

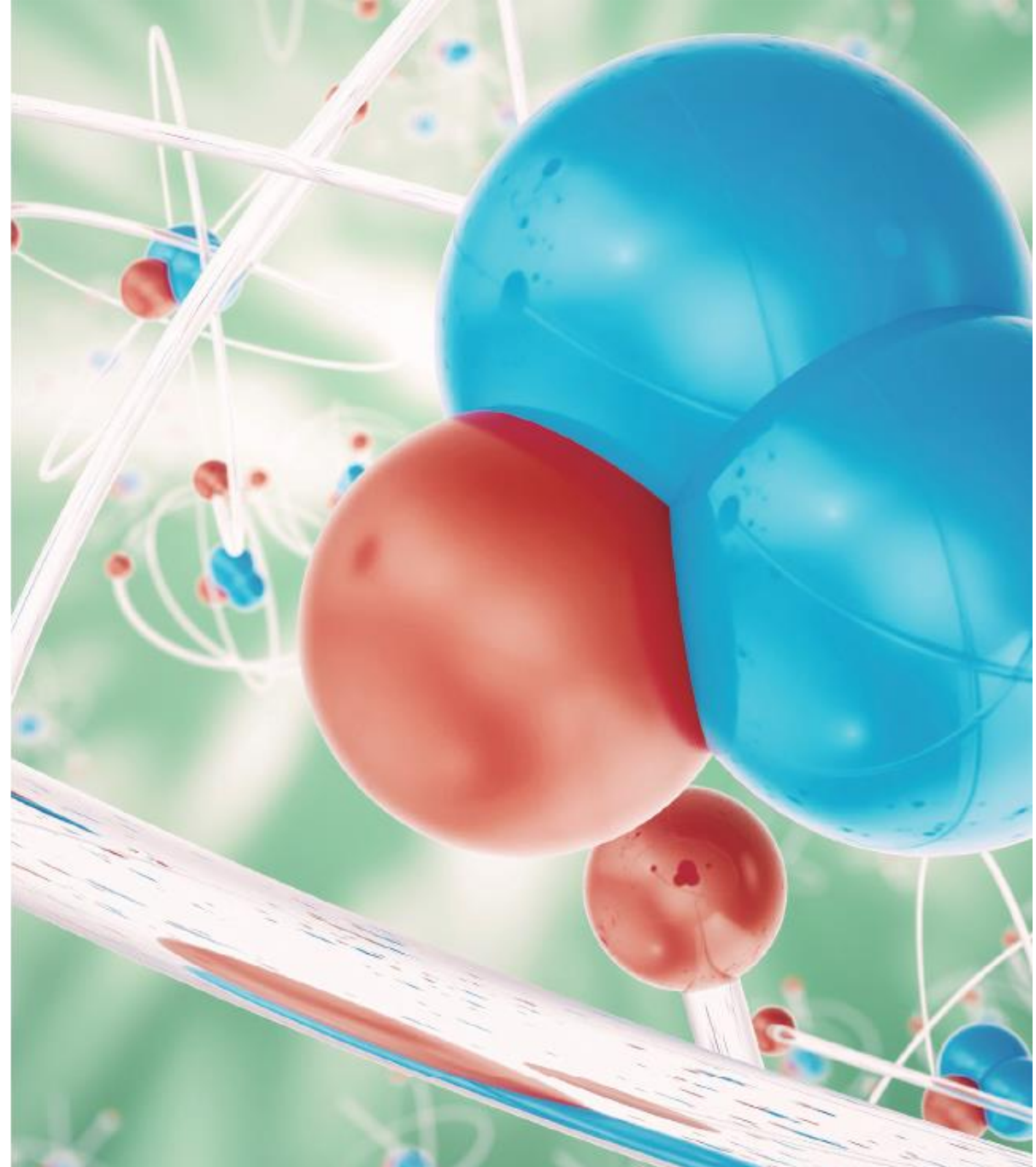
Chapter 3

원자의 전자 구조

3.1 원자의 내부 구조

3.2 원자의 전자적 성질

5.1 물 개념



[오픈하이머] 5분 하이라이트

엔지니어를 둘러싼 시스템에 대한 인식

일과 나를 사랑하는 사람들

일에 대한 프로 의식

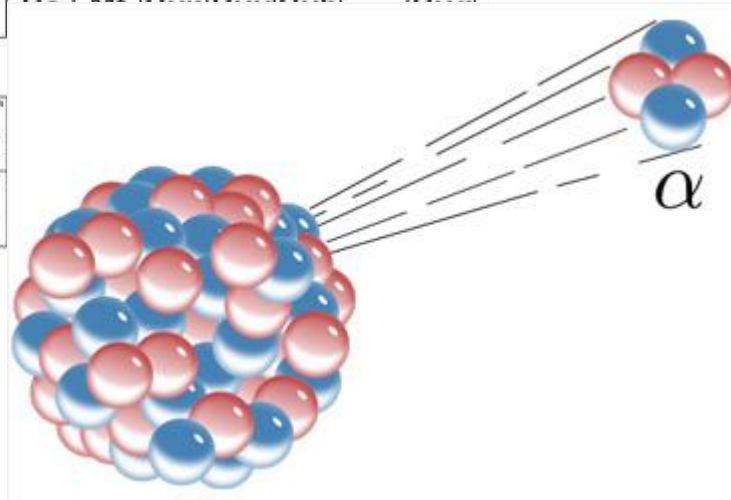
α particles

hydrogen 1 H 1.0079																		helium 2 He 4.0026																									
lithium 3 Li 6.941		beryllium 4 Be 9.0122																		boron 5 B 10.811		carbon 6 C 12.011		nitrogen 7 N 14.007		oxygen 8 O 15.999		fluorine 9 F 18.998		neon 10 Ne 20.180													
sodium 11 Na 22.990		magnesium 12 Mg 24.305																		aluminum 13 Al 26.982		silicon 14 Si 28.086		phosphorus 15 P 30.974		sulfur 16 S 32.065		chlorine 17 Cl 35.453		argon 18 Ar 39.948													
potassium 19 K 39.098		calcium 20 Ca 40.078		scandium 21 Sc 44.956		titanium 22 Ti 47.867		vanadium 23 V 50.942		chromium 24 Cr 51.996		manganese 25 Mn 54.938		iron 26 Fe 55.845		cobalt 27 Co 58.933		nickel 28 Ni 58.693		copper 29 Cu 63.546		zinc 30 Zn 65.39		gallium 31 Ga 69.723		germanium 32 Ge 72.61		arsenic 33 As 74.922		selenium 34 Se 78.96		bromine 35 Br 79.904		krypton 36 Kr 83.80									
rubidium 37 Rb 85.468		strontium 38 Sr 87.62		yttrium 39 Y 88.906		zirconium 40 Zr 91.224		niobium 41 Nb 92.906		molybdenum 42 Mo 95.94		technetium 43 Tc [98]		ruthenium 44 Ru 101.07		rhodium 45 Rh 102.91		palladium 46 Pd 106.42		silver 47 Ag 107.87		cadmium 48 Cd 112.41		indium 49 In 114.82		tin 50 Sn 118.71		antimony 51 Sb 121.76		tellurium 52 Te 127.60		iodine 53 I 126.90		xenon 54 Xe 131.29									
cesium 55 Cs 132.91		barium 56 Ba 137.33		57-70 *		lanthanum 57 La 138.91		hafnium 72 Hf 178.49		tantalum 73 Ta 180.94		wolfram 74 W 183.84		rhenium 75 Re 186.21		osmium 76 Os 190.23		iridium 77 Ir 192.22		platinum 78 Pt 195.08		gold 79 Au 196.97		mercury 80 Hg 200.59		thallium 81 Tl 204.38		lead 82 Pb 207.2		bismuth 83 Bi 208.98		polonium 84 Po [209]		astatine 85 At [210]		radon 86 Rn [222]							
francium 87 Fr [223]		88 Ra [226]		89-102 * *		lanthanum 57 La [138.91]		cerium 58 Ce [140.12]		praseodymium 59 Pr [140.91]		neodymium 60 Nd [144.24]		promethium 61 Pm [144.91]																		actinium 89 Ac [227]		thorium 90 Th 232.04		protactinium 91 Pa 231.04		uranium 92 U 238.03		neptunium 93 Np [237]			

88

Lanthanide series

Actinide series



86

$$\text{He}^{2+}$$


3.1 원자의 내부구조

Atoms
(원자) { 전자 (electrons)
핵 (nucleus)

양성자

중성자

3.2 원자의 전자적 성질

전자의 파동성

수소 가시광선 스펙트럼 - 전자들의 불연속적인 에너지 준위

핵을 중심으로 한 전자의 성질 - 양자수

- 오비탈
- 전자 오비탈의 배치

3.1 원자의 내부구조

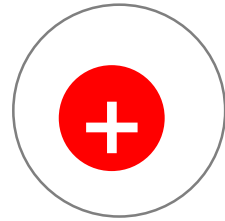
- 양성자의 질량 = $1.6726485 \times 10^{-24} \text{ g}$ (전자에 비해 약 1836배)
- 양성자의 하전량 = $+1.60219 \times 10^{-19} \text{ C}$ (C: 쿨롱(Coulomb))

원자 번호(atomic number)

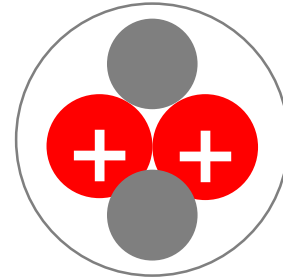
원자 번호(atomic number, Z) = 원자핵의 양성자 수 = 원자핵 주위의 전자 수

중성자 (neutron)의 발견

H



He



질량 비율

1

:

~~2~~

1

:

4

중성자

3.1 원자의 내부구조

예제 3.1

$^{208}_{82}\text{Pb}$ 에서 양성자, 전자 및 중성자의 수를 각각 밝히시오.

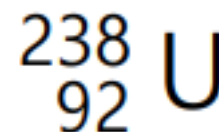
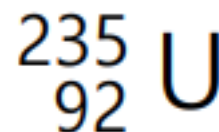
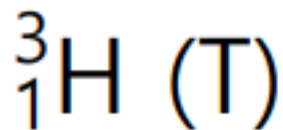
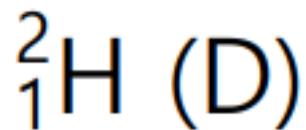
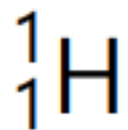
원자번호 / 질량수 / 동위원소

원자 번호 (Z) = 원자핵 안에 있는 양성자수

질량수 (A) = 양성자 수 + 중성자 수

= 원자 번호(Z) + 중성자수

Isotopes (동위원소) 핵 안에 있는 _____가 다름. _____는 같음. 같은 element



3.1 원자의 내부구조

동위 원소와 원자 질량

동위 원소(isotopes) = 양성자 수(원자 번호)는 같지만, 질량수가 다른 원소
= 같은 원소에서 중성자의 수가 달라 질량수가 다른 원소

	^1H (protium)	^2H (deuterium, D)	^3H (tritium, T)
	수소	중수소	삼중수소
양성자	1	1	1
중성자	0	1	2

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS																	18
1 1 H 1.008												13	14	15	16	17	2 He 4.00
3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.30	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.90	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.39	31 Ga 69.72	32 Ge 72.59	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.1	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.91	54 Xe 131.29
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57 *La 138.91	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.85	75 Re 186.21	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra 226.02	89 †Ac 227.03	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (264)	108 Hs (277)	109 Mt (268)	110 Ds (271)	111 Rg (272)							

*Lanthanide Series

58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.4	63 Eu 151.97	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	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 231.04	92 U 238.03	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)

†Actinide Series

조별토론 3-1

응용문제 3.1 다음표를 완성하시오 (p.49)

원소명	원소기호	양성자수	중성자수	전자수
셀레늄(selenium)			46	
	$^{62}_{28}\text{Ni}$			
마그네슘			14	
라듐	$^{228}_{88}\text{Ra}$			

연습문제 3.4 브로민은 자연계에 다음과 같은 존재비율로 분포하고 있다 브로민의 평균 원자 질량은 얼마인가? (p.69)

동위원소	존재비율(%)	원자질량
^{79}Br	50.52	78.9183
^{81}Br	49.48	80.9153

Macro World

질량 단위
Mass Unit



Micro World

atoms & molecules

Atomic mass Unit

(원자 질량 단위)

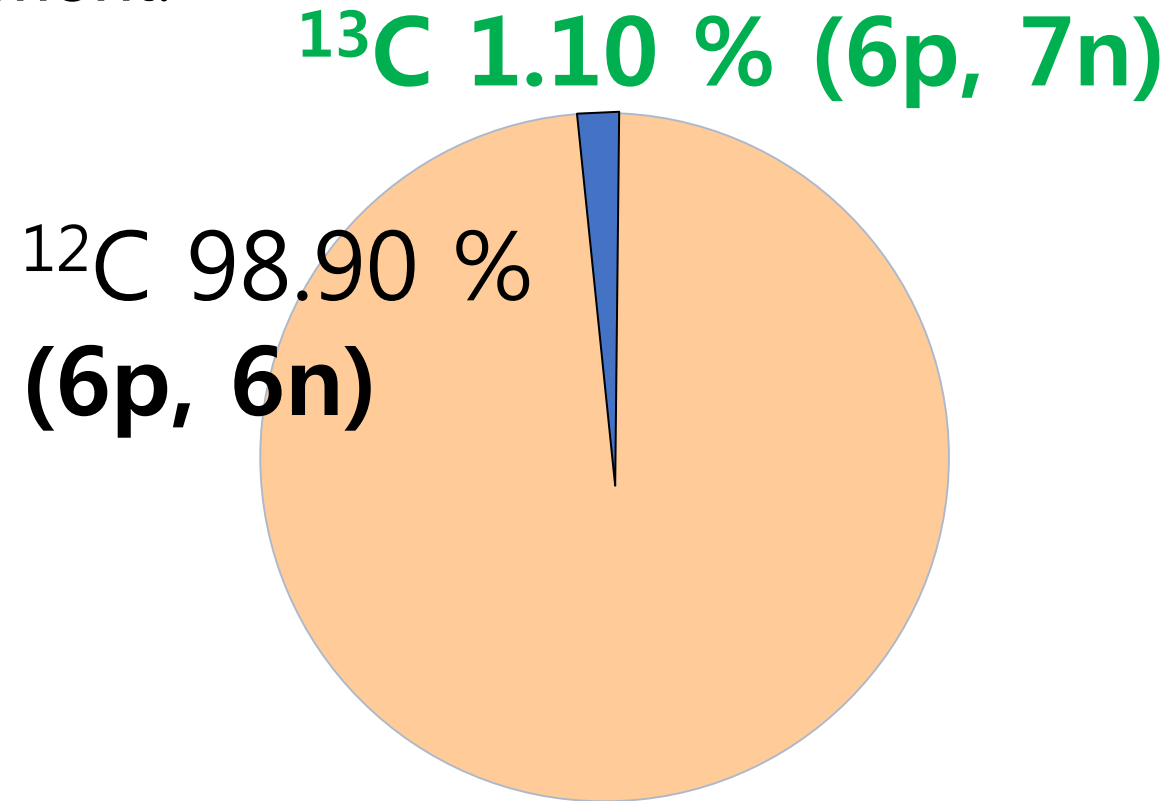
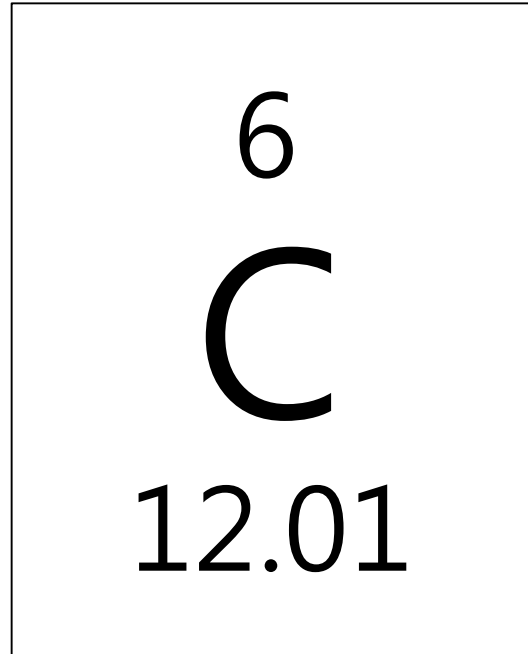
양성자 1 개 \rightarrow 1 atomic mass unit

중성자 1개 \rightarrow 1 atomic mass unit

탄소 6번: 양성자 6개 + 중성자 6개

average atomic mass

average of all of the naturally occurring isotopes of the element.

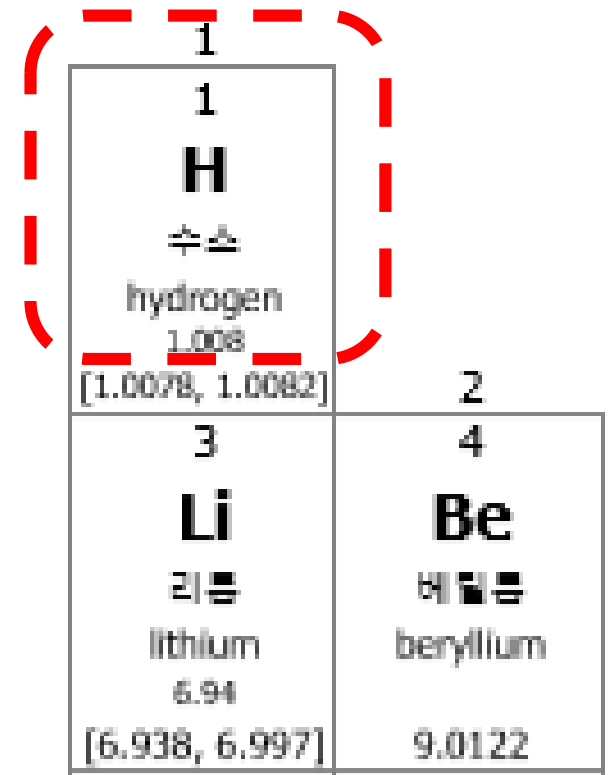


수소원자 (1번) 는 몇 amu ?

탄소 원자 (12번) → 12.01 amu 가 기준!!!

수소 원자 실제 질량은 탄소원자 질량의 8.400%

$$12.01 \text{ amu} \times 0.08400 \\ = 1.008 \text{ amu}$$



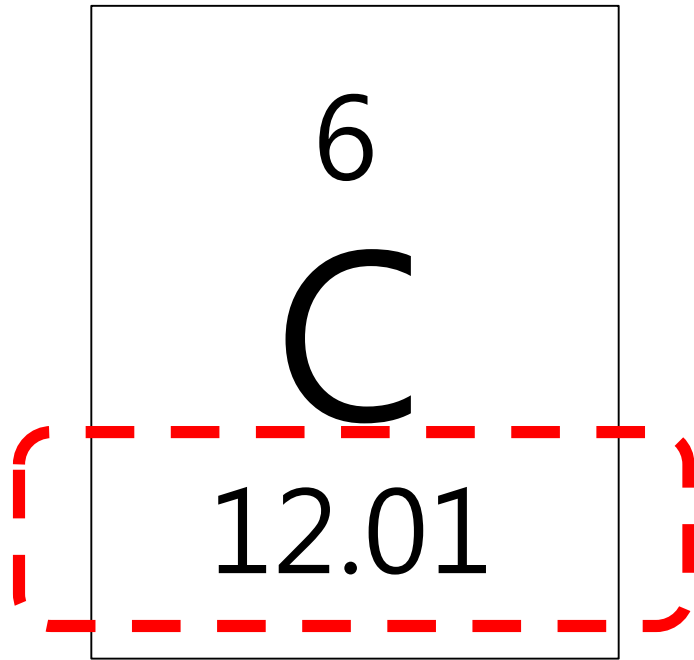
1 1 H 수소 hydrogen 1.008 [1.0078, 1.0082]	2
3 Li 리튬 lithium 6.94 [6.938, 6.997]	4 Be 베릴륨 beryllium 9.0122

탄소 원자 몇 g 은 별 의미가 없다..

→ 너무 작아서...

→ 탄소 원자의 개수를 모으자

→ 몇 g 이 의미가 있다



탄소 12.01 g

6.022×10^{23} 개

6.022×10^{23} 개의 탄소 (12.01 g)

→ 1 몰 (mol)

Mass in Micro World

1 1 H 수소 hydrogen 1.008 [1.0078, 1.0082]	
3 Li 리튬 lithium 6.94 [6.938, 6.997]	2 4 Be 베릴륨 beryllium 9.0122

대한화학회 2016

1 mole lithium atoms

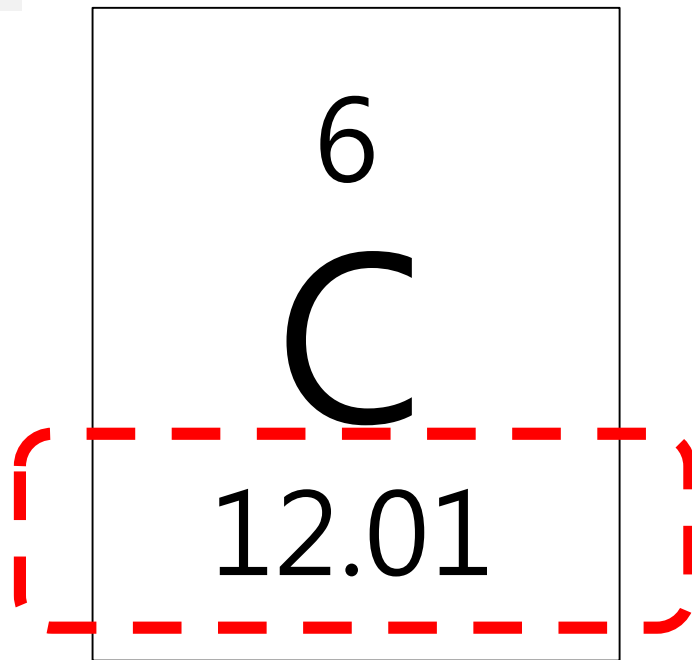
= 6.941 g of Li

H 원자 1개

H 원자 1몰

Molar mass (몰질량) is the mass
of 1 mole of **atoms** in grams

Mass in Micro World

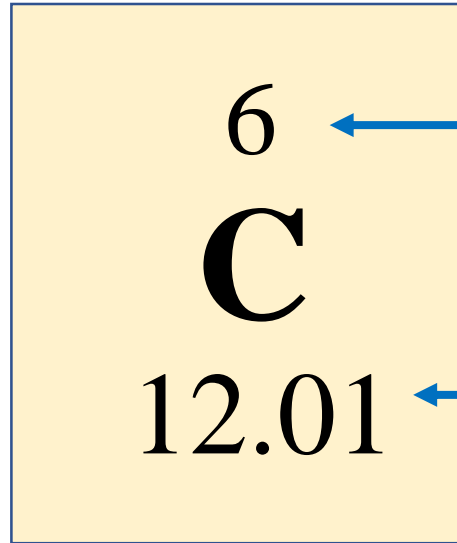


탄소 12.01 g

6.022×10^{23} 개

5.1 몰의 개념

탄소 원자



← 원자 번호 (양성자수)

← 원자 질량

탄소 원자 1 개

12.01 amu

탄소 원자 6.022×10^{23} 개

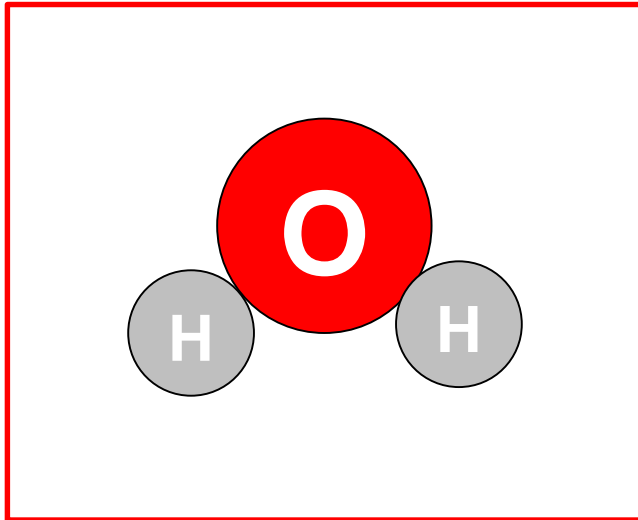
12.01 g

탄소 원자 1 몰(mole)

12.01 g

분자 질량, 분자량 (Molecular Mass)

분자에 있는 원자질량 (amu 단위) 의 합



물분자를 구성하는 원자들

H 1 amu

H 1 amu

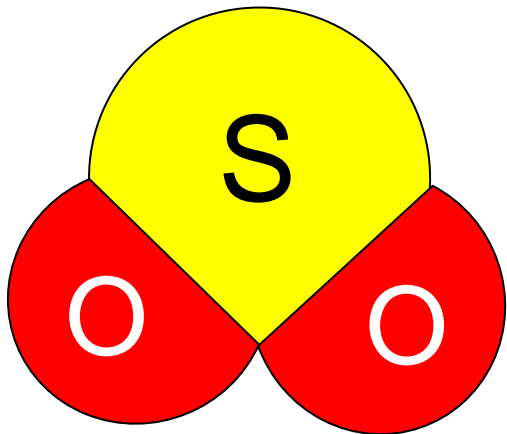
O 16 amu

H_2O 1개 분자 18 amu

H_2O 6×10^{23} 개 분자 18 g

H_2O 1몰 분자 18 g

분자량 (molar mass) 구하기



$$\begin{array}{rcl} 1\text{S} & & 32.07 \text{ amu} \\ \textcolor{red}{2}\text{O} & + & 2 \times 16.00 \text{ amu} \\ \hline \text{SO}_2 & & 64.07 \text{ amu} \end{array}$$

1 분자(**molecule**) $\text{SO}_2 = 64.07 \text{ amu}$

1 **몰(mole)** $\text{SO}_2 = 64.07 \text{ g}$

5.2 화학식량

예제 5.3

물의 화학식은 H_2O 이다. 물의 물질량은 얼마인가?

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS																	
1 H 1.008																	18 2 He 4.00
3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.30	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.90	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.39	31 Ga 69.72	32 Ge 72.59	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.1	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.91	54 Xe 131.29
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57 *La 138.91	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.85	75 Re 186.21	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra 226.02	89 †Ac 227.03	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (264)	108 Hs (277)	109 Mt (268)	110 Ds (271)	111 Rg (272)							

*Lanthanide Series

58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.4	63 Eu 151.97	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	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 231.04	92 U 238.03	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)

†Actinide Series

5.1 물의 개념

예제 5.1

물(H_2O) 5.00 mol의 질량은 얼마인가?

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS																	
1 H 1.008																	18 He 4.00
3 Li 6.94	2 Be 9.01											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.30	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.90	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.39	31 Ga 69.72	32 Ge 72.59	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.1	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.91	54 Xe 131.29
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57 *La 138.91	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.85	75 Re 186.21	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra 226.02	89 †Ac 227.03	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (264)	108 Hs (277)	109 Mt (268)	110 Ds (271)	111 Rg (272)							

*Lanthanide Series

58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.4	63 Eu 151.97	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	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 231.04	92 U 238.03	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)

†Actinide Series

물개념 (5장) 조별 토의

예제 5. 4

수산화칼슘, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 의 물질량을 계산하시오.

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS																18	
1 H 1.008																2 He 4.00	
3 Li 6.94	4 Be 9.01											13 B 10.81	14 C 12.01	15 N 14.01	16 O 16.00	17 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.30	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.90	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.39	31 Ga 69.72	32 Ge 72.59	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.1	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.91	54 Xe 131.29
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	*La 138.91	Hf 178.49	Ta 180.95	W 183.85	Re 186.21	Os 190.2	Ir 192.2	Pt 195.08	Au 196.97	Hg 200.59	Tl 204.38	Pb 207.2	Bi 208.98	Po (209)	At (210)	Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra 226.02	89 †Ac 227.03	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (264)	108 Hs (277)	109 Mt (268)	110 Ds (271)	111 Rg (272)							

*Lanthanide Series

58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.4	63 Eu 151.97	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	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 231.04	92 U 238.03	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)

†Actinide Series

5.1 몰의 개념

예제 5.2

염화 수소(HCl) 기체 25.0 g에는 몇 개의 HCl 분자가 있는가?

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS																	
1 H 1.008																	18 2 He 4.00
3 Li 6.94	4 Be 9.01											13 5 B 10.81	14 6 C 12.01	15 7 N 14.01	16 8 O 16.00	17 9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.30	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.90	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.39	31 Ga 69.72	32 Ge 72.59	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.1	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.91	54 Xe 131.29
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57 *La 138.91	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.85	75 Re 186.21	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra 226.02	89 †Ac 227.03	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (264)	108 Hs (277)	109 Mt (268)	110 Ds (271)	111 Rg (272)							

분자 1몰 6.022×10^{23} 개

*Lanthanide Series

58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.4	63 Eu 151.97	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	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 231.04	92 U 238.03	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)

†Actinide Series

Kahoot 개념으로~

<https://create.kahoot.it/details/a51671c8-c0b9-4f0a-a915-f2a7d93143ee>

5.1 몰의 개념

$$1\text{몰(mol)} = 6.022 \times 10^{23}\text{개(원자, 이온, 분자, 화학식 단위)}$$



그림 5.1

몇몇 물질 1몰의 실제량

5.1 몰의 개념

1몰의 원자 = 6.022×10^{23} 개의 원자

1몰의 분자 = 6.022×10^{23} 개의 분자

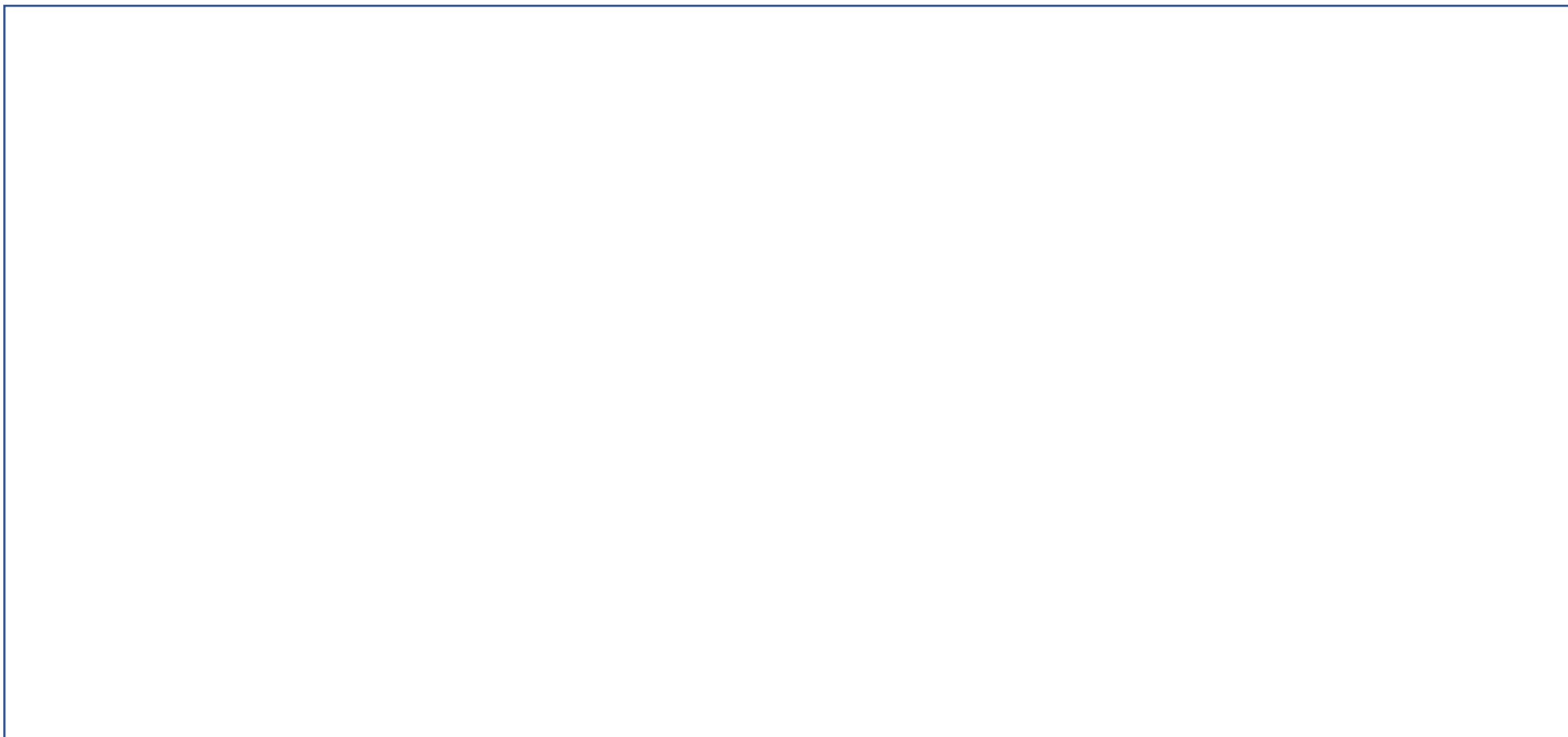
1몰의 전자 = 6.022×10^{23} 개의 전자

아보가드로수는 환산 인자로 사용할 수 있다.

$$\frac{1 \text{ mol}}{6.022 \times 10^{23} \text{ objects}} \quad \text{또는} \quad \frac{6.022 \times 10^{23} \text{ objects}}{1 \text{ mol}}$$

그림 5.2 1몰의 개념

1몰의 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ 에는 H 원자가 몇 개가 있는가 ?



72.5 g의 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ 에는 H 원자가 몇 개가 있는가 ? g \longleftrightarrow 몰수 \longleftrightarrow 갯수

72.5 g은 몇 몰인가? \rightarrow 2단계: 72.5 g $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ 몰수에 있는 H 원자 몰수는? \rightarrow H 원자 몰수에 따른 갯수



몰개념 (5장) 문제풀이 (유효숫자 계산대로)

응용 5. 1

3.00 mol 나트륨 (sodium) 의 질량은 얼마인가?

응용 5. 4

$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 의 화학식량 (몰질량)은 얼마인가?

응용 5. 2

나트륨 (sodium) 원자 1.20×10^{24} 개의 질량은?

물개념 (5장) 문제풀이

연습 5. 7

380 mL 커피 캔 하나에는 약 125 mg 의 카페인 ($\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2$) 이 들어있다. 이 양의 카페인은 몇 mol 인가? 카페인분자는 몇 개인가?

[추가] 위 카페인 분자에 들어있는 C 의 개수는?