

問題4 一般化学 (100点)

以下の問い(問1～問3)に答えよ。

問1 第四周期の遷移金属元素(Sc(原子番号21)からZn(原子番号30))、ランタノイド元素(La(原子番号57)からLu(原子番号71))の電子配置とイオン化エネルギーに関する以下の問い(1)～(5)に答えよ。なおランタノイド元素のうちLaからGdまでの外殻の電子配置と、第一イオン化エネルギー(I_1)、第三イオン化エネルギー(I_3)を下の表1に示した。

- (1) 例に示したNa原子の電子配置にならい、次の二つの原子(ア)Ti(原子番号22)
 (イ)Mn(原子番号25)の電子配置を示せ。
 (例) Na $(1s)^2(2s)^2(2p)^6(3s)^1$
- (2) 第四周期の遷移金属元素の I_1 は、原子番号の増加に伴いわずかに増加する。しかしZnの I_1 は、ScからCuまでの原子に比べやや大きい値をとる。この理由について、Zn原子の電子配置を基に説明せよ。
- (3) 例に示したCs(原子番号55)原子の電子配置にならって、次の二つの原子(ア)Nd(原子番号60)(イ)Yb(原子番号70)の電子配置を示せ。
 (例) Cs $[\text{Xe}](6s)^1$
- (4) ランタノイド元素の I_1 は原子番号の増加につれて増加せず不規則な変化をしている。それはなぜか説明せよ。
- (5) ランタノイド元素の I_3 はGdで減少する。 I_3 は M^{2+} から M^{3+} への電子配置変化に関するエネルギーであることに注目し、 I_3 がGdで減少する理由を説明せよ。

表1 LaからGdまでの原子の外殻電子配置とイオン化エネルギー

元素	元素記号	6s	5d	4f	I_1 (kJ/mol)	I_3 (kJ/mol)
ランタン	La	2	1	0	538	1,850
セリウム	Ce	2	0	2	534	1,949
プラセオジウム	Pr	2	0	3	527	2,086
ネオジウム	Nd	2	0	4	533	2,130
プロメチウム	Pm	2	0	5	540	2,150
サマリウム	Sm	2	0	6	545	2,260
ユウロピウム	Eu	2	0	7	547	2,404
ガドリニウム	Gd	2	1	7	593	1,990

(次ページに続く)