



# الكيمياء اللاعضوية

## Inorganic Chemistry

المحاضرة الخامسة / 2020-2021

الصف الاول - قسم الكيمياء-

كلية التربية للبنات / جامعة الموصل

الدكتور

أحمد مظفر محمد

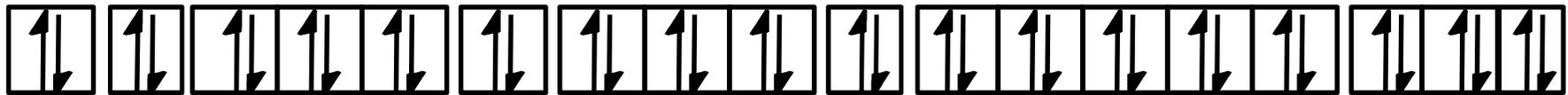
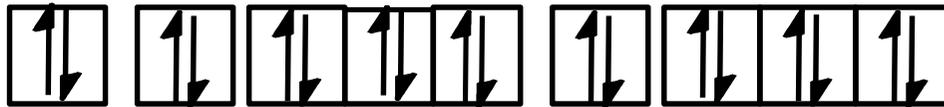
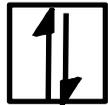
# الجدول الدوري للعناصر

Periodic Table of the Elements

1 <b>H</b> Hydrogen 1.008																	2 <b>He</b> Helium 4.003
3 <b>Li</b> Lithium 6.941	4 <b>Be</b> Beryllium 9.012											5 <b>B</b> Boron 10.811	6 <b>C</b> Carbon 12.011	7 <b>N</b> Nitrogen 14.007	8 <b>O</b> Oxygen 15.999	9 <b>F</b> Fluorine 18.998	10 <b>Ne</b> Neon 20.180
11 <b>Na</b> Sodium 22.990	12 <b>Mg</b> Magnesium 24.305											13 <b>Al</b> Aluminum 26.982	14 <b>Si</b> Silicon 28.086	15 <b>P</b> Phosphorus 30.974	16 <b>S</b> Sulfur 32.066	17 <b>Cl</b> Chlorine 35.453	18 <b>Ar</b> Argon 39.948
19 <b>K</b> Potassium 39.098	20 <b>Ca</b> Calcium 40.078	21 <b>Sc</b> Scandium 44.956	22 <b>Ti</b> Titanium 47.867	23 <b>V</b> Vanadium 50.942	24 <b>Cr</b> Chromium 51.996	25 <b>Mn</b> Manganese 54.938	26 <b>Fe</b> Iron 55.845	27 <b>Co</b> Cobalt 58.933	28 <b>Ni</b> Nickel 58.693	29 <b>Cu</b> Copper 63.546	30 <b>Zn</b> Zinc 65.38	31 <b>Ga</b> Gallium 69.723	32 <b>Ge</b> Germanium 72.631	33 <b>As</b> Arsenic 74.922	34 <b>Se</b> Selenium 78.972	35 <b>Br</b> Bromine 79.904	36 <b>Kr</b> Krypton 84.798
37 <b>Rb</b> Rubidium 85.468	38 <b>Sr</b> Strontium 87.62	39 <b>Y</b> Yttrium 88.906	40 <b>Zr</b> Zirconium 91.224	41 <b>Nb</b> Niobium 92.906	42 <b>Mo</b> Molybdenum 95.95	43 <b>Tc</b> Technetium 98.907	44 <b>Ru</b> Ruthenium 101.07	45 <b>Rh</b> Rhodium 102.906	46 <b>Pd</b> Palladium 106.42	47 <b>Ag</b> Silver 107.868	48 <b>Cd</b> Cadmium 112.411	49 <b>In</b> Indium 114.818	50 <b>Sn</b> Tin 118.711	51 <b>Sb</b> Antimony 121.760	52 <b>Te</b> Tellurium 127.6	53 <b>I</b> Iodine 126.904	54 <b>Xe</b> Xenon 131.294
55 <b>Cs</b> Cesium 132.905	56 <b>Ba</b> Barium 137.328	57-71	72 <b>Hf</b> Hafnium 178.49	73 <b>Ta</b> Tantalum 180.948	74 <b>W</b> Tungsten 183.84	75 <b>Re</b> Rhenium 186.207	76 <b>Os</b> Osmium 190.23	77 <b>Ir</b> Iridium 192.217	78 <b>Pt</b> Platinum 195.085	79 <b>Au</b> Gold 196.967	80 <b>Hg</b> Mercury 200.592	81 <b>Tl</b> Thallium 204.383	82 <b>Pb</b> Lead 207.2	83 <b>Bi</b> Bismuth 208.980	84 <b>Po</b> Polonium [208.982]	85 <b>At</b> Astatine 209.987	86 <b>Rn</b> Radon 222.018
87 <b>Fr</b> Francium 223.020	88 <b>Ra</b> Radium 226.025	89-103	104 <b>Rf</b> Rutherfordium [261]	105 <b>Db</b> Dubnium [262]	106 <b>Sg</b> Seaborgium [266]	107 <b>Bh</b> Bohrium [264]	108 <b>Hs</b> Hassium [269]	109 <b>Mt</b> Meitnerium [268]	110 <b>Ds</b> Darmstadtium [269]	111 <b>Rg</b> Roentgenium [272]	112 <b>Cn</b> Copernicium [277]	113 <b>Nh</b> Nihonium unknown	114 <b>Fl</b> Flerovium [289]	115 <b>Mc</b> Moscovium unknown	116 <b>Lv</b> Livermorium [293]	117 <b>Ts</b> Tennessine unknown	118 <b>Og</b> Oganesson unknown
57 <b>La</b> Lanthanum 138.905	58 <b>Ce</b> Cerium 140.116	59 <b>Pr</b> Praseodymium 140.908	60 <b>Nd</b> Neodymium 144.242	61 <b>Pm</b> Promethium 144.913	62 <b>Sm</b> Samarium 150.36	63 <b>Eu</b> Europium 151.964	64 <b>Gd</b> Gadolinium 157.25	65 <b>Tb</b> Terbium 158.925	66 <b>Dy</b> Dysprosium 162.500	67 <b>Ho</b> Holmium 164.930	68 <b>Er</b> Erbium 167.259	69 <b>Tm</b> Thulium 168.934	70 <b>Yb</b> Ytterbium 173.055	71 <b>Lu</b> Lutetium 174.967			
89 <b>Ac</b> Actinium 227.028	90 <b>Th</b> Thorium 232.038	91 <b>Pa</b> Protactinium 231.036	92 <b>U</b> Uranium 238.029	93 <b>Np</b> Neptunium 237.048	94 <b>Pu</b> Plutonium 244.064	95 <b>Am</b> Americium 243.061	96 <b>Cm</b> Curium 247.070	97 <b>Bk</b> Berkelium 247.070	98 <b>Cf</b> Californium 251.080	99 <b>Es</b> Einsteinium [254]	100 <b>Fm</b> Fermium 257.095	101 <b>Md</b> Mendelevium 258.1	102 <b>No</b> Nobelium 259.101	103 <b>Lr</b> Lawrencium [262]			
Alkali Metal	Alkaline Earth	Transition Metal	Basic Metal	Semimetal	Nonmetal	Halogen	Noble Gas	Lanthanide	Actinide								

# الترتيب الالكتروني لذرات عناصر الغازات النبيلة

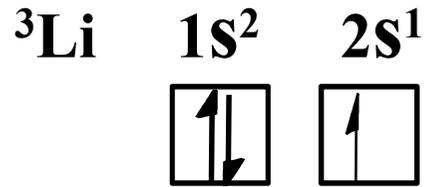
يمكننا كتابة الترتيب الالكتروني بشكل مختصر وذلك باستخدام الرموز الكيميائية للغازات النبيلة، على سبيل المثال الترتيب الالكتروني للهيليوم ، الاركون والكربتون هو:



وكذلك الترتيب الالكتروني لبقية زمرة عناصر الغازات النبيلة

# الترتيب الالكتروني المختصر لبعض ذرات العناصر

الآن لو اردنا كتابة الترتيب الالكتروني المختصر على سبيل المثال لذرات العناصر ادناه  
فيمكننا كتابته بالشكل الاتي:

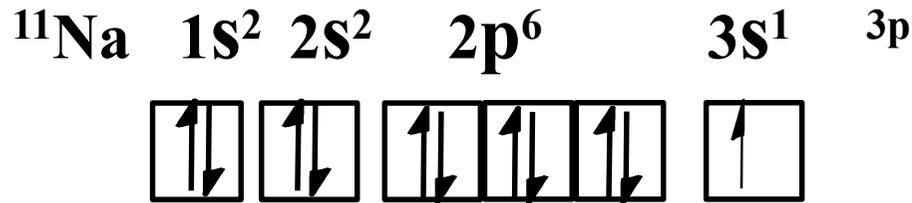


(1) الليثيوم

الترتيب الالكتروني



الترتيب الالكتروني المختصر:



(2) الصوديوم

الترتيب الالكتروني



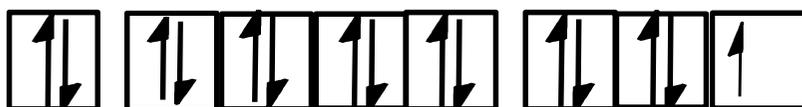
الترتيب الالكتروني المختصر:



(3) الكالسيوم



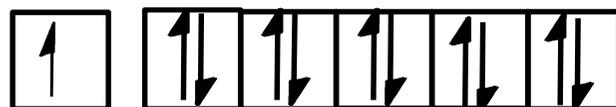
(4) الحديد



(5) البروم

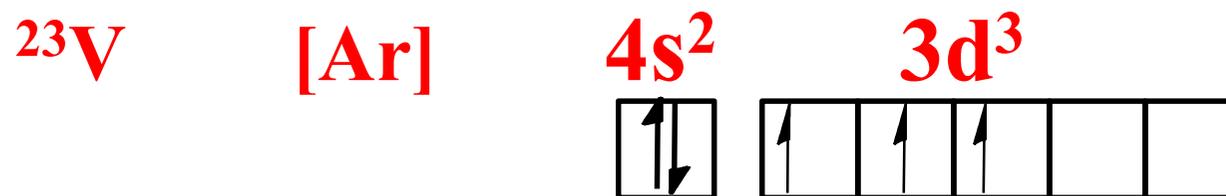
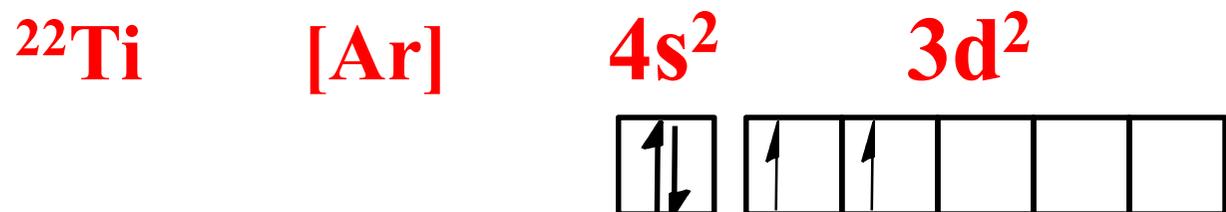
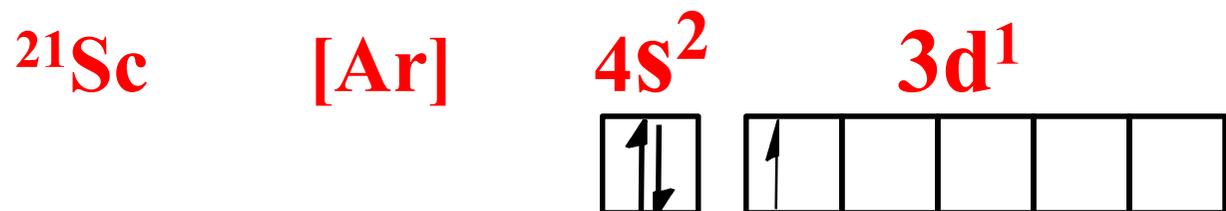
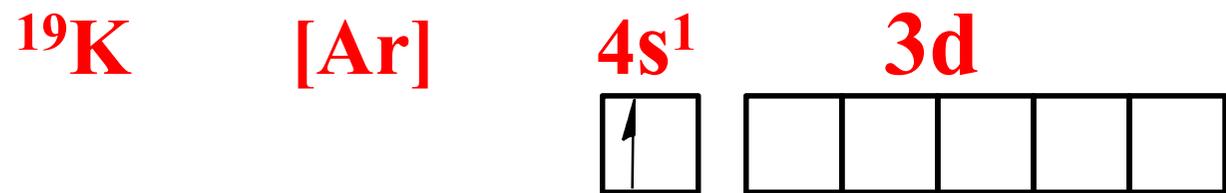


(6) الروبيديوم



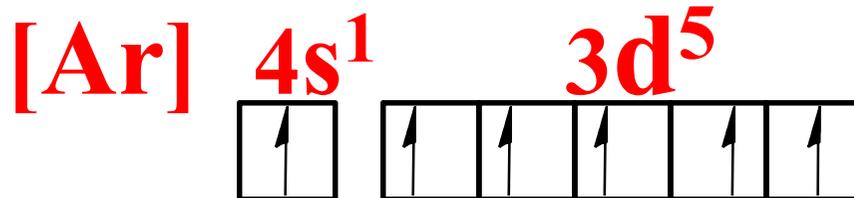
(7) الفضة

# الترتيب الإلكتروني لبعض العناصر



# الترتيب الالكتروني لبعض العناصر

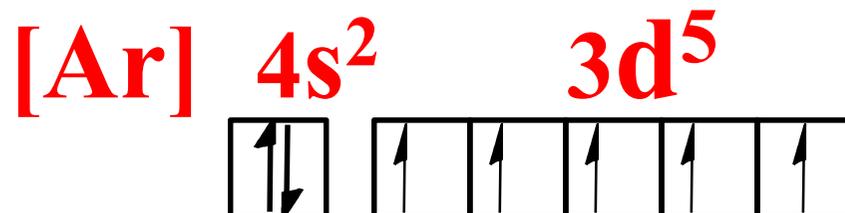
$^{24}\text{Cr}$



انتباه



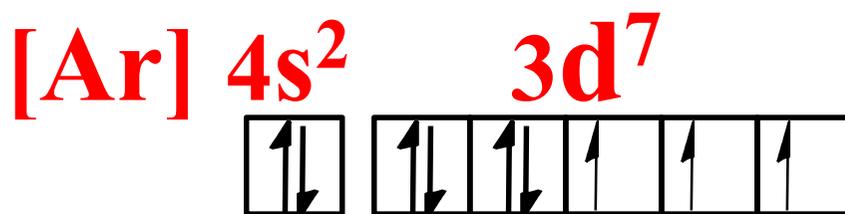
$^{25}\text{Mn}$



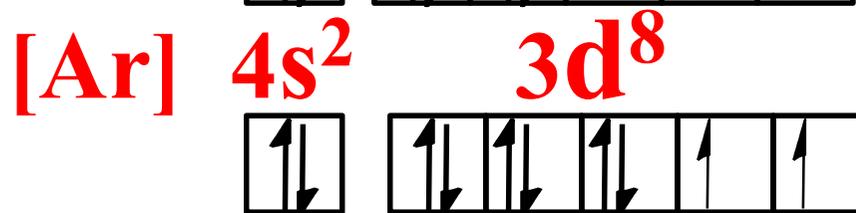
$^{26}\text{Fe}$



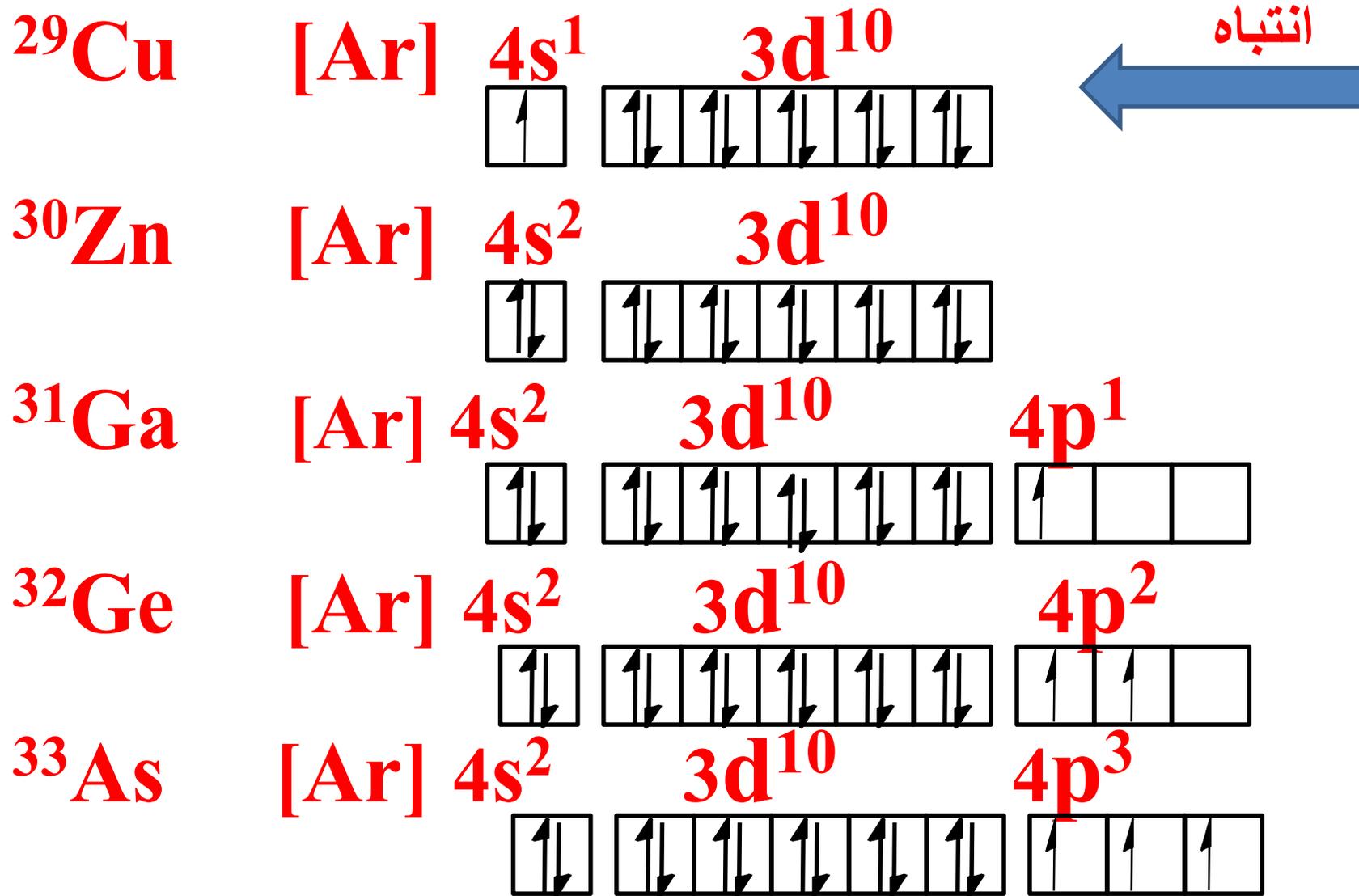
$^{27}\text{Co}$



$^{28}\text{Ni}$



# الترتيب الالكتروني لبعض العناصر



الحالات الذرية المشتقة من الترتيب الإلكتروني

رمز التيرم

**Term symbol**

**$2S+1L_J$**

# الحالات الذرية المشتقة من الترتيب الإلكتروني

## هناك طريقتان لتعين $J$ :

### -الطريقة الأولى LS coupling

تستخدم عندما تكون الحركة المغزلية لا تزوج كثيرا مع الزخم الزاوي للأوربيتال لكل إلكترون مع البقية وينتج عن ذلك محصلة واحدة يرمز لها بالحرف الكمي  $L$  لتلك الحالة.

كذلك يزوج زخم الحركة المغزلية لكل إلكترون مع البقية ينتج عنه محصلة زخم الحركات المغزلية جميعها والتي يرمز لها إليها بالحرف الكمي  $S$  ، قيم  $L$  و  $S$  تحدد قيمة  $J$

### -الطريقة الثانية jj coupling

تستخدم عندما تزوج الحركة المغزلية للإلكترون مع الزخم الزاوي للأوربيتال بدرجة كبيرة ويمكن توضيح هذه الطريقة وذلك بان الزخم الزاوي للحركة المغزلية للإلكترون يزوج مع زخم الأوربيتال ليعطي قيم واحدة  $j$  لكل إلكترون ثم تزوج قيم  $j$  هذه لجميع الإلكترونات لتعطي قيمة واحدة هي  $J$

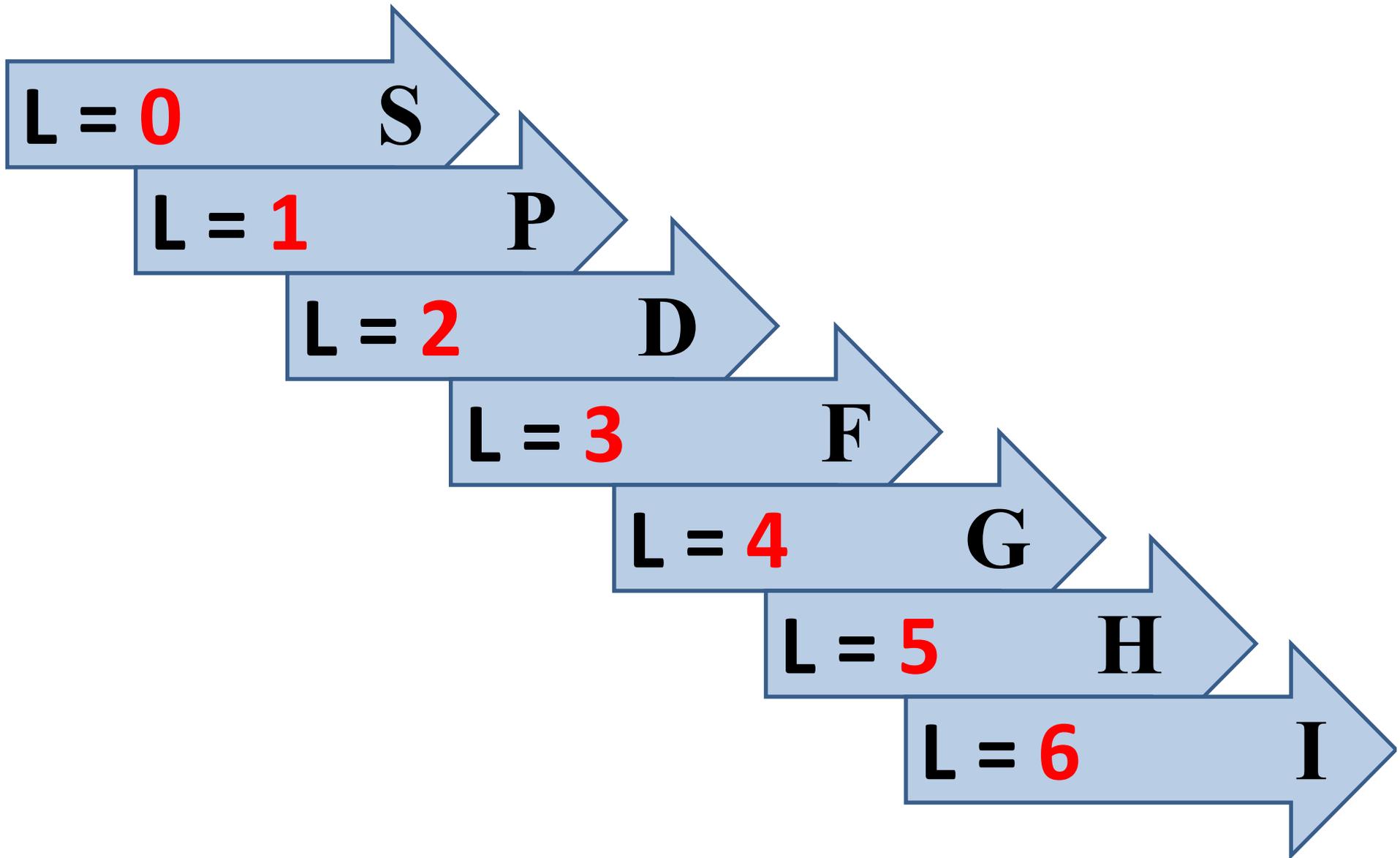
# الحالات الذرية المشتقة من الترتيب الإلكتروني

رمز التيرم:

$$2S+1L_J$$

1- تتوزع الإلكترونات في الأوربيتالات متساوية الطاقة قدر المستطاع لكي نحسب قيمة  $(S)$ ، ومن ثم نحسب قيمة  $2S+1$  والتي تسمى بالمضاعفات البرمية أكبر ما يمكن.

2- تأخذ الإلكترونات الأوربيتالات التي لها أكبر قيمة لعدد الكم المغناطيسي  $(m_l)$ ، ثم الذي يليه وهكذا بحيث نحصل على أكبر قيمة للزخم الأوربيتالي الزاوي  $L$ ، وقد اتفق العلماء على إعطاء قيم حروف كبيرة حسب النظام التالي:



3- إذا كان عدد الإلكترونات في الأوربييتال الثانوي:

- أكثر من نصف مشبع **فنأخذ أكبر قيمة لـ J**

- أقل من نصف مشبع **فنأخذ أقل قيمة لـ J**

- مشبع أو نصف مشبع **فهناك قيمة واحدة فقط لـ J.**

$$J = /L+S/..... /L-S/$$

## الخلاصة :

لإيجاد رمز التيرم  $2S+1L_J$  نحسب القيم الآتية:

1)  $S$

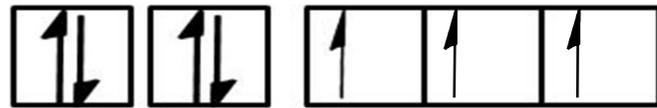
2)  $2S+1$

3)  $L$

4)  $J$

# أمثلة ومسائل حول رمز التيريم

مثال 1/ ما هو رمز التيريم في الحالة المستقرة للنروجين  ${}^7\text{N}$  ؟



$$S = (+1/2) + (+1/2) + (+1/2) = 3/2$$

$$2S+1 = 2 \times 3/2 + 1 = 4$$

$$L = (+1) + (0) + (-1) = 0$$

$$J = /L+S/ \dots\dots\dots /L-S/$$

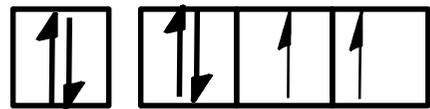
$$J = /0+3/2/ \dots\dots\dots /0-3/2/ = 3/2$$

$$2S+1L_J$$

4S 3/2

# أمثلة ومسائل حول رمز التيريم

مثال 2/ ما هو رمز التيريم في الحالة المستقرة للأوكسجين  $^8\text{O}$  ؟



$$S = (+1/2) + (+1/2) = 1$$

$$2S+1 = 2 \times 1 + 1 = 3$$

$$L = (+1 \times 2) + (0) + (-1) = 1$$

$$J = /L+S/ \dots\dots\dots /L-S/$$

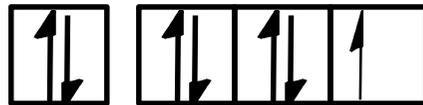
$$J = /1+1/ \dots\dots\dots /1-1/ = 2, 1, 0$$

$$2S+1L_J$$

3P<sub>2</sub>

# أمثلة ومسائل حول رمز التيريم

مثال 3/ما هو رمز التيريم في الحالة المستقرة لذرة الكلور  $^{17}\text{Cl}$  ؟



$$S = +1/2 = 1/2$$

$$2S+1 = 2 \times 1/2 + 1 = 2$$

$$L = (+1 \times 2) + (0 \times 2) + (-1 \times 1) = 1$$

$$J = /L+S/ \dots\dots\dots/L-S/$$

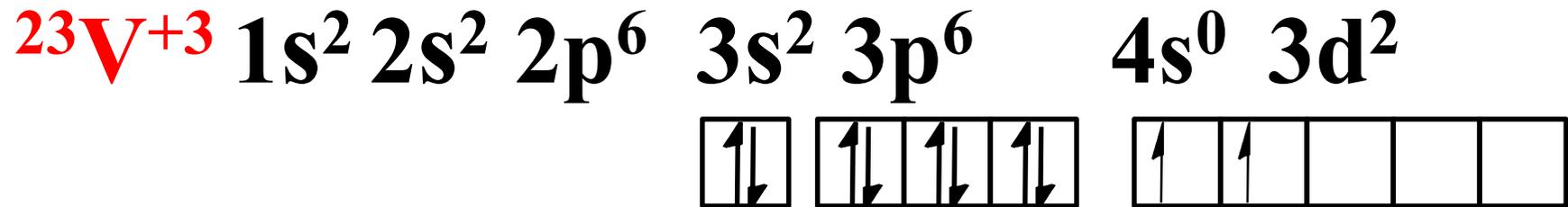
$$J = /1+1/2/ \dots\dots\dots/1-1/2/ = 3/2, \dots, 1/2$$

$$2S+1L_J$$

2P 3/2

# أمثلة ومسائل حول رمز التيرم

مثال 4/ ما هو رمز التيرم في الحالة المستقرة لأيون الفناديوم في المركب  $VF_3$ ؟



$$S = +1/2 + 1/2 = 1$$

$$2S+1 = 2 \times 1 + 1 = 3$$

$$L = (+2 \times 1) + (+1 \times 1) = 3$$

$$J = /L+S/ \dots\dots\dots /L-S/$$

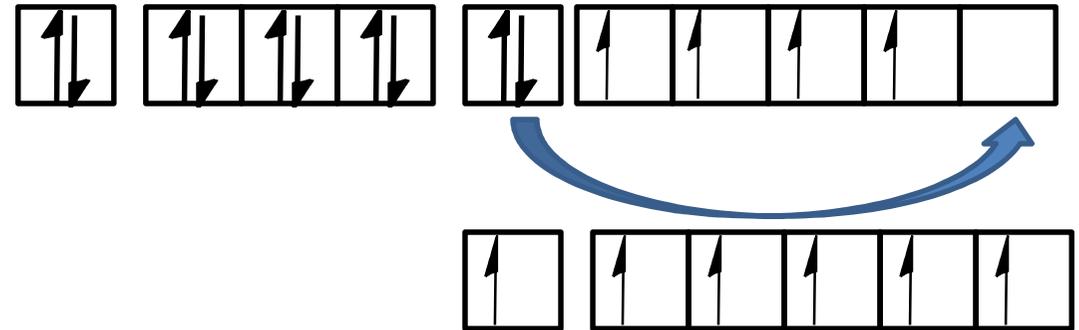
$$J = /3+1/ \dots\dots\dots /3-1/ = 4, 3, 2$$

$$2S+1L_J$$

3F<sub>2</sub>

# أمثلة ومسائل حول رمز التيريم

مثال 5/ ما هو رمز التيريم في الحالة المستقرة لذرة الكروم  $^{24}\text{Cr}$  ؟



$$S = +1/2 + 1/2 + 1/2 + 1/2 + 1/2 + 1/2 = 3$$

$$2S+1 = 2 \times 3 + 1 = 7$$

$$L = 0 + (+2) + (+1) + 0 + (-2) + (-1) = 0$$

$$J = /L+S/ \dots\dots\dots /L-S/$$

$$J = /0+3/ \dots\dots\dots /0-3/ = 3$$

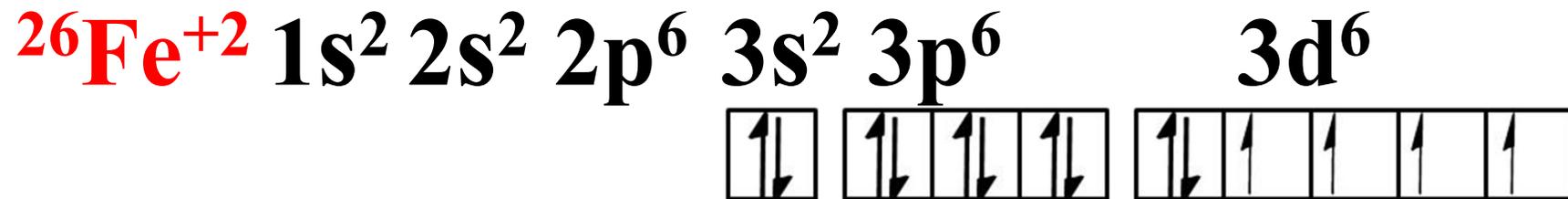
$$2S+1L_J$$

7S<sub>3</sub>

# أمثلة ومسائل حول رمز التيريم

مثال 6/ ما هو رمز التيريم في الحالة المستقرة لايون الحديد في

مركب اوكسيد الحديد الثنائي؟ العدد الذري لـ Fe = 26 ، O = 8



$$S = +1/2 + 1/2 + 1/2 + 1/2 = 2$$

$$2S+1 = 2 \times 2 + 1 = 5$$

$$L = (+2 \times 2) + (+1 \times 1) + 0 + (-1 \times 1) + (-2 \times 1) = 2$$

$$J = /L+S/ \dots\dots\dots /L-S/$$

$$J = /2+2/ \dots\dots\dots /2-2/ = 4, 3, 2, 1, 0$$

$$2S+1L_J$$

5D

4

**سؤال/ جدي رموز التيرم للحالة المستقرة للذرات  
التالية: (الحل بين قوسين، برهني صحة ذلك)**

- 1)  $^{14}\text{Si}$  ( $^3\text{P}_0$ )**
- 2)  $^{22}\text{Ti}$  ( $^3\text{F}_2$ )**
- 3)  $^{27}\text{Co}$  ( $^4\text{F}_{9/2}$ )**
- 4)  $^{28}\text{Ni}$  ( $^3\text{F}_4$ )**
- 5)  $^{29}\text{Cu}$  ( $^2\text{S}_{1/2}$ )**

## المصادر:

1-الكيمياء اللاعضوية القسم الأول

تأليف د. نعمان النعيمي وجماعته ، 1976 .

2- Inorganic chemistry, third edition,  
Catherine E. and others, 2008.