

1 (a) W (b) Pa (c) J

2 (下線のキーワードの有無、および文章が日本語として論理的かが採点のポイント)

(a) Bohr の考えた原子の構造のモデルで、原子核の回りを電子が等速円運動をして、その角運動量はとびとびの値 ($h/2\pi$ の整数倍) しかとらないと仮定した。これにより水素の原子スペクトルが線スペクトルとなることが説明でき、後の量子力学の発展へと結びついた。

(b) 電子の状態は主量子数 n 、方位量子数 l 、磁気量子数 m およびスピン量子数 s の4つの量子数によって特定され、 n 、 l 、 m 、 s がすべて同じ電子は存在しないという原理。1つの軌道に入ることができる電子は2つで、そのときスピンが逆平行になるのはこの原理に基づく。

(c) 地球上に産出する量が少ないところから稀な元素の意味で名付けられた遷移元素のグループである。主として周期表の欄外にあるランタノイドおよびその他の二三の元素からなり、ランタノイドの最外殻は基本的に $4f^x$ の電子配置となっている。近年、高輝度蛍光体、超伝導体、強力マグネットなどの先端材料として利用されている。

3 (a) $\Delta E_{cb} = \Delta E_{ca} - \Delta E_{ba}$ 、 $\Delta E = hc/\lambda$ より $1/\lambda_{cb} = 1/\lambda_{ca} - 1/\lambda_{ba} = 1/(486 \text{ nm}) - 1/(656 \text{ nm})$
 $\therefore \lambda_{cb} = 1.88 \times 10^3 \text{ nm}$ (b) 赤外線

(c) $E = h\nu = 6.626 \times 10^{-34} \text{ Js} \times 3.29 \times 10^{15} \text{ s}^{-1} (1/4 - 1/9) = 3.029 \times 10^{-19} \text{ J}$
 $\lambda = c/\nu = (2.998 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}) / (3.29 \times 10^{15} \text{ s}^{-1} (1/4 - 1/9)) = 6.564 \times 10^{-7} \text{ m} = 656 \text{ nm}$

(d) 最短波長 (= 収束波長) は $n = \infty$ から $n = 2$ への遷移と考えることができる。
 $\lambda = c/\nu = (2.998 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}) / (3.29 \times 10^{15} \text{ s}^{-1} (1/4 - 1/\infty^2)) = 3.644 \times 10^{-7} \text{ m} = 364 \text{ nm}$

(e) 原子のエネルギー準位は不連続で、原子スペクトルはそのエネルギー準位間の遷移であるので、スペクトルも不連続、すなわち線スペクトルとなる。

4 (a) $_{16}\text{S} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ または $[\text{Ne}] 10 3s^2 3p^4$ 、 $_{26}\text{Fe} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$ または $[\text{Ar}] 18 4s^2 3d^6$

(b) 主量子数が $2 \rightarrow 10$ ($2s, 2p$)、 $3 \rightarrow 18$ ($3s, 3p, 3d$)、 $4 \rightarrow 32$ ($4s, 4p, 4d, 4f$)

(c) 最多：5 (Mn)、最少：0 (Ca, Zn, Kr)

(d) K : $[\text{Ar}] 18 4s^1$ および $\text{He}^+ : 1s^1$ は不対電子があるので磁性がある (常磁性という)。 H_2O の電子 (共有結合電子および非共有電子) はすべて対になっているので磁性はない (反磁性という)。

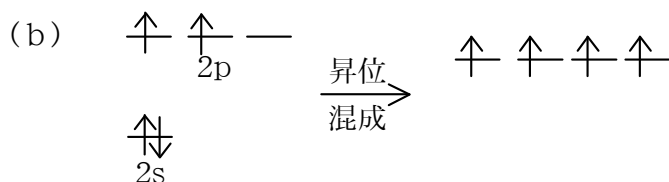
5 (a) イオン化エネルギー (IE) は電子の存在するもっとも高い軌道 (最高被占軌道という) の電子を無限遠に「励起」するエネルギーである。Na の最高被占軌道は $3s$ で K は $4s$ であるから、Na の方が低いので、無限遠に「励起」するにはより大きいエネルギーを必要とする。「周期表で上にあるから」では不正解 (高校でなら正解だが)。周期表で上にあると、なぜ IE が大きいかを尋ねている。

(b) 電子親和力はイオン化エネルギーとは逆に、無限遠にある電子が電子の存在しないもっとも低い軌道 (最高空軌道という) 軌道に「遷移」するとき放出するエネルギーである。Cl の最低空軌道は $2p$ 、Br は $3p$ で、Cl の方が低いのでより大きいエネルギーを放出する。

~~(c) $\text{K(g)} + 4.34 \text{ eV} = \text{K}^+(\text{g}) + \text{e}^-$ および $\text{Br(g)} + \text{e}^- = \text{Br}^-(\text{g}) + 5.14 \text{ eV}$ より
 $\text{K(g)} + \text{Br(g)} = \text{K}^+(\text{g}) + \text{Br}^-(\text{g}) + 0.80 \text{ eV}$ エネルギーの放出であるので発熱~~

(d) ~~$0.80 \text{ eV} = 0.80 \times 1.602 \times 10^{-19} \text{ CV} \times 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 77.2 \text{ kJmol}^{-1}$~~ 96.5 kJmol^{-1}

6 (a) $2s$ は球状、3つの $2p$ 軌道は教科書の p.31 の図 2.9 参照。 $2p$ 軌道の対称軸がそれぞれ x, y, z 軸。



(c) 昇位によるエネルギーの不利よりも、C-H 共有結合による安定化の方が大きいため。

(d) sp^3 混成、 σ 結合