

化学【問 3】	第 1 志望 コース		受験 番号	
---------	---------------	--	----------	--

(1) 原子の電子配置に関する以下の問に答えなさい。

- (a) 原子中の電子の軌道は、主量子数 n 、方位量子数 l 、磁気量子数 m 、スピン量子数 M_s の 4 つの量子数によって決定づけられる。 n が 1、2、3 の値をとるとき、 l 、 m はどのような値を取り、またそれぞれどのような副殻 (1s、2s 軌道など) に対応するか、答えなさい。解答は解答欄の表中の (ア) ~ (コ) の括弧内【 】に書き込みなさい。なお同じ記号の部分は同じ数字が入る。

n	l	m	M_s	副殻名称
1	0	(ウ)	+1/2、-1/2	1s
2	(ア)	0	+1/2、-1/2	(ケ)
		(エ)	+1/2、-1/2	
		(オ)	+1/2、-1/2	
3	(ア)	(カ)	+1/2、-1/2	3p
		0	+1/2、-1/2	
		(エ)	+1/2、-1/2	
	(イ)	(キ)	+1/2、-1/2	(コ)
		(エ)	+1/2、-1/2	
		(オ)	+1/2、-1/2	
		(カ)	+1/2、-1/2	
		(ク)	+1/2、-1/2	

- (b) 上記の表に基づいた、原子における電子配置に関係した重要な原理・規則の一つに、パウリの禁制 (排他) 原理がある。パウリの禁制 (排他) 原理について、50~100 字程度で説明しなさい。
- (c) 基底状態において、上記の表中の 1s 軌道から 3s 軌道まで全ての軌道を電子が占有している元素の原子番号と元素記号を答えなさい。
- (d) (c)の元素の単体に希塩酸を加えると水素が発生する。このときの反応を化学反応式で答えなさい。
- (e) (c)の元素の単体に希塩酸を加えると水素が発生するが、銅や銀の単体に希塩酸を加えても水素は発生しない。これはなぜか、50 字程度で説明しなさい。

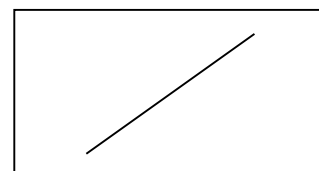
以下に記入すること

(1)

(a)

n	l	m	M_s	副殻名称
1	0	(ウ) 【 】	+1/2、 -1/2	1s
2	0	(ウ)	+1/2、 -1/2	2s
	(ア) 【 】	(エ) 【 】	+1/2、 -1/2	(ケ) 【 】
		(オ) 【 】	+1/2、 -1/2	
		(カ) 【 】	+1/2、 -1/2	
3	0	(ウ)	+1/2、 -1/2	3s
	(ア)	(エ)	+1/2、 -1/2	3p
		(オ)	+1/2、 -1/2	
		(カ)	+1/2、 -1/2	
	(イ) 【 】	(キ) 【 】	+1/2、 -1/2	(コ) 【 】
		(エ)	+1/2、 -1/2	
		(オ)	+1/2、 -1/2	
		(カ)	+1/2、 -1/2	
(ク) 【 】		+1/2、 -1/2		

【裏面につづく】



以下に記入すること

(b)

(c)

原子番号：

元素記号：

(d)

以下に記入すること

(e)

化学【問 3】	第 1 志望 コース		受験 番号	
---------	---------------	--	----------	--

(2) 以下の問に答えなさい。

- (a) 体心立方格子構造、面心立方格子構造、ダイヤモンド構造について、表 1 の空欄に入るべき数字もしくは元素名を解答欄に記入しなさい。

表 1 各結晶構造の特徴

	体心立方格子構造	面心立方格子構造	ダイヤモンド構造
最近接原子数	(ア)	(イ)	(ウ)
充填率 (注 1)	68 %	(エ) %	34 %
それぞれの構造をとる元素 (注 2)	(オ)	(カ)	(キ)

(注 1) 充填率は剛体球によって占有できる最大体積の単位格子体積に対する割合である。

(注 2) 室温、大気圧条件で安定に存在できる元素名を 1 つあげること。元素記号で示してもよい。

- (b) 基本単位格子ベクトル a, b, c をもつ結晶構造について、図 1 から図 3 にそれぞれ灰色で示された結晶面に相当する面指数 (hkl) を記入しなさい。

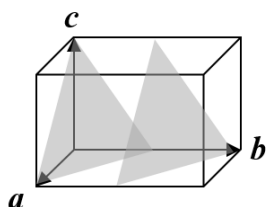


図 1

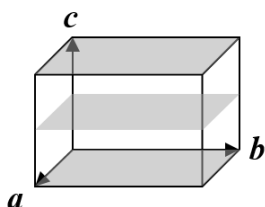


図 2

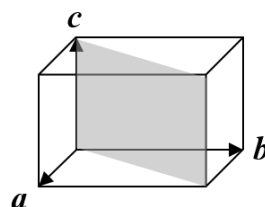


図 3

- (c) 物質に単一波長の X 線を用いて X 線回折測定を行ったところ、特定の結晶面からの回折ピークが観察された。面指数 (hkl) で表される結晶面からの散乱強度は、式(1)で表される結晶構造因子 F の二乗に比例する。 f_i は位置 $i(x_i, y_i, z_i)$ にある原子の原子散乱因子である。

$$F = \sum_i f_i \exp[2\pi i(hx_i + ky_i + lz_i)] \quad (1)$$

原子散乱因子を f として、体心立方格子構造の結晶構造因子 F を求めなさい。また回折ピークが観察されるとき h, k, l の条件を示しなさい。

以下に記入すること

(2)

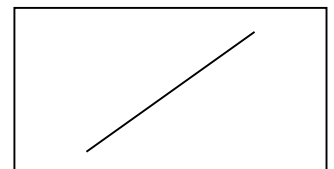
(a)

ア： _____ イ： _____ ウ： _____

エ： _____ %

オ： _____ カ： _____ キ： _____

【裏面につづく】



以下に記入すること

(b)

図 1 : $(hkl) = (\quad \quad \quad)$

図 2 : $(hkl) = (\quad \quad \quad)$

図 3 : $(hkl) = (\quad \quad \quad)$

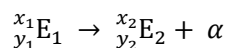
(c)

化学【問 3】	第 1 志望 コース		受験 番号	
---------	---------------	--	----------	--

(3) 以下の文章に関する問に答えなさい。

原子は物質を構成する基本的な単位で、正の電荷をもつ原子核と、それを取り巻く核外電子とによって構成される。原子核は (ア) と (イ) からなる。(ア) と (イ) は原子核を構成する粒子であり、両者を総称して (ウ) と呼ぶ。(ア) の数を Z 、(イ) の数を N であらわすとき、 $Z+N$ を (エ) と呼び、 A であらわす。原子が中性の場合、核外電子の数は Z と一致する。 Z と N の数が決まると原子の種類は一意に決まる。2 種以上の核種を比較する際、 Z の値が同じで N の値のみが異なる場合がある。これらの核種を (オ) と呼び、 x_yE といった表記法が用いられる。なお、 E は仮想の元素記号とする。(オ) の中には、不安定な原子核が放射線を放出することで、他の安定な核種へと変化するものも存在する。これらの核種は (カ) と呼ばれる。

- (a) 空欄 (ア) から (カ) に入る、適切な用語を答えなさい。
- (b) x_yE という表記法において、 x と y には Z 、 N 、 A のいずれかの数値が入る。それぞれにどの数値が入るかを答えなさい。
- (c) 下線部は、放射性壊変（あるいは放射性崩壊）と呼ばれる現象である。ある核種 E_1 が α 壊変し核種 E_2 が生成する以下の反応式について、 x_1 と x_2 、 y_1 と y_2 の関係を答えなさい。



- (d) (エ) が 14 の炭素原子が β^- 壊変した場合、どのような核種が生成するかを答えなさい。
- (e) 放射性壊変は、一次反応速度式に従うことが知られている。(d) の放射性壊変の半減期を $5.7 \times 10^3 \text{ year}$ とした場合、その壊変定数 λ を計算し求めなさい。ただし、 $\ln 2 = 0.69$ とし計算すること。
- (f) 実験室で (カ) を扱う場合について考える。 α 壊変、 β^- 壊変および γ 壊変により放出される放射線の遮蔽方法について、それぞれ 50 文字程度で説明しなさい。

以下に記入すること

(3)

(a)

ア	イ	ウ
エ	オ	カ

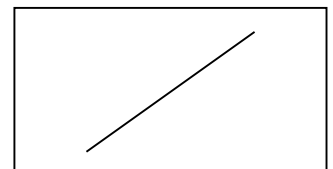
(b)

x	y
-----	-----

(c)

(d)

【裏面につづく】



以下に記入すること

(e)

以下に記入すること

(f)

α 壊変	
β^- 壊変	
γ 壊変	