

## 生徒実験：回折格子とスペクトル

### 【1】目的

回折格子（グレーティング）を用いた簡易分光器で種々の光源のスペクトルを観察し、光の干渉と物質の放つ光の性質についての理解を深める。

### 【2】原理

回折格子はガラスなどの表面に多数の細い溝を等間隔に刻んだ器具で、無数のスリットが並んだのと同じはたらきをし、光の干渉の結果、特定の波長の光が特定の方向で強め合うため、分光や光の波長の測定に使用できる。

回折格子の細い溝の間隔を格子定数といい $d$ で表す。光軸に対して角度 $\theta$ の方向で強め合う光の波長を $\lambda$ とすると、これらの間には

$$d \sin \theta = m \lambda \quad (m = 0, 1, 2, 3 \dots) \quad \dots\dots \textcircled{1}$$

という関係が成り立つ。これを回折格子の式という。整数 $m$ はスペクトルの次数と呼ばれる。（注この実験では一次のスペクトルしか観測できないので、常に $m = 1$ である。）

スペクトルとは光をその波長によって分けた系列をさす。太陽光線や白熱電球の光は波長が広い範囲で連続的に分布した混合光で、連続スペクトルを示す。式①によれば、波長の長い光ほど干渉して強め合う方向の角度は大きくなるから、青い光が内側に、赤い光が外側に並んだ連続スペクトルが観察される。

放電管の中の高温の気体が放つ光のスペクトルは、とびとびの輝いた細い線で構成される線スペクトルになる。それぞれの輝線は特定の波長の光を表し、その組み合わせはそれぞれの元素に固有のものである。従って、線スペクトルを観測し、波長を求めれば、元素を特定することができる。これを分光分析という。

### 【3】器具

回折格子簡易分光器、直線フィラメント白熱電球、スペクトル管および電源装置（共用）

### 【4】作業

①まず簡易分光器の操作に慣れる。簡易分光器の正方形の窓に目をあててのぞくと正面にスリットが見える。この方向に光源を置くと、スリットを中心に左右対称にスペクトルが観測される。このとき分光器のスライドスケールを操作すると、小さな指標がスペクトルに沿って動く（図1）。この指標を目的のスペクトル線に合わせて分光器の外側の目盛によって、回折角 $\theta$ を読み取る。

（注）正方形の窓に取りつけてある回折格子のフィルムに手を触れたり傷つけたりしないこと。



図1：簡易分光器をのぞいたとき観測されるスペクトルの様子

- ②直線フィラメント白熱電球を点灯し、分光器でその連続スペクトルを観察し、自分の目の観測限界を紫側、赤側それぞれについて指標により読み取る。
- ③ナトリウム灯（共用）の光を分光器で観測し、橙色のスペクトル線の位置を指標によりできるだけ正確に読み取り、回折角 $\theta$ を決定する。
- （注）ナトリウムは可視部に一本だけ輝線スペクトルを持つ。この線をD線といい、その波長は $\lambda = 589[\text{nm}]$  ( $1[\text{nm}] = 10^{-9}\text{m}$ ) であることがわかっている。
- ④未知のスペクトル管1（共用）を点灯し、そのスペクトルを観測する。主な輝線についてその色と回折角 $\theta$ を測定する。
- ⑤未知のスペクトル管2（共用）について同様の測定を行う。
- ⑥実験室の蛍光灯を点灯し、蛍光灯のスペクトルを観測する。連続スペクトルに混じって輝線が数本観測されるので、その色と回折角 $\theta$ を測定する。

### 【5】考察

- ①作業③のナトリウム灯の測定結果と式①から、この簡易分光器に用いている回折格子の格子定数 $d$ を求めよ。1[mm]あたり何本の線が刻まれていることになるか。
- （注）以下この格子定数 $d$ を基礎データとするので慎重に決定すること。
- ②作業②の結果をもとに自分の目の可視範囲を波長で表せ。
- ③未知のスペクトル管1、2について測定した輝線の波長を式①により決定せよ。
- ④それぞれのスペクトルを図に表示せよ。
- ⑤参考資料をもとに、未知のスペクトル管1、2の中の元素はそれぞれ何であるかを推定せよ。図にして比較するとわかりやすい。
- ⑥蛍光灯のスペクトル中の輝線について式①により波長を決定し、使われている元素を推定せよ。

### 測定結果

作業②：自分の目の可視範囲  
 考察② 紫側  $\theta = \square$  波長  $\lambda = \square$  [nm]

赤側  $\theta = \square$  波長  $\lambda = \square$  [nm]

考察①：回折格子の格子定数  $d = \square$  [m]  $\rightarrow$  1[mm]あたり  $\square$  本

作業③～⑥、考察③

	輝線の色	回折角 $\theta$ [°]	波長 $\lambda$ [nm]
ナトリウム			589
スペクトル管1			
スペクトル管2			
蛍光灯			

考察④：スペクトル図（輝線の位置を線で示す）

波長  $\lambda$  (青) 350 400 450 500 550 600 650 700 [nm] (赤)

ナトリウム	
スペクトル管1	
スペクトル管2	
蛍光灯	

### 参考資料：主な元素の主要スペクトル線の波長（単位[nm]）

※考察④と同様、スペクトル図に描いて比較せよ。下記には光の強度が必ずしも強くないものが含まれることに注意する。

ナトリウム	589
カドミウム	644, 509, 480, 468
カリウム	691, 404
水銀	579, 577, 546, 435, 408
ネオン	651, 640, 627, 614, 588, 540, 470
水素	656, 486, 434, 410

波長  $\lambda$  (青) 350 400 450 500 550 600 650 700 [nm] (赤)

ナトリウム	
カドミウム	
カリウム	
水銀	
ネオン	
水素	

# $\sin\theta$ の値

