

[第13回目] 熱力学の第2法則

《今日の授業の目標》

熱力学の基本的な仕組みと熱効率  $\eta$  理想的な熱機関のモデルであるカルノーサイクル

○ 熱機関

熱機関・・・熱を受け取って  
それを仕事に変える装置

構成要素

- ①高熱源, ②低熱源, ③作業物質



作業物質の循環過程 ( $\Delta U = 0$ )

- (1) 作業物質は温度  $T_1$  の高熱源から熱量  $Q_1$  を受け取る. (吸収のとき  $Q_1 > 0$ )
- (2) 作業物質は外部に仕事  $W_G$  をする. (定義に注意  $W_G = -W$ )
- (3) 作業物質は温度  $T_2$  ( $T_2 < T_1$ ) の低熱源へ残った熱量  $Q_2$  を放出する. (放出のとき  $Q_2 > 0$ )

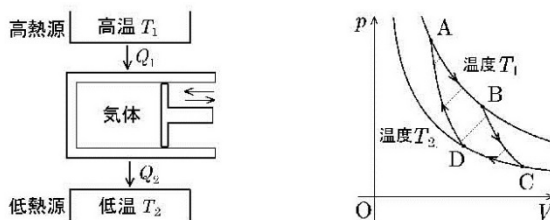
熱力学の第1法則より,  $W_G = Q_1 - Q_2$

熱効率 
$$\eta = \frac{W_G}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

○ カルノー・サイクル (可逆な熱機関の一種)

- (1) 等温膨張 (A  $\rightarrow$  B) (2) 断熱膨張 (B  $\rightarrow$  C)
- (3) 等温圧縮 (C  $\rightarrow$  D) (4) 断熱圧縮 (D  $\rightarrow$  A)

カルノー・サイクルの熱効率 
$$\eta_C = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$



○ カルノーの原理

温度の決められた2つの熱源の間で働く熱機関のうち、  
可逆な熱機関の効率は作業物質によらず全て等しく、  
不可逆な熱機関の効率は可逆な熱機関の効率より小さい。

$\eta_{不可逆} < \eta_{可逆} = \eta_C$

$\eta \leq \eta_C = 1 - \frac{T_2}{T_1}$  (可逆のとき等号)

- 学習到達目標 (1) 熱力学第1法則を説明できる。  
(4)  $p$ - $V$  グラフと仕事の関係を説明できる。

次回予定 [第14回目] 発展 (教科書72ページまで+ $\alpha$ )

\*\*\*\*\*  
レポート問題 第13回目 (右側の半分の解答用紙を切り取って提出しなさい)

数値で計算する問題は、答えにも必ず単位をつけること!

☆... 問1 本日の授業で学んだことで、重要と思うことをまとめよ。式も一部用いてよいが、基本的に文章で答える。) 授業を欠席した場合は、教科書の該当箇所を自習して答えること。

教科書 p.76~77 にある演習問題から

- 問2 問題 A.7 の①を答えよ。 問3 問題 A.7 の②を答えよ。  
問4 問題 A.7 の③を答えよ。 問5 問題 A.7 の④を答えよ。

<予告> 次回 [7/19 (木)] に第2回確認テスト (授業後半 40分くらい)  
関数電卓使用する ※試験の時には移動して、間をあけて座ってもらいます。  
範囲: 気体の分子運動論, いろいろな温度変化, 等温変化と断熱変化  
公式集にない重要な式, 図 (要記憶): エネルギー等分配の法則 (4.15),  $p$ - $V$  グラフでの仕事  $W$ : p.49, p.58 の図, 等温変化の性質 (6.2), 断熱変化の性質 (6.9) + 第1回確認テストでの要記憶の式 (第7回レポート問題プリント等)

解答用紙（授業 曜 限）学籍番号 \_\_\_\_\_

氏名 \_\_\_\_\_

数値で計算する問題は、答えにも必ず単位をつけること！

☆…問1

問2 (a)

(b) \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

(c)(1)

(2)

(3)

問3 (a)  $\Delta U =$  \_\_\_\_\_ (b)

$\therefore W_G =$  \_\_\_\_\_

(c) 熱効率  $\eta =$

問4 (a)

$W_G =$  \_\_\_\_\_,  $\eta =$  \_\_\_\_\_

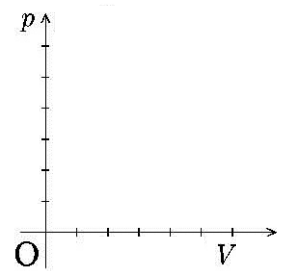
(b)

$W_G =$  \_\_\_\_\_,  $Q_2 =$  \_\_\_\_\_

問5 (a)(1)

(2)

(a)(b)



(3)

(4)

(c)  $\eta_C =$

(d) \_\_\_\_\_

$\eta_C =$  \_\_\_\_\_,  $W_G =$  \_\_\_\_\_,  $Q_2 =$  \_\_\_\_\_

(e)

$\eta_C =$  \_\_\_\_\_,  $Q_1 =$  \_\_\_\_\_,  $Q_2 =$  \_\_\_\_\_

☆このレポートをやるのに \_\_\_\_\_時間\_\_\_\_\_分,  
それ以外に、この講義の予習復習を \_\_\_\_\_時間\_\_\_\_\_分した。