

提出締切:7月9日(水)午後5時,提出場所:4号館304号室前レポート入れ

[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 ( $\lambda=1/\tilde{\nu}$ ).

$$\widetilde{v} \approx \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}$$
  $n = 3,4,\cdots$ 

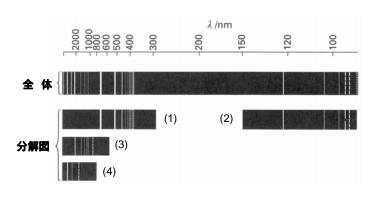


図1.水素原子のスペクトル.実際のスペクトル(全体) と,これを系列(1)~(4)に分解したもの(分解図).

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.

$$\widetilde{v} = R_{\rm H} \left( \frac{1}{n_{\rm l}^2} - \frac{1}{n_{\rm l}^2} \right)$$
  $R_{\rm H} = 109,677 \,\rm cm^{-1}$ 

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、 $\cdots$ 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.

$$\Delta E = [$$

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

問(2)ライマン系列の最短波長の遷移の波長 λ/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.

[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。

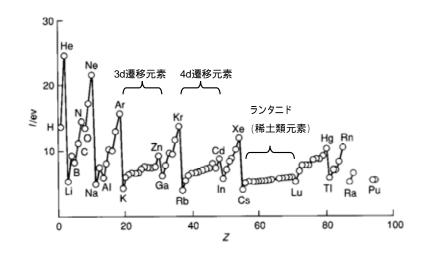


図2.元素の第一イオン化エネルギーを,原子番号に対してプロット したもの.

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]3d104s2)

[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
$m_l$	\$	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

[5] 次の文を読で、以下の問(1)~問(3)に答えなさい.

ある物体は、他のものよりも"対称が高い". 球は立方体よりも対称が高いが、それは球では任意の直径のまわりに、好きな角度だけ回転したあとも同じに見えるのに対して、立方体では特定の軸のまわりに決まった角度だけ回転したとき、つまり、たとえば相対する面の中心を結ぶ軸のまわりに90°,180°または270°回転したとき、あるいは相対する頂点を結ぶ軸のまわりに120°または240°回転したときに限って同じに見えるからである.

ある行為を行った後で物体がもとと同じに見えるとき,その行為を [①]という. [①]には,恒等,[②],[③],[④]および [⑤]がある. おのおのの操作にはそれに対応する [⑥]が存在する. これは点や線や面であって,これらの点,線,または面に関して [①]を行うのである.

間(1) 文中の [ ① ] ~ [ ⑥ ] に当てはまる語句または記号を記せ.

[① ], [② ], [③ ], [④ ]
[⑤ ]

問(2) キラリティー(対掌性)とは何か. また, エナンチオマー(対掌体)とは何のことか説明 せよ.

問(3) 光学活性とはどういう性質か. また、光学活性とキラリティーの間の関係を説明せよ.