



Universiteit  
Leiden  
The Netherlands

## Strings and AdS/CFT at finite density

Goykhman, M.

### Citation

Goykhman, M. (2014, June 24). *Strings and AdS/CFT at finite density*. *Casimir PhD Series*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/26886>

Version: Not Applicable (or Unknown)

License: [Leiden University Non-exclusive license](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/26886>

**Note:** To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Cover Page



Universiteit Leiden



The handle <http://hdl.handle.net/1887/26886> holds various files of this Leiden University dissertation

**Author:** Goykhman, Mikhail

**Title:** Strings and AdS/CFT at finite density

**Issue Date:** 2014-06-24

# Samenvatting

De AdS/CFT (Anti-de Sitter/conforme veldentheorie) correspondentie is een veelbelovende aanpak om de lage-energie-fasen van sterk gecorreleerde materie te onderzoeken. Eerder is al aangetoond dat deze correspondentie een kwalitatief goede beschrijving kan geven van onder andere confinement en chirale symmetrie-breking in kwantum chromodynamica (QCD) modellen, supergeleiding en de vorming van Fermi oppervlakken in sterk gekoppelde gecondenseerde materie-systemen. In dit proefschrift passen we holografische methodes toe om de eigenschappen van lage-energie fysica te bestuderen.

Allereerst beschouwen we in hoofdstuk 2 een eindige dichtheid van quarks, die holografisch beschreven worden door een als sonde fungerende braan in Anti-de Sitter ruimte met een niet-triviaal ijkveld op de achtergrond van zijn wereldvolume. Daarmee reproduceren we het holografische nulgeluid, dat aanwezig is in het longitudinale kanaal van de stroomstroom correlatie functie. Dit resultaat hebben we veralgemeniseerd naar gevallen met een magnetisch veld op de achtergrond. Zo'n veld veroorzaakt een kloof in de dispersie van het nulgeluid, met een breedte evenredig met de grootte van het magnetisch veld zolang dit veld klein is. In de afwezigheid van een magnetisch veld vertoont de tweepunts-correlatiefunctie van de transversale stroom een niet-triviale afhankelijkheid van de impuls, wat de aanwezigheid van collectieve excitaties aantoont.

In hoofdstuk 3 bestuderen we de klassieke dynamica van het tachyonveld in een AdS ruimte, beschreven door de tachyon-Dirac-Born-Infeld (DBI) actie. Door de introductie van een zwart gat in de AdS ruimte en een niet-nul achtergronds-ijkveld verkrijgen we een holografisch model dat conforme symmetrie-breking in een sterk gekoppeld systeem met eindige temperatuur en ladingsdichtheid beschrijft. Het fase-diagram als functie van temperatuur en chemische potentiaal vertoont gelijkenissen met het fase-diagram van QCD. De meeste modellen uit hoofdstuk 3 zijn echter fe-

nomenologisch van aard, aangezien we niet de precieze snaartheoretische vorm van de tachyon potentiaal kennen. Met tachyonen in de AdS-ruimte kunnen we ook dynamische chirale en elektrozwakke symmetrie-breking van lopende technicolor theorieën modelleren. De overeenkomstige  $S$ -parameter van de techni-quarks die we afleiden uit het holografische model van de tachyon DBI-actie is positief, en wordt niet nul voor alle tachyon-potentiaalen die aan bod komen in hoofdstuk 3. Daarnaast bevat hoofdstuk 3 de observatie dat het tachyon-DBI model gebruikt kan worden om een conforme faseovergang naar theorieën met lopende koppelingen, die conform zijn in hun enkelspoorsector, te beschrijven.

In hoofdstuk 4 geven wij de exacte snaartheoretische beschrijving van een kwantumveldentheorie bij eindige temperatuur en ladingsdichtheid. Het voordeel van zo'n beschrijving is dat we daarmee kwantumveldentheorieën kunnen beschrijven met een eindig aantal vrijheidsgraden, zonder de in de holografische beschrijving veelgebruikte grote- $N$  factorisatie in te zetten. De achtergrond binnen in de ruimte bestaat uit een zwarte braan met een niet-triviale ijkveldflux. Deze braan is verkregen als direct product van een tweedimensionaal geladen zwart gat en de vlakke ruimte. Het voordeel van een tweedimensionaal geladen zwart gat is dat er een bekende  $SL(2, R)$ -coset realisatie van bestaat, en het overeenkomstige Wess-Zumino-Witten model is exact oplosbaar. We hebben de vertex-operatoren van de massaloze Neveu-Schwarz-Neveu-Schwarz toestanden geconstrueerd, die bestaan uit bosonische zwaartekrachtsmultipletten, waarbij we de tweepuntsfuncties van deze vertex-operatoren hebben gevonden. Van de polen van deze tweepuntsfuncties leiden we de dispersie van de lage-energiemodi af. Het blijkt dat de theorie van superzwaartekracht exact hetzelfde resultaat geeft als snaartheorie. We concluderen dat het systeem zich gedraagt als de som van twee niet-wisselwerkende vloeistoffen. In hoofdstuk 4 bestudeerden we ook de heterotische zwaartekracht in de zwarte braanachtergrond met een ijkveldflux. Het lage-energie spectrum van dit model kan beschreven worden met hydrodynamica.

Tenslotte vatten we in hoofdstuk 5 onze resultaten samen, die we dan plaatsen in de algemene context van de AdS/CFT correspondentie.