

滋賀医科大学

令和 2 年度 医学科一般入試(前期日程)

問題冊子

理 科

物 理	1 ページ～ 7 ページ
化 学	9 ページ～14ページ
生 物	15ページ～23ページ

(注 意)

1. 問題冊子は試験開始の合図があるまで開かないこと。
2. 問題冊子は表紙のほか 23 ページである。
3. 試験中に問題冊子及び解答用紙の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 問題は物理、化学、生物のうち 2 科目を選択し、選択した科目の解答用紙のすべてに受験番号及び氏名をはっきり記入すること。
5. 解答はすべて解答用紙の所定の解答欄に明瞭に記入すること。
6. 解答に関係のないことを書いた答案は、無効にすることがある。
7. 選択しない科目の解答用紙は、試験開始 120 分後に監督者が回収するので、大きく×印をして机の左側に置くこと。
8. 本学受験票を机の右上に出しておくこと。
9. 試験時間は 150 分である。
10. 問題冊子は持ち帰ってもよいが、解答用紙は持ち帰らないこと。

化 学 (3 問題)

- I 鮎寿司(ふなずし)に関する次の文章を読み、問 1～5 に答えよ。なお、原子量は炭素 12、水素 1.0、酸素 16 とする。また、不斉炭素原子により生じる立体異性体は区別しなくてよい。(配点 34)

滋賀県の名産の一つである鮎寿司は、琵琶湖の固有種であるニゴロブナやゲンゴロウブナを塩と米飯に漬け込んで作る伝統食品である。漬けている間に、微生物が米飯中のデンプンを ① や ② に分解し、さらに発酵が進むことで独特な酸味とにおいが生まれる。この味とにおいの成分を調べるため、次の実験を行った。なお、以下の化合物 A～F はいずれも炭素、水素、酸素だけからなる化合物である。

実験(i) 刻んだ鮎寿司を水に浸けて得られた酸性の抽出液を、水酸化ナトリウム水溶液で中和した。その溶液を、陰イオン交換樹脂をつめた筒(カラム)に通したあと、この筒に多量の水酸化ナトリウム水溶液を流して、出てきた溶液を回収した。回収した溶液に十分量の塩酸を加えて成分を分析したところ、主な成分として化合物 A、化合物 B、化合物 C の 3 種類が検出された。A、B、C を分離して炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると、いずれの場合も気体が発生した。A、B、C を適量ずつ混合すると、鮎寿司と似た酸味を再現することができた。

実験(ii) 鮎寿司から、においのもとになる成分を分離した。これを分析したところ、主な成分として、実験(i)で得られた化合物 A と化合物 C の他に、化合物 D、化合物 E、化合物 F が検出された。この 5 種類の化合物を適量ずつ混合すると、鮎寿司とよく似たにおいを再現することができた。

問 1 文章中の ① は二糖類、② は単糖類である。それぞれに当てはまる化合物の名称を答えよ。

問 2 化合物 A と化合物 B について、それぞれ 33.0 mg を元素分析装置で完全燃焼させたところ、どちらからも同じように二酸化炭素 48.4 mg と水 19.8 mg が得られた。化合物 A、B の分子量はいずれも 100 以下で、化合物 B の分子量の方が大きい。また、化合物 B は不斉炭素原子をもつ。

- (1) 化合物 A の組成式を答えよ。
- (2) 化合物 B の構造式と名称を答えよ。ただし、不斉炭素原子には*を付けて示せ。
- (3) 下線部(ア)および(イ)で起こる化学反応を、化合物 A の化学式をもとに化学反応式で表せ。ただし、下線部(ア)の操作開始時の陰イオン交換樹脂の化学式を $\text{R}-\text{N}^+(\text{CH}_3)_3\text{Cl}^-$ で表せ。

問 3 化合物 C は分子量が 88 で、同じ炭素数をもつアルコール G の酸化によって得られる。
170 °C に加熱した濃硫酸にアルコール G を加えると 1-ブテンが生成した。化合物 C の構造式、およびアルコール G の構造式と名称をそれぞれ答えよ。

問 4 化合物 E は分子式が $C_5H_{10}O_3$ で、果実のような香りがあり、希塩酸を加えて加熱すると化合物 B と化合物 D が得られた。

(1) 化合物 D は ② の発酵で生じる。9.0 g の ② がすべてこの発酵で分解されたときに得られる化合物 D の質量を有効数字 2 桁で答えよ。

(2) 化合物 E の構造式を答えよ。

問 5 化合物 F は分子式が $C_8H_{10}O$ で、バラのような香りがある芳香族化合物である。化合物 F の脱水反応により、分子量が 18 少ない化合物 H が得られた。化合物 H を臭素水に加えると臭素の赤褐色が消えた。

(1) 化合物 F としては 2 つの可能性が考えられる。それら 2 つの化合物を F1, F2 として、それぞれの構造式を書け。なお、2 つの化合物のうち、どちらを F1 としてもよい。

(2) 化合物 F がどちらの構造をもっているか、化学反応を用いて決定するための (ア) 化学反応の名前、(イ) 実験手順、および (ウ) 判定基準を簡単に説明せよ。

(3) 化合物 F の構造異性体には、F1 と F2 以外にもいくつか考えられる。それらのうち、フェノール性のヒドロキシ基をもつ構造異性体の構造式をすべて書け。

Ⅱ 次の問1と問2に答えよ。必要ならばファラデー定数 $F = 9.6 \times 10^4 \text{ C/mol}$ 、水のイオン積 $K_w = 1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ 、 $\sqrt{3} = 1.7$ 、 $\log_{10} 2 = 0.30$ の値を用いよ。(配点 34)

問1 図1に示した反応槽で、炭素と鉄を電極に用いて 0.10 mol/L の塩化ナトリウム水溶液の電気分解を 0.40 A の電流で4分間行った。陽極側の溶液 0.20 L と陰極側の溶液 0.20 L は陽イオン交換膜で仕切られており、ナトリウムイオンのみが移動できるものとする。以下の問に答えよ。ただし、それぞれの溶液は常に均一であるものとし、電気分解で生じた気体と水との反応、生じた気体の水への溶解、および水溶液の温度変化は無視してよい。

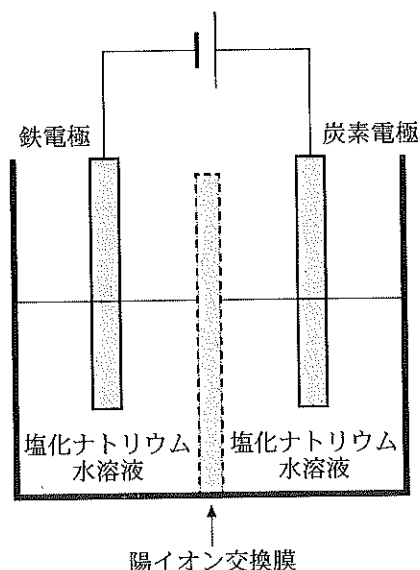


図1 塩化ナトリウム水溶液の電気分解

- (1) 電気分解により、(ア)陽極と(イ)陰極の電極表面から気体が発生した。それぞれの反応を電子 e^- を含むイオン反応式で記せ。
- (2) この電気分解により陽極で発生した気体の物質量を有効数字2桁で答えよ。ただし、電気分解で流れた電気量はすべて気体の発生に使われたものとする。
- (3) 電気分解後の陽極側の溶液に残っている塩化物イオンの物質量を有効数字2桁で答えよ。
- (4) 電気分解後の陽極側の溶液を 0.010 L 取り、鉛(Ⅱ)イオンを含む水溶液と混合して 0.10 L の溶液としたところ白色固体が析出した。このとき、混合した溶液に溶けている鉛(Ⅱ)イオンの濃度は 1.0 mol/L であった。析出した白色固体の物質量を有効数字2桁で答えよ。この白色固体の溶解度積は $1.2 \times 10^{-5} \text{ mol}^3/\text{L}^3$ とする。
- (5) 電気分解後の陰極側溶液の pH を小数第1位まで答えよ。ただし、電気分解で流れた電気量はすべて気体の発生に使われたものとする。
- (6) 電気分解後の陰極側溶液を濃縮あるいは純水で希釈することにより、水酸化物イオン濃度を $1.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ に調整した。この溶液をさらに純水で 10^4 倍に希釈したが、水酸化物イオン濃度は $1.0 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$ にはならなかった。この理由を述べよ。

問 2 図 2 の装置を用いて塩素を発生させた。以下の問に答えよ。

(1) 濃塩酸から効率よく塩素を発生させるために化合物 A (固体)を用いた。

(ア) 化合物 A として適切なものを下の化合物群から選び答えよ。

(イ) このときに起こる反応を化学反応式で示せ。

化合物群：塩化ナトリウム，酸化マグネシウム，酸化アルミニウム，二酸化ケイ素，

水酸化カリウム，炭酸カルシウム，酸化マンガン(IV)，水酸化亜鉛

(2) (1) の反応で酸化数が増加する元素について，(ア) 元素記号，およびその元素の (イ) 反応前と (ウ) 反応後における酸化数を記せ。

(3) B～D の器具を使う目的をそれぞれ答えよ。ただし，C，D には濃硫酸または水のどちらかが入っている。

(4) 発生した塩素を熱したナトリウムと反応させると，光を発しながら激しく反応した。

(i) このときの光の色を答えよ。

(ii) この反応で酸化数が増加する元素について，(ア) 元素記号，およびその元素の (イ) 反応前と (ウ) 反応後における酸化数を記せ。

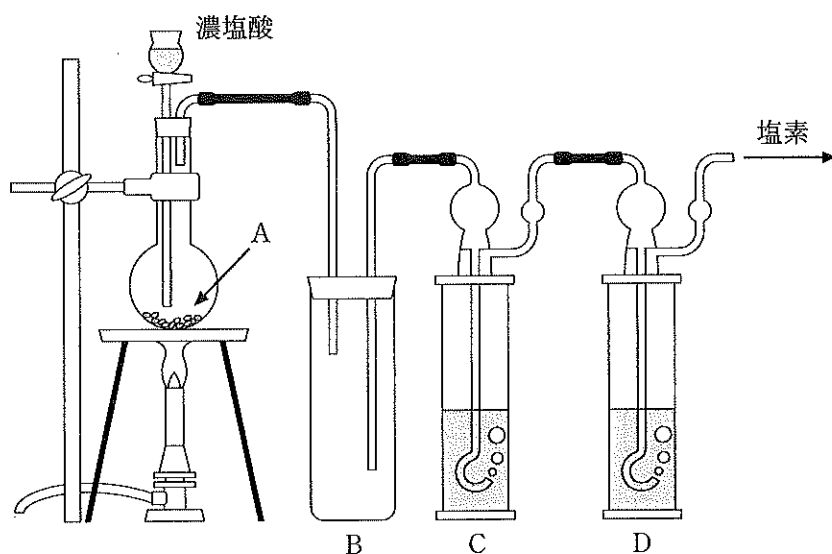


図 2 塩素の発生装置

Ⅲ 二酸化炭素に関する次の文章を読み、問1と問2に答えよ。ただし、気体定数 R を $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ 、二酸化炭素の分子量を 44 とする。図1に二酸化炭素の状態図を示す。三重点の温度と圧力をそれぞれ 216 K、 $5.2 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、臨界点の温度と圧力をそれぞれ 304 K、 $7.4 \times 10^6 \text{ Pa}$ とする。また、二酸化炭素の 300 K における蒸気圧を $6.7 \times 10^6 \text{ Pa}$ 、そのときの液体の密度を 0.68 g/cm^3 とする。圧力、体積、温度、物質量をそれぞれ P 、 V 、 T 、 n で表す。(配点 32)

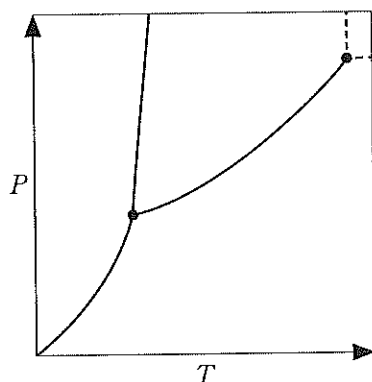


図1 二酸化炭素の状態図(概要)

はじめに、二酸化炭素の気体を理想気体とみなして状態変化を考える。いま、 1.0 mol の二酸化炭素が 300 K で体積可変の容器に圧力 $1.0 \times 10^7 \text{ Pa}$ の液体状態で満たされている(状態1, P_1 , V_1)。まず、温度を 300 K に保ったまま体積を増加させていく。状態1から体積を増加させると、体積が あ L を越えるときにはじめて気体が観測される(状態2, P_2 , V_2)。つづけて体積を増加させていくと、体積が い L のときに完全に気体となる(状態3, P_3 , V_3)。その後さらに体積を増加させていくと、ボイルの法則にしたがって圧力が低下し、体積を 0.50 L にしたときに圧力は う Pa になる(状態4, P_4 , V_4)。次に、温度を 310 K に変更してから、温度を保ったまま体積を減少させると、気体とも液体とも区別がつかない状態になる。このような状態にある物質全般を え という。また、これを冷却してドライアイスとし、その後に、^(イ)圧力を $1.0 \times 10^7 \text{ Pa}$ に保ったまま 320 K まで温度を上げていく。

問 1 二酸化炭素の気体を理想気体とみなして以下の問に答えよ。

- (1) 文中の あ ～ え に適切な数値または語句を入れよ。有効数字は2桁とせよ。
- (2) 下線部(ア)の圧力と体積の変化の概要を、横軸を体積、縦軸を圧力としてグラフで表し、圧力 $P_1 \sim P_4$ と体積 $V_1 \sim V_4$ を軸上に示せ(大小関係が正しければ実際の位置とは異なっても良い)。
- (3) 下線部(ア)の過程において、体積が 0.30 L のときに液化している二酸化炭素の物質量を有効数字2桁で答えよ。ただし、気体の体積に比べて液体の体積は無視できるものとする。
- (4) 下線部(イ)の過程で観察される二酸化炭素の状態変化を説明せよ。

問 2 実在気体は理想気体とは異なるふるまいをし、理想気体からのずれを表す指標として $Z(=\frac{PV}{nRT})$ が用いられる。図2は、300 Kにおける理想気体および実在気体(水素と二酸化炭素)の圧力変化にともなう Z の変化を示す。以下の問に答えよ。

- (1) 理想気体では常に $Z = 1$ となる。このようになるために必要な2つの仮定を述べよ。
- (2) 理想気体の体積を V_i 、実在気体の体積を V_r としたとき、 V_r を V_i を用いた式で表せ。
- (3) 温度 300 K、圧力 P_4 のとき、実在気体である二酸化炭素 1.0 mol の体積を有効数字2桁で答えよ。
- (4) 水素をごく低い圧力から昇圧していくにつれて Z が増加する理由を述べよ。
- (5) 二酸化炭素をごく低い圧力から昇圧していくにつれて Z が減少する理由を述べよ。

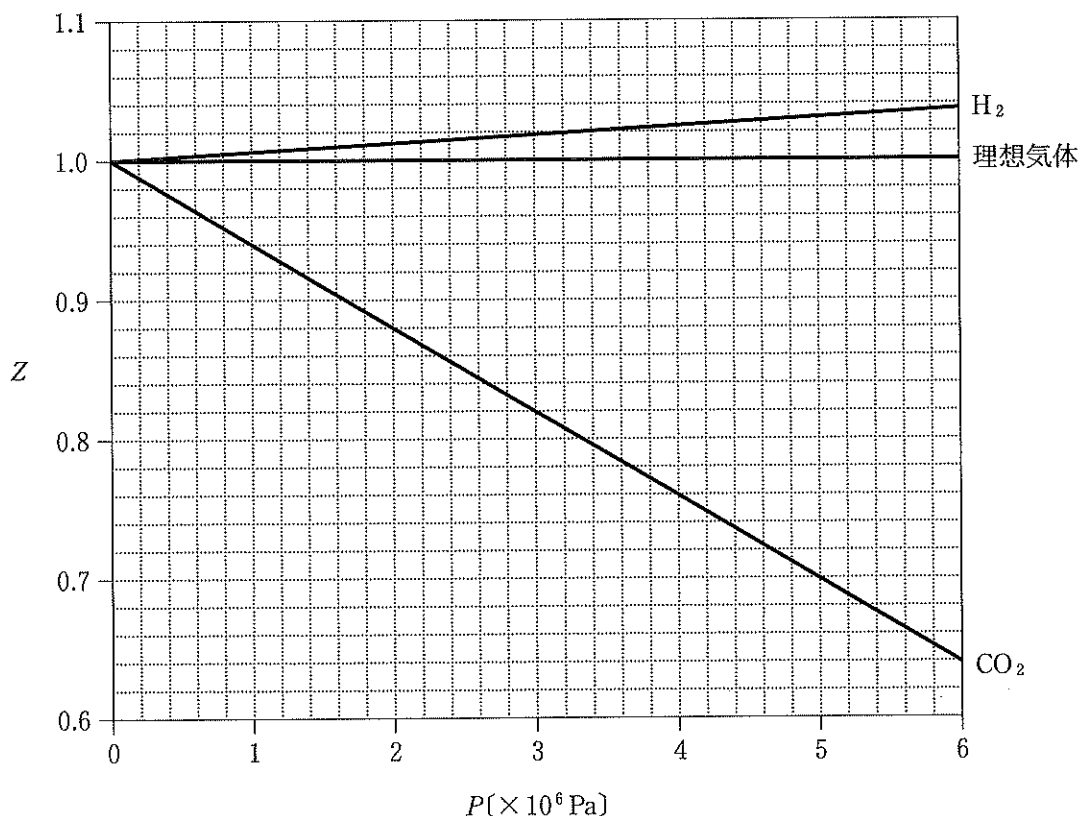


図2 圧力変化にともなう理想気体からのずれ(300 K)