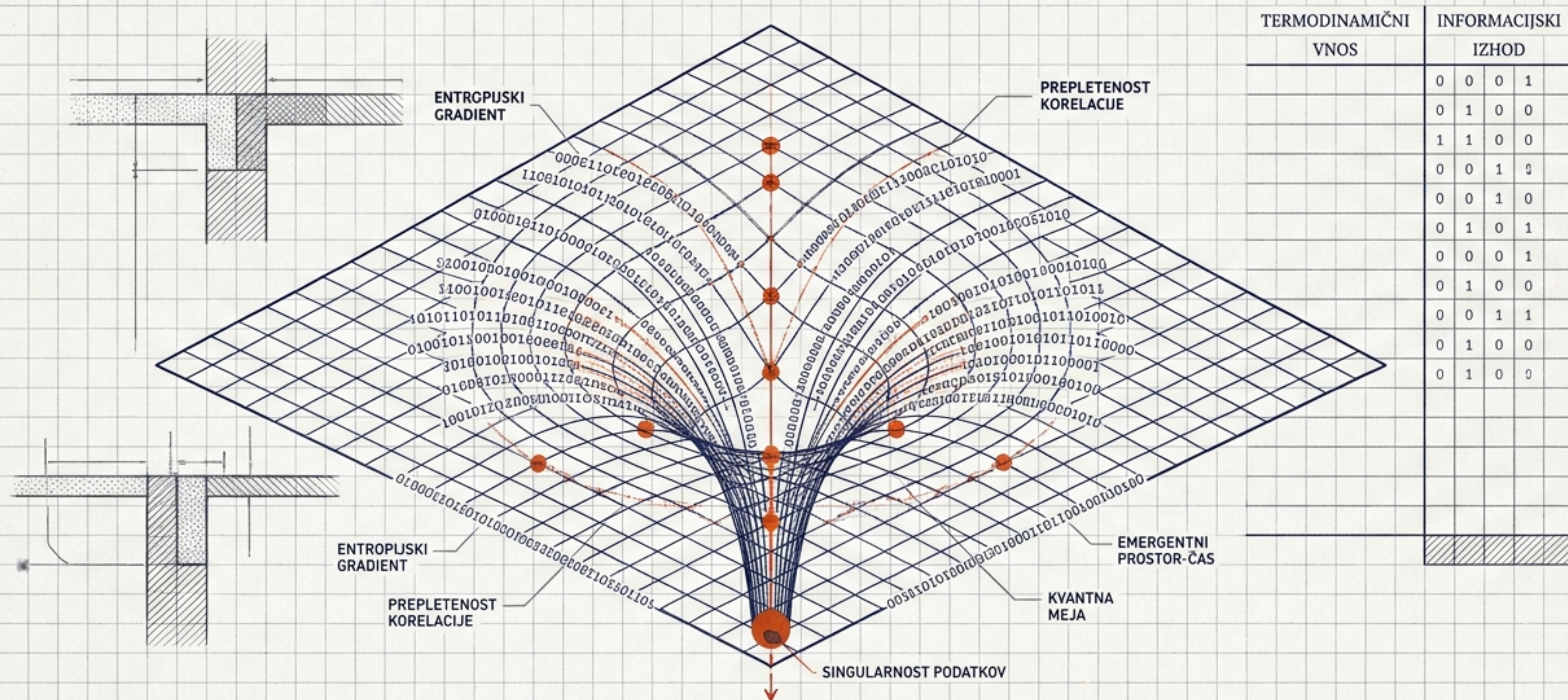


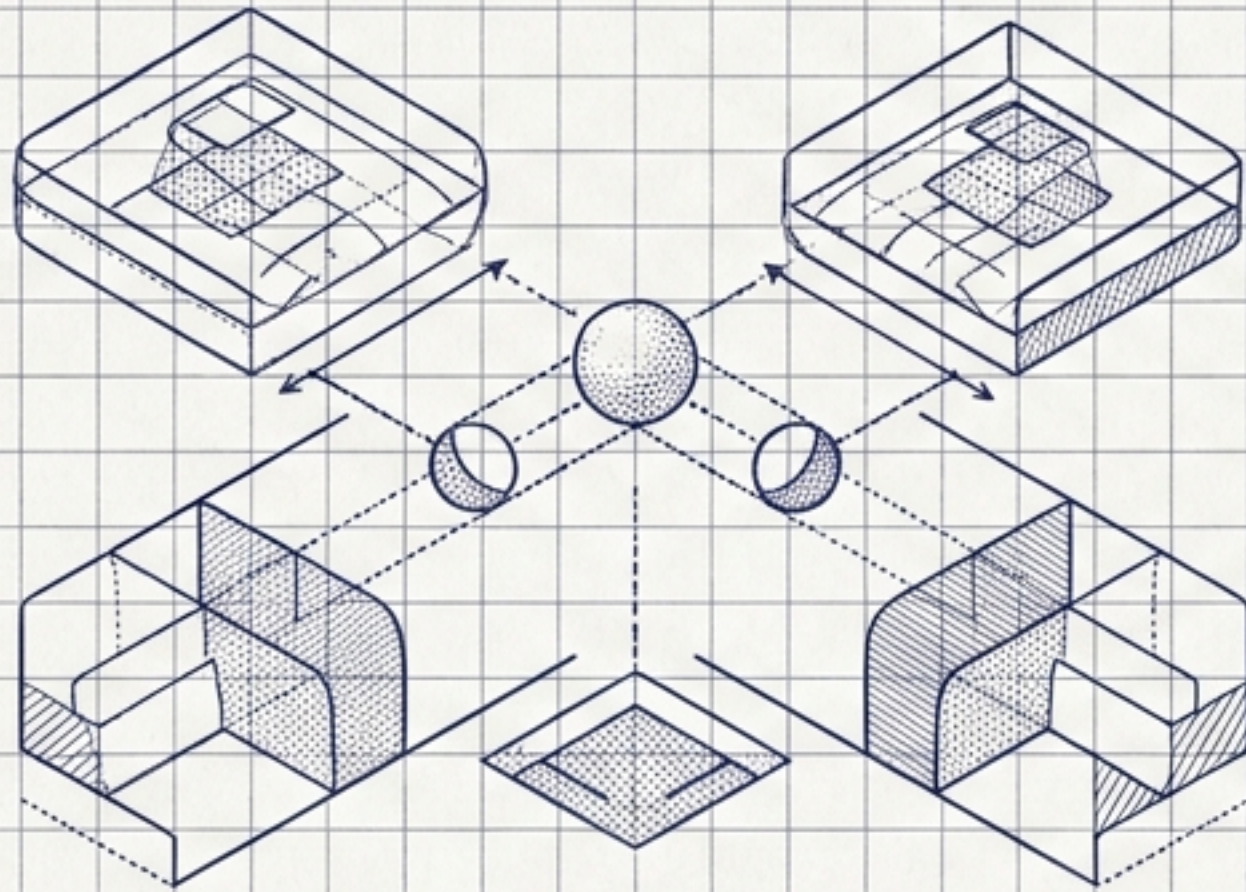
# GRAVITACIJA KOT INFORMACIJSKI SISTEM

Dekodiranje emergentne narave prostora-časa prek termodinamike in kvantne prepletenosti.



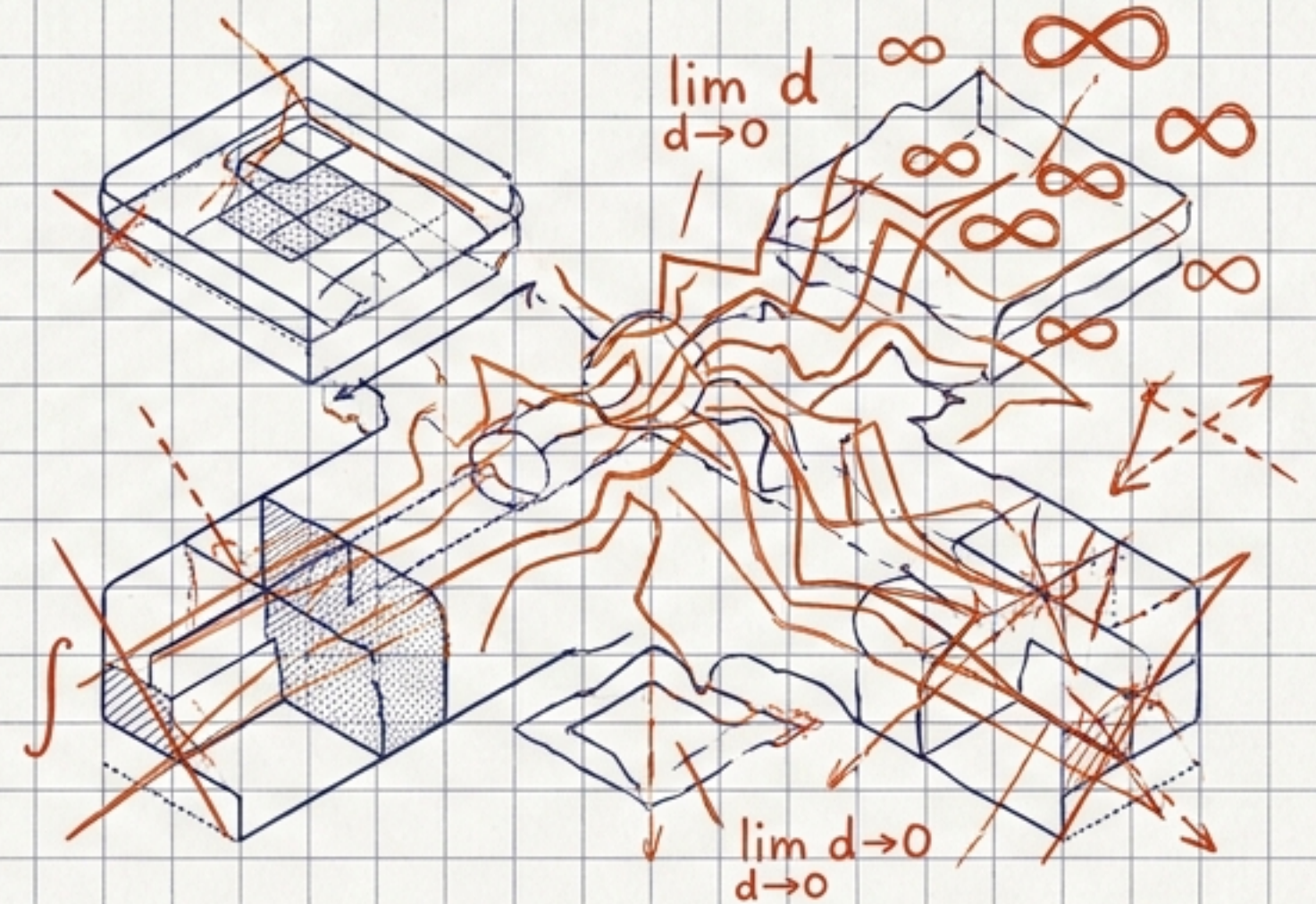
# Kvantna teorija polja (QFT)

- Brezhibno opisuje 3 fundamentalne sile.
- Natančnost potrjena na 10 decimalnih mest.



# Matematični kolaps

- Pri poskusu kvantizacije gravitacije enačbe na kratkih razdaljah proizvedejo neskončnosti ( $\infty$ ).
- Matematika izgubi fizikalni pomen.



100 let neuspešnih poskusov vsiljevanja gravitacije v kvantni model nakazuje na sistemsko napako v osnovni predpostavki.

# Diagnostična matrika fundamentalnih sil

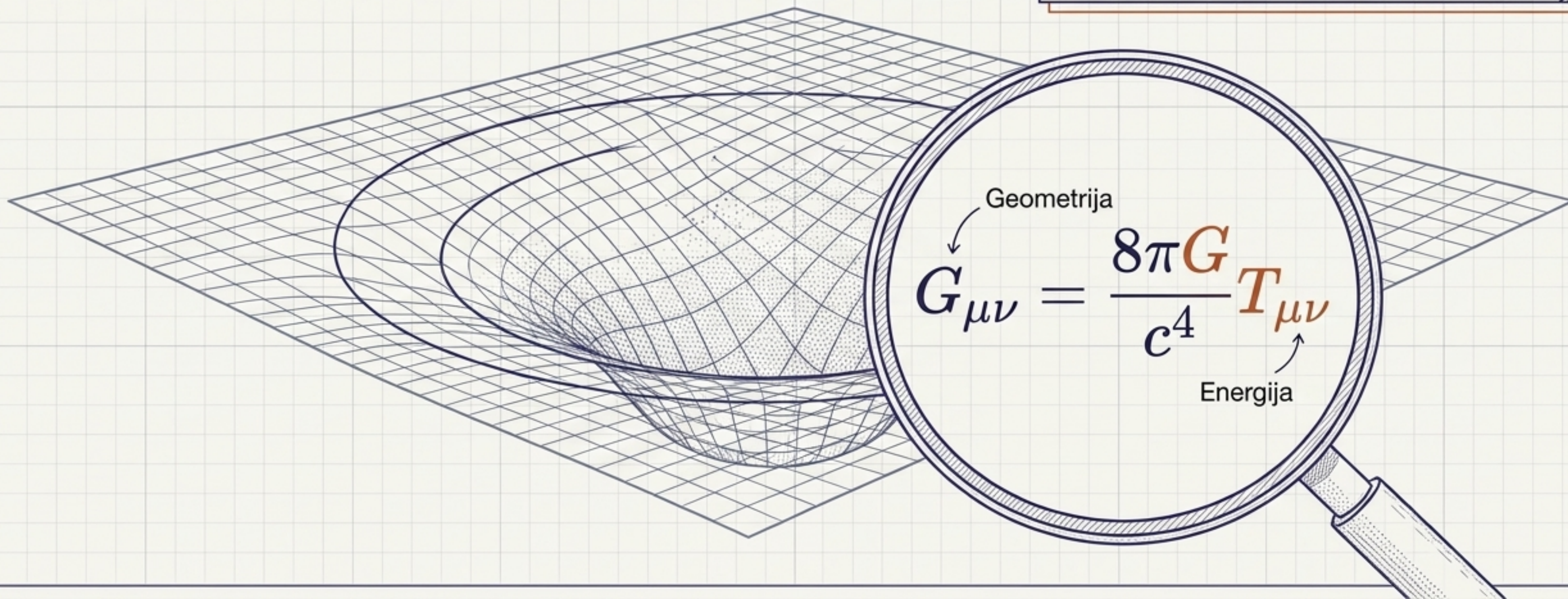
| Sila               | Nosilec sile     | Uspešnost kvantizacije | Skaliranje na majhnih razdaljah                      |
|--------------------|------------------|------------------------|------------------------------------------------------|
| Elektromagnetizem  | Foton            | Zelo uspešna           | Končne vrednosti                                     |
| Močna jedrska sila | Gluon            | Zelo uspešna           | Končne vrednosti                                     |
| Šibka jedrska sila | Bozoni (W, Z)    | Zelo uspešna           | Končne vrednosti                                     |
| <b>Gravitacija</b> | <b>Graviton?</b> | <b>Popoln zlom</b>     | <b>Matematična neskončnost (<math>\infty</math>)</b> |

Ali je graviton iskanje osnovnega delca za pojav, ki v resnici sploh ni osnova?

# Einsteinov “Pravilnik brez razlage”

- Splošna relativnost (1915) popolnoma natančno opisuje, KAKO ukrivljenost prostora-časa diktira gibanje.
- Ne pojasni pa, ZAKAJ prisotnost mase ali energije sploh ukrivi prostor.

**Splošna relativnost** je kot priročnik za upravljanje stroja, ki brezhibno napove vsak gib, vendar ne vsebuje tehničnih načrtov o tem, kako je stroj sploh zgrajen. Je **navodilo, ne izvorni razlog**.

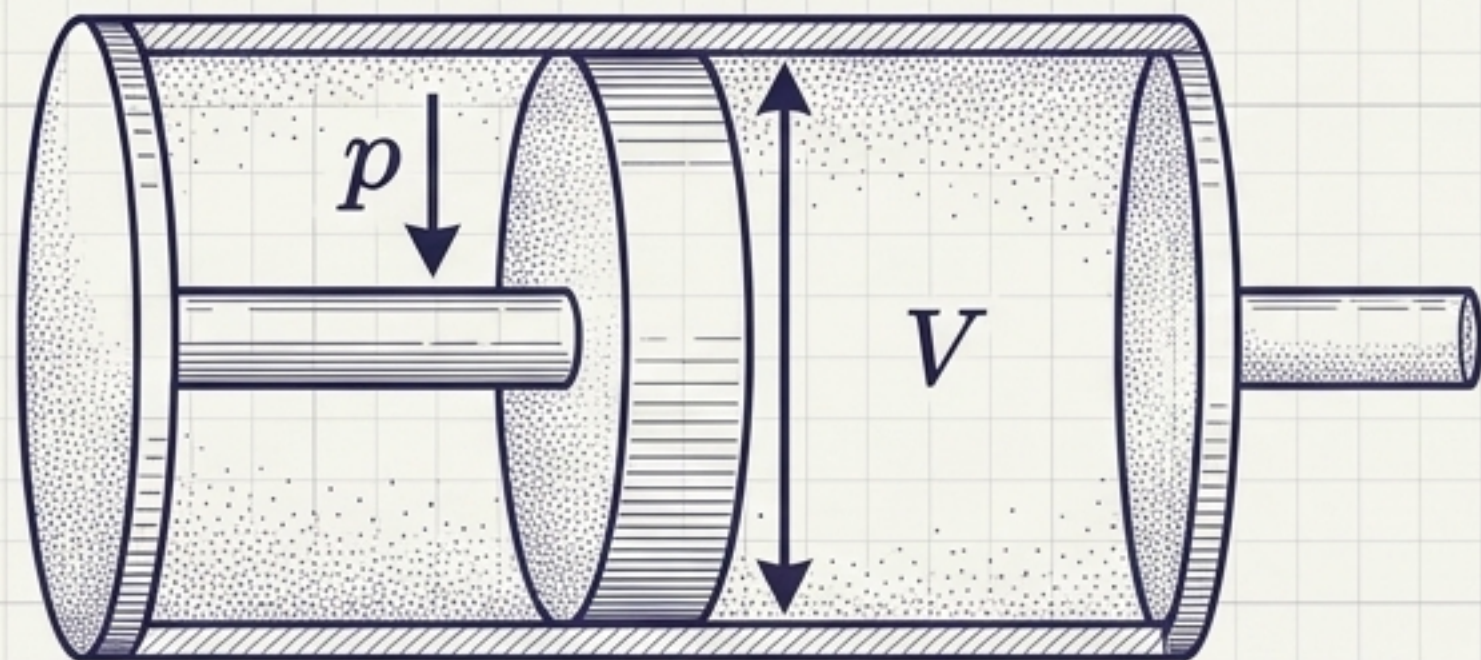


# Plinski zakoni: Lekcija iz zgodovine

## Makroskopsko stanje

**Enačba stanja** ( $pV = nRT$ )

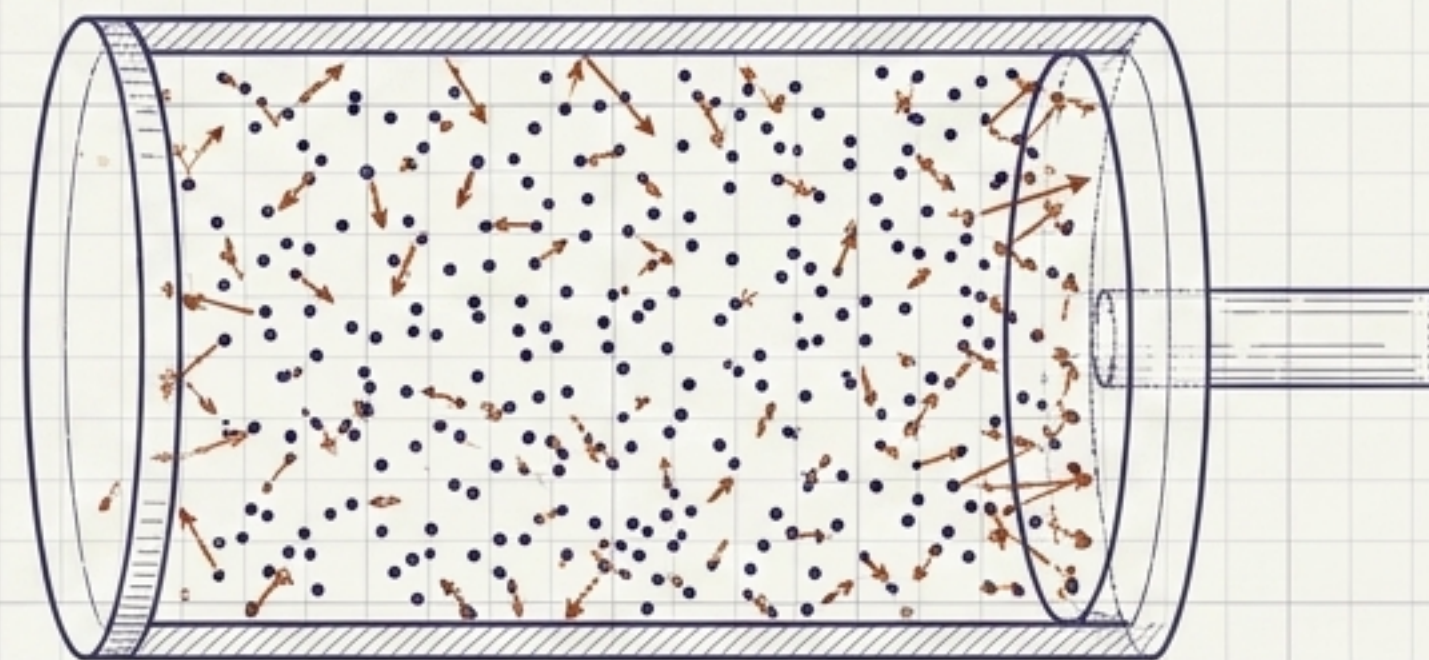
Opisuje tlak in temperaturo. Zanesljiva, a ne pove ničesar o zgradbi plina.



## Mikroskopska dinamika

**Kinetična teorija**

Plin sestavljajo molekule v gibanju. Tlak ni "osnovna sila", temveč statistična vsota trkov.



Ali je Einsteinova enačba zgolj enačba stanja prostora-časa?  
Iskanje gravitona je kot iskanje 'molekule tlaka'. **Tlak nima svojega kvanta.**

# Bekensteinov paradoks čaja

1. Vroča skodelica čaja (visoka entropija) pade v črno luknjo.
  -
2. Informacije in entropija navidezno izginejo iz vesolja.
  -
3. To bi kršilo 2. zakon termodinamike (entropija ne more pasti).

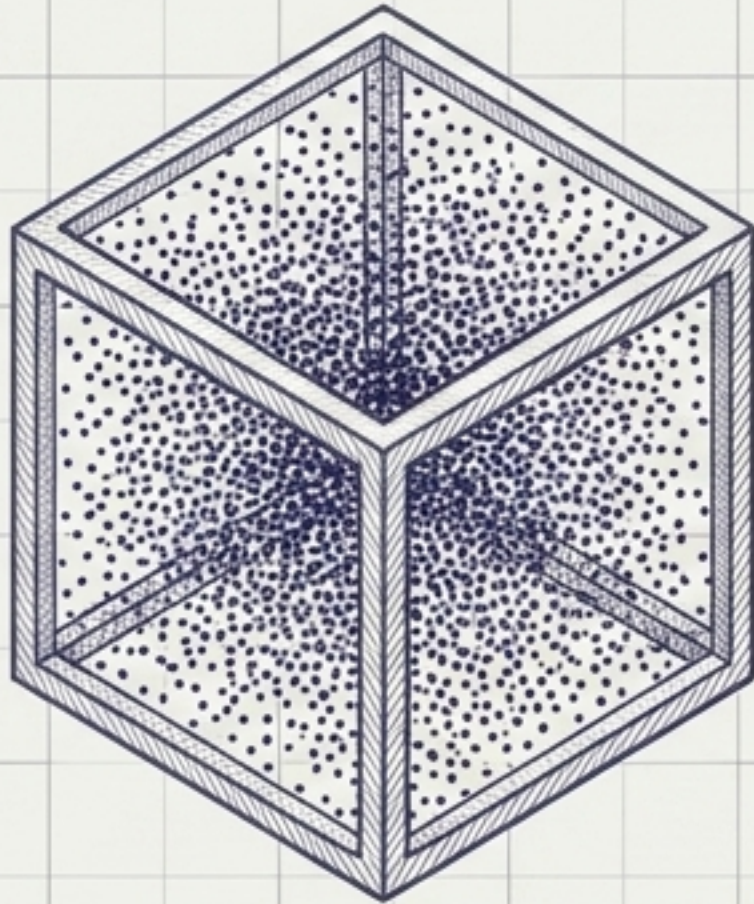


Da ohranimo zakone fizike, mora črna luknja imeti lastno entropijo. Geometrija mora postati termodinamični objekt.

# Površinski zakon entropije

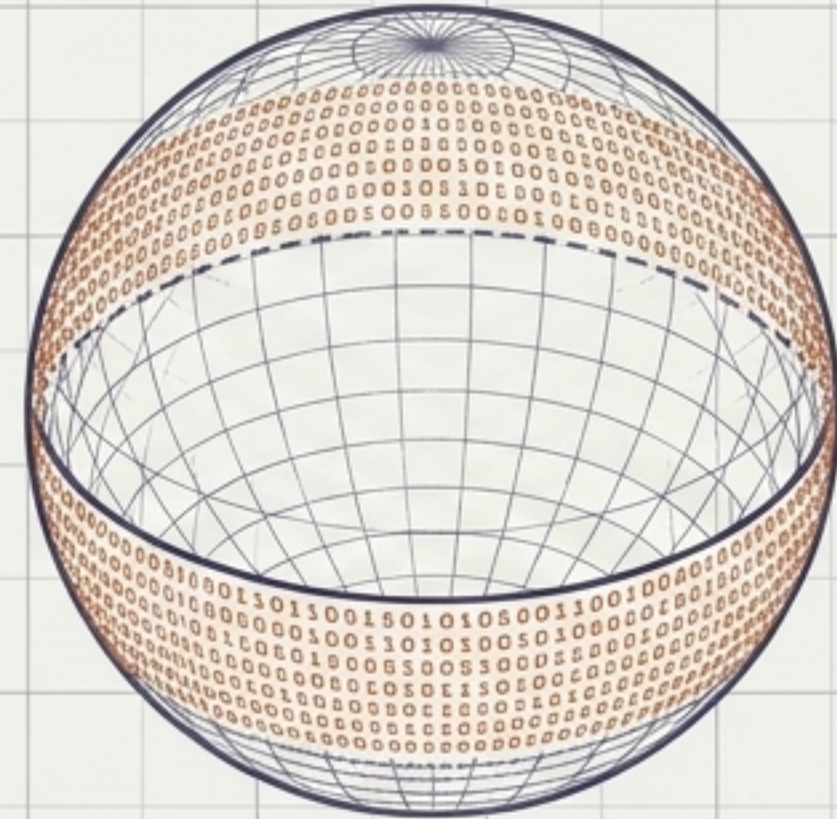
## Standardni sistemi

Kapaciteta informacij raste s prostornino ( $V \propto r^3$ ).



## Črne luknje

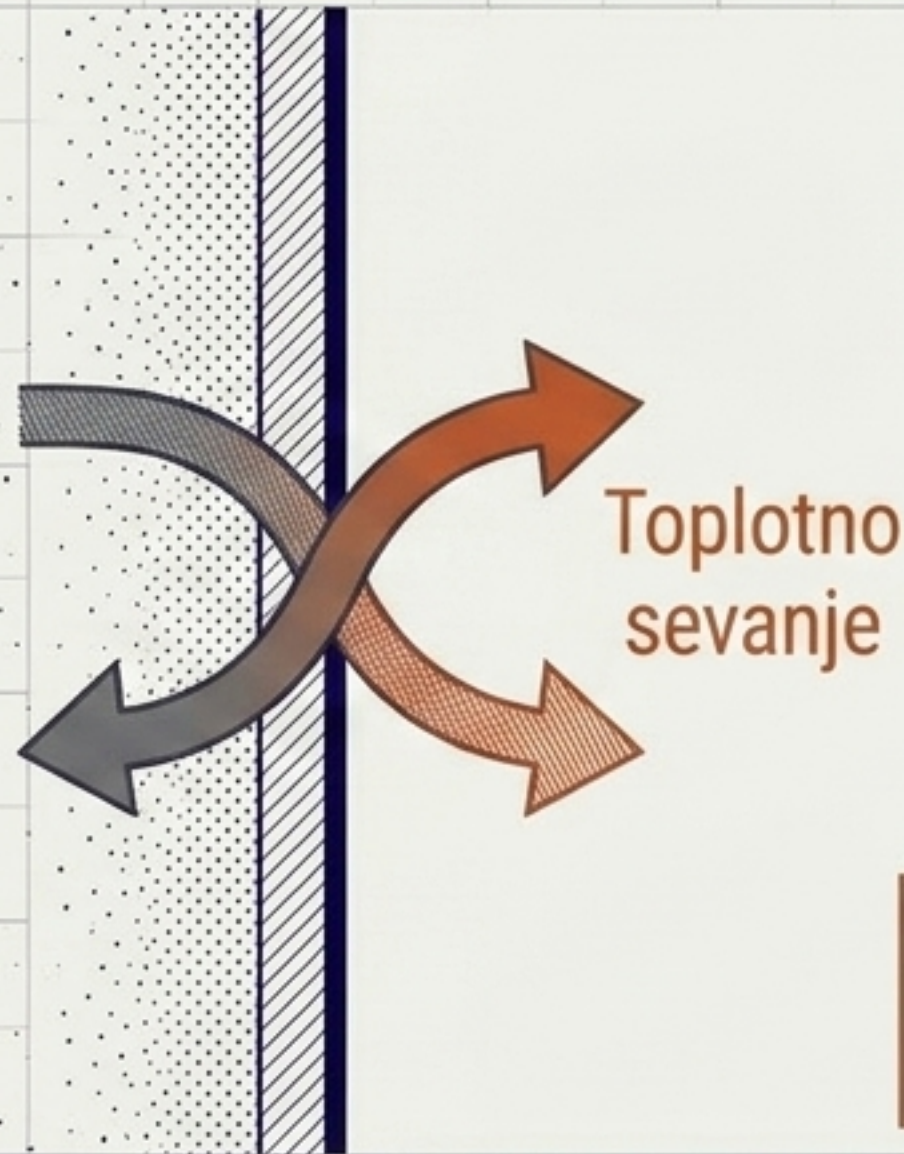
Kapaciteta informacij raste s površino obzorja dogodkov ( $A \propto r^2$ ).



Informacije o vsem, kar je črna luknja pogoltnila, so knjižene na njeni dvodimenzionalni zunanji meji. Informacija živi na površini, ne v volumnu.

# Hawkingovo sevanje: Geometrija ustvarja toploto

- Stephen Hawking je poskušal ovreči Bekensteina s kvantno mehaniko na robu obzorja.
- Namesto tega je dokazal nemogoče: Črne luknje sevajo. Imajo temperaturo.



$$S = \frac{k A c^3}{4 G \hbar}$$

Diagram illustrating the components of the equation:

- $k$ : termodinamika
- $A$ : geometrija
- $c^3$ : relativnost
- $G$ : gravitacija
- $\hbar$ : kvantna mehanika

V tej enačbi so združene termodinamika, geometrija, relativnost, gravitacija in kvantna mehanika. Naključje ni mogoče.

# Slovar prevodov: Toplota in Gravitacija

## Klasična termodinamika

## Splošna relativnost (Črne luknje)

Temperatura ( $T$ )



Površinska gravitacija na obzorju ( $\kappa$ )

Entropija ( $S$ )



Površina obzorja dogodkov ( $A$ )

2. zakon  
(Entropija raste)



Zakon površine  
(Površina se vedno poveča)

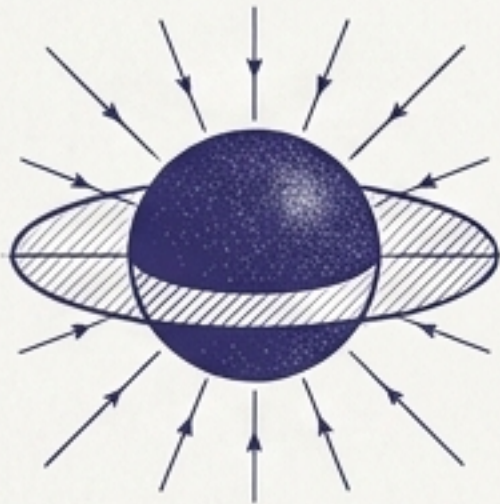
Gravitacija in toplota govorita isti matematični jezik.  
Kjer fizika vidi dve področji, matematika vidi enega.

# Od ekstremnega do vsakdanjega

□ 1995: Ted Jacobson

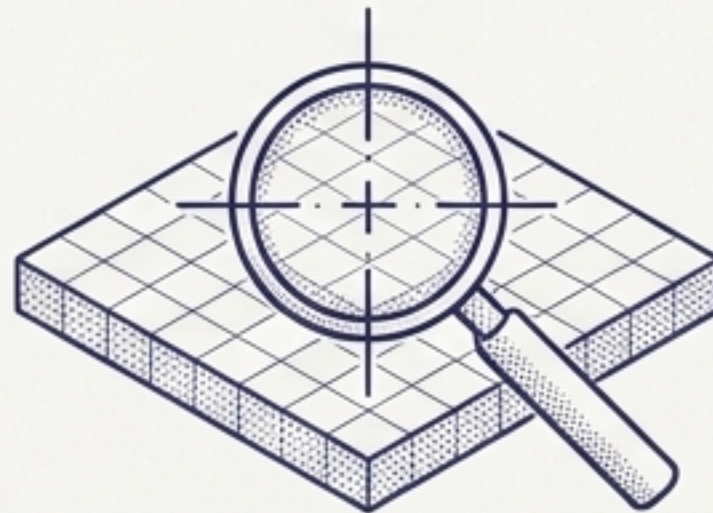
## Opažanje

Črne luknje (ekstremni objekti) obvladuje termodinamika.



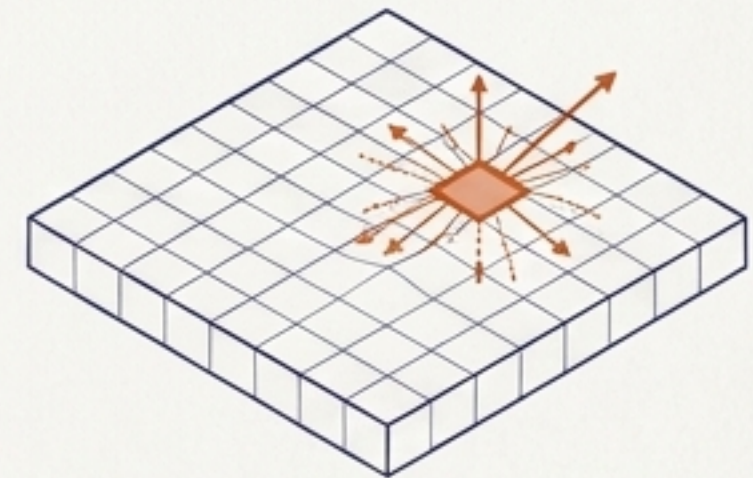
## Hipoteza

Kaj če to ni posebnost črnih lukenj, ampak lastnost SAMEGA PROSTORA?



## Preboj

Aplikacija termodinamike na vsako poljubno točko v praznem prostoru.



Jacobson je predlagal, da se enačba za prostor-čas skriva v knjigovodstvu toplote na lokalni ravni.

# Unruhov pojav: Pospešek ustvarja obzorje

Mirujoče / enakomerno gibanje

Vakuum je absolutna ničla.  
Brez obzorja.



Pospeševanje

Ustvari se navidezno obzorje.  
Vakuum se napolni s toploto.



Engineering Takeaway Box: Toplota vakuumu ni absolutna, temveč relativna glede na to, kako se sistem giblje skozi njo.

# Clausiusova relacija v vakuumu

Osnovni zakon toplote (1860):

$$\delta Q = T \delta S$$

(Toplotni fluks povzroči spremembo entropije pri določeni temperaturi).



Jacobsonova substitucija:

- Vstavimo Unruhovo temperaturo ( $T$ ).
- Vstavimo Bekensteinovo entropijo površine ( $\delta S \propto \delta A$ ).

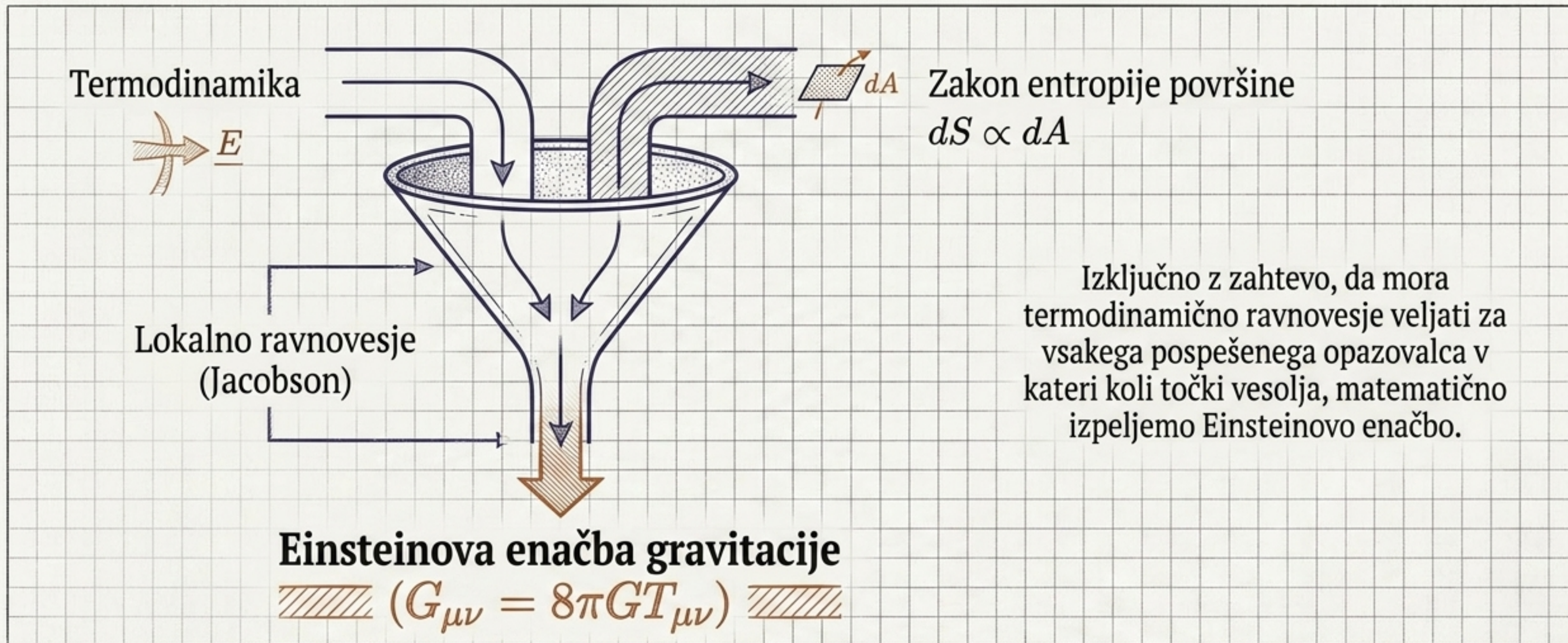


$$\delta Q \propto \delta A$$

Energija, ki prečka lokalno obzorje, neposredno spremeni njegovo površino.

Ker je površina določena z geometrijo, mora energija ukriviti prostor-čas, da se knjigovodstvena bilanca izide.

# Enačba stanja prostora-časa



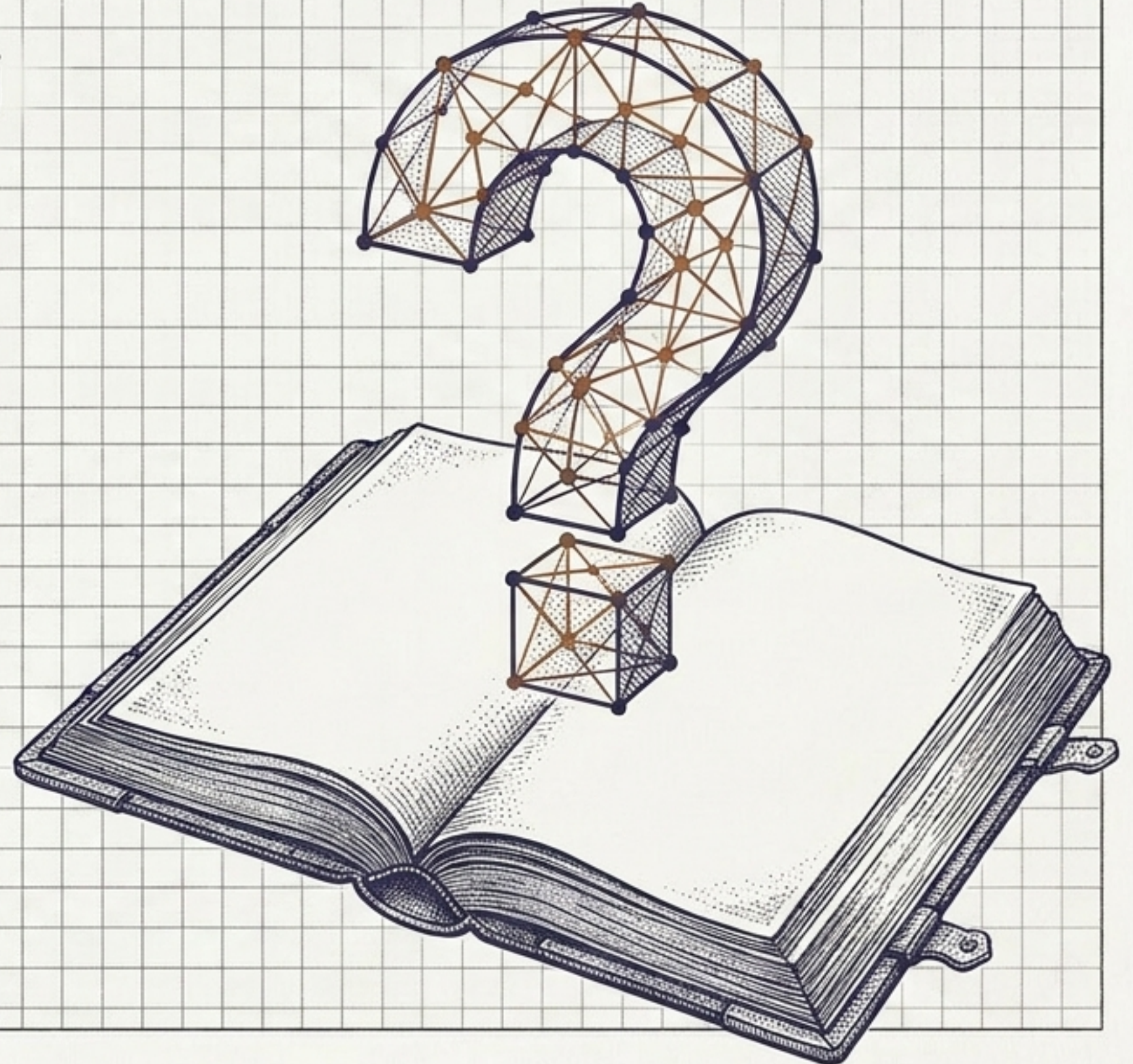
Paradigm Shift Box:

Jacobson je obrnil fiziko na glavo. Einsteinove enačbe ni predpostavil – izpeljal jo je kot posledico. Splošna relativnost je makroskopska enačba stanja (kot  $pV = nRT$ ), ne fundamentalni zakon.

# Problem nedokončane enačbe: Entropija česa?

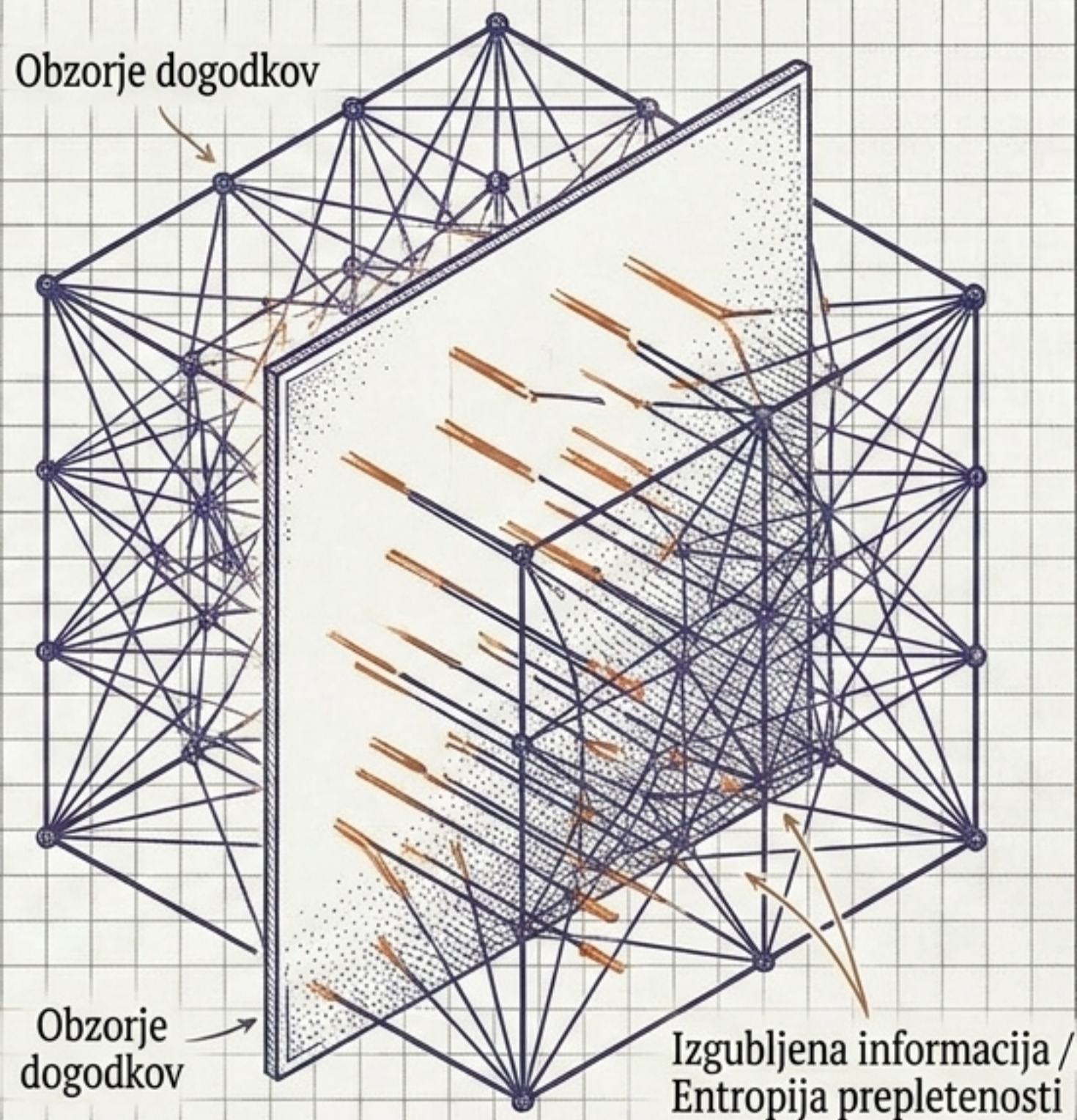
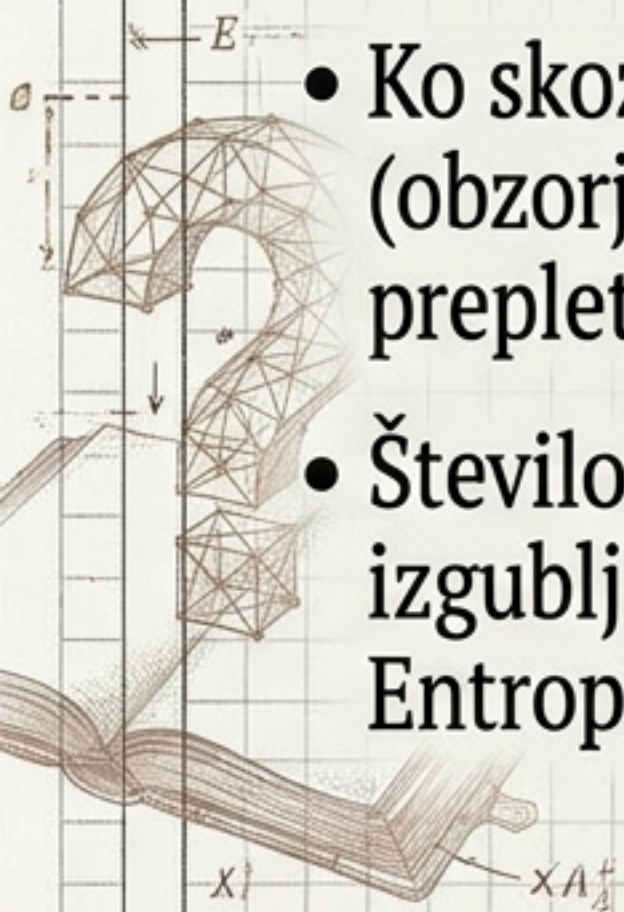
- Entropija je VEDNO štetje skritih stanj (mikro-razporeditev sistema).
- Jacobsonova izpeljava deluje brezhibno, vendar ne definira, kateri 'mikro-sistem' se sploh šteje.
- Če ima vakuum entropijo, kaj so 'molekule' vakuuma?

**The Infinite Trap:** Pretekli poskusi so pokazali na kvantno prepletenost, vendar je izračun števila vseh povezav v vakuumu vedno vrnil neskončnost ( $\infty$ ).



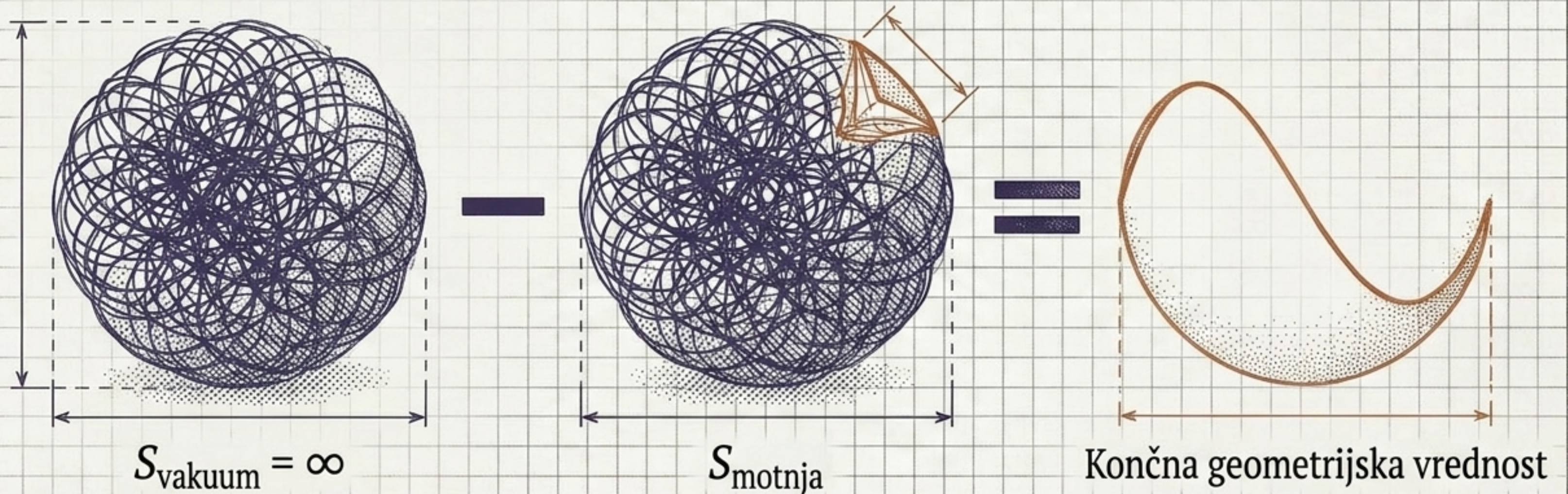
# Vakuum kot informacijska matrika

- V kvantni fiziki prazen prostor ni prazen. Je struktura korelacij (kvantne prepletenosti).
- Sosednje regije prostora so prepletene.
- Ko skozi to matriko potegnemo mejo (obzorje dogodkov), "prerežemo" niti prepletenosti.
- Število prekinjenih niti predstavlja izgubljeno informacijo = Entropijo prepletenosti.



# Orodje: Relativna entropija

- Relativna entropija ne meri SKUPNE informacije v enem stanju (kar povzroča neskončnosti).
- Meri RAZLIKO med dvema stanjema. (Kako zelo se stanje A razlikuje od stanja B).



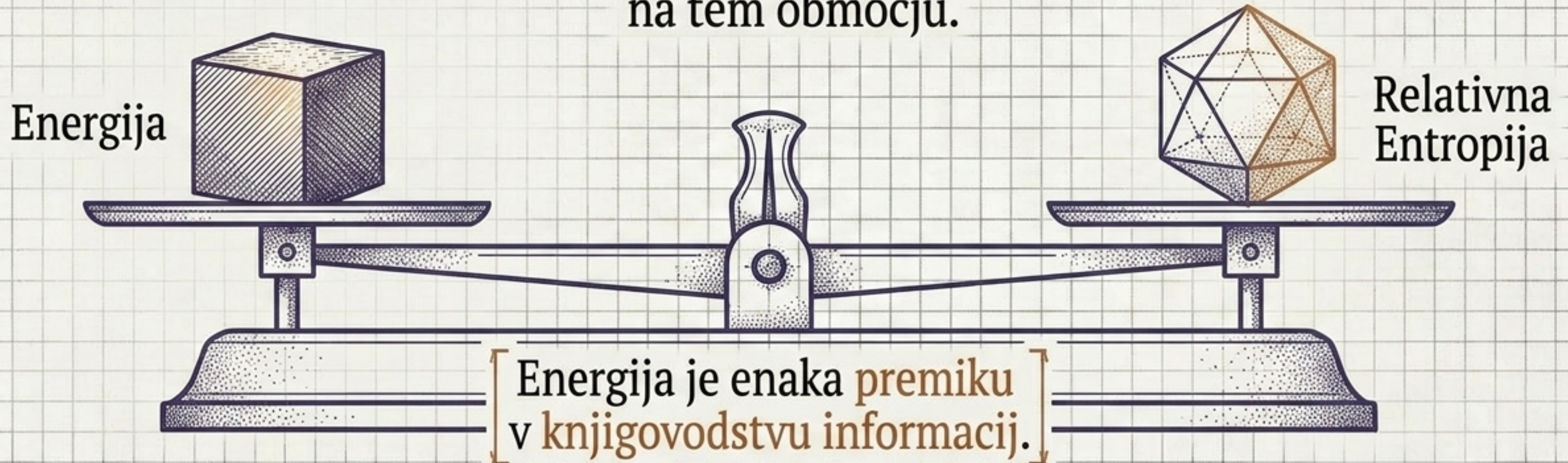
# Prvi zakon prepletenosti

Stanje 1: Popoln prazen vakuum.

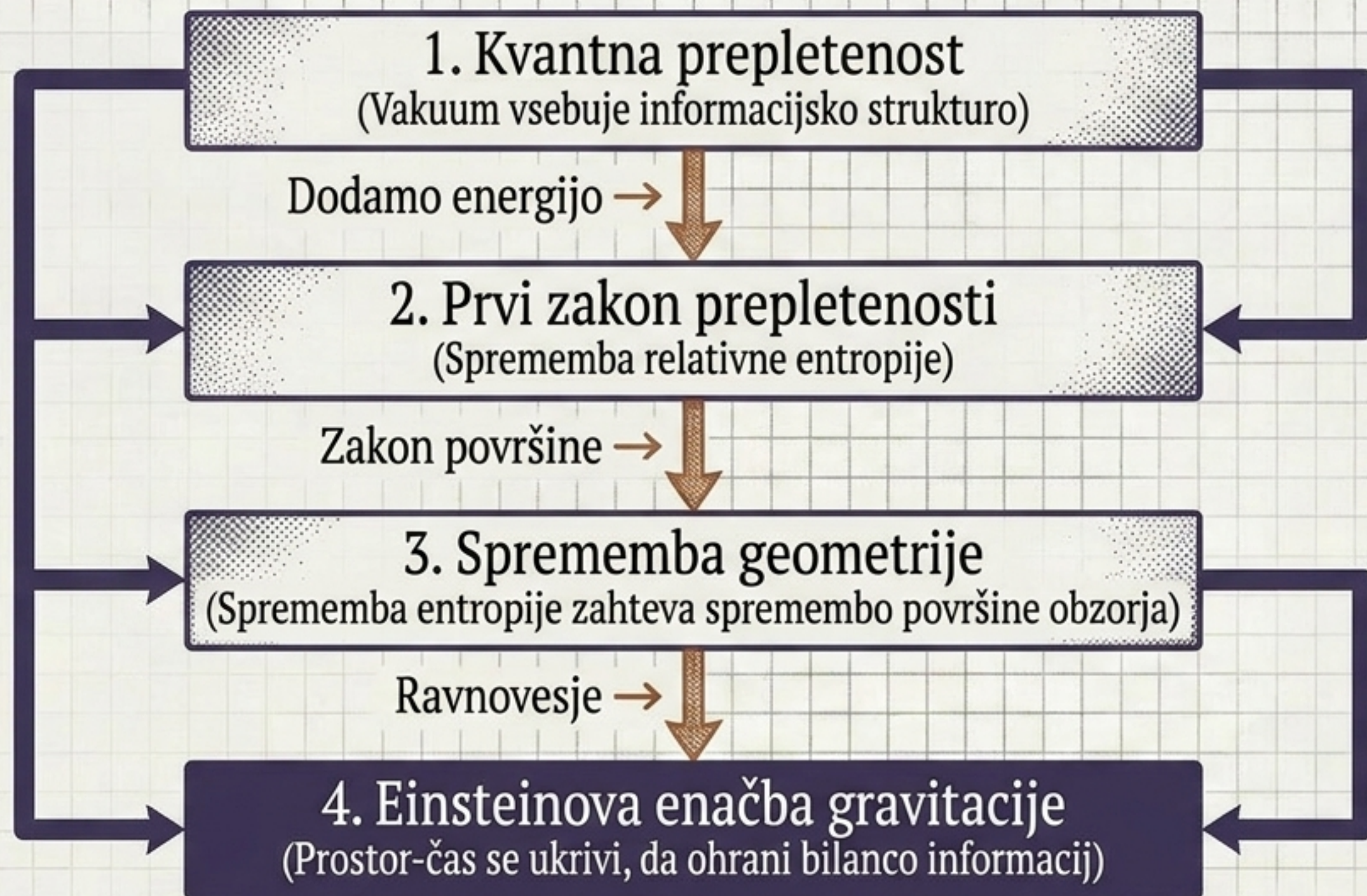
Stanje 2: Vakuum z minimalno dodano motnjo (energijo).

Kvantna teorija dokazuje strogo pravilo:

Sprememba energije natančno ustreza spremembi relativne entropije na tem območju.



# SINTEZA: Kako informacija ukrivi prostor

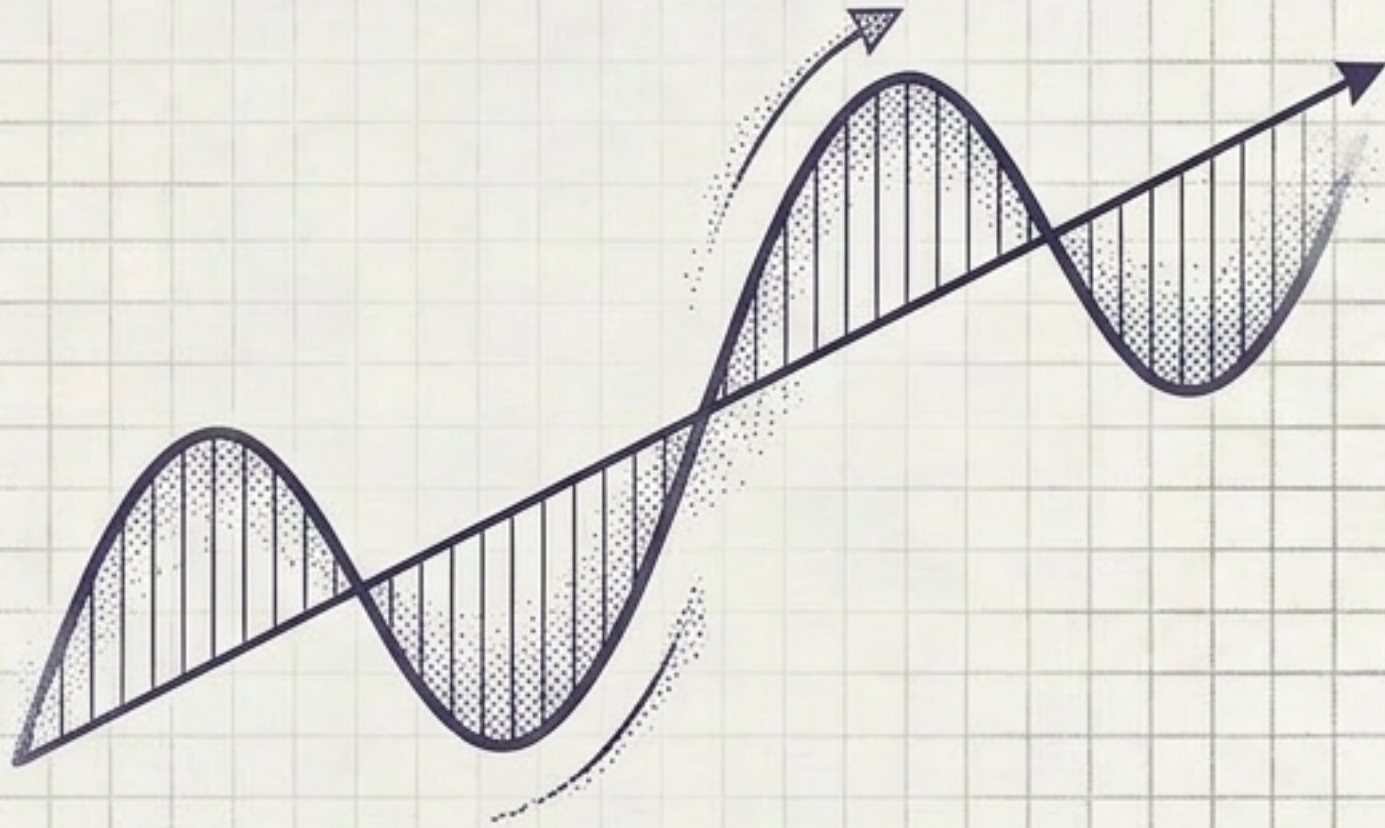


Gravitacija je neposredna termodinamična posledica kvantne prepletenosti.

# Fundamentalno vs. Emergentno

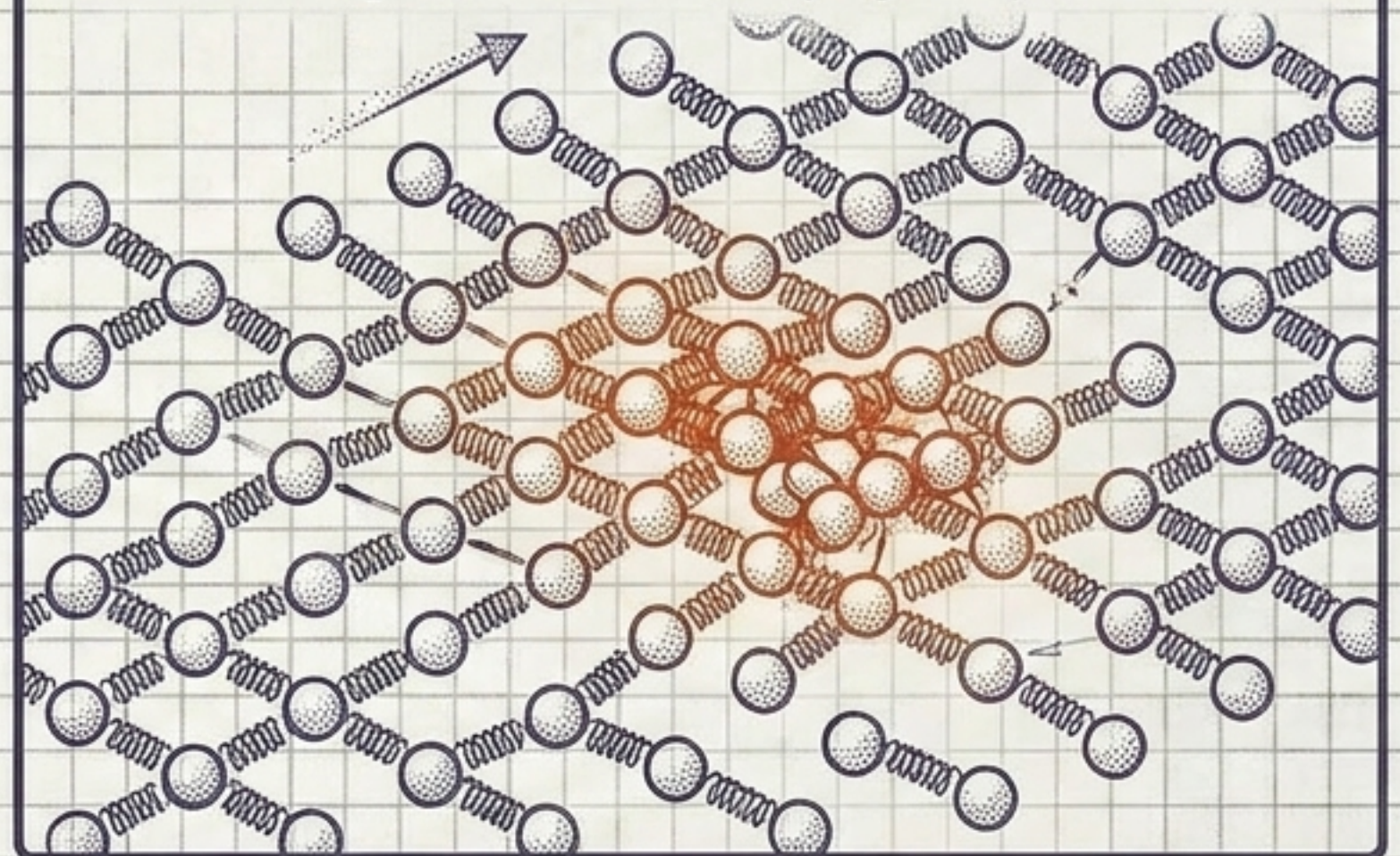
## Foton (Fundamentalno)

Osnovni delec elektromagnetne sile.  
Obstaja samostojno, tudi v praznem prostoru.



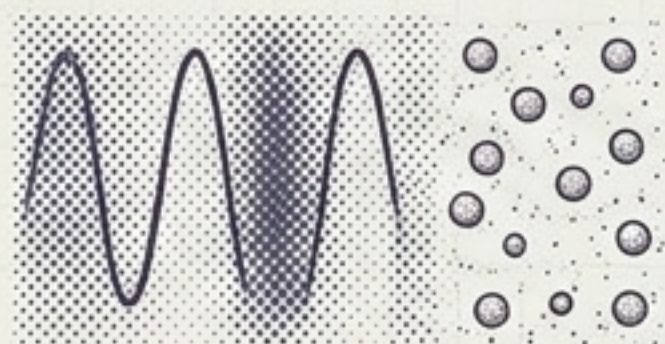
## Fonon (Emergentno)

Kvantizirana enota zvoka/toplote. "Kvazidelec".  
Ne obstaja brez mreže atomov. Je zgolj  
makroskopska manifestacija gibanja množice.



Če poskušate razumeti zvok tako, da iščete 'zvočni delec' v enem samem atomu, boste odpovedali.

# Arhitektura emergence

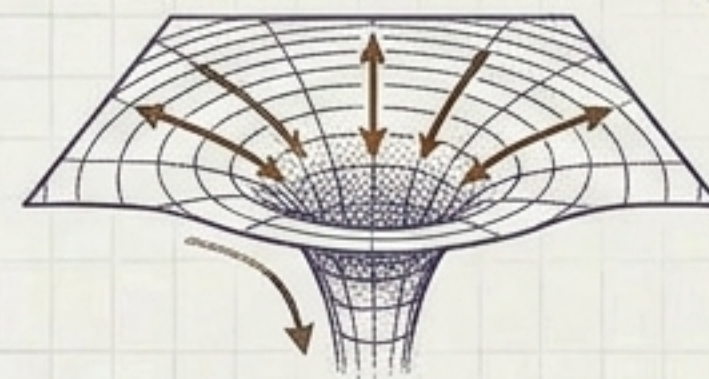


MAKRO:  
Zvočni val /  
Tlak plina

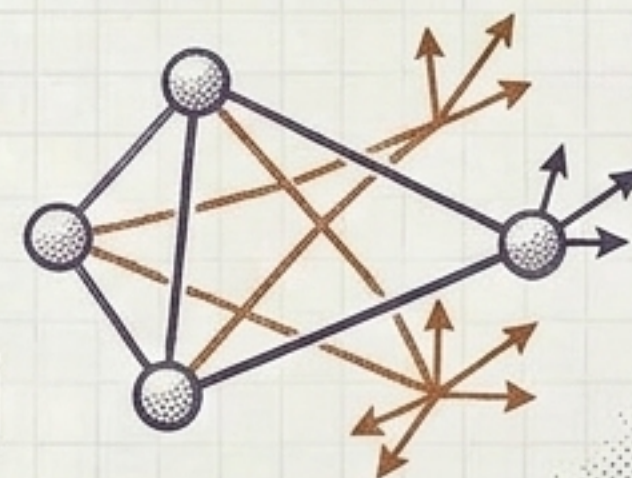
MIKRO:  
Gibanje  
posameznih  
atomov / molekul



MAKRO:  
Ukrivljenost  
prostora-časa  
(Gravitacija)



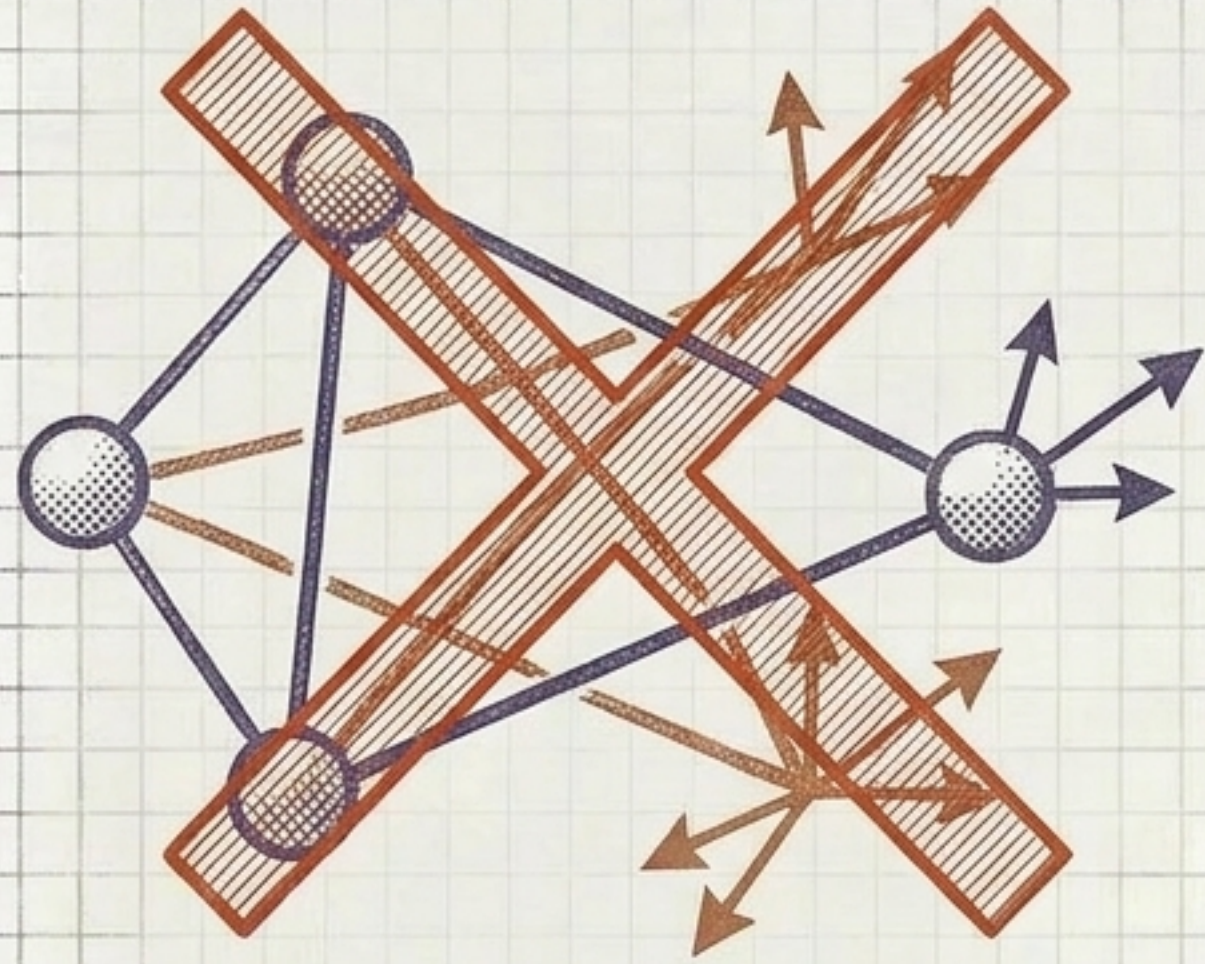
MIKRO:  
Kvantna  
informacija /  
Prepletenost polj



Zvok : Atom = Gravitacija : Kvantna informacija.

Gravitacija ni osnovni gradnik vesolja, temveč to, kar počne celoten sistem, ko poravnava svoje račune.

# Zakaj je kvantizacija gravitacije zgrešen cilj



~~Graviton~~

- Stoletje smo iskali graviton z istim orodjem kot za foton.
- Toda gravitacije ne moremo kvantizirati iz istega razloga, kot ne moremo kvantizirati tlaka v pnevmatiki.
- Tlak je povprečje milijard trkov. Gravitacija je makroskopska "senca" knjigovodstva neskončno majhnih informacijskih stanj.



**Verdict Box**

Iskali smo kvant napačnega sistema.

# Fizika vaše teže

- Teža, ki jo čutite v telesu, ni fundamentalna 'sila', ki vas vleče proti središču Zemlje.
- Je fizična manifestacija **informacijskega knjigovodstva**.
- Tla, ki vas potiskajo navzgor, vam preprečujejo slediti poti, ki bi zahtevala najmanjši **pretok entropije v kvantnem vakuumu**.



UPOR TLA  
(NORMALNA SILA)

The diagram shows a person sitting in a chair. A large orange arrow points upwards from the chair, labeled 'UPOR TLA (NORMALNA SILA)'. Another large orange arrow points downwards from the person, labeled 'APARENTNA TEŽA (INFORMACIJSKA UKRIVLJENOST)'. The background is filled with a grid of lines that curve around the person and the chair, representing an information field or spacetime curvature. The lines are more densely packed near the person and the chair, and more spread out further away.

APARENTNA TEŽA  
(INFORMACIJSKA UKRIVLJENOST)

Verdict Box

Vaša teža je upor telesa proti informacijski arhitekturi vesolja.

# Gravitacija ni dno vesolja, temveč okno

- Gravitacija ni več najgloblji temelj fizike, na katerem vse stoji.
- Je prosojna plast, ki razkriva globoko, še neodkrito arhitekturo: **termodinamiko kvantnih polj**.
- Zgodba se ne konča z rešitvijo Einsteinovih enačb. Postavlja novo vprašanje: Kaj je osnovni medij informacij, iz katerega se poraja prostor-čas?



Vesolje tiho vodi knjigovodstvo informacij v jeziku, ki ga šele začnemo brati.