

3 学期 学年末試験 対策講習 中 1 甲陽化学①

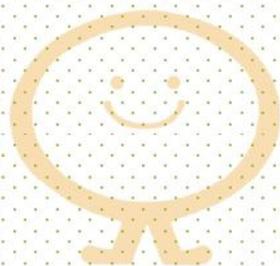
本日の授業で扱う内容は

「化学反応式と物質質量」

です。

本テキストは重要な問題を集めています。

試験前に必ず解き直しをしてください。



STUDY COLLABO.

SOFTEN

【問題】

1

次の化学変化を表す化学反応式を書け。

- (1) カルシウムを水と反応させると、水酸化カルシウムと水素が生じる。
[]
- (2) 水酸化カルシウム水溶液に二酸化炭素を通すと、炭酸カルシウムと水が生じる。
[]
- (3) 炭酸カルシウムに塩酸を加えると、塩化カルシウムと二酸化炭素と水が生じる。
[]
- (4) 酸化マンガン(IV)と塩酸が反応すると、塩化マンガン(II)と水と塩素が生じる。
[]
- (5) 過酸化水素と硫化水素が反応すると、硫黄と水が生じる。
[]

2

次の各化学反応式の文字で表した係数を決めよ。

- (1) $a\text{NH}_3 + b\text{O}_2 \longrightarrow c\text{NO} + d\text{H}_2\text{O}$
[]
- (2) $a\text{Cu} + b\text{HNO}_3 \longrightarrow c\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + d\text{NO} + e\text{H}_2\text{O}$
[]
- (3) $a\text{FeS}_2 + b\text{O}_2 \longrightarrow c\text{Fe}_2\text{O}_3 + d\text{SO}_2$
[]
- (4) $a\text{Cr}^{3+} + b\text{OH}^- + c\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow d\text{CrO}_4^{2-} + e\text{H}_2\text{O}$
[]

3

次の文の[]に適切な数値、元素名、語句を入れよ。H=1.0, C=12

物質の量を表すにはモル[mol]という単位を用いる。1 molとは、質量数^a[]の^b[]原子の^c[]g中に含まれる[b]原子と同数の単位粒子を含む物質の量のことである。1 mol当たりの粒子の数^d[]/molを^e[]

定数という。

物質を構成する粒子1 mol当たりの質量を^f[]といい、単位粒子が原子、分子の場合は、それぞれ^g[], ^h[]に単位 g/molをつけた量である。

例えば銀1 molはⁱ[]個の銀原子の量のことで、その質量は108 gである。また、メタンCH₄分子1 mol, すなわち^j[]個の分子の質量は^k[]gである。物質が気体の場合、1 molの体積は気体の種類によらず標準状態でほぼ^l[]Lである。

4

次の問いに答えよ。

- (1) A原子1個の質量は 9.3×10^{-23} g, ¹²C原子1個の質量は 2.0×10^{-23} gである。¹²C原子の質量を12とすると、A原子の相対質量はいくらになるか。 []
- (2) 塩素の同位体³⁵Cl(相対質量35.0)と³⁷Cl(相対質量37.0)の存在比がちょうど3:1であるとして、塩素の原子量を求めよ。 []

5

次の[]の中に適当な数値を入れよ。ただし、アボガドロ定数は 6.0×10^{23} /molとする。C=12, O=16, Fe=56

- (1) 鉄原子0.50 molは[]gである。
- (2) 炭素原子3.0 gは[]molである。
- (3) ナトリウム原子1.5 molの原子の数は[]個である。
- (4) 酸素分子0.30 molの体積は標準状態で[]Lを占める。
- (5) 二酸化炭素分子 3.0×10^{21} 個は[]gである。
- (6) 水分子0.10 mol中には, []個の原子が含まれている。

6

アボガドロ数を 6.0×10^{23} として、次の問いに答えよ。C = 12, O = 16

- (1) 標準状態で 5.6 L の酸素は何 mol か。 [] mol
 (2) 1.2×10^{24} 個の水素分子は標準状態で何 L を占めるか。 [] L
 (3) 2.2 g の二酸化炭素は標準状態で何 L を占めるか。 [] L

7

次の (1)~(3) に相当する気体を、(ア)~(エ) より選べ。気体はすべて標準状態で存在しているものとする。H = 1.0, C = 12, O = 16

- (1) 分子の数が最も多い気体 []
 (2) 質量が最も大きい気体 []
 (3) 体積が最も大きい気体 []
 (ア) 1.0 mol のメタン CH₄
 (イ) 11.2 L の二酸化炭素 CO₂
 (ウ) 1.2×10^{24} 個の水素分子 H₂
 (エ) 4.4 g のプロパン C₃H₈

8

次の各問いに答えよ。H = 1.0, He = 4.0, C = 12, O = 16, Na = 23, Al = 27, Ca = 40, Fe = 56

- (1) 原子 1 個の質量の平均が 6.6×10^{-23} g である元素の原子量はいくらか。 []
 (2) 次の物質を 1.0 g とするとき、含まれる原子の数が最も多いのはどれか。 []
 (ア) ナトリウム (イ) カルシウム (ウ) アルミニウム (エ) ヘリウム (オ) 鉄
 (3) 分子 1 個の質量の平均が 7.0×10^{-23} g である分子の分子量はいくらか。 []
 (4) 水とスクロース (ショ糖) C₁₂H₂₂O₁₁ を同質量ずつとると、水分子の数はスクロース分子の数の何倍になるか。 [] 倍

9

次の (1)~(3) の気体は、それぞれ下の (ア)~(オ) のうちのどれか。H = 1.0, C = 12, O = 16, S = 32, Cl = 35.5

- (1) ある気体 0.355 g の体積は、標準状態で 112 mL であった。 []
 (2) ある気体の密度は、標準状態で 2.59 g/L であった。 []
 (3) ある気体の質量は、同温・同圧で同体積の酸素の質量の 2 倍であった。 []
 (ア) C₄H₁₀ (イ) CO₂ (ウ) SO₂ (エ) Cl₂ (オ) HCl

10

窒素とアルゴンの混合気体がある。この気体の密度は、標準状態で 1.43 g/L である。この混合気体中の窒素とアルゴンの物質量の比を簡単な整数比で表せ。N = 14.0, Ar = 40.0

[]

【解答&解説】

1

- 【解答】 (1) $\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca(OH)}_2 + \text{H}_2$
 (2) $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 (3) $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 (4) $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \longrightarrow \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$
 (5) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{S} \longrightarrow \text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$

【解説】 まず、反応する物質と生成する物質の化学式を正しく書くこと。次に、目算法や未定係数法で係数をつける。酸化マンガン(IV) MnO_2 は二酸化マンガンともいう。過酸化水素は H_2O_2 、硫黄はふつう単に S と表す。

【注】 溶媒や触媒(反応はしないが、反応を速める物質)、エネルギーは反応式に入れない。熱量を入れるのは熱化学方程式。

2

- 【解答】 (1) $a=4, b=5, c=4, d=6$
 (2) $a=3, b=8, c=3, d=2, e=4$
 (3) $a=4, b=11, c=2, d=8$
 (4) $a=2, b=10, c=3, d=2, e=8$

【解説】 化学反応式の係数はできる限り目算でつける。目算で決めにくいときも、決められるところまでつけて、あとは数学的に解く。一般に原子数の最も多い化学式に注目し、その係数を1とおき、他の係数を決める。係数が分数になるときは最後に分母を払って整数にする。

(1) 原子 $\text{N}, \text{H}, \text{O}$ の順に着目して係数をつけ、最後に全体を4倍する。



(2) $\text{Cu(NO}_3)_2$ の係数 c を1とおく。 Cu に注目すると $a=1$ となる。あとは $\text{H}, \text{N}, \text{O}$

それぞれについてのつり合いの式をたてる。

$$\text{H について } b=2e$$

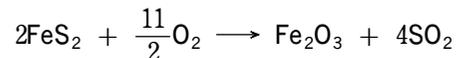
$$\text{N について } b=2c+d=2+d$$

$$\text{O について } 3b=6c+d+e=6+d+e$$

以上より、 $b=\frac{8}{3}, d=\frac{2}{3}, e=\frac{4}{3}$ となる。

係数を整数にするため、それぞれを3倍する。

(3) 原子 $\text{Fe}, \text{S}, \text{O}$ の順に着目して係数をつけ、最後に全体を2倍する。



(4) イオン反応式では、両辺の原子数だけでなく、イオンの価数の総和もつり合う必要がある。

CrO_4^{2-} の係数 d を1とおく。 Cr に注目すると $a=1$ となる。あとは O, H および価数それぞれについてのつり合いの式をたてる。

$$\text{O について } b+2c=4d+e=4+e$$

$$\text{H について } b+2c=2e$$

$$\text{価数について } (+3)+(-b)=-2 \quad \text{ゆえに } b=5$$

以上より、 $c=\frac{3}{2}, e=4$ となる。

係数を整数にするため、それぞれを2倍する。

3

- 【解答】 (a) 12 (b) 炭素 (c) 12 (d) 6.0×10^{23} (e) アボガドロ
 (f) モル質量 (g) 原子量 (h) 分子量 (i) 6.0×10^{23}
 (j) 6.0×10^{23} (k) 16 (l) 22.4

【解説】 粒子 6.0×10^{23} 個の集団をまとめて取り扱い、この量を1 mol という。mol で表した物質の量を物質質量という。

1 mol の原子の質量は原子量・g、1 mol の分子の質量は分子量・g である。またアボガドロの法則より、1 mol の気体の体積は気体の種類によらず一定である。

$$^{12}\text{C} \text{ 原子 } 12 \text{ g 中の } \text{C} \text{ 原子の数} = \text{アボガドロ数} = 6.0 \times 10^{23} \text{ 個}$$

物質質量	粒子の数	質量
原子 1 mol	6.0×10^{23} 個の原子	原子量の数値・g
分子 1 mol	6.0×10^{23} 個の分子	分子量の数値・g

$$\text{メタンの分子量} = 12 + 1.0 \times 4 = 16$$

メタン分子 1 mol の質量は 16 g

4

解答 (1) 56 (2) 35.5

解説 (1) A 原子 1 個の質量が, ^{12}C 原子 1 個の質量の何倍か考える。

$$12 \times \frac{9.3 \times 10^{-23} \text{ g}}{2.0 \times 10^{-23} \text{ g}} = 55.8 \approx 56$$

(2) 元素の原子量 = (同位体の相対質量 \times 存在比) の和

$$\begin{array}{ccccccc} 35.0 & \times & \frac{3}{4} & + & 37.0 & \times & \frac{1}{4} & = & 35.5 \\ \text{---} & & \text{---} & & \text{---} & & \text{---} & & \text{---} \\ {}^{35}\text{Cl} & \text{の} & {}^{35}\text{Cl} & \text{の} & {}^{37}\text{Cl} & \text{の} & {}^{37}\text{Cl} & \text{の} & \text{Cl} & \text{の} \\ \text{相対質量} & & \text{存在比} & & \text{相対質量} & & \text{存在比} & & \text{原子量} \end{array}$$

5

解答 (1) 28 (2) 0.25 (3) 9.0×10^{23} (4) 6.72 (5) 0.22
(6) 1.8×10^{23}

解説 (1) Fe 1 mol は 56 g。 $56 \times 0.50 = 28$ (g)

(2) C 1 mol は 12 g。 $\frac{3.0}{12} = 0.25$ (mol)

(3) Na 1 mol 中に 6.0×10^{23} 個の原子が含まれる。

$$6.0 \times 10^{23} \times 1.5 = 9.0 \times 10^{23} \text{ (個)}$$

(4) 気体 1 mol は標準状態で 22.4 L。

$$22.4 \times 0.30 = 6.72 \text{ (L)}$$

(5) CO_2 3.0×10^{21} 個は $\frac{3.0 \times 10^{21}}{6.0 \times 10^{23}} = 5.0 \times 10^{-3}$ (mol)

CO_2 1 mol は, $12 + 16 \times 2 = 44$ (g)。

よって, $5.0 \times 10^{-3} \times 44 = 0.22$ (g)

(6) 水分子 0.10 mol 中には

$$6.0 \times 10^{23} \times 0.10 = 6.0 \times 10^{22} \text{ (個)}$$

の水分子が含まれる。水分子 H_2O 1 個に原子が 3 個含まれるので,

$$6.0 \times 10^{22} \times 3 = 1.8 \times 10^{23} \text{ (個)}$$

6

解答 (1) 0.25 mol (2) 44.8 L (3) 1.12 L

解説 (1) 標準状態で, 1 mol の気体は 22.4 L だから, 5.6 L は $\frac{5.6}{22.4} = 0.25$ (mol)

(2) 1 mol (6.0×10^{23} 個の分子) の気体の体積は, 標準状態で 22.4 L だから

$$\frac{1.2 \times 10^{24}}{6.0 \times 10^{23}} \times 22.4 = 44.8 \text{ (L)}$$

(3) $\text{CO}_2 = 12 + 16 \times 2 = 44$

CO_2 1 mol の質量は 44 g, 体積は標準状態で 22.4 L だから

$$\frac{2.2}{44} \times 22.4 = 1.12 \text{ (L)}$$

7

解答 (1) ウ (2) イ (3) ウ

解説 物質質量 (mol) 分子の数 (個) 質量 (g) 体積 (L)

(ア) 1.0 6.0×10^{23} 16 22.4

(イ) 0.50 3.0×10^{23} 22 11.2

(ウ) 2.0 1.2×10^{24} 4.0 44.8

(エ) 0.10 6.0×10^{22} 4.4 2.24

8

解答 (1) 40 (2) エ (3) 42 (4) 19 倍

解説 (1) $6.6 \times 10^{-23} \text{ g} \times 6.0 \times 10^{23} / \text{mol} = 39.6 \text{ g/mol} \approx 40 \text{ g/mol}$

モル質量が 40 g/mol であるから, 原子量は 40 となる。

(2) 物質 1.0 g の物質量は, $\frac{1.0 \text{ g}}{\text{モル質量 [g/mol]}}$ となる。

(ア) $\frac{1.0 \text{ g}}{23 \text{ g/mol}}$ (イ) $\frac{1.0 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}}$ (ウ) $\frac{1.0 \text{ g}}{27 \text{ g/mol}}$ (エ) $\frac{1.0 \text{ g}}{4.0 \text{ g/mol}}$

(オ) $\frac{1.0 \text{ g}}{56 \text{ g/mol}}$

(ア)~(オ) はいずれも原子からなる物質 ((エ) は単原子分子) なので, 物質量の値が大

きいもの、すなわちモル質量の値が小さいものほど多くの原子が含まれている。

(3) $7.0 \times 10^{-23} \text{ g} \times 6.0 \times 10^{23} / \text{mol} = 42 \text{ g/mol}$

モル質量が 42 g/mol であるから、分子量は 42 となる。

(4) a [g] ずつとすると、

$$\text{水分子の数 } n_1 = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol} \times \frac{a \text{ [g]}}{18 \text{ g/mol}}$$

$$\text{スクロース分子の数 } n_2 = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol} \times \frac{a \text{ [g]}}{342 \text{ g/mol}}$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{342}{18} = 19 \text{ (倍)}$$

9

解答 (1) エ (2) ア (3) ウ

解説 (ア)~(オ)の気体の分子量は次の通り。

(ア) 58 (イ) 44 (ウ) 64 (エ) 71.0 (オ) 36.5

(1) 標準状態での気体のモル体積は 22.4 L/mol なので、ある気体 0.112 L の物質量は、

$$\frac{0.112 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} = 0.00500 \text{ mol} = 5.00 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

したがって、この気体のモル質量は、

$$\frac{0.355 \text{ g}}{5.00 \times 10^{-3} \text{ mol}} = 71.0 \text{ g/mol} \Rightarrow \text{(エ)}$$

(2) ある気体のモル質量は、

$$2.59 \text{ g/L} \times 22.4 \text{ L/mol} \approx 58.0 \text{ g/mol} \Rightarrow \text{(ア)}$$

(3) 標準状態で 22.4 L の質量も酸素の 2 倍になるから、

$$32 \text{ g/mol} \times 2 = 64 \text{ g/mol} \Rightarrow \text{(ウ)}$$

酸素のモル質量

10

解答 2 : 1

解説 標準状態の気体 22.4 L (= 1 mol) 当たりの質量 \Rightarrow モル質量 (g/mol)

混合気体の平均分子量 = 成分気体の分子量 \times 存在比 の和

気体の分子量は、標準状態で 22.4 L の質量から求められる。

$$\text{混合気体のモル質量} = 1.43 \text{ g/L} \times 22.4 \text{ L/mol} = 32.0 \text{ g/mol}$$

より、混合気体の平均分子量は 32.0。

平均分子量 = 成分気体の分子量 \times 存在比の和 であり、分子量は $N_2 = 28.0$,

Ar = 40.0 であるから、窒素の存在比を x とすると

$$28.0x + 40.0(1 - x) = 32.0 \quad x = \frac{2}{3}$$

アルゴンは $1 - x = \frac{1}{3}$

物質量の比 = $\frac{2}{3} : \frac{1}{3} = 2 : 1$