



부탄가스연료의 에너지측정

김재연
김지수
김오석

개요

서론

- 동기 및 개요 소개

본론

- 가정
- 부탄가스통 속의 에너지량
- 부탄가스가 폭발하는 과정
- 안 터지는 부탄가스?!

결론

1. 서론

1.1 동기 및 개요 소개

- 부탄가스 연료는 버너로 삼겹살을 구워 먹을 때에 많이 쓰이는 친숙한 재료이며, 우리 주변에서 흔하게 사용되는 열역학의 예입니다.
- 이러한 부탄가스 연료의 원리 속 열역학에 관하여 알아보고 실제 부탄가스 한 통을 다 사용했을 때 우리가 사용할 수 있는 열 에너지 양이 어느 정도인지 계산해보려고 합니다.
- 또한 부탄가스 폭발의 원리와 폭발하지 않는 원리도 함께 알아보려고 합니다.

2. 본론

2.1 ASSUMPTIONS

- 1) 에너지가 후라이팬에 수직하게 내려온다.
- 2) 가스통을 흑체이고, 가스통의 온도는 283K라 가정한다.
- 3) 후라이팬은 흑체이고, 후라이팬 온도는 473K라 가정한다.
- 4) 가스통은 계산의 편의를 위해 직육면체이고 닫힌계라 가정한다.



2. 본론

2.2 부탄가스통 속의 에너지량

- -> 발열량 Q 구하기!

$pV = nR^*T$ - 이상기체 상태 방정식

$\delta Q = dU + \delta W$ - 열역학 제 1 법칙

이상기체 상태방정식과 열역학 제 1법칙을 결합하자

$$\delta Q = C_v dT + p dV = C_p dT - V dp$$

우리가 구하고자 하는 에너지 량은 열량이다. 새 것의 연료통의 부탄가스를 분사하여 연료 통 속 부탄가스를 다 썼을 때의 에너지 량을 구하자. 우선, 부탄 가스 통은 찌그러지지 않는다고 가정하자 그러면 부피는 바뀌지 않을 것이다. 따라서 등적 과정이라고 할 수 있다. 온도를 구하기는 매우 어려움으로 온도 변화를 없애보도록 하자

$$C_v dT = C_p dT - V dp$$

$$R dT = V dp$$

$$dT = V dp / R$$

따라서 열역학 제 1법칙은 아래와 같이 쓸 수 있다.

$$\delta Q = V dp \left(C_p - \frac{1}{R} \right)$$

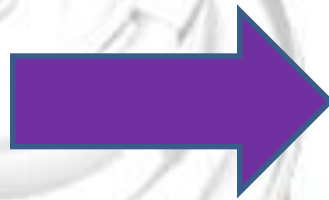


2. 본론

2.2 부탄가스통 속의 에너지량

- -> 발열량 Q 구하기!

$$pV = nR^*T$$



$$p = R^* \frac{T}{V} \frac{m}{M}$$

$$\begin{aligned} M &= 58, R^* = 8.14, T = 300(K), \\ V &= \pi r^2 h \\ &= 3.14 \times 0.04^2 \times 0.02 \\ &= 0.001 (m^3) \end{aligned}$$



2. 본론

2.2 부탄가스통 속의 에너지량

- -> 발열량 Q 구하기!

$$\begin{aligned} p &= \frac{220}{58} \times 8.14 \times \frac{300}{0.01} \\ &= 9262759 (Pa) \\ &= 92627.59 (kPa) \\ &= 90 atm \end{aligned}$$



2. 본론

2.2 부탄가스통 속의 에너지량

- -> 발열량 Q 구하기!

$$\begin{aligned}\Delta Q &= V\Delta P\left(C_v - \frac{1}{R}\right) \\ &= 0.001 \times 92628 \times \left(C_v - \frac{1}{R}\right) \\ &= 92.628 \times \left(K \frac{R^*}{M} - \frac{M}{R^*}\right) \\ &= -595.8(J) \\ &= -142.3044(cal)\end{aligned}$$

2. 본론

2.3 부탄가스가 폭발하는 과정

- 1) 폭발 압력

$$\begin{aligned}(\sigma T_{\text{후라이팬}}^4 - \sigma T_{\text{가스통}}^4) A dt &= m C_p dT - V dp \\&= \frac{m C_p}{n R^*} V dp - V dp \quad (V = \text{constant}) \\&= \left(\frac{M C_p}{R^*} - 1 \right) V dp \quad (C_p = k R) \\&= \left(\frac{M k R}{M R} - 1 \right) V dp \\&= (k - 1) V dp\end{aligned}$$

$$(\sigma T_{\text{후라이팬}}^4 - \sigma T_{\text{가스통}}^4) A dt = (k - 1) V dp$$



2. 본론

2.3 부탄가스가 폭발하는 과정

- 1) 폭발 압력

$$\begin{aligned}\frac{\Delta p}{\Delta t} &= \frac{dp}{dt} = \frac{\sigma A (T_{\text{실}}^4 - T_{\text{기}}^4)}{(k-1)V} \\ &= \frac{\sigma ab (T_{\text{실}}^4 - T_{\text{기}}^4)}{(k-1)a^2b} \\ &= \frac{\sigma (T_{\text{실}}^4 - T_{\text{기}}^4)}{a(k-1)} \\ &= \frac{(5.67 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-1}) ((473 \text{ K})^4 - (283 \text{ K})^4)}{8 \times 10^{-2} \text{ m} (k-1)} \\ &\quad (\text{메탄의 } k = 12) \\ &= 2839.16 \text{ Pas}^{-1}\end{aligned}$$

2. 본론

2.3 부탄가스가 폭발하는 과정

- 1) 폭발 압력

$$\therefore \Delta p = (2839.16 \text{ Pa s}^{-1}) \times \Delta t$$



2. 본론

2.3 부탄가스가 폭발하는 과정

- 2) 변형압력

$$11\text{kg/cm}^3 = 11 \times 10^6 \text{ Pa}$$



$$11 \times 10^6 \div 3000 = 3666(\text{sec}) = 61(\text{min})$$



가열한지 61분 후
변형되기 시작!

2. 본론

2.3 부탄가스가 폭발하는 과정

- 2) 파열압력

$$13\text{kg/cm}^2 = 13 \times 10^6 \text{Pa}$$



$$13 \times 10^6 \div 30000 = 4333(\text{sec}) = 72(\text{min})$$



가열한지 72분 후
폭발!

2. 본론

2.3 부탄가스가 폭발하는 과정

- 2) 영상

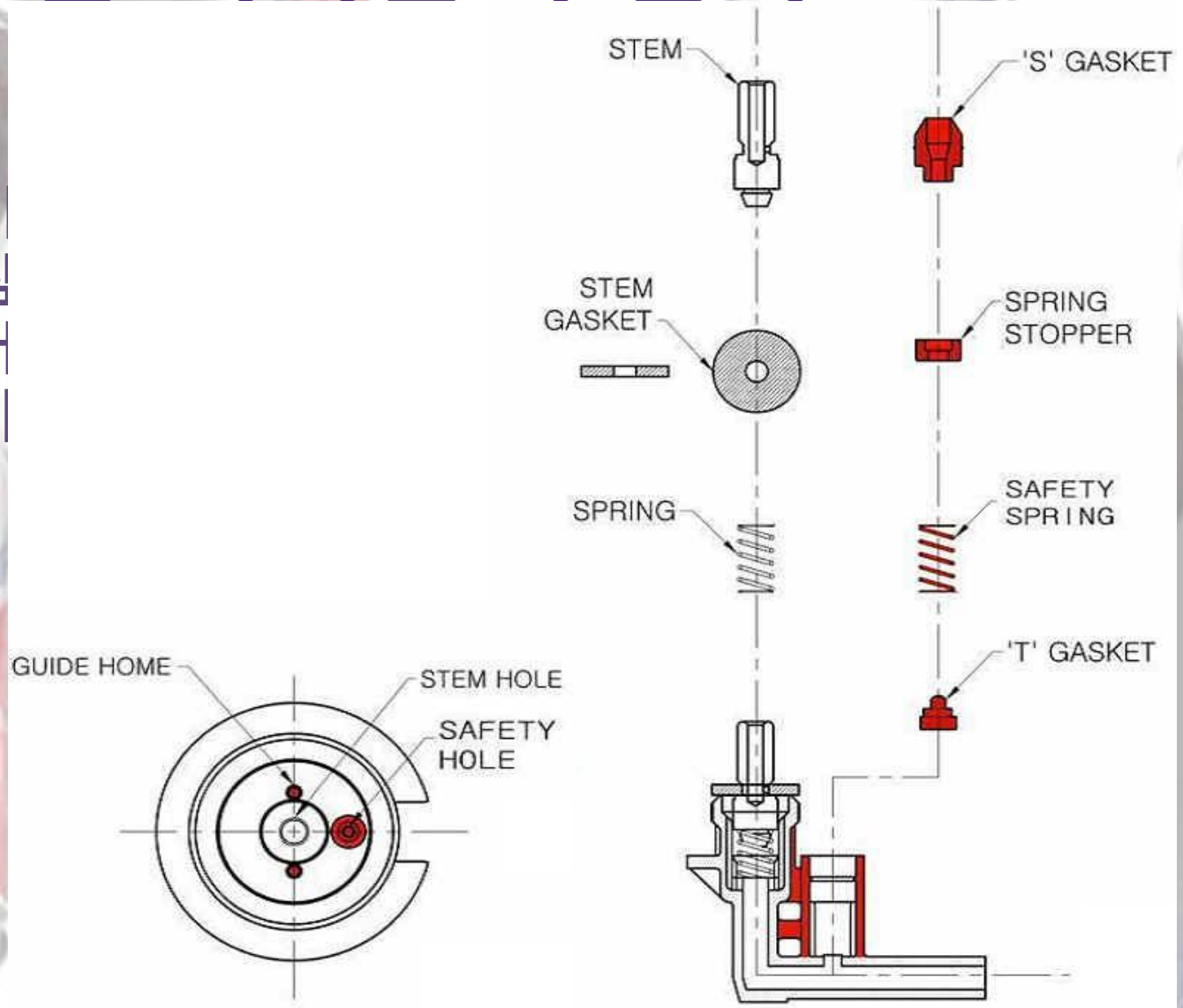
- <http://www.safirer.com/media/lighter.wmv>



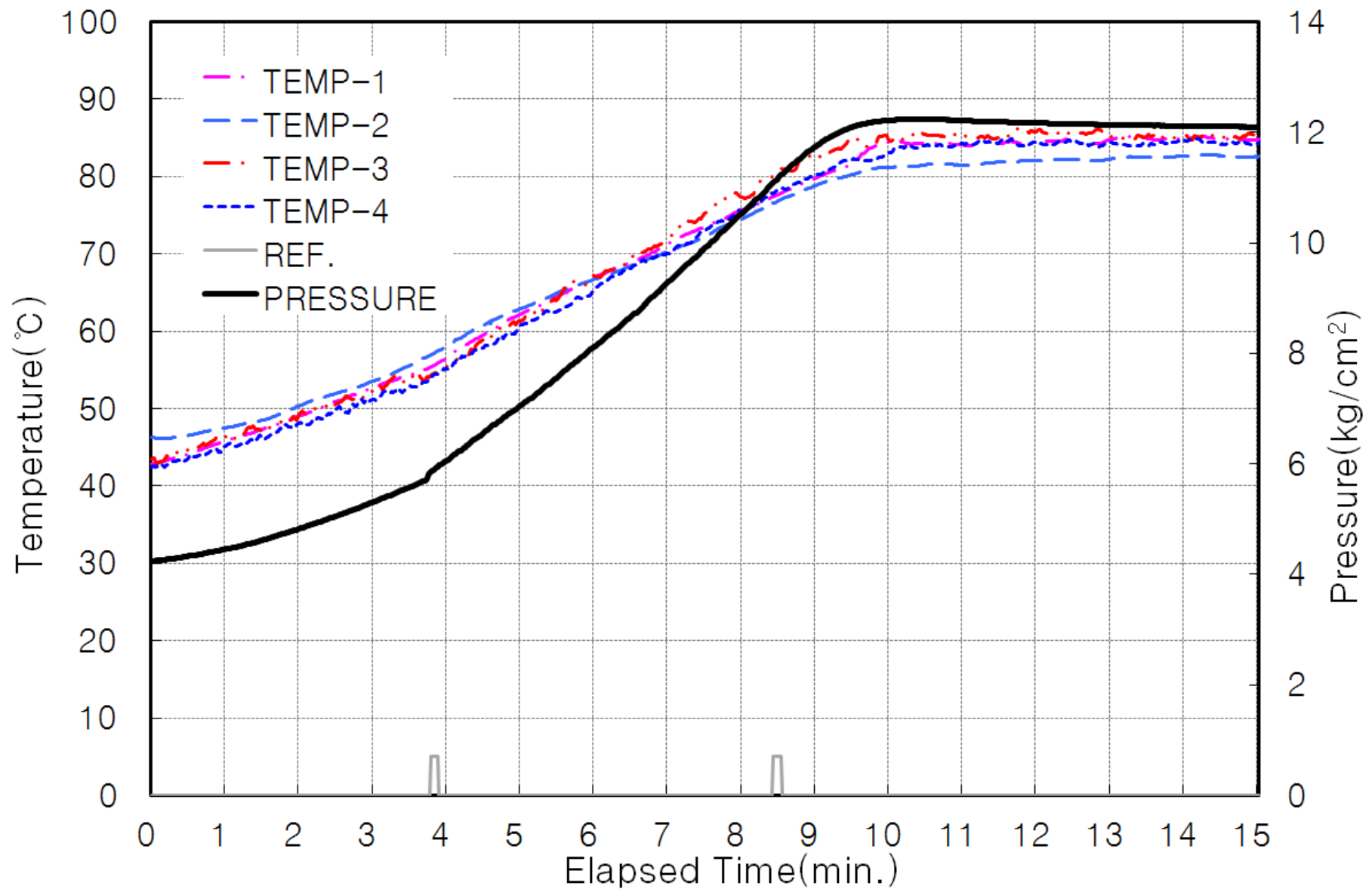
2. 본론

2.4 안 터지는 부탄가스?!

- 1) 원리
-> 부탄가스가
되면 그림
스가 흘러
발을 방지



2. 본론



2. 본론

2.4 안 터지는 부탄가스?!

- 3) 부탄가스 안전하게 다루는 법
 - (1) LPG를 사용하는 가정의 경우 가스통의 밸브를 잠가야 한다. LNG는 메인밸브를 잠그면 된다.
 - (2) 환기를 시킨다고 선풍기나 환풍기를 작동시키면 안 된다.
 - > LPG : 프로판과 부탄은 공기보다 무겁기 때문에 아래에 위치한 창문을 열고 빗자루를 이용해 바닥을 쓸 듯이 해서 환기
 - > LNG : 메탄가스로 공기보다 가볍기 때문에 천장을 빗자루로 쓸어서 환기 쓸어서 환기
 - (3) 휴대용 부탄가스는 밀폐된 실내에서는 사용하지 않는다.
 - (4) 다 쓴 부탄가스는 꼭 구멍을 뚫어서 버린다.

3. 결론

- 1. 부탄가스 한 통의 에너지량은 142.3044J이다.
 - > 발열량을 구할 때 기압이 90atm이 나온 것은 현실성이 떨어지는데 이는 부탄가스통을 흑체라고 가정했기 때문이다.
- 2. 부탄가스에 열이 계속 가해졌을 때 61분째 부터 변형이 시작되어 72분에 폭발한다
 - > 실제 실험 결과 약 1시간인 것으로 보아 현실적이다.
- 3. 안 터지는 부탄가스의 원리는 벨브에 의한 압력 조절이다.



THANK YOU