



제 1 장

품질경영기사 필기

CBT 모의고사1

-
- 1.1 품질경영기사 필기 모의고사 **1-1R** / 1-02
 - 1.2 품질경영기사 필기 모의고사 **1-2R** / 1-27
 - 1.3 품질경영기사 필기 모의고사 **1-3R** / 1-53
-

국가기술자격시험	품질경영기사 필기 모의고사 1-2R	시험시간 : 2시간 30분
----------	---------------------	----------------

제1과목 : 실험계획법

01) 다음은 변량인자 A와 B로 이루어진 지분실험법 분산분석표이다. $\sigma^2_{B(A)}$ 의 추정값은?

요인	SS	DF	MS	F_0
A	62.0	2	31	
B(A)	7.5	3	2.5	
E	9.0	6	1.5	
T	78.5	11		

- ㉠ 0.5 ㉡ 1.0 ㉢ 1.5 ㉣ 2.5

해설

지분실험법에서 변량인자가 A, B가 된 경우로서,

$$\text{㉠ } \hat{\sigma}^2_{B(A)} = \frac{V_{B(A)} - V_E}{r} = \frac{2.5 - 1.5}{2} = \frac{1}{2} = 0.5$$

여기서, $v_A = l - 1 = 2 \rightarrow l = 3$, $v_{B(A)} = l(m - 1) = 3(m - 1) = 3 \rightarrow m = 2$

$$v_E = lm(r - 1) = 3 \times 2 \times (r - 1) = 6 \rightarrow r = 2$$

02) 분할법에서 2차인자와 3차인자의 교호작용은 몇 차 단위의 요인이 되는가?

- ㉠ 1차 단위 ㉡ 2차 단위 ㉢ 3차 단위 ㉣ 4차 단위

해설

일반적으로 n 차인자와 m 차인자 ($n < m$)와의 교호작용은 m 차요인이 된다.

그리고 n 차인자와 n 차인자간의 교호작용은 그대로 n 차요인이 된다.

03) 다음과 같은 1원배치법에서 오차항의 자유도는?

A_1	A_2	A_3
10	14	12
5	18	15
8	21	17
12	15	
12		

- ㉠ 9 ㉡ 10 ㉢ 11 ㉣ 12

해설

$$\text{㉠ } v_e = v_T - v_A = (N - 1) - (l - 1) = (12 - 1) - (3 - 1) = 9$$

04) 2^3 형 실험계획에서 반복없는 실험을 하여 [표]의 데이터를 얻었다. 인자 A의 주효과는?

	C_0		C_1	
	B_0	B_1	B_0	B_1
A_0	38	42	44	44
A_1	52	60	54	66

- ㉠ 8 ㉡ 16 ㉢ 18 ㉣ 30

해설

반복없는 2^3 요인실험에서 주효과 A는 반복 $r=1$ 로 하여

$$A = \frac{1}{2^{n-1}r} [T_{1..} - T_{0..}] = \frac{1}{2^{3-1} \cdot 1} [(52 + 60 + 54 + 66) - (38 + 42 + 44 + 44)] = \frac{1}{4} [232 - 168] = 16$$

05) 4×4 라틴방격법에서 오차의 자유도는?

- ㉠ 4 ㉡ 6 ㉢ 8 ㉣ 10

해설

㉡ 4×4 라틴방격의 오차항의 자유도는 $\nu_e = (k-1)(k-2) = (4-1)(4-2) = 6$ 이다.

06) 화학공정에서 수율을 향상시킬 목적으로 온도를 3수준, 실험일을 3일 선택하여 실험을 실시하려고 한다. 인자의 종류에 따라 분류할 때 실험계획에서 사용되는 모형은?

- ㉠ 모수모형 ㉡ 변량모형 ㉢ 혼합모형 ㉣ 블록모형

해설

난괴법에서 편의상 인자 A는 모수이고 인자 B는 변량인자라고 할 때, 인자 B를 보통 블록인자 또는 집단인자라고 부른다. 블록인자로는 실험일, 실험장소 또는 시간적 차이를 두고 실시되는 반복 등인 경우, 집단인자로는 랜덤으로 택한 드럼통, 로트 등이 해당한다.

07) 2^5 형의 1/4실시 실험에서 이중교락을 시켜 블록과 ABCDE, ABC, DE를 교락시켰다. AD와 별명관계 중 틀린 것은?

- ㉠ AB ㉡ AE ㉢ BCE ㉣ BCD

해설

2^5 형의 1/4일부실시에서 정의대비 $I = ABCDE = ABC = DE$ 일 때 AD의 별명은

- ㉠ $I \times AD = DE \times AD = AD^2 E = AE$, ㉡ $I \times AD = ABCDE \times AD = A^2 BCD^2 E = BCE$
 ㉢ $I \times AD = ABC \times AD = A^2 BCD = BCD$

08) 다음은 모수인자 반복없는 3원배치 분산분석 결과를 풀링하여 다시 정리한 것이다. 다음 설명 중 틀린 것은?

해답 04. ㉡ 05. ㉡ 06. ㉡ 07. ㉠ 08. ㉡

인자	SS	DF	MS	F_0	$F_{0.95}$
A	743.6	2	371.8	163.8	6.93
B	753.4	2	376.7	165.9	6.93
C	1,380.9	2	690.4	304.1	6.93
A × B	651.9	4	163.0	71.8	5.41
A × C	56.6	4	14.2	6.3	5.41
e	27.2	12	2.27		
T	3,613.6	26			

- ㉠ 풀링전 오차의 자유도는 8이었다. ㉡ 교호작용 $B \times C$ 는 오차항에 풀링되었다.
- ㉢ 최적해의 추정치는 $\hat{\mu}(A_i B_j C_k) = \bar{x}_{.ij.} + \bar{x}_{.ik.} - \bar{x}_{i..}$ 이다.
- ㉣ 현재의 자유도로 보아 결측치가 하나 있는 것으로 나타났다.

해설

㉠ ㉢ 결측치가 1개 있는 경우라면 $v_T = (lmn - 1) - \text{결측치 개수} = 26 - 1 = 25$ 가 되므로, 결측치가 없는 경우이다.

09 모수모형 2원배치법의 분산분석을 실시한 결과 교호작용이 무시되었다. 오차항에 풀링한 후 요인 B의 분산비를 구하면 약 얼마인가?

요인	SS	DF	MS
A	30	2	15.0
B	55	5	11.0
A × B	12	10	1.2
e	72	18	4.0
T	169	35	

- ㉠ 2.75 ㉡ 3.67 ㉢ 5.50 ㉣ 9.17

해설

$$F_0(B) = \frac{V_B}{V_e} = \frac{11.0}{(S_{A \times B} + S_e) / (v_{A \times B} + v_e)} = \frac{11.0}{(12 + 72) / (10 + 18)} = \frac{11}{3} = 3.67$$

10 1원배치법에서 인자 A를 3수준, 반복 5회 측정의 실험을 하였을 경우 S_A 의 기대값은?

- ㉠ $E(S_A) = 2\sigma_e^2 + 10\sigma_A^2$ ㉡ $E(S_A) = \sigma_e^2 + 3\sigma_A^2$
- ㉢ $E(S_A) = 2\sigma_e^2 + 6\sigma_A^2$ ㉣ $E(S_A) = \sigma_e^2 + 5\sigma_A^2$

해설

$$E(S_A) = E(v_A \times V_A) = E(2 \times V_A) = 2E(V_A) = 2(\sigma_e^2 + r\sigma_A^2) = 2(\sigma_e^2 + 5\sigma_A^2)$$

11 인자의 수준과 수준수를 택하는 방법으로 가장 거리가 먼 것은?

- ㉠ 현재 사용되고 있는 인자의 수준은 포함시키는 것이 바람직하다.

- ㉔ 실험자가 생각하고 있는 각 인자의 흥미영역에서만 수준을 잡아 준다.
- ㉕ 특성치가 명확히 나쁘게 되리라고 예상되는 인자의 수준은 흥미영역에 포함된다.
- ㉖ 수준수는 보통 2~5수준이 적절하며 많아도 6수준이 넘지 않도록 하여야 한다.

해설

㉕ 특성치가 최적이라고 예상되는 수준인 경우에만 흥미영역에 포함된다.

12 선형식(L)이 다음과 같을 때 이 선형식의 단위수는?

$$L = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{3} - \frac{x_4 + x_5 + x_6 + x_7}{4}$$

- ㉑ $\frac{1}{4}$
- ㉒ $\frac{3}{4}$
- ㉓ $\frac{5}{12}$
- ㉔ $\frac{7}{12}$

해설

㉔ $D = \sum_i c_i^2 = \left(\frac{1}{3}\right)^2 \times 3 + \left(-\frac{1}{4}\right)^2 \times 4 = \frac{1}{3} + \frac{1}{4} = \frac{7}{12}$

13 2수준계에서 주효과 A, B, C, D, 교호작용 A×B, A×C를 배치하고자 할 때 실험횟수를 가장 경제적으로 할 수 있는 직교배열표는?

- ㉑ $L_4(2^3)$
- ㉒ $L_8(2^7)$
- ㉓ $L_{16}(2^{15})$
- ㉔ $L_9(3^4)$

해설

㉓ 2수준계 직교배열표는 1개 열이 자유도 1을 가지고 인자 또는 교호작용 1개씩만 배치 가능하다.

14 다구치 방법에서 사용되는 제품설계 또는 공정설계의 3단계로 틀린 것은?

- ㉑ 파라미터 설계
- ㉒ 시스템 설계
- ㉓ 프로세스 설계
- ㉔ 허용차 설계

해설

㉓ 다구치방법에서 제품설계 또는 공정설계의 3단계로는 ① 시스템 설계, ② 파라미터 설계, ③ 허용차 설계이다.

15 적합품 여부의 동일성에 관한 실험에서 적합품이면 0, 부적합품이면 1의 값을 주기로 하고, 4대의 기계에서 나오는 200개씩의 제품을 만들어 부적합품 여부를 조사하였다. 기계간의 변동 S_A 를 구하면?

기계	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
적합품	190	178	194	170
부적합품	10	22	6	30
계	200	200	200	200

- ㉑ 0.15
- ㉒ 1.82
- ㉓ 5.78
- ㉔ 62.22

해답 12. ㉔ 13. ㉓ 14. ㉒ 15. ㉒

해설

$$\text{15. } \textcircled{나} S_A = \sum_{i=1}^4 \frac{T_i^2}{r} - CT = \sum_i \frac{T_i^2}{r} - \frac{T^2}{lr} = \frac{10^2 + 22^2 + 6^2 + 30^2}{200} - \frac{68^2}{4 \times 200} = 1.82$$

16. 4요인 A, B, C, D 에 관한 2^4 요인실험의 일부 실시(fractional replication)에서 정의대비(defining contrast)를 $M = ABCD$ 로 하였을 때 별명관계(alias relation)로 옳은 것은?

- 가 $A = BCD$
 나 $B = ABD$
 다 $C = ACD$
 라 $D = ABD$

해설

15. 2^4 요인실험은 2수준계 실험이므로 별명관계는 정의대비 M 을 곱해서 구한다.

- 가 $A = M \times A = ABCD \times A = A^2BCD = BCD$,
 나 $B = M \times B = ABCD \times B = AB^2CD = ACD$
 다 $C = M \times C = ABCD \times C = ABC^2D = ABD$,
 라 $D = M \times D = ABCD \times D = ABCD^2 = ABC$

17. 선형 회귀분석에서 사용되는 변동에 관한 공식들 중 틀린 것은? (단, $S_{(yy)}$: 총변동, $S_{y \cdot x}$: 회귀에 의하여 설명이 안되는 변동, S_R : 회귀에 의해 설명되는 변동)

- 가 $S_R = \frac{[S_{(xy)}]^2}{S_{(xx)}}$
 나 $S_R = \sum (\hat{y}_i - \bar{y})^2$
 다 $S_{y \cdot x} = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2$
 라 $S_{(yy)} = \sum y^2 - (\bar{y})^2$

해설

$$\text{15. } \textcircled{라} S_{(yy)} = \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} = \sum y^2 - \left(\frac{\sum y}{n}\right)^2 \times n = \sum y^2 - n(\bar{y})^2$$

18. $L_{27}(3^{13})$ 인 직교배열표에서 배치한 인자의 수가 8이고, 교호작용을 배치하지 않았다면 오차항에 대한 자유도는?

- 가 5
 나 8
 다 10
 라 12

해설

15. $L_{27}(3^{13})$ 직교배열표에서 열의 수는 13이고 할당된 열의 수가 8이므로 할당되지 않은 나머지 5개 열은 오차항이다. \therefore 오차의 자유도=오차항 5개 열 \times 1개 열의 자유도 2=10

19. 반복이 있는 2원배치법(인자 A 는 모수, 인자 B 는 변량)에서 제곱평균의 기대치($E(V)$)들에 대한 표현으로 틀린 것은? (단, A 는 l 수준, B 는 m 수준, 반복 r 회이다.)

- 가 $E(V_E) = \sigma_e^2$
 나 $E(V_B) = \sigma_e^2 + lr\sigma_B^2$
 다 $E(V_A) = \sigma_e^2 + mr\sigma_A^2$
 라 $E(V_{A \times B}) = \sigma_e^2 + r\sigma_{A \times B}^2$

해답 16. 가 17. 라 18. 다 19. 다

해설

☞ A 인자 모수, B 인자 변량인 반복(r)있는 2원배치법의 E(V)에서

	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>r</i>	<i>E(V)</i>
	<i>F</i>	<i>R</i>	<i>R</i>	
	<i>i</i>	<i>j</i>	<i>k</i>	
<i>A_i</i>	0	<i>m</i>	<i>r</i>	$E(V_A) = \sigma_E^2 + r\sigma_{A \times B}^2 + mr\sigma_A^2$
<i>B_j</i>	<i>l</i>	1	<i>r</i>	$E(V_B) = \sigma_E^2 + lr\sigma_B^2$
<i>AB_{ij}</i>	0	1	<i>r</i>	$E(V_{A \times B}) = \sigma_E^2 + r\sigma_{A \times B}^2$
<i>E_{k(ij)}</i>	1	1	1	$E(V_E) = \sigma_E^2$

20) A 인자가 모수이고 B 인자가 변량인 난괴법 실험에서 $\mu(A_i)$ 의 점추정치는 \bar{x}_i 이다. 이 \bar{x}_i 의 분산의 추정치로 가장 올바른 것은? (단, A 인자 수준수는 $l=4$, B 인자 수준수는 $m=3$)

- ㉠ $\frac{1}{3}V_E$ ㉡ $\frac{1}{12}(V_B + 2V_E)$ ㉢ $\frac{V_E}{n_e}$ ㉣ $\frac{1}{12}(V_B + 3V_E)$

해설

☞ ㉣ $V(\bar{x}_i) = \frac{V_B + (l-1)V_e}{lm} = \frac{1}{4 \times 3}[V_B + (4-1)V_e] = \frac{1}{12}[V_B + 3V_e]$

제2과목 : 통계적품질관리

01) 샘플링검사에서 $n=40$, $c=0$ 인 검사방식을 적용할 때 $p_0=2\%$ 인 로트가 합격할 확률은? (단, $L(p)$ 는 2항분포로 근사시켜 구하시오.)

- ㉠ 42.57% ㉡ 44.57% ㉢ 46.57% ㉣ 48.57%

해설

☞ $L(p) = 1 - \alpha = \sum_{x=0}^c \binom{n}{x} p_0^x (1-p_0)^{n-x} = \binom{40}{0} 0.02^0 (1-0.02)^{40-0} = 1 \times 1 \times 0.98^{40} = 0.4457$

02) 산점도를 그린 후에 검토하여야 할 사항 중 틀린 것은?

- ㉠ 이상한 데이터가 없나를 확인한다.
 ㉡ 두 변수 사이에 어떤 관계가 있는지를 검토한다.
 ㉢ 두 변수가 곡선관계인 경우도 상관계수를 구하여 검토한다.
 ㉣ 점들이 뚜렷하게 두 개 또는 그 이상으로 층별되는 경우가 있는가를 검토한다.

해설

- 1.38 ㉔ 상관계수 r 은 두 확률변수 X, Y 간의 선형관계를 나타내는 척도로서, 두 변수가 곡선 관계인 경우는 중회귀분석 또는 곡선회귀분석이 되고 상관계수는 구하지 않으며, 중기여율 R^2 을 구해 기여도를 본다.

03) 관리도에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ㉑ Shewhart 관리도는 보통 3σ 관리한계선을 사용한다.
- ㉒ 제조공정에서의 품질변동은 이상원인에 의해서만 발생한다.
- ㉓ 관리도는 사용하는 통계량에 따라 계수형과 계량형으로 분류한다.
- ㉔ 공정의 관리상태에 대한 판정은 공정에 대한 가설검정 문제와 유사하다.

해설

- 1.38 ㉒ 제조공정에서의 품질변동은 이상원인 또는 우연원인에 의해서 발생한다

04) 누적합(CUSUM) 관리도의 장점으로 틀린 것은?

- ㉑ 공정변화를 민감하게 반영한다. ㉒ 현장에서 작성하기가 용이하다.
- ㉓ 과거의 모든 데이터를 사용한다. ㉔ 공정변화가 일어난 시간을 보여 준다.

해설

- 1.38 누적합 관리도는 Shewhart 관리도에 비하여 작성, 적용이나 해석이 더 어렵다.

CUSUM 관리도는 공정의 변화가 서서히 일어나고 있을 때 Shewhart 관리도로는 공정변화 탐지되기 어려우나 CUSUM 관리도는 비교적 민감하게 탐지해 낼 수 있는 장점이 있다.

05) 샘플링검사보다 전수검사를 실시하는 경우는?

- ㉑ 검사항목이 많은 경우 ㉒ 파괴검사를 해야 하는 경우
- ㉓ 품질특성치가 부적합수를 포함하는 경우
- ㉔ 생산자에게 품질향상의 자극을 주고 싶을 경우

해설

- 1.38 부적합품이 조금이라도 섞여서는 안될 때는 전수검사가 유리하다.

- ① 부적합품이 조금이라도 섞이면 결과적으로 중대한 영향을 줄 때(인명에 위험을 줄 염려가 있을 때) → (예) 제동기의 동작시험, 고압용기의 내압시험
- ② 부적합품이 조금이라도 섞이면 경제적으로 더 큰 영향을 미칠 경우 → (예) 보석류와 같이 특히 비싼 물품, 다음 공정에 큰 손실을 주는 것

06) X, Y 는 확률변수이다. X 와 Y 의 공분산이 8, X 의 기대치가 2이고, Y 의 기대치가 3일 때 XY 의 기대치는?

- ㉑ 2 ㉒ $\sqrt{58}$ ㉓ $\sqrt{70}$ ㉔ 14

해설

해답 03. ㉒ 04. ㉒ 05. ㉒ 06. ㉒

공분산(covariance)은 $Cov(X, Y)$ 혹은 σ_{xy} , V_{xy} 로 표기되며,

$$\begin{aligned} \sigma_{xy} &= E[(X - \mu_x)(Y - \mu_y)] \\ &= E(XY - \mu_y X - \mu_x Y + \mu_x \mu_y) \quad [\text{단, } E(X) = \mu_x, E(Y) = \mu_y] \\ &= E(XY) - \mu_x \mu_y \end{aligned}$$

④ $8 = E(XY) - 2 \times 3 \rightarrow E(XY) = 14$

07 계량치 측차 샘플링검사 방식(KS Q ISO 8423: 2009)에서 주어진 값 및 파라미터는 하한 규격 200kV, 로트 표준편차는 1.2kV, $h_A=4.312$, $h_R=5.536$, $g=2.315$, $n_t=49$ 이다. $n=12$ 번째까지 누계여유치(Y)가 38.8이라면 $n=12$ 에서 하측 불합격판정치 R 의 값은?

- ㉠ 23.125 ㉡ 26.693 ㉢ 29.471 ㉣ 31.147

해설

㉡ 한쪽규격에서, 하한규격치만 주어진 경우로서

$$R = g\sigma \cdot n_{cum} - h_R\sigma = 2.315 \times 1.2 \times 12 - 5.536 \times 1.2 = 33.336 - 6.6432 = 26.693$$

08 계량 규준형 1회 샘플링검사(KS Q 1001)에서 로트의 평균치를 보증하는 경우에 상한합격 판정값(\bar{X}_U)이 5.6, $G_0\sigma=2.6$ 이라면, 가능한 한 합격시키고자 하는 로트의 평균값의 한계(m_0)는 약 얼마인가?

- ㉠ 3.0 ㉡ 4.3 ㉢ 5.6 ㉣ 8.2

해설

\bar{X}_U 지정시 : $\bar{X}_U = m_0 + G_0\sigma \rightarrow 5.6 = m_0 + 2.6 \rightarrow m_0 = 3$

09 적합도 검정에 관한 설명으로 틀린 것은?

- ㉠ 기대도수는 계산된 수치이다. ㉡ 적합도 검정은 주로 카이제곱 분포를 따른다.
 ㉢ 주어진 데이터가 정규분포인지 알아내는데 사용할 수 있다.
 ㉣ 적합도 검정은 확률의 가정된 값이 정해지지 않는 경우 사용할 수 없다.

해설

㉣ 확률 p_i 의 가정된 값을 정해 주지 않는 경우, 즉 결근일수가 포아송분포에 따르는지의 검정, 정규성 유무의 검증 등에 이용될 수 있다.

10 A구장에서 경기를 하게 되면 타구장과 비교해 홈런을 칠 확률이 높다고 한다. 실제 타구장과 비교해 홈런을 칠 확률이 50%보다 큰지를 확인하기 위해 A구장에서 시합한 선수 30명을 조사해 보았더니 홈런을 친 선수가 18명이었다. A구장에서 시합을 하면 홈런을 칠 확률이 50%보다 높은지를 검정할 때 검정통계량의 값은?

해답 07. ㉡ 08. ㉠ 09. ㉣ 10. ㉡

- ㉠ 0.002 ㉡ 1.095 ㉢ 1.960 ㉣ 2.315

해설

1.8 ㉡ 모부적합품률의 검정시
$$U_0 = \frac{\hat{p} - P_0}{\sqrt{\frac{P_0(1-P_0)}{n}}} = \frac{x/n - P_0}{\sqrt{\frac{P_0(1-P_0)}{n}}} = \frac{18/30 - 0.5}{\sqrt{\frac{0.5(1-0.5)}{30}}} = 1.095$$

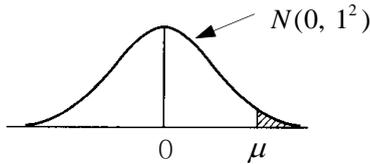
11) 모분산(σ^2)을 추정함에 있어서 자유도가 커짐에 따라 신뢰구간의 폭은 일반적으로 어떻게 변하는가?

- ㉠ 일정하다. ㉡ 점점 커진다. ㉢ 점점 작아진다. ㉣ 영향을 받지 않는다.

해설

1.8 모분산의 신뢰구간 추정식 $\frac{S}{\chi^2_{1-\alpha/2}(v)} \leq \hat{\sigma}^2 \leq \frac{S}{\chi^2_{\alpha/2}(v)}$ 에서 수치대입으로 검증 가능.

12) 군의 크기 $n=4$ 의 $\bar{x}-R$ 관리도에서 $\bar{\bar{x}}=18.50$, $\bar{R}=3.09$ 인 관리상태이다. 지금 공정평균이 15.50으로 되었다면 본래의 3σ 한계로부터 벗어날 확률은? (단, $n=4$ 일 때 $d_2=2.059$.)



μ	1.00	1.12	1.50	2.00
P	0.1587	0.1335	0.0668	0.0228

- ㉠ 0.1587 ㉡ 0.1335 ㉢ 0.6680 ㉣ 0.8413

해설

1.8 $\bar{x}-R$ 관리도에서의 검출력($1-\beta$)계산을 하기 위해

$$\left. \begin{matrix} U_{CL} \\ L_{CL} \end{matrix} \right\} = \bar{\bar{x}} \pm 3 \frac{1}{\sqrt{n}} \cdot \frac{\bar{R}}{d_2} = 18.50 \pm 3 \frac{1}{\sqrt{4}} \cdot \frac{3.09}{2.059} = 18.50 \pm 2.251 = \begin{cases} 20.75 \\ 16.25 \end{cases}$$

따라서 변화 후의 공정평균 $\mu'=15.50$ 이므로, 관리하한을 벗어날 확률만을 계산해도 좋다.

1.8 ㉣ 검출력($1-\beta$) = $P(\bar{x} < L_{CL}) = P_r\left(\frac{\bar{x} - \mu'}{\sigma/\sqrt{n}} < \frac{L_{CL} - \mu'}{\sigma/\sqrt{n}}\right) = P_r\left(U < \frac{16.25 - 15.50}{1.50/\sqrt{4}}\right)$
 $= P_r(U < 1.00) = P_r(U < 1.00) = 1 - 0.1587 = 0.8413$

13) 이항분포의 성질로 틀린 것은?

- ㉠ $P=0.5$ 일 때 평균에 대해 대칭이다.
 ㉡ 평균과 분산은 각각 $\mu=np$, $\sigma^2=np(1-p)$ 이다.
 ㉢ $P \geq 0.1$ 이고, $n \leq 20$ 이면 포아송분포로 근사시킬 수 있다.
 ㉣ $P \leq 0.5$ 이고, $np \geq 5$ 이면서 $n(1-p) \geq 5$ 이면 정규분포로 근사시킬 수 있다.

해설

14. ㉠ (이항분포→포아송분포) 근사조건 : $nP = 0.1 \sim 10, P \leq 0.1$

14. **㉠** c 관리도와 u 관리도에 대한 설명으로 틀린 것은?
 ㉠ 표본의 크기가 일정하지 않을 때 c 관리도를 사용한다.
 ㉡ 표본의 크기가 일정할 때 c 관리도의 중심선은 변하지 않는다.
 ㉢ 표본의 크기가 일정하지 않을 때 u 관리도의 중심선은 변하지 않는다.
 ㉣ 표본의 크기가 일정하지 않을 때 u 관리도의 관리한계는 n 에 따라 변한다.

해설

14. ㉢ 표본의 크기가 일정하지 않을 때 비율에 근거하는 u 관리도를 사용한다.

15. **㉠** 시험기간이 길고 전 항목을 동시에 시험할 때 검사하는 방식으로 적합한 것은?
 ㉠ 1회 샘플링 검사 ㉡ 다회 샘플링 검사
 ㉢ 2회 샘플링 검사 ㉣ 축차 샘플링 검사

해설

15. 질문에 맞는 시험은 시험횟수를 적게 하는 편이 유리하다.

16. 정규분포를 따르는 모집단에서 10개의 제품을 뽑아서 두께를 측정한 결과 [데이터]와 같은 자료를 얻었다. 제품 두께의 모분산(σ^2)에 대한 90% 신뢰구간은 약 얼마인가?

(단, $\chi_{0.05}^2(9)=3.33, \chi_{0.95}^2(9)=16.92, t_{0.95}(9)=1.833, t_{0.975}(9)=2.262$ 이다.)

[데이터] $\sum_{i=1}^n x_i = 2,276, \sum_{i=1}^{10} x_i^2 = 518,064$

- ㉠ $2.74 \leq \sigma^2 \leq 13.93$ ㉡ $3.04 \leq \sigma^2 \leq 13.93$ ㉢ $2.74 \leq \sigma^2 \leq 15.48$ ㉣ $3.04 \leq \sigma^2 \leq 15.48$

해설

16. 모분산의 90% 신뢰구간 추정은 $\frac{S}{\chi_{1-\alpha/2}^2(\nu)} \leq \hat{\sigma}^2 \leq \frac{S}{\chi_{\alpha/2}^2(\nu)}$ 의 관계식으로부터

$$\frac{46.4}{\chi_{0.95}^2(9)} \leq \hat{\sigma}^2 \leq \frac{46.4}{\chi_{0.05}^2(9)} \rightarrow \frac{46.4}{16.92} \leq \hat{\sigma}^2 \leq \frac{46.4}{3.33} \rightarrow \therefore 2.74 \leq \hat{\sigma}^2 \leq 13.93$$

$$\text{여기서, } S = \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n} = 518,064 - \frac{(2,276)^2}{10} = 46.4$$

17. 로트별 합격품질수준(AQL) 지표형 샘플링검사(KS Q ISO 2859-1)에서 샘플링표 구성의 특징으로 틀린 것은?

- ㉠ 로트의 크기에 따라 생산자위험이 일정하게 되어 있다.
 ㉡ AQL과 시료의 크기에는 등비수열이 채택되어 있다.

- ㉔ 구매자에게는 원하지 않는 품질의 로트를 합격시키지 않도록 설계되어 있으며 장기적인 품질보증을 할 수 있도록 설계되어 있다.
- ㉕ 까다로운 검사의 경우 보통 검사와 검사개수는 같고 A_c 를 조정하게 되어 있으나, $A_c=0$ 인 경우에는 시료수가 증가하게 되어 있는 샘플링 검사방식이다.

해설

☞ ㉔ 로트의 크기에 따라 생산자위험(α)이 일정하지 않다.

- 18** $\mu=23.30$ 인 모집단에서 $n=6$ 개를 추출하여 어떤 값을 측정한 결과는 [자료]와 같다. 모평균의 검정을 위하여 검정통계량(t_0)를 구하면 약 얼마인가?

[자료] $X_i = (x_i - 25) \times 10$ 으로 수치변환하여 $\sum X_i = 20, \sum X_i^2 = 2,554$

- ㉔ 1.23 ㉕ 1.32 ㉖ 2.23 ㉗ 4.98

해설

☞ 모분산을 모를 때 1개 모평균의 검정에서

$$\text{검정통계량 } t_0 = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s / \sqrt{n}} \approx \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sqrt{V} / \sqrt{n}} = \frac{25.33 - 23.30}{\sqrt{4.975} / \sqrt{6}} = 2.232$$

$$\text{여기서, } \bar{x} = x_0 + \frac{\sum X}{n} \times \frac{1}{h} = 25 + \frac{20}{6} \times \frac{1}{10} = 25.33$$

$$V_x = V_X \times \frac{1}{h^2} = \frac{S_X}{n-1} \times \frac{1}{10^2} = \left[\frac{1}{6-1} \left(2,554 - \frac{20^2}{6} \right) \right] \times \frac{1}{10^2} = 4.975$$

- 19** 공정해석을 위한 특성치의 설정시 고려해야 할 주의사항으로 틀린 것은?

- ㉔ 수량화하기 쉬운 것을 택한다. ㉕ 해석을 위한 특성은 되도록 많이 택한다.
- ㉖ 기술상으로 보아 공정이나 제품에 있어서 중요한 것을 택한다.
- ㉗ 해석을 위한 특성과 관리를 위한 특성은 반드시 일치시킬 필요는 없다.

해설

☞ ㉗ 해석을 위한 특성과 관리를 위한 특성은 반드시 일치시킨다.

- 20** 모분산이 설정된 기준치보다 크다고 할 수 있는가의 검정에서 기각역의 크기를 추정하려면 다음 중 어떠한 전제조건을 만족해야 하는가?

- ㉔ $\chi_0^2 < \chi_{\alpha/2}^2(v)$ ㉕ $\chi_0^2 > \chi_{1-\alpha/2}^2(v)$ ㉖ $\chi_0^2 < \chi_{\alpha}^2(v)$ ㉗ $\chi_0^2 > \chi_{1-\alpha}^2(v)$

해설

☞ $H_0 : \sigma^2 \leq \sigma_0^2, H_1 : \sigma^2 > \sigma_0^2$, 검정통계량 : $\chi_0^2 = \frac{S}{\sigma_0^2}$, 기각역 : $\chi_0^2 > \chi_{1-\alpha}^2(v)$

제3과목 : 생산시스템

- 01) ABC 재고관리 기법의 특징이 아닌 것은?
- ㉠ 품목의 중요도에 따라 관리 방식이 달라진다.
 - ㉡ 중요한 소수 품목을 중점관리 하는 방식이다.
 - ㉢ 파레토분석 등을 통해 품목의 중요도를 결정한다.
 - ㉣ 모든 품목의 비용을 최소화하는 발주량을 수리적으로 결정한다.

해설

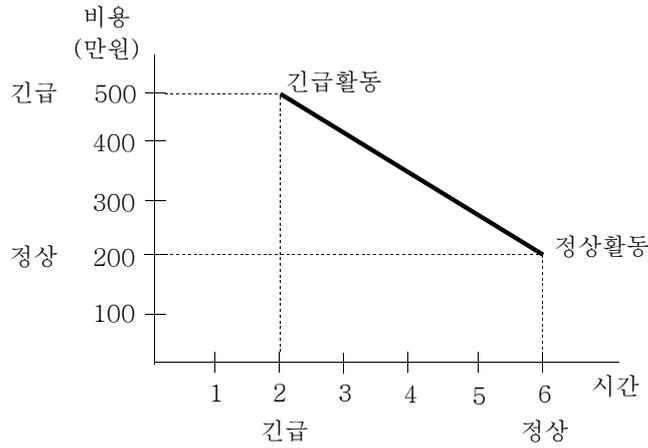
㉣ ABC시스템은 재고품목의 연간 사용금액에 따라 품목을 구분하고 통제노력을 차별화하는 시스템이다. A품목은 C품목에 비하여 상대적으로 많은 통제노력을 기울여야 한다.

- 02) 지수평활상수(α)에 대한 설명으로 가장 올바른 내용은?
- ㉠ 초기에 설정한 α 값은 변경할 수 없다.
 - ㉡ α 값은 -1이상, 1이하인 실수 값으로 결정한다.
 - ㉢ 수요의 추세가 안정적인 경우에는 α 값을 크게 한다.
 - ㉣ α 가 큰 경우는 최근의 실제수요에 보다 큰 비중을 둔다.

해설

㉣ α 가 클수록 최근의 실적치에 보다 큰 비중이 주어진다.

- 03) 다음 도표에서 비용구배(cost slope)는?



- ㉠ 75만원
- ㉡ 85만원
- ㉢ 80만원
- ㉣ 90만원

해설

㉣ 비용구배 = $\frac{\text{특급비용} - \text{정상비용}}{\text{정상시간} - \text{특급시간}} = \frac{500 - 200}{6 - 2} = 75 \text{ 만원/일}$

04) MRP시스템의 특징이 아닌 것은?

- ㉠ 주문의 발주계획 생성
- ㉡ 제품구조를 반영한 계획 수립
- ㉢ 생산통제와 재고관리 기능의 분리
- ㉣ 주문에 대한 독촉과 지연정보 제공

해설

㉢ 생산통제와 재고관리의 통합이 MRP 시스템의 특징이다.

05) 자재의 분류 중 전통적인 방법과 SCM에 의한 방법을 비교한 내용 중 틀린 것은?

보기	구분	전통적 접근법	SCM 접근법
㉠	비용	개별회사의 비용절감을 목표	공급망 전체비용을 최소화하는 목표
㉡	시간적 요인	장기	단기
㉢	결속력	거래에 기반을	지속적인 관계를 유지함
㉣	정보 체제	독립적	공유함

- ㉠ ㉠ ㉡ ㉡ ㉢ ㉢ ㉣ ㉣

해설

㉡ 전통적 접근법은 단기, SCM 접근법은 장기적 관점에서의 자재분류를 한다.

06) 다품종소량생산 환경에서 수요나 공정의 변화에 대응하기 쉽도록 주로 범용설비를 이용하여 구성하는 배치형태는?

- ㉠ 제품별 배치
- ㉡ line 배치
- ㉢ 공정별 배치
- ㉣ 고정위치형 배치

해설

㉣ 다품종 소량생산방식은 P-Q분석의 C품목에 해당하며, 공정별 배치(기능별 배치) 혹은 고정 위치형 배치가 모두 가능하나, 공정별 배치가 더 적합하다.

07) 설비배치의 목적이 아닌 것은?

- ㉠ 설비 및 인력의 증대
- ㉡ 운반 및 물자취급의 최소화
- ㉢ 안전확보와 작업자의 직무만족
- ㉣ 공정의 균형화와 생산흐름의 원활화

해설

㉠항은 “설비 및 인력의 이용률 증대”로 되어야 맞는 표현이다.

08) 각 제품의 매출액과 한계이익률이 [표]와 같다. 평균한계이익률을 사용한 손익분기점은? (단, 고정비는 1,300만원이다.)

제품	매출액 (만원)	한계이익률 (%)
A	500	20
B	300	30
C	200	30

- ㉠ 4,600만원 ㉡ 4,800만원 ㉢ 5,000만원 ㉣ 5,200만원

해답 04. ㉣ 05. ㉡ 06. ㉣ 07. ㉠ 08. ㉣

해설

제곱조합의 손익분기점법 중 평균법에 의하여 BEP를 계산하면

$$\text{평균한계이익률} = \frac{\text{한계이익 합계}}{\text{매출액 합계}} \times 100 = \left(\frac{500 \times 20 + 300 \times 30 + 200 \times 30}{500 + 300 + 200} \right) = 25\%$$

$$\therefore \text{BEP 매출액} = \frac{F}{1 - (V/S)} = \frac{\text{고정비}}{\text{평균 한계이익률}} = \frac{1,300}{0.25} = 5,200 \text{ 만원}$$

09) 품종별 한계이익액을 산출하고 이를 고정비와 대비하여 손익분기점을 구하는 방식은?

- ㉠ 평균법 ㉡ 기준법 ㉢ 개별법 ㉣ 절충법

해설

㉠ 평균법 : 한계이익률이 각기 다른 제품이 생산, 판매되고 있을 때에 이들 제품의 평균 한계이익률을 계산하여 손익분기점을 구하는 방법.

㉡ 기준법 : 다품종 제품 중에서 대표적인 품종을 기준 품종으로 선택하고 그 품종의 한계 이익률로 손익분기점을 구하는 방법.

㉣ 절충법 : 개별법에 평균법과 기준법을 절충한 방법.

10) 작업시스템 분석의 구분 대상을 큰 것부터 작은 것 순서로 나열된 것은?

- ㉠ 공정-단위작업-요소작업-동작 ㉡ 공정-요소작업-단위작업-동작
- ㉢ 공정-동작-요소작업-단위작업 ㉣ 공정-단위작업-동작-요소작업

해설

공정은 공정분석의 대상, 단위작업과 요소작업은 작업분석의 대상, 동작요소는 동작분석의 대상이다.

11) 제품 A의 공정별 소요시간을 이용하여 총 6명의 작업자로 구성된 생산라인을 편성하고자 한다. 균형효율이 최대가 되는 편성안을 채택했을 때 이 라인의 1일 최대 생산량은?

(단, 1일 실제 가동시간은 480분, 각 공정에는 최소 1명의 작업자를 배치한다.)

공정	1	2	3	4	5
소요시간(초)	10	15	20	9	11

- ㉠ 1,100개 ㉡ 1,440개 ㉢ 1,440개 ㉣ 1,920개

해설

현재의 라인밸런스효율 : $E_b = \frac{\sum t_i}{m \cdot t_{\max}} \times 100 = \frac{65}{6 \times 20} \times 100 = 54.2 (\%)$

1차 분할시의 라인밸런스효율 : $E_b = \frac{\sum t_i}{m \cdot t_{\max}} \times 100 = \frac{65}{6 \times 15} \times 100 = 72.2 (\%)$

이때 각 라인별 1명씩 작업을 하게 되고, 애로공정의 소요시간은 $t_{\max} = 15$ 초이다.

$$\therefore \text{일일 생산량} = \frac{480 \times 60 \text{초}}{15 \text{초}} = 1,920 \text{ (개)}$$

12) 적시생산시스템(JIT)에서 자동화에 관한 설명으로 틀린 것은?

- ㉠ 품질통제와는 거리가 멀다. ㉡ “自働化(autonomation)”로 표기한다.
- ㉢ 자율적 품질관리를 전제로 한다.
- ㉣ 작업자 또는 기계가 공정을 체크하여 이상여부를 판단한다.

해설

㉠ JIT 시스템의 특징은 (공정)품질보증으로서, 엄격한 품질통제를 기반으로 한다.

13) 설비종합효율의 구성요소인 시간가동률을 하는 데 필요한 항목이 아닌 것은?

- ㉠ 부하시간 ㉡ 고장정지 로스시간 ㉢ 실제사이클타임 ㉣ 준비교체 로스시간

해설

㉣항은 성능가동률 산출에 관계된다.

14) 자동차 부품을 생산하는 공장의 하루 생산목표량은 1,800개이다. 이 공장은 하루 8시간 작업에 오전·오후 각 30분씩의 휴식시간을 주고 점심시간은 50분이다. 또한 라인여유율이 7%이고, 생산된 제품의 부적합품률이 2%이다. 이 공장의 피치타임은?

- ㉠ 7.24초 ㉡ 11.24초 ㉢ 9.24초 ㉣ 13.24초

해설

부적합품률(α)와 라인여유율(y_1)을 모두 고려하는 경우의 피치타임

$$P = \frac{T(1-y_1)(1-\alpha)}{N} = \frac{[(8 \times 60 - (50 + 2 \times 30))] \times 60 \times \left(1 - \frac{7}{100}\right)(1-0.02)}{1,800} = 11.24(\text{초/개})$$

15) 시스템(System)의 개념과 관련되는 주요 내용들은 시스템의 특성 내지 속성으로 나타내는데 시스템의 기본 속성이 아닌 것은?

- ㉠ 환경적응성 ㉡ 기능성 ㉢ 목적추구성 ㉣ 관련성

해설

시스템의 기본속성(특성) 4가지는 목적추구성, 집합성, 상호관련성, 환경적응성이다.

16) 예방보전을 효율적으로 수행할 경우의 효과에 해당하지 않는 것은?

- ㉠ 기계 수리비용 절감 ㉡ 재공품재고 회전을 감소
- ㉢ 생산시스템의 신뢰도 향상 ㉣ 정지시간에 의한 유희손실 감소

해설

16. ㉠항은 "재공품재고 회전을 증대"로 되어야 옳은 내용이다.

17. 일반적으로 기업들이 아웃소싱을 하는 이유에 대한 설명으로 가장 거리가 먼 것은?
 ㉠ 자본부족으로 보강하기 위한 아웃소싱 ㉡ 생산능력의 탄력성을 위한 아웃소싱
 ㉢ 기술부족을 보강하기 위한 아웃소싱 ㉣ 경영정보를 공유하기 위한 아웃소싱

해설

17. 아웃소싱(outsourcing)의 목적은 ㉠, ㉡, ㉢ 및 다음 사항 들이다.
 ① 내부조직을 유지하기 보다 외부 공급업체에 의존함으로써 비용절감을 위한 것이다.
 ② 기업 자원이 주로 핵심능력과 관련된 업무나 활동에 집중 활용되도록 하기 위한 것이다.
 ③ 보다 효과적으로 서비스와 품질을 제공하기 위한 것이다.

18. 웨스팅하우스법에 의한 작업수행도 평가에 반영되는 요소가 아닌 것은?
 ㉠ 작업의 숙련도(skill) ㉡ 작업의 노력도(effort)
 ㉢ 작업의 난이도(difficulty) ㉣ 작업의 일관성(consistency)

해설

18. 평준화법 (leveling법) (Westinghouse법)
 정미시간 = 관측시간 대표치×(1+ 평준화계수함)
 평준화계수 요소 : ① 숙련도(skill), ② 노력도(effort), ③ 작업조건(condition), ④ 일치성(consistency)

19. 일정계획의 주요기능에 해당되지 않는 것은?
 ㉠ 작업 할당 ㉡ 제품 조합 ㉢ 부하 결정 ㉣ 작업우선순위 결정

해설

19. ㉡ 제품조합(product mix)이란 품종계획의 방법이며, 공장의 생산능력을 고려하면서 최대이익을 추구할 수 있는 제품별 생산비율을 결정하는 것이다.

20. 작업을 저속촬영(매초 1 frame 혹은 매분 100 frame)한 후 이를 도표로 그려 분석하는 기법으로 사이클타임이 긴 작업을 효과적으로 분석하는 기법은?
 ㉠ memo-motion study ㉡ micro-motion study
 ㉢ cycle graph 분석 ㉣ eye camera 분석

해설

20. ㉠ 메모동작분석(memo-motion)은 매초 1 FPS(Frame Per Second)로 대단히 촬영속도가 늦은 특수한 영화를 만듦으로써 작업자의 동작분석을 함.

제4과목 : 신뢰성관리

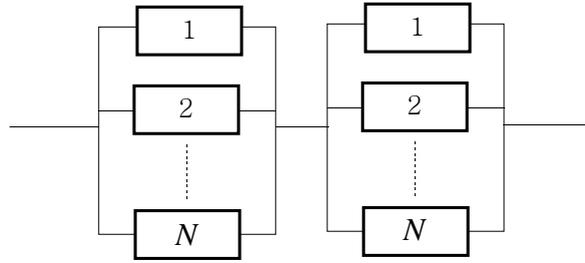
01) 일반적으로 가정용 오디오, TV, 에어컨 등의 시스템, 기기 및 부품 등이 정해진 사용조건에서 의도하는 기간동안 정해진 기능을 발휘할 확률은?

- ㉠ 신뢰도 ㉡ 고장률 ㉢ 불신뢰도 ㉣ 전자부품수명 관리도

해설

01) ㉠ 신뢰성(reliability)이란 일반적으로 “시스템이나 장치가 정해진 사용조건하에서 의도하는 기간동안 만족하게 동작하는 시간적 안정성”을 뜻하며, 신뢰도는 “제품이 주어진 사용 조건 하에서 의도하는 기간 동안 정해진 기능을 성공적으로 수행할 확률”을 말한다.

02) 다음과 같은 신뢰성 블록도를 갖는 시스템의 신뢰성이 0.999이상이 되려면 N 은 최소 얼마 이상이어야 하는가? (단, 모든 부품의 신뢰성은 0.9이다.)



- ㉠ 2 ㉡ 3 ㉢ 4 ㉣ 5

해설

02) ㉢ $R_s = [1 - (1 - R_i)^N]^2 \geq 0.999 \rightarrow 1 - (1 - R_i)^N \geq \sqrt{0.999}$
 $\rightarrow (1 - R_i)^N \leq 1 - \sqrt{0.999} \rightarrow N \log(1 - R_i) \leq \log(1 - \sqrt{0.999})$
 $\rightarrow N \log(1 - 0.9) \leq \log(1 - \sqrt{0.999})$
 $\rightarrow -N \leq -3.3 \rightarrow N \geq 3.3 \rightarrow N = 4$ 개

03) 부하의 평균(μ_x)이 1, 표준편차(σ_x)가 0.4, 재료강도의 표준편차(σ_y)가 0.4이고, μ_x 와 μ_y 로부터의 거리인 n_x 와 n_y 가 각각 2인 경우 안전계수를 1.52로 하고 싶다면, 재료의 평균강도(μ_y)는 약 얼마가 되어야 하는가? (단, 재료의 강도와 여기에 걸리는 부하는 정규분포에 따른다.)

- ㉠ 1.25 ㉡ 2.24 ㉢ 3.05 ㉣ 3.54

해설

03) ㉣ 안전계수 $m = \frac{\mu_y - n_y \sigma_y}{\mu_x + n_x \sigma_x}$ 로부터 $\mu_y = 1.52(1 + 2 \times 0.4) + 2 \times 0.4 = 3.536$

04 신뢰성 샘플링검사에서 MTBF와 같은 수명 데이터를 기초로 로트의 합부판정을 결정하는 것은?

- ㉠ 계수형 샘플링검사 ㉡ 계량형 샘플링검사
- ㉢ 조정형 샘플링검사 ㉣ 선별형 샘플링검사

해설

☞ ㉡ 계량 1회 샘플링검사(DOD-HDBK-H108)에서는 n 개의 샘플에 대하여 정시중단시험이나 정수중단시험을 행하는 경우 MTBF의 추정치는 T/r 로 된다. 여기서 T 는 총시험시간(각 시료시험기간의 합), r 은 T 시간 중의 고장개수이다.

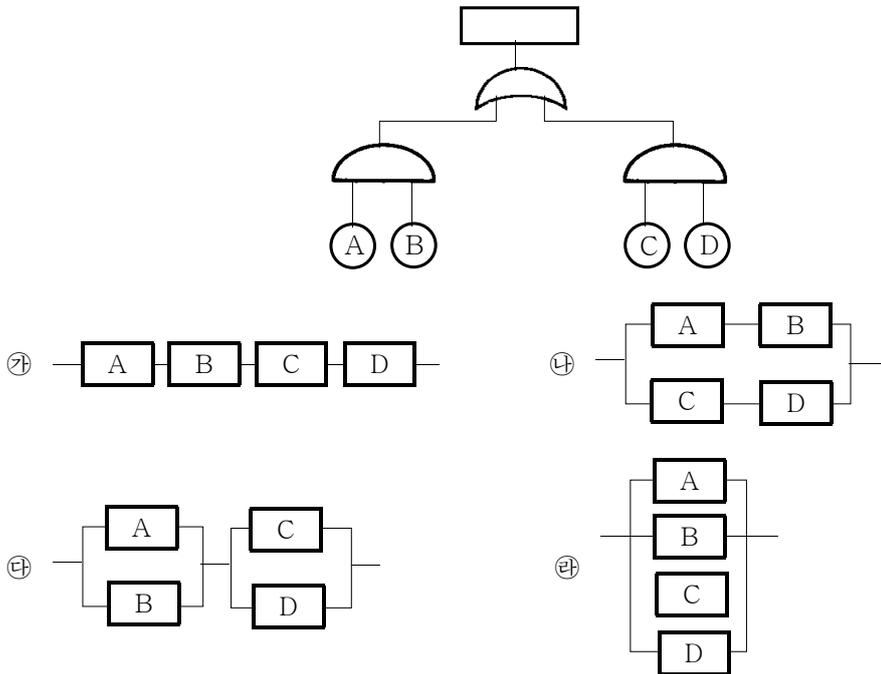
05 어떤 기계의 보전도 $M(t)$ 가 지수분포에 따르고 1시간 동안의 보전도가 $M(1) = 1 - e^{-2 \times 1}$ 가 되었다면 평균수리시간(MTTR)은?

- ㉠ 0.5 ㉡ 1.0 ㉢ 1.5 ㉣ 2.0

해설

☞ ㉠ $MTTR = \frac{1}{\mu} = \frac{1}{2} = 0.5$ (단, $M(t) = 1 - e^{-\mu t}$ 에서 μ 는 평균수리율)

06 시스템의 FT(Fault Tree)도가 그림과 같을 때 이 시스템의 블록도로 옳은 것은?



해설

☞ FT도는 고장을 대상으로 확률을 계산한다.

- ① 신뢰성블록도가 직렬형태이면 FT도에서는 OR gate이다. 즉, 어느 것이라도 하나이상 고장나면 상위사상의 고장이 발생된다.

② 신뢰성블록도가 병렬형태이면 FT도에서는 AND gate이다. 즉, 모두 고장이 나와만 상위사상의 고장이 발생된다.

07) 고장률 함수 $\lambda(t)$ 의 표현으로 옳은 것은?

[단, $F(t)$ 는 고장분포함수, $f(t)$ 는 고장밀도함수이다.]

㉠ $\lambda(t) = 1 - F(t)$ ㉡ $\lambda(t) = \frac{F(t)}{1 - f(t)}$

㉢ $\lambda(t) = f(t)[1 - F(t)]$ ㉣ $\lambda(t) = \frac{f(t)}{1 - F(t)}$

해설

☞ ㉣ $\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{f(t)}{1 - F(t)}$

08) 기계의 고장시간 분포가 평균이 110시간, 표준편차가 20시간인 정규분포를 따른다. 기계를 149.2시간 사용하였을 때의 신뢰도는? (단, $Z_{0.025}=1.96$, $Z_{0.05}=1.645$, $Z_{0.1}=1.282$ 이다.)

- ㉠ 0.025 ㉡ 0.050 ㉢ 0.950 ㉣ 0.975

해설

☞ 수명시간 $T \sim N(110, 20^2)$ 인 정규분포를 따를 때 신뢰도 계산

$$R(t) = P(T \geq t) = P\left(\frac{T - \mu}{\sigma} \geq \frac{149.2 - \mu}{\sigma}\right) = P\left(U \geq \frac{149.2 - 110}{20}\right) = P(U \geq 1.96) = 0.025$$

09) 제품의 신뢰성은 고유신뢰성과 사용신뢰성으로 구분된다. 다음 중 사용신뢰성의 증대 방법에 속하는 것은?

- ㉠ 기기나 시스템에 대한 사용자 매뉴얼을 작성 배포한다.
- ㉡ 부품의 전기적, 기계적, 열적 및 기타 작동조건을 경감한다.
- ㉢ 부품고장의 영향을 감소시키는 구조적 설계방안을 강구한다.
- ㉣ 병렬 및 대기 리던던시(redundancy) 설계방법에서 활용한다.

해설

☞ 제품의 사용신뢰성의 증대방법으로는 ① 포장, 보관, 운송, 판매의 제 과정에서 사후관리의 철저 시행, ② 예방보전(PM)과 사후보전(BM) 체제확립에 의한 애프터 서비스 시행, 사용중 열화정보 수집에 의한 차기 제품개발이나 설계에 반영, ③ 사용자 매뉴얼의 작성배포와 조작 방법에 대한 교육실시 등이다.

10) 각각의 신뢰도가 0.7인 부품을 사용하여 시스템의 신뢰도를 95%이상으로 하기 위해서는 최소한 몇 개의 구성요소를 병렬로 연결해야 하는가?

- ㉠ 2개 ㉡ 3개 ㉢ 4개 ㉣ 6개

해답 07. ㉣ 08. ㉠ 09. ㉢ 10. ㉡

해설

130 ㉠ n 개 부품의 병렬결합 시 $R_s = 1 - (1 - R_i)^n \geq 0.95$ 에서, 부등식을 풀면 $n \geq 2.5$

- 11) 무기억 특성(memoryless property)과 밀접한 관계가 있는 수명분포는?
 ㉠ 감마분포 ㉡ 정규분포 ㉢ 지수분포 ㉣ 와이블분포

해설

130 지수분포에서의 건망증 또는 무기억성(memoryless) : 어떤 장치가 고장나지 않았다는 조건 하에서 나머지 수명은 그 시간 이전의 그 장치의 수명에 대한 확률밀도함수와 같아진다.
 즉, 그 시간 경과후에 마치 0(처음)시점에서 새로 시작하는 것처럼 행동한다는 성질.

- 12) 수명분포가 지수분포인 샘플 10개에 대하여 4개가 고장날 때까지 시험한 결과 얻어진 MTBF의 점추정치는 2,000시간이다. 신뢰수준 90%로 MTBF의 신뢰구간을 추정하면 약 얼마인가? (단, 정수중단 시 신뢰수준 90%, $r=4$ 일 때의 신뢰구간 하한과 상한의 추정 계수값은 각각 0.52와 2.93이다.)
 ㉠ 1,040~2,000시간 ㉡ 1,800~2,000시간
 ㉢ 1,040~5,860시간 ㉣ 2,000~5,860시간

해설

130 ㉠ $0.52 \times \hat{\theta} \leq \theta \leq 2.93 \times \hat{\theta} \rightarrow 0.52 \times 2,000 \leq \theta \leq 2.93 \times 2,000 \rightarrow 1,040 \leq \theta \leq 5,860$
 여기서, $\hat{\theta}$ = MTBF의 점추정치

- 13) 고장률이 일정하며 0.005/시간으로서 동일한 부품 10개가 동시에 모두 작동해야만 기능을 발휘하는 시스템의 평균수명은 몇 시간인가?
 ㉠ 2 ㉡ 20 ㉢ 200 ㉣ 2,000

해설

130 직렬시스템, $MTBF_s = \frac{1}{\lambda_s}$ [여기서, $\lambda_s = \sum \lambda_i = \lambda \times 10 = 0.005 \times 10 = 0.05$ (/시간)]

- 14) 신뢰도를 배분할 때 고려해야 하는 사항으로 틀린 것은?
 ㉠ 신뢰도가 높은 구성품에는 높게 부여한다.
 ㉡ 중요한 구성품에는 신뢰도를 높게 배정한다.
 ㉢ 표준 구성품을 사용하여 호환성을 갖게 한다.
 ㉣ 안전성, 경제성을 고려하여 시스템 전체로 보아 균형을 취한다.

해설

130 ㉢ 표준 구성품을 사용하여 안전성 또는 신뢰성을 갖게 한다.

- 15) 육조형 고장률함수에서 우발고장기간에 대한 설명으로 가장 올바른 것은?
 ㉠ 설비의 노후화로 인하여 발생한다. ㉡ 불량제조와 불량설치 등에 의해 발생한다.
 ㉢ 고장률이 비교적 크며 시간이 지남에 따라 증가한다.
 ㉣ 고장률이 비교적 낮으며 시간에 관계없이 일정하다.

해설

☞ 우발고장기간에는 고장률은 시간적으로 거의 일정하며 안정되는 CFR의 부분이다. 우발고장기간의 신뢰도 $R(t)$ 는 지수분포에 따른다. 즉, $R(t) = e^{-\lambda t}$ 이 된다. 여기서, λ 는 평균고장률이다.

- 16) 샘플수가 35개, n 시간까지의 누적고장개수가 22개일 때, 신뢰도 $R(t)$ 는 약 얼마인가?
 (단, 신뢰도는 평균순위법을 이용하여 구한다.)
 ㉠ 0.327 ㉡ 0.347 ㉢ 0.367 ㉣ 0.389

해설

☞ 평균순위법에서 $R(t_i) = 1 - F(t_i) = 1 - \frac{i}{n+1} = \frac{n+1-i}{n+1} = \frac{35+1-22}{35+1} = 0.389$

- 17) 수명시험 중 특히 수명시간을 단축할 목적으로 고장 메커니즘을 촉진하기 위해 가혹한 환경조건에서 행하는 시험은?
 ㉠ 환경시험 ㉡ 정상수명시험 ㉢ screening시험 ㉣ 가속수명시험

해설

☞ ㉣ 가속인자인 기계적 부하나 온도, 습도, 전압 등 사용조건을 강화하여 고장시간을 단축시키는 수명시험을 가속수명시험이라고 한다.

- 18) 지수분포의 고장시간과 수리시간을 갖는 어떤 장비를 관찰하여 다음과 같은 [데이터]를 얻었다. 이 장비의 가용도(Availability)는 약 얼마인가?

번호	사용시간	수리시간	총시간
1	16	3	19
2	15	1	16
3	35	4	39
4	24	9	33
5	42	17	59
6	34	6	40

- ㉠ 0.8 ㉡ 0.6 ㉢ 0.4 ㉣ 0.2

해설

☞ ㉠ $A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} = \frac{27.67}{27.67 + 6.67} = 0.806$

여기서, $MTBF = \frac{\sum t_i}{r} = \frac{16+15+\dots+34}{6} = \frac{166}{6} = 27.67$

$$MTTR = \frac{\sum t_i}{n} = \frac{3+1+\dots+6}{6} = \frac{40}{6} = 6.67$$

- 19) 300개의 전구로 구성된 전자제품에 대하여 수명시험을 한 결과 4시간과 6시간 사이의 고장개수가 22개이다. 4시간에서 이 전구의 고장확률밀도함수 $f(t)$ 는 약 얼마인가?
 ㉠ 0.0333/시간 ㉡ 0.0367/시간 ㉢ 0.0433/시간 ㉣ 0.0457/시간

해설

19) ㉡ $f(t) = \frac{n(t) - n(t + \Delta t)}{N \cdot \Delta t} = \frac{22}{300 \times 2} = 0.0367$ (/시간)

- 20) 고장률이 λ 인 지수분포를 따르는 N 개의 부품을 T 시간 사용할 때 C 건의 고장이 발생하는 확률은 어떤 분포로부터 구할 수 있는가? (단, N 은 굉장히 크다고 한다.)
 ㉠ 지수분포 ㉡ 포아송분포 ㉢ 베르누이분포 ㉣ 와이블분포

해설

20) ㉡ 이항분포의 특수한 경우로서, 예를 들면 공장에서 일정기간 동안 발생한 사고건수, 직물의 일정한 단위면적 내에 있는 흠집의 수, 단위 시간내의 걸려오는 전화 수 등이 포아송 분포(Poisson distribution)를 하는 예가 된다.

제5과목 : 품질경영

- 01) 허용차와 공차에 대한 설명으로 틀린 것은?
 ㉠ 허용차는 규정된 기준치와 규정된 한계치와의 차이다.
 ㉡ 최대허용치와 최소허용치와의 차이를 공차라고 한다.
 ㉢ 허용한계치에서 그 기준을 뺀 값을 실치수라고 한다.
 ㉣ 허용차의 표시방법은 양쪽이 같은 수치를 가질 때에는 ±를 붙여서 기재한다.

해설

01) ㉢ 허용차 = 허용한계치수-기준치수
 (단, + 허용차=최대허용치수-기준치수, -허용차=최소허용치수-기준치수)

- 02) 신QC 7가지 기법 중 장래의 문제나 미지의 문제에 대해 대해 수집한 정보를 상호 친화성에 의해 정리하고, 해결해야 할 문제를 명확히 하는 방법은?
 ㉠ KJ법 ㉡ 계통도법 ㉢ PDPC법 ㉣ 연관도법

해설

02) ㉠ KJ법(친화도법)은 “혼돈된 상태에서 수집한 언어 데이터를 상호의 친화성에 의해서 통합한 그림을 작성함으로써 해결해야 할 문제의 소재·형태를 명확히 하는 방법”으로 정의되며, 여기서 KJ는 일본의 학자인 가와키타 지로(Kawakita Jiro)의 두문자를 딴 것이다.

03) 공정의 품질변동에 영향을 주는 요인으로 보통 5M을 꼽는다. 다음 중 5M은?

- ㉠ Man, Method, Machine, Measurement, Money
- ㉡ Man, Method, Material, Machine, Measurement
- ㉢ Man, Method, Material, Measurement, Management
- ㉣ Man, Machine, Material, Measurement, Management

해설

☞ 일반적으로 품질에 가장 큰 영향을 미치는 요인으로서 제조공정 구성의 4요소인 4M에 측정(Measurement), 환경(Environment)을 포함시켜 5M1E를 들고 있다.

04) 품질비용에 대한 설명 중 틀린 것은?

- ㉠ 예방비용과 평가비용이 증가하면 실패비용은 감소한다.
- ㉡ 실패비용은 공장 내 문제인 내부 실패비용과 클레임 등에서 발생하는 외부 실패비용으로 구성된다.
- ㉢ 일반적으로 실패비용이 크기 때문에 실패비용 감소효과가 예방비용이나 평가비용의 증가를 상쇄할 수 있다.
- ㉣ 회사입장에서 총품질비용을 최소화하는 방법은 예방비용, 평가비용 및 실패비용 사이에 적당한 타협점을 찾아야 한다. 타협점은 “예방비용+평가비용=실패비용”의 공식이 성립한다.

해설

☞ ㉣ 총품질비용 최소화 방법은 “예방비용, 평가비용 및 실패비용 합”이 최소가 되는 점이다.

05) 제조물 책임법에서 정의한 제조물이 아닌 것은?

- ㉠ 전력 ㉡ 정련된 금속 ㉢ 휴대폰 ㉣ 자연 채취된 광물

해설

☞ 제조물 책임법에서의 제조물 : 제조 또는 가공된 동산을 뜻하며, 부동산 및 1차 농수산물은 제외한다. 그리고, 부동산의 일부를 구성하는 동산은 부동산으로 간주하여 제외한다.

06) 현재의 문제를 해결하기 위하여 기업이 수행할 품질목표와 가장 거리가 먼 것은?

- ㉠ 품질코스트를 5%로 줄인다. ㉡ 재작업률 0(zero)에 도전한다.
- ㉢ 제품의 로스율을 1%로 줄인다. ㉣ 부적합품률을 현재의 0.5% 수준으로 유지한다.

해설

☞ 품질목표는 ① 현상유지를 위한 목표와 ② 개선(현상타파)을 위한 목표로 나뉘어진다. ㉣항은 현상유지를 위한 목표이며, 일상관리의 대상이다.

07) 고객에 대한 불만처리 규정의 내용이 아닌 것은?

- ㉠ 대책의 수립 방법 ㉡ 대책의 실시 방법
- ㉢ 불만 등의 정보수집 방법 ㉣ 점검이나 정비 결과의 기록 방법

해설

해답 03. ㉡ 04. ㉣ 05. ㉢ 06. ㉣ 07. ㉣

☞ ㉞항은 설비관리규정에서 규정되는 내용이다.

08) 종합적 품질경영(TQM) 활동이 기업성과에 미치는 영향을 측정할 수 있는 기업활동 영역으로 가장 거리가 먼 것은?

- ㉠ 고객 만족도 ㉡ 재무적 성과 ㉢ 종업원간의 관계 ㉣ 비용만을 고려하는 품질

해설

☞ ㉣ 비용만을 고려하는 품질이 아니고, 종합적 품질경영(TQM) 활동의 기업성과에 미치는 영향은 ① P(생산성), ② Q(품질), ③ C(원가), ④ D(납기), ⑤ S(안전), ⑥ M(사기, 의욕) 등의 종합적 측면을 고려한다.

09) 6σ의 품질이 수립될 때 예상되는 공정능력지수(C_p) 값은?

- ㉠ 1 ㉡ 2 ㉢ 3 ㉣ 4

해설

☞ ㉡ 6σ 품질수준일 때 공정능력지수는 $C_p = \frac{S_U - S_L}{6\hat{\sigma}} = \frac{12\hat{\sigma}}{6\hat{\sigma}} = 2$

10) 품질경영시스템-요구사항(KS Q ISO 9001: 2009)에서 프로세스 접근방법이 품질경영 시스템 내에서 사용될 경우, 중요성이 강조되는 사항과 가장 관계가 먼 것은?

- ㉠ 요구사항의 이해 및 충족 ㉡ 프로세스 성과 및 효과성에 대한 결과 획득
 ㉢ 부가가치 측면에서 프로세스를 고려할 필요
 ㉣ 주관적 측정에 근거한 프로세스의 지속적 개선

해설

☞ ㉣ “객관적 측정에 근거한 프로세스의 지속적 개선”으로 되어야 옳은 표현이다.

11) 두께 10±0.04mm인 4개의 부품을 임의조립 방법에 의해 겹쳐서 조립할 경우 조립공차는 몇 mm인가?

- ㉠ ±0.04 ㉡ ±0.08 ㉢ ±0.40 ㉣ ±0.80

해설

☞ 조립공차=±√각 부품 허용차의 제곱의 합=±√0.04²×4=±2×0.04=±0.08=0.16

12) 품질이 기업경영에서 전략변수로 중시되는 이유가 아닌 것은?

- ㉠ 소비자들이 제품의 안전 또는 고신뢰성에 대한 요구 경향이 높아지고 있다.
 ㉡ 기술혁신으로 제품이 복잡해짐에 따라 제품의 신뢰성 관리문제가 어려워지고 있다.
 ㉢ 제품 생산이 분업일 경우 부분적으로 책임을 지는 것이 제품의 신뢰성이 높아진다.
 ㉣ 원가 경쟁보다는 비가격경쟁, 즉 제품의 신뢰성, 품질 등이 주요 경쟁요인이기 때문이다.

해설

☞ ㉢ “분업생산방식으로 인한 품질·신뢰성 저하에의 대처 필요성”으로 되어야 옳은 표현이다.

해답 08. ㉣ 09. ㉡ 10. ㉣ 11. ㉡ 12. ㉣

13) 한 명의 측정자가 하나의 측정계기를 여러 차례 사용해서 동일한 제품의 동일한 품질특성을 측정하여 얻은 측정값의 변동은?

- ㉠ 직선성(lineality) ㉡ 안정성(stability)
- ㉢ 반복성(repeatability) ㉣ 재현성(reproducibility)

해설

13. 반복성은 동일한 측정자일 때의 계측기변동을 말하고, 재현성은 여러 명의 측정자가 있을 때의 측정자간 변동인 측정자변동을 말한다.

14) 평균치가 다른 두 가지의 분포가 뒤섞여 있는 경우의 데이터로 히스토그램을 작성할 경우 나타날 수 있는 형태는?

- ㉠ 쌍봉형 ㉡ 절벽형 ㉢ 낙도형 ㉣ 고원형

해설

14. ㉠항의 쌍봉형은 쌍봉우리형이라고도 한다.

15) 품질보증 시스템 운영과 가장 거리가 먼 것은?

- ㉠ 품질 시스템의 과정을 명확하게 해야 한다.
- ㉡ 품질 시스템 운영을 위한 수단·용어·운영 규정이 정해져야 한다.
- ㉢ 처음에 품질 시스템을 제대로 만들어 가능한 변경하지 않아야 한다.
- ㉣ 다음 단계로서의 진행 가부 결정을 위한 평가항목, 평가방법이 명확하게 제시되어야 한다.

해설

15. ㉢ 품질보증 시스템 운영의 경험을 반영하여 현실에 맞는 살아 있는 표준이 되도록 시스템을 적시에 개정·보완하여 가는 것이 중요하다.

16) 종합적품질경영(TQM)을 추진하기 위한 조직적 구조로서 활용되고 있는 팀(team) 활동으로 틀린 것은?

- ㉠ 동일한 작업장의 조직원으로 구성된 자발적 문제해결집단
- ㉡ 주어진 과업이 일단 완성되면 해체되는 테스크팀(task team)
- ㉢ 반복되는 문제를 해결하기 위해 수행되는 프로젝트팀(project team)
- ㉣ 일련의 작업이 할당된 단위로서, 구성원들이 융통성 있게 작업을 공유할 수 있도록 하는 팀(team)

해설

16. 질문의 팀(team)은 TFT란 의미로서 한시적 조직에 해당한다.

17) 표준의 적용에 관한 설명 중 맞는 것은?

- ㉠ 국가규격이나 사내표준은 강제력이 없다. ㉡ 사내표준은 사내에 있어서 강제력이 있다.
- ㉢ 국가규격은 국내 제조업체에 대한 강제력이 있다.
- ㉣ 국가규격은 강제력이 있으나 사내표준은 강제력이 없다.

해설

☞ ㉠ 국가규격은 국내 제조업체에 대한 강제력이 없으나, 일부 KS규격은 강제력이 있는 것도 있다(예, 자동차부품 중 KS표시인증에 의한 KS표시 의무화).

18 품질관리의 기능을 4가지로 대변할 때 해당되지 않는 것은?

- ㉠ 품질의 관리 ㉡ 품질의 설계 ㉢ 공정의 관리 ㉣ 품질의 보증

해설

☞ 품질관리의 기능을 순환하는 사이클인 ① 설계, ② 제조, ③ 검사·판매, ④ 조사·서비스의 데밍사이클에 따라 재분류하면 ㉠ 품질설계(P)→㉡ 공정관리(D)→㉢ 품질보증(C)→㉣ 품질조사 및 개선(A)이며, 이들은 순환된다고 보는 것이다.

19 표준에 관련된 용어의 설명으로 틀린 것은?

- ㉠ ‘법정계량단위’란 정확성과 공정성을 확보하기 위하여 정부가 법령에 따라 정하는 상거래 및 증명용 단위를 말한다.
- ㉡ ‘산업표준’이란 광공업품의 종류, 형상, 품질, 생산방법, 시험·검사·측정방법 및 산업활동과 관련된 서비스의 제공방법·절차 등을 통일하고, 단순화하기 위한 기준을 말한다.
- ㉢ ‘교정’이란 연구개발, 산업생산, 시험검사 현장 등에서 측정한 결과가 명시된 불확정 정도의 범위 내에서 국가측정표준 또는 국제측정표준과 일치되도록 연속적으로 비교하는 체계를 말한다.
- ㉣ ‘성문표준’이란 국가사회의 모든 분야에서 총체적인 이해성, 효율성 및 경제성 등을 높이기 위하여 강제 또는 자율적으로 적용하는 문서화된 과학기술적 기준, 규격, 지침 및 기술 규정을 말한다.

해설

☞ ㉢ 교정(calibration)이란 계측기기가 나타내는 값이 참값인지를 국제적으로 공인된 표준과 비교(소급성)하여 객관적으로 검증하는 활동.

20 제일 좋은 품질수준을 나타내는 것은?

- ㉠ 4시그마 ㉡ $C_{pk}=1.5$ ㉢ 0.0668% ㉣ 2,700ppm

해설

☞ ㉠ 4시그마 → 6,210ppm, ㉡ $C_{pk}=1.5$ → 3.4ppm, ㉢ 0.0668% → 668ppm

[암기방법 힌트] 양품률 99.99% (Four-9) = 부적합품률 0.01% = 100ppm