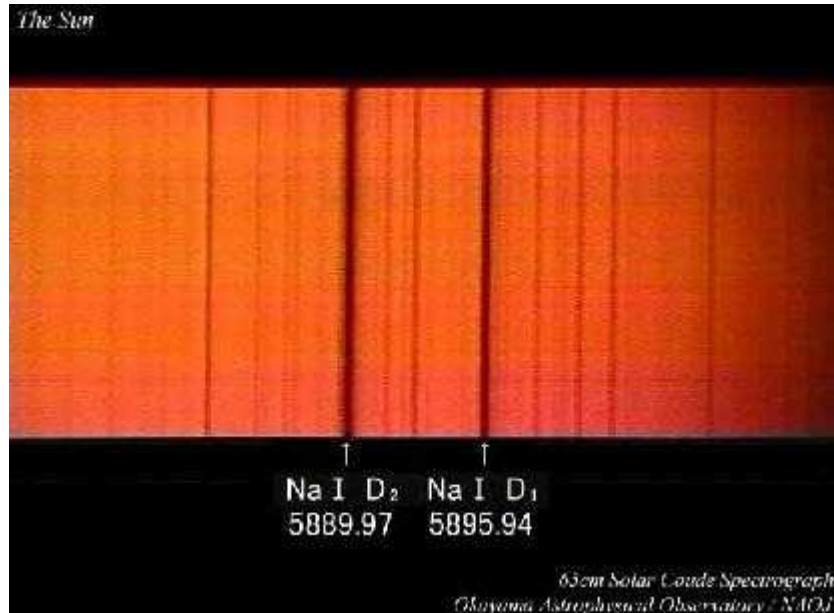


光の波長の測定

今日の実験は光の波長の測定です。下の写真は太陽光のスペクトル中のNaのD線による吸収線です。



実験を行う上で注意すべき点

- 装置、実験前の準備
 - [回転台とその下の支持円盤の間のすき間をあける。](#)

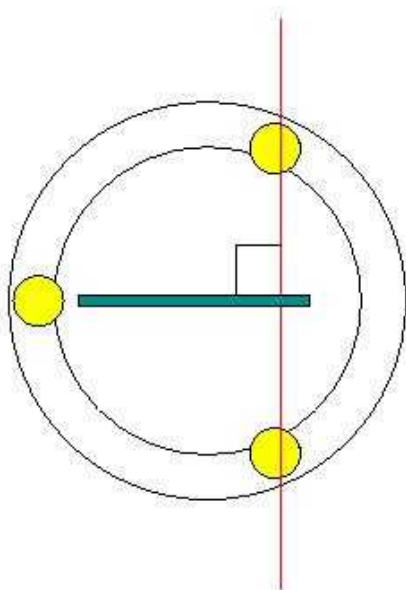
教科書には2、3mm くらいのすき間があくようにと書いてあります。人間の感覚では、どうしても狭くしてしまいがちですので注意しましょう。ここでの幅が狭すぎると、後の調整ができなくなる場合があります。

- 実験(1)-(a): 望遠鏡の光軸を回転軸に垂直にし、かつ焦点を無限遠に合わせるための調整

- 鏡をのせる時の向き

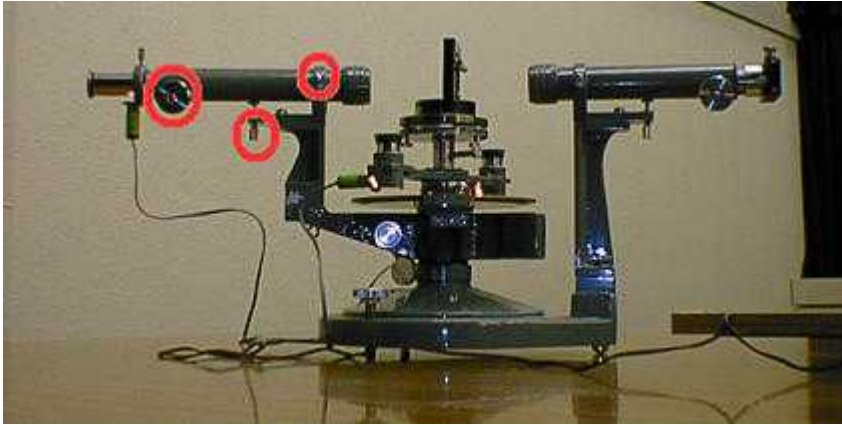
鏡や回折格子を回転台にのせるとき、回転台の3本の支持ネジとの位置関係に注意しましょう。

下の図のように、鏡にあるいは回折格子の面に対して、2本のネジを結ぶ線が垂直になるように。



- ここまで調整が終わった後動かしてはいけないネジ

下の写真赤丸のネジは動かしてはいけません！



- 実験(1)-(b): コリメーターを回転軸に垂直にし平行光線を出させるための調整

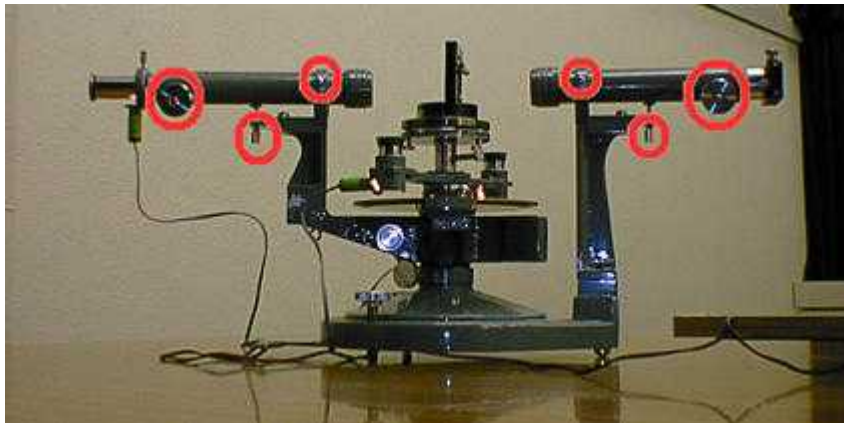
- ランプの電極には太いものと細いものがある

ランプの取り付け穴は、下の絵のように大きなものと小さいものがあります。ランプのピンもそれに合うように差さないとランプはつきません。



- ここまで調整が終わった後動かしてはいけないネジ

下の写真赤丸のネジは動かしてはいけません！ただし、ピントの調整はしてもいいです。コリメーター側を動かしましょう。

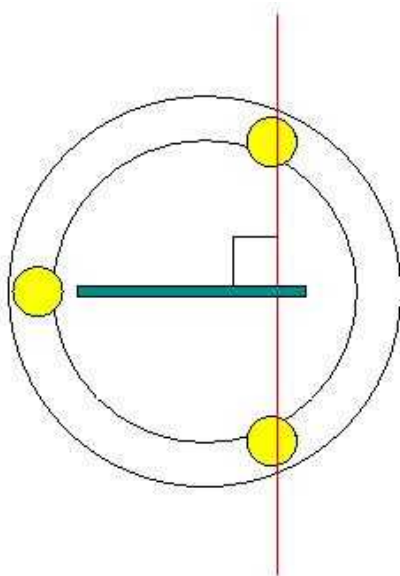


- 実験(1)-(c): 回折格子の方位の調整

- 回折格子をのせる時の向き

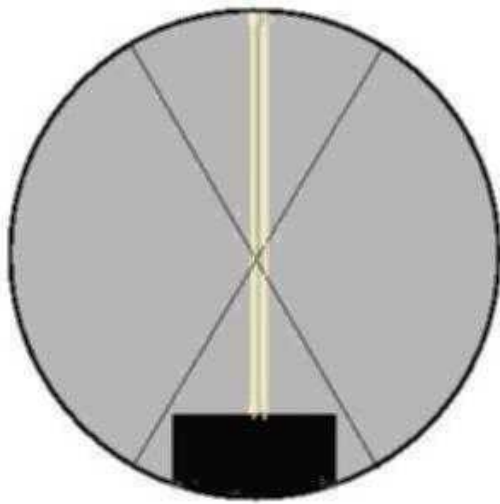
鏡や回折格子を回転台にのせるとき、回転台の3本の支持ネジとの位置関係に注意しましょう。

下の図のように、鏡にあるいは回折格子の面に対して、2本のネジを結ぶ線が垂直になるように。



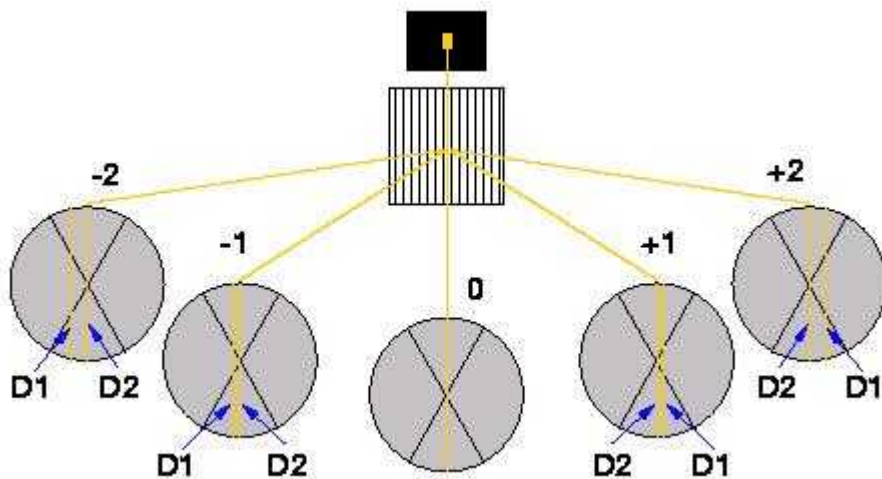
- D1、D2 とはどう見えるか？

上のような問題が無ければ下の絵のように、オレンジ色の非常に接近した2本の線が見えるはずです。これらが D1、D2 です。



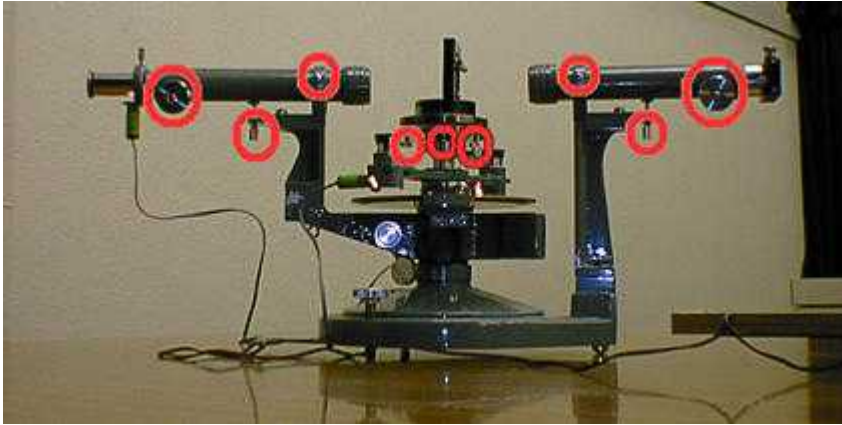
- どちらが D1、D2 か？

D1の方が波長が長いので回折角も大きくなります。
下の絵のように角度の大きい方がD1ということになります。右側と左側では異なりますので注意しましょう。



- ここまで調整が終わった後動かしてはいけないネジ

下の写真赤丸のネジは動かしてはいけません！

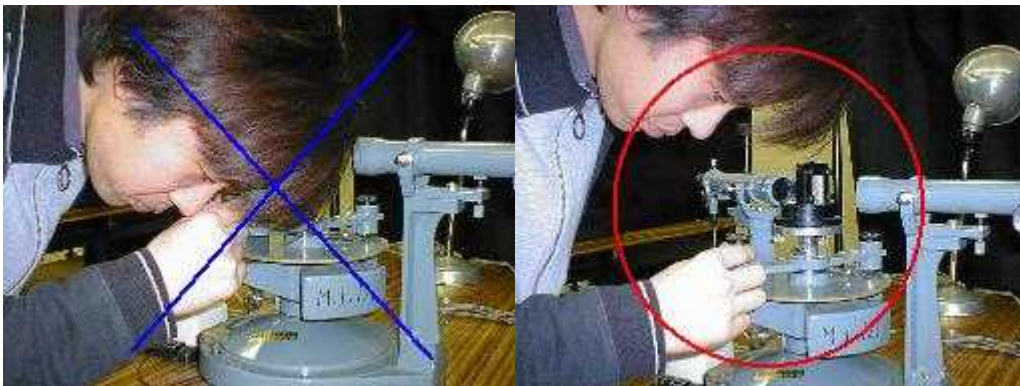


- 実験(2): Na ランプを用いた格子定数の測定

- 回折格子に触れないように

回折格子に触れてしまったら、実験(1)-c以降をすべてやり直すしかありません。絶対に触れないよう注意しましょう。

角度を読む時に頭が回折格子に触れてしまわないように、頭を十分に上に！ルーペも持ち上げて使いましょう。(下の写真を参考に)



- 角度の単位は度(°)、分(')です

この分光計の角度の読みとりの単位は度(°)、分(')です。

例えば20度45分は

20°45'

と表記します。20.45ではありません。

また、20°45'と20.45°は同じではありません。60'が1°です。

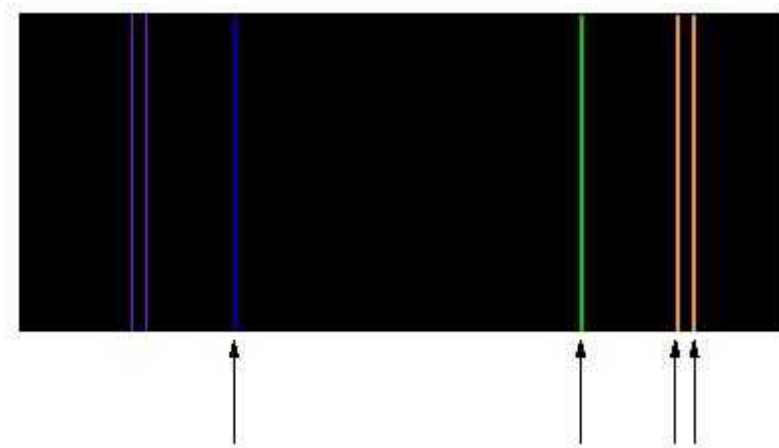
- sin の計算に気をつけよう

20°45'と20.45°は同じではありません。60'が1°です。

- 実験(3): Hg の線スペクトルの波長の測定

- 測定すべき線を間違えないように

Hg ランプの回折像を望遠鏡を動かしながら観察していけば下の絵のようなスペクトルが見えるはずです。この他にも明るくない線が見える場合もあります。青紫、緑、オレンジⅠ、オレンジⅡは矢印をしたもののです。



FAQ

- [装置、実験前の準備](#)

Q:鏡はどれですか？

A:下の写真を見てください。



Q:回折格子はどれですか？

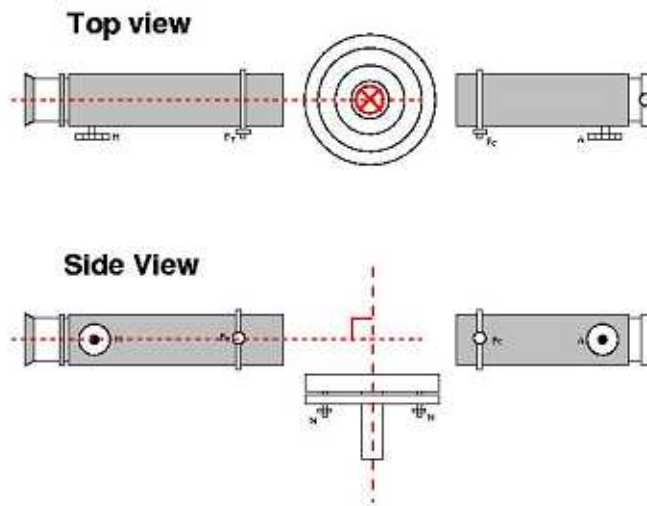
A:下の写真を見てください。見た目は透明です。格子面はシールの貼ってある側です。



- 実験(1)-(a) 望遠鏡の光軸を回転軸に垂直にし、かつ焦点を無限遠に合わせるための調整

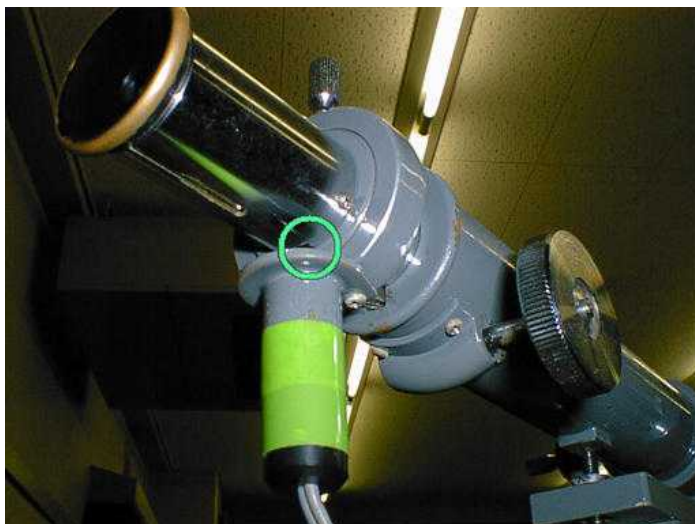
Q:この調整にはどんな意味があるの？

A:下の絵のように望遠鏡と回転台の回転軸の垂直にするための調整です。



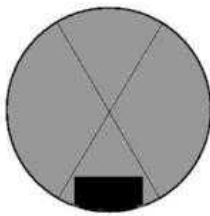
Q:投光用プリズムとはどれですか？

A:下の写真を見てください。写真の緑丸のところ小さな四角いものがわずかに頭を出していますが、これが投光用プリズムです。豆電球の光の望遠鏡の中に導いて、内部を照明し十字線を暗く浮き上がらせ見えるようにしているのです。



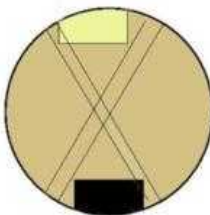
Q:十字線とはどれのこと？(十字線が見えません！)

A:投光用プリズムに光が入っていれば下の絵の用に十字線が見えます。下の黒いところは投光用プリズムの影です。投光用プリズムは望遠鏡の中を照明するので、のぞいている方には光が来ないようにしてあるためこのように影として見えます。十字線が見えない場合は接眼レンズを抜き差しして、ピントを調節してみましょう。

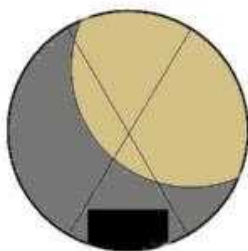


Q:反射像が見つかりません！

A:下の絵は反射像がきちんととらえられ、かつピントがあっている場合の望遠鏡の視野です。上下は逆に見えており上の明るいところは投光用プリズムです。



下の絵は反射像が右上にずれている場合です。望遠鏡と台の位置関係を調整すれば上の絵のようになります。



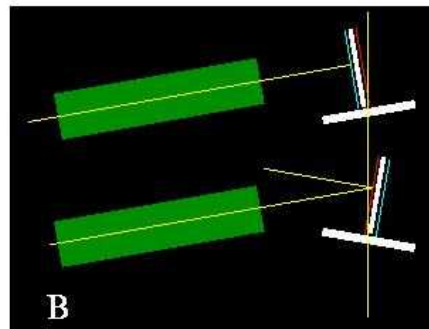
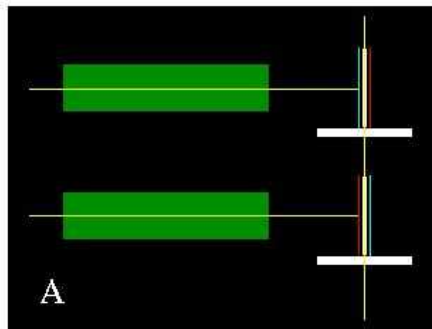
Q:「180°回転させて.....」というところがよくわかりません。

A:下の絵を見てください。

Aのように、望遠鏡の光軸が回転台の回転軸に垂直で、かつ、鏡の面が回転台にそって立てられているならば、台を回転させて鏡の表面(青)で見ても、裏の面(赤)で見ても、反射像は直視像に重なります。

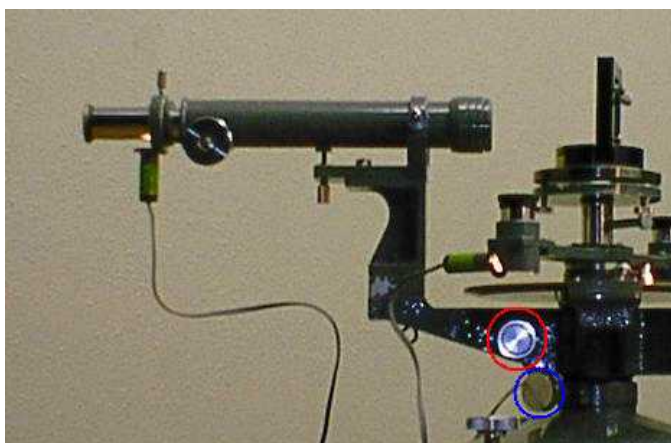
しかし、Bのように望遠鏡の光軸が回転台の回転軸に垂直でないと、たとえ、ある面で(例では青)で見た時、直視像と反射像が重なって見えても、台を回転させて反対面で見た時(赤)は直視像と反射像はずれてしまいます。

ここではAの状態に調整することが必要です。



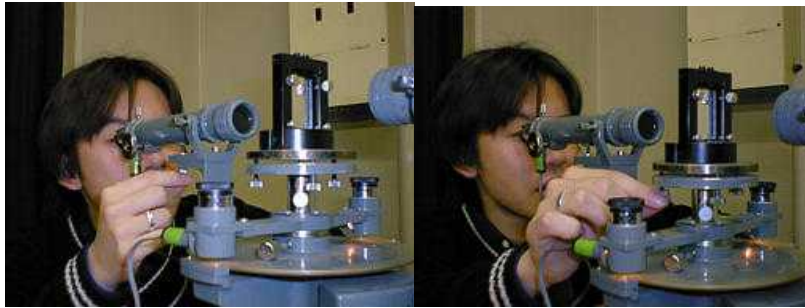
Q:この調整のコツなんてありますか？(1):望遠鏡を回せ！

A:台の向きを微調整するのは難しいので、そういう時は望遠鏡を動かしましょう。望遠鏡の固定ネジ(クランプ、写真の 青丸)をしめると、その下の微動ネジ(写真赤丸)で望遠鏡の水平方向角を微調整できます。望遠鏡の水平方向角はどの位置でも調整には関係ありませんから積極的に利用しましょう。



Q:この調整のコツなんてありますか？(2):半分ずつ

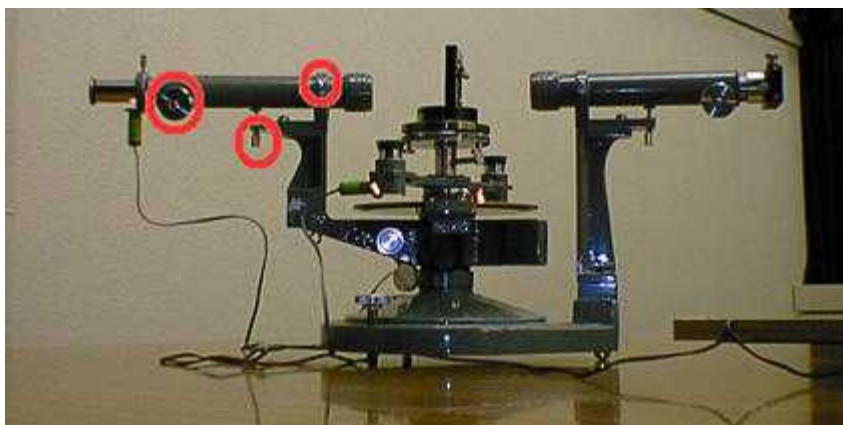
A:この調整では、直視像と反射像の十字線の交点の高さを一致させるためには望遠鏡の上下調整ネジと台の傾き調整ネジを両方とも使うことが重要です。



交点の高さの差の、半分を望遠鏡で、半分を台で小さくして、交点の高さを一致させるようにします。そして、回転台を 180° 回転させて鏡の反対面でも同様な操作を行います。数回繰り返せば交点の高さの差は鏡のどちらの面で見てもほとんど無くなるはずです。そうすれば終了！

Q:この調整のあと動かしてはいけないネジはどれ？

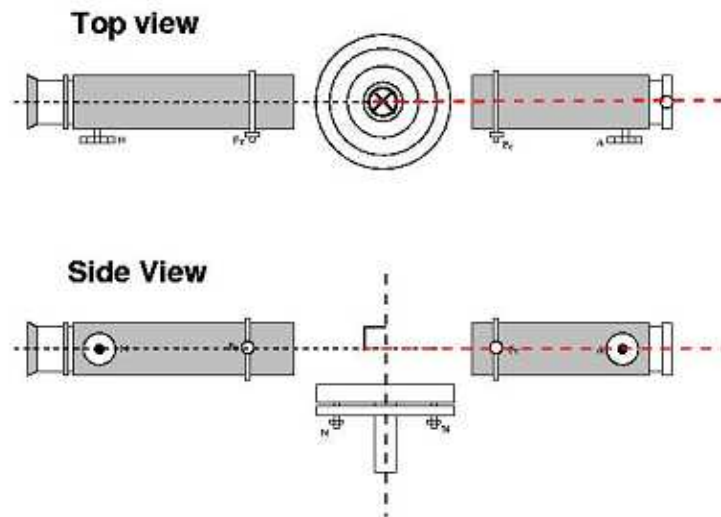
A:下の写真**赤丸**のネジは動かしてはいけません！



- 実験(1)-(b) コリメーターを回転軸に垂直にし平行光線を出させるための調整

Q:この調整にはどんな意味があるの？

A:下の絵のように望遠鏡の光軸とコリメータの光軸を一致させるための調整です。



Q:鏡はもう降ろしていいですか？

A:降ろしてください。でないと、ここから先の調整ができません。

Q:Na ランプはどれですか？

A:Na ランプと Hg ランプにはそれぞれラベルがついていて見れば区別できるはずです。

Q:ランプが付きません！

A:ランプの電源装置の電源ケーブルはコンセントに差してありますか？

ランプの取り付け穴は、下の絵のように大きなものと小さいものがあります。ランプのピンもそれに合うように差さないとランプは付きません。

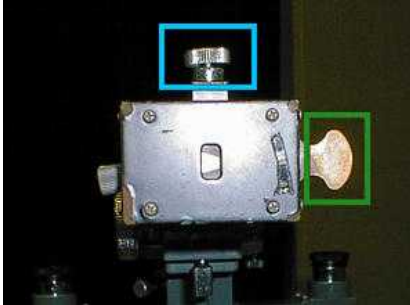


ランプ電源の「3」のボタンを押し込んで、次に「起動」ボタンを10秒くらい押したままにします。するとランプのフィラメントがオレンジ色に光始めますので、そうしたら「起動」ボタンから手を離します。



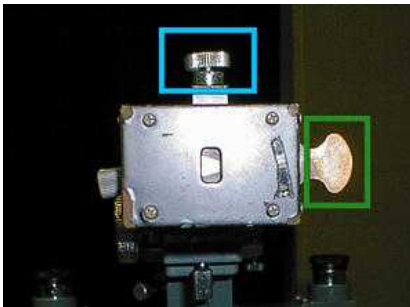
Q:スリットの縦幅が変わりませんか！？

A:下の写真の 緑四角で示されているツマミを左右に動かすと、スリットの縦幅を変えることができます。



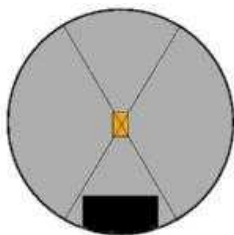
Q:スリットの横幅が変わりませんか！？

A:下の写真の 青四角で示されているツマミを回すと、スリットの横幅を変えることができます。ただし、ある幅以上には開きません。もし開いたままになってしまった時はインストラクターに申し出て直してもらいましょう。



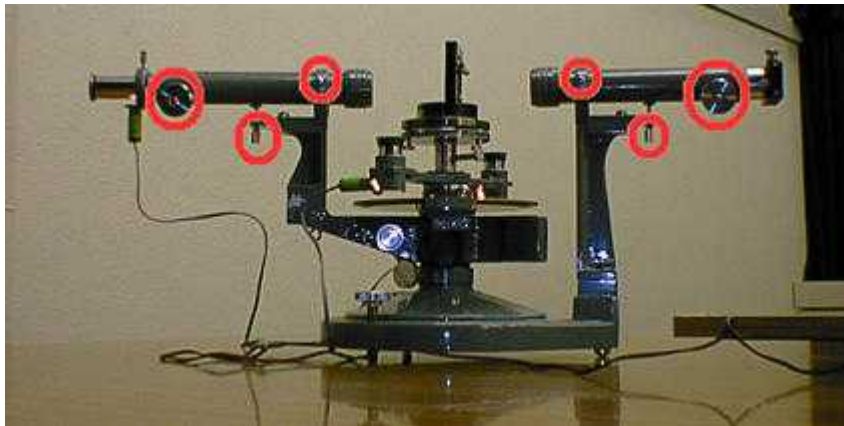
Q:スリット幅はどれくらいにすればいいですか？(3mm 程度とは？)

A:視野の大きさとスリットの大きさは、下の絵のような相対的な関係になっていればいいでしょう。



Q:この調整のあと動かしてはいけないネジはどれ？

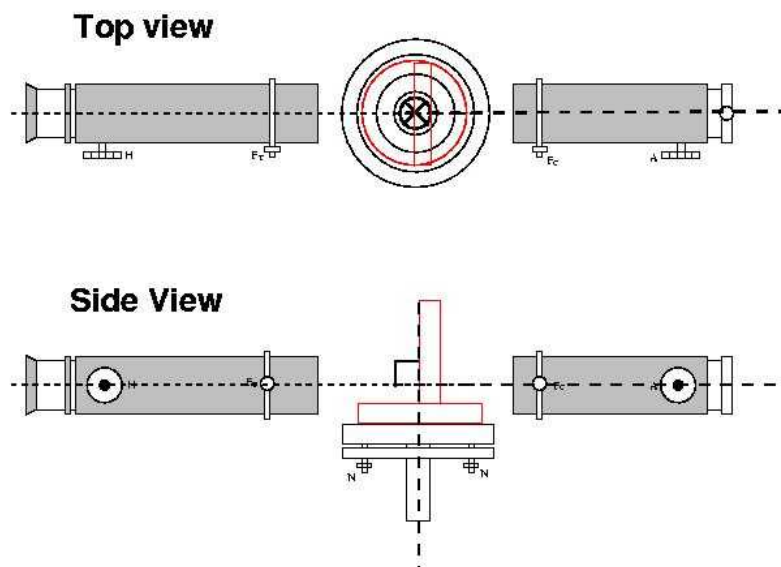
A:下の写真赤丸のネジは動かしてはいけません！ただし、ピントの調整はしてもいいです。コリメーター側を動かしましょう。



• 実験(1)-(c) 回折格子の方位の調整

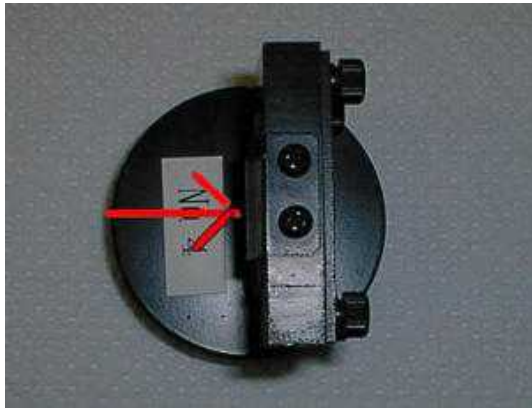
Q:この調整にはどんな意味があるの？

A:下の絵のように、回折格子の格子面を望遠鏡の光軸と垂直にし、かつ格子を回転軸と平行にするための調整です。



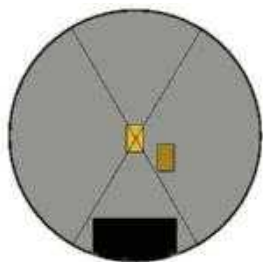
Q:格子面はどちらの面？

A:下の写真を見てください。矢印でしめした面(シールの貼ってある側) が格子面です。



Q:格子面で反射させたらスリットが2つ見えますけど？

A:下の図のようにスリットが2つ見えるはずですが(互いの上下関係は逆の場合もありますので気にしないでください。)明るさが違いますので明るい方が本物です。暗い方は無視しましょう。



Q:「回転台の回転角を...」というところがよくわかりません！

A:下の写真のような位置関係での調整を行ったとしたら、望遠鏡をどちらかに回転させて、格子面での反射角を変えて調整が合っていることを確認しましょう。



さらに下の写真のように全く逆の方向に反射させた場合でも確認しておきましょう。



Q:回折格子の向きは目測でいいの？

A:目測で結構です。なぜここは目測でいいのでしょうか？

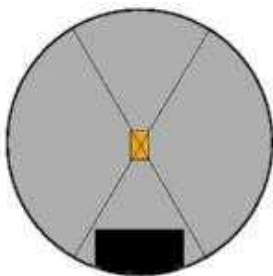
Q:0 次、1 次、2 次とはどれですか？

A:スリットを望遠鏡でまっすぐ見ている時が0次です。このときは波長による角度の違いなんてありませんから、D1 も D2 も他の色もすべて重なっています。

そこから望遠鏡の水平方向角を大きくしていくと、1次、2次の回折光が見えます。このときは波長による角度の違いから、D1、D2、他の色などが全て分離して見えることになります。

Q:D1、D2 ってどれですか？

A:1次あるいは2次の回折光を見た時のオレンジ色のものを D1、D2 といいます。D1 と D2 は波長が違いますので、当然回折角も異なるので2つは分離して見えるはずですが、調整の段階ではスリット幅が広いので下の絵のように重なって見えます。



Q:D1、D2 に分離して見えないのはなぜでしょう？

A:理由はいくつか考えられます。

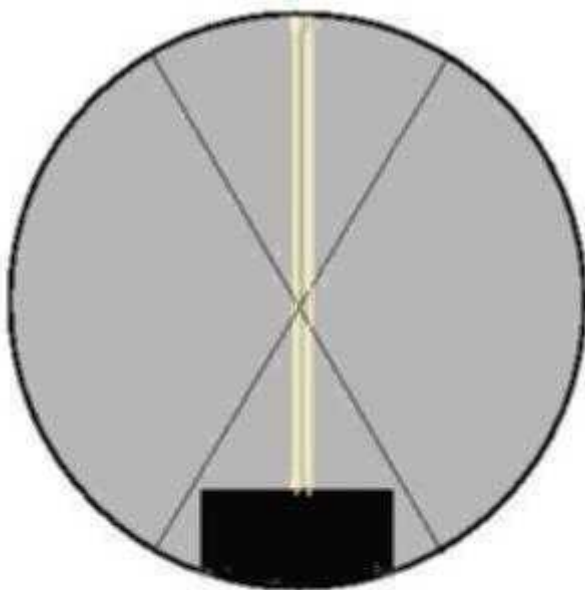
(1)0次を見ている

(2)スリット幅が太すぎる。

(3)ピントが合っていない

などです。調整してみましょう。

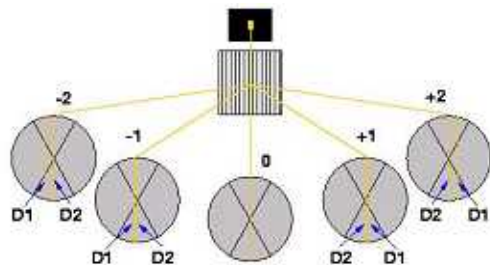
上のような問題が無ければ下の絵のように、オレンジ色の非常に接近した2本の線が見えるはずです。これらが D1、D2 です。



Q:どちらが D1(D2)ですか？

A:D1の方が波長が長いので回折角も大きくなります。

下の絵のように角度の大きい方がD1ということになります。右側と左側では異なりますので注意しましょう。



Q:3次は見えないのですか？

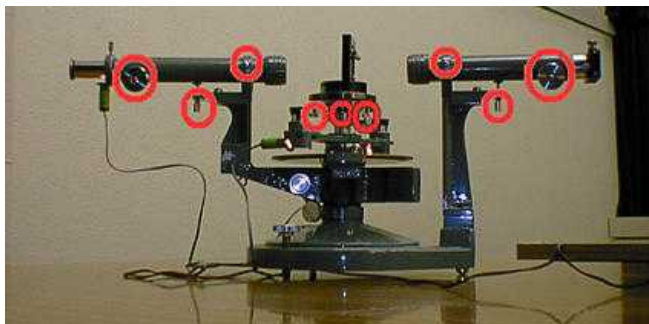
A:いい質問ですね。自分の頭で考えてみましょう。(実際に見てみる前に)

Q:スリット幅はどのくらいに調整すればいいですか？

A:横幅は D1、D2 が分離するように。
縦幅はどれだけ長くしても構いません。

Q:この調整のあと動かしてはいけないネジはどれ？

A:下の写真**赤丸**のネジは動かしてはいけません！

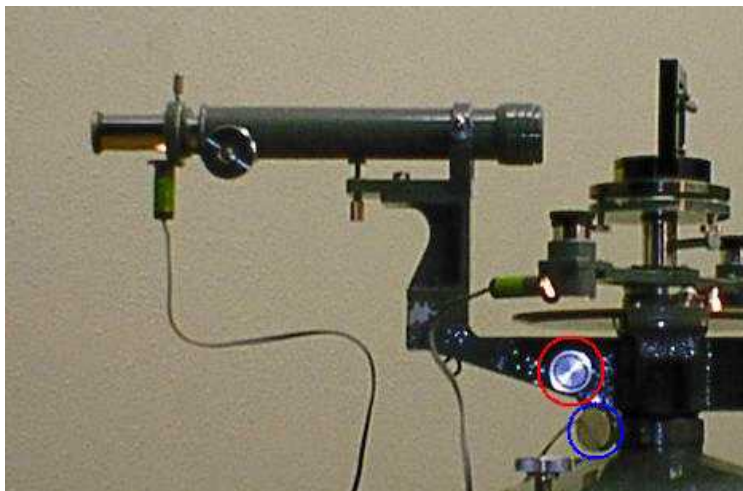


- [実験\(2\)](#) Na ランプを用いた格子定数の測定

Q: 十字線を合わせるのが難しいんですけど？

A: 望遠鏡の微動ネジを使っていますか？

下の写真を見てください。望遠鏡の固定ネジ(クランプ、写真の青丸)をしめると、その下の微動ネジ(写真赤丸)で望遠鏡の水平方向角を微調整できます。



ピント調整をして一番見やすいようにしてください。スリットを少し開いてみるとだいぶ見やすくなるかも知れません。(D1、D2 が分離しなくなるほど開かないようにしましょう。)

Q:角度を測る目盛りの読み方は？

A:下の写真が目盛の拡大写真です。実際にはルーペを使って、拡大して読みとるようにしましょう。



主尺には0から360°まで30'間隔の目盛がふられています。副尺には0から30まで1'間隔の目盛がついています。角度の読み方は以下のように行います。

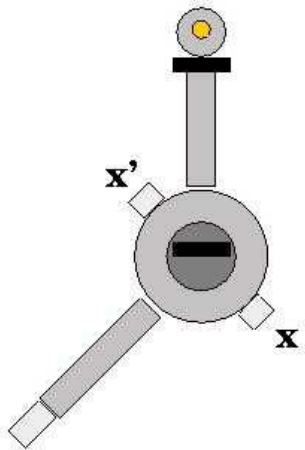
(1)副尺の0の位置を見ます。図の場合、0は57°30'と58°00'の間にあります。そこでまず、57°30'と読んでおきます。

(2)次に主尺と副尺の目盛線を同時に見て行くと、1本につながって見えるところがあります。写真では副尺の14の目盛が最もそれに近いようです。ここでは、14'と読んでおきます。

(3)最後に(1)、(2)で読んだ値を足します。57°44'というのが最終的な角度の読みです。

Q:x、x'とは何のことですか？

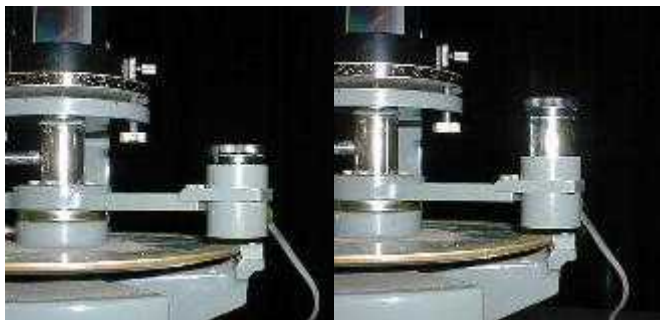
A:2つある副尺に x、x'という名前をつけて区別してください。どちらが x でもかまいません。



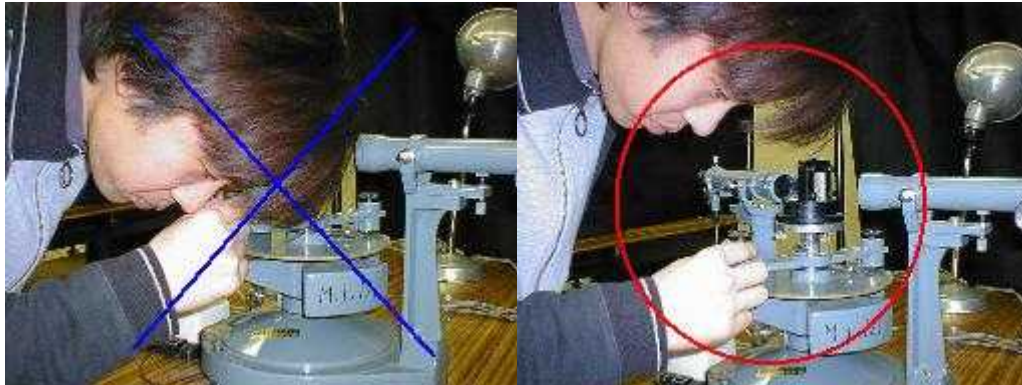
Q:ルーペは何に使うの？

A:ルーペは角度目盛を拡大して読みとるのに使います。

通常ルーペは下左の写真のように一番下に下がっていますが、これでは角度を読みとりにくいので、下右の写真のように持ち上げて使いましょう。



角度を読む時に頭が回折格子に触れてしまわないように、頭を十分に上に！
ルーペも持ち上げて使いましょう。(下の写真を参考に)



Q:目盛りがよく見えません！

A:ルーペを正しく使って見てください。

(ルーペの使い方は1つ前の質問を参照)

Q:回折格子を動かしちゃいました！

A:実験(1)-(c)の調整から後を全てやりなおすしかありません。やり直してください。

Q:0 次のときも角度を測るんですか？

A:0 次のときの角度は測る必要はありません。 $+1$ と -1 のときの角度を2で割って回折角を求めます。

Q:どちらを $+1$ にすればいいですか？

A:どちら側でもかまいませんが、いったん決めたら変えないように。

Q:「差」という項目には何をかくのですか？

A: x と x' の目盛の読みの差を計算して書く欄です。ほぼ 180° になります。角度の測り間違いをしている場合すぐにわかりますので、実験をしながら計算していきましょう。(実験を全て終えた後やっても何の意味もない！)

Q:長さの単位は何にすればいいですか？

A:何でも好きなのにしてください。

Q:2次は暗くてよく見えません！

A:スリットを少し開けてやると見えるようになります。それでもダメな時はインストラクターに相談してください。

Q:緑色のもやるんですか？

A:緑色のスペクトル線はD1、D2のどちらでもありませんので、やる必要はありません。

Q: $\sin(20^\circ 31')$ を計算するにはどうすればいいですか？

A: 1° は $60'$ であるということに注意して「分」を「度」に直してから計算しましょう。

$20^\circ 45'$ と 20.45° は全く違いますが、時々そのことに気づかない人がいます。

Q: 2θ はどうやって計算するんですか？

A: ある同じ副尺(例えばx)で、同じスペクトル線の+1と-1を測ったときの角度の読みの差が 2θ です。

Q: 2θ が 180° より大きくなっちゃいました！

A: ある同じ副尺(例えばx)で、同じスペクトル線の+1と-1を測ったときの角度の読みの差として計算した角度が 180° を越えた場合、 360° からその角度を引くと正しい 2θ になります。

- [実験\(3\)](#) Hg の線スペクトルの波長の測定

Q: Hg ランプはどれですか？

A: Na ランプと Hg ランプにはそれぞれラベルがついていて見れば区別できるはずです。

Q: ランプが付きません！

A: ランプの電源装置の電源ケーブルはコンセントに差してありますか？

ランプの取り付け穴は、下の絵のように大きなものと小さいものがあります。ランプのピンもそれに合うように差さないとランプは付きません。

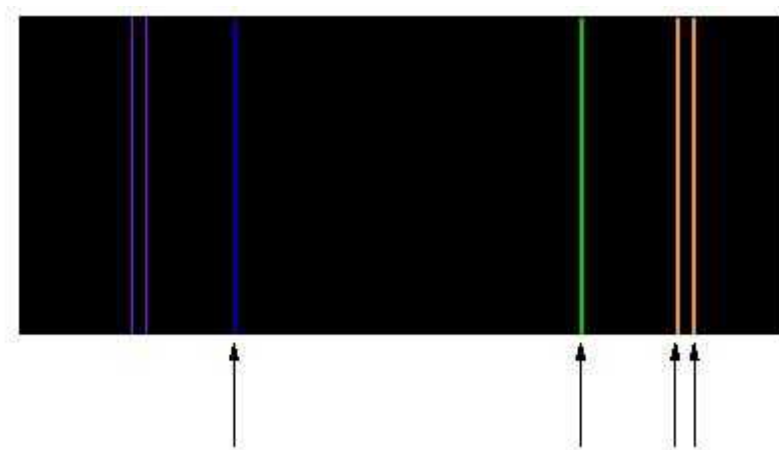


ランプ電源の「3」のボタンを押し込んで、次に「起動」ボタンを10秒くらい押したままにします。するとランプのフィラメントがオレンジ色に光始めますので、そうしたら「起動」ボタンから手を離します。

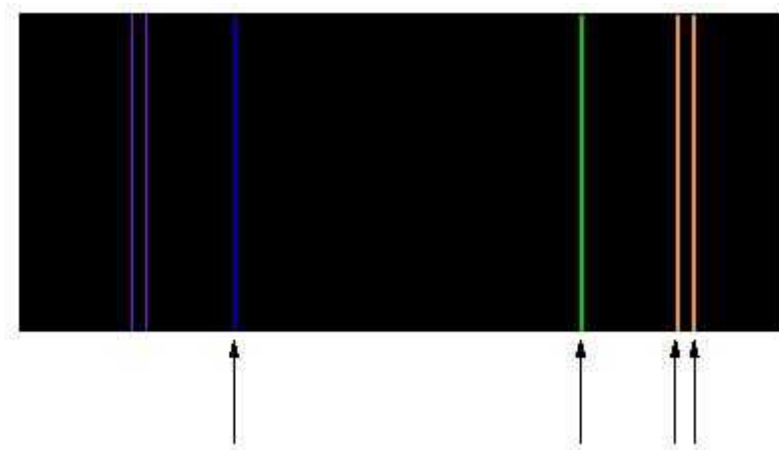


Q:青紫、緑、オレンジⅠ、オレンジⅡとはどれのことですか？

A:Hg ランプの回折像を望遠鏡を動かしながら観察していけば下の絵のようなスペクトルが見えるはずです。この他にも明るくない線が見える場合があります。青紫、緑、オレンジⅠ、オレンジⅡは矢印をしたもののです。



Q:文献値はいくつですか？



A:絵に示したものは、左から、

404.656nm

407.781nm

435.835nm(青紫)

546.074nm(緑)

576.959nm(オレンジ I)

579.065nm(オレンジ II)