

유형별 안전수칙

1. 일반안전

- ① 안전은 연구활동종사자의 연구 활동 및 생활에 있어서 필수적이고 중요한 것임을 항상 상기한다.
- ② 위험한 화학물질은 반드시 후드 안에서 취급하며, 화학물질의 냄새를 맡거나 맛을 보지 않는다.
- ③ 연구실에서 혼자 작업하는 것은 좋지 않으며, 적절한 응급조치가 가능한 상황에서만 실험을 해야 한다. 사고발생시 다른 사람의 도움을 받을 수 있을 때 실험을 하고, 인근에 다른 사람이 있다면 실험하는 곳을 알려주고 서로 상호간에 상대방을 확인할 수 있도록 한다.
- ④ 화학약품을 사용하는 연구 활동에서는 약품이 튀거나 넘어져 눈에 들어갈 위험이 있으며, 가압된 진공용기는 폭발하거나 파열될 수 있다. 따라서 실험을 할 때 연구활동종사자는 보안경, 고글, 안전마스크를 사용하여야 한다. 대부분 실험은 보안경만 사용해도 되지만, 특수한 화학물질 취급시에는 약품용 보안경 또는 안전마스크를 착용하여야 한다.
- ⑤ 80dB 이하의 소음은 청각에 위험을 주지 않지만, 130dB 이상에서는 위험하므로 피해야 한다. 귀덮개는 95dB 이상의 높은 소음에 적합하고 귀마개는 80~95dB 범위의 소음에 적합하다. 만일 청각의 유해 영향인자가 존재한다고 판단되면 소음 측정을 해야 한다.
- ⑥ 마스크는 여러 상황에서 사용가능한 종류와 크기가 많으므로 자신에게 적절한 것을 선택한다. 천으로 된 마스크는 작은 먼지는 보호할 수 있으나 화학약품에 의한 분진으로부터는 보호하지 못하므로 독성실험시 사용해서는 안 된다.
- ⑦ 약품이 튀거나 넘어질 수 있는 상황에서는 실험복, 보안경, 보안마스크, 앞치마를 착용하는 것이 좋고, 부식성 물질이거나 쉽게 피부에 흡수되는 약품을 취급할 때는 안전장갑이 필요하다. 발가락이 보이는 신발, 긴 머리, 반짝이는 보석 등은 실험실에서는 적합하지 않으므로 주의해야 한다.
- ⑧ 장갑을 착용해야 하는 실험을 할 경우에는 적합한 장갑을 착용한다.
- ⑨ 수행되고 있는 연구는 항상 관심과 지켜보는 습관을 갖고, 방치하지 않는다.
- ⑩ 연구실 내의 보관 장소, 냉장고, 유리기구에 음식이나 음료수를 보관·취급하지 않으며 실험실 내에서 음식물을 섭취하거나 담배를 피우지 않는다.
- ⑪ 실험 후에는 반드시 노출된 피부를 씻는다.
- ⑫ 연구실은 항상 정리정돈하고 청결한 상태로 유지한다.
- ⑬ 연구활동종사자에게 적절한 개인보호구를 제공하고 사용하도록 한다(예를들어, 마스크, 눈 보호용 고글, 장갑, 실험복, 안면보호대 등). 다만 연구실 실외에서는 착용하지 않는다.
- ⑭ 모든 화학물질에는 물질의 이름, 특성, 위험도, 주의사항 및 관리자 이름을 표시한다.

2. 전기안전

① 전기안전 일반사항

- 가. 전기스위치 부근에 인화성, 가연성 용매 등을 놓아서는 안 된다.
- 나. 분전함 내부에 공구, 성냥 등 불필요한 물건을 놓아두어서는 안 된다.
- 다. 전동기 등의 전기장치에 스파크나 연기가 나면, 즉시 전원스วิต치를 끄고 전기담당자에게 연락한다.
- 라. 모든 스위치는 상용치의 이름을 명기 하여야 한다.
- 마. 전기수리 또는 점검할 때에는 "수리 중", "점검 중" 표시를 하고 관계자 이외에는 출입금지를 시켜야 한다.
- 바. 접지를 올바른 곳에 확실하게 접속하여야 한다.
- 사. 스위치, 배전반, 전동기 등 전기기구에 불이나 기타물체가 닿지 않도록 한다.
- 아. 배선의 용량을 초과하는 전류를 사용해서는 안 된다.
- 자. 승낙 없이 임의로 전기배선을 접속 사용하지 않는다.
- 차. 결함이 있거나 작동상태가 불량한 전기기구는 사용하지 않는다.
- 카. 전원으로부터 플러그를 뽑을 때에는 선을 잡아당기지 말고 플러그 전체를 잡아 당겨야 한다.

② 연구실 전기안전 공통사항

- 가. 습기나 물기가 많은 곳에서 전기를 사용할 때에는 기계기구가 접지시설이 되어있어야 하고 또한 손과 발에 물기가 없어야 한다.
- 나. 전기기기 사용을 위한 코드나 배선기구는 용량과 규격에 맞는 것을 사용한다.
- 다. 누전으로 인한 화재나 감전사고 예방의 기본장치인 누전차단기는 월 1회 이상 시험버튼으로 정상작동 여부를 확인한다.
- 라. 노후된 전기설비의 계속 사용은 누전, 합선, 감전사고의 위험이 매우 높으므로 반드시 개·보수하여 사용한다.
- 마. 무자격자에게 전기설비의 개·보수를 의뢰하는 경우 더 위험한 결과를 불러올 수 있으므로 반드시 전문 시공업체에 의뢰한다.

③ 감전 사고 예방대책

- 가. 전기기기 및 배선 등의 모든 충전부는 노출시키지 않는다.
- 나. 전기기기 사용 시에는 필히 접지시켜야 한다.
- 다. 누전차단기를 시설하여 감전사고시의 재해를 방지 한다
- 라. 전기기기의 스위치 조작은 아무나 함부로 하지 않도록 한다.
- 마. 젖은 손으로 전기 기기를 만지지 않도록 한다.
- 바. 개폐기에는 반드시 전격 퓨즈를 사용하고, 구리선과 철선 등을 사용하지 않는다.
- 사. 불량하거나 고장 난 전기제품은 사용하지 않도록 한다.
- 아. 배선용 전선은 중간에 연결한 접속부분이 있는 곳을 사용하지 않는다.
- 자. 전선 접속부는 충분한 절연효과가 있는 소정의 접속기구 또는 테이프를 사용하여야 한다.
- 차. 변압기·차단기, 또는 탱크·건물 벽 등을 통과 하는 곳에는 절연체인 부싱을 사용한다.
- 카. 누전여부를 수시로 확인하고 누전차단기를 설치한다.
- 타. 전선과 움직이는 물체와의 접촉을 금지해야 한다.
- 파. 전기를 사용하지 않을 경우에는 전원 스위치를 차단하여야 한다.

3. 기계안전

- ① 작업자는 그 작업에 적합한 복장을 하고 있어야 한다.
- ② 장갑은 표면이 거친 작업물을 만질 때 사용하고 기계 운전시는 사용을 금해야한다.
- ③ 기계의 이상 유무를 철저히 점검하고 고장중인 기계는 “고장”, “사용 못함” 등의 표지를 붙여야 한다.
- ④ 기계가 운전되고 있는 상태에서는 기계 옆을 떠나지 않아야 한다.
- ⑤ 실험 중에 통행자에 의해 접촉될 가능성이 있는 운동부위는 덮개를 설치한다.
- ⑥ 기계는 항상 잘 손질되어 있어야 하며 청소 혹은 점검, 수리를 할 때에는 필히 기계를 정지시키고 행하여야 한다.
- ⑦ 기계에 너무 자신을 갖고 방심하여 일하지 말고 원리원칙을 충분히 알고 나서 기계를 작동해야 한다.
- ⑧ 정전으로 인하여 기계작동이 중지되었을 때 필히 “정지” 스위치를 놓아야 한다.
- ⑨ 원칙적으로 구동 중인 기계부분에 직접 접촉하는 것은 피하고, 작동 중인 기계에 주유하면 위험하므로 금지해야 한다.
- ⑩ 공작물은 견고하게 체결하여 작업 중 공작물이 이탈하는 사례가 있어서는 안 된다.
- ⑪ 공작물이 깎을 때에는 지지대를 사용하고 타인의 접근을 막아야 한다.
- ⑫ 기계를 정지시킬 때 완전히 정지될 때까지는 손대지 말아야 하며 기계의 타력을 손이나 공구, 기타 물건으로 정지시키려 하지 말아야 한다.
- ⑬ 회전 물체의 방향 쪽에서는 작업을 금해야 한다.

4. 가스안전

① 특정고압가스 사용방법 주의사항

- 가. 용기는 직사광선을 피하고 통풍이 가능한 곳에 세워서 보관하여야 하고, 40 °C 이하여야 한다.
- 나. 충전용기와 빈 용기를 구분 보관하여야 하며, 다른 용기와 함께 보관하지 않아야 한다. 유효기간과 압력 시험 합격을 확인하고 사용한다.
- 다. 용기보관실 및 사용 장소에는 가죽끈이나 체인으로 고정하여 넘어지지 않도록 하여야 한다.
- 라. 산소는 밸브와 용기의 연결부위 및 기타 가스가 직접 접촉하는 곳에 유기물질 등이 묻지 않도록 하여야 한다.
- 마. 가스가 고속으로 분출되면 그 전면에 충격파가 생겨 고온이 되고 다시 이 기류가 배관의 벽에 충돌하면 더욱 온도가 올라가 폭발할 수 있으므로 산소밸브를 열 때 천천히 열어야 한다.
- 바. 산소를 사용하여 압력시험이나 먼지제거 및 청소 등을 절대 금해야 한다.
- 사. 조연성(산소, 이산화질소 등) 및 가연성 가스(아세틸렌, LPG, 수소 등) 주위에는 화기 및 가연성 물질을 가까이 두지 말아야 한다.
- 아. 산소와 관련된 압력계 및 압력 조정기 등은 산소전용을 사용하여야 한다.
- 자. 산소는 화학적으로 대단히 활발하고 과산화물의 생성으로 폭발의 원인이 되는 경우가 있으므로 사용할 때 주의하여야 한다.
- 차. 질소 및 탄산가스 누출 시 질식에 주의하여야 한다.
- 카. 액체가스는 초저온 액체이므로 눈 또는 피부에 접촉하지 않도록 하며 액체 취급 시에는 보호구(안면보호구 및 장갑)를 필히 착용하여야 한다.
- 타. 액체산소 취급 시에는 가연성물질을 옆에 두지 말고 연결구 등에 기름 성분이 묻어 있으면 발화의 위험이 있으므로 기름 묻은 장갑으로 취급해서는 안 된다.

② 가스 사용방법

가. 기체가스 사용 시

- 1) 가스사용 연결구에 압력조정기 또는 호스를 연결한다.
- 2) 압력 밸브를 열어 놓는다.
- 3) 가스 밸브를 열고 사용한다.

나. 액체가스 사용 시

- 1) 별도의 기화기를 사용할 경우 액체 충전구에 유동성 호스 또는 동관으로 연결한다.
- 2) 압력 밸브를 열어 놓는다.
- 3) 압력계의 압력이 사용하고자 하는 압력보다 높게 표시 될 경우에는 벤트밸브 (vent valve)를 열어 압력을 낮추어야 한다.
- 4) 밸브주위가 얼어 조작 할 수 없을 경우에는 물을 얼음 주위에 부어 녹인 후 사용 한다.
- 5) 장시간 사용하지 않고 방치해 두면 자연 기화되어 가스압력이 상승하므로 벤트밸브를 시켜 압력을 낮추어야 한다.

5. 화학안전

① 인화성물질 중 혼합금지 물질

- 가. 제1류 위험물(알칼리금속의 과산화물 또는 이를 함유한 것을 제외한다)과 제 5 류위험물을 저장하는 경우
- 나. 제1류 위험물과 제6류 위험물을 저장하는 경우
- 다. 제1류 위험물과 제3류 위험물 중 자연발화성물질(황린 또는 이를 함유한 것에 한한다)을 저장하는 경우
- 라. 제2류 위험물 중 인화성고체와 제4류 위험물을 저장하는 경우
- 마. 제3류 위험물 중 알킬알루미늄등과 제4류 위험물(알킬알루미늄 또는 알킬리튬을 함유한 것에 한한다)을 저장하는 경우
- 바. 제4류 위험물 중 유기과산화물 또는 이를 함유하는 것과 제5류 위험물 중 유기과산화물 또는 이를 함유한 것을 저장하는 경우

② 화학물질 운반 주의사항

- 가. 화학물질을 손으로 운반할 경우 넘어지거나 깨지는 위험을 막기 위해 운반용 용기에 넣어 운반한다.
- 나. 바퀴가 달린 수레로 운반할 때는 고르지 못한 평면에서 튀거나 갑자기 멈추지 않도록 고른 회전을 할 수 있는 바퀴를 가진 것이어야 한다.
- 다. 적은 양의 가연성 액체를 안전하게 운반하기 위한 사항은 다음과 같다.
 - 1) 증기를 발산하지 않는 내압성 보관용기로 운반한다.
 - 2) 저장소 보관 중에는 창으로 환기가 잘 되도록 한다.
 - 3) 점화원을 제거하여야 한다.

③ 화학물질의 저장 기준

- 가. 모든 화학물질은 특별한 저장 공간이 있어야 한다.
- 나. 모든 화학물질은 물질이름, 소유자, 구입날짜, 위험성, 응급절차를 나타내는 라벨을 부착해야 한다.
- 다. 일반적으로 위험한 물질은 직사광선을 피하고 냉소에 저장하며, 이종물질을 혼입하지 않도록 함과 동시에 화기, 열원으로부터 격리해야 한다.
- 라. 다량의 위험한 물질은 법령에 의하여 소정의 저장고에 종류별로 저장하고, 또한 독.극물은약품 선반에 잠금장치를 설치하여 보관한다.
- 마. 특히 위험한 약품의 분실, 도난시에는 사고가 일어날 우려가 있으므로 안전환경관리자나 연구책임자에게 보고해야 한다.

④ 화학물질의 취급 기준

- 가. 모든 용기에는 약품의 명칭을 기재한다(증류수처럼 무해한 것도 포함한다.). 표시는 약품의 이름, 위험성, 예방조치, 구입날짜, 사용자 이름이 포함되도록 한다.
- 나. 약품명칭이 없는 용기의 약품은 사용하지 않는다. 표기를 하는 것은 연구활동종사자가 즉각적으로 약품을 사용할 수 있다는 것보다는 화재, 폭발 또는 용기가 넘어졌을 때 어떠한 성분인지를 알 수 있도록 하기 위한 것이다. 또한 용기가 찌그러지거나 본래의 성질을 잃어버리면 연구실에 보관할 필요가 없다. 실험 후에는 폐기용 약품들을 안전하게 처분하여야 한다.
- 다. 절대로 모든 약품에 대하여 맛 또는 냄새 맡는 행위를 금하고, 입으로 피펫을 빨지 않는다.

- 라. 사용한 물질의 성상, 특히 화재·폭발·중독의 위험성을 잘 조사한 후가 아니면 위험한 물질을 취급해서는 안 된다,
- 마. 위험한 물질을 사용할 때는 가능한 한 소량을 사용하고, 또한 미지의 물질에 대해서는 예비시험을 할 필요가 있다.
- 바. 위험한 물질을 사용하기 전에 재해 방호수단을 미리 생각하여, 만전의 대비를 해야 한다. 화재 폭발의 위험이 있을 때는 방호면, 내열 보호복, 소화기 등을, 중독의 염려가 있을 때는 장갑, 방독면, 방독복 등을 구비 또는 착용하여야 한다.
- 사. 유독한 약품 및 이것을 함유하고 있는 폐기물 처리는 수질오염, 대기오염을 일으키지 않도록 배려해야 한다.
- 아. 약품이 었질러졌을 때는 즉시 청결하게 한다. 누출 양이 적은 때는 그 물질에 대하여 전문가가 안전하게 치우도록 한다.
- 자. 고열이 발생하는 실험기기(Furnace, Hot Plate 등)에 대하여 '고열' 또는 이와 유사한 경고문을 붙이도록 한다.
- 카. 화학물질과 직접적인 접촉을 피한다.

⑤ 화학물질 성상별 안전조치사항

가. 독성

- 1) 실험자는 자신이 사용하거나 근처의 다른 사람이 사용하는 약품의 독성에 대하여 알고 있어야 한다.
- 2) 독극물은 피부, 호흡, 소화 등을 통해 체내에 흡수되므로 독성물질을 취급할 때는 이러한 방법으로 체내에 들어가는 것을 막는 조치를 해야 한다.
- 3) 대부분의 물질들이 치명적인 호흡장애의 위험성을 가지고 있으므로 밀폐된 지역에서 많은 양을 사용해서는 안 되며, 항상 후드 내에서만 사용해야 한다(암모니아, 염소, 불소, 염산, 황산, 이산화황 등).
- 4) 독성물질을 취급할 경우는 반응 후 부산물이 생기지 않도록 처리하는 것도 실험계획에 포함 한다.

나. 산과 염기

- 1) 항상 산을 물에 가하면서 희석한다. 반대로 하면 안 된다.
- 2) 가능하면 희석된 산, 염기를 쓰도록 한다.
- 3) 강산과 강염기는 공기 중 수분과 반응하여 치명적 증기를 생성하므로 사용하는 양을 때는 뚜껑을 닫아 놓는다.
- 4) 산이나 염기가 눈이나 피부에 묻었을 때 즉시 15분 정도 물로 씻어내고 도움을 요청하도록 한다.
- 5) 특히, 불화수소(HF)는 가스 및 용액은 맹독성을 나타내며 화상과 같은 즉각적인 증상이 없이 피부에 흡수되므로 취급에 주의를 요한다.
- 6) 과염소산은 강산의 특성을 띠며 유기화합물, 무기화합물 모두와 폭발성 물질을 생성하며, 가열, 화기와와의 접촉, 충격, 마찰에 의해 또는 저절로 폭발하므로 특히 주의해야 한다.

다. 유기용제

- 1) 아세톤은 독성과 가연성 증기를 가진다. 적절한 환기시설에서 보호 장갑, 보안경 등 보호구를 착용한다. 가연성 액체 저장실에 저장한다.
- 2) 메탄올은 현기증, 신경조직 약화, 혈떡임의 원인이 되는 해로운 증기를 가지고 있다. 심하

게 노출되면 혼수상태에 이르고 결국에는 사망하는 경우도 있다. 약간의 노출에도 결막, 두통, 위장장애, 시력장애의 원인이 된다. 메탄올은 환기시설이 잘 된 후드에서 사용하고 네오프렌 장갑을 착용한다.

- 3) 벤젠은 발암물질로서 적은 양을 오랜 기간에 걸쳐 흡입할 때 만성 중독이 일어날 수 있다. 피부를 통해 침투되기도 하며, 증기는 가연성이므로 가연성 액체와 같이 저장한다.
 - 4) 에틸에테르, 이소프로필 에테르, 다이옥신, 테트라하이드로퓨란 등과 같은 많은 에테르 종류는 증류나 증발시 농축되거나, 폭발될 수 있는 물질이 있는 혼합물과 결합했을 때, 또는 고열·충격·마찰(병마개를 따는 것처럼 작은 마찰)에도 공기 중 산소와 결합하여 불안정한 과산화물을 형성하여 매우 격렬하게 폭발할 수 있다. 이런 화합물은 좀 더 안전한 대체물이 있으면 가급적 사용 하지 않는 것이 바람직하다. 과산화물을 생성하는 에테르는 완전히 공기를 차단하여 황갈색 유리병에 저장하여 암실이나 금속용기에 보관하는 것이 좋다. 에틸에테르는 방폭용 냉장고에 보관하지만 냉장보관이 과산화물 생성을 방지한다는 뚜렷한 증거는 없다. 게다가 냉장고에서 누출이라도 일어난다면 인화점이 45°C 이하인 에테르는 폭발성 화합물을 생성할 수 있다.
- 라. 강산화제는 매우 적은 양(0.25g)으로 심한 폭발을 일으킬 수 있으므로 방화복, 가죽장갑, 안면보호대 같은 보호구를 착용하고 다뤄야 한다. 좀 더 많은 산화제를 사용하고자 한다면 폭발방지용 방벽 등이 포함된 특별계획을 수립해야 한다.
- 마. 대부분의 세라믹과 금속재료들은 인체에서 별다른 반응을 하지 않는 것으로 여겨지지만 초미세한 분진들은 폐에 호흡기 질환을 일으킬 수 있다. 미세분말 작업 시 올바른 호흡기 보호책이 필요하다. 저장소에 사용하는 분진 마스크를 미세 분발을 취급하는 작업장에서 사용하는 것은 적절치 못하다. SiO₂와 같은 분말은 규폐증과 같은 폐질환의 원인이 된다. BeO와 PbO는 독성이 강하므로 취급시 주의가 요구된다. 실험실 오염을 방지하기 위해 가능한 한 후드에서 분말을 취급한다. 많은 미세 분말들은 자연발화성이며 공기에 노출되었을 때 폭발하기도 한다.
- 바. 석면이 암을 유발한다는 사실이 알려진 이후로 다른 미네랄과 세라믹 섬유들도 건강에 해롭다고 한다. 섬유와 결정들은 피부에 묻지 않고 흡입하지 않도록 조심스럽게 다뤄야 한다.

[표5.1 - 유해화학물질의 분류]

물질	특 성	종 류
폭발성 물질	가열·마찰·충격 또는 다른 화학물질과의 접촉으로 인하여 산소나 산화제 공급 없이 폭발	• 질산에스테르류, 니트로화합물, 니트로소화합, 아조화합물, 디아조화합물, 하이드라진 및 그 유도체, 유기과산화물 등
발화성 물질	스스로 발화하거나 발화가 용이한 것, 또는 물과 접촉하여 발화하고 가연성 가스를 발생시키는 물질	• 가연성 고체 : 황화인, 적린, 유황, 철분, 금속분, 마그네슘, 인화성 고체 등 • 자연발화성 및 금수성물질 : 칼륨, 나트륨, 알킬알루미늄, 알킬리튬, 황인, 알칼리금속 등

물질	특 성	종 류
산화성 물질	산화력이 강하고 가열.충격 및 다른 화학물질과의 접촉으로 인하여 격렬히 분해.반응하는 물질	염소산 및 염류, 과염소산 및 그 염류, 과산화수소 및 무기과산화물, 아염소산 및 그 염류, 불소산염류, 초산 및 그 염류, 요오드산염류, 과망간산염류, 중크롬산 및 그 염류 등
인화성 물질	대기압에서 인화점이 65℃ 이하인 가연성 액체	- 인화점 -30℃ 이하 : 에틸에테르, 가솔린, 아세트알데하이드, 산화프로필렌 등 - 인화점 -30~0℃ : 노르말렉산, 산화에틸렌, 아세톤, 메틸에틸케톤 등 - 인화점 0~30℃ : 메틸알코올, 에틸알코올, 자일렌, 아세트산 등 - 인화점 30~65℃ : 등유, 경유, 에탄, 프로판, 부탄 기타(15℃, 1기압에서 기체상태인 가연성가스)
가연성 가스	폭발한계 농도의 하한이 10% 이하 또는 상하한의 차이가 20% 이상인 가스	수소, 아세틸렌, 에틸렌, 메탄, 에탄, 프로판, 부탄, 기타(15℃, 1기압에서 기체상태인 가연성가스)
부식성 물질	금속 등을 쉽게 부식시키거나, 인체와 접촉하면 심한 상해를 입히는 물질	- 부식성산류 : 농도 20%이상인 염산, 질산, 황산 등, 농도 60 % 이상인 인산, 아세트산, 불산 등 - 부식성 염기류 : 농도 40℃ 이상인 수산화나트륨, 수산화칼륨 등
독성 물질	다음 조건의 동물실험 독성치를 나타내는 물질	- LD50(경구, 쥐) : 200mg/kg 이하 - LD50(경피, 쥐 또는 토끼) : 400mg/kg 이하 - LC50(쥐, 4시간 흡입) : 2,000ppm 이하

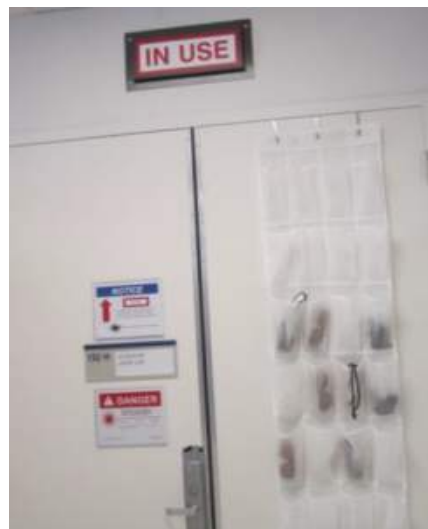
6. 레이저

레이저는 유도 방출에 의해 광을 발진 혹은 증폭시키는 장치로서 작은 면적에 많은 에너지를 집중시켜 사용하고 있다. 이렇게 집중된 에너지가 눈, 피부에 직접적으로 노출된다면 손상을 입거나 눈의 경우 실명을 할 수도 있다. 레이저를 사용할 때는 사용하는 레이저의 특성을 파악하고 있어야 하며 실험을 할 때는 보호장비를 꼭 착용해야 한다.

[표 6.1 - 레이저의 분류]

위험군 분류	1급	2급	3a급	3b급	4급
광출력 범위	0.4μW 이하	0.4μW~1μW	1μW~5μW	5μW~500μW	500μW 이상
위험수준	눈과 피부를 포함한 인체에 무해	주의를 요하는 가시광 레이저	눈에 손상을 줄 수 있는 가시광 레이저	눈에 손상을 줄 수 있는 가시광·비가시광 레이저	항상 위험하고, 직접 노출시 눈과 피부에 심각한 손상 유발
제어수단	경고표지, 보호덮개, 연동장치	Class1, 정렬지침, 교육 및 훈련	Class2, 가향공역 내 레이저	Class3a, 열쇠시스템, 방호벽과 커튼, 보안경, 표준작동지침	Class3b, 원격작동 및 감시, 빔 방출 지연기

- ① 레이저를 사용하는 연구실 출입구에는 레이저 사용을 알리는 위험군 표지를 부착해야 한다.
- ② 출입구에는 레이저에 대한 적절한 보호장비를 비치하고 출입시에는 보호장비를 꼭 착용해야 한다.
- ③ 레이저 장비의 작동 중에는“사용 중,”“접근금지”등의 표지를 부착하여 실험자외 사람들의 접근을 금지한다.
- ④ 다음의 경우에는 보호외함의 액세스 패널에는 안전연동장치가 갖추어져 있어야 한다.
가. 보수 또는 운전 중에 액세스 패널을 제거 또는 교체해야 하는 경우,
나. 패널을 제거하였을 때 3A급 노출방출레벨을 초과하는 레이저 방사수준에 사람이 접근할 수 있는 경우



[그림 6.1 - 레이저 경고표시]

- ⑤ 레이저 안전관리자의 관리하에 방사위험이 없는 조건에서 허가된 자가 들어가는 경우에만 원격 연동장치 콘넥터가 일시적으로 해제될 수 있어야 한다.
- ⑥ 3b급 또는 4급 레이저제품은 사용 정지시 키를 빼놓아야 한다.
- ⑦ 3b급 또는 4급 레이저제품은 작동 중 근처에 있는 사람이 노출되지 않도록 빔 차단기 또는 감쇠기가 설치되어야 한다.
- ⑧ 3B급 또는 4급 레이저제품이 설치된 장소의 입구 또는 보호 울타리에는 적절한 경고 표시가 게시되어야 한다.
- ⑨ 레이저 빔의 경로를 변경하는 경우에는 경로가 눈높이보다도 위쪽 또는 아래쪽에 위치되도록 해야 한다.
- ⑩ 3B급 또는 4급 레이저제품을 사용하는 모든 위험구역에서는 레이저방사에 대하여 충분히 보호 설계된 보안경을 사용해야 한다.
- ⑪ 모든 레이저 보안경에는 보안경의 올바른 선택을 위해 보호가능 레이저 등급표시를 안전표지 또는 각인 인쇄 등의 방법으로 명시하여야 한다.
- ⑫ 보안경의 선택시에는 다음 사항을 고려하여야 한다.
 - 가. 보안경은 착용이 쉽고 가능한 시야가 넓을 것
 - 나. 충분한 환기성을 유지하면서 가시광 투과율이 높을 것
 - 다. 위험한 경면 반사가 유발되는 평평한 반사면이 가능한 없을 것
 - 라. 4급 레이저제품용 보안경의 경우, 레이저방사에 대비한 내성 또는 안정성 특별한 주의를 기울일 것
- ⑬ 피부에 대한 최대 허용노출량을 초과하는 수준의 방사에 인체가 노출될 우려가 있는 경우에는 보호복을 사용하여야 한다.
- ⑭ 4급 레이저제품의 경우, 화재위험성을 고려하여 난연성 보호복을 사용하여야 한다.
- ⑮ 3A급, 3B급 또는 4급 레이저제품을 취급하는 경우, 충분한 교육훈련을 받은 자만이 취급할 수 있도록 하여야 한다.
- ⑯ 눈이 유해한 광선에 폭로되었거나 폭로가 의심스러운 경우에는 즉시 안과 전문의의 의학적인 검사를 받아야 한다.

[표 6.2 - 사용자의 예방대책에 관한 요약]

요건	1급	2급	3A급	3B급	4급
원격 연동장치	불필요			방 또는 도어 회로와 연결	
키 제어	불필요			미사용시 키를 제거	
빔 감쇠기	불필요			사용시 부적당한 노출을 방지	
방출지시장치	불필요			레이저제품이 작동중임을 지시	
경고표시	불필요			경고표시의 예방책에 따름	
빔 경로	불필요	유용한 길이의 양끝에서 빔을 차단			
경면반사	불필요			비고의적 방사를 방지	
눈보호	불필요		기술 및 관리조치가 실질적이지 않거나 MPE를 초과하는 경우 필요		
보호복	불필요			가끔 필요	특수요건
훈련	불필요		모든 작업자/유지보수자에게 필요		

7. 생물안전

- ① 생물안전 1등급 (건강한 성인을 기준으로 질병을 확실하게 일으키지 않거나 연구실의 연구활동종사자나 외부 환경에 잠재위험이 매우 적으며, 그 특성이 잘 알려진 병원 미생물에 관련된 작업을 수행하는 수준)

가. 표준 미생물 취급요령

- 1) 실험이 진행 중일 경우 연구실 입실을 제한하거나 금지하여야 한다.
- 2) 연구활동종사자는 살아있는 물질을 다룬 후에 장갑을 제거하고 실험실을 나가기 전에 반드시 손을 씻어야 한다.
- 3) 연구실에서 음식, 음료를 먹거나 담배를 피우거나 렌즈를 다루거나 화장을 하거나 음식물을 저장하거나 하는 행위 등은 하지 않아야 한다.
- 4) 입을 이용한 피펫은 사용하지 않아야 한다.
- 5) 날카로운 물질의 사용에 대한 안전 취급방법을 작성하여 습득한다.
- 6) 연구실 작업대는 최소한 하루에 한번은 소독하고 오염물질을 제거하여야 한다.
- 7) 모든 실험상의 절차는 튀거나 에어졸 발생을 최소화하여야 한다.
- 8) 모든 배양액, 저장용기, 폐기물은 고압증기멸균법과 같은 허용된 오염제거시스템으로 제거한 후 폐기한다.
- 9) 감염성 물질이 존재하면 연구실 출입구에 표지하여 알리고, 표지에는 사용물질의 이름과 연구활동종사자의 전화번호를 기입한다.

나. 안전장비 사용시 주의사항

- 1) 평상복을 더럽히거나 오염을 방지하기 위해 실험복을 착용하여야 한다.
 - 2) 손에 상처나 발진의 가능성이 존재하면 장갑을 착용해야 한다.
 - 3) 미생물이 튀거나 다른 위험물질을 다룰 때에는 반드시 눈 보호장구를 착용하여야 한다.
- ② 생물안전 2등급 (생물안전 1등급과 유사하고 중간 정도의 잠재적 위험을 가지는 미생물의 작업에 적당한 수준)

가. 표준 미생물 취급요령은 생물안전 1등급을 준용한다.

나. 특별사항

- 1) 감염성 물질을 다룰 때 연구실 출입은 연구책임자에 의해 제한되거나 통제된다.
- 2) 연구책임자는 잠재적인 위험성에 대해 논의하고 출입의 경우 요구사항에 만족하는 사람만이 연구실에 출입할 수 있는 정책과 절차를 마련한다.
- 3) 생물위험표지는 병원성 물질이 사용될 때 연구실 출입구에 붙여 놓는다. 사용물질, 생물안전수준, 요구되는 면역사항, 연구자 이름, 전화번호, 개인보호구, 연구실 퇴실 절차를 표시해야 한다.
- 4) 연구활동종사자는 다룰 예정이거나 잠재적으로 실험에 존재하는 병원균에 대한 면역검사나 테스트를 받아야 한다.
- 5) 다루는 병원균을 고려하여 적절한 시기에 혈청 샘플과 다른 위험물질을 수집하여 저장한다.
- 6) 생물안전절차는 연구책임자에 의해 연구실에 준비하거나 적용된 생물안전 매뉴얼과 연결하여 다룬다.
- 7) 연구책임자는 실험과 관련된 잠재적 위험에 적절한 훈련과 노출을 방지하는 필요한 주의사항, 노출 평가, 절차를 지키도록 교육한다.

- 8) 바늘, 주사기, 피펫, 모세관, 외과용메스 등 감염된 날카로운 도구들의 사용시 각별한 주의가 요구된다.
- 9) 배양, 조직, 신체의 액체류 표본 또는 잠재적인 감염성 폐기물은 수집, 취급, 저장, 운반하는 동안 누출되지 않도록 뚜껑을 가진 저장용기에 넣는다.
- 10) 실험장비나 연구실은 일반적인 절차에 따라 감염성 물질에 대한 작업이 종료되었을 때 누출 또는 튀었을 때와 다른 오염원에 효과적인 살균제를 사용하여 소독해야 한다.
- 11) 감염성 물질에 확실한 노출을 일으키는 누출이나 사고는 즉시 연구책임자에게 알린다.
- 12) 실험과 관련되지 않은 동물은 연구실에 들이지 않아야 한다.

다. 안전장비 사용시 주의사항

- 1) 적절하게 유지되는 생물안전캐비닛, 개인보호구와 물리적인 격리장치가 사용되어야 한다.
 - 2) 안면보호구는 감염성이나 다른 위험한 물질이 얼굴에 뿌러지거나 튀는 것을 방지하고자 할 때 사용한다.
 - 3) 실험복, 가운 등을 연구실에서 착용한다. 사용한 의복은 연구실 이외의 장소에 나갈 때 벗어놓는다.
 - 4) 장갑은 잠재적인 감염성 물질이나 오염된 표면, 장비를 접촉할 가능성이 있을 때 착용한다. 일회용 장갑은 세척하거나 재사용하지 않는다.
- ③ 생물안전 3등급 (생물안전 3등급은 흡입 경로에 의한 노출로 심각하거나 잠재적으로 치명적인 병을 일으킬 수 있는 위험한 작업이 수행되는 임사, 진단, 연구 또는 생산 시설에 적용)

가. 표준 미생물 취급요령은 생물안전 1등급을 준용한다.

- 1) 실험실 외부에 멸균된 물질은 누출방지용기와 밀폐되어 있어야 한다.
- 2) 감염성 폐기물은 폐기 전에 반드시 멸균되어야 한다.

나. 특별사항

- 1) 감염성 물질을 다룰 때 연구실 출입은 연구책임자에 의해 제한되거나 통제된다.
- 2) 연구책임자는 잠재적인 위험성에 대해 논의하고 출입의 경우 요구사항에 만족하는 사람만이 연구실에 출입할 수 있는 정책과 절차를 마련한다.
- 3) 생물위험표지는 병원성 물질이 사용될 때 연구실 출입구에 붙여 놓는다. 사용물질, 생물안전수준, 요구되는 면역사항, 연구자 이름, 전화번호, 개인보호구, 연구실 퇴실 절차를 표시해야 한다.
- 4) 연구활동종사자는 다룰 예정이거나 잠재적으로 실험에 존재하는 병원균에 대한 면역검사나 테스트를 받아야 한다.
- 5) 다루는 병원균을 고려하여 적절한 시기에 혈청 샘플과 다른 위험물질을 수집하여 저장한다.
- 6) 생물안전절차는 연구책임자에 의해 연구실에 준비하거나 적용된 생물안전 매뉴얼과 연결하여 다룬다.
- 7) 연구책임자는 실험과 관련된 잠재적 위험에 적절한 훈련과 노출을 방지하는 필요한 주의사항, 노출 평가, 절차를 지키도록 교육한다.
- 8) 바늘, 주사기, 피펫, 모세관, 외과용메스 등 감염된 날카로운 도구들의 사용시 각별한 주의가 요구된다.
- 9) 감염성 물질을 다루는 모든 조작은 생물안전캐비닛이나 다른 보호시설이 갖추어진 장소에서 수행한다. 일반 실험대에서는 어떠한 작업도 수행하지 않아야 한다.

- 10) 실험장비와 작업대 표면은 감염성 물질을 다루는 작업 종료시나 누출, 튄 경우, 오염된 경우 효과적인 소독제를 사용하여 일상적으로 소독하여야 한다.
- 11) 배양, 조직, 체액의 표본 또는 잠재적인 감염성 폐기물은 수집, 취급, 저장, 운반 동안 누출되지 않도록 뚜껑을 가진 저장 용기에 넣어야 한다.
- 12) 실험장비나 연구실은 일반적인 절차에 따라 감염성 물질에 대한 작업이 종료되었을 때 누출 또는 튀었을 때와 다른 오염원에 효과적인 살균제를 사용하여 소독해야 한다.
- 13) 감염성 물질에 확실한 노출을 일으키는 누출이나 사고는 즉시 연구책임자에게 알린다.
- 14) 실험과 관련되지 않은 동물은 연구실에 들이지 않아야 한다.

다. 안전장비 사용시 주의사항

- 1) 개인 실험복은 연구실에 있을 때 항상 착용한다. 보호의류는 연구실 이외의 장소에는 입지 않는다. 재활용 실험복은 재사용 전에 소독해서 사용하고 명백하게 오염된 경우에는 폐기하고 교체해야 한다.
- 2) 장갑은 감염성 물질, 감염 동물, 오염 장비를 다룰 때 착용해야 한다.
- 3) 손 씻기와 사용하는 장갑을 자주 교체하는 것이 좋다. 일회용 장갑은 세척하거나 재사용하지 않아야 한다.
- 4) 감염성 물질의 모든 조작은 등급2, 등급3에 해당하는 생물안전캐비닛 안에서 수행하여야 한다.
- 5) 실험 절차나 진행이 생물안전캐비닛에서 진행되지 않을 경우 개인보호구와 보호장비를 적절하게 조합하여 사용하여야 한다.
- 6) 호흡기와 안면보호구는 감염된 동물이 존재하는 방에 있을 때 사용한다.

[안전보건표지의 종류와 형태- 산업안전보건법 시행규칙 별표6]

1 금지표지	101 출입금지 	102 보행금지 	103 차량통행 금지 	104 사용금지 	105 탑승금지 	106 금연 	107 화기금지 
108 물체이동금지 	2 경고표지	201 인화성물질경고 	202 산화성물질경고 	203 폭발성물질경고 	204 급성독성물질경고 	205 부식성물질경고 	206 방사성물질경고 
207 고압전기경고 	208 매달린물체경고 	209 낙하물경고 	210 고온경고 	211 저온경고 	212 몸균형상실경고 	213 레이저광선경고 	214 발암성·변이 원성·생식독성· 전신독성·호흡 기과민성 물질 경고 
215 위험장소 경고 	3 지시표지	301 보안경착용 	302 방독마스크착용 	303 방진마스크착용 	304 보안면착용 	305 안전모착용 	306 귀마개착용 
307 안전화착용 	308 안전장갑착용 	309 안전복착용 	4 안내표지	401 녹십자표지 	402 응급구호 표지 	403 들것 	404 세안장치 
405 비상용기구 	406 비상구 	407 좌측비상구 	408 우측비상구 	5 관계자의 출입금지	501 허가대상물질작업장 관계자의 출입금지 (허가물질 명칭) 제조/사용/보관중 보호구/보호복 착용 흡연및 음식물 섭취 금지	502 석면취급/해체작업장 관계자의 출입금지 석면 취급/해체중 보호구/보호복 착용 흡연및 음식물 섭취 금지	
503 금지대상물질의 취급 실험실 등 관계자의 출입금지 발암물질 취급중 보호구/보호복 착용 흡연및 음식물 섭취 금지		6 문자 추가시 예시문		 화기엄금 다 - 내 자신의 건강과 복지를 위하여 안전을 늘 생각한다. - 내 가정의 행복과 화목을 위하여 안전을 늘 생각한다. - 내 자신의 실수로써 동료를 해치지 않도록 안전을 늘 생각한다. - 내 자신이 일으킨 사고를 인한 회사의 재산과 손실을 방지하기 위하여 안전을 늘 생각한다. - 내 자신의 방식과 불안정한 행동이 조국의 번영에 장애가 되지 않도록 하기 위하여 안전을 늘 생각한다.			