

- (1) 次の電磁波の量子エネルギーを計算せよ。  
 (a)  $\nu = 4.0 \times 10^{10} \text{ s}^{-1}$  ( $\gamma$ 線)  
 (b)  $\lambda = 300 \text{ nm}$  (紫外線)  
 (ヒント. 量子エネルギー  $= h\nu = hc/\lambda$ )
- (2) 水素原子の電子が  $n = 1$  から  $n = 2$  および  $3$  に遷移するとき吸収するエネルギーの大きさを eV, 波長 (nm) および波数 ( $\text{cm}^{-1}$ ) の単位で求めよ。  
 (リュードベリ定数や、他の物理定数は教科書などを参照して下さい)
- (3) 1. 可視部にある水素原子スペクトルのうち、最も波長が長いものは  $656 \text{ nm}$  である。この光の振動数  $\nu$ , 光子 1 個のエネルギー  $E$ , および光子 1 mol のエネルギー  $EN_A$  を求めよ。ただし、光の速度  $c_0 = 3.00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ , プランク定数  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$ , アボガドロ定数  $N_A = 6.02 \times 10^{23}$  とせよ。 ( $E = 3.03 \times 10^{-19} \text{ J}$ ,  $EN_A = 1.83 \times 10^5 \text{ J}$ )  
 注意: この括弧の解には、単位に誤りがある。
- (4) 次の事柄の相互関係について述べよ。  
 (a) 波動関数 (b) 電子雲 (c) 電子の確率分布
- (5) ある元素の中性原子は主量子数  $n = 1$  の電子を 2 個、 $n = 2$  の電子を 8 個、 $n = 3$  の電子を 10 個、 $n = 4$  の電子を 2 個有する。次の量を求めよ。  
 (a) 原子番号 (b) s 電子の総数 (c) p 電子の総数
- (6) 次のイオンの基底状態における電子の原子軌道配置を示せ。  
 $\text{Br}^-$ ,  $\text{Se}^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{P}^{3-}$ ,  $\text{Sn}^{4+}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{Ti}^{4+}$
- (7) 基底状態で次の原子はそれぞれ何個の不対電子をもっているか。  
 $\text{Mn}$ ,  $\text{Sc}$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{Zn}$
- (8) 5. 次のイオン半径の変化を説明せよ。  
 (1)  $\text{Se}^{2-}$   $\text{Br}^-$   $\text{Rb}^+$   $\text{Sr}^{2+}$   
           200   196   152   116 /pm  
 (2)  $\text{F}^-$   $\text{Cl}^-$   $\text{Br}^-$   $\text{I}^-$   
           136   181   196   220 /pm
- (9) 6.  $\text{Li}$ ,  $\text{Be}$ ,  $\text{B}$ ,  $\text{C}$ ,  $\text{N}$ ,  $\text{O}$ ,  $\text{F}$ ,  $\text{Ne}$ ,  $\text{Na}$  の第 1 イオン化エネルギー  $I_1$  と第 2 イオン化エネルギー  $I_2$  を調べ、原子番号を横軸に、エネルギー (単位  $\text{kJ mol}^{-1}$ ) を縦軸にした折れ線グラフを描き、 $I_1$  と  $I_2$  の原子番号依存性を比較せよ。  
 さらに、電子親和力 ( $EA$ ) もプロットしてみよ。 $I_1$ ,  $I_2$ ,  $EA$  を同一のグラフに重ね書きするとわかりやすいだろう。単位系を合わせる必要がある。ピーク位置の規則性を考えよ。  
 第二イオン化エネルギーは、「化学便覧基礎編」のようなデータ集にある。以下からもダウンロードできる。  
[http://www5f.biglobe.ne.jp/~rokky/kaisetu/0/syukihyou\\_pdf03.pdf](http://www5f.biglobe.ne.jp/~rokky/kaisetu/0/syukihyou_pdf03.pdf)
- (10) 7. カルシウム原子から電子を取り除く場合、イオン化エネルギーが急に増大するまでの間に何個の電子を取り除くことができるか。(2 個)
- (11) (a) 熱エネルギーは絶対温度に比例する。比例定数は  $k_B$  ボルツマン定数である。室温  $300 \text{ K}$  の熱エネルギーは、何  $\text{cm}^{-1}$  に相当するか。  
 (b) 光のエネルギーは振動数に比例する。比例定数は  $h$  プランク定数である。500 nm (可視領域帯) の光は何  $\text{cm}^{-1}$  に相当するか。もしこれを熱で与えたら、何  $\text{K}$  が必要か。  
 (熱反応で与えられない高エネルギーを、光反応なら容易に与えられることがわかる)