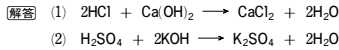


高2化学総合S・SA 春期講習会【解答】

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、

$$\frac{\text{溶質量}[\text{g}]}{\text{溶質量}[\text{g}]} = \frac{60.0 \times \frac{13.5}{19.2}}{1000 \times 1.01} \times 100 \approx 4.18 \text{ (\%)}$$

(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よ。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

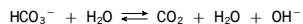
解答 (1) (a) Na_2SO_4 (b) CH_3COONa (c) NaHSO_4 (d) NH_4Cl
 (e) NaHCO_3
 (2) a, b, d (3) c, e (4) a (5) c, d (6) b, e
解説 (2), (3) 塩の組成式中に、酸の H も塩基の OH も残っていない塩を正塩、酸の H が残っている塩を酸性塩、塩基の OH が残っている塩を塩基性塩という。
 NH_4Cl は組成式中に H があるが、 $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$ のように、酸の H^+ はすで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^{-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=log₁₀x

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

$$1 \times 0.80 \times \frac{200}{1000} = 2 \times \frac{2.96}{74} + 1 \times 0.80 \times \frac{y}{1000} \quad y = 100 \text{ (mL)}$$

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。

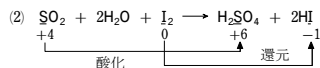
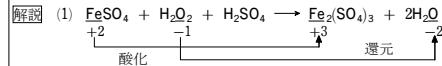
⑩ 純水(pH=7)に限りなく近づき、7より大きくなることはない。

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。

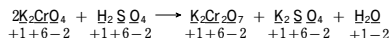
⑫ アンモニア水は弱塩基であるから、[OH⁻]は同濃度のNaOH水溶液より小さく、pHは小さい。

16

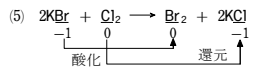
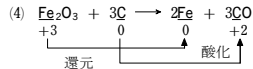
【解答】 (1) O (2) O (3) × (4) R (5) R



(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、

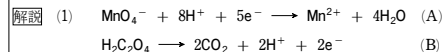


となり、変化している原子はない。

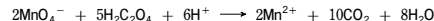


17

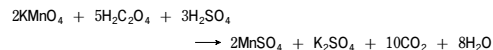
【解答】 (1) $2\text{KMnO}_4 + 5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 10\text{CO}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$
(2) 1.50×10^{-2} mol/L



(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、

$$x \text{ (mol/L)} \times \frac{160}{1000} \text{ L} : \frac{0.756 \text{ g}}{126 \text{ g/mol}} \times \frac{10 \text{ mL}}{100 \text{ mL}} = 2 : 5$$

よって x= 1.50×10^{-2} mol/L

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

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 $p = p_{\text{A}} + p_{\text{B}}$ 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、

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

気体 B の分圧 p_{B} [Pa] は、

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

また、気体 B のモル質量を M_{B} [g/mol] とすると、

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

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、

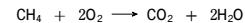
$$2.49 \times 10^5 \text{ Pa} \times 1.0 \text{ L} = p_{\text{O}_2} \times (1.0+4.0) \text{ L}$$

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

[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、

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

よって、全圧 p [Pa] は、

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