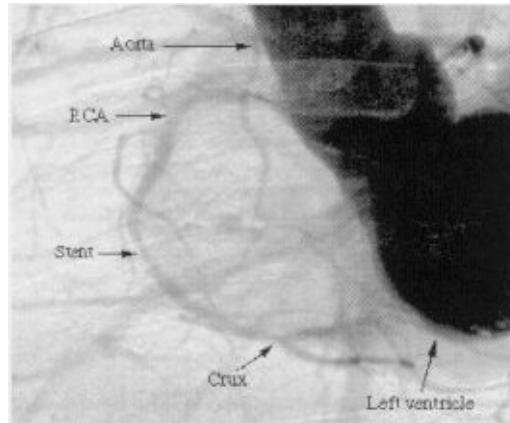
1972	William H. Stein	Chemistry	"For their contribution to the understanding of the connection between chemical structure and catalytic activity of the active centre of the ribonuclease molecule" ^[123]
1976	William N. Lipscomb	Chemistry	"For his studies on the structure of boranes illuminating problems of chemical bonding" ^[124]
1985	Jerome Karle	Chemistry	"For their outstanding achievements in developing direct methods for the determination of crystal structures" ^[125]
1985	Herbert A. Hauptman	Chemistry	"For their outstanding achievements in developing direct methods for the determination of crystal structures" ^[125]
1988	Johann Deisenhofer	Chemistry	"For their determination of the three-dimensional structure of a photosynthetic reaction centre " ^[126]
1988	Hartmut Michel	Chemistry	"For their determination of the three-dimensional structure of a photosynthetic reaction centre " ^[126]
1988	Robert Huber	Chemistry	"For their determination of the three-dimensional structure of a photosynthetic reaction centre " ^[126]
1997	John E. Walker	Chemistry	"For their elucidation of the enzymatic mechanism underlying the synthesis of adenosine triphosphate (ATP)" ^[127]
2003	Roderick MacKinnon	Chemistry	"For discoveries concerning channels in cell membranes [...] for structural and mechanistic studies of ion channels " ^[128]
2003	Peter Agre	Chemistry	"For discoveries concerning channels in cell membranes [...] for the discovery of water channels " ^[128]
2006	Roger D. Kornberg	Chemistry	"For his studies of the molecular basis of eukaryotic transcription " ^[129]
2009	Ada E. Yonath	Chemistry	"For studies of the structure and function of the ribosome " ^[130]
2009	Thomas A. Steitz	Chemistry	"For studies of the structure and function of the ribosome " ^[130]
2009	Venkatraman Ramakrishnan	Chemistry	"For studies of the structure and function of the ribosome " ^[130]
2012	Brian Kobilka	Chemistry	"For studies of G-protein-coupled receptors " ^[131]

https://en.wikipedia.org/wiki/X-ray_crystallography

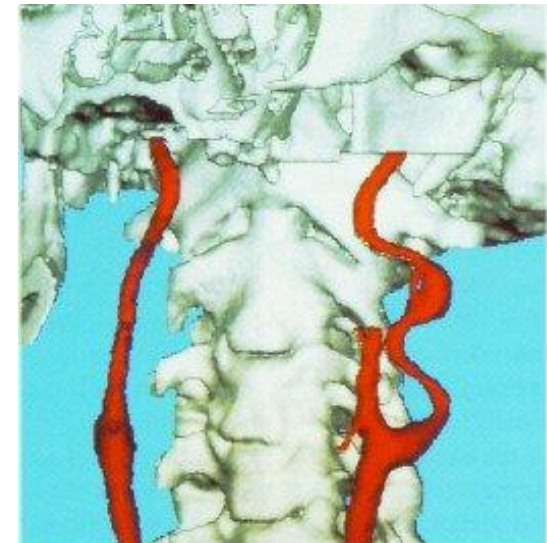
Practical applications: medicine



Röntgenaufnahme:
[Albert von Koellikers](#)
Hand, aufgenommen
von Conrad Röntgen
am 23. Januar 1896
[wiki.de]



Veins in heart
(Synchrotron Grenoble)



Security control

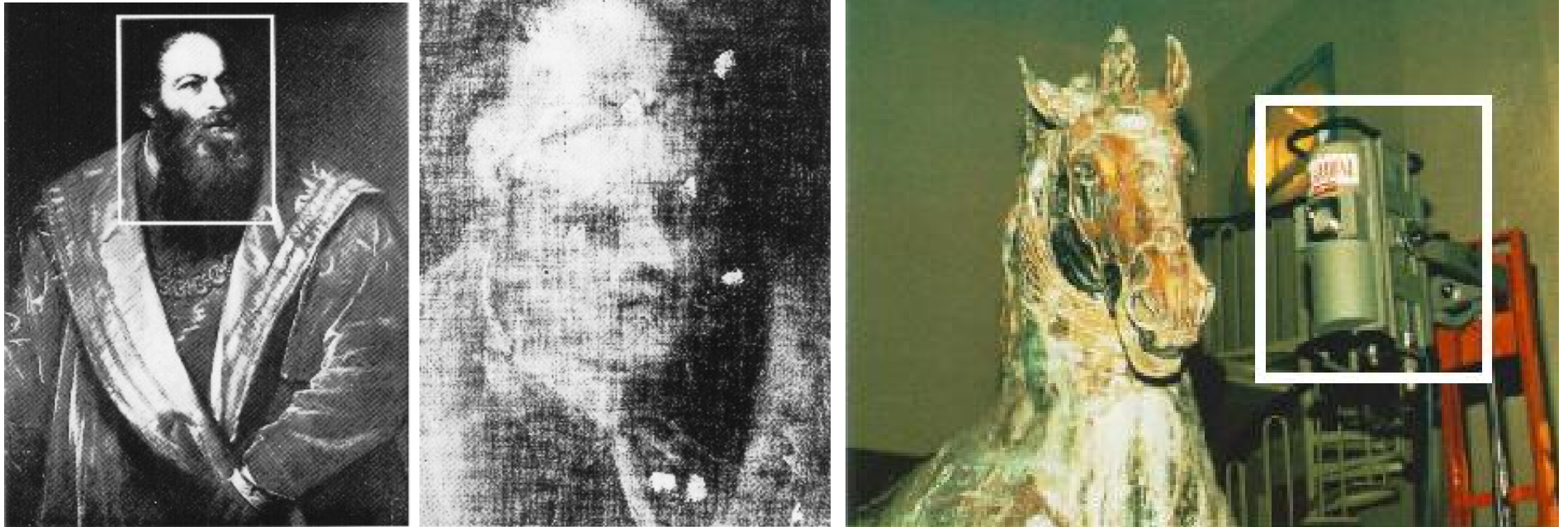


Low dose, two different energies,
Computer analysis, false colours



http://snallabolaget.com/?page_id=666

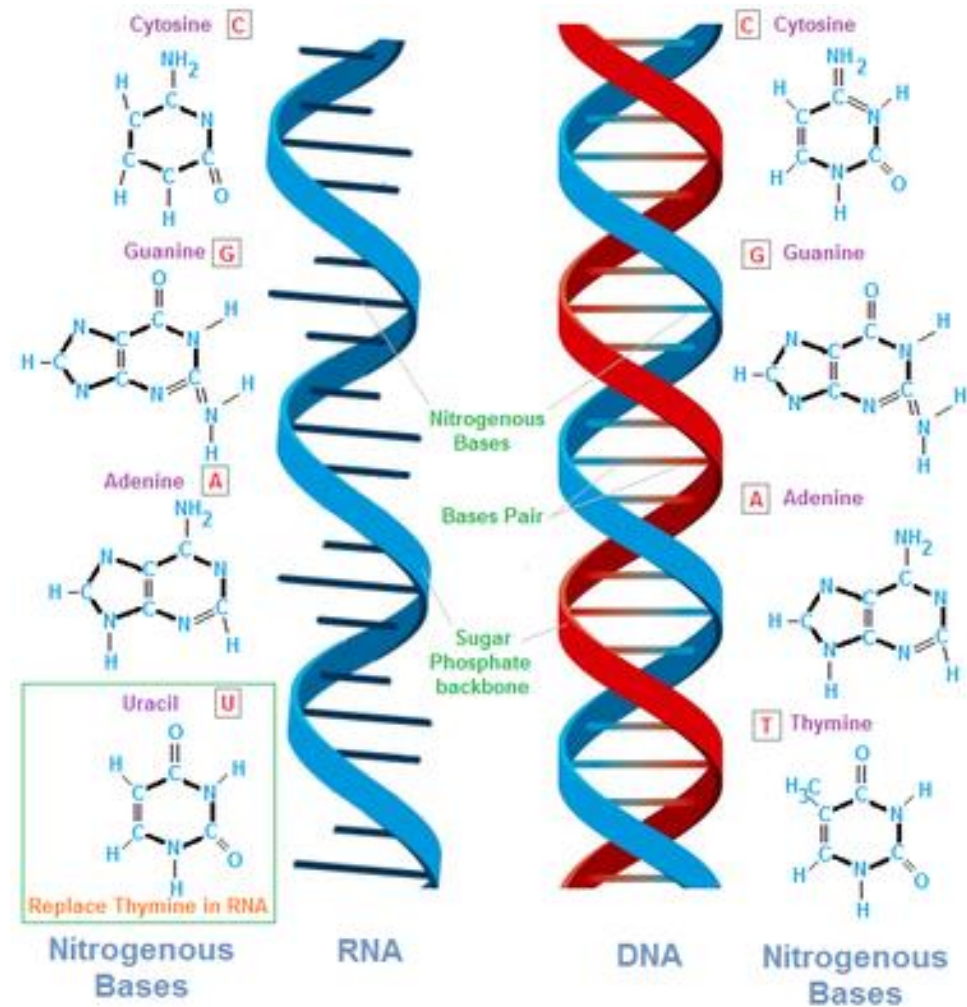
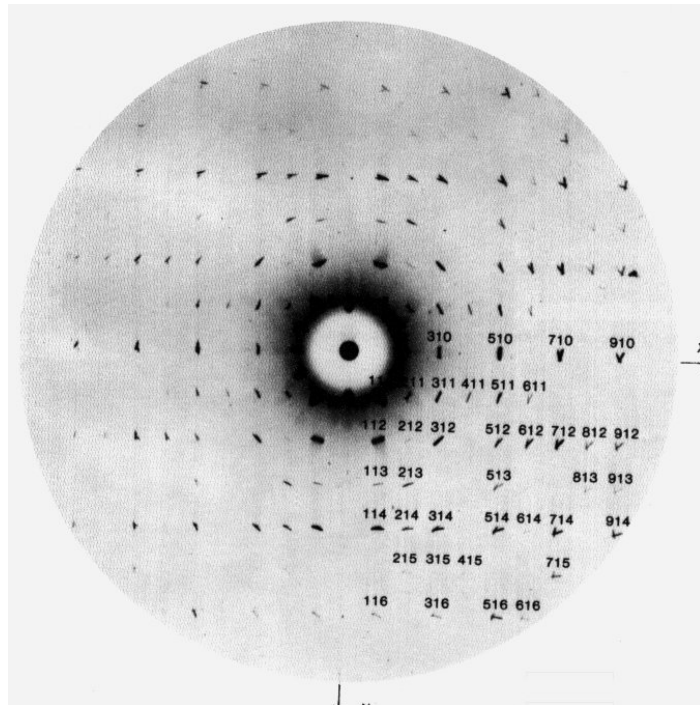
Studies of arts



Ritratto di Pietro Aretino, di Tiziano (Firenze, Galleria Palatina)

P. Fornasini, <http://alpha.science.unitn.it/raggix/frames.html>

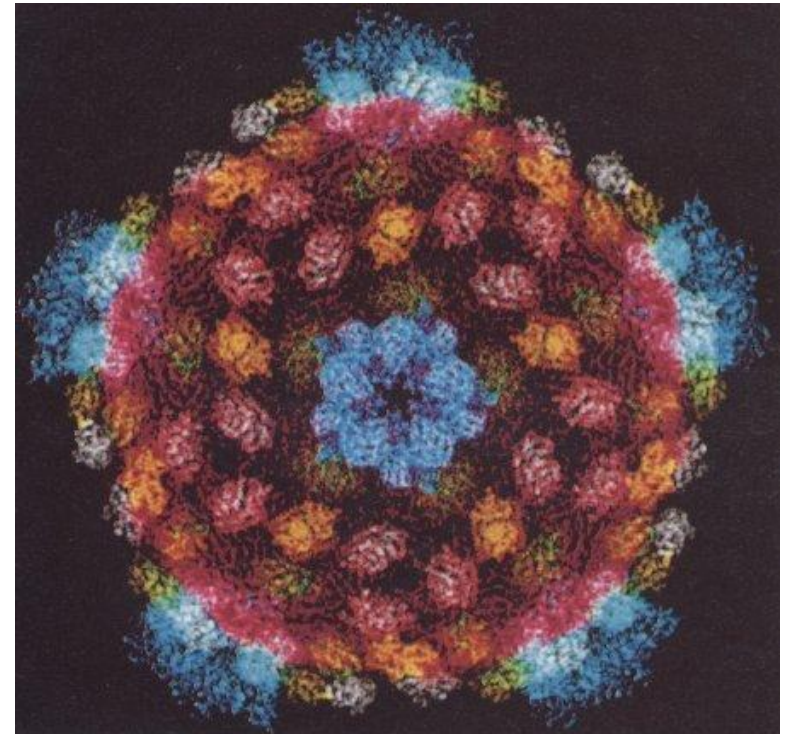
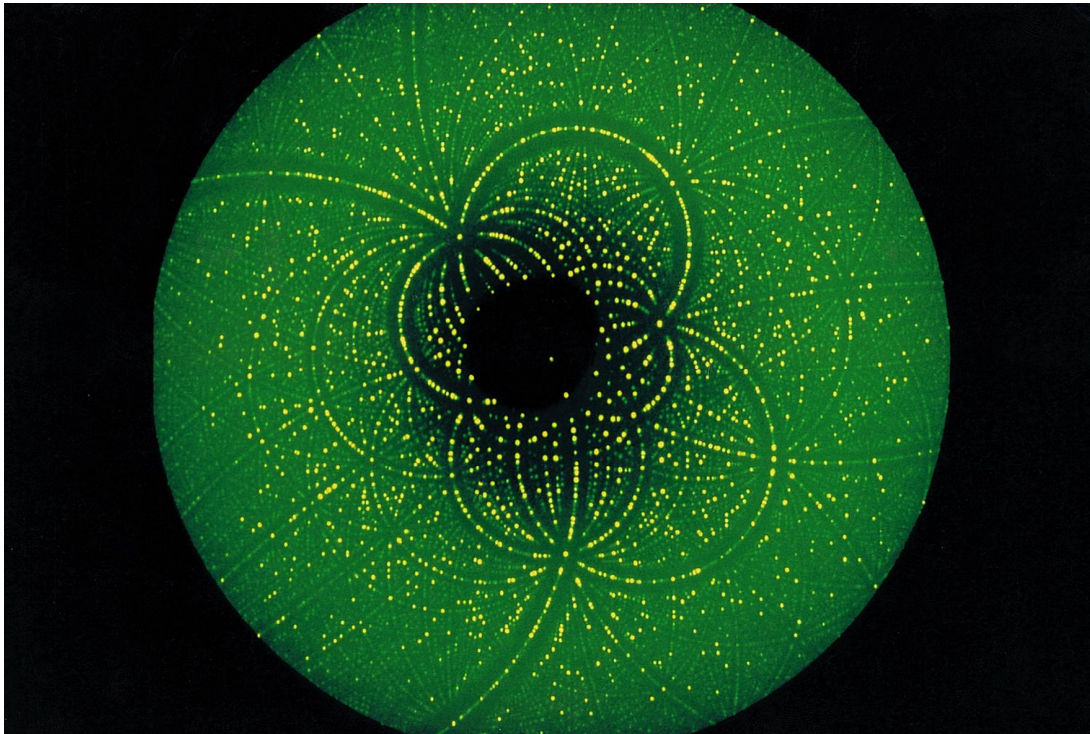
Difraction: DNA structure



Encyklopedia Fizyki Współczesnej, PWN, Warszawa, 1983

<http://aworldofbiology.weebly.com/structure-of-dna-and-rna.html>

Diffraction: proteins, viruses



K. M. Renisch, M.L. Nibert, S. C. Harrison, Nature, Vol. 404 (2000) 960
DESY

Tetanus, botulism



345px-Botulism1and2.JPG



Opisthotonus_in_a_patient_suffering_from_tetanus
_-_Painting_by_Sir_Charles_Bell_-_1809

Source: Wikipedia

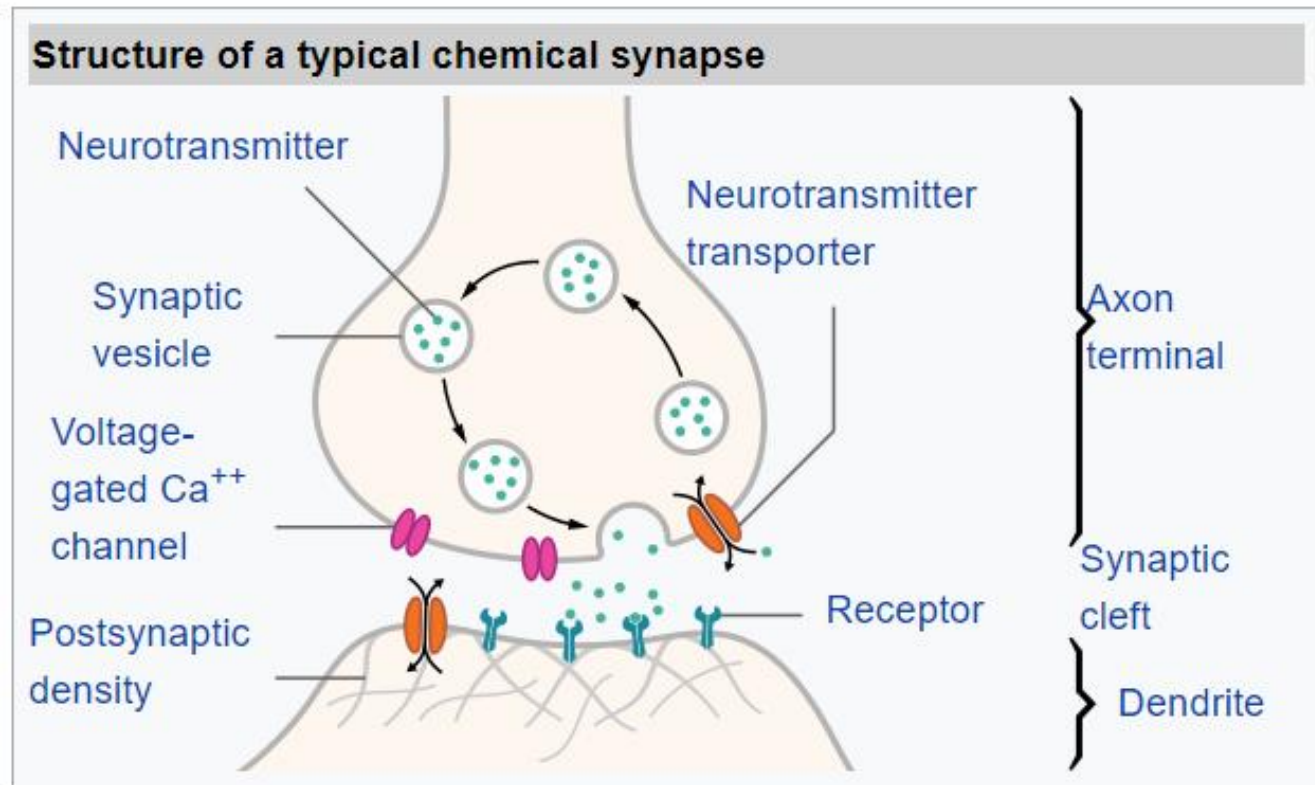
Neuro-transmitters

Structure [\[edit \]](#)

*Further information
on formation of
synapses:*

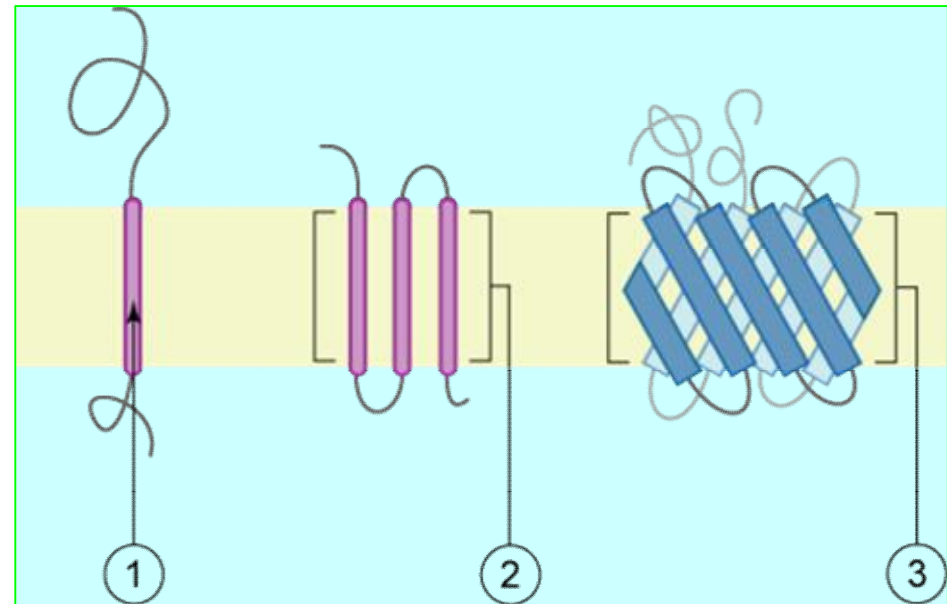
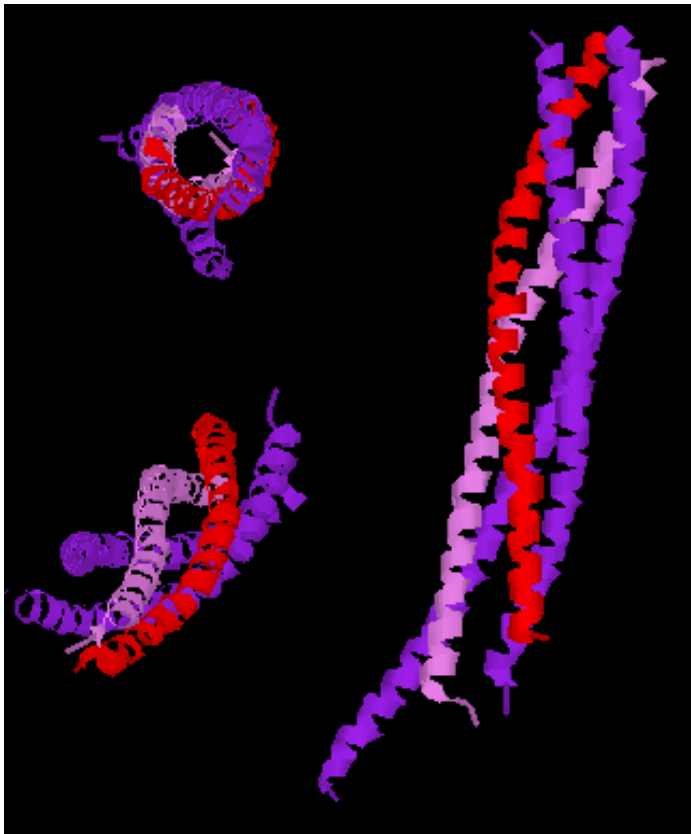
Synaptogenesis

Synapses are functional connections between neurons, or between neurons and other types of cells.^{[6][7]} A typical neuron gives rise to several thousand synapses although



Wikipedia „Chemical synapse”

Neuro-transmitters proteins



- 3 verschiedene Ansichten der Struktur eines abgekürzten **neuronalen SNARE Komplexes**. Legende: Synaptobrevin-2 (rot), Syntaxin-1 (rosa), SNAP-25 (violett).
- Loh , <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8994038>
- https://it.wikipedia.org/wiki/Proteina_integrale

Clostridium tetani

PDBe > 1z7h

2.3 Angstrom crystal structure of tetanus neurotoxin light chain

Source organism: *Clostridium tetani*

Primary publication:

2.3 A crystal structure of tetanus neurotoxin light chain.

Breidenbach MA, Brunger AT

Biochemistry **44** 7450-7 (2005)

PMID: 15895988

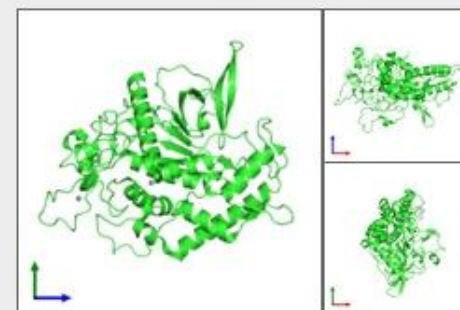
X-ray diffraction

2.3Å resolution

Released: 10 May 2005

Model geometry

Fit model/data



Function and Biology



Details

Reaction catalysed:

Hydrolysis of 76-Gln-|-Phe-77 bond in synaptobrevin 2.

Biochemical function:

- metalloendopeptidase activity

Biological process:

- pathogenesis

Cellular component:

- not assigned

Sequence domain:

1-100 101-200 201-300 301-400 401-500 501-600 601-700 701-800 801-900 901-1000

Ligands and Environments

1 bound ligand:

Zn⁺²

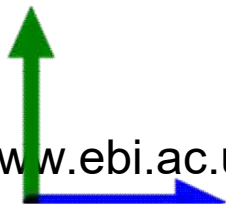
2 x ZN

No modified residues

<http://www.ebi.ac.uk/pdbe/entry/pdb/1z7h>

Clostridium tetani

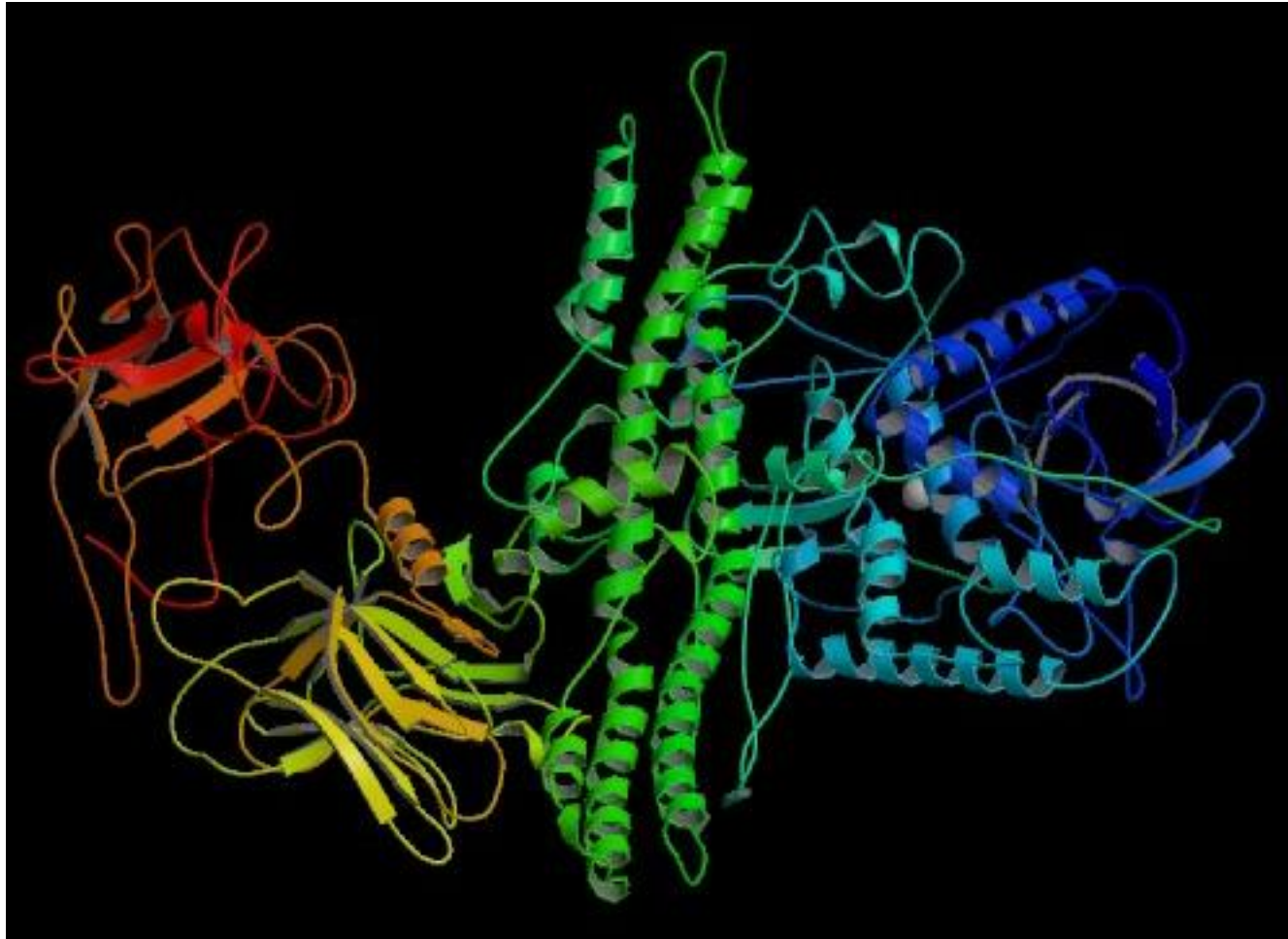
Zn^{+2}



http://www.ebi.ac.uk/pdbe/static/entry/1z7h_deposited_chain_front_image-800x800.png

Clostridium botulini

$C_{6760}H_{10447}N_{1743}O_{2010}S_{32}$



Lacy, D.B., Tepp, W., Cohen, A.C., DasGupta, B.R., Stevens, R.C. - [PDB-Bild 3BTA](#)

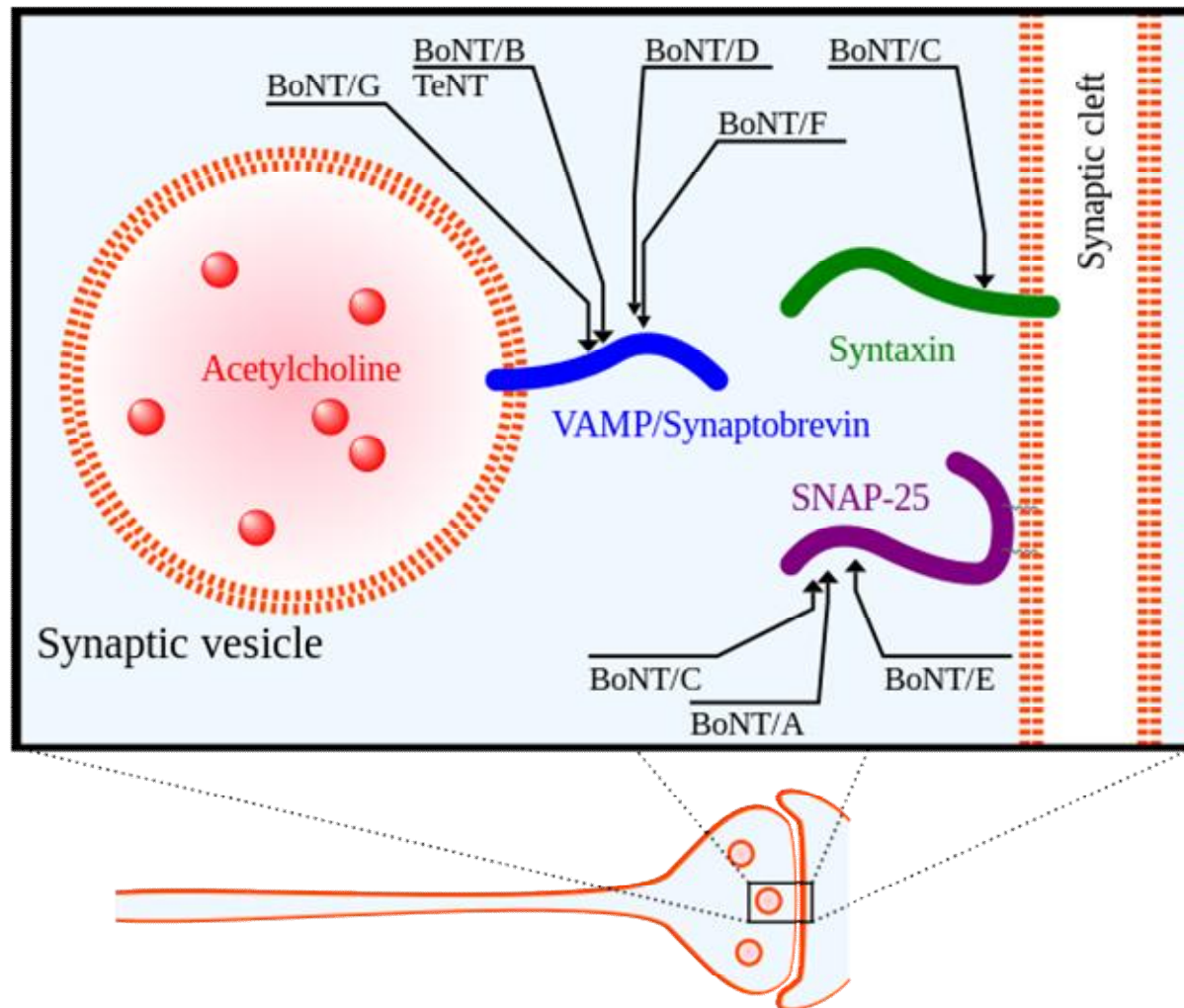
Clostridium botulini

The terminals of specific [axons](#) must internalize the toxin to cause paralysis, and the heavy chain of the toxins is implicated in targeting the toxin to such axon terminals; following the attachment of the toxin heavy chain to proteins on the surface of the terminals, toxin molecules enter the neurons by [endocytosis](#).[\[45\]](#) The light chain, which has zinc [metalloprotease](#) activity,[\[45\]](#) is released from the endocytotic vesicles and reaches the [cytoplasm](#).

Hence, botulinum toxins A, B, and E specifically cleave SNAREs, preventing "neurosecretory vesicles" from docking/fusing with the interior surface of the [plasma membrane](#) of the nerve [synapse](#), and so block release of neurotransmitter. In inhibiting acetylcholine release, nerve impulses are blocked, causing the flaccid (sagging) paralysis of muscles characteristic of [botulism](#)[\[45\]](#) (in contrast to the distinct spastic paralysis seen in [tetanus](#)).[\[48\]](#)

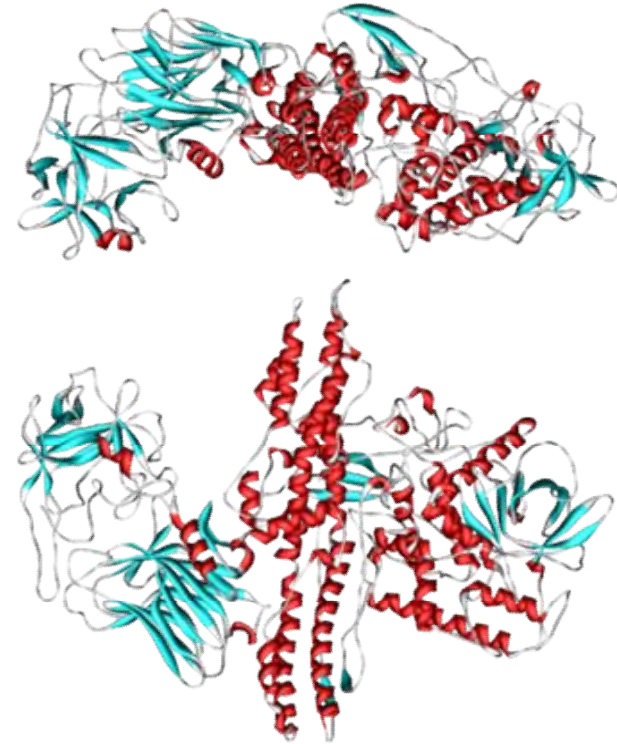
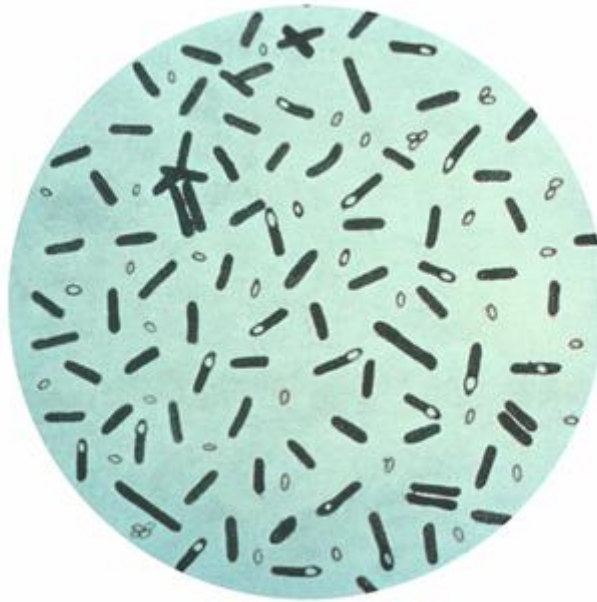
Clostridium botulini

The light chain, which has **zinc** [metalloprotease](#) activity, [\[45\]](#)



https://en.wikipedia.org/wiki/Botulinum_toxin

Clostridium botulini



Botulinum is the most acutely lethal toxin known, with an estimated human median lethal dose (LD50) of **1.3–2.1 ng/kg** intravenously or intramuscularly and 10–13 ng/kg when inhaled.^[3]

https://en.wikipedia.org/wiki/Botulinum_toxin

https://en.wikipedia.org/wiki/Clostridium_botulinum

Physics is Fun

In Australia, as it is well known (in Europe),
people walk with their heads up-side down.

Also **fermions**, occupy their states from upper to lower-side

W Australii, jak wiadomo, ludzie chodzą do góry nogami.

I nawet **fermiony** zajmują stany kwantowe od góry...



Physics is Fun

In Australia, as it is well known (in Europe),
people walk with their heads up-side down.

Also **fermions**, occupy their states from upper to lower-side

W Australii, jak wiadomo, ludzie chodzą do góry nogami.

I nawet **fermiony** zajmują stany kwantowe od góry...



Darling Harbour - Sydney





This is obviously a joke, but it has some
more serious explanation

These birds in China Garden at Darling Harbour, Sydney, seem to be strange:
they occupy states starting from the highest one.

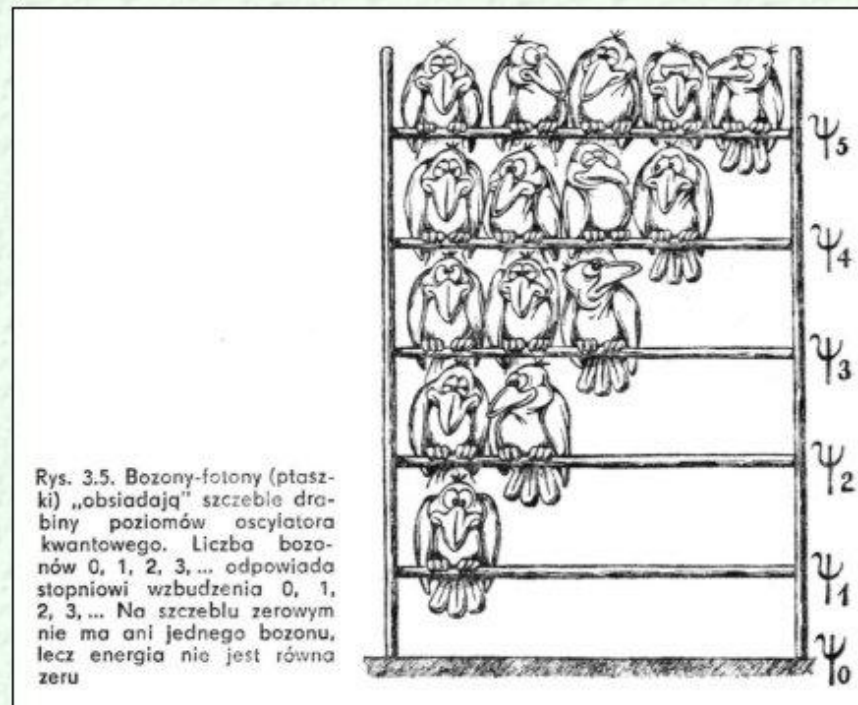
This is different from the "normal" way in **Physics**: from the lowest to the highest



This is obviously a joke, but it has some more serious explanation

Note however, that this rule is not always so clear, even to professional Physicists.

The meaning of this picture is somewhat different; it deals with bosons, like for example photons, but also they should occupy the lowest states.



"Bosons-photons (birds) occupy the steps of ladder of quantum oscillator. Numbers 0,1,2,3 correspond to the excitation level. At the lowest level there is no birds, but the energy is not equal to zero".

[A. Góral, Meandry Fizyki, MON, Warszawa]

This is obviously a joke, but it has some more serious explanation

However, these birds, on Northern Hemisphere seem to be more reasonable: more of them at lower states than at higher ones.



Tournus, France, 13.12.2004

This is obviously a joke, but it has some

Wait, wait!

If we turn them upside-down,
then we have a perfect model of an **atom**:

two electrons on the first, lowest shell

four on the second shell*

eighth on the highest *

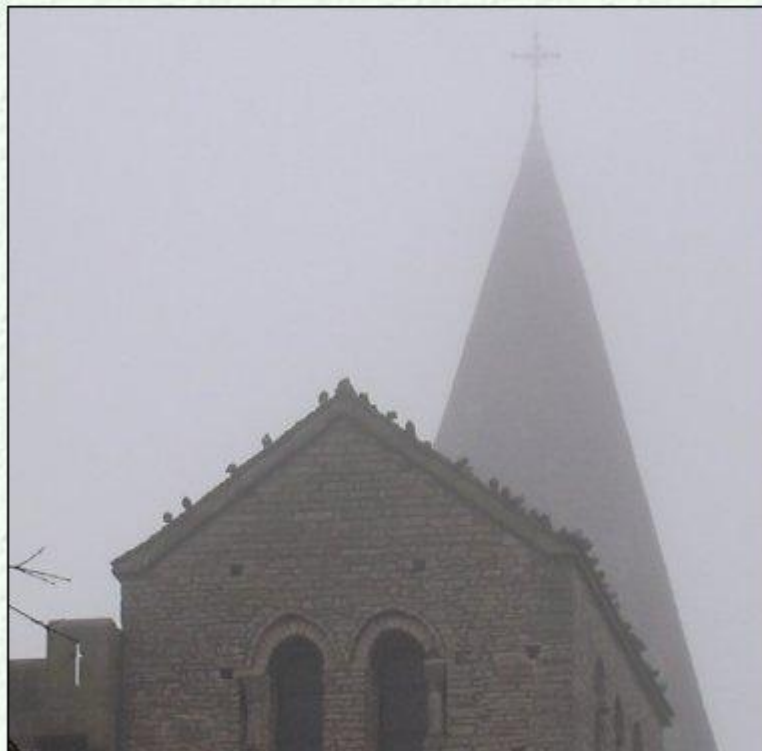


This is obviously a joke, but it has some

Now look these birds:

all of them occupy **the same state**,
independently from its energy.

The point is that it must be **enough cold!**
For atoms we call it **Bose-Einstein condensation***



This is obviously a joke, but it has some

Tournus Abbey, France



This is obviously a joke, but it has some

With fermions and bosons it is easy,
but with birds you never know...



Annecy, 14.12.2004

Thank you for your attention!