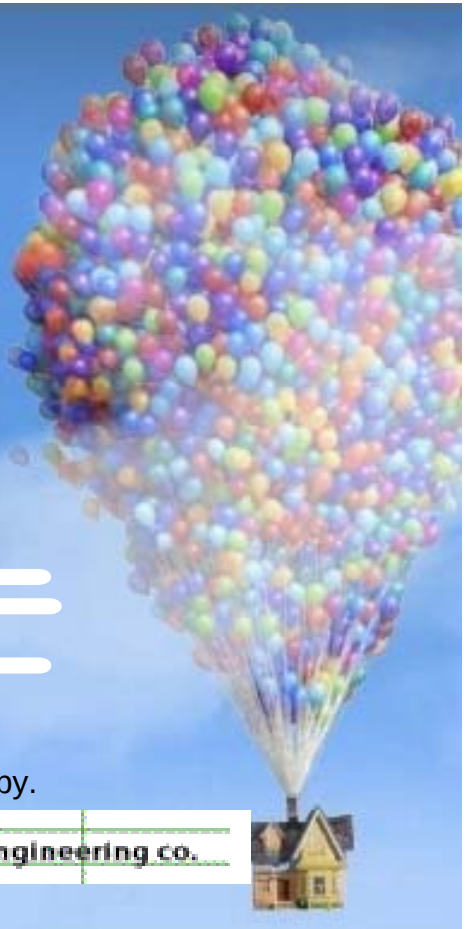
“하늘을 나는 집”



Presented by.

TOP engineering co.

2005006906 주찬모

2007006418 류동흠

Contents

- **Introduction**
- **Optimizing process**
  - I. Problem statement
  - II. Data and Information collection
  - III. Identification of design variables
  - IV. Identification of an Objective Function
  - V. Identification of constraints
- **Graphical solution**
- **Conclusion**

Introduction

영화 ‘UP’ 의 한 장면 중…

“이와 같이 실제로 집을 공중으로 띄우는 것이 가능할까?”

그에 따른 풍선의 조건과 개수를 최적화 하여 구해보자!

Optimizing process

I. Problem statement

- 10ton 무게의 집을 띄우기 위한 풍선기구를 제작한다
- 풍선의 초기 부피계산 → 풍선 개수의 최소화
- 높이에 따른 온도와 대기압을 고려,
  목표고도 7km 내에서의 안정성을 유지.
- 풍선표면에서의 기체입자 증발, 실의 장력 무시.
- 지상표면에서의 온도와 압력 : 293K, 1,013hPa
- 풍선과 실의 무게 : 5g, 풍선의 최대부피 : 0.064m^3/개

Optimizing process

II. Data and information collection

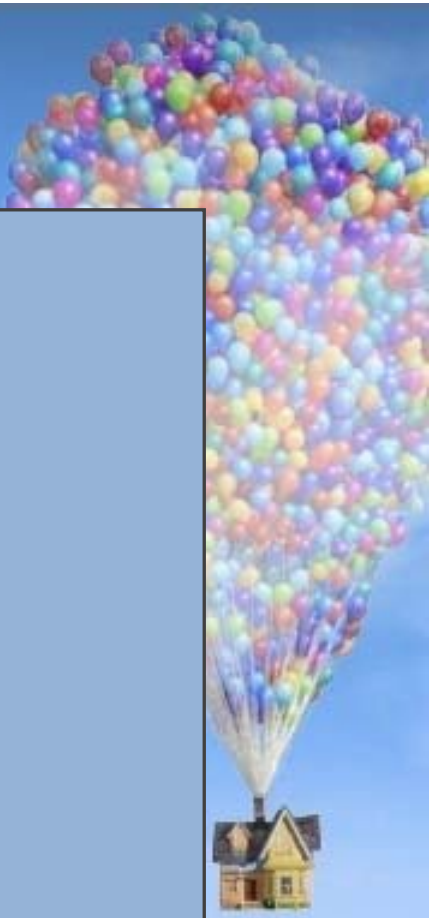
- 온도와 압력에 따른 기체의 부피 증가함수

$$V_h = \frac{P_0 V_0 T_h}{T_0 P_h}$$

$$T_h = T_0 - 0.005h, \quad P_h = P_0 \exp(-\frac{\rho_{air} g}{P_0} h)$$

$$T_0 = 293K, \quad P_0 = 1,013hPa$$

$$m_h = 10,000kg, \; m_b = 5g, \; g = 9.81m/s^2$$

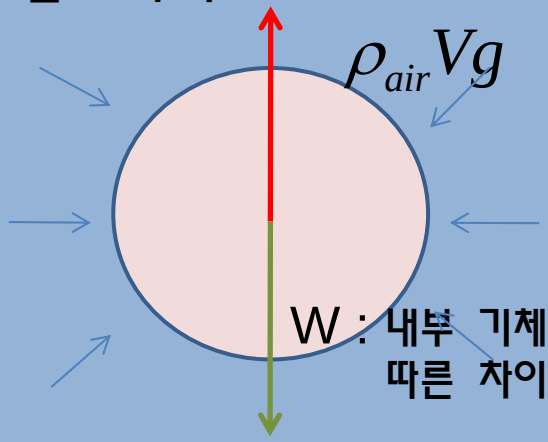


II. Data and information collection

- $h_{\max} = 7km$

  $V_{\max} = 0.064m^3$

- 풍선의 최대부피 : 0.064m³/개
- 풍선을 띄우는 힘 “부력”



Optimizing process

III. Identification of design variable

- 풍선의 개수 x(개) / 초기 풍선의 부피 V_0

IV. Identification of an objective function

- $$f(x, V_0) = xV_h = x\frac{P_0 V_0 T_h}{T_0 P_h}$$

PV=MRT를 이용

V. Identification of constraints

- 집이 뜨기 위한 조건

$$g_1 : \rho_{air} g(V_h)x \geq g(m_b + m_{gas})x + m_h g$$

- 풍선이 터지지 않기 위한 조건

$$g_2 : V_{\max} = 0.064 \geq V_h$$

$$g_3 : 0 \leq V_0 \leq 0.064$$

- $$g_4 : -x \leq 0$$

Graphical solution

- Using Excel 'solve' method
  - 최적설계프로젝트.xlsx

data

T0	293	k	R(He)	2077	J/kg K
P0	1013000	Pa	m (풍)	0.005	kg
L(allow)	0.064	m^3	R(air)	287	J/kg K
g	9.81		h	7000	m

2000

20

	x	g1	g2	g3	g4	f
1	10000	0.096803174	0.03212	0	0.064	0.100375
2	20000	0.048642391	0.03212	0	0.064	0.050188
3	30000	0.032588797	0.03212	0	0.064	0.033458
4	40000	0.024561999	0.03212	0	0.064	0.025094
5	50000	0.019745921	0.03212	0	0.064	0.020075
6	60000	0.016535202	0.03212	0	0.064	0.016729
7	70000	0.014241832	0.03212	0	0.064	0.014339
8	80000	0.012521804	0.03212	0	0.064	0.012547
9	90000	0.011184004	0.03212	0	0.064	0.011153
10	100000	0.010113764	0.03212	0	0.064	0.010038
11	110000	0.009238114	0.03212	0	0.064	0.009125
12	120000	0.008508405	0.03212	0	0.064	0.008365
13	130000	0.007890959	0.03212	0	0.064	0.007721
14	140000	0.00736172	0.03212	0	0.064	0.00717
15	150000	0.006903046	0.03212	0	0.064	0.006692

$$f(x,V_0) = x(V_h)$$
$$g_1 : W - F_B \le 0$$
$$g_2 : V_{allow} \le V_h$$
$$g_3 : 0 \le V_0 \le V_{allow}$$
$$g_4 : -x \le 0$$
$$W = (x(m_{ballon} + m_{He}) + m_{house})g$$
$$F_B = x\rho_{air} g V_h$$
$$V_h = \frac{P_0 V_0 T_h}{T_0 P_h}$$
$$T_h = T_0 - 0.005h \qquad P_h = P_0 e^{(-\frac{\rho_{air} g}{P_0} h)}$$

scroll (f) scroll (h)

	x	g1	g2	g3	g4	f
	30444.88	0.03211963	0.03212	0	0.064	0.012741
	-4.3E-07					

f= 1948.445954

Conclusion

- 해 찾기를 통해 찾은 결과
  - 최적화 된 풍선의 개수 : $x = 30{,}444$개
  - 초기 풍선의 부피 : $l_0 = 0.012741 m^3$
- 고찰(나아갈 방향)
  - 제약 조건의 추가 : 실의 장력을 고려한다면?
  - 최고 높이 h/ 기체 종류와의 관계 : worksheet

자료출처

- 문헌자료

  유체역학, 공업열역학, Introduction to Opimum Design

- 참고자료

  http://www.pixar.com/, 네이버검색