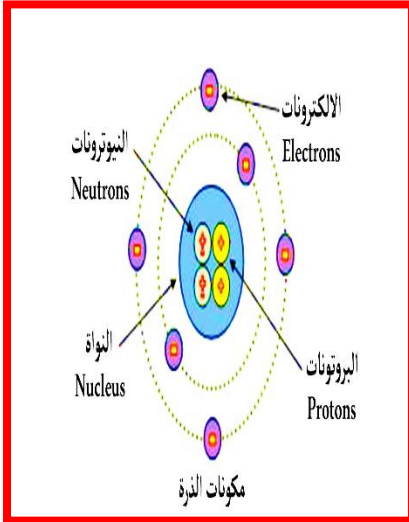


الالكترونات في الذرات والدورية الكيميائية

الذرة

"هي أصغر وحدة من العنصر يمكن أن تشترك في تفاعل كيميائي"

مم تتكون الذرة ؟



1- النواة: وتحتوي علي نوعين من الجسيمات

هي جسيمات تحمل شحنة موجبة (+)

البروتونات

هي جسيمات متعادلة الشحنة (عديمة الشحنة)

النيوترونات

هي جسيمات صغيرة جداً تحمل شحنة كهربائية سالبة (-)
وتدور حول النواة في أفلاك

2- الالكترونات



وتحتوي النواة على أكثر من 99% من كتلة الذرة

السحابة الإلكترونية

هي منطقة في الفضاء المحيط بالنواة ويحتمل وجود الإلكترون فيها في كل الاتجاهات والأبعاد

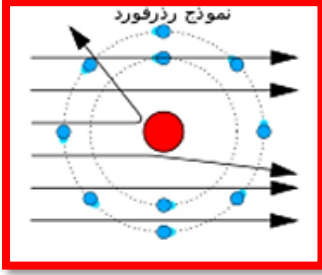
النماذج الذرية

النموذج الميكانيكي
الموجي

نموذج بور

نموذج رذرفورد

نموذج رذرفورد



قام رذرفورد بإرسال سيل من جسيمات ألفا الموجبة الشحنة على شريحة رقيقة من الذهب. وبعد ها افترض ما يلي:-

1- تشبه الذرة المجموعة الشمسية (تدور الإلكترونات سالبة الشحنة حول نواة مركزية).

2- معظم الذرة فراغ، وحجم النواة صغير جداً بالنسبة إلى حجم الذرة.

3- تتركز كتلة الذرة في النواة → **علل:** لأن كتلة الإلكترونات صغيرة جداً مقارنة بكتلة مكونات النواة.

4- يوجد في الذرة نوعان من الشحنات (شحنة موجبة في النواة تدعى بروتونات وشحنة سالبة حول النواة تدعى إلكترونات)

5- الذرة متعادلة كهربائياً → **علل:** لأن عدد الشحنات الموجبة يساوي عدد الشحنات السالبة.

6- تدور الإلكترونات حول النواة في مدارات خاصة.

7- حين يدور الإلكترون حول النواة، يخضع لقوتين الأولى قوة جذبها للإلكترونات والأخرى قوة الطرد المركزي الناشئة عن دوران الإلكترونات حول النواة.



استخدم بور نموذج ذرة الميروجين

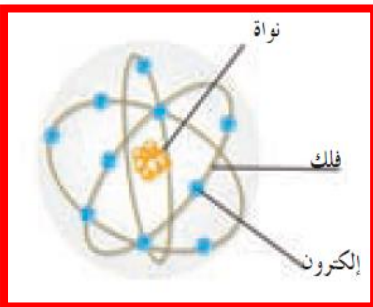
نموذج بور

1- يدور الإلكترون حول النواة في مدار ثابت.

2- للذرة عدد من المدارات تسمى (مستويات الطاقة) يشار إليها بالحرف (n)، ويتخذ قيما عددية صحيحة بدءاً من $n=1$ وهو الأقرب إلى النواة. لكل منها نصف قطر ثابت وطاقة محددة.

3- لا يشع الإلكترون الطاقة ولا يمتصها مادام يدور في المسار نفسه حول النواة.

4- يمكن للإلكترون أن ينتقل من مستوى إلى مستوى آخر عندما يأخذ طاقة لينتقل إلى مستوى أعلى بينما يشع طاقة إذا انتقل إلى مستوى أقل فينتج طيف الإشعاع الخطي.



النموذج الميكانيكي الموجي للذرة

بعد نجاح نظرية بور في تفسير طيف ذرة الهيدروجين استخدم العالم شرودنجر الرياضيات في دراسة ذرة الهيدروجين فاستنتج معادلة رياضية معقدة توضح مستويات الطاقة المختلفة التي يحتلها الإلكترون في ذرة الهيدروجين وطبيعة حركة الإلكترون في كل منها حول النواة معتمدا على طبيعته الموجية .
وبالتالي يمكن أن نتحدث عما يعرف بالسحابة الإلكترونية حول النواة ومعدل بعد الإلكترون عن النواة في حركته ضمن مستوى طاقة يستقر فيه بحركة موجية مستمرة اطلق عليه:

الفلك الذري

هو المنطقة الفراغية حول النواة التي يكون فيها اكبر احتمال لوجود الإلكترون.
هو كمية الطاقة اللازمة لنقل الإلكترون من مستوى الطاقة الساكن فيه إلى مستوى الطاقة الأعلى التالي له .

كم أو كوانتكم الطاقة

ونظرا لطبيعة الحركة الموجية للإلكترون حول النواة في أبعادها الثلاثة يصعب تعيين موقعه بالنسبة إلى النواة في أية لحظة بأية وسيلة علمية ممكنة بدون أن تؤثر تلك الوسيلة على سرعة الإلكترون.

علل :يصعب تعيين موقع الإلكترون بدقة حول النواة

بسبب طبيعة الحركة الموجية للإلكترون حول النواة وسرعته العاليه

أعداد الكم تبين موضع الإلكترون في الذرة وطاقته وشكل حركته حول النواة في أبعادها الثلاثة واتجاه محور حركته الدوراني حول النواة واتجاه دوران الإلكترون المحوري حول نفسه .

أعداد الكم

عدد الكم
المغزلي

عدد الكم
المغناطيسي

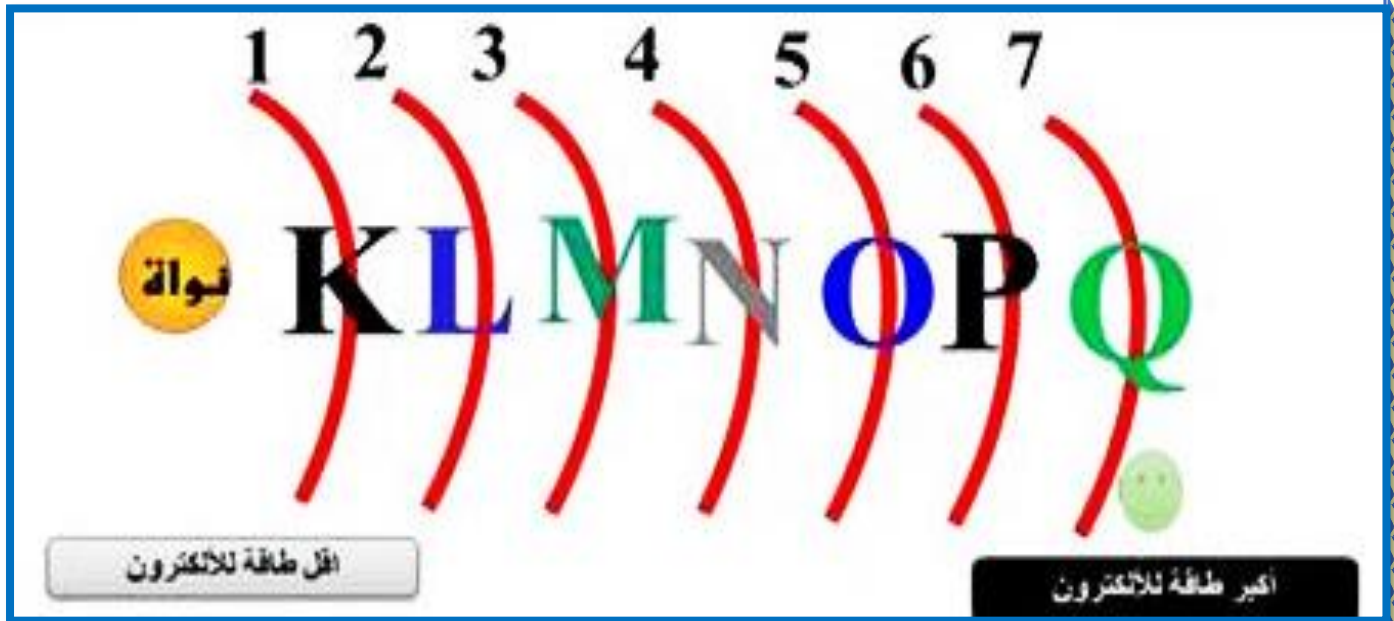
عدد الكم
الثانوي

عدد الكم
الرئيسي

يرمز له بالحرف (n) ويحدد مستويات الطاقة في الذرة
وطاقة المستوى وبعده عن النواة

عدد الكم الرئيسي (n)

- يشير كل عدد كم إلى مستوى الطاقة في الذرة ويأخذ أي قيمة صحيحة في المدى $1 \leq n \leq \infty$
- وتأخذ مستويات الطاقة الرموز K , L , M , N , O , P , Q
- يزداد متوسط المسافة التي يبعد بها الإلكترون عن النواة بزيادة قيم (n) .
- يمكن معرفة العدد الأقصى من الإلكترونات التي يمكن أن توجد في مستوى طاقة في الذرة من العلاقة $2n^2$



- كلما زاد الابتعاد عن النواة تزداد طاقة مستوى الطاقة فأقربها للنواة أقلها طاقة .
- كلما زادت قيمة عدد الكم الرئيسي n زادت طاقة المستوى الرئيسي.
- طاقة المستوى الرئيسي K أقل من طاقة المستوى الرئيسي L .

الرقم مستوى الطاقة	الأول	الثاني	الثالث	الرابع
الرمز	K	L	M	N
عدد الكم الرئيسي	1	2	3	4
عدد الإلكترونات	2	8	18	32

يرمز له بالحرف (ℓ) يحدد عدد تحت مستويات الطاقة في كل مستوى طاقة.

عدد الكم الثانوي (ℓ)

- يأخذ أي قيمة عدد صحيح في المدى ($0 \leq \ell \leq n-1$) أي من صفر إلى $n-1$
 - تأخذ تحت مستويات الطاقة الرموز s, p, d, f
 - يوجد داخل كل مستوى طاقة واحد أو أكثر من تحت مستويات الطاقة التي يشغلها بالإلكترونات
 - عدد تحت مستويات الطاقة في مستوى طاقة ما يساوي قيمة عدد الكم الرئيسي .
- يعني أن كل مستوى طاقة رئيسي ينقسم إلى عدد من تحت المستويات يساوي رقمه وذلك حتى المستوى الرابع .**

رمز تحت مستوى الطاقة	s	p	d	f
قيمة عدد الكم الثانوي (ℓ)	0	1	2	3

رمز المستوى الرئيسي	عدد الكم الرئيسي	عدد الكم الثانوي	تحت مستويات الطاقة
K	1	0	S
L	2	0, 1	P, S
M	3	0, 1, 2	d, P, S
	4	0, 1, 2, 3	f, d, P, S

يرمز له بالحرف (m_l) يحدد عدد الأفلاك في تحت مستويات الطاقة واتجاهاتها في الفراغ. وشكل الأفلاك

عدد الكم المغناطيسي (m_l)

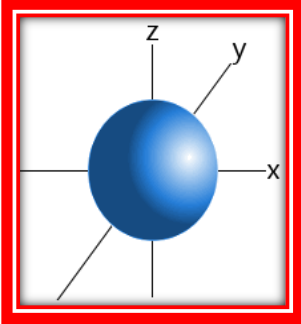
• يأخذ أي قيمة عدد صحيح في المدى ($-l \leq 0 \leq +l$) .

رمز تحت مستوى الطاقة	s	p	d	f
قيم عدد الكم المغناطيسي	0	+1, 0, -1	+2, +1, 0, -1, -2	+3, +2, +1, 0, -1, -2, -3
عدد الأفلاك	1	3	5	7

عدد الكم / رمز المستوى	الرئيسي	الثانوي	رمز تحت المستوى	المغناطيسي	عدد الأفلاك
K	1	0	s	0	1
L	2	0	s	0	1
		1	p	+1, 0, -1	3
M	3	0	s	0	1
		1	p	+1, 0, -1	3
		2	d	+2, +1, 0, -1, -2	5
N	4	0	s	0	s
		1	p	+1, 0, -1	p
		2	d	+2, +1, 0, -1, -2	d
		3	f	+3, +2, +1, 0, -1, -2, -3	f

أشكال الأفلاك s, p

الفلك s

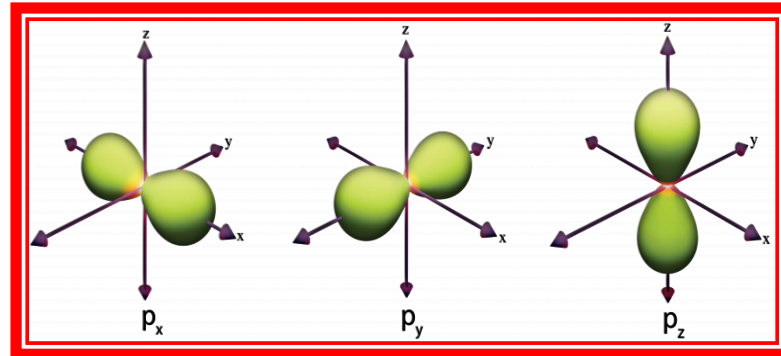


له شكل كروي واتجاه محتمل واحد ويكون احتمال وجود الإلكترون فيه في أي اتجاه من النواة متساويا

الأفلاك p

P_z	P_y	P_x
-------	-------	-------

وبما أن أفلاك p يمكن رسمها على محاور الإحداثيات (x, y, z) تعرف الأفلاك بالرموز (Px), (Py), (Pz)



ويتكون تحت المستوى p من ثلاث أفلاك :

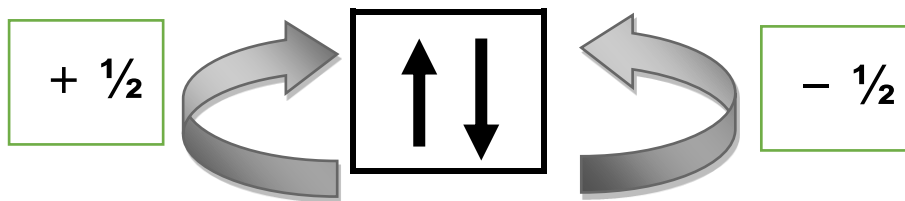
- الكثافة الإلكترونية حول كل فلك منها تأخذ شكل فصين متقابلين عند الرأس حيث تنعدم الكثافة الإلكترونية.
- متساوية الطاقة .
- تختلف عن بعضها بالاتجاهات التي تتركز فيها السحابة الإلكترونية فقط .
- وتقع هذه الاتجاهات على زاوية قائمة من بعضها بعضا .
- متساوية في الملء الإلكتروني .

عدد الكم المغزلي (m_s)

يرمز له بالحرف (m_s) يحدد فوع حركة الإلكترون المغزلية حول محوره

يأخذ القيم $+\frac{1}{2}$ أو $-\frac{1}{2}$

في حال وجود الكترونين في الفلك نفسه سوف يغزل كل منهما حول نفسه باتجاه معاكس لغزل الإلكترون الآخر .
نتيجة غزل الإلكترونين باتجاهين متعاكسين ينشأ مجالان مغناطيسيان متعاكسان في الاتجاه فيتجاذبان مغناطيسيا . مما يقلل من التنافر بينهما ما يساعد على وجودهما في الفلك نفسه .



علل هاهنا

لايتنافر الإلكترونان الموجودان في الفلك نفسه رغم أن لهما نفس الشحنة .

أو يدور الإلكترونان في الفلك الواحد في اتجاهين متعاكسين .

أو عندما يوجد الإلكترونان في نفس الفلك تكون الحركة المغزلية لأحدهما عكس الحركة المغزلية للآخر.

أو لا يتسع الفلك الواحد لأكثر من الكترونين .

لأنه :

1- نتيجة غزل الإلكترونين باتجاهين متعاكسين

2- ينشأ مجالان مغناطيسيان متعاكسان في الاتجاه

3- فيتجاذبان مغناطيسيا .

4- يقل التنافر بينهما .

اختبر نفسك

السؤال الأول : أكتب الاسم أو المصطلح العلمي الذي تدل عليه كل من العبارات التالية :

- 1- نموذج الذرة الذي شبه دوران الإلكترون حول النواة بدوران الكواكب حول الشمس ()
- 2- نموذج الذرة الذي أوضح أن الإلكترون يدور حول النواة في مدار ثابت دون أن يُشع أو يمتص طاقة مادام دور ف المسار نفسه حول النواة. ()
- 3- جزء من الذرة تتركز فيه معظم كتلة الذرة وكذلك جميع شحناتها الموجبة. ()
- 4- منطقة في الفضاء المحيط بالنواة ويُحتمل وجود الإلكترون فيها في كل الاتجاهات والأبعاد . ()
- 5- أعداد تبين موضع الإلكترون في الذرة وطاقته وشكل حركته حول النواة في أبعادها الثلاثة واتجاه محور حركته الدوراني حول النواة ()
- 6- المنطقة الفراغية حول النواة التي يكون فيها أكبر احتمال لوجود الإلكترون ()
- 7- كم الطاقة اللازمة لنقل الإلكترون من مستوى الطاقة الساكن فيه إلى مستوى الطاقة الأعلى التالي له . ()
- 8- عدد الكم الذي يصف طاقة المستوى الرئيسي ويحدد بعده عن النواة. ()
- 9- عدد الكم الذي يحدد عدد تحت المستويات في كل مستوى طاقة رئيسي. ()
- 10- عدد الكم الذي يحدد عدد الأفلاك في تحت مستويات الطاقة، واتجاهاتها في الفراغ . ()
- 11- عدد الكم الذي يحدد نوع حركة الإلكترون المغزلية حول محوره . ()
- 12- فلك ذري له شكل كروي واتجاه محتمل واحد ويكون احتمال وجود الإلكترون فيه في أي اتجاه من النواة متساويا ()
- 13- أفلاك ذرية الكثافة الإلكترونية حول كل فلك منها تأخذ شكل فصين متقابلين عند الرأس حيث تنعدم الكثافة الإلكترونية. ويتكون تحت المستوى منها من ثلاث أفلاك متساوية الطاقة تختلف عن بعضها بالاتجاهات ()

السؤال الثاني : ضع علامة (✓) أمام أنسب عبارة تكمل كل جملة من الجمل التالية :

- 1- عند إطلاق سيلا من دقائق ألفا السريعة على صفيحة رقيقة من الذهب وجد رذرفورد :
 - () حجم النواة كبير جداً بالنسبة لحجم الذرة .
 - () تتركز كتلة الذرة في النواة .
 - () يوجد في الذرة نوع واحد من الشحنات .
 - () الذرة غير متعادلة كهربائياً .
- 2- وفق نموذج بور للذرة فإن الإلكترون يمكن أن ينتقل من مستوى طاقته الى مستوى طاقة أعلى :
 - () دون أن يفقد أو يكتسب كم معين من الطاقة .
 - () عندما يكتسب كم معين من الطاقة .
 - () عندما يفقد كم معين من الطاقة .
 - () عندما يشع طاقة .
- 3- أعداد الكم الأربعة تُحدد :
 - () مكان تواجد الإلكترون في الذرة تماماً .
 - () أحجام الحيز من الفراغ الذي يكون فيه احتمال تواجد الإلكترونات .
 - () طاقة الأفلاك وأشكالها واتجاهاتها بالنسبة إلى محاور الذرة .
 - () جميع ماسبق .
- 4- العالم الذي وضع المعادلة الموجية التي يمكن تطبيقها على حركة الإلكترون في الذرة هو :
 - () طومسون () دالتون () رذرفورد () شرودنغر
- 5- احدى العبارات التالية غير صحيحة بالنسبة لعدد الكم الرئيسي وهي :
 - () يرمز له بالحرف (n) .
 - () يحدد مستويات الطاقة الرئيسية في الذرة .
 - () قيمته عدد صحيح وموجب .
 - () كلما زادت قيمته قلت طاقة مستوى الطاقة .
- 6- احدى العبارات التالية غير صحيحة بالنسبة لعدد الكم الثانوي وهي :
 - () يرمز له بالحرف (l) .
 - () يحدد تحت المستويات في كل مستوى طاقة رئيسي .
 - () قيم عدد الكم الثانوي يساوي رقم مستوى الطاقة الرئيسي (حتى المستوى الرابع) .
 - () لا يأخذ القيمة صفر .



11

7- إذا كانت قيمة ($5 = n$) وقيمة ($2 = \ell$)، فإن ذلك يدل على تحت المستوى:

() $5d$ () $5p$ () $2s$ () $5f$

7- أحد الفروض التالية لا تتفق وفروض نموذج بور لذرة الهيدروجين :

() يستطيع الإلكترون أن يكتسب كميات محددة من الطاقة

() كل مستوى طاقة يعبر عنه برقم يميزه ويصف طاقته.

() يستمر الإلكترون في حركته بسرعة حول النواة في مستوى طاقة معين دون أن يفقد أو يكتسب طاقة.

() يتكون طيف الإشعاع الخطي عندما ينتقل الإلكترون إلى مستوى طاقة أعلى.

8- أحد الفروض التالية لا تتفق وفروض نموذج بور لذرة الهيدروجين :

() عدد الكم (n) لأقل المستويات طاقة يساوي 1

() مستويات الطاقة عبارة عن مدارات حول النواة لكل منها نصف قطر وطاقة محددة .

() لا يمكن للإلكترون أن ينتقل من مستوى طاقة لآخر إذا تغيرت طاقته.

() عدد الكم (n) يأخذ أرقام من 1 ، 2 ... إلى ما لا نهاية.

9- قيم (ℓ) المحتملة في مستوى الطاقة الرئيسي الثالث هي :

() 0 ، 1 ، 2 () 1 ، 2 ، 3

() 0 ، 1 ، 2 ، 3 () -1 ، 0 ، 1 ، 2

10- طاقة المستويات الرئيسية في الذرة يحددها عدد الكم :

() الثانوي () المغناطيسي

() المغزلي () الرئيسي

11- عدد الكم الذي يحدد عدد تحت المستويات في كل مستوى طاقة هو عدد الكم :

() الثانوي () المغناطيسي

() المغزلي () الرئيسي

12- العبارة غير الصحيحة من العبارات التالية هي :

() في تحت المستوى (p) يوجد ثلاثة أفلاك.

() في تحت المستوى (f) يوجد (7) أفلاك.

() في المستوى الرئيسي الثالث يوجد (16) فلك.

() يحتوي المستوى الرئيسي الرابع على (4) تحت مستويات.

13- لديك تحت المستوى d فإن قيم عدد الكم المغناطيسي المحتملة هي :

() 0 () -1 ، 0 ، +1

() -2 ، -1 ، 0 ، +1 ، +2 ، +3 () -3 ، -2 ، -1 ، 0 ، +1 ، +2 ، +3

السؤال الثالث :

ضع علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (X) أمام العبارة غير الصحيحة :

- 1- حسب نموذج بور لذرة الهيدروجين يستطيع الإلكترون أن يكتسب كميات محددة من الطاقة تكفي لنقله من مستوى إلى المستوى الذي يليه. ()
- 2- اتضح من تجربة إطلاق سيللا من دقائق ألفا على صفيحة رقيقة من الذهب أن معظم الذرة فراغ. ()
- 3- حسب فروض نموذج بور لذرة الهيدروجين يدور الإلكترون في مدار ثابت دون أن يكتسب أو تنطلق منه طاقة مادام يدور في المسار نفسه حول النواة. ()
- 4- مستويات الطاقة الرئيسية والمشغولة بالإلكترونات في ذرات العناصر تعطى حروفا رمزية مرتبة حسب بعدها عن النواة على النحو التالي (s = 1 ، p = 2 ، d = 3 ، f = 4 ... الخ) ()
- 5- في تحت المستوى (d) يوجد (5) أفلاك. ()
- 6- يرمز لعدد الكم الرئيسي بالحرف (n) ، ويأخذ قيما صحيحة تتراوح من 1 إلى ∞ . ()
- 7- عدد الكم الثانوي (l) يحدد طاقة مستوى الطاقة الرئيسي. ()
- 8- عندما عدد الكم الثانوي $l = 2$ فإن تحت المستوى ينقسم إلى سبعة أفلاك ()
- 9- قيم (m_l) لأفلاك تحت المستوى (f) تبدأ من (- 3) حتى (+ 3) ()
- 10- يرمز لعدد الكم المغزلي بالحرف (m_s) ويأخذ قيما تتراوح من (- 1) إلى (+ 1) ()
- 11- عندما يوجد إلكترونان في نفس الفلك تكون الحركة المغزلية لهما في نفس الاتجاه. ()

السؤال الرابع : أكمل ما يأتي :

- 1- اختار بور في نمودجه للذرة أبسط الذرات وهي ذرة
- 2- اتضح من تجربة إطلاق سيللا من دقائق ألفا على صفيحة رقيقة من الذهب أن حجم النواة جدا بالنسبة لحجم الذرة، وأن كتلتها
- 3- تتركز معظم كتلة الذرة وجميع الشحنات في نواتها.
- 4- مجموع الشحنات لجميع الإلكترونات يساوي الشحنة للنواة.
- 5- ذرة أي عنصر تكون كهربائيا.
- 6- يُطلق على المنطقة الفراغية حول النواة التي يكون فيها أكبر احتمال لوجود الإلكترون اسم
- 7- كلما زادت قيمة عدد الكم الرئيسي n طاقة المستوى الرئيسي.
- 8- إذا انتقل إلكترون من مستوى الطاقة الرئيسي K إلى مستوى الطاقة الرئيسي L فإنه يكون قد طاقة

9- كل مستوى طاقة رئيسي ينقسم إلى عدد من تحت المستويات يساوي وذلك حتى المستوى الرابع

- 10- مستوى الطاقة الرئيسي الثاني يحتوي على تحت المستوى S و.....
- 11- تحت المستوى الذي عدد أفلاكه $= 7$ هو.....
- 12- رمز تحت المستوى الذي يملأ ب 14 إلكترون هو.....
- 13- يُرمز لتحت المستوى الذي يحتوي على ثلاثة أفلاك ويقع في المستوى الرئيسي الرابع ب.....
- 14- إذا كانت قيمة عدد الكم الثانوي $(l) = 3$ يُسمى تحت المستوى.....
- 15- تحت المستوى 4d ينقسم إلى عدد من الأفلاك يساوي.....
- 16- مستوى الطاقة الرئيسي يصف طاقته ويحدد بعده عن النواة عدد الكم ويرمز له بالرمز.....
- 17- الذي يحدد عدد الأفلاك في تحت المستوى عدد الكم ويُرمز له بالرمز.....
- 18- أقل المستويات طاقة هو المستوى الذي تكون قيمة عدد الكم الرئيسي (n) له تساوى.....
- 19- أثناء دوران الإلكترون حول النواة، فإنه يدور حول محوره، ويسمى هذا الدوران ب.....
- 20- يوجد عدد تحت مستويات في مستوى الطاقة الرئيسي الثالث.
- 21- يرمز لتحت المستويات الموجودة في المستوى الرئيسي الثالث بالرموز.....
- 22- يرمز لعدد الكم المغناطيسي بالحرف (m_l) ويأخذ قيمة صحيحة تتراوح من (.....) إلى (.....) مروراً بالصفر.
- 23- عندما تكون قيمة $(n = 4)$ فإن قيم عدد الكم الثانوي (l) المحتملة له هي.....
- 24- يرمز لعدد الكم المغزلي بالرمز (m_s) ويأخذ قيمتين هما (.....) ، (.....)
- 25- قيمة (l) لتحت المستوى (s) تساوى.....

السؤال الخامس : علل لما يأتي :

1- عندما يوجد الإلكترونان في نفس الفلك تكون الحركة المغزلية لأحدهما عكس الحركة المغزلية للآخر.

2- الذرة متعادلة كهربائياً.

3- تتركز كتلة الذرة وشحنتها الموجبة في نواتها.

السؤال السادس : اجب عن الاسئلة التالية :

1- اذا كان عدد الكم الرئيسي يساوي (3) فإن :

- عدد تحت مستويات الطاقة في المستوى الرئيسي الثالث يساوي
- عدد الأفلاك في المستوى الرئيسي الثالث يساوي
- اكبر عدد من الإلكترونات الذي يمكن أن يستوعبه هذا المستوى يساوي
- قيم أعداد الكم الثانوية في هذا المستوى هي

2- حدد عدد الأفلاك في تحت مستويات الطاقة التالية :

- تحت مستوى الطاقة 3p يساوي
- تحت مستوى الطاقة 4s يساوي
- تحت مستوى الطاقة 4f يساوي
- تحت مستوى الطاقة 4p يساوي
- تحت مستوى الطاقة 3d يساوي
- تحت مستوى الطاقة 5s يساوي

ترتيب الإلكترونات في الذرات

هي الطرق التي تترتب بها الإلكترونات حول أنوية الذرات

الترتيبات الإلكترونية

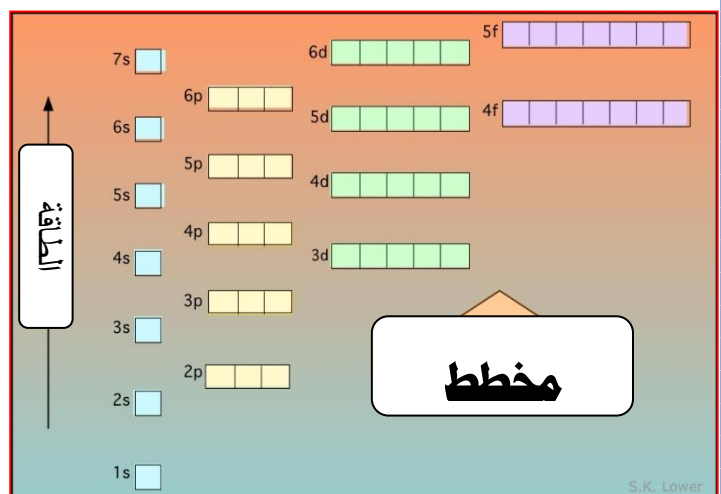
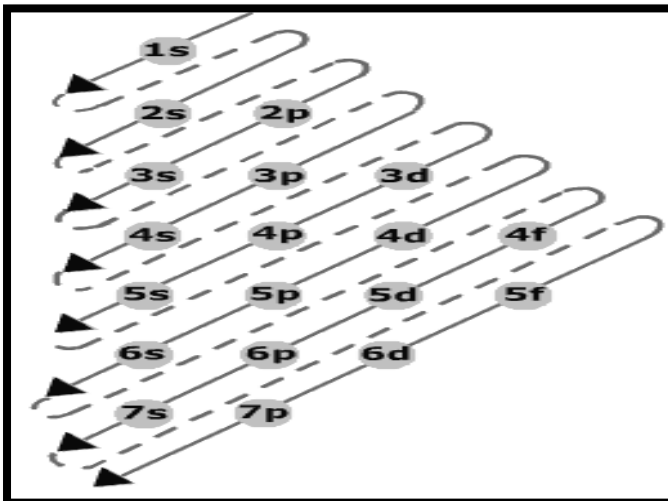
وهناك ثلاث قواعد يجب اتباعها وهي:

1- مبدأ أوفباو (مبدأ البناء التصاعدي):

لا بد للإلكترونات أن تملأ تحت مستويات الطاقة ذات الطاقة المنخفضة أولاً، ثم تحت مستويات الطاقة ذات الطاقة الأعلى.
بعبارة أخرى: تدخل الإلكترونات في تحت المستويات ذات الطاقة الأقل أولاً.

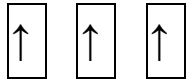
- يسكن الإلكترون الأفلاك الأقل طاقة أولاً
- تحت المستوى s هودائماً الأقل طاقة بين تحت مستويات الطاقة داخل مستوى الطاقة الرئيسي
- الأفلاك المتعددة (P_x), (P_y), (P_z) تحت مستوى الطاقة P متساوية دائماً في الطاقة
- يمكن تحت مستويات طاقة داخل مستوى طاقة رئيسي أن تتخطى مستويات طاقة لمستوى طاقة رئيسي مجاور حيث إن الفلك 4s أقل طاقة من الفلك 3d

علل : يملأ تحت مستوى الطاقة 4s قبل تحت المستوى 3d
لأن تحت المستوى 4s أقل طاقة من تحت المستوى 3d

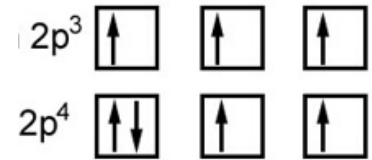
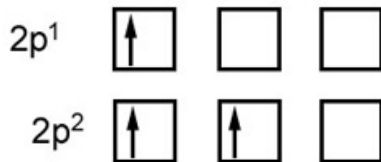


الإلكترونات تملأ أفلاك تحت مستوى الطاقة الواحد، كل واحدة بمفردها باتجاه الغزل نفسه ثم يبدأ بالازدواج تباعاً باتجاه غزل معاكس .

2- قاعدة هوند :



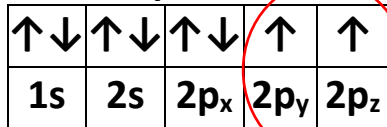
• مثال اذا وجدت ثلاث إلكترونات تشغل أفلاكاً متساوية يكون ترتيبها كالتالي



هام جداً: لتحديد عدد الإلكترونات المفردة (غير المزدوجة) في ذرة ما يتم ترتيب الإلكترونات في الأفلاك تبعا لقاعدة هوند

مثال : عدد الإلكترونات المفردة في ذرة الأكسجين O₈

1s² 2s² 2p⁴



عدد الإلكترونات المفردة = 2
عدد الإلكترونات المزدوجة = 6

ترتيب الإلكترونات في الأفلاك					العدد الذري	الترتيب الإلكتروني	العنصر
↑					1	1s ¹	هيدروجين
1s							H
↑↓					2	1s ²	هيليوم
1s							He
↑↓	↑				3	1s ² 2s ¹	ليثيوم
1s	2s						Li
↑↓	↑↓				4	1s ² 2s ²	بيريليوم
1s	2s						Be
↑↓	↑↓	↑			5	1s ² 2s ² 2p ¹	بورون
1s	2s	2p _x					B
↑↓	↑↓	↑	↑		6	1s ² 2s ² 2p ²	كربون
1s	2s	2p _x	2p _y				C
↑↓	↑↓	↑	↑	↑	7	1s ² 2s ² 2p ³	نيتروجين
1s	2s	2p _x	2p _y	2p _z			N

↑↓	↑↓	↑↓	↑	↑					$1s^2 2s^2 2p^4$	8	أكسجين
1s	2s	2p _x	2p _y	2p _z							O
↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑					$1s^2 2s^2 2p^5$	9	فلور
1s	2s	2p _x	2p _y	2p _z							F
↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓					$1s^2 2s^2 2p^6$	10	نيون
1s	2s	2p _x	2p _y	2p _z							Ne
↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑				$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	11	صوديوم
1s	2s	2p _x	2p _y	2p _z	3s						Na
↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓				$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$	12	مغنيسيوم
1s	2s	2p _x	2p _y	2p _z	3s						Mg
										13	ألومنيوم
											Al
										14	سيليكون
											Si
										15	فوسفور
											P
										16	كبريت
											S
										17	كلور
											Cl
										18	أرجون
											Ar
										19	بوتاسيوم
											K
										20	كالسيوم
											Ca
										21	سكانديوم
											Sc

3- مبدأ باولي للاستبعاد :

في ذرة ما، لا يوجد إلكترونان لهما أعداد الكم الأربعة نفسها

كل الإلكترون في ذرة ما له أربع أعداد كم مختلفة عن الإلكترون الآخر .
يتسع كل فلك لإلكترونين ويجب أن يكون دورانهما المغزلي في اتجاهين متضادين وبالتالي يكونان متزاوجين

• يكتب الفلك الذري الذي يحتوي على الإلكترونين متزاوجين كالتالي

المفك	الإلكترون	n	ℓ	m _ℓ	m _s
1s ² ↑↓					
1s	الأول	1	0	0	+½
1s	الثاني	1	0	0	-½
2p ² ↑ ↑ 					
2p _x	الأول	2	1	+1	+½
2p _y	الثاني	2	1	0	+½
2 p _x ² ↑↓ 					
2p _x	الأول	2	1	+1	+½
2p _x	الثاني	2	1	+1	-½

الخلاصة:

إذا كان الإلكترونان في نفس الفلك : يختلفان في قيمة عدد الكم المغزلي

مثل : 2s² 2p_x² 2p_y² 2p_z²

إذا كان الإلكترونان في فلكين مختلفين : يختلفان في قيمة عدد الكم المغناطيسي

مثل : 2p²

استثناءات في الترتيب الإلكتروني

- عند الوصول إلى عنصر الكروم والنحاس، وإذا اتبعنا الطريقة نفسها لكتابة الترتيبات الإلكترونية باستخدام مبدأ أوفباولهما نحصل على ترتيبات إلكترونية غير صحيحة وهي:



أما الترتيب الفعلي الصحيح لهما فهو:



- نستنتج من هذه الترتيبات أن تحت مستوى الطاقة d يكون في عنصر الكروم نصف ممتلئ ويكون ممتلئ كلياً في عنصر النحاس
- ومنه نستنتج أنه إذا كانت مستويات الطاقة ممتلئة كلياً أو نصف ممتلئة تكون أكثر ثباتاً من تحت المستويات الممتلئة جزئياً.

علل : تختلف الترتيبات الإلكترونية الفعلية للكروم والنحاس عن الترتيبات المستنتجة باستخدام مبدأ أوفباو.

لأن تحت مستوى الطاقة d يكون في عنصر الكروم نصف ممتلئ ويكون ممتلئ كلياً في عنصر النحاس وبالتالي تكون أكثر ثباتاً.

الترتيب الإلكتروني لأقرب غاز نبيل

الغازات النبيلة ينتهي ترتيبها الإلكتروني بتحت المستوى P^6 عدا الهيليوم ينتهي بـ S^2

$1s^2$	2	هيليوم
		He
$1s^2 2s^2 2p^6$	10	نيون
		Ne
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$	18	أرجون
		Ar



الترتيب الإلكتروني حسب المستويات الرئيسية

الترتيب الإلكتروني حسب المستويات الرئيسية	العنصر
2/3	${}_5\text{B}$
2/5	${}_7\text{N}$
2/8/2	${}_{12}\text{Mg}$
2/8/5	${}_{15}\text{P}$
2/8/7	${}_{17}\text{Cl}$
2/8/8/2	${}_{20}\text{Ca}$
2/8/8	${}_{18}\text{Ar}$

اختبر نفسك

السؤال الأول : أكتب الاسم أو المصطلح العلمي الذي تدل عليه كل من العبارات التالية :

- 1- لابد للإلكترونات أن تملأ تحت مستويات الطاقة ذات الطاقة المنخفضة أولاً ثم تحت مستويات الطاقة ذات الطاقة الأعلى. ()
- 2- الإلكترونات تملأ أفلاك تحت مستوى الطاقة الواحد، كل واحدة بمفردها باتجاه الغزل نفسه، ثم تبدأ بالازدواج في الأفلاك تباعاً باتجاه غزل معاكس. ()
- 3- في ذرة ما، لا يوجد إلكترونان لهما قيم أعداد الكم الأربعة نفسها. ()

السؤال الثاني : ضع علامة (✓) أمام أنسب عبارة تكمل كل جملة من الجمل التالية :

- 1- عدد الإلكترونات المفردة في ذرة البوتاسيوم ($19K$) يساوي :

1 ()	2 ()
9 ()	0 ()
- 2- تحت المستوى الذي يملأ أولاً بالإلكترونات هو تحت المستوى :

3 p ()	4 s ()
3 s ()	2 p ()
- 3- أقصى عدد من الإلكترونات يمكن أن يوجد في مستوى الطاقة الرئيسي الرابع يساوي :

8 ()	18 ()
10 ()	32 ()
- 4- إذا كانت قيمة ($l = 3$) فإن ذلك يدل على تحت المستوى :

s ()	d ()
f ()	p ()
- 5- تختلف الإلكترونين في تحت المستوى ($2S^2$)، في عدد الكم :

الرئيسي ()	المغزلي ()
الثانوي ()	المغناطيسي ()
- 6- الإلكترونان الموجودان في تحت المستوى ($2p^2$)، يتفقان في أعداد الكم :

() n, l, m_s ويختلفان في عدد الكم m_s .	() m_s, l, m_e ويختلفان في عدد الكم n .
() n, l, m_s ويختلفان في عدد الكم m_e .	() الأربعة.

7- حسب قاعدة هوند، عند توزيع (4) إلكترونات في تحت المستوى P فإن :

- () أفلاكه الثلاثة (p_x ، p_y ، p_z) ثَملاً فرادى.
- () يمتلك كل فلك من الفلكين (p_x ، p_y) بإلكترونين.
- () أفلاكه الأربعة (s ، p_x ، p_y ، p_z) ثَملاً فرادى.
- () أفلاكه الثلاثة (p_x ، p_y ، p_z) ثَملاً فرادى أولاً ثم يدخل الإلكترون الرابع ليزدوج مع الإلكترون الموجود في تحت المستوى (p_x).

8- ينتهي التوزيع الإلكتروني لذرة الكالسيوم (20Ca) بدخول :

- () 2 إلكترون في تحت المستوى ($4s$).
- () 2 إلكترون في تحت المستوى ($3d$).
- () 6 إلكترون في تحت المستوى ($3p$).
- () 2 إلكترون في تحت المستوى ($3s$).

9- الإلكترونات الموجودة في تحت المستوى $3s^2$ يتفقان في أعداد الكم:

- () n ، l ، m_l ويختلفان في عدد الكم m_s .
- () m_s ، l ، m_l ويختلفان في عدد الكم n .
- () n ، l ، m_s ويختلفان في عدد الكم m_l .
- () الأربعة.

10- الإلكترونات الموجودة في تحت المستوى $3p_x^2$ تتفق في أعداد الكم:

- () n ، m_l ، m_s وتختلف في عدد الكم l .
- () l ، m_l ، m_s وتختلف في عدد الكم n .
- () n ، l ، m_l وتختلف في عدد الكم m_s .
- () m_s ، m_l ، n وتختلف في عدد الكم l .

11- عدد الإلكترونات المفردة في الذرة التي ينتهي توزيعها الإلكتروني بتحت المستوى $3p^5$ تساوي:

- () 5 () 3 () 1 () 2

12- حسب قواعد التوزيع الإلكتروني، فإن واحد مما يلي لا يمثل الترتيب الصحيح لملئ تحت المستويات:

- () $3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^9$
- () $3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^5$
- () $2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^2$
- () $3s^2, 3p^6, 4s^1, 3d^5$

13- عدد الإلكترونات المفردة في الذرة التي ينتهي توزيعها الإلكتروني بتحت المستوى $3d^6$ يساوي:

- () 4 () 3 () 6 () 1

السؤال الثالث :

ضع علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (x) أمام العبارة غير الصحيحة :

- 1- يتسع مستوى الطاقة الرئيسي الرابع لـ (18) إلكترون . ()
- 2- يتفق الإلكترونان الموجودان في كل من تحت المستويين (2s) ، (2p) في عدد الكم الثانوي، ويختلفان في عدد الكم الرئيسي والمغناطيسي. ()
- 3- عدد الإلكترونات المفردة في ذرة النيتروجين يساوي (3) . ()
- 4- ينتهي الترتيب الإلكتروني لذرة الإسكانديوم بدخول إلكترون في تحت المستوى 4p ()
- 5- عدد الكم الذي يحدد بعد مستوى الطاقة الرئيسي عن النواة يسمى عدد الكم الثانوي. ()
- 6- عدد الإلكترونات اللازم لملء مستوى الطاقة (3 = n) يساوي (14) إلكترون. ()
- 7- طاقة الإلكترون تحدد طاقتها المستوى الذي يشغله هذا الإلكترون. ()
- 8- عندما ينتقل الإلكترون من الحالة المثارة إلى حالة الاستقرار تنطلق منه طاقة. ()
- 9- يكون الإلكترون في حالته الأساسية المستقرة عندما يوجد في أقل مستوى طاقة متاح له . ()
- 10- إذا كانت قيم (n = 4) ، (l = 1) فإن تحت المستوى يرمز له بالرمز (4s) . ()
- 11- تتركز معظم كتلة الذرة وشحنتها الموجبة في نواتها. ()
- 12- يتسع الفلك لإلكترونين فقط حيث تكون الحركة المغزلية لأحدهما باتجاه معاكس للآخر. ()
- 13- يتفق الإلكترونان الموجودان في تحت المستوى 2p في عدد الكم المغزلي . ()
- 14- يتفق الإلكترونان الموجودان في تحت المستوى 3s في عدد الكم الثانوي . ()
- 15- يختلف الإلكترونان الموجودان في تحت المستويين 2s ، 2p في عدد الكم الرئيسي . ()

السؤال الرابع : أكمل ما يأتي :

- 1- الأفلاك المتعددة (Px) ، (Py) ، (Pz) لتحت مستوى الطاقة P في الطاقة .
- 2- إذا كان المستوى الرئيسي يحتوي على تحت المستويات s , p , d فإن أقلها طاقة هو تحت المستوى.....
- 3- يملأ تحت المستوى 4s بالإلكترونات تحت المستوى 3d .
- 4- من بين تحت المستويات التالية 4d , 3d , 4s , 4p تحت المستوى الذي يملأ أولاً هو
- 5- تحت مستوى الطاقة d على أفلاك فتكون سعته القصوى إلكترونات.

- 6- تتفق الإلكترونات الموجودة في تحت المستويين $(2p_x)$ ، $(3p_x)$ ، في أعداد الكم ،
..... وتختلف في عدد الكم
- 7- الترتيب الإلكتروني لذرة النيتروجين $(7N)$ على حسب تحت المستويات هو
- 8- الترتيب الإلكتروني لذرة الكبريت $(16S)$ على حسب المستويات الرئيسية هو
- 9- الترتيب الإلكتروني لذرة الأرجون $(18Ar)$ على حسب تحت المستويات هو
- 10- يشغل تحت المستوى (d) في ذرة النحاس $^{64}_{29}Cu$ عدد إلكترونات .
- 11- عدد الإلكترونات اللازم لملء تحت المستوى (p) يساوي إلكترونات.
- 12- حسب مخطط أوفباو فإن تحت المستوى $(4p)$ يملأ تحت المستوى $(3d)$

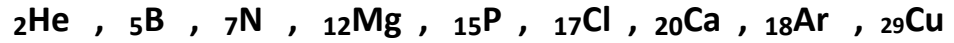
السؤال الخامس : علل لما يأتي :

- 1- مستوى الطاقة الرئيسي الرابع لا يتسع لأكثر من (32) إلكترون .
- 2- يملأ تحت المستوى $(5s)$ قبل تحت المستوى $(4d)$.
- 3- يكتمل تحت المستوى (p) بستة إلكترونات
- 4- إلكتروني تحت المستوى $(2p^2)$ لهما نفس قيم أعداد الكم (n, ℓ, m_s) ويختلفان في قيمة عدد الكم المغناطيسي (m_ℓ) .

- 5- تختلف الترتيبات الإلكترونية الفعلية للكروم ^{24}Cr والنحاس ^{29}Cu عن الترتيبات الإلكترونية المستنتجة باستخدام قاعدة أوفباو .

السؤال السادس اجب عن الأسئلة التالية :

1- أكتب الترتيب الإلكتروني للذرات التالية حسب المستويات الرئيسية، وحسب تحت المستويات:



العنصر	التوزيع الإلكتروني حسب المستويات الرئيسية	التوزيع الإلكتروني حسب تحت المستويات
${}^5\text{B}$		
${}^7\text{N}$		
${}^{12}\text{Mg}$		
${}^{15}\text{P}$		
${}^{17}\text{Cl}$		
${}^{20}\text{Ca}$		
${}^{18}\text{Ar}$		

2- رتب تحت مستويات الطاقة التالية تبعا لزيادة الطاقة :

