

# 化学

計算には次の数値を用いること。また、体積の単位リットル (liter) は、L で表す。

気体定数  
gas constant

$$R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol}) = 8.31 \text{ J}/(\text{K}\cdot\text{mol}) = 0.082 \text{ atm}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$$

アボガドロ定数  
Avogadro constant

$$N_A = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$$

標準状態  
standard state

$$0^\circ\text{C}, 1.0 \times 10^5 \text{ Pa} (= 1.0 \text{ atm})$$

原子量  
atomic weight

$$\text{H} : 1.0 \quad \text{He} : 4.0 \quad \text{C} : 12 \quad \text{N} : 14 \quad \text{O} : 16 \quad \text{Na} : 23 \quad \text{Cl} : 36$$

問 1 次の気体①～⑤のうち、分子内に不飽和結合 (unsaturated bond) を含まないものを一つ選びなさい。

1

① メタン  $\text{CH}_4$

② アセチレン  $\text{C}_2\text{H}_2$

③ 二酸化炭素  $\text{CO}_2$

④ 窒素  $\text{N}_2$

⑤ 酸素  $\text{O}_2$

問 2 次の 5 つの分子のうち、構成するすべての原子が同一平面 (plane) 上にあるものはいくつあるか。正しい数を下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

2

- メタン (methane)
- エチレン (ethylene) [エテン (ethene)]
- プロピレン (propylene) [プロペン (propene)]
- ベンゼン (benzene)
- アンモニア (ammonia)

① 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 5      ⑥ 0

問 3 次の記述 (a)～(c) について、正誤の組み合わせとして正しいものを、下の①～⑧の中から一つ選びなさい。

3

- (a) 原子の質量数 (mass number) は、原子核に含まれる陽子 (proton) の数と中性子 (neutron) の数の和に等しい。
- (b) 元素の原子量は、同位体 (isotope) の相対質量 (relative mass) とその存在比 (abundance ratio) から求められる平均値である。
- (c) 質量数 12 の炭素原子  $^{12}\text{C}$  1mol の質量は 12.00 g である。

|   | a | b | c |
|---|---|---|---|
| ① | 正 | 正 | 正 |
| ② | 正 | 正 | 誤 |
| ③ | 正 | 誤 | 正 |
| ④ | 誤 | 正 | 正 |
| ⑤ | 正 | 誤 | 誤 |
| ⑥ | 誤 | 正 | 誤 |
| ⑦ | 誤 | 誤 | 正 |
| ⑧ | 誤 | 誤 | 誤 |

問 4 次の水溶液 A および B に、それぞれ炭酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  10.6g を加えて、常温 (normal temperature) で完全に反応させると、気体が発生した。発生した気体の体積をそれぞれ  $V_A$ ,  $V_B$  とするとき、その関係として最も適当なものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

4

A 1.0 mol/L の塩酸 (HClaq) 100mL

B 3.0 mol/L の塩酸 (HClaq) 100mL

①  $V_B = 0.5V_A$

②  $V_B = V_A$

③  $V_B = 1.5V_A$

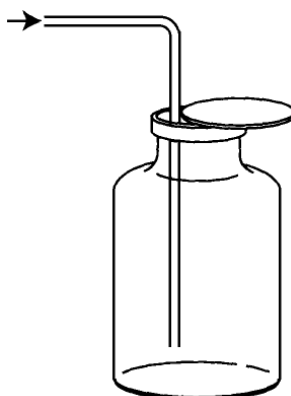
④  $V_B = 2V_A$

⑤  $V_B = 2.5V_A$

⑥  $V_B = 3V_A$

問 5 下の①～⑤の気体を実験室で発生させた。発生させた気体を集める方法として、図に示す下方置換 (downward delivery) が用いられる気体はどれか。最も適当なものを、①～⑤の中から一つ選びなさい。

5



① アセチレン  $\text{C}_2\text{H}_2$

② 水素  $\text{H}_2$

③ 塩化水素  $\text{HCl}$

④ アンモニア  $\text{NH}_3$

⑤ 一酸化窒素  $\text{NO}$

問 6 標準状態において、ヘリウム He と窒素 N<sub>2</sub> の混合気体 22.4L の質量は 8.8 g であった。この混合気体中のヘリウムの分圧 (partial pressure)(Pa) はいくらか。最も近い値を、次の①～④の中から一つ選びなさい。

6

①  $2.0 \times 10^4$  Pa

②  $4.0 \times 10^4$  Pa

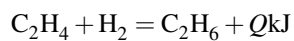
③  $5.0 \times 10^4$  Pa

④  $8.0 \times 10^4$  Pa

問 7 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> の生成熱 (heat of formation) は、それぞれ  $-53$  kJ/mol,  $84$  kJ/mol である。

次の熱化学方程式 (thermochemical equation) における反応熱 (heat of reaction)  $Q$  の値として最も適当なものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

7



①  $-137$  kJ

②  $-69$  kJ

③  $-31$  kJ

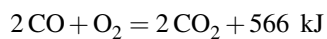
④  $31$  kJ

⑤  $69$  kJ

⑥  $137$  kJ

問 8 次の反応が平衡状態 (equilibrium state) にあるとき、操作 (a)～(c) によって平衡はそれぞれどうなるか。  
最も適当な組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

8

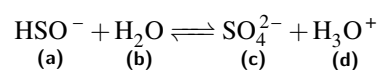


- (a) 温度を一定に保って、一酸化炭素 CO を加える。  
 (b) 温度を一定に保って、圧力を高くする。  
 (c) 圧力を一定に保って、温度を高くする。

|   | a      | b      | c      |
|---|--------|--------|--------|
| ① | 移動しない  | 左に移動する | 移動しない  |
| ② | 移動しない  | 移動しない  | 右に移動する |
| ③ | 左に移動する | 移動しない  | 左に移動する |
| ④ | 左に移動する | 右に移動する | 右に移動する |
| ⑤ | 右に移動する | 右に移動する | 左に移動する |
| ⑥ | 右に移動する | 左に移動する | 移動しない  |

問 9 次の反応にかかわる物質 (a)～(d) のうち、塩基 (base) としてはたらいっているものはどれか。正しい組み合わせを、下の①～④の中から一つ選びなさい。

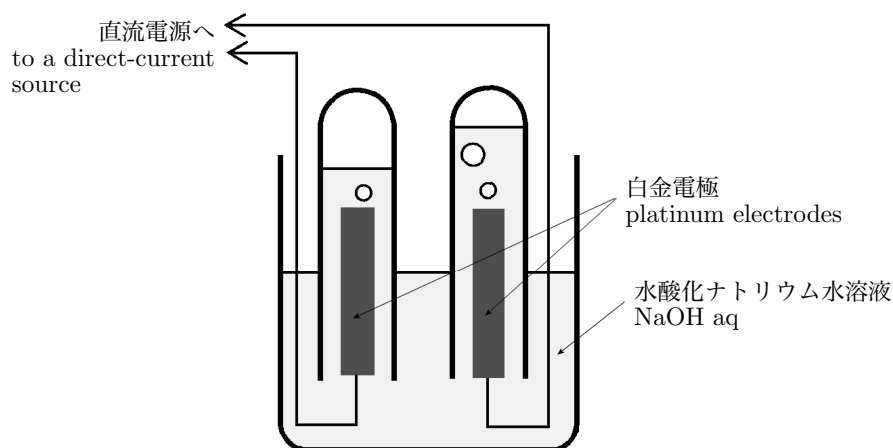
9



- ① a, c    ② a, d    ③ b, c    ④ b, d

問 10 次の図のような装置で水を電気分解 (electrolysis) した。この実験で発生する標準状態での水素  $\text{H}_2$  の体積に関する記述として正しいものを、下の①～④の中から一つ選びなさい。ただし、いずれの実験でも、流れた電気量は同じとする。

10



- ① 水酸化ナトリウム水溶液  $\text{NaOH aq}$  の濃度を 2 倍にすると、発生する水素の体積は 2 倍になる。  
 ② 水酸化ナトリウム水溶液を塩化ナトリウム水溶液  $\text{NaCl aq}$  に変えても、発生する水素の体積は変わらない。  
 ③ 電極 (electrode) の面積を  $\frac{1}{2}$  にすると、発生する水素の体積は  $\frac{1}{2}$  になる。  
 ④ 2 つの電極間の距離を 2 倍にすると、発生する水素の体積は  $\frac{1}{2}$  になる。

問 11 酸と塩基 (base) に関する次の記述 (a)～(c) について、正誤の組み合わせとして正しいものを、下の①～⑧の中から一つ選びなさい。

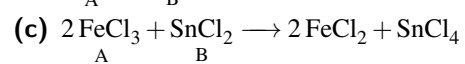
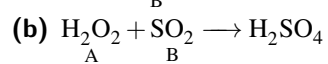
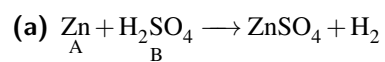
**11**

- (a) すべての中和 (neutralization) 反応の終点 (end point) は、 $\text{pH}=7$  である。  
(b)  $0.001 \text{ mol/L}$  の塩酸  $\text{HCl aq}$  は、水で 100 倍に希釈 (dilution) すると  $\text{pH}=5$  になる。  
(c)  $\text{pH}=12$  の水酸化ナトリウム水溶液  $\text{NaOH aq}$  は、水で 100 倍に希釈すると  $\text{pH}=10$  になる。

|   | a | b | c |
|---|---|---|---|
| ① | 正 | 正 | 正 |
| ② | 正 | 正 | 誤 |
| ③ | 正 | 誤 | 正 |
| ④ | 誤 | 正 | 正 |
| ⑤ | 正 | 誤 | 誤 |
| ⑥ | 誤 | 正 | 誤 |
| ⑦ | 誤 | 誤 | 正 |
| ⑧ | 誤 | 誤 | 誤 |

問 12 次の反応 (a)～(c) で，酸化剤 (oxidizing agent) としてはたらいっている物質は，それぞれ **A**, **B** のどちらか。組み合わせとして正しいものを，下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**12**



|   | a | b | c |
|---|---|---|---|
| ① | A | A | A |
| ② | A | A | B |
| ③ | A | B | A |
| ④ | B | A | A |
| ⑤ | B | B | A |
| ⑥ | B | B | B |



問 13 次の記述 (a)～(c) にそれぞれあてはまる気体を CO, HCl, H<sub>2</sub>S の中から選び、それらの組み合わせとして最も適当なものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**13**

- (a) 水に少し溶けて、弱酸性を示す。  
(b) アンモニア NH<sub>3</sub> と反応すると、白煙を生じる。  
(c) 空気中で燃え、生成する気体を石灰水 (lime water) に通じると白濁 (white turbidity) する。

|   | a                | b                | c                |
|---|------------------|------------------|------------------|
| ① | HCl              | CO               | H <sub>2</sub> S |
| ② | HCl              | H <sub>2</sub> S | CO               |
| ③ | H <sub>2</sub> S | HCl              | CO               |
| ④ | H <sub>2</sub> S | CO               | HCl              |
| ⑤ | CO               | HCl              | H <sub>2</sub> S |
| ⑥ | CO               | H <sub>2</sub> S | HCl              |

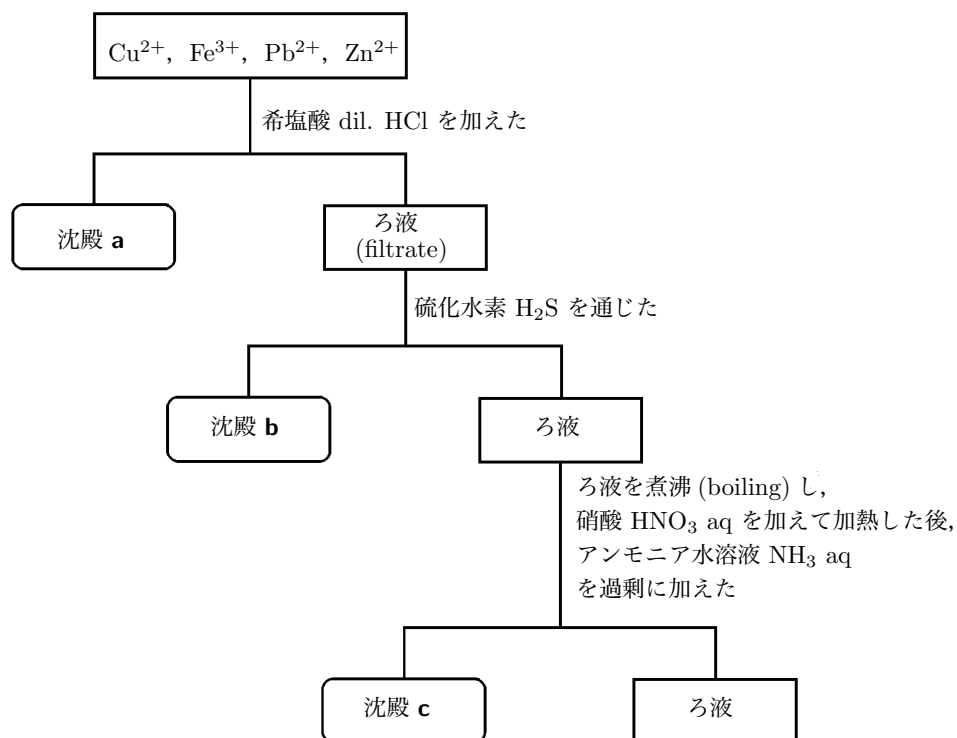
問 14 金属ナトリウム Na や金属カリウム K に関する次の記述①～⑤の中から、正しくないものを一つ選びなさい。

**14**

- ① 銀白色の金属光沢をもち、密度 (density) が小さく、比較的軟らかい。  
② 反応性に富み、強い酸化作用を示す。  
③ 水と激しく反応するので、石油中に保存する。  
④ 特有の炎色反応 (flame reaction) を示す。  
⑤ 水酸化物 (hydroxide) は水によく溶け、強い塩基性 (basicity) を示す。

問 15 金属イオン  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  を含む混合水溶液から，図に示した操作により金属イオンを沈殿 (precipitate) として分離した。生成した沈殿 **a**～**c** に主に含まれる金属イオンの組み合わせとして最も適当なものを，下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

15



|   | a                | b                | c                |
|---|------------------|------------------|------------------|
| ① | $\text{Pb}^{2+}$ | $\text{Cu}^{2+}$ | $\text{Fe}^{3+}$ |
| ② | $\text{Pb}^{2+}$ | $\text{Fe}^{3+}$ | $\text{Cu}^{2+}$ |
| ③ | $\text{Pb}^{2+}$ | $\text{Zn}^{2+}$ | $\text{Fe}^{3+}$ |
| ④ | $\text{Zn}^{2+}$ | $\text{Cu}^{2+}$ | $\text{Fe}^{3+}$ |
| ⑤ | $\text{Zn}^{2+}$ | $\text{Fe}^{3+}$ | $\text{Cu}^{2+}$ |
| ⑥ | $\text{Zn}^{2+}$ | $\text{Pb}^{2+}$ | $\text{Cu}^{2+}$ |

問 16 同じ質量 (mass) のメタン  $\text{CH}_4$  とメタノール  $\text{CH}_3\text{OH}$  をそれぞれ完全燃焼 (complete combustion) させる。この反応に必要な酸素  $\text{O}_2$  の質量と、発生する二酸化炭素  $\text{CO}_2$  の質量について、次の記述 (a)～(e) のうちで正しいものの組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**16**

- (a) 反応に必要な酸素の質量は、メタンのほうが少ない。
- (b) 反応に必要な酸素の質量は、メタンのほうが多い。
- (c) 反応で生じる二酸化炭素の質量は、メタンがメタノールの  $\frac{1}{2}$  である。
- (d) 反応で生じる二酸化炭素の質量は、メタンとメタノールで等しい。
- (e) 反応で生じる二酸化炭素の質量は、メタンがメタノールの 2 倍である。

① a, c   ② a, d   ③ a, e   ④ b, c   ⑤ b, d   ⑥ b, e

問 17 次の化合物 (a)～(d) のうち、構造異性体 (structural isomer) が存在するものはいくつあるか。正しい数を、下の①～④の中から一つ選びなさい。

**17**

- (a) 酢酸 (acetic acid)
- (b) アセトン (acetone) [2-プロパノン (2-propanone)]
- (c) エチルアルコール (ethyl alcohol) [エタノール (ethanol)]
- (d) プロパン (propane)

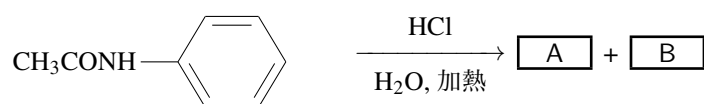
① 1   ② 2   ③ 3   ④ 4

問 18 分子式  $\text{C}_5\text{H}_{10}$  で表される二重結合 (double bond) をもつ化合物で、シス-トランス異性体 (cis-trans isomer) が存在するものはいくつあるか。正しい数を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

**18**

① 1   ② 2   ③ 3   ④ 4   ⑤ 0

問 19 アセトアニリド (acetanilide) を，塩酸酸性 (acidified with hydrochloric acid) の水溶液中で加熱すると加水分解 (hydrolysis) が起こる。



この反応の生成物 **A**，**B** の組み合わせとして最も適当なものを，次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**19**

|   | <b>A</b>                          | <b>B</b> |
|---|-----------------------------------|----------|
| ① | CH <sub>4</sub>                   | アニリン     |
| ② | CH <sub>4</sub>                   | クロロベンゼン  |
| ③ | CH <sub>3</sub> CONH <sub>2</sub> | アニリン塩酸塩  |
| ④ | CH <sub>3</sub> CONH <sub>2</sub> | クロロベンゼン  |
| ⑤ | CH <sub>3</sub> COOH              | アニリン     |
| ⑥ | CH <sub>3</sub> COOH              | アニリン塩酸塩  |

注) アニリン (aniline)，クロロベンゼン (chlorobenzene)，アニリン塩酸塩 (aniline hydrochloride)

問 20 安息香酸  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ ，アニリン  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ ，フェノール  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  をジエチルエーテル ( $\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$  に溶かした混合溶液がある。この溶液に，次の水溶液 (a) または (b) を加えてよく振ったとき，エーテル層 (etherlayer) から水層 (aqueous layer) に移る物質はそれぞれ何か。最も適当な組み合わせを，下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**20**

(a) 希塩酸 dil. HCl

(b) 炭酸水素ナトリウム水溶液  $\text{NaHCO}_3$  aq

|   | a     | b     |
|---|-------|-------|
| ① | アニリン  | アニリン  |
| ② | アニリン  | フェノール |
| ③ | アニリン  | 安息香酸  |
| ④ | フェノール | アニリン  |
| ⑤ | フェノール | フェノール |
| ⑥ | フェノール | 安息香酸  |

## 解答

| 問   | 問 1       | 問 2       | 問 3       | 問 4       | 問 5       | 問 6       | 問 7       | 問 8       | 問 9       | 問 10      |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 解答欄 | <b>1</b>  | <b>2</b>  | <b>3</b>  | <b>4</b>  | <b>5</b>  | <b>6</b>  | <b>7</b>  | <b>8</b>  | <b>9</b>  | <b>10</b> |
| 正解  | 1         | 2         | 1         | 4         | 3         | 4         | 6         | 5         | 3         | 2         |
| 問   | 問 11      | 問 12      | 問 13      | 問 14      | 問 15      | 問 16      | 問 17      | 問 18      | 問 19      | 問 20      |
| 解答欄 | <b>11</b> | <b>12</b> | <b>13</b> | <b>14</b> | <b>15</b> | <b>16</b> | <b>17</b> | <b>18</b> | <b>19</b> | <b>20</b> |
| 正解  | 4         | 4         | 3         | 2         | 1         | 6         | 3         | 1         | 6         | 3         |

2010.11.16 初版

okd

小春論壇 <http://www.xiaochuncnjp.com/>

mone!工作組 <http://monemone.co.de/>