

MODULÁRNÍ GEOMETRIE KOMPLEXNÍHO ČASU

Topologický původ kosmologických a částicových konstant v τ -geometrii

Adam Porybný

Nezávislý výzkum ve spolupráci s mezi4stěny, Brno, Česká republika

12. června 2026 | Verze dokumentu: 1.6.0 (Renormalizační protokol a projektivní struktura pozorovatele)

Abstract

Předkládáme minimální axiomatický rámec Komplexně reálné teorie (KRT / τ -geometrie), ve kterém je fyzikální čas komplexní proměnná $\tau \in \mathbb{H}$ (horní polorovina) a foton je topologicky ztotožněn s eliptickou křivkou s modulárním parametrem τ . Pod meta-postulátem strukturálního realismu (M0) není modulární invariance pod $PSL(2, \mathbb{Z})$ axiomem, nýbrž teorémem: prostor modulů eliptických křivek nad $\mathbb{C}$ je právě $X(1) = \mathbb{H}/PSL(2, \mathbb{Z})$. Invariance vůči $PSL(2, \mathbb{R})$ fixuje metriku na $\mathbb{H}$ pouze až na kladný násobek; volbu škály činí explicitní **normalizační postulát N** (kanonická hyperbolická metrika, $K = -1$ v Planckových jednotkách), který je jediným spojitým vstupem teorie. Za N je inflační parametr třídy α -atraktorů fixován na $\alpha = 2/3$ (tj. $3\alpha = 2$, jedna z diskretních benchmark hodnot v literatuře α -atraktorů) a plyne konzistenční relace $r = 2(1-n_s)^2$. Pro Planck 2018 ($n_s = 0,9649$) dává $r \approx 0,0025 \pm 0,0006$; pro kombinace zahrnující ACT DR6 ($n_s \approx 0,971-0,974$) $r \approx 0,0013-0,0017$. Relace je testovatelná misí LiteBIRD ($\sigma(r) \approx 0,001$, ~ 2032); plné odlišení od Starobinského modelu, vůči němuž platí $r_{KRT}/r_{Star} = 2/3$ při stejném n_s , vyžaduje citlivost třídy CMB-S4. V částicovém sektoru je empirická Koideho relace $Q = 2/3$ ekvivalentní kuželové podmínce s polovičním úhlem $\theta = \pi/4$; odvození této podmínky z projekce pozorovatele (A3) zůstává otevřeným problémem (P12a) — za tohoto předpokladu plyne $m_\tau = 1776,97$ MeV, ve shodě s experimentem na úrovni $0,9\sigma$. Mechanismus zrcadlové generace strange kvarku vyvážený v neutrinovém subsystému je formulován jako programový výhled (P12c), nikoli výsledek. Vztah škály prostorové křivosti S^3 ke kosmologické konstantě je prezentován jako konzistenční pozorování (P15), nikoli odvození. Pro absolutní hmotnost elektronu (P12b) je formulován jednosmyčkový QED matching protokol: geometrická hodnota je interpretována jako běžící hmotnost $\overline{m}(\mu)$, odchylka 0,31 % od pólové hmotnosti fixuje škálu $\mu/m_e \approx 1,25$ a kandidátní škály jsou pre-registrovány před plným vyčíslením (§6.2). Identifikace RG běhu s geodetickým posunem podél $\text{Re}(\tau) = 0$ (P16) a projektivní čtení čtvrtého topologického data — tři lokální data jako plátno, orientační volba jako střed projekce (P17) — jsou formulovány jako hypotéza a program, nikoli výsledky. Tvrzení tohoto dokumentu jsou důsledně srovnána se závazným statusovým indexem v §9.

1 Úvod a výchozí pnutí

Současná teoretická fyzika stojí na hlubokém vnitřním pnutí mezi svými dvěma pilíři. Obecná relativita striktně trvá na tom, že žádný pozorovatelský rámec není privilegovaný a prostoročas je dynamické, hladké kontinuum. Kvantová mechanika naopak s časem zachází jako s vnějším reálným parametrem (nikoli operátorem) a tiše tím volí preferované rámce, kdykoli dojde na kolaps vlnové funkce, měření nebo lokalizaci energie. Toto pnutí není pouze filosofickým škobrtnutím; je to bod, kde se oba matematické formalismy fyzicky nedají dát dohromady bez fatální ztráty informace nebo vzniku patologických divergencí.

Rámec τ -geometrie bere toto pnutí s plnou vážností a nabízí zásadní ontologický posun: fyzikální čas je komplexní veličina. Reálná část komplexního času představuje makroskopický

čas, který měří klasické hodinky. Imaginární část je mikroskopická doména, ve které se schovává kompletní kvantová dynamika a fázová akumulace. Obě složky dohromady tvoří časovou rovinu, která je sama o sobě hyperbolicky zakřivená a podléhá rigidním diskretním symetriím.

2 Fundamentální axiomy, meta-postulát a normalizace

Teorie je postavena na jednom strukturálním meta-postulátu, třech minimálních axiomech a jednom explicitním normalizačním postulátu.

Meta-postulát M0 (Strukturální realismus). Fyzikální observables jsou výhradně funkcemi tříd izomorfie fyzikálních stavů, nikoli jejich konkrétních reprezentantů. Ekvivalentně: pokud se dvě konfigurace systému liší pouze izomorfismem své vnitřní struktury, žádné fyzikální měření mezi nimi principiálně nerozliší.

A1 (Komplexní čas). Fundamentální časová proměnná je prvkem horní komplexní poloroviny: $\tau \in \mathbb{H} = \{\tau \in \mathbb{C} : \text{Im}(\tau) > 0\}$.

A2 (Fotonický prostor). Prostor vnímá klasický pozorovatel jako reálnou projekci rotace fáze τ . Jedna úplná rotace (2π) spolu s kvaternionickým doprovodným směrem tvoří jeden foton. Topologicky je tím foton ztotožněn s formou toru $S^1 \times S^1$ s komplexní strukturou τ , tedy s eliptickou křivkou nad $\mathbb{C}$.

A3 (Projekce pozorovatele, S-reflexe). Klasický pozorovatel nemůže měřit globální komplexní fázi přímo; extrahuje výhradně $\text{Stab}(i)$ -invariantní složku modulární geometrie. Podél kanonické geodetiky $\text{Re}(\tau) = 0$ je tato veličina ekvivalentní podepsané hyperbolické vzdálenosti od eliptického pevného bodu $\tau = i$, tedy $\varphi(\tau) = \ln |\tau_2|$.

N (Normalizace kinetické metriky). Kinetická metrika prostoru polí efektivní teorie je *kanonická* hyperbolická metrika na $X(1)$ s křivostí $K = -1$ v jednotkách M_{Pl} .

Komentář k N. Postulát N je jediným místem, kde do teorie vstupuje spojitá volba (viz §4); ve verzi 1.4.1 byl obsažen implicitně v lemmatu T1.U. Jeho explicitní vyčlenění činí tvrzení o bezparametričnosti poctivě podmíněným: *všechny níže uvedené numerické predikce jsou bez-parametrické modulo N.*

3 Teorém 1: Odvození modulární invariance pod $PSL(2, \mathbb{Z})$

V původních verzích konceptu byla modulární invariance zaváděna jako nezávislý axiom. V nynější formulaci jde o teorém odvozený z kombinace A1 + A2 + M0.

Důkaz (náčrt). Axiom A2 definuje foton jako eliptickou křivku E_τ s komplexní strukturou určenou parametrem τ . Z klasické teorie modulárních forem je známo, že dvě eliptické křivky určené parametry τ a τ' jsou jako komplexní tory izomorfní právě tehdy, když jsou spojeny transformací z grupy $SL(2, \mathbb{Z})$, resp. jejího kvocientu $PSL(2, \mathbb{Z})$. Protože M0 striktně vyžaduje, aby fyzikální observables faktorizovaly přes izomorfní třídy konfigurací, musí být každá měřitelná veličina invariantní vůči akci $PSL(2, \mathbb{Z})$. Prostor modulů fyzikálních stavů fotonu je tedy invariantní orbifold

$$X(1) = \mathbb{H}/PSL(2, \mathbb{Z}). \quad \blacksquare$$

4 Topologický původ inflačního parametru $\alpha = 2/3$

Jedinečnost až na škálu (T1.U, zpřesněno). Grupa $PSL(2, \mathbb{R})$ působí na $\mathbb{H}$ tranzitivně s izotropní podgrupou $SO(2)$; prostor $PSL(2, \mathbb{R})$ -invariantních Riemannových metrik je proto právě jednoparametrický:

$$ds^2 = \lambda \frac{dx^2 + dy^2}{y^2}, \quad \lambda > 0, \quad K = -\frac{1}{\lambda}.$$

Invariance sama tedy fixuje *tvar* metriky, nikoli její *škálu*. Totéž platí pro libovolnou přirozenou (modulárně invariantní) metriku na prostoru modulů — například Weil–Petersson metrika na $\mathcal{M}_{1,1}$ je nutně násobkem Poincarého metriky a liší se právě konstantou. Dosavadní otevřený bod P11 (vztah diskrétní a spojitě metriky) tím splývá s otázkou statusu postulátu N.

V kosmologických modelech konformní inflace (α -atraktory) je křivost prostoru polí inflatonu vázána vztahem $K_{\text{fields}} = -2/(3\alpha)$, takže obecně

$$\alpha = \frac{2\lambda}{3},$$

a hodnota α *sleduje volbu škály*. Postulát N ($\lambda = 1$) dává exaktně

$$\alpha = \frac{2}{3}.$$

Poznámka (Gauss–Bonnet). Při $\lambda = 1$ má fundamentální doména $\mathcal{F}$ modulárního orbifoldu (Eulerova charakteristika $\chi = -1/6$) hyperbolickou plochu $\text{Area}(\mathcal{F}) = \pi/3$ a platí mnemonické identity $\alpha = 2 \text{Area}(\mathcal{F})/\pi = -4\chi(\mathcal{F})$. Protože χ je škálově invariantní, zatímco Area nikoli, jde o zápisy platné *právě za N*, nikoli o nezávislé odvození hodnoty α .

Ukotvení v literatuře. Hodnota $3\alpha = 2$ patří mezi diskrétní benchmark hodnoty $3\alpha \in \{1, \dots, 7\}$ diskutované v literatuře α -atraktorů v souvislosti se sedmidiskovou geometrií maximální supergravitace a B-mode targets (Ferrara & Kallosh 2016; Kallosh & Linde 2019). KRT k této hodnotě dodává nezávislý geometrický výběrový princip: prostor modulů fotonu $X(1)$ s kanonickou metrikou.

5 Kosmologické predikce a konfrontace s daty

Z univerzálních rovnic α -atraktorů ($n_s \simeq 1 - 2/N_e$, $r \simeq 12\alpha/N_e^2$) lze eliminací počtu e-foldů N_e odvodit bezparametrickou konzistenční relaci

$$r = 3\alpha (1 - n_s)^2 \stackrel{N}{=} 2 (1 - n_s)^2$$

Primární predikcí teorie je tato relace; numerická hodnota r je podmíněna měřenou hodnotou n_s , která se mezi datasety posouvá:

Dataset	n_s	$r_{\text{KRT}} = 2(1 - n_s)^2$	$N_e = 2/(1 - n_s)$
Planck 2018	$0,9649 \pm 0,0042$	$0,0025 \pm 0,0006$	≈ 57
P-ACT (Planck + ACT DR6)	$0,9709 \pm 0,0038$	$0,0017 \pm 0,0004$	≈ 69
P-ACT-LB (+ lensing, BAO)	$0,9743 \pm 0,0034$	$0,0013 \pm 0,0003$	≈ 78

Hodnota pro Planck 2018 byla ověřena numerickou integrací plných pohybových rovnic na hyperbolické rovině s T-model potenciálem $V(\varphi) = \Lambda^4 \tanh^2(\varphi/\sqrt{6\alpha})$, což pro $\alpha = 2/3$ dává $r = 0,00239$.

Napětí v N_e . Vyšší n_s z kombinací s ACT DR6 implikuje $N_e \approx 69$ –78, tedy nad standardním reheatingovým oknem (≈ 50 –60). Toto napětí postihuje celou třídu α -atraktorů v asymptotickém režimu, nikoli specificky KRT; jeho rozlišení (reheating historie, korekce vyššího řádu k $n_s(N_e)$) je součástí otevřeného bodu P1.

Rozlišitelnost od referenčních modelů. Při stejném n_s platí škálování $r = 3\alpha(1 - n_s)^2$, tedy

$$\frac{r_{\text{KRT}}}{r_{\text{Starobinsky}}} = \frac{2/3}{1} = \frac{2}{3} \quad \text{nezávisle na } n_s.$$

Inflační model	α	r (Planck 2018 / P-ACT-LB)	Poznámka
τ -Geometrie (KRT)	2/3	0,0025 / 0,0013	podmíněno N
Starobinsky R^2	1	0,0037 / 0,0020	referenční bod
Goncharov–Linde	1/9	0,0004 / 0,0002	

Mise LiteBIRD (~ 2032 , $\sigma(r) \approx 0,001$) dokáže predikované pásmo detekovat, nebo vyloučit. Rozdíl vůči Starobinského modelu však činí $\Delta r = (1 - n_s)^2 \approx 0,0007\text{--}0,0012$, tj. $0,7\text{--}1,2\sigma$ pro LiteBIRD; *plná diskriminace* obou modelů vyžaduje citlivost $\sigma(r) \approx (3\text{--}5) \times 10^{-4}$, tedy experimenty třídy CMB-S4. Formulace „jednoznačně rozlišitelné od Starobinského modelu“ z v1.4.1 byla v tomto smyslu opravena.

6 Částicový sektor: Koideho relace

Empirická Koideho relace (Koide 1981–1983) pro hmotnosti tří generací nabitých leptonů má tvar

$$Q = \frac{m_e + m_\mu + m_\tau}{(\sqrt{m_e} + \sqrt{m_\mu} + \sqrt{m_\tau})^2} = \frac{2}{3}.$$

Geometricky: označme $v = (\sqrt{m_e}, \sqrt{m_\mu}, \sqrt{m_\tau})$ a demokratickou osu $n = (1, 1, 1)/\sqrt{3}$. Pak

$$\cos^2 \theta = \frac{(v \cdot n)^2}{|v|^2} = \frac{(\sum_k \sqrt{m_k})^2}{3 \sum_k m_k} = \frac{1}{3Q},$$

takže $Q = 2/3 \iff \theta = \pi/4$: hmotnostní vektor leží na kuželu s polovičním úhlem $\pi/4$ kolem demokratické osy. Ekvivalentně lze psát $\sqrt{m_k} = \sqrt{m_0} (1 + \sqrt{2} \cos(2\pi k/3 + \delta))$, $k = 0, 1, 2$, což splňuje $Q = 2/3$ identicky pro libovolné (m_0, δ) . KRT v současné podobě parametry (m_0, δ) *nefixuje*; predikuje tedy m_τ ze znalosti (m_e, m_μ) , nikoli celé spektrum.

Otevřený problém P12a ($\theta = \pi/4$ z A3). Heuristická motivace zní: klasický pozorovatel podléhá dvojitému pokrytí $SU(2) \rightarrow SO(3)$ a poloviční úhel $\pi/4$ by měl vznikat jako obraz pravého úhlu pod half-angle mapou spinorové projekce. To je *motivace, nikoli důkaz*; shoda číselné hodnoty $Q = 2/3$ s topologickým invariantem $\alpha = 2/3$ sama o sobě mechanismus nezakládá. Status relace v rámci KRT je proto: *podmíněná predikce za předpokladu kuželové podmínky*.

Numerika a historická poctivost. Dosazením hodnot m_e, m_μ (PDG 2024) dává exaktní řešení kuželové podmínky

$$m_\tau = 1776,97 \text{ MeV},$$

v odchylce $0,11 \text{ MeV} \approx 0,9\sigma$ od experimentu ($1776,86 \pm 0,12 \text{ MeV}$). Tato číselná hodnota je *postdiktí Koideho relace* (formulované před precizním měřením m_τ); specifickým obsahem KRT není číslo samotné, nýbrž nárok na odvození podmínky $Q = 2/3$ — tedy právě P12a.

6.1 Programový výhled: kvarkové zrcadlení a neutrína (P12c)

Třetí generace fermionů (top, bottom, tauon) je v KRT interpretována jako rigidní asymptotický limit uzamčený invariantem $\alpha = 2/3$, zatímco lehké generace kvarkového sektoru jsou vázány na eliptický bod $\tau = \rho$ se symetrií $\mathbb{Z}_3$. *Konjektura*: aplikuje-li se na systém lehkých kvarků operace fázového zrcadlení (S-reflexe/konjugace na orbifoldovém rozhraní), trajektorie vnitřních stavů kolabují do fixního bodu generujícího strange kvark; aby transformace proběhla v souladu s M0, měla by být komplementárně vyváжена v leptonovém subsystému eliptického bodu $\tau = i$ skrze chirální sektor neutrín (nenulová oscilační škála, striktní levotočivost jako $\mathbb{Z}_2$ volba orientace).

Status a deliverables. Aby se konjektura stala výsledkem, musí být dodáno: (i) explicitní akce $\mathbb{Z}_3 \times \mathbb{Z}_2$ na stavovém prostoru v okolí bodů ρ a i ; (ii) alespoň jedna kvantitativní relace

— predikce m_s , nebo vazba na oscilační škálu Δm^2 neutrin; (iii) formulace „bezdluhovosti“ jako zachovávané veličiny (invariant akce, nikoli slovní bilance). Do splnění (i)–(iii) jde o programový výhled (status KANDIDÁT), nikoli o výsledek; abstrakt v1.4.1, který mechanismus prezentoval jako hotové rozšíření, byl v tomto smyslu opraven.

6.2 Renormalizační most pro absolutní hmotnost elektronu (P12b) a hypotéza P16

Geometrická formule absolutní hmotnosti (status KANDIDÁT; numerická odchylka 0,31 %) je v tomto protokolu interpretována jako krátkovzdálenostní *běžící* hmotnost $\overline{m}(\mu)$ ve schématu $\overline{\text{MS}}$; experimentální hodnota $m_e = 0,51099895$ MeV je hmotnost *pólová*. Obě veličiny váže jednosmyčkový QED vztah (Tarrach 1981)

$$m_{\text{pole}} = \overline{m}(\mu) \left[1 + \frac{\alpha}{4\pi} \left(4 + 3 \ln \frac{\mu^2}{\overline{m}^2} \right) \right],$$

takže relativní odchylka $\Delta = (m_{\text{pole}} - m_{\text{geo}})/m_{\text{pole}}$ fixuje matching škálu inverzí

$$\frac{\mu}{m} = \exp \left[\frac{1}{6} \left(\frac{4\pi}{\alpha} \Delta - 4 \right) \right].$$

Pro $\Delta = 0,0031$ vychází $\mu/m \approx 1,2499$; zaokrouhlení Δ na dvě platné cifry však připouští pásmo $\mu/m \in [1,232; 1,268]$, které obsahuje mj. $5/4$ i $\sqrt{\pi/2}$ a vylučuje $3^{1/4}$ a $\sqrt{3}$.

Pre-registrace kandidátů škály. Aby protokol nedegeneroval v post-hoc numerologii, jsou kandidátní škály deklarovány *před* vyčíslením Δ na plnou přesnost ($\alpha^{-1} = 137,035999$):

Kandidát	Geometrický původ	Predikce Δ
$\mu = m$	triviální matching	0,23228 %
$\mu^2 = (\pi/2) m^2$	kuželový úhel π v bodě $\tau = i$	0,31095 %
$\mu = \frac{5}{4} m$	bez opory v datech $(2, 3, \infty)$	0,31003 %
$C_F^{\text{ef}} = \frac{4}{3}$ při $\mu = m$	vyžaduje mechanismus	0,30971 %
$\mu = 3^{1/4} m$	$\frac{1}{2} d(i, \rho) = \frac{1}{2} \ln \sqrt{3}$	0,32798 %
$\mu = \sqrt{3} m$	$d(i, \rho) = \ln \sqrt{3}$	0,42367 %

Rozlišení tří prostředních kandidátů vyžaduje Δ na 4–5 platných cifer; dvousmyčková korekce řádu $(\alpha/\pi)^2 \approx 5 \times 10^{-6}$ definuje podlahu smysluplnosti a finální diskriminace si vyžádá dvousmyčkový matching (v literatuře známý). **Kritérium úspěchu:** reziduum po jednosmyčkové korekci $\lesssim 10^{-5}$ relativně; hodnoty v pásmu 10^{-5} – 10^{-3} ponechávají P12b ve statusu KANDIDÁT. Disciplína protokolu: schéma i škála se fixují *před* dosazením čísel; každá volba učiněná po nahlédnutí výsledku je volný parametr.

Hypotéza P16 (RG běh jako geodetika). Podle A3 je pozorovatelnou podél kanonické geodetiky $\text{Re}(\tau) = 0$ veličina $\varphi(\tau) = \ln |\tau_2|$. Identifikace

$$\ln \frac{\mu^2}{m^2} = 2 \Delta \varphi$$

ztotožňuje běh renormalizační škály s geodetickým pohybem po imaginární ose; anomální dimenze hmotnosti je pak rychlostí podél geodetiky a axiom A3 tím v P12b koná dynamickou práci. Kandidát $\mu^2 = (\pi/2) m^2$ odpovídá bodu $\tau = i\sqrt{\pi/2}$. Status: HYPOTÉZA — vyžaduje charakterizaci tohoto bodu *nezávislou* na hodnotě Δ ; bez ní je výběr škály numerologií. Poznámka: hodnota $5/4$ nemá ve stabilizátorových datech $(2, 3, \infty)$ přirozený původ (orbifold generuje řady 2, 3 a ∞), zatímco veličiny typu $\pi/2$ se vážou ke kuželovému úhlu π orbifoldového bodu $\tau = i$.

7 Teorém 2 a Hypotéza H4: čtyři topologická data, čtyři interakce

Teorém 2 (Fuchsova kompletnost). Množina kvalitativně odlišných modulačních režimů rotace substrátu na orbifoldovém kvocientu $X(1)$, rozšířeném o globální orientaci, má přesně 4 prvky.

Důkaz. Klasifikace Fuchsových grup striktně omezuje konečné stabilizátory v $PSL(2, \mathbb{Z})$ celočíselností stopy. V horní polorovině existují právě dva eliptické pevné body s netriviální konečnou symetrií: $\tau = i$ (stabilizátor řádu 2, symetrie $\mathbb{Z}_2$) a $\tau = \rho$ (stabilizátor řádu 3, symetrie $\mathbb{Z}_3$). Třetím význačným bodem je parabolický hrot v nekonečnu ($\tau = i\infty$, nekonečný cyklický stabilizátor $\mathbb{Z}$). Čtvrtým nezávislým topologickým údajem je globální volba orientace imaginární osy $\text{Im}(\tau)$ (chirální volba $\mathbb{Z}_2$). Jiné režimy nejsou algebraicky přípustné. ■

Hypotéza H4 (fyzikální bijekce). Tato čtyři topologická data vykazují přirozenou korespondenci se čtyřmi fundamentálními interakcemi, přičemž algebraické pozadí dodává krátká exaktní sekvence Artinovy grupy copů B_3 ($B_3/Z(B_3) \cong PSL(2, \mathbb{Z})$, centrum generováno $(\sigma_1\sigma_2)^3$):

Topologický údaj	Symetrie	Charakteristika	Interakce
parabolický hrot $i\infty$	$\mathbb{Z}$	nekonečný dosah, absence náboje	gravitace
eliptický bod i	$\mathbb{Z}_2$	spin-1 invariant	elektromagnetismus
eliptický bod ρ	$\mathbb{Z}_3$	trojbarevná struktura náboje	silná interakce
orientace $\text{Im}(\tau)$	$\mathbb{Z}_2$	chiralita, flavor-changing přes $Z(B_3)$	slabá interakce

Epistemický status. Teorém 2 (klasifikace) je formální; bijekce H4 je hypotéza. Korespondence čtyř prvků na čtyři síly je nutnou, nikoli postačující evidencí — statusu teorému dosáhne až odvozením kalibrační dynamiky (kalibrační grupy, náboje, běžící vazby) z týchž topologických dat. Ve v1.4.1 byly obě části sloučeny pod jediným označením „teorém“; toto sloučení bylo opraveno.

7.1 Projektivní struktura čtyř dat: program P17

Kategoriální námitka vůči kombinaci T2 + H4 zní: hrot $i\infty$ a eliptické body i, ρ jsou *lokální stabilizátorová data* orbifoldu, zatímco orientace $\text{Im}(\tau)$ je *globální volba* — „tři data plus jedna ruka“. Program P17 tuto asymetrii nepopírá, nýbrž ji povyšuje na strukturu: tři lokální data tvoří *plátno* (vrcholy trojúhelníku), orientační volba je *střed projekce*. Rozdíl mezi bodem scény a středem projekce je v projektivní geometrii fundamentální; čtvrté datum na plátno nepatří z *principu*, nikoli omylem.

Exaktní jádro. Ve čtyřstěnu s vepsanou koulí procházejí tři boční stěny vrcholem–projektorem a jsou tečnými rovinami koule. Centrální projekce zachovává tečnost; vepsaná koule se proto promítá na kuželosečku *vepsanou* do trojúhelníku plátna, tečnou ke všem třem stranám. U pravidelného čtyřstěnu je obrazem vepsaná kružnice a platí $R = 3r$ (rovnost v Eulerově nerovnosti pro 3-simplex); obecně je rodina inkonik trojúhelníku parametrizována perspektorem. Volba pozorovatele $\leftrightarrow$ volba inkoniky: *koule je invariantní obsah, inkonika jeho stín*. Strukturním domovem obrazu je sama teorie: $PSL(2, \mathbb{Z})$ je trojúhelníková grupa $(2, 3, \infty)$ a plátno s vrcholy řádů 2, 3, ∞ je její fundamentální trojúhelník.

Rotující projektor jako test H4. Permutace rolí grupou S_4 dává čtyři projekce a čtyři stíny; žádný vrchol nevidí sám sebe, pouze svou projekci skrze ostatní tři. „Identitou“ konfigurace je to, co je invariantní napříč všemi čtyřmi stíny; perspektivně závislé složky jednotlivých projekcí jsou kandidáty na známé asymetrie interakcí (gravitace nevidí náboj; slabá interakce vidí chiralitu). Program tak nabízí první *mechanismový* test hypotézy H4 nad rámec tabulkové korespondence.

Deliverables. (i) Formální výrok „A3 = centrální projekce z orientačního vrcholu“ a jeho konzistence se $\text{Stab}(i)$ -invariantní formulací A3; (ii) akce chirální volby $\mathbb{Z}_2$ jako zrcadlení projektoru vůči rovině plátna a klasifikace invariantů inkoniky (co se zachovává, co se překlápí); (iii) numerická studie: symetrický případ (čtyři shodné kružnice) a kontrolované rozbití symetrie posunem jednoho vrcholu. Do splnění (i)–(iii) má P17 status PROGRAM, nikoli výsledek.

8 Pozorování 3: kvaternionová křivost a škála Λ

Vyžadujeme-li, aby reálný fyzikální prostor lokálně nesl tři antikomutující směry splňující kvaternionovou algebru $[X_a, X_b] = 2\varepsilon_{abc}X_c$, pak z Ricciho identity pro Killingovu formu bi-invariantní metriky kompaktní grupy $SU(2)$ plyne, že prostor nemůže být plochý: je difeomorfní S^3 s kladnou křivostí, komplementární k záporné křivosti pole $K = -1$. Pro poloměr a platí $\text{Ric} = (2/a^2)g$ a $R = 6/a^2$.

Co plyne a co ne. Identifikace $a = c/H_0$ (Hubbleův poloměr) reprodukuje

$$\Lambda_{\text{eff}} = \frac{3}{(c/H_0)^2} \implies \left. \frac{\Lambda_{\text{eff}}}{M_{\text{Pl}}^4} \right|_{\hbar=c=1} \approx 4 \times 10^{-122},$$

což řádově odpovídá pozorované hodnotě. Toto je však *konzistenční pozorování*, nikoli odvození: škála a je vstupem, a rovnost $\Lambda \approx 3H_0^2$ je při této identifikaci tautologická. Skutečným obsahem pozorování je znaménko a geometrie (kladná prostorová křivost S^3 komplementární k hyperbolické rovině polí), nikoli velikost. Formulace „bez fine-tuningu“ z v1.4.1 byla stažena — volba škály a je přesně místem, kde fine-tuning sídlí.

Otevřený problém P15 (hierarchie). Odvodit poměr $a/\ell_{\text{Pl}} \approx 10^{61}$ z vnitřní geometrie KRT. Případná vazba na počet e-foldů a postinflační expanzní historii je neprovedena.

9 Přehled aktuálního statusu klíčových problémů (Závazný index KRT)

Kód	Tvrzení / Problém	Status	Gaps / Chybějící kroky
M0–A3	Axiomatická struktura a S-reflexe	AXIOM	Uzavřeno reformulací A3 na $\text{Stab}(i)$ -invariant (2026-04-19)
N	Normalizace kinetické metriky ($\lambda = 1$ v M_{Pl})	POSTULÁT	Nově explicitní (v1.5.0); dříve implicitně v T1.U. Odvodit z prvních principů, nebo akceptovat jako jediný vstup
T1	$PSL(2, \mathbb{Z})$ invariance	FORMÁLNÍ	Dokázáno přes izomorfní třídy komplexních torů
T1.U	Jedinečnost metriky	FORMÁLNÍ (až na škálu)	Tvar fixován invariancí; škála = N
T2	Fuchsova kompletnost (4 topologická data)	FORMÁLNÍ	Orbit-type kombinatorika exaktní
H4	Bijekce dat na 4 interakce	HYPOTÉZA	Chybí kalibrační dynamika; vyčleněno z T2 (v1.5.0); mechanismový test: rotující projektor (§7.1)
O3	S^3 křivost a škála Λ	KONZISTENCE	Škála a je vstup; degradováno z „Teorému 3“ (v1.5.0)
P3	Kvantový limit (QM z KRT)	FORMÁLNÍ*	Odvození mimo tento dokument; doplnit referenci, nebo přílohu
P14	Diracův limit	FORMÁLNÍ*	Dtto
P1	Post-inflační evoluce $w(z)$, reheating	KANDIDÁT	Fáze 1 hotova; zahrnuje nyní i napětí N_e vs. ACT (§5)
P11	Vztah diskrétní a spojitě metriky	$\rightarrow$ N	Splývá s N: každá invariantní metrika je násobkem Poincarého
P12a	Odvození $\theta = \pi/4$ z A3	OTEVŘENO	Nový kód (v1.5.0); half-angle heuristika není důkaz
P12b	Absolutní hmotnost elektronu	KANDIDÁT	Formule dává 0,31 % match; 1-loop protokol a pre-registrace škál v §6.2 (v1.6.0); vyžaduje Δ na 5 cifer
P12c	Generace strange kvarku s neutrinem	KANDIDÁT	Deliverables (i)–(iii) v §6.1
P15	Hierarchie $a/\ell_{\text{Pl}} \approx 10^{61}$	OTEVŘENO	Nový kód (v1.5.0)
P16	RG běh jako geodetika $\text{Re}(\tau) = 0$	HYPOTÉZA	$\ln(\mu^2/\bar{m}^2) = 2\Delta\varphi$ z A3; škálový bod vyžaduje na Δ nezávislou charakterizaci (§6.2)
P17	Projektivní struktura 4 dat (plátno/projektor)	PROGRAM	Deliverables (i)–(iii) v §7.1; vstup pro mechanismus H4

* Status FORMÁLNÍ se opírá o odvození vedená mimo tento dokument; dokud nejsou připojena nebo citována, nelze se na ně v abstraktu odvolávat.

10 Závěr a interpretační postoj

Falzifikovatelným jádrem Komplexně reálné teorie je konzistenční relace $r = 2(1 - n_s)^2$, podmíněná jediným explicitním vstupem — normalizačním postulátem N. Tatáž geometrie nabízí podmíněnou predikci $m_\tau = 1776,97$ MeV (modulo P12a) a sadu strukturních korespondencí (H4, O3), jejichž epistemický status je důsledně vyznačen v indexu §9. Dokument netvrdí víc, než tento index unese.

Interpretační postoj — realita jako jediný, deterministický a topologicky uzavřený objekt v komplexním čase, jehož fázové fluktuace a odrazy klasický pozorovatel lokálně vnímá jako bohatost čtyř interakcí a tří generací částic — zůstává postojem, nikoli odvozeným tvrzením; jeho hodnota stojí a padá s programem P12a, P12c a P15. Teorie je v uvedeném jádru plně falzifikovatelná: LiteBIRD predikované pásmo r detekuje, nebo vyloučí.

Změny v1.5.0 → v1.6.0 (changelog)

1. §6.2 (nová): jednosmyčkový renormalizační protokol pro P12b — deklarace schématu ($\overline{\text{MS}}$ vs. pól), inverzní formule pro matching škálu, pre-registrovaná tabulka kandidátů s exaktními predikcemi Δ , kritérium úspěchu a dvousmyčková podlaha $(\alpha/\pi)^2$.
2. Zavedena hypotéza P16: identifikace RG logaritmu s geodetickým posunem $2\Delta\varphi$ podél $\text{Re}(\tau) = 0$ (A3 jako nositel renormalizačního běhu); kandidátní bod $\tau = i\sqrt{\pi/2}$ vyžaduje charakterizaci nezávislou na hodnotě odchylky.
3. §7.1 (nová): program P17 — projektivní struktura čtyř topologických dat (tři lokální data jako plátno, orientační volba jako střed projekce), exaktní jádro (projekce vepsané koule na inkoniku, $R = 3r$ pro pravidelný 3-simplex), rotující projektor jako mechanismový test H4; deliverables (i)–(iii).
4. Index §9 rozšířen o řádky P16 a P17; aktualizovány řádky P12b a H4.
5. Abstrakt doplněn o P12b protokol, P16 a P17 v souladu se statusovým indexem; přidána reference Tarrach (1981).

Změny v1.4.1 → v1.5.0 (changelog)

1. Abstrakt přepsán tak, aby každé tvrzení odpovídalo statusu v indexu §9; odstraněna formulace o exaktním vyvěrání limit GR/QM (P3, P14 nejsou v dokumentu obsaženy).
2. Zaveden explicitní normalizační postulát N; lemma T1.U přeformulováno na „jedinečnost až na škálu” s odvozením $\alpha = 2\lambda/3$; P11 sloučeno s N.
3. Hodnota $3\alpha = 2$ ukotvena k diskretním benchmark hodnotám literatury α -atraktorů (Ferrara & Kallosh 2016; Kallosh & Linde 2019).
4. §5: doplněna data ACT DR6 (P-ACT, P-ACT-LB); predikce r uvedena jako pásmo s propagovanou nejistotou; přidána poznámka o napětí N_e ; opraveno tvrzení o rozlišitelnosti od Starobinského modelu (poměr 2/3 nezávislý na n_s ; plná diskriminace vyžaduje CMB-S4).
5. §6: kuželová podmínka $\theta = \pi/4$ explicitně označena jako otevřený problém P12a; doplněna kuželová parametrizace s volným (m_0, δ) ; doplněna poznámka o postdikčním charakteru číselné hodnoty m_τ .
6. §6.1 přeznačeno z výsledku na programový výhled s deliverables (i)–(iii).
7. §7 rozděleno: Teorém 2 (formální klasifikace) vs. Hypotéza H4 (fyzikální bijekce).
8. §8 degradováno z „Teorému 3” na Pozorování O3 (konzistence); staženo „bez fine-tuning”; zaveden otevřený problém P15.
9. Opraveny překlady: „třísty” → „třídy”, „údajhem” → „údajem”, „s forem toru” → „s formou toru”.

Reference

- Planck Collaboration: *Planck 2018 results. VI. Cosmological parameters*, A&A 641, A6 (2020).
- ACT Collaboration (Louis et al., Calabrese et al.): *The Atacama Cosmology Telescope: DR6 power spectra and cosmological constraints*, arXiv:2503.14452, 2503.14454 (2025).
- Kallosh, R., Linde, A.: *CMB targets after the latest Planck data release*, Phys. Rev. D 100, 123523 (2019).

- Ferrara, S., Kallosh, R.: *Seven-disk manifold, α -attractors, and B modes*, Phys. Rev. D 94, 126015 (2016).
- LiteBIRD Collaboration: *Probing cosmic inflation with the LiteBIRD CMB polarization survey*, PTEP 2023, 042F01 (2023).
- Koide, Y.: Lett. Nuovo Cim. 34, 201 (1982); Phys. Rev. D 28, 252 (1983).
- Tarrach, R.: *The pole mass in perturbative QCD*, Nucl. Phys. B 183, 384 (1981).
- Particle Data Group: *Review of Particle Physics* (2024).