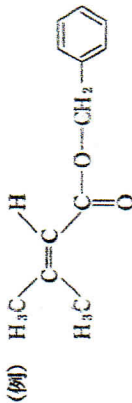


(注意)

1. 必要があれば次の原子量を用いよ。
H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0
2. 特にとわらない限り、構造式は下に示す例にならって書くこと。



3. 1 気圧は 1 atm と書き、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ に相当する。

[1] 過酸化水素の分解反応(式1)とその反応速度に関する以下の問に答えよ。



問 1 式1の反応の反応熱を求めよ。また、この反応は発熱反応か、それとも吸熱反応かを書け。ただし、 $\text{H}_2\text{O}(\text{気})$ および $\text{H}_2\text{O}_2(\text{液})$ の生成熱は、それぞれ242 kJ/mol, 188 kJ/mol とする。また、 H_2O の蒸発熱は44 kJ/mol とする。

問 2 H_2O_2 は常温の水溶液中ではゆつくりとしか分解しない。しかし、酸化マンガン(V)やカタラーゼ(酵素)などの触媒が存在すると、式1に従って速やかに分解する。一般に、触媒の存在下で反応が促進される理由を20字以内で書け。

問 3 式1の反応速度 v は次の式で表わされる。

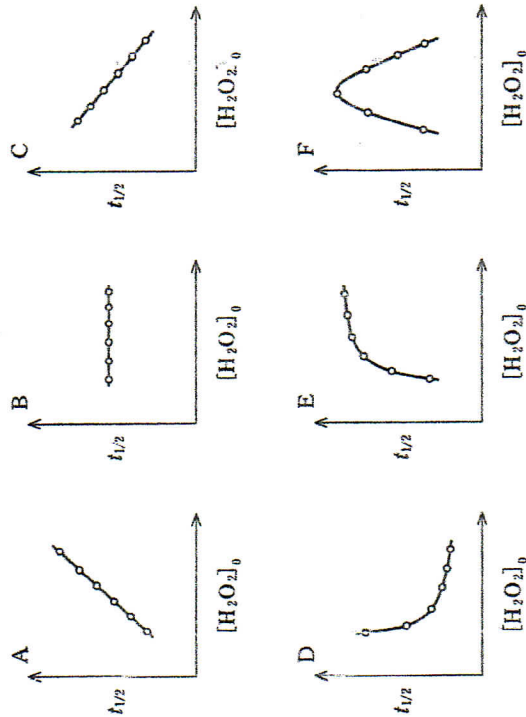
$$v = - \frac{\Delta[\text{H}_2\text{O}_2]}{\Delta t} \quad (\text{式2})$$

ここで、 $\Delta[\text{H}_2\text{O}_2]$ は H_2O_2 の濃度の変化量(mol/l)、 Δt は反応時間である。いま、生成物 O_2 の発生量に着目して反応速度を考える。2 lの反応溶液から Δt の間に発生した O_2 の物質量を Δn [mol]とする。反応速度 v を Δn を用いた式で表わせ。ただし、反応溶液中への O_2 の溶解は無視できるものとする。

問 4 酸化マンガン(V)を触媒とする場合、反応速度 v は、反応速度定数 k と H_2O_2 濃度の積で表わされる。このとき、反応中の時刻 t における H_2O_2 の濃度 $[\text{H}_2\text{O}_2]$ は次の式で与えられる。

$$[\text{H}_2\text{O}_2] = [\text{H}_2\text{O}_2]_0 e^{-kt} \quad (\text{式3})$$

ここで、 $[\text{H}_2\text{O}_2]_0$ は反応開始時刻における H_2O_2 の濃度(初濃度)である。この反応で、種々の初濃度の H_2O_2 水溶液について、 $[\text{H}_2\text{O}_2]_0$ と $t_{1/2}$ の関係を図示した場合、下の半分となる時間 $t_{1/2}$ を求める。 $[\text{H}_2\text{O}_2]_0$ と $t_{1/2}$ の関係を図示した場合、下図A~Fのいずれの結果が得られるか。適切なものを選べ。



問 5 カタラーゼを触媒とした反応では、酸化マンガン(V)の場合と違って、反応速度が最大になる温度(最適温度)が存在する。この温度以上で反応速度が低下する理由を40字以内で書け。

[2] 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

鉄は、酸素、ケイ素、**ア** に次いで地殻中(地表付近)に質量比で多く存在する元素で、地殻中では一般に酸化物の形で存在している。われわれが利用している鉄は、鉄鉱石から精錬と呼ばれる過程を経て得られている。

図1は精錬に用いられる溶鉱炉の概略図である。Fe₂O₃などの酸化鉄を主成分とし、ケイ素や**ア**などを不純物として含む鉄鉱石を、コークス、^①石灰石(CaCO₃)とともに溶鉱炉の上部から入れ、下部から約1300℃の熱風を送り込む。コークスの燃焼により、熱風は2000℃以上の高温になり、^②コークスの炭素は還元性の強い気体である一酸化炭素となる。生成した一酸化炭素は溶鉱炉中のエリア1～3で式1のように段階的に酸化鉄を還元する。



この過程で得られる鉄は**イ**と呼ばれ、質量比で約3～5%の炭素をはじめ、硫黄やリンなどの不純物元素を含み、硬いながらもろく、展性、延性に乏しい。さらに転炉において**イ**に高圧の**ウ**を吹き込むことによって炭素などの不純物を約2%以下まで減らす。これにより、粘り強い性質をもつ**エ**が得られる。

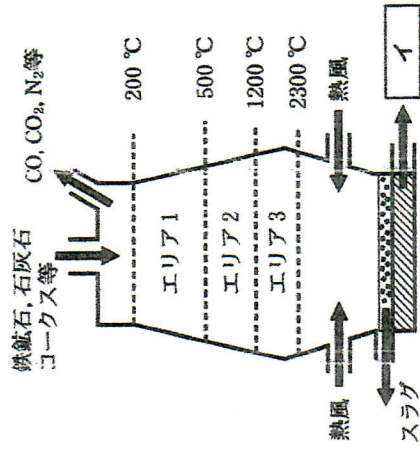


図1

問1 空欄**ア**～**エ**にあてはまる語句を書け。

問2 下線部①について、溶鉱炉上部より投入される石灰石(CaCO₃)の役割を50字以内で書け。

問3 下線部②について、一酸化炭素が発生する主な反応の化学反応式を書け。

問4 式1の中の化合物Aの化学式を書け。

問5 式1においてFe₂O₃、化合物AおよびFeOが一酸化炭素で逐次還元される主な反応の化学反応式をそれぞれ書け。

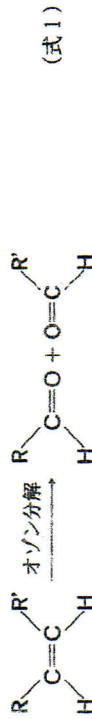
[3] 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

油脂は、3分子の脂肪酸と3価アルコールのグリセリン1分子がエステル結合した化合物である。天然物から抽出し、精製したある油脂Aの構造を明らかにするため、以下の実験を行った。

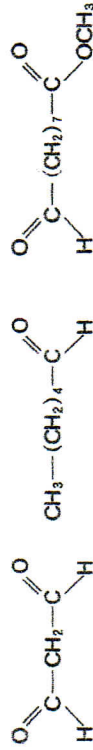
(実験1) 油脂A 44.1gを完全に水酸化ナトリウムで加水分解すると、4.60gのグリセリンとともに、直鎖不飽和脂肪酸Bと直鎖飽和脂肪酸Cのそれぞれのナトリウム塩が得られた。

(実験2) 油脂A 3.00gに、白金触媒存在下で気体水を反応させると、305ml(1 atm, 0℃)の水素が消費され、油脂Dが得られた。油脂Aは不斉炭素原子を含んでいたが、油脂Dは不斉炭素原子を含んでいなかった。

(実験3) 二重結合を含む化合物R-CH=CH-R'をオゾン分解すると、式1のように二重結合が開裂し、2種類のアルデヒド(R-CHO, R'-CHO)が生成する。



脂肪酸Bをメタノールと反応させてエステル化した後に、オゾン分解すると、次の3種類のアルデヒドが1:1:1の物質量の比で得られた。



問1 油脂Aの分子量を求めよ。

問2 油脂Aの1分子に含まれる二重結合の数を書け。

問3 脂肪酸Bの構造を下の例にならって示せ。ただし、二重結合の立体構造(シスおよびトランス異性体の区別)は問わない。



問4 脂肪酸BおよびCをそれぞれR¹COOH, R²COOHと略記する。R¹, R²を用いて油脂AおよびDの構造式を示せ。

[4] 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

化合物A、DおよびGは、いずれも3つのベンゼン環が2つのアミド結合でつながった構造をもち、分子式は $C_{20}H_{16}N_2O_2$ (分子量316)である。AおよびDを完全に加水分解すると、ベンゼン環を有する2種類の生成物を1:2の物質量の比で与える(式1、式2)。一方、Gは加水分解によってベンゼン環を有する3種類の生成物を1:1:1の物質量の比で与える(式3)。



化合物BおよびEは、ベンゼン環に直接結合する任意の水素原子1個を原料原子で置き換えたときに1種類の化合物しか与えないのに対して、化合物Hは2種類の化合物を与える。また、化合物Bは、ポリエステル繊維やペットボトルの原料のひとつとして用いられる。化合物BおよびFは水酸化ナトリウム水溶液に溶解し、化合物CおよびEは希塩酸に溶解する。化合物Hはいずれにも溶解する。

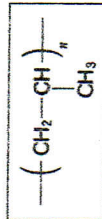
問1 下線部①について、臭素化で生成する2つの化合物の構造式を書け。

問2 下線部②について、水酸化ナトリウム水溶液中および希塩酸中における化合物Hの構造式を書け。

問3 化合物A、DおよびGの構造式を書け。

問4 式1～3の加水分解生成物のうち、2つの化合物を1:1の物質量の比で重縮合(縮合重合)させてポリアミドを生成しうる化合物の組み合わせをB、C、E、F、Hの中から選び、予想されるポリマーの構造式を下の例にならって書け。

ポリマーの構造式の例



問5 ベンゼン環がアミド結合でつながった構造式をもつ化合物Xを完全に加水分解したところ、化合物C、FおよびHが1:1:11の物質量の比で生成した。化合物Xの分子量を求めよ。