

10/1986

Gebrauchsanweisung Instruction Sheet

471 95

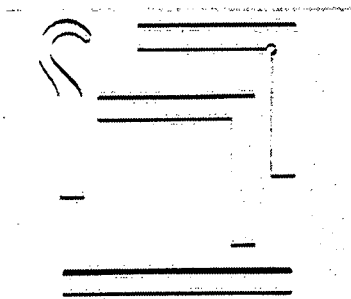


Fig. 1

Die spannungsoptischen Modelle dienen zur Vorführung der durch mechanische Spannungen verursachten Doppelbrechung bei der elastischen Verformung durchsichtiger fester Stoffe.

Satz spannungsoptischer Modelle Set of Photoelastic Models

The photoelastic models serve to demonstrate the double refraction which occurs when mechanical stresses are produced as a result of the elastic deformation of transparent solids.

1 Sicherheitshinweise

- Modelle vor Hitze (z.B. direkte Sonnenbestrahlung) schützen; maximal zulässige Temperatur: 90 °C.
- Modelle keinen Dauerbelastungen aussetzen.
- Modelle nicht gewaltsam verbiegen.
- Zur Reinigung nur nicht aggressive Spülmittel verwenden.

1 Safety Notes

- Protect the models against heat (for example direct sun light); max. permissible temperature: 90 °C.
- Do not subject the models to continuous loads.
- Do not violently bend the models.
- For cleaning use only non-aggressive cleaning agents.

2 Beschreibung

Der Satz besteht aus einem einfachen geraden Stab, einem Haken, einem rechten Winkel und einem rechten Winkel mit ausgebohrtem Scheitel.

Die durchsichtigen Modelle sind hergestellt aus ungesättigten Polyester-Kunstharzen, die große photoelastische Empfindlichkeit besitzen. Sie sind durch eine geeignete thermische Behandlung von inneren mechanischen Spannungen weitgehend befreit und erhalten diesen Zustand über lange Zeiträume. Die in ihnen beim Angreifen von äußeren Kräften auftretenden mechanischen Spannungen werden im polarisierten Licht als farbige Linien sichtbar.

2 Description

The set consists of a simple straight rod, a hook, a right angle, and a right angle with its vertex drilled out.

The transparent models are made of unsaturated synthetic polyester resins whose photoelastic sensitivity is high. They have been stress-relieved by a suitable heat treatment and maintain this condition over long periods. Under the influence of external forces, stresses are set up in them which affect polarized light and under suitable conditions become visible as coloured fringes.

3 Prinzip

Verursacht werden die Linien durch die bei mechanischer Beanspruchung auftretende Anisotropie des vorher isotropen Körpers. Er wird dadurch doppelbrechend und zerlegt das auffallende polarisierte Licht in zwei zueinander senkrecht schwingende Komponenten. Deren Phasengeschwindigkeiten unterscheiden sich um so stärker, je größer die Spannungen im Körper sind. Das austretende Licht ist daher elliptisch polarisiert und kann vom Analysator nicht mehr überall ausgelöscht werden. Da die Doppelbrechung sehr stark wellenlängenabhängig ist, wird bei Benutzung von weißem Licht das Streifensystem farbig modifiziert. Die Farben sind Mischfarben aus den jeweils nicht ausgelöschten Teilen des Spektrums.

3 Principle

These fringes are due to mechanical stresses causing anisotropy in the previously isotropic solid. It then exhibits double refraction and splits the incident polarized light into two components whose planes of oscillation are perpendicular to one another. Their phase velocities will differ by an amount increasing with the stresses in the body. The emergent light is therefore elliptically polarized and the analyzer can no longer extinguish it everywhere. As double refraction depends very strongly upon the wavelength, the system of fringes will be coloured if white light is used. The colours are mixed colours comprising those parts of the spectrum which are not extinguished at any given part of a fringe.

Die Beobachtung der Modelle im linear polarisierten Licht ergibt ein recht kompliziertes Bild, weil außer den von der Verspannung herrührenden farbigen Linien zusätzlich noch dunkle Gebiete auftreten, die von der Lage des Modells im Strahlengang abhängen. Liegen nämlich die Hauptspannungsrichtungen des Körpers parallel zu den Schwingungsebenen der Polarisationsfilter, dann kann sich die Doppelbrechung nicht auswirken und man erhält auch bei Belastung keine Aufhellung. Man muß daher die Körper gegenüber den Polarisationssebenen der beiden Filter verdrehen.

Die Abhängigkeit des Bildes von der Körperlage entfällt und das Bild wird leichter verständlich bei Benutzung von zirkular polarisiertem Licht, das daher für die Beobachtung der Spannungsdoppelbrechung vorgezogen wird. Aufgehellte bzw. farbige Zonen sind dann, unabhängig von der Spannungsrichtung, eindeutig bestimmten Spannungszuständen zuzuordnen.

4 Aufbau

4.1 Einfacher Aufbau

Man kann die Verspannungen qualitativ beobachten, wenn man die Modelle einfach zwischen 2 gekreuzte Polarisationsfilter hält und sie zu biegen versucht.

4.2 Aufbau mit zirkular polarisiertem Licht

Die Geräte sind in der Reihenfolge des Aufbaus angegeben (Fig. 2):

Observation of the models in plane-polarized light yields a rather complicated picture because, apart from the coloured fringes due to the stresses in the material, there will be additional dark regions which depend upon the position of the model in the path of the rays. If the principal stresses of the body are parallel to the planes of oscillation of the polarizing filters, then double refraction cannot become effective and the field will remain dark even when the models are stressed. The body must, therefore, be rotated relative to the planes of polarization of the two filters.

The dependence of the pattern obtained upon the position of the body is avoided, and the pattern is more easily understood, if circularly-polarized light is used, and, therefore, this kind of light is preferred for the observation of photoelastic effects. Illuminated and coloured zones then correspond unambiguously, and independently of the direction of stress, to particular states of stress.

3 Assembly

3.1 Simple arrangement

These stresses can be observed qualitatively if the models are simply held between two crossed polarizing filters and bending them is attempted.

3.2 Arrangement using circularly polarized light

The items of apparatus are listed in the order in which they are incorporated into the assembly (see fig. 2):

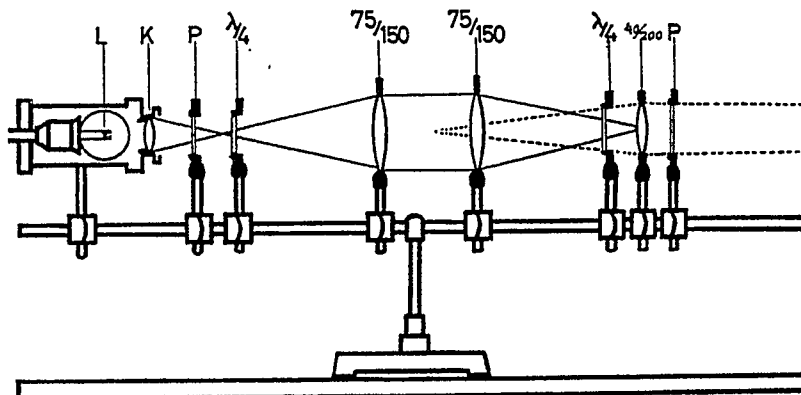


Fig. 2

Optische Bank,	z.B. 460 41	Optical bench	e.g. 460 41
L + K: Lampengehäuse mit Lampe und Kondensor so einstellen, daß konvergentes Licht entsteht	450 60/51 460 20	L + K: Lamp-house with lamp and condensor adjusted so that a convergent beam of light is produced	450 60/51 460 20
75/150: Linsen f = 150 mm zur Herstellung einer Zone parallelen Lichtes	460 08	75/150: Lenses, f = 150 mm arranged to produce a zone of parallel light	460 08
40/200: Linse f = 200 mm bildet das ins parallele Licht gebrachte Modell auf einen etwa 2 m entfernten Schirm ab	460 04	40/200: Lens, f = 200 mm forms an image of the model (which has been inserted into the region of parallel light) upon a screen placed at a distance of about 2 m	460 04
P: Paar Polarisationsfilter eines auf 0°, das andere auf 90° eingestellt	472 40	P: Pair of polarizing filters, one set to 0°, the other to 90°	472 40
λ/4: Paar Viertel-Wellenlängen-Platten nacheinander eingesetzt und jeweils so gedreht, daß das Gesichtsfeld dunkel bleibt.	472 60	λ/4: Pair of quarter-wave plates inserted one after the other; each in turn is rotated until the field of view remains dark	472 60

Jetzt Polarisationsfilter auf 45° bzw. 135° drehen. Falls dadurch Helligkeit erscheint, eine der $\lambda/4$ -Platten um 90° drehen.

Now the polarizing filters are rotated to 45° and 135°. If this results in a bright field of view, one of the $\lambda/4$ plates should be rotated through 90°.

5 Versuche

Die Modelle werden in das Gebiet des parallelen Strahlenganges gehalten.

Den einfachen Stab faßt man dabei mit beiden Händen und versucht, ihn in der zum Strahlengang senkrechten Ebene durchzubiegen. Dabei erkennt man die schwarze neutrale Faser und die parallelen farbigen Linien gleicher Verspannung, die Isochromaten, mit denen auch eine Möglichkeit der Eichung des Verfahrens gegeben ist.

Die Schenkel des einfachen rechten Winkels werden mit den Händen zusammengedrückt oder auseinandergezogen, dann laufen die Spannungslinien im Scheitel in einem singulären Punkt zusammen.

Der ausgebohrte Winkel zeigt bei gleicher Beanspruchung diese Singularität nicht.

Am Haken kann kräftig mit einem Finger gezogen werden oder man spannt ihn mit einer Leybold-Muffe in Stativmaterial ein und belastet ihn unten mit einem Wägestück.

5 Experiments

The models are held in the parallel part of the beam.

The plain rod is held between both hands and an attempt is made to bend it in a plane which is perpendicular to the direction of the beam. The black, neutral thread and the parallel, coloured lines of equal stress, the isochromatics, are clearly seen; the latter provide a method of calibrating the process.

The limbs of the plain right angle are compressed or pulled apart by both hands, when the stress lines will converge to a singular point in the vertex.

The right angle with the hole will not exhibit this singularity when subjected to similar stress.

The hook can be pulled strongly with one finger or clamped to a stand by means of a Leybold multiclamp and loaded with a weight.