

## 例題 2 (ビー玉を用いた熱機関の模型)

---

図は、ビー玉、試験管、シリンジ、シリコンチューブ等を用いて作ることのできる熱機関の模型を示す。

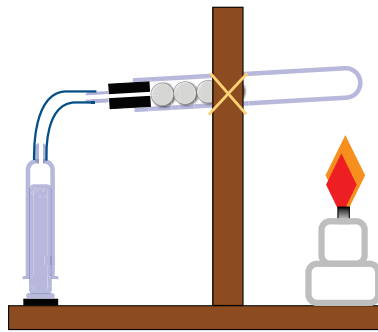


図 1: ビー玉を用いた熱機関の模型のサイクル

1. この熱機関の作業物質を特定せよ。
  2. 作業物質の状態変化に着目して、この熱機関のサイクルがどのような熱力学的な過程の組み合わせによって構成されているか、述べよ。
  3. この熱機関のサイクルの特徴を準静的サイクルによって表してみよ。
-

(解答例)

1. この熱機関の作業物質は、試験管とシリンジの内部に封入された空気である。この作業物質の系は透熱壁(試験管, シリンジ, シリコンチューブ)で囲まれており, 大気と熱のやり取りができる。シリンジはピストンに沿って上下に運動できるため, 空気の体積には拘束はない。
2. この熱機関のサイクルは, 次の4つの過程からなる:
  - (1) 試験管の先の部分にある空気は, アルコールランプによって加熱される。
  - (2) 空気は膨張し, シリンジが押し上げられて, ビー玉は試験管の先の方へ, 空気は試験管の口の方へ移動する。
  - (3) 試験管の口の部分にある空気は冷却される。
  - (4) 空気は収縮し, シリンジが押し下げられて, ビー玉は試験管の口の方へ, 空気は試験管の先の方へ移動する。

ここで, アルコールランプは高温の熱源, 大気は低温の熱源とみなすことができる。また, シリンジ, シリコンチューブ, 試験管およびビー玉は, 作業物質が仕事をおこなう力学系をなしている。これらが, 作業物質の外界を構成している。

3. この熱機関の加熱過程(1), 冷却過程(3)においては, 作業物質の体積が変化していないとみなして, 準静的定積過程とする。膨張過程(2), 収縮過程(4)においては, 作業物質の温度は変化していないとみなして, 準静的等温過程とする。これらの簡単化によって得られる準静的なサイクルを  $VT$  平面,  $Vp$  平面上に表すと, 図2のようになる。

この準静的なサイクルは, スターリングが考案したエンジンのサイクルを表すものとして, スターリングサイクルと呼ばれることがある。

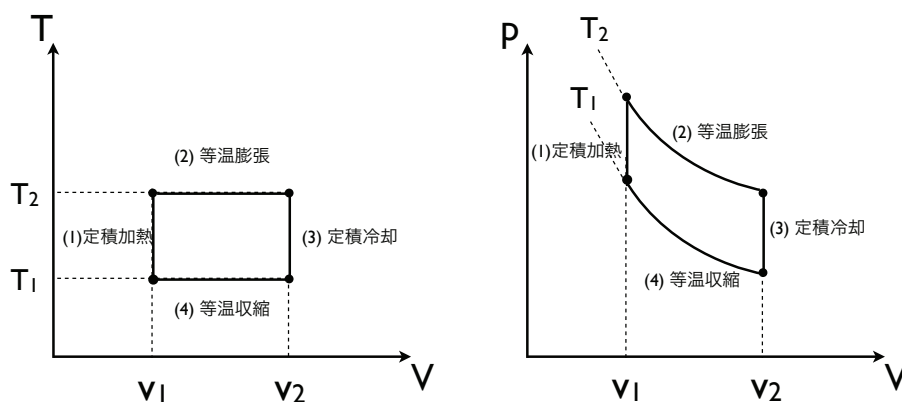


図 2: ビー玉を用いた熱機関の模型の準静的サイクル(スターリングサイクル)