

Գրեցույթներ  
Եվսեփյի Գրեցումբ

Գրեցույթներ Եվսեփյի

7.12.2022

# სახეები

1. უკანასკნელი მექანიკის საფუძვლები

↳ სუპერინვარიანტა \*

↳ კანონზღვრულობა \*

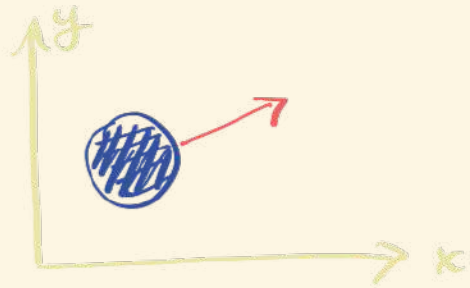
↳ მდგრადი სისტემების სიმეტრია

↳ ფორმის და ნახევრების

[↳ თანხვედრის სიმეტრია]

2. უკანასკნელი თანხვედრის სიმეტრია

# Ergebnis



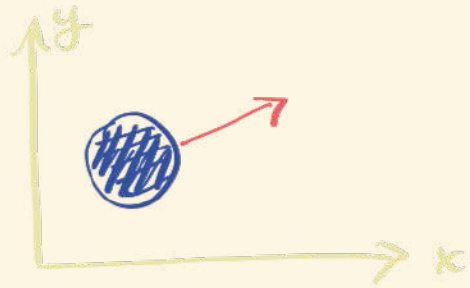
$$\vec{x} = \dots \quad E = \dots$$

$$\vec{v} = \dots \quad T = \dots$$

$$\vec{p} = \dots \quad \dots$$

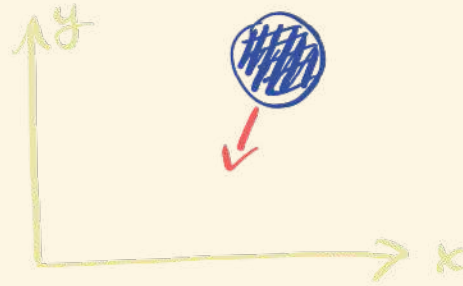
Ergebnis  $|\psi\rangle$

# Ergebnis



$$\begin{aligned} \vec{x} &= \dots & E &= \dots \\ \vec{\zeta} &= \dots & T &= \dots \\ \vec{p} &= \dots & & \dots \end{aligned}$$

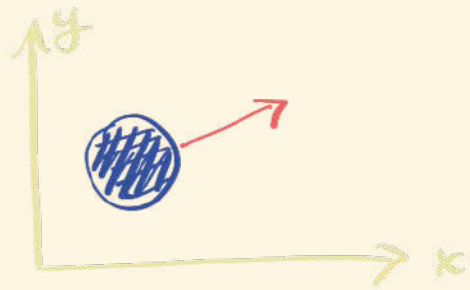
Ergebnis  $|\psi\rangle$



$$\begin{aligned} \vec{x} &= \dots & E &= \dots \\ \vec{\zeta} &= \dots & T &= \dots \\ \vec{p} &= \dots & & \dots \end{aligned}$$

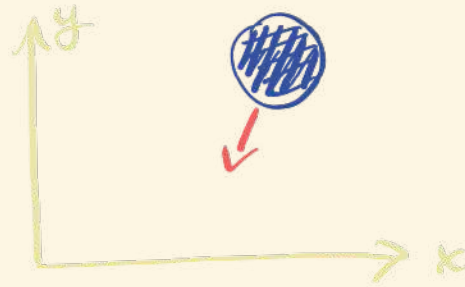
Ergebnis  $|\phi\rangle$

# Չզուգահեռյալ



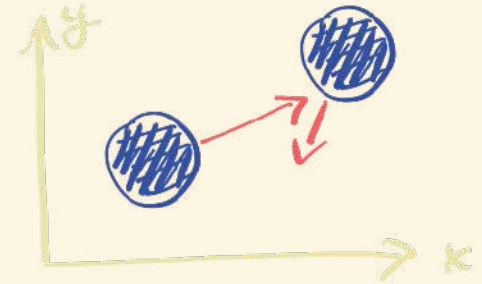
$$\begin{aligned} \vec{x} &= \dots & E &= \dots \\ \vec{v} &= \dots & T &= \dots \\ \vec{p} &= \dots & & \dots \end{aligned}$$

Չզուգահեռյալ  $|\psi\rangle$



$$\begin{aligned} \vec{x} &= \dots & E &= \dots \\ \vec{v} &= \dots & T &= \dots \\ \vec{p} &= \dots & & \dots \end{aligned}$$

Չզուգահեռյալ  $|\phi\rangle$



Չզուգահեռյալ  
 $|\psi\rangle + |\phi\rangle$

↑  
Երկհամեմատ

# Չըզմաշխյունձսար կոչիւո $\mathcal{H}$

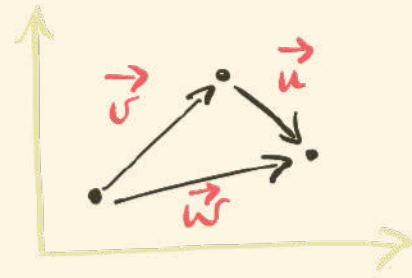
[Չնըձիւոնը կոչիւո]

$$\mathcal{H} = \{ |\psi\rangle, |\phi\rangle, |\chi\rangle, \dots \}$$

# Յարթոնիւոն կոչիւո $\mathbb{R}^2$

[կոչիւոնը]

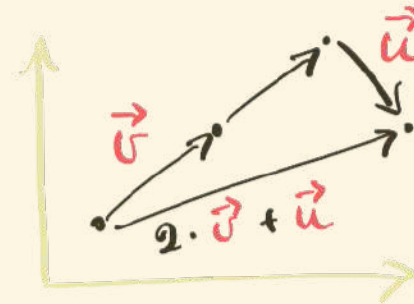
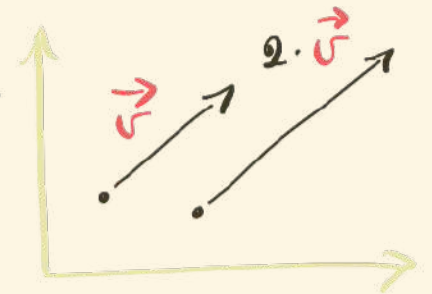
$$\mathbb{R}^2 = \{ \vec{v}, \vec{u}, \vec{w}, \dots \}$$



$$\vec{w} = \vec{v} + \vec{u}$$

Տրոչիւոն  $\vec{v}$

կոչիւոնը զսձիւոնը



Նկարչոն  
կոչիւոնը

# Չըզմաշխյունձսար Խղիւո $\mathcal{H}$

[Տարձիւթար Խղիւո]

$$\mathcal{H} = \{ |\psi\rangle, |\phi\rangle, |\chi\rangle, \dots \}$$

Երձիւթարձար Տիւթարձ



Նիւոնոն Երձիւթարձ

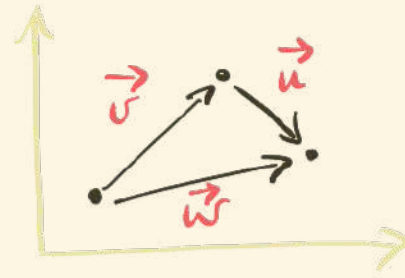
$$|\chi\rangle = \alpha |\psi\rangle + \beta |\phi\rangle$$

Տարձիւթարձ

# Յարձիւթար Խղիւո $\mathbb{R}^2$

[Խղիւո]

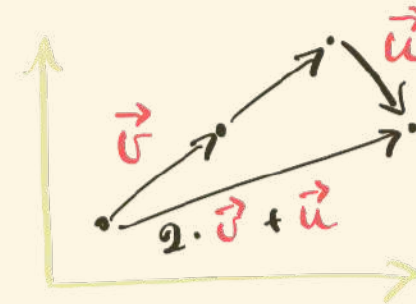
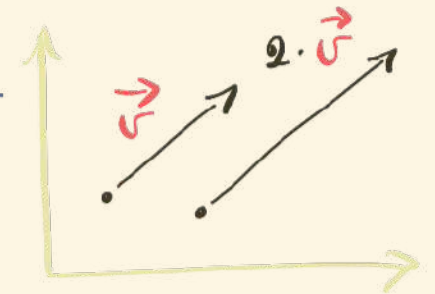
$$\mathbb{R}^2 = \{ \vec{v}, \vec{u}, \vec{w}, \dots \}$$



$$\vec{w} = \vec{v} + \vec{u}$$

Տիւթարձ

Խոստիւթար Տարձիւթարձ



Նիւոնոն Երձիւթարձ

# Չորսմեկյան խիստ $\mathbb{R}$

[ճորժիկի խիստ]

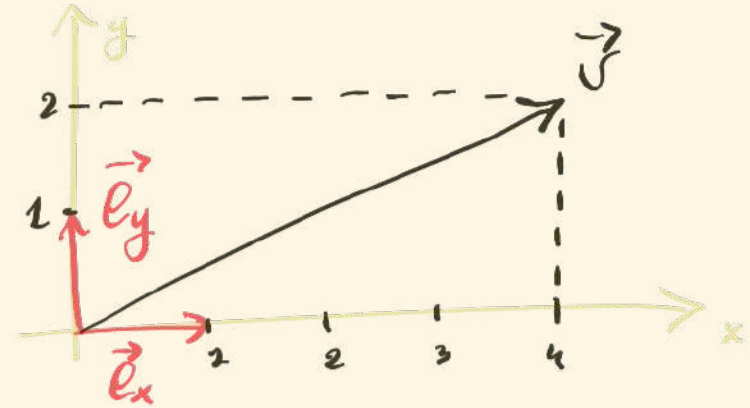
# Յոթմեկյան խիստ $\mathbb{R}^2$

[խիստ]

Ֆունկցիա:

$$\vec{e}_x = (1, 0)$$

$$\vec{e}_y = (0, 1)$$



$$\vec{v} = (4, 2) = 4 \cdot \vec{e}_x + 2 \cdot \vec{e}_y$$

Նշանակում է յոթմեկյան խիստի մեկ մասի Ֆունկցիա  
Յոթմեկյան խիստի մեկ մասի Ֆունկցիա



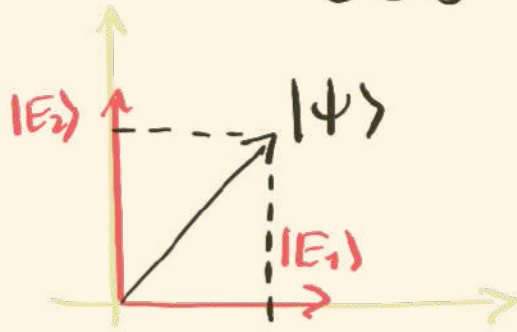
# Չբախտաբանական կոդի $\mathbb{R}$

[հիմնական կոդի]

Երկու անկախ չբախտաբանական:

$|E_1\rangle$  - անկախ չբախտաբանական  $E_1$

$|E_2\rangle$  - անկախ չբախտաբանական  $E_2$



$$|\psi\rangle = \alpha |E_1\rangle + \beta |E_2\rangle$$

Չբախտաբանական չբախտաբանական անկախ  
 երկու անկախ չբախտաբանական  
 հիմնական կոդի



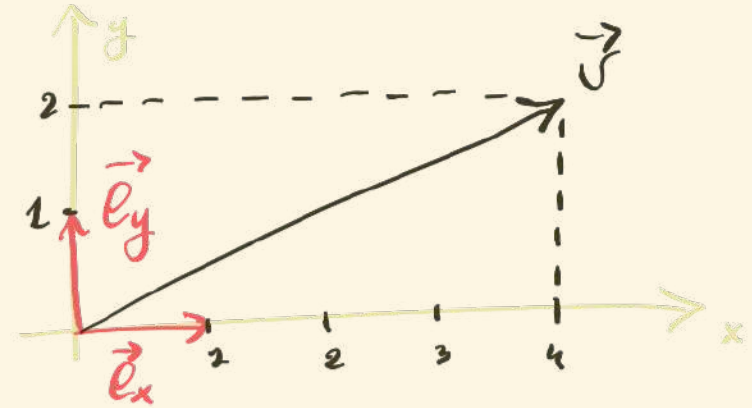
# Երկրորդական կոդի $\mathbb{R}^2$

[հիմնական]

Երկու:

$$\vec{e}_x = (1, 0)$$

$$\vec{e}_y = (0, 1)$$



$$\vec{v} = (4, 2) = 4 \cdot \vec{e}_x + 2 \cdot \vec{e}_y$$

Չբախտաբանական երկրորդական անկախ երկու  
 երկրորդական հիմնական կոդի

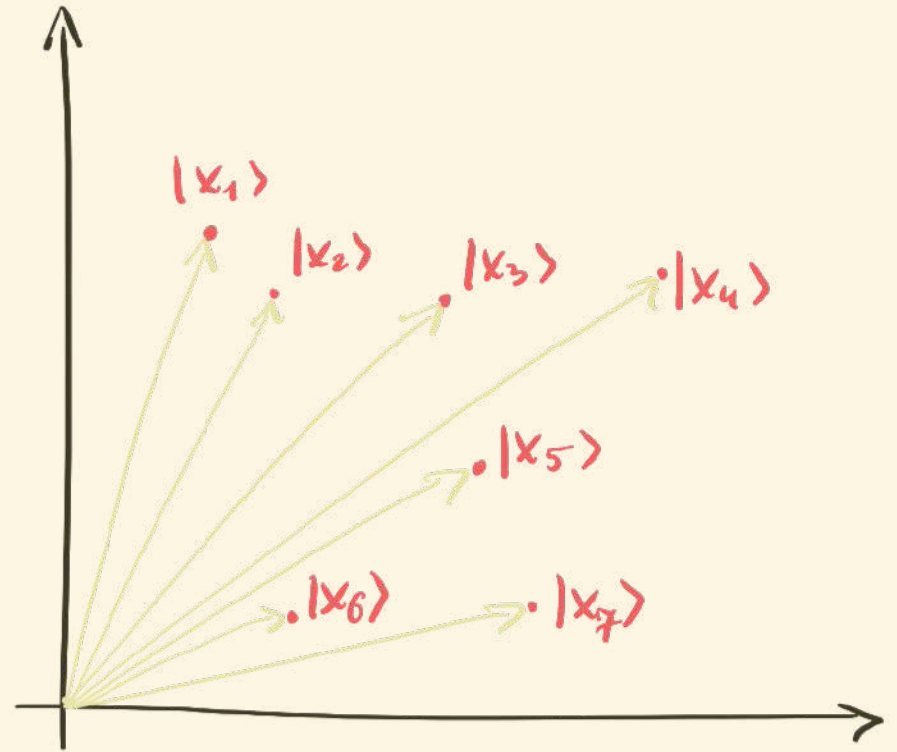
# Քվանտային համակարգի վիճակներ

[Բազիսային վիճակներ]

Կոմպլեքս և նորմավորված Քվանտային վիճակներ:

- $\{ |x_1\rangle, |x_2\rangle, |x_3\rangle, |x_4\rangle, |x_5\rangle,$
- $|x_6\rangle, |x_7\rangle, \dots \}$

↑ Կոմպլեքս համարներ



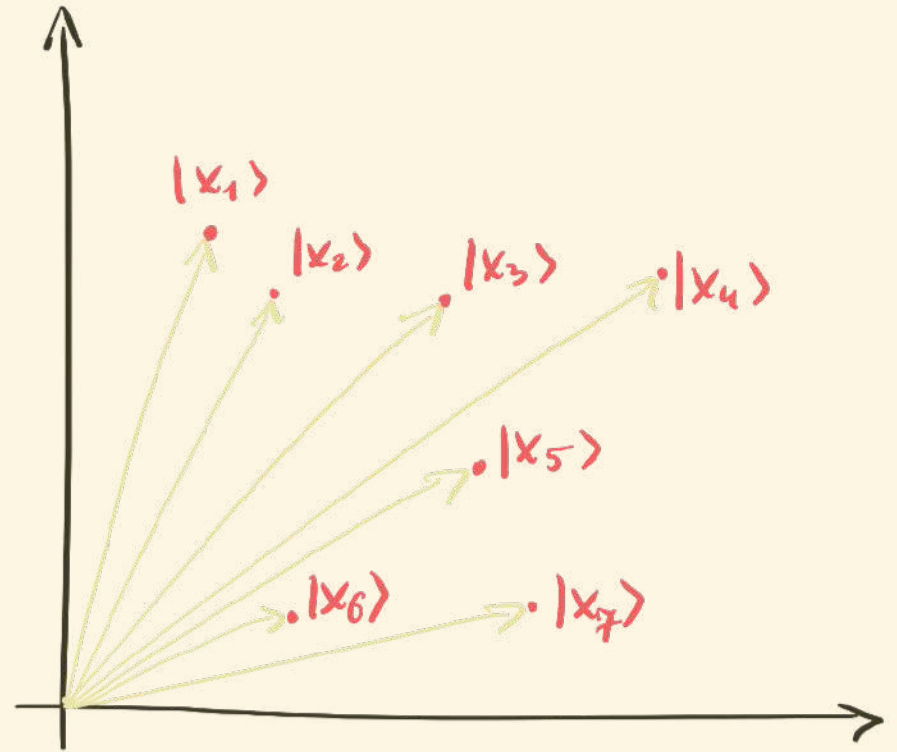
# Քվանտիզացիայի կոդերի $\mathcal{H}$

[Ընդհանուր կոդերի]

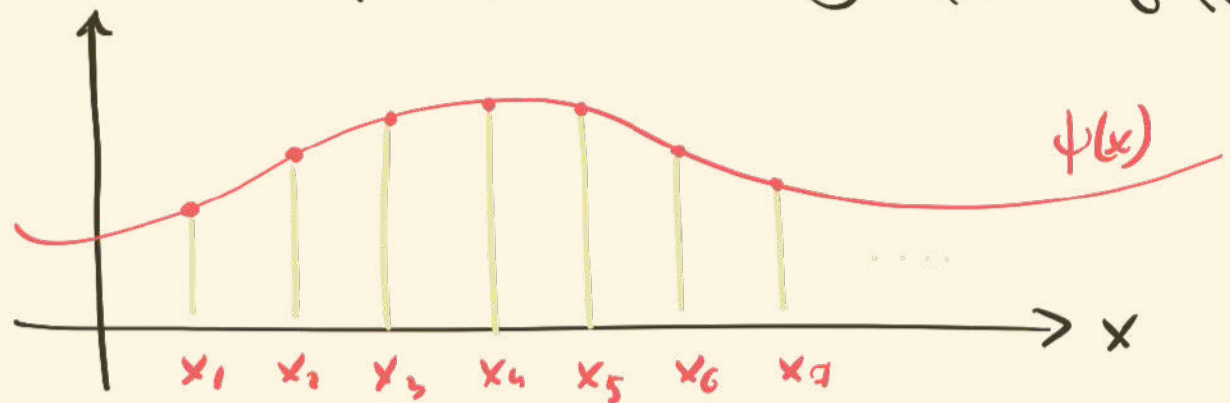
Կոդերի և ձևերի քվանտիզացիա:

- $\{ |x_1\rangle, |x_2\rangle, |x_3\rangle, |x_4\rangle, |x_5\rangle, |x_6\rangle, |x_7\rangle, \dots \}$

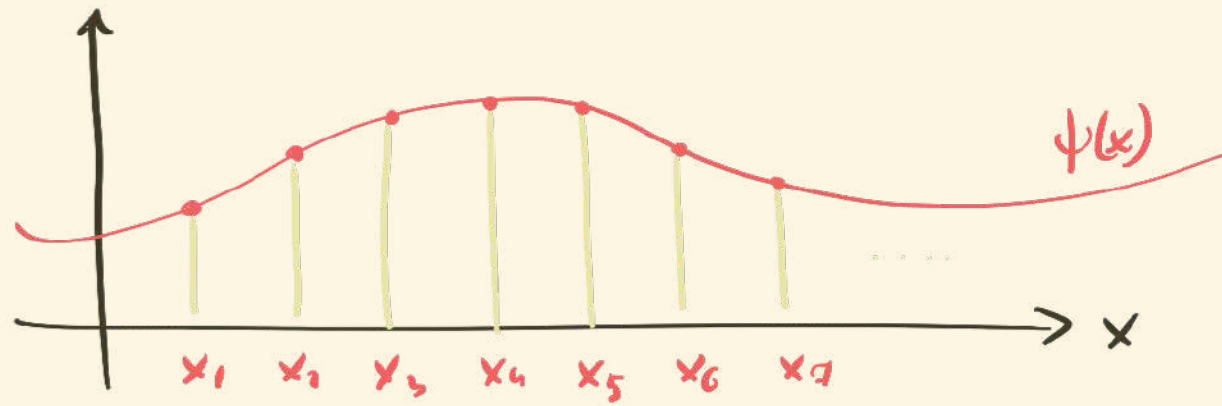
Կոդերի համաբանում



Բնականորեն սխալ աստիճանի մեքրոսկոպի, հոտի շրջանում ընկած  
 ֆունկցիա:  $\psi(x)$

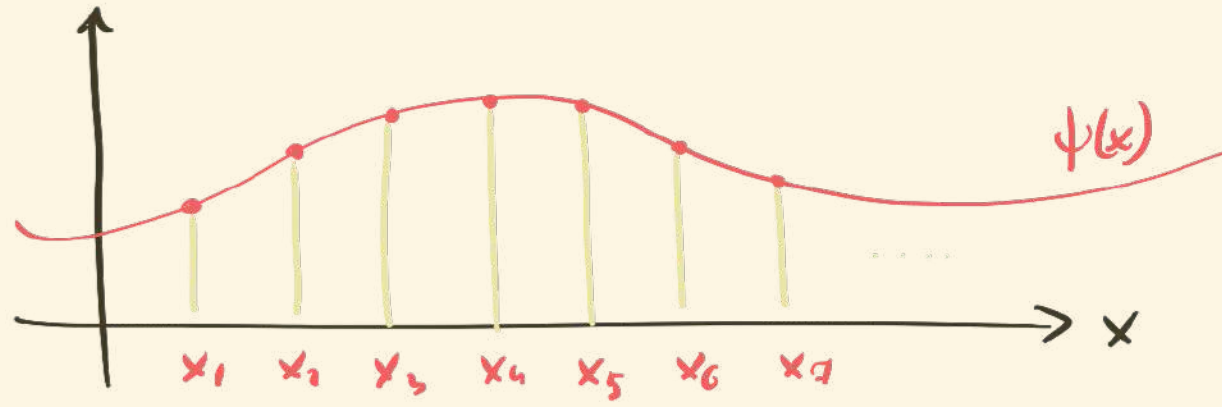


წესდებიან ვიწროები



სადა არის მინიმუმი?

ფუნქციის გრაფიკი

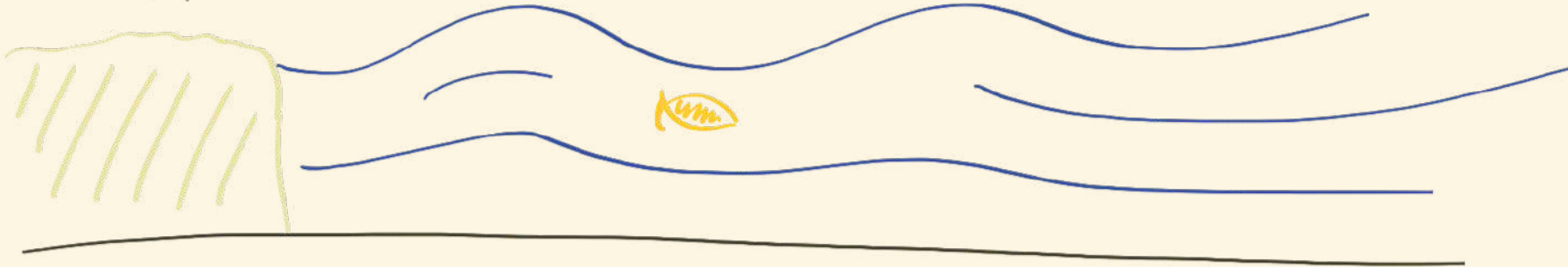


საქართველოში?

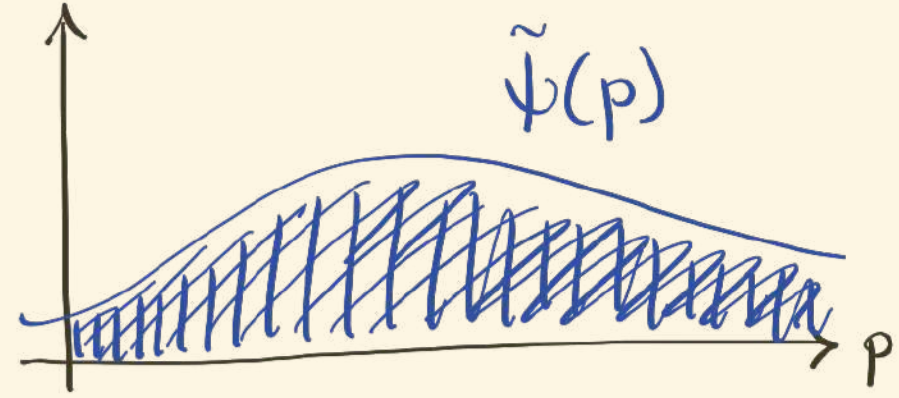
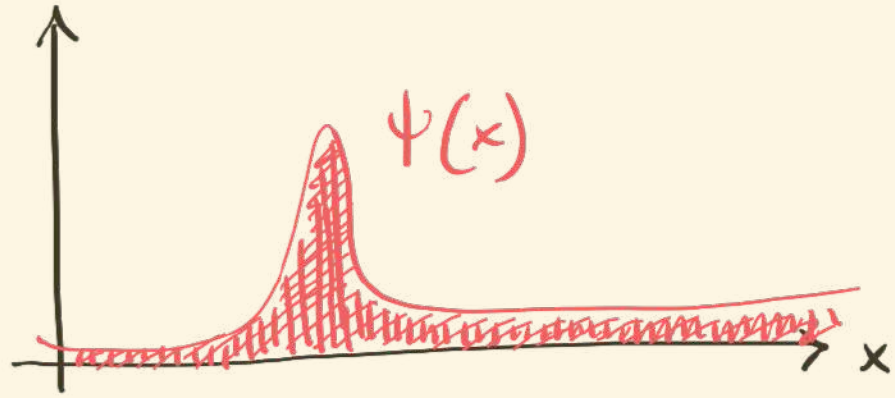
ფუნქცია



საქართველოში?

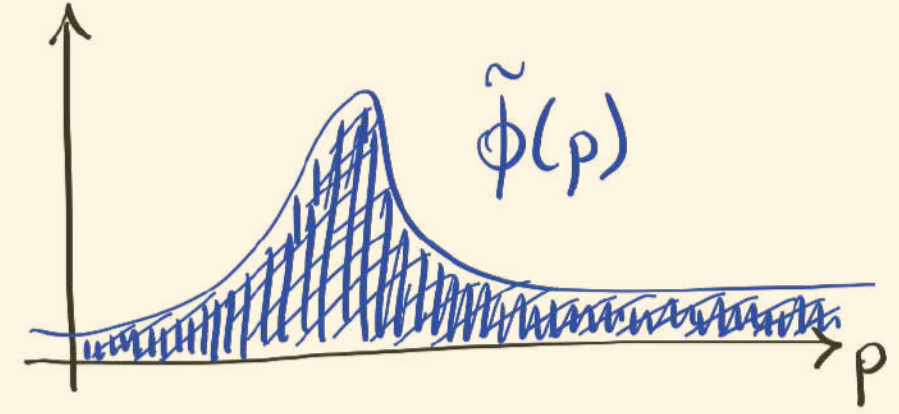
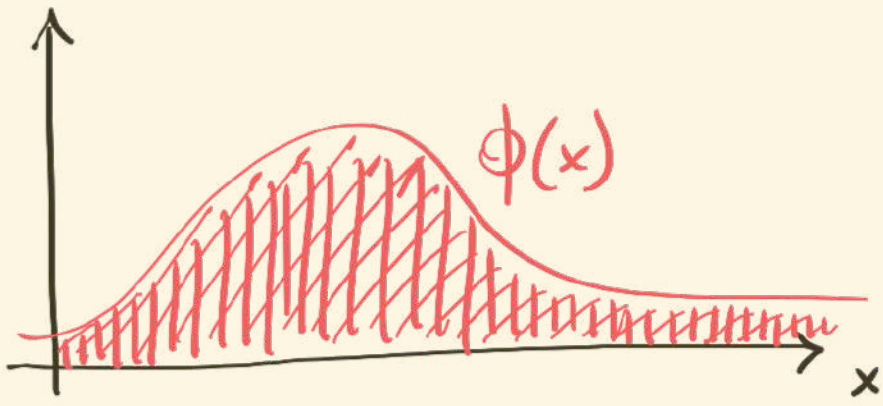
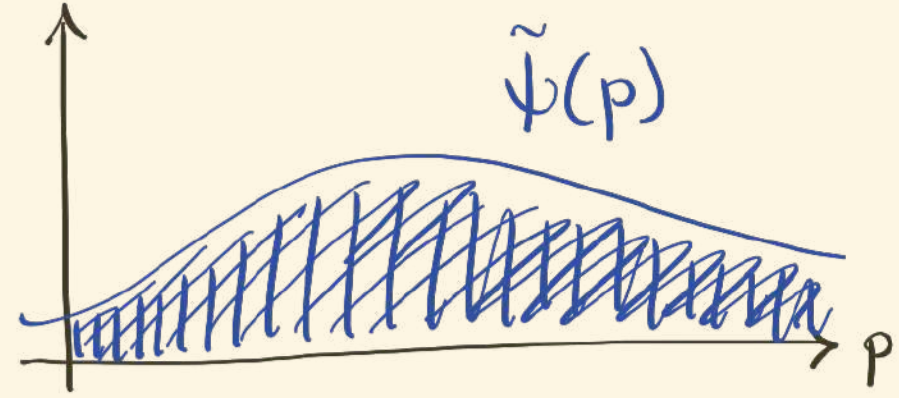
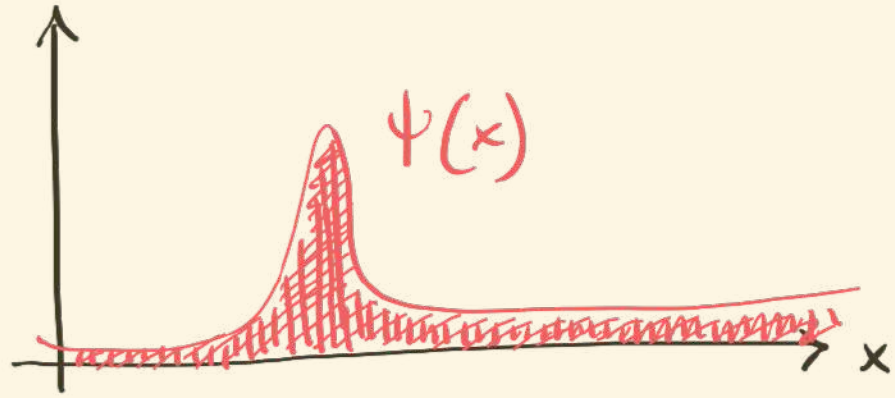


ᐃᑦᑭᑦᑭᑦᑭᑦ ᑦᑭ ᑎᐃᑭᑦᑭᑦᑭᑦ



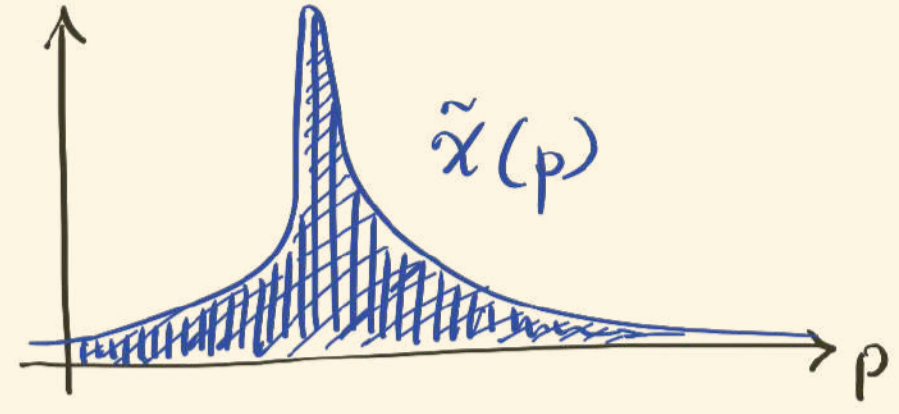
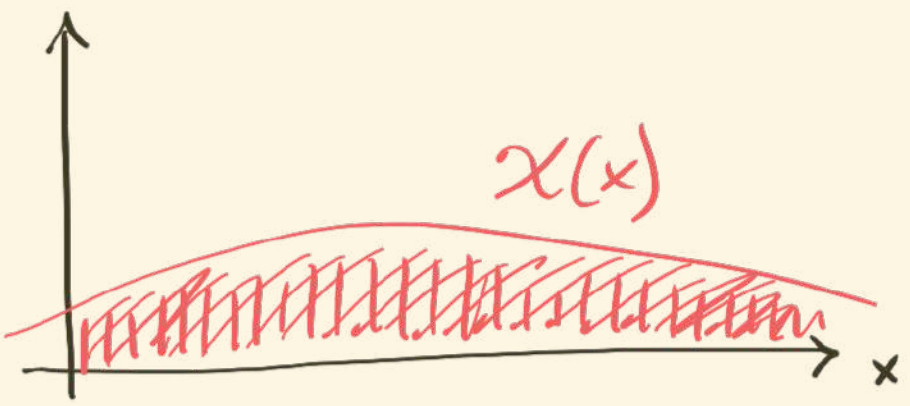
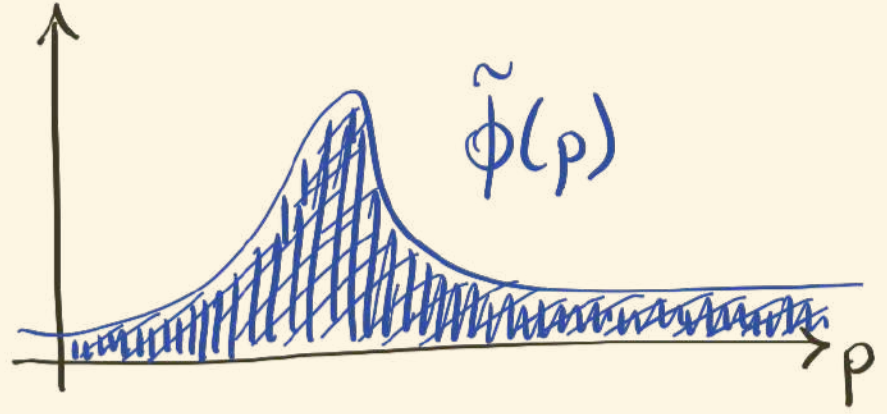
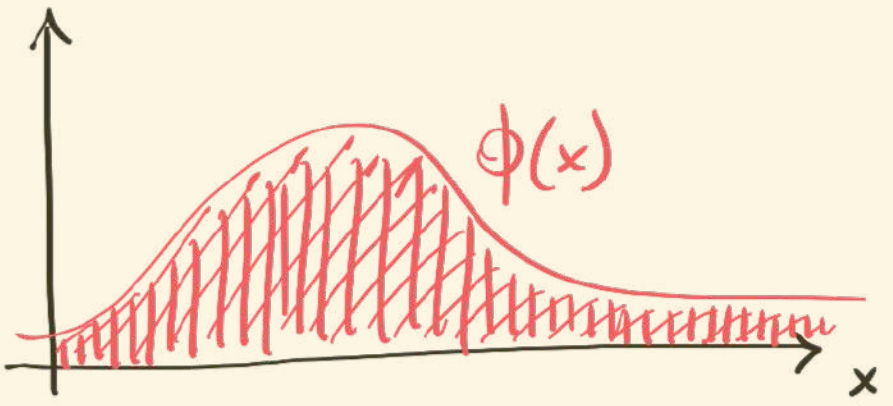
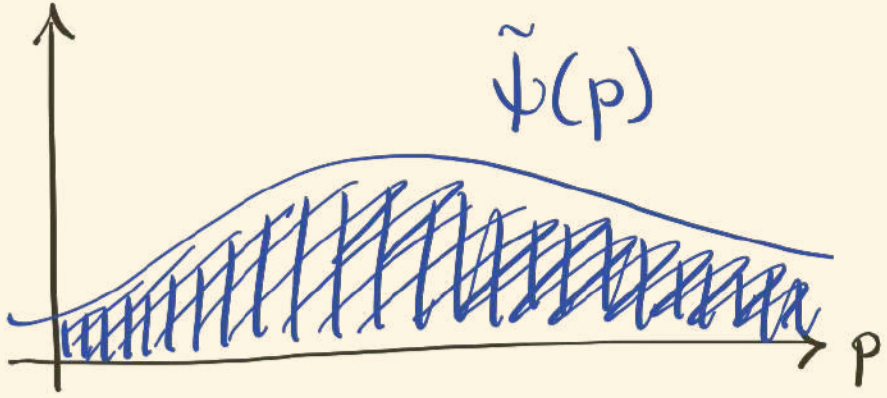
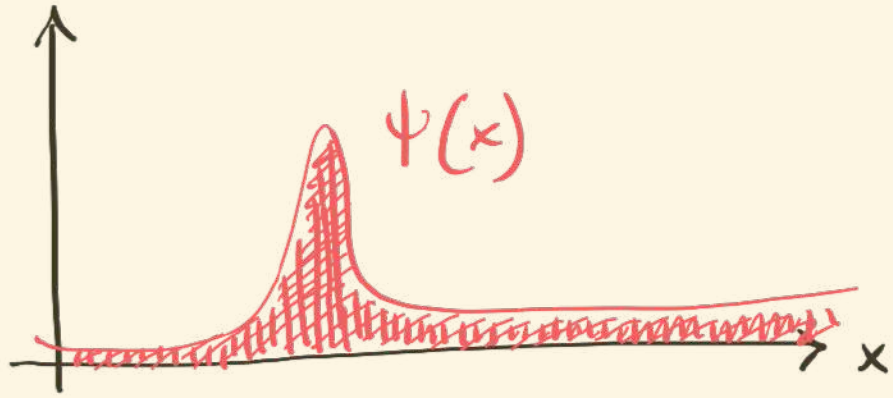
ᑭᑦᑭᑦᑭᑦ ᑦᑭ ᑎᐃᑭᑦᑭᑦᑭᑦ ᐃᑦᑭᑦᑭᑦᑭᑦ  $|\psi\rangle$

Positionsmoment  $\rho$  in der Ortsdarstellung



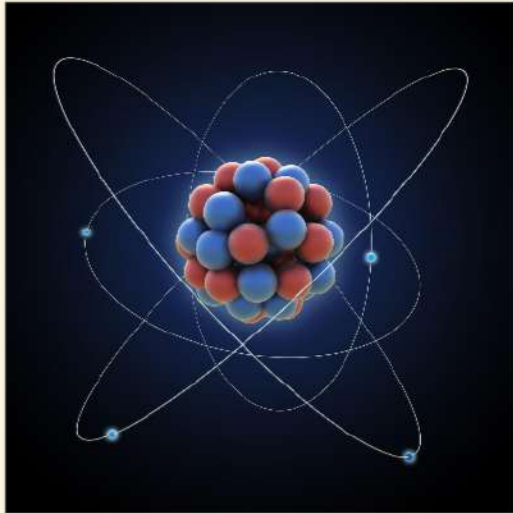
↔  
 Ortsmoment  $|\phi\rangle$

Dirac Delta  $\rho$  in Dirac

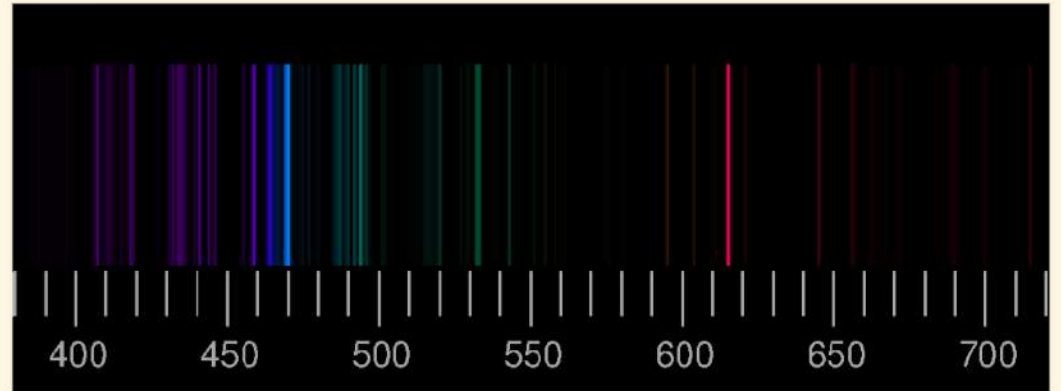




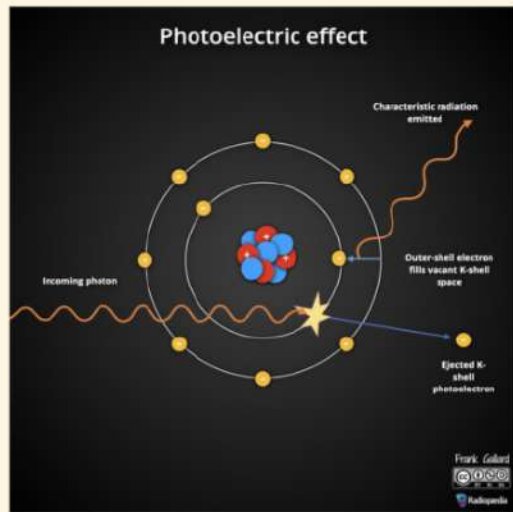
# Անատոմիայի ցանկեր:



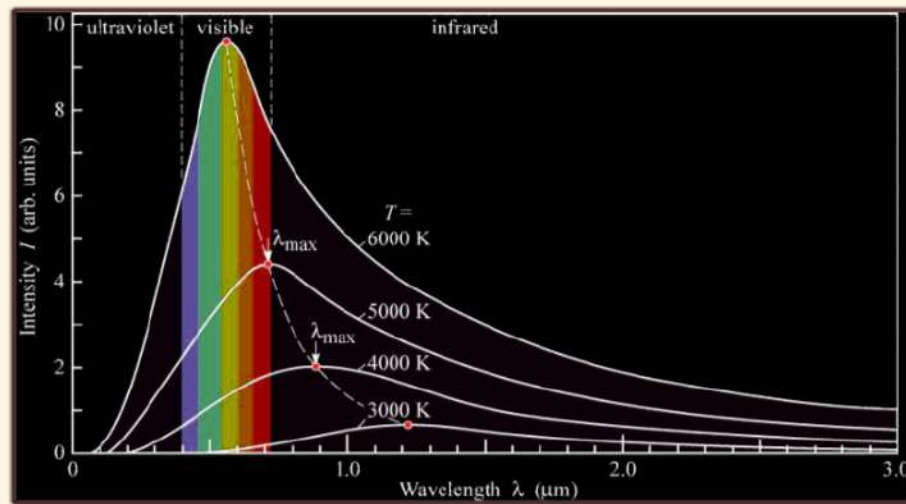
Կենտրոնի  
օրնառն



Նյութի կազմի



Գրգռ-լույս

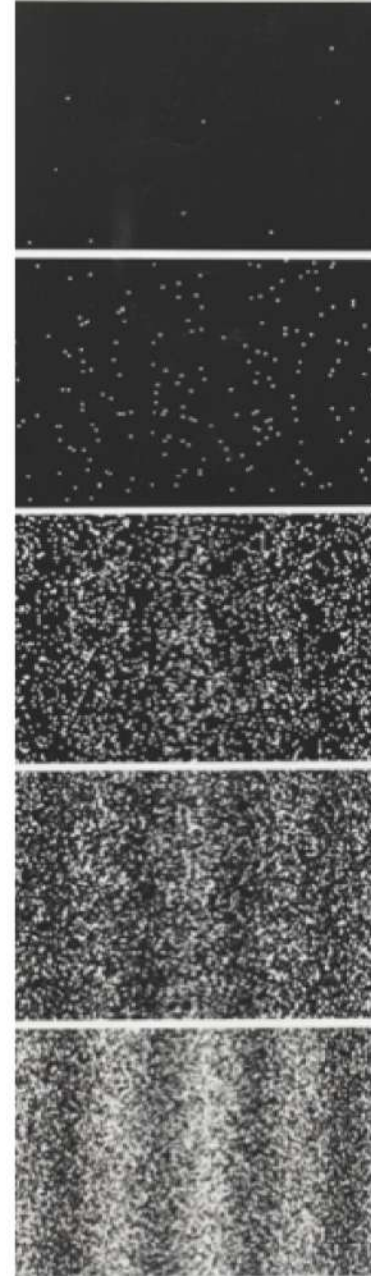
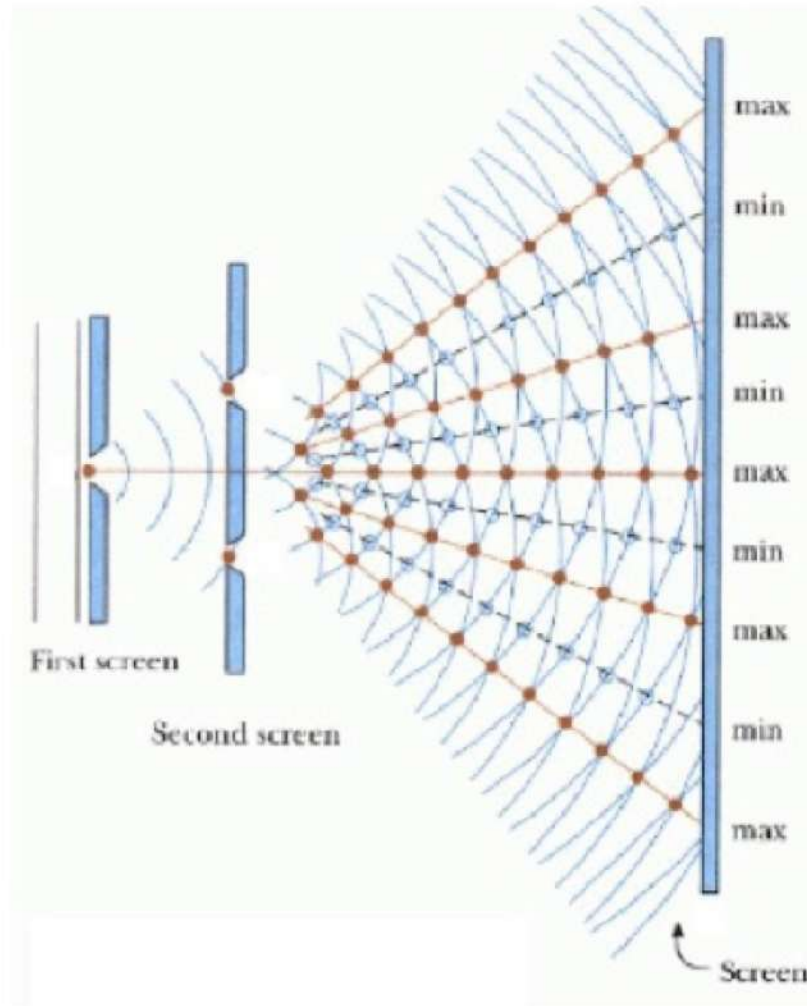


Լույս կազմի ցանկեր

Ըս ս.ձ.

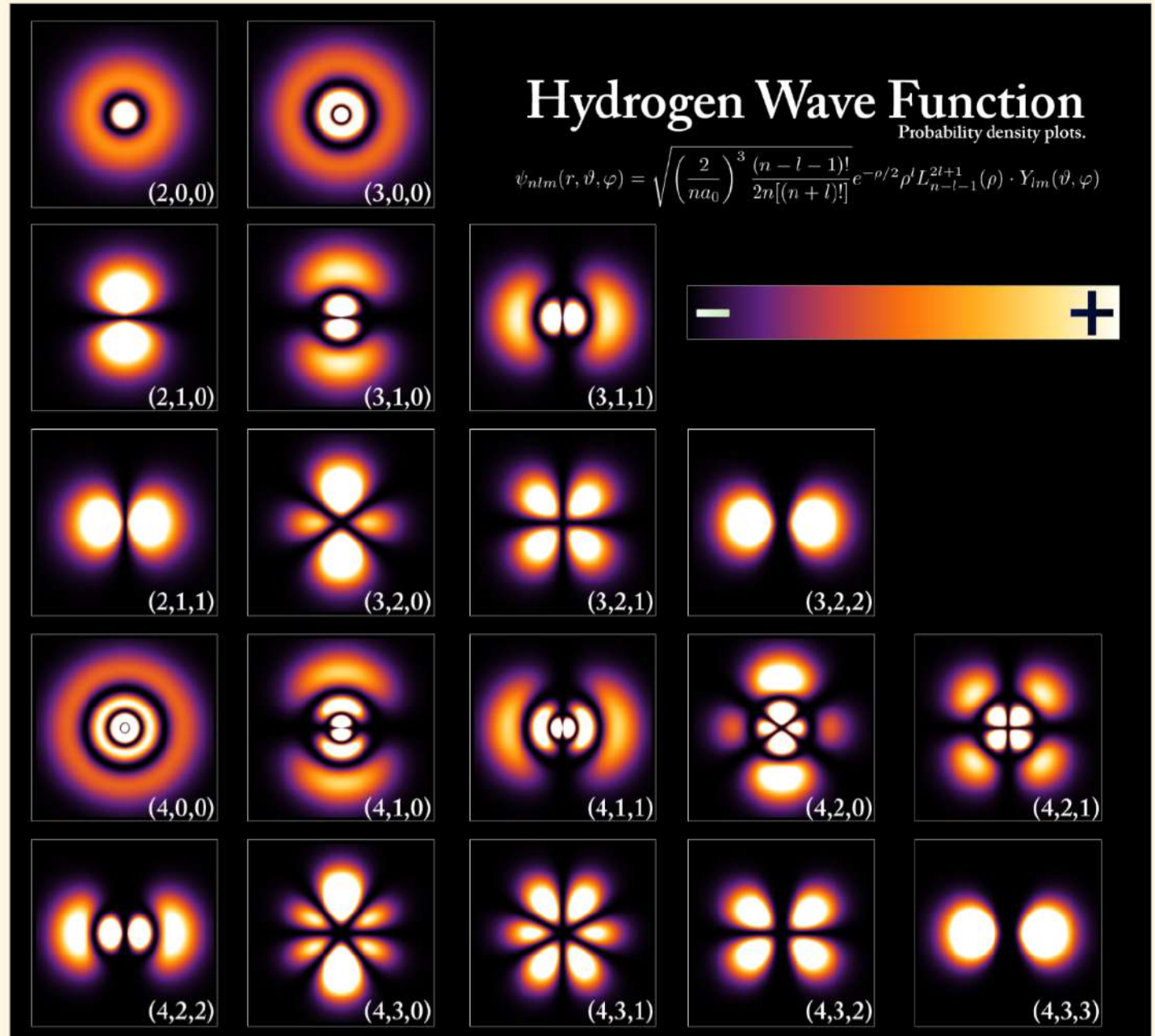
# კვანძების გენძინება:

მხარეა ხვდის  
ექსპერიმენტი



Հիմնական ցրման ֆունկցիաներ:

Ելակետային  
սֆերային  
միջնորդներ



სტანდარტული მოდელი:

ელემენტარული  
ნაწილაკების  
სტანდარტული  
მოდელი

# Standard Model of Elementary Particles

		three generations of matter (fermions)			interactions / force carriers (bosons)	
		I	II	III		
QUARKS	$\approx 2.2 \text{ MeV}/c^2$ $\frac{2}{3}$ $\frac{1}{2}$ <b>u</b> up	$\approx 1.28 \text{ GeV}/c^2$ $\frac{2}{3}$ $\frac{1}{2}$ <b>c</b> charm	$\approx 173.1 \text{ GeV}/c^2$ $\frac{2}{3}$ $\frac{1}{2}$ <b>t</b> top	$0$ $0$ $1$ <b>g</b> gluon	$\approx 124.97 \text{ GeV}/c^2$ $0$ $0$ $0$ <b>H</b> higgs	
	$\approx 4.7 \text{ MeV}/c^2$ $-\frac{1}{3}$ $\frac{1}{2}$ <b>d</b> down	$\approx 96 \text{ MeV}/c^2$ $-\frac{1}{3}$ $\frac{1}{2}$ <b>s</b> strange	$\approx 4.18 \text{ GeV}/c^2$ $-\frac{1}{3}$ $\frac{1}{2}$ <b>b</b> bottom			$0$ $0$ $1$ <b><math>\gamma</math></b> photon
	$\approx 0.511 \text{ MeV}/c^2$ $-1$ $\frac{1}{2}$ <b>e</b> electron	$\approx 105.66 \text{ MeV}/c^2$ $-1$ $\frac{1}{2}$ <b><math>\mu</math></b> muon	$\approx 1.7768 \text{ GeV}/c^2$ $-1$ $\frac{1}{2}$ <b><math>\tau</math></b> tau			
LEPTONS	$< 2.2 \text{ eV}/c^2$ $0$ $\frac{1}{2}$ <b><math>\nu_e</math></b> electron neutrino	$< 0.17 \text{ MeV}/c^2$ $0$ $\frac{1}{2}$ <b><math>\nu_\mu</math></b> muon neutrino	$< 18.2 \text{ MeV}/c^2$ $0$ $\frac{1}{2}$ <b><math>\nu_\tau</math></b> tau neutrino	$\approx 80.39 \text{ GeV}/c^2$ $\pm 1$ $1$ <b>W</b> W boson	GAUGE BOSONS VECTOR BOSONS SCALAR BOSONS	

# THE MAP OF QUANTUM PHYSICS

## PRE-QUANTUM MYSTERIES

**ATOMS SPECTRA**  
  
**BLACKBODY RADIATION**  
  
**THE STABLE ATOM**  
  
**RADIOACTIVITY**  
  
**PHOTOELECTRIC EFFECT**

## QUANTUM FOUNDATIONS

**THE WAVE FUNCTION**  
  
**PARTICLE-WAVE DUALITY**  
  
**THE BORN RULE**  
  
**INTERFERENCE PATTERN**  
  
**THE SCHRÖDINGER EQUATION**  

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \Psi(\mathbf{r}, t) = -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \Psi(\mathbf{r}, t) + V(\mathbf{r}) \Psi(\mathbf{r}, t)$$
  
**THE DIRAC EQUATION**  

$$i\hbar \gamma^\mu \partial_\mu \psi - mc\psi = 0$$

## INTERPRETATIONS OF QUANTUM MECHANICS

**COPENHAGEN**  
  
**MANY WORLDS THEORY**  
  
**CONSISTENT HISTORIES**  
  
**QBISM**  
  
**AND MANY OTHERS...**  
 TRANSACTIONAL INTERPRETATION  
 STOCHASTIC INTERPRETATION  
 COSMOLOGICAL INTERPRETATION  
 QUANTUM DARWINISM  
 ALTERNATIVE COLLAPSE

## QUANTUM GRAVITY

**M-THEORY**  
  
**STRING THEORY**  
  
**LOOP QUANTUM GRAVITY**

## QUANTUM PHENOMENA

**PARTICLE PROPERTIES**  
 POSITION, MASS, ELECTRIC CHARGE, SPIN, WEAK ISOTOPY, LEFT/RIGHT ASYMMETRY  
 SPEED, ENERGY, ANGULAR MOMENTUM, FLAVOR, STRONG FORCE, QUANTUM NUMBER, SPIN NUMBER, LEFT/RIGHT ASYMMETRY  
**QUANTUM SPIN**  
 BOSONS (0, 1, 2, ...) / FERMIONS (1/2, 3/2, 5/2, ...)  
**SUPERPOSITION**  
  
**PHASE TRANSITIONS**  
 SUPERCONDUCTIVITY, SUPERFLUIDITY  
**ENTANGLEMENT**  
  
**DECOHERENCE**  
  
**QUANTUM TUNNELING**  
  
**SUPERCONDUCTIVITY**  
 COOPER PAIRS  
**SUPERFLUIDITY**

**THE HEISENBERG UNCERTAINTY PRINCIPLE**  
 DEFINITE POSITION / DEFINITE MOMENTUM  
**BELL'S THEOREM**  
 CORRELATION  
**ENERGY QUANTIZATION**  
  
**ZERO-POINT ENERGY**

## QUANTUM THEORY

**POSTULATES (PARAPHRASED)**  
 1. WAVE FUNCTION DETERMINES EVERYTHING  
 2. ALL OBSERVABLES HAVE OPERATORS  
 3. OBSERVABLES ARE HERMITIAN  
 4. EIGENFUNCTIONS OF OPERATORS ARE INDEPENDENT  
 5. EXPECTATION VALUE INTEGRAL  
 6. TIME DEPENDENT SCHRÖDINGER EQUATION  
**PATH INTEGRALS**  
  
**QUANTUM FIELD THEORY**  
  
**SYMMETRIES**  
  
**HILBERT SPACE**

## PARTICLE PHYSICS

**QUANTUM CHROMODYNAMICS**  
 STRONG FORCE  
**ELECTROWEAK INTERACTIONS**  
 ELECTROMAGNETISM + WEAK FORCE  
 $\gamma, W^-, W^+, Z^0$   
**QUANTUM ELECTRODYNAMICS**

## SOLID STATE DEVICES

**BAND THEORY OF SOLIDS**  
  
**TRANSISTORS**  
 SOURCE, GATE, DRAIN, N-TYPE, P-TYPE  
**SOLAR PANELS**  
  
**CHARGE-COUPLED DEVICES**  
 CCD SENSOR  
**LASERS**  
  
**ATOMIC CLOCKS**  
  
**ELECTRON MICROSCOPES**  
  
**SCANNING TUNNELING MICROSCOPES**  
  
**ATOMIC FORCE MICROSCOPES**

## QUANTUM TECHNOLOGY

**SUPERCONDUCTING MAGNETS**  
  
**SQUIDS**  
  
**JOSEPHSON JUNCTION**  
  
**RELATIVE TERMINAL**

## CONDENSED MATTER PHYSICS

**MAGNETIC RESONANCE IMAGING**  
  
**QUANTUM TELEPORTATION**  
 BELT-STATE ANALYZER, CLASSICAL SIGNAL, ENTANGLED PHOTONS  
**QUANTUM COMMUNICATION**  
 QUANTUM CRYPTOGRAPHY, QUBITS, QUANTUM COMPUTING, QUANTUM SIMULATION, QUANTUM INTERNET, QUANTUM COMPLEXITY, COMPUTATIONAL COMPLEXITY

## QUANTUM BIOLOGY

**PHOTOSYNTHESIS**  
  
**BIRD NAVIGATION**  
  
**SENSE OF SMELL**  
  
**ENZYMES**

## COLD ATOM PHYSICS

**DEGENERATE ULTRACOLD GASES**  
 DEGENERATE FERMI GAS, BOSE-EINSTEIN CONDENSATE  
**RYDBERG MATTER**

## QUANTUM CHEMISTRY

**ELECTRONIC STRUCTURE**  
  
**MOLECULAR DYNAMICS**  
  
**QUANTUM MONTE CARLO METHODS**

## NUCLEAR PHYSICS

**NUCLEAR FISSION**  
  
**NUCLEAR FUSION**  
  
**RADIOACTIVE DECAY**  
 ALPHA DECAY, BETA DECAY, GAMMA DECAY

## QUANTUM INFORMATION

**QUANTUM TELEPORTATION**  
 BELT-STATE ANALYZER, CLASSICAL SIGNAL, ENTANGLED PHOTONS  
**QUANTUM COMMUNICATION**  
 QUANTUM CRYPTOGRAPHY, QUBITS, QUANTUM COMPUTING, QUANTUM SIMULATION, QUANTUM INTERNET, QUANTUM COMPLEXITY, COMPUTATIONAL COMPLEXITY

## THE STANDARD MODEL OF PARTICLE PHYSICS

**QUARKS**  
 u, d, s, c, b, t  
**GAUGE BOSONS**  
 $\gamma, W^+, W^-, Z^0, gluons$   
**LEPTONS**  
 e,  $\mu, \tau, \nu_e, \nu_\mu, \nu_\tau$   
**ANTI-MATTER**  
 PROTON, ANTI-PROTON, NEUTRON, ANTI-NEUTRON  
**THE HIGGS BOSON**

## Feynman Diagrams

**FEYNMAN DIAGRAMS**  
  
**PARTICLE ACCELERATORS**