

◇ 化 学

化 2－1～化 2－16 まで 16 ページあります。

必要があれば、原子量および定数は次の値を使うこと。

標準状態における気体の体積は 22.4 L/mol とする。

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

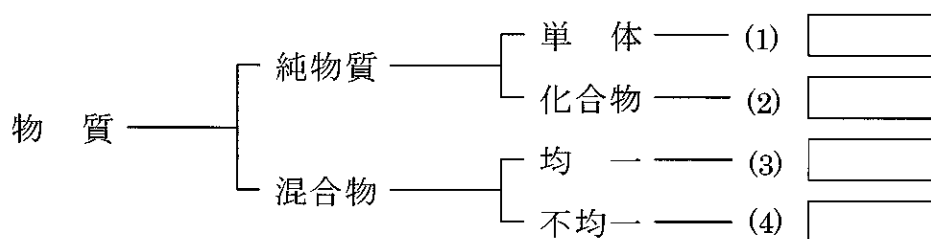
気体定数は $R=8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ とする。

25°C の水のイオン積は $K_w=1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$

原子量 H : 1.0 C : 12 N : 14 O : 16 S : 32 Cl : 35.5 K : 39 Mn : 55

第1問 次の問い（問1～7）に答えよ。〔解答番号 1 ～ 7〕

問1 物質を下記のように分けるとき、(3)に当てはまる物質として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 1



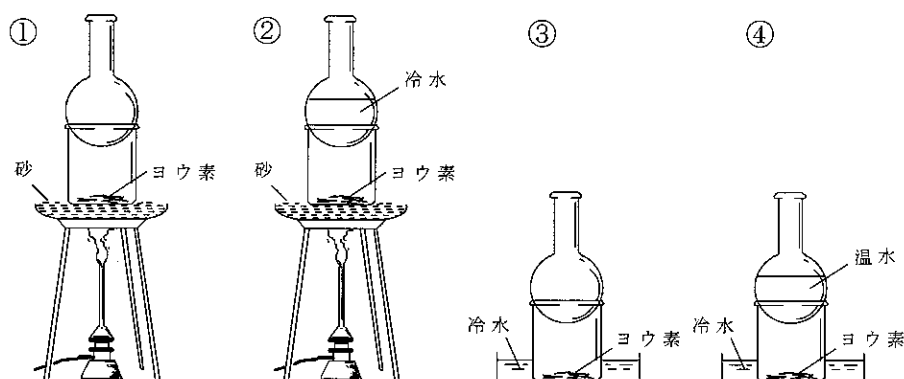
① 銅

② 食塩水

③ ドライアイス

④ 岩石

問2 ガラスの破片が混じったヨウ素がある。これをビーカーに入れ、昇華によってできるだけ多くのヨウ素をフラスコの底に集めたい。その方法として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 2

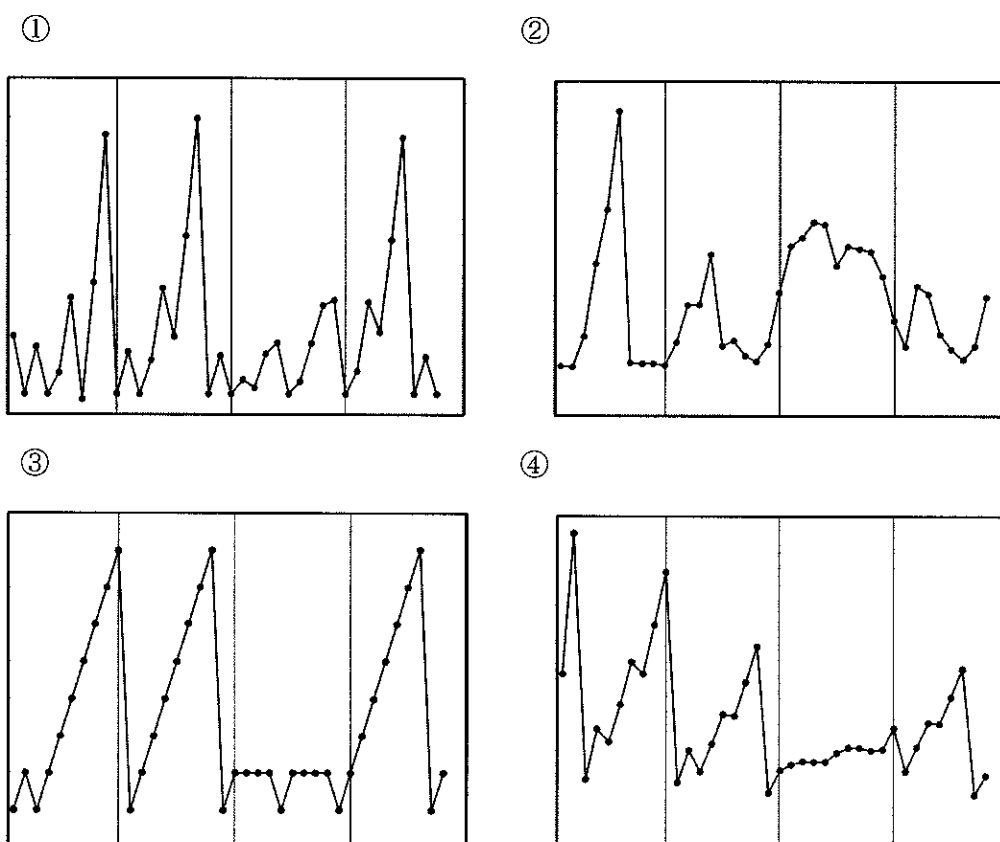


問 3 次の文の（ア）および（イ）に当てはまる数値の組み合わせとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 3

原子中の電子は、原子核に近い内側から順に、K 殻、L 殻、M 殻…とよばれる電子殻に分かれて存在している。各電子殻の電子の最大収容数は、K 殻では 2 個、L 殻では（ア）個、M 殻では（イ）個である。

	（ア）	（イ）
①	4	8
②	4	12
③	6	12
④	6	18
⑤	8	16
⑥	8	18

問 4 原子番号順に並べた元素のイオン化エネルギーの大きさを表すグラフとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 4



問 5 塩化ナトリウムの結晶，ダイヤモンド，ヨウ素の結晶をつくる結合および結合力の組み合わせとして最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 5

- ア イオン結合 イ 共有結合
ウ 金属結合 エ 分子間力(ファンデルワールス力)

	塩化ナトリウムの結晶	ダイヤモンド	ヨウ素の結晶
①	ア	イ	ア・ウ
②	ア	エ	イ・ウ
③	ア	イ	イ・エ
④	ア	エ	ウ・エ
⑤	ウ	イ	ア・ウ
⑥	ウ	エ	イ・ウ
⑦	ウ	イ	イ・エ
⑧	ウ	エ	ウ・エ

問 6 陰イオンとして硫酸イオンを含む塩を硫酸塩という。これは，硫酸イオンがつくるイオン結晶と表現することもできる。第3周期13族の元素をX，第4周期1族の元素をYとすると，XおよびYのイオンがつくる硫酸塩の化学式として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。なお，考える塩は結晶水を含まないもの(無水物)とする。

6

- ① $XY(SO_4)_2$ ② $XY_2(SO_4)_2$ ③ $X_2Y(SO_4)_2$ ④ $XY_3(SO_4)_2$
⑤ $X_3Y(SO_4)_2$

問 7 分子の構造に関する正しい記述として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。

7

- ① 二酸化炭素 CO_2 は折れ線形の分子である。
② アンモニア NH_3 は正三角形の分子である。
③ メタン CH_4 は分子中に非共有電子対をもたない。
④ 酸素 O_2 は分子中に非共有電子対をもたない。
⑤ 窒素 N_2 は分子中に二重結合をもつ。

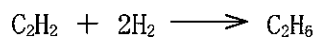
化学の問題は、次のページに続く。

第2問 次の問い（問1～6）に答えよ。〔解答番号 8 ～ 14〕

問1 鉄は $2.5 \times 10^{23} \text{ cm}^3$ あたり 2 個の原子を含む。鉄の原子量を 56、密度を 8.0 g/cm^3 としたとき、この条件で求まるアボガドロ数として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 8

- ① 6.0×10^{23} ② 5.6×10^{23} ③ 3.2×10^{23} ④ 2.8×10^{23}
⑤ 2.2×10^{24}

問2 アセチレン C_2H_2 と水素が反応してエタン C_2H_6 が生じる反応は、次の反応式で表される。この反応式に関する説明のうち、誤りを含む記述を、後の選択肢から一つ選べ。 9



- ① 25°C 、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ において、アセチレン 10 L と過不足なく反応する水素は 20 L である。
② 0.10 mol のアセチレンがすべて反応すると、0.10 mol のエタンが生じる。
③ 30 g のアセチレンがすべて反応すると、30 g のエタンが生じる。
④ 26 g のアセチレンと 10 g の水素が反応すると、水素は 6.0 g 残る。
⑤ 1.2 g の水素がすべて反応すると、標準状態で 6.72 L のエタンが生じる。

問3 モル質量 $M \text{ [g/mol]}$ のある化合物を $W \text{ [g]}$ はかり取って水 100 g に溶かしたところ、密度 $d \text{ [g/cm}^3\text{]}$ の水溶液となった。この溶液のモル濃度を表す式として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 10 mol/L

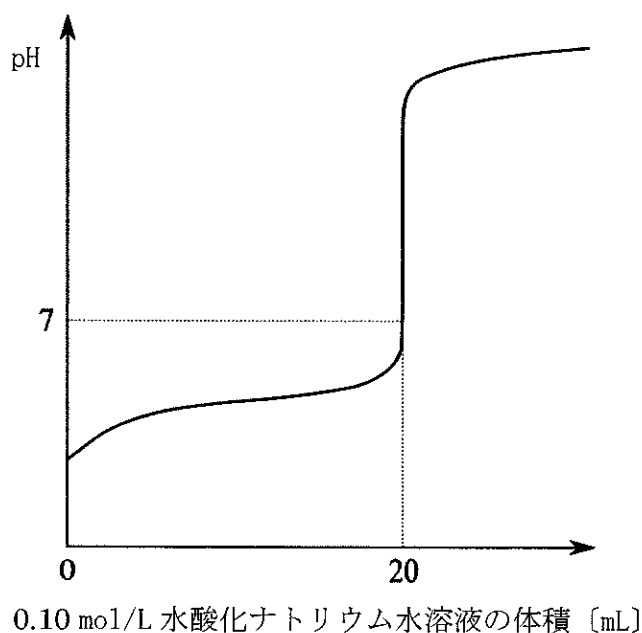
- ① $\frac{2W}{M}$ ② $\frac{1000W}{M(100+W)}$ ③ $\frac{1000dW}{M(100+W)}$ ④ $\frac{100W}{100+W}$ ⑤ $\frac{W}{5}$

問 4 次の酸と塩基に関する正しい記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

11

- ① ブレンステッドは、水に溶けて水素イオンを生じる物質を酸、水に溶けて水酸化物イオンを生じる物質を塩基と定義した。
- ② pH 12.0 の水酸化ナトリウム水溶液を 10 倍に希釈すると、pH は 13.0 になる。
- ③ 価数の大きい酸は、水溶液中で水素イオンを多く生じることができるため、強酸に分類される。
- ④ 中和反応は、水溶液中でのみ起こる反応である。
- ⑤ pH 3.0 の塩酸を 10^5 倍に希釈しても、pH は 7.0 より大きくなることはない。

問 5 0.10 mol/L のある酸 10 mL に、0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を滴下していくと、滴下した水酸化ナトリウム水溶液の体積と pH の変化は下図のようになった。この滴定に関する正しい記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 12



- ① この酸は 1 価の強酸である。
- ② この酸は 2 価の強酸である。
- ③ この酸は 1 価の弱酸である。
- ④ この酸は 2 価の弱酸である。
- ⑤ この図から酸の価数や強弱は判断できない。

問 6 次の文を読んで、a, b に答えよ。

5.0×10^{-2} mol/L のシュウ酸水溶液 20 mL をはかり取り、希硫酸を加えて酸性にした。濃度の分からない過マンガン酸カリウム水溶液を滴下していくと、25 mL 加えたところで溶液の色が ア になったので、滴定を終了した。このとき、シュウ酸と過マンガン酸カリウムは次のように反応する。



a 文中の ア に当てはまる語句として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

13

- ① 薄い赤紫色 ② 濃い赤紫色 ③ 無色 ④ 薄い褐色 ⑤ 濃い褐色

b 滴下した過マンガン酸カリウム水溶液のモル濃度として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 14 mol/L

- ① 2.0×10^{-3} ② 1.6×10^{-2} ③ 2.7×10^{-2} ④ 6.0×10^{-2} ⑤ 0.10

化学の問題は、次のページに続く。

第3問 次の問い（問1～4）に答えよ。〔解答番号 15 ～ 21 〕

問1 次の文を読んで、a、bに答えよ。ただし、水蒸気は理想気体としてふるまうものとする。

物質は温度や圧力の変化により、固体・液体・気体の三態の間を移り変わる。温度と圧力を横軸と縦軸にとり、三態の領域を図示したものを状態図という。図1は水の状態図である。

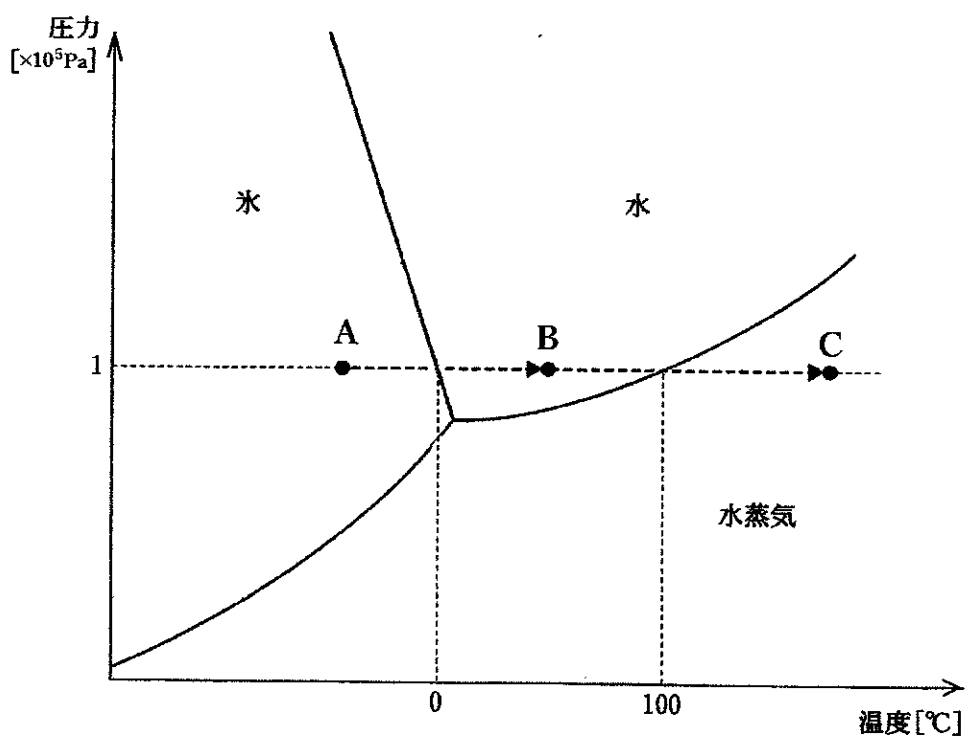
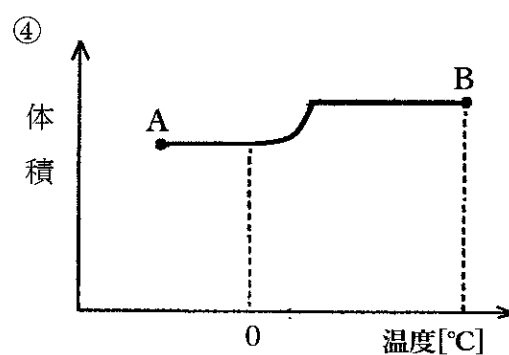
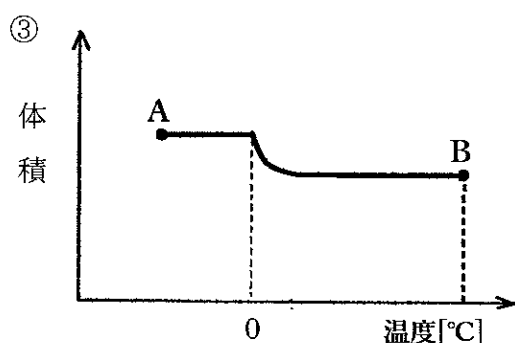
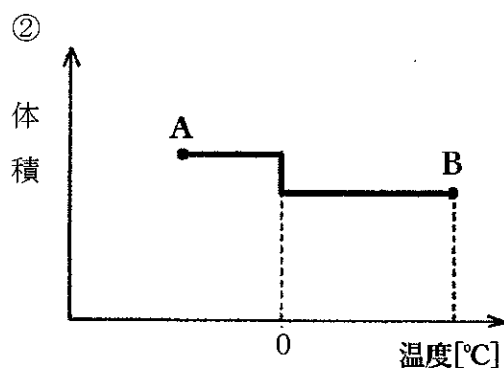
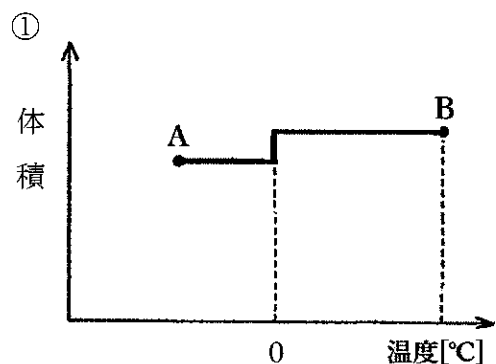
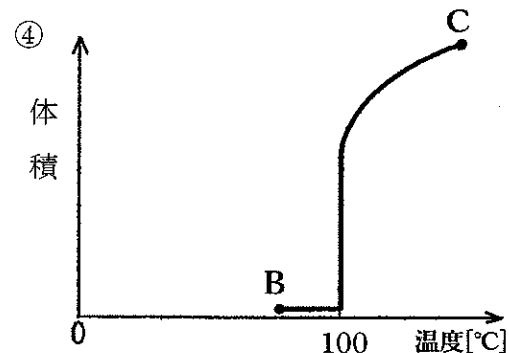
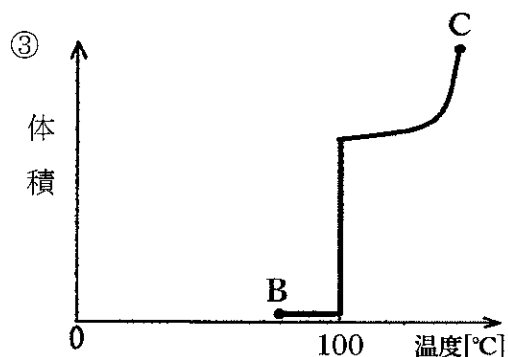
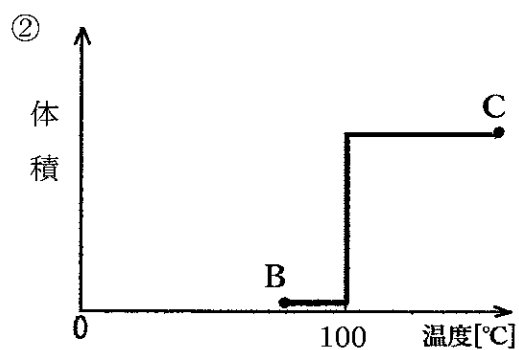
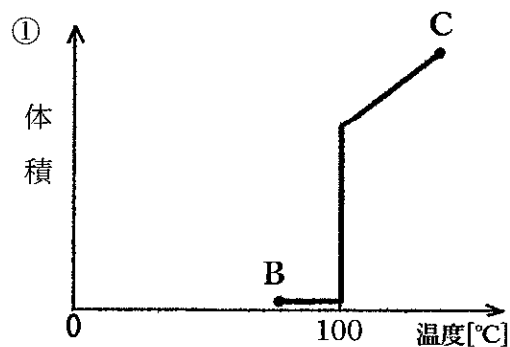


図1

- a 図1において、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ のもとで、図中のAからBに温度を変えると、水の単位質量あたりの体積変化として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 15



- b 図1において、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ のもとで、図中のBからCに温度を変えると、水の単位質量あたりの体積変化として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 16



問 2 次の文を読んで、a, bに答えよ。

白金電極を使って塩化ナトリウム水溶液を電気分解すると 極で塩素が発生する。
 極では, が還元されて と水酸化物イオンを生じ, 極側の水溶液を濃縮すると が得られる。工業的にはこの方法を応用したイオン交換膜法によって塩素と が製造される。

a 文中の ～ に当てはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

	ア	イ	ウ	エ	オ
①	陰	陽	ナトリウムイオン	ナトリウム	ナトリウム
②	陽	陰	ナトリウムイオン	ナトリウム	ナトリウム
③	陰	陽	水	水素ガス	水酸化ナトリウム
④	陽	陰	水	水素ガス	水酸化ナトリウム

b 5.0 A の電流を 64 分間流したとき、生成した塩素の標準状態での体積として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 L

- ① 1.1 ② 2.2 ③ 3.3 ④ 4.4 ⑤ 5.5 ⑥ 6.6

問 3 次の文を読んで、a, bに答えよ。

8.3 L の容器に、2.3 g のエタノール $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ と 8.0 g の酸素が入っている。エタノールと水の 27 °C の飽和蒸気圧は、それぞれ $9.7 \times 10^3 \text{ Pa}$, $3.5 \times 10^3 \text{ Pa}$ である。

a 容器内の温度が 27 °C のとき、容器内の圧力として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 19 Pa

- ① 7.5×10^4 ② 8.5×10^4 ③ 9.0×10^4 ④ 1.5×10^5
⑤ 1.7×10^5

b 容器内でエタノールを完全燃焼させた後、容器内の温度を 27 °C に戻した。このとき、容器内の圧力として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 20 Pa

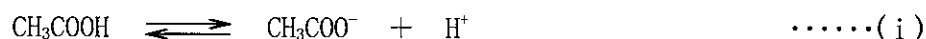
- ① 3.0×10^4 ② 6.0×10^4 ③ 6.4×10^4 ④ 7.5×10^4
⑤ 1.1×10^5

問 4 40 °C の硝酸カリウム飽和溶液 330 g を 15 °C まで冷却したとき、得られた硝酸カリウムの結晶の質量として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。ただし、硝酸カリウムは水 100 g に 40 °C で 65 g, 15 °C で 25 g 溶けるものとする。 21 g

- ① 40 ② 50 ③ 60 ④ 70 ⑤ 80

第4問 次の問い（問1～7）に答えよ。〔解答番号 22 ～ 28 〕

酢酸は水溶液中で、次のような電離平衡にある。



それぞれの物質の濃度を $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ 、 $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ 、 $[\text{H}^+]$ と表せば、この平衡における電離定数 K_a は、次式で表される。

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \quad \cdots\cdots(\text{ii})$$

いま、 $c\text{ mol/L}$ の酢酸水溶液の電離度を α とすると、(ii)式は(iii)式のように表すことができる。

$$K_a = \boxed{\text{ア}} \quad \cdots\cdots(\text{iii})$$

また、 $\alpha \ll 1$ とすると、(iii)式は(iv)式のように表すことができる。

$$K_a \doteq \boxed{\text{イ}} \quad \cdots\cdots(\text{iv})$$

このとき、酢酸水溶液の水素イオン濃度は、(v)式のように表すことができる。

$$[\text{H}^+] = \boxed{\text{ウ}} \quad \cdots\cdots(\text{v})$$

25℃における酢酸の電離定数は $K_a = 1.8 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 、酢酸水溶液の濃度 $1.8 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$ で $\alpha \ll 1$ とすれば、酢酸水溶液の水素イオン濃度は エ mol/L となる。

また、酢酸水溶液に水を加えると、(i)式の平衡は右に移動する。このとき、水素イオンの物質量は オ、水溶液の水素イオン濃度は カ なる。

次に、酢酸水溶液に酢酸ナトリウムの固体を溶解した、酢酸と酢酸ナトリウムの混合水溶液（以後、混合水溶液とよぶ）を調製した。この混合水溶液中では、酢酸は キ、酢酸ナトリウムは ク している。よって、酢酸水溶液とこの混合水溶液とでは、この混合水溶液の方が pH は ケ。この混合水溶液は、少量の酸や塩基を加えても pH がほぼ一定に保たれ、コ とよばれている。

問 1 文中の ア , イ に当てはまる式の組み合わせとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 22

	ア	イ
①	$\frac{c\alpha^2}{1-\alpha}$	$c\alpha^2$
②	$\frac{\alpha^2}{c(1-\alpha)}$	$\frac{\alpha^2}{c}$
③	$\frac{(c\alpha)^2}{1-\alpha}$	$(c\alpha)^2$
④	$\frac{1-\alpha}{c\alpha^2}$	$\frac{1}{c\alpha^2}$
⑤	$\frac{c(1-\alpha)}{\alpha^2}$	$\frac{c}{\alpha^2}$
⑥	$\frac{1-\alpha}{(c\alpha)^2}$	$\frac{1}{(c\alpha)^2}$

問 2 文中の ウ に当てはまる式として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

23

- ① $\sqrt{\frac{K_a}{c}}$ ② $\sqrt{cK_a}$ ③ $\frac{\sqrt{K_a}}{c}$ ④ $\sqrt{\frac{1}{cK_a}}$
- ⑤ $\sqrt{\frac{c}{K_a}}$ ⑥ $\frac{1}{c\sqrt{K_a}}$

問 3 文中の エ に当てはまる数値として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

24

- ① 1.8×10^{-3} ② 1.8×10^{-2} ③ 1.0×10^{-2} ④ 1.0×10^{-3}
- ⑤ 9.0×10^{-3} ⑥ 9.0×10^{-2}

問 4 文中の オ , カ に当てはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 25

	オ	カ
①	減少し	大きく
②	減少し	小さく
③	変化せず	大きく
④	変化せず	小さく
⑤	増加し	大きく
⑥	増加し	小さく

問 5 文中の キ ~ ケ に当てはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 26

	キ	ク	ケ
①	ほぼ電離せず	一部が電離	大きい
②	一部が電離し	一部が電離	小さい
③	ほぼ電離せず	ほぼ完全に電離	大きい
④	一部が電離し	ほぼ完全に電離	小さい

問 6 文中の コ に当てはまる語句と、酢酸と酢酸ナトリウムの混合水溶液以外に コ とよばれるものの組み合わせとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

27

	コ	コ とよばれるもの
①	等張液	アンモニアと塩化アンモニウムの混合水溶液
②	等張液	塩化水素と塩化ナトリウムの混合水溶液
③	等張液	水酸化ナトリウムと酢酸ナトリウムの混合水溶液
④	緩衝液	アンモニアと塩化アンモニウムの混合水溶液
⑤	緩衝液	塩化水素と塩化ナトリウムの混合水溶液
⑥	緩衝液	水酸化ナトリウムと酢酸ナトリウムの混合水溶液

問 7 アンモニア水溶液の電離度を表す式として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。ただし、電離度は 1 より著しく小さいものとする。 28

① $\frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$

② $\frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+] + [\text{OH}^-]}$

③ $\frac{[\text{NH}_4^+] + [\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$

④ $\frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]}$

⑤ $\frac{[\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3]}$