実験1　白色光の分光と色　結果

実験1.1 格子定数の回折格子をスクリーンから離れた位置に設置し、白色光の分光を行うことで白色光スペクトルを観察した。図1に示すように、スクリーンには0次光と1次光が得られた。0次光と1次光の青、緑、赤色のスペクトルとの距離を測ったところ、それぞれであった。

実験2.2 白色光を色フィルター（赤、緑、青、シアン、マゼンタ、黄）に通した時、それぞれのスクリーン上には図のようなスペクトルが得られた。赤、緑、青のフィルターを用いた場合、それぞれのフィルターと同じ色の0次光と1次光がスクリーン上に投影された。シアン、マゼンタ、黄のフィルターを用いた場合、0次光はそれぞれのフィルターと同じ色であったが、1次光はシアンが青と緑、図6では見にくいがマゼンタが青と赤、黄が緑と赤の二色に分かれていた。

実験1　考察

分光した白色光は、図1に示すように0次では白色光、1次では虹色の白色光スペクトルが映し出された。0次光と1次光の青、緑、赤のスペクトルとの距離より、それぞれの波長を算出する。格子定数をd、回折格子とスクリーンの距離をL、0次光と1次光の距離を、光の回折角を、光の波長をλとする。回折される光が強め合う条件は、隣り合う二つのスリットからの光波の光路差が波長の整数倍になる時、つまりとなる時である。　と近似し、(1)式に代入して整理するとが得られる。xは0次光と1次光の距離なのでn=1とし、（2）式より青、緑、赤の波長を算出すると、それぞれとなった。これは人が青、緑、赤と判断する波長の範囲に収まっているため、適切な値といえる。実験結果から白色光をフィルターに通すことで、特定の色がスクリーン上に得られたことから、フィルターは特定の波長のみを透過するといえる。シアン、マゼンタ、黄のフィルターによって白色光が2色のスペクトルに別れたのは、これらのフィルターが2種類の波長のみを通すからである。このことから、これらの色は2種類の単色光から成っていることがわかる。これらより、各フィルターの色が持つ波長の透過率が高くなっていることが分かる。2枚のフィルターを重ねておいた場合、その2つのフィルターが通しうる波長が透過される。黄とシアンを重ねた場合の実験結果を見てみると、図8に示されるように緑のスペクトルのみが投影されている。これはシアンのフィルターは青と緑、黄のフィルターは緑と赤の波長を透過できるため、共通となる緑の波長のみが透過されるからである。人は赤と青の波長から同程度の刺激を受けることで、マゼンタを認識することができる。しかし、自然の自然光のスペクトルにはマゼンタ色の単色光がなく、それに近い波長も存在しない。そのため、自然の自然光のスペクトルの中にはマゼンタは存在しない。

実験2　レーザー光を用いた光の回折と干渉　結果

単スリットS1、ダブルスリットD1、または回折格子G1をスクリーンからのところに設置し、波長[m]のレーザー光の回折を観察した結果、図9、11、13が見られた。単スリットとダブルスリットの場合、14次までの暗点の間隔をそれぞれ測定し、次数と暗点間隔の関係を図15、16のようにグラフにした。回折格子の場合、14次までの明点の間隔を測定し、次数と明点間隔の関係を図17のグラフに示した。それぞれのグラフの傾きからスリットの幅、格子定数を算出したところ、単スリットの幅は、ダブルスリットの幅は、回折格子の格子定数はとなった。比較のため、スリットの幅を顕微鏡とコンピュータを用いて測定した結果、単スリットの幅は、ダブルスリットの幅は、回折格子の格子定数はであった。

実験2　考察

スクリーンとスリットの距離をL、レーザー光の波長をλ、回折像の中心と明点/暗点との間隔をとする。単スリットの幅をとすると、単スリットに入射された光がを満たすと、スクリーン上に暗線となって現れる。とすると、(3)式はと表せられる。これを変形するととなり、＝一定より、は傾きが のの関数となる。表２より傾きを最小二乗法により求める。より、傾きは、である。を代入しを求めると、となる。これを顕微鏡によって測った幅と比べると、となっており、相対誤差はとなった。顕微鏡写真による幅の測定精度、実験者の目視による間隔の測定、実験機器の不正確性（光学系が平行に並んでいない等）を考慮すると、この誤差は非常に小さいため、妥当といえる。ダブルスリットの間隔b、回折格子の格子定数dも同様にそれぞれの明暗条件より(4)式を用いて、傾きを最小二乗法から求めることで算出した。それぞれの結果を顕微鏡から測定した値と比較し相対誤差を求めると、ダブルスリットの間隔は、回折格子の格子定数はとなり、これは前述したシングルスリットの幅の誤差と同様に妥当なものと言える。本実験での近似を用いたのは、目的の値を簡単に求めるためである。では、非常に小さい値の回折角を正確に測り取らなければならない。一方、を用いると、実験者が測れる程度の大きさを持ったを使うことができ、目視による計測の多少のずれも結果にあまり影響を及ぼさない。近似によって起きる数値のずれを実験2.1で回折角が最も大きい表2の4次の暗点間隔を用いて検証を行ってみる。を(6)式に代入し、スリットの幅を求めるととなる。次にを(5)式に代入し、aを求めると、となる。これらを比べると、差の絶対値はであり、これは十分に小さいといって良い。よって、を近似すると実験しやすい上に妥当な結果も得られる。単スリット、ダブルスリット、回折格子の回折像の強度分布は図9、11、13で示すように、どれも0次の回折像が最も明るく、回折角が大きくなるほど暗くなった。単スリットの回折像は0次の明点の幅が最も長くて明るく、次数を重ねるにつれ、明点の幅は短く暗くなった。ダブルスリットの回折像は、ほか二つのスリットに比べると、0次の明点が特別明るくはない。明点の幅は均等であり、単スリットに比べると次数を重ねてもあまり暗くはならない。回折格子の回折像は、明点が点としてはっきりとスクリーンに現れた。次数を重ねると、明点が小さくなり暗くなっている。実験結果より回折格子の格子定数、顕微鏡写真より回折格子のスリット幅であることが分かり、となっている。このことから、回折格子の回折像は妥当なものと言える。これらのスリットの回折結果より、スリットの数を多くしていくと、明点の幅は狭くなっていくことが分かる。実験2より、それぞれのスリットで光の干渉が見られたことから、光の波動性を確かめることができた。

実験3　白色光の偏光特性　結果

実験3.1 偏光版を2枚用いて、片方を0度から180度まで回転させた結果、図18に示すように0度と180の時に電流値の強度が最大となり、90度の時に最小となった。

実験3.2 偏光版を3枚用いて、同じように1つの偏光版を0度から180度まで回転させた結果、図19で見られるように、35～40度と約130度でピークが現れ、約90度と160～170度で強度が0となった。

実験3　考察

実験3.1で用いた固定した偏光板を偏光版1、回転機能のついた偏光板を偏光版3とする。実験結果より、偏光版1は偏光の水平方向の成分を透過すると言える。偏光版1を通した光の振り幅をa、偏光版3の回転角をとすると、電流値の強度Iはと表すことができ、これをIの理論値として図18に相対強度の理論曲線を示した。このグラフより、実測値と理論値を比べると、実測値は正確であると言って良い。ピークの値が0度180度共に少し大きいのは、実験者の受光器の感度調整によるものと言える。実験3.2で追加した偏光板を偏向版4とし、偏光版4の偏光方向は鉛直方向とする。偏光版1を通した光の振幅をa、偏光版3の回転角をとすると、偏光版3を通った光の振り幅はとなる。さらに偏光版4により、振幅はよって、電流値の強度Iはとなる。これの相対強度を図19に理論曲線で示している。理論値と実測値を比べると、実測値が全体的に角度軸負の向きにずれていることと、2つのピークの値に差があることが分かる。まず、実測値が全体的に理論値に比べずれている原因を考える。偏光版3を負の角度に回し、電流値の強度を測ったところ、160～170度の他にも-15～-10度で0となることが分かった。。実験3.1より実測値が理論値に非常に近いことから、偏光版1の偏光角度に大きなずれがないことが分かる。これらのことから、偏光版4が理論値と違いの原因となっている可能性があり、偏光版4は約-10度傾いていることが予想される。-10度ずれていると仮定すると、偏光版4を通過した光の振幅はとなり、強度はとなる。これを示したのが図20である。図20と図19を比較すると、位相が一致していることが分かる。よって、偏光版4は約-10度ずれており、偏光方向は水平面に対し約80度となっている。次に、ピークの値の差を考える。この差も図20を見ると、偏光版4の角度のずれによるものだと言える。偏光版3枚における電流値の強度は、偏光版1、偏光版4の角度が固定されているとすると、それらの角度の合計の半分の値を偏光板3が取るときピークとなる。本実験で使用した偏光版は水平方向のものと水平面から約80度のものであるため、40度と130度の時にピークが現れることが分かる。よって、この角度の違いにより、ピークの値の差が生まれる。