2026年度　入学者選抜
［理工系女子特別　海外就学経験者　外国人留学生］
理工学部

化学

注　　意

1. 問題は全部で（ 5 ）ページである。
2. 解答はすべて解答用紙に書きなさい。
3. 解答用紙は必ず提出のこと。
［問題は提出する必要はない。］
4. 試験開始の指示があるまでは、問題冊子を開いてはならない。

□17□

［Ⅰ］次の問1～問3に答えよ。解答は解答用紙（その1）に記せ。

問1　次の文を読み、設問（1）、（2）に答えよ。

天然に存在する安定なホウ素（B）原子（atom）には、質量数（mass number）10の $^{10}_{5}B$ と質量数11の $^{11}_{5}B$ がある。このように原子番号（atomic number）が等しく、質量数が異なる原子を互いに（　あ　）という。これらは、（　い　）の数が異なるだけで、（　う　）と（　え　）の数は同じであるため、その化学的性質（chemical property）はほとんど同じである。

質量数12の炭素（C）原子 $^{12}_{6}C$ 1個の質量（mass）を12とし、これを基準として各原子の相対質量（relative mass）を定める。$^{10}_{5}B$ の相対質量は10.01、$^{11}_{5}B$ の相対質量は11.01である。元素の原子量（atomic weight）は、それぞれの相対質量と存在比（abundance ratio）から求められる平均値（mean value）である。

（1）空欄（　あ　）～（　え　）に当てはまる最も適切な語句を語群から選べ。
（2）ホウ素（B）の原子量は10.81である。$^{10}_{5}B$ の存在量に対する $^{11}_{5}B$ の存在量の比の値（ratio）を求めよ。

［語群］

原子核 nucleus	電子 electron	陽イオン cation
陰イオン anion	陽子 proton	中性子 neutron
同素体 allotrope	同位体 isotope	異性体 isomer
単体 simple substance	化合物 compound	

問2　次の2つの反応がある。ここで、ΔH_1 と ΔH_2 はそれぞれの反応の 1.013×10^5 Pa, 25℃ における反応エンタルピー（enthalpy of reaction）である。

$$NH_3\,(気) + \frac{3}{4}O_2\,(気) \longrightarrow \frac{1}{2}N_2\,(気) + \frac{3}{2}H_2O\,(液) \qquad \Delta H_1$$
$$H_2\,(気) + \frac{1}{2}O_2\,(気) \longrightarrow H_2O\,(液) \qquad \Delta H_2$$

1.013×10^5 Pa, 25℃ におけるアンモニア NH_3 (気) の生成エンタルピー（enthalpy of formation）を ΔH_1 と ΔH_2 を用いて表せ。

□17□

問3　次の文を読み、設問（1）～（3）に答えよ。ただし、二酸化炭素 CO_2 は理想気体（ideal gas）とし、ヘンリーの法則（Henry's law）が成り立つ。気体定数（gas constant）は 8.30×10^3 Pa L/(mol K)とする。また、水（water）の体積（volume）は温度（temperature）や圧力（pressure）によって変化しないものとし、水の蒸気圧（vapor pressure）は無視できるものとする。二酸化炭素は分圧（partial pressure）1.00×10^5 Pa のとき、水 1.00 L に 1.32 g 溶解する。原子量（atomic weight）は C12.0、O16.0 とする。

真空にした 10.0 L の容器（vacuumed reaction vessel）に①二酸化炭素 CO_2 を入れ、300 K に保ったところ、容器内の圧力は 7.47×10^4 Pa となった。この容器内に②水を加え、300 K に保ったところ、③容器内の気体の圧力は 8.30×10^4 Pa となった。

(1) 下線①の二酸化炭素の物質量（amount of substance）を有効数字（significant figures）2桁で求めよ。
(2) 下線②の水の体積を有効数字2桁で求めよ。
(3) 下線③の気体の二酸化炭素の物質量を有効数字2桁で求めよ。

［ II ］次の問1，問2に答えよ。解答は解答用紙（その2）に記せ。

問1　ソルベー法における次の2段階の反応に関する文を読み設問(1)~(4)に答えよ。

1段階目：塩化ナトリウム(NaCl)の飽和水溶液にアンモニア(NH_3)を吸収させた後、二酸化炭素を通じると、比較的溶解度の小さい化合物[**ア**]が析出し、この時化合物[**イ**]も生成する。
2 段階目：生成した化合物[**ア**]から、ある操作を用いることにより炭酸ナトリウム(Na_2CO_3)が得られる。

(1) [**ア**]にあてはまる最も適切な化合物の化学式を示せ。
(2) 下線にあてはまる最も適切な操作を語群から選べ。
　【語群】　水を加える操作　加熱操作　酸を加える操作　塩基を加える操作
(3) [**イ**]にあてはまる最も適切な化合物の化学式を示せ。
(4) 2段階目の反応の化学反応式を示せ。

問2　炭素に関し、以下の文を読み設問(1)~(5)に答えよ。

炭素の単体には、A各原子が隣接する4個の原子が[ア]により正四面体をつくり、これを基本骨格として立体的に連なった結晶構造を取るものがある（図)。他にも、炭素が隣接する3個の原子と結合して正六角形を基本骨格とする網目状の平面構造をつくり、平面構造どうしは[イ]により結合して積み重なりB層状の結晶構造を取る単体もある。

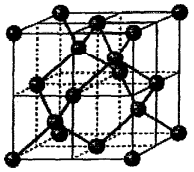


図　下線Aの物質の結晶構造

【語群】　共有結合　イオン結合　ファンデルワールス力　金属結合　水素結合

(1) [ア]の結合として最も適切な語句を語群から選び記入せよ。
(2) [イ]にあてはまる最も適切な語句を語群から選び記入せよ。
(3) 下線Aの結晶構造の単位格子に含まれる原子の数を答えよ。
(4) 下線Aの結晶構造において、結晶の密度を d[g/cm^3]，単位格子の1辺の長さを a[cm]，原子のモル質量を m[g/mol]としたとき、アボガドロ定数を d, a, mで表せ。
(5) 下線Bの物質の説明で正しいものをすべて選び番号で答えよ。
　① 電気を通しやすい。
　② 下線Bの層間の結合は下線Aの物質における原子間の結合より強い。
　③ 研磨剤(abrasive)や石材(stone material)を削る刃として使用される。
　④ この平面構造が筒状になった構造を持つ物質がある。
　⑤ 結晶は透明で宝飾品(jewelry)として用いられる。

[Ⅲ] 次の問1，2の答を解答用紙(その3)に記せ。ただし，原子量(atomic weight)はそれぞれH 1.0，C 12.0，O 16.0とする。

問1　炭素(C)，水素(H)，酸素(O)のみからなる化合物 A 116 mg を完全燃焼(complete combustion)させると，二酸化炭素(CO_2) 264 mgと水(H_2O) 108 mgが生じた。また，Aの分子量は58であった。Aの分子式を求めよ。

問2　分子式$C_6H_{12}O_2$をもつ化合物Bに水酸化ナトリウム(NaOH)水溶液を加えて加熱したのち、希塩酸(HCl)を加えて酸性にすると弱酸性の化合物Cと中性の化合物Dが得られた。Dを硫酸(H_2SO_4)酸性の二クロム酸カリウム($K_2Cr_2O_7$)水溶液を用いて穏やかに加熱すると化合物Eが得られた。Eをさらに硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を用いて加熱を続けると化合物Cが得られた。B~Eの構造式を示せ。