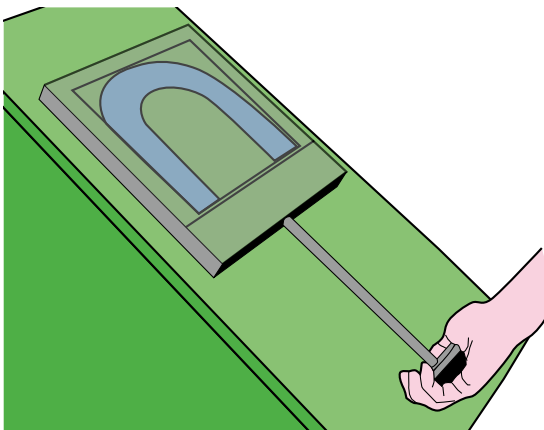
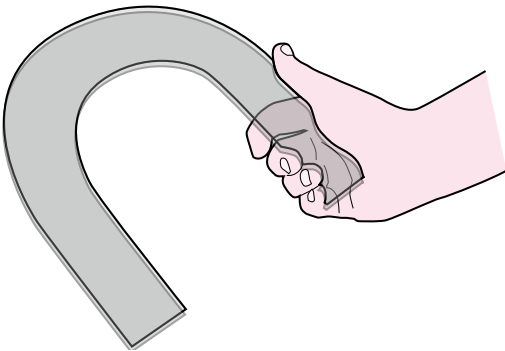


Spannungsoptik

1

Wie kannst du Spannungen in belasteten Bauteilen sichtbar machen?

Lege von den Plexiglas-Modellen welche in den beleuchteten Rahmen. Belaste sie durch Zudrehen der unteren Schraube.



Welche Lichtveränderungen beobachtest du?

2

Was geschieht hier?

Sobald Kräfte auf das Plexiglas wirken, sieht man helle und dunkle Zonen in seinem Inneren. Sie machen dort die mechanischen Spannungen sichtbar und lassen Rückschlüsse auf deren Verteilung und Größe zu. Je dichter diese Zonen liegen, desto stärker ist dort der Werkstoff beansprucht. Gleiche Linien deuten auf gleiche Belastungen.

3

Genauer betrachtet

Bei diesem spannungsoptischen Verfahren werden Plexiglas-Modelle mit polarisiertem Licht durchleuchtet, also mit Licht, das nur in einer Ebene schwingt. Geht das Licht durch Zonen des Modells mit mechanischen Spannungen, dann ändert sich seine Schwingungsebene. Dies wird sichtbar gemacht mit einem zweiten Polarisationsfilter, das nur solche Lichtanteile durchlässt, deren Schwingungsebene beim Durchgang durch die Spannungszonen gedreht wurde.

Auf diese Weise kann man Spannungsverteilungen in unterschiedlich geformten und belasteten Bauteilen untersuchen. Denn die Spannungen bilden sich im durchsichtigen Plexiglas-Modell genauso aus wie im Original. Man kann im Modell gut beobachten, wie an scharfen Übergängen und Ecken sowie bei punktförmiger Belastung Spannungsspitzen auftreten. Solche Zonen hoher Beanspruchung gilt es zu vermeiden: durch flächige Verteilung der aufgebracht Last und durch weichere Übergänge in den Konturen der Bauteile.

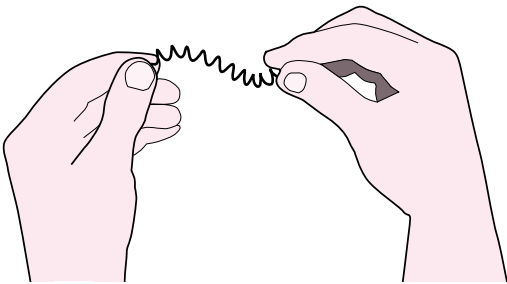
Formgedächtnismetall

1

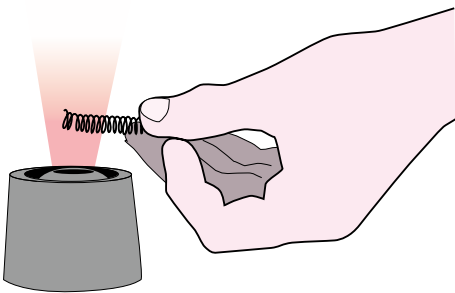
Ein Metall mit Gedächtnis

Wenn du diesen Versuch durchführen möchtest, wende dich bitte an einen unserer TECHNOscouts.

Ziehe eine der Federn in die Länge und halte sie anschließend in den Luftstrom des in die Tischplatte eingelassenen Föns.



Vorsicht heiß!



Du kannst beobachten, wie die verformte Feder langsam wieder ihre Ausgangsform annimmt.

2

Was geschieht hier?

Die Feder besteht aus einem Formgedächtnismetall, in diesem Fall einer Legierung aus Nickel und Titan (Nitinol). Ein solches Material kehrt nach einer mechanischen Verformung in seine ursprüngliche Form zurück, wenn man es erhitzt. Dieser Vorgang lässt sich fast beliebig oft wiederholen.

3

Genauer betrachtet

Die Atome im Formgedächtnismetall bilden je nach Temperatur unterschiedliche Kristallstrukturen aus. Bei niederen Temperaturen sind sie dergestalt in das Kristallgitter eingebunden, dass sich das Metall fast nach Belieben verformen lässt.

Führt man Wärmeenergie zu, ordnen sie sich so an, dass das Material eine definierte Ausgangsform annimmt. Beim Abkühlen bleibt die äußere Form erhalten, obwohl die Atome sich wieder in der Niedertemperatur-Struktur organisieren.

Das Formgedächtnis muss regelrecht trainiert werden: Ein Stück Draht aus Memory-Metall wird in kaltem Zustand in der gewünschten Form fixiert und dann mehrmals geglüht, bis die Atome dauerhaft in die neue Ordnung gefunden haben.

Beim Bau kleiner Laufroboter werden Nitinol-Drähte als „künstliche Muskeln“ eingesetzt. Legt man eine Spannung an einen gedehnten Draht aus Nitinol an, erwärmt er sich und verkürzt sich zur ursprünglichen Form. Eine Gegenkraft, z.B. eine Feder, dehnt den erkalteten Draht dann wieder.

Fallen dir noch weitere Möglichkeiten ein, wie man die Eigenschaften der Memory-Metalle nutzen könnte?

Der rollende Tropfen

1

Ein Tropfen als Fußball

Wenn du auf den grünen Taster drückst, fällt ein Wassertropfen aus dem Tropfenspender auf das Spielfeld.

Mit den beiden Hebeln kannst du das Spielfeld in alle Richtungen neigen.

Versuche, den kullernden Tropfen in eines der Tor-Löcher zu bugsieren.

2

Was geschieht hier?

Die Oberfläche des Feldes ist ultrahydrophob, also extrem wasserabweisend. Der Wassertropfen benetzt die Oberfläche daher nicht, sondern rollt als Kugel über das Spielfeld, ohne Spuren zu hinterlassen.

3

Genauer betrachtet

Trifft ein Wassertropfen auf eine Oberfläche, wirken normalerweise zwischen Tropfen und Untergrund Anziehungskräfte, die dazu führen, dass das Wasser die Oberfläche benetzt. Die beschichtete Oberfläche des Fußballfeldes sorgt jedoch dafür, diese Kräfte möglichst gering zu halten: Es ist mit winzigen Noppen besetzt. Deshalb liegt der Tropfen darauf wie ein Fakir auf dem Nagelbett, wodurch die Kontaktfläche extrem verkleinert wird.

Gleichzeitig verhindert eine wasserabweisende Schicht, dass Wasser in die Vertiefungen zwischen den Noppen fließen kann. Der Wassertropfen behält so seine natürliche Kugelform, die Form mit der kleinsten Oberfläche. Diese nimmt er an, um Oberflächenenergie zu sparen.

Abgeschaut hat sich die Materialwissenschaft dieses Prinzip von der Lotuspflanze. Fällt ein Wassertropfen auf ein Blatt, benetzt er die Oberfläche nicht, sondern rollt zum Blattrand. Auf seinem Weg reißt er Schmutzteilchen, Algen und Pilzsporen mit sich, welche die Pflanze schädigen könnten, und reinigt auf diese Weise das Blatt.

Zäh – Flüssig

1

Flüssig oder zäh?

Bewege das Paddel durch die weiße Flüssigkeit.

Wenn du auf den schwarzen Taster drückst, legst du ein elektrisches Feld an die Flüssigkeit an.

Was kannst du beobachten?

2

Was geschieht hier?

Bei diesem Material handelt es sich um eine so genannte elektrorheologische Flüssigkeit: Ihr Fließverhalten verändert sich unter dem Einfluss des elektrischen Feldes.

Verhält sich das Material zunächst wie eine Flüssigkeit, so klumpt es nach Anlegen der Spannung und wird zähflüssig.

3

Genauer betrachtet

Eine elektrorheologische Flüssigkeit besteht aus einem Trägermedium, zum Beispiel Öl, und darin eingebetteten polarisierbaren Partikeln. Unter dem Einfluss eines elektrischen Feldes verteilen sich die elektrischen Ladungen in den einzelnen Teilchen so, dass diese sich am elektrischen Feld ausrichten.

Dabei bilden die Partikel Ketten entlang des Feldes. Je höher die Spannung gewählt wird, umso fester halten die Glieder dieser Kette zusammen und umso zäher wird die Flüssigkeit. Ihre Zähigkeit lässt sich deshalb stufenlos verstellen.

Zum Einsatz kommen diese Flüssigkeiten beispielsweise in Stoßdämpfern, die sich blitzschnell an den jeweiligen Untergrund oder die Beladung eines Fahrzeugs anpassen können. Doch das ist sicher nicht der einzige mögliche Verwendungszweck. Fallen dir noch andere ein?

Häufig ist mit neuen, oft durch Zufall entdeckten Werkstoffen zuerst die „Lösung“ gefunden, bevor überhaupt Klarheit darüber besteht, welches „Problem“ man damit lösen möchte. Auch dann ist Kreativität gefragt!

Magnetische Flüssigkeit

1

Wie wirkt ein Magnet auf die Flüssigkeit?

Unter der Wanne mit der dunklen Flüssigkeit sind starke Magnete befestigt.

Was passiert, wenn du die Magnete durch Drehen der Kurbel oder durch Ziehen am Hebel in die Nähe der Flüssigkeit bewegst?

2

Was geschieht hier?

Bei der schwarzen Flüssigkeit handelt es sich um ein Ferrofluid: eine magnetische Flüssigkeit. Bringt man einen Magneten in ihre Nähe, richtet sie sich an dessen Feldlinien aus. Auf diese Weise entsteht ein charakteristischer „Ferrofluid-Igel“.

3

Genauer betrachtet

Ferrofluide bestehen aus magnetischen Nanopartikeln, also Teilchen mit einem Durchmesser von nur wenigen Milliardstel Metern. Diese sind in Wasser oder Öl eingebettet. Eine spezielle Beschichtung verhindert, dass sie miteinander verklumpen. Außerdem verteilen sie sich dadurch gleichmäßig in der Trägerflüssigkeit.

Die „Stacheln“ bilden sich, da die einzelnen Teilchen sich am Magnetfeld ausrichten und sich an den gleich gepolten Spitzen gegenseitig abstoßen. Würde dem allerdings nicht noch die Oberflächenspannung der Flüssigkeit entgegenwirken, würde der „Ferrofluid-Igel“ einfach in sich zusammensinken.

In der Medizintechnik setzt man große Hoffnung in eine Krebstherapie mit Ferrofluiden: Die magnetischen Partikel werden direkt in einen Tumor eingespritzt. Werden sie dann einem Magnetfeld ausgesetzt, das mehr als 100.000-mal in der Sekunde seine Richtung ändert, beginnen sie zu schwingen. Dadurch entsteht Wärme, welche die Tumorzellen absterben lässt.

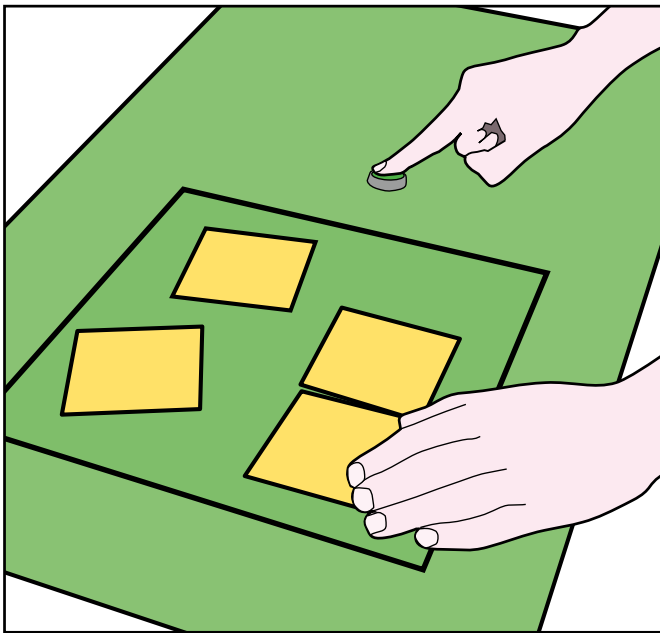
Fluoreszenz

1

Kann Licht Unsichtbares sichtbar machen?

Lege die quadratischen Puzzle-Teile ungeordnet in das Feld unter der Lampe.

Betrachte sie zuerst bei normalem Licht. Schalte dann mit dem schwarzen Taster die Lampe ein.



Was fällt dir auf?

2

Was geschieht hier?

Bei normalem Licht sind Farben und Formen auf den Teilen nur schwach erkennbar. Im ultravioletten Licht der Lampe treten sie deutlich hervor. Das Puzzle ist dann viel einfacher zu legen, als es bei normalem Licht gewesen wäre.

3

Genauer betrachtet

Ultraviolett-Strahlung ist für unser Auge unsichtbar. Aber manche Materialien wandeln UV-Strahlung in sichtbares Licht um: Ihre Atome werden im UV-Bereich angeregt und strahlen Licht im sichtbaren Bereich ab. Diese Materialien werden zum Beispiel als optische Aufheller in Waschmitteln verwendet, denn auch das normale Sonnenlicht hat UV-Anteile, die dann Kleidungsstücke heller erscheinen lassen. Überwiegen die UV-Anteile, wie etwa bei Disco-Beleuchtungen, dann wird dieser optische Effekt extrem.

Man nutzt diese Wirkung von UV-Strahlen auch, um Banknoten, Kreditkarten, Ausweise und dergleichen fälschungssicherer zu machen. Halte solche Dinge unter die Lampe und du wirst staunen, welche Merkmale da sichtbar und überprüfbar werden. Viele Fälschungen werden so auf den ersten Blick erkannt.

Selbstorganisation

1

Ordnung wie von Geisterhand

Solange du den Taster herunterdrückst, wird das Plättchen unter dem Videomikroskop auf Minusgrade gekühlt.

Das Bild des Videomikroskops wird auf dem Monitor wiedergegeben.

Was kannst du auf dem Monitor beobachten, wenn du den Taster etwa 30 Sekunden gedrückt hältst?

2

Was geschieht hier?

Nach kurzer Zeit schlagen sich Wassertropfen auf dem Plättchen nieder, aus denen heraus ein Wald aus Eiskristall-Nadeln wächst.

Aufgrund des Aufbaus der Wassermoleküle, die sich als Wasserdampf in der Luft befinden, bilden sich bei Minus-Temperaturen durch natürliche Selbstorganisation geordnete Strukturen.

3

Genauer betrachtet

Wassermoleküle bestehen aus zwei Wasserstoffatomen und einem Sauerstoffatom. Bei der Entstehung von Eis ordnen sich jeweils sechs von ihnen, verbunden durch ein Wasserstoffatom jedes Moleküls, in Form regelmäßiger Sechsecke an. Über die sechs noch freien Wasserstoffatome kann sich in einer weiteren Ebene nochmals ein Sechseck anschließen. Durch Schichtung zahlreicher solcher Sechsecke entstehen feine Nadeln.

Zudem können sich rund um ein Wassermolekül-Sechseck weitere Sechsecke anlagern. Diese können Ausgangspunkt für die Entstehung von Kristallnadeln werden, die im Winkel von genau 60° abzweigen. Daher ähneln Eiskristalle unter dem Mikroskop Tannenbäumen mit einem Stamm und abzweigenden Ästen.

Die für all diese Strukturen entscheidende Verbindung zwischen einem Wasserstoffatom eines Wassermoleküls und einem Sauerstoffatom eines anderen Wassermoleküls erfolgt über eine so genannte „Wasserstoffbrücke“, eine Form der elektrostatischen Bindung.

Eiskristalle sind zwar rasch vergänglich, das Prinzip der Selbstorganisation aber lässt sich auch auf andere Stoffe übertragen. So wird daran geforscht, eines Tages durch die gezielte Kombination von Materialien und Rahmenbedingungen, wie der Temperatur, auch komplexe technische Strukturen selbstorganisiert emporenwachsen zu lassen.