

平成 3 1 年度

理工学群化学類
私費外国人留学生入試

小 論 文
試 験 問 題

注意事項

- ① 問題 I～問題 III は別々の解答用紙に日本語で解答すること。
- ② 試験時間は 9 0 分です。

必要があれば，以下の値を使うこと。

原子量 H : 1.00 C : 12.0 N : 14.0 O : 16.0 P : 31.0 S : 32.0

Cl : 35.5 Br : 80.0

$\sqrt{2} = 1.41$ $\sqrt{3} = 1.73$ $\sqrt{5} = 2.24$ $\pi = 3.14$

アボガドロ定数 $6.00 \times 10^{23} / \text{mol}$

問題Ⅰ 以下の文章を読んで(1)～(7)に答えよ。

エタノールを濃硫酸とともに $130 \sim 140^\circ\text{C}$ で加熱すると脱水反応が起こり，溶媒としてよく用いられる ア が生成する。また，エタノールを濃硫酸とともに $160 \sim 170^\circ\text{C}$ で加熱すると (a)水が脱離しエチレンが生成する。(b)エチレンを臭素と反応させると イ が生成する。

酢酸はエタノールを酸化すると生成する。(c)酢酸とエタノールを混合し，触媒として少量の濃硫酸を加えて加熱すると，脱水が起こり ウ が生成する。

酢酸に十酸化四リン P_4O_{10} を加えて加熱すると，脱水して エ になる。エ をアニリンと反応させると，オ と，窒素原子を含む カ が得られる。

- (1) ア に入る化合物名を答えよ。
- (2) 下線部(a)に関して，2-ブタノール $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$ の脱水反応でもっとも多く得られるアルケンを予想し，構造式で示せ。また，そのように考えた理由を簡潔に説明せよ。
- (3) 下線部(b)で観察される色の変化を簡潔に述べよ。
- (4) イ に入る化合物を構造式で示せ。

- (5) 下線部(c)の反応を化学反応式で表せ。ただし，化合物 ウ は構造式で示せ。
- (6) エ オ カ に入る化合物をそれぞれ構造式で示せ。
- (7) 4.8 g の酢酸に十酸化四リンを加えて完全に反応させ エ にした。得られた エ をアニリンと完全に反応させて カ にした。このとき得られた カ の質量を有効数字2桁^{けた}で求めよ。ただし，計算過程も示せ。

問題Ⅱ 次の(1)～(3)に答えよ。

(1) 次の i), ii)に答えよ。

- i) チンダル現象とは何か、簡潔に説明せよ。
- ii) 活性化エネルギーと反応熱の違いについて、簡潔に説明せよ。

(2) 次の文章を読んで、以下の i), ii)に答えよ。

シリンダー内部を半透膜で隔てた図1のような装置を考える。はじめにピストンを固定し、半透膜の左側にグルコース水溶液 A (濃度 C_A [mol/L], 体積 V_A [L]), 右側にグルコース水溶液 B (濃度 C_B [mol/L], 体積 V_B [L]) を入れたとする。

その後、ピストンを自由に動けるようにして十分に時間をおいた。ただし、グルコース分子はこの半透膜を透過できないものとする。

- i) このときの左右それぞれのグルコース水溶液の濃度を求めよ。
- ii) このときの左右それぞれのグルコース水溶液の体積を求めよ。

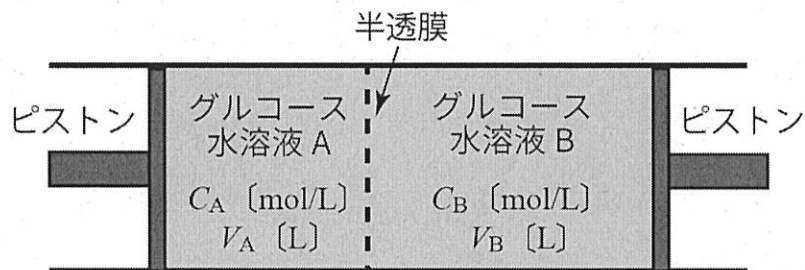


図1

- (3) 図2のように、圧力 P [Pa]、体積 V [L]、温度 T [K]、 n [mol] の気体の N_2 がピストンで密閉された容器内で水と接しており、溶解平衡に達しているとする。このとき、 N_2 は水に m [mol] 溶けているとする。

温度 T [K] を保ちながらピストンを押して気体の体積を小さくし、気体の N_2 の体積が V_1 [L] となったところで十分に時間をおいた。このとき、水に溶けている N_2 の物質質量 m_1 [mol] を求めよ。ただし、気体の N_2 は理想気体とし、水の体積はピストンを押し下げる前と後で変化しないとする。

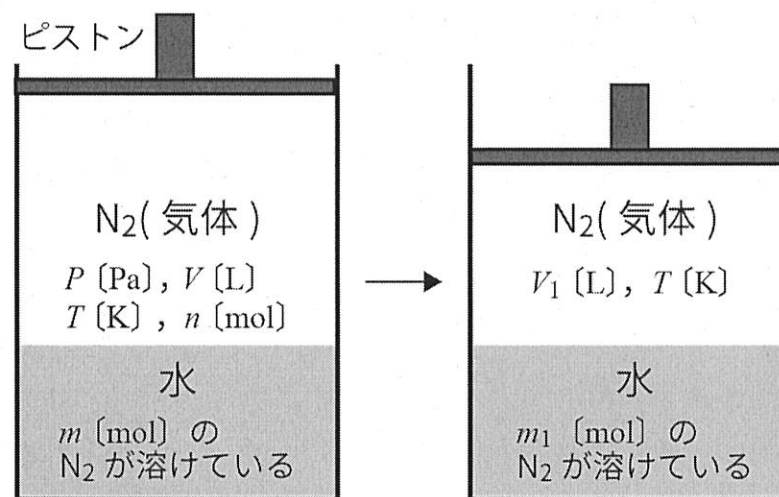


図 2

問題 III 以下の文章を読んで(1)～(4)に答えよ。

人類は紀元前から_(a)様々な金属を利用してきた。金属には、金属元素の単体の他に、複数の金属元素からなるものや、一部非金属元素を含む合金がある。

アを除けば、金属元素の単体は常温ですべて固体であり、金属結晶を作っている。その金属結晶の多くは_(b)同じ大きさの球を最も密に詰め込んだ結晶構造、あるいは_(c)少し隙間のある結晶構造をとる。

(1) 下線部(a)に関して、以下の(A)～(D)に当てはまる金属元素を下の の中から1つ選び、それぞれ元素記号で答えよ。

(A) 軽くて柔らかく、光の反射率が高い。航空機の機体などに利用されるジュラルミンの主成分である。

(B) 機械的強度が大きく、建物の構造材などとして利用される。さびやすいためにCrなどを混ぜて、合金として利用されることもある。

(C) 貴金属として装飾品などに利用されてきた。微粉末が、自動車の排気ガス浄化用の触媒として使用されている。

(D) 融点が3400℃以上と極めて高く、白熱電球のフィラメントの材料として用いられている。

Li Na Al Fe Zn Ag W Pt

(2) 文中の ア にあてはまる元素を元素名および元素記号で答えよ。

(3) 下線部(b)に関して、このような結晶構造の名称を2種類答えよ。

(4) 下線部(c)の結晶構造の 1 つに体心立方格子がある。単体で体心立方格子の金属結晶を形成する金属元素に関して、以下の i)~iii)に答えよ。ただし、この金属の原子半径を r 、単位格子の一辺の長さを a とする。

i) a を r で表せ。

ii) 体心立方格子の充填率を有効数字 2 桁で求めよ。また計算の過程も示せ。

iii) 金属元素の原子量が 93、 a が 3.3×10^{-8} cm のとき、この金属の密度を有効数字 2 桁で求めよ。ただし、計算の過程も示せ。