

問題・解答
用紙番号

46

の解答用紙に解答しなさい。

化 学

〈受験学部・学科〉

理工学部、薬学部、看護学部、農学部【理系科目型】

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、

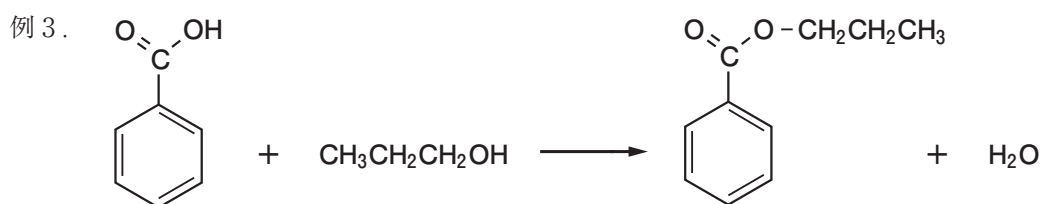
\boxed{a} \boxed{b} . \boxed{c} \boxed{d}
計算結果が 7.103 ならば、四捨五入して 0 7 1 0 をそれぞれマークせよ。

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 C₂H₇NO₂ 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。

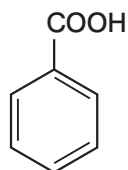
2. 化学式や反応式を書くように求められたときは、特に指定のない限り、下の例のように簡略化した式を用いてもよい。ただし、官能基の結合はわかるように明確に示すこと。



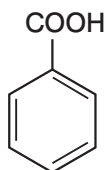
メチル基、カルボキシ基やアミノ基などは簡略化して書いてよいが、どの原子とどの原子が結合しているかは明確に示すこと。

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, S = 32.0, Cl = 35.5,

K = 39.0, Ca = 40.0, I = 127

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

I 次の文を読み、問1～7に答えよ。(20点)

① 二酸化硫黄は、硫黄の燃焼によって生成する。 また、銅片に熱濃硫酸を作用させても得られる。このとき、銅片は溶解し、反応後に水を加えると、水溶液は **A** 色を呈する。

② 二酸化硫黄は、硫化水素に対しては **A** 剤としてはたらき、硫黄の単体が遊離する。 一方、
③ 二酸化硫黄は、ヨウ素に対しては **I** 剤としてはたらき、硫酸が生じる。

④ いま、0.100 mol/L のヨウ素溶液 100 mL に二酸化硫黄をゆっくりと通気し、完全に吸収させ、 水を加えて全量を 1.00 L とした。この溶液 50.0 mL をビーカーに正確にはかりとり、デンプン溶液を指示薬として 0.0200 mol/L のチオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定したところ、青紫色が消えるまでに 25.0 mL を要した。

問1 二酸化硫黄の性質に該当するものを a～f から すべて選んで マークせよ。

- a. 刺激臭をもつ無色の気体である。
- b. 刺激臭をもつ赤褐色の気体である。
- c. 水に溶けやすい。
- d. 水に溶けにくい。
- e. 水溶液は弱い酸性を示す。
- f. 水溶液は弱い塩基性を示す。

問2 **A** に該当する色として最も適切なものを a～e から選んでマークせよ。

- a. 青 b. 赤 c. 黄 d. 黒 e. 紫

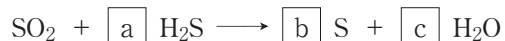
問3 **A** および **I** に該当する語句を a または b から選んでそれぞれマークせよ。

- a. 還元 b. 酸化

問4 下線部①において、硫黄 12.8 g を完全に燃焼させたところ、118 kJ の熱が発生し、二酸化硫黄が発生した。硫黄の燃焼反応を下式で表すとき、a～c に該当する数字をそれぞれマークせよ。



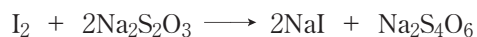
問5 下線部②の反応は、下式のように表される。a～c に該当する数字をそれぞれマークせよ。



問6 下線部③の反応において、硫黄原子の酸化数は $\boxed{\text{ウ}}$ から $\boxed{\text{エ}}$ に変化する。 $\boxed{\text{ウ}}$ および $\boxed{\text{エ}}$ に該当するものを a～e からそれぞれ選んでマークせよ。

a. -2 b. 0 c. +2 d. +4 e. +6

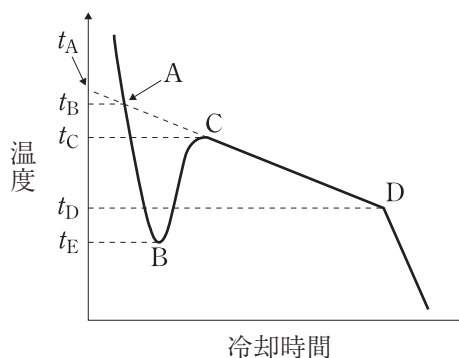
問7 下線部④に含まれていた二酸化硫黄の物質量を $\boxed{\text{a}} . \boxed{\text{b}} \times 10^{-\boxed{\text{c}}} \text{ mol}$ と表すとき、a～c に該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし、チオ硫酸ナトリウムとヨウ素の反応は、下式のとおりである。



Ⅱ 次の文を読み、問1～6に答えよ。(20点)

純水は0℃で凝固するが、水溶液は0℃では凝固せず、0℃より低温にすると溶媒の水が凝固し始める。このように溶液の凝固点が純溶媒の凝固点より低くなることを凝固点降下という。

ここに、水 200 g に塩化ナトリウムを 5.85 g 溶解した水溶液がある。この水溶液を冷却していくと、右図のように、時間とともに温度はB点まで低下した後、C点まで上昇した。さらに冷却を続けると、温度はD点まで徐々に低下した後、急激に低下した。



問1 下線部の塩化ナトリウム水溶液の凝固点は図の $t_A \sim t_E$ のどれか。a～e から選んでマークせよ。

- a. t_A b. t_B c. t_C d. t_D e. t_E

問2 図の冷却曲線において、A点からB点の間を何というか。漢字3文字で答えよ。

問3 図の冷却曲線に関する記述のうち、正しいものをa～dから2つ選んでマークせよ。

- a. A点からB点の間では、溶液は一部が凝固している。
 b. B点では、溶液は完全に凝固している。
 c. B点からC点の間では、凝固熱が発生する。
 d. C点からD点の間では、溶液の濃度が上昇する。

問4 次の各物質 0.1 mol を水 100 g に溶かした溶液がある。最も凝固点が低い溶液を a～f から選んでマークせよ。ただし、電解質は完全に電離するものとする。

- a. 塩化ナトリウム b. 塩化マグネシウム c. グルコース
 d. スクロース e. 硫酸マグネシウム f. 尿素

問5 下線部の塩化ナトリウム水溶液の凝固点降下度を $\boxed{a} . \boxed{b} \boxed{c} ^\circ\text{C}$ と表すとき、a～cに該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし、水のモル凝固点降下は $1.85 \text{ K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ 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。

問6 水 300 g に 21.9 g の塩化カルシウム六水和物 $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ を溶かした水溶液がある。この水溶液の凝固点 $[\text{°C}]$ として最も適切なものを a ~ f から選んでマークせよ。ただし、水のモル凝固点降下は、 $1.85 \text{ K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ とし、塩化カルシウムは水溶液中で完全に電離するものとする。

a. -0.595 b. -0.617 c. -1.19 d. -1.23 e. -1.79 f. -1.85

Ⅲ 次の文を読み、問1～6に答えよ。(20点)

ピストン付きの容器に27℃、 1.00×10^5 Paで1.00 molの気体Aが入っている。温度と圧力を一定に保ちながらこの容器に液体Bを1.00 mol加えてよく振り混ぜたところ、気体Aの一部は液体Bに溶解し、液体Bの一部は蒸発し、^①液体と気体の間に平衡が成り立った。このときの混合気体の体積は、液体Bを入れる前の気体Aの体積の80%であった。

その後、温度を27℃に保ったままピストンを押して、容器内の圧力を 2.00×10^5 Paに保ちながらよく振り混ぜたところ、^②液体と気体の間に新たな平衡が成り立った。

次に、温度を27℃に保ったままピストンを引いたところ、^③液体Bがすべて気化した。

ただし、27℃でのBの飽和蒸気圧は、溶質の溶解にかかわらず 2.00×10^4 Paとする。また、気体の溶解度と圧力の間にはヘンリーの法則が成り立つものとする。

問1 下線部①の平衡状態が成り立っているとき、気体Aの分圧は $\boxed{a} . \boxed{b} \times 10^{\boxed{c}}$ Paである。a～cに該当する数字をそれぞれマークせよ。

問2 下線部①の平衡状態が成り立っているとき、液体Bには気体Aが $\boxed{a} . \boxed{b} \boxed{c}$ mol溶解している。a～cに該当する数字をそれぞれマークせよ。

問3 下線部②の平衡状態が成り立っているとき、気体Aの分圧は $\boxed{a} . \boxed{b} \times 10^{\boxed{c}}$ Paである。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の平衡状態が成り立っているとき、液体Bには気体Aが $\boxed{a} . \boxed{b} \boxed{c}$ mol溶解している。a～cに該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし、下線部①と②で液体Bの体積は変化しないものとする。

問5 下線部③で液体Bが気化した瞬間の気体Aの分圧は $\boxed{a} . \boxed{b} \times 10^{\boxed{c}}$ Paである。a～cに該当する数字をそれぞれマークせよ。

問6 下線部③で液体Bが気化した瞬間の容器内の圧力は $\boxed{a} . \boxed{b} \times 10^{\boxed{c}}$ Paである。a～c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。(21点)

炭素、水素および酸素からなり、同一の分子式(分子量108)で表される芳香族化合物A～Cがある。A 216 mgを完全燃焼させると、二酸化炭素616 mgおよび水144 mgが得られた。A～Cに水酸化ナトリウム水溶液を加えるとCのみが反応し、塩をつくって溶けた。一方、Cに炭酸水素ナトリウム水溶液を加えたところ、反応しなかった。またCは、 X を加えると青色に呈色した。A～Cをそれぞれ中性のKMnO₄水溶液により酸化したところ、Bからは酸性物質Dが、Cからはサリチル酸が生成したが、Aは反応しなかった。

問1 A～Cの分子式をC _a H _b O _c 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2 X に該当する試薬をa～eから選んでマークせよ。

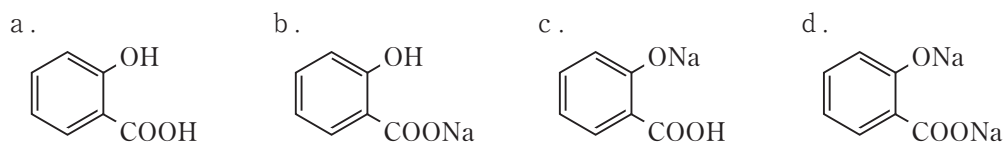
- a. アンモニア性硝酸銀水溶液 b. 塩化鉄(Ⅲ)水溶液 c. さらし粉水溶液
d. ニクロム酸カリウム硫酸酸性水溶液 e. ニンヒドリン溶液

問3 Cには、AおよびB以外に Y 個の芳香族の構造異性体が存在する。 Y に該当する数字をマークせよ。

問4 Dをニトロ化すると主に Z 位がニトロ化される。 Z に該当するものをa～cから選んでマークせよ。

- a. *o* (オルト) b. *m* (メタ) c. *p* (パラ)

問5 サリチル酸が炭酸水素ナトリウム水溶液に溶解している状態の構造式をa～dから選んでマークせよ。



問6 A～Dの構造式をそれぞれ書け。

V 次の文を読み、問1～6に答えよ。(19点)

動植物の組織内に存在する油脂は、グリセリンと様々な高級脂肪酸との [1] である。油脂に水酸化カリウム水溶液を加えて熱すると加水分解がおこり、グリセリンと高級脂肪酸のカリウム塩が生成する。このように塩基を用いた加水分解を、一般に [2] という。

いま、ある油脂 1 g を水酸化カリウムで完全に加水分解したところ、水酸化カリウム 168 mg を要した。また、この油脂 100 g のすべての炭素原子間の二重結合 (C=C) にヨウ素 (I₂) を付加させたところ、I₂ 127 g を要した。ただし、炭素原子間に三重結合はないものとする。

問1 [1] および [2] に該当する語句を a～h からそれぞれ選んでマークせよ。

- | | | | |
|--------|----------|---------|---------|
| a. アミド | b. アルコール | c. エステル | d. エーテル |
| e. けん化 | f. 酸化 | g. 水酸化 | h. 付加 |

問2 グリセリンの構造式を書け。

問3 油脂に関する記述として正しいものを a～d から すべて選んで マークせよ。

- a. 水に溶けやすい。
- b. 有機溶媒に溶けやすい。
- c. 融点は構成する脂肪酸の炭素原子の数が多いほど、高くなる。
- d. 油脂 1 mol を完全に加水分解するには、水酸化カリウム 1 mol が必要である。

問4 下線部の油脂の平均分子量を [a] [b] [c] [d] と表すとき、a～d に該当する数字をそれぞれマークせよ。

問5 下線部の油脂 1 分子あたりに含まれる C=C 結合は [a] 個である。a に該当する数字をマークせよ。ただし、油脂中の C=C 結合 1 個に対してヨウ素分子 1 個が付加するものとする。

問6 下線部の油脂 0.450 mol に付加することができる水素の体積を標準状態で [a] [b] . [c] 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。