

C 3 物 理

C 4 化 学

この冊子は、**物理** と **化学** の問題を 1 冊にまとめてあります。

情報科学科と土木工学科は、物理または化学のどちらかを選択

工業化学科は化学指定

機械工学科は物理指定

物理の問題は、1 ページより 21 ページまであります。

化学の問題は、22 ページより 33 ページまであります。

〔注 意〕

- (1) 試験開始の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
- (2) 監督者から受験番号等記入の指示があったら、解答用マークシートに受験番号と氏名を記入し、さらに受験番号と志望学科をマークしてください。
- (3) 解答は、所定の解答用マークシートにマークしたもののだけが採点されます。
- (4) 解答用マークシートについて
 - ① 解答用マークシートは、絶対に折り曲げてはいけません。
 - ② マークには黒鉛筆(HBまたはB)を使用してください。指定の黒鉛筆以外でマークした場合、採点できないことがあります。
 - ③ 誤ってマークした場合は、消しゴムで丁寧に消し、消しくずを完全に取除いたうえ、新たにマークしてください。
 - ④ 解答欄のマークは、横 1 行について 1 箇所に限ります。2 箇所以上マークすると採点されません。あいまいなマークは無効となるので、はっきりマークしてください。
 - ⑤ 解答用マークシート上部に記載されている解答上の注意事項を、必ず読んでから解答してください。
- (5) 試験開始の指示があったら、初めに問題冊子のページ数を確認してください。
ページの落丁・乱丁、印刷不鮮明等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- (6) 問題冊子は、試験終了後、持ち帰ってください。

化 学

- 1 次の(1)~(2)の設問に答えなさい。解答はすべて解答用マークシートにマークしなさい。(17点)

(1) 鉄イオンに関する次の(A)~(D)の記述のうち、2価の鉄イオン(Fe^{2+})に関するものについては2を、3価の鉄イオン(Fe^{3+})に関するものについては3を、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} の両方に当てはまるものについては4を、それぞれマークしなさい。

- (A) チオシアン酸カリウム水溶液を加えると血赤色溶液となる。
- (B) ペンガラや赤鉄鉱の主成分となる酸化物を形成する。
- (C) 硫化水素を通じた後、塩基性になると黒色沈殿を生じる。
- (D) アンモニア水を加えると緑白色の沈殿を生じる。

(2) Ag^+ 、 Cu^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Al^{3+} を含む混合水溶液から各金属イオンを分離したい。このとき、一般的に行われる以下の【操作】、ならびにその【説明】の(ア)~(ケ)に最も適当なものをA欄から選び、マークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。なお、各操作では、沈殿を形成すべき金属イオンはすべて沈殿し、溶液中にその金属イオンは残存しないものとする。

【操作】

- (A) 混合水溶液に (ア) を室温に加え、生じた沈殿をろ過した。
- (B) (A)で生じた沈殿に純水を加えて充分に加熱した後、ろ過を行った。
- (C) (A)で得られたろ液に硫化水素を通じて、生じた (イ) 色の沈殿をろ過した。
- (D) (C)で得られたろ液を (ウ) した。
- (E) (D)の溶液に、 (エ) を過剰量加えて沈殿を形成させた。

【説明】

- (a) (A)で沈殿を生じるイオンは オ である。
- (b) (B)でろ過後の水溶液に含まれるイオンは カ である。
- (c) (C)で沈殿を生じるイオンは キ である。
- (d) (D)の操作を行う目的は、溶液に含まれる ク を取り除くためである。
- (e) (E)で生じた沈殿は ケ である。

A 欄

- | | | |
|--|--|--|
| 01 希硫酸 | 02 希塩酸 | 03 希硝酸 |
| 04 酢酸 | 05 水酸化ナトリウム水溶液 | |
| 06 アンモニア水 | 07 二クロム酸カリウム水溶液 | |
| 08 硫化水素 | 09 二酸化硫黄 | 10 白 |
| 11 黄 | 12 黒 | 13 青 |
| 14 ろ過 | 15 遠心分離 | 16 煮沸 |
| 17 冷却 | 18 透析 | 19 Ag^+ |
| 20 Cu^{2+} | 21 Pb^{2+} | 22 Al^{3+} |
| 23 Ag^+ と Cu^{2+} | 24 Ag^+ と Pb^{2+} | 25 Ag^+ と Al^{3+} |
| 26 Cu^{2+} と Pb^{2+} | 27 Cu^{2+} と Al^{3+} | 28 Pb^{2+} と Al^{3+} |
| 29 Ag_2O | 30 AgCl | 31 Ag_2SO_4 |
| 32 CuO | 33 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ | 34 CuCl_2 |
| 35 CuSO_4 | 36 PbO | 37 PbCl_2 |
| 38 PbSO_4 | 39 Al_2O_3 | 40 $\text{Al}(\text{OH})_3$ |
| 41 AlCl_3 | 42 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ | |

- 2 次の記述の(ア)～(サ)に最も適当な語句をA欄より選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。

(17点)

近年、燃料電池が注目されている。この中で電解液にリン酸水溶液を用い、電解液と (ア) 作用をもった多孔質の金属膜(または (ア) として (イ) を含む黒鉛)を用いた電極から構成されているものをリン酸型燃料電池という。負極に (ウ) を、正極に (エ) を一定の割合で供給すると、負極では (オ) 反応が起こり、 (ウ) イオンが生成し、一方、正極では、 (エ) と電解液中を移動した (ウ) イオンが反応し、 (カ) が生成する。この電池は (ウ) の燃焼による (キ) エネルギーを (ク) エネルギーに変換しているデバイスといえる。このように、この電池は、地球温暖化の原因のひとつとされる (ケ) を発生しないので、クリーンで環境にやさしい電池である。ここで、この電池の起電力は約1.2Vであり、マンガン乾電池の起電力約 (コ) Vや鉛蓄電池の起電力約 (サ) Vより小さい。一方、濃リン酸は腐食性が強いので、それに対応する電池材料にコストがかかる欠点もある。このため、違うタイプの燃料電池も精力的に開発されている。

A 欄

01 蒸 発	02 触 媒	03 冷 却
04 吸 熱	05 金	06 銀
07 銅	08 白 金	09 リチウム
10 鉛	11 ヘリウム	12 アルゴン
13 二酸化炭素	14 酸 素	15 窒 素
16 水 素	17 塩 素	18 還 元
19 酸 化	20 中 和	21 塩 酸
22 硫 酸	23 水	24 ドライアイス
25 熱	26 気 化	27 融 解
28 昇 華	29 溶 解	30 腐 食
31 分 解	32 運 動	33 電 気
34 機 械	35 位 置	36 0.6
37 0.8	38 1.2	39 1.5
40 2.1	41 2.4	42 3.7

- 3 次の記述(1)～(2)を読み、(ア)～(エ)に最も適当なものをA欄から選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい。なお、(i)～(v)にあてはまる数値を有効数字が3桁になるように4桁目を四捨五入して求め、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。指数 d がゼロの場合の符号 p には+をマークしなさい。

$$\boxed{a} \cdot \boxed{b} \boxed{c} \times 10^{\boxed{p} \boxed{d}}$$

↑
小数点
↑
正負の符号

なお、必要ならば、下記の数値を用いなさい。 (16点)

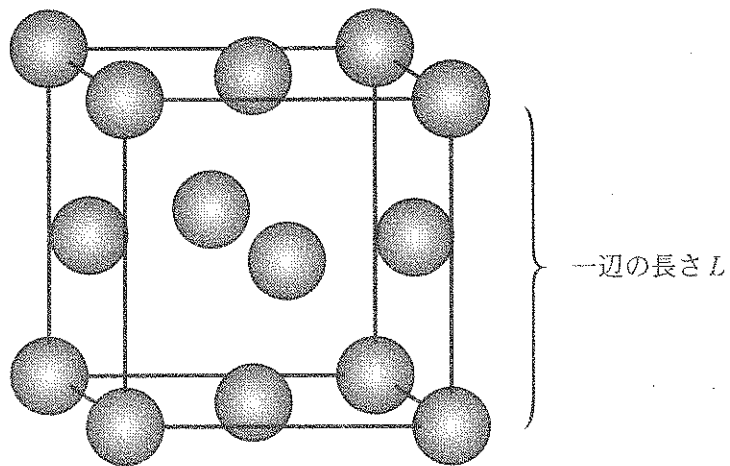
円周率：3.14

平方根の概数値： $\sqrt{2} = 1.414$, $\sqrt{3} = 1.732$

$(1.28)^3 = 2.10$, $(2.56)^3 = 16.8$, $(2.96)^3 = 25.9$, $(3.62)^3 = 47.4$

- (1) 結晶中の化学結合には種類がある。陽イオンと陰イオンが交互に規則正しく立体的に配列している結晶はイオン結晶とよばれ、例として (ア) や塩化ナトリウムがある。多数の分子が分子間力によって引き合い、規則正しく配列している結晶は分子結晶とよばれ、例として (イ) や (ウ) がある。そして、多数の原子が共有結合でつながった結晶は共有結合の結晶とよばれ、(エ) や二酸化ケイ素が知られている。

- (2) ある金属結晶は面心立方格子の結晶構造をとる。この金属原子の半径が $1.28 \times 10^{-8} \text{ cm}$ であるとする、図に見られる単位格子一辺の長さ L は、(i) cm となる。この金属の原子量を M 、アボガドロ定数を $6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$ とすると、単位格子の質量は (ii) $\times 10^{-23} M [\text{g}]$ と表せる。この金属の密度は、単位格子の体積と質量から (iii) $M [\text{g}/\text{cm}^3]$ と導かれる。例えば、密度が $8.94 \text{ g}/\text{cm}^3$ であるとする、この金属の原子量 M は (iv) となる。また、この金属結晶の単位格子の充填率は (v) % と計算される。



図(図中の●は原子の中心位置を示している)

A 欄

- | | | |
|----------|----------|----------|
| 1 銅 | 2 ダイヤモンド | 3 ドライアイス |
| 4 ニクロム | 5 ナфтаレン | 6 黄銅 |
| 7 硫酸バリウム | 8 ジュラルミン | |

- 4 次の記述(1)～(3)を読み、(i)～(iii)に当てはまる数値を求めなさい。解答は、有効数字が2桁になるように3桁目を四捨五入して求め、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。指数 c が0の場合の符号 p には+をマークしなさい。

$$\boxed{a} \cdot \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}}$$

↑
小数点
↑
正負の符号

なお、必要ならば、下記の数値を用いなさい。 (15点)

気体定数： $R = 8.31 \text{ J/(K} \cdot \text{mol)}$

25℃における水のイオン積： $1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$

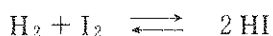
$\log_{10} 2 = 0.301$

- (1) 化学反応の反応速度定数 k はその反応の活性化エネルギー E_a [J/mol]，反応温度 T [K]，気体定数 R [J/(K·mol)] を用いて次のアレニウスの式で表される。

$$\log_{10} k = -\frac{E_a}{2.30 RT} + \log_{10} A \quad (A \text{ は定数})$$

ある反応では27℃における反応速度定数は17℃における反応速度定数の2倍であった。この反応の活性化エネルギー E_a は (i) J/mol である。ただし、測定温度範囲では活性化エネルギー E_a および定数 A は一定と見なせるものとする。

- (2) 水素とヨウ素を容器に入れて一定温度にすると次の反応で平衡に達する。



いま10 Lの容器に1.0 molの水素と1.0 molのヨウ素を入れ、ある温度に保ったところ平衡に達して、HIが (ii) mol生成した。ただし、この反応のこの温度においてすべての分子は気体であり、濃度平衡定数は64とする。

- (3) $4.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ の NaOH 水溶液 100 mL と $2.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ の塩酸 100 mL を 25°C で反応させた。反応後の水溶液の pH は iii である。ただし、反応前後の溶液の温度、全体積は変わらないものとする。

- 5 次の記述の(ア)～(セ)に最も適当なものをA欄より選び解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。なお、必要ならば、下記の数値を用いなさい。(17点)

原子量の概数値：H 1.0, C 12.0, O 16.0

炭化カルシウムを水と反応させると (ア) が生成する。これを (イ) と反応させると炭素 55.81 %, 水素 6.98 %, 酸素 37.21 % の組成からなる (ウ) が生成する。また, (ウ) を希酸中で加水分解すると (エ) を経て, その異性体である (オ) が生成する。なお, (オ) を穏やかに酸化すると (イ) が得られる。

(ア) を水素と反応させると (カ) が生成する。(カ) をリン酸存在下で水蒸気と反応させると (キ) が生成する。酸触媒存在下で (キ) を (イ) と反応させると, 芳香を有する (ク) が得られる。

(ア) を鉄触媒存在下で加熱すると3分子が付加して (ケ) を生成する。(ケ) を硫酸存在下で硝酸と反応させると (コ) になり, 引き続いて (コ) を塩酸とスズで処理すると (サ) になる。(サ) を塩酸中で亜硝酸ナトリウムにより処理し, 引き続いて温度を上げると (シ) が得られる。なお, (シ) は, (ケ) を酸触媒存在下で (ス) と反応させて得られる (セ) を酸素で酸化した後, 分解することによっても得られる。

A 欄

- | | |
|--------------|----------------------|
| 01 アセチレン | 02 アセトアルデヒド |
| 03 アセトン | 04 アニリン |
| 05 エタン | 06 エチレン |
| 07 エチレンオキシド | 08 エチレングリコール |
| 09 エタノール | 10 ギ 酸 |
| 11 ギ酸エチル | 12 クメンヒドロペルオキシド |
| 13 酢 酸 | 14 酢酸ビニル |
| 15 酢酸エチル | 16 クメン |
| 17 シクロヘキサノール | 18 シクロヘキサノン |
| 19 シクロヘキサン | 20 シクロヘキセン |
| 21 トルエン | 22 <i>o</i> -ニトロトルエン |
| 23 ニトロベンゼン | 24 ビニルアルコール |
| 25 フェノール | 26 プロパン |
| 27 プロピレン | 28 ベンゼン |
| 29 ホルムアルデヒド | 30 ポリ酢酸ビニル |

- 6 次の記述(1), (2)の(ア)~(セ)に最も適当なものを, それぞれA欄, B欄から選び解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。また, 下線部(a), (b)に最も関係のあるものをそれぞれI欄, II欄から選び解答用マークシートにマークしなさい。(18点)

(1) グルコースは $C_6H_{12}O_6$ の分子式からなる (ア) の一つであり, 1位と4位の (イ) の向きにより α 体と β 体の2つの構造がある。これらは (ウ) をもつ中間体を経て構造が変化するので, グルコースには還元性が_(a)ある。

α 体が重合した構造をもつのが (エ) である。 (エ) のうち, (オ) には α -1, 4-グリコシド結合のみが含まれ, (カ) には α -1, 4-グリコシド結合のほかに α -1, 6-グリコシド結合が含まれる。一方, β 体が重合した構造をもつものが (キ) である。

A 欄

- | | | |
|-----------|--------------|--------------|
| 01 アミラーゼ | 02 アミロース | 03 アミロペクチン |
| 04 アルデヒド基 | 05 カルボニル基 | 06 カルボキシ(ル)基 |
| 07 スクロース | 08 セルラーゼ | 09 セルロース |
| 10 多糖類 | 11 単糖類 | 12 デンプン |
| 13 二糖類 | 14 ヒドロキシ(ル)基 | 15 フルクトース |

I 欄

- 1 ヨウ素-デンプン反応
- 2 キサントプロテイン反応
- 3 ビウレット反応
- 4 銀鏡反応
- 5 ヨードホルム反応

(2) 分子内に (ク) と (ケ) をもつ化合物をアミノ酸という。ほとんどのアミノ酸が (コ) をもつが、生体を構成するアミノ酸の中では (サ) だけが (コ) をもたない。

アミノ酸が (シ) を形成して重合するとタンパク質を生成し、その一方の末端には酸性を示す (ク) がある。(シ) の (ス) は分子内で (ケ) 由来の構造を含む官能基と特異的な相互作用を示し、(セ) などの特徴的な2次構造を形成する原因となる。

B 欄

- | | | |
|--------------|--------------|-----------|
| 01 アミノ基 | 02 アミノ酸配列 | 03 網目構造 |
| 04 アラニン | 05 アルデヒド基 | 06 エーテル結合 |
| 07 エステル結合 | 08 カルボキシ(ル)基 | 09 カルボニル基 |
| 10 グリシン | 11 酸性度 | 12 等電点 |
| 13 ヒドロキシ(ル)基 | 14 不斉炭素原子 | 15 分岐構造 |
| 16 ペプチド結合 | 17 らせん構造 | 18 リシン |

II 欄

- 1-ブタノールはナトリウムと反応してナトリウムブトキシドを生成する。
- ジエチルエーテルはナトリウムと反応しない。
- 1-ブタノールとジエチルエーテルはどちらもヘキサンと混ざる。
- 1-ブタノールの沸点はジエチルエーテルより高い。
- 1-ブタノールとジエチルエーテルは分子量が等しい。