

Reconstruirea mecanicii cuantice din principii fizice

Metoda si Interpretare

Florin Moldoveanu

Logic and Philosophy of Science Research Group,
University of Maryland at College Park

De ce este mecanica cuantica
neintuitiva?

De ce este mecanica cuantica neintuitiva?

- Mecanica Cuantica prezice doar probabilitati

De ce este mecanica cuantica neintuitiva?

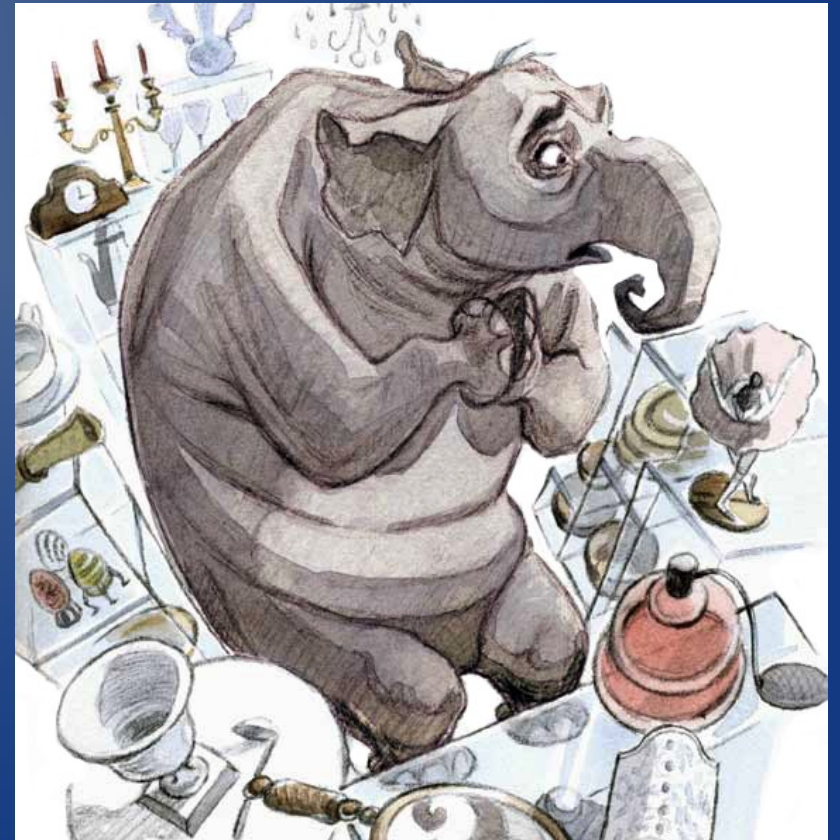
- Mecanica Cuantica prezice doar probabilitati
 - Repetand un experiment nu stim niciodata care va fi rezultatul.

De ce este mecanica cuantica neintuitiva?

- Mecanica Cuantica prezice doar probabilitati
 - Repetand un experiment nu stim niciodata care va fi rezultatul.
 - Rezultatul e intrinsec aleator?

De ce este mecanica cuantica neintuitiva?

- Mecanica Cuantica prezice doar probabilitati
 - Repetand un experiment nu stim niciodata care va fi rezultatul.
 - Rezultatul e intrinsec aleator?
 - Rezultatul nu e aleator dar poate ca ne comportam ca un elefant intr-un magazin de portelanuri?



De ce este mecanica cuantica neintuitiva?

- Mecanica Cuantica prezice doar probabilitati
 - Einstein, Podolsky si Rosen au propus in 1935 ca mecanica cuantica este “incompleta”

MAY 15, 1935

PHYSICAL REVIEW

VOLUME 47

Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete?

A. EINSTEIN, B. PODOLSKY AND N. ROSEN, *Institute for Advanced Study, Princeton, New Jersey*

(Received March 25, 1935)

In a complete theory there is an element corresponding to each element of reality. A sufficient condition for the reality of a physical quantity is the possibility of predicting it with certainty, without disturbing the system. In quantum mechanics in the case of two physical quantities described by non-commuting operators, the knowledge of one precludes the knowledge of the other. Then either (1) the description of reality given by the wave function in

quantum mechanics is not complete or (2) these two quantities cannot have simultaneous reality. Consideration of the problem of making predictions concerning a system on the basis of measurements made on another system that had previously interacted with it leads to the result that if (1) is false then (2) is also false. One is thus led to conclude that the description of reality as given by a wave function is not complete.

De ce este mecanica cuantica neintuitiva?

- Mecanica Cuantica prezice doar probabilitati
 - Experiment imaginar: 1 sistem se dezintegreaza in 2 fragmente identice A si B

De ce este mecanica cuantica neintuitiva?

- Mecanica Cuantica prezice doar probabilitati
 - Experiment imaginar: 1 sistem se dezintegreaza in 2 fragmente identice A si B
 - Masuram pozitia pentru A, impulsul pentru B

De ce este mecanica cuantica neintuitiva?

- Mecanica Cuantica prezice doar probabilitati
 - Experiment imaginar: 1 sistem se dezintegreaza in 2 fragmente identice A si B
 - Masuram pozitia pentru A, impulsul pentru B
 - Odata ce pozitia este masurata, mecanica cuantica nu stie nimic despre impuls (relatiile de incertitudine Heisenberg), dar impulsul se poate deduce din legea de conservare a impulsului

De ce este mecanica cuantica neintuitiva?

- Mecanica Cuantica prezice doar probabilitati
 - Experiment imaginar: 1 sistem se dezintegreaza in 2 fragmente identice A si B
 - Masuram pozitia pentru A, impulsul pentru B
 - Odata ce pozitia este masurata, mecanica cuantica nu stie nimic despre impuls (relatiile de incertitudine Heisenberg), dar impulsul se poate deduce din legea de conservare a impulsului
 - *Impulsul la A nu poate sa fie afectat de masuratoarea la B si de aceea el trebuie sa existe independent de masuratoarea la B*

De ce este mecanica cuantica neintuitiva?

- Mecanica Cuantica prezice doar probabilitati
 - Experiment imaginar: 1 sistem se dezintegreaza in 2 fragmente identice A si B
 - Masuram pozitia pentru A, impulsul pentru B
 - Odata ce pozitia este masurata, mecanica cuantica nu stie nimic despre impuls (relatiile de incertitudine Heisenberg), dar impulsul se poate deduce din legea de conservare a impulsului
 - *Impulsul la A nu poate sa fie afectat de masuratoarea la B si de aceea el trebuie sa existe independent de masuratoarea la B.*
 - EPR: Mecanica cuantica este “**incompleta**”

De ce este mecanica cuantica neintuitiva?

- Mecanica Cuantica prezice doar probabilitati
 - Einstein, Podolsky si Rosen au propus in 1935 ca mecanica cuantica este “incompleta”

MAY 15, 1935

PHYSICAL REVIEW

VOLUME 47

Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete?

A. EINSTEIN, B. PODOLSKY AND N. ROSEN, *Institute for Advanced Study, Princeton, New Jersey*

(Received March 25, 1935)

In a complete theory there is an element corresponding to each element of reality. A sufficient condition for the reality of a physical quantity is the possibility of predicting it with certainty, without disturbing the system. In quantum mechanics in the case of two physical quantities described by non-commuting operators, the knowledge of one precludes the knowledge of the other. Then either (1) the description of reality given by the wave function in

quantum mechanics is not complete or (2) these two quantities cannot have simultaneous reality. Consideration of the problem of making predictions concerning a system on the basis of measurements made on another system that had previously interacted with it leads to the result that if (1) is false then (2) is also false. One is thus led to conclude that the description of reality as given by a wave function is not complete.

- Bell 1964: Existenta impulsului la „A” ESTE AFECTATA de masuratoarea la „B”!!! - NELOCALITATE

De ce este mecanica cuantica neintuitiva?

- Mecanica Cuantica prezice doar probabilitati
 - Einstein, Podolsky si Rosen au propus in 1935 ca mecanica cuantica este “incompleta”

MAY 15, 1935

PHYSICAL REVIEW

VOLUME 47

Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete?

A. EINSTEIN, B. PODOLSKY AND N. ROSEN, *Institute for Advanced Study, Princeton, New Jersey*

(Received March 25, 1935)

In a complete theory there is an element corresponding to each element of reality. A sufficient condition for the reality of a physical quantity is the possibility of predicting it with certainty, without disturbing the system. In quantum mechanics in the case of two physical quantities described by non-commuting operators, the knowledge of one precludes the knowledge of the other. Then either (1) the description of reality given by the wave function in

quantum mechanics is not complete or (2) these two quantities cannot have simultaneous reality. Consideration of the problem of making predictions concerning a system on the basis of measurements made on another system that had previously interacted with it leads to the result that if (1) is false then (2) is also false. One is thus led to conclude that the description of reality as given by a wave function is not complete.

- **FALS!** Mecanica cuantica este o descriere completa a naturii

De ce este mecanica cuantica neintuitiva?

- Mecanica Cuantica prezice doar probabilitati
- Valoarea unei masuratori nu exista inainte de experiment (Kochen-Specker 1967)

De ce este mecanica cuantica neintuitiva?

- Mecanica Cuantica prezice doar probabilitati
- Valoarea unei masuratori nu exista inainte de experiment (Kochen-Specker 1967)
 - Masurand valoarea patrata a spinului unei particule (de spin 1) pe 3 directii perpendiculare rezulta in:
0,1,1

De ce este mecanica cuantica neintuitiva?

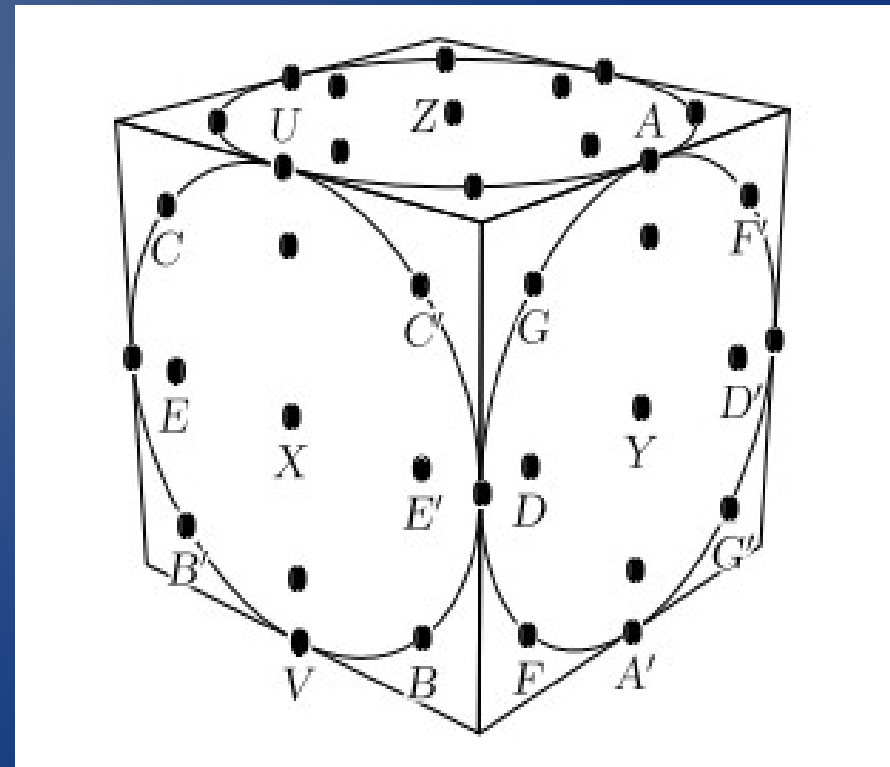
- Mecanica Cuantica prezice doar probabilitati
- Valoarea unei masuratori nu exista inainte de experiment (Kochen-Specker 1967)
 - Masurand valoarea patrata a spinului unei particule (de spin 1) pe 3 directii perpendiculare rezulta in:
0,1,1
 - Alegem judicios un set de directii, multe dintre ele perpendiculare si vrem sa vedem daca putem sa le dam valorile 0 si 1 inainte de experiment.

De ce este mecanica cuantica neintuitiva?

- Mecanica Cuantica prezice doar probabilitati
- Valoarea unei masuratori nu exista inainte de experiment (Kochen-Specker 1967)
 - Masurand valoarea patrata a spinului unei particule (de spin 1) pe 3 directii perpendiculare rezulta in:
0,1,1
 - Alegem judicios un set de directii, multe dintre ele perpendiculare si vrem sa vedem daca putem sa le dam valorile 0 si 1 inainte de experiment.
 - Problema se reduce la un joc de colorat: 1-rosu, 0-albastru

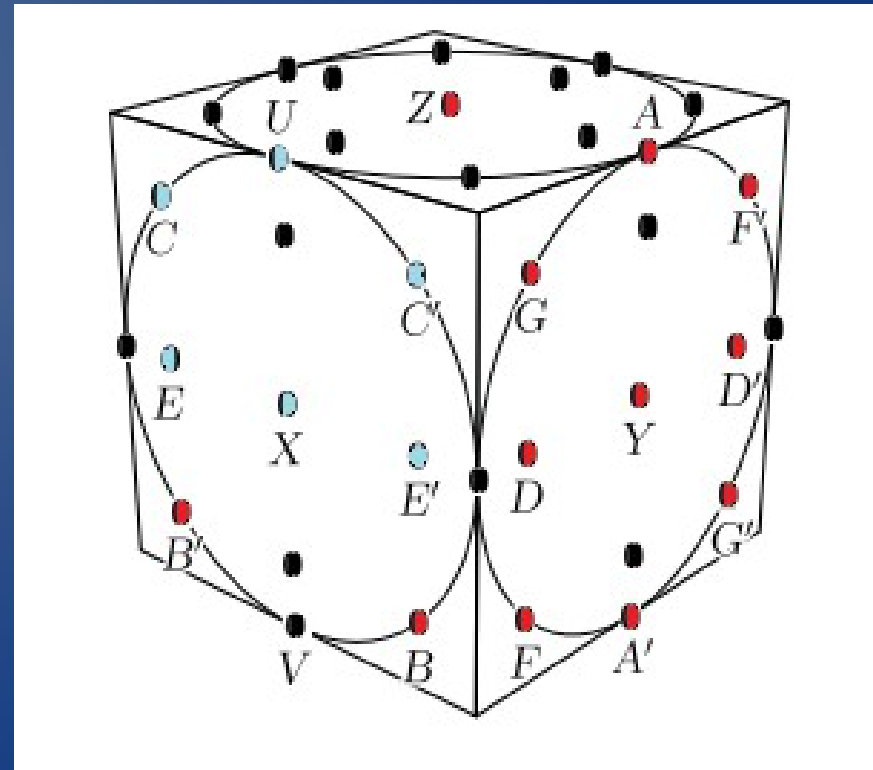
De ce este mecanica cuantica neintuitiva?

- Mecanica Cuantica prezice doar probabilitati
- Peres (1991) a gasit o simplificare
 - Consideram un cub
 - Inscriem cercuri
 - Inscriem un patrat in cerc
 - Unim punctele din figura cu centrul cubului:
 - 33 directii
 - Incepem prin colorarea XYZ: 0,1,1
XYZ: 0,1,1
(fara sa restrangem generalitatea)



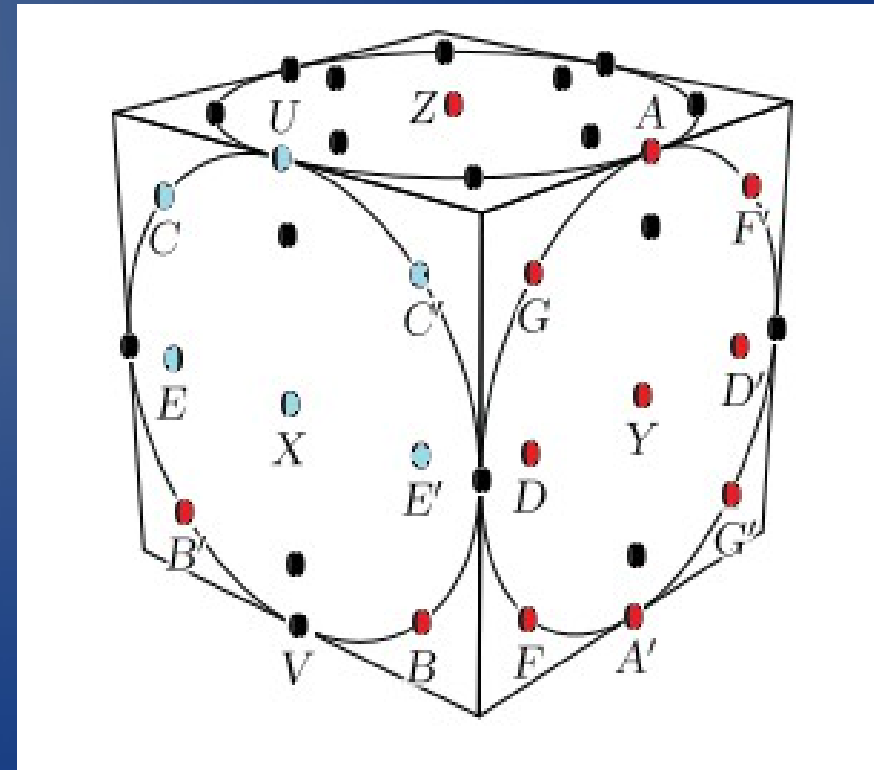
De ce este mecanica cuantica neintuitiva?

- Mecanica Cuantica prezice doar probabilitati
- Valoarea unei masuratori nu exista inainte de experiment
 - Ajungem la configuratia din dreapta



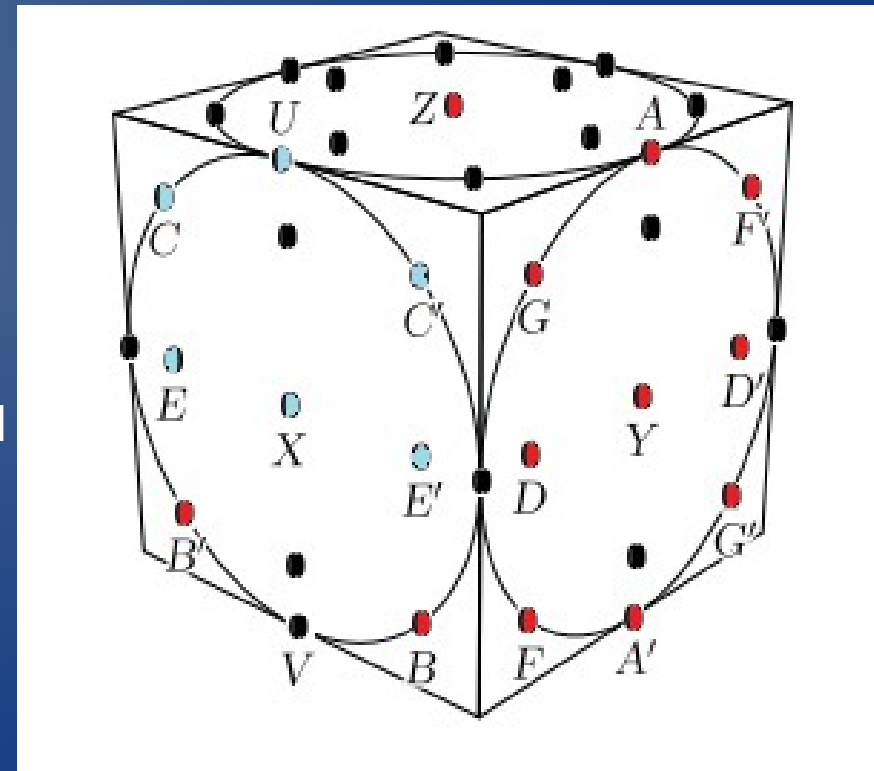
De ce este mecanica cuantica neintuitiva?

- Mecanica Cuantica prezice doar probabilitati
- Valoarea unei masuratori nu exista inainte de experiment
 - Ajungem la configuratia din dreapta
 - Cum coloram V ?



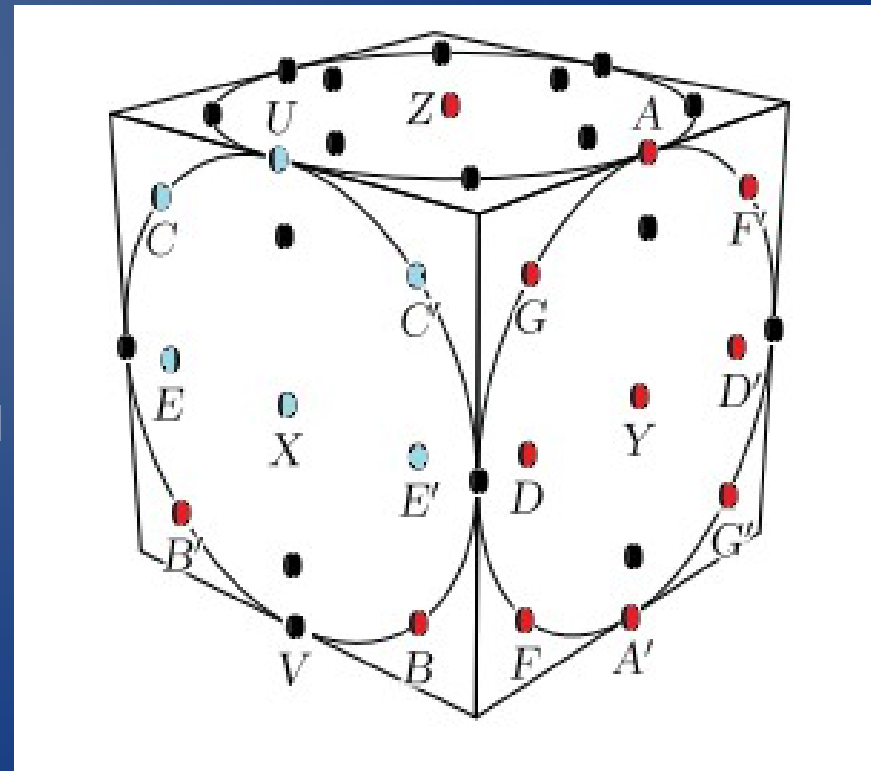
De ce este mecanica cuantica neintuitiva?

- Mecanica Cuantica prezice doar probabilitati
- Valoarea unei masuratori nu exista inainte de experiment
 - Ajungem la configuratia din dreapta
 - Cum coloram V?
 - GG'V → V=albastru



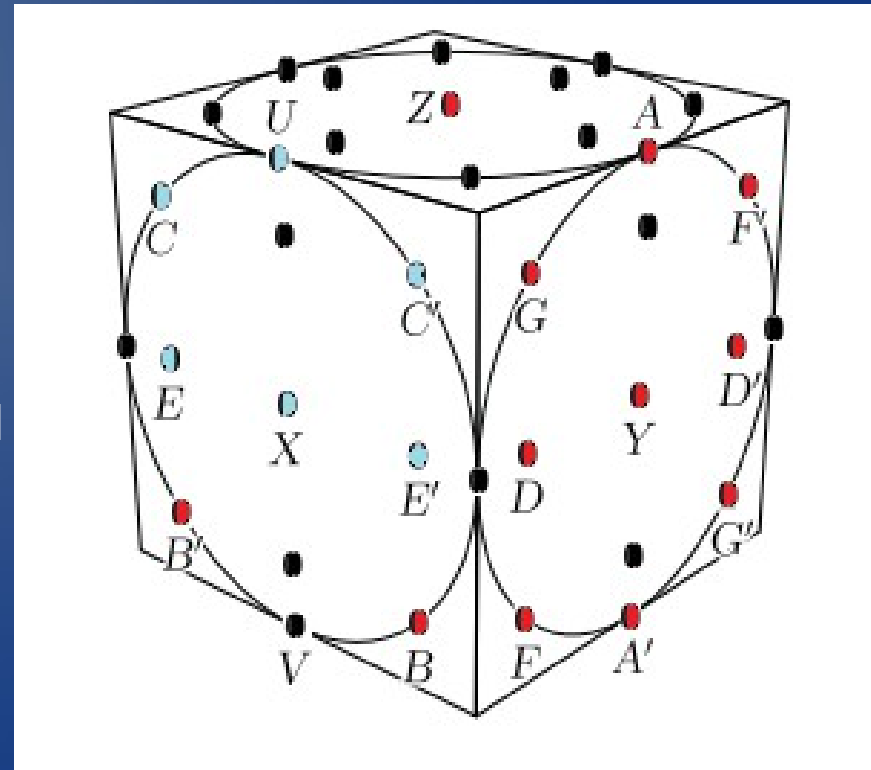
De ce este mecanica cuantica neintuitiva?

- Mecanica Cuantica prezice doar probabilitati
- Valoarea unei masuratori nu exista inainte de experiment
 - Ajungem la configuratia din dreapta
 - Cum coloram V ?
 - $GG'V \rightarrow V=\text{albastru}$
 - $UVY \rightarrow V=\text{rosu}$



De ce este mecanica cuantica neintuitiva?

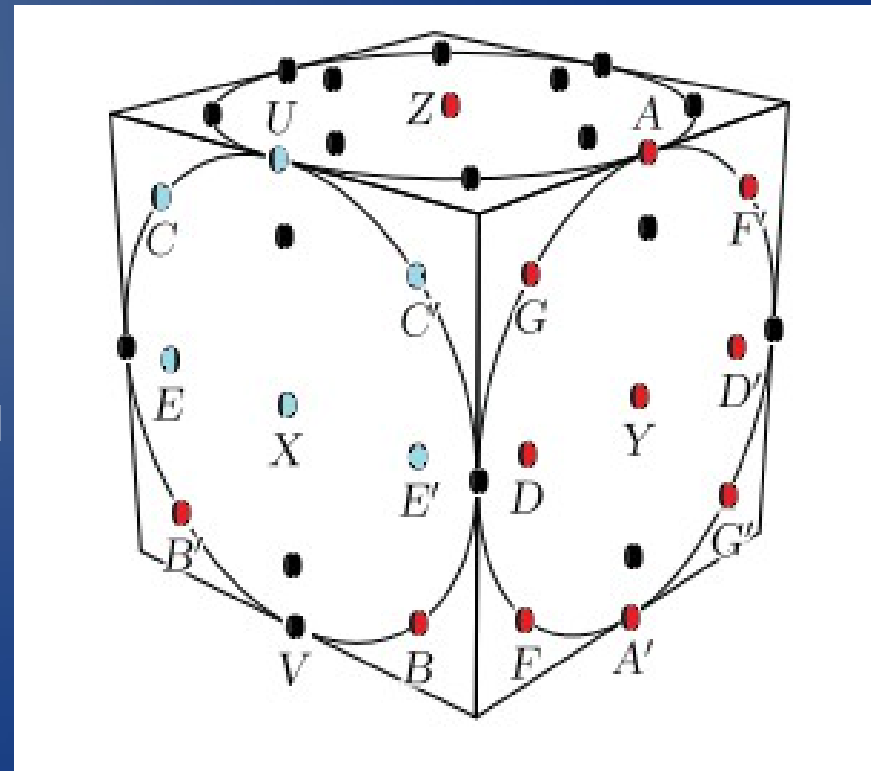
- Mecanica Cuantica prezice doar probabilitati
- Valoarea unei masuratori nu exista inainte de experiment
 - Ajungem la configuratia din dreapta
 - Cum coloram V ?
 - $GG'V \rightarrow V=\text{albastru}$
 - $UVY \rightarrow V=\text{rosu}$
 - **CONTRADICTIE!**



De ce este mecanica cuantica neintuitiva?

- Mecanica Cuantica prezice doar probabilitati
- Valoarea unei masuratori nu exista inainte de experiment

- Ajungem la configuratia din dreapta
- Cum coloram V ?
 - $GG'V \rightarrow V=\text{albastru}$
 - $UVY \rightarrow V=\text{rosu}$



- Denumirea oficiala: contextualitate

De ce este mecanica cuantica neintuitiva?

- Mecanica Cuantica prezice doar probabilitati
- Valoarea unei masuratori nu exista inainte independent de experiment (contextualitate)
- Deci mecanica cuantica e probabilistica, nu deterministica

De ce este mecanica cuantica neintuitiva?

- Mecanica Cuantica prezice doar probabilitati
- Valoarea unei masuratori nu exista inainte independent de experiment (contextualitate)
- Deci mecanica cuantica e probabilistica, nu deterministica

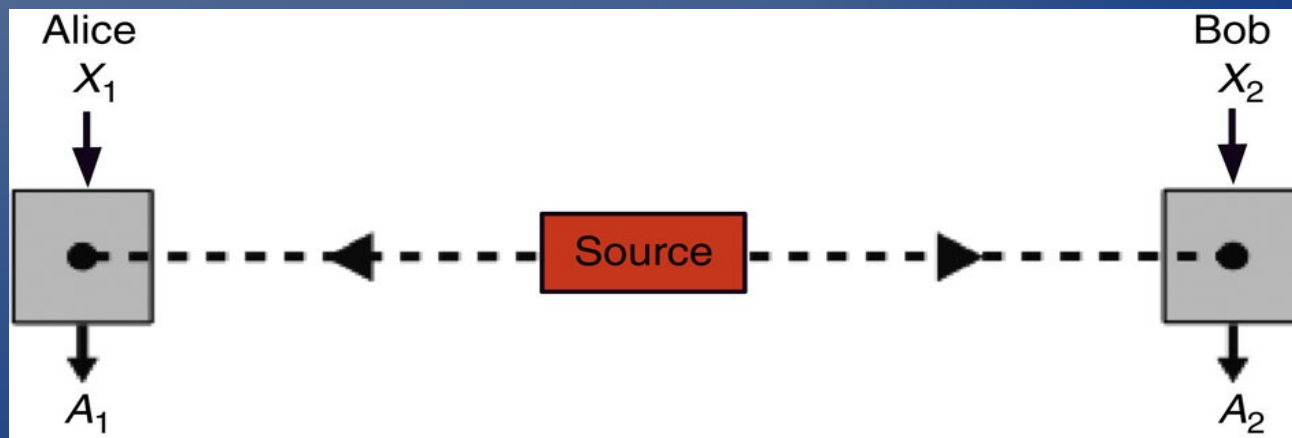
INSA...

De ce este mecanica cuantica neintuitiva?

- Mecanica Cuantica prezice doar probabilitati
- Valoarea unei masuratori nu exista ~~inainte~~ independent de experiment (contextualitate)
- Mecanica cuantica prezice *corelatii* mai mari decat corelatiile oricarei teorii deterministice

De ce este mecanica cuantica neintuitiva?

- Mecanica Cuantica prezice doar probabilitati
- Valoarea unei masuratori nu exista inainte independent de experiment (contextualitate)
- Mecanica cuantica prezice *corelatii* mai mari decat corelatiile oricarei teorii deterministice



experiment Alice-Bob

De ce este mecanica cuantica neintuitiva?

- Mecanica Cuantica prezice doar probabilitati
- Valoarea unei masuratori nu exista inainte independent de experiment (contextualitate)
- Mecanica cuantica prezice *corelatii* mai mari decat corelatiile oricarei teorii deterministice



experiment Alice-Bob

De ce este mecanica cuantica neintuitiva?

- Mecanica Cuantica prezice doar probabilitati
- Valoarea unei masuratori nu exista ~~inainte~~ independent de experiment (contextualitate)
- Mecanica cuantica prezice *corelatii* mai mari decat corelatiile oricarei teorii deterministice
 - Intr-un sistem de referinta Alice masoara inaintea lui Bob

De ce este mecanica cuantica neintuitiva?

- Mecanica Cuantica prezice doar probabilitati
- Valoarea unei masuratori nu exista ~~inainte~~ independent de experiment (contextualitate)
- Mecanica cuantica prezice *corelatii* mai mari decat corelatiile oricarei teorii deterministice
 - Intr-un sistem de referinta Alice masoara inaintea lui Bob
 - In alt sistem de referinta Bob masoara inaintea lui Alice

De ce este mecanica cuantica neintuitiva?

- Mecanica Cuantica prezice doar probabilitati
- Valoarea unei masuratori nu exista inainte independent de experiment (contextualitate)
- Mecanica cuantica prezice *corelatii mai mari* decat corelatiile oricarei teorii deterministice
 - Intr-un sistem de referinta Alice masoara inaintea lui Bob
 - In alt sistem de referinta Bob masoara inaintea lui Alice
 - In ambele cazuri rezultatul masuratorii nu exista inainte de masura si totusi rezultatele sunt corelate chiar mai mult decat ne puteam astepta

De ce este mecanica cuantica neintuitiva?

- Mecanica Cuantica prezice doar probabilitati
- Valoarea unei masuratori nu exista inainte independent de experiment (contextualitate)
- Mecanica cuantica prezice *corelatii mai mari* decat corelatiile oricarei teorii deterministice

De ce este mecanica cuantica neintuitiva?

- Mecanica Cuantica prezice doar probabilitati
- Valoarea unei masuratori nu exista inainte independent de experiment (contextualitate)
- Mecanica cuantica prezice *corelatii mai mari* decat corelatiile oricarei teorii deterministice
 - Care sunt interpretarile majore ale mecanicii cuantice?

Interpretările mecanicii cuantice

- Dacă credem în semnale primite din viitor



Interpretările mecanicii cuantice

- Dacă credem în semnale primite din viitor

(dar nu primim
informații utile din
viitor)



Interpretările mecanicii cuantice

- Dacă credem în semnale primite din viitor

(dar nu primim
informații utile din
viitor)



- Interpretarea transactională

Interpretările mecanicii cuantice

- Dacă credem în viteze mai mari decât viteza luminii



Interpretările mecanicii cuantice

- Dacă credem în viteze mai mari decât viteza luminii

(dar nu putem să o folosim să trimitem semnale mai repede ca viteza luminii)



Interpretările mecanicii cuantice

- Dacă credem în viteze mai mari decât viteza luminii

(dar nu putem să o folosim să trimitem semnale mai repede ca viteza luminii)



– Interpretarea Bohm

Interpretările mecanicii cuantice

- Dacă credem în nemurire



Interpretările mecanicii cuantice

- Dacă credem în nemurire

(dar nu o observăm în practică)



Interpretările mecanicii cuantice

- Dacă credem în nemurire

(dar nu o observăm în practică)



- Interpretarea multi-verse (universuri paralele)

Interpretările mecanicii cuantice

- Dacă credem în mecanica clasică



Interpretările mecanicii cuantice

- Dacă credem în mecanica clasică

(și folosim o teorie
incorectă a naturii
ca să definim teoria
corectă)



Interpretările mecanicii cuantice

- Dacă credem în mecanica clasică

(și folosim o teorie
incorectă a naturii
ca să definim teoria
corectă)



- Interpretarea Copenhagen

Axiomele mecanicii cuantice

Axiomele mecanicii cuantice

- Starea unui sistem cuantic φ este descrisa de un vector intr-un spatiu Hilbert H .

Axiomele mecanicii cuantice

- Starea unui sistem cuantic φ este descrisa de un vector intr-un spatiu Hilbert H .
- Observabilele sistemului cuantic φ sunt definite de operatori auto-adjuncti A in H .

Axiomele mecanicii cuantice

- Starea unui sistem cuantic φ este descrisa de un vector intr-un spatiu Hilbert H .
- Observabilele sistemului cuantic φ sunt definite de operatori auto-adjuncti A in H .
- Valoarea medie a unei observabile A pentru un sistem cuantic φ este data de produsul interior $(\varphi, A\varphi)$.

Axiomele mecanicii cuantice

- Starea unui sistem cuantic φ este descrisa de un vector intr-un spatiu Hilbert H .
- Observabilele sistemului cuantic φ sunt definite de operatori auto-adjuncti A in H .
- Valoarea medie a unei observabile A pentru un sistem cuantic φ este data de produsul interior $(\varphi, A\varphi)$.
- Evolutia temporala a unui sistem cuantic φ este data de ecuatia Schrodinger.

Si teoria relativitatii e neintuitiva

Si teoria relativitatii e neintuitiva

- Paradoxul gemenilor

Si teoria relativitatii e neintuitiva

- Paradoxul gemenilor
- Contractia lungimii

Si teoria relativitatii e neintuitiva

- Paradoxul gemenilor
- Contractia lungimii
- Dilatarea temporală

Si teoria relativitatii e neintuitiva

- Paradoxul gemenilor
- Contractia lungimii
- Dilatarea temporala
- Inexistenta simultaneitatii absolute

Si teoria relativitatii e neintuitiva

- Paradoxul gemenilor
- Contractia lungimii
- Dilatarea temporala
- Inexistenta simultaneitatii absolute

- Aceste efecte sunt greu de inteles dinamic si se explica cinematic

Derivarea teoriei relativitatii

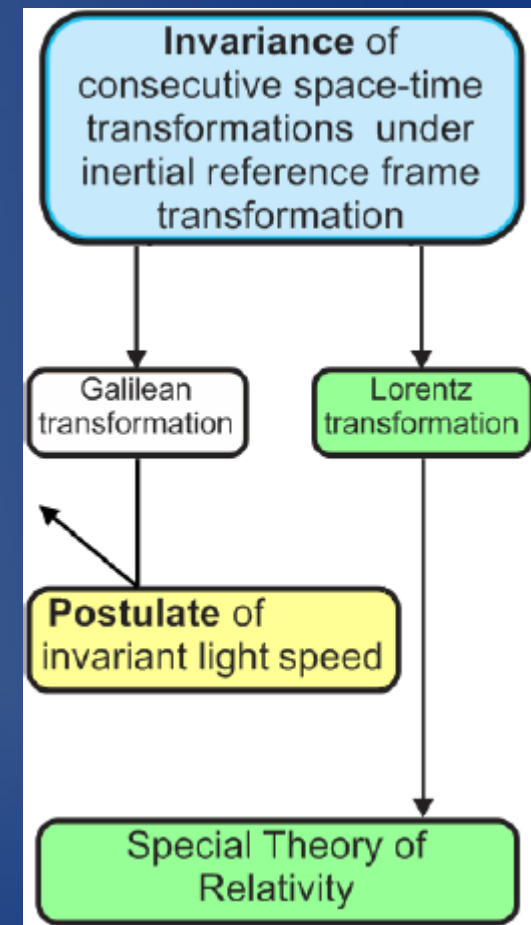
- Explicatia nu e data de postulate tehnice (transformarea Lorentz)

Derivarea teoriei relativitatii

- Explicatia nu e data de postulate tehnice (transformarea Lorentz)
- Teoria se deduce din principii fizice:
 - Invarianta la transformari lineare de coordonate
 - Postulat experimental

Derivarea teoriei relativitatii

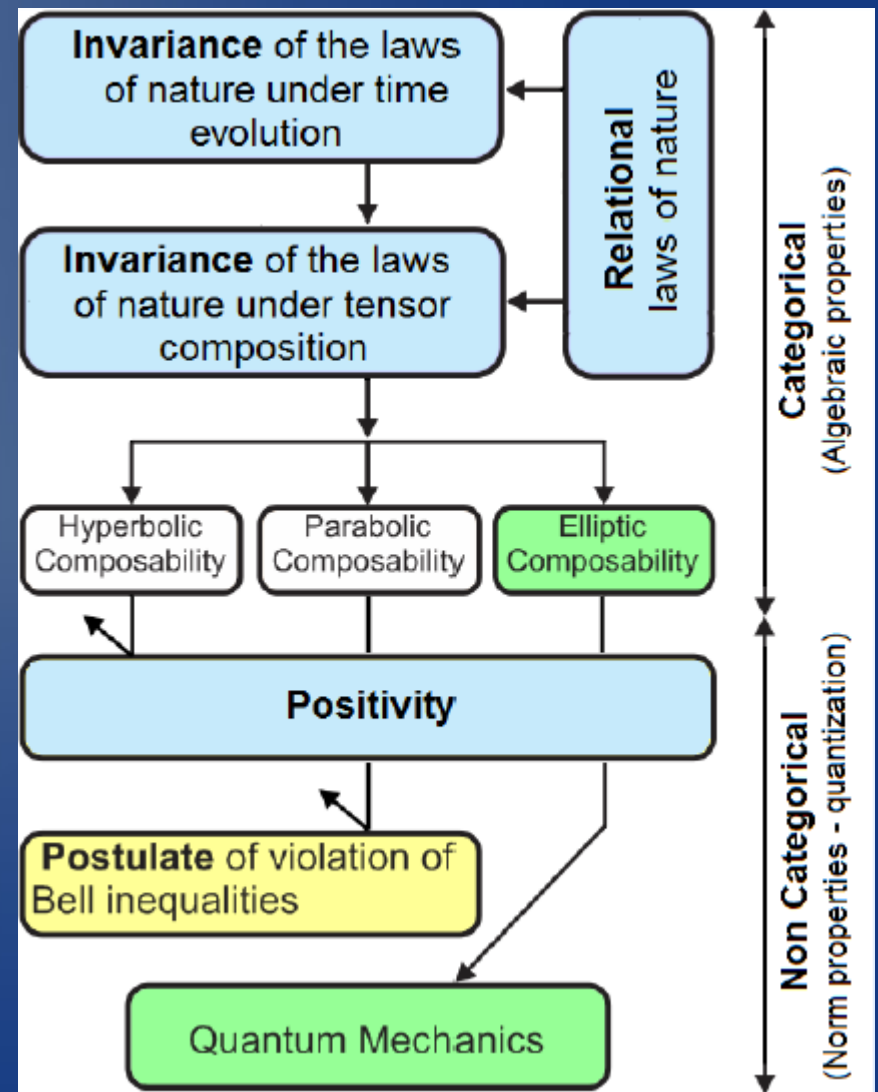
- Explicatia nu e data de postulate tehnice (transformarea Lorentz)
- Teoria se deduce din principii fizice:
 - Invarianta la transformari lineare de coordonate
 - Postulat experimental



Derivarea mecanicii cuantice din principii fizice

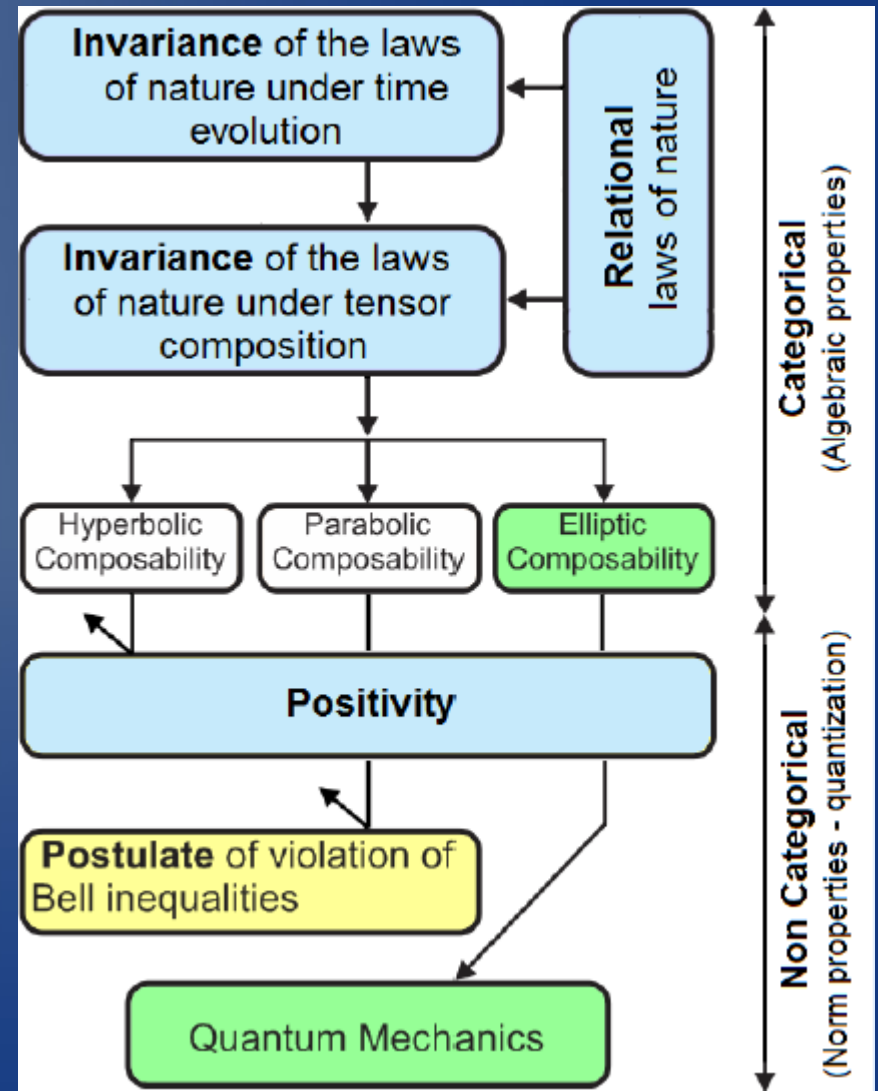
Derivarea mecanicii cuantice din principii fizice

- Invarianta legilor fizicii la evolutia in timp



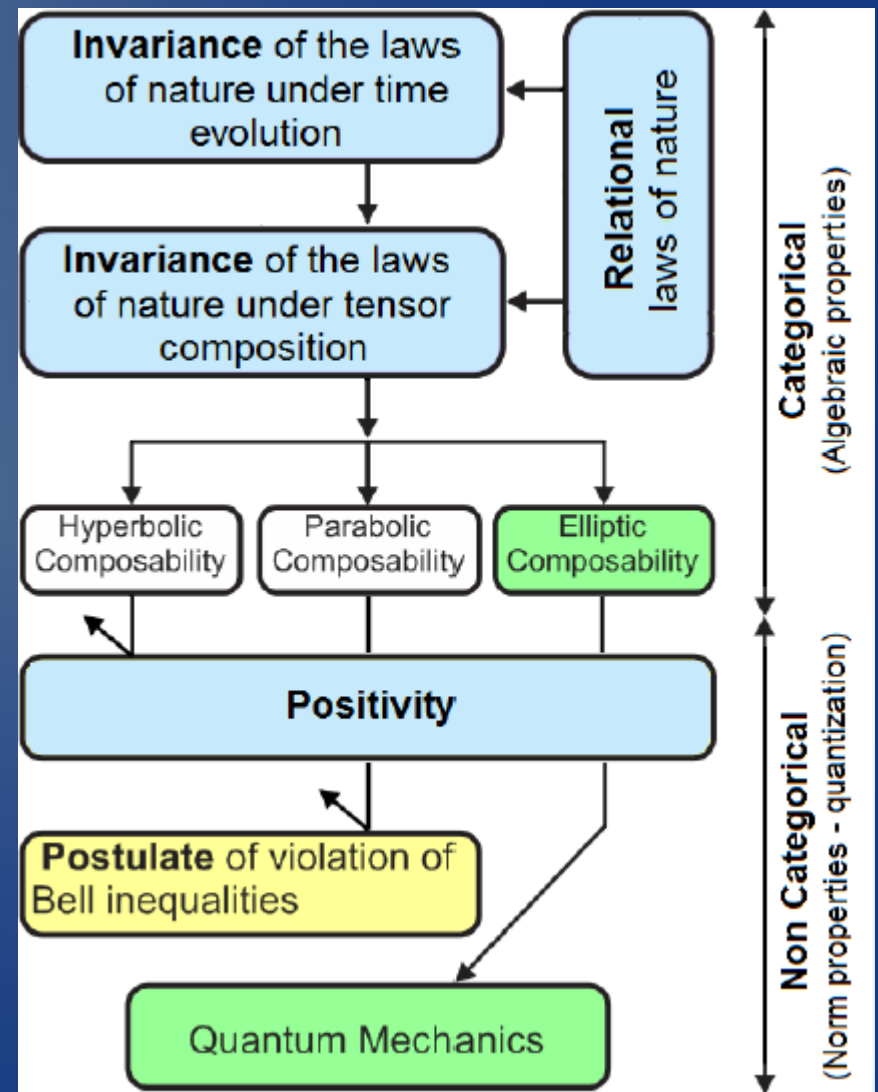
Derivarea mecanicii cuantice din principii fizice

- Invarianta legilor fizicii la evolutia in timp
- Invarianta legilor fizicii la compozitie



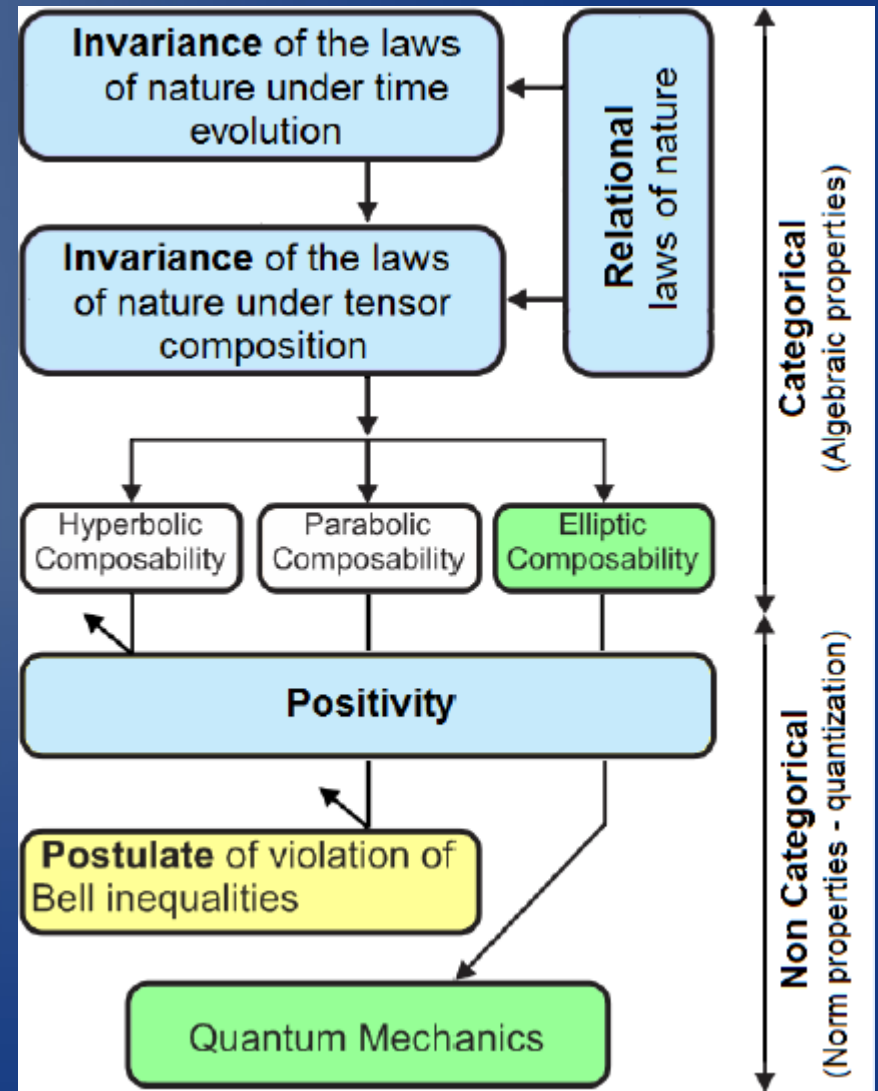
Derivarea mecanicii cuantice din principii fizice

- Invarianta legilor fizicii la evolutia in timp
- Invarianta legilor fizicii la compozitie
- Principiu de relativitate generalizat



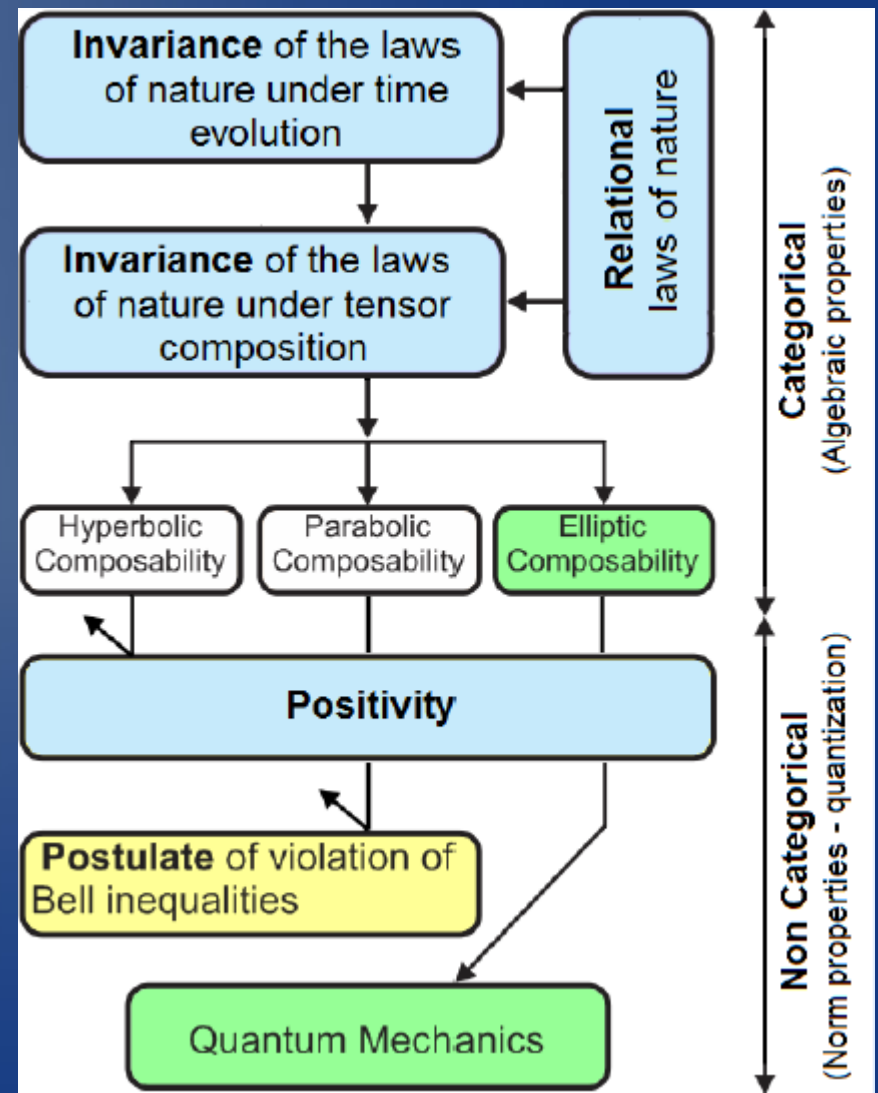
Derivarea mecanicii cuantice din principii fizice

- Invarianta legilor fizicii la evolutia in timp
- Invarianta legilor fizicii la compozitie
- Principiu de relativitate generalizat
- Abilitate de a genera predictii experimentale



Derivarea mecanicii cuantice din principii fizice

- Invarianta legilor fizicii la evolutia in timp
- Invarianta legilor fizicii la compozitie
- Principiu de relativitate generalizat
- Abilitate de a genera predictii experimentale
- Postulat experimental



Ce inseamna invarianta la compozitie?

- Sistemul fizic A este descris de o teorie T
- Sistemul fizic B este descris de aceiasi teorie T
- **Systemul fizic compus A+B este descris si el tot de teoria T**

Ce inseamna invarianta la compozitie?

- Sistemul fizic A este descris de o teorie T
- Sistemul fizic B este descris de aceiasi teorie T
- **Systemul fizic compus A+B este descris si el tot de teoria T**
 - Exemplu (mecanica clasica):
 - Soarele este descris de ecuatie $F=ma$
 - Pamantul este descris de ecuatie $F=ma$
 - Soare+Pamant este descris de ecuatie $F=ma$

Cazul mecanicii cuantice: constanta lui Planck e unica

- Proprietatea de compozitie:
 - Sistemul fizic A este descris de mecanica cuantica cu valoarea constantei Planck h_a

Cazul mecanicii cuantice: constanta lui Planck e unica

- Proprietatea de compozitie:
 - Sistemul fizic A este descris de mecanica cuantica cu valoarea constantei Planck h_a
 - Sistemul fizic B este descris de mecanica cuantica cu valoarea constantei Planck h_b

Cazul mecanicii cuantice: constanta lui Planck e unica

- Proprietatea de compozitie:
 - Sistemul fizic A este descris de mecanica cuantica cu valoarea constantei Planck h_a
 - Sistemul fizic B este descris de mecanica cuantica cu valoarea constantei Planck h_b
 - Systemul fizic compus A+B este descris de mecanica cuantica cu valoarea constantei Planck h_{a+b}

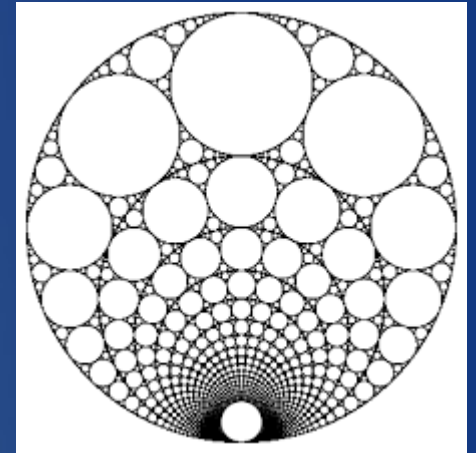
Cazul mecanicii cuantice: constanta lui Planck e unica

- Proprietatea de compozitie:
 - Sistemul fizic A este descris de mecanica cuantica cu valoarea constantei Planck h_a
 - Sistemul fizic B este descris de mecanica cuantica cu valoarea constantei Planck h_b
 - Sistemul fizic compus A+B este descris de mecanica cuantica cu valoarea constantei Planck h_{a+b}

$$h_a = h_b = h_{a+b}$$

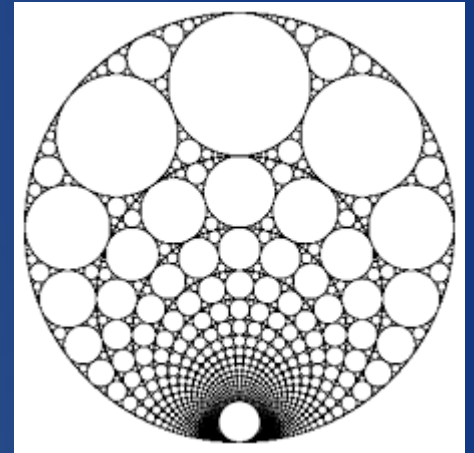
Consecinta compozitiei

- Compozitia a doua sisteme fizice este similara unui fractal



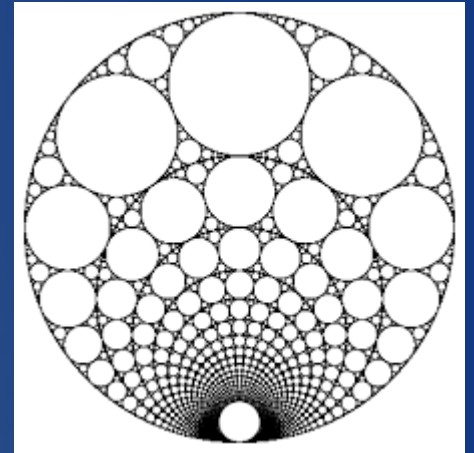
Consecinta compozitiei

- Compozitia a doua sisteme fizice este similara unui fractal
- *Invarianta impune constrangeri severe asupra structurilor matematice ce pot descrie dinamica*



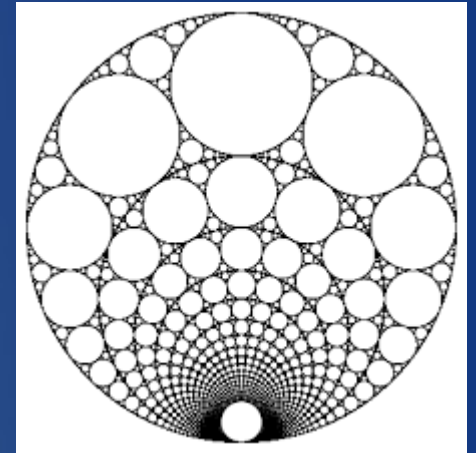
Consecinta compozitiei

- Compozitia a doua sisteme fizice este similara unui fractal
- *Invarianta impune constrangeri severe asupra structurilor matematice ce pot descrie dinamica*
- Doar 3 solutii posibile:



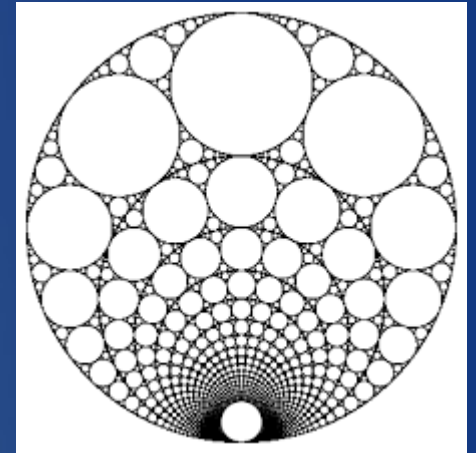
Consecinta compozitiei

- Compozitia a doua sisteme fizice este similara unui fractal
- *Invarianta impune constrangeri severe asupra structurilor matematice ce pot descrie dinamica*
- Doar 3 solutii posibile:
 - Mecanica clasica



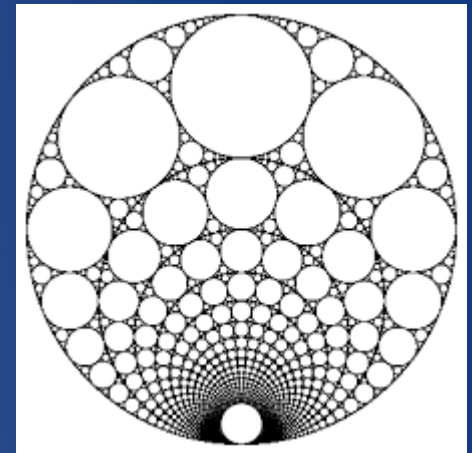
Consecinta compozitiei

- Compozitia a doua sisteme fizice este similara unui fractal
- *Invarianta impune constrangeri severe asupra structurilor matematice ce pot descrie dinamica*
- Doar 3 solutii posibile:
 - Mecanica clasica
 - Mecanica cuantica



Consecinta compozitiei

- Compozitia a doua sisteme fizice este similara unui fractal
- *Invarianta impune constrangeri severe asupra structurilor matematice ce pot descrie dinamica*
- Doar 3 solutii posibile:
 - Mecanica clasica
 - Mecanica cuantica
 - Mecanica cuantica hiperbolica – nefizica (probabilitati negative)



Interpretarea invariantei la compozitie

Interpretarea invariantei la compozitie

- Legile dinamicii nu se schimba la adaugarea unor noi grade de libertate

Interpretarea invariantei la compozitie

- Legile dinamicii nu se schimba la adaugarea unor noi grade de libertate
- Nu exista „insule de natura” cu legi distincte ale naturii

Interpretarea invariantei la compozitie

- Legile dinamicii nu se schimba la adaugarea unor noi grade de libertate
- Nu exista „insule de natura” cu legi distincte ale naturii
- Mecanica cuantica este o teorie ireductibila a naturii: nu exista explicati „sub-cuantice”

Cum sa intelegem mecanica
cuantica?

Cum sa intelegem mecanica cuantica?

- Problema este prost pusa:
 - Mecanica cuantica este o teorie fundamentala ce nu admite explicatii date de teorii secundare (derivate).

Cum sa intelegem mecanica cuantica?

- Problema este prost pusa:
 - Mecanica cuantica este o teorie fundamentala ce nu admite explicatii date de teorii secundare (derivate).
 - Problema nu este: cum sa intelegem ca Pamantul se invarte in jurul Soarelui ci: cum intelegem miscarea aparenta a Soarelui in jurul Pamantului?

Cum sa intelegem mecanica cuantica?

- Problema este prost pusa:
 - Mecanica cuantica este o teorie fundamentala ce nu admite explicatii date de teorii secundare (derivate).
 - Problema nu este: cum sa intelegem ca Pamantul se invarte in jurul Soarelui ci: cum intelegem miscarea aparenta a Soarelui in jurul Pamantului?
- Intrebarea corecta este:
 - *cum sa intelegem emergenta mecanicii clasice la nivel macroscopic data fiind mecanica cuantica la nivel microscopic?*

Cum sa intelegem mecanica cuantica?

- Mecanica cuantica este o teorie fundamentala ce nu admite explicatii date de teorii secundare (derivate).
- Asa se comporta Natura. Selectia naturala in biologie nu a favorizat dezvoltarea unei intuitii cuantice ci a unei intuitii clasice.



Cum sa intelegem mecanica cuantica?

- Mecanica cuantica este o teorie fundamentala ce nu admite explicatii date de teorii secundare (derivate).
- Asa se comporta Natura. Selectia naturala in biologie nu a favorizat dezvoltarea unei intuitii cuantice ci a unei intuitii clasice.
- Spatiul Hilbert, operatorii autoadjuncti sunt consecinte matematice ale principiilor fizice enuntate anterior.

Referinte

- Niels Bohr
 - “Principiul complementarității mai poate duce la noi descoperiri”

Referinte

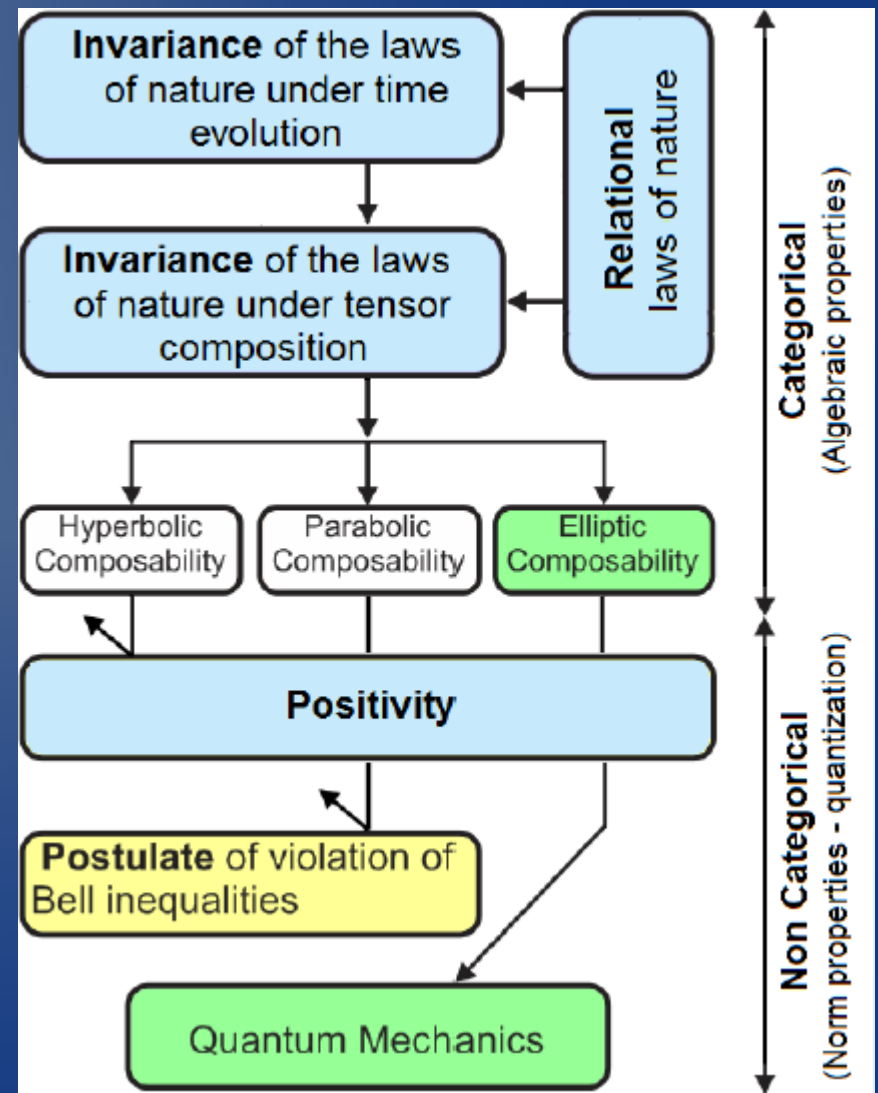
- Niels Bohr
 - “Principiul complementaritatii mai poate duce la noi descoperiri”
- Aage Petersen (asistentul lui Bohr) + Emile Grgin
 - principiul de compozitie
 - precursorul algebrelor Jordan-Lie (structura algebrica a mecanicii cuantice)

Referinte

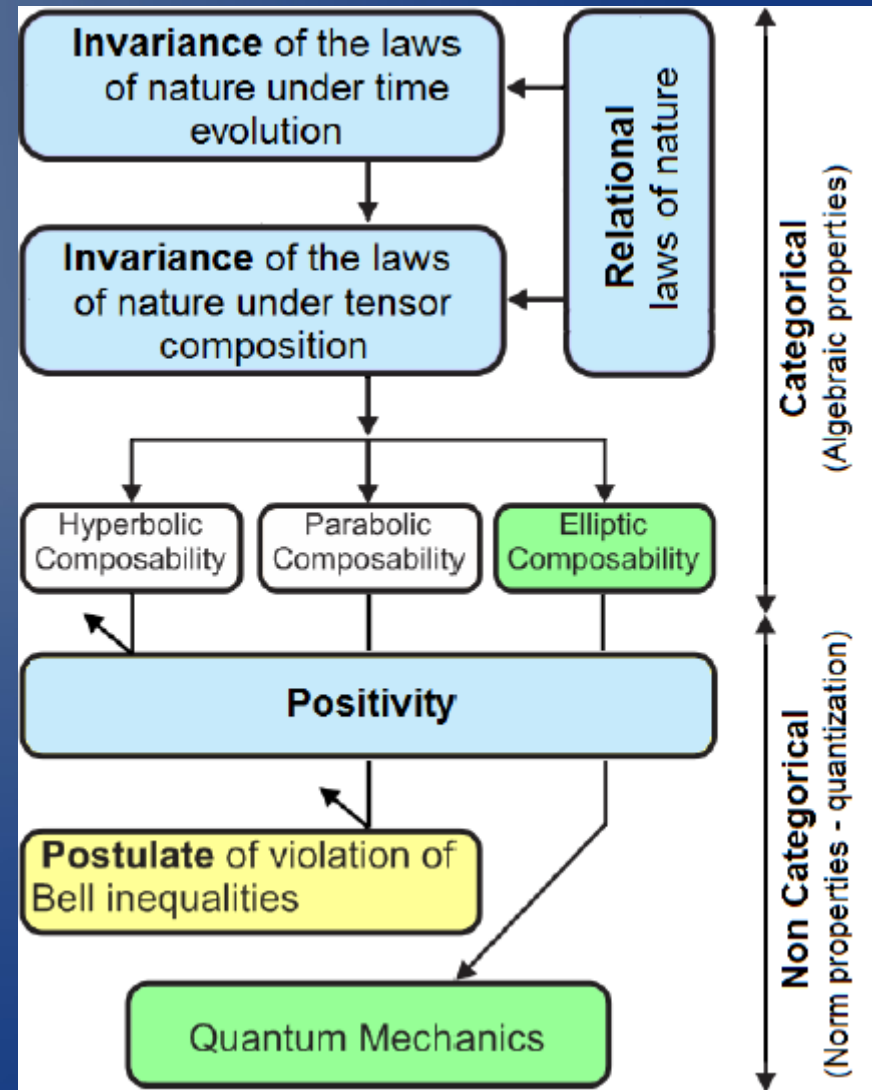
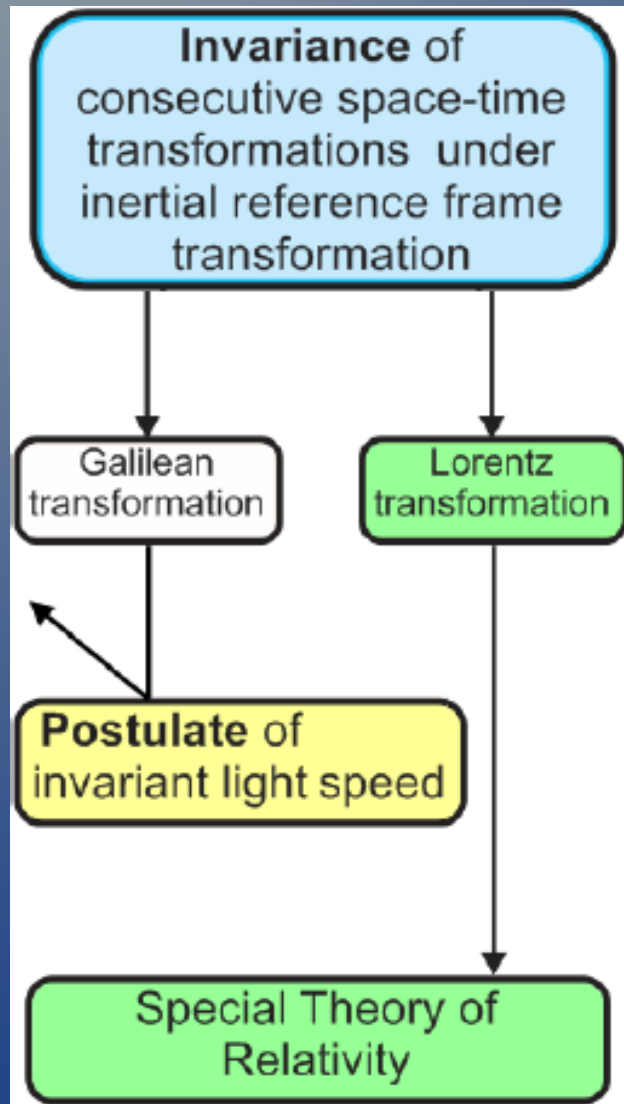
- Niels Bohr
 - “Principiul complementaritatii mai poate duce la noi descoperiri”
- Aage Petersen (asistentul lui Bohr) + Emile Grgin
 - principiul de compozitie
 - precursorul algebrelor Jordan-Lie
- Florin Moldoveanu
 - Reconstructia mecanicii cuantice din principiul de compozitie
 - <http://arxiv.org/abs/1303.3935>
 - <http://arxiv.org/abs/1407.7610>

Derivarea mecanicii cuantice din principii fizice

- Invarianta legilor fizicii la evolutia in timp
- Invarianta legilor fizicii la compozitie
- Principiu de relativitate generalizat
- Abilitate de a genera predictii experimentale
- Postulat experimental



Comparatie cu teoria speciala a relativitatii



Intrebari si Raspunsuri





Quantum Mechanics from Invariance Principles

Florin Moldoveanu

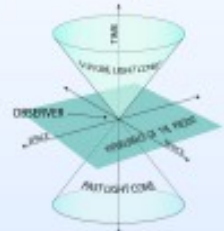
Logic and Philosophy of Science Research Group, University of Maryland, College Park, MD 20742

Quantum Mechanics Reconstruction



$$\Psi(x)$$

Can it be done like in the special theory of relativity case?



Why is Planck constant a constant?

System A is described by quantum mechanics with Planck constant \hbar_A
 System B is described by quantum mechanics with Planck constant \hbar_B

System $A \otimes B$ is described by quantum mechanics with Planck constant $\hbar_{A \otimes B}$

$$\hbar_{A \otimes B} = \hbar_A = \hbar_B$$

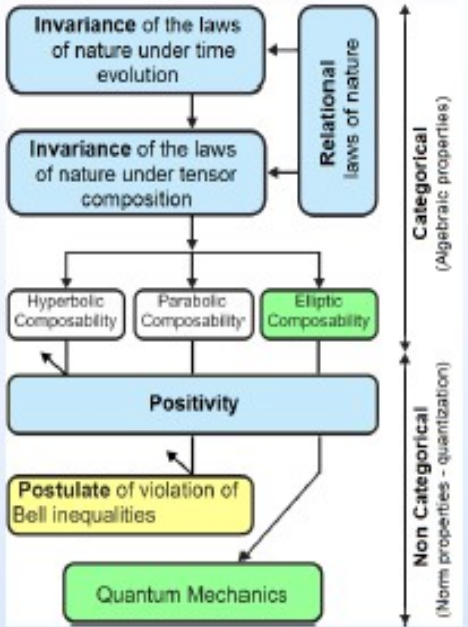
This observation is the starting point of quantum mechanics reconstruction

Map between p's and q's

In classical mechanics for symplectic manifolds the canonical coordinates are in one-to-one correspondence.

In quantum mechanics this becomes "dynamic correspondence".

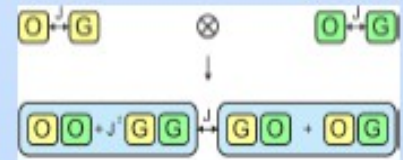
Deriving Quantum Mechanics



Dynamic correspondence

In quantum mechanics there is a one-to-one map J between observables $[O]$ (which form a Jordan algebra σ) and generators $[G]$ (which form a Lie algebra α). Here $J^2 = -1$.

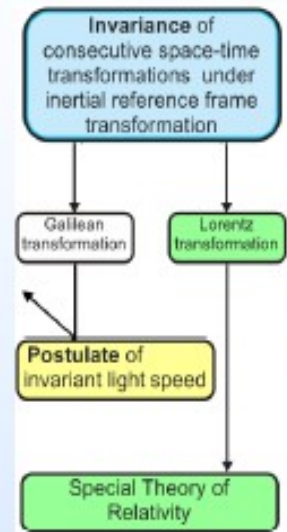
General bipartite relationship



$$\alpha_{12} = \alpha_1 \otimes \sigma_2 + \sigma_1 \otimes \alpha_2$$

$$\sigma_{12} = \sigma_1 \otimes \sigma_2 + J^2 \alpha_1 \otimes \alpha_2$$

Deriving Special Theory of Relativity



Composability two-product algebra

A composability two-product algebra is a real vector space A_n equipped with two bilinear maps σ and α such that the following conditions apply:

- α is a Lie algebra,
- σ is a Jordan algebra,
- α is a derivation for σ and α ,
- $[A, B, C]_\sigma + J^2 \hbar^2/4 [A, B, C]_\alpha = 0$,

where $J \rightarrow (-J)$ is an involution, $1\alpha A = A\alpha 1 = 0$, $1\sigma A = A\sigma 1 = A$, and $J^2 = -1, 0, +1$.

$[A, B, C]_\sigma = (A\sigma B)\sigma C - A\sigma(B\sigma C)$ is the associator.

$J^2 = +1$	"Hyperbolic Quantum Mechanics"
$J^2 = 0$	Classical Mechanics
$J^2 = -1$	Quantum Mechanics

Quantum mechanics reconstruction

Invariance under time evolution + Invariance under tensor composition + Insensitivity to constant functions (relational laws of nature) \Rightarrow Composability two product algebra

$J^2 = +1 \Rightarrow$ "ghosts" (unphysical negative probabilities).

$J^2 = 0$ (classical mechanics) \Rightarrow Poisson bracket

Poisson bracket + J^2 deformation from 0 into -1 + invariance under tensor composition \Rightarrow Kähler manifold

Kähler manifold + positivity + Kodaira embedding theorem + Berezin quantization \Rightarrow **Quantum Mechanics in Hilbert space**

References

<http://arxiv.org/abs/1303.3935>
<http://arxiv.org/abs/1407.7810>

"Specialized" by BCC license. K. Akhmetiev et al. (2014). "Dynamic correspondence" by Florin Moldoveanu (2014). "QCM: a field of Einstein's vision for quantum theory" by Florin Moldoveanu (2014). "The American Institute of Physics credits the photo" by AG Lagarias & Wikipedia

Acknowledgements/Contact

Thanks to: Emile Grgin, Franklin E. Schroeck Jr., Howard Barnum, Caslav Brukner, Ovidiu-Cristinel Stoica

Email: fmoldove@gmail.com

Three composition classes

$$J = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \quad J^2 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = 1 \quad \text{Hyperbolic}$$

Not present in nature

$$J = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \quad J^2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} = 0 \quad \text{Parabolic}$$

Classical Mechanics

$$J = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix} \quad J^2 = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} = -1 \quad \text{Elliptic}$$

Quantum Mechanics

No mixed classes possible.

No mixed quantum-classical systems.