

問題・解答 用紙番号	51
---------------	----

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 3科目型と2科目型の併願受験者

理工学部, 薬学部, 看護学部,  
農学部【理系型】(農業生産学科・応用生物科学科・食品栄養学科)

### 2科目型 受験者

理工学部(生命科学科),  
農学部【理系型】(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。

解答にあたって気体はすべて理想気体とみなしてよいものとし，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, S = 32.0, Fe = 56.0, Cu = 63.5

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。(24点)

問1 次の操作で発生する気体のうち，上方置換により捕集するものを a～e から選んでマークせよ。

- a. 酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加える。
- b. 銅に希硝酸を加える。
- c. 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムを混合して加熱する。
- d. 銅に熱濃硫酸を加える。
- e. 硫化鉄に希硫酸を加える。

問2 水溶液が酸性を示すものを a～e から選んでマークせよ。

- a.  $\text{CaCl}_2$
- b.  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
- c.  $\text{KCl}$
- d.  $\text{Na}_2\text{S}$
- e.  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

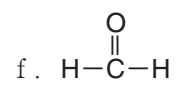
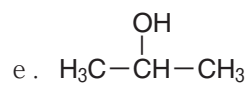
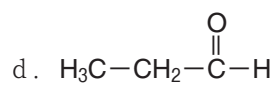
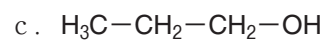
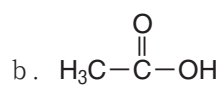
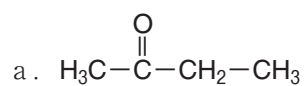
問3 分子結晶を a～h から 2つ 選んでマークせよ。

- a. アルミニウム
- b. 塩化銀
- c. 塩化ナトリウム
- d. 酸化マグネシウム
- e. ダイヤモンド
- f. ドライアイス
- g. 二酸化ケイ素
- h. ヨウ素

問4 硫酸銅(II)五水和物  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  を 5.0 g はかりとり，水に溶かして全量 100 mL の水溶液を調製した。この水溶液中の硫酸銅(II)のモル濃度を  $\boxed{a}.\boxed{b} \times 10^{-\boxed{c}} \text{ mol/L}$  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5 50℃の水 27 g が 130℃の水蒸気になるときに吸収される熱量は  $\boxed{a}\boxed{b} \text{ kJ}$  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。ただし，水(液体) 1 g の温度を 1℃上昇させるために必要な熱量は 4.2 J，水蒸気 1 g の温度を 1℃上昇させるために必要な熱量は 2.1 J，水の 100℃での蒸発熱を 41 kJ/mol とする。

問6 ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて反応させたとき、ヨードホルムが生成するものを a ~ f から 2つ 選んでマークせよ。



Ⅱ 次の文を読み、問1～7に答えよ。(25点)

水素  $\text{H}_2$  (気体) とヨウ素  $\text{I}_2$  (気体) を密閉容器に入れて温度を一定に保つと、式(1)に示す可逆反応の正反応が始まる。十分に時間が経過すると各物質の濃度はある一定値に近づき、平衡状態となる。

①



一定温度のもとで、式(1)の反応が平衡状態にあるとき、 $\text{H}_2$ 、 $\text{I}_2$ 、 $\text{HI}$  のモル濃度 [mol/L] をそれぞれ  $[\text{H}_2]$ 、 $[\text{I}_2]$ 、 $[\text{HI}]$  とすれば、平衡定数  $K$  は式(2)のように表すことができる。

$$K = \boxed{\text{ア}} \quad \cdots(2)$$

反応が平衡状態にあるとき、濃度、圧力、温度などの条件を変化させると、その変化による影響をやわらげる方向に平衡が移動し、新しい平衡状態になる。これを  $\boxed{\text{イ}}$  という。

式(1)の正反応の反応速度  $v_1$  と逆反応の反応速度  $v_2$  は次のように表される。

$$v_1 = k_1[\text{H}_2][\text{I}_2] \quad \cdots(3)$$

$$v_2 = k_2[\text{HI}]^2 \quad \cdots(4)$$

( $k_1$ 、 $k_2$  はそれぞれ、正反応と逆反応の反応速度定数)

式(2)～(4)と、平衡状態における  $v_1$  と  $v_2$  の関係から、式(5)が導かれる。

$$K = \boxed{\text{ウ}} \quad \cdots(5)$$

ここで、体積 1.00 L の容器を用意し、 $\text{H}_2$  と  $\text{I}_2$  をそれぞれ 1.00 mol 加え、密閉し、ある温度に保ったところ、式(1)の反応が平衡状態に達し、 $\text{HI}$  が 1.60 mol 生じた。

②

問1 下線部①について、平衡状態を適切に表した記述を a～d から選んでマークせよ。

- a. 正反応と逆反応がともに停止した状態
- b. 正反応と逆反応の速度が等しくなった状態
- c.  $\text{H}_2$ 、 $\text{I}_2$ 、 $\text{HI}$  の濃度が 1:1:2 になった状態
- d.  $\text{H}_2$ 、 $\text{I}_2$ 、 $\text{HI}$  の濃度がすべて等しくなった状態



Ⅲ 次の文を読み、問1～6に答えよ。(26点)

アルミニウムは **ア** 族の典型元素である。酸素との反応では、多量の熱と光を発生して燃えて酸化物が生成する。この性質を活用すると、① アルミニウム粉末を酸化鉄(Ⅲ)Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>と混合して点火することで、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が **イ** されて単体の鉄を得ることができる。アルミニウムは **ウ** 金属でもあり、酸とも強塩基とも反応する。アルミニウムイオンを含む水溶液に **エ** を加えると、② 白色ゲル状の沈殿が生成する。アルミニウムと少量の銅やマグネシウムなどとの合金は **オ** と呼ばれ、軽くて強度が大きいため航空機の機体などに利用される。

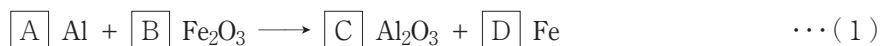
問1 **ア** ～ **オ** に該当する語句を a～p からそれぞれ選んでマークせよ。

- |           |         |           |                |
|-----------|---------|-----------|----------------|
| a. 11     | b. 12   | c. 13     | d. 14          |
| e. アルマイト  | f. アルミナ | g. アンモニア水 | h. 塩化アンモニウム水溶液 |
| i. 塩基性    | j. 還元   | k. 酸化     | l. 酸性          |
| m. ジュラルミン | n. 食塩水  | o. 中性     | p. 両性          |

問2 下線部①の反応名を a～e から選んでマークせよ。

- |            |            |             |
|------------|------------|-------------|
| a. 銀鏡反応    | b. テルミット反応 | c. ニンヒドリン反応 |
| d. ビウレット反応 | e. ルミノール反応 |             |

問3 下線部①の反応は式(1)で表される。式(1)中の **A** ～ **D** に該当する数字をそれぞれマークせよ。



問4 下線部①において、純度が80%のFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 200gから得られる単体の鉄は、**a****b****c** gである。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の化合物の化学式を a～e から選んでマークせよ。

- |                        |  |                                   |
|------------------------|--|-----------------------------------|
| a. AlCl <sub>3</sub>   | b. AlK(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 12H <sub>2</sub> O | c. Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| d. Al(OH) <sub>3</sub> | e. Na[Al(OH) <sub>4</sub> ]                                |                                   |

問6 アルミニウムの単体は、アルミニウムイオンを含む水溶液を電気分解しても得ることはできない。この理由を a～c から選んでマークせよ。

- a. イオン化傾向が大きく、水が優先して還元されるため。
- b. 酸化物として析出するため。
- c. 不動態が生成するため。

IV 次の文を読み、問1～6に答えよ。(25点)

以下の反応によって得られる4種類の芳香族化合物A～Dを含むジエチルエーテル溶液がある。この溶液について、図1のような分離操作を行ったところ、エーテル層ア～エには化合物A～Dのいずれかが1つずつ含まれていた。

- プロペン（プロピレン）とベンゼンから、触媒を用いてつくったクメンを酸化したのち、硫酸で分解して、化合物Aを得た。
- トルエンに触媒としてマンガンを加え、空气中で酸化して、化合物Bを得た。
- ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸の混合物を加え、加熱して、化合物Cを得た。
- 化合物Cを濃塩酸とスズで還元し、水酸化ナトリウム水溶液を加えて、化合物Dを得た。

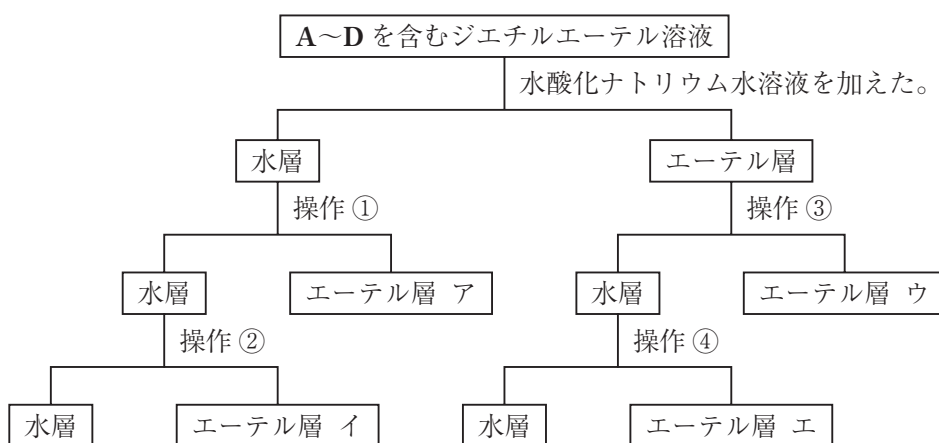


図1

問1 下線部の操作によって起こる反応として最も適切なものをa～dから選んでマークせよ。

- a. 還元反応      b. 酸化反応      c. 置換反応      d. 中和反応

問2 A～Dの構造式を下図2のように表すとき、Xに該当する官能基をa～fからそれぞれ選んでマークせよ。

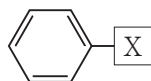


図2

- a.  $-\text{CH}_3$       b.  $-\text{COOH}$       c.  $-\text{NH}_2$       d.  $-\text{NO}_2$       e.  $-\text{OH}$       f.  $-\text{SO}_3\text{H}$

問3 最も酸性が強い化合物を **A**～**D** から選んでマークせよ。

問4 図1の操作①～④として最も適切なものを a～f からそれぞれ選んでマークせよ。

- a. 希塩酸を加えた。
- b. 水酸化ナトリウム水溶液を加えた。
- c. 炭酸水素ナトリウム水溶液を加えた。
- d. 二酸化炭素を通じたのち、ジエチルエーテルを加えた。
- e. 希塩酸を加えたのち、ジエチルエーテルを加えた。
- f. 水酸化ナトリウム水溶液を加えたのち、ジエチルエーテルを加えた。

問5 エーテル層ア～エに含まれる化合物を **A**～**D** からそれぞれ選んでマークせよ。

問6 図1では、溶媒を用いて化合物 **A**～**D** を分離した。その操作の名称を I 群の a～c から、また、それは物質のどのような性質の違いを利用した方法かを II 群の a～c からそれぞれ選んでマークせよ。

[I 群]

- a. 再結晶
- b. 蒸留
- c. 抽出

[II 群]

- a. 凝固点
- b. 沸点
- c. 溶解度