

令和3年度入学者選抜試験問題・解答例

問題1

問1 pH 4 0.01 mol/L クロム酸カリウム溶液中の CrO_4^{2-} の濃度は 0.01 mol/L よって、

$$[\text{CrO}_4^{2-}] + [\text{HCrO}_4^{2-}] = 0.01 \text{ より } [\text{CrO}_4^{2-}] = 0.01 - [\text{HCrO}_4^{2-}]$$

pH4 ならば、 $[\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ なので、

$$(1.0 \times 10^{-4}) \times (0.01 - [\text{HCrO}_4^{2-}]) / [\text{HCrO}_4^{2-}] = 3.1 \times 10^{-7} \text{ より}$$

$$[\text{HCrO}_4^{2-}] = (0.01 / 1.0031) \approx \underline{1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}}$$

pH 8 上と同様に $[\text{CrO}_4^{2-}] = 0.01 - [\text{HCrO}_4^{2-}]$ であり、

pH8 ならば、 $[\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$ なので、

$$(1.0 \times 10^{-8}) \times (0.01 - [\text{HCrO}_4^{2-}]) / [\text{HCrO}_4^{2-}] = 3.1 \times 10^{-7} \text{ より}$$

$$[\text{HCrO}_4^{2-}] = (0.01 / 32) \approx \underline{3.1 \times 10^{-4} \text{ mol/L}}$$

問2 Ag_2O

問3 下線部②の時点で銀イオンの濃度は $0.1 \times 1 / 21 = 4.8 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$

$$K_w = 1.0 \times 10^{-14} \text{ より pH8 では } [\text{OH}^-] = 10^{-6} \text{ mol/L}$$

$$\text{よって } [\text{Ag}^+][\text{OH}^-] = 4.8 \times 10^{-3} \times 1.0 \times 10^{-6} = 4.8 \times 10^{-9}$$

この値が $K_{sp}(\text{AgOH}) = 1.5 \times 10^{-8} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ より小さいことから、酸化銀の沈殿は生じない。

問4 海水中の塩化物イオンの濃度を $M[\text{mol/L}]$ とすると、水溶液Aの塩化物イオン濃度は $M/10 [\text{mol/L}]$

塩化銀として全て沈殿するため、塩化物イオンと滴下した銀イオンの量は等しい。よって、 $0.1 \times 5.4 = (M/10) \times 10$ より、 $M = 0.54 \text{ mol/L}$

問5 終点での銀イオンの濃度を $x[\text{mol/L}]$ とすると、

この時 $[\text{CrO}_4^{2-}] = 0.01 \times 1 / 25.4 \text{ mol/L}$ であるので

$$[\text{Ag}^+]^2 [\text{CrO}_4^{2-}] = x^2 \times 0.01 \times 1 / 25.4 = 2.5 \times 10^{-12} \text{ となる。}$$

$$\text{よって、 } x = \sqrt{(2.5 \times 10^{-12} \times 25.4 / 0.01)} = \sqrt{(25)} \times \sqrt{(2.54)} \times \sqrt{(10^{-10})} = 5 \times 1.59 \times 10^{-5} \\ = 8.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

問題 2

問 1 ①NaOH (水酸化ナトリウム) ②グリセリン ③内 (「中」でも可)
④外 ⑤ミセル ⑥乳化

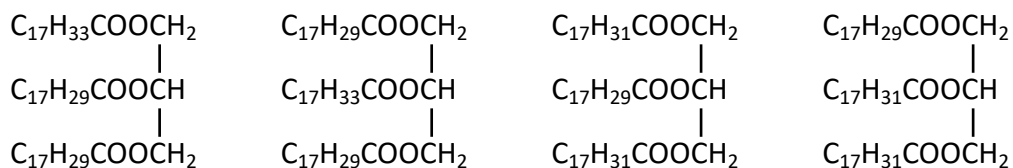
問 2 名称: ステアリン酸

理由: 油脂の沸点は C=C の二重結合が少なく、また炭素数の多い方が高い、よって、飽和脂肪酸で炭素数の多い、ステアリン酸となる。

問 3 海水中の Ca²⁺や Mg²⁺と不溶性の塩を形成してしまうため。

問 4 リノレン酸

問 5



問 6 値: 190.4

油脂 1mol の C=C に H₂ を付加すると 3mol 消費されたので、油脂に含まれる C=C は 3 個。とり得る可能性は(A)パルミチン酸 2 個+リノレン酸 1 個、または(B)オレイン酸 3 個、または(C)パルミチン酸 1 個+オレイン酸 1 個+リノール酸 1 個の 3 種類。これらのけん化価は、

(A) 油脂 Molecular Weight (MW): (256x2)+278+92 (グリセロール MW)-54 (3H₂O) = 828
けん化価: $1/828 \times 3 \times 56.1$ (KOH の MW) $\times 103 = 202.9$

(B) 油脂 MW: (282x3)+ 92 -54 = 884

けん化価: $1/884 \times 3 \times 56 \times 103 = 190.38(190.4)$

(C) 油脂 MW: 256+282+280+ 92 -54 = 856

けん化価: $1/856 \times 3 \times 56 \times 103 = 196.3$

問題3

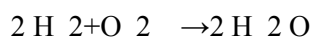
問1 CO₂

CO₂のみが弱酸性の酸性ガスで、強塩基性の水溶液に溶解するため

問2

(1)の操作で除去されたCO₂は、84-76=8 mL

(2)の操作では、N₂以外の気体が完全燃焼する。ここで、H₂体積を x(mL), CH₄の体積を y(mL)とすると、下記の燃焼反応が進行する。生じたH₂Oは除去したので無視できる。



①式では、 $x + x/2 = 3x/2$ (mL)

②式では、 $y + 2y - y = 2y$ (mL)

の体積の減少がある。

全体では、 $3x/2 + 2y = (76 + 47) - 52 = 71$ (mL)の体積が減少する。

(3)の操作で除去されたCO₂は52-36=16 (mL)となるので、これがyと同じ体積。

すなわち、 $x = 2(71 - 2(16)) / 3 = 26$ mL)

従って、窒素の体積は84-(8+16+26)=34 mL

以上のことから、各成分の体積パーセントは、

$$\text{H}_2: 26/84 \times 100 = 30.95 = 31.0\% \quad \text{CH}_4: 16/84 \times 100 = 19.04 = 19.0\%$$

$$\text{CO}_2: 8/84 \times 100 = 9.52 = 9.5\% \quad \text{N}_2: 34/84 \times 100 = 40.47 = 40.5\%$$

問3

(2)で未反応の残存酸素は、36-34=2 (mL)



このとき体積が7/8となったので、最終物は7/8×2=1.75 (mL)、体積減少は2-1.75=0.25 (mL)となる。

上記の反応式より、3体積のO₂から、2体積のO₃が生成して全体で1体積分の減少が生じるので、0.25 mLの体積減少のときO₃は0.5 mL生成する。(尚、変化したO₂は、3体積分の0.75 mLである。)

したがって、求める体積パーセントは、

$$(0.5 \text{ [mL]}) / (1.75 \text{ [mL]}) \times 100 = 28.57 = 28.6\%$$