

[第10回目] 熱力学の第2法則

授業の目標

熱力学の第2法則 : 不可逆変化の向きを表す (いろいろな表し方がある)

クラジウスの原理・・・高温から低温への熱伝導は不可逆

「熱を低温から高温に移して、他に何の変化も残さないようにはできない」

トムソンの原理・・・仕事を熱に変えるのは不可逆

トムソンはケルビンと同一人物

「1つの熱源から熱をえて、それをすべて仕事に変える以外に何の変化も残さないようにはできない」

(第2種永久機関は存在しない)

カルノーの原理

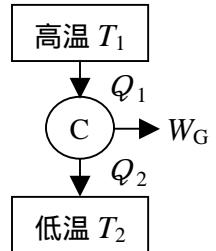
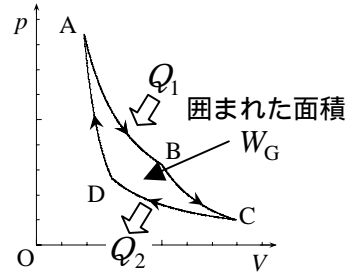
「カルノー・サイクル(可逆サイクル)の効率 η_c は、すべての熱機関の中で最大である」

○カルノー・サイクルの効率

$$\eta_c = \frac{W_G}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

高温熱源の絶対温度 T_1 , 低温熱源の絶対温度 T_2

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11回目] 進行波 (教科書 65 ページの下から7行目まで)

レポート問題 第10回目 (右側の半分の解答用紙を切り取って提出しなさい)

基 問1 理想気体の定積, 定圧, 等温, 断熱の各変化について, 微小変化の場合の熱力学第1法則を書け

問2

基 「クラジウスの原理」と「トムソンの原理」を表す図を選べ。[教科書 p.53]

(a) は不可能

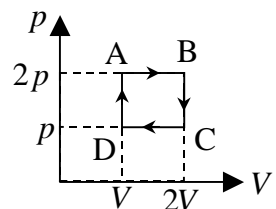
(b) は不可能

(c) は不可能

(d) は不可能

基 第2種永久機関とはどのような熱機関か。それを作ることは可能か不可能か。[教科書 p.48] 摩擦のある斜面を物体が滑り落ちる運動が, 不可逆変化であることを「トムソンの原理」から説明せよ。(摩擦力がする仕事 W がどうなるかを考えよ。)

問3 右図のように気体を A B C D A の順で変化させた。変化が一巡する間に, 気体が外部にする仕事 W_G を求めよ。(仕事 W_G は, グラフ上を1周した線が囲む面積に等しい。)



問4

教科書の問 3.22 の _____ を答えよ。

基 熱機関を逆運転すると何になるか。

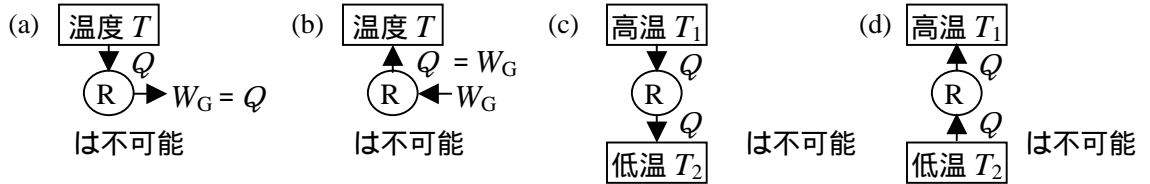
基 電気ストーブで電気エネルギー E を直接熱 Q_1 に変えて暖房するよりも, 電気エネルギー E' を仕事 W_G として使ってエアコン(ヒートポンプ)で暖房する(同じ熱 Q_1 を与える)方が, 必要な電気エネルギーが少なくすむ ($E' < E$ である)。この理由を説明せよ。

解答用紙 (曜 限) 学籍番号 _____ 氏名 _____

問1 定積変化 $dU =$ _____ , 定圧変化 $dU =$ _____

等温変化 $dU =$ _____ , 断熱変化 $dU =$ _____

問2 「クラジウスの原理」[_____], 「トムソンの原理」[_____]



可能・不可能

摩擦力がする仕事 W が, _____ にかわる。「トムソンの原理」から, それを

完全にもとにもどすことは, 可能・不可能 である。したがって不可逆変化である。

問3 気体が外部にする仕事 W_G は, 気体が受け取る仕事 W を使って,

$$W_G = -W_{A \rightarrow B} - W_{B \rightarrow C} - W_{C \rightarrow D} - W_{D \rightarrow A}$$

と表される。 $W = -p \cdot \Delta V$ だから, 例えば $W_{A \rightarrow B} = -2p \cdot (2V - V)$ である。同様にして,

$$W_G =$$

問4

$$T_1 = \quad \text{K}, T_2 = 300 \text{ K のとき}, \eta_c = \frac{T_1 - T_2}{T_1} =$$

$$T_1 = \quad \text{K}, T_2 = \quad \text{K のとき}, \eta_c = \frac{T_1 - T_2}{T_1} =$$

$$\eta_c = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 \quad \text{となるのは}, T_2 =$$

電気エネルギー E [J] を熱 Q_1 [J] に直接変える場合は, $Q_1 =$ 。ヒートポンプ

の場合, $W_G = E'$ [J] の仕事を使って低温熱源 (屋外) から Q_2 [J] を取りこみ, 室内に

$Q_1 = W_G + Q_2 = E' + Q_2$ [J] の熱を与える。したがって E' E である。

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。