

# أ.م.د. ناصر ضياء شعلان

المحاضرة الاولى 2023

الخواص الدورية الترتيب الإلكتروني للذرات في  
الجدول الدوري

**Periodic Trends in atomic &  
Electronic Configuration**

# الخواص الدوري الترتيب الإلكتروني للذرات في الجدول الدوري

## Periodic Trends in atomic & Electronic Configuration

### مقدمة عامة

الكيمياء اللاعضوية تهتم بدراسة خصائص أكثر من مائة عنصر بحالاته المختلفة ضمن الجدول الدوري (والتي بلغ عددها لحد الان 118) ومركباتها ومعقداتها فضلا عن تطبيقاتها في مختلف المجالات والتي هي بتماس مباشر مع حياة الانسان وفعالياته اليومية.

لقد جرت محاولات عديدة لغرض تصنيف العناصر وبطرق مختلفة إلا أن أكثرها شيوعاً وإستخداماً هو ما توصل إليه العالم مندليف Mendleev عام 1896 والذي بيّن بموجبه إن الخواص العامة للعناصر لها علاقة بترتيبها الإلكتروني وأوزانها الذرية .

رتب مندليف العناصر إلى مجاميع ( زمر ) groups عمودية والتي تمتلك فيها العناصر نفس العدد من الألكترونات في مدارها الطاقى الخارجى وإلى دورات Periods أفقية تمتلك فيها العناصر نفس عدد الكم الرئيسي (n) .

# الجدول الدوري للعناصر الكيميائية

Periodic Table of the Elements - الجدول الدوري للعناصر

المجموعة	1A	2A	العناصر الملونة باللون الأسود صلبة، الأزرق سائلة والأحمر غازية، الأخضر المحضرة صناعياً (صلبة).										3A	4A	5A	6A	7A	8A		
1	1 <b>H</b> هيدروجين 1.00794 1s <sup>1</sup>																		2 <b>He</b> هيليوم 4.002602 1s <sup>2</sup>	
2	3 <b>Li</b> ليثيوم 6.941 1s <sup>2</sup> 2s <sup>1</sup>	4 <b>Be</b> بيريليوم 9.012182 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup>																		10 <b>Ne</b> نيون 20.1797 1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup>
3	11 <b>Na</b> صوديوم 22.989770 [Ne]3s <sup>1</sup>	12 <b>Mg</b> مغنسيوم 24.3050 [Ne]3s <sup>2</sup>																		18 <b>Ar</b> أرجون 39.948 [Ne]3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup>
4	19 <b>K</b> بوتاسيوم 39.0983 [Ar]4s <sup>1</sup>	20 <b>Ca</b> كالميوم 40.078 [Ar]4s <sup>2</sup>	21 <b>Sc</b> سكانديوم 44.955910 [Ar]3d <sup>1</sup> 4s <sup>2</sup>	22 <b>Ti</b> تيتانيوم 47.867 [Ar]3d <sup>2</sup> 4s <sup>2</sup>	23 <b>V</b> فاناديوم 50.9415 [Ar]3d <sup>3</sup> 4s <sup>2</sup>	24 <b>Cr</b> كروم 51.9961 [Ar]3d <sup>5</sup> 4s <sup>1</sup>	25 <b>Mn</b> منغنيز 54.938049 [Ar]3d <sup>5</sup> 4s <sup>2</sup>	26 <b>Fe</b> حديد 55.845 [Ar]3d <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup>	27 <b>Co</b> كوبالت 58.933200 [Ar]3d <sup>7</sup> 4s <sup>2</sup>	28 <b>Ni</b> نكل 58.6934 [Ar]3d <sup>8</sup> 4s <sup>2</sup>	29 <b>Cu</b> نحاس 63.546 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>1</sup>	30 <b>Zn</b> غارصين 65.409 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup>	31 <b>Ga</b> جالسيوم 69.723 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>1</sup>	32 <b>Ge</b> جيرمانيوم 72.64 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>2</sup>	33 <b>As</b> زرنيخ 74.92160 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>3</sup>	34 <b>Se</b> سيلينيوم 78.96 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>4</sup>	35 <b>Br</b> بروم 79.904 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>5</sup>	36 <b>Kr</b> كربون 83.798 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup>		
5	37 <b>Rb</b> روبيديوم 85.4678 [Kr]5s <sup>1</sup>	38 <b>Sr</b> سترونشيوم 87.62 [Kr]5s <sup>2</sup>	39 <b>Y</b> يتريم 88.90585 [Kr]4d <sup>1</sup> 5s <sup>2</sup>	40 <b>Zr</b> زركونيوم 91.224 [Kr]4d <sup>2</sup> 5s <sup>2</sup>	41 <b>Nb</b> نيوبيوم 92.90638 [Kr]4d <sup>4</sup> 5s <sup>1</sup>	42 <b>Mo</b> موليبدينوم 95.94 [Kr]4d <sup>5</sup> 5s <sup>1</sup>	43 <b>Tc</b> تكنيتيوم (98) [Kr]4d <sup>5</sup> 5s <sup>2</sup>	44 <b>Ru</b> روثينيوم 101.07 [Kr]4d <sup>7</sup> 5s <sup>1</sup>	45 <b>Rh</b> روثينيوم 102.90550 [Kr]4d <sup>8</sup> 5s <sup>1</sup>	46 <b>Pd</b> بالاديوم 106.42 [Kr]4d <sup>10</sup>	47 <b>Ag</b> فضة 107.8682 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>1</sup>	48 <b>Cd</b> كاديوم 112.411 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup>	49 <b>In</b> إنديوم 114.818 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>1</sup>	50 <b>Sn</b> قصدير 118.710 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>2</sup>	51 <b>Sb</b> أنتيمون 121.760 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>3</sup>	52 <b>Te</b> تلورنيوم 127.60 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>4</sup>	53 <b>I</b> يود 126.90447 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>5</sup>	54 <b>Xe</b> زينون 131.293 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>6</sup>		
6	55 <b>Cs</b> سيزيوم 132.90545 [Xe]6s <sup>1</sup>	56 <b>Ba</b> باريوم 137.327 [Xe]6s <sup>2</sup>	72 <b>Hf</b> هافنيوم 178.49 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>2</sup> 6s <sup>2</sup>	73 <b>Ta</b> نتاليوم 180.9479 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>3</sup> 6s <sup>2</sup>	74 <b>W</b> نتجستن 183.84 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>4</sup> 6s <sup>2</sup>	75 <b>Re</b> رينيوم 186.207 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>5</sup> 6s <sup>2</sup>	76 <b>Os</b> أوزميوم 190.23 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>6</sup> 6s <sup>2</sup>	77 <b>Ir</b> إيريديوم 192.217 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>7</sup> 6s <sup>2</sup>	78 <b>Pt</b> بلاتين 195.078 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>9</sup> 6s <sup>1</sup>	79 <b>Au</b> ذهب 196.96655 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>1</sup>	80 <b>Hg</b> زئبق 200.59 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup>	81 <b>Tl</b> ثاليوم 204.3833 [Hg]6p <sup>1</sup>	82 <b>Pb</b> رصاص 207.2 [Hg]6p <sup>2</sup>	83 <b>Bi</b> بزموت 208.98038 [Hg]6p <sup>3</sup>	84 <b>Po</b> بولونيوم (209) [Hg]6p <sup>4</sup>	85 <b>At</b> أستاتين (210) [Hg]6p <sup>5</sup>	86 <b>Rn</b> رادون (222) [Hg]6p <sup>6</sup>			
7	87 <b>Fr</b> فرانسيوم (223) [Rn]7s <sup>1</sup>	88 <b>Ra</b> راديوم (226) [Rn]7s <sup>2</sup>	104 <b>Rf</b> رذرفورديوم (261)	105 <b>Db</b> دوبنيوم (262)	106 <b>Sg</b> سيورجيوم (266)	107 <b>Bh</b> بورجيم (264)	108 <b>Hs</b> هاسيوم (277)	109 <b>Mt</b> ميتريوم (268)	110 <b>Ds</b> دارمستاديوم (271)	111 <b>Rg</b> روثينيوم (272)	112 <b>Cn</b> كوپيرنيسيوم (285)									
			57 <b>La</b> لانثانوم 138.9055 [Xe]5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup>	58 <b>Ce</b> سيريوم 140.116 [Xe]4f <sup>1</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup>	59 <b>Pr</b> براسيميوم 140.90765 [Xe]4f <sup>3</sup> 6s <sup>2</sup>	60 <b>Nd</b> نيوديبيوم 144.24 [Xe]4f <sup>4</sup> 6s <sup>2</sup>	61 <b>Pm</b> بروميثيوم (145) [Xe]4f <sup>5</sup> 6s <sup>2</sup>	62 <b>Sm</b> ساماريوم 150.36 [Xe]4f <sup>6</sup> 6s <sup>2</sup>	63 <b>Eu</b> يوروبيوم 151.964 [Xe]4f <sup>7</sup> 6s <sup>2</sup>	64 <b>Gd</b> جادولينيوم 157.25 [Xe]4f <sup>7</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup>	65 <b>Tb</b> تربيوم 158.92534 [Xe]4f <sup>9</sup> 6s <sup>2</sup>	66 <b>Dy</b> ديسبروسيوم 162.500 [Xe]4f <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup>	67 <b>Ho</b> هولميوم 164.93032 [Xe]4f <sup>11</sup> 6s <sup>2</sup>	68 <b>Er</b> إيريبيوم 167.259 [Xe]4f <sup>12</sup> 6s <sup>2</sup>	69 <b>Tm</b> تولميوم 168.93421 [Xe]4f <sup>13</sup> 6s <sup>2</sup>	70 <b>Yb</b> يتربيوم 173.04 [Xe]4f <sup>14</sup> 6s <sup>2</sup>	71 <b>Lu</b> لوتيتيوم 174.967 [Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup>			
			89 <b>Ac</b> أكتينيوم (227) [Rn]5f <sup>1</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>	90 <b>Th</b> توريوم 232.0381 [Rn]6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup>	91 <b>Pa</b> بروتكتينيوم 231.02891 [Rn]5f <sup>2</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>	92 <b>U</b> يورانيوم 238.02891 [Rn]5f <sup>3</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>	93 <b>Np</b> نبتونيوم (243) [Rn]5f <sup>4</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>	94 <b>Pu</b> بلوتونيوم (244) [Rn]5f <sup>6</sup> 7s <sup>2</sup>	95 <b>Am</b> أمريشيوم (243) [Rn]5f <sup>7</sup> 7s <sup>2</sup>	96 <b>Cm</b> كالمينيوم (247) [Rn]5f <sup>7</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>	97 <b>Bk</b> بيركليوم (247) [Rn]5f <sup>9</sup> 7s <sup>2</sup>	98 <b>Cf</b> كاليفورنيوم (251) [Rn]5f <sup>10</sup> 7s <sup>2</sup>	99 <b>Es</b> أينشتاينيوم (252) [Rn]5f <sup>11</sup> 7s <sup>2</sup>	100 <b>Fm</b> فيرميوم (257) [Rn]5f <sup>12</sup> 7s <sup>2</sup>	101 <b>Md</b> ميندلييفيوم (259) [Rn]5f <sup>13</sup> 7s <sup>2</sup>	102 <b>No</b> نوبليوم (259) [Rn]5f <sup>14</sup> 7s <sup>2</sup>	103 <b>Lr</b> لورنشيوم (262) [Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup>			

  لافلزات  
  أشباه فلزات  
  فلزات

رمز العنصر  
 العدد الذري  
 اسم العنصر  
 الوزن الذري  
 التوزيع الإلكتروني

العناصر الملونة باللون الأسود صلبة، الأزرق سائلة والأحمر غازية، الأخضر المحضرة صناعياً (صلبة).

أ.م.د. ناصر ضياء شعلان

الفلزات الإنتقالية

الغازات النبيلة

الغازات النبيلة

اللاكتينيدات

الأكتينيدات

الفلزات القلوية

الفلزات القلوية الترابية

الدورة

# القائمة الدورية الحديثة

- كل العناصر المكتوبة باللون الاسود هي عناصر/مواد صلبة في درجة حرارة الغرفة.
- كل العناصر المكتوبة باللون الاحمر هي عناصر/مواد غازية في درجة حرارة الغرفة.
- كل العناصر المكتوبة باللون الازرق هي عناصر/مواد سائلة في درجة حرارة الغرفة.
- كل العناصر المكتوبة باللون الاخضر هي عناصر مصنعة.

## Periodic Properties التصنيف الدوري للعناصر

يحتوي الجدول الدوري على (7) دورات أفقية و(8) مجاميع عمودية وتبعاً لنوع الغلاف الثانوي الأخير تم تقسيمها إلى الأصناف التالية :

### • العناصر الممثلة **Representative Elements** :

هذه العناصر تمتلك أغلفة ثانوية غير مشبعة بالألكترونات من نوع S و P وتمثلها الزمر (IA,IIA) والتي يكون فيها الغلاف S غير ممتلئ بالألكترونات وتتصرف هذه العناصر كفلزات في حين يكون الغلاف الثانوي من نوع P غير ممتلئ بالألكترونات لعناصر الزمر (IIIA-VIIA) والتي يتصرف قسم منها كفلزات والقسم الآخر كأشباه فلزات.

بعبارة أخرى (تمتلك مستويات طاقة داخلية قد تكون ممتلئة بالألكترونات بسعتها القصوى وتقسم إلى مجموعتين، وذلك لأن الغلاف الخارجي غير مشبع فاذا كانت إضافة الإلكترونات إلى الغلاف S فعندئذ تدعى الأولى بمجموعة S-Block Elements (القلوية و القلوية الترابية) أو بمجموعة العناصر ما قبل العناصر الانتقالية Pre-transitional elements، أما إذا كانت إضافة إلى الغلاف الثانوي P فتدعى الأخرى بمجموعة عناصر P-Block Elements أو عناصر ما بعد العناصر الانتقالية (Post-transition elements).

## •الغازات النبيلة **Noble Gases**:

هذه العناصر تمثلها المجموعة الثامنة (VIII A) وتسمى عناصر المجموعة الصفيرية أيضاً حيث تمتاز هذه العناصر بكون جميع أغلفتها تكون مملوءة كلياً بالألكترونات وموقعها في أقصى الجدول الدوري .

## •العناصر الإنتقالية **Transition Metals**

هذه العناصر تمثلها المجاميع (IB-VIIIB) والتي تمتلك غلافاً ثانوياً خارجياً من النوع (d) غير ممتلئ كلياً بالألكترونات حيث وضعت هذه العناصر في منتصف الجدول الدوري وجميعها فلزات.

## •العناصر الأنتقالية الداخلية **Inner Transition Metals**

تمتلك هذه العناصر غلافاً ثانوياً من النوع (f) وتتألف من 14 عنصراً والتي وضعت أسفل الجدول الدوري وتسمى أيضاً بعناصر اللانثانات والأكتينيدات .

أما بالنسبة للدورات الأفقية فتبدأ من فلز قلوي من عناصر الركن (S) وتنتهي بعنصر من عناصر الغازات النبيلة وهي مرتبة كما يأتي :

1- الدورة الأولى ( $n=1$ ) تحتوي فقط عنصرين هما  $H_1$  و  $He_2$ .

2- الدورتين الثانية ( $n=2$ ) والثالثة ( $n=3$ ) كل منهما تحتوي 8 عناصر:

2<sup>nd</sup> period = Li(3)  $\longrightarrow$  Ne (10)

3<sup>rd</sup> period = Na (11)  $\longrightarrow$  Ar (18)

3- الدورات الرابعة ( $n=4$ ) والخامسة ( $n=5$ ) كل منهم تحتوي 18 عنصر :

4<sup>th</sup> period = K(19)  $\longrightarrow$  Kr (36)

5<sup>th</sup> period = Rb(37)  $\longrightarrow$  Xe (36)

4- الدورة السادسة ( $n=6$ ) تحتوي على 36 عنصر:

6<sup>th</sup> period = Cs(55)  $\longrightarrow$  Rn (86)

5- الدورة السابعة ( $n=7$ ) وهي دورة غير مكتملة تحتوي على 23 عنصر :

Fr (87)  $\longrightarrow$  Ha (105)

# قواعد التوزيع الإلكتروني للعناصر

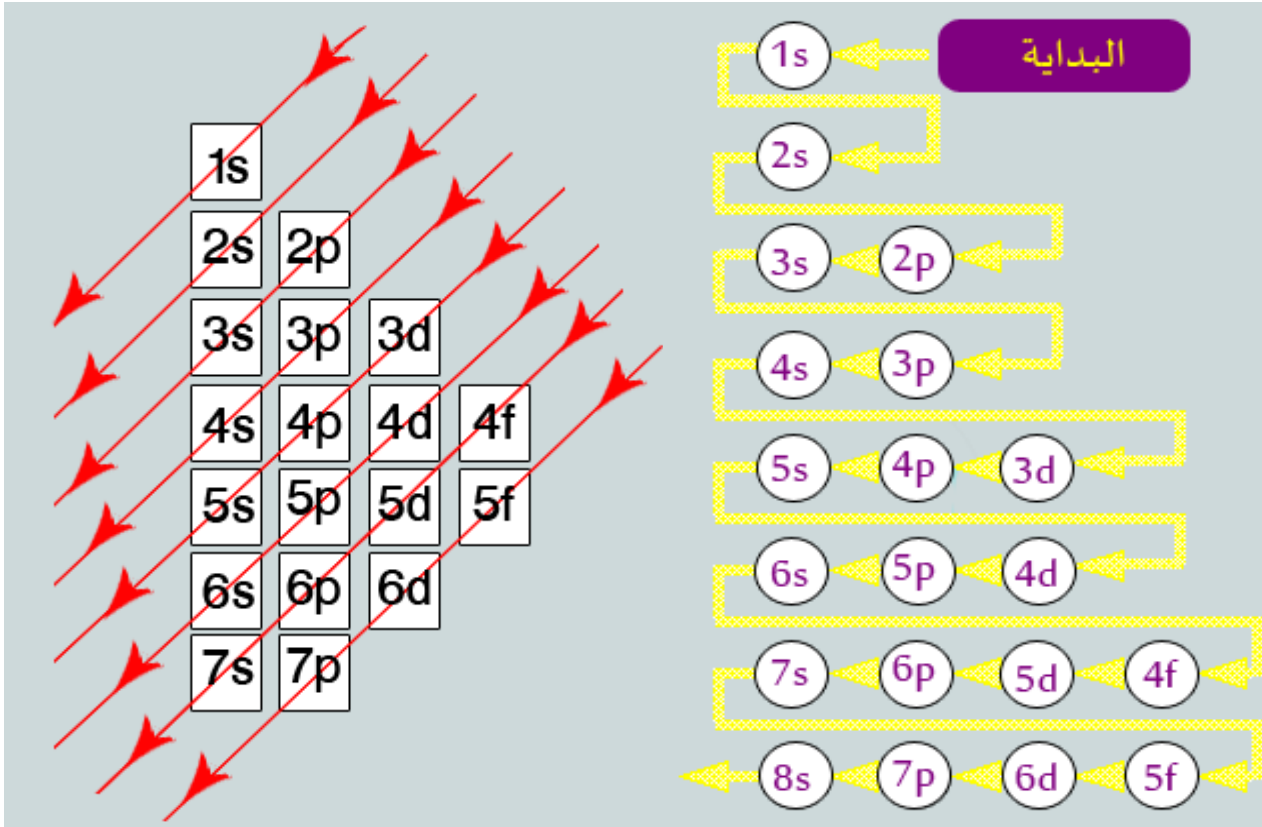
هناك ثلاث قواعد للتوزيع الإلكتروني

1- قاعدة أوف باو ، 2-قاعدة الاستبعاد لباولي ، 3- قاعدة هوند.

أولاً : قاعدة أوف باو . او مبدأ البناء التصاعدي

تدخل الإلكترونات في مستويات الطاقة الفرعية ذات الطاقة المنخفضة أولاً ثم تملأ الأعلى منها بعد ذلك .

**ملاحظة :** طاقة المدار تزداد بزيادة عدد الكم. عدد الكم الرئيسي والتي غالباً ما تكتب  $n$  وهو يمثل طاقة المدار ومدى بعده عن النواة .



توضيح ترتيب ملء  
المدارات حسب قاعدة  
أوف باو



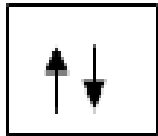
# قاعدة الاستبعاد لباولي

- قاعدة الاستبعاد لباولي
- تعرف القاعدة بانه لا يمكن لاکثر من الکترونین اشغال اوربتال واحد واذا ان شغل الکترونین اوربتال واحد فان برم الالکترونین (او اتجاه حركة الالکترونین حول محورهما) يجب ان تكون متعاکسة وهذا ما يعبر عنه بالازدواج
- $l = s = +\frac{1}{2}$  و  $l = s = -\frac{1}{2}$
- الازدواج :- هو ان يبرم احد الالکترونین باتجاه مضاد لدوران عقرب الساعة والاخر يبرم باتجاه دوران عقرب الساعة يرمز الى الزوج الالکتروني المزدوج بسهمين متعاکسين في الاتجاه .
- طريقة اخرى للتعبير عن قاعدة باولي او قاعدة الاستبعاد لباولي هي كما يلي - بسبب ان الالکترون في ذرة يوصف باربعة اعداد کم متنوعة  $n, l, m_l, m_s$ .

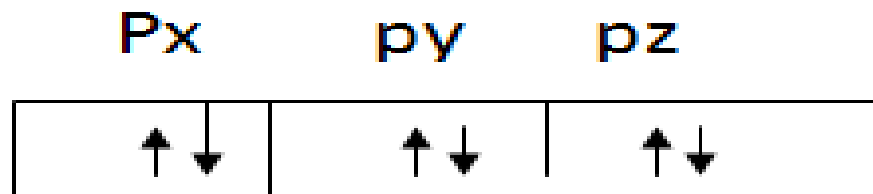
ليس هناك إلكترونين في ذرة واحدة لهما نفس اعداد الكم الأربعة

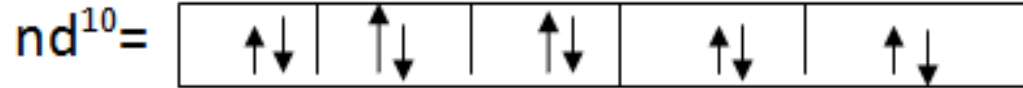
حيث يتم كتابة الإلكترونات أوربتال s بالشكل التالي  $1s^2$  أو  $1s^{\uparrow\downarrow}$

او تمثل بشكل صندوق او مربع صغير بالشكل التالي



- اما الإلكترونات أوربتال P فيكتب بالشكل التالي
- $np^6 = (np_x^2, np_y^2, np_z^2)$  او تكتب بالشكل التالي
- $n_p = (np^{\uparrow\downarrow}, np^{\uparrow\downarrow}, np^{\uparrow\downarrow})$  او يكتب بشكل صندوق كالآتي





هناك اوربتال واحد في الغلاف الكمي  $n=1$  حسب مبدأ الاستبعاد لباولي الحد الأعلى من الالكترونات التي يمكن ان تشغل او تسكن ذلك الاوربتال الوحيد هي الكترونيين .

# قاعدة هوند لأقصى تعددية

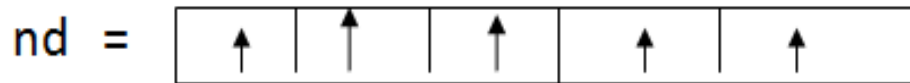
**القاعدة تنص على** : عندما يكون هناك أكثر من اوربتال وبنفس الطاقة [نفس القيمة العددية لعددي الكم  $n, L$ ] متوفرة فإن الالكترونات تتوزع بشكل منفرد وبرم متوازي على هذه الاوربتالات . اتفق على ان يتم تمثيل البرم المتوازي للالكترونات المنفردة برمز البرم المعاكس لاتجاه دوران عقارب الساعة اي

• قاعدة هوند تقضي بأن توزع الالكترونات بشكل غير مزدوج في اوربتالات مستقلة متساوية الطاقة قدر الامكان لكي تعطي اعلى قيمة عددية للبرم الكلي والذي يرمز له بالرمز  $S_x = m_{s1} + m_{s2} + m_{s3} + m_{sx}$

• حيث  $x$  تشير الى عدد الالكترونات المنفردة غير المزدوجة في الذرة ذات البرم المتوازي.

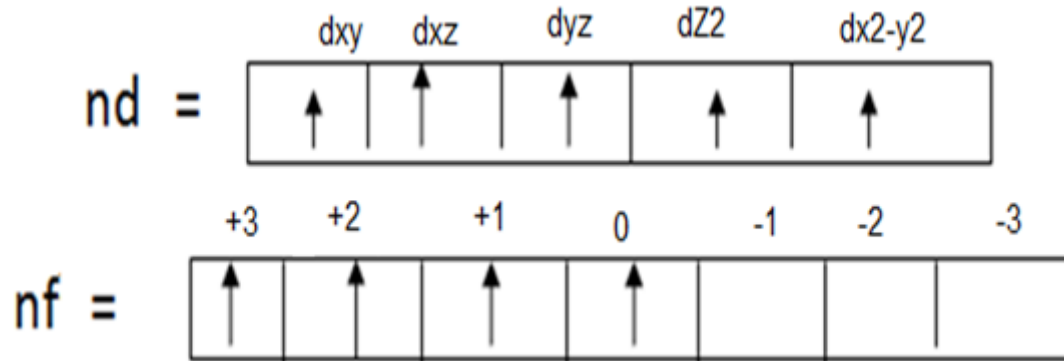
- يمكن فهم الاسباب التي ادت الى صياغة هذه القاعدة من خلال فهم قوة التنافر الالكتروستاتيكي الموجودة بين الالكترونات سالبة الشحنة حيث ان هذا الترتيب يضعف او يقل التنافر بين الالكترونات التي تشغل مناطق مختلفة من الفضاء او اوربتلات منفصلة عن بعضها البعض بينما يزداد التنافر الالكتروستاتيكي بين الالكترونات المزدوجة التي تشغل نفس المساحة او المنطقة من الاوربتال (اي تشغل نفس الاوربتال).

## الترتيب الالكتروني حسب قاعدة هوند

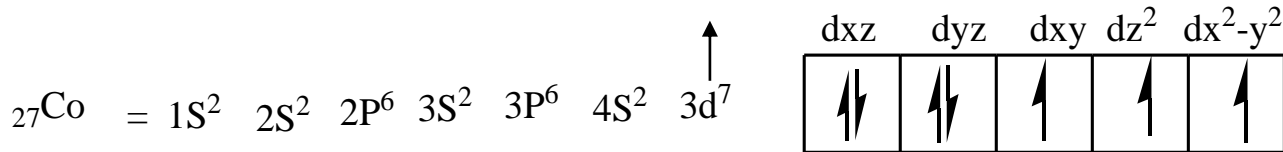
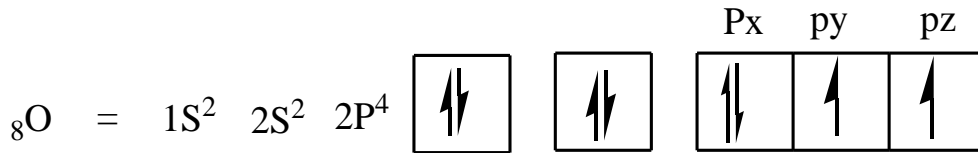
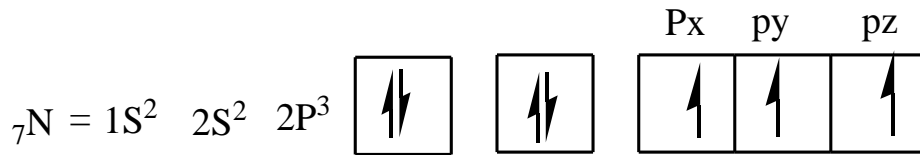
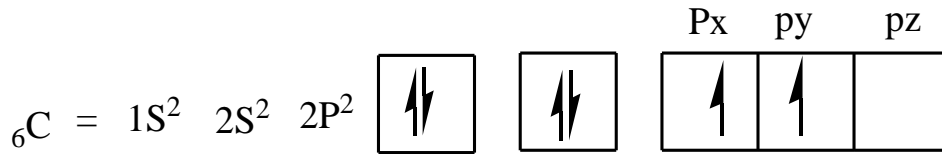
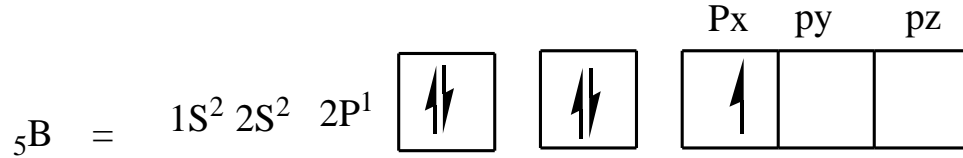
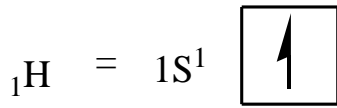


- يسمى هذا التأثير بتأثير الترابط البرمي والذي هو من مختصات نظرية ميكانيكا الكم.
- يعرف تأثير الترابط البرمي بأنه ميل الكترولين ذواتي برم متوازي على البقاء بعيدين عن بعضهما البعض ومن ثم تنافرها اقل .
- تضائل التنافر الالكتروستاتيكي بين الالكترونات ينتج الى خفض المحتوى الطاقى للذرة.
- يوصف نظام توزيع الالكترونات على الاوربتالات متساوية الطاقة (اي ان اي من الاوربتالات المتساوية الطاقة يملأ اولاً بالالكترونات).

- حيث يملأ عن طريق الترتيب التالي
- 1- الابدجية للاوربتلات  $x, y, z$
- 2- يملأ الاوربتال بشكل الكترونات منفردة الذي له اعلى قيمة موجبة لعدد الكم المغناطيسي  $m_l$  ثم يتعد الاقل ثم الاقل وهذي الطريقتين متطابقتين وحسب المثال ادناه



امثلة عن قاعدة هوند وقاعدة باولي



حيث ان الالكترونات تتوزع بشكل منفرد ثم يزدوج الالكترون السادس ومن ثم الالكترو السابع في اوربتال d



# الحجب

- بصورة عامة جهد تأين الذرة الثاني يكون اعلى من جهد تأين الذرة الاول وجهد تأين الذرة الثالث يكون اعلى من جهد تأين الذرة الثاني حيث يعرف جهد التأين بأنه اقل طاقة لازمة لإزاحة الكترون من الذرة وتحويلها الى ايون موجب في الحالة الغازية.
- ووجد عمليا ان جهد تأين Li هو 5.7 اي اقل بكثير من جهد تأين الهيدروجين للأسباب التالية
- 1- الكترون الليثيوم الاخير يقع في اوربتال 2S او  $n=2$  وهذا يعني انه ابعد عن النواة من الالكترونات التي تقع في اوربتال 1S او  $n=1$  وهي الاقرب الى النواة فيكون جذب النواة على الكترونات الغلاف 2S اضعف من جذب النواة على الكترونات الغلاف الثانوي 1S اي ان الطاقة اللازمة لرفع الالكترون الخارجي لليثيوم اقل من الطاقة اللازمة لازالة الالكترون في ذرة الهيدروجين.
- 2- ان نواة ذرة الليثيوم وهي  $Z=3$  محاطة بالكترونين من نوع  $1S^2$  يدوران حول النواة مما يؤدي الى حجب شحنة النواة عن الالكترون الثالث الواقع في  $2S^1$ .  
فيقل جذب النواة للالكترون الثالث في اوربتال  $2S^1$  وتصبح الطاقة اللازمة لازالة الالكترون قليلة .

- تعتبر الكترونات اوربتالات S هي الاكثر تحسسا لشحنة النواة وبالتالي اكثر قابلية على حجب شحنة النواة عن بقية الالكترونات الاخرى .

- ان حجب الكترونات اوربتال 1S اعلى من حجب الكترونات اوربتال 2S

• S>P>d>f ←

• يزداد الحجب

- وهذا يعني ان الذي يؤثر على الالكترونات مع زيادة عددها الذري هو ليس الشحنة الكلية للنواة (Z) والذي يمثل العدد الذري وانما مقدار ما يصل من هذه الشحنة الى الالكترون وتسمى بالشحنة المؤثرة **Effectuated nuclear charge** وهي الشحنة التي تصل الى الالكترون بعد حجب قسم منها او نسبة منها من قبل الالكترونات الموجودة في الاغلفة الداخلية اي بعد الحجب. اما الحجب فيعرف

• الحجب:- هو اختزال الشحنة النووية الحقيقية (بواسطة الالكترونات او الاوربتالات الداخلية الى الشحنة النووية الفعلية او المؤثرة ( $Z_{eff}$ ) التي يشعر او تتحس بها الالكترونات او الاوربتالات الخارجية تسمى الحجب.

• تعريف اخر :- تؤثر مقدار قوة جذب النواة لأي إلكترون متواجد ضمن الأغلفة الثانوية على مقدار الطاقة اللازمة لأنتزاع ذلك الألكترون , فمثلا الألكترون المتواجد في  $1S$  يحس بالشحنة النووية المؤثرة  $Z^*$  ( التي تمثل قوة جذب النواة لذلك الألكترون ) أكثر من الألكترون المتواجد في الغلاف  $2S$  ويمكن حساب الشحنة النووية المؤثرة  $Z^*$  من خلال الصيغة :

$$*Z=Z-S$$

$$*Z = \text{شحنة النواة المؤثرة}$$

$$Z = \text{العدد الذري}$$

$$S = \text{الحجب}$$

• لغرض فهم مواضيع كثيرة تتعلق بثابت الحجب منها الحجم الذري والسالبية الكهربائية وطاقة التاين قام العالم سلاتير بوضع مجموعة من القواعد الالولية لتقدير مدى الحجب التقريبي للالكترونات بالاتي:

# أ- قواعد سليتر لحساب ثابت الحجب لأي إلكترون يقع في الغلاف من النوع $nS$ أو $nP$ :

- 1- يكتب الترتيب الإلكتروني من اليسار إلى اليمين حيث توضع الأغلفة الثانوية لنفس عدد الكم الرئيسي بالترتيب واحد بعد الآخر مثلا يكتب الترتيب الإلكتروني للعنصر حسب الترتيب الآتي:  
 $(1S)^2 (2S 2P)^6 (3S 3P) (3d) (4S 4P) (4d) (4f) \dots, ect.$
- 2- الإلكترونات التي تنتمي إلى أي مجموعة تقع إلى يمين الإلكترون المراد حساب ثابت الحجب له فإنها لا تسهم في قيمة ثابت الحجب أي لا يدخل ضمن حساب ثابت الحجب .
- 3- كل الإلكترونات الواقعة ضمن نفس المدار للإلكترون المعني ( كل الإلكترونات ضمن المدار  $n$ ) تحجب بمقدار (0.35) من الشحنة النووية المؤثرة
- 4- كل الإلكترونات ضمن المدار  $(n-1)$  للإلكترون تحجب بمقدار (0.85) .
- 5- كل الإلكترونات ضمن المدار  $(n-2)$  فما دون تحجب بمقدار (1) .

# امثلة عن حساب شحنة النواة المؤثرة

• اولا يتم حساب الحجب

• مثال 1:  $O_8 = (1S^2) (2S^2 2P^4)$

$\xrightarrow{n-1} \quad \quad \quad \xrightarrow{n}$

يتم اهمال الالكترون (الذي يتعرض للحجب) هنا في الغلاف الاخير 6 الكترونات اطرح واحد يبقى 5 الكترونات اذن الحجب يكون كالاتي  $Z^* = Z - S$

$$S = 5 \times 0.35 + 2 \times 0.85$$

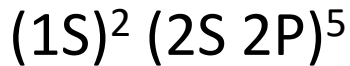
$$S = 3.45$$

$$Z^* = 8 - 3.45$$

$$Z^* = 4.55$$

حيث S تمثل الحجب اما  $Z^*$  تمثل شحنة النواة المؤثرة

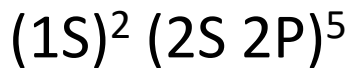
مثال 1 : أحسب الشحنة النووية المؤثرة لألكترون التكافؤ الأخير لذرة  ${}_{7}\text{N}$  :  
 ${}_{7}\text{N} \quad 1\text{S}^2$



$$S = (4 * 0.35) + (2 * 0.85) = 3.10$$

$$Z^* = Z - S = 7 - 3.10 = 3.9$$

مثال 2 : أحسب مقدار الشحنة النووية المؤثرة للألكترون الرابع في ذرة  ${}_{7}\text{N}$  :  
 ${}_{7}\text{N} = 1\text{S}^2$



وللألكترون الرابع يعني الموجود في (2S)

$$S = (1 * 0.35) + (2 * 0.85) =$$

$$Z^* = Z - S = 7 - 2.05 =$$

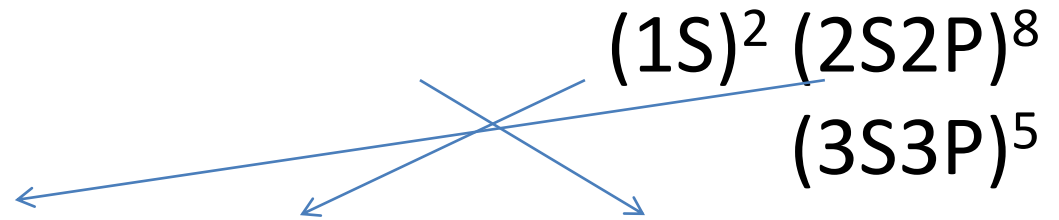
4.95

مثال 3 : أحسب مقدار  $Z^*$  للألكترون الأخير في ذرة الفسفور

$_{15}\text{P}$

$$_{15}\text{P} = (1\text{S}^2) (2\text{S}^2 2\text{P}^6) (3\text{S}^2 3\text{P}^3)$$

)



$$S = (4 * 0.35) + (8 * 0.85) + (2 * 1) = 10.20$$

$$Z^* = Z - S = 15 - 10.20 = 4.80$$

## ب- قواعد سليتر لحساب ثابت الحجب لأي إلكترون يقع في الغلاف من نوع (n d) أو (nf)

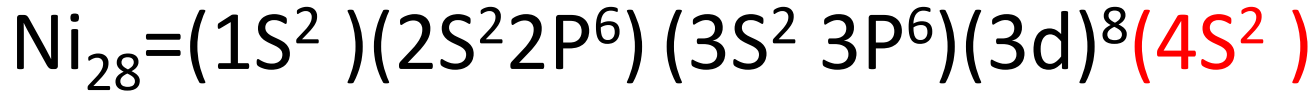
1- - يكتب الترتيب الألكتروني للعنصر حسب الترتيب الآتي:  
(1S) (2S 2P) (3S 3P) (3d) (4S 4P) (4d) (4f)  
.....,ect.

2- أي إلكترون في يمين nd أو nf لا يدخل ضمن حساب ثابت الحجب.

3- الألكترونات المتبقية في نفس الغلاف nd أو nf تحجب بمقدار (0.35) أما بقية الألكترونات بأجمعها فتحجب حجباً كاملاً أي تحجب بمقدار (1).



مثال 4: احسب الشحنة النووية المؤثرة  $Z_{\text{eff}}^*$  التي يشعر بها  
الكثرون الاخير من الكترونات 3d في ذرة النيكل  $\text{Ni}_{28}$

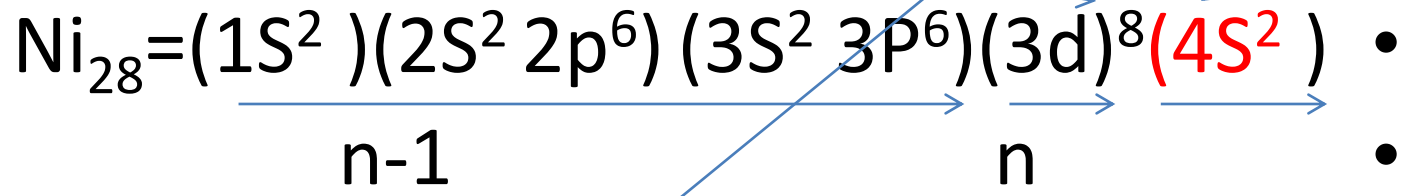


هنا عند حساب ثابت الحجب فإن الكترونات  $(4S^2)$  لا تدخل في الحساب وذلك لانها تقع (على يمين 3d) الاوربتال المراد حساب ثابت الحجب لالكترونه وشحنة النواة المؤثرة له يعني اي اوربتال بعد الاوربتال المراد حساب الحجب لالكترونات لا يدخل في الحساب.

المطلوب حجب الالكترون

الاخير 7 = 1 - 8

تهمل



$$S = (7 \times 0.35) + (18 \times 1) = 20.4$$

•

• هنا تم حساب n-1=18x1 لان العنصر انتهى بغلاف d اي

هو عنصر انتقالي فتعتبر بقية الالكترونات هيه n-1

• اخذنا سبع الكترونات في مجموعة n وذلك لاننا نهمل

الالكترون الاخير الذي نريد حساب ثابت الحجب له.

$$Z^* = 28 - 20.4$$

•

$$= 7.55$$

•

• 28 تمثل العدد الذري مطروح منه حجب الالكترون  
فنستخرج شحنة النواة المؤثرة.

• مثال 3: احسب شحنة النواة المؤثرة للكترون الاخير في ذرة  
الكبريت  $S_{16}$

$$S_{16} = (1S^2) (2S^2 SP^6) (3S^2 3P^4)$$

$\xrightarrow{n-2} \quad \xrightarrow{n-1} \quad \xrightarrow{n}$

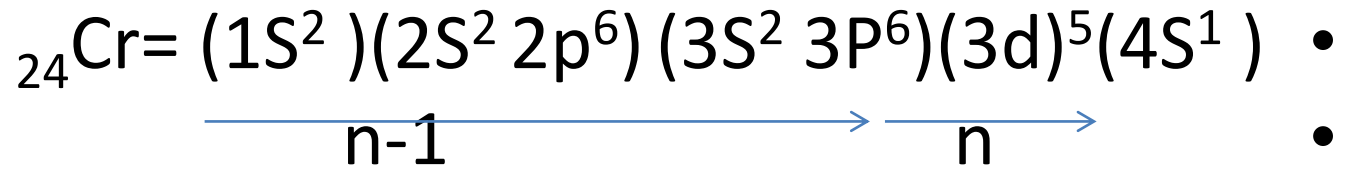
• اولا يتم حساب ثابت الحجب

$$S = 5 \times 0.35 + 8 \times 0.85 + 2 \times 0.30 = 9.15$$

$$Z^* = Z - S$$

$$16 - 9.15 = 6.85$$

• مثال: احسب شحنة النواة المؤثرة للإلكترون الأخيرة في غلاف d لعنصر الكروم (Cr) = 24 .



يهمل أوربتال 4s لأنه أبعد عن الأوربتال المراد حساب ثابت الحجب للإلكترونات

نحسب ثابت الحجب كالآتي

$$S = 4 \times 0.35 + 18 \times 1 = 21.4$$

$$n-1 \quad n$$

$$Z^* = 24 - 21.4 = 2.6$$