

スプリント物理 No.10

熱機関を"カルノーサイクル"で読む ― 効率の限界を熱力学第二法則から導く

導入文

熱機関の効率を「 $\eta = 1 - Q_2/Q_1$ 」と公式で覚えるだけでは、「なぜ100%の効率は不可能なのか」を説明できない。カルノーサイクルを「理想的な熱機関の上限」として大学熱力学から理解すると、熱力学第二法則の意味が腑に落ち、口頭試問でも深く語れるようになる。

講義概要

カルノーサイクルの4過程（等温膨張・断熱膨張・等温圧縮・断熱圧縮）を整理し、「どの熱機関もカルノー効率を超えられない」という熱力学第二法則の帰結を直感的に理解する。エントロピーの増大と効率の限界の関係まで概念的に接続し、医学・工学文脈での応用も紹介する。

授業目標：熱機関の効率を公式の暗記から、カルノーサイクルと熱力学第二法則による論理的理解へ変える。

対象者：高2後半～高3・浪人生の理系志望者。熱力学の基本を既習で、難関大の熱機関問題・推薦口頭試問に備えたい生徒。

授業時間：授業90分+演習・質疑応答30分

到達目標：カルノーサイクルの4過程を説明できる／カルノー効率が上限である理由を論じられる／熱力学第二法則と効率の限界をつなげて説明できる

授業構成 (90分) + 演習・質疑応答 (30分)

授業90分：1 導入：「なぜ100%効率は不可能か」を問いとして提示 2 カルノーサイクル：4過程をp-V図で整理 3 効率の計算：高温・低温熱源の温度から導出 4 第二法則との接続：「カルノーが上限」の論理 5 エントロピー：効率の限界とエントロピー増大の関係を概念化 6 演習：熱機関の計算問題と口頭説明問題を処理 7 まとめ：「温度差が効率を決める」視点を固定

追加30分：カルノー効率の計算と「なぜ上限か」の口頭説明練習を行い、第二法則との接続について質疑応答を行う。

板書・スライド骨子：カルノーサイクルのp-V図／4過程の定義／カルノー効率の導出／第二法則・エントロピーとの接続

課題：「熱機関の効率が100%にならない理由」をカルノーサイクルと熱力学第二法則を使って200字以内で説明する。

備考：高校・予備校の先生方／編入学試験および大学院受験への橋渡しの基礎確認をしたい方にも対応。