

【1】簡潔に説明せよ。必要ならば図を用いてよい。

- (a) 同位体と原子量の関係 (b) 光電効果 (c) 動径分布関数 r^2 (d) d軌道の数と概形

【2】原子と周期表に関する以下の問いに答えよ。

- (a) ヘリウム原子 He の基底状態の電子配置を、He : $1s^2$ のように表記する。C、Ar、Mn の各原子の基底電子配置を、この表記法にならって答えよ。それぞれの不対電子の数を答えよ。
 (b) Cl、Ca、Zn がとりうる安定なイオンはなにか答えよ。また、イオンの電子配置にはどのような特徴があるかを記せ。
 (c) アンモニウムイオン NH_4^+ の四つのN-H結合は等価であり、H-N-H角は四面体角 (109.5°) を有する。この事実は、p軌道の方向性や、p軌道とs軌道との非等価性、さらには一つの結合が配位結合であるということから説明することは難しい。窒素の原子軌道では何が起こったと考えられるか。
 (d) アンモニア NH_3 の H-N-H角 (107.3°) は四面体角に近いが、正確にはそれよりわずかに小さい。なぜか。
 (e) 周期表では、族の番号を右に進めるにしたがって、原子の第一イオン化エネルギー (イオン化ポテンシャル) はどのように変化するか。その理由も簡潔に記せ。
 (f) 周期表では、周期を下へ降りて行くにしたがって、原子の第一イオン化エネルギーはどのように変化するか。その理由も簡潔に記せ。

【3】次の反応で、酸化数の変化した原子について、その酸化数を示せ。

- (a) $2 KMnO_4 + 5 H_2C_2O_4 + 3 H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2 MnSO_4 + 10 CO_2 + 8 H_2O$
 (b) $2 KI + H_2O_2 \rightarrow 2 KOH + I_2$

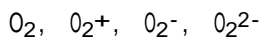
【4】Li の第一イオン化エネルギーは 5.40 eV で、Cl の電子親和力は 3.61 eV である。次の反応に必要なエネルギーを $kJ mol^{-1}$ 単位で求めよ。



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。電荷素量 $e = 1.60 \times 10^{-19} C$ 、アボガド定数 $N_A = 6.02 \times 10^{23} mol^{-1}$ 。

【5】酸素分子は電子数が16個で偶数であるにも関わらず、パラジカル性があることがわかっている。つまり、酸素分子のなかの2つの電子が対を形成せずに、平行スピンとなっている。歴史的には、分子軌道法を用いてこれをはじめて説明することができたという。

- (a) 「分子軌道のエネルギー準位」と「電子配置の規則」について言及しつつ、上のことを説明せよ。必要なら図を用いよ。
 (b) 以下の分子またはイオンについて結合次数を求め、安定性を予測せよ。



元素の周期表 (4桁原子量)

参考) 周期表

#	族																		#				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18					
記号	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIII			IB	IIB	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIA	VIIA	0	記号			
1	1 H 1.008 水素																	2 He 4.003 ヘリウム	1				
2	3 Li 6.941 リチウム	4 Be 9.012 ベリリウム	凡例 原子番号 → 20 原子量 (4桁) → 40.08 ← 元素記号 ← 元素名														5 B 10.81 ホウ素	6 C 12.01 炭素	7 N 14.01 窒素	8 O 16.00 酸素	9 F 19.00 フッ素	10 Ne 20.18 ネオン	2
3	11 Na 22.99 ナトリウム	12 Mg 24.31 マグネシウム															13 Al 26.98 アルミニウム	14 Si 28.09 ケイ素	15 P 30.97 リン	16 S 32.07 硫黄	17 Cl 35.45 塩素	18 Ar 39.95 アルゴン	3
4	19 K 39.10 カリウム	20 Ca 40.08 カルシウム	21 Sc 44.96 スカンジウム	22 Ti 47.88 チタン	23 V 50.94 バナジウム	24 Cr 52.00 クロム	25 Mn 54.94 マンガン	26 Fe 55.85 鉄	27 Co 58.93 コバルト	28 Ni 58.69 ニッケル	29 Cu 63.55 銅	30 Zn 65.39 亜鉛	31 Ga 69.72 ガリウム	32 Ge 72.59 ゲルマニウム	33 As 74.92 ヒ素	34 Se 78.96 セレン	35 Br 79.90 臭素	36 Kr 83.80 クリプトン	4				
5	37 Rb 85.47 ルビジウム	38 Sr 87.62 ストロンチウム	39 Y 88.91 イットリウム	40 Zr 91.22 ジルコニウム	41 Nb 92.91 ニオブ	42 Mo 95.94 モリブデン	43 Tc 98 テクネチウム	44 Ru 101.1 ルビジウム	45 Rh 102.9 ロジウム	46 Pd 106.4 パラジウム	47 Ag 107.9 銀	48 Cd 112.4 カドミウム	49 In 114.8 インジウム	50 Sn 118.7 スズ	51 Sb 121.8 アンチモン	52 Te 127.6 テルル	53 I 126.9 ヨウ素	54 Xe 131.3 キセノン	5				
6	55 Cs 132.9 セシウム	56 Ba 137.3 バリウム	* ランタノイド	72 Hf 178.5 ハフニウム	73 Ta 180.9 タンタル	74 W 183.9 タングステン	75 Re 186.2 レニウム	76 Os 190.2 オスマニウム	77 Ir 192.2 イリジウム	78 Pt 195.1 白金	79 Au 197.0 金	80 Hg 200.6 水銀	81 Tl 204.4 タリウム	82 Pb 207.2 鉛	83 Bi 209.0 ヒ素	84 Po (209) ポロニウム	85 At (210) アスタチン	86 Rn (222) ラドン	6				
7	87 Fr (223) フランシウム	88 Ra (226) ラジウム	** アクチノイド															89-103	7				

	57 La ランタノイド	58 Ce セリウム	59 Pr プラセオジム	60 Nd ネオジム	61 Pm プロメチウム	62 Sm サマリウム	63 Eu ユロプテリウム	64 Gd ガドリウム	65 Tb テルビウム	66 Dy ジスプロシウム	67 Ho ホルミウム	68 Er エルビウム	69 Tm テルミウム	70 Yb イットリウム	71 Lu ルビジウム
*	138.9	140.1	140.9	144.2	(145)	150.4	152.0	157.3	158.9	162.5	164.9	167.3	168.9	173.0	175.0
**	(227)	232.0	(231)	238.0	(237)	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(252)	(257)	(258)	(259)	(260)

()内の数値は、既知同位体のうち最も安定なもの質量数である。