

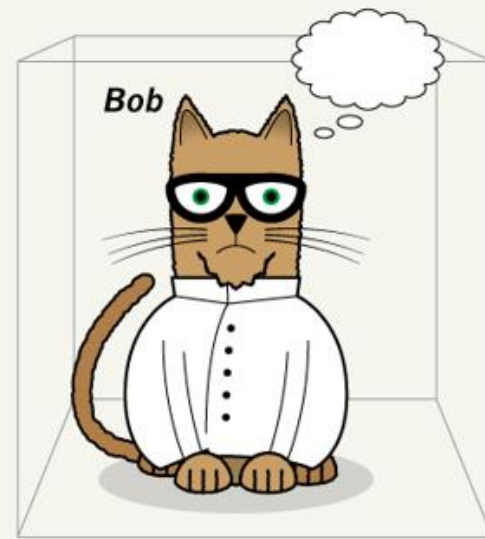
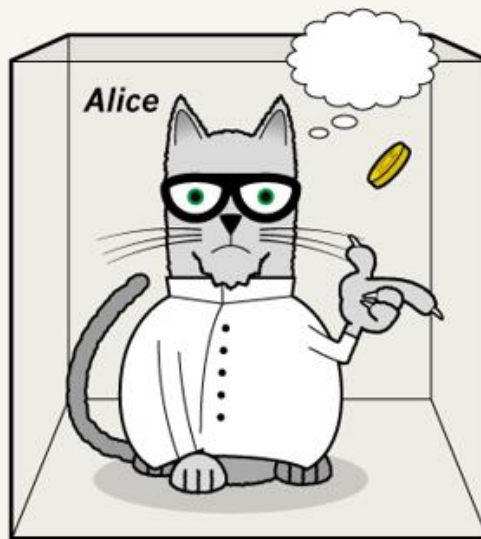
Editorial Board

Quantum Computers Are Coming. The World Might Not Be Ready.

They could do wonders for medicine, chemistry, banking and information-gathering. There's just one problem.

NEW CATS IN TOWN

Physicists have devised a variation of the iconic Schrödinger's cat



Schroedingerova mačka u kvantnim računalima



Dalibor Paar

Fizički odsjek, PMF
Sveučilište u Zagrebu

PMF-LUMEN



PREMA SUVREMENOM
OBRAZOVANJU ZA ZANIMANJA
I GRAĐANE 21. STOLJEĆA



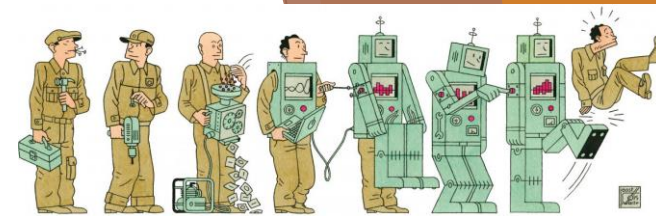
ŽSV fizika, Zagreb, 19.5.2021.

Megatrends

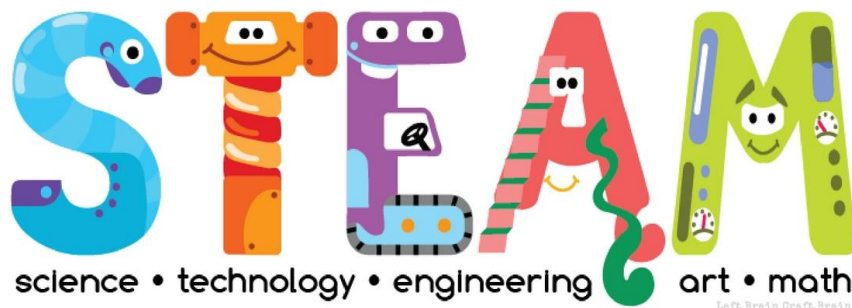


Digitalizacija, pomak tehnološke paradigme i transformacija rada su globalni fenomeni.

Zanimanja 21. stoljeća - za što se obrazovati?



STRUKE KOJE DANAS NEDOSTAJU U EU



Procjene stručnjaka su da za djecu koja kreću danas u školu preko 50 % današnjih zanimanja neće postojati kada završe školovanje!
Za koja zanimanja školujemo djecu?



HRVATSKO FIZIKALNO DRUŠTVO

HFD-STEAM.EU

ZNANSTVENO OBRAZOVANJE OD RANE DOBI

FIZIKALNI
SADRŽAJI OD
4. GODINE
ŽIVOTA

VRTIĆI I
RAZREDNA
NASTAVA

SUVREMENE
TEME ZNANOSTI
I TEHNOLOGIJE

PREDMETNA
NASTAVA
U OSNOVNOJ I
SREDNJOJ
ŠKOLI

ZNANSTVENA
METODA

INTER-
DISCIPLINARNO
POVEZIVANJE



FIZIKA / STEAM
IZVAN
FORMALNOG
OBRAZOVANJA

LOKALNA
ZAJEDNICA

PREMA SUVREMENOM
OBRAZOVANJU ZA ZANIMANJA
I GRAĐANE 21. STOLJEĆA



Ministarstvo
znanosti i
obrazovanja

PMF - LUMEN STEAM U VRTIĆU I ŠKOLI

SVETIČIŠTE U ZAGREBU 1996
PMF
PEDAGOŠKO - MATEMATIČKI FAKULTET

www.pmf-lumen.eu

facebook.com/pmf-lumen

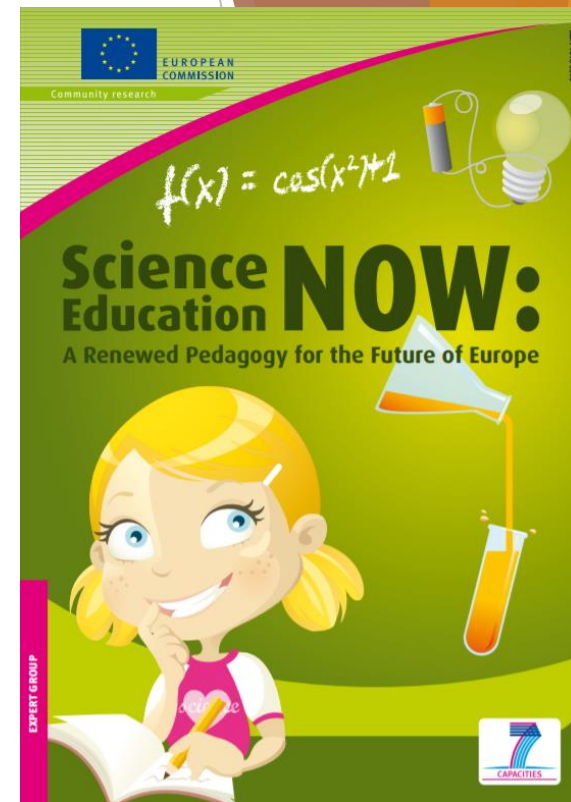
U OVOM
TRENUTKU
SE U SVIM
RAZVIJENIM
ZEMLJAMA
DEŠAVA
„POTRES” U
OBRAZOVANJU

Pedagoške
kompetencije
i
profesionalni
razvoj

Obrazovanje
21. stoljeća

Vještine i
znanja za
zanimanja
21. stoljeća

Inovacije u
obrazovanju
i pomak
paradigme



Znanstveno obrazovanje
djece kao strateški
pravac EU

Temeljne promjene obrazovanja 21. stoljeća

20. stoljeće	21. stoljeće
Punjenje posude	Paljenje vatre
Prepričavanje	Otkrivanje
Transfer informacija	Učiti kako učiti
Vremenski definirano	Definirano prema rezultatu
Vođeno udžbenikom	Vođeno istraživanjem
Pasivno učenje	Aktivno učenje

Obrazovanje 21. stoljeća

Znanja i vještine 21. stoljeća su dio kurikuluma

Holistički pristup - u središtu je učenik

Učitelji i nastavnici su motivirani i cijenjeni

Cjeloživotno učenje

Problemi nastave fizike danas

Učenike
uvodimo u
fizikalne teme
matematičkim
formalizmom

Učenike fizika
ne zanima i ne
vole ju učiti

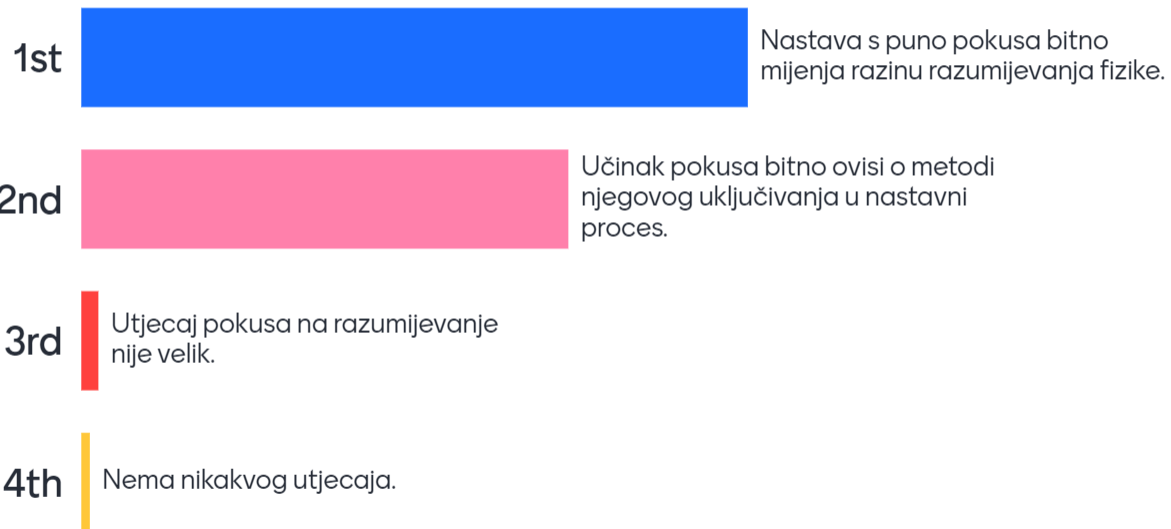
Učenici nisu
motivirani učiti
fiziku kod kuće

Učeničke
miskonceptcije
iz ranije dobi
ne mogu se
ukloniti

Koje je Vaše stručno mišljenje o ulozi pokusa u nastavi fizike?

Go to www.menti.com and use the code 9605 3789

Kako pokus utječe na razumijevanje fizike?



~~Učenike
uvodimo u
fizikalne teme
matematičkim
formalizmom~~

Fizika je
eksperimentalna
znanost - svaka
tema treba
krenuti od
pokusa - ali
metoda je bitna

Motiviranje
učenika - fizika
je zanimljiva,
izazovna,
neobična, ...

~~Učenike fizika
ne zanima i ne
vole ju učiti~~

~~Učenici nisu
motivirani učiti
fiziku kod kuće~~

Poticanje na
istraživanje
izvan okvira
nastavnog sata

Razumijevanje
fizike -
uklanjane
miskonceptija

~~Učeničke
miskonceptije
iz ranije dobi
ne mogu se
ukloniti~~

Nastava fizike

Fiziku se počinje učiti od rane dobi - u vrtiću

Djecu treba rano upoznati sa suvremenim temama fizike i tehnologija

Interdisciplinarnost

Fizikalni pokus: opservacijski, testni, aplikacijski

Znanstvena metoda

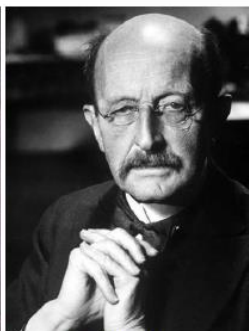
IBM

IBM Q
System One





Ruđer Bošković
(1711-1787)



Max Planck
(1858-1947)



Niels Bohr
(1885-1962)



Louis de Broglie
(1892-1987)



Max Born
(1882-1970)



Erwin Schrödinger
(1887-1961)



Wolfgang Ernst Pauli
(1900-1958)



Werner Karl Heisenberg
(1901-1976)

- ▶ Kvantna fizika je jedna od načudnijih, naintrigantnijih, najneobičnijih i najizazovnijih tema u fizici
- ▶ Prva kvantna revolucija započela je početkom 20. stoljeća
- ▶ Treba naglasiti da su neke od temeljnih ideja kvantne fizike iznesene oko 150 godina ranije pri čemu je poseban doprinos hrvatskog znanstvenika Ruđera Boškovića

Prva kvantna revolucija

- ▶ Oblikovala je svijet u kome danas živimo
- ▶ Temeljni zakoni mikroskopskog svijeta bazirani su na kvantnoj mehanici
- ▶ Temeljne tehnologije kao što su tranzistor i laser

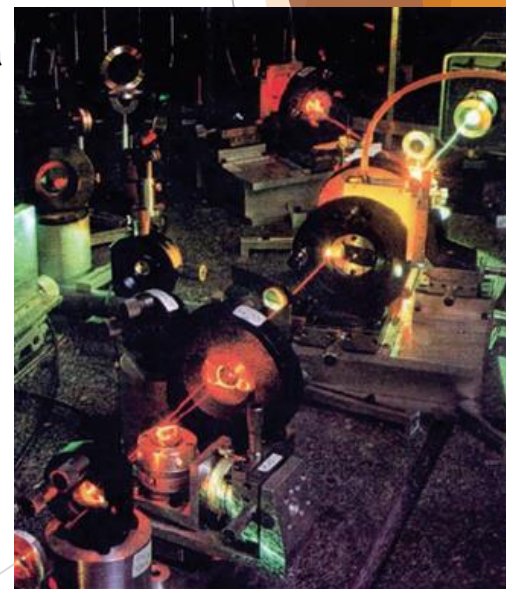


50 godina

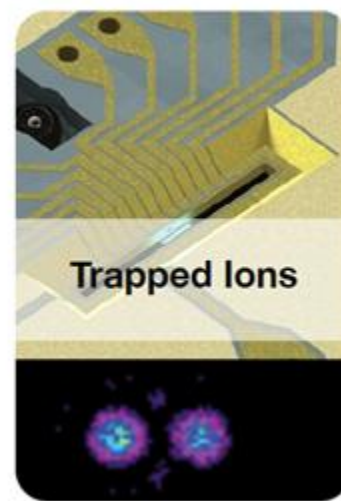
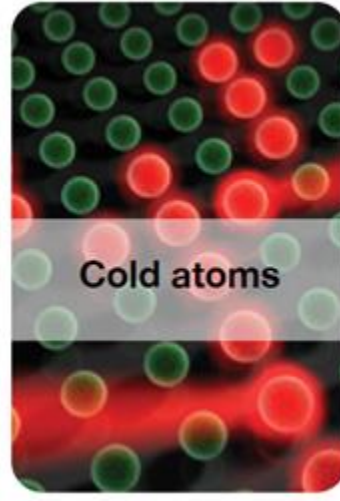
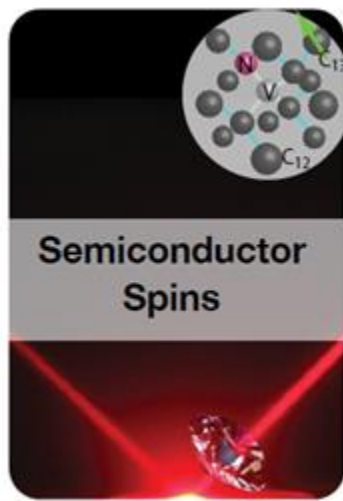
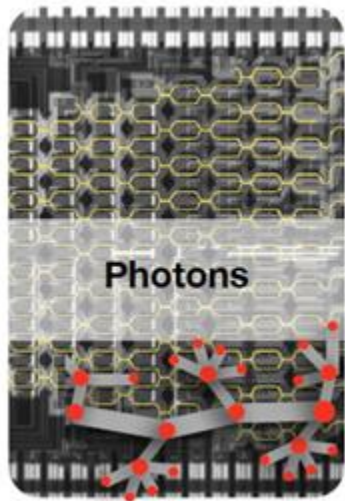
Laseri

70 godina

Replika prvog
tranzistora
proizvedenog u
Bell laboratoriju
1947. godine.



Druga kvantna revolucija



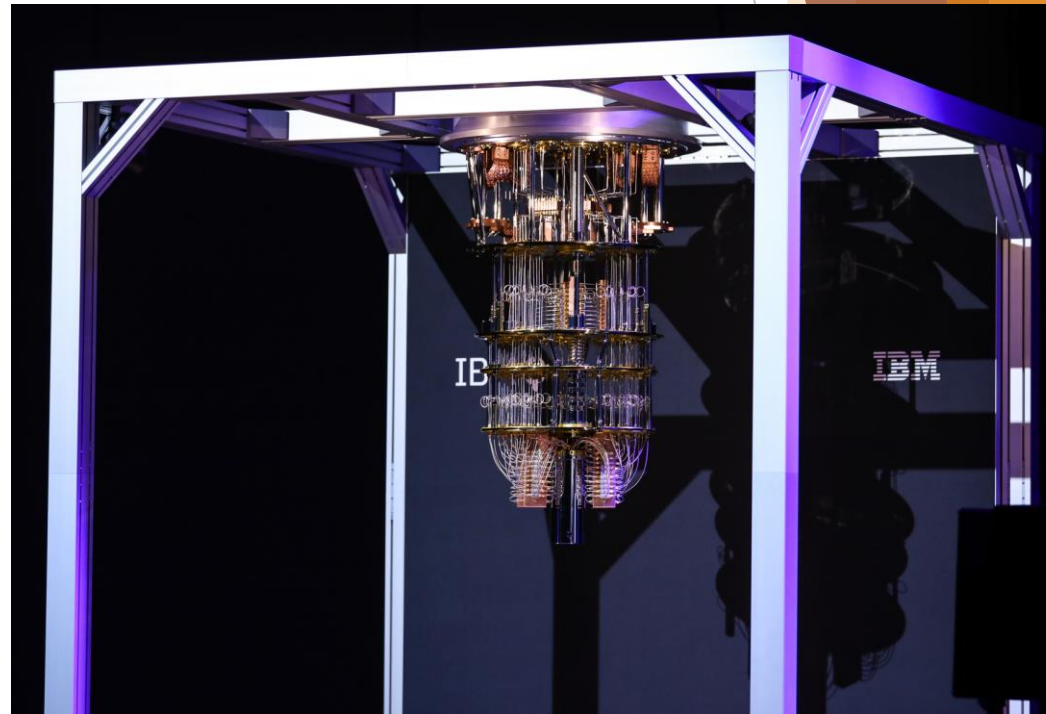
NEWS • 29 OCTOBER 2018

Europe shows first cards in €1-billion quantum bet

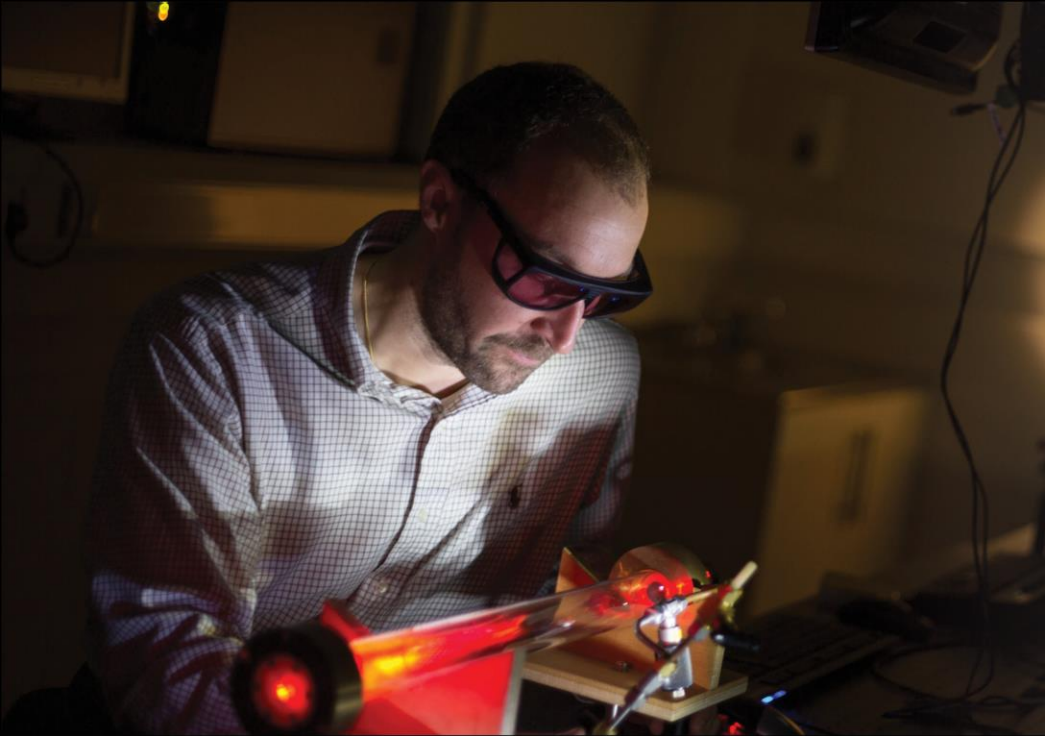
One of the most ambitious EU 'Flagship' schemes yet has picked 20 projects, aiming to turn weird physics into useful products.



- ▶ Prije 3 desetljeća nobelovac Richard Feynman - korištenje kvantnih procesora koji simultano povezuju klasična stanja kao što to radi priroda
- ▶ Da bi se došlo do praktične primjene te tehnologije, rješava se puno tehničkih problema.
- ▶ Najviše kroz 20 godina kvantna računala će biti temelj i utjecati na sve aspekte naših života.



Feynman, R. *Int. J. Theor. Phys.* 21, 467-488 (1982).



QUANTUM TECHNOLOGIES

Koje su osnove druge kvantne revolucije?

Fundamentalna svojstva kvantnih računala su kvantni fenomeni: superpozicija, kvantna prepletenost i interferencija.



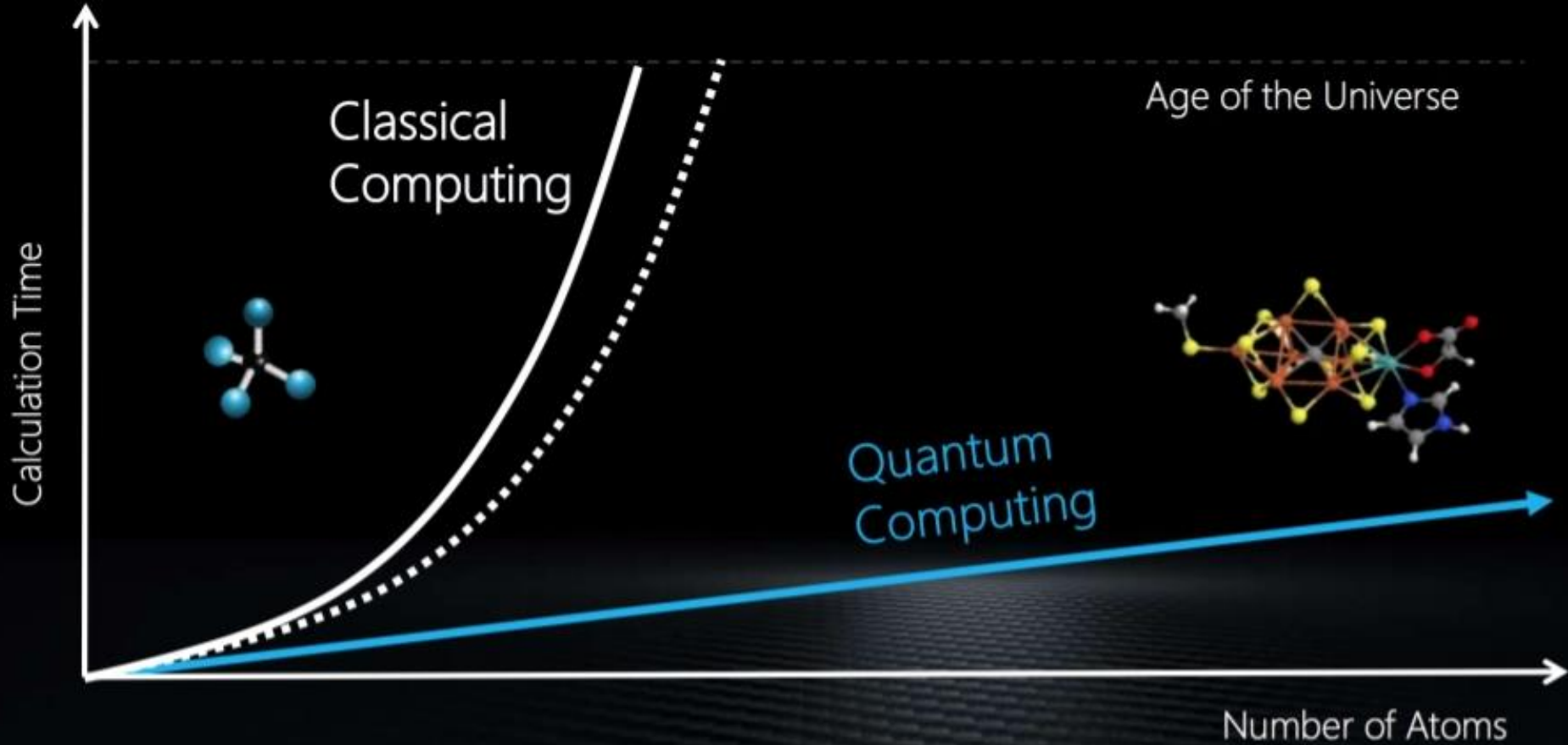
- ▶ Kvantno računalo temeljeno je na vrlo čudnim zakonima kvantne mehanike
- ▶ Znanstvenici su dokazali da atomi mogu egzistirati u dva stanja odjednom - fenomen zvan superpozicija.
- ▶ Isti atom može biti na dvije lokacije u isto vrijeme. Sve postaje još čudnije kada se skalira na velike dimenzije.

THE FUTURE OF EVERYTHING

How Google's Quantum Computer Could Change the World

The ultra-powerful machine has the potential to disrupt everything from science and medicine to national security—assuming it works





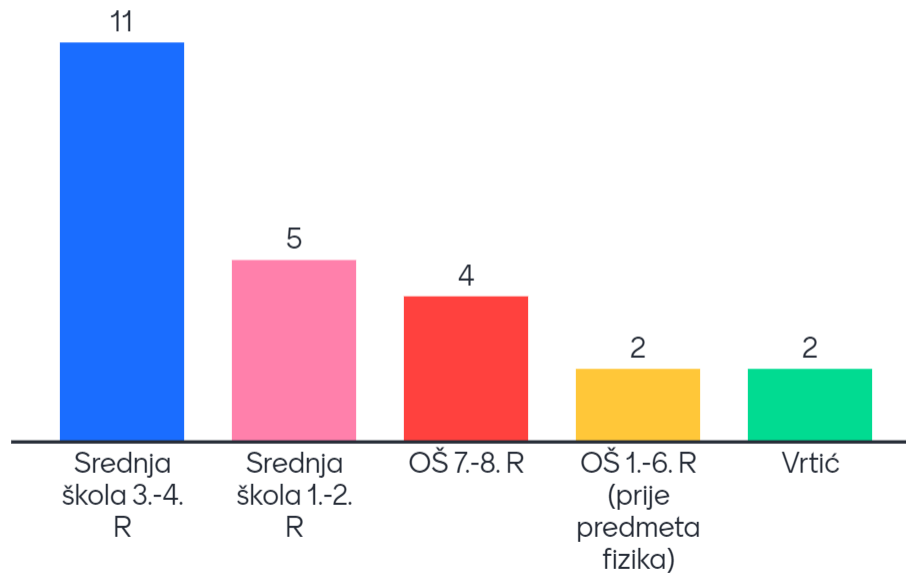
Zašto trebaju kvantna računala: proračun sustava s velikim brojem atoma nije moguć s klasičnim računalima

Kada po Vašem mišljenju treba djecu upoznati sa osnovama kvantne fizike?

Go to www.menti.com and use the code 9605 3789



Kada po Vašem mišljenju treba djecu upoznati sa osnovama kvantne fizike?



Fizika atoma - kvantna struktura

Kako to znamo?

Možemo li
jednostavno
„vidjeti” kvantnu
strukturu atoma?

Fizika atoma - kvantna struktura

- ▶ Kako to znamo? Možemo li jednostavno „vidjeti” kvantnu strukturu atoma?



Fizika atoma - kvantna struktura

- ▶ Kako to znamo? Možemo li jednostavno „vidjeti” kvantnu strukturu atoma?



?

Rano znanstveno obrazovanje - fronta u obrazovanju 21. st.

Early Childhood
STEM Working Group



Photo by Loren Santow

Early STEM Matters

Providing High-Quality STEM
Experiences for All Young Learners

A Policy Report by the Early Childhood STEM Working Group

January 2017



EARLY CHILDHOOD STEM CONFERENCE

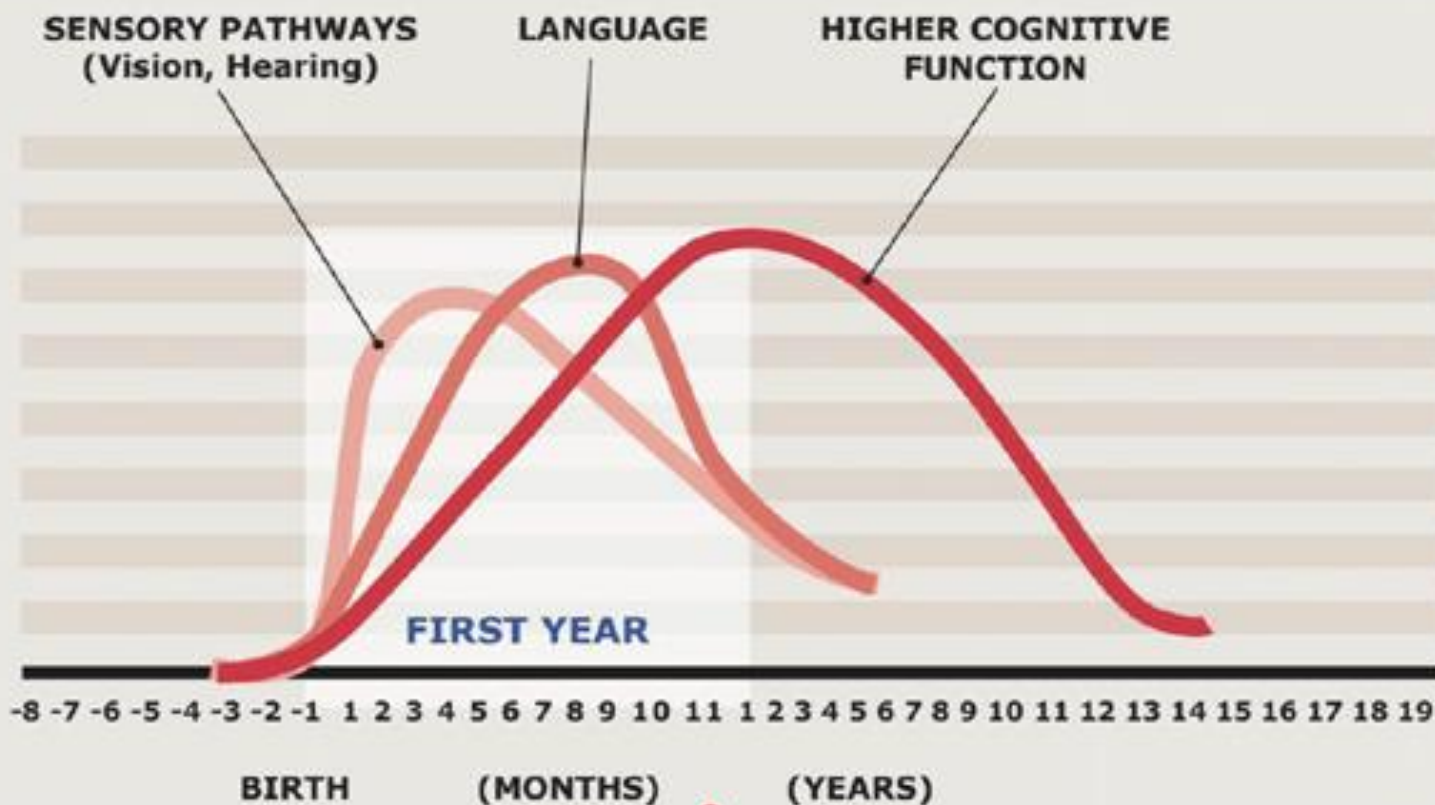
Science Technology Engineering Math

Od 2000. godine najbolji stručnjaci u području edukacije predškolske djece usmjeruju svoj fokus na implementaciju STEM kurikula kao fokusa programa ranog djetinjstva. Održavaju se godišnje konferencije s tom tematikom koje okupljaju edukatore, zakonodavce, istraživače i druge subjekte.

Caltech.edu

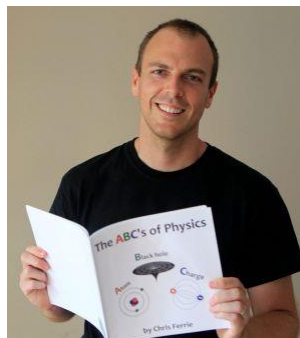
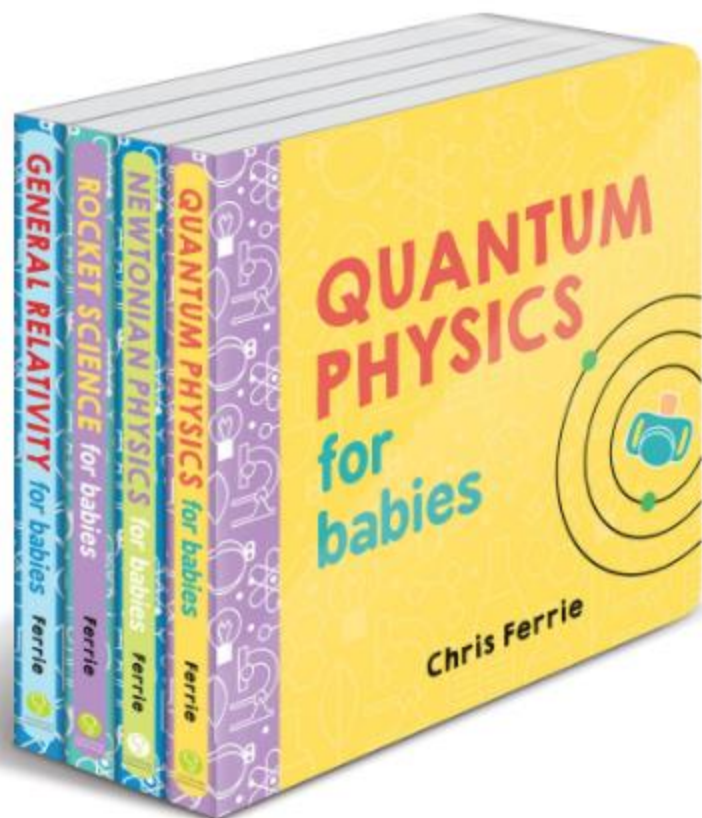
CORE CONCEPTS IN THE SCIENCE OF EARLY CHILDHOOD DEVELOPMENT

Brains Are Built from the Bottom Up: Skills Beget Skills



- Rano djetinjstvo je period u životu kada mozak ima najbolji kapacitet učenja i apsolutnu plastičnost.
- To je razlog zašto tada djeca s lakoćom savladavaju nove vještine, puno lakše nego u starijoj dobi.
- Rano učenje nije toliko učenje koliko izlaganje - nesvjestan proces učenja.

Prikladnost tema i granice dječjeg učenja



Chris Ferrie
Australijski kvantni fizičar

Nikola Poljak
PMF, Zagreb



U ogulinskim vrtićima djeca uče kvantnu fiziku

EDUKACIJA STEM

24.01.2020. 13:03

Izvor:
Hina



ZAGREB, 24. siječnja 2020. (Hina) - Niz radionica „Zanimanja 21. stoljeća“ na kojima se djeca vrtičke i starije dobi prikladno uvode u znanstvene poglede na svijet do kvantne fizike, održava se u petak u Zavičajnom muzeju u Ogulinu.

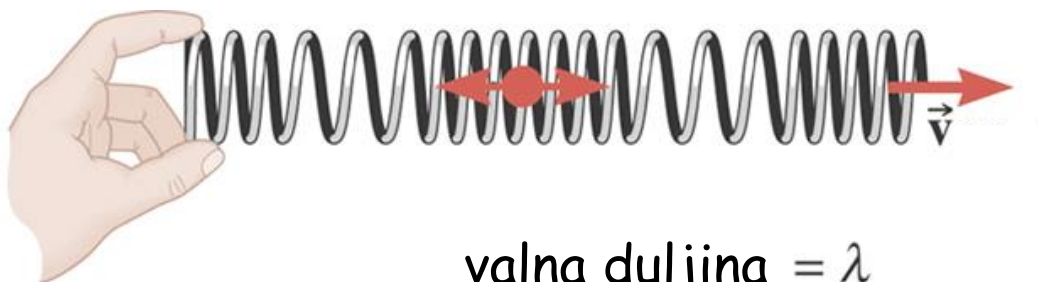




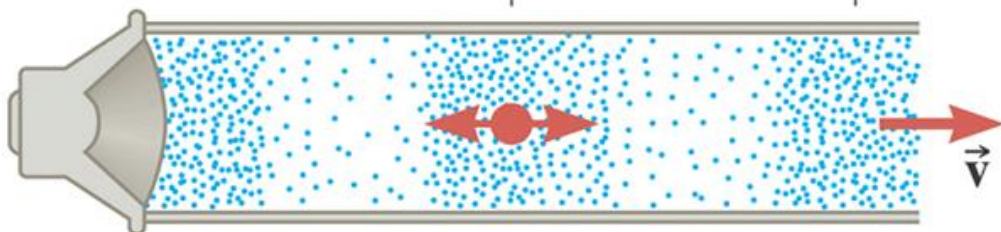
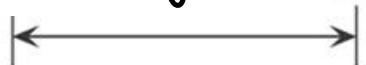


Valovi

- ▶ Valovi na vodi
- ▶ Valovi zvuka



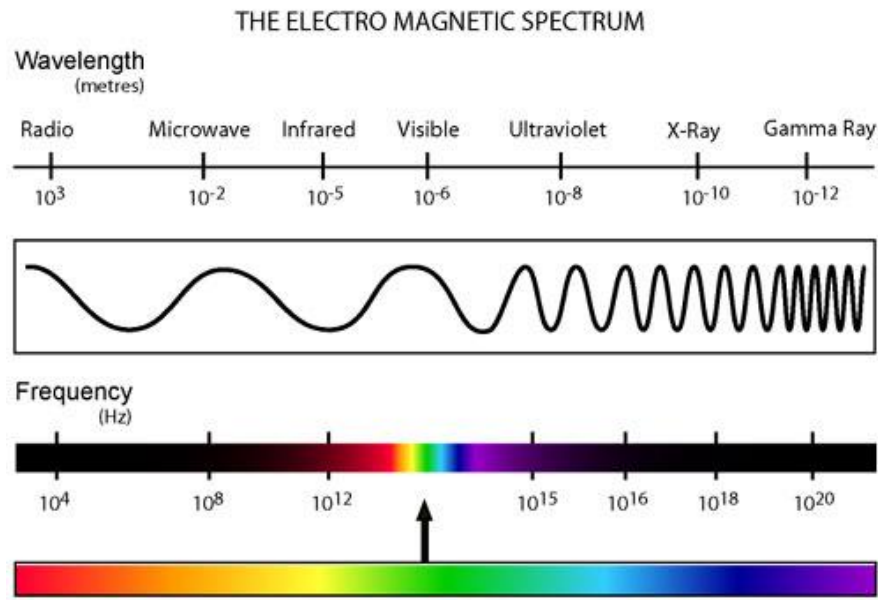
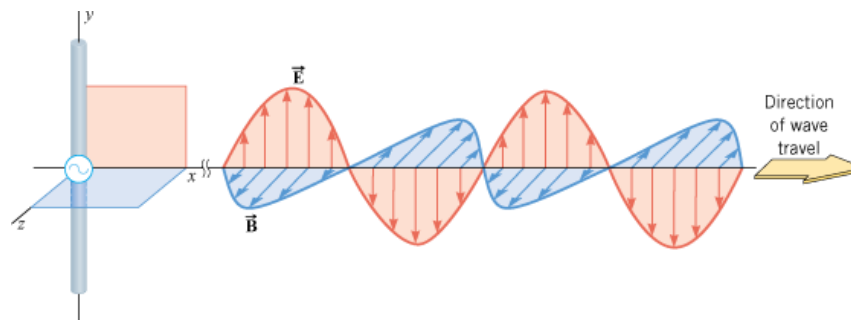
valna duljina = λ



Zvuk je longitudinalni val

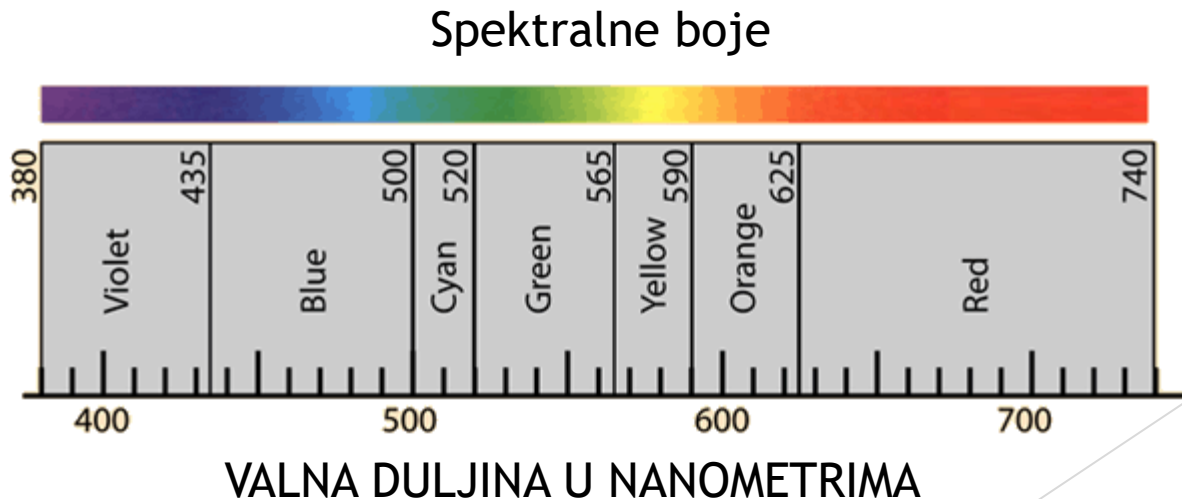
Valovi

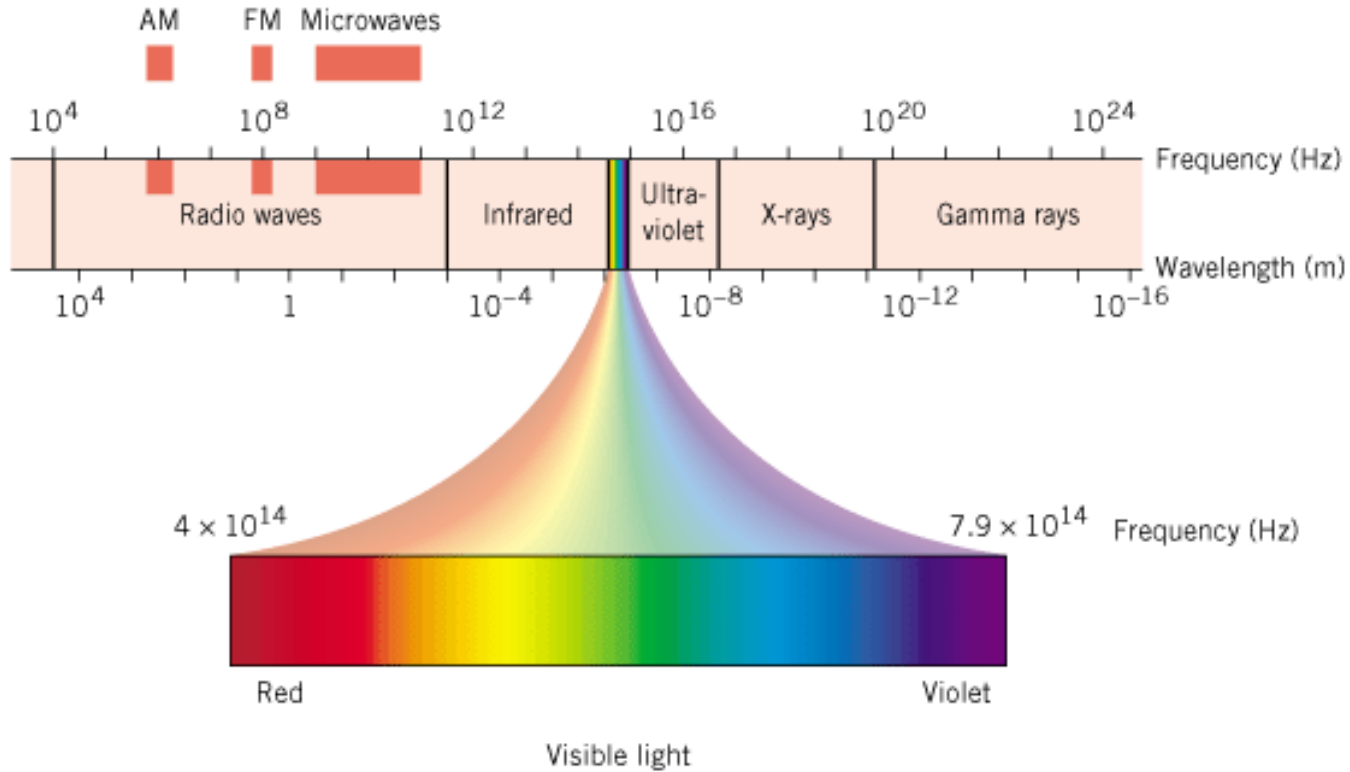
- ▶ I svjetlost je val. Elektromagnetski val.
- ▶ Kao i valove zvuka, opisujemo ju s valnom duljinom i frekvencijom.



Sunce ili žarulja emitiraju valove svjetlosti

- ▶ Koje valne duljine, odnosno frekvencije?
- ▶ Spektar! Pogledajmo spektar bijele svjetlosti
- ▶ Boja = određena frekvencija





Za EM valove u vakuumu, i približno u zraku

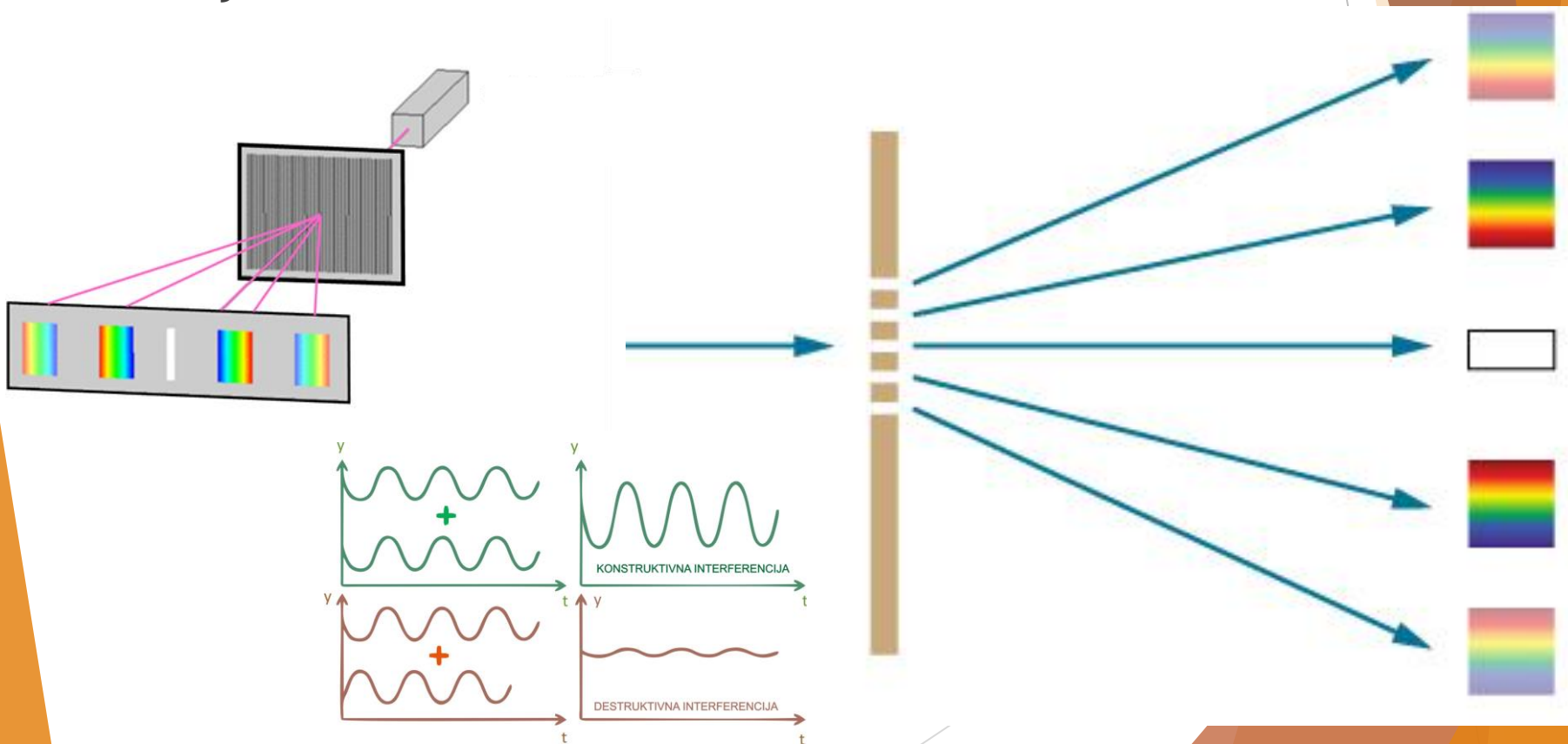
$$c = f \lambda$$

Uzmimo sada lampu sa parama određenog atoma npr. žive

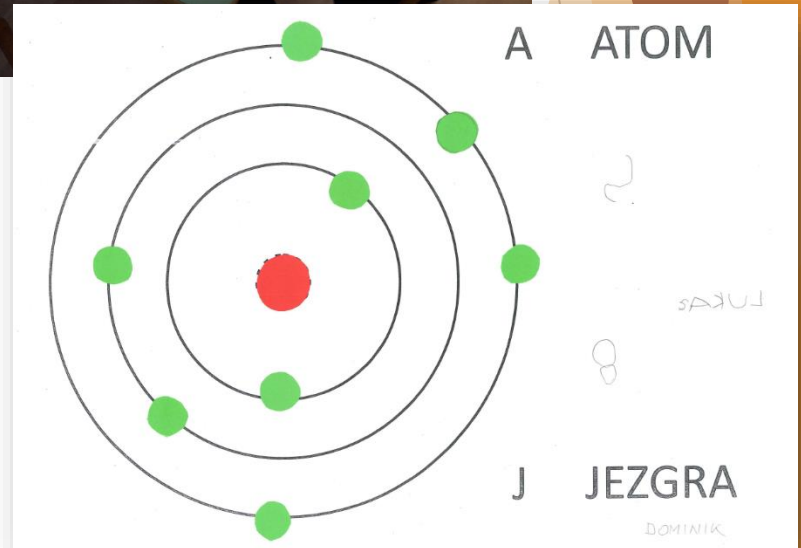
- ▶ Kako sada izgleda spektar?
- ▶ Vidimo linije određenih boja
- ▶ Svaki atom ima svoj skup linija

Atomski spektar promatran kroz difrakcijsku rešetku

- Niz paralelnih pukotina koji razlučuje svjetlost na valne duljine



Kvantnofizikalno objašnjenje





Pročitajmo djeci

KVANT je ENERGIJA koju ELEKTRON ima u atomu.

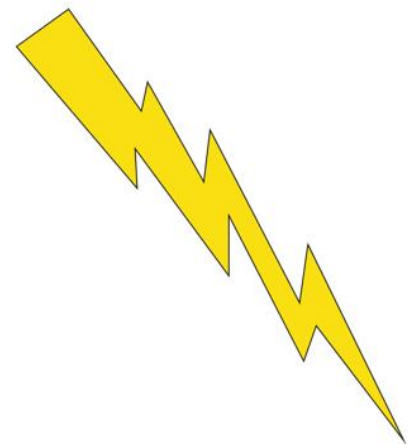
Fizičar MAX PLANCK je otkrio KVANT.

Za to je dobio veliku nagradu – NOBELOVU !



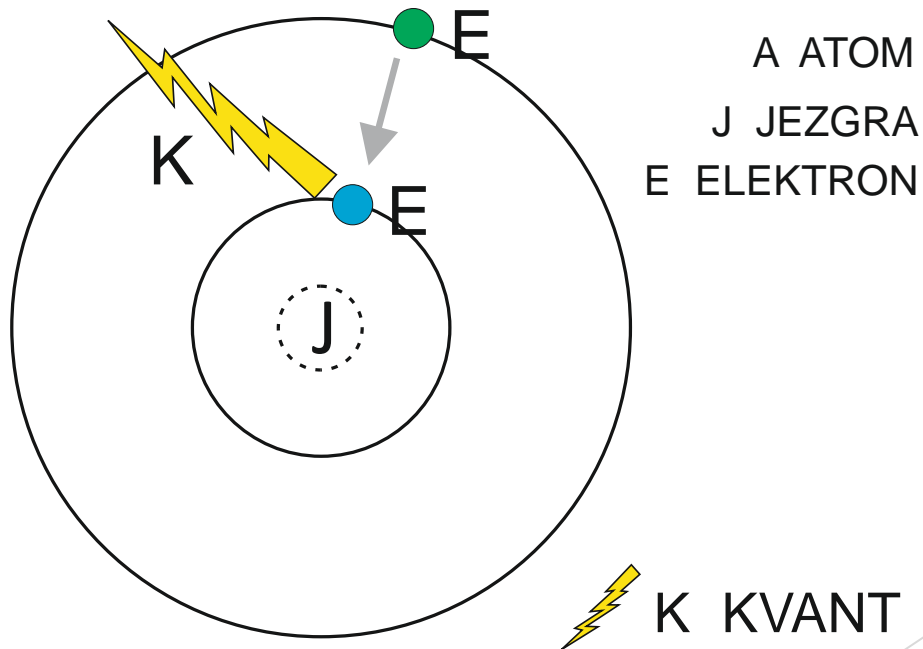
MAX
PLANCK

K
KVANT



Kvantnofizikalno objašnjenje

- ▶ Svaka linija predstavlja val - energiju koja se emitira iz atoma kada elektron prijeđe s više energije na nižu
- ▶ Kvantna fizika: energije elektrona su KVANTIZIRANE
- ▶ To vidimo u pokusu: kvante energije!



Valno-čestični karakter svjetlosti

Kvantna
energija
fotona

$$E = h f$$

val frekvencije f

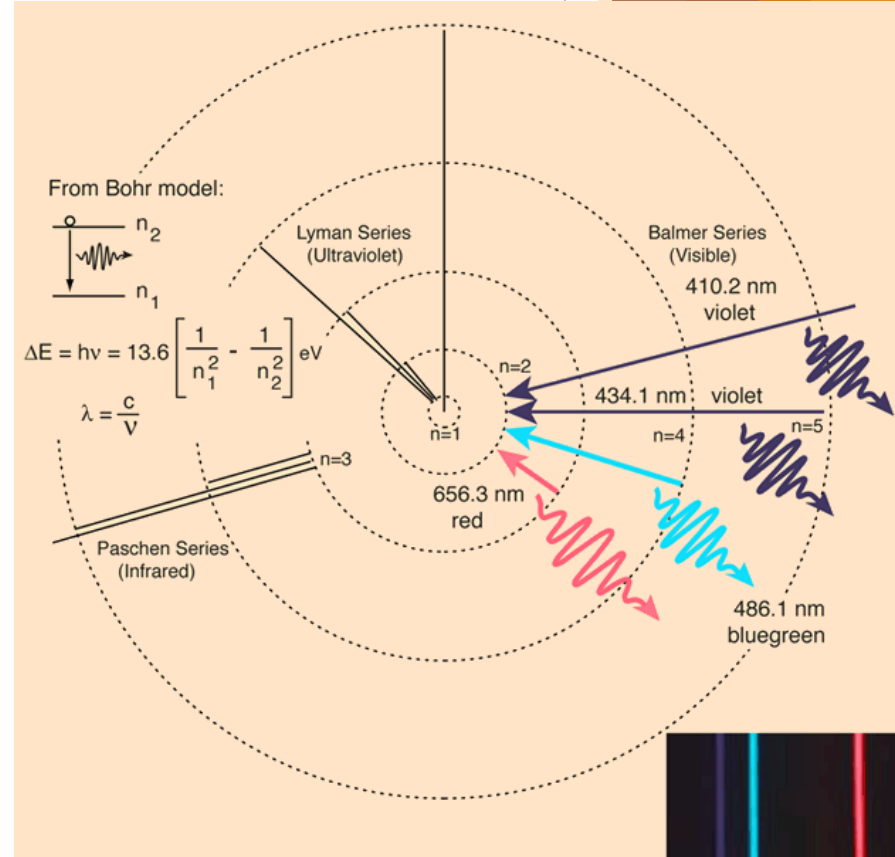
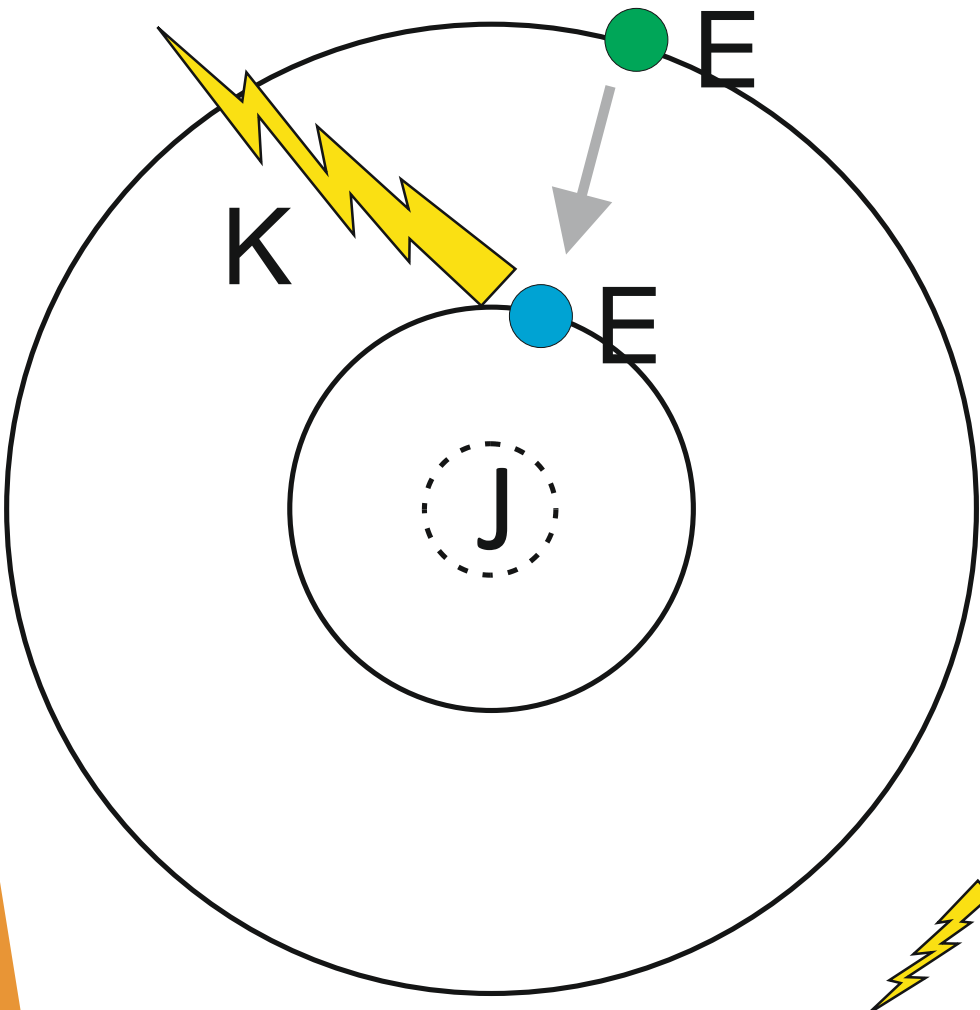
Taj dualni karakter val-čestica temelj je kvantne fizike.



Njemački fizičar Max Karl Ernst Ludwig Planck (1858-1947) uveo je koncept kvanta energije - osnove kvante fizike.

Proučavajući zračenje crnog tijela došao je do revolucionarne ideje (1900.) da oscilator emitira energiju u diskretnim kvantima (nasuprot klasičnoj teoriji).

A ATOM
 J JEZGRA
 E ELEKTRON





energija

frekvencija

boja



MAX PLANCK

K KVANT

Kvantna stanja temelj su kvantnih računala



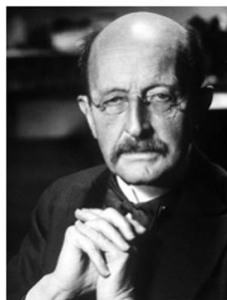
A ATOM
J JEKRA
E ELEKTRO
K KIMIA

A ATOM
J JEKRA
E ELEKTRO
K KIMIA





energija

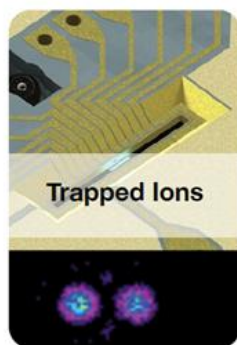
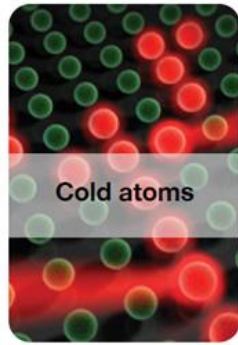
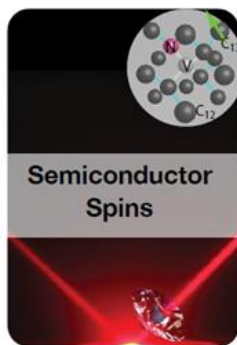
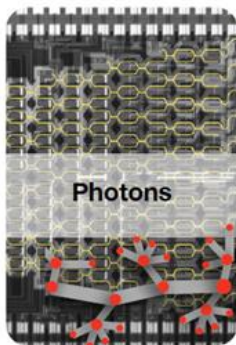


MAX PLANCK

frekvencija

boja

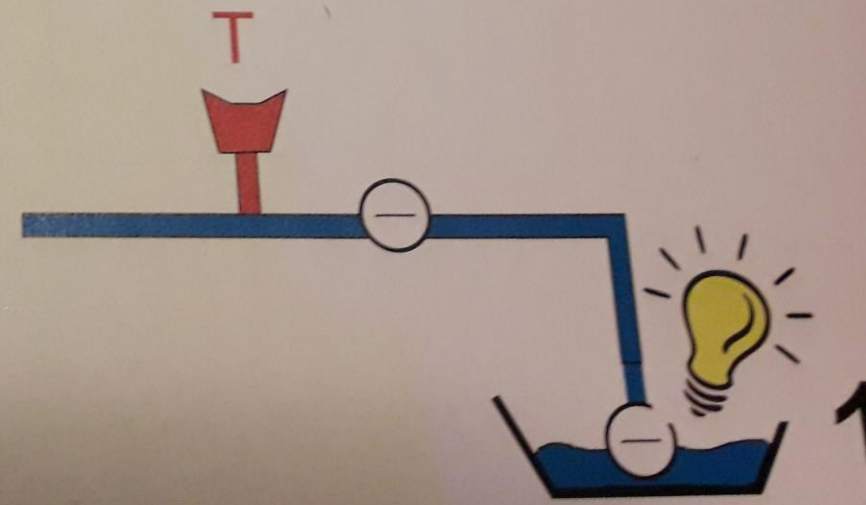
K KVANT



Kvantna stanja temelj su kvantnih računala

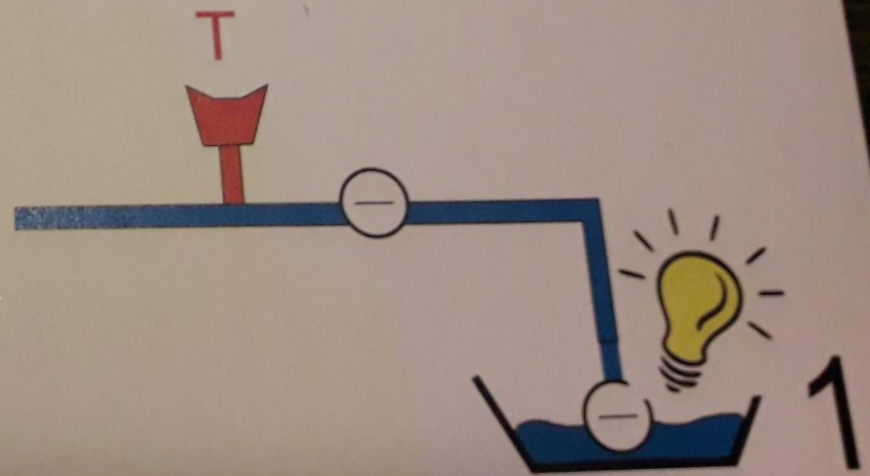


M MEMORIJA

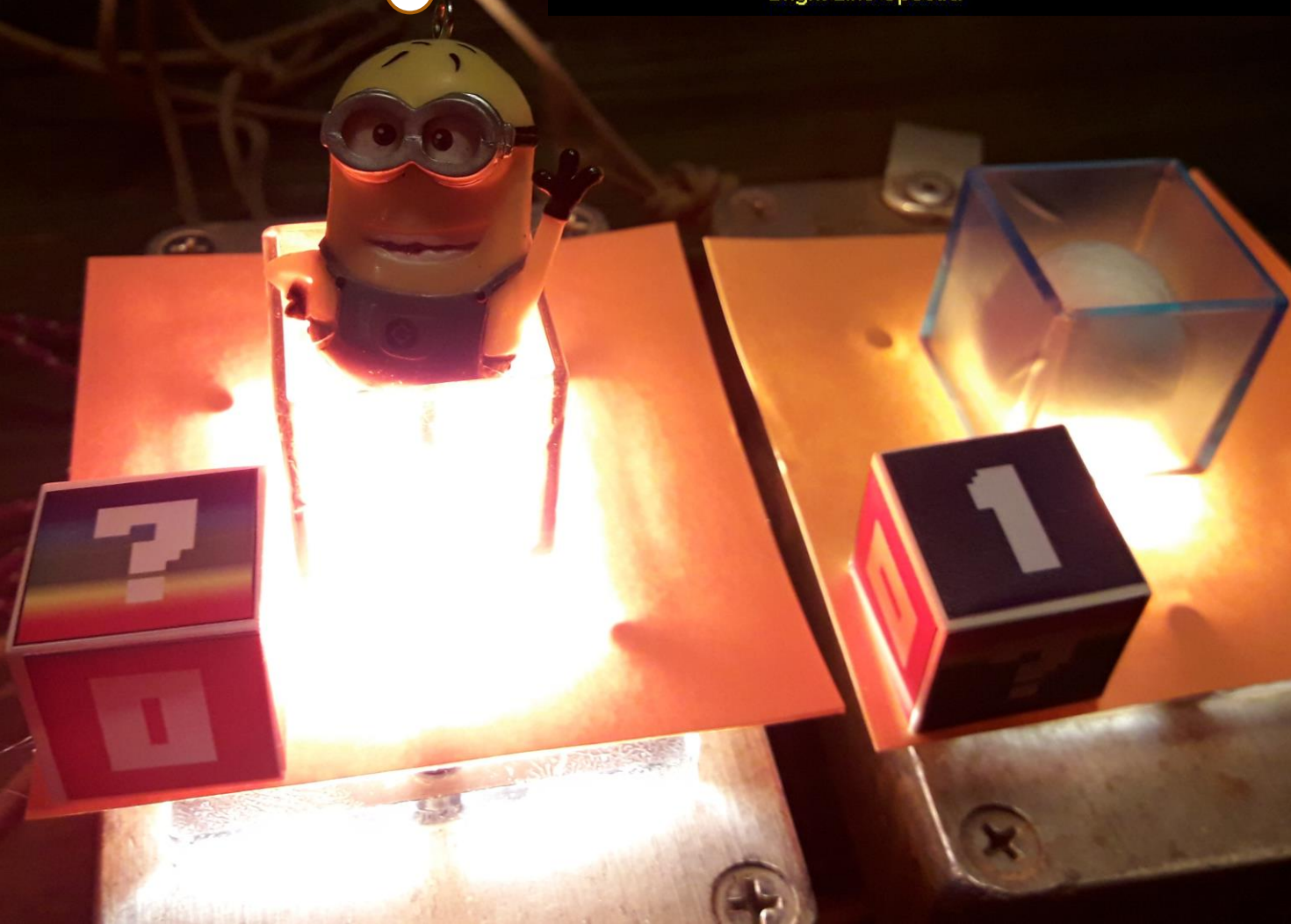
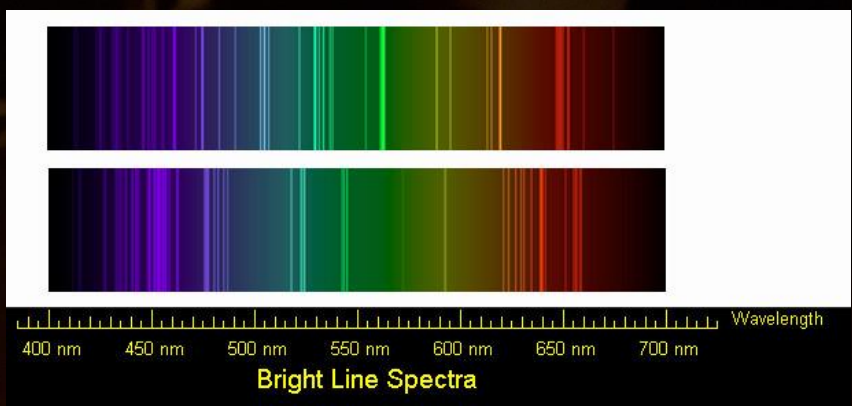




M MEMORIJA







QBIT

QBIT



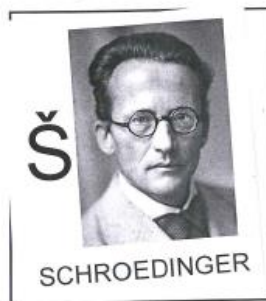


0 ... 1 ... QBIT

SCHROEDINGEROVA MAČKA



DOMIAK



Schrödingerova mačka jedan je od najintrigantnijih i najsloženijih misaonih pokusa kvantne fizike koji od 1935. godine i danas intrigira ljude i potiče znanstvene diskusije.





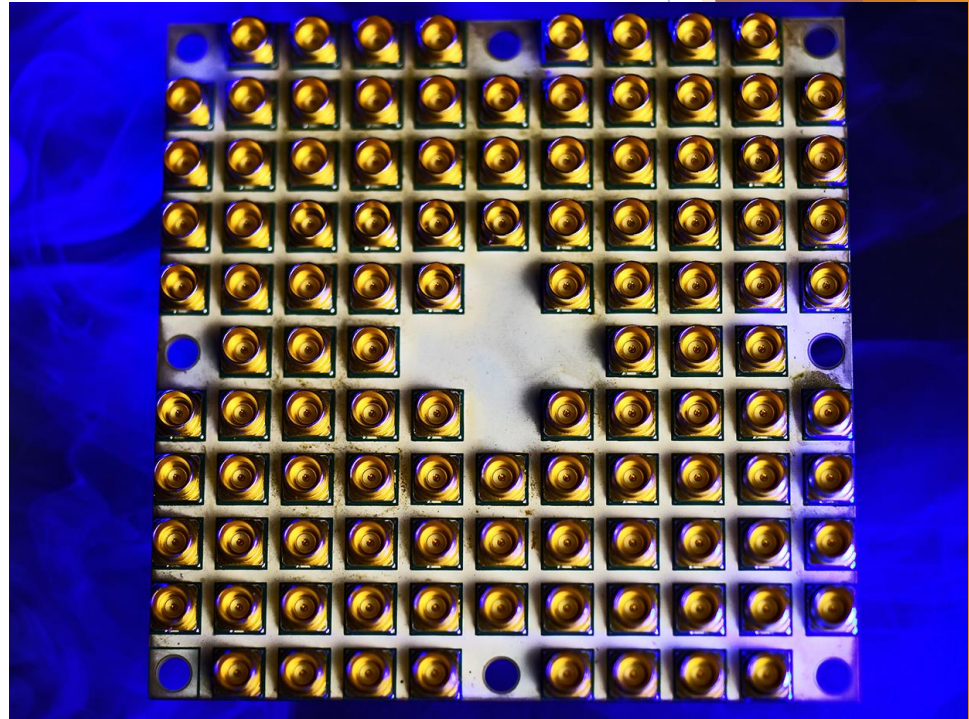
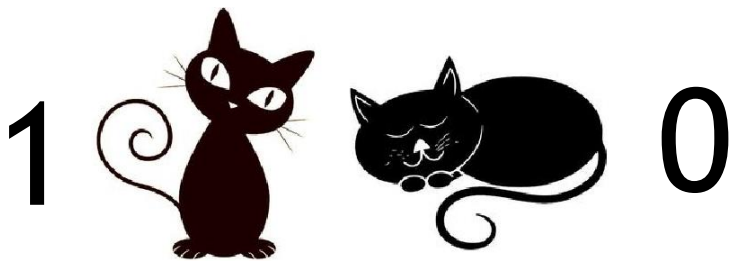
POKUS SA SCHROEDINGEROVOM MAČKOM

TOČNIH
PREDVIĐANJA:

4

SARA

Kvantni bitovi i Schrödingerova mačka



49 - qubitni kvantni čip (INTEL)

Kvantni bitovi i Schrödingerova mačka

● 0

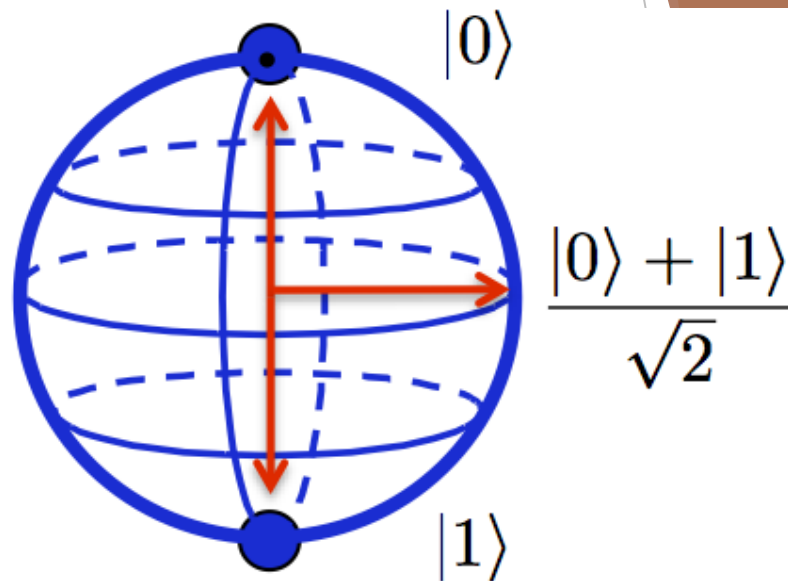
● 1

Classical Bit

1



0



Qubit



0



1

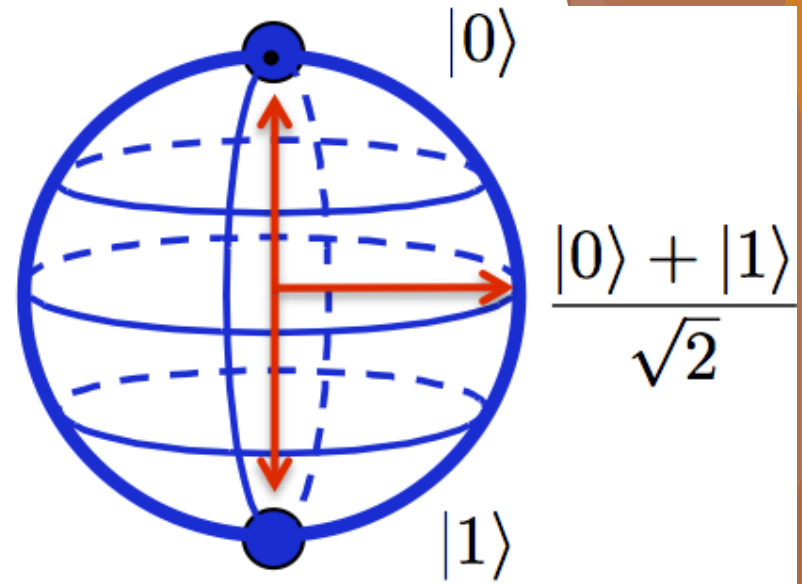
Classical Bit



1



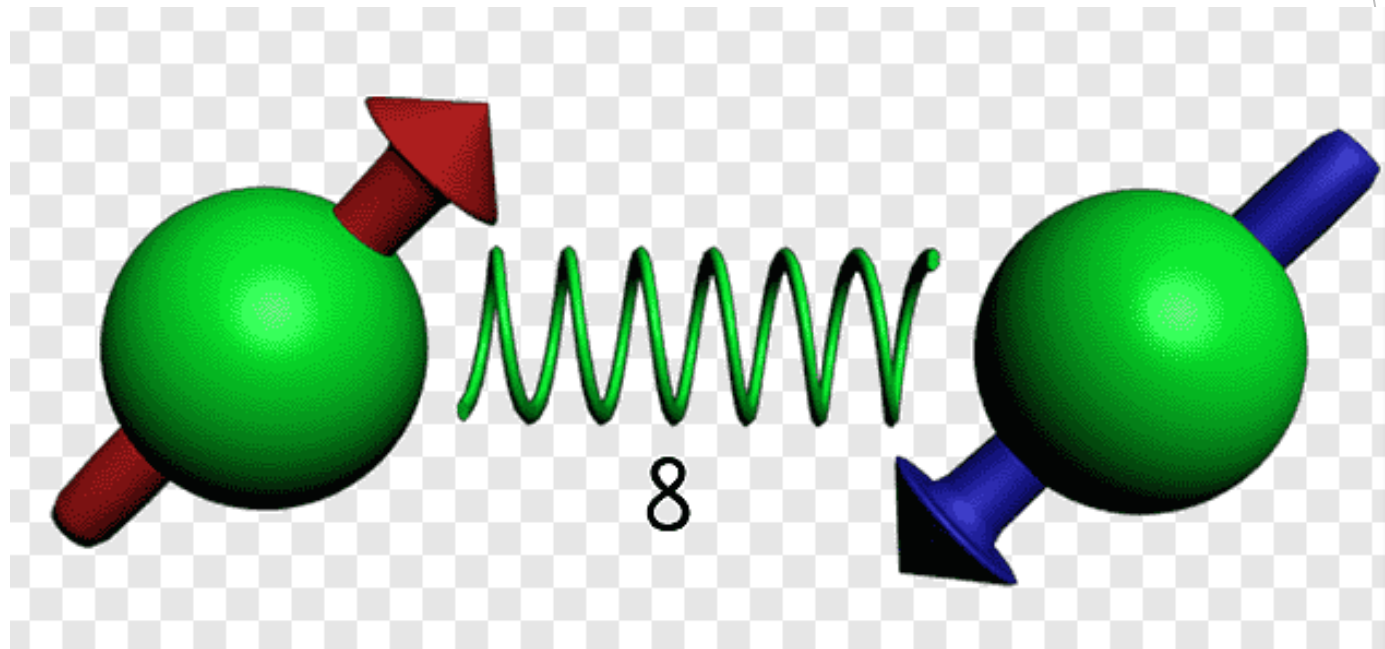
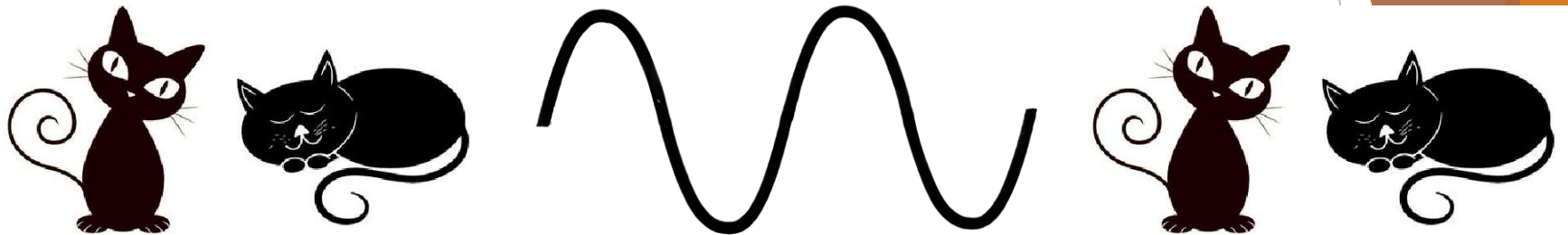
0



Qubit



Upravljanje kvantnim računalom: kvantna prepletenost



Kvantna računala su radikalna promjena u informatičkim tehnologijama, neusporedivo veća od razlike današnjih digitalnih tehnologija i abakusa.

W. D. Phillips
Nobelpreis für Physik 1997





The future is Quantum.

The Second Quantum Revolution is unfolding now, exploiting the enormous advancements in our ability to detect and manipulate single quantum objects. The Quantum Flagship is driving this revolution in Europe.

[LEARN MORE](#)

HVALA NA PAŽNJI !

pmf-lumen.eu