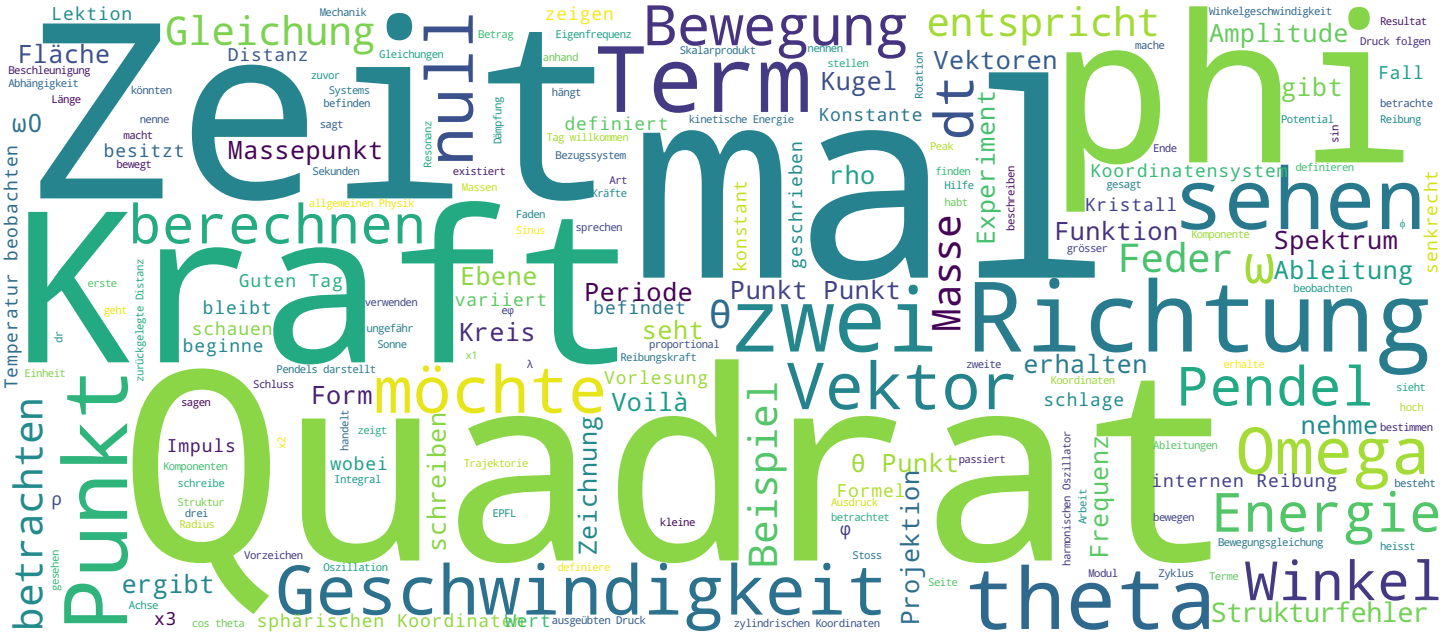
Pendule de torsion et frottement interne

Mécanique, cours 7

Daniele Mari



Video

Pendule de torsion et frottement interne

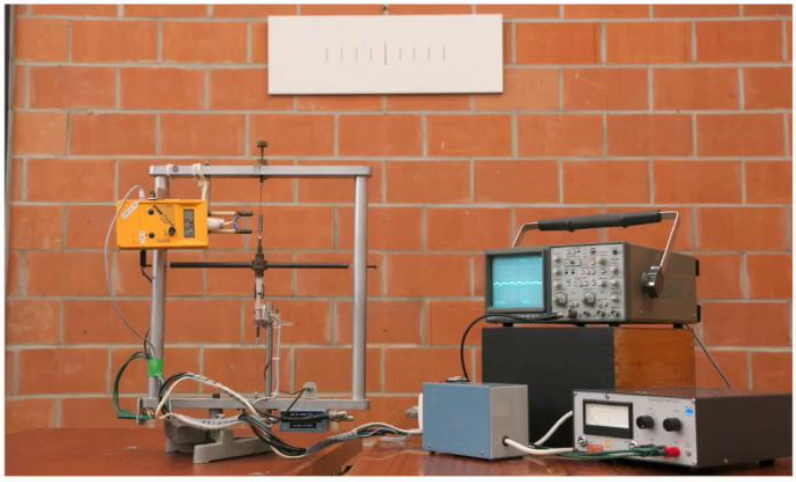
Guten Tag, ich heisse Daniele Mari. Ich forsche im Gebiet der kondensierten Materie. Für meine Experimente verwende ich umgekehrte Torsionspendel, welchen ihr bereits in der Vorlesung zur Mechanik begegnet sind.

Notes

Summary

0m 04s

Pendule de torsion inversé



$$I\ddot{\theta} + b\dot{\theta} + k\theta = 0$$

$$\ddot{\theta} + 2\lambda\dot{\theta} + \omega_0^2\theta = 0$$

$$\lambda = \frac{b}{2I} \qquad \omega_0^2 = \frac{k}{I}$$

Mécanique | 2013 6

In der Tat wisst ihr, dass die Bewegungsgleichung eines solchen Systems durch die Gleichung, *I* ***θ Punkt Punkt*** + *b* ***θ Punkt*** + *k* mal ***θ*** gleich null, gegeben ist. *k* ist die Konstante des Rückstellmoments des Versuchsmaterials, welche proportional zum Schubmodul und zum Trägheitsmoment *I* ist. Man kann auch schreiben: ***θ Punkt Punkt*** + 2 *λ* ***θ Punkt*** + *ω0 im Quadrat* mal ***θ*** = 0. Wobei *λ* den Dämpfungskoeffizienten und *ω0* die Eigenfrequenz des Pendels darstellt.

Notes

Summary

0m 19s

Pendule de torsion inversé

$$I\ddot{\theta} + b\dot{\theta} + k\theta = 0$$

$$\ddot{\theta} + 2\lambda\dot{\theta} + \omega_0^2\theta = 0$$

$$\lambda = \frac{b}{2I} \qquad \omega_0^2 = \frac{k}{I}$$

Mécanique | 2013 7

Es ist interessant fest zu stellen, dass die Dämpfung, welche wir auf dem Oszilloskop beobachten können, durch die Präsenz von Fehlern in der kristallinen Struktur der Feder des Pendels begründet ist. Die Bewegung der Feder, wenn diese unter Druck steht, kann durch eine Gleichung beschrieben werden, welche jener des Pendels selbst sehr stark ähnelt. Im Gegenteil dazu, was man denken könnte, ist die durch Luft induzierte Dämpfung sehr schwach für Frequenzen im Bereich einiger Hertz.

Notes

Summary

1m 09s

Pendule de torsion inversé

$$I\ddot{\theta} + b\dot{\theta} + k\theta = 0$$

$$\ddot{\theta} + 2\lambda\dot{\theta} + \omega_0^2\theta = 0$$

$$\lambda = \frac{b}{2I} \qquad \omega_0^2 = \frac{k}{I}$$

Mécanique | 2013 10

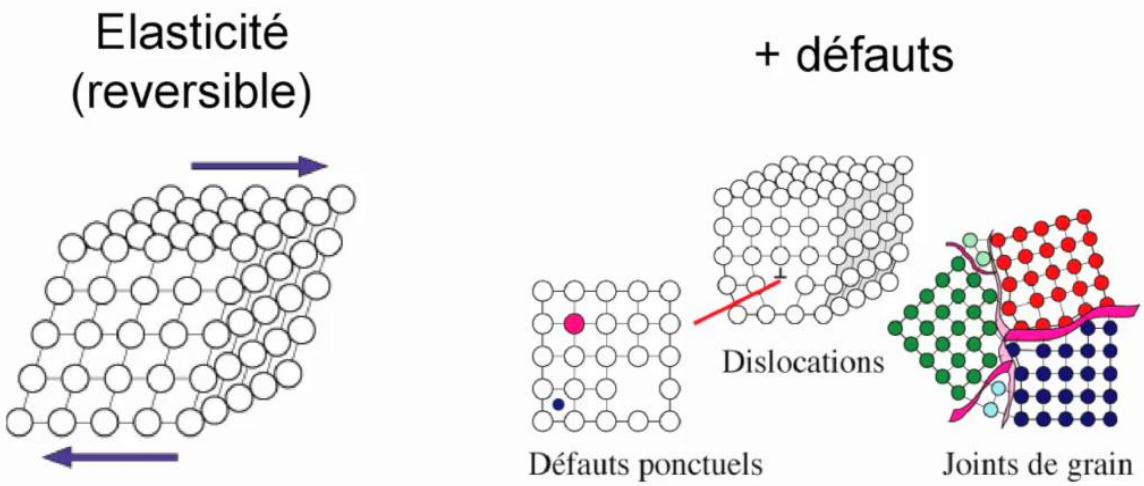
Eigentlich besteht der Faden, welcher die Feder unseres Pendels darstellt, aus einem Kristall oder häufiger aus einem Poly-Kristall, was man in diesem Bild sehen kann, in welchem die Atome periodisch angeordnet sind. Diese Anordnung ist nie perfekt.

Notes

Summary

1m 45s

Propriétés mécaniques des cristaux



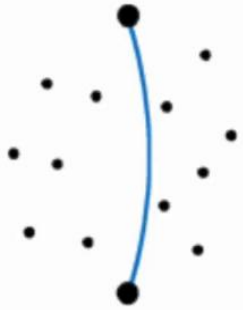
Es existieren Fehler in der Struktur, wie zum Beispiel Lücken, welche man hier sehen kann; es fehlt ein Atom. Es können aber auch Versetzungen vorhanden sein, wie zum Beispiel hier ist diese Ebene von ihrer Gleichgewichts- position versetzt. Ein weiterer möglicher Fehler in der Struktur eines Kristalls sind Korngrenzen. Alle mechanischen Eigenschaften eines Kristalls hängen von seiner Elastizität, respektive den vom Gleichgewichtszustand der Atome ausgehenden reversiblen Bewegungen, und der reversiblen oder irreversiblen Bewegungen der Strukturfehler.

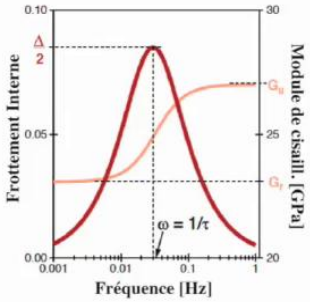
Notes

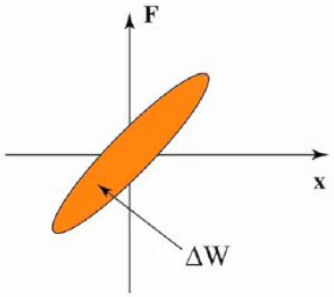
Summary

2m 09s

Frottement Interne







Mécanique | 2013 13

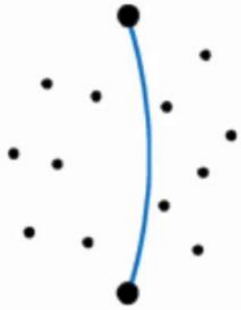
Wenn die Strukturfehler eines Kristalls sich unter Druck bewegen, wie zum Beispiel in dieser elastischen Schnur, verbraucht dies Energie, da die externe Kraft, welche für den Druck verantwortlich ist, mal die zurückgelegte Distanz der Strukturfehler Arbeit darstellt. Wir könnten in ein Diagramm die Kraft mal die zurückgelegte Distanz auf einem Zyklus oder Periode einer Oszillation einzeichnen und die Fläche dieses Zyklus ergäbe dann die in Form von Wärme abgestrahlte Energie. Diese abgestrahlte Wärme nennt man *interne Reibung*. Die Bewegung eines Strukturfehlers unter dem Einfluss von Druck ist nicht augenblicklich; sie hängt von der Zeit ab. Anders gesagt, damit das System sein Gleichgewichtszustand erreicht braucht es eine gewisse Zeit. Diese Zeit wird Relaxationszeit genannt. Da diese Zeit von der Frequenz abhängt, existiert ein Maximum abgestrahlter Energie, wenn die Anregungsfrequenz des Pendels die folgende Gleichung erfüllt: $\omega = 1/Zeit$. Bei dieser Frequenz ist diese Fläche maximal. Wenn wir die Anregung in Funktion von der Frequenz darstellen, beobachten wir eine Spitze, welcher hier gezeigt ist. Bei sehr hohen Frequenzen können die Strukturfehler nicht dem ausgeübten Druck folgen; sie werden immobil.

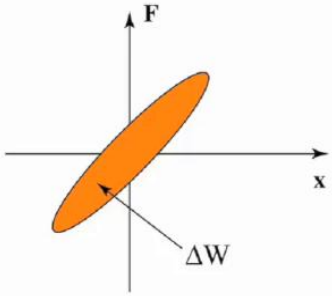
Notes

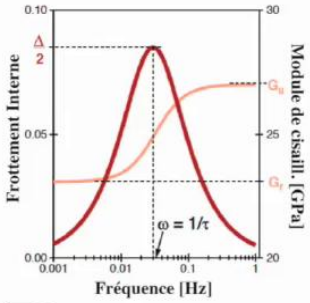
Summary

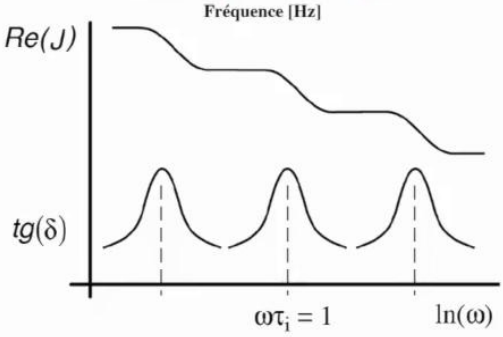
2m 51s

Frottement Interne









spectre de frottement interne

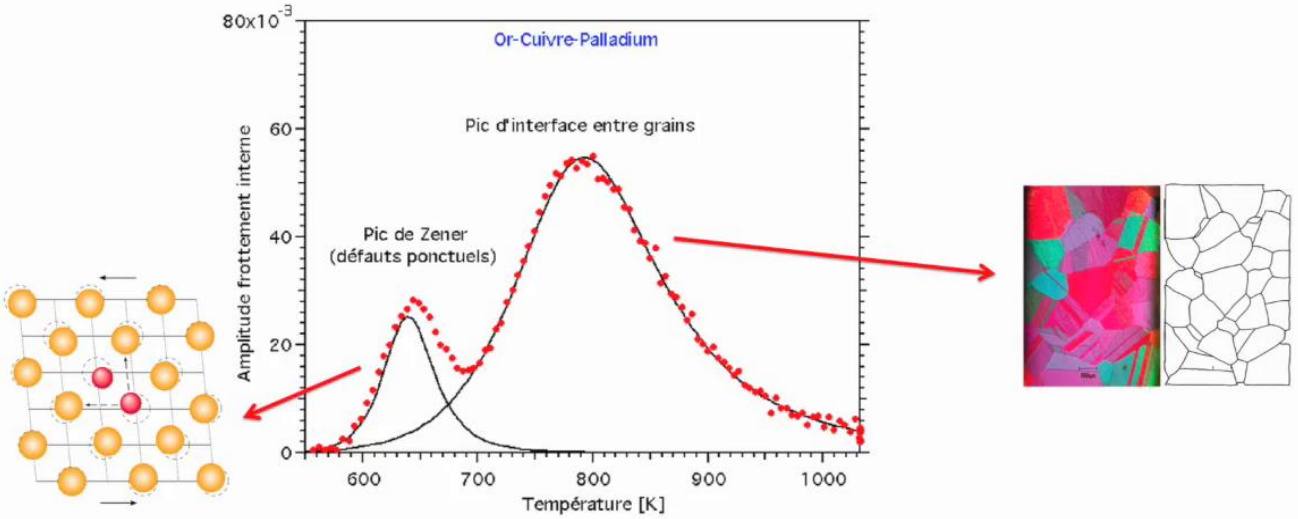
Im Gegensatz dazu, bei sehr tiefen Frequenzen können die Strukturfehler sehr wohl dem ausgeübten Druck folgen. Jedoch existiert fast keine Verschiebung zwischen dem Druck und der Verformung und diese Fläche wir also minimal. In einem Material kann man eine ganze Folge von Phänomenen beobachten, welche Relaxationen induzieren. Wir sprechen also vom Spektrum der internen Reibung. Wie bei einem Spektrum eines Lichtstrahls, welches durch ein Prisma sichtbar gemacht wird, besitzt das Spektrum der internen Reibung eine Serie von Maximas, respektive Peaks, welche durch das In-Bewegung-Setzen der Strukturfehler ausgelöst werden.

Notes

Summary

4m 27s

Spectre de frottment interne Au-Cu-Pd



In diesem Beispiel kann man das Spektrum der internen Reibung einer Gold-Kupfer-Palladium- Legierung in Abhängigkeit von der Temperatur beobachten. Wir können die Temperatur abscannen, da die Relaxationszeit auch vond er Temperatur abhängt. Bei tiefer Temperatur beobachten wir einen Peak, welcher nur punktuellen Strukturfehlern entspricht. Eigentlich sind es Kupferperlen in der Goldstruktur. Bei höherer Temperatur beobachten wir einen Peak, welcher durch das Gleiten an Schnitstellen zweier Körner entsteht, welche ihr hier seht. Ich danke ihnen für ihre Aufmerksamkeit.

Notes

Summary

5m 07s