

# 化学基础·化学

## 化学基礎・化学

必要があれば，原子量や定数などは次の値を用いること。

原子量 H : 1.0    C : 12    O : 16    Na : 23

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

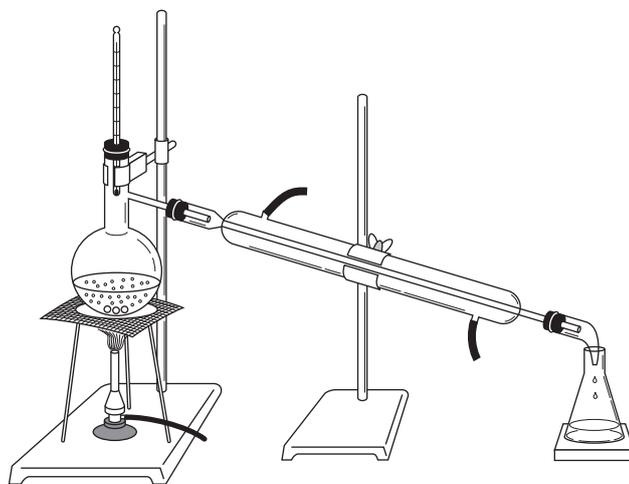
$0^\circ\text{C}$ ， $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  (標準状態) で気体 1 mol が占める体積 22.4 L

**第1問** 次の各問いに答えよ。

問1 化合物である物質として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 黒鉛      ② 水銀      ③ 塩酸      ④ 銅      ⑤ アンモニア

問2 塩化ナトリウム水溶液に誤ってエタノール(沸点  $78^\circ\text{C}$ )を加えてしまった。この溶液から各物質を次の図の装置を用いて分離するとき，各物質が得られる順序として最も適当なものを，下の①～⑥のうちから一つ選べ。



- ① 塩化ナトリウム→水→エタノール  
 ② 塩化ナトリウム→エタノール→水  
 ③ 水→エタノール→塩化ナトリウム  
 ④ 水→塩化ナトリウム→エタノール  
 ⑤ エタノール→塩化ナトリウム→水  
 ⑥ エタノール→水→塩化ナトリウム

問3 水の状態変化に関する次の文中で、下線で示す語句に誤りを含むものはどれか。すべて選んだものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 3

氷を一定の割合で加熱していくと  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  で<sub>(a)</sub>融解が始まり、すべて水になるまで温度は一定に保たれる。さらに加熱を続け  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  になると水の内部からも水蒸気になり気泡が生じる。この現象を<sub>(b)</sub>蒸発という。加熱を続けてもすべて水蒸気になるまで温度は一定に保たれ、このときの温度を<sub>(c)</sub>沸点という。

- ① aのみ      ② bのみ      ③ cのみ  
 ④ aとb      ⑤ aとc      ⑥ bとc

問4 次の記述中の空欄 ア ・ イ に当てはまる数値・語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 4

粒子の熱運動は、温度が低くなると次第に穏やかになり、ア になると停止する。この温度を基準とした温度を絶対温度といい、絶対温度が  $T\text{ [K]}$  のとき、セルシウス温度では イ  $^{\circ}\text{C}$  と表すことができる。

	ア	イ
①	絶対零度	$273 - T$
②	絶対零度	$273 + T$
③	絶対零度	$T - 273$
④	$0\text{ }^{\circ}\text{C}$	$273 - T$
⑤	$0\text{ }^{\circ}\text{C}$	$273 + T$
⑥	$0\text{ }^{\circ}\text{C}$	$T - 273$

問5 次の5種類の原子について、電子の数、中性子の数が誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 5

	原子	電子の数	中性子の数
①	${}^1\text{H}$	1	1
②	${}^{20}\text{Ne}$	10	10
③	${}^{26}\text{Mg}$	12	14
④	${}^{38}\text{Ar}$	18	20
⑤	${}^{42}\text{Ca}$	20	22

問6 元素の周期表に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

6

- ① 同族元素(族が同じ元素)の原子は、最外殻に属する電子の数が同じである。
- ② 周期は、第1周期から第7周期までである。
- ③ 非金属元素より、金属元素の種類の方が多い。
- ④ 3～11族の元素を遷移元素といい、すべて金属元素である。
- ⑤ 元素を原子番号の順に並べてあり、典型元素では性質のよく似た元素が縦に並んでいる。

問7 日常生活の化学に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

7

- ① 炭素繊維(カーボン繊維)は、軽くて腐食せず、スポーツ用品などに用いられている。
- ② 陶磁器やガラスなどの非金属材料を、セラミックスという。
- ③ 靴下や釣り糸などに使われているビニロンは、世界で初めて作られた合成繊維である。
- ④ アルミニウム缶をリサイクルすると、原料からつくるよりも $\frac{1}{10}$ 以下の電力でつくることができる。
- ⑤ 自然界の微生物のはたらきで分解される、生分解性プラスチックが実用化されている。

**第2問** 次の各問いに答えよ。

**問1** 次の各化合物を構成するイオンについて、陽イオンと陰イオンの電子配置が同じものはどれか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 8

- ①  $\text{AlCl}_3$       ②  $\text{CaO}$       ③  $\text{KBr}$       ④  $\text{MgO}$       ⑤  $\text{Na}_2\text{S}$

**問2** 分子結晶に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 9

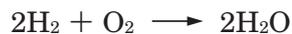
- ① 固体の状態でも融解して液体の状態でも、電気を導かない。  
 ② 分子結晶の分子間にはたらく力は、イオン結合の力より弱い。  
 ③ ヨウ素やドライアイスのように、昇華するものがある。  
 ④ 常温で気体や液体のものが多く、融点や沸点が低い。  
 ⑤ 分子結晶を温めると、原子間の共有結合が切れて、分子が離れていく。

**問3** 化学結合に関する次の記述中の空欄 ア・イ に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 10

オキソニウムイオンは、水分子中の酸素原子が水素イオン  $\text{H}^+$  に ア を一方的に与えて結びついている。また、錯イオンの一種である  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  は  $\text{Cu}^{2+}$  にアンモニア4分子が ア を与えて結合している。このような結合を イ 結合という。

	ア	イ
①	共有電子対	イオン
②	共有電子対	共有
③	共有電子対	配位
④	非共有電子対	イオン
⑤	非共有電子対	共有
⑥	非共有電子対	配位

問4 水素とメタンの混合気体 5.6 L に酸素を十分に加えて完全燃焼させると、次の化学反応式で示す反応が起こり、二酸化炭素 6.6 g と水が生成した。



これに関する次の各問いに答えよ。ただし、気体の体積はすべて  $0^\circ\text{C}$ ,  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  (標準状態) に換算した値で、生成する水はすべて液体とし、水の体積は無視できるとする。

(1) この混合気体 5.6 L 中のメタンの物質量は何 mol か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。  mol

- ① 0.050      ② 0.10      ③ 0.15      ④ 0.20      ⑤ 0.25

(2) 燃焼によって生成した水は何 g か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

g

- ① 4.5      ② 7.2      ③ 8.1      ④ 9.0      ⑤ 11

(3) このとき反応した酸素は、標準状態に換算して何 L か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。  L

- ① 2.2      ② 4.5      ③ 5.6      ④ 7.8      ⑤ 9.0

**第3問** 次の各問いに答えよ。

問1 酸素は  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $1.0 \times 10^5\text{ Pa}$  において、水  $1.0\text{ L}$  に  $1.2 \times 10^{-3}\text{ mol}$  溶ける。温度を  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$  に保ち、酸素の圧力を  $2.0 \times 10^5\text{ Pa}$  にしたとき、 $5.0\text{ L}$  の水に溶ける酸素の体積は、 $2.0 \times 10^5\text{ Pa}$  の下では何 mL か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 14 mL

- ① 30      ② 75      ③ 120      ④ 150      ⑤ 300

問2 次の図1のようにU字管の中央を半透膜で仕切り、左側にはある水溶液を、右側には純水を同体積入れ、温度一定の状態です長時間放置していたところ、図2のように液面の高さに差が生じた。水溶液の種類を変えて同じ実験をしたとき、液面の高さの差  $h$  が最も大きくなるのはどの水溶液か。最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、水溶液のモル濃度はすべて等しく、電解質は水溶液中で完全に電離しているものとする。 15

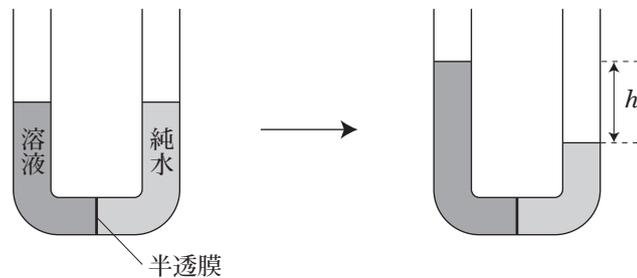
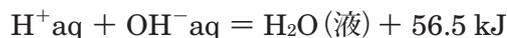


図1

図2

- |               |                   |
|---------------|-------------------|
| ① 塩化アルミニウム水溶液 | ② スクロース (ショ糖) 水溶液 |
| ③ 塩化ナトリウム水溶液  | ④ 硫酸銅(Ⅱ)水溶液       |
| ⑤ 硝酸カリウム水溶液   | ⑥ 酢酸カルシウム水溶液      |

問3 次の2種類の熱化学方程式に関する記述a～cについて、誤りを含む記述をすべて選んだものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、強酸と強塩基による中和熱は、酸や塩基の種類によらず56.5 kJであるとする。 16



- a NaOH(固)の溶解熱は44.5 kJ/molである。
- b H<sub>2</sub>O(液)の生成熱は56.5 kJ/molである。
- c 水溶液中で1 molのH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>と1 molのBa(OH)<sub>2</sub>が中和すると、中和によって発生する熱量は113 kJである。

- ① aのみ      ② bのみ      ③ cのみ
- ④ aとb      ⑤ aとc      ⑥ bとc

問4 二酸化窒素NO<sub>2</sub>(赤褐色)を密閉容器に封入して長時間放置していたところ、四酸化二窒素N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>(無色)が生成して平衡状態に達した。この反応の熱化学方程式は次の通りである。



この反応に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 17

- ① 体積を一定に保って容器を冷却すると、混合気体の色は濃くなる。
- ② 温度を一定に保って圧力を加えると、混合気体の色は一時的に濃くなるが、次第に薄くなる。
- ③ 温度を一定に保って圧力を加えると、混合気体の色は一時的に薄くなるが、次第に濃くなる。
- ④ 温度と体積を一定に保ってアルゴンを加えると、右向き反応が起こる。
- ⑤ 温度と全圧を一定に保ってアルゴンを加えると、右向き反応が起こる。

問5 0.010 mol/L 酢酸水溶液のpHはいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、電離定数は $K_a = 2.7 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 、 $\log_{10}3 = 0.48$ 、電離度は1に比べて非常に小さいとする。 18

- ① 1.0      ② 1.6      ③ 2.0      ④ 2.7      ⑤ 3.3      ⑥ 3.6

問6 次の記述のうち、希硫酸の性質として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

19

- ① 塩化ナトリウムと混合して加熱すると、塩化水素を発生する。
- ② 亜硫酸ナトリウムに加えると、二酸化硫黄を発生する。
- ③ 吸湿性が高く、乾燥剤として使用されている。
- ④ 銀とともに加熱すると、二酸化硫黄を発生する。
- ⑤ スクロース(ショ糖)に加えると、炭化する。

問7 次の記述中の空欄  ・  に当てはまる化合物の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 20

硫酸銅(Ⅱ)水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、青白色沈殿が生成し、この沈殿生成物を加熱すると黒色の物質  に変化する。 は希硫酸と反応すると  の水溶液になる。

	ア	イ
①	酸化銅(Ⅰ)	水酸化銅(Ⅱ)
②	酸化銅(Ⅰ)	硫酸銅(Ⅱ)
③	酸化銅(Ⅰ)	硫化銅(Ⅱ)
④	酸化銅(Ⅱ)	水酸化銅(Ⅱ)
⑤	酸化銅(Ⅱ)	硫酸銅(Ⅱ)
⑥	酸化銅(Ⅱ)	硫化銅(Ⅱ)

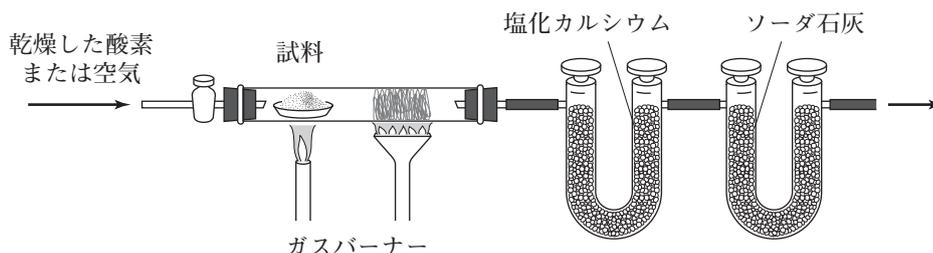
## 第4問 次の各問いに答えよ。

問1 アルコールに関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

21

- ① メタノールを酸化すると、アルデヒドを経てカルボン酸が得られる。
- ② エタノールとジエチルエーテルは、構造異性体の関係にある。
- ③ エタノールに単体のナトリウムを加えると、水素を発生する。
- ④ 2-プロパノールは、ヨードホルム反応を示す。
- ⑤ エチレングリコールは2価アルコールで、ポリエステル系繊維の原料として使われる。

問2 次の図のような装置を用いて、炭素、酸素、水素のみからなる有機化合物の試料 176 mg を完全燃焼させたところ、塩化カルシウム管の質量が 144 mg、ソーダ石灰管の質量が 352 mg それぞれ増加した。また、別の実験でこの有機化合物は1価のカルボン酸であることが分かっている。この有機化合物の分子式として最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 22



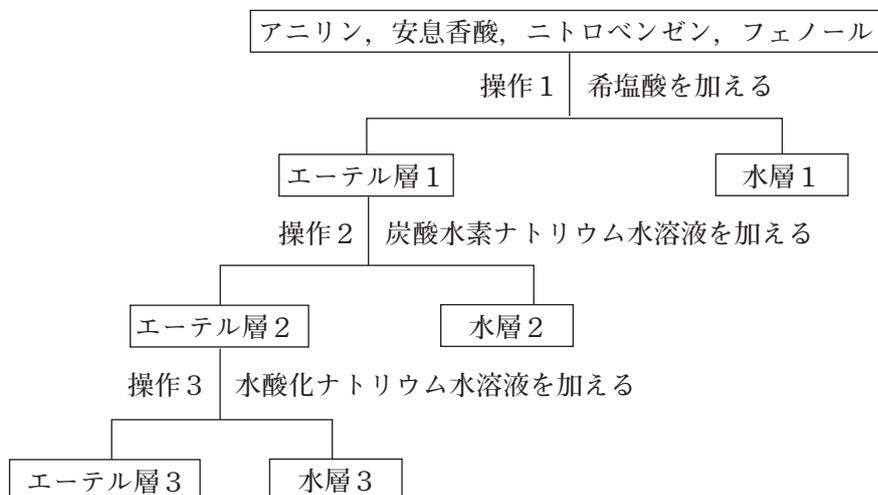
- |                                    |                                    |                                       |
|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| ① $\text{CH}_2\text{O}_2$          | ② $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$   | ③ $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$    |
| ④ $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ | ⑤ $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ | ⑥ $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$ |

問3 アセチレンは分子内に三重結合をもつ物質で、付加反応を起こしやすい。触媒を用いてアセチレンに酢酸を付加させると化合物Aが生成し、触媒の存在のもとでアセチレンを加熱すると3分子が結合して化合物Bが生成する。

化合物A、Bに関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 23

- ① A、Bともに、分子内に二重結合を含んでいる。
- ② Aが生成する反応をアセチル化といい、アミド結合を有する。
- ③ Aには幾何異性体が存在する。
- ④ Bは付加反応が起こりやすい化合物である。
- ⑤ Bを構成する原子はすべて同一平面上にある。

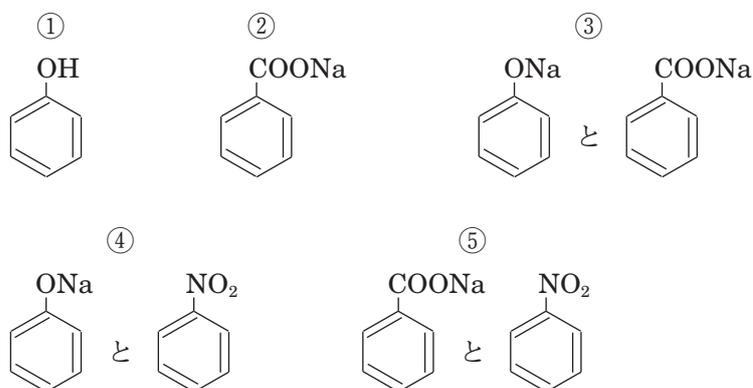
問4 アニリン、安息香酸、ニトロベンゼン、フェノールがジエチルエーテルに溶けている溶液がある。この溶液から溶解している物質を分離するために、次の図のような分離操作を行った。これに関する下の各問いに答えよ。



(1) 操作3で水層3に分離された化合物を、もとの有機化合物にする操作として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 24

- ① 塩酸を加える。
- ② 酢酸を加える。
- ③ 硫酸を加える。
- ④ 二酸化炭素を通じる。
- ⑤ 炭酸ナトリウム水溶液を加える。

(2) 操作2で炭酸水素ナトリウム水溶液の代わりに水酸化ナトリウム水溶液を加えたとき、水層2に分離される有機化合物の構造式をすべて示したものとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 25



(3) この分離操作と同じ手順を、次の5種類の化合物の混合物について行ったとき、水層2に分離されると考えられる化合物はどれか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、どの化合物も、塩酸で分解されないものとする。 26

- |                  |            |
|------------------|------------|
| ① アセチルサリチル酸      | ② サリチル酸メチル |
| ③ <i>p</i> -キシレン | ④ ナフタレン    |
| ⑤ トルエン           |            |

(化学基礎・化学の問題は終わり)