زەررىچە فىزىكىسى

ماددىنىڭ ئۆلى، كائىناتنىڭ ئەڭ كىچىك پارچىلىرى

دr. مەخمۇتجان ئۆز ئۇيغۇر

مۇندەرىجە

01 باشلىنىش ۋە تەرەققىيات

زەررىچە فىزىكىسىنىڭ تارىخىي تەرەققىياتى ۋە ئاساسىي تۈيغۇنى كۆرسىتىش

02 تەبىئەتنىڭ ئاساسىي كۈچلىرى

ئالەمدىكى تۆت ئاساسىي كۈچ ۋە ئۇلارنىڭ خۇسۇسىيىتىنى تونۇشتۇرۇش

03 ئۆلچەملىك مودېل

كائىناتنىڭ «پېرىيودىك جەدۋىلى» دەپ ئاتىلىدىغان ئۆلچەملىك مودېلنى تونۇشتۇرۇش

04 ماسسا ۋە ھىگگس بوزونى

زەررىچىلەر قانداق قىلىپ ماسسىغا ئېرىشىدۇ؟ 2012-يىلدىكى بۈيۈك بايقاش

05 زەررىچە تېزلىتىش تەجرىبىلىرى

CERN ۋە دۇنيادىكى ئەڭ چوڭ تەجرىبىخانا - چوڭ ھادرون سوقۇشتۇرغۇچىسى

06 نامەلۇم كائىنات ۋە كەلگۈسى

كائىناتنىڭ بىز كۆرەلمەيدىغان 95% قىسمىنىڭ سىرى ۋە كەلگۈسىدىكى بايقاشلار

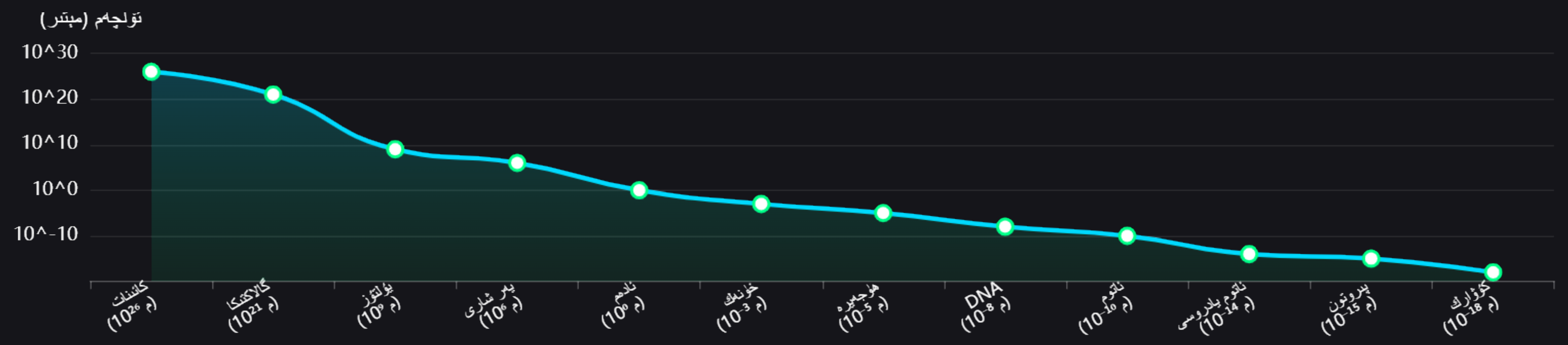
01

باشلىنىش ۋە تەرەققىيات

زەررىچە فىزىكىسىنىڭ تارىخي تەرەققىياتى ۋە ئاساسىي تۇيغۇ

SCALE OF THE UNIVERSE

ئالەمنىڭ ئۆلچىمى: گالاكتىكىلاردىن كۇۋاركلارغىچە



10^{26}	10^{21}	10^{6}	10^{-10}	10^{-18}
مېتىر	مېتىر	مېتىر	مېتىر	مېتىر
كائىنات	گالاكتىكا	يەر شارى	ئاتوم	كۇۋارك

زەررىچە فىزىكىسىنىڭ تەتقىقاتى: ئاتومدىن 100 مىليون ھەسسە كىچىك كۇۋاركلارغىچە بولغان دۇنيانى تەتقىق قىلىش. 10^{-18} مېتىر دېگەنمۇ 0.000000000000000001 مېتىر دېمەك!

زەررىچە فىزىكىسى دېگەن نېمە؟

ئاساسىي ئېنىقلىما

زەررىچە فىزىكىسى ماددا، ئېنېرگىيە ۋە ئۇلارنىڭ ئۆزئارا تەسىرىنى تەتقىق قىلىدىغان ئىلمىي ساھە. بۇ ساھە ئالەمنىڭ ئەڭ كىچىك، ئەڭ ئاساسىي قۇرۇلمىلىرىنى چۈشىنىشكە ئۇرۇنىدۇ.

10^{-15} مېتىر يادرو ئۆلچىمى	10^{-10} مېتىر ئاتوم ئۆلچىمى	17 خىل ئاساسىي زەررىچە

تەتقىقات ئوبيېكتى

- ئاتومنى تەشكىل قىلىدىغان ئاساسىي زەررىچىلەر
- كۈچلەرنى يەتكۈزىدىغان بوزونلار
- ئۆزئارا تەسىر قىلىش قانۇنىيەتلىرى
- ماسسا ۋە ئېنېرگىيەنىڭ مەنبەسى

ئىلمىي ئەھمىيىتى

زەررىچە فىزىكىسى ئالەمنىڭ ئەڭ چوڭقۇر سىرلىرىنى ئاشكارىلاشقا ياردەم بېرىدۇ. بۇ ساھە ئارقىلىق بىز كائىناتنىڭ قانداق تەشكىللەنگەنلىكىنى، ماددىنىڭ قانداق مەۋجۇت بولغانلىقىنى چۈشىنەلەيمىز.

مۇھىم بايقاشلار

- ئېلېكترون (1897) - تومسون
- يادرو (1911) - رۇزېرفورد
- نېيترون (1932) - چادۋىك
- ھىگگىس بوزونى (2012) - CERN

زەررىچە فىزىكىسى ئالەمنىڭ تۈپ سىرلىرىنى ئاشكارىلاشنىڭ ئاچقۇچى

HISTORICAL MILESTONES

ئاتومدىن ئاساسى زەررىچىلەرگىچە

تارىخىي تەرەققىيات

450 BC — **دېموكرىت**
ئاتوم» ئۇقۇمىنى تۇنجى تەلەپپۇز قىلدى«

1803 — **دالتون**
زامانىۋى ئاتوم نەزەرىيەسىنى قۇردى

1897 — **تومسون**
ئېلېكتروننى بايقىدى

1911 — **رۇدېرفورد**
ئاتوم يادروسىنى بايقىدى

1932 — **چادۋىك**
نېيتروننى بايقىدى

1964 — **گېلل-مان**
كۇۋاركنى نەزەرىيەسىنى تەلەپپۇز قىلدى

2012 — **CERN**
ھىگگس بوزوننى بايقىدى

ئاساسىي بايقاشلار

ئېلېكترون (1897)
تومسون تۇنجى قېتىم زەررىچىنى بايقىدى. ئاتومنىڭ بۆلۈنمەس ئەمەسلىكىنى ئىسپاتلىدى.

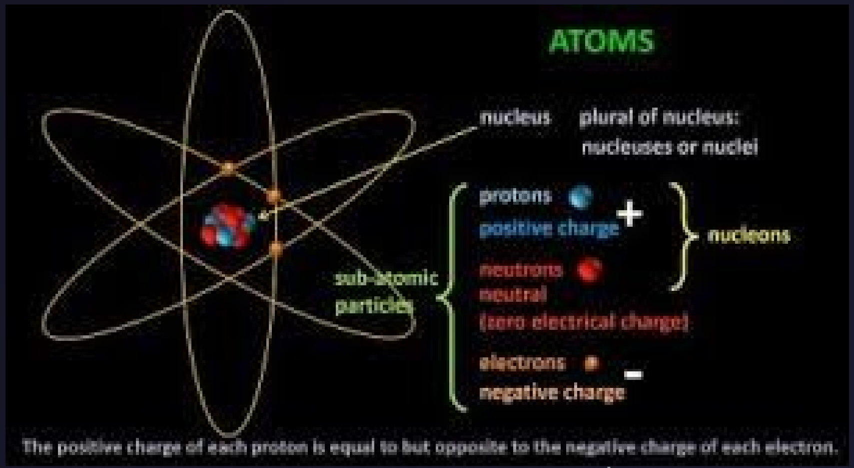
نېيترون (1932)
چادۋىك يادرو ئىچىدىكى ئېلېكترون بىلەن پروتوندىن باشقا زەررىچىنى بايقىدى.

كۇۋاركلار (1964-1995)
كۇۋارك» 1995-يىلى «Top» خىل كۇۋاركنىڭ ھەممىسى تەجرىبىدە بايقالدى. ئەڭ ئاخىرقىسى 6 بايقالدى.

مۇھىم خۇلاسە

تارىخىي تەرەققىيات كۆرسەتكەندە، **مادda قاتلام-قاتلام قۇرۇلمىلىق**. ھەر بىر قاتلام تېخىمۇ كىچىك زەررىچىلەردىن تەشكىل تاپقان.

ئاتومنىڭ قۇرۇلمىسى



ئاتومنىڭ قۇرۇلمىسى - يادرو ۋە ئېلېكترونلار

يادرو (Nucleus)

پىروتون
مۇسبەت توك (+1)
ماسسا: 1.673×10^{-27} كىلوگرام

نېيترون
ئەگسىز توك (0)
ماسسا: 1.675×10^{-27} كىلوگرام

ئېلېكترونلار

ئېلېكترون
ئەكسىچە توك (-1)
ماسسا: 9.109×10^{-31} كىلوگرام

ئۆلچەم سېلىشتۇرۇشى

100,000	10^{-10}	10^{-15}
ھەسسە	مېتىر	مېتىر
پەرق	ئاتوم	يادرو

ئاتومنىڭ كۆپ قىسمى بوشلۇق! يادرو ئاتومنىڭ پەقەت 1/100,000 قىسمىنى ئىگىلەيدۇ.

QUANTUM REVOLUTION

كۋانت ئىنقىلابى: دولقۇن-زەررىچە قوش خۇسۇسىيىتى

دولقۇن-زەررىچە قوش خۇسۇسىيىتى

20-ئەسىرنىڭ باشلىرىدا فىزىكاچىلار **يورۇتۇشنى** تەتقىق قىلىۋاتقاندا بىر سىرلىق ھادىسىنى بايقىدى: يورۇتۇش **دولقۇن** بولۇشى مۇمكىن، لېكىن **زەررىچە** (فوتون) بولۇشىمۇ مۇمكىن!

$$E = h\nu = \hbar\omega$$

پلانك فورمۇلىسى: ئېنېرگىيە دولقۇن چاستوتىسى بىلەن تەن proportسىيەلىك

بۇ فورمۇلا **1900-يىلى** پلانك تەرىپىدىن تېپىلگەن. ئۇ يورۇتۇشنىڭ ئېنېرگىيەسىنىڭ ئۈزۈكسىز ئەمەس، بەلكى **ئۈزۈك-ئۈزۈك** بولۇشى كېرەكلىكىنى كۆرسەتتى.

كۋانت مېخانىكىسىنىڭ ئاتىلىرى

ئەينشتېيىن 1905-يىلى	پلانك 1900-يىلى
گېيزېنبېرگ 1927-يىلى	بور 1913-يىلى

بىلمەسلىك پرىنسىپى

گېيزېنبېرگ 1927-يىلى مۇھىم بىر پرىنسىپنى تېپىپ چىقتى: **بىز بىر زەررىچىنىڭ ھەم ئورنىنى، ھەم ئىمپۇلسىنى تەڭ ۋاقىتتا ئېنىق بىلەلمەيمىز.**

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$$

گېيزېنبېرگ بىلمەسلىك مۇناسىۋىتى

- → ئورنىنىڭ بىلمەسلىكى :
- → ئىمپۇلسىنىڭ بىلمەسلىكى :
- → پلانك دائىرىسى () :

كۋانت مېخانىكىسىنىڭ ئەھمىيىتى

كۋانت مېخانىكىسى زەررىچە فىزىكىسىنىڭ **نەزەرىيە ئاساسى** ھېسابلىنىدۇ. ئۇ مىكرو دۇنيادىكى زەررىچىلەرنىڭ قانداق ھەرىكەت قىلىدىغانلىقىنى چۈشەندۈرىدۇ.

02

تەبىئەتنىڭ ئاساسىي كۈچلىرى

ئالەمدىكى تۆت ئاساسىي كۈچ ۋە ئۇلارنىڭ خۇسۇسىيىتىنى تونۇشتۇرۇش

تۆت ئاساسىي كۈچ

تارتىش كۈچى
Gravitational Force

كۈچلۈك دەرىجىسى	ئەڭ ئاجىز (10^{-38})
تەسىر دائىرىسى	چەكسىز
خۇسۇسىيىتى	تارتىشلا

ئالەمنىڭ قۇرۇلمىسىنى شەكىللەندۈرىدۇ، يۇلتۇزلار ۋە گالاكتىكىلارنى بىرلىككە كەلتۈرىدۇ.

ئېلېكتر ماگنىت كۈچى
Electromagnetic Force

كۈچلۈك دەرىجىسى	10^{-2}
تەسىر دائىرىسى	چەكسىز
خۇسۇسىيىتى	تارتىش + ئىتتىرىش

ئاتوملارنى بىرلىككە كەلتۈرىدۇ، كۈندىلىك تۇرمۇشىمىزدىكى كۆپ قىسىم كۈچلەر.

كۈچلۈك يادرو كۈچى
Strong Nuclear Force

كۈچلۈك دەرىجىسى	ئەڭ كۈچلۈك (1)
تەسىر دائىرىسى	10^{-15} مېتىر
خۇسۇسىيىتى	تارتىش + ئىتتىرىش

يادرودىكى پروتون ۋە نېيترونلارنى بىرلىككە كەلتۈرىدۇ، كۇۋاركلارنى ئۆز ئىچىگە ئالىدۇ.

ئاجىز يادرو كۈچى
Weak Nuclear Force

كۈچلۈك دەرىجىسى	10^{-13}
تەسىر دائىرىسى	10^{-18} مېتىر
خۇسۇسىيىتى	رادىئاكتىپ پارچىلىنىش

رادىئاكتىپ پارچىلىنىشنى كونترول قىلىدۇ، يۇلتۇزلاردىكى يادرو بىرىكمە رېئاكسىيەسى.

كۈچ توشۇغۇچى زەررىچىلەر

مۇھىم ئۇچۇر

تارتىش كۈچىنىڭ ئالاھىدىلىكى ⚠

تارتىش كۈچى ھازىرغىچە ئۆلچەملىك مودېلغا كىرگۈزۈلمىدى. بۇ زەررىچە فىزىكىسىنىڭ ئەڭ چوڭ چەكلىمىسى.

كۈچلەرنىڭ بىرلىكى ⇄

يۇقىرى ئېنېرگىيەدە ئېلېكتر ماگنىت كۈچى بىلەن ئاجىز يادرو كۈچى بىرلىشىپ «ئېلېكتر-ئاجىز كۈچ»نى شەكىللەندۈرىدۇ.

كۈچلۈك دەرىجىسى

- كۈچلۈك يادرو: 1
- ئېلېكتر ماگنىت: 10^{-2}
- ئاجىز يادرو: 10^{-13}
- تارتىش كۈچى: 10^{-38}

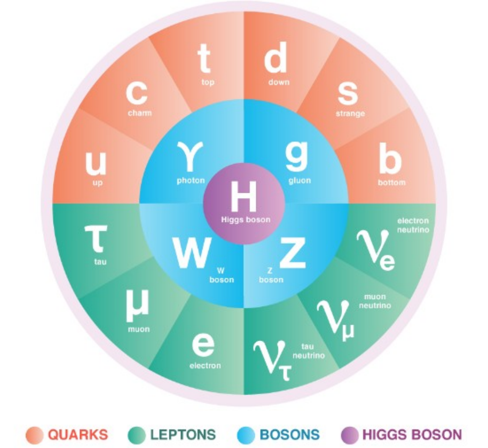
كۈچ	توشۇغۇچى زەررىچە	تەسىر قىلىش دائىرىسى	ئالاھىدىلىكى
تارتىش كۈچى	گراۋىتون Graviton ⚠ تېخى بايقالمىغان	چەكسىز ∞	ئەڭ ئاجىز كۈچ، ئەمما چەكسىز دائىرىدە تەسىر كۆرسىتىدۇ
ئېلېكتر ماگنىت	فوتون Photon (γ) ✓ بايقالغان	چەكسىز ∞	ماسسىسىز، نۇر تېزلىكىدە ھەرىكەت قىلىدۇ
كۈچلۈك يادرو	گلىيۇئون Gluon (g) ✓ بايقالغان	قىسقا ~10^{-15} م	كۇۋاركلارنى بىرلىككە كەلتۈرىدۇ، ماسسىسىز
ئاجىز يادرو	W ۋە Z بوزونلىرى W^+, W^-, Z^0 ✓ بايقالغان	ئىنتايىن قىسقا ~10^{-18} م	ماسسىلىق (91-80 GeV/c²)، قىسقا ئۆمۈر

03

ئۆلچەملىك مودېل

كائىناتنىڭ «پېرىيودىك جەدۋىلى» دەپ ئاتىلىدىغان ئۆلچەملىك مودېلنى تونۇشتۇرۇش

ئۆلچەملىك مودېلغا كىرىش



ئۆلچەملىك مودېلدىكى زەررىچىلەر

چەكلىمىلىرى

- تارتىش كۈچىنى ئۆز ئىچىگە ئالمايدۇ
- قارا ماددا ۋە قارا ئېنېرگىيەنى چۈشەندۈرمەيدۇ
- نېيترىنونىڭ ماسسىسىنى پەرەز قىلالمىدى

ئۆلچەملىك مودېل دېگەن نېمە؟

ئۆلچەملىك مودېل زەررىچە فىزىكىسىدىكى ئەڭ مۇۋەپپەقىيەتلىك نەزەرىيە. بۇ مودېل زەررىچىلەرنىڭ خۇسۇسىيىتى ۋە ئۆزئارا تەسىرنى ئىنتايىن يۇقىرى دەللىك بىلەن پەرەز قىلدۇ.

3
ئۆزئارا تەسىر

17
ئاساسىي زەررىچە

مۇۋەپپەقىيەتلىرى

- زەررىچىلەرنىڭ ماسسىسىنى ئىنتايىن دەل پەرەز قىلىش
- يېڭى زەررىچىلەرنى پەرەز قىلىپ بايقاش
- تەجرىبە نەتىجىلىرى بىلەن ماس كېلىش

فېرمىيونلار: ماددا زەررىچىلىرى

فېرمىيون ئالاھىدىلىكى

پائولى چەكلەش پرىنسىپى

ئىككى فېرمىيون بىر ۋاقىتتا ئوخشاش كۋانتوم ھالىتىدە بولالمايدۇ.

ئايلىنىش (Spin)

فېرمىيونلارنىڭ ئايلىنىشى نىسبىي يارىم (1/2, 3/2...).

كۇۋاركلار (Quarks)

كۇۋاركلار پروتون ۋە نېيترونلارنى تەشكىل قىلىدۇ. 6 خىل كۇۋارك مەۋجۇت.

u يۇقىرى Up	**d** تۆۋەن Down	**s** سىرلىق Strange
c غەلىتە Charm	**b** ئاستى Bottom	**t** ئۈستى Top

ئۈچ ئەۋلاد

ئەۋلاد-1

يۇقىرى، تۆۋەن، ئېلېكترون، نېيترىنو

ئەۋلاد-2

سىرلىق، غەلىتە، ميۇئون، ميۇئون نېيترىنو

ئەۋلاد-3

ئۈستى، ئاستى، تاۋ، تاۋ نېيترىنو

لېپتونلار (Leptons)

لېپتونلار مۇستەقىل زەررىچىلەر، كۇۋاركلارغا ئوخشاش ئۈز ئىنچىگە ئالمايدۇ.

e ئېلېكترون Electron	**μ** ميۇئون Muon	**τ** تاۋ Tau
ν_e نېيترىنو Neutrino	**νμ** ميۇئون نېيترىنو Muon ν	**ντ** تاۋ نېيترىنو Tau ν

بوزونلار: كۈچ زەررىچىلىرى

γ فوتون
Photon

توشۇيدىغان كۈچ

ئېلېكتر ماگنىت كۈچى

ماسسا

0 (ماسسىسىز)

ئالاھىدىلىكى

نۇر تېزلىكىدە ھەرىكەت قىلىدۇ

g گلىيۇئون
Gluon

توشۇيدىغان كۈچ

كۈچلۈك يادرو كۈچى

ماسسا

0 (ماسسىسىز)

ئالاھىدىلىكى

8 خىل گلىيۇئون مەۋجۇت

W/Z بوزونلىرى W/Z
W & Z Bosons

توشۇيدىغان كۈچ

ئاجىز يادرو كۈچى

ماسسا

80-91 GeV/c² (ماسسىلىق)

ئالاھىدىلىكى

W^+, W^-, Z^0 ئۈچ خىل

ھىگگس بوزونى (Higgs Boson)

بايقالغان يىل

2012-يىل

CERN - LHC

ماسسا

125 GeV/c²

± 0.24 GeV/c²

رولى

ماسسا بېرىش

ھىگگس مېخانىزمى

ئەھمىيىتى

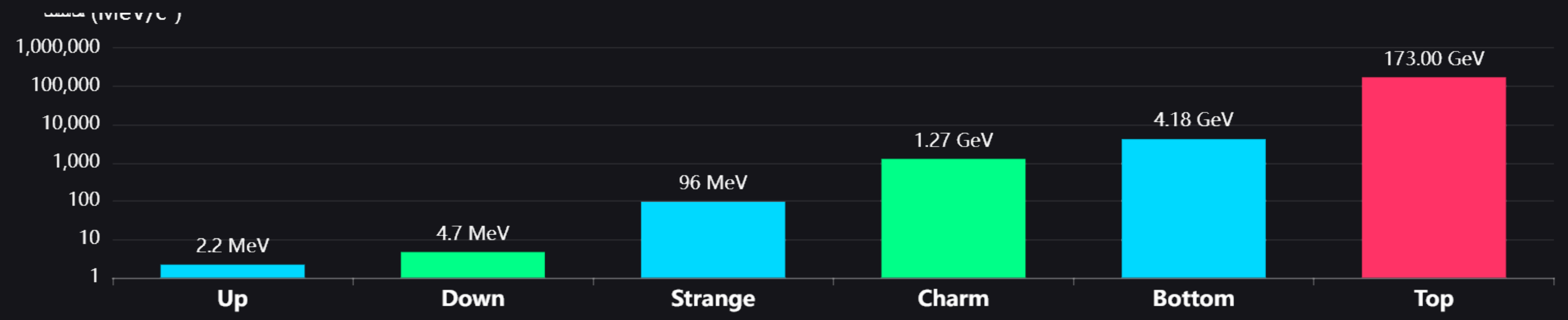
ئۆلچەملىك مودېل

ئاخىرقى پارچىسى

FERMIONS - QUARKS

فېرمىيونلار — كۇۋاركلار: 6 خىل كۇۋارك ۋە ئۇلارنىڭ خۇسۇسىيەتلىرى

6 خىل كۇۋاركنىڭ سېلىشتۇرمىسى



1-ئەۋلاد

Up (u)	2.2 MeV/c²
Down (d)	4.7 MeV/c²

پروتون ۋە نېيتروننى تەشكىل قىلىدۇ

2-ئەۋلاد

Charm (c)	1.28 GeV/c²
Strange (s)	96 MeV/c²

يۇقىرى ئېنېرگىيەلىك سوقۇشتۇرۇشتا پەيدا بولىدۇ

3-ئەۋلاد

Top (t)	173 GeV/c²
Bottom (b)	4.18 GeV/c²

Top كۇۋارك ئەڭ ئېغىر توپ زەررىچە

كۇۋارك خۇسۇسىيىتى: كۇۋاركلار رەڭ زەرتى (Color Charge) بار، شۇڭلاشقان كۈچلۈك يادرۇ كۈچى بىلەن تەسىرلىشىدۇ. يالغۇز كۇۋارك مەۋجۇت بولالمايدۇ (Confinement).

04

ماسسا ۋە ھىگگس بوزونى

زەررىچىلەر قانداق قىلىپ ماسسىغا ئېرىشىدۇ؟ 2012-يىلدىكى بۈيۈك بايقاش

MASS AND ENERGY

ماسسا ۋە ئېنېرگىيە: E=mc^2 نىڭ زەررىچە دۇنياسىدىكى تەدبىقلىنىشى

ئېينشتېيىننىڭ ماسسا-ئېنېرگىيە فورمۇلىسى

$$E = mc^2$$

1905-يىلى ئېينشتېيىن تەرىپىدىن تەلەپپۇز قىلىندى

E ئېنېرگىيە
زەررىچىنىڭ ئېنېرگىيەسى (جۇل)

m ماسسا
زەررىچىنىڭ ماسسىسى (kg)

c يورۇتۇش تېزلىكى
3 × 10^8 م/س (زامانىۋى پوئىنتى)

زەررىچە دۇنياسىدىكى قوللىنىلىشى

1. يۇقىرى ئېنېرگىيەلىك سوقۇشتۇرۇش

LHC دا سوقۇشقان پروتونلارنىڭ كىنېتىك ئېنېرگىيەسى يېڭى زەررىچىلەرنىڭ ماسسىسىغا ئايلىنىدۇ.

2. زەررىچىنىڭ ئۆمۈرى

تېز پارچىلىنىدۇ. ماسسىسى چوڭ بولسا، ئۆمۈرى قىسقا (مۇسال: Top كۇۋارك) ئېغىر زەررىچىلەر

3. ماسسا يوقىتىش

هگگس بوزونى پارچىلىنىشىدا ماسسىسى باشقا زەررىچىلەرگە ئېنېرگىيە بولۇپ ئۆتىدۇ.

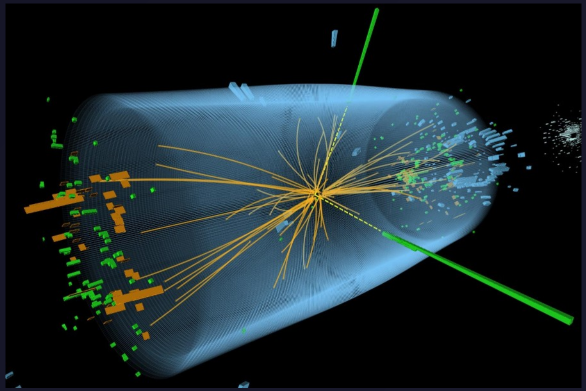
مىسال

بىر پروتوننىڭ ماسسىسى 938 MeV/c². بۇنىڭ ئېنېرگىيەسى:

$$E = 938\ MeV = 1.5 \times 10^{-10}\ J$$

مۇھىم ئۇقۇم: ماسسا ۋە ئېنېرگىيە ئالماشتۇرۇشچان. زەررىچە فىزىكىسىدا بىز دائىم eV (ئېلېكترون ۋولت) نى ئېنېرگىيە بىرلىكى قىلىپ ئىشلىتىمىز.

هىگگس مەيدانى ۋە ماسسا مەنبەسى



هىگگس بوزونىنىڭ پارتلىشى سىمۇلياتسىيەسى

تەسەۋۋۇر تەجرىبىسى

هىگگس مەيدانىنى مەشھۇرلار بىلەن لىق تولغان بىر ئۆيگە ئوخشاتساق بولىدۇ:

ماسسىلىق زەررىچە = مەشھۇر (كىشىلەر ئۇنى تونۇيدۇ، ئۇنىڭ بىلەن پاراڭلىشىدۇ)

ماسسىسىز زەررىچە = ناتونۇش (كىشىلەر ئۇنى سەل قارايدۇ)

هىگگس مېخانىزمى

1964-يىلى پېتەر هىگگس، فرانسوا ئېنگلېرت ۋە باشقا ئالىملار بۇ مېخانىزمنى تەسىس قىلدى. بۇ مېخانىزم زەررىچىلەرنىڭ ماسسىغا قانداق ئېرىشىدىغانلىقىنى چۈشەندۈردى.

ئاساسي پرىنسىپ

زەررىچىلەر هىگگس مەيدانى بىلەن ئۆزئارا تەسىر قىلىش ئارقىلىق ماسسىغا ئېرىشىدۇ. ماسسىسىز زەررىچىلەر (فوتون، گلىيۇئون) هىگگس مەيدانى بىلەن ئۆزئارا تەسىر قىلمايدۇ.

ماسسىلىق ۋە ماسسىسىز زەررىچىلەر

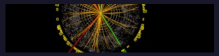
ماسسىلىق ✓

- پروتون، نېيترون
- ئېلېكترون، مىيۇئون
- كۋاركلار
- W/Z بوزونلىرى

ماسسىسىز ✕

- فوتون
- گلىيۇئون
- نېيترىنولار (يېقىن)

هىگگس بوزوننىڭ بايقىلىشى (2012)



ATLAS دېتېكتورىدىكى هىگگس بوزونى پارتلىشى

تارىخىي بايقاش

بايقالغان ۋاقتى

2012-يىلى 4-ئاي

CMS ۋە ATLAS

ئېنېرگىيە

7-8 TeV

LHC Run 1

2012-يىلى 4-ئايدا CERNنىڭ LHCدا ATLAS ۋە CMS تەجرىبىلىرى بىرلىكتە 125 GeV/c^2 ئەتراپىدا يېڭى بىر بوزوننى بايقىدى. بۇنىڭ هىگگس بوزونى ئىكەنلىكى كېيىنكى تەتقىقاتلاردا جەزملەشتۈرۈلدى.

نوبېل مۇكاپاتى

2013-يىلى نوبېل فىزىكا مۇكاپاتى

پېتەر هىگگس ۋە فرانسوا ئېنگلېرت

هىگگس بوزوننىڭ بايقىلىشى ئۆلچەملىك مودېلنىڭ ئاخىرقى پارچىسىنى تولۇقلىدى.

ئەهمىيىتى

- ئۆلچەملىك مودېلنىڭ ئاخىرقى پارچىسى تولۇقلىنىش
- ماسسا مەنبەسىنىڭ ئىسپاتلىنىشى
- 50 يىللىق تەسەۋۋۇرنىڭ جەزملەشتۈرۈلۈشى

05

زەررىچە تېزلىتىش تەجرىبىلىرى

CERN ۋە دۇنيادىكى ئەڭ چوڭ تەجرىبىخانا - چوڭ ھادرون سوقۇشتۇرغۇچىسى

CERN ۋە LHC

LHC تونىلى

تەجرىبە جەريانى

1. پروتونلارنى تېزلىتىش (نۇر تېزلىكىگە يېقىن)
2. ئىككى يۆنىلىشتە ئۈچۈرۈلغان پروتونلارنى سوقۇشتۇرۇش
3. يېڭى زەررىچىلەرنىڭ پەيدا بولۇشىنى كۆزىتىش

CERN نېمە؟

CERN (ياۋروپا ئىلمىي تەتقىقات مەركىزى) دۇنيادىكى ئەڭ چوڭ زەررىچە فىزىكىسى تەتقىقات مەركىزى. 1954-يىلى قۇرۇلغان، شۋېتسارىيەنىڭ جېنېۋا شەھىرى يېنىدا.

10,000+ ئالىم	**70+** دۆلەت

LHC نىڭ ئۆلچەملىرى

ئۇزۇنلۇقى	27 كىلومېتىر
چوڭقۇرلۇقى	100 مېتىر
ئېنېرگىيە	13-14 TeV
تېزلىكى	نۇر تېزلىكىنىڭ 99.999%

دېتېكتورلار: ATLAS ۋە CMS

2025-يىلى Breakthrough Prize

2025-يىلى 4-ئايدا LHCنىڭ تۆت تەجرىبىسى (ATLAS, CMS, ALICE, LHCb) Breakthrough Prize in Fundamental Physics مۇكاپاتىغا ئېرىشتى.

- 3 مىليون دوللار مۇكاپات
- 70+ دۆلەتتىن 10,000+ ئالىم
- ھىگگس بوزونى خۇسۇسىيىتىنى تەكشۈرۈش

دېتېكتورلارنىڭ قاتلاملىق قۇرۇلمىسى زەررىچىلەرنى ئېنىق بايقايدۇ

ATLAS دېتېكتورى

46 م ئۇزۇنلۇق	25 م كەڭلىك
7000 توننا ئېغىرلىق	5500+ ئالىم

دۇنيادىكى ئەڭ چوڭ زەررىچە دېتېكتورى. ھەر خىل زەررىچىلەرنى بايقاش ۋە ئۆلچەش ئىقتىدارىغا ئىگە.

CMS دېتېكتورى

21 م ئۇزۇنلۇق	15 م كەڭلىك
14000 توننا ئېغىرلىق	4 تېسلا ماگنىت كۈچى

يەر يۈزىدىكى ئەڭ كۈچلۈك ماگنىت كۈچىگە ئىگە. يەر ماگنىت كۈچىدىن 100,000 ھەسسە كۈچلۈك.

DATA PROCESSING

سانلىق مەلۇمات ئامبىرى: سېكۇنتتىغا مىليونلىغان سوقۇشتۇرۇش

سانلىق مەلۇمات مىقدارى

سوقۇشتۇرۇش چاستوتىسى — **40 MHz**
سېكۇنتتىغا 40 مىليون سوقۇشتۇرۇش

ساقلاش چاستوتىسى — **1 kHz**
سېكۇنتتىغا 1 مىڭ ھادىسە ساقلىنىدۇ

يىللىق سانلىق مەلۇمات — **~30 PB**
30 پېتابايت = 30 مىليون GB

Grid Computing

LHC نىڭ سانلىق مەلۇماتلىرى **دۇنيادىكى مىڭلىغان كومپيۇتېرلار** ئارقىلىق بىر تەرەپ قىلىنىدۇ.

Tier 0 (CERN)
ئاساسىي سانلىق مەلۇمات ساقلاش ۋە بىر تەرەپ قىلىش

Tier 1 (11 ئورۇن)
دۆلەتلىك سانلىق مەلۇمات مەركىزى

Tier 2 (150+ ئورۇن)
ئۇنىۋېرسىتېت ۋە تەتقىقات ئورۇنلىرى

Trigger سىستېمىسى
40 MHz → 1 kHz

ساقلاش سىستېمىسى
يىللىق 30 PB

ھەمكارلىق تورى
170 دۆلەت، 10,000+ ئالىم

NEW DISCOVERIES

تېپىلغان يېڭى زەررىچىلەر ۋە نامەلۇم سىگناللار

دىكى بايقاشلار LHC

(2012) ھىگگىس بوزونى
ئۆلچەملىك مودېلنىڭ ئەڭ ئاخىرقى تۆپ زەررىچىسى

يېڭى ھادرونلار
تېتراكۇۋاركلار، پېنتاكۇۋاركلار قاتارلىق يېڭى قۇرۇلمىلار

(QGP) رەڭلىك ماددا
چوڭ پارتلىنىشتىن كېيىنكى دەسلەپكى كائىنات ھالىتى

نامەلۇم سىگناللار

LHC سىگناللار بايقالدى ئۆلچەملىك مودېلدا چۈشەندۈرۈپ بېرەلمەيدىغان بەزى دا.

750 GeV «بۇلۇت» دىكى»
2015-يىلى بايقالدى، لېكىن 2016-يىلى يوقاپ كەتتى

B-مېزون بۇزۇلۇشى
ئۆلچەملىك مودېل پەرەزى بىلەن ماس كەلمەيۋاتىدۇ

g-2 مىيۇئون ئانوماللىيەسى
مىيۇئوننىڭ مەگنىتلىق مومېنتى پەرەزدىن چوڭ

كەلگۈسى ئۈمىدى: بۇ نامەلۇم سىگناللار يېڭى فىزىكىنىڭ ئىزى بولۇشى مۇمكىن. لېكىن تېخىمۇ كۆپ سانلىق مەلۇمات كېرەك.

STATISTICAL SIGNIFICANCE

تەجرىبە ستاتىستىكىسى: «5σ» نېمىشقا بايقاشنىڭ ئۆلچىمى؟

σ (سىگما) نېمە؟

σ **ئۆلچەملىك چاتاق** (Standard Deviation). بۇ ستاتىستىكىلىق تارقىلىشنى ئۆلچەيدۇ.

1σ	ئىشەنچلىك دەرىجە 68%
2σ	ئىشەنچلىك دەرىجە 95%
3σ	ئىشەنچلىك دەرىجە 99.7% («دەلىل»)
5σ	**99.99994% («بايقاش»)**

5σ نېمىشقا؟

تاسادىپىي سەۋەب

تاسادىپىي سەۋەب بىلەن پەيدا بولۇش ئېھتىماللىقى 5σ دا **1 / 3,500,000**

«Look-elsewhere effect»

كۆپ جايدا ئىزدىگەندە تاسادىپىي سىگنال چۈشۈش ئېھتىماللىقى ئېشىدۇ

تارىخىي سەۋەب

1970-يىللاردىن بۇيان 3σ «دەلىل»لەر كۆپ ئۆچۈپ كەتتى

ھېسابلاش

$$P(/X/\wedge ¿;5\sigma)\approx 5.7\times 10^{-7}$$

يەنى 350 مىليون تاللوندا 1 تاللون

مۇھىم ئۇقۇم: 5σ زەررىچە فىزىكىسىدىكى ئەنئەنىۋى ئۆلچەم. لېكىن مۇتلىق ئۆلچەم ئەمەس. ئىككى مۇستەقىل تەجرىبە 5σ بەرسە، بايقاش دەپ قارىلىدۇ.

06

نامەلۇم كائىنات ۋە كەلگۈسى

كائىناتنىڭ بىز كۆرەلمەيدىغان 95% قىسمىنىڭ سىرى ۋە كەلگۈسىدىكى بايقاشلار

ئەكسىل-ماددا (Antimatter)

ماددا-ئەكسىل-ماددا سوقۇلۇشى

$$e^- + e^+ \rightarrow \gamma + \gamma$$

ئېلېكترون بىلەن پوزىترون سوقۇلۇپ ئىككى فوتونغا ئايلىنىدۇ

- سوقۇلۇشتا ئېنېرگىيە ۋە ماسسا ساقلىنىدۇ
- بويىچە ئېنېرگىيە پەيدا بولىدۇ $E=mc^2$

ئەكسىل-ماددا دېگەن نېمە؟

ئەكسىل-ماددا ماددىنىڭ تەتۈر نۇسخىسى. ئۇنىڭ ئېلېكتر توكى، ماسسىسى ئوخشاش، لېكىن باشقا خۇسۇسىيەتلىرى ئەكسىچە.

$\bar{p}$ ئانتىپروتون پروتون	e^+ پوزىترون ئېلېكترون

كائىناتتىكى سىر

ئاساسىي مەسىلە

ئالەم پارتلىشىدا ماددا بىلەن ئەكسىل-ماددا تەڭ مىقداردا پەيدا بولغان. لېكىن ھازىرقى كائىناتتا ماددا كۆپ.

سىپ-ئاجىز سىممېترىيە

CP بۇزۇلۇشى تۈپەيلىدىن ماددا ئەكسىل-ماددىدىن كۆپ پەيدا بولغان.

تارىخىي بايقاش

1932

كارل ئاندېرسون

Cosmic Ray تەجرىبىسى

ئاندېرسون كوسمىك نۇردا پوزىتروننى بايقىدى. بۇ دىراكنىڭ نىسبىيلىك كۋانتۇم مېخانىكىسى پەرەزىنى جەزملەشتۈردى.

قارا ماددا ۋە قارا ئېنېرگىيە

قارا ئېنېرگىيە

ئالاھىدىلىكى

كائىناتنىڭ كېڭىيىشىنى تېزلىتىدۇ

تەسىرى

تارتىش كۈچىگە قارشى ئىتتىرىش كۈچى

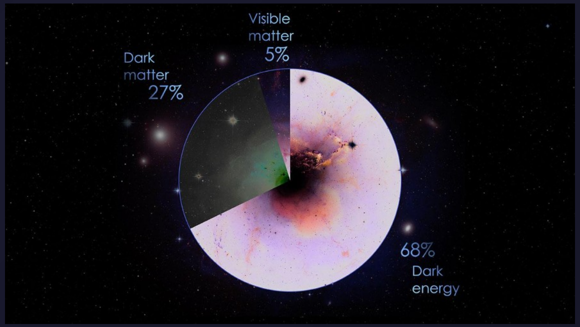
ئېنىقلىمىسى

بوشلۇق ئېنېرگىيەسى

ئۆلچەملىك مودېل بىلەن ئالاقىسى

ئۆلچەملىك مودېل قارا ماددا ۋە قارا ئېنېرگىيەنى چۈشەندۈرەلمەيدۇ. بۇ «ئۆلچەملىك مودېلدىن ئېشىپ كەتكەن فىزىكا» (Beyond the Standard Model) ئاساسى تەتقىقاتىنىڭ.

كائىناتنىڭ تەركىبى



68% قارا ئېنېرگىيە Dark Energy	**27%** قارا ماددا Dark Matter	**5%** ئادەتتىكى ماددا Visible Matter

قارا ماددا

- يورۇتۇش، سۈمۈرۈش ياكى چۈشۈرۈش ئەمەس
- تارتىش كۈچى ئارقىلىق بايقىلىدۇ
- گالاكتىكىلارنىڭ ئايلىنىش سۈرئىتىنى چۈشەندۈرىدۇ

ANTIMATTER

نېمىشقا بىز ئەكسىل-ماددا دۇنياسىدا ياشىمايمىز؟ (Antimatter): ئەكسىل-ماددا

ماددا-ئەكسىل-ماددا ئاسىممېترىيەسى

چوڭ پارتلىنىشتا تەڭ مىقداردا ماددا ۋە ئەكسىل-ماددا ھاسىل بولغان. لېكىن نېمىشقا ئالەمدە ماددا ئۈستۈنلۈك قىلدى؟

CP بۇزۇلۇشى

ماددا ۋە ئەكسىل-ماددىنىڭ ئاجىز يادرو كۈچىدىكى ھەرىكىتى ئازراق پەرقلىق.

لېكىن يېتەرلىك ئەمەس

بۇزۇلۇشى كائىناتتىكى ماددا-ئەكسىل-ماددا ئاسىممېترىيەسىنى CP ئۆلچەملىك مودېلدىكى چۈشەندۈرەلمەيدۇ.

تەجرىبە ئىزدىنىشى

LHCb تەجرىبىسى

B-مېزونلارنىڭ CP بۇزۇلۇشىنى تەكشۈرىدۇ.

نېيترىنو تەجرىبىلىرى

نېيترىنونىڭ CP بۇزۇلۇشى بىلەن باغلىق بولۇشى مۇمكىن ئۆزگىرىش.

ئەكسىل-ماددا تەكشۈرۈش

CERN دا ئەكسىل-ماددىنىڭ خۇسۇسىيەتلىرىنى ئۆلچەيمىز.

مەسىلە

بۇزۇلۇشنىڭ سەۋەبى ۋە مېخانىزمى تېخى چۈشەنمىدۇق. CP **يېڭى فىزىكا كېرەك**

مۇھىم ئۇقۇم: بىزنىڭ مەۋجۇت بولۇشىمىز ماددا-ئەكسىل-ماددا ئاسىممېترىيەسىگە باغلىق. لېكىن بۇنىڭ سەۋەبى تېخى سىر.

DARK MATTER

قارا ماددا (Dark Matter): كائىناتنىڭ 27% قىسمى

قارا ماددا نېمە؟

قارا ماددا **يورۇتۇش بىلەن تەسىرلىشىشى يوق** ماددا. بىز ئۇنى گرافىتاتسىيە ئارقىلىقلا بايقىيالايمىز.

1. گالاكتىكىلارنىڭ ئايلىنىشى
سىرتقى يۇلتۇزلارنىڭ سۈرئىتى بەك تېز — قارا ماددا بۇنى چۈشەندۈرىدۇ.

2. گراۋىتاتسىيە لىنزىسى
يورۇتۇشنىڭ يولى قىيسايدۇ — قارا ماددىنىڭ گرافىتاتسىيەسى.

3. كائىناتنىڭ قۇرۇلمىسى
قارا ماددىسىز گالاكتىكىلارنىڭ شەكىللىنىشى مۇمكىن بولمايتتى.

ئىزدىنىش يۆنىلىشى

WIMPلار
ئېغىر، ئاجىز تەسىرلىشىدىغان زەررىچىلەر. LHC دا ئىزدەۋاتىمىز.

ئاكسىيونلار
ئىنتايىن يېنىك، پەيدا بولۇشى مۇمكىن.

تەجرىبىلىك ئىزدەش
يەر ئاستى دېتېكتورلىرى، LHC، كائىنات كۆزىتىش.

كائىناتنىڭ تەركىبى

قارا ئېنېرگىيە	68%
قارا ماددا	27%
ئادەتتىكى ماددا	5%

مۇھىم ئۇقۇم: بىز كائىناتنىڭ 95%نى چۈشەنمەيمىز! قارا ماددا ۋە قارا ئېنېرگىيە يېڭى فىزىكىنىڭ ئاچقۇچى.

DARK ENERGY

قارا ئېنېرگىيە: كائىناتنىڭ كېڭىيىشىنى تېزلىتىۋاتقان سىرلىق كۈچ

قارا ئېنېرگىيە نېمە؟

1998-يىلى ئالىملار **كائىناتنىڭ كېڭىيىشى تېزلىمەكتە**لىكىنى بايقىدى. بۇنى چۈشەندۈرۈش ئۈچۈن قارا ئېنېرگىيە تەلەپپۇز قىلىندى.

ئېنېرگىيە زىچلىقى
قارا ئېنېرگىيەنىڭ زىچلىقى ~7×10^{-30} g/cm^3

تەسىرى
گرافىتاتسىيەدىن پەرقلىق (Repulsive Force)، تولۇقۇن كۈچى

مەنبەسى
تېخى نامەلۇم. ئېھتىماللىقى: كوسمولوگىيە ئىستىھسالى، كىۋانت ۋاكۇئۇمى...

نېمىشقا «قارا»؟

«قارا» دېگەنى چۈشەنمەيمىز دېمەك. بىز قارا ئېنېرگىيەنىڭ مەنبەسىنى ۋە خۇسۇسىيىتىنى تېخى بىلمەيمىز.

ئېينىشتېيننىڭ كوسمولوگىيەلىك ئۆزگەرگۈچىسى
ئەڭ ئاددىي چۈشەندۈرۈش — Λ (Lambda)

يېڭى كۈچ مى؟
تۆت ئاساسىي كۈچتىن باشقا بەشىنچى كۈچ مۇمكىن

گرافىتاتسىيە نەزەرىيەسىنىڭ چەكلىمىسى
ئېينىشتېيننىڭ ئومۇمىي نىسپىيلىك نەزەرىيەسى تولۇق ئەمەس

كەلگۈسى: قارا ئېنېرگىيە 21-ئەسىرنىڭ ئەڭ چوڭ ئىلمىي مەسىلىسى. بۇنىڭ ھەل قىلىنىشى فىزىكىنى ئۆزگەرتىدۇ.

NEUTRINO PHYSICS

نېيترىنو فىزىكىسى: ئىنتايىن يېنىك «ئەرۋاھ» زەررىچىلەر

نېيترىنونىڭ ئۆزگىچە خۇسۇسىيەتلىرى

1. ئىنتايىن يېنىك

ماسسىسى < 2 eV/c² (ئېلېكتروننىڭ 250,000 دىن بىرى)

2. ئاجىز تەسىرلىشىش

ئادەتتە ماددا بىلەن تەسىرلەشمەيدۇ. يەر شارىنى كېسىپ ئۆتەلەيدۇ.

3. ئۆزگىرىش (Oscillation)

بىر تۈردىن باشقا تۈرگە ئۆزگىرىدۇ. بۇ ماسسىسى بارلىقىنى ئىسپاتلايدۇ.

نېيترىنو ئۆزگىرىشى

1998-يىلى **Super-Kamiokande** نېيترىنو ئۆزگىرىشىنى بايقىدى تەجرىبىسى.

$$\nu_e \longleftrightarrow \nu_\mu \longleftrightarrow \nu_\tau$$

ئۈچ تۈرنىڭ ئۆز-ئارا ئۆزگىرىشى

ئىلمىي ئەھمىيىتى

نېيترىنو ئۆزگىرىشى ئۆلچەملىك مودېلدىن چۆشەندۈرۈپ بېرەلمەيدىغان بىرىنچى ھادىسە.

تەجرىبىلىك ئىزدەش

Super-Kamiokande, IceCube, DUNE قاتارلىق تەجرىبىلەر نېيترىنونى تەتقىق قىلىۋاتىدۇ.

مۇھىم ئۇقۇم: نېيترىنو ئۆلچەملىك مودېلدىن ئاشقان بىرىنچى ئىسپات. بۇ يېڭى فىزىكىنىڭ باشلىنىشى بولۇشى مۇمكىن.

SUSY & STRING THEORY

دەرجىدىن تاشقىرى سىممېترىيە (SUSY) ۋە تارا نەزەرىيەسى (String Theory)

⚖ سۇپېر-سىممېترىيە (SUSY)

ھەر بىر زەررىچىنىڭ **«شېرىكى»** بار دەيدۇ. فېرمىيونلارنىڭ بوزون شېرىكى، SUSY بوزونلارنىڭ فېرمىيون شېرىكى.

سېلېكترون	ئېلېكترون ←
سكۇۋارك	كۇۋارك ←
فوتىنو	فوتون ←
گلىۇئىنو	گلىيۇئون ←

ھازىرقى ئەھۋال

LHC دا SUSY زەررىچىلىرى تېخى بايقالمىدى. لېكىن ئىزدەش داۋاملاشماقتا.

قىل نەزەرىيەسى (String Theory)

قىل نەزەرىيەسىدە زەررىچىلەر ئەمەس، تەۋرىنىشلەر ئاساسىي. ھەر بىر زەررىچە كىچىك قىلنىڭ تەۋرىنىش ھالىتى.

10 ئۆلچەم 11 ياكى

قىل نەزەرىيەسى 10 (ياكى 11) فازا-ۋاقىت ئۆلچىمى تەلەپ قىلىدۇ.

يوشۇرۇن ئۆلچەملەر

6 (ياكى 7) ئۆلچەم كىچىك «يۇمۇلاق» شەكىلدە يوشۇرۇن.

تەجرىبىلىك ئىسپات

تېخى تەجرىبىلىك ئىسپات يوق. نەزەرىيە تېخى تامام بولمىدى.

كەلگۈسى: SUSY ۋە قىل نەزەرىيەسى نەزەرىيەلىك ئىلگىرىلىش. لېكىن تەجرىبىلىك ئىسپات كېرەك. بۇلار يېڭى فىزىكىنىڭ يولى بولۇشى مۇمكىن.

كەلگۈسى تېخنىكىلار

پىروتون بىلەن داۋالاش ئۈسكۈنىسى

پىروتون بىلەن داۋالاش

راك كېسىلى داۋالىنىشى

پىروتون نۇرى راك ھۈجەيرىلىرىنى بىۋاستە نىشانغا ئالىدۇ، ئەتراپتىكى ساغلام توقۇلمىلارغا زىيان يەتكۈزۈشتىن ئاز.

Bragg Peak ئۈنۈمى

پىروتونلار مەلۇم چوڭقۇرلۇقتا كەلگەندە ئەڭ كۆپ ئېنېرگىيە سەرپ قىلىدۇ، بۇ نۇقتىنى توقۇلمىنىڭ ئورنىغا توغرىلىغىلى بولىدۇ.

يېڭى زەررىچىلەر

سۈپەرسىممېترىيە زەررىچىلىرى
فېرمىيونلارنىڭ بوزون ھەمراھلىرى

قارا ماددا زەررىچىلىرى
WIMPs، ئاكسىيونلار

ئېنېرگىيە ساھەسى

- (fusion) يادرو بىرىكمە رېئاكسىيەسى
- تازا ئېنېرگىيە تەتقىقاتى
- يۇقىرى ئېنېرگىيەلىك باتارىيە

خۇلاسە: بىز تېخى يېڭى باشلىدۇق!

زەررىچە فىزىكىسى ئالەمنىڭ تۈپ سىرلىرىنى ئاشكارىلاشنىڭ ئاچقۇچى. ئۆلچەملىك مودېل مۇۋەپپەقىيەتلىك بولسىمۇ، يەنىلا نۇرغۇن سىرلار ھەل قىلىنمىدى.

تارتىش كۈچى

كۋانتۇم چۈشەندۈرۈشى

قارا ئېنېرگىيە

كائىناتنىڭ 68% قىسمىنىڭ سىرى

قارا ماددا

كائىناتنىڭ 27% قىسمىنىڭ سىرى

«ئىلمىي تەتقىقاتنىڭ ئاخىرى يوق. بىزنىڭ كەلگۈسىدىكى بايقاشلارغا بولغان ئۈمىدىمىز چەكسىز!»

CONCLUSION

خۇلاسە:
بىز كائىناتنىڭ كودىنى تېخى ئەمدى يېشىشكە باشلىدۇق

مۇۋەپپەقىيەتلىرىمىز

- ئۆلچەملىك مودېلنىڭ تولۇقلىنىشى
- ھىگگس بوزونىنىڭ بايقىلىشى
- نېيترىنو ماسسىسىنىڭ بايقىلىشى
- يېڭى ھادرونلارنىڭ بايقىلىشى

سىرلار

- قارا ماددا نېمە؟
- قارا ئېنېرگىيەنىڭ مەنبەسى نېمە؟
- ماددا-ئەكسل-ماددا ئاسىممېترىيەسى
- تارتىش كۈچىنى قانداق كۋانتلاشتۇرىمىز؟

كەلگۈسى پىلانلار

HL-LHC	**FCC**	**يېڭى تەجرىبىلەر**
2029-يىلى باشلىنىدۇ	100 كىلومېتىرلىق سوقۇشتۇرغۇچ	تېخىمۇ يۇقىرى ئېنېرگىيە

رەھمەت!