

# 가스(산업)기사 정리

## \* 가스밀도, 비체적 비중

① 밀도 =  $\frac{M}{22.4}$  (g/l, kg/m<sup>3</sup>) 여기서, M : 분자량

② 비체적 =  $\frac{22.4}{M}$  (l/g, m<sup>3</sup>/kg)

③ 비중 =  $\frac{M}{29}$

## \* 보일 · 샬의 법칙

$$\frac{PV}{T} = \frac{P'V'}{T'}$$

여기서 P, V, T : 처음 압력, 부피, 온도  
P', V', T' : 나중 압력, 부피, 온도

## \* 이상기체상태 방정식

$$PV = nRT = \frac{W}{M}RT$$

$$R = \frac{PV}{nT} = \frac{1atm \times 22.4l}{1mol \times 273^{\circ}K}$$

$$= 0.082l \cdot atm/mol^{\circ}K$$

여기서, P : 압력(atm)  
V : 부피(l)  
n : 몰수(mol)  
R : 기체상수(l · atm/mol<sup>o</sup>K)  
T : 절대온도 (°K)  
M : 기체의 분자량  
w : 기체의 질량 (g)

## \* 실재기체상태의 방정식

$$\left(P + \frac{n^2 a}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

$$P = \frac{nRT}{V - nb} - \frac{n^2 a}{V^2}$$

여기서, a : 기체 분자 간의 인력(l<sup>2</sup> · atm/mol<sup>2</sup>)  
b : 기체 자신이 차지하는 부피(l/mol)

## \* 기체상태 방정식

$$PV = GRT$$

$$R = \frac{PV}{GT} = \frac{1.033 \times 10^4 kg/m^3 \times 22.4m^3}{1kmol \times 273^{\circ}K}$$

$$= 848kg \cdot m/kmol^{\circ}K$$

여기서, P : 압력(kg/m<sup>2</sup>)  
V : 부피(m<sup>3</sup>)  
G : 가스중량(kg)

T : 절대온도(°K)

R ; 가스정수(kg · m/kmol<sup>o</sup>K) = 848/분자량

## \* 혼합가스의 조성

· 용량(%) =  $\frac{\text{단독성분가스의용적}}{\text{전체가스의용적}} \times 100$

· 용적(V%) = 몰(mol%) = 압력(P%)

· 중량(%) =  $\frac{\text{단독성분의중량}}{\text{전체가스의중량}} \times 100$

## \* 열효율(η)

$$\eta = \frac{G \times C \times \Delta T}{W \times Q}$$

여기서, G : 질량(kg)  
C : 비열(kcal/kg<sup>o</sup>C)  
ΔT : 온도차 (°C)  
W : 연료소비량(kg)  
Q : 연료발열량(kcal/kg)

## \* 구형 탱크의 내용적

$$V = \frac{\pi D^3}{6} \text{ 또는 } \frac{4\pi r^3}{3}$$

여기서, V : 내용적 (m<sup>3</sup>)  
D : 안지름(m)  
r : 반지름(m)

## \* 피스톤식 압력계

$$\text{압력}(kg/cm^2) = \frac{\text{추와피스톤의무게}(kg)}{\text{실린더단면적}(cm^2)}$$

## \* 돌턴의 분압법칙

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$$

여기서, P : 전압

P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> : 각 단독 성분의 분압 혼합기체가 나타나는 전압은 각 단독성분의 분압의 합과 같다.

## \* 르 · 샬리에 공식

$$\frac{100}{L} = \frac{V_1}{L_1} + \frac{V_2}{L_2} + \frac{V_3}{L_3} + \dots$$

여기서, L : 혼합가스의 하한 또는 상한  
L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> : 단독 성분의 하한이나 상한  
V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>, V<sub>3</sub> : 단독 성분의 부피(%)

## \* 압축률 - 압력이 증가하면 액체의 체적의 감소된다.

$$\beta = \frac{-\Delta V}{V \Delta P}$$

여기서,  $\beta$  : 압축률 (1/atm)  
 $V$  : 최초의 부피  
 $\Delta P$  : 가해진 압력(atm)  
 $\Delta V$  : 줄어든 부피

**\* 연신율과 단면 수축률**

① 연신율 (= 신장률) =  $\frac{L' - L}{L} \times 100$

여기서,  $L$  : 처음 길이  
 $L'$  : 나중 길이

② 단면 수축률 =  $\frac{A - A'}{A} \times 100$

여기서,  $A$  : 처음 단면적  
 $A'$  : 수축한 최소 단면적

**\* 저장능력 산정기준**

① 압축가스 :  $Q = (P+1)V$

② 액화가스의 용기 :  $w = \frac{V_2}{C}$

③ 액화가스 탱크 :  $w = 0.9dV_2$

여기서,  $Q$  : 저장능력( $m^3$ )  
 $P$  : 충전압력 ( $kg/cm^2$ )  
 $V$  : 내용적( $m^3$ )  
 $V_2$  ; 내용적( $\ell$ )  
 $w$  : 저장능력(kg)  
 $d$  : 액비중( $kg/\ell$ )  
 $C$  : 충전상수( $C_3H_8 - 2.35, C_4H_{10} - 2.05, CO_2 - 1.34, NH_3 - 1.86$ )

**\* 다공도**

다공도 =  $\frac{V - E}{V} \times 100(\%)$

여기서,  $V$  : 다공물질의 용적( $m^3$ )  
 $E$  : 침윤 잔용적( $m^3$ )

**\* 위험도**

$H = \frac{U - L}{L}$

여기서,  $H$  : 위험도  
 $U$  : 폭발범위 상한  
 $L$  : 폭발범위 하한

**\* 웨베지수**

$WI = \frac{H_g}{\sqrt{d}}$

(표준 웨베지수의  $\pm 4.5\%$  이내일 것.)  
여기서,  $WI$  : 웨베지수  
 $H_g$  : 도시가스의 발열량 ( $kcal/m^3$ )  
 $d$  : 가스의 비중

**\* 압축기용 안전밸브의 분출면적**

$a = \frac{w}{230P\sqrt{\frac{M}{T}}}$

여기서,  $a$  : 분출부의 유효면적( $cm^2$ )  
 $w$  : 1시간에 분출해야 할 가스량( $kg/h$ )  
 $P$  : 안전밸브의 분출압력( $kg/cm^2a$ )  
 $M$  : 가스의 분자량  
 $T$  : 압력  $P$ 에 있어서 가스의 절대온도( $^{\circ}K$ )

**\* 압력용기의 안전밸브구경 계산식**

$d = C \sqrt{D \times L}$

· 도관용 안전밸브 단면적 도관에 설치하는 안전밸브 분출면적은 도관최대지름부 단면적의 0.1배 이상

여기서,  $d$  : 안전밸브 구경(mm)  
 $D$  : 바깥지름(m)  
 $L$  : 관의 길이(m)  
 $C = 35\sqrt{\frac{1}{P}}$   
 $P$  : 기밀시험압력( $kg/cm^2$ )

**\* 영구 증가율**

영구증가율 =  $\frac{\text{항구증가량}}{\text{전증가량}} \times 100$

**\* 초저온용기 단열성능 시험**

$Q = \frac{Wq}{H\Delta tV}$  ( $kcal/h^{\circ}C \ell$ )

여기서,  $Q$  : ( $kcal/h^{\circ}C \ell$ )  
 $W$  : 기화량 (kg)  
 $q$  : 기화잠열( $kcal/kg$ )  
 $H$  : 측정시간(h)  
 $V$  : 내용적( $\ell$ )  
 $\Delta t$  : 비점과 외기온도차( $^{\circ}C$ )  
합격 1000t 초과 :  $0.002kcal/h^{\circ}C \ell$  이하  
이하 :  $0.005kcal/h^{\circ}C \ell$  이하

**\* 상사법칙**

$Q' = Q \left(\frac{N'}{N}\right) \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^3$

$H' = H \left(\frac{N'}{N}\right)^2 \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2$

$$kW' = kW \left( \frac{N'}{N} \right)^3 \left( \frac{D_2}{D_1} \right)^5$$

여기서, Q, H, kW : 최초의 유량, 양정, 동력  
 Q', H', kW' : 나중의 유량, 양정, 동력  
 N, D<sub>1</sub> : 처음 회전수, 지름  
 N', D<sub>2</sub> : 나중 회전수, 지름

**\* 유량공식**

$$Q = A \times V = \frac{\pi}{4} D^2 \times V = A \times \sqrt{2gh}$$

여기서, Q : 유량( m<sup>3</sup>)  
 A : 단면적( m<sup>2</sup>)  
 V : 속도(m/s)  
 D : 지름(m)  
 h : 압력손실(m)  
 g : 중력가속도(9.8 m/ s<sup>2</sup>)

**\* 마찰손실 수두**

$$h_t = \lambda \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$

여기서, h<sub>t</sub> : 마찰손실수두(m)  
 λ : 마찰계수  
 L : 길이(m)  
 D : 지름(m)  
 V : 속도(m/s)  
 g : 중력가속도(9.8m/s<sup>2</sup>)

**\* 오차율(%)**

$$\text{오차율}(\%) = \frac{\text{측정값} - \text{진실값}}{\text{진실값}} \times 100$$

**\* 배관 유량 공식**

$$\textcircled{1} \text{ 저압 : } Q = K \sqrt{\frac{D^5 H}{SL}}$$

여기서, Q : 유량(m<sup>3</sup>/h)  
 K : 폴의 정수(0.707)  
 D : 관의 안지름(cm)  
 H : 허용압력손실(mmH<sub>2</sub>O)  
 S : 가스의 비중  
 L : 관의 길이(m)

$$\textcircled{2} \text{ 중·고압 : } Q = K \sqrt{\frac{D^5 (P_1^2 - P_2^2)}{SL}}$$

여기서, Q : 유량(m<sup>3</sup>/h)  
 K : 콧의 계수(52.31)

D : 관의 안지름(cm)  
 P<sub>1</sub> : 처음 압력(kg/cm<sup>2</sup>a)  
 P<sub>2</sub> : 나중 압력(kg/cm<sup>2</sup>a)

**\* 피스톤 압출량**

$$\textcircled{1} \text{ 왕복동식 : } V = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot L \cdot N \cdot R \cdot 60$$

여기서, V : 피스톤 압출량(m<sup>3</sup>/h)  
 D : 실린더의 안지름(m)  
 L : 피스톤의 행정(m)  
 N : 기통 수  
 R : 압축기의 매분 회전수(rpm)

$$\textcircled{2} \text{ 회전식 : } V = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \cdot t \cdot R \cdot 60$$

여기서, V : 1시간의 피스톤 압출량(m<sup>3</sup>/h)  
 t : 회전자의 가스압축 부분의 두께(m)  
 R : 회전자의 1분간의 표준회전수(rpm)  
 D : 피스톤기통의 안지름(m)  
 d : 회전자의 바깥지름(m)

**\* 펌프의 소요동력**

$$PS = \frac{r \cdot Q \cdot H}{75\eta}$$

$$kW = \frac{r \times Q \times H}{102\eta}$$

여기서, r : 비중량(kg/m<sup>3</sup>)  
 Q : 유량(m<sup>3</sup>/sec)  
 H : 양정(m)  
 η : 효율(η < 1)

**\* 압축기 토출가스 온도**

$$T_2 = T_1 \times \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}}$$

여기서, T<sub>1</sub> : 흡입 절대온도(°K)  
 T<sub>2</sub> : 토출 절대온도 (°K)  
 P<sub>1</sub> : 흡입압력(kg/cm<sup>2</sup>a)  
 P<sub>2</sub> : 토출압력(kg/cm<sup>2</sup>a)  
 K : 비열비(C<sub>p</sub>/C<sub>v</sub>)

**\* 압축비**

$$r = z \sqrt{\frac{P_e}{P_1}}$$

여기서, r : 압축비  
 z : 단수  
 P<sub>1</sub> : 흡입 절대압력(kg/cm<sup>2</sup>a)  
 P<sub>e</sub> : 토출 절대압력(kg/cm<sup>2</sup>a)

**\* 염소용기 두께**

$$t = \frac{PD}{200S}$$

여기서, t : 두께(mm)

P : 최고 충전압력(kg/cm<sup>2</sup>)

D : 바깥지름(mm)

S : 인장강도(kg/mm<sup>2</sup>)

**\* 산소용기 두께 계산식**

$$t = \frac{PD}{200SE}$$

여기서, t : 산소용기 두께(mm)

P : 최고 충전압력(kg/cm<sup>2</sup>)

D : 바깥지름(mm)

S : 인장강도(kg/mm<sup>2</sup>)

E : 안전율

**\* 프로판 용기 두께**

$$t = \frac{PD}{50S\eta - P} + C$$

여기서, t : 두께(mm)

P : 최고 충전압력(kg/cm<sup>2</sup>)

D : 안지름(mm)

S : 인장강도(kg/mm<sup>2</sup>)

$\eta$  : 용접효율

C : 부식 여유 수치(mm)

**\* 용접용기 동판두께**

$$t = \frac{PD}{200S\eta - 1.2P} + C$$

여기서, t : 용접용기 동판두께(mm)

P : 최고 충전압력(kg/cm<sup>2</sup>) (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> : FP× 1.62)

D : 안지름(mm)

S : 허용응력(kg/mm<sup>2</sup>) =  $\frac{1}{4}$  인장강도

$\eta$  : 용접 효율

C : 부식 여유수치(mm)

NH<sub>3</sub> 1000 ℓ      이하 : 1mm

                          초과 : 2mm

Cl<sub>2</sub> 1000 ℓ      이하 : 3mm

                          초과 : 5mm

**\* 배관두께 계산식**

① 바깥지름과 안지름의 비가 1.2이상일 때

$$t = \frac{D}{2} \left( \sqrt{\frac{25f\eta + P}{25f\eta - P}} - 1 \right) + C$$

② 바깥지름과 안지름의 비가 1.2미만일 때

$$t = \frac{PD}{50f\eta - P} + C$$

여기서, t : 배관의 두께(mm)

P : 상용압력(kg/cm<sup>2</sup>)

D : 안지름(mm)

f : 인장강도(kg/mm<sup>2</sup>)

C : 부식 여유수치(mm)

$\eta$  : 접수효율

**\* 입상배관에 의한 압력손실**

$$h = 1.293(S-1)H$$

여기서, h : 가스의 압력손실(mmH<sub>2</sub>O)

S : 가스비중

H : 입상높이(m)

**\* 전동기의 회전수**

$$N = \frac{120f}{P} \left( 1 - \frac{S}{100} \right)$$

여기서, N : 회전수(rpm)

P : 극수

**\* 비교 회전수**

형상은 유지하고 크기를 바꾼 상태에서 동일 유량, 동일 양정을 낼 때의 회전수를 원래의 회전수와 비교한 값

$$N_s = \frac{N\sqrt{Q}}{\left( \frac{H}{Z} \right)^{\frac{3}{4}}}$$

여기서, N<sub>s</sub> : 비교회전도(m<sup>3</sup>/min · m · rpm)

N : 회전수(rpm)

H : 양정(m)

Q : 유량(m<sup>3</sup>/min)

Z : 단수

**\* 응력**

$$\textcircled{1} \text{ 원주방향 응력 : } \sigma = \frac{PD}{2t}$$

$$\textcircled{2} \text{ 길이방향 응력 : } \sigma = \frac{PD}{4t}$$

여기서,  $\sigma$  : 응력(kg/cm<sup>2</sup>)

P : 압력(kg/cm<sup>2</sup>)

D : 내경(cm)

t : 두께(cm)

**\* 노즐에서 LPG의 분출량**

$$Q = 0.009 D^2 \sqrt{\frac{H}{d}}$$

여기서, Q : 분출가스량(m<sup>3</sup>/h)

D : 노즐의 지름(mm)

d : 가스의 비중

H : 노즐 직전의 가스압(mmH<sub>2</sub>O)

· 유량계수가 있을 때

$$Q = 0.011D^2K\sqrt{\frac{H}{d}}$$

여기서, K : 유량계수

### \* 노즐의 변경률

$$\frac{D_2}{D_1} = \frac{\sqrt{W_1\sqrt{P_1}}}{\sqrt{W_2\sqrt{P_2}}}$$

여기서, D<sub>1</sub> : 변경 전 노즐 구멍의 지름(mm)

D<sub>2</sub> : 변경 후 노즐구멍의 지름(mm)

P<sub>1</sub> : 변경 전 가스의 압력(mmH<sub>2</sub>O)

P<sub>2</sub> : 변경 후 가스의 압력(mmH<sub>2</sub>O)

W<sub>1</sub> : 변경 전 웨 베지수

W<sub>2</sub> : 변경 후 웨 베지수

### \* 가스 홀더의 활동량

$$S \times a = \frac{t}{24} \times M + \Delta H$$

여기서, M : 최대 제조능력(m<sup>3</sup>/day)

S : 최대 공급량(m<sup>3</sup>/day)

a : t 시간의 공급률(%)

ΔH : 가스홀더의 가동용량

t : 시간당 공급량이 제조능력보다 많은 시간

### \* 가스 홀더 가동용량

$$\Delta H = \frac{\pi}{6} D^3 (P_1 - P_2)$$

여기서, ΔH(Nm<sup>3</sup>)

D : 지름(m)

P<sub>1</sub> : 최대 사용압력(atm)

P<sub>2</sub> : 최저 사용압력(atm)

### \* 가스 홀더 판의 두께

$$t = \frac{PD}{400S_n - 0.4P} + C$$

여기서, t : 가스 홀더판 두께(mm)

P : 최고 사용압력(kg/cm<sup>2</sup>)

D : 안지름(mm)

S : 허용응력(kg/mm<sup>2</sup>)

n : 효율

C : 부식 여유수치

### \* 냉동기의 성적계수(ε<sub>R</sub>)

$$\varepsilon_R = \frac{T_2}{T_1 - T_2} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2}$$

① 열펌프의 성적계수(ε<sub>H</sub>)

$$\varepsilon_H = \frac{T_1}{T_1 - T_2} = \frac{Q_1}{Q_1 - Q_2}$$

② 열효율(η<sub>c</sub>)

$$\eta_c = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

여기서, T<sub>1</sub> : 고온 (°K)

T<sub>2</sub> : 저온 (°K)

※ T<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub> : 응축 절대온도, 응축기 방출열량

T<sub>2</sub>, Q<sub>2</sub> : 증발 절대온도, 증발기 흡수열량

### \* 개방연소기 배기통 유효 단면적

$$A = \frac{20KQ}{1400\sqrt{H}}$$

여기서, A : 유효단면적(m<sup>2</sup>)

K : 폐가스량

Q : 유량(kg/h)

H : 높이(m)

### \* 강제 이음새 없는 용기의 몸체 허용응력 계산 공식

$$S = \frac{P(1.3D^2 + 0.4d^2)}{100(D^2 - d^2)}$$

S : 내압시험 압력시에 있어서 몸체 허용응력 ( $\frac{kg}{mm^2}$ )

P : 내압시험 압력의 최소값 ( $\frac{kg}{cm^2}$ )

D : 외경(mm)

d : 내경(mm)

## ※ 필수 암기 사항

### \* 탄소수 증가

① 증기압 : 낮아진다.

② 비점 : 높아진다.

③ 발열량 : 증가한다.

④ 착화온도 : 낮아진다.

⑤ 폭발범위 하한 : 낮아진다.

### \* 배기통의 세로길이

- 곡면 개수

2개 → 1.4L [L : 가로길이(m), D : 배기통 지름(m)]

3개 → 1.4L + 12D

4개 → 1.4L + 24D

**\* 윤활유**

- ① 산소 압축기 : 물 또는 10% 이하의 글리세린 수용액
- ② 염소 압축기 : 진한 황산
- ③ 아세틸렌 압축기 : 양질의 광유
- ④ 공기 압축기 : 양질의 광유
- ⑤ LPG : 식물성유

**\* 윤활유 선택시 유의사항**

- ① 사용가스와 반응하지 말 것.
- ② 열에 대한 안정성이 있을 것.
- ③ 인화점이 높을 것.
- ④ 점도가 적당할 것.
- ⑤ 수분 등 불순물이 적을 것.

**\* 기화기 사용시 이점**

- ① 한랭시 공급가능
- ② 가스조성 일정
- ③ 설치면적이 적어도 됨.
- ④ 기화량을 가감할 수 있다.

**\* 발화의 원인**

온도, 압력, 조성, 용기의 크기 및 형태

**\* 가스폭발의 종류**

- ① 화학적 폭발 : 가스 점화
  - ② 압력폭발 : 불량용기 파열
  - ③ 분해폭발 : C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O, N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>
  - ④ 촉매폭발 : H<sub>2</sub>와 Cl<sub>2</sub>(직사광선)
  - ⑤ 분진폭발 : Al, Mg
- ※ 흡수순서
- 오르자트법 CO<sub>2</sub> → O<sub>2</sub> → CO
  - 험펠법 CO<sub>2</sub> → C<sub>m</sub>H<sub>n</sub> → O<sub>2</sub> → CO
  - 케겔법 CO<sub>2</sub> → C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> → C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> → O<sub>2</sub> → CO

**\* 배관두께(t)**

- ① 바깥지름과 안지름의 비가 1.2이하인 경우

$$t = \frac{PD}{200f_n - P} + C$$

- ② 바깥지름과 안지름의 비가 1.2초과인 경우

$$t = \frac{D}{2} \left( \sqrt{\frac{100f_n + P}{100f_n - P}} - 1 \right) + C$$

여기서, P : 상용압력(kg/cm<sup>2</sup>)  
 f : 허용응력(kg/cm<sup>2</sup>)  
 n : 용접효율  
 C : 부식 여유수치(1mm 이상)  
 (스테인리스강, 염화비닐, 폴리에틸렌 등의

내식성 재료는 0으로 한다.)

t : 최소 두께 (mm)

D : 내경(mm)

※ 도시가스 배관 설치시 기울기는 도로의 기울기를 따르고, 평탄 도로의 경우 1/500~1-1000기울기를 둘 것.

**\* 스프링식 안전밸브**

- ① 안전밸브 작동압력 : TP × 0.8이하
- ② 안전밸브 정지압력 : 작동압력 × 0.8이상

**\* 파열판식(박판식)안전밸브**

- ① 특징
  - ㉠ 구조가 간단, 취급, 점검이 용이하다.
  - ㉡ 압력 상승이 급격히 변하는 곳에 적당하다. (냉동기 저압장치에 적합)
  - ㉢ 밸브 시트의 누설이 없다.
  - ㉣ 슬러지 함유, 부식성 유체에도 사용 가능하다.
- ② 재료 : 크리프나 피로에 견디고 강도의 분산이 없도록 요구되며 Al, STS강, 모텔, 은 등이나 납 또는 플라스틱을 라이닝한 것도 쓰인다.

- ③ 피로강도 : 반복하중에 견디는 성질

**\* 고압가스 장치 중 안전밸브 설치장소**

- ① 저장탱크 상부
- ② 고압가스 수송도관(도관 최대지름부 단면적의 1/10)
- ③ 압축기 각 단마다
- ④ 감압밸브 뒤
- ⑤ 반응탑 및 반응관

**\* 고압장치의 패킹재료**

구리, 납, 석면, 테프론

**\* LPG 기본적 특징**

- ① 공기보다 무거워 누설시 낮은 곳에 체류, 화재의 위험이 있다.
- ② 액체는 물보다 가볍다.
- ③ 기화하면 체적이 250배 증가한다.
- ④ 액체의 온도에 의한 부피변화가 크다.
  - ㉠ 액팽창률을 고려, 용기 충전시 안전공간을 둔다.
  - ㉡ 대형 : 10% 이상  
소형(3t 미만) : 15% 이상
- ⑤ 연소에 다량의 공기가 필요하다.
- ⑥ 발열량이 크며, 착화온도가 높다.
- ⑦ 연소속도가 늦어서 안전하다.

**\* LPG 저장탱크를 지하에 묻는 경우**

- ① 저장탱크실의 규격 : 외면은 아스팔트 루핑하고 바닥 두께는 30cm 이상의 방수조치
- ② 탱크 정상부와 지면과의 거리 : 60cm
- ③ 저장탱크실 : 마른모래를 채운다.
- ④ 탱크 2개 인접설치시 : 1m 유지

**\* 가스 검지기**

- ① 설치수는 신속하게 감지할 수 있는 숫자로 가스 용도에 적합
- ② 누설시 가스가 체류하기 쉬운곳
- ③ 공기보다 무거운 것(지면 30cm 이하)
- ④ 공기보다 가벼운 것(천장 30cm 이하)
- ⑤ 검지기 : 열선식, 간섭계형, 검지관식

**\* 부취제의 구비조건**

- ① 저농도에서 냄새 식별이 가능할 것
- ② 냄새가 확실 할 것.
- ③ 화학적으로 안정할 것.
- ④ 연소 후 유해가스를 발생시키지 않을 것
- ⑤ 독성이 없을 것
- ⑥ 부식성이 없을 것
- ⑦ 물에 녹지 않을 것
- ⑧ 토양에 투과성이 있을 것
- ⑨ 관 이음새나 미터에 흡착되지 말 것

**\* 부취제의 첨가방법**

- ① 펌프 주입식(대용량에 적합)
- ② 중력 적하식
- ③ 미터 연결 by-pass식
- ④ 워크식

**\* 용기 재질**

- ① Cl<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> 등 저압인 것 : 탄소강
- ② O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> 등 고압인 것 : 망간강

**\* 길이방향 응력**

$$\sigma = \frac{PD}{4t} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

여기서,  $\sigma$  : 응력(kg/cm<sup>2</sup>)  
 P : 압력(kg/cm<sup>2</sup>)  
 D : 지름(cm)  
 t : 두께(cm)

**\* 초저온, 저온용기 비열처리 재료**

- ① 오오스테나이트계 스테인리스강
- ② 내식 알루미늄 합금단조품
- ③ 내식 알루미늄 합금단조판

**\* 다공물질의 구비조건**

- ① 고다공일 것
- ② 화학적으로 안정할 것
- ③ 기계적 강도가 클 것
- ④ 경제적인 것
- ⑤ 재료(숯, 목탄, 규조토, 다공성 플라스틱, 탄산마그네슘)
- ⑥ 다공도 : 75% ~ 92%

**\* 압력계 종류**

- ① 1차 압력계 : U자관, 마노미터, 자유피스톤식 압력계
- ② 2차 압력계 : 브르동관, 벨로우즈, 전기저항, 다이어프램 압력계

**\* 유량측정기기**

- ① 직접법 : 습식가스 미터
- ② 간접법 : 오리피스, 벤투리, 피토관, 로터 미터

**\* 고압가스 용기 저장시 주의사항**

- ① 40℃ 이하로 유지하고 직사광선을 피한다.
- ② 빈용기와 충전용기는 구분하여 설치한다.
- ③ 2m 이내에 인화성, 발화성 물질을 두지 않는다.
- ④ 동화용으로는 휴대용 손전등만 사용한다.
- ⑤ 작업에 필요한 것 이외는 두지 않는다.

**\* 가스배관 두께**

- ① 바깥지름과 안지름비가 1.2이상일 때

$$t = \frac{D}{2} \left( \sqrt{\frac{25f_n + P}{25f_n - P}} - 1 \right) + C$$

여기서,  $f_n$  : 접수효율  
 C : 부식 여유수치

- ② 바깥지름과 안지름의 비가 1.2 미만일 경우

$$t = \frac{PD}{50f_n - P} + C$$

여기서, f : 인장강도

**\* 온도계**

- ① 비접촉식 : 광온도계, 색온도계, 방사온도계
- ② 접촉식 : 봉상식, 바이메탈, 전기저항, 압력식, 열전대 온도계

**\* 가스 크레마토 그래피**

- ① 분리관(컬럼), 검출기, 기록계로 구성
- ② 검출기 형식
  - ㉠ 열전도형 검출기 TCP : 가장 널리 쓰임
  - ㉡ 수소이온화 검출기 FID : 탄화수소 감도 최고
  - ㉢ 전자포획 이온화 검출기 ECD : 할로젠 화합물의 감도 최고

- ③ 캐리어 가스 ; N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, Ar, He
- ④ 흡착제
  - ㉠ 활성탄 : H<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> 적용
  - ㉡ 활성 알루미나 : CO, C<sub>1</sub> ~ C<sub>4</sub> 탄화수소
  - ㉢ 실리카겔 : CO<sub>2</sub>, C<sub>1</sub> ~ C<sub>3</sub> 탄화수소
  - ㉣ 물리컬러 시이브 : CO, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>
  - ㉤ 포라팍 : N<sub>2</sub>O, NO, H<sub>2</sub>O

**\* 가스액화 분리장치 폭발원인**

- ① C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub> 혼입시
- ② 오일 열분해로 탄화수소 생성시
- ③ 오존의 흡입시

**\* 암모니아가스 누설 검사법**

- ① 적색 리트머스지를 사용한다.
- ② 물에 적신 염산과 반응시켜 본다.
- ③ 네슬러 시약을 사용한다.
- ④ 냄새로 판별

**\* CH<sub>4</sub> 가스제조법**

- ① 유기물의 분해
- ② 석유정제의 부산물
- ③ 석탄의 열분해
- ④ 천연가스

**\* C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> 발생기**

저압 : 0.07kg/cm<sup>2</sup> 미만  
 중압 : 0.07이상 1.3kg/cm<sup>2</sup> 미만  
 고압 : 1.3kg/cm<sup>2</sup> 이상

**\* 압축 금지사항**

- ① 가연성 가스 중 산소 4%(상대적)
- ② 산소속 H<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> 각각 또는 합이2%(상대적)
- ③ 액화산소 5ℓ 당(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> 5mg, 탄화수소 중 탄소질량 500mg)초과시

**\* 공기회석의 목적**

- ① 발열량의 조정
- ② 재액화 방지
- ③ 누설시 손실량 감소 및 연소효율 증대  
주의) 폭발범위 내에 들어가서는 안 됨.

**\* 특정 고압가스**

H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> : 압축가스  
 Cl<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> : 액화가스(흡수 재해장치, 이중배관)  
 C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> : 용해가스  
 방폭구조 : NH<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>Br 예외

**\* 폭발범위**

- ① C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>(2.5 ~81%)                      ⑥ CO(12.5~74%)
- ② C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>(3~80%)                         ⑦ CH<sub>4</sub>(5~15%)
- ③ H<sub>2</sub>(4~75%)                             ⑧ C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>(2.1~9.5%)
- ④ C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>(1.8~8.4%)                    ⑨ NH<sub>3</sub>(15~28%)
- ⑤ CH<sub>3</sub>Br(13.5~14.5%)

**\* 허용농도**

- ① COCl<sub>2</sub>(0.1ppm)                        ⑤ H<sub>2</sub>S(10ppm)
- ② Cl<sub>2</sub>(1ppm)                             ⑥ C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>(25ppm)
- ③ NH<sub>3</sub>(25ppm)                         ⑦ CO(50ppm)
- ④ HCN(10ppm)                         ⑧ C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O(50ppm)

**\* 특정설비**

저장탱크, 안전밸브, 긴급차단장치, 역류방지밸브, 역화방지밸브, 기화기, 자동차용 주입기

**\* 아세틸렌 발생기의 구비조건**

- ㉠ 열발생물이 적을 것
- ㉡ 가스수요에 적합하고 내압성이 우수할 것
- ㉢ 역류나 역화시 영향을 받지 않는 구조일 것
- ㉣ 구조가 간단하고 취급이 용이 할 것

**\* 누설검사 검색지**

- ① COCl<sub>2</sub> : 하리슨 시험지 → 심등색
- ② H<sub>2</sub>S : 연당지(초산연시험지) → 흑갈색
- ③ CO : 염화파라듐지 → 흑색
- ④ C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> : 염화제일구리 착염지 → 적색
- ⑤ Cl<sub>2</sub> : KI 전분지 → 청색
- ⑥ NH<sub>3</sub> : 적색 리트머스시험지 → 청색
- ⑦ HCN : 질산구리 벤젠(초산벤젠) → 청색

**\* 신축이음**

상온 스프링, 벨로우즈, U형 band, 슬리브형, 스위블

**\* 고압가스의 반응기의 종류**

합성탑, 합성관, 전화로  
 ※ 오조작 방지를 위한 장소의 조도는 150lux 이상

**\* 수분사용시 부식 : Cl<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, COCl<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S**

**\* 구리 사용시 부식 : C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S**

**\* 줄톱슨의 효과**

압축가스를 단열팽창시키면 온도와 압력이 강하한다.(줄톱슨 효과가 커지려면 팽창전 압력이 높고, 온도가 낮아야 한다.)

**\* SPPW : 아연도금 배관용 탄소강관**

SPPS : 압력배관용 탄소강관

SPPH : 고압배관용 탄소강관

SPLT : 저온배관용 탄소강관

SPHT : 고온배관용 탄소강관

STHG : 고압가스용 이음매 없는 강관