

## 化 学

解答範囲は、解答番号  から  までです。

大問Ⅰの解答範囲は、解答番号  から  までです。

Ⅰ 次の(1)～(3)の文章を読んで、(1)の文章については後の問い(問1～問7)に、(2)の文章については後の問い(問8～問11)に、(3)の文章については後の問い(問12～問16)に、それぞれ答えなさい。

必要であれば、原子量は次の値を用いなさい。

H = 1.0, C = 12, O = 16

気体定数  $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$

- (1) 液体に、他の物質が溶けて均一に混じり合うことを溶解という。液体に溶けている物質を【1-A】、溶かしている液体は【1-B】という。溶解によってできた液体を溶液といい、【1-B】が水の場合は水溶液という。溶液中に溶けている【1-A】の割合を濃度という。溶液の濃度を表すには、質量パーセント濃度やモル濃度が用いられる。例えば、水100gに塩化ナトリウムを25g溶かした水溶液の質量パーセント濃度は【2】%である。また、グルコース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ を9.0gはかり、水を加えて500mLにしたとき、この水溶液のモル濃度は【3】mol/Lとなる。正確なモル濃度の溶液を調製するには、【1-A】の質量、溶液の体積を正確に測定する必要がある。一

定体積の水溶液の調製には、図1のような器具、【4】が用いられる。【1-A】を純水で完全に溶かした水溶液をすべて【4】に移したのち、液面は【5】の底部が標線に合うように純水を入れて一定体積にする。

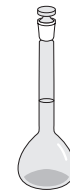


図1 一定体積の水溶液の調製に用いる器具

一般に、一定量の【1-B】に溶ける【1-A】の量には限度がある。その限度まで【1-A】を溶かした溶液を飽和溶液といい、ある温度で溶解する【1-A】の最大値をその温度における溶解度という。例えば、硝酸カリウム $\text{KNO}_3$ は、水100gに、40℃で62g、25℃で36g溶けるとする。40℃の飽和水溶液の質量パーセント濃度は【6】%である。また、40℃の飽和水溶液100gを25℃に冷却すると、析出する硝酸カリウムは【7】gとなる。

問1 空所【1-A】、【1-B】に当てはまる組合せとして最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

|   | 【1-A】 | 【1-B】 |
|---|-------|-------|
| ① | 電解液   | 電解質   |
| ② | 電解質   | 電解液   |
| ③ | 電解液   | 溶媒    |
| ④ | 溶質    | 電解質   |
| ⑤ | 溶質    | 溶媒    |
| ⑥ | 溶媒    | 溶質    |

問2 空所【2】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

① 15    ② 20    ③ 25    ④ 30    ⑤ 35    ⑥ 40

問3 空所【3】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

① 0.10    ② 0.20    ③ 0.30    ④ 0.40    ⑤ 0.50    ⑥ 0.60

問4 空所【4】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

① 駒込ビベット    ② ビーカー    ③ ビュレット  
 ④ ホールビベット    ⑤ メスシリンダー    ⑥ メスフラスコ

問5 空所【5】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

① 安全ピペッター    ② ガラス棒    ③ 濃度  
 ④ メスシリンダー    ⑤ メニスカス    ⑥ ろうと

問6 空所【6】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

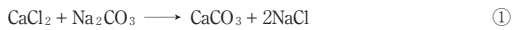
① 24    ② 38    ③ 46    ④ 58    ⑤ 62    ⑥ 72

問7 空所【7】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

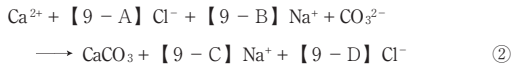
解答番号

① 6.0    ② 12    ③ 16    ④ 20    ⑤ 22    ⑥ 26

(2) 塩化カルシウム  $\text{CaCl}_2$  水溶液に炭酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  水溶液を加えると、炭酸カルシウム  $\text{CaCO}_3$  の【 8 】色沈殿が生じる。この変化を化学反応式で表すと、式 ① のようになる。



ここで、 $\text{CaCl}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、塩化ナトリウム  $\text{NaCl}$  は水溶液中で電離してイオンになっているので、式 ② のように表すこともできる。



$\text{Na}^+$  と  $\text{Cl}^-$  は反応の前後で変化しないので、これらを両辺から消去すると、式 ③ のように表される。



式 ③ のように、イオンが関係する反応では、反応に関与しないイオンを省略した反応式が示される場合があり、これを【 10 】という。【 10 】の両辺では、原子の種類と数だけでなく、【 11 】の総和も等しい。

問8 空所【 8 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

- ① 赤    ② 黄    ③ 黒    ④ 白    ⑤ 橙    ⑥ 紫

問9 空所【9-A】～【9-D】に当てはまる組合せとして最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

|   | 【9-A】 | 【9-B】 | 【9-C】 | 【9-D】 |
|---|-------|-------|-------|-------|
| ① | 1     | 1     | 2     | 1     |
| ② | 1     | 2     | 1     | 1     |
| ③ | 1     | 2     | 2     | 1     |
| ④ | 2     | 1     | 1     | 1     |
| ⑤ | 2     | 2     | 2     | 1     |
| ⑥ | 2     | 2     | 2     | 2     |

問10 空所【 10 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

- ① イオン化傾向    ② イオン反応式    ③ 組成式  
④ 分子式    ⑤ 分子量    ⑥ 未定係数法

問11 空所【 11 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

- ① 潮解性    ② 電荷    ③ 電子親和力  
④ 分子量    ⑤ 密度    ⑥ 溶解度

(3) アルカンは燃えやすく、燃焼の際に多量の熱を生じるので、主に燃料として用いられる。プロパン  $\text{C}_3\text{H}_8$  を完全燃焼させると、二酸化炭素と水が生成する。この反応を化学反応式で表すと、次の式 ④ のようになる。



プロパン 4.4 g を完全燃焼させた場合について考えてみよう。プロパンのモル質量は【 12 】g/mol であることから、プロパン 4.4 g の物質量は【 13 】mol となる。【 13 】mol のプロパンを完全燃焼させた時に反応する酸素の物質量は【 14 】mol である。このとき、発生した二酸化炭素の物質量は【 15 】mol であり、この体積は、0℃、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  で【 16 】L である。

問12 空所【 12 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

- ① 16    ② 24    ③ 30    ④ 44    ⑤ 58    ⑥ 68

問13 空所【 13 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

- ① 0.0010    ② 0.010    ③ 0.10    ④ 1.0    ⑤ 10

問14 空所【 14 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

- ① 0.010    ② 0.040    ③ 0.20  
④ 0.50    ⑤ 0.80    ⑥ 1.0

問15 空所【 15 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

- ① 0.050    ② 0.10    ③ 0.15  
④ 0.30    ⑤ 1.0    ⑥ 2.0

問16 空所【 16 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

- ① 1.1    ② 2.2    ③ 3.4    ④ 6.7    ⑤ 22    ⑥ 45

大問Ⅱの解答範囲は、解答番号 17 から 28 までです。

Ⅱ 次の (1) および (2) の文章を読んで、(1) の文章については後の問い (問1～問5) に、(2) の文章については後の問い (問6～問8) に、それぞれ答えなさい。

(1) 金属元素は、その単体が金属光沢を示し、電気や熱をよく導くという性質を示す元素であり、その原子は【 1 】になりやすい。金属元素以外の元素は非金属元素といい、すべて【 2 】である。【 2 】の原子では、貴ガス（希ガス）を除くと元素の周期表の左から右へ向かって価電子の数が1つずつ増加する。また、周期表の【 3 】。

周期表の3～12族に属する元素は【 4 】という。その原子は原子番号が増加すると【 5 】であり、【 6 】化学的性質が似ている。

問1 空所【 1 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 17

- ① 価電子を放出して陽イオン
- ② 価電子を放出して陰イオン
- ③ 電子を受け取って陽イオン
- ④ 電子を受け取って陰イオン

問4 空所【 5 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 21

- ① 内側の電子殻に電子が配置され、最外殻電子の数は1または2
- ② 内側の電子殻に電子が配置され、最外殻電子の数は常に1
- ③ 内側の電子殻の電子が一つずつ減少し、価電子の数は常に1
- ④ 内側の電子殻の電子が一つずつ減少し、価電子の数は1または2
- ⑤ 最も外側の電子殻に電子が配置され、最外殻電子の数は常に1

問5 空所【 6 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 22

- ① 原子番号が奇数の元素どうしの
- ② 原子番号が偶数の元素どうしの
- ③ 上下に隣接する元素どうしの
- ④ すべて
- ⑤ 同族元素だけでなく周期（横）方向に隣接する元素とも

問2 空所【 2 】, 【 4 】に当てはまる最も適当なものを、次の中からそれぞれ一つずつ選びなさい。

空所【 2 】は、解答番号 18

空所【 4 】は、解答番号 19

- ① アモルファス
- ② アルカリ金属
- ③ アルカリ土類金属
- ④ 貴ガス（希ガス）
- ⑤ 遷移元素
- ⑥ 典型元素

問3 空所【 3 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 20

- ① 同じ周期の元素どうしの化学的性質が似ている
- ② 同じ周期で右へ行くほどその単体の融点が高くなる
- ③ 同族元素どうしの化学的性質が似ている
- ④ 同族元素どうしではその単体の密度はほぼ同じである
- ⑤ 同族元素どうしではその単体の融点はほぼ同じである
- ⑥ 同族元素では下へ行くほど原子半径が小さくなる
- ⑦ 左下へ行くほど原子半径が小さくなる
- ⑧ 右上へ行くほど陽性が強くなる

(2) 最も身近な金属である鉄は、世界の金属生産量の大部分を占め、古くからわれわれの生活に利用されている。鉄 Fe は主成分が【 7 】である赤鉄鉱せきてっこうや主成分が【 8 】である磁鉄鉱じてつこうなどの鉄鉱石として産出し、これら鉄鉱石をコークスから生じた【 9 】で還元することにより得られている。このとき得られる鉄は【 10 】と呼ばれ、約4%の炭素を含み硬くてもろい。この【 10 】を融解して転炉に移し、酸素を吹き込み炭素含有量を0.02～2%に減少させた鉄を【 11 】といい、硬くてねばり強い。また、鉄とクロムなどとの合金は【 12 】と呼ばれ、さびにくい。

問6 空所【 7 】, 【 8 】に当てはまる最も適当なものを、次の中からそれぞれ一つずつ選びなさい。

空所【 7 】は、解答番号 23

空所【 8 】は、解答番号 24

- ① FeCl<sub>3</sub>
- ② FeO
- ③ Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- ④ Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>
- ⑤ Fe(OH)<sub>2</sub>
- ⑥ FeS
- ⑦ FeSO<sub>4</sub>
- ⑧ K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]
- ⑨ K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]

問7 空所【 9 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 25

- ① 一酸化炭素
- ② 塩素
- ③ 水蒸気
- ④ 二酸化硫黄
- ⑤ 二酸化炭素
- ⑥ 硫化水素

問8 空所【 10 】～【 12 】に当てはまる最も適当なものを、  
次の中からそれぞれ一つずつ選びなさい。

- 空所【 10 】は、解答番号
- 空所【 11 】は、解答番号
- 空所【 12 】は、解答番号
- ① 銅 ② 砂鉄 ③ ジュラルミン  
④ ステンレス鋼 ⑤ スラグ ⑥ 銑鉄  
⑦ ベンガラ ⑧ ニクロム ⑨ MK 銅

大問Ⅲの解答範囲は、解答番号  から  までです。

Ⅲ 次の(1)および(2)の文章を読んで、(1)の文章については後の問い  
(問1～問7)に、(2)の文章については後の問い(問8～問11)に、そ  
れぞれ答えなさい。

必要であれば、原子量は次の値を用いなさい。

H = 1.0, C = 12, O = 16, K = 39, I = 127

(1) グリセリンと高級脂肪酸とがエステル結合した構造をもつ化合物を、  
油脂という。油脂の構造式は図1に示す通りで、R、R'、R''は炭化水  
素基である。

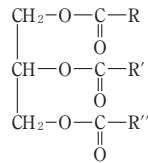


図1 油脂の構造式

一般にパルミチン酸やステアリン酸のような【1-A】脂肪酸を多  
く含む油脂は常温で固体であるが、オレイン酸やリノール酸のような  
【1-B】脂肪酸を多く含む油脂は常温で液体である。

油脂Aがグリセリン1分子とステアリン酸C<sub>17</sub>H<sub>35</sub>COOH1分子、オ  
レイン酸C<sub>17</sub>H<sub>33</sub>COOH1分子、リノール酸C<sub>17</sub>H<sub>31</sub>COOH1分子から構  
成される油脂とする。この油脂A1分子に含まれる炭素原子間の二重

結合C=Cの数は全部で【 2 】であり、分子量は【 3 】であ  
る。油脂A 4.42 gに水酸化カリウムが過不足なく反応したとすると、  
水酸化カリウムKOHは【 4 】g必要である。けん化価は油脂1 g  
を完全にけん化するのに必要な水酸化カリウムの質量なので、油脂A  
のけん化価(mg単位)は【 5 】である。油脂A 4.42 gをヨウ素  
I<sub>2</sub>と過不足なく反応させると、ヨウ素は【 6 】g必要である。ヨ  
ウ素価は油脂100 gに付加するヨウ素の質量なので油脂Aのヨウ素価  
(g単位)は【 7 】である。

問1 空所【1-A】、【1-B】に当てはまる最も適当な組み合わせ  
を、次の中から一つ選びなさい。

解答番号

|   | 【1-A】  | 【1-B】  |
|---|--------|--------|
| ① | 枝分かれ状の | 直鎖状の   |
| ② | 直鎖状の   | 枝分かれ状の |
| ③ | 飽和     | 不飽和    |
| ④ | 不飽和    | 飽和     |

問2 空所【 2 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一  
つ選びなさい。

解答番号

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

問3 空所【 3 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一  
つ選びなさい。

解答番号

- ① 442 ② 443 ③ 444 ④ 445  
⑤ 884 ⑥ 886 ⑦ 888 ⑧ 890

問4 空所【 4 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一  
つ選びなさい。

解答番号

- ① 0.40 ② 0.42 ③ 0.44 ④ 0.46 ⑤ 0.48  
⑥ 0.80 ⑦ 0.82 ⑧ 0.84 ⑨ 0.86 ⑩ 0.88

問5 空所【 5 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一  
つ選びなさい。

解答番号

- ① 85 ② 90 ③ 95 ④ 100 ⑤ 105  
⑥ 170 ⑦ 180 ⑧ 190 ⑨ 200 ⑩ 210

問6 空所【 6 】に当てはまる最も適当なものを、次の中から一  
つ選びなさい。

解答番号

- ① 0.19 ② 0.48 ③ 0.96 ④ 1.4 ⑤ 1.9  
⑥ 3.8 ⑦ 4.8 ⑧ 5.8 ⑨ 6.7 ⑩ 7.7

問7 空所【 7 】に当てはまる最も適切なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 35

- ① 2.16      ② 4.31      ③ 8.62      ④ 21.6      ⑤ 43.1  
 ⑥ 86.2      ⑦ 216      ⑧ 431      ⑨ 862

(2) 油脂を水酸化ナトリウムで加水分解して得られる脂肪酸ナトリウムはセッケンである。セッケンは【 8 】の塩なので、水に溶かすと弱塩基性を示す。セッケンが汚れを落とすのは疎水性の炭化水素基と親水性の原子団 $\text{-COO}^-\text{Na}^+$ があるからである。セッケンを水に溶かすと疎水基を内側に、親水基を外側に向けた【 9 】を形成する。また硬水でセッケンを用いると【 10 】ため、洗浄作用は低下する。  
 合成洗剤は、例えば疎水基に【11-A】、親水基に【11-B】のある化合物である。合成洗剤の水溶液は中性を示し、硬水中で使用しても不溶性の塩をつくらず、洗浄作用は保たれる。

問8 空所【 8 】に当てはまる最も適切なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 36

- ① 弱酸と弱塩基      ② 弱酸と強塩基      ③ 弱酸と弱酸  
 ④ 弱塩基と弱塩基      ⑤ 強酸と弱塩基      ⑥ 強酸と強塩基  
 ⑦ 強酸と強酸      ⑧ 強塩基と強塩基

問9 空所【 9 】に当てはまる最も適切なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 37

- ① 硬化油      ② 結晶      ③ ミセル      ④ 舟形  
 ⑤  $\text{sp}$  混成軌道      ⑥  $\text{sp}^2$  混成軌道      ⑦  $\text{sp}^3$  混成軌道

問10 空所【 10 】に当てはまる最も適切なものを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 38

- ①  $\text{Ca}^{2+}$  と反応して沈殿を生じる  
 ②  $\text{K}^+$  と反応して沈殿を生じる  
 ③  $\text{Na}^+$  と反応して沈殿を生じる  
 ④  $\text{Ca}^{2+}$  と反応して水溶液が酸性になる  
 ⑤  $\text{K}^+$  と反応して水溶液が酸性になる  
 ⑥  $\text{Na}^+$  と反応して水溶液が酸性になる  
 ⑦  $\text{Ca}^{2+}$  と反応して水溶液が塩基性になる  
 ⑧  $\text{K}^+$  と反応して水溶液が塩基性になる  
 ⑨  $\text{Na}^+$  と反応して水溶液が塩基性になる

問11 空所【11-A】、【11-B】に当てはまる最も適切な組み合わせを、次の中から一つ選びなさい。

解答番号 39

|   | 【11-A】                                   | 【11-B】                   |
|---|------------------------------------------|--------------------------|
| ① | $\text{-C}_{12}\text{H}_{24}\text{OH}$   | $\text{-Cl}$             |
| ② | $\text{-C}_{12}\text{H}_{24}\text{COOH}$ | $\text{-Cl}$             |
| ③ | $\text{-C}_{12}\text{H}_{25}$            | $\text{-Cl}$             |
| ④ | $\text{-C}_{12}\text{H}_{24}\text{OH}$   | $\text{-OSO}_3\text{Na}$ |
| ⑤ | $\text{-C}_{12}\text{H}_{24}\text{COOH}$ | $\text{-OSO}_3\text{Na}$ |
| ⑥ | $\text{-C}_{12}\text{H}_{25}$            | $\text{-OSO}_3\text{Na}$ |