

[第 1 2 回目] 熱機関

授業の目標

○熱機関の効率の研究から熱力学第 2 法則へ

熱機関：熱 Q_1 を取り出し、一部を仕事 W_G に変える装置（繰り返して動く、サイクル）

効率の定義 $\eta = \frac{W_G}{Q_1}$

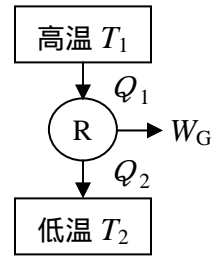
熱を 100% 仕事に変えることはできない！

カルノー・サイクル：すべて可逆変化から成り立つ熱機関（可逆サイクル）

カルノーの原理（実はこれが熱力学の第 2 法則と等しい内容である）

(1) 可逆な熱機関は最大の効率をもつ。
 (2) 最大効率 η_c は高温熱源の温度 T_1 と低温熱源の温度 T_2 のみによって定まる。

カルノー・サイクルの効率 $\eta_c = \frac{W_G}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$
 （高温熱源 T_1 [K], 低温熱源 T_2 [K] ）



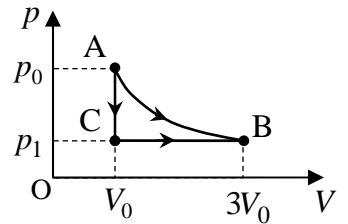
学習到達目標 (5) 熱力学の第 2 法則の意味を理解できる。

次回予定 [第 1 3 回目] 熱力学の第 2 法則（教科書 76 ページまで）

 レポート問題 第 1 1 回目（右側の半分の解答用紙を切り取って提出しなさい）

- B... 問 1 理想気体を断熱膨張させると、気体の温度はどうなるか。
- B... 高温 T_1 の場合と低温 T_2 の場合で同じ気体を等温膨張させたときと、同じ気体を T_1 から T_2 まで断熱膨張させたときについて、圧力 p と体積 V の変化を同じグラフ上に示せ。
- B... なぜ のようなグラフになるのか、理由を簡単に説明せよ。
- C... 問 2 教科書 69 ページ演習問題 B.11 を答えよ。

問 3 ピストン付きの容器に、2 原子分子の理想気体を 10.0 [mol] 閉じ込めた。はじめの状態 A では、圧力 $p_0 = 6.00 \times 10^5$ [Pa], 体積 $V_0 = 0.0831$ [m^3] であった。この気体を p - V グラフに示すような状態変化を考える。A B の変化は等温変化である。



- A... はじめの状態 A での気体の絶対温度 T_A を数値で求めよ。
 - A... 状態 A での内部エネルギー U_A を数値で求めよ。（ $f = 5$ ）
 - A... 状態 A から等温膨張で体積を 3 倍にした状態 B での圧力 p_1 を数値で表せ。
- 次に、状態 A から定積変化 A C と定圧変化 C B によって状態 B にする。
- A... 状態 C での絶対温度 T_C を数値で表せ。
 - B... A C の間に気体に与える熱 $Q_{A \rightarrow C}$ と仕事 $W_{A \rightarrow C}$ を数値で求めよ。
 - B... C B の間に気体に与える熱 $Q_{C \rightarrow B}$ と仕事 $W_{C \rightarrow B}$ を数値で求めよ。
 - B... 状態 A から状態 B への内部エネルギーの変化 $\Delta U = U_B - U_A$ を数値で求めよ。

- B... 問 4 熱機関とはなにか、説明せよ。[教科書 70 ページの上方]
- B... 教科書 70 ページの図と説明を参考にして、熱機関の概念図（エネルギーの流れ図）を書け。
- B... 熱機関の効率 η の定義式を書け。[教科書の式 (12.2)]
- B... ある物質から「熱」としてエネルギーを取り出し、そのエネルギーを全部「仕事」に変える熱機関をつくることはできない。これができないことを熱力学第 1 法則だけから説明できるか。

解答用紙 (曜 限) 学籍番号 _____

氏名 _____

問1

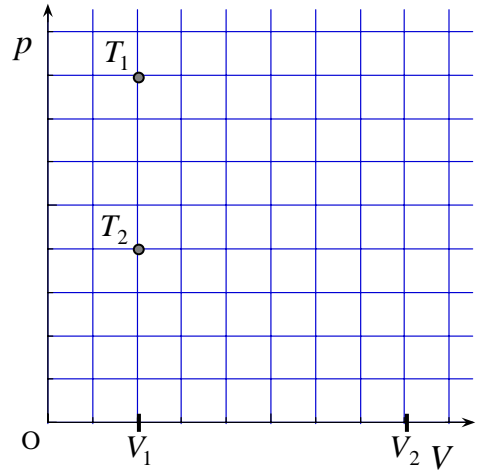
断熱膨張で気体の温度は _____ 。

高温 T_1 の気体から出発して, 断熱変化で体積を

させると, 気体の温度が ,

やがて低温 T_2 になるから。

問2



問2 $T_A =$ [], $U_A =$ []

$p_1 =$ [], $T_C =$ []

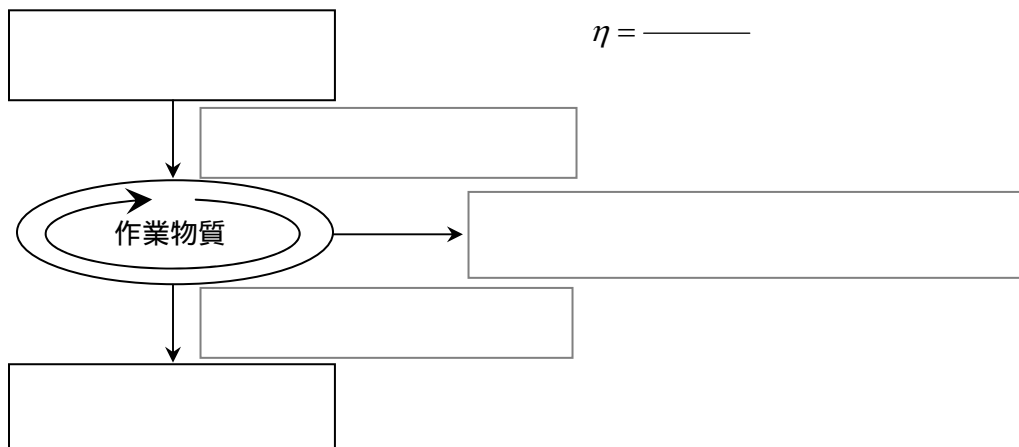
$Q_{A \rightarrow C} =$ [], $W_{A \rightarrow C} =$ []

$Q_{C \rightarrow B} =$ []

$W_{C \rightarrow B} =$ []

$\Delta U =$

問1 を熱機関という。



このレポートをやるのに _____ 時間 _____ 分,
 それ以外に基礎物理 の予習復習を _____ 時間 _____ 分した。