

# 일반화학실험



포항공과대학교 화학과

# 차 례

▽ 실험실에서의 안전규칙	3
▽ 실험실에서의 응급처치 방법	5
▽ 취급상 주의해야 할 물질	6
▽ 실험 폐기물의 처리	8
▽ 소화기 종류 및 사용법	10
▽ 실험대 기구 목록 및 배치도	12
▽ 화학 실험의 기본사항	13
▽ 기기의 이름	19
▽ 표준 주기율표	21

## 실험실에서의 안전규칙

다음에서 제시하는 실험실에서 지켜야 할 안전규칙과 지도 선생님께서 특별히 제시하시는 안전규칙 및 응급처치 방법을 잘 기억해두고 실행에 옮기도록 만반의 준비를 하자. 이들 지시사항은 여러분의 안전을 위하여 필수적인 것이다.

1. 실험자는 발생가능한 사고에 대해 대비하고 경각심을 가지면서 실험에 임하여 사고를 미연에 방지한다.
2. 소화기, 화재진압용 담요, 비상벨, 비상샤워기 및 완강기, 인명구조장비의 위치와 사용법을 숙지한다.
3. 실험실에서는 항상 실험복을 착용하여야 하며 아무리 바빠도 뛰어 다녀서는 안된다. 신발은 발등을 덮는 운동화 등을 착용하도록 한다.
4. 눈을 보호하기 위하여 보안경을 착용하도록 하고 콘택트렌즈는 착용하지 않는 것이 좋다.
5. 대부분의 시약은 유독하므로 맛을 보아서는 안된다. 시약의 냄새를 맡고자 하는 경우에는 얼굴을 향하여 손으로 부채질을 하여 냄새를 맡도록 하고, 다량의 기체를 흡입하지 않도록 주의한다.
6. 시약은 반드시 시약병의 표지를 확인한 후 사용하도록 하고, 기체가 발생하는 시약은 후드 밖으로 가지고 나오지 않아야 한다. 시약병은 반드시 두 손을 사용하여 받쳐 들도록 하고, 한 손으로 병의 마개를 잡고 옮기지 않는다.
7. 선반이나 테이블 위의 시약이 넘어지지 않도록 주의하고 모든 화학약품은 약품저장고나 후드 안에 보관한다.
8. 실험실의 창문을 열고 후드를 작동시켜 실험실의 통풍이 잘 되도록 한다.
9. 독성이 있거나 냄새가 심한 기체가 발생할 때에는 항상 후드에서 실험하여야 하며 후드 안에 머리를 넣지 않도록 한다.
10. 공해 물질은 반드시 회수통을 이용하여 모두 회수하고, 싱크나 휴지통에 버려서는 안된다. 특히 진한 산, 염기 또는 유기 용매를 싱크에 버리지 않도록 한다.
11. 실험실 내에서 음식물을 섭취하지 않는다.
12. 사고발생시 담당교수나 조교에게 신속히 연락한다.

### - 실험실에서의 복장

- (1) 실험실에서는 항상 실험복이나 실험 앞치마를 착용해야하며 실험복은 산이나 염기로부터 비교적 강한 면으로 된 재질로 얇은 것 보다는 두꺼운 것이 좋다.
- (2) 긴 머리의 경우는 반드시 묶어주고, 느슨한 형태의 옷들은 삼간다. 긴 머리의 경우는 불꽃에 노출되거나 화학물질에 쉽게 오염될 수 있다.

- (3) 실험실에서는 오래된 낡은 옷을 입을 것을 권장한다. 이는 버려도 부담이 없는 비싸지 않는 옷을 말하며 일반적으로 늘어나 있지 않고 불에 비교적 잘 견디는 의류가 좋다.
- (4) 신발은 하이힐이나 샌들류는 삼간다. 신발은 발등을 덮은 잘 미끄러지지 않는 운동화 또는 구두를 착용하는 것이 좋다. 하이힐은 시약을 가지고 이동 중 다른 부분에 의하여 넘어졌을 경우 돌이키지 못한 사고를 야기시킬 수 있다.
- (5) 콘택트렌즈는 착용하지 않는다. 콘택트렌즈는 눈에서 화학물질이 씻겨지는 것을 방해한다. 실험실에서의 증기 (예를 들어 HCl 의 경우)들은 눈을 덮고 있는 액체에 녹으며, 이는 렌즈 뒤에 농축되게 된다. 소프트렌즈는 화학물질에 대하여 대단히 나쁜데, 렌즈 자체를 녹여버리고 수 시간이 지난 후에 빠져나오게 한다.
- (6) 실험에서는 안전용 고글을 착용한다. 눈 보호는 어떤 충격이나 화학물질의 튀는 경우에 눈을 보호하는 것이다.

## - 실험실에서의 행동

- (1) 실험실 내에서는 절대로 혼자 실험해서는 안된다. 실험실 내에는 적어도 다른 한 명이 항상 같이 있어야 한다. 아울러 필요하다면 지도 선생님과 곧바로 연락이 될 수 있어야 한다.
- (2) 실험실 내에는 음식물의 반입이나 먹어서는 안되며 금연해야 한다. 이는 실험실 내의 공기 안에 있는 화학물질들 (증기와 먼지들)을 동시에 먹게되거나 흡입하게 되어 우리 몸의 장기를 상하게 한다.
- (3) 실험하는 주변은 항상 청결을 유지하여야 한다. 화학물질을 쏟거나 유리 파편을 발견하였다면 즉시 청소하여야 한다. 주위가 지저분하면 실험이 순조롭게 진행이 되지도 않으며 사고를 유발하기도 한다.
- (4) 실험실 내에는 필기도구를 제외한 불필요한 가방이나 외투 등은 들고 들어오지 않는다. 지정된 장소에 놓아야 한다.
- (5) 실험 종료 후에는 각종 기구 및 시약은 항상 정위치에 갖다 놓는다.
- (6) 실험실을 시작하기 전에 반드시 실험책에 있는 실험들을 주의 깊게 읽고 문제들을 풀어 보아야 한다. 준비가 안된 학생은 다른 학생들에게 대하여 위험을 제공하게 될 것이다.
- (7) 실험 주제와 관계없는 실험은 수행하지 마라.
- (8) 책임 있는 행동은 필수적이다. 부주의한 행동으로 인해 었질러진 산, 화학물질들 또는 유리파편 등을 절대로 그냥 지나쳐서는 안된다.
- (9) 가장 중요한 것은 무엇을 하고 있든 간에 생각을 하면서 실험을 하여야 한다. 아무 생각없이 실험을 한다면 이는 벌써 사고의 위험 속에 있음을 의미한다.

## 실험실에서의 응급처치 방법

실험실 내에서 화재, 폭발 또는 부상 등의 사고가 발생할 경우에는 당황하지 말고 침착하게 적절한 응급처리를 하고, 반드시 지도 선생님께서 안전 확인을 받은 후 실험을 계속한다. 어떤 상황에서라도 실제적인 응급조치는 꼭 필요하며 비전문가에 의해서 의료처치가 대신 이뤄지는 것이 아니라 의사의 전문적인 진료의 전단계인 비상상태이다.

1. 화재가 발생하였을 때: 버너, 전기 등의 열원을 모두 끄고 인화성 물질을 먼 곳으로 옮기며, 소화기 또는 모래를 사용하여 소화 작업을 한다. 물에 잘 섞이지 않는 유기 용매에 불이 붙었을 경우에는 절대 물을 사용하여서는 안된다.
2. 옷에 불이 붙었을 때: 당황해서 뛰어다니지 말고, 바닥에 누운 후에 실험복과 같은 옷이나 소화 담요를 사용해서 불을 끈다. 바닥에 몸을 굴려서 불을 끌 수도 있고, 얼굴에 가까운 부위가 아니라면 소화기를 사용해도 되며, 유기 용매에 의한 불이 아닐 경우에는 물을 사용해도 좋다.
3. 불에 의한 화상: 상처 부분을 문지르거나 물로 씻지 말고, 상처가 크면 열기를 없애고 연고나 바셀린 거즈를 바른 후 적절한 치료를 받는다.
4. 시약에 의한 화상: 피부나 옷에 시약을 쏟았을 경우에는 흐르는 깨끗한 물로 씻는다. 신체 넓은 부위에 시약을 쏟았을 경우에는 샤워로 충분히 씻어낸다. 피부에 상처가 생겼을 경우에는 아무 약이나 바르지 말고, 깨끗한 붕대로 상처를 보호한 다음에 의사에게 적절한 치료를 받아야 한다.
  - 산에 의한 화상: 묽은 암모니아수나 탄산수소나트륨 용액으로 씻은 후 적절한 치료를 받는다.
  - 염기성 시약에 의한 화상: 묽은 아세트산 용액으로 씻은 후 적절한 치료를 받는다.
5. 눈에 시약이 들어갔을 때: 즉시 눈을 양손으로 넓게 벌려 약 10분 동안 다량의 깨끗한 물로 씻도록 하고 반드시 의사의 검진을 받는다.
6. 시약을 마셨을 때: 즉시 입에 손을 넣어 토하도록 하고 의사의 응급 처치를 받도록 한다.
7. 유독한 기체를 흡입하였을 때: 즉시 통풍이 잘 되는 곳으로 옮기고, 앉거나 누워서 깊게 호흡을 한다. 다량의 기체를 흡입하였을 경우에는 즉시 의사의 치료를 받는다.
8. 베었을 때: 3%의 과산화수소 또는 에탄올로 소독하고, 거름종이 또는 깨끗한 수건을 사용하여 지혈이 되도록 한다. 피가 멎지 않는 경우 염화 제2철 용액을 조금 바른다.
9. 폭발이 발생하였을 때: 일단 실험실에서 모든 학생을 대피시키고, 화재가 발생하였을 경우에는 방독면을 착용하고 소화기를 사용하여 소화한다. 실험실의 통풍이 잘 되도록 조치하고 유독성 기체가 없음을 확인한 후 뒷처리를 한다.
10. 전기 감전이 일어났을 때: 즉시 스위치나 안전기(두꺼비집)를 내린다.

## 취급상 주의해야 할 물질

### (1) 발화성 물질

① 강산화성 물질: 염소산( $\text{HClO}_3$ ), 과염소산( $\text{HClO}_4$ ), 과산화수소( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), 과망간산칼륨( $\text{KMnO}_4$ ), 중크롬산칼륨( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) 또는 중크롬산나트륨( $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ), 과산화 금속( $\text{Na}_2\text{O}_2$ ,  $\text{CaO}_2$ ), 진한 질산( $\text{HNO}_3$ , 발연), 진한 황산( $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 무수, 발연), 크롬산 무수물( $\text{CrO}_3$ ) 등.

- 모두 산화성 액체이고 무기 화합물이며, 물보다 무겁고 물에 녹기 쉽다.
- 과산화수소를 제외한 나머지는 분해되어 유독성 기체를 발행하며, 부식성이 강하여 피부에 침투한다.
- 가열하거나 다른 산화성 물질과 혼합될 때 산화성이 뚜렷하게 증가하여 발화한다.
- 화기나 분해를 촉진하는 물질과 분리되도록 직사광선을 차단하며 가열을 피하고 강한 원제, 유기물질, 가연성 위험물 등과의 접촉도 피한다.
- 방화성 철제 보관함에 보관한다.

② 저온 착화성 물질: P(흰 인과 붉은 인),  $\text{P}_4\text{S}_3$ ,  $\text{P}_2\text{S}_5$ ,  $\text{P}_4\text{S}_7$ (황화인), S(황), 금속 가루 (Mg, Al 등), 금속 리본 등.

- 가열되면 발화하므로 열원이나 화기로부터 격리시키고 냉암소에 보관한다.
- 산화성 물질을 혼합하면 발화한다.
- 흰 인은 물 속에 저장한다.
- 분말로 된 황은 습기를 빨아들여 열을 발생하며 발화한다.

③ 자연 발화성 물질: 유기금속화합물  $\text{RnM}$  (R=알킬기 또는 아릴기, M=Li, Na, K, Se, B, Al, Ga, Tl, P, As, Bi, Ag, Zn), 금속 수소화물 등.

- 모든 물질은 물과 반응하여 열을 발생하며 가연성 기체를 발생하여 발화한다.
- 가열하거나 강산화성 물질 또는 강산과 접촉하면 위험성이 커진다.
- 밀봉하여 수분과 접촉하지 않도록 보관하며 방화성 철제 보관함에 보관한다.

### (2) 인화성 물질

① 특수 인화성 물질: 에테르, 이황화탄소, 아세트알데히드, 펜탄 등.

- 발화 온도 및 인화점이 낮아 발화되기가 쉽다.
- 화기로부터 멀리하고, 통풍이 잘 되는 곳에서 사용한다.
- 방화성 철제 보관함에 보관한다.

② 일반 인화성 물질: 가솔린, 석유, 헥산, 벤젠, 톨루엔, 알코올류 등.

- 불꽃, 스파크, 고온의 물체와의 접근을 피하고 완전하게 밀폐하여 차가운 장소에 보관하며, 충분한 통풍과 환기를 시켜야 한다.
- 인화성이 큰 물질들의 인화점은 대략  $0\sim 65^\circ\text{C}$ 이다.
- 방화성 철제 보관함에 보관한다.

(3) 폭발성 물질

- ① 가연성 기체: 수소, 메탄, 에탄, 프로판, 에틸렌, 일산화탄소, 아세트알데히드, 암모니아, 메틸아민, 황화수소, 이황화탄소 등.
  - 용기에서 새어 채류할 때 인화되어 폭발하므로 실린더 용기는 통풍이 좋은 실외에 비치하고 직사광선이 닿지 않도록 한다.
- ② 분해 폭발성 물질: 질산에스테르, 니트로 화합물, 니트로아민 등.
  - 화기 또는 충격, 마찰 등에 의해 폭발한다.
  - 환원성 물질과 접촉하면 폭발하므로 시약을 섞을 때 특히 주의한다.

(4) 유독성 물질

- ① 독성 가스: 수은 증기, 플루오르, 오존, 염소, 브롬, 이산화황, 포름알데히드, 시안화수소, 황화수소, 이황화탄소, 암모니아, 산화질소, 일산화탄소 등.
  - 일반적으로 증기를 마시면 질식 증상을 일으키고 독성이 강한 것은 피부와 점막을 부식시키며 눈, 이비인후, 구강, 호흡기 등의 장애를 일으킨다.
  - 증기가 새지 않도록 잘 밀봉하여 보관하고 때때로 가스 검지기로 점검한다.
- ② 유독성 금속: 크롬, 니켈, 카드뮴, 납, 아연, 수은 등.
  - 중금속 이온은 우리 몸에 쌓이면 혈관계 및 정신 신경계 장애와 소화기 장애 등을 유발하므로 취급에 유의한다.

(5) 기타

- ① 부식성 물질: 40% 이상의 강한 염기, 20% 이상의 황산과 질산, 할로젠화 수소, 포르말린, 페놀, 크레졸, 질산은 등.
  - 피부에 닿으면 피부가 상한다.
- ② 빛에 의해 변질되는 물질: 질산은, 진한 질산, 요오드화칼륨, 과산화수소, 과망간산칼륨, 요오드용액, 페놀, 네슬러 시약, 포르말린 등.
  - 빛에 의해 변질되므로 갈색병에 보관하여 빛을 차단한다.
- ③ 흡수성이나 조해성이 있는 물질: 염화마그네슘, 염화칼슘, 염화철(III), 염화코발트, 수산화나트륨, 생석회, 표백분, 질산암모늄, 오산화인, 진한 황산, 글리세린, 붉은 인 등은 밀봉하여 수분과 접촉하지 않도록 보관한다.
- ④ 풍해성이 있는 물질: 탄산나트륨 결정, 황산나트륨 결정 등으로 밀봉하여 보관한다.

## 실험 폐기물의 처리

### (1) 수집 운반상의 일반적 주의

- ① 화학 폐기물을 수집할 때에는 폐산, 폐알칼리, 폐유기 용매, 폐유 등을 종류별로 수집해야 하며, 절대로 하수구나 개수대에 버려서는 안 된다.
- ② 염산, 황산, 질산, 초산 등은 수산화나트륨으로 중화시킨 후에 배출한다.
- ③ 수산화나트륨, 수산화칼륨, 중크롬산칼륨, 염소산칼륨 등은 티오황산나트륨 수용액을 가한 후에 중화시켜 배출한다.
- ④ 과산화수소, 과망간산칼륨, 중크롬산칼륨, 염소산칼륨 등은 티오황산나트륨 수용액을 가한 후에 중화시켜 배출한다.
- ⑤ 가연성이거나 물에 잘 녹지 않은 물질은 배수구에 버리지 않는다.
- ⑥ 수집한 화학 폐기물 용기는 직사광선을 피하고 통풍이 잘 되는 곳에 폐기물 보관 장소로 지정하여 보관하도록 하며 복도나 계단 등에 방치하여서는 안 된다.
- ⑦ 화학 폐기물 취급 및 보관 장소에는 ‘금연’, ‘화기 취급 엄금’ 표지와 ‘폐기물 보관 수칙’을 부착한다.
- ⑧ 시약 공병은 깨지지 않도록 종이 상자에 넣어서 폐기물 보관 장소에 보관한다.
- ⑨ 수집 보관된 화학폐기물 용기는 폐액의 유출과 악취가 발생하지 않도록 이중으로 마개를 닫는 등 필요한 조치를 취한다.

### (2) 처리상의 일반적 규칙

- ① 다음 폐기물은 서로 혼합하여서는 안 된다.
  - 과산화물과 유기물
  - 시안화물과 황화물, 차아염소산염
  - 염산과 플루오르화 수소 등의 휘발성산과 비휘발성 산
  - 진한 황산과 술폰산, 옥살산, 폴리인산 등의 산과 기타 산
  - 암모늄염과 휘발성 아민, 알칼리
- ② 아민 등의 폐액과 유독 기체를 발생하는 시안, 포스젠 등의 폐액, 인화성이 강한 CS<sub>2</sub>, 에테르 등의 폐액은 새어 나오지 않게 한다.
- ③ 과산화물과 니트로글리세린 등의 폭발성 물질을 함유하는 폐액은 보다 신중하게 취급하고 신속하게 처리한다.
- ④ 착이온과 착 화합물 생성제 등을 포함한 폐액은 간단한 제거제로는 처리가 어려운 경우가 많으므로 따로 수집하여 처리한다.
- ⑤ 시안이 포함된 물질의 분해를 위해서 차아염소산나트륨을 가할 때 발생하는 염소와 황화물을 침전시켜 수용성 황화물을 처리할 때 발생하는 폐수는 유해하다. 그러므로 처리 후 남은 용액들은 폐기물 통에 모아서 처리한다.



- ⑥ 메탄올, 에탄올, 아세톤, 벤젠 등 비교적 다량으로 사용하는 유기 용매는 원칙적으로 회수하여 건조제로 수분을 제거한 뒤 증류하여 다시 사용한다.
- ⑦ Hg, Cd, Pb, Cu, Ni, Zn, Cr, Ag 등 중금속의 염은 환경 유해 물질이고 인체에 치명적인 손상을 가하므로 지정된 폐기물 통에 보관하여 처리한다.

## 소화기 종류 및 사용법

### 1. 소화기의 원리

불이 나는 조건에는 탈 물질, 산소, 불이 날 수 있는 온도(발화점)이 있다. 이 중 산소를 차단시키고, 특수한 소화약제로 온도를 내리는 것이다.

### 2. 소화기의 종류

#### 1) 분말 소화기 (A, B, C 급 화재)

분말 소화기 속에는 밀가루와 같은 미세한 분말인 "제 1 인산 암모늄" 이라는 소화약제가 들어 있어 화재가 난 곳에 방출하면 냉각 효과가 있다. 또한 이 분말이 화재발생부분에 가라 앉음으로써 산소와 차단해 쉽게 타지 못하게 한다. 원리는 작동 손잡이 밑에 가스가 들어 있고 손잡이를 작동시키면 가스가 소화기 안으로 말려 들어간다. 팽창된 가스의 압력에 의해 분말이 호스를 통해 쏟아져 나온다. 분말 소화기에는 축압식과 가압식이 있는데 **축압식**은 용기에 압력 게이지가 달려 있고, **가압식**은 소화기통 속에 질소( $N_2$ ) 또는 탄산 가스( $CO_2$ )를 넣은 압력 용기가 들어 있는 것으로서 그 기능 및 사용법에는 차이가 없다.

#### 2) 이산화탄소 소화기 (탄산 가스 소화기)

이산화탄소 소화기는 이산화탄소( $CO_2$ )를 높은 압력으로 압축 액화시켜 단단한 철제 용기에 넣은 것이다. 이 소화기는 B, C 급 화재에 쓸 수 있고 물을 뿌리면 안되는 화재에 사용하면 효과적이다. 특성은 냉각 효과와 이산화탄소로 산소를 차단함으로써 불을 끈다. 장점은 진화 후 잔해가 없다는 장점이 있어 특수한 차량들의 자동 소화 시스템에 쓰인다. 지하층, 무창층에는 질식의 우려가 있으므로 설치하지 않아야 하며, 방사 시 노즐부분 취급에 주의하여 기화에 따른 동상을 입지 않도록 한다. 방사된 가스는 호흡하지 않아야 하며 방사 후 즉시 환기하여야 한다.

#### 3) 하론 소화기

할로젠 화합물 염화, 1 취화 메탄 등으로 되어 있는 소화기로서 B, C 급 화재에 쓰이고 사용 후 흔적이 없고 방출할 때에 물체에 전혀 손상이 없어 좋은 소화기이나, 가격이 비싸고 최근에는 프레온과 같이 오존층을 파괴하는 물질로 사용이 규제되어 생산량이 크게 줄었다. 하론 1301 소화기 이외에는 창이 없는 층, 지하층, 사무실 또는 거실로서 바닥면적 20  $m^2$  미만의 장소에서는 사용할 수 없다. 방사된 가스는 호흡하지 않아야 하며 방사 후 즉시 환기하여야 한다

#### 4) 자동확산 소화용구

보일러실이나 주방 등의 천정에 설치하는 것으로 성분은 분발 A, B, C 급 소화기와 같고 다만 열감지 장치가 있어 일정 온도가 되면 자동으로 작동합니다.

### 5) 간이 소화용구

**투척용 소화용구**는 A 급 화재에 쓰이며, 던져서 쉽게 깨질 수 있는 유리제 또는 합성수지 용기에 강화액 소화약제 또는 침윤제가 충전되어 있어 화원에 던져 깨지면 소화약제가 불을 끄는 소화용구이다. **에어졸식 소화용구**는 소형의 스프레이식 하룬 소화기로 화재 시에 민첩하게 사용할 수 있다.

## 3. 소화기 사용법

- 1) 소화기의 안전핀을 뽑는다. 이때 손잡이를 누른 상태로는 잘 빠지지 않으니 침착해야 한다.
- 2) 성능에 따라 불 가까이에 접근하여 사용한다.
- 3) 바람이 부는 방향을 등지고 사용한다.
- 4) 양 옆을 비로 쓸듯이 골고루 약제가 방사되도록 사용한다.
- 5) 호스 길이에서 호스를 벗겨 내어 잡고 끝을 불쪽으로 향한다.
- 6) 가위질하듯 손잡이를 힘껏 잡아 누른다.
- 7) 불의 아래쪽에서 비를 쓸 듯이 차례로 덮어 나간다.

## 4. 화재의 분류

미국방화협회(NFPA)에서 규정한 것으로서 화재의 연소 특성에 따라 다음 4 종류로 분류된다.

### 1) A 급 화재 (일반 가연물 화재)

- 연소 후 재를 남기는 종류의 화재로서 목재, 종이, 섬유 등의 화재.
- 소화 방법: 물에 의한 냉각소화로 주수, 산알칼리, 포 등

### 2) B 급 화재 (유류 및 가스 화재)

- 연소 후 아무것도 남기지 않는 종류의 화재 즉, 인화성액체, 기체 등의 화재.
- 소화 방법: 공기 차단으로 인한 피복소화로 화학포, 증발성 액체 (할로겐화물), 탄산가스, 소화분말 등

### 3) C 급 화재 (전기 화재)

- 전기기계 기구 등의 화재로서 전기적 절연성을 가진 소화기로 소화해야 하는 화재.
- 소화 방법: 탄산가스, 증발성 액체, 소화분말 등

### 4) D 급 화재 (금속 화재)

- 마그네슘, 티타늄, 지르코늄, 나트륨, 칼륨 등의 가연성 금속의 화재.
- 소화 방법: 건조사

## 실험대 기구 목록 및 배치도

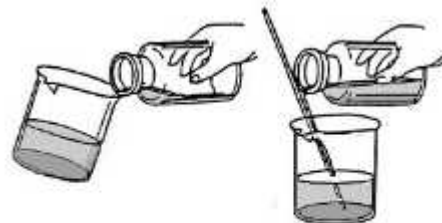
윗서랍 (좌)	윗서랍 (중)	윗서랍 (우)
Thermometer 1ea Pipette; 5 mL 1ea 10 mL 1ea 20 mL 1ea Safety goggle 1ea Glass rod 1ea Spoide bulb 1ea Safe pipette filler 1ea	Teflon tape 1ea Double burette clamp 1ea Extension clamp & holder 1ea Test-tube holder 1ea Pinset 1ea Spatula 1ea	Microfiber towel 1ea Rubber glove 1ea Support jack 1ea Cotton glove 1ea
이동식 서랍 (상)	이동식 서랍 (하)	실험대 위
Beaker; 50(or 30) mL 2ea 100 mL 3ea 250(or 300) nmL 2ea 500( or 600) mL 1ea Erlenmeyer flask; 50 mL 2ea 125(or 100) mL 3ea 250(or 200) mL 3ea	Volumetric flask; 100 mL 1ea 250 mL 1ea Suction flask 1ea Buchner funnel 1ea Iron bath or oil bath 1ea Graduated cylinder; 10 mL 1ea 50 mL 1ea Funnel 1ea Plastic squeeze bottle 1ea	Hot plate/stirrer 1ea Test tube (& tube rack); medium 2ea large 3ea centrifuge tube 4ea Stand 1ea
기타		
Burette Surface thermometer Electric aspirator Melting point apparatus Centrifuge Vis. spectrophotometer Digital multimeter		

# 화학 실험의 기본사항

## 1. 시약의 취급

화학 실험에서는 많은 종류의 액체 또는 고체 시약을 취급하게 된다. 대부분의 시약은 독성이 있으므로 직접 피부에 닿거나 흡입하여서는 안되고, 시약들이 서로 섞이지 않도록 주의하여야 한다.

- (1) 시약을 사용할 때에는 항상 시약병의 표지를 확인하여야 한다.
- (2) 공동으로 사용하는 시약병은 절대 자신의 실험대로 옮겨가서는 안된다.
- (3) 시약병에서 덜어낸 시약은 절대 시약병에 다시 넣어서는 안된다. 그러므로 필요 이상의 시약을 꺼내어 낭비하지 않도록 주의한다.
- (4) 시약병의 마개를 실험대에 함부로 놓으면 불순물이 묻어 시약병의 시약을 오염시킬 수 있으므로 주의한다.
- (5) 피펫이나 메디신드롭퍼가 시약 전용이 아닌 경우에는 액체 시약을 꺼내기 위하여 시약병에 넣어서는 안 된다. 전용 기구를 사용할 경우에도 자신의 시험관이나 비이커의 벽과 닿아서 다른 시약이 묻지 않도록 조심한다. 특히 비커의 바닥까지 넣으면 안된다.
- (6) 액체 시료를 따를 때에는 두 손으로 시약병을 안전하게 잡고, 시약병의 표지가 위로 향하도록 하여 표지가 흘러내린 시약으로 더럽혀지지 않도록 한다. 그리고 가능하면 유리막대를 사용하여 시약이 튀지 않도록 조심한다.



〈 액체 시약 따르기 〉    〈 위험한 약품 따르기 〉

- (7) 시약병은 사용 후 반드시 마개를 막아 놓아야 한다.
- (8) 고체 시료는 약수저를 사용하여 덜어 낸다.
- (9) 저울이나 실험대 위에 시약을 흘리지 않도록 주의한다.
- (10) 진한 산을 묽힐 때에는 산에 물을 붓지 않도록 하고 항상 물에 산을 천천히 저으면서 가한다.

## 2. 실험기구의 취급

- (1) 가스버너를 사용하는 경우에는 사전에 사용방법을 충분히 알아둔다.

- (2) 유리기구를 가열할 경우에는 반드시 석면판을 사용하여 유리기구에 직접 불꽃이 닿지 않도록 한다.
- (3) 뜨거운 유리 기구는 반드시 집게 또는 장갑을 사용하여 취급한다.
- (4) 유리관을 자른 후에는 반드시 자른 부분을 가스 불꽃으로 둥글게 하여야 한다.
- (5) 액체를 끓일 때에는 조심하여야 한다. 갑자기 끓어오르는 것을 방지하기 위하여 boiling chip(끓임쪽)을 넣어준다.
- (6) 시험관의 입구가 주위의 사람들을 향하지 않도록 조심한다. 인화성 있는 액체(에테르, 탄화수소화합물, 알콜, 아세톤 그리고 이황화탄소 등)는 반드시 물중탕을 사용하여 가열한다.
- (7) 유리관이나 온도계 등을 고무마개에 끼고자 할 때에는 장갑을 착용한 상태에서 유리관의 마개에서 가까운 부분을 잡고 유리관에 물 또는 클리세롤을 묻혀서 끼우도록 하며 무리하게 힘을 가해서는 안된다.
- (8) 시약을 피펫으로 취하려고 할 때에는 입을 사용하여 직접 빨아올려서는 안된다. 항상 적절한 진공기구(pipet filler)를 사용하도록 한다.
- (9) 눈금 실린더나 피펫 등과 같은 눈금이 새겨진 유리 기구는 절대로 가열하여서는 안된다.

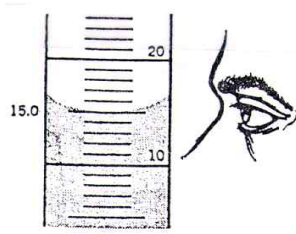
### 3. 액체의 부피 측정

화학 실험실에서 액체의 부피는 눈금 실린더, 뷰렛, 피펫, 또는 부피 측정용 플라스크를 사용하여 측정한다. 눈금이 새겨진 비이커나 플라스크를 사용할 수도 있으나, 이러한 기구 들로는 정확한 부피의 측정이 불가능하므로 어림측정을 할 경우에만 사용한다.

부피 측정에 사용되는 유리 기구들은 절대 가열하여서는 안된다. 가열하면 유리가 팽창하여 정확한 부피를 측정할 수 없게 된다.

유리 기구는 먼저 비눗물이나 세척액과 세척솔로 씻은 후, 다량의 증류수로 여러 번 세척하고 완전히 건조시켜 사용하여야 한다. 유리 기구를 건조시킬 수 있는 장치가 없을 경우에는 사용하려고 하는 액체로 두세 번 씻어낸 후 사용할 수도 있다. 깨끗하지 않은 유리 기구는 벽에 묻은 액체가 균일하게 흘러내리지 않는다. 사용하는 액체를 바꿀 때에는 반드시 유리 기구를 다시 세척하여 사용하여야 한다.

유리 기구의 눈금이 새겨진 부분이 수직이 되도록 세운 후에 눈금을 읽어야 하고, 액체를 넣은 후 1분 이상 기다려서 유리벽에 묻은 액체가 모두 흘러내린 후에 눈금을 읽어야 한다. 눈금을 읽을 때에는 눈의 높이를 액체의 메니스커스와 같이 하고, 메니스커스의 밑 바닥 부분에 해당하는 위치의 가장 작은 눈금을 10등분하여 읽는다. 즉, 1 mL의 간격으로 눈금이 새겨진 유리 기구에서는 0.1 mL까지 읽어야 한다.



<액체의 메니스커스의 위치를 읽는 법>

### (1) 눈금 실린더(graduated cylinder)

눈금 실린더는 액체의 부피를 어림으로 측정하는 경우에 사용된다. 눈금 실린더는 측정하고자 하는 액체의 부피에 알맞는 것을 사용하여야 한다. 너무 큰 것을 사용하면 눈금이 커서 정확도가 떨어지고, 너무 작은 경우에도 역시 정확한 측정이 어렵다.

### (2) 뷰렛(burette)

뷰렛은 일반적으로 눈금 실린더를 사용할 때보다 더 정확한 측정이 필요한 경우에 사용한다. 뷰렛은 일정한 양의 액체를 취하거나 반응 그릇에 들어가는 액체의 양을 측정하기에 편리하도록 위에서부터 눈금이 새겨져 있다.

뷰렛을 사용하기 전에 콕크의 옆으로 액체가 새어 나오지 않는가를 확인하여야 한다. 뷰렛을 세척할 때에 콕크가 빠지지 않도록 조심하여야 하며, 뷰렛에 액체를 채울 때는 반드시 깔때기를 사용한다. 뷰렛에 처음 넣은 양을 측정하고, 콕크를 열어 필요한 양의 액체를 취한 후에 눈금을 다시 읽어서 그 차이로부터 취한 액체의 정확한 양을 알아낸다. 처음부터 특정한 눈금에 메니스커스를 맞추려고 노력할 필요는 없다. 액체를 취할 때에는 액체의 메니스커스가 뷰렛의 가장 아래쪽 눈금의 밑으로 내려가지 않도록 주의하여야 한다. 뷰렛의 콕크는 왼손으로 감아 쥐고 손가락의 끝 부분으로 콕크의 끝 부분을 안쪽으로 조금씩 잡아당겨 콕크가 빠지지 않도록 주의하면서 돌린다. 콕크가 제자리에서 빠지면 세척하여 완전히 건조시킨 후에 다시 적당량의 그리스를 칠하여 뷰렛에 끼운다. 그리스를 너무 많이 사용하면 콕크의 구멍이 막힐 수 있다.

### (3) 피펫(pipette)

피펫은 일정한 양의 액체를 정확히 취하기 위하여 사용하는 유리 기구로, 일정한 양만을 취할 수 있는 홀 피펫과 뷰렛과 같이 눈금이 새겨져 있는 눈금 피펫이 있다.

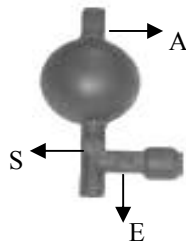
피펫으로 액체를 취할 때에는 피펫용 고무 빨개를 사용하도록 하고, 입으로 빨아들이지 않도록 한다. 또 피펫에 액체를 넣은 채 실험실을 돌아다녀서는 안된다.

### ※ 안전 피펫 충전기(safe pipette filler) 사용법

- 1) “A”를 엄지손가락과 집게손가락으로 누른 다음 용액을 빨아들일 수 있도록 다른 손으로 큰 공을 째 쥐며 진공으로 만든다. 큰 공이 압축된 것을 확인한 후 “A” 밸브를 풀어

놓는다.

- 2) 피펫 충전기에 피펫을 끼운다.
- 3) 피펫을 액체가 들어있는 용기에 넣은 다음 “S”를 엄지손가락과 집게손가락으로 눌러 용액을 원하는 양만큼 정확히 빨아올린다.
- 4) 빨아올린 용액을 다른 용기에 옮기려면 “E”를 누른다.
- 5) 피펫에 남아있는 마지막 한 방울을 빼내려면 “E”의 압력을 유지하면서 가운데 손가락으로 “E” 입구를 막고 공을 짜면 된다.



<안전 피펫 충전기>

#### (4) 부피 측정용 플라스크(volumetric flask or 용량 플라스크)

부피 측정용 플라스크는 일정한 양의 액체를 정확히 취할 수 있도록 눈금이 새겨진 플라스크로, 흔히 일정한 농도의 용액을 만들 때 사용된다.

먼저 용질의 양을 정확히 측정하여 소량의 용매에 녹인 후 플라스크에 넣고, 용매를 눈금까지 채운다. 메니스커스를 정확히 맞추기 위하여 메디신드롭퍼를 사용하여도 좋다. 마개를 막고 잘 흔들어서 균일한 용액이 되도록 섞는다. 측정한 용질은 모두 플라스크로 들어가도록 하여야 하므로, 용매로 플라스크를 채우기 전에 용질을 녹일 때 사용한 비이커를 순수한 용매로 여러 번 씻어서 모두 플라스크에 넣어야 한다.

플라스크는 일정한 온도에서 사용하도록 되어 있으므로, 용질을 녹이기 위하여 플라스크를 가열하여서는 안된다.

## 4. 액체와 고체를 분리하는 방법

액체와 고체를 분리하기 위해서는 비이커를 기울여 액체를 따라내거나 여과지를 사용하여 고체를 분리해 내는 방법이 있다.

고체가 신속하게 가라 앉는 경우에는 비이커를 조용히 기울여서 용액을 분리할 수 있다. 이러한 기울여 따르기법은 알갱이가 큰 고체가 생성되는 경우에 유용하게 사용할 수 있다. 이와 유사한 방법으로 원심분리기를 사용하여 고체를 시험관 밑에 가라앉힌 후에 용액을 분리하는 방법도 있다.

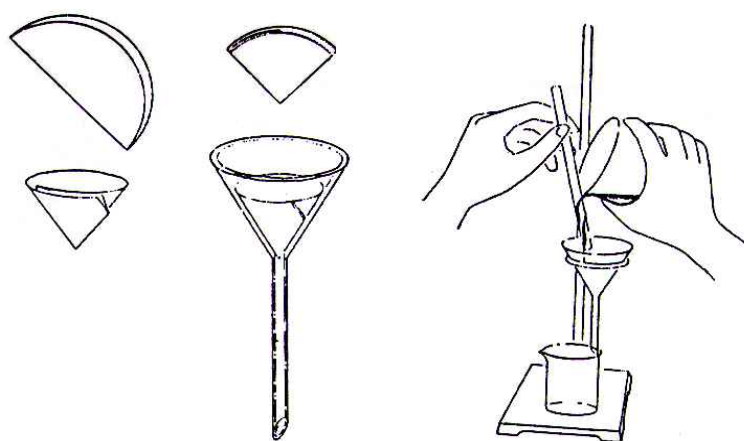
고체가 잘 가라앉지 않는 경우에는 여과지(filter paper)를 사용하여 고체를 분리한다. 실험 목적, 거르는 시간, 침전의 크기와 성질 등에 따라서 거르는 데에 쓰는 여과지를 적당



히 선택해야 한다. 여과지는 두 번 접은 후 바깥쪽의 끝을 약간 잘라내고 깔때기 속에 넣고 용매로 적셔주어 깔때기의 벽에 완전히 밀착되도록 한다. 고체가 섞여 있는 용액을 잘 저어주면서 용액과 고체를 함께 깔때기에 붓는다. 이 때 용액이 여과지 위로 넘치지 않도록 주의한다. 비이커 벽에 묻은 고체는 소량의 거른 액 또는 용매를 사용하여 씻어서 깔때기에 넣는다. 깔때기의 끝을 비이커의 벽에 접촉시켜 거른 액이 튀지 않도록 한다.

용매가 잘 빠지지 않아 보통 여과로 거르기 어려운 침전을 거를 때, 또는 많은 액을 단 시간 내에 거르고자 할 때는 뷰흐너 깔때기를 사용하여 감압 여과한다. 여과지를 뷰흐너 깔때기의 내부에 넣고 용매로 적셔서 바닥과 벽에 밀착이 되도록 한다. 뷰흐너 깔때기를 감압 플라스크에 꽂은 후 감압기를 사용하여 용매를 빨아낸다. 고체를 분리하고 남은 용액을 사용하여야 할 경우에는 감압기에서 수도물이 역류하는 것을 막기 위해서 아스피레이터와 감압 플라스크 사이에 포착기를 장치하고, 감압기의 전원을 끄거나 수도물을 잠그기 전에 연결 호스를 분리시켜야 한다.

원심분리기는 시험관에 담긴 용액을 빠른 속도로 회전시켜서 생기는 원심력을 이용해서 밀도가 큰 입자들이 시험관의 아래쪽에 가라앉도록 만드는 장치이다. 원심분리기는 매우 빠른 속도로 회전하기 때문에 무게 중심이 맞지 않으면 회전할 때 균형이 깨져서 심하게 흔들리게 된다. 그러므로 분리하려는 용액이 담긴 시험관의 무게가 비슷한 시험관을 원심분리기의 축에 대하여 대칭이 되도록 넣어준 후에 회전시켜야 하고, 회전하고 있는 원심분리기에 손을 대지 않아야 한다.



<여과지 사용법과 침전의 분리법>

## 5. 실험오차와 유효숫자

실험에서의 측정에는 항상 오차(error)가 포함되어 있으므로 실험값을 나타낼 때에는 실험오차를 정확히 표현하여야 한다.

실험오차는 정확도(accuracy)의 부족과 정밀도(precision)의 부족에 의한 것으로 구별할 수 있다. 정확도는 주로 실험자의 측정 능력에 의하여 결정되는 오차로 실험자의 노력으

로 줄일 수 있다. 그러나, 정밀도는 실험에 사용하는 기구, 실험의 방법, 또는 실험 환경에 의하여 어쩔 수 없이 발생하는 오차로서 피할 수 없는 오차의 한계이다. 정밀도를 높이기 위해서는 보다 정밀한 기구를 사용하고 실험 방법을 바꾸어야 하기 때문에 많은 시간, 노력, 그리고 비용이 필요하다. 그러나, 모든 실험에서 실험자의 주의로 줄일 수 있는 오차는 최대한으로 줄이도록 노력하여야 한다.

실험값의 정확도는 흔히 참된값과의 차이를 %의 단위로 표시한다.

$$\text{오차 (\%)} = \frac{|\text{참된값} - \text{측정값}|}{\text{참된값}} \times 100$$

오차가 포함된 실험값을 나타낼 때에는 유효숫자를 정확히 표시하여야 한다. 유효숫자는 마지막 숫자만이 오차를 포함하는 불확실한 숫자로서 유효숫자의 갯수는 실험의 정밀도를 나타낸다.

예를 들어 0.1 g까지 측정할 수 있는 어림저울을 사용하여 시료의 무게를 측정하였을 때에 소수점 아래 첫째자리는 오차가 포함된 자리이고, 둘째자리 아래는 아무런 의미도 없는 숫자이다. 따라서 시료의 무게는 1.3 g이라 적어야 하고, 측정값은 2개의 유효숫자를 가지고 있으며, 정확한 무게는 1.2 g과 1.4 g 사이에 있음을 나타낸다.

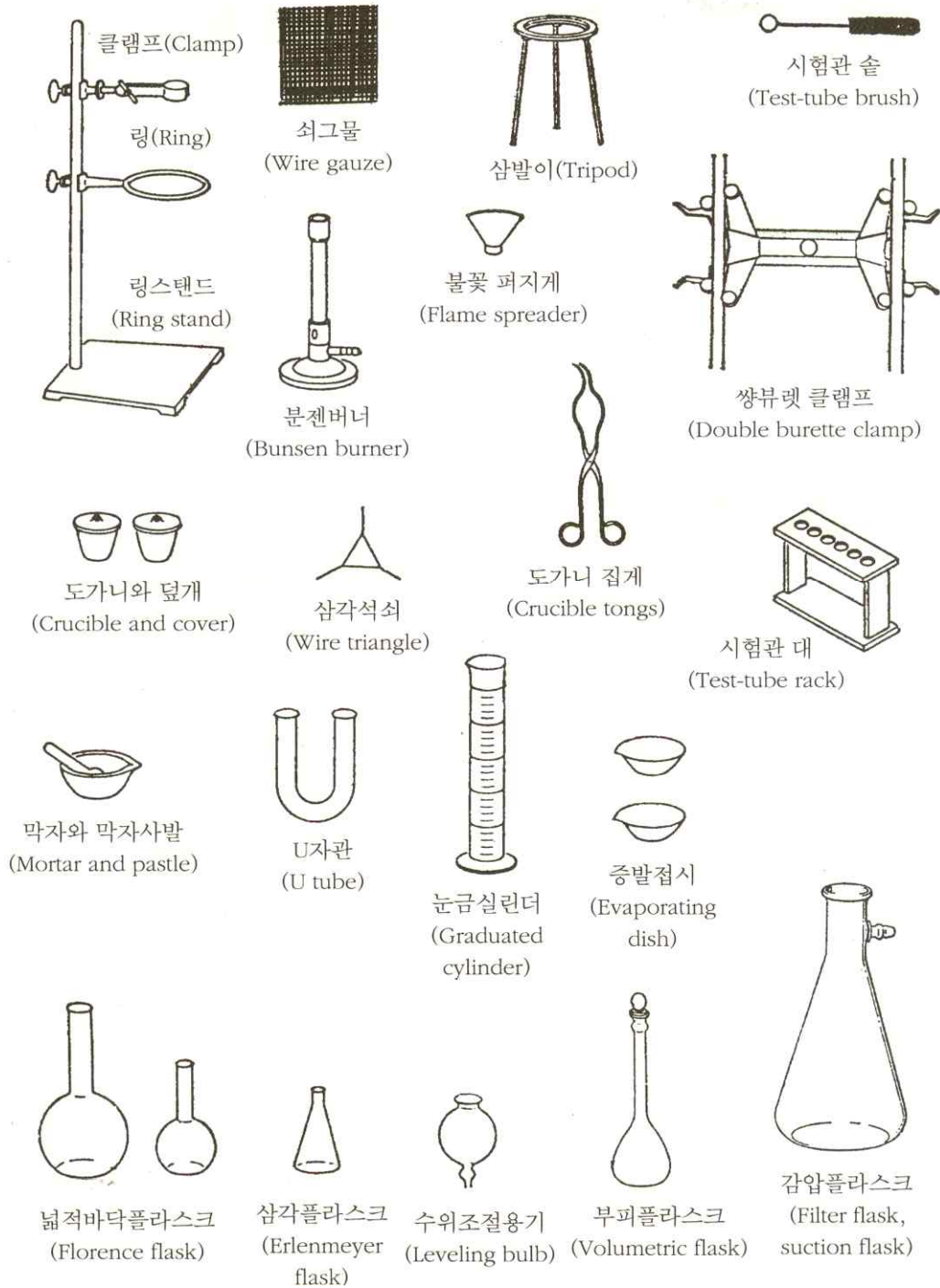
이런 방법을 사용할 때는 숫자의 크기를 나타내기 위해서 마지막에 붙이는 0과 측정에서 얻은 0을 구별하기 위해서  $1200$  대신에  $1.20 \times 10^3$ 이라고 적는다. 이 경우에 마지막의 0은 단순히 자릿수를 표시하기 위한 것이고, 그 앞의 0은 불확실도가 포함되어 있는 측정의 결과를 나타내는 것이다.  $0.03520$ 에서 소수점 앞과 뒤의 0은 단순히 자릿수를 표시하는 것이고, 마지막의 0은 측정의 결과를 나타낸다.

불확실도가 포함된 숫자를 이용해서 계산을 할 경우에는 아래의 규칙을 사용해야 한다.

- 1) 두 숫자를 더하거나 뺄 경우에 얻어진 결과는 두 숫자 중에서 불확실한 숫자의 위치가 소수점에서 가장 왼쪽에 있는 숫자를 기준으로 결정한다. 즉,  $10.3 + 0.236$ 은  $10.536$ 이지만 첫째숫자의 0.3이 불확실하기 때문에 소수점 아래의 3자리가 모두 불확실하다. 따라서  $10.3 + 0.236 = 10.5$ 로 적어야 한다.
- 2) 두 숫자를 곱하거나 나눌 때는 유효숫자의 갯수가 가장 작은 숫자의 유효숫자 갯수만큼만 취한다. 예를 들어 유효숫자가 5개인  $25.669$ 를 유효숫자가 3개인  $23.1$ 로 나누면 그 결과는 유효숫자가 3개인  $1.11$ 로 적어야 한다.

이러한 규칙에서 알 수 있는 것처럼 여러 단계의 측정을 거쳐서 실험 결과를 얻을 경우에는 모든 단계의 측정이 정밀해야만 마지막에 얻은 결과도 정밀하게 된다. 화학 저울을 사용해서 질량을 측정하더라도 부피를 눈금 실린더로 대강 측정할 경우에 얻어지는 밀도는 정밀하지 못하다. 부피를 정확하게 측정할 수 있는 기구가 없으면 화학 저울과 같이 정밀한 질량 측정 기구를 사용할 필요가 없다.

## 기기의 이름





# 표준주기율표

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H 1.008	2 He 4.003	3 Li 6.939	4 Be 9.102	5 B 10.811	6 C 12.011	7 N 14.007	8 O 15.999	9 F 18.998	10 Ne 20.183	11 Na 22.990	12 Mg 24.312	13 Al 26.982	14 Si 28.086	15 P 30.974	16 S 32.064	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948
19 K 39.102	20 Ca 40.08	21 Sc 44.956	22 Ti 47.90	23 V 50.942	24 Cr 51.996	25 Mn 54.938	26 Fe 55.847	27 Co 58.933	28 Ni 58.71	29 Cu 63.54	30 Zn 65.37	31 Ga 69.72	32 Ge 72.59	33 As 74.922	34 Se 78.96	35 Br 79.909	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.905	40 Zr 91.22	41 Nb 92.906	42 Mo 95.94	43 Tc (99)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.4	47 Ag 107.87	48 Cd 112.40	49 In 114.82	50 Sn 118.69	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.30
55 Cs 132.91	56 Ba 137.34	57 La 138.91	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.85	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.09	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.37	82 Pb 207.19	83 Bi 208.98	84 Po (210)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra (226)	89 Ac (227)	104 Rf (227)	105 Db (227)	106 Sg (227)	107 Bh (227)	108 Hs (227)	109 Mt (227)									
58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.35	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.92	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.04	71 Lu 174.97				
90 Th 232.04	91 Pa (231)	92 U 238.03	93 Np (237)	94 Pu (242)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (249)	98 Cf (251)	99 Es (254)	100 Fm (253)	101 Md (256)	102 No (253)	103 Lr (257)				