

学生番号 ( ) 氏名 ( )

[1] 次の文を読んで、(1)~(7)に答えなさい。

1 H 1.008																	2 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 (265)	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

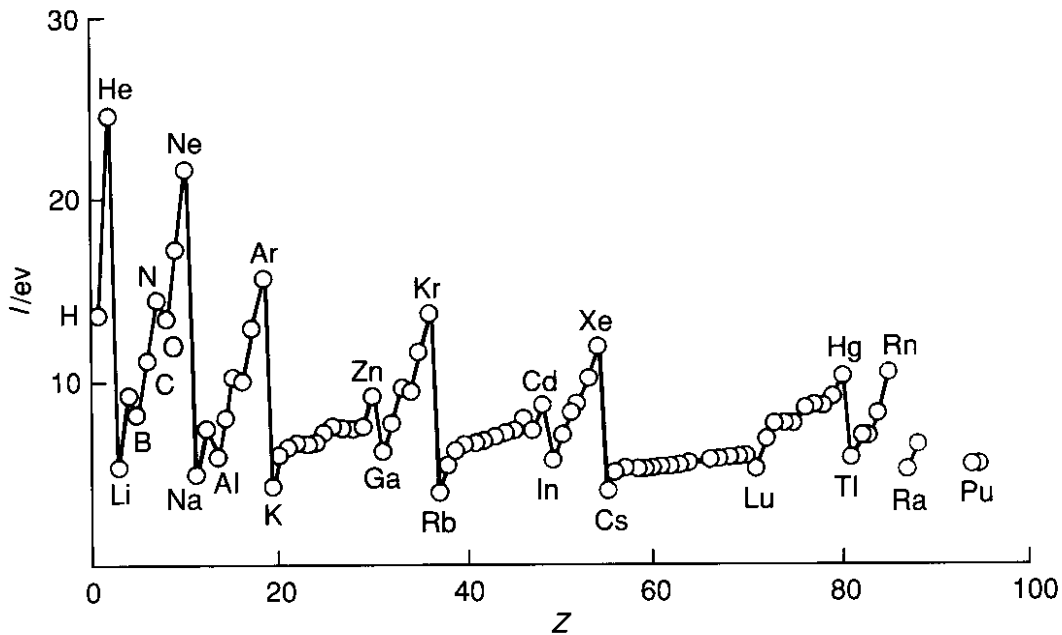


図2. 元素の第1イオン化エネルギー

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。

(7) 第4周期の最初のいくつかの元素の基底電子配置は次のようである。



ここで、原子番号、元素記号、最外殻電子配置の順に示してあり、[Ar]はアルゴンの基底電子配置である。原子番号22番のTiから順番に、30 Znまでの元素の最外殻電子配置を上の場合にならって記せ。また、Sc-Cuの第1イオン化エネルギーがほぼ等しい理由を説明せよ。

22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe
27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	

[Sc-Cuの第1イオン化エネルギーがほぼ等しい理由]

[2] 次の文を読んで、(1)~(3)に答えなさい。

原子の電子構造、すなわち原子核のまわりの電子の配置を説明するために、量子力学をどのように使うかを学ぶ際に出会う概念は、原子、分子の構造や反応を理解するために非常に重要である。したがって、広い範囲にわたって化学に応用される2つの型の原子を区別することが必要である。水素型原子は [ ① ] で、この例としてはH, He<sup>+</sup>, Li<sup>2+</sup>などがある。多電子原子は [ ② ] で、水素以外のすべての中性原子がこれに含まれる。

(1)文中の [ ① ] ~ [ ② ] にあてはまる文章を記せ。

① [ ]

② [ ]

(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<sub>0</sub>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

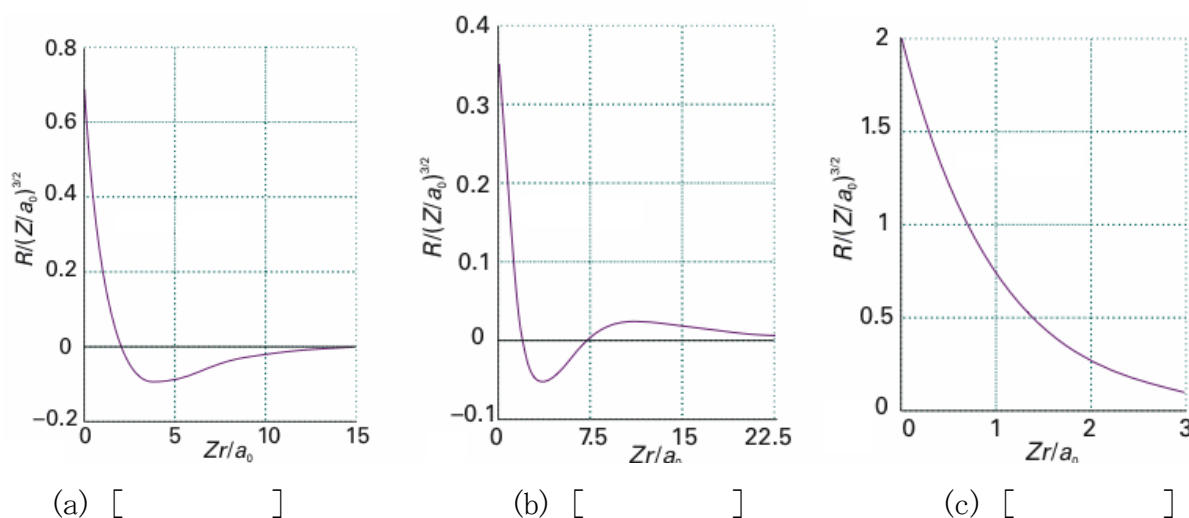


図3. 原子番号Zの水素型原子の最初のいくつかの動径波動関数R

(3) 図3の(a)と(b)に見られる動径波動関数の値がゼロになる点を何というか答えよ。

[3] 次の文を読んで、以下の(1)~(3)に答えなさい。

気体水素を通して放電を行なうとき、 $H_2$ 分子が解離してエネルギー的に励起されたH原子ができて、これは離散的な振動数の光を放出する(図4)。スイスのバルマーは可視領域の吸収線の波数 $\tilde{\nu}$ が次式に合うと指摘した。波数は通常 [ ① ] あたりの波の数であり、

波長 $\lambda$ の逆数である ( $\lambda = 1/\tilde{\nu}$ )。

$$\tilde{\nu} \approx \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \quad n = 3, 4, \dots$$

この式で示される遷移は現在バルマー系列

といわれている。さらに、紫外領域にも線列が発見されてライマン系列となり、赤外領域のパッシェン系列が発見されるに至って、スウェーデンの分光学者リュードベリはすべての線列が次の式に合うことを認めた。

$$\tilde{\nu} = R_H \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \quad R_H = 109,677 \text{ cm}^{-1}$$

ここで、 $n_1 = 1$  (ライマン系列)、 $n_1 = 2$  (バルマー系列)、 $n_1 = 3$  (パッシェン系列) であって、それぞれの場合について、 $n_2 = n_1 + 1, n_1 + 2, n_1 + 3, \dots$ である。

分光的な線が生じるのは、原子がある一つのエネルギー準位から別のエネルギー準位へ遷移し、そのエネルギー差を [ ② ] として放出するからである。この説明から、次のボーアの [ ③ ] が導かれる。すなわち、原子のエネルギーが $\Delta E$ だけ変化すれば、その差は振動数 $\nu$ の [ ② ] として運び去られる。プランク定数を $h$ とすると次式が成り立つ。

$$\Delta E = [ \text{④} ]$$

(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) 図4の分解図に示されている(1)~(3)の4つのスペクトル系列の名称を記せ。

(1) (                    ) 系列, (2) (                    ) 系列, (3) (                    ) 系列

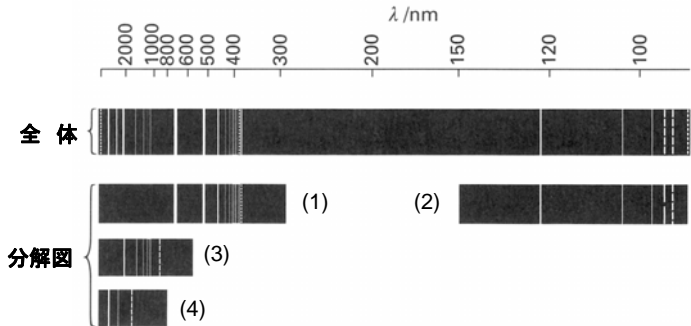


図4. 水素原子のスペクトル. 実際のスペクトル(全体)と、これを系列(1)~(4)に分解したもの(分解図).