

# 14 物質質量

学習日 月 日

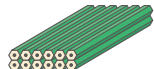



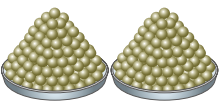

## 1 アボガドロ数と物質質量

- ① **アボガドロ数** 質量数 12 の炭素原子  $^{12}\text{C}$  12g 中に含まれる炭素原子の数  $N$ 。

$$N = \frac{12\text{g}}{^{12}\text{C 原子 1 個の質量 [g]}} = \frac{12\text{g}}{1.9926 \times 10^{-23}\text{g}} \doteq 6.02 \times 10^{23}$$

- ② **物質質量** アボガドロ数個の粒子の集団を単位として表した物質の量。  
 ③ **物質質量の単位 モル** (記号: mol)

▶  $6.02 \times 10^{23}$  個の粒子を 1 モルとする考え方は, 12 本の鉛筆を 1 ダースとするのと同じである。

本数(本)	 12 本	 24 (2 × 12) 本	 36 (3 × 12) 本
本数(ダース)	1 ダース	2 ダース	3 ダース
粒子数	 $6.02 \times 10^{23}$	 $2 \times 6.02 \times 10^{23}$	 $3 \times 6.02 \times 10^{23}$
物質質量 [モル]	1 モル	2 モル	3 モル

- ④ **アボガドロ定数** 1 mol 当たりの粒子の数  $N_A$ 。  $N_A = 6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$


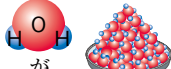
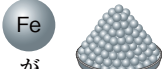
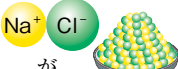
$$\text{物質質量 [mol]} = \frac{\text{粒子の数}}{\text{アボガドロ定数 [ /mol ]}}$$

## 2 物質質量と質量

- ① **モル質量** 物質 1 mol 当たりの質量。

$$\text{物質質量 [mol]} = \frac{\text{物質の質量 [g]}}{\text{モル質量 [g/mol]}}$$

- ② 原子量・分子量・式量とモル質量

	炭素原子	水分子	鉄	塩化ナトリウム
原子量など	12(原子量)	18(分子量)	56(式量)	58.5(式量)
モル質量	 が $6.02 \times 10^{23}$ 個 12g/mol	 が $6.02 \times 10^{23}$ 個 18g/mol	 が $6.02 \times 10^{23}$ 個 56g/mol	 が $6.02 \times 10^{23}$ 組 58.5g/mol

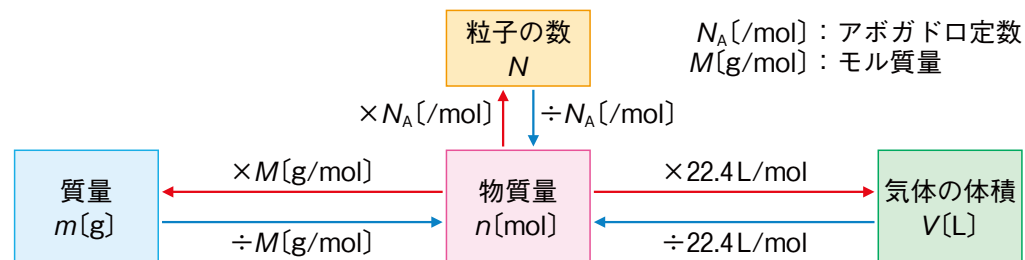
## 3 物質質量と気体の体積

- ① **アボガドロの法則** 同温・同圧のもとで, 同体積の気体には, 気体の種類に関係なく, 同数の分子が含まれている。  
 ② **モル体積** 物質 1 mol 当たりの体積。  
 ③ **気体のモル体積**  $0^\circ\text{C}$ ,  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  の標準状態でほぼ  $22.4 \text{ L/mol}$  である。

$$\text{物質質量 [mol]} = \frac{\text{気体の体積 [L]}}{22.4 \text{ L/mol}}$$

## 4 物質質量のいろいろな物理量への変換

- ① **物理量** 数値と単位の積で表される量。  
 ② **物質質量の変換**



- 例 水素 1.0 mol : モル質量…  $2.0 \text{ g/mol}$ , アボガドロ定数…  $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$  (概数)  
 標準状態での気体のモル体積…  $22.4 \text{ L/mol}$

物質質量	→	粒子の数	: $1.0 \text{ mol} \times 6.0 \times 10^{23}/\text{mol} = 6.0 \times 10^{23}$
粒子の数	→	物質質量	: $6.0 \times 10^{23} \div (6.0 \times 10^{23}/\text{mol}) = 1.0 \text{ mol}$
物質質量	→	物質の質量	: $1.0 \text{ mol} \times 2.0 \text{ g/mol} = 2.0 \text{ g}$
物質の質量	→	物質質量	: $2.0 \text{ g} \div 2.0 \text{ g/mol} = 1.0 \text{ mol}$
物質質量	→	気体の体積	: $1.0 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L/mol} = 22.4 \text{ L}$
気体の体積	→	物質質量	: $22.4 \text{ L} \div 22.4 \text{ L/mol} = 1.0 \text{ mol}$

## CHECK 基礎の確認

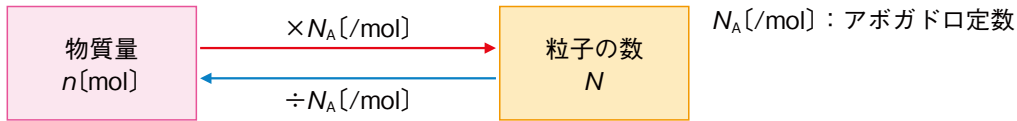
次の文の \_\_\_\_\_ に当てはまる語を書きなさい。

- (1) 1 mol 当たりの粒子の数  $N_A$  のことを \_\_\_\_\_ という。  
 (2) 物質 1 mol 当たりの質量のことを \_\_\_\_\_ という。  
 (3) 同温・同圧のもとで同体積の気体中には同数の分子が含まれることを \_\_\_\_\_ という。  
 (4)  $0^\circ\text{C}$ ,  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  の状態のことを \_\_\_\_\_ という。  
 (5) 気体の標準状態におけるモル体積は, およそ \_\_\_\_\_ である。

答 (1)アボガドロ定数 (2)モル質量 (3)アボガドロの法則 (4)標準状態 (5)22.4L

# DRILL 基礎の定着

## 1 物質と粒子の数



次の粒子の数は物質質量, 物質質量は粒子の数に変換して答えよ。

アボガドロ定数  $N_A$  [1/mol] =  $6.0 \times 10^{23}$  /mol

- (1) 水素原子  $3.0 \times 10^{24}$  個
- (2) ナトリウムイオン  $2.7 \times 10^{24}$  個
- (3) 水分子  $9.0 \times 10^{23}$  個
- (4) 二酸化炭素分子  $6.0 \times 10^{23}$  個中の酸素原子の物質質量
- (5) 炭素 0.50 mol 中の炭素原子数
- (6) 塩化カルシウム 2.0 mol 中の①陽イオン数と②陰イオン数
- (7) 酸素 2.5 mol 中の①酸素分子数と②酸素原子数
- (8) アンモニア 3.0 mol 中の①アンモニア分子数と②水素原子数

- 答**
- (1) 5.0 mol
  - (2) 4.5 mol
  - (3) 1.5 mol
  - (4) 2.0 mol
  - (5)  $3.0 \times 10^{23}$  個
  - (6) ①  $1.2 \times 10^{24}$  個  
②  $2.4 \times 10^{24}$  個
  - (7) ①  $1.5 \times 10^{24}$  個  
②  $3.0 \times 10^{24}$  個
  - (8) ①  $1.8 \times 10^{24}$  個  
②  $5.4 \times 10^{24}$  個

## 2 物質と質量

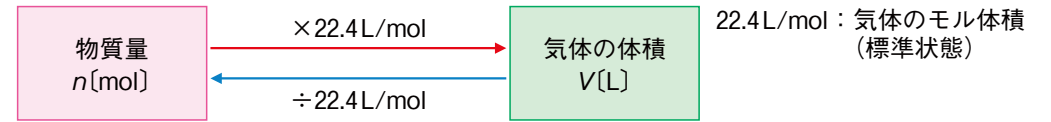


次の物質質量は質量, 質量は物質質量に変換せよ。

- (1) 水(分子量 18) 0.40 mol
- (2) マグネシウム(式量 24) 0.20 mol
- (3) 黒鉛(式量 12) 6.0 mol
- (4) 二酸化炭素(分子量 44) 0.75 mol
- (5) 炭酸ナトリウム(式量 106)  $5.0 \times 10^{-2}$  mol
- (6) 硫化水素(分子量 34) 68 g
- (7) カルシウム(式量 40) 16 g
- (8) プロパン(分子量 44) 1.1 g
- (9) 水酸化カルシウム(式量 74) 3.7 g

- 答**
- (1) 7.2 g
  - (2) 4.8 g
  - (3) 72 g
  - (4) 33 g
  - (5) 5.3 g
  - (6) 2.0 mol
  - (7) 0.40 mol  
( $4.0 \times 10^{-1}$  mol)
  - (8)  $2.5 \times 10^{-2}$  mol
  - (9)  $5.0 \times 10^{-2}$  mol

## 3 物質と気体の体積



次の物質質量は気体の体積, 気体の体積は物質質量に変換せよ。ただし, 気体はすべて標準状態にあるものとする。

- (1) 塩化水素 3.00 mol
- (2) 酸素 0.750 mol
- (3) アンモニア 0.400 mol
- (4) ネオン 56 L
- (5) 塩素 11.2 L
- (6) 酸素 3.36 L

- 答**
- (1) 67.2 L
  - (2) 16.8 L
  - (3) 8.96 L
  - (4) 2.5 mol  
( $5.00 \times 10^{-1}$  mol)
  - (5) 0.150 mol  
( $1.50 \times 10^{-1}$  mol)

## 4 粒子の数, 質量, 気体の体積

- 粒子の数を質量や気体の体積に変換
  - 質量を粒子の数や気体の体積に変換
  - 気体の体積を粒子の数や質量に変換
- 諸量を物質質量に変換してから, 目的の量に変換。

**例** ドライアイス  $\text{CO}_2$  (分子量 44) 11 g が昇華すると, 標準状態で何 L の二酸化炭素になるか。

ドライアイスの分子量は 44 であるから, そのモル質量は 44 g/mol である。

$$(\text{ドライアイスの物質質量}) = \frac{11 \text{ g}}{44 \text{ g/mol}} = 0.25 \text{ mol}$$

$$(\text{二酸化炭素の体積}) = 22.4 \text{ L/mol} \times 0.25 \text{ mol} = 5.6 \text{ L}$$

次の各問いに答えよ。ただし, 気体はすべて標準状態にあるものとし, アボガドロ定数を  $6.0 \times 10^{23}$  /mol とする。

- (1) アンモニア分子  $1.50 \times 10^{23}$  個の体積は何 L か。
- (2) 窒素(分子量 28) 56 g の体積は何 L か。
- (3) 水分子(分子量 18)  $1.2 \times 10^{24}$  個の質量は何 g か。
- (4) メタン(分子量 16) 11.2 L の質量は何 g か。
- (5) 塩化水素 1.12 L 中にある塩化水素分子は何個か。
- (6) 酸素(分子量 32) 48 g 中にある酸素分子は何個か。

- 答**
- (1) 5.6 L
  - (2) 44.8 L
  - (3) 36 g
  - (4) 8.0 g
  - (5)  $3.0 \times 10^{22}$  個
  - (6)  $9.0 \times 10^{23}$  個

## 例題 22 物質質量

次の記述 A ~ C で示される物質質量 A ~ C の大小関係として最も適切なものはどれか。次のア ~ カから 1 つ選べ。

アボガドロ定数  $N_A = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

A 塩化物イオン  $8.0 \times 10^{23}$  個を含む塩化マグネシウムの物質質量 A

B 分子数が  $5.0 \times 10^{23}$  個のアルゴンの物質質量 B

C 水素原子  $9.0 \times 10^{23}$  個を含むアンモニアの物質質量 C

ア  $A > B > C$       イ  $A > C > B$       ウ  $B > C > A$

エ  $B > A > C$       オ  $C > A > B$       カ  $C > B > A$

### センサー+

● 物質質量  
物質質量 [mol]  
=  $\frac{\text{粒子の数}}{\text{アボガドロ定数}}$

アボガドロ定数  
=  $6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

A 塩化マグネシウムの組成式は  $\text{MgCl}_2$  であるから、塩化マグネシウムの物質質量は塩化物イオンの物質質量の  $\frac{1}{2}$  である。

$$A = \frac{1}{2} \times \frac{8.0 \times 10^{23}}{6.0 \times 10^{23} / \text{mol}} = 0.66 \dots \text{mol}$$

B アルゴンの物質質量を求めると、

$$B = \frac{5.0 \times 10^{23}}{6.0 \times 10^{23} / \text{mol}} = 0.83 \dots \text{mol}$$

C アンモニアの分子式は  $\text{NH}_3$  であるから、アンモニアの物質質量は水素原子の物質質量の  $\frac{1}{3}$  である。

$$C = \frac{1}{3} \times \frac{9.0 \times 10^{23}}{6.0 \times 10^{23} / \text{mol}} = 0.50 \text{mol}$$

● 答 エ

## 045 気体の体積・密度 次の問いに答えよ。

□(1) 標準状態における体積が最も大きいものはどれか。次のア ~ オから 1 つ選べ。

原子量 H = 1.0, He = 2.0, C = 12, N = 14, O = 16

ア 標準状態の He 20L      イ  $\text{CO}_2$  88g

ウ  $\text{CH}_4$  2.5mol      エ  $\text{H}_2$  2.0g

オ  $\text{N}_2$  28g と標準状態の  $\text{O}_2$  5.6L との混合気体

□(2) 標準状態における密度 [g/L] が最も大きい気体はどれか。次のア ~ オから 1 つ選べ。

原子量 H = 1.0, C = 12, O = 16, S = 32, Cl = 35.5, Ar = 40

ア  $\text{O}_2$       イ  $\text{Cl}_2$       ウ  $\text{CO}_2$       エ  $\text{H}_2\text{S}$       オ Ar

□(3) ドライアイスが気体になると、標準状態で体積はおよそ何倍になるか。最も適切なものを次のア ~ オから 1 つ選べ。ただし、ドライアイスの密度を  $1.6 \text{g/cm}^3$  とする。

原子量 C = 12, O = 16

ア 320倍      イ 510倍      ウ 640倍

エ 810倍      オ 1000倍

## 046 物質質量 次の問いに答えよ。

□(1) モル質量が最も大きいものはどれか。次のア ~ オから 1 つ選べ。

原子量 H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16

ア  $\text{C}_2\text{H}_4$       イ  $\text{NH}_3$       ウ  $\text{H}_2\text{O}$       エ CO      オ NO

□(2) 金属は展性を示し、金 1g は  $1 \text{m}^2$  のはくにする事ができる。金 1mol で、このはくと同じ厚さのはくをつくと、その面積はどれくらいになるか。次のア ~ カから 1 つ選べ。

原子量 Au = 197

ア  $20 \text{m}^2$       イ  $50 \text{m}^2$       ウ  $200 \text{m}^2$

エ  $500 \text{m}^2$       オ  $2000 \text{m}^2$       カ  $5000 \text{m}^2$

□(3)  $6.0 \times 10^{23}$  個より多くの分子を含むものはどれか。次のア ~ オから 1 つ選べ。ただし、気体は標準状態とする。

原子量 H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16

ア メタノール  $\text{CH}_3\text{OH}$  30g      イ 気体のメタン  $\text{CH}_4$  40L

ウ ドライアイス  $\text{CO}_2$  40g      エ 気体の窒素  $\text{N}_2$  20L

オ 水  $\text{H}_2\text{O}$  10g

## 047 アボガドロの法則 気体の体積と気体分子の数の間には、アボガドロの法則とよばれる法則が成り立つ。

● 論述 □(1) 次の文の空欄に当てはまる適切な語句を入れ、アボガドロの法則を説明せよ。

同温・同圧のもとで、同体積の気体には、

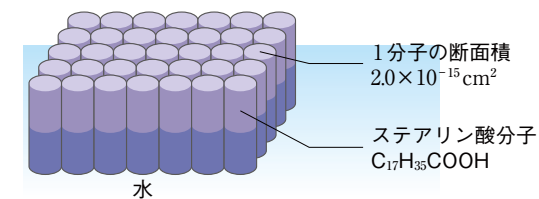
□(2) 標準状態で、酸素 10L 中に存在する酸素分子の数は、標準状態で水素 2.0L 中に存在する水素分子の数の何倍か。最も近いものを、次のア ~ カから 1 つ選べ。

ア 0.31倍      イ 1.0倍      ウ 5.0倍

エ 16倍      オ 60倍      カ 80倍

## 048 アボガドロ定数 油脂の成分である

ステアリン酸  $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$  分子は図のように水面に 1 層に並び(単分子膜)、その断面積は  $2.0 \times 10^{-15} \text{cm}^2$  であることが知られている。



100mL 中にステアリン酸  $2.84 \times 10^{-2} \text{g}$  を含むエタノール溶液をつくり、それを 0.25mL 落としたところ、できた単分子膜の面積は  $3.0 \times 10^2 \text{cm}^2$  であった。

□(1) 水面に落としたエタノール溶液に含まれている、①ステアリン酸の質量は何 g か。

また、②その物質質量は何 mol か。ステアリン酸の分子量は 284 である。

□(2) 面積  $3.0 \times 10^2 \text{cm}^2$  のステアリン酸の単分子膜中の分子の数を求めよ。

□(3) この実験から、アボガドロ定数を有効数字 2 けたで求めよ。