

令和6年度

一般入学試験（1期）問題

# 理科（化学）

（薬学部）

## 注意事項

1. 問題冊子は、試験監督者の指示があるまで開いてはいけません。
2. 問題冊子と解答用紙(マークシート)は別になっています。
3. 解答用紙には解答欄以外に下記①～④の記入欄があるので、試験監督者の指示に従ってそれぞれ正しく記入し、マークしなさい。

- ① 氏名欄 氏名およびフリガナを記入しなさい。
- ② 受験番号欄 受験番号(数字および英字)を記入し、さらにその下のマーク欄にマークしなさい。
- ③ 試験種別欄 【一般入試①】にマークしなさい。
- ④ 教科・科目欄 【理科(化学)】にマークしなさい。

4. 解答は、解答用紙の解答欄にマークしなさい。  
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の解答欄の ③ にマークしなさい。

[例]

解答 番号	解 答 欄									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
10	①	②	●	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

5. 試験時間は、60分です。

必要があれば、原子量は次の値を用いなさい。

H = 1.0    C = 12.0    N = 14.0    O = 16.0    S = 32.0

**I** 次の各問いに答えよ。

問1 原子番号が1～20番までの原子のうち、イオン化エネルギーが最も大きい原子と、電子親和力が最も大きい原子の組合せとして正しいものを、次の①～⑧から選べ。 1

	イオン化エネルギーが最も大きい原子	電子親和力が最も大きい原子
①	ヘリウム	ヘリウム
②	ヘリウム	塩素
③	リチウム	フッ素
④	リチウム	カリウム
⑤	アルゴン	ヘリウム
⑥	アルゴン	塩素
⑦	カリウム	フッ素
⑧	カリウム	カリウム

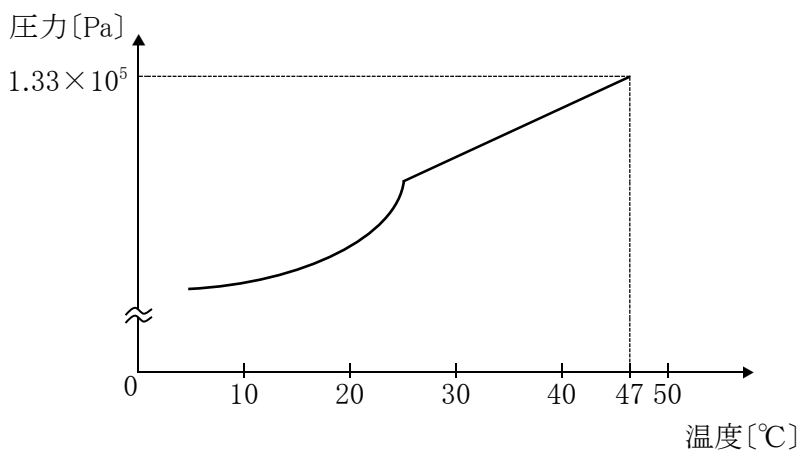
問2 金属の結晶構造には、体心立方格子、面心立方格子、六方最密構造の3種類がある。これらの構造について、単位格子中の原子の数をA、1つの原子に接している原子の数(配位数)をBとしたとき、A、Bの数の組合せとして正しいものを、次の①～⑧から選べ。 2

	体心立方格子		面心立方格子		六方最密構造	
	A	B	A	B	A	B
①	2	8	2	8	2	8
②	2	8	4	8	2	12
③	2	8	4	12	2	8
④	2	8	4	12	2	12
⑤	4	12	2	8	4	8
⑥	4	12	2	8	4	12
⑦	4	12	2	12	4	8
⑧	4	12	4	12	4	12

問3 溶液に関する次の①～⑤の記述のうち、誤りを含むものを選び。 3

- ① 一般にイオン結晶や極性をもつ物質は、極性溶媒である水に溶けやすく、無極性溶媒であるベンゼンなどに溶けにくい。
- ② 不揮発性の物質を溶かした溶液は、溶質の質量モル濃度が大きいほど、凝固点が高くなる。
- ③ 気体の溶解度は、気体の圧力が  $1.013 \times 10^5$  Pa のとき、溶媒 1 L に溶ける気体の物質量、または気体の体積で表される。一般に気体の溶解度は温度が高くなるほど小さくなる。
- ④ 不揮発性の溶質を溶かした溶液の蒸気圧は、同じ温度で純粋な溶媒が示す蒸気圧よりも低くなる。これを蒸気圧降下という。
- ⑤ 溶質が最大限まで溶けた溶液を飽和溶液とよび、固体の溶解度は、溶媒 100 g に溶ける溶質の質量で表す。一般に固体の溶解度は温度が高くなるほど大きくなる。

問4 47 °C の状態で、1.0 L の容器にベンゼン 0.01 mol と窒素 0.04 mol を入れて密閉した。この容器全体を冷却しながら圧力を測定すると、【図】の結果が得られた。このときの 17 °C における混合気体の全圧は何 Pa か。正しい数値を下の①～⑥から選べ。ただし、17 °C におけるベンゼンの飽和蒸気圧を  $8.0 \times 10^3$  Pa とする。 4 Pa



【図】

- ①  $8.64 \times 10^3$     ②  $3.25 \times 10^4$     ③  $8.76 \times 10^4$     ④  $9.74 \times 10^4$     ⑤  $1.04 \times 10^5$     ⑥  $1.42 \times 10^5$

問5 黄褐色の塩化鉄(Ⅲ)の濃い水溶液を沸騰水中に加えると、赤褐色のコロイド溶液が得られた。このコロイド溶液をU字管に入れ、直流電流をかけると、コロイド粒子は陰極側に移動した。次のi, iiの化学式の組合せとして正しいものを、下の①～⑥から選べ。 5

- i コロイド溶液に分散したコロイド粒子を最も少ない量で沈殿させるイオンの化学式
- ii コロイド粒子だけが通過することのできない半透膜の袋にコロイド溶液を入れ、この袋を水に長時間浸して放置した後、袋の外側の水を試験管に入れ、硝酸銀水溶液を加えると生じる白い沈殿の化学式

	i	ii
①	$\text{Al}^{3+}$	$\text{AgCl}$
②	$\text{Al}^{3+}$	$\text{Fe}(\text{OH})_3$
③	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{AgCl}$
④	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{Fe}(\text{OH})_3$
⑤	$\text{PO}_4^{3-}$	$\text{AgCl}$
⑥	$\text{PO}_4^{3-}$	$\text{Fe}(\text{OH})_3$

問6 グルコースの燃焼熱は何 kJ/mol か。正しい数値を次の①～⑥から選べ。ただし、グルコース(固)の生成熱を 1273 kJ/mol, 炭素(黒鉛)の燃焼熱を 394 kJ/mol, 水素(気)の燃焼熱を 286 kJ/mol とする。 6 kJ/mol

- ① 1403      ② 1593      ③ 1953      ④ 2807      ⑤ 3857      ⑥ 5353

問7 次のa～cの記述について、その正誤の組合せとして正しいものを、下の①～⑧から選べ。 7

- a アンモニアの乾燥剤として、塩化カルシウムは適さない。
- b リービッヒ冷却器を用いて液体を蒸留するときは、冷却水は上から下に流す。
- c 互いに混じり合わない液体を分離するときは、分液ろうとを用いる。分液ろうとで分離した後は、下層の液を流出させ、残った上層の液は、分液ろうとの上の口から取り出す。

	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

**II** 次の文章を読み、あとの各問いに答えよ。

亜鉛、スズ、鉛は、酸と塩基のいずれの水溶液にも反応して水素を発生する両性元素である。亜鉛は、白色顔料として絵の具のほか、医薬品や化粧品、電池の電極など幅広く利用されている。スズは、青みを帯びた銀白色の金属で展性に富み、鉄板にスズをめっきしたものを(ア)、銅にスズを混ぜた合金を(イ)という。鉛は、青白色でやわらかく密度の大きい金属で、鉛蓄電池や放射線の遮蔽剤、顔料や鉛ガラスに利用されている。スズと鉛の合金には(ウ)などがある。

問1 (ア)～(ウ)に当てはまる合金の組合せとして正しいものを、次の①～⑧から選べ。 8

	ア	イ	ウ
①	トタン	黄銅	アルマイト
②	トタン	青銅	アルマイト
③	トタン	黄銅	はんだ
④	トタン	青銅	はんだ
⑤	ブリキ	黄銅	アルマイト
⑥	ブリキ	青銅	アルマイト
⑦	ブリキ	黄銅	はんだ
⑧	ブリキ	青銅	はんだ

問2 スズに関する次の①～⑤の記述のうち、誤りを含むものを選べ。 9

- ① 金属のスズは、常温ですぐに酸化される。
- ② 塩化スズ(II)水溶液に金属亜鉛を入れると、金属樹と呼ばれるスズが析出する。
- ③ 塩化スズ(II)二水和物は、無色の結晶で還元力が強い。
- ④ 塩化スズ(II)に塩素を加えると、塩化スズ(IV)が生じる。
- ⑤ 水酸化スズ(II)に水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加えると、テトラヒドロキシドスズ(II)酸イオンが生じる。

問3 鉛蓄電池 (−)Pb | H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>aq | PbO<sub>2</sub>(+) について述べた次の記述のうち、正しいものの数を下の①~⑤から選べ。 10 個

- ・ 放電のとき、正極より負極の方が質量の増加が大きい。
- ・ 放電のとき、電解液の pH は下がる。
- ・ 放電のとき、正極では酸化反応が起こる。
- ・ 充電のとき、外部電源の正極を鉛蓄電池の正極側につなぐ。
- ・ 充電のとき、硫酸の濃度が上がるため、起電力は増加する。

① 1                      ② 2                      ③ 3                      ④ 4                      ⑤ 5

問4 次の a ~ e の記述のうち、誤りを含むものの組合せを、下の①~⑧から選べ。ただし、亜鉛は 12 族に属する典型元素で、スズと鉛は 14 族に属する典型元素である。 11

- a 亜鉛は価電子を 2 個もち、2 価の陽イオンになりやすく、アンモニア分子やシアン化物イオン、水酸化物イオンと配位結合した錯イオンをつくる。
- b スズは価電子を 4 個もち、2 価と 4 価の陽イオンになりやすいが、2 価の方が安定である。
- c 鉛は価電子を 4 個もち、2 価と 4 価の陽イオンになりやすいが、2 価の方が安定である。
- d アンモニア分子と錯イオンをつくる両性元素は、亜鉛とアルミニウムである。
- e 酸化鉛(II)はオレンジ色の粉末で、酸化鉛(IV)は黒褐色の粉末で、四酸化三鉛は赤色の粉末である。

① a, b                      ② a, c                      ③ a, e                      ④ b, d  
⑤ b, e                      ⑥ c, d                      ⑦ c, e                      ⑧ d, e

問5  $3.0 \times 10^{-2}$  mol/L の亜鉛イオンを含む溶液の pH を酸性側から徐々に上げていくと、水酸化亜鉛 Zn(OH)<sub>2</sub> の沈殿が生じた。沈殿が生じたときの pH はいくらか。最も近い数値を次の①~⑥から選べ。ただし、pH を移動する際には溶液量は変化しないものとし、水酸化亜鉛の溶解度積は  $6.0 \times 10^{-12}$  (mol/L)<sup>3</sup>、水のイオン積は  $1.0 \times 10^{-14}$  (mol/L)<sup>2</sup>、 $\log_{10}2=0.30$  とする。 12

① 8.15                      ② 8.30                      ③ 8.70                      ④ 8.85                      ⑤ 9.15                      ⑥ 9.30

問6 硫化水素は2段階の電離をする。それぞれの平衡定数を  $K_1$  ,  $K_2$  として、次の式で表す。

$$K_1 = \frac{[\text{H}^+][\text{HS}^-]}{[\text{H}_2\text{S}]} = 1.0 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$$

$$K_2 = \frac{[\text{H}^+][\text{S}^{2-}]}{[\text{HS}^-]} = 1.0 \times 10^{-14} \text{ mol/L}$$

(1) 純水に硫化水素を通じて、硫化水素水溶液を調製した。この溶液中の電離していない硫化水素の濃度が  $0.1 \text{ mol/L}$  のとき、溶液の pH はいくらか。最も近い数値を次の ①～⑥ から選べ。ただし、 $K_2$  は  $K_1$  に比べてはるかに小さく、2段階目の電離は pH に影響しないものとする。

13

- ① 1.0      ② 2.0      ③ 3.0      ④ 4.0      ⑤ 5.0      ⑥ 6.0

(2)  $2.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$  の鉛(Ⅱ)イオンを含む酸性水溶液に硫化水素を通じると、硫化鉛(Ⅱ)の沈殿が生じた。硫化水素を通じた後の電離していない硫化水素の濃度は  $0.1 \text{ mol/L}$  で、溶液の pH は 2 であった。硫化水素を通じた後の溶液中の鉛(Ⅱ)イオン濃度は何  $\text{mol/L}$  か。最も近い数値を次の ①～⑥ から選べ。ただし、硫化鉛(Ⅱ)の溶解度積は  $1.6 \times 10^{-26} (\text{mol/L})^2$  とし、溶液量は変化しないものとする。 14  $\text{mol/L}$

- ①  $1.6 \times 10^{-6}$       ②  $1.6 \times 10^{-8}$       ③  $8.0 \times 10^{-9}$   
④  $8.0 \times 10^{-10}$       ⑤  $3.2 \times 10^{-11}$       ⑥  $3.2 \times 10^{-12}$

Ⅲ フェノールは合成樹脂や合成繊維，医薬品等の原料として重要な物質である。フェノールの製造には，次のような方法がある。これをもとに，あとの各問いに答えよ。

I スルホン化法 … ベンゼンに濃硫酸を加え，亜硫酸ナトリウムで中和し，ベンゼンスルホン酸ナトリウムを得る。これに(ア)，ナトリウムフェノキシドを得て，酸を加えてフェノールを生成する。

II 塩素化法 … ベンゼンに鉄を触媒として塩素を作用させ，クロロベンゼンを得る。これに(イ)ナトリウムフェノキシドを得て，酸を加えてフェノールを生成する。

問1 (ア)，(イ)に当てはまる記述の組合せとして正しいものを，次の①～⑨から選べ。

15

	ア	イ
①	NaOHの固体を約300℃に加熱して加え	NaOHの固体を約300℃に加熱して加え
②	NaOHの固体を約300℃に加熱して加え	NaOH水溶液を加え，高温・高圧の条件で反応させ
③	NaOHの固体を約300℃に加熱して加え	NaCl水溶液を加え，高温・高圧の条件で反応させ
④	NaOH水溶液を加え，高温・高圧の条件で反応させ	NaOHの固体を約300℃に加熱して加え
⑤	NaOH水溶液を加え，高温・高圧の条件で反応させ	NaOH水溶液を加え，高温・高圧の条件で反応させ
⑥	NaOH水溶液を加え，高温・高圧の条件で反応させ	NaCl水溶液を加え，高温・高圧の条件で反応させ
⑦	NaCl水溶液を加え，高温・高圧の条件で反応させ	NaOHの固体を約300℃に加熱して加え
⑧	NaCl水溶液を加え，高温・高圧の条件で反応させ	NaOH水溶液を加え，高温・高圧の条件で反応させ
⑨	NaCl水溶液を加え，高温・高圧の条件で反応させ	NaCl水溶液を加え，高温・高圧の条件で反応させ



問2 I, IIの方法以外に、ベンゼンからニトロベンゼンを生成し、アニリン、塩化ベンゼンジアゾニウムを経てフェノールを製造する方法もある。その過程である次の①～⑤のうち、ナトリウムフェノキシドからフェノールが生成する反応と、反応のメカニズムが同じものを選べ。 16

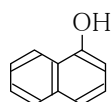
- ① ベンゼンから、ニトロベンゼンを生成する反応
- ② ニトロベンゼンから、アニリン塩酸塩を生成する反応
- ③ アニリン塩酸塩から、アニリンを生成する反応
- ④ アニリンから、塩化ベンゼンジアゾニウムを生成する反応
- ⑤ 塩化ベンゼンジアゾニウムから、フェノールを生成する反応

問3 フェノール類について述べた次の①～⑤のうち、誤りを含むものを選べ。 17

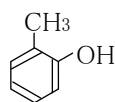
- ① ベンゼン環にヒドロキシ基が直接結合した化合物を、フェノール類という。
- ② 分子量が同程度の芳香族炭化水素に比べ、融点・沸点がかなり高い。
- ③ 塩化鉄(III)水溶液を加えると、赤紫色～青紫色に呈色する。
- ④ 分子間で水素結合を形成するので、大部分は常温で結晶である。
- ⑤ フェノール類の酸の強さは、炭酸よりも強い。

問4 次のフェノール類のうち、構造式と名称が一致しているものの数を、下の①～⑥から選べ。

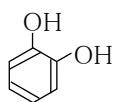
18 個



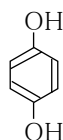
1-ナフトール



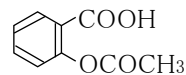
m-クレゾール



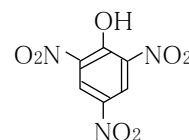
カテコール



ヒドロキノン



サリチル酸メチル



ピクリン酸

- ① 1
- ② 2
- ③ 3
- ④ 4
- ⑤ 5
- ⑥ 6

問5 フェノール 4.70 g を水酸化ナトリウム水溶液で中和し、高温・高圧の条件で二酸化炭素を反応させ、最後に希硫酸を加えて、医薬品の原料として重要な化合物 **A** を合成した。化合物 **A** は何 g できるか。正しい数値を次の ①～⑥ から選べ。ただし、フェノールから化合物 **A** までの収率（反応式から計算した生成物の量に対する、実験で得られた生成物の量の割合）は 70 % とする。  g

- ① 1.89      ② 2.74      ③ 3.45      ④ 4.83      ⑤ 5.34      ⑥ 6.90

問6 フェノールとホルムアルデヒドの水溶液からできるフェノール樹脂について述べた次の ①～⑤のうち、誤りを含むものを選べ。

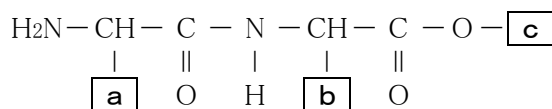
- ① 合成するときに、加熱によって反応が進み、しだいに硬化する熱硬化性樹脂である。  
② 単量体が付加と縮合を繰り返す付加縮合で、立体網目構造である。  
③ 酸を触媒として反応させると、付加より縮合が起こりやすくなり、分子量が 1000 程度の直鎖状の分子となる。  
④ 塩基を触媒にすると、付加反応が促進され、レゾールなどの混合物ができる。  
⑤ フェノール樹脂、尿素樹脂、アルキド樹脂、メラミン樹脂は、重合形式が同じである。

Ⅳ 次の文章を読み、あとの各問いに答えよ。

化合物Xは、【図】に示される(ア)をもち、水に溶けやすい白色の結晶で、スクロースの約200倍の甘味をもつ人工甘味料である。化合物Xを加水分解したところ、化合物A～Cが得られた。化合物A～Cに(イ)を加えたところ、化合物Aと化合物Bは赤紫色から青紫色を呈したが、化合物Cは反応しなかった。よって、化合物Aと化合物Bは $\alpha$ -アミノ酸である。

さらに、化合物Aの等電点は2.77である。化合物Bの元素分析の結果、質量百分率で炭素65.4%、水素6.6%、窒素8.4%、酸素19.6%であった。また、化合物Bを含むタンパク質に濃硝酸を加えて加熱すると黄色になり、これにアンモニア水を加えると橙黄色になった。

化合物Cは1価のアルコールであり、化合物C 96gをナトリウムと完全に反応させたところ、水素が標準状態で33.6L発生した。



【図】

問1 (ア)に当てはまる2つの結合を、次の①～⑥から選べ。 21

- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| ① エステル結合とエーテル結合  | ② エステル結合とペプチド結合  |
| ③ エステル結合とグリコシド結合 | ④ エーテル結合とペプチド結合  |
| ⑤ エーテル結合とグリコシド結合 | ⑥ ペプチド結合とグリコシド結合 |

問2 (イ)に当てはまる水溶液を、次の①～⑥から選べ。 22

- |             |                 |            |
|-------------|-----------------|------------|
| ① 塩化鉄(Ⅲ)水溶液 | ② ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液 | ③ 硝酸銀水溶液   |
| ④ ニンヒドリン水溶液 | ⑤ フェーリング液       | ⑥ 過酸化水素水溶液 |

問3 化合物Bの分子式を、次の①～⑥から選べ。 23

- ① C<sub>4</sub>H<sub>7</sub>NO<sub>4</sub>    ② C<sub>5</sub>H<sub>9</sub>NO<sub>4</sub>    ③ C<sub>9</sub>H<sub>11</sub>NO<sub>2</sub>    ④ C<sub>9</sub>H<sub>11</sub>NO<sub>3</sub>    ⑤ C<sub>9</sub>H<sub>11</sub>NO<sub>4</sub>    ⑥ C<sub>10</sub>H<sub>14</sub>NO<sub>4</sub>

問4 化合物Cの名称を、次の①～⑥から選べ。 24

- |            |           |            |
|------------|-----------|------------|
| ① メタノール    | ② エタノール   | ③ 1-プロパノール |
| ④ 2-プロパノール | ⑤ 1-ブタノール | ⑥ 2-ブタノール  |

問5 化合物A～Cをもとに化合物Xを決定し、【図】の **a**～**c** に当てはまる略式構造式の組合せとして正しいものを、次の ①～⑧ から選べ。ただし、化合物Aには **a** が、化合物Bには **b** が、化合物Cには **c** が対応するものとする。 25

	a	b	c
①	HOOC—CH <sub>2</sub> —	—CH <sub>2</sub> —	CH <sub>3</sub> —
②	HOOC—CH <sub>2</sub> —	HO——CH <sub>2</sub> —	CH <sub>3</sub> —CH <sub>2</sub>
③	HOOC—CH <sub>2</sub> —	—CH <sub>2</sub> —	CH <sub>3</sub> —CH <sub>2</sub> —CH <sub>2</sub>
④	HOOC—CH <sub>2</sub> —	HO——CH <sub>2</sub>	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{—CH—} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$
⑤	HO—CH <sub>2</sub> —	—CH <sub>2</sub> —	CH <sub>3</sub> —
⑥	HO—CH <sub>2</sub> —	HO——CH <sub>2</sub> —	CH <sub>3</sub> —CH <sub>2</sub>
⑦	HO—CH <sub>2</sub> —	—CH <sub>2</sub> —	CH <sub>3</sub> —CH <sub>2</sub> —CH <sub>2</sub>
⑧	HO—CH <sub>2</sub> —	HO——CH <sub>2</sub>	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{—CH—} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$

問6 化合物Bのカルボキシ基とアミノ基の縮合反応を行い、化合物Bが1,000個つながった鎖状の高分子化合物を合成した。化合物B 33.0 g から得られる高分子化合物は最大で何 g か。最も近い数値を次の ①～⑥ から選べ。 26 g

- ① 7.4      ② 14.7      ③ 22.1      ④ 29.4      ⑤ 34.7      ⑥ 47.7

問7 タンパク質について述べた次の ①～⑤ のうち、誤りを含むものを選べ。 27

- ① 加水分解したとき、 $\alpha$ -アミノ酸だけからなるタンパク質を単純タンパク質、 $\alpha$ -アミノ酸の他に糖類やリン酸などの物質も同時に得られるタンパク質を複合タンパク質という。
- ② 水溶性のタンパク質を水に溶かすと、コロイド溶液になる。
- ③ タンパク質の変性は、立体構造が変化することによる。
- ④ 1本のポリペプチド鎖にみられる $\alpha$ -アミノ酸の配列順序をタンパク質の一次構造といい、ペプチド結合がおもに関与している。
- ⑤ ポリペプチド鎖は、水素結合によってらせん構造やシート状構造をとる。これをタンパク質の三次構造という。

〈化学〉 1期 正答・配点

		解答番号	正答	配点	
I (25点)	問 1	1	②	4点	
	問 2	2	④	3点	
	問 3	3	②	3点	
	問 4	4	⑤	4点	
	問 5	5	⑤	4点	
	問 6	6	④	4点	
	問 7	7	③	3点	
II (25点)	問 1	8	⑧	3点	
	問 2	9	①	3点	
	問 3	10	③	4点	
	問 4	11	④	3点	
	問 5	12	⑤	4点	
	問 6	(1)	13	④	4点
		(2)	14	②	4点
III (25点)	問 1	15	②	4点	
	問 2	16	③	4点	
	問 3	17	⑤	4点	
	問 4	18	④	4点	
	問 5	19	④	5点	
	問 6	20	⑤	4点	
IV (25点)	問 1	21	②	3点	
	問 2	22	④	3点	
	問 3	23	③	4点	
	問 4	24	①	4点	
	問 5	25	①	4点	
	問 6	26	④	4点	
	問 7	27	⑤	3点	