

【課題】新年度にこの中から小テストを行う予定です。

- ・原子量 H=1.0 C=12 N=14 O=16 Na=23 Mg=24 S=32
Al=27 Cl=35.5
- ・アボガドロ定数 $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ とする。
- ・気体は、標準状態 (0°C , $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$) とする。気体は種類に関係なく 1 mol の気体 22.4L

【1】 元素の周期表 水素の例にならって、下の周期表の空欄に元素記号と元素名を記せ。

	1	2	13	14	15	16	17	18
1	H 水素							
2								
3								
4								

【2】 組成式 次の表の空欄にあてはまる物質の名称と組成式を、塩化ナトリウムの例にならってそれぞれ記せ。

陽イオン 陰イオン	ナトリウムイオン Na^+	カルシウムイオン	アルミニウムイオン	アンモニウムイオン
塩化物イオン Cl^-	塩化ナトリウム Na Cl	①	②	③
酸化物イオン	④	⑤	⑥	
水酸化物イオン	⑦	⑧	⑨	
硝酸イオン	⑩	⑪	⑫	⑬
硫酸イオン	⑭	⑮	⑯	⑰

【2】 次の各気体について答えよ。

- (1) 7.0g の窒素(分子量 28)の体積は何 L か。 ()
- (2) 2.8L の酸素(分子量 32)の質量は何 g か。 ()
- (3) 2.24L の二酸化炭素に含まれる酸素原子は何個か。 ()
- (4) 89.6L の窒素に含まれる窒素原子は何個か。 ()
- (5) ある気体 5.6L の質量が 11g であるとき、この気体の分子量はいくらか。 ()

【3】 濃度 質量パーセント濃度とモル濃度について答えよ。

復習ポイント

濃度	質量パーセント濃度 [%]	モル濃度 [mol/L]
定義	溶液の質量に対する溶質の質量の割合	溶液 1L 中に溶けている溶質の物質質量
式	$\frac{\text{溶質の質量[g]}}{\text{溶質の質量[g] + 溶媒の質量[g]}} \times 100$	$\frac{\text{溶質の物質質量[mol]}}{\text{溶液の体積[L]}}$

・ 溶液の質量 [g] = 密度 [g/cm³] × 溶液の体積 [cm³] 1cm³ = 1mL

・ c [mol/L] の溶液 v [mL] 中の溶質量 $c \times \frac{v}{1000}$ [mol]

- (1) 15%の塩化ナトリウム水溶液 80g 中に含まれる塩化ナトリウムは何 g か。 ()
- (2) 20%のスクロース水溶液 100mL 中に含まれるスクロースは何 g か。ただし、この水溶液の密度は 1.02g/cm³ である。 ()
- (3) 0.50mol の塩化ナトリウムを溶かした水溶液 200ml のモル濃度は何 mol/L か。 ()
- (4) 30g の水酸化ナトリウム(式量 40)を溶かした水溶液 250mL のモル濃度は何 mol/L か。 ()
- (5) 標準状態で 11.2L のアンモニアを溶かした水溶液 2.0L のモル濃度は何 mol/L か。 ()
- (6) 炭酸ナトリウム Na₂CO₃ 5.3g を純水に溶かし、100mL のモル濃度はいくらか。 ()

【4】溶液の調製 次の各問いに答えよ。

(1) 20%の硫酸(分子量 98)水溶液を用いて、0.50mol/Lの水溶液を 100mL つくりたい。20%の硫酸水溶液が何 g 必要か。

()

(2) 0.20mol/L の酢酸 CH_3COOH 水溶液 500mL 中に含まれる酢酸の質量は何 g か。

()

【5】濃度の換算 硫酸の分子量を 98 とし、次の各問いに答えよ。

(1) 質量パーセント濃度が 98%の濃硫酸の密度は 1.8g/cm^3 である。この濃硫酸のモル濃度は何 mol/L か。

()

(2) 0.40mol/L の硫酸水溶液の密度は 1.05g/cm^3 である。この水溶液の質量パーセント濃度は何%か。

()

【6】濃度の換算 次の空欄に適切な係数を入れて反応式を完成せよ。ただし、係数が 1 の場合は 1 を記せ。

(1) ()Na + () H_2O \longrightarrow ()NaOH + () H_2

(2) () P_4O_{10} + () H_2O \longrightarrow () H_3PO_4

(3) () H_2S + () SO_2 \longrightarrow ()S + () H_2O

(4) ()Al + ()HCl \longrightarrow () AlCl_3 + () H_2

(5) () Ag^+ + ()Cu \longrightarrow ()Ag + () Cu^{2+}

(6) ()Cr + () H^+ \longrightarrow () Cr^{3+} + () H_2

【7】次の各変化を化学反応式で表せ。

(1) 水素が燃焼すると、水が生成する。 ()

(2) 銅が燃焼すると、酸化銅(II) CuO が生成する。 ()

(3) 過酸化水素 H_2O_2 水に、触媒として酸化マンガン(IV) MnO_2 を加えると、水 H_2O と酸素 O_2 が生じる。
()

(4) 硫酸水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、硫酸ナトリウム Na_2SO_4 と水が生成する。
()

(5) 炭酸水素ナトリウム NaHCO_3 を加熱すると、炭酸ナトリウム Na_2CO_3 と水と二酸化炭素に分解する。
()

【8】プロパンの燃焼 プロパン C_3H_8 の完全燃焼について、次の各問いに答えよ。ただし、 $\text{H}=1.0$, $\text{C}=12$, $\text{O}=16$ とし、気体の体積は標準状態での値とする。

(1) プロパンの完全燃焼を表す次の化学反応式の空欄に、適切な数値を記せ。

() C_3H_8 + () O_2 \longrightarrow () CO_2 + () H_2O

(2) プロパン 5.6L を完全燃焼させると、二酸化炭素が何 L 生成するか。

()

- (3) プロパン 11g を完全燃焼させると、水が何 g 生成するか。
()
- (4) プロパン 11g を完全燃焼させるのに必要な空気は何 L か。ただし、空気は窒素と酸素が 4 : 1 の体積比で混合しているものとする。
()

【9】過酸化水素の分解 3.4%の過酸化水素 H_2O_2 水 100g に、触媒として酸化マンガン(IV) MnO_2 を加えて酸素 O_2 を発生させた。 $\text{H}_2\text{O}_2=34$ として、次の各問いに答えよ。

- (1) このときおこる変化を化学反応式で示せ。
()
- (2) この過酸化水素水中の過酸化水素の質量は何 g か。
()
- (3) この過酸化水素水中の過酸素水素の物質は何 mol か。
()
- (4) 発生した酸素の体積は、標準状態で何 L か。
()

【10】アルミニウムの反応 5.4g のアルミニウム Al に 2.0mol/L の硫酸 H_2SO_4 水溶液を加えて水素を発生させた。Al = 27 として、次の各問いに答えよ。

- (1) このときの変化を表す次の化学反応式の空欄に、適切な数値を記せ。
()Al + () H_2SO_4 \longrightarrow () $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ + () H_2
- (2) アルミニウムがすべて反応したときに発生する水素の体積は、標準状態で何 L か。
()
- (3) アルミニウムをすべて反応させるのに必要な硫酸 H_2SO_4 の物質は何 mol か。
()
- (4) アルミニウムをすべて反応させるのに必要な硫酸水溶液の体積は何 mL か。
()

【11】過不足のある反応 0.96g のマグネシウム Mg に 1.0mol/L の塩酸(塩化水素 HCl)を 50mL 加えて、塩化マグネシウム MgCl_2 と水素 H_2 をつくった。Mg = 24 として、次の各問いに答えよ。

- (1) このときおこった変化を化学反応式で示せ。
()
- (2) 反応せずに残った物質は何 mol か。
()
- (3) 発生した水素の体積は標準状態で何 mL か。
()

【1】 元素の周期表

	1	2	13	14	15	16	17	18
1	H							He
	水素							ヘリウム
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
	リチウム	ベリリウム	ホウ素	炭素	窒素	酸素	フッ素	ネオン
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
	ナトリウム	マグネシウム	アルミニウム	ケイ素	リン	硫黄	塩素	アルゴン
4	K	Ca						
	カリウム	カルシウム						

【2】

①	塩化カルシウム, CaCl_2
②	塩化アルミニウム, AlCl_3
③	塩化アンモニウム, NH_4Cl
④	酸化ナトリウム, Na_2O
⑤	酸化カルシウム, CaO
⑥	酸化アルミニウム, Al_2O_3
⑦	水酸化ナトリウム, NaOH
⑧	水酸化カルシウム, $\text{Ca}(\text{OH})_2$
⑨	水酸化アルミニウム, $\text{Al}(\text{OH})_3$

⑩	硝酸ナトリウム, NaNO_3
⑪	硝酸カルシウム, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
⑫	硝酸アルミニウム, $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$
⑬	硝酸アンモニウム, NH_4NO_3
⑭	硫酸ナトリウム, Na_2SO_4
⑮	硫酸カルシウム, CaSO_4
⑯	硫酸アルミニウム, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
⑰	硫酸アンモニウム, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

【2】

- (1) 7.0g の窒素は $\frac{7.0\text{g}}{28\text{g/mol}} = 0.25\text{mol}$ なので, $22.4\text{L/mol} \times 0.25\text{mol} = 5.6\text{L}$
- (2) 2.8L の酸素は $\frac{2.8\text{L}}{22.4\text{L/mol}} = 0.125\text{mol}$ なので, $32\text{g/mol} \times 0.125\text{mol} = 4.0\text{g}$
- (3) 二酸化炭素 2.24L は, $\frac{2.24\text{L}}{22.4\text{L/mol}} = 0.100\text{mol}$, 二酸化炭素分子 CO_2 1mol には酸素原子 O が 2mol 含まれるので, $6.0 \times 10^{23}/\text{mol} \times 0.100\text{mol} \times 2 = 1.2 \times 10^{23}$
- (4) 窒素 89.6L は $\frac{89.6\text{L}}{22.4\text{L/mol}} = 4.00\text{mol}$, 窒素分子 N_2 1mol には窒素原子 N が 2mol 含まれるので, $6.0 \times 10^{23}/\text{mol} \times 4.00\text{mol} \times 2 = 48 \times 10^{23} = 4.8 \times 10^{24}$
- (5) 気体 1mol は 22.4L なので, 22.4L の質量を求めると, $11\text{g} \times \frac{22.4\text{L/mol}}{5.6\text{L}} = 44\text{g/mol}$

【3】

- (1) 溶けている溶質の質量 [g] は、溶液の質量 [g] ×質量パーセント濃度で求められる。

$$80g \times \frac{15}{100} = 12g$$

- (2) 溶液の密度 [g/cm³] = 溶液の質量 [g] / 溶液の体積 [cm³] である。また、1cm³=1mL なので、この水溶液 100mL の質量は、質量 = 密度 × 体積 = 1.02g/cm³ × 100cm³ = 102g

したがって、溶質の質量は、 $102g \times \frac{20}{100} = 20.4g = 20g$

- (3) $\frac{\text{溶質の物質質量[mol]}}{\text{溶液の体積[L]}} = \frac{0.50\text{mol}}{200/1000\text{L}} = 0.50\text{mol} \times \frac{1000}{200} \text{L} = 2.5\text{mol/L}$

- (4) 水酸化ナトリウム NaOH 30g は $\frac{30g}{40g/\text{mol}} = 0.75\text{mol}$ なので、 $\frac{0.75\text{mol}}{250/1000\text{L}} = 0.75\text{mol} \times \frac{1000}{250} \text{L} = 3.0\text{mol/L}$

- (5) アンモニア NH₃ 11.2L は $\frac{11.2\text{L}}{22.4\text{L/mol}} = 0.500\text{mol}$ なので、 $\frac{0.500\text{mol}}{2.0\text{L}} = 0.25\text{mol/L}$

- (6) 炭酸ナトリウムのモル質量は 106g/mol なので、その 5.3g は、 $\frac{5.3g}{106g/\text{mol}} = 0.050\text{mol}$ である。したがって、水溶液のモル濃度は、 $\frac{0.050\text{mol}}{0.100\text{L}} = 0.50\text{mol/L}$

【4】溶液の調製

- (1) 20%の硫酸水溶液を x[g] 用いたとすると、この中に含まれる硫酸 H₂SO₄ の質量は x × (20/100)g である。一方、うすめてつくった 0.50mol/L の水溶液 100mL 中に含まれる H₂SO₄ の物質量は、

$$0.50\text{mol/L} \times \frac{100}{1000} \text{L} = 5.0 \times 10^{-2} \text{mol}$$

H₂SO₄ のモル質量は 98g/mol で、うすめても溶質である H₂SO₄ の質量は同じなので、

$$x \times \frac{20}{100} = 98g/\text{mol} \times 5.0 \times 10^{-2} \text{mol}$$

$$x = 24.5g = 25g$$

- (2) 水溶液 1L(1000mL)に、酢酸 CH₃COOH が 0.20mol 含まれるので、水溶液 500mL(500/1000L)に含まれる酢酸の物質量は、

$$\text{溶質の物質質量 [mol]} = \text{モル濃度 [mol/L]} \times \text{体積 [L]} = 0.20\text{mol/L} \times \frac{500}{1000} \text{L} = 0.10\text{mol}$$

酢酸のモル質量は 60g/mol なので、0.10mol の質量は、60g/mol × 0.10mol = 6.0g

【5】濃度の換算

- (1) モル濃度は溶液 1L(=1000mL)中の溶質の物質質量 [mol] で表されるので、溶液 1000mL を考えると、その質量 [g] は密度 [g/cm³] × 体積 [cm³] より、1.8g/cm³ × 1000cm³ = 1800g になる。

濃硫酸の濃度が 98%なので、含まれる硫酸 H₂SO₄ は 1800 × (98/100)g であり、モル質量が 98g/mol より、

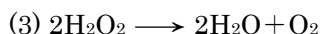
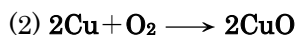
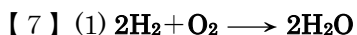
$$\frac{1800 \times (98/100)g}{98g/\text{mol}} = 18\text{mol}$$

この濃硫酸 1L に 18mol 含まれるので、モル濃度は 18mol/L である。

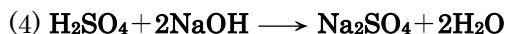
- (2) 溶液 1L を考えると、溶けている硫酸 H₂SO₄ は 0.40mol であり、その質量は 98 × 0.40g になる。一方、溶液 1L(=1000mL)の質量は、密度 × 体積より 1.05g/cm³ × 1000cm³ = 1050g である。

したがって、 $\frac{\text{溶質[g]}}{\text{溶液[g]}} \times 100 = \frac{98 \times 0.40g}{1050g} \times 100 = 3.73 = 3.7$

【6】(1) 2, 2, 2, 1 (2) 1, 6, 4 (3) 2, 1, 3, 2 (4) 2, 6, 2, 3 (5) 2, 1, 2, 1 (6) 2, 6, 2, 3



(酸化マンガン(IV)のような触媒や、過酸化水素を溶かしている溶媒の水は、反応式には書かない。)



【8】プロパンの燃焼

(1) 反応式から、1molのプロパン C_3H_8 と 5molの酸素 O_2 から 3molの二酸化炭素 CO_2 と 4molの水 H_2O が生成する。左から 1, 5, 3, 4

(2) 気体の場合、物質の比は体積比に等しいので、反応式の係数から体積関係を知ることができる。この反応では、標準状態において、 C_3H_8 22.4L と O_2 22.4×5L から CO_2 が 22.4×3L 生成するので、各物質の体積比が 1 : 5 : 3 になっている。 CO_2 は C_3H_8 の 3 倍の体積なので、 $5.6\text{L} \times 3 = 16.8\text{L} = 17\text{L}$

(別解) C_3H_8 5.6L は $\frac{5.6\text{L}}{22.4\text{L/mol}} = 0.25\text{mol}$ なので、発生する CO_2 は $0.25\text{mol} \times 3 = 0.75\text{mol}$ である。

したがって、その体積は、 $22.4\text{L/mol} \times 0.75\text{mol} = 16.8\text{L} = 17\text{L}$

(3) C_3H_8 のモル質量は 44g/mol なので、11g は $\frac{11\text{g}}{44\text{g/mol}} = 0.25\text{mol}$ である。

したがって、生成する H_2O は $0.25\text{mol} \times 4 = 1.0\text{mol}$ である。 H_2O のモル質量は 18g/mol なので、その質量は、 $18\text{g/mol} \times 1.0\text{mol} = 18\text{g}$

(4) 0.25mol の C_3H_8 の燃焼に必要な O_2 は $0.25\text{mol} \times 5 = 1.25\text{mol}$ であり、その体積は $22.4\text{L/mol} \times 1.25\text{mol} = 28.0\text{L}$ になる。空気の体積の $\frac{1}{5}$ が O_2 なので、空気は O_2 の 5 倍の体積を占める。

$$28.0\text{L} \times 5 = 140\text{L} = 1.4 \times 10^2\text{L}$$

【9】過酸化水素の分解

(1) 酸化マンガン(IV) MnO_2 は触媒なので、化学反応式には書かない。 $2\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

(2) 過酸化水素 H_2O_2 の濃度が 3.4% なので、 $100\text{g} \times \frac{3.4}{100} = 3.4\text{g}$

(3) H_2O_2 のモル質量は 34g/mol なので、 $\frac{3.4\text{g}}{34\text{g/mol}} = 0.10\text{mol}$ となる。

(4) 反応式から、2mol の過酸化水素 H_2O_2 から 1mol の酸素 O_2 が発生するので、 O_2 は $0.10\text{mol} \times 1/2 = 0.050\text{mol}$ である。したがって、その体積は、 $22.4\text{L/mol} \times 0.050\text{mol} = 1.12\text{L} = 1.1\text{L}$

【10】アルミニウムの反応

(1) 反応式より、2mol のアルミニウム Al と 3mol の硫酸 H_2SO_4 から 1mol の硫酸アルミニウム $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ と 3mol の水素 H_2 を生じることがわかる。左から 2, 3, 1, 3

(2) Al のモル質量は 27g/mol なので、5.4g は $\frac{5.4\text{g}}{27\text{g/mol}} = 0.20\text{mol}$ である。

したがって、発生する H_2 は $0.20\text{mol} \times 3/2 = 0.30\text{mol}$ であり、その体積は、 $22.4\text{L/mol} \times 0.30\text{mol} = 6.72\text{L} = 6.7\text{L}$

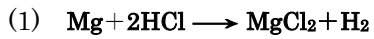
(3) 0.20mol の Al をすべて反応させるのに必要な H_2SO_4 は、 $0.20\text{mol} \times 3/2 = 0.30\text{mol}$

(4) 2.0mol/L の硫酸水溶液の体積を v [mL] とすると、この中に溶けている H_2SO_4 が 0.30mol なので、

$$2.0\text{mol/L} \times \frac{v}{1000}\text{L} = 0.30\text{mol}$$

$$v = 150\text{mL}$$

【1 1】過不足のある反応



(2) 用いた物質の物質量を求めると、

$$\text{マグネシウム} \quad \frac{0.96\text{g}}{24\text{g/mol}} = 4.0 \times 10^{-2} \text{mol}$$

$$\text{塩化水素} \quad 1.0\text{mol/L} \times \frac{50}{1000} \text{L} = 5.0 \times 10^{-2} \text{mol}$$

反応式から、1mol のマグネシウム Mg と 2mol の HCl が反応するので、HCl $5.0 \times 10^{-2} \text{mol}$ と反応した Mg は $5.0 \times 10^{-2} \times 1/2 = 2.5 \times 10^{-2} \text{mol}$ である。したがって、反応せずに残る物質は Mg で、その物質量は、

$$4.0 \times 10^{-2} \text{mol} - 2.5 \times 10^{-2} \text{mol} = 1.5 \times 10^{-2} \text{mol}$$

(3) 反応式より、1mol のマグネシウム Mg から 1mol の水素 H_2 が発生するので、発生した H_2 は $2.5 \times 10^{-2} \text{mol}$ である。したがって、その体積は、

$$22.4\text{L/mol} \times 2.5 \times 10^{-2} \text{mol} = 0.56\text{L} = 5.6 \times 10^2 \text{mL}$$