

令和 8 年度入学者選抜学力検査問題

化 学 (本文 14 ページ)

工学部

基盤工学科

9 時 00 分 — 11 時 00 分

農学部

フロンティア食品科学科、

9 時 30 分 — 11 時 00 分

生物生産イノベーション科学科

{ 注意 }

1. 検査開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけない。
2. 「受験番号」は、解答用紙の受験番号欄に忘れずに記入しなさい。
3. この問題冊子には 3 問題ある。落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所などがあつた場合は申し出なさい。
4. 解答は、必ず解答用紙の所定の解答欄に記入しなさい。所定の欄以外に記入したものは無効である。
5. 工学部志願者は、第 1 問～第 3 問を解答しなさい。
6. 農学部志願者は、第 1 問～第 2 問を解答しなさい。
7. 問題又は解答用紙に指示がある場合は、必ず計算過程も記入しなさい。
8. 計算用紙は別に配付しないので、問題冊子の余白を使いなさい。

(答えは解答用紙の所定欄に記入せよ。)

第1問から第3問について、必要があれば、次の数値を使うこと。

原子量  $H = 1.0$ 、 $C = 12.0$ 、 $N = 14.0$ 、 $O = 16.0$ 、 $K = 39.0$ 、 $Br = 80.0$

水のイオン積  $K_w = 1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$

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

## 第1問 以下の問1および問2に答えよ。

問1 以下の文章について、 ~  に当てはまる適切な語句または数字を記せ。ただし、元素名は元素記号で記せ。

元素を原子番号の順に並べると、単体の融点やイオン化エネルギーなどが周期的に変化したり、性質のよく似た元素が周期的に現れたりする。この周期的な規則性を、元素の  という。元素を原子番号の順に並べ、 にしたがって性質の似た元素を縦の同じ列に並べた表を、元素の  という(図1-1)。 の原型はロシアの化学者  によってつくられた。

Hを除く1族の元素は 、2族の元素は 、17族の元素は 、18族の元素は  とそれぞれよばれている。Li、Na、Kは空気中の水と反応するので  中に保存する。原子番号19の  の炎色反応は  色であり、原子番号56の  の炎色反応は  色である。

原子を構成する電子は、原子核を取り囲む  とよばれるいくつかの層に分れて存在している。 は、原子核に近い内側からK殻、L殻、M殻、N殻…とよばれる。 の元素である原子番号36の  のK殻、L殻、M殻、N殻の電子の数は、それぞれ 、、、 であり、価電子の数は  である。

イ で3～12族に属する元素を ト という。原子番号57～71の元素は ナ 、原子番号89～103の元素は ニ とよばれる。

原子番号113の ヌ は、原子番号 ネ の ノ と原子番号83の Bi を衝突させて融合することによって作られた。

| 族 \ 周期 | 1                  | 2                  | 3                 | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14                 | 15                 | 16                | 17                | 18                 |                    |
|--------|--------------------|--------------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| 1      | ${}_1\text{H}$     |                    |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                    |                    |                   |                   | ${}_2\text{He}$    |                    |
| 2      | ${}_3\text{Li}$    | ${}_4\text{Be}$    |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | ${}_5\text{B}$     | ${}_6\text{C}$     | ${}_7\text{N}$    | ${}_8\text{O}$    | ${}_9\text{F}$     | ${}_{10}\text{Ne}$ |
| 3      | ${}_{11}\text{Na}$ | ${}_{12}\text{Mg}$ |                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | ${}_{13}\text{Al}$ | ${}_{14}\text{Si}$ | ${}_{15}\text{P}$ | ${}_{16}\text{S}$ | ${}_{17}\text{Cl}$ | ${}_{18}\text{Ar}$ |
| 4      | 19                 | 20                 | 21                | 22  | 23  | 24  | 25  | 26  | 27  | 28  | 29  | 30  | 31  | 32                 | 33                 | 34                | 35                | 36                 |                    |
| 5      | 37                 | 38                 | 39                | 40  | 41  | 42  | 43  | 44  | 45  | 46  | 47  | 48  | 49  | 50                 | 51                 | 52                | 53                | 54                 |                    |
| 6      | 55                 | 56                 | ${}_{57\sim 71}$  | 72  | 73  | 74  | 75  | 76  | 77  | 78  | 79  | 80  | 81  | 82                 | 83                 | 84                | 85                | 86                 |                    |
| 7      | 87                 | 88                 | ${}_{89\sim 103}$ | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 | 111 | 112 | 113 | 114                | 115                | 116               | 117               | 118                |                    |
|        |                    |                    | ナ→                | 57  | 58  | 59  | 60  | 61  | 62  | 63  | 64  | 65  | 66  | 67                 | 68                 | 69                | 70                | 71                 |                    |
|        |                    |                    | ニ→                | 89  | 90  | 91  | 92  | 93  | 94  | 95  | 96  | 97  | 98  | 99                 | 100                | 101               | 102               | 103                |                    |

図1—1 元素の イ。原子番号と、原子番号1～18の元素記号のみを記してある。用紙の右側が図の下側になる。

問 2 次の文章を読み、以下の問い(1)~(4)に答えよ。

カルボン酸の中で、酢酸は最も身近な化合物の1つである。特に、醸造酢に含まれる酢酸の定量は製品の質の担保に重要な役割を果たしている。ここで、日本農林規格の JAS 0801 を参考にして醸造酢中の酢酸の定量を行った。以下にその方法を示す。

#### 試料の調製

200 mL 程度の容器に試料 3 ~ 10 mL をホールピペットで正確にはかり取り、二酸化炭素を含まない純水 100 mL を加えて試料溶液とする。

#### pH メーターを用いた中和滴定

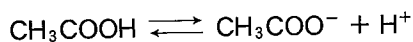
pH メーターを用いて pH を計測しながら、試料溶液に対して濃度がわかっている水酸化ナトリウム水溶液で滴定する。

(1) この中和滴定で使用する器具の使い方について、以下の(あ)~(え)の中から誤っているものをすべて選べ。

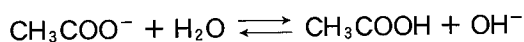
- (あ) ホールピペットを洗浄後、加熱して乾燥した。
- (い) コニカルビーカーを洗浄して純水ですすいだ後、濡れたまま使用した。
- (う) ピュレットを使用前に共洗いした。
- (え) ホールピペットを使用前に共洗いせず使用した。

(2) この中和滴定で利用する水酸化ナトリウム水溶液は、つぐった後に正確な濃度を中和滴定により決定する必要がある。その理由を答えよ。

- (3) 中和滴定の過程における pH を計算により求めたい。この時、以下の問い(a)~(d)に答えよ。ただし、酢酸の電離平衡は以下の通りである。



- (a) 平衡状態における酢酸濃度、酢酸イオン濃度、水素イオン濃度をそれぞれ  $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ 、 $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ 、 $[\text{H}^+]$  とするとき、各濃度を用いて酢酸の電離定数  $K_a$  を記せ。
- (b) 酢酸の濃度が  $C_a$  [mol/L] の醸造酢を  $V_a$  [L] はかり取り、純水を加えて全量を 0.100 L にしたとき、この水溶液に含まれる酢酸の電離度  $\alpha$  と水溶液の pH を  $K_a$ 、 $C_a$ 、 $V_a$  を用いてそれぞれ表せ。ここで、酢酸の電離度は 1 よりも十分に小さいものとする。なお、計算過程も記せ。
- (c) 中和点において、酢酸は中和反応によりほぼ全て酢酸イオンとなっている。酢酸イオンが水溶液中に存在すると以下のような加水分解反応が生じる。



平衡状態における酢酸濃度、酢酸イオン濃度、水酸化物イオン濃度をそれぞれ  $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ 、 $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ 、 $[\text{OH}^-]$  とするとき、この加水分解反応の平衡定数  $K_h$  をそれぞれの濃度で表せ。次に、 $K_h$  を  $K_a$  と水のイオン積  $K_w$  を用いて表せ。ただし、水は多量に存在しており、水の量は反応前後で一定とみなす。

(d) 中和点において、酢酸イオンの加水分解はごく一部しか生じないことから、 $[\text{CH}_3\text{COO}^-] \gg [\text{CH}_3\text{COOH}]$ と仮定できる。(b)でつくった溶液に対して、濃度がわかっている水酸化ナトリウム水溶液  $V_T$  (L) を加えて酢酸を過不足なく中和したとき、中和点における水素イオン濃度  $[\text{H}^+]$  (mol/L) を  $K_a$ 、 $K_w$ 、 $C_a$ 、 $V_a$ 、 $V_T$  を用いて記せ。なお、計算過程も記せ。

(4) JAS 0801 では pH メーターの代わりに pH 指示薬を用いることができる。以下の(あ)~(う)のうち、この滴定で用いるのに最も適切な pH 指示薬を 1 つ選べ。また、その理由を答えよ。

- (あ) メチルオレンジ
- (い) フェノールフタレイン
- (う) プロモチモールブルー

## 第2問 以下の問1および問2に答えよ。

問1 次の文章を読み、以下の問い(1)~(5)に答えよ。

油脂は、1分子のグリセリンと3分子の ア が脱水縮合してできる化合物である。油脂は構成する ア の種類により融点が異なるため、常温では液体または固体として存在し、常温で液体のものを イ とよぶ。油脂を水酸化ナトリウムなどの強塩基で加水分解する反応をけん化とよび、この反応によって得られる ア のナトリウム塩やカリウム塩を ウ とよぶ。 ウ は親水性のカルボキシ基部位と疎水性の エ 基を持つ。

- (1) 文章中の ア ~ エ にあてはまる語句を記せ。
- (2) 下線部に関して、ラウリン酸  $C_{12}H_{24}O_2$ 、パルミチン酸  $C_{16}H_{32}O_2$  およびステアリン酸  $C_{18}H_{36}O_2$  の中で融点が最も低いものを答えよ。また、その理由を記せ。
- (3) グリセリン1分子とラウリン酸  $C_{12}H_{24}O_2$  2分子、パルミチン酸  $C_{16}H_{32}O_2$  1分子からなる油脂のけん化価を有効数字3桁で求めよ。なお、計算過程も記せ。
- (4) グリセリンに濃硫酸と濃硝酸の混合物を作用させると、ある化合物が生じる。この化合物の構造式を記せ。また、生じた化合物の説明として正しいものを次の(あ)~(お)の中から2つ選べ。
  - (あ) 人工樹脂であるセルロイドの原料となる。
  - (い) ダイナマイトなどの爆薬として用いられる。
  - (う) ナフサの熱分解によって得られ、プラスチックの原料となる。
  - (え) 心臓病の薬として用いられる。
  - (お) セルロースからなる紙と水素結合により結びつくことから、紙用のりとして用いられる。

- (5) 油污れに対する ウ の洗浄作用について以下の語句を用いて説明せよ。

親水基、疎水基、ミセル、乳化

問 2 次の文章を読み、以下の問い(1)~(8)に答えよ。

化合物 A、B、C は分子量が 180 以下の同じ分子式で表される化合物である。これらは同じ一般名(分類名)を持ち、それぞれ異なる 2 つの化合物を酸触媒存在下で加熱して合成された。なお、化合物 A、C には鏡像異性体が存在する。

- (1) 化合物 A、B、C の様な同じ分子式を持つが、構造式が異なる異性体を何というか記せ。
- (2) 化合物 A を合成した際に用いた一方の化合物 D は、ホルムアルデヒド  $\text{HCHO}$  と共に酸や塩基を触媒として付加縮合させ、加熱することなどで合成樹脂とすることができる。この樹脂の名称を記せ。また、化合物 D 1.0 g に対して臭素  $\text{Br}_2$  を作用させると 5.1 g の臭素が反応した。この反応の化学反応式を記せ。
- (3) 化合物 A を合成した際に用いたもう一方の化合物 E の分子式は  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$  であり、カルボキシ基を持ち、かつ鏡像異性体が存在する。化合物 E の構造式を記せ。
- (4) 化合物 A の構造式を記せ。
- (5) 化合物 B を合成した際に用いた一方の化合物 F を適当な酸化剤で酸化すると化合物 G が得られた。この化合物 G を用いて化合物 H と反応させると化合物 C が得られた。化合物 G はトルエンを酸化しても得ることができる。化合物 G の構造式とその名称を記せ。

- (6) 化合物 B として考えられる構造式を 2 つ記せ。
- (7) 化合物 C の構造式を記せ。
- (8) 化合物 A、B、C に共通する一般名(分類名)を記せ。

**第3問** 以下の問1、問2および問3に答えよ。

問1 次の文章を読み、以下の問い(1)~(3)に答えよ。

温度  $T$  [K]、圧力  $P$  [Pa]、体積  $V$  [L] で  $n$  [mol] の実在気体が、理想気体からどの程度ずれているかを表す指標として、式(3-1)に示す  $Z$  が用いられる。

$$\frac{PV}{nRT} = Z \quad (3-1)$$

図3-1に、ある温度における実在気体①、②とアンモニア  $\text{NH}_3$  の  $P$  と  $Z$  の関係を示す。

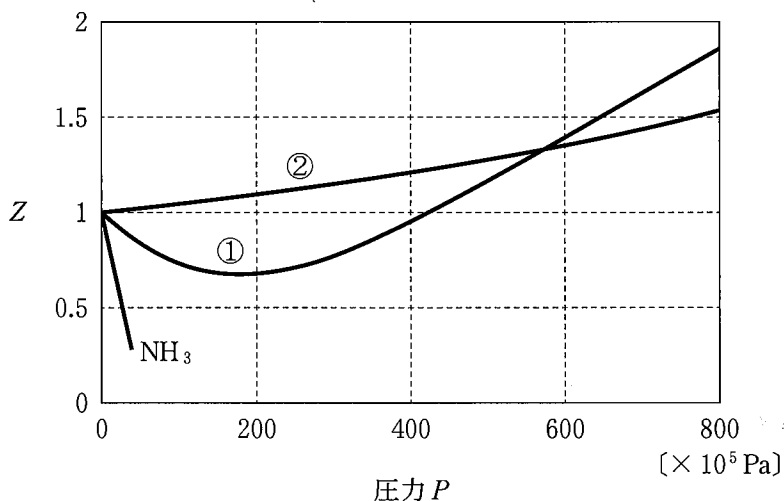


図3-1 実在気体の  $P$  と  $Z$  の関係

- (1) 実在気体①と実在気体②は水素  $\text{H}_2$  とメタン  $\text{CH}_4$  のいずれかである。実在気体①と実在気体②に当てはまるものをそれぞれ選んで記せ。

(2) 実在気体①では小さい圧力で $Z$ が1より小さくなり、圧力が大きくなると $Z$ が1より大きくなる。この理由を説明せよ。

(3) 実在気体②では $Z$ が1より大きく、圧力が大きくなると大きくなる。この理由を説明せよ。

問 2 次の文章を読み、以下の問い(1)と(2)に答えよ。

メタン  $\text{CH}_4$  は  からなる鎖式炭化水素である  のなかで炭素原子の数が最小であり、炭素原子を中心とした  形の構造をとる。メタンは無色、無臭の気体で天然ガスの主成分であり、これを冷却・圧縮して液化した液化天然ガスは都市ガスの原料などとして広く利用されている。

(1) 文章中の  ~  にあてはまる語句を以下の語群からそれぞれ1つのみ選んで記せ。

〈語群〉

|      |      |      |      |
|------|------|------|------|
| 単結合  | 二重結合 | 水素結合 | アルカン |
| アルキン | アルケン | 直線   | 平面   |
| 正四面体 |      |      |      |

(2) 下線部に関連して、ピストン付きの耐圧容器に  $1.6 \text{ mol}$  のメタンと  $2.4 \text{ mol}$  のヘリウムを加え、 $4.0 \times 10^6 \text{ Pa}$ 、 $180 \text{ K}$  とした(状態1)。この圧力に保ったまま容器内を冷却すると、ある温度  $T[\text{K}]$  で液体のメタンが生じはじめ、そのまま  $120 \text{ K}$  まで冷却した(状態2)。このとき以下の問い(a)~(c)に答えよ。ここで、図3—2中の点線はメタンの蒸気圧曲線である。なお、生じた液体のメタンの体積は無視でき、ヘリウムは全て気体で存在するものとする。

- (a) 状態 1 におけるメタンの分圧 [Pa] を有効数字 2 桁で求めよ。なお、計算過程も記せ。
- (b) 状態 1 から状態 2 になるまでのメタンの分圧 [Pa] の変化を解答欄内の図中に実線で記せ。また温度  $T$  [K] の値を記せ。
- (c) 状態 2 におけるヘリウムの分圧 [Pa] と容器の体積 [L] を有効数字 2 桁で求めよ。ここで、気体は理想気体とみなす。なお、計算過程も記せ。

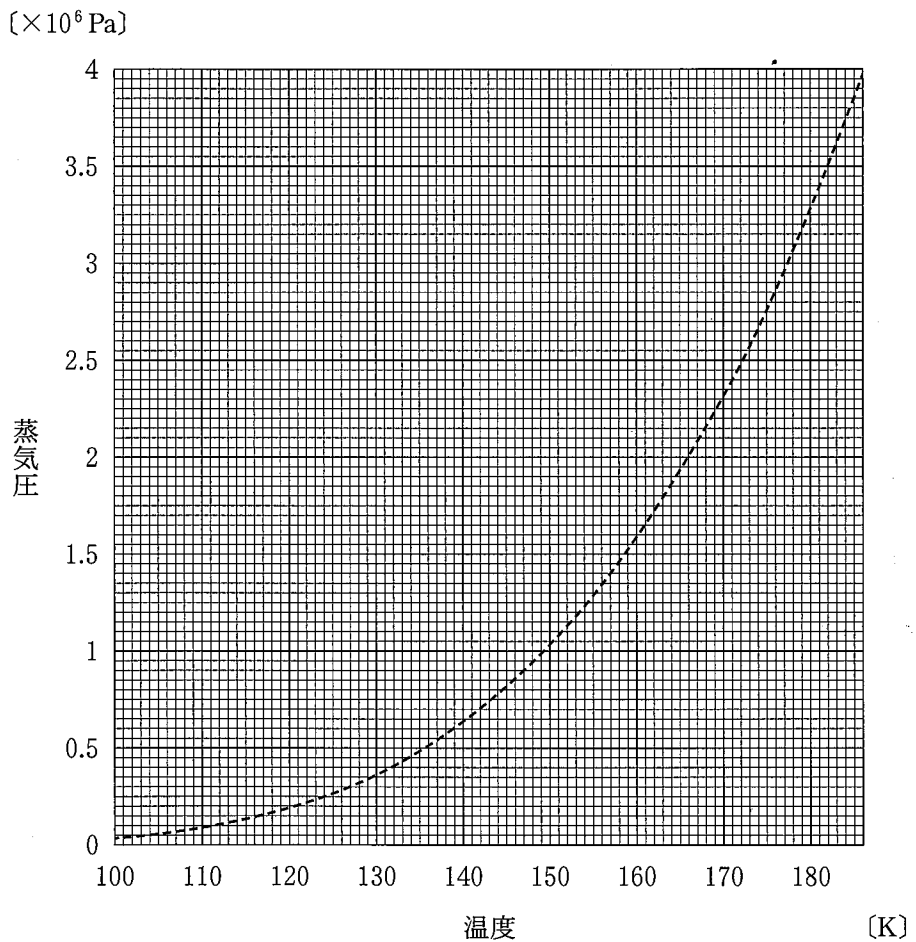
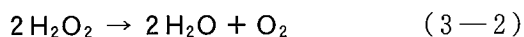


図 3—2 メタンの蒸気圧曲線

問 3 次の文章を読み、以下の問い(1)~(5)に答えよ。

少量の酸化マンガン(IV)  $\text{MnO}_2$  の粉末に  $0.88 \text{ mol/L}$  過酸化水素  $\text{H}_2\text{O}_2$  水溶液  $10 \text{ mL}$  を加え、一定温度に保ったところ、式(3-2)に示す  $\text{H}_2\text{O}_2$  の分解反応が進行した。



この反応によって発生した酸素の物質量は  $9.7 \times 10^{-4} \text{ mol}$  であった。

- (1) この反応で分解した  $\text{H}_2\text{O}_2$  の物質量を有効数字 2 桁で求めよ。なお、計算過程も記せ。
- (2) 分解反応後の  $\text{H}_2\text{O}_2$  の濃度を有効数字 2 桁で求めよ。ただし、 $\text{H}_2\text{O}_2$  水溶液の体積は  $10 \text{ mL}$  で変化しないものとする。なお、計算過程も記せ。
- (3) 反応時間が 30 秒であったとき、 $\text{H}_2\text{O}_2$  の分解反応の反応速度  $[\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{s})]$  を有効数字 2 桁で求めよ。なお、計算過程も記せ。
- (4)  $0 \sim 30$  秒間の  $\text{H}_2\text{O}_2$  の平均濃度を  $\overline{[\text{H}_2\text{O}_2]}$  とし、 $\text{H}_2\text{O}_2$  の分解反応の反応速度式として  $\bar{v} = k \overline{[\text{H}_2\text{O}_2]}$  を仮定したとき、反応速度定数  $k$   $[\text{s}]$  を有効数字 2 桁で求めよ。なお、計算過程も記せ。

- (5) 次の文章は、 $\text{H}_2\text{O}_2$  の分解反応過程における  $\text{MnO}_2$  や  $\text{H}_2\text{O}_2$  のはたらきについて説明したものである。文章中の空欄  ~  に当てはまる適切な語句を下記の語群から選び、その記号で答えよ。

$\text{H}_2\text{O}_2$  は溶液中を自由に移動しながら、 $\text{MnO}_2$  の表面に近づく。その後  $\text{MnO}_2$  の表面に  した  $\text{H}_2\text{O}_2$  の特定の結合が  なり、水と酸素が生成する。生成物が  $\text{MnO}_2$  の表面から  することで、 $\text{MnO}_2$  の表面が  されて、この反応が  する。このことから、 $\text{MnO}_2$  は  としてはたらくことで、 $\text{H}_2\text{O}_2$  の分解反応の活性化エネルギーを  させることがわかる。

〈語群〉

- |        |       |        |          |
|--------|-------|--------|----------|
| A. 酸化剤 | B. 触媒 | C. 還元剤 | D. 反応開始剤 |
| E. 吸着  | F. 脱離 | G. 再生  | H. 分解    |
| I. 接近  | J. 強く | K. 弱く  | L. 増加    |
| M. 減少  | N. 継続 | O. 停止  |          |