

7-2 非鉄生産システム【選択科目Ⅱ】

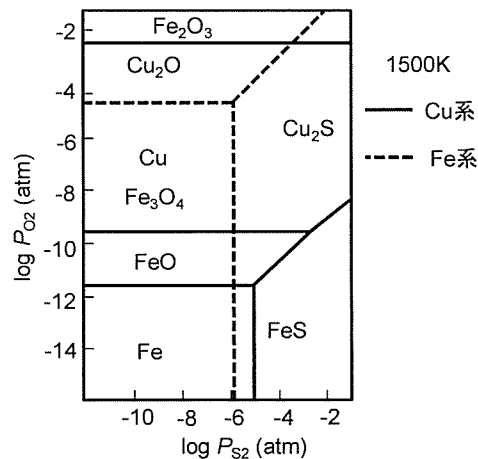
Ⅱ 次の2問題（Ⅱ-1，Ⅱ-2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

Ⅱ-1 次の4設問（Ⅱ-1-1～Ⅱ-1-4）のうち2設問を選び解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し，それぞれ1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 銅製錬について，以下の問いに答えよ。

銅製錬プロセスでは，銅精鉱中の不純物である硫黄と鉄を取り除いて銅を得ている。

- (1) 銅精鉱から不純物を取り除いて粗銅を得る銅の乾式製錬の反応を，化学反応式を用いて説明し，また製錬に用いられる工業的なプロセスについて説明せよ。
- (2) 図のCu-O-S，Fe-O-S系の1500Kにおける化学ポテンシャル図を答案用紙に書き写し，(1)で説明した銅製錬プロセスの反応過程を図示し説明せよ。
 図中 P_{O_2} ， P_{S_2} はそれぞれ酸素分圧，硫黄分圧である。



Ⅱ-1-2 金属製錬プロセスでは，よい金属を得るためにはよいスラグを作ることが必要であると言われている。以下の問いに答えよ。

- (1) スラグのどのような物性が非鉄金属製錬プロセスの操業にどのように影響を与えるかを説明し，どのようなスラグ設計をすることが望ましいか説明せよ。
- (2) 非鉄金属製錬プロセスにおいて発生するスラグは，どのような資源としてリサイクル利用されているかを説明せよ。
- (3) 非鉄金属製錬プロセスにおいて発生するスラグをリサイクル利用するときに，使用環境に及ぼす影響についてどのような懸念があるかを説明し，またその対応策を述べよ。

II-1-3 酸化マグネシウム粉体を炭素粉体と混合しブリケットを作り、高温不活性雰囲気（1気圧）中で還元するプロセスにつき、以下の問いに答えよ。

(1) この還元反応の反応式を書け。

(2) この還元反応が温度1200K辺りで自発的に進行するとして、そのときの条件として、以下の選択肢から最も適切なものを選択し、その理由を述べよ。（Mgの融点は923K、沸点は1363Kとする）

① CO（気体）分圧が1気圧以上

② Mg（気体）分圧が1気圧以上

③ CO（気体）分圧とMg（気体）分圧の和が1気圧以上

(3) MgO（固体）とCO（気体）の標準生成Gibbsエネルギーが、還元温度付近で其々、温度の関数 $f(T)$ 、 $g(T)$ として、この還元反応が自発的に進行する温度を求める手順を説明せよ。

II-1-4 酸化物の安定性を比較するのに有用な図として、Ellingham図（縦軸： O_2 1 mol当たりの標準生成Gibbsエネルギー、横軸：絶対温度）がある。以下の問いに答えよ。

(1) 工業的な金属製造プロセスにおいて、Ellingham図の可能な活用例を示せ。

(2) 実際に合金材料の耐酸化性を検討する場合、優先的に酸化される成分を特定する際に、注意すべき点とその理由を説明せよ。

Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（解答設問番号を明記し，答案用紙２枚以内にまとめよ。）

Ⅱ－２－１ 非鉄製錬プロセスは，乾式製錬法と湿式製錬法に大別される。以下の問いに答えよ。

- (1) 湿式製錬法の概要，原理について説明せよ。また，乾式製錬法と比較して，湿式製錬法を工業的に用いるときの利点について説明せよ。さらに，銅以外の具体的金属の製錬法を例に挙げて述べよ。
- (2) 乾式製錬法の概要，原理について説明せよ。また，湿式製錬法と比較して，乾式製錬法を工業的に用いるときの利点について説明せよ。さらに，銅以外の具体的な金属の製錬法を例に挙げて述べよ。
- (3) 乾式製錬法と湿式製錬法のどちらも工業的製錬プロセスとして用いられている。工業的にどのような製錬方法を用いるかを決定するときに，検討すべき事項について説明せよ。

Ⅱ－２－２ ゲルマニウムと硫黄を原料として，１回当たり１kg程度の硫化ゲルマニウムを合成したい。硫黄の沸点は444.6℃であるが，ゲルマニウム原料に硫黄を充分反応させるには700℃以上の温度が必要であり，単純に両原料を混合して加熱合成することは困難であるとする。適切な合成法につき，以下の問いに答えよ。

- (1) 不純物の侵入を防ぐため，両原料をシリカチューブに真空封入して加熱合成する場合，安全上注意すべき点を述べよ。
- (2) 上記プロセスに適切な合成条件を説明せよ。

7-2 非鉄生産システム【選択科目Ⅲ】

Ⅲ 次の2問題（Ⅲ-1，Ⅲ-2）のうち1問題を選び解答せよ。（解答問題番号を明記し，答案用紙3枚以内にまとめよ。）

Ⅲ-1 東京オリンピックに向けて，廃棄された携帯電話から金メダルを作るというプロジェクトが計画されている。これは産業廃棄物や一般ゴミに含まれる有価金属を鉱山資源とする，いわゆる都市鉱山から資源を得ての非鉄金属のリサイクル利用の1つと考えられる。鉱石を製錬して非鉄金属を得るプロセスと対比して，リサイクルにより金属を得るプロセスについて以下の問いに答えよ。

- (1) 鉱石を製錬して非鉄金属を得るプロセスと比較して，リサイクルにより非鉄金属を得るプロセスの長所を説明せよ。
- (2) 鉱石を製錬して非鉄金属を得るプロセスと比較して，リサイクルにより非鉄金属を得るプロセスの短所を説明せよ。
- (3) リサイクルにより非鉄金属を得るプロセスについて，(2)で述べた短所を克服するために，開発すべき技術課題の解決方策について説明せよ。

Ⅲ-2 最近の深層学習の発展により，あらゆる分野へのAIの活用が加速され，非鉄業界においても，工場へのIoTの導入や，新規材料開発におけるマテリアルズ・インフォマティクス（MI）の活用等が検討されている。以下の問いに答えよ。

- (1) 非鉄製造設備へのIoTの導入に関する目的や具体例につき，知るところを述べよ。
- (2) 新規非鉄（合金）材料又は新規金属酸化物材料の開発において，MIの背景や内容につき知るところを述べよ。
- (3) 非鉄製錬所のIoT活用，又は新規材料開発におけるMIの活用のどちらかを選び，その導入に際して注意すべき点を挙げ，その理由・対策を説明せよ。