

## 問題 2

単位質量をもつ乾燥空気を、以下のような4つのステップのカルノーサイクルで変化させます。

(a) 600 hPa、 $0^{\circ}\text{C}$ の状態から $25^{\circ}\text{C}$ まで断熱圧縮する

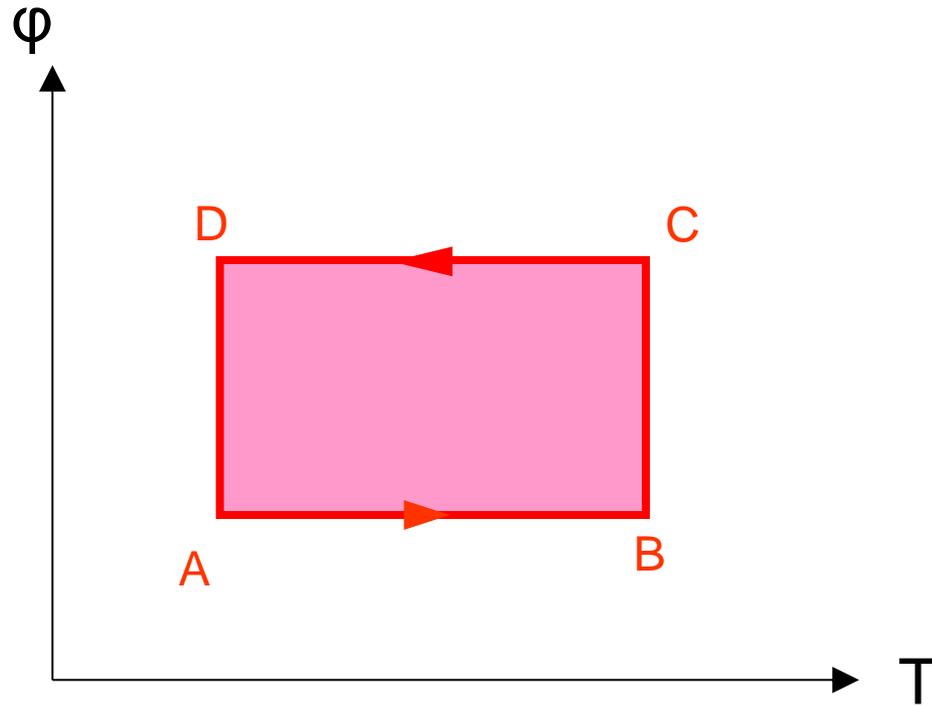
(b) 700 hPaまで等温膨張させる

(c)  $0^{\circ}\text{C}$ まで断熱膨張させる

(d) もとの圧力600 hPaまで等温圧縮する

このプロセスにおいて、空気が行った仕事をTephigramを用いて計算しましょう。なお、600 hPaで $0^{\circ}\text{C}$ の空気の温位を316.0 K、700 hPaで $25^{\circ}\text{C}$ の空気の温位を330.1 K、 $\ln(316.0)=5.76$ 、 $\ln(330.1)=5.80$ 、空気の定圧比熱を $C_p=1005 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ とします。

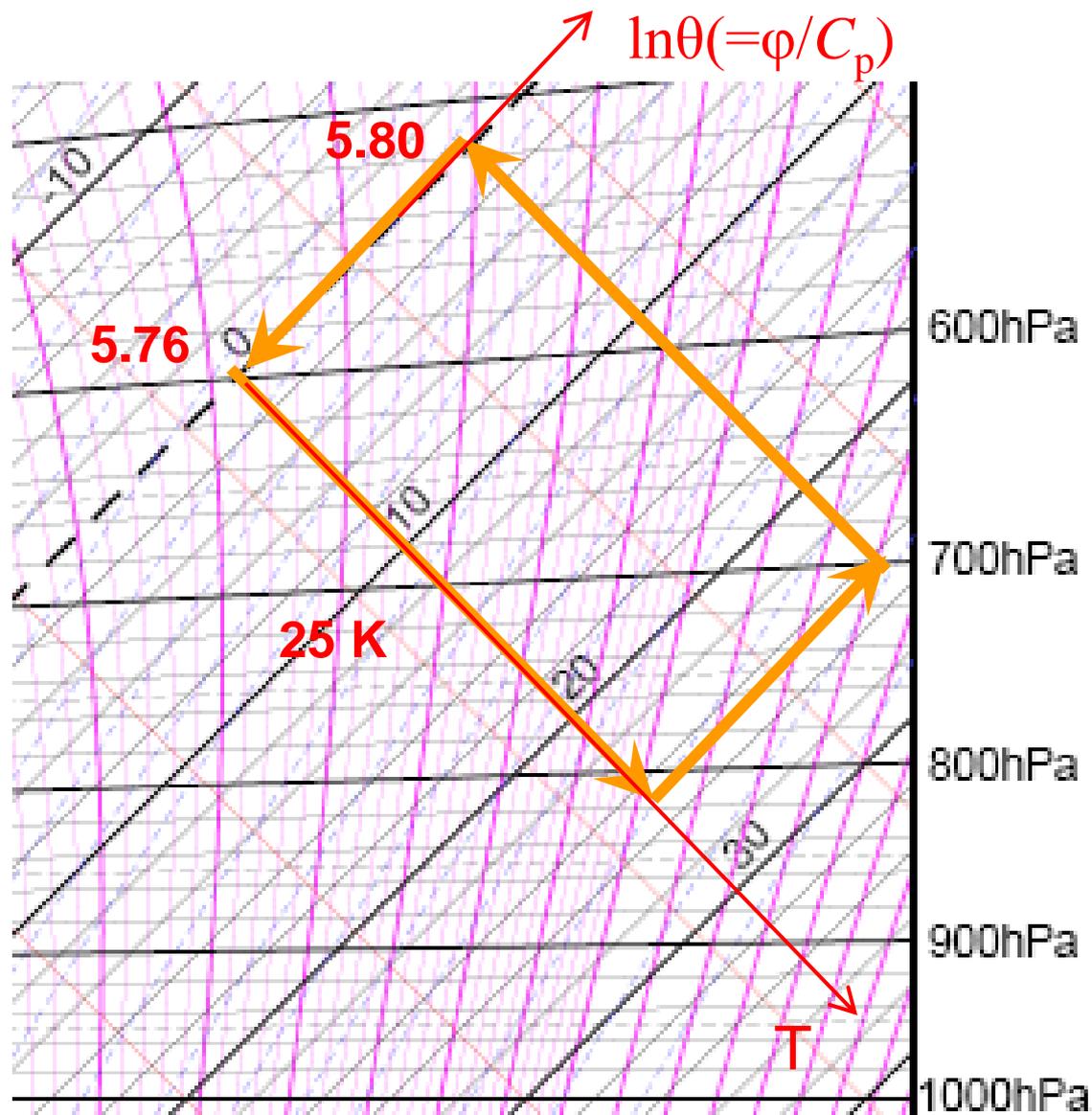
## 解答例



カルノーサイクルは、上図のように縦軸にエントロピー( $\phi$ )、横軸に温度( $T$ )をとった熱力学図に表すと、長方形になり理解しやすくなります。系に加えられた熱量は

$$Q = \oint T d\phi$$

すなわち長方形ABCDの面積に等しくなります。Tephigram (Temperature-Phi diagram) では、 $T$ と $\ln\theta (= \phi/C_p)$ の軸が直交するように書かれています。加えられた熱量は、系がした仕事に等しいので、Tephigramで上記のような長方形の面積を求めて、 $C_p$ を掛ければ良いこととなります。したがって、



求める仕事量は

$$\Delta w = 1005 \times (5.80 - 5.76) \times 25 = 1.01 \times 10^3 \text{ J}$$