

問題は、I から IV までで、68 ページから 81 ページまであります。確かめなさい。
解答は、解答番号 1 から 26 までにマークしなさい。

必要があれば、原子量および定数は以下を使うこと。

H = 1.00, Li = 6.94, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, S = 32.0, Pb = 207

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

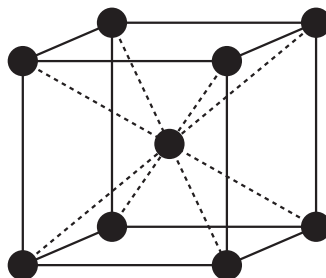
標準状態 (0 °C, $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$) で 1 mol の気体が占める体積は、22.4 L とする。

また、体積の単位記号 L はリットルを表す。

I 次の問 1 ～ 5 に答えなさい。

問 1 以下の図に示す金属の単位格子について述べた次の文中の空欄 A ～ C に入るものの組み合わせとして最も適切なものはどれか。下の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

この単位格子は立方体であり、A と呼ばれる。この単位格子には B 個の原子が含まれる。また、配位数は C である。

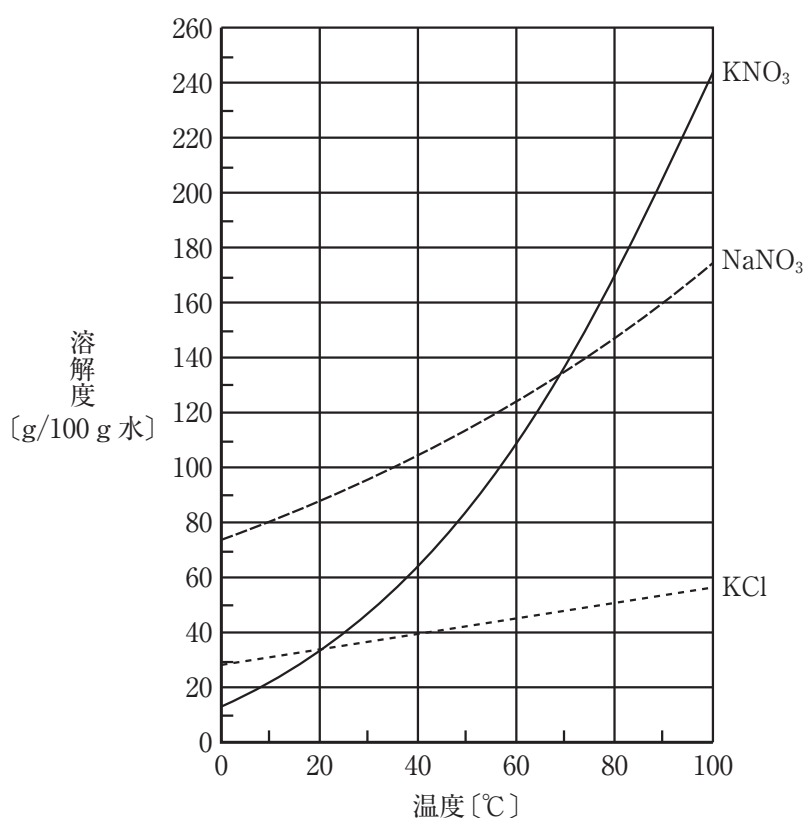


	A	B	C
1 ①	体心立方格子	2	6
②	体心立方格子	2	8
③	体心立方格子	4	6
④	体心立方格子	4	8
⑤	面心立方格子	2	6
⑥	面心立方格子	2	8
⑦	面心立方格子	4	6
⑧	面心立方格子	4	8

問 2 次のイオンのうち、そのイオン半径が最も大きいものはどれか。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

- ☒ ① O^{2-} ② F^{-} ③ Na^{+} ④ Mg^{2+} ⑤ Al^{3+}

問 3 次の図は、硝酸カリウム、硝酸ナトリウム、塩化カリウムについて、各温度における水 100 g に飽和するまで溶ける物質の質量 [g] を示した溶解度曲線である。(1)と(2)の問いに答えなさい。ただし、水溶液中に共存する物質は他の物質の溶解度に影響を与えないものとする。



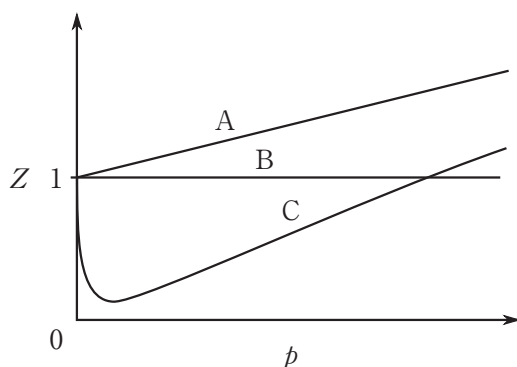
(1) 図に示した 3 種類の物質に関する記述として最も適切なものはどれか。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

- ☒ ① 40 °C において、水 100 g に最もよく溶けるのは硝酸カリウムである。
 ② 20 °C において、水 200 g に物質 100 g がすべて溶けるものは 2 種類ある。
 ③ 80 °C において、水 150 g に物質 60 g をすべて溶かし、その水溶液を 10 °C まで冷却したとき、結晶が析出するものは 1 種類のみである。
 ④ 同じ質量の硝酸ナトリウムと塩化カリウムが溶けている水溶液から、温度を変化させることにより硝酸ナトリウムのみを析出させることができる。
 ⑤ 40 °C における塩化カリウム飽和水溶液 140 g を 0 °C に冷却したとき、析出する結晶は 20 g 以下である。

(2) 60℃の硝酸カリウムの飽和水溶液 63 g を 15℃に冷却したときに、析出する硝酸カリウムの結晶の質量 [g] として最も近い値はどれか。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。ただし、硝酸カリウムは水 100 g に対し、60℃で 110 g、15℃で 25 g 溶けるものとする。

- ④ ① 7.5 g ② 13 g ③ 20 g ④ 26 g ⑤ 33 g

問 4 圧力 p [Pa]、体積 v [L]、温度 T [K] の状態にある、物質量が n [mol] の気体について、 $Z = \frac{pv}{nRT}$ と定義する。ただし、 R [Pa·L/(mol·K)] は気体定数である。理想気体、水素および二酸化炭素の 273 K における Z と p の関係をグラフで示したものは A～C のいずれかに該当する。水素と二酸化炭素を示したグラフの組み合わせとして最も適切なものはどれか。下の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。



		水素	二酸化炭素
⑤	①	A	B
	②	A	C
	③	B	A
	④	B	C
	⑤	C	A
	⑥	C	B

問 5 ある金属 M 4.05 g を完全燃焼させると、酸化物 M_2O_3 が 7.65 g 得られた。M の原子量として最も近い値はどれか。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

- ⑥ ① 24.3 ② 27.0 ③ 40.0
④ 56.0 ⑤ 64.0 ⑥ 65.4

Ⅱ 次の問 1 ～ 5 に答えなさい。

問 1 次の化学反応式で表される反応において、反応物 A、B の初濃度を変化させて、C の生成速度を測定する実験を行った。このとき、反応物 A、B のモル濃度(それぞれ、 $[A]$ [mol/L]、 $[B]$ [mol/L]) と反応速度 v [mol/(L・s)] の関係として下の表のようなデータが得られた。このデータをもとに、(1)と(2)の問いに答えなさい。



実験番号	$[A]$ [mol/L]	$[B]$ [mol/L]	v [mol/(L・s)]
1	0.20	0.20	1.6×10^{-3}
2	0.20	0.10	8.0×10^{-4}
3	0.10	0.10	2.0×10^{-4}

(1) この反応の反応速度式を次のように表すとき、 x と y の値の組み合わせとして最も適切なものはどれか。下の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。ただし、 k は反応速度定数である。

$$v = k[A]^x[B]^y$$

		x	y
7	①	1	1
	②	1	2
	③	2	1
	④	2	2
	⑤	3	1
	⑥	3	2

(2) この反応の反応速度定数 k として最も近い値はどれか。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。ただし、ここでは単位を省略している。

8 ① 0.20 ② 1.0 ③ 2.0 ④ 10 ⑤ 20

問 2 水溶液中で、 S^{2-} は様々な金属イオンと硫化物の沈殿を生成する。モル濃度がともに $2.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ の Cu^{2+} と Zn^{2+} を含む酸性の混合溶液に、常に硫化水素が飽和状態で濃度一定となるように硫化水素を吹き込み続けながら、pH を徐々に大きくしていったところ、ある pH のもとで ZnS の白色沈殿が生成しはじめた。このときの水溶液中の Cu^{2+} のモル濃度 $[\text{mol/L}]$ として最も近い値はどれか。下の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。ただし、実験はすべて室温 (25°C) のもとで行われた。さらに、硫化水素を吹き込むことによる混合溶液の体積変化は無視でき、金属硫化物以外の沈殿は生じないものとする。また、必要があれば次の CuS と ZnS の 25°C における溶解度積 K_{sp} の値を用いなさい。なお、 $[Cu^{2+}]$ 、 $[Zn^{2+}]$ 、 $[S^{2-}]$ はそれぞれ、銅(Ⅱ)イオン、亜鉛イオン、硫化物イオンのモル濃度を示している。

$$K_{sp}(CuS) = [Cu^{2+}][S^{2-}] = 6.5 \times 10^{-30} (\text{mol/L})^2$$

$$K_{sp}(ZnS) = [Zn^{2+}][S^{2-}] = 2.2 \times 10^{-18} (\text{mol/L})^2$$

- 9 ① $1.1 \times 10^{-16} \text{ mol/L}$ ② $6.5 \times 10^{-16} \text{ mol/L}$ ③ $3.0 \times 10^{-14} \text{ mol/L}$
 ④ $5.9 \times 10^{-14} \text{ mol/L}$ ⑤ $2.8 \times 10^{-12} \text{ mol/L}$ ⑥ $2.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$

問 3 ある試料に含まれる窒素原子の物質量を調べるために、以下の操作を行った。まず、試料に適切な処理をして試料中の窒素原子をすべてアンモニアに変化させた。次に、発生したアンモニアすべてを 0.100 mol/L の希硫酸 10.0 mL に吸収させた。この水溶液中に残っている硫酸を中和するのに 0.100 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液が 12.0 mL 必要であった。この試料に含まれる窒素原子の物質量 $[\text{mol}]$ として最も近い値はどれか。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

- 10 ① $1.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$ ② $2.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$ ③ $4.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$
 ④ $7.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$ ⑤ $8.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$

問 4 次の反応の中で、酸化還元反応として最も適切なものはどれか。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

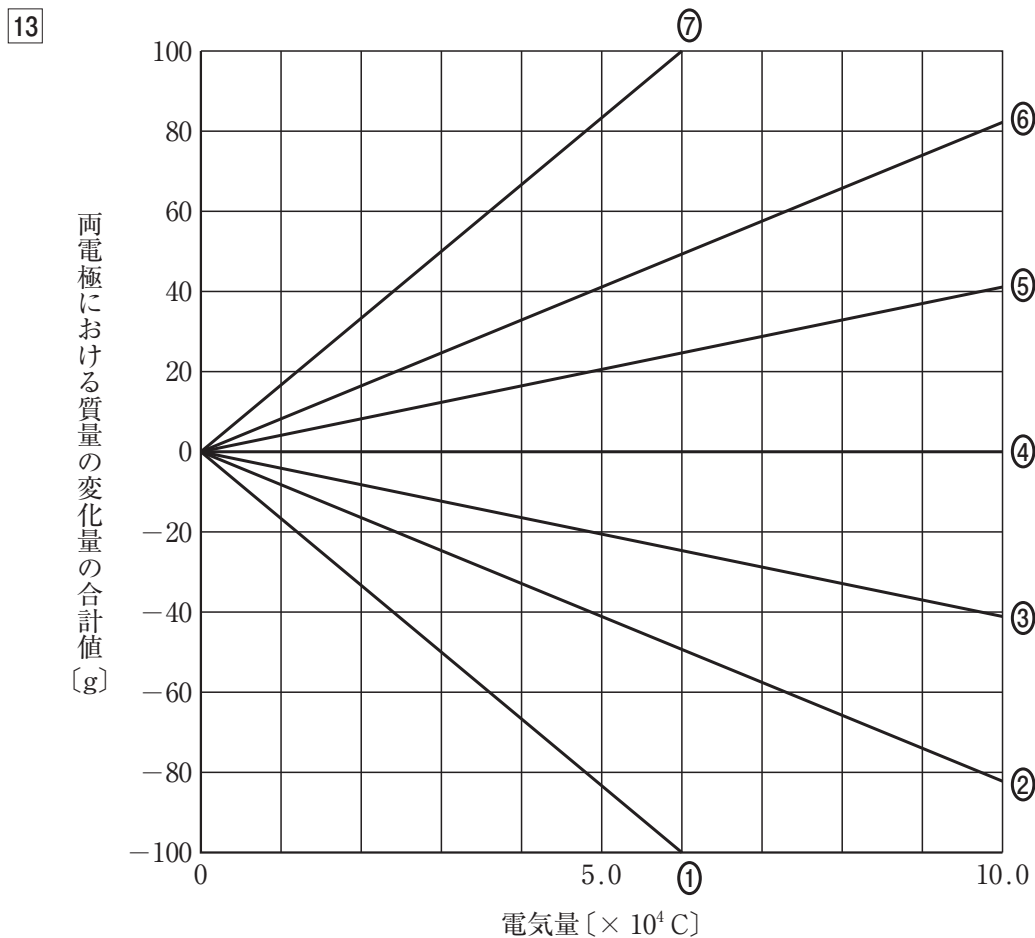
- 11 ① $2\text{NaHCO}_3 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
 ② $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{KOH} \longrightarrow 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 ③ $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \longrightarrow \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$
 ④ $2\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
 ⑤ $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2$

問 5 鉛蓄電池について、(1)と(2)の問いに答えなさい。

(1) 鉛蓄電池に関する記述として最も適切なものはどれか。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

- 12 ① 鉛蓄電池は放電させると、両電極の表面に黒色の物質が付着してくる。
 ② 鉛蓄電池のように充電することで繰り返し使うことのできる電池を一次電池という。
 ③ 鉛蓄電池を充電するときは、鉛電極側に外部電源の正極を接続する。
 ④ 鉛蓄電池は、今日では実用電池としてはほとんど使われていない。
 ⑤ 鉛蓄電池を充電すると、電解液の密度は大きくなる。

(2) 鉛蓄電池の放電時に流れた電気量〔C〕と両電極における質量の変化量の合計値〔g〕の関係を示すグラフとして最も適切なものはどれか。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。



Ⅲ 次の問 1 ～ 4 に答えなさい。

問 1 リチウムについて、(1)と(2)の問いに答えなさい。

(1) リチウムの単体と化合物に関する記述として最も適切なものはどれか。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

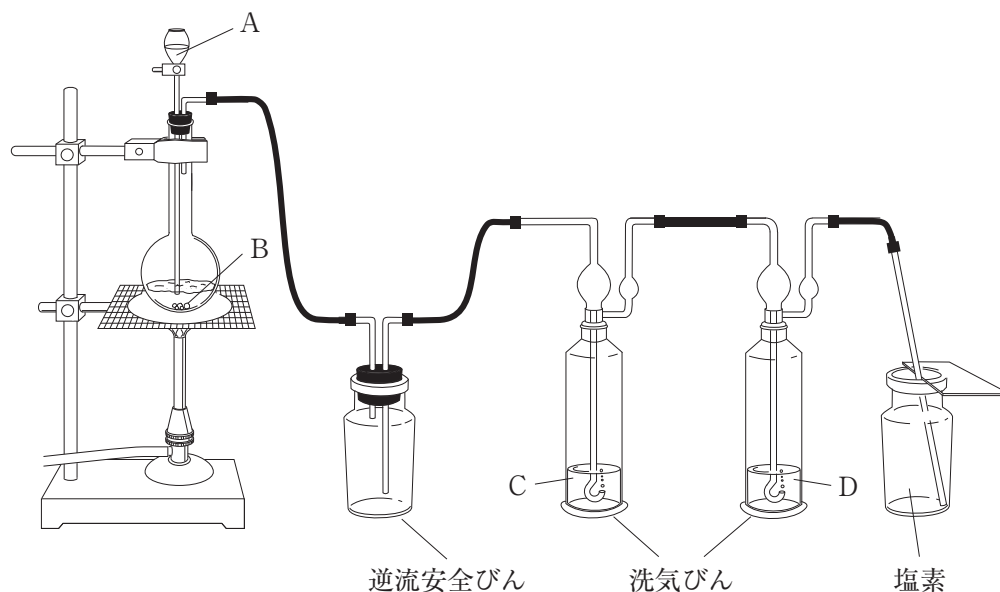
- 14 ① 単体の密度は、水の密度より大きい。
② 水酸化物 LiOH の水溶液は、弱塩基性を示す。
③ 炎色反応は、黄色を示す。
④ 水素化物 LiH では、水素原子の酸化数は -1 である。
⑤ 単体は、石油と激しく反応する。

(2) リチウムの単体 3.47 g を水と完全に反応させたとき、発生する水素の標準状態における体積 $[\text{L}]$ として最も近い値はどれか。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

- 15 ① 5.60 L ② 11.2 L ③ 16.8 L ④ 22.4 L ⑤ 33.6 L

問 2 塩素の製法と性質について、(1)と(2)の問いに答えなさい。

- (1) 実験室において乾燥した塩素を得るために、次の図のような装置を用いて操作を行った。
図中のA～Dの物質の組み合わせとして最も適切なものはどれか。下の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。



	A	B	C	D
16 ①	濃硫酸	塩化ナトリウム	水	濃硫酸
②	濃硫酸	塩化ナトリウム	濃硫酸	水
③	濃硫酸	酸化マンガン(Ⅳ)	水	濃硫酸
④	濃硫酸	酸化マンガン(Ⅳ)	濃硫酸	水
⑤	濃塩酸	塩化ナトリウム	水	濃硫酸
⑥	濃塩酸	塩化ナトリウム	濃硫酸	水
⑦	濃塩酸	酸化マンガン(Ⅳ)	水	濃硫酸
⑧	濃塩酸	酸化マンガン(Ⅳ)	濃硫酸	水

- (2) 塩素の性質に関する記述として最も適切なものはどれか。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

- 17 ① 水溶液は二酸化ケイ素を溶かす。
 ② 水と激しく反応して、酸素を発生させる。
 ③ 水素との混合物に光を照射すると、爆発的に反応する。
 ④ 湿らせた赤色リトマス紙を青色に変えたのち、漂白する。
 ⑤ 塩素の殺菌作用や漂白作用は、水と反応して生じた塩化水素の酸化作用によるものである。

問 3 次の文中の空欄 ～ に入るものの組み合わせとして最も適切なものはどれか。

下の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

金属イオンとして銀イオンのみを含む水溶液を二本の試験管 X，Y にとり分け，試験管 X に少量のアンモニア水を加えると の沈殿が生じ，さらに過剰に加えると沈殿は溶けて の水溶液になる。また，試験管 Y に硫化水素を通じると の沈殿を生じる。

		A	B	C
18	①	褐色	無色	黒色
	②	褐色	無色	白色
	③	褐色	青白色	黒色
	④	褐色	青白色	白色
	⑤	白色	無色	黒色
	⑥	白色	無色	白色
	⑦	白色	青白色	黒色
	⑧	白色	青白色	白色

問 4 合金に関する次の記述 A～C の正誤の組み合わせとして最も適切なものはどれか。下の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

A ジュラルミンはマグネシウムが主成分の合金である。

B ステンレス鋼は鉄にクロムやニッケルを混ぜ合わせた合金であり、腐食しにくい性質をもつ。

C 合金の中には、ある温度以下で電気抵抗がほぼ 0 となる超伝導性を示すものがある。

		A	B	C
19	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

IV

次の問 1 ～ 5 に答えなさい。

問 1 芳香族化合物 A に関する(1)と(2)の問いに答えなさい。

- (1) 炭素，水素，酸素からなる芳香族化合物 A 21.6 mg を完全燃焼させたところ，二酸化炭素 61.6 mg と，水 14.4 mg が得られた。また，化合物 A の分子量は 150 以下であった。化合物 A の分子式として最も適切なものはどれか。次の中から一つ選び，その番号をマークしなさい。

- 20 ① C_7H_6O ② C_7H_8O ③ $C_7H_6O_2$
④ C_8H_8O ⑤ $C_8H_{10}O$ ⑥ $C_8H_8O_2$

- (2) 芳香族化合物 A として考えられるものは何種類あるか。その数として最も適切なものを次の中から一つ選び，その番号をマークしなさい。

- 21 ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

問 2 分子式が $C_4H_8O_2$ で表される化合物 X がある。化合物 X を酸性条件下で加水分解すると，化合物 Y と化合物 Z が得られた。化合物 Y に，アンモニア性硝酸銀水溶液を加えて加熱すると銀が析出した。また，化合物 Z に，水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素を加えて加熱すると黄色沈殿が生じた。化合物 X の示性式として最も適切なものはどれか。次の中から一つ選び，その番号をマークしなさい。

- 22 ① $HCOOCH_2CH_2CH_3$ ② $HCOOCH(CH_3)_2$ ③ $CH_3COOCH_2CH_3$
④ $CH_3CH_2COOCH_3$ ⑤ $CH_3CH_2CH_2COOH$

問 3 フェノールに関する次の記述 A～C の正誤の組み合わせとして最も適切なものはどれか。下のの中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

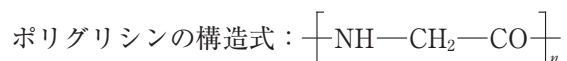
A フェノールは、水酸化ナトリウム水溶液と中和し、塩をつくって水に溶ける。

B フェノールに塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると紫色になる。

C ベンゼンとプロペンを原料としたクメン法によって、フェノールと 1-プロパノールが生成する。

23		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

問 4 グリシンが多数縮合重合してできたポリグリシンに関する(1)と(2)の問いに答えなさい。



- (1) ポリグリシンの呈色反応について述べた次の文中の空欄 , に入るものの組み合わせとして最も適切なものはどれか。下の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

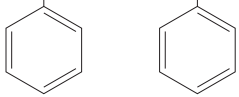
あるポリグリシンの水溶液に少量の水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性にしたのち、少量の硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加えると、 になった。この反応は 反応と呼ばれる。

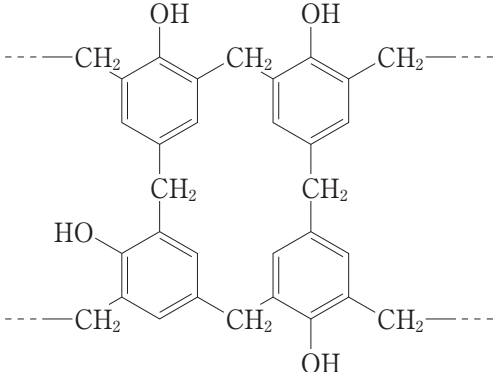
		A	B
24	①	赤紫色	ビウレット
	②	赤紫色	ニンヒドリン
	③	赤紫色	キサントプロテイン
	④	深青色	ビウレット
	⑤	深青色	ニンヒドリン
	⑥	深青色	キサントプロテイン
	⑦	赤橙色(橙赤色)	ビウレット
	⑧	赤橙色(橙赤色)	ニンヒドリン
	⑨	赤橙色(橙赤色)	キサントプロテイン

- (2) あるポリグリシンの平均分子量を測定したところ、 2.28×10^4 であった。このポリグリシンの平均重合度として最も近い値はどれか。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

- 25 ① 300 ② 320 ③ 340 ④ 360
 ⑤ 380 ⑥ 400 ⑦ 420 ⑧ 440

問 5 次の構造式は、合成高分子化合物の構造の一部を表している。熱硬化性樹脂の構造として最も適切なものはどれか。次の中から一つ選び、その番号をマークしなさい。

- 26 ① $\text{---CH---CH}_2\text{---CH---CH}_2\text{---}$

- ② $\text{---CH}_2\text{---CH---CH}_2\text{---CH---}$

- ③ $\text{---CH}_2\text{---}$

- ④ $\text{---CH}_2\text{---CH---CH}_2\text{---CH---}$

- ⑤ $\text{---CH}_2\text{---CH---CH}_2\text{---CH---}$


(以上で問題は終わりです。解答番号 27 以降は使用しません。)