7. Theoretische Untersuchungen über Licht; von Paul Glan.

VIII. Schwache Absorption von ultravioletttem Licht.

Wir wollen jetzt den Vernichtungsindex $j:4l$ für bisher nicht behandelte Stoffe für diejenigen Strahlen aufsuchen, deren Schwingungsdauer mit derjenigen sehr rasch schwingenden ultravioletten Lichtes übereinstimmt, unter der Annahme, dass sie für diese Wellen als schwach absorbirend in dem bisher angegebenen Sinne betrachtet werden können. In diesem Falle kann die Gleichung (III) der vorherigen Untersuchungen zur näherungsweise theoretischen Bestimmung des Vernichtungsindex $j:4l$ angewandt werden und es soll das im Folgenden für Wellen der in diesen Untersuchungen besprochenen Wellenbewegung geschehen, deren Länge im Weltenraume $0,0,5$ cm beträgt.

Muskel.

Der Leitungsindex für Wärme k ist nach Adamkiewicz zweimal kleiner als der des Wassers. Unter Zugrundelegung des zuvor angegebenen ermittelten Werthes dieses Leitungsindex für Wasser finde ich danach den Leitungsindex des Muskels für Wärme gleich $0,0,6585$. Die spezifische Wärme bei constantem Atmosphärendruck ist nach Adamkiewicz beim Muskel $0,7692$, nach Rosenthal $0,825$; sie kann also im Mittel für den Muskel gleich $0,7971$ gesetzt werden. Für seine Dichte s fand ich als Mittel mehrerer Bestimmungen derselben den Werth $1,07$. Den Brechungsindex des Muskels, für den mir ein durch Versuche bestimmter Werth desselben nicht bekannt wurde, habe ich nach der besonders von Landolt nachgewiesenen Regel berechnet, dass das Refractionsäquivalent der Mischung gleich der Summe derjenigen der Bestandtheile ist. Hierbei ist der Muskel zusammengesetzt betrachtet aus 78 Proc. Wasser und einem festen Bestandtheile, als dessen Hauptmasse Myosin anzusehen ist. Für den zu dieser Berechnung erforderlichen Werth des Brechungs-

index des Myosins, eines eiweissartigen Körpers, habe ich den des Eiweisses des Huhnes angenommen, denn Vitellin, das Albumin des Eigelbs, scheint dem Myosin verwandt; nach Brewster ist der Brechungsindex desselben 1,361. Nach jener Regel ergibt sich danach der Brechungsindex des Muskels gleich 1,3452 und für seinen Vernichtungsindex demnach die Gleichung:

$$j:4l = 0,04942 \quad \text{für} \quad 4l_0 = 0,0_5 \text{ cm.}$$

Mit diesem Werthe desselben bestimmt sich der Schwächungsindex des Muskels $\epsilon^{-j:2l}$ zu 0,9060. Eine Schicht von 1 cm Dicke würde also danach etwa ein Zehntel der betrachteten Wellenbewegung vernichten und *der Muskel verhielte sich diesen Wellen gegenüber ähnlich, wie gegen die von Röntgen entdeckten Strahlen.*

Für Glas ergibt sich mit den früher mitgetheilten Werthen von k, n, s, c_p für die Wellenlänge $4l_0 = 0,0_5 \text{ cm}$ im Weltenraume, der Vernichtungsindex $j:4l$ gleich 0,3902 und der Schwächungsindex zu 0,3389. Es würde also die Stärke dieser Wellenbewegung beim Fortschreiten um 1 cm auf ein Drittel der anfänglichen Stärke abgeschwächt. Es *vernichtet* folglich *diese Wellen stärker als der Muskel. Die hier betrachtete Wellenbewegung verhält sich demnach diesen Stoffen gegenüber wie die von Röntgen entdeckten Strahlen*, denn Spies konnte einen in eine Hand eingedrungenen Glassplitter, der in ihr verwachsen war, vermittelt dieser schattenwerfenden Strahlen photographisch wiedergeben.

Marmor.

Der Leitungsindex für Wärme ist angegeben zu

0,00728	von K. Yamagawa
0,0017	im Polytechnischen Notizblatt
0,00115	von Forbes
0,0048	„ Pécelet
0,0097	„ Depretz
0,0077	„ Depretz
0,0047—0,0056	für oberschlesischen Marmor
0,005873	für carrarischen Marmor von G. Grassi
0,005419	im Mittel.

Seine Dichte ist im Mittel 2,685 und seine spezifische Wärme im Mittel der wenig abweichenden Bestimmungen von Thoulet

und Lagarde und Regnault 0,21404 bei constantem Atmosphärendruck. Aus Messungen der verhältnissmässigen Stärke des unter verschiedenen Einfallswinkeln von schwarzem polirten Marmor gespiegelten Lichtes von Bouguer habe ich den Brechungsindex des Marmors mit Hülfe der Fresnel'schen Formeln zu 1,348 bestimmt. Danach ergibt sich für die Wellenlänge $4l_0 = 0,0,5$ cm für Marmor:

$$j:4l = 0,6075.$$

Der kohlen saure Kalk schwächt danach die betrachtete Wellenbewegung viel mehr als Fleisch. Der Schwächungsindex $\epsilon^{-j:2l}$ ist danach 0,2967.

Gyps.

Der Leitungsindex für Wärme ist nach Péclet 0,0,11945 und nach G. Grassi für Gypspaste 0,0,9174, und also im Mittel beider Bestimmungen gleich 0,0,1056. Die Dichte des Gypses ist 2,32 und seine specifische Wärme bei constantem Atmosphärendruck nach Kopp 0,259, nach Neumann 0,2728, also letztere im Mittel gleich 0,2659. Die Doppelbrechung des zweiaxigen Gypses ist schwach und wir werden deshalb näherungsweise auf ihn die für Nichtkrystalle gültige Formel (III) anwenden können. Als Mittel seiner nicht sehr verschiedenen Hauptbrechungsindices nach Dufet für die Fraunhofer'sche Linie *G* ergibt sich der Werth 1,53418. Mit diesen Werthen wird:

$$j:4l = 0,1664 \quad \text{für } 4l_0 = 0,0,5 \text{ cm}$$

und der Schwächungsindex des Gypses $\epsilon^{-j:2l}$ wird danach 0,7170. Auch *der wasserhaltige schwefelsaure Kalk schwächt demnach die betrachtete Wellenbewegung in stärkerem Maasse als Fleisch.*

Anhydrit.

Der Leitungsindex desselben für Wärme ist nach J. Thoulet 0,01267. Seine Dichte ist 2,96, die des geglühten Gypses 2,97, sie kann also im Mittel zu 2,965 angenommen werden. Die specifische Wärme des geglühten Gypses bei constantem Atmosphärendruck ist nach Regnault 0,19656, diejenige des wasserfreien schwefelsauren Kalkes gleich 0,178 nach Kopp; c_p kann beim Anhydrit demnach gleich 0,18756 genommen werden. Die Doppelbrechung des zweiaxigen Anhydrits ist zwar stärker

als die des Gypses, aber nicht so bedeutend, dass nicht zur Erlangung eines ersten Näherungswerthes für den Vernichtungsindex $j:4l$ die für Nichtkrystalle geltende Gleichung (III) angewandt werden könnte. Als Mittelwerth der von M. Lévy und Lacroix angegebenen Werthe der Hauptbrechungsindices des Anhydrits für die Fraunhofer'sche Linie F ergibt sich 1,59142. Danach wird der Vernichtungsindex

$$j:4l = 0,2420 \quad \text{für} \quad 4l_0 = 0,0_5 \text{ cm}$$

und der Schwächungsindex für diese Wellenlänge der betrachteten Wellenbewegung gleich 0,6163.

Der wasserfreie schwefelsaure Kalk schwächt also diese Wellenbewegung viel mehr als der Muskel.

Horn (Haare, Nägel, Epidermis, Hufe, Federn).

Horn, Haare, Nägel, Epidermis, Hufe, Federn sind chemisch sehr nahe gleich und wir werden deshalb die nach der vorigen Theorie für Horn erhaltenen Werthe annähernd auch für die anderen Stoffe gültig ansehen können. Für Horn besitzen wir die Kenntniss der meisten zur theoretischen Berechnung des Schwächungsindex nöthigen physikalischen Daten. Den Leitungsindex für Wärme bestimmte Forbes zu 0,0,870. Seine Dichte ist nach Kapff 1,295, sein Brechungsindex nach Brewster 1,565, nach Wollaston 1,58, also im Mittel 1,5725. Seine specifische Wärme berechnete ich aus seiner chemischen Zusammensetzung nach Neumann's Regel gleich 0,2238. Danach ergibt sich der Schwächungsindex und der Vernichtungsindex

$$j:4l = 0,03071 \quad \text{für} \quad 4l_0 = 0,0_5 \text{ cm}$$

und

$$\varepsilon^{-j:2l} = 0,9404 \quad \text{für} \quad 4l_0 = 0,0_5 \text{ cm.}$$

Nägel, Epidermis, Haare, Horn, Hufe, Federn sind danach für die betrachtete Wellenbewegung in gleichem Maasse oder etwas mehr durchlässig als der Muskel.

Holz.

Die verschiedenen Holzarten zeigen verschiedenes physikalisches Verhalten nach verschiedenen Richtungen; die Be-

stimmung ihrer Vernichtungsindices in der bisherigen Weise kann deshalb nur als eine erste, ein mittleres gleiches Verhalten der Hölzer nach verschiedenen Richtungen annehmende, betrachtet werden.

Kiefernholz. Sein Leitungsindex für Wärme nach der Lösung ist nach Forbes gleich $0,0,30$ und im Radius $0,0,88$, als sein mittlerer Werth ergibt sich demnach $0,0,194$. Die Dichte des ganz trockenen Kiefernholzes habe ich gleich $0,588$ genommen. Da Cellulose der Hauptbestandtheil aller Pflanzen ist, nehme ich dessen Brechungsindex als den des Holzes.

Aus der bekannten chemischen Zusammensetzung der Cellulose habe ich nach der vor allem von Landolt gegebenen Regel zur Ermittlung des Refractionsäquivalentes eines zusammengesetzten Körpers aus den Refractionsäquivalenten seiner Bestandtheile unter Benutzung der von Landolt und Haagen angegebenen Werthe der Refractionsäquivalente der chemischen Elemente, aus denen die Cellulose besteht, das Brechungsvermögen derselben ermittelt und dann unter Zugrundelegung des mittleren specifischen Gewichtes mehrerer lufttrockenen Holzarten nach Karmarsch, das sich danach zu $0,7586$ ergibt, den Brechungsindex der Cellulose zu $1,2489$ bestimmt. Die specifische Wärme des Kiefernholzes bei constantem Atmosphärendruck habe ich gleich dem Mittel derjenigen des Eichenholzes und Tannenholzes genommen, die von Mayer beziehlich zu $0,570$ und $0,654$ bestimmt wurden, also gleich $0,612$ gesetzt, weil seine Dichte etwa die mittlere der letzten beiden Holzarten ist. Danach ergibt sich der Vernichtungsindex des Kiefernholzes für die Wellenlänge $4l_0 = 0,0,5$ cm im Weltall

$$j:4l = 0,02762;$$

der Schwächungsindex für diese Wellenlänge der betrachteten Wellenbewegung gleich $0,9462$. Demnach lässt ein Brett von Kiefernholz von 1 cm Dicke 94,6 Proc. der auffallenden Strahlen hindurch und ein Block dieses Holzes von einem Decimeter Dicke 57,55 Proc.

Es verhält sich also Kiefernholz diesen Strahlen gegenüber, wie gegen die von Röntgen entdeckten, der dicke Holzblöcke für letztere noch durchlässig fand.

Nussholz. Der Leitungsindex für Wärme ist von G. Grassi zu 0,0₃4650 und von Lees für Wallnussholz zu 0,0₃36 bestimmt worden und sein mittlerer Werth ergibt sich danach gleich 0,0₃4125. Die Dichte des Nussholzes wird von G. Grassi zu 0,666, nach einer anderen Angabe gleich 0,68 angegeben; sie wird danach im Mittel 0,673. Da sie nahe gleich der des Eichenholzes ist, habe ich als specifische Wärme des Nussholzes diejenige des Eichenholzes 0,570 genommen. Danach wird der Vernichtungsindex des Nussholzes

$$j : 4l = 0,05508 \quad \text{für} \quad 4l_0 = 0,0_5 \text{ cm}$$

und sein Schwächungsindex $\varepsilon^{-j:2l}$ gleich 0,8958. Ein Brett aus Nussholz von 1 cm Dicke lässt folglich 89,58 Proc. der auffallenden Strahlen hindurch, ein Block von Nussholz von 1 dm Dicke 33,24 Proc.

Nussholz ist also für die hier betrachteten Strahlen beträchtlich undurchlässiger als Kiefernholz. Auch die von Röntgen entdeckten verhalten sich diesen beiden Holzarten gegenüber in gleicher Weise. Nach Versuchen von Schultz-Henke lässt Kienholz, stark von Harz durchdrungenes Kiefernholz, letztere Strahlen gut hindurch, Nussbaumholz ist jedoch für sie erheblich undurchlässiger.

Mahagoniholz. Das in den Handel gebrachte Mahagoniholz soll sich durch Härte, Dichte, Feinheit des Gefüges sehr unterscheiden. Der mit bestimmten Werthen der physikalischen Constanten berechnete Vernichtungsindex des Mahagoniholzes wird deshalb nur als ein im Mittel für verschiedene derartige Holzarten geltender zu betrachten sein. Die Dichte des Mahagoniholzes nahm ich zu 1,06 an. Für seine specifische Wärme bei constantem Atmosphärendruck setzte ich diejenige des gleichfalls sehr schweren und harten Palmenholzes, die A. Zinger und J. Schtschegljaew zu 0,4194 bestimmte. Mit diesen Werthen ergibt sich

$$j : 4l = 0,05416$$

und der Schwächungsindex gleich 0,8974, das Schwächungsverhältniss für eine Schicht Mahagoniholz von 1 dm Dicke zu 33,85 Proc. hindurchgegangenen Strahlen von den auffallenden.

Das Mahagoniholz schwächt also die hier untersuchte Wellenbewegung stärker als Kiefernholz oder Kienholz. Nach den Versuchen von Schultz-Henke ist jedoch Mahagoniholz auch für die von Röntgen entdeckten Strahlen weniger durchlässig als Kienholz.

Pappelholz. Die Dichte desselben gibt G. Grassi zu 0,545 an, ausserdem fand ich sie zu 0,38 angegeben; daraus folgt als mittlerer Werth der Dichte 0,4625. Da es hierin dem Tannenholz gleicht, habe ich für seine specifische Wärme bei constantem Atmosphärendruck diejenige des Tannenholzes 0,654 genommen, Den Leitungsindex für Wärme bestimmte G. Grassi zu 0,0₃4159. Danach wird

$$j:4l = 0,07042,$$

sein Schwächungsindex 0,8685; eine Schicht Pappelholz von 1 dm Dicke lässt 24,46 Proc. des auffallenden Lichtes hindurch.

Tannenholz. Die Dichte der Edeltanne wird zu 0,45, diejenige der Rothtanne zu 0,498, die von Tannenholz von Karmarsch zu 0,481 im trockenen Zustande angegeben und daraus ergibt sich als mittlere Dichte 0,47633. Der Leitungsindex für Wärme nach der Länge wird von Péclet zu 0,0₃4722, senkrecht zu ihr zu 0,0₃2583 angegeben und kann danach im Mittel gleich 0,0₃31525 genommen werden. Die specifische Wärme bei constantem Atmosphärendruck ist nach Mayer 0,654. Danach wird der Vernichtungsindex:

$$j:4l = 0,05133$$

und der Schwächungsindex 0,9016. Eine Schicht Tannenholz von 1 dm Dicke liesse demnach 35,46 Proc. der auffallenden Strahlen hindurch und stände in Bezug auf seine Durchstrahlbarkeit für die untersuchte Wellenbewegung zwischen Kiefernholz und Mahagoniholz.

Eichenholz. Der Leitungsindex für Wärme ist von Lees, der seinen Werth im Verhältniss zum Marmor angiebt, unter Zugrundelegung des zuvor angegebenen Werthes dieses Leitungsindex für Marmor für die Richtung senkrecht zur Faser und den Ringen zu 0,0₃4817, für die Richtung senkrecht zur Faser und parallel den Ringen zu 0,0₃5522 und für die Richtung

parallel der Faser zu $0,0_{21034}$ bestimmt worden, ferner von G. Grassi zu $0,0_{36828}$ und von Péclet zu $0,0_{35681}$ für die Richtung senkrecht zur Länge ermittelt worden. Im Mittel ist danach der Leitungsindex für Wärme beim Eichenholz $0,0_{366376}$. Seine Dichte im trockenen Zustande gibt G. Grassi zu $0,961$, Karmarsch gleich $0,950$ an, für trockenes Holz der Steineiche fand ich sie zu $0,760$ und für altes Eichenholz zu $1,17$ angegeben. Sie ergibt sich danach im Mittel zu $0,96025$. Die specifische Wärme bei constantem Atmosphärendruck bestimmte Mayer gleich $0,570$. Daraus ergibt sich der Vernichtungsindex

$$j : 4 l = 0,06211,$$

der Schwächungsindex gleich $0,8830$ und eine Schicht von 1 dm Dicke lässt $28,87$ Proc. der auffallenden Strahlen der hier untersuchten Art hindurch.

Ahornholz. Die Dichte des lufttrockenen Ahornholzes ist nach Karmarsch $0,645$, Lees gibt die des Ahornholzes zu $0,637$ und $0,607$ an, nach einer anderen Angabe beträgt sie $0,65$ und sie ist danach im Mittel $0,634$. Der Leitungsindex für Wärme parallel der Faser ist nach Lees $0,0_{212330}$, senkrecht zur Faser und den Ringen $0,0_{35522}$ und senkrecht zur Faser und parallel den Ringen $0,5457$. Ihr mittlerer Werth ist danach $0,0_{37770}$. Nach Angaben von Tyndall lässt sich der mittlere Werth der relativen Wärmeleitungsfähigkeit verschiedener Holzarten und einiger anderen Stoffe bestimmen. Wenn man dem Leitungsindex für Wärme der Eiche den zuvor angegebenen Werth beilegt, ergibt sich als mittlerer Werth desselben für Ahornholz $0,0_{36575}$ und also als Gesamtmittel $0,0_{37173}$. Da diese Holzart ihrer Dichte nach dem Tannenholz viel näher steht als dem Eichenholze, habe ich als Werth ihrer specifischen Wärme bei constantem Atmosphärendruck diejenige des Tannenholzes genommen. Danach wird der Vernichtungsindex:

$$j : 4 l = 0,08862$$

und der Schwächungsindex gleich $0,8375$. Eine Schicht Ahornholz von 1 dm Dicke lässt $16,99$ Proc. der auffallenden Strahlen dieser Gattung hindurch.

Fichte. Die Dichte des ganz trockenen Fichtenholzes wird zu 0,5096 angegeben. Sein Leitungsindex für Wärme ist nach einer Angabe von Tyndall gleich dem des Ahornholzes zu setzen, seine specifische Wärme bei constantem Atmosphärendruck gleich der des Tannenholzes. Dann ergibt sich:

$$j:4l = 0,1103, \quad \varepsilon^{-j:2l} = 0,8020.$$

Eine Schicht von 1 dm Dicke dieses Holzes lässt 11,02 Proc. der auffallenden Strahlen der betrachteten Art hindurch.

Birke. Seine Dichte im lufttrockenen Zustande wird von Karmarsch zu 0,738 angegeben, sein Leitungsindex für Wärme ergibt sich nach Angaben von Tyndall für amerikanisches Buchenholz zu 0,0₃6699. Seine specifische Wärme bei constantem Atmosphärendruck kann entsprechend seiner Dichte als mittlere zwischen Eichen- und Tannenholz gleich 0,612 angenommen werden. Dann wird:

$$j:4l = 0,07597, \quad \varepsilon^{-j:2l} = 0,8590.$$

Beim Fortgang um 1 dm werden 21,89 Proc. der eintretenden Strahlen der hier untersuchten Art zum Austritt gelangen.

Buche. Der Leitungsindex für Wärme der Buche hat nach Tyndall den mittleren Werth 0,0₃5796. Ihre Dichte im trockenen Zustande ist nach Karmarsch 0,750, nach anderen Angaben 0,59 und 0,724, also im Mittel 0,688. Diesem Werthe entsprechend kann seine specifische Wärme bei constantem Atmosphärendruck als mittlere zwischen der des Tannen- und Eichenholzes gleich 0,612 gesetzt werden. Daraus ergibt sich der Vernichtungsindex

$$j:4l = 0,07051,$$

der Schwächungsindex $\varepsilon^{-j:2l}$ gleich 0,8685. Eine Schicht von 1 dm Dicke lässt 24,41 Proc. der eintretenden Strahlen dieser Art hindurch.

Ebenholz. Der Leitungsindex für Wärme ist nach Tyndall 0,0₃6333 im mittleren Werth. Seine Dichte wird zu 1,23 und 1,187 angegeben und ergibt sich danach im Mittel gleich 1,2085. Seiner grossen Dichte nach kann seine specifische Wärme bei constantem Atmosphärendruck gleich derjenigen des schweren Palmenholzes genommen werden. Mit diesen Werthen wird

$$j:4l = 0,06401, \quad \varepsilon^{-j:2l} = 0,8798.$$

Eine Schicht von 1 dm Dicke lässt 27,80 Proc. der einfallenden Strahlen hindurch.

Buchsbaumholz. Der Leitungsindex für Wärme parallel der Faser ist nach Lees 0,0,8667, senkrecht zur Faser und parallel den Ringen 0,0,6163 nach ihm; als mittlerer, sich aus Bestimmungen nach den drei Hauptrichtungen ergebender Werth dieses Index finde ich nach Tyndall 0,0,6443 und danach als Gesamtmittel 0,0,68318. Die Dichte wird von Lees zu 0,790 und 0,754 angegeben, nach anderer Angabe ist sie 1,33; daraus ergibt sich als ihr mittlerer Werth 0,9566 . . . und als specifische Wärme bei constantem Atmosphärendruck kann danach diejenige des Eichenholzes genommen werden. Danach wird

$$j:4 = 0,06416,$$

der Schwächungsindex $\epsilon^{-j:2l}$ gleich 0,8796; eine Schicht von 1 dm Dicke lässt 27,72 Proc. der auffallenden Strahlen dieser Gattung hindurch.

Ulme. Nach einer Angabe ist die Dichte des trockenen Ulmenholzes 0,5749 und danach kann seine specifische Wärme bei constantem Atmosphärendruck gleich der des Tannenholzes gesetzt werden. Der Leitungsindex für Wärme ist nach Tyndall im Mittel 0,0,5541. Daraus ergibt sich

$$j:4l = 0,07550, \quad \epsilon^{-j:2l} = 0,8597.$$

Eine Schicht von 1 dm Dicke lässt 22,09 Proc. der Strahlen der hier untersuchten Gattung hindurch.

Alle hier behandelten Holzarten, mit Ausnahme des Kiefernholzes, sind danach stärker absorbirend als Horn, Haare, Nägel, Epidermis, Hufe, Federn für die hier betrachteten Wellen. Diesen Stoffen lässt sich wohl auch das *Leder* hinzufügen, dessen Verhalten ähnlich dem der Epidermis angenommen werden kann. *Danach wäre Leder im allgemeinen durchsichtiger für die betrachteten Wellen als Holz. Sie verhalten sich danach dem Leder gegenüber wie die von Röntgen entdeckten Strahlen. Spiess photographirte mit diesen Strahlen einen Schlüssel und ein Geldstück in der Goldtasche eines Portemonnaies, die wie der Bügel der Goldtasche auf der Photographie klar erkennbar waren. Nach Hrn. Neuhauss steckt man die*

photographischen Platten nicht in Holzkassetten, sondern in ein einfaches Futteral von schwarzem Leder und erhält so schärfere Contouren. Das letztere bezeugt aber die bessere Durchlassfähigkeit des Leders als die des Holzes für die von Röntgen entdeckten Strahlen.

Knochen.

Sie bestehen zum grössten Theil aus Kalksalzen und bestehen im wesentlichen aus 58 Proc. phosphorsaurem, 8 Proc. kohlen-saurem Kalk und 33,3 Proc. organischen Substanzen. Die Leitungsindices für Wärme der verschiedenen Kalksalze, welche bestimmt sind, die zuvor mitgetheilten des kohlen-sauren, wasserfreien und wasserhaltigen schwefelsauren Kalkes übertrifft die mittleren der verschiedenen Holzarten und denjenigen des Muskels.

Wir werden näherungsweise als seinen Werth für Knochen denjenigen des kohlen-sauren Kalkes setzen können, der ja auch in den Knochen enthalten ist und der in der Mitte zwischen denen des wasserfreien und wasserhaltigen schwefel-sauren Kalkes steht. Wir können auch den zuvor benutzten Brechungsindex des Marmors für Knochen gültig ansehen, und auch des ersteren specifische Wärme bei constantem Atmosphärendruck, denn diejenige des Marmors, Gypses und Anhydrites sind nicht sehr verschieden. Die Dichte der Knochen ist nach Gehler 1,656, nach anderen Angaben liegt sie zwischen 1,87 und 1,97; im Mittel wird sie danach 1,788. Daraus ergiebt sich

$$j : 4l = 0,9122, \quad e^{-j:2l} = 0,1613.$$

Eine Knochenschicht von 1 dm Dicke lässt danach etwa ein Sechstel der einfallenden Strahlen der untersuchten Art hindurch und sie vernichtet ungefähr fünf und ein halb mal mehr von diesen Strahlen als eine gleich dicke Muskelschicht. Sie verhalten sich demnach diesen Stoffen gegenüber wie die von Röntgen entdeckten Strahlen. Eine Knochenschicht von 1 dm Dicke würde fast nichts von diesen Strahlen hindurchlassen, nämlich 0,0₆12 Proc.

Es ist anzunehmen, dass auch andere *Kalk enthaltenden Körper weniger durchlässig* für die hier betrachteten Wellen sein werden, Wellen, welche sich bisher noch stets in Bezug

auf ihre Absorbirbarkeit als von gleicher Beschaffenheit mit den von Röntgen entdeckten Strahlen erwiesen haben. Es fand auch Neusser, dass *die Kalksalze enthaltenden Blasensteine* — sie bestehen aus Harnsäure, harnsauren Salzen, oxalsaurem Kalk, phosphorsaurem Kalk, der auch in den Knochen enthalten ist, und phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia — *wenig durchlässig* für diese Strahlen sind.

Dagegen schliessen sich die allein aus organischen Stoffen bestehenden Gallensteine, aus Cholesterin gebildet, den bisher betrachteten, wenig absorbirenden organischen Körpern an. Sie schwächen denn auch die von Röntgen entdeckten Strahlen viel weniger als Blasensteine, wie Neusser fand, und gleichen also darin jenen für sie durchsichtigeren organischen Stoffen.

Elfenbein.

Die Dichte desselben schwankt von 1,80 bis 1,92; ihr mittlerer Werth ist also 1,86. Sein Leitungsindex für Wärme ist nach einer Angabe von Tyndall in der früher angegebenen Weise berechnet 0,0₃6211; seiner specifischen Wärme bei constantem Atmosphärendruck habe ich den für Knochen angenommenen Werth beigelegt. Der Brechungsindex des sehr geringe Doppelbrechung zeigenden Elfenbeins ist nach F. Kohlrausch 1,53995 im Mittel. Danach wird der Vernichtungsindex

$$j:4l = 0,1498, \quad \varepsilon^{-j:2l} = 0,7410.$$

Eine Schicht von der Dicke eines Decimeters lässt 5 Proc. der betrachteten Wellen hindurch.

Eine Schicht von 1 cm Dicke lässt danach etwa zweiundeinhalbmal weniger hindurch als eine Muskelschicht von derselben Dicke, fünfmal weniger als Kiefernholz von gleicher Dicke und ungefähr zweiundeinhalbmal weniger als die stärker absorbirenden Hölzer.

Kork.

Seine Dichte ist nach Muschenbroek 0,24, seine specifische Wärme bei constantem Atmosphärendruck nach A. Zinger und J. Schtschegljaew 0,4852. Sein Leitungsindex für Wärme ist nach Forbes 0,0₅717, nach E. Lees 0,0₃13; sein mittlerer Werth ist danach 0,0₃4235. Da sein Hauptbestand-

theil unreine Cellulose ist, können wir ihm den zuvor für Holz angewandten Brechungsindex desselben beilegen. Dann wird

$$j:4l = 0,1864, \quad \epsilon^{-j:2l} = 0,6888.$$

Eine Schicht von 1 dm Dicke würde nur 2,4 Proc. der untersuchten Wellen hindurchlassen.

Papier — Spielkarten.

Der Leitungsindex für Wärme für Papier ist von Lees zu 0,0₃31 und von Péclet zu 0,0₃1195 bestimmt worden. Sein mittlerer Werth ist danach 0,0₃21475. Auch dem Leitungsindex der Wärme für Spielkarten kann dieser Werth beigelegt werden, da sie im wesentlichen aus Papier zusammengesetzt sind. Auch ihre anderen hier benutzten physikalischen Constanten können aus diesem Grunde gleich denen des Papiers genommen werden. Da letzteres hauptsächlich aus Pflanzenfasern, z. B. Flachsfasern, besteht, kann seine Dichte gleich derjenigen, vor allem zu demselben verwandten Flachsfaser, also gleich 1,5 gesetzt werden. Da es wesentlich aus Cellulose besteht und an Dichte den gleichfalls aus diesem hauptsächlich gebildeten schweren Hölzern nahe steht, kann seine specifische Wärme bei constantem Atmosphärendruck gleich derjenigen eines schweren Holzes, z. B. des Palmenholzes, genommen und also gleich 0,4194 gesetzt werden. Der Brechungsindex kann als derjenige der Cellulose angenommen werden, wie er vorher für die verschiedenen Holzarten angewandt worden ist. Danach wird der Vernichtungsindex:

$$j:4l = 0,01749,$$

der Schwächungsindex $\epsilon^{-j:2l}$ ist 0,9656; eine Schicht von der Dicke eines Decimeters lässt 70,48 Proc. der auffallenden Strahlen der hier betrachteten Art hindurch.

Papier und Spielkarten sind danach von den bisher untersuchten Stoffen am durchsichtigsten für diese Strahlen. Sie verhalten sich also ihnen gegenüber in dieser Hinsicht wie die von Röntgen entdeckten Strahlen. Er fand Papier für sie sehr durchlässig, sodass sie ein ungebundenes Buch von etwa 1000 Seiten in merklicher Menge durchdrangen, wie auch ein doppeltes Whistspiel.

Deckelpappe.

Ihr Leitungsindex für Wärme ist zu 0,0453 bestimmt worden. Da sie aus Papiermasse besteht, dem zur Erhöhung der Härte und des Gewichtes Thon und Kreide beigemischt sind und letztere wohl die Dichte der zu Pappe verwandten Papiermasse erhöhen, aber ihre spezifische Wärme bei constantem Atmosphärendruck vermindern dürften, werden wir annähernd dem Bruch $n^3 : s c_p$ für Pappe denselben Werth beilegen dürfen, wie für Papier. Dann wird der Vernichtungsindex:

$$j : 4l = 0,03689, \quad \epsilon^{-j:2l} = 0,09288.$$

Eine Schicht von der Dicke eines Decimeters lässt 47,81 Proc. der einfallenden Strahlen der untersuchten Gattung hindurch. *Die beiden Deckel eines Buches vernichten nur ein paar Procent der hindurchgehenden Wellen dieser und es verhält sich auch Pappe diesen Strahlen gegenüber wie gegen die von Röntgen entdeckten.*

Hartgummi — Ebonit.

Die Dichte des Ebonits oder Hartgummis ist zu 1,17704 von F. Campanile bestimmt worden, sein Leitungsindex für Wärme zu 0,0489, zu 0,0336 von Stefan, zu 0,0337 von Forbes und zu 0,0340 von Lees; sein mittlerer Werth ergibt sich danach gleich 0,032507. Seine spezifische Wärme bei constantem Atmosphärendruck bestimmten A. M. Mayer zu 0,33125 und A. Zinger und J. Schtschegljaew zu 0,3387; sie ergibt sich danach im Mittel gleich 0,334975. Sein Brechungsindex ist aus Reflexionsversuchen zu 1,568, von Jellet zu 1,611, durch prismatische Beobachtungen von Lebedew zu 1,6 und ebenso von E. Ayrton und J. Perry bestimmt worden und wird demnach im Mittel 1,6037. Daraus folgt für den Vernichtungsindex der Werth:

$$j : 4l = 0,06897, \quad \epsilon^{-j:2l} = 0,8712.$$

Eine Schicht von der Dicke eines Decimeters lässt 25,17 Proc. der einfallenden Strahlen der betrachteten Art hindurch. Es würde danach gegen sie sich nahezu ebenso wie Ebenholz und Buchsbaumholz verhalten.

Mehrere Centimeter dicke Hartgummischeiben lassen nach Röntgen die von ihm entdeckten Strahlen hindurch. *Hartgummi verhält sich also gegen sie wie gegen die hier untersuchten Wellen.*

Vulkanisirter Kautschuk.

Der Leitungsindex für Wärme des *harten grauen vulkanisirten Kautschuks* ist gleich 0,0₃55 bestimmt worden. Seine Dichte ist nach Graetz 1,244, seine specifische Wärme bei constantem Atmosphärendruck nach A. M. Mayer 0,33125. Da er dem Hartgummi chemisch nahe steht, werde ich seinen Brechungsindex dem jenes gleich setzen, was jedenfalls zu einem ersten Näherungswerthe führt. Mit diesen Werthen wird

$$j:4l = 0,1432, \quad \varepsilon^{-j:2l} = 0,7510.$$

Eine Schicht von der Dicke eines Decimeters lässt 5,7 Proc. der einfallenden Strahlen der untersuchten Gattung hindurch.

Der Leitungsindex für Wärme des *weichen grauen vulkanisirten Kautschuks* ist zu 0,0₃44 bestimmt worden. Die Dichte, den Brechungsindex, die specifische Wärme bei constantem Atmosphärendruck habe ich wie zuvor angenommen. Dann ergibt sich

$$j:4l = 0,1146, \quad \varepsilon^{-j:2l} = 0,7951.$$

Eine Schicht von der Dicke eines Decimeters lässt 10,11 Proc. der auffallenden Strahlen der betrachteten Art hindurch.

Parakautschuk.

E. Lees gibt den Leitungsindex für Wärme des reinen Paragummi zu 0,0₃38 an, Péclet den des Kautschuks gleich 0,0₃4722. Als sein mittlerer Werth für Kautschuk ergibt sich danach 0,0₃4261. Die specifische Wärme bei constantem Atmosphärendruck des gekneteten Parakautschuks geben H. Gee und L. Terry zu 0,481 an. Die mittlere Dichte des nicht vulkanisirten Kautschuks wird zu 0,955 angegeben. Da der Kautschuk dem Kopal chemisch nahe verwandt ist, habe ich dessen Brechungsindex als den des Kautschuks näherungsweise angenommen. Derjenige des Kopals ist von Wollaston zu 1,535, von Jamin zu 1,528, von Brewster zu 1,549 und von Young gleich 1,553 bestimmt worden und sein mittlerer

Werth wird danach 1,54125. Demnach wird für reinen Kautschuk

$$j:4l = 0,08934, \quad \epsilon^{-j:2l} = 0,8363.$$

Eine Schicht von 1 dm Dicke lässt 16,75 Proc. der einfallenden Strahlen der betrachteten Gattung hindurch.

Schellack.

Den Leitungsindex für Wärme fand Lees gleich 0,0₃60. Da es den Harzen nachsteht, habe ich seine Dichte gleich dem Mittel derjenigen einiger Harze von bekannter Dichte angenommen. Diejenige des Fichtenharzes ist 1,07, die mittlere des Kopals 1,095; das ergiebt 1,0825 als Mittel. Als specifische Wärme bei constantem Atmosphärendruck habe ich für Schellack diejenige des den Harzen nahestehenden Parakautschuks genommen. Den Brechungsindex gibt Wollaston für Schellack zu 1,52, Brewster zu 1,525 an; er wird also im Mittel 1,5225. Mit diesen Werthen wird

$$j:4l = 0,10695, \quad \epsilon^{-j:2l} = 0,8073.$$

Eine Schicht von 1 dm Dicke lässt 11,775 Proc. der auffallenden Strahlen der untersuchten Art hindurch.

Bei der chemischen Verwandtschaft der verschiedenen Harze werden wir die letzteren Werthe annähernd gültig für die Harze im allgemeinen annehmen können. *Die Harze absorbiren die hier betrachteten Strahlen viel stärker als die Holzarten, mit Ausnahme des ihnen in Bezug auf Schwächungsvermögen für diese Strahlen nahestehenden Ahorn- und Fichtenholzes, im besonderen viel stärker als Kiefernholz oder Kienholz. Diese Strahlen gleichen darin den von Röntgen entdeckten, denn die stärkere Absorption des Harzes im Kienholz machte sich bei Versuchen von Schultz-Henke dadurch bemerkbar, dass bei photographischer Aufnahme mit letzteren Strahlen durch Kienholz hindurch die Harzstreifen im Bilde dunkel blieben.*

Russ.

Als Werth des Leitungsindex für Wärme habe ich den der Kohle genommen, der nach Forbes 0,0₃405 ist, als Werth der specifischen Wärme bei constantem Atmosphärendruck denjenigen der Holzkohle, den Regnault gleich 0,2415 fand. Die Dichte des Russes bestimmte W. Rosicky zu 2,33, den

Brechungsindex des Russes gleich 2.389. Danach wird sein Vernichtungsindex:

$$j:4l = 0,2618, \quad \varepsilon^{-j:2l} = 0,5918.$$

Eine Schicht von der Dicke eines Decimeters lässt dann nur 0,527 Proc. hindurch von den Strahlen der untersuchten Art mit der Wellenlänge $4l_0 = 0,05$ cm im Weltenraume.

Da uns der Brechungsindex für diese Wellen durch unmittelbare Beobachtung für Russ und andere Stoffe unbekannt ist, können wir ihnen für sie den *Brechungsindex Eins* zuschreiben, den Röntgen für die von ihm entdeckten Strahlen und von ihm untersuchten Körper fand, weil sie sich in Bezug auf ihre Durchsichtigkeit jenen gleich erwiesen haben. Mit diesem Werthe des Brechungsindex ergibt sich

$$j:4l = 0,01918, \quad \varepsilon^{-j:2l} = 0,9622,$$

und eine Schicht von der Dicke eines Decimeters lässt 68,14 Proc. der einfallenden Strahlen dieser Gattung hindurch. *Russ ist also für sie sehr durchsichtig und verhält sich also gegen sie wie gegen die von Röntgen entdeckten, nach dem Druckerschwärze den letzteren kein merkliches Hinderniss bereitet.* Tinte dürfte ihrem Gehalt an Eisenvitriol ein grösseres Schwächungsvermögen verdanken für die Strahlen und von Metallsalzen freie Tinten sehr durchsichtig für sie sein.

Balsam.

Canadabalsam. Nach R. Wachsmuth ist der Leitungsindex für Wärme 0,25833, seine Dichte 0,989 und seine spezifische Wärme bei constantem Atmosphärendruck 0,349. Sein Brechungsindex ist nach Wollaston 1,525, nach Young 1,532, nach Brewster 1,549 und also im Mittel 1,5366. Dann wird

$$j:4l = 0,07143, \quad \varepsilon^{-j:2l} = 0,8670,$$

und eine 1 dm dicke Schicht lässt 23,97 Proc. der auffallenden Strahlen der untersuchten Art hindurch.

Für den Brechungsindex Eins ergibt sich:

$$j:4l = 0,01968, \quad \varepsilon^{-j:2l} = 0,9614,$$

und 67,44 Proc. austretende von diesen Strahlen aus einer 1 dm dicken Schicht.

Copaivabalsam. Seine Dichte ist 0,985, seine spezifische Wärme bei constantem Atmosphärendruck 0,345 und sein

Leitungsindex für Wärme 0,0₃25833 nach R. Wachsmuth. Der Brechungsindex ist gleich 1,507 von Wollaston, gleich 1,514 und 1,516 von Young und gleich 1,528 von Brewster angegeben und danach im Mittel 1,51625. Mit diesen Werthen wird

$$j:4l = 0,06973, \quad \varepsilon^{-j:2l} = 0,8698,$$

und eine Schicht von der Dicke eines Decimeters lässt 24,79 Proc. der einfallenden Strahlen dieser Art hindurch.

Mit dem Brechungsindex Eins folgt

$$j:4l = 0,0200, \quad \varepsilon^{-j:2l} = 0,9606,$$

und 67,01 Proc. der auffallenden Strahlen dieser Art liesse eine Schicht von 1 dm Dicke austreten.

Oel.

Mandelöl. Oleum Amygdalarum dulcium Germanicum. Nach R. Wachsmuth ist seine Dichte 0,915, seine spezifische Wärme bei constantem Atmosphärendruck 0,397, sein Leitungsindex für Wärme 0,0₃395. Seinen Brechungsindex gibt Wollaston zu 1,469 und 1,470 an, Young zu 1,481, Brewster zu 1,483; er wird danach im Mittel 1,47575 und es ergibt sich

$$j:4l = 0,09192, \quad \varepsilon^{-j:2l} = 0,8320.$$

Eine Schicht von der Dicke eines Decimeters lässt 15,90 Proc. der eintretenden Strahlen der untersuchten Art hindurch.

Für den Brechungsindex Eins folgt

$$j:4l = 0,02860, \quad \varepsilon^{-j:2l} = 0,9444$$

und 56,44 Proc. austretender Strahlen aus einer 1 dm dicken Schicht.

Oleum Amygdalarum dulcium verum Angelicum. Seine Dichte ist 0,918, seine spezifische Wärme bei constantem Atmosphärendruck 0,353, sein Leitungsindex für Wärme 0,0₃405 nach R. Wachsmuth. Als Werth seines Brechungsindex habe ich den vorigen genommen. Dann wird

$$j:4l = 0,1056, \quad \varepsilon^{-j:2l} = 0,8096,$$

und eine Schicht von der Dicke eines Decimeters lässt 12,10 Proc. der betrachteten Wellen hindurch.

Für den Brechungsindex Eins ergibt sich

$$j:4l = 0,03288, \quad \varepsilon^{-j:2l} = 0,9363,$$

und 51,80 Proc. austretender Strahlen dieser Wellen aus einer 1 dm dicken Schicht.

Mohnöl. Sein Leitungsindex für Wärme ist 0,0395, seine Dichte 0,919, seine specifische Wärme bei constantem Atmosphärendruck 0,337 nach R. Wachsmuth; sein Brechungsindex ist nach Brewster 1,467, nach Young 1,483 und danach im Mittel 1,474. Daraus folgt

$$j:4l = 0,1077, \quad \epsilon^{-j:2l} = 0,8063;$$

eine Schicht von der Dicke eines Decimeters lässt 11,60 Proc. der eintretenden Wellen dieser Gattung hindurch.

Für den Brechungsindex wird

$$j:4l = 0,03356, \quad \epsilon^{-j:2l} = 0,9352,$$

und eine Schicht von der Dicke eines Decimeters lässt 51,11 Proc. dieser Wellen austreten.

Ricinusöl. Sein Leitungsindex für Wärme ist 0,03425, seine Dichte 0,961, seine specifische Wärme bei constantem Atmosphärendruck 0,434 nach R. Wachsmuth und sein Brechungsindex ist 1,495 nach Brewster. Demnach wird

$$j:4l = 0,09674, \quad \epsilon^{-j:2l} = 0,8241;$$

eine Schicht von 1 dm lässt 14,44 Proc. dieser Strahlen hindurch.

Für den Brechungsindex Eins ergibt sich

$$j:4l = 0,02924, \quad \epsilon^{-j:2l} = 0,9432,$$

und 55,71 Proc. austretende Strahlen aus einer Schicht von 1 dm Dicke.

Muscatbutter. Ihre Dichte ist 0,943, ihre specifische Wärme bei constantem Atmosphärendruck 0,408, ihr Leitungsindex für Wärme 0,03517; ihr Brechungsindex ist nach Young 1,491, nach Wollaston 1,497 und danach im Mittel 1,494. Mit diesen Werthen ergibt sich

$$j:4l = 0,08019, \quad \epsilon^{-j:2l} = 0,8517,$$

und eine Schicht von 1 dm Dicke lässt 20,12 Proc. von diesen Strahlen hindurch.

Für den Brechungsindex Eins wird

$$j:4l = 0,02404, \quad \epsilon^{-j:2l} = 0,9530;$$

eine Schicht von der Dicke eines Decimeters lässt 61,84 Proc. von diesen Wellen hindurch.

Schwefel.

Die Dichte des *festen* nichtkrystallinischen Schwefels ist 1,975, seine specifische Wärme bei constantem Atmosphärendruck nach Dulong 0,1880, nach Regnault 0,1764, nach Kopp 0,163, nach Bunsen 0,1712 und sie ist also danach im Mittel 0,17465; seinen Brechungsindex gibt H. Gordon zu 2,115 und seinen Leitungsindex für Wärme Lees zu 0,0₃45 an. Daraus ergibt sich

$$j:4l = 0,3247, \quad \varepsilon^{-j:2l} = 0,5223,$$

und eine Schicht von der Dicke eines Decimeters lässt 0,15 Proc. der eintretenden Strahlen der betrachteten Art hindurch.

Für den Brechungsindex Eins wird

$$j:4l = 0,03432, \quad \varepsilon^{-j:2l} = 0,9336,$$

und eine 1 dm dicke Schicht lässt 50,32 Proc. von diesen Wellen hindurch.

Für den *geschmolzenen* Schwefel bestimmte F. Neumann $k:sc_p$ zu 0,0₂126. Mit diesem Werthe folgt für den Brechungsindex Eins

$$j:4l = 0,03315, \quad \varepsilon^{-j:2l} = 0,9358;$$

eine Schicht von der Dicke eines Decimeters lässt 51,53 Proc. dieser Strahlen austreten.

Paraffin.

Die Dichte des festen Paraffins ist im Mittel 0,906, seine specifische Wärme bei constantem Atmosphärendruck nach Batelli und Martinetti im Mittel 0,4595, sein Brechungsindex nach H. Gordon 1,422. Seinen Leitungsindex für Wärme fand Forbes gleich 0,0₃141, Lees gleich 0,0₃61, R. Weber gleich 0,0₃2294; er ist danach im Mittel 0,0₃268 und er wird mit diesen Werthen

$$j:4l = 0,05937, \quad \varepsilon^{-j:2l} = 0,8880;$$

eine Schicht von der Dicke eines Decimeters lässt 30,49 Proc. der untersuchten Wellen austreten.

Für den Brechungsindex Eins ergibt sich

$$j:4l = 0,02065, \quad \varepsilon^{-j:2l} = 0,9598;$$

eine Schicht von der Dicke eines Decimeters lässt 66,16 Proc. dieser Strahlen hindurch.

Wachs.

Die mittlere Dichte des festen Wachses ist 0,9635; seine spezifische Wärme bei constantem Atmosphärendruck ist nach Person 0,504, nach Gadolin 0,5318 und demnach im Mittel 0,5179. Seinen Leitungsindex für Wärme bestimmte Forbes zu 0,0,870, Hopkins zu 0,0,7360; sein mittlerer Werth ist danach 0,0,8030. Den Brechungsindex desselben fand Young gleich 1,492 und 1,507, Wollaston gleich 1,542 und 1,535, Malus gleich 1,5123 und er wird danach im Mittel 1,51766. Daraus folgt

$$j:4l = 0,0148, \quad \varepsilon^{-j:2l} = 0,9706$$

und eine Schicht von der Dicke eines Decimeters lässt 74,36 Proc. der hier untersuchten Strahlen hindurch.

Für den Brechungsindex Eins wird

$$j:4l = 0,004233, \quad \varepsilon^{-j:2l} = 0,9914$$

und es treten 91,90 Proc. dieser Wellen aus einer 1 dm dicken Schicht aus. Wachs ist also sehr durchsichtig für sie und schwächt sie noch etwas weniger als Papier.

Wasser.

Mit den früher angegebenen Werthen für die Anwendung der annähernd gültigen Gleichung (III) zur Berechnung des Vernichtungsindex und mit dem Werthe n_H des Brechungsindex des Wassers wird für die Wellenlänge $4l_0 = 0,0,5$ cm im Weltenraume

$$j:4l = 0,08427, \quad \varepsilon^{-j:2l} = 0,8449.$$

Eine Schicht von der Dicke eines Decimeters lässt 18,53 Proc. dieser Wellen hindurch.

Für den Brechungsindex Eins folgt

$$j:4l = 0,03465, \quad \varepsilon^{-j:2l} = 0,9330,$$

und eine Schicht von der Dicke eines Decimeters lässt 50,11 Proc. dieser Strahlen hindurch. *Wasser ist demnach sehr durchsichtig in Bezug auf diese Strahlen, denen gegenüber es sich in dieser Hinsicht wie gegenüber den von Röntgen entdeckten verhält, der es sehr durchlässig für letztere fand.*

Eis.

Nach F. Neumann ist $k:sc_p$ für Eis gleich 0,001145. Seine Doppelbrechung ist sehr gering und wir können es des-

halb annähernd als nichtkrystallinisch ansehen. Sein Brechungsindex für die Linie F ist nach Pulfrich 1,314. Mit diesen Werthen wird

$$j:4l = 0,06833, \quad \epsilon^{-j:2l} = 0,8724;$$

eine Schicht von der Dicke eines Decimeters lässt 25,51 Proc. von den betrachteten Wellen hindurch.

Für den Brechungsindex Eins ergibt sich

$$j:4l = 0,03014, \quad \epsilon^{-j:2l} = 0,9415,$$

und eine Schicht von 1 dm Dicke lässt 54,75 Proc. von diesen Strahlen hindurch. *Wasser und Eis wären danach für sie fast gleich durchlässig.*

Schwefelkohlenstoff.

Mit dem Werthe $n_H = 1,70196$ und den früher angegebenen Werthen von k , s , s_p wird

$$j:4l = 0,1833, \quad \epsilon^{-j:2l} = 0,6931;$$

eine 1 dm dicke Schicht lässt 25,59 Proc. der betrachteten Strahlen hindurch.

Mit dem Brechungsindex Eins, den es nach Röntgen für die von ihm entdeckten Strahlen hat, folgt

$$j:4l = 0,03724, \quad \epsilon^{-j:2l} = 0,9284,$$

und eine Schicht von der Dicke eines Decimeters lässt 47,47 Proc. dieser Strahlen hindurch. *Es ist für sie sehr durchlässig, wie nach den Versuchen von Röntgen für die von ihm entdeckten Strahlen.*

Gesteine.

Schiefer. Sein Leitungsindex für Wärme ist nach Less 0,0₃47, nach Forbes 0,0₃81, derjenige des Thonschiefers aus dem Schwarzathale nach Less 0,0₃012 und der des Tafelschiefers von Carlsbad 0,0₃448 nach demselben. Die Dichte des Schiefers wird zu 2,8 und 2,65 angegeben, die des von ihm untersuchten Thon- und Tafelschiefers beziehlich von Lees gleich 2,685 und 2,731. Als mittlere Dichte des Schiefers ergibt sich danach der Werth 2,7165. Den Brechungsindex n_D des Devonschiefers gibt F. Kohlrausch zu 1,534 an. Danach wird

$$j:4l = 0,3623, \quad \epsilon^{-j:2l} = 0,4846;$$

eine 1 dm dicke Schicht lässt nur 0,07 Proc. dieser Strahlen hindurch.

Für den Brechungsindex Eins ergibt sich

$$j:4l = 0,1004, \quad \epsilon^{-j:2l} = 0,8180,$$

und eine Schicht von der Dicke eines Decimeters lässt 13,43 Proc. der untersuchten Strahlen austreten.

Thon. Der Leitungsindex für Wärme von trockenem Thonpulver ist nach Hopkins $0,0_37156$, von feuchtem Thon nach K. Ångström $0,0_237733$ und von gemeinem Thon nach E. Less $0,0_21766$ und danach im Mittel $0,0_2208497$. Die Dichte des gemeinen Thons ist nach E. Less $2,003$, nach anderer Angabe ist die mittlere des Thons $2,15$ und wir wollen demzufolge der Dichte den mittleren Werth $2,075$ geben. Die specifische Wärme bei constantem Atmosphärendruck ist $0,1850$. Für den Brechungsindex Eins ergibt sich mit diesen Werthen

$$j:4l = 0,1429, \quad \epsilon^{-j:2l} = 0,1429,$$

und eine Schicht von der Dicke eines Decimeters lässt 5,74 Proc. der untersuchten Wellen hindurch.

Sandstein. Nach F. Neumann ist in diesem Stoffe $k:sc_p$ gleich $0,01357$. Für den Brechungsindex Eins ist dann

$$j:4l = 0,3570, \quad \epsilon^{-j:2l} = 0,4897,$$

und eine Schicht von der Dicke eines Decimeters lässt 0,079 Proc. der betrachteten Strahlen hindurch.

Granit. Nach F. Neumann ist für diesen Stoff $k:sc_p$ gleich $0,01094$. Für den Brechungsindex ergibt sich danach

$$j:4l = 0,2878, \quad \epsilon^{-j:2l} = 0,5624,$$

und eine Schicht von der Dicke eines Decimeters lässt 0,32 Proc. der untersuchten Strahlen hindurch.

Steinkohle. Nach F. Neumann ist hier $k:sc_p$ gleich $0,00116$ und für den Brechungsindex Eins wird dann

$$j:4l = 0,03052, \quad \epsilon^{-j:2l} = 0,9408,$$

und eine Schicht von der Dicke eines Decimeters lässt 54,31 Proc. der betrachteten Wellen hindurch.

Von den hier untersuchten Gesteinen ist Steinkohle verhältnissmässig gut, Schiefer mässig durchsichtig für die hier betrachteten Wellen.

Berlin, den 29. Februar 1896.