

Compactificări ale Teoriei Corzilor în Prezența Fluxurilor

Andrei Micu

DEPARTAMENTUL DE FIZICĂ TEORETICĂ



Concurs pentru ocuparea postului de Cercetător Științific III – IFIN-HH
Proba Orală – 23.01.2009

Partea I: Activitatea de Cercetare

Introducere

Modelul Standard al particulelor elementare – teorie efectivă la energii de ordinul 100 GeV .

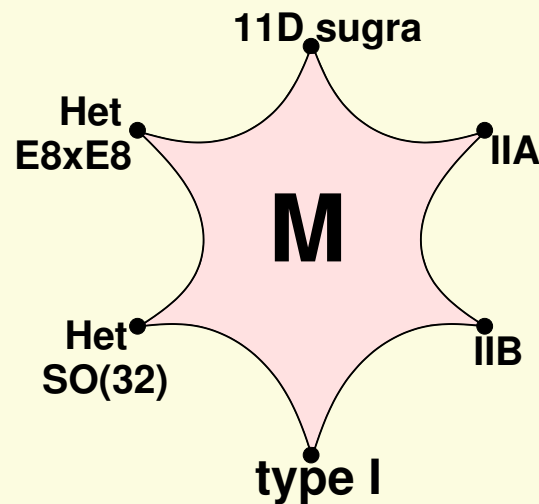
Necesitatea unei teorii cuantice a gravitației.

Opțiuni posibile: **Teoria (super)corzilor:**

- ❑ particulele punctiforme sunt înlocuite cu obiecte extinse – corzi
- ❑ descrie fizica la energii de ordinul $M_{Pl} \sim 10^{19} GeV$
- ❑ particulele cunoscute sunt date de diversele moduri de vibrație ale corzilor
- ❑ conține în mod automat gravitația

Teoria corzilor

- ☞ Limita de energii joase: Supergravitatie in 10 dimensiuni spatio-temporale.
- ☞ exista numai 5 teorii consistente ale supercorzilor conectate printr-o structura de dualitati – foarte constranse (predictive)



Probleme de rezolvat in teoria corzilor

- ✎ Compactificare pe varietati 6-dimensionale \rightarrow supergravitatie in 4 dimensiuni
- ✎ teoriile 4-dimensionale contin un numar f. mare de campuri scalare (moduli) fara potential \rightarrow fizica in 4 dimensiuni e dictata de valorile pe vid (arbitrare) ale acestor campuri
- ✎ trebuie gasit un mecanism de stabilizare a acestor campuri scalare

Fluxuri

Solutie pentru stabilizarea modurilor: prezenta fluxurilor

Flux = valori pe vid ale intensitatilor campurilor diverselor campuri pe spatiul intern.

Exemplu: Camp vectorial A_M cu intensitatea F_{MN}

$$flux = \int_{S^2} F$$

Exista campuri tensoriale de diverse ordine pentru care pot fi prezente fluxuri.

Este important sa studiem dualitatile din teoriile corzilor in prezenta fluxurilor.

Activitatea de cercetare: dualitati si fluxuri

1. **“Heterotic string theory with background fluxes”**

J. Louis and A. Micu

Nucl. Phys. B **626**, 26 (2002) [arXiv:hep-th/0110187]

Heterotic/ $K3 \times T^2$ cu fluxuri

2. **“Type II theories compactified on Calabi-Yau threefolds in the presence of background fluxes”**

J. Louis and A. Micu

Nucl. Phys. B **635**, 395 (2002) [arXiv:hep-th/0202168] (peste 100 de citari)

Stabilirea simetriei oglinda pentru fluxurile RR in compactificari ale teoriei corzilor de tipul II.

Restabilirea dualitatii electro-magnetice prin introducerea unui camp tensorial masiv.

3. **“Mirror symmetry in generalized Calabi-Yau compactifications”**

S. Gurrieri, J. Louis, A. Micu and D. Waldram

Nucl. Phys. B **654**, 61 (2003) [arXiv:hep-th/0211102] (peste 200 de citari)

Simetria oglinda in prezenta fluxurilor NS-NS duce la schimbari in geometrie \rightarrow varietati cu structura $SU(3)$

4. **“Type IIB theory on half-flat manifolds”**

S. Gurrieri and A. Micu

Class. Quant. Grav. **20**, 2181 (2003) [arXiv:hep-th/0212278] (peste 50 de citari)

Verificarea concluziei de mai sus pentru cazul compactificarii teoriei de tipul IIA cu fluxuri NS-NS

5. **“Heterotic-type IIA duality with fluxes”**

J. Louis and A. Micu

JHEP **0703**, 026 (2007) [arXiv:hep-th/0608171]

Prezenta fluxurilor pentru campurile de etalonare conduce din nou la aparitia varietatilor cu structura $SU(3)$ in dualitatea heterotic – tipul IIA

6. **“Non-Abelian structures in compactifications of M-theory on seven-manifolds with $SU(3)$ structure”**

O. Aharony, M. Berkooz, J. Louis and A. Micu

JHEP **0809**, 108 (2008) [arXiv:0806.1051 [hep-th]]

Pentru anumite fluxuri, dualitatea heterotic – tipul IIA duce la decompactificarea celei de-a 11-a dimensiuni (teoria M) si la anumite varietati 7-dimensionale cu structura $SU(3)$

Activitatea de cercetare: stabilizarea modurilor

1. “Heterotic on half-flat”

S. Gurrieri, A. Lukas and A. Micu

Phys. Rev. D **70**, 126009 (2004) [arXiv:hep-th/0408121] (peste 50 de citari)

Determinarea teoriei efective in 4 dimensiuni pentru compactificari ale teoriei corzilor heterotice pe varietati cu structura $SU(3)$

2. “Heterotic compactifications and nearly-Kaehler manifolds”

A. Micu

Phys. Rev. D **70**, 126002 (2004) [arXiv:hep-th/0409008]

Studiul compactificarii corzilor heterotice pe varietati “aproape” Kähler.

3. “M-theory compactifications on manifolds with $G(2)$ structure”

T. House and A. Micu

Class. Quant. Grav. **22**, 1709 (2005) [arXiv:hep-th/0412006]

Determinarea superpotentialului pentru compactificari ale teoriei M pe varietati cu structura G_2 .

4. **“Moduli stabilisation in heterotic string compactifications”**

B. de Carlos, S. Gurrieri, A. Lukas and A. Micu
JHEP **0603**, 005 (2006) [arXiv:hep-th/0507173]

Studiul unui exemplu concret pentru stabilizarea modurilor in compactificari ale teoriei corzilor heterotice.

5. **“M-theory on seven-dimensional manifolds with SU(3) structure”**

A. Micu, E. Palti and P. M. Saffin
JHEP **0605**, 048 (2006) [arXiv:hep-th/0602163]

Gasirea unor solutii supersimetrice in compactificari ale teoriei M

6. **“Towards Minkowski Vacua in Type II String Compactifications”**

A. Micu, E. Palti and G. Tasinato
JHEP **0703**, 104 (2007) [arXiv:hep-th/0701173]

Obtinerea de solutii Minkowski in compactificari ale teoriei corzilor de tipul IIA

7. **“Heterotic String Compactifications on Half-flat Manifolds II”**

S. Gurrieri, A. Lukas and A. Micu
JHEP **0712**, 081 (2007) [arXiv:0709.1932 [hep-th]]

Determinarea actiunii efective in patru dimensiuni pentru compactificari ale teoriei corzilor

heterotice la primul ordin in α' (incluzand campuri de materie)

8. **“A Note on Moduli Stabilisation in Heterotic Models in the Presence of Matter Fields”**

A. Micu

arXiv:0812.2172 [hep-th] (Trimis spre publicare in JHEP)

Studiul unui model concret de stabilizare a modurilor in compactificari ale teoriei corzilor heterotice in prezenta campurilor de materie.

Partea all-a: Prezentarea unei lucrari

Non-Abelian structures in compactifications of
M-theory on seven-manifolds with $SU(3)$ structure

JHEP 0809:108,2008, arXiv:0806.1051 [hep-th]

in colaborare cu Ofer Aharony, Micha Berkooz si Jan Louis

Introducere

- ❑ studiul unor dualitati neperturbative in prezenta fluxurilor
- ❑ dualitatea heterotic/ $K3 \times T^2$ – tipul IIA/ CY_3 in prezenta fluxurilor in $K3 \rightarrow$ varietati cu structura $SU(3)$
[Curio, Klemm, Körs, Lüst]; [AM, Louis]
- ❑ studiul fluxurilor din T^2
- ❑ dualitate la nivel de teorii de supergravitatie $N = 2$

Heterotic/ $K3 \times T^2$ cu fluxuri pe T^2

Grupul de etalonare in absenta fluxurilor este $U(1)^{n_v+1}$

$$A^0 = g_{\mu 4}, \quad A^1 = g_{\mu 5}, \quad A^2 = B_{\mu 4}, \quad A^3 = B_{\mu 5}.$$

Fluxuri pentru campurile de etalonare pe T^2

$$\int_{T^2} F^a = f^a,$$

introduc o structura ne-Abeliana

$$F^0 = dA^0, \quad F^1 = dA^1,$$

$$F^2 = dA^2 + f^a A^a \wedge A^1, \quad F^3 = dA^3 - f^a A^a \wedge A^0, \quad F^a = dA^a + f^a A^0 \wedge A^1,$$

si transformarea unor simetrii din sectorul multipletelor vectoriali in simetrii locale

Teoria IIA duala

✗ Type IIA/ CY_3 – sectorul multipletilor vectoriali este Abelian

✗ Nici un flux cunoscut nu induce “gaugings” in sectorul multipletilor vectoriali

Idee: studierea dualitatii in 5d: Heterotic/ $K3 \times S^1$ vs teoria M/ CY_3

Fluxurile heterotice de pe $T^2 =$ monodromii ale campurilor scalare provenite din campurile de etalonare de-a lungul $S^1 \rightarrow 4d$

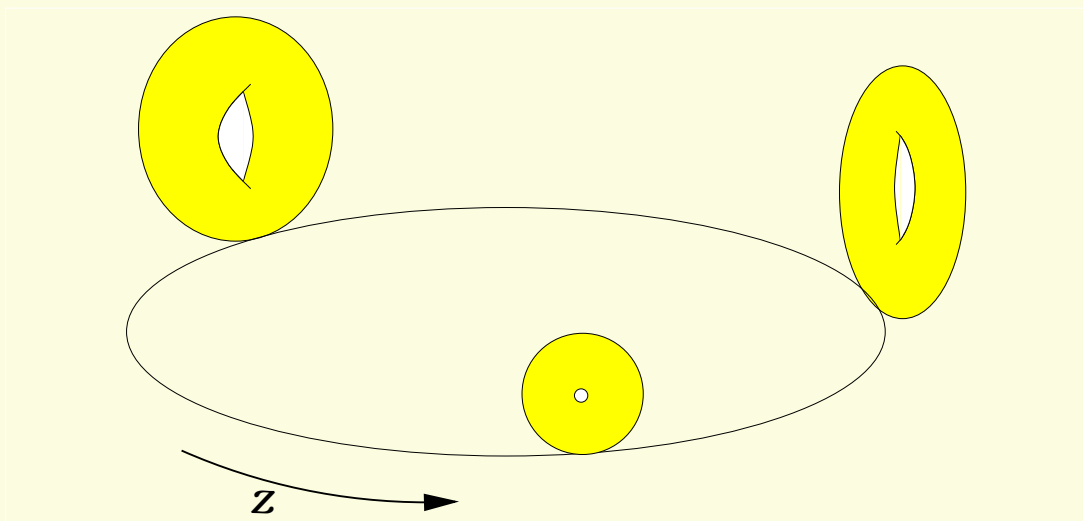
⇒ putem face la fel in teoria M

In 5 dimensiuni, spatiul modulilor vectoriali are o izometrie $SO(1, 1) \times SO(1, n_v - 2)$

Compactificare pe S^1 cu “rasuciri” (twists) corespunzatoare grupului izometric.

Varietati 7-dimensionale cu structura $SU(3)$

Poate fi facut intr-un singur pas? Teoria M compactificata pe varietati 7-dimensionale cu structura $SU(3)$



Deformam formele armonice ω_i in jurul cercului $\omega_i \rightarrow \gamma_i^j \omega_j$

Ipoteza

$$\omega_i(z + \epsilon) = \omega_i(z) + \epsilon M_i^j \omega_j(z), \quad M - \text{constant}, \quad \gamma_i^j = (e^M)_i^j$$

$$d\omega_i = M_i^j \omega_j \wedge dz$$

O parte din parametrii M_i^j corespund fluxurilor pe T^2 in compactificari ale teoriei corzilor heterotice.

De ce Teoria M?

Deformările $5d \rightarrow 4d$ induc mase de ordinul M/R_z – trebuie să fie mici

În tipul IIA $R_{11} \sim R_z \gg 1$

Mai mult, în compactificările pe varietățile Calabi–Yau ignorăm stările KK cu mase de ordinul $1/R_{CY}$

Pentru consistența: $R_{11} \gg R_{CY} \implies$ regimul teoriei M

Partea aIII-a: Plan de cercetare pentru viitor

Plan de cercetare

- Continuarea studiului dualitatii heterotice – tipul IIA cu fluxuri: Compactificari ale teoriei corzilor heterotice pe varietati cu structura $SU(2)$ (Colaborare cu Jan Louis si Danny Martinez – Hamburg)
- Stabilizarea modulilor in modele heterotice realiste
- noi fluxuri in compactificari ale teoriei corzilor heterotice (colaborare cu Eran Palti – Oxford)
- Solutii in teoria M-heterotica (Colaborare cu H.P. Nilles, G.Panico (Bonn), M. Olechowski(Warsovia), G. Tasinato(Heidelberg))
- Clasificare pentru solutii de tipul gauri negre in compactificari ale teoriei corzilor (Colaborare cu O. Loaiza-Brito – Mexic).