

Ultralight Dark Matter

Bad Honnef Physics School

In der Summer School „Ultralight Dark Matter 2022“ haben 81 junge Physikerinnen und Physiker aus mehr als einem Dutzend Ländern von einer auserlesenen Expertengruppe über Axionen im Bereich von 10^{-22} eV bis 10 eV gelernt. Die Organisatoren waren Dmitry Budker und Arne Wickenbrock aus Mainz sowie Derek Kimball von der California State University. Das Highlight der Veranstaltung war das ausgeklügelte Lotteriesystem, das die Teilnehmenden für jede Frage mit einem Lotterieticket belohnte. Das hat den Spieltrieb gefördert und den Marktpreis von drei einzigartigen „Wavy-dark matter“-Jutebeuteln immens in die Höhe getrieben. Besonders hervorzuheben sind auch die Spezialveranstaltungen: So hat Federico Lelli mit seinem Abendvortrag über MOND eine hitzige Diskussion entfacht, die um 23 Uhr einen Polizeieinsatz ausgelöst hat! Als Stargast hat David Marsh zwar nichts über seine „Marshland Theory“ erzählt, dafür aber Dunkle-Materie-Simulationen audiovisuell hörbar gemacht. Dieses Performance-Kunstwerk wurde auch in einer Kunstaussstellung über Dunkle Materie in London präsentiert.

Trotz gestiegener Bierpreise war das Physikzentrum der perfekte Tagungsort mit hervorragenden Unterkünften direkt neben dem Hörsaal und großartiger Verpflegung.

Nach dieser Summer School bleibt festzuhalten, dass das Konzept des „Wavy Dark Matter Sommers“ bis jetzt ein Erfolg ist: Die Summer School hat für ein gutes Gemeinschaftsgefühl unter den Masterstudierenden und Promovierenden gesorgt. Die Untergruppe an Personen, die nicht nur an dieser Summer School teilnahm, sondern auch beim „17th Patras Workshop on Axions, WIMPs and WISPs“ dabei sein wird, dürfte von der fundierten Einführung in die (Dunkle) Materie profitieren.

Tibor Dome, Julien Laux, Karen Elyaouti, Maria Dias Astros und Janning Meinert

Atmospheric Physics: Experiment meets Modelling

Bad Honnef Physics School

Die DPG-Sommerschule, organisiert von Christian von Savigny (Greifswald) und Justus Notholt (Bremen), gab den 55 Teilnehmenden einen breiten Überblick über aktuelle Methoden der Atmosphärenbeobachtung sowie der Erforschung von chemischen und physikalischen Prozessen in der Atmosphäre. Das Programm umfasste 13 Vorlesungen zu folgenden Themen: Atmosphärische Fernerkundung, Messung der atmosphärischen Zusammensetzung, stratosphärische Prozesse, Meteorologie, Physik der mittleren und oberen Atmosphäre sowie Thermodynamik des Erdsystems.

Zu Beginn wurden die meistgenutzten Fernerkundungstechniken eingeführt, beginnend im UV/VIS-Bereich mit der differentiellen Optischen Absorptionsspektroskopie), gefolgt von IR-Messungen mit Fourier-Transformations-Infrarot-Spektroskopie und Fernerkundung mit Mikrowellen. Als nächstes ging es um Techniken zur Messung der atmosphärischen Komposition vom Satelliten. Zusammenfassend lassen sich mit diesen Techniken Aerosole, Spurengase und meteorologische Parameter der Atmosphäre vom Boden, aus der Luft und aus dem Weltraum messen.

Weiterhin gab es einen Vortrag zum stratosphärischen Einfluss großer Vulkaneruptionen. Hier spielt die Größenverteilung der Aerosole eine entscheidende Rolle, um den Einfluss der Eruptionen auf das Klima abzuschätzen. Es folgten eine Einführung in die stratosphärische Modellierung, mit besonderem Fokus auf der Erholung des Ozonlochs, sowie ein Ausblick aus der Modellierungsperspektive auf die zukünftige Auswirkung von Wetterextremen. Die oberen Atmosphärenschichten wurden im Kontext von Airglow, der Wechselwirkung kosmischer Partikel mit der Atmosphäre und der Ionosphärenphysik erläutert. Zuletzt diente die Effizienz eines Offshore-

Windparks als Beispiel für die Thermodynamik des Erdsystems.

Eine Postersession und eine Plenumsdiskussion zum Thema Geoengineering regten den wissenschaftlichen Austausch zwischen den Teilnehmenden weiter an. Auch während der Mahlzeiten, Kaffeepausen und der Wanderung zum Drachenfels gab es viele Möglichkeiten zum wissenschaftlichen Diskurs. Für die meisten Teilnehmenden stellte diese Sommerschule das erste persönliche wissenschaftliche Treffen seit Beginn der COVID-19-Pandemie dar. Für die großzügige finanzielle Unterstützung der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung möchten wir uns bedanken.

Alexander Nies, LPC2E Orleans,
und **Beata Opacka**, Royal Belgian
Institute for Space Aeronomy

Quantum Computing

Bad Honnef Physics school

Mitte August suchten Teilnehmende aus Physik, Mathematik und Informatik für eine Sommerschule zu den theoretischen Grundlagen von Quantencomputern das Physikzentrum in Bad Honnef auf. Basierend auf den Prinzipien der Superposition und der Verschränkung quantenmechanischer Zustände wurden Quantenalgorithmen konzipiert. Um potenzielle Vorteile gegenüber ihren klassischen Gegenstücken zu quantifizieren, gab es eine Einführung in die Komplexitätstheorie. Dabei ermöglichten die Vortragenden auch immer Einblicke in aktuelle Forschung. So fehlten in der Einführung natürlich die Deutsch-Josza-, Grover- und Shor-Algorithmen nicht, gleichzeitig wurde auch eine moderne Sichtweise auf Quantenalgorithmen präsentiert, etwa bei den physikalisch motivierten Quantum Random Walks oder der jüngsten Vereinheitlichung der Quantenalgorithmen mithilfe von Argumenten der linearen Algebra. Im Rahmen einer Postersession überzeugte die

MBE
KOMPONENTEN | DR. EBERL

- Compact research MBE system
- Applications: II-VI, III-V, IV-IV MBE, magnetic materials, topological insulators, 2D materials, etc.
- Up to 9 source ports for, e.g., effusion cells, valved cracker sources, e-beam evaporators
- Sample size: flag style 10x10 mm², 1" or 2" wafer
- Base pressure < 5x10⁻¹¹ mbar
- Stainless steel LN2 cooling shroud
- In-situ monitoring



hervorragende Präsentation einer Arbeit über variationelle Quantenalgorithmen für Vielteilchenprobleme in der Chemie die Jury. Der Beweis der Unmöglichkeit zweier fundamentaler Funktionen in einer Quantenschaltung, der auf Argumenten aus der Topologie basiert, wurde als besonders überraschendes Ergebnis ausgezeichnet.

Ein abwechslungsreiches und inspirierendes Rahmenprogramm rundete die Sommerschule ab. Im Rahmen eines „langsamen Speeddatings“ tauschten sich die Teilnehmerinnen mit führenden Frauen aus Wissenschaft und Industrie angeregt aus. Diversität im MINT-Bereich ist wichtig für eine diskriminierungssensible und inklusive Forschungsumgebung. Die internationalen Teilnehmenden der Sommerschule schätzten sehr den offenen und interdisziplinären Austausch. Viele konnten hier zum ersten Mal Expert:innen ihrer Forschung persönlich kennenlernen und viele Fragen klären.

In der Paneldiskussion von Industriepartnern wurden Chancen, Herausforderungen, aber auch die Unterschiede zwischen Industrie- und akademischer Forschung heiß diskutiert. Eine Wanderung zum Drachenfelsen und ein Laborbesuch durften im Programm natürlich nicht fehlen. Für die großartige Betreuung bedanken wir uns herzlich beim gesamten Team des Physikzentrums. Unser Dank gilt auch den Organisatoren der Schule, Andris Ambainis (Riga), David Gross (Köln) und Michael Walter (Bochum), sowie der WE-Heraeus-Stiftung und den Exzellenzclustern ML4Q und CASA für die finanzielle und organisatorische Unterstützung.

Anne Matthies und Julius Zeiss, U Köln

Physics of 2D Materials and Heterostructures

Bad Honnef Physics School

Bei gutem Wetter kamen vom 24. bis 29. Juli Studierende, Doktoranden und weitere Physikinteressierte in Bad Honnef zusammen, um etwas über zweidimensionale Materialien zu lernen. Das Feld der ultradünnen Schichten hat sich seit den ersten Arbeiten zu Graphen 2004 stetig weiterentwickelt. Die Unmengen an neuen Erkenntnissen der überaus aktiven Community sorgen dafür, dass man schnell den Überblick verlieren kann. So war es eine wunderbare Idee, eine Fortbildung zu dem Thema auszurichten.

Zunächst wurden die verschiedenen zweidimensionalen Materialien vorgestellt sowie die Herstellung von Feldeffekttransistoren. Dies lieferte einen guten Einblick in Vorgehensweisen und Problematiken. Ein Vortrag über Graphenoxid-Tinte zeigte die aktuelle Forschung. Weiter ging es mit Herstellungsmethoden von 2D-Materialien, etwa die chemische Gasphasenabscheidung. Nahtlos folgte das Thema selbstorganisiertes Wachstum von Monolagen mit der Frage,

wie man dies ausnutzen und mit externen Stimuli beeinflussen kann. Kirill Bolotin (FU Berlin) sprach über den Einfluss der (opto-)elektronischen Eigenschaften von Zugverspannung und Stauchung von dünn-schichtigen Materialien.

Großen Raum nahm die Raman- und Photolumineszenz-Spektroskopie als Charakterisierungsmethode ein. Agnieszka Kuc (HZDR), Ursula Wurstbauer (U Münster) und Janina Maultzsch (U Erlangen-Nürnberg) stimmten den Seminartag aufeinander ab, sodass alle Anwesenden die inelastische Streuung von Licht in Einzellschichten sowie Heterostrukturen nachvollziehen konnten. Eine Exkursion zur Löwenburg im Siebengebirge durfte auch nicht fehlen.

Für viel Energie im Hörsaal sorgte Alexey Chernikov (TU Dresden), als er über Exzitonen und den Einfluss von Störstellen in der dielektrischen Umgebung sprach. Danach ging es um die Einflüsse der Dotierung von 2D-Materialien. Am Abend gab es lebhafte Diskussionen über optische Rasternahfeldmikroskopie als Methode, um Oberflächenplasmon-Polaritonen in 2D-Materialien zu erzeugen.

Der letzte Tag handelte von der Theorie hinter magnetischen Eigenschaften in Einzellschichten und von chemisch/katalytischen Eigenschaften. Auch diskutierten wir über die biologischen Aspekte und den Einfluss winziger Nanopartikel auf lebende Organismen. Vincent Bouchiat, CEO von Grapheal, brachte in seinem Vortrag die Forschung ins reale Leben. Das Startup zielt auf die Anwendungen von Graphen im Gesundheitswesen und konnte bereits mit Coronaschnelltests auf Graphen-FET-Basis werben.

Dank der aktiven Mitarbeit aller Anwesenden war die Schule ein voller Erfolg. Ein herzliches Dankeschön geht vor allem an die Organisator:innen Marika Schleberger und Martin Mittendorff!

Jennifer Schmeink, U Duisburg-Essen

Chaos Theory

Bad Honnef Physics School

Diese Schule brachte vielen Physikinteressierten die Konzepte des Chaos näher. Neben den gewonnenen Erkenntnissen war auch die Vernetzung von Professor:innen und Studierenden aus aller Welt im Rahmen dieser Veranstaltung ein großer Erfolg. Das Teilnehmerspektrum reichte vom Bachelorstudierenden über Studierende aus anderen Bereichen bis zum Ruhestandler ohne physikalischen Hintergrund. Die Redner:innen kamen aus sieben Ländern und drei Kontinenten.

Die Woche begann mit zwei Vorträgen von Pedro Ribeiro (U Lissabon), in denen er die wichtigsten Begriffe als Grundlage für die restlichen Vorträge erklärte. Sarika Jalan (Indian Institute of Technology) präsentierte unerwartete Desynchronisationen von

Kuramoto-Oszillatoren mit Interaktionen höherer Ordnungen. Es wurden zudem viele reale Anwendungsbereiche der Chaostheorie vorgestellt. Claudia Lainscsek (U California, San Diego) erläuterte eine Methode, um Schizophrenie und epileptische Anfälle vorherzusagen. Zur Präsentation von Pedro Lind (Oslo Metropolitan University) gab es eine Anleitung mit Aufgaben zum Inhalt, sodass man einige Ergebnisse nochmal selbst nachvollziehen konnte. Viele Vorträge waren so aufbereitet, dass auch Nicht-Physiker:innen gut folgen konnten.

In einer Postersession zeigten Promovierende ihre Forschungsarbeiten. Die spannenden Diskussionen zwischen den Vorträgen oder bei den Mahlzeiten führten schnell zu einer starken Vernetzung und einer familiären Atmosphäre zwischen allen Beteiligten. Auch die Wanderung war eine großartige Gelegenheit, um neue Kontakte zu knüpfen und sich über akademische Erfahrungen und darüber hinaus auszutauschen.

Pedro Lind,
Oslo Metropolitan University, Norwegen

Transdisciplinary research for nuclear waste disposal: Science meets Society

TRANSENS Sommerschule

Warum nicht die radioaktiven Abfälle in die Sonne schießen? Wer würde ein Endlager in der Nähe des eigenen Wohnorts akzeptieren? Mit Fragen wie diesen beschäftigten sich 53 Teilnehmer und Dozentinnen aus 18 Ländern vom 19. bis 28. August im Physikzentrum Bad Honnef. Das Publikum reichte von Studierenden hin zu erfahrenen Wissenschaftler:innen aus Physik, Chemie, Geologie, Sozialwissenschaften u.v.m. Aber auch interessierte Bürger:innen waren anwesend.

Die Organisatoren Wolfgang Schulz und Clemens Walther (U Hannover) sowie Klaus Röhlig (TU Clausthal) führten zunächst in die Grundlagen von Radioaktivität, Strahlenschutz, Reaktortechnik sowie Entsorgung nuklearer Abfälle ein, als Rüstzeug für den Hauptteil der Schule zum transdisziplinären Lösungsansatz in der Entsorgungsdebatte.

Doch was ist eigentlich transdisziplinäre Forschung? Christian Pohl und Pius Krütli (ETH Zürich) klärten das: Bei der multidisziplinären Forschung wird ein Problem von mehreren Disziplinen parallel bearbeitet. Interdisziplinarität beinhaltet eine starke Zusammenarbeit der Partner. Die transdisziplinäre Forschung bezieht zusätzlich nichtwissenschaftliche Gruppen, etwa Bürger:innen, aktiv in die Forschung mit ein.

Dies stellt besondere Herausforderungen an die gemeinsame Kommunikation. Die meisten Menschen hören nicht zu, um zu verstehen, sondern um zu antworten. Sie