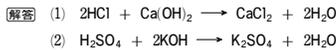


高2化学総合S・SA 春期講習会【解答】

1



解説 (1) 塩酸は一価、水酸化カルシウムは二価だから、2:1の物質量の比で反応する。生成する物質は塩の CaCl_2 と水である。
 (2) 硫酸は二価、水酸化カリウムは一価だから、1:2の物質量の比で反応する。生成する物質は塩の K_2SO_4 と水である。

2

解答 3.7 g
解説 硫酸は二価の酸、水酸化カルシウムは二価の塩基だから、1:1の物質量の比で反応する。水酸化カルシウムの質量を $x[\text{g}]$ とすると、

$$\frac{4.9 \text{ g}}{98 \text{ g/mol}} : \frac{x[\text{g}]}{74 \text{ g/mol}} = 1 : 1$$
 ゆえに $x = 3.7 \text{ g}$

3

解答 (1) $[\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$, $\text{pH} = 2$ (2) $[\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$, $\text{pH} = 3$
 (3) $[\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-13} \text{ mol/L}$, $\text{pH} = 13$
 (4) $[\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$, $\text{pH} = 11$

解説 (1) $[\text{H}^+] = 1 \times 0.010 \text{ mol/L} \times 1.0 = 1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ $\text{pH} = 2$
 (2) $[\text{H}^+] = 1 \times 0.050 \text{ mol/L} \times 0.020 = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ $\text{pH} = 3$
 (3) $[\text{OH}^-] = 2 \times 0.050 \text{ mol/L} \times 1.0 = 1.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$
 関係式より、 $[\text{H}^+] = \frac{1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2}{[\text{OH}^-]} = \frac{1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2}{1.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}}$
 よって、 $[\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-13} \text{ mol/L}$ $\text{pH} = 13$
 (4) $[\text{OH}^-] = 1 \times 0.040 \text{ mol/L} \times 0.025 = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$
 関係式より、 $[\text{H}^+] = \frac{1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2}{[\text{OH}^-]} = \frac{1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2}{1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}}$
 よって、 $[\text{H}^+] = 1.0 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$ $\text{pH} = 11$

4

解答 0.12 mol/L
解説 酢酸は一価の酸、水酸化ナトリウムは一価の塩基である。酢酸の濃度を $x[\text{mol/L}]$ とすると、次式が成りたつ。

$$1 \times x[\text{mol/L}] \times \frac{10}{1000} \text{ L} = 1 \times 0.10 \text{ mol/L} \times \frac{12}{1000} \text{ L}$$
 これより、 $x = 0.12 \text{ mol/L}$

5

解答 30 mL
解説 塩酸は一価の酸、硫酸は二価の酸、水酸化ナトリウムは一価の塩基である。水酸化ナトリウム水溶液の体積を $x[\text{mL}]$ とすると、次式が成りたつ。

$$1 \times 0.010 \text{ mol/L} \times \frac{10}{1000} \text{ L} + 2 \times 0.010 \text{ mol/L} \times \frac{10}{1000} \text{ L} = 1 \times 0.010 \text{ mol/L} \times \frac{x[\text{mL}]}{1000 \text{ mL/L}}$$
 これより、 $x = 30 \text{ mL}$

6

解答 (1) (a) ホールビペット (b) メスフラスコ (c) ビュレット
 (2) (b) (3) 0.78 mol/L
解説 (1),(2) (a) 一定体積の溶液をほかへ移し取る操作はホールビペットで行う。水でぬれていると濃度が薄まってしまうので、用いる溶液で数回すすいでから使う。
 (b) 正確な体積に希釈したり、あるモル濃度の溶液をつくるにはメスフラスコを用いる。これは水でぬれているでも、そのまま用いてよい。
 (c) 溶液を少量ずつ滴下し、反応に要した体積を求めるにはビュレットを用いる。水でぬれていると、濃度が薄まってしまうので、用いる溶液で数回すすいでから使う。
 (3) 希釈した酢酸のモル濃度を $x[\text{mol/L}]$ とすると次式が成りたつ。

$$1 \times x[\text{mol/L}] \times \frac{10}{1000} \text{ L} = 1 \times 0.10 \text{ mol/L} \times \frac{7.8}{1000} \text{ L}$$
 これより、 $x = 0.078 \text{ mol/L}$ となるから、もとの食酢中の酢酸モル濃度は 0.78 mol/L である。

7

解答 (1) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ (2) 無色 → 赤色
 (3) 0.25 mol/L
解説 (1) シュウ酸は二価の酸であることに注意する。
 (2) 酸の溶液に塩基を加えていくのだから、変色域の酸性側の無色から塩基性側の赤色に変化する。
 (3) 水酸化ナトリウム水溶液のモル濃度を $x[\text{mol/L}]$ とすると次式が成りたつ。

$$1 \times x[\text{mol/L}] \times \frac{8.0}{1000} \text{ L} = 2 \times 0.10 \text{ mol/L} \times \frac{100}{1000} \text{ L}$$
 これより、 $x = 0.25 \text{ mol/L}$ となる。

8

解答 5.6 L
解説 アンモニアの物質量を $x[\text{mol}]$ とすると、硫酸は二価の酸、アンモニアと水酸化ナトリウムは一価の塩基だから次式が成りたつ。

$$1 \times x[\text{mol}] + 1 \times 0.50 \text{ mol/L} \times \frac{100}{1000} \text{ L} = 2 \times 0.50 \text{ mol/L} \times \frac{300}{1000} \text{ L}$$
 これより、 $x = 0.25 \text{ mol}$ となる。したがって、その体積は、標準状態で次のようになる。
 $22.4 \text{ L/mol} \times 0.25 \text{ mol} = 5.6 \text{ L}$

9

解答 (1) (ア) メスフラスコ (イ) ホールビペット (ウ) フェノールフタレイン (エ) ビュレット (オ) 赤色
 (2) 0.0500 mol/L
 (3) [処置方法] 純水でぬれたまま用いる。
 [理由] 純水でぬれているでも、コニカルビーカー内のシュウ酸の物質量は変わらないから。
 (4) (モル濃度) $5.21 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$
 (化学反応式) $(\text{COOH})_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow (\text{COONa})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 (5) 0.703 mol/L (6) 4.18 %
 (7) 弱酸を強塩基で滴定するので、中和点は弱塩基性である。そのため、塩基性

側に変色域をもつ指示薬を用いる必要があるから。
 (8) 潮解性がある。
 空気中の二酸化炭素を吸収する。

解説 (1) メスシリンダー、こまごめビペットなどは、精度が高くないので、滴定の実験には用いない。
 (2) シュウ酸二水和物の式量は、 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = 126.0$ より、

$$\frac{3.15 \text{ (mol)}}{126.0} = 0.0500 \text{ (mol/L)}$$
 (3) 一定量のシュウ酸水溶液をホールビペットではかりとった時点で、シュウ酸の物質量が定まる。これをいくらか水でうすめても、ちょうど中和するために必要な水酸化ナトリウムの物質量は変わらないので、コニカルビーカーの内壁は水でぬれていてもよい。
 (4) NaOH 水溶液のモル濃度を $x[\text{mol/L}]$ とすると、シュウ酸は二価の酸であるから、

$$2 \times 0.0500 \times \frac{10}{1000} = 1 \times x \times \frac{19.2}{1000}$$

$$x = \frac{1.00}{19.2} \approx 5.21 \times 10^{-2} \text{ (mol/L)}$$
 (5) 食酢中の酢酸の濃度を $y[\text{mol/L}]$ とすると、

$$1 \times y \times \frac{10}{100} \times \frac{10}{1000} = 1 \times \frac{1.00}{19.2} \times \frac{13.5}{1000}$$

$$y = \frac{13.5}{19.2} \approx 0.703 \text{ (mol/L)}$$
 (6) 食酢 1.00 L あたりで考えると、 $\text{CH}_3\text{COOH} = 60.0$ より、

$$\frac{\text{溶質量}[\text{g}]}{\text{溶液量}[\text{g}]} = \frac{60.0 \times \frac{13.5}{19.2}}{1000 \times 1.01} \times 100 \approx 4.18 \text{ (\%)}$$
 (7) 使用する指示薬の変色域が、中和点付近で起こる pH の急激な変化の範囲に含まれていれればよい。中和点では、生じた塩 $(\text{COONa})_2$ の水溶液で、加水分解により弱塩基性となる。
 (8) 水酸化ナトリウムには潮解性があり、また、空気中の二酸化炭素を吸収するので、正確な濃度の溶液を調製するのが難しい。

10

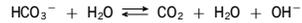
解答 (1) (a) Na_2SO_4 (b) CH_3COONa (c) NaHSO_4 (d) NH_4Cl
 (e) NaHCO_3
 (2) a, b, d (3) c, e (4) a (5) c, d (6) b, e
解説 (2), (3) 塩の組成式中に、酸の H も塩基の OH も残っていない塩を正塩、酸の H が残っている塩を酸性塩、塩基の OH が残っている塩を塩基性塩という。
 NH_4Cl は組成式中に H があるが、 $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$ のように、酸の H^+ はすでに中和して残っていないので、正塩である。
 (4)~(6) 正塩の水溶液の液性は、その塩を構成する酸と塩基の強弱によって決まる。(弱酸もしくは弱塩基由来のイオンが加水分解して、塩基性もしくは酸性を示す。)

	強酸	弱酸
強塩基	中性	塩基性
弱塩基	酸性	—

酸性塩の水溶液では、 NaHSO_4 のように強酸と強塩基から生じた酸性塩は、未反

高2化学総合S・SA 春期講習会【解答】

底に残っている酸のH⁺が電離して酸性を示す。一方、NaHCO₃は弱酸と強塩基から生じた酸性塩であり、HCO₃⁻が加水分解して塩基性を示す。



11

【解答】 (1) 12 (2) 2.0 (3) 2.4 (4) 1.5×10^{-4} mol/L

【解説】 (1) NaOHは強塩基なので、完全に電離するから、[OH⁻]=0.010 mol/L

$$[\text{H}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.0 \times 10^{-2}} = 1.0 \times 10^{-12} \text{ (mol/L)}$$

$$\text{pH} = -\log_{10}(1.0 \times 10^{-12}) = 12$$

$$(2) \text{HCl} : 0.050 \times \frac{10}{1000} = 5.0 \times 10^{-4} \text{ (mol)}$$

$$\text{NaOH} : 0.010 \times \frac{20}{1000} = 2.0 \times 10^{-4} \text{ (mol)}$$

HClとNaOHは1:1の物質質量比で反応するのでHClが過剰であり、残る[H⁺]は

$$[\text{H}^+] = \frac{5.0 \times 10^{-4} - 2.0 \times 10^{-4} \text{ (mol)}}{\frac{10+20}{1000} \text{ (L)}} = 1.0 \times 10^{-2} \text{ (mol/L)}$$

$$\text{pH} = -\log_{10}(1.0 \times 10^{-2}) = 2.0$$

(3) 1.0×10^{-2} mol/Lの塩酸10 mLと 1.0×10^{-3} mol/Lの塩酸20 mLの混合であるから、混合した塩酸の濃度は

$$\frac{1.0 \times 10^{-2} \times \frac{10}{1000} + 1.0 \times 10^{-3} \times \frac{20}{1000} \text{ (mol)}}{\frac{30}{1000} \text{ (L)}} = \frac{0.10 + 0.020}{30} = 4.0 \times 10^{-3} \text{ (mol/L)}$$

塩酸は強酸だから [H⁺]= 4.0×10^{-3} (mol/L)

$$\text{pH} = -\log_{10}(4.0 \times 10^{-3}) = 3.0 - 2\log_{10}2 = 2.4$$

(4) pH=3.52は[H⁺]= $10^{-\text{pH}}$ の関係から、[H⁺]= $10^{-3.52}$ である。

$$[\text{H}^+] = 10^{-3.52} = 10^{-4+0.48} = 10^{0.48} \times 10^{-4} \text{ (mol/L)}$$

$10^{0.48} = x$ とおき、両辺の常用対数をとると $0.48 = \log_{10} x$

よって、 $x=3$ となるから [H⁺]= 3.0×10^{-4} (mol/L)

希硫酸は二価の酸なので、希硫酸の濃度は、

$$[\text{H}_2\text{SO}_4] = \frac{3.0 \times 10^{-4}}{2} = 1.5 \times 10^{-4} \text{ (mol/L)}$$

12

【解答】 (1) 1.12 L (2) 100 mL

【解説】 ちょうど中和したとき、次の量的関係(中和の公式)が成立する。

(酸から生じるH⁺の物質質量)=(塩基が受け取るH⁺の物質質量)

(酸の価数)×(酸の物質質量)=(塩基の価数)×(塩基の物質質量)

(1) 求めるCO₂の体積をx[L]とすると、CO₂は二価の酸、NaOHは一価の塩基より

$$2 \times \left(\frac{x}{22.4} \right) = 1 \times \left(1.00 \times \frac{100}{1000} \right) \quad x = 1.12 \text{ (L)}$$

(2) 求めるNaOH水溶液の体積をy[mL]とする。Ca(OH)₂の式量は74、HClは一価の酸、Ca(OH)₂は二価の塩基、NaOHは一価の塩基より

13

【解答】 (1) ① (2) ③ (3) ②

【解説】 (1) HClは強酸なので、0.1 mol/L HClは[H⁺]=0.1 mol/Lであるから、グラフの初めのpHはほぼ1となる。また、NaOHは強塩基なので0.1 mol/L NaOHのpHはほぼ13であり、次第にその値に近づく曲線となる。さらに、HClは一価の酸、NaOHは一価の塩基より、HClの物質質量:NaOHの物質質量=1:1でちょうど中和する。溶液はいずれも0.1 mol/Lなので、NaOH水溶液10 mLでちょうど中和してpHが急激に上昇する。

(2) CH₃COOHは一価の弱酸なので、初めのpHはやや高くpH3付近である。また、CH₃COOHは一価の酸なので、CH₃COOHの物質質量:NaOHの物質質量=1:1でちょうど中和し、NaOH水溶液10 mLでpHが急激に上昇する。中和点ではCH₃COONa水溶液となるので弱塩基性である。

(3) H₂SO₄は二価の強酸なので、0.1 mol/L H₂SO₄は[H⁺]=0.2 mol/Lとなるので、グラフの初めのpHは1よりやや小さい。H₂SO₄の物質質量:NaOHの物質質量=1:2でちょうど中和し、NaOH水溶液20 mLでpHが急激に上昇する。滴定曲線の形は、酸と塩基の組み合わせによって次のようになる。

強酸と強塩基…中和点までのpH変化が小さく、中和点前後で大きく変化する。中和点は中性でpH=7となる。

弱酸と強塩基…中和点までpHがなだらかに上昇し、中和点前後でのpH変化はやや小さい。中和点は塩基性側に片寄る。

強酸と弱塩基…中和点までのpH変化が小さく、中和点前後でのpH変化はやや小さい。中和点は酸性側に片寄る。

弱酸と弱塩基…中和点まで少しずつpHが上昇し、中和点前後でのpH変化が非常に小さい。指示薬を使う方法では、中和点を見つけれない。

14

【解答】 (1) ② (2) ⑤

【解説】 (1) ちょうど中和するために必要なNaOH水溶液をV[mL]とすると、

$$ac \times \frac{V}{1000} = bc' \times \frac{V'}{1000} \text{ より、}$$

$$2 \times 0.05 \times \frac{100}{1000} = 1 \times 0.10 \times \frac{V}{1000} \quad V = 100 \text{ (mL)}$$

中和点前は、まだH₂SO₄が残っていて水溶液が酸性なので、OH⁻はほとんど存在しない。一方、中和点後は加えたNaOHがそのまま残るので、次第にOH⁻が増加する。

(2) 初めNa⁺は存在しないが、NaOH水溶液を加えていくと、Na⁺は反応せずにそのまま残り、加えた分だけ次第に増加する。NaOH水溶液を100 mL加えたとき、Na⁺の濃度は0.05 mol/Lである。

15

【解答】 ⑧

【解説】 ⑧ 硫酸H₂SO₄は二価の酸であるから、[H⁺]は同じ濃度の硝酸HNO₃より大きく、pHは小さい。

⑨ 酢酸は弱酸であるから、[H⁺]は塩酸より小さく、pHは大きい。

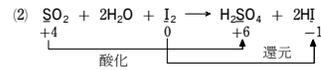
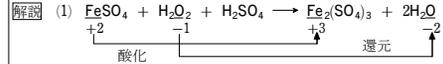
⑩ 純水(pH=7)に限りなく近づき、7より大きくなることはない。

⑪ 強塩基のNaOHのpH12の水溶液を10倍にうすめると[OH⁻]は $\frac{1}{10}$ になり、pHは11になる。

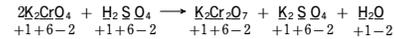
⑫ アンモニア水は弱塩基であるから、[OH⁻]は同濃度のNaOH水溶液より小さく、pHは小さい。

16

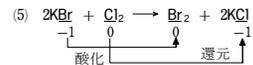
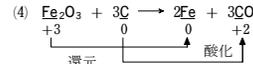
【解答】 (1) O (2) O (3) × (4) R (5) R



(3) ニクロム酸カリウムがあるので酸化還元反応のようにみえるが、酸化数を調べてみると、

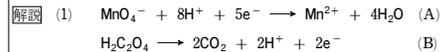


となり、変化している原子はない。



17

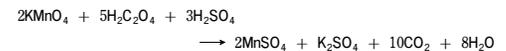
【解答】 (1) $2\text{KMnO}_4 + 5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 10\text{CO}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$
(2) 1.50×10^{-2} mol/L



(A)式×2+(B)式×5より、



両辺に2K⁺、3SO₄²⁻を加え、物質の化学式にする。



(2) KMnO₄:H₂C₂O₄=2:5の物質質量の比で反応するから、過マンガン酸カリウム水溶液の濃度をx[mol/L]とすると、

$$x \text{ (mol/L)} \times \frac{16.0}{1000} \text{ L} : \frac{0.756 \text{ g}}{126 \text{ g/mol}} \times \frac{10 \text{ mL}}{100 \text{ mL}} = 2 : 5$$

よって $x = 1.50 \times 10^{-2}$ mol/L

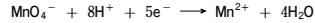
24

【解答】 (1) (A) ホールビベット (B) ビュレット

- (2) (a) 5 (b) 2.5 (c) 3.75×10^{-5} (d) 3.50×10^{-5} (e) 4.38×10^{-5}
(f) 14.0

【解説】 (1) 用いる器具や操作は、中和滴定の場合と同じである。

- (2) (a) 酸性条件下で MnO_4^- が酸化剤としてはたらくと、 Mn^{2+} に変化し、Mn 原子の酸化数は $+7 \rightarrow +2$ に変化する。よって、 MnO_4^- 1 mol あたり e^- 5 mol を受け取る。



- (b) シュウ酸 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ が還元剤としてはたらくと、 CO_2 に変化し、C 原子の酸化数は $+3 \rightarrow +4$ に変化する。よって、 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 1 mol あたり e^- 2 mol を放出する。



したがって、 KMnO_4 2 mol と $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 5 mol がちょうど反応する。

- (c) 加えたシュウ酸は、 $12.5 \times 10^{-3} \times \frac{3.00}{1000} = 3.75 \times 10^{-5}$ (mol)

- (d) KMnO_4 2 mol と $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 5 mol がちょうど反応するので、 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ と反応した KMnO_4 は、 $3.75 \times 10^{-5} \times \frac{2}{5} = 1.50 \times 10^{-5}$ (mol)

加えた KMnO_4 は、 $5.00 \times 10^{-3} \times \frac{10.00}{1000} = 5.00 \times 10^{-5}$ (mol)

よって、有機物と反応した KMnO_4 は、

$$5.00 \times 10^{-5} - 1.50 \times 10^{-5} = 3.50 \times 10^{-5}$$
 (mol)

- (e) $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4e^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

酸化剤として KMnO_4 1 mol は e^- 5 mol、 O_2 1 mol は e^- 4 mol を受け取る。

- (d) の値を O_2 の物質量に換算すると、

$$3.50 \times 10^{-5} \times \frac{5}{4} = 4.375 \times 10^{-5} \approx 4.38 \times 10^{-5}$$
 (mol)

- (f) O_2 の分子量 32 より、試料水 1 L あたりに換算すると、

$$4.375 \times 10^{-5} \times 32.0 \times \frac{1000}{100} = 1.40 \times 10^{-2}$$
 (g) よって、14.0 mg

25

【解答】 (1) $\text{O}_3 + 2\text{KI} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{KOH} + \text{I}_2$

- (2) デンプン、青色 \rightarrow 無色 (3) 2.54 mg

- (4) 1.00×10^{-5} mol, 0.112 ppm

【解説】 オゾンとヨウ化カリウム、ヨウ素とチオ硫酸ナトリウムの連続した 2 つの反応か

ら、チオ硫酸ナトリウムの量 \rightarrow ヨウ素の量 \rightarrow オゾンの量の順に反応量がわかる。

ヨウ素の色が消えるときは極めてわかりにくいので、少量のヨウ素でも着色する物質を加えておけば、それが指示薬となり終点がかかる。

ppm は全体を 100 万としたときの物質の割合を示す値で

$\frac{\text{オゾンの体積}}{\text{空気の体積}} \times 10^6$ で求められる。

- (1) $\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{OH}^- \cdots \cdots \textcircled{1}$



- ①+②より



両辺に 2K^+ を加えて整理する。

- (2) 滴定が進みヨウ素が微量になると、溶液の色が薄くなり、終点がわからなくなる。そこで、デンプン溶液を加えておくと、微量のヨウ素でもはっきり青色を呈するので、滴定の終点がわかりやすくなる。

- (3) ヨウ素 1 mol とチオ硫酸ナトリウム 2 mol が反応するから、ヨウ素を x (mol) とすると、

$$x = 0.0100 \times \frac{2.00}{1000} \times \frac{1}{2} = 1.00 \times 10^{-5}$$
 (mol)

I_2 の質量は $254 \times 1.00 \times 10^{-5}$ g で $254 \times 1.00 \times 10^{-5} \times 10^3 = 2.54$ (mg)

- (4) (1) より、反応した O_3 の物質量は生成した I_2 と同じで 1.00×10^{-5} mol。その体積は標準状態で、 $22.4 \times 1.00 \times 10^{-5}$ L。1 ppm は 100 万分の 1 を単位として表すから $\frac{22.4 \times 1.00 \times 10^{-5}}{2000} \times 10^6 = 0.112$ (ppm)

26

【解答】 (1) 亜鉛板 (2) イ



- (4) 0.5 mol (5) SO_4^{2-}

【解説】

- (1) イオン化傾向の大きいほうの金属(電極)が負極になる。

- (2) 電流は、正極から負極に向かって流れる(電子の流れる向きとは逆である)。

- (4) $\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}$ より、 e^- 2 mol で Cu 1 mol が生成する。

$$1 \text{ mol} \times \frac{1}{2} = 0.5 \text{ mol}$$

- (5) 正極では Cu が析出するので、正極側の電解液中のイオンは $[\text{Cu}^{2+}] < [\text{SO}_4^{2-}]$ となる。また、負極では Zn^{2+} が生成するので、負極側の電解液中のイオンは $[\text{Zn}^{2+}] > [\text{SO}_4^{2-}]$ となる。両電解液中のイオンの正・負のバランスをとるために、 SO_4^{2-} が素焼き板を通り正極側から負極側へ移動する。

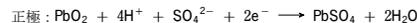
27

【解答】 オ

【解説】 負極と正極に用いる金属のイオン化傾向の差が大きいくほど、起電力が大きくなる。

28

- 【解答】 (1) 負極: $\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{PbSO}_4 + 2e^-$



- (2) $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

- (3) (a) 負極: 4.8 g 増加, 正極: 3.2 g 増加

- (b) 電解液: 8.0 g 減少

- (4) (ア) 充電 (イ) 負 (ウ) 正 (エ) 大き

【解説】

- (3) 放電で流れた e^- の物質量は、

$$\frac{5.0 \text{ A} \times (32 \times 60 + 10) \text{ s}}{9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}} = 0.10 \text{ mol}$$

- (a) (1) より、 e^- 2 mol が流れると、負極は SO_4 (式量 96) 1 mol 分の質量が増加する。

$$0.10 \text{ mol} \times \frac{1}{2} \times 96 \text{ g/mol} = 4.8 \text{ g}$$

また、(1) より、 e^- 2 mol が流れると、正極は SO_2 (式量 64) 1 mol 分の質量が増加する。

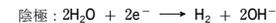
$$0.10 \text{ mol} \times \frac{1}{2} \times 64 \text{ g/mol} = 3.2 \text{ g}$$

- (b) (1) の 2 つの式を加えると (2) の式となるので、 e^- 2 mol が流れると、電解液中の H_2SO_4 (分子量 98) 2 mol が H_2O (分子量 18) 2 mol に変化する。すなわち、 $98 \text{ g/mol} \times 2 \text{ mol} - 18 \text{ g/mol} \times 2 \text{ mol} = 160 \text{ g}$ 分の質量が減少する。

よって、減少する質量は、 $0.10 \text{ mol} \times \frac{1}{2} \times 160 \text{ g/mol} = 8.0 \text{ g}$

29

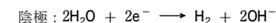
【解答】 (1) 陽極: $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2e^-$



- (2) 陽極: $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4e^-$



- (3) 陽極: $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4e^-$



【解説】

水溶液の電解生成物は次のように考えればよい。反応式のつくり方は、酸化還元反応の酸化剤・還元剤の反応式と同じである。

- ・陽極 (① \rightarrow ② \rightarrow ③) の順

- ① Ag, Cu などの電極 \rightarrow 電極の金属がイオンとなる

- ② 電解質中にハロゲン化物イオンがある \rightarrow ハロゲンの単体が発生

- ③ その他 \rightarrow 酸素が発生

- ・陰極(電極に関係なく ① または ②)

- ① Zn よりイオン化傾向が小さいイオンがある \rightarrow その単体が生成(一部水素が発生することもあり)

- ② Al よりイオン化傾向が大きいイオンがある \rightarrow 水素が発生

30

【解答】 (1) 3.86×10^3 C (2) 1.27 g (3) 0.448 L

【解説】 (1) 電気量 (C) は、電流 [A] \times 時間 [s]。

$$\text{電気量} = 1.00 \text{ A} \times (64 \times 60 + 20) \text{ s} = 3.86 \times 10^3 \text{ C}$$

- (2) 陰極の反応は、 $\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}$ で表される。

電子 2 mol が流れると、Cu 1 mol が析出する。

ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4$ C/mol であるから、電気分解に要した電子の物質量は、

$$\frac{3.86 \times 10^3 \text{ C}}{9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}} = 0.0400 \text{ mol}$$

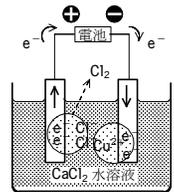
析出した Cu は $0.0400 \text{ mol} \times \frac{1}{2} = 0.0200 \text{ mol}$

質量は $63.5 \text{ g/mol} \times 0.0200 \text{ mol} = 1.27 \text{ g}$

- (3) 陽極の反応は、 $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2e^-$ で表される。

電子 2 mol が流れると、 Cl_2 1 mol が生じる。

電子は 0.0400 mol なので、発生した Cl_2 は



$$0.0400 \text{ mol} \times \frac{1}{2} = 0.0200 \text{ mol}$$

体積は $22.4 \text{ L/mol} \times 0.0200 \text{ mol} = 0.448 \text{ L}$

31

【解答】 1.93×10^7 秒

【解説】 t [秒] 間電気分解する必要があるとすると、電子の物質量について、次式が成り立つ。

$$\frac{5.40 \times 10^3 \text{ g}}{27.0 \text{ g/mol}} \times 3 = \frac{3.00 \text{ A} \times t [\text{s}]}{9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}}$$

$$t = 1.93 \times 10^7 \text{ 秒}$$

32

【解答】 (1) 陽極: $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$

陰極: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$

(2) Na^+ (3) 386 秒間, 448 mL

【解説】 (3) 陰極で起こる反応は次のようになる。



NaOH が 0.0200 mol 生成したとき、流れた e^- は 0.0200 mol なので、電流を流した時間を t [s] とすると、

$$5.00 \text{ A} \times t [\text{s}] = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol} \times 0.0200 \text{ mol}$$

$$t = 386 \text{ s}$$

e^- 2 mol が流れると、陰極から H_2 1 mol 、陽極から Cl_2 1 mol 、合計 2 mol の気体が発生する。

よって、 $0.0200 \text{ mol} \times \frac{2 \text{ mol}}{2 \text{ mol}} \times 22.4 \times 10^3 \text{ mL/mol} = 448 \text{ mL}$

33

【解答】 (1) I [陽極] $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$

II [陰極] $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$

III [陽極] $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$

IV [陰極] $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$

(2) 大きくなる

(3) II [陰極]: 2.54 g 、III [陽極]: 0.896 L

【解説】 (2) 電極 IV の反応式より、 OH^- が生成することがわかる。よって、pH は大きくなる。

(3) 流れた電気量は、 $Q [\text{C}] = i [\text{A}] \times t [\text{s}]$ より、

$$4.00 \text{ A} \times (32 \times 60 + 10) \text{ s} = 7720 \text{ C}$$

したがって、流れた電子の物質量は、

$$\frac{7720 \text{ C}}{9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}} = 0.0800 \text{ mol}$$

直列回路なので、電極 I ~ IV に流れる電子はすべて 0.0800 mol 。

II [陰極] $63.5 \text{ g/mol} \times 0.0800 \text{ mol} \times \frac{1}{2} = 2.54 \text{ g}$

e^- 2 mol で Cu (原子量 63.5) が 1 mol 析出

III [陽極] $22.4 \text{ L/mol} \times 0.0800 \text{ mol} \times \frac{1}{2} = 0.896 \text{ L}$

e^- 2 mol で Cl_2 が 1 mol 発生

34

【解答】 (1) (I) $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$

(IV) $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$

(2) 0.080 mol (3) 1.5 L (4) 16 mL

【解説】 (2) 回路全体に流れた e^- の物質量は、 $\frac{0.60 \text{ A} \times 1.93 \times 10^4 \text{ s}}{9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}} = 0.12 \text{ mol}$

(III) で Cu (原子量 63.5) が 1.27 g 析出しているため、電解槽 B に流れた e^- の物質量

は、 $\frac{1.27 \text{ g}}{63.5 \text{ g/mol}} \times 2 = 0.0400 \text{ mol}$

よって、電解槽 A に流れた e^- の物質量は、

$$0.12 \text{ mol} - 0.0400 \text{ mol} = 0.080 \text{ mol}$$

(3) (I) $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$

発生する H_2 の物質量は、 $0.080 \text{ mol} \times \frac{1}{2} = 0.040 \text{ mol}$

(II) $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$

発生する O_2 の物質量は、 $0.080 \text{ mol} \times \frac{1}{4} = 0.020 \text{ mol}$

よって、電解槽 A で発生する気体の物質量の総和は、

$$0.040 \text{ mol} + 0.020 \text{ mol} = 0.060 \text{ mol}$$

気体の状態方程式 $pV = nRT$ より

$$V = \frac{nRT}{p} = \frac{0.060 \text{ mol} \times 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K}) \times (27 + 273) \text{ K}}{1.0 \times 10^5 \text{ Pa}}$$

$$= 1.49 \dots \text{ L} \approx 1.5 \text{ L}$$

(4) (IV) $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$

(2) より、電解槽 B を流れた e^- の物質量は 0.0400 mol であるから、生成した H^+ の物質量は 0.0400 mol である。

水溶液 500 mL から取り出した水溶液 20 mL を中和するのに必要な水酸化ナトリウム水溶液の体積を $V [\text{mL}]$ とすると、

$$1 \times 0.0400 \text{ mol} \times \frac{20 \text{ mL}}{500 \text{ mL}} = 1 \times 0.10 \text{ mol/L} \times \frac{V}{1000} [\text{L}] \quad V = 16 \text{ mL}$$

35

【解答】 (A) 酸素 (B) ケイ素 (C) ボーキサイト (D) 融解塩電解 (E) 強

(F) 高 (G) アルミニウム (H) 水素 (I) 両性

(1) 融解する温度 (融点) を下げるため。 (2) 1.34 kg

(3) $2\text{Al} + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2$

(4) 表面にち密な酸化被膜が生じて、内部を保護するから。

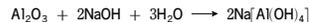
(5) $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2$

(6) 亜鉛, スズ, 鉛

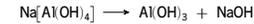
(7) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$

【解説】 (A), (B) 地殻 (地表下 16 km まで) の元素の存在率 (質量 %) は、酸素, ケイ素, アルミニウム, 鉄の順に多い。

(C), (D) ボーキサイトの主成分は Al_2O_3 であるが、不純物として Fe_2O_3 や SiO_2 などを含む。 Al_2O_3 は両性酸化物なので、濃 NaOH 水溶液にテトラヒドロキシドアルミン酸ナトリウム (テトラヒドロキシドアルミン酸ナトリウム) となり溶ける。



この溶液に適量の水を加えて弱塩基性にする、水酸化アルミニウムの白色沈殿が生成する。



この沈殿を加熱して、純粋な酸化アルミニウム (アルミナ) を得る。

Al_2O_3 は非常に融点が高い ($2054 \text{ }^\circ\text{C}$) ので、氷晶石 $\text{Na}_2[\text{AlF}_6]$ の融解液に少しずつ加える方法で融解する温度 (融点) を下げ、約 $960 \text{ }^\circ\text{C}$ で融解塩電解を行う。

(E), (F), (G) 典型金属の単体の融点は、原子半径が小さく、価電子の数が大きいほど高くなる。ちなみに、遷移金属の単体の融点の方が典型金属の単体の融点よりも高い。

(2) 流れた電子の物質量は

$$\frac{1.00 \times 10^3 \text{ (A)} \times 4.00 \times 3600 \text{ (s)}}{9.65 \times 10^4 \text{ (C/mol)}} = 1.492 \times 10^2 \text{ mol}$$

陰極では $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}$ の反応が起こるので、質量は

$$1.492 \times 10^2 \times \frac{1}{3} \times 27.0 \times 10^{-3} \approx 1.34 \text{ (kg)}$$

(4) 金属の起こりやすい反応が停止した状態を不動態という。

(7) Al の強い還元力を利用して、 Fe_2O_3 から Fe を取り出すことができる。この Al の還元力を利用する方法をデルミット法という。

36

【解答】 (1) 水: $2.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ 、エタノール: $4.5 \times 10^4 \text{ Pa}$ (2) $63 \text{ }^\circ\text{C}$ (3) 水

【解説】 (2) 蒸気圧が $5.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ になる温度が、その圧力における沸点である。

(3) 分子間にはたらく引力が大きい物質のほうが蒸発しにくいので、蒸気圧が低い。同じ温度で比較すると、水のほうがエタノールよりも蒸気圧が低いので、分子間にはたらく引力が大きい。

37

【解答】 (1) $1.0 \times 10^3 \text{ L}$ (2) 20 L (3) 3.6 L

【解説】 (1) $p_1V_1 = p_2V_2$ より、求める体積を $V [\text{L}]$ とすると、

$$1.0 \times 10^3 \text{ Pa} \times 10 \text{ L} = 1.0 \times 10^3 \text{ Pa} \times V [\text{L}] \quad V = 1.0 \times 10^3 \text{ L}$$

(2) $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ より、求める体積を $V [\text{L}]$ とすると、

$$\frac{10 \text{ L}}{273 \text{ K}} = \frac{V [\text{L}]}{(273 + 273) \text{ K}} \quad V = 20 \text{ L}$$

(3) $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$ より、求める体積を $V [\text{L}]$ とすると、

$$\frac{1.0 \times 10^5 \text{ Pa} \times 10 \text{ L}}{273 \text{ K}} = \frac{2.5 \times 10^5 \text{ Pa} \times V [\text{L}]}{(-27.3 + 273) \text{ K}} \quad V = 3.6 \text{ L}$$

38

【解答】 (1) ウ (2) エ (3) イ

【解説】 (1) $pV = nRT$ を変形すると、 $V = \frac{RT}{p} \times n$ と表すことができる。 T , p が一定の

とき、 $\frac{RT}{p}$ が一定なので、 V と n は $y = ax$ の関係となり、グラフは原点を通る傾きが正の直線 (ウ) となる。

高2化学総合S・SA 春期講習会【解答】

(2) (1)と同様に $pV=nRT$ を変形すると、 $V=nRT \times \frac{1}{p}$ と表すことができる。 n 、 T

が一定のとき、 nRT が一定なので、 V と p は $y=\frac{a}{x}$ の関係となり、グラフは双曲線の一部(エ)となる。

(3) y は圧力と体積の積なので $y=pV=nRT$ である。 n と T が一定のとき、 y =定数の関係となり、圧力 p (=x) によらず一定の値をとるので、グラフは x 軸に平行な直線(イ)となる。

39

解答 0.50 mol

解説 気体の状態方程式 $pV=nRT$ より、

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{1.5 \times 10^5 \text{ Pa} \times 8.3 \text{ L}}{8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K}) \times (27+273) \text{ K}} = 0.50 \text{ mol}$$

40

解答 30

解説 $M = \frac{mRT}{pV}$ に、 $p=1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、 $V=1.66 \text{ L}$ 、 $m=2.0 \text{ g}$ 、 $T=(27+273) \text{ K}$ 、

$R=8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ を代入して、モル質量 M [g/mol] を求める。

$$M = \frac{mRT}{pV} = \frac{2.0 \text{ g} \times 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K}) \times 300 \text{ K}}{1.0 \times 10^5 \text{ Pa} \times 1.66 \text{ L}} = 30 \text{ g/mol}$$

よって、分子量は 30

41

解答 窒素の分圧： $8 \times 10^4 \text{ Pa}$ 、酸素の分圧： $2 \times 10^4 \text{ Pa}$

解説 混合気体の成分気体の分圧の比は、成分気体の物質量の比と等しいから、

$$\text{窒素の分圧} : 1 \times 10^5 \text{ Pa} \times \frac{4}{4+1} = 8 \times 10^4 \text{ Pa}$$

$$\text{酸素の分圧} : 1 \times 10^5 \text{ Pa} \times \frac{1}{4+1} = 2 \times 10^4 \text{ Pa}$$

42

解答 窒素の分圧： $2.4 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、水素の分圧： $6.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ 、

混合気体の全圧： $3.0 \times 10^5 \text{ Pa}$

解説 窒素の分圧を p_{N_2} [Pa]、水素の分圧を p_{H_2} [Pa]、全圧を p [Pa] とおく。

温度が一定であるから、ボイルの法則 $p_1V_1=p_2V_2$ より、

$$2.0 \times 10^5 \text{ Pa} \times 6.0 \text{ L} = p_{\text{N}_2} \times 5.0 \text{ L} \quad p_{\text{N}_2} = 2.4 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$1.0 \times 10^5 \text{ Pa} \times 3.0 \text{ L} = p_{\text{H}_2} \times 5.0 \text{ L} \quad p_{\text{H}_2} = 6.0 \times 10^4 \text{ Pa}$$

分圧の法則 $p=p_A+p_B$ より、

$$p=p_{\text{N}_2}+p_{\text{H}_2}=2.4 \times 10^5 \text{ Pa} + 6.0 \times 10^4 \text{ Pa} = 3.0 \times 10^5 \text{ Pa}$$

43

解答 (1) 液体の水が生じ、その質量は 3.2 g (2) $4.2 \times 10^2 \text{ L}$

解説 (1) すべての気体の状態であると仮定した場合の圧力を p [Pa] とすると、

$$pV = \frac{m}{M}RT \text{ の式より、}$$

$$p \times 83 \text{ L} = \frac{5.4 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} \times 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K}) \times 300 \text{ K}$$

$p=9.0 \times 10^3 \text{ Pa}$ となり、この圧力は水の蒸気圧よりも大きいので、実際には液体の水が生じ、容器内の圧力は蒸気圧となっている。また、液体の水の質量を x [g] とすると、水蒸気の質量は $(5.4-x)$ g であるから、水蒸気について、

$$3.6 \times 10^3 \text{ Pa} \times 83 \text{ L} = \frac{(5.4-x) \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} \times 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K}) \times 300 \text{ K}$$

$$x = 3.24 \text{ g} \approx 3.2 \text{ g}$$

(2) 保つ圧力は水の蒸気圧よりも小さいので、液体の水はすべて水蒸気になる。水蒸気の体積を V [L] とすると、

$$1.8 \times 10^3 \text{ Pa} \times V = \frac{5.4 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} \times 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K}) \times 300 \text{ K}$$

$$V = 415 \text{ L} \approx 4.2 \times 10^2 \text{ L}$$

44

解答 (1) 30

(2) 気体 A の分圧： $6.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ 、気体 B の分圧： $9.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ 、B の分子量：16

解説 (1) $pV = \frac{m}{M}RT$ より、モル質量 M [g/mol] は、

$$M = \frac{mRT}{pV} = \frac{25 \text{ g} \times 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K}) \times (27+273) \text{ K}}{5.0 \times 10^5 \text{ Pa} \times 4.15 \text{ L}} = 30 \text{ g/mol}$$

よって、分子量は 30

(2) $pV=nRT$ より、混合気体の物質量 n [mol] は、

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{1.5 \times 10^5 \text{ Pa} \times 16.6 \text{ L}}{8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K}) \times (27+273) \text{ K}} = 1.0 \text{ mol}$$

気体 A の物質量は、(1) より、 $\frac{12 \text{ g}}{30 \text{ g/mol}} = 0.40 \text{ mol}$

よって、気体 B の物質量は、 $1.0 \text{ mol} - 0.40 \text{ mol} = 0.60 \text{ mol}$ である。

成分気体の分圧 = 全圧 \times 成分気体のモル分率 より、

気体 A の分圧 p_A [Pa] は、

$$p_A = 1.5 \times 10^5 \text{ Pa} \times \frac{0.40 \text{ mol}}{1.0 \text{ mol}} = 6.0 \times 10^4 \text{ Pa}$$

気体 B の分圧 p_B [Pa] は、

$$p_B = 1.5 \times 10^5 \text{ Pa} \times \frac{0.60 \text{ mol}}{1.0 \text{ mol}} = 9.0 \times 10^4 \text{ Pa}$$

また、気体 B のモル質量を M_B [g/mol] とすると、

$$0.60 \text{ mol} = \frac{9.6 \text{ g}}{M_B \text{ [g/mol]}} \quad M_B = 16 \text{ g/mol}$$

よって、分子量は 16

45

解答 (1) $2.5 \times 10^5 \text{ Pa}$ (2) 酸素： $5.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ 、全圧： $1.5 \times 10^5 \text{ Pa}$

(3) $1.1 \times 10^5 \text{ Pa}$

解説 (1) [操作 1] 後の容器 A 内の酸素の圧力を p_1 [Pa] とすると、 $pV=nRT$ より、

$$p_1 = \frac{0.10 \text{ mol} \times 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K}) \times (27+273) \text{ K}}{1.0 \text{ L}}$$

$$= 2.49 \times 10^5 \text{ Pa} \approx 2.5 \times 10^5 \text{ Pa}$$

(2) [操作 2] 後の酸素の分圧を p_{O_2} [Pa] とすると、 $p_1V_1=p_2V_2$ より、

$$2.49 \times 10^5 \text{ Pa} \times 1.0 \text{ L} = p_{\text{O}_2} \times (1.0+4.0) \text{ L}$$

$$p_{\text{O}_2} = 4.98 \times 10^4 \text{ Pa} \approx 5.0 \times 10^4 \text{ Pa}$$

[操作 2] で容器 A、B 内には $0.10 \text{ mol} + 0.20 \text{ mol} = 0.30 \text{ mol}$ の混合気体が存在し、気体の圧力は、同温・同体積では物質量に比例するので、全圧を p_2 [Pa] とすると、

$$p_2 = 4.98 \times 10^4 \text{ Pa} \times \frac{0.30 \text{ mol}}{0.10 \text{ mol}} = 1.494 \times 10^5 \text{ Pa} \approx 1.5 \times 10^5 \text{ Pa}$$

(3) [操作 3] の前後で、各物質の物質量は次のように変化する。



反応前 0.050 0.10 0 0 (mol)

変化量 -0.050 -0.10 +0.050 +0.10 (mol)

反応後 0 0 0.050 0.10 (mol)

このとき、生成した水がすべて気体として存在するものと仮定すると、その圧力 p_3

[Pa] は、 $pV=nRT$ より、

$$p_3 = \frac{0.10 \text{ mol} \times 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K}) \times (27+273) \text{ K}}{(1.0+4.0+1.0) \text{ L}} = 4.15 \times 10^4 \text{ Pa}$$

これは、 27°C の水の蒸気圧 $3.6 \times 10^3 \text{ Pa}$ より大きいので、容器中の水蒸気は飽和しており、水の分圧 $p_{\text{H}_2\text{O}}$ [Pa] は蒸気圧と同じ値となる。

$$p_{\text{H}_2\text{O}} = 3.6 \times 10^3 \text{ Pa}$$

容器 A、B、C には H_2O のほかに CO_2 0.050 mol と Ar 0.20 mol が存在する。気体の圧力は同温・同体積では物質量に比例するので、 CO_2 と Ar の分圧の和 p_x [Pa] は、

$$p_x = 4.15 \times 10^4 \text{ Pa} \times \frac{(0.050+0.20) \text{ mol}}{0.10 \text{ mol}} = 1.03 \cdots \times 10^5 \text{ Pa}$$

よって、全圧 p [Pa] は、

$$p = p_{\text{H}_2\text{O}} + p_x = 3.6 \times 10^3 \text{ Pa} + 1.03 \cdots \times 10^5 \text{ Pa} \approx 1.1 \times 10^5 \text{ Pa}$$