

2023

# 共通テスト 追試験

## 化学

化学：  
解答時間 60 分 配点 100 点

本問題は大学入試センターからの提供・許諾を得て教学社が再現したものを掲載しています。

本問題の無断複製・転載を禁じます。

# 化 学

(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
Mg	24	S	32	Cl	35.5	K	39
Cu	64	Ba	137				

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 次のア～オのうち、常温・常圧で電気を最もよく通すものはどれか。最も適当なものを、後の①～⑤のうちから一つ選べ。

- |   |                |   |                   |
|---|----------------|---|-------------------|
| ア | アセトン           | イ | 1 mol/L のグルコース水溶液 |
| ウ | 1 mol/L の酢酸水溶液 | エ | 1 mol/L の塩酸       |
| オ | 塩化ナトリウム        |   |                   |

- ① ア      ② イ      ③ ウ      ④ エ      ⑤ オ

問 2 超臨界流体に関する次の記述(ア・イ)について、正誤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。 2

ア 物質が超臨界流体になると、固体、液体、気体が平衡状態で共存する。

イ 圧力と温度がともに臨界点より高い状態にある物質は、超臨界流体である。

	ア	イ
①	正	正
②	正	誤
③	誤	正
④	誤	誤

問 3 電解質  $AB_2$  (式量 200) は水中で陽イオン  $A^{2+}$  と陰イオン  $B^-$  に完全に電離する。この電解質  $AB_2$  と非電解質  $C$  (分子量 150) との混合物 0.50 g が水 100 g に完全に溶けた溶液を考える。すべての溶質粒子  $A^{2+}$ ,  $B^-$ ,  $C$  を合わせた質量モル濃度が 0.050 mol/kg であるとき、混合物中の電解質  $AB_2$  の含有率(質量パーセント)は何%か。最も適当な数値を、次の①~⑤のうちから一つ選べ。ただし、水溶液中では  $A^{2+}$ ,  $B^-$ ,  $C$  はそれぞれ単独の溶質粒子として存在するとし、電離以外の化学反応は起こらないものとする。 3 %

- ① 20                      ② 33                      ③ 40                      ④ 50                      ⑤ 67

問 4 実在気体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。 

4
---

- ① 実在気体は、低温・高圧になるにつれて、理想気体のふるまいに近づく。
- ② 分子の極性は、実在気体のふるまいが理想気体のふるまいからずれる原因の一つになる。
- ③ 分子自身の体積は、実在気体のふるまいが理想気体のふるまいからずれる原因の一つになる。
- ④ 実在気体が理想気体とみなせるとき、1 mol の気体の圧力と体積の積と絶対温度の比の値は、物質の種類によらない。

問 5 図 1 に示す塩化カリウム  $\text{KCl}$ 、硝酸カリウム  $\text{KNO}_3$ 、および硫酸マグネシウム  $\text{MgSO}_4$  の水に対する溶解度曲線を用いて、固体の溶解および析出に関する後の問い (a・b) に答えよ。

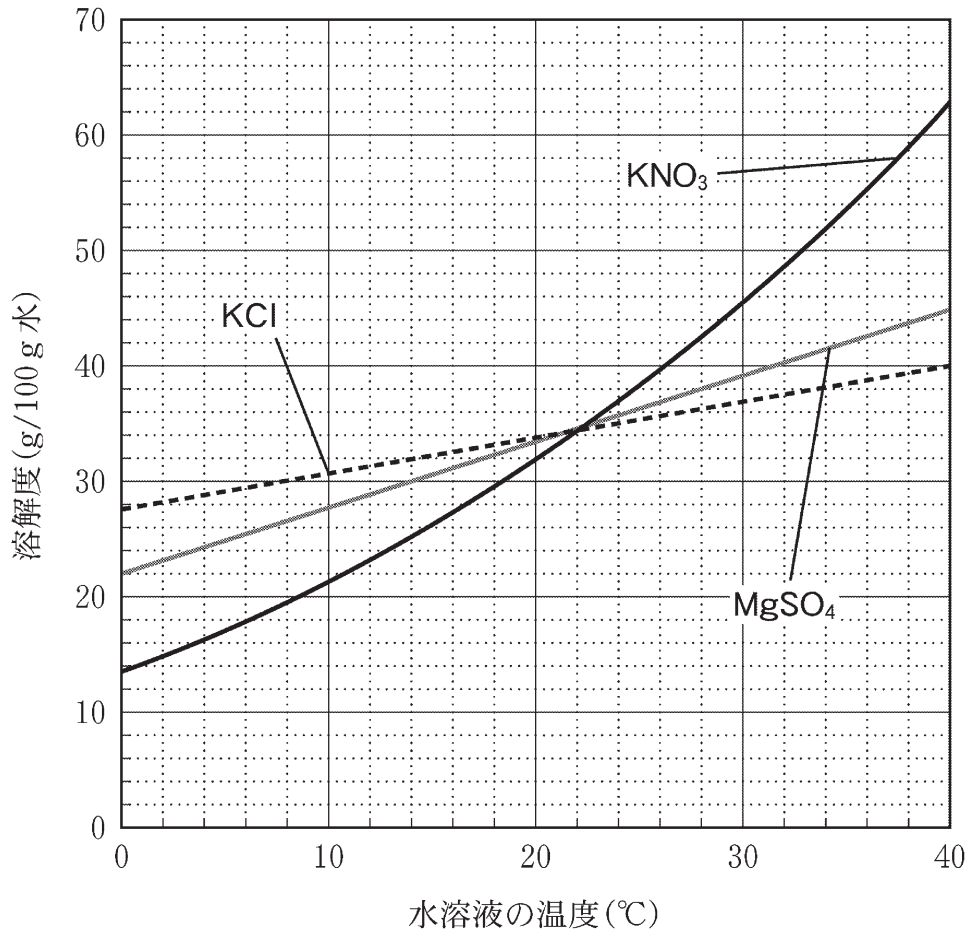


図 1  $\text{KCl}$ 、 $\text{KNO}_3$ 、および  $\text{MgSO}_4$  の溶解度曲線

a KCl(式量 74.5)とKNO<sub>3</sub>(式量 101)の水への溶解と水溶液からの析出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 KClの飽和水溶液とKNO<sub>3</sub>の飽和水溶液では、いずれも温度が低い方がカリウムイオンの濃度が小さい。
- ② 水100gにKClを溶かした30℃の飽和水溶液と、水100gにKNO<sub>3</sub>を溶かした30℃の飽和水溶液を調製し、両方の温度を10℃に下げると、析出する塩の質量はKClの方が大きい。
- ③ 水100gにKClを溶かした22℃の飽和水溶液と、水100gにKNO<sub>3</sub>を溶かした22℃の飽和水溶液を比べると、カリウムイオンの物質量はKNO<sub>3</sub>の飽和水溶液の方が小さい。
- ④ 水100gにKCl 25gを加えると、10℃ではすべて溶けるが、水100gにKNO<sub>3</sub> 25gを加えると、10℃では一部が溶けずに残る。

b MgSO<sub>4</sub>の水溶液を冷却して得られる結晶は、MgSO<sub>4</sub>の水和物である。水100gに、ある量のMgSO<sub>4</sub>が溶けている水溶液Aを14℃に冷却する。このとき、析出するMgSO<sub>4</sub>の水和物の質量が12.3gであり、その中の水和水の質量が6.3gである場合、冷却前の水溶液Aに溶けているMgSO<sub>4</sub>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。  g

- ① 28      ② 30      ③ 32      ④ 34      ⑤ 36      ⑥ 42

第2問 次の問い(問1～4)に答えよ。(配点 20)

問1 図1は、化学反応  $A + B \rightleftharpoons C + D$  におけるエネルギー変化を表したものである。この化学反応のしくみ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、後の①～④のうちから一つ選べ。 7

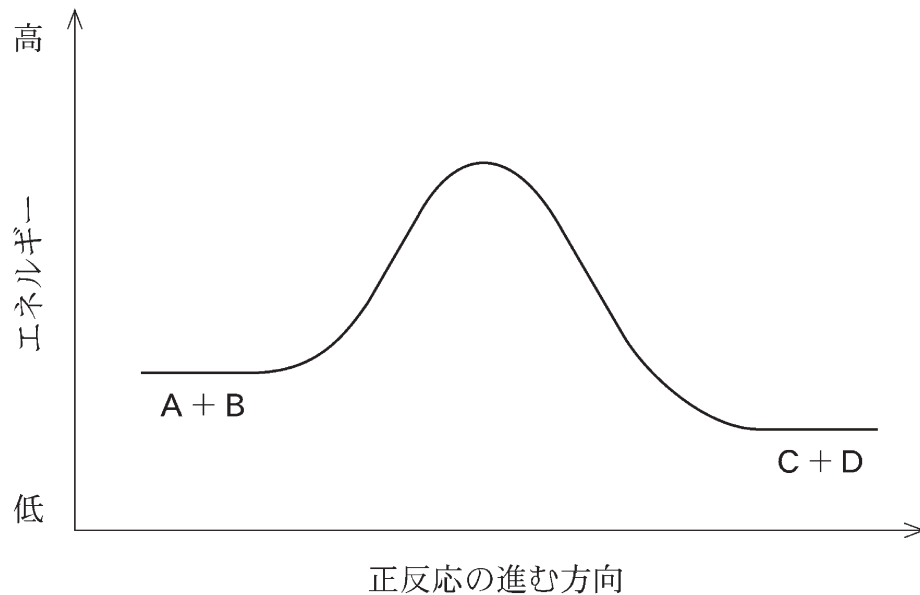
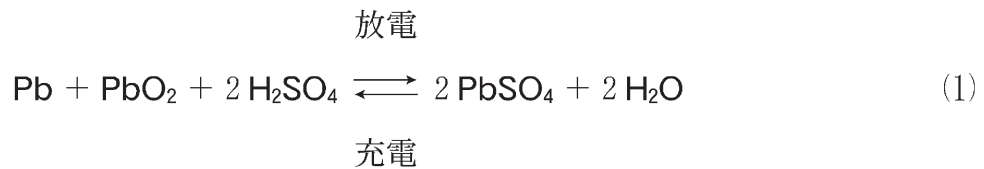


図1 化学反応  $A + B \rightleftharpoons C + D$  におけるエネルギー変化

- ① 反応物の濃度が大きくなると、反応に関与する粒子どうしの単位時間当たりの衝突回数が増える。
- ② 反応に関与する粒子どうしが衝突しても、活性化エネルギーを超えるエネルギーをもたないと反応が起こらない。
- ③ 逆反応と正反応の活性化エネルギーの差が反応熱と等しくなるのは、同じ活性化状態(遷移状態)を経由して反応が進行するためである。
- ④ 温度を上げると反応速度が大きくなるのは、活性化エネルギーが小さくなるためである。

問 2 自動車等に用いられる鉛蓄電池は、負極活物質に鉛 Pb，正極活物質に酸化鉛(IV) PbO<sub>2</sub>，電解液として希硫酸を用いる。鉛蓄電池の充電と放電における反応をまとめると次の式(1)で表され、電極の質量が変化するとともに硫酸 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> の濃度が変化する。



濃度 3.00 mol/L の硫酸 100 mL を用いた鉛蓄電池を外部回路に接続し、しばらく放電させたところ、硫酸の濃度が 2.00 mol/L に低下した。このとき、外部回路に流れた電気量は何 C 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、ファラデー定数は  $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$  とし、電極で生じた電子はすべて外部回路を流れたものとする。また、電極での反応による電解液の体積変化は無視できるものとする。 8 C

- |                      |                      |                      |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| ① $9.65 \times 10^1$ | ② $1.93 \times 10^2$ | ③ $2.90 \times 10^2$ |
| ④ $9.65 \times 10^3$ | ⑤ $1.93 \times 10^4$ | ⑥ $2.90 \times 10^4$ |



問 3 ある 2 価の酸  $\text{H}_2\text{A}$  は、水溶液中では次の式(2)と(3)で表されるように二段階で電離する。



式(2)に示した一段階目の反応では  $\text{H}_2\text{A}$  は  $\text{H}^+$  と  $\text{HA}^-$  に完全に電離し、式(3)に示した二段階目の反応では電離平衡の状態になる。式(3)の反応の平衡定数  $K$  は、次の式(4)で表される。

$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^{2-}]}{[\text{HA}^-]} \quad (4)$$

$\text{H}_2\text{A}$  水溶液のモル濃度を  $c$ 、二段階目の反応における  $\text{HA}^-$  の電離度を  $\alpha$  としたとき、 $K$  を表す式として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

①  $\frac{c\alpha^2}{1-\alpha}$

②  $\frac{c\alpha(1+\alpha)}{1-\alpha}$

③  $\frac{c\alpha^2}{1+\alpha}$

④  $\frac{c\alpha(1+2\alpha)}{1+\alpha}$

問 4 白金触媒式カイロは、図 2 に示すように、液体のアルカンを燃料とし、蒸発したアルカンが白金触媒表面上で酸素により酸化される反応(酸化反応)の発熱を利用して暖をとる器具である。この反応の反応熱(燃焼熱)を  $Q$  (kJ/mol) とし、直鎖状のアルカンであるヘプタン  $C_7H_{16}$  (分子量 100) を例にとると、熱化学方程式は次の式(5)で表される。

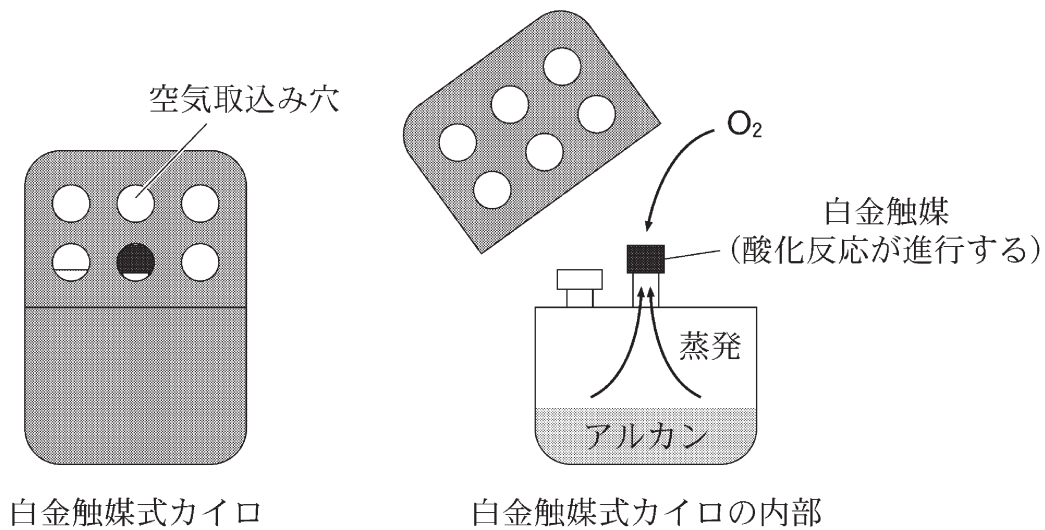
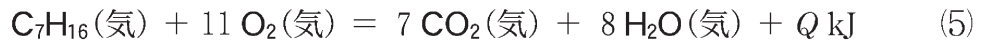


図 2 白金触媒式カイロの模式図

アルカンの酸化反応に関する次の問い(a・b)に答えよ。

- a 白金触媒式カイロを使用して暖をとるために利用できる熱量を、式(5)や状態変化で出入りする熱量から求めたい。実際のカイロでは白金触媒は約200℃になっているが、その温度での反応を考えなくてよい。

気温5℃でカイロを使用し始め、生成物の温度が最終的に25℃になるとすると、暖をとるために利用できる熱量は5℃のC<sub>7</sub>H<sub>16</sub>(液)とO<sub>2</sub>を25℃まで温めるための熱量、25℃におけるC<sub>7</sub>H<sub>16</sub>の蒸発熱、25℃における反応熱から計算できる。

5℃のC<sub>7</sub>H<sub>16</sub>(液) 10.0 g (0.100 mol)と5℃のO<sub>2</sub>から出発し、すべてのC<sub>7</sub>H<sub>16</sub>が反応して25℃のCO<sub>2</sub>とH<sub>2</sub>O(気)が生成するとき、利用できる熱量は何kJか。最も適当な数値を、次の①~⑤のうちから一つ選べ。ただし、C<sub>7</sub>H<sub>16</sub>(液)とO<sub>2</sub>を5℃から25℃まで温めるために必要な熱量は、1 molあたりそれぞれ4.44 kJ, 0.600 kJとし、25℃におけるC<sub>7</sub>H<sub>16</sub>の蒸発熱は36.6 kJ/molとする。また、式(5)で表されるC<sub>7</sub>H<sub>16</sub>(気)の反応熱Qは、25℃において4.50 × 10<sup>3</sup> kJ/molとする。 

10
----

 kJ

- ① 4.41 × 10<sup>2</sup>                      ② 4.45 × 10<sup>2</sup>                      ③ 4.50 × 10<sup>2</sup>  
④ 4.41 × 10<sup>3</sup>                      ⑤ 4.45 × 10<sup>3</sup>

b 炭素数  $n$  が 4 以上の直鎖状のアルカンでは、図 3 に示すように、炭素数  $n$  が 1 増えると  $\text{CH}_2$  どうしによる  $\text{C}-\text{C}$  単結合も一つ増える。そのため、気体のアルカンの生成熱や燃焼熱を炭素数  $n$  に対してグラフにすると、 $n$  が大きくなると直線になることが知られている。いくつかの直鎖状のアルカンおよび  $\text{CO}_2$ (気)と  $\text{H}_2\text{O}$ (気)の  $25^\circ\text{C}$  における生成熱を表 1 に示す。この温度における直鎖状のアルカン  $\text{C}_8\text{H}_{18}$ (気)の燃焼熱は何  $\text{kJ/mol}$  か。最も適当な数値を、後の①~⑤のうちから一つ選べ。ただし、生成する  $\text{H}_2\text{O}$  は気体である。必要があれば方眼紙を使うこと。 11  $\text{kJ/mol}$

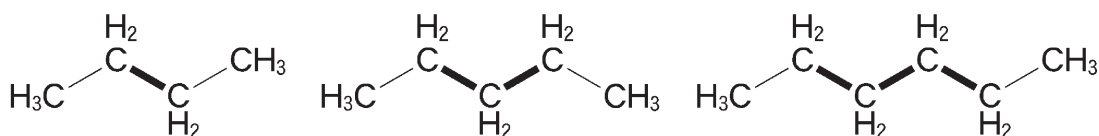
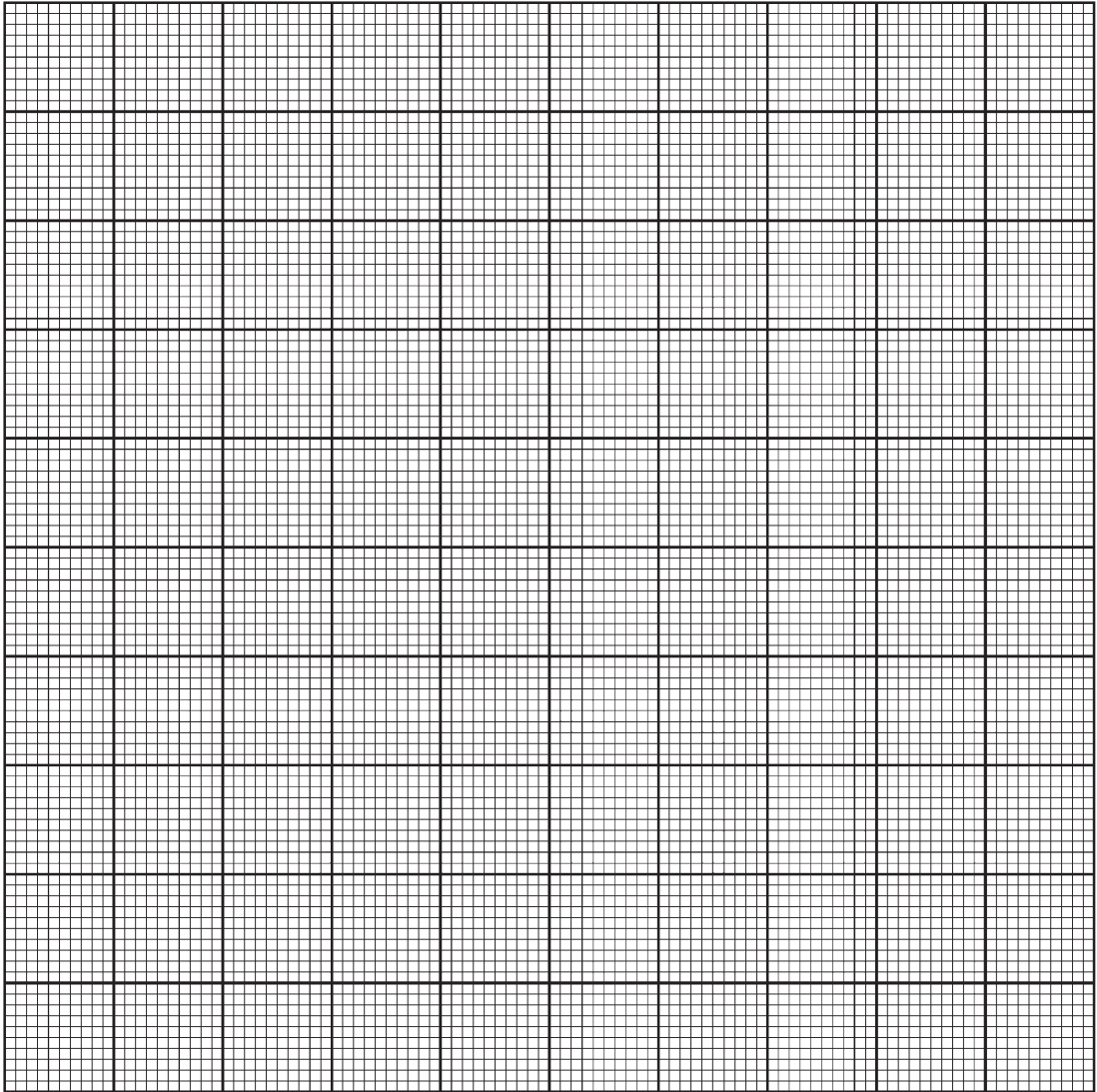


図 3 直鎖状のアルカンの構造式(太線は  $\text{CH}_2$  どうしの  $\text{C}-\text{C}$  単結合)

表 1 直鎖状のアルカン、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  の生成熱 ( $25^\circ\text{C}$ )

化合物	生成熱 ( $\text{kJ/mol}$ )
$\text{C}_4\text{H}_{10}$ (気)	126
$\text{C}_5\text{H}_{12}$ (気)	147
$\text{C}_6\text{H}_{14}$ (気)	167
$\text{C}_7\text{H}_{16}$ (気)	188
$\text{CO}_2$ (気)	394
$\text{H}_2\text{O}$ (気)	242

- ①  $2.09 \times 10^2$                       ②  $4.69 \times 10^3$                       ③  $5.12 \times 10^3$   
 ④  $5.15 \times 10^3$                       ⑤  $5.27 \times 10^3$



第3問 次の問い(問1～4)に答えよ。(配点 20)

問1 窒素の単体および窒素化合物に関する記述として正しいものはどれか。最も  
適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 12

- ① 大気圧( $1.013 \times 10^5$  Pa)下では液体の窒素は存在しない。
- ② 濃硝酸中で、銀の表面は不動態となる。
- ③ 硝酸は、水と二酸化窒素を反応させると得られる。
- ④ テトラアンミン亜鉛(Ⅱ)イオン中の配位結合は、亜鉛イオンの非共有電子対がアンモニアに与えられて生じる。

問2 次の化学反応ではいずれも気体が発生する。これらのうち、酸化還元反応で  
はないものはどれか。次の①～⑤のうちから適当なものを二つ選べ。ただし、  
解答の順序は問わない。

13

14

- ①  $\text{Zn} + 2 \text{NaOH} + 2 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{H}_2$
- ②  $\text{Ca}(\text{ClO})_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{HCl} \longrightarrow \text{CaCl}_2 + 4 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{Cl}_2$
- ③  $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3$
- ④  $\text{Cu} + 2 \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CuSO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$
- ⑤  $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{NaHSO}_4 + \text{HCl}$

問 3 銅化合物に関する記述として下線部に誤りを含むものはどれか。最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 15

- ① 酸化銅(Ⅱ)は、希硫酸に溶ける。
- ② タンパク質水溶液は、水酸化ナトリウム水溶液を加えたのち硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加えると、赤紫色に呈色する。
- ③ フェーリング液にアルデヒドを加えて加熱すると、酸化銅(Ⅱ)が生じる。
- ④ 濃アンモニア水に水酸化銅(Ⅱ)を溶かした水溶液は、銅アンモニアレーヨン(キュプラ)の製造に用いられる。

問 4 純粋な硫酸銅(Ⅱ)五水和物  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  を  $102^\circ\text{C}$  で長時間加熱すると三水和物  $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  が得られるが、水和水は加熱中に徐々に失われていく。そのため、試料全体で平均した組成を化学式  $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  で表すと、 $102^\circ\text{C}$  で加熱した試料では、 $x$  は  $3 \leq x \leq 5$  を満たす実数となる。また、さらに高温 ( $150^\circ\text{C}$  以上) で加熱すると、 $x$  は 0 まで減少し、硫酸銅(Ⅱ)無水塩  $\text{CuSO}_4$  (式量 160) が得られる。

加熱により、一部の水和水を失った試料 A がある。試料 A の化学式  $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  における  $x$  の値を求めるための実験について、次の問い (a・b) に答えよ。ただし、試料 A 中には  $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  と水和水以外は含まれないものとする。

a 試料 A 中の  $\text{SO}_4^{2-}$  含有量から  $x$  の値を求めるために、次の実験 I を行った。

**実験 I** 1.178 g の試料 A を水に完全に溶かし、塩化バリウム  $\text{BaCl}_2$  水溶液を硫酸バリウム  $\text{BaSO}_4$  (式量 233) の白色沈殿が新たに生じなくなるまで徐々に加えた。白色沈殿をすべてろ過により取り出し、洗浄、乾燥して質量を求めたところ、1.165 g であった。

1.178 g の試料 A 中の  $\text{SO}_4^{2-}$  がすべて白色沈殿に含まれたと仮定すると、 $x$  の値はいくらか。 $x$  を小数第 1 位までの数値として次の形式で表すとき、 と  に当てはまる数字を、後の①～⑩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。

$$x = \text{  } . \text{  }$$

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



b 試料 A における  $x$  の値は、 $\text{SO}_4^{2-}$  の含有量の代わりに、 $\text{Cu}^{2+}$  の含有量を用いて求めることもできる。試料 A 中の  $\text{Cu}^{2+}$  含有量を調べる 2 通りの手法として、次の**実験 II**および**実験 III**を考えた。

**実験 II**  $\text{Cu}^{2+}$  を含む水溶液に、水酸化ナトリウム NaOH 水溶液を十分に加え、生じる沈殿をすべてろ過により取り出し、十分に加熱して純粋な酸化銅(II)  $\text{CuO}$  (式量 80) としてから、その質量を求める。

**実験 III**  $\text{Cu}^{2+}$  を含む水溶液を、陽イオン交換樹脂を詰めたカラムに通し、流出液に含まれる水素イオン  $\text{H}^+$  の物質量を、中和滴定により求める。

ある質量の試料 A を溶かした水溶液 B を用意し、その 10 mL を用いて**実験 II**を行ったところ、質量  $w$  (mg) の  $\text{CuO}$  が得られた。また、別の 10 mL の水溶液 B を用いて**実験 III**を行ったところ、濃度  $c$  (mol/L) の NaOH 水溶液が、中和滴定の終点までに  $V$  (mL) 必要であった。用いた水溶液 B 中の  $\text{Cu}^{2+}$  が、**実験 II** ではすべて  $\text{CuO}$  となり、**実験 III** ではすべて陽イオン交換樹脂により  $\text{H}^+$  に交換されたものとする、求められる  $\text{Cu}^{2+}$  の含有量の値は、**実験 II** と**実験 III** で同じ値となる。このとき、 $w$ 、 $c$ 、 $V$  の値の関係はどのような式で表されるか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

18

①  $V = \frac{25 w}{c}$

②  $V = \frac{25 w}{2 c}$

③  $V = \frac{25 w}{4 c}$

④  $V = \frac{w}{40 c}$

⑤  $V = \frac{w}{80 c}$

⑥  $V = \frac{w}{160 c}$

第4問 次の問い(問1～4)に答えよ。(配点 20)

問1 アセチレンの反応に関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 19

- ① アセチレンに1分子の臭素を反応させると、1,2-ジブロモエチレンが生成する。
- ② 適切な触媒を用いてアセチレンに酢酸を反応させると、酢酸ビニルが生成する。
- ③ 適切な触媒を用いてアセチレンに1分子の水を付加させると、酢酸が生成する。
- ④ 適切な触媒を用いてアセチレンに水素を反応させると、エチレン(エテン)を経てエタンが生成する。

問2 塩化ベンゼンジアゾニウムとナトリウムフェノキシドから、図1に示す *p*-ヒドロキシアゾベンゼンを合成するカップリング(ジアゾカップリング)に関する記述として正しいものはどれか。最も適切なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。 20

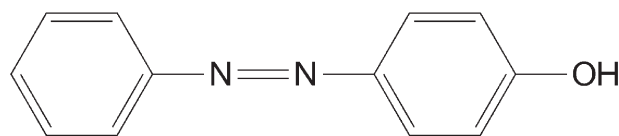


図1 *p*-ヒドロキシアゾベンゼンの構造式

- ① カップリングに用いる塩化ベンゼンジアゾニウムはアニリンと硝酸ナトリウムから得られる。
- ② カップリングでは塩化ナトリウムが生成する。
- ③ カップリングでは窒素が発生する。
- ④ カップリングで生成する *p*-ヒドロキシアゾベンゼンは無色である。

問 3 単量体 A ( $\text{CH}_2=\text{CHC}_6\text{H}_5$ ) と単量体 B ( $\text{CH}_2=\text{CHCN}$ ) を反応させることで、共重合体を合成した。この共重合体中のベンゼン環に結合した水素原子の数と、それ以外の水素原子の総数の比は、5 : 4 であった。このとき反応した単量体 A と B の物質量の比として最も適当なものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。

21

- ① 1 : 3      ② 4 : 5      ③ 1 : 1      ④ 5 : 4      ⑤ 3 : 1

問 4 酸素を含む有機化合物に関する次の問い(a ~ c)に答えよ。

a エステル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。 22

- ① サリチル酸に無水酢酸を反応させると、アセチルサリチル酸が生成する。
- ② 濃硫酸を触媒として、酢酸とエタノールから酢酸エチルを合成する反応は、可逆反応である。
- ③ ニトログリセリンはグリセリンと硝酸とのエステルである。
- ④ 水酸化ナトリウム水溶液を用いる酢酸エチルの加水分解反応は、可逆反応である。

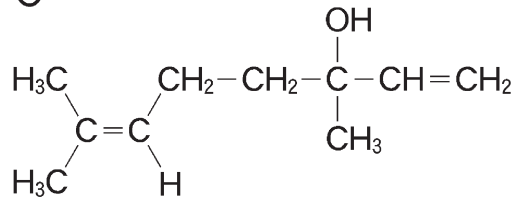
b ある植物の葉には、炭素、水素、酸素のみからなるエステル A が含まれている。49.0 mg の A を完全に加水分解すると、カルボン酸 B と、分子式  $C_{10}H_{18}O$  の 1 価アルコール C 38.5 mg が得られた。B の示性式として最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。 23

- ①  $CH_3COOH$
- ②  $CH_3CH_2COOH$
- ③  $HOOC-COOH$
- ④  $HOOC-CH_2-COOH$

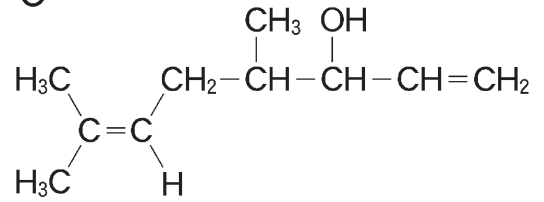
c 1価アルコールCは不斉炭素原子をもち、シス・トランス異性体は存在しない。Cのすべての二重結合に、触媒を用いて水素を付加させた。得られたアルコールは、硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液と加熱しても、酸化されなかった。Cの構造式として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

24

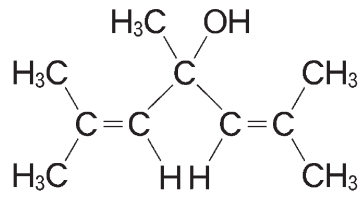
①



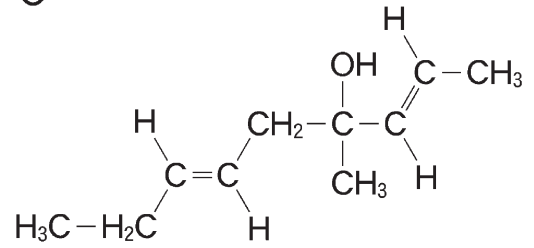
②



③



④



第5問 次の文章を読み、後の問い(問1～4)に答えよ。(配点 20)

(a) モノマー間の共有結合だけで網目状の立体構造をつくっている高分子や、架橋構造(橋かけ構造)により網目状の立体構造をつくっている高分子は、機能性高分子などとして身のまわりで多く利用されている。(b) ポリアクリル酸ナトリウムに架橋構造をもたせ、網目状の立体構造となった高分子は、高吸水性樹脂(吸水性高分子)として利用されている。この高吸水性樹脂内部には電離する官能基—COONaが存在する。(c) 高吸水性樹脂を水に浸すと、水分子が樹脂の中に吸収され、樹脂の内側と外側でイオン濃度が異なるため浸透圧が生じる。すると水分子がさらに吸収され、網目が広がって図1のように樹脂が膨らむが、分子鎖が共有結合で架橋されているため、樹脂内に一定量の水が保持された状態で吸水がとまる。

浸透圧については、希薄溶液では一般にファントホッフの法則が成り立つ。

(d) ファントホッフの法則を用いると、浸透圧や溶質の分子量を決定することができる。

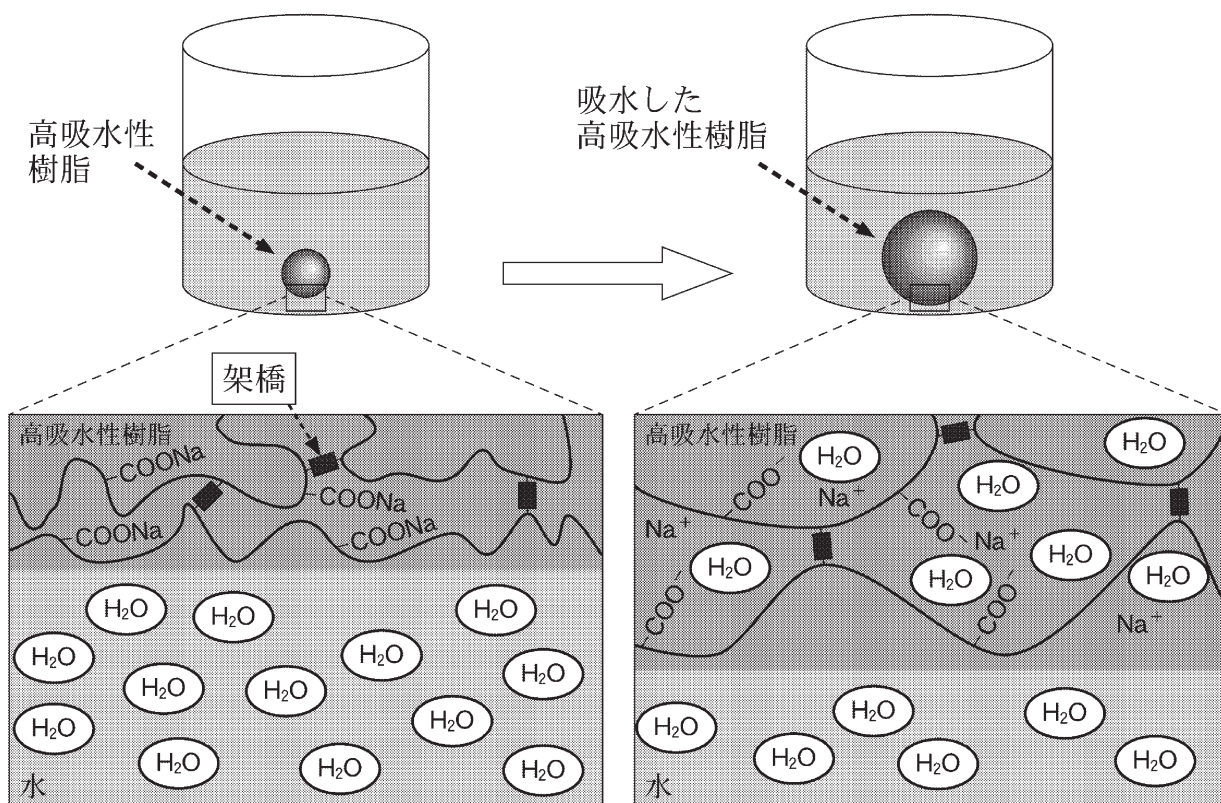


図1 高吸水性樹脂の吸水前後の様子

問 1 下線部(a)に関して、網目状の立体構造をもたない高分子はどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 25

① フェノール樹脂

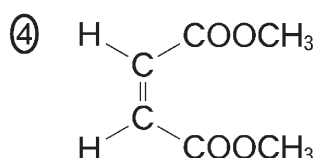
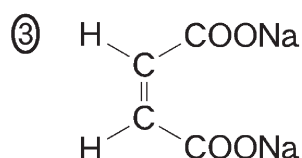
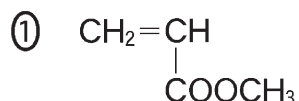
② 尿素樹脂

③ アルキド樹脂

④ スチロール樹脂(ポリスチレン)

問 2 下線部(b)に関して、架橋構造をもつポリアクリル酸ナトリウムは、アクリル酸ナトリウム  $\text{CH}_2=\text{CHCOONa}$  を付加重合させる際に、少量の他のモノマーと共重合させることにより得られる。このとき架橋構造をもたせるために共重合させるモノマーとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

26



問 3 下線部(c)に関して、純水に浸した場合と塩化ナトリウム  $\text{NaCl}$  水溶液に浸した場合に起こる現象の記述として正しいものはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

27

- ① 樹脂に吸収される水の量は、純水よりも  $\text{NaCl}$  水溶液に浸した場合の方が少ない。
- ② 樹脂に吸収される水の量は、純水よりも  $\text{NaCl}$  水溶液に浸した場合の方が多い。
- ③ 樹脂に吸収される水の量は、いずれの場合も同じである。
- ④  $\text{NaCl}$  水溶液に浸した場合は、架橋が切れて樹脂が溶解する。



問 4 下線部(d)に関する次の問い(a・b)に答えよ。

a 浸透圧  $\Pi$  に関するファンツホッフの法則は、次の式(1)のように表すことができる。

$$\Pi = \frac{C_w RT}{M} \quad (1)$$

ここで、 $C_w$  は質量濃度とよばれ、溶質の質量  $w$ 、溶液の体積  $V$  を用いて  $C_w = \frac{w}{V}$  で定義される。また、 $R$  は気体定数、 $T$  は絶対温度、 $M$  は溶質のモル質量である。式(1)はスクロースなどの比較的低分子量の非電解質の  $M$  の決定に広く用いられている。

300 K、 $C_w = 0.342$  g/L のスクロース(分子量 342)水溶液の  $\Pi$  は何 Pa 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①~⑩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。なお、気体定数は  $R = 8.31 \times 10^3$  Pa・L/(K・mol) とする。

$$\text{} . \text{} \times 10^{\text{}} \text{ Pa}$$

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

b 高分子の溶液では、式(1)は質量濃度  $C_w$  が小さいときにしか適用できないが、次の式(2)は  $C_w$  が大きくても適用できる。

$$\Pi = C_w RT \left( \frac{1}{M'} + AC_w \right) \quad (2)$$

ここで、 $M'$  は非電解質の高分子の平均分子量であり、 $A$  は高分子間および高分子と溶媒との間の相互作用の大きさに関係する定数である。

式(2)を変形すると次の式(3)になり、 $M'$  を求めることができる。

$$\frac{\Pi}{C_w RT} = \frac{1}{M'} + AC_w \quad (3)$$

$C_w$  が 0 に近づくと  $\Pi$  も  $C_w RT$  も 0 に近づくが、式(3)が示すように、その比  $\frac{\Pi}{C_w RT}$  は  $\frac{1}{M'}$  に近づくことを利用する。具体的には、 $C_w$  が異なるいくつかの試料を調製し、それぞれに対して  $\Pi$  を測定する。得られた結果を用いて  $C_w$  を横軸に、 $\frac{\Pi}{C_w RT}$  を縦軸にとってグラフに表すと、 $C_w = 0$  での切片から  $M'$  を求めることができる。

300 K で、ある非電解質の高分子の質量濃度  $C_w$  を変化させて  $\Pi$  を測定し、 $\frac{\Pi}{C_w RT}$  を求めると表 1 のようになった。表 1 の値を方眼紙に記入すると、図 2 のようになる。この高分子の  $M'$  はいくらか。最も適当な数値を、後の①～⑤のうちから一つ選べ。

31

表 1 高分子の質量濃度  $C_w$  と浸透圧  $\Pi$  および  $\frac{\Pi}{C_w RT}$

$C_w$ (g/L)	$\Pi$ (Pa)	$\frac{\Pi}{C_w RT}$ ( $\times 10^{-5}$ mol/g)
1.65	60.0	1.46
2.97	114	1.54
4.80	196	1.64
7.66	345	1.81

①  $5.5 \times 10^4$

②  $6.1 \times 10^4$

③  $6.5 \times 10^4$

④  $6.8 \times 10^4$

⑤  $7.3 \times 10^4$

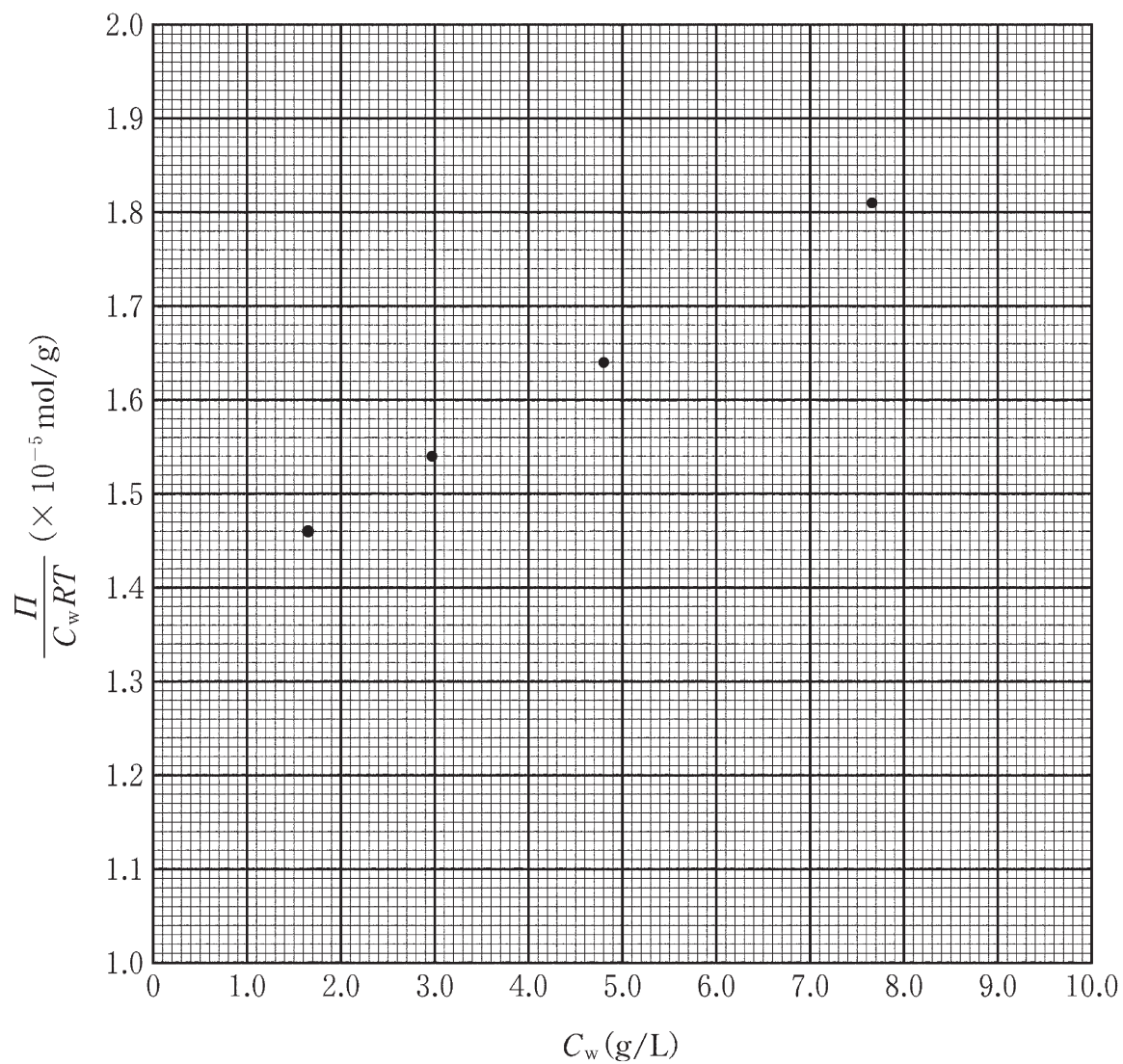


図2 高分子の質量濃度  $C_w$  と  $\frac{\Pi}{C_w RT}$  の関係