

問題・解答
用紙番号

12

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

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 $H = 1.0$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $Cl = 35.5$

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

I 次の問1～5に答えよ。(21点)

問1 次のうち、イオン半径が最も大きいものをa～eから選んでマークせよ。

a. Al^{3+} b. F^- c. Mg^{2+} d. Na^+ e. O^{2-}

問2 窒素 N_2 と酸素 O_2 が4:1の物質量の割合で含まれている混合気体のモル質量は、

a b . c g/mol となる。a～cに該当する数字をそれぞれマークせよ。

問3 質量パーセント濃度が36.5%の塩酸の質量モル濃度は、 a b . c mol/kg である。

a～cに該当する数字をそれぞれマークせよ。

問4

問題不成立

問5 次の記述のうち、誤っているものをa～dから選んでマークせよ。

- a. メタンを光照射下で塩素と反応させると、クロロメタンが得られる。
- b. 硫酸水銀(II)を触媒として、アセチレンに水を付加させると、ホルムアルデヒドが得られる。
- c. エタノールと濃硫酸の混合物を130～140℃で加熱すると、ジエチルエーテルが得られる。
- d. 2-プロパノールを硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液で酸化すると、アセトンが得られる。

Ⅱ 次の文を読み、問1～6に答えよ。(27点)

酸素原子の は、水素原子よりも大きい。そのため、水分子の水素原子は、ほかの水分子の酸素原子に近づいて、 結合を形成する。

氷の結晶中では、1個の水分子は、ほかの4個の水分子と 結合しており、どの水分子も規則正しく配列している。そのため、液体の水に比べてすき間の 構造をとっている。一方、氷が融けて水に変化するとき、 結合の一部が切断されるため、体積が する。さらに、温度が上昇すると、水分子の が活発になり、体積が する。

問1 ～ 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. イオン | b. イオン化エネルギー | c. 多い |
| d. 水素 | e. 少ない | f. 超流動 |
| g. 電気陰性度 | h. 熱運動 | |

問2 および 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。ただし、必要ならば繰り返し選んでよい。

- | | |
|-------|-------|
| a. 減少 | b. 増加 |
|-------|-------|

問3 水分子中の O-H 結合の電荷の偏りに関する説明として、正しいものを a～c から選んでマークせよ。

- a. 共有電子対は、水素原子の方に引き寄せられる。
- b. 共有電子対は、酸素原子の方に引き寄せられる。
- c. 共有電子対は、O-H 結合の中心付近にある。

問4 水 2.7 g に含まれている水分子の数を . × 10 個と表すとき、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5 0℃の状態において、 すると氷は融解して水になる。 に該当する語句を a または b から選んでマークせよ。

- | | |
|-------|-------|
| a. 加圧 | b. 減圧 |
|-------|-------|

問6 0℃の氷7.2gに、20℃の水 gを加えたとき、すべて0℃の水になった。aおよびbに該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし、氷の融解熱は6.0 kJ/mol、水の比熱を4.0 J/(g·K)とする。また、熱は他の物質に移動せず、融解以外の状態変化は起こらないものとする。

Ⅲ 次の文を読み、問1～6に答えよ。(26点)

塩素は水に溶け、その一部が水と反応して、塩化水素と次亜塩素酸 HClO を生じる。次亜塩素酸は水溶液中でのみ存在する弱酸であるが、次亜塩素酸イオン ClO^- が強い酸化作用をもつので殺菌や漂白に利用される。市販の漂白剤は水酸化ナトリウムの水溶液に塩素を吸収させたものであり、① 次亜塩素酸ナトリウム NaClO を含有するため、塩酸 HCl を主成分とする酸性洗剤（トイレや浴槽などの洗浄剤）が混ざると、有毒な塩素が生じるので注意が必要である。

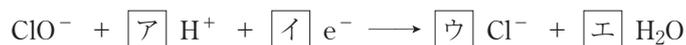
漂白剤 A 中の次亜塩素酸ナトリウムのモル濃度は酸化還元反応を利用して求めることができ、以下の操作を行った。

② 漂白剤 A 1.00 mL を正確にはかりとり、水で希釈して正確に 20.0 mL にした後、ヨウ化カリウムの硫酸酸性水溶液を過剰量加えてしばらく放置し、ヨウ素 I_2 を生成させた。この生成したヨウ素を 0.200 mol/L のチオ硫酸ナトリウム $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 水溶液で滴定したところ、10.0 mL で終点に達した。

問1 単体の塩素、臭素およびヨウ素について、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. 塩素<臭素<ヨウ素 b. 塩素<ヨウ素<臭素 c. 臭素<塩素<ヨウ素
d. 臭素<ヨウ素<塩素 e. ヨウ素<塩素<臭素 f. ヨウ素<臭素<塩素

問2 次亜塩素酸イオンが酸化剤としてはたらくときの電子の授受は、以下のようなイオン反応式（半反応式）で表される。ア～エに該当する数字をそれぞれマークせよ。



問3 下線部①の化学反応は、以下のように表される。オ～クに該当する数字をそれぞれマークせよ。



問4 ある漂白剤 5.0 mL に誤って同体積の酸性洗剤を混ぜてしまった。酸性洗剤中の塩酸はすべて消費され、塩素が標準状態（0℃， 1.013×10^5 Pa）で 2.8 mL 発生した。この酸性洗剤の pH を a. b 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。ただし、酸性洗剤の塩酸以外の成分は pH には影響しないものとする。必要ならば、 $\log_{10} 2 = 0.30$ 、 $\log_{10} 3 = 0.48$ を用いよ。

問5 下線部②において、生成したヨウ素の物質量を $\boxed{a}.\boxed{b}\boxed{c} \times 10^{-\boxed{d}}$ mol と表すとき、
a～dに該当する数字をそれぞれマークせよ。なお、チオ硫酸イオンが還元剤としてはたらくときの電子の授受は、以下のようなイオン反応式（半反応式）で表される。



問6 漂白剤 **A** に含まれる次亜塩素酸ナトリウムのもル濃度を $\boxed{a}.\boxed{b}\boxed{c}$ 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。ただし、漂白剤 **A** の次亜塩素酸ナトリウム以外の成分は、反応には関与しないものとする。

IV 次の文を読み、問1～6に答えよ。(26点)

物質が溶媒に溶解するかどうかは、主に分子の極性によって決まる。一般に、芳香族化合物は有機溶媒に溶けやすく、水に溶けにくい。しかし、芳香族化合物を塩にすると、水に溶けるようになる。たとえば、サリチル酸 $C_7H_6O_3$ は水を加えてもほとんど溶けないが、そこに 水酸化ナトリウム NaOH 水溶液を加えると、塩を形成して水に溶解する。^①

いま、サリチル酸とフェノールを物質質量比1:1で混合した検体 **X** がある。3本の試験管 **A**～**C** に **X** を等量ずつはかりとり、それらに有機溶媒として エタノール (密度: 0.79 g/cm^3), クロロホルム (密度: 1.48 g/cm^3), ジエチルエーテル (密度: 0.71 g/cm^3) のいずれかを等量ずつ加えると溶解した。さらに、試験管 **A**～**C** に有機溶媒と同量の飽和炭酸水素ナトリウム NaHCO_3 水溶液をそれぞれ加え、よく振り混ぜて静置したところ、試験管 **A** と試験管 **C** では溶媒が二層に分離した。また、試験管 **A** の溶媒に含まれる物質を詳しく調べたところ、主に下層からサリチル酸に由来する物質が検出された。

問1 下線部①の反応を下式のように表すとき、**ア**～**ウ** に該当する数字をそれぞれマークせよ。



問2 下線部②において、試験管 **A**～**C** に加えた有機溶媒を a～c からそれぞれ選んでマークせよ。

- a. エタノール b. クロロホルム c. ジエチルエーテル

問3 試験管 **A** の上層に主に含まれるものを a～d から選んでマークせよ。

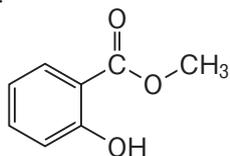
- a. サリチル酸 b. サリチル酸のナトリウム塩
c. フェノール d. フェノールのナトリウム塩

問4 試験管 **C** の上層に主に含まれるものを a～d から選んでマークせよ。

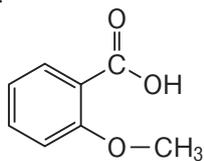
- a. サリチル酸 b. サリチル酸のナトリウム塩
c. フェノール d. フェノールのナトリウム塩

問5 サリチル酸に対して、メタノール（無水）と濃硫酸を作用させたとき、主に得られる化合物を a～f から選んでマークせよ。

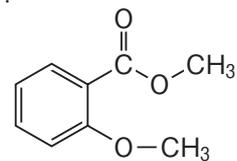
a.



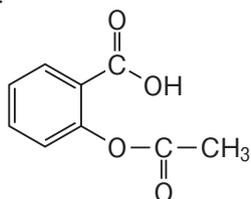
b.



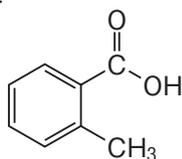
c.



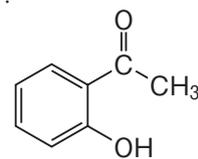
d.



e.

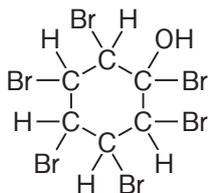


f.

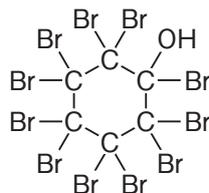


問6 フェノール水溶液に臭素水を十分に加えると、白色沈殿が生じる。この白色沈殿の構造式を a～g から選んでマークせよ。

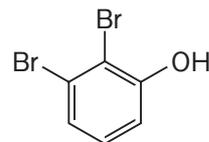
a.



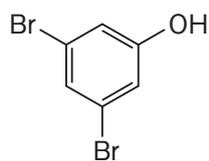
b.



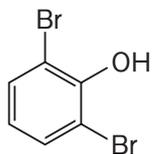
c.



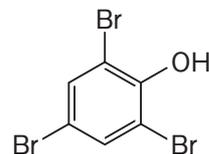
d.



e.



f.



g.

