

1) 水素の基底電子軌道のエネルギーは -13.6 eV 、軌道半径は 0.053 nm である (n (ナノ) は 10^{-9} を意味する接頭語である)。ボーアモデルによれば、これらの数値は他の既知の物理量から導かれ、計算値と実測値の一致は大変によい。前者はリュードベリ定数 (正確には R を eV 単位に変換して -1 倍したもの)、後者はボーア半径 (a_0) という別の名称でも呼ばれる。中心核電荷を一般的に Z とし、主量子数を一般的に n とすると、軌道の半径やエネルギーは、水素基底電子軌道の場合の値に対する Z 依存性や n 依存性から簡単に求めることができる。次のものを求めよ。

(1) H のイオン化エネルギー。 (2) He^+ の基底電子軌道のエネルギー。 (3) He の第二イオン化エネルギー。 (4) 水素で主量子数 2 の軌道のエネルギー。 (5) 水素で主量子数 2 の軌道の半径。 (6) He^+ の基底電子軌道の半径。

2) 2-3行で説明せよ。必要ならば図や式を用いてよい。

- (a) 光電効果
- (b) 黒体放射 (黒体輻射)
- (c) ボーアモデルの3つの仮説

3) [エネルギーの換算]

(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 K の熱エネルギーは、何 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 cm^{-1} に相当するか。もしこれを熱で与えたら、何 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)

4) 水素類似原子について、 $n=1,2,3$ の原子軌道を**全て**描け。ローブの方向と添字を対応させること。

5) **基底状態で次の原子はそれぞれ何個の対電子をもっているか。**

Mn, Sc, Fe, Zn

6) 水素原子においては $3s, 3p, 3d$ 軌道のエネルギーはすべて同じであるのに、多電子原子においてはこれらの軌道のエネルギーが異なるのはなぜか。

7) 次の元素をイオン化エネルギーが増加する順にならべ、その理由を述べよ。

F, Na, Cs, Ne

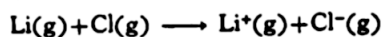
8) ナトリウムとマグネシウムについて第二イオン化エネルギーをくらべたとき、どちらが大きいか。その理由を述べよ。

9) Mn^{2+} あるいは Fe^{3+} から $3d$ 電子を取り去るのに必要なエネルギーはどちらが大きいか。その理由も述べよ。

10) 炭素の電子親和力は $122.5 \text{ kJ mol}^{-1}$ であるのに、周期表の隣の窒素になるとその値は -7 kJ mol^{-1} である。この違いを両元素の電子配置を考慮して説明せよ。

11) 水素原子は電子を失って、ふつうは H^+ イオンとして安定に存在するが、 H^- イオンとして存在する場合もある。どのようなイオン性化合物として存在するときか、電気陰性度をもとにして考えてみよ。

12) **Li の第一イオン化エネルギーは 5.4 eV で、Cl の電子親和力は 3.61 eV である。次の反応に必要なエネルギーを kJ mol^{-1} 単位で求めよ。**



ただし、(g) は気体状態を示し、粒子間の相互作用はないものとする。

(172 kJ mol^{-1})