

가스 이론 총정리

제 1 과목 연소공학

• 단위 환산(계산문제 풀이의 기본) ★★★ 2010.5

명칭	단위환산
무게(질량)	1lb = 0.4536kg
압력	$1\text{atm} = 1.0332\text{kg}/\text{cm}^2 = 10332\text{kg}/\text{m}^2 = 760\text{mmHg} = 76\text{cmHg} = 30\text{ in Hg}$ $= 10.332\text{mH}_2\text{O} = 1033.2\text{cmH}_2\text{O} = 10332\text{mmH}_2\text{O} = 407\text{ in H}_2\text{O}$ $= 1.01325\text{bar} = 1013.25\text{mbar} = 101325\text{Pa (N/m}^2\text{)} = 101.325\text{kPa}$ $= 0.101325\text{MPa} = 14.7\text{psi}$
열량	$1\text{kcal} = 427\text{kg} \cdot \text{m} = 4.1867\text{J} = 3.968\text{BTU}$
동력	$1\text{kW} = 102\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s} = 1\text{kJ}/\text{s} = 860\text{kcal}$

1. 연소의 정의와 특성 2004.9 2006.3 2011.3 2013.9

- ① 탄소, 수소 등의 가연성 물질이 산소와 화합하여 열과 빛을 발하는 현상
- ② 이론연소온도는 실제연소온도보다 높다.

2. 연료의 종류 2002.3

- ① 고체 : 석탄, 코크스, 목재
- ② 액체 : 휘발유, 등유, 경유, 중유, 나프타 (연소효율 높다.)
- ③ 기체 : LNG, LPG (연소효율 높다.)

2-1. 고체 연료의 성질 2006.3 2012.5

- ① 수분이 많으면 통풍불량의 원인이 된다.
- ② 휘발분이 많으면 점화는 쉬우나 발열량은 변화없다.
- ③ 회분이 많으면 열효율이 저하된다.
- ④ 고체 연료의 착화온도는 산소량이 증가할수록 낮아진다.

2-2. 고체 연료 중 석탄의 분석방법

- ① 수분
- ② 휘발분
- ③ 회분
- ④ 고정탄소 = $100 - (\text{수분} + \text{회분} + \text{휘발분})$

2-3. 고체 연료 중 탄화도의 특성 2006.3 2012.9

- ① 탄화도가 클수록 고정탄소가 많아진다.
- ② 탄화도가 클수록 발생량이 커진다.
- ③ 탄화도가 클수록 휘발분이 감소한다.
- ④ 탄화도가 클수록 수분이 감소한다.
- ⑤ 탄화도가 클수록 착화온도가 높아진다.

2-4. 고체 연료의 연료비 2007.9 2008.9 2010.3

$$\text{연료비} = \frac{\text{고정탄소}(\%) }{\text{휘발분}(\%) }$$

- 탄화도가 증가할수록 연료비 증가
- 흑연 > 무연탄 > 역청탄 > 갈탄 > 아탄

3. 연소의 형태 2002.3 2002.9 2003.5 2003.8 2004.3 2004.9 2005.5 2005.9 2006.3 2006.5 2006.9 2007.3 2008.9 2014.5

(1) 고체연료의 연소형태

연료의 성질에 따른 분류	① 표면연소 : 표면에 산소가 접촉하여 연소하는 형태 (예) 숯, 코크스, 목탄 ② 분해연소 : 연소 초기에 화염을 내며 연소하는 형태 (예) 종이, 목재, 석탄 ③ 증발연소 : 고체연료가 액상으로 용융되어 발생한 가연성 증기가 착화하여 화염을 내고, 이 화염의 온도에 의하여 액체표면에서 증기의 발생을 촉진시켜 연소를 계속해 나가는 연소 형태 (예) 양초, 파라핀, 유황 ④ 연기연소
연소방법에 따른 분류	① 미분탄연소 : ㉠ 고체 물질 중 높은 연소효율을 얻을 수 있다. ㉡ 2상류 상태에서 연소된다. ㉢ 가스화속도가 낮다. ㉣ 종류로는 U형 L형 코너형 슬래그 탭 등이 있다. ② 유동층연소 : ㉠ 700~900℃에서 연소하며 연소 시 화염층이 작아진다. ㉡ 질소산화물의 발생량이 감소 ㉢ 압력 손실 크다 ㉣ 높은 열전달율을 얻을 수 있다. ㉤ 부하변동의 적응도가 매우 낮다. ③ 화격자연소 : 고정층에 공기를 통하여 연소시킨다. 화격자 연소율(kg/m ² ·hr) = 연소율, 화격자 열발생율(kcal/m ³ ·hr) = 연소 부하율

(2) 액체 연료의 연소형태 2004.9 2005.3 2007.3 2009.3 2012.9 2014.9

- ① 증발연소 : 액체의 가장 일반적인 연소형태
- ② 액면연소
- ③ 분무연소 : 액체연료를 분무시켜 미세한 액적으로 미립화시켜 연소시키는 방법
 액체 연료 연소 방법 중 가장 효율적인 연소방법
 액체연료를 수 μm에서 수백 μm로 만들어 증발 표면적을 크게 하여 연소시키는 방법
- ④ 등심(심지)연소 : 공기유속이 낮을수록, 공기온도가 높을수록 화염의 높이가 커진다.

(3) 기체 연료의 연소형태 2002.5 2003.5 2004.9 2005.9 2006.9 2007.9 2008.3 2009.3 2010.3 2011.3 2012.9

- 기체 연료는 연소성이 뛰어나고 연소 조절이 간단하며 자동화가 용이하다.
- ① 예혼합연소(Premixing burning) : 기체연료를 미리 공기와 혼합시켜 놓고 점화해서 연소하는 것으로 혼합기만으로 연소할 수 있는 연소형태로 연소성이 뛰어나며 역화의 우려가 크다.
- ② 확산연소(Diffusion Combustion) : 메탄,프로판,수소,아세틸렌 등의 가연성가스가 확산하여 생성된 혼합가스가 연소하는 것으로 발염연소 또는 불꽃연소라고도 한다.
 연료와 공기를 인접한 2개의 분출구에서 각각 분출시켜 양자의 계면에서 연소를 일으키는 연소

확산연소	예혼합연소
<ul style="list-style-type: none"> • 조작성 용이함 • 화염이 안정 • 역화의 위험이 없음 • 가스량의 조절범위가 크다 • 가스의 고온 예열이 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 조작성 어려움 • 화염이 불안정 • 역화의 위험이 있음 • 화염이 전파하는 성질이 있다.

3.1 각 물질의 연소형태 2002.3 2002.9 2008.5 2009.5 2009.8 2010.3 2010.9 2011.3 2012.5 2013.3

- ① 예혼합연소
- ② 증발연소 : 에테르, 경유, 양초, 에테르, 등유
- ③ 확산연소 : 아세틸렌
- ④ 분해연소 : 나무(목재), 종이, 플라스틱, 합성수지
- ⑤ 표면연소 : 목탄, 코크스, 숯
- ⑥ 자기연소 : 질화면, 셀룰로이드, 니트로글리세린

3.2 각 연료별 특성

- ① 고체 연료 : ㉠ 경제성이 있다.
㉡ 구입이 용이하다.
㉢ 설비비·인건비가 저렴하다.
- ② 액체 연료 : ㉣ 저장 운반이 용이하다.
㉤ 회분 생성이 적다.
㉥ 연소 효율이 높다.
- ③ 기체 연료 : 연소성이 뛰어나고 연소 조절이 간단하며 자동화가 용이하다.

4. 난류 예혼합화염 & 층류 예혼합화염 2006.3 2008.5 2010.5 2013.3 2013.9 2014.3 2014.5

난류 예혼합화염	층류 예혼합화염
<ul style="list-style-type: none"> · 화염의 휘도가 높다. · 화염이 짧아진다. · 연소속도가 수십배 빠르다. · 화염의 두께가 적다. · 연소시 다량의 미연소분이 존재한다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 화염의 휘도가 낮다. · 연소속도가 느리다 · 청색을 띤다. · 화염두께가 대단히 얇다. · 화염의 두께가 두껍다.

5. 발화점(착화점)이 낮아지는 경우(=불이 빨리 붙는 경우) ★ 2005.9 2010.9

- ① 발열량이 클수록
- ② 산소 농도가 높을수록
- ③ 분자구조가 복잡할수록
- ④ 반응활성도가 클수록
- ⑤ 압력이 높을수록
- ⑥ 탄화수소에서 탄소수가 많은 분자일수록

6. 자연발화온도(AIT)에 영향을 주는 요인 2002.3 2006.3 2009.3 2010.3

- ① 산소량이 증가할수록, AIT는 낮아진다.
→ 산소가 많을수록 착화가 용이하다.
- ② 압력이 증가할수록, AIT는 낮아진다.
→ 분자간 인력이 커져 에너지 축적량이 많다.
- ③ 부피가 증가할수록, AIT는 낮아진다.
→ 접촉면적이 커지면 발화하기 쉽다.
- ④ 탄화수소의 분자량이 증가할수록, AIT는 낮아진다.
- ⑤ 유속이 빠를수록, AIT는 낮아진다.
- ⑥ 가연성 증기의 농도가 양론농도보다 약간 높을 때 가장 낮다.

7. 최소 발화(점화)에너지 2007.5 2006.3 2008.5 2008.9 2009.8 2012.9 2013.6 2014.3

(1) 공식 : $E = \frac{1}{2}CV^2$

여기서, E : 최소 발화에너지 (J)
C : 콘덴서 용량 (F)
V : 전압 (V)

통상 최소발화에너지(MIE)는 매우 적으므로 Joule의 $\frac{1}{1,000}$ 인 mJ의 단위를 사용한다.

(2) 최소 발화에너지(MIE)에 영향을 주는 요인

- ① 온도가 상승하면 MIE는 작아진다.
- ② 압력이 상승하면 MIE는 작아진다.
- ③ 농도가 높아지면 MIE는 작아진다.
- ④ 질소농도가 높아지면 MIE는 증가한다.

(3) 최소점화에너지가 작을수록 인화위험이 커진다.

8. 착화원(점화원)의 종류 2004.3

- | | | | |
|--------|--------|---------|--------|
| ① 단열압축 | ② 자연발화 | ③ 정전기불꽃 | ④ 전기불꽃 |
| ⑤ 금속불꽃 | ⑥ 복사열 | ⑦ 타격 | ⑧ 충격마찰 |

9. 자연발화

(1) 방지법 ★ 2004.3 2006.9 2010.9

- ① 가연성물질의 제거
- ② 통풍이나 환기 등을 실시하여 열의 축적을 방지한다.
- ③ 반응물질이 놓여진 분위기 온도를 낮게 한다.
- ④ 습도, 수분 등은 물질에 따라 촉매효과 작용을 하므로, 습도가 높은 곳에는 저장하지 않아야 한다.
- ⑤ 활성이 강한 황린이나 금속리튬 등은 위험하기 때문에 산화 및 발화를 방지하기 위해서 충분한 관리가 필요하다.

(2) 자연발화의 조건 ★

- ① 열전도율이 작을 것
- ② 발열량이 클 것
- ③ 주위온도가 높을 것
- ④ 표면적이 넓을 것

10. 정전기 2013.3

(1) 정전기 발생에 영향을 주는 요인

- ① 물체의 대전서열
- ② 물체의 표면상태
- ③ 물체의 이력
- ④ 물체의 접촉면적 및 접촉압력
- ⑤ 물체의 분리 속도

(2) 정전기의 대전현상 ★

- ① 마찰대전 : 물체가 마찰하면 일어나는 대전현상이며, 서로 마찰한 2개의 물체의 접촉, 분리에 의해 정전기가 발생한다.
예) 벨트나 롤 및 분체와 시트 등 주로 마찰대전에 의해 대전한다.
- ② 박리대전 : 밀착하고 있는 물체를 당길 때에 일어나는 대전현상을 말한다.
예) 종이, 필름 등 얇은 물질은 밀착하고 있기 때문에 박리대전을 일으킨다.
- ③ 유동대전 : 도전율이 낮은 액체류를 배관 등으로 수송할 때 정전기가 발생하는 현상
- ④ 유도대전 : 대전물체의 부근에 절연된 도체가 있을 때 정전유도를 받아 전하의 분포가 불균일하게 되며 대전된 것이 등가로 되는 현상
- ⑤ 비말대전 : 공기중에 분출한 액체류가 미세하게 비산되어 분리하고, 크고 작은 방울로 될 때 새로운 표면을 형성하기 때문에 정전기가 발생하는 현상이다.
- ⑥ 적하대전 : 고체표면에 부착해 있는 액체류가 성장하고 이것이 자중으로 액적, 물방울로 되어 떨어질 때 전하분리가 일어나서 발생하는 현상
- ⑦ 충돌대전 : 분체류에 의한 입자끼리 또는 입자와 고체(예 : 용기벽)와의 충돌에 의해서 빠르게 접촉, 분리가 일어나기 때문에 정전기가 발생하는 현상
- ⑧ 분출대전 : 분체류, 액체류, 기체류가 단면적이 작은 개구부(노즐, 균열 등)에서 분출할 때 마찰이 일어나서 정전기가 발생하는 현상

(3) 정전기 발생과정의 예

- ① 물체가 마찰할 때 → 마찰대전
- ② 액체가 파이프, 호스 내를 흐를때 → 유동대전
- ③ 액체가 분출할 때 → 분출대전
- ④ 접촉되어 있는 물체가 벗겨질 때 → 박리대전
- ⑤ 액체, 분체가 충돌할 때 → 충돌대전
- ⑥ 대전물체 부근에 절연된 도체가 있을때 → 유도대전
- ⑦ 공기 중에 액체가 분출할 때 → 비말대전
- ⑧ 고체표면에서 물방울이 떨어질 때 → 적하대전

(4) 정전기 방전의 종류

- ① 코로나(Corona) 방전 : 평등 전계에 의해 전계의 집중이 일어나 이 부분만이 전리를 일으키는 국부적인 방전이다.
- ② 스트리머(Streamer) 방전(Brush 방전) : 일반적으로 비교적 강한 파괴음과 발광을 동반하는 방전이다.
- ③ 불꽃방전
- ④ 연면방전

(5) 정전기 방지대책 ★ 2002.9 2009.8 2011.6 2012.3

- ① 대상물을 접지시킨다.
- ② 상대습도 70% 이상 유지
- ③ 제전기에 의한 대전 방지
- ④ 전도성 물질 사용
- ⑤ 가연성 분위기의 불활성화
- ⑥ 접촉 면적, 접촉 압력을 작게 하고 접촉 횟수를 줄인다.
- ⑦ 인체에서 발생하는 정전기를 방지하기 위하여 방전복 등을 착용한다.
- ⑧ 접촉 분리속도를 작게 함으로서 속도는 서서히 변화시킨다.
- ⑨ 마찰을 줄인다.
- ⑩ 정전기 방전이 발생치 않을 정도까지 정지시간을 둔다.
- ⑪ 공기를 이온화시킨다.

11. 가연물의 구비조건 ★ 2003.3 2005.9 2014.5

- ① 연소열량이 클 것
- ② 열전도율이 작을 것
- ③ 활성화에너지가 작을 것
- ④ 산소와의 친화력이 클 것
- ⑤ 발열량이 클 것

12. 연소 중 산소의 농도가 높아지면 2008.3 2010.5 2013.3 2013.6

· 가연성 물질을 연소시키는 경우 산소 농도를 높게 하면

- ① 발화온도 감소
- ② 인화온도 감소
- ③ 점화에너지 감소
- ④ 연소범위 증가
- ⑤ 연소속도 증가
- ⑥ 화염온도 증가

13. 연료가 구비하여야 할 조건 2010.9

- ① 발열량이 클 것
- ② 공기 중에서 쉽게 연소 될 것
- ③ 구입이 쉽고 가격이 저렴할 것
- ④ 연소시 유해가스 발생이 적을 것

14. 종류연소속도

(1) 측정법 종류 ★ 2006.9 2011.6 2011.10

- ① 비누방울(거품)법
- ② 슬롯노즐 버너법
- ③ 평면화염 버너법
- ④ 분젠 버너법 : 오차가 크지만 연소속도가 큰 혼합기체에 이용되는 방법

(2) 종류의 연소속도가 크게 되는 경우 2005.3 2014.3

- ① 온도가 높을수록
- ② 분자량이 적을수록
- ③ 압력이 높을수록
- ④ 비중이 작을수록
- ⑤ 열전도율이 클수록

15. 난류연소의 원인 2006.5

- ① 연료의 종류
- ② 혼합기체의 조성
- ③ 혼합기체의 온도
- ④ 혼합기체의 흐름형태 : 가장 큰 원인

16. 연소에 의한 빛의 색깔 및 온도 ★ 2004.5 2007.3 2012.9

- ① 적열상태 : 500℃
- ② 적 색 : 850℃
- ③ 백열상태 : 1,000℃
- ④ 황 적 색 : 1,100℃
- ⑤ 백 적 색 : 1,300℃
- ⑥ 휘 백 색 : 1,500℃

17. 촉매의 구비조건 ★

- ① 활성이 크고 압력손실이 적을 것
- ② 기계적 강도가 있을 것
- ③ 촉매독에 저항력이 클 것
- ④ 경제성이 있을 것

18. 화염 안정화 방법 ★

- ① 예연소실 이용법
- ② 대향분류 이용법
- ③ 파일럿 화염 이용법
- ④ 다공판 이용법
- ⑤ 순환류 이용법

19. 연소온도에 영향을 주는 인자 ★ 2003.3 2007.5

- ① 연료의 저위발열량
- ② 공기비
- ③ 산소 농도

$$\text{연소온도 } t_1 = \frac{HI}{G \cdot C_p} + t_0$$

t_1 : 이론연소온도 HI : 저위발열량 G : 이론연소가스량 C_p : 연소가스 비열

20. 연소속도에 영향을 주는 인자 2002.9 2003.8 2004.5 2005.3 2006.9 2007.3 2008.3 2012.3 2012.9

- ① 화염온도
- ② 압력
- ③ 가스의 조성
- ④ 산화반응을 일으키는 속도 : 가장 중요한 인자
- ⑤ 산화제의 종류
- ⑥ 미연소가스의 열전도율
- ⑦ 가연물질의 종류
- ⑧ 산소농도
- ⑨ 산소와의 혼합비

21. 폭발범위에 영향을 주는 요인 2012.9

- ① 온도
- ② 압력
- ③ 산소량

22. 연소(Combustion) & 폭굉(Detonation) ★ 2002.5 2003.8 2004.5 2007.5 2008.5 2009.3 2010.5 2010.9 2011.6 2012.5 2013.6 2014.5 2010.9 2013.9 2014.3 2014.9

연소	폭굉
<ul style="list-style-type: none"> · 진행속도 0.1~10m/s · 화염전파속도 < 음속 	<ul style="list-style-type: none"> · 화염전파속도 > 음속 · 폭발범위 > 폭굉범위 · 연소속도 : 1,000~3,500m/s · 반응 후 온도 상승 · 폭굉의 상한계 값은 폭발의 상한계 값 보다 작다. · 전파에 필요한 에너지는 충격파 에너지이다.

22-1. 폭굉의 파면 압력 2002.9 2005.3 2013.3

폭굉 발생시 파면의 압력은 정상연소에서 발생하는 것보다 2배 크다.

22-2. 밀폐된 공간에서 폭굉 발생시

밀폐된 공간에서 그냥 폭굉만 발생시 → 7~8배 압력 증가

밀폐된 공간에서 폭굉 발생하여 기물·건물 파괴시 → 15~16배 압력 증가

23. 연소(폭발)의 3요소 2006.3 2007.5 2007.9 2006.3 2008.9 2009.5 2011.10

- ① 가연물 : 수소
- ② 점화원 : 열, 정전기 불꽃
- ③ 산소공급원(조연성 물질) : 공기

24. 집진장치 2002.3 2002.9 2006.5 2011.3

- ① 건식집진장치 : 사이클론, 멀티크론, 백필터
- ② 습식집진장치 : 사이클론 스크러버, 충전탑, 벤츄리 스크러버
- ③ 전기집진장치 : 집진장치 중 가장 효율이 높다.
- 건식집진장치 중 사이클론 집진장치는 속도가 클수록 압력손실이 커지고 분리효율이 좋아진다.

25. 증기의 상태방정식 종류 ★ 2002.5 2005.9 2010.3

- ① 반데르발스(Van der Waals)식
- ② 크라우스(Clausius)식
- ③ 베테롯(Ber the lot)식

26. 연소가스의 종류 2009.3회

- ① G_s (실제 습연소) = G_{sd} + 수증기 = G_o + 과잉공기
- ② G_{sd} (실제 건연소) = G_{od} + 과잉공기
- ③ G_o (이론 습연소) = G_{od} + 1.244(9H + W)
- ④ G_{od} (이론 건연소)

26-1. 용어 정리

- 습연소 = 건연소 + 수증기 (=1.244(9H + W))
- 실제 = 이론 + 과잉공기 (= (m - 1) A_o)
- 실제 습연소 = 실제 건연소 + 수증기
= 이론 습연소 + 과잉공기
= 이론 건연소 + 수증기 + 과잉공기
- 이론 습연소 = 이론 건연소 + 수증기
- 실제 건연소 = 이론 건연소 + 과잉공기

27. 위험도 ★★ 2002.5 2003.5 2006.5 2009.3 2009.5 2009.8 2010.9 2011.3 2012.5 2013.6 2013.9 2014.3 2014.9 2009.1회 2013.4회

폭발범위를 폭발하한계로 나눈 값. 위험도의 값이 클수록 위험성은 크다.

$$\text{위험도(H)} = \frac{\text{폭발상한(U)} - \text{폭발하한(L)}}{\text{폭발하한(L)}}$$

28. 폭발등급별 안전간격 및 가스종류 ★ 2004.3 2005.9 2006.5 2007.9 2011.3 2012.3 2014.3

폭발등급	안전간격	가스 종류
1등급	0.6mm 이상	일산화탄소, 에탄, 프로판, 암모니아, 아세톤, 에틸에테르, 가솔린, 벤젠 등
2등급	0.4~0.6mm 이상	석탄가스, 에틸렌 등
3등급	0.4mm 미만	아세틸렌, 이황화탄소, 수소, 수성가스 등

- 안전간격이 클수록 위험성이 적다.

29. 가스의 연소(폭발)범위 값 ★★ 2002.9 2003.3 2003.8 2004.3 2004.5 2004.9 2005.3 2005.9
2006.5 2007.3 2007.5 2008.5 2009.3 2009.5 2010.9 2011.6
2012.3 2013.3 2013.6 2014.3 2014.9

가스명칭	폭발범위 값 (%)
부탄(C ₄ H ₁₀)	1.9~8.5 1.8~8.4
프로판(C ₃ H ₈)	2.1~9.5 2.2~9.5
에탄(C ₂ H ₆)	3~12.5 (공기와 혼합시 3.2~12.5)
메탄(CH ₄)	5~15
에틸렌(C ₂ H ₄)	3.1~32
메탄올(CH ₃ OH)	7.3~36
암모니아(NH ₃)	15~28
브롬화메탄(CH ₃ Br)	13.5~14.5
산화에틸렌(C ₂ H ₄ O)	3~80
산화프로필렌(CH ₃ CH ₂ CHO)	2.8~37
시아나화수소(HCN)	6~41
이황화탄소(CS ₂)	1.2~44
황화수소(H ₂ S)	4.3~45
수소(H ₂)	4~75
아세틸렌(C ₂ H ₂)	2.5~81
일산화탄소 (CO)	12.5~74
벤젠(C ₆ H ₆)	1.4~71
암모니아(NH ₃)	15~28

30. 혼합가스의 폭발범위(르샤틀리에 공식) ★★ 2002.9 2008.5 2009.3 2009.8 2011.3 2011.6 2011.10 2013.9 2008.2회

$$\frac{100}{L} = \frac{V_1}{L_1} + \frac{V_2}{L_2} + \frac{V_3}{L_3} + \frac{V_4}{L_4} \dots \dots \frac{V_n}{L_n}$$

$$L = \frac{100}{\frac{V_1}{L_1} + \frac{V_2}{L_2} + \frac{V_3}{L_3} + \frac{V_4}{L_4} \dots \dots \frac{V_n}{L_n}}$$

L : 혼합가스의 폭발하한 또는 상한 값(%)

V₁·V₂·V₃·V₄ : 각 성분의 부피 (%)

L₁·L₂·L₃·L₄ : 각 성분의 폭발하한 또는 상한 값(%)

31. 분진폭발 2014.5

- ① 분진의 농도가 높을수록 위험성이 크다.
- ② 입자의 크기가 작을수록 위험성이 크다.
- ③ 수분함량의 증가는 폭발위험을 감소시킨다.
- ④ 가연성 분진의 난류확산은 일반적으로 분진위험을 증가시킨다.

32. 독성가스 · 가연성가스 · 조연성가스 분류 ★ 2003.5 2004.5 2008.9 2009.3 2009.5 2009.8 2010.5 2013.3 2014.5 2013.2회

독성가스	가연성가스	조연성가스	독성가스 & 가연성가스
일산화탄소	일산화탄소	산소	산화에틸렌
산화에틸렌	산화에틸렌	염소	시아나화수소
브롬화메탄	브롬화메탄	공기	일산화탄소
시아나화수소	시아나화수소	오존	황화수소
염화메탄	염화메탄		벤젠
벤젠	벤젠		염화메탄
이황화탄소	이황화탄소		브롬화메탄
아크릴로니트릴	아크릴로니트릴		이황화탄소
암모니아	암모니아		아크릴로니트릴
염소	석탄가스		암모니아
석탄가스	수소		석탄가스
	LNG		
	메탄		
	프로판		

33. 독성가스 허용농도 ★★ 2011.10

가스명	TLV-TWA 기준 (단위 ppm)	LC 50 기준 (단위 ppm)
포스겐	0.1	5
불소	1	185
염소	1	293
불화수소	1	966
산화에틸렌	1	2900
아황산가스	2	2520
염화수소	2	3120
브롬화메탄	5	850
이황화탄소	10	-
시아나화수소	10	140
황화수소	10	444
암모니아	25	7338
일산화탄소	25	3760
염화메탄	50	8300

· 우리나라의 독성가스 허용농도 기준은 LC 50 기준 100만분의 5,000이하

34. 독성가스

(1) 독성가스 중 2중관을 설치해야 하는 가스의 종류 ★ 2014.1회

· 아황산, 암모니아, 염소, 염화메탄, 산화에틸렌, 시아나화수소, 포스겐, 황화수소

(2) 2중관 규격 2014.1회

· 외층관내경 = 내층관외경 × 1.2배 이상

35. 이상기체 & 실제기체 2003.8 2005.5 2006.9 2008.3 2008.5 2009.3 2012.5 2013.3

· 실제기체가 이상기체를 만족하는 조건 → 온도는 높게 압력은 낮게(고온저압)

· 이상기체가 실제기체를 만족하는 조건 → 온도는 낮게 압력은 높게(저온고압)

35-1. 이상기체 2011.10 2013.9

- ① 이상기체는 분자 자신이 차지하는 부피를 무시한다.
- ② 이상기체는 분자 상호간의 인력을 무시한다.
- ③ 고온, 저압일수록 이상기체에 가까워진다.
- ④ 이상기체에 가까운 실제기체의 종류로는 수소, 헬륨 등이 있다.
- ⑤ 완전 탄성체이다.
- ⑥ 0K에서 부피는 0이어야 하고, 평균 운동에너지는 절대온도에 비례한다.

36. 방폭전기기기의 온도등급 ★ 2009.3

가연성가스의 발화도 범위 (°C)	방폭전기기기의 온도등급
450 초과	T1
300 초과 450 이하	T2
200 초과 300 이하	T3
135 초과 200 이하	T4
100 초과 135 이하	T5
85 초과 100 이하	T6

37. 방폭구조의 종류와 기호 ★★★ 2003.3 2004.3 2004.9 2005.9 2007.9 2008.3 2008.9 2009.8 2010.5 2010.9 2011.3 2011.6 2012.9 2013.6 2014.5 2007.4회

종 류	내 용	기 호
내압 방폭구조	용기의 내부에 폭발성 가스의 폭발이 일어날 경우, 용기가 폭발 압력에 견디고 외부의 폭발성 가스에 인화될 위험이 없도록 한 방폭 구조 가연성 가스의 안전간극을 고려하여 설계한다.	d
압력 방폭구조	점화원이 될 우려가 있는 부분을 용기 안에 넣고 불활성 가스(보호 가스)를 용기 내부에 채워넣어(압입하여) 폭발성 가스가 침입하는 것을 방지하는 방폭구조	p
안전증 방폭구조	가연성 가스의 점화원이 될 전기불꽃이나 아크등의 발생을 방지하기 위하여 안전도를 증가시킨 방폭구조	e
유입 방폭구조	전기기기의 불꽃 또는 아크를 발생하는 부분을 기름 속에 넣어 유면상에 존재하는 폭발성 가스에 인화될 우려가 없도록 한 방폭구조	o
본질 안전 방폭구조	정상시 또는 단락, 단선, 지락 등의 사고시에 발생하는 아크, 불꽃, 고열에 의하여 폭발성 가스나 증기에 점화되지 않는 것이 확인된 구조	ia ib
비점화 방폭구조	주변의 폭발성 가스 또는 증기에 점화시키지 않고 점화시킬 수 있는 고장이 유발되지 않도록 한 방폭구조	n
몰드방폭구조	폭발성 가스 또는 증기에 점화시킬 수 있는 전기불꽃이나 고온 발생부분을 콤파운드로 밀폐시킨 방폭구조	m
충전 방폭구조	점화원이 될수 있는 전기불꽃 아크 또는 고온 부분을 용기 내부의 적절한 위치에 고정시키고 그 주위를 충전물질로 충전하여 폭발성 가스 및 증기의 유입 또는 점화를 어렵게 하고 화염의 전파를 방지하여 외부의 폭발성 가스 또는 증기에 인화되지 않도록 한 구조	q
특수 방폭구조	폭발성 가스, 증기 등에 의하여 점화하지 않는 구조로서 모래 등을 채워 넣은 사임 방폭 구조 등이 있다.	s

38. 돌턴의 분압법칙 ★

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

P : 전압 $P_1 \cdot P_2 \cdot P_3$: 각 성분의 분압

39. 혼합가스의 압력 2002.3 2007.3

$$P = \frac{(G_1 R_1 + G_2 R_2) T}{V}$$

P : 혼합가스의 압력 (kg/cm²)

G₁ : 공기의 무게 (kg) G₂ : 증기의 무게 (kg)

R₁ : 공기의 가스 정수 (kg·m/kg·K) R₂ : 증기의 가스 정수 (kg·m/kg·K)

V : 용기 부피 (m³)

- ▶ 공기 20kg과 증기 5kg이 15m³의 용기 속에 들어있는데 이 혼합가스의 온도가 50℃ 일 경우 혼합가스의 압력은 몇 kg/cm²인가?

(단, 공기와 증기의 가스 정수는 각각 29.5kg·m/kg·K, 47.0kg·m/kg·K 이다.)

$$P = \frac{(G_1 R_1 + G_2 R_2) T}{V} = \frac{(20 \times 29.5 + 5 \times 47) \times (273 + 50)}{15}$$

$$= 17.765 \text{ kg/m}^2 = 1.7765 \text{ kg/cm}^2$$

39-1. 기체의 전압 2003.3 2003.5 2005.3 2006.3 2010.3 2011.3

$$P = \frac{P_1 V_1 + P_2 V_2}{V}$$

39-2. 기체의 분압 ★ 2006.3 2008.9 2010.9 2014.5 2014.9

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2}$$

$$\text{산소의 분압} = \text{전압} \times \frac{\frac{\text{산소의 } W}{\text{산소의 } M}}{\frac{\text{산소의 } W}{\text{산소의 } M} + \frac{\text{질소의 } W}{\text{질소의 } M}}$$

- ▶ 메탄올 96g과 아세톤 116g을 함께 용기에 넣고 기화시켜 25℃의 혼합기체를 만들었다. 이 때 전압력은? (단, 25℃에서 순수한 메탄올과 아세톤의 증기압 및 분자량은 각각 96.5mmHg, 56mmHg 및 32, 58 이다.)

$$96.5 \times \frac{96}{32} + 56 \times \frac{116}{58} = 80.3 \text{ mmHg}$$

40. 폭굉유도거리(DID)가 짧아지는 요인 ★★ 2003.8 2005.3 2006.3 2007.3 2008.9 2010.5 2012.9 2013.6 2014.3 2009.2회

- ① 관속에 방해물이 있거나 관경이 가늘수록
- ② 압력이 높을수록
- ③ 점화에너지가 클수록
- ④ 정상 연소속도가 큰 혼합가스 일수록

41. 제독제의 양 2009.5 2009.8

품명	운반하는 독성가스의 양		비고
	액화가스 질량 1000kg		
	미만인 경우	이상인 경우	
소석회	20kg 이상	40kg 이상	염소, 염화수소, 포스겐, 아황산가스 등 효과가 있는 액화가스에 적용한다.

42. 가스의 착화온도와 임계점 ★ 2002.5 2004.3 2004.9 2007.9 2008.9 2009.5 2011.6 2011.10 2013.9 2014.3

가스명칭	착화온도 (℃)	임계온도 (℃)
가솔린(C ₈ H ₁₈)	300	
아세틸렌(C ₂ H ₂)	299	
프로판(C ₃ H ₈)	466	96.8
수소(H ₂)	530	-239.9
메탄(CH ₄)	537	-82
코크스	600	
목재	200~280	
무연탄	440~500	
역청탄	320~400	
산소(O ₂)		-118.8
암모니아(NH ₃)		132.4

43. 헤스의 법칙(총 열량 불변의 법칙)

$C + O_2 \rightarrow CO_2 + 97,200 \text{ kcal}$ 완전 연소

$C + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO + Q_1 \text{ kcal}$ 불완전 연소

$CO + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO_2 + Q_2 \text{ kcal}$ 불완전 연소

$\therefore Q_1 + Q_2 = 97,200$

44. 보일-샤를의 법칙 ★★★ 2002.9 2008.5 2009.8 2010.5 2012.9 2013.3 2013.9 2014.3 2008.1회 2008.4회 2009.2회 2009.4회

· 보일의 법칙 : 온도가 일정할 때 기체의 압력과 부피는 반비례한다는 법칙

$$PV = K (\text{일정})$$

· 샤를의 법칙 : 압력이 일정할 때 기체의 부피는 온도에 비례한다는 법칙

$$\frac{V}{T} = K (\text{일정})$$

· 보일-샤를의 법칙 : 이상기체의 부피는 절대압력에 반비례하고, 절대온도에 비례한다는 법칙

$$\frac{PV}{T} = C (\text{일정})$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

P_1 : 처음압력 P_2 : 나중압력 V_1 : 처음부피 V_2 : 나중부피 T_1 : 처음온도 T_2 : 나중온도

· 안전밸브 작동시 온도는 보일-샤를 법칙을 이용해서 구할 수 있다.

45. 폭발 ★ 2002.5 2003.3 2008.3 2008.5 2009.5 2009.8 2010.5 2011.3 2012.3 2012.5 2013.6 2013.9 2014.5

(1) 폭발의 정의

급격한 압력의 변화를 수반하는 파열 또는 팽창되는 현상이다.

(2) 폭발의 종류

중합 폭발	분해 폭발	연소폭발	분진폭발
시아나화수소(HCN)	아세틸렌(C_2H_2)	모든 가연성물질	마그네슘
염화비닐(C_2H_3Cl)	산화에틸렌(C_2H_4O)		알루미늄
산화에틸렌(C_2H_4O)	오존(O_3)		송진
부타디엔(C_4H_6)	히드라진(N_2H_4)		석탄가루
	수소(H_2)		비누

(3) 연소폭발 방지대책 2010.5 2013.9

- ① 가연성 물질의 제거
- ② 조연성 물질의 혼입차단
- ③ 발화원의 소거 또는 억제

(4) 분진폭발 방지대책 2011.10

- ① 분진이 발생하는 근처에 스크러버 장치 설치
- ② 환기장치는 단독집진기 사용
- ③ 정기적으로 분진 제거

46. 퍼지 방법 ★ 2008.9 2009.5 2013.3 2014.9

- ① 진공퍼지(Vacuum Purging)
- ② 압력퍼지(Pressure Purging)
- ③ 스위프퍼지(Sweep- Through Purging) : 용기의 한 개구부로부터 퍼지가스를 가하고 다른 개구부로부터 대기(또는 스크러버)로 혼합가스를 축출시키는 방법
- ④ 사이폰퍼지(Siphon Purging) : 용기에 액체를 채운 다음 용기로부터 액체를 배출시키는 동시에 불활성 가스를 주입하여 원하는 산소농도를 구하는 방법

47. 위험장소 종류 ★★★ 2008.5 2009.8 2012.5 2012.9 2013.6 2014.5 2014.9 2007.1회

분 류	정 의	예
0종 장소	· 상용의 상태에서 가연성 가스 농도가 연속해서 폭발 하한계 이상으로 되는 장소를 말한다. · 가장 위험한 장소 등급	용기·장치·배관 등의 내부 등
1종 장소	· 상용의 상태에서 가연성 가스가 체류하여 위험하게 될 우려가 있는 장소 · 정비 보수 또는 누출 등으로 인하여 종종 가연성 가스가 체류하여 위험하게 될 우려가 있는 장소	맨홀·벤트·피트 등의 주위
2종 장소	· 정상작동상태에서 인화성 액체의 증기 또는 가연성 가스에 의한 폭발 위험분위기가 존재할 우려가 없으나, 존재할 경우 그 빈도가 아주 적고 단기간만 존재할 수 있는 장소	개스킷·패킹 등의 주위

48. 가스 연소 방식 ★★ 2009.5 2012.3 2013.9 2014.3 2014.9

연소방식	내 용
적 화 식 연 소 법	· 연소과정이 낮고 적황색을 띠는 연소법 · 연소에 필요한 공기는 모두 2차공기로 취한다. · 공기의 조절이 불필요하다.
분 켜 식 연 소 법	· 연소한계내의 공기를 1차공기에 의해 혼합하여 내염추와 외염을 형성하는 연소법 · 염의 길이가 짧고 온도는 1300℃정도 이다.
세 미 분 켜 식 연 소 법	· 적화식과 분젠식의 중간형태인 연소법 · 역화우려가 가장 적다.
전 1차 공기식	· 연소에 필요한 공기를 1차공기로 혼합시켜 연소하게 되는 연소법

49. 이상기체 상태 방정식 ★★★ 2003.5 2006.3 2007.5 2008.3 2008.5 2009.5 2011.3 2011.6 2012.9 2010.1회 2013.4회

$$① PV = nRT = \frac{W}{M}RT = Z \cdot \frac{W}{M}RT$$

P : 압력(atm) M : 분자량(g) Z : 압축계수

V : 체적(L) W : 질량(g) n : 몰수

T : 절대온도(K) R : 기체상수(0.082L·atm/mol·K)

$$② PV = GRT$$

P : 절대압력(kgf/m²·a) V : 체적(m³)

G : 중량(kgf) T : 절대온도(K)

R : 기체상수($\frac{848}{M}$ kgf·m/kg·K)

$$③ PV = GRT$$

P : 절대압력(kPa·a) V : 체적(m³)

G : 질량(kg) T : 절대온도(K)

R : 기체상수($\frac{8.314}{M}$ kJ/kg·K)

$$④ PV = nRT$$

$$R = \frac{PV}{nT} = \frac{1\text{atm} \times 22.4\text{l}}{1\text{mol} \times 273^\circ\text{K}} = 0.082\text{l} \cdot \text{atm/mol} \cdot ^\circ\text{K}$$

▶ 76mmHg, 23℃ 에 있어서의 수증기 100m³의 중량은 얼마인가?
(단, 수증기는 이상기체인 상태로 가정한다.)

$$PV = \frac{WRT}{M} \text{에서}$$

$$W = \frac{PVM}{RT} = \frac{\frac{76}{760} \times 100 \times 18}{0.082 \times (273 + 23)} = 7.415\text{kg} \approx 7.42\text{kg}$$

50. 실재기체 상태 방정식

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

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

a : 기체 분자 간의 인력 ($l^2 \cdot atm/mol^2$)

b : 기체 자신이 차지하고 있는 부피 (l/mol)

51. 선화(Lifting)와 역화(Back fire)

(1) 정의 ★ 2008.1회

- ① 선화 : 가스의 유출속도가 연소속도보다 빨라 염공을 떠나 연소하는 현상
- ② 역화 : 연소속도가 유출속도보다 빨라 연소기 내부에서 연소하는 현상

(2) 특징 ★ 2005.5 2006.3

선화	역화
<ul style="list-style-type: none"> · 유출속도 > 연소속도 · 염공을 떠나 연소함 	<ul style="list-style-type: none"> · 연소속도 > 유출속도 · 연소기 내부에서 연소함 · 불꽃이 염공속으로 들어가 연소

(3) 선화(Lifting)의 원인 ★ 2011.6

- ① 공기조절장치를 너무 많이 개방했을 경우
- ② 버너 내의 압력이 높아져 가스가 과다 유출할 경우
- ③ 염공이 막혀 분출속도가 빨라지는 경우

(4) 역화(Back fire)의 원인 ★ 2004.5 2012.3

- ① 가스압력이 낮아졌을 경우
- ② 버너의 과열
- ③ 노즐의 부식
- ④ 부식에 의해 염공이 커진 경우

52. 가스의 반응속도 2006.5 2011.3 2014.3

- ① 반응속도에 영향을 미치는 요인 : 온도 압력 농도
- ② 반응속도상수는 온도에 관계없이 일정하다.
- ③ 일반적으로 촉매는 반응속도를 증가시켜준다.
- ④ 온도가 높을수록 반응속도가 증가한다.
- ⑤ 반응속도상수는 아레니우스법칙으로 표시할 수 있다.

53. 가스의 연소속도 2012.5

- ① 이론혼합기 근처에서 연소속도가 최대이다.
- ② 산소농도가 높아지면 연소범위가 넓어진다.
- ③ 온도가 높아지면 연소속도가 증가한다.

54. 평균 분자량 계산 ★★ 2007.5 2009.5 2012.3 2014.5 2014.9

▶ 어느 연소가스를 분석한 결과 질소 : 75v% 산소 : 8v% 이산화탄소 : 10v% 일산화탄소 : 7v% 였다. 이 연소가스의 평균 분자량은?

$$28 \times 0.75 + 32 \times 0.08 + 44 \times 0.1 + 28 \times 0.07 = 29.92$$

55. 연료의 발열량 계산 ★ 2008.3 2008.5 2008.9 2011.3 2012.9 2013.9

- ① 고체 및 액체 단위 : kcal/kg
- ② 기체 단위 : kcal/Nm³
- ③ H_h(고위발열량) : 600(9H + W)

H_l(저위발열량) : 기화열(숨은 잠열이 제외된 열량)

$$H_h = H_l + 600(9H + W)$$

- ④ 고위발열량과 저위발열량의 차이는 수소와 수분

56. 이론 연소온도 계산 ★★ 2008.5

$$Q = G \times C \times \Delta t \times 1.3$$

$$\Delta t = \frac{Q}{G \times C \times 1.3}$$

Q : 연료 발열량(kcal/kg) G : 이론 공기량(m³/kg) C : 연소가스의 비열(kcal/m³·°C) Δt : 온도차(°C)

▶ 연료발열량(H_L) 10,000kcal/kg, 이론 공기량 11m³/kg, 과잉공기량 30%, 이론 습가스량 11.5m³/kg, 외기 온도 20°C 일 때 이론연소온도는 몇 °C 인가? (단, 연소가스의 평균비열은 0.31kcal/m³·°C)

Q = G × C × Δt × 1.3에서

$$\Delta t = \frac{Q}{G \times C \times 1.3} = \frac{10000}{11 \times 0.31 \times 1.3} = 2,255^\circ\text{C}$$

$$t = (2,255 - 20)^\circ\text{C} = 2,235^\circ\text{C}$$

57. 연소효율 계산 ★ 2009.8 2013.3

$$\text{연소효율}(\eta) = \frac{H_h - \text{수증기}}{H_L}$$

H_h = 고위발열량 = 총발열량

H_L = 저위발열량 = 참발열량 = 진발열량

58. 열효율 및 성적계수(성능계수) ★★ 2002.5 2004.3 2007.3 2008.3 2008.9 2009.3 2011.3 2011.6 2012.3 2013.3 2014.3 2014.5
2009.1회

① 일반적인 열효율 : $\frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{A_W}{Q_1}$

$\therefore A_W = \frac{(T_1 - T_2)}{T_1} \times Q_1$

② 냉동기 성적계수 : $\frac{T_2}{T_1 - T_2} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2} = \frac{Q_2}{A_W}$

③ 열펌프 성적계수 : $\frac{T_1}{T_1 - T_2} = \frac{Q_1}{Q_1 - Q_2} = \frac{Q_1}{A_W}$

④ 오토사이클 열효율 : $\eta = 1 - \left(\frac{1}{\varepsilon}\right)^{k-1}$

η : 열효율

k : 비열비

ε : 압축비

⑤ 열효율(η) : $\frac{G \times C \times \Delta T}{G_f \times H_\ell} = \frac{\text{아웃풋}}{\text{인풋}} = \frac{\text{실 전달열량}}{\text{총 열량}} = \frac{\text{유효열량}}{\text{연료의 총 소비열량}} \times 100$

G : 질량(kg) C : 비열(kcal/kg $^\circ$ C) ΔT : 온도차($^\circ$ C)

G_f : 연료소비량(kg) H_ℓ : 연료발열량(kcal/kg)

59. 가스의 밀도, 비중, 비체적 ★★★ 2007.3 2008.3 2008.9 2009.8 2011.5 2011.10 2012.5 2012.9

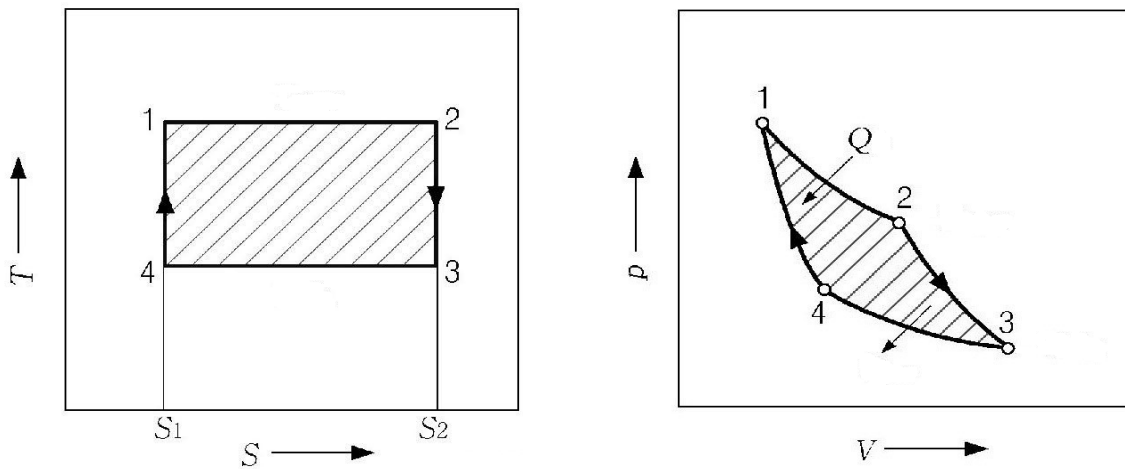
① 밀도 = $\frac{M}{22.4}$ (g/l, kg/m 3) M : 분자량

② 비중 = $\frac{M}{29}$

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

· 비중을 정하는 기준 물질 : 공기

60. 기체동력 사이클 2003.3 2008.5 2009.3 2013.9 2008.2회



(1) 카르노 사이클 특징

- ① 열역학 제 2법칙, 엔트로피의 기초가 되는 사이클
- ② 열기관의 최고의 효율을 갖는 이상적인 사이클
- ③ 2개의 단열압축, 단열팽창과 2개의 등온압축, 등온팽창 선으로 이루어진 사이클
- ④ 같은 열원에 작용하는 모든 가역 사이클은 효율이 같다.
- ⑤ 동작유체의 열원의 비와 온도의 비는 같다.

(2) P-V 선도

- ① 1 → 2 : 등온 팽창
- ② 2 → 3 : 단열 팽창
- ③ 3 → 4 : 등온 압축
- ④ 4 → 1 : 단열 압축

61. 소화 방법 ★ 2010.9 2012.5 2013.3 2014.9

소화방법	내 용	예
질식소화	연소 중인 물질의 표면에 불활성가스를 덮어 가연성 물질과 공기의 접촉을 차단시키는 소화	이산화탄소로 가연물을 덮는다.
냉각소화	연소 중인 물질에 물이나 냉각제를 뿌려 온도를 낮추는 소화	흡열량이 큰 물질을 가함으로서 화염 중의 반응열을 제거한다.
제거소화	가연성 가스나 가연성 증기의 공급을 차단시키는 소화	가스화재시 밸브 및 콕크를 잠근다.
억제소화		

62. 소화설비 ★ 2008.3 2011.6 2011.10 2014.3 2014.1회

운반하는 가스량에 따른 구분	소화기의 종류		비치개수 (차량 좌우)
	소화약제의 종류	능력단위	
산소 가스인 경우	분말소화제	BC용 B-8 이상 또는 ABC용, B-10 이상	2개 이상
가연성 가스인 경우	분말소화제	B-10 이상 또는 ABC용, BC용, B-12 이상	1개 이상

63. 노킹 현상 방지법 2009.5

- ① 가스의 온도를 내린다.
- ② 불꽃진행거리를 짧게 한다.
- ③ 화염속도를 크게 한다.

64. 파라핀계 탄화수소에서 탄소의 수에 따른 변화 2009.5 2011.10

- ① 탄소의 수가 증가하면 발열량은 커진다.
- ② 탄소의 수가 증가하면 발화온도는 낮아진다.
- ③ 탄소의 수가 증가하면 연소속도가 느려진다.

65. 열역학 0법칙, 1법칙, 2법칙 2009.8 2010.5 2011.3 2013.3 2014.5

- ① 열역학 0법칙 : 온도가 서로 다른 물체를 접촉시 높은 온도를 지닌 물체는 온도가 내려가고 낮은 온도를 지닌 물체는 온도가 올라가서 결국에는 열평형되는 법칙
- ② 열역학 1법칙 : 열과 일의 관계를 설명한 법칙
이론적인 법칙
- ③ 열역학 2법칙 : 열은 스스로 저온에서 고온으로 이동할 수 없다.
효율이 100%인 열기관 제작은 불가능하다.
열이동의 방향성을 제시해주고 비가역성을 설명하는 법칙

66. 완전연소와 불완전연소 ★ 2011.6 2013.9

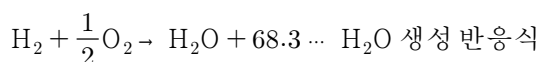
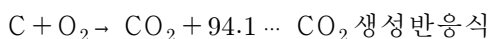
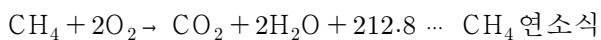
- ① 부탄이 완전연소하면 탄산가스와 물이 생성된다.
- ② 프로판이 완전연소하면 탄산가스와 물이 생성된다.
- ③ 탄소가 불완전연소하면 일산화탄소가 생성된다.

67. 불완전 연소의 원인 ★ 2005.3

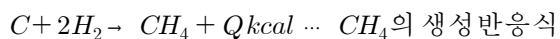
- ① 필요량의 공기가 부족 할 때
- ② 배기가스의 배출이 불량 할 때
- ③ 공기와의 접촉 혼합이 불충분 할 때

68. 생성열과 반응열 및 연소열 계산 ★★ 2006.9 2010.3 2011.10 2013.6 2014.3

▶ $\text{CO}_2(\text{g})$ 및 $\text{H}_2\text{O}(\text{L})$ 의 생성열은 각각 94.1kcal/mol 및 68.3kcal/mol 이고, $\text{CH}_4(\text{g})$ 1mol의 연소열은 212.8kcal/mol 이다. CH_4 1mol의 생성열은 몇 kcal/mol 인가?



문제에서는 CH_4 의 생성열을 물어보고 있으므로 CH_4 의 생성반응식을 구한다.



(CH_4 의 생성반응식 $\times 2$) + CO_2 의 생성반응식 - CH_4 연소식을 하면

$$= (68.3 \times 2) + 94.1 - 212.8 = 17.9\text{kcal}$$

69. 액화석유가스(LPG) 액화천연가스(LNG) ★ 2008.5 2011.10 2013.6

(1) LPG와 LNG 비교

LPG	LNG
· 주성분은 프로판과 부탄	· 주성분은 메탄가스
· 공기보다 무겁다	· 공기보다 가볍다
· 폭발의 가능성이 큼	· 폭발의 위험이 낮음
· 액화온도 약 -47도로 액화되기 쉬움	· 액화온도 약 -161도로 액화가 어려움
· 끓는점 높음(프로판 -42도 부탄 -0.6도)	· 끓는점 낮음(메탄 -162도)

(2) 천연가스의 일반적인 특성

- ① 화염전파속도가 낮다.
- ② 쉽게 연소하고 연소된다.
- ③ 발열량이 높고 가스비중이 작아 확산하기 쉽다.

(3) 가정용 프로판 2009.8 2013.6

- ① $C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$ (1몰의 프로판 연소하는데 5몰의 산소가 필요하다.)

70. 비중계산법 ★ 2010.5

$$\textcircled{1} \text{ API도} = \frac{141.5}{\text{비중}} - 131.5$$

$$\textcircled{2} \text{ 보메도} = \frac{140}{\text{비중}} - 130$$

▶ 비중이 0.95인 액체연료의 API도는?

$$\text{API도} = \frac{141.5}{0.95} - 131.5 = 17.447 \approx 17.45$$

71. 과열도 ★ 2013.3 2014.9

- 과열도 = 과열증기 온도 - (건조)포화증기 온도

72. 다공도 ★ 2006.3 2007.9 2009.5 2010.9 2014.3

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

V : 다공물질의 용적(m^3)

E : 침윤 잔용적(m^3)

- 아세틸렌 다공도의 합격범위 : 75% 이상 92% 미만

73. 웨베지수 ★★★★★ 2004.5 2009.3 2010.5 2012.9 2007.2회 2008.4회 2009.2회 2014.2회

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

WI : 웨베지수

H_g : 도시가스의 발열량($kcal/m^3$)

d : 가스의 비중

- 가스의 연소성을 판단하는 중요한 수치이다.

74. 항구(영구) 증가율 ★★★ 2004.5 2006.9 2007.3 2007.9 2008.3 2009.3 2010.5 2014.5 2014.9 2008.4회 2009.2회

- 항구증가율 = $\frac{\text{항구증가량}}{\text{전증가량}} \times 100$
- 항구증가율이 10% 이하이므로 합격이다.

75. 초저온용기 단열성능 시험 ★★★ 2007.1회 2009.1회 2011.4회 2013.4회

$$Q = \frac{W \times q}{H \times \Delta t \times V} \text{ (kcal/h}^\circ\text{C L)}$$

Q : (kcal/h^{°C} L) W : 기화량 (kg) q : 기화잠열 (kcal/kg)

H : 측정시간 (hr) V : 내용적 (L) Δt : 온도차 (°C)

합격 기준	1000 ℓ 초과	1000 ℓ 이하
	0.002kcal/h ^{°C} ℓ	0.0005kcal/h ^{°C} ℓ

76. 절대습도 계산 ★

- 절대습도 : 건조공기 1kg 당 포함된 수증기량

- ▶ 습공기 205kg를 수증기 5kg 포함시 절대습도는?

$$x = \frac{5}{205-5} = 0.25$$

77. 절대압력 = 대기압력 + 게이지압력 ★★ 2004.9 2006.5 2007.3 2008.3 2008.5 2009.3 2009.5 2009.8 2014.2회

- ▶ 압력계의 눈금이 1.2MPa를 나타내고 있으며, 대기압이 750mmHg일 때 절대압력은 약 몇 kPa 인가?

절대압력 = 대기압 + 게이지압

$$= 750\text{mmHg} + 1.2\text{MPa}$$

$$= \frac{750}{760} \times 101.325 + 1,200\text{kPa}$$

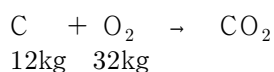
$$= 1,300\text{kPa}$$

78. 연료에 대한 산소량 구하기 ★★ 2008.3

Nm³/kg(연료 1kg에 대한 산소량 Nm³)

kg/kg(연료 1kg에 대한 산소량 kg)

- ▶ 탄소 1kg을 완전 연소시키는데 필요한 산소량은 약 몇 kg 인가?



1kg xkg

$$\therefore x = \frac{1 \times 32}{12} = 2.667\text{kg}$$

79. 탄화수소에 대한 이론 산소량 및 공기량 구하기 ★★ 2003.3 2003.5 2005.5 2006.3 2009.3 2009.8 2010.5
2010.9 2011.10 2012.3 2012.5 2013.6 2014.5 2007.4회

▶ 0℃ 1atm에서 10m³의 다음 조성을 가지고 있는 기체연료의 이론공기량은 약 몇 m³인가?

H ₂ 10%	CO 15%	CH ₄ 25%	N ₂ 50%
--------------------	--------	---------------------	--------------------

조성 10m³중 H₂ 1m³ CO 1.5m³ CH₄ 2.5m³ N₂ 5m³

산소가 필요한 가스는 가연성 가스이므로 이 중에서 가연성 가스는 H₂, CO, CH₄이다.

$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O$... 수소 1몰당 산소 $\frac{1}{2}$ 몰 필요하므로 수소 1m³에는 산소 0.5m³

$CO + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO_2$... 일산화탄소 1몰당 산소 $\frac{1}{2}$ 몰 필요하므로 일산화탄소 1.5m³에 산소 0.75m³

$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$... 메탄 1몰당 산소 2몰 필요하므로 메탄 2.5m³에 산소 5m³ 필요

산소는 공기 중의 21% 체적을 가지므로

$$\therefore \text{이론 공기량} = (0.5 + 0.75 + 5) \times \frac{1}{0.21} = 29.76m^3$$

80. 공기비(m) = 과잉공기계수 ★ 2006.5 2014.5 2014.9

$$\text{공기비} = \frac{\text{실제 공기량}}{\text{이론 공기량}}$$

$$\text{공기비}(m) = \frac{A}{A_0} = \frac{21}{21 - O_2} = \frac{N_2}{N_2 - 3.76O_2} = \frac{CO_2 \max}{CO_2} \text{ (이론 공기량에 대한 실제공기량)}$$

81. 과잉공기율 2005.5 2010.9

· 연료 1kg당 이론공기량에 대한 과잉공기량의 비

$$\text{과잉 공기율} = \frac{P}{A_0} \times 100 (\%)$$

$$= \frac{A - A_0}{A_0} \times 100$$

$$= \frac{(m - 1)A_0}{A_0} \times 100$$

$$= (m - 1) \times 100$$

A₀ : 이론공기량 A : 실제공기량 P : 과잉공기량

제 2 과목 가스설비

1. 가스의 분류 2005.3 2014.5

(1) 상태에 따른 가스 분류

- ① 압축가스
- ② 액화가스
- ③ 용해가스 : C_2H_2

(2) 연소성에 따른 가스 분류

- ① 가연성 가스 : 불에 타는 가스
 법규상 정의는 폭발 하한 10% 이하이거나 폭발 상한과 하한 차이가 20% 이상
- ② 조연성 가스 : 가연성 가스가 연소하는 것을 도와주는 가스
- ③ 불연성 가스 : 불에 타지 않는 가스

1-1. 가연성 가스의 전기설비 ★★ 2005.3 2006.5 2007.3 2007.9 2008.5 2013.6 2010.4회

- ① 가연성 가스(NH_3 · CH_3Br 제외) : 방폭구조(폭발을 방지하는 구조)
- ② NH_3 · CH_3Br : 일반구조

2. 가스의 비등점과 저장용기 ★★★ 2003.3 2004.9 2008.5 2011.3 2014.3

가스명	비등점 (°C)	저장용기
산소(O_2)	-183	무이음용기
수소(H_2)	-252	무이음용기
질소(N_2)	-196	무이음용기
일산화탄소(CO)	-192	무이음용기
메탄(CH_4)	-162	용접용기
프로판(C_3H_8)	-42	용접용기
염소(Cl_2)	-34	용접용기
암모니아(NH_3)	-33	용접용기
아세틸렌(C_2H_2)		용접용기

3. 용접용기 · 무이음용기의 화학성분 2014.5

	C	P	S
용접용기	0.33%	0.04%	0.05%
무이음용기	0.55%		

3-1. 탄소(C), 인(P), 황(S)의 함유량을 제한하는 이유 2004.3

- ① 탄소의 양이 많아지면 연신율이 감소한다.
- ② 인의 양이 많아지면 연신율이 감소한다.
- ③ 황의 양이 많아지면 고온가공성을 나쁘게 한다.

4. 무이음용기의 제조법 ★ 2004.3

- ① 만네스만식
- ② 에르하르트식
- ③ 디프드로잉식

5. 아보가드로 법칙 ★

· 모든 기체 $1\text{mol} = 22.4\ell = \text{분자량}(M)\text{g}$
 · $\text{H}_2 = 1\text{mol} = 22.4\ell = 2\text{g}$
 · $\text{C}_3\text{H}_8 = 1\text{mol} = 22.4\ell = 44\text{g}$
 · $\text{O}_2 = 1\text{mol} = 22.4\ell = 32\text{g}$

6. 온도 ★ 2014.5

- ① 섭씨온도 ($^{\circ}\text{C}$)
- ② 화씨온도 ($^{\circ}\text{F}$) : $^{\circ}\text{F} = ^{\circ}\text{C} \times 1.8 + 32$

$$^{\circ}\text{C} = \frac{1}{1.8} (^{\circ}\text{F} - 32)$$

- ③ 절대온도 (K) : $\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$

$$^{\circ}\text{R} = ^{\circ}\text{F} + 460$$

$\text{K} = ^{\circ}\text{C}$ 의 절대온도

$^{\circ}\text{R} = \text{K}$ 의 절대온도

7. 가스의 상태

원자량	분자량
$\text{H} = 1\text{g} \rightarrow \text{H}_2 = 2\text{g}$	
$\text{N} = 14\text{g} \rightarrow \text{N}_2 = 28\text{g}$	
$\text{O} = 16\text{g} \rightarrow \text{O}_2 = 32\text{g}$	
$\text{He} = 4\text{g}$	
(단, 불활성 기체는 단원자 분자로 원자와 분자상태가 같다.)	

· 가스는 분자상태로 나타낸다.

8. 압력(P) : 단위 면적당 누르는 힘(kg/cm^2) ★

$$P = \frac{W}{A} \quad W : \text{질량}(\text{kg}) \quad A : \text{단면적}(\text{cm}^2)$$

$$P = SH \quad S : \text{액비중}(\text{kg}/\text{l}) \quad H : \text{액의 높이}(\text{m})$$

9. 열량(Q) ★

① 1Kcal : 물 1kg을 1℃ 만큼 높이는데 필요한 열량

② 1BTU : 물 1Lb를 1℉ 만큼 높이는데 필요한 열량

③ 1CHU(PCU) : 물 1Lb를 1℃ 만큼 높이는데 필요한 열량

$$\cdot 1\text{kcal} = 1\text{kg} \times 1^\circ\text{C} = 2.205\text{Lb} \times 1.8^\circ\text{F} = 3.968\text{Lb} \times ^\circ\text{F} = 3.968\text{BTU}$$

$$\therefore 1\text{BTU} = \frac{1}{3.968}\text{kcal}$$

$$1\text{kcal} = 1\text{kg} \times 1^\circ\text{C} = 2.205\text{Lb} \times 1^\circ\text{C} = 2.205\text{Lb} \times ^\circ\text{C} = 2.205\text{CHU}$$

$$1\text{kcal} = 3.968\text{BTU} = 2.205\text{CHU}$$

10. 비열

(1) 정의 : 어떤 물질 1kg을 1℃ 만큼 높이는데 필요한 열량

(2) 물의 상태별 비열 ★

① 물의 비열 : 1

② 얼음의 비열 : 0.5

③ 수증기 비열 : 0.46

(3) 특징

① 비열이 큰 물질일수록 가스 압축 후 토출가스 온도가 높다.

② 비열이 큰 물질일수록 빨리 데워지거나 빨리 식지 않는다.

11. 열 ★★ 2003.8 2006.5 2008.9 2012.3 2014.5

(1) 감열(현열) : $Q = G \times C \times \Delta t$

→ 온도 변화 있음

Q : 열(kcal) G : 중량(kg)

C : 비열(kcal/kg℃) Δt : 온도차

(2) 잠열 : $Q = Gr$

→ 온도 변화 없으나 상태 변화 있음

Q : 열(kcal) G : 중량(kg) r : 잠열량

▶ 어떤 냉동기에서 0℃ 의 물이 0℃ 의 얼음 2톤을 만드는데 50kWh의 일이 소요된다면 이 냉동기의 성능계수는? (단, 물의 융해열은 80kcal/kg 이다.)

$$Q = Gr$$

$$= 2,000\text{kg} \times 80\text{kcal/kg}$$

$$= 160,000\text{kcal}$$

$$1\text{kW} = 860\text{kcal} \text{ 이므로 } \frac{160,000\text{kcal}}{860\text{kcal}} = 186.045\text{kW}$$

$$\frac{186.045\text{kW}}{50\text{kWh}} = 3.72$$

11-1. 일의 열당량(A) · 열의 일당량(J) ★

① 일의 열당량(A) : $\frac{1}{427} \text{kcal/kg} \cdot \text{m}$

② 열의 일당량(J) : $427 \text{kg} \cdot \text{m/kcal}$

일($\text{kg} \cdot \text{m}$) \times 일의 열당량($\frac{1}{427} \text{kcal/kg} \cdot \text{m}$) \rightarrow 열
 열(kcal) \times 열의 일당량($427 \text{kg} \cdot \text{m/kcal}$) \rightarrow 일

12. 마력과 동력 ★

1PS(마력) = $75 \text{kg} \cdot \text{m/s}$

1kW(동력) = $102 \text{kg} \cdot \text{m/s}$

1PS = $75 \text{kg} \cdot \text{m/s} = 75 \text{kg} \cdot \text{m/s} \times \frac{1}{427} \text{kcal/kg} \cdot \text{m}$
 $= \frac{75}{427} \text{kcal/s} \times 3600 \text{s/hr} = 632.5 \text{kcal/hr}$
 1kW = $102 \text{kg} \cdot \text{m/s} = 860 \text{kcal/hr}$

13. 기체 확산 속도(그레엄의 법칙) ★★ 2006.9 2009.2회

① 정의 : 기체의 확산속도는 분자량의 제곱근에 반비례한다.

② $\frac{U_2}{U_1} = \sqrt{\frac{M_1}{M_2}}$

▶ 수소의 확산속도는 동일조건의 산소의 확산속도에 비하여 몇 배가 빠른가?

수소의 확산속도를 U_H 산소의 확산속도를 U_O 로 가정하면

$\frac{U_H}{U_O} = \sqrt{\frac{2}{32}} = \frac{1}{4}$ 수소의 분자량(H_2) : 2 산소의 분자량(O_2) : 32

14. 각 가스별 특성 정리 ★★ 2002.3 2002.5 2002.9 2003.3 2003.5 2005.9 2006.3 2010.5 2010.9

(1) 수소(H_2) ★ 2002.9 2008.9 2011.10

- ① 압축가스(비등점 : -252°C)
- ② 가연성가스(연소범위 : 4~75%)
- ③ 가스 중 최소의 밀도를 가진다.(분자량 2g)
- ④ 확산속도가 가장 빠르다.
- ⑤ 고온고압에서 수소취성(강의 탈탄 현상)을 일으킨다.
- ⑥ 수소취성 방지법 : 5~6% Cr강에 W, Mo, Ti, V를 첨가
- ⑦ 수소폭명기 종류 : ㉠ $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$
 ㉡ $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$
 ㉢ $H_2 + F_2 \rightarrow 2HF$
- ⑧ 수소의 제법 : ㉠ 물의 전기분해 : 순도가 가장 높으나 비경제적이다.
 ㉡ 석유의 전기분해
 ㉢ 천연가스 분해
 ㉣ 수성가스법
 ㉤ 금속과 산의 반응
 ㉥ 일산화탄소 전화법 : $CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$

- ⑨ 수소의 용도 : ㉠ 기구 부양용
 ㉡ 염산 제조
 ㉢ 암모니아 · 보석 제조
- ⑩ 모든 가스는 압력을 높이면 폭발범위가 넓어지나 수소는 압력을 높이면 폭발범위가 좁아지다가 계속해서 압력을 높이면 폭발범위가 다시 넓어진다.
- ⑪ 무색 · 무취 · 무미이므로 누출시 색깔이나 냄새로 확인이 불가능하다.

(2) 산소(O_2) ★ 2002.3 2003.3

- ① 압축가스(비등점 : $-183^{\circ}C$)
 ② 조연성가스(연소범위 X)
 ③ 고온고압에서 부식을 일으킨다.(부식명 : 산화)
 ④ 부식 방지금속물 : Cr,Al,Si(Cr은 40% 이상이 넘으면 도리어 부식을 촉진시킨다.)
 ⑤ 산소와 녹 · 이물질 · 석유류 · 유지류 반응시 연소폭발을 일으킨다.

(3) 질소(N_2) 2005.5 2008.3회

- ① 압축가스(비등점 : $-196^{\circ}C$)
 ② 불연성가스
 ③ 고온고압에서 부식을 일으킨다. (부식명 : 질화)
 ④ 부식 방지금속물 : Ni
 ⑤ 질소의 용도 : ㉠ 식품동결용(저온용 냉매)
 ㉡ 비료 · 암모니아 제조
 ㉢ 고압 장치 청소시 치환용
 ㉣ 이너팅

(4) 염소(Cl_2) ★

- ① 독성가스(TLV - TWA 기준 1ppm, LC50 기준 293ppm)
 ② 액화가스(비등점 $-34^{\circ}C$)
 ③ 조연성가스
 ④ 독성가스 누설검지 시험법 : KI(요오드화칼륨) 시험지 → 청색
 ⑤ 용접용기(갈색)
 ⑥ 염소의 제법 : ㉠ 소금물 전기분해
 ㉡ 염화나트륨과 같은 염화염을 용해하여 전기분해
 ⑦ 염소의 용도 : ㉠ 표백작용
 ㉡ 상수도 살균 및 소독작용
 ⑧ 염소의 윤활제 : 진한황산 (황산이 98% 이상이면 부식성이 없다.)

(5) 아세틸렌(C_2H_2) ★★★ 2002.3 2002.9 2003.5 2004.9 2005.9 2006.3 2008.3 2009.8 2010.9 2011.6 2013.6 2013.9 2007.1회 2008.3회 2013.2회

- ① 가연성가스(연소범위 : 2.5~81%)
 ② 용해가스(녹이면서 충전하는 가스)
 ③ 아세틸렌 폭발의 종류 : ㉠ 분해폭발 : $C_2H_2 \rightarrow 2C + H_2$
 ㉡ 화합폭발 : $2Cu + C_2H_2 \rightarrow Cu_2C_2 + H_2$
 ㉢ 산화폭발 : $C_2H_2 + 2.5O_2 \rightarrow 2CO_2 + H_2O$
 ④ 아세틸렌 충전 압력 : ㉠ 충전 중 압력 : 온도와 상관없이 2.5Mpa 이하로 한다.
 → 2.5Mpa 이상으로 충전시 희석제(N_2 , CH_4 , CO , C_2H_4) 첨가
 ㉡ 최고 충전 압력 : $15^{\circ}C$ 에서 1.5Mpa 이하로 유지
 ⑤ 기준 압력 이상으로 충전시 희석제 첨가하는 이유 : 폭발을 방지하기 위해서
 ⑥ 구리 및 구리합금 사용 시 : ㉠ 황화수소(H_2S) : 부식
 ㉡ 암모니아(NH_3) : 부식
 ㉢ 아세틸렌(C_2H_2) : 폭발
 ⑦ 첨가하는 희석제 : 질소(N_2), 메탄(CH_4), 에틸렌(C_2H_4), 일산화탄소(CO)

- ⑧ 아세틸렌 제법 : $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{Ca(OH)}_2$
- ⑨ 탄화칼슘(=카바이트) 제조 반응식 : $\text{CaO} + 3\text{C} \rightarrow \text{CaC}_2 + \text{CO}$
- ⑩ 카바이트 취급시 유의사항 : ㉠ 우천시 수송금지
 ㉡ 저장실은 통풍이 양호하게 할 것
 ㉢ 드럼통은 정중히 취급할 것
 ㉣ 타 가연물과 혼합 적재하지 말 것
- ⑪ 청정제 : 카타리솔, 리가솔, 에퓨렌

(6) 암모니아(NH_3) ★★★ 2002.5 2002.9 2003.3 2004.9 2005.3 2006.5 2007.3 2007.9 2008.5 2013.6 2008.2회 2009.1회

- ① 독성가스(TLV - TWA 기준 25ppm, LC 50 기준 7338ppm)
- ② 액화가스(비등점 : -33°C)
- ③ 가연성가스(연소범위 : 15~28%)
- ③ 독성가스 누설검지 시험법 : ㉠ 적색 리트머스 → 청색 리트머스
 ㉡ 염산 첨가 → 흰연기(NH_4Cl) 발생
- ④ 독성가스 대부분 산성을 띠나 암모니아는 약 염기성을 띤다.
- ⑥ 전기설비 : 일반구조($\text{NH}_3 \cdot \text{CH}_3\text{Br}$ 를 제외한 가연성 가스는 방폭구조)
- ⑥ 충전구나사 : 오른나사($\text{NH}_3 \cdot \text{CH}_3\text{Br}$ 를 제외한 가연성 가스는 왼나사)
- ⑦ 헨리의 법칙 적용되지 않음(\therefore 물에 매우 잘 용해되므로)
- ⑧ 중화제 : 물, 묽은 염산, 묽은 황산
- ⑨ 용접용기(백색)
- ⑩ 암모니아 제법 : ㉠ 하버보시법 : $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$
 ㉡ 석회질소법 : $\text{CaCN}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NH}_3 + \text{CaCO}_3$
- ⑪ 고온·저압에서 암모니아 가스 장치에 사용될 수 있는 재료 : 오스테나이트계 스테인리스강
- ⑫ 암모니아는 산이나 할로겐과도 잘 화합한다.

(7) 황화수소(H_2S) 2005.3 2012.3

- ① 독성가스(TLV - TWA 기준 10ppm, LC 50 기준 444ppm)
- ② 가연성가스(연소범위 : 4.3~45%)
- ③ 고온고압에서 부식을 일으킨다. (부식명 : 황화)
- ④ 부식 방지금속물 : Cr, Al, Si
- ⑤ 독성가스 누설검지 시험법 : 연당지 → 흑색
- ⑥ 알칼리와 반응하여 염을 생성한다.
- ⑦ 습기를 함유한 공기 중에서 대부분 금속과 작용한다.
- ⑧ 산화물을 환원시킨다.
- ⑨ 제거방법 : ㉠ 시이볼트법
 ㉡ 카아볼트법
 ㉢ 티이록스법
 ㉣ 알카지드법
 ㉤ 알카티드법

(8) 일산화탄소(CO) ★

- ① 독성가스(TLV - TWA 기준 25ppm, LC 50 기준 3760ppm)
- ② 압축가스(비등점 : -192℃)
- ③ 가연성가스(연소범위 : 12.5~74%)
- ④ 고온고압에서 부식을 일으킨다. (부식명 : 카보닐)
- ⑤ 부식 방지금속물 : ㉠ Ni-Cr계 STS강 사용
㉡ 장치내면에 Cu, Al 등으로 피복
- ⑥ 독성가스 누설검지 시험법 : 염화파라듐지 → 흑색
- ⑦ 모든 가스는 압력을 높이면 폭발범위가 넓어지나 일산화탄소는 압력을 높이면 폭발범위가 좁아진다.

(9) 이산화탄소(CO₂)

- ① 액화가스
- ② 불연성가스
- ③ 무이음용기(청색)
- ④ 이산화탄소 흡수액 : ㉠ 산소(공기) 중에서 : NaOH(수산화나트륨)
㉡ 일반적인 흡수분석법에서 : KOH(수산화칼륨)
- ⑤ 이산화탄소의 용도 : ㉠ 소화제 제조
㉡ 청량음료수 제조
㉢ 드라이아이스 제조

(10) 시안화수소(HCN) ★★★ 2008.3 2009.3 2009.8 2012.9 2009.1회 2009.4회

- ① 독성가스(TLV - TWA 기준 10ppm, LC 50 기준 140ppm)
- ② 가연성가스(연소범위 : 6~41%)
- ③ 중합폭발을 일으킨다.(충전 후 60일을 넘지 않게 한다. 순도 98% 이상)
- ④ 시안화수소 안정제 : 황산, 염화칼슘, 아황산, 동, 동망, 오산화인, 인산
- ⑤ 독성가스 누설 검지법 : 질산구리 벤젠지(=초산 벤젠지)시험지로 1일 1회 이상 검사한다. → 청색
- ⑥ 시안화수소 용도 : 살충제
- ⑦ 시안화수소 제법 : ㉠ 앤드류소오법 : $CH_4 + NH_3 + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow HCN + 3H_2O$
㉡ 포름아미드법 : $CO + NH_3 \rightarrow HCONH_2 \rightarrow HCN + H_2O$
㉢ 암모니아 : 메탄 : 공기의 부피비는? 1 : 0.9 : 5.5~ 6
㉣ 이 때 압력과 온도는? 압력 2~ 3atm, 온도 1100℃
- ⑧ 충전한 용기는 24시간 이상 정치하여야 한다.

(11) 산화에틸렌(C₂H₄O)

- ① 독성가스(TLV - TWA 기준 1ppm, LC 50 기준 2900ppm)
- ② 가연성가스(연소범위 : 3~80%)
- ③ 중합폭발 및 분해폭발을 동시에 가지고 있다.
- ④ 폭발 방지 안정제 : 질소, 이산화탄소
- ⑤ 중화액 : 물
- ⑥ 괄호문제 ★

- 산화에틸렌의 저장탱크는 그 내부의 질소·탄산가스 및 (산화에틸렌 분위기)가스를 질소가스 또는 (탄산가스)로 치환하고 (5)℃ 이하를 유지한다.
- 산화에틸렌을 저장탱크 또는 용기에 충전 할 때에는 미리 그 내부 가스를 질소 가스 또는 탄산가스로 바꾼후에 (산) 또는 (알칼리)를 함유하지 아니하는 상태로 충전한다.
- 산화에틸렌의 저장탱크 및 충전용기에는 (45)℃ 에서 그 내부가스 압력이 (4)Mpa 이상이 되도록 질소·탄산가스를 충전한다.

(12) 포스겐(COCl_2) ★ 2007.9 2009.5 2007.1회

- ① 독성가스(TLV - TWA 기준 0.1ppm, LC50 기준 5ppm) → 독성이 가장 강한 가스
- ② 독성가스 누설 검지법 : 하리슨 시험지 → 굴색(심등색, 오렌지색)
- ③ 냄새 : 자극적인 푸른 풀 냄새
- ④ 포스겐의 용도 : 농약
- ⑤ 포스겐의 운활제 : 진한 황산(정제기능 포함)
- ⑥ 포스겐의 제법 : $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{COCl}_2$
- ⑦ 일산화탄소와 염소의 화학반응에서 사용되는 촉매와 건조제는 - ㉠ 촉매 : 활성탄
㉡ 건조제 : 진한황산

(13) 비활성기체(0족 원소)

- ① 운반용 가스로 사용
- ② 타가스와 화합하지 않는다.(단, $\text{Xe} + \text{F}_2 \rightarrow$ 약간의 화합물 존재)
- ③ 발광색 : Ne(주황색), Ar(적색), Xe(청자색), Rn(청록색)

(14) LPG(액화석유가스) 2010.3

- ① 주성분 : 프로판(C_3H_8), 부탄(C_4H_{10})
- ② 가스는 공기보다 무겁다. (기체비중 : 1.5~2)
- ③ 액은 물보다 가볍다. (액비중 : 0.5kg/l)
- ④ 기화시 체적이 250배 커진다.
- ⑤ 기화·액화가 용이하다.
- ⑥ 연소범위가 좁다.
- ⑦ 발화온도가 높다.
- ⑧ 연소 속도가 느다.
- ⑨ 연소시 다량의 공기가 필요하다.

(15) LNG(액화천연가스)

- ① 주성분 : 메탄(CH_4)
- ② 청정연료
- ③ 공기보다 가볍다.

(16) 메탄(CH_4) 2009.3 2009.5 2011.3

- ① 압축가스(비등점 : -162°C)
- ② 가연성가스(연소범위 : 5~15%)
- ③ 고온에서 수증기와 반응하면 일산화탄소(CO)와 수소(H_2)를 생성한다.
- ④ 메탄의 제법 : 고온고압에서 강 중의 탄소와 수소가 결합하여 메탄을 생성한다.

15. 각종 가스의 운활유 ★ 2003.5 2003.8 2004.9 2005.5 2006.5 2008.9 2009.5 2010.3 2010.9 2012.5 2007.4회

- ① 산소(O_2) : 물, 10% 이하의 글리세린
(물을 사용하는 이유 : 압축산소에 유기물이 있으면 산화력이 커서 폭발하므로)
- ② 수소(H_2)·아세틸렌(C_2H_2)·공기 : 양질의 광유
- ③ LPG : 식물성유
- ④ 염소(Cl_2)·포스겐(COCl_2) : 진한 황산

16. 헨리의 법칙 (기체 용해도의 법칙)

- ① 적용 되는 가스 : 수소(H_2), 산소(O_2), 질소(N_2), 이산화탄소(CO_2)
→ 물에 약간만 녹는다.
- ② 적용되지 않는 가스 : 암모니아(NH_3)
→ 물에 아주 잘 녹는다.
- ③ 녹는 질량은 압력에 비례한다.
- ④ 녹는 부피는 압력에 관계없이 일정하다.

17. 액화·기화 순서 ★

- ① 액화의 순서 : 산소(O_2) → 아르곤(Ar) → 질소(N_2)
- ② 기화의 순서 : 질소(N_2) → 아르곤(Ar) → 산소(O_2)

18. 기체상수(R) 값 2014.9

$$\begin{aligned}
 R &= 0.082 \text{ atm} \cdot \text{l/mol} \cdot \text{K} \\
 &= 82.05 \text{ atm} \cdot \text{ml/mol} \cdot \text{K} \\
 &= 8.314 \text{ J/mol} \cdot \text{K} \\
 &= 1.987 \text{ cal/mol} \cdot \text{K}
 \end{aligned}$$

19. 저장탱크 내용적 계산 ★

- ① 원통형 저장탱크 내용적(V) = $\frac{\pi}{4} D^2 \times L$
- ② 구형 저장탱크(가스홀더) 내용적(V) = $\frac{\pi}{6} D^3$

20. 오토클레이브 종류 ★ 2005.9 2008.3 2009.5

- ① 교반형 : 전자코일을 이용하거나 모터에 연결된 베일을 이용하는 방식
- ② 진탕형 : 수평이나 전후 운동을 함으로써 내용물을 교반시키는 방식
- ③ 회전형 : 오토클레이브 자체를 회전하는 방식
- ④ 가스교반형 : 가늘고 긴 수직형 반응기로 유체가 순환되어 교반되는 방식

21. 액화장치의 종류 ★

- ① 린데식
- ② 클로드식
- ③ 필립스식

21-1. 린데식 액화장치 구성요소 2009.5 2014.3

- ① 열교환기
- ② 팽창밸브
- ③ 액화기

21-2. 클로드식 액화장치 구성요소

- ① 열교환기
- ② 팽창기
- ③ 팽창밸브
- ④ 액화기

22. 용량(체적, 부피)% ⇔ 무게(중량)% ★ 2014.1회

- ① 용량 → 무게 변환시 : 분자량을 곱해준다.
- ② 무게 → 용량 변환시 : 분자량을 나뉜다.

23. 엔탈피(i)

엔탈피(i) = u + APV (kcal/kg) i : 엔탈피(kcal/kg)

u : 내부에너지

APV : 외부에너지

24. 엔트로피 변화값(ΔS) 2014.9

$$\text{엔트로피 변화값}(\Delta S) = \frac{dQ}{T}$$

25. 응력의 원인 ★

- ① 열팽창
- ② 내압
- ③ 용접
- ④ 냉간 가공
- ⑤ 무게

26. 진동의 원인 ★ 2013.3 2014.5

- ① 펌프 및 압축기에 의한 진동
- ② 안전 밸브 분출에 의한 진동
- ③ 바람 · 지진에 의한 진동
- ④ 관내를 흐르는 유체의 압력변화에 의한 진동

27. 배관 유량식 ★★★ 2002.5 2002.9 2004.3 2004.5 2005.3 2005.9 2008.5 2009.8 2010.9 2014.3

2008.4회 2009.1회 2009.2회 2009.4회 2010.4회 2011.4회

$$\text{① 저압 배관 유량식 : } Q = k \sqrt{\frac{1,000H \times D^5}{S \times L \times g}} \quad Q = k \sqrt{\frac{H \times D^5}{S \times L}}$$

Q : 가스 유량(m³/hr) k : 유량 계수(0.707)

H : 압력 손실(kPa 또는 mmH₂O) D : 관지름(cm)

S : 가스비중 L : 관길이(m) g : 중력 가속도(9.81)

$$\textcircled{2} \text{ 중고압 배관 유량식 : } Q = k \sqrt{\frac{10,000 D^5 (P_1^2 - P_2^2)}{S \times L \times g^2}} \quad Q = k \sqrt{\frac{D^5 (P_1^2 - P_2^2)}{S \times L}}$$

Q : 가스유량 (m^3/hr) k : 유량 계수 (52.31)

P_1 : 배관의 시점압력 (Mpa 또는 kg/cm^2)

P_2 : 배관의 종점압력 (Mpa 또는 kg/cm^2)

S : 가스비중 L : 배관 길이 (m) g : 중력 가속도 (9.81)

▶ 관지름이 10mm인 저압배관에 부탄가스를 10L/min로 통과시켰다. 어떤 지점에서의 압력손실이 10mmH₂O였다면 그 배관지점은 몇 m인가? (단, 가스 비중은 2이고, 유량계수는 0.7이다.)

$$Q = K \sqrt{\frac{D^5 \times H}{S \times L}} \text{ 에서}$$

$$L = \frac{K^2 \times D^5 \times H}{Q^2 \times S} = \frac{0.7^2 \times 1^5 \times 10}{0.6^2 \times 2} = 6.8\text{m}$$

27-1. 저압 배관 설계 4요소 ★ 2002.5

- ① 압력손실
- ② 가스유량
- ③ 관지름
- ④ 관길이

27-2. 관경 결정 4요소 ★ 2005.5

- ① 가스유량
- ② 가스비중
- ③ 관길이
- ④ 압력손실

28. 배관 내 압력손실 요인 ★ 2005.5

- ① 직선배관 (=마찰저항)에 의한 압력손실
- ② 입상배관에 의한 압력손실
- ③ 안전밸브에 의한 압력손실
- ④ 가스미터에 의한 압력손실
- ⑤ 콕에 의한 압력손실

28-1. 마찰저항에 의한 압력손실 ★ 2007.3 2012.5

- ① 압력손실은 관 길이에 비례한다.
- ② 유속의 제곱근에 비례한다.
- ③ 관내경의 5승에 반비례한다.
- ④ 유체점도가 크면 압력손실이 크다.

28-2. 입상배관에 의한 압력손실 ★★★ 2004.9 2008.5 2009.5 2010.5 2012.3 2012.5 2012.9 2013.9

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

h : 압력손실 (mmH₂O) 1.293 : 공기의 밀도

S : 가스 비중 H : 입상높이 (m)

▶ 프로판의 비중을 1.5라 가정하면 입상 50m 지점에서 배관의 수직방향에 의한 압력손실 값은 약 몇 mmH₂O 인가?

$$h = 1.293H(S - 1) = 1.293 \times 50(1.5 - 1) = 32.325 \approx 32.33 \text{ mmH}_2\text{O}$$

29. 배관의 스케줄 번호 ★ 2003.3 2005.9 2007.5 2008.5 2009.3 2012.9

$$\textcircled{1} \text{ SCH} = 10 \times \frac{P}{S} \quad P : \text{상용압력 (kg/cm}^2\text{)} \quad S : \text{허용응력 (kg/mm}^2\text{)}$$

$$\textcircled{2} \text{ SCH} = 100 \times \frac{P}{S} \quad P : \text{상용압력 (MPa)} \quad S : \text{허용응력 (kg/mm}^2\text{)}$$

$$\textcircled{3} \text{ SCH} = 1,000 \times \frac{P}{S} \quad P : \text{상용압력 (kg/mm}^2\text{)} \quad S : \text{허용응력 (kg/mm}^2\text{)}$$

▶ 사용압력이 60kg/cm²인 관의 허용응력이 20kg/cm² 일 때 스케줄 번호는 얼마인가?

$$\text{SCH} = 10 \times \frac{P}{S} = 10 \times \frac{60}{20} = 30$$

30. 압축비 ★★ 2002.3 2004.5 2007.3 2007.5 2011.6 2013.3

$$(1) a = n \sqrt{\frac{P_e}{P_1}}$$

a : 압축비 n : 단수

P₁ : 흡입 절대압력 (kg/cm_a²) P_e : 토출 절대압력 (kg/cm_a²)

▶ 흡입압력과 대기압이 같으며 최종압력이 124kg/m²·G 의 3단 공기압축기의 압축비는 얼마인가?
(단, 대기압은 1kg/cm_a²로 한다.)

$$a = n \sqrt{\frac{P_e}{P_1}} = 3 \sqrt{\frac{125}{1}} = 5$$

(2) 압축비가 커질 때의 영향

- ① 토출가스 온도 상승
- ② 체적효율 저하
- ③ 실린더 내의 온도 상승
- ④ 소요동력 증가

31. 배관의 두께 산출식 ★★★ 2004.9 2005.3 2010.5 2010.9 2012.3 2014.9 2014.2회

- ① 외경과 내경의 비가 1.2 미만인 경우 : $t = \frac{P \cdot D}{2 \frac{f}{s} - P} + C$
- ② 외경과 내경의 비가 1.2 이상일 경우 : $t = \frac{D}{2} \sqrt{\frac{100 \frac{f}{s} + P}{100 \frac{f}{s} - P}} - 1 + C$

t: 관두께 D: 안지름 f: 재료 인장강도 규격최소치

s: 안전율 P: 상용압력 C: 부식여유수치

32. 냉동 ★ 2002.5 2004.3 2005.5 2005.9 2006.5 2006.9 2008.9 2009.3 2010.3 2010.5 2011.10 2013.6 2013.9

- ① 흡수식 냉동기 5대 주기 : 흡수기 - 발생기 - 응축기 - 팽창변(팽창밸브) - 증발기
- ② 증기 압축식 냉동기 4대 주기 : 압축기 - 응축기 - 팽창변(팽창밸브) - 증발기
- ③ 한국 1RT = 3,320kcal/hr ('흡수식 냉동설비' 라는 조건이 나오면 6,640kcal/hr (= 1.2kW))

▶ 시간당 80,000kcal를 흡수하는 냉동기의 용량은 몇 냉동 톤인가?

$$\frac{80,000}{3,320} = 24.096 \approx 24.1$$

32-1. 증기 압축식 냉동기 ★ 2003.8 2006.5 2006.9 2007.9 2008.5 2010.3 2012.9 2013.6 2014.5

- ① 등 엔트로피 과정이 이루어지는 곳 : 압축기
- ② 등 엔탈피 과정이 이루어지는 곳 : 팽창밸브
- ③ 교축작용에 의해 압력을 감압시켜 주는 역할을 하는 기기 : 팽창밸브
- ④ 냉매의 엔탈피가 일정한 기기 : 팽창밸브

32-2. 흡수식 냉동기 2006.9

- ① 기계적인 일을 사용하지 않고 고온도의 열을 직접 적용시켜 냉동하는 방법

33. 전기방식법 2002.3 2002.3 2002.9 2004.5 2005.3 2006.3 2006.9 2007.3 2007.5 2008.9 2009.8 2010.5 2010.9 2011.10 2012.3 2013.3 2014.9 2007.1회 2007.2회 2007.4회 2013.4회

(1) 종류 ★★★

- ① 유전(희생)양극법 : 희생양극을 사용하여 관로의 부식 전위 차를 제거한다.
사용하는 양극 : 마그네슘(Mg) 아연(Zn)
- ② 외부전원법 : 사용하는 양극 : 고규소철, 흑연봉, 자성산화철
- ③ 선택배류법
- ④ 강제배류법 : 지하에 매설된 가스배관을 방식하는 방법
직류전철 등에 의한 누출전류의 영향을 받는 배관에 적합하다.

(2) 장 · 단점 ★★

전기방식법	장점	단점
유전(희생)양극법	· 시공이 간단하다. · 단거리 배관에 경제적이다. · 과방식의 우려가 없다.	· 장거리 배관에는 고가이다. · 전류조절이 곤란하다. · 양극소모로 보충이 필요하다.
외부전원법	· 전압, 전류 조절이 용이하다. · 방식효과 범위가 넓다. · 방식전류의 양 조절 가능하다.	· 간섭의 우려가 있다. · 설비비가 비교적 고가이다.
선택배류법	· 유지비가 저렴하다. · 자연부식이 방지된다.	· 방식효과가 없다. · 전류제어가 곤란하다.
강제배류법	· 효과범위가 넓다. · 외부전원법에 비해 경제적이다. · 양극효과에 의한 간섭이 없다. · 전류 · 전압 조절이 용이하다.	· 전원을 필요로 한다. · 배류법 부근의 과방식에 대하여 충분히 검토해야 한다.

34. 압축가스 · 액화가스 저장능력 ★★★ 2002.5 2002.9 2003.3 2006.3 2006.5 2007.3 2009.5 2009.8 2010.3 2010.5 2010.9 2011.6
2011.10 2013.5 2013.9 2007.1회 2008.2회 2008.3회 2009.1회 2009.2회 2009.4회 2011.4회

① 압축가스 용기 저장능력 : $Q = (10P + 1)V$

Q : 저장능력 (m^3)

P : 최고충전압력 (Mpa)

V : 내용적 (m^3)

② 압축가스 탱크 저장능력 : $M = 10PV$

M : 저장능력 (m^3)

P : 충전압력 (Mpa)

V : 내용적 (m^3)

③ 액화가스 용기 저장능력 : $G = \frac{V}{C}$

G : 액화가스 질량 (kg)

V : 내용적 (l)

C : 상수

④ 액화가스 탱크 저장능력 : $G = 0.9dV$

G : 저장능력 (kg)

d : 액비중 (kg/l)

V : 내용적 (l)

▶ 내용적이 500L, 압력이 12MPa이고 용기본수는 120개일 때, 압축가스의 저장능력은 몇 m^3 인가?

$$Q = (10P + 1)V = (10 \times 12 + 1) \times 120 \times 0.5 = 7,260m^3$$

35. 압축기

(1) 정의 : 기체를 취급하는 기계, 고압력을 발생시키는 기계

(2) 종류

- ① 왕복 압축기
- ② 원심 압축기(=터보형)
- ③ 고속다기통 압축기
- ④ 가연성 압축기

35-1. 왕복식 압축기(스카치요크형) 2004.5 2008.5 2009.3 2011.6 2013.3

(1) 특징

- ① 오일윤활식, 무급유식
- ② 용적형
- ③ 압축이 단속적
- ④ 접촉부가 많아 소음, 진동이 생긴다.
- ⑤ 설치면적이 크다.
- ⑥ 용량 조절범위가 넓고 쉽다.
- ⑦ 압축효율이 높다.
- ⑧ 압축하면 맥동이 생기기 쉽다.
- ⑨ 기체의 비중에 영향이 없다.

(2) 용량 조절(제어)방법 ★

- ① 회전수 변경법
- ② 바이패스법
- ③ 클리어런스 조정
- ④ 흡입밸브 강제개방법
- ⑤ 흡입밸브 강제폐쇄법

(3) 정지순서 ★

- ① 전동기 스위치를 끈다.
- ② 토출밸브를 닫는다.
- ③ 흡입밸브를 닫는다.
- ④ 드레인을 개방한다.

(4) 체적효율 ★★ 2002.5

$$\text{체적효율} = \frac{\text{실제가스 흡입량}}{\text{이론가스 흡입량}} \times 100$$

(5) 실린더를 냉각시켜서 얻을 수 있는 냉각효과 2002.9

- ① 윤활유의 열화방지
- ② 윤활기능의 유지향상
- ③ 압축효율의 증가

35-2. 원심식 압축기(터보형) 2004.9 2009.5 2012.9 2014.5**(1) 정의 ★**

- 출구각이 90° 인 임펠러가 회전하면서 기체의 원심력 작용에 의해 임펠러의 중심부에서 흡입되어 외부로 토출하는 압축기

(2) 특징

- ① 무급유식
- ② 원심형
- ③ 압축이 연속적
- ④ 접촉부가 작아 소음, 진동이 없다.
- ⑤ 설치면적이 작다.
- ⑥ 용량 조절범위가 좁고 어렵다.
- ⑦ 압축효율이 낮다.

(3) 용량 조절방법 ★

- ① 속도제어에 의한 방법
- ② 바이패스법
- ③ 안내깃 각도 조정법
- ④ 흡입밸브 조정법
- ⑤ 토출밸브 조정법

(4) 정지순서 ★

- ① 토출밸브를 닫는다.
- ② 전동기 스위치를 닫는다.
- ③ 흡입밸브를 닫는다.
- ④ 드레인을 개방한다.

36. 압축기 토출가스 단열압축시 온도 ★★ 2007.4회

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

T_2 : 토출 절대온도(K) T_1 : 흡입 절대온도(K)

P_2 : 토출압력(kg/cm_a²) P_1 : 흡입압력(kg/cm_a²)

k : 비열비($\frac{C_P}{C_V}$)

37. 피스톤 압출량(토출량) ★★★ 2003.3 2007.9 2009.3 2009.5 2011.10 2014.1회

(1) 왕복동식

$$Q = \frac{\pi}{4} D^2 \times L \times n \times N \times n_v \times 60 \times \text{체적효율}$$

Q : 피스톤 압출량(m³/hr)

D : 실린더의 안지름(m)

L : 피스톤의 행정(m)

N : 기통수

n_v : 매분 회전수(rpm)

(2) 회전식

$$Q = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \times t \times n_v \times 60$$

Q : 1시간당 피스톤 압출량(m³/hr)

D : 실린더의 안지름(m)

d : 피스톤의 바깥지름(m)

t : 가스압축 부분의 두께(m)

n_v : 회전수(rpm)

▶ 직경이 100mm, 행정거리가 150mm, 회전수가 600rpm, 체적효율이 0.8인 2기통인 왕복 압축기의 토출량은 몇 m³/hr인가? (단, 압축기의 체적효율은 70%이다.)

$$\begin{aligned} Q &= \frac{\pi}{4} D^2 \times L \times n \times N \times n_v \\ &= \frac{\pi}{4} \times (0.1\text{m})^2 \times 0.15\text{m} \times 600 \times 0.8 \times 2 \\ &= 1.13\text{m}^3/\text{min} \end{aligned}$$

38. 이상현상 및 방지법 ★★★ 2002.9 2003.3 2003.8 2004.3 2005.9 2006.9 2007.3 2007.9

2009.5 2010.9 2011.3 2011.10 2012.3 2012.5 2012.9 2013.3 2013.6

소화방법	설 명	발생원인 및 방지법
캐비테이션 현상 (공동현상)	· 유수 중에 그 수온의 증기압보다 낮은 부분이 생기면 물이 증발을 일으키고 기포를 발생하는 현상	① 회전수 빠를 때 → 회전수 낮춘다. ② 흡입 관경이 좁을 때 → 흡입 관경 넓힌다. 양 흡입 펌프를 사용한다. ③ 펌프 설치 위치가 높을 때 → 설치 위치를 낮춘다. 2대 이상의 펌프를 사용한다.
베이퍼록 현상	저비점. 액화가스 펌프에서 액의 끓음에 의한 동요현상	① 외부와 단열조치 ② 배관 내 온도 상승시 → 실린더 라이너 냉각 ③ 흡입관경이 작을 때 → 흡입배관의 관경을 넓힌다. ④ 회전수 낮춘다. ⑤ 펌프 설치위치가 높을 때 → 설치 위치를 낮춘다.
수격작용	심한 속도 변화 ⇒ 심한 압력 변화	① 유속을 낮춘다. ② 플라이휠 설치 ③ 조압수조(=서지탱크=압력조절용 탱크) 설치 ④ 밸브를 송출구(=펌프토출구) 가까이 설치
서징현상 (맥동현상)	· 펌프를 운전 중 주기적으로 양정·유량 등이 규칙적으로 변동하는 현상 (원심펌프에 서징현상 정의) · 압축기 운전 중 토출 측 저항이 커지면 풍량이 감소하고 불완전한 진동을 일으키는 현상 (원심압축기에서 서징현상 정의)	① 바이패스법 ② 안내깃 각도 조정법 ③ 우상 특성이 없게 하는 방법 ④ 교축밸브 근접 설치

39. 구비조건

(1) 윤활유 구비조건 ★ 2013.3

- ① 경제적일 것
- ② 화학적으로 안정할 것
- ③ 점도가 적당할 것
- ④ 불순물이 적을 것
- ⑤ 인화점이 높을 것

(2) 다공물질 구비조건

- ① 경제적일 것
- ② 화학적으로 안정할 것
- ③ 고 다공도일 것
- ④ 기계적 강도가 있을 것

(3) 부취제 구비조건 ★ 2003.8 2006.5 2007.3 2009.8

- ① 경제적일 것
- ② 화학적으로 안정할 것
- ③ 물에 녹지 않을 것
- ④ 독성이 없을 것
- ⑤ 가스관이나 가스미터에 흡착되지 않을 것
- ⑥ 보통 존재하는 냄새와 구별될 것(=일상생활과 구분되는 냄새일 것)
- ⑦ 부식성이 없을 것
- ⑧ 토양에 대한 투과성이 클 것

(4) 배관재료 구비조건

- ① 절단가공이 용이할 것
- ② 관내가스 유통이 원활할 것
- ③ 내식성, 내마모성이 있을 것
- ④ 충격하중에 견딜 것

(5) 용기재료 구비조건 ★ 2002.3 2013.9

- ① 무게가 가벼울 것
- ② 충분한 강도를 가질 것
- ③ 내식성을 가질 것
- ④ 가공 중 결함이 생기지 않을 것

(6) 냉매가스의 구비조건 ★ 2004.3 2010.3

- ① 증기의 비 체적이 작아야 한다.
- ② 증발열이 커야 한다.
- ③ 안전성이 있어야 한다.
- ④ 응고점이 낮아야 한다.

(7) 특수강의 구비조건 ★ 2007.5 2009.8

- ① 내식성이 클 것
- ② 크리이프 강도가 클 것
- ③ 기계적 강도를 가질 것
- ④ 저온에서 재질의 노화를 일으키지 않을 것

40. 윤활유

(1) 목적 : 운전 원활. 마찰 저항 감소

(2) 특징 : 저온에서 왁스분(기름성분)이 분리되지 않아야 하고, 고온에서 찌꺼기를 형성하지 않아야 함

(3) 윤활유 선택시 유의사항 ★ 2004.3 2005.9

- ① 응고점이 낮아야 한다.
- ② 화학반응성이 작아야 한다.
- ③ 열안전성이 커야 한다.
- ④ 향유화성이 커야 한다.
- ⑤ 인화점이 높아야 한다.

41. 임펠러 깃 각도에 따른 분류

- ① 다익형 : 90° 보다 큼
- ② 레디얼형 : 90°
- ③ 터보형 : 90° 보다 작음

42. 점검사항

(1) 운전 전 점검사항 ★ 2012.5

- ① 압력 이상 유무
- ② 온도 이상 유무
- ③ 누설 유무
- ④ 소음 · 진동
- ⑤ 냉각수
- ⑥ 윤활유 이상유무 점검

(2) 운전 중 점검사항

- ① 압력계 · 온도계 점검
- ② 모든 볼트 · 너트 이상유무 점검
- ③ 냉각수 · 윤활유 충분한지 점검

43. 압축비가 클 때(=체적효율 저하) ★

- ① 소요동력 증대
- ② 실린더 내 온도 상승
- ③ 윤활유 열화탄화
- ④ 윤활기능 저하
- ⑤ 기계 수명 단축

44. 회전수 변경시($N_1 \rightarrow N_2$) ★★ 2009.3

- ① 송수량 $Q_2 = Q_1 \times (\frac{N_2}{N_1})^1$
- ② 양정 $H_2 = H_1 \times (\frac{N_2}{N_1})^2$
- ③ 동력 $P_2 = P_1 \times (\frac{N_2}{N_1})^3$

▶ 원심펌프의 회전수가 2,400rpm일 때 양정이 20m이고 송출유량이 3m³/min, 축동력은 10PS이다. 이 펌프를 3,600rpm의 회전수로 운전하면 양정은 몇m가 되는가?

$$\begin{aligned}
 H_2 &= H_1 \times (\frac{N_2}{N_1})^2 \\
 &= 20 \times (\frac{3,600}{2,400})^2 \\
 &= 45
 \end{aligned}$$

45. 상사법칙 ★ 2005.5

- ① 유량 $Q_2 = Q_1 \times \left(\frac{N_2}{N_1}\right) \times \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^3$
- ② 양정 $H_2 = H_1 \times \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 \times \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2$
- ③ 동력 $kW_2 = kW_1 \times \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^3 \times \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^5$

46. 유량 ★★★ 2009.8 2007.2회 2008.2회 2008.3회

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

Q : 유량(m^3) A : 단면적(m^2) V : 속도(m/s)

D : 지름(m) h : 압력손실(m) g : 중력 가속도($9.8m/s^2$)

▶ 가스미터의 단면적이 $20m^2$ 이고 그 때의 속도가 $5m/s$ 일 때 유량(m^3)은 얼마인가?

$$Q = A \times V = 20 \times 5 = 100m^3$$

47. 수두 ★★★ 2002.3 2007.9 2012.9 2013.3 2010.3회

- ① 위치수두 : h
- ② 압력수두 : $\frac{P}{r}$
- ③ 속도수두 : $\frac{v^2}{2g}$
- ④ 관마찰 손실수두 : $h_f = \lambda \times \frac{l}{d} \times \frac{v^2}{2g}$
- h : 높이(m) h_f : 관 마찰 손실수두(m)
- P : 압력(kg/m^2) λ : 관 마찰 계수
- r : 비중량(kg/m^3) l : 관 길이(m)
- v : 유속(m/s) d : 관경(m)
- g : 중력 가속도($9.81m/s^2$) v : 유속(m/s)
- g : 중력 가속도($9.81m/s^2$)

▶ 관 내부의 마찰계수를 0.002, 길이 100m, 관의 내경 40mm, 유속 $1m/s$, 중력가속도 $9.8m/s^2$ 일 때 마찰에 의한 수두손실은 약 몇 m인가?

$$h_f = \lambda \times \frac{l}{d} \times \frac{V^2}{2g} = 0.002 \times \frac{100}{0.04} \times \frac{1^2}{2 \times 9.8} = 0.255m$$

48. 펌프 ★★★ 2003.5 2004.3 2004.9 2005.3 2006.5 2006.9 2007.3 2009.5 2010.3 2013.6 2014.9 2007.1회 2009.1회

$$\textcircled{1} \text{ 펌프의 마력}(L_{PS}) = \frac{r \times Q \times H}{75 \times \eta} \rightarrow 1PS = 75\text{kg} \cdot \text{m/s}$$

$$\textcircled{2} \text{ 펌프의 동력}(L_{kW}) = \frac{r \times Q \times H}{102 \times \eta} \rightarrow 1kW = 102\text{kg} \cdot \text{m/s}$$

r : 비중량(kg/m^3)

Q : 유량(m^3/s)

H : 양정(m)

η : 효율($\eta < 1$)

$$\textcircled{3} \text{ 펌프의 전효율}(\eta) = \eta_v \cdot \eta_m \cdot \eta_h$$

▶ 진양정이 54m, 유량이 $1.2\text{m}^3/\text{min}$ 인 펌프로 물을 이송하는 경우 이 펌프의 축동력은 몇 PS인가? (단, 펌프의 효율은 80%, 물의 밀도는 1g/cm^3 이다.)

$$L_{PS} = \frac{r \times Q \times H}{75\eta} = \frac{1,000 \times 1.2 \times 54}{75 \times 0.8 \times 60} = 18PS$$

48-1. 터보식 펌프 2008.9 2011.6 2011.10 2012.5

(1) 종류 ★

- ① 원심식(센트리퓨갈)
- ② 사류식
- ③ 축류식

(2) 비교회전도 ★

- ① 원심 펌프 : 100 ~ 600
- ② 사류 펌프 : 500 ~ 1200
- ③ 축류 펌프 : 1200 ~ 2000

(3) 특징

· 토출량이 크다.

48-2. 원심 펌프 2002.3 2003.8 2010.9 2011.10

(1) 특징

- ① 회전수가 빠르므로 캐비테이션 · 서징현상 발생하기 쉽다.
- ② 고양정에 적합하다.
- ③ 원심력에 의하여 액체를 이송한다.
- ④ 운동에너지를 압력에너지로 변환시켜 토출한다.

(2) 양수원리

· 회전차의 원심력을 이용한다.

48-3. 왕복 펌프 2012.9 2014.5

(1) 종류 ★

- ① 피스톤 펌프
- ② 플런저 펌프
- ③ 다이어프램

(2) 특징

- ① 작동이 단속적이다.
- ② 공기실을 설치할 필요가 있다.

48-4. 회전펌프 2002.9 2006.5

(1) 종류 ★

- ① 기어펌프
- ② 나사펌프
- ③ 베인펌프

(2) 특징

- ① 용적식이다.
- ② 토출액의 맥동이 적다.
- ③ 깃형과 기어형이 있다.

48-5. 피스톤 펌프 2003.8

(1) 특징

- ① 고압, 고점도의 소유량에 적당하다.
- ② 정량토출이 가능하다.
- ③ 물성이 변화하는 경우가 있다.

48-6. 나사펌프 2011.3

(1) 특징

- ① 고점도액의 이송에 적합하다.
- ② 고압에 적합하다.
- ③ 구조가 간단하고 청소·분해가 용이하다.

48-7. 축류펌프 2014.3

(1) 특징

- ① 펌프의 크기가 작다.
- ② 효율이 높다.
- ③ 마감기동이 불가능하다.

48-8. 특수펌프 2004.5 2010.5 2011.3

(1) 종류 ★

- ① 제트펌프
- ② 수격펌프
- ③ 마찰펌프
- ④ 기포펌프

49. 공기혼합가스 공급방식 목적 ★ 2003.8 2007.1회

- ① 발열량 조절
- ② 누설 시 손실 감소
- ③ 연소 효율의 증대
- ④ 공기혼합 시 재액화 방지

50. 완성검사 항목

- ① 내압시험
- ② 기밀시험
- ③ 가스치환
- ④ 기능검사(=성능시험)

50-1. 이음매 없는 용기의 신규 검사항목 2003.8

- ① 외관검사
- ② 인장시험
- ③ 내압시험
- ④ 기밀시험
- ⑤ 압궐시험

50-2. 이음매 없는 용기의 재료시험 항목 2007.9 2012.3

- ① 외관검사
- ② 인장시험
- ③ 내압시험
- ④ 압궐시험
- ⑤ 충격시험
- ⑥ 파열시험

50-3. 용접용기의 신규 검사항목 2006.9

- ① 외관검사
- ② 내압시험
- ③ 방사선검사
- ④ 인장시험

50-4. 아세틸렌용기의 신규 검사항목 2007.3

- ① 외관검사
- ② 기밀시험
- ③ 다공물질충전검사
- ④ 다공도시험

50-5. 생산단계검사의 검사항목 2011.3

- ① 구조검사
- ② 기밀시험
- ③ 치수검사

50-6. 이동식 부탄연소기의 작동성능항목 ★

- ① 전기점화성능
- ② 연소상대성능
- ③ 소화성능
- ④ 온도상승성능

50-7. 고압가스용 안전밸브의 재검사항목 ★

- ① 구조 및 치수검사
- ② 기밀검사
- ③ 작동성능검사

51. 용접부의 외관검사 ★ 2002.3 2014.5 2014.2회

- ① 외면의 언더컷은 그 단면이 V자형으로 되지 않도록 하고 3mm 이상으로 할 것
- ② 용접부 및 그 부근에는 균열, 아크 스트라이크, 위해 하다고 인정되는 지그의 흔적, 오버랩 및 피트 등의 결함이 없을 것
- ③ 비드 형상이 일정하며, 슬러그, 스페터 등이 부착되어 있지 않을 것
- ④ 보강 덧붙임은 그 높이가 모재 표면보다 낮지 않도록 하고 3mm 이하로 할 것

52. 조정기 2002.3 2004.9 2007.9 2008.3 2010.3 2010.5 2013.9

(1) 목적 ★

- ① 유출압력(=가스공급압력) 조절
- ② 안정된 연소

(2) 종류 ★

- ① 1단 감압식 저압 조정기
- ② 1단 감압식 준저압 조정기 : ㉠ LPG를 생활용 이외의 용도에 공급하는 경우 사용한다.
㉡ 장치 및 조작이 간단하다.
㉢ 압력조정이 정확하지 않다.
- ② 2단 감압식 조정기 : ㉠ 공급압력이 안정적이다.
㉡ 설비가 복잡하다.
㉢ 내경이 작은 배관을 사용할 수 있다.
- ③ 자동절체식 조정기 : ㉠ 전체용기 수량이 적다.
㉡ 잔액이 없어질 때까지 소비가 가능하다.
㉢ 용기교환 주기가 넓다.
㉣ 발생량이 크다.

(3) 조정기 규격용량 : 총 가스 소비량의 1.5배(= 150%)

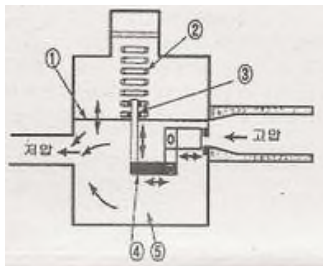
(4) 조정기 시험압력 ★★★★★ 2008.9 2010.3 2007.1회 2008.4회 2012.1회

조정기의 분류	(입구) 기밀시험압력	(출구) 기밀시험압력	입구압력	출구압력(조정압력)
1단 감압식 저압 조정기	1.56MPa이상	5.5kPa	0.07Mpa ~ 1.56Mpa	2.3kPa ~ 3.3kPa
1단 감압식 준저압 조정기	1.56MPa이상	조정압력의 2배이상	0.1Mpa ~ 1.56Mpa	5kPa ~ 30kPa
2단 감압식 1·2차 조정기	1.8MPa이상	0.15MPa	0.1Mpa ~ 1.56Mpa	0.057Mpa ~ 0.083Mpa
자동 교체식 일체형 저압 조정기	1.8MPa이상	5.5kPa	0.1Mpa ~ 1.56Mpa	2.55kPa ~ 3.3kPa
자동 교체식 일체형 준저압 조정기	1.8MPa이상	조정압력의 2배이상	0.1Mpa ~ 1.56Mpa	5kPa ~ 30kPa

(5) 2단 감압 조정기 사용시 장점 ★

- ① 공급압력이 안정하다.
- ② 중간배관이 가늘어도 된다.
- ③ 입상배관에 의한 압력손실을 보정할 수 있다.
- ④ 각 연소기구에 알맞은 압력으로 공급이 가능하다.

(6) 압력조정기 기본구조



- ① 다이어프램
- ② 스프링
- ③ 안전장치용 스프링
- ④ 레버
- ⑤ 감압실

53. 기화기 · 기화방식 2002.5 2004.5 2006.9 2007.3 2007.9 2008.3 2009.3 2009.5 2009.8 2012.9 2013.3 2008.1회 2010.3회

(1) 기화기 종류 ★

- ① 오픈 랙(Open rack) 기화기(ORV) : LNG와 해수를 열 교환시켜 LNG를 기화하는 방식
- ② 서브머지드(Submerged) 기화기(SMV) : 천연가스의 연소열을 이용하여 LNG를 기화하는 방식
- ③ 중간매체식 기화기 : 해수와 LNG 사이를 중간 열매체를 개입시켜 열 교환하는 방식

(2) 강제기화기 사용시 특징 ★

- ① 설비비, 인건비가 절감된다.
- ② 공급가스의 조성이 일정하다.
- ③ 기화량을 가감할 수 있다.
- ④ 한냉시에도 충분히 기화된다.
- ⑤ 연속공급이 가능하다.

(3) 기화방식 종류별 설치기준 ★

- ① 자연기화방식 : ㉠ 부하변동이 비교적 적은 경우
㉡ 용기설치장소를 용이하게 확보할 수 있을 경우
- ② 강제기화방식 : ㉠ 부하변동이 비교적 심한 경우
㉡ 용기설치장소를 확보하지 못하는 경우

(4) 강제기화 방식의 종류 ★

- ① 생가스 공급방식
- ② 공기혼합가스 공급방식
- ③ 변성가스 공급방식

(5) 구조별 형식에 따른 분류 ★

- ① 단관식 기화기
- ② 다관식 기화기
- ③ 열관식 기화기
- ④ 사관식 기화기

54. 용기수 · 용기 교환주기 · 자동교체 조정기 ★★ 2002.5 2007.2회 2009.1회 2012.1회

- ① 용기수 = $\frac{\text{피크시 사용량}}{\text{용기 1개당 가스능력}}$
- ② 용기 교환 주기 = $\frac{\text{사용 가스량}}{\text{1일 사용량}} = \frac{\text{용기무게} \times \text{용기수} \times \text{사용\%}}{\text{시간당 가스 사용량} \times \text{시간} \times \text{대수}}$
- ③ 자동교체 조정기 = 용기수 × 2
- ④ 표준용기수 = 피크시 용기수 + 2일분 용기수
- ⑤ 피크시 용기수(최저용기수) = $\frac{q \times N \times n}{\text{용기 1개당 가스발생능력}}$
- ⑥ 2일분 용기수 = $\frac{q \times N \times 2}{\text{용기 질량}}$

55. 피크시 평균 가스소비량 ★★ 2005.5 2012.9 2014.9

$$Q = q \times N \times \eta$$

Q : 피크시 평균 가스소비량(kg/hr)

q : 1일 1회당 평균 가스소비량(kg/day)

N : 세대수

η : 소비율

▶ 1가구의 1일 평균 가스소비량이 2.0kg/day 일 때, 가구수가 100가구 라면, 피크시의 평균가스 소비량 (kg/hr)은? (단, 피크시의 평균 가스 소비율은 25%이다.)

$$Q = q \times N \times \eta = 2.0 \times 100 \times 0.25 = 50 \text{ kg/hr}$$

56. 부취제 ★ 2004.9 2009.3 2012.3 2008.2회 2008.3회

(1) 주입방식

- ① 액체 주입식 : ㉠ 펌프 주입방식
㉡ 적하 주입방식
㉢ 미터 연결 바이패스방식
- ② 증발식 : ㉠ 바이패스 증발식
㉡ 위크 증발식

(2) 종류 ★

- ① EM(EthylMercaptan) : 마늘 냄새
- ② TBM(TertiaryButylMercaptan) : 양파썩는 냄새
- ③ DMS(Di MethylSulfide) : 마늘 냄새
- ④ THT(TetraHydroThiophene) : 석탄가스 냄새

(3) 주입목적

- 가스누출의 조기발견을 위해서

(4) 제거방법 ★

- ① 활성탄에 의한 흡착방법
- ② 화학적 산화처리 방법(차아염소산 나트륨 용액 이용)
- ③ 연소법

(5) 냄새측정 방법 ★

- ① 오더 미터법
- ② 주사기법
- ③ 냄새 주머니법
- ④ 무취실법

57. 가스홀더의 종류 2008.9 2010.9

(1) 저압식 가스홀더

- ① 유수식 가스홀더 : ㉠ 물의 동결방지 필요
㉡ 기초공사비가 많이 든다.
㉢ 다량의 물이 필요
㉣ 유효 가동량이 구형보다 크다.
- ② 무수식 가스홀더 : ㉠ 건조상태로 가스 저장
㉡ 기초공사 간단하다.
㉢ 유효 가동량이 구형보다 크다.
㉣ 가스출입 여부에 따라 피스톤이 상하로 움직이는 구조로 되어있다.

(2) 중·고압식 가스홀더

- ① 원통형 가스홀더
- ② 구형 가스홀더 : 가장 많이 사용

57-1. 가스홀더의 기능 ★★ 2002.3 2006.3

- ① 가스수요의 시간적 변동에 대하여 공급 가스량을 확보한다.
- ② 공급설비의 일시적 중단에 대하여 어느 정도 공급을 확보한다.
- ③ 공급설비의 열량, 연소성, 성분 등을 균일화 한다.

57-2. 가스홀더의 특징 2003.3

- ① 응축액을 외부로 뱉을 수 있는 장치를 설치할 것
- ② 관의 입구 및 출구에는 온도압력의 변화에 의한 신축을 흡수한 조치를 할 것
- ③ 응축액의 동결을 방지하는 조치를 할 것

57-3. 가스 홀더의 활동량 ★★

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

S: 최대 공급량(m³/day) a: t시간의 공급률(%)

M: 최대 제조능력(m³/day) ΔH: 가스홀더의 가동용량

t: 시간당 공급량이 제조능력보다 많은 시간

57-4. 가스 홀더 가동용량(유효활동량) ★★ 2010.1회 2012.2회

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

ΔH: 가스홀더 가동용량(Nm³)

D: 지름(m)

P₁: 최대 사용압력(atm)

P₂: 최저 사용압력(atm)

· 위 식의 기준온도는 0℃ 이므로 주어진 문제의 온도조건에 따라 $\times \frac{273}{273+(x)}$ 를 곱해준다.

58. 압송기**(1) 용도**

- ① 재송압시
- ② 원거리 수송시
- ③ 가스홀더만으로 수송 불가능시

(2) 종류

- ① 터보 압송기
- ② 회전 압송기
- ③ 왕복 압송기

59. 정압기 2002.3 2002.9 2003.3 2004.5 2004.9 2005.3 2005.5 2006.5 2006.9 2007.3 2008.3 2008.9 2009.3 2009.8 2010.3 2010.5 2010.9 2011.3 2011.6 2012.5 2013.6 2014.5 2014.9 2008.2회

- (1) 기능 : 2차 압력을 일정한 압력으로 유지하는 기능
- (2) 작동원리 ㉠ 직동식에서 2차압력이 설정압력보다 낮은 경우 → 가스량이 증가한다.
 ㉡ 직동식에서 2차압력이 설정압력보다 높은 경우 → 다이어프램 들어올리는 힘이 증가한다.
 ㉢ 파일럿에서 2차압력이 설정압력보다 높은 경우 → 가스량이 감소한다.

(3) 종류 ★

- ① 직동식 정압기 : ㉠ 가장 기본이 되는 정압기
 ㉡ 응답속도가 빠름
 ㉢ 구성요소 : 다이어프램 · 스프링 · 메인밸브
- ② 지역 정압기 : ㉠ AFV 식 : 콤팩트하고 변칙 언로딩형
 ㉡ 레이놀드식 : 기능이 가장 우수.
 언로딩형.안정성이 부족함
 크기가 대형
 ㉢ 피셔식 : 로딩형.정특성 · 동특성이 양호
- ③ 파일럿식 정압기 : ㉠ 로딩형 : 2차 압력이 상승하면 구동압력 저하
 ㉡ 언로딩형 : 2차 압력이 상승하면 구동압력 상승
 ㉢ 대용량이다.
 ㉣ 유량제어 범위가 넓은 경우에 적합하다.
 ㉤ 높은 압력제어 정도가 요구되는 경우에 적합하다.
- ④ 지구 정압기 : 각 도시의 도시가스회사 소유 배관과 연결되기 직전에 설치되는 정압기

(4) 구성품

- ① 다이어프램 : 2차 압력을 감지하고 변동사항을 알려주는 역할을 한다.

(5) 설치

- ① 입구에는 불순물 제거장치를 설치한다.
 ② 입구에는 가스차단 장치를 설치한다.
 ③ 출구에는 가스압력 측정 장치를 설치한다.
 ④ 출구에는 이상압력 상승 방지장치를 설치한다.
 ⑤ 침수위험이 있는 지하에 설치시 침수방지 조치를 한다.
 ⑥ 설치장소 주변에 장애물이 없고 장착수리가 편리하게 설치되어야 한다.
 ⑦ 바이패스 장치를 설치한다.
 ⑧ 설치 후 2년에 1회 이상 분해점검을 실시한다.

(6) 특성 ★★ 2009.3회

- ① 정특성 : 정상상태에 있어서 유량과 2차압력과의 관계
 ② 동특성 : 부하변동에 대한 응답의 신속성과 안정성
 ③ 유량특성 : 메인 밸브의 열림 · 유량 관계
 ④ 사용최대차압
 ⑤ 작동최소차압

(7) 정특성 ★★ 2013.4회

- ① 정의 : 정상상태에서 유량과 2차 압력과 관계
- ② 특징 : 로크업(lock up), 오프셋(off set), 시프트(shift), 리프트(lift)

(8) 정특성 특징 설명 ★★ 2008.3회 2013.4회

- ① 로크업(lock up) : 유량이 0으로 되었을 때 2차 압력과 기준압력과 관계
- ② 오프셋(off set) : 유량이 변화했을 때 2차 압력과 기준압력과 차이
- ③ 시프트(shift) : 1차 압력 변화에 의해 정압곡선이 전체적으로 어긋나는 것
- ④ 리프트(lift) : 연소에 있어 불꽃이 뜨는 현상

(8) 유량특성의 종류 ★★ 2009.3 2011.6 2014.2회

- ① 평방근형
- ② 직선형
- ③ 2차형

(9) 피셔식 정압기 저하현상 원인

- ① 정압기의 능력부족
- ② 필터에 먼지부착
- ③ 주 다이어프램의 파손

(10) 피셔식 정압기 2차 압력 이상 상승 원인 ★★ 2008.2회 2008.3회 2009.2회 2010.4회

- ① 메인밸브에 먼지류가 끼어들어 Cut-off 불량
- ② 메인밸브의 밸브 폐쇄부 불량
- ③ 바이패스 밸브류의 누설
- ④ 가스 중 수분의 동결
- ⑤ 센터 스템과 메인 밸브의 접촉불량

60. 접촉분해(수증기)개질 프로세스 ★ 2004.3 2004.5 2006.9 2007.3 2009.5 2009.8 2011.3 2012.9 2014.3 2007.2회 2008.1회 2009.1회

- (1) 정의 : 촉매를 사용하여 반응온도 400 ~ 800℃ 로서 탄화수소와 수증기를 반응시켜 CH_4, H_2, CO, CO_2 등의 저급 탄화수소로 변화하는 공정을 말한다.

(2) 종류

- ① C.R.G 식
- ② M.R.G 식
- ③ Lurgi 식

(3) 반응온도

- ① 온도 상승시 : CH_4, CO_2 는 감소하고, CO, H_2 는 증가한다.
- ② 온도 하강시 : CH_4, CO_2 는 증가하고, CO, H_2 는 감소한다.

(4) 반응압력

- ① 압력 상승시 : CH_4, CO_2 는 증가하고, CO, H_2 는 감소한다.
- ② 압력 하강시 : CH_4, CO_2 는 감소하고, CO, H_2 는 증가한다.

(5) 수증기비(수증기와 원료탄화수소 중량비)

· 수증기비 증가시 : CH_4, CO 는 감소하고, CO_2, H_2 는 증가한다.

(6) 특징

· 천연가스에서 원유에 이르는 넓은 범위의 원료를 사용할 수 있다.

61. 안전밸브 유효 분출 면적 ★ 2003.3 2003.8 2011.3

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

a : 안전밸브 분출부의 유효면적 (cm^2)

W : 시간당 분출 가스량 (kg/hr)

P : 안전밸브의 분출압력 (kg/cm_a^2)

M : 가스의 분자량

T : 가스의 절대온도 (K)

· 안전밸브 분출면적 = 배관 최대 지름부 단면적의 $\frac{1}{10}$

▶ 공기액화분리장치에서 산소를 압축하는 왕복동 압축기의 분출량이 $6,000 \text{ kg/hr}$ 이고 27°C 에서 안전밸브의 작동압력이 80 kg/cm^2 일 때 안전밸브의 유효 분출면적은?

$$a = \frac{W}{230P \sqrt{\frac{M}{T}}} = \frac{6,000}{230 \times 81.0332 \sqrt{\frac{32}{300}}} = 0.99 \text{ cm}^2$$

산소 분자량 (M) : 32

안전밸브의 분출압력 (P) : $80 + 1.0332 = 81.0332 \text{ kg/cm}_a^2$

62. 중 · 고압밸브의 종류와 특징 ★ 2010.9 2011.3 2013.9 2012.1회

① 게이트밸브

② 글로브밸브 : ㉠ 유체의 유량조절 용이하다.

㉡ 압력 손실이 크다.

㉢ 고압의 대구경 밸브로서는 부적합하다.

㉣ 유체의 저항이 크다.

③ 체크밸브 : ㉠ 유체가 역류하는 것을 방지하는데 사용한다.

㉡ 스윙형과 리프트형이 있다.

④ 볼밸브 : ㉠ 관내 흐름이 양호하다.

㉡ 압력 손실이 적다.

⑤ 플러그밸브 : ㉠ 개폐가 신속하다.

㉡ 차단효과가 불량하다.

62-1. 역류방지 밸브 2002.9 2010.3 2013.5 2013.9

(1) 종류

① 볼 체크 밸브

② 스윙형 체크밸브

③ 리프트형 체크밸브

(2) 기능 ★

- 펌프나 배관 중에 유체의 역류를 방지하는 역할을 한다.

(3) 설치위치

- ① 메탄올의 합성탑 및 정제탑과 압축기와의 사이의 배관
- ② 아세틸렌을 압축하는 압축기의 유분리기와 고압건조기 사이
- ③ 가연성 가스압축기와 충전용 주관 사이

62-2. 안전밸브 2004.5 2008.2회

(1) 종류

- ① 파열판식 안전밸브 : 스프링식 안전밸브를 대체 할 수 있는 밸브
- ② 가용전식 안전밸브 : 설정온도에서 용기 내의 온도가 규정 온도 이상일 경우 퓨즈가 녹아서 용기내의 가스를 배출하는 구조로 되어있는 밸브
- ③ 스프링식 안전밸브
- ④ 중추식 안전밸브

(2) 방출구의 높이 ★ 2005.5 2007.9 2013.9

- ① 지상탱크 : 지상에서 5m , 탱크정상부에서 2m 중 높은 위치
- ② 지하탱크 : 지상에서 5m 이상

(3) 안전밸브 역할 ★★

- 용기 또는 탱크 등에서 이상압력 상승시 작동하여 압력을 정상화시킴으로써 장치 또는 설비의 폭발을 방지하는 안전장치이다.

63. 안전율 ★★ 2006.3 2006.9 2011.6 2012.5

$$\text{안전율} = \frac{\text{인장강도}}{\text{허용응력}}$$

$$\text{허용응력} = \frac{W}{A}$$

W : 하중(kg) A : 단면적(cm²)

64. 늘어나는 길이(Δ) ★★ 2002.9 2008.3 2012.3 2014.9

$$\Delta = \ell \times \alpha \times \Delta t$$

Δ : 늘어나는 길이

ℓ : 길이

α : 선팽창계수

Δt : 온도차

- 상온스프링은 절단길이 $\times \frac{1}{2}$

65. 연신율 ★ 2011.10

$$\text{연신율} = \frac{L' - L}{L} \times 100$$

L' : 나중 거리

L : 처음 거리

66. 단면 수축률 ★

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

A : 처음 단면적 A' : 수축한 최소 단면적

67. 볼트수 ★★ 2004.9 2012.5

$$\text{볼트수} = \frac{\text{전체에 걸리는 하중}}{\text{1개에 걸리는 하중}}$$

68. 축동력 ★ 2008.9

$$\text{축동력} = \frac{\text{이론동력(수동력)}}{\text{효율}}$$

69. 액화 사이클 ★ 2005.3 2010.5 2011.10

(1) 종류

- ① 린데 공기 액화 사이클
- ② 캐스케이드 액화 사이클 : ㉠ 비점이 낮은 냉매를 사용하여 저 비점의 기체를 액화하는 사이클
㉡ 냉매 : 메탄(CH_4), 암모니아(NH_3), 에틸렌(C_2H_4)
- ③ 가역가스 액화 사이클
- ④ 다원 액화 사이클 : ㉠ 비등점이 낮은 냉매를 사용하여 낮은 비등점의 기체를 액화하는 사이클
㉡ 냉매 : 메탄(CH_4), 암모니아(NH_3), 에틸렌(C_2H_4)

70. 내진 설계 시 지반종류와 호칭 2002.5

- ① S_A : 경암지반
- ② S_B : 보통 암지반
- ③ S_C : 연암지반
- ④ S_D : 단단한 토사지반
- ⑤ S_E : 연약한 토사지반

71. 강의 열처리 2003.3 2003.8 2004.5 2004.9 2005.5 2005.9 2006.5 2006.9 2008.3 2008.9 2011.10 2013.6 2013.9 2014.5

(1) 종류 ★★★

종류	내 용
풀림 (Annealing)	<ul style="list-style-type: none"> · 재료를 연화하여 결정조직을 조정한다. · 잔류(내부)응력을 제거한다. · 가열 후 서서히 냉각시키는 열처리 방법 · 냉간가공이나 기계가공을 용이하게 한다. · 인성을 향상시킨다.
불림 (Normalizing)	· 불균일한 조직을 균일한 조직으로 만드는 열처리 방법
뜨임 (Tempering)	<ul style="list-style-type: none"> · 공기 중에서 서냉시키는 열처리 방법 · 인성을 향상시킨다.
담금질 (Quenching)	<ul style="list-style-type: none"> · 가열 후 급속히 냉각시키는 열처리 방법 · 소성가공 등으로 거칠어진 조직을 정상상태로 하거나 조직을 미세화한다.
심냉 처리	· 오스테나이트 조직을 마텐자이트 조직으로 바꾸는 방법으로 0℃이하로 처리한다.

(2) 특성

- ① 풀림을 하면 인장강도가 저하한다.
- ② 담금질을 하면 신율이 감소한다.
- ③ 뜨임은 취성을 작게 한다.

(3) 목적

- 가공 중 나타난 잔류응력 제거

71-1. 풀림 (Annealing)의 목적 2002.5

- ① 잔류응력 제거 : 주된 목적
- ② 강도의 증가

71-2. 뜨임 (Tempering)의 목적 2009.8

- 담금질에 의한 잔류응력을 제거하고, 적당한 인성을 부여하기 위하여

72. 탄소강관의 종류 ★ 2002.5 2004.3 2011.6

- ① 배관용 탄소강관 (SPP)
- ② 압력배관용 탄소강관 (SPPS) : 350℃ 이하의 온도에서, 압력 9.8N/mm² 이하에서 사용한다.
- ③ 고압배관용 탄소강관 (SPPH)
- ④ 수도용 아연도금강관 (SPPW) : 정수두 100m 이하의 급수배관에서 사용한다.

73. 특정 고압가스 ★★ 2002.5 2014.3

산소, 수소, 아세틸렌, 액화암모니아, 액화염소, 천연가스, 압축모노실란, 압축디보레인, 셀렌화수소, 포스핀, 게르만

74. 조정압력이 3.3KPa 이하인 안전장치의 압력 2003.3

- ① 작동표준압력 : 700mmH₂O (= 7KPa)
- ② 작동개시압력 : 560 ~ 840mmH₂O (= 5.6 ~ 8.4KPa)
- ③ 작동정지압력 : 504 ~ 840mmH₂O (= 5.04 ~ 8.4KPa)

75. 역화방지 장치 2003.3 2006.5 2012.9 2013.6 2014.5

(1) 설치장소 ★★

- ① 가연성 가스를 압축하는 압축기와 오토클레이브 사이
- ② 아세틸렌 충전용 지관
- ③ 아세틸렌의 고압건조기와 충전용 교체밸브 사이
- ④ 산소, 수소, 아세틸렌 화염 사용시설

(2) 구성요소

- ① Molecular seal
- ② Liquid seal
- ③ Vapor seal
- ④ Flame arrestor

(3) 구조

- ① 소염소자
- ② 역류방지장치
- ③ 방출장치

76. LP가스 이송방법 ★★ 2003.5 2012.5 2013.2회

- ① 압축기에 의한 방식 : ㉠ 잔가스를 빠르게 회수할 수 있다.
㉡ 베이퍼록 현상이 생기지 않는다.
- ② 차압에 의한 방식
- ③ 균압관이 있는 펌프 방식
- ④ 균압관이 없는 펌프 방식

77. 압축기에 의한 이송방법 2005.9 2008.3

(1) 장점

- ① 충전시간이 짧다.
- ② 잔가스 회수가 용이하다.
- ③ 베이퍼록의 우려가 없다.

(2) 단점

- ① 드레인 우려가 있다.
- ② 재액화 우려가 있다.

78. 강의 성분원소 작용 2003.5 2012.9

- ① 탄소량이 증가할수록 인장강도는 증가한다.
- ② 인(P)은 상온취성의 원인이 된다.
- ③ 황(S)은 적열취성의 원인이 된다.
- ④ 망간(Mn)은 S와 결합 S의 악영향을 완화시킨다.

79. 비파괴 검사 2003.5 2004.9 2005.9 2007.3 2007.5 2008.9 2009.8 2010.3 2010.9 2012.3 2013.5 2013.9 2009.2회 2013.2회 2013.4회 2014.1회

(1) 종류 ★★★

- ① 자분검사 : 표면결함을 주로 검사한다.
- ② 침투검사 : 표면의 미세한 균열, 슬러그 등을 검출할 수 있고 전원이 없는 곳에서도 이용할 수 있다.
- ③ 방사선투과검사(RT) : χ 선이나 γ 선의 필름을 이용하여 내부 결함을 검사하는 방법으로 직접촬영법, 간접촬영법, 투시법 등이 있다.
- ④ 초음파검사 : 초음파를 피검사물의 내부에 침투시켜 반사파를 이용하여 내부의 결함과 불균일층의 존재 여부를 검사하는 방법으로 공진법 · 투과법 · 펄스반복법 등이 있다.
- ⑤ 음향검사 : 간단한 공구를 이용하여 충전용기를 두드려 소리를 듣고 결함 유무를 판단하는 검사방법
- ⑥ 타진법
- ⑦ 와류탐상검사 : 표면 또는 표면에 가까운 내부의 결함이나 조직의 부정, 성분의 변화 등의 검출에 적용 되는 검사방법으로 교류 자계 중에 도체를 놓으면 도체에는 자계 변화를 방해하는 와전류가 흐른다.

(2) 장단점 ★★★

비파괴 검사법	장점	단점
방사선 투과검사 (RT)	· 신뢰성이 높다. · 영구보존이 가능하다. · 내부 결함 검출이 우수하다. · 직관성이 있다. · 결과의 기록이 가능하다.	· 인체에 유해하다. · 장치가 대형이고 고가이다. · 시간이 소요된다
초음파 탐상검사 (UT)	· 내부결함 또는 불균일층의 검사를 할 수 있다. · 검사비용이 저렴하다. · 용입부의 결함을 검출할 수 있다.	· 결함의 형태가 부적당하다. · 결과의 보존성이 없다. ·

80. 고압 저장탱크 설비 2003.8

(1) 원통형 저장탱크

- ① 구형보다 두께가 크다.
- ② 수직형보다 안전성이 우수하다.

(2) 구형 저장탱크

- ① 표면적이 적다.
- ② 기초 구조가 간단하다.

81. 공기액화 분리장치 2003.8 2007.5 2008.9 2011.3 2011.6 2007.1회 2008.4회 2012.1회

(1) 특징

- ① CO_2 는 배관을 폐쇄시키므로 제거하여야 한다.
- ② CO_2 는 가성소다(=수산화나트륨)로 제거한다.
- ③ 수분은 건조기에서 제거된다.
- ④ 아세틸렌가스가 혼입되면 산소 중에서 폭발할 수 있으므로 혼입되지 않도록 한다.

(2) 폭발원인 ★★

- ① 공기 취입구로부터 C_2H_2 의 혼입
- ② 압축기용 윤활유의 분해에 따른 탄화수소의 생성
- ③ 공기 중에 있는 질소 화합물의 흡입
- ④ 액체 공기 중의 오존의 혼입

(3) 액화산소를 방출하는 경우 ★★ 2014.9 2009.1회

- ① 액화산소 5L 중 아세틸렌의 질량이 5mg을 넘는 경우
- ② 액화산소 5L 중 탄화수소의 탄소의 질량이 500mg을 넘는 경우

82. 가스액화 분리장치 2004.5 2009.3

(1) 구성요소

- ① 한랭 발생장치
- ② 정류(분축, 흡수)장치
- ③ 불순물 제거장치

83. 저온장치용 금속재료 2004.3

- ① 18-8STS강(스테인리스강)
- ② 9% 니켈강
- ③ 황동

84. 열응력 제거 이음의 종류 ★ 2004.3 2006.3 2007.5 2007.9 2011.3

- ① 상온스프링(cold spring) : 절단하는 길이는 자유팽창량의 $\frac{1}{2}$
- ② 슬라이드 이음
- ③ 벨로우즈 이음
- ④ U밴드 이음
- ⑤ 스위블 이음
- ⑥ 루프 이음

85. 신축 이음의 종류 ★ 2006.9 2008.3 2011.6 2011.10

- ① 루프형
- ② 슬라이드형
- ③ 벨로우즈형
- ④ 슬리브형

86. 용착 이음 접합방법의 분류 ★★ 2009.3

- ① 맞대기 용착
- ② 소켓 용착
- ③ 새들 용착

87. 가스액화 사이클의 종류 ★ 2004.5 2009.2회

- ① 린데고압식
- ② 클라우드식
- ③ 캐피자식

88. 내진설계 기준 ★★ 2004.5 2014.9

- ① 내진 특등급 : 6.9MPa
- ② 내진 1등급 : 0.5MPa
- ③ 내진 2등급 : 특등급, 1등급 외의 배관

88-1. 내진설비(특진설비) 설계 적용대상 설비 ★

- ① 저장탱크
- ② 압축기
- ③ 펌프

88-2. 내진설계 시 지진기록 측정장비 종류 ★

- ① 속도계
- ② 비속도계

88-3. 내진설계 시설 중 도시가스 사업법 대상시설 ★

· 저장능력이 3톤(압축가스 300m³)이상인 저장탱크(지하에 매설하는 것 제외) 또는 가스홀더

88-4. 내진설계 하여야 하는 저장탱크 2013.3

· 저장능력이 5톤(압축가스 500m³)이상인 저장탱크(비가연성 및 비독성인 경우 제외)

89. 동일 성능의 원심펌프 연결 설치한 경우 2004.9

- ① 직렬로 연결한 경우 : 양정 증가 · 유량 불변
- ② 병렬로 연결한 경우 : 양정 불변 · 유량 증가

90. 축류 펌프의 날개수를 증가시 펌프성능에 주는 영향 2007.3

· 유량이 일정하고 양정이 증가한다.

91. 응력 ★★★ 2005.5 2006.5 2008.3 2009.3 2011.10 2014.3 2009.1회

(1) 원주방향 응력

- ① $\alpha = \frac{PD}{2t}$ D : 내경
- ② $\alpha = \frac{P(D-2t)}{2t}$ D : 외경

(2) 축방향(=길이방향) 응력

- ① $\alpha = \frac{PD}{4t}$
- ② $\alpha = \frac{P(D-2t)}{4t}$

92. 가스 형식 2005.9

- ① A형 : 충전구 수나사
- ② B형 : 충전구 암나사
- ③ C형 : 충전구에 나사가 없는 것

93. 조명도 2006.9 2008.5

- ① 150룩스 : 지하에 설치하는 지역 정압기 시설의 조작을 안전하고 확실하게 하는 경우
- ② 70룩스 : 굴착시 통로에 설치하는 경우

94. 도시가스의 연소속도 ★★★ 2006.9 2009.4회

$$C_P = K \cdot \frac{1.0H_2 + 0.6(CO + C_mH_n) + 0.3CH_4}{\sqrt{d}}$$

C_P : 도시가스의 연소속도

K : 계수

H_2 : 가스 중의 수소함유율(%)

CO : 가스 중의 CO 함유율(%)

C_mH_n : 가스 중의 CH_4 를 제외한 탄화수소 함유율(%)

CH_4 : 가스 중의 CH_4 함유율(%)

d : 가스의 비중

95. 진공 단열법의 종류 ★ 2008.3 2010.1회

- ① 고진공 단열법
- ② 분말진공 단열법
- ③ 다층진공 단열법

96. 전위측정용 터미널(T/B) 설치기준 ★★★ 2008.3 2013.6 2013.9 2014.5

- ① 희생양극법 : 300m 간격으로 설치
- ② 배류법 : 300m 간격으로 설치
- ③ 외부전원법 : 500m 간격으로 설치

97. 이온화 경향 순서 ★ 2008.3

$K > Ca > Na > Mg > Al > Zn > Fe > Ni >$

$Sn > Pb > H_2 > Cu > Hg > Ag > Au$

98. 용기두께 계산 2008.9 2007.1회 2012.1회

(1) 용접용기 동판두께 ★★

$$t = \frac{P \cdot D}{2S \cdot \eta - 1.2P} + C \quad t = \frac{P \cdot D}{200S \cdot \eta - 1.2P} + C$$

t : 용접용기 동판두께(mm) P : 최고 충전압력(MPa·kgf/cm²)

D : 안지름(mm) S : 허용응력(N/mm²·kgf/mm²)

η : 용접 효율 C : 부식 여유수치(mm)

$$\cdot \text{허용응력} = \text{인장강도} \times \frac{1}{4}$$

(2) 구형가스홀더 판의 두께 ★★

$$t = \frac{P \cdot D}{4S \cdot \eta - 0.4p} + C = \frac{P \cdot D}{400S \cdot \eta - 0.4p} + C$$

t : 가스 홀더 판 두께(mm) P : 최고 사용압력(MPa·kgf/cm²)

D : 안지름(mm) S : 허용응력(N/mm²·kgf/mm²)

η : 효율 C : 부식 여유수치

99. 부식 여유수치(mm)

가스명	내용적	부식여유
암모니아(NH ₃)	1000ℓ 이하	1mm
	1000ℓ 초과	2mm
염소(Cl ₂)	1000ℓ 이하	3mm
	1000ℓ 초과	5mm

100. 가스도매사업자의 공급시설중 배관의 용접방법 2008.9

- ① 용접방법은 아크용접 또는 이와 동등 이상의 강도를 갖는 용접방법으로 한다.
- ② 배관상호길이 이음매는 원주방향에서 원칙적으로 50mm 이상 떨어지게 할 것
- ③ 배관의 용접은 지그를 사용하여 가운데에서부터 정확하게 위치를 맞출 것

101. 갈바니 부식(이종금속 접촉부식) 2011.3

- ① 전위가 낮은 금속표면에서 양극반응이 진행된다.
- ② 두 종류의 금속이 접촉에 의해서 일어나는 부식이다.

102. 특정설비의 종류 ★★ 2014.5

안전밸브, 긴급차단장치, 역화방지장치, 기화장치, 압력용기, 자동차용가스 자동주입기, 독성가스 배관용 밸브 냉동설비, 특정고압가스용 실린더 캐비닛, 자동차용 압축천연가스 완속충전설비, 액화가스용 용기, 잔류회수 장치

103. 용기 · 설비의 시험압력 ★★★ 2008.9 2012.9 2013.3 2013.9 2014.5 2014.9 2009.2회

용기	설비
$\text{내압시험압력}(T_p) = F_p \times \frac{5}{3}$ (단, 아세틸렌 용기 내압시험압력= 최고충전압력 × 3배)	$\text{내압시험압력}(T_p) = \text{상용} \times 1.5$ $= \text{최고사용압력} \times 1.5$ (단, 내압시험을 공기 · 질소로 할 경우 $T_p = \text{상용} \times 1.25$)
$\text{최고충전압력}(F_p) = A_p$	$\text{최고충전압력}(F_p)$
$\text{기밀시험압력}(A_p) = F_p$ ((초)저온 용기에서 $A_p = F_p \times 1.1$)	$\text{기밀시험압력}(A_p) = \text{상용압력}$ $= \text{설계압력}$ $= \text{최고사용압력}$
$\text{안전밸브작동압력} = T_p \times \frac{8}{10}$ $= \text{상용} \times 1.5 \times \frac{8}{10}$ $= F_p \times \frac{5}{3} \times \frac{8}{10}$ (단, 액화산소의 경우 안전밸브작동압력= 상용 × 1.5)	

104. 가스누설검지기

(1) 검지방법 ★

- ① 반도체식 : ㉠ 측정가스를 접촉시 변화되는 전압을 이용한다.
 ㉡ 독성 · 가연성 가스 모두 검지할 수 있다.
 ㉢ 안정성이 높다.
 ㉣ 고감도의 가스검지가 가능하다
- ② 기체 열전도도식
- ③ 접촉연속식
- ④ 격막갈바니 전지방식

(2) 검지기 경보농도 ★★★ 2008.2회

- ① 가연성 가스 : 폭발하한의 $\frac{1}{4}$ 이하
- ② 독성 가스 : TLV - TWA 기준농도 이하

105. 보호판

(1) 특징 ★ 2014.1회

- 도시가스 배관을 지하에 매설시 배관의 매설 심도를 확보 할 수 없는 경우 설치한다.

(2) 설치 기준 ★★

- ① 중압이상의 배관을 설치하는 경우
- ② 배관의 매설 심도를 확보할 수 없는 경우
- ③ 타 시설물과 이격거리를 유지 하지 못했을 경우

106. LP가스 용기보관실 ★★★ 2007.5 2014.1회

(1) 바닥 면적에 따른 자연환기구 면적(cm^2)

▶ 바닥 면적이 300m^2 일 때 자연환기구의 면적은?

$$300 \times 10^4 \times 0.03 = 15,000\text{cm}^2$$

(2) 자연환기구 1개의 면적

· 2400cm^2 이하

(3) 강제 통풍장치 설치시 통풍 능력

▶ 바닥 면적이 300m^2 일 때 강제 통풍장치 통풍 능력은?

$$300 \times 0.5 = 250\text{m}^3/\text{min 이상}$$

107. 소화 안전장치 ★

- ① 불꽃이 불완전 할 때 모든 가스의 통로를 차단하고 생가스 유출을 방지하는 장치
- ② 종류로는 열전대식 · 플레임로드식 · 광전관식 등이 있다.

108. 통풍장치 ★★ 2011.4회

(1) 강제통풍장치 : 바닥면적 1m^2 당 $0.5\text{m}^3/\text{min}$ 이상의 통풍능력

(2) 자연통풍장치 : 바닥면적의 3% 크기에 해당하는 통풍구 설치

109. 등온압축시 필요한 일량(kcal) ★

$$\text{일량}(W) = G \times R \times T \times \ln \frac{V_1}{V_2}$$

110. 가스방출관 설치위치 ★★

· 지면에서 5m 이상(단, 전기시설물 접촉의 우려가 있는 경우는 3m 이상)

111. 지하 정압실 배기관의 설치위치 ★★

- ① 공기보다 무거운 것은 : 지면 5m 이상
- ② 공기보다 가벼운 것은 : 지면 3m 이상

112. 금속재료의 부식을 억제하는 방식법의 종류 ★★

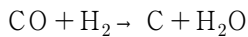
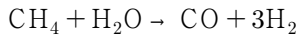
- ① 부식억제제에 의한 방식법
- ② 부식환경처리에 의한 방식법
- ③ 전기방식법
- ④ 피복에 의한 방식법 : 강관에 아연을 피복하는 것

113. 전기화학적 부식 원인 ★★

- ① 국부전지에 의한 부식
- ② 박테리아에 의한 부식
- ③ 이종금속의 접촉에 의한 부식
- ④ 미주전류에 의한 부식

114. 안정성 평가 항목 ★

- ① 굴착공사로 인하여 영향을 받는 가스배관의 범위
- ② 공사계획의 변경 필요성 여부
- ③ 공사 중 안전관리 체계, 입회시기 및 입회방법
- ④ 안전조치의 비용에 관한 사항

115. 카본생성 방지법 ★

- 정반응을 하는 경우 카본생성이 더 촉진되므로 역반응을 해야 카본생성이 방지된다.
- 따라서 좌측은 2몰 우측은 1몰이므로(고체 탄소는 몰수에 포함시키지 않는다.)
- 몰수가 작은 쪽에서 큰 쪽으로 반응이 진행되려면 압력↓, 온도↑, 수증기비↑

116. 피독현상 ★

- 촉매의 활성점이 반응물·침전물과 결합하여 촉매의 활성능력이 떨어지는 현상

117. 플랜지계산에서 사용하는 설계압력 ★ 2011.4회

- $P_d = P + P_{eq}$ P_d : 플랜지 계산에 사용되는 설계압력(MPa)

P : 상압압력(MPa) P_{eq} : 배관의 설계내압(MPa)

118. 온수순환량(G) ★★

$$G = \frac{Q}{C \times \Delta t \times n}$$

G : 온수 순환량 Q : 소요되는 열량

C : 온수의 비열 Δt : 온도차

▶ 방의 온수온도 난방에서 실내온도를 18℃로 유지하려고 하는데 소요되는 열량이 시간당 30,150kcal가 소요된다고 한다. 이 때 송수주관의 온도가 85℃이고 환수주관의 온도가 18℃라 한다면 온수의 순환량은? (단, 온수의 비열은 1kcal/kg·℃이다.)

$$G = \frac{Q}{C \times \Delta t \times n} = \frac{30,150}{1 \times (85 - 18)} = 450 \text{ kg/hr}$$

G : 온수의 순환량(kg/hr) Q : 소요되는 열량(kcal)

C : 온수의 비열(kcal/kg·℃) Δt : 온도차(℃)

119. 플레어스택 ★★★ 2007.1회 2009.3회

- ① 정의 및 역할 : 고압가스 제조장치로부터 가연성 가스를 대기중에 분출할 때 이 가연성과 대기가 혼합하여 폭발성 혼합기체를 형성하지 않도록 가연성 가스를 연소시켜 버리는 탑을 말한다.
- ② 설치 위치 및 높이 : 플레어스택 바로 밑의 지표면에 미치는 복사열이 $4000\text{kcal/m}^2 \cdot \text{hr}$ 이하
- ③ 설치기준 : ㉠ 플레어스택에서 발생하는 복사열이 다른 가스 공급시설에 나쁜 영향을 미치지 아니하도록 안전한 높이 및 위치에 설치한다.
 ㉡ 플레어스택의 설치 위치 및 높이는 플레어스택 바로 밑의 지표면에 미치는 복사열이 $4000\text{kcal/m}^2 \cdot \text{hr}$ 이하가 되도록 한다.
 ㉢ 플레어스택에서 발생하는 최대열량에 장시간 견딜 수 있는 재료 및 구조로 한다.
- ④ 역화 및 폭발을 방지하기 위해 갖추어야 하는 시설 : ㉠ Vapor seal의 설치
 ㉡ Liquid seal의 설치
 ㉢ Molecular seal의 설치
 ㉣ Flame arrestor의 설치

120. LP가스 소형저장탱크 ★★ 2014.3

- ① 내용적 : 7000l 미만 (= 3t 미만)
 - ② 충전(%) : 85% 이하
 - ③ 설치 : 6기 이하
 - ④ 탱크 손상 우려가 있는 곳에는 가드레일 등의 방호조치를 한다.
- 충전(%) 85% 이하인 경우 : LPG 프로판 가스용기, 소형저장탱크, 자동차 · 가정용 충전용기

121. 안전밸브 분출유량 ★★ 2007.1회 2009.1회 2010.1회

· $Q = 0.0278PW$

Q : 분출유량(m^3/min)

P : 작동절대압력(MPa)

W : 용기내용적(l)

122. 고압가스 안전관리법상의 처리능력 ★ 2007.9 2007.2회 2009.2회

- 처리설비 · 감압설비에 의하여 압축액화, 그 밖의 방법으로 1일에 처리할 수 있는 가스의 양 0°C , $0\text{Pa}_{(\text{g})}$ 인 상태를 말한다.

123. 정압기 압력에 따른 안전밸브 가스방출관 크기 ★★ 2007.2회

정압기 입구압력	안전밸브 가스방출관 크기
0.5Mpa이상	50A
0.5Mpa미만	25A(설계유량 $1000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 미만인 경우)
	50A(설계유량 $1000\text{Nm}^3/\text{hr}$ 이상인 경우)

123-1. 정압기의 기밀시험 압력 ★★ 2009.4회

- ① 입구 : 최고사용압력 1.1배
- ② 출구 : 최고사용압력 1.1배 또는 8.4kPa 중 높은 압력

124. 질량 유량 (G) ★ 2008.9 2007.4회 2009.1회

$$G(\text{kg/s}) = r \times A \times V$$

G : 질량유량(kg/s) r : 비중량(kg/m³)

A : 단면적(m²) V : 유속(m/s)

125. 프로판의 최소농도 ★★

$$C_3H_8 \text{의 최소농도} = \frac{C_3H_8}{C_3H_8 + \text{공기}} \times 100(\%)$$

126. 설파프린트 검사 ★ 2007.4회

① 정의

· 묶은 황산에 침적한 사진용 인화지를 사용하여 강재 중 유황의 편석 분포상태를 검출하는 비파괴 검사방법

② 현상

· 황이 있는 부분은 지면이 갈색을 나타내고 황이 없는 부분은 변하지 않음

127. 비파괴시험을 하지 않아도 되는 배관 ★★★

① 가스용 폴리에틸렌관

② 저압으로 노출된 사용자 공급관

③ 호칭경 80A 미만(=관경 80mm 미만)인 저압의 매설배관

128. 방사선투과시험을 실시하기 곤란한 곳에 대신 할 수 있는 비파괴검사 ★ 2011.4회

① 초음파탐상시험(UT)

② 침투탐상시험(PT)

③ 자분탐상시험(MT)

129. 가스보일러를 전용 보일러실에 설치하지 않아도 되는 경우 ★★ 2011.4회

① 밀폐식 보일러

② 가스보일러를 옥외에 설치한 경우

③ 전용급기통을 부착시키는 구조로 검사에 합격한 강제배기식 보일러

130. 철근콘크리트의 방호벽 설치기준 ★

① 직경 9mm 이상 철근을 가로·세로 400mm 이하의 간격으로 배근하고 모서리 부근의 철근을 확실히 결속한 두께 120mm 이상, 높이 2000mm 이상으로 한다.

② 일체로 된 철근콘크리트 기초로 한다.

③ 기초의 높이는 350mm 이상, 되메우기 깊이는 300mm 이상으로 한다.

④ 기초의 두께는 방호벽 최하부 두께의 120% 이상으로 한다.

131. 본질안전 방폭구조에서 안전막 설명 ★

· 본질안전 방폭구조에서 위험장소와 비위험장소에 설치하여 위험장소로 공급되는 전류치가 취급 물질의 최소점화에너지를 초과하지 못하도록 하는 안전장치를 말한다.

132. 고압가스 운반차량 등록대상 ★

- ① 허용농도가 100만분의 200이하인 독성가스를 운반하는 차량
- ② 차량에 고정된 탱크로 고압가스를 운반하는 차량
- ③ 차량에 고정된 2개 이상을 이음매가 없이 연결한 용기로 고압가스를 운반하는 차량
- ④ 산업통상자원부령으로 정하는 탱크컨테이너로 고압가스를 운반하는 차량

133. LPG 저장설비 중 지상에 있는 저장탱크 형식 ★

- ① 이중각식
- ② 금속이중각식
- ③ PC식

134. LPG 사용시설 기밀시험압력 ★ 2010.4회

액화석유가스(LPG) 사용시설 기밀시험압력은 (8.4)kPa 이상으로 한다.

135. LNG 저장설비의 방호종류 ★

- ① 단일 방호식 저장탱크
- ② 이중 방호식 저장탱크
- ③ 완전 방호식 저장탱크

136. 가스공급시설에 설치하는 안전장치 ★★

- ① 안전밸브
- ② 가스차단장치
- ③ 인터록장치
- ④ 경보장치
- ⑤ 계측장치

137. 가스냉난방기에 설치하는 안전장치

- ① 가스압력스위치
- ② 공기압력스위치
- ③ 고온재생기 과열방지장치

138. 스프링식 안전밸브의 분출개시 압력 허용차와 누설 Test 압력 ★ 2007.1회

- (1) 압력의 허용차 : ① 설정압력 0.7Mpa 이하인 경우 → 설정압력의 $\pm 0.02\text{Mpa}$
 ② 설정압력 0.7Mpa 초과한 경우 → 설정압력의 $\pm 3\%$
- (2) 누설 Test 압력 : 0.6Mpa 이상

139. 최고사용압력에 따른 SDR 값 ★★ 2007.1회

최고사용압력	SDR
0.4Mpa이하	11 이하
0.25Mpa이하	17 이하
0.2Mpa이하	21 이하

140. 소형저장탱크 설치 시 안전밸브 방출관 ★★

- ① 설치위치 : 지상에서 2.5m 이상 또는 탱크 정상부에서 1m 이상 중 높은위치
- ② 어떠한 구조로 설치 : 안전밸브 방출구가 수직상방으로 분출하는 구조

141. 내진설계 구조물의 기능수행수준 · 붕괴방지수준 재현기간 ★

내진등급	기능수행수준 재현기간	지진지반운동 붕괴방지수준 재현기간
내진 특등급	(200)년	(2400)년
내진 1등급	(100)년	(1000)년
내진 2등급	(50)년	(500)년

142. 시안화수소(HCN) 제조법 ★★★ 2009.2회

(1) 앤드류소오법

- ① 반응식 : $\text{CH}_4 + \text{NH}_3 + \frac{3}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{HCN} + 3\text{H}_2\text{O}$
- ② 온도 : 1,000 ~ 1,100℃
- ③ 촉매 : 로듐을 함유한 백금
- ④ 압력 : 2 ~ 3atm

(2) 포름아미드법

- ① 반응식 : $\text{CO} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{HCONH}_2 \rightarrow \text{HCN} + \text{H}_2\text{O}$
- ② 온도 : 400 ~ 600℃
- ③ 촉매 : 알루미나, 제올라이트, 망간, 아연

143. 응력부식의 방지대책 ★

- ① 음극방식법을 적용한다.
- ② 재료의 두께를 두껍게 한다.
- ③ 잔류응력을 제거한다.
- ④ 환경의 유해성분을 제거한다.
- ⑤ 합금조성을 변화시킨다.

144. 가연성 가스 저온저장탱크와 보호시설과의 안전거리 ★★ 2008.5 2011.6

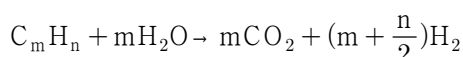
저장능력(kg), 처리능력(m^3)	제1종 보호시설(m)	제2종 보호시설(m)
5만 초과 99만 이하	$\frac{3}{25} \times \sqrt{X + 10000}$	$\frac{2}{25} \times \sqrt{X + 10000}$
99만 초과	120	80

145. 불활성화 작업(퍼지 작업) ★ 2008.2회

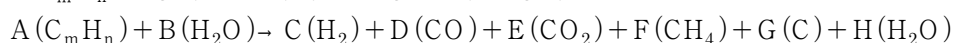
· 가연성 혼합가스에 불활성 가스를 주입하여 산소의 농도를 최소산소농도(MOC)이하로 낮추는 작업

146. C_mH_n 접촉개질 반응식 ★ 2009.1회

(1) C_mH_n 을 스팀으로 접촉개질하여 수소를 얻는 반응식



(2) C_mH_n 을 증기로 접촉개질 반응할 때 반응식



147. 압축천연가스(CNG) 설명 ★★ 2009.2회

- 운반의 용이성을 위해 천연가스 또는 LNG를 기화하여 기체상태의 가스를 배관을 통하여 공급받아 압축기를 통해 일정한 압력(약 26Mpa 이하)으로 압축된 천연가스를 말한다.

148. LPG 공급방식 중 변성가스 공급방식 설명 ★★ 2009.2회

- 부탄을 고온의 촉매로 분해하여 메탄, 수소, 일산화탄소 등의 저급탄화수소를 변성시켜 공급하는 방법

149. 아세틸렌(C₂H₂)가스에 62% 이상의 동을 사용하면 ★★

- ① 사용하면 안되는 이유
- 아세틸렌과 구리가 반응하면 폭발성의 동아세틸라이트를 생성하여 폭발의 위험이 있기 때문
- ② 반응식 : $C_2H_2 + 2Cu \rightarrow Cu_2C_2 + H_2$

150. 암모니아(NH₃)의 위험성 ★ 2010.3회

- ① 가연성가스(폭발범위: 15 ~ 28%), 독성가스(허용농도 TLV-TWA 기준 25ppm)
- ② 액체 암모니아가 피부에 노출되면 동상·염증의 위험성이 존재한다.
- ③ 동 및 동합금에 대하여 부식성을 나타낸다.

151. 석유정제 오프가스와 석유화학 오프가스 ★

- ① 석유정제 오프가스
- 원유의 상압증류·감압증류 및 가솔린 생산을 위한 접촉개질공정에서 발생하는 가스
- ② 석유화학 오프가스
- 나프타분해에 의한 에틸렌 등을 제조하는 공정에서 발생하는 가스

152. 입계부식 ★

- 오스테나이트계 스테인리스강을 450 ~ 900℃로 가열하면 결정입계로 검출되는 비파괴 검사법으로 황이 있는 부분은 지면이 갈색을 나타내고 황이 없는 부분은 변하지 않는다.

153. 르샤틀리에의 법칙 ★★★★★ 2012.2회

- 2종류 이상의 가연성 가스가 혼합되었을 때 각 가스의 연소범위를 이용하여 혼합가스의 연소범위를 구하는 법칙으로 공식은 다음과 같다.

$$\frac{100}{L} = \frac{V_1}{L_1} + \frac{V_2}{L_2} + \frac{V_3}{L_3} + \frac{V_4}{L_4} \dots \dots \frac{V_n}{L_n}$$

$$L = \frac{100}{\frac{V_1}{L_1} + \frac{V_2}{L_2} + \frac{V_3}{L_3} + \frac{V_4}{L_4} \dots \dots \frac{V_n}{L_n}}$$

L : 혼합가스의 폭발하한 또는 상한 값(%)

$V_1 \cdot V_2 \cdot V_3 \cdot V_4$: 각 성분의 부피 (%)

$L_1 \cdot L_2 \cdot L_3 \cdot L_4$: 각 성분의 폭발하한 또는 상한 값(%)

154. 안전관리 점검원의 수 ★★★ 2012.1회 2014.2회

- ① 일반수요자 : 3000가구당 1명
- ② 공동주택 : 4000가구당 1명
- ③ 다기능 가스계량기 설치가구 : 6,000가구당 1명

155. 아세틸렌의 폭발 종류와 내용 ★

- ① 산화폭발 : 산소와 혼합하여 점화하면 폭발을 일으킨다.
- ② 분해폭발 : 가압·충격에 의해서 탄소와 수소로 분해되어 폭발을 일으킨다.
- ③ 화합폭발 : 수은, 은 등의 금속과 화합시 아세틸라이트를 생성하여 폭발한다.

156. 맞대기 용접부의 기계적 시험방법 ★★ 2014.9

- ① 이면굽힘 시험방법
- ② 표면굽힘 시험방법
- ③ 측면굽힘 시험방법

157. 부압방지 설비 ★

- ① 압력계
- ② 압력경보설비
- ③ 균압관

158. 고압설비 중 폭발등의 위험이 발생할 가능성이 큰 반응설비(특수반응설비) ★

- ① 암모니아 2차 개질로
- ② 메탄올 합성반응탑
- ③ 저밀도 폴리 에틸렌 중합기

159. 가스용 열화비닐 호스

(1) 종류

- ① 1종
- ② 2종
- ③ 3종

(2) 안지름과 허용차 ★

- ① 1종(6.3mm)
- ② 2종(9.5mm)
- ③ 3종(12.7mm)
- ④ 허용차($\pm 0.7\text{mm}$)

160. 독성가스 운반차량 적재함에 리프트를 설치하지 않아도 되는 경우 ★

- ① 적재능력 1톤 이하의 차량
- ② 상하차 설비가 구비된 경우

제 3 과목 가스 안전관리

1. 고압가스의 정의 ★★ 2008.9 2010.3

- ① 35℃, 상용 1Mpa_(g) 이상 압축가스
- ② 35℃, 상용 0.2Mpa_(g) 이상 액화가스
- ③ 15℃에서 0Pa를 넘는 C₂H₂
- ④ 35℃에서 0Pa를 넘는 액화 HCN, 액화 C₂H₄O, 액화 CH₃Br

2. 가연성가스 ★★★ 2008.5 2013.5

(1) 정의

- ① 폭발한계 하한이 10% 이하
- ② 폭발한계 상한과 하한의 차가 20% 이상

(2) 전기설비

- ① 모든 가연성 가스 : 방폭구조
- ② 암모니아(NH₃)·브롬화메탄(CH₃Br) : 일반구조

(3) 충전구나사

- ① 모든 가연성 가스 : 원나사
- ② 암모니아(NH₃)·브롬화메탄(CH₃Br) : 오른나사

3. 독성가스의 정의 ★★ 2008.9 2013.5 2014.2회

(1) LC 50 (현재 독성가스의 기준)

- ① 성숙한 흰쥐 집단에서 1시간 흡입실험에 의하여 14일 이내 흰쥐의 $\frac{1}{2}$ 이 사망하게 되는 농도
- ② 기준 5000ppm (100만분의 5000이하)
- ③ 맹독성 가스 : 200ppm (100만분의 200이하)

(2) TLV - TWA

- ① 기준 200ppm (100만분의 200이하)

4. 보호설비 ★ 2006.3 2009.8

- ① 제 1종 보호시설 : ㉠ 극장, 교회, 공회당, 예식장, 장례식장, 전시장 300인 이상
㉡ 아동복지시설, 장애인복지시설 20인 이상
- ② 제 2종 보호시설 : ㉠ 주택
㉡ 사람을 수용하는 건축물로서 독립된 부분의 연면적이 100m² 이상 1,000m² 미만

5. 보호시설과의 안전거리 ★ 2007.3 2013.3

처리 및 저장능력 (m ³ /kg)	독성·가연성		산소		기타(N ₂ ·Ar·CO ₂)	
	1종	2종	1종	2종	1종	2종
1만 이하	17m	12m	12m	8m	8m	5m
1만 ~ 2만 이하	21m	14m	14m	9m	9m	7m
2만 ~ 3만 이하	24m	16m	16m	11m	11m	8m
3만 ~ 4만 이하	27m	18m	18m	13m	13m	9m
4만 ~ 5만 이하	30m	20m	20m	14m	14m	10m
5만 ~ 99만 이하	$\frac{3}{25} \sqrt{x+10}$	$\frac{2}{25} \sqrt{x+10}$				

6. 방호벽의 두께와 높이 ★ 2013.9

종류	두께	높이
철근콘크리트	12cm 이상	2m 이상
콘크리트블록	15cm 이상	2m 이상
박강판	3.2mm 이상	2m 이상
후강판	6mm 이상	2m 이상

7. 고압가스 특정제조 설비 사이의 거리 ★ 2013.5

- ① 고압설비와 고압설비는 30m 이상 거리 유지
- ② 제조소의 경계는 20m 거리 유지
- ③ 가연성 가스 탱크는 처리능력 20만m³ 압축기와 30m 이상 거리 유지

④ $(A+B) \times \frac{1}{4} > 1m$: 그 길이만큼

$(A+B) \times \frac{1}{4} < 1m$: 1m

8. 가스누출 감지 경보장치 ★★★ 2002.9 2003.3 2003.8 2004.3 2004.5 2007.3 2010.5 2010.9 2011.6 2012.5 2014.5 2014.9 2008.3회

(1) 종류

- ① 접촉연소방식
- ② 격막갈바니 전지방식
- ③ 반도체방식

(2) 경보 농도

- ① 가연성 가스 : 폭발하한계 $\frac{1}{4}$ 이하
- ② 독성 가스 : TLV-TWA 허용농도 미만
- ③ NH₃를 실내에서 사용하는 경우 : TLV-TWA 50ppm 이하
- ④ 산소 가스 : 25%

- (3) 경보 눈금 수치
- ① 가연성 가스 : 0~ 폭발하한계 값
 - ② 독성 가스 : 0~ TLV-TWA 허용농도의 3배 값
 - ③ NH₃를 실내에서 사용하는 경우 : TLV-TWA 150ppm 이하
- (4) 경보기의 정밀도 2009.5
- ① 가연성 가스 : ±25% 이하
 - ② 독성 가스 : ±30% 이하
- (5) 검지 → 발신까지의 시간
- ① NH₃·CO : 60초
 - ② 나머지 가스 : 30초
- (6) 설치기준 2010.5
- ① 누출된 가스가 채류하기 쉬운 장소에 20m마다 경보기를 설치한다.
 - ② 건축물 내에 설치된 경우 바닥 면 둘레 10m마다 1개 이상 설치한다.
 - ③ 건축물 밖에 설치된 경우 바닥 면 둘레 20m마다 1개 이상 설치한다.
- (7) 비상전력설비 2012.5
- ① 축전기장치
 - ② 자가발전
 - ③ 타처공급전력
- (8) 특징 2014.5
- ① 잠가스에는 경보가 울리지 않아야 한다.
 - ② 경보기의 경보부와 검지부는 분리하여 설치할 수 있어야 한다.
 - ③ 경보 울린 뒤 주위의 가스농도가 변화되어도 계속 경보가 울려야 한다.

9. 물분무장치 ★★ 2009.3 2011.5 2012.9 2014.3

	저장탱크 전표면	준 내화구조	내화구조
두 저장탱크 최대지름 합산거리의 $\frac{1}{4}$ 길이 중 큰 쪽과 거리를 유지하지 않는 경우	8ℓ/min	6.5ℓ/min	4ℓ/min
두 저장탱크 최대직경을 합한 길이의 $\frac{1}{4}$ 보다 작을 경우	7ℓ/min	4.5ℓ/min	2ℓ/min

- ① 물분무장치의 조작위치는 15m (살수장치의 조작위치는 5m)
- ② 물분무장치는 30분 이상 동시에 방사할 수 있어야 한다.
- ③ 물분무장치는 매월 1회 이상 작동상황을 점검하여야 한다.

10. 가스시설물

- (1) 벤트스택 ★★★ 2002.5 2007.5 2012.3
- ① 독성은 TLV-TWA 허용농도 미만으로 버린다.
 - ② 가연성은 폭발 하한계 미만으로 버린다.
 - ③ 설치 높이 : 방출된 가스의 착지농도가 폭발 하한계값 미만
 - ④ 방출구 : 작업원이 통행하는 장소로부터 5m 이상 떨어진 곳에 설치
- (2) 플레어스택
- ① 가스를 연소시켜 버리는 탑
 - ② 복사열이 4,000kcal/m²·hr 이하

11. 특정고압가스 사용시설 기준 ★★

- ① 산소와 화기와 거리 : 5m 이내
- ② 설비의 작동사항은 1일 1회 점검
- ③ 액화염소의 감압설비와 반응설비 배관에는 역류 방지 밸브 설치
- ④ 액화가스 저장량이 300kg이상(압축가스는 60m³)은 방호벽, 안전밸브 설치

12. 고압가스판매소의 시설기준

- ① 용기보관실의 벽은 방호벽으로 해야 한다.
- ② 충전용기의 보관실은 불연재료를 사용한다.
- ③ 독성가스 용기보관실에는 경보장치를 설치해야 한다.

13. 액화석유가스 판매사업소 및 용기보관실의 시설기준 2008.5

- ① 가스누출경보기는 용기보관실에 설치하고, 가벼운 지붕으로 할 것
- ② 용기보관실은 불연성 재료를 사용한 가벼운 지붕으로 할 것
- ③ 전기스위치는 용기보관실의 외부에 설치할 것

14. 특정고압가스와 사용신고대상가스 ★★ 2010.5

- ① 특정고압가스 : 포스핀, 셀렌화수소, 게르만, 디실란, 압축모노실란, 압축디불인, 액화알진
- ② 사용신고대상가스 : 특정고압가스 + 수소, 질소, 산소, 액화염소, 아세틸렌, 천연가스

15. 방류독 설치기준 저장탱크 저장능력 ★ 2007.9 2008.9 2009.3 2010.5 2011.10 2012.3 2013.3 2013.9 2014.3 2014.5 2007.1회

- ① 가연성가스(특정제조) : 독성 5t 이상, 가연성 500t 이상, 산소 1,000t 이상
- ② 가연성가스(일반제조) : 독성 5t 이상, 가연성 1000t 이상, 산소 1,000t 이상
- ③ LPG : 1,000t 이상
- ④ 냉동 : 수액기 용량 10,000L 이상

15-1. 방류독의 용량 ★★ 2011.4회

- ① 독성·가연성 가스 : 저장탱크의 저장능력 상당 용적
- ② 산소 : 저장탱크의 저장능력 상당 용적의 60%

16. 경보를 울리는 경우와 이상상태가 발생한 경우 ★★ 2007.3**(1) 경보를 울리는 경우**

- ① 배관 내 압력이 상용 압력의 1.05배 초과시
- ② 배관 내 압력이 정상 압력보다 15%이상 강하시
- ③ 배관 내 유량이 정상 유량보다 7%이상 변동시
- ④ 긴급 차단 밸브의 조작회로가 고장난 때 또는 긴급 차단밸브가 폐쇄됐을 때

(2) 이상상태가 발생한 경우

- ① 압력이 상용 압력의 1.1배 초과시
- ② 유량이 정상 유량보다 15%이상 증가시
- ③ 압력이 정상 압력보다 30%이상 강하시
- ④ 가스누설 검지경보장치가 작동했을 때

17. 긴급차단장치 ★ 2014.9

- ① 동력원 : 액압, 기압, 전기압, 스프링압
- ② 작동온도 : 110℃
- ③ 조작위치 : ㉠ 특정제조 : 10m
㉡ 일반제조 : 5m
- ④ 설치위치 : ㉠ 탱크 내부
㉡ 탱크와 주밸브 사이
- ⑤ 특징 : ㉠ 저장설비의 내부에 설치 가능하다.
㉡ 동력원 : 액압, 기압, 전기, 스프링
㉢ 간단하고 신속히 차단되는 구조여야 한다.

18. 온도상승 방지조치 ★

- ① 방류독 설치한 경우 : 당해 방류독 외면으로부터 10m 이내
- ② 방류독 미설치한 경우 : 당해 저장탱크 외면으로부터 20m 이내
- ③ 가연성 물질 취급한 경우 : 그 외면으로부터 20m 이내

19. 중화액의 종류 및 보유량 ★ 2008.3 2010.5 2011.5 2012.3 2012.5 2012.9

가스의 종류	제독제	보유량(kg)
염소(Cl_2)	NaOH	670
	Na_2CO_3	870
	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	620
포스겐(COCl_2)	NaOH	390
	Na_2CO_3	360
황화수소(H_2S)	NaOH	1,140
	Na_2CO_3	1,500
시아나화수소(HCN)	NaOH	250
아황산가스(SO_2)	NaOH	530
	Na_2CO_3	700
암모니아(NH_3)	H_2O	다량
산화에틸렌($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$)		
염화메탄(CH_3Cl)		

20. 독성가스 누출 시 제독조치 2010.3 2014.9

- ① 물 또는 흡수제에 의하여 흡수 또는 중화하는 조치
- ② 액화가스를 펌프 등의 이송설비로 반송하는 조치
- ③ 흡착제에 의하여 흡착·제거하는 조치

21. 통신설비 ★ 2009.4회

통보범위	통보설비
· 사무소와 현장사무소 사이 · 현장사무소 상호간	페이징 설비, 구내 전화, 구내 방송설비, 인터폰
· 사업소 내 전체	페이징 설비, 구내 방송설비, 사이렌, 휴대용 확성기, 메가폰
· 종업원 상호간	페이징 설비, 휴대용 확성기, 메가폰, 트란시바

22. 독성가스의 표지 ★

표지의 종류	바탕색	글자색	글자크기 (가로×세로)	적색표시	식별거리
식별표지	백색	흑색	가스 명칭	10×10cm	30m
위험표지	백색	흑색	주의	5×5cm	10m

23. 용기 부속품 명칭 ★★ 2009.5 2010.9 2012.5

- ① 압축가스 용기 부속품 : PG
- ② (초)저온 용기 부속품 : LT
- ③ 아세틸렌 용기 부속품 : AG
- ④ 액화석유가스 용기 부속품 : LPG
- ⑤ 액화석유가스 외의 액화가스 용기 부속품 : LG

24. 일반용기 운반책임자 동승 기준(200km 초과 운행시) ★ 2007.3 2008.9 2009.5 2010.5 2012.3 2013.5 2014.3

가스의 분류	독성	가연성	조연성
압축가스	100m ³ 이상	300m ³ 이상	600m ³
액화가스	1,000kg이상	3,000kg이상 (에어졸 용기 : 2,000kg이상)	6,000kg

25. 독성가스 용기 운반기준 ★

- (1) 가스 운반 전용 차량 리프트 설치
- (2) 단, 리프트 설치하지 아니하여도 되는 경우
 - ① 적재능력 1톤 이하의 차량
 - ② 용기운반실 바닥이 운반차량 적재함 최대높이로 설치되어 있거나 컨베이어 벨트 등 상·하차 설비가 설치된 업소에 공급시

26. 가스 충전용기 몸체 도색 및 글자색상 ★★ 2003.8 2008.9 2009.8 2010.5 2011.10 2013.3 2014.3

가스의 종류	몸체도색		글자색상	
	공업용	의료용	공업용	의료용
아세틸렌(C ₂ H ₂)	황색	-	흑색	-
암모니아(NH ₃)	백색	-	흑색	-
액화염소	갈색	-	백색	-
수소(H ₂)	주황색	-	백색	-
액화탄산가스	청색	회색	백색	백색
산소(O ₂)	녹색	백색	백색	녹색
헬륨(He)	회색	갈색	백색	백색
에틸렌(C ₂ H ₄)	회색	자색	백색	백색
사이크로프로판	회색	주황색	백색	백색
이산화질소(N ₂ O)	회색	청색	백색	백색
질소(N ₂)	회색	흑색	백색	백색
액화석유가스(LPG)	회색	-	적색	-

27. 혼합적재금지 기준 ★★★ 2009.8 2010.5 2011.3 2011.6 2012.3 2014.3

- ① 염소와 아세틸렌/염소와 암모니아/염소와 수소는 동일차량에 적재·운반하지 않을 것
- ② 가연성 가스와 산소를 동일차량에 적재하여 운반하는 때에는 밸브가 서로 마주보지 않도록 적재할 것
- ③ 독성가스 충전용기는 자전거·오토바이에 적재하여 운반하지 않을 것
- ④ 독성가스 보호구 장착 훈련은 3개월에 1회 실시하고, 사용 상태 점검은 월 1회 실시할 것

28. 차량정지목 설치기준

- ① 고압의 경우 : 2000ℓ 이상
- ② LPG의 경우 : 5000ℓ 이상

29. 호스의 길이 ★★★ 2009.8

- ① 자동차 충전용 호스의 길이 : 5m 이내
- ② 배관 중 호스의 길이 : 3m 이내
- ③ CNG(압축천연가스) 호스의 길이 : 8m 이내

30. 지반침하방지

- ① 고압가스 일반제조 기준 : 1톤 이상, 100m³ 이상 시 조치
- ② 액화석유가스 충전사업 기준 : 3톤 이상

31. 용기 등의 수리자격자별 수리범위 ★★ 2009.8 2010.3 2011.6 2013.3 2014.3

- ① 용기 제조자 : ㉠ 용기몸체의 용접
㉡ 용기부속품의 부품교체
㉢ 초전용기의 단열재 교체
㉣ 아세틸렌용기 내의 다공질물 교체
 - ② 특정설비 제조자 : ㉠ 특정설비 및 저장탱크의 수리
㉡ 특정설비의 부속품의 부속품 교체 및 가공
㉢ 특정설비 몸체의 용접
㉣ 단열재 교체
㉤ 저온 또는 초저온 저장탱크의 단열재 교체
 - ③ 냉동기 제조자 : ㉠ 특정설비의 부품교체
㉡ 냉동기 용접부분의 용접
㉢ 냉동기의 단열재 교체
㉣ 냉동기 및 부속품의 수리
㉤ 냉동기 부속품의 교체 및 가공
 - ④ 고압가스 제조자 : ㉠ 용기밸브의 부품교체
㉡ 특정설비의 부품교체
㉢ 냉동기의 부품교체
㉣ 단열재 교체(고압가스 특정 제조자에 한한다.)
- 특정설비의 부품을 교제할 수 없는 수리자격자 : 용기 제조자

32. 액화석유가스 충전사업 기술 기준 ★★ 2010.5

- ① 우회거리 : 8m
- ② 직선거리 : 2m
- ③ 저장탱크 저장능력 : ㉠ 10,000톤 규모의 $\frac{1}{100}$ 이상
(단, 주거상업지역에서 타지역 이전시 10,000톤의 $\frac{1}{200}$)
- ④ 항복 : 상용 압력 × 2배 이상
- ⑤ 내압시험압력 : 상용 압력 × 1.5
- ⑥ 기밀시험압력 : 상용 압력

33. 액화석유가스 가스용품 제조 기술 기준

(1) 몸통의 재료

- ① 고압부 몸통의 재료 : 단조용 황동봉
- ② 저압부 몸통의 재료 : 아연합금 다이캐스팅, 알루미늄 합금 다이캐스팅

(2) 절연저항

· 전기충전부와 비충전금속부와 절연저항 : 1MΩ이상

34. 에어줄의 제조기준 ★★ 2009.5

- ① 화기와 이내거리 : 2m
- ② 화기와 우회거리 : 8m
- ③ 누설시 온도 : 46~ 50℃
- ④ 금속제 용기 두께 : 0.125mm
- ⑤ 재료 : 강, 경금속
- ⑥ 내용적 : 1ℓ이하
- ⑦ 내압시험압력 : 0.8Mpa
- ⑧ 기밀시험압력 : 1.5Mpa
- ⑨ 가열시험압력 : 1.3Mpa
- ⑩ 에어줄 제품은 인체에서 20cm 이상 떨어져서 사용할 것
- ⑪ 에어줄 제품은 사용 후 잔가스가 없도록 처리한 후 버릴 것

35. 품질 검사 대상가스 ★★ 2007.3 2009.5 2009.8 2010.9 2011.3 2013.9 2014.9

검사대상가스	순도	시약	검사방법	충전상태
산소(O ₂)	99.5%	동암모니아	오르자트법	35℃ ,11.8Mpa
수소(H ₂)	98.5%	피로카롤 하이드로설파이드	오르자트법	35℃ ,11.8Mpa
아세틸렌(C ₂ H ₂)	98 %	발연황산 브롬시약 질산은시약	오르자트법 뷰렛법 정성시험	충전량 3kg 이상

36. 용기의 내압시험 합격기준

- ① 신규검사 : 영구증가율 10% 이하 합격
- ② 재검사 : ㉠ 질량검사 95% 이상 시 영구증가율 10% 이하 합격
㉡ 질량검사 90% 이상~ 95% 미만 시 영구증가율 6% 이하 합격

37. 방사선 검사 부위

- ① 20mm 이하인 경우 : $\frac{1}{4}$
- ② 20mm 초과인 경우 : $\frac{1}{2}$

38. 비열처리 재료

- ① 오스테나이트계 STS강
- ② 내식 알루미늄 합금판
- ③ 내식 알루미늄 합금 단조품

39. 무이음 용기의 제조시설

- ① 세척설비
- ② 단조설비
- ③ 성형설비

40. 배관의 색상 ★★

- ① 지상 배관의 색상 : 황색
- ② 지하 매몰배관의 색상 : ㉠ 적색 (중·고압)
㉡ 황색 (저압)

41. 배관용 밸브

- ① 볼밸브의 볼표면은 5 μ 이상으로 도금할 것
- ② 유로의 크기는 구멍지름 이상일 것
- ③ 개폐용 핸들휠은 열림방향이 시계바늘 반대 방향일 것

42. 배관의 고정 부착조치(브라켓트) ★★★ 2011.3 2014.5

- ① 관경 13mm미만 : 1m마다
- ② 관경 13mm 이상~ 33mm 미만 : 2m마다
- ③ 관경 33mm 이상 : 3m마다

43. 조정압력이 3.3kPa 이하인 조정기의 안전장치 작동압력 ★

- ① 작동 표준압력 : 7kPa
- ② 작동 개시압력 : 5.6~ 8.4kPa
- ③ 작동 정지압력 : 5.04~ 8.4kPa

44. 용기저장소 ★★

- ① 용기보관실의 면적 : 19m²
- ② 사무실의 면적 : 9m²
- ③ 주차장의 면적 : 11.5m²
- ④ 분리형 가스누설 경보기 설치
- ⑤ 충전용기와 잔가스 용기는 1.5m 이상 이격거리 유지

45. 액화석유가스 사용시설 ★★ 2013.9 2014.5 2014.9

- ① 절연조치를 하지 않은 전선 : 15cm
- ② 절연조치를 한 전선 : 10cm
- ③ 저장능력 100kg 이상 시 : 용기보관실 설치
- ④ 저장능력 250kg 이상 시 : 소형저장탱크 설치
- ⑤ 저장능력 500kg 이상 시 : 압력 방출할 수 있는 안전장치 설치
- ⑥ 배관이음부와 전기계량기 및 전기개폐기와 거리 : 60cm 이상
- ⑦ 배관이음부와 굴뚝, 전기점멸기 및 전기접속기와 거리 : 15cm 이상
- ⑧ 가스소비량 19,400kcal/hr 초과하는 배관 : 배관용 밸브 설치
- ⑨ 호스는 T형으로 연결하지 아니할 것

46. 최고사용압력에 따른 사업장 경계와의 거리 ★★ 2011.6

- ① 최고사용압력이 고압일 때 : 20m 이상
- ② 최고사용압력이 중압일 때 : 10m 이상
- ③ 최고사용압력이 저압일 때 : 5m 이상

47. 내압 방폭구조의 폭발등급 ★

최대 안전통새 범위(mm)	0.9 이상	0.5~0.9 미만	0.5 이하
가연성 가스의 폭발등급	A	B	cC
방폭 전기기기의 폭발등급	II A	II B	II C

48. 기밀유지시간 ★★ 2009.5 2013.5 2014.3

최고사용압력	용적(m^3)	기밀유지시간(분)
저압 · 중압	1~ 10 미만	240 분
	10~ 300 미만	$24 \times V$ 분

· 단 1,440분을 초과하는 경우 1,440분으로 한다.

49. 독성가스 배관용 밸브 검사대상 2011.6

- ① 볼밸브
- ② 체크밸브
- ③ 글로브밸브
- ④ 게이트밸브

50. 역화방지장치 · 역류방지밸브 ★★ 2014.5

(1) 역화방지장치 : 기체

- ① C_2H_2 충전용 지관
- ② C_2H_2 충전용 교체밸브
- ③ 오토클래이프 화염사용시설
- ④ 산소 · 수소 화염사용시설

(2) 역류방지밸브 : 액체

- ① 유분리기
- ② 암모니아 · 메탄올의 합성탑, 정제탑

51. 가스계량기

(1) 고장원인 ★★★ 2011.6 2014.3 2013.4회

- ① 부동 : ㉠ 가스가 가스미터를 통과하나 눈금이 움직이지 않는 고장
㉡ 가스가 미터는 통과하나 계량막의 파손, 밸브의 탈락 등으로 지침이 작동하지 않는 고장
- ② 불통 : 가스가 가스미터를 통과하지 않는 고장

(2) 부동의 원인 ★

- ① 계량막의 파손
- ② 밸브의 탈락
- ③ 밸브와 밸브 시트 사이 누설
- ④ 지시장치의 기어불량

(3) 불통의 원인 ★ 2007.5

- ① 크랭크축이 녹슬었을 때
- ② 밸브시트에 이물질이 점착되었을 때
- ③ 날개조절기 회전장치의 이상이 있을 때

(4) 설치높이 및 기준 ★ 2009.8

- ① 설치 높이 : 1.6m ~ 2m
- ② 설치 기준 : 영업장의 면적이 100m² 이상

52. 도시가스의 정의

· 천연가스(액화포함) 또는 배관을 통하여 공급되는 석유가스·나프타부생가스·바이오가스 등 대통령령이 정하는 것을 말한다.

52-1. 도시가스의 연료

- ① 기체 연료 : 천연가스, 정유가스(업가스)
- ② 액체 연료 : LPG, LNG, 나프타
- ③ 고체 연료 : 코크스, 석탄

52-2. 도시가스의 제조원료 특성 ★ 2005.5 2013.9

- ① 파라핀계 탄화수소가 많다.
- ② C/H 비가 작다.
- ③ 유황분이 적다.
- ④ 비점이 낮다.

52-3. 도시가스 배관 2003.3 2006.9 2011.6 2012.3

(1) 특징

- ① 배관 접합은 원칙적으로 용접에 의한다.
- ② 지상배관의 표면색상은 황색으로 한다.
- ③ 폭 8m 이상의 도로에는 매설깊이 1.2m 이상으로 한다.

(2) 압력범위 ★★ 2008.4회 2009.2회 2012.1회

- ① 고압 : 1Mpa_(g) 이상
- ② 중압 : (A) 0.3 ~ 1Mpa_(g) 미만, (B) 0.1 ~ 0.3Mpa_(g) 미만
- ③ 저압 : 0.1Mpa_(g) 미만

52-4. 도시가스 누출 원인 2002.3

- ① 부식
- ② 재료의 노화
- ③ 지반 변동

52-5. 도시가스 제조과정 ★ 2003.5 2006.3

- ① 자열식 : 가스화에 필요한 열을 산화반응과 수첨분해 반응 등의 발열반응으로 처리하는 공정
- ② 축열식 : 반응기 내에 연료를 태워 가열 원료를 송입해 가스화의 열원으로 하는 공정
- ③ 외열식 : 원료가 들어있는 용기를 외부에서 가열하는 공정
- ④ 부분연소식 : 원료의 일부를 연소시켜 그 열을 열원으로 이용하는 공정

52-6. 도시가스 연소시 불완전 연소의 원인 ★ 2003.8

- ① 불충분한 공기의 공급
- ② 환기불량
- ③ 가스기구불량
- ④ 가스조성의 맞지 않을 때

52-7. 도시가스 프로세스 ★★ 2005.9 2010.9 2012.3 2007.2회

- ① 접촉분해 프로세스
- ② 열분해 프로세스 : 분자량이 큰 탄화수소 원료를 고온(800~ 900℃)으로 분해하는 프로세스
- ③ 수소화분해 프로세스 : 수증기가 가스화제로 쓰이지 않는 프로세스
- ④ 부분연소 프로세스

52-8. 도시가스 공급시설의 시험압력 ★★

- ① 도시가스 공급시설의 기밀시험은 최고사용압력의 (1.1)배 또는 (8.4)kPa 중 높은 압력
- ② 도시가스 공급시설의 기밀시험에서 최고사용압력이 30kPa이하시 기밀시험압력은 (최고사용압력)

53. 월사용 예정량 ★★ 2008.3 2007.1회 2009.2회

$$Q = \frac{A \times 240 + B \times 90}{11,000}$$

Q : 월 사용예정량(m³)

A : 산업용으로 사용하는 가스소비량 합계(kcal/hr)

B : 산업용이 아닌 가스소비량 합계(kcal/hr)

54. 도시가스 사업자가 측정해야 할 항목 ★

- ① 열량 측정 : 매일 6시 30분 ~ 9시
매일 17시 ~ 20분 30분 (2번 측정)
- ② 압력 측정 : 자기압력계로 측정
- ③ 연소성 측정 : 웨베지수 ±4.5% 이내 유지
- ④ 유해성분 측정 : 유해성분의 양은 황(0.5g), 황화수소(0.02g), 암모니아(0.2g)를 초과해서는 안된다.

55. 상호간의 거리 ★★

- ① 가스홀더와 가스홀더 상호간의 거리 : 최대 지름 합산 $\times \frac{1}{4} > 1 =$ 그 길이
- ② 저장탱크와 저장탱크 상호간의 거리 : 최대 지름 합산 $\times \frac{1}{4} < 1 = 1m$
- ③ 가스홀더와 저장탱크 상호간의 거리 : 저장탱크 최대 직경 $\times \frac{1}{2}$ (지하 설치시는 $\times \frac{1}{4}$)

56. 밀폐용기에서 연소후 발생압력(P_2) ★

$$P_2 = \frac{n_2 \times T_2 \times P_1}{n_1 \times T_1}$$

P_2 : 연소후 발생압력 P_1 : 처음 압력

n_2 : 반응 후 몰수 n_1 : 반응 전 몰수

T_2 : 나중 온도 T_1 : 처음 온도

57. 안전운전계획 포함사항

- ① 안전운전지침서
- ② 안전작업허가서
- ③ 근로자교육계획
- ④ 자체감사 및 사고조사계획

58. 공정안전 법규상 안전밸브 · 파열판의 정밀도

- ① 안전밸브 : 설정압력의 $\pm 3\%$ 이내
- ② 파열판 : 설정압력의 $\pm 5\%$ 이내

59. 유해위험설비의 종류 ★

- ① 원유 정제 처리업
- ② 석유 정제 분해물 재처리업
- ③ 질소질 비료 제조업
- ④ 복합 비료 제조업
- ⑤ 농약 제조업
- ⑥ 화학 및 불꽃 제품 제조업
- ⑦ 유기화합물 합성수지 제조업

60. 유해위험물질 규정수량

- ① 포스핀 : 50kg
- ② 포스겐 : 750kg
- ③ 아크릴로니트릴 : 20,000kg
- ④ 염소 : 20,000kg

61. 가스안전성 향상 계획서 제출대상 사업장

- ① 석유사업법에 의한 석유정제산업자의 저장능력 100t 이상 고압가스 저장시설
- ② 석유화학공업자 또는 지원사업을 하는자의 1일 10,000m³ 이상 또는 저장능력 100t 이상 고압가스 저장시설
- ③ 비료 생산업자의 1일 100,000m³ 이상 또는 저장능력 100t 이상 고압가스 저장시설

62. 안전성 평가 기법 ★★ 2007.5 2007.9 2008.5 2009.8 2010.5 2011.3 2012.3 2013.3 2013.9

정성적 분석	정량적 분석
위험과 운전분석(HAZOP) 위험요소들과 운전상의 문제점을 찾아내 그 원인을 제거하는 기법	사건수 분석(ETA) 잠재적인 사고결과를 평가하는 기법
예비사고분석(PHA) 최초단계의 분석	결함수 분석(FTA) 재해원인의 정량적, 연역적 예측이 가능 장치의 고장이나 운전자 실수의 상관관계를 연역적으로 분석
체크리스트(Check-List) 공정 및 설비의 오류, 결함 상태, 위험 상황 등을 목록화한 형태로 작성하는 기법	원인 결과 분석(CCA)
이상위험도 분석(FMECA)	
작업자 실수 분석(HEAT)	

63. 비상공급시설의 거리 ★ 2007.3 2009.5

- ① 제 1종 보호시설 거리 : 15m 이상
- ② 제 2종 보호시설 거리 : 10m 이상

64. 노즐에서 LPG의 분출량 ★★★ 2007.3 2008.1회 2010.3회 2014.2회

$$① Q = 0.009D^2 \times \sqrt{\frac{H}{d}}$$

Q : 분출가스량(m³/hr) D : 노즐의 지름(mm)

d : 가스의 비중 H : 노즐 직전의 가스압(mmH₂O)

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

K : 유량계수

65. 노즐의 변경률 ★★ 2010.5 2008.1회 2010.4회

$$\frac{D_2}{D_1} = \frac{\sqrt{WI_1} \sqrt{P_1}}{\sqrt{WI_2} \sqrt{P_2}}$$

D₁ : 변경 전 노즐 구멍의 지름(mm)

D₂ : 변경 후 노즐 구멍의 지름(mm)

P₁ : 변경 전 가스의 압력(mmH₂O)

P₂ : 변경 후 가스의 압력(mmH₂O)

WI₁ : 변경 전 웨베지수

WI₂ : 변경 후 웨베지수

66. 용기의 각인 기호 ★★★ 2007.3 2007.5 2008.5 2009.8 2010.5 2010.9 2011.3 2012.5 2013.3 2013.5 2013.9 2008.4회 2009.2회 2011.4회

- ① V : 내용적
- ② W : 용기의 질량
- ③ TP : 내압시험압력
- ④ FP : 최고충전압력
- ⑤ AP : 기밀시험압력
- ⑥ t : 동판 두께
- ⑦ RT : 냉동능력
- ⑧ kW : 원동기 소요전력
- ⑨ DP : 최고사용압력
- ⑩ DT : 설계온도

67. LPG 자동차 충전소에 설치할 수 있는 시설 ★ 2007.5 2010.5

- ① 충전을 하기 위한 작업장
- ② 충전소의 업무를 행하기 위한 사무실 및 회의실
- ③ 충전소의 관계자가 근무하는 대기
- ④ 자동차의 세정을 위한 자동세차시설
- ⑤ 충전소에 출입하는 사람을 대상으로 한 자동판매기 및 현금자동지급기
- ⑥ 그 밖에 충전사업을 위하여 필요한 건축물 또는 시설로서 산업자원부 장관이 정하여 고시하는 것

68. 고압가스 충전용기 운반기준 ★ 2007.9 2009.8 2011.10 2014.5

- ① 밸브가 돌출된 충전용기는 고정식 프로텍터를 부착시켜야 한다.
- ② 충전용기를 로프로 견고하게 결속해야 한다.
- ③ 충전용기는 항상 40℃ 이하로 유지해야 한다.
- ④ 가연성가스와 산소를 동일차량 적재 · 운반시 두 충전용기의 밸브가 서로 마주보지 않도록 적재한다.

69. 내압력 부족의 원인 ★ 2008.3

- ① 용기내벽의 부식
- ② 강재의 피로
- ③ 용접의 불량

70. 지반조사방법 ★ 2008.3

- ① 보링
- ② 표준관입시험
- ③ 베인시험

71. 가연성가스 운반하는 경우 휴대하여야 하는 장비 ★ 2008.5

- ① 소화설비
- ② 가스누출 검지기
- ③ 누출방지 공구

72. 차량에 고정된 탱크 운행 시 휴대하여야 하는 서류 ★ 2008.5 2011.10

- ① 차량등록증
- ② 탱크용량 환산표
- ③ 고압가스 이동계획서

73. 차량에 고정된 탱크의 운반기준 ★ 2008.9 2012.9 2009.4회

- ① LPG를 제외한 가연성 · 산소탱크 : 18,000L 이상 운반 금지
- ② NH₃를 제외한 독성탱크 : 12,000L 이상 운반 금지
- ③ 차량의 앞뒤 보기 쉬운 곳에 각각 붉은 글씨로 “위험고압가스” 라는 경계표시를 해야 한다.
- ④ 액화가스 충전하는 탱크는 방파판을 설치한다.

74. 내압방폭구조의 최대 안전틈새기준 ★ 2009.3 2014.3

- ① A등급 : 0.9mm이상
- ② B등급 : 0.5mm초과 0.9mm미만
- ③ C등급 : 0.5mm이하

· 최대 안전틈새 범위는 내압방폭구조 폭발등급의 분류기준이다.

75. 액화석유가스 집단공급시설의 점검기준 ★ 2002.9 2010.5

- ① 물분무장치, 살수장치와 소화전은 매월 1회 이상 작동상태를 점검한다.
- ② 충전용기의 설치위치를 점검한다.
- ③ 가스용품의 관리 및 작동상태를 점검한다.
- ④ 충전용기와 화기와의 거리가 적당한지 점검한다.

76. 액화석유가스 충전소 내에 설치할 수 있는 시설 ★ 2010.9

- ① 충전소에 출입하는 사람을 대상으로 한 자동판매기 및 현금자동지급기
- ② 충전소의 관계자가 근무하는 대기실
- ③ 자동차의 세정을 위한 세차시설

77. 용기의 안전점검 및 유지관리 사항 ★ 2011.3 2012.3 2014.5

- ① 용기의 도색상태
- ② 용기밸브의 이탈방지 조치여부
- ③ 재검사기간 도래여부 확인
- ④ 용기캡 · 프로텍터 부착여부 확인

78. 정압기실 경계책의 설치기준 ★★ 2011.6

- ① 높이 1.5m이상의 철책 또는 철망으로 경계책을 설치한다.
- ② 경계책 주위에는 외부사람의 무단출입을 금지하는 경계표지를 설치한다.

79. LPG 충전시설의 충전호스 설치기준 ★ 2012.5 2013.5 2013.2회

- ① 충전기의 충전호스의 길이는 5m이내로 한다.
- ② 호스 끝부분에 정전기 제거장치를 설치한다.
- ③ 가스 주입구는 원터치형으로 한다.
- ④ 충전호스에 과도한 인장력이 가해졌을 때 충전기가 분리될 수 있는 안전장치를 설치한다.

80. 부압파괴방지설비의 종류 ★ 2011.10

- ① 진공안전밸브
- ② 긴급차단장치를 설치한 냉동제어설비
- ③ 가스도입배관

81. 고압가스 저장설비 내부수리 순서 ★ 2013.3

- ① 작업계획을 수립한다.
- ② 불연성 가스로 치환한다.
- ③ 공기로 치환한다.
- ④ 산소농도를 측정한다.

82. 고압가스 용기의 각인사항

- ① 용기의 번호
- ② 용기 제조업자의 명칭
- ③ 충전하는 가스의 명칭

83. 압축금지가스 ★ 2007.5

가스의 종류	농도(%)
가연성 가스 중 산소 (C ₂ H ₂ .H ₂ .C ₂ H ₄ 제외)	4% 이상
산소 중 가연성 가스 (C ₂ H ₂ .H ₂ .C ₂ H ₄ 제외)	4% 이상
C ₂ H ₂ .H ₂ .C ₂ H ₄ 중 산소	2% 이상
산소 중 C ₂ H ₂ .H ₂ .C ₂ H ₄	2% 이상

84. 허용응력 ★★ 2010.1회

$$\text{허용응력}(\sigma) = \frac{P}{A}$$

σ : 허용응력(kg/cm²)

P : 힘(kgf)

A : 단면적(cm²)

제 4과목 가스 계측기기

1. 계측기기 ★ 2007.9 2008.5 2008.9 2011.10 2013.3 2014.3

(1) 측정법 2007.9 2011.10 2013.3 2014.3

- ① 영위법 : 영점 위치를 조정함으로써 기준 양으로 측정량을 알아내며 편위법에 비해 정밀도가 높은 방법으로 블록게이지 길이 측정, 천칭의 질량측정 등이 있다.
- ② 편위법 : 측정량을 순서적으로 변화시키고 확대·지시하여 최종적으로 측정량을 구하는 방법으로 바이메탈 상태에 따른 온도 측정, 용수철을 이용한 중량 측정, 부르동관 압력계 등이 있다.
- ③ 치환법 : 지시 양과 사전에 알고 있는 양으로 측정량을 알아내는 방법으로 화학천칭으로 무게 측정, 다이얼게이지 두께 측정 등이 있다.

(2) 계측기기의 구비조건 2008.5 2008.9

- ① 연속측정이 가능할 것
- ② 구조가 간단할 것
- ③ 신뢰성이 높을 것
- ④ 보수가 용이할 것
- ⑤ 설비비·유지비가 적게 들 것
- ⑥ 내구성이 클 것

2. 기본단위 7가지 2007.3 2012.9 2013.6

- ① 길이(m)
- ② 시간(Sec)
- ③ 전류(A)
- ④ 물질량(mol)
- ⑤ 광도(cd)
- ⑥ 질량(kg)
- ⑦ 온도(K)

3. 유도단위 2005.3 2006.5

- ① 속도(m/s)
- ② 일(kg·m)
- ③ 열량(kcal/kg·c)
- ④ 면적(m²)
- ⑤ 부피(m³)
- ⑥ 유량(m³/s)
- ⑦ 점도

4. 특수단위 2005.3 2006.5

- ① 비중
- ② 습도
- ③ 내화도
- ④ 입도
- ⑤ 인장강도

5. 감도 ★★ 2007.3 2007.5 2008.9 2009.8 2011.10 2013.3

$$\text{감도} = \frac{\text{지시량의 변화}}{\text{측정량의 변화}}$$

- 감도가 높으면 측정시간이 길어지고, 측정범위가 좁아진다.

6. 압력계 ★★ 2007.3 2008.9 2009.3 2009.8 2010.9 2011.6 2011.10 2012.9 2013.6

(1) 종류

- ① 탄성식 압력계 : ㉠ 부르동관
㉡ 벨로즈식
㉢ 다이어프램식
- ② 액주식 압력계 : ㉠ U자관
㉡ 링밸런스식
㉢ 경사관식
㉣ 수은주

(2) 침종식 압력계

- ① 원리 : 아르키메데스의 원리를 이용한다.
- ② 저압가스 유량측정에 사용한다.

(3) 탄성식 압력계 2010.9 2011.6 2012.9 2013.9

- ① 부르동관 압력계 : ㉠ 2차 압력계의 대표적인 압력계
㉡ 고압 측정이 가능하다.
㉢ 재질 : 고압용(니켈강, 스테인리스강), 저압용(황동, 청동, 인청동)
㉣ 호칭크기 결정기준 : 눈금판의 바깥지름(mm)
㉤ 부르동관 압력계로 측정되는 압력 : 게이지압력
- ② 벨로즈 압력계 : ㉠ 신축의 원리를 이용하는 압력계
㉡ 통풍계로 많이 이용한다.
㉢ 재질 : 인청동, 스테인리스강
- ③ 다이어프램 압력계 : ㉠ 부식성 유체의 압력계로 이용하는 압력계
㉡ 재질 : 고압용(양은, 인청동, 스테인리스), 저압용(고무)

(4) 경사관식 압력계 2014.5

- ① 정도가 높다.
- ② 미세압 측정용으로 적당하다.

(5) 액주의 구비조건 2013.3

- ① 점도가 낮을 것
- ② 밀도변화가 적을 것
- ③ 모세관현상이 적을 것

6-1. 1차·2차 압력계 구분 ★ 2007.9

(1) 1차 압력계

- ① 액주계(마노미터)식 : U자관, 링밸런스, 경사관식, 수은주 압력계
- ② 자유(부유)피스톤식 : 분동식

(2) 2차 압력계

- ① 부르동관 : 탄성식 압력계
- ② 벨로즈 : 탄성식 압력계
- ③ 다이어프램 : 탄성식 압력계
- ④ 전기저항
- ⑤ 피에조정기 : 급속한 압력 변화 측정 시 이용하는 압력계

6-2. 압력계 성능시험의 종류

- ① 시도시험
- ② 내충격시험
- ③ 내열시험
- ④ 정압시험

6-3. 자유(부유)피스톤식 압력계 ★

① 게이지 압력(P) = $\frac{W_1 + W_2}{A}$

P : 게이지 압력 A : 실린더 단면적

W_1 : 추의 무게 W_2 : 피스톤 무게

- ② 압력 전달의 유체는 오일
- ③ 부르동관 압력계의 눈금 교정 및 연구실용으로 사용한다.

6-4. 다이어프램식 압력계 2008.5 2011.10 2012.3

- ① 저압측정용으로 적합하다.
- ② 측정범위 : 20 ~ 5,000mmH₂O
- ③ 정확성이 높다.
- ④ 감도가 높고 응답성이 좋다.
- ⑤ 부식성 유체의 측정이 가능하다.

7. 온도계 2007.3 2007.5 2007.9 2008.3 2009.3 2009.8 2010.5 2011.10 2012.3 2012.5 2013.9 2014.3 2014.5 2014.9

(1) 온도계의 구분

구분	종류
접촉식 온도계	<ul style="list-style-type: none"> · 열전대 온도계 · 압력식 온도계 · 유리제 온도계 · 저항 온도계 · 바이메탈 온도계
비접촉식 온도계	<ul style="list-style-type: none"> · 광도 온도계 · 광전관 온도계 · 방사(복사) 온도계 · 색 온도계

(2) 더미스트 온도계 2014.5

- ① 전기저항 온도계의 일종이다.
- ② Ni, Cu, Mn, Fe, Co 등을 압축 소결시켜 만든다.
- ③ 소형으로 좁은 장소의 온도 측정에 유리하다.
- ④ 응답이 빠른 감열소자에 이용 가능하다.

(3) 열전대 온도계 ★ 2007.9 2008.3 2009.3 2010.3 2010.9 2013.6 2014.5 2014.9

- ① 원리 : 열기전력에 의한 제백효과를 이용
- ② 기준점점 : 냉점점을 0℃ 유지
- ③ 측정 소자 종류

종류	온도범위	특성
PR(백금-백금로듐)	1,600℃	산화성에 강하고 환원성에 약하다.
CA(크로멜-알루멜)	1,200℃	환원성에 강하고 산화성에 약하다.
IC(철-콘스탄탄)	800℃	환원성에 강하고 산화성에 약하다.
CC(동-콘스탄탄)	400℃	수분에 약하다.

- ④ 특징 : ㉠ 접촉식 온도계 중 가장 고온용으로 사용한다.
 ㉡ 제이베크 효과
 ㉢ 보상도선과 기준점점, 보호관으로 구성되어 있는 온도계
 ㉣ 사용 온도범위가 넓고 가격이 비교적 저렴하다.

- ⑤ 구성요소 : ㉠ 보호관
 ㉡ 열전대
 ㉢ 보상도선
 ㉣ 냉점점
 ㉤ 열점점

- ⑥ 보호관 : ㉠ 금속관(자기관, 석영관, 동관)
 ㉡ 비금속관(카보램던관)

8. 유량계 ★ 2007.3 2008.5 2008.9 2009.3 2009.5 2010.3 2010.5 2010.9 2011.6 2011.10 2012.3 2013.3 2014.5 2014.9

(1) 종류

- ① 유속식 유량계 : 피토관, 임펠라식
- ② 면적식 유량계 : 로타미터, 플로트식(부자식)
- ③ 차압식 유량계 : 오리피스, 플로노즐, 벤츨리관
- ④ 용적식 유량계 : 가스미터, 오벌식, 루트식
- ⑤ 직접식 유량계 : 가스미터
- ⑥ 간접식 유량계 : 오리피스, 벤츨리, 피토관, 로타미터
- ⑦ 전자 유량계
- ⑧ 초음파 유량계

(2) 유속식 유량계

- ① 종류
 - ㉠ 피토관 : · 먼지 · 안개 등이 많은 유체에는 적용 불가능하다.
 · 측정압력은 동압이다.
 - ㉡ 임펠라식

(3) 면적식 유량계

- ① 종류 : 로타미터, 플로트식(부자식)
- ② 압력손실이 작다.
- ③ 고점도 유체 측정 가능하다.
- ④ 슬러지 · 부식성 유체에 적합하다.

(4) 차압식 유량계 2008.9 2009.5 2010.3 2010.9 2011.6 2012.3 2012.9

- ① 원리 : 베르누이 원리를 이용
- ② 종류
 - ㉠ 오리피스 : · 구조가 간단하다.
· 교체가 편리하다.
· 압력손실이 가장 크다.
· 설치장소가 작아도 가능하다.
 - ㉡ 플로노즐 : · 압력손실은 두 번째로 크다.
· 고속 · 고압용으로 사용한다.
 - ㉢ 벤츨리관 : · 압력손실이 가장 작다.
· 정확도가 높다.
· 교체가 어렵다.
· 침전물의 생성우려가 적다.
- ③ 고온 · 고압의 기체 측정이 가능하다.
- ④ 압력 손실이 크다.
- ⑤ 운동하는 유체의 에너지 법칙을 이용한다.
- ⑥ $Re(\text{레이놀드수}) = 10^5$ 이하에서는 유량계수가 무너진다.
- ⑦ 압력 손실 순서(큰 순서대로) : 오리피스 > 플로노즐 > 벤츨리관
- ⑧ 오리피스, 플로노즐, 벤츨리 유량계의 공통점 : 압력강하 측정

(5) 용적식 유량계 2007.5 2009.3 2009.5 2014.5 2014.9

- ① 종류 : 로터리피스톤식, 오벌식, 루트식
- ② 고점도 유체에 적합하다.
- ③ 유체의 물성치에 의한 영향을 거의 받지 않는다.
- ④ 유량계 전후의 직관길이에 영향을 받지 않는다.
- ⑤ 외부 에너지의 공급이 없어도 측정할 수 있다.
- ⑥ 점도가 높거나 점도 변화가 있는 유체에 적합하다.

9. 액면계 2007.9 2013.3 2013.9 2014.3

(1) 구비조건

- ① 부식에 강할 것
- ② 고온 · 고압에 견딜 것
- ③ 연속 측정이 가능할 것
- ④ 원격 측정이 가능할 것
- ⑤ 구조가 간단하고 조작이 용이할 것
- ⑥ 값이 싸고 보수가 용이할 것

(2) 종류

- ① 직접식 액면계 : 직관식, 검척식, 플로트식, 편위식
- ② 간접식 액면계 : 차압식, 기포식, 방사선식, 초음파식, 정전용량식

10. 습도계 ★ 2007.9 2008.5 2008.9 2009.5 2010.3 2011.10 2013.3 2013.9

- ① 절대습도 : 건조공기 1kg와 여기에 포함되어 있는 수증기량
 - ② 상대습도 : 대기 중 존재하는 최대 습기량과 현존하는 습기량의 비율
 - ③ 비교습도(포화도) : 습공기의 절대습도와 동일온도에서 포화습공기의 절대습도의 비
- 상대습도가 0이라는 것은 공기 중에서 수증기가 존재하지 않는 상태를 말한다.

11. 진공계 2013.9

- ① 피라니 진공계
- ② 서미스터 진공계
- ③ 열전대 진공계

12. 가스미터 ★ 2007.3 2007.5 2007.9 2008.5 2008.9 2009.3 2009.5 2009.8 2010.5 2010.9
2011.6 2011.10 2012.3 2012.9 2013.3 2014.3 2014.5 2014.9

(1) 종류

- ㉠ 실측식 : · 건식 가스미터
· 습식 가스미터
- ㉡ 추량식 : · 오리피스식
· 벤츨리식
· 터빈식
· 델타식
· 선근차식

(2) 종류별 특징 2007.9 2009.5 2009.8 2010.3 2010.5 2010.9 2011.10 2013.9 2014.3 2014.9

구분	막식가스미터	습식가스미터	루트형 가스미터
장점	· 가격이 저렴하다. · 유지관리에 시간이 들지 않는다.	· 유량(계량)이 정확하다. · 설치면적이 크다. · 오차변동이 적다.	· 대유량의 가스측정에 적합하다. · 중압의 계량이 가능하다. · 설치면적이 작다. · 소형이다.
단점	· 대용량의 것은 설치면적이 크다.	· 수위조정 등 관리가 필요하다.	· 여과기의 설치가 필요하다. · 설치 후 유지관리가 필요하다.
용도	일반 수용가	기준기용 · 실험실용	대량 수용가
용량범위	1.5 ~ 200m ³ /hr	0.2 ~ 3,000m ³ /hr	100 ~ 5,000m ³ /hr

(3) 선정시 유의사항

- ① 용량에 여유가 있을 것
- ② 계량법에서 정한 유효기간 내에 있을 것
- ③ 액화가스용 일 것
- ④ 외관검사를 실시 할 것

(4) 선정시 고려사항 2009.8

- ① 사용 중 기차변화가 없을 것
- ② 정확하게 계량할 것
- ③ 부착이 간단하고 내압 · 내열성이 좋을 것

(5) 성능 2009.5 2013.9

- ① 기밀시험 : 10kPa
- ② 압력손실 : 0.3kPa
- ③ 사용공차 : 검정공차의 1.5배
- ④ 검정공차 : ±1.5%
- ⑤ 검정 유효기간 : 5년(LP 가스용 : 2년)

(6) 기재사항 2008.9 2009.5 2009.8 2011.6 2011.10 2012.9 2013.6

- ① MAX 1.5m³/hr : 사용최대유량이 시간당 1.5m³
- ② 0.5L/rev : 계량실 1주기 체적이 0.5L

(7) 오차값 2009.3

$$E = \frac{I-Q}{I} \times 100(\%)$$

E : 가스미터 오차

I : 시험용 가스미터 오차

Q : 기준 가스미터의 오차

(8) 가스미터의 고장 종류 원인 2007.3 2008.5 2010.5 2010.9 2012.9 2013.3 2014.9

- ① 부동 : 가스가 가스미터를 통과하나 눈금이 움직이지 않는 고장
- ② 불통 : 가스가 가스미터를 통과하지 않는 고장
- ③ 감도 불량 : 미터치침의 시도에 변화가 나타나지 않는 고장
- ④ 기차 불량 : 기차가 변하면 계량법에 규정된 사용공차를 넘는 고장
- ⑤ 이물질에 의한 불량 : 미터에 가스통과시 가스의 연소상태를 불안정하게 하는 고장
- ⑥ 누설

(9) 가스미터 검정 공차

사용최대유량	검정공차
최대유량 $\frac{1}{5}$ 미만	$\pm 2.5\%$
최대유량 $\frac{1}{5}$ 이상 $\frac{4}{5}$ 미만	$\pm 1.5\%$
최대유량 $\frac{4}{5}$ 이상	$\pm 2.5\%$

12-1. 다이어프램 가스미터의 특징

- ① 가격이 저렴하다.
- ② 일반 가정용에 쓰인다.
- ③ 대용량의 것은 설치면적이 크다.

13. 가스의 분석방법 ★ 2008.3 2008.9 2009.3 2009.8 2010.3 2013.3 2013.9 2014.9

- ① 흡수분석법 : 오르자트법, 험펠법, 게겔법
- ② 화학분석법 : 적정법, 중량법
- ③ 연소분석법 : 폭발법, 완만연소법, 분별연소법
- ④ 기기분석법 : G/C 법, 질량분석법, 적외선분광분석법

13-1. 게겔법 2010.3 2013.6

(1) 흡수액

- ① 아세틸렌 : 옥소수은 칼륨용액
- ② 에틸렌 : 취화수소(HBr)
- ③ 산소 : 알칼리성 피로카를 용액

13-2. 헵펠법 2013.3 2014.3

(1) 성분분석의 순서

· 이산화탄소 → 탄화수소 → 산소 → 일산화탄소

(2) 흡수액

① 이산화탄소 : 30% 수산화칼륨 용액

② 중탄화수소 : 무수황산 25%를 포함한 발연황산

14. 가스크로마토그래피(G/C) 검출기 종류 ★★ 2007.9 2008.3 2008.9 2010.3 2010.5 2011.6 2011.10 2012.3 2014.9

① TCD (열전도도형 검출기) : 가장 많이 사용하는 검출기

② FID (수소염 이온화 검출기) : 가스크로마토그래피를 이용하여 분석하기에 가장 적합한 검출기

③ ECD (전자포획 이온화 검출기) : 니트로화합물 · 유기할로겐화합물을 선택적으로 검출하는 검출기

④ FTD (알칼리 열이온화 검출기) : 유기질소 · 유기인화합물을 선택적으로 검출하는 검출기

⑤ FPD (불꽃 광도 검출기)

⑥ AED (원자 방출 검출기)

⑦ SCD (황화학 발광 검출기)

⑧ TID (열이온 검출기)

15. 흡수분석법 ★★ 2007.3 2010.3 2010.9 2012.5 2013.9

종류	분석순서	흡수제
오르죈트법	$\text{CO}_2 \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{CO} \rightarrow \text{N}_2$	CO_2 : KOH 33%
헵펠법	$\text{CO}_2 \rightarrow \text{C}_m\text{H}_n \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{N}_2$	O_2 : 알칼리성 피로카를 용액 CO : 암모니아성 염화 제1동 용액
게겔법	$\text{CO}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_3\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}$	C_mH_n : 발연황산

16. 충전제 2006.5

① 흡착치환형 크로마토그래피 : 활성탄, 활성알루미나, 물러쿨러시브, 실리카겔

② 분배형 크로마토그래피 : DMF, DMS

17. 독성검지가스 시험지 ★★ 2008.9 2009.3 2009.5 2009.8 2011.10 2012.3 2012.9 2013.3 2013.6 2013.9 2014.3

검지가스	시험지	변색
암모니아(NH_3)	적색 리트머스지	청색
아세틸렌(C_2H_2)	염화 제 1동 착염지	적색
포스겐(COCl_2)	하리슨 시험지	심등색
일산화탄소(CO)	염화파라듐지	흑색
황화수소(H_2S)	연당지	흑색
시아나화수소(HCN)	질산구리 벤젠지	청색
염소(Cl_2)	KI 전분지	청갈색

18. 제어동작 ★ 2007.3 2007.5 2007.9 2008.3 2011.6 2011.10 2012.3 2012.9 2013.6 2013.9

- ① P동작(비례) : ㉠ 부하변화가 작은 프로세스에 이용한다.
㉡ 조작부를 편차의 크기에 비례하여 움직이게 한다.
㉢ 조작량을 제어편차의 변화속도에 비례한다.
㉣ 사이클링(떨림현상)은 없으나 오프셋(잔류편차)을 일으킨다.
㉤ 연속되는 동작이다.
- ② I동작(적분) : ㉠ 비례동작에서 오프셋(잔류편차)이 생길 때 오프셋을 없애기 위한 동작이다.
㉡ 유량·압력 제어에 주로 사용한다.
㉢ 불안정하다.
- ③ PI동작(비례적분) : ㉠ 오프셋(잔류편차)을 없앨 수 있으나 제어시간이 단축되지는 않는다.
㉡ 큰 진동이 발생한다.
- ④ D동작(미분) : ㉠ 출력이 제어편차의 시간에 비례
㉡ 출력변화는 편차의 변화속도에 비례
㉢ 장치의 진동을 억제시키는데 가장 효과적인 제어동작
㉣ 오버슈트를 감소시키는 역할을 하는 동작
- ⑤ PID(비례미분적분) : ㉠ 잔류편차가 없고 응답상태가 좋은 조절 동작에 적절하다.

19. 자동제어 2005.3 2006.5 2007.9 2008.5 2009.3 2009.5 2009.8 2010.5 2010.9 2011.10 2012.3 2013.3

(1) 자동제어계의 시간응답 특성 2005.3 2006.5

- ① 오버슈트 = $\frac{\text{최대 오버슈트}}{\text{최종 목표값}} \times 100(\%)$
- ② 감쇠비 = $\frac{\text{제2 오버슈트}}{\text{최대 오버슈트}}$
- ③ 정상비 : 출력이 일정한 값에 도달한 후의 제어계 특성

(2) 목표치에 따른 자동제어의 분류 2007.9 2008.5 2009.3 2009.5 2010.5 2010.9 2011.10 2012.3 2013.3

- ① 정치제어 : 목표치가 일정한 제어방식
- ② 추치제어
- ③ 캐스케이드제어 : 조절계를 이용하여 설정점을 작동시키게 하는 제어방식
- ④ 시퀀스제어 : 공장자동화에 가장 많이 응용되는 제어방식
- ⑤ 프로그램제어 : 가스크로마토그래피의 오븐 온도제어 등에 사용되는 제어방식

(3) 자동제어의 구성 2011.10

· 액면계 → 전송기 → 조절기 → 조작기 → 밸브

20. 오차 ★★ 2007.3 2007.9 2008.3 2009.3 2010.9 2011.6 2011.10 2012.9 2013.3 2013.6

(1) 오차의 종류

- ① 계량기 오차
- ② 계통적 오차 : ㉠ 측정치의 쓸림에 의하여 발생하는 오차
㉡ 이론(방법)오차, 개인오차, 환경오차, 계기오차
- ③ 우연 오차
- ④ 과오에 의한 오차 : 측정자 부주의로 생기는 오차

(2) 오차율(%)

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

21. 유효환기량 2005.3 2006.5

- 유효환기량(m^3/hr) = $20 \times K \times Q$
- 유효환기량은 이론 폐가스량의 20~40배이다.

22. 가스 시료 채취시 주의사항 2005.3 2006.5

- ① 시료가스 채취관은 수평에서 10° 경사를 유지한다.
- ② 시료가스 배관을 짧게 한다.
- ③ 시료가스의 시간지연을 적게 한다.
- ④ 연소가스 채취는 연소의 중심부에서 실시하고 벽에 가까운 가스는 피한다.

23. 가스크로마토그래피 ★ 2005.3 2006.5 2008.5 2009.5 2011.10 2012.5 2013.6 2013.9 2014.3

(1) 특징

- 적외선 가스분석계에 비해 응답속도가 느리다.

(2) 구성 요소

- ① 분리관
- ② 검출기
- ③ 기록계
- ④ 유속조절기

(3) 구비조건

- ① 재현성이 좋을 것
- ② 시료에 대하여 선형적으로 감응할 것
- ③ 시료를 파괴하지 않은 것

(4) 기체 크로마토그래피 특성 2013.3 2013.9 2014.3

- ① 여러 가스 성분이 섞여 있는 시료가스 분석에 적당하다.
- ② 분리 능력과 선택성이 우수하다.
- ③ 적외선 가스 분석계에 비해 응답속도가 느리다.
- ④ 시료를 이동시키기 위하여 흔히 사용되는 기체는 헬륨(He)이다.
- ⑤ 액체 크로마토그래피보다 분석 속도가 빠르다.
- ⑥ 다른 분석기기에 비해서 감도가 뛰어나다.

24. 가스누출 검지법 2005.3 2006.5

- ① 시험지법
- ② 검지관법
- ③ 생물학적 방법

25. 진공계의 종류 2005.3 2006.5

- ① 전리 진공계 : 전기적 현상을 이용하는 진공계
- ② 열전도형 진공계 : 열전도를 이용하는 진공계
- ③ 맥라우드 진공계 : 수은주를 이용하는 진공계
- ④ 가이슬러고나 진공계 : 방전을 이용하는 진공계

26. 비례대 ★ 2007.3 2010.5 2010.9 2011.10 2013.6 2014.3

$$\text{비례대}(\%) = \frac{\text{측정온도차}}{\text{조절온도차}}$$

27. 기체의 유속 ★★ 2009.3 2010.3 2011.10

$$V = \sqrt{2gH}$$

V : 기체의 유속 (m/s)

g : 중력 가속도 (9.8m/s²)

H : 관의 높이 (m)

28. 열기전력을 이용하는 법칙 2013.6

- ① 균일회로의 법칙
- ② 중간금속의 법칙
- ③ 중간온도의 법칙

29. 안전성 평가서 포함사항 ★ 2012.5

- ① 절차에 관한 사항
- ② 결과조치에 관한 사항
- ③ 기법에 관한 사항

30. 특정설비 중 위험감소를 위해 사용하는 용기 ★ 2014.2회

- 실린더 캐비닛

제 5과목 가스 유체역학

1. 유체

- ① 유체의 정의 : ㉠ 작은 전단력에서 연속적으로 변형되는 물질
㉡ 외부 또는 내부에서 어떤 힘이 작용할 때 유동성을 가지는 액체 또는 기체 물질
- ② 유체의 특징 : ㉠ 분자간 거리가 멀다.
㉡ 분자력이 약하다.
㉢ 활성도가 크다.
㉣ 점성이 있다.
- ③ 정역학 : ㉠ 압축성 유체(Compressible fluid) - 압력에 대해 체적변화가 있다.
㉡ 비압축성 유체(Incompressible fluid) - 압력에 대해 체적변화가 없다.
- ④ 동역학 : ㉠ 압축성 유체(Compressible fluid) - 밀도가 크게 변하는 유체
㉡ 비압축성 유체(Incompressible fluid) - 밀도가 거의 변하지 않는 유체

2. 유체의 단위와 차원 ★

차원	중력단위 [차원]	절대단위 [차원]
길이	m[L]	m[L]
시간	s[T]	s[T]
운동량	N · s[FT]	kg m/s[MLT ⁻¹]
힘	N[F]	kg m/s ² [MLT ⁻²]
속도	m/s[LT ⁻¹]	m/s[LT ⁻¹]
가속도	m/s ² [LT ⁻²]	m/s ² [LT ⁻²]
질량	N s ² /m[FL ⁻¹ T ²]	kg[M]
압력	N/m ² [FL ⁻²]	kg/m · s ² [ML ⁻¹ T ⁻²]
밀도	N · s ² /m ⁴ [FL ⁻⁴ T ²]	kg/m ³ [ML ⁻³]
비중	무차원	무차원
비중량	N/m ³ [FL ⁻³]	kg/m ² · s ² [ML ⁻² T ⁻²]
비체적	m ⁴ /N · s ² [F ⁻¹ L ⁴ T ²]	m ³ /kg[M ⁻¹ L ³]

3. 압축률

$$\cdot \text{압력에 대한 체적의 변화 } \beta = -\frac{\frac{\Delta V}{V}}{P} [\text{m}^2/\text{kgf}] \text{ or } [1/\text{kPa}]$$

$$\Delta V/V = \text{체적의 감소율}$$

- 압력이 증가하면 액체의 체적이 감소한다.

4. 체적탄성계수

- 유체에서 작용한 압력과 길이의 변형률간의 비례상수이며, 체적탄성계수가 클수록 압축하기 어렵다.

5. 음속

$$\cdot a = \sqrt{\frac{k}{\rho}} = \sqrt{kgRT} = \sqrt{kRT}$$

6. 점성계수

① μ : Ns/m^2 , $\text{dyne} \cdot \text{s/cm}^2$, $\text{kgf} \cdot \text{s/m}^2$, $\text{kg/m} \cdot \text{sec}$

② 포아즈(Poise) = $1\text{g/cm} \cdot \text{sec}$, $1\text{dyne} \cdot \text{s/cm}^2$

· $1\text{dyne} = 1\text{g} \cdot \text{cm/sec}^2$

$1\text{N} = 1\text{kg} \cdot \text{m/sec}^2 = 10^5\text{dyne}$

$1\text{cp} = 0.01\text{g/cm} \cdot \text{s}$

· 뉴우튼유체 : 점성법칙이 적용되는 유체

비뉴우튼유체 : 점성법칙이 적용되지 않는 유체

7. 동점도

$$\cdot \nu = \frac{\mu}{\rho} = \frac{\text{점성계수}}{\text{밀도}}, \frac{\text{ML}^{-1}\text{T}^{-1}}{\text{ML}^{-3}} = \text{L}^2\text{T}^{-1} \quad 1\text{stokes}(\text{스토크스}) = 1\text{s} \cdot \text{t} = 1\text{cm}^2/\text{sec}$$

· 점성계수를 밀도로 나눈 값

8. 모세관 현상

$$\cdot \sigma \pi d \cos \beta = h r \frac{\pi D^2}{4}$$

$$\therefore h = 4\sigma \frac{\cos \beta}{rd}$$

· 액면상승 높이는 직경에 반비례한다.

9. 정역학

① 유체속의 한 점의 압력은 같다.

② 면에 수직으로만 작용한다.

③ 밀폐된 용기의 압력은 같은 크기로 전달된다.

[파스칼의 원리]

$$\text{압력} = \frac{\text{힘}}{\text{단면적}}, \quad P = \frac{F}{A} [\text{N/m}^2, \text{kg/m}^2].$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

10. 베르누이 방정식

$$\cdot \frac{P}{\gamma} + Z + \frac{V^2}{2g} = H = \text{일정}$$

정상유동, 비압축성, 마찰 없음(비점성유동), 유선을 따라 흐름
수력구배선(Hydraulic gradient line)

$$= \text{H.G.L} = \frac{P}{\gamma} + Z$$

수력구배선 속도수두 만큼의 차

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \Delta H$$

여기서 ΔH : 손실수두

P_1, P_2 : 압력 [kPa] 또는 [kN/m^2]

Z_1, Z_2 : 높이 [m]

g : 중력가속도 [9.8m/s^2]

γ : 비중량 [kN/m^3]

V_1, V_2 : 유속 [m/s]

11. 충격파

- 초음속에서 아음속으로 흐를 때 압력, 밀도, 온도가 증가
- 압력, 엔트로피는 증가하고 마하수는 감소한다.

$$\text{임계압력 } P^o = P \times \left(\frac{2}{1+K} \right)^{\frac{K}{K-1}}$$

$$\text{임계온도 } T^o = T \times \left(\frac{2}{K+1} \right)$$

$$\text{임계밀도 } \rho^o = \rho \times \left(\frac{2}{K+1} \right)^{\frac{1}{K-1}}$$

12. 레이놀드수

$$\cdot \text{Re} = \frac{Dvp}{\mu}$$

D : 내경 (m)

ρ : 밀도 (kg/m^3)

V : 속도 (m/s)

μ : 점성계수 ($\text{kg/m} \cdot \text{s}$)

13. 추력

- ① 로켓트 $F = \rho Q V$
- ② 제트기 $F = \rho_2 Q_2 V_2 - \rho_1 Q_1 V_1 = \rho Q (V_2 - V_1)$
- ③ 프로펠러 $F = \rho Q (V_4 - V_1)$

여기서 F : 추력(kgf)

ρ : 밀도(kgsec²/m⁴)

V : 유량(m³/sec)

14. 뉴우튼의 점성법칙

$$\cdot F = \mu A \frac{dV}{dy} \quad z = \frac{F}{A} = \mu \frac{dV}{dy}$$

- ① 1poise = 1dyne · sec/cm² = 10⁻¹N · sec/m²
= (1/98)kg · sec/m²

② 마찰력은 속도와 면적에 비례한다.

③ 점성은 온도만의 함수 기체온도 상승시 점도증가, 액체온도 저하시 점도증가

- 층류 : 전단응력은 원관내에 유체가 흐를때 중심선에서 0이고, 선형분포에 비례하여 변화한다.
- 난류 : 전단응력은 점성계수와 속도구배에 비례한다.

15. 연속방정식

$$\cdot m = \rho_1 A_1 V_1 = \rho_2 A_2 V_2$$

m : 질량유량(kg/s)

AV : 체적유량(m³/s)

A : 단면적(m²)

V : 유속(m/s)

r : 밀도(kg/m³)

16. 달시-바이스마하 (Darcy-Weisbach) 방정식

$$\cdot h = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

h : 마찰손실수두(m)

f : 마찰계수

L : 길이(m)

v : 유속(m/s)

g : 중력 가속도(9.8m/s²)

D : 내경(m)

17. 압축성 유동

· 유체의 속도(V)를 음속(a)에 대하여 분류하여 보면,

- ① 아음속 유동 $V < a$
- ② 음속 유동 $V = a$
- ③ 초음속 유동 $V > a$

18. 개수로의 유동속도와 기본파의 진행속도에 대한 분류 ★ 2012.5

- ① 아음속 유동 $V < \text{기본표면파}$
- ② 음속 유동 $V = \text{기본표면파}$
- ③ 초음속 유동 $V > \text{기본표면파}$

19. 위어 개수로 유량측정

- ① 전폭위어 $Q = kbH^{\frac{2}{3}}$
- ② 4각위어 $Q = kbH^{\frac{2}{3}}$
- ③ 3각위어 $Q = kH^{\frac{5}{2}}$

H : 수두

b : 쪽

k : 상수

20. 유선 · 유적선 · 유맥선

- ① 유선 : 유체의 접선방향과 입자의 속도방향이 그려진 연속적인 선
 - ② 유적선 : 한 유체의 입자가 일정기간내에 움직인 경로
 - ③ 유맥선 : 공간내의 한점을 지나는 모든 입자들의 순간경로
- 정상류 \rightarrow 유선 = 유적선 = 유맥선

21. 항력과 양력

- ① 항력 : 유동하는 유체속에 유동속도와 평행방향으로 물체에 작용하는 힘

$$D = \frac{C \times (A \times V_p^2)}{2}$$

D : 항력($\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$)

C : 항력계수(무차원수)

A : 면적(m^2)

V : 유동속도(m/s)

p : 밀도(kg/m^3)

② 양력 : 유동속도와 직각방향으로 받는 힘

$$L = \frac{C \times (A \times V_p^2)}{2}$$

D : 양력 ($\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$)

C : 양력 계수 (무차원수)

A : 면적 (m^2)

V : 유동속도 (m/s)

p : 밀도 (kg/m^3)

22. 정상 유동과 비정상 유동

① 정상유동 (steady flow)

$$\frac{\partial q}{\partial t} = 0, \quad \frac{\partial p}{\partial t} = 0, \quad \frac{\partial T}{\partial t} = 0$$

T : 온도 ($^{\circ}\text{C}$)

p : 압력 (kPa)

q : 밀도 (kg/m^3)

t : 시간 (sec)

② 비정상유동 (unsteady flow)

$$\frac{\partial q}{\partial t} \neq 0, \quad \frac{\partial p}{\partial t} \neq 0, \quad \frac{\partial T}{\partial t} \neq 0$$

T : 온도 ($^{\circ}\text{C}$)

p : 압력 (kPa)

q : 밀도 (kg/m^3)

t : 시간 (sec)

23. 균속도 유동과 비균속도 유동

① 균속도 유동 : 공간상에서 유체의 속도가 일정한 흐름

$$\frac{\partial V}{\partial S} = 0, \quad \frac{\partial V}{\partial T} = 0$$

② 비균속도 운동 : 공간상에서 유체의 속도가 일정하지 않은 흐름

$$\frac{\partial V}{\partial S} \neq 0$$

24. 표면장력

$$\cdot \text{표면장력} = \frac{\text{자유표면에너지}}{\text{생성된 자유표면면적}} = (\text{넓히는데 필요한 힘}) \times \frac{(\text{거리})}{(\text{길이} \times \text{거리})} = \frac{\text{넓히는데 필요한 힘}}{\text{길이}}$$

- 액체와 공기의 경계면에서 액체분자의 응집력이 액체분자와 공기분자 사이에 작용하는 부착력보다 크게되어 액체표면적을 축소시키기 위해 발생하는 힘을 말한다.

25. 부력

$$\cdot G = rV + W$$

G : 공기의 무게

W : 유체중의 무게

rV : 부력

- 정지된 유체에 잠겨있거나 떠있는 물체가 유체에 의해 수직상방으로 받는 힘을 말한다.

26. 최대속도

$$\cdot \text{원관} : \frac{V_{\max}}{V} = 2, \quad \text{평행평판} : \frac{V_{\max}}{V} = 1.5$$

V : 평균속도

V_{\max} : 최대속도

$$\cdot \text{초음속일 때 } \frac{a}{V} = \sin \theta$$

V : 물체의 속도

a : 음속

$\sin \theta$: 마하각

27. 유속

$$\cdot V = \sqrt{2gH}$$

H : 동압(전압 - 정압)

$$V : \sqrt{2g\left(\frac{s' - s}{s}\right) \times \Delta h}$$

s' : 마노미터의 비중

s : 유체의 비중

28. 무차원수의 종류

명칭	물리적 의미	유동 형태
레이놀드(Reynolds)수	관성력/점성력	모든 유체운동
프루드(Froude)수	관성력/중력	자유 표면운동
마하(Mach)수	관성력/탄성력	압축성 유동
코우시스(Cauchy)수	관성력/탄성력	압축성 유동
웨버(Weber)수	관성력/표면장력	표면장력
오일러(Euler)수	압축력/관성력	압력차에 의한 유동

29. 폴리트로픽 지수와 이상기체의 상태량

· $PV^n = C$ 에서

$n = 0$ 이면 정압과정

$n = 1$ 이면 등온과정

$n = k$ 이면 단열과정

$n = \infty$ 이면 정적과정

[필기형 대비] 꼭 알아야 하는 내용 ★★

- 석탄가스 : CH_4 및 H_2 를 주성분으로 하는 가스 2009.5
- 수소 : 연소속도가 가장 빠른 기체 2009.5 2012.5
- 연소 부하율(화격자 열발생률) : 연소실의 시간당 단위체적당 열발생률($\text{kcal}/\text{m}^3 \cdot \text{hr}$) 2009.8
- 연소율(화격자 연소율) : 단위면적 시간당 연소하는 연료의 중량($\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$) 2006.3
- 기체상수(R) = 정압비열(C_p) - 정적비열(C_v) 2010.3
- 정압비열(C_p) > 정적비열(C_v) 2012.3
- 단열 가역변화에서 엔트로피는 불변 2010.3
- 배기가스를 하는 목적 : 공기비 계산 2010.5
- 기체 연료의 정상연소속도 값 : $0.1 \sim 10 \text{m/s}$ 2010.9
- "착화온도가 80°C 이다 " : 80°C 로 가열하면 공기 중에서 스스로 연소한다. 2010.9
- $(\text{CO}_2)_{\text{max}}$ 란? 이론 공기량으로 연소시켰을 때의 값을 말한다. 2010.9 2011.6
- $(\text{CO}_2)_{\text{max}}\%$ 는 공기비(m)가 1인 경우를 말한다. 2011.3
- 이상기체를 가열하면 : 압력 증가, 온도 상승 2010.9 2012.5
- 아세톤, 톨루엔, 벤젠이 4류 위험물로 분류되는 이유는? 공기보다 밀도가 큰 가연성 증기를 발생시키므로
- 물리적 폭발은 ? 압력폭발 2011.10
- 유효수소란 ? $\text{H} - \frac{\text{O}}{8}$ 2011.10
- 증발연소시 발생하는 화염 : 확산화염 2012.3
- 연소시 검댕이 많이 발생하는 순서 : 나프탈렌계 > 벤젠계 > 올레핀계 > 파라핀계 2012.3
- 증기 속에 수분이 많으면 : 증기배관 및 장치부식이 일어난다. 2003.5 2012.5
- 시강특성에 해당하는 것 : 온도 압력 물분율 2012.9
- 일반기체상수의 단위 : $\text{kgf} \cdot \text{m}/\text{kmol} \cdot \text{K}$ 2013.6
- 고체 가연물을 연소할 때 나타나는 연소형태 : 표면연소 \rightarrow 분해연소 \rightarrow 증발연소 2013.9

- 연소범위에 대한 온도의 영향 : 온도가 낮아지면 방열속도가 빨라져서 연소범위가 좁아진다. 2014.3
- 압력 증가시켰더니 폭발범위가 좁아지다가 다시 넓어지는 가스 : 수소 2014.3
- 액체연료의 인화점 측정방법 : 타그법, 펜스키 마르텐스법, 에벨펜스키법 2014.3
- 분자의 운동상태와 분자의 집합상태에 따라 달라지는 에너지 : 내부에너지 2014.5
- 연소가스의 기준 : 건연소
- 발열량의 기준 : 저위발열량
- 염화메틸(CH_3Cl) 제조시 반응온도 : 400°C 2002.3 2010.3
- 500°C 이상의 고온·고압가스 설비에 적당한 재료 : 크롬강 2002.3 2007.3
- 크리프가 높은 합금 : 티타늄 합금 2002.5
- 카보닐 생성금속 : 코발트(Co), 철(Fe), 니켈(Ni) 2002.5
- 카보닐 방지·내 마멸성·내식성 부여하기 위해 첨가하는 금속 : 크롬(Cr) 2002.5
- 가스 계량기 설치높이 : 1.6m 이상 2m 이내 2002.5 2007.9
- 안전 밸브 가스 방출관의 설치높이 : 지상에서 5m 이상의 또는 저장탱크의 정상부로부터 2m 이상 중 높은 위치 2006.3 2007.9 2011.10
- 탄산가스(CO_2)의 흡수제 : 가성소다(NaOH)용액 2002.5
- 금속 박 판을 사용한 탱크 : 금속제 멤브레인 탱크 2002.9 2014.3
- 안전밸브 작동압력 : $F_p \times \frac{5}{3} \times \frac{8}{10}$ 2002.9 2005.5
- 안전밸브의 호칭 지름은 20mm 이상으로 하여야 한다. 2002.9
- 가장 높은 진공을 얻을 수 있는 펌프 : 분사펌프 2003.3
- 가스명칭 표시 색상 : 붉은 글씨 2003.3
- LPG용 1단감압식 저압조정기 조정압력범위 : $230\text{mmH}_2\text{O} \sim 330\text{mmH}_2\text{O}$ 2003.3
- 1단 감압식 저압조정기 입구압력범위 : $0.07 \sim 1.56(\text{MPa}) = 0.7 \sim 15.6(\text{kg}/\text{cm}^2)$ 2004.3
- 1단 감압식 준저압조정기 조정압력범위 : $5\text{kPa} \sim 30\text{kPa}$ 이내에서 설정한 기준압력의 $\pm 20\%$ 2013.9

- 2단 감압식 1차용 조정기 조정압력범위 : 57~ 83kPa 2011.3
- 2단 감압식 1차용 조정기 입구압력범위 : 0.1~ 1.56MPa 2013.3
- 자동절체식 분리형 조정기의 입구압력범위 : 0.1~ 1.56MPa 2005.3
- 자동절체식 일체형 저압조정기의 조정압력 : 2.55~ 3.3kPa 2007.5
- 응축온도 일정할 때 증발온도가 높을수록 성적계수는 : 증가 2003.3
- 고온변성 촉매로 사용하는 것은 : 산화철-산화크롬계 촉매 2003.5
- 도시가스의 원료 중 전처리를 필요로 하는 것은 : 천연가스 2003.5
- 다기능 가스 안전계량기는 압력이 얼마가 되면 가스를 차단하는가? 60mmH₂O 2003.5
- 염소 가스의 기화능력(kg/hr)이 얼마일 때인가? 50~ 80kg/h 2003.5
- 냉동기의 냉매로서 부적당한 물질은 : 펜탄가스 2003.5
- 충전용기는 충전량이 얼마인 상태를 말하는가? $\frac{1}{2}$ 이상 2007.9
- 잔가스용기는 충전량이 얼마인 상태를 말하는가? $\frac{1}{2}$ 미만 2004.3
- 가스의 공급이 중단되는 것을 방지하기 위해 설치하는 것은? 수취기 2004.3
- 정밀도가 높아 소유량 고양정에 매우 좋고 보일러 급수용으로 쓰이는 펌프는 : 웨스코펌프 2004.5
- 방류독 설치목적은 : 액상의 가스가 누출된 경우 그 가스의 유출을 방지하기 위하여 2004.9
- 양극부가 부식이 되는 현상 : 갈바닉 부식 2004.9
- 유체의 압력이 하강함과 동시에 온도가 변화하는 현상 : 주울-톰슨 효과 2004.9 2009.8
- LiBr-H₂O 계 냉동기에서 가스가 사용되는 곳은 : 재생기 2004.9 2009.3
- 정상연소 중에 불꽃이 꺼졌을 때 신속히 가스차단하여 누출을 방지하는 장치는 : 플레임로드식 2008.3 2012.5
- 배관 신축 이음의 허용 길이가 가장 작은 것은 : 벨로즈형 2006.3
- 배관 신축 이음의 허용 길이가 가장 큰 것은 : 루프형
- 양정이 높을 때 사용되는 펌프는 : 다단펌프 2006.3

- 유량이 증가 시 사용되는 펌프는 : 양흡입펌프
- 관경이 큰 관과 작은 관을 연결할 때 사용하는 것은 : 리듀서(Reducer) 2010.5 2011.3
- 비등점 차이를 이용하여 산소와 질소로 분리하여 산소를 채취하는 장치는 : 정류기 2006.5
- 두 층 이상으로 벗겨지기 쉬운 것은 : 라미네이션(Lamination) 2006.5
- 온수가열식 기화기 : 온수온도 80℃ 이하 2008.3
- 증기가열식 기화기 : 온수온도 120℃ 이하
- $\eta = \frac{L_e}{L_i}$ 로 나타낼 수 있는 효율은 : 기계효율 2007.3
- CO₂ 가스 흡수제는 : NaOH 2007.3
- 냉간가공과 열간가공을 구분하는 기준이 되는 온도는 : 재결정온도 2007.3
- LPG 저장탱크와 가스충전 장소 사이에 반드시 설치해야 하는 것은 : 방호벽 2007.5 2014.5
- 압력이 9.8MPa이상인 압축가스 용기 충전시 압축기와 그 충전장소 사이에 설치하는 것은 : 방호벽 2008.5
- 고압가스 설비의 압력계의 최고 눈금은 : 상용압력의 1.5배 이상, 2배 이하 2008.5
- 산소용기를 보관하는 저장실의 온도는 : 약 몇 40℃ 이하로 유지한다. 2008.5
- 펌프의 공동현상을 검토할 때 사용되는 것은 : NPSH 2008.5
- 왕복식 압축기에서 소비되는 압축 일의 크기는 : 등온압축 < 폴리트로픽 압축 < 단열압축 2008.5
- 긴급이송설비에 의해 이송되는 가스를 안전하게 연소시킬 수 있는 안전장치는 : 플레어스택 2008.9
- 가스켓에 의하여 기밀이 유지되는 관이음은 : 플랜지이음 2009.3
- 탄소의 함유량이 증가함에 따라 감소하는 성질은 : 충격값 2009.5
- 탄소의 함유량이 증가함에 따라 증가하는 성질은 : 비열 2009.3
- 구리+주석=청동 구리+아연=황동 2009.5 2009.8 2011.3
- 부취제의 주 목적은 : 냄새가 나게 하는 것 2010.3
- 용기 충전구에 “V” 홈의 의미는 : 원나사를 나타낸다. 2010.5

- 황산염 환원 박테리아 번식하는 토양에서 부식방지 방식전위는 : $-0.95V$ 이하 2011.3
- 황산염 환원 박테리아 번식하지 않는 토양에서 배관의 방식전위는 : $-0.85V$ 이하 2011.10
- 압력조정기 고무의 재료는 NBR의 성분의 함량이 몇 % 이상? 50% 2011.3
- 저장탱크에서 초저온의 LNG와 접촉하는 내부 바닥 및 벽체에 사용되는 재료는 : 멤브레인 2011.6
- 일산화탄소(CO)에 의한 카르보닐 생성시키는 금속은 : 코발트(Co) · 철(Fe) · 니켈(Ni) 2011.10
- 배관을 통해 압력을 변경하여야 할 지점마다 설치되는 시설은 : 정압기 2011.10
- 가스 압력이 부족하게 될 때 사용하는 가스공급 시설은 : 압송기 2013.9
- 카플러 안전기구와 과류차단 안전기구가 부착된 콕은 : 상자콕 2012.3
- 보일러 입구 또는 실내 저압 배관부에 주로 사용되는 호스는 : 금속플렉시블호스 2012.5
- 자분탐상시험을 한 경우 결함자분모양의 길이가 몇 mm를 초과한 경우 불합격으로 하는가? 4mm 2012.5
- 고압식 액체산소 분리장치에서 원료 공기는 몇 atm까지 압축되는가? 150~ 200atm 2012.5
- 고압가스 설비에 설치하는 압력계의 최고눈금은 : 상용압력의 1.5배 이상, 2배 이하 2013.3
- 지표면의 비저항보다 깊은 곳의 비저항이 낮은 경우 적용하는 양극설치법은 : 심매전극법 2013.9
- 에어줄 용기의 내용적은 : 1L 이하 2012.9 2014.3
- 전열 온수식 기화기에서 사용되는 열매체는 : 물 2014.3
- 자동절체식 조정기에서 사용측과 예비측 용기의 밸브 개폐방법은 : 사용측 예비측 밸브 전부 연다 2014.3
- 특정고압가스이면서 독성가스인 것은 : 액화암모니아 · 액화염소 2011.10
- 액화가스 충전용기 운반 시에 세워서 적재하는 가장 큰 이유는? 이상 압력이 발생할 수 있기 때문 2007.5
- 내부에 액면 요동을 방지하기 위하여 설치하는 것은? 방파판 2007.9 2012.3
- 액화석유가스를 충전하는 때에는 저장탱크 내용적의 몇%를 넘지 아니하여야 하는가? 90% 2007.9 2013.9
- 반도체식 경보기의 검지부는 어떤 원리인가? 검지부 표면에 가스가 접촉시 전기전도도가 변화하는 원리
- 체계적이고 종합적인 안전관리체계를 의미하는 것은? SMS 2007.9 2008.3
- 알코올 온도계의 특징은? 저온측정에 적합하다. 2014.9
- 시설기준 중 검사설비에 해당하는 것은? 구조시험설비 2008.3

- 저장 탱크 지하에 매설 시 저장탱크 주위에 무엇으로 채워야 하는가? 모래 2008.5
- 충전용 호스의 끝에 반드시 설치하여야 하는 것은? 정전기 제거장치 2008.9 2012.3
- 압축기 최종단에 설치된 안전밸브 점검주기는? 1년에 1회 이상 2009.3
- 전가스 소비량은 표시치의 얼마 이내이어야 하는가? $\pm 10\%$ 2009.5
- 라인마크 최소 설치간격은? 50m 2010.3
- 가스홀더와 배관과의 접속부 부근에 설치하여야 할 안전장치는? 가스차단장치 2010.3
- 에어줄 제조시 금속재 용기의 두께는? 0.125mm 이상 2010.3
- 배관의 굴곡허용 반경은 외경의 몇 배? 20배 이상 2010.5
- 과압안전장치를 설치하여야 하는 액화가스의 저장능력 기준은? 300kg 이상 2010.9
- 액화석유가스 저장탱크의 폭발방지 장치로 사용되는 금속은? 알루미늄 2010.9
- 압축기와 가스 충전용기 보관 장소 사이의 벽을 방호벽 구조로 해야 하는 압력은? 9.8Mpa 이상 2011.3
- 노후시설은 최초 완성검사 받은 날부터 얼마를 경과한 시설인가? 15년 2011.3
- 아세틸렌가스 충전용기 보관장소에 파열을 방지하기 위해 설치해야 하는 것은? 살수장치 2011.3 2013.9
- 눈 세척에 사용하는 약품은? 희붕산용액 2011.6
- 프로판가스의 폭굉 범위(vol %)는? 3.2~ 37% 2011.10
- “침상재료”는 무엇인가? 배관에 작용하는 하중을 수직방향 및 횡방향에서 지지하고 하중을 기초 아래로 분산하기 위한 재료를 말한다. 2011.10
- 액화석유가스 저장탱크에 가스 충전시 액체부피가 내용적의 90%를 넘지 않도록 규제하는 이유는? 액체팽창으로 인한 압력상승을 방지하기 위하여 2011.10
- 냄새판정을 위한 시료의 희석배수는? 500배, 1000배, 4000배 2012.5
- 폭발방지장치는 저장능력 몇 톤 이상인 저장탱크에 설치하는가? 10톤 이상 2012.9
- 정기점검 실시 후 작성한 기록은 몇 년간 보존하는가? 2년 2012.9
- 충격·밸브의 손상을 방지하기 위한 조치를 하지 않아도 되는 용기의 내용적 기준은? 5L이하 2012.9
- LPG에 공기를 혼합하는 주된 이유는? 재액화 방지와 발열량 조정 2012.9

- 합격표시를 각인으로 하여야 하는 것은? 배관용 밸브 2012.9
- 기밀성능의 기준은? 1.86Mpa 이상의 불활성 기체로 10분간 유지하였을 때 이상이 없어야 한다. 2013.3
- 액화석유가스 수송배관 온도는 항상 몇℃ 이하를 유지해야 하는가? 40℃ 이하 2013.5
- 액화가스의 배관에 반드시 설치해야 하는 장치는? 온도계, 압력계 2013.5
- 질소의 누출여부를 확인하는 가장 안전한 방법은? 비눗물을 사용한다. 2013.9
- 저장탱크의 내용적이 몇 m³ 이상일 때 가스방출장치를 설치하는가? 5m³ 2014.3
- 안전평가 전문가의 구성은? 공정운전 전문가, 안전성평가 전문가, 설계 전문가 2014.3
- 캐리어 가스(운반기체)의 종류는? 헬륨(He), 질소(N₂), 수소(H₂), 아르곤(Ar) 2007.5 2014.9
- 회전자식 가스미터는? 루트미터 2007.3 2012.3
- 가스의 굴절을 차를 이용하여 가스 농도를 측정하는 검출기는? 간섭계형 2007.5 2009.8
- 감도 유량의 의미는? 가스미터가 작동하기 시작하는 최소유량 2007.5
- 목표치가 임의의 변화를 하는 제어는? 추치제어 2007.9
- 가스미터 출구 측 배관을 수직배관으로 설치하지 않는 이유는?
수분응축으로 밸브의 동결을 방지하기 위하여 2007.9 2008.3
- 물질의 유전율을 이용하는 액면계는? 정전용량형 액면계 2008.3
- 공차란? 계량기 고유 오차의 최대 허용한도 2008.5
- 회전수로 가스유량을 측정하는 기구는? 습식가스미터 2008.5
- 정도가 가장 높은 가스미터는? 습식가스미터 2008.9
- 람베르트-비어의 법칙을 이용한 분석법은? 분광광도법 2008.9
- 방사고온계에 적용되는 이론은? 스테판-볼츠만 법칙 2008.9
- 전자유량계의 원리는? 패러데이의 전자 유도법칙 2009.3 2010.3 2011.10 2014.9
- 오리피스 유량계의 원리는? 베르누이의 원리 2013.6
- 주로 기체연료의 발열량을 측정하는 열량계는? Junker 열량계 2010.3 2012.3
- 산포(흩어짐) 작음 정도를 나타내는 것은? 점밀성 2009.5

- 유체에너지를 이용하는 유량계는? 터빈유량계 2009.5
- 기전력을 이용하여 분석하는 계측기기는? 세라믹 O₂계 2009.8
- 베타입자를 이용하여 시료의 양을 측정하는 검출기는? 전자포획 검출기(ECD) 2010.3
- 황화합물과 인화합물에 대해 선택성이 높은 검출기는? 염광광도 검출기(FPD) 2010.3 2013.3
- 촉온저항체로 사용되는 것은? Ni, Pt, Cu 2010.5
- 니켈 저항 촉온체의 측정온도 범위는? -50~ 150℃ 2013.3
- 아르키메데스의 원리를 이용한 액면측정 방식은? 편위식 2010.5 2011.6
- 가연성가스 검지 방식으로 적합한 것은? 접촉연소식 2010.9
- 바이메탈 온도계에 사용되는 변환 방식은? 기계적 변환 2011.6
- 표준진공계로 사용되는 것은? 맥라우드 진공계 2011.6
- 화학반응을 이용한 측정 방법은? 연소열법 2011.10
- 유황분 정량시 표준용액으로 적절한 것은? 수산화나트륨 2011.10
- 가스 자기성을 이용하여 검출하는 분석기기는? 산소(O₂)계 2012.3
- 선택성이 우수하고 연속분석이 가능한 가스분석 방법은? 적외선법 2012.5
- dial gauge는 무슨 측정 방법인가? 비교측정 2012.5
- 파이프나 조절밸브로 구성된 계는 어떤 공정인가? 유동공정 2012.9
- Block 선도의 등가변환에 해당하는 것은? 전달요소 치환, 인출점 치환, 병렬 결합, 피드백 결합 2012.9
- 피드백 자동제어에서 목표값과 제어량이 같을 때 불필요한 것은? 피드백 요소 2013.6
- 나프탈렌의 분석에 적당한 분석방법은? 가스크로마토그래피법 2013.6
- 실내의 습도조절용으로 많이 이용되는 습도계는? 모발 습도계 2013.6
- 유체의 밀도 측정에 이용되는 기구는? 피크노미터 2013.9
- 압력계 교정 또는 검정용 표준기로 사용되는 압력계는? 기준 분동식 2014.3
- 가연성가스 또는 산소를 운반하는 차량에 휴대하여야 하는 소화기는? 분말소화기 2014.9
- 공칭저항치라는 것은 몇 °C 의 온도일 때 저항소자의 저항을 의미하는 것은? 0°C 2014.9

[필답형 대비] 꼭 알아야 하는 내용 ★★

- 액화석유가스의 가스용품 중 열림방향이 시계바늘 반대방향으로 하지 않아도 되는 콕의 명칭은?
주물연소기용 노즐콕 2013.4회
- 가스용품 중 세이프티 커플링에서 암수 커플링의 설치 위치는? 2014.1회
암커플링은 호스가 분리 되었을 경우 자동차 충전구 쪽에 설치하고, 슛커플링은 충전기 쪽에 설치한다.
- LPG 자동차 충전기 충전호스의 길이와 호스의 끝에 설치해야 할 장치는?
5m 이내 / 정전기제거장치
- SNG의 정의와 주성분은? 대체(합성) 천연가스 / 메탄(CH₄) 2004.5 2008.5 2009.3 2008.2회 2013.2회
- 암모니아와 CO₂가 만나면 안되는 이유는? 2013.2회
 - ① 반응식 : $2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
 - ② 탄산암모늄((NH₄)₂CO₃)이 생성되어 장치 부식의 원인이 된다.
- 전기·열에너지를 보일러 및 외부전력 회사의 수전에 의존하지 않고 자체발전 시설을 이용하여 1차적으로 전력 생산 후 배출열을 회수하여 이용하는 고효율의 에너지 기술은? 열병합발전 시스템 2013.2회
- 내진 설계시 제2종 독성가스의 정의는? 2014.1회
염화수소, 삼불화붕소, 불화수소, 브롬화메틸, 황화수소와 그 밖에 허용농도가 1ppm 초과 10ppm 이하 인 것
- 구형홀더의 부속장치는? 압력계, 안전밸브, 드레인밸브
- 액체가스 누출시 다른 곳으로 유출하는 것을 방지하기 위하여 설치하는 설비는? 방류독
- 가스기구에서 노즐로부터 분출하는 가스량과 그의 발열량을 곱해서 얻어지는 값은? 인풋
- 가스용 폴리에틸렌관(PE관)의 최고사용압력(MPa)은? 0.4Mpa
- BLEVE를 방지하기 위해 설치하는 소방설비는? 물분무장치, 살수장치
- 연소한계가 온도에 미치는 영향은? 일반적으로 온도가 높을수록 연소한계가 넓어진다. 2007.1회
- 분젠식 연소기에서 불꽃의 이상 연소현상은? 선화, 역화, 옐로우탑
- 방사선 검사시 방사선원으로 사용되는 물질은? 192LR(이리듐), 60Co(코발트)
- 수소가 검출되는 가스의 검지농도는 몇 % 이하인가? 1%이하
(가연성가스의 검지농도는 폭발하한의 $\frac{1}{4}$ 이하이므로 $4 \times \frac{1}{4} = 1\%$ 이하)
- 최고 사용압력이 고압 또는 중압인 배관에서 방사선 투과 시험에 합격된 배관은 수소가스를 사용 시 가스 농도가 몇 %이하에서 작동하는 가스 검지기를 사용하여야 하는가? 0.2%이하
- 가연성 가스의 위험등급 및 폭발등급의 최소점화전류비의 범위 기준이 되는 가스는? 메탄(CH₄)

- 연소범위가 1.8~ 100%이고 무색· 무취 /자연발화 /공기보다 무거운 기체는? 모노실란(SiH_4) 2010.5
- 무색 /독성가스 /분자량77 /마늘냄새 /납산배터리 제조용 가스는? 아르신(AsH_3)
- 독성· 불연성가스 / 염료· 농약· 살충제 제조용 가스는? 포스겐(COCl_2)
- 수산화제2철과 황화수소와의 반응식은? $2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{Fe}_2\text{S}_3 + 6\text{H}_2\text{O}$
- 가스보일러 시공후 시공자를 알 수 있고 시공내력도 기재되어 있도록 만든 것은? 시공표지판
- 산화에틸렌 충전 시 불활성기체로 압입해야 하는 가스는? 질소(N_2), 이산화탄소(CO_2) 2007.1회
- 산소 압축기에서 사용할 수 없는 윤활제는? 유지류, 석유류
- 도시가스 지하매설배관의 위치를 확인할 수 있도록 설치하는 것은? 라인마크, 보호포
- 고압가스 제조설비에서 누출된 가스의 확산을 방지하는 조치 중 저장탱크를 건축물로 덮는 등 콘크리트 등으로 확산을 방지하여야 하는 독성 가스는? 염소(Cl_2), 포스겐(COCl_2)
- 정전기 제거장치를 단독으로 설치해야 하는 설비는? 탭류, 벤트스택, 열교환기
- 고압가스설비 내의 압력이 상용압력을 초과하는 경우, 즉시 그 압력을 상용압력 이하로 되돌려 보낼 수 있는 안전장치는? 스프링식 안전밸브, 파열판, 자동압력 제어장치, 릴리프 밸브
- 차량에 고정된 탱크에는 상온에서 탱크에 충전하는 당해가스의 최고액면을 정확히 측정할 수 있도록 사용해야 하는 액면계는? 슬립튜브식 액면계, 차압식 액면계 2008.2회 2008.3회
- 가스용 폴리에틸렌관의 온도가 40℃ 이상일 때 설치 가능한 기준은? 2009.2회
파이프 슬리브 등을 이용하여 단열조치를 하여야 한다.
- 폭굉유도거리(DID)란? 최초의 완만한 연소가 격렬한 폭굉으로 발전하는 때까지의 거리 2009.3회
- 최근 차세대 대체연료로 주목받고 있으며, 극지방과 심해저 등에서 수소결합을 하는 고체의 격자 속에 가스가 조립된 결합체로 존재하는 얼음과 같은 고체상태의 가스연료는? 메탄 하이드레이트 2009.3회
- 연료전지의 제조소에 갖추어야 할 검사설비는? 전압측정기, 전류측정기
- 반밀폐식 온수보일러에서 반드시 필요한 장치는? 급기구, 배기통 2009.3회
- 개방형 연소기를 설치한 실에 필요한 장치는? 환풍기, 환기구
- 탱크의 파열을 방지하기 위한 폭발방지제의 열전달 매체 재료는? 다공성 벌집형 알루미늄합금박판
- 단열재로 사용하는 재료는? 경질폴리우레탄폼, 필라이트, 폴리염화비닐폼 2010.3회
- 탱크로리와 저장탱크 사이를 연결하여 LP 가스를 저장탱크로 이송시키는 금속 배관은? 로딩암

- 특정설비제조자가 저장탱크에서 수리할 수 있는 범위는? 저장탱크 몸체의 용접
- LNG 또는 석유로부터 수소를 제조하는 방법은? 수증기개질법, 부분산화법
- 공사계획 승인대상에 해당하는 설비의 설치공사는? 압송기, 정압기, 가스홀더
- 단위 W의 의미는? 부속품을 포함하지 않은 용기의 질량(kg)을 말한다.
- 비파괴 검사법 중 가장 신뢰성 있는 검사법은? 방사선투과검사(RT) 2012.1회
- 압축기나 펌프에 전달되는 진동과 관의 신축을 흡수역할 하는 설비는? 플렉시블 조인트
- 배관에 설치하며 관의 신축을 흡수역할 하는 설비는? 신축 조인트
- 정전기 제거설비유지를 위해 검사하는 항목은? 인입전류, 인입전압, 출력전압
- 세라믹 버너를 사용하는 경우 갖추어야 할 장치는? 거버너
- 긴급분리장치는 수평방향으로 당길 때 분리되는 힘은 몇 N인가? 666.4N 미만
- 고속디젤기관의 기본 사이클은? 사바테 사이클
- 피복에 의한 방식법은? 강관에 아연을 피복하는 경우
- 가스용 폴리에틸렌관의 최고사용압력은? 0.4Mpa
- 스프링식 안전밸브 기밀성능압력은? 0.6Mpa이상
- 부압방지 설비는? 압력계, 압력경보설비, 균압관
- 분당누설량(ml) = $50(ml) \times \frac{\text{호칭지름}(mm)}{25(mm)}$
- 도시가스 배관 매설시 하중을 분산시켜주고 도로 침하방지 위해 포설하는 재료는? 되메움재료
- 도시가스 배관을 지하에 매설시 배관의 매설심도를 확보할 수 없는 경우 설치하는 시설물은? 보호판
- 고압에 견딜 수 있고 진동에도 완충효과를 가지며 곡률반경이 관경의 6배 정도로 시공하는 신축 흡수 조치 방법은? 루프이음
- 장치를 부식시키는 황화합물은? 황화수소(H_2S)
- 삼각기(적색바탕 · 황색글씨) 2012.5
- 차량에 고정된 독성가스 탱크의 내용적은 몇 L를 초과하지 않아야 하는가? 12,000L 2009.8 2012.9

- 차량에 고정된 가연성가스(LPG 제외) 및 산소탱크의 내용적은 몇 L를 초과하지 않아야 하는가? 18,000L
- 차량에 고정된 탱크에 설치된 긴급차단장치는 온도가 몇 °C 일 때 작동할 수 있는가? 110°C 2014.5
- 가연성가스 누출검지기에 사용하는 반도체 재료로 적당한 것은? 산화주석(SnO_2) 2013.6
- 염소가스를 분석하는 방법은? 수산화나트륨에 의한 흡수법
- 블록 선도란 무엇인가? 제어신호의 전달 경로를 표시한다. 2014.3
- 광학적 방법인 슈리렌법이 측정하는 것은? 기체의 흐름에 대한 밀도변화 2014.5
- 계측기기의 측정과 오차에서 흠여짐의 정도를 나타내는 것은? 정밀도 2014.5
- LP가스가 액체상태로 열교환기 외부로 유출되는 것을 방지하는 장치는? 액면제어장치 2007.1회
- 강재의 비열처리 방법 4가지는? 불림, 풀림, 뜨임, 담금질 2007.1회
- 다단 압축을 하는 주된 목적은? 압축일 감소와 체적효율 증가 2012.5 2008.2회
- 과류차단기구 장치가 부착되어 있는 콕의 이름은? 퓨즈콕 2008.4회
- 가스누설 검지기에서 LEL의 의미는? 폭발하한선 2010.1회
- 가스누설 검지기에서 UEL의 의미는? 폭발상한선
- 내압시험 및 기밀시험에 사용되는 기준 압력 값은? 용기-최고충전압력 설비-상용압력 2010.4회
- 가연성 가스의 위험등급 또는 최소점화전류의 기준이 되는 기체는? 메탄 2011.4회
- 독성·가연성 가스 모두 검지하며 안정성이 높고 고감도의 가스검지가 가능한 검지기는? 반도체식 2013.4회
- 황화수소 제거 방법 중 습식 제거 방법의 종류는? 시이볼트법, 알카지드법, 카아볼트법, 티이록스법 2014.1회
- ETA(사건수분석)이란? 초기사건으로 알려진 특정한 장치의 이상이나 운전자의 실수로부터 발생하는 잠재적인 사고결과를 평가하는 위험성 평가기법을 말한다. 2014.2회
- 통기성이 나쁜 점토와 통기성이 좋은 사토 중 양극과 부식이 되는 것은? 양극-점토 부식-점토 2014.2회
- 퓨즈콕 구조 4가지는? 배관-배관, 호스-호스, 배관-호스, 배관-커플러 2014.2회
- 도시가스 중 벤트스택에서 착지농도와 방출소요시간은? 2014.2회
착지농도 : 폭발(범위) 하한값(계) 미만 방출소요시간 : 60분 이내
- 도시가스 제조시설에서 도시가스 발생설비가 갖추어야 할 안전장치는? 안전밸브, 긴급차단장치 2007.1회

- 내진계측기기 중 지진특진설비 계측기기는? 속도계, 토압계, 수압계 2009.1회
- LPG 설비의 재검사에 대한 내압시험시 압력을 유지해야 하는 표준시간은? 5~ 20분 2010.3회
- 공동배기구를 사용한 배기시 배기구 넓이를 구하는 공식은? $A = Q \times 0.6 \times K \times F + P$ 2010.3회
- PONA 값이란? P : 파라핀, O : 올레핀, N : 나프텐, A : 아로마틱
- 수정이나 전기석 또는 로셀염 등의 결정체의 특정 방향에 압력을 가하면 기전력이 발생하고 이 때 발생한 전기량은 압력에 비례하게 되는 현상은? 압전현상

[용어 총정리] 시험에 나오는 용어 정리 ★★★ 2002.5 2002.9 2003.3 2003.5 2004.5 2004.9 2005.3 2005.9 2006.3 2006.5
2006.9 2007.3 2007.5 2007.9 2008.5 2008.9 2009.3 2009.8 2010.3 2011.3
2011.6 2011.10 2012.9 2013.3 2013.6 2013.9 2014.3 2014.5 2014.9

- ① 발화점 : 물체가 점화원(착화원)없이 불이 붙는 최저온도이다.
- ② 인화점 : 기체나 액체가 점화원의 존재하에 연소하기 시작하는 온도이다.
발생증기가 연소범위 내에 있으면 그 표면에 불꽃을 접근시켰을 때 불이 붙는 최저온도
기상부에 다른불꽃이 달았을 때 연소가 일어나는데 필요한 최저의 액체 또는 고체의 온도
온도, 압력이 증가하면 인화점은 낮아진다.
- ③ 연소점 : 인화점에서는 불꽃을 제거하면 연소가 중단되지만 계속 가열하여 높은 온도
인화점보다 5~10℃정도 높다.
- ④ 연소범위(폭발범위) : 점화원에 의해 폭발을 일으킬 수 있는 혼합가스 중 가연성 가스의 농도범위(%)
연소범위가 넓을수록 위험하다. 폭발범위 내에서만 폭발한다.
고온·고압 상태에서 가스압이 높아지면 폭발범위가 넓어진다.
폭발범위에 영향을 주는 요인으로는 온도, 조성, 압력 등이 있다.
- ⑤ 자연발화 : 열이 장기간 축적되어 발화점에 도달하여 나중에 연소에 이르는 현상
- ⑥ 혼촉발화 : 2가지 이상의 물질이 혼합 또는 혼촉하여 발화하는 것으로 위험한 상태가 되는 것
- ⑦ 자연발화온도(AIT) : 외부에서 착화원을 부여하지 않고 증기가 주위의 에너지로부터 자발적으로 발화
하는 최저온도를 말한다.
산소농도가 높을수록, 압력이 증가할수록, 연소속도가 클수록, 열전도가 적을수록
적은 값을 갖는다.
- ⑧ 최소점화(발화)에너지(MIE) : 가연물과 조연성 물질이 착화원을 가지고 폭발할 수 있는 최소한의 에
너지로 온도, 압력이 높을수록 작아진다.
- ⑨ 플래시 오버(Flash over) : 동일공간내의 모든 가연물이 동시에 인화점에 도달하는 점이다.
- ⑩ 소염거리(Quenching Distance) : 전기불꽃에 의한 인화, 전기불꽃을 가하여도 점화되지 않는 최소한
계거리를 말한다.
- ⑪ 최소산소농도(MOC) : 화염을 전파하기 위해 필요한 최소한의 산소농도를 말한다.
가연성 가스의 종류가 같으면 함께 존재하는 불연성 가스의 종류에 따라
MOC 값이 다르다.
- ⑫ 화염사출율 : 불완전연소의 크기로 연료 중의 탄소, 수소, 질량비가 클수록 높다.
- ⑬ 임계점 : 두 상의 경계가 소실되어 하나의 상의 상태로 되어 공존하게 되는 점을 말한다.
- ⑭ 증기운폭발(UVCE) : 지표면에 가연성 증기가 방출되거나 가연성 액체가 대기 중에 유출되어 생기는
가스폭발을 말하며 증기운의 크기가 커지면 점화 확률도 커진다.
영향을 주는 요인으로는 점화원의 위치, 방출된 물질의 양 등이 있다.
- ⑮ 블래브(BLEVE) : 액체가 급격한 상 변화를 하여 증기가 된 후 폭발하는 현상을 말하며
과열 상태의 탱크에서 내부의 액화가스가 분출, 기화되어 착화되었을 때 폭발적으로
증발하는 현상으로 비점 이상에서 저장되어 있는 휘발성이 강한 액체가 누출되었을
때 일어난다.
- ⑯ 발화지연(점화지연) : 어느 온도에서 가열하기 시작하여 발화 시까지 걸린 시간
영향을 주는 요인으로는 온도, 압력, 가연성 가스의 농도 등이 있다.
- ⑰ 폭굉유도거리(DID) : 최초의 느린(완만한) 연소가 폭굉으로 발전할 때 까지의 거리
- ⑱ 폭발 : 혼합기체의 전 부분이 단시간 내에 연소하는 것으로 압력 상승의 급격한 현상
- ⑲ 연소한계 : 연소 가능한 가스와 공기와의 상·하한 혼합비율
연소가 될 수 있는 공기 중 가연성 가스의 최저 및 최고 농도를 말한다.
- ⑳ 연소 : 물질이 빛과 열을 내면서 산소와 결합하는 현상
- ㉑ 활성화에너지 : 가연성 물질이 연소하기 위하여 필요로 하는 최저열량
- ㉒ 착화열 : 연료를 초기 온도에서 착화온도까지 가열하는데 필요한 열량

- ㉓ 절대습도 : 건공기 1kg 당 포함되는 수증기의 중량(kg/kg)
- ㉔ 임계상태 : 순수한 물질이 평형에서 기체-액체로 존재할 수 있는 최고 온도 및 압력
- ㉕ 소염거리 : 두 평행판 간의 거리를 화염이 전하지 않을 때까지 좁혔을 때의 거리
- ㉖ 화염일주한계 : 폭발성 혼합가스를 금속성의 두 개의 공간에 넣고 사이에 미세한 틈을 갖는 벽으로 분리하고 한쪽에 점화하여 폭발 시 그 틈을 통해 다른 쪽 가스가 인화·폭발 하는지를 보는 시험
- ㉗ 블로오프(Blow off) : 가연성 기체의 유출속도가 연소속도보다 큰 경우 불꽃이 노즐에 정착되기 전에 꺼져버리는 현상
- ㉘ 불활성화 : 가연성 혼합가스에 불활성가스를 주입하여 산소의 농도를 최소산소농도 이하로 낮게 만드는 공정
- ㉙ 제트 화재(Jet fire) : 고압의 LPG 누출시 주위 점화원에 의해 점화 되어 불기둥을 이루는 화재
- ㉚ 그을음 연소 : 열분해를 일으키기 쉬운 물질에서 발생하는 연소로 휘발분이 자기점화온도보다 낮은 온도에서 표면연소가 계속되기 때문에 일어나는 연소
- ㉛ 저장설비 : 액화석유가스를 저장하기 위한 설비로서 저장탱크·소형저장탱크 및 용기 등을 말한다.
- ㉜ 저장탱크 : 액화석유가스를 저장하기 위하여 지상 또는 지하에 고정 설치된 탱크를 말한다.
- ㉝ 충전설비 : 용기 또는 차량에 고정된 탱크에 액화석유가스를 충전하기 위한 설비를 말한다.
- ㉞ 되먹임 : 출력신호를 입력신호로 다시 되돌려 보내는 것을 말한다.

[괄호 넣기 문제] ★★

- 압력의 이상상승 방지를 위해 (수봉기)를 설치한다.
- 배관 용접부에는 (비파괴 시험)을 실시한다.
- 가스정제 설비에는 액체의 (역류방지장치)를 설치한다.
- LP 가스 저장탱크를 지하에 설치 시 탱크 정상부와 지면과의 이격거리는 (60cm)이상으로 한다.
- 저장탱크 2기를 지하에 인접하여 매설할 경우 상호간에 이격거리는 (1m)이상으로 한다. 2011.10
- 초고압의 고압가스 설비와 배관의 내압시험 압력은 상용압력의 (1.25배)이상으로 한다.
- 배관의 접합은 (용접시공)을 원칙으로 하며 배관 용접부에는 (비파괴시험)을 실시한다.
- 가스가 통하는 부분에 직접 액체를 이입하는 장치가 있는 가스정제설비에 액체의 (역류방지장치)를 설치한다.
- 아세틸렌 습식발생기의 표면온도는 (70℃ 이하)로 하고, 충전 중 압력은 (2.5Mpa)이하로 하며, 충전 후 온도와 압력은 (15℃)에서 (1.5Mpa)이하로 한다. 2010.5
- 폭굉(Detonation)이란 가스속의 (음속)보다 (폭발속도 or 화염의 전파속도)가 큰 것으로 선단의 압력파에 의해 파괴작용을 일으킨다.
- 배관과 건축물과는 (1.5m), 배관과 지하가·터널과는 (10m)이상 거리 유지
- 배관과 수도시설과는 (300m)이상 거리 유지
- 배관과 다른 시설물과 (0.3m)이상 거리 유지
- 배관의 외면과 도로의 경계는 (1m)이상 수평거리 유지
- 매설깊이는 산·들에서는 (1m)이상, 그 밖의 지역은 (1.2m)이상 거리 유지
(단, 방화구조물 안에 설치시 깊이는 0.6m 이상)
- 시가지의 도로 노면 밑의 매설 깊이는 (1.5m)이상
(단, 방화구조물 안에 설치시 깊이는 1.2m 이상)
- 시가지외의 도로 노면 밑의 매설 깊이는 (1.2m)이상
- 배관과 궤도 중심은 (4m)이상
- 배관과 철도 부지 경계는 (1m)이상

- 배관의 외면과 지면과의 거리는 (1.2m)이상
- 화기와 직선거리(이내거리)는 (2m) 2009.5 2014.3 2014.5
(단, 산소와 직선거리는 5m)
- 액화석유가스 저장설비와 화기와의 우회거리는 (8m) 2011.10
- 가정용 가스계량기, 입상관, LPG 판매시설과의 우회거리는 (2m)
- 가연성 설비와 가연성 거리는 (5m) 2011.6
- 가연성 설비 외면으로부터 산소탱크와의 거리는 (10m) 2012.3
- 자동차에 고정된 탱크는 지상 저장탱크와 (3m)이상 거리 유지 2014.3
- 가스미터는 검정받은 다음 달 1일부터 계산하여 (5년)간 검정 유효기간 2007.3
- 정압기 필터 분해점검은 가스공급 개시 후 (1년) 1회 이상 실시 2014.9
- 옥외 저장소에서 공병과 실병의 저장 이격거리는 (1.5m) 2010.1회
- 중압 배관의 매설깊이는 (1.2m)이상 이고, 색깔은 (적색)이다. 2010.1회
- 산화에틸렌의 저장탱크는 그 내부의 질소·탄산가스 및 (산화에틸렌 분위기)가스를 질소가스 또는 (탄산가스)로 치환하고 (5)℃ 이하를 유지한다 2014.1회
- 산화에틸렌을 저장탱크 또는 용기에 충전할 때 에는 미리 내부 가스를 질소 가스 또는 탄산가스로 치환한 후에 (산)또는 (알칼리)를 함유하지 않는 상태로 충전한다 2014.1회
- 산화에틸렌의 저장탱크 및 충전용기에는 (45)℃ 에서 그 내부압력이 (4)MPa 이상이 되도록 질소와 탄산가스를 충전한다 2014.1회
- 아세틸렌 습식 발생기 표면온도는 (70)℃ 이하 이어야 하고 아세틸렌 충전 중 압력은 (2.5MPa)이하로 15℃ 에서 압력은 (1.55MPa)이하 이어야 한다. 2009.3회
- 저장탱크 폭발방지장치 내부에 설치해야 할 것은 (압력계),(압력경보설비),(진공안전밸브)등이다. 2009.3회