令和７年度 長崎大学大学院総合生産科学研究科

博士前期課程　総合生産科学専攻 一般入試

共生システム科学コース（化学・物質科学分野）　専門科目 B

無機材料学

□ この分野の問題を選択する場合は左の枠内に○を付け，選択しない場合は×を付けること。

受験番号＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

※用紙の２枚目以降には決して受験番号を記入しないこと。

この線の下には受験者は何も記入しないこと。

整理番号＿＿＿＿＿＿＿＿

無　機　材　料　学　1/2

問 1. 次の文章を読み，以下の問に答えよ。下部の解答欄に記すこと。

多くのイオン性結晶の構造は，カチオン，アニオンの一方あるいは両方が①最密充填構造を構成し，他のイオンが②空隙に存在しているとみなすことができる。岩塩型構造の NaCl 結晶の場合，立方最密充填構造を形成する Cl^-の八面体位置（O）を Na^+が占める。③CaF_2 は Ca^{2+}が立方最密充填構造を形成し，F^-は二種類ある四面体位置（T_+, T_-）の両方を占めている。結晶には④内因性，外因性の欠陥が存在し，⑤電気伝導性（電子，正孔，イオン）に影響を及ぼす。

(1) 下線部①について，単一球状粒子からなる最密充填構造の密度〔%〕を有効数字 3 桁で求めよ。計算の過程も記せ。

(2) 下線部②について，四面体位置（T_-）および八面体位置（O）を解答欄の最密充填構造中に図示せよ。T_-を▼，O を◆で記すこと。それぞれ一か所でよい。

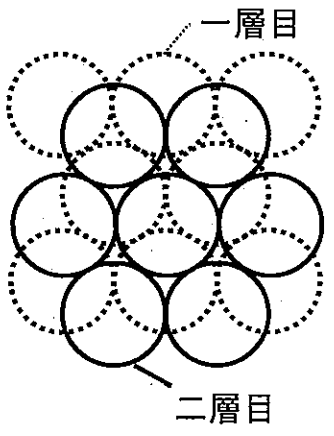
(3) 下線部③について，次の問に答えよ。

(a) CaF_2 の結晶構造の名称を答えよ。

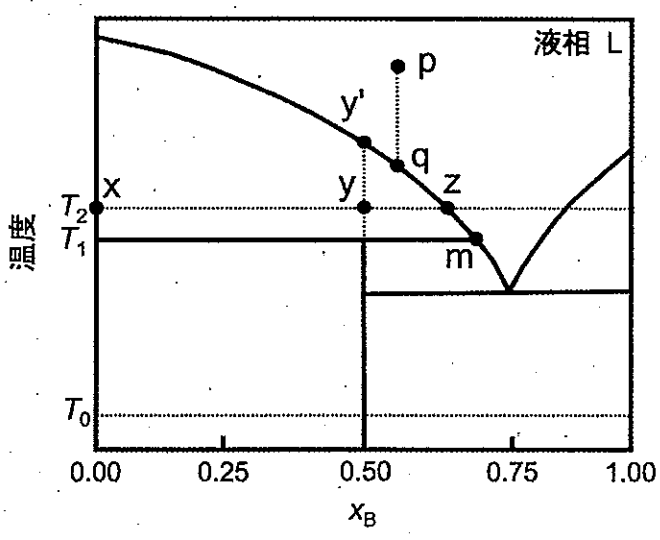
(b) 次の値を用いて CaF_2 の密度〔g/cm^3〕を求めよ。計算の過程も記せ。
格子定数 $a = 5.5$ Å，　原子量 Ca 40，F 19，　アボガドロ定数 $6.0 \times 10^{23}\ mol^{-1}$

(4) 下線部④について，フレンケル欠陥とショットキー欠陥を説明せよ。図を用いても良い。

(5) 下線部⑤について，ZrO_2 の Zr^{4+}の一部を Y^{3+}で置換した材料は高温で高い酸化物イオン伝導性を示す。この材料の欠陥生成反応式を Kröger-Vink の表記を用いて表せ。

(1)	（計算の過程） 答　　%	(2)	
(3)	(a)	(b)　（計算の過程） 答　　g/cm^3	
(4)	（フレンケル欠陥）	（ショットキー欠陥）	
(5)			

問 2. 右図は化合物 AB（A と B のモル比 = 1）をつくる A と B の 2 成分系相図である。これについて以下の問に答えよ。ここで x_B は B のモル分率であり，(s)は固相を表す。



(1) 点 p の液相 L を冷却したとき，点 q で析出する固相に含まれる物質を次の(a)～(e)から選び，記号を○で囲め。

(a) A(s)＋AB(s)　(b) B(s)＋AB(s)　(c) AB(s)のみ

(d) A(s)のみ　(e) B(s)のみ

(2) 化合物 AB(s)を温度 T_0 から T_1 まで加熱したときに「T_1 で起こる現象の名称」および「点 m の名称」の組み合わせを次の(a)～(f)から選び，記号を○で囲め。

(a) 合致溶融／不変点　(b) 分解溶融／不変点　(c) 合致溶融／共晶点

(d) 分解溶融／共晶点　(e) 合致溶融／共融点　(f) 分解溶融／共融点

(3) (2)の操作に続き，さらに加熱して温度 T_2 に到達した。このとき全体のモル数に対する液相 L の割合（モル比）を示す数値あるいは数式を次の(a)～(f)から選び，記号を○で囲め。ただし，選択肢中の文字式は図の特定の 2 点間の直線距離を示す。例えば xz は点 x と点 z の直線距離である。また，xy = 0.50 とする。

(a) 0.50　(b) 0.75　(c) 0.50 / xz

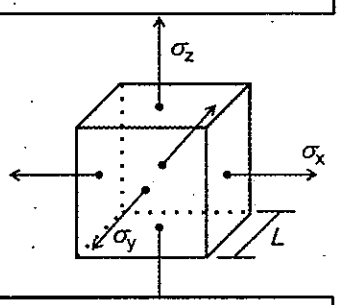
(d) yz / xz　(e) yz / y'z　(f) y'y / 0.50

問 3. セラミックスの機械的性質に関して，以下の問に答えよ。

(1) 一部のセラミックスは精密機械部品の素材として利用されている。セラミックスを精密機械部品に利用する際の長所と短所について機械的性質に基づき，それぞれ 2 点挙げよ。

（長所）	（短所）

(2)図に示すような一辺の長さがLの立方体がある。この立方体は均質な等方性弾性体であり，面直な 3 軸に沿って引張応力$\sigma\ (=\sigma_x=\sigma_y=\sigma_z)$を面全体に均等に印加すると弾性変形し，各辺が$\delta$だけ増長した。この弾性体の体積弾性率（圧縮率）$K$とヤング率$E$の関係が$K=E/\{3(1-2\nu)\}$であることを証明せよ。ここで，$\nu$はポアソン比である。なお，$(\delta/L)^2\approx 0, (\delta/L)^3\approx 0$としてよい。



(2)の解答欄