

問題・解答
用紙番号

48

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，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。

解答にあたって必要ならば、次の数値を用いよ。

原子量 $H = 1.0$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $Na = 23.0$, $S = 32.0$, $Cl = 35.5$,

$Cu = 63.5$

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。(22点)

問 1 同じ電子配置をもつイオンの組合せとして正しいものを a ～ f から選んでマークせよ。

- a. Al^{3+} , Cl^- , Mg^{2+} b. Be^{2+} , F^- , Li^+ c. Br^- , Cl^- , I^-
d. Ca^{2+} , K^+ , O^{2-} e. F^- , Na^+ , O^{2-} f. Li^+ , Na^+ , K^+

問 2 質量パーセント濃度 8.0% の水酸化ナトリウム水溶液の密度が 1.1 g/cm^3 であるとき、この溶液のモル濃度は $\boxed{a} . \boxed{b} \text{ mol/L}$ となる。a および b に該当する数字をそれぞれマークせよ。

問 3 1.0 L 中に 3.9 g の塩化ナトリウムを含む水溶液がある。27℃におけるこの水溶液の浸透圧 [Pa] として最も近い値を a ～ e から選んでマークせよ。ただし、塩化ナトリウムは完全に電離しているものとする。

- a. 5.5×10^2 b. 1.1×10^3 c. 1.1×10^5 d. 1.6×10^5 e. 3.3×10^5

問 4 アンモニア水を少量加えると褐色の沈殿を生じ、過剰に加えると錯イオンを生じて溶けるものを a ～ f から選んでマークせよ。

- a. Ag^+ b. Ca^{2+} c. Cu^{2+} d. Fe^{3+} e. Pb^{2+} f. Zn^{2+}

問 5 次の①～③の記述にあてはまる化合物を a ～ e からそれぞれ選んでマークせよ。

- ① すべての原子が同一直線上にある。
② 分子は正四面体構造をとる。
③ 25℃, $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ では液体である。

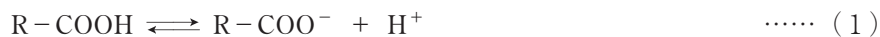
- a. エチン (アセチレン) b. エテン (エチレン) c. シクロプロパン
d. ヘキサン e. メタン

問6 エステルに関する記述について、誤っているものを a～d から選んでマークせよ。

- a. 少量の硫酸は、エステルの加水分解を促進する。
- b. アルデヒドとアルコールを脱水縮合することで得られる。
- c. $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ で表されるエステルを加水分解すると、メタノールが生じる。
- d. 油脂はエステル結合をもつ。

Ⅱ 次の文を読み、問1～5に答えよ。(24点)

カルボン酸 ($\text{R}-\text{COOH}$) を純水に溶かすと、水溶液中でその一部が電離して、式 (1) のような電離平衡の状態に達する。



このとき、水溶液中の各成分のモル濃度をそれぞれ $[\text{R}-\text{COOH}]$ 、 $[\text{R}-\text{COO}^-]$ および $[\text{H}^+]$ で表すと、カルボン酸の電離定数 K_a は、式 (2) で表すことができる。電離定数は、温度が一定であれば、一定の値を示す。

$$K_a = \frac{[\text{R}-\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{R}-\text{COOH}]} \quad \cdots (2)$$

カルボン酸の水溶液のモル濃度を c [mol/L]、電離度を α とすると、電離平衡の状態における各成分のモル濃度は、それぞれ式 (3) ～ (5) のように表すことができる。

$$[\text{R}-\text{COOH}] = \boxed{\text{ア}} \quad \cdots (3)$$

$$[\text{R}-\text{COO}^-] = \boxed{\text{イ}} \quad \cdots (4)$$

$$[\text{H}^+] = \boxed{\text{ウ}} \quad \cdots (5)$$

カルボン酸の α が 1 に比べて非常に小さいとき、 $1 - \alpha \div 1$ とみなすことができる。このとき、カルボン酸の電離定数 K_a は式 (6) で表すことができる。

$$K_a = \boxed{\text{エ}} \quad \cdots (6)$$

問1 $\boxed{\text{ア}} \sim \boxed{\text{エ}}$ に該当するものを a ～ f 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用いてよい。

$$\text{a. } \alpha \quad \text{b. } 1 - \alpha \quad \text{c. } c \quad \text{d. } c(1 - \alpha) \quad \text{e. } c\alpha \quad \text{f. } c\alpha^2$$

問2 カルボン酸の水溶液の濃度が2倍になると、電離度は $\boxed{\text{A}}$ 倍になる。 $\boxed{\text{A}}$ に該当するものを a ～ e から選んでマークせよ。

$$\text{a. } \sqrt{2} \quad \text{b. } 2 \quad \text{c. } \frac{1}{\sqrt{2}} \quad \text{d. } \frac{1}{2} \quad \text{e. } 4$$

問3 2種類のカルボン酸 **X** および **Y** をそれぞれ純水で溶かした水溶液がある。**X** の電離定数が **Y** の電離定数よりも小さいとき、B の方が強い酸である。B に該当するものを **X** または **Y** から選んでマークせよ。

問4 25℃において、0.020 mol/L の酢酸水溶液の pH を測定したところ、3.0 であった。この水溶液中における酢酸の電離度を a . b 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5 25℃における 0.10 mol/L の酢酸水溶液の 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、25℃における酢酸の K_a は 2.7×10^{-5} mol/L とする。また、 $\sqrt{2.7} = 1.6$ 、 $\log_{10} 2 = 0.30$ とする。

Ⅲ 次の文を読み、問1～7に答えよ。(28点)

常温・常圧で気体である **A～F** が入った容器がある。気体 **A～F** は、アンモニア、塩化水素、塩素、水素、二酸化窒素および硫化水素のいずれかであり、これらの性質や反応性は、以下のア～クに示すとおりであった。

ア：**A** と **E** は有色で、**B**、**C**、**D** および **F** は無色であった。

イ：**B** は無臭であったが、**A**、**C**、**D**、**E** および **F** は刺激臭もしくは悪臭を有していた。

ウ：**A** は黄緑色の気体で、^① ヨウ化カリウム水溶液に通じると褐色を示した。

エ：**A** と **B** の混合気体に強い光を当てると、爆発的に反応して **C** が生成した。

オ：**C** を硝酸鉛(Ⅱ)水溶液に通じると、^② 白色の沈殿が生じた。

カ：**C** と **D** が接触すると白煙が生じた。

キ：**E** は赤褐色の気体で、水と反応し、その水溶液は強い酸化力を有していた。

ク：**F** は腐卵臭の気体で、^③ 硫酸銅(Ⅱ)水溶液に通じると黒色の沈殿が生じた。

問1 **A～F** に該当する気体を a～f からそれぞれ選んでマークせよ。

- | | | |
|----------|----------|---------|
| a. アンモニア | b. 塩化水素 | c. 塩素 |
| d. 水素 | e. 二酸化窒素 | f. 硫化水素 |

問2 気体に含まれる水蒸気を取り除くために、酸化カルシウムを乾燥剤として用いることができる気体を a～f から 2つ 選んでマークせよ。

- | | | |
|----------|----------|---------|
| a. アンモニア | b. 塩化水素 | c. 塩素 |
| d. 水素 | e. 二酸化窒素 | f. 硫化水素 |

問3 水素、塩素、二酸化窒素を発生させるための試薬の組合せとして、最も適切なものを a～h からそれぞれ選んでマークせよ。

- | | |
|------------------|----------------------|
| a. 亜鉛と希硫酸 | b. 塩化アンモニウムと水酸化カルシウム |
| c. 塩化ナトリウムと濃硫酸 | d. 塩素酸カリウムと酸化マンガン(Ⅳ) |
| e. 酸化マンガン(Ⅳ)と濃塩酸 | f. 銅と希硝酸 |
| g. 銅と濃硝酸 | h. 硫化鉄(Ⅱ)と希硫酸 |

問4 アンモニアを発生させたときの捕集法として、最も適切なものを a～c から選んでマークせよ。

- a. 下方置換 b. 上方置換 c. 水上置換

問5 下線部①の化学反応における **A** のはたらきとして、適切な語句を a または b から選んでマークせよ。

- a. 還元剤 b. 酸化剤

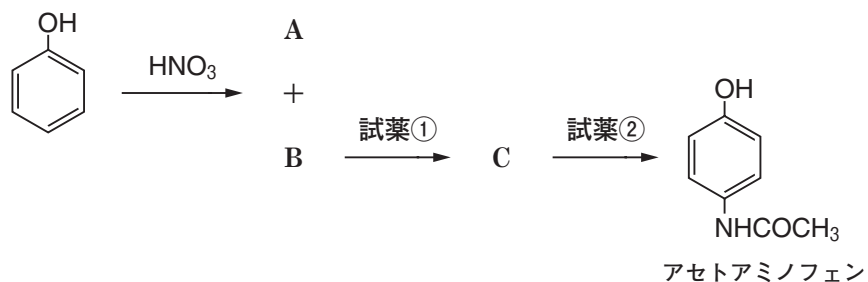
問6 下線部②で生成した沈殿の溶解性に関する記述として、最も適切なものを a～c から選んでマークせよ。

- a. アンモニア水溶液に溶ける。
b. 熱水に溶ける。
c. 硫化水素水溶液に溶ける。

問7 下線部③において、0.100 mol/L の硫酸銅(Ⅱ)水溶液 200 mL に十分量の **F** を通じると、黒色沈殿は最大 . g 生じる。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1～5に答えよ。(26点)

アセトアミノフェンは解熱鎮痛剤として広く利用されており、図のように、フェノールを出発原料として合成できる。硝酸を用いてフェノールを **ア** 化すると、*o*-位のみが **ア** 化された化合物 **A** と、*p*-位のみが **ア** 化された化合物 **B** が生成する。試薬①を用いて **B** を **イ** すると、化合物 **C** が生成する。最後に、試薬②を用いて **C** を **ウ** 化すると、アセトアミノフェンが得られる。



図

問1 フェノール、炭酸および酢酸について、酸としての性質が強い順に正しく並べたものを a～f から選んでマークせよ。

- a. フェノール > 炭酸 > 酢酸
- b. フェノール > 酢酸 > 炭酸
- c. 炭酸 > 酢酸 > フェノール
- d. 炭酸 > フェノール > 酢酸
- e. 酢酸 > 炭酸 > フェノール
- f. 酢酸 > フェノール > 炭酸

問2 **ア** ～ **ウ** に該当する語句を a～i からそれぞれ選んでマークせよ。

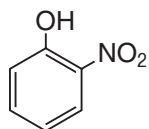
- | | | | | |
|---------|--------|---------|----------|-------|
| a. アセチル | b. アミノ | c. エステル | d. 還元 | e. 酸化 |
| f. ジアゾ | g. 中和 | h. ニトロ | i. ヒドロキシ | |

問3 試薬①および②に該当するものを a～f からそれぞれ選んでマークせよ。

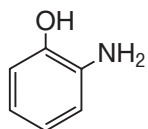
- | | | |
|------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| a. 希 H_2SO_4 | b. 濃 H_2SO_4 | c. KMnO_4 |
| d. H_2 , Ni (触媒) | e. CH_3COCH_3 | f. $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ |

問4 A～Cに該当する構造式をa～iからそれぞれ選んでマークせよ。

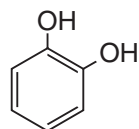
a.



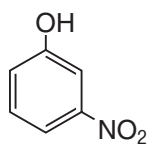
b.



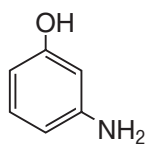
c.



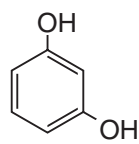
d.



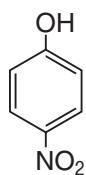
e.



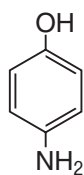
f.



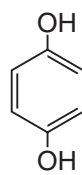
g.



h.



i.



問5 フェノール 94 mg に硝酸を作用させると、**B**が41.7 mg 得られた。この反応に用いたフェノール全量のうち、**B**へと変換された割合を %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。