

問題・解答
用紙番号

22

の解答用紙に解答しなさい。

化 学

〈受験学部・学科〉

3 科目型 受験者

理工学部, 薬学部, 農学部 [注]文系科目型を除く

2 科目型 受験者

理工学部(生命科学科),
農学部(農業生産学科・応用生物科学科・食品栄養学科)

問題は100点満点で作成しています。

解答にあたっては、下記の注意事項に従うこと。

1. 数字をマークするように求められたときは、次の例に従ってマークせよ。

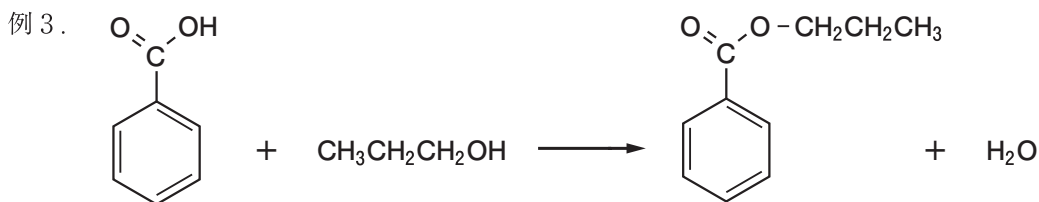
例 1. 問題に $\boxed{a} \boxed{b} . \boxed{c} \boxed{d}$ とあるとき、

計算結果が 7.103 ならば、四捨五入して $\boxed{a} \boxed{b} . \boxed{c} \boxed{d}$
0 7 1 0 をそれぞれマークせよ。

例 2. 問題に $C \boxed{a} H \boxed{b} \boxed{c} N \boxed{d} O \boxed{e}$ とあるとき、

$\boxed{a} \boxed{b} \boxed{c} \boxed{d} \boxed{e}$
答えが $C_2H_7NO_2$ ならば、2 0 7 1 2 をそれぞれマークせよ。
上の例のように、0 や 1 もマークし、空欄を残さないこと。

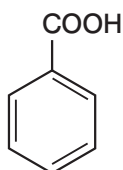
2. 化学式や反応式を書くように求められたときは、特に指定のない限り、下の例のように簡略化した式を用いてもよい。ただし、官能基の結合はわかるように明確に示すこと。



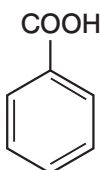
メチル基、カルボキシ基やアミノ基などは簡略化して書いてよいが、どの原子とどの原子が結合しているかは明確に示すこと。

カルボキシ基を簡略化して書いたときのよい例（正答）と悪い例（誤答）を下に示す。

正答



誤答



ベンゼン環に結合しているカルボキシ基の原子は炭素であって、酸素ではない。

解答にあたって必要ならば、次の数値を用いよ。

原子量 $H = 1.0$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $Na = 23.0$, $Cl = 35.5$

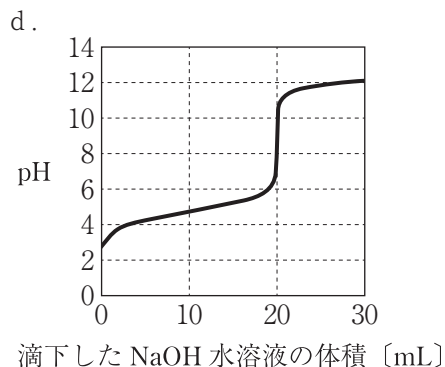
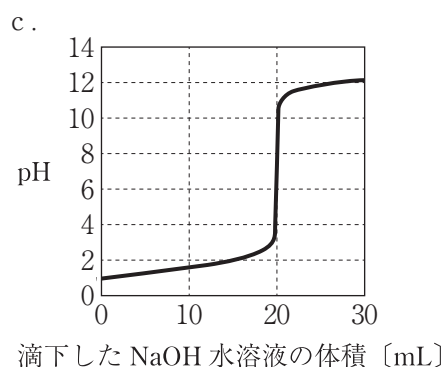
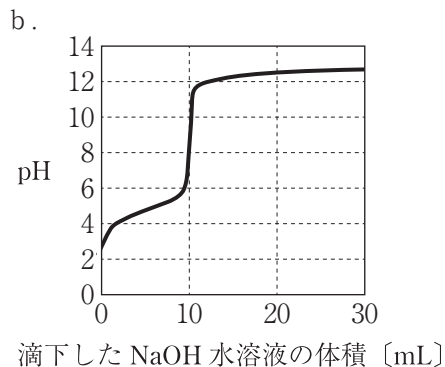
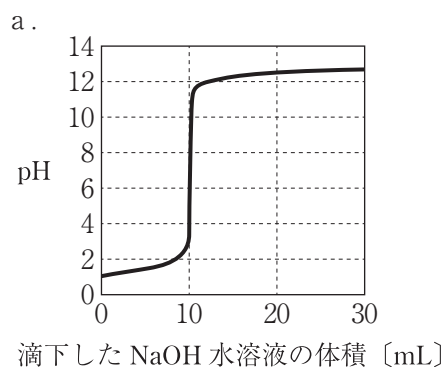
気体定数 $R = 8.30 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

I 次の問 1 ～ 6 に答えよ。(22点)

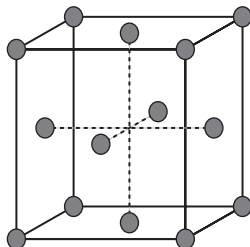
問 1 1.0 L の水の物質質量 $[\text{mol}]$ に最も近い値を a ～ e から選んでマークせよ。ただし、水の密度を $1.0 \text{ g}/\text{cm}^3$ とする。

a. 5.6×10^{-1} b. 5.6 c. 56 d. 5.6×10^2 e. 5.6×10^4

問 2 0.1 mol/L の酢酸水溶液 10 mL を 0.05 mol/L 水酸化ナトリウム (NaOH) 水溶液で滴定した。このときの pH の変化を示すグラフとして最も適切なものを a ～ d から選んでマークせよ。



問3 銅の結晶は、下図のような面心立方格子の構造で、単位格子の一辺の長さは $3.6 \times 10^{-8} \text{ cm}$ である。銅原子の半径を $\boxed{a} . \boxed{b} \times 10^{-\boxed{c}} \text{ cm}$ と表すとき、 $a \sim c$ に該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし、結晶中での金属原子を球形と仮定し、原子どうしが接しているものとする。また、 $\sqrt{2} = 1.4$ とする。



問4 ニッケルを触媒とし、 0.16 g のアルケン **A** をすべてアルカンにするためには、 0°C 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 32 mL の水素を要する。**A** の分子式を $\text{C}\boxed{a}\text{H}\boxed{b}\boxed{c}$ と表すとき、 $a \sim c$ に該当する数字をそれぞれマークせよ。

問5 ヨードホルム反応を呈する化合物を $a \sim d$ から選んでマークせよ。

- | | |
|---|--|
| a. $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$ | b. $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_3$ |
| c. $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{O}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ | d. $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$ |

問6 チオール基 ($-\text{SH}$ 基) をもつアミノ酸を $a \sim e$ から選んでマークせよ。

- a. アラニン b. グルタミン酸 c. システイン d. セリン e. メチオニン

Ⅱ 次の文を読み、問 1 ～ 7 に答えよ。(24点)

純物質は、1 種類の物質のみからできたもので、ア と イ に分類される。^①酸素とオゾンのように同じ元素からなるが、性質の異なる ア を、互いに ウ という。純物質は、それぞれの物質ごとに融点や沸点、水に対する溶解度、密度など固有の値をとる。これに対して、^②混合物は、構成している物質の種類やその割合によって、これらの値が変化する。

自然界に存在する物質のほとんどは混合物である。混合物から純物質を取り出す操作を分離といい、より純粋な物質を得る操作を精製という。混合物の分離・精製には、純物質のもつ固有の性質が利用される。

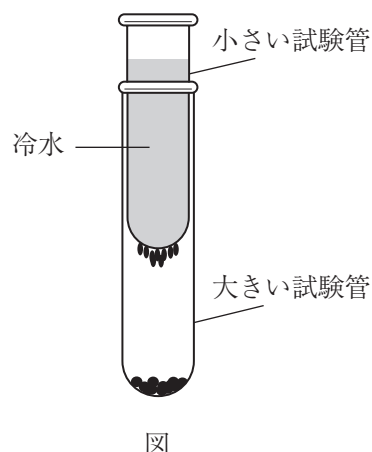
いま、アルカリ金属の塩 **A**、金属の酸化物 **B**、ヨウ素の混合物がある。この混合物から、それぞれの物質を分離するために、操作Ⅰ～Ⅳを行った。ただし、**A**、**B** およびヨウ素は互いに反応しないものとする。

操作Ⅰ：混合物に純水を加えて、よく攪拌してろ過した。

操作Ⅱ：操作Ⅰで得られたろ液を白金線の先につけ、ガスバーナーの外炎（酸化炎）に入れると炎が赤紫色になった。また、ろ液に硝酸銀水溶液を加えると、白い沈殿がみられた。

操作Ⅲ：操作Ⅰでろ紙上に残ったものを自然乾燥させた後、右図の大きい試験管に入れた。^③大きい試験管の下から加熱すると、紫色の気体が発生し、これが小さい試験管の外側に固体として析出した。

操作Ⅳ：操作Ⅲで大きい試験管の底に残った **B** の黒い粉末に炭素の粉末を混ぜて加熱すると、**B** が エ されて赤色光沢をもつ金属の ア が生じた。この赤色光沢をもつ金属の ア に濃硝酸を加えると、^④赤褐色の気体が発生した。



問 1 ア ～ エ に該当する語句として最も適切なものをそれぞれ a ～ g から選んでマークせよ。

- | | | | |
|--------|--------|--------|-------|
| a. 異性体 | b. 還元 | c. 化合物 | d. 酸化 |
| e. 単体 | f. 同位体 | g. 同素体 | |

問2 下線部①と同様の関係にある物質の組合せを a～e から 2つ 選んでマークせよ。

- a. エタノールとメタノール b. 氷と水 c. 黒鉛とフラーレン
d. ゴム状硫黄と単斜硫黄 e. 水素と重水素

問3 下線部②において、塩化ナトリウム 0.585 g を純水 100 g に溶かした溶液の沸点〔℃〕として最も近い値を a～h から選んでマークせよ。ただし、純水の沸点は 100.00℃、純水のモル沸点上昇を $0.52 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$ とし、塩化ナトリウムは水溶液中で完全に電離するものとする。

- a. 99.50 b. 99.90 c. 99.95 d. 99.99
e. 100.01 f. 100.05 g. 100.10 h. 100.50

問4 A に該当する化合物の化学式を a～i から選んでマークせよ。

- a. KBr b. KCl c. KI d. LiBr e. LiCl
f. LiI g. NaBr h. NaCl i. NaI

問5 B に該当する化合物の化学式を a～f から選んでマークせよ。

- a. Ag_2O b. Al_2O_3 c. CuO d. Fe_2O_3 e. MnO_2 f. ZnO

問6 下線部③のように、固体が直接気体になる変化を利用した分離・精製法の名称を 漢字 で書け。

問7 下線部④の気体の化学式を書け。

Ⅲ 次の文を読み、問 1 ～ 5 に答えよ。(26点)

酸化・還元は、酸素原子や水素原子の授受だけでなく、電子 e^- の授受からも定義することができる。たとえば、物質が電子を失って酸化数が $\boxed{A}$ したとき、その物質は $\boxed{B}$ されたという。

① 二酸化硫黄は、相手の物質によって酸化剤としても還元剤としてもはたらく。たとえば、式(1)に示すように、硫化水素との反応では、二酸化硫黄は $\boxed{C}$ 剤としてはたらく、硫黄が析出する。一方、式(2)に示すように、ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液(ヨウ素溶液)との反応では、二酸化硫黄は $\boxed{D}$ 剤としてはたらく。



いま、濃度未知の二酸化硫黄水溶液 **A** 200 mL を 100 mL ずつに分けた。一方に、0.10 mol/L のヨウ素溶液を 30 mL 加えたところ、過不足なく反応して水溶液中の二酸化硫黄がすべて硫酸イオンになった。もう一方に ② 0.10 mol/L の硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液を $\boxed{X}$ mL 加えたところ、過不足なく反応して水溶液中の二酸化硫黄はすべて硫酸イオンになった。

問 1 $\boxed{A}$ ～ $\boxed{D}$ に該当する語句を a ～ d からそれぞれ選んでマークせよ。ただし、必要であれば繰り返し選んでよい。

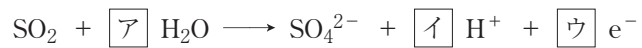
a. 還元 b. 減少 c. 酸化 d. 増加

問 2 下線部①の硫黄原子の酸化数に該当する数値を a ～ k から選んでマークせよ。

a. -8 b. -6 c. -4 d. -2 e. -1 f. 0
g. +1 h. +2 i. +4 j. +6 k. +8

問 3 二酸化硫黄水溶液 **A** のモル濃度を $\boxed{a}.\boxed{b} \times 10^{-\boxed{c}}$ mol/L と表すとき、a ～ c に該当する数字をそれぞれマークせよ。

問4 下線部②の酸化還元反応における二酸化硫黄と過マンガン酸イオンのはたらきは、それぞれ以下の電子 e^- を含むイオン反応式（半反応式）で表すことができる。[ア] ～ [カ] に該当する数字をそれぞれマークせよ。



問5 [X] を [a] [b] mL と表すとき、a および b に該当する数字をそれぞれマークせよ。

Ⅳ 次の文を読み、問1～7に答えよ。(28点)

フェノールは、アルコールと同様にヒドロキシ基をもつが、アルコールとは少し異なる性質を示す。フェノールは水に少し溶け、わずかに電離して [ア] を生じ、その水溶液は弱い [イ] を示す。その一方で、フェノールは、アルコールと共通した性質も示し、たとえば、ナトリウムと反応して [ウ] を発生する。また、カルボン酸無水物と反応して [エ] を生じる。

フェノールは、ベンゼンに比べて反応性が大きく、 [A] 反応を受けやすい。たとえば、ベンゼンの場合、濃硝酸と濃硫酸の混合物（混酸）を加えて加熱しなければニトロ化反応は進行しない。しかし、フェノールの場合、希硝酸を加えると常温下で容易にニトロ化反応が進行し、^①o-ニトロフェノールおよび^②p-ニトロフェノールの混合物が生成する。また、常温下、フェノールを濃硝酸と反応させると、^③2,4-ジニトロフェノールおよび^④2,6-ジニトロフェノールが生成する。

問1 [ア] ～ [エ] に該当する語句または化学式を a～h からそれぞれ選んでマークせよ。

- | | | | |
|--------|---------|----------|-----------|
| a. アミド | b. エステル | c. 塩基性 | d. 酸性 |
| e. 酸素 | f. 水素 | g. H^+ | h. OH^- |

問2 フェノールの工業的製造法の名称として適切なものを a～e から選んでマークせよ。

- | | | |
|------------|---------------|--------|
| a. オストワルト法 | b. クメン法 | c. 接触法 |
| d. ソルバー法 | e. ハーバー・ボッシュ法 | |

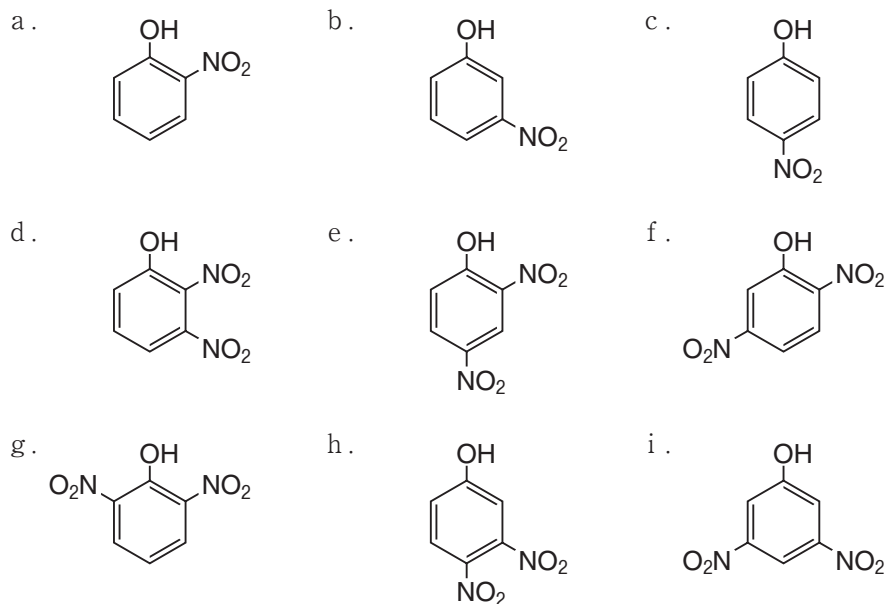
問3 フェノールの検出反応に用いる試薬を a～e から 2つ 選んでマークせよ。

- | | | |
|--------------|------------|--------|
| a. 塩化鉄(Ⅲ)水溶液 | b. さらし粉水溶液 | c. 臭素水 |
| d. ニンヒドリン溶液 | e. フェーリング液 | |

問4 [A] に該当する反応の名称を a～d から選んでマークせよ。

- | | | | |
|---------|-------|-------|-------|
| a. 加水分解 | b. 脱水 | c. 置換 | d. 付加 |
|---------|-------|-------|-------|

問5 下線部①～④の化合物の構造式を a～i からそれぞれ選んでマークせよ。



問6 フェノール 470 mg を，常温下，希硝酸でニトロ化したとき，*o*-ニトロフェノールおよび *p*-ニトロフェノールが物質質量比 1：1 で得られた。このとき得られた *p*-ニトロフェノールの質量は，最大 mg である。a～c に該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし，反応は完全に進行するものとする。

問7 フェノールを混酸に加えて加熱したときに生じる化合物の構造式を a～f から選んでマークせよ。

