

熱力学について次の問に答えよ。

1. 熱力学第一法則の内容と意味を説明せよ。
2. 熱力学第二法則の内容と意味を説明せよ。
3. 熱力学第一法則と第二法則との関係を述べよ。

(解答例)

1. 熱力学第一法則の内容は次のとおりである。

ある系が、初め内部エネルギー U_1 の状態にあって、熱量 Q を吸収し、(力学的) 仕事 W を外界に対して行って、内部エネルギー U_2 の状態になったとすると次の関係が成立する。

$$U_2 - U_1 = Q + (-W). \quad (1)$$

熱力学第一法則の意味は(力学的) 仕事と熱が関与する熱力学的状態変化の場合に拡張されたエネルギー保存則である。(熱量 Q と仕事 W は変化の仕方に依存するが、 $Q + (-W)$ は変化の仕方には依存しない状態量になることも意味している。)

2. 熱力学第二法則の内容は次の二つの表現で表され、お互いに等価である。

(a) トムソンの表現または原理:

「ただ一つの熱源から熱を取るような循環過程によって、正味の仕事をすることはできない。」

(b) クラウジウスの表現または原理:

「熱機関が循環過程を行って、低温の物体(熱源)から熱を受け取り、高温の物体にこれを出す以外に何の偏かも伴わないようにすることは不可能である。」

熱力学第二法則の意味 熱が移動する現象や摩擦による熱の発生は非可逆過程であること、または熱的状态変化には方向性があること。

あるいは、仕事は100%熱に転換(変化)するが、熱は100%は仕事に転換できないこと、すなわちエネルギーの質的低下(劣化)すること。(熱には物体(系)の中での分子や原子の乱雑な運動が関与しているが、仕事は物体の全体としての秩序だった運動が関与しているから。)

3. 熱力学第一法則と熱力学第二法則の関係は次のようである。 まず、第一法則は熱的变化があるときの 必要条件 である。すなわち、熱的变化があるときには必ず成立するが、この条件が満足されても変化が必ずしも起こるわけではない。

第二法則は熱的变化があるときの 十分条件 である。すなわち、この条件が満足されるように熱的变化が起こることを意味する。