

[1] 次の文を読んで, 以下の問(1)~問(3)に答えなさい。

気体水素を通して放電を行なうとき,  $H_2$  分子が解離してエネルギー的に励起された  $H$  原子ができて, これは離散的な振動数の光を放出する(図 1)。スイスのバルマーは可視領域の吸収線の波数  $\tilde{\nu}$  が次式に合うと指摘した。波数は [ ① ] あたりの波の数であり, 波長  $\lambda$  の逆数である ( $\lambda = 1/\tilde{\nu}$ )。

$$\tilde{\nu} \approx \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \quad n = 3, 4, \dots$$

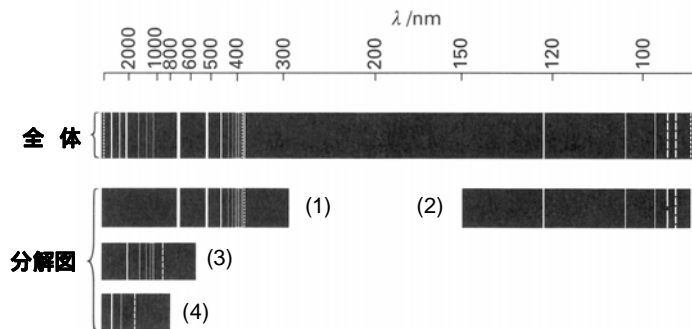


図 1 . 水素原子のスペクトル . 実際のスペクトル(全体)と, これを系列(1)~(4)に分解したもの(分解図)。

この式で示される遷移は現在バルマー系列といわれている。さらに, 紫外領域にも線列が発見されてライマン系列となり, 赤外領域のパッシェン系列が発見されるに至って, スウェーデンの分光学者リュードベリはすべての線列が次の式に合うことを認めた。

$$\tilde{\nu} = R_H \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \quad R_H = 109,677 \text{ cm}^{-1}$$

ここで,  $n_1 = 1$  (ライマン系列),  $n_1 = 2$  (バルマー系列),  $n_1 = 3$  (パッシェン系列) であって, それぞれの場合について,  $n_2 = n_1 + 1, n_1 + 2, n_1 + 3, \dots$  である。

分光学的な線が生じるのは, 原子がある一つのエネルギー準位から別のエネルギー準位へ遷移し, そのエネルギー差を [ ② ] として放出するからである。この説明から, 次の [ ③ ] が導かれる。すなわち, 原子のエネルギーが  $\Delta E$  だけ変化すれば, その差は振動数  $\nu$  の [ ② ] として運び去られる。プランク定数を  $h$  とすると次式が成り立つ。

$$\Delta E = [ \quad ]$$

問(1)文中の [ ① ] ~ [ ④ ] に当てはまる語句または記号を記せ。

[① ], [② ], [③ ], [④ ]

問(2)ライマン系列の最短波長の遷移の波長  $\lambda/\text{nm}$  を計算せよ。

問(3) 図 1 の分解図に示されている(1)~(4)の 4 つのスペクトル系列のうち, (1)~(3)のスペクトル系列の名称を記入せよ。

(1) ( ) 系列, (2) ( ) 系列 (3) ( ) 系列

[2] 右の図2は、元素の第1イオン化エネルギーを原子番号に対してプロットしたものである。次の問(1)～問(3)に答えよ。

問(1) 第2周期のLi-Neにおいて、周期律表の左から右へ行くにつれて、BeとB、NとOの2ヶ所で少しだけ大小が逆転する例外はあるけれども、第1イオン化エネルギーは大きくなる傾向にある。その理由を説明せよ。

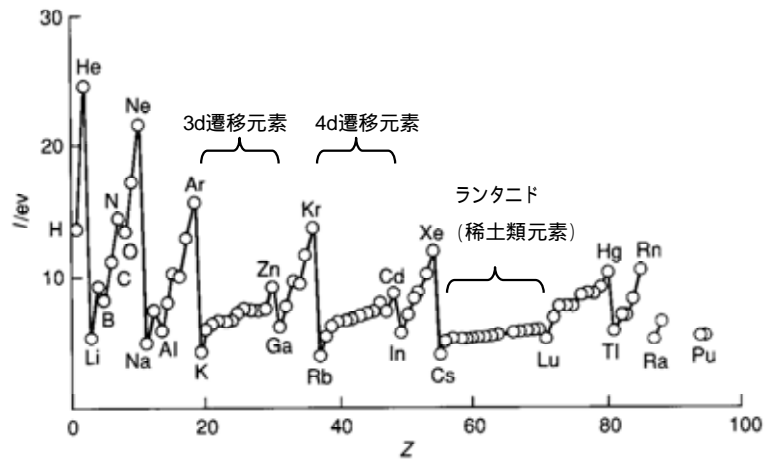


図2 . 元素の第一イオン化エネルギーを、原子番号に対してプロットしたもの。

問(2) 第2周期のLi-Neにおいて、周期律表の左から右へ行くにつれて第1イオン化エネルギーは大きくなる傾向にあるが、NとOでは、その大小が逆転している理由を電子配置に基づいて説明せよ。

問(3) 3d 遷移元素 Sc-Zn のうち、Sc から Cu までの基底電子配置を下の例にならって示せ。そして、Sc から Cu までの第1イオン化エネルギーがほぼ同じ大きさである理由を説明せよ。ここで、[Ar] は Ar の基底電子配置を示している。

基底電子配置の例 :  $Zn([Ar]3d^{10}4s^2)$

[3] 次の文を読み、表1の空欄①～⑧にあてはまる適当な数値または文字式を記入せよ。

水素型原子の1電子波動関数 $\Psi(r\theta\varphi)$ は、次式のように3つの量子数 $n, l, m_l$ で定義される。

$$\Psi(r\theta\varphi) = NR_{n,l}(r)Y_{l,m}(\theta\varphi)$$

ここで、 $N$ は規格化定数、 $Y$ は球面調和関数 $Y_{l,m}(\theta\varphi) = \Theta_{l,m}(\theta)\Phi_m(\varphi)$ である。3つの量子数の名称と取り得る値は表1の通りである。また、表には4番目の量子数 $m_s$ も示してある。

表1. 量子数 $n, l, m_l, m_s$ の名称と取り得る値

記号	名称	取り得る値
$n$	①	②
$l$	③	④
$m_l$	⑤	⑥
$m_s$	⑦	⑧

[4] (1)  $s$ オービタル、(2)  $p$ オービタル、および(3)  $d$ オービタルの形をスケッチしなさい。

(1)  $s$ オービタル

(2)  $p$ オービタル

(3)  $d$ オービタル

