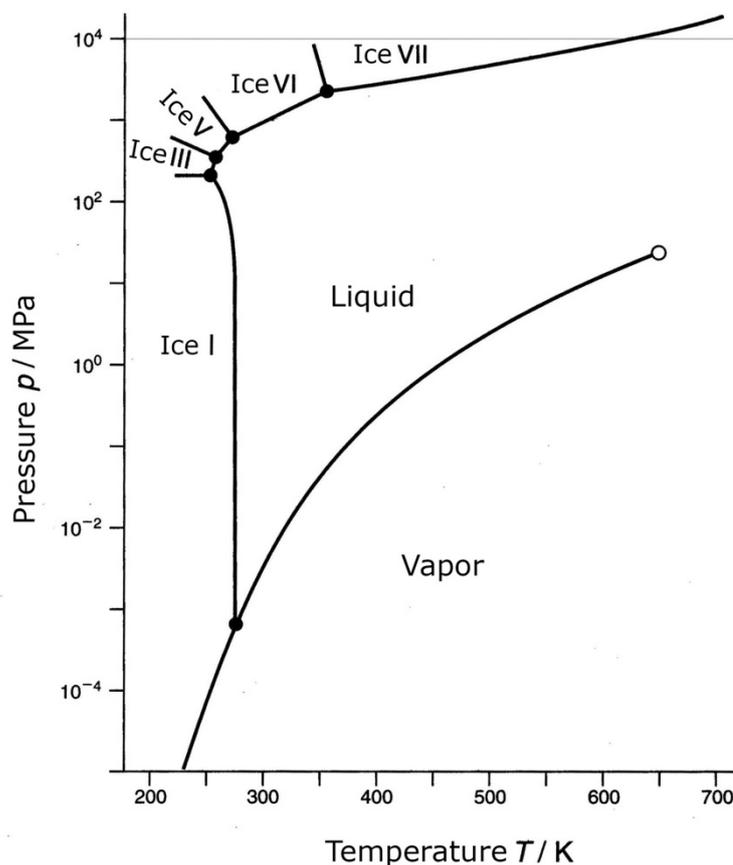


問題 13. ぎっしり詰まった熱い氷

純物質の圧力-温度相図は、与えられた条件下で平衡が成り立っている時に物質がどの相を取るかを表す。水の相図を下に示す。（圧力は log スケールで与えられている）



片対数スケールでの水の相図

この相図と、相転移を記述する適切な熱力学的方程式とを用いて、以下の問いに答えよ。

問1 水の沸点と、通常の氷(Ice I)と Ice V の融点は、圧力によってどのように変化するかを述べよ。また、ルシャトリエの原理を用いて定性的に説明せよ。

問2 a) 250 K, b) 400 K, c) 700 K において、圧力を 10 Pa から 10 GPa にまで徐々に上げていくと、水蒸気はどうなるかを述べよ。

問3 平衡状態で液相の水が存在しうる最低の温度は、水・Ice I・Ice IIIの三重点で達成される。この点の圧力は210 MPaである。この点での温度を見積もれ。

問4 いくつかの氷の相は、平衡時に液相の水と共存することができる。全ての氷の相について融解熱はほぼ等しいと仮定して、どの氷の相の密度が最大であるかを決定せよ。また、その氷の10 GPaの圧力下における融点を求めよ。

問5 もっとも密度の高い氷は立方晶結晶構造を持ち、一つの単位胞あたり二つの水分子を含む。単位胞の一辺は0.335 nmである。この氷の密度を計算せよ。

問6 もっとも密度の高い氷の融解エンタルピーを見積もれ。

データ:

普通の氷と水の密度: 氷 $\cdots 0.917 \text{ g/cm}^3$ 、水 $\cdots 1.000 \text{ g/cm}^3$

普通の氷の融解エンタルピー: $+6010 \text{ J/mol}$

水 - Ice VI - Ice VII の三重点: 圧力 $\cdots 2200 \text{ MPa}$ 、温度 $\cdots 355 \text{ K}$.

ヒント:

凝縮相の密度と、相転移に伴うエンタルピーの変化は、圧力や温度に依存しないと仮定せよ。