平　成　27　年　度
医学部前期入学試験問題

理　　科

〔「物理基礎・物理」「化学基礎・化学」「生物基礎・生物」〕

（時間：2出題科目で120分）

注　意　事　項

1　試験開始の合図があるまで，この問題冊子の中を見てはいけません。

2　出題科目，ページ及び選択方法は，下表のとおりです。

出　題　科　目	ページ	選　　択　　方　　法
「物理基礎・物理」	1 ～ 2	左の3出題科目のうちから，あらかじめ届け出た2出題科目について解答しなさい。
「化学基礎・化学」	3 ～ 4	
「生物基礎・生物」	5 ～ 7	

3　試験中に問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は，手を挙げて監督者に知らせなさい。

4　解答は，すべて解答用紙の所定の欄に記入しなさい。

5　問題冊子の余白は計算等に用いて構いません。

6　試験終了後，解答用紙のみを回収します。

化学基礎・化学

下の問題〔1〕～〔3〕に答えよ。ただし，計算に必要な場合には，次の値を用いよ。

原子量：H 1.0，C 12.0，N 14.0，O 16.0，Cl 35.5，Br 80.0

気体定数：$R = 0.0821\ \mathrm{L \cdot atm/(K \cdot mol)} = 8.31 \times 10^3\ \mathrm{L \cdot Pa/(K \cdot mol)}$

〔1〕 次の文章を読み，**問1**～**問6**に答えよ。

塩化ナトリウムは，海水や岩塩から採取されており，私たちの生命維持のために重要な塩である。同時に，工業的にも魅力的であり，様々な有用化合物を合成することができる。例えば，食塩水を電気分解すると，アルカリ性の物質(ア)を得ることができる。また，飽和食塩水にアンモニア水を飽和させ，二酸化炭素を加えると，(イ)と沈殿物(ウ)が生成する。この(ウ)を加熱分解すると白色粉末(エ)が得られる。

問 1 (ア)～(エ)に当てはまる適切な語句を入れよ。

問 2 (ア)の水溶液に二酸化炭素を吹き込むとどのような反応が起こるか，反応式を示せ。

問 3 食塩水を電気分解したときの，陽極と陰極で起こる反応をそれぞれ説明せよ。なお，陽極には炭素，陰極には鉄が用いられ，陰極付近の溶液は陽イオン交換膜(陽イオンのみが通過できる膜)により隔離されているものとする。

問 4 問3において陰極が陽イオン交換膜により隔離されていないときはどのような反応が起こるか説明せよ。

問 5 (イ)と(ウ)が生成する反応式を示せ。

問 6 (ウ)から(エ)が生じる反応式を示せ。

〔2〕 次の文章を読み，**問1**～**問5**に答えよ。値は有効数字3桁で答えよ。実験はすべて大気圧下で行った。

完全に満たすと600 mLの容積をもつ丸底フラスコを用意し，25 ℃で秤量したところ，300.00 gであった。このフラスコに，密度が0.655 g cm^{-3}である純物質の試料100 gを入れ，温度計を差し入れて，口をアルミ箔で覆い，小さな穴を開けた。このフラスコを零下120 ℃に冷却後，周囲から熱が入り込まないように断熱された箱に収めた。箱の底部にはフラスコの底に接するように電熱ヒーターが組み込まれており，フラスコを加熱できるようになっている。(**図1**)

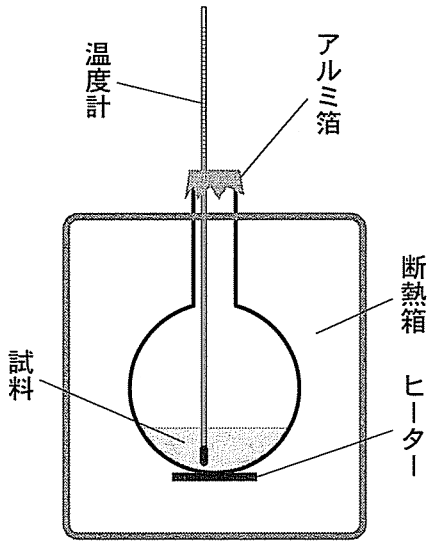


図1

20 Wの一定の電力で100 ℃まで加熱し，加熱時間と温度の関係を求めたところ，**図2**の結果を得た。また，100 ℃に達した時点で加熱を止め，フラスコを断熱箱から取り出して25 ℃まで冷却した後に秤量したところ，301.69 gだった。フラスコに残っていた物質は最初に入れた物質そのもので，変化は見られなかった。図中の各点の時間と温度は，**ア**(6.80分，－95.0 ℃)，**イ**(19.4分，－95.0 ℃)，**ウ**(78.5分，69.0 ℃)，**エ**(106.4分，69.0 ℃)であった。

試料を入れない状態で断熱箱にフラスコ，温度計，アルミ箔の蓋をセットし，零下120 ℃からヒーターに電流を通じたところ，温度は通電時間に比例して増加し，36.7分で100 ℃になった。

沸点以下における試料の気化，空気による熱の吸収，温度計やフラスコの口からの熱の出入りは無視してよい。気体は理想気体として扱ってよく，ヒーターの熱は速やかに，かつ均一に試料に伝わるものとする。必要な場合は以下の数値と関係式を用いよ。空気の密度1.19 kg m^{-3}(25 ℃，1 atm)，1 W = 1 J s^{-1}。

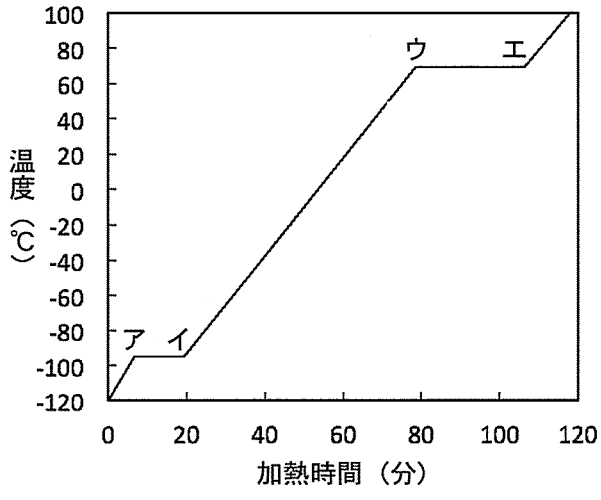


図2

問 1 融解時に試料が吸収した熱量を求めよ。

問 2 液体状態の試料の比熱を求めよ。

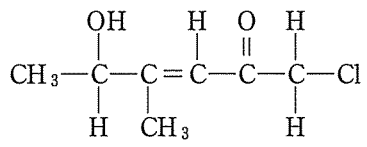
問 3 25 ℃まで冷却したときにフラスコに残っていた試料の質量を求めよ。

問 4 試料の分子量を求めよ。

問 5 試料1 mol当たりの沸点における蒸発熱を求めよ。

〔3〕 次の化合物 **A**～**L** に関する記述(1)～(9)を読み，下記の**問 1** ～**問 5** について答えよ。ただし気体はすべて理想気体であるとする。構造式については光学異性体を考慮する必要はない。

＜構造式の例＞



(1) 化合物 **A** と化合物 **B** は，それぞれただ一つの二重結合を持ち常温で気体の鎖状炭化水素である。一方，化合物 **C** は，分子式 C_5H_8 で二重結合を持たない枝分かれのない直鎖炭化水素である。炭化水素 **A**，**B**，**C** の構造式を決定するために以下の(2)～(9)の実験を行った。

(2) 1.68 g の化合物 **A** に対して，完全に臭素の付加反応を行うと化合物 **A** の質量の 5.71 倍の臭素が必要であった。

(3) 1.68 g の化合物 **A** を容積 2.00 L の容器に入れ，化合物 **B** を 2.24 g 加えて得られた混合気体は，78 ℃ で 1.46×10^5 Pa の圧力を示した。

(4) 2.72 g の化合物 **C** に対して，27 ℃，1.00×10^5 Pa で白金やパラジウムより活性の低い触媒の存在下，1.00 L の水素を添加すると約 8 ： 2 の割合で化合物 **D** と化合物 **E** が得られた。得られた化合物 **D** と化合物 **E** に対して，さらにそれぞれ水素を添加すると同一の炭化水素化合物を与えた。

(5) 化合物 **D** をオゾンで酸化するとオゾニドという化合物が生成し,それを還元的に処理すると等モル量の化合物 **F** と化合物 **G** が得られた。化合物 **F** と化合物 **G** はそれぞれ還元性を示した。化合物 **E** をオゾンで同様に酸化後，還元的に処理すると化合物 **E** からも還元性を示す等量の化合物 **F**，化合物 **G** が得られた。[注1]

(6) 化合物 **F** を還元すると中性の化合物 **H** が得られた。同様に化合物 **G** を還元すると中性の化合物 **I** が得られた。

(7) 化合物 **F** を酸化すると酸性を示す化合物 **J** が得られた。同様に化合物 **G** を酸化すると酸性を示す化合物 **K** が得られた。

(8) 酸を用い化合物 **H** と化合物 **J** を反応させると酢酸エチルが得られた。

(9) 化合物 **J** に酸化リン(V)を加えて加熱すると無色で刺激臭の化合物 **L** が得られた。化合物 **L** は繊維の製造・医薬品・染料などの原料として用いられている。

注1：オゾンは，ある種の化学結合と反応するとオゾニドという中間体を形成する。オゾニドを還元的に処理することにより当初の化学結合を酸化的に開裂できる。

問 1 化合物 **A** の分子量を書け。また化合物 **A** の構造式を例のように書け。

問 2 (3)の混合気体中に存在する化合物 **A** と化合物 **B** のモル数の比を求めよ。

問 3 化合物 **B** の分子量を書け。また化合物 **B** の考えられる構造式をすべて書け。

問 4 化合物 **C**，**F**，**G**，**H**，**J**，**L** の構造式をそれぞれ書け。

問 5 (8)の実験同様に酸を用いて化合物 **I** と化合物 **K** を反応させると得られる化合物の構造式を書け。