

1

酸性と塩基性に関する次の記述 ①～⑥ のうちから、正しいものを一つ選べ。  
[ ]

- ① 水溶液の酸性が強いほど、pH の値は大きい。
- ② 酸性の水溶液にフェノールフタレイン溶液を入れると、水溶液は赤くなる。
- ③ 塩基性の水溶液は、青色リトマス紙を赤色に変える。
- ④ 硫酸は水溶液中で酢酸より電離しやすいので、硫酸は酢酸より強い酸である。
- ⑤ 水は電離して水素イオンを生成するので、酸性の物質である。

2

0.10 mol/L のシュウ酸  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  水溶液と、濃度未知の塩酸がある。それぞれ 10 mL を、ある濃度の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、中和に要した体積は、それぞれ 7.5 mL と 15.0 mL であった。この塩酸の濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の ①～⑥ のうちから一つ選べ。  
[ ]

- ① 0.025    ② 0.050    ③ 0.10    ④ 0.20    ⑤ 0.40    ⑥ 0.80

3

次の塩 a～e で、その水溶液が塩基性を示すものはいくつあるか。その数を下の ①～⑤ のうちから一つ選べ。  
[ ]

a  $\text{NH}_4\text{Cl}$     b  $\text{CH}_3\text{COONa}$     c  $\text{NaNO}_3$     d  $\text{Na}_2\text{CO}_3$     e  $\text{KCl}$

- ① 1    ② 2    ③ 3    ④ 4    ⑤ 5

4

酸と塩基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。  
[ ]

- ① 水酸化バリウムは、二価の塩基である。
- ② 塩酸は、電気を通さない。
- ③ 相手に水素イオン  $\text{H}^+$  を与える物質は、酸である。
- ④  $[\text{H}^+]$  と  $[\text{OH}^-]$  が等しい水溶液は、中性である。
- ⑤ 塩化アンモニウム水溶液に、水酸化ナトリウムを加えると、アンモニアが生成する。

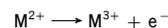
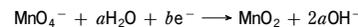
1

次の各組の、はじめの陽イオンを含む水溶液に後の金属を浸すとき、金属の表面に他の金属が析出するのはどれか。  
[ ]

- ①  $\text{Mg}^{2+} + \text{Ni} \rightarrow$     ②  $\text{Al}^{3+} + \text{Zn} \rightarrow$     ③  $\text{Pb}^{2+} + \text{Ag} \rightarrow$
- ④  $\text{Sn}^{2+} + \text{Hg} \rightarrow$     ⑤  $\text{Cu}^{2+} + \text{Fe} \rightarrow$

2

$\text{MnO}_4^-$  は、中性または塩基性水溶液中では酸化剤としてはたらき、次の反応式のよう  
に、ある 2 価の金属イオン  $\text{M}^{2+}$  を酸化することができる。



これらの反応式から電子  $\text{e}^-$  を消去すると、反応全体は次のように表される。

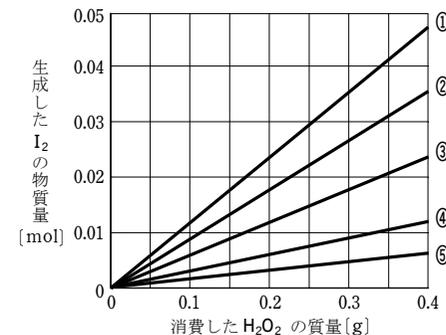


これらの反応式の係数  $b$  と  $c$  の組合せとして正しいものを、次の ①～⑥ のうちから一つ選べ。  
[ ]

	$b$	$c$
①	2	1
②	2	2
③	2	3
④	3	1
⑤	3	2
⑥	3	3

3

十分な量のヨウ化カリウム  $\text{KI}$  の水溶液に、硫酸酸性の過酸化水素  $\text{H}_2\text{O}_2$  の水溶液を加えて酸化すると、ヨウ素  $\text{I}_2$  が生成した。消費した  $\text{H}_2\text{O}_2$  の質量と生成した  $\text{I}_2$  の物質量の関係を表す直線として最も適当なものを、次の ①～⑤ のうちから一つ選べ。  
( $\text{H}=1.0, \text{O}=16$ )  
[ ]



5

次に示す化合物群のいずれかを用いて調製された 0.01 mol/L 水溶液 A～C がある。各水溶液 100 mL ずつを別々のビーカーにとり、指示薬としてフェノールフタレインを加え、0.1 mol/L 塩酸または 0.1 mol/L  $\text{NaOH}$  水溶液で中和滴定を試みた。次に指示薬をメチルオレンジに変えて同じ実験を行った。それぞれの実験により、下の表 1 の結果を得た。水溶液 A～C に入っていた化合物の組合せとして最も適当なものを、下の ①～⑧ のうちから一つ選べ。  
[ ]

化合物群： $\text{NH}_3$      $\text{KOH}$      $\text{Ca}(\text{OH})_2$      $\text{CH}_3\text{COOH}$      $\text{HNO}_3$

表 1

水溶液	フェノールフタレインを用いたときの色の変化	メチルオレンジを用いたときの色の変化	中和に要した液量 [mL]
A	赤から無色に、徐々に変化した	黄から赤に、急激に変化した	10
B	赤から無色に、急激に変化した	黄から赤に、急激に変化した	20
C	無色から赤に、急激に変化した	赤から黄に、徐々に変化した	10

	A に入っていた化合物	B に入っていた化合物	C に入っていた化合物
①	$\text{KOH}$	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$\text{CH}_3\text{COOH}$
②	$\text{KOH}$	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$\text{HNO}_3$
③	$\text{KOH}$	$\text{NH}_3$	$\text{CH}_3\text{COOH}$
④	$\text{KOH}$	$\text{NH}_3$	$\text{HNO}_3$
⑤	$\text{NH}_3$	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$\text{CH}_3\text{COOH}$
⑥	$\text{NH}_3$	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$\text{HNO}_3$
⑦	$\text{NH}_3$	$\text{KOH}$	$\text{CH}_3\text{COOH}$
⑧	$\text{NH}_3$	$\text{KOH}$	$\text{HNO}_3$

第2問

4

ア・イに当てはまる語と数値の組合せとして最も適当なものを、①～⑥のうちから一つ選べ。

	ア	イ
①	酸化剤	$6.3 \times 10^{-4}$
②	酸化剤	$7.5 \times 10^{-4}$
③	酸化剤	$1.4 \times 10^{-3}$
④	還元剤	$6.3 \times 10^{-4}$
⑤	還元剤	$7.5 \times 10^{-4}$
⑥	還元剤	$1.4 \times 10^{-3}$

二酸化硫黄は、硫化水素と反応するときはア□としてはたらく。0℃,  $1.013 \times 10^5$  Paで14 mLの二酸化硫黄を0.010 mol/Lの硫化水素水溶液200 mLに少しずつ通じて、二酸化硫黄を完全に反応させると、硫黄と水のみが生成した。このとき残った硫化水素の物質量はイ□ molである。 [ ]

5

電池に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 2種類の金属を両極とした電池では、イオン化傾向が大きいほうの電極が正極になる。
- ② 2種類の金属を組み合わせて電池をつくる時、正極と負極の間に生じる電圧を、起電力という。
- ③ 電池を放電させた場合、正極では還元反応が起こり、負極では酸化反応が起こる。
- ④ 充電によってくり返し使うことができる電池を二次電池という。

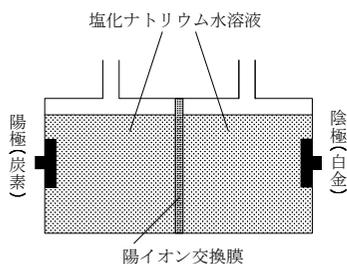
6

電気分解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。ただし、電気分解装置の両極には、白金を用いるものとする。 [ ]

- ① 希硫酸の電気分解では、陽極から酸素が発生する。
- ② 水酸化ナトリウム水溶液の電気分解では、陰極から水素が発生する。
- ③ ヨウ化カリウム水溶液の電気分解では、陽極付近の溶液が褐色になる。
- ④ 塩化銅(II)水溶液の電気分解では、陽極から刺激臭をもつ気体が発生する。
- ⑤ 硝酸ナトリウム水溶液の電気分解では、陽極から赤褐色の気体が発生する。

7

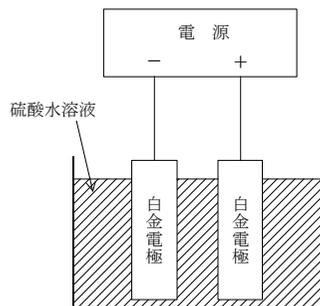
図のように、陽イオン交換膜で仕切られた電気分解実験装置に塩化ナトリウム水溶液を入れ、電気分解を行った。陽極と陰極で発生する気体と、陽イオン交換膜を通過するイオンの組合せとして正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 [ ]



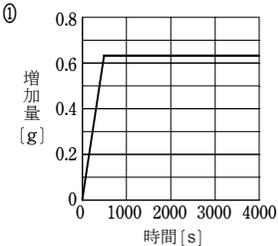
	陽極で発生する気体	陰極で発生する気体	陽イオン交換膜を通過するイオン
①	水素	塩素	ナトリウムイオン
②	水素	塩素	塩化物イオン
③	水素	塩素	水酸化物イオン
④	塩素	水素	ナトリウムイオン
⑤	塩素	水素	塩化物イオン
⑥	塩素	水素	水酸化物イオン

8

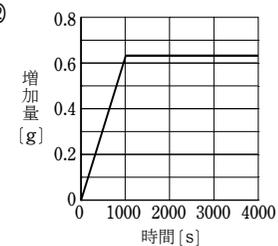
0.64 gの銅と0.32 gの亜鉛を溶かした硫酸水溶液がある。図のような装置を組み立てて、この硫酸水溶液をよくかき混ぜながら、1 Aの一定電流で電気分解を行った。電気分解を行った時間と、陰極の質量の増加量との関係を表すグラフとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、ファラデー定数は $9.65 \times 10^4$  C/molとする。また、陰極では、質量が増加している間、流れた電流は金属の析出のみに使われるものとする。(Cu = 64, Zn = 65) [ ]



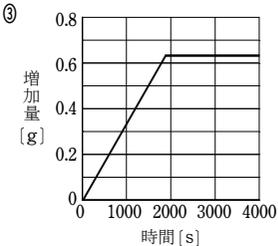
①



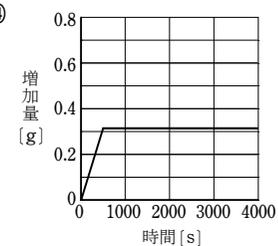
②



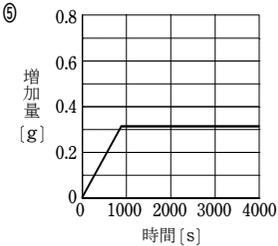
③



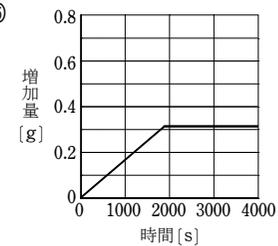
④



⑤



⑥



1

第3周期の元素の単体および化合物に関する記述として下線分に誤りを含むものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 [ ]

- ① 水酸化ナトリウムの固体を空气中に放置したとき、空气中の水蒸気を吸収して溶ける現象を潮解という。
- ② アルミニウムは、展性や延性に富む金属で、電気の伝導性も大きい。
- ③ ケイ素は、酸化物として多くの岩石中に含まれており、その単体は酸化物を炭素で還元することにより得られる。
- ④ リンの酸化物  $P_4O_{10}$  は、強い吸湿性をもつので、中性および塩基性の気体の乾燥に用いられる。
- ⑤ 二酸化硫黄と硫化水素をそれぞれ水に溶かすと、いずれも酸性を示す。
- ⑥ 塩素は、水と反応して、塩化水素と次亜塩素酸を生じる。

2

次の熱化学方程式①～⑤で表される反応が、化学平衡の状態にある。これらのうちから、圧力を変えても平衡は移動しないが、温度を上げると平衡が右へ移動するもの一つを選べ。 [ ]

- ①  $CO(気) + H_2O(気) = CO_2(気) + H_2(気) + 41 kJ$  ( $\Delta H = -41 kJ$ )
- ②  $CO(気) + 2H_2(気) = CH_3OH(気) + 90 kJ$  ( $\Delta H = -90 kJ$ )
- ③  $N_2O_4(気) = 2NO_2(気) - 57 kJ$  ( $\Delta H = +57 kJ$ )
- ④  $2HI(気) = H_2(気) + I_2(気) - 10 kJ$  ( $\Delta H = +10 kJ$ )
- ⑤  $2NH_3(気) = N_2(気) + 3H_2(気) - 92 kJ$  ( $\Delta H = +92 kJ$ )

3

0.1 mol/Lの酢酸水溶液 100 mL と、0.1 mol/Lの酢酸ナトリウム水溶液 100 mL を混合した。この混合水溶液に関する次の記述(a～c)について、正誤の組合せとして正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 [ ]

- a 混合水溶液中では、酢酸ナトリウムはほぼ全て電離している。
- b 混合水溶液中では、酢酸分子と酢酸イオンの物質量はほぼ等しい。
- c 混合水溶液に少量の希塩酸を加えても、水素イオンと酢酸イオンが反応して酢酸分子となるので、pH はほとんど変化しない。

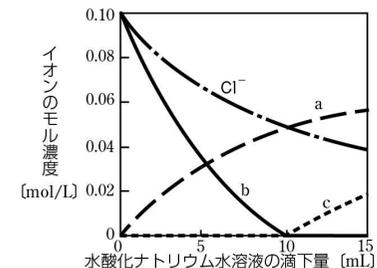
	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

4

1 mol の気体  $X_2$  と 2 mol の気体  $Y_2$  を、容積が変化しない密閉容器に入れて一定温度

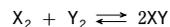
1

0.10 mol/L の塩酸 10 mL に 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を滴下すると、この混合水溶液中に存在する各イオンのモル濃度はそれぞれ図のように変化する。曲線 a～c は  $H^+$ 、 $Na^+$ 、 $OH^-$  のどのイオンのモル濃度の変化を示しているか。最も適当な組合せを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 [ ]



	曲線 a	曲線 b	曲線 c
①	$Na^+$	$H^+$	$OH^-$
②	$Na^+$	$OH^-$	$H^+$
③	$OH^-$	$H^+$	$Na^+$
④	$OH^-$	$Na^+$	$H^+$
⑤	$H^+$	$Na^+$	$OH^-$
⑥	$H^+$	$OH^-$	$Na^+$

に保ったところ、次式のような可逆反応により気体 XY が生成し、平衡状態に達した。このときの平衡定数を  $K$  とする。



この平衡状態に関する次の記述(a～c)について、正誤の組合せとして正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 [ ]

- a  $\frac{2[XY]}{[X_2][Y_2]} = K$  が成りたつ。
- b  $X_2$  の物質量がわかれば、 $K$  を求めることができる。
- c 密閉容器中の気体の物質量の総和は 3 mol である。

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

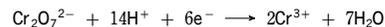
5

3 種類のイオン  $Cu^{2+}$ 、 $Pb^{2+}$ 、 $Al^{3+}$  を含む各水溶液から、下線を引いたイオンのみを沈殿として分離したい。最も適当な方法を、下の①～④のうちから1つ選べ。

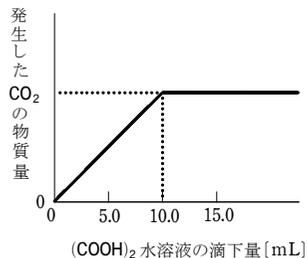
- ① 水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加える。
- ② アンモニア水を過剰に加える。
- ③ 室温で希塩酸を加える。
- ④ アンモニア水を加えて塩基性にしたのち、硫化水素を通じる。

2

濃度不明の  $K_2Cr_2O_7$  の硫酸酸性水溶液 5.00 mL に 0.150 mol/L の  $(COOH)_2$  水溶液を加えていった。このとき、発生した  $CO_2$  の物質と  $(COOH)_2$  水溶液の滴下量の関係は図のようになった。この反応における  $K_2Cr_2O_7$  と  $(COOH)_2$  のはたらきは、電子を含む次のイオン反応式で表される。



$K_2Cr_2O_7$  水溶液の濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、下の ①～⑥ のうちから一つ選べ。  
[ ] mol/L



- ① 0.0500    ② 0.100    ③ 0.150    ④ 0.200    ⑤ 0.300    ⑥ 0.900

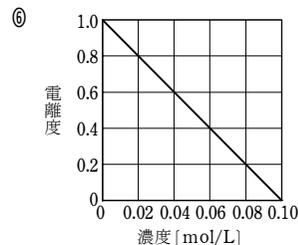
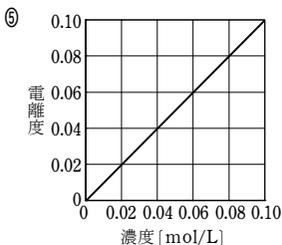
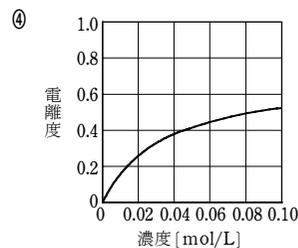
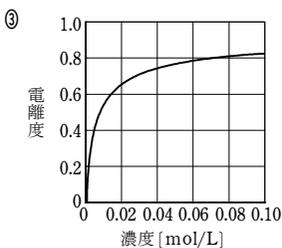
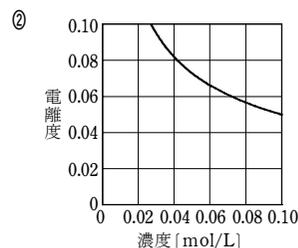
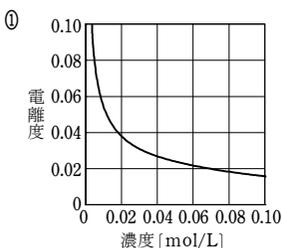
3

白金電極を用い、1 A の電流を通じていくつかの水溶液の電気分解実験を行った。水溶液の溶質と陰極で生じた物質の物質量の組合せのうち、電気分解に最も長い時間を必要としたものを、次の ①～⑥ のうちから一つ選べ。ただし、それぞれの水溶液には、電気分解を行うのに十分な物質量の溶質が溶けていたものとする。  
[ ]

	水溶液の溶質	陰極で生じた物質の物質量
①	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.03 mol
②	NaOH	0.02 mol
③	KCl	0.04 mol
④	CuSO <sub>4</sub>	0.02 mol
⑤	AgNO <sub>3</sub>	0.06 mol

4

酢酸の 25 °C での電離定数は、 $2.7 \times 10^{-5}$  mol/L である。25 °C における酢酸水溶液の濃度と電離度の関係を表すグラフとして最も適当なものを、次の ①～⑥ のうちから一つ選べ。  
[ ]



5

物質 A 0.30 mol と窒素 0.60 mol の混合気体が、なめらかに動くピストン付きの密閉容器に入っている。この混合気体の温度と圧力がそれぞれ 57 °C と  $9.0 \times 10^4$  Pa のとき、気体のみが存在していた。混合気体の圧力を変えずに 27 °C まで冷却したところ物体 A の液滴が生じた。このとき、冷却後の混合気体の窒素のモル分率として最も適当な数値を次の ①～⑦ のうちから一つ選べ。ただし、物質 A は窒素とは反応せず、27 °C におけるその飽和蒸気圧は  $1.5 \times 10^4$  Pa である。また、生じた液滴の体積は無視でき、液滴に窒素は溶解しないものとする。  
[ ]

- ① 0.60    ② 0.67    ③ 0.75    ④ 0.80  
⑤ 0.83    ⑥ 0.90    ⑦ 1.0

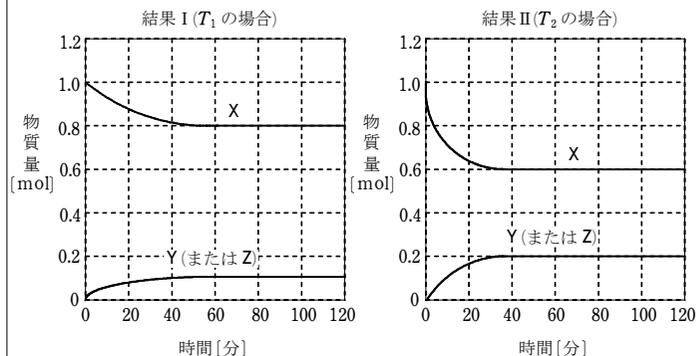
1

モル質量  $M$  [g/mol] の非電解質の化合物  $x$  [g] を溶媒 10 mL に溶かした希薄溶液の凝固点は、純溶媒の凝固点より  $\Delta t$  [K] 低下した。この溶媒のモル凝固点降下が  $K_f$  [K · kg/mol] のとき、溶媒の密度  $d$  [g/cm<sup>3</sup>] を表す式として最も適当なものを選べ。  
[ ]

- ①  $\frac{M \Delta t}{100xK_f}$     ②  $\frac{100xK_f}{M \Delta t}$     ③  $\frac{100K_f M}{x \Delta t}$   
④  $\frac{x \Delta t}{100K_f M}$     ⑤  $\frac{10000xK_f}{M \Delta t}$     ⑥  $\frac{M \Delta t}{10000xK_f}$

2

気体 X、Y、Z の平衡反応は次の熱化学方程式で表される。  
 $aX = bY + bZ + Q$  [kJ]  
密閉容器に X のみを 1.0 mol 入れて温度を一定に保ったときの物質の変化を調べた。気体の温度を  $T_1$  と  $T_2$  に保った場合の X と Y (または Z) の物質の変化を、図の結果 I と結果 II にそれぞれ示す。ここで  $T_1 < T_2$  である。熱化学方程式中の係数  $a$  と  $b$  の比 ( $a : b$ ) および  $Q$  の正負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。  
[ ]

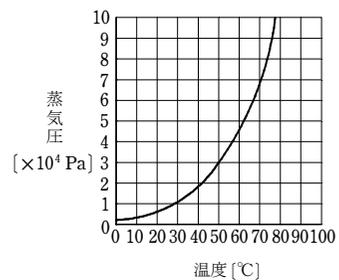


	$a : b$	$Q$ の正負
①	1 : 1	正
②	1 : 1	負
③	2 : 1	正
④	2 : 1	負
⑤	1 : 2	正
⑥	1 : 2	負
⑦	3 : 1	正
⑧	3 : 1	負

第5問

3

図はエタノールの蒸気圧曲線である。容積 1.0 L の密閉容器に 0.010 mol のエタノールのみが入っている。容器の温度が 40 °C および 60 °C のとき、容器内の圧力はそれぞれ何 Pa か。圧力の値の組合せとして最も適当なものを、下の ①～⑦ のうちから 1 つ選べ。ただし、気体定数は  $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$  とする。また、容器内での液体の体積は無視できるものとする。 [      ]



	40 °C での圧力 [Pa]	60 °C での圧力 [Pa]
①	$1.8 \times 10^4$	$2.3 \times 10^4$
②	$1.8 \times 10^4$	$2.8 \times 10^4$
③	$1.8 \times 10^4$	$4.5 \times 10^4$
④	$2.3 \times 10^4$	$2.3 \times 10^4$
⑤	$2.3 \times 10^4$	$2.8 \times 10^4$
⑥	$2.6 \times 10^4$	$2.8 \times 10^4$
⑦	$2.6 \times 10^4$	$4.5 \times 10^4$

4

0.016 mol/L の酢酸水溶液 50 mL と 0.020 mol/L の塩酸 50 mL を混合した溶液中の、酢酸イオンのモル濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の ①～⑥ のうちから 1 つ選べ。ただし、酢酸の電離度は 1 より十分小さく、電離定数は  $2.5 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$  とする。 [      ] mol/L

- ①  $1.0 \times 10^{-5}$     ②  $2.0 \times 10^{-5}$     ③  $5.0 \times 10^{-5}$   
 ④  $1.0 \times 10^{-4}$     ⑤  $2.0 \times 10^{-4}$     ⑥  $5.0 \times 10^{-4}$