

# 化 学

( 解答番号  ~  )

必要があれば、次の数値を用いよ。

原子量：H = 1.0      C = 12.0      N = 14.0      O = 16.0

Na = 23.0      S = 32.1      Cu = 63.6      Pb = 207

アボガドロ定数： $N_A = 6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$

気体定数： $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

ファラデー定数： $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C}/\text{mol}$

※ この問題つづりに計算用紙をはさみこんでいます  
ので利用してください。

I 次の問い(問1～問6)に答えよ。(25点)

問1 次の①～⑤の元素のうち、元素の周期表の第3周期の元素を選べ。 1

① Ag      ② Co      ③ Fe      ④ Li      ⑤ P

問2 次の①～⑤の元素のうち、元素の周期表の2族の元素を選べ。 2

① C      ② Ca      ③ Cu      ④ He      ⑤ N

問3 次の①～⑤の元素のうち、原子の最外殻がM殻であり、そこに6個の電子をもつ元素を選べ。 3

① O      ② Al      ③ Si      ④ P      ⑤ S

問4 次の①～⑤の元素の原子のうち、電気陰性度が最も大きいものを選べ。 4

① F      ② O      ③ Cl      ④ Br      ⑤ N

問5 質量数が37の塩素原子の陽子の数と中性子の数の組み合わせとして、最も適当なものを、次の①～⑥から選べ。

5

	陽子の数	中性子の数
①	12	25
②	13	24
③	14	23
④	15	22
⑤	16	21
⑥	17	20

問6 次の記述における  および  に入る語の組み合わせとして、最も適当なものを、下の①～⑥から選べ。

6

2つの原子が接近し、互いの  が対をつくることによりできる化学結合のことを  という。

	ア	イ
①	不対電子	配位結合
②	不対電子	共有結合
③	不対電子	金属結合
④	非共有電子対	配位結合
⑤	非共有電子対	共有結合
⑥	非共有電子対	金属結合

II 次の記述を読んで、下の問い(問1～問5)に答えよ。(25点)

ある濃度のシュウ酸  $(\text{COOH})_2$  水溶液に、蒸留水を加えて体積が100倍になるように希釈した。希釈後の  $(\text{COOH})_2$  水溶液 10 mL を過不足なく中和するのに、0.050 mol/L の水酸化ナトリウム NaOH 水溶液 3.0 mL を要した。

質量パーセント濃度 9.0 % の酢酸  $\text{CH}_3\text{COOH}$  水溶液を蒸留水で希釈した。このとき、希釈後の  $\text{CH}_3\text{COOH}$  水溶液のモル濃度が、上述の希釈後の  $(\text{COOH})_2$  水溶液と同じモル濃度になるように希釈した。

希釈後の  $\text{CH}_3\text{COOH}$  水溶液 40 mL を、0.050 mol/L の NaOH 水溶液で過不足なく中和した。

問1 0.050 mol/L の NaOH 水溶液を 100 mL 調製するのに必要な NaOH の質量 [g] はいくらか。最も近い数値を、次の①～⑧から選べ。 7

- ①  $2.0 \times 10^{-1}$       ②  $5.0 \times 10^{-1}$       ③ 2.0      ④ 5.0  
⑤  $2.0 \times 10$       ⑥  $5.0 \times 10$       ⑦  $2.0 \times 10^2$       ⑧  $5.0 \times 10^2$

問2 希釈後の  $(\text{COOH})_2$  水溶液のモル濃度 [mol/L] はいくらか。最も近い数値を、次の①～⑧から選べ。 8

- ①  $1.5 \times 10^{-4}$       ②  $2.5 \times 10^{-4}$       ③  $5.0 \times 10^{-4}$       ④  $7.5 \times 10^{-4}$   
⑤  $1.5 \times 10^{-3}$       ⑥  $2.5 \times 10^{-3}$       ⑦  $5.0 \times 10^{-3}$       ⑧  $7.5 \times 10^{-3}$

問3 希釈前の  $(\text{COOH})_2$  水溶液の質量パーセント濃度 [%] はいくらか。最も近い数値を、次の①～⑧から選べ。ただし、希釈前の  $(\text{COOH})_2$  水溶液の密度は  $1.0 \text{ g/cm}^3$  とする。 9

- ① 1.4      ② 2.3      ③ 4.5      ④ 6.8  
⑤ 14      ⑥ 23      ⑦ 45      ⑧ 68

問4 希釈後の  $\text{CH}_3\text{COOH}$  水溶液の体積は、もとの質量パーセント濃度 9.0 % の  $\text{CH}_3\text{COOH}$  水溶液の体積の何倍か。最も近い数値を、次の①～⑧から選べ。  
ただし、希釈前の  $\text{CH}_3\text{COOH}$  水溶液の密度は  $1.0 \text{ g/cm}^3$  とする。 10

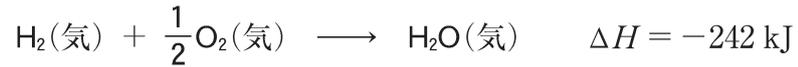
- ①  $2.0 \times 10$       ②  $3.0 \times 10$       ③  $6.0 \times 10$       ④  $1.0 \times 10^2$   
⑤  $2.0 \times 10^2$       ⑥  $3.0 \times 10^2$       ⑦  $6.0 \times 10^2$       ⑧  $1.0 \times 10^3$

問5 希釈後の  $\text{CH}_3\text{COOH}$  水溶液 40 mL を、過不足なく中和するのに要した  $\text{NaOH}$  水溶液の滴定量 [mL] はいくらか。最も近い数値を、次の①～⑧から選べ。 11

- ① 0.3      ② 0.6      ③ 1.0      ④ 1.5  
⑤ 3.0      ⑥ 6.0      ⑦ 10      ⑧ 15

Ⅲ 次の問い(問1～問3)に答えよ。(25点)

問1 H-Hの結合エネルギーは436 kJ/mol, O=Oの結合エネルギーは498 kJ/molであり, H<sub>2</sub>O(気)の生成エンタルピー[kJ/mol]は, 次の化学反応式で表される。



H<sub>2</sub>O(気) 1 mol 中のO-H結合をすべて切断するときのエンタルピー変化[kJ]はいくらか。最も近い数値を, 次の①～⑧から選べ。

12

- |        |        |        |       |
|--------|--------|--------|-------|
| ① -927 | ② -443 | ③ -429 | ④ -55 |
| ⑤ 55   | ⑥ 429  | ⑦ 443  | ⑧ 927 |

問2 次の文章を読んで、下の(1)・(2)に答えよ。

鉛蓄電池は、電解液に約38%の希硫酸が用いられており、化学反応式は、次の式で示される。



(1) 次の記述 a～cのうち、正しいものはどれか。最も適当なものを、下の①～⑧から選べ。

13

- a 外部電源をつなぎ、充電をおこなうと、式の左向きの反応が起こる。  
b 式の右向きの反応の際、電池の負極では硫酸鉛(Ⅱ)  $\text{PbSO}_4$  が酸化鉛(Ⅳ)  $\text{PbO}_2$  へと酸化される。  
c  $\text{PbSO}_4$  は水に難溶性の褐色の化合物である。

- ① a                                      ② b                                      ③ c  
④ a と b                                      ⑤ a と c                                      ⑥ b と c  
⑦ a と b と c                                      ⑧ 正しいものはない

(2) 平均電流 1.00 A で 193 分間、鉛蓄電池を放電させた。この時の負極と正極の質量はどのように変化するか。最も適当なものを、次の①～⑧から選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。

負極： 14

正極： 15

- ① 3.84 g 減少する                                      ② 3.84 g 増加する                                      ③ 5.76 g 減少する  
④ 5.76 g 増加する                                      ⑤ 7.67 g 減少する                                      ⑥ 7.67 g 増加する  
⑦ 11.5 g 減少する                                      ⑧ 11.5 g 増加する



IV 次の[イ]および[ロ]の問いに答えよ。(25点)

[イ] 次の記述を読んで、下の問い(問1・問2)に答えよ。

酸化銅(Ⅱ)  $\text{CuO}$  を希硫酸と反応させ、得られた溶液を数日放置すると青色の結晶  $\text{X}$  が析出した。この結晶  $\text{X}$  を十分に乾燥させたもの  $5.00 \text{ g}$  を、 $130^\circ\text{C}$  で十分に加熱すると、加熱後の質量は  $3.56 \text{ g}$  となった。

問1 結晶  $\text{X}$  の構造に関する次の記述 a ~ d のうち、正しいものの組み合わせを、下の①~⑥から選べ。

18

- a 4個の水分子が1個の銅イオン  $\text{Cu}^{2+}$  と配位結合している
- b 5個の水分子が1個の  $\text{Cu}^{2+}$  と配位結合している
- c 2個の硫酸イオン  $\text{SO}_4^{2-}$  が1個の  $\text{Cu}^{2+}$  と配位結合している
- d 1個の  $\text{SO}_4^{2-}$  が2個の水分子と水素結合している

- ① (a, b)                      ② (a, c)                      ③ (a, d)
- ④ (b, c)                      ⑤ (b, d)                      ⑥ (c, d)

問2  $130^\circ\text{C}$  で加熱後の物質の化学式として、最も適当なものを、次の①~⑥から選べ。

19

- ①  $\text{CuO}$                               ②  $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$                       ③  $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
- ④  $\text{CuSO}_4$                               ⑤  $\text{CuOH}$                               ⑥  $\text{Cu}(\text{OH})_2$

[ロ] 次の記述を読んで、下の問い(問1～問4)に答えよ。

丸底フラスコに、エタノール 1.0 mol と酢酸 1.0 mol を混合し、冷却しながら濃硫酸 0.020 mol を少しずつ添加し、反応液に沸騰石を入れ、丸底フラスコに冷却用のガラス管を取り付け、加熱還流をおこない、ある化合物を合成した。

1 時間後に加熱を止め、室温まで放冷した後、反応液に冷水を加えた。分液ろうとに移し、ジエチルエーテルを加えた後、よく振り混ぜて静置すると二層に分離した。エーテル層を分取し、飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加えてよく振り混ぜた後、水層を廃棄した。分取したエーテル層に新たに水を加えてよく振り混ぜた後、水層を廃棄した。次に、よく乾燥させた三角フラスコに、エーテル層を移し、無水塩化カルシウムを加えて一晩放置した。次の日、放置しておいた試料をろ過して塩化カルシウムを除き、ろ液を静置して残留しているジエチルエーテルを十分に取り除いた後に、76℃で蒸留した。集められた無色透明な液体の質量は 62 g で、芳香を示した。

問1 実験で得られた芳香を持つ無色透明な液体の化学式と化合物名の組み合わせとして、最も適当なものを、次の①～⑥から選べ。

20

	化学式	化合物名
①	$\text{HCOOC}_2\text{H}_5$	ギ酸メチル
②	$\text{HCOOC}_2\text{H}_5$	酢酸エチル
③	$\text{CH}_3\text{COOCH}_3$	ギ酸メチル
④	$\text{CH}_3\text{COOCH}_3$	酢酸エチル
⑤	$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$	ギ酸メチル
⑥	$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$	酢酸エチル

問2 分液ろうとを用いた分離操作によって、上層と下層に分離した。上層の主な成分とその特徴の組み合わせとして、最も適当なものを、次の①～⑥から選べ。

21

	上層の主な成分	上層の主な成分の特徴
①	水	下層の主成分よりも沸点が高い
②	水	引火しやすく、麻酔作用がある
③	ジエチルエーテル	下層の主成分よりも沸点が高い
④	ジエチルエーテル	引火しやすく、麻酔作用がある
⑤	酢酸	下層の主成分よりも沸点が高い
⑥	酢酸	引火しやすく、麻酔作用がある

問3 この実験で理論上得られる化合物の物質量が1.0 molだとすると、蒸留で回収された無色透明な液体である化合物の収率[%]はいくらか。最も近い数値を、次の①～⑥から選べ。ただし、蒸留で回収された無色透明な液体はすべて合成された化合物とする。また、収率とは、理論上得られる生成物の質量に対する、実験で得られた生成物の質量の割合である。

22

- ① 40      ② 50      ③ 60      ④ 70      ⑤ 80      ⑥ 90

問4 この実験に関する次の記述 a～dのうち、正しいものの組み合わせを、下の①～⑥から選べ。

23

- a 沸騰石の役割は反応速度を緩やかにすることである。
- b 濃硫酸の働きは還元反応によって炭化を促進することである。
- c 飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加えた理由は、未反応の酢酸を酢酸ナトリウムにすることで、水層に分離するためである。
- d 無水塩化カルシウムを加えた理由は、エーテル層に残っている微量の水分を取り除くためである。

① (a, b)

② (a, c)

③ (a, d)

④ (b, c)

⑤ (b, d)

⑥ (c, d)