

令和6年度  
武蔵野大学

全学部統一選抜 1月28日

3時限  
薬学部

化学基礎・化学  
( 60分 )

【注意事項】

1. 問題は18ページまでです。
2. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
3. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、黙って手を挙げて監督者に知らせてください。
4. 解答用紙（A）には受験番号を記入し、受験番号の下のマーク欄にマークしてください。氏名、フリガナも記入してください。解答する時限と科目（化学基礎・化学）にマークしてください。正しくマークされていない場合には、採点できないことがあります。
5. 解答は、解答用紙（A）の解答記入欄にマークしてください。例えば、

10
----

と表示のある問いに対して③と解答する場合は、次の（例）のように解答番号10の解答記入欄の③にマークしてください。

（例）

解答番号	解答記入欄									
10	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

6. 問題冊子の余白等は適宜利用しても構いませんが、ページを切り離してはいけません。
7. 時間内に解答し終わっても、退出することはできません。
8. 途中で質問等があるときは、黙って手を挙げて監督者を呼んでください。

注意 解答に必要なならば、次の値を用いなさい。

原子量	H	1.0	C	12	N	14	O	16
	S	32	Cl	35.5	Ca	40	Pb	207

アボガドロ定数  $6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

標準状態において 1 mol の気体が占める体積 22.4 L

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

気体定数  $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

また、問題文中の体積の単位記号 L は、リットルを表す。

1 次の各問い（問 1～問 5）に答えなさい。

問 1 原子番号 35、質量数 81 の臭素が安定な陰イオンになったとき、陰イオン 1 つに含まれている電子の数と中性子の数の差として適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

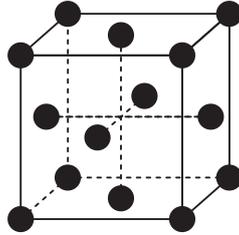
- ① 7      ② 8      ③ 9      ④ 10      ⑤ 11

問 2 次の（ア）～（オ）の記述のうち、誤りを含むものの組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

- （ア）塩化水素は水に溶けると電離し、生じたイオンが水分子により水和される。  
（イ）メタノールが水に溶けるのは、電離してイオンを生じるためである。  
（ウ）臭化カリウムが水に溶けると、カリウムイオンと臭化物イオンはそれぞれ水分子と水和する。  
（エ）グルコースは分子性物質なので、水に溶けても水和はおこらない。  
（オ）2-プロパノールは、水にもヘキサンにもよく溶ける。

- ① （ア），（イ）      ② （ア），（ウ）      ③ （イ），（エ）  
④ （イ），（オ）      ⑤ （ウ），（エ）      ⑥ （ウ），（オ）

問3 ある金属は、次の図に示すような面心立方格子からなる結晶で、単位格子の一辺の長さが  $4.05 \times 10^{-8}$  cm、結晶の密度が  $2.70 \text{ g/cm}^3$  である。このとき、この金属の原子量として最も近い値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし、 $4.05^3 = 66.4$  とする。 3



- ① 11      ② 23      ③ 24      ④ 27      ⑤ 48      ⑥ 54

問4 希薄溶液の性質に関する記述として正しいものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 

4
---

- ① 電解質水溶液では、純水と比較していずれの温度でも蒸気圧が上昇するため、沸点が高くなる。
- ② 希薄水溶液の浸透圧は、溶質の質量が同じであれば溶質の種類に関係なく等しい。
- ③ 高分子化合物の分子量は、凝固点降下法で正確に決定できる。
- ④ 揮発性物質を含む希薄溶液では、ラウールの法則は常に成り立つ。
- ⑤ 電離度  $\alpha$  で1対1に電離する電解質水溶液の沸点上昇度は、同じ質量モル濃度の非電解質水溶液の沸点上昇度に比べ、 $(1 + \alpha)$  倍となる。

問5 内容積 10 L の容器に窒素 0.10 mol と水 0.10 mol を加えて密封した。この容器を 100 °C まで加熱した後、自然に冷却した。このとき、27 °C と 77 °C における液体の水の有無、27 °C での水蒸気分圧および 77 °C での容器内の全圧の組み合わせとして適当なものを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。なお、水の飽和蒸気圧はそれぞれ 27 °C では  $3.5 \times 10^3$  Pa, 77 °C では  $4.2 \times 10^4$  Pa とする。 5

	27 °C		77 °C	
	液体の水の有無	水蒸気分圧	液体の水の有無	容器内の全圧
①	有り	$3.5 \times 10^3$ Pa	有り	$2.5 \times 10^4$ Pa
②	有り	$3.5 \times 10^3$ Pa	有り	$4.2 \times 10^4$ Pa
③	有り	$3.5 \times 10^3$ Pa	無し	$2.9 \times 10^4$ Pa
④	有り	$3.5 \times 10^3$ Pa	無し	$5.8 \times 10^4$ Pa
⑤	有り	$2.5 \times 10^4$ Pa	無し	$2.9 \times 10^4$ Pa
⑥	無し	$2.5 \times 10^4$ Pa	無し	$4.2 \times 10^4$ Pa
⑦	無し	$2.5 \times 10^4$ Pa	無し	$5.8 \times 10^4$ Pa
⑧	無し	$5.0 \times 10^4$ Pa	無し	$5.8 \times 10^4$ Pa

2 次の各問い（問1～問5）に答えなさい。

問1 酸や塩の性質に関する次の記述（ア）～（エ）のうち、正しいものの組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。 6

- （ア） ハロゲン化水素 HF, HCl, HBr, HI はいずれも水によく溶け、その水溶液は HF のみ弱酸である。
- （イ） フェノールは酢酸と同程度の弱酸である。
- （ウ） 弱酸とその塩の混合水溶液は緩衝溶液となる。
- （エ） 水素イオン指数（pH）は  $[H^+]$  の自然対数に負の符号を付けて表す。

- ① （ア），（イ）      ② （ア），（ウ）      ③ （ア），（エ）
- ④ （イ），（ウ）      ⑤ （イ），（エ）      ⑥ （ウ），（エ）

問2 平衡に関する次の記述（ア）～（ウ）のうち、正しいものをすべて選んだ組み合わせを、下の①～⑦の中から一つ選びなさい。 7

- （ア） 塩化ナトリウムの飽和水溶液に塩化水素ガスを吹き込むと、塩化ナトリウムの微結晶が析出する現象を過飽和現象と呼ぶ。
- （イ） 難溶性の塩の水溶液で、沈殿物とわずかに溶解しているイオンが平衡状態にあれば、ルシャトリエの原理が適用できる。
- （ウ） 一般に可逆反応の平衡状態は、触媒の有無で変化することがある。

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

問3 温度一定の条件で、塩化物イオン 0.10 mol と指示薬のクロム酸カリウム 0.010 mol を含む水溶液 1.0 L を硝酸銀水溶液で滴定した。このとき、クロム酸銀の沈殿が生じ始めるときの銀イオンの濃度として適当なものを、次の①～⑨の中から一つ選びなさい。ただし、この温度における塩化銀とクロム酸銀の溶解度積はそれぞれ、 $1.8 \times 10^{-10} \text{ (mol/L)}^2$ 、 $4.0 \times 10^{-12} \text{ (mol/L)}^3$  であり、水溶液の体積は一定であるものとする。 8

- |                                       |                                       |                                       |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| ① $4.0 \times 10^{-14} \text{ mol/L}$ | ② $4.0 \times 10^{-12} \text{ mol/L}$ | ③ $4.0 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$ |
| ④ $1.8 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$ | ⑤ $1.8 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$ | ⑥ $1.8 \times 10^{-9} \text{ mol/L}$  |
| ⑦ $2.0 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$  | ⑧ $2.0 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$  | ⑨ $2.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$  |

問4 鉛 Pb 板と酸化鉛(IV)  $\text{PbO}_2$  板を希硫酸に浸してできる鉛蓄電池を外部回路に接続し、1.00 A の一定電流で 64 分 20 秒間放電させた。この時の負極の質量増加分として適当なものを、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。 9

- |          |          |          |
|----------|----------|----------|
| ① 1.28 g | ② 1.92 g | ③ 2.56 g |
| ④ 3.84 g | ⑤ 12.8 g | ⑥ 19.2 g |
| ⑦ 25.6 g | ⑧ 38.4 g |          |

問5 酸化還元および滴定に関する次の記述 (a)~(d)のうち、正しいものの組み合わせを、下の①~⑥の中から一つ選びなさい。 10

- (a) 周期表の2族元素の単体は、原子番号の小さい元素ほど水と反応して陽イオンになりやすい。
- (b) 電池の起電力は、電極として使用される物質の標準電極電位の差に相当する。
- (c) 過マンガン酸塩滴定では、当量点(滴定終点)を判別するための指示薬を添加する必要はない。
- (d) 塩酸をアンモニア水で滴定する際の指示薬としてはフェノールフタレインが適している。

- ① (a), (b)      ② (a), (c)      ③ (a), (d)
- ④ (b), (c)      ⑤ (b), (d)      ⑥ (c), (d)

3 次の各問い（問1～問4）に答えなさい。

問1 炭酸カルシウムおよび酸化カルシウムの混合物が1.0 gある。ここに1.0 mol/Lの塩酸を30 mL加えると気体が標準状態（0℃， $1.013 \times 10^5$  Pa）で0.168 L発生した。この時の混合物に含まれている酸化カルシウムの量として適当なものを，次の①～⑤の中から一つ選びなさい。ただし，炭酸カルシウムおよび酸化カルシウムはすべて反応に利用され，発生した気体は反応溶液中に溶けていないものとする。 11

- ① 0.0500 g      ② 0.125 g      ③ 0.250 g  
④ 0.500 g      ⑤ 0.750 g

問2 次の（Ⅰ）～（Ⅲ）は $\text{SiO}_2$ からシリカゲルを生成する過程の反応式である。この反応，原料および生成物に関する記述として誤りを含むものを，下の①～⑤の中から一つ選びなさい。 12



- ①  $\text{SiO}_2$ は共有結合の結晶であり，融点が高くフッ化水素酸に溶解する。  
② （Ⅰ）は酸化還元反応で進行し， $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ に水を加えて加熱することで粘性の高い水ガラスが生成する。  
③ （Ⅱ）は弱酸の遊離反応で進行し，HClを加えるとゲル状の $\text{H}_2\text{SiO}_3$ が生成する。  
④ （Ⅲ）では $\text{H}_2\text{SiO}_3$ を加熱して一部を脱水することで，シリカゲルが生成する。  
⑤ シリカゲルは多孔質の固体であり，吸着剤や乾燥剤として用いられる。

問3 亜鉛に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

13

- ① 亜鉛は希塩酸、水酸化ナトリウム水溶液のいずれとも反応して水素を発生する。
- ② 亜鉛イオンを含む水溶液にアンモニア水を加えると白色の沈殿が生じるが、さらに過剰のアンモニア水を加えると生じた沈殿は溶解する。
- ③ 亜鉛板はダニエル電池の負極として利用される。
- ④ 塩化亜鉛は白色顔料や医薬品などに用いられる。
- ⑤ 亜鉛は鉄よりもイオン化傾向が大きく、鉄に亜鉛をめっきしてさびるのを防いだものをトタンという。

問4 銅に関する記述として下線部に誤りを含むものを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

14

- ① 硫酸銅(Ⅱ)水溶液に、アンモニア水を過剰に加えると、深青色の水溶液になる。
- ② 銅は湿った空気中では緑色のさびを生じる。
- ③ 青銅は銅とスズの合金であり、美術工芸品などに用いられる。
- ④ 黄銅は銅と亜鉛の合金であり、5円硬貨などに用いられる。
- ⑤ 硫酸銅(Ⅱ)五水和物は加熱すると水和水を失い、青色粉末の無水硫酸銅(Ⅱ)となる。

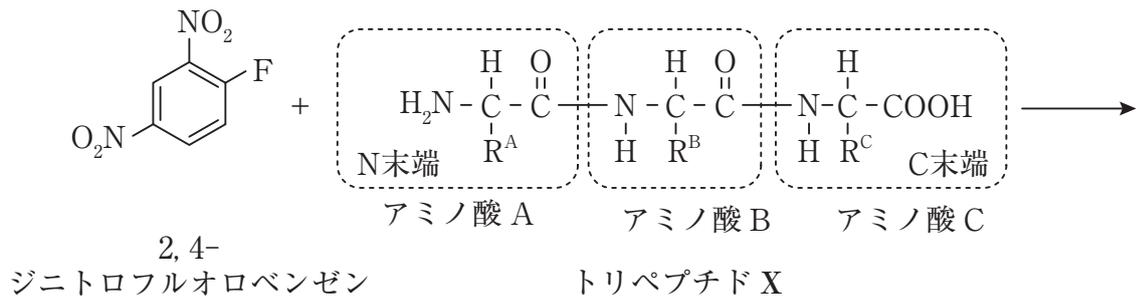
**4** 次の各問い（問1～問4）に答えなさい。

**問1** 説明文を読み、以下の各問い（1）～（3）に答えなさい。

生体を構成するタンパク質は、種々のアミノ酸が脱水縮合した多数のペプチド結合をもつポリペプチドである。アミノ酸の多様な組み合わせにより様々な機能をもつタンパク質が存在し、複雑な生命現象を担っている。タンパク質の機能発現には構成するアミノ酸の種類や数だけではなく、その配列順序（一次構造）も重要である。

ポリペプチドの一次構造を決定する方法として、イギリスの生化学者フレデリック・サンガーが開発したサンガー法が知られている。ポリペプチドの末端にはペプチド結合を形成していないアミノ基またはカルボキシ基をもつアミノ酸がそれぞれ1つずつ存在しており、前者をN末端アミノ酸、後者をC末端アミノ酸という。サンガー法はポリペプチドに対して、2,4-ジニトロフルオロベンゼンを反応させた後、アミノ酸へと加水分解し、分析することによりN末端アミノ酸を決める方法である。サンガー法で用いる2,4-ジニトロフルオロベンゼンはポリペプチドのN末端アミノ酸側でのみ反応し、2,4-ジニトロフェニル基が結合したポリペプチドが得られる。これを酸性条件で加水分解するとペプチドはアミノ酸に分解されるが、このうち2,4-ジニトロフェニル基が結合したアミノ酸がN末端アミノ酸であると決めることができる。

例えば、トリペプチドXについてサンガー法を適用すると、得られたアミノ酸のうち、アミノ酸Aのみに2,4-ジニトロフェニル基が結合しているため、N末端アミノ酸であると決められる。



$\text{R}^{\text{A}}$ ,  $\text{R}^{\text{B}}$ ,  $\text{R}^{\text{C}}$ はそれぞれのアミノ酸由来の側鎖を示し、ペプチドのアミノ酸の単位として加水分解した際に得られる物質を示す。

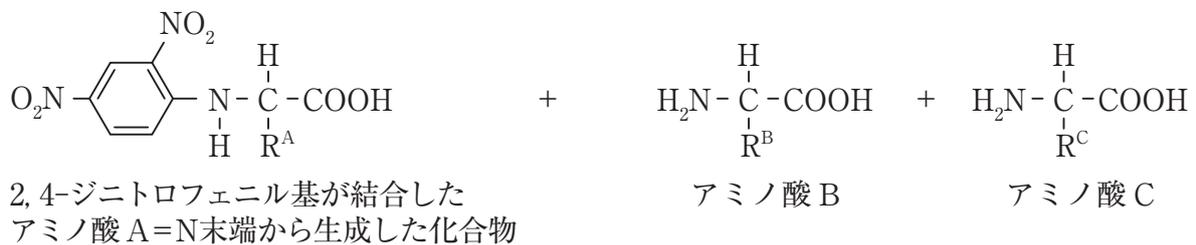
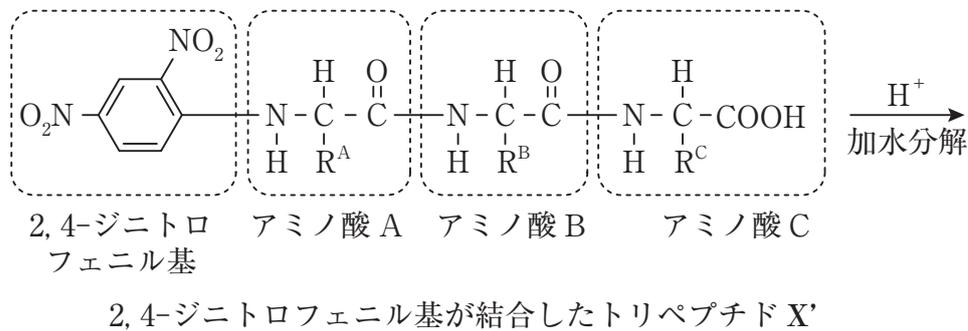
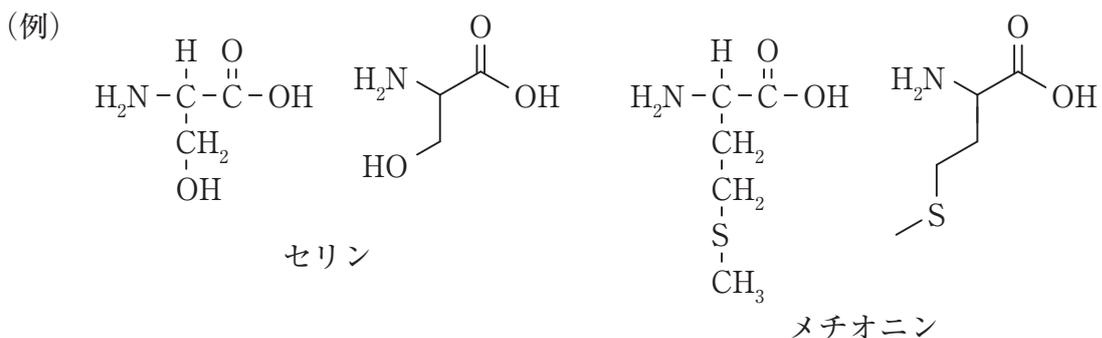
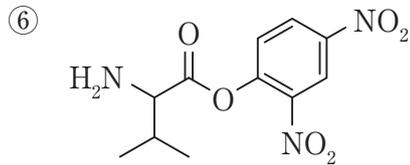
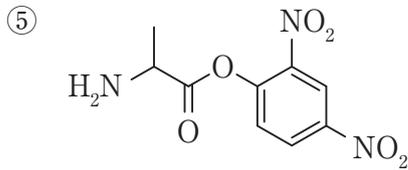
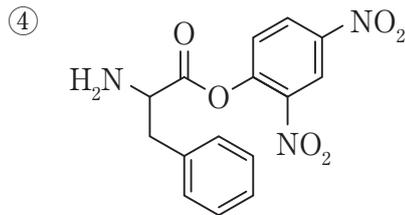
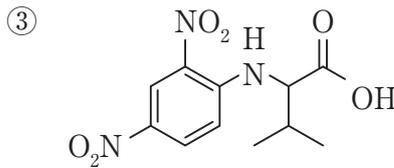
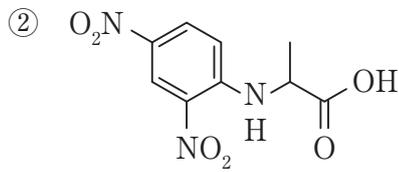
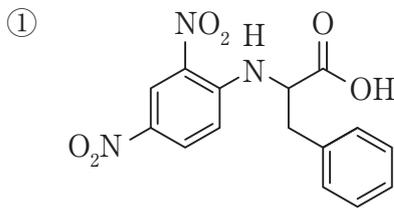
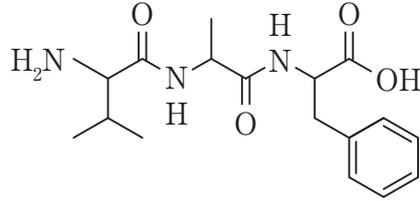


図1 サンガー法

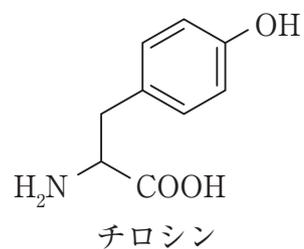
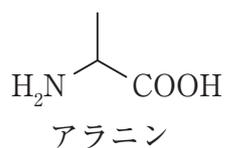
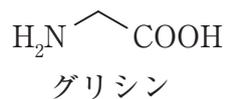
なお、以下の各問い (1)~(3) の有機化合物の構造式は、以下の例のように炭素骨格を折れ線で示し、炭素原子や、炭素原子に結合している水素原子を省略して示している。



(1) 以下に示すトリペプチド Y に対してサンガー法を適用した後、得られる N 末端アミノ酸から生成した化合物を、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。 15



(2) 以下に示すグリシン，アラニンおよびチロシンの3種類のアミノ酸を1分子ずつ含むトリペプチドとして考えられる構造の数を，下の①～⑥の中から一つ選びなさい。ただし，立体異性体は考慮しなくて良いものとする。 16



① 1

② 2

③ 3

④ 4

⑤ 5

⑥ 6

(3) 一次構造が不明なトリペプチド Z について、サンガー法を適用後、分離して得られた 3 種類のアミノ酸 D, E および F に対して、それぞれ種々の実験操作および分析を行ったところ、以下のような結果 1 ~ 4 となった。

**結果 1** アミノ酸 D に 2,4-ジニトロフェニル基が結合していることが分かった。

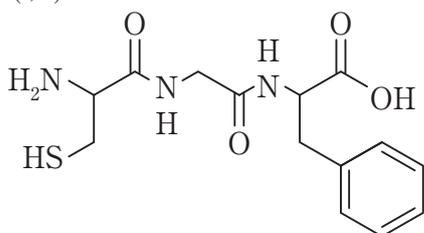
**結果 2** 酢酸鉛(II)水溶液を加えて加熱したところ、アミノ酸 D のみ黒色沈殿が生じた。

**結果 3** アミノ酸 E は不斉炭素原子を持たないことが分かった。

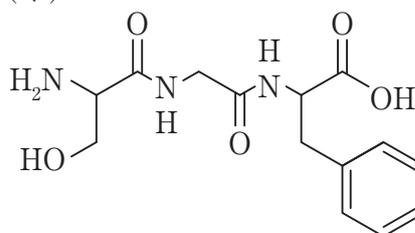
**結果 4** 塩化鉄(III)水溶液を加えたところ、アミノ酸 F のみ紫色を呈した。

上記の結果を踏まえて構造式 (ア) ~ (ケ) のうち、トリペプチド Z の一次構造である可能性があるものの組み合わせを、次ページの①~⑧の中から一つ選びなさい。 17

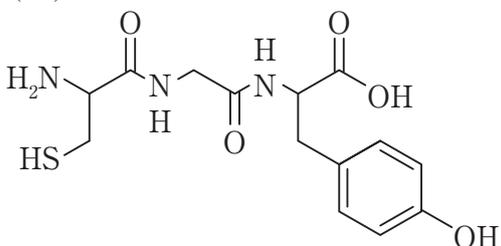
(ア)



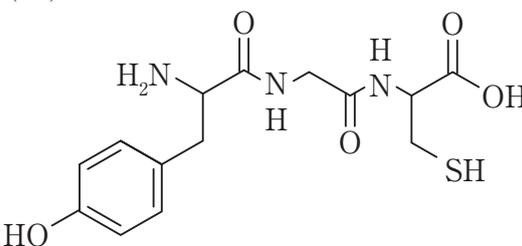
(イ)



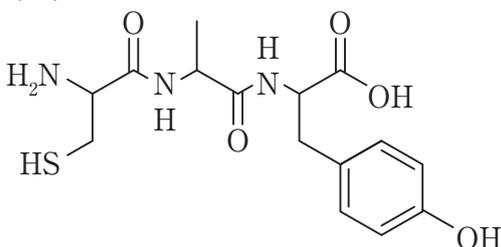
(ウ)



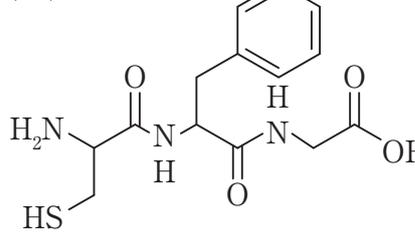
(エ)



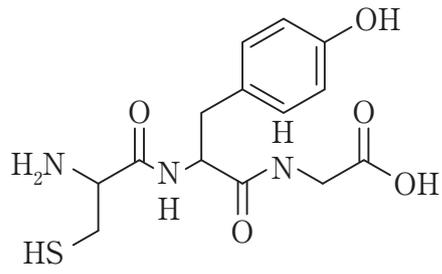
(オ)



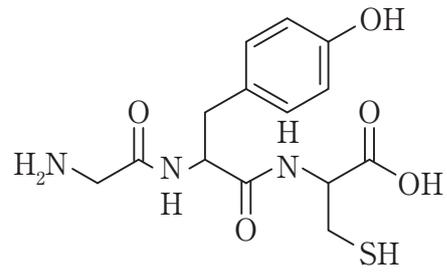
(カ)



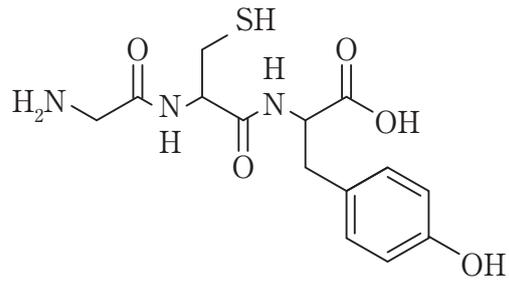
(キ)



(ク)



(ケ)



① (ア), (ウ)

② (ア), (カ)

③ (イ), (ウ)

④ (ウ), (キ)

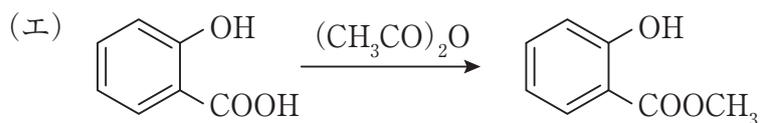
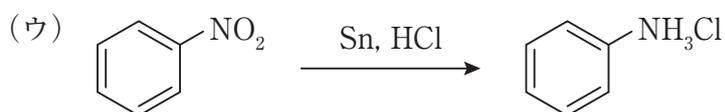
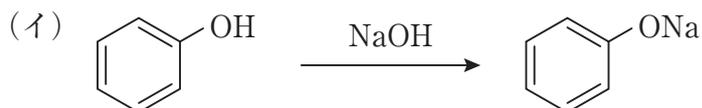
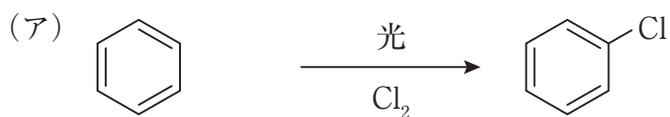
⑤ (エ), (ク)

⑥ (オ), (キ)

⑦ (キ), (ク)

⑧ (ク), (ケ)

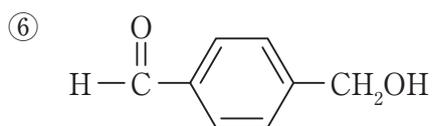
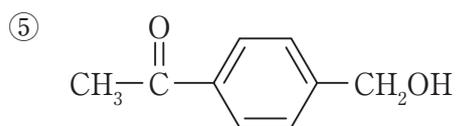
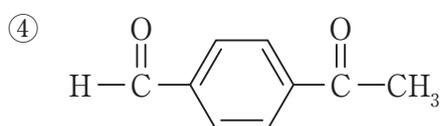
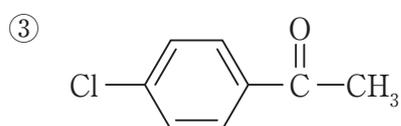
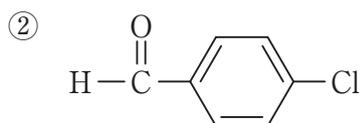
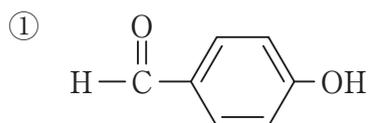
問2 次に示した反応 (ア)~(エ) のうち、主生成物の構造式が誤っている反応の組み合わせを、下の①~⑥から一つ選びなさい。 18



- ① (ア), (イ)      ② (ア), (ウ)      ③ (ア), (エ)  
 ④ (イ), (ウ)      ⑤ (イ), (エ)      ⑥ (ウ), (エ)

問3 次の記述 a, b の両方に当てはまる化合物として最も適当なものを, 下の①~⑥の中から一つ選びなさい。 19

- a アンモニア性硝酸銀水溶液を添加すると, 銀が析出した。  
b ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて反応させると, 特異臭をもつ黄色沈殿を生じた。



問4 重合体と、それを合成するために用いる単量体として誤りを含むものを、次の①～⑤から一つ選びなさい。 20

	重合体	単量体
①	$\left[ \begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} \\   \\ \text{CN} \end{array} \right]_n$	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} = \text{CH} \\   \\ \text{CN} \end{array}$
②	$\left[ \begin{array}{cc} \text{F} & \text{F} \\   &   \\ \text{C} & - \text{C} \\   &   \\ \text{F} & \text{F} \end{array} \right]_n$	$\text{F}_2\text{C} = \text{CF}_2$
③	$\left[ \begin{array}{c} \text{C} - (\text{CH}_2)_4 - \text{C} - \text{N} - (\text{CH}_2)_6 - \text{N} \\    \quad \quad \quad    \quad \quad \quad   \quad \quad \quad   \\ \text{O} \quad \quad \quad \text{O} \quad \quad \quad \text{H} \quad \quad \quad \text{H} \end{array} \right]_n$	$\text{HOOC} - (\text{CH}_2)_4 - \text{COOH}$ $\text{H}_2\text{N} - (\text{CH}_2)_6 - \text{NH}_2$
④	$\left[ \left( \begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} \\   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \right)_x \left( \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 \right)_y \right]_n$	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} = \text{CH} \\   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$ $\text{H}_3\text{C} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$
⑤		