

問題・解答 用紙番号	35
---------------	----

の解答用紙に解答しなさい。

## 化 学

〈受験学部・学科〉

**3科目型 受験者**   **3科目型と2科目型の併願受験者**

理工学部, 薬学部, 看護学部, 農学部【理系型】

**2科目型 受験者**

理工学部(生命科学科), 看護学部, 農学部【理系型】

問題は100点満点で作成しています。

解答にあたっては、下記の注意事項に従うこと。

1. 数字をマークするように求められたときは、次の例に従ってマークせよ。

例1. 問題に  $\boxed{a} \boxed{b} . \boxed{c} \boxed{d}$  とあるとき、

$\boxed{a} \boxed{b} . \boxed{c} \boxed{d}$   
 計算結果が7.103ならば、四捨五入して 0 7 1 0 をそれぞれマークせよ。

例2. 問題に  $C \boxed{a} H \boxed{b} \boxed{c} N \boxed{d} O \boxed{e}$  とあるとき、

$\boxed{a} \boxed{b} \boxed{c} \boxed{d} \boxed{e}$   
 答えが $C_2H_7NO_2$ ならば、2 0 7 1 2 をそれぞれマークせよ。

上の例のように、0や1もマークし、空欄を残さないこと。

解答にあたって気体はすべて理想気体とみなしてよいものとし、必要ならば次の数値を用いよ。

原子量 H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, Cl = 35.5, Ca = 40.0

気体定数  $R = 8.30 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

**I** 次の問1～6に答えよ。(24点)

問1 温度が一定の条件下で、 $1.6 \times 10^5 \text{ Pa}$ の酸素2.0Lと $2.4 \times 10^5 \text{ Pa}$ の窒素3.0Lを、4.0Lの密閉容器に入れたとき、混合気体の全圧は  $\boxed{a}.\boxed{b} \times 10^5 \text{ Pa}$  である。aおよびbに該当する数字をそれぞれマークせよ。

問2  $3.6 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ の酢酸水溶液のpHが3.0であった。この酢酸水溶液中の酢酸の電離度を  $\boxed{a}.\boxed{b} \times 10^{-\boxed{c}}$  と表すとき、a～cに該当する数字をそれぞれマークせよ。

問3 水溶液が酸性を示すものをa～eから選んでマークせよ。

a.  $\text{CH}_3\text{COONa}$     b.  $\text{CuSO}_4$     c.  $\text{KCl}$     d.  $\text{NaCl}$     e.  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$

問4 アンモニア水を加えると沈殿ができ、さらに過剰のアンモニア水を加えても沈殿が溶けずに残るイオンをa～eから選んでマークせよ。

a.  $\text{Al}^{3+}$     b.  $\text{Cu}^{2+}$     c.  $\text{K}^+$     d.  $\text{Na}^+$     e.  $\text{Zn}^{2+}$

問5 次の反応において、酸素原子の酸化数の変化として正しいものをa～eから選んでマークせよ。



a. 2減少する    b. 1減少する    c. 変化しない  
d. 1増加する    e. 2増加する

問6 25℃で0.10 mol/Lのグルコース水溶液の浸透圧は、 $\boxed{a}.\boxed{b} \text{ g}$ の塩化カルシウムを水に溶解させ、25℃で全量を2.0Lとしたときの浸透圧と等しくなる。aおよびbに該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし、塩化カルシウムは水溶液中で完全に電離するものとする。

Ⅱ 次の文を読み、問1～5に答えよ。(23点)

物質はそれぞれに固有の大きさのエネルギー（化学エネルギー）をもっている。化学反応が起こって物質の原子間の結合が変化するときや、物質の状態が変化するときには、もっているエネルギーの大きさが変化する。物質がもつエネルギーはエンタルピーで表される。一定圧力下で化学反応に伴って放出・吸収する熱量を反応エンタルピーとよび、生成物と反応物がもつエンタルピーの差である  $\Delta H$  として表される。一般に、物質はエンタルピーが低いほうが安定であるため、発熱反応は自発的に進みやすく、 $\Delta H$  は **A** の値となる。一方、吸熱反応では生成物のエンタルピーが反応物のエンタルピーより大きくなるため、 $\Delta H$  は **B** の値となる。

メタンの燃焼を表す反応式は式（1）のように表され、メタンの燃焼にかかわる物質の生成エンタルピーを組合せることで、メタンの燃焼エンタルピー  $\Delta H_1$  の値  $Q$  を求めることができる。



メタンの燃焼にかかわる物質のうち、酸素以外の生成エンタルピーを付した反応式は式（2）～（4）のように表される。



メタンの燃焼とそれにかかわる物質のエンタルピーの関係を図1に示す。ただし、太い矢印の向きは、エンタルピー変化を表す。

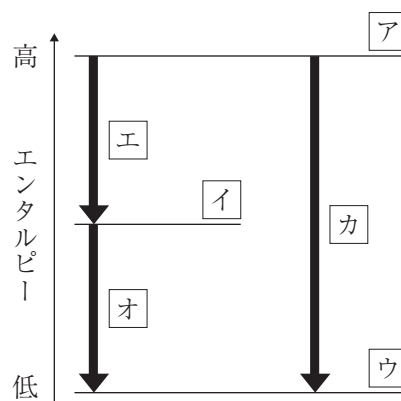
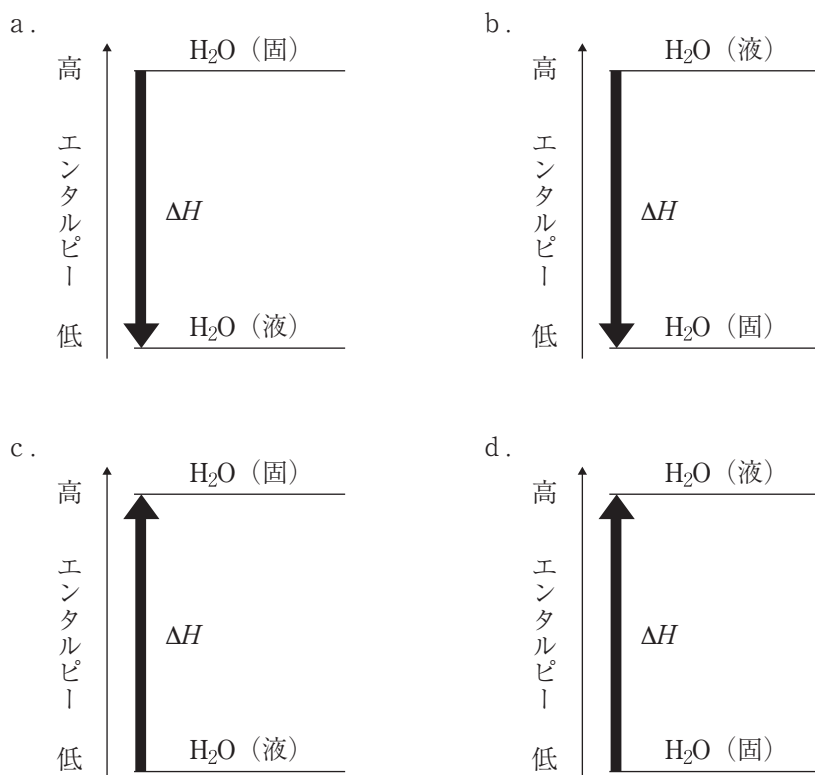


図1

問1 **A** および **B** に該当する語句を a または b からそれぞれ選んでマークせよ。

- a. 正                      b. 負

問2 氷から水への融解とエンタルピー変化との関係を適切に示した図を a ~ d から選んでマークせよ。



問3 図1において、ア ~ ウ に該当する反応物または生成物を a ~ d からそれぞれ選んでマークせよ。

- a. C (黒鉛) + 2H<sub>2</sub> (気) + 2O<sub>2</sub> (気)
- b. C (黒鉛) + O<sub>2</sub> (気)
- c. CH<sub>4</sub> (気) + 2O<sub>2</sub> (気)
- d. CO<sub>2</sub> (気) + 2H<sub>2</sub>O (液)

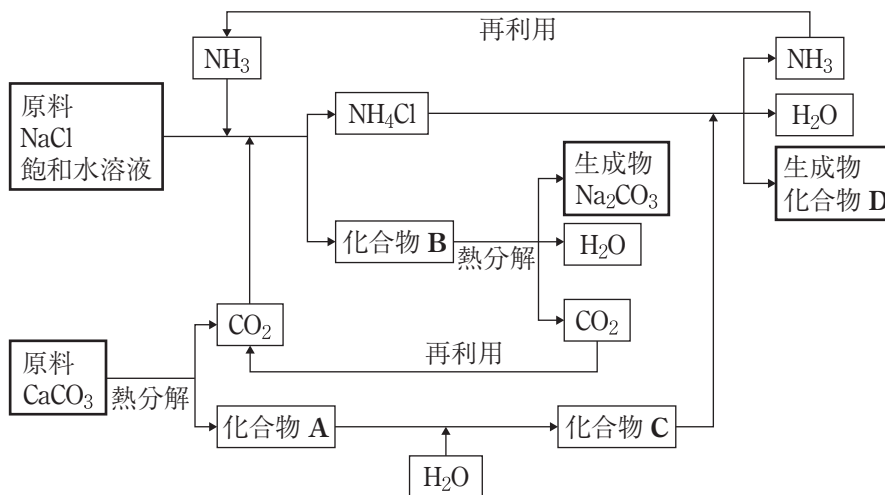
問4 図1において、エ ~ カ に該当するエンタルピー変化を a ~ h からそれぞれ選んでマークせよ。

- a. ΔH<sub>1</sub>                      b. ΔH<sub>2</sub>                      c. ΔH<sub>2</sub> + ΔH<sub>3</sub>                      d. ΔH<sub>2</sub> + ΔH<sub>3</sub> - ΔH<sub>4</sub>
- e. ΔH<sub>2</sub> + ΔH<sub>4</sub> × 2                      f. ΔH<sub>3</sub>                      g. ΔH<sub>3</sub> + ΔH<sub>4</sub> × 2                      h. ΔH<sub>4</sub>

問5 メタンの燃焼エンタルピー ΔH<sub>1</sub> を - a b c kJ と表すとき、 a ~ c に該当する数字をそれぞれマークせよ。

Ⅲ 次の文を読み、問1～6に答えよ。(28点)

炭酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  は白色の粉末で水によく溶け、その水溶液は [ア] を示す。工業的には、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  は下図のアンモニアソーダ法（ソルバー法）で製造される。



図

アンモニアソーダ法的全工程の反応をまとめると式(1)で表される。



アンモニアソーダ法において  $\text{NH}_3$  は、 $\text{NaCl}$  飽和水溶液の液性を [イ] にして、 $\text{CO}_2$  の溶解度を大きくすることで化合物 B を生成しやすくしている。その後、 $\text{NH}_4\text{Cl}$  を化合物 C と反応させることで  $\text{NH}_3$  の全量が回収・再利用されるため、式(1)には  $\text{NH}_3$  が含まれていない。

製造された  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  を水に溶かして水溶液とし、水溶液から結晶化させると、炭酸ナトリウム十水和物  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  の結晶が得られる。この水和物の結晶を空気中に放置すると、 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  の白色粉末となる。この現象を [ウ] という。

問1 [ア] と [イ] に該当する語句を a～c からそれぞれ選んでマークせよ。ただし、必要ならば、繰り返し選んでよい。

- a. 塩基性                      b. 酸性                      c. 中性

問2  に該当する語句を a～e から選んでマークせよ。

- a. けん化      b. 昇華      c. 潮解      d. 風解      e. 融解

問3 化合物 A～D に該当するものを a～i からそれぞれ選んでマークせよ。

- a.  $\text{CaCl}_2$       b.  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$       c.  $\text{CaO}$       d.  $\text{Ca}(\text{OH})_2$       e.  $\text{CaSO}_4$   
f.  $\text{NaHCO}_3$       g.  $\text{NO}_2$       h.  $\text{SO}_2$       i.  $\text{H}_2\text{SO}_4$

問4  ～  に該当する数字をそれぞれマークせよ。

問5 アンモニアソーダ法で  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  を 212 kg 製造するのに必要な  $\text{NaCl}$  の質量を    kg と表すとき, a～c に該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  は無水物であるものとする。

問6 下線部について, 858 kg の  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  の 50% が  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  となるとき,  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  と  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  の混合物の質量は    kg となる。a～c に該当する数字をそれぞれマークせよ。

IV 次の文を読み、問1～5に答えよ。(25点)

$C_4H_8O$  の分子式をもつ鎖式化合物 **A**～**F** について、以下に示した特徴をもとに構造決定を行った。

化合物 **A**：不斉炭素原子があった。

化合物 **B**：不斉炭素原子がなく、水酸化ナトリウム水溶液中でヨウ素と反応させると ①沈殿が生じた。

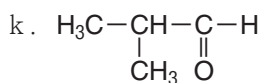
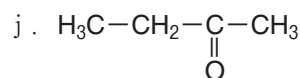
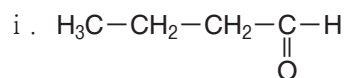
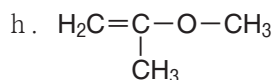
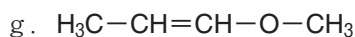
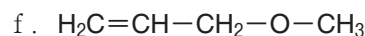
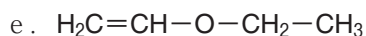
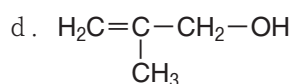
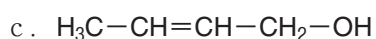
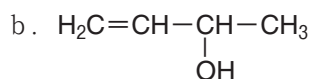
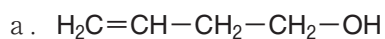
化合物 **C**：シーストランス異性体があり、金属ナトリウムを加えると ②気体が発生した。

化合物 **D**：枝分かれがなく、フェーリング液を加えて加熱すると ③沈殿が生じた。

化合物 **E**：枝分かれしており、金属ナトリウムを加えても気体が発生しなかったが、臭素水を加えるとその色は消えた。

化合物 **F**：枝分かれがなく、金属ナトリウムと反応して ④気体が発生し、臭素水を加えるとその色が消えた。また不斉炭素原子をもたず、シーストランス異性体はない。

問1 化合物 **A**～**F** の構造式は以下の a～k のいずれかであった。該当するものを a～k からそれぞれ選んでマークせよ。



問2 下線部①の色として最も適切なものを a～f から選んでマークせよ。

- a. 青色    b. 赤色    c. 黄色    d. 白色    e. 緑色    f. 紫色

問3 下線部②および下線部④で発生する気体は同じものである。この気体の化学式を a～e から選んでマークせよ。

- a.  $\text{CH}_4$     b.  $\text{CO}$     c.  $\text{CO}_2$     d.  $\text{H}_2$     e.  $\text{O}_2$

問4 下線部③の化学式を a～e から選んでマークせよ。

- a.  $\text{Ag}$     b.  $\text{AgCl}_2$     c.  $\text{BaSO}_4$     d.  $\text{CuO}$     e.  $\text{Cu}_2\text{O}$

問5 化合物 **A** を 1.0 g とり，酸化銅(Ⅱ)と混ぜ，乾燥した酸素を送り込んで完全燃焼させた。発生した気体について，水を塩化カルシウム管，次いで二酸化炭素をソーダ石灰管に吸収させた。このときの塩化カルシウム管の質量増加量を  $\boxed{a}.\boxed{b}$  g，ソーダ石灰管の質量増加量を  $\boxed{c}.\boxed{d}$  g と表すとき，a～d に該当する数字をそれぞれマークせよ。