

令和 9 年度
京都大学工学部
高専編入学試験問題

化 学

(注 意)

1. 問題用紙および解答用紙は試験監督者の指示があるまで開かないこと.
2. 問題用紙は表紙のほかに 4 ページである.
3. 解答用紙は表紙のほかに 7 ページである. (下書き用紙を含む)
4. 筆答開始後, 解答用紙の所定欄に **受験番号・氏名** を記入すること.
5. 解答は解答用紙の所定の箇所に記入すること.
6. 問題用紙および解答用紙 (下書き用紙を含む) は持ち帰ってはならない.

問題 1

問 1 と問 2 に答えよ。ただし、原子量は $C = 12$, $O = 16$, $Fe = 56$ とする。また、必要であれば、 $\sqrt{2} = 1.41$, $\sqrt{3} = 1.73$ を用いよ。

問 1 次の文章を読んで、以下の問い (イ) ~ (二) に答えよ。

鉄は古くから人類の生活を支えてきた金属であり、酸素、ケイ素、(a) に次いで地殻中に質量比で 4 番目に多く存在する元素である。

現在、我々が利用している鉄は、鉄鉱石から製錬と呼ばれる過程により得られる。鉄鉱石（主成分 Fe_2O_3 ）を、コークス、①石灰石とともに溶鉱炉の上部から投入し、下部から熱風を送り込む。コークスの炭素の燃焼により、熱風は $2000\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上の高温になり、一酸化炭素が生成する。生成した一酸化炭素は炉の上部へ移動し、 Fe_2O_3 が段階的に還元されて鉄が得られる。 Fe_2O_3 が一酸化炭素により Fe へ還元される変化を一つの化学反応式で表すと、次のようになる。

(I)

この鉄の生成過程において、十分な一酸化炭素の供給をもたらすのは、

(II)

の反応である。

溶鉱炉から得られた鉄は銑鉄と呼ばれ、質量比で約 4% の炭素、微量の硫黄、リンなどの不純物を含み、硬くてもろい。溶鉱炉から銑鉄を転炉に移し、高圧の(b)を吹き込むと、炭素含有量の低い鉄が得られる。この鉄は(c)と呼ばれ、硬くて粘り強い性質を有する。

(イ) 文中の(a) ~ (c) に適切な語句を記せ。

(ロ) 文中の(I) と (II) に適切な化学反応式を記せ。

(ハ) 下線部①について、溶鉱炉上部より投入される石灰石 ($CaCO_3$) の役割を 50 字以内で記せ。

(ニ) 鉄鉱石 1.5 トンを用いて、質量比で 4.0% の炭素を含む銑鉄を 1.0 トン得ることができた。鉄鉱石に含まれていた Fe_2O_3 の割合は質量比で何%か。なお、鉄鉱石に含まれる鉄の酸化物はすべて Fe_2O_3 であり、 Fe_2O_3 に含まれる鉄はすべて鉄の単体に変換されるものと仮定せよ。また、銑鉄には炭素以外の不純物は含まれないものとする。解答は、計算過程を示しながら有効数字 2 桁で答えよ。

- 問 2 純粋な鉄は常温で体心立方構造をとり、 α -Feと呼ばれる。これを加熱すると約910 °Cで面心立方構造に変化し、これは γ -Feと呼ばれる。 α -Feと γ -Feの単位格子をそれぞれ図1-1と図1-2に示す。鉄の原子半径は温度によって変化せず、最近接の鉄原子は互いに接しているものとして、以下の問い（イ）～（ハ）に答えよ。

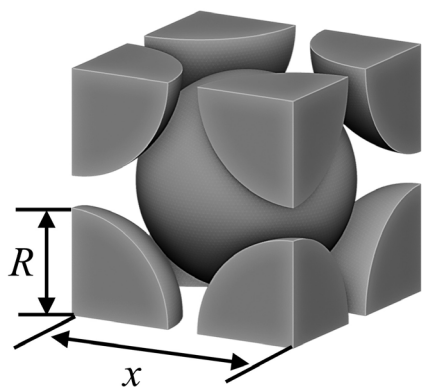


図 1-1 α -Fe の単位格子

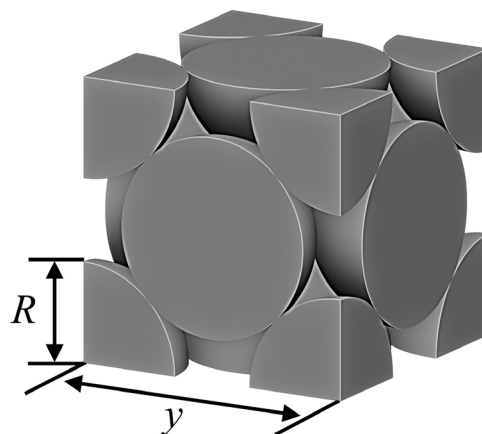


図 1-2 γ -Fe の単位格子

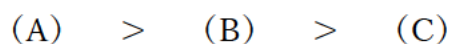
- （イ） α -Fe と γ -Fe の単位格子中に含まれる鉄原子の個数をそれぞれ答えよ。
- （ロ）図 1-1 と図 1-2 のように α -Fe と γ -Fe の単位格子の 1 辺の長さをそれぞれ x , y とし、鉄の原子半径を R とするとき、 x と R および y と R の関係をそれぞれ示せ。
- （ハ） α -Fe の密度は 7.9 g/cm^3 である。 γ -Fe の密度を有効数字 2 桁で答えよ。計算過程も示せ。

問題 2

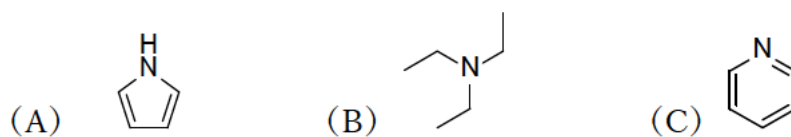
問 1 ～ 問 3 に答えよ.

問 1 以下の問い (イ) ～ (二) に答えよ. 解答は, 例にならい不等号を用いて記号で答えよ.

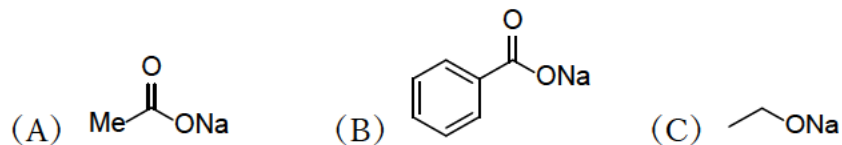
解答例



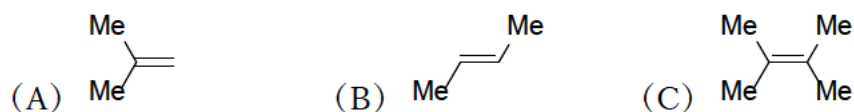
(イ) 以下の化合物 (A) ～ (C) を塩基性の高いものから順に並べよ.



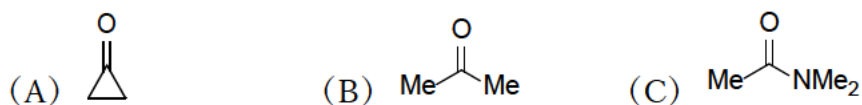
(ロ) 以下の化合物 (A) ～ (C) を求核性の高いものから順に並べよ.



(ハ) 以下の化合物 (A) ～ (C) を同一条件で臭素と反応させた. 反応が速いものから順に並べよ.



(二) 以下の化合物 (A) ～ (C) を同一条件で NaBH_4 と反応させた. 反応が速いものから順に並べよ.



問2 分子式 C_5H_{10} で示されるシクロアルカンがある。以下の問い (イ) ~ (二) に答えよ。

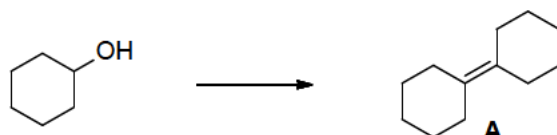
(イ) すべての構造異性体の構造を描け。ただし、立体異性体は区別しなくてよい。

(ロ) 上の (イ) で答えた構造異性体のうち、最も安定な化合物を IUPAC の規則に従いカタカナで命名せよ。

(ハ) 上の (ロ) で答えた化合物が他の構造異性体と比べて安定である理由を述べよ。

(二) シクロアルカンの安定性の違いを検証する実験を提案せよ。

問3 シクロヘキサノールを唯一の炭素源として、化合物 **A** を合成する経路を提案せよ。必要な反応剤ならびに中間生成物を含めて記せ。なお、反応は多段階にわたっても構わない。



問題はこのページで終わりである。