



2017
highlights der **physik**

Struktur & Symmetrie

Aufgabenheft zur Ausstellung

Allgemeine Hinweise

Das große Ausstellungszelt ist täglich von 10:00 Uhr bis 18:00 Uhr geöffnet und bietet an über 50 interaktiven Ausstellungsständen spannende Einblicke in die Welt der Strukturen und Symmetrien in der Natur. Gezeigt wird ein breites Spektrum aktueller Forschung – von der Teilchenphysik bis zur Geophysik.

Die Ausstellung gliedert sich in vier Bereiche:

- ▶ **Bereich A:** Strukturen und Symmetrien in der Quantenwelt
- ▶ **Bereich B:** Strukturen und Symmetrien in der Nanowelt
- ▶ **Bereich C:** Strukturen und Symmetrien unseres Lebens
- ▶ **Bereich S:** Strukturen und Symmetrien im Laserlicht

mit einer didaktischen Einführung zu Strukturen und Symmetrien in der Natur.

Beachten Sie die Übersicht der Exponate auf Seite 4 - 5!

Hier kann Ihr/e Lehrer/Lehrerin für Sie wichtige Exponate markieren. Dieses Heft ist nicht als eigenständiges Lehrbuch zu verstehen, sondern es soll zur Auseinandersetzung mit der Thematik am Ausstellungsstand anregen. Erst durch die dort gebotenen Experimente, die Ausstellungstafeln und die Gespräche mit den Standbetreuern ergibt sich ein vollständiges Bild.



INFORMATIONEN

Die Highlights der Physik im Internet:
www.highlights-physik.de

Aufgabenheft (ab sofort) und Lösungen (ab dem 23.9.2017)
als PDF zum Download unter:
www.highlights-physik.de/kids-schule/lehrkraefte

Übersicht aller Exponate

Bereich E							
EINFÜHRUNG IN DIE WELT DER STRUKTUREN UND SYMMETRIEN							
E	Titel	Seite	✕	E	Titel	Seite	✕
1a	Schönheit der Strukturen	6		2a	Das Streben nach Symmetrie	7	
1b	Schönheit der Strukturen	6		2b	Das Streben nach Symmetrie	7	
Bereich A				Bereich B			
STRUKTUREN UND SYMMETRIEN IN DER QUANTENWELT				STRUKTUREN UND SYMMETRIEN IN DER NANOWELT			
A	Titel	Seite	✕	B	Titel	Seite	✕
1	Unsere Welt – alles bunter Quark?	8		1	Schön geordnet, oder nicht?	21	
2	Higgs & Co	9		3a	Strukturen mit Elektronen sehen	22	
3	Links oder Rechts?	10		3b	Strukturen mit Elektronen sehen	23	
4	Teilchen und Antiteilchen	11		4	Röntgenaugen für Strukturen	24	
5	Verwandlungskünstler Neutrino	12		5	Kohlenstoff: facettenreiche Schönheit	25	
6	Überall vorhanden	13		6	Strukturen oberflächlich betrachtet	26	
7	Symmetriekünstler	14		7	Tanz der Moleküle	27	
8	Größen, die die Welt regieren	15		8	Ich sehe was, was Du nicht siehst	28	
9	Strukturen am Himmel	16		9	Die Schönheit der Katastrophe	29	
10	... und die einen stehen im Dunklen	17		10	Ganz schön bunt hier	30	
11	Struktur der Materie	18		11	Strukturen aus Licht	31	
12	Quantengravitation	19		12	Faszination Physik im Experiment	32	
13	AstroMedia – Bastelspaß der Wissen schafft	20		13	Vom Silizium zum Chip	33	

Bereich C STRUKTUREN UND SYMMETRIEN UNSERES LEBENS			
C	Titel	Seite	<input type="checkbox"/>
1	Goldener Schnitt und die Welt der Zahlen	34	<input type="checkbox"/>
2	Alles fraktal oder was?	35	<input type="checkbox"/>
3	Der Tanz der schwarzen Stacheln	36	<input type="checkbox"/>
4	Ganz schön attraktiv	37	<input type="checkbox"/>
5	Harte Schale – magnetischer Kern	38	<input type="checkbox"/>
6	Alles fließt	39	<input type="checkbox"/>
7	Die Erde bebt	40	<input type="checkbox"/>
8	„...und hält trotzdem“	41	<input type="checkbox"/>
9	Alles im Gleichtakt	42	<input type="checkbox"/>
10	Licht- und Wasserspiele	43	<input type="checkbox"/>
11	Chaos oder vorhersagbar?	44	<input type="checkbox"/>
12	Leise rieselt der Sand	45	<input type="checkbox"/>
13	Ausgetrickst	46	<input type="checkbox"/>
14	Mimikry, Zebrastrifen und Co.	47	<input type="checkbox"/>

Bereich S STRUKTUREN UND SYMMETRIEN IM LASERLICHT			
S	Titel	Seite	<input type="checkbox"/>
1	Einstein Symmetrie	48	<input type="checkbox"/>
2	Laser - Ping - Pong	49	<input type="checkbox"/>
3	2 × Rot = Grün	50	<input type="checkbox"/>
4	Teilchen fangen mit Licht	51	<input type="checkbox"/>
5	Zugeschaut und Mitgebaut	52	<input type="checkbox"/>
6	Zum Greifen nahe	53	<input type="checkbox"/>
7	Beobachtende Augen	54	<input type="checkbox"/>
8	Es werde Licht	55	<input type="checkbox"/>
9	The Big Bell Test	56	<input type="checkbox"/>
10	Sounds & Lasers	57	<input type="checkbox"/>



Hat ein Thema Sie besonders interessiert?
Für diesen Fall ist auf jedem Poster ein QR-Code abgebildet, mit dessen Hilfe Sie die Ausstellungstafel als pdf-Datei herunterladen kannst.

Viel Spaß in der Ausstellung!

Schönheit der Strukturen

Selbstorganisation und Strukturbildung in der Natur

Wie entsteht Chaos und was ist der Unterschied zu Ordnung? Können wir die Entstehung von Chaos sehen? Wie bildet die Natur Strukturen? Was haben Tierfelle, Blütenblätter und Meeresstrand gemeinsam? Was ist das besondere an Spiralen?



Wie nennt man ein nichtlineares System, dem ständig Energie zugeführt wird?



Warum bezeichnet man das dynamische Verhalten eines chaotischen Systems auch als „Schmetterlingseffekt“?



Welches fraktale Objekt ist in der Physik und Mathematik besonders bekannt



Eine der verbreitetsten komplexen Strukturen ist die Spirale. Sie kommt in der Natur sehr oft vor. In welche Richtung dreht sich meist eine Schneckenhaus-Spirale?



Die Sonnenblume zeigt eine Überlagerung von rechts- und linksdrehenden Spiralen, ebenso viele Blüten, der Tannenzapfen oder die Ananas. Wie viele Spiralen in eine Richtung gibt es in der Sonnenblumenblüte?



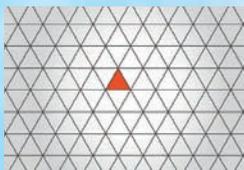
Das Streben nach Symmetrie

Regelmäßigkeiten der Natur

Wie symmetrisch ist die Natur? Wo tritt der Goldene Schnitt überall in der Natur auf – und warum? Was ist das Besondere an Kristallen mit fünfzähliger Symmetrie? In diesem einführenden Poster werden Symmetrien und deren Bedeutung im Kontext der Ausstellung beleuchtet.



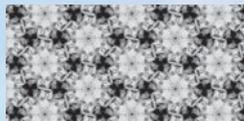
Welche Symmetrien hat dieses Parkettmuster?



- Translationssymmetrie
- Rotationssymmetrie um 60°
- Symmetrie unter Punktspiegelung
- Spiegelsymmetrie mit drei Spiegelebenen



Warum ist das hier gezeigte Bild kein Fraktal?



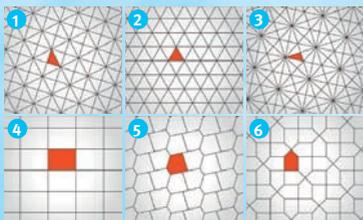
Wie ergibt sich der Goldene Schnitt mit Hilfe der Fibonacci-Reihe?



Wieso bezeichnet man den Winkel von $137,5$ Grad als „Goldener Winkel“?



Welche der hier gezeigten symmetrischen Muster finden sich auf folgenden Postern wieder?



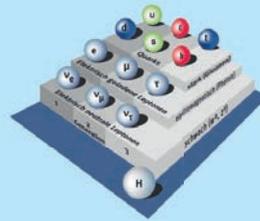
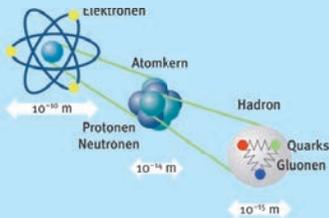
- A1 Unsere Welt – alles Quark? _____
- A7 Symmetriekünstler
– Atome im Periodensystem _____
- A12 Quantengravitation _____

Finden Sie auch noch weitere Bezüge zu den hier gezeigten Symmetrien in der Ausstellung?

Unsere Welt – alles bunter Quark?

Das Standardmodell und die „Farben“ der Elementarteilchenamant

Der Ausstellungsstand illustriert das Standardmodell der Elementarteilchenphysik und greift als anschauliches Beispiel den Aufbau des Protons aus „farbigen“ Quarks heraus.



**Warum verwendet man die Farben Rot, Grün und Blau?
Könnte man auch andere Farben wählen?**



Welche Farbe hat ein Elektron?



Könnte es Teilchen aus zwei Quarks bzw. aus zwei Antiquarks geben? Oder könnte es ein freies Quark-Elektron-System geben?



Auf dem Poster wird gezeigt, dass blau und gelb zusammen weiß ergibt. Beim Farbmischen im Malkasten ergeben blau und gelb aber grün. Ist das ein Widerspruch, oder wie kann man das verstehen?



Beim Exponat werden jeweils zwischen zwei Kugeln, den Quarks, zeitgleich zwei Farben ausgetauscht. Wie lässt sich das erklären?



Higgs & Co

– oder was ist eigentlich Masse?

Materie hat Masse, die sich durch das Gewicht der Atome erklären lässt. Aber wie ist der Zusammenhang zwischen dieser Masse und den elementaren Teilchen (Quarks und Elektronen)? Der Higgs-Mechanismus gibt den elementaren Teilchen ihre Masse, erklärt aber nur etwa 1% der Masse der Materie. Für die restlichen 99% müssen die Naturkräfte berücksichtigt werden.



 Wie groß ist das Gewicht eines Liters Wasser auf der Erde? _____

Das Wasser wird zu einem Eisblock gefroren. Wie groß ist dessen Gewichtskraft, wenn er auf der Erde liegt und wenn er schwerelos im Weltall um die Erde kreist?

 _____

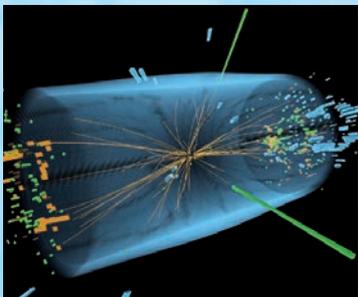
Der Eisblock fliegt einmal auf der Erde in der Luft und einmal schwerelos im All mit der Geschwindigkeit 1 m/s. Gibt es einen Unterschied im Impuls ($p = m \cdot v$)?

 _____

 Wie groß ist die Masse des Eisblocks im schwerelosen Raum? _____

Auch ohne Schwerkraft haben Gegenstände Masse und damit auch jedes Molekül, Atom, Elektron und Quark. Der Higgs-Mechanismus ist dabei nur für ein Prozent der Masse von Gegenständen verantwortlich. Wieviel Masse in kg wäre das für den Eisblock?

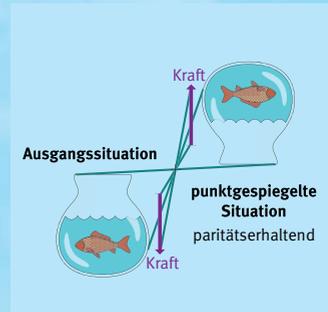
 _____



Links oder Rechts?

Parität und Paritätsverletzung

Die Parität ist eine grundlegende Symmetrie in der Physik. Auf mikroskopischer Ebene zeigt sich, dass diese Parität verletzt ist. Am Stand lässt sich die eigene Spiegelsymmetrie testen, und man kann herausfinden, wie die Paritätsverletzung Gegenstand moderner Forschung ist.



Betrachte einen Korkenzieher. Hat ein paritätstransformierter – also punktgespiegelter – Korkenzieher den gleichen Drehsinn oder einen anderen?



Was versteht man unter einer Punktspiegelung?



Gibt es weitere diskrete Symmetrien in der Physik?





Teste Deine eigene Symmetrie (Foto)!

Teilchen und Antiteilchen

Kosmische Strahlung

Mehr als nur Licht aus dem All: Wie macht man Teilchen aus dem Kosmos sichtbar? Mit einfachen Detektoren konnten die schweren Geschwister der Elektronen und ihre Antiteilchen in der kosmischen Strahlung entdeckt werden.



Wie unterscheiden sich die Spuren schwerer und leichter Teilchen in der Nebelkammer?



Wie viele Myonen treffen in einer Sekunde auf 1 m² der Erdoberfläche?

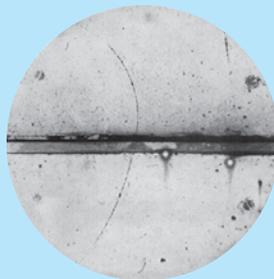
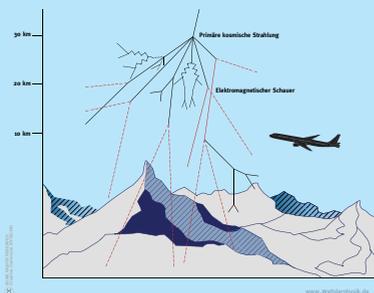


Wie erzeugt man 5000 V Spannung in einer Funkenkammer?



Woraus besteht der Dampf in einer Nebelkammer?





Verwandlungskünstler Neutrino

Neutrinooszillationen

Neutrinos sind neben den Lichtteilchen (Photonen) die häufigsten Teilchen im Universum. Wie die anderen Materieteilchen kommen sie in 3 Generationen bzw. Familien vor. Vor noch nicht einmal 20 Jahren wurde entdeckt, dass sich Neutrinos einer Generation im Flug in eine andere umwandeln. So wandeln sich Elektronneutrinos aus der Sonne auf ihrem Weg zur Erde größtenteils in Myon- oder Tauneutrinos um. Damit müssen Neutrinos – entgegen vorheriger Annahmen – eine kleine Masse besitzen, die eine wichtige astrophysikalische und kosmologische Bedeutung hat. Der Quanteneffekt der Neutrinooszillation wird mittels polarisierter Photonen an einem interaktiven Live-Experiment illustriert.



Wie viele Sorten Neutrinos gibt es ?



Wo bzw. wobei entstehen Neutrinos?



Mit welchen Teilchen wird hier der Quanteneffekt der Neutrinooszillation demonstriert?

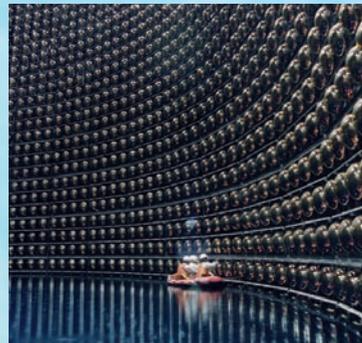


Wie nennt man den Effekt, dass Licht in Kristallen mehrere verschiedene Brechungsindizes je nach Polarisationsrichtung hat?



Was sind die entscheidenden Neutrinoeigenschaften, damit es zur Neutrinoumwandlung bzw. zur Neutrinooszillation kommt?

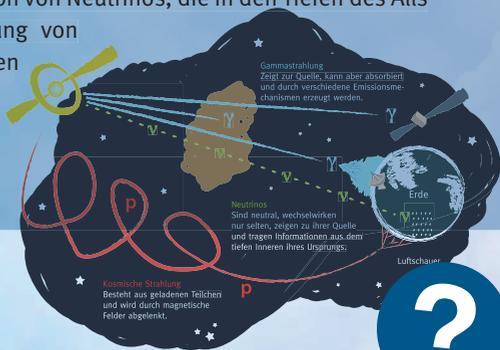




Überall vorhanden

Kosmische Neutrinos

Mit einem gigantischen Teleskop, das tief im Eis der Antarktis verborgen ist, erforschen Astrophysiker den Kosmos. Ziel ist die Detektion von Neutrinos, die in den Tiefen des Alls an den extremsten Orten wie der Umgebung von schwarzen Löchern und explodierenden Sternen erzeugt werden. Erfahren Sie, wie diese ungewöhnlichen Teleskope funktionieren, und werden Sie mit unserem animierten Detektormodell selbst zum Neutrinoastronomen.



Warum sind Neutrinos zur Erforschung des Universums so interessant?



Woher kommen kosmische Neutrinos?



Was ist IceCube und wo befindet es sich?



Wie werden Neutrinos in IceCube nachgewiesen?



Schauen Sie sich das animierte IceCube-Modell an. Wie viele Arten von „Neutrino-Mustern“ können Sie unterscheiden?



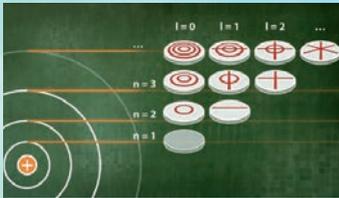
Symmetriekünstler

Atome im Periodensystem

Welche verborgenen Symmetrien helfen dabei, die Anordnung aller chemischen Elemente unseres Universums im Periodensystem der Elemente zu verstehen? Durch den Vergleich der Elektronen mit schwingenden Saiten und weiteren, komplexeren Schwingungsmustern ergibt sich ein überraschend einfaches und ästhetisches Ordnungsprinzip für die Elektronkonfigurationen der Elemente im Periodensystem.



Welche der hier gezeigten Schwingungsmuster sind rotationssymmetrisch?



Worin unterscheiden sich die Schwingungsmuster vom 2s- ($n=2, l=0$) und 2p-Orbital ($n=2, l=1$)?



Worin unterscheiden sich die Schwingungsmuster vom 2p- ($n=2, l=1$) und 3p-Orbital ($n=3, l=1$)?



Welche Elemente des Periodensystems wären Edelgase, wenn das Elektron keinen Spin hätte?



Welche magischen Zahlen hätte das Periodensystem, wenn das Elektron im Atom nur in zwei Dimensionen schwingen könnte?



Größen, die die Welt regieren

Die Naturkonstanten des Universums



Das Bezugssystem, in dem wir „die Welt vermessen“, liegt fest. Wir teilen etwa die Zeit in Sekunden, die Länge in Meter und die Masse in Kilogramm. Das internationale Einheitensystem (SI) wird von nahezu 100 Staaten mitgetragen und ist damit eine globale Erfolgsgeschichte. Jetzt erhält das SI eine grundlegende Auffrischung, so dass es allen wissenschaftlichen und technischen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts gelassen entgegensehen kann. Naturkonstanten wie die Lichtgeschwindigkeit oder die Ladung des Elektrons werden den Einheiten die bestmögliche Definitionsgrundlage liefern.

Kennst Du eine Naturkonstante, die die Einheit einer Geschwindigkeit hat? Und vielleicht auch eine mit der Einheit einer Wirkung?



Was hat unser heutiges Kilogramm mit dem Umfang der Erde zu tun?



Mit welchen Naturkonstanten wird das Kilogramm in Zukunft definiert werden?



Was steht auf dem Grabstein von Ludwig Boltzmann auf dem Wiener Zentralfriedhof?



Ist 137 mehr als eine Primzahl?





Strukturen am Himmel

Neue Teleskope für die Gamma-Astronomie



Das Cherenkov Telescope Array CTA ist ein Observatorium für hochenergetische Gammastrahlung. Es wird Astrophysikern die Möglichkeit bieten, die energiereichsten Phänomene im Universum zu verstehen. Geplant sind insgesamt über 100 Teleskope unterschiedlicher Größe. Das Modell am Stand zeigt eines der mittleren Teleskope mit 12 m Durchmesser des Spiegelträgers. Im Jahr 2012 wurde ein Prototyp in Berlin aufgebaut, um die mechanische Struktur und die Antriebssysteme in Originalgröße zu testen.



Wie entsteht Gammastrahlung und wie wird sie nachgewiesen?



Was ist die Rolle der Atmosphäre bei Gammastrahlen-Teleskopen?



Welche Ziele verfolgt man mit CTA?



Wo und was sind die Quellen der hochenergetischen Gammastrahlung?



Warum will man zwei Observatorien bauen und wo stellt man sie idealerweise auf?

... und die einen stehen im Dunklen

Dunkle Materie und dunkle Energie

Zahlreiche astronomische Beobachtungen zeigen, dass dunkle Materie und dunkle Energie im Universum viel bedeutender als alltägliche Materie sind. Gibt es also eine bisher unsichtbare Spiegelwelt? Warum ist sie noch da, und können wir sie vielleicht bald mit dem XENON1T-Experiment im Untergrundlabor LNGS vermessen?



Was bedeutet Supersymmetrie?



Wie macht sich Dunkle Materie am LHC bemerkbar?



Woher wissen wir, dass Dunkle Materie existiert?

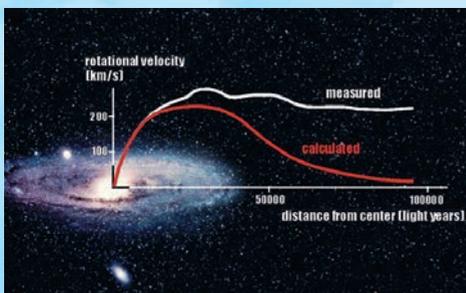


Worin äußert sich die Dunkle Energie?



Wie versucht man Dunkle Materie auf der Erde nachzuweisen?





Struktur der Materie

FAIR – das Universum im Labor

Wie man winzigste Teilchen in einem Teilchenbeschleuniger so richtig auf Touren bringt, können Besucher am Linearbeschleuniger-Modell selbst ausprobieren. Was im Modell mechanisch passiert, geschieht in Großanlagen durch elektrische Spannung – und die bringt die Teilchen bis fast auf Lichtgeschwindigkeit. Im neuen Teilchenbeschleuniger FAIR ist der Linearbeschleuniger des GSI Helmholtzzentrums für Schwerionenforschung die erste Beschleunigungsstufe: Er jagt die Teilchen auf eine Geschwindigkeit von 60.000 Kilometer pro Sekunde.



Wie ist ein Atom aufgebaut, wie ein Nukleon?



Warum beschleunigt man in einem Teilchenbeschleuniger geladene Atome (=Ionen)?



Wo entstehen die schwersten Elemente?



Wie behandelt man Krebs mit schweren Ionen?



Was passiert mit schwerer, heißer Materie im Inneren von Neutronensternen?



Quantengravitation

Mit Symmetrie zur Vereinheitlichung der Physik?



Was passierte beim Urknall? Wie sieht es im Innern von Schwarzen Löchern aus? Um diese Phänomene zu verstehen, brauchen wir eine Theorie, die das Verhalten immens großer Massen auf extrem kleinen Abständen beschreiben kann. Nach einer solchen „Theorie für Alles“, mit der die Relativitätstheorie und die Quantentheorie vereint werden kann, wird schon lange gesucht. Vermutlich spielt eine höchstkomplexe Symmetrie dabei eine besondere Rolle.

Was kann Albert Einstein nicht erklären?



Was bedeutet „Vereinheitlichte Theorie“?



Was sind „Strings“?

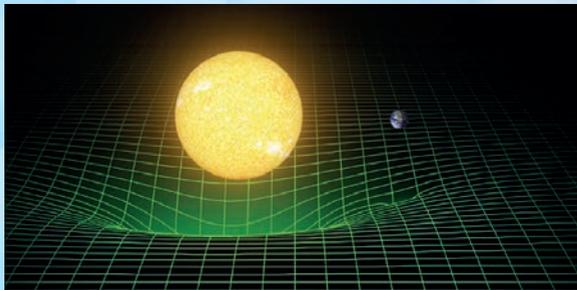
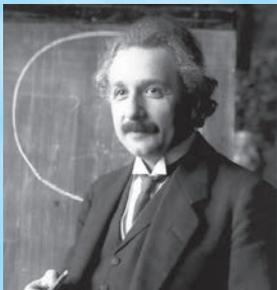


Wie viele Raum-Dimensionen gibt es?



Wie viele Raum-Dimensionen hat die Symmetrie E_{10} ?





AstroMedia – Bastelspaß der Wissen schafft

Mikroskope und Teleskope selbstgebaut

Mit AstroMedia den Sternenhimmel entdecken, verstehen, erklären und beobachten! Kartonmodelle von AstroMedia bieten einzigartige Produkte für Einsteiger, Fortgeschrittene, Schüler und Lehrer: voll funktionstüchtige Instrumente für die Stern- und Sonnenbeobachtung, ausgefallene Sternkarten und interessante Literatur.



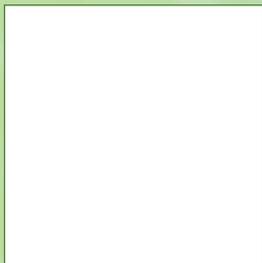
Schön geordnet, oder nicht?

Kristalle, Quasikristalle und Gläser

In vielen Feststoffen haben die einzelnen Atome eine regelmäßige, periodische Anordnung, es bildet sich ein Kristall (Salz, Zucker, Mineralien, Eis, Metalle). Bei einem amorphen Material dagegen sind die Atome ungeordnet (Fensterglas, Kunststoff). Überraschenderweise gibt es dazwischen noch quasikristalline Stoffe, bei denen die Bausteine zwar periodisch, aber dennoch unregelmäßig angeordnet sind. Mit einem großen Magnetpuzzle kann man am Stand selber einen solchen Quasikristall zusammenbauen. Mit bloßem Auge nicht erkennbare kristalline, quasikristalline und amorphe Strukturen kann man durch ein Beugungsexperiment unterscheiden.



Skizzieren Sie das Beugungsbild eines Sechseckgitters



Welche geometrische Form haben Salzkörner?



Wie viele verschiedene Teile gibt es beim Quasikristall-Puzzle, und welche Form haben sie?



In welchen der folgenden Materialien sind die Atome nicht in einer regelmäßigen Kristallstruktur angeordnet: Eis, Kochsalz, Fensterglas.



Wie dick ist ein zweidimensionales Material?



Strukturen mit Elektronen sehen

Transmissionselektronenmikroskopie

Die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Materie werden durch ihre atomare Zusammensetzung bestimmt. Wie Atome in unterschiedlichsten Materialien (Festkörper, biologische Systeme) angeordnet sind, ist daher eine zentrale Frage. Eine Antwort darauf leistet die Transmissionselektronenmikroskopie (TEM). Das Exponat bietet faszinierende Einblicke in die atomare Welt der Materie und erläutert in verständlicher Weise die Funktion und Wirkungsweise eines TEMs.



Warum benutzt man Elektronen zur Abbildung im TEM?



Wie werden (freie) Elektronen erzeugt?



Durch welche Kraft werden Elektronen beschleunigt?



Durch welche Kraft werden Elektronen abgelenkt?



Was bedeutet Interferenz?



Welche mikroskopische Information erhält man durch die TEM?



Strukturen mit Elektronen sehen

Rasterelektronenmikroskopie



Mit einem feinen Elektronenstrahl, der zeilenweise über eine zu untersuchende Probe gerastert wird, begeben wir uns auf einen Ausflug in die Welt des „ganz Kleinen“. Anders als bei der Transmissionselektronenmikroskopie, mit der man nur sehr dünne, durchstrahlbare Proben untersuchen kann, erlaubt die Rasterelektronenmikroskopie die Untersuchung auch kompakter Probenoberflächen, wovon man sich in der Ausstellung an einem realen Rasterelektronenmikroskop im Betrieb überzeugen kann.

Was ist auf der Bilderserie in der linken Spalte zu sehen? Berechne die Gesamtvergrößerung durch Ausmessen der Längenskala (μ -Strich) mit einem Lineal



Warum wird auf den Bildern eine Längenskala (μ -Strich) angegeben? Wieso ist die alleinige Angabe der SEM-Vergrößerung nicht sinnvoll?

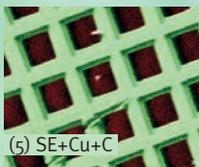
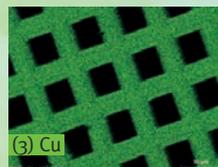
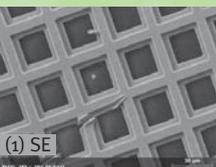


Warum erscheint das Kupfernetzchen in den beiden SEM-Bildern so unterschiedlich?



Wie kann man die Elemente in einer Probe identifizieren?





Röntgenaugen für Symmetrien

Experimente mit Synchrotronstrahlung an PETRA III

Das hochintensive Röntgenlicht des Teilchenbeschleunigers PETRA III ergibt nicht nur sehr ästhetische, hoch symmetrische Beugungsbilder, es entlockt der Natur auch manches Geheimnis: Wie altert ein Akku beim Laden? Wie genau funktioniert ein Katalysator? Oder wie erzeugt eine Solarzelle Strom? All dies kann mit atomarer Auflösung gemessen werden - Grundlage für Innovationen und neue Verfahren.



Was genau bedeutet „Brillanz“?



Welchen Umfang hat der Speicherring „PETRA III“?

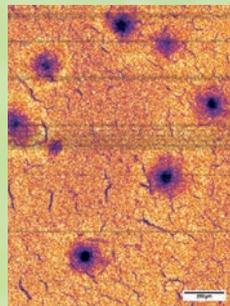
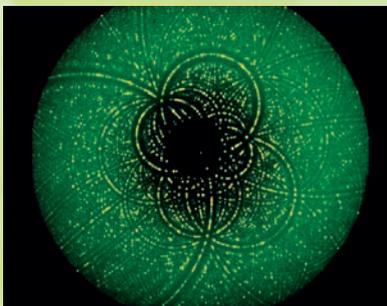


Wenn die Elektronen praktisch mit Lichtgeschwindigkeit durch den Ring fliegen, wie viele Runden schaffen sie dann pro Sekunde?



Warum kann PETRA III 52 Millionen Lichtblitze erzeugen, also weit mehr als Umläufe pro Sekunde?

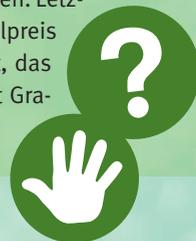




Kohlenstoff, facettenreiche Schönheit

Diamant, Graphit, Fullerene, Nanoröhren und Graphen

Kohlenstoff kann in einer erstaunlichen Vielfalt auftreten – vom funkelnden Diamanten über Nanoröhrchen und Nanofußbällen zum nur eine Atomlage dicken Graphen. Letzteres wurde erst 2004 zum ersten Mal nachgewiesen, wofür 2010 der Nobelpreis für Physik verliehen wurde. Am Ausstellungsstand hat man die Möglichkeit, das einfache aber spannende Nobelpreisexperiment nachzumachen und selbst Graphen herzustellen.

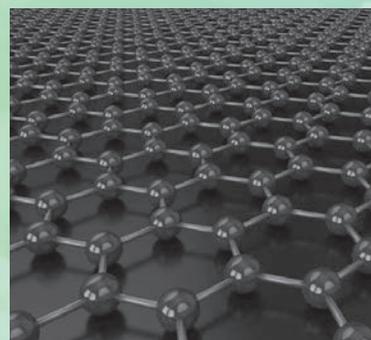


Woraus besteht das dünnste Material der Welt?



Was braucht man, um Graphen, herzustellen?





Am Stand: Herstellung von Graphen (Nobelpreisexperiment von Andre Geim und Konstantin Novoselov)

Strukturen oberflächlich betrachtet

Rastersondenmikroskopie

Einer der markantesten Effekte in der Quantenmechanik ist der in der klassischen Physik verbotene Tunneleffekt. Er erlaubt es Teilchen klassisch verbotene Bereiche im Raum zu durchdringen. Die sich daraus ergebenden Teilchenströme können tatsächlich makroskopisch beobachtet werden und führen zu interessanten Anwendungen der modernen Mikroskopie. Ausgehend vom Prototyp, dem Rastertunnelmikroskop, für das G. Binnig und H. Rohrer 1986 den Nobelpreis für Physik erhielten, wurden in den Jahren darauf zahlreiche Rastersondenverfahren entwickelt, bei denen unterschiedliche Wechselwirkungen zwischen einer Probenoberfläche und einer im atomaren Abstand davor positionierten Spitze ausgenutzt werden, um die Probenoberfläche mikroskopisch zu untersuchen. Ein besonders erfolgreiches Verfahren ist die Rasterkraftmikroskopie, deren Funktionsprinzip am Ausstellungsstand demonstriert wird.



Gib die Größenordnung der Auflösung des Lichtmikroskops an!



In welchem Maßstab misst das AFM?



Welche Parameter kann ich bei der AFM Messung variieren? Berechne die Dichte der Datenspeicherung



Was sind die wichtigsten Bestandteile des AFM?



Was ist die Auswirkung der Form der Nadel auf das Messergebnis?



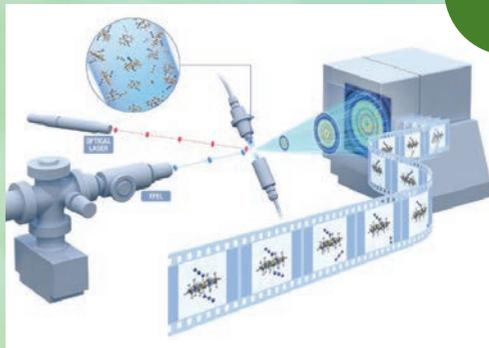
Welche Struktur passt zur experimentellen Aufgabe?



Tanz der Moleküle

Die europäische Röntgenlaseranlage European XFEL

Der European XFEL ist eine einzigartige Forschungsanlage in der Metropolregion Hamburg. Seit Herbst 2017 arbeiten Forscher hier aus der ganzen Welt mit extrem intensiven Röntgenlaserblitzen, um Einblicke in den Nanokosmos zu gewinnen.



Extreme Werte – sammle folgende Eckdaten des European XFEL:

- 1) Temperatur der Beschleunigerelemente: _____
- 2) Länge der Beschleunigerstrecke: _____
- 3) Maximale Energie der Elektronen: _____
- 4) Dauer eines Lichtblitzes: _____
- 5) Anzahl der Lichtblitze pro Sekunde: _____
- 6) Investitionskosten: _____
- 7) Mit wie vielen Bildern pro Sekunde werden Filme in Fernsehen oder Kino aufgenommen?

Ich sehe was, was Du nicht siehst

Metamaterialen

Die Tarnkappe: ganz oben auf der Wunschliste von Spionen und Neunklässlern bei der Lateinarbeit – kann man sie technisch tatsächlich realisieren? Am Stand werden die notwendigen physikalischen Grundlagen für eine Tarnkappe anhand von Bildern veranschaulicht. „Wie und was sehen wir (nicht)?“, „Wie breitet sich Licht in streuenden Medien aus?“ und „Wie sieht eine theoretische Bauanleitung einer Tarnkappe aus?“ sind nur drei der vielen Fragen, die beantwortet werden. zusätzlich kann auch eine echte diffuse Tarnkappe inspiziert werden.



Wie viel Prozent vom eingestrahlichten Licht wird durch die Tarnkappe transmittiert?



Kann man mit dieser Technologie einen Harry-Potter-Tarnumhang herstellen?



Kann man die Tarnkappe doch irgendwie aufdecken?

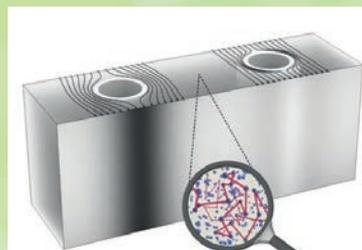
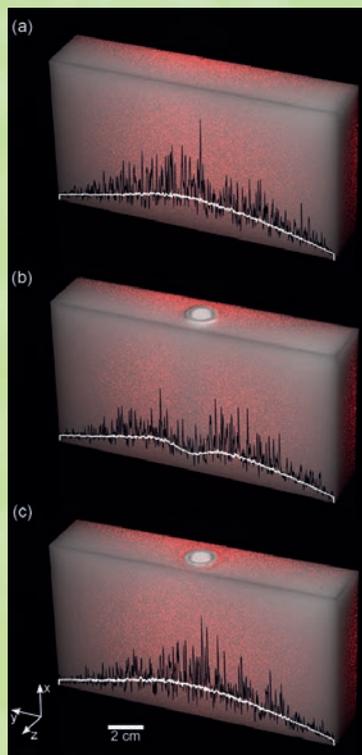


Gibt es Anwendungen für dieses Prinzip?



Gegenstände bis zu welcher Größe können versteckt werden?





Die Schönheit der Katastrophe

Kaustiken im natürlichen Licht

Was haben Regenbögen und Lichtreflexionen in einer Kaffeetasse gemeinsam? Beide Naturphänomene weisen sog. Kaustiken auf, die oft als Intensitätskatastrophen bezeichnet werden; aber müssen „Katastrophen“ immer etwas Negatives sein? Wir überzeugen Sie vom Gegenteil und zeigen Ihnen am Stand die Schönheit der Katastrophe und wie Kaustiken im Licht inzwischen erfolgreich in der Wissenschaft eingesetzt werden.



Was entspricht beim Spirograph den Lichtstrahlen und der Kaustik?



Welche unterschiedlichen Strukturen der Kaustiken erkennen Sie, wenn Sie den Laser auf die strukturierten Glasoberflächen halten?



Wie entsteht die spitze Kaustik in der Kaffeetasse? Wie viele Lichtstrahlen überlagern sich innerhalb der Spitze, wie viele Außerhalb?



Wie kommen die Intensitätslinien am Boden eines Swimmingpools zustande?



Wie kann man experimentell ein künstliches Lichtfeld erzeugen, das um die Ecke fliegt?



Ganz schön bunt hier

Symmetrie komplementärer Spektren

Jedes Kind weiß, wie man mit einem Prisma ein regenbogenfarbiges Spektrum hervorzaubert. Wir zeigen mit einem Experiment zum selber ausprobieren, dass dabei stets auch ein zweites, komplementärfarbiges Spektrum entstehen kann.



Woher kommen die Linien im Linienspektrum?



Weshalb bezeichnet man das Linienspektrum eines chemischen Elements als seinen „Fingerabdruck“?



Welche Farben bezeichnet man als „komplementär“?

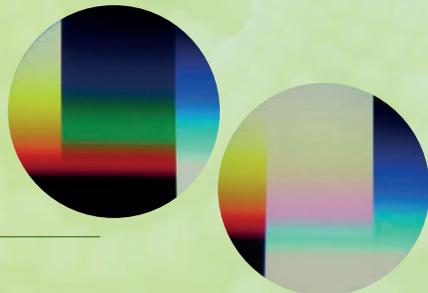


Auf welchem Trick beruht die gleichzeitige Erzeugung komplementärer Spektren?



Unter welcher Bedingung zeigen sich im Blick durchs Prisma Farben?





Worauf beruht die Symmetrie komplementärer Spektren?



Strukturen aus Licht

Strukturiertes Licht und Beugung



Licht wird abgelenkt, „gebeugt“, wenn es auf Hindernisse trifft. Dies kann zu verblüffenden aber gleichzeitig nützlichen Lichtstrukturen führen. Symmetrien der Hindernisse spiegeln sich dabei in den Symmetrien der Lichtstruktur wider.

Was würde man sehen, wenn die Fäden des Gewebes Dreiecke bilden würden?





Kann man ein solches Gewebe mit dreieckigen Löchern herstellen?



Könnte man auch ein regelmäßiges Gewebe mit fünfeckigen Löchern herstellen?



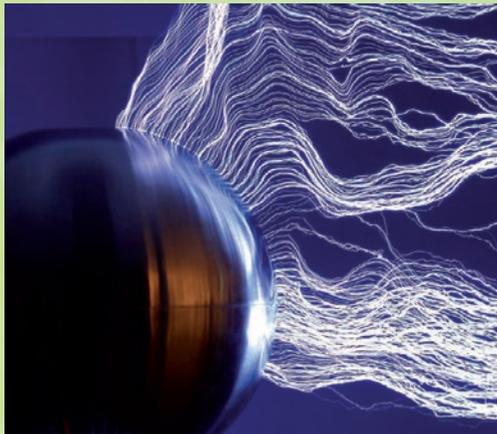
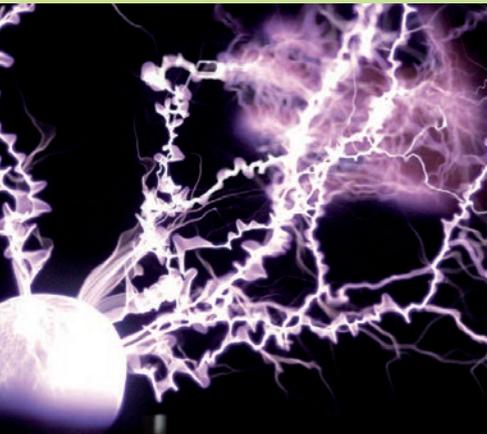
Statt eines Gewebes könnte man eine Platte mit ausgestanzten Löchern benutzen. Dann kann man beliebig geformte, regelmäßig angeordnete Löcher erzeugen. Wovon hängt dann das Lichtmuster ab?



Faszination Physik im Experiment

Experimente zum Staunen und Mitmachen

Besuchen Sie diese Sammlung faszinierender physikalischer Experimente; vom High-Tech Experiment bis zum Alltagsphänomen – lassen Sie Ihre Haare zu Berge stehen und kommen Sie aus dem Staunen nicht mehr heraus. Wenn Sie sich bisher nicht für physikalische Experimente interessiert haben, wird sich das nach Ihrem Besuch an diesem Stand sicher ändern.

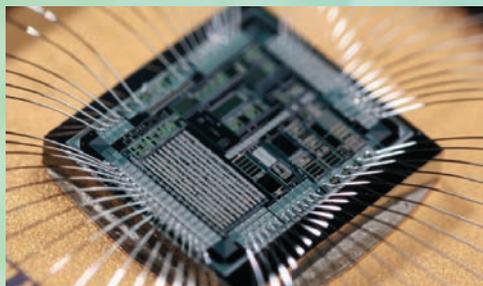


Vom Silizium zum Chip

Halbleiterstrukturen für moderne Anwendungen



Wie werden Halbleiterstrukturen, Transistoren und Speicherelemente hergestellt, die mit den Jahren immer kleiner und leistungsfähiger geworden sind. Am Ausstellungsstand zeigen wir, welche modernen und aufwändigen Methoden heute zur Herstellung von Silizium-Wafern notwendig sind, um aus Siliziumpulver (Sand) ein fertig strukturiertes Endprodukt zu erzeugen.



Wieviele Transistoren befinden sich heute auf einem Chip?



Was bedeutet die Chip-Bezeichnung „IGBT“?



Was passiert, wenn ein elektrischer Strom durch eine Kupferspule fließt?



Warum haben die drei Kammern des IGBT Moduls (HybridPACK™ 2) jeweils auf der einen Seite zwei, auf der anderen Seite einen Schraubanschluss?



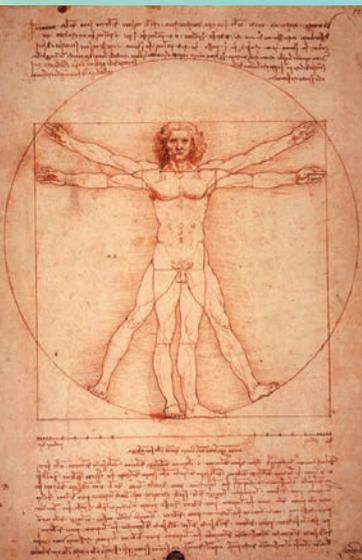
Der sich drehende „Bierfassläufer“ ist jeweils mit einer roten, grünen und blauen Stromleitung verbunden. Was passiert, wenn Sie zwei Stromleitungen miteinander vertauschen?



Goldener Schnitt und die Welt der Zahlen

Zahlenreihen, Primzahlen, Fibonacci, Pi, e

Berühmte Zahlen und Zahlenverhältnisse können wir in der Natur und an uns selbst entdecken. An zwei interaktiven Exponaten untersuchen Sie, wo am eigenen Körper der goldene Schnitt zu finden ist, wo die Fibonacci-Folge in der Natur auftaucht und an welcher Stelle von Pi der eigene Geburtstag vorkommt.

Mein Geburtstag in Pi

An welchen Nachkommastellen von Pi stehen die folgenden Zahlen?



a) 111111 _____

b) 333333 _____

c) 999999 _____

Finde eine Ziffernfolge, die an einer Nachkommastelle über 2.000.000 beginnt.



Der goldene Schnitt

An wie vielen Stellen Deiner Hand kannst du den goldenen Schnitt entdecken?



Die wievielte Fibonacci-Zahl ist größer als

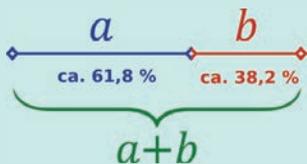


a) 1000 _____

b) 10000 _____

Wie viele links- und rechtsdrehende Spiralen hat die Sonnenblume?





Alles fraktal oder was?

Selbstähnliche Strukturen in Natur und Theorie



Wolken sind keine Kugeln und Berge sind keine Kegel! Da viele in der Natur vorkommende Phänomene eine komplizierte und vielschichtige geometrische Struktur besitzen, müssen zu ihrer Beschreibung neue Konzepte gefunden werden. Dazu gehören sogenannte Fraktale und Eigenschaften der Selbstähnlichkeit, die am Stand erklärt und durch Beispiele illustriert werden.



Welche Beispiele für Fraktale in der Natur gibt es?



Was ist die wichtigste Eigenschaft eines Fraktals?



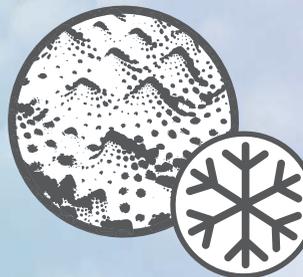
Warum ist die fraktale Dimension nicht immer ganzzahlig?



Was ist der wichtigste Unterschied zwischen mathematischen Fraktalen und fraktalen Strukturen in der Natur?



Welche Anwendungen für Fraktale gibt es?



Der Tanz der schwarzen Stacheln

Musterbildung mit Magneten

Ferrofluide kommen in der Natur nicht vor. Sie werden als Suspension kleinster magnetischer Teilchen hergestellt. Diese schwarzen Flüssigkeiten reagieren auf Magnetfelder, die wiederum mit Mikrofon und Verstärker beeinflusst werden können. Wer erzeugt so das Muster mit der schönsten Symmetrie?



Messen Sie (z.B. mit einem Smartphone oder einer Kompassnadel), bei welcher Magnetfeldstärke sich Stacheln bilden. Ist dieses Feld stärker oder schwächer als das Magnetfeld der Erde?



Verschwanden die Stacheln bei der gleichen Magnetfeldstärke, bei der sie auch entstehen, oder gibt es einen messbaren Unterschied?



Lassen Sie Magnetkugeln auf dem Tisch rollen. Was fällt auf?



Bauen Sie einen Turm aus Magnetkugeln. Wie viele Kugeln kann man aufeinander türmen, ohne dass der Turm kippt?



Bauen Sie zwei Türme aus Magnetkugeln nebeneinander auf. Unter welchen Umständen ziehen sie sich gegenseitig an, und wann stoßen sie sich gegenseitig ab?



Warum schwebt die „magnetische Schnecke“ auf ihrem Flüssigkeitspolster, und warum läuft sie auf ihrer Spur zurück?

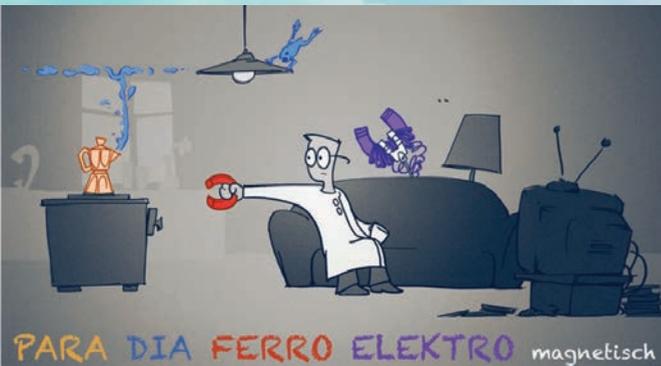


Ganz schön attraktiv

Alles ist magnetisch!



Einen Kompass oder einen Kühlschrankmagneten verbindet jeder unmittelbar mit Magnetismus! Aber besitzen auch Wasser, Salz oder Glas magnetische Eigenschaften? Erfahren und erleben Sie selbst: Alles ist magnetisch!



Wird ein Apfel von einem Magneten angezogen oder abgestoßen?

 _____

Welche magnetischen Eigenschaften besitzt Wasser?

 _____

Sind wir magnetisch?

 _____

Für welche Stoffe spielt die Richtung des Magnetfeldes eine Rolle?

 _____

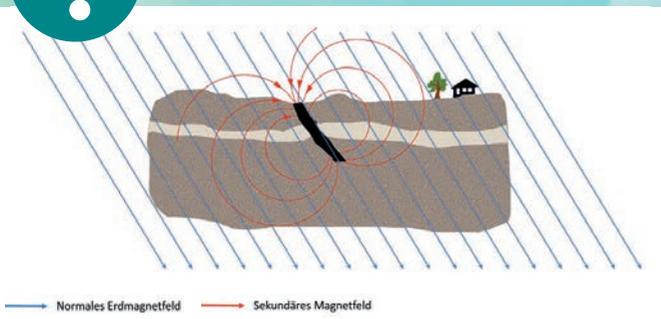
Gibt es unmagnetische Stoffe?

 _____

Harte Schale – magnetischer Kern

Strukturen in der Erdkruste

Durch genaue Messungen des Erdmagnetfeldes werden Strukturen der Erdkruste sichtbar gemacht. Dieses Verfahren wird z.B. bei der Rohstofferkundung und in der Archäologie angewendet und kann am Stand an einem Modell selbst ausprobiert werden.



Wo wird das Erdmagnetfeld erzeugt?

Welche Materialien sind gut magnetisierbar?

Wie kann man Erzlagerstätten finden?

Wie stark ist das Erdmagnetfeld?

Womit misst man die Stärke eines Magnetfeldes?

Alles fließt

Konvektionsstrukturen im Erdinneren

Konvektion prägt die Struktur und die Dynamik unseres Lebensraums. Nicht nur die Atmosphäre und die Ozeane weisen konvektive Fließbewegungen auf. Strömungen im Inneren unseres Planeten stellen den Antrieb für die Drift der Kontinente dar.



Warum steigt warmes Material auf und kaltes ab?



Nennen Sie drei Bereiche, in denen Konvektion auftritt.



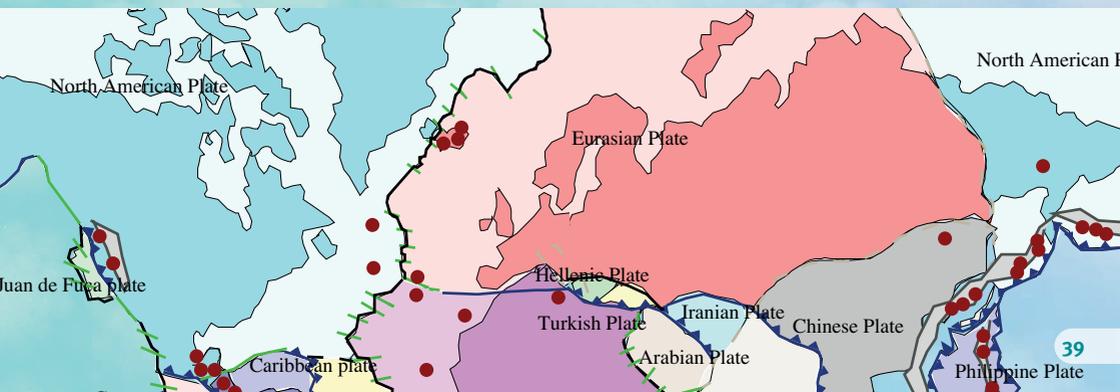
Wie lässt sich die Struktur von Konvektionsströmungen verändern





Wodurch bewegen sich die Kontinente?





Die Erde bebt

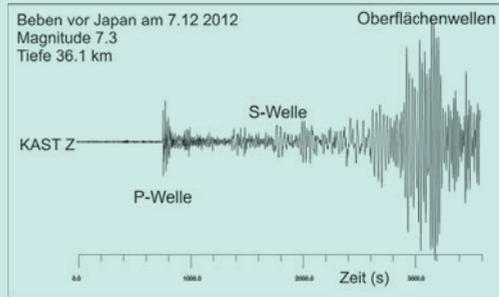
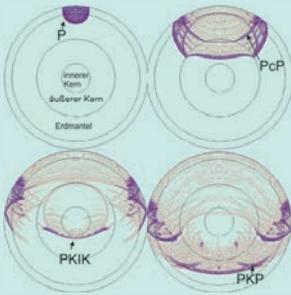
Eigenschwingungen der Erde bei Erdbeben



Geophysiker beobachten die Ausbreitung von Erdbebenwellen in der Erde. Raumwellen, Oberflächenwellen und freie Oszillationen werden genutzt, um die Strukturen in der Erde zu verstehen. Im Exponat werden freie Oszillationen mit einer Rüttelplatte veranschaulicht.

Wo entstehen Erdbeben?





Welche Arten von Raumwellen gibt es?



Welche Erdbebenwellen haben die größte Amplitude?



Welche Erkenntnisse liefern Eigenschwingungen der Erde?



Von was sind die Strukturen auf der Rüttelplatte abhängig?



... und hält trotzdem

Synchronisation



Erdbebenwellen erschüttern Gebäude und können zu deren Einsturz führen. Dieses hängt von der Resonanzfrequenz der Gebäude ab. Bei manchen Frequenzen der Erdbebenwellen können hohe Gebäude stehenbleiben, während niedrige Gebäude einstürzen, bei anderen Frequenzen kann es umgekehrt sein.

Welche Art von Erdbebenwellen ist für ein Gebäude am gefährlichsten?



Wie nennt man die Frequenz, bei der ein Gebäude am stärksten schwankt?



Welche Rolle spielt der Untergrund für die Auswirkung eines Erdbebens?

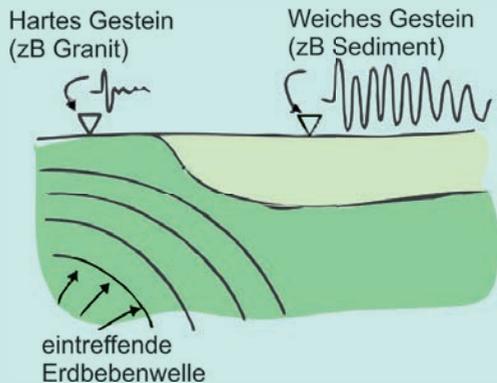


Ist es in einem Erdbebengebiet sicherer auf hartem oder weichem Untergrund zu bauen?





Sind hohe Gebäude eher für langsame oder schnelle Bodenbewegungen anfällig?



Alles im Gleichtakt

Synchronisation

Was verbindet gemeinsam blinkende Glühwürmchen mit ungewollten Schwingungen der Millenium-Brücke? In beiden Fällen ist Synchronisation am Werk. Anhand eines interaktiven Experimentes werden die universellen Eigenschaften der Synchronisation erklärt, die für verschiedenste Systeme von der Biologie bis zur Technik gelten.



Was für Beispiele für Synchronisation in Natur und Technik gibt es?





Welche Eigenschaft muss ein System haben, damit es sich mit anderen synchronisieren kann?



Was ist die Phase eines Oszillators, und warum ist sie wichtig für Synchronisation?



Wodurch wird die Synchronisation mehrerer Systeme miteinander ermöglicht?





Welche Beispiele für Kopplungen von Systemen gibt es?



Licht- und Wasserspiele

Regenbögen und andere Naturphänomene

Regenbögen, farbig schimmernde Seifenblasen, tanzende Tropfen auf der Herdplatte und viele andere natürliche Phänomene können wir in unserem Alltag beobachten. Aber wie entstehen eben diese Licht- und Wasserspiele? Lassen Sie sich erklären, was dahinter steckt.



Warum sieht man bei Sonneneinstrahlung auf eine Regenwand einen Regenbogen, und woraus ergeben sich seine Farben?



Warum schimmert eine Seifenblase in Regenbogenfarben?



Warum ist eine Seifenblase für gewöhnlich rund?

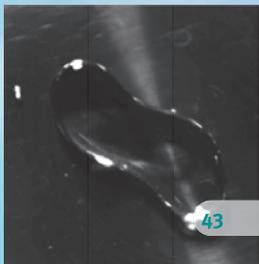
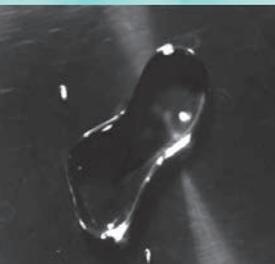


Tauchen Sie das quaderförmige Gestell in die Seifenlauge und schauen sich die Struktur an, die sich im Gestell beim Herausziehen bildet. Wie sieht sie aus und warum entsteht sie?



Warum tanzen Wassertropfen auf sehr heißen Herdplatten und verdampfen nicht einfach?





Chaos oder vorhersagbar?

Unser Wetter



Wettervorhersage und Klimaprojektion sind heute überall medial präsent und werden für viele wichtige oder alltägliche Entscheidungen genutzt. Jedoch wie funktioniert es, das wetterliche Chaos vorherzusagen, und wo liegen die Grenzen?

Wie lang ist die zeitliche Grenze der Wettervorhersage?



Die Entwicklung welcher drei Faktoren muss für die Klimaprojektion abgeschätzt werden?



Welche Informationen werden in einem Computermodell des Klimas zwischen dem Ozean und der Atmosphäre ausgetauscht?

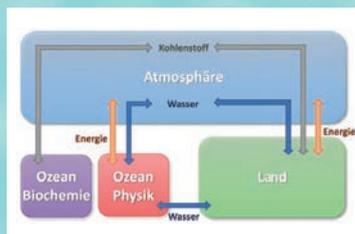


Welches sind „Gedächtnisse“ des Klimasystems?



Für welche Zeiträume ist eine Vorhersage möglich, und wie werden diese Vorhersagen jeweils genannt?





Leise rieselt der Sand

Strukturbildung in granularer Materie

Erstaunlicherweise ist die Physik granularer Materialien wie z.B. Sand nur grob verstanden und Gegenstand aktueller Forschung. Anhand eines Rieselrades und weiterer Experimente wird in das teilweise verbüffende und manchmal gar mysteriös anmutende Verhalten gepackter und strömender granularer Teilchen eingeführt.



Warum gibt es überhaupt stabile Sandhaufen?



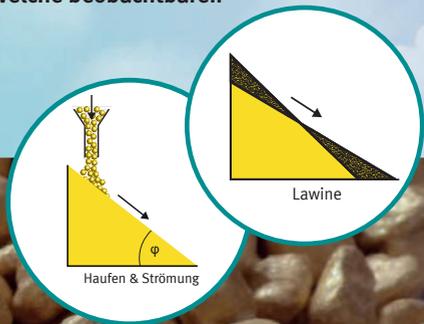
Warum nehmen primär Teilchen an der Oberfläche an der Strömung teil?



Warum benutzt man Sand und nicht Wasser in Eierruhren?



Das Rieselrad wird auf dem Mond betrieben. Welche beobachtbaren Phänomene würden sich ändern und wie?



Ausgetrickst

Oberflächeneffekte in der Natur



Schon früh hat der Mensch entdeckt, dass die Natur bei der Evolution beeindruckende Lösungen für alltägliche Probleme gefunden hat, von denen der Mensch lernen kann – das Prinzip der Bionik. Einzigartige Strukturen an Oberflächen, wie zum Beispiel beim Mottenauge oder der Lotuspflanze, sorgen für eine vollständige Entspiegelung beziehungsweise beeindruckende Reinheit. Experimentieren Sie am Poster mit Pflanzen und Gegenständen des Alltags und erleben Sie, wo der Lotuseffekt auch bei uns vorkommt und genutzt wird



Welche Pflanzen und Gegenstände zeigen den Lotuseffekt? Am Stand sind unterschiedliche Pflanzen und Gegenstände vorhanden, experimentieren Sie mit ihnen, um herauszufinden, welche von ihnen den Lotuseffekt zeigen.





Der Lotuseffekt sorgt für beeindruckende Sauberkeit – wie funktioniert er?



Erzeugen Sie am Stand Ihre eigene Oberfläche mit Lotuseffekt – was benötigen Sie dazu?



Finden Sie einen Vergleich, der den Lotuseffekt anschaulich beschreibt.



Überlegen Sie, welche anderen beeindruckenden Bionik-Techniken Sie noch kennen!

Mimikry, Zebrastreifen und Co.

Versteckspiel und Kommunikation im Tierreich

In der Tierwelt sind Farben, Muster und Strukturen wichtige Errungenschaften der einzelnen Arten. Diese sind im Laufe der Evolution entstanden mit dem Ziel das Überleben der Art zu sichern. Die Bedeutungen und auch Mechanismen, die hinter dieser Mannigfaltigkeit an Erscheinungsformen stecken sind sehr vielfältig.



Wozu dienen die Streifen beim Zebra?



Warum sind die meisten Schmetterlinge, Pfeilgiftfrösche und manche Vögel so bunt gefärbt? Nenne mindestens 2 Gründe.



Wie entstehen die Farben im Tierreich? Erklären Sie den Unterschied zwischen Pigment- und Strukturfarben.



Was bedeutet Bionik? Orientieren Sie sich an der Wortbildung und erklären Sie.



Zu welcher Tiergruppe gehören die Tiere, die aussehen wie ein Stock und 6 Beine haben? Und welchen Zweck hat dieses Aussehen?

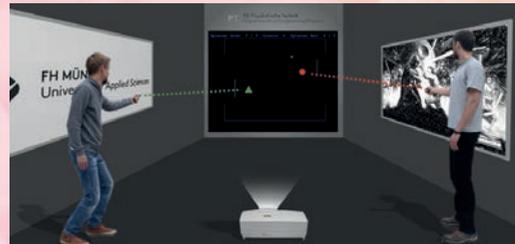
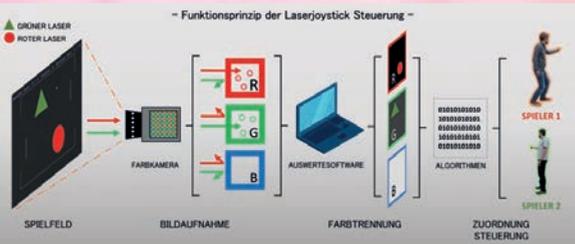




Laser-Ping-Pong



Spielcontroller war gestern! Entdecken Sie spielerisch eine Kombination aus dem Retrospiel Pong und der dazu gehörigen Lasersteuerung.



Beim Laser-Ping-Pong wird das Spielfeld aufgenommen, um die Position der Laserpointer zu erkennen. Wie kann der Computer die Laserpointer vom Spielfeld unterscheiden?



Wieviel Zeit hat der Computer, um herauszufinden wo der Laserpointer hinzeigt und ob er den Ball trifft?



Was passiert, wenn jemand mit einer weißen starken Taschenlampe einen kleinen Teil des Spielfeldes beleuchtet?



Erwarten Sie eine Störung, wenn der rote und der grüne Laserpunkt auf die gleiche Stelle treffen?



2 × Rot = Grün

Symmetrien und farbiges Laserlicht

Wie funktioniert ein grüner Laserpointer? Symmetrien und Strukturen in nichtlinearen optischen Kristallen spielen hier eine Rolle. Sie können sehen und ausprobieren, wie man aus einem unsichtbaren Laserstrahl grünes Licht erzeugt.



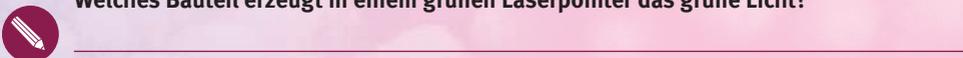
Welchen Unterschied hat Laserlicht gegenüber Sonnenlicht bezüglich der Farbe?



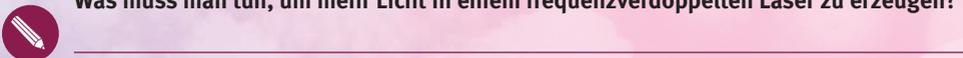
Welche Farbe hat das Licht in dem Laser (Exponat), bevor die Frequenz verdoppelt wird?



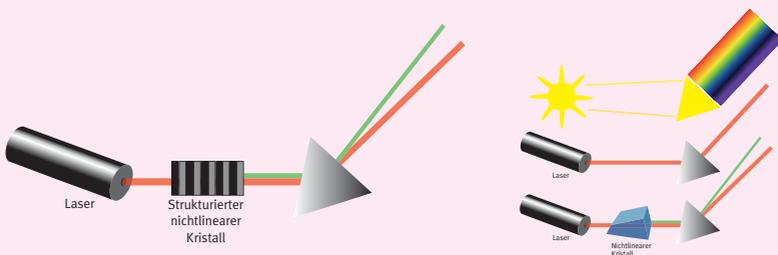
Welches Bauteil erzeugt in einem grünen Laserpointer das grüne Licht?



Was muss man tun, um mehr Licht in einem frequenzverdoppelten Laser zu erzeugen?



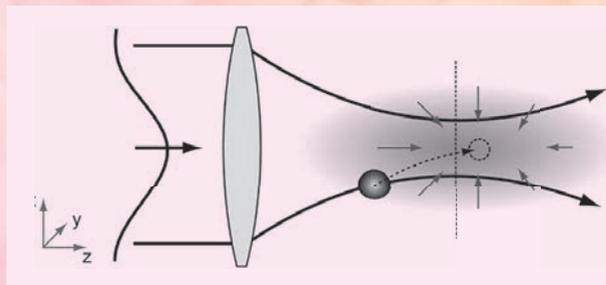
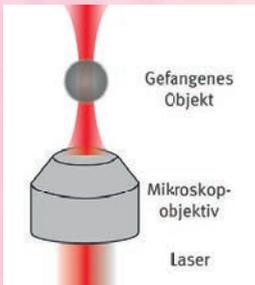
Welchen Abstand haben die Streifen in einem strukturierten nichtlinearen Kristall für die Frequenzverdopplung?



Teilchen fangen mit Licht

Die Optische Pinzette

Die Möglichkeit, kleine Objekte zu kontrollieren und zu strukturieren, ist entscheidend für ein tiefgehendes Verständnis der physikalischen Besonderheiten in der Mikro- und Nanobiotechnologie. Wir zeigen, wie Licht mit Hilfe Optischer Pinzetten benutzt werden kann, um mikroskopische Objekte im Größenbereich von Nano- und Mikrometern festzuhalten, sehr präzise zu bewegen und anzuordnen. Beispielsweise demonstrieren wir mit unserem Exponat, wie man Glaskügelchen oder biologische Zellen mit einer optischen Pinzette festhält.



Was macht Licht mit Objekten?



Warum ist eine optische Pinzette für Experimente mit Zellen geeignet?



Wieviel Kraft bewirkt Licht auf Zellen?



Was bestimmen wir mit optischen Fallen?



Wie groß sind Objekte, die mit Licht gefangen werden können?



Warum könnten wir keine optische Pinzette mit einer Glühbirne bauen?

Der Laser als Werkzeug

Der Laser als Werkzeug

Laserbasierte Instrumente in der Fertigungstechnik: Beispiel Interferometer mit optomechanischen Komponenten aus dem 3D-Drucker.



Was versteht man unter Photopolymerisation?

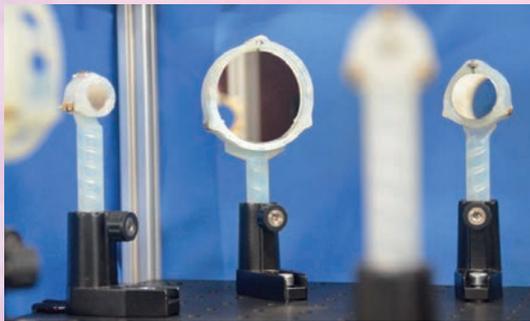


Welche Eigenschaften des Laserlichts sind für diesen Prozess entscheidend?



Wofür eignet sich der 3D-Druck?





Wie werden Metalle mit dem Laser verbunden?



Am Stand sehen Sie einen gedruckten Spiegelhalter. Was ist ein Festkörpergelenk und welche Funktion hat dieses für den Spiegelhalter?



Zum Greifen nahe

Holografie – Fotografie in 3D

Hologramme begegnen uns heute täglich. Sei es als Sicherheitsmerkmal auf Geldscheinen und Personalausweisen oder in Science-Fiction-Filmen zur Kommunikation. Aber wie werden Hologramme hergestellt? Was sind weitere Anwendungsgebiete der Holografie im Alltag und in der Forschung?



Am Posterstand können Sie Ihr eigenes Holodeck basteln. Welche Materialien benötigen Sie, um solche Hologramme zu erzeugen



Warum sind die Hologramme dieses Holodecks keine echten Hologramme?



Was wollte Dennis Gabor mit dem Prinzip der Holografie verbessern?



Was passiert, wenn die Lichtwelle des Lasers und die Lichtwelle des Objekts aufeinandertreffen? Kennen Sie ein anschauliches Beispiel dafür aus der Natur?



Auf dem Poster sehen Sie ein Foto eines Prägehologramms auf einem Geldschein. Wo finden Sie weitere Prägehologramme im Alltag?



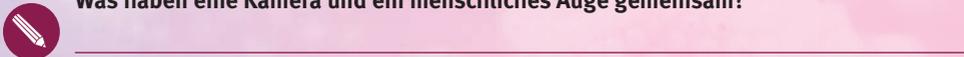


Beobachtende Augen

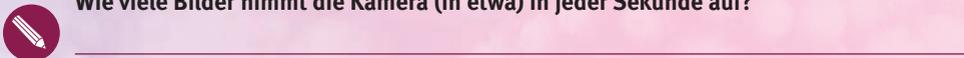
Eine Videowand behält Sie im Auge und reagiert auf ihre Bewegung. Entdecken Sie spielerisch die Möglichkeiten der modernen Bildverarbeitung.



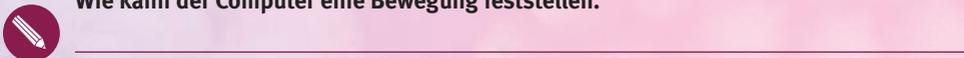
Was haben eine Kamera und ein menschliches Auge gemeinsam?



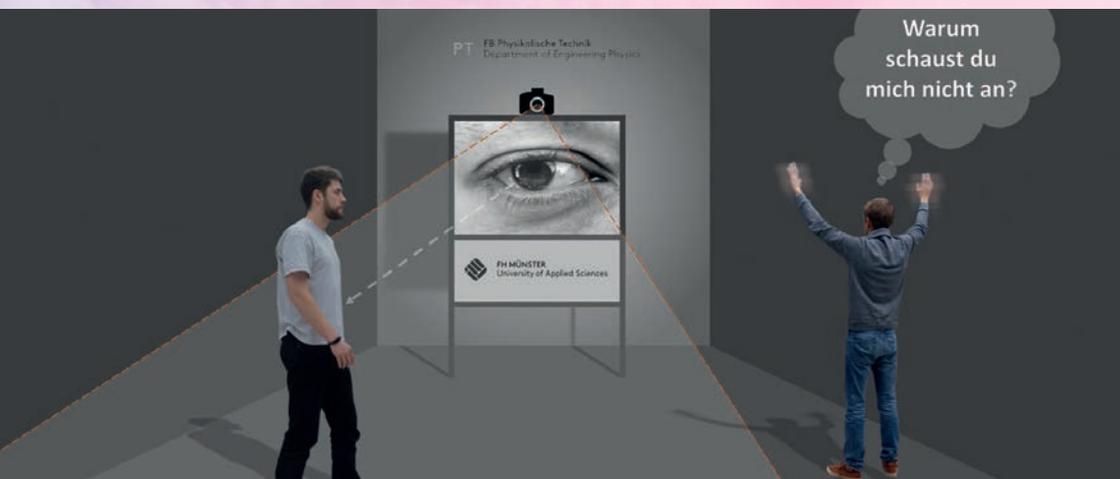
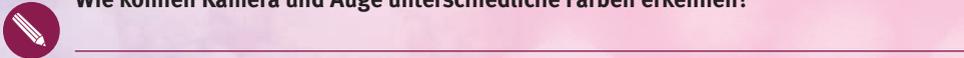
Wie viele Bilder nimmt die Kamera (in etwa) in jeder Sekunde auf?



Wie kann der Computer eine Bewegung feststellen.



Wie können Kamera und Auge unterschiedliche Farben erkennen?



Es werde Licht

Symmetrie als Schalter optischer Eigenschaften in Leuchtstoffen

Die Prozesse in Leuchtstoffen sind stark abhängig von der Symmetrie der Umgebung der aktiven Zentren. Dieses zu erkennen und zu untersuchen eröffnet ein breites Wissenschaftsfeld und ermöglicht es, optische Eigenschaften von Leuchtstoffen gezielt zu nutzen.

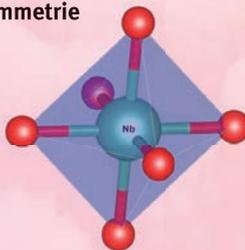


Welchen Einfluss hat die Symmetrie auf die Spektren von Eu^{3+} ?

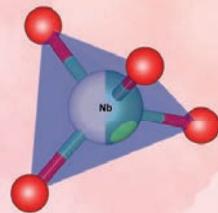


Wie wirkt sich die Oktaeder- bzw. Tetraedersymmetrie auf die Emissionsspektren von Mn^{2+} aus?





Oktaeder



Tetraeder

Was versteht man unter dem Begriff Kristall?



Was versteht man unter einer Dotierung?



Wie werden Dotierungen in den Kristall eingebracht?



The Big Bell Test

Die Vorhersagen der Quantenmechanik auf dem Prüfstand



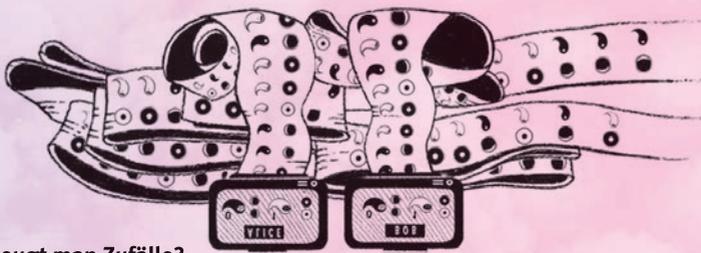
Wie kann man herausfinden, welche physikalische Theorie die Natur korrekt beschreibt? Mit dem Bell-Test können Sie es selbst ausprobieren! Sind die Vorhersagen der Quantenmechanik korrekt oder gibt es noch verborgene Theorien, die den Ausgang unserer Experimente beeinflussen?

Ist der Mond physikalisch gesehen auch da, wenn wir nicht hinsehen?



Wie kann man herausfinden, ob sich Atome & Photonen so verhalten wie Physiker denken?





Wie erzeugt man Zufälle?



Was ist Einsteins „spukhafte Fernwirkung“?



Wie geht es Schrödingers Katze?



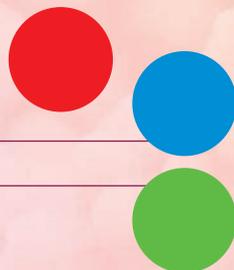


Sounds & Lasers



Mit Lasern tolle Lichteffekte zu erzeugen – und das sogar passend zur Musik – ist eine Kunst. Die wissenschaftlichen Grundlagen dafür stellen wir am Stand vor.

Sie haben einen roten, einen blauen und einen grünen Laser. Wie erzeugen Sie daraus einen orangefarbenen Laserstrahl?



Wie funktioniert ein x-y-Laserscanner?



Wie kann mit einem Handy mit Stereo-Kopfhörerausgang ein Laserscanner gesteuert werden?



Wieviele Frequenzen (Töne) sind nötig, um mit einem x-y-Scanner einen Kreis zu projizieren?





Wie kann ein scharfer Laserstrahl symmetrisch aufgefächerter werden?



Warum kann ein Laserstrahl gefährlicher sein als ein Sonnenstrahl?



**Allen Ausstellern ein herzliches Dankeschön
für ihre Beiträge zur Ausstellung.**

REDAKTION

Dr. Axel Carl, AC-Science-Consulting
Dr. Jens Kube, awk/jk

GESTALTUNG

iserundschmidt GmbH

Die Bildquellenangaben befinden sich
auf den jeweiligen Ausstellungstafeln.

INFORMATIONEN

Die Highlights der Physik im Internet:
www.highlights-physik.de

Aufgabenheft (ab sofort) und Lösungen (ab dem 23.9.2017)
als PDF zum Download unter:
www.highlights-physik.de/kids-schule/lehrkraefte

2017 highlights der physik

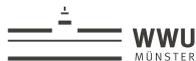
Veranstalter



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Deutsche Physikalische Gesellschaft



Partner



Klaus Tschira Stiftung
gemeinnützige GmbH



Förderer



Medienpartner



Inspiziert und begeistert durch den Erfolg des „Jahres der Physik 2000“ veranstalten das Bundesministerium für Bildung und Forschung und die Deutsche Physikalische Gesellschaft seit 2001 ein jährliches Physikfestival: die „Highlights der Physik“. Das Festival zieht mit jährlich wechselnder Thematik von Stadt zu Stadt. Mitveranstalter sind stets ortsansässige Institutionen. Die vorliegende Broschüre erscheint zu den „Highlights der Physik 2017: Struktur & Symmetrie“ (Münster, 18. – 23.9.2017).
Infos: www.physik-highlights.de