

Spinová pěna označujeme jí topologickou strukturu vytvořenou z dvoudimenzionálních ploch, které představují jednu z konfigurací, které musí sečteny funkční integrací pro získání Feynmanova dráhového integrálu při popisu [kvantové gravitace](#). →

[Kvantová gravitace](#) je soubor otázek ve fyzice, k jejichž vyřešení je třeba zahrnout jak správnou teorii gravitace, kterou je s velkou přesností obecná teorie relativity Alberta Einsteina, tak i kvantovou mechaniku. Typické jevy studované v kvantové gravitaci jsou výroba kvant gravitačních vln, gravitonů, jejich rozptyl, vyzařování černých děr a „kvantová pěna“, tedy kvantové fluktuace časoprostoru na nejkratších délkových měřítkách.

Úzce souvisí se [smyčkovou kvantovou gravitací](#). →

[Smyčková kvantová gravitace](#) je teorie konkurující teorii superstrun v jejich společném úkolu spojit obecnou teorii relativity s kvantovou mechanikou. Podle [smyčkové kvantové gravitace lze zachovat metriku jako jedinou veličinu v teorii](#). Je třeba ji ovšem přepsat pomocí nových proměnných, navržených Abhayem Ashtekarem. Na tyto stupně volnosti se aplikuje kvantování, vytváří se spinová síť a spinová pěna.

Kdo to nepochopil ?? Nikdo ? Tak : lépe a podrobněji :

Spinová pěna ve smyčkové kvantové gravitaci

[Smyčková kvantová gravitace](#) má kovariantní formulaci, která v současné době poskytuje nejlepší formulaci dynamiky teorie [kvantové gravitace](#). Jde o [kvantovou teorii pole](#), →

[Kvantová teorie pole](#) je obecný teoretický rámec pro popis fyzikálních systémů s mnoha interagujícími částicemi. Umožňuje vytvořit kvantově-mechanický model zvoleného fyzikálního pole, který je konzistentní s kvantovou teorií a zároveň speciální teorií relativity. Používá se v částicové fyzice a fyzice pevných látek. Je potřeba zejména v situacích, kdy se počet částic v systému může měnit – částice vznikají a zanikají. Také standardní model je formulován jako relativistická kvantová teorie pole.

kde je invariance realizována pod [difeomorfismem](#) z [obecné teorie relativity](#). Výsledný dráhový integrál představuje součet přes všechny možné konfigurace geometrie, kódované ve spinové pění. → →

[Difeomorfismus](#) je v matematice zobrazení, které je spojitě diferencovatelné a existuje k němu inverzní zobrazení, které je také spojitě diferencovatelné. Pokud

mezi množinami a existuje difeomorfismus, říkáme, že množiny jsou difeomorfní. Definice se používá obvykle buď pro otevřené

Obecná teorie relativity je fyzikální teorie gravitace publikovaná Albertem Einsteinem v roce 1915, která je popisem gravitace užívaným v moderní fyzice. Obecná teorie relativity zobecňuje speciální relativitu a Newtonův gravitační zákon do jednotného popisu gravitace jako geometrické vl

Spinová síť

Spin síť je jednorozměrný graf, →

Graf je základním objektem teorie grafů. Jedná se o reprezentaci množiny objektů, u které chceme znázornit, že některé prvky jsou propojeny. Objektům se přiřadí **vrcholy** a jejich propojení značí **hrany** mezi nimi. Grafy slouží jako abstrakce mnoha různých problémů. Často se jedná o zjednodušený model nějaké skutečné sítě, který zdůrazňuje topologické vlastnosti objektů (vrcholů) a zanedbává geometrické vlastnosti, například přesnou polohu.

společně s označením jejich vrcholů a hran, které kódují aspekty prostorové geometrie.

Spinová síť je definována jako diagram →

Spinová síť je ve fyzice typ diagramu, který může být použit k reprezentaci stavu a interakce mezi částicemi a poli v kvantové mechanice. Z matematického hlediska jsou diagramy stručný způsob jak reprezentovat multilineární funkce a funkce mezi reprezentacemi maticových grup. Schematická notace často zjednodušuje výpočty, protože jednoduché diagramy mohou být použity k reprezentaci složitých funkcí. Za vynálezce spinové sítě je považován Roger Penrose, i když podobné schematické techniky existovaly i před tímto okamžikem.

(jako Feynmanův diagram), →

Feynmanovy diagramy představují grafickou reprezentaci výpočtů daných fyzikálních veličin v rámci kvantové poruchové teorie. Jsou pojmenovány podle amerického fyzika Richarda Feynmana, který je zavedl v roce 1948, a nacházejí široké uplatnění v částicové fyzice, statistické fyzice a mnoha dalších oblastech.

který umožňuje základ spojení mezi prvky diferencovatelných variet pro Hilbertovy prostory definované nad nimi. →

Hilbertovým prostorem je v matematice a fyzice označován vektorový prostor, v kterém je možné měřit úhly a velikosti vektorů a konstruovat ortogonální projekce vektorů na podprostory.

Spinové sítě představují zastoupení pro výpočty amplitud mezi dvěma různými hyperpovrchy variet. →

V matematice je **varieta** topologický prostor, který je lokálně podobný obecně n -rozměrnému Euklidovskému prostoru, a jsou na něm obvykle definovány tečné vektory. Obvykle se pod slovem varieta rozumí *hladká varieta*, na rozdíl od *algebraické variety*. Jakýkoli vývoj spinové sítě poskytuje spinovou pěnu přes varietu o jednu dimenzi vyšší, než rozměry odpovídající sítí. Spinová pěna může být viděna jako kvantová historie.

Prostorčas

Spinové sítě poskytují jazyk k popisu kvantové geometrie prostoru. Spinová pěna dělá stejnou práci v případě prostoročasu.

Prostorčas může být definován jako superpozice spinové pěny, která je zobecněná Feynmanovým diagramem, kde se na místo grafu užívá více dimenzionální komplex. V topologii tohoto druhu prostoru se nazývá 2-komplex. →

Topologie je obor matematiky, opírající se o velmi obecný výklad pojmu prostor. Studuje takové vlastnosti útvarů, které se nemění při oboustranně spojitých transformacích.

Spinová pěna je určitý typ 2-komplexu s označením vrcholů, hran a ploch. Hranice spinové pěny je spinová síť, stejně jako v teorii variet, kde hranice n -variety je $(n-1)$ -varieta.

Ve smyčkové kvantové gravitaci, moderní teorie spinové pěny byla inspirována prací na Ponzanově-Reggeho modelu. Pojem spinové pěny, ačkoli v té době ještě nenesla tento název, byl představen v knize "A Step Toward Pregeometry I: Ponzano-Regge Spin Networks and the Origin of Spacetime Structure in Four Dimensions" od Norman J. LaFaveho z roku [1993](#). V této knize je popsána koncepce vytváření vrstev 4-geometrie (a místního časového měřítka) ze spinových sítí, spolu s propojením těchto spinových 4-geometrie tvořících cestu spinové sítě, spojujících danou hranici spinové sítě (spinovou pěnu). Kvantování struktury vede ke generalizovanému Feynmanovu dráhovému integrálu přes propojené cesty spinových sítí mezi hranicemi spinových sítí. Tato práce přesahuje další práce tím, že ukazuje jak je 4-geometrie představena v zdánlivě trojrozměrné spinové sítí, jak vznikají místní časové škály a jak jsou polní rovnice a zákony zachování generovány jednoduchým požadavkem na shodu. Myšlenka byla znovu zavedena v [\[1\]](#) a později se vyvinul do Barrettova–Craneova modelu. Formulace, která se používá v moderní fyzice se běžně nazývá EPRL podle jmen autorů série vlivných prací,[\[2\]](#) ale pro teorii jsou také podstatné základní příspěvky z práce mnoha jiných jako jsou Laurent Freidel (FK model) a Jerzy Lewandowski (KKL model).

Definice spinové pěny

Definice [\[editovat | editovat zdroj\]](#)

Funkce rozdělení pro **model spinové pěny** je obecně,

$$Z := \sum_{\Gamma} w(\Gamma) \left[\sum_{j_f, i_e} \prod_f A_f(j_f) \prod_e A_e(j_f, i_e) \prod_v A_v(j_f, i_e) \right]$$

s:

- soubor 2-komplexů Γ z nichž každý obsahuje stěny f , hrany e a vrcholy v . Sdružení s každým 2-komplex Γ je hmotnost $w(\Gamma)$
- soubor neredukovatelného zastoupení j které označuje stěny a propletení i , které označuje hrany.
- amplituda vrcholů $A_v(j_f, i_e)$ a amplituda hran $A_e(j_f, i_e)$
- amplituda stěn $A_f(j_f)$, pro které téměř vždy platí $A_f(j_f) = \dim(j_f)$

No...no a je to všechno...(!) ; myslím, je to už každému jasný, ale ...ale nejsem si jist, zda by to trouba A.Einstein pochopil.

JN, 03.05.2021