

学生番号 () 氏名 ()

[1] 次の文を読んで、(1)～(6)に答えなさい。

1 H 1.008																	18 He 4.0026
3 Li 6.94	4 Be 9.0122											5 B 10.81	6 C 12.011	7 N 14.007	8 O 15.999	9 F 18.998	10 Ne 20.180
11 Na 22.990	12 Mg 24.305	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.982	14 Si 28.085	15 P 30.974	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.948
19 K 39.098	20 Ca 40.078	21 Sc 44.956	22 Ti 47.867	23 V 50.942	24 Cr 51.996	25 Mn 54.938	26 Fe 55.845	27 Co 58.933	28 Ni 58.693	29 Cu 63.546	30 Zn 65.38	31 Ga 69.723	32 Ge 72.63	33 As 74.922	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.798
37 Rb 85.468	38 Sr 87.62	39 Y 88.906	40 Zr 91.224	41 Nb 92.906	42 Mo 95.96	43 Tc (98)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.29
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57-71	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra (226)	89-103	104 Rf (261)	105 Db (268)	106 Sg (271)	107 Bh (270)	108 Hs (277)	109 Mt (276)	110 Ds (281)	111 Rg (280)	112 Cn (285)	113 Uut (284)	114 Fl (289)	115 Uup (288)	116 Lv (293)	117 Uus (294)	118 Uuo (294)
57 La 138.91	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.05	71 Lu 174.97			
89 Ac (227)	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)			

図 1. 元素の周期表

元素の周期表を図 1 に示す. 18 個の族は電子が s, p, d および f オービタルを満たしていくときにつくられる元素によって, それぞれ s-ブロック元素, p-ブロック元素, d-ブロック元素および f-ブロック元素に分けられる. s-および p-ブロック元素は [①] 元素, d-および f-ブロック元素は [②] 元素と呼ばれる. また, f-ブロック元素のうち第 6 周期第 3 族の La から Lu までの 15 元素を [③] 元素, 第 7 周期第 3 族の Ac から Lr までの 15 元素を [④] 元素という. 図 2 に元素の第 1 イオン化エネルギー

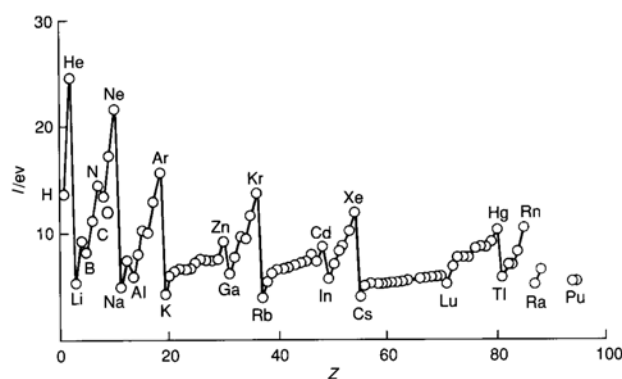


図 2. 元素の第 1 イオン化エネルギー

を原子番号に対してプロットした図を示す. 第 1 イオン化エネルギーの値は, s-および p-ブロック元素では一定の周期性を示すが, d-および f-ブロック元素ではほぼ一定の値を示す.

(1) 文中の [①] ~ [④] に当てはまる語句または記号を記せ.

① [], ② [], ③ [], ④ []

(2) 第 1 イオン化エネルギーとは何か説明せよ。

(3) 図 1 の周期表の中の元素のうち, 非金属元素はどれか, 水素の例にならって非金属元素の枠内に斜線を入れよ.

(4) s-および p-ブロック元素では, 第 1 イオン化エネルギーが, 同じ周期において周期表の左から右へ行くにつれて大きくなる傾向にある理由と, 同じ族において周期表の上から下に行くにつれて小さくなる傾向にある理由を電子配置に基づいて説明せよ.

(5) 第 2 周期の元素の第 1 イオン化エネルギーは, 上に示したように周期表の左から右に行くにつれて大きくなる傾向はあるが, 単調に増加してはいない. ベリリウムよりもホウ素の方が, また窒素よりも酸素の方がイオン化エネルギーが小さい理由をそれぞれの電子配置を例にならって示して説明せよ.

[ベリリウムの電子配置: $1s^2 2s^2$]

(6) ナトリウムの第 1 イオン化エネルギーがネオンに比べてずっと小さい理由を, 上の例にならって電子配置を示して説明せよ.

[2] 図 3 は, 原子番号 Z の水素型原子の最初のいくつかの動径波動関数 R である. ここで, r は原子核からの距離 (半径), a_0 はボーア半径である. (a), (b), (c) はそれぞれ何というオービタルの動径波動関数であるか次の例にならって記号を記せ. [例] $3d$

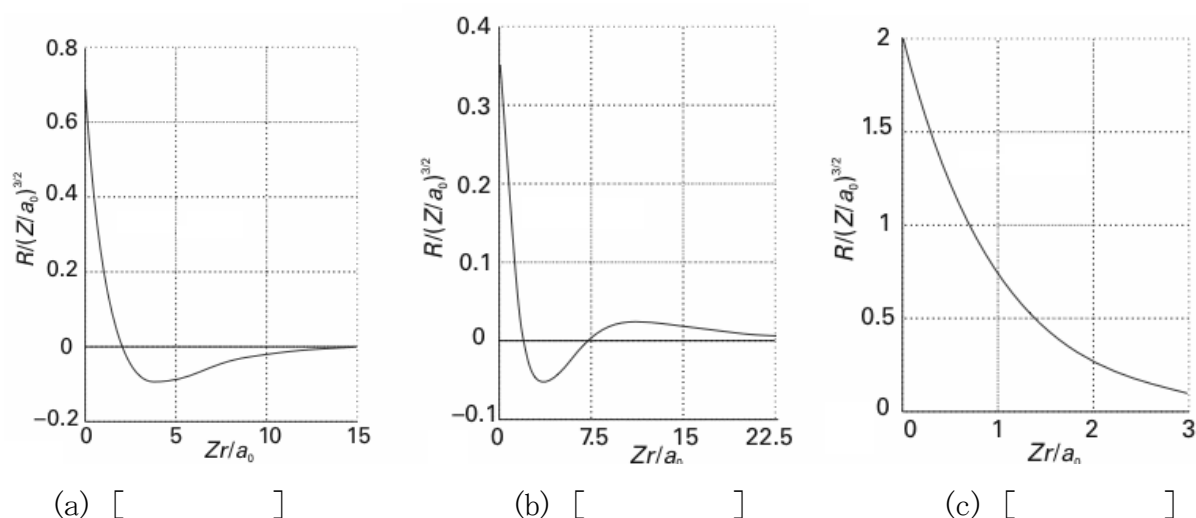
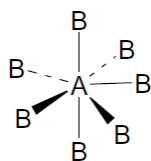


図 3. 原子番号 Z の水素型原子の最初のいくつかの動径波動関数 R

〔3〕 VSEPR 則 (valence shell electron-pair repulsion; 原子価殻電子対反発則) に基づいて, 次の分子の立体的な構造を図示して, 例と同じように分子の形の名称を記せ. 化学結合を表す線のうち, 実線は紙面上にあること, 「くさび形」は紙面より手前に向かっていること, 点線は, 紙面より奥に向かっていることを表している. 立体構造を図示するときも, 実線, くさび形, 点線を使って示せ.

〔例〕 AB_7 (1) AB_2 (2) AB_3 

五方両錐

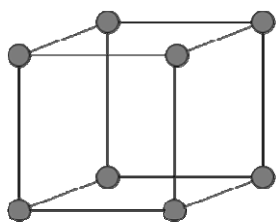
(3) AB_4 (4) AB_5 (5) AB_6

〔4〕 5 種類の対称操作の名称を挙げ, その記号 (シェーンフリース) と対称要素を示せ. そして, それぞれの対称要素をもつ分子 1 つを選び, 分子の名称を示して分子構造を図示せよ.

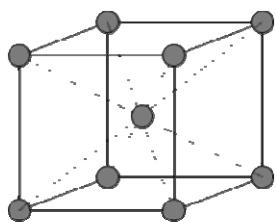
〔5〕金属の構造には、立方最密充填 (ccp)、六方最密充填 (hcp)、体心立方 (bcc) などがある。
立方最密充填 (ccp) 構造および六方最密充填 (hcp) 構造について説明せよ。

〔6〕単位胞に関する以下の(1)と(2)に答えなさい。

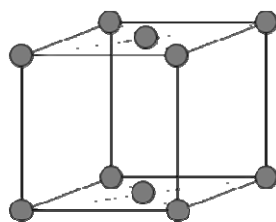
(1) 単位胞には、単純単位胞を含めて 4 種類ある。単純単位胞の例にならって、次の単位胞の名称を [] 内に記入せよ。括弧内のアルファベットは単位胞の略号である



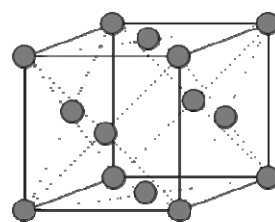
例：〔単純〕 単位胞(P)



[] 単位胞(I)



[] 単位胞(C)



[] 単位胞(F)

(2) 正方晶系では、 $a=b \neq c$, $\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$ であり、ブラベ格子の中には 4 種類の単位胞のうち P 単位胞と I 単位胞がある。正方 F 単位胞がブラベ格子の中に含まれない理由を、図を描いて説明せよ。