

後期化学 解答例

問題 1

問 1

- (1) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]: +3$ $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]: +2$
- (2) $2\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] + 2\text{KI} \rightarrow 2\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{I}_2$
- (3) 反応式: $\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$

指示薬としてはデンプン水溶液を用いる。終点で青紫色が消える。

- (4) 残存 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ と等モルの $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ が消費される。

$5.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ の $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ を 0.560 mL 使用, $2.80 \times 10^{-6} \text{ mol}$

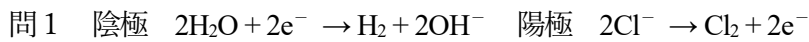
検出試薬中の $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ は $2.00 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ が 2.00 mL なので, $4.00 \times 10^{-6} \text{ mol}$ が当初の量である。残存量が $2.80 \times 10^{-6} \text{ mol}$ なので, 消費された量は $1.20 \times 10^{-6} \text{ mol}$ である。グルコース 1 mol に対し, $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ は 2 mol 反応するので, グルコースの量は $6.00 \times 10^{-7} \text{ mol}$ となる。これが 0.1 mL 分なので, グルコース濃度は 6 mmol/L であり, 108 mg/dL となる。

問 2

- (1) A: 活性化エネルギー B: 基質特異性
- (2) $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$
- (3) 酵素名 酵素 2

理由 正常値から異常値の範囲まで, 基質濃度 (血糖値) と反応速度の間に相関関係があるから。酵素 1 では正常値と異常値で反応速度の違いが見られない。

問題 2

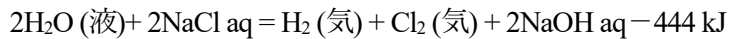


問 2 目的 高純度の水酸化ナトリウムを得るため。
役割 陰極側への塩化物イオンの通過を防ぐ。

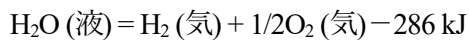
問 3 通過電気量 $5.0 \text{ A} \times 40 \times 60 \text{ s} = 1.2 \times 10^4 \text{ C}$
2 電子反応より, 標準状態での水素の生成量は $1.2 \times 10^4 \text{ C} / (9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}) / 2 \times 22.4 \text{ L/mol} = 1.39 \dots = 1.4 \text{ L}$



問 5 食塩電解の熱化学方程式



アルカリ水電解の熱化学方程式



電気エネルギー (%)

水素 1 mol を得る場合を考え, アルカリ水電解の食塩電解に対する吸熱量の割合は

$$286/444 \times 100 = 64.4 \dots = 64 \%$$

問 6

圧縮水素ガス

気体水素 2 g は 1 mol であるので, $Z = PV/(nRT) = 1.5$ より

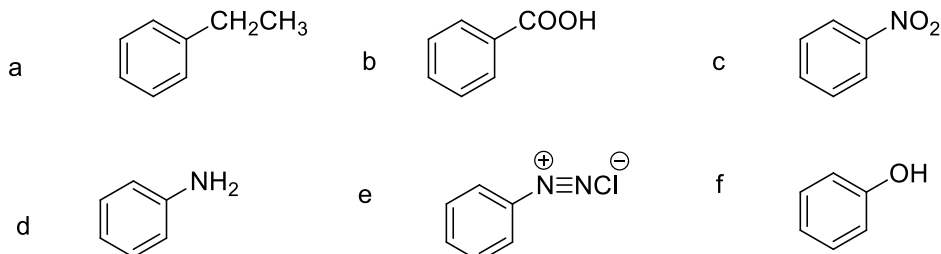
$$V = ZnRT/P = 1.5 \times 1 \text{ mol} \times 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K}) \times 300 \text{ K} / (7.0 \times 10^7 \text{ Pa}) \\ = 5.3 \times 10^{-2} \text{ L}$$

液体水素

$$2.0 \text{ g} / (7.0 \times 10^{-2} \text{ g/cm}^3) = 0.286 \times 10^2 \text{ cm}^3 = 2.9 \times 10^{-2} \text{ L}$$

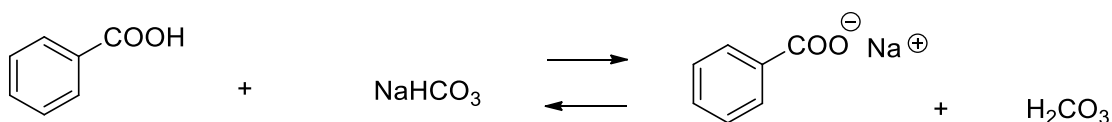
問題3

問1



問2

安息香酸と炭酸水素ナトリウムとの反応式は次のように表される。

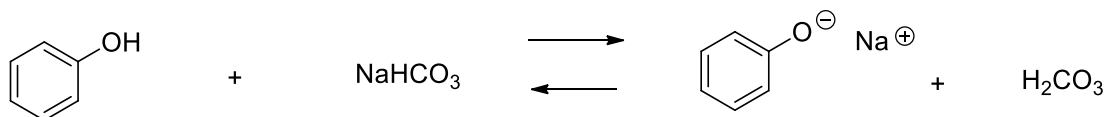


$$K_a(\text{PhCOOH}) = \frac{[\text{PhCOO}^-][\text{H}^+]}{[\text{PhCOOH}]} = 10^{-4}$$

$$K_a(\text{H}_2\text{CO}_3) = \frac{[\text{HCO}_3^-][\text{H}^+]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} = 10^{-6.4}$$

$$K = \frac{[\text{PhCOO}^-][\text{H}_2\text{CO}_3]}{[\text{PhCOOH}][\text{HCO}_3^-]} = \frac{[\text{PhCOO}^-][[\text{H}^+][\text{H}_2\text{CO}_3]}{[\text{PhCOOH}][\text{HCO}_3^-][\text{H}^+]} = \frac{K_a(\text{PhCOOH})}{K_a(\text{H}_2\text{CO}_3)} = 10^{-4}/10^{-6.4} = 10^{2.4}$$

一方、フェノールと炭酸水素ナトリウムとの反応式は次のように表される。



$$K_a(\text{PhOH}) = \frac{[\text{PhO}^-][\text{H}^+]}{[\text{PhOH}]} = 10^{-10}$$

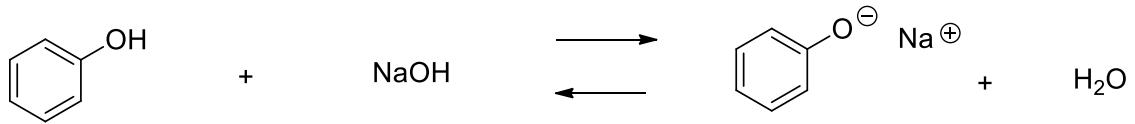
$$K_a(\text{H}_2\text{CO}_3) = \frac{[\text{HCO}_3^-][\text{H}^+]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} = 10^{-6.4}$$

$$K = \frac{[\text{PhO}^-][\text{H}_2\text{CO}_3]}{[\text{PhOH}][\text{HCO}_3^-]} = \frac{[\text{PhO}^-][[\text{H}^+][\text{H}_2\text{CO}_3]}{[\text{PhOH}][\text{HCO}_3^-][\text{H}^+]} = \frac{K_a(\text{PhOH})}{K_a(\text{H}_2\text{CO}_3)} = 10^{-10}/10^{-6.4} = 10^{-3.6}$$

よって、安息香酸 (b) と炭酸水素ナトリウムの反応における平衡定数が1よりずっと大きい値であるため、平衡は右に偏っており、安息香酸 (b) は炭酸水素ナトリウム水溶液に溶けやすい。それに対して、フェノール (f) と炭酸水素ナトリウムの反応における平衡定数が1よりずっと小さい値であるため、平衡は左に偏っており、フェノール (f) は炭酸水素ナトリウム水溶液に溶けにくい。

問3

フェノールと水酸化ナトリウムの平衡反応式は次のように表される。



$$K_a(\text{PhOH}) = \frac{[\text{PhO}^-][\text{H}^+]}{[\text{PhOH}]} = 10^{-10}$$

$$K_w = [\text{OH}^-][\text{H}^+] = 10^{-14}$$

$$K = \frac{[\text{PhO}^-]}{[\text{PhOH}][\text{OH}^-]} = \frac{[\text{PhO}^-][\text{H}^+]}{[\text{PhOH}][\text{OH}^-][\text{H}^+]} = \frac{K_a(\text{PhOH})}{K_w} = 10^{-10}/10^{-14} = 10^4$$

$[\text{PhO}^-] = 99$ 、 $[\text{PhOH}] = 1$ を上式に代入すると、

$$K = \frac{[\text{PhO}^-]}{[\text{PhOH}][\text{OH}^-]} = \frac{99}{[\text{OH}^-]} = 10^4$$

よって、 $[\text{OH}^-] = 9.9 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ となる。 $[\text{NaOH}] = 0.396 \text{ g/L}$

水酸化ナトリウム水溶液 100 g あたり、0.0396 g の NaOH を含むので、0.0396% となる。