

국가기술 자격검정 시험문제

기술사 제 78 회

제 1 교시 (시험시간: 100 분)

분야	안전관리	자격종목	산업위생관리기술사	수험번호		성명
----	------	------	-----------	------	--	----

※ 다음 문제 중 10 문제를 선택하여 설명하시오. (각 10 점)

1. 국소배기장치에서 정화된 유해물질을 대기로 배출하기 위한 “15-3-15”규칙이 있다. 이에 대해서 설명하시오. 단, 이 공정은 공기 보충을 위한 유입구가 있다는 것을 가정하고, 설명에는 배출구 높이, 배기속도, 보충공기 유입구의 위치 등을 포함하여 기술하시오.
2. 작업환경측정 시 시료의 채취방법은 시간에 따라 “전 작업시간 동안 단일시료채취”, “전 작업시간 동안 다수 시료채취”, “부분 작업시간 동안 다수 시료채취”, “단시간동안 다수 시료채취”로 구분할 수 있다. 이 중 노출평가에 가장 적정한 채취방법을 고르고 그 이유를 설명하시오.
3. 노출인년(person-years of exposure)은 조사 근로자를 1년 동안 관찰한 수치로 환산한 것을 말한다. 다음 근로자들의 조사년한을 노출인년으로 환산하여 보시오
 - 3 개월 노출농도를 조사한 사람의 수 : 8 명
 - 6 개월 노출농도를 조사한 사람의 수 : 20 명
 - 3 년 노출농도를 조사한 사람의 수 : 10 명
4. 다음은 석면에 노출되어 폐암이 발생되는 환자-대조군(case-control)의 연구결과이다. 다음 물음에 답하시오.

(명)	환자군	대조군
노출	3	15
비노출	1	18

- 1) 상대위험비(relative risk, RR)에 대한 개념을 설명하시오.
- 2) 위 표에서 상대위험비를 구하고 그 의미를 설명하시오.

국가기술 자격검정 시험문제

기술사 제 78 회

제 1 교시 (시험시간: 100 분)

분야	안전관리	자격종목	산업위생관리기술사	수험번호		성명	
----	------	------	-----------	------	--	----	--

-
5. 생물학적 유해인자에 대하여 아직까지 국제적으로 공인된 노출기준을 설정하지 못한 중요한 이유는 생물학적 유해인자에 대한 공인된 측정방법이 없거나 분석 가능 한 항목도 적어 노출기준의 설정을 위한 자료가 부족하기 때문이다. 곰팡이와 박테리아에 적용되는 배양법의 한계점과 이것이 노출기준을 설정하는데 제약점으로 작용하는 이유를 설명하여 보시오.
 6. 근로자로부터 40cm 떨어진 곳에 있는 10Kg 인 물체를 바닥으로부터 150 cm 높이(위치) 까지 들어올리는 작업을 1 분에 5 회, 1 일 8 시간씩 수행할 때 감시기준(AL)은 4.6Kg이며 권고기준(RWL)은 3.3Kg 이다. 미국국립산업안전보건연구원(NIOSH)에서 권고하는 최고허용기준(Maximum Permissible Limit, MPL) 및 중량물 취급지수(Lifting Index, LI)를 각각 계산하시오.
 7. 미국산업안전보건청(OSHA)에서 설정한 허용기준(Permissible Exposure Limit, PEL)의 대부분은 미국산업위생전문가협의회(ACGIH)의 노출기준(Threshold Limit Value, TLV) 보다 높은 것으로 알려져 있다. 이에 대한 이유를 법률.행정적 그리고 기술적인 측면으로 구분하여 간단히 기술하시오.
 8. 작업장에서 사용하는 유해물질의 노출에 의한 건강상의 위험 또는 위해(risk)를 결정 하는 요인을 4 가지 이상 설명하시오.

국가기술 자격검정 시험문제

기술사 제 78 회

제 1 교시 (시험시간: 100 분)

분야	안전관리	자격종목	산업위생관리기술사	수험번호		성명
----	------	------	-----------	------	--	----

9. 아래 그림은 독성물질(독물) A 와 B 에 대한 독성실험결과를 나타낸 것이다. TD 는 Toxic Dose 의 약자로 실험동물이 죽지는 않지만 조직손상이나 종양과 같은 심각한 독성이 나타나는 양을 말한다. 그림을 보고 독물 A 와 B 에 대한 독성을 평가하여 보시오

Not Supported Object

10. 아래는 주물사업장에서 15 명의 근로자를 대상으로 측정한 먼지에 대한 노출농도이다. 이 자료를 근거로,

- 1) 자료의 통계적학적인 분포(distribution)를 평가하고,
- 2) 대수로 변환할 필요가 있는지, 그리고
- 3) 동일노출그룹(혹은 유사노출그룹, similar exposure group)인지 평가하여 보시오.
즉 대표치와 편차를 근거로 설명하면 됨.

구분	먼지의 농도
산술평균	2.2 mg/m ³
중위수	2.2 mg/m ³
최빈수	2.13 mg/m ³
표준편차	0.417 mg/m ³
기하평균	2.16 mg/m ³
기하표준편차	1.225

국가기술 자격검정 시험문제

기술사 제 78 회

제 1 교시 (시험시간: 100 분)

분야	안전관리	자격종목	산업위생관리기술사	수험번호		성명
----	------	------	-----------	------	--	----

11. 금속 및 석면을 채취하는데 일반적으로 MCE(Mixed Cellulose Ester) 여과지를 사용한다. 사용하는 이유를 각각의 물질별로 기술하시오

12. 다음은 진폐증이나 직업병을 열거하였다 각각의 원인이 되는 먼지나 화학물질의 이름을 적어 넣으시오

진폐증(혹은 직업병)	원인이 되는 먼지나 화학물질의 이름
규폐증	
악성 중피종	
탄광부 진폐증	
용접공폐증	
면폐증	
굴뚝청소부의 음낭암	
비중격천공	
안음뱅이병(다발성신경염, 말초신경장애)	
파킨슨증후군	
구내염, 근육진전(수전증 등)	

13. 개인직경분립충돌기(personal cascade impactor)로 공기 중 입자상물질을 채취하고자 한다. 채취기구의 원리 그리고 장점과 한계점에 대해서 각각 기술하시오.

국가기술 자격검정 시험문제

기술사 제 78 회

제 2 교시 (시험시간: 100 분)

분야	안전관리	자격종목	산업위생관리기술사	수험번호		성명	
----	------	------	-----------	------	--	----	--

※ 다음 문제 중 4 문제를 선택하여 설명하시오. (각 25 점)

- 자동차 공업사에서 톨루엔을 분당 8 g 을 사용하고 있다. 톨루엔의 1 g 분자량은 92이고 노출기준은 50 ppm 이다. 톨루엔에 대한 노출을 억제하기 위해서 공급해야 할 환기량을 계산하고자 한다. 온도는 25 도를 가정한다. 톨루엔의 시간당 발생률(G, l/hr)과 톨루엔의 농도를 노출기준의 50 %수준으로 유지하기 위한 환기량(m³/분)을 구하시오. 단 혼합을 고려한 여유계수는 5를 가정한다.
- 200 여명이 근무하는 사무실에서 건물증후군(sick building syndrome, SBS)의 증상이 관찰되었다. 이에 대한 원인과 해결을 위하여 조사가 이루어졌다. 사무실로 공급되는 총 공기 공급율(급기율, supply air)은 28,588m³/시간이었다. 급기 효율은 69.3 %였다. 에너지 절감을 위해 외부의 신선한 공기를 공급하는 비율은 공기 공급율의 20 %였다. ASHRAE(American Standard for Heating and Refrigerating, Air conditioning Engineering, 미국공조협회) 기준에 의하면 외부 신선한 공기공급에 대한 기준은 10l/인. 초이다. ASHRAE 기준에 따라 이 사무실에 공급되는 외부의 신선한 공기공급이 적정한지 비교하시오.
- 어떤 사무실의 겨울철 공조시설 실태를 점검하였다. 사무실로 공급되는 총 공기 공급율(급기율, supply air)은 1,000m³/시간이었고, 배기율(returned air)은 3,382m³/hr 이었다. 사무실의 압력상태를 중심으로 발생될 수 있는 문제점을 언급하고 평가하시오.
- 선박 제조업 용접작업대 위에 플랜지가 붙은 외부식 국소배기장치를 설치하였다. 후드크기는 0.5 m x 0.2 m, 제어거리(X)는 30 cm, 제어속도(Vc)는 0.5 m/초다. 원형덕트에서의 반송속도(Vt)는 10 m/초 였다. 만약 위 후드에 플랜지를 부착하지 않았다면 증가된 필요 환기량(m³/초)을 구하시오.

국가기술 자격검정 시험문제

기술사 제 78 회

제 2 교시 (시험시간: 100 분)

분야	안전관리	자격종목	산업위생관리기술사	수험번호		성명	
----	------	------	-----------	------	--	----	--

-
5. 지하철에 설치된 송풍기 흡인구의 정압(Psi)이 $-70\text{mmH}_2\text{O}$, 배출구의 정압(Pso)이 $20\text{mmH}_2\text{O}$ 였다. 그리고 입구측의 반송속도가 13.5 m/초 일 때 다음 공식을 이용하여 흡인구의 속도압과 송풍기 정압을 구하시오
- $\text{Pvo} = \text{Pto} - \text{Pso}$
 - $\text{Ptf} = (\text{Pso} - \text{Psi}) + (\text{Pvo} - \text{Pvi})$
 - $\text{Psf} = \text{Ptf} - \text{Pvo}$
6. 외부식 국소배기장치에 대한 사양이다. 소요풍량($Q, \text{ m}^3/\text{분}$)이 10 , 덕트직경(d)이 200mm , 후드유입실계수(F)가 0.40 이다. 온도는 산업환기의 표준상태로 가정하고 후드유입손실($H_e, \text{ mmH}_2\text{O}$)과 후드 정압($SPh, \text{ mmH}_2\text{O}$)을 구하시오

국가기술 자격검정 시험문제

기술사 제 78 회

제 3 교시 (시험시간: 100 분)

분야	안전관리	자격종목	산업위생관리기술사	수험번호		성명	
----	------	------	-----------	------	--	----	--

※ 다음 문제 중 4 문제를 선택하여 설명하시오. (각 25 점)

1. 다음은 금속재료를 사용하여 식탁 용품을 제조하는 공정이다. 공정별 조건, 작업특성, 위험을 고려하여 측정해야 할 화학적 유해인자를 3 가지 이상 선정하고 이에 적정한 시료 채취방법을 설명하시오

- 생산공정 흐름: 원재료 → 절단 → 프레스 → 용접 → 연마 → 세척 → 제품
- 작업내용 개요
 - . 원재료: 스텐판을 원료로 사용
 - . 절 단: 스텐판을 샤링기로 절단
 - . 프레스 : 제품의 모양에 적합하게 프레스로 성형작업
 - . 용 접 : 금속제품을 연결하기 위한 용접
 - . 연 마 : 연마기로 제품을 마무리 및 광택제로 연마
 - . 세 척 : 퍼클로로에틸렌(PCE) 초음파 세척기로 세척

2. 어떤 유해인자에 대한 노출기준은 $2 \text{ mg}/\text{m}^3$ 이라고 가정한다. 17 명의 근로자를 대상으로 이 유해인자에 대한 측정결과는 다음과 같다
- 평균(M) : $3.2 \text{ mg}/\text{m}^3$

- 표준편차(s) : 2.9 mg/m^3

- 신뢰계수(t) : 2.12

위 자료를 근거로 95 % 신뢰구간상한치(UCL)와 하한치(LCL)을 구하고 그 결과에 따라 노출이 타당한지 평가하여 보시오.

3. 산업위생에서 사용하는 대부분의 측정 및 분석기구는 2 차 표준기구(secondary standard)이다. 이들은 일정 주기별로 1 차 표준기구 또는 물질(primary standard)에 보정(calibration)해야 한다. 이처럼 보정을 해야 하는 이유와 대표적인 1 차 및 2 차 표준기구(또는 물질)를 각각 3 가지 이상 쓰시오.

국가기술 자격검정 시험문제

기술사 제 78 회

제 3 교시 (시험시간: 100 분)

분야	안전관리	자격종목	산업위생관리기술사	수험번호		성명	
----	------	------	-----------	------	--	----	--

-
4. 호텔 카펠에서 박테리아를 측정하였다. 필터를 이용하여 진공으로 카펠먼지를 채취하였다. 필터의 측정전후 무게차이는 0.0045 g 이었다. 필터를 6mℓ로 추출하고 추출액 1mℓ을 배지에 옮긴 후 배양하였다. 배양 후에 자란 곰팡이 집락수는 총 300 개였다. 이 카펠먼지에서 채취한 박테리아의 농도(CFU/g)를 구하시오.
 5. 어떤 사업장에 근무하는 근로자에게 건강상의 영향을 미칠 수 있는 유해인자에 대한 노출을 평가하고자 한다. 참고할 수 있는 과거의 측정 자료는 없다. 산업위생사가 여러 유해인자 중 노출을 우선적으로 평가해야 할 유해인자를 결정하고자 한다. 이 사업장에서 발생되는 유해인자의 건강상의 장해는 다르고 노출특성도 다르다고 가정한다. 위험도평가 (혹은 위험평가, risk assessment)의 개념에 근거하여 측정해야 할 우선 유해인자를 결정하는 방법에 대해서 설명하시오.
 6. 납축전지 제조업에서 공기 중 납의 농도를 측정하고자 한다. 공기의 채취용량은 264 L 였다. 전 처리 후에 남은 납화합물을 10% 질산 10ml로 추출하여 불꽃을 이용한 원자흡광광도계(AA)로 분석하였다. AA의 분석결과가 채취한 시료에서는 5.5ppm, 공시료에서는 0.09ppm 이었으며 평균 회수율은 98%였다. 공기 중 납 농도($\mu\text{g}/\text{m}^3$)를 구하시오.

국가기술 자격검정 시험문제

기술사 제 78 회

제 4 교시 (시험시간: 100 분)

분야	안전관리	자격종목	산업위생관리기술사	수험번호		성명	
----	------	------	-----------	------	--	----	--

※ 다음 문제 중 4 문제를 선택하여 설명하시오. (각 25 점)

- 주조된 금속제품을 절단하는 공정이 있다. 절단기로부터 12 m 떨어진 곳에서 측정한 소음수준은 104 dB(A)이었다. 4 m 떨어진 곳에서 소음수준을 이론적으로 추정하여 보시오. 단, 절단기 사이는 소음을 흡수하거나 반향하는 물체가 없는 자유영역(free-field)인 것으로 가정한다.
- 자동차 부품을 제조하는 사업장에 근무하는 많은 근로자들이 호흡기계질환(천식, 비 염 등)을 호소하는 것과 함께 달걀 썩는 지독한 냄새가 나서 일하기가 매우 불쾌하다고 호소하였다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 방문하여 보니 이 근로자들은 수용성 절삭유 (water-soluble metalworking fluids)를 사용하여 자동차 실린더를 가공하는 작업을 하고 있었다. 이 사업장에서 냄새가 나는 원인은 무엇인지 추정하여 보시오.
- 최근 경기도 부천 소재의 조명기구 부품을 도장하는 업체에서 근로자가 현재까지 밝혀진 바에 의하면 피부홍반과 전격성 간염 등의 증상을 보이는 스티븐스존슨 증후군으로 사망한 것으로 추정되었다. 이러한 건강상의 장해를 초래한 원인물질의 명칭, 사용용도 및 우리나라 노출기준을 쓰시오.
- 다음 표를 보고 공조(환기)시설에서 측정한 화학적인자의 농도가 자연환기시설 보다

특별히 높은 이유로 추정할 수 있는 원인을 2 가지 이상 설명하시오. 자연환경과 공조시설이 설치된 건물과 유해인자의 발생특성은 동일한 것으로 가정한다.

(표. 공조시설에서 측정한 화학적인자의 평균농도)

	자연환경	공조시설
포름알데하이드, ppm	검출되지 않음	0.024
이산화탄소 농도, ppm	520	1500
호흡성먼지(PM10), $\mu\text{g}/\text{m}^3$	85	152
총먼지	120	189

국가기술 자격검정 시험문제

기술사 제 78 회

제 4 교시 (시험시간: 100 분)

분야	안전관리	자격 종목	산업위생관리기술사	수험 번호		성명	
----	------	-------	-----------	-------	--	----	--

-
5. 독성실험을 통해서 공기 중 노출기준(C , mg/m^3)을 설정하는 과정을 간단하게 설명하시오. 설명 내용에는 ThD(threshold dose, 또는 NOAEL), SHD(safe humane dose)에 대한 개념을 포함시켜 설명하기 바람.
 6. 건설업의 하도급업체에 종사하는 근로자에 대한 유해인자의 노출평가 및 건강관리가 어려운 이유를 설명하시오.

