

参加番号	氏名	採点欄
------	----	-----

化学グランプリ 2023 二次選考 解答用レポート冊子



化学グランプリ2023
二次選考 レポート冊子
2023年8月29日(火)
13:30~17:30(240分)

解答上の注意事項

1. このレポート冊子は表紙を含めて10ページから構成されている。落丁や不明瞭な印刷があれば、直ぐに申し出ること。
2. 表紙を含む全てのページの上欄に参加番号と氏名を記入すること。未記入の場合は、採点対象外となるので注意すること。
3. このレポート冊子は片面印刷でホチキス留めされている。解答時および提出時も留め具を外さず、冊子体のまま提出すること。
4. 裏面はメモや計算用紙として利用して構わない。
5. レポート冊子は破損・汚損しても交換は行わないので注意して記入すること。

参加番号	氏名	採点欄
------	----	-----

化学グランプリ 2023 二次選考 解答用レポート冊子

【実験 1】

問 1. 実験手順 (1)~(2) で実施した、塩化鉄(II)水溶液および塩化鉄(III)水溶液とアンモニア水からマグネタイトが生成するときの化学反応式を答えよ。

問 2. 実験手順 (6) において磁性流体にスパイク状の突起が生じる。磁石との位置関係によって突起の様子がどのように変化したか記述せよ。また、水酸化テトラメチルアンモニウムはどんな役割を果たしていると考えられるか、述べよ。さらに、どのような条件を満たしたときスパイク状の突起が生じると考えられるか、記述せよ。

参加番号	氏名	採点欄
------	----	-----

化学グランプリ 2023 二次選考 解答用レポート冊子

問 3. 以下に示す実験手順 (1)~(3) において、アンモニア水の添加量に対する溶液の様子（溶液の色、沈殿生成の様子、沈殿物の色など）を観察しその変化を記述せよ。特に、アンモニア水を何 mL 加えたときにどのような変化が生じたのか、記録すること。

問 4. 以下に示す実験手順 (4)~(5) において、アンモニア水の添加量に対する溶液の様子（溶液の色、沈殿生成の様子、沈殿物の色など）を観察しその変化を記述せよ。特に、アンモニア水を何 mL 加えたときにどのような変化が生じたのか、記録すること。

参加番号	氏名	採点欄
------	----	-----

化学グランプリ 2023 二次選考 解答用レポート冊子

問 5. 以下に示す実験手順 (6)~(7) において、アンモニア水の添加量に対する溶液の様子（溶液の色、沈殿生成の様子、沈殿物の色など）を観察しその変化を記述せよ。特に、アンモニア水を何 mL 加えたときにどのような変化が生じたのか、記録すること。

問 6. 問 3~問 5 の観察結果を比較することで、マグネタイトの生成機構を考察せよ。

参加番号	氏名	採点欄
------	----	-----

化学グランプリ 2023 二次選考 解答用レポート冊子

【実験 2】

問 7. 手順 (2)~(4) では、水酸化鉄 (III) が生成する。この水溶液を塩基性に保ったまま、60 °C で 1~2 日間加熱すると、ゲーサイトになる。水酸化鉄の生成と水酸化鉄からゲーサイトへの変化を表す 2 つの化学反応式を記せ。

--

参加番号	氏名	採点欄
------	----	-----

化学グランプリ 2023 二次選考 解答用レポート冊子

問 9. 問 8 で記録した、水酸化ナトリウム水溶液の滴下量と pH の関係を図示せよ。横軸を水酸化ナトリウム水溶液の滴下量、縦軸を pH とする。図には適切な軸ラベル、目盛、単位等をつけ、すべて解答欄の方眼紙内に示し、3 回分の実験結果を一つの図に重ね書きすること。

参加番号	氏名	採点欄
------	----	-----

化学グランプリ 2023 二次選考 解答用レポート冊子

【実験 3】

問 10. マグネタイトおよびゲーサイトの磁性および色が加熱でどのように変化したか記述せよ。

	加熱前の磁性の有無	加熱後の磁性の有無	加熱前の色	加熱後の色
マグネタイト				
ゲーサイト				

問 11. ヘマタイトと炭素を混合して加熱するとヘマタイトの磁性および色がどのように変化したか記述せよ。

問 12. 手順 (5) では、十分に加熱され反応が十分に進んだとき、ヘマタイトはマグネタイト、FeO (ウスタイト)、金属鉄へと段階的に還元されると考えられる。この反応は製鉄の基礎となる反応である。ヘマタイトから金属鉄に段階的に還元される際の化学反応式をすべて記述せよ。

参加番号	氏名	採点欄
------	----	-----

化学グランプリ 2023 二次選考 解答用レポート冊子

問題 13 (1) 図 10 にヘマタイトの鉄イオンの配列の一部分を示す。図 9a と同じ方向からの投影図であり、枠線は単位格子の約 $1/3$ の領域を示している。鉄イオン間には酸化物イオンが存在するが、簡単のため省略し、鉄イオンのスピンの方向の一部を矢印で示している。矢印を示したイオン同士には交換相互作用が働きスピンは平行となっている。ヘマタイトが反強磁性体であることを考慮して、解答用紙の図に残りの鉄イオンのスピンの向きを矢印で示せ。

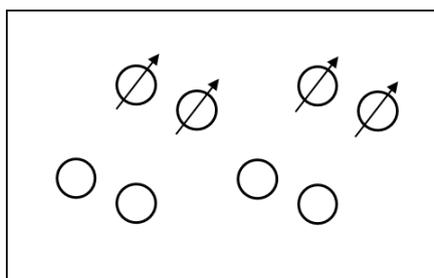


図 10 ヘマタイトの鉄イオンの配列の一部分

問題 13 (2) 図 11 にマグネタイトの鉄イオンの配列の一部分を示す。図 9b とほぼ同じ方向からの投影図であり、枠線は単位格子とほぼ同じサイズである。鉄イオン間の酸化物イオンは省略した。A サイトの Fe^{3+} のスピンの向きが図のようになっているとする。解答用紙の図に残りの鉄イオンのスピンの向きを矢印で示せ。

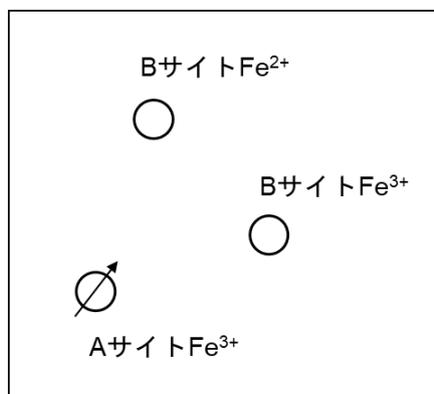


図 11 マグネタイトの鉄イオンの配列の一部分

参加番号	氏名	採点欄
------	----	-----

化学グランプリ 2023 二次選考 解答用レポート冊子

問題 13 (3) 鉄イオンの価電子は 5 つの $3d$ 軌道に配置されており、 Fe^{3+} ではそれぞれの軌道にスピンを平行にして電子が一つずつ配置されている。マグネタイト (Fe_3O_4) 1 単位あたりの $3d$ 電子の合計数、また、そのうち自発磁化をもたらす $3d$ 電子の数を答えよ。また、式 (2) を用いてマグネタイトの磁気モーメント (単位: μ_B) を計算せよ。

$3d$ 電子の合計数

自発磁化をもたらす $3d$ 電子の数

マグネタイトの磁気モーメント (単位: μ_B)

問題 13 (4) マグネタイトの B サイトの Fe^{2+} をその他の遷移金属イオンに置換した酸化物磁性体のことをフェライトという。ニッケルフェライト (NiFe_2O_4) の磁気モーメント (単位: μ_B) を計算せよ。

参加番号	氏名	採点欄
------	----	-----

化学グランプリ 2023 二次選考 解答用レポート冊子

採点と配点案

採点班(案)	問題	配点案
採点班 1(成田、松岡、三好)	問 1	$5 + 5 = 10$ 点
	問 2	$15 + 5 = 20$ 点
採点班 2(湊、佐藤)	問 3	$15 + 5 = 20$ 点
採点班 3(大野、尾池、小笠原)	問 4	10 点
	問 5	10 点
	問 6	10 点
採点班 4(寺境、吉武)	問 7	$15 + 5 = 20$ 点
	問 8	10 点
採点班 5(森安、永澤)	問 9	$5 + 15 = 20$ 点
採点班 6(川井、清野、鈴木)	問 10	$3 + 3 + 3 = 9$ 点
	問 11	20 点
	問 12	3 点×7 項目 = 21 点
採点班 7(松本、小林)	問 13	$5 + 15 = 20$ 点
	合計	200 点満点