

4

みなさんは、太陽光や電球の光をプリズムに通すと、色が分かれて虹色に見えることを知っていると思います(図1)。目に見える光は可視光線とよばれ、可視光線にふくまれる光は、その色に対応した「波長」という値をもっています。波長は長さの単位であるnm(ナノメートル: nは10億分の1を表します。1nmは0.00000001m)で表され、値が大きいと赤色に近づき、小さいと紫色に近づきます。また、可視光線以外の目に見えない紫外線や赤外線などもそれぞれの波長の値をもっています(図2)。

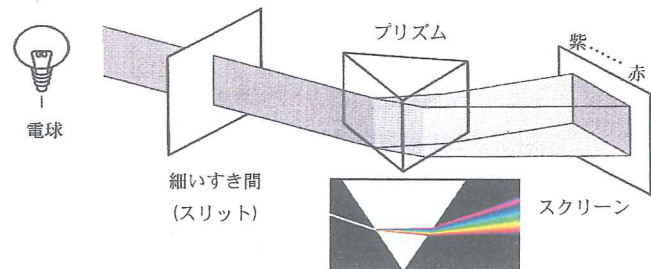


図1

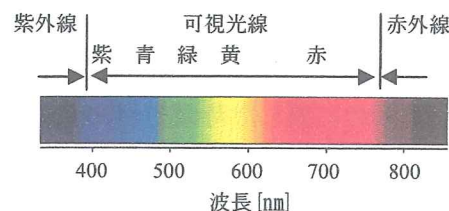


図2

1880年ごろには、気体の水素のみを封じこめた密閉容器の両はしを外部の電源につなぐと、容器の中の水素が赤紫色の光を発することが知られていました。この赤紫色の光をプリズムに通したところ、虹色は観測されず、何本かの決まった波長の値をもつ光、つまり決まった色の何種類かの光のみが観測されました(図3・図4)。

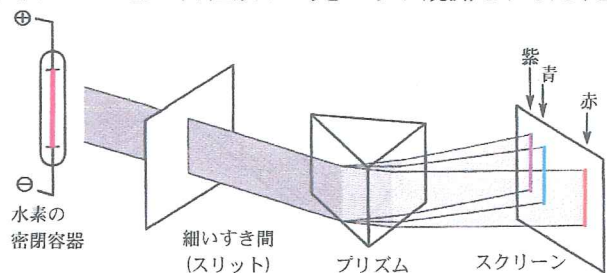


図3



図4 スクリーンの写真

問1 気体の水素が発生する試薬の組み合わせとして適当なものを次のア～オから2つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 塩酸とチョーク
- イ. 水酸化ナトリウム水溶液とアルミニウム
- ウ. 塩酸と銅
- エ. 酢と卵の殻
- オ. 塩酸と鉄

スイスの女学校で物理の教師をしていたバルマーは、この水素が発する光の波長(表1)に興味をもち、この数値に何らかの規則性を見い出そうとしましたが、なかなかうまくいきませんでした。あるとき、バルマーはこれらの波長の値を365で割り、それぞれもっとも近い分数で表してみようと考えました。

表1 水素から発された光の波長

色	波長 [nm]
赤色	656
青色	486
紫色	434

問2 表1の赤色、青色、紫色の光の波長の値を365で割った数値を、それぞれ小数第3位を四捨五入して小数第2位まで求めなさい。

バルマーは、問2で求めた小数の値を、もっとも近い分数に当てはめていきました。すると、その分数は以下の式①の形をしており、しかも、□に当てはまる整数値にはきれいな規則性があることが見い出されました。

$$\frac{\square}{\square-4} \dots \text{① (分母、分子の}\square\text{には同じ整数が入ります。)}$$

帯分数	仮分数
$2\frac{2}{3}$	$\frac{8}{3}$

ただし、式①は帯分数ではなく仮分数で表され、分母、分子は約分できる場合でも、約分しないままで表されるものとします。

問3 表1の赤色、青色、紫色の光について、式①の□に当てはまる整数をそれぞれ答えなさい。

問4 この実験では、図4の紫の光のすぐ左側に、もう一本のうすい紫色の光が観測されていました。式①の□に当てはまる整数に規則性を見い出し、このうすい紫色の波長の値[nm]を予測しなさい。答えは、小数第1位を四捨五入して求めなさい。

バルマーはこのような考えを経て、1885年に水素が発する光の波長の規則性を発表しましたが、なぜそのような規則性になるのかなどは、当時は不明なままでした。その後、この規則性の理由や、ほかの種類物質が発する光の規則性などが、理論的に解明されていきました。さまざまな物質が発する決まった色の光は、色々なところで利用されています。たとえば、ネオンが発する光を利用したネオンサインや、ナトリウムが発する光を利用したナトリウムランプなどがあります。

また、同じような現象として、ある成分をふくむ物質の水溶液を炎にかざすことで、その成分に特有の色の光を発することが知られています。この現象は炎色反応とよばれており、花火の色を出すときにも利用されています(表2)。

問5 ガスコンロで調理していたみそ汁がふきこぼれると、コンロの火が黄色に見えることがあります。これはみそ汁にふくまれているどのような成分によるものでしょうか。表2を参考にしてふくまれる成分を1つ答えなさい。

表2 炎色反応で観測される光の波長

ふくまれる成分	波長 [nm]
リチウム	671
ナトリウム	589
銅	520
カリウム	404, 768

問6 花火は、表2に挙げられた成分などを火薬に混ぜ合わせることで、さまざまな色合いを出すことができます。花火の光を利用して、その花火の色を出している複数の成分を明らかにするためには、どのようにして何を調べればよいでしょうか。説明しなさい。必要ならば図を用いて示してもかまいません。