

## Bull's Eye ::



2004년 아테네 올림픽에서 불스아이  
를 적중시킨 박성현  
선수

화살이 과녁의 정중  
앙을 정확히 맞추듯  
이 노즐에서 나오는  
잉크를 최소의 손실  
로 정확히 종이에  
맞춰보겠다는 목표  
를 가짐

서멀 방식

▲ step1 : project statement - 잉크젯 방식

서멀 방식

HP프린터 계열

헤드 안쪽의 얇은 저항체(코일)을 가열하여 잉크가 끓게 되고 잉크내의 수분이 증기로 변하면서 체적이 증가하게 되어 증가된 체적만큼 잉크를 밀어내는 방식



HP프린터 계열

헤드 안쪽의 얇은 저항체(코일)을 가열하여 잉크가 끓게 되고 잉크내의 수분이 증기로 변하면서 체적이 증가하게 되어 증가된 체적만큼 잉크를 밀어내는 방식



버블젯 방식

Canon 프린터 계열

기존의 Thermal방식이 가지지 못한 미세한 칼라 입자표현을 위해 가열되어 밀려나온 잉크를 그냥 떨어 뜨리는것이 아닌 수많은 방울로 형성시키는 방식

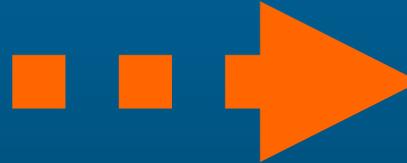


# ▲ step1 : project Statement - 노즐의 설계

①



②



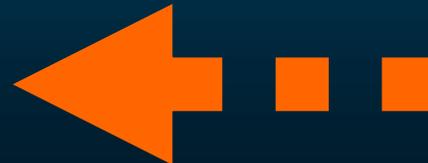
## ② 모양의 원인

같은 유량으로 좀 더 나은 속도를 얻기 위해.



## Project Statement

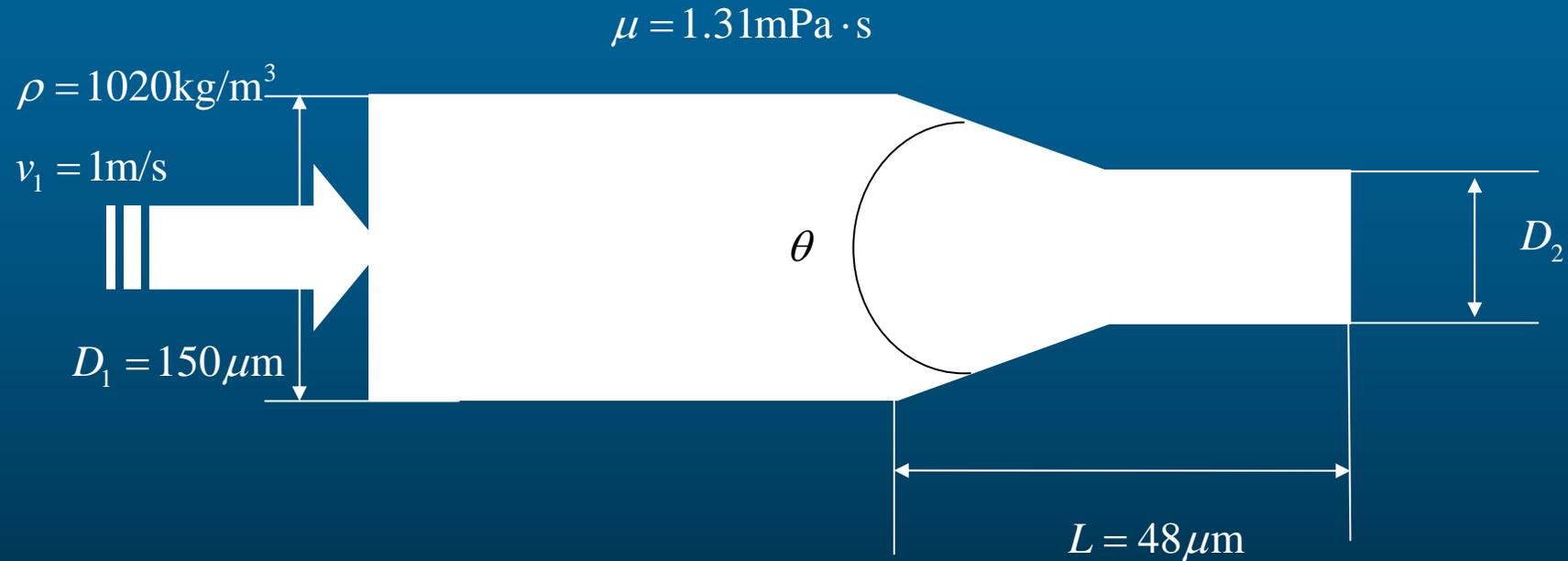
기하학적 형상의 변형만으로 최적화된 설계 값을 찾아보자.



## 문제제기

기하학적 형상에 의한 마찰로 손실 발생, 수명이나 열 손실

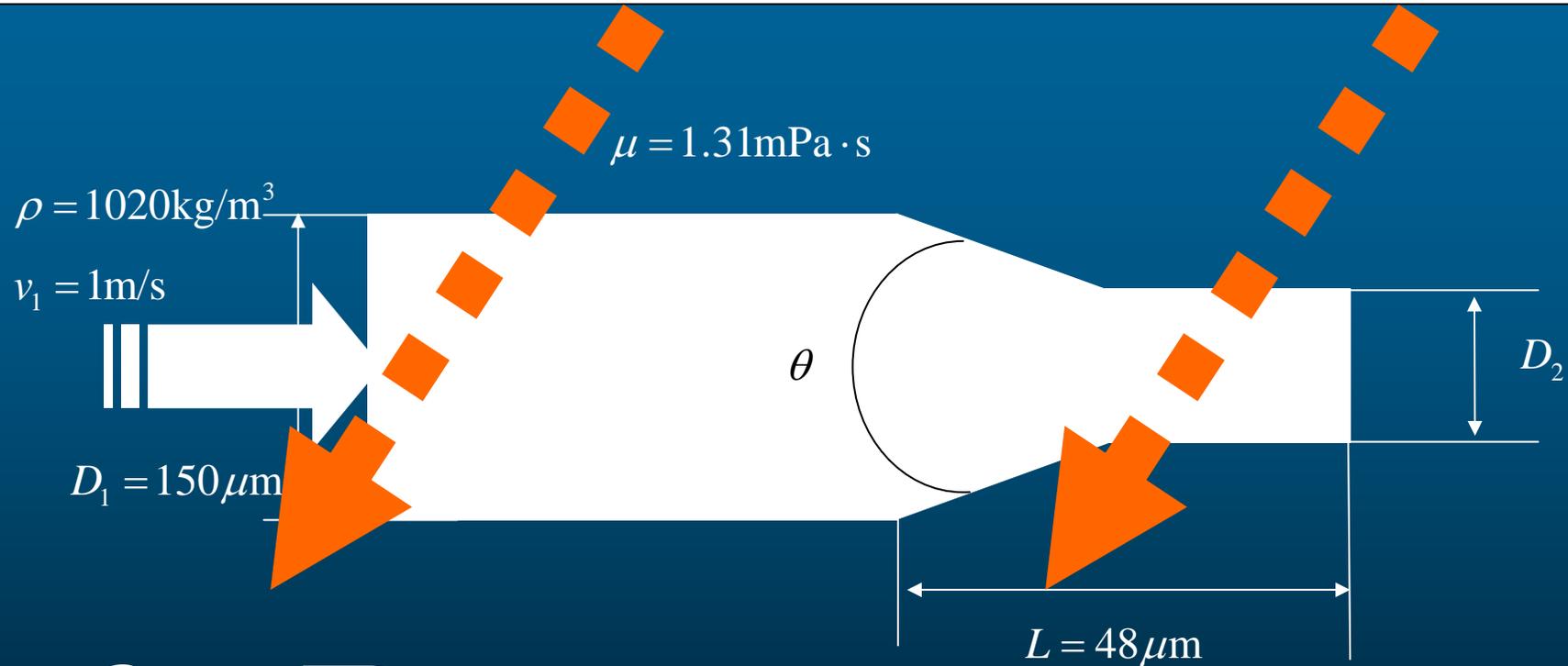
## ▲ step2 : Data Collection and Assumption



### Assumption

1. 정상상태 라고 가정한다 (Steady state)
2. 층류 유동이라고 가정한다. (주어진 값을 고려할 때, 층류라고 가정가능)

### ▲ step3 : Design Variable and Formulation



$\theta, D_2$

$$h = \frac{32\mu Lv_1}{\rho g D_1^2} + 3.5 \tan^{1.22} \left( \frac{\theta}{2} \right) \left( 1 - \left( \frac{D_1}{D_2} \right)^2 \right)^2 \frac{v_1^2}{2g}$$

기하학적 형상 변형을 위한 설계 변수

총손실 = 관로 손실 + 기하학적 형상에 따르는 부차손실

## ▲ step 4 : Constrain - 제한조건

### 제한조건

$$Re \leq 2000$$

$$D_2 \leq 130 \times 10^{-6}$$

$$7.5^\circ \leq \theta \leq 35^\circ$$

$$L \leq 48 \times 10^{-6}$$

$$L \geq 0$$

$$L = \frac{D_1 - D_2}{2 \tan(\theta/2)}$$



### 제한조건

$$g_1 = D_2 - \frac{2000\mu}{\rho v_1} \leq 0$$

$$g_2 = D_2 - 130 \times 10^{-6} \leq 0$$

$$g_3 = 7.5 - \theta \leq 0$$

$$g_4 = \theta - 35 \leq 0$$

$$g_5 = L - 48 \times 10^{-6} \leq 0$$

$$g_6 = -L \leq 0$$

$$L = \frac{D_1 - D_2}{2 \tan(\theta/2)}$$

# ▲ step 5 : Solution - 엑셀의 해찾기

Properties	
$\mu$	1.31
$\rho$	1020
L	3.17E-05
v1	1
g	9.806
D1	1.50E-04

Constrain		
h	5.91E+00	
D2	1.30E-04	
$\theta$	35	
g1	-2.568497451	0
g2	1.00E-11	0
g3	-27.5	0
g4	0	0
g5	-1.63E-05	0
g6	-3.17E-05	0

해 찾기 모델 설정

목표 셀(E):

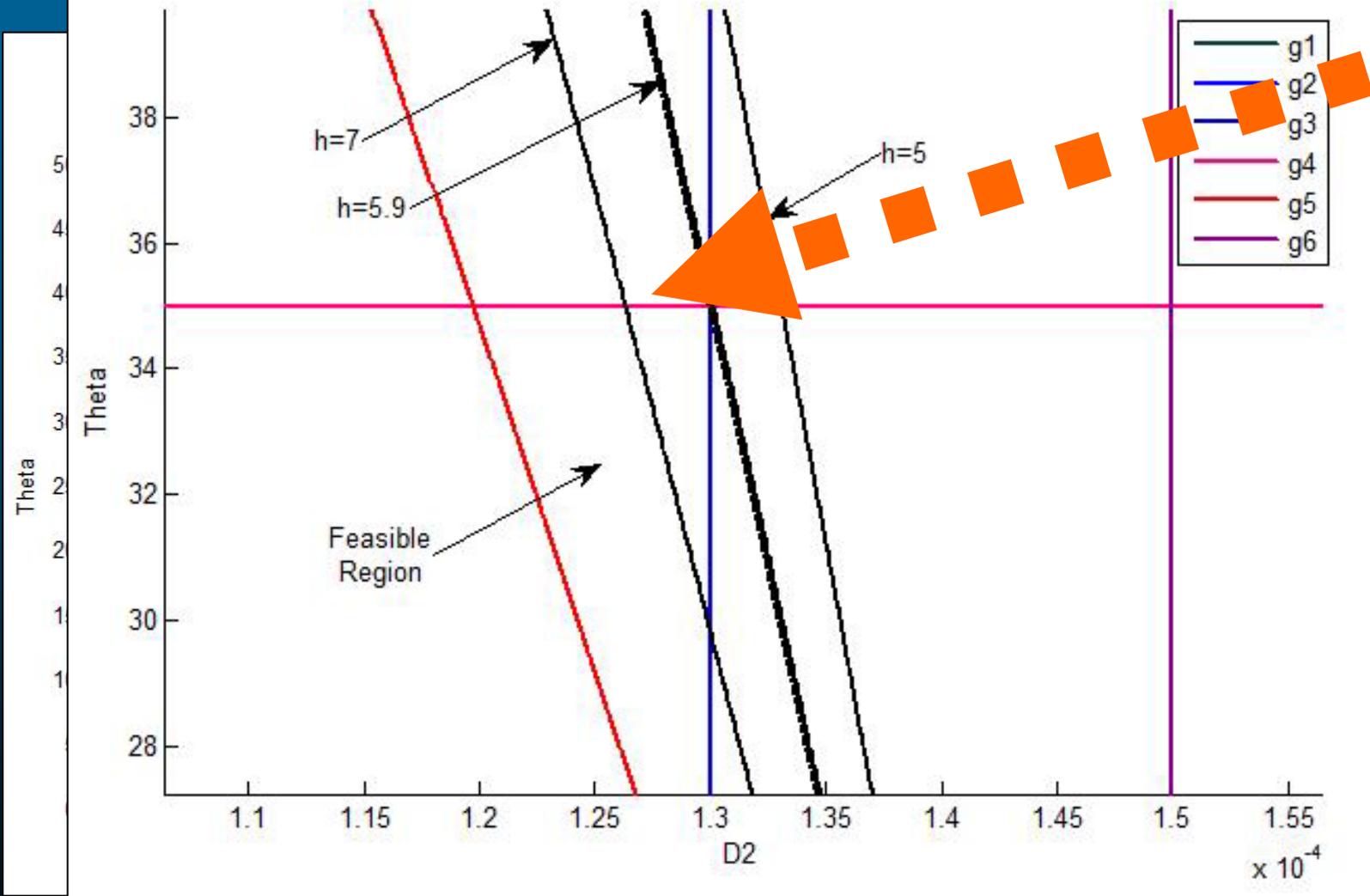
해의 조건:  최대값(M)  최소값(N)  지정값(V):

값을 바꿀 셀(B):

제한 조건(U):



### Optimum Design of Ink Jet nozzle



## ▲ step 6 : Discussion - 향후 과제

### 보완 해야 할 부분

#### 제한 조건 부분

잉크의 방출 시 압력이나 유량의 변화에 따른 열이나 에너지적인 요소를 고려하여 더 많은 구속조건으로 좀 더 실제에 가까운 최적화 수행

### 최적 설계 부분

#### 다양한 최적화 방법 학습

Graphic Solution을 Matlab을 통해 구하거나, 엑셀의 해 찾기 기능을 통해 구하는 방법에서, 더 나아가 중간고사 이후 학습할 최적설계를 적용시킬 수 있는 방향으로 설계 과제 수행

## ▲ 참고문헌

1. Chen, P. H., Chen, W. C., Ding, P. P. and Chang, S. H., 98, "Droplet Formation of a Thermal Sideshooter Inkjet Printhead," *Int. J. Heat and Fluid Flow*, Vol. 19, pp. 382~390.
2. 맹주성 , 도서출판 병진, "유체역학" 330~362.
3. Jasbir S, Arora , Elsevier, "Introduction to optimum design "
4. 이창식, "열역학"