

[第 13 回目] 熱力学の第 2 法則 (エネルギーと物質の質について)

授業の目標 熱と仕事は完全に同等ではない。(ともにエネルギーの一種だが)

熱力学の第 2 法則 (いろいろな表し方がある)

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にはできない」(第 2 種永久機関は存在しない)

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すだけで、他に何の変化も残さないにはできない」

○可逆変化と不可逆変化・・・熱力学の第 2 法則は不可逆変化が進む向きを表す

大雑把に言えば『エネルギーの質と物質の質は「劣化」していく』(総量は一定 第 1 法則)

不可逆変化 (完全には元に戻すことができない変化) の例

・熱伝導：高温から低温に熱が伝わる	・拡散：気体が真空中に散らばっていく
・混合：異なる種類の気体を混ぜる	・仕事を熱に変える (他に変化がない場合)

平均化・乱雑さの程度 (エントロピー S) が増大する向きに変化はすすむ (質の「劣化」)

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 14 回目] まとめ

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)

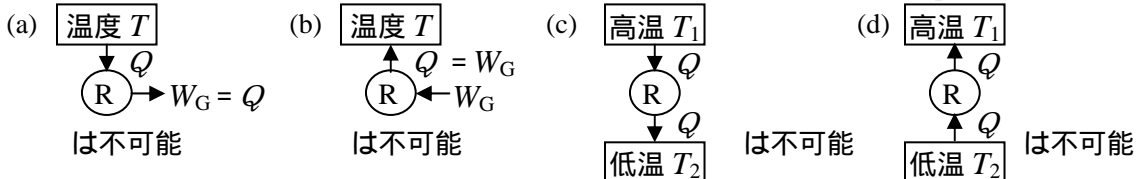
A... 問 1 高熱源 T_1 と低熱源 T_2 を用いたカルノー・サイクルの熱効率 η_C の式を書け。[式 (12.3)]

A... 高熱源 T_1 と低熱源 T_2 を用いた熱機関の最大効率 $\eta_{\text{最大}}$ はいくらか。[式 (12.5)]

B... ある熱源から熱 Q を受け取り、熱機関を用いて全て仕事に変えることは可能か、不可能か。

B... 問 2 教科書 72 ページの演習問題 B.12 を答えよ。

B... 問 3 「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.74 の説明参照]

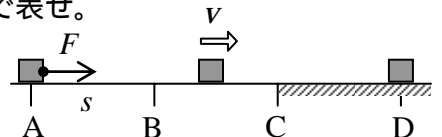


B... 第 2 種永久機関とはどのような熱機関か。それを作ることは可能か不可能か。[教科書 p.74]

問 4 摩擦がない水平面上の A 点に静止していた質量 m 物体に、大きさ F の水平向きの一定の力を B 点まで作用させて加速した。その後 C 点までは速さ v で等速直線運動を続けた。C 点から先は摩擦がある水平面で、物体は減速して D 点で停止した。

A... AB 間の距離を s とするとき、力 F がした仕事 W を式で表せ。

B... AB 間で与えた仕事 W は、BC 間では何のエネルギーになっているか。BC 間の運動は可逆か不可逆か。



B... D 点で停止するまでに、はじめ仕事 W として与えたエネルギーは何に変化したか。CD 間の物体の運動は可逆か不可逆か。

B... 問 5 我々は時間の流れの向き (過去 未来) を何によって区別する (知る) ことができるか。

C... エネルギーとしての熱と仕事について、熱力学第 1 法則と第 2 法則から簡単に考察せよ。

A... 問 6 熱機関を逆運転すると何になるか。それはどのような装置か。[教科書 76 ページ]

C... 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 を部屋の空気に与える) 方が、電気エネルギーが少なくすすむ ($E' < E$ 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 $\eta_c =$ _____ $\eta_{\text{最大}} =$ _____

問2 $\eta_c = 1 - \frac{T_2}{T_1} =$ _____

$W_G =$ _____ , $Q_2 =$ _____

$\eta_c = 1 - \frac{T_2}{T_1} =$ _____

$Q_1 =$ _____ , $Q_2 =$ _____

問3 「クラジウスの原理」[_____], 「トムソンの原理」[_____]

可能・不可能

問4

$W =$ _____

可逆・不可逆

可逆・不可逆

問5

問6

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

$Q_1 =$ [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。