

化 学 (その1)

注 意 事 項

1. 解答は所定の解答用紙の解答欄に記入せよ。
2. 問題 1 ~ 4 を通じ、その必要があれば、次の数値を用いよ。
原子量 H : 1.00, C : 12.0, O : 16.0, Na : 23.0, Al : 27.0, Fe : 56.0

1

ベンゼン環を分子中に持つ炭化水素を芳香族炭化水素という。芳香族炭化水素の多くは無色で、特有のにおいを持つ可燃性の化合物であり、水に溶けにくい。また、炭素の含有率が高いので空气中で燃やすと多量のすすを出す。次の(1)~(6)に示したとおり、ベンゼンを原料として様々な化合物を作り出すことができる。

- (1) ベンゼンに(①)を加えて 60℃ で反応させると、ニトロベンゼンが生成する。
- (2) ベンゼンを濃硫酸とともに加熱すると、無色で固体の(②)が生成する。
- (3) ベンゼンに紫外線を当てながら 50℃ 程度の条件下で塩素を反応させると、1,2,3,4,5,6-ヘキサクロロシクロヘキサンが生成する。
- (4) ベンゼンの蒸気と水素を、高温高压で白金またはニッケルの存在下で反応させると、(③)が生成する。
- (5) ベンゼン溶液に塩素を加え、さらに鉄粉を加えて反応させると、(④)が生成する。
- (6) ベンゼン溶液にプロペンと濃硫酸またはリン酸を加えて反応させると、(⑤)が生成する。

問 1 ①に該当する試薬の名称を答えよ。また、②～⑤に該当する化合物名を答えよ。

問 2 次の a～f は、(1)～(6)の化学反応により生じる反応生成物の説明である。それぞれの説明と合致する生成物が生じる化学反応を選び、番号で答えよ。

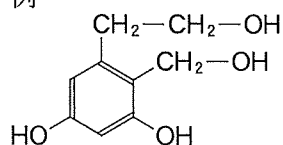
- a. 水素と炭素のみから構成される有機化合物で、水に溶けにくい。炭素原子の結合角はどれもメタンと同じ約 109.5° となっている。
- b. 有機塩素化合物で水に溶けにくい。以前は殺虫剤として利用された。
- c. 無色で特有のにおいを持つ液体(密度 1.11 g/cm^3)。以前はフェノールの原料として利用された。
- d. 無色の液体で、酸素により酸化させた後に希硫酸を作用させるとフェノールが生じる。
- e. 特有のにおいを持つ無色～淡黄色の液体で、水に溶けにくく、水より重い(密度 1.20 g/cm^3)。
- f. 水に溶けやすく、水溶液は強酸性を示す。

問 3 (1)～(6)の化学反応により生じる反応生成物のいずれかを含む溶液に適量のスズと濃塩酸を加え、 70°C の水浴で加熱した後、溶液を塩基性になると有機化合物 X が生じた。さらに、X にさらし粉の水溶液を少量加えると、赤紫色に呈色した。この反応生成物として正しいものを(1)～(6)の番号で答えよ。また、X の名称を答えよ。

問 4 ここに分子式 C_8H_{10} で表される芳香族炭化水素のあらゆる種類の構造異性体を含む溶液 A がある。A に塩素を加え、さらに鉄粉を加えて反応させたところ、分子式 C_8H_9Cl で表される構造異性体群が生じた。この反応液を B とする。一方、A に紫外線を当てながら $130^\circ C$ 程度の条件下で塩素を反応させたところ、分子式 C_8H_9Cl で表される構造異性体群が生じた。この反応液を C とする。以下の設問に答えよ。なお、本設問に関しては、配向性は無視できることとする。

- 1) A に含まれる構造異性体は何種類か答えよ。
- 2) B および C に含まれる C_8H_9Cl の構造異性体はそれぞれ何種類想定されるか答えよ。
- 3) C に含まれる構造異性体のクロロ基をヒドロキシ基に変換した。これらのヒドロキシ体の中で、ヨードホルム反応で陽性となる構造異性体の構造式を下の例を参考に全て答えよ。

例



カルボキシ基をもつ化合物をカルボン酸という。カルボン酸は(1)アルコールを酸化すると得られる。カルボン酸のうち分子内のカルボキシ基の数が1個のものをモノカルボン酸とよび、特に鎖式のモノカルボン酸を(2)という。また、乳酸のように、カルボキシ基とともにヒドロキシ基をもつカルボン酸を(3)という。カルボン酸の酸性は、希塩酸や希硫酸より弱い、炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると(4)が発生する。また、カルボン酸とナトリウムを反応させると(5)が発生する。

問 1 (1)～(5)に入る適切な語句を答えよ。

問 2 モノカルボン酸について次の設問に答えよ。

- 1) モノカルボン酸の X は分子量 70 以下の無色で刺激臭をもつ液体で、炭素、水素、酸素のみから構成され、還元性を示す。X の名称を答えよ。また、還元性の原因となる官能基の名称とその示性式を答えよ。
- 2) モノカルボン酸である Y は刺激臭をもつ液体で、弱酸性を示す。Y の水溶液に脱水剤を加えて加熱すると油状の液体が生じたが、この液体は酸性を示さなかった。性質が変化した理由を 30 字以内で答えよ。

問 3 次の中で、加熱のみで酸無水物を生じるものをすべて選び、記号で答えよ。また、選択肢の中で立体異性体の関係にある組み合わせをすべて選び、記号で答えよ。

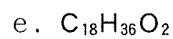
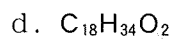
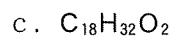
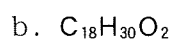
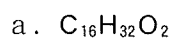
- a. 酢酸 b. マレイン酸 c. フマル酸 d. フタル酸 e. イソフタル酸
f. テレフタル酸

問 4 (2) の分類について次の設問に答えよ。

1) (2) は低級と高級に分類される。この分類は(2) のどのような特徴に着目して行われるものか答えよ。

2) (2) は飽和と不飽和に分類される。この分類は(2) のどのような特徴に着目して行われるものか答えよ。

3) 次の分子を融点の高いものから低いものの順に並べ替え、解答欄に記号で答えよ。なお、いずれも天然に存在する油脂を構成する直鎖状のカルボン酸であるものとする。



化 学 (その 2)

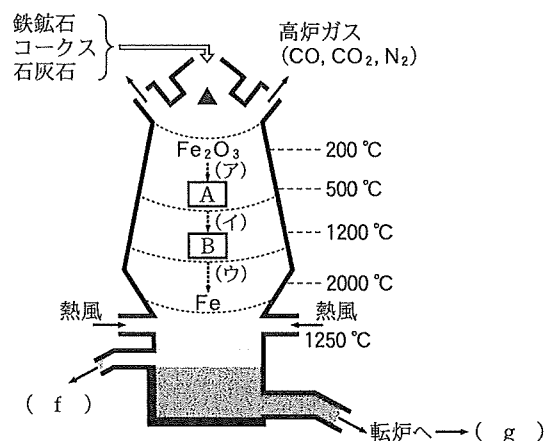
3 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

A.

鉄は金属元素では(a)の次に地殻中に多く存在する。基本的に単体として産出されることはなく、酸素など他の元素との化合物として岩石中に含まれた鉄鉱石として産出される。鉄鉱石には主に2種類あり、その色調から(b)と呼ばれる Fe_2O_3 が主成分であるものと(c)が主成分である(d)と呼ばれるものがある。

図は鉄を製造する溶鉱炉(高炉)の構造の概略図を表している。

鉄鉱石をコークスや石灰石とともに溶鉱炉の上部から入れ、溶鉱炉の下から炉内に約 1250°C の熱風を送り込む。炉内ではコークスの燃焼によりさらに温度が上昇し 2000°C 以上に達する。同時にコークスより一酸化炭素が生成し、炉内の鉄鉱石①に含まれる酸化鉄は段階的に還元されていく。

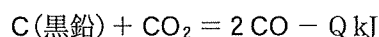


問 1 空欄(a)～(d)にあてはまる語句をかけ。

ただし a は金属元素名、b、d は鉄鉱石の種類の名称、c は鉄鉱石 d の主成分の化学式を書け。

問 2 下線部①における一酸化炭素は、炉内でコークスが燃焼して生じた二酸化炭素が高熱の炭素に触れることで一酸化炭素に変化して生じている。

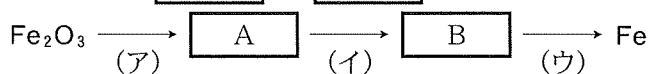
この反応は



の式で表され、高温の炉内では右へ平衡が移動するため、二酸化炭素より一酸化炭素の方が安定となっている。

式の Q の値(kJ)を整数で答えよ。小数点以下の数値が出た場合には四捨五入せよ。なお炭素(黒鉛)および一酸化炭素の燃焼熱がそれぞれ 394 kJ/mol 、 283 kJ/mol であるとする。

問 3 下線部②の説明にあるように、鉄鉱石の主成分である Fe_2O_3 は、炉内の(ア)(イ)(ウ)の場所で下記の式のように一酸化炭素によりそれぞれ別の物質 A , B へと還元される。化合物 A , B の化学式を書け。



問 4 炉内において 2 mol の Fe_2O_3 が還元されて Fe に変化したとき、反応した CO は何 mol になるか整数で答えよ。小数点以下の数値が出た場合には四捨五入せよ。なお、この還元反応はすべて CO によるものであるとする。

B.

炉内で最終段階まで還元された鉄 X は炉底に溜まるが、硫黄や質量比で約 4 % の炭素などの不純物を含んでいるため、硬いがもろい性質をもつ。この時、鉄鉱石に含まれていたケイ酸は、原材料として加えた石灰石と反応して(e)となるが、融けた鉄 X と比べ比重が小さく、鉄 X の上に浮くため鉄 X の回収口より高い位置から(f)として分離・回収される。高炉で得られた鉄 X は炭素の含有量が多く、その後、移される転炉において燃焼により炭素の含有量を減らすことで硬くて粘り強い性質をもつ(g)と呼ばれる構造材となる。

問 1 空欄(e)～(g)にあてはまる語句をかけ。

問 2 設問 A の下線部②の還元反応の結果、最終的に炉底にて得られる鉄 X の名前を答えよ。

C.

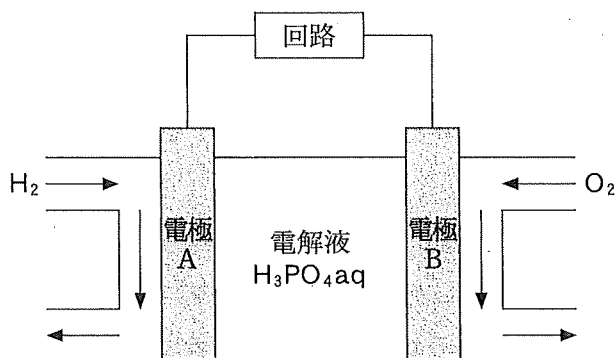
問. 鉄鉱石が含有する鉄酸化物を Fe_2O_3 のみとし、その含有量が質量比で 75 % である鉄鉱石をもちいて、上記にて説明した工程により質量比で 1.3 % の不純物を含む最終構造材である(g)を 10 トン($1.0 \times 10^4 \text{ kg}$)製造するためには、鉄鉱石は何トン必要になるか。小数点以下第 1 位まで答えよ。小数第 2 位以降の値が出た場合には四捨五入せよ。

なおトン(t)は質量を表す単位であり、 $1000 \text{ kg} = 1 \text{ トン(t)}$ とする。

問 1 図のようなリン酸形の燃料電池を使用したところ、4.5 kg の水が排出された。水が生成された電極における電子(e^-)を含んだ反応式を答えよ。

また、反応によって流れた電気量(C)を四捨五入のうえ有効数字2桁で答えよ。

ただしファラデー定数を $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする



問 2 両端をカルボキシ基とする分子構造をもつ直鎖状のポリエチレンテレフタレート 43.9 g を完全にけん化するのに必要な水酸化ナトリウムの理論量が 17.6 g であった。このけん化後の溶液を酸性にしたときに生じるテレフタル酸の質量(g)を小数点以下第2位まで求めよ。小数点第3位以降の値が出た場合は四捨五入せよ。

問 3 体積を変えられる容器に 0.0120 mol の水とある量の窒素を入れ、容器の体積を 4.00 L にして 27 °C に保ったところ、容器の内側に水滴が生じ容器内の圧力が $9.30 \times 10^4 \text{ Pa}$ となった。この容器の体積を 3.00 L にして 27 °C に保つと、容器内の圧力(Pa)はいくらになるか。四捨五入のうえ有効数字3桁で答えよ。

なお気体定数は $R = 8.30 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ 、27 °C における水の飽和蒸気圧は $3.00 \times 10^3 \text{ Pa}$ とし、容器内の水の体積は無視でき、気体の水への溶解も無視できるものとする。

問 4 不純物を含むアルミニウムの粉末 3.0 g に十分量の希硫酸を加えてアルミニウムをすべて溶かしたところ、0.15 mol の水素が発生した。この粉末に含まれるアルミニウムの純度は質量パーセントで何%か。整数で答えよ。小数点以下の数字が出た場合には四捨五入せよ。

ただし不純物は硫酸と反応しないものとする。

問 5 天然に存在する炭素原子と酸素原子の同位体の相対質量と存在比は表のようになっているとした場合、二酸化炭素の分子量を小数点以下第 2 位まで答えよ。第 3 位以降の小数点が出た場合には四捨五入せよ。なお本設問の解答においては、化学問題冊子の冒頭部の原子量の値を用いてはならない。

元素		同位体	相対質量(定義値)	存在比(%)
炭素	C	^{12}C	12	99.0
		^{13}C	13	1.0
酸素	O	^{16}O	16	99.8
		^{18}O	18	0.2

※本学ホームページ「受験生サイト」抜粋

医学部一般選抜入試（Ⅱ期） 学力試験（理科（化学））における問題削除について

令和7年度入学試験問題 医学部（Ⅱ期） 理科
化学（その2） ③ A. 問2
を削除問題とする。

なお、合否発表については、予定通り行う。