

L 4

化 学

この冊子は、化学の問題で1ページより26ページまであります。

〔注 意〕

- (1) 試験開始の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
- (2) 監督者から受験番号等記入の指示があったら、解答用マークシートに受験番号と氏名を記入し、さらに受験番号をマークしてください。
- (3) 解答は、所定の解答用マークシートにマークしたものが採点されます。
- (4) 解答用マークシートについて
 - ① 解答用マークシートは、絶対に折り曲げてはいけません。
 - ② マークには黒鉛筆(HBまたはB)を使用してください。
指定の黒鉛筆以外でマークした場合、採点できないことがあります。
 - ③ 誤ってマークした場合は、消しゴムで丁寧に消し、消しくずを完全に取り除いたうえで、新たにマークしてください。
 - ④ 解答欄のマークは、横1行について1箇所に限ります。
2箇所以上マークすると採点されません。
あいまいなマークは無効となるので、はっきりマークしてください。
 - ⑤ 解答用マークシートに記載されている解答上の注意事項を、必ず読んでから解答してください。
- (5) 試験開始の指示があったら、初めに問題冊子のページ数を確認してください。
ページの落丁・乱丁、印刷不鮮明等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- (6) 問題冊子は、試験終了後、持ち帰ってください。

(下書き用紙)

(下書き用紙)

(下書き用紙)

〔注 意〕

(1) 計算に必要な場合は、次の値を用いなさい。

元素記号	H	C	N	O	S	Zn	Pb
原子量	1.0	12	14	16	32	65	207

気体定数 $8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol}) = 0.082 \text{ atm} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

($1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa} = 1013 \text{ hPa}$)

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

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

$T[\text{K}] = t[^\circ\text{C}] + 273$

絶対温度 セルシウス温度

(2) 問題によって答え方が違います。問題を十分に注意して読みなさい。

(3) 計算にはこの問題冊子の余白部分を利用しなさい。

1

問(1)～(4)に答えなさい。

(16 点)

- (1) 次の(a)～(e)にあてはまる最も適切な金属をⅠ欄からそれぞれ選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい。ただし、同じ金属を重複して選んではならない。

- (a) 自動車の排気ガス浄化用の触媒として使用されている。
- (b) 機械的強度が大きく、最も生産量の多い金属である。
- (c) 電気伝導性と熱伝導性が金属の中で最大である。
- (d) 電気、熱の伝導性が大きく、電線やさまざまな合金の材料に用いられる。
- (e) 最も展性、延性に富み、電子回路の配線にも用いられる。

〔Ⅰ欄〕

- | | | |
|------|----------|--------|
| 1 亜鉛 | 2 アルミニウム | 3 金 |
| 4 銀 | 5 チタン | 6 鉄 |
| 7 銅 | 8 白金 | 9 マンガン |

- (2) 高温の水蒸気と反応して水素を発生させる金属をⅡ欄から一つ選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい。

〔Ⅱ欄〕

- | | | |
|------|------|-----|
| 1 銅 | 2 亜鉛 | 3 銀 |
| 4 スズ | 5 鉛 | |

- (3) ハロゲンの単体 F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 の中で、最も酸化力の弱いもの、最も沸点の高いもの、および水との反応性が最も低いものを選び、それぞれの分子量の和を計算しなさい。ただし、同じハロゲンの単体を何回選んでもよい。

解答は、3ケタの数値として、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。なお、 F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 の分子量は、それぞれ 38, 71, 160, 254 とする。

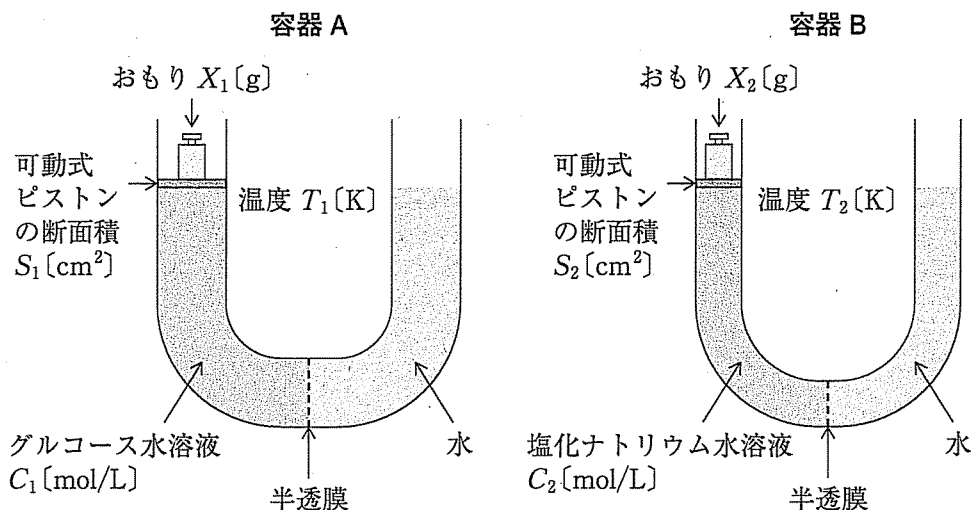
a	b	c
↑	↑	↑
百の位	十の位	一の位

(4) 次の文章を読み、問いに答えなさい。

温度が調節できる U 字型の容器 A と容器 B があり、両容器の中央は半透膜で仕切られている。両容器の左側の液面には自由に動く可動式ピストンが付けられ、上におもりを載せることができる。また、容器 A と容器 B の可動式ピストンの断面積はそれぞれ $S_1[\text{cm}^2]$ と $S_2[\text{cm}^2]$ である。

容器 A の右側に水、左側にモル濃度 $C_1[\text{mol/L}]$ のグルコース水溶液を入れて放置したところ、両者の液面に高低差ができた。可動式ピストンに $X_1[\text{g}]$ のおもりを載せたところ、図のように両者の水面が同じ高さになった。また、このときのグルコース水溶液および水の温度は $T_1[\text{K}]$ であった。

容器 B にはグルコースの代わりにモル濃度 $C_2[\text{mol/L}]$ の塩化ナトリウム水溶液を入れ、同様の実験を行った。容器 B の可動式ピストンに $X_2[\text{g}]$ のおもりを載せたところ、水面が同じ高さになった。塩化ナトリウム水溶液および水の温度は $T_2[\text{K}]$ であった。



図

ここで、グルコース水溶液と塩化ナトリウム水溶液は希薄溶液であり、それぞれの密度は水と同じとする。また、塩化ナトリウムは完全に電離し、ピストンの抵抗と質量は無視できるものとする。

$X_2[g]$ を表す最も適切な式をⅢ欄から選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい。正しい式がない場合は、0をマークしなさい。

〔Ⅲ欄〕

$$1 \quad X_1 \times \frac{T_1}{T_2} \times \frac{C_1}{C_2} \times \frac{S_1}{S_2}$$

$$2 \quad X_1 \times \frac{T_1}{T_2} \times \frac{C_1}{C_2} \times \frac{S_2}{S_1}$$

$$3 \quad X_1 \times \frac{T_1}{T_2} \times \frac{C_2}{C_1}$$

$$4 \quad X_1 \times \frac{T_2}{T_1} \times \frac{C_2}{C_1}$$

$$5 \quad X_1 \times \frac{T_2}{T_1} \times \frac{C_2}{C_1} \times \frac{S_2}{S_1}$$

$$6 \quad 2X_1 \times \frac{T_1}{T_2} \times \frac{C_1}{C_2} \times \frac{S_2}{S_1}$$

$$7 \quad 2X_1 \times \frac{T_1}{T_2} \times \frac{C_2}{C_1} \times \frac{S_2}{S_1}$$

$$8 \quad 2X_1 \times \frac{T_2}{T_1} \times \frac{C_2}{C_1}$$

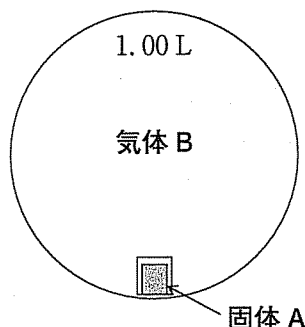
$$9 \quad 2X_1 \times \frac{T_2}{T_1} \times \frac{C_1}{C_2}$$

$$10 \quad 2X_1 \times \frac{T_2}{T_1} \times \frac{C_2}{C_1} \times \frac{S_2}{S_1}$$

2 次の文章を読み、問(1)～(5)に答えなさい。

(18 点)

下図のように、温度が調節できる反応容器(容積 1.00 L)に小さなガラス容器に封入した 0.0600 mol の固体 A と 0.0200 mol の気体 B を入れた。



反応容器の温度を 727 °C に保って小さなガラス容器を割って固体 A と気体 B を反応させたところ、気体 C と気体 D が生じ、式①の可逆反応が平衡状態となった。平衡状態における容器内の圧力 P_F [Pa] は、反応前の圧力 P_I [Pa] の 1.20 倍であった。



次に、反応容器の温度を 727 °C から 527 °C に下げたところ、容器内の圧力が $0.840 \times P_F$ [Pa] で平衡状態となった。527 °C における式①の平衡定数 K_{527} と 727 °C における平衡定数 K_{727} との大小関係は ア であり、式①の右向きの正反応は イ 。

さらに、反応容器の温度を t [°C] としたところ、容器内の圧力が P [Pa] で平衡状態となった。温度 t における平衡時の気体 C の物質量を X [mol] とすると、圧力 P と反応前の圧力 P_I との比は ウ である。また $t > 727$ °C のとき、エ であれば、式①の右向きの正反応は イ 。

ここで、すべての気体は理想気体とし、ガラス容器と固体 A の体積は無視でき、527 °C および温度 t においても式①が成り立つとする。

- (1) 727℃ の平衡時における気体 C の物質量を求めなさい。解答は、有効数字が2ケタとなるように3ケタ目を四捨五入し、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。指数 c がゼロの場合は、符号 p は+をマークしなさい。

$$\boxed{a} . \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}} \text{ [mol]}$$

↑
小数点
↑
正負の符号

- (2) 727℃ における式①の平衡定数 K_{727} を求めなさい。解答は、有効数字が2ケタとなるように3ケタ目を四捨五入し、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。指数 c がゼロの場合は、符号 p は+をマークしなさい。

$$\boxed{a} . \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}} \text{ [mol/L]}$$

↑
小数点
↑
正負の符号

- (3) 527℃の平衡時における気体Cの物質量を求めなさい。解答は、有効数字が2ケタとなるように3ケタ目を四捨五入し、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。指数 c がゼロの場合は、符号 p は+をマークしなさい。

$$\boxed{a} . \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}} [\text{mol}]$$

↑ ↑
小数点 正負の符号

- (4) ア にあてはまる最も適切な関係式をⅠ欄から、イ にあてはまる最も適切な語句をⅡ欄からそれぞれ選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい。

〔Ⅰ欄〕

1 $K_{527} > K_{727}$

2 $K_{527} = K_{727}$

3 $K_{527} < K_{727}$

〔Ⅱ欄〕

1 発熱反応である

2 吸熱反応である

3 発熱反応か吸熱反応か判断できない

- (5) ウ にあてはまる最も適切な関係式をⅢ欄から, エ にあてはまる最も適切な関係式をⅣ欄からそれぞれ選び, その番号を解答用マークシートにマークしなさい。正しい式がない場合は, 0 をマークしなさい。

〔Ⅲ欄〕

- 1 $\frac{P}{P_1} = \frac{0.0800}{0.0200} \times \frac{t}{727}$
- 2 $\frac{P}{P_1} = \frac{0.0800 + X}{0.0200} \times \frac{t}{727}$
- 3 $\frac{P}{P_1} = \frac{0.0800 + X}{0.0200 - X} \times \frac{727 + 273}{t + 273}$
- 4 $\frac{P}{P_1} = \frac{0.0200 - X}{0.0200} \times \frac{727}{t}$
- 5 $\frac{P}{P_1} = \frac{0.0200 - X}{0.0200} \times \frac{727 + 273}{t + 273}$
- 6 $\frac{P}{P_1} = \frac{0.0200 - X}{0.0200} \times \frac{t + 273}{727 + 273}$
- 7 $\frac{P}{P_1} = \frac{0.0200 + X}{0.0200} \times \frac{t + 273}{727 + 273}$
- 8 $\frac{P}{P_1} = \frac{0.0200 + X}{0.0200} \times \frac{727 + 273}{t + 273}$
- 9 $\frac{P}{P_1} = \frac{0.0200 + 2X}{0.0200} \times \frac{t + 273}{727 + 273}$
- 10 $\frac{P}{P_1} = \frac{0.0200 + 2X}{0.0200} \times \frac{727 + 273}{t + 273}$

〔Ⅳ欄〕

- 1 $\frac{P}{P_1} > 1.20 \times \frac{t + 273}{727 + 273}$
- 2 $\frac{P}{P_1} = 1.20 \times \frac{t + 273}{727 + 273}$
- 3 $\frac{P}{P_1} < 1.20 \times \frac{t + 273}{727 + 273}$

3

問(1)～(3)に答えなさい。

(17 点)

- (1) 次の文章の ア ～ ク にあてはまる最も適切な語句を I 欄から選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい。ただし、同じものを何回選んでもよい。

鉛蓄電池は代表的な ア で、自動車のバッテリーなどに用いられる。
イ を負極、ウ を正極とし、電解液に希硫酸を用いる。その起電力は約 エ V である。放電のとき、負極で イ が オ され、正極で ウ が カ されて、両極の表面に キ が生じる。このとき電解液濃度は ク 。

〔I 欄〕

- | | | |
|-----------|------------|-----------|
| 01 1.5 | 02 2.0 | 03 2.5 |
| 04 3.0 | 05 3.5 | 06 4.0 |
| 07 亜鉛 | 08 黒鉛 | 09 酸化鉛(Ⅱ) |
| 10 酸化鉛(Ⅳ) | 11 水酸化鉛(Ⅱ) | 12 鉛 |
| 13 白金 | 14 硫化鉛(Ⅱ) | 15 硫酸鉛(Ⅱ) |
| 16 一次電池 | 17 二次電池 | 18 燃料電池 |
| 19 酸化 | 20 還元 | 21 低くなる |
| 22 高くなる | 23 変わらない | |

- (2) 鉛蓄電池を 2.0 A の一定電流で6時間42分5秒放電させると、電解液 0.50 L の希硫酸(密度 1.2 g/cm^3 , 30%)の濃度はいくらに変化するか。質量パーセント濃度で示しなさい。解答は、小数第一位を四捨五入し、2ケタの数値として、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。解答の数値が1ケタの場合は、十の位に0をマークしなさい。3ケタ以上の場合は、十の位と一の位の両方に9をマークしなさい。

a	b	%
↑	↑	
十の位	一の位	

- (3) 問(2)のとき、負極・正極の電極の質量は、それぞれ何 g ずつ増加するか。ただし、両極の表面に生じる キ は、電極からはがれないものとする。解答は、小数第一位を四捨五入し、2ケタの数値として、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。解答の数値が1ケタの場合は、十の位に0をマークしなさい。3ケタ以上の場合は、十の位と一の位の両方に9をマークしなさい。

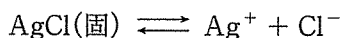
a	b	[g]
↑	↑	
十の位	一の位	

4

次の文章を読み、問(1)～(4)に答えなさい。

(16 点)

固体の塩化銀(AgCl)に1Lの水を加えると、ごく一部の AgCl が溶解し、以下のような溶解平衡が成立した。溶解した AgCl の物質量が s_1 [mol]であった場合、 AgCl の飽和水溶液中における $[\text{Ag}^+]$ および $[\text{Cl}^-]$ はともに s_1 [mol/L]となる。



一方、固体の AgCl に C_A [mol/L]の硝酸銀(AgNO_3)水溶液1Lを加えたとき、 s_2 [mol]の AgCl が溶解し、飽和水溶液になったとすると、その飽和水溶液中における $[\text{Ag}^+]$ は ア [mol/L]、 $[\text{Cl}^-]$ は イ [mol/L]となる。

C_A [mol/L]の AgNO_3 水溶液中において、 AgNO_3 は完全に電離していたとし、 AgCl の溶解に伴う水溶液の体積変化は無視できるとする。また、 $C_A \gg s_2$ である場合には、 $[\text{Ag}^+]$ は ウ [mol/L]とみなすことができる。

AgCl の溶解度積は 1×10^{-10} (mol/L)²とする。

- (1) 文中の ア ～ ウ にあてはまる最も適切なものをI欄から選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい。ただし、同じものを何回選んでもよい。

〔I 欄〕

- | | | |
|-----------------|----------------|----------------|
| 1 s_2 | 2 C_A | 3 $C_A + s_2$ |
| 4 $C_A - s_2$ | 5 $C_A + 2s_2$ | 6 $C_A - 2s_2$ |
| 7 $2s_2$ | 8 $2C_A$ | 9 $2C_A + s_2$ |
| 10 $2C_A - s_2$ | | |

- (2) 固体の AgCl に $1 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ の AgNO_3 水溶液 1 L を加えて作製した AgCl の飽和水溶液中の $[\text{Cl}^-]$ は、固体の AgCl に 1 L の水を加えて作製した AgCl の飽和水溶液中の $[\text{Cl}^-]$ の何倍になるか計算しなさい。解答は、有効数字が 1 ケタとなるように 2 ケタ目を四捨五入し、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。指数 b がゼロの場合は、符号 p は + をマークしなさい。計算に必要であれば、 $\sqrt{5} = 2.236$ を用いなさい。

$$\boxed{a} \times 10^{\boxed{p} \boxed{b}}$$

↑
正負の符号

- (3) 0.1 mol/L の塩化カルシウム (CaCl_2) 水溶液 10 mL に 0.1 mol/L の AgNO_3 水溶液 20 mL を加えて作製した AgCl の飽和水溶液中の $[\text{Cl}^-]$ は、 AgNO_3 水溶液を加える前の CaCl_2 水溶液中の $[\text{Cl}^-]$ の何倍になるか計算しなさい。解答は、有効数字が 1 ケタとなるように 2 ケタ目を四捨五入し、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。指数 b がゼロの場合は、符号 p は + をマークしなさい。

$$\boxed{a} \times 10^{\boxed{p} \boxed{b}}$$

↑
正負の符号

- (4) 0.1 mol/L の CaCl_2 水溶液 10 mL に 0.1 mol/L の AgNO_3 水溶液 20 mL を加え、 AgCl の沈殿を生成させ溶解平衡の状態とした。つづいて 4×10^{-5} mol/L の AgNO_3 水溶液 10 mL を加えた後の AgCl の飽和水溶液中の $[\text{Ag}^+]$ を計算しなさい。解答は、有効数字が1ケタとなるように2ケタ目を四捨五入し、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。指数 b がゼロの場合は、符号 p は+をマークしなさい。計算に必要であれば、 $\sqrt{5} = 2.236$ を用いなさい。

$$\boxed{a} \times 10^{\boxed{p} \boxed{b}} \text{ [mol/L]}$$

↑
正負の符号

(下書き用紙)

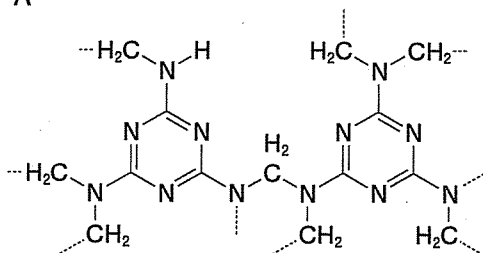
2
3
4

5

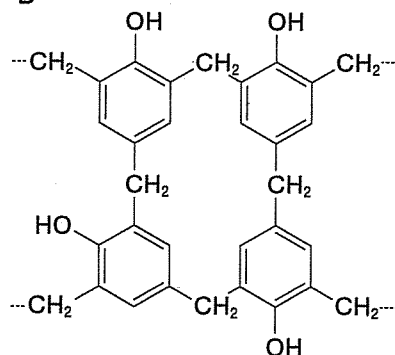
問(1)と(2)に答えなさい。

(12 点)

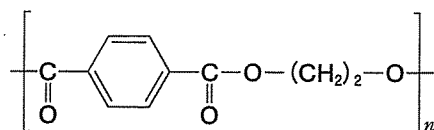
A



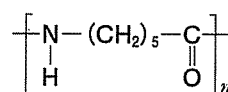
B



C



D



- (1) 上図に高分子化合物の構造の一部分や繰り返し単位を示す。高分子化合物 A～D を合成するのに必要な原料化合物(合成に複数の原料化合物が必要な場合は、そのうちの一つ)と反応の組み合わせとして最も適切なものを I 欄からそれぞれ選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい。

〔I 欄〕

	原料化合物	反 応
1	アクリル酸	付加縮合
2	アクリロニトリル	開環重合
3	アジピン酸	縮合重合
4	エチレングリコール	付加縮合
5	ε -カプロラクタム	開環重合
6	テレフタル酸	縮合重合
7	フェノール	付加縮合
8	ヘキサメチレンジアミン	開環重合
9	ホルムアルデヒド	縮合重合
10	メラミン	付加縮合

- (2) 高分子化合物 A ～ D の性質や用途の説明として最も適切なものをⅡ欄からそれぞれ選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい。

〔Ⅱ欄〕

- 1 軽くて強く、フィルム、袋、容器などに幅広く利用される。用途により高密度のものと低密度のものが使い分けられる。
- 2 これを主成分とする繊維は、風合いが毛織物に似ており、衣服、毛布、敷物などに利用される。
- 3 日本で開発された合成繊維で、絹のような肌触りと光沢をもつ。
- 4 軟化点が低く、接着剤や塗料に利用される。これをけん化し、部分的にアセタール化したものは、日本初の合成繊維である。
- 5 吸湿性がなく、比較的強度もあり、飲料の容器に大量に利用される。
- 6 アメリカで発明された世界初の合成樹脂で、電気絶縁性に優れるためプリント基板などに利用される。
- 7 高い透明性と屈折率から、無機ガラスの代替として、風防、レンズ、光ファイバーなどに利用される。
- 8 耐薬品性、耐摩耗性、難燃性に優れ、包装材、水道パイプ、電気絶縁材などに利用される。
- 9 耐熱性や耐薬品性に優れ、家具や食器に利用される。近年では、軟質の発泡成形品が汚れ落とし用スポンジに利用されている。
- 10 高い成形加工性により、透明容器をはじめとする日用品として、広く利用される。また、発泡成形品は緩衝・梱包材や断熱材に利用される。

(下書き用紙)

7
6
5
4
3
2
1

6

①～⑦のそれぞれの(ア)～(ウ)に記された内容の正誤を判断し、それらの正誤の組み合わせを I 欄から選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい。同じ組み合わせを何回選んでもよい。(21 点)

- ① (ア) 分子式が C_4H_6 で表される有機化合物には、炭素原子間三重結合をもつ異性体が 2 種類ある。
- (イ) 分子式が C_nH_{2n+2} で表される有機化合物には、 $n \geq 7$ のときに不斉炭素原子をもつ異性体が存在する。
- (ウ) 分子式が $C_4H_{10}O$ で表される有機化合物には、鏡像異性体を含め全部で 6 種類の異性体がある。
- ② (ア) エタノールに濃硫酸を加え、 $160 \sim 170^\circ C$ で反応させると、アセチレン(エチン)を生じる。
- (イ) 炭化カルシウム(カーバイド)に水を反応させると、アセチレンを生じる。
- (ウ) 触媒を用いてアセチレンに水を付加させると、不安定な構造の有機化合物を経て、アセトアルデヒドを生じる。
- ③ (ア) ギ酸を炭酸水素ナトリウム水溶液に加えると、水素を発生しながら溶解する。
- (イ) ギ酸をアンモニア性硝酸銀水溶液に加えて温めると、銀イオンが酸化されて銀が析出する。
- (ウ) ギ酸にヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を反応させると、黄色の沈殿が生じる。

- ④ (ア) フマル酸を加熱すると、容易に1分子の水を失い、環状の酸無水物を生じる。
- (イ) サリチル酸は、メタノールと無水酢酸のどちらとも反応し、いずれの反応からもエステル結合をもつ有機化合物が生じる。
- (ウ) フタル酸は、*p*-キシレンの酸化により得られる。
- ⑤ (ア) ベンゼンに濃硫酸を作用させると、ニトロベンゼンが生じる。
- (イ) ニトロベンゼンをスズと濃塩酸で還元すると、アニリン塩酸塩が生じる。
- (ウ) 0～5℃に保ったアニリンの希塩酸溶液に硝酸ナトリウムを加えて得られるジアゾニウム塩の水溶液に、ナトリウムフェノキシドを加えると、橙赤色の物質が生じる。
- ⑥ (ア) 一般に、油脂の融点は、構成する脂肪酸の炭素原子の数が多いほど高く、炭素原子間二重結合が多いほど低い。
- (イ) 脂肪油に触媒を用いて水素を付加させると、構成する不飽和脂肪酸の一部が飽和脂肪酸に変わり、常温で固体の乾性油となる。
- (ウ) 油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、油脂がけん化され、エチレングリコール(1,2-エタンジオール)と石けんを生じる。
- ⑦ (ア) グルコースは、酵母のもつ酵素群チマーゼの働きにより、エタノールと二酸化炭素に分解される。
- (イ) ヒトの必須アミノ酸は、すべて中性アミノ酸である。
- (ウ) DNAの二重らせんでは、一方のポリヌクレオチド鎖の核酸塩基と他方の鎖の核酸塩基との間で、相補的な水素結合が形成されている。

〔 I 欄〕

	(ア)	(イ)	(ウ)
1	正	正	正
2	正	正	誤
3	正	誤	正
4	誤	正	正
5	正	誤	誤
6	誤	正	誤
7	誤	誤	正
8	誤	誤	誤

1000

