光

　60208849　　１-セ　　坂部昭憲

目的

Laserを使った簡単な実験によって、光の反射、偏光、回折について学ぶ。また、Laserの波長を測定する。

原理

　Laserは指光性が高く、波長が一定で、位相がそろっているコヒーレント光である。光は電磁波と呼ばれる波のひとつで，電磁波は電場と磁場の振動が伝搬する現象のことである。電場と磁場の振動方向は互いに垂直でかつ進行方向に垂直である。光の進行方向と磁場を含む面を光の偏りの面又は「偏光面」、また、 電場を含む面を「振動面」という。偏光面の方向が揃っている場合を「偏光」という。簡単に言うと、振動方向がそろった光のことである。光（電場）の振動面が入射面と平行な偏光をｐ波、光の振動面が入射面と垂直な偏光をｓ波という。

実験方法

①偏光の実験

半導体レーザーと測光器との間に一枚の偏光板を置き、偏光板の角度を０°から９０°まで

１０°ずつ変えながら測光器につないだ電圧計で、発生する電圧の大きさを読み取り、記録した。このとき、半導体レーザーの溝は縦向きにした。また、偏光版にかかれた白い線（透過容易軸）が縦になるときを０°とした。

　　　　　　　測光器　　　　　　　　　　　　　　　　　半導体レーザー

　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　偏光板

　　　　　　　電圧計

②反射の実験

裏面を黒く塗ったガラス板を０°から９０°まで１０°づつ変えながら半導体レーザーを当てた。反射光を測光器に当て、発生する電圧を電圧計で測定した。このとき、レーザー光がガラス面に垂直に当たるときを０°とした。特別に５５°のときも測定した。半導体レーザーの溝が縦の場合と横の場合の二通り測定した。

　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　ガラス板

　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　θ

　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　測光器

　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　半導体レーザー

　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　電圧計

③回折の実験

ヘリウムネオンレーザーを金尺の目盛りにあて、その反射光を紙の上に映し、現れる輝点の位置を鉛筆で記録した。このとき、レーザー光と金尺の角度がなるべく小さくなるようにした。レーザー光が直接あたる点を原点とし、一番近い輝点の位置をｌ₀とし、以下、ｌ₁、ｌ₂、・・・・とした。金尺は１．０ｍｍ目盛りを使い、原点と金尺上の反射点との

距離Ｌを測定した。

　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　スクリーン

　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　ｌｍ

ヘリウムネオンレーザー　　　　　　　　　　　　　　　　　　βｍ　　　β₁　　　　　　　　　　　　　　ｌ₁

　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　α　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　ｌ₀

　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　金尺　　　　　　　　　　Ｌ

結果

1. 偏光の実験

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 角度θ | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 |
| 電圧Ｖ（θ） | 1.790 | 1.772 | 1.615 | 1.410 | 1.015 |
| 透過率Ｔ（θ） | 1.000 | 0.990 | 0.902 | 0.788 | 0.567 |
| cos²θ | 1.000 | 0.970 | 0.883 | 0.750 | 0.587 |
| 角度θ | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
| 電圧Ｖ（θ） | 0.780 | 0.551 | 0.190 | 0.020 | 0.009 |
| 透過率Ｔ（θ） | 0.436 | 0.308 | 0.106 | 0.011 | 0.005 |
| cos²θ | 0.413 | 0.250 | 0.117 | 0.030 | 0.000 |



グラフは以下のようになる

②反射の実験

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 角度θ | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |
| 電圧Ｖｓ（θ） | 0.1 | 0.108 | 0.15 | 0.185 | 0.3 |
| 電圧Ｖｐ（θ） | 0.08 | 0.065 | 0.043 | 0.03 | 0.019 |
| 反射率Ｒｓ（θ） | 1 | 1.08 | 1.5 | 1.85 | 3 |
| 反射率Ｒｐ（θ） | 1 | 0.8125 | 0.5375 | 0.375 | 0.2375 |
| 角度θ | 55 | 60 | 70 | 80 | 90 |
| 電圧Ｖｓ（θ） | 0.36 | 0.46 | 0.94 | 1.6 | 3.2 |
| 電圧Ｖｐ（θ） | 0.001 | 0.02 | 0.035 | 0.87 | 2.75 |
| 反射率Ｒｓ（θ） | 3.6 | 4.6 | 9.4 | 16 | 32 |
| 反射率Ｒｐ（θ） | 0.0125 | 0.25 | 0.4375 | 10.875 | 34.375 |



グラフは以下のようになる

1. 回折の実験

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ｍ | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ｌｍ〔ｃｍ〕 | 5.7 | 6.2 | 6.8 | 7.1 | 7.5 | 7.8 |
| ｌｍ（ｌｍ－ｌ0）〔ｃｍ〕 | 0 | 3.1 | 7.48 | 9.94 | 13.5 | 16.38 |
| ｍ | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |  |
| ｌｍ〔ｃｍ〕 | 8.1 | 8.4 | 8.7 | 9 | 9.3 |  |
| ｌｍ（ｌｍ－ｌ0）〔ｃｍ〕 | 19.44 | 22.68 | 26.1 | 29.7 | 33.48 |  |

（Ｌ＝51ｃｍ　　ｄ＝1.0ｍｍ）

考察

* なぜ透過率Ｔ（θ）の理論値がcos２θなのか

波の強さは、一般に（振幅×振動数）２に比例する。ここで、偏光板の透過容易軸とレーザー光の偏光方向のなす角がθのとき、偏光板を通過した光の振幅Ａ´は、もとの振幅をＡとすると、Ａ´＝Ａcosθとなる。



* ｐ波ｓ波のちがい、ブリュースター角とは

反射光と屈折光の進路が直角になる入射角のとき、ｐ波が反射しなくなる。この角度をブリュースター角という。ブリュースター角は，界面をなす２媒質の屈折率のみで決まる角度である。反射の実験において、ｓ波が，入射角*θ* の増大にともなって単調に増加するのに対し、ｐ波のプロットは5５°で反射率がほぼ0になり，その後増加に転じていることがわかる。ブリュースター角θは次式をみたすθである。



* 最小自乗法により傾きを求め、ヘリウムネオンレーザーの波長を計算する





理論値は632〔ｎm〕であるから、相対誤差は



参考文献

<http://www.magnet.okayama-u.ac.jp/magword/light/>

<http://www.newport-japan.co.jp/tutorial/opt_102_01.html>

<http://www2.mitsuya.nuem.nagoya-u.ac.jp/~noda/kenkyu/kenkyu.html>

物理の講義　　増進会出版社