

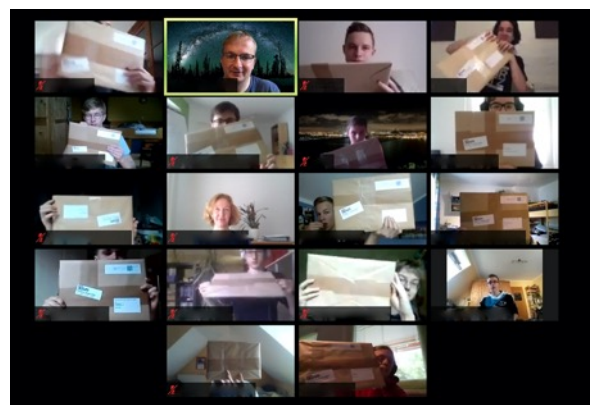
PhysikOlympiade in Deutschland – Ein ganz besonderes Finale (15.06.2020)

Die Einleitung zu diesem Bericht hätte lauten können: „Deutschlands beste Physiktalente sind vom 14. bis zum 19. April an der Jacobs University in Bremen zusammengekommen, um in theoretischen und experimentellen Klausuren das deutsche Nationalteam für die Internationale PhysikOlympiade 2020 zu ermitteln.“ Das war zumindest der Plan, bevor die Corona-Pandemie die Durchführung durchkreuzte und das Zusammenkommen der Teilnehmenden unmöglich machte. Um den jungen Talenten auch unter diesen besonderen Umständen die Möglichkeit zu geben, ihre Fähigkeiten unter Beweis zu stellen und den nationalen Auswahlwettbewerb abzuschließen, wurden die Klausuren der finalen Runde im April und im Juni per Videotelefonie durchgeführt. Mitte Juni konnten so die erfolgreichsten Schüler der diesjährigen PhysikOlympiade in Deutschland ausgezeichnet werden.

Der Auswahlwettbewerb zur Internationalen PhysikOlympiade (IPhO) - die PhysikOlympiade in Deutschland - wird vom Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN) in Zusammenarbeit mit den Kultusministerien der Länder und mit finanzieller Unterstützung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung organisiert und durchgeführt. Jedes Jahr nehmen zwischen 800 und 1000 Schülerinnen und Schüler aus dem gesamten Bundesgebiet und auch von deutschen Schulen im Ausland teil. In vier Runden zeigen die jungen Physiktalente bei theoretischen und experimentellen Physikaufgaben, was in ihnen steckt.

Die vierte Wettbewerbsrunde oder Finalrunde bildet den Abschluss des nationalen Wettbewerbs. Die fünf Besten dieser Runde stellen das Nationalteam, das Deutschland auf der IPhO vertritt. In diesem Jahr haben sich 16 Schüler aus neun Bundesländern für die Finalrunde qualifiziert. Geplant war diese Veranstaltung in Kooperation mit der Jacobs University in Bremen und direkt nach Ostern. Sie musste aufgrund von Beschränkungen im Zuge der Corona-Pandemie aber abgesagt werden. Dies ist umso bedauerlicher, da das Zusammenbringen junger, physikalisch interessierter Menschen neben der Durchführung des eigentlichen Wettbewerbs ein zentrales Ziel der PhysikOlympiade darstellt. Um aber zumindest den Wettbewerbsteil und damit die Auswahl des Nationalteams abzuschließen, wurde beschlossen, die Klausuren in Form von Videokonferenzen durchzuführen – für Teilnehmende wie Organisatoren zugleich eine Premiere und eine spannende Herausforderung.

Insgesamt wurden im Rahmen der Finalrunde drei dreistündige Klausuren durchgeführt. Je eine theoretische im April und in der zweiten Juniwoche sowie eine experimentelle Klausur, die ebenfalls im Juni durchgeführt wurde. Die Aufgaben dafür wurden von ehemaligen Teilnehmenden, engagierten Lehrkräften sowie der Wettbewerbsleitung am IPN konzipiert und boten den Nachwuchsphysikern einige Herausforderungen. In den Aufgaben ging es um rotierende Wassergefäße, dem Krümmungsradius der Hornhaut im Auge, Laserspektroskopie, Seilreibung, interstellare Raketentriebwerke und einiges mehr.



Teilnehmende der Finalrunde der PhysikOlympiade beim Auspacken der Päckchen mit dem Experiment.

Eine auch auf logistischer Seite besondere Herausforderung stellte die experimentelle Klausur dar, für die alle Kandidaten vorab ein Päckchen mit den wichtigsten Experimentiermaterialien zugeschickt bekamen. Um ein mögliches Erraten des Klausurthemas nicht zu einfach zu machen, wurden die Teilnehmenden gebeten, selber noch eine Reihe von Materialien bereitzustellen, von denen einige in der Klausur dann aber nicht benötigt wurden. Inhaltlich ging es in den experimentellen Aufgaben um

4. Runde zur 51. IPhO 2020 - Experimentelle Klausur 1 / 3

Experimentelle Klausur - Moiré-Effekt
(Bearbeitungszeit: 3 Stunden, maximal zu erreichende Punktzahl: 25 Punkte)

Einkleitung

Wenn man zwei periodische, teilweise transparente Muster überlagert, kann es zu einem so genannten Moiré-Effekt kommen. Das durch die Überlagerung entstehende Muster weist dabei regelmäßige Strukturen auf, die in den ursprünglichen Mustern nicht erkennbar waren. Abbildung 1 zeigt die Überlagerung von zwei identischen, aber nicht gegenüberliegend verlaufenden Gittermustern. Neben dem eher in senkrechter Richtung verlaufenden Gitterlinien ist in annähernd horizontaler Richtung ein Moiré-Muster in Form von regelmäßigen Streifen zu erkennen.

Die Streifen im Moiré-Muster weisen einen sehr viel größeren Abstand auf als die Gitterlinien. Durch eine Untersuchung des Moiré-Musters lassen sich die Eigenschaften des Gitters sehr genau bestimmen.

Theoretische Vorbetrachtung

Betrachte zwei periodische Gitter, deren Transmissionsgrade beschrieben werden durch

$$T_1 = \frac{1 + \cos(\vec{k}_1 \cdot \vec{x})}{2} \quad \text{und} \quad T_2 = \frac{1 + \cos(\vec{k}_2 \cdot \vec{x})}{2}$$

Die Gittervektoren \vec{k}_1 und \vec{k}_2 stehen senkrecht auf den Gitterlinien und besitzen einen Betrag $|\vec{k}_i| = 2\pi/d_i$ mit Gitterkonstanten d_1 und d_2 . Die Gitterkonstanten seien dabei sehr viel größer als die Wellenlänge von sichtbarem Licht.

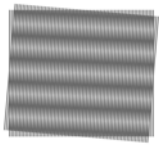
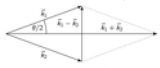
Werden die beiden Gitter überlagert, so ergibt sich der Transmissionsgrad T der überlagerten Gitter zu

$$T = T_1 \cdot T_2 = \frac{1 + \cos(\vec{k}_1 \cdot \vec{x})}{2} \cdot \frac{1 + \cos(\vec{k}_2 \cdot \vec{x})}{2} = \frac{1}{4} (1 + \cos(\vec{k}_1 \cdot \vec{x}) + \cos(\vec{k}_2 \cdot \vec{x}) + \frac{1}{2} \cos((\vec{k}_1 + \vec{k}_2) \cdot \vec{x}) + \frac{1}{2} \cos((\vec{k}_1 - \vec{k}_2) \cdot \vec{x}))$$

Das Produkt enthält vier periodische Terme. Die ersten beiden repräsentieren die ursprünglichen Gitter, während die letzten beiden andere Gittervektoren besitzen. Für kleine Winkel θ zwischen den Gittervektoren \vec{k}_1 und \vec{k}_2 führt die Gittervektor $\vec{k}_1 - \vec{k}_2$ zu einem Gitter mit größerer Gitterkonstante, das als Moiré-Muster beobachtbar ist.

Nebenbei sind die durch die Überlagerung entstehenden Gittervektoren für den Fall zweier Gitter mit identischen Gitterkonstanten grafisch dargestellt.

Im Folgenden soll die durch die Überlagerung von überlagerten Linienraster untersucht. deren Transmissionsgrad wird durch zwei Gitter beschrieben. Durch die Überlagerung entstehen aber auch hier Muster mit gleichen Gitterkonstanten wie bei der obigen Betrachtung.

die Untersuchung von Moiré-Mustern, die durch die Überlagerung zweier Gittermuster entstehen. Die Klausur ist für Interessierte unter www.ipho.info in der Rubrik „aufgaben“ hinterlegt.

Alle Bearbeitungen wurden direkt nach den Klausuren von den Teilnehmenden digitalisiert und online eingereicht. Sie wurden anschließend doppelt korrigiert, um eine möglichst faire und vergleichbare Bewertung zu gewährleisten. Nach der Korrektur ihrer Bearbeitungen bekamen die Teilnehmenden darüber hinaus die Gelegenheit, mit den Korrektoren über ihre Bewertung zu diskutieren, um so mögliche unklare Punkte aufzuklären und gegebenenfalls die Bewertung noch einmal anzupassen - auch das eine Premiere in der PhysikOlympiade in Deutschland. Insgesamt hat die Durchführung der Klausuren und der Korrektur per Videokonferenz in diesem Modus nahezu reibungslos funktioniert. Zum Abschluss dieses ganz besonderen Finales wurden am 12. Juni in einer kleinen Preisverleihung – natürlich ebenfalls per Videokonferenz - die fünf besten Nachwuchspophysiker in

Experimentelle Klausur der Finalrunde der PhysikOlympiade.

dem Wettbewerb ausgezeichnet. Dies sind:

- Platz 1: Franz Loose, Martin-Andersen-Nexö-Gymnasium (Dresden)
- Platz 2: Tobias Messer, Martin-Andersen-Nexö-Gymnasium (Dresden)
- Platz 3: Maximilian Hauck, Elisabeth-Langgässer-Gymnasium (Alzey)
- Platz 4: Janek Darowski, Carl-Friedrich-Gauß-Gymnasium (Frankfurt (Oder))
- Platz 5: Richard Wohlbold, Landesgymnasium für Hochbegabte (Schwäbisch Gmünd)

Für die fünf Olympioniken war eigentlich die Teilnahme an der 51. Internationalen PhysikOlympiade (IPhO) im Juli in Vilnius, Litauen vorgesehen. Leider wurde aber auch die IPhO aufgrund der aktuellen Situation für den Sommer abgesagt und auf das kommende Jahr verschoben. Als Alternative wird im Juli 2020 nun die 4. Europäische PhysikOlympiade per Videokonferenz durchgeführt. Viele europäische Staaten, darunter auch Deutschland, werden diese als Ersatz für eine Teilnahme an der IPhO nutzen. Dadurch erhält das Nationalteam erfreulicherweise doch noch eine Gelegenheit, auf internationalem Parkett in einem Wettbewerb anzutreten. Eine große Anerkennung gebührt aber auch den anderen Teilnehmenden der Finalrunde. Sie haben unter mehr als 800 Teilnehmenden einen Platz in der Finalrunde erreicht, und das ist eine ganz besondere Leistung.

Damit konnte die diesjährige PhysikOlympiade in Deutschland trotz außergewöhnlicher Umstände und den damit verbundenen Einschränkungen bei der Durchführung von Veranstaltungen mit Schülerinnen und Schülern zu einem angemessenen Abschluss gebracht werden. Ein herzliches Dankeschön dafür an alle Beteiligten und Partner für das Engagement und die große Flexibilität. Für den bereits angelaufenen Auswahlwettbewerb zur Internationalen PhysikOlympiade 2021 hoffen wir auf ruhigeres Fahrwasser und die Möglichkeit, die nächste Finalrunde mit den Teilnehmenden wieder gemeinsam vor Ort durchzuführen.

Kontakt zur Wettbewerbsleitung

Dr. Stefan Petersen, IPN, Olshausenstraße 62, 24098 Kiel
Tel.: 0431 880-5120
Email: petersen@ipho.info
Web: www.ipho.info