

5

化学反応式

CHECK POINT

I 化学変化と化学反応式

**化学変化** 物質を構成する原子やイオンの組み合わせが変わり、別の物質になる変化。変化前の物質を**反応物**、変化後の物質を**生成物**という。

**例** プタンの燃焼…反応物(ブタン C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>、酸素 O<sub>2</sub>)、生成物(二酸化炭素 CO<sub>2</sub>、水 H<sub>2</sub>O)

**化学反応式** 化学変化において、左辺に反応物、右辺に生成物を化学式で書き、矢印で結んだ式。各原子の数が左辺と右辺で等しくなるように、各化学式の前に係数をつける。

**例** マグネシウムの燃焼… $2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$

II 化学変化の量的関係

**粒子数の関係** 化学反応式の係数は、反応および生成する原子・分子・イオンなどの個数の比を表す。

**気体の体積の関係** 気体の反応では、化学反応式の係数は、反応に関する気体の体積比を表す。(気体反応の法則)

**質量の関係** 化学反応の前後で、反応物の質量の総和と生成物の質量の総和は変わらない。(質量保存の法則)

**例** メタンの燃焼

化学反応式	CH <sub>4</sub>	+	2O <sub>2</sub>	→	CO <sub>2</sub>	+	2H <sub>2</sub> O
物質	メタン	+	酸素	→	二酸化炭素	+	水
分子数の関係		+		→		+	
	1分子	+	2分子	→	1分子	+	2分子
気体の体積比*	1	:	2	:	1	:	(2)
質量の関係	16g	+	64g	=	44g	+	36g

\*同温・同圧のとき

CHECK TEST

1 [化学反応式] 次の化学反応式の係数を、1の場合も含めて書け。

- (1)  ア Al +  イ O<sub>2</sub> →  ウ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- (2)  ア C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> +  イ O<sub>2</sub> →  ウ CO<sub>2</sub> +  エ H<sub>2</sub>O
- (3)  ア Ca(OH)<sub>2</sub> +  イ HCl →  ウ CaCl<sub>2</sub> +  エ H<sub>2</sub>O

2 [化学反応の量的関係] メタン(CH<sub>4</sub>)の燃焼について、下の(1)~(3)に答えよ。ただし、気体については、同温・同圧で考えるものとする。

- (1) メタンが燃焼する変化を化学反応式で示せ。
- (2) メタン 1L を完全燃焼させるとき、反応する酸素の体積はメタンの何倍に相当するか。また、生成する二酸化炭素の体積は何Lか。
- (3) メタン 16g を完全に燃焼させたとき、二酸化炭素 44g と水 36g が生成したとして、このとき反応した酸素は何gか。

3 [化学反応式と計算] 10%の過酸化水素水 34g に酸化マンガン(IV)を加え、酸素を発生させた。得られる酸素は何gか。また、それは何L(標準状態)か。分子量 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>=34, O<sub>2</sub>=32  $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

答 1 (1) 4, 3, 2 (2) 1, 3, 2, 2 (3) 1, 2, 1, 2  
2 (1) CH<sub>4</sub> + 2O<sub>2</sub> → CO<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O (2) 2倍, 1L (3) 64g 3 1.6g, 1.1L

解答記入欄

- 1 (1) \_\_\_\_\_  
(2) \_\_\_\_\_  
(3) \_\_\_\_\_
- 2 (1) \_\_\_\_\_  
(2) \_\_\_\_\_  
(3) \_\_\_\_\_
- 3 \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

例題5 化学反応式と計算

塩素酸カリウム KClO<sub>3</sub> に少量の酸化マンガン(IV) MnO<sub>2</sub> を混合して加熱すると、酸素 O<sub>2</sub> が発生する。発生した酸素を捕集すると、0℃, 1.013×10<sup>5</sup> Pa で 480 mL だった。反応した塩素酸カリウムの質量は何gか。最も近いものを次の①~⑤のうちから一つ選べ。

原子量 O=16, Cl=35.5, K=39  1 g  
① 0.96 ② 1.02 ③ 1.32 ④ 1.75 ⑤ 2.04

解説

この反応式は、 $2\text{KClO}_3 \rightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$   
酸素が標準状態で 480 mL だから、 $\frac{480}{22.4 \times 10^3}$  mol である。  
反応した KClO<sub>3</sub> は、 $\frac{480}{22.4 \times 10^3} \times \frac{2}{3}$  mol  
よって、反応した KClO<sub>3</sub> の質量は、 $\frac{480}{22.4 \times 10^3} \times \frac{2}{3} \times 122.5 = 1.75$  (g)  
答 ④

ポイント!

塩素酸カリウム → 酸素  
↑  
酸化マンガン, 加熱  
KClO<sub>3</sub> → O<sub>2</sub> +   
↑            ↑  
Oが3つ    Oが2つ  
左辺に2をかけ、右辺に3をかけると、Oの数がそろふ。  
 $2\text{KClO}_3 \rightarrow 3\text{O}_2 + \text{$   
 は、2KCl  
反応式より  
酸素 3 mol に対して、反応する塩素酸カリウム 2 mol

BASIC ベーシック問題

! 86 [化学反応式] 2分

空気中でマグネシウムが燃えて酸化マグネシウムが生成する化学反応について、その化学反応式をつくる手順を次の a ~ c の段階に分けて考えた。下の問い(問1~2)に答えよ。

- a 両辺の  ア の数を比較し、左辺の Mg が 1 個なのに対し、右辺の Mg が 2 個なので、左辺の Mg の係数を 2 にする。
- b 左辺には  イ を、右辺には  ウ を化学式で書き、両辺を → で結ぶ。
- c 両辺の  ア の数を比較し、左辺の O が 2 個なのに右辺の O は 1 個なので、MgO の係数を 2 にする。

問1 化学反応式をつくる手順として最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。

- 1  
① a → b → c ② a → c → b ③ b → c → a ④ c → a → b

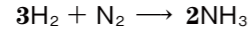
問2 文中の空欄  ア ~  ウ にあてはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。  2

	ア	イ	ウ
①	原子	反応物	生成物
②	原子	生成物	反応物
③	分子	反応物	生成物
④	分子	生成物	反応物

BASIC ベーシック問題

94 □【化学反応と量的関係】4分

次の化学反応式にしたがって  $a$  (g) の水素  $H_2$  が過不足なく窒素  $N_2$  と反応してアンモニア  $NH_3$  が生じたとする。



反応に要した  $N_2$  の質量 (g) と生じた  $NH_3$  の物質量 (mol) の組み合わせとして正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。原子量  $H=1.0$ ,  $N=14$  □ 1

	$N_2$ の質量 [g]	$NH_3$ の物質量 [mol]
①	$\frac{28}{3}a$	$\frac{1}{3}a$
②	$\frac{14}{3}a$	$\frac{1}{3}a$
③	$\frac{4}{3}a$	$\frac{2}{3}a$
④	$\frac{14}{3}a$	$\frac{4}{3}a$
⑤	$\frac{4}{3}a$	$\frac{1}{3}a$

! 95 □【化学の基礎法則】2分

次の記述①～⑤は、それぞれの法則について説明したものである。内容に誤りのあるものを、①～⑤のうちから二つ選べ。 □ 1 □ 2

- ① 質量保存の法則…すべての化学反応の前後で、物質の質量の総和は変化しない。
- ② 倍数比例の法則…同じ化合物では成分元素の質量比は常に一定である。
- ③ 定比例の法則…二つの元素 **A**, **B** を成分とする複数の化合物において、**A** の一定量と化合する **B** の質量は、これらの化合物間では簡単な整数比になる。
- ④ 気体反応の法則…気体の反応では、反応または生成する気体の体積は、同温同圧のとき簡単な整数比になる。
- ⑤ アボガドロの法則…同温同圧のもとで同体積の気体は、気体の種類に関係なく同じ個数の分子を含んでいる。

MASTER マスター問題

96 □【化学反応式と量的関係】2分

標準状態で 10 mL のメタンと 40 mL の酸素を混合し、メタンを完全燃焼させた。燃焼前後の気体の体積を標準状態で比較するとき、その変化に関する記述として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、生成した水は、すべて液体であるとする。

- 1
- ① 20 mL 減少する。      ② 10 mL 減少する。      ③ 変化しない。
  - ④ 10 mL 増加する。      ⑤ 20 mL 増加する。

MASTER マスター問題

97 □【化学反応式と量的関係】2分

0.40 mol/L の塩化鉄(Ⅲ)水溶液 20 mL に、十分な量のアンモニア水を加えて得た沈殿をすべてろ過して取り出し、パーナーで強熱して酸化鉄(Ⅲ)の粉末を得た。この粉末の質量は何 g か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 □ 1 g

- ① 0.32      ② 0.64      ③ 1.3
- ④ 3.2      ⑤ 6.4      ⑥ 13

98 □【化学反応式と量的関係】2分

しょうゆを水で 100 倍に希釈した試料溶液 10 mL をビーカーに入れた。この溶液に 0.050 mol/L 硝酸銀水溶液を少量ずつ加えていったところ、試料溶液中の塩化物イオンを塩化銀として沈殿させるのに 6.0 mL を要した。このしょうゆに含まれる塩化ナトリウムの濃度 [mol/L] として最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、沈殿はすべて塩化銀であり、しょうゆに含まれる塩化物イオンはすべて塩化ナトリウムによるものとする。 □ 1 mol/L

- ① 0.30      ② 0.33      ③ 3.0
- ④ 3.3      ⑤ 30      ⑥ 33

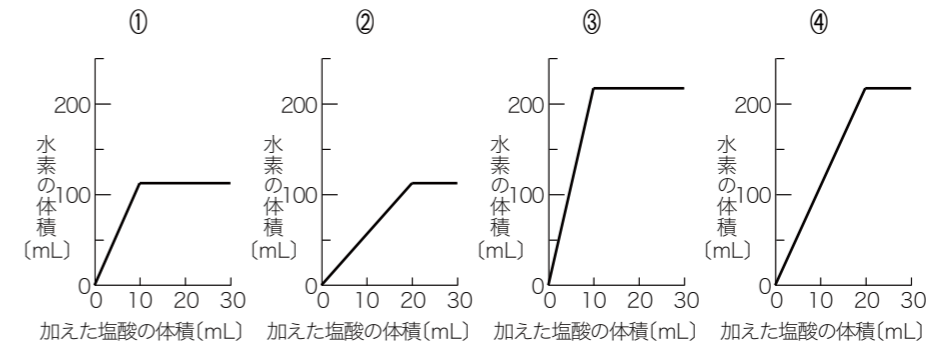
99 □【化学反応式と量的関係】2分

ある自動車が 10 km 走行したとき 1.0 L の燃料を消費した。このとき発生した二酸化炭素の質量は、平均すると 1 km あたり何 g か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、燃料は完全燃焼したものとし、燃料に含まれる炭素の質量の割合は 85 %、燃料の密度は 0.70 g/cm<sup>3</sup> とする。 □ 1 g

- ① 16      ② 33      ③ 60
- ④ 220      ⑤ 260      ⑥ 450

100 □【化学反応式と量的関係】2分

0.24 g のマグネシウムに 1.0 mol/L の塩酸を少量ずつ加え、発生した水素を捕集して、その体積を標準状態で測定した。このとき加えた塩酸の体積と発生した水素の体積との関係を表す図として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

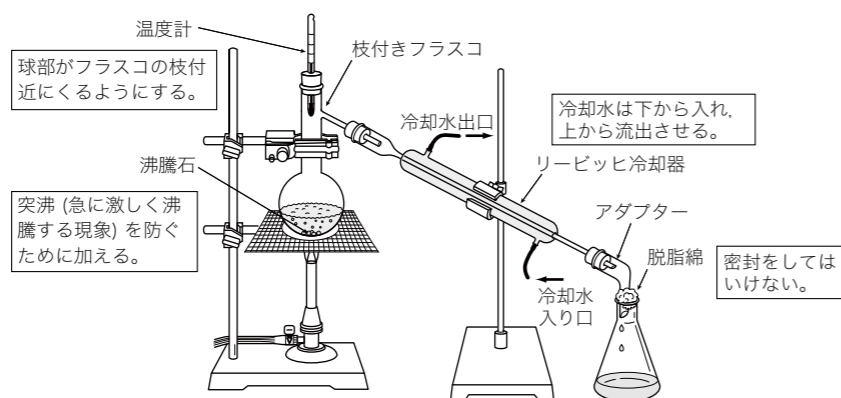


## CHECK POINT

### I 実験装置と器具

- 一般的なガラス容器など
- (1) 反応容器 試験管, ビーカー, 三角フラスコ, 丸底フラスコ, コニカルビーカー
  - (2) 計量容器 メスシリンダー, メスフラスコ, ホールピペット, ビュレット
  - (3) 試薬びん 細口 液体用, 広口 固体用。  
通常の物質は無色びん。光により変化しやすい物質は褐色びん。
  - (4) ポリエチレン容器 フッ化水素酸のようにガラスと反応する物質や, 過酸化水素水のように分解して圧力を発生する物質用。

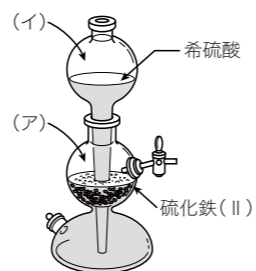
蒸留装置 低沸点の液体の場合, バーナーで直接フラスコを加熱せず, 水浴を用いる。



キップの装置 硫化水素発生の場合を示す。

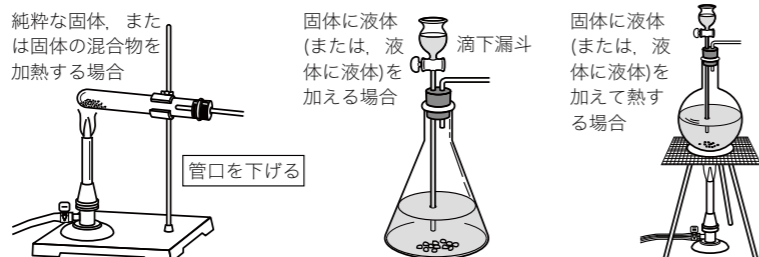
コックを開くと(ア)の気体が押し出されて固体と液体が触れ合い, 反応が起こり気体が発生する。コックを閉じると発生した気体が(ア)に充填し, 液体が(イ)まで押し戻され, 固体と液体が離れるため, 反応が止まる。

例 水素発生の場合…亜鉛と希硫酸

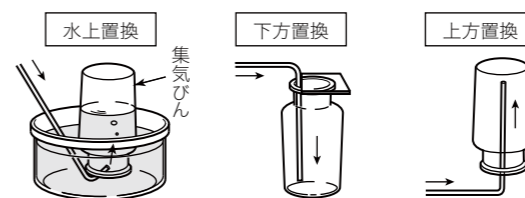


- 器具の洗浄
- (1) 水道水でよく洗い, 蒸留水で仕上げ洗いをする。
  - (2) ホールピペット, ビュレット等精密な計量器具を使用する場合に, 器具が乾燥していないときは, 計量しようとする溶液で数回洗う(共洗いという)。溶液の濃度変化を防ぐための操作である。
  - (3) 滴定時のコニカルビーカーは蒸留水でぬれたままでもよい。

気体の発生装置



気体の捕集法 水に溶けにくい気体は水上置換, 水に溶けやすい気体は, 空気より重いものは下方置換, 軽いものは上方置換で捕集する。



## BASIC ベーシック問題

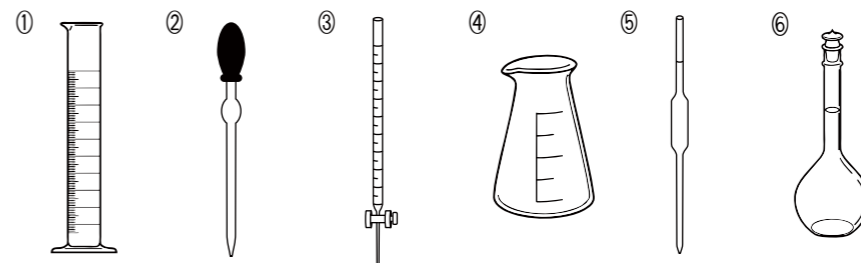
### ! 153 □【中和滴定と実験器具】10分

食酢の濃度を求めるために, 水酸化ナトリウム水溶液で滴定することにした。次の[操作]を読み, あとの問い(問1~2)に答えよ。

[操作] 水酸化ナトリウムは潮解性があるため, 正確な濃度の溶液の調製は困難である。そこで, 純粋な結晶を得やすいシュウ酸二水和物(COOH)<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O(分子量126)の標準溶液を調製し, それから水酸化ナトリウム水溶液の正確な濃度を求める。

- (1) **ア** を用いて, シュウ酸二水和物 0.630 g を含む水溶液 100 mL を調製した。
- (2) (1)の水溶液を **イ** を用いて正確に 5.00 mL 量り取り, **ウ** に移し, 指示薬を 1~2 滴加えた。
- (3) 濃度不明の水酸化ナトリウム水溶液を **エ** に入れ, (2)の溶液に少しずつ滴下すると, 滴下量が 6.25 mL のときに溶液が無色から赤色に変化した。

問1 **ア** ~ **エ** にあてはまる最も適当な器具を次の①~⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。**ア** ①, **イ** ②, **ウ** ③, **エ** ④



問2 水で洗ったまま使ってもよい器具を上①~⑥のうちから二つ選べ。

⑤ ⑥