

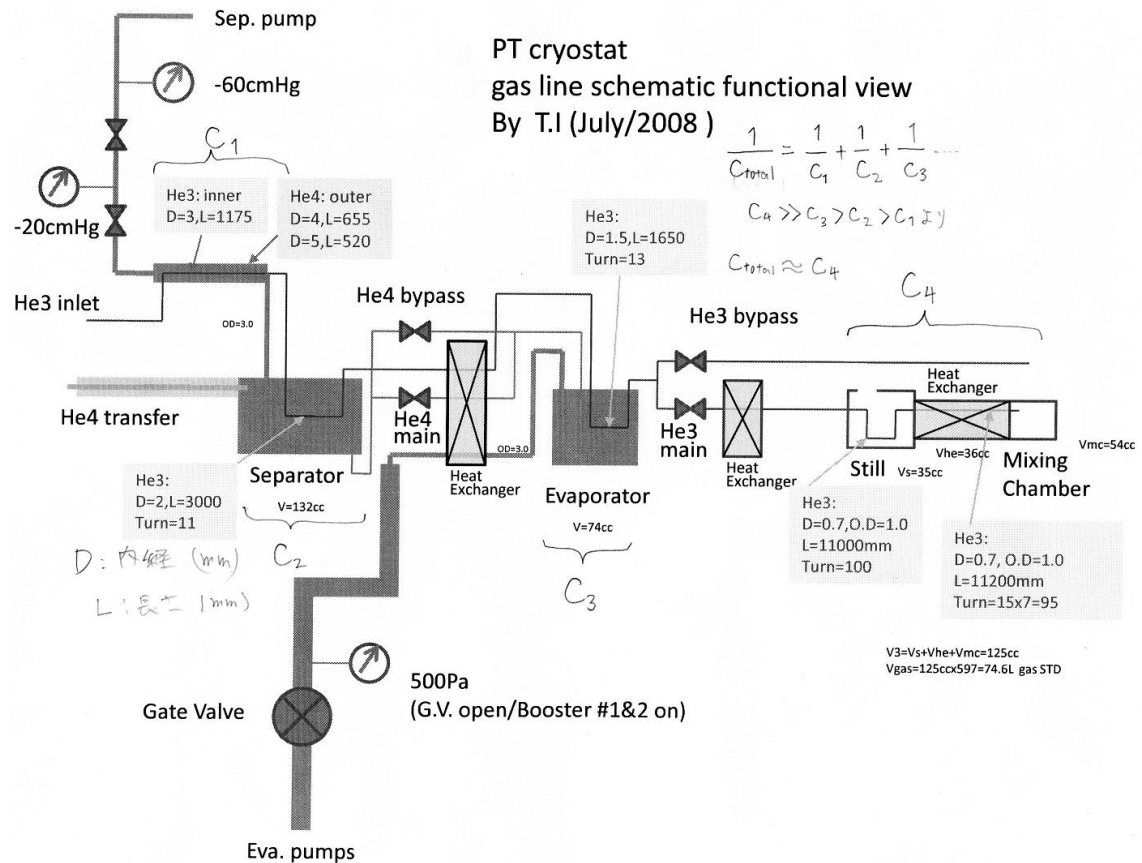
クライスタットの設計から計算する予想流量

一酒井 琢

一12月19日

実験で得た He3mainpass の流量が計算で出るものと比べ信用できるデータなのかを確認するためにクライスタットの設計図から予想流量を計算する。

クライスタットの構造は以下の様になっており、



今回の実験では円管で内部には粘性流という条件なので、コンダクタンス（気体の流れやすさ）は

$$C = 1349 \frac{d^4}{l} \bar{P} \text{ (} m^3 \cdot s^{-1} \text{)}$$

と計算できる。

クライスタットの構造は直列となるので

$$\frac{1}{C_{total}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4}$$

であり今回は still+mixingchamber のコンダクタンスがほぼクライスタット全体のコンダクタンスと言える。

He3mainpass の流量測定

一酒井 琢

一12月18日

2008年7月14日に行った He3main の流量測定の実験結果を簡単にまとめる。

PT cryostat の mainpass が詰まっているのではないかと疑ったため今回の実験を行った。

実験は系を一旦真空引きした後で mainpass から He4 を1分間入れる。その He4 によってわずかに増加する圧力から気体の状態方程式を用い流量を求める。

$$Q = \frac{(P_1 - P_0) \times V}{R \times T} \times 22.4$$

※ Q : 流量 [l/min]

P_1 : 流入後の圧力 [Pa]

P_0 : 真空時の圧力 [Pa]

V : パイプなど真空引きした空間の体積 [l]

R : 気体定数 [Pa · l/mol · K]

T : 絶対温度 [K]

22.4: 標準状態における気体の体積 [l]

実験当日の条件は

$V=200\text{L}$ (リットル)

$R=8.31447 \times 10^3$ [Pa · l/mol · K]

$T=300\text{K}$ (室温 27 度)

となった。

He3 ニードルバルブバイパスは完全に閉め切っている

以下は上記のことより各ゲージ気圧ごとの He3mainpass の流量のデータ

表 1 He3 ニードルバルブメイン 1 回転開放時

He3INLET(真空中→流入時) [Pa]	He3 Booster (P_0 : 真空時の圧力→ P_1 : 流入後の圧力) [Pa]	アナログ計での流入時 He3INLET(ゲージ圧)	流量 (l/min)
未計測	67.8→83.93	0.1atm	0.0290
未計測	69.1→75.01	-14cmHg	0.0106
88→69500	61.15→70.97	-30cmHg	0.0176
55→39000	58.30→59.72	-53cmHg	0.00255

表 2 He3 ニードルバルブメイン 5 回転開放時

He3INLET(真空中→流入時) [Pa]	He3 Booster (P_0 : 真空時の圧力→ P_1 : 流入後の圧力) [Pa]	アナログ計での流入時 He3INLET(ゲージ圧)	流量 [l/min]
84→114800	63.63→78.57	0.1atm	0.0268
86→93200	60.36→75.01	-10cmHg	0.0263
76→69800	59.51→64.17	-30cmHg	0.00837

感想・注釈・いちゃもん

He3 Booster の値は秒単位で刻々と 1Pa から 0.5Pa のスケールで値が前後し、計測時間も 1 分間と極端に短かったため所々値が怪しい部分がありますがご了承ください。

以上により流量

$$Q = C(P_1 - P_0) \quad (\text{Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1})$$

が計算される。

He3INLET が 84Pa から 114800Pa 時の数値を入れると

$$\begin{aligned} C_{total} \approx C_4 &= 1349 \frac{(0.7 \times 10^{-3})^4}{22200 \times 10^{-3}} \times \frac{114800 - 84}{2} \\ &= 8.6478 \times 10^{-7} \quad (\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}) \end{aligned}$$

これより流量

$$\begin{aligned} Q &= C_4(114800 - 84) \\ &= 9.9204 \times 10^{-2} \quad (\text{Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}) \end{aligned}$$

流量の単位が違うので単位変換し l/min に直す

$$\Rightarrow Q = 5.8728 \times 10^{-2} \quad (\text{l} \cdot \text{min}^{-1})$$

となる

これは実験で得られた値

$$Q = 2.68 \times 10^{-2} \quad (\text{l} \cdot \text{min}^{-1})$$

と 2 倍程度のズレであるが、これは実験の誤差範囲内である。

これにより実験のデータは理論値程度に収まったデータであると確認できた。