



روابط تناوبی در میان عناصر

فصل ۸

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

زمانی که عناصر کشف شدند

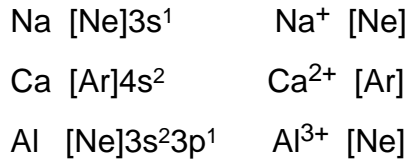
Ancient times	1735–1843	1894–1918
Middle Ages–1700	1843–1886	1923–1961
		1965–

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112	113	114	115	116	(117)	118

58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

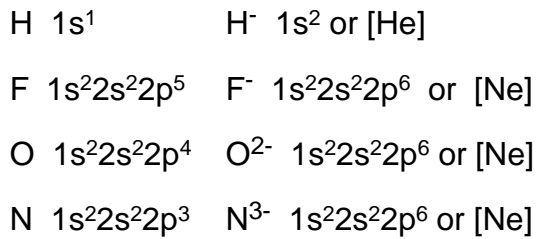
آرایش الکترونی کاتیون ها و آنیون ها

عناصر اصلی



کاتیون ها، گونه هایی هستند که الکترون از دست داده اند، به طوری که آرایش الکترونی آنها مانند گاز نجیب می شود.

آنیون ها، گونه هایی هستند که الکترون گرفته اند، به طوری که آرایش الکترونی آنها مانند گاز نجیب می شود.



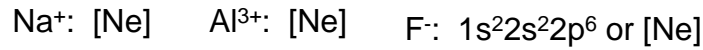
5

کاتیون ها و آنیون های عناصر اصلی

+1		+2												+3	+3	+2	+1	18	
1A		2A												3A	4A	5A	6A	7A	8A
1	H 1 1s ¹	Li 3 2s ²	Be 4 2s ²											B 5 2s ² 2p ¹	C 6 2s ² 2p ²	N 7 2s ² 2p ³	O 8 2s ² 2p ⁴	F 9 2s ² 2p ⁵	Ne 10 2s ² 2p ⁶
2	Na 11 3s ¹	K 19 4s ¹	Mg 12 3s ²											Al 13 3s ² 3p ¹	Si 14 3s ² 3p ²	P 15 3s ² 3p ³	S 16 3s ² 3p ⁴	Cl 17 3s ² 3p ⁵	Ar 18 3s ² 3p ⁶
3			Ca 20 4s ²	Sc 21 4s ² 3d ¹	Ti 22 4s ² 3d ²	V 23 4s ² 3d ³	Cr 24 4s ¹ 3d ⁵	Mn 25 4s ² 3d ⁵	Fe 26 4s ² 3d ⁶	Co 27 4s ² 3d ⁷	Ni 28 4s ² 3d ⁸	Cu 29 4s ¹ 3d ¹⁰	Zn 30 4s ² 3d ¹⁰	Ga 31 4s ² 3d ¹⁰ 4p ¹	Ge 32 4s ² 3d ¹⁰ 4p ²	As 33 4s ² 3d ¹⁰ 4p ³	Se 34 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁴	Br 35 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁵	Kr 36 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁶
4	Rb 37 5s ¹	Cs 55 6s ¹	Sr 38 5s ²	Y 39 5s ² 4d ¹	Zr 40 5s ² 4d ²	Nb 41 5s ¹ 4d ⁴	Mo 42 5s ¹ 4d ⁵	Tc 43 5s ² 4d ⁵	Ru 44 5s ¹ 4d ⁷	Rh 45 5s ¹ 4d ⁸	Pd 46 5s ⁰ 4d ¹⁰	Ag 47 5s ¹ 4d ¹⁰	Cd 48 5s ² 4d ¹⁰	In 49 5s ² 4d ¹⁰ 5p ¹	Sn 50 5s ² 4d ¹⁰ 5p ²	Sb 51 5s ² 4d ¹⁰ 5p ³	Te 52 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁴	I 53 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁵	Xe 54 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁶
5			Ba 56 6s ²	La 57 6s ² 5d ¹	Hf 72 6s ² 5d ²	Ta 73 6s ² 5d ³	W 74 6s ² 5d ⁴	Re 75 6s ² 5d ⁵	Os 76 6s ² 5d ⁶	Ir 77 6s ² 5d ⁷	Pt 78 6s ¹ 5d ⁹	Au 79 6s ¹ 5d ¹⁰	Hg 80 6s ² 5d ¹⁰	Tl 81 6s ² 5d ¹⁰ 6p ¹	Pb 82 6s ² 5d ¹⁰ 6p ²	Bi 83 6s ² 5d ¹⁰ 6p ³	Po 84 6s ² 5d ¹⁰ 6p ⁴	At 85 6s ² 5d ¹⁰ 6p ⁵	Rn 86 6s ² 5d ¹⁰ 6p ⁶
6			Ra 88 7s ²	Ac 89 7s ² 6d ¹	Rf 104 7s ² 6d ²	Db 105 7s ² 6d ³	Sg 106 7s ² 6d ⁴	Bh 107 7s ² 6d ⁵	Hs 108 7s ² 6d ⁶	Mt 109 7s ² 6d ⁷	Ds 110 7s ² 6d ⁸	Rg 111 7s ² 6d ⁹	Uu 112 7s ² 6d ¹⁰	Uu 113 7s ² 6d ¹⁰ 7p ¹	Uu 114 7s ² 6d ¹⁰ 7p ²	Uu 115 7s ² 6d ¹⁰ 7p ³	Uu 116 7s ² 6d ¹⁰ 7p ⁴	Uu 117 (117)	Uu 118 7s ² 6d ¹⁰ 7p ⁶
7													Cf 98 7s ² 6d ¹⁰ 7p ⁶	Es 99 7s ² 6d ¹⁰ 7p ⁶	Fm 100 7s ² 6d ¹⁰ 7p ⁶	Mt 101 7s ² 6d ¹⁰ 7p ⁶	Nu 102 7s ² 6d ¹⁰ 7p ⁶	Lr 103 7s ² 6d ¹⁰ 7p ⁶	

6

یون ها و اتم هایی که تعداد الکترون های یکسانی دارند، و در نتیجه آرایش الکترونی حالت پایه آنها نیز یکسان است، ایزوالکترونیک (هم الکترون) نامیده می شوند.



Na^+ , Al^{3+} , F^- , O^{2-} , and N^{3-} are all **isoelectronic** with Ne

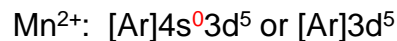
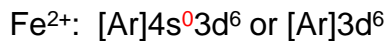
کدام اتم خنثی با H^- ایزوالکترونیک است؟



7

آرایش الکترونی فلزات واسطه

وقتی که از یک فلز واسطه، کاتیونی تشکیل می شود، همیشه ابتدا الکترون از اوربیتال ns و سپس از اوربیتال $(n-1)d$ برداشته می شود.



8

بار موثر هسته (Z_{eff})، **بار مثبتی** است که توسط یک الکترون احساس می شود.

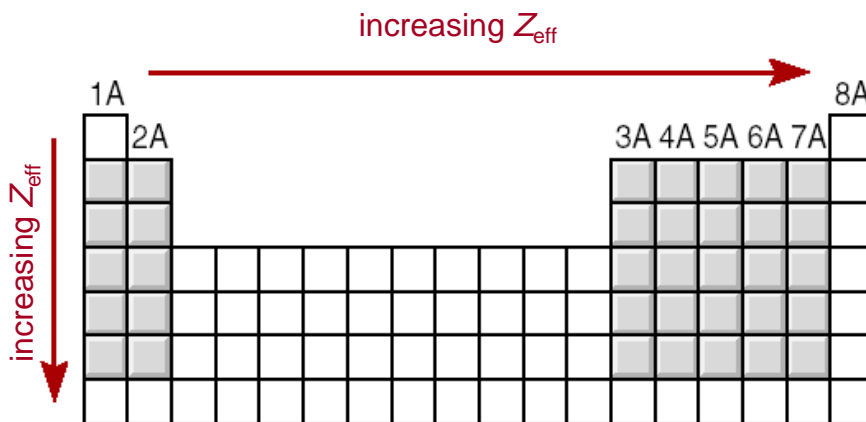
$$Z_{\text{eff}} = Z - \sigma \quad (0 < \sigma < Z \text{ (}\sigma = \text{ثابت پوششی)})$$

$$Z_{\text{eff}} \approx Z - \text{تعداد الکترون های داخلی}$$

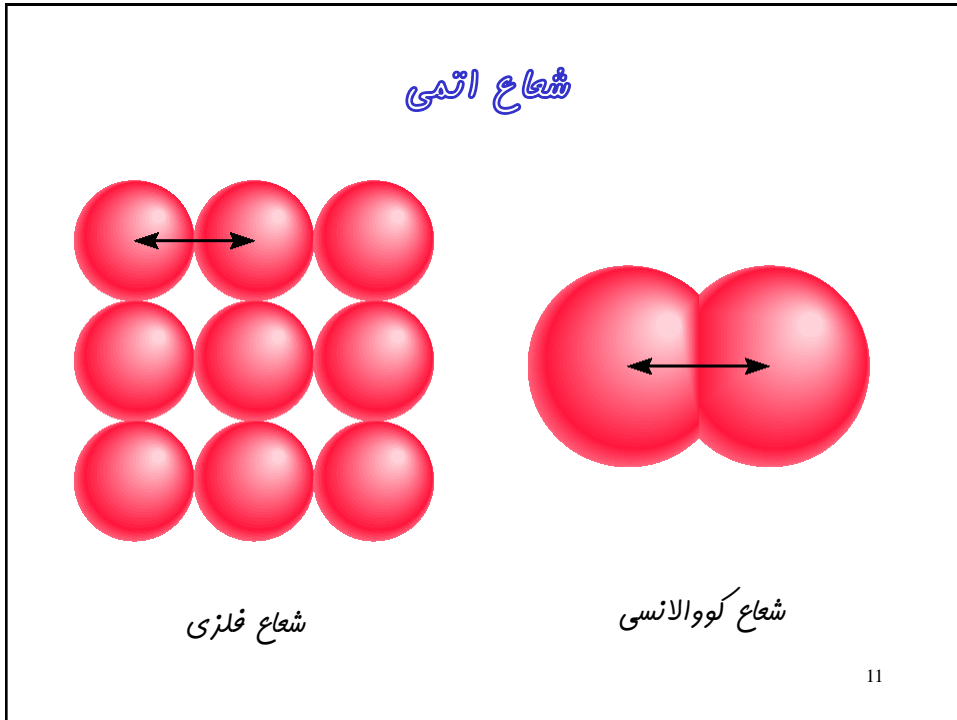
	Z	Core	Z_{eff}	شعاع (pm)
Na	11	10	1	186
Mg	12	10	2	160
Al	13	10	3	143
Si	14	10	4	132

9

بار موثر هسته (Z_{eff})



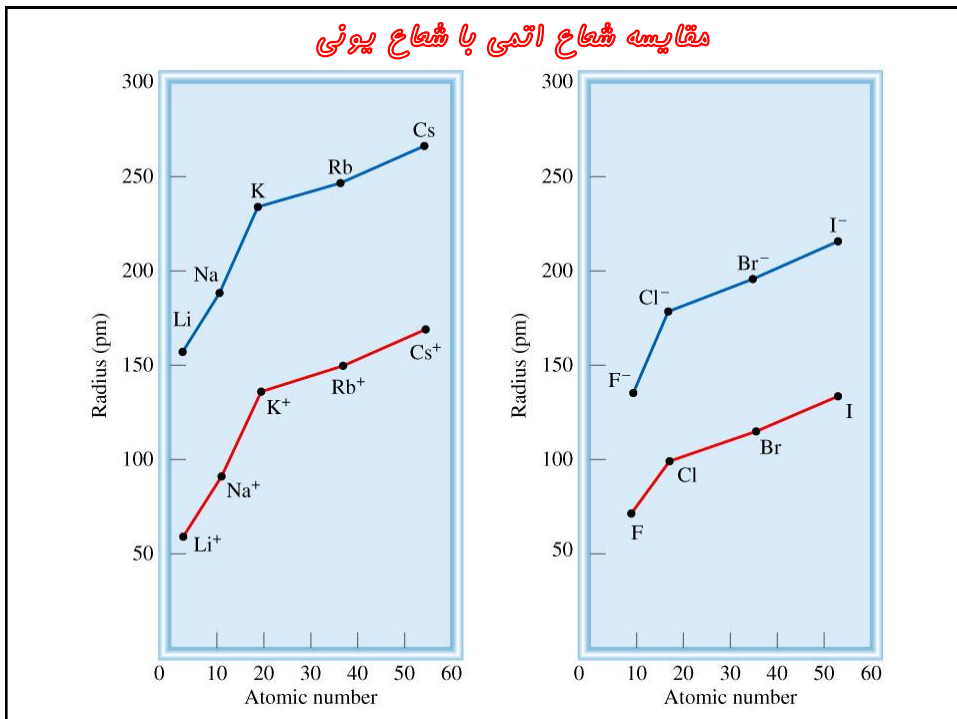
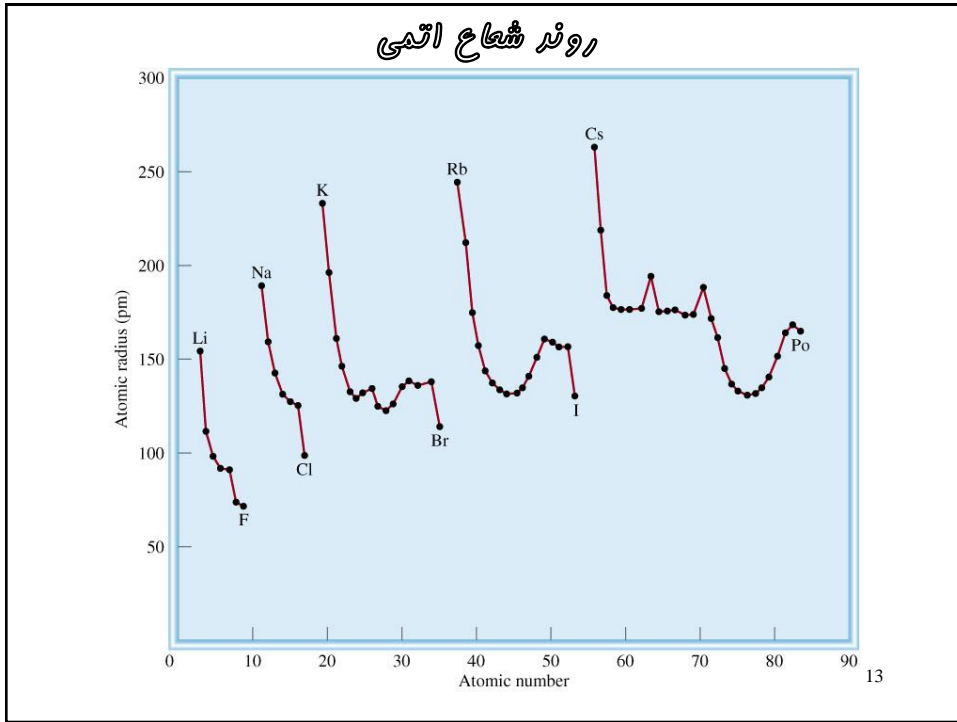
10

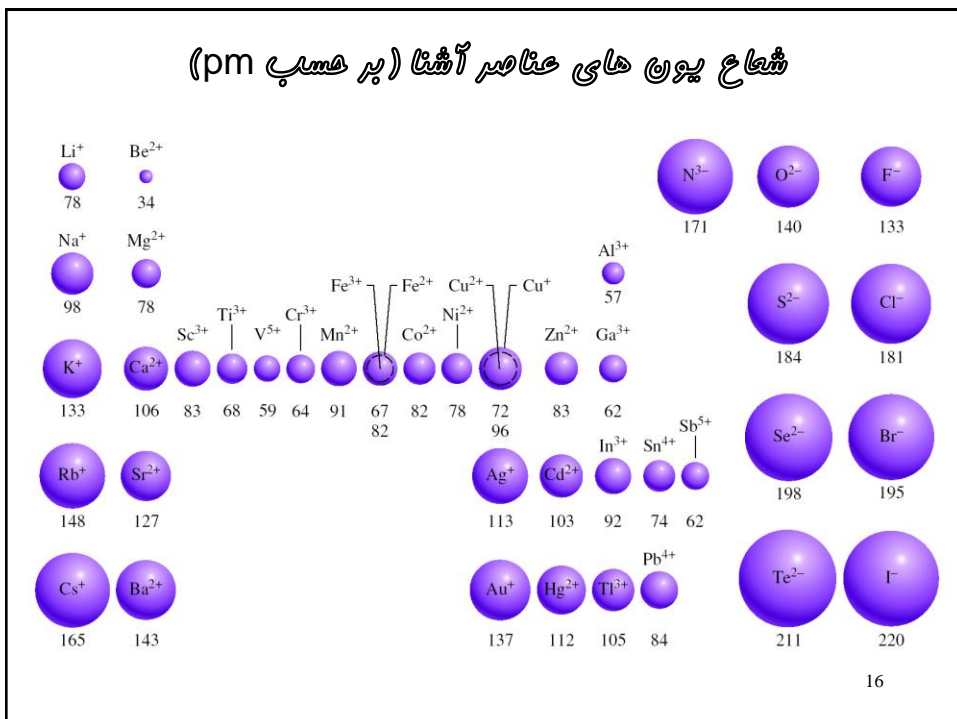
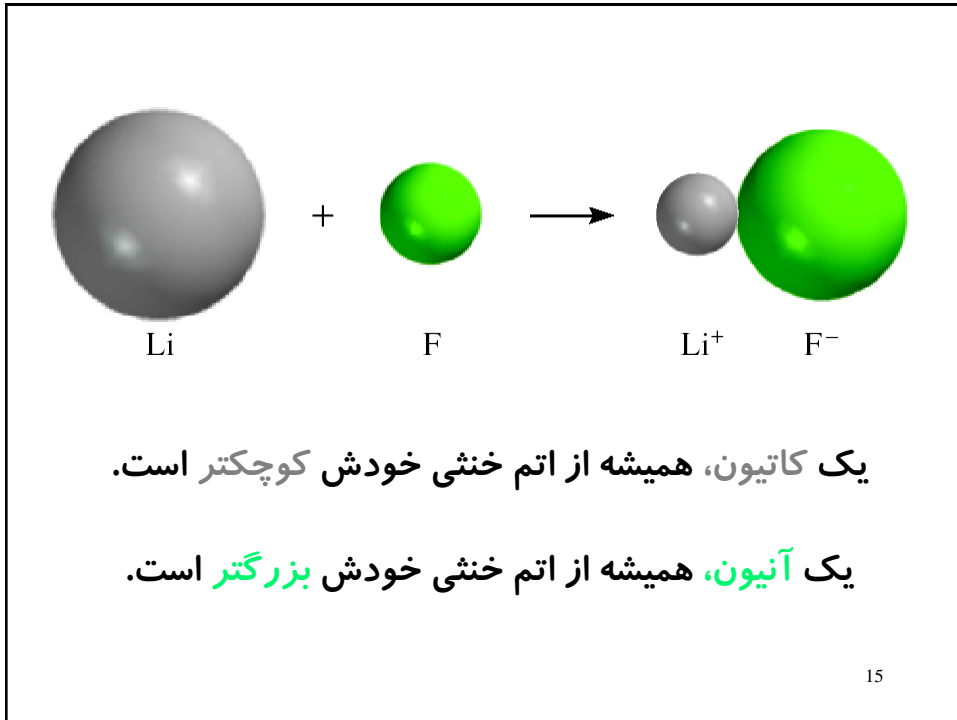


Increasing atomic radius

	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A
	H 1							He 2
	Li 3	Be 4	B 5	C 6	N 7	O 8	F 9	Ne 10
	152	112	85	77	75	73	72	70
	Na 11	Mg 12	Al 13	Si 14	P 15	S 16	Cl 17	Ar 18
	186	160	143	118	110	103	99	98
	K 19	Ca 20	Ga 31	Ge 32	As 33	Se 34	Br 35	Kr 36
	227	197	135	123	120	117	114	112
	Rb 37	Sr 38	In 49	Sn 50	Sb 51	Te 52	I 53	Xe 54
	248	215	166	140	141	143	133	131
	Cs 55	Ba 56	Tl 81	Pb 82	Bi 83	Po 84	At 85	Rn 86
	265	222	171	175	155	164	142	140

12







Concept Check

Which should be the **larger** atom? Why?

Na

Cl



Concept Check

Which should be the **larger** atom? Why?

Li

Cs



Concept Check

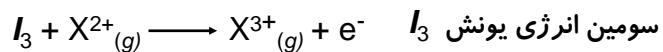
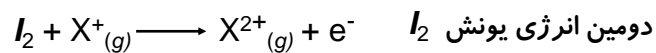
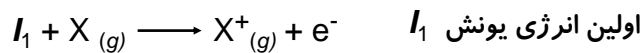
Which is larger?

- The hydrogen 1s orbital
- The lithium 1s orbital

Which is lower in energy?

- The hydrogen 1s orbital
- The lithium 1s orbital

انرژی یونش: حداقل انرژی لازم برای کندن یک الکترون از یک اتم گازی، در حالت پایه می باشد (kJ/mol).



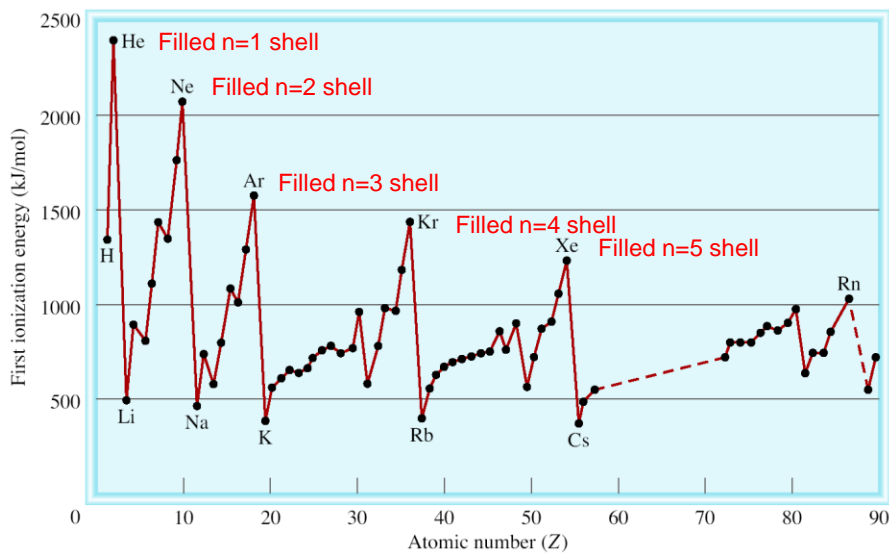
$$I_1 < I_2 < I_3$$

انرژی یونش برای ۲۰ عنصر اول

Z	Element	First	Second	Third	Fourth	Fifth	Sixth
1	H	1,312					
2	He	2,373	5,251				
3	Li	520	7,300	11,815			
4	Be	899	1,757	14,850	21,005		
5	B	801	2,430	3,660	25,000	32,820	
6	C	1,086	2,350	4,620	6,220	38,000	47,261
7	N	1,400	2,860	4,580	7,500	9,400	53,000
8	O	1,314	3,390	5,300	7,470	11,000	13,000
9	F	1,680	3,370	6,050	8,400	11,000	15,200
10	Ne	2,080	3,950	6,120	9,370	12,200	15,000
11	Na	495.9	4,560	6,900	9,540	13,400	16,600
12	Mg	738.1	1,450	7,730	10,500	13,600	18,000
13	Al	577.9	1,820	2,750	11,600	14,800	18,400
14	Si	786.3	1,580	3,230	4,360	16,000	20,000
15	P	1,012	1,904	2,910	4,960	6,240	21,000
16	S	999.5	2,250	3,360	4,660	6,990	8,500
17	Cl	1,251	2,297	3,820	5,160	6,540	9,300
18	Ar	1,521	2,666	3,900	5,770	7,240	8,800
19	K	418.7	3,052	4,410	5,900	8,000	9,600
20	Ca	589.5	1,145	4,900	6,500	8,100	11,000

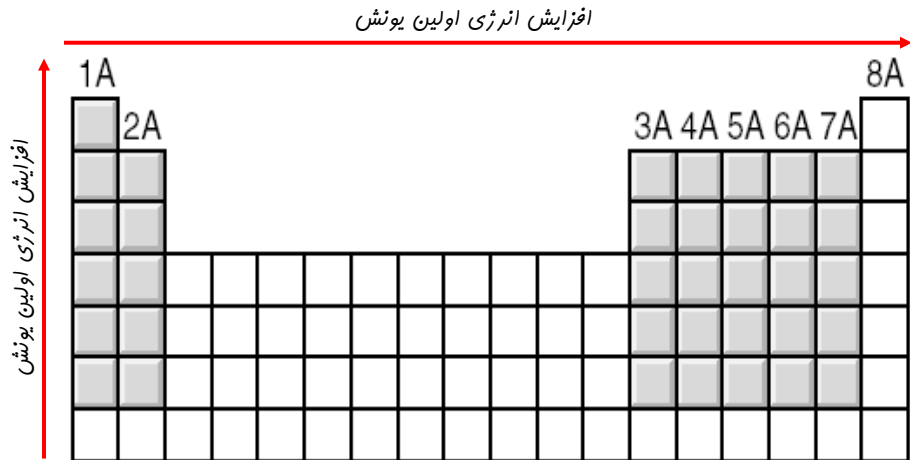
21

تغییرات اولین انرژی یونش با عدد اتمی



22

روند کلی انرژی اولین یونش



Concept Check

Which atom would require **more** energy to remove an electron? Why?

Na

Cl



Concept Check

Which atom would require **more** energy to remove an electron? Why?

Li

Cs



Concept Check

Which has the larger **second** ionization energy? Why?

Lithium or Beryllium



Exercise

Arrange the elements **oxygen, fluorine, and sulfur** according to increasing:

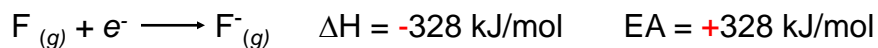
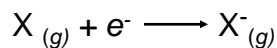
- Ionization energy

S, O, F

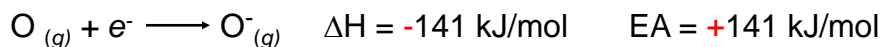
- Atomic size

F, O, S

الکترونخواهی، منفی تغییر انرژی فرایندی است که در آن، الکترونی به وسیله اتم یک عنصر در حالت گازی پذیرفته شود.



می توان چنین تصور کرد که الکترونخواهی، مقدار انرژی است که برای کندن یک الکترون از یک یون منفی به کار می رود.



الکترون فواهی برقی از عناصر اصلی و گازهای نجیب*

1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A
H							He
73							< 0
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
60	≤ 0	27	122	0	141	328	< 0
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
53	≤ 0	44	134	72	200	349	< 0
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
48	2.4	29	118	77	195	325	< 0
Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
47	4.7	29	121	101	190	295	< 0
Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
45	14	30	110	110	?	?	< 0

*The electron affinities of the noble gases, Be, and Mg have not been determined experimentally, but are believed to be close to zero or negative.

29

نمودار الکترون فواهی نسبت به عدد اتمی برای ۵۶ عنصر اول جدول

