이상기체의 상태변화 관계식 요약

구 분	정적(등적) 과정 $v_1 = v_2 = C(dv = 0)$	정압(등압) 과정 $P_1 = P_2 = C(dp = 0)$	등온 과정 $T_1 = T_2 = C(dT = 0)$	단열 과정 $Pv^k = C(q = 0)$ (등엔트로피과정)	폴리트로픽 과정 $Pv^n = C,\ (1 < n < k)$	
$P,\ v,\ T$ 관계	$P \propto T$ $\frac{T_2}{T_1} = \frac{P_2}{P_1}$	$T \propto v$ $\frac{T_2}{T_1} = \frac{v_2}{v_1}$ $\frac{v_1}{T_1} = \frac{v_2}{T_2}$	$P_1 v_1 = P_2 v_2$ $\frac{P_2}{P_1} = \frac{v_1}{v_2}$	$\frac{P_2}{P_1} = (\frac{v_1}{v_2})^k$ $\frac{T_2}{T_1} = (\frac{v_1}{v_2})^{k-1}$ $\frac{T_2}{T_1} = (\frac{P_2}{P_1})^{\frac{k-1}{k}}$	$\frac{P_2}{P_1} = (\frac{v_1}{v_2})^n$ $\frac{T_2}{T_1} = (\frac{v_1}{v_2})^{n-1}$ $\frac{T_2}{T_1} = (\frac{P_2}{P_1})^{\frac{n-1}{n}}$	
폴리트로픽 지수(n)	∞	0	1	k	$-\infty \le n \ge \infty$	
비열(C)	C_v	C_p	-	-	$C_n = C_v(\frac{k-n}{1-n})$	
내부에너지 변화량 $\triangle U$	$C_v(T_2 - T_1)$	$C_v(T_2 - T_1)$	0	$C_v(T_2 - T_1)$	$C_v(T_2 - T_1)$	
엔탈피 변화량 $\triangle h$	$C_p(T_2 - T_1)$	$C_p(T_2 - T_1)$	0	$C_p(T_2 - T_1)$	$C_p(T_2 - T_1)$	
엔트로피 변화량 $\triangle s$	$C_v(\ln\frac{T_2}{T_1})$	$C_p(\ln\frac{T_2}{T_1})$	$R(\ln\frac{P_1}{P_2})$	0	$C_n(\ln\frac{T_2}{T_1})$	
팽창일 $w = \int P \cdot dv$	0	$P(v_2 - v_1)$ $R(T_2 - T_1)$	$RT(\ln\frac{v_2}{v_1})$ $RT(\ln\frac{P_1}{P_2})$	$-\triangle u$ $C_v(T_1 - T_2)$ $\frac{R}{k-1}(T_1 - T_2)$ $\frac{1}{k-1}(P_1 v_1 - P_2 v_2)$	$-\triangle u$ $C_v(T_1 - T_2)$ $\frac{R}{n-1}(T_1 - T_2)$ $\frac{1}{n-1}(P_1 v_1 - P_2 v_2)$	
축일 $w_{sh} = -\int v \cdot dP$	$v(P_1 - P_2)$	0	$RT(\ln\frac{v_2}{v_1})$ $RT(\ln\frac{P_1}{P_2})$	$-\triangle h$ $C_p(T_1 - T_2)$ $\frac{kR}{k-1}(T_1 - T_2)$ $\frac{k}{k-1}(P_1 v_1 - P_2 v_2)$ $k \cdot w$	$-\triangle h$ $C_p(T_1 - T_2)$ $\frac{nR}{n-1}(T_1 - T_2)$ $\frac{n}{n-1}(P_1 v_1 - P_2 v_2)$ $n \cdot w$	
전달열량 $q = C_n \cdot \triangle T$	$\triangle u$ $C_v(T_2 - T_1)$	$\triangle h$ $C_p(T_2 - T_1)$	$RT(\ln\frac{v_2}{v_1})$ $RT(\ln\frac{P_1}{P_2})$	0	$C_n(T_2 - T_1)$	

이상기체의 상태변화 관계식 요약

구 분	정적(등적) 과정 $v_1 = v_2 = C(dv = 0)$	정압(등압) 과정 $P_1 = P_2 = C(dp = 0)$	등온 과정 $T_1 = T_2 = C(dT = 0)$	단열 과정 $Pv^k = C(q = 0)$ (등엔트로피과정)	폴리트로픽 과정 $Pv^n = C,\ (1 < n < k)$	
$P,\ V,\ T$ 관계	$P \propto T$ $\frac{T_2}{T_1} = \frac{P_2}{P_1}$	$T \propto V$ $\frac{T_2}{T_1} = \frac{V_2}{V_1}$ $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$	$P_1 V_1 = P_2 V_2$ $\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_1}{V_2}$	$\frac{P_2}{P_1} = (\frac{V_1}{V_2})^k$ $\frac{T_2}{T_1} = (\frac{V_1}{V_2})^{k-1}$ $\frac{T_2}{T_1} = (\frac{P_2}{P_1})^{\frac{k-1}{k}}$	$\frac{P_2}{P_1} = (\frac{V_1}{V_2})^n$ $\frac{T_2}{T_1} = (\frac{V_1}{V_2})^{n-1}$ $\frac{T_2}{T_1} = (\frac{P_2}{P_1})^{\frac{n-1}{n}}$	
절대일(팽창) $_1W_2 = \int P \cdot dV$	$_1W_2 = \int_1^2 P dV = 0$	$P(V_2 - V_1)$ $mR(T_2 - T_1)$	$P_1 V_1 \cdot \ln(\frac{V_2}{V_1})$ $RT(\ln\frac{V_2}{V_1})$ $RT(\ln\frac{P_1}{P_2})$	$-\triangle U$ $C_v(T_1 - T_2)$ $\frac{R}{k-1}(T_1 - T_2)$ $\frac{1}{k-1}(P_1 V_1 - P_2 V_2)$	$-\triangle U$ $C_v(T_1 - T_2)$ $\frac{R}{n-1}(T_1 - T_2)$ $\frac{1}{n-1}(P_1 V_1 - P_2 V_2)$	
공업일(축일) $W_t = -\int V \cdot dP$	$\int V \cdot dP$ $V(P_1 - P_2)$	$dP = 0$	$W_t = {}_1W_2$ $P_1 V_1 \cdot \ln(\frac{V_2}{V_1})$ $RT(\ln\frac{V_2}{V_1})$ $RT(\ln\frac{P_1}{P_2})$	$-\triangle h$ $C_p(T_1 - T_2)$ $\frac{kR}{k-1}(T_1 - T_2)$ $\frac{k}{k-1}(P_1 V_1 - P_2 V_2)$ $k \cdot w$	$-\triangle h$ $mC_p(T_1 - T_2)$ $\frac{nR}{n-1}(T_1 - T_2)$ $\frac{n}{n-1}(P_1 V_1 - P_2 V_2)$ $n \cdot w$	
수혈(전달)열량 $_1Q_2 = C_n \cdot \triangle T$	$_1Q_2 = \triangle U$ $mC_v(T_2 - T_1)$	$\delta q = dh - VdP$ $mC_p(T_2 - T_1)$	$_1Q_2 = {}_1W_2 = W_t$ $RT(\ln\frac{V_2}{V_1})$ $RT(\ln\frac{P_1}{P_2})$	0	$mC_n(T_2 - T_1)$ $C_v\frac{n-k}{n-1}$	

이상기체의 상태변화 관계식 요약

구 분	정적(등적) 과정 $V_1 = V_2 = C(dV=0)$	정압(등압) 과정 $P_1 = P_2 = C(dP=0)$	등온 과정 $T_1 = T_2 = C(dT=0)$	단열 과정 $Pv^k = C(q=0)$ (등엔트로피과정)	폴리트로픽 과정 $PV^n = C,\ (1<n<k)$	
기체 상태방정식	$PV = nRT = kNT,\ (n=\frac{n}{n_A}), n_A$:아보드로가수, k:볼츠만상수					
열역학제1법칙 (에너지보존)	기체가공급한열량 $Q = nC_v\triangle T + W$, W:기체가 한 일, (고체 $Q = C_v m\triangle T$), 고립계:물질과 에너지의 출입이 없는계					
열역학제2법칙 (무질서도 증가)	엔트로피 변화량 $\triangle S \geq 0$, $\triangle S = \int_i^f \frac{1}{T}\delta Q = S_i - S_2$					
카르노과정	$W=0$	$W = P(V_2 - V_1) > 0$	$W = nRT(\ln\frac{V_2}{V_1}) > 0$	$W = -nC_v\triangle T > 0$ 단열팽창:온도,압력감소	성적계수 $\eta = \frac{Q_2}{A_w} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2}$	효율= $\eta = \frac{Aw}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$ $= 1 - \frac{T_L}{T_H}$
내부에너지 변화량 $\triangle U$	$\int_1^2 mC_v dT$ $mC_v(T_2 - T_1)$	$mC_v(T_2 - T_1)$ $\frac{{}_1W_2}{k-1} = mR$	0	$-{}_1W_2$ $mC_v(T_2 - T_1)$	$mC_v(T_2 - T_1)$ $\frac{-(n-1){}_1W_2}{k-1}$	
엔트로피 변화량 $\triangle s$	$mC_v(\ln\frac{T_2}{T_1})$	$mC_p(\ln\frac{T_2}{T_1})$	$mR(\ln\frac{P_1}{P_2})$ $mR(\ln\frac{V_2}{V_1})$	0	$mC_n(\ln\frac{T_2}{T_1})$	
엔탈피 변화량 $\triangle h$	$\int_1^2 mC_p\triangle T$ $mC_p(T_2 - T_1)$	$mC_p(T_2 - T_1)$ $K\triangle U = \frac{k}{k-1} \cdot {}_1W_2$	0	$mC_p(T_2 - T_1)$ $K\triangle U = -W_t$	$mC_p(T_2 - T_1)$ $K\triangle U = \frac{-k(n-1){}_1W_2}{k-1}$	
비 열 (C)	$C_v = \frac{R}{k-1}$	$C_p = kC_v = \frac{kR}{k-1}$	-	$C_s = 0$	$C_n = C_v(\frac{k-n}{1-n})$	
폴리트로픽 지수 (n)	$n = \infty$	0	1	$n = k$	$-\infty \leq n \geq \infty$	