

(解答番号 ~)

必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

H 1.0	C 12	N 14	O 16
S 32	Cl 35.5	Cu 64	Ag 108

気体は、実在気体とことわりがない限り、理想気体として扱うものとする。

第1問 次の問い(問1~5)に答えよ。(配点 20)

問1 互いに同素体の関係にない組合せを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。

- | | |
|-------------|-------------|
| ① ダイヤモンドと黒鉛 | ② 斜方硫黄と単斜硫黄 |
| ③ 黄リンと赤リン | ④ 塩素とヨウ素 |
| ⑤ 酸素とオゾン | |

問2 図1のア~オは原子あるいはイオンの電子配置の模式図である。ア~オに関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、後の①~⑤のうちから一つ選べ。ただし、図の中心の丸は原子核を、その中の数字は陽子の数を表す。また、外側の破線で示した同心円は電子殻を、黒丸は電子を表す。

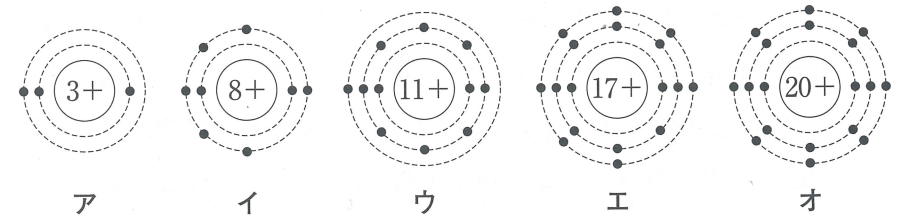


図1 原子あるいはイオンの電子配置(○は原子核, ●は電子)

- ① アは、金属元素の原子である。
- ② アとイは、同一周期に属する元素の原子である。
- ③ アとウは、同族元素の原子である。
- ④ エは、同一周期の元素の原子の中で電子親和力が最も大きい。
- ⑤ オは、1価の陽イオンである。

問3 原子から電子1個を取り去って、1価の陽イオンにするのに必要なエネルギーをイオン化エネルギー(第一イオン化エネルギー、 IE_1)といい、一般に、イオン化エネルギーが小さい原子ほど陽イオンになりやすい。また、同一周期の元素の原子では、貴ガスの原子のイオン化エネルギーが最も大きい。これは、貴ガスの原子の電子配置が安定で、電子を放出しにくいことを示している。

1価の陽イオンから電子1個を取り去って、2価の陽イオンにするのに必要なエネルギーを第二イオン化エネルギー(IE_2)、2価の陽イオンから電子1個を取り去って、3価の陽イオンにするのに必要なエネルギーを第三イオン化エネルギー(IE_3)、3価の陽イオンから電子1個を取り去って、4価の陽イオンにするのに必要なエネルギーを第四イオン化エネルギー(IE_4)という。また、陽イオンが電子を放出する変化においても、原子が電子を放出する変化と同様に、貴ガスの原子と同じ電子配置をとるイオンは電子を放出しにくいことが知られている。

元素ア~ウは、ナトリウム Na, マグネシウム Mg, アルミニウム Al のいずれかであり、表1は、ア~ウの IE_1, IE_2, IE_3, IE_4 の値をそれぞれ示したものである。また、次ページの図2は、ア~ウの IE_1, IE_2, IE_3, IE_4 の関係を折れ線グラフで表したものである。ア~ウの組合せとして最も適当なものを、後の①~⑥のうちから一つ選べ。 3

表1 ア~ウの IE_1, IE_2, IE_3, IE_4 (単位はいずれも kJ/mol)

	IE_1	IE_2	IE_3	IE_4
ア	578	1817	2745	11577
イ	738	1451	7733	10543
ウ	496	4562	6910	9543

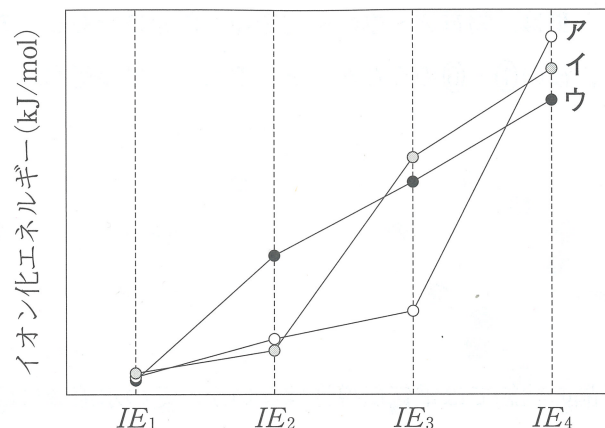


図2 ア~ウの IE_1, IE_2, IE_3, IE_4 の関係

	ア	イ	ウ
①	Na	Mg	Al
②	Na	Al	Mg
③	Mg	Na	Al
④	Mg	Al	Na
⑤	Al	Na	Mg
⑥	Al	Mg	Na

問4 次の記述Ⅰ～Ⅲは、物質ア～ウの性質を述べたものである。ア～ウとして最も適当な物質を、後の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

- ア
- イ
- ウ

- Ⅰ アは、結晶の状態では電気伝導性はないが、その水溶液には電気伝導性がある。
- Ⅱ イは、電気陰性度が異なる非金属元素の原子どうしが共有結合で結びついた分子であり、分子全体として極性がない。
- Ⅲ ウは、多数の非金属元素の原子が次々に共有結合で結びついた結晶であり、化学式は組成式で表される。

- ① 塩化カリウム ② 水 ③ ヨウ素
- ④ メタン ⑤ ケイ素 ⑥ 鉄

問5 図3のアは体心立方格子の単位格子を、イは面心立方格子の単位格子をそれぞれ示したものである。これに関する後の問い(a・b)に答えよ。

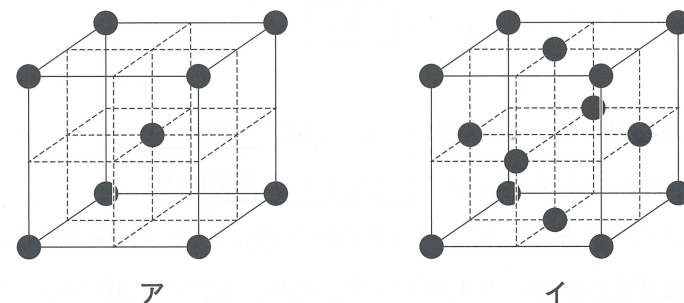


図3 体心立方格子および面心立方格子の単位格子

a 図3に関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① アの単位格子中に含まれる原子は、2個である。
- ② イの単位格子の一辺の長さを l (cm)、原子半径を r (cm) とすると、 $l=2\sqrt{2}r$ が成り立つ。
- ③ イの配位数(ある原子の最も近くに位置する他の原子の数)は、8である。
- ④ アの充填率(結晶の体積のうち原子の体積が占める割合)は、イの充填率より小さい。

b 銀 Ag の結晶は面心立方格子である。Ag 36 g の体積を測定したところ、 3.4 cm^3 であった。Ag の結晶の単位格子の体積は何 cm^3 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、アボガドロ定数は $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$ とする。 cm^3

- ① 1.7×10^{-23} ② 3.4×10^{-23} ③ 6.8×10^{-23}
- ④ 1.9×10^{-21} ⑤ 3.8×10^{-21} ⑥ 7.6×10^{-21}

第2問 次の問い(問1～4)に答えよ。(配点 20)

問1 溶解に関する記述として下線部に誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 9

- ① 塩化水素 HCl は、水に溶けてほぼ完全に電離する。
 ② 塩化カルシウム CaCl_2 は、ヘキサンによく溶ける。
 ③ グルコース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ は、親水性のヒドロキシ基(-OH)をもち、水分子との間に水素結合を形成して水和しやすいため、水によく溶ける。
 ④ 塩化ナトリウム NaCl の水溶液中では、ナトリウムイオン Na^+ は、水分子の酸素原子 O と静電気力により結びついている。

問2 硫酸銅(II) CuSO_4 は、 20°C で水 100 g に最大で 20 g 溶解する。 20°C において、25 g の硫酸銅(II)五水和物 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ を水に溶かして、 CuSO_4 の飽和水溶液を得たい。このとき必要な水の質量は何 g 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、 CuSO_4 の式量は 160、 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ の式量は 250 とする。 10 g

- ① 5.0 ② 25 ③ 45
 ④ 71 ⑤ 80 ⑥ 125

問3 モル濃度がいずれも 0.10 mol/L である次の水溶液ア～ウを、pH の小さい順に並べたものはどれか。最も適当なものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。

11

- ア 水酸化カリウム KOH 水溶液
 イ アンモニア NH_3 水
 ウ 塩化アンモニウム NH_4Cl 水溶液

- ① ア<イ<ウ ② ア<ウ<イ ③ イ<ア<ウ
 ④ イ<ウ<ア ⑤ ウ<ア<イ ⑥ ウ<イ<ア

問4 次の文章を読み、後の問い(a~c)に答えよ。

濃度未知の酢酸水溶液(水溶液 X とする)のモル濃度を決定するために、次の実験を行った。

実験 図1に示すように、(a)ホールピペットを用いて水溶液 X 10 mL をコニカルビーカーにはかりとり、指示薬としてフェノールフタレイン溶液を加えて、(b)ビュレットに入れた 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム NaOH 水溶液で滴定した。この滴定では、コニカルビーカー内の溶液が無色からうすい赤色に変化したときを滴定の終点とした。

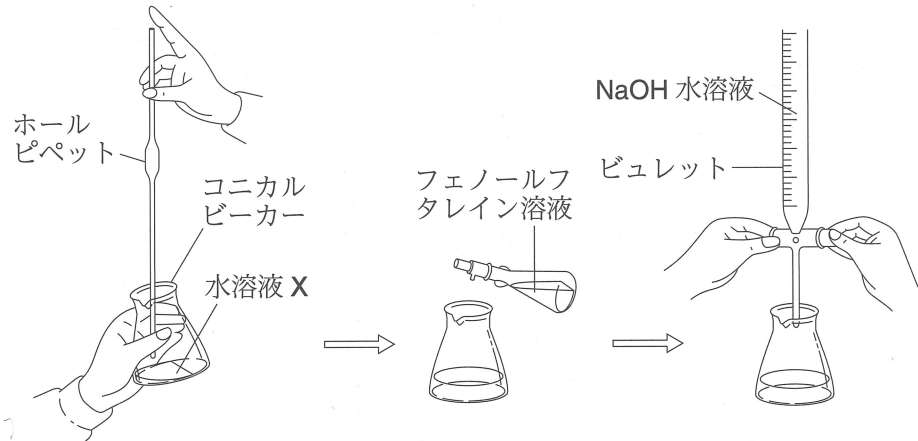


図1 実験の操作手順

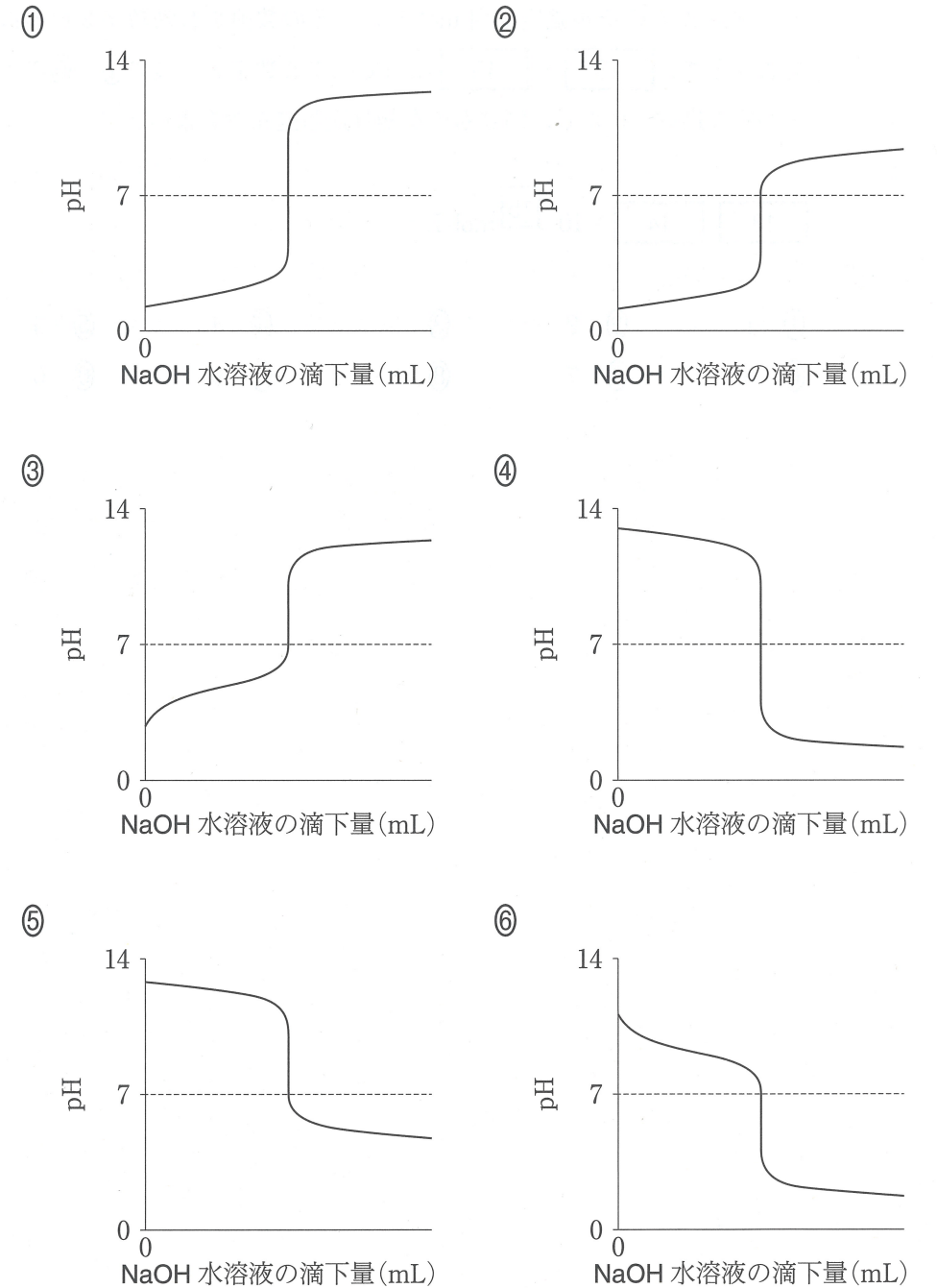
この実験を4回繰り返したところ、終点までの NaOH 水溶液の滴下量は表1のようになった。なお、この実験では、終点までの NaOH 水溶液の滴下量は、次のように求めた。

$$\left(\begin{array}{l} \text{終点までの NaOH} \\ \text{水溶液の滴下量 (mL)} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{l} \text{終点におけるビュレットの} \\ \text{目盛りの読み (mL)} \end{array} \right) - \left(\begin{array}{l} \text{滴下前のビュレットの} \\ \text{目盛りの読み (mL)} \end{array} \right)$$

表1 終点までの NaOH 水溶液の滴下量

	1回目	2回目	3回目	4回目
滴下量(mL)	7.78	7.18	7.22	7.20

a この滴定における滴定曲線の概形として最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 12



b 表1中のNaOH水溶液の滴下量について、1回目の値は2~4回目の値に比べて大きくずれている。このことから、1回目の値を除外して、2~4回目の値を用いて平均滴下量を算出した。算出した平均滴下量の値を用いて求めると、水溶液Xのモル濃度は何mol/Lか。その数値を有効数字2桁の次の形式で表すとき、 ~ に当てはまる数字を、後の①~⑦のうちから一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。

$$\boxed{13} . \boxed{14} \times 10^{-\boxed{15}} \text{ mol/L}$$

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

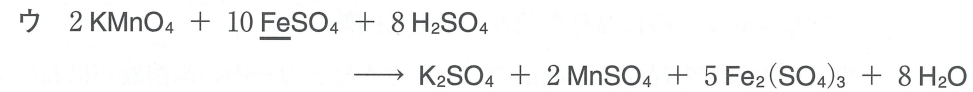
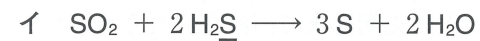
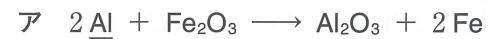
c 表1中のNaOH水溶液の滴下量について、次の記述ア~ウのうち、1回目の値が2~4回目の値に比べて**大きくなった理由**として考えられるものはどれか。すべてを正しく選択しているものとして最も適当なものを、後の①~⑦のうちから一つ選べ。

- ア 下線部(a)の操作で、内壁が純水でぬれたままのホールピペットを用いた。
 イ 下線部(b)の操作で、ビュレットの先端部まで溶液が満たされていない状態でビュレットの目盛りを読み、滴下を開始した。
 ウ 下線部(b)の操作で、滴定中にコニカルビーカー内の水溶液がはねてコニカルビーカーの内壁に付着したが、内壁に液滴が付着したまま、終点まで滴定を続けた。

- ① ア ② イ ③ ウ
 ④ ア, イ ⑤ ア, ウ ⑥ イ, ウ
 ⑦ ア, イ, ウ

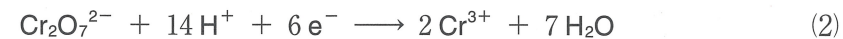
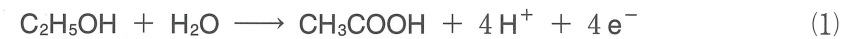
第3問 次の問い(問1~5)に答えよ。(配点 20)

問1 次の反応ア~ウについて、下線を付した原子の酸化数の変化が大きい順に並べたものはどれか。最も適当なものを、後の①~⑥のうちから一つ選べ。 17



- ① ア>イ>ウ ② ア>ウ>イ ③ イ>ア>ウ
 ④ イ>ウ>ア ⑤ ウ>ア>イ ⑥ ウ>イ>ア

問2 エタノール $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ は、硫酸で酸性にした二クロム酸カリウム $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 水溶液を加えて十分に反応させると、酢酸 CH_3COOH に変化する。このときの $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ および二クロム酸イオン $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ の変化は、次の式(1)と(2)で表される。



質量パーセント濃度が4.6%の $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 水溶液 500 g に含まれる $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ をすべて CH_3COOH に変化させるために必要な $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 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。 18 mol

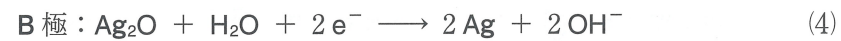
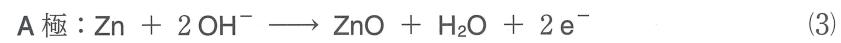
- ① 0.25 ② 0.33 ③ 0.50 ④ 0.67 ⑤ 0.75

問3 金属のイオン化傾向と金属単体の反応性に関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。 19

- ① ナトリウム Na を常温の水に加えると、水素 H_2 を発生しながら溶解する。
 ② 亜鉛 Zn を希塩酸に加えると、 H_2 を発生しながら溶解する。
 ③ 銅 Cu を加熱した濃硫酸に加えると、 H_2 を発生しながら溶解する。
 ④ 硝酸銀 AgNO_3 水溶液に Cu 板を浸すと、Cu 板の表面に銀 Ag が析出する。

問4 酸化銀電池に関する次の文章中の空欄 **ア**・**イ** に当てはまる語句と式の組合せとして最も適当なものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。 **20**

実用電池の一つである酸化銀電池は、時計やカメラなどに広く用いられており、その模式図は図1のように表される。酸化銀電池は、**A**極の活物質(電池の正極や負極で電子の授受に関わる物質)が亜鉛 Zn、**B**極の活物質が酸化銀 Ag₂O であり、電解液には水酸化ナトリウム NaOH 水溶液が用いられている。この電池を放電させたとき、**A**極および**B**極で起こる変化は、次の式(3)と(4)で表される。



この電池の正極は **ア** である。また、この電池を一定時間放電させたとき、**B**極の質量が x (g) から y (g) に変化したとすると、外部回路を流れた電子 e^- の物質量は、 x および y を用いて **イ** (mol) と表される。

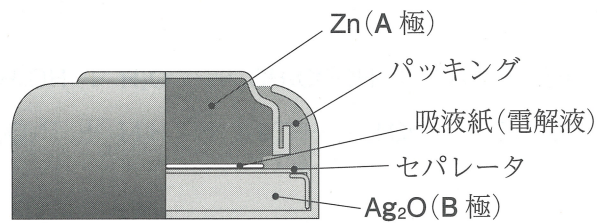


図1 酸化銀電池の模式図

	ア	イ
①	A 極	$\frac{x-y}{32}$
②	A 極	$\frac{x-y}{16}$
③	A 極	$\frac{x-y}{8}$
④	B 極	$\frac{x-y}{32}$
⑤	B 極	$\frac{x-y}{16}$
⑥	B 極	$\frac{x-y}{8}$

問 5 海水にはナトリウムイオン Na^+ 、マグネシウムイオン Mg^{2+} 、塩化物イオン Cl^- 、硫酸イオン SO_4^{2-} など多くのイオンが含まれる。これに関する次の問い (a・b) に答えよ。

a 海水は電氣的に中性であり、海水に含まれる陽イオンの正電荷の大きさの総和と陰イオンの負電荷の大きさの総和が等しい。海水に含まれるイオンが Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} のみであるものとし、 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} のモル濃度をそれぞれ $[\text{Na}^+]$ 、 $[\text{Mg}^{2+}]$ 、 $[\text{Cl}^-]$ 、 $[\text{SO}_4^{2-}]$ で表すとき、これら 4 種類のイオンのモル濃度の間に成り立つ関係式はどれか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 21

- ① $[\text{Na}^+] + [\text{Mg}^{2+}] = [\text{Cl}^-] + [\text{SO}_4^{2-}]$
- ② $[\text{Na}^+] + 2[\text{Mg}^{2+}] = [\text{Cl}^-] + 2[\text{SO}_4^{2-}]$
- ③ $[\text{Na}^+] + 4[\text{Mg}^{2+}] = [\text{Cl}^-] + 4[\text{SO}_4^{2-}]$
- ④ $2[\text{Na}^+] + [\text{Mg}^{2+}] = 2[\text{Cl}^-] + [\text{SO}_4^{2-}]$
- ⑤ $4[\text{Na}^+] + [\text{Mg}^{2+}] = 4[\text{Cl}^-] + [\text{SO}_4^{2-}]$

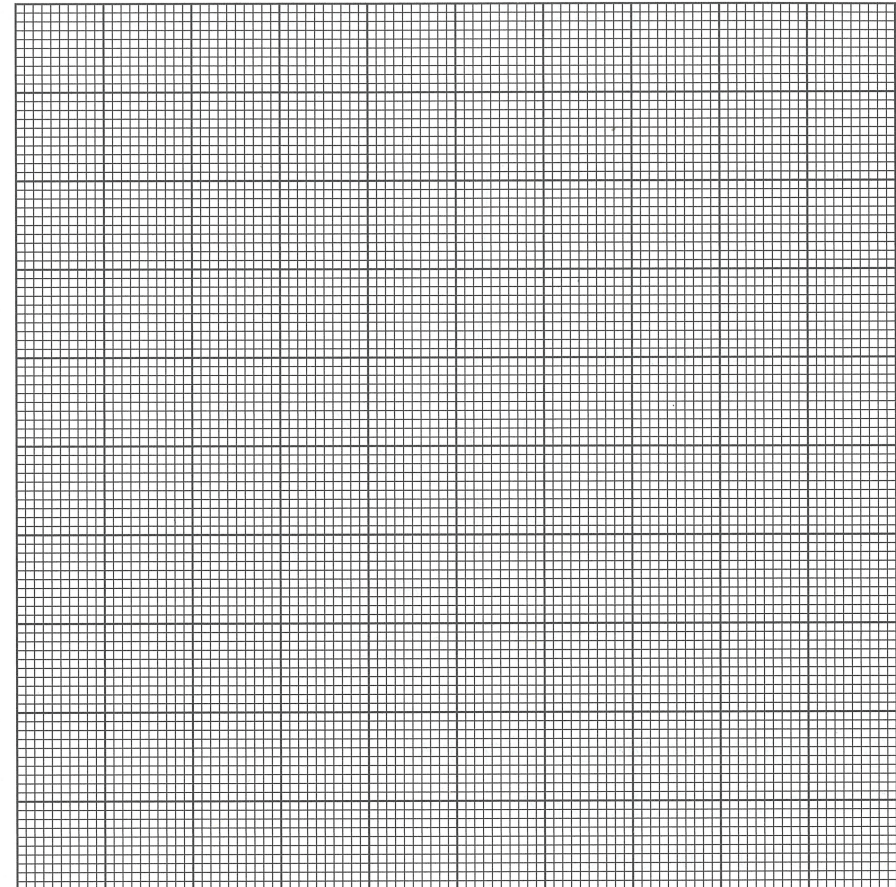
b 海水 10.0 mL に 1.00 mol/L の硝酸銀 AgNO_3 水溶液を加えたところ、塩化銀 AgCl の沈殿が生じた。このとき、加えた AgNO_3 水溶液の体積 (mL) と生じた AgCl の質量 (g) について、表 1 に示す結果が得られた。

表 1 加えた AgNO_3 水溶液の体積 (mL) と生じた AgCl の質量 (g) の関係

AgNO_3 水溶液の体積 (mL)	2.00	4.00	6.00	8.00
AgCl の質量 (g)	0.287	0.574	0.775	0.775

この結果から求めると、海水中の Cl^- のモル濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、後の①～⑤のうちから一つ選べ。必要があれば、次ページの方眼紙を使うこと。 22 mol/L

- ① 0.108
- ② 0.173
- ③ 0.540
- ④ 0.775
- ⑤ 0.861



第4問 次の問い(問1~4)に答えよ。(配点 20)

問1 図1は、水の状態図を模式的に示したものである。図1に関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、後の①~④のうちから一つ選べ。

23

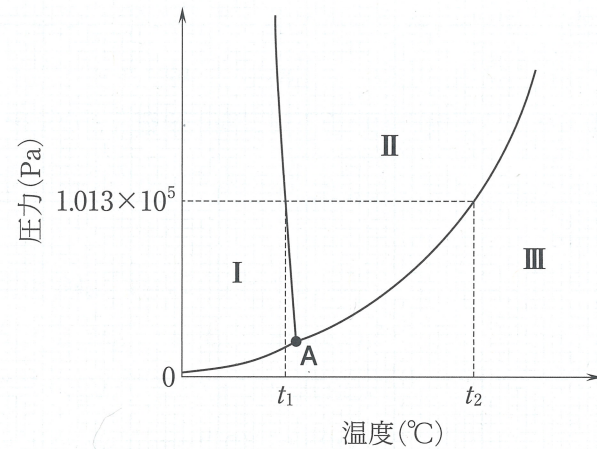


図1 水の状態図

- ① 領域IIで、水は液体として存在する。
- ② 点Aは、三重点とよばれる。
- ③ t_2 の値は、100である。
- ④ t_1 (°C)において、領域IIの水の密度は、領域Iの水の密度よりも小さい。

問2 次の記述I~III中の気体ア~ウを、分子量が大きい順に並べたものはどれか。最も適当なものを、後の①~⑥のうちから一つ選べ。ただし、気体定数は $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ とする。 24

- I 0°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ (標準状態)で11.2Lの気体アの質量は1.0gである。
- II 127°C , $8.31 \times 10^4 \text{ Pa}$ における気体イの密度は0.50 g/Lである。
- III 気体アと気体ウを、物質質量比(ア:ウ)3:1で混合した気体の平均分子量は8.5である。

- ① ア>イ>ウ ② ア>ウ>イ ③ イ>ア>ウ
- ④ イ>ウ>ア ⑤ ウ>ア>イ ⑥ ウ>イ>ア

問 3 25℃, 大気圧(760 mmHg= 1.013×10^5 Pa)のもとで, 一端を閉じた断面積 5.0 cm² のガラス管に水銀を満たし, 水銀を入れた容器に倒立させたところ, ガラス管内の水銀面と容器の水銀面との高さの差(水銀柱の高さ)は 760 mm, ガラス管の上端と容器の水銀面との高さの差は 1000 mm であった(図 2 ア)。

次に, ガラス管の上端と容器の水銀面との高さの差を 1000 mm に保ったまま, ガラス管内にジエチルエーテルを少しずつ封入していったところ, 途中からジエチルエーテルの液体が観察され始めた。図 2 イに示すように, 水銀柱の高さを h (mm) とするとき, 封入したジエチルエーテルの物質量 (mol) と h (mm) の関係を表すグラフの概形として最も適当なものを, 後の①~④のうちから一つ選べ。ただし, 25℃におけるジエチルエーテルの蒸気圧は 540 mmHg(7.20×10^4 Pa)であり, 液体のジエチルエーテルの体積および質量, 水銀の蒸発は無視できるものとする。 25

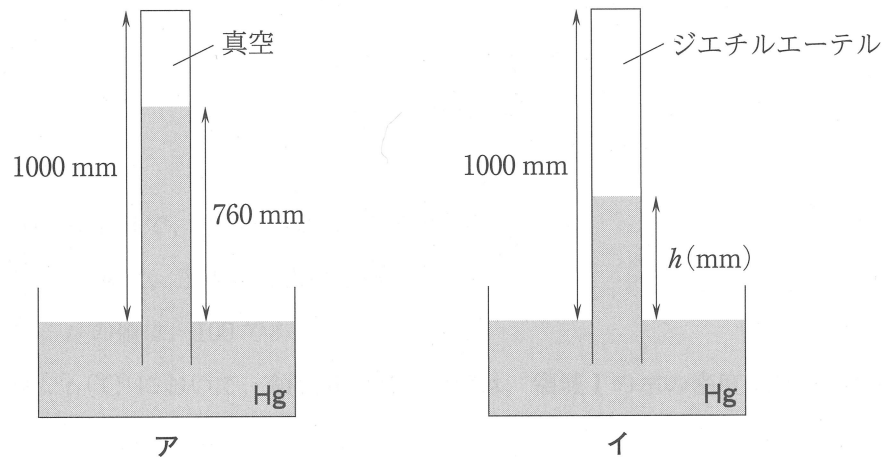
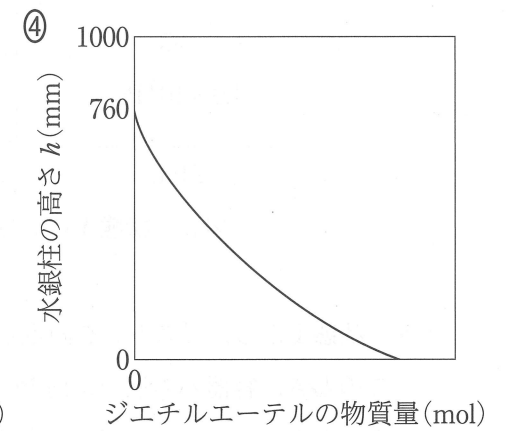
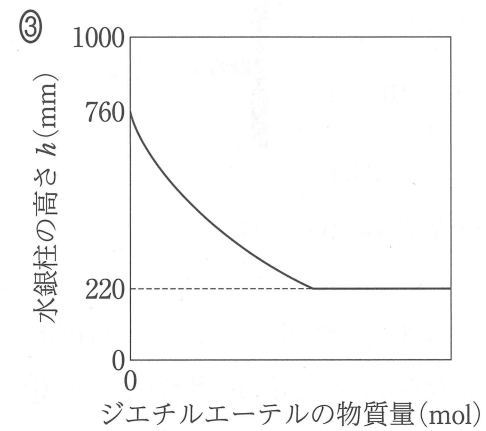
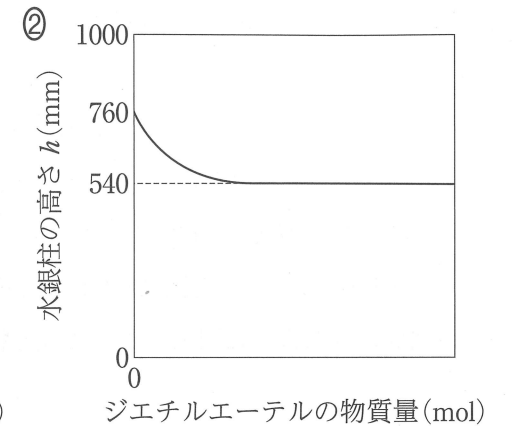
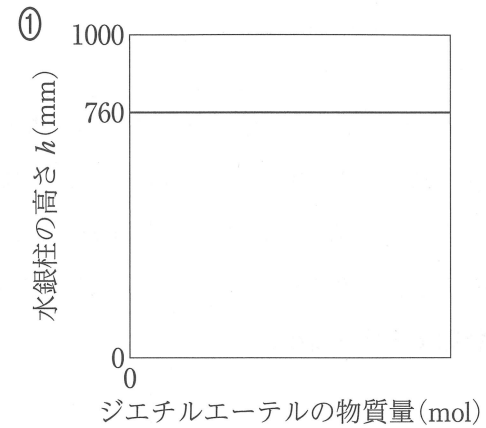


図 2 ガラス管内の水銀面と容器の水銀面の様子



問4 次の文章を読み、後の問い(a・b)に答えよ。

容積が2.0Lの容器Aと、ピストン付きで容積を変化させることのできる容器Bがコックでつながれている。コックを閉じた状態で、容器Aには、一酸化炭素COを27℃で 1.0×10^5 Paになるように封入した。また、容器Bには、容積が1.0Lになる位置でピストンを固定した状態で、酸素O₂を27℃で 3.0×10^5 Paになるように封入した。これを**状態I**とする(図3)。

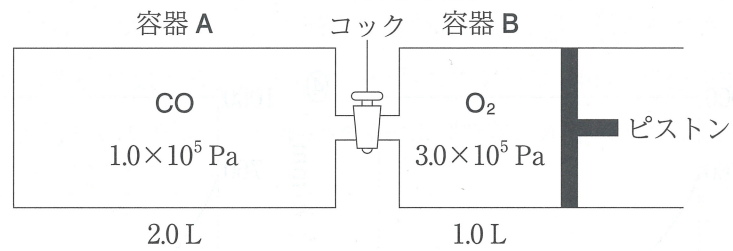


図3 状態Iにおける容器A, B内の様子

a 状態Iから、ピストンを固定したままコックを開いて、十分な時間放置した。このとき、容器内の圧力は何Paになるか。最も適当な数値を、次の①~⑥のうちから一つ選べ。ただし、容器内の温度は27℃に保たれているものとする。

Pa

- ① 1.0×10^5
- ② 1.7×10^5
- ③ 2.0×10^5
- ④ 2.3×10^5
- ⑤ 3.0×10^5
- ⑥ 4.0×10^5

b 状態Iからコックを開いて、容器Bのピストンを完全に押し込んで、容器B内の気体をすべて容器Aに移したのち、再びコックを閉じた。次に、容器A内の気体に点火し、COを完全に燃焼させた。燃焼後、温度を27℃に戻したとき、容器A内の圧力は何Paになるか。最も適当な数値を、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 Pa

- ① 1.0×10^5
- ② 1.5×10^5
- ③ 2.0×10^5
- ④ 2.5×10^5
- ⑤ 3.0×10^5
- ⑥ 3.5×10^5

第5問 次の文章を読み、後の問い(問1～4)に答えよ。(配点 20)

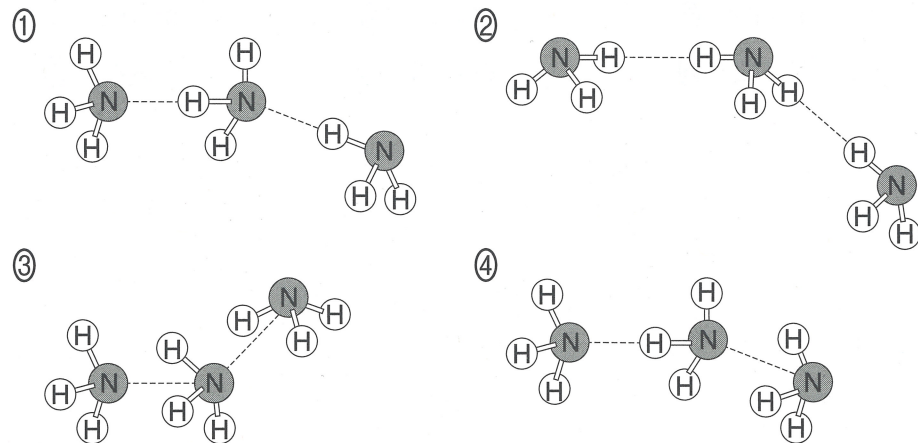
窒素の化合物の一つであるアンモニア NH_3 は、刺激臭をもつ無色の気体で、(a)水によく溶ける。また、(b)分子間で水素結合を形成するため、 NH_3 の沸点は分子量から予想される値よりも異常に高い。

NH_3 は、硝酸 HNO_3 の工業的製法の原料として用いられるほか、(c)硫酸などの窒素肥料の原料として多量に使われている。また、近年では、大気汚染物質である(d)窒素酸化物の除去にも活用されている。さらに、発電用の燃料や燃料電池の材料などといったエネルギー源としても注目されており、実用化が進められている。

問1 下線部(a)に関連して、室温における NH_3 の飽和水溶液の質量パーセント濃度は35%であり、その密度は 0.88 g/cm^3 である。この水溶液のモル濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 28 mol/L

- ① 15 ② 18 ③ 21 ④ 24

問2 下線部(b)に関して、 NH_3 の分子間で水素結合が形成されている様子を表した模式図はどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、水素結合は破線(-----)で表している。 29



問3 下線部(c)に関して、硫酸アンモニウム $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ を主成分とする窒素肥料である。不純物を含む硫酸 A 中の $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ の含有率(質量パーセント)を調べるために、次の実験を行った。

実験 硫酸 A 0.150 g を水に溶かして 50 mL の水溶液とした。この水溶液に十分な量の水酸化ナトリウム NaOH 水溶液を加えて加熱したところ、 NH_3 が発生した。発生した NH_3 をすべて 0.100 mol/L の希硫酸 20.0 mL に吸収させたところ、 NH_3 吸収後の水溶液には、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ と未反応の硫酸 H_2SO_4 が含まれていた。この水溶液に含まれる H_2SO_4 の量を求めるために、ア を指示薬として、0.100 mol/L の NaOH 水溶液で滴定したところ、水溶液の色がイ に変化する滴定の終点までに 20.0 mL を要した。

この実験に関する次の問い(a・b)に答えよ。

a 表1に、指示薬であるフェノールフタレインとメチルレッドについて、変色域と色の変化を示す。上の文章中の空欄ア・イに当てはまる指示薬および色の変化の組合せとして最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。 30

表1 指示薬の変色域と色の変化

指示薬	変色域と色の変化
フェノールフタレイン	(無色) pH 8.0 ~ pH 9.8 (赤色)
メチルレッド	(赤色) pH 4.2 ~ pH 6.2 (黄色)

	ア	イ
①	フェノールフタレイン	無色から赤色
②	フェノールフタレイン	赤色から無色
③	メチルレッド	赤色から黄色
④	メチルレッド	黄色から赤色

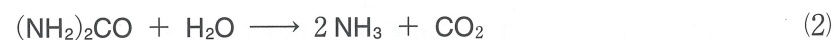
b 硫安 A 中の $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (式量 132) の含有率(質量パーセント)は何 % か。最も適当な数値を、次の①~④のうちから一つ選べ。ただし、硫安 A に含まれる不純物は NaOH と反応しないものとする。 %

- ① 61 ② 76 ③ 88 ④ 98

問 4 下線部(d)に関して、 NH_3 は、触媒の存在下で窒素酸化物を還元し、窒素 N_2 と水蒸気 H_2O に変換することで無害化する。窒素酸化物が二酸化窒素 NO_2 の場合、その変化は式(1)で表される。



この反応は、ディーゼルエンジンによる大気汚染を軽減化させるために活用されている。ただし、 NH_3 は有毒な気体で取り扱いに注意を要するので、実際には毒性のない尿素 $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ の水溶液が用いられる。 $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ 水溶液を高温の排気ガスに噴霧すると、式(2)の反応によって生じた NH_3 が、式(1)の反応にしたがって、排気ガスに含まれる NO_2 を還元する。



式(1)・(2)の反応によって、 NO_2 1 mol をすべて N_2 に還元するために必要な $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ の物質は何 mol か。最も適当な数値を、次の①~④のうちから一つ選べ。 mol

- ① $\frac{1}{3}$ ② $\frac{2}{3}$ ③ 1 ④ $\frac{4}{3}$