

Alles relativ? Ein fachlicher Kern an wichtigen Phänomenen und grundlegenden Kontexten

Ute Kraus und Corvin Zahn

Der Beitrag stellt einen fachlichen Kern an grundlegenden Konzepten und wichtigen Phänomenen der Relativitätstheorie vor: „Zeit ist relativ“, „Gravitation ist Geometrie“, Schwarze Löcher, Gravitationswellen. Diese Themen sind geeignete Unterrichtsinhalte, um in der Schule Grundzüge der Relativitätstheorie zu vermitteln. Kommentierte Literaturvorschläge stellen einige besonders empfehlenswerte Einführungen in die Relativitätstheorie vor.

UNTERRICHT PHYSIK 33-2022 | Nr. 192, Seite 2

Relativitätstheorie in der Schule. Relativitätstheorie aus fachdidaktischer Sicht

Ute Kraus und Corvin Zahn

Der Beitrag bietet eine vergleichende Zusammenstellung der Lehrplaninhalte zur Relativitätstheorie in den Bundesländern und geht auf typische Fehlvorstellungen sowie darauf beruhende Lernschwierigkeiten ein. Ein Überblick über Unterrichtskonzepte zeigt die Bedeutung von Gedankenexperimenten und Visualisierung und behandelt anschließend kritisch die drei vorherrschenden Zugänge zur Allgemeinen Relativitätstheorie – den geometrischen Zugang, newtonsche Betrachtungen und Analogien.

UNTERRICHT PHYSIK 33-2022 | Nr. 192, Seite 7

Bewegungen – fast so schnell wie das Licht. Zeitdilatation und Längenkontraktion mit Computersimulationen erleben

Stephan Preiß und Sven Weissenborn

Um Bewegungen mit Geschwindigkeiten nahe der Lichtgeschwindigkeit zu beschreiben, muss man die Spezielle Relativitätstheorie heranziehen. Die darin auftretenden Phänomene der Zeitdilatation und Längenkontraktion machen den Unterschied zur Beschreibung durch die klassische Mechanik deutlich. Um diese Phänomene in einem Unterrichtsbeispiel zu behandeln, nutzen wir eine simulierte, virtuelle Welt und erzeugen Bilder und Videos, die zeigen, was ein Beobachter bei der Bewegung mit sehr hoher Geschwindigkeit sehen würde.

UNTERRICHT PHYSIK 33-2022 | Nr. 192, Seite 11

„Gleichzeitigkeit“ früh thematisieren.

Eine Begründung und Aufgaben für eine frühzeitige unterrichtliche Behandlung der Relativität der Gleichzeitigkeit

Peter Lingemann

Es ist für Schülerinnen und Schüler naheliegend, Vorgänge an denen zwei relativ zueinander bewegte Inertialsysteme beteiligt sind, aus beiden Systemen zu betrachten. Dabei können, z. B. beim Zug-Tunnel-Paradoxon, Verständnisprobleme auftreten, die sich in Kenntnis der „Relativität der Gleichzeitigkeit“ auflösen lassen. Daher erfolgt im Artikel ein Plädoyer für eine frühzeitige Behandlung dieses Sachverhalts. Zudem wird ein erprobtes Arbeitsblatt zum Einsatz im Unterricht vorgestellt.

UNTERRICHT PHYSIK 33-2022 | Nr. 192, Seite 15

Das Äquivalenzprinzip. Bewegung im Schwerfeld mit Experimenten und Modellexperimenten untersuchen

Ute Kraus und Corvin Zahn

Der Beitrag beschreibt eine Unterrichtseinheit zum Äquivalenzprinzip. Die Einheit beginnt mit der Universalität des freien Falls und führt über die Themen Schwerelosigkeit und newtonsches Äquivalenzprinzip zum einsteinschen Äquivalenzprinzip, aus dem das Auftreten von Lichtablenkung im Schwerfeld gefolgert wird. Alle wesentlichen Aspekte werden durch Schüleraktivitäten erarbeitet: Realexperimente zur Bewegung im Schwerfeld sowie Modellexperimente zum Äquivalenzprinzip.

UNTERRICHT PHYSIK 33-2022 | Nr. 192, Seite 20

Lichtablenkung – aber gerade! Geodätenkonstruktion mit virtuellen Sektormodellen

Sven Weissenborn und Vassilios Marakis

Der Artikel zeigt, wie eine Einführung in die Allgemeine Relativitätstheorie auf Schulniveau gestaltet werden kann. Im Zentrum steht die Beschreibung von Lichtbahnen als sog. Geodäten. Geodäten stellen eines der grundlegenden Konzepte in Einsteins geometrischer Theorie der Gravitation dar. Lernende erhalten einen Einblick in nicht-euklidische Geometrien und können schlussendlich Phänomene wie das der Lichtablenkung mithilfe von Geodätenverläufen in der Nähe massereicher Objekte erklären. Mit einem interaktiven Online-Werkzeug können die Lernenden Geodäten selbst konstruieren.

UNTERRICHT PHYSIK 33-2022 | Nr. 192, Seite 26

Masse krümmt den Raum.

Mit Modellen zu einem Verständnis gekrümmter Räume

Corvin Zahn und Ute Kraus

„Masse krümmt den Raum“ ist eine der bekanntesten Aussagen zur Allgemeinen Relativitätstheorie. Diese Aussage wird im populärwissenschaftlichen Bereich häufig illustriert anhand von Analogien, die aber fachlich wenig befriedigend sind sowie nachweislich Ursachen von Fehlvorstellungen darstellen. Dieser Beitrag schildert eine Unterrichtseinheit, welche die obige Aussage auf eine fachlich fundierte Weise mithilfe von Modellen und interaktiven Simulationen erklärt.

UNTERRICHT PHYSIK 33-2022 | Nr. 192, Seite 32

Reise in ein Schwarzes Loch. Mit Computersimulationen und Rechnungen untersuchen, wie ein Astronaut den Flug in ein Schwarzes Loch erleben würde

Thomas Reiber

Im Zentrum dieses Beitrags stehen visuelle Eindrücke eines Beobachters bei einem computersimulierten Fall in ein Schwarzes Loch. Die Videos zeigen u. a. Beschleunigungsdaten und durch das Gravitationsfeld des Schwarzen Lochs erzeugte Gezeitenkräfte, die durch die Lernenden durch kurze Argumentationsketten und einfache Rechnungen untersucht werden. Insbesondere wird hierbei der Einfluss der Masse des untersuchten Schwarzen Lochs auf diese Größen sowie auf die Dauer einer solchen Reise diskutiert.

UNTERRICHT PHYSIK 33-2022 | Nr. 192, Seite 39

Gravitationswellendetektion. Ein Analogie-Experiment zum LIGO-Gravitationswellenobservatorium
Michael Daam, Antje Bergmann, Max Winter, Carsten Rockstuhl und Ronny Nawrodt

Der Artikel gibt eine kurze Einführung in das Thema Gravitationswellen. Das Messverfahren für den Nachweis von Gravitationswellen wird im Unterricht anhand eines Analogieexperiments mit Schallwellen verdeutlicht, das im Schülerlabor des KIT erfolgreich mit Oberstufenschüler:innen umgesetzt und erprobt wurde. Der Artikel enthält u. a. Hinweise zum Aufbau und zur Durchführung des Experiments sowie auf Anleitungen zum Selbstbau eines günstigen Michelson-Morley-Experiments.

UNTERRICHT PHYSIK 33-2022 | Nr. 192, Seite 43

Das Ende der klassischen Welt.
Der Physik-Nobelpreis 2022
Reinhard F. Werner

Ausgehend von der bellschen Ungleichung und den sich daraus ergebenden Möglichkeiten erläutert der Autor die Tragweite des Physik-Nobelpreises 2022s: Die Experimente schließen erstens aus, dass die Vorhersagen der Quantenphysik für korrelierte Paare falsch sind. Zweitens gibt es auch keine Anhaltspunkte für eine Verletzung der Lokalität. Folglich muss man wohl auf eine klassische Beschreibung verzichten, beschreibt Quantenobjekten also sinnvollerweise ausschließlich quantenphysikalisch.

UNTERRICHT PHYSIK 33-2022 | Nr. 192, Seite 47

Spargeltarzens Tarnkappe: Mit zerkratzten Scheiben schmale Silhouetten richtungsabhängig auflösen

Thomas Rubitzko

Durch eine mit grobem Schleifpapier bearbeitete Plexiglasscheibe lösen sich schlanke Silhouetten scheinbar auf. Die Abbildung von Gegenständen durch unregelmäßige Zylinderlinsen erklärt diesen Effekt für die Mittelstufe in geeigneter Weise.

UNTERRICHT PHYSIK 33-2022 | Nr. 192, Seite 49

Solarkonstante mit einer Kochplatte bestimmen

Michael Barth

Im Experiment wird zur Bestimmung der Solarkonstante eine dunkelgraue Metall-Kochplatte genutzt. Die Kochplatte wird erst durch die Sonnenbestrahlung komplett aufgeheizt; die Temperatur wird gemessen. Anschließend regelt man in einem dunklen Raum mit gleicher Lufttemperatur das Netzgerät bis zur vorher gemessenen Temperatur und misst dabei die Leistung. Aus der gemessenen Leistung und der Fläche der Kochplatte erhält man die Solarkonstante.

UNTERRICHT PHYSIK 33-2022 | Nr. 192, Seite 49