[열 역 학]

* $1t = 1000kg$ $W = J/s$

$1\ell = 1kg = 1\times10^{-3}m^3$ $J = N\cdot m$

$Pv = RT$ v : 비체적 V : 체적

$PV = nRT$ V : 체

* 혼합기체의 온도

$$T_m = \frac{m_1 C_{v_1} T_1 + m_2 C_{v_2} T_2}{m_1 C_1 + m_2 C_2}$$

혼합기체의 비열

$C(m_1 + m_2) = C_1 m_1 + C_2 m_2$

혼합기체의 압력

$P(V_1 + V_2) = (m_1 R_1 + m_2 R_2) T_m$

* Q, W (열, 일)

1. 이동하는 에너지
2. 불완전 미분
3. 경로함수

* $K = C + 273$
(절대온도)

$1atm = 1.0332\ kg/cm^2$
(대기압) 760 mmHg
10.3 mAq
101.3 kPa
14.7 psi

$1bar = 10^5 Pa$

* 절대압력 = 대기압 + 게기압
= 대기압 − 진공압 진공도 = $\frac{진공압}{대기압} \times 100$

1ps = 75 kgf m/s

1kW = 102 kgf m/s

1kcal = 4.18 kJ

* $Q = m\,C\,\Delta T$ (물의 비열) $C_{물} = 4.18$ kJ/kg k

$Q = m\,C\,\Delta T$ + 잠열 (무게 X 증발잠열)

※ 잠열 : 온도 변화없이 상태만 변화

현열 (=감열) : 상태변화없이 온도만 변화

* $\Delta H = \Delta U + \Delta PV$

엔탈피 내부에너지

* 공기

$C_p = 1$ $C_v = 0.713$ $R = 0.287$ $k = 1.4$

* 기체상수 R

$R = \frac{\bar{R}}{M} = C_p - C_v$ $\bar{R}$: 일반기체상수

M : 분자량

$\bar{R}$ 8.312 kJ/kgk

M H : 2

C_2 : 12

CH_4 : 16

N_2 : 28

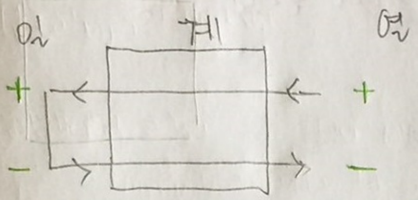
O_2 : 32

CO_2 ; C_3H_8 : 44

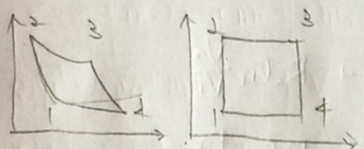
* 이상기체

1. 분자인력, 크기무시, 완전탄성체
2. 압력↓, 온도↑, 원자수↓

* 부호

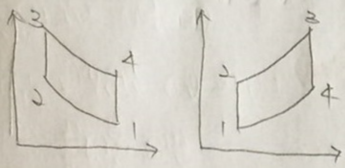


* Carnot cycle



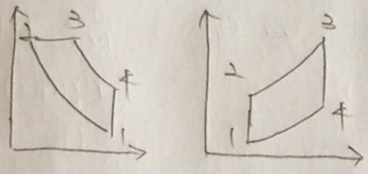
$$\eta = \frac{W}{Q_h} = 1 - \frac{Q_L}{Q_h} = 1 - \frac{T_L}{T_h}$$

otto cycle



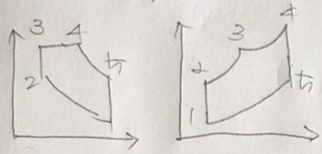
$$\eta = 1 - \left(\frac{1}{\varepsilon}\right)^{k-1}$$

diesel cycle



$$\eta = 1 - \left(\frac{1}{\varepsilon}\right)^{k-1} \frac{\sigma^k - 1}{k(\sigma - 1)}$$

Sabathe cycle



$$\eta = 1 - \left(\frac{1}{\varepsilon}\right)^{k-1} \frac{\rho\sigma^k - 1}{(\rho - 1) + k\rho(\sigma - 1)}$$

나오면 공식만 물어봄

* clausius 적분

$\oint \frac{\delta Q}{T} = 0$ 가역

< 0 비가역

* 엔트로피

s (kJ/kg K)

S (kJ/K)

$$\Delta S = C_v \ln \frac{T_2}{T_1} + R \ln \frac{V_2}{V_1}$$
$$= C_p \ln \frac{T_2}{T_1} - R \ln \frac{P_2}{P_1}$$
$$= C_p \ln \frac{V_2}{V_1} + C_v \ln \frac{P_2}{P_1}$$

항상나옴 (계산문제)

* $E_U = T_0 \Delta S$
(무효에너지)

$E_A = Q_2 - E_U$
(유효에너지)

* 교축과정 - 비가역과정

$V_2 = \sqrt{2 \Delta h}$ m/s

$\Delta h = h_1 - h_2$ (J/kg K)

h : 높이, 엔탈피, 열낙차

$V_2^2 - V_1^2 = 2(h_1 - h_2)$

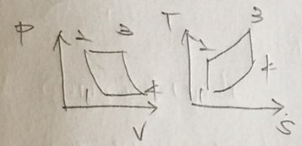
$$\underset{(\text{속도계수})}{\phi} = \frac{\text{실제속도}}{\text{이론속도}}$$

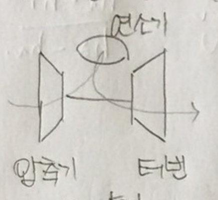
* $\eta\uparrow - \varepsilon\uparrow - \sigma\downarrow - \rho\uparrow - \lambda\downarrow$

최고 압력 일정 Diesel > Sabathe > Otto

압축비 일정 " < " < "

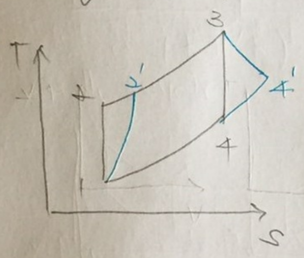
* Braton cycle : 가스터빈이상 cycle





*

$$\eta = 1 - \left(\frac{1}{\gamma}\right)^{\frac{k-1}{k}} = 1 - \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{k-1}{k}} = 1 - \frac{T_1}{T_2}$$



$$\eta_T\ (\text{터빈효율}) = \frac{T_3 - T_4'}{T_3 - T_4}$$

$$\eta_C\ (\text{압축기효율}) = \frac{T_2 - T_1}{T_2' - T_1}$$

* 성능계수

*

$$\varepsilon_R = \frac{Q_L}{W} = \frac{Q_L}{Q_H - Q_L} = \frac{T_L}{T_H - T_L} \quad \text{냉동기}$$

$$\varepsilon_H = \frac{Q_H}{W} = \frac{Q_H}{Q_H - Q_L} = \frac{T_H}{T_H - T_L} \quad \text{히터}$$

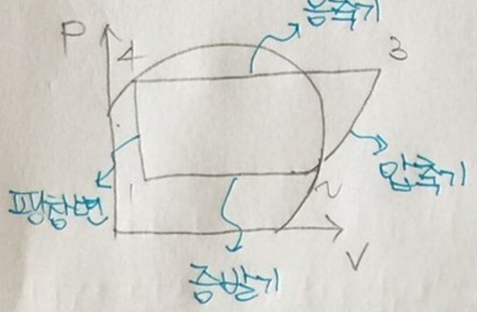
$|\varepsilon| > 1 \quad \varepsilon_H - \varepsilon_R = 1$

* 냉동능력

1RT : 1일 (24시간)에 0°C의 물 1톤을 0°C의 얼음으로 만드는 능력

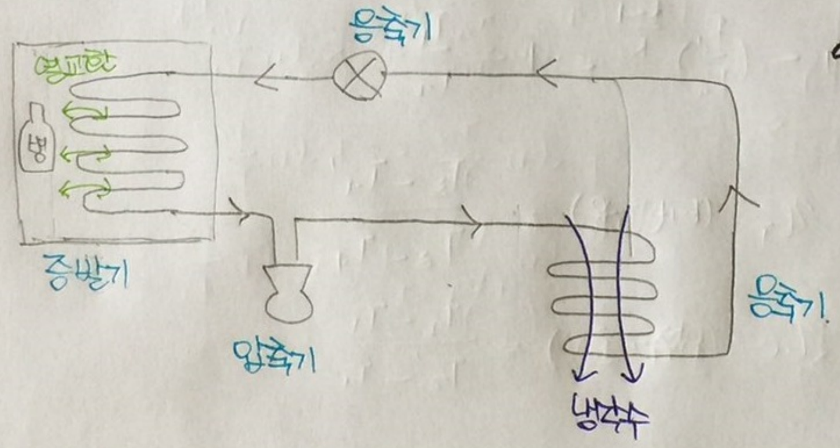
1RT = 3320 kcal/hr → 공조냉동도 마찬가지
= 3.862 kW

* 표준 냉동 cycle



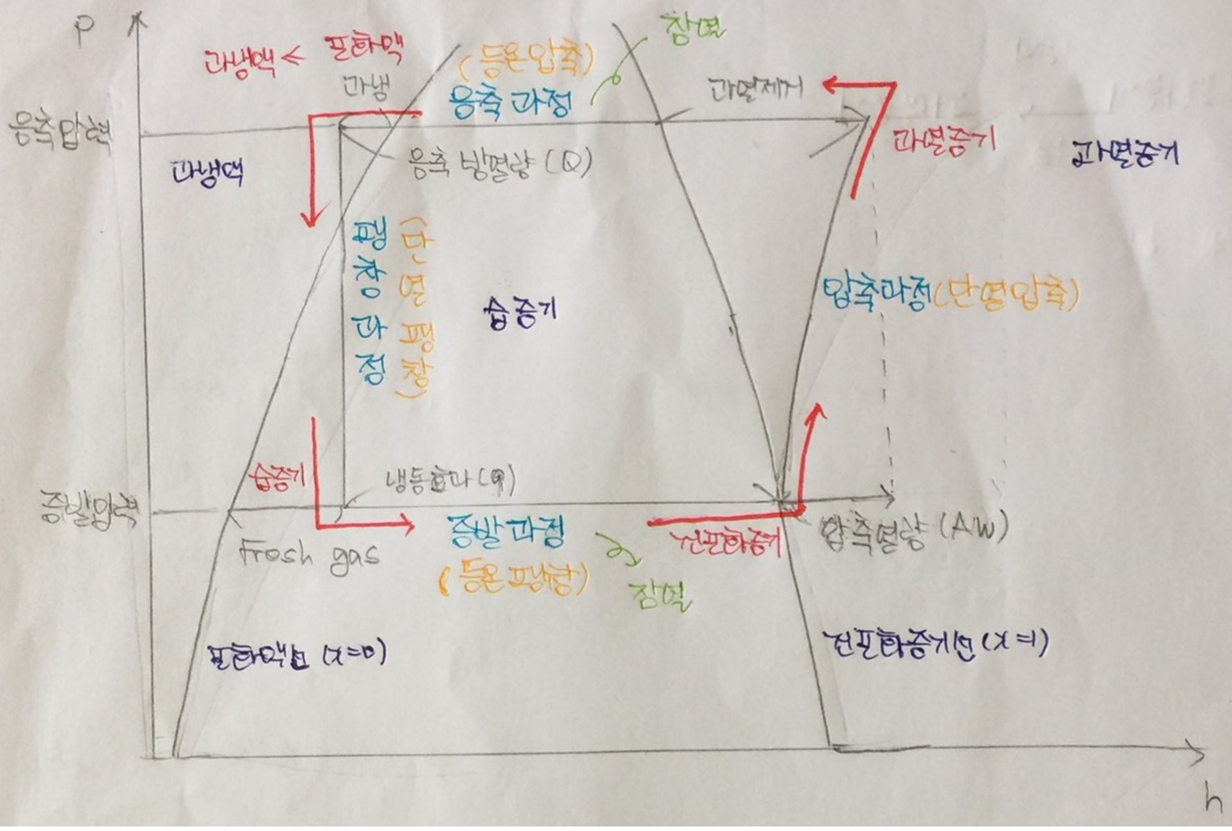
$$\varepsilon_R = \frac{Q_2}{W} = \frac{h_2 - h_1}{h_3 - h_2}$$

h_4

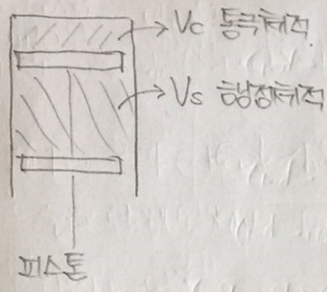


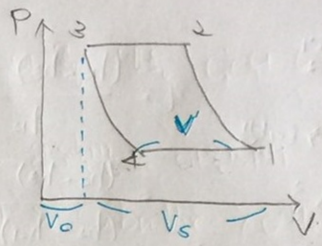
안에 냉매 (NH3. Freon) 흐름

증기 냉동 사이클


P
과냉액 ≪ 포화액
과냉
(등온압축)
응축 과정
잠열
응축압력
과열제거
과열증기
과열증기
과냉액
응축 방열량 (Q)
팽창 과정
(단열 팽창)
습증기
압축과정(단열압축)
습증기
냉동효과 (q)
증발압력
Frosh gas
증발 과정
(등온 팽창)
잠열
건포화증기
압축열량 (AW)
포화액선 (x=0)
건포화증기선 (x=1)
h

*





(압축기 체적효율) $\eta_v = \frac{V_1 - V_4}{V_s} = 1 + \lambda - \lambda \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{1}{n}}$

(압축비) $\epsilon = \frac{V_c + V_s}{V_c} = 1 + \frac{1}{\lambda}$

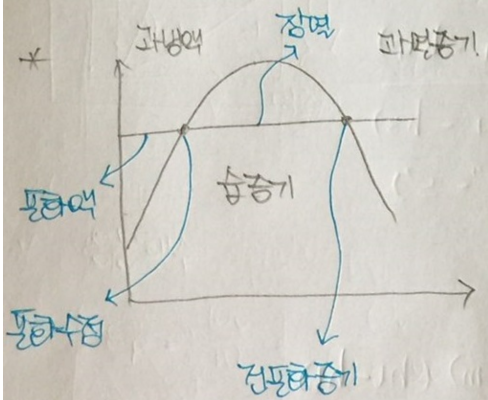
(압축기 2단압축) $P_m = \sqrt{P_1 P_2}$

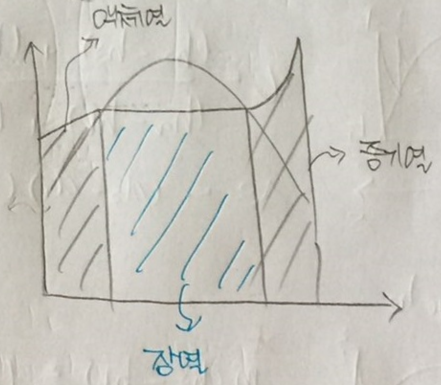
* (임계압력) $P_c = 528\ P$

(임계속도) $V = \sqrt{kRT}$

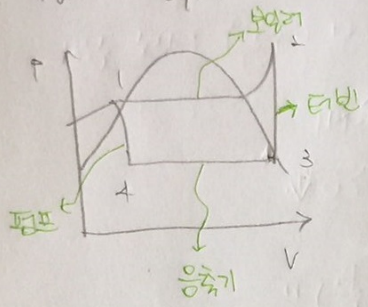
↳ 비열비 $k = \frac{C_p}{C_v}$

*





* Rankin cycle



$$\eta = \frac{(h_2 - h_3) - (h_1 - h_4)}{h_2 - h_1} = \frac{(h_2 - h_3) - (h_1 - h_4)}{(h_2 - h_4) - (h_1 - h_4)}$$

* $w_t = h_1 - h_4 = v(P_1 - P_4)$ kJ/kg.

물비체적 $0.001 m^3/kg$

* 습증기 h u v x

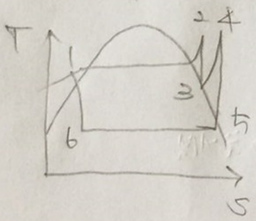
* $h_x = h' + x(h'' - h')$ x는 건도.

$u_x = u' + x(u'' - u')$

$v_x = v' + x(v'' - v')$

과열도 = 과열증기온도 - 포화온도

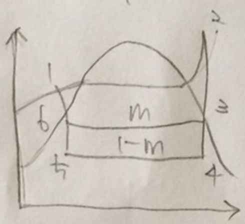
* 재열 cycle



$$\eta = \frac{(h_2 - h_3) + (h_4 - h_5)}{(h_2 - h_6) + (h_4 - h_3)}$$

$\Delta S = (x_2 - x_1)(S'' - S')$

재생 cycle



* $m(h_3 - h_6) = (1 - m)(h_6 - h_5)$

$$\eta = \frac{(h_2 - h_3) + (1 - m)(h_3 - h_4)}{h_2 - h_6}$$

★ 서술문제

* 열역학 0법칙

: 온도 평형의 법칙. 열적 평형의 법칙

열역학 1법칙

1. 에너지 보존의 법칙
2. 열과 일 서로 교환가능
3. 가역과정
4. 열효율 100% 존재
5. 열효율 100% 이상은 x

열역학 2법칙

: 열효율 100% x

에너지 변화의 방향성, 비가역성 명시

열역학 3법칙

: 순수물질 온도는 0K 이하로 내릴 수 없다.

* 가역. 비가역

가역은 계에 열이 들어가서 그대로 일에 다 쓰는 경우

외부 $\xrightarrow{\text{열}}$ 계

100 100(일)

비가역은 계에 열이 들어가서 일부는 사용되고 나머지는 손실

외부 $\xrightarrow{\text{열}}$ 계

100 170(일)

↓

30

이상 기체 공식

	$P=C$	$V=C$	$T=C$	$S=C$	$n=n$(폴리트로프)
$P.V.T$	$P=P_1=P_2=C$ $\frac{v}{T}=c$ $\frac{v_1}{T_1}=\frac{v_2}{T_2}$	$v=v_1=v_2=c$ $\frac{P}{T}=c$ $\frac{P_1}{T_1}=\frac{P_2}{T_2}$	$T=T_1=T_2=C$ $pv=C$ $p_1v_1=p_2v_2$	$pv^k=c \quad Tv^{k-1}=c$ $\frac{T_2}{T_1}=\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{k-1}{k}}$ $=\left(\frac{v_1}{v_2}\right)^{k-1}$	$pv^n=c \quad Tv^{n-1}=c$ $\frac{T_2}{T_1}=\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{n-1}{n}}$ $=\left(\frac{v_1}{v_2}\right)^{n-1}$
C	$C_p=\frac{k}{k-1}R$	$C_v=\frac{R}{k-1}$	$C=\infty$	$C=0$	$C_n=C_v\frac{n-k}{n-1}$
n	0	∞	1	k	$1<n<k$
$\int pdv$	$P(v_2-v_1)$	$P(v_2-v_1)=0$	$p_1v_1\ln\frac{v_2}{v_1}$	$\frac{p_1v_1-p_2v_2}{k-1}$	$\frac{p_1v_1-p_2v_2}{n-1}$
$-\int vdp$	$v(p_2-p_1)=0$	$v(p_2-p_1)$	$p_1v_1\ln\frac{v_2}{v_1}$	$\frac{k(p_1v_1-p_2v_2)}{k-1}$	$\frac{n(p_1v_1-p_2v_2)}{n-1}$
${}_1U_2=u_1-u_2$	$du=C_v\,dT$ $mC_v(T_2-T_1)$	$du=C_v\,dT$ $mC_v(T_2-T_1)$	0	$du=C_v\,dT$ $mC_v(T_2-T_1)$	$du=C_v\,dT$ $mC_v(T_2-T_1)$
${}_1H_2=H_2-H_1$	$dh=C_p\,dT$ $mC_p(T_2-T_1)$	$dh=C_p\,dT$ $mC_p(T_2-T_1)$	0	$dh=C_p\,dT$ $mC_p(T_2-T_1)$	$dh=C_p\,dT$ $mC_p(T_2-T_1)$
Q	$dQ=dh-Avdp$ $mC_p(T_2-T_1)$	$dQ=dh+Avdp$ $mC_v(T_2-T_1)$	$p_1v_1\ln\frac{v_2}{v_1}$	0	$mC_n(T_2-T_1)$
S	$mC_p\ln\frac{T_2}{T_1}$	$mC_v\ln\frac{T_2}{T_1}$	$mR\ln\frac{v_2}{v_1}$	0	$mC_n\ln\frac{T_2}{T_1}$