

#) Für diejenigen, die an dem außergewöhnlich vielseitigen und anregenden Seminar nicht teilnehmen konnten, sind die Vorträge auf der Homepage <http://theorie.ikp.physik.tu-darmstadt.de/eft/wh595> zugänglich.

Cold Atoms Meet Quantum Field Theory

595. WE-Heraeus-Seminar

Ultrakalte Atome haben sich seit der ersten Realisierung von Bose-Einstein-Kondensaten 1995 von einem Teilgebiet der Atom- und Molekülphysik zu einem eigenständigen Gebiet der Physik entwickelt mit Verbindungen insbesondere zur Vielteilchenphysik und Statistischen Physik. In den letzten Jahren hat sich zudem eine Reihe von Beziehungen zur Quantenfeldtheorie (QFT) ergeben, z. B. zur QCD und der Physik von Neutronensternen bis hin zur Quantentheorie Schwarzer Löcher. Das Seminar, das vom 6. bis 9. Juli 2015 im Physikzentrum Bad Honnef stattfand, bot ein gemeinsames Forum für Wissenschaftler aus den Bereichen ultrakalte Atome und Quantenfeldtheorie, um mit 23 Vorträgen und vielen persönlichen Gesprächen zu diskutieren. Stimulierend war vor allem der Gedankenaustausch zwischen etablierten Wissenschaftlern und jungen Teilnehmern, die im Rahmen der Postersitzung Gelegenheit zu intensiven Diskussionen über eigene Arbeiten bekamen.

Einen Schwerpunkt zum Thema Nichtgleichgewicht bildete die Beschreibung stationärer Zustände fern des Gleichgewichts durch universelle dynamische Exponenten und Skalenfunktionen sowie die Identifizierung neuer Universalitätsklassen in getriebenen, offenen Quantensystemen. Von experimenteller Seite wurden aktuelle Ergebnisse zu superfluider Turbulenz sowie über Teilchen- und Wärmetransport in gekoppelten Quantengasen vorgestellt. Ein perfektes Beispiel war die Diskussion von gekoppelten, eindimensionalen Bose-Einstein-Kondensaten, die eine Realisierung des Sine-Gordon-Modells in 1+1-Dimension ergeben. Messungen der n -Punkt-Funktionen bis zu hoher Ordnung sind daher mit theoretischen Vorhersagen für diese nicht-triviale QFT vergleichbar. Aktuelle Themen im Kontext der Few-body-Physik waren die kürzlich beobachteten Efimov-Trimere von Helium-4, der Super-Efimov-Effekt für resonante p -Wellen Wechselwirkung in zwei Dimensionen sowie die Korrekturen zur Universalität aufgrund der endlichen Reichweite der Wechselwirkung. Breiten Raum nahm die Diskussion der Physik von wenigen Teilchen in einer stark korrelierten Umgebung ein, insbesondere am Beispiel des Fermi-Polarons und der erstmaligen Beobachtung der Anderson-Orthogonalitätskatastrophe. Im Zusammenhang mit skaleninvarianten Systemen wurden aktuelle Ergebnisse zur Scherviskosität des unitären Fermi-Gases vorgestellt. Dieses System kommt der aus der Stringtheorie motivierten unteren Schranke für das Verhältnis von Scherviskosität und Entropiedichte recht nahe. Bei der quanti-

tativen Berechnung der Thermodynamik stark wechselwirkender Fermionen liefert die Bold Diagrammatic Monte Carlo Methode einen vielversprechenden neuen Zugang. Trotz der mit der Ordnung N wie $N!$ zunehmenden Zahl der Diagramme ist dieses Verfahren offenbar resummierbar. Einen Blick in neue Dimensionen eröffnete ein Übersichtsvortrag zu Neutronensternen. Deren Masse-Radius-Beziehung wird ähnlich wie im unitären Fermi-Gas in einer harmonischen Falle durch die Zustandsgleichung fast resonant wechselwirkender Neutronen bestimmt.

Zwei Highlights des Seminars waren der Vortrag von Gia Dvali zur Beschreibung Schwarzer Löcher durch ein Bose-Einstein-Kondensat von Gravitonen und der Klavierabend mit der Konzertpianistin Young-Hyun Cho.^{#)}

Wir danken der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung und insbesondere Martina Albert herzlich für die Unterstützung des Seminars und die perfekte Organisation.

Jürgen Berges, Hans-Werner Hammer und
Wilhelm Zwerger

The Physics Behind Systems Biology

WE-Heraeus-Physikschule

Die Systembiologie ist ein junges aufstrebendes Forschungsgebiet, das die Vision eines ganzheitlichen Verständnisses der Funktionsweise biologischer Systeme hat. Hierfür arbeiten Modellierer und Experimentatoren eng zusammen. Durch große Förderprogramme des BMBF und der EU hat die Systembiologie in den letzten Jahren viel Aufmerksamkeit erfahren. Oft vergessen wird aber, dass viele der systembiologischen Methoden aus der Physik stammen – von den nichtlinearen Modellen über die Physik komplexer Netzwerke bis hin zur Behandlung stochastischer Phänomene und der Rolle von Rauschen. Dieses physikalische Fundament der Systembiologie wurde in der Physikschule, die vom 6. bis 12.7.2015 an der Jacobs University Bremen stattfand, beleuchtet.

Für dieses Thema konnten wir 54 Teilnehmer unterschiedlicher Disziplinen begeistern und elf renommierte internationale Sprecher gewinnen. Diese waren alle mehrere Tage anwesend, sodass ausreichend Möglichkeit zur Diskussion bestand. Jedem Sprecher standen an zwei verschiedenen Tagen je 90 Minuten für eine einführende Vorlesung und einen vertiefenden Seminarvortrag zur Verfügung. Dieser breite zeitliche Rahmen ermöglichte es, die vielfältigen Themen dem sehr diversen Zuhörerkreis zugänglich zu machen und mit großer wissenschaftlicher Tiefe zu behandeln.

Einführende Vorlesungen gab es beispielsweise zur Analyse biologischer Netzwerke, zu Methoden der Modellierung

und Simulation biologischer Systeme oder zur Evolutionstheorie. Zentrale Themen der theoretischen Biologie wie die biologische Uhr und raumzeitliche Musterbildung wurden im Rahmen der Vorlesungs- und Seminarvorträge aus physikalischer und systembiologischer Perspektive betrachtet. Ein übergreifender Schwerpunkt war dabei, wie einfache physikalische Prinzipien helfen können, biologische Systeme besser zu verstehen. Diesen zentralen Gedanken haben die Sprecher an einer Vielzahl von Beispielen illustriert. Das weite Spektrum der Vorträge und die intensiven Diskussionen in den Kaffeepausen an den Postern der Teilnehmer zeigten, welch bewegtes, vielfältiges und hoch interdisziplinäres Forschungsfeld sich gerade an dieser Schnittstelle von Physik und (System-)Biologie formt.

Die WE-Heraeus Physikschule wurde von allen TeilnehmerInnen, Referenten und Organisatoren als großer Erfolg und sehr gelungen eingeschätzt. Auch im Namen aller Teilnehmer möchten wir der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung ganz herzlich für die großzügige finanzielle Unterstützung danken.

Marc-Thorsten Hütt und Nicole Radde

Physical properties of nanoparticles: Characterization and applications

Bad Honnef Physics School

In den vergangenen Jahren hat die Kolloid-Chemie enorme Fortschritte in der Synthese von Nanopartikeln gemacht. Dies gilt für die Anzahl an synthetisierbaren Materialien, deren Qualität hinsichtlich ihrer Kristallinität und Monodispersität, ihre Funktionalität bzw. Funktionalisierbarkeit, die Einstellbarkeit der Partikelgröße und ihre Formkontrolle. Heutzutage ist es möglich, kolloidale Nanopartikel mit einer großen Variation an robusten physikalischen Eigenschaften herzustellen. Die Entwicklung solcher Materialien hat zu einer vielfältigen und stetig wachsenden Zahl möglicher Anwendungen wie z. B. Solarzellen, LEDs, Brennstoffzellen, kostengünstige Transistoren, Sensoren und Katalysatoren geführt.

Im Rahmen dieser Sommerschule, die vom 26. bis 31. Juli 2015 im Physikzentrum Bad Honnef stattgefunden hat, wurden die Grundlagen und neuesten Entwicklungen aus dem umfangreichen Forschungsgebiet der chemisch synthetisierten Nanopartikel und ihrer physikalischen Eigenschaften vorgestellt. Die Popularität dieses Bereichs zeigt sich an den 140 Bewerbungen, von denen 50 aus Kapazitätsgründen leider abgelehnt wurden. Nicht nur die Teilnehmerzahl, sondern auch der hohe Frauenanteil von 45 % waren sehr erfreulich.

Prof. Dr. Jürgen Berges, U Heidelberg; Prof. Dr. Hans-Werner Hammer, TU Darmstadt; Prof. Dr. Wilhelm Zwerger, TU München

Prof. Dr. Marc-Thorsten Hütt, Jacobs University Bremen; Prof. Dr. Nicole Radde, Universität Stuttgart

Dr. Hauke Lehmann, Universität Hamburg

Prof. Dr. Werner Rühm, Helmholtz Zentrum München, Institut für Strahlenschutz, Neuherberg; Prof. Dr. Clemens Walther, Leibniz Universität Hannover