

LEt'S 소방직

소방학개론 계산문제 특강

이은실T

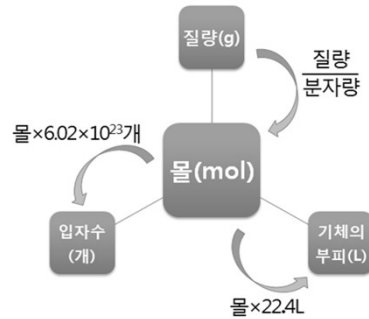
☒ 소방학개론 계산문제 특강

 1~3교시: 핵심 계산문제 풀이

 4교시: 실전 테스트 및 풀이

I . 단위변환

$$\text{몰수(mol)} = \frac{\text{질량}_g}{\text{분자량}}$$



$$PV = nRT$$

P : 압력(atm), V : 부피(L), n : 몰수(mol) = $\frac{\text{질량}_g}{\text{분자량}}$, R : 0.082, T : 온도(K)

섭씨온도(°C)가 주어질 경우 (273 + 온도°C)를 대입

II . 화학반응식 기반 계산 문제

1. 연소 반응식

① 탄소 화합물의 연소 : $(C, H, O) + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

- 파라핀계 탄화수소, 일산화탄소, 알코올류 등
- 이론 산소량 → 이론 공기량 계산(21%)
- 최소산소농도(MOC) = LFL × O₂ 몰 수

② 비탄소계 연소

- 수소: $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$
- 황: $S + O_2 \rightarrow SO_2$
- 금속: $Mg + O_2 \rightarrow MgO$
- $Al + O_2 \rightarrow Al_2O_3$

* 연소범위

물질	연소범위(%)	위험도
이황화탄소	1.2~44	35.67
아세틸렌	2.5~81	31.4
디에틸에테르	1.9~48	24.3
산화에틸렌	3.3~80	23.2
수소	4~75	17.8
일산화탄소	12.5~75	5
휘발유	1.4~7.6	4.42
벤젠	1.4~7.1	4.07
톨루엔	1.4~6.7	3.79
부탄	1.8~8.4	3.67
프로판	2.1~9.5	3.52
에탄	3~12.5	3.17
메탄	5~15	2
암모니아	15~28	0.87

[위험도]

$$\frac{\text{연소범위 상한(UFL)} - \text{연소범위 하한(LFL)}}{\text{연소범위 하한(LFL)}}$$

1. 표준상태에서 에테인 2m³이 완전 연소할 때 필요한 이론 산소량은 약 몇 m³ 인가?

- ① 2 ② 7 ③ 8 ④ 10

2. 표준상태에서 프로판가스 1L를 완전 연소하는데 필요한 이론 산소량은 약 몇 g인가?

- ① 3 ② 5 ③ 7 ④ 9

3. 표준상태의 가스 1m³를 완전 연소시키기 위하여 필요한 최소한의 공기를 이론공기량이라 한다. 다음 중 이론공기량으로 적합한 것은? (단, 공기 중 산소 농도는 21% 존재한다.)
- | | |
|-------------|--------------|
| ① 메탄 : 9.5배 | ② 메탄 : 12.5배 |
| ③ 프로판 : 15배 | ④ 프로판 : 30배 |

4. 메탄을 2.0kg을 완전 연소하는데 필요한 이론공기량(m³)은?
- | | |
|-------|--------|
| ① 2.5 | ② 5.0 |
| ③ 7.5 | ④ 10.0 |

5. 부탄의 연소에 필요한 최소 산소농도(MOC)를 계산한 값은? (LFL 1.8, UFL 8.4%로 한다.)
- ① 5.6
 - ② 7.8
 - ③ 11.7
 - ④ 14.1

2019년 기출

6. 20 ℃, 1기압의 프로판(C_3H_8) 1 m³를 완전연소시키는 데 필요한 20 ℃, 1기압의 산소 부피는 얼마인가?

- ① 1 m³ ② 3 m³ ③ 5 m³ ④ 7 m³

7.

0 ℃, 1기압인 조건에서 프로페인의 완전 연소 조성식으로부터 얻을 수 있는 내용으로 옳지 않은 것은? (단, 공기의 조성비는 질소(N_2) 79 vol%, 산소(O_2) 21 vol%이다.)

- ① 프로페인 1 mol이 완전 연소하면 약 72 g의 물이 생성된다.
- ② 프로페인 0.5 mol이 완전 연소하는 데 약 2.5 mol의 산소가 필요하다.
- ③ 프로페인 44 g이 완전 연소하면 약 132 g의 이산화탄소가 생성된다.
- ④ 프로페인 1 mol이 완전 연소하는 데 약 23.8 mol의 공기가 필요하다.
- ⑤ 프로페인 0.5 mol이 완전 연소하는 데 필요한 공기 중 질소의 양은 약 18.8 mol이다.

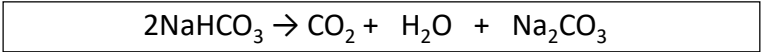
8. 표준상태에서, 5mol의 프로페인(C₃H₈)가스가 완전 연소를 하는데 발생
하는 수증기(H₂O)의 부피(m³)는?

- ① 0.448
- ② 4.48
- ③ 22.4
- ④ 448

2. 분해 반응식 – 화학 양론비 활용하여 계산

① 분말소화약제

- 질량(g, kg) → 분자량
- 부피(L, m³) → 22.4



제시된 조건

계수 × 분자량 or 22.4

x

계수 × 분자량 or 22.4

9. 제2종 분말소화약제의 열분해 시 11.2m³의 CO₂ 가스를 만들기 위해 필요
한 분말소화약제의 양은 약 몇 kg인가? (단, 표준 상태이고 칼륨의 원자
량은 39 이다.)

- ① 25
- ② 35
- ③ 50
- ④ 100

2. 분해 반응식

① 분말소화약제

- 제1종 270 ℃ $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{CO}_3$
 850 ℃ $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{Na}_2\text{O}$
- 제2종 190 ℃ $2\text{KHCO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{CO}_3$
 890 ℃ $2\text{KHCO}_3 \rightarrow 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$
- 제3종 190 ℃ $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4$
 360 ℃ $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{HPO}_3$

- 제4종 $2\text{KHCO}_3 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 2\text{NH}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3$

② 열분해 반응식

- $2\text{NaClO}_3 \rightarrow 2\text{NaCl} + 3\text{O}_2$
- $\text{KClO}_4 \rightarrow \text{KCl} + 2\text{O}_2$

3. 물과의 반응식

① 제1류 위험물

- $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{NaOH} + \text{O}_2$

② 제2류 위험물

- $\text{Fe} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe(OH)}_2 + \text{H}_2$
- $2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Al(OH)}_3 + 3\text{H}_2$

③ 제3류 위험물

- $2\text{K} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{KOH} + \text{H}_2$
- $(\text{CH}_3)_3\text{Al} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al(OH)}_3 + 3\text{CH}_4$
- $\text{Ca}_3\text{P}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{Ca(OH)}_2 + 2\text{PH}_3$
- $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + \text{C}_2\text{H}_2$

10. 표준상태를 기준으로 수소 22.4L가 염소 100L가 완전히 반응했다면 생성된 염화수소의 부피는 몇 L인가?

- ① 22.4 ② 44.8**
- ③ 224 ④ 448**

11. 과산화칼륨(K_2O_2)이 다량의 물과 완전히 반응하여 표준상태에서 $112m^3$ 의 산소가 발생하였다면 과산화칼륨의 반응량(kg)은? (단, K_2O_2 1mol의 분자량은 110g이다.)

- ① 11
- ② 110
- ③ 1100
- ④ 11100

12. 탄화칼슘 8kg이 질소와 고온에서 모두 반응한다고 가정할 때 생성되는 칼슘시안아미드(calcium cyanamide)의 질량(kg)은? (단, 원자량은 Ca는 40, C는 12, N는14로 한다.)

〈화학반응식〉		$\text{CaC}_2 + \text{N}_2 \rightarrow \text{CaCN}_2 + \text{C}$	
① 10.0	② 12.5	③ 14.4	④ 25.0

13. 표준상태를 기준으로 수소 2.24L 가 염소와 완전히 반응했다면 생성된 염화수소의 부피는 몇 L 인가?

III. 증발, 기화 - 화학반응식X

증기밀도 = $w/22.4$

증기비중 = $w/29$

1. 반응물이 기화 / 증발 - 상태변화

$PV = nRT$

P : 압력(atm), V : 부피(L), n : 몰수(mol) = $\frac{\text{질량}_g}{\text{분자량}}$, R : 0.082, T : 온도(K)

섭씨온도(°C)가 주어질 경우 (273 + 온도°C)를 대입

14. 1기압, 100°C에서 물 54g이 모두 기화되었다. 생성된 기체는 약 몇 L인가?

- ① 11.2 ② 22.4 ③ 44.8 ④ 67.2

15. 휘발성 유기물 2g을 증발시켰더니 0°C, 760mmHg에서 400mL 였다. 이 물질의 분자량은 약 몇 g/mol 인가?

16. 소화기 속에 압축되어 있는 이산화탄소 1.1kg을 표준상태에서 분사하였다. 이산화탄소의 부피는 몇 m³가 되는가?

17. 표준 상태에서 기체 A 1L의 무게는 2g이다. A의 분자량은?

18. 1기압 27℃에서 어떤 기체 2g의 부피가 0.82L 이다. 이 기체의 분자량은 약 얼마인가?

IV. 열량 계산

1. 현열과 잠열

물질의 상태 변화를 구분

- 1) 20℃ 물 → 100 ℃ 물
- 2) 100℃ 물 → 100℃ 수증기

① 현열(sensible heat) : $Q = G c \Delta t$
물체의 상변화는 없고, 온도변화에 소요되는 열량으로 정의 한다.

② 잠열(latent heat) : $Q = G r$
물체의 온도변화는 없고, 상변화에 필요한 열량으로 정의하며 증발(응축)잠열, 융해(응고) 잠열 등이 있다. ▶ 0℃ 얼음의 융해잠열 : 79.68(≒ 80) kcal/kgf ▶ 100℃ 물의 증발잠열 : 539 kcal/kgf

19. 0℃의 얼음 20g을 100℃의 수증기로 만드는데 필요한 열량은? (단, 융해열은 80cal/g, 기화열은 539cal/g이다.)

- ① 3,600cal
- ② 11,600cal
- ③ 12,380cal
- ④ 14,380cal

20. 물의 기화열이 539cal인 것은 어떤 의미인가?

- ① 0℃의 물 1g이 얼음으로 변화하는데 539cal의 열량이 필요하다.
- ② 0℃의 얼음이 1g이 물로 변화하는데 539cal의 열량이 필요하다.
- ③ 0℃의 물 1g이 100℃의 물로 변화하는데 539cal의 열량이 필요하다.
- ④ 100℃의 물 1g이 수증기로 변화하는데 539cal의 열량이 필요하다.

21. -5℃ 얼음 10g을 16℃의 물로 만드는데 필요한 열량은 약 몇 kJ 인가? (단, 얼음의 비열은 2.1J/g · °C, 융해열은 335J/g, 물의 비열은 4.2J/g · °C 이다.)
- ① 3.4

② 4.1

③ 5.2

④ 6.4

2. 복사열량 계산

$$q = \frac{X_r Q}{4\pi r^2}$$

복사 에너지 분율 × 열방출률
r: 거리

22. 구획실에서 10 m 직경의 크기를 갖는 화재가 발생하였다. 화재 방출열량이 200 MW 일 때 화재중심에서 수평방향으로 25 m 떨어진 한 지점으로 전달 되는 복사열량(kW/m²)은? (단, 거리 감소에 의한 복사에너지는 30 %가 전달되는 것으로 하고, 원주율은 3으로 하고, 소수점 이하 첫째자리에서 반올림한다.)
- ① 3

② 8

③ 25

④ 50

V. 화재하중 계산

1. 유의사항

- 문제에서 주어진 단위가 일관적인지 확인하고, 필요할 경우 변환 후 계산할 것
예: m² (제곱미터) ↔ cm² (제곱센티미터) 바닥면적: 가로×세로
- 불필요한 계산을 최소화하고, 분수 형태의 값은 약분하여 계산할 것.

$$q = \frac{\sum(Gt \times Ht)}{H_0 \times A} = \frac{\sum Q_t}{4500 \times A}$$

(q: 화재하중, Gt: 가연물 질량, Ht: 가연물 단위 발열량, H₀: 목재의 단위 발열량, A: 화재실 바닥면적)

23. 강의실(200m²)에서 화재가 발생하여 다음과 같은 가연물의 완전 연소 되었을 때 화재하중(kg/m²)은 약 얼마인가? (단, 목재의 단위 발열량은 4,500 kcal/kg이고, 소수점 둘째 자리에서 반올림하여 계산하시오.)

가연물	개수	중량	단위발열량(kcal/kg)
책상	10개	2kg	5,000
의자	30개	1kg	4,000

- ① 0.1
- ② 0.2
- ③ 0.4
- ④ 0.5

24. 바닥면적이 300m²인 창고에 목재 1,000kg과 기타 가연물 1,000kg이 적재되어 있는 경우 화재하중(kg/m²)은 얼마인가? (단, 목재의 단위발열량은 4,500kcal/kg, 기타 가연물의 단위발열량은 5,000kJ/kg이며, 소수점 이하] 셋째자리에서 반올림한다. 1kcal = 4.2kJ이다.)
- ① 2.11 ② 4.222 ③ 7.04 ④ 14.08

VI. 연소범위

1. 혼합가스 연소범위 계산(르 샤틀리에)

· 가연성 가스로 계산

$$\frac{Vol}{LFL} = \frac{\%}{L}$$

근사값을 활용하는 경우, 오차 범위 내에서 타당한지 검토할 것.

2. 단일가스 연소범위 계산(존스)

· LFL = 0.55Cst · UFL = 3.5Cst

$$Cst = \frac{\text{연료}_{mol}}{\text{연료} + \text{이론 공기}_{mol}} \times 100$$

25. 가연성 가스 3종이 다음과 같이 혼합되어 있을 때 르샤틀리에(Le Chatelier)식에 따라 부피비로 계산된 혼합가스의 연소하한계[vol%]는? [24년 기출]

· 혼합가스 내 각 성분의 체적(V): $V_A=20\text{vol\%}$, $V_B=40\text{vol\%}$, $V_C=40\text{vol\%}$
· 각 성분의 연소하한계(L): $L_A=4\text{vol\%}$, $L_B=20\text{vol\%}$, $L_C=10\text{vol\%}$

- ① 약 4.3
- ② 약 9.1
- ③ 약 11.0
- ④ 약 12.8

26. 가스 A(연소하한계: 5vol%)가 4mol, 가스 B(연소하한계: 4vol%)가 6mol인 혼합가스의 연소하한계(vol%)는 약 얼마인가?

- ① 4.35
- ② 4.45
- ③ 4.55
- ④ 4.65

27. 어느 밀폐 공간에서 프로판(C_3H_8)의 화학양론적 농도(Cst)는 10.0%이다.

존스 공식을 사용하여 프로판의 LFL을 구한 것은?

- ① 4.5% ② 5.0% ③ 5.5% ④ 6.0%

28. 메탄 80v%, 프로판 5v%, 에탄 15v%인 혼합가스의 공기 중 폭발하한계는

약 얼마인가?

- ① 2.1%
② 3.3%
③ 4.3%
④ 5.1%

VII. 이산화탄소 설계농도

$$\text{CO}_2(\%) = \frac{(21 - O_2)}{21} \times 100$$

29. 밀폐된 공간에 이산화탄소를 방사하여 산소의 체적 농도를 12% 되게 하려면 상대적으로 방사된 이산화탄소의 농도는 약 얼마가 되어야 하는가?
- ① 25% ② 29% ③ 38% ④ 43%

30. 밀폐된 공간에 질소 및 기타 가스가 존재하지 않는 상태에서 이산화탄소(CO₂)를 방출하여 산소의 체적 농도를 11%까지 낮추려 한다. 이때, 상대적으로 방출된 이산화탄소의 체적 농도는 약 얼마가 되어야 하는가?
- ① 39% ② 48% ③ 55% ④ 68%

🔥 소방학개론 계산문제 🔥

실전 TEST

1. 에틸알코올(C_2H_5OH)의 최소산소농도(MOC)는? (단, 에틸알코올의 연소 범위는 4.3 ~ 19 Vol%이다.)
- ① 8.6
 - ② 12.9
 - ③ 14.7
 - ④ 16.3

2.

0℃, 1기압인 조건에서 1mol 메테인이 완전 연소하는데 필요한 공기 중 질소의 양은 몇 mol인가? (단, 공기의 조성비는 질소(N_2) 79 vol%, 산소(O_2) 21 vol%이다. 소수점 셋째 자리에서 반올림한다.)

- ① 2mol
- ② 3.52mol
- ③ 7.52mol
- ④ 9.52mol

3. 프로판(C_3H_8)의 최소산소농도(MOC : Minimum Oxygen Concentration, %)로 옳은 것은? (프로판의 연소 상한계는 9.5%, 연소범위의 상·하한 폭은 7.4%이다.)

- ① 5.0 ② 8.5 ③ 10.5 ④ 14.0

4. 가연성 가스 3종이 다음과 같이 혼합되어 있을 때 르샤틀리에(Le Chatelier)식에 따라 부피비로 계산된 혼합가스 중 A의 연소하한계[vol%]는?

- 혼합가스 내 각 성분의 체적(V) : $V_A = 60\text{vol\%}$, $V_B = 30\text{vol\%}$, $V_C = 10\text{vol\%}$
 - 각 성분의 연소하한계(L) : $L_B = 6\text{vol\%}$, $L_C = 2\text{vol\%}$
 - 혼합가스 연소하한계(L) : $5\text{vol\%}$

- ① 4
- ② 6
- ③ 12
- ④ 20

5. 액체프로판 10kg이 기화되어 가스 상태로 되었을 때 프로판 가스의 체적은 표준상태에서 몇 m³가 되는가?

- ① 3.05
 - ② 5.09
 - ③ 6.05
 - ④ 7.09

6. 수소 5g과 산소 24g의 연소반응 결과 생성된 수증기는 0℃, 1기압에서 몇 L인가?

7. 바닥 면적이 250 m²인 구획된 공장에서 종이 1,800 kg, 합성고무 2,200kg이 적재되어 있을 때, 화재하중은 약 몇 kg/m²인가? (단, 종이, 합성고무, 목재의 단위 발열량은 각각 4,800 kcal/kg, 9,200 kcal/kg, 4,500 kcal/kg이며, 창고 내 기타 가연물은 존재하지 않으며, 화재 시 완전 연소를 가정한다.)

① 15.78 ② 25.67 ③ 40.44 ④ 55.12

8. 구획실에서 5 m 직경의 크기를 갖는 화재가 발생하였다. 화재 방출열량이 150 MW 일 때 화재중심에서 수평방향으로 10 m 떨어진 한 지점으로 전달 되는 복사열량(kW/m^2)은? (단, 거리 감소에 의한 복사에너지는 20 %가 전달되는 것으로 하고, 원주율은 3으로 하고, 소수점 이하 첫째자리에서 반올림한다.)
- ① 3

② 8

③ 25

④ 50

9. 이산화탄소의 증기비중은 약 얼마인가?

- ① 0.81
- ② 1.52
- ③ 2.02
- ④ 2.51

10. 소화약제로서 물 1g 이 1기압, 100℃ 에서 모두 증기로 변할 때 열의 흡수량은 몇 cal 인가?

- ① 429
- ② 499
- ③ 539
- ④ 639

11. 상온, 상압에서 프로판-공기의 가연성 혼합기체를 완전 연소시킬 때 프로판 1kg을 연소시키기 위하여 공기는 약 몇 kg이 필요한가?

- ① 13.6 ② 15.7 ③ 17.3 ④ 19.2

12. 다음의 물질 중 공기에서의 위험도(H) 값이 가장 큰 것은?

- ① 에테르
② 수소
③ 아세틸렌
④ 프로판

13. 1mol의 메테인(CH_4) 화학양론적 농도(Cst) vol%를 계산한 것으로 옳은 것은? (단, 소수점 둘째 자리에서 반올림한다.)
- ① 2% ② 5.0% ③ 9.5% ④ 12.0%

14. 다음에 제시된 가연성기체의 폭발한계범위에서 위험도가 낮은 것부터 높은 순으로 바르게 나열한 것은?

ㄱ. 수소(4~75%)	ㄴ. 아세틸렌(2.5~81%)
ㄷ. 에테르(1.9~48%)	ㄹ. 프로판(2.1~9.5%)

- ① ㄷ < ㄱ < ㄹ < ㄴ ② ㄷ < ㄹ < ㄴ < ㄱ
- ③ ㄹ < ㄱ < ㄷ < ㄴ ④ ㄹ < ㄷ < ㄴ < ㄱ

15. 부탄 40 vol%(폭발 하한계 1.8 vol%), 아세틸렌 30 vol%(폭발 하한계 2.5 vol%), 프로판 30 vol%(폭발 하한계 2.1 vol%)일 때 혼합가스의 폭발 하한 값(vol%)은?(단, Le Chatelier의 법칙을 이용하여 소수점 셋째자리에서 반올림하여 소수점 둘째자리까지 구한다.)

- | | |
|--------|--------|
| ① 1.76 | ② 2.13 |
| ③ 3.50 | ④ 4.12 |