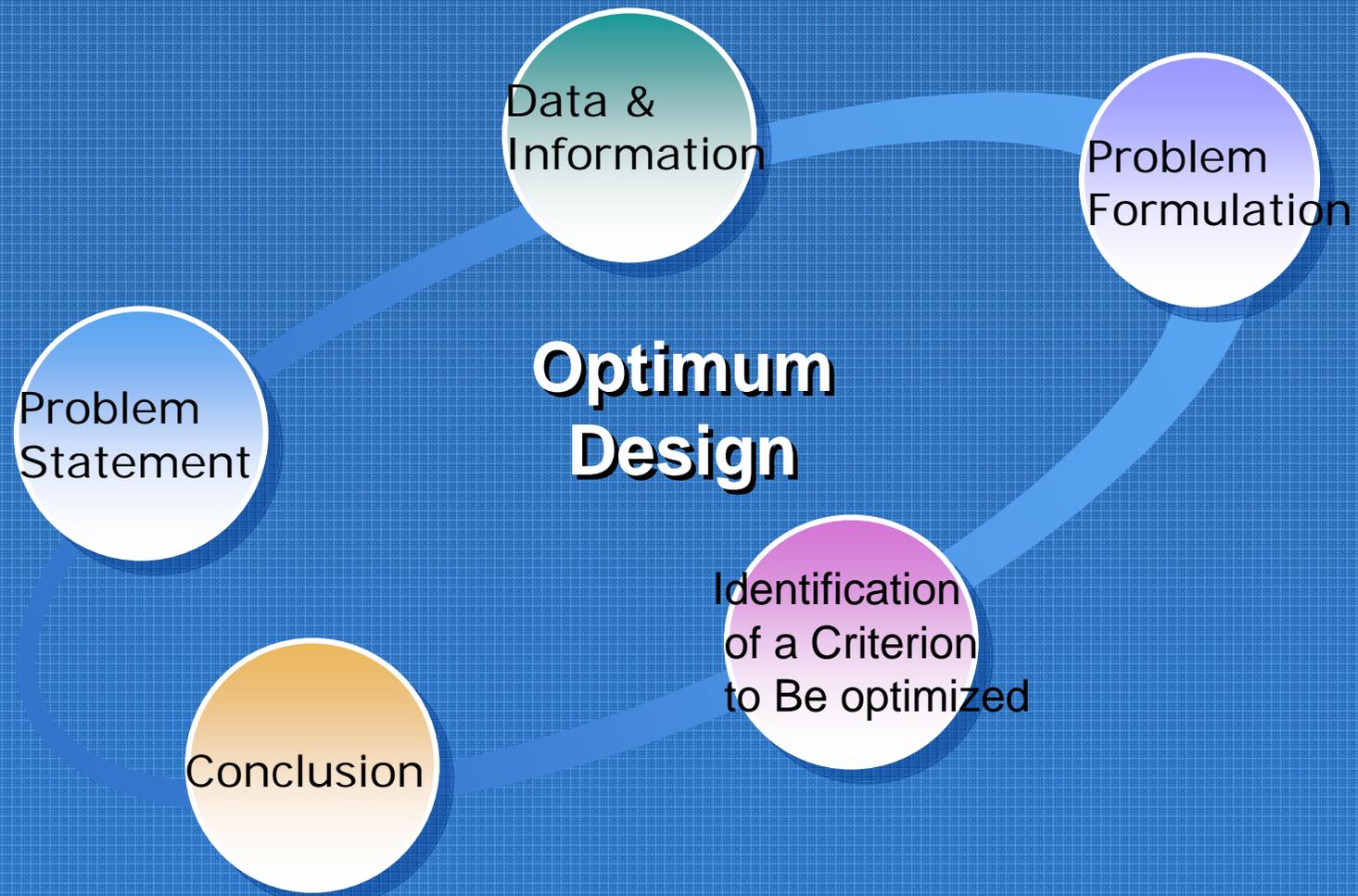




**Optimum  
Design  
Of  
CPU cooler  
Water-cooled**

# Cycle Diagram



# Introduction

Computer 성능 향상

작동 Clock의 증가

고 발열, 고 전력 소모 야기

보다 우수한  
**Cooling-system**  
필요성 대두

# Why water-cooled cooler?

- 일반 컴퓨터의 발열부품들은 공랭식을 채택
- 액체 중에서는 수은을 제외하고는 물이 가장 빠르게 열을 전달
- 물의 열전도율은 공기에 비해 30배나 높음 뿐만 아니라 보다 많은 열을 수용할 수 있음
- 물을 데우기 위해서 필요한 열은 똑같은 온도로 공기를 데우는 데 필요한 열량의 4배에 이름  
→ **Water-cooled cooler의 장점**

# 1. Problem Statement

$25^{\circ}\text{C}$  ( $\rho = 997 \text{ kg/m}^3$ ,  $\mu = 0.891 \times 10^{-3}$ )인 물이 반지름  $r$ , 길이  $1\text{m}$ 의 *tube*내를 평균속도  $V_m$ 으로 흐르고 있다.

*Water-cooled cooler*의 *tube* 내의 물이 압력강하없이 정상유동 하기 위한 최소동력을 구하고, 그에 맞는 최적의 부피유동량과 반지름을 만족하는 *tube*를 설계하라.

(단, *CPU*의 발열량은  $125 \text{ W}$ 이고 *cooler*는 발열량의  $80\%$  이상을 가져가야 한다. 그리고 *radiator*에서는 물을 주변 공기의 온도( $T_{\infty} = 25^{\circ}\text{C}$ )와 같도록 해준다.)

## 2. Data & Information collection

$(CPU \text{의 면적 } A = 3 \text{ cm} \times 3 \text{ cm})$

$$\dot{Q}_{CPU} = 125 \text{ W}$$

$$T_{CPU} = 80^\circ \text{C}$$

$$T_{water} = 25^\circ \text{C}$$

$$L_{tube} = 1 \text{ m}$$

*(properties of Water)*

$$\rho = 997 \text{ kg} / \text{m}^3$$

$$\mu = 0.891 \times 10^{-3} \text{ kg} / \text{m} \cdot \text{s}$$

$$\text{Pr} = 6.14$$

### 3. Problem Formulation (1)

*Design variable*

*r(radius of tube),  $\dot{V}$ (flow of volume)*

$$g_1 = V_m - 20 \leq 0 \quad (\text{평균유속 } 20\text{m/s이하})$$

$$g_2 = Re - 5 \times 10^5 \leq 0$$

$$g_3 = \dot{Q} - 125 \times 0.8 \geq 0 \quad (\text{발열량의 } 80\% \text{이상})$$

$$g_4 = -r \leq 0$$

$$g_5 = -\dot{V} \leq 0$$

$$0.005 \leq r \leq 0.02 \quad (m)$$

$$50 \leq \dot{V} \leq 300 \quad (L/h)$$

### 3. Problem Formulation (2)

$$V_m = \frac{\dot{V}}{A_c} = \frac{\dot{V}}{\pi D_i^2 / 4}$$

$$\text{Re} = \frac{\rho V_m D}{\mu}$$

$$f \cong 0.0055 \left[ 1 + \left( 2000 \frac{e}{D} + \frac{10^6}{\text{Re}} \right)^{1/3} \right] \quad (\text{Moody의 근사식})$$

상당조도( $e$ ) = 0 ( $\because$  매끄러운 관으로 가정)

$$\Delta P = f \frac{L}{D} \frac{\rho V_m^2}{2}$$

$$\dot{W}_{\text{pump}} = \dot{V} \Delta P$$

$$Nu_{\text{cyl}} = \frac{h_L D}{k} = 0.3 + \frac{0.62 \text{Re}^{1/2} \text{Pr}^{1/3}}{\left[ 1 + (0.4 / \text{Pr})^{2/3} \right]^{1/4}} \left[ 1 + \left( \frac{\text{Re}}{282,000} \right)^{5/8} \right]^{4/5}$$

$$\dot{Q} = h_L A (T_{\text{CPU}} - T_{\text{water}})$$

## 4. Identification of a Criterion to Be Optimized(1)

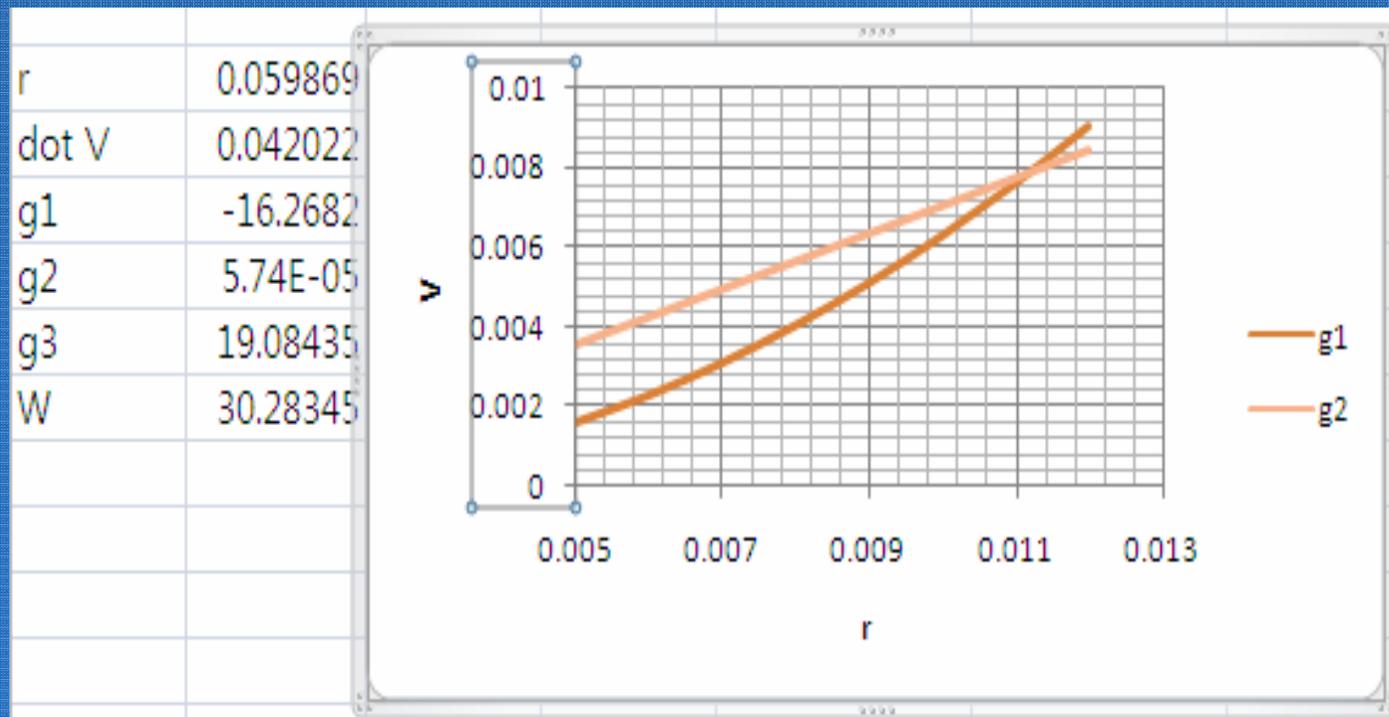
Cost function  $\dot{W}_{pump} = \dot{V} \Delta P$

Find Satisfied Solution



## 4. Identification of a Criterion to Be Optimized(2)

Using Excel



## 5. Conclusion



유량?

물 유량이 많을수록 비례해서 냉각성능이 우수할 거라는 것은 편견이다. 만일 냉각시스템에 사용된 호스가 가늘고 작은 펌프로도 타 시스템보다 높은 성능을 낸다고 하면 이것은 무엇을 의미할까?

모든 **Cooling** 시스템에서는 용액이 흐르는 동안 압력손실이 발생하게 되는데 이는 튜브에서의 마찰손실과 기타 장애물의 저항에 의한 것이다. **Cooling** 시스템에서 쿨러 수가 많을수록, 호스의 길이가 길수록 수압은 떨어진다. 1개의 펌프를 사용하는 일반적인 냉각시스템에서는 다수의 냉각장치가 추가될 때마다 수압은 현저히 감소한다.

**Thank You !**

  
LOGO