

P73.7

Seignettesalz-Kristall in Kapsel

Rochelle Salt Crystal in Case

Sel de Seignette en boîtier transparent

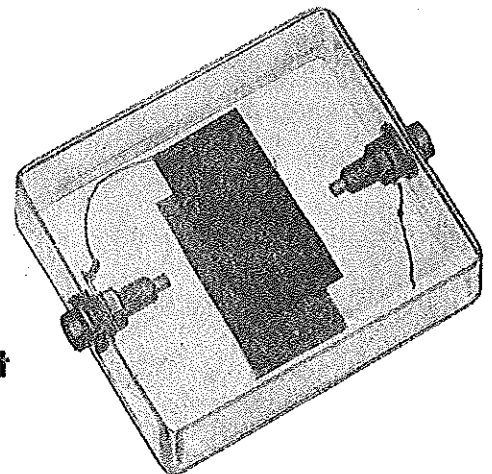


Fig. 1

Der Seignettesalz-Kristall dient dazu, piezoelektrische bzw. ferroelektrische Phänomene zu zeigen und zu Messungen auszunutzen.

The Rochelle Salt Crystal is used to demonstrate piezoelectric and ferroelectric phenomena and to make use of them for measuring purposes.

Le sel de Seignette sert à mettre en évidence le phénomène piézo- ou ferro-électrique et à interpréter des mesures.

1. Beschreibung

In der Mitte eines etwa 70x60x30 mm³ großen durchsichtigen Kunststoffkästchens ist zwischen dessen Ober- und Unterseite eine ca. 4 mm dicke quadratische Scheibe des Kristalls hochkant befestigt. Der Kristall besteht aus Kaliumnatriumtartrat (KOOOC-CHOH-CHOH-COONa · 4 H₂O). Die beiden größten Flächen des Kristalls, Flächengröße je ca. 7 cm², sind mit Aluminiumfolie überzogen und durch Stanniolbändchen mit den beiden seitlich an dem Kästchen herausgeführten 4-mm-Telefonbuchsen verbunden. Ober- und Unterseite des Kästchens sind außen zur Dämpfung mechanischer Einwirkungen mit Gummiauflagen versehen.

1. Description

In the middle of a transparent plastic box approx. 70 mm x 60 mm x 30 mm in size a quadratic plate of the crystal of approx. 4 mm thickness is arranged edgewise between the top and bottom plate of the box. The crystal consists of potassium-sodium tartrate (KOOOC-CHOH-CHOH-COONa · 4 H₂O). The two greatest areas of the crystal are about 7 cm² in size each and are covered with aluminium foil, and connected with the two 4 mm insulated sockets on the sides of the box by means of tin foil strips. In order to damp mechanical effects, the top and bottom outsides of the box are provided with a rubber layer.

1. Description

Au milieu d'un boîtier transparent en matière plastique d'environ 70 mm x 60 mm x 30 mm est fixée de chant une plaque carrée du cristal d'environ 4 mm d'épaisseur. Le cristal est constitué par un tartrate de sodium et de potassium (KOOOC-CHOH-CHOH-COONa · 4H₂O). Les deux surfaces grandes, chacune d'environ 7 cm², du cristal sont recouvertes d'une feuille d'aluminium et reliées par de petites bandes de feuille d'étain aux deux petites bornes creuses de 4 mm de diamètre disposées de chaque côté du boîtier. Les faces extérieures supérieure et inférieure du boîtier sont munies de plaques de caoutchouc pour amortir les influences mécaniques.

Wegen seiner Zerbrechlichkeit darf der Kristall höchstens mit 5 kg belastet werden.

Due to its fragility the crystal should not be exposed to loads exceeding 5 kg.wt.

Par suite de sa fragilité, le cristal ne peut pas être chargé d'un poids supérieur à 5 kgf.

2. Princip

Durch Drücken oder Dehnen des Kristalls in Richtung einer polaren Achse findet eine Verschiebung der Atome innerhalb der Strukturzellen

2. Principe

By pressing or extending the crystal in the direction of one polar axis the atoms are displaced within the unit cells, and the mutual compensation

2. Principe

En compressant ou dilatant le cristal en direction d'un axe polaire, on produit un déplacement des atomes dans la structure cellulaire, ce qui

Anmerkungen

- Die in Klammern gesetzten fünfstelligen Zahlen geben die Katalog-Nummern der betreffenden Geräte an.
- Die Angaben und Abbildungen sind für die Ausführung der Geräte nicht in allen Einzelheiten verbindlich. Wir sind bestrebt, unsere Fertigung stets den neuesten wissenschaftlichen und technischen Erkenntnissen anzupassen.

Notes

- The five-digit numbers quoted in parentheses refer to the catalogue numbers of the respective apparatus.
- The specifications and illustrations are not binding in every detail for the design of the apparatus. It is our policy always to keep our manufacturing programme right up to date so that it makes full allowance for the latest knowledge acquired in all scientific and technical fields.

Remarques

- Les numéros à 5 chiffres entre parenthèses sont les numéros de catalogue des dits appareils.
- Les indications et reproductions sont données sans engagement de notre part vu que nous nous efforçons de perfectionner nos appareils en faisant profiter notre production des plus récentes connaissances scientifiques et techniques.

statt, so daß die gegenseitige Ab-sättigung der Ladungen der Atome gestört wird und dadurch Ladungen an der Oberfläche frei werden. Diese als piezoelektrischer Effekt bezeichnete Erscheinung zeigen viele Kristalle, der Seignette-salz-Kristall besonders stark. Er ist somit für die Untersuchungen am besten geeignet. Auf den beiden zur Druckrichtung senkrechten Flächen des Kristalls entstehen Ladungen entgegengesetzten Vorzeichens. Die Größe der Ladungen ist abhängig von der Größe der Kristallflächen und vom Druck, sie ist unabhängig von der Dicke des Kristalls.

In Richtung der Kristallachse besteht eine extrem hohe dielektrische Suszeptibilität, die es erlaubt, beim Anlegen eines äußeren elektrischen Feldes eine sehr starke Polarisation des Kristalls zu erzeugen. Man bezeichnet dieses Verhalten als ferroelektrisch, da nach dem Abschalten des Feldes die remanente dielektrische Polarisation des Kristalls bestehen bleibt — ähnlich der magnetischen Remanenz eines ferromagnetischen Stoffes.

3. Handhabung

Der hier verwendete Kristall erhält bei einer Kraft von 5 kp eine Flächenladungsdichte von etwa $1,2 \cdot 10^{-10}$ As/cm². Die geringe Spannung, die sich dadurch an den Buchsen des Kästchens ergibt, kann beispielsweise mit dem Wulf-Elektroskop (546 00) oder dem Meßverstärker (532 01) nachgewiesen werden. Bei Belastung des Kristalls mit Wechselndruck, z. B. mit einer angeschlagenen Stimmgabel (411 81 bzw. 414 42) entsteht eine Wechselspannung, die mit dem Schulkathodenstrahl-Oszillographen (575 15) oder mit dem Verstärker (580 00) mit Lautsprecher (580 05 bzw. 580 06) nachgewiesen werden kann.

Bei den meisten Versuchen wird das Kästchen mit dem Kristall auf den Tisch gelegt und mit einem Wägestück oder einer Stimmgabel belastet, oder es wird an seinen Gummiauffagen mit der Hand zusammengedrückt. Zur Aufnahme horizontal gerichteter Impulse empfiehlt sich der Prismen-tisch (460 25).

4. Versuche

a) Demonstration des piezoelektrischen Effektes:

Bei empfindlich eingestellter Gegen-elektrode beginnt das Bändchen des Wulf-Elektroskops zu zucken, sobald man den mit ihm verbundenen Kristall ruckartig zusammendrückt.

of the atomic charges is interfered with, so that charges are set free on the surface. This phenomenon, which is called "piezoelectric effect", is exhibited by many crystals, and very pronouncedly so in case of Rochelle salt crystals. So this substance is particularly suitable for the investigations. On the two sides of the crystal, at right angles to the direction of pressure, charges of opposite sign are produced. The magnitude of these charges depends upon the size of the crystal surfaces and upon the pressure, but is independent of the thickness of the crystal.

In the direction of the crystal axis, the dielectric susceptibility is extremely high. On this account a very great polarization of the crystal can be brought about by applying an external electric field. This phenomenon is called "ferroelectric", for when the field is switched off, a remanent dielectric polarization of the crystal persists — in analogy to the remanent magnetism of a ferromagnetic substance.

3. Use

The crystal used here, when exposed to a force of 5 kg.wt., will carry a surface charge density of approx. $1,2 \times 10^{-10}$ As/cm². The low voltage which is thereby set up across the terminals of the box can be demonstrated, for example, with the Wulf electroscopes (546 00), or with the measuring amplifier (532 01). If the crystal is exposed to a varying pressure, using, for example, a sounding tuning fork (411 81 or 414 42), an oscillating voltage will be obtained, which can be demonstrated with the school cathode ray oscilloscope (575 15) or with the amplifier (580 00) with a speaker (580 05 or 580 06) in circuit.

In most experiments the box with the crystal is placed on the table and weighted with a weight or a tuning fork, or compressed by hand against its rubber plates. Horizontally directed impulses are best applied with the use of the prism table (460 25).

4. Experiments

a) Demonstration of the piezoelectric effect:

When the counter-electrode is brought into a position where the electroscopes is very sensitive, the leaf of the Wulf electroscopes will start to twitch as soon as the crystal connected to it is subjected to a sudden pressure pulse.

dérange la saturation réciproque des charges des atomes et provoque la libération de charges à la surface. De nombreux cristaux présentent ce phénomène, appelé effet piézo-électrique, mais il est particulièrement fort dans le sel de Seignette, qui est pour cette raison le plus approprié pour ce genre d'observations. Des charges de signe contraire apparaissent sur les deux surfaces du cristal perpendiculaires à la direction de la pression. La grandeur des charges dépend de celle des surfaces du cristal et de la pression exercée et elle est indépendante de l'épaisseur de celui-ci.

Dans la direction de son axe, le cristal possède une susceptibilité diélectrique très élevée, qui permet, en appliquant un champ électrique extérieur, de produire une très forte polarisation du cristal—phénomène qualifié de ferro-électrique, étant donné qu'une polarisation diélectrique rémanente du cristal subsiste après la cessation du champ, comparable à la rémanence magnétique d'une substance ferro-magnétique.

3. Manipulation

Le cristal employé ici reçoit une charge surfacique d'environ $1,2 \cdot 10^{-10}$ As/cm² en exerçant une pression de 5 kgf. La faible tension régnant à ce moment sur les bornes du boîtier peut être mise en évidence à l'aide de l'électroscope de Wulf (546 00) ou de l'amplificateur de mesure (532 01). En exerçant sur le cristal une pression périodique, par exemple à l'aide d'un diapason (411 81 ou 414 42) oscillant, on obtient une tension alternative, qui peut être mise en évidence à l'aide de l'oscillographe cathodique pour l'enseignement (575 15) ou de l'amplificateur (580 00), combiné avec le haut-parleur (580 05 ou 06).

Pour la plupart des expériences, le boîtier est posé sur la table et lesté d'un poids ou d'un diapason; on peut aussi le presser à la main, en appuyant sur les plaques protectrices en caoutchouc. Pour appliquer des impulsions dirigées horizontalement, il est recommandé d'utiliser le petit plateau sur tige (460 25).

4. Expériences

a) Démonstration de l'effet piézo-électrique:

Lorsque la contre-électrode de l'électroscope est réglée de façon sensible, la feuille de ce dernier commence à sauter dès qu'on presse par intermittence le cristal qui lui est relié.

Mit dem Meßverstärker, Meßbereich 3×10^{-7} As, läßt sich darüber hinaus zeigen, daß die entstehende Ladung der Druckänderung proportional ist. Dazu setzt man zunächst ein Gewicht von z. B. 200 g verschieden schnell, dann nacheinander Gewichte von 50 g bis 1000 g gleichmäßig auf den Kristall und beobachtet jeweils den Ausschlag. Letzteres wird noch genauer, wenn man den Ausschlag beim Abnehmen der Gewichte (kann gleichmäßiger erfolgen) beobachtet (siehe Buch Meßverstärker, Kat.-Nr. 532 04, Versuch 27).

With the measuring amplifier, range 3×10^{-7} As, one can show in addition that the charges produced are proportional to the changes of pressure. For this put on a 200 g weight, for example, at varying speeds and then put on weights from 50 to 1000 g one after the other and evenly, and observe the deflection. The latter experiment will become even more accurate on observing the deflection when removing the weights (this can be done more evenly). (See the book "Meßverstärker", Cat.-No. 532 04, expt. 27).

Au delà de cela, on peut mettre en évidence, à l'aide de l'amplificateur de mesure, zone de mesure de $3 \cdot 10^{-7}$ As, que la charge produite est proportionnelle à la variation de la pression. A cette fin on pose d'abord avec des vitesses différentes un poids de par exemple 200 g, et après avec une vitesse constante l'un après l'autre des poids allant de 50 g à 1000 g sur le cristal et on observe chaque fois la déviation sur l'instrument. La dernière méthode acquiert de précision si l'on observe la déviation lors de l'enlèvement des poids (peut être fait d'une manière proportionnée) (voir l'ouvrage «Meßverstärker» No. de cat. 532 04, expérience 27).

Die Beobachtung der unter verschiedenen Versuchsbedingungen erzeugten Schwingungsformen geschieht mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen (siehe Buch: Ernst, „Versuche mit dem Schul-Kathodenstrahl-Oszillographen“, Kat.-Nr. 575 16, Versuch 131).

The wave forms produced under the most various experimental conditions can be observed with the cathode ray oscilloscope (see the booklet: Ernst, "Versuche mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen", Cat.-No. 575 16, expt. 131).

On observe avec l'oscillographe cathodique les diverses formes d'oscillation obtenues en variant les conditions de l'expérience (voir à ce sujet dans l'ouvrage d'Ernst: «Expériences avec l'oscillographe à rayons cathodiques», l'expérience 131. L'ouvrage peut être commandé en allemand sous le No. de cat. 575 16).

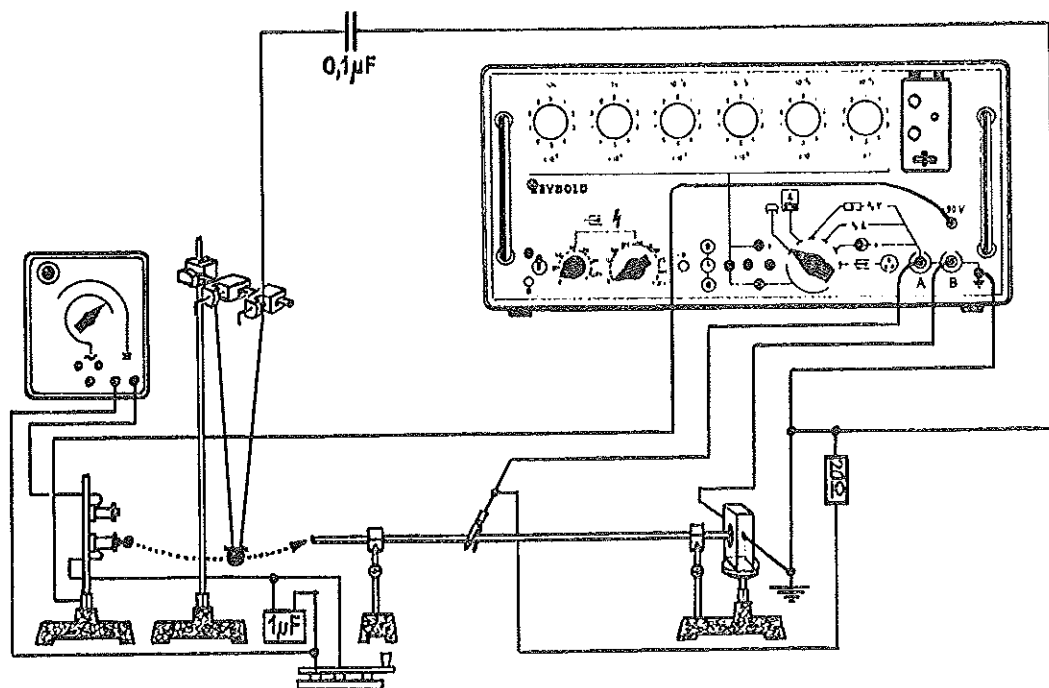


Fig. 2

b) Bei der Messung der Schallgeschwindigkeit in Festkörpern mit dem Impuls-Zählgerät (559 62) wird der durch den Aufprall einer bifilar aufgehängten pendelnden Stahlkugel auf einen Metallstab entstehende Schallimpuls durch den am anderen Ende des Stabes befestigten Seignettesalz-Kristall in einen elektrischen Impuls verwandelt (siehe Fig. 2 und Gebrauchsanweisung zum Impuls-Zählgerät 559 62).

b) When measuring the velocity of sound in solids with the demonstration scaler (559 62), the sound pulse produced by a bifilarly suspended steel ball impinging against the end of a metal rod is transformed into an electric pulse by the Rochelle salt crystal arranged at the other end of the rod (see Fig. 2 and the Directions for Use of the demonstration scaler 559 62).

b) Pour faire des mesures de vitesse de propagation du son dans des solides à l'aide du compteur électronique d'impulsions (559 62), l'impulsion sonore émise par un barreau de métal frappé à une extrémité par la bille d'acier d'une pendule est transformée en impulsion électrique par le cristal de sel de Seignette fixé à l'autre extrémité du barreau (voir fig. 2 et Mode d'emploi pour le compteur électronique d'impulsions 559 62).

c) Demonstration des ferroelektrischen Effektes:

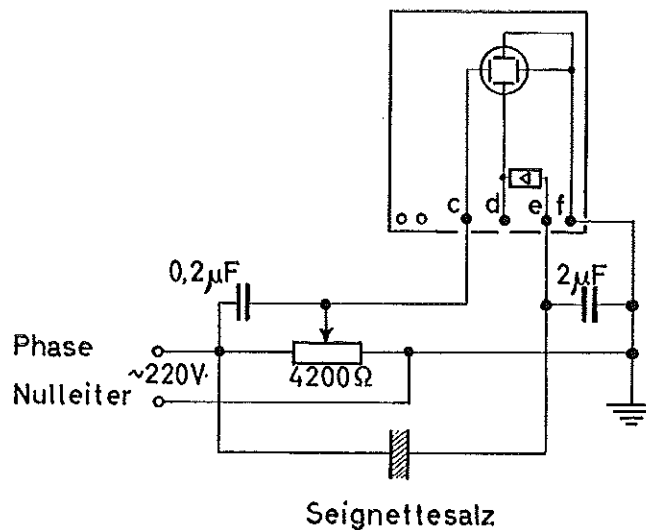
Mit dem Schul-Kathodenstrahl-Oszillographen kann eine Hysteresisschleife gezeigt werden. Dazu schaltet man nach Fig. 3. Die Wirkungsweise der Schaltung wird verständlich, wenn man zunächst den Kondensator $0,2 \mu\text{F}$ als nicht vorhanden annimmt. Dann wird der am Potentiometer von 4200Ω (537 01) abgegriffene Teil der Netzwechselspannung dem Plattenpaar für Horizontalablenkung zugeführt. Ferner liegt die volle Wechselspannung des Netzes am Kristall. Der in diesem

c) Demonstration of the ferroelectric effect:

The school cathode ray oscilloscope can be used to show a hysteresis loop. For this make connections as shown in Fig. 3. The mode of action of this circuit becomes clear if the $0,2 \mu\text{F}$ capacitor is not considered initially. In that case the fraction of the mains A.C. derived from the 4200Ω potentiometer (537 01) is supplied to the pair of plates that effect the horizontal deflection of the beam. The full A.C. voltage of the mains is maintained across the crystal. The polarization

c) Démonstration de l'effet ferro-électrique:

On peut montrer une courbe d'hystérésis avec l'oscillographe cathodique pour l'enseignement. Le montage expérimental se fait suivant la fig. 3. Le fonctionnement du circuit est facile à comprendre, si l'on suppose d'abord le condensateur $0,2 \mu\text{F}$ comme non existant. Puis on applique aux plaques de déviation horizontale la partie de la tension alternative du secteur prise au potentiomètre de 4200Ω (537 01). On applique en outre la pleine tension alternative du secteur au cristal. Le



Seignettesalz

Nullleiter = neutral wire
conducteur neutre

Seignettesalz = Rochelle Salt
Sel de Seignette

Fig. 3

Kreis fließende Polarisationsstrom wird dem Kondensator $2 \mu\text{F}$ zugeführt und baut dort eine der Polarisation des Kristalls proportionale Spannung auf. Diese wird über den Verstärker des Oszillographen dem Plattenpaar für Vertikalablenkung zugeführt. Es wird also die Polarisation als Funktion der polarisierenden Spannung dargestellt.

Wird die Hysteresisschleife zu klein, so sollte man den $2 \mu\text{F}$ Kondensator gegen $1 \mu\text{F}$ austauschen, wird sie zu groß, hilft stattdessen ein $3 \mu\text{F}$ Kondensator.

Der Kondensator $0,2 \mu\text{F}$ dient lediglich zur Kompensation einer störenden Phasenverschiebung in der gesamten Schaltung.

current flowing in this circuit is supplied to the $2 \mu\text{F}$ capacitor where it will build up a voltage that is proportional to the polarization of the crystal. Through the amplifier of the oscilloscope, this voltage is supplied to the pair of plates that effect the vertical deflection of the beam. In this manner the polarization is represented as a function of the polarizing voltage.

If the hysteresis loop becomes too small, the $2 \mu\text{F}$ capacitor should be exchanged for a $1 \mu\text{F}$ one, and if it becomes too great, a $3 \mu\text{F}$ capacitor should be used instead.

The $0,2 \mu\text{F}$ capacitor has the sole function of compensating an undesirable phase shift that would otherwise occur in this circuit.

courant de polarisation passant dans ce circuit est conduit au condensateur de $2 \mu\text{F}$ où il fait régner une tension proportionnelle à la polarisation du cristal. Celle-ci est ensuite appliquée, par l'intermédiaire de l'amplificateur de l'oscillographe cathodique, à la paire de plaques de déviation verticale. La polarisation est donc représentée comme une fonction de la tension polarisante.

En cas que la courbe d'hystérésis devient trop petite, il faudrait remplacer le condensateur de $2 \mu\text{F}$ par un de $1 \mu\text{F}$ et contrairement par un de $3 \mu\text{F}$, si elle devient trop grande.

Le condensateur de $0,2 \mu\text{F}$ sert uniquement à compenser un déphasage perturbateur dans l'ensemble du circuit.