

「原動機推進理論第一」 平成16年度試験問題

注意事項：質問は一切受け付けない。解答用紙1枚に答案をまとめること。電卓使用不可。

教官： 河野通方教授，津江光洋助教授

1. 等圧条件下でシリンダー内に封入されている m [kg] の理想気体を加熱したところ，温度が T_1 [K] から T_2 [K] に上昇した。気体の比熱比を κ ，気体定数を R [J/kg-K] として以下の問いに答えよ。

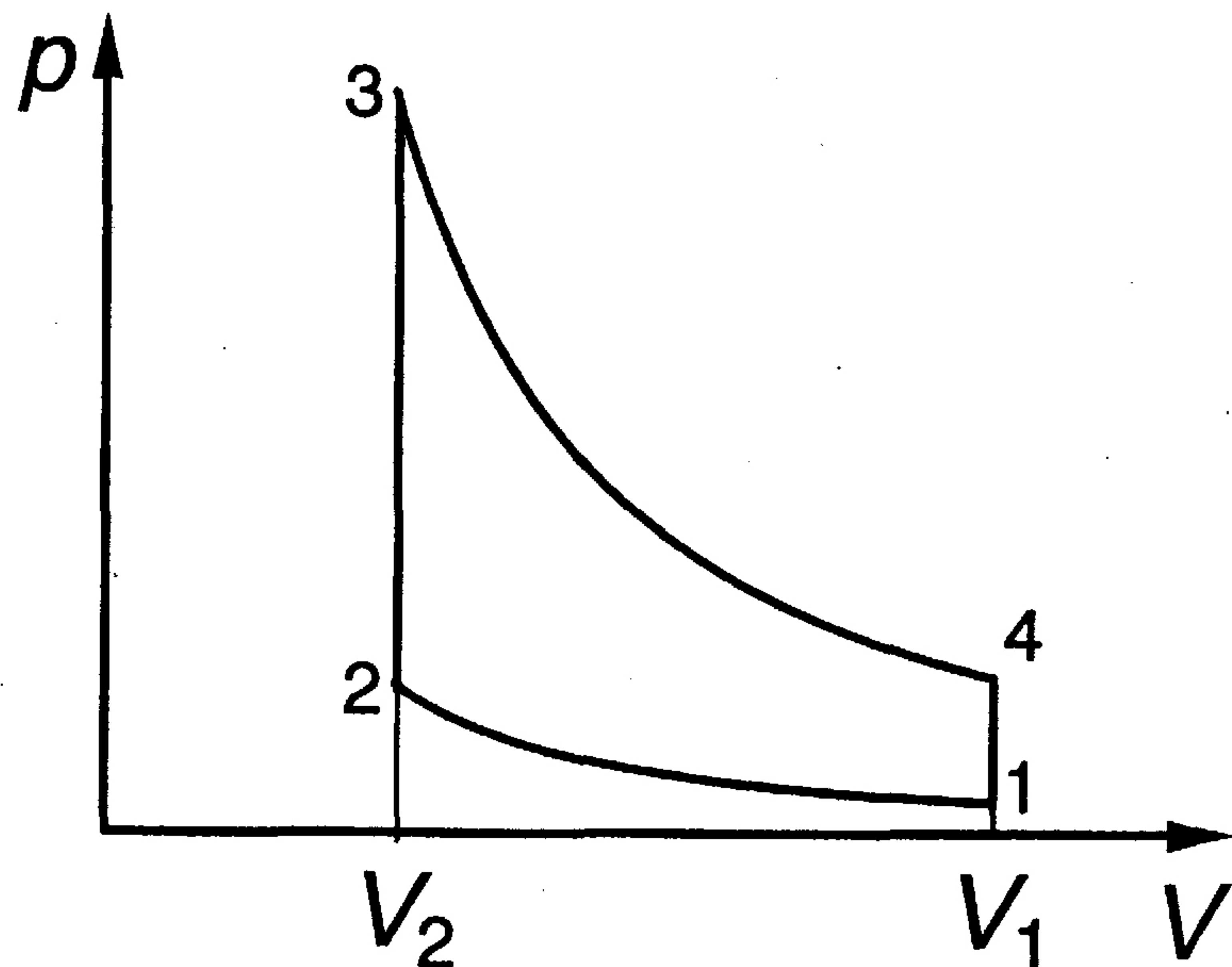
- 理想気体の定圧比熱 c_p [J/kg-K] を κ と R で表せ。
- 気体に加えられた熱量 Q [J] を求めよ。
- 気体が外部にした仕事 W [J] を求めよ
- W と Q の比 W/Q を求めよ。
- この気体のエントロピー変化 ΔS [J/K] を求めよ。

2. 軸流コンプレッサーがあり，入口では圧力 p_1 温度 T_1 ，出口では圧力 p_2 である。この圧縮過程を可逆ポリトロープ変化と仮定する時，以下問いに答えよ。ただし作動流体は理想気体とし，気体定数を R ，気体の比熱比を κ ，ポリトロープ指数を n とする。なお，気体の運動エネルギーおよび位置エネルギーは考えないものとする。

- 圧力が p_2 となったときの気体の温度 T_2 を求めよ。
- この圧縮過程に必要な単位質量あたりの仕事 w_p を求めよ。
- この気体の比エンタルピー変化 Δh を求めよ。
- この気体の比エントロピー変化 Δs を求めよ。

3. ガソリンエンジンなどの基本サイクルであるオットーサイクルは，右図に示されるように 1-2 断熱圧縮，2-3 等容加熱，3-4 断熱膨張，4-1 等容冷却から構成されている。作動流体は理想気体として，以下の問いに答えよ。

- このサイクルの T - S 線図を描け。
- 等容過程での加熱，冷却の際に移動した熱量を Q_{23} ， Q_{14} とおく時，それぞれを気体の定容比熱 c_v および各状態における気体の温度 T_1, T_2, T_3, T_4 を用いて表せ。
- このサイクルの熱効率 η を，比熱比 κ と圧縮比 $\varepsilon (=V_1/V_2)$ を用いて表せ。
- (c) の結果から，このサイクルの理論熱効率をあげるためにはどうすればよいか答えよ。



4. ファンデルワールスは実在気体の状態方程式として、以下の近似的な状態方程式を導入した。

$$p = \frac{nRT}{V - nb} - a\left(\frac{n}{V}\right)^2$$

ここで、 a, b はともに正の係数で、ファンデルワールスの係数と呼ばれる。 p, V, T, n, R はそれぞれ、圧力、体積、温度、モル数、一般気体定数を表す。また、以下の関係式が一般に成り立つ。

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V - p$$

U は内部エネルギーである。

- ファンデルワールスの状態方程式を満たす気体が等温で膨張するとき、その内部エネルギーが増加することを示せ。
- (a)で得られた結果は、実在気体のどのような効果によるものと考えられるか。
- 理想気体（状態方程式が $pV = nRT$ と表されるもの）は、内部エネルギーが容積に無関係で温度だけの関数であることを示せ。

5. 「熱」と「仕事」はどのように異なるか。2行程度で簡潔に説明せよ。