

化学結合と構造 試験問題 (石田)

H 1 4 年度 M科1年

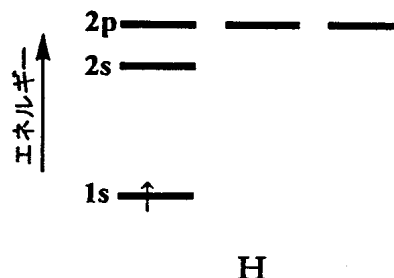
【1】簡潔に説明せよ。必要ならば図を用いてよい。

- (a) リュードベリ定数
- (b) ボーアモデルにおける量子仮説、定常状態仮説、遷移仮説
- (c) 規格化
- (d) d 軌道の数と概形、それらのローブの方向性と位相
- (e) 共有結合性結晶

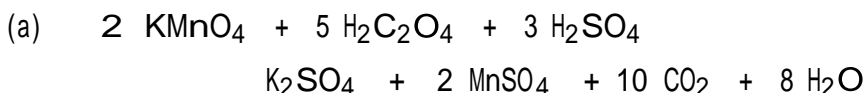
【2】質量が 0.166 kg のボールを 143 km/h で投げたときの物質波の波長はどのくらいになるか。プランク定数 $h = 6.63 \times 10^{-34}$ Js.

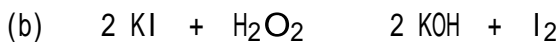
【3】原子と周期表に関する以下の問いに答えよ。

- (a) 炭素原子 C と酸素原子 O の場合について、電子の占有の様子をそれぞれ右図のように図で答えよ。なお、 \uparrow 、 \downarrow は電子のスピン量子数がそれぞれ $+1/2$ と $-1/2$ であることを示す。
- (b) 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。Cl、Ca、Zn 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。
- (c) 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。
- (d) メタン CH_4 の四つの C-H 結合は等価である。これは、問 (a) のダイアグラムで s 軌道と p 軌道が非等価という事実からは説明できない。炭素の原子軌道では何が起こったと考えられるか。
- (e) 水 H_2O では、水素原子間の反発を考えると直線型分子になってもよさそうなのであるが、実際はくの字型の分子である。なぜか。また、H-O-H 角度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。
- (f) 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。
- (g) 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。



【4】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。





【5】 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。

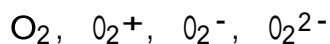


ただし、(g) は気体状態を示し、粒子間の相互作用はないものとする。電荷素量 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$, アボガドロ定数 $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

【6】

(a) 分子軌道法に基づいて、 He_2 分子ができないことを説明せよ。

(b) 次の分子の結合次数を求めて、結合の強さを比較せよ。



参考)

元素の周期表 (4桁原子量)

族	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	族	
周期	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIII			IB	IIB	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	O		族
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	<p style="text-align: center;">凡例</p> <p style="text-align: center;">原子番号 → 20</p> <p style="text-align: center;">原子量 → 40.08</p> <p style="text-align: center;">(4桁)</p> <p style="text-align: center;">Ca ← 元素記号</p> <p style="text-align: center;">← 元素名</p>										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 ルテチウム	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	57-71 * 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 ビスマス	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	89-103 ** アクチノイド																	

*	57 La 138.9 ランタノイド	58 Ce 140.1 セリウム	59 Pr 140.9 プラセオジム	60 Nd 144.2 ネオジム	61 Pm (145) プロメチウム	62 Sm 150.4 サマリウム	63 Eu 152.0 ユウロピウム	64 Gd 157.3 ガドリニウム	65 Tb 158.9 テルビウム	66 Dy 162.5 ジスプロシウム	67 Ho 164.9 ホルミウム	68 Er 167.3 エルビウム	69 Tm 168.9 ツリウム	70 Yb 173.0 イットリビウム	71 Lu 175.0 ルテチウム
**	89 Ac (227) アクチノイド	90 Th 232.0 トリウム	91 Pa (231) プロトアクチニウム	92 U 238.0 ウラン	93 Np (237) ネプツニウム	94 Pu (243) プルトニウム	95 Am (243) アメリシウム	96 Cm (247) キュリウム	97 Bk (247) バークリウム	98 Cf (251) カリフォルニウム	99 Es (252) エンスハイム	100 Fm (257) フェルミウム	101 Md (258) メンデルビウム	102 No (259) ノーベリウム	103 Lr (260) ローレンシウム

()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。