Аутор: Ранко Бошњак
Коаутори: Милица Бошњак & Даница Бошњак
Институција: МЕТА-ПОЛИХИСТОР
DOI: 10.5281/zenodo.23438947
„ПОЛИХИСТОР“ N: PH-FIZ-01-06B-SRB
polihistor@meta-ns.co.rs

ЕВОЛУЦИЈА КОНСТАНТИ ИЗ (3+3) ГЕОМЕТРИЈЕ
(B – базични – теоретски рад)

Све константе су последице.
Геометрија је узрок.

АПСТРАКТ
Овај рад проучава еволуцију фундаменталних константи у геометрији **(3+3)** простор-времена. Преузимамо и геометријски тумачимо формулу за константу фине структуре**,** $\alpha^{-1} = 4\pi^3 + \pi^2 + \pi$**,** која се слаже са експерименталном вредношћу до на **2.2 ppm (0.00022%).** Показујемо да π није фиксна математичка константа, већ ефективна геометријска константа која зависи од анизотропије ε **(3+3)** метрике. Под претпоставком $\varepsilon \propto \sigma$, shear динамика у **(3+3)** универзуму даје стопу релаксације $\Gamma = 6H$ [1/s]. Калибрацијом на $z \approx 2$ добија се $\kappa \cdot \varepsilon(z\approx2) \approx 2.0\times10^{-6}$ и $\varepsilon_*/\varepsilon(z\approx2) \approx 0.39$**;** $\pi = \pi_0$ при $z \approx 1.56$**.** Овај модел предвиђа још и $\Delta\alpha/\alpha = -2.882 \cdot A \cdot [(1+z)^6 - 1]$**,** $A = 2.74\times10^{-9}$**,** и $\dot{\alpha}/\alpha \approx +3\times10^{-18}$ **god**$^{-1}$**,** уз **c** и **G** константне. Рад садржи свођење на мреже као и методу нужности као две независне математичке провере.

КЉУЧНЕ РЕЧИ: еволуција константи, универзална константа, константа фине структуре, (3+3) метрика, Γ = 6H, анизотропија, релаксација

AMC (2020) КЛАСИФИКАЦИЈА:
83C40 Гравитација и електромагнетизам;
83D05 Релативистичка гравитација;
81V17 Уједињење сила;
83E15 Димензије >4 у релативитету;
83F05 Релативистичка космологија;
00A30 Филозофија математике и физике.

1. УВОД
Овај рад наставља линију истраживања започету у четвртој тријади [21], где смо показали да се све фундаменталне силе могу описати универзалним тензором $U^{\mu\nu} = F^{\mu\nu} \oplus G^{\mu\nu} \oplus S^{\mu\nu} \oplus W^{\mu\nu}$, као и да њихове константе следе хијерархију $\mu_g : \mu_w : \mu_s \approx 1 : 8\times10^{32} : 5\times10^{37}$. У претходном теоријском раду [22] извели смо релацију $F_i \times R_i^{\{n_i\}} = K_i$ из хијерархије константи, где је F_i јачина силе, R_i [m] њен домет, n_i експонент који зависи од механизма преноса који је дат овде као: **0** за дугодометне и **2** за краткодометне, док је **K** [m²] параметар који зависи од константе спреге. Овај рад иде даље. Питамо се: да ли су све константе заиста константе? Или су оне последице геометрије која и сама еволуира? Из математичког рада [16] следи да **(3+3)** метрика **мора** да еволуира — анизотропија три временске димензије смањује се како свемир стари. То није хипотеза, већ последица услова стабилности: сваки стабилни **GH-пар** мора бити динамичан, јер услов минимума (**M**) захтева тежњу према апсолутном минимуму који није достижан. Пошто све константе спреге зависе од геометрије, онда и оне **морају** еволуирати истом стопом. У овом раду:

- Узимамо две основне константе и изводимо све остале
- Изражавамо **e** преко α у природним јединицама
- Изводимо α из геометрије
- Разрађујемо релаксацију π
- Показујемо да све константе које садрже π релаксирају – неке мање неке више
- Израчунавамо константе у раном свемиру и данас

2. ИЗВОЂЕЊЕ α ИЗ ГЕОМЕТРИЈЕ

Формула $\boldsymbol{\alpha^{-1} = 4\pi^3 + \pi^2 + \pi}$ није само нумеричка случајност. Може се извести из геометрије простора на најмање два независна начина. Оба воде ка истој вредности, што само додатно потврђује да $\boldsymbol{\alpha}$ није фундаментална константа, већ последица структуре **(3+3)** простора.

2.1 Извођење α преко Хопфове фибрације

Прво извођење полази од **Хопфове фибрације** на 3-сфери ($\mathbf{S^3}$).

Укупан електромагнетни кохеренцијски трошак те фибрације даје геометријску инваријанту [26, 27]:

- $\mathbf{G_\pi = 4\pi^3 + \pi^2 + \pi = 137.036}$ [—]

Три члана у формули одговарају трима деловима електромагнетног ланца:

- $\mathbf{4\pi^3}$: Допринос јачине поља (field strength) на простору $\mathbf{S^3 \times S^1}$. То је највећи члан и представља *голу* тополошку импедансу.
- $\boldsymbol{\pi^2}$: Допринос *везе* (gauge connection) на $\mathbf{S^3}$; према интерпретацији у [26, 27]. Ово представља начин на који је електромагнетно поље повезано са простором. (**Напомена:** сам члан π^2 није запремина $\mathbf{S^3}$, која износи $\mathbf{2\pi^2}$; веза са геометријом је дата интерпретацијом извора.)
- $\boldsymbol{\pi}$: Допринос *намотаја* наелектрисања (charge winding) на $\mathbf{S^1}$, према [26, 27]. То је тополошки инваријант који одговара наелектрисању. (Напомена: обим $\mathbf{S^1}$ је $\mathbf{2\pi}$, па је члан π половина тог обима.)

Овај резултат је **скаларно-инваријантан** (полупречник $\mathbf{S^3}$ се поништава) и још је **нормализационо-инваријантан** (Черн интегралност захтева $\mathbf{c_1 = 1}$ [31]) [27].

2.2 Извођење α преко геометрије површина

Друго извођење полази од **геометрије површина** [34].

Корак 1: Дефинисање укупне површине S

Укупна површина $\mathbf{S}$ [m^2] је збир површине сфере и укупне површине конуса [34]:

- $\mathbf{S = 4\pi l^2 + (\pi r l + \pi r^2)}$ [m^2]

Корак 2: Замена геометријских релација

Узимамо да је $\mathbf{r = x}$ [m], а изводница $\mathbf{l = \pi x}$ [m]. Ова релација $\mathbf{l = \pi x}$ није произвољна — она следи из кинематике хармонијског кретања у еластичном медијуму [34].

Заменом:

- $\mathbf{S = 4\pi(\pi x)^2 + (\pi \cdot x \cdot \pi x + \pi x^2)}$ [m^2]

Корак 3: Поједностављење

- $\mathbf{S = 4\pi^3 x^2 + \pi^2 x^2 + \pi x^2 = x^2(4\pi^3 + \pi^2 + \pi)}$ [m^2]

Корак 4: Финална формула

Заменом у дефиницију константе фине структуре $\boldsymbol{\alpha = \frac{x^2}{S}}$ [—], $\mathbf{x^2}$ се поништава и добијамо:

- $\boldsymbol{\alpha^{-1} = 4\pi^3 + \pi^2 + \pi}$ [—]

Овај резултат се са измереном вредношћу слаже до **2.2 ppm (0.00022%)** [23].

2.3 Елегантна форма константе фине структуре

Константа фине структуре се може написати у компактној форми:

- $\boldsymbol{\alpha^{-1} = \pi \times \sum_{\{k=0\}}^{\{2\}} (k! \cdot \pi)^k}$

Развијено:

- $\boldsymbol{\alpha^{-1} = \pi \times [\,(0! \cdot \pi)^0 + (1! \cdot \pi)^1 + (2! \cdot \pi)^2\,]}$
- $\boldsymbol{\alpha^{-1} = \pi \times [\,1 + \pi + 4\pi^2\,]}$
- $\boldsymbol{\alpha^{-1} = \pi + \pi^2 + 4\pi^3}$
- $\boldsymbol{\alpha^{-1} = 137.0363038}$

Ова форма показује да је $\boldsymbol{\alpha^{-1}}$ изграђена од **три члана** — по један члан за сваку просторну димензију. Факторијели (**0!, 1!, 2!**) долазе из **броја пермутација** у свакој димензији, а $\boldsymbol{\pi}$ се ту појављује **два пута** — једном као **спољашњи фактор** (заједнички за све димензије) и једном **унутар сваког члана** (као специфичан за димензију).

Форма је **еквивалентна** са $\boldsymbol{\alpha^{-1} = 4\pi^3 + \pi^2 + \pi}$, али **елегантнија** — јер показује **структуру** суме.

2.4 Кинематичко порекло фактора π

Релација $\mathbf{l = \pi x}$ [m] заслужује посебно објашњење. Она није неки произвољан геометријски избор већ је последица **хармонијског кретања** у еластичном медијуму [34].

Током једне комплетне осцилације, централна честица прелази $\mathbf{2x}$ [m] лонгитудиналног помераја. За то време, поремећај се шири брзином $\mathbf{c}$ [m/s]. Пошто честица следи синусоидалну путању, онда њен одговарајући фазни помак износи тачно $\mathbf{\pi x}$ [m], док непоремећени таласни фронт прелази дужи пут и то $\mathbf{l = \pi x}$ [m] [34].

Фактор $\boldsymbol{\pi}$ дакле улази кроз **кинематику хармонијске осцилације**, не као подешавани параметар. То је механичко порекло $\mathbf{l}$ [m], које на крају генерише оне карактеристичне степене $\boldsymbol{\pi^3, \pi^2, \pi}$ у геометрији константе фине структуре [34]. Ово извођење је преузето из [34] и овде се не доказује независно.

2.5 Закључак

Оба извођења — преко Хопфове фибрације и преко геометрије површина — независно дају потпуно исту формулу $\boldsymbol{\alpha^{-1} = 4\pi^3 + \pi^2 + \pi}$ [—]. То потврђује да $\boldsymbol{\alpha^{-1}}$ **[—]** није фундаментална константа, већ само **геометријска последица структуре простора**.

Однос према релаксацији: Пошто $\boldsymbol{\alpha^{-1}}$ зависи од $\boldsymbol{\pi}$, а $\boldsymbol{\pi}$ релаксира (како ће бити показано у поглављу 5), онда и $\boldsymbol{\alpha}$ релаксира. Степен релаксације је $\boldsymbol{\alpha \propto \pi^{-2.88}}$ (локални експонент $\boldsymbol{\gamma_\alpha = -\frac{12\pi^3 + 2\pi^2 + \pi}{4\pi^3 + \pi^2 + \pi} \approx -2.88.}$), приближно $\boldsymbol{\pi^{-3}}$. Ово значи да се и $\boldsymbol{\alpha}$ мења кроз космичку историју — што је предвиђање које се може тестирати (Webb-ова мерења [32]). (Ова вредност је калибрациона — одређена из **Webb**-овог мерења [32], не из $\mathbf{\kappa}$ и $\boldsymbol{\varepsilon_0}$ независно.)

Шта то конкретно значи: У раном свемиру, када је $\boldsymbol{\pi}$ био већи, α^{-1} је био већи — дакле $\boldsymbol{\alpha}$ је био мањи ($\frac{\Delta\alpha}{\alpha} \approx -5.7\times10^{-6}$ на $z \approx 2$). Како $\boldsymbol{\pi}$ релаксира ка $\boldsymbol{\pi_\infty = \pi_0(1 - \kappa\varepsilon_*) = 3.14159022}$, $\boldsymbol{\alpha}$ расте ка данашњој вредности. Промена је мала (реда 6×10^{-6} на $z \approx 2$), али је мерљива. То је директна последица геометрије — не додатни механизам, већ **исти** механизам који управља свим константама.

3. КОНСТАНТЕ: ИЗРАЧУНАВАЊЕ И КЛАСИФИКАЦИЈА

У овом поглављу израчунавамо све константе преко $\boldsymbol{\pi}$ и $\mathbf{e}$ (док је $\boldsymbol{\alpha}$ изведена преко $\boldsymbol{\pi}$ у Поглављу 2). Свака константа има **свој одељак** у коме објашњавамо **зашто** је константа (ако не релаксира) или **како** се израчунава (ако релаксира). Експоненти у овоме поглављу зависе од **конвенције јединица** (рационализација $\mathbf{4\pi}$ у SI). Физички су мерљиве само **бездимензионе** комбинације.

3.0 О броју π

Пре него што почнемо, потребно је разјаснити шта $\boldsymbol{\pi}$ представља у овом раду. Константа $\boldsymbol{\pi}$ овде није фиксна математичка константа већ **ефективна геометријска константа** која зависи од анизотропије **(3+3)** метрике. У изотропном простору, $\boldsymbol{\pi = \pi_0 = 3.14159265...}$. У анизотропном **(3+3)** простору, $\boldsymbol{\pi \neq \pi_0}$, али $\boldsymbol{\pi \to \pi_\infty = \pi_0(1 - \kappa\varepsilon_*) = 3.14159022}$ како анизотропија нестаје.

Пошто $\boldsymbol{\pi}$ релаксира, онда и све константе које садрже $\boldsymbol{\pi}$ релаксирају. Стопа релаксације је $\boldsymbol{\Gamma_\pi = 6H}$ [1/s] — јер $\boldsymbol{\pi - \pi_\infty \propto \varepsilon \propto a^{-6}}$.

У наставку, свака константа има **свој одељак** у коме је израчунавамо и одређујемо:

- Да ли **релаксира** или је **константа**
- Ако релаксира — којим **степеном** $\boldsymbol{\pi}$
- Ако је константа — **зашто** (квантовање, композиција)

3.1 Пермитивност вакуума ε_0

$\boldsymbol{\varepsilon_0}$ се израчунава као:

- $\boldsymbol{\varepsilon_0 = \frac{1}{(4\pi \times 10^{-7} c^2)}}$ [F/m]

Нумерички:

- $\boldsymbol{\varepsilon_0 = 8.85418782\times10^{-12}}$ [F/m]

Зашто $\boldsymbol{\varepsilon_0}$ релаксира:

• $\boldsymbol{\varepsilon_0}$ зависи од $\boldsymbol{\pi}$. Степен: $\boldsymbol{\varepsilon_0 \propto \pi^{-1}}$.

Облик са издвојеним $\boldsymbol{\pi}$: $\boldsymbol{\varepsilon_0 = \frac{2.78162515\times10^{-11}}{\pi}}$ [F/m]

3.2 Пермеабилност вакуума $\boldsymbol{\mu_0}$

$\boldsymbol{\mu_0}$ се израчунава као:

• $\boldsymbol{\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}}$ [N/A²]

Нумерички:

• $\boldsymbol{\mu_0 = 1.25663706\times10^{-6}}$ [N/A²] (SI пре 2019; после 2019. $\boldsymbol{\mu_0 = 1.25663706212\times10^{-6}}$ измерено)

Зашто $\boldsymbol{\mu_0}$ релаксира:

• $\boldsymbol{\mu_0}$ зависи од $\boldsymbol{\pi}$. Степен: $\boldsymbol{\mu_0 \propto \pi^1}$.

Облик са издвојеним $\boldsymbol{\pi}$: $\boldsymbol{\mu_0 = 4\times10^{-7} \times \pi}$ [N/A²]

3.3 Брзина светлости c — константа

c је дефинисана као [29]:

• $\boldsymbol{c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0\,\mu_0}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{(4\pi\times10^{-7}c^2)}\,4\pi\times10^{-7}}} = c}$ [m/s]

где су:

• $\boldsymbol{\varepsilon_0 = \frac{1}{(4\pi\times10^{-7}c^2)}}$ [F/m]

• $\boldsymbol{\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}}$ [N/A²]

Дакле, у производу $\boldsymbol{\varepsilon_0\mu_0\,\pi}$ се потире (због **c = const**).

Зашто је c константа:

$\boldsymbol{c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0\,\mu_0}}}$ је **позната формула** (Максвел [29]). — $\boldsymbol{\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}}$ јесте рационализовани облик (**4π** је **геометријски фактор**); не зависи од **c**. Из тога **следи** $\boldsymbol{\varepsilon_0 = \frac{1}{(4\pi\times10^{-7}c^2)} \propto \pi^{-1}}$.

Дакле: **c = const** је **експериментална чињеница** — **улаз**, не **последица**. $\boldsymbol{\varepsilon_0 \propto \pi^{-1}}$ јесте **последица** те чињенице. Међутим, **c** ипак **није фундаментална** већ је **композиција** $\boldsymbol{\varepsilon_0}$ и $\boldsymbol{\mu_0}$. **c** није **претпоставка** — оно је **последица Максвелове формуле** $\boldsymbol{\frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0\,\mu_0}}}$, која важи за **сва поља**. Пошто **сва** поља имају **исти c**, њихови **производи** $\boldsymbol{\varepsilon_i\,\mu_i}$ **морају** бити **једнаки**. То је **закон**, није п**ретпоставка** [18, 20, 21].

Нумерички:

• $\boldsymbol{c = 2.99792458\times10^{8}}$ [m/s]

Облик са издвојеним **π:** нема облик са **π** (потире се)

3.4 Гравитациона пермитивност $\boldsymbol{\varepsilon_g}$

У раду [18] је $\boldsymbol{\varepsilon_g}$ дефинисано као:

• $\boldsymbol{\varepsilon_g = \frac{1}{4\pi G}}$ [kg·s²/m³]

Нумерички:

• $\boldsymbol{\varepsilon_g = 1.192\times10^{9}}$ [kg·s²/m³]

Зашто $\boldsymbol{\varepsilon_g}$ релаксира:

- У раду [18] успостављен је неки **паралелизам** између **гравитационих** и **електромагнетних** константи. Из тог паралелизма **следи** да $\boldsymbol{\varepsilon_g}$ има **исти** експонент као $\boldsymbol{\varepsilon_0}$: $\boldsymbol{\varepsilon_g \propto \pi^{-1}}$.
- Пошто је **c = const** (улаз, **3.3**), а $\boldsymbol{\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}}$ је **рационализовани облик**, онда $\boldsymbol{\varepsilon_0 \propto \pi^{-1}}$. Овај паралелизам доводи до тога да **G** не релаксира.

Облик са издвојеним $\boldsymbol{\pi}$: $\boldsymbol{\varepsilon_g = \frac{3.746\times10^{9}}{\pi}}$ [kg·s²/m³]

3.5 Гравитациона пермеабилност μ_g

У раду [18] је μ_g дефинисано као:

- $\mu_g = \frac{4\pi G}{c^2}$ [m/kg]

Нумерички:

- $\mu_g = 9.332\times10^{-27}$ [m/kg]

Зашто μ_g релаксира:

- μ_g зависи од π (ако **G** не зависи од π). Степен: $\mu_g \propto \pi^1$. **(**Узимамо исти степан као и за μ_g**,** на основу рада [18]**.)**

Облик са издвојеним π: $\mu_g = 2.970\times10^{-27} \times \pi$ [m/kg]

3.6 Гравитациона константа G

G се израчунава као:

- $G = \frac{1}{4\pi\,\varepsilon_g} = \frac{\mu_g c^2}{4\pi}$ [m³/(kg·s²)]

Нумерички:

- $G = 6.674\times10^{-11}$ [m³/(kg·s²)]

Зашто G не релаксира:

- $G = \frac{1}{4\pi\,\varepsilon_g}$**.** (Пошто $\varepsilon_g \propto \pi^{-1}$, односно $\mu_g \propto \pi^1$**,** онда $G \propto \pi^0$ — π **се потире**. **G не зависи од** π**.)**
- **G** је **изведена** из ε_g или из μ_g — али **не релаксира**, као ни **c**.

Облик са издвојеним π: $G = 6.674\times10^{-11}$ [m³/(kg·s²)] — нема облик са π (потире се). Значи да **G** и није фундаментална константа **— изведена је.**

3.7 Константа фине структуре α

Извођење **α** дато је у Поглављу 2 у овом раду док овде дајемо само резултат:

- $\alpha = \frac{1}{(4\pi^3 + \pi^2 + \pi)}$

Нумерички:

- $\alpha = 7.297336\times10^{-3}$ (измерена вредност: $7.2973525693\times10^{-3}$)

Зашто α релаксира:

- **α** зависи од π. Пошто π релаксира, **α** релаксира. Степен: $\alpha \propto \pi^{-2.88}$ (приближно π^{-3})..

Облик са издвојеним π: $\alpha = \frac{1}{(4\pi^3 + \pi^2 + \pi)}$ — већ је у том облику.

3.8 Редукована Планкова константа ħ

ħ се израчунава из:

- $c = \frac{e^2}{4\pi\,\alpha\,\varepsilon_0\,\hbar}$ [m/s]

Одавде:

- $\hbar = \frac{e^2}{4\pi\,\alpha\,\varepsilon_0\,c}$ [J·s]

Нумерички:

- $\hbar = 1.054571817\times10^{-34}$ [J·s]

Зашто ħ релаксира:

Из једначине $\mathbf{c} = \frac{\mathbf{e^2}}{\mathbf{4\pi\,\alpha\,\varepsilon_0\,\hbar}}$ следи (узимањем логаритамског извода по $\mathbf{\ln \pi}$):

- $\boldsymbol{\gamma_c = 2\gamma_e - \gamma_{4\pi} - \gamma_\alpha - \gamma_{\varepsilon_0} - \gamma_\hbar}$

где је $\boldsymbol{-\gamma_{4\pi} = 1}$ (јер $\boldsymbol{4\pi \propto \pi^1}$).
Знамо:

- $\boldsymbol{\gamma_c = 0}$ (c не релаксира)
- $\boldsymbol{\gamma_\hbar = 3}$ (изведено — видети напомену испод)
- $\boldsymbol{\gamma_\alpha = -2.882}$
- $\boldsymbol{\gamma_{\varepsilon_0} = -1}$

Заменом:

- $\boldsymbol{0 = 2\gamma_e - 1 - (-2.882) - (-1) - 3 = 2\gamma_e - 0.118}$
- $\boldsymbol{\gamma_e = 0.059}$

Дакле, $\mathbf{\hbar \propto \pi^3}$, а $\mathbf{e \propto \pi^{0.059}}$.

Извођење $\gamma_\hbar = 3$:
ħ је **квант акције**. У **(3+3)** простору, акција је **интеграл** по **три временске** димензије. **Минимални** квант акције одговара **једном пуном циклусу** у **свакој** временској димензији. **Запремина** циклуса у простору **темпоралних фаза** је $\mathbf{V(T^3) = (2\pi)^3 = 8\pi^3 \propto \pi^3}$. Дакле $\mathbf{\hbar \propto \pi^3}$ — $\boldsymbol{\gamma_\hbar = 3}$.
Облик са издвојеним $\boldsymbol{\pi}$: $\mathbf{\hbar = 3.40\times10^{-36} \times \pi^3}$ [J·s] (приближно)
где је **π(данас) = 3.14159023.**

3.9 Елементарно наелектрисање e

Елементарно наелектрисање **e** је дефинисано као:

- $\mathbf{e} = \sqrt{\mathbf{4\pi\alpha\,\varepsilon_0\,\hbar\,c}} = \sqrt{\mathbf{4\pi\alpha}\,\frac{\mathbf{1}}{\left(\mathbf{4\pi\times10^{-7}c^2}\right)}\,\hbar\,\mathbf{c}} = \sqrt{\frac{\alpha\hbar}{\left(\mathbf{10^{-7}c}\right)}}$ [C]

Нумерички:

- $\mathbf{e = 1.602176634\times10^{-19}}$ [C]

Зашто e релаксира (веома мало):

Из $\mathbf{e} = \sqrt{\frac{\alpha\hbar}{\left(\mathbf{10^{-7}c}\right)}}$ следи (узимањем логаритамског извода):

- $\boldsymbol{\gamma_e = \frac{1}{2}\,(\gamma_\alpha + \gamma_\hbar)}$

Знамо:

- $\boldsymbol{\gamma_\hbar = 3}$
- $\boldsymbol{\gamma_\alpha = -2.882}$ (локални експонент из $\mathbf{\alpha = 1/(4\pi^3 + \pi^2 + \pi)}$ — није тачно **−3**, јер квадратни и линеарни члан смањују релаксацију)

Заменом:

- $\boldsymbol{\gamma_e = \frac{1}{2}(-2.882 + 3) = \frac{1}{2}(0.118) = 0.059}$

Дакле:

- $\mathbf{e \propto \pi^{0.059}}$

e релаксира — али **веома споро**. Око **50 пута спорије** од **α** и **ħ**. Зато изгледа **константно** — али **није тачно константно**.

Напомена о квантовању:
e је квантовано из топологије **(3+3)** — **Черн број (c_1^3)** [31]**:**

- $\mathbf{n} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{8\pi^3}} \int \mathbf{F \wedge F \wedge F} \in \mathbb{Z}$

Али то **не** значи да **e** не релаксира **континуално** — јер **n** може остати исти, док се **јединица $\mathbf{e_0}$** мења. Дакле, **e** релаксира **континуално**, али **веома мало**.

Облик са издвојеним $\boldsymbol{\pi}$**:**

- $\mathbf{e = C_e \times \pi^{0.059} = 1.4975\times10^{-19} \times \pi^{0.059}}$

где је $\mathbf{C_e} = \dfrac{\mathbf{e}(\text{данас})}{\boldsymbol{\pi}(\text{данас})^{\mathbf{0.059}}} = \mathbf{1.4975 \times 10^{-19}}$ — **права** константа (коефицијент који не релаксира).

3.10 Табела константи

Константа	Формула	Степен π	Релаксира?
$\boldsymbol{\pi}$	$\boldsymbol{\pi_0[1 + \kappa\bullet(\varepsilon - \varepsilon_*)]}$	$\boldsymbol{\pi^1}$	**да (извор)**
$\boldsymbol{\varepsilon_0}$	$\boldsymbol{1/(4\pi \times 10^{-7} c^2)}$	$\boldsymbol{\pi^{-1}}$	**да**
$\boldsymbol{\mu_0}$	$\boldsymbol{4\pi \times 10^{-7}}$	$\boldsymbol{\pi^1}$	**да**
$\boldsymbol{\varepsilon_g}$	$\boldsymbol{1/(4\pi G)}$	$\boldsymbol{\pi^{-1}}$	**да**
$\boldsymbol{\mu_g}$	$\boldsymbol{4\pi G/c^2}$	$\boldsymbol{\pi^1}$	**да**
G	$\boldsymbol{1/(4\pi\varepsilon_g)}$	$\boldsymbol{\pi^0}$	**не (композитно)**
c	$\boldsymbol{1/\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}}$	$\boldsymbol{\pi^0}$	**не (композитно)**
$\boldsymbol{\alpha}$	$\boldsymbol{1/(4\pi^3 + \pi^2 + \pi)}$	$\boldsymbol{\pi^{-2.88}}$	**да**
$\boldsymbol{\hbar}$	$\boldsymbol{e^2/(4\pi\alpha\ \varepsilon_0\ c)}$	$\boldsymbol{\pi^3}$	**да**
e	$\boldsymbol{\sqrt{4\pi\alpha\ \varepsilon_0 \hbar\ c}}$	$\boldsymbol{\pi^{0.059}}$	**да (веома споро)**

Само **c** и **G** не релаксирају јер су композитне. Све остале константе релаксирају — брже или спорије. $\boldsymbol{\pi}$ је ефективна геометријска константа која зависи од анизотропије **(3+3)** метрике. Њена релаксација је узрок релаксације свих осталих константи.

---

4. УВОДНЕ ТЕОРЕМЕ: КОЈЕ СВЕ КОНСТАНТЕ РЕЛАКСИРАЈУ

У овом поглављу даћемо теорему која је основа рада, исто као и у претходним теоријским радовима [18, 19, 20, 21, 22].

4.0 Дефиниција проблема

Основно питање је: **Да ли константе релаксирају?** Одговор се највише ослања на **GH-парове** и н њихову стабилност — конструисане у [1, 2, 3] — и на **стабилни GH-пар (3+3)** из [13, 14].

4.1 Теорема о релаксацији константи

Теорема 4.1: Ако је $\boldsymbol{\pi}$ ефективна геометријска константа која зависи од анизотропије **(3+3)** метрике, и **ако** је $\boldsymbol{\alpha^{-1} = 4\pi^3 + \pi^2 + \pi}$ и **ако** су **c** и **G** константни (Теорема 4.2), **онда** све константе које зависе од π са $\mathbf{F'(\pi) \neq 0}$ релаксирају. Анизотропија $\boldsymbol{\varepsilon}$ релаксира стопом $\mathbf{6H;\ \pi(t) - \pi_0}$ релаксира стопом 6**H.**

Доказ 1 (директан — ланац зависности).

Све константе се изражавају преко $\boldsymbol{\pi}$ осим **c** и **G које не зависе од** $\boldsymbol{\pi}$:

- $\boldsymbol{\alpha} = \dfrac{\mathbf{1}}{\left(\mathbf{4\pi^3 + \pi^2 + \pi}\right)}$ [—]
- $\boldsymbol{\varepsilon_0} = \dfrac{\mathbf{1}}{\left(\mathbf{4\pi \times 10^{-7} c^2}\right)}$ [F/m]
- $\boldsymbol{\mu_0} = \mathbf{4\pi \times 10^{-7}}$ [N/A²]
- `$\boldsymbol{\varepsilon_g} = \dfrac{\mathbf{1}}{\mathbf{4\pi G}}$ [kg·s²/m³]
- $\boldsymbol{\mu_g} = \dfrac{\mathbf{4\pi G}}{\mathbf{c^2}}$ [m/kg]
- $\mathbf{G} = \dfrac{\mathbf{1}}{\mathbf{4\pi\ \varepsilon_g}} = \dfrac{\mathbf{c^2\mu_g}}{\mathbf{4\pi}}$ [m³/(kg·s²)] **(G не зависи од** $\boldsymbol{\pi}$**)**
- $\boldsymbol{\hbar} = \dfrac{\mathbf{e^2}}{\mathbf{4\pi\ \alpha\ \varepsilon_0\ c}}$ [J·s]
- $\mathbf{e} = \sqrt{\mathbf{4\pi\alpha\ \varepsilon_0\ \hbar\ c}} = \sqrt{\mathbf{4\pi\alpha}\ \dfrac{\mathbf{1}}{\left(\mathbf{4\pi \times 10^{-7} c^2}\right)}\ \hbar\ \mathbf{c}} = \sqrt{\boldsymbol{\alpha}\ \dfrac{\mathbf{1}}{\mathbf{(10^{-7} c)}}\ \hbar}$ [C]

• $\mathbf{c} = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{(4\pi \times 10^{-7} c^2)} 4\pi \times 10^{-7}}}$ = **c** [m/s] (**c не зависи од π)**

Видимо да се **π** потире у формули за **c** и **G** (исти степен **π** у бројиоцу и имениоцу. Тако се зависност потире јер константе релаксирају супротно за исти експонент**.** Остале константе садрже **π** који се не потире и зато релаксирају.

Ако π зависи од времена (**π(t) = π₀[1 + κ·(ε − ε*)]**) [—], **онда** свака константа која садржи **π** зависи од времена. Видимо да константе **c** и **G** не садрже **π** (јер се **π** у њима потире), док све остале константе релаксирају. Дакле, **све константе које зависе од π релаксирају**. ■

Доказ 2 (контрадикцијом).

Претпоставимо да постоји константа **C** [—], која се изражава преко **π,** која не релаксира:

• $\frac{dC}{dt} = 0$ [1/s]

Али **C** се изражава преко **π**:

• **C = F(π)** [—]

Ако π релаксира ($\frac{d\pi}{dt} \neq 0$ [1/s]), **онда**:

• $\frac{dC}{dt} = \frac{dF}{d\pi} \times \frac{d\pi}{dt} \neq 0$ [1/s]

Контрадикција са претпоставком $\frac{dC}{dt} = 0$ [1/s]. Дакле, не постоји константа која **директно** зависи од **π** (са $F'(\pi) \neq 0$) а да не релаксира. Константе код којих се зависност од π потире (као **c**) су изузетак — али оне нису **директно** функције од **π.** ■

Доказ 3 (преко универзалног пресликавања).

Применимо Теорему 7.3 из [5] (универзално пресликавање). Она гарантује:

Проблем задовољава услове КС, ЛС, ГП ⇔ може се пресликати у безрупаву мрежу.

Мрежа константи безрупава за сваку константу која има везу са **π:** „осим оних код којих се везе са **π** поништавају (**c, G**)“. Пошто је мрежа безрупава, онда су све константе које садрже **π** повезане. **Ако π** релаксира, **онда** су и све константе које садрже **π** релаксирајуће, код којих се **π** не поништава. ■

4.2 Теорема о нерелаксирању c и G

Теорема 4.2: Нека су **c** и **G** константни (3.3, 3.4). Тада се релаксације компоненти потиру: $\gamma(\varepsilon_0) + \gamma(\mu_0) = 0$ у $\mathbf{c} = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}}$ и $\gamma(\varepsilon_g) + \gamma(\mu_g) = 0$ у $\mathbf{G} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_g}$**.** Дакле, **c** и **G** су композитне величине које не релаксирају.

Доказ 1 (директан).

Из $\mathbf{c} = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}}$**:**

• $\gamma_c = -\frac{(\gamma_{\varepsilon_0} + \gamma_{\mu_0})}{2}$

Знамо:

• $\gamma_{\varepsilon_0} = -1$ **(јер** $\varepsilon_0 \propto 1/\pi$**)**

• $\gamma_{\mu_0} = +1$ **(јер** $\mu_0 \propto \pi$**)**

Заменом:

• $\gamma_c = -\frac{(-1+1)}{2} = 0$

Дакле, **c** не релаксира. Али не релаксира зато што се γ_{ε_0} и γ_{μ_0} потиру, јер **c** није фундаментална.

За G: Из $\mathbf{G} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{4\pi\,\varepsilon_g}}$ следи:

• $\boldsymbol{\gamma_G = -\gamma_{4\pi} - \gamma_{\varepsilon_g} = -1 - (-1) = 0}$

Дакле, **G** не релаксира. Не релаксира **зато што се** $\boldsymbol{\gamma_{4\pi}}$ и $\boldsymbol{\gamma_{\varepsilon_g}}$**потиру** — јер **G** није фундаментална. ■

Доказ 2 (контрадикцијом).

Претпоставимо да **c** релаксира $\boldsymbol{(\gamma_c \neq 0)}$**.** Тада из $\mathbf{c} = \frac{\mathbf{1}}{\sqrt{\boldsymbol{\varepsilon_0}\,\boldsymbol{\mu_0}}}$ следи:

• $\boldsymbol{\gamma_{\varepsilon_0} + \gamma_{\mu_0} \neq 0}$

Али $\boldsymbol{\varepsilon_0 \propto \frac{1}{\pi}}$ и $\boldsymbol{\mu_0 \propto \pi}$ — дакле $\boldsymbol{\gamma_{\varepsilon_0} = -1}$ и $\boldsymbol{\gamma_{\mu_0} = +1}$, па је $\boldsymbol{\gamma_{\varepsilon_0} + \gamma_{\mu_0} = 0}$**.** Контрадикција.
Дакле, **c** не релаксира.

За G: Претпоставимо да **G** релаксира ($\boldsymbol{\gamma_G \neq 0}$). Тада из $\mathbf{G} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{4\pi\,\varepsilon_g}}$ следи:

• $\boldsymbol{\gamma_{4\pi} + \gamma_{\varepsilon_g} \neq 0}$

Али $\boldsymbol{\gamma_{4\pi} = 1}$ и $\boldsymbol{\gamma_{\varepsilon_g} = -1}$ — па је $\boldsymbol{\gamma_{4\pi} + \gamma_{\varepsilon_g} = 0}$. Контрадикција. Дакле, **G** не релаксира. ■

Доказ 3 (преко универзалног пресликавања).
Применимо Теорему 7.3 из [5]. Мрежа константи је безрупава. **c** и **G** су чворови са поништеним везама са $\boldsymbol{\pi}$. Ако $\boldsymbol{\pi}$ релаксира, **c** и **G** остају непромењене јер се везе са $\boldsymbol{\pi}$ у њиховим компонентама поништавају.

4.3 Последице Теорема 4.1 и 4.2

Последица 1: Све константе које садрже $\boldsymbol{\pi}$ релаксирају у складу са $\boldsymbol{\pi(t)}$ (временске скале **6H** из 3.0):

• $\boldsymbol{\Gamma(\alpha) = \Gamma(\varepsilon_0) = \Gamma(\mu_0) = \Gamma(\hbar) = \Gamma(\varepsilon_g) = \Gamma(\mu_g) = \Gamma(e)}$

При чему **e** релаксира **веома споро** (коефицијент $\boldsymbol{\gamma_e = 0.059}$, уместо $\boldsymbol{\gamma_\alpha = -2.88}$). **c** и **G** не релаксирају — јер се $\boldsymbol{\pi}$ потире.

Доказ 1 (директан).
Из Теореме 4.1, свака константа која садржи $\boldsymbol{\pi}$ је функција од $\boldsymbol{\pi}$. Пошто $\boldsymbol{\pi(t) = \pi_0[1 + \kappa\cdot(\varepsilon - \varepsilon_0)]}$, све константе имају исти облик временске зависности. Дакле, све константе имају **исту** временску скалу релаксације (**6H**). ■

Доказ 2 (контрадикцијом).
Претпоставимо да постоје две константе $\boldsymbol{C_1}$ и $\boldsymbol{C_2}$ са различитим стопама релаксације:

• $\boldsymbol{\Gamma(C_1) \neq \Gamma(C_2)}$ [1/s]

Али обе су функције истог $\boldsymbol{\pi(t)}$. Дакле, њихове временске скале релаксације морају бити исте ($\frac{\mathbf{dlnC}}{\mathbf{dt}}$ се разликује за фактор $\boldsymbol{\gamma_C}$). Контрадикција. ■

Доказ 3 (преко ланца зависности).
Све константе зависе **директно** од $\boldsymbol{\pi}$ (свака преко своје формуле). Пошто је ланац исти за све, онда све имају исту временску скалу релаксације **6H**. ■

Последица 2: Све константе које релаксирају, релаксирају као:

• $\boldsymbol{C(t) = C(\pi_0)\cdot[1 + \gamma_C\ \kappa(\varepsilon - \varepsilon_0)]}$

где је $\boldsymbol{\gamma_C}$ коефицијент (из табеле испод) који зависи од константе, а $\boldsymbol{C(\pi_0)}$ је вредност кад $\boldsymbol{\varepsilon \to 0}$, не данашња вредност.

Доказ 1 (директан).

Из $\boldsymbol{\pi(t) = \pi_0[1 + \kappa\cdot(\varepsilon - \varepsilon_0)]}$ и $\boldsymbol{\alpha = \frac{1}{4\pi^3 + \pi^2 + \pi}}$, развијамо у Тејлоров ред око $\boldsymbol{\pi_0}$:

• $\boldsymbol{\alpha(t) \approx \alpha_0[1 + \gamma_\alpha\ \kappa(\varepsilon - \varepsilon_0)]}$

где је $\boldsymbol{\alpha_0 = \alpha(\pi_0)}$, а $\boldsymbol{\gamma_\alpha}$ коефицијент. Исто важи за све остале константе. ■

Доказ 2 (контрадикцијом).

Претпоставимо да нека константа **C** која садржи $\boldsymbol{\pi}$ не следи овај облик. Тада **C** не би била функција од $\boldsymbol{\pi}$. Али из Теореме 4.1, све константе које садрже $\boldsymbol{\pi}$ су функције од $\boldsymbol{\pi}$. Контрадикција. ■

Доказ 3 (преко универзалног пресликавања).

Применимо Теорему 7.3 из [5]. Мрежа константи је безрупава, па све константе које садрже $\boldsymbol{\pi}$ следе исти образац. ■

Дакле, **све** релаксирају истом **основном** стопом **6H**, али са **различитим коефицијентима**:

Константа	**Коефицијент γ_C**
$\boldsymbol{\alpha}$	**−2.88**
$\boldsymbol{\varepsilon_0}$	**−1**
$\boldsymbol{\mu_0}$	**+1**
$\boldsymbol{\hbar}$	**+3**
$\boldsymbol{\varepsilon_g}$	**−1**
$\boldsymbol{\mu_g}$	**+1**
e	**+0.059**
G	**0**
c	**0**

Временска скала је иста (**6H**) — јер $\boldsymbol{\pi}$ релаксира том скалом. Али $\boldsymbol{\gamma_C}$ се **разликује** - свака константа зависи од $\boldsymbol{\pi}$ на **различит начин**.

Последица 3 (Закон константности c и G):

Из Теореме 4.2 следи да су **c и G** константе које се не мењају. Али не зато што су фундаменталне — већ зато што су композитне. Њихове компоненте релаксирају супротно и тако се $\boldsymbol{\pi}$ које фигурише у тим компонентама потире.

Физичка интерпретација: Пошто је **c = const** (улазна поставка из 3.3), $\boldsymbol{\varepsilon_0}$ и $\boldsymbol{\mu_0}$ морају релаксирати супротно; то је њихова последица, није узрок константности **c.** Сличан закључак можемо извести и за **G** која је такође композитна, а није фундаментална, него су то $\boldsymbol{\varepsilon_g}$ и $\boldsymbol{\mu_g}$.

Доказ 1 (директан).

Из $\mathbf{c} = \dfrac{\mathbf{1}}{\sqrt{\boldsymbol{\varepsilon_0}\,\boldsymbol{\mu_0}}}$ следи:

- $\mathbf{c^2} = \dfrac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{\varepsilon_0}\,\boldsymbol{\mu_0}}$

Ако $\boldsymbol{\varepsilon_0 \propto \pi^{-1}}$ и $\boldsymbol{\mu_0 \propto \pi^{1}}$, онда:

- $\boldsymbol{\varepsilon_0\,\mu_0 \propto \pi^{-1} \times \pi^{1} = \pi^{0}}$ **= const**

Дакле, $\mathbf{c^2}$ је **константа** — па је и **c** константа. Ово је у складу са **c = const** (3.3); експоненти $\boldsymbol{\varepsilon_0}$ и $\boldsymbol{\mu_0}$ су из ње и изведени.

За G: Из $\mathbf{G} = \dfrac{\mathbf{1}}{\mathbf{4\pi}\,\boldsymbol{\varepsilon_g}}$ следи:

- $\mathbf{G^2} = \dfrac{\mathbf{1}}{\mathbf{16\pi^2}\boldsymbol{\varepsilon_g^2}}$

Ако $\boldsymbol{\varepsilon_g \propto \pi^{-1}}$, онда:

- $\mathbf{G \propto \pi^{0}}$ **= const**

Дакле, **G** је константа — јер се $\boldsymbol{\pi}$ у **G** потире. **G** није фундаментална — $\boldsymbol{\varepsilon_g}$ јесте. ■

Доказ 2 (контрадикцијом).

Претпоставимо да **c** зависи од $\boldsymbol{\pi}$:

- $\mathbf{c \propto \pi^{n}}$ $\mathbf{(n \neq 0)}$

Тада из $\mathbf{c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0\,\mu_0}}}$:

- $\mathbf{\gamma_c = -\frac{\gamma_{\varepsilon_0} + \gamma_{\mu_0}}{2}}$

Знамо $\mathbf{\gamma_{\varepsilon_0} = -1}$ и $\mathbf{\gamma_{\mu_0} = +1}$, па је:

- $\mathbf{\gamma_c = -\frac{-1+1}{2} = 0}$

Контрадикција са $\mathbf{\gamma_c = n \neq 0}$. Дакле, **c не зависи од π**.

За G: Претпоставимо да **G** зависи од **π**:

- $\mathbf{G \propto \pi^n}$ ($n \neq 0$)

Тада из $\mathbf{G = \frac{1}{4\pi\,\varepsilon_g}}$:

- $\mathbf{\gamma_G = -\gamma_{4\pi} - \gamma_{\varepsilon_g} = -1 - (-1) = 0}$

Контрадикција са $\mathbf{\gamma_G = n \neq 0}$. Дакле, **G** не зависи од **π**. ■

Доказ 3 (преко универзалног пресликавања).

Применимо Теорему 7.3 из [5]. Мрежа константи је безрупава. **c** је чвор са поништеним везама са **π** — јер је та константа **композитна** (не садржи **π** директно). Ако **π** релаксира, **c** остаје **непромењена** јер је **изолована** од **π**.

Али поништеност веза није фундаменталност. Компоненте (ε_0, μ_0) су **повезане** са **π**, али **супротно** — тако да се њихов **производ** не мења.

За G: G је чвор са поништеним везама са **π** — јер је **композитна** (ε_g је повезана са **π**, али **π** се у **G** потире). Ако **π** релаксира, **G** остаје непромењена. **G** је композитна, није фундаментална, код ње се **π** поништава. ■

---

5. РЕЛАКСАЦИЈА π

Ово поглавље посветили смо релаксацији π јер његова релаксација и узрокује релаксацију константи које садрже π. Како π релаксира тако релаксирају све константе које су у функцији од π, изузимајући оне константе код којих се тај ефекат потире.

5.1 $\pi(t) = \pi_0 \times [1 + \kappa\bullet(\varepsilon(t) - \varepsilon_*)]$

Ако **π** зависи од анизотропије **ε**:

- $\mathbf{\pi(t) = \pi_0 \times [1 + \kappa\bullet(\varepsilon(t) - \varepsilon_*)]}$

где су: $\mathbf{\pi_0 = 3.141592653589793}$ — математички **π**; $\mathbf{\kappa \approx 1.330\times10^{-6}}$ и $\mathbf{\varepsilon_* \approx 0.582}$ су коефицијенти који су одређени из два податка: **π(рани) = 3.14159649** (Webb, **z ≈ 2**) и **π(данас) = 3.14159023** (мерење **α**). **ε(t)** је анизотропија у тренутку **t**.

За ε > ε_* (z > 1.56), π > π_0. За ε < ε_* (z < 1.56), π< π_0. У граници ε→0, π→π_∞= π_0(1−κε_*)=3.14159022.

Подаци одређују само **κ·ε(z=2)** и однос $\mathbf{\frac{\varepsilon_*}{\varepsilon}}$ **(z=2);** вредност **ε(z=2) = 1.5** је **нормализација.**

5.2 Γ = 6H

У **(3+3)** универзуму, shear скалар [25] опада као $\mathbf{a(t)^{-6}}$. Ако је **ε ∝ σ**:

- $\mathbf{\varepsilon(t) \propto a(t)^{-6}}$

У материјалној ери, $\mathbf{a(t) \propto t^{\{\frac{2}{3}\}}}$ па:

- $\mathbf{\varepsilon(t) \propto t^{-4}}$

Одавде:

- $\mathbf{\frac{d\varepsilon}{dt} = -\frac{4\varepsilon}{t} = -6H\varepsilon}$ [1/s]

Дакле:

- **Γ = 6H [1/s]**

Пошто $\mathbf{\pi - \pi_\infty \propto \varepsilon}$ (линеарно), стопа релаксације **π** (и свих константи које зависе од **π**) је **иста** као за **ε**:

- $\mathbf{\Gamma_\pi = 6H}$

Дакле, **ε** релаксира стопом **6H,** а **π** и све константе релаксирају ка вредностима $\mathbf{\pi_\infty}$ истом стопом **6H.**

Нумерички:

- $\mathbf{H_0 = 67.4}$ [km/s/Mpc] = $\mathbf{2.18\times10^{-18}}$ [1/s]
- $\mathbf{\Gamma_0 = 6 \times 2.18\times10^{-18} = 1.31\times10^{-17}}$ [1/s]

На $\mathbf{z = 2}$:

- $\mathbf{H(z=2) \approx 6.6\times10^{-18}}$ [1/s]
- $\mathbf{\Gamma(z=2) \approx 4.0\times10^{-17}}$ **[1/s]** (за $\mathbf{\Lambda CDM, \Omega m = 0.315}$)

5.3 Три вредности π из анизотропије

Досад смо $\boldsymbol{\pi}$ третирали као једну ефективну константу. Али у анизотропном **(3+3)** простору, $\boldsymbol{\pi}$ није исти у свим правцима. Тако уместо једног $\boldsymbol{\pi}$, имамо три, за сваку просторну димензију посебан:

- $\boldsymbol{\pi_1}$ — у правцу кретања (лонгитудинално)
- $\boldsymbol{\pi_2}$ — у трансверзалној равни 1
- $\boldsymbol{\pi_3}$ — у трансверзалној равни 2

Формула $\boldsymbol{\alpha^{-1} = 4\pi^3 + \pi^2 + \pi}$ онда постаје:

- $\boldsymbol{\alpha^{-1} = 4\pi_1\pi_2\pi_3 + \frac{\pi_1\pi_2 + \pi_1\pi_3 + \pi_2\pi_3}{3} + \frac{\pi_1 + \pi_2 + \pi_3}{3}}$

За $\boldsymbol{\pi_1 = \pi_2 = \pi_3 = \pi}$, ово се своди на оригиналну формулу:

- $\boldsymbol{\alpha^{-1} = 4\pi^3 + \pi^2 + \pi}$

5.3.1 Веза са анизотропијом

Ако је анизотропија мала, пишемо:

- $\boldsymbol{\pi_1 = \pi_0(1 + \delta_1)}$
- $\boldsymbol{\pi_2 = \pi_0(1 + \delta_2)}$
- $\boldsymbol{\pi_3 = \pi_0(1 + \delta_3)}$

где су $\boldsymbol{\delta_1, \delta_2, \delta_3}$ мале корекције $\boldsymbol{(\delta_i \ll 1)}$.

Развијањем у Тејлоров ред око $\boldsymbol{\pi_0}$:

- $\boldsymbol{\alpha^{-1} \approx 4\pi_0^3 + \pi_0^2 + \pi_0 + (12\pi_0^3 + 2\pi_0^2 + \pi_0)\cdot\bar{\delta} + O(\delta^2)}$

где је $\boldsymbol{\bar{\delta} = \frac{\delta^1 + \delta^2 + \delta^3}{3}}$

Три вредности $\boldsymbol{\pi}$ $\boldsymbol{(\pi_1, \pi_2, \pi_3)}$ су **различите** — јер је **анизотропија** различита у **разним правцима**. $\boldsymbol{\pi_{eff}}$ је њихов **просек**. **Нумеричке вредности** зависе од **конкретног** модела $\boldsymbol{\varepsilon(t)}$ — овде их **не** дајемо. Дакле:

- $\boldsymbol{\pi_{eff} = \frac{\pi_1 + \pi_2 + \pi_3}{3} = \pi_0[1 + \bar{\delta} + O(\delta^2)]}$

То одговара облику:

- $\boldsymbol{\pi(t) = \pi_0[1 + \kappa\cdot(\varepsilon - \varepsilon_*)]}$ за $\boldsymbol{\bar{\delta} = \kappa\bullet(\varepsilon - \varepsilon_*)}$.

Закључак: Одступање просечног $\boldsymbol{\pi}$ од $\boldsymbol{\pi_0}$ јесте фактор релаксације узроковане анизотропијом. Дакле, **релаксација је само последица анизотропије.**

5.4. Нема константи

Из претходних секција следи:

- $\boldsymbol{\alpha}$ зависи од $\boldsymbol{\pi}$
- $\boldsymbol{\pi}$ зависи од $\boldsymbol{\varepsilon}$
- $\boldsymbol{\varepsilon}$ зависи од времена

Дакле:

- $\boldsymbol{\alpha(t) = \alpha(\pi(t)) = \alpha(\pi_0[1 + \kappa\bullet(\varepsilon - \varepsilon_*)])}$

Закључак: нема правих константи. Све је подложно релаксацији — осим **c** и **G**, које су **композитне**. **c** и **G** нису фундаменталне — оне су **привидне** константе. Али то ипак не значи да нема и правих константи. Када константу напишемо као $\mathbf{C = A \times \pi^n}$, онда **A** не релаксира — то је **права** константа. Дакле — нема константи у целини, али има их у **коефицијентима**.

5.5 Константе у раном свемиру и данас

5.5.1 Параметри

За рани свемир узимамо $\mathbf{z \approx 2}$ (ера квазара, где су доступна мерења [32]):

- $\boldsymbol{\varepsilon(z \approx 2) \approx 1.5}$
- $\boldsymbol{\varepsilon(\text{данас}) \approx 2\times10^{-3}}$ (из $\boldsymbol{\varepsilon \propto a^{-6}}$ и $\boldsymbol{\varepsilon(z=2)=1.5}$)
- $\boldsymbol{\kappa \approx 1.330\times10^{-6}}$
- $\boldsymbol{\varepsilon_* \approx 0.582}$

5.5.2 Израчунавање π(рани) и π(данас)

Полазимо од геометријске формуле за константу фине структуре:

- $\boldsymbol{\alpha^{-1} = 4\pi^3 + \pi^2 + \pi}$

За данашњу вредност $\boldsymbol{\alpha^{-1}(\text{данас}) = 137.035999084}$, решавамо једначину:

- $\boldsymbol{4\pi^3 + \pi^2 + \pi = 137.035999084}$

Нумеричким решавањем (Њутнова метода) добијамо:

- $\boldsymbol{\pi \rightarrow \pi_\infty = \pi_0(1 - \kappa\varepsilon_*) = 3.14159022}$

За рани свемир ($\mathbf{z \approx 2}$), користимо Webb-ово мерење [32]:

- $\boldsymbol{\frac{\Delta\alpha}{\alpha} = (-0.574 \pm 0.102) \times 10^{-5}}$

Одавде:

- $\boldsymbol{\alpha^{-1}(\text{рани}) = \alpha^{-1}(\text{данас}) \times (1 + 5.74\times10^{-6}) = 137.0367856}$

Решавањем једначине:

- $\boldsymbol{4\pi^3 + \pi^2 + \pi = 137.0367856}$

добијамо:

- $\boldsymbol{\pi(\text{рани}) = 3.14159649}$

Разлика:

- $\boldsymbol{\pi(\text{рани}) - \pi(\text{данас}) = 6.26\times10^{-6}}$

Релативна промена:

- $\boldsymbol{\frac{(\pi(\text{рани}) - \pi(\text{данас}))}{\pi(\text{данас})} = 1.99\times10^{-6}}$

Дакле, $\boldsymbol{\pi}$ се мења за **~2 ppm** од $\mathbf{z \approx 2}$ до данас.

Закључак: $\boldsymbol{\pi}$ није математичка константа — она је ефективна геометријска константа која релаксира заједно са анизотропијом **(3+3)** метрике. Како се анизотропија смањује, $\boldsymbol{\pi(\text{данас}) \rightarrow \pi_0 = 3.14159265}$.

5.5.3 Стопа релаксације

Константа	Γ [1/s]	Γ/H
π	6H	6
α	6H	6
ε_0	6H	6
μ_0	6H	6
ħ	6H	6
e	6H	6 (веома мали коефицијент)

Све је подложно релаксацији — осим **c** и **G**, које су композитне и не релаксирају.

5.6 Засићење анизотропије

До сада смо претпостављали да анизотропија $\boldsymbol{\varepsilon}$ расте неограничено према вишим **z**, тако да важи $\boldsymbol{\frac{\Delta\alpha}{\alpha} \propto (1+z)^6 - 1.}$ Ово јесте добра апроксимација на ниским **z,** али на вишим **z** доводи до предвиђања која расту без границе. Ако анизотропија **(3+3)** метрике не може расти у недоглед — јер би онда метрика постала нестабилна — онда чисти закон мора да одступи од стварности на довољно високим **z.**

5.6.0 Енергетско порекло засићења

Засићење анизотропије није феноменолошка претпоставка — оно следи из енергетског минимума за **(3+3)** метрику. Показујемо то у три корака.

Корак 1: Облик енергетског функционала.

Нека анизотропија $\boldsymbol{\varepsilon}$ игра улогу параметра реда у енергетском функционалу $\mathbf{E(\varepsilon).}$ Из Теореме 4.1 [14]

о симетрији, која налаже постојање инволутивног оператора **R** са $\mathbf{R^2 = I}$ и $\mathbf{R(\varepsilon) = -\varepsilon}$, следи да **E(ε)** мора бити **парна функција**:

• $\mathbf{E(\varepsilon) = E(-\varepsilon)}$

Најопштији облик до четвртог реда је:

• $\mathbf{E(\varepsilon) = a\cdot\varepsilon^2 + b\cdot\varepsilon^4 + O(\varepsilon^6)}$

где су **a** и **b** функције космолошког времена (или температуре), а члан $\boldsymbol{\varepsilon^3}$ је искључен због парности.

Корак 2: Услови стабилности.

Из Теореме о енергетском минимуму ([14], Теорема 5.1), која захтева **E(G) = 0** за мреже критичне сложености, следи да $\mathbf{E(\varepsilon) \geq 0}$ за све **ε.** То је задовољено када је:

• $\mathbf{b > 0}$

(ако $\mathbf{b < 0,}$ функционал би ишао у $-\infty$ за велико **ε**). Минимум функционала се налази из $\frac{\mathbf{dE}}{\mathbf{d\varepsilon}} = \mathbf{0}$:

• $\mathbf{2a\cdot\varepsilon + 4b\cdot\varepsilon^3 = 0}$

Решења су:

• $\boldsymbol{\varepsilon = 0}$ (симетрична фаза), ако $\mathbf{a > 0}$

• $\boldsymbol{\varepsilon_{min}} = \sqrt{-\frac{\mathbf{a}}{\mathbf{2b}}}$ (нарушена фаза), ако $\mathbf{a < 0}$

Корак 3: Критична вредност $\boldsymbol{\varepsilon_c}$.

Карактеристична скала анизотропије је:

• $\boldsymbol{\varepsilon_c} = \sqrt{-\frac{\mathbf{a}}{\mathbf{2b}}}$

У раном свемиру (висок **z**), анизотропија је нарушена ($\boldsymbol{\varepsilon = \varepsilon_{min}}$) — то је стање које модел преузима као почетно. Како се свемир хлади, $|\mathbf{a}|$ опада, па се $\boldsymbol{\varepsilon_{min}}$ смањује. Карактеристична скала $\boldsymbol{\varepsilon_c}$ овде представља горњу границу нарушене фазе.

Ефективна анизотропија током релаксације добија се из равнотеже линеарног и нелинеарног члана у **E(ε):** • $\boldsymbol{\varepsilon_{eff}} = \frac{\boldsymbol{\varepsilon}}{\mathbf{1} + \frac{\boldsymbol{\varepsilon}}{\boldsymbol{\varepsilon_c}}}$

Дакле, ово је облик засићења који је изведен, није претпостављен.

5.6.1 Засићење

Из енергетског минимума (5.6.0) следи да анизотропија не расте неограничено, већ тежи граници $\boldsymbol{\varepsilon_c}$. Ефективна анизотропија је:

• $\boldsymbol{\varepsilon_{eff}(z)} = \frac{\boldsymbol{\varepsilon(z)}}{\mathbf{1} + \frac{\boldsymbol{\varepsilon(z)}}{\boldsymbol{\varepsilon_c}}}$

где је $\mathbf{\varepsilon(z) = 1.5 \cdot ((1+z)/3)^6}$ (нормализација на $\mathbf{\varepsilon(z=2) = 1.5}$). У граници $\boldsymbol{\varepsilon \ll \varepsilon_c}$, $\boldsymbol{\varepsilon_{eff} \approx \varepsilon}$, и враћамо се на чисти закон. У граници $\boldsymbol{\varepsilon \gg \varepsilon_c}$, $\boldsymbol{\varepsilon_{eff} \to \varepsilon_c}$, и $\frac{\boldsymbol{\Delta\alpha}}{\boldsymbol{\alpha}}$ постаје константан.

Облик засићења је изведен у 5.6.0 — није претпостављен. Вредност ε_c је критична вредност фазног прелаза, одређена односом a/b из енергетског функционала. Њена нумеричка вредност захтева микроскопски модел, али облик је последица стабилности метрике.

5.6.2 Предвиђања са засићењем

Са $\mathbf{\varepsilon_c = 10,}$ таблица $\frac{\boldsymbol{\Delta\alpha}}{\boldsymbol{\alpha(z)}}$ изгледа овако:

z	**чисто $(1+z)^6$**	**засићено ($\varepsilon_c = 10$)**
0.14	-9.4×10^{-9}	-1.1×10^{-8}
1	-5.0×10^{-7}	-5.6×10^{-7}
2	-5.7×10^{-6}	-5.7×10^{-6} (калибрација)
3	-3.2×10^{-5}	-2.0×10^{-5}
4.2	-1.6×10^{-4}	-3.5×10^{-5}
5	-3.7×10^{-4}	-4.0×10^{-5}
7.085	-2.2×10^{-3}	-4.3×10^{-5}

На $\mathbf{z \lesssim 2}$, оба закона су практично иста — Oklo и $\mathbf{z \approx 1}$ остају непромењени. Разлика се појављује тек на $\mathbf{z \gtrsim 3}$, где засићени закон даје много мање вредности.

5.6.3 Ограничење на ε_c

Вредност $\boldsymbol{\varepsilon_c}$ јесте критична вредност фазног прелаза (5.6.0). Њена нумеричка вредност зависи од микроскопске структуре **(3+3)** метрике, али њен опсег се може ограничити теоријски.

- **Доња граница:** $\boldsymbol{\varepsilon_c}$ мора бити веће од $\boldsymbol{\varepsilon(z=2) = 1.5}$, иначе би засићење почињало већ на самој калибрационој тачки и покварило слагање са **α(данас).**
- **Горња граница:** $\boldsymbol{\varepsilon_c}$ не може бити произвољно велико, јер засићење мора бити довољно јако да спречи нефизички раст $\boldsymbol{\frac{\Delta\alpha}{\alpha}}$ на високим **z.** Али ако је $\boldsymbol{\varepsilon_c}$ превелико, модел се враћа на чисти $\boldsymbol{(1+z)^6}$ закон и губи стабилност.

Из ова два услова следи да $\boldsymbol{\varepsilon_c}$ лежи у опсегу:

- $\boldsymbol{1.5 < \varepsilon_c \lesssim 50}$

Дакле, засићена верзија јесте теоријски конзистентна за $\boldsymbol{\varepsilon_c}$ у овом опсегу. Модел не предвиђа тачну вредност $\boldsymbol{\varepsilon_c}$ — она остаје параметар ограничен са обе стране.

5.6.4 Утицај на $\boldsymbol{\frac{\dot{\alpha}}{\alpha}}$

Засићење мења калибрацију: да би се одржала вредност $\boldsymbol{\frac{\Delta\alpha}{\alpha(z=2)} = -5.7\times10^{-6}}$, коефицијент **C** морао би да порасте. Последица је да $\boldsymbol{\frac{\dot{\alpha}}{\alpha}}$ данас излази:

$\boldsymbol{\varepsilon_c}$	$\boldsymbol{\dot{\alpha}/\alpha}$ **[год$^{-1}$]**
чисто	$+3.0\times10^{-18}$
10	$+3.5\times10^{-18}$
20	$+3.2\times10^{-18}$
30	$+3.1\times10^{-18}$
46	$+3.1\times10^{-18}$

За $\boldsymbol{\varepsilon_c \geq 20}$, $\boldsymbol{\frac{\dot{\alpha}}{\alpha}}$ остаје близу $\boldsymbol{+3\times10^{-18}}$ **год$^{-1}$** и не ствара сукоб са атомским сатовима. Ово је важно: засићење не квари предвиђање за $\boldsymbol{\frac{\dot{\alpha}}{\alpha}}$ осим у случају веома јаког засићења ($\boldsymbol{\varepsilon_c \approx 10}$), где је повећање ипак мало.

5.6.5 Шта остаје тестабилно

Засићење уводи нови параметар, али га границе из 5.6.3 ограничавају са обе стране. Овај модел не предвиђа његову вредност, па тестирање остаје на три ствари:

- $\boldsymbol{\frac{\dot{\alpha}}{\alpha}}$ (атомски сатови, Th-229) — мора остати у опсегу $\boldsymbol{+3}$ до $\boldsymbol{+3.5\times10^{-18}}$ **год$^{-1}$**
- **Опсег z = 3–5** — овде се засићени и чисти закон разликују за ред величине; ELT може да одлучи
- **Чињеница да се** $\boldsymbol{\frac{\Delta\alpha}{\alpha}}$ **изравнава** — на $\mathbf{z > 5}$, $\boldsymbol{\frac{\Delta\alpha}{\alpha}}$ не сме расти изнад $\boldsymbol{\sim10^{-4}}$

Ово су конкретна, оборива предвиђања. **Ако** ELT на $\mathbf{z = 5}$ покаже $\boldsymbol{\frac{\Delta\alpha}{\alpha} \approx -3\times10^{-4}}$ (чисти закон), **онда** засићење пада. Ако покаже $\boldsymbol{\approx -4\times10^{-5}}$ (засићени закон), засићење остаје.

5.6.6 Закључак

Засићење анизотропије решава проблем нефизичког раста $\boldsymbol{\frac{\Delta\alpha}{\alpha}}$ на високим **z** без нових проблема. Оно не мења предвиђања на ниским **z** (Oklo**,** $\mathbf{z \approx 1}$ остају исти), не квари $\boldsymbol{\frac{\dot{\alpha}}{\alpha}}$ (остаје $\boldsymbol{\sim+3.1–3.5\times10^{-18}}$ **год$^{-1}$**), и

уводи само један параметар (ε_c) чији је облик изведен из енергетског минимума (5.6.0). Допуна није закрпа — она следи из стабилности **(3+3)** метрике.

---

6. СВОЂЕЊЕ НА МРЕЖЕ

У овом поглављу показујемо како се кључни концепти овог рада (**π**, **α**, **Γ = 6H**, **ε(t)**, **c**, **e**) мапирају на одговарајуће типове из *Универзалне таксономије* [11]. Сваки концепт који смо увели мора имати свој аналог у већ постојећем оквиру мрежних типова, како бисмо потврдили да наш рад није само *ad-hoc* конструкција, већ да се природно уклапа у шири математички контекст. Тиме додатно показујемо да релаксација константи није изолован феномен, већ да поштује исте структурне законе као и све друге релационе мреже [5, 7, 10, 11, 12], укључујући **GH-мреже** из [15]. У овом поглављу „рупа“ има значење дефинисано у [11] за одговарајући тип мреже прилагођен овом раду.

6.1 Мапирање на типове мрежа

Концепт	Тип мреже	Ознака	Образложење
π, ε_0, μ_0, ε_g, μ_g, ħ	Униформно-дистрибутивне	**U**	Тежине зависе од времена
$\alpha = 1/(4\pi^3 + \pi^2 + \pi)$	Хибридне	**V**	Комбинација **U** + **T**
Γ = 6H	Итеративне са повратном спрегом	**R**	Временска еволуција анизотропије
ε(t) (анизотропија)	Униформно-дистрибутивне	**U**	Тежине зависе од времена
c, G (композитне)	Бипартитне високе густине	**L**	Чворови са поништеним везама са **π**
e (квантовано)	Тополошко-комбинаторне	**T**	**n ∈ ℤ** је тополошки инваријант (**T**)

Напомена: Константе ε_0, μ_0, ε_g, μ_g, ħ припадају **истом** типу **U** као **π** — разликују се по **експоненту.**

6.2 Шематски приказ мрежа за сваки тип

6.2.1 Тип U — Релаксација π и ε(t)

ТИП U: УНИФОРМНО-ДИСТРИБУТИВНА МРЕЖА

```
π(рани) ======== π(данас)
||                ||
π(рани) ======== π(данас)
||                ||
π(рани) ======== π(данас)
```

Све тежине → π_∞ (како $t \to \infty$)

Опис: π(t) варира, али тежи ка $\boldsymbol{\pi_\infty}$**.** Тежине на ивицама представљају вредност **π** у датом тренутку.
Услов: E(G) = 0 — тежиште равнотеже.

6.2.2 Тип V — Геометријска формула за α

ТИП V: ХИБРИДНА МРЕЖА

```
V₆ ====== (4!·V₆) ====== 4π³
  |                       |
V₄ ====== (2!·V₄) ====== π²
  |                       |
V₂ ====== (0!·V₂) ====== π
```

Опис: $\boldsymbol{\alpha^{-1}}$ је сума запремина 6D, 4D и 2D лопти, са коефицијентима **4!**, **2!**, **0!**.
Услов: Све три компоненте повезане кроз GH-структуру.

6.2.3 Тип R — Γ = 6H

ТИП R: ИТЕРАТИВНА МРЕЖА СА ПОВРАТНОМ СПРЕГОМ

```
ε(t₁) ---> ε(t₂) ---> ε(t₃) ---> ...
  |          |          |
  v          v          v
π(t₁) ---> π(t₂) ---> π(t₃) ---> ...
```

Опис: Анизотропија **ε(t)** опада са временом, а **π(t)** следи. Хоризонталне ивице = временски прелази; вертикалне = повратне спреге.
Услов: монотона конвергенција **ε(t)→0.**

6.2.4 Тип L — c, G (Чворови са поништеним везама са π)

ТИП L: БИПАРТИТНА МРЕЖА ВИСОКЕ ГУСТИНЕ

```
c o ----------------- X (поништена веза са π)
  |
ε₀ o ----------------- π (веза)
  |
μ₀ o ----------------- π (веза)
```

Опис: c и **G** немају директну везу са **π**. Њихове компоненте (**ε_0, μ_0** за **c; ε_g** и експлицитни фактор **4π** за **G**) имају везе са **π**, али се оне међусобно поништавају.
Услов: c и **G** су повезани само индиректно, преко композиције..

6.2.5 Тип T — e (тополошки инварјант)
ТИП T: ТОПОЛОШКО-КОМБИНАТОРНА МРЕЖА
n = 1 -----> e = n × e_0 (e_0 релаксира као $\pi^{0.059}$) (**Черн број (c_1^3)**[31])
Опис: e је **тополошки инваријант** — цео број **n** га фиксира.
Услов: Тополошка структура **(3+3)** простора.

6.3 Провера безрупавости

Тип	Безрупавост	Образложење
U (π, ε_0, μ_0, ε_g, μ_g, ħ, ε)	+	Тежине теже равнотежи
V (α)	+	Све компоненте присутне
R (Γ=6H)	+	Јединствено глобално привлачно стање (**ε=0**)
L (c, G)	+	Чвор са поништеном везом са **π** је дозвољен
T (e)	+	Тополошки инварјант је стабилан

Закључак: Сви концепти се мапирају у безрупаве мреже.
Релаксација константи је структурно конзистентна.

6.4 Табеларни преглед мапирања

Концепт	Тип	Безрупавост	КС	ЛС	ГП
π, ε_0, μ_0, ε_g, μ_g, ħ	**U**	+	+	+	+
α	**V**	+	+	+	+
Γ=6H	**R**	+	+	+	+
ε(t)	**U**	+	+	+	+
c, G	**L**	+	+	+	+
e	**T**	+	+	+	+

---

7. МЕТОДА НУЖНОСТИ

У овом поглављу примењујемо *Тријаду нужности* [4, 5, 6], уз теорију рупа из [8], као и теорему о решивости из [9], на кључне закључке овог рада. То је друга математичка провера — након свођења на мреже — служи да квантитативно потврди да релаксација константи није произвољна конструкција, већ структурно нужна последица геометрије **(3+3).** Применом методе нужности у физици, не само да тестирамо основне поставке рада, већ и тестирамо саму методу нужности, односно њену примену у физици. Метода се, досад, заиста веома добро, чак одлично, показала у математици али физика је ипак нешто друго, па је ово сад двоструко тестирање. Метода нужности је првенствено и развијана због физике или тачније због делова физике који нису тестабилни, било због техничких немогућности или неких других ограничења. Ова метода нам може рећи да ли смо у праву или не, ако немамо могућности за експерименталну проверу.

7.1 Математичка нужност $\mathfrak{M}$(d)

Основни постулати (за цео рад):

- Геометријска формула $\boldsymbol{\alpha^{-1} = 4\pi^3 + \pi^2 + \pi}$
- Релаксација $\boldsymbol{\pi(t) = \pi_0[1 + \kappa\bullet(\varepsilon - \varepsilon_*)]}$
- Стопа релаксације **Γ = 6H**
- **c = const** и **G = const** (улазне поставке), композитне
- **n** је цео број (Черн број [31]), а **e** релаксира као $\boldsymbol{\pi^{0.059}}$.
- Број алтернатива **|D'| ≈ 2**.
- **$\mathfrak{M}$(теорија) = 1 − 2/1000 = 0.998**

7.2 Структурна нужност $\mathfrak{S}(d)$

Принцип	ν_i	Образложење
Асимптотска конвергенција	0.999	Релаксација важи за све скале
Локална стабилност	0.998	Мале промене у $\boldsymbol{\pi}$ не мењају структуру
Глобална пропагација	0.997	Релаксација се преноси кроз све константе
Нумеричка верификација	0.999	Примењено на све константе

$\mathfrak{S}$(теорија) = $1 - 0.001 \times 0.002 \times 0.003 \times 0.001 \approx 0.999999999994$
Напомена: вредности ν_i су додељене, а производ $(1-\nu_i)$ је тако мали да чак и $\nu=0.9$ даје $\mathfrak{S}\approx 1-6\times10^{-10}$.
Формула је неосетљива на овај избор.

7.3 Комбинована нужност $\Phi(d)$

Примењујемо формулу из [6, Прилог J.3]:
$\Phi(d) = [\mathfrak{M}(d)\cdot(1 - p_m) + \mathfrak{S}(d)\cdot(1 - p_s)] / 2$
где је:
$p_m = 1 / |D'|$ (алтернативне дефиниције)
$p_s \approx 10^{-6}$ (вероватноћа структурне грешке)
За општу теорију релаксације константи:
$\Phi \approx 0.7495$ (полазно) → након итеративне корекције → 1.0

7.4 Закључак методе нужности

Применом методологије [6] добијено је да су кључни закључци овог рада структурно конзистентни у оквиру **(3+3)** геометрије. Висока математичка нужност показује да је методолошки исправно рађено, док структурна која тежи јединици говори о високој структурној конзистентности. Комбинована која је висока након итерација, показује да је креиран стабилан систем. То је потпуно усклађено са тим да релаксација константи није само произвољна конструкција унутар **(3+3)** оквира; метода не проверава емпиријску тачност.

7.5 Вероватносна потврда структурне нужности

У овом раду изведена је формула $\alpha^{-1} = 4\pi^3 + \pi^2 + \pi$ која се са експерименталном вредношћу поклапа до **2.2 ppm (0.00022%).** Поставља се питање: колика је вероватноћа да се ово случајно поклопи? Сад узмимо да су могуће вредности α^{-1} распоређене у опсегу од **10** до **1000**. Ако знамо да је толеранција поклапања **0.00022%** (колико износи стварно поклапање), **онда** је вероватноћа:

- $P \approx 2 \cdot \frac{2.2\times10^{-6}\cdot137.036}{990} \approx 6\times10^{-7}$

Вероватноћа да се ова формула случајно поклопи са експерименталном вредношћу је мања од **један према милион**. То значи да је резултат статистички упадљив. Ово је **p**-вредност за једну унапред изабрану формулу (ако је размотрено **N** облика, $p \approx N\cdot 6\times10^{-7}$); она указује да ова формула вероватно није случајна. Остатак од **2.2 ppm** у овом моделу се приписује $\pi_\infty \neq \pi_0$ (5.1); вероватноћа се односи на поклапање са $\pi = \pi_0$.

8. ДИСКУСИЈА

8.1 Физичке импликације

- **α** није фундаменталан — он је последица геометрије.
- **π** није константа — она еволуира.
- Све константе које садрже π релаксирају; **c** и **G** су композитне и не релаксирају.
- **c** и **G** нису фундаменталне — оне су **привидне** константе.

8.2 Технички аспекти

- **Γ = 6H** за анизотропију **ε**, **π** и све константе — изведено из shear динамике [25] (уз $\varepsilon \propto \sigma$).
- **ε(z≈2) = 1.5** је нормализација; из података следе $\kappa\cdot\varepsilon(z\approx2) \approx 2.0\times10^{-6}$ и $\frac{\varepsilon_*}{\varepsilon}(z\approx2) \approx 0.39$.

- $\kappa \approx 1.330\times10^{-6}$, $\varepsilon_* \approx 0.582$ — одређено калибрацијом на два податка (α(данас) и Webb, $z \approx 2$).
- $\hbar \propto \pi^3$ изведено из запремине циклуса $V(T^3) = (2\pi)^3$ (3.8).
- $e \propto \pi^{0.059}$ изведено из $e^2 = \frac{\alpha\hbar}{10^{-7}c}$ уз $\gamma_\alpha = -2.882$ и $\gamma_\hbar = 3$ (3.9).

8.3 Отворена питања

- Да ли π заиста еволуира?
- Да ли је $\Gamma = 6H$ тачно?
- Да ли су три вредности π (π_1, π_2, π_3) физички реалне?
- Да ли је $\varepsilon \propto \sigma$ (тј. $\varepsilon \propto a^{-6}$) у (3+3)?
- Да ли је $\pi_\infty \neq \pi_0$ физички (остатак од 2.2 ppm)? Тестабилно преко $\frac{\dot\alpha}{\alpha}$.

---

9. ЗАКЉУЧАК

Извели смо еволуцију константи из геометрије **(3+3).** Показали смо:

- $\alpha^{-1} = 4\pi^3 + \pi^2 + \pi$ — геометријска формула
- $\pi(t) = \pi_0[1 + \kappa\cdot(\varepsilon - \varepsilon_*)]$ — релаксација π
- $\Gamma = 6H$ — стопа релаксације π и константи
- $\hbar \propto \pi^3$ — релаксација $\hbar$
- c, G — једине константе које не релаксирају (композитне)
- e — релаксира веома споро ($\pi^{0.059}$)
- $\kappa\cdot\varepsilon(z\approx2) \approx 2\times10^{-6}$ — једина комбинација одређена подацима.
- $\frac{\dot\alpha}{\alpha(\text{данас})} \approx +3\times10^{-18}$ год$^{-1}$ — предвиђање.

Нема фундаменталних константи. Релаксира све што садржи π — осим c и G, које су композитне.

ПРИЛОГ А: ТЕОРИЈСКИ ПРОРАЧУНИ ЗА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНУ ПРОВЕРУ

У овом прилогу дајемо теоријска предвиђања која следе из овог рада. Свака ставка садржи: **оно што предвиђамо**, **нумеричку вредност** и **где тражити** (за експерименталну проверу). Овај прилог служи као **упутство** за експериментални рад. На основу њега биће базиран наредни рад ове тријаде, који је чисто експериментални. Међутим, како је ова теорија нова, не можемо очекивати да пронађемо баш одмах и директну потврду. Зато ћемо бити задовољни и ако се пронађу само индикације јер и оне ту имају научну вредност ако се руководимо оним: „Где има дима има и ватре!“ Зато да полако кренемо за тим димом који нас, надамо се, води и до ватре.

A.1 Релаксација π

A.1.0 Директна релаксације π

Теоријско предвиђање: • $\pi(t) = \pi_0 \times [1 + \kappa\cdot(\varepsilon(t) - \varepsilon_*)]$

где је:

- $\pi_0 = 3.141592653589793$
- $\kappa \approx 1.330\times10^{-6}$
- $\varepsilon_* \approx 0.582$

Нумеричка провера:

Епоха	π
Рани ($z \approx 2$)	3.14159649
Данас ($z = 0$)	3.14159023
Будућност ($t \to \infty$)	3.14159022 (π_∞)

$\pi = \pi_0$ при $\varepsilon = \varepsilon_*$ ($z \approx 1.56$)

Промена: π(рани) − π(данас) $= 6.26\times10^{-6}$

Где тражити: Webb et al. (2011) [32], **Wilczynska et al. (2020)** [33].

A.1.1 Диполна структура α

Теоријско предвиђање:

Ако је π анизотропан (три вредности π_1, π_2, π_3), **онда** α зависи од правца на небу. Анизотропија која је једноосна ($\pi_1 \neq \pi_2 = \pi_3$) има ту зависност као парну (квадруполна, $\propto \cos^2\theta$), не диполна. Веза међу π_i и $\frac{\Delta\alpha}{\alpha(n)}$ није изведена у овом раду. У моделу из Поглавља 5 (један скалар $\varepsilon(t)$) $\frac{\Delta\alpha}{\alpha}$ зависи само од z.
Где тражити: King et al. (2012) [28], **Webb et al. (2011)** [32].

A.1.2 Квазар HE0515−4414
Теоријско предвиђање:
Ако α релаксира, **онда** за два апсорпциона региона на z_1 и z_2 ($\Delta z = z_2 - z_1 \ll 1$) важи $\frac{\Delta\alpha}{\alpha} \approx -2.2 \times 10^{-6} \cdot \Delta z$ (на $z \approx 1.15$).
Где тражити: Murphy et al. (2022) [30] — **ESPRESSO, HE0515−4414**

A.1.3 Oklo природни реактор
Теоријско предвиђање:
Oklo мери α пре **1.9** милијарди година ($z \approx 0.14$). Модел даје $\Delta\alpha/\alpha(z \approx 0.14) \approx -9\times10^{-9}$.
Где тражити: Damour & Dyson (1996) [24] — анализа резонантних енергија.

A.1.4 CMB ограничења
Теоријско предвиђање:
CMB мери α на $z \approx 1100$. Модел не важи на $z \approx 1100$ ($\kappa\varepsilon \gg 1$). Предвиђање није дефинисано.

A.2 Релаксација α

Теоријско предвиђање: • $\alpha(t) = \frac{1}{4\pi(t)^3 + \pi(t)^2 + \pi(t)}$

Степен релаксације: $\alpha \propto \pi^{-2.88}$

Нумеричка провера:

Епоха	α	α^{-1}
Рани ($z \approx 2$)	7.2973107×10^{-3}	137.036786
Данас ($z = 0$)	7.2973526×10^{-3}	137.035999

Промена: $\frac{\Delta\alpha}{\alpha} \approx -5.74\times10^{-6}$ за $z \approx 2$

Предвиђање: • $\frac{\Delta\alpha}{\alpha(z)} = -2.882 \cdot A \cdot [(1+z)^6 - 1]$, $A = 2.74\times10^{-9}$ (калибрисано на једној тачки, $z \approx 2$).

z	Δα/α
0.14	-9×10^{-9}
0.5	-8×10^{-8}
1	-5.0×10^{-7}
1.5	-1.9×10^{-6}
2	-5.7×10^{-6} (калибрација)
2.5	-1.4×10^{-5}
3	-3.2×10^{-5}
3.5	-6.5×10^{-5}
4.2	-1.6×10^{-4}
7	-2.1×10^{-3}

Напомена: ред $z = 2$ је калибрација, а не предвиђање. Развој важи док је $\kappa\varepsilon \ll 1$ (до $z \approx 26$).
Вредности зависе од $\gamma_\alpha = -2.882$ и од претпоставке $\varepsilon \propto a^{-6}$.
Где тражити: Webb et al. (2011) [32], **Murphy et al. (2022)** [30].

A.3 Релаксација ħ

Теоријско предвиђање: • $\hbar \propto \pi^3$
Изведено из запремине циклуса $V(T^3) = (2\pi)^3$ (3.8)..

Нумеричка провера:

Епоха	ħ (релативна)
Рани (z ≈ 2)	1.0000060
Данас (z = 0)	1.0000000

Промена: $\frac{\Delta\hbar}{\hbar} \approx +6.0\times10^{-6}$ за $z \approx 2$

Где тражити: ħ није мерљиво засебно, већ само у бездимензионим комбинацијама (**α,** односи маса).
Beeks et al. (2025) [17] — Th-229 нуклеарни сат (**K = 5900**).
Zhang et al. (2024) [35] — ласерска спектроскопија.

A.4 Релаксација e

Теоријско предвиђање: • $e \propto \pi^{0.059}$ (веома спора релаксација)

Изведено из $e^2 = \frac{\alpha\hbar}{10^{-7}c}$ уз $\gamma_\alpha = -2.882$ и $\gamma_\hbar = 3$ (3.9)..

Епоха	e (релативна)
Рани (z ≈ 2)	1.0000001
Данас (z = 0)	1.0000000

Промена: $\frac{\Delta e}{e} \approx +1.2\times10^{-7}$ за $z \approx 2$ (практично недетектибилно)

Где тражити: Прецизна мерења наелектрисања — тренутно недостижна.
Th-229 — индиректно преко **α**.

A.5 G је константно

Теоријско предвиђање: • G = const
Нумеричка провера:

Епоха	G (релативна)
Рани (z ≈ 2)	1.0000000
Данас (z = 0)	1.0000000

Промена: $\frac{\Delta G}{G} \approx 0$

Где тражити: Гравитационе леће — однос маса из сочива vs. динамике.

Пулсари, лунарни ласерски даљиномер ($\frac{\dot{G}}{G}$**).**

A.6 c је константа

Теоријско предвиђање: • $c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0\,\mu_0}} = \text{const}$

Поставка **c = const** (3.3) захтева $\varepsilon_0 \propto \pi^{-1}$ при $\mu_0 \propto \pi^{1}$**;** производ $\varepsilon_0\mu_0$ је тада константан.
Нумеричка провера:

Епоха	c
Рани (z ≈ 2)	2.99792458×10^{8} [m/s]
Данас (z = 0)	2.99792458×10^{8} [m/s]

Промена: $\frac{\Delta c}{c} = 0$

Где тражити: У SI је **c** тачно по дефиницији метра, па варијација **c** није мерљива.
Гравитациони таласи — $c_g = c$.

A.7 Стопа релаксације Γ = 6H

Теоријско предвиђање: • Γ = 6H
Нумеричка провера:

Параметар	Вредност
H_0	67.4 [km/s/Mpc] = 2.18×10^{-18} [1/s]
Γ_0	1.31×10^{-17} [1/s] (јер $6 \times 2.18\times10^{-18}$)
H(z=2)	6.6×10^{-18} [1/s]
Γ(z=2)	4.0×10^{-17} [1/s] (јер $6 \times 6.6\times10^{-18}$)

Где тражити: Квазари — $\frac{\Delta\alpha}{\alpha(z)}$. **CMB** — $\frac{\Delta\alpha}{\alpha}$ на $z \approx 1100$, **Th-229** — $\frac{d\alpha}{\alpha}$.

А.8 Три вредности π

Теоријско предвиђање: • $\pi_1 \neq \pi_2 = \pi_3$

где су: • π_1 — лонгитудинално

• π_2, π_3 — трансверзално

Нумеричка провера: Вредности π_1, π_2, π_3 зависе од **конкретног** модела **ε(t)** — овде их **не** дајемо.

Где тражити: Анизотропија α — угаона зависност α (А.1.1).

CMB анизотропије — квадрупол и октопол.

А.9 Анизотропија ε(t)

Теоријско предвиђање: • $\varepsilon(t) \propto a(t)^{-6}$. У материјалној ери: $\varepsilon(t) \propto t^{-4}$.

Нумеричка провера:

Епоха	ε
Рани ($z \approx 2$)	**1.5 (нормализација)**
Данас ($z = 0$)	2×10^{-3}

Где тражити: ε није директно мерљиво; мери се преко $\frac{\Delta\alpha}{\alpha(z)}$ (А.2).

А.10 Табела свих предвиђања

Величина	Теоријско предвиђање	Где тражити
π	$\pi(t) = \pi_0[1 + \kappa\cdot(\varepsilon - \varepsilon_*)]$	Webb et al. [32]
α	$\propto \pi^{-2.88}$	Webb et al. [32]
ħ	$\propto \pi^3$	Beeks et al. [17]
e	$\propto \pi^{0.059}$	Th-229 [17]
G	**const**	Гравитационе леће
c	**const**	Гравитациони таласи
Γ	**6H**	Квазари, атомски сатови
π_1, π_2, π_3	(квалитативно)	CMB анизотропије
ε(t)	$\propto t^{-4}$	**Δα/α(z)**
Δα/α(z)	$\propto (1+z)^6 - 1$	Квазари, **z = 0.5–4**
α̇/α(данас)	$\approx +3\times10^{-18}$ год$^{-1}$	Атомски сатови

ПРИЛОГ Б: ФОРМАЛНИ ДОКАЗИ ЕКВИВАЛЕНЦИЈЕ

У овом прилогу дајемо све формалне доказе еквиваленције пресликавања на мреже из Поглавља 6. Тиме показујемо да су пресликавања конзистентна са таксономијом [11].

Б.1 Еквиваленција за тип U (π и ε(t))

Теорема Б.1. Нека је **M** мрежа константи. Нека је $\Phi_1(M)$ униформно-дистрибутивна мрежа (тип **U**). Тада важи: **π(t) варира ⇔ $\Phi_1(M)$ нема потпуних рупа.**

Доказ 1 (Директан). Ако **π(t)** варира, па мрежа има динамику (тежине се мењају у времену). $\Phi_1(M)$ нема рупа. ■

Доказ 2 (Контрадикцијом). Претпоставимо да $\Phi_1(M)$ има рупу. Тада мрежа нема динамику (тежине су сталне) — **π** не варира. Контрадикција. ■

Доказ 3 (Универзално пресликавање). Применимо Теорему 7.3 [5]. ■

Б.2 Еквиваленција за тип V (α)

Теорема Б.2. Нека **M** буде мрежа константи. Нека $\Phi_2(M)$ буде хибридна мрежа (тип **V**). Тада важи: **$\alpha^{-1} = 4\pi^3 + \pi^2 + \pi$ ⇔ $\Phi_2(M)$ нема потпуних рупа.**

Доказ 1 (Директан). Ако формула важи, **онда** су све компоненте присутне. Φ_2**(M)** нема рупа. ■

Доказ 2 (Контрадикцијом). Претпоставимо да Φ_2**(M)** има рупу. Тада нека од компоненти недостаје. Контрадикција. ■

Доказ 3 (Универзално пресликавање). Применимо Теорему 7.3 [5]. ■

Б.3 Еквиваленција за тип R (Γ = 6H)

Теорема Б.3. Нека **M** буде мрежа константи. Нека Φ_3**(M)** буде итеративна мрежа (тип **R**). Тада важи: **Γ = 6H ⇔** Φ_3**(M) нема потпуних рупа.**

Доказ 1 (Директан). Ако Γ = 6H, **онда** $\varepsilon(t) \propto a^{-6}$ монотоно тежи **јединственом** стању $\varepsilon = 0$. Φ_3**(M)** нема рупа. ■

Доказ 2 (Контрадикцијом). Претпоставимо да Φ_3**(M)** има рупу. Тада ни $\varepsilon(t)$ не конвергира неком јединственом стању, што противречи **Γ = 6H.** Контрадикција. ■

Доказ 3 (Универзално пресликавање). Применимо Теорему 7.3 [5]. ■

Б.4 Еквиваленција за тип L (c)

Теорема Б.4. Нека је **M** мрежа константи. Нека је Φ_4**(M)** бипартитна мрежа високе густине (тип **L**). Тада важи: **c и G су композитне ⇔** Φ_4**(M) нема потпуних рупа.**

Доказ 1 (Директан). Ако су **c** и **G** композитне, њихове везе са π се **поништавају**. Φ_4**(M)** нема рупа (јер **поништена веза** није рупа). ■

Доказ 2 (Контрадикцијом). Претпоставимо да Φ_4**(M)** има рупу, тј. да постоји веза **c—**π или **G—**π која није **поништена**. Тада би $c \propto \pi^n$ или $G \propto \pi^n$ ($n \neq 0$), што противречи $\gamma(\varepsilon_0) + \gamma(\mu_0) = 0$ и $\gamma_{4\pi} + \gamma(\varepsilon_g) = 0$ из **Теореме 4.2**. Контрадикција. ■

Доказ 3 (Универзално пресликавање). Применимо Теорему 7.3 [5]. ■

Б.5 Еквиваленција за тип T (e)

Теорема Б.5. Нека је **M** мрежа константи. Нека Φ_5**(M)** буде тополошко-комбинаторна мрежа (тип **T**). Тада важи: **наелектрисање је квантовано (**$e = n \cdot e_0$**,** $n \in \mathbb{Z}$**) ⇔** Φ_5**(M) нема потпуних рупа.**

Доказ 1 (Директан). Ако је **e** квантовано, **n** је цео број. Φ_5**(M)** нема рупа. ■

Доказ 2 (Контрадикцијом). Претпоставимо да Φ_5**(M)** има рупу. Тада **n** није цео број. Контрадикција. ■

Доказ 3 (Универзално пресликавање). Применимо Теорему 7.3 [5]. ■

ПРИЛОГ В: КОНСТАНТЕ У ПРИРОДНИМ ЈЕДИНИЦАМА И ПРЕРАЧУН У SI

У овом прилогу дајемо изразе за све константе у **природним јединицама** ($\hbar = c = 1$) и **прерачун** у **SI**. Ово служи као **веза** између апстрактних геометријских израза и мерљивих вредности.

В.0 Из природних јединица у SI

За било коју величину **X** из природних јединица, повратак у **SI** је:

$$X(SI) = X(прир.) \times (\hbar c)^a \times (\varepsilon_0)^b \times (\mu_0)^c \times \ldots \text{[јединица]}$$

где су **a**, **b**, **c** ... одређени **димензионалном анализом** — и то тако да **димензија** производа одговара **димензији** величине **X**.

Пример за e:

e(SI) = e(прир.) $\times \sqrt{\varepsilon_0 \hbar\, c}$ [C]

Јер **e** има димензију [C], а $\sqrt{\varepsilon_0 \hbar\, c}$ има димензију [C].

Пример за ε_0:

ε_0**(SI) =** ε_0**(прир.)** $\times \frac{1}{10^{-7} c^2}$ [F/m]

Јер ε_0 у **SI** има димензију [F/m], а $\frac{1}{10^{-7} c^2}$ има димензију [F/m].

Пример за μ_0:

μ_0**(SI) =** μ_0**(прир.)** $\times 10^{-7}$ [N/A²]

Јер μ_0 у **SI** има димензију [N/A²], а 10^{-7} има димензију [N/A²].

Закључак: Фактори прерачуна **нису универзални** — они зависе од **димензије** величине **X**. Зато се за сваку константу **посебно** одређује фактор.

B.1 Константа фине структуре α

Природне јединице: $\alpha = \frac{1}{4\pi^3 + \pi^2 + \pi}$

SI: $\alpha = 7.29734 \times 10^{-3}$

Фактор прерачуна: нема га (**α** је бездимензиона)

B.2 Елементарно наелектрисање e

Природне јединице: $e = \sqrt{4\pi\alpha}$

Нумерички: $e = 0.302822$

SI: $e(SI) = \sqrt{4\pi\alpha} \times \sqrt{\varepsilon_0 \hbar\, c}$

Фактор прерачуна: $\sqrt{\varepsilon_0 \hbar\, c} = 5.291 \times 10^{-19}$ [C]; **Нумерички:** $e = 1.602176634 \times 10^{-19}$ [C]

B.3 Пермитивност вакуума ε_0

Природне јединице: $\varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi}$

Нумерички: $\varepsilon_0 = 0.0795775$

SI: $\varepsilon_0(SI) = \frac{1}{4\pi \times 10^{-7} c^2}$

Фактор прерачуна: $\frac{1}{4\pi \times 10^{-7} c^2} = 1.113 \times 10^{-10}$; **Нумерички:** $\varepsilon_0 = 8.85418782 \times 10^{-12}$ [F/m]

B.4 Пермеабилност вакуума μ_0

Природне јединице: $\mu_0 = 4\pi$

Нумерички: $\mu_0 = 12.56637$

SI: $\mu_0(SI) = 4\pi \times 10^{-7}$

Фактор прерачуна: 10^{-7}; **Нумерички:** $\mu_0 = 1.25663706 \times 10^{-6}$ [N/A²]

B.5 Редукована Планкова константа ħ

Природне јединице: $\hbar = 1$

SI: $\hbar = 1.054571817 \times 10^{-34}$ [J·s]

Фактор прерачуна: $\hbar(SI)$

B.6 Брзина светлости c

Природне јединице: $c = 1$

SI: $c = 2.99792458 \times 10^{8}$ [m/s]

Фактор прерачуна: $c(SI)$

B.7 Гравитациона пермитивност ε_g

Природне јединице: $\varepsilon_g = \frac{1}{4\pi G}$

SI: $\varepsilon_g = \frac{1}{4\pi G}$

Фактор прерачуна: нема га (формула је иста); **Нумерички:** $\varepsilon_g = 1.192\times10^{9}$ [kg·s²/m³]

B.8 Гравитациона пермеабилност μ_g

Природне јединице: $\mu_g = 4\pi G$ (јер је $c = 1$)

SI: $\mu_g = \frac{4\pi G}{c^2}$

Фактор прерачуна: $\frac{1}{c^2}$; **Нумерички:** $\mu_g = 9.332\times10^{-27}$ [m/kg]

B.9 Гравитациона константа G

Природне јединице: $G = \frac{1}{4\pi\,\varepsilon_g}$

SI: $G = \frac{1}{4\pi\,\varepsilon_g}$

Фактор прерачуна: нема га; **Нумерички:** $G = 6.674\times10^{-11}$ [m³/(kg·s²)]

B.10 Табела прерачуна

Константа	Природне јединице	Фактор прерачуна	SI
α	$1/(4\pi^3 + \pi^2 + \pi)$	1	7.297×10^{-3}
e	$\sqrt{4\pi\alpha}$	$\sqrt{\varepsilon_0 \hbar\, c}$	1.602×10^{-19} [C]
ε_0	$1/(4\pi)$	$1/(10^{-7}\, c^2)$	8.854×10^{-12} [F/m]
μ_0	4π	10^{-7}	1.257×10^{-6} [N/A²]
$\hbar$	1	$\hbar$(SI)	1.055×10^{-34} [J·s]
c	1	c(SI)	2.998×10^{8} [m/s]
ε_g	$1/(4\pi G)$	1	1.192×10^{9} [kg·s²/m³]
μ_g	$4\pi G$	$1/c^2$	9.332×10^{-27} [m/kg]
G	$1/(4\pi\varepsilon_g)$	1	6.674×10^{-11} [m³/(kg·s²)]

B.11 Напомена о ε_g и μ_g

За **гравитационе** константе (ε_g, μ_g, G) важи **иста** релација као за **електромагнетне** (ε_0, μ_0, c):

- $\varepsilon_g\, \mu_g = \frac{1}{c^2}$

У **природним јединицама** ($c = 1$):

- $\varepsilon_g\, \mu_g = 1$

Дакле, ε_g и μ_g су **реципрочне,** као ε_0 и μ_0. Њихов производ је **константан**.

ПРИЛОГ Г: КРИТИКЕ И ОДГОВОРИ

У овом, последњем, прилогу у раду даћемо неколико могућих критика са припадајућим одговорима.

Критика 1: „π не може да еволуира — то је математичка константа."

Одговор: π је у физици ефективна геометријска константа — однос обима и пречника у стварној метрици. У анизотропној **(3+3)** метрици, тај однос није π_0. Како се анизотропија смањује, $\pi \to \pi_\infty$.

Критика 2: „$\Gamma = 6H$ је изведено из shear динамике [25] — али то је само за **(1+3+3).**"

Одговор: Тачно. $\Gamma = 6H$ важи за **(1+3+3)** универзум. **Ако** је наш универзум **(3+3), онда** је то тачно. **Ако** није, **онда** није. Али то је тестибилно.

Критика 3: „Ваша формула $\boldsymbol{\alpha^{-1} = 4\pi^3 + \pi^2 + \pi}$ је само нумерологија."
Одговор: Није. — формула је преузета из [23, 26, 27, 34], а овде је геометријски тумачимо. $\boldsymbol{4\pi^3 + \pi^2 + \pi}$ је запремина 6D, 4D и 2D лопти, са коефицијентима **4!** и **2!** који долазе из 4 услова и 2 система.

Критика 4: „Зашто уводите корекциони члан $\boldsymbol{\kappa(\varepsilon - \varepsilon_*)}$? То изгледа као натезање."
Одговор: Корекциони члан није натезање — он следи из **линеарног** развоја $\boldsymbol{\pi(\varepsilon)}$. У **(3+3)** метрици, $\boldsymbol{\pi}$ зависи од **анизотропије** $\boldsymbol{\varepsilon}$. Први члан развоја је **линеаран**: $\boldsymbol{\pi \approx \pi_0[1 + \kappa(\varepsilon - \varepsilon_*)]}$. Квадратни члан ($\boldsymbol{\varepsilon^2}$) је **занемарљив** кад је $\boldsymbol{\varepsilon}$ мали. $\boldsymbol{\kappa}$ и $\boldsymbol{\varepsilon_*}$ су одређени из **два** податка: $\boldsymbol{\pi}$**(рани)** и $\boldsymbol{\pi}$**(данас)**.

Критика 5: „Зашто баш **три** вредности $\boldsymbol{\pi}$? Зашто не **шест**, кад је простор **(3+3)**?"
Одговор: Три вредности $\boldsymbol{\pi}$ одговарају **три просторне** димензије — јер је $\boldsymbol{\pi}$ **геометријска** константа која мери **однос** у **простору**. **Временске** димензије **не** утичу на $\boldsymbol{\pi}$ на исти начин — оне утичу само на **анизотропију** $\boldsymbol{\varepsilon}$, која **мења** $\boldsymbol{\pi}$. Дакле — **три** $\boldsymbol{\pi}$, не **шест**.

Критика 6: „Ако је $\boldsymbol{\pi_\infty = \pi_0(1 - \kappa\varepsilon_*)}$ **мање** од $\boldsymbol{\pi_0}$, зар то онда не би значило да $\boldsymbol{\pi}$ никада **неће достићи** математички $\boldsymbol{\pi_0}$?"
Одговор: Тачно. $\boldsymbol{\pi_\infty < \pi_0}$. То значи да **математички** $\boldsymbol{\pi_0}$ није **асимптотска** вредност **физичког** $\boldsymbol{\pi}$ — то је **идеална** вредност коју **физички** $\boldsymbol{\pi}$ **не достиже**. Али то **није** проблем — јер $\boldsymbol{\pi_0}$ је **математичка** константа, а $\boldsymbol{\pi_\infty}$ је **физичка**. Релативна разлика је $\kappa\boldsymbol{\varepsilon_*} = 7.7\times10^{-7}$: $\pi = \pi_0$ при $\varepsilon = \boldsymbol{\varepsilon_*}$, а $\boldsymbol{\pi_\infty}$ је вредност при $\boldsymbol{\varepsilon = 0}$.

Критика 7: „Засићење анизотропије у 5.6 уводи нови параметар $\boldsymbol{\varepsilon_c}$. Зар то није закрпа?"
Одговор: Није. Засићење није уведено да би се нешто поправило, оно следи из равнотеже $\boldsymbol{\varepsilon\cdot\mu = \frac{1}{c^2}}$. Анизотропија (статичка структура) и пермеабилност (динамичка) су узајамно ограничене; ниједна не може расти у недоглед а да друга не постане нефизичка. Вредност $\boldsymbol{\varepsilon_c}$ није слободан параметар који је у смислу подешавања већ је ограничена са обе стране ($\boldsymbol{1.5 < \varepsilon_c \lesssim 50}$) из услова стабилности метрике.

Критика 8: „Ако је $\boldsymbol{\varepsilon_c}$ ограничен само одозго, модел не предвиђа његову вредност. Зар то онда није слабост?"
Одговор: Јесте делимично. али то је чест случај у физици када се нова скала уводи из стабилности. Модел не предвиђа $\boldsymbol{\varepsilon_c}$ тачно, али предвиђа **последице** засићења: изравнавање $\boldsymbol{\frac{\Delta\alpha}{\alpha}}$ на високим **z,** али непромењен $\boldsymbol{\frac{\dot{\alpha}}{\alpha}}$**,** и разлику између $\boldsymbol{z = 3}$ и $\boldsymbol{z = 5}$**.** То су оборива предвиђања док је извођење $\boldsymbol{\varepsilon_c}$ из првих принципа (стабилност **(3+3)** метрике) посао за неки будући рад и није планирана у овом.

Критика 9: „Три вредности $\boldsymbol{\pi\ (\pi_1 \neq \pi_2 = \pi_3)}$ нису изведене — само су најављене."
Одговор: Тачно. У овом раду оне су дате квалитативно, јер би њихово извођење захтевало потпуну тензорску анализу **(3+3)** метрике. Оно што јесмо показали јесте да анизотропија нужно води ка три различите вредности $\boldsymbol{\pi}$ јер су три просторне димензије нееквивалентне када је метрика анизотропна. Нумеричке вредности зависе од конкретног модела $\boldsymbol{\varepsilon(t)}$ и биће предмет неког будућег рада.

Критика 10: „**(3+3)** метрика са три временске димензије оповргнута је Лоренцовим тестовима."
Одговор: Ово је најозбиљнија критика и признајемо је. Али ако временске димензије нису ту једнако третиране, а очигледно да нису јер имамо један ток времена, онда је то ефективна **(1+3+3)** структура, не **(3+3)** у дословном смислу. Ово није решавано у раду и остаје отворено питање. Али $\boldsymbol{\Gamma = 6H}$ следи управо из **(1+3+3)** shear динамике, што је конзистентно са ефективном структуром.

Критика 11: „Зашто баш шест димензија? Зашто не десет, једанаест, или нешто друго?"
Одговор: Број шест није произвољан — следи из **GH-**пар структуре (Теорема 3.1 [13, 14]). Стабилни **GH-**пар има **3** аксиоме по систему и **3** релације, што даје **3+3**. Свака друга комбинација (**2+2, 4+4**) не задовољава услове минималне стабилности. Дакле, шест димензија је последица, не слободни избор.

ЕПИЛОГ

Све константе су последице. Геометрија је узрок. Овај рад је показао да **α** није фундаменталан — он је последица геометрије **(3+3). π** није константа — она еволуира. **Γ = 6H** није претпоставка — следи из shear динамике [25]. **Ако** је то тачно, **онда** смо открили да универзум није само скуп константи — он је једна константа која еволуира. А то је дубоко, баш дубоко.

Али то откриће има цену. Оно значи да све што смо сматрали чврстим **α, e, ħ,** па чак и **π** није чврсто. Све је текуће. Све је геометрија која се мења. И ако је то тачно, онда ni питање „која је вредност ове константе?" није право питање. Право питање је „како се она мења и зашто?"

Ово није крај. Ово је почетак. Теорија која даје конкретна предвиђања — закон $\frac{\Delta\alpha}{\alpha(z)}$, стопу **Γ = 6H,** експоненте за **ħ** и **e** — није затворена. Она је отворена за проверу. Ако мерења на високим **z** покажу засићење, теорија стоји. Ако не покажу, пада. То је како наука треба да функционише.

А то је оно што овај рад покушава да буде: не скуп одговора, већ скуп питања која се могу поставити експерименту. Јер ако је универзум геометрија која дише, онда је и наша улога у њему скромна — ми смо посматрачи који хватају један удах. Али и тај удах је довољан да знамо да смо на правом путу.

Није важно ко је први приметио да **π** може да дише. Важно је да сада знамо да питање постоји и да се на њега може одговорити. Јер наука није скуп одговора — наука је начин да се постављају питања. А ми смо поставили питање које нико пре није поставио на овај начин. Ако смо у праву, следећа ће генерација то потврдити. Ако нисмо, бар смо показали где да се тражи.

Ако је овај рад допринео ичему, онда је то померање питања. Јер питање је увек важније од одговора.

РЕФЕРЕНЦЕ (радови истих аутора су на Зенодо и на https://meta-ns.co.rs/)

МАТЕМАТИКА:

[1] **Бошњак Р.** & **М.** & **Д.** (2026). *Гедел-Хилбертов пар и релациона унија*. PH-MAT-01-01A-SRB.

[2] **Бошњак Р.** & **М.** & **Д.** (2026). *Конструктивни Гедел-Хилбертови парови*. PH-MAT-01-01B-SRB.
• https://doi.org/10.5281/zenodo.23082916 • https://doi.org/10.5281/zenodo.23084085

[3] **Бошњак Р.** & **М.** & **Д.** (2026). *Конструкција Гедел-Хилбертовог пара*. PH-MAT-01-01C-SRB.

[4] **Бошњак Р.** & **М.** & **Д.** (2026). *Теорија математичке нужности*. PH-MAT-01-02A-SRB.
• https://doi.org/10.5281/zenodo.23083371 • https://doi.org/10.5281/zenodo.23084042

[5] **Бошњак Р.** & **М.** & **Д.** (2026). *Теорија структурне нужности*. PH-MAT-01-02B-SRB.

[6] **Бошњак Р.** & **М.** & **Д.** (2026). *Теорија дефиниционих оквира нужности*. PH-MAT-01-02C-SRB.
• https://doi.org/10.5281/zenodo.23083316 • https://doi.org/10.5281/zenodo.23083357

[7] **Бошњак Р.** & **М.** & **Д.** (2026). *Теорија рупа у адитивним системима*. PH-MAT-01-03A-SRB.

[8] **Бошњак Р.** & **М.** & **Д.** (2026). *Рупе као оператори структуре*. PH-MAT-01-03B-SRB.
• https://doi.org/10.5281/zenodo.23084018 • https://doi.org/10.5281/zenodo.23084008

[9] **Бошњак Р.** & **М.** & **Д.** (2026). *Теорема о решивости кроз пресликавање*. PH-MAT-01-03C-SRB.

[10] **Бошњак Р.** & **М.** & **Д.** (2026). *Универзални мастер шаблон*. PH-MAT-01-04A-SRB.
• https://doi.org/10.5281/zenodo.23083989 • https://doi.org/10.5281/zenodo.23083983

[11] **Бошњак Р.** & **М.** & **Д.** (2026). *Таксономија математичких проблема*. PH-MAT-01-04B-SRB.

[12] **Бошњак Р.** & **М.** & **Д.** (2026). *Универзална методологија – практ. водич*. PH-MAT-01-04C-SRB.
• https://doi.org/10.5281/zenodo.23083978 • https://doi.org/10.5281/zenodo.23083972

[13] **Бошњак Р.** & **М.** & **Д.** (2026). *Примитивни GH-пар – два приступа конструкцији (2+1)*. PH-MAT-01-05A-SRB. • https://doi.org/10.5281/zenodo.23083735

[14] **Бошњак Р.** & **М.** & **Д.** (2026). *Конструкција стабилног GH-пара (3+3)*. PH-MAT-01-05B-SRB.

[15] **Бошњак Р.** & **М.** & **Д.** (2026). *Гедел-Хилбертове мреже*. PH-MAT-01-05C-SRB.
• https://doi.org/10.5281/zenodo.23083728 • https://doi.org/10.5281/zenodo.23083697

[16] **Бошњак Р.** & **М.** & **Д.** (2026). *Еволуција као последица стабилности*. PH-MAT-01-05D-SRB.
• https://doi.org/10.5281/zenodo.23438867

ФИЗИКА:

[17] **Beeks, K., et al.** (2025). *Fine-structure constant sensitivity of the Th-229 nuclear clock transition.* Nature Communications, 16, 9147.

[18] **Бошњак Р. & М. & Д.** (2026). Универзални обрасци централних сила – B. PH-FIZ-01-01B-SRB.

[19] **Бошњак Р. & М. & Д.** (2026). Уједињење SR и GR кроз (3+3) метрику – B. PH-FIZ-01-02B-SRB.
• https://doi.org/10.5281/zenodo.23083688 • https://doi.org/10.5281/zenodo.23083654

[20] **Бошњак Р. & М. & Д.** (2026). *Уједињење централних сила кроз (3+3) метрику – B.* PH-FIZ-01-03B-SRB. • https://doi.org/10.5281/zenodo.22181756
[21] **Бошњак Р. & М. & Д.** (2026). *Уједињење познатих сила кроз (3+3) метрику – B.* PH-FIZ-01-04B-SRB. • https://doi.org/10.5281/zenodo.23085158
[22] **Бошњак Р. & М. & Д.** (2026). *Релација јачина–домет у (3+3) оквиру – B.* PH-FIZ-01-05B-SRB. • https://doi.org/10.5281/zenodo.23438892
[23] **Charboneau, D.** (2026). *Geometric Origin of the Fine Structure Constant*. Zenodo. DOI: 10.5281/zenodo.22540635.
[24] **Damour, T., & Dyson, F.** (1996). *The Oklo bound on the time variation of the fine-structure constant revisited.* Nuclear Physics B.
[25] **Ellis, G. F. R., & van Elst, H.** (1999). *Cosmological models (Cargèse lectures 1998). In Theoretical and Observational Cosmology* (pp. 1–116). Springer.
[26] **Graham, J.** (2026). *Deriving Fundamental Constants from S^3 Topology and the Skyrme Lagrangian: A Geometric Universe Framework*. Zenodo. DOI: 10.5281/zenodo.18735128.
[27] **Graham, J.** (2026). *Geometric Origin of the Fine Structure Constant: $1/\alpha = 4\pi^3 + \pi^2 + \pi$.* Zenodo. DOI: 10.5281/zenodo.18688568.
[28] **King, J. A., Webb, J. K., Murphy, M. T., Flambaum, V. V., Carswell, R. F., Bainbridge, M. B., Wilczynska, M. R., & Koch, F. E**. (2012). *Spatial variation in the fine-structure constant – new results from VLT/UVES.* Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 422(4), 3370–3414.
[29] **Maxwell, J. C.** (1865). *A dynamical theory of the electromagnetic field.* Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 155, 459–512.
[30] **Murphy, M. T., et al.** (2022). Fundamental physics with ESPRESSO: *Precise limit on variations in the fine-structure constant towards the bright quasar HE 0515−4414.*
[31] **Nakahara, M.** (2003). *Geometry, Topology and Physics* (2nd ed.). CRC Press
[32] **Webb, J. K., et al.** (2011). *Indications of a spatial variation of the fine structure constant*. Physical Review Letters, 107(19), 191101.
[33] **Wilczynska, M. R., et al.** (2020). *Four direct measurements of the fine-structure constant 13 billion years ago.* Science Advances, 6(17), eaay9672.
[34] **Yee, J.** (2025). *The Relationship of the Fine Structure Constant and Pi.* Energy Wave Theory.
[35] **Zhang, X., et al.** (2024). *Frequency ratio of the ^{229m}Th nuclear isomeric transition and the ^{87}Sr atomic clock.* Nature, 633, 63–70.

POST SCRIPTUM

Када смо почели овај рад, мислили смо најпре да имамо две основне константе e и α. А онда смо открили да је α последица геометрије, а e квантовано. Затим смо мислили да су ħ и c оне које не релаксирају. Па смо извели да ħ $\propto \pi^3$. На крају смо мислили да c не релаксира — и ту смо били у праву, али не зато што је фундаментална, већ зато што је композитна, као и G које следи c.
Али и те две константе — c и G — показаше се као привидне. Оне нису фундаменталне, јер оне су композитне. Њихова константност је последица потирања њихових компоненти. На крају, остали смо са π — бројем који смо вековима сматрали вечним — и открили да се и он мења али полако. Скоро неприметно. Али сасвим довољно да све друго повуче за собом. Нема константи, само геометрија која дише, а ми смо — као што обично бива — само ухватили један њен удах.
Али тај удах је довољан. Јер ако је геометрија та која дише, онда ми не морамо да је ухватимо у целини. Довољно је да ухватимо један удах — једну промену, једну релаксацију, један помак у π. И ако је тај помак конзистентан са осталим константама — онда знамо да смо на правом трагу.
Ово није завршетак приче. Ово је први удах који смо регистровали. Остало је да чекамо следеће — прецизније, дубље, даље.
Али већ сада знамо шта да тражимо.

Рецензија рада: Људска супервизија AI рецензија: ChatGPT, Claude, Copilot, Gemini, DeepSeek

Нови Сад
08.08.2026.

Научни часопис:
„ПОЛИХИСТОР“

Author: Ranko Bošnjak
Co-authors: Milica Bošnjak & Danica Bošnjak
Institution: META-POLIHISTOR
DOI: 10.5281/zenodo.23438947
"POLIHISTOR" N: PH-FIZ-01-06B-SRB
polihistor@meta-ns.co.rs

EVOLUTION OF CONSTANTS FROM GEOMETRY (3+3)
(B – basic – theoretical paper)

All constants are consequences.
Geometry is the cause.

ABSTRACT
This paper studies the evolution of fundamental constants in the geometry of **(3+3)** space–time. We adopt and geometrically interpret the formula for the fine-structure constant, $\boldsymbol{\alpha^{-1} = 4\pi^3 + \pi^2 + \pi}$**,** which agrees with the experimental value to within **2.2 ppm (0.00022%).** We show that π is not a fixed mathematical constant, but an effective geometric constant that depends on the anisotropy **ε** of the **(3+3)** metric. Under the assumption $\boldsymbol{\varepsilon \propto \sigma}$**,** shear dynamics in the **(3+3)** universe gives the relaxation rate **Γ = 6H** [1/s]. Calibration at $\boldsymbol{z \approx 2}$ yields $\boldsymbol{\kappa \cdot \varepsilon(z \approx 2) \approx 2.0 \times 10^{-6}}$ and $\boldsymbol{\varepsilon_*/\varepsilon(z \approx 2) \approx 0.39}$; $\boldsymbol{\pi = \pi_0}$ at $\boldsymbol{z \approx 1.56}$**.** This model also predicts $\boldsymbol{\Delta\alpha/\alpha = -2.882 \cdot A \cdot [(1+z)^6 - 1]}$**,** $\boldsymbol{A = 2.74 \times 10^{-9}}$, and $\boldsymbol{\dot{\alpha}/\alpha \approx +3 \times 10^{-18}\ yr^{-1}}$**,** with **c** and **G** constant. The paper contains reduction to networks and the method of necessity as two independent mathematical checks..

KEYWORDS: evolution of constants, universal constant, fine-structure constant, (3+3) metric, Γ = 6H, anisotropy, relaxation

AMS (2020) CLASSIFICATION:
83C40 Gravitation and electromagnetism;
83D05 Relativistic gravitation;
81V17 Unification of forces;
83E15 Dimensions >4 in relativity;
83F05 Relativistic cosmology;
00A30 Philosophy of mathematics and physics.

Paper Review: Human supervision of AI reviews: ChatGPT, Claude, Copilot, Gemini, DeepSeek

Novi Sad
08.08.2026.

Scientific Journal:
"**POLIHISTOR**"