

電気冷蔵庫について次の問いに答えよ。

熱は単独では冷たいところから熱いところへ移動しない。電気冷蔵庫では、低温の庫内から熱を除いて高温の外界に熱を流している。この現象が(熱力学の法則)に矛盾しないことを説明せよ。

[解答例]

通常の電気冷蔵庫では、取り入れた低温の熱を、外界から電力の投入により気体を断熱圧縮して、外界の温度よりも高い温度の熱に変えて、外界に流している。(庫外を加熱するという代償を払って、庫内を冷却している。)ここで、1サイクルを行う熱機関とは気体を作業物質とするモーターおよびパイプ内である。

1. 外界(高熱源)へ移動する熱量を Q_1 , 冷蔵庫内(低熱源)から移動する熱量を Q_2 , 外部からの仕事の大きさを W とすれば、熱力学第一法則より

$$0 = (-Q_1 + Q_2) + W \quad (1)$$

$$\rightarrow Q_2 = Q_1 - W \quad (W > 0 \text{ 正味の仕事}). \quad (2)$$

外界へ移動する熱量 (= 外界の加熱) は

$$Q_1 = Q_2 + W \quad (3)$$

$$Q_1 > Q_2. \quad (4)$$

(庫内を冷却する以上に庫外(外界)を加熱しているのである!!)

2. クラウジウスの定理より

$$\frac{Q_2}{T_2} + \frac{-Q_1}{T_1} \leq 0 \quad (\text{不等号: 非可逆サイクル、等号: 可逆サイクル}) \quad (5)$$

$$\rightarrow \frac{Q_2}{T_2} \leq \frac{Q_1}{T_1} \quad (6)$$

(低いエントロピー (= Q_2/T_2) をもらい、電力の助けを借りて高いエントロピー (Q_1/T_1) を外界に放出している!!)