

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Fizika Doktori Iskola

Részecskefizika és Csillagászat Program

2. félévi beszámoló

Zsóka Szilárd

e-mail: szilard.zs1992@gmail.com

Témavezető: Dr. Szabados László Benő (MTA Wigner Fizikai
Kutatóközpont)

A dolgozat címe: "Megoldások az Einstein konformisan csatolt Higgs
kozmológiai modellekben"

1. Elmélet ismertetése

Roger Penrose [1] konform ciklikus kozmológia modellje (CCC) szerint az Univerzumunk Friedmann-Robertson-Walker (FLW) téridők sorozata, azaz az egyik téridő múltbeli konformis határa hozzáilleszhető egy másik jövőbeli konformis határához egy megfelelő konformis átskálázás után.

Az egyes FLW téridők metrikus tenzorát megszorozza egy konformis faktor Ω négyzete, ami nullához közelít az időszerű végtelenben, ezzel "összepréselve" a jövőbeli konformis határt egy reguláris térszerű hiperfelületté (pozitív kozmológiai állandó esetén). Penrose az FLW téridők sorozatának egyes tagjait aenoknak hívja.

Jelenlegi tudásunk szerint a Standard Modell (SM) leptonjai, valamint a gyenge mérték bozonok (W^\pm , Z) a Brout-Englert-Higgs mechanizmus (röviden Higgs-mechanizmus) által nyernek tömeget, ha a Higgs-mező szimmetria sértő vákuum állapotokkal rendelkezik. Azért, hogy ilyen állapotok kialakuljanak a Higgs-mezőnek nem zérus tömeg paraméterrel és önkölcsönhatással kell rendelkeznie. A Higgs-mező tömeg paramétere az egyetlen dimenziós paramétere a modellnek. Maga a Higgs-mechanizmus egy tisztán kinematikai jelenség, hiszen levezetéséhez semmilyen evolúciós egyenletre nincs szükség.

Ha alkalmazzuk a CCC modellt a SM-re akkor minden fizikai mezőnek az aenok közötti átmeneti térszerű hiperfelületen zérus tömegűnek kellett lennie. Tehát valamilyen dinamikai folyamat során el kellett veszíteniük a tömegüket az előző aenban, majd újra tömeget nyertek a Big Bang után a mi aenunkban. Témavezetőm Dr. Szabados László az Einstein-konformisan

csatolt Standard Modell (EccSM) klasszikus t erelm elet et vizsgálta, melyben a gravitációhoz konformisan csatolva jelenik meg a Higgs-mező [2].

Jelenlegi kutatási feladatomban a Einstein-konformisan csatolt Higgs (EccH) rendszer vizsgálata FLW szimmetria jelenlétében. Ha megköveteljük, hogy az EccSM rendszerben szereplő mezők legyenek invariánsak a téridő izometriáira, akkor minden spinor vagy vektor indexel ellátott mezőnek el kell t unnie, valamint a Higgs-mező és annak kanonikus momentuma állandó kell, hogy legyen a Σ_t hiperfelületen. Az EccH modell dinamikájáért felelős Lagrange-sűrűség:

$$\mathcal{L}_{EccH} = \frac{1}{2}g^{ab}(\nabla_a\Phi)(\nabla_b\Phi) - \frac{1}{2}\mu^2\Phi^2 - \frac{1}{4}\lambda\Phi^4 - \frac{1}{12}R\Phi^2. \quad (1)$$

A rendszerhez tartozó hatás variálásával kapjuk a Higgs-mező mozgás egyenletét FLW szimmetria jelentében,

$$\ddot{\Phi} + 3\frac{\dot{S}}{S}\dot{\Phi} = -\left(\mu^2 + \frac{2}{3}\Lambda\right)\Phi - \left(\lambda + \frac{1}{6}\kappa\mu^2\right)\Phi^3. \quad (2)$$

Témavezetőm és munkatársam Wolf György megoldották az egyenletek hatványsor segítségével aszimptotikusan negyed rendig a kezdeti szingularitáshoz közel [3]. A numerikus vizsgálatoknak köszönhetően úgy t unne, hogy létezhetnek olyan szinguláris megoldások is, melyek nem közelíthetők hatványsorral. Feladatomban ilyen megoldás(ok) megtalálása, melyből a cikkem augusztusra várható.

2. Oktatási tevékenység

A tavaszi félévben Barankai Norbert által tartott *Elektrodinamika B* gyakorlat tartásába segítettem be.

3. Konferenciák

Június 13 és 16 között tartott $(dof)\varphi^8$ fizikus doktoranduszok konferenciáján adtam elő *Solutions in the Einstein-conformally coupled Higgs cosmological models* témában.

4. Referenciák

1. R. Penrose, *Cycles of Time*, The Bodley Head, London 2010, ISBN 9780224080361

2. L. B. Szabados, Gravity, as a classical regulator for the Higgs field, and the genesis of rest masses and electric charge, arXiv: 1603.06997v3
3. L. B. Szabados, Gy. Wolf, Singularities in Einstein-conformally coupled Higgs cosmological models, arXiv: 1802.00774