

化 学

解答上の注意

1. 解答は、解答用紙の解答欄にマークすること。

例えば、

6

 と表示のある問題に対して、「①～⑨のうちからすべて選び、一緒にマークせよ。」の場合には、次の例に従う。

例：①と③と⑤と⑦と⑨と答えたい場合には

解答 番号	解 答 欄									
6	☒	☐ 2	☒	☐ 4	☒	☐ 6	☒	☐ 8	☒	☐ 0

2. 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。
3. 必要があれば次の値を用いること。

原子量：H = 1.0 C = 12 N = 14 O = 16 Si = 28 S = 32
 Cl = 35.5 Ca = 40

1 次の問い(問1～4)に答えよ。

問1 次の(1)、(2)に答えよ。

(1) 水素についての説明として正しいものを、次の①～⑤のうちからすべて選び、一緒にマークせよ。 **1**

- ① 水に溶けにくい。
- ② 高温で金属酸化物を還元する。
- ③ 鉄に水酸化ナトリウム水溶液を加えると得られる。
- ④ すべての元素のうちでイオン化エネルギーが最も小さい。
- ⑤ すべての元素のうちで宇宙に存在する割合(質量%)が最も大きい。

(2) 水素が水素化物イオン(H^-)として結合をつくっている化合物を、次の①～⑧のうちからすべて選び、一緒にマークせよ。 **2**

- | | | | |
|------------------------|-----------------|--------------------------|----------------|
| ① CH_4 | ② NH_3 | ③ H_2O_2 | ④ NaH |
| ⑤ H_2S | ⑥ KOH | ⑦ CaH_2 | ⑧ HI |

問 2 次の文章を読み、後の(1)~(3)に答えよ。ただし、 $\sqrt{2} = 1.41$, $\sqrt{3} = 1.73$, $\pi = 3.14$ とする。

ケイ素の単体の単位格子は、図 1 に示すように、ダイヤモンドと同様の構造をもち、面心立方格子と同じ配置をとるいくつかのケイ素原子に加えて、単位格子を 8 等分して得られる小さな立方体のうちの 4 つには、中心にケイ素原子が 1 つずつ存在している。したがって、ケイ素の単体の単位格子内に存在するケイ素原子の数は全部で 3 個になる。

上述した 8 等分の小さな立方体のうち、中心にケイ素原子がある 4 つの立方体から 1 つを取り出し、拡大して示したものを図 2 に示す。この立方体を四角形 BDHF で切断した断面から、図 1 に示すケイ素の単体の単位格子の一辺の長さ (0.543 nm) とケイ素の原子半径との関係がわかる。このことからケイ素の原子半径を求めると 4 nm となる。また、ケイ素の単体の単位格子(図 1)におけるケイ素原子の充填率は 5 % となる。

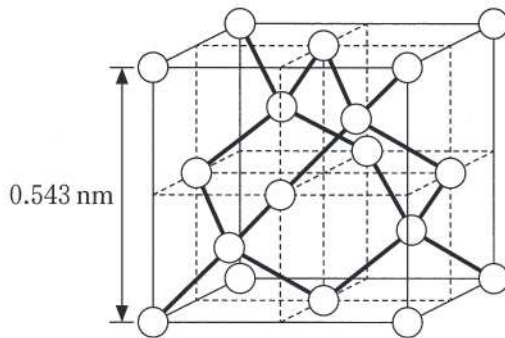


図 1

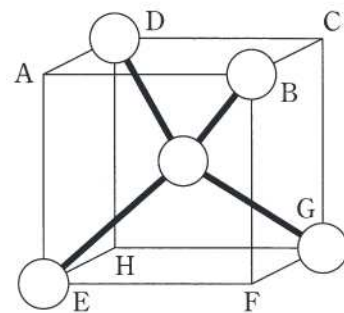


図 2

- (1) 3 に入る最も適切な 1 桁の数字をマークせよ。
- (2) 4 に入る数値として最も近いものを、次の①~⑤のうちから 1 つ選べ。
- ① 0.0957 ② 0.117 ③ 0.128 ④ 0.139 ⑤ 0.146
- (3) 5 に入る数値として最も近いものを、次の①~⑦のうちから 1 つ選べ。
- ① 17 ② 26 ③ 34 ④ 48 ⑤ 56 ⑥ 68 ⑦ 74

問 3 次の文章を読み、後の(1)、(2)に答えよ。

カルシウムの化合物は、建築材料として使われていることが知られている。例えば、消石灰は古くから壁や天井などの塗料として使われている漆喰しっくいの主原料であり、大理石やセッコウもカルシウムの化合物である。

- (1) 下線部ア～ウの主成分の化学式として最も適切なものを、次の①～⑧のうちからそれぞれ1つずつ選べ。

下線部ア

下線部イ

下線部ウ

- ① CaO ② Ca(OH)_2 ③ CaCO_3 ④ CaCl_2
⑤ CaSO_4 ⑥ $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ ⑦ $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ ⑧ $\text{Ca(HCO}_3)_2$

- (2) 焼きセッコウ(純度 100 %) 145 g をすべてセッコウ(純度 100 %)にするために最低限必要な水の質量[g]を求めよ。 には十の位の数字を、 には一の位の数字をマークせよ。該当する位がない場合には⑩をマークせよ。小数点以下がある場合には四捨五入せよ。

g

問 4 次の(a)~(c)の空欄 11 ~ 16 に入るイオンとして最も適切なものを、後の①~⑩のうちからそれぞれ1つずつ選べ。

(a) 11 を含む黄色の水溶液を酸性にすると 12 を生じ、水溶液は橙赤色に変化する。

(b) 13 を含む水溶液に塩素を通じると 14 を生じる。また、13 を含む水溶液に 15 を加えると、濃青色の沈殿を生じる。

(c) 16 を含む水溶液に塩基性水溶液を加えると沈殿を生じる。さらに、その沈殿に過剰のアンモニア水を加えると溶解し、深青色の溶液となる。

- ① Ag^+ ② Zn^{2+} ③ CrO_4^{2-} ④ $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ⑤ Cu^{2+}
⑥ Fe^{2+} ⑦ Fe^{3+} ⑧ $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ ⑨ $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ ⑩ SCN^-

2 次の文章を読み、後の問い(問1～4)に答えよ。

温度を制御できる実験装置を図1に示す。この実験装置には、体積 V の反応容器に注射器がコックBを介して連結され、注射器から反応容器に気体を注入できるようになっている。実験前、コックBは閉じられている。この実験装置を用いて、気体qと気体rを反応させて気体xを生成する不可逆反応の実験を、次の実験Ⅰ～Ⅳの順に行った。ただし、同じ種類の気体どうしでは反応は起こらないものとする。また、コックA～Cの連結部の体積は無視できるものとする。

実験Ⅰ 実験装置の温度を T とし、真空状態の反応容器に、コックAを介して、圧力が P になるまで気体qを入れた。その後、コックAを閉じた。

実験Ⅱ 注射器に、コックCを介して、体積が V で、ある圧力の気体rを入れた。その後、コックCを閉じた。

実験Ⅲ コックBを開け、気体rを注射器から反応容器にすべて注入し、コックBを閉じてから十分に反応を進めて気体xを生じさせた後、温度 T における反応容器内の圧力を測定した。

実験Ⅳ 実験Ⅱで用いる気体rの圧力を変えて、実験Ⅰ～Ⅲを繰り返し行った。

表1に、実験Ⅱにおける注射器内の圧力(圧力*あ*)と、実験Ⅲにおける反応後の反応容器内の圧力(圧力*い*)を示す。

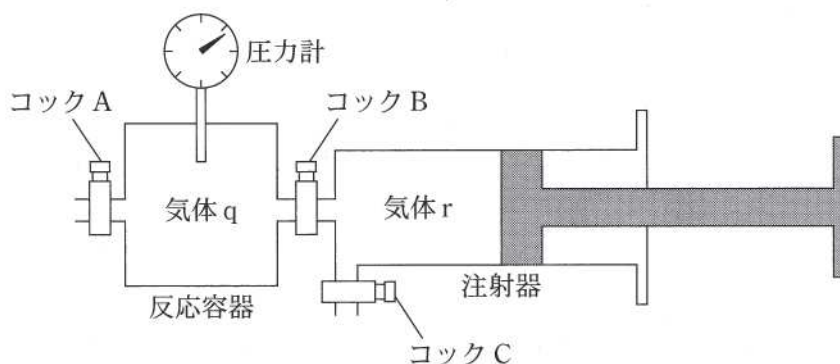


図1

表 1

圧力あ	圧力い
$\frac{1}{4}P$	P
$\frac{1}{2}P$	P
P	$\frac{3}{2}P$
$\frac{3}{2}P$	$2P$
$2P$	$\frac{5}{2}P$

問 1 反応容器内の気体の圧力変化に関する記述として正しいものを，次の①～④のうちからすべて選び，一緒にマークせよ。 17

- ① 実験Ⅰにおいて，気体 q を入れた後，実験装置の温度を T より高くすると，反応容器内の圧力は P より大きくなる。
- ② 実験Ⅰにおいて，気体 q を入れた後，さらに，コック A を介して，反応容器に気体 q を加えると，反応容器内の圧力は P より大きくなる。
- ③ 実験Ⅰにおいて，気体 q の代わりに，気体 q よりも分子量の大きな別の気体を同じ分子数入れると，反応容器内の圧力は P より大きくなる。
- ④ 実験Ⅲにおいて，注射器から気体 r を注入してコック B を閉じた直後の反応前における気体 q の分圧は， P より大きくなる。

問 2 気体 q と気体 r が過不足なく反応して気体 x になるときの圧力あ と圧力い として最も適切なものを、次の①～⑩のうちからそれぞれ 1 つずつ選べ。必要があれば図 2 にグラフを作成してもよい。

圧力あ 18

圧力い 19

- ① $\frac{1}{10}P$ ② $\frac{1}{5}P$ ③ $\frac{1}{4}P$ ④ $\frac{1}{3}P$ ⑤ $\frac{1}{2}P$
 ⑥ $\frac{2}{3}P$ ⑦ P ⑧ $\frac{4}{3}P$ ⑨ $\frac{3}{2}P$ ⑩ $2P$

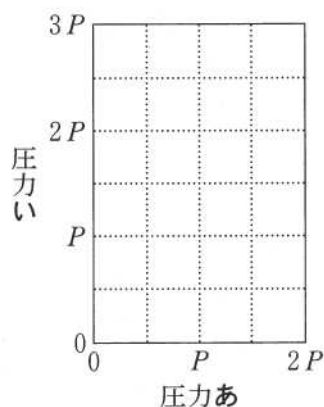


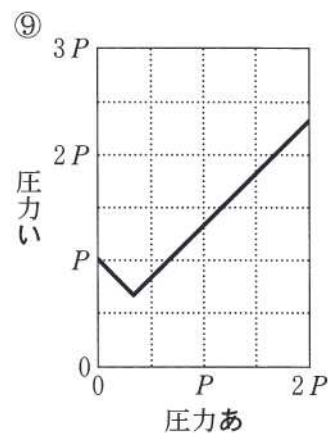
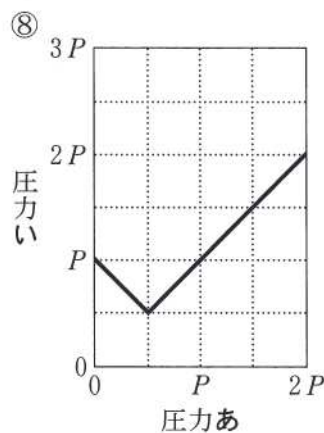
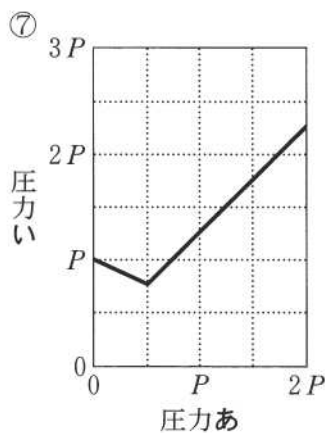
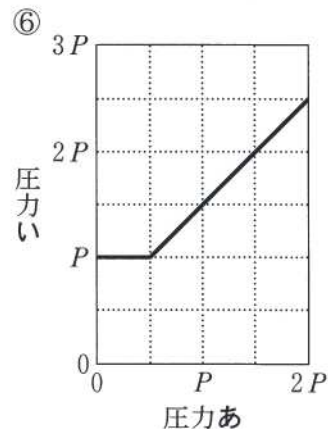
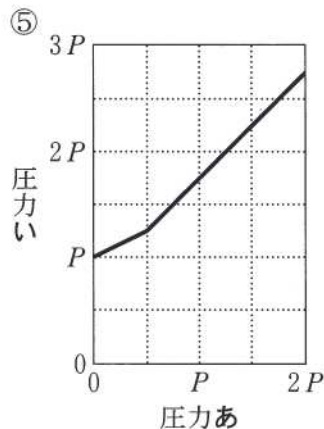
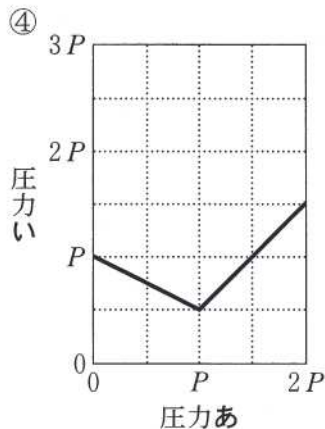
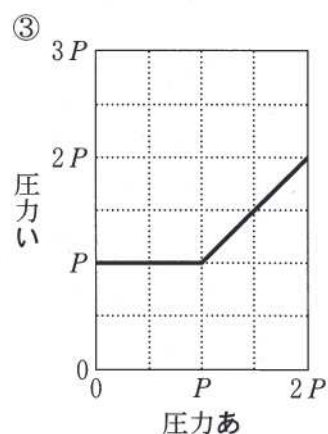
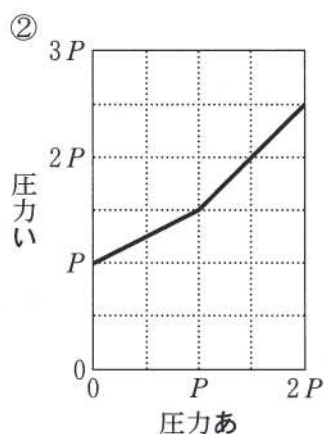
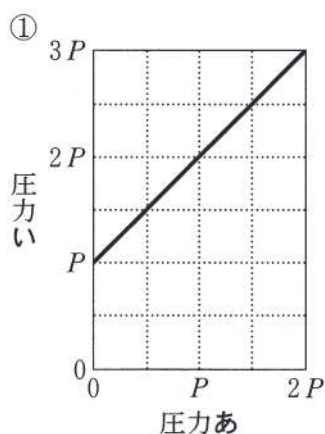
図 2

問 3 気体 q を構成する元素の元素記号を Q、気体 r を構成する元素の元素記号を R とし、気体 q と気体 r が反応するときの式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから 1 つ選べ。 20

- ① $Q + R \longrightarrow QR$
 ② $Q_2 + R \longrightarrow Q_2R$
 ③ $Q + R_2 \longrightarrow QR_2$
 ④ $Q_2 + R_2 \longrightarrow Q_2R_2$
 ⑤ $Q_2 + R_2 \longrightarrow 2QR$
 ⑥ $2Q_2 + R_2 \longrightarrow 2Q_2R$
 ⑦ $Q_2 + 2R_2 \longrightarrow 2QR_2$
 ⑧ $3Q_2 + R_2 \longrightarrow 2Q_3R$
 ⑨ $Q_2 + 3R_2 \longrightarrow 2QR_3$

問 4 実験Ⅰ～Ⅳにおいて、反応前に反応容器(実験Ⅰ)と注射器(実験Ⅱ)に入れる気体を、次の(1)、(2)に示す気体に変えて同様の実験をそれぞれ行った。このときに得られた圧力*あ*と圧力*い*の関係を示すグラフとして最も適切なものを、後の①～⑨のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

	反応容器	注射器	解答番号
(1)	水 素	塩 素	21
(2)	水 素	窒 素	22



3 次の文章A～Cを読み、後の問い(問1～6)に答えよ。

文章A

ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸の混合物を作用させると 23 が生成する。生成した 23 にスズと濃塩酸を加えて反応させ、水酸化ナトリウム水溶液で塩基性になると 24 が遊離する。24 の希塩酸溶液を氷冷しながら、亜硝酸ナトリウム水溶液を加えると、25 が得られる。この 25 の水溶液にナトリウムフェノキシドの水溶液を加えると 26 が生成する。また、24 に無水酢酸を作用させると 27 が生成する。

問1 23 ～ 27 に入る化合物として最も適切なものを、次の①～⑧のうちからそれぞれ1つずつ選べ。

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| ① アセトアニリド | ② アニリン |
| ③ アニリン塩酸塩 | ④ 塩化ベンゼンジアゾニウム |
| ⑤ ニトロベンゼン | ⑥ <i>m</i> -ヒドロキシアゾベンゼン |
| ⑦ <i>p</i> -ヒドロキシアゾベンゼン | ⑧ ベンゼンスルホン酸 |

問 4 下線部アについて、次の(1)、(2)に答えよ。ただし、ポリ酢酸ビニルからポリビニルアルコールへの反応は完全に進行したものとする。

- (1) 平均分子量 3.30×10^4 のポリビニルアルコールの重合度を求めよ。 には百の位の数字を、 には十の位の数字を、 には一の位の数字をマークせよ。該当する位がない場合には①をマークせよ。小数第1位以下がある場合には四捨五入せよ。

- (2) 生成したビニロンの平均分子量として最も近い数値を、次の①～⑥のうちから1つ選べ。

- ① 2.9×10^4 ② 3.2×10^4 ③ 3.5×10^4 ④ 3.8×10^4
⑤ 4.1×10^4 ⑥ 4.4×10^4

文章C

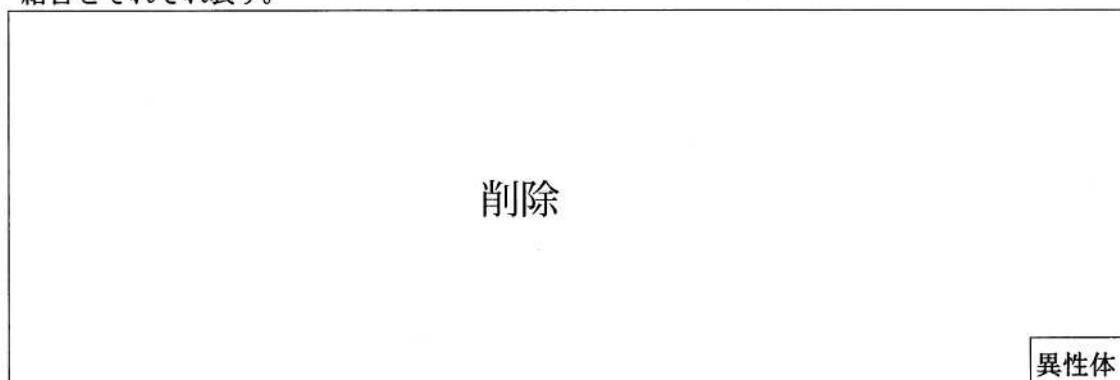
生体を構成する有機化合物には、不斉炭素原子をもつものがあり、例えば、ヒドロキシ酸である乳酸や酒石酸は不斉炭素原子をもつ。

乳酸は不斉炭素原子を1つもち、互いに重ね合わせることのできない鏡像関係にある1対の立体異性体が存在する。このような異性体を鏡像異性体という。

問 5 乳酸より分子量が小さくて不斉炭素原子をもつ有機化合物を、次の①～⑦のうちからすべて選び、一緒にマークせよ。当てはまるものがない場合には⑩をマークせよ。 34

- ① 無水酢酸 ② 酢酸ビニル ③ グリシン ④ ベンゼン
⑤ 二酸化炭素 ⑥ グルコース ⑦ アラニン

問 6 酒石酸において考えられる立体異性体 a～d を図1に示した。図1の **——** は紙面から手前側に向かう結合、**.....** は紙面の裏(奥)側へ向かう結合、**——** は紙面と同じ平面にある結合をそれぞれ表す。



a～dのうち、異性体 37 は互いに鏡像の関係にない立体異性体であり、このような異性体をジアステレオ異性体という。

削除 37 に入る異性体 a～d の組合せとして適切なものを、後の①～⑥のうちからそれぞれすべて選び、一緒にマークせよ。

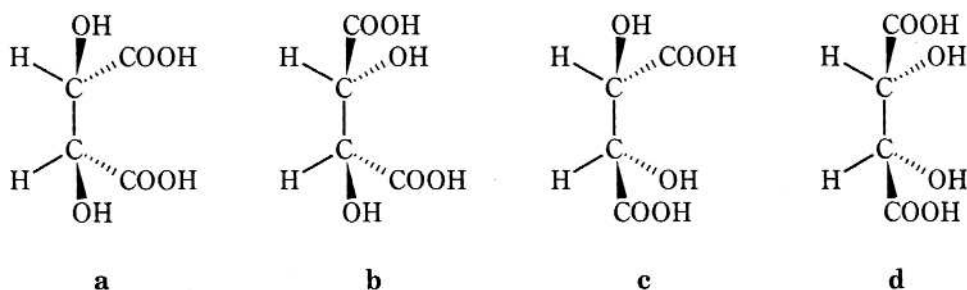


図1

- ① aとb ② aとc ③ aとd ④ bとc ⑤ bとd ⑥ cとd