



الكيمياء اللاعضوية

Inorganic Chemistry

المحاضرة الثالثة / 2020-2021

الصف الاول - قسم الكيمياء-

كلية التربية للبنات / جامعة الموصل

الدكتور

أحمد مظفر محمد

الجدول الدوري للعناصر

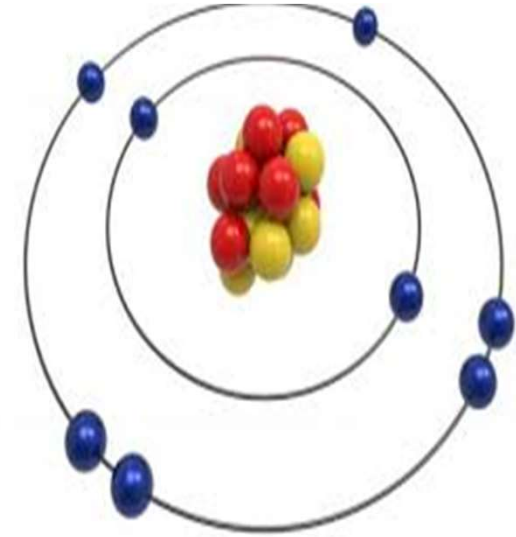
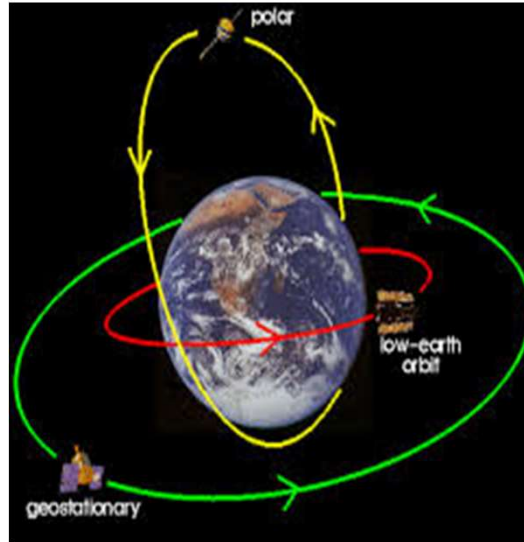
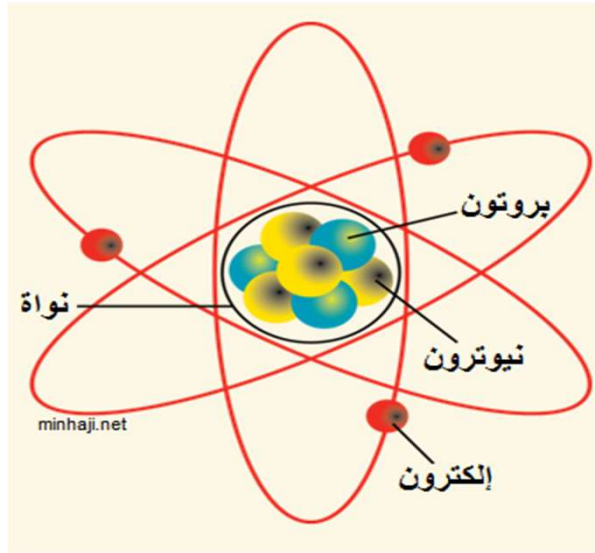
Periodic Table of the Elements

1 H Hydrogen 1.008																	2 He Helium 4.003
3 Li Lithium 6.941	4 Be Beryllium 9.012											5 B Boron 10.811	6 C Carbon 12.011	7 N Nitrogen 14.007	8 O Oxygen 15.999	9 F Fluorine 18.998	10 Ne Neon 20.180
11 Na Sodium 22.990	12 Mg Magnesium 24.305											13 Al Aluminum 26.982	14 Si Silicon 28.086	15 P Phosphorus 30.974	16 S Sulfur 32.066	17 Cl Chlorine 35.453	18 Ar Argon 39.948
19 K Potassium 39.098	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.956	22 Ti Titanium 47.867	23 V Vanadium 50.942	24 Cr Chromium 51.996	25 Mn Manganese 54.938	26 Fe Iron 55.845	27 Co Cobalt 58.933	28 Ni Nickel 58.693	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.38	31 Ga Gallium 69.723	32 Ge Germanium 72.631	33 As Arsenic 74.922	34 Se Selenium 78.972	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 84.798
37 Rb Rubidium 85.468	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.906	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.906	42 Mo Molybdenum 95.95	43 Tc Technetium 98.907	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.906	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.868	48 Cd Cadmium 112.411	49 In Indium 114.818	50 Sn Tin 118.710	51 Sb Antimony 121.760	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.904	54 Xe Xenon 131.294
55 Cs Cesium 132.905	56 Ba Barium 137.328	57-71	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.948	74 W Tungsten 183.84	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.217	78 Pt Platinum 195.085	79 Au Gold 196.967	80 Hg Mercury 200.592	81 Tl Thallium 204.383	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.980	84 Po Polonium [208.982]	85 At Astatine 209.987	86 Rn Radon 222.018
87 Fr Francium 223.020	88 Ra Radium 226.025	89-103	104 Rf Rutherfordium [261]	105 Db Dubnium [262]	106 Sg Seaborgium [266]	107 Bh Bohrium [264]	108 Hs Hassium [269]	109 Mt Meitnerium [268]	110 Ds Darmstadtium [269]	111 Rg Roentgenium [272]	112 Cn Copernicium [277]	113 Nh Nihonium unknown	114 Fl Flerovium [289]	115 Mc Moscovium unknown	116 Lv Livermorium [293]	117 Ts Tennessine unknown	118 Og Oganesson unknown
57 La Lanthanum 138.905	58 Ce Cerium 140.116	59 Pr Praseodymium 140.908	60 Nd Neodymium 144.242	61 Pm Promethium 144.913	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.964	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.925	66 Dy Dysprosium 162.500	67 Ho Holmium 164.930	68 Er Erbium 167.259	69 Tm Thulium 168.934	70 Yb Ytterbium 173.055	71 Lu Lutetium 174.967			
89 Ac Actinium 227.028	90 Th Thorium 232.038	91 Pa Protactinium 231.036	92 U Uranium 238.029	93 Np Neptunium 237.048	94 Pu Plutonium 244.064	95 Am Americium 243.061	96 Cm Curium 247.070	97 Bk Berkelium 247.070	98 Cf Californium 251.080	99 Es Einsteinium [254]	100 Fm Fermium 257.095	101 Md Mendelevium 258.1	102 No Nobelium 259.101	103 Lr Lawrencium [262]			
Alkali Metal	Alkaline Earth	Transition Metal	Basic Metal	Semimetal	Nonmetal	Halogen	Noble Gas	Lanthanide	Actinide								

نظرية بور المطورة

لاقت نظرية بور بعض الصعوبات وفي مقدمتها:

الصعوبة الاولى: تفسير ظاهرة التراكيب الدقيقة في الطيف الخطي للهيدروجين، اذ تبين باستخدام الاجهزة الدقيقة الحديثة ان بعض هذه الخطوط ليست مفردة بل تتكون من مجموعة من الخطوط المتقاربة وقد فسر العالم **سومرفيلد** فيما بعد هذه الظاهرة بافتراضه المدارات البيضوية (الاهليجية) إضافة الى المدارات الدائرية للالكترون.



وبذلك يصبح عندنا عدد الكم الرئيسي (n) وعدد الكم الثانوي (l) ، وان كل قيمة من n تأخذ قيم $n-1$ من (l) ، فلو كانت مثلاً $n=2$ فان ($l=0, 1$) .

نظرية بور المطورة

الصعوبة الثانية: هي عدم مقدرتها على تفسير الانقسامات التي تحدث لخطوط الطيف الذري عند وضعه في مجال مغناطيسي والتي تعرف **بتأثير زيمان وكان الحل لتلك الظاهرة هي باستخدام عدد كم ثالث سمي بعدد الكم المغناطيسي** ويرمز له بالرمز m والذي يحدد مستوى المدار الي يدور فيه الالكترون بالنسبة الى اتجاه المجال المغناطيسي الخارجي وتأخذ جميع القيم العددية الصحيحة من $m = \ell$ الى $m = -\ell$ ، مثال على ذلك لو كانت $\ell = 2$ فان $(m = +2, +1, 0, -1, -2)$

الصعوبة الثالثة: من الملاحظات الاخرى لطيف انبعاث ذرات العناصر القلوية (مجموعة الليثيوم) هي وجود **خطوط مزدوجة**، وقد تمكن العلماء من تفسير هذه الظاهرة بان الالكترون اضافة الى حركته الدائرية حول النواة فانه **ينبرم حول محوره** ايضاً وينتج عن هذا البرم حركتين في **المجال المغناطيسي** الاولى مع اتجاه عقرب الساعة $+1/2$ ، اما الثانية عكس عقرب الساعة $-1/2$ ، وهذا ادى الى وجود عدد كم رابع يرمز له (S).

اعداد الكم Quantum Numbers

وضع العالم **شرودينكر** معادلة رياضية مهمة يوصف من خلالها الحركة الموجية للاكترون الدائر حول النواة وقد وضع الحرف اللاتيني (Ψ) في هذه المعادلة ليمثل الدالة الموجية لحركة الالكترون الدائرية وعند حل معادلة شرودينكر يتكون حلها من دالتين احدهما (Ψ_r) وتمثل بعد الالكترون عن النواة وتدعى بدالة الموجة القطرية والحل الثاني ($\Psi_{\theta, \phi}$) وتعتمد على الموقع الفراغي للاكترون وتدعى بدالة الوجة الزاوية، وبالاعتماد على هاتين الدالتين يمكن التوصل الى اعداد الكم الاربعة.

سؤال/ ماهي استخدامات اعداد الكم ؟

تستخدم اعداد الكم في:

- 1- تحديد احجام المجالات وطاقتها.
- 2- تحديد اشكال المجالات.
- 3- تحديد اتجاهات المجالات الفراغية بالنسبة لمحاور الذرة.

اعداد الكم Quantum Numbers

اعطى الحل الرياضي لمعادلة شرودنجر اربعة اعداد سميت باعداد الكم وهي:

2- عدد الكم الثانوي l

1- عدد الكم الرئيسي n

4- عدد الكم البرم m_s

3- عدد الكم المغناطيسي
 m_l

1- عدد الكم الرئيسي n

وهو العدد الذي يحدد رقم مستوى الطاقة الرئيسي (رقم الغلاف) في الذرة وكذلك عدد الإلكترونات التي يتشبع بها هذا المستوى.

عدد الكم الرئيسي n	رمز الغلاف (رمز المستوى)	رقم الغلاف (رقم المستوى)
1	K	الأول
2	L	الثاني
3	M	الثالث
4	N	الرابع
5	O	الخامس
6	P	السادس
7	Q	السابع

2- عدد الكم الثانوي l

وهو العدد الذي قيمته تحدد شكل الاوربيتال الذي يتحرك فيه الإلكترون.

عدد الكم الثانوي l	رمز الاوربيتال (المستوى الفرعي)	عدد الكم الرئيسي n	رمز الغلاف (رمز المستوى)	رقم الغلاف (رقم المستوى)
0	1s	1	K	الأول
0	2s	2	L	الثاني
1	2p			
0	3s	3	M	الثالث
1	3p			
2	3d			
0	4s	4	N	الرابع
1	4p			
2	4d			
3	4f			

الخلاصة للجدول أعلاه:

- إذا كان الإلكترون في اوربيتال **s** فإن عدد الكم الثانوي $l = 0$
- إذا كان الإلكترون في اوربيتال **p** فإن عدد الكم الثانوي $l = 1$
- إذا كان الإلكترون في اوربيتال **d** فإن عدد الكم الثانوي $l = 2$
- إذا كان الإلكترون في اوربيتال **f** فإن عدد الكم الثانوي $l = 3$

3- عدد الكم المغناطيسي m_l

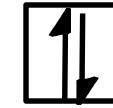
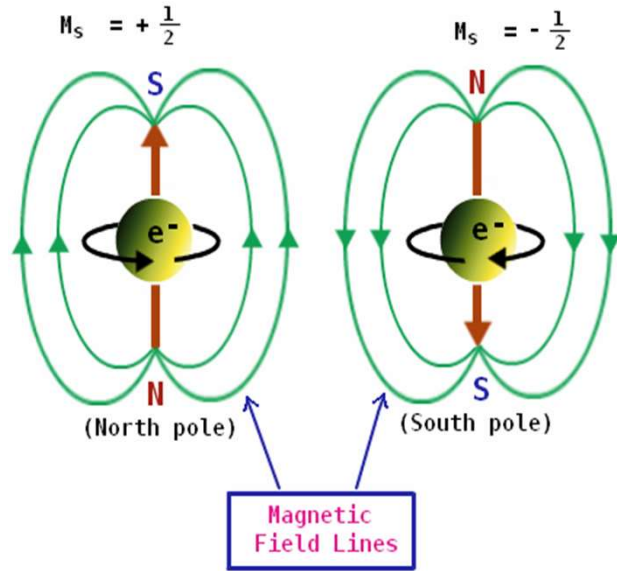
هو عدد يحدد كل مستوى فرعي مغناطيسي للإلكترون وطاقته وشكله واتجاهه في الفراغ بالنسبة لمحاور الذرة.

عدد الكم المغناطيسي m_l	عدد الكم الثانوي l	رمز الاوربيتال (المستوى الفرعي)	عدد الكم الرئيسي n	رمز الغلاف (رمز المستوى)	رقم الغلاف (رقم المستوى)
0	0	1s	1	K	الأول
0 +1, 0, -1	0 1	2s 2p	2	L	الثاني
0 +1,0,-1 +2,+1,0,-1,-2	0 1 2	3s 3p 3d	3	M	الثالث
0 +1,0,-1 +2,+1,0,-1,-2 +3,+2,+1,0,-1,-2,-3	0 1 2 3	4s 4p 4d 4f	4	N	الرابع

4- عدد الكم اليرم m_s

هو عدد يحدد نوع حركة الإلكترون المغزلية حول محوره، و يرمز له بـ s او m_s ، حيث يلاحظ:

إن كل مجال يتشعب بالإلكترونين ولكل إلكترون حركتان يدور فيها الإلكترون حول النواة وحركة مغزلية يدور فيها حول محوره (نفسه) بطريقتين (وكما موضح في الشكل أدناه):



1- باتجاه عقرب الساعة

وقيمتها $m_s = +1/2$

2- وعكس عقرب الساعة

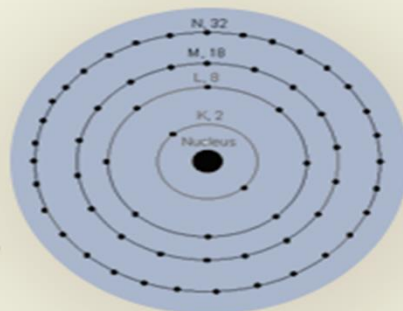
وقيمتها $m_s = -1/2$

ملاحظة/ داخل الأوربيتال يدوران الإلكترونان كما مبين اعلاه عكس بعضهما فاحدهما يدور في اتجاه عقرب الساعة وينشأ عنه مجال مغناطيسي يلاشي المجال المغناطيسي الناشئ من دوران الإلكترون الآخر عكس اتجاه عقرب الساعة.

عدد الكم الرئيسي 'n'

هو رقم مستويات الطاقة
عدد صحيح يأخذ القيم (1, 2, 3, 4,

$$= 2n^2$$



عدد الكم الثانوي 'l'

يحدد عدد المستويات الفرعية
بداخل كل مستوى رئيسي
= l صفر، 1، 2، 3، 4، 5 إلى (n-1)

$$0 \leq l \leq n-1$$

l	0	1	2	3	4	5
مستوى فرعي	s	p	d	f	g	h

عدد الكم المغزلي 'ms'

يحدد نوع الحركة المغزلية للإلكترون حول محوره
تأخذ اتجاه عقارب الساعة أو عكس عقارب الساعة
تأخذ القيم

$$+1/2 \text{ و } -1/2$$

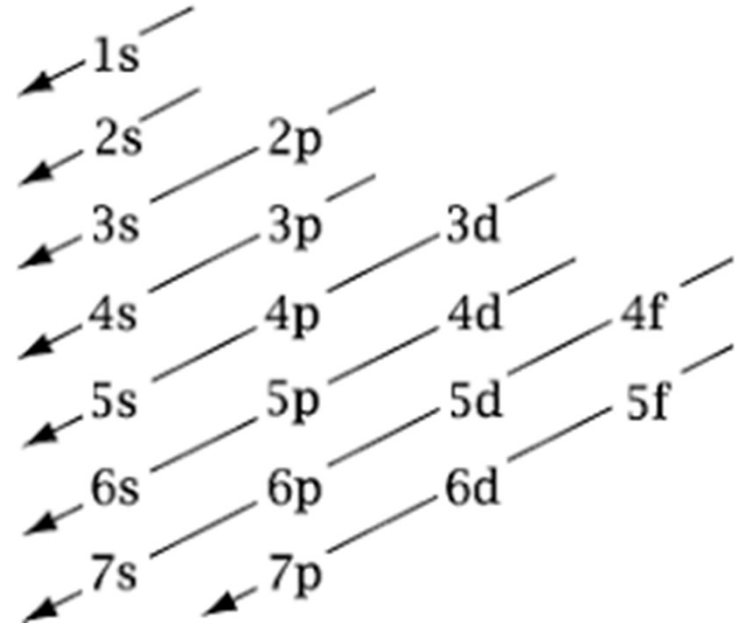
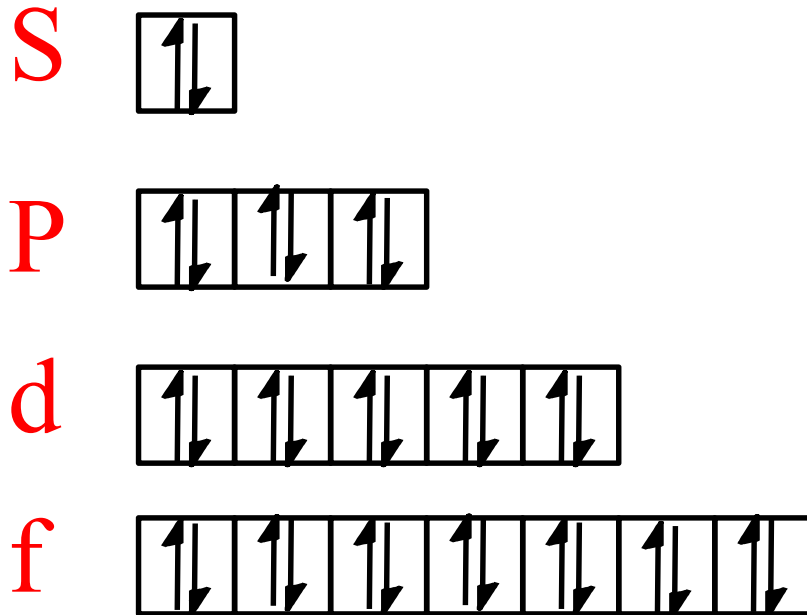
عدد الكم المغناطيسي 'm_l'

يحدد اوربتالات المستويات الفرعية واتجاهاتها
عدد الكم المغناطيسي = l^- \rightarrow l^+
عدد الاوربتالات = n^2

عدد الاوربتال	1	2	3	4
مستوى فرعي	s	s,p	s,p,d	s,p,d,f

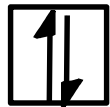
الموضوع مهم جداً خلاصة الموضوع /

هو الترتيب الالكتروني وكيف يتم ملء
الاوربيتالات بالالكترونات وحسب تسلسل طاقة
الاوربيتالات: **اسين بسين دبسين فدبس فدب**



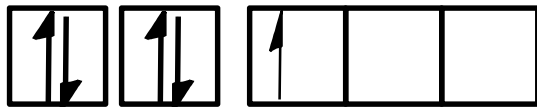
أمثلة متنوعة لحساب أعداد الكم الأربعة

مثال 1/ ما هي أعداد الكم الأربعة للإلكترون الأخير في كل من الذرات الآتية:



$$n=1 \quad \ell=0 \quad m_\ell=0 \quad m_s=-1/2$$

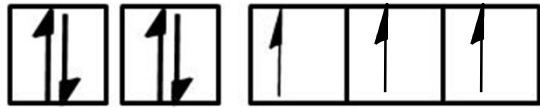
1- الهيليوم



$$n=2 \quad \ell=1 \quad m_\ell=+1 \quad m_s=+1/2$$

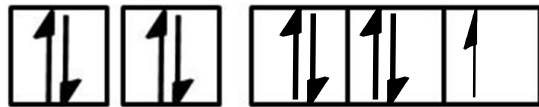
2- البورون

3- النتروجين



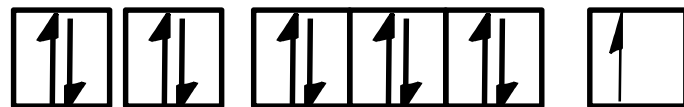
$$n=2 \quad \ell=1 \quad m_\ell = -1 \quad m_s = +1/2$$

4- الفلور



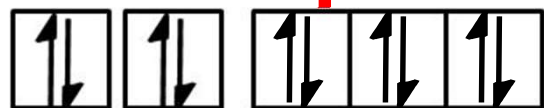
$$n=2 \quad \ell=1 \quad m_\ell = 0 \quad m_s = -1/2$$

5- الصوديوم



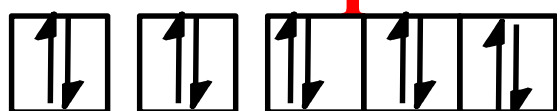
$$n=3 \quad \ell=0 \quad m_\ell = 0 \quad m_s = +1/2$$

مثال 2/ ما هي أعداد الكم الأربعة للإيونات الآتية؟



1- ايون الفلوريد

$$n=2 \quad \ell=1 \quad m_\ell = -1 \quad m_s = -1/2$$

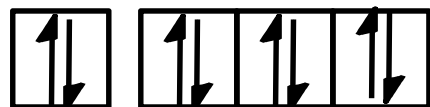


2- ايون الصوديوم

$$n=2 \quad \ell=1 \quad m_\ell = -1 \quad m_s = -1/2$$

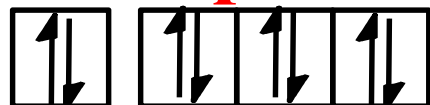
مثال 3/ ما هي أعداد الكم الأربعة للايونات الموجودة في مركب اوكسيد البوتاسيوم K_2O ؟

1- ايون البوتاسيوم



$$n=3 \quad \ell=1 \quad m_\ell = -1 \quad m_s = -1/2$$

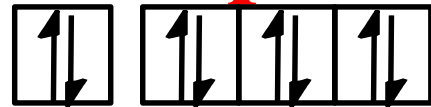
2- ايون الاوكسيد



$$n=2 \quad \ell=1 \quad m_\ell = -1 \quad m_s = -1/2$$

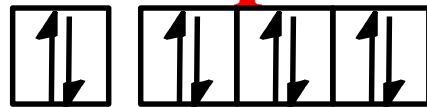
مثال 4/ ما هي أعداد الكم الأربعة للأيونات الموجودة في مركب كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 ؟

1- ايون الصوديوم $^{11}\text{Na}^{+1}$ $1s^2 2s^2 2p^6$



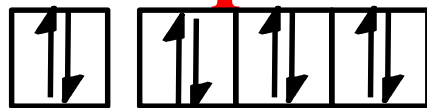
$$n=2 \quad \ell=1 \quad m_\ell = -1 \quad m_s = -1/2$$

2- ايون الكبريت $^{16}\text{S}^{+6}$ $1s^2 2s^2 2p^6$



$$n=2 \quad \ell=1 \quad m_\ell = -1 \quad m_s = -1/2$$

2- ايون الاوكسيد $^8\text{O}^{-2}$ $1s^2 2s^2 2p^6$



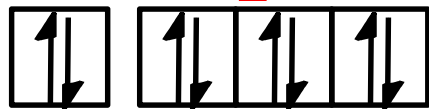
$$n=2 \quad \ell=1 \quad m_\ell = -1 \quad m_s = -1/2$$

مثال 5/ ما هي أعداد الكم الأربعة للايونات الموجودة في المركب Fe_3O_4 ؟

او كسيد الحديد Fe_3O_4 عبارة عن اوكسيدين للحديد الثنائي والثلاثي:



1-ايون الاوكسيد



$$n=2 \quad \ell=1 \quad m_\ell = -1 \quad m_s = -1/2$$

2- اينيونى الحديد الثنائى Fe^{+2} والثلاثى Fe^{+3} :



$n=3$ $\ell=2$ $m_\ell = +2$ $m_s = -1/2$



$n=3$ $\ell=2$ $m_\ell = -2$ $m_s = +1/2$

أسئلة

- س1/ اوجدي أعداد الكم الأربعة للإلكترون الخامس في عنصر الصوديوم ^{11}Na ؟
- س2/ اوجدي أعداد الكم الأربعة للإلكترون السابع لأيون الاوكسيد في مركب اوكسيد الحديد(II)، علما ان العدد الذري للأوكسجين $Z=8$ ؟
- س3/ اوجدي أعداد الكم الأربعة للأيونات الموجودة في المركب MgAl_2O_4 علما ان الأعداد الذرية للعناصر هي : $Z=12$ =Mg ، $Z=13$ =Al ، $Z=8$ =O

المصادر:

- 1-الكيمياء اللاعضوية القسم الاول
تأليف د. نعمان النعيمي وجماعته 1976
- 2- الكيمياء اللاعضوية العصرية الجزء الاول
تأليف د.باسم محمد السعدي.
- 3- Inorganic chemistry, (2008) third edition, Catherine E. and others.