1.　略.
2. (1) 略.
(2) 低熱源 T_2 から取り出す熱は

$$Q_2 = 320 \times 5 = 1.6 \times 10^3 \mathrm{J/s}$$

よって高熱源 T_1 に放出する熱は

$$Q_1 = \frac{T_1}{T_2} Q_2 = \frac{303}{273} \times 1.6 \times 10^3 = 1.78 \times 10^3 \mathrm{J/s}$$

(3) $Q_1 - Q_2 = 0.18\mathrm{kW}$.
3.
内壁が動いても，外界に仕事はしない．外界との熱の出入りもない．よって，第一法則から $\Delta U = 0$ である．よって，気体 1,2 の定積熱容量を C_1, C_2 とすると，

$$C_1 T + C_2 T = C_1 T_f + C_2 T_f$$

により $T_f = T$. 特に，気体 1,2 が単原子理想気体でも 2 原子理想気体でも C_1, C_2 の値が異なるだけで $\Delta U = 0$ である．気体 1,2 のモル数を N_1, N_2 とすると，

$$6PV = N_1 RT, \quad PV = N_2 RT. \qquad \therefore \quad P_f = (N_1 + N_2)\frac{RT}{3V} = \frac{P}{3}\left(1 + \frac{N_1}{N_2}\right) = \frac{7}{3}P.$$

気体 1,2 のエントロピー $S_{1,2}$ は $S_i = C_i \log T + N_i R \log V + \text{定数}$ なので

$$\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 = N_1 R \log \frac{V_1}{2V} + N_2 R \log \frac{V_2}{V}.$$

これは C_1, C_2 に依らないので，気体 1 が単原子理想気体でも同じである．体積は

$$V_1 + V_2 = 3V,\ \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = 6 \quad \to V_1 = \frac{18}{7}V,\ V_2 = \frac{3}{7}V$$

よって

$$\Delta S = N_1 R \log \frac{9}{7} + N_2 R \log \frac{3}{7} = \frac{6PV}{T} \log \frac{9}{7} + \frac{PV}{T} \log \frac{3}{7} = \frac{PV}{T} \log \frac{3^{13}}{7^7} \left(\simeq 0.66 \frac{PV}{T}\right).$$

最大仕事の原理から，可逆過程のとき．

$$W = -\Delta F = T\Delta S = PV \log \frac{3^{13}}{7^7}$$

実現するには，準静的等温膨張させればよく，

$$\int_{2V}^{V_1} \frac{N_1 RT}{v} dv + \int_{V}^{V_2} \frac{N_2 RT}{v} dv = N_1 RT \log \frac{V_1}{2V} + N_2 RT \log \frac{V_2}{V}$$

として求めてもよい．これは $T\Delta S$ に等しい．但し，この最後の問いは，問題文の状況設定が幾通りかに解釈される可能性があったので，全員満点とする．

4. (1) $C_P = T\left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_P = \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_P$.
(2)

$$\log \frac{V}{V_0} = 3 \log \frac{T}{T_0}. \qquad \therefore \text{終状態の温度は}\ \ T_1 = 2T_0$$

(3)

$$Q = C_P(T_1 - T_0) = C_P(2T_0 - T_0) = 2RT_0,$$
$$\Delta U = Q - P_0(8V_0 - V_0) = 2RT_0 - 7P_0 V_0.$$

$$\Delta S = \int_{T_0}^{T_1} \frac{C_P dT}{T} = C_P \log \frac{T_1}{T_0} = 2R \log 2.$$

または

$$\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_P = \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_P \Big/ \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P = \frac{C_P/T}{V\alpha} = \frac{2R/T}{3V/T} = \frac{2R}{3V}. \quad \therefore \Delta S = \int_{V_0}^{8V_0} \frac{2R dV}{3V} = 2R \log 2.$$