物理化学 II まめテスト (2019.12.2)

学籍番号＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿ 氏名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

確認問題

次の情報を使い、窒素の 圧力 1 atm での $\bar{V}$–T グラフ、温度 77 K での P–$\bar{V}$ グラフを**数値入りで**作成せよ。また、気液共存部分はグラフ中に太線で示せ。

- 圧力 1 atm において、窒素は 77 K (−196 °C) で液化し、さらに冷やすと 63 K (−210 °C) で固体となる。
- 窒素の臨界温度は 126 K(−147 °C)、臨界圧力は 3.4 MPa である。
- 圧力 1 atm における液体窒素の密度は 0.808 g cm^{-3} ($\bar{V}$ = 34.7 cm^3 mol^{-1})、固体窒素の密度は 1.03 g cm^{-3} ($\bar{V}$ = 27.3 cm^3 mol^{-1}) である。

解答は裏面

相図を想像することがまず必要。

圧力 1 atm での $\bar{V}$–T グラフ は相図中の青線に相当する。

温度上昇に伴い、固体→液体→気体と相転移する。

温度 77 K での P–$\bar{V}$ グラフ は相図中の赤線に相当する。

圧力上昇に伴い、気体→液体と相転移する。

(どちらのグラフにも、臨界点は関係しない。)

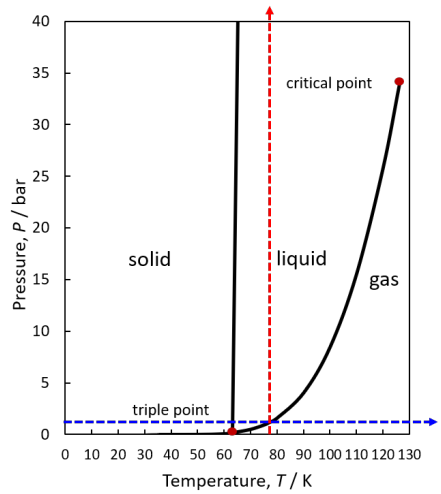


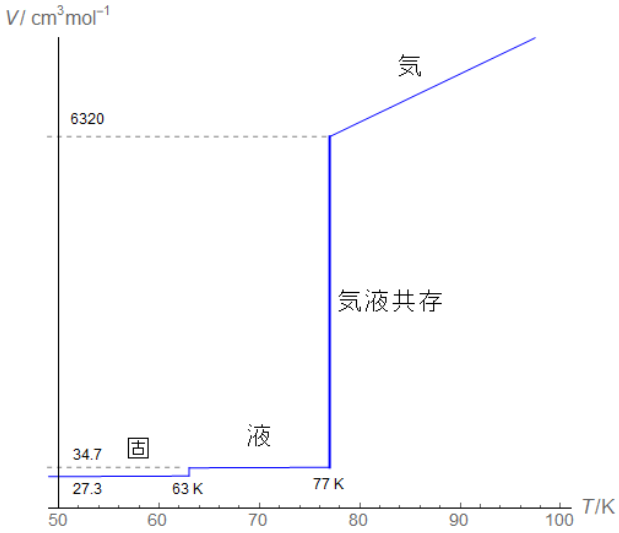
図 1　窒素の相図

上記の情報に加え、圧力 1 atm, 温度 77 K の気体のモル体積の概算値を求めると、

$\bar{V} = \dfrac{RT}{P}$ = 6.32 dm^3 mol^{-1} となる。(液体の $\bar{V}$ の 182 倍)

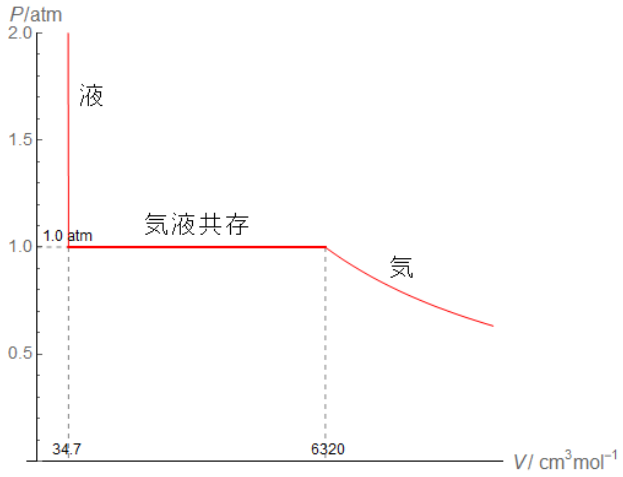
解答

(1) 圧力 1 atm でのモル体積 $\bar{V}$ の温度依存性



温度上昇 (グラフ左→右) とともに固体→液体→気体と相転移する。
次第に膨張する。(固体や液体での体積変化は気体に比べ小さい。)
相転移は一定の温度で起こるので、
相転移時の体積変化は垂直。

(2) 温度 77 K での圧力 P のモル体積依存性



圧力上昇 (グラフ下↑上) とともに、気体→液体と相転移する。
気体では圧力上昇に応じ体積が減少するが、
液体になると体積はほとんど変化しない。
相転移は一定の圧力でおこるので、
相転移時の体積変化は水平。

試験の際は、(1) と (2) のグラフが入れ替わっていたり、
軸が何の物理量なのかが示されていない場合には 0 点となるので注意。

今週の演習問題

マッカーリサイモン章末問題

16-23(沸点と臨界温度), 23-1(酸素の相図) ← 解答はホームページを参照してください。