



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lehrbuch der Experimentalphysik

Lommel, Eugen von

Leipzig, 1908

367. Chromatische Polarisation

[urn:nbn:de:hbz:466:1-83789](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-83789)

einen im Fußgestell eingelassenen belegten Spiegel c wieder nach aufwärts zurückgeworfen, so daß es, nachdem es die Glasplatte AB durchdrungen hat, zu dem als Polariskop dienenden schwarzen Spiegel S gelangen kann, welcher mittels zweier Säulchen auf einem Ring steht, der innerhalb eines festen, in Grade geteilten Ringes drehbar ist. Die zu untersuchenden Gegenstände werden auf das Glastischchen bei A gelegt. Als Polariskop kann auch eine Glssäule oder ein Nicolsches Prisma verwendet werden. Will man diesen Apparat, welcher sich in der beschriebenen Ausstattung vorzugsweise zur Beobachtung mit parallelen Lichtstrahlen eignet, für konvergierendes Licht geschikt machen, so muß man vor und hinter dem Gegenstand noch passende Linsen einschalten. Man hat jedoch zu diesem Zweck auch eigene Instrumente hergestellt, welche man, weil sie Gegenstände von sehr geringer Ausdehnung zu untersuchen gestatten, auch wohl mikroskopische Polarisationsapparate nennt. Nörrembergs mikroskopischer Polarisationsapparat (Fig. 407) enthält in den Fassungen A und B geeignete Zusammensetzungen von Linsen, zwischen welchen der zu beobachtende Gegenstand, z. B. eine doppelbrechende Kristallplatte, gelegt wird. Dem polarisierenden schwarzen Spiegel P wird das Licht des Wolkenhimmels durch einen in gewöhnlicher Weise belegten Spiegel S zugeführt, das Nicolsche Prisma C dient als Analysator.

367. **Chromatische Polarisation.** Unter dieser Bezeichnung faßt man diejenigen Farbenerscheinungen zusammen, welche doppelbrechende Körper im polarisierten Lichte zeigen. Zur Beobachtung der Farben dünner Kristallblättchen im polarisierten Licht bietet sich am bequemsten der Gips (Marienglas) oder der Glimmer dar, dessen durchsichtige Kristalle sich mit Leichtigkeit in sehr dünne Blättchen (Fig. 408) spalten lassen. Bringt man ein solches Blättchen zwischen den Polarisator und den Analysator eines Polarisationsapparats, indem man es z. B. auf das Glastischchen des Nörrembergschen Apparats (Fig. 406) legt, so erscheint es, wenn es dünn genug ist, im allgemeinen mehr oder weniger lebhaft gefärbt, und nur in zwei bestimmten Lagen zeigt es keine Färbung. Sind z. B. die Schwingungsebenen des Polarisators und Analysators zueinander senkrecht gestellt, so zeigt ein Blick in den letzteren das Gesichtsfeld vollkommen dunkel; schiebt man jetzt ein Gipsplättchen ein, so hebt es sich farbig hell vom dunklen Grund ab, es sei denn, daß man ihm zufällig eine von zwei ganz besonderen Lagen gegeben hat. Indem man nämlich das Blättchen dreht, kann man es leicht dahin bringen, daß es ebenso dunkel erscheint wie das übrige Gesichtsfeld; es geschieht dies, wenn entweder eine gewisse Richtung ab oder die dazu senkrechte Richtung cd mit der Schwingungsrichtung des Polarisators zusammenfällt; es erscheint dagegen am lebhaftesten gefärbt, wenn jene beiden Richtungen mit dieser Winkel von 45° bilden. Jene beiden Richtungen ab und cd sind nämlich die Schwingungsrichtungen der beiden Strahlenbündel, die sich im Gipsplättchen

vermöge seiner Doppelbrechung mit ungleicher Geschwindigkeit fortpflanzen. Ist daher eine dieser Richtungen mit der Schwingungsrichtung des vom Polarisator kommenden Lichts parallel, so geht dieses ohne Änderung seiner Schwingungsrichtung durch und wird vom Analysator ausgelöscht. Bildet aber die Richtung ab mit der Schwingungsrichtung RS (Fig. 409) des Polarisators einen Winkel, so muß sich die nach RS gerichtete Bewegung in zwei Teilschwingungen nach ab und cd zerlegen, von denen sich die eine mit größerer Geschwindigkeit durch den Kristall fortpflanzt als die andere. Nach dem Austritt aus dem Kristall setzen sich daher die beiden Lichtschwingungen nicht mehr mit gleichen Phasen zu der ursprünglich gegebenen Bewegung wieder zusammen, sondern sie haben, da der eine Strahl gegen den anderen verzögert ist, einen Gangunterschied

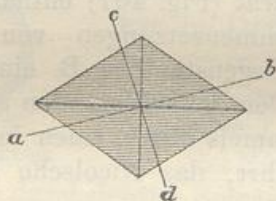


Fig. 408.
Gipsplättchen.

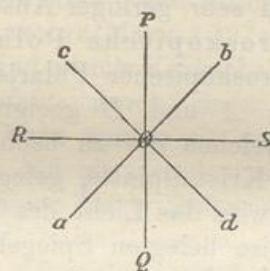


Fig. 409.
Zerlegung der Schwingungen.

oder eine Phasendifferenz gegeneinander erhalten. Beträgt diese Phasendifferenz ein ganzes Vielfaches einer ganzen Schwingung, so werden sich die beiden Schwingungen wieder zu einer geradlinigen Schwingung von der gleichen Richtung, wie die des einfallenden Lichtes war, zusammensetzen. Ist der Analysator gegen den Polarisator gekreuzt, so würde daher in diesem Falle das Gipsplättchen dunkel erscheinen müssen. Ist aber das einfallende Licht weiß, so hat man zu berücksichtigen, daß für die verschiedenen Farben die Gangunterschiede bei derselben Dicke der Gipsplatte verschieden sind. Es werden daher nur diejenigen Farben vom Analysator ausgelöscht, für welche der Phasenunterschied einem ganzen Vielfachen der Schwingungsdauer gleich ist; die Platte wird daher einen Farbenton zeigen, der aus allen jenen Farben gemischt ist, welche der Aufhebung durch den Analysator entgangen sind. Ist die Phasendifferenz gleich einer halben, oder drei halben oder einem beliebigen ungeraden Vielfachen einer halben Schwingungsdauer, so setzen sich die Teilschwingungen ebenfalls wieder zu einer geradlinigen Schwingung zusammen; aber deren Richtung fällt nicht mehr in die Richtung der Schwingung des Polarisators, sondern liegt symmetrisch dazu in bezug auf die Achsen ab und cd des Gipsplättchens. Bildet z. B. die Schwingungsrichtung des Polarisators einen Winkel von 45° mit den Richtungen ab und cd , so steht die Lichtschwingung nach dem Durchgange durch das Plättchen auf der Schwingungsrichtung

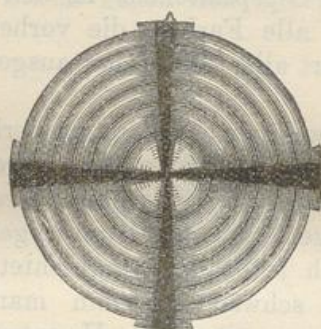
des Polarisators senkrecht. Denn denken wir uns die einfallende Schwingung RS zerlegt nach ab und cd , so geht im einfallenden Licht die Bewegung der beiden Teilschwingungen gleichzeitig durch O hindurch nach b und nach d . Nach dem Durchgang durch die Gipsplatte ab ist die eine Schwingung gegen die andere um eine halbe Schwingungsdauer verschoben; geht die eine Schwingung durch O hindurch nach Ob , so geht jetzt die andere nach Oc , und sie setzen sich zu einer geradlinigen Schwingung längs PQ zusammen (vgl. auch S. 589). Dieses Licht wird daher ausgelöscht, wenn man den Analysator parallel zum Polarisator stellt, während bei gekreuzter Stellung dieses Licht am hellsten erscheint. Dreht man daher den Analysator aus der gekreuzten Stellung in die parallele, so verwandelt sich der Farbenton des Gipsplättchens in den komplementären, indem in der neuen Lage alle Farben, die vorher hell waren, ausgelöscht werden und umgekehrt alle, die vorher ausgelöscht waren, nun am hellsten erscheinen.

Über die Zusammensetzung des jeweiligen Farbentones erhalten wir unmittelbar Auskunft, wenn wir das Licht, welches durch ein Gipsplättchen gegangen ist, das sich unter 45° zwischen gekreuzten Nicols befindet, durch ein Prisma zerlegen. Im Spektrum zeigen sich alsdann an Stelle der Farben, die durch Interferenz vernichtet sind, dunkle Streifen; diese Streifen werden schwächer, wenn man den zweiten Nicol dreht und verschwinden ganz, wenn die Hauptschnitte der Nicols unter 45° zueinander geneigt sind. Dreht man den zweiten Nicol weiter, bis er zum ersten parallel geworden, so erscheinen wieder schwarze Streifen, jedoch nun gerade an den Stellen, welche bei der gekreuzten Stellung am hellsten waren. Je dicker ein Gipsplättchen ist, desto mehr dunkle Streifen erscheinen im Spektrum, und desto mehr nähert sich seine Interferenzfarbe dem Weiß.

Alle Farbenabstufungen, welche Gipsplättchen verschiedener Dicke zeigen, lassen sich mit einem Male überblicken bei einer keilförmig oder konkav geschliffenen Gipsplatte; die Farben, in regelmäßige Streifen parallel zur Schneide des Keiles oder in konzentrische Kreise um die dünnste Stelle der Platte geordnet, zeigen dieselbe Aufeinanderfolge wie in den Newtonschen Farbenringen.

Von besonderem Interesse ist die Erscheinung, welche senkrecht zur optischen Achse geschnittene Platten einachsiger Kristalle im konvergierenden polarisierten Licht, wenn man sie z. B. in einen sogen. mikroskopischen Polarisationsapparat (Fig. 407) bringt, darbieten (Achsenbilder). Derjenige Strahl, welcher die Platte senkrecht trifft, durchläuft sie in der Richtung der optischen Achse und erleidet keine Doppelbrechung. Jeder andere Strahl des kegelförmigen Bündels aber erfährt eine um so stärkere Doppelbrechung und hat zugleich innerhalb des Kristalls einen um so längeren Weg zurückzulegen, in je schrägerer Richtung er den Kristall durchläuft. So kommt es, daß man immer größeren Gangunterschieden begegnet, je weiter

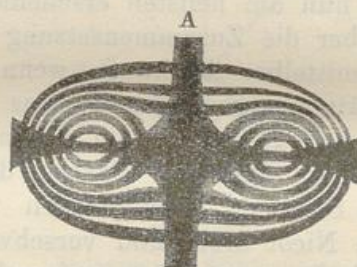
man sich von der Achse des Lichtkegels nach außen hin entfernt, und da rings in gleichem Abstand von der optischen Achse alle Umstände, welche den Gangunterschied bedingen, die gleichen sind, so muß der nämliche Gangunterschied und sonach auch dieselbe Interferenzfarbe stattfinden für alle Punkte eines Kreises, welchen man sich im Gesichtsfeld um den dem Achsenstrahl entsprechenden Punkt gezogen denkt. Man gewahrt daher als Linien gleicher Farbe oder isochromatische Kurven eine Reihe um diesen Mittelpunkt beschriebener farbiger Kreisringe (Fig. 410), welche bei gekreuzten Schwingungsebenen des Polarisationsapparates von einem schwarzen Kreuz (Fig. 410 A) durchsetzt erscheinen. Da nämlich die optische Achse zur Kristalloberfläche senkrecht ist, so entspricht jede durch



B



Fig. 410.



B

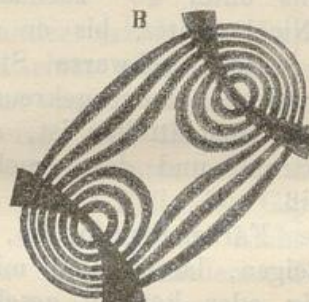


Fig. 411.

Farbenringe in optisch-einachsigen Kristallen. Farbenringe in optisch-zweiachsigen Kristallen.

den Mittelpunkt der Ringe gezogene gerade Linie PQ , RS , ab , cd (Fig. 409) einem Hauptschnitt. Alle Strahlen, welche vom Polarisator aus auf die Kristallplatte treffen, schwingen parallel RS ; sie gehen daher, ohne eine Zerlegung zu erfahren, sowohl durch den Hauptschnitt RS als durch den Hauptschnitt PQ , indem sie parallel zu ersterem, senkrecht zu letzterem schwingen, und werden somit vom Analysator, dessen Schwingungsrichtung nach PQ gestellt ist, ausgelöscht. Stellt man dagegen die Schwingungsrichtung des Analysators zu derjenigen des Polarisators parallel, so erscheint statt des schwarzen Kreuzes ein weißes (Fig. 410 B), und die Ringe zeigen sich zu den vorigen komplementär gefärbt. Eine optisch-zweiachsige

Kristallplatte, deren Flächen senkrecht stehen auf der Mittellinie der optischen Achsen, zeigt (Fig. 411) zwei Ringgruppen, von denen jede eine optische Achse umgibt; die Ringe höherer Ordnung verschmelzen zu eigentümlich gestalteten krummen Linien (Lemniskaten), die sich um beide Achsenendpunkte herumschlingen. Wenn der durch die optischen Achsen gelegte Hauptschnitt der Kristallplatte mit einer der beiden gekreuzten Schwingungsrichtungen des Polarisationsapparats zusammenfällt, zeigt sich die zweifache Ringfigur von einem schwarzen Kreuz durchschnitten (Fig. 411 A); dreht man aber den Kristall aus dieser Lage heraus, so löst sich das Kreuz auf in zwei hyperbolisch gekrümmte dunkle Büschel, welche die Ringe rechtwinklig durchsetzen (Fig. 411 B).

Mittels der Farbenererscheinungen im polarisierten Licht, welche nur mit Doppelbrechung begabte Körper zeigen können, läßt sich nachweisen, daß auch einfach brechende Körper, z. B. Glas, doppelbrechend werden, wenn man auf irgend eine Weise einen Spannungszustand in ihnen hervorruft. Eine dicke quadratische Glasplatte, in einem kleinen Schraubstock (Fig. 412) zusammengepreßt, zeigt im parallelen polarisierten Licht (z. B. im Nörrembergischen Polarisationsapparat) (Fig. 406) ein dunkles Kreuz mit farbigen Fransen. Man kann einem Glasstück die Eigenschaft der Doppelbrechung dauernd erteilen, indem man es stark erhitzt und dann rasch abkühlt. Eine so behandelte kreisrunde Glasplatte zeigt farbige Ringe nebst einem schwarzen Kreuz, ganz ähnlich wie eine senkrecht zur optischen Achse geschnittene Kalkspatplatte. Bei einer quadratförmigen Glasplatte (Fig. 413) erscheint ebenfalls ein schwarzes Kreuz, und in jeder Ecke eine farbige Ringfigur, ähnlich einem Pfauenauge. Die Doppelbrechung der gekühlten Gläser, welche sich durch diese Farbenererscheinungen verrät, ist übrigens wesentlich verschieden von derjenigen der Kristalle. Das Ringsystem einer gekühlten Glasplatte zeigt sich nämlich schon in einem parallelen Bündel polarisierter Lichtstrahlen; die von der Mitte nach dem Umfang hin wachsenden Gangunterschiede können also nur daher rühren, daß die Doppelbrechung bei ungeänderter Strahlenrichtung gegen den Rand der Platte hin zunimmt.

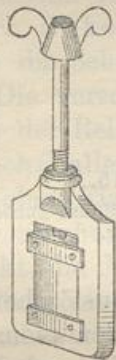


Fig. 412.
Gepreßtes Glas.

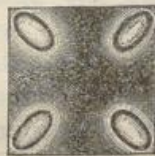


Fig. 413.
Farbenerscheinung in gekühltem Glas.

Bei einem Kristall dagegen ist die Doppelbrechung in jedem seiner Punkte für die nämliche Strahlenrichtung die gleiche und ändert sich nicht von einem Punkte des Kristalls zum andern.