

[2]

問1 炭酸水素ナトリウム  $\text{NaHCO}_3$  に塩酸を入れていく。

(1) 発生した  $\text{CO}_2$  は標準状態で  $56 \text{ mL} (= 56 \times 10^{-3} \text{ L})$  なので、

$$56 \times 10^{-3} [\text{L}] / 22.4 [\text{L/mol}] = 2.5 \times 10^{-3} [\text{mol}]$$

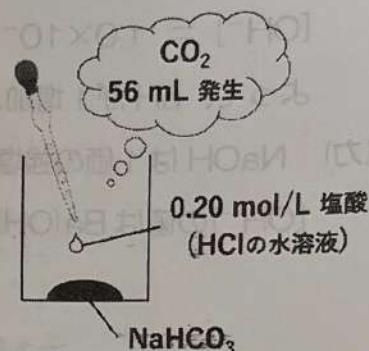
(2) (1)より発生した  $\text{CO}_2$  は  $2.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$  で、化学反応式の係数を見ると  $\text{NaHCO}_3 : \text{CO}_2 = 1 : 1$  なので、 $\text{NaHCO}_3$  (式量 84) が  $2.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$  反応したことが分かる。よって

$$2.5 \times 10^{-3} [\text{mol}] \times 84 [\text{g/mol}] = 0.21 [\text{g}]$$

(3) (2)と同様、化学反応式の係数  $\text{HCl} : \text{CO}_2 = 1 : 1$  より、 $\text{HCl}$  が  $2.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$  反応したことが分かる。よって、

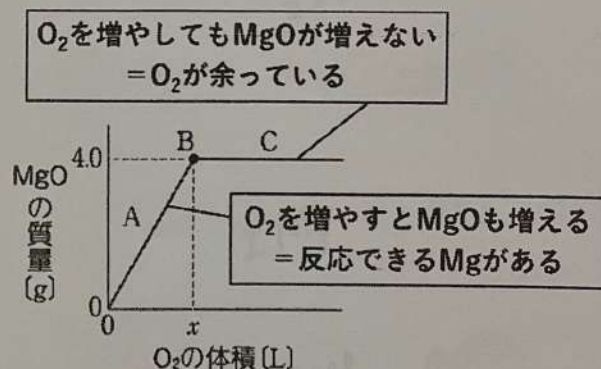
$$0.20 [\text{mol/L}] \times A [\text{L}] = 2.5 \times 10^{-3} [\text{mol}]$$

$$A = 0.0125 [\text{L}] = 12.5 [\text{mL}] \div 13 [\text{mL}]$$



問2 化学反応式:  $2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$

(2) グラフのB点がMgと $\text{O}_2$ が共に残ることなく反応できた点である。MgO(式量 40) 4.0 gのMgとOの質量の内訳はMg 2.4 g、O 1.6 gなので、MgO 4.0 g分だと1/10なのでMgは2.4 gである。



(3) 化学反応式の係数  $\text{O}_2 : \text{MgO} = 1 : 2$  より、

$\text{O}_2$ の物質量はMgOの1/2である。MgOの物質量は  $4.0 [\text{g}] / 40 [\text{g/mol}] = 0.10 [\text{mol}]$  なので、 $\text{O}_2$ の体積は  $0.10 [\text{mol}] \times 1/2 \times 22.4 [\text{L/mol}] = 1.12 [\text{L}] \div 1.1 [\text{L}]$

問3 化学反応式:  $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{NaNO}_3$

(2) 問題文より、まず  $\text{AgNO}_3$  (式量 170) と  $\text{NaCl}$  の物質量を求める。

$$\text{AgNO}_3 : 3.4 [\text{g}] / 170 [\text{g/mol}] = 0.020 [\text{mol}]$$

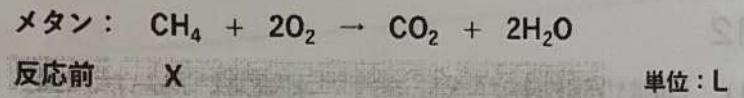
$$\text{NaCl} : 0.50 [\text{mol/L}] \times 0.010 [\text{L}] = 5.0 \times 10^{-3} [\text{mol}]$$

化学反応式の係数  $\text{AgNO}_3 : \text{NaCl} : \text{AgCl} = 1 : 1 : 1$  より、この反応では物質量がより少ない  $\text{NaCl}$   $5.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$  がすべて反応し、 $\text{AgNO}_3$  が反応しきらず残ること、そして生成する  $\text{AgCl}$  (式量 143.5) が  $5.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$  とわかるので、

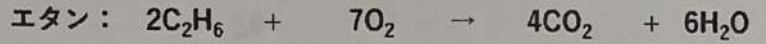
$$5.0 \times 10^{-3} [\text{mol}] \times 143.5 [\text{g/mol}] = 0.7175 [\text{g}] \div 0.72 [\text{g}]$$

問4 メタンCH<sub>4</sub>の体積をX [L]と置いて計算する。→ エタンC<sub>2</sub>H<sub>6</sub>は (0.20-X) [L]と表せる。

(2) 標準状態における気体は1 molあたりの体積が等しいので、化学反応式の係数比 = 物質質量比 が成り立つ。



CH<sub>4</sub>とC<sub>2</sub>H<sub>6</sub>の完全燃焼に必要なO<sub>2</sub>の体積と、発生するCO<sub>2</sub>の体積をXを用いて右図に表した。



反応前	0.20-X				
反応量	-(0.20-X)	-7/2(0.20-X)	+2(0.20-X)		
反応後	0	0	2(0.20-X)		

CO<sub>2</sub>の発生量は0.37 Lなので、

CH<sub>4</sub>とC<sub>2</sub>H<sub>6</sub>の反応後のCO<sub>2</sub>の体積について等式を解く。

$$X + 2(0.20 - X) = 0.37 \Rightarrow X = 0.030 \text{ [L]}$$

よって割合は  $0.030 \text{ [L]} / 0.20 \text{ [L]} \times 100 = 15 \text{ [%]}$

(3) (2)よりXの値がわかったので、それをO<sub>2</sub>の反応量の合計に代入すれば良い。

$$2X + 7/2(0.20 - X) = 0.655 \text{ [L]} \div 0.66 \text{ [L]}$$

[3]

問1 ①  $5.6 \text{ [L]} / 22.4 \text{ [L/mol]} \times 6.0 \times 10^{23} \text{ [個/mol]} = 1.5 \times 10^{23} \text{ 個}$

② 各物質のNとOの質量比は、モル質量を元に考えるとNOがN:O=14:16、NO<sub>2</sub>がN:O=14:16×2 (= 32)である。Nの質量が共通しているなので、同じ質量のNと化合しているOの質量比はNO:NO<sub>2</sub>=16:16×2=1:2。

③ モル質量を元に考えると、H<sub>2</sub>O中の各原子の質量比はH:O=1.0×2:16=1:8

[4] 問2

- (1) 弱酸や弱塩基が水に溶けて水溶液になったとき、電離して生成する  $H^+$  や  $OH^-$  は各物質の電離度による。その濃度は電離前の弱酸・弱塩基の濃度に電離度を掛ければ良い。

$$[H^+] = 0.050 \text{ [mol/L]} \times 0.020 = 1.0 \times 10^{-3} \text{ [mol/L]} \rightarrow \text{よって、pHは3}$$

- (2)  $Ca(OH)_2$  (2価の強塩基、式量 74) の質量から物質量を求め、それを  $[OH^-]$  にし、さらに  $[H^+]$  に変えれば良い。

$$0.074 \text{ [g]} / 74 \text{ [g/mol]} = 1.0 \times 10^{-3} \text{ [mol]}$$

$$[OH^-] = 1.0 \times 10^{-3} \text{ [mol]} \times 2 \text{ 価} / 0.200 \text{ [L]} = 1.0 \times 10^{-2} \text{ [mol]}$$

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

- (3) 2段階の電離によって最終的に生成した  $H^+$  のモル濃度をまず文字を使って表す。電離前の  $[H_2A]$  を  $c \text{ [mol/L]}$  として電離による濃度変化の様子を表したのが右図である。

	$H_2A \rightarrow HA^- + H^+$			
反応前	c			単位: mol/L
反応量	-c	+c	+c	
反応後	0	c	c	

	$HA^- \rightarrow A^{2-} + H^+$		
反応前	c		c
反応量	-c $\alpha$	+c $\alpha$	+c $\alpha$
反応後	c-c $\alpha$	c $\alpha$	c+c $\alpha$

1回目に電離して生成した  $H^+$  が存在する

問題文に水溶液の pH は 2 だと書いてあるので、最終的に生成した  $H^+$  のモル濃度が  $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$  ということ。よって、

$$c + c\alpha = c(1 + \alpha) = 7.0 \times 10^{-3} \text{ [mol/L]} \times (1 + \alpha) = 1.0 \times 10^{-2} \text{ [mol/L]}$$

$$1 + \alpha = 10/7.0 \rightarrow \alpha = 0.428 \dots \approx 0.43$$

(4)

- (ア) pH が 3 なら  $[H^+]$  は  $1 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$  だが、酢酸は弱酸なので、酢酸水溶液のモル濃度は  $1 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$  より大きな値であるはず。

- (イ) 塩酸は 1 価の強酸である。うすめた後の水素イオン濃度は

$$[H^+] = (1.0 \times 10^{-2} \text{ [mol/L]} \times 10 \text{ [mL]}) / 100 \text{ [mL]} = 1.0 \times 10^{-3} \text{ [mol/L]} \rightarrow \text{pH} 3$$

- (ウ) pH は水素イオン濃度で決まるので、同じ濃度なら pH は同じになる。

- (エ) 酸の水溶液をどれだけ純水 (pH 7) でうすめても、pH 7 に近づきただけである。

(オ) 水のイオン積を用いると水酸化物イオン濃度は次のように表される。

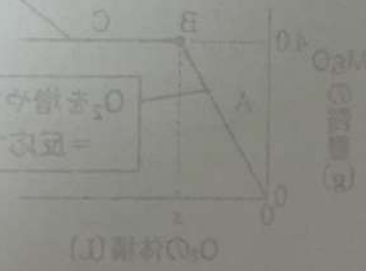
$$[\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14} [\text{mol/L}]^2 / [\text{H}^+]$$

よって、pHが1増加、つまり $[\text{H}^+]$ が $10^{-1}$ 倍されるので、 $[\text{OH}^-]$ は10倍される。

(カ) NaOHは1価の強塩基、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ は2価の強塩基なので、両塩基のモル濃度が同じでも $[\text{OH}^-]$ の値は $\text{Ba}(\text{OH})_2$ がNaOHの2倍になるので、pHは異なる。

0.4g Mgを溶解させた溶液に、  
0.2g Mgをさらに加える。

0.4g Mgを溶解させた溶液に、  
0.2g Mgをさらに加える。



$$[\text{mol}] \ 0.1 \ 0 = [\text{mol}] \ 0.4 \ \backslash \ 0.4 \ \text{g} \ \text{Mg} \ \text{の} \ \text{溶解} \ \text{量} \ \text{は} \ 0.4 \ \text{g} \ \text{Mg} \ \text{の} \ \text{溶解} \ \text{量} \ \text{の} \ 1/2 \ \text{である。}$$

$$[\text{L}] \ 1.1 \ \neq \ [\text{L}] \ 1.1 \ \neq \ [\text{mol}] \ 1.2 \ \text{L} \ \text{Mg} \ \text{の} \ \text{溶解} \ \text{量} \ \text{は} \ 0.4 \ \text{g} \ \text{Mg} \ \text{の} \ \text{溶解} \ \text{量} \ \text{の} \ 1/2 \ \text{である。}$$



$$[\text{mol}] \ 0.20 \ 0 = [\text{mol}] \ 0.4 \ \backslash \ 1.0 \ \text{g} \ \text{AgNO}_3 \ \text{の} \ \text{溶解} \ \text{量} \ \text{は} \ 0.20 \ \text{mol}$$

$$[\text{mol}] \ 0.1 \ 0 \times 0.2 = [\text{mol}] \ 0.02 \ \text{L} = 0.020 \ \text{mol}$$

0.4g Mgを溶解させた溶液に、0.2g Mgをさらに加える。この反応で、 $\text{AgNO}_3$ は $\text{NaCl}$ と反応して、 $\text{AgCl}$ が沈殿し、 $\text{NaNO}_3$ が生成する。この反応で、 $\text{AgNO}_3$ は $\text{NaCl}$ と反応して、 $\text{AgCl}$ が沈殿し、 $\text{NaNO}_3$ が生成する。

$$[\text{g}] \ 0.20 \ \neq \ [\text{g}] \ 0.20 \ \text{L} = [\text{mol}] \ 0.4 \ \text{L} \ \text{Mg} \ \text{の} \ \text{溶解} \ \text{量} \ \text{は} \ 0.20 \ \text{mol}$$