

원자의 주기성과 화학 결합

- 4.1 주기율표
- 4.2 주기율에 따른 원자의 주기적 성질
- 4.3 원자의 이온화와 이온의 특성
- 4.4 화학 결합과 루이스 구조
- 4.5 배위 결합과 공명 구조
- 4.6 VSEPR 모형과 분자의 입체 구조
- 4.7 결합의 극성 및 분자의 극성
- 4.8 분자간 힘
- 4.9 화합물의 화학식 표기와 명명법

4.1 주기율표

주기율표(periodic table)

- 원소들을 화학적 성질의 유사성에 따라 체계적으로 분류하기 위해 작성된 표
- 족(family), 주기(period), 영역(region)로 구분하여 볼 수 있다.
- 현재까지 발견되거나 알려진 총 118가지 원소의 규칙적인 특성을 직관적으로 나타낸다.

족	1	2																18	
주기	1	2																2	
1	1 H 수소																	2 He 헬륨	
2	3 Li 리튬	4 Be 베릴륨												5 B 붕소	6 C 탄소	7 N 질소	8 O 산소	9 F 플루오린	10 Ne 네온
3	11 Na 나트륨	12 Mg 마그네슘												13 Al 알루미늄	14 Si 실리콘	15 P 인	16 S 황	17 Cl 염소	18 Ar 아르곤
4	19 K 칼륨	20 Ca 칼슘	21 Sc 스칸듐	22 Ti 타이타늄	23 V 바나듐	24 Cr 크로뮴	25 Mn 망가니즈	26 Fe 철	27 Co 코발트	28 Ni 니켈	29 Cu 구리	30 Zn 아연	31 Ga 갈륨	32 Ge 저마늄	33 As 비소	34 Se 셀레늄	35 Br 브로민	36 Kr 크립톤	
5	37 Rb 루비듐	38 Sr 스트론튬	39 Y 이트륨	40 Zr 지르코늄	41 Nb 나이오븀	42 Mo 몰리브덴	43 Tc 테크네튬	44 Ru 루테튬	45 Rh 로듐	46 Pd 팔라듐	47 Ag 은	48 Cd 카드뮴	49 In 인듐	50 Sn 주석	51 Sb 안티모니	52 Te 텔루륨	53 I 아이오딘	54 Xe 제논	
6	55 Cs 세슘	56 Ba 바륨	57 La* 란타넘	72 Hf 하프늄	73 Ta 탄탈럼	74 W 텅스텐	75 Re 레늄	76 Os 오스뮴	77 Ir 이리듐	78 Pt 백금	79 Au 금	80 Hg 수은	81 Tl 탈륨	82 Pb 납	83 Bi 비스무트	84 Po 폴로늄	85 At 아스타틴	86 Rn 라돈	
7	87 Fr 프랑슘	88 Ra 라듐	89 Ac** 악티늄	104 Rf 러더포듐	105 Db 더브늄	106 Sg 시보그뮴	107 Bh 보륨	108 Hs 하슘	109 Mt 미타네뮴	110 Ds 다름슈타튬	111 Rg 뢴트게뮴	112 Cn 코페르니슘	113 Nh 니호늄	114 Fl 플레로븀	115 Mc 모스코븀	116 Lv 리버모뮴	117 Ts 테네신	118 Og 오가네손	

†금속성, 준금속성, 비금속성이 아직 명확히 밝혀지지 않음.

금속	*란타넘족	58 Ce 세륨	59 Pr 프라세오디뮴	60 Nd 네오디뮴	61 Pm 프로메튬	62 Sm 시미륨	63 Eu 유클륨	64 Gd 가돌리늄	65 Tb 터븀	66 Dy 디스프로슘	67 Ho 홀름	68 Er 에르븀	69 Tm 터미늄	70 Yb 이트븀	71 Lu 루테튬
준금속															
비금속	**악티늄족	90 Th 토륨	91 Pa 프로타악티늄	92 U 우라늄	93 Np 넵투늄	94 Pu 플루토늄	95 Am 아메리슘	96 Cm 퀴륨	97 Bk 버클륨	98 Cf 캘리포늄	99 Es 에인슈타이늄	100 Fm 페르뮴	101 Md 멘델레븀	102 No 노벨륨	103 Lr 로렌슘

4.1 주기율표

주기율의 주요 개념과 구성

주기 법칙(law of period), 멘델레예프 제안

- 원소들의 이화학적 성질이 원자 번호 증가와 함께 주기적으로 변한다.
- = 원소들을 원자량 순서대로 배열했을 때 비슷한 성질이 주기적으로 나타난다.

- 현대의 주기율은 원소를 원자 번호 순서(전자 수)로 배열하면 8번째

18 번째 혹은 32 번째 원소들이 비슷한 화학적 특성이 되풀이 됨.

주기

1

2

3

4

6

7

원자 번호

1

원소 기호

수소

원소 이름

↑

금속성, 준금속성, 비금속성이 아직 명확히 밝혀지지 않음

1	2																	18																	
1 H 수소																	2 He 헬륨																		
3 Li 리튬	4 Be 베릴륨																	19 K 칼륨	20 Ca 칼슘	21 Sc 스칸듐	22 Ti 타이타늄	23 V 바나뮴	24 Cr 크로뮴	25 Mn 망가니즈	26 Fe 철	27 Co 코발트	28 Ni 니켈	29 Cu 구리	30 Zn 아연	31 Ga 갈륨	32 Ge 저마늄	33 As 비소	34 Se 셀레늄	35 Br 브로민	36 Kr 크립톤
11 Na 나트륨	12 Mg 마그네슘	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 알루미늄	14 Si 규소	15 P 인	16 S 황	17 Cl 염소	18 Ar 아르곤																		
37 Rb 루비듐	38 Sr 스트론튬	39 Y 이트륨	40 Zr 지르코늄	41 Nb 나이오븀	42 Mo 몰리브덴	43 Tc 테크네튬	44 Ru 루테튬	45 Rh 로듐	46 Pd 팔라듐	47 Ag 은	48 Cd 카드뮴	49 In 인듐	50 Sn 주석	51 Sb 안티모니	52 Te 텔루륨	53 I 아이오딘	54 Xe 제논																		
55 Cs 세슘	56 Ba 바륨	57 La* 란타넘	72 Hf 하프늄	73 Ta 탄탈럼	74 W 텅스텐	75 Re 러렌	76 Os 오스뮴	77 Ir 아일랜드	78 Pt 백금	79 Au 금	80 Hg 수은	81 Tl 탈륨	82 Pb 납	83 Bi 비스무트	84 Po 폴로늄	85 At 아스타틴	86 Rn 라돈																		
87 Fr 프랑슘	88 Ra 라듐	89 Ac** 악티늄	104 Rf 러더포듐	105 Db 더브늄	106 Sg 시보그	107 Bh 보호뎀	108 Hs 하슘	109 Mt 마이트너뎀	110 Ds 다름슈타듐	111 Rg 뢴트게늄	112 Cn 코페르니슘	113 Nh 니하슘	114 Fl 플레로븀	115 Mc 모스크로븀	116 Lv 리버모븀	117 Ts 테네신	118 Og 오가네손																		

금속

준금속

비금속

*란타넘족

**악티늄족

4.1 주기율표

주기별 원소의 수

주기	원소의 수
1주기	2
2주기	8
3주기	8
4주기	18
5주기	18
6주기	32
7주기	미완성*

*원자 번호 113~118 원소는 자연 발견이 아닌 인공 핵융합에 의한 원소이다.

주기율표에서

주기(period) : 가로 행(horizontal row; 수평 행)

주기는 1~7주기까지 있다.

족(family 또는 group) : 세로 열(vertical column; 수직 열)

족은 1~18족까지 있다.

또는

주족원소는 1A~8A족(= 1, 2, 13~18족)

전이 원소는 1B~8B족(= 3~12족)

원자 번호 — 원소 기호 — 원소 이름

금속 준금속 비금속

*란타넘족 **악티늄족

†금속성, 준금속성, 비금속성이 아직 명확히 밝혀지지 않음.

4.1 주기율표

족 주기	1	2											13	14	15	16	17	18
1	1 H 수소																	2 He 헬륨
2	3 Li 리튬	4 Be 베릴륨											5 B 붕소	6 C 탄소	7 N 질소	8 O 산소	9 F 플루오린	10 Ne 네온
3	11 Na 나트륨	12 Mg 마그네슘											13 Al 알루미늄	14 Si 규소	15 P 인	16 S 황	17 Cl 염소	18 Ar 아르곤
4	19 K 칼륨	20 Ca 칼슘	21 Sc 스칸듐	22 Ti 타이타늄	23 V 바나듐	24 Cr 크로뮴	25 Mn 망가니즈	26 Fe 철	27 Co 코발트	28 Ni 니켈	29 Cu 구리	30 Zn 아연	31 Ga 갈륨	32 Ge 저마늄	33 As 비소	34 Se 셀레늄	35 Br 브로민	36 Kr 크립톤
5	37 Rb 루비듐	38 Sr 스트론튬	39 Y 이트륨	40 Zr 지르코늄	41 Nb 나이오븀	42 Mo 몰리브덴	43 Tc 테크네튬	44 Ru 루테튬	45 Rh 로듐	46 Pd 팔라듐	47 Ag 은	48 Cd 카드뮴	49 In 인듐	50 Sn 주석	51 Sb 안티모니	52 Te 텔루륨	53 I 아이오딘	54 Xe 제논
6	55 Cs 세슘	56 Ba 바륨	57 La* 란타넘	72 Hf 하프늄	73 Ta 탄탈럼	74 W 텅스텐	75 Re 레늄	76 Os 오스뮴	77 Ir 이리듐	78 Pt 백금	79 Au 금	80 Hg 수은	81 Tl 탈륨	82 Pb 납	83 Bi 비스무트	84 Po 폴로늄	85 At 아스타틴	86 Rn 라돈
7	87 Fr 프랑슘	88 Ra 라듐	89 Ac** 악티늄	104 Rf 러더포듐	105 Db 더브늄	106 Sg 시보그	107 Bh 보름	108 Hs 하슘	109 Mt 마이트너륨	110 Ds 다름슈타튬	111 Rg 뢴트게늄	112 Cn 코페르니슘	113 Nh 니호늄	114 Fl 플레로븀	115 Mc 모스크로븀	116 Lv 리버모륨	117 Ts 테네신	118 Og 오가네손

†금속성, 준금속성, 비금속성이 아직 명확히 밝혀지지 않음.

금속	*란타넘족	58 Ce 세륨	59 Pr 프라세오디뮴	60 Nd 네오디뮴	61 Pm 프로메튬	62 Sm 사마륨	63 Eu 유로퓸	64 Gd 가돌리늄	65 Tb 터븀	66 Dy 디스프로슘	67 Ho 홀뮴	68 Er 어븀	69 Tm 툴륨	70 Yb 이터븀	71 Lu 루테튬
준금속															
비금속	**악티늄족	90 Th 토륨	91 Pa 프로트악티늄	92 U 우라늄	93 Np 넵투늄	94 Pu 플루토늄	95 Am 아메리슘	96 Cm 퀴륨	97 Bk 버클륨	98 Cf 캘리포늄	99 Es 아인슈타이늄	100 Fm 페르뮴	101 Md 멘델레븀	102 No 노벨륨	103 Lr 로렌슘

그림 4.1 주기율표

4.1 주기율표

족 주기	1	2
1	1 H 수소	
2	3 Li 리튬	4 Be 베릴륨
3	11 Na 나트륨	12 Mg 마그네슘
4	19 K 칼륨	20 Ca 칼슘
5	37 Rb 루비듐	38 Sr 스트론튬
6	55 Cs 세슘	56 Ba 바륨
7	87 Fr 프랑슘	88 Ra 라듐

주족 원소(main group element)
= 전형원소

: 1~2족, 13~18족 (1A ~ 8A족)

					18 2 He 헬륨
13 5 B 붕소	14 6 C 탄소	15 7 N 질소	16 8 O 산소	17 9 F 플루오린	10 Ne 네온
13 Al 알루미늄	14 Si 규소	15 P 인	16 S 황	17 Cl 염소	18 Ar 아르곤
31 Ga 갈륨	32 Ge 저마늄	33 As 비소	34 Se 셀레늄	35 Br 브로민	36 Kr 크립톤
49 In 인듐	50 Sn 주석	51 Sb 안티모니	52 Te 텔루륨	53 I 아이오딘	54 Xe 제논
81 Tl 탈륨	82 Pb 납	83 Bi 비스무트	84 Po 폴로늄	85 At 아스타틴	86 Rn 라돈
113 Nh 니호늄	114 Fl 플레로븀	115 Mc 모스코븀	116 Lv 리버모륨	117 Ts 테네신	118 Og 오가네손

원소의 특성이 규칙성을 가지고 전형적인 경향을 보이기
때문에 화학적 특성을 쉽게 예측하고 파악할 수 있다.

4.1 주기율표

전이 원소(transition element)

: 3 ~ 12 족 (1B ~ 8B족)

3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
21 Sc 스칸듐	22 Ti 타이타늄	23 V 바나듐	24 Cr 크로뮴	25 Mn 망가니즈	26 Fe 철	27 Co 코발트	28 Ni 니켈	29 Cu 구리	30 Zn 아연
39 Y 이트륨	40 Zr 지르코늄	41 Nb 나이오븀	42 Mo 몰리브데넘	43 Tc 테크네튬	44 Ru 루테튬	45 Rh 로듐	46 Pd 팔라듐	47 Ag 은	48 Cd 카드뮴
57 La* 란타넘	72 Hf 하프늄	73 Ta 탄탈럼	74 W 텅스텐	75 Re 레늄	76 Os 오스뮴	77 Ir 이리듐	78 Pt 백금	79 Au 금	80 Hg 수은
89 Ac** 악티늄	104 Rf 러더포듐	105 Db 더브늄	106 Sg 시보그뮴	107 Bh 보름	108 Hs 하슘	109 Mt 마이트너뮴	110 Ds 다름슈타뮴	111 Rg 뢴트게늄	112 Cn 코페르니슘

- d 오비탈까지
전자가 채워지는 원소들

- 4주기 이후부터 존재

- 원소별 독특한 성질 발견

- 대부분 중금속 원소

4.1 주기율표

내부 전이 원소(inner transition element)

: d 오비탈을 및 f 오비탈까지 전자가 채워진 원소

란타넘 계열(lanthanide series): 세륨(Ce) ~ 루테튬(Lu), 희토류 원소

6주기 원소

악티늄 계열(actinide series): 토륨(Th) ~ 로렌슘(Lr), 인공 합성원소

7주기 원소

57 La* 란타넘
89 Ac** 악티늄

*란타넘족

58 Ce 세륨	59 Pr 프라세오디뮴	60 Nd 네오디뮴	61 Pm 프로메튬	62 Sm 사마륨	63 Eu 유로퓸	64 Gd 가돌리늄	65 Tb 터븀	66 Dy 디스프로슘	67 Ho 홀뮴	68 Er 어븀	69 Tm 툴륨	70 Yb 이터븀	71 Lu 루테튬
----------------	--------------------	------------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	----------------	-------------------	----------------	----------------	----------------	-----------------	-----------------

**악티늄족

90 Th 토륨	91 Pa 프로트악티늄	92 U 우라늄	93 Np 넵투늄	94 Pu 플루토늄	95 Am 아메리슘	96 Cm 퀴륨	97 Bk 버클륨	98 Cf 캘리포늄	99 Es 아인슈타이늄	100 Fm 페르뮴	101 Md 멘델레븀	102 No 노벨륨	103 Lr 로렌슘
----------------	--------------------	----------------	-----------------	------------------	------------------	----------------	-----------------	------------------	--------------------	------------------	-------------------	------------------	------------------

희토류(Rare Earth Elements)

기술적 활용

1.첨단 기술:

1. 희토류는 스마트폰, 컴퓨터, 전기차 모터, 풍력 터빈, 광섬유 등 다양한 첨단 기술에 사용
2. 네오디뮴(Neodymium)과 디스프로슘(Dysprosium)은 고성능 영구자석의 핵심 원소로, 전기차와 풍력 발전에 필수

2.국방 및 의료:

1. 군사 장비(레이더, 미사일 유도 시스템)와 의료 기기(MRI 조영제)에도 희토류가 사용
2. 가돌리늄(Gadolinium)은 MRI 조영제와 같은 의료 기술에서 중요한 역할

3.친환경 기술:

1. 전기차 배터리, 연료전지, 태양광 패널 등 신재생 에너지 기술에 필수

희토류의 지정학적 이슈

- ▶ 중국은 전 세계 희토류 생산량의 약 60~70%를 차지
- ▶ 정제 및 가공 능력에서도 압도적인 우위를 보유
- ▶ 2010년 중국이 일본에 대한 희토류 수출을 제한한 사례는 국제 사회에 큰 충격
- ▶ 이후 각국은 공급망 다각화를 모색

▶ 공급망 다각화 노력:

미국은 캘리포니아의 마운틴 패스 광산을 재가동하고, 호주는 Lynas Corporation을 통해 중희토류 생산 확대
유럽연합은 희토류 재활용 기술과 친환경 채굴 방식을 개발하며, 공급망 의존도를 줄이려는 노력

▶ 환경 문제: 희토류 채굴과 정제 과정에서 방사성 폐기물과 화학 오염이 발생

이를 해결하기 위해 재활용 기술과 친환경 정제 기술 필요

4.1 주기율표

금속성에 따른 분류

금속 원소(metal elements)

금속 원소의 특징

- 열전도성과 전기 전도성이 뛰어나다.
- 금속 고유의 광택을 보인다.
- 힘을 가하여 두드리면 평판으로 되는 전성(malleability; 펌김성)과 잡아당기면 끊어지지 않고 가는 실처럼 뽑아낼 수 있는 연성(ductility; 뽑힘성)이 있다.
- 액체인 수은을 제외하고는 상온에서 높은 밀도의 고체로 존재한다.

4.1 주기율표

금속 원소(metal elements)

2	3 Li 리튬	4 Be 베릴륨														
3	11 Na 나트륨	12 Mg 마그네슘	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 알루미늄			
4	19 K 칼륨	20 Ca 칼슘	21 Sc 스칸듐	22 Ti 타이타늄	23 V 바나듐	24 Cr 크로뮴	25 Mn 망가니즈	26 Fe 철	27 Co 코발트	28 Ni 니켈	29 Cu 구리	30 Zn 아연	31 Ga 갈륨			
5	37 Rb 루비듐	38 Sr 스트론튬	39 Y 이트륨	40 Zr 지르코늄	41 Nb 나이오븀	42 Mo 몰리브덴	43 Tc 테크네튬	44 Ru 루테튬	45 Rh 로듐	46 Pd 팔라듐	47 Ag 은	48 Cd 카드뮴	49 In 인듐	50 Sn 주석		
6	55 Cs 세슘	56 Ba 바륨	57 La* 란타넘	72 Hf 하프늄	73 Ta 탄탈럼	74 W 텅스텐	75 Re 레늄	76 Os 오스뮴	77 Ir 이리듐	78 Pt 백금	79 Au 금	80 Hg 수은	81 Tl 탈륨	82 Pb 납	83 Bi 비스무트	
7	87 Fr 프랑슘	88 Ra 라듐	89 Ac** 악티늄	104 Rf 러더포듐	105 Db 더브늄	106 Sg 시보귀	107 Bh 보륨	108 Hs 하슘	109 Mt 마이트너륨	110 Ds 더름슈타튬	111 Rg 뢴트게늄	112 Cn 코페르니슘	113 Nh 니호늄	114 Fl 플레로븀	115 Mc 모스코븀	116 Lv 리버모륨

58 Ce 세륨	59 Pr 프라세오디뮴	60 Nd 네오디뮴	61 Pm 프로메튬	62 Sm 사마륨	63 Eu 유로퓸	64 Gd 가돌리늄	65 Tb 터븀	66 Dy 디스프로슘	67 Ho 홀뮴	68 Er 어븀	69 Tm 툴륨	70 Yb 이터븀	71 Lu 루테튬
90 Th 토륨	91 Pa 프로트악티늄	92 U 우라늄	93 Np 넵투늄	94 Pu 플루토늄	95 Am 아메리슘	96 Cm 퀴륨	97 Bk 버클륨	98 Cf 캘리포늄	99 Es 아인슈타이늄	100 Fm 페르뮴	101 Md 멘델레븀	102 No 노벨륨	103 Lr 로렌슘

4.1 주기율표

비금속 원소(nonmetal elements)

- 열과 전기에 대해 절연체이고, 금속과 같은 광택이 없다.
- 고체, 액체 또는 기체 상태로 자연에서 발견
- 금속보다 낮은 밀도

				18 2 He 헬륨
14 6 C 탄소	15 7 N 질소	16 8 O 산소	17 9 F 플루오린	10 Ne 네온
	15 P 인	16 S 황	17 Cl 염소	18 Ar 아르곤
		34 Se 셀레늄	35 Br 브로민	36 Kr 크립톤
			53 I 아이오딘	54 Xe 제논
				86 Rn 라돈
				118 Og 오가네손

4.1 주기율표

준금속 원소(metalloid)

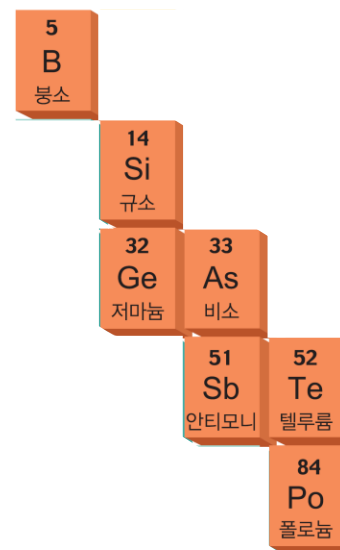
- B, Si, Ge, As, Sb, Te, Po

(아스타틴(At)은 상황에 따라서 준금속으로 분류)

-금속성과 비금속성의 중간 성질

- 물리 화학적으로 비금속처럼 거동
(낮은 밀도, 낮은 어는점, 낮은 끓는점, 낮은 경도 등)

- 전기 전도성은 금속과 비슷.



4.1 주기율표

족 주기	1	2											13	14	15	16	17	18
1	1 H 수소																	2 He 헬륨
2	3 Li 리튬	4 Be 베릴륨											5 B 붕소	6 C 탄소	7 N 질소	8 O 산소	9 F 플루오린	10 Ne 네온
3	11 Na 나트륨	12 Mg 마그네슘											13 Al 알루미늄	14 Si 규소	15 P 인	16 S 황	17 Cl 염소	18 Ar 아르곤
4	19 K 칼륨	20 Ca 칼슘	21 Sc 스칸듐	22 Ti 타이타늄	23 V 바나듐	24 Cr 크로뮴	25 Mn 망가니즈	26 Fe 철	27 Co 코발트	28 Ni 니켈	29 Cu 구리	30 Zn 아연	31 Ga 갈륨	32 Ge 저마늄	33 As 비소	34 Se 셀레늄	35 Br 브로민	36 Kr 크립톤
5	37 Rb 루비듐	38 Sr 스트론튬	39 Y 이트륨	40 Zr 지르코늄	41 Nb 나이오븀	42 Mo 몰리브덴	43 Tc 테크네튬	44 Ru 루테튬	45 Rh 로듐	46 Pd 팔라듐	47 Ag 은	48 Cd 카드뮴	49 In 인듐	50 Sn 주석	51 Sb 안티모니	52 Te 텔루륨	53 I 아이오딘	54 Xe 제논
6	55 Cs 세슘	56 Ba 바륨	57 La* 란타넘	72 Hf 하프늄	73 Ta 탄탈럼	74 W 텅스텐	75 Re 레늄	76 Os 오스뮴	77 Ir 이리듐	78 Pt 백금	79 Au 금	80 Hg 수은	81 Tl 탈륨	82 Pb 납	83 Bi 비스무트	84 Po 폴로늄	85 At 아스타틴	86 Rn 라돈
7	87 Fr 프랑슘	88 Ra 라듐	89 Ac** 악티늄	104 Rf 러더포듐	105 Db 더브늄	106 Sg 시보그	107 Bh 보륨	108 Hs 하슘	109 Mt 마이트너륨	110 Ds 더름슈타튬	111 Rg 뢴트게늄	112 Cn 코페르니슘	113 Nh 니호늄	114 Fl 플레로븀	115 Mc 모스크로븀	116 Lv 리버모륨	117 Ts 테네신	118 Og 오가네손

[†] 금속성, 준금속성, 비금속성이 아직 명확히 밝혀지지 않음.

금속	*란타넘족	58 Ce 세륨	59 Pr 프라세오디뮴	60 Nd 네오디뮴	61 Pm 프로메튬	62 Sm 사마륨	63 Eu 유로퓸	64 Gd 가돌리늄	65 Tb 터븀	66 Dy 디스프로슘	67 Ho 홀뮴	68 Er 어븀	69 Tm 툴륨	70 Yb 이터븀	71 Lu 루테튬
준금속															
비금속	**악티늄족	90 Th 토륨	91 Pa 프로트악티늄	92 U 우라늄	93 Np 넵투늄	94 Pu 플루토늄	95 Am 아메리슘	96 Cm 퀴륨	97 Bk 버클륨	98 Cf 캘리포늄	99 Es 아인슈타이늄	100 Fm 페르뮴	101 Md 멘델레븀	102 No 노벨륨	103 Lr 로렌슘

4.1 주기율표

전형 원소로서의 금속 원소(전형 금속) vs. 전이 원소로서의 금속 원소(전이 금속)

특이점 1.

전형 금속 : 한 가지 양이온만 형성

전이 금속 : 두 가지 이상의 양이온 형성 가능
(= '0' 이외의 다양한 산화수 가능)

예

전형 금속: Na이 가질 수 있는 산화수: 0, +1

Ca이 가질 수 있는 산화수: 0, +2

Al이 가질 수 있는 산화수: 0, +3

전이 금속: Cr이 가질 수 있는 산화수: 0, +2, +3, +6

Mn이 가질 수 있는 산화수: 0, +2, +3, +4, +6, +7

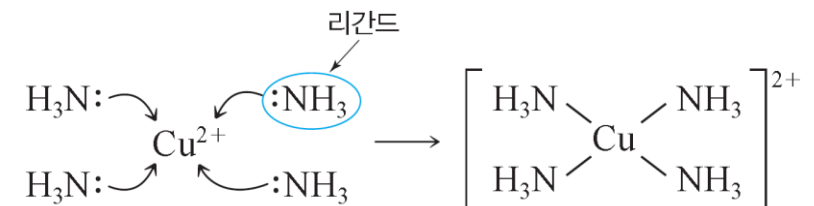
특이점 2.

전형 금속과 달리 전이 금속 양이온은

리간드와 결합하여 착화합물을 형성 가능

(전자쌍을 보유한 화학종)

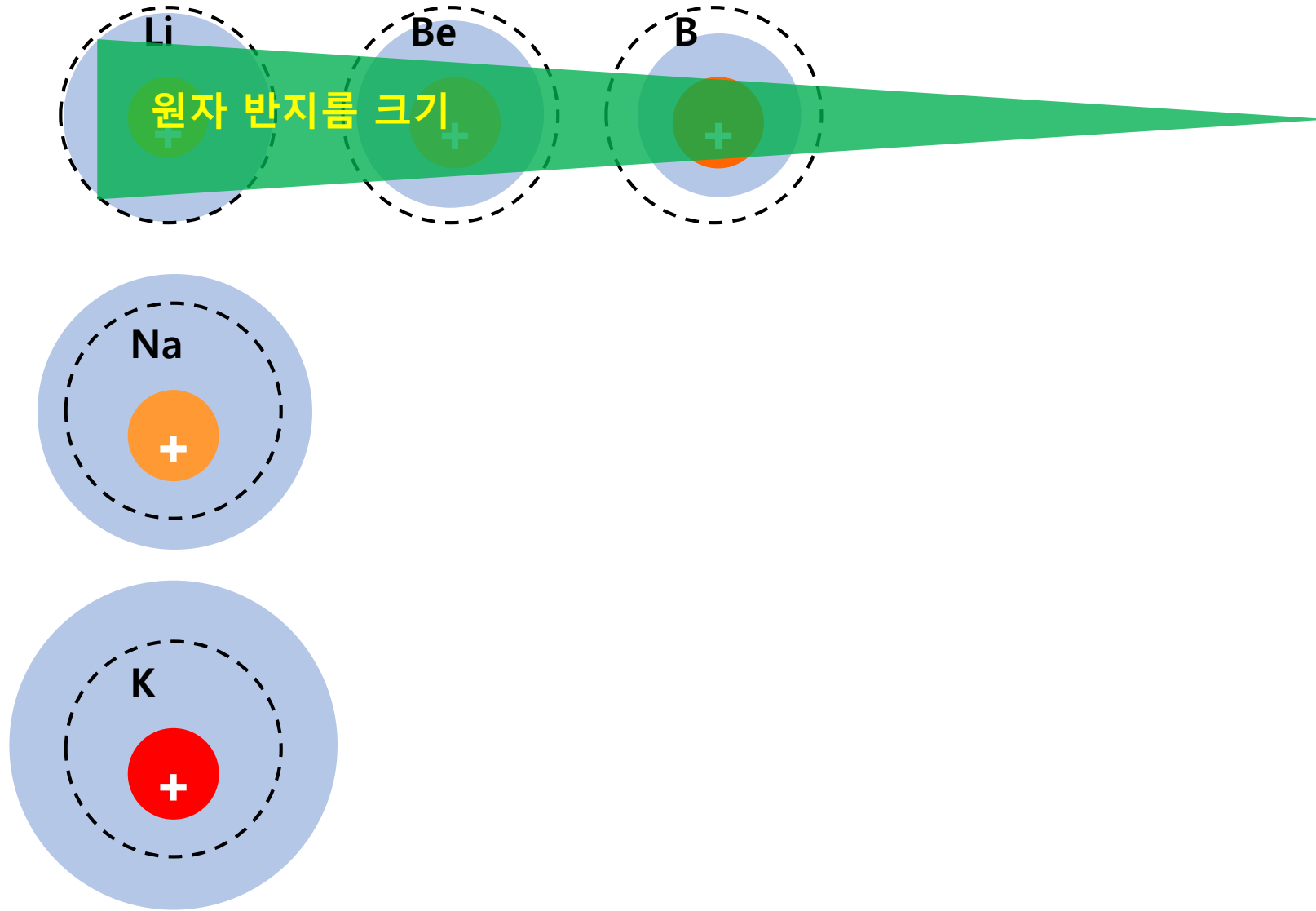
예



4.2 주기율에 따른 원자의 주기적 성질

원자 반지름
이온화 에너지
전자 친화도
전기 음성도

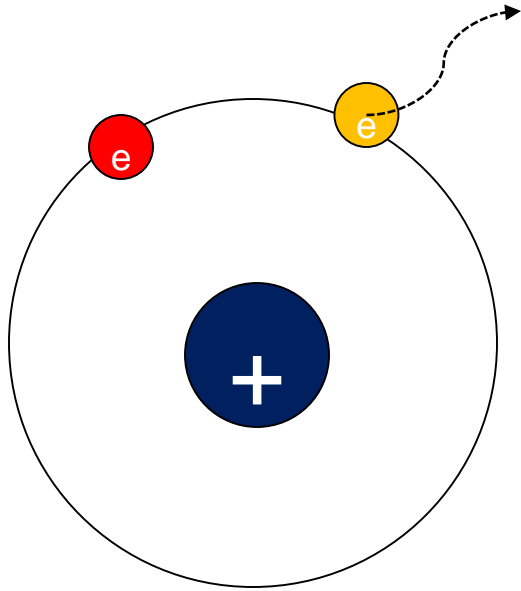
원자 반지름



이온화 에너지

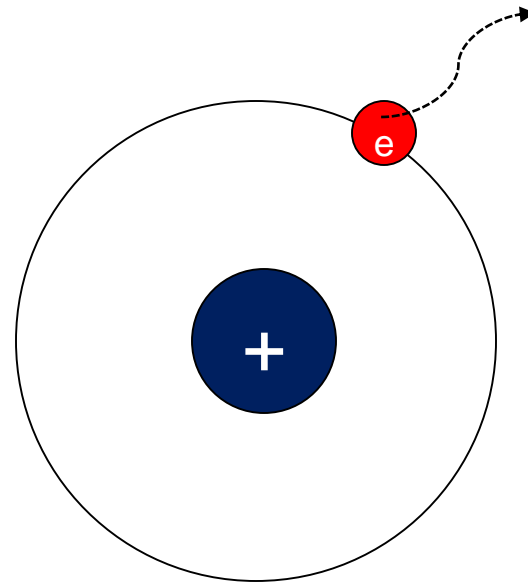
He

2,373 kJ/mol



He⁺

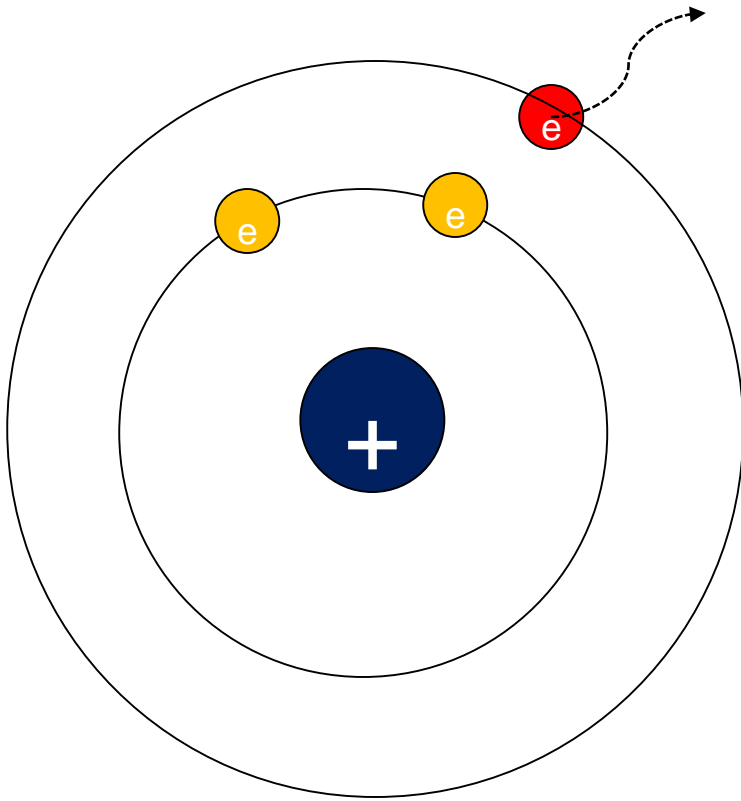
5,251 kJ/mol



이온화 에너지

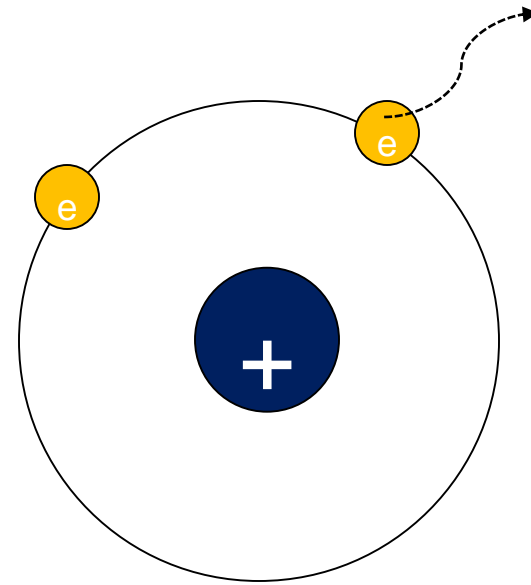
Li

520 kJ/mol

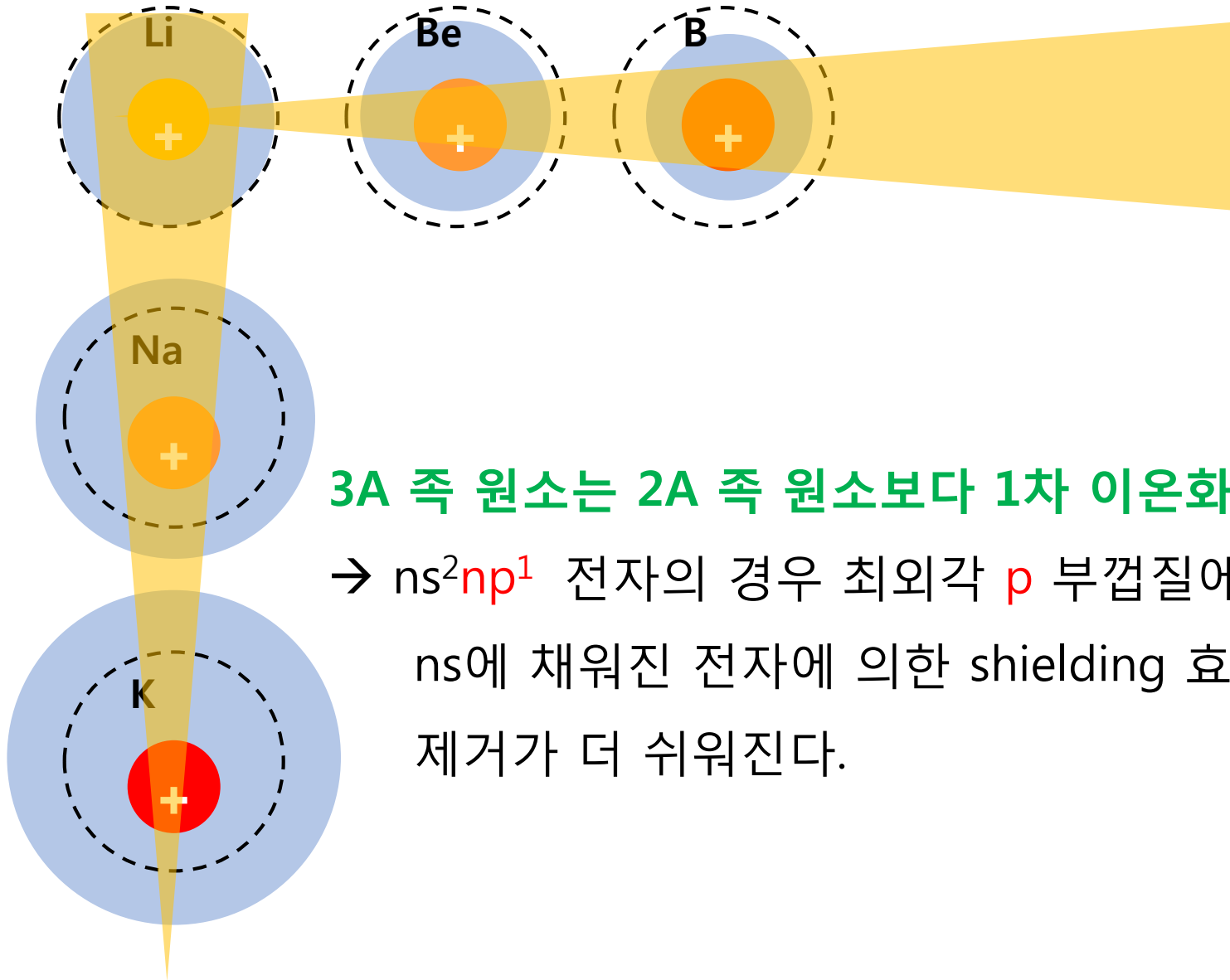


Li⁺

7,300 kJ/mol



이온화에너지

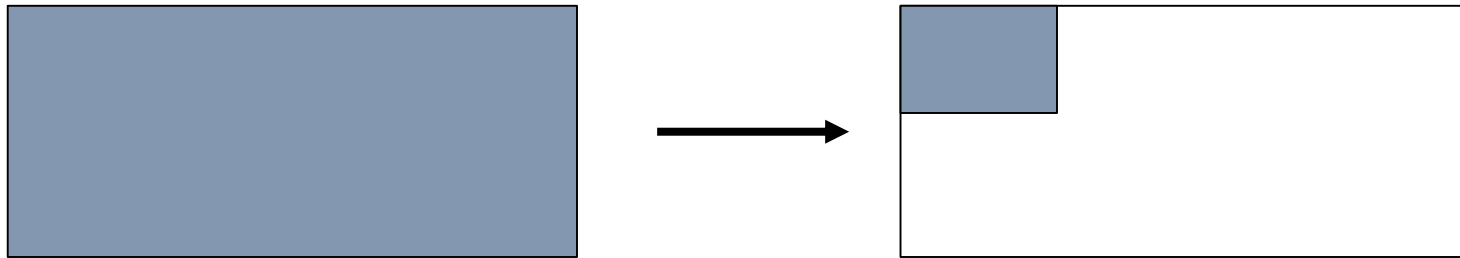


3A 족 원소는 2A 족 원소보다 1차 이온화 에너지가 낮다

→ ns^2np^1 전자의 경우 최외각 p 부껍질에 있는 전자는 ns 에 채워진 전자에 의한 shielding 효과로 전자의 제거가 더 쉬워진다.



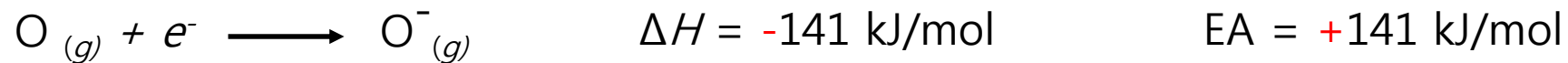
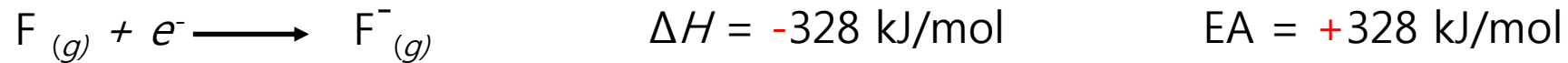
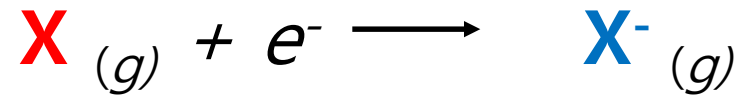
내부에너지 변화



에너지 변화 $\Delta < 0$

전자 친화도

: 중성 기체 원자 1 mol에 전자 1 mol의 전자를 취하면서, 음이온을 생성할 때 발생하는 에너지(kJ/mol)



전자친화도 ↑ , 음이온의 안정도 ↑

전기 음성도 (electronegativity)

: 결합하는 두 원자가 있을 때 다른 원자의 전자를 끌어당기는
힘의 상대적인 세기를 수치화한 것

족 주기	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H 수소																	2 He 헬륨
2	3 Li 리튬	4 Be 베릴륨											5 B 붕소	6 C 탄소	7 N 질소	8 O 산소	9 F 플루오린	10 Ne 네온
3	11 Na 나트륨	12 Mg 마그네슘											13 Al 알루미늄	14 Si 규소	15 P 인	16 S 황	17 Cl 염소	18 Ar 아르곤
4	19 K 칼륨	20 Ca 칼슘	21 Sc 스칸듐	22 Ti 타이타늄	23 V 바나듐	24 Cr 크로뮴	25 Mn 망가니즈	26 Fe 철	27 Co 코발트	28 Ni 니켈	29 Cu 구리	30 Zn 아연	31 Ga 갈륨	32 Ge 저마늄	33 As 비소	34 Se 셀레늄	35 Br 브로민	36 Kr 크립톤
5	37 Rb 루비듐	38 Sr 스트론튬	39 Y 이트륨	40 Zr 지르코늄	41 Nb 나이오븀	42 Mo 몰리브데넘	43 Tc 테크네튬	44 Ru 루테튬	45 Rh 로듐	46 Pd 팔라듐	47 Ag 은	48 Cd 카드뮴	49 In 인듐	50 Sn 주석	51 Sb 안티모니	52 Te 텔루륨	53 I 아이오딘	54 Xe 제논
6	55 Cs 세슘	56 Ba 바륨	57 La* 란타넘	72 Hf 하프늄	73 Ta 탄탈럼	74 W 텅스텐	75 Re 레늄	76 Os 오스뮴	77 Ir 이리듐	78 Pt 백금	79 Au 금	80 Hg 수은	81 Tl 탈륨	82 Pb 납	83 Bi 비스무트	84 Po 폴로늄	85 At 아스타틴	86 Rn 라돈
7	87 Fr 프랑슘	88 Ra 라듐	89 Ac** 악티늄	104 Rf 러더포듐	105 Db 더브늄	106 Sg 시보그뮴	107 Bh 보름	108 Hs 하슘	109 Mt 마이트너뮴	110 Ds 다름슈타뮴	111 Rg 뢴트게뮴	112 Cn 코페르니슘	113 Nh 니호늄	114 Fl 플레로븀	115 Mc 모스코븀	116 Lv 리버모륨	117 Ts 테네신	118 Og 오가네손

원자 번호 — 1
H — 원소 기호
수소 — 원소 이름

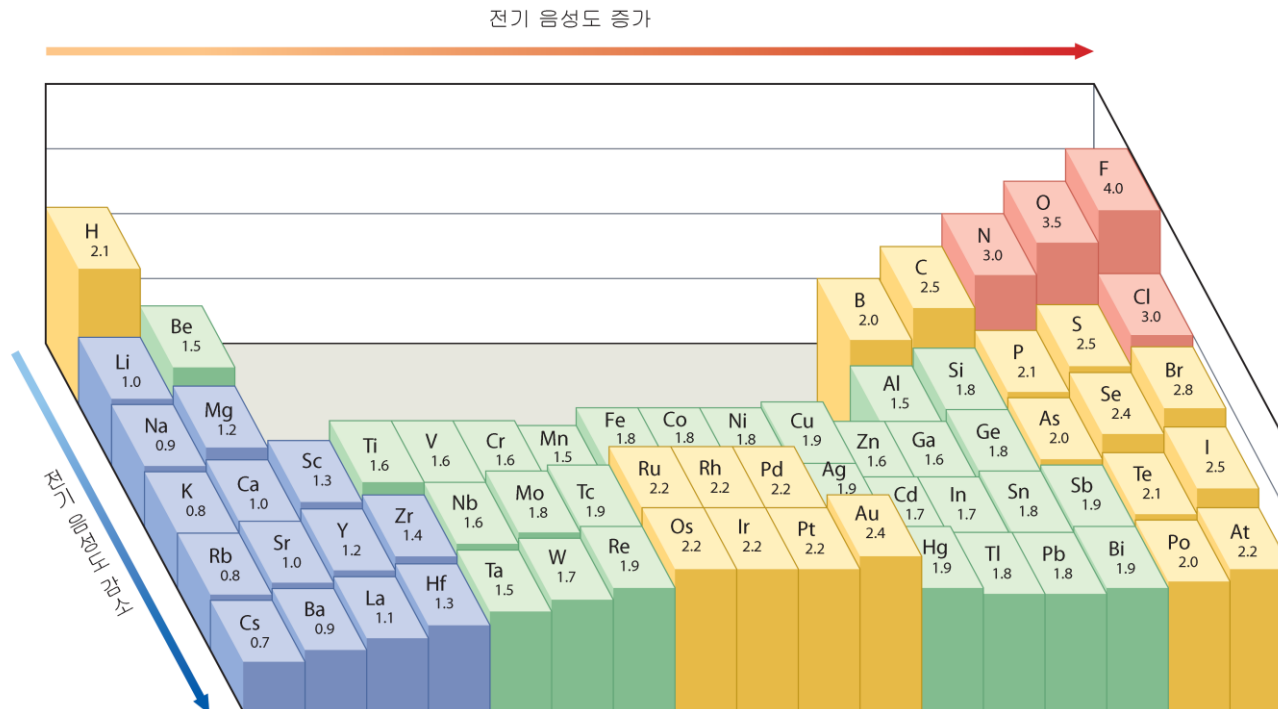
전기음성도 최강자 : N, O, F

90 Th 토륨	91 Pa 프로타악티늄	92 U 우라늄	93 Np 넵투늄	94 Pu 플루토늄	95 Am 아메리슘	96 Cm 퀴륨	97 Bk 버클륨	98 Cf 캘리포늄	99 Es 아인슈타이늄	100 Fm 페르뮴	101 Md 멘델레븀	102 No 노벨륨	103 Lr 로렌슘
----------------	--------------------	----------------	-----------------	------------------	------------------	----------------	-----------------	------------------	--------------------	------------------	-------------------	------------------	------------------

4.2 주기율에 따른 원자의 주기적 성질

■ 전기 음성도

전기 음성도(EN, electronegativity) : 결합 중인 두 원소 중에서 한쪽 원소의 원자핵이
인접 원소의 전자를 끌어당기는 힘을 수치화한 것.



$$0.0 \leq EN \leq 4.0$$

그림 4.4 대표적인 원소들의 전기 음성도

이온화에너지, 전자친화도, 전기음성도

원자 반지름

원자 반지름 크기

이온화에너지,
전자친화도,
전기음성도

족	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
주기	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1	2																He 헬륨
2	3	4											5	6	7	8	9	10
3	11	12											13	14	15	16	17	18
4	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
5	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
6	55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
7	87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118

금속
준금속
비금속

*란타넘족
**악티늄족

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce 세륨	Pr 프라세오디뮴	Nd 네오디뮴	Pm 프로메튬	Sm 사마륨	Eu 유로퓸	Gd 가돌리늄	Tb 터븀	Dy 디스프로슘	Ho 홀뮴	Er 어븀	Tm 툴륨	Yb 이터븀	Lu 루테튬
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th 토륨	Pa 프로트악티늄	U 우라늄	Np 넵투늄	Pu 플루토늄	Am 아메리슘	Cm 퀴륨	Bk 버클륨	Cf 캘리포늄	Es 아인슈타이늄	Fm 페르뮴	Md 멘델레븀	No 노벨륨	Lr 로렌슘

†금속성, 준금속성, 비금속성이 아직 명확히 밝혀지지 않음.