

問題・解答 用紙番号	10
---------------	----

の解答用紙に解答しなさい。

## 化 学

〈受験学部・学科〉

**理工学部** [注]住環境デザイン学科【文系型】を除く, **薬学部【理系型】**, **農学部【理系型】**

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  $0 \quad 7 \quad 1 \quad 0$  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、

$\boxed{a} \quad \boxed{b} \quad \boxed{c} \quad \boxed{d} \quad \boxed{e}$   
 答えが  $C_2H_7NO_2$  ならば、 $2 \quad 0 \quad 7 \quad 1 \quad 2$  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, 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1～6に答えよ。(22点)

問1 水上置換で捕集するのが適切な気体を a～f から選んでマークせよ。

a. HCl      b. H<sub>2</sub>S      c. NH<sub>3</sub>      d. NO      e. NO<sub>2</sub>      f. SO<sub>2</sub>

問2 27℃,  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  で 2.5 L を占める気体の質量が 3.25 g であった。この気体として最も適切なものを a～e から選んでマークせよ。

a. CO      b. CO<sub>2</sub>      c. H<sub>2</sub>      d. N<sub>2</sub>      e. O<sub>2</sub>

問3 80℃における硝酸カリウムの飽和水溶液 100 g を 40℃に冷却すると、硝酸カリウムが   g 析出する。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、硝酸カリウムは 80℃の水 100 g に対して最大で 169 g, 40℃の水 100 g に対して最大で 64.0 g 溶けるものとする。

問4 エンタルピーに関する記述について、正しいものを a～d から選んでマークせよ。

- a. 物質が熱を放出すると、物質がもつエンタルピーの値は増加する。
- b. 燃焼反応でのエンタルピー変化は、常に正の値となる。
- c. 液体の水が固体になるときのエンタルピー変化は、負の値となる。
- d. 物質が変化する際の反応エンタルピーは、変化の経路の影響を受ける。

問5 臭化カリウム KBr の水溶液に塩素 Cl<sub>2</sub> の水溶液を加えると臭素 Br<sub>2</sub> が生成する。このとき、臭素原子の酸化数は  から  に変化する。X および Y に該当する数値を a～e からそれぞれ選んでマークせよ。

a. -2      b. -1      c. 0      d. +1      e. +2

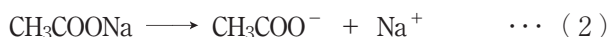
問6 C<sub>4</sub>H<sub>8</sub> で表される化合物の異性体のうち、アルケン数をマークせよ。ただし、シス-トランス異性体がある場合には、それぞれ別の異性体として数えるものとする。

Ⅱ 次の文を読み、問1～5に答えよ。(25点)

弱酸（または弱塩基）とその塩の混合水溶液には、少量の酸や塩基を加えても、pHの値をほぼ一定に保つはたらきがある。このような性質をもつ溶液を緩衝液という。

酢酸と酢酸ナトリウムの混合水溶液について考える。酢酸および酢酸ナトリウムはそれぞれ式

(1) および (2) のように電離している。



酢酸の電離定数を  $K_a$  とすると、 $K_a$  は式 (3) のように表される。この式 (3) は酢酸と酢酸ナトリウムとの混合水溶液においても成立する。

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \quad \cdots (3)$$

酢酸水溶液に酢酸ナトリウムを溶かすと、 $\text{A}$  の濃度が増大する。よって、混合水溶液では、酢酸だけの場合に比べて、式 (1) の平衡が  $\text{B}$  に移動する。そのため、 $[\text{CH}_3\text{COOH}]$  は混合水溶液中の酢酸の濃度  $c_a$  [mol/L] にほぼ等しくなり、 $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$  は混合水溶液中の酢酸ナトリウムの濃度  $c_s$  [mol/L] にほぼ等しくなる。したがって、混合水溶液の  $[\text{H}^+]$  は式 (4) になる。

$$[\text{H}^+] = \frac{c_a}{c_s} \times K_a \quad \cdots (4)$$

この混合水溶液に少量の酸を加えると、水素イオンは  $\text{A}$  と反応して  $\text{C}$  となるため、pH はほとんど変化しない。一方、少量の塩基を加えても、水酸化物イオンは  $\text{C}$  と中和反応を起こすため、pH はほとんど変化しない。

問1  $\text{A}$  ～  $\text{C}$  に該当する語句を a～f からそれぞれ選んでマークせよ。

a.  $\text{CH}_3\text{COOH}$

b.  $\text{CH}_3\text{COO}^-$

c.  $\text{CH}_3\text{COONa}$

d.  $\text{Na}^+$

e. 左向き

f. 右向き

問2 緩衝液となる弱酸（または弱塩基）とその塩の組合せとして適切なものを a～d から選んでマークせよ。

- a. アンモニアと塩化アンモニウム
- b. 塩酸と塩化ナトリウム
- c. ギ酸とギ酸メチル
- d. 硝酸と硝酸銀

問3 酢酸と酢酸ナトリウムを混合して調製した pH が 5.0 の緩衝液を、温度を変えずに水で 2 倍に希釈したとき、希釈後の緩衝液の pH として最も適切なものを a～e から選んでマークせよ。

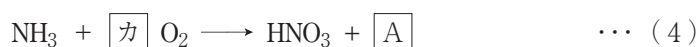
- a. 2.5
- b. 4.0
- c. 5.0
- d. 6.0
- e. 7.0

問4 酢酸と酢酸ナトリウムの濃度が、ともに  $5.0 \times 10^{-2}$  mol/L となるように調製した混合水溶液の pH を  $\boxed{a}.\boxed{b}$  とするとき、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、酢酸の  $K_a$  は  $2.7 \times 10^{-5}$  mol/L,  $\log_{10} 2.7 = 0.43$  とする。

問5 酢酸と酢酸ナトリウムの濃度が、ともに  $5.0 \times 10^{-2}$  mol/L となるように調製した混合水溶液 1.0 L に対し、 $1.0 \times 10^{-2}$  mol の塩化水素を溶かしたときの pH を  $\boxed{a}.\boxed{b}$  とするとき、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、塩化水素の溶解による体積変化はないものとし、酢酸の  $K_a$  は  $2.7 \times 10^{-5}$  mol/L,  $\log_{10} 2.0 = 0.30$ ,  $\log_{10} 2.7 = 0.43$ ,  $\log_{10} 3.0 = 0.48$  とする。

Ⅲ 次の文を読み、問1～6に答えよ。(27点)

硝酸は、工業的にはアンモニアを原料として [1] 法でつくられる。この方法は、式(1)～(3)に示すように、まず、[2] を触媒としてアンモニアを酸化して一酸化窒素にする。一酸化窒素をさらに酸化して二酸化窒素とし、これを温水と反応させて硝酸にする。式(1)～(3)の工程をまとめると式(4)のようになる。



濃硝酸、希硝酸のいずれも [3] 作用が強いため、水素よりも [4] の小さい銅や銀などと反応し、濃硝酸との反応では [B]、希硝酸との反応では [C] を発生する。また、アルミニウム、鉄およびニッケルは、濃硝酸によってそれらの表面が [3] され、金属の表面に緻密な被膜を生じて [5] となるため溶けにくい。

問1 [1] に該当する語句を a～e から選んでマークせよ。

- a. オストワルト                      b. クメン                              c. 接触  
d. ソルバー                            e. ハーバー・ボッシュ

問2 [ア] ～ [カ] に該当する数字をそれぞれマークせよ。

問3 [A] に該当する化学式を a～d から選んでマークせよ。

- a.  $\text{H}_2$                       b.  $\text{H}_2\text{O}$                       c.  $\text{NO}$                       d.  $\text{NO}_2$

問4 [B] および [C] に該当する化学式を a～e からそれぞれ選んでマークせよ。

- a.  $\text{H}_2$                       b.  $\text{N}_2$                       c.  $\text{NO}$                       d.  $\text{NO}_2$                       e.  $\text{O}_2$

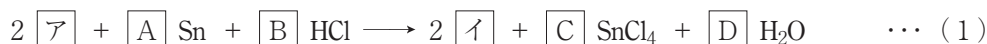
問5  ～  に該当する語句として最も適切なものを a～j からそれぞれ選んでマークせよ。

- |           |               |       |
|-----------|---------------|-------|
| a. イオン化傾向 | b. 還元         | c. 極性 |
| d. 酸化     | e. 酸化バナジウム(V) | f. 脱水 |
| g. 鉄      | h. 電気陰性度      | i. 白金 |
| j. 不動態    |               |       |

問6 式(4)の反応が完全に進行したとき、 $8.5 \times 10^3$  kg のアンモニアから得られる質量パーセント濃度 63% の硝酸は  .   $\times 10^{\text{c}}$  kg 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1～8に答えよ。(26点)

アニリンは、濃塩酸とスズ Sn を用いてニトロベンゼンを還元することで合成でき、その化学反応式は式(1)で表される。この反応では過剰の塩酸を用いており、生成物はアニリン塩酸塩として得られる。

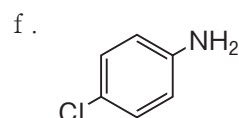
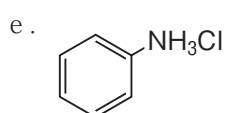
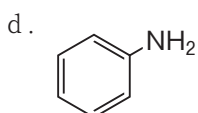
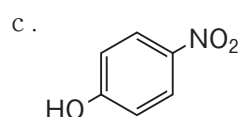
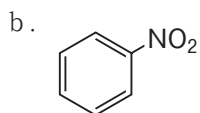
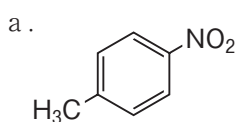


アニリンは空気および酸化剤によって、容易に酸化され呈色する。例えば、ウ 水溶液をアニリンに滴下すると赤紫色に、また、硫酸酸性の エ 水溶液との反応により、難溶性の黒色物質が生じる。

医薬品のアセトアニリドはアミド結合を有しており、① アニリンと無水酢酸との反応によってアミノ基が オ 化されることで合成される。アニリンは カ 物質であるが、アセトアニリドは キ 物質であり、オ 化により化合物の性質が変わる。

② 塩化ベンゼンジアゾニウムは、アニリンの希塩酸溶液に対して氷冷しながら亜硝酸ナトリウムを加えていくと生成する。この化合物はアゾ染料の合成中間体であるが、不安定なため5℃以上に温度を上げると、加水分解して ク および気体 ケ を生じる。

問1 ア および イ に該当する化合物の構造式を a～f からそれぞれ選んでマークせよ。



問2 式(1)中の A ～ D に該当する数字をそれぞれマークせよ。

問3 ウ および エ に該当する語句を a～d からそれぞれ選んでマークせよ。

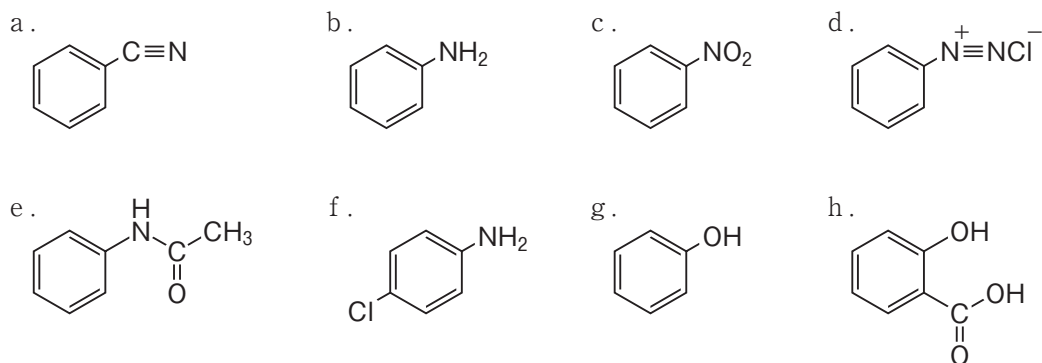
- |              |             |
|--------------|-------------|
| a. さらし粉      | b. シュウ酸カリウム |
| c. ニクロム酸カリウム | d. フェーリング液  |

問4 オ ~ キ に該当する語句を a ~ g からそれぞれ選んでマークせよ。

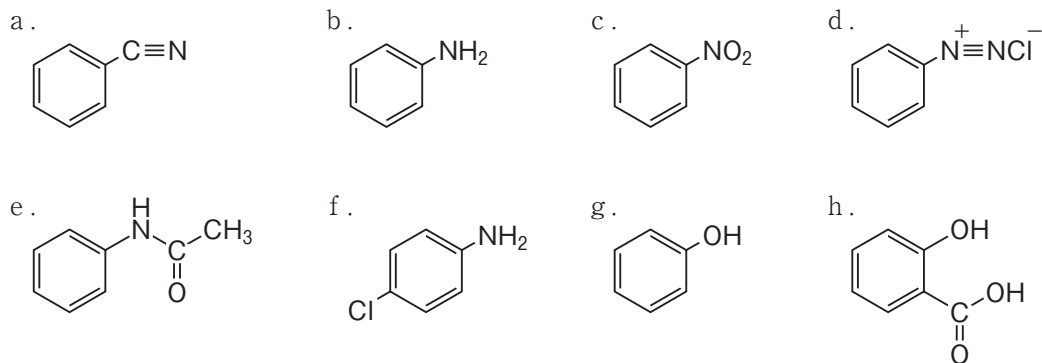
- a. アセタール      b. アセチル      c. エステル      d. メチル  
e. 塩基性      f. 酸性      g. 中性

問5 下線部①の反応において、アニリン 3.7 g から得られるアセトアニリド (分子量 : 135) は、a . b g 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。ただし、反応は完全に進行したものとする。

問6 下線部②の構造式を a ~ h から選んでマークせよ。



問7 ク に該当する化合物の構造式を a ~ h から選んでマークせよ。



問8 ケ に該当する物質を a ~ d から選んでマークせよ。

- a. Cl<sub>2</sub>      b. H<sub>2</sub>      c. N<sub>2</sub>      d. O<sub>2</sub>