

<教育学部 一般選抜>

【化学】

●問題冊子 2 ページ：設問Ⅰ 問 2

文の末尾に、以下の文章を追加する。

「ただし、長さの単位は全て cm とする。」

●問題冊子 3 ページ：設問Ⅱ 2 行目

(誤) 電池には正極と . . .

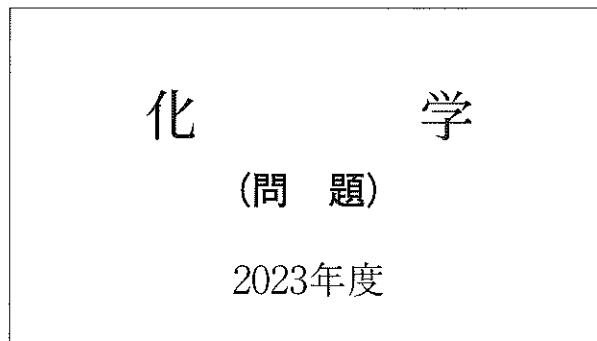
(正) 一次電池には正極と . . .

●問題冊子 4 ページ：設問Ⅲ 1 行目

(誤) ア属 . . .

(正) ア族 . . .

以上



〈2023 R05170015 (化学)〉

注 意 事 項

1. 試験開始の指示があるまで、問題冊子および解答用紙には手を触れないこと。
2. 問題は2～6ページに記載されている。試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚損等に気付いた場合は、手を挙げて監督員に知らせること。
3. 解答はすべて、HBの黒鉛筆またはHBのシャープペンシルで記入すること。
4. 記述解答用紙記入上の注意
 - (1) 記述解答用紙の所定欄（2カ所）に、氏名および受験番号を正確に丁寧に記入すること。
 - (2) 所定欄以外に受験番号・氏名を記入した解答用紙は採点の対象外となる場合がある。
 - (3) 受験番号の記入にあたっては、次の数字見本にしたがい、読みやすいように、正確に丁寧に記入すること。

数字見本	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

- (4) 受験番号は右詰めで記入し、余白が生じる場合でも受験番号の前に「0」を記入しないこと。

(例) 3825番⇒	万	千	百	十	一
	3	8	2	5	

5. 解答はすべて所定の解答欄に記入すること。所定欄以外に何かを記入した解答用紙は採点の対象外となる場合がある。
6. 試験終了の指示が出たら、すぐに解答をやめ、筆記用具を置き解答用紙を裏返しにすること。
7. いかなる場合でも、解答用紙は必ず提出すること。
8. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ること。

I 次の文章を読んで、問1～問5に答えよ。

私達の身のまわりには、金属をはじめとする無機物質が、様々な分野で広く利用されている。これら無機物質の多くは、構成する粒子が規則的に配列した固体（結晶）として存在する。一方、構成単位の配列に規則性をもたない固体物質は、**ア** という。**ア** の典型例であるガラスには、一定の融点はなく、加熱により変形する。

結晶は構成粒子の配列や結合の種類によって、その特徴が大きく異なる。ケイ素は常温常圧下でダイヤモンドと同じ結晶構造をとり、単位格子中の原子数は **イ** 個である。ケイ素の結晶中の1原子に注目すると、最も近い距離に存在する原子は **ウ** 個である。アルゴンは常温常圧下で無色無臭の気体であるが、 -190°C 以下の低温かつ常圧下では結晶となる。アルゴンの結晶は、常温常圧下における銀と同じ結晶構造をもつ。カリウムはアルカリ金属であり、常温常圧下で結晶として存在する。カリウムの単体は、水や空気中の酸素と反応するので、安定に保存するために **エ** 中に入れる必要がある。

問1 文中の空欄 **ア** ～ **エ** にあてはまる最も適切な語句と数字を答えよ。ただし、**ア** と **エ** は語句で、**イ** と **ウ** は数字で記せ。

問2 常温常圧下でのケイ素の結晶について、単位格子の1辺の長さを a としたとき、ケイ素原子の原子半径 r はどのように表せるか。最も適切なものを以下から一つ選び、番号で答えよ。

- ① $\frac{a}{8}$ ② $\frac{\sqrt{2}a}{8}$ ③ $\frac{\sqrt{3}a}{8}$ ④ $\frac{\sqrt{2}a}{4}$
⑤ $\frac{\sqrt{3}a}{4}$ ⑥ $\frac{a}{2}$ ⑦ $\frac{3\sqrt{3}a}{8}$ ⑧ $\frac{3\sqrt{3}a}{4}$

問3 アルゴンの原子間に働くような力で結合する結晶を何とよぶか、漢字で記せ。

問4 ケイ素、アルゴン、カリウムの各結晶について、結合力の小さいものから順に左から並べよ。

問5 アルゴンの結晶の密度 g/cm^3 を有効数字3桁で答えよ。ただし、アルゴン原子を剛体球とし、最近接の原子は互いに接しているものとする。また、アルゴンの結晶の単位格子について、その1辺の長さを $5.43 \times 10^{-8} \text{cm}$ とする。なお、アルゴンの原子量を 40.0、アボガドロ数を $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$ 、 $(5.43)^3 = 160$ として計算せよ。

Ⅱ 次の文章を読んで、問1～問5に答えよ。

酸化還元反応は、私達の生活に最も身近な化学反応といえる。例えば、金属が錆びる反応や電池の電極で起こる反応は、一見別の機構で起こる反応のように見えるが、どちらも酸化還元反応である。電池には正極と負極があるが、負極ではア反応が起こり、電子がイされる。金属の錆びる反応や電池の電極反応では、金属が酸化還元反応を起こし、酸化還元滴定でもよく利用される。シュウ酸と過マンガン酸カリウムの反応では、単体の金属は反応に関与しない。電池と似たような反応が起こる電気分解においても、電極に金属を用いない場合もある。電気分解では、2つの極をそれぞれ陽極と陰極と呼び、陽極においてウ反応が起こる。

問1 文中の空欄ア～ウにあてはまる最も適切な語句を漢字2文字で記せ。

問2 金属鉄の錆びる（腐食）現象を考えるには、金属のイオン化傾向が参考となる。鉄は日常的に使用される金属であるが、空气中に放置するとすぐに腐食する。腐食を防ぐ方法としてめっきがあり、ブリキは鉄（鋼板）の表面に別の金属をめっきして、腐食を抑えたものである。ブリキが錆びにくい理由を、金属のイオン化傾向の考えから説明せよ。

問3 電池のなかでも、燃料電池は今後様々な用途での利用が見込まれ、開発や実用化が進められている。燃料電池は、外部から供給される水素と空気中の酸素の化学反応を利用している。燃料電池の負極では水素がイオン化し、正極では水が生成される。この正極で起こっている反応を、電子を含むイオン反応式で示せ。なお、電子は e^- で表せ。

問4 下線部aの反応で、酸化された元素の酸化数の変化を、 $+2 \rightarrow +3$ のように矢印(→)を介して数字で示せ。ただし、酸化数には符号も付すこと。

問5 陽極に炭素（黒鉛）、陰極に鉄を用いて塩化ナトリウム水溶液の電気分解を行った。以下の(1)、(2)の問いに答えよ。

(1) 陽極と陰極で起こる化学変化を、それぞれ電子 e^- を含むイオン反応式で示せ。

(2) 0.50 Aの電流を30分通じたとき、両極から発生する気体の体積L（標準状態）の合計を有効数字2桁で答えよ。ただし、発生した気体の電解液への溶解は無視してよい。また、ファラデー定数を 9.65×10^4 C/mol、標準状態の気体のモル体積を22.4 L/molとする。

Ⅲ 次の文章を読んで、問1～問5に答えよ。

酸素および硫黄は周期表の **ア** 属に属する典型元素であり、価電子を **イ** 個もち、**ウ** 価の陰イオンになりやすい。酸素・硫黄の単体には、各々に同素体が見られる。酸素には、酸素とオゾンの同素体がある。酸素・硫黄の化合物は、それぞれ、酸化物・硫化物とよばれる。化学結合に関しては、酸素・硫黄の相手の元素が非金属元素であれば **エ** 結合を、金属元素であれば **オ** 結合をつくる。

硫黄と酸素の化合物である二酸化硫黄は、工業的には硫黄を燃焼させ発生させる。実験室においては、いくつかの方法で、発生させることができる。その一つは、亜硫酸ナトリウムに希硫酸を加える方法である。この方法では、弱酸の塩と強酸を反応させると発生する、弱酸の **カ**^a という現象を利用している。二酸化硫黄は、酸化剤・還元剤両方の働きをする。二酸化硫黄と硫化水素を反応させた場合、二酸化硫黄は **キ** 剤の働きをする。金属イオンを含む水溶液に硫化水素を通じると、電離してできた硫化物イオンが金属イオンと結合して、水に溶けにくい硫化物の沈殿を生成する場合がある。^b ^c

問1 文中の空欄 **ア** ～ **キ** にあてはまる最も適切な語句と数字を答えよ。ただし、**ア** ～ **ウ** は数字、**エ** ～ **キ** は語句で記せ。

問2 上述の文中に出現する気体について、正しく述べた選択肢をすべて選べ。

- ① オゾンは特異臭をもつ淡青色の有毒な気体で、酸素に分解する際に還元作用を示す。
- ② 二酸化硫黄は、刺激臭をもつ無色の有毒な気体である。
- ③ 硫化水素は、腐卵臭をもつ黄色の有毒な気体である。
- ④ 同じくらいの分子量をもつ酸素と硫化水素の沸点は、極性分子である硫化水素の方が低い。
- ⑤ 硫化水素と二酸化硫黄は共に、下方置換で捕集する。

問3 下線部 a の化学反応式を記せ。

問4 下線部 b の化学反応式を記せ。

問5 下線部 c の実験を常温常圧下で行った際に、以下のグループ1とグループ2の各々に含まれるすべての金属イオンに共通して起こる反応について、正しく述べた選択肢を全て選べ。

グループ1：マンガン、亜鉛、カドミウム グループ2：カルシウム、ナトリウム、アルミニウム
(選択肢)

- ① アルカリ性～中性の水溶液中で、硫化物の沈殿が発生する。
- ② 酸性の水溶液中で、硫化物の沈殿が発生する。
- ③ 水溶液の pH によらず、硫化物の沈殿が発生しない。
- ④ 硫化物の沈殿が発生する場合、黒色である。
- ⑤ 硫化物の沈殿が発生する場合、黒色以外の色である。

IV 次の文章を読んで、問1～問7に答えよ。

深海底の堆積物中には、様々な鉱物粒子や化石硬組織に加え、有機化合物も多く含まれている。それらの有機化合物の多くは、海洋中または堆積物中に棲息する生物により生産された化合物であり、これらを分子化石とよぶこともある。一般的な深海底堆積物に含まれる有機化合物は、1.0重量%未満程度であるが、まれに20.0重量%を超えるほどに含まれることもある。このような有機化合物に含まれる各種の元素の含有量や、元素の質量組成を調べる操作を、**ア**とよぶ。堆積物に含まれる有機化合物中には、水素・炭素・酸素など様々な元素が含まれるが、乾いた酸素の雰囲気下で、堆積物試料に含まれる有機化合物の完全燃焼を助ける酸化剤を使用し、高温の燃焼管の中で試料を完全燃焼させることで、各元素の酸化物を得ることができる。

図1の装置では、酸化剤を配置した燃焼管中に乾いた酸素を流し、発生した酸化物を捕集し、その重量を測定することで、有機化合物の含有量や質量組成を調べることができる。ここで、3つの異性体をもつ脂肪族炭化水素の有機化合物4.32 mgを完全燃焼させたところ、二酸化炭素13.20 mgと水6.48 mgのみが発生した。

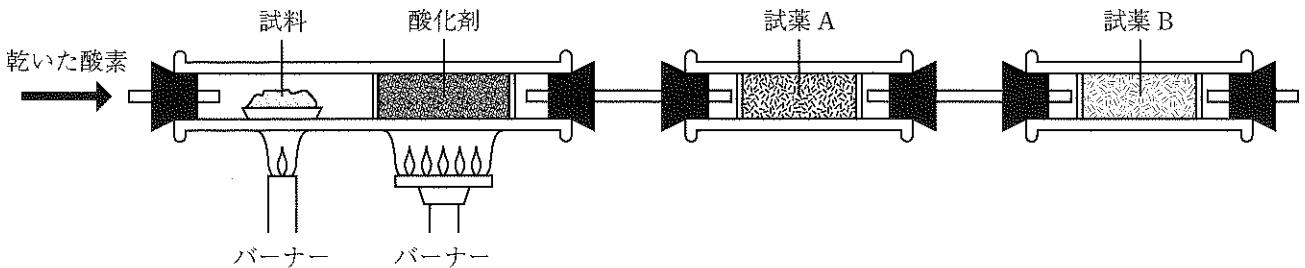


図1 有機化合物燃焼装置の概要

問1 文中の空欄 **ア** に入る、最も適切な語句を記せ。

問2 文中の下線部 **a** について、酸化剤として使用される物質の化学式を記せ。

問3 文中の下線部 **b** について、発生した酸化物を捕集するための試薬と捕集される酸化物の組み合わせとして、正しいものを①から④のなかから一つ選び、番号で答えよ。

試薬 A

試薬 B

- | | | |
|----------------------|---|--------------------|
| ① 塩化カルシウムにより水を捕集 | → | ソーダ石灰により二酸化炭素を捕集 |
| ② 塩化カルシウムにより二酸化炭素を捕集 | → | ソーダ石灰により水を捕集 |
| ③ ソーダ石灰により二酸化炭素を捕集 | → | 塩化カルシウムにより水を捕集 |
| ④ ソーダ石灰により水を捕集 | → | 塩化カルシウムにより二酸化炭素を捕集 |

問4 この有機化合物の組成式および分子式を記せ。ただし、原子量は、水素 = 1.0、炭素 = 12.0、酸素 = 16.0 とする。

問5 この有機化合物の3つの異性体すべての構造式を記せ。

問6 この有機化合物を解析したところ、側鎖のない分子であることがわかった。この化合物名を記せ。

問7 この有機化合物は、国内外において、地熱発電の一種であるバイナリー発電に利用されることがある。バイナリー発電とは、地熱地帯において、熱水の熱を利用し、配管Aを流れる流体（これを二次流体とよぶ）を加熱・気化させることでタービンを回して発電するシステムで、熱水の温度が100℃未満でも運用可能である（図2）。バイナリー発電の二次流体として、この有機化合物が使用される理由を記せ。

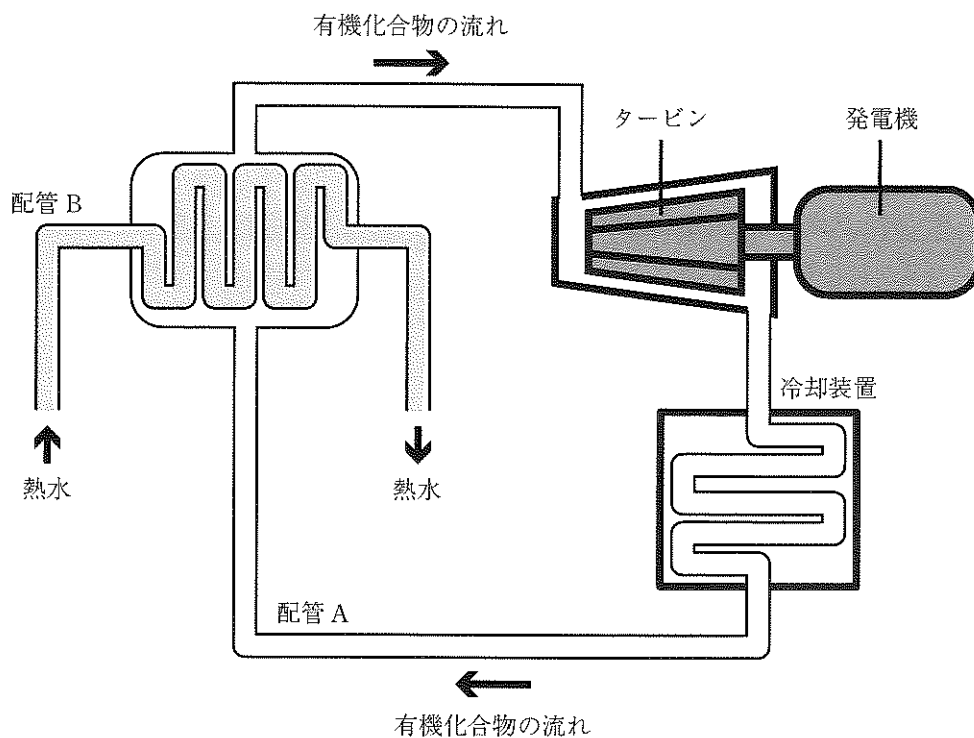


図2 バイナリー発電システムの模式図

[以下余白]

受験番号	万	千	百	十	一
氏名					

(注意) 所定欄以外に受験番号・氏名を記入してはならない。記入した解答用紙は採点の対象外となる場合がある。

	a	b	c	d	e	f	g	h
採点欄								

受験番号	万	千	百	十	一
氏名					

(注意) 所定欄以外に受験番号・氏名を記入してはならない。記入した解答用紙は採点の対象外となる場合がある。

- 注 意
1. 受験番号 (算用数字)・氏名は指示に従ってただちに所定欄に記入し、それ以外に記入してはならない。
 2. 解答はすべて所定の解答欄に記入すること。所定欄以外に何かを記入した解答用紙は採点の対象外となる場合がある。
 3. 解答はHBの黒鉛筆またはHBのシャープペンシルで書くこと。
 4. 試験終了時にこの解答用紙を裏返して机の上に置き、指示を待つこと。
 5. 計算器は一切使用してはならない。

化 学

(解答用紙)

I	問1	ア	イ	ウ	エ	問2	
	問3		問4		問5		g/cm ³

a	
b	

II	問1	ア	イ	ウ	
	問2				
	問3			問4	→
	問5 (1)	陽極		(2)	L
		陰極			

c	
d	

III	問1	ア	イ	ウ	エ	オ
		カ	キ	問2		
	問3			問4		
問5	グループ1		グループ2			

e	
f	

IV	問1		問2		問3		問4	組成式	分子式
	問5	1		2		3			
	問6		問7						

g	
h	