

埼玉医科大学(後期) 化学

2025年 3月 1日実施

1

- 問 1 (1) ① 水素 H_2 は無色・無臭で、水にほとんど溶けない性質を持つ。溶解度が低い
ため、水上置換法で捕集できる。(正)
- ② 還元剤として作用するが、高温にしたり触媒を用いたりすることでその作用は
強くなる。そのため、金属酸化物を還元することができる(イオン化傾向が鉄以下
の金属が該当する)。(正)
- ③ アルミニウムや亜鉛などの両性金属に水酸化ナトリウム水溶液を作用させると
水素は発生するが、鉄は両性金属ではないので反応しない。(誤)
- ④ 水素のイオン化エネルギーは比較的大きく、金属の方がイオン化エネルギー
は小さい。(誤)
- ⑤ 宇宙空間に最も多く含まれている元素は水素であり、質量割合で約 75% であ
る(原子数割合では約 90% である)。宇宙全体の平均では、 1 cm^3 に水素原子
が約 1 個存在する。(正)

(答) 1 ①・②・⑤

- (2) 金属の水素化物では、水素の酸化数は -1 であり、水素化物イオン H^- として存
在する。これは、金属よりも水素の電気陰性度が大きいため、電子を受け取るため
である。ここでは $NaH (Na^+ + H^-)$ や $CaH_2 (Ca^{2+} + 2H^-)$ が該当する。

(答) 2 ④・⑦

- 問 2 (1) $\frac{1}{8} \times 8 + \frac{1}{2} \times 6 + 4 = 8$ 個となる。

(答) 3 ⑧

- (2) 格子定数を a 、原子半径を r とする。分割した小立方体の体対角線の半分の長
さが結合距離 $2r$ に相当する。

$$\frac{a}{2} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 2r$$

$$\therefore r = \frac{\sqrt{3}}{8} a = \frac{1.73}{8} \times 0.543\text{ nm} = 0.1174\text{ nm}$$

(答) 4 ②

- (3) 原子 1 個の体積は $\frac{4}{3}\pi r^3$ と表せるので、空間充填率は以下のように計算できる。

途中で(2)の結果を用いる。

$$\frac{\frac{4}{3}\pi r^3 \times 8}{a^3} = \frac{32}{3}\pi \left(\frac{r}{a}\right)^3 = \frac{32}{3}\pi \left(\frac{\sqrt{3}}{8}\right)^3 = \frac{\sqrt{3}}{16}\pi = \frac{1.73}{16} \times 3.14 = 0.3395 = 33.95\%$$

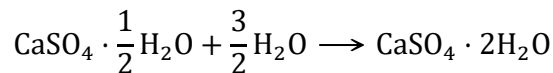
なお、このダイヤモンド型の空間充填率は、体心立方格子の空間充填率のちょうど半分である。

(答) ③

- 問 3 (1) **ア** 消石灰の主成分は水酸化カルシウム Ca(OH)_2 で、水に溶けると強アルカリ性を示す。石灰水として二酸化炭素の検出にも使われる。
イ 大理石の主成分は炭酸カルシウム CaCO_3 で、塩酸と反応して二酸化炭素を発生する。石灰岩やチョークの主成分でもある。
ウ セッコウの主成分は硫酸カルシウム二水和物 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ で、加熱すると焼きセッコウ $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ になる。これに水を加えると、硬化してセッコウに戻る。

(答) ②, ③, ⑦

- (2) 焼きセッコウと水が反応してセッコウになる化学反応式は

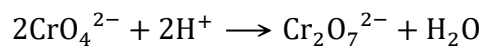


と表せる。よって、求める H_2O の質量は次のようになる。

$$\frac{145 \text{ g}}{145 \text{ g/mol}} \times \frac{3}{2} \times 18 \text{ g/mol} = 27 \text{ g}$$

(答) ②, ⑦

- 問 4 (a) クロム酸イオン CrO_4^{2-} は黄色であるが、酸性にすると脱水縮合して赤橙色の二クロム酸イオン $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ を生じる。



(答) ③, ④

- (b) 塩素は酸化剤として作用するので、 は還元剤として作用する鉄(II)イオン Fe^{2+} (淡緑色) であり、鉄(III)イオン Fe^{3+} (黄褐色) に変化する。 Fe^{2+} を含む水溶液にヘキサシアニド鉄(III)酸イオン $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ を加えるとターンブル青の濃青色沈殿を生じる。

(答) ⑥, ⑦, ⑧

- (c) 銅(II)イオン Cu^{2+} を含む水溶液に塩基性水溶液を加えると、青白色の水酸化銅(II) Cu(OH)_2 が沈殿する。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、深青色のテトラアンミン銅(II)イオン $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ を生じる。

(答) ⑤

2

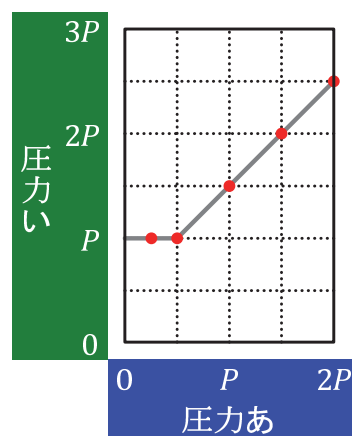
- 問 1 ① 体積と物質量が一定なので、圧力は温度に比例する。よって、温度を T より高くすると、圧力は P よりも大きくなる。(正)
- ② 体積と温度が一定なので、圧力は物質量に比例する。よって、気体 q の物質量を大きくすると、圧力は P よりも大きくなる。(正)
- ③ 気体 q の代わりに別の気体を同じ物質量だけ入れても、体積と温度が一定なので、圧力は P のまま変化しない。分子量は無関係である。(誤)
- ④ 実験Ⅲで注射器から気体 r を注入した直後は、まだ気体 q と反応していないので、気体 q の分圧は P のままである。(誤)

(答) 17 ①・②

問 2 表 1 の実験結果を図 2 にプロットすると右図のようになる。

赤い点が表 1 に示されているデータに対応する点であり、灰色の線はそれをつなげたものである。

反応容器の体積と実験Ⅱにおける注射器の内容積はともに V で等しく、温度は T で一定であるから、表 1 に与えられている圧力は物質量に比例する。よって、圧力 a は反応に用いた気体 r の物質質量、圧力 i は反応後に残っている気体の全物質質量に対応する。



圧力 a が $\frac{1}{2}P$ に達するまでは気体 q の方が過剰であり、気

体 r は全て反応している。そして、その後は圧力 a が傾き 1 で増加しているのので、気体 q は全て反応し、気体 r の方が過剰で反応後も残ることが分かる。

以上より、線が折れ曲がる点が当量点である。

(答) 18 ⑤, 19 ⑦

問 3 問 2 より、当量点のとき気体 q と気体 r の圧力比 (モル比に等しい) は $2:1$ であるから、係数比も同じである。これを満たす反応式は⑥しかない。

(答) 20 ⑥

問 4 (1)のとき、 $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$ より、反応前後で気体の全物質質量は変化しない。よって、 Cl_2 を増やすほど全圧は増加し、圧力 i が P から単調増加している①が該当する。

(2)のとき、 $3H_2 + N_2 \rightarrow 2NH_3$ より、反応前後で気体の全物質質量は減少する。よって、当量点に達するまでは、圧力 i が P から減少していき、当量点の圧力 a が $\frac{1}{3}P$ のとき、圧力 i は $\frac{2}{3}P$ となる。その後は N_2 が過剰で増えていくので、圧力 i は増加していき、圧力 a

が $2P$ のとき圧力 i は $\frac{7}{3}P$ になるので⑨が該当する。

(答) 21 ①, 22 ⑨

化学反応に伴う量的関係を考えると以下ようになる。なお、**実験Ⅱ**で注射器に入れた気体 r の圧力 (**圧力あ**) を π とする。**圧力あ**と**圧力い**に対応する部分是对应する部分に色を付けている。

【(1)のとき】

※ H_2 が過剰のとき

	H_2	+	Cl_2	\rightarrow	$2HCl$	計
反応前	P		π		0	$\pi + P$
変化量	$-\pi$		$-\pi$		$+2\pi$	0
反応後	$-\pi + P$		0		2π	$\pi + P$

※ Cl_2 が過剰のとき

	H_2	+	Cl_2	\rightarrow	$2NH_3$	計
反応前	P		π		0	$\pi + P$
変化量	$-P$		$-P$		$+2P$	0
反応後	0		$\pi - P$		$2P$	$\pi + P$

どちらの場合も

$$\text{圧力い} = \text{圧力あ} + P$$

となり、傾きが 1 で切片が P となることが理解できる。

【(2)のとき】

※ H_2 が過剰のとき

	$3H_2$	+	N_2	\rightarrow	$2NH_3$	計
反応前	P		π		0	$\pi + P$
変化量	-3π		$-\pi$		$+2\pi$	-2π
反応後	$-3\pi + P$		0		2π	$-\pi + P$

※ N_2 が過剰のとき

	$3H_2$	+	N_2	\rightarrow	$2HCl$	計
反応前	P		π		0	$\pi + P$
変化量	$-P$		$-\frac{1}{3}P$		$+\frac{2}{3}P$	$-\frac{2}{3}P$
反応後	0		$\pi - \frac{1}{3}P$		$\frac{2}{3}P$	$\pi + \frac{1}{3}P$

結果は次のようになる。

$$0 \leq \text{圧力あ} \leq \frac{1}{3}P \text{ のとき: } \text{圧力い} = (-1) \times \text{圧力あ} + P$$

$$\text{圧力あ} \geq \frac{1}{3}P \text{ のとき: } \text{圧力い} = \text{圧力あ} + \frac{1}{3}P$$

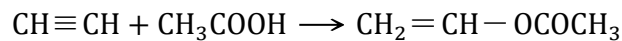
となり、グラフが $(\frac{1}{3}P, \frac{2}{3}P)$ で折れ曲がる⑨のようになることが理解できる。

3

問 1 ベンゼンに混酸(濃硝酸と濃硫酸の混合物)を作用させると⑤ニトロベンゼンが生成する。これにスズと濃塩酸を加えて反応させるとアニリン塩酸塩が生成するが、水酸化ナトリウム水溶液で塩基性になると弱塩基の②アニリンが遊離する。アニリンの希塩酸溶液に亜硝酸ナトリウム水溶液を氷冷しながら加えると、④塩化ベンゼンジアゾニウムが生成する。これにナトリウムフェノキシド水溶液を加えると、橙赤色のアゾ化合物である⑦*p*-ヒドロキシアゾベンゼンが生成する。

(答) 23 ⑤, 24 ②, 25 ④, 26 ⑦, 27 ①

問 2 アセチレンに触媒を用いて酢酸を付加させると酢酸ビニルが生成する。



(答) 28 ③

問 3 酢酸ビニルを付加重合させるとポリ酢酸ビニルが生成する。これを水酸化ナトリウム水溶液でけん化(加水分解)すると、ポリビニルアルコールが得られる。これに飽和硫酸ナトリウム水溶液を加えて塩析し、繊維状に成形する。さらに、ポリビニルアルコールのヒドロキシ基の一部をホルムアルデヒドでアセタール化することで、水に不溶の繊維ビニロンが得られる。

(答) 29 ④

問 4 (1) 平均重合度を n とする。

$$n = \frac{3.30 \times 10^4}{44} = 750$$

(答) 30 ⑦, 31 ⑤, 32 ⑩

(2) ホルムアルデヒドでアセタール化すると、2 個の $-\text{OH}$ につき 1 個の C 原子が増加するので、生成したビニロンの平均分子量は次のようになる。

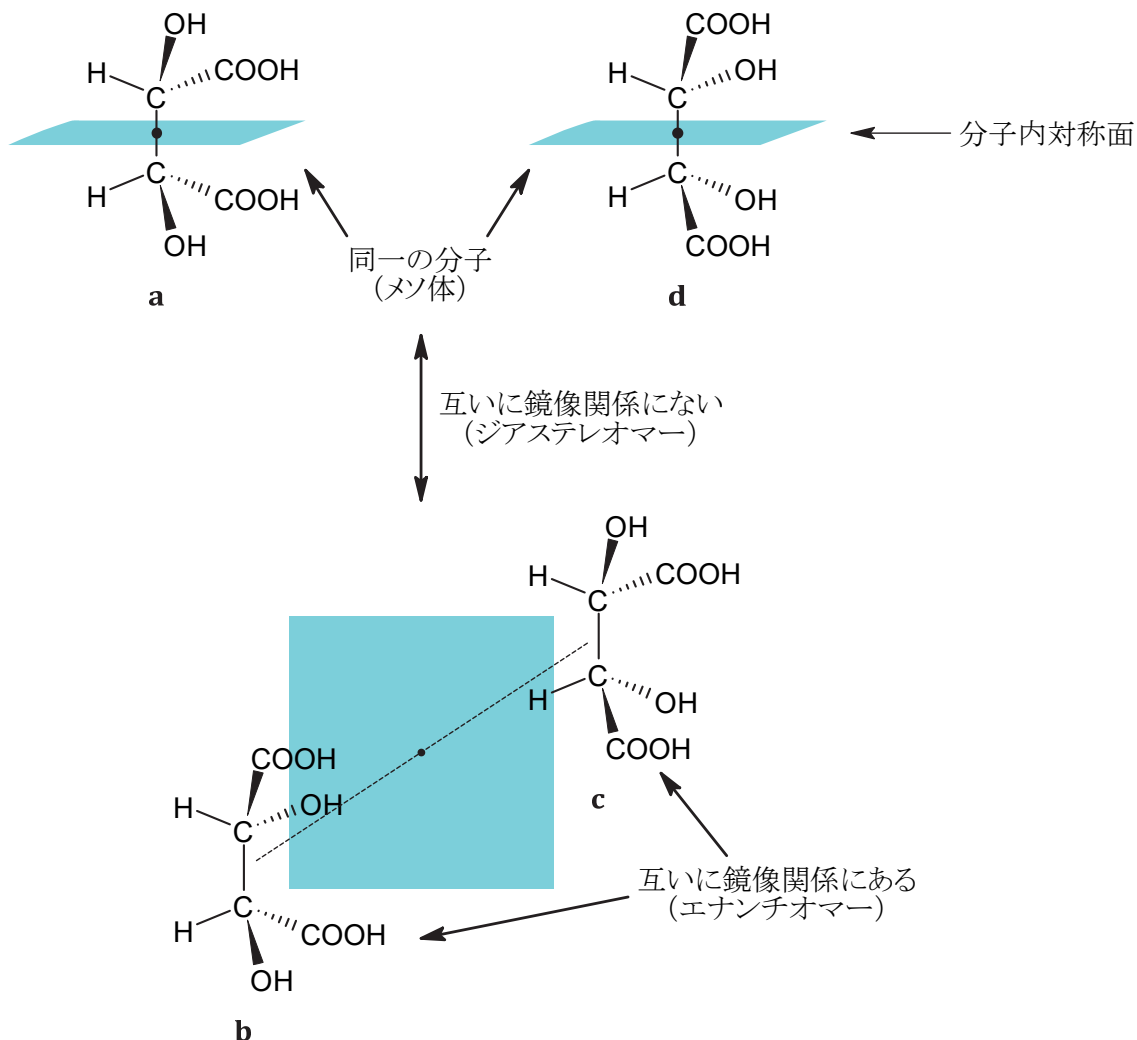
$$\left(44 + \frac{12}{2} \times \frac{35}{100}\right)n = 46.1n = 3.5 \times 10^4$$

(答) 33 ③

問 5 不斉炭素原子を持つのは⑥グルコース(分子量 180)と⑦アラニン(分子量 89)であるが、分子量の条件から後者が該当する。

(答) 34 ⑦

問 6 aとdは分子内対称面を持つ立体異性体(メソ体)で同一の分子である。bとcは互いに鏡像関係にある立体異性体(エナンチオマー)である。a(=d)とb, a(=d)とcは互いに鏡像関係にはない立体異性体(ジアステレオマー)である。



問題文中の「異性体 a ~ dのうち、異性体 35 は互いに鏡像異性体である」という記述と、その2行後の「異性体 35 は同一の分子である」という記述は矛盾する。問題文の流れを考慮すると、出題者の本来の意図は 35 が③であると推測される。

(答) 35 解答不能, 36 ④, 37 ①・②・⑤・⑥

【講評】

2の前半は、気体の分子式が不明な点や実験操作の複雑さから、問題の意図を把握しにくかったかもしれない。他は基本的な内容だったが、「すべて選べ」という指定が複数あり、知識の正確さが求められた。こうした問題では、確実に正解できるかで差が付くため、60%程度の得点率は確保しておきたい。

本解答速報の内容に関するお問合せは



医学部専門予備校
YMS

☎ 03-3370-0410 <https://yms.ne.jp/>
東京都渋谷区代々木 1-37-14

医学部進学予備校

メビオ

☎ 0120-146-156
<https://www.mebio.co.jp/>

医学部専門予備校

英進館メビオ 福岡校

☎ 0120-192-215
<https://www.mebio-eishinkan.com/>

メルマガ登録または LINE 友だち追加で全科目を閲覧

メルマガ登録



LINE 登録

