

令和5年度入学試験問題
化学 402
(前期日程)

第1問 【解答例】

問1 遷移元素

問2 触媒は反応の活性化エネルギーを低下させ、正反応も逆反応も反応速度を増加させるが、反応熱は変化させない。(51字)

問3 ア：Pt イ：Pd ウ：Ni
下線部(b)：オストワルト法 下線部(c)：ワッカー法

問4 化合物A：CH₂=CHCH₂OH
化合物B：CH₃CH₂CH₂OH

みちすじ：完全燃焼により生じたCO₂とH₂Oの重さから、化合物B 2.40 g中のC, H, Oの重量を求めると、炭素の質量 w_C $5.28 \times 12/44 = 1.44$ (g)

水素の質量 w_H $2.90 \times (1 \times 2)/18 = 0.322$ (g)

酸素の質量 w_O $2.40 - (1.44 + 0.322) = 0.638$ (g)

よって組成比は、C : H : O = (1.44/12) : (0.322/1) : (0.638/16) = 0.12 : 0.32 : 0.04 = 3 : 8 : 1

分子量は100以下なので、化合物Bの分子式は C₃H₈O

化合物Bの可能な構造異性体は、1-プロパノール、エチルメチルエーテル、2-プロパノールの三つこのうち、Naと反応しないエチルメチルエーテルは除外

化合物AもNaと反応することから、脱水素化体の構造がアセトンである2-プロパノールも除外したがって、化合物Bは1-プロパノールで決定

化合物Bは化合物Aに1当量の水素が付加して生成するため、化合物Aの分子式はC₃H₆Oで決定
C₃H₆Oに水素1当量を付加させて1-プロパノールになるのはアリルアルコールかプロピレンオキシド
化合物Aは臭素と反応することからプロピレンオキシドは除外

よって、化合物Aはアリルアルコールに決定

問5 化学反応式： $2\text{KI} + \text{Br}_2 \longrightarrow 2\text{KBr} + \text{I}_2$

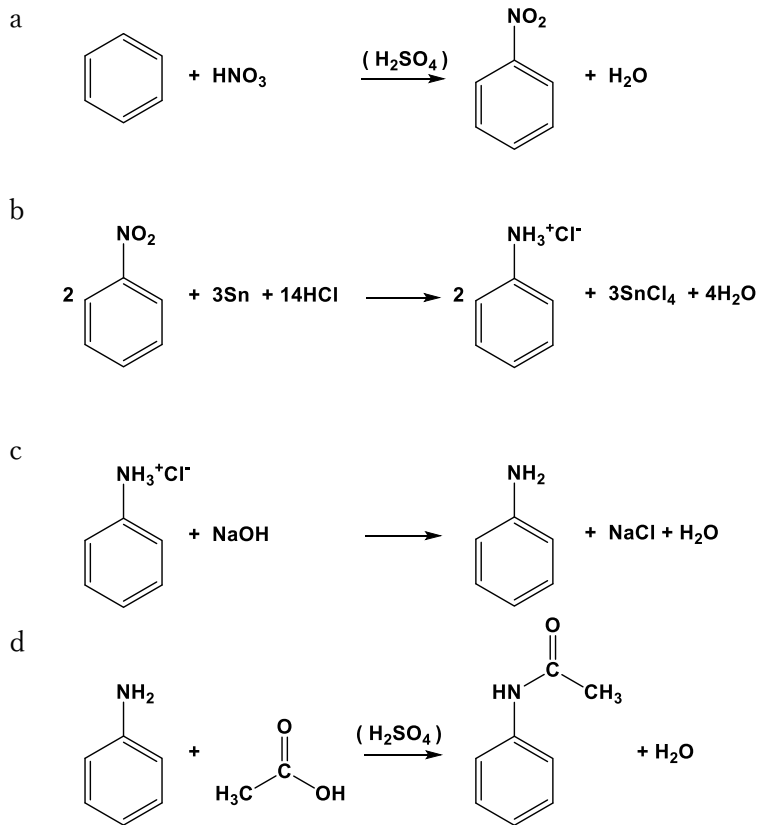
理由：ヨウ素の酸化力が臭素よりも小さいため（臭素の酸化力がヨウ素よりも大きいため）

問6 構造： $\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$

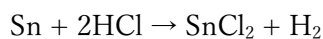
い, お, か

第2問【解答例】

問1



問2



問3

480 mL の 1.00 M NaOH で中和したので、アニリン塩酸塩は、0.48 mol 存在した。

ベンゼンは C_6H_6 なので、分子量 78。

ベンゼンからニトロベンゼンが 60%、ニトロベンゼンからアニリン塩酸塩は 80% 生成したので、

$$0.48 / 0.6 / 0.8 \times 78 = 78 \text{ g}$$

ベンゼンの密度が 0.88 g/cm^3 なので、

$$78 / 0.88 = 88.636\cdots \approx 89 \text{ mL}$$

アセトアニリドは、 $\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}$ なので、分子量 135。

アニリンからアセトアニリドは 30% なので、

$$0.48 \times 0.3 \times 135 = 19.44 \approx 19 \text{ g}$$

第3問【解答例】

問1

ア $\frac{ch^2}{1-h}$ イ $\frac{K_w}{K_a}$ ウ $\sqrt{\frac{K_a K_w}{c}}$

エ $-\log_{10} \sqrt{\frac{K_a K_w}{c}}$ オ $\frac{n_C^\gamma}{n_A^\alpha n_B^\beta} \times (RT)^{\gamma-(\alpha+\beta)}$

(オ)の解答に至るみちすじ)

理想気体 A, B, C について、気体の状態方程式 $p_A \times 10^3 \text{ [Pa]} = n_A RT$, $p_B \times 10^3 \text{ [Pa]} = n_B RT$, $p_C \times 10^3 \text{ [Pa]} = n_C RT$ (体積は, 1.00 L) が, それぞれ成り立つ。

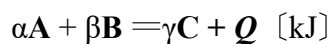
圧平衡定数 K_p の式に代入すると, 以下のように式が展開される。

$$K_p = \frac{(p_C \times 10^3)^\gamma}{(p_A \times 10^3)^\alpha (p_B \times 10^3)^\beta} = \frac{(n_C RT)^\gamma}{(n_A RT)^\alpha (n_B RT)^\beta} = \frac{n_C^\gamma}{n_A^\alpha n_B^\beta} \times (RT)^{\gamma-(\alpha+\beta)}$$

問2

(1) 中性 (2) 酸性 (3) 酸性

問3



問4

$$v_1 = k [A][B]^2$$

<補足説明>

問1

①式で示される酢酸イオンの加水分解反応において、化学平衡の状態における量的関係は、以下のように示される。



| | | | | |
|---------------------|----------|---|------|------|
| 初めのモル濃度 [mol/L] | c | - | 0 | 0 |
| 平衡時のモル濃度 [mol/L] | $c - ch$ | - | ch | ch |

$$\text{平衡定数 } K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} = \frac{c^2 h^2}{c(1-h)} = \boxed{\text{(ア)} \frac{ch^2}{1-h}}$$

$1-h \doteq 1 (h>0)$ とすると、 $K_h = ch^2$ と近似される。

ここで平衡定数 K_h の分母と分子に $[\text{H}^+]$ をかけると、

$$\text{平衡定数 } K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]} = \boxed{\text{(イ)} \frac{K_w}{K_a}}$$

平衡定数 K_h の2つの式を統合して、 $ch^2 = \frac{K_w}{K_a}$ 、 $h = \sqrt{\frac{K_w}{c \cdot K_a}}$ から、

$$[\text{H}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{K_w}{ch} = \boxed{\text{(ウ)} \sqrt{\frac{K_a K_w}{c}}}, \text{ pH} = -\log_{10} [\text{H}^+] = \boxed{\text{(エ)} - \log_{10} \sqrt{\frac{K_a K_w}{c}}}$$

問3

温度を上昇させると、吸熱反応の方向に平衡が移動する。左向きの反応が吸熱反応であるから、反応熱は $Q > 0$ となる。

問4

条件2と3から、気体Bの初期濃度を変化させず、気体Aの初期濃度のみを2倍にしたとき、 v_0 が2倍となることから、反応速度は、 $[\text{A}]$ に比例することが分かる

条件1と2から、気体Aの初期濃度を変化させず、気体Bの初期濃度のみを2倍にしたとき、 v_0 が4倍となることから、反応速度は、 $[\text{B}]^2$ に比例することが分かる

第4問【解答例】

問1

A: グリシン

B: チロシン

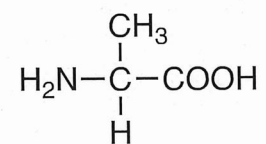
C: アスパラギン酸

D: セリン

問2

キサントプロテイン(反応)

問3



問4

C

問5

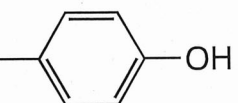
$-\text{NH}_2$ 基(アミノ基), $-\text{OH}$ 基(ヒドロキシ基)

問6

$-\text{R}^1: -\text{CH}_2-\text{COOH}$

$-\text{R}^2: -\text{CH}_2-\text{OH}$

$-\text{R}^3: -\text{H}$

$-\text{R}^4: -\text{CH}_2-$  $-\text{OH}$