

問題・解答
用紙番号

16

の解答用紙に解答しなさい。

化 学

〈受験学部・学科〉

理工学部(生命科学科), 薬学部,
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、

$\boxed{a} \boxed{b} . \boxed{c} \boxed{d}$
計算結果が 7.103 ならば、四捨五入して 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。

解答にあたって必要ならば、次の数値を用いよ。

原子量 $H = 1.0$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $P = 31.0$, $S = 32.0$, $Ca = 40.0$

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。(28点)

問 1 二酸化炭素の 1 分子の質量は $\boxed{a}.\boxed{b} \times 10^{-\boxed{c}\boxed{d}} \text{ g}$ である。a ～ d に該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし、アボガドロ定数 N_A は $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$ とする。

問 2 次の平衡反応において、同一温度で 〈 〉 内に示した操作を行ったとき、平衡が右向きに移動するものを a ～ e から選んでマークせよ。

- a. $\text{H}_2 (\text{気}) + \text{I}_2 (\text{気}) \rightleftharpoons 2\text{HI} (\text{気})$ 〈HI を加える〉
- b. $\text{N}_2\text{O}_4 (\text{気}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2 (\text{気})$ 〈圧力を低くする〉
- c. $\text{C} (\text{固}) + \text{H}_2\text{O} (\text{気}) \rightleftharpoons \text{H}_2 (\text{気}) + \text{CO} (\text{気})$ 〈圧力を高くする〉
- d. $\text{N}_2 (\text{気}) + 3\text{H}_2 (\text{気}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3 (\text{気})$ 〈体積一定でアルゴンを加える〉
- e. $\text{N}_2 (\text{気}) + 3\text{H}_2 (\text{気}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3 (\text{気})$ 〈全圧一定でアルゴンを加える〉

問 3 次の水溶液のうち、pH が最も小さいものを a ～ e から選んでマークせよ。ただし、 $\log_{10} 2 = 0.30$ とする。

- a. 0.010 mol/L 硫酸 100 mL と 0.010 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液 100 mL を混合した水溶液
- b. 0.10 mol/L 酢酸水溶液 (酢酸の電離度を 0.01 とする)
- c. 0.010 mol/L 酢酸ナトリウム水溶液
- d. 0.010 mol/L 塩化ナトリウム水溶液
- e. pH が 1.0 と 5.0 の塩酸をそれぞれ 100 mL ずつ混合した水溶液

問 4 分子式 C_5H_{10} で表される化合物の構造異性体のうち、環式炭化水素の数をマークせよ。

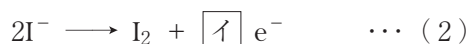
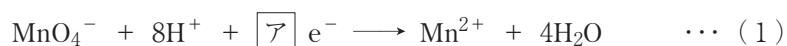
問5 ベンゼン（分子量 78）を濃硫酸と濃硝酸でニトロ化し、ニトロベンゼン（分子量 123）を得た。さらに、このニトロベンゼンをスズと塩酸で還元してアニリン（分子量 93）を得た。この一連の反応において、ベンゼンの 90% がニトロベンゼンに変換され、ニトロベンゼンの 80% がアニリンに変換されたとすると、ベンゼン 7.8 g から得られるアニリンの質量は a . b g である。a および b に該当する数字をそれぞれマークせよ。

問6 フェーリング液を還元する二糖を a ～ e から選んでマークせよ。

- | | | |
|-----------|----------|----------|
| a. ガラクトース | b. スクロース | c. セルロース |
| d. フルクトース | e. マルトース | |

Ⅱ 次の文を読み、問 1 ～ 5 に答えよ。(23点)

酸化還元反応において、相手の物質を酸化する物質を酸化剤、相手の物質を還元する物質を還元剤という。たとえば、硫酸 H_2SO_4 で酸性にした過マンガン酸カリウム KMnO_4 水溶液とヨウ化カリウム KI 水溶液との反応では、 KMnO_4 は [1] 剤としてはたらく。このとき、過マンガン酸イオン MnO_4^- はマンガンイオン Mn^{2+} に [2] される。一方、 KI は [3] 剤としてはたらし、ヨウ化物イオン I^- はヨウ素 I_2 に [4] される。これら酸化剤や還元剤の水溶液での反応は、電子 e^- を含むイオン反応式で表すと、式 (1) および式 (2) のようになる。



式 (1) と式 (2) を足しあわせて電子を消去し、省略されている K^+ と SO_4^{2-} を補うと、式 (3) で表される化学反応式が得られる。



いま、硫酸で酸性にした 0.040 mol/L の KMnO_4 水溶液 20 mL に 0.20 mol/L の KI 水溶液を [X] mL 加えたところ、過不足なく反応した。

問 1 [1] ～ [4] に該当する語句を a または b からそれぞれ選んでマークせよ。なお、繰り返し選んでよい。

- a. 還元 b. 酸化

問 2 KMnO_4 の Mn 原子の酸化数を a ～ g から選んでマークせよ。

- a. -7 b. -4 c. -2 d. 0
e. +2 f. +4 g. +7

問 3 [ア] および [イ] に該当する数字をそれぞれマークせよ。

問4 ハロゲンの単体について、酸化力の強さの順を正しく表しているものを a ～ f から選んでマークせよ。

- a. $I_2 < Cl_2 < Br_2 < F_2$ b. $I_2 < Br_2 < Cl_2 < F_2$ c. $Br_2 < Cl_2 < I_2 < F_2$
d. $Br_2 < I_2 < Cl_2 < F_2$ e. $Cl_2 < I_2 < Br_2 < F_2$ f. $Cl_2 < Br_2 < I_2 < F_2$

問5 $\boxed{X}$ を $\boxed{a}\boxed{b}$ 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。

Ⅲ 次の文を読み、問 1 ～ 5 に答えよ。(22点)

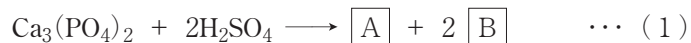
リンの単体は、リン酸カルシウム $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ を原料として、以下の工程①～③によってつくられる。

工程①：リン酸カルシウムを主成分とする鉱石に、けい砂（主成分 SiO_2 ）とコークス（主成分 C）を混ぜて電気炉中で強熱すると、ケイ酸カルシウム CaSiO_3 が生成し、このとき一酸化炭素と気体状のリン P_4 が発生する。

工程②：生成した気体状のリンを水中で固体にして、黄リンを得る。

工程③：得られた黄リンを窒素中にて 250°C 付近で長時間加熱すると、赤リンが得られる。

リンは、窒素、カリウムとともに肥料として重要な元素である。鉱石に含まれるリン酸カルシウムは硫酸と式（1）に示すように反応し、 $\boxed{\text{A}}$ と $\boxed{\text{B}}$ の混合物を与える。この混合物は過リン酸石灰とよばれ、肥料に用いられる。



問 1 工程①の反応を下式で表すとき、 $\boxed{\text{ア}}$ ～ $\boxed{\text{オ}}$ に該当する数字をそれぞれ選んでマークせよ。



問 2 黄リンと赤リンのように同素体の関係にある物質の組合せを a ～ d から選んでマークせよ。

- a. 一酸化炭素と二酸化炭素
- b. 斜方硫黄と単斜硫黄
- c. 青銅と黄銅
- d. 鉛と亜鉛

問 3 黄リンと赤リンに関する記述として正しいものを a ～ d から選んでマークせよ。

- a. 黄リンと赤リンは、いずれも分子式は P_4 で表される。
- b. 黄リンの融点は、赤リンの融点よりも高い。
- c. 黄リンの毒性は弱い、赤リンは猛毒である。
- d. 黄リンは空気中で自然発火するが、赤リンは自然発火しない。

問4 および に該当する化学式を a～d からそれぞれ選んでマークせよ。

a. $\text{Ca}(\text{HSO}_4)_2$ b. CaSO_4 c. $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ d. H_3PO_4

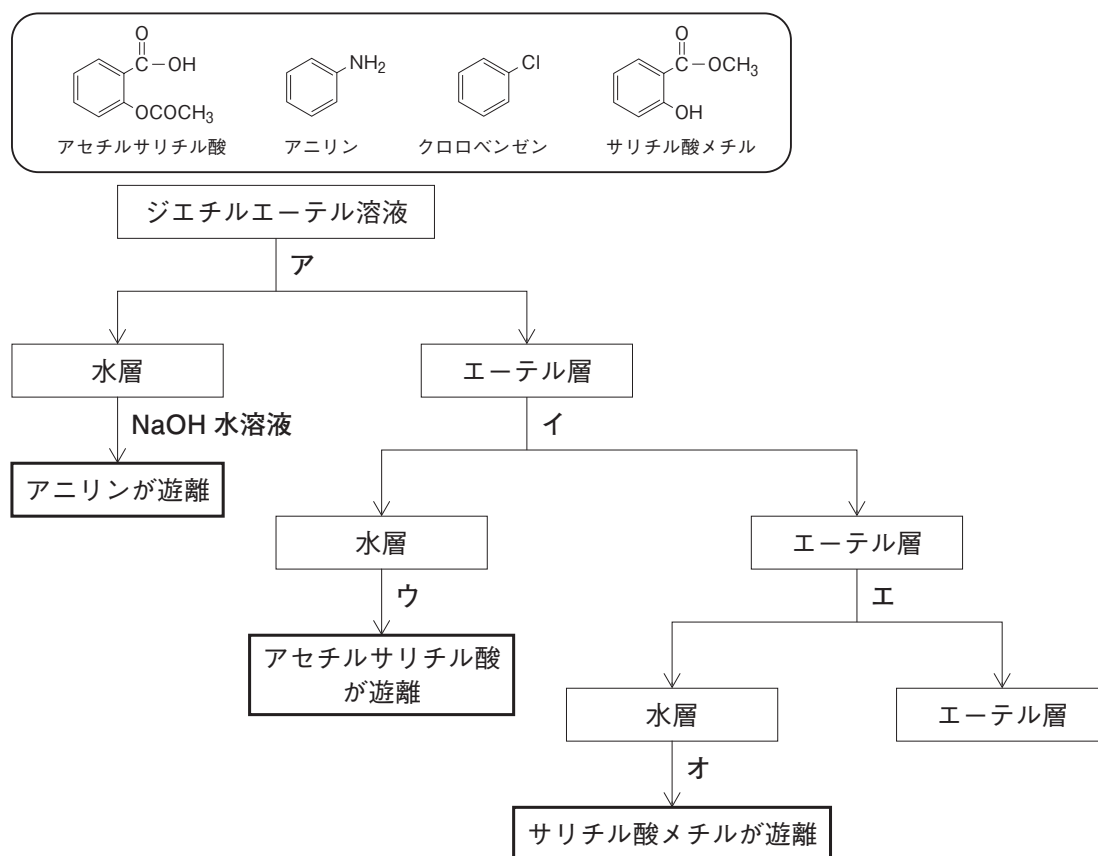
問5 式(1)において、62.0 kg のリン酸カルシウムと過不足なく反応する質量パーセント濃

度50.0%の硫酸の質量は . $\times 10^{\text{d}}$ kg である。a～d 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1～6に答えよ。(27点)

一般に、有機化合物は [1] に溶けにくく、[2] に溶けやすい。しかし、有機化合物が酸や塩基の場合は、中和により [3] の塩をつくると [1] に溶けやすくなる。有機化合物とその塩の有機溶媒や水に対する溶解性の違いを利用すれば、混合物から各有機化合物を分離することができる。

いま、アセチルサリチル酸、アニリン、クロロベンゼン、サリチル酸メチルを含むジエチルエーテル溶液から、分液ろうとを用いて下図の操作を行い、各有機化合物を完全に分離した。



図

問1 [1] ～ [3] に該当する語句を a～d からそれぞれ選んでマークせよ。

- a. 有機溶媒 b. 水 c. 親水性 d. 疎水性

問2 図の **ア** ～ **オ** に該当する試薬として最も適切なものを a ～ c からそれぞれ選んでマークせよ。なお、繰り返し選んでよい。

- a. HCl 水溶液 b. NaOH 水溶液 c. NaHCO₃ 水溶液

問3 アニリンが主な生成物として得られるものを a ～ c から選んでマークせよ。

- a. ニトロベンゼンにニッケルを触媒として水素を作用させる。
b. ニトロベンゼンに水酸化ナトリウムを加える。
c. 塩化ベンゼンジアゾニウムを水に溶かして加熱する。

問4 クロロベンゼンが主な生成物として得られるものを a ～ c から選んでマークせよ。

- a. ベンゼンに塩酸を加える。
b. ベンゼンに鉄を触媒として塩素を作用させる。
c. ベンゼンに塩化ナトリウムを加えて加熱する。

問5 アニリンの性質に関する記述として、最も適切なものを a ～ e から選んでマークせよ。

- a. 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると、紫色を呈する。
b. 硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液で酸化すると、白色物質が生じる。
c. 酸化されにくく、空気中で長時間放置しても着色しない。
d. アニリンから誘導・合成される芳香族アゾ化合物は、染料などの色素として用いられる。
e. 無水酢酸と反応させると、エステルが生じる。

問6 サリチル酸メチルの性質として、最も適切なものを a ～ e から選んでマークせよ。

- a. さらし粉水溶液を加えると、赤紫色を呈する。
b. 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると、紫色を呈する。
c. ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えると、黄色沈殿が生じる。
d. ヨウ素溶液を加えると、青紫色を呈する。
e. 硫化水素を通じると、白色沈殿が生じる。