

問題 4 彩色された人形「泥人張」

「泥人張 (Clay Figure Zhang)」は天津 (テンシン) の民芸品で、180 年以上前の清代後期に作られ始めた彩色された人形である。この種の人形は砂や不純物の含有量が少ない泥土から作られる。泥土を寝かせ、叩きほぐし、濾して脱水したのち、ほぐした詰め綿と混合し、繰り返しこねて「調理された泥」が出来上がる。「調理された泥」は「泥人形」に成型され、自然乾燥されたのち、約 700 °C の窯で焼成される。注意深く磨いて色を塗ると、「泥人張」が完成する。



製作の途中で、 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ と MgO を適量加えるとストルバイトが生成する (反応 1)。ストルバイトには、乾燥時間を短縮し、泥が割れるのを防ぐ働きがある。ストルバイトは直方晶系の結晶となる (図 4.1)。

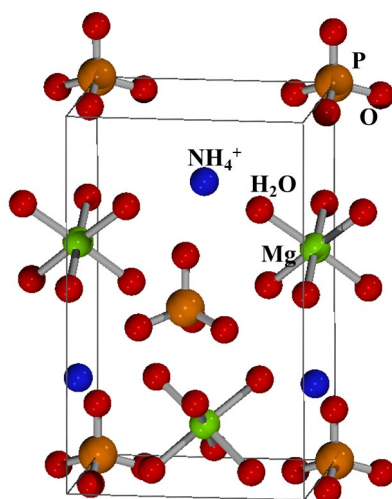


図 4.1 ストルバイトの結晶構造

4-1-1 反応 1 の反応式を書け。

4-1-2 単位格子の格子定数は、 $a = 694.1 \text{ pm}$, $b = 613.7 \text{ pm}$, $c = 1119.9 \text{ pm}$ である。ストルバイトの密度を計算せよ。

4-2 泥土中のケイ素の含有量は次の方法によって求めることができる。試料を $x \text{ g}$ 量り取り、 NH_4Cl (試料の 8 倍の量 (訳注: 試料に対して過剰量であると考えればよい)) と混ぜ合わせる。濃塩酸を滴下して試料混合物を湿らせたのち、濃硝酸を 2~3 滴加える。試料混合物を加熱して完全に分解させ、熱水を加えて可溶性の塩を溶解させて濾過し、得られた沈殿を洗浄する。この沈殿 (**A**) をるつぼに入れて重量が一定になるまで加熱し続けると $y \text{ g}$ の固体が得られる。**A** の組成式を書き、ケイ素の含有量を表す式を答えよ。(訳注: 含有量は、全体の質量に対するケイ素の重量比とし、 x と y を用いて答えよ)

4-3 アルカリ金属元素 **M** の化学的性質はマグネシウムの化学的性質に似ている。**M** に空气中で点火すると、**B** と **D** が生成する。**B** が水と反応すると、**E** と刺激性の気体 **F** が生成する。**B, D, E, F** の化学式を書け。

4-4 アルカリ土類金属の炭酸塩は加熱によって分解し、酸化物が生成する。炭酸マグネシウムが分解する最低温度を計算せよ。関係する熱力学的データは以下の通りである。

	MgCO ₃	MgO	CO ₂
$\Delta_f H_m^\ominus$ (298K) (kJ mol ⁻¹)	-1095.8	-601.6	-393.5
$\Delta_f G_m^\ominus$ (298K) (kJ mol ⁻¹)	-1012.1	-569.3	-394.4
S_m^\ominus (298K) (J mol ⁻¹ K ⁻¹)	65.7	27	213.8