

Zašmodrchaná fyzika

Antonín Černoch a Jan Soubusta



konec 19. století

1874 – fyzika je ještě klasická věda

Philipp von Jolly na Univerzitě v Mnichově říká:

- nemá smysl dělat fyziku, vše už bylo vynalezeno
- newtonovská mechanika popisuje vývoj systému pomocí působících sil
- gravitace, jablko padá na zem
- světlo se bere jako elektromagnetická vlna
- Oddělené částice (atomy) a pole (světlo)

James Clerk
Maxwell
(Edinburgh)



Sir Isaac
Newton
(Anglie)



Max Planck
(Německo)



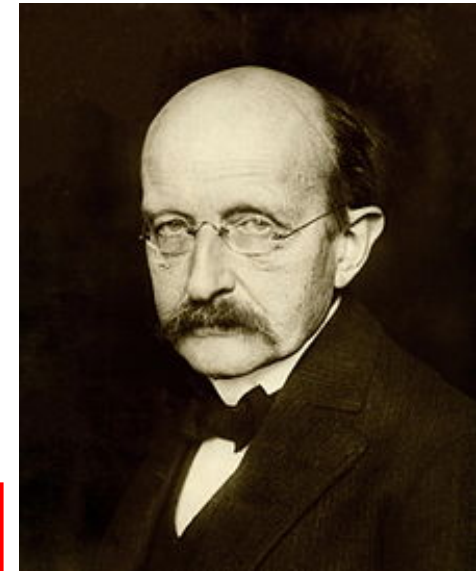
$$2\pi\hbar = 6.626\,075\,15 \times 10^{-34} \text{ J s (přesně)}$$

počátek 20. století

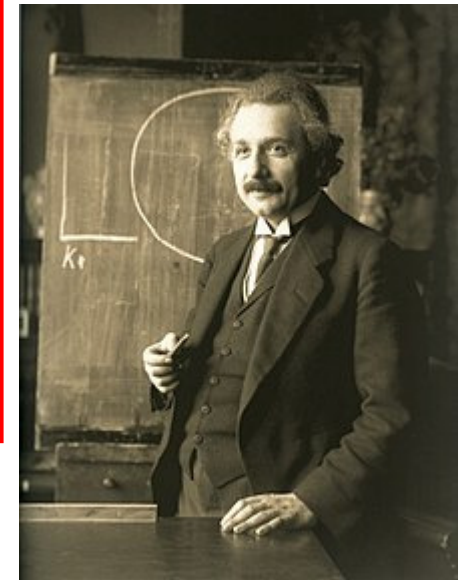
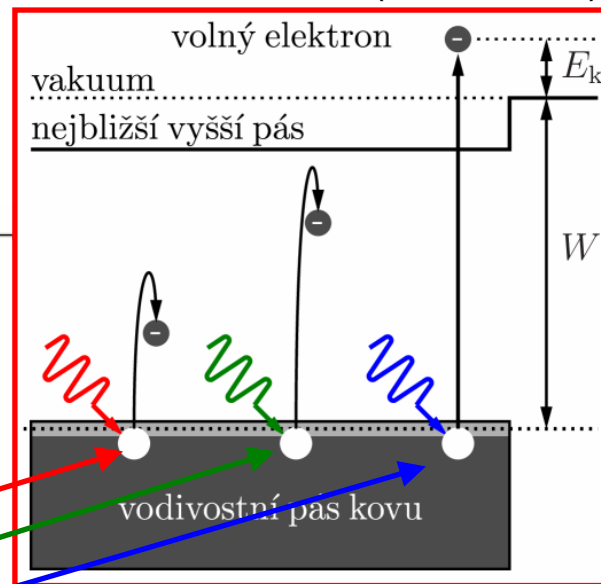
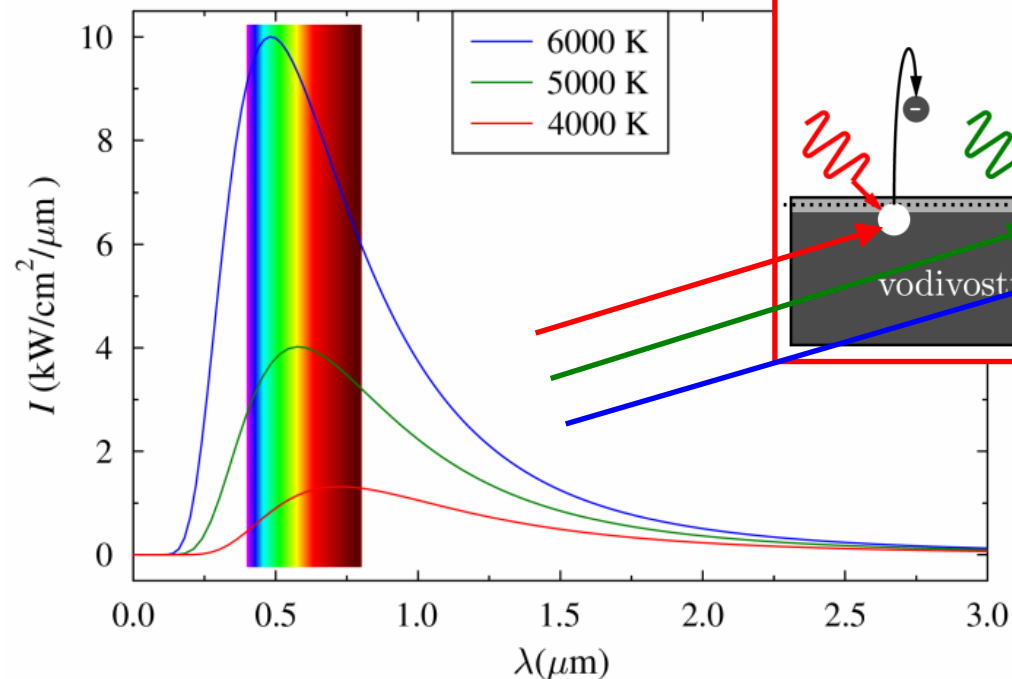
1900 – pruská Akademie věd v Berlíně
korpuskulární povaha světla

- světlo je sice elektro-magnetická vlna ALE
- látce se předává energii po kvantech
- FOTON

Max Planck
(Německo)



$$E = h\omega$$



Albert Einstein
(Německo)

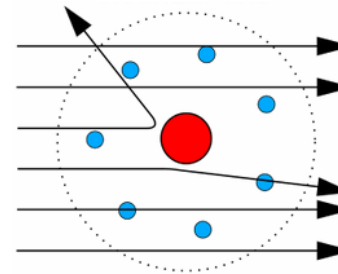
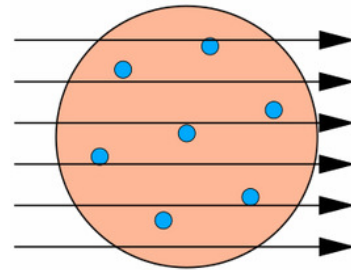
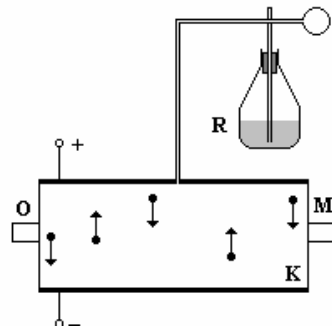
Mikrosvět

1900 – **současně** probíhá výzkum struktury látky

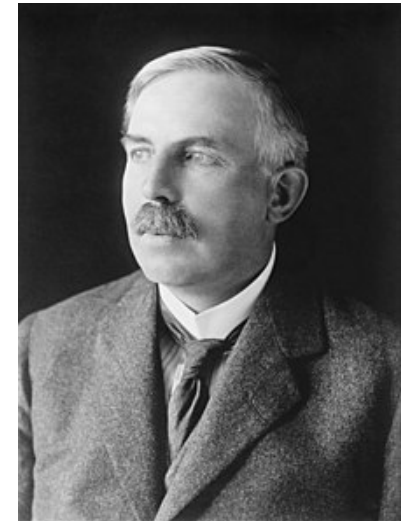
- Thomsonův pudinkový model není udržitelný
- látka není spojitá je z částic: elektrony, protony a neutrony



Robert Andrews
Millikan (USA)
NC f 1923



atom: 10^{-10} metru
jádro: 10^{-15} metru



NC ch 1908
Ernest **Rutherford**
(Nový Zéland)

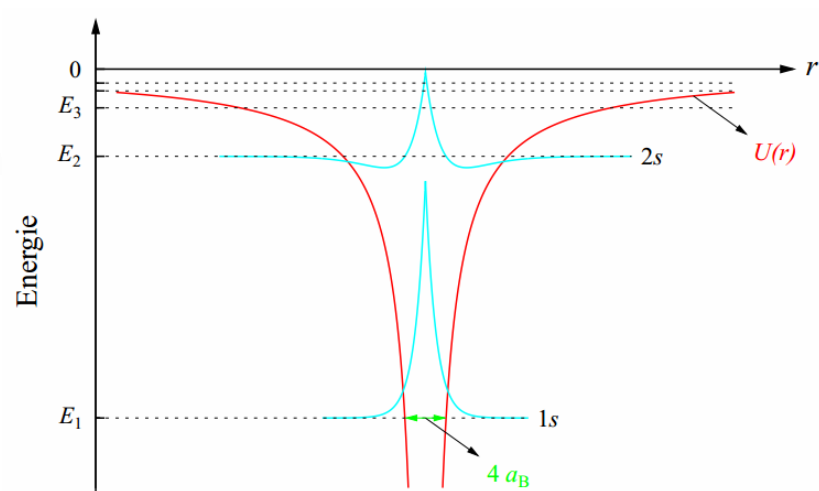
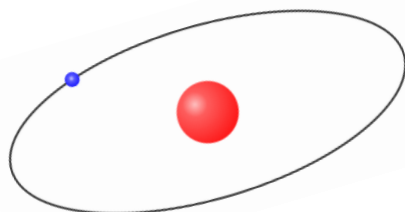
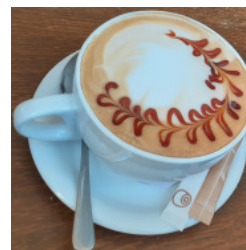
Proton	$1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$	$+1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$
Neutron	$1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$	0
Electron	$9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$	$-1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$

Kvantová mechanika

1925 – Vídeň, formulace Schrödingerovy rovnice

$$H \psi = E \psi$$

Erwin Schrödinger
(Vídeň) NC 1933



Niels Bohr (Dánsko) NC 1922

s	p_z	p_x	p_y	d_{z^2}	d_{xz}	d_{yz}	d_{xy}	$d_{x^2-y^2}$



Max Born (Německo) NC 1954

Základní principy kvantové fyziky

1927 – Brusel, 5th Solvayská konference “Elektrony a fotony



A. PICCARD E. HENRIOT P. EHRENFEST Ed. HERZEN Th. DE DONDER E. SCHRÖDINGER E. VERSCHAFFELT W. PAULI W. HEISENBERG R.H. FOWLER L. BRILLOUIN
P. DEBYE M. KNUDSEN W.L. BRAGG H.A. KRAMERS P.A.M. DIRAC A.H. COMPTON L. de BROGLIE M. BORN N. BOHR
I. LANGMUIR M. PLANCK Mme CURIE H.A. LORENTZ A. EINSTEIN P. LANGEVIN Ch.E. GUYE C.T.R. WILSON O.W. RICHARDSON
Absents : Sir W.H. BRAGG, H. DESLANDRES et E. VAN AUBEL

Kodaňská QM

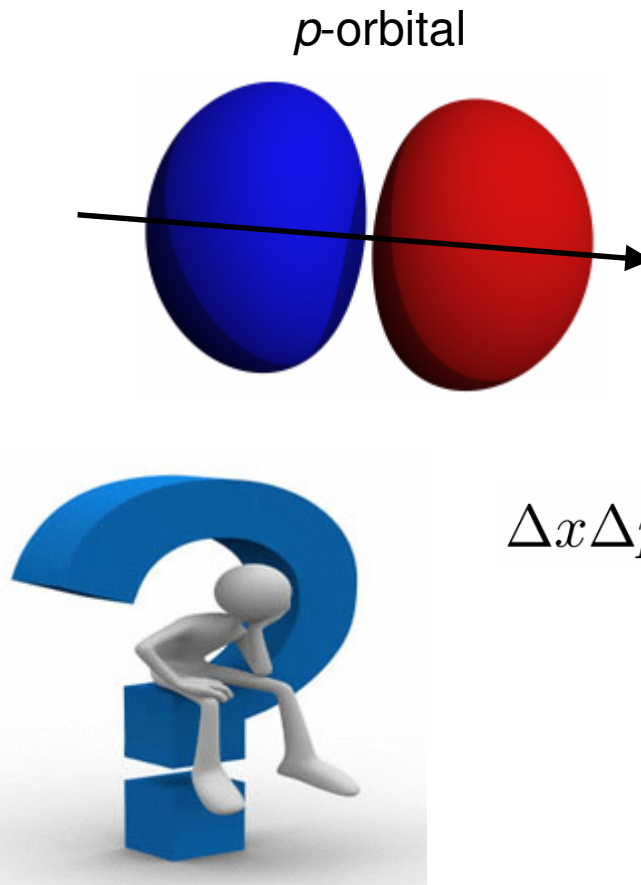
- QM dává jen pravděpodobnost
- vlnová funkce je nelokální
- dokud to nezměřím, tak to není
- měření = kolaps
- jsou povolené superpozice

Louis de Broglie
(Francie)
NC1935



$$\lambda_e = 2\pi\hbar/p$$

Gedankenexperiment



$$\Delta x \Delta p_x \geq \hbar$$



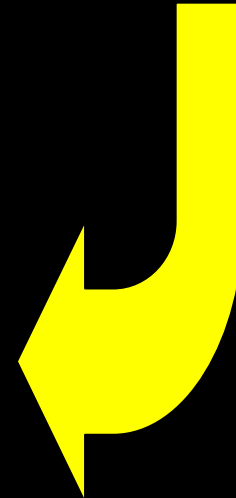
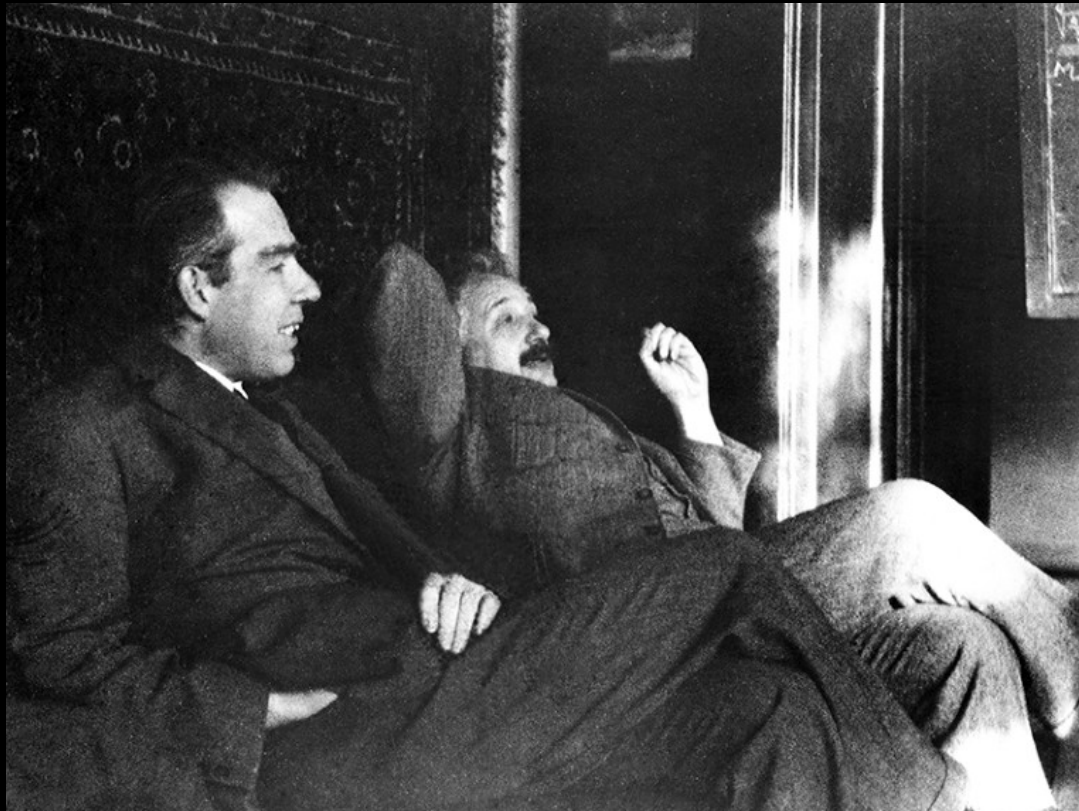
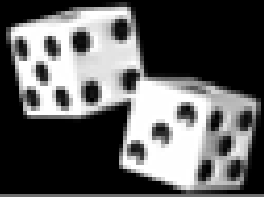
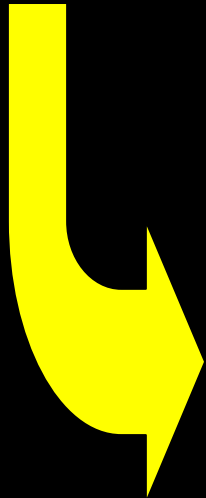
Werner Heisenberg
(Německo)
NC 1932

EPR Gedankenexperiment

prosinec 1925, Nizozemsko – přátelská diskuze fyziků

Einstein: I am convinced, that He does not throw dice.

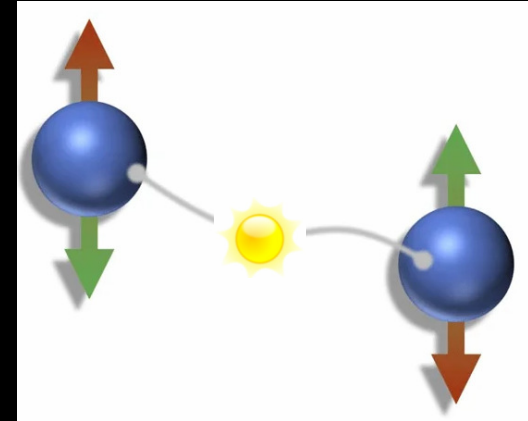
Bohr: Einstein, stop telling God what to do.



EPR Gedankenexperiment

1935 – Einstein, Podolsky a Rosen chtějí najít spor kvantové mechaniky

- vytvoříme provázaný pár elektronů s opačnými spiny
- změříme jim spin každému v jiném směru
- prověříme jestli je to duhařina

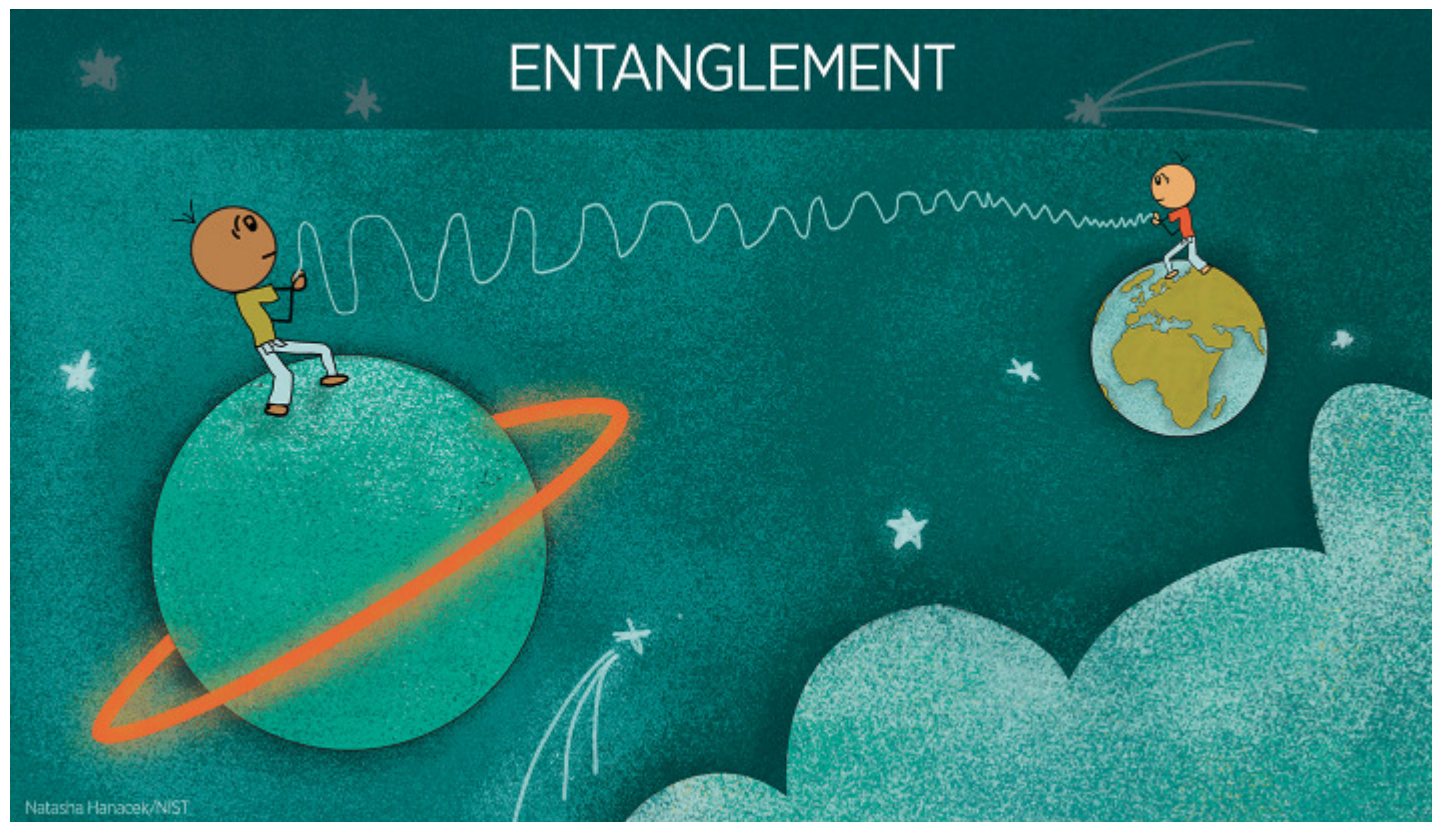


Kvantová mechanika předpovídá:

- jsou tam korelace
- měření na jednom se okamžitě projeví i na druhém (kolaps)
- šířená nadsvětelnou rychlostí

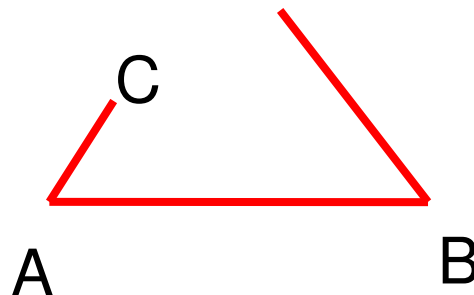
Tak mi to vysvětli názorně!!

Abych to i já pochopil.



Jak prověřit QM?

1964 – Prověříme QM pomocí nerovností.



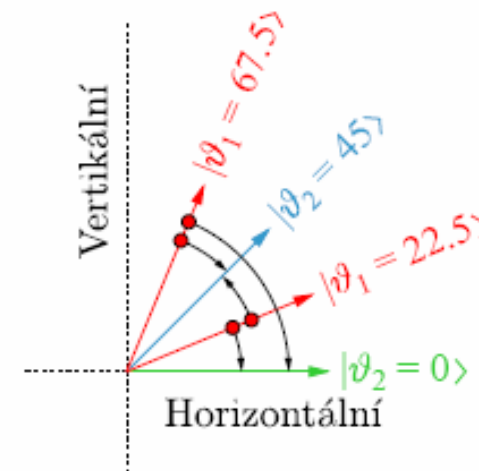
John S. Bell
(Severní Irsko)

1969 – Teorii je potřeba upravit
na reálné experimenty.
Co třeba fotony?
Polarizace fotonu?

NEMÁ někdo provázané fotony?



John Clauser
(USA)
NC 2022



Michael Horne, Abner Shimony, Richard Holt

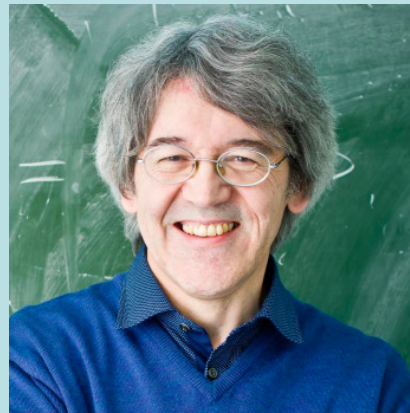
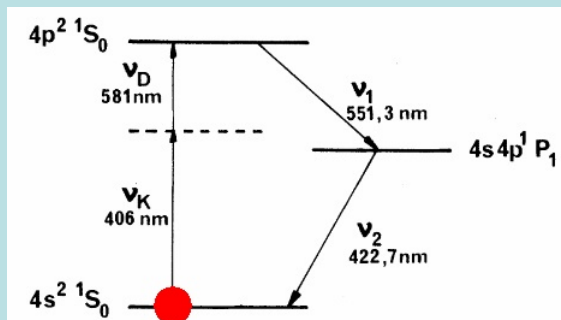
Entangované fotony

1981 – francouzské korelované fotony z excitovaného vápníku.



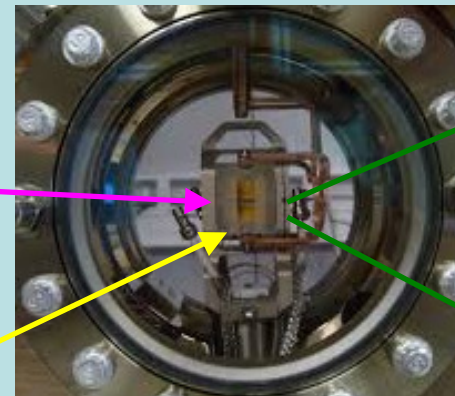
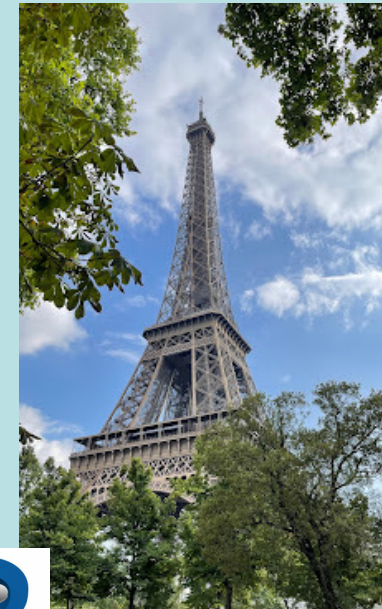
Alain Aspect
NC 2022

energie vápníku



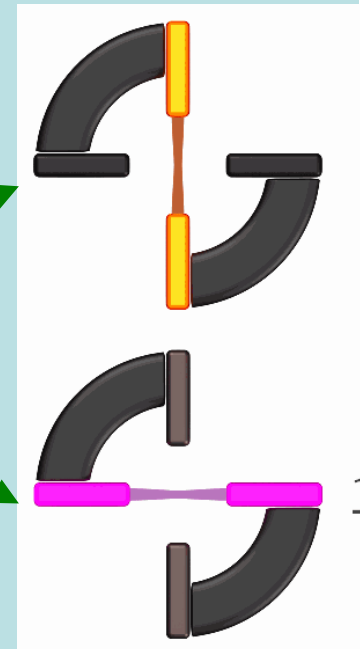
Philippe
Grangier

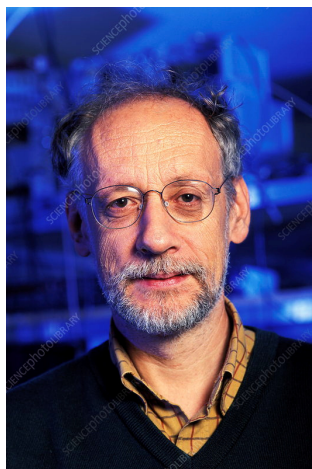
Gérard Roger



400

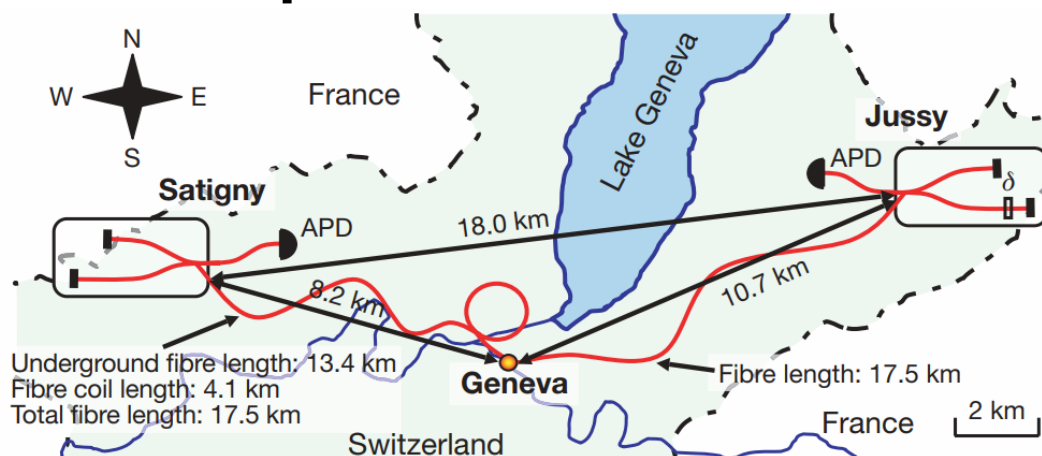
580





Nicolas Gisin
Geneva

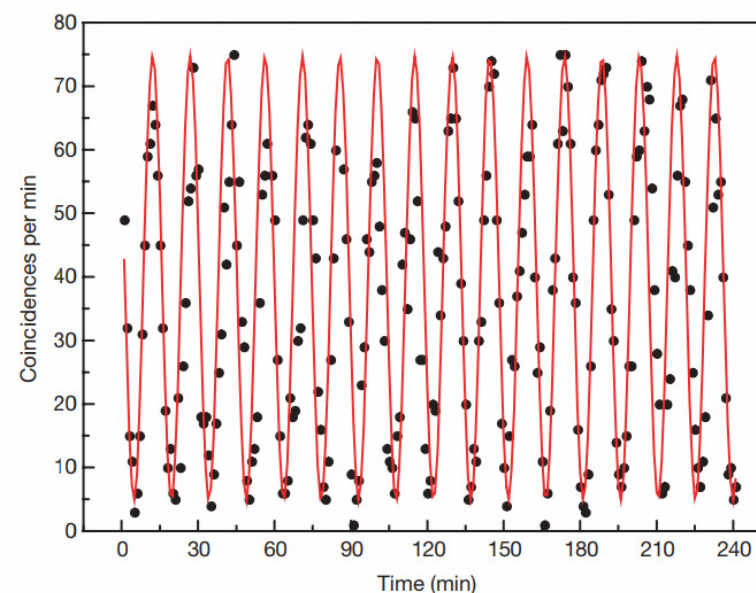
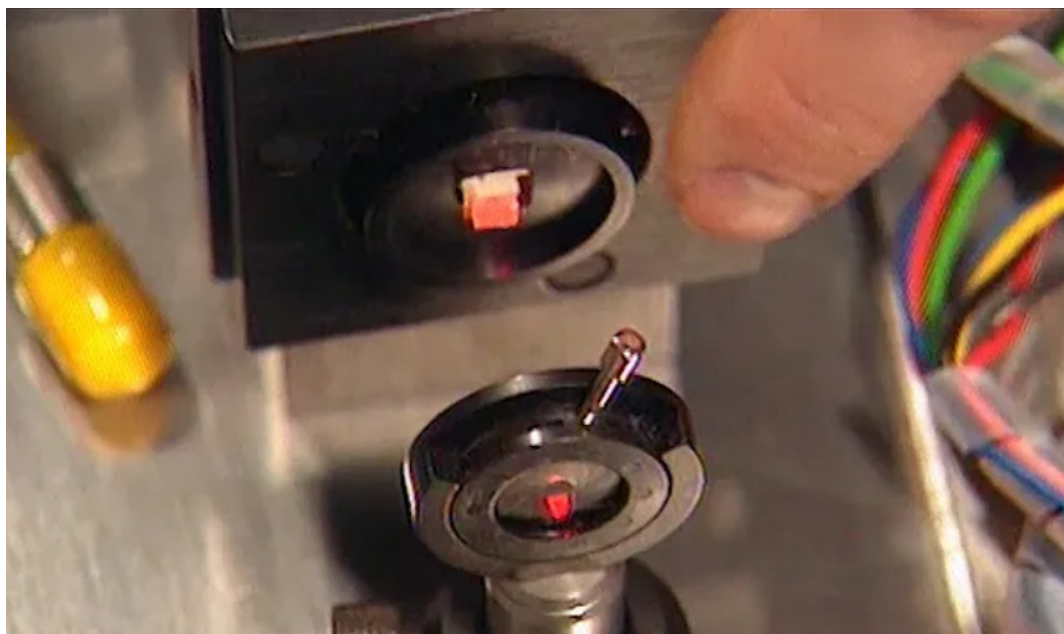
Skeptici tomu nevěří



Hugo Zbinden

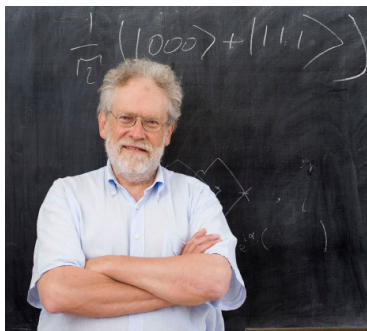
2008 – ve Švýcarsku to musí fungovat i na 18 km

Daniel Salart, Augustin Baas,
Cyril Branciard



Zeilinger a jeho chalpci

1997 – Innsbruck jde se na teleportaci kvantového stavu



Anton Zeilinger
(Rakousko)



Harald Weinfurter



Manfred Eibl



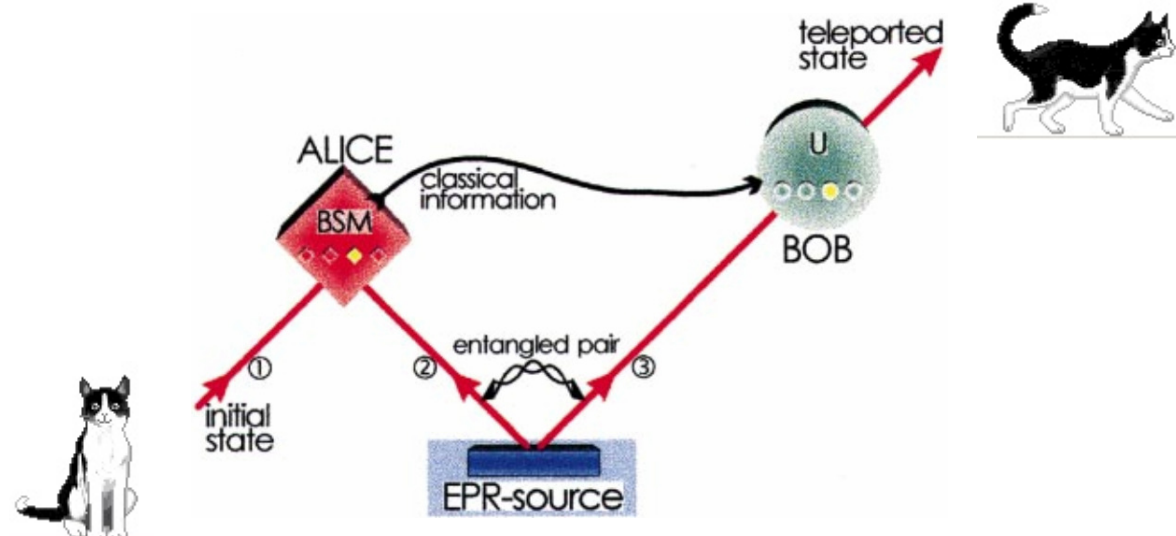
Klaus Mattle



Jian-Wei Pan



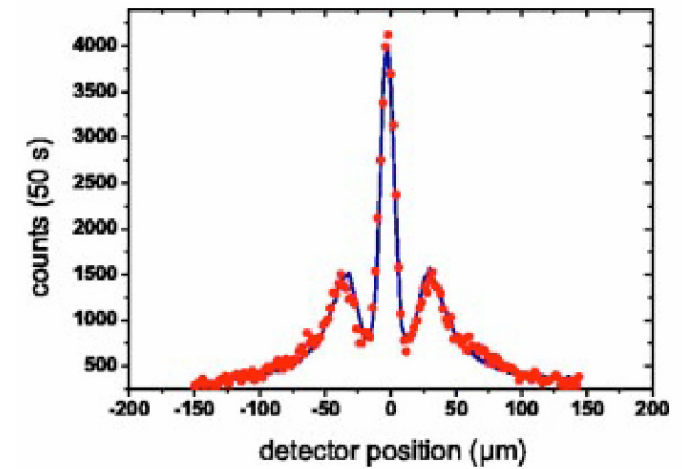
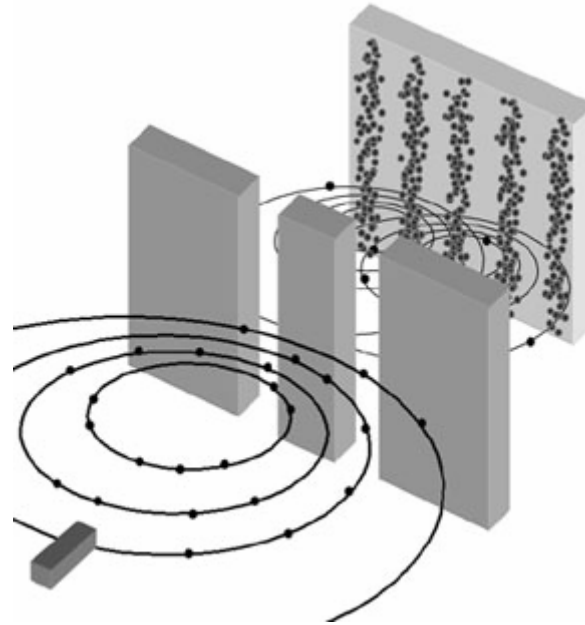
Dik Bouwmeester



2002 – Vídeň, pozorování interference fotbalového míče

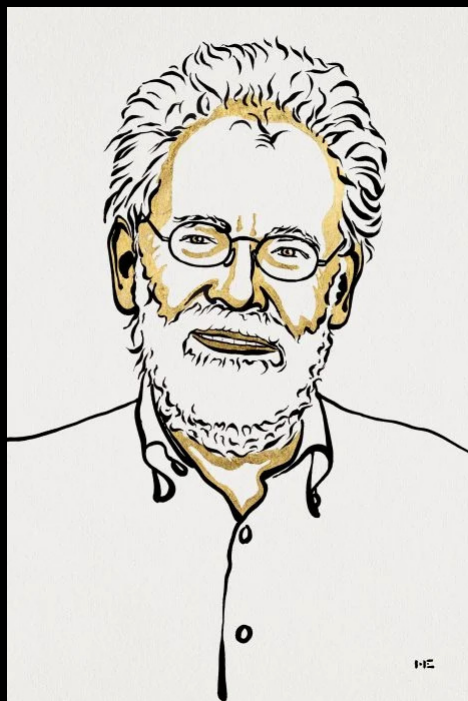
C_{60}

fulleren



2009 – přenesení entanglementu mezi Kanárskými ostrovy





KONEC
roku 2022

