# 2025年度〈一般公募制〉

# 適性検査Ⅱ　100点満点

## 【問題冊子】（1～8ページ）

**（注　意）**

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かないこと。
2. 試験開始後、問題冊子のページ数（1～8ページ）を確認すること。
3. 各ページの余白を下書きに使用してもよい。
4. **試験時間　11：30～12：30**
5. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ること。

下書き用

【Ⅰ】次の記述を読み，問１～４の答を解答冊子の解答欄に記せ。ただし，原子量はH＝1.0, C＝12.0, N＝14.0, O＝16.0, Na＝23.0, Cl＝35.5, Ca＝40.0とする。（33点）

元素の周期表の１族に属する元素のうち，水素を除いた元素はまとめてアルカリ金属とよばれる。アルカリ金属の原子は，１個の価電子をもち，原子番号が大きくなるほど原子半径が大きくなり，価電子を放出しやすくなるのでイオン化エネルギーは〔**ア**〕なる。また，アルカリ金属はイオン化傾向が〔**イ**〕ので，(a) そのイオンを含む水溶液を電気分解しても単体は得られない。一方，アルカリ金属の単体は〔**ウ**〕作用が強く，空気中の酸素や水と反応する。

アルカリ金属の１つである (b) ナトリウムの単体も空気中の酸素と反応して酸化物を生じる。また，ナトリウムの水酸化物は空気中の〔**エ**〕を吸収して炭酸ナトリウムに変化する。炭酸ナトリウムは工業的には (c) アンモニアソーダ法(ソルベー法)で製造することができる。

問１ 〔**ア**〕～〔**ウ**〕に入る最も適当な解答欄の語句を〇で囲め。また，〔**エ**〕に入る最も適当な化合物名を記せ。

問２ 下線部(a)に関連して，次の問に答えよ。ただし，電極には白金を用いるものとする。

（ｉ） ヨウ化カリウム水溶液を電気分解したとき，陰極で還元される物質は何か。化学式で記せ。

（ⅱ） 次の（A）～（D）の水溶液のうち，電気分解により陰極で金属の単体が析出するのはどれか。２つ選び，記号を記せ。

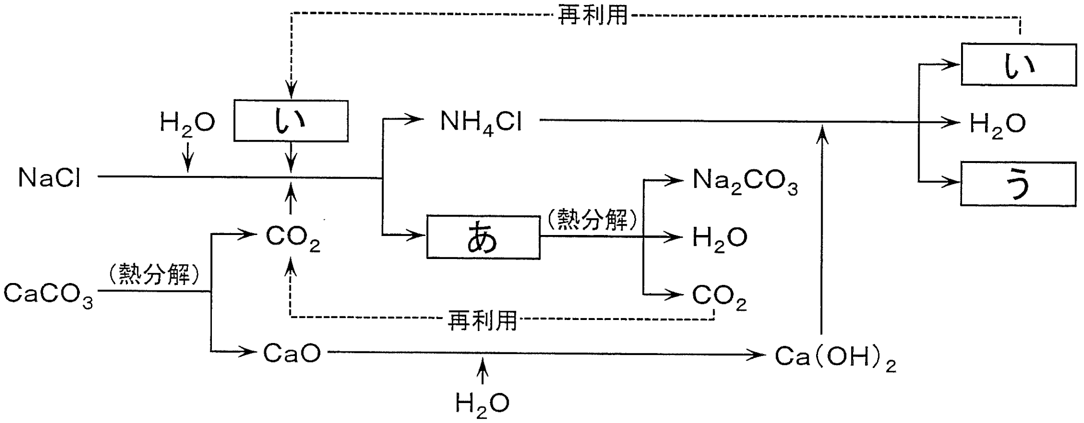
（A）$Al_2(SO_4)_3$　　（B）$MgSO_4$　　（C）$CuSO_4$　　（D）$AgNO_3$

問３ 下線部(b)に関連して，次の問に答えよ。

（ｉ） ナトリウムの酸化物である酸化ナトリウムが水と反応して水酸化物になるときの化学反応の反応式を記せ。

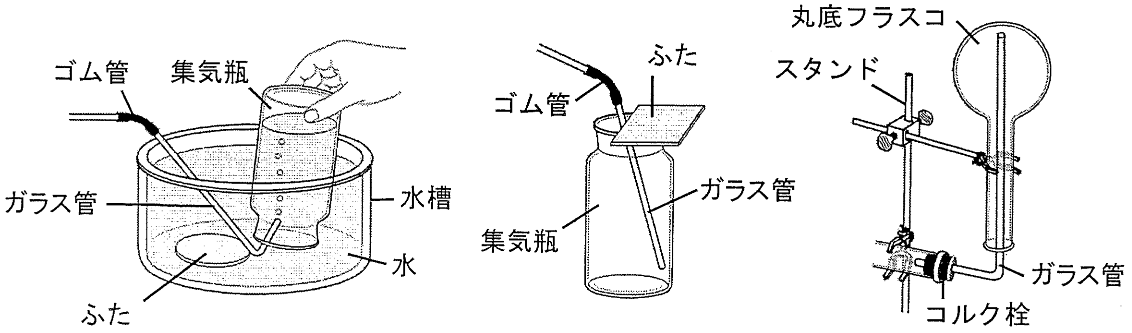
（ⅱ） （ｉ）の反応で生成する水酸化物の固体は空気中の水分を吸収して溶ける。この現象の名称を記せ。

問４　下線部(c)のアンモニアソーダ法の工程は，下図の化学反応で示される。次の問に答えよ。




（ｉ）　あ　～　う　に入る化合物は何か。化学式で記せ。

（ⅱ）　い　を実験室で捕集する一般的な方法について，最も適当なものを次の（A）～（C）より１つ選び，記号を記せ。また，その名称を記せ。




（A）　　（B）　　（C）

（ⅲ）　アンモニアソーダ法によって5.3 kgの炭酸ナトリウムを製造するために塩化ナトリウムは最低何 kg 必要か。答は四捨五入して小数第１位まで記せ。ただし，炭酸ナトリウムは無水物（無水塩）とする。

【Ⅱ】次の記述を読み，問１～３の答を解答冊子の解答欄に記せ。ただし，反応エンタルピーおよび共有結合の結合エネルギー（結合エンタルピー）は 25℃，$1.013 \times 10^5$ Pa での値を扱うものとする。 （33 点）

物質はそれぞれ固有の大きさのエネルギーをもっている。化学変化や状態変化では物質のエネルギーの大きさが変化するのに伴い，熱の出入りがおこる。このとき放出・吸収される熱量を反応熱という。また，化学反応に伴って反応物と生成物のエネルギーの差の一部が光として放出されることもあり，この現象を〔ア〕という。

物質のもつエネルギーはエンタルピー$H$という量を用いて表され，(a) <u>反応の前後で放出・吸収されるエネルギーは，その反応に伴うエンタルピー変化$\Delta H$で表すことができる</u>。化学反応におけるエンタルピー変化は反応エンタルピーとよばれ，注目する物質 1 mol に対して kJ/mol が単位として用いられる。

発熱反応では反応エンタルピーが〔イ〕の値となり，反応は自発的に進みやすい。しかし，反応が自発的に進むかどうかはエンタルピーの増減だけでは説明できず，「乱雑さ」の程度を表す指標であるエントロピーの増減も影響する。エンタルピーが〔ウ〕し，エントロピーが〔エ〕するという条件をどちらも満たす反応は，必ず自発的に進行する。反応エンタルピーは反応の最初と最後の状態だけで決まり，全体のエンタルピー変化は反応の経路によらず一定である。これを総熱量保存の法則（ヘスの法則）とよぶ。

気体の状態で，分子内の共有結合を切断するのに必要なエネルギーを結合エネルギー（結合エンタルピー）という。結合エネルギーは結合 1 mol あたりの値で示され，kJ/mol が単位として用いられる。(b) <u>化学反応は，反応物の化学結合が完全に切れ，単独の原子状態になってから新しい結合を形成し，生成物が生じる過程と考えることができる</u>。この過程にヘスの法則をあてはめると，反応物と生成物がすべて気体の場合，次の等式が成立する。

**反応エンタルピー ＝（反応物の結合エネルギーの総和）－（生成物の結合エネルギーの総和）**

問１ 〔ア〕に入る最も適当な語句を記せ。また，〔イ〕～〔エ〕に入る最も適当な解答欄の語句を○で囲め。

問２　下線部(a)に関連して，二酸化硫黄$SO_2$と硫化水素$H_2S$から硫黄Sが生成する反応は，エンタルピー変化を付した下記の反応式①で表される。次の問に答えよ。

$$SO_2(気) + 2H_2S(気) \longrightarrow 3S(固) + 2H_2O(液) \quad \Delta H = x\ 〔kJ〕 \quad \cdot\cdot\cdot ①$$

（ i ）　式①の反応で酸化される物質の化学式を記せ。また，その物質中で酸化される原子の反応前および反応後の酸化数をそれぞれ記せ。

（ ii ）　S(固)および$H_2S$(気)が完全燃焼するときの反応式を，式①にならってそれぞれ記せ。ただし，S(固)および$H_2S$(気)の燃焼エンタルピーは，それぞれ$x_1$〔kJ/mol〕および$x_2$〔kJ/mol〕とする。また，これらの燃焼において$SO_2$(気)および$H_2O$(液)以外の化合物は生成しないものとする。

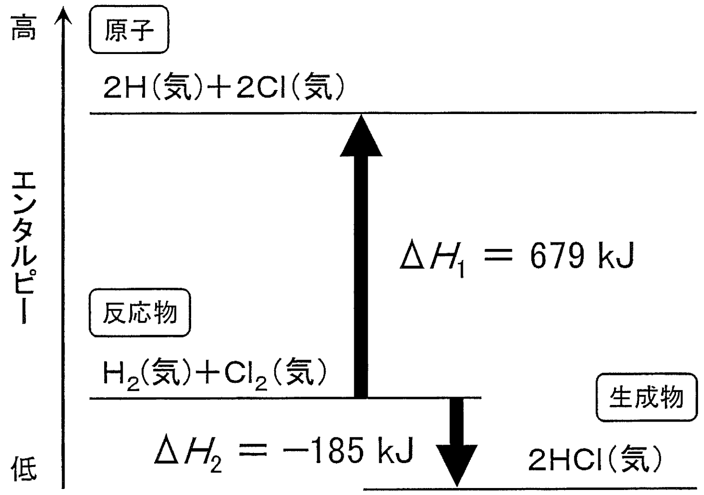
（ iii ）　式①に示す$SO_2$(気)の反応エンタルピー $x$〔kJ/mol〕を，$x_1$および$x_2$を用いて記せ。

問３　下線部(b)に関連して，水素$H_2$と塩素$Cl_2$から塩化水素HClが生成する反応のエネルギー図は下のように表される。次の問に答えよ。

（ i ）　HClの生成エンタルピーは何 kJ/mol か。答は四捨五入して小数第１位まで記せ。

（ ii ）　Cl－Cl結合の結合エネルギーは何 kJ/mol か。答は四捨五入して整数値で記せ。ただし，H－H結合の結合エネルギーは 436 kJ/mol とする。

（ iii ）　H－Cl結合の結合エネルギーは何 kJ/mol か。答は四捨五入して整数値で記せ。



【Ⅲ】次の記述を読み，問１～５の答を解答冊子の解答欄に記せ。ただし，原子量はH＝1.0, C＝12.0, O＝16.0, Br＝80.0 とする。有機化合物の構造式は解答冊子の解答欄の上に示す例にならって記せ。（34 点）

鎖状構造の飽和炭化水素をアルカンとよぶ。炭素原子の数を$n$とすると，その分子式は一般式$C_nH_{2n+2}$で表される。アルカンのように共通の一般式で表され，性質や構造が似た一群の化合物を〔ア〕という。固体および液体のアルカンは密度の値が１より〔イ〕ため，水に浮く。また，アルカンの沸点は分子量が大きいほど高く，(a) 分枝状構造が増えるにつれて低くなる。(b) $n$が4以上のアルカンには構造異性体が存在する。

分子中の炭素原子間に二重結合を１つもち，他はすべて単結合の鎖式炭化水素をアルケンとよぶ。アルケンの分子式は一般式$C_nH_{2n}$($n \geqq 2$)で表され，$n$が3以上の場合，構造異性体としてシクロアルカンが存在する。(c) アルケンの合成法の１つとして，アルコールの脱水反応がある。また，分子中の炭素原子間に三重結合を１つ含む鎖式炭化水素をアルキンとよぶ。アルキンの分子式は一般式$C_nH_{2n-2}$($n \geqq 2$)で表され，$n$が3以上の場合，構造異性体としてシクロアルケンが存在する。アルキンの三重結合は，アルケンの二重結合よりも炭素原子間距離が〔ウ〕なる。(d) アルケンの二重結合およびアルキンの三重結合は，臭素と付加反応をおこす。

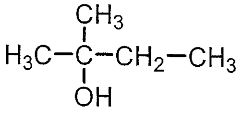
問１〔ア〕～〔ウ〕に入る最も適当な解答欄の語句を○で囲め。

問２ 下線部(a)について，沸点が低くなる理由を，下記のキーワードをすべて用いて簡潔に記せ。

キーワード：ファンデルワールス力（りょく），接触面積

問３ 下線部(b)について，分子式$C_5H_{12}$，$C_6H_{14}$で表されるアルカンの構造異性体の数をそれぞれ記せ。

問４ 下線部(c)について，下に示すアルコールを加熱した濃硫酸と反応させると，分子内で脱水反応がおこり２種類のアルケンが生成する。それぞれの構造式を記せ。



問5 下線部(c)および(d)に関連して，未知のアルコールⒶについて実験を行い，以下の情報が得られた。次の問に答えよ。

情報1：アルコールⒶを加熱した濃硫酸と反応させると，分子内で脱水反応がおこりシクロヘキセン$C_6H_{10}$のみが得られた。

情報2：シクロヘキセンに過剰量の臭素を反応させると，臭素付加体Ⓑが得られた。

（i） ⒶおよびⒷの構造式を記せ。

（ii） シクロヘキセン 4.1 g から臭素付加体Ⓑは最大何 g 得られるか。答は四捨五入して小数第1位まで記せ。

（iii） 分子式$C_6H_{10}$のアルキンⒸに過剰量の臭素を反応させると，単結合のみからなる臭素付加体Ⓓが 40.2 g 得られた。このときアルキンⒸは最低何 g 必要か。答は四捨五入して小数第1位まで記せ。

下書き用