

内部 E. : 系に含まれる全 E. を内部 E. といい, " U " で表す.

この変化は系に出入りするエネルギーに等しい. ... 状態量

閉鎖系において変化の始めの状態 1 での内部 E. を U_1 , おりの状態 2 での値を U_2 とすると, 変化分 $U_2 - U_1$ は変化のおこり方に依らず, U_1, U_2 の 2 つの状態だけで決まる値となる.

この $U_2 - U_1$ の値は 外から加えた仕事 W と外から加えた熱の総量 Q との和に等しい.

$$U_2 - U_1 = W + Q \quad \dots \textcircled{1}$$

① 式は変化が微小なとき

$$\frac{dU}{\text{系に加えられる仕事}} = \frac{d'W}{\text{系に加えられる熱}} \quad \text{系に加えられる熱}$$

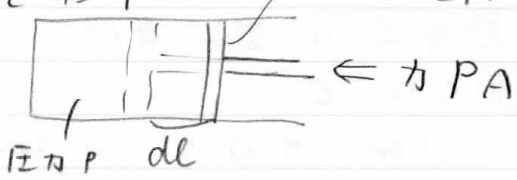
系の内部エネルギーの増加

(偏微分してはダメ)

$d'W, d'Q$... 仕事 W と 熱 Q は状態量ではない, 「不定分微分」

熱と仕事

断面積 A



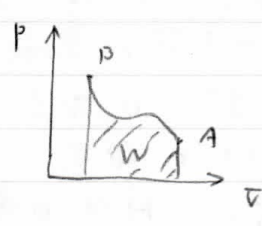
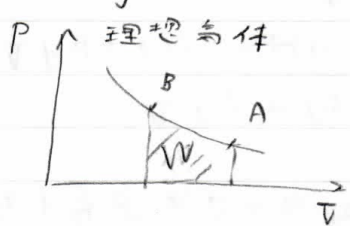
必要外力 F は $F = PA$

外力がする仕事は

$$(F = PA) \times (\text{動いた長さ } dl) = PA dl$$

$A dl$ はシリンダーの体積変化分 $-dV$ と等しく, このとき外力がするごくわずかな仕事 $d'W$ は $d'W = -P dV$

$$W = \int d'W = - \int P dV$$



$A \rightarrow B$: 変化の間に気体になされた全仕事量

$B \rightarrow A$: 変化の間に気体が外にした全仕事量

準静的過程

変化を起こさせるときに, それを無限にゆっくり行い, 途中でいつも熱平衡状態を保たれているような変化.

↓

系はいつも熱平衡状態を保たれているような変化

↓

系はいつも熱平衡状態

↓

状態量が決まる

↓

このように変化を「準静的変化」という