

熱と仕事の変換

ジュールの実験で確立されたのは「熱も仕事もどちらもエネルギー移動である」

その点については熱と仕事は同等である。

では熱と仕事はほかの面でも等価なのだろうか？

↓

一方を他方に変換できるかどうかを調べるのがよい。もしどちらの方向にも常に100%の効率で変換することが可能であれば実質的に両者は等価である。一方に他方の役割をさせたかったら、変換してから使えばよいからだ。

↓

ところがこの変換は全く自由にできる訳でなく基本的な制約がつく。

↓

熱と仕事は等価ではない。（マクロ系独特の不可逆性から）

（サイクル過程による）仕事から熱への変換

外から仕事 W を受け取り、その仕事を外部系 e へと流れる熱 Q_e に変換するサイクル過程。

効率 $\eta_{W \rightarrow Q}$ は

$$\eta_{W \rightarrow Q} \equiv \frac{Q_e}{W}$$

これはどのくらい大きくできるのか？

エネルギー保存則からくる最大値は1だが...

その最大値まで達することができるのか？

答えはイエス

以上のようにすれば4. から5. の間に系から外部系に向かって移動した熱 Q_e はエネルギー保存則（熱力学第一法則）より

$$Q_e = U_1 - U_0 = W$$

であるから $\eta_{W \rightarrow Q} = 1$ が達成される。

このように、仕事から熱へ100%の効率で変換するサイクル過程は可能である。

では、熱から仕事への変換を行うサイクル過程で100%の効率は得られるのだろうか？

↓

熱機関について考察する

たとえばカルノーサイクル！

サイクル過程とその効率

状況設定：もしも着目系の始状態と終状態がことなってもよいとしてしまったら、ほとんど何をしてもよいことになるので、熱と仕事はどちら向きにも100%の効率で変換できてしまい違いが見えない。

↓

「サイクル過程」を考察の対象とする。

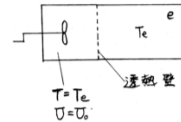
サイクル過程を何回もくり返す過程もサイクル過程である（エンジン）

効率 = 達成できた成果の大きさ / 支払ったコスト
（目的が異なれば効率の定義も異なる）

熱と仕事の間の変換効率

：最初と最後は（着目系だけでなく）全系が平衡状態にあるとする。

始



1. 始め系と外部系 e の間の壁は透熱壁で、全系は平衡状態 $T = T_e$ 。このときの系のエネルギーを U_0 とする
2. 透熱壁にかさねて断熱壁を挿入、系に外から仕事を行う。エネルギーが $U_0 + W = U_1$ になる
3. 仕事を終えた後、平衡になるのを待つ。
 T は外部系の温度 T_e より高くなる
4. ステップ2で重ねた断熱壁をとりさる。
 $T > T_e$ だから熱の移動がおこる
5. 平衡になるまで待つ。外部系が熱浴であればその温度 T_e は変化しないから平衡状態では再び $T = T_e$ であり、系は元の状態に戻る。これはサイクル過程である。

11.11 講義

11.18 調布祭

11.25 中間テスト！