



الجمهورية الجزائرية الشعبية الديمقراطية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة محمد خيضر - بسكرة
كلية العلوم والتكنولوجيا
قسم الكيمياء الصناعية



مطبوعة درس الكيمياء 01

منجزة من طرف الأستاذة :
سليمانى آسيما

2025-2024

الفهرس

6.....	مقدمة.....	
	الفصل الأول مفاهيم عامة	
1.....	مقدمة:	-1-1
1.....	حالات المادة:	-2-1
1.....	الحالة الصلبة:	1-2-1-
1.....	الحالة السائلة: 1.....	1-2-2-
1.....	الحالة الغازية:	1-2-3-
1.....	البلازما:	1-2-4-
1.....	الخواص المميزة للمادة:	-3-1
1.....	الحجم:	-1-3-1
1.....	الكتلة:	2-3-1
1.....	الضغط:	3-3-1
2.....	تغير حالات المادة:	-4-1
2.....	مفاهيم عامة:	5-1
2.....	مفهوم الجزيء:	1-5-1-
2.....	عدد أفوكادرو:	-2-5-1
3.....	المول:	-3-5-1
3.....	الشروط النظامية:	4-5-1
3.....	وحدة الكتلة الذرية:	5-5-1
4.....	الكتلة المولية الذرية والكتلة المولية الجزيئية:	6-5-1
4.....	الحجم المولي:	7-5-1
4.....	قانون الاوزان:	6-1
5.....	الاجسام النقية والاجسام الغير النقية:	7-1
5.....	الاجسام الغير نقية:	1-7-1
5.....	الخليط المتجانس:	1-7-1-1-
5.....	الخليط الغير متجانس:	2-7-1-1

5.....	الاجسام النقية بسيطة:	-2-7-1
5.....	الاجسام النقية مركبة:	-3-7-1
6.....	تعريفات عن المحاليل:	-8-1
6.....	المحلول la solution :	1-8-1-
6.....	المذيب	2-8-1
6.....	المذاب	-3-8-1
6.....	التخفيف أو التمديد:	4-8-1
6.....	انحفاظ كمية المادة	5-8-1
6.....	المولارية : mol/l	1-5-8-1
6.....	التركيز الكتلي	2-5-8-1
7.....	الكسر الكتلي	3-5-8-1
7.....	الكسر الحجمي	4-5-8-1
7.....	الكسر المولي:	5-5-8-1

الفصل الثاني_مكونات الذرة

8.....	مقدمة عن تاريخ الذرة:	-1-2
9.....	العلاقة بين المادة والكهرباء:	-2-2
9.....	نظرية فردي:	2-2-1-
9.....	قانون فردي	-2-2-2
10.....	تسليط الضوء على مكونات المادة(الذرة):	-3-2
10.....	تجربة العالم كروكس:	2-3-1-
15.....	تجربة غولدشتاين اكتشاف البروتون1886:	-4-3-2
15.....	تجربة ريدرفورد:1919 اكتشاف البروتون:	-5-3-2
16.....	تجربة جيمس شادويك JamsChadwicks اكتشاف النيوترونات 1930:	2-3-6-
17.....	وصف الذرة:	-4-2
17.....	النظائر Les isotopes:	2-5-
18.....	فصل النظائر (مطياف الكتلة، مطيافية بامبرج)	-7-2
18.....	مطيافية (مطيافية) بامبردج Bainbridge :	-1-7-2

الفصل الثالث_التحولات النووية

21.....	1-3-ضياء كتلة النواة:
22.....	2-3-استقرار النواة:
22.....	3-3-التفاعلات التي تحدث داخل النواة (النشاط الإشعاعي):

22.....	تعريف النشاط الاشعاعي:	3-3-1-
22.....	طاقة الربط الوسطية:	3-3-2-
23.....	عدد النيكلويدات:	-3-3-3
23.....	قانون النشاط الاشعاعي:	3-3-4-
23.....	بدلالة عدد الانوية N:	3-3-4-1-
25.....	بدلالة النشاط الاشعاعي A:	3-3-4-2-
27.....	ثابت الزمن T:	-4-3
27.....	زمن نصف العنصر t ₂₁ :	-5-3
28.....	الطاقة النووية الناتجة:	-6-3
28.....	انواع الاشعاع (اشعاع طبيعي):	-7-3
28.....	الاشعاع α:	3-7-1-
28.....	الاشعاع β:	3-7-2-
29.....	الإشعاع γ:	-3-7-3
29.....	تفاعلات استحالة (التحول):	3-8-1-
29.....	تفاعلات الانشطار:	3-8-2-
30.....	تفاعلات الاندماج:	3-8-3-

الفصل الرابع ازدواجية الموجة الجسيم

33.....	تاريخ دراسة طبيعة الضوء:	-1-4
33.....	طبيعة الضوء من العالم اسحاق نيوتن:	4-1-1-
33.....	طبيعة الضوء عند هيغنز:	4-1-2-
33.....	طبيعة الضوء عند فرينل وينغ:	4-1-3-
34.....	طبيعة الضوء عند ماكسويل:	4-1-4-
34.....	طبيعة الضوء عند انشتاين:	4-1-5-
34.....	تفاعل الضوء مع المادة أو ما يعرف بالظاهرة الكهروضوئية:	-2-4
34.....	تجربة يونغ لاثبات موجية الضوء:	4-3-
36.....	نظرية Borh :	-4-4
41.....	علاقة الطاقة بالطيف (طول الموجة):	-5-4
44.....	النظرية الموجية (الحديثة):	-8-4
47.....	نظرية مبدأ الشك (عدم اليقين) هايزنبرغ:	-9-4
48.....	التابع الموجي Ψ (نظرية شرودنغر):	4-9-1.
48.....	التابع الموجي المستقر:	4-9-2.

الفصل الخامس البنية الالكترونية للذرة

55.....	البنية الالكترونية للذرة متعددة الالكترونات:	-1-5
---------	--	------

55.....	تمثيل المحطات الذرية بالحجيرات الكوانتية:	-1-1-5
56.....	عامل الاستقرار :	-2-5
56.....	مبدأ الاستبعاد لباولي Pauli :	-3-5
56.....	قاعدة هوند hund :	-4-5
57.....	طاقة المحطات الذرية:	-5-5
57.....	قاعدة كلايتشوفيسكي Klechkoviski:	-1-5-5
59.....	التوزيع الالكتروني:	5-5-2-
59.....	التشكيل الالكتروني:	-3-5-5
59.....	التوزيع الالكتروني باستعمال الغاز الخامل:	-4-5-5
61.....	الكترونات القلب :	-5-5-5
61.....	الكترونات التكافؤ :	-6-5-5
61.....	العناصر الشاذة :	-7-5-5
61.....	التصنيف الدوري لمندليف:	-6-5
62.....	التصنيف الدوري الحديث للعناصر:	-7-5
64.....	العائلات الكيميائية :	5-8-
65.....	الخواص الدورية للعناصر:	-9-5
65.....	تغير نصف القطر الدوري في العمود:	5-9-1-
65.....	تغير نصف القطر الذري في الدور:	5-9-2-
66.....	طاقة التأين E_i	5-9-3-
67.....	الالفة الالكترونية A_e :	-4-9-5
67.....	الكهروسالبية E_i :	5-9-5-
68.....	الكهروجابية:.....	-6-9-5

مقدمة

هذه المطبوعة عبارة عن عمل مقدم لطلبة السنة أولى جدع مشترك وكذلك طلبة السنة الأولى علوم المادة وطلبة السنة الأولى ري وكذلك التخصصات المرتبطة بالعلوم الكيميائية أو علوم المادة يحوي العمل على مجموعة من المفاهيم الأساسية لطلبة التخصصات السابقة بطريقة منهجية ومنتسلسلة خلال الفصول المختلفة كما زود العمل بصور ومخططات تساهم في تبسيط الفهم للطلبة واحيانا امثلة توضيحية وهو ينقسم الى خمس أجزاء

الفصل الأول

يعرض مفاهيم عامة وأساسية مثل حالات المادة الذرات والجزيئات والمحاليل، ملخصة في تذكير موجز

الفصل الثاني

ويركز على المكونات الرئيسية للمادة، على وجه الخصوص الذرة، بالإضافة إلى بعض خواصها الفيزيائية مثل الكتلة والشحنة. هذا ويصف الفصل أيضًا التجارب التي أدت إلى اكتشاف الإلكترون والبروتون والإلكترون النيوترون مثل تجارب كروكس، و طومسون، وميليكان، وغولدشتاين. أخيرا بنية الذرة والنظائر وفصلها باستخدام تقنيات مثل مطيافية بانمريدج.

الفصل الثالث

مخصص لدراسة التحولات النووية او ما يعرف بالنشاط الإشعاعي للانوية الغير مستقرة وكذا مختلف القوانين التي تحكم النشاط الاشعاعي مثل قانون التناقص الاشعاعي زمن نصف العمر وثابت الزمن....وكذا دراسة استقرار هذه الانوية وحساب الطاقة الناتجة عن التغيرات في كتلتها وفي اخر الفصل تطرقنا الى مختلف أنواع الإشعاعات الطبيعية والصناعية.

الفصل الرابع

مخصص لدراسة الطبيعة المزدوجة للضوء وكذا تفاعل الضوء والمادة ايضا نظرية التكميم ونموذج بور الدري لدرة الهيدروجين واشباه الهيدروجين ثم تقديم النظرية اللازمة للوصف الدقيق لخصائص الذرة وفق ميكانيكا الموجة. يناقش هذا القسم فرضية لويس دي برولي، مبدأ عدم يقين هايزنبرج ومعادلة شرودنغر.

الفصل الخامس

التكوينات الإلكترونية تم تلخيصها بواسطة مبدأ استبعاد PAULI ومبدأ استقرار الطاقة وقاعدة KLECHKOWSKI، قاعدة HUND، الاستثناءات في قواعد الملء، والهيكل الإلكتروني للغازات النادرة والإلكترونات الأساسية والتكافؤ، ضياء و كذلك الهياكل الإلكترونية للأيونات ودراسة تغيرات طاقة التأين، نصف القطر الدوري، اللفة الإلكترونية، الكهروسالبية والكهروجابية في الجدول الدوري

الفصل الأول

مفاهيم عامة

1-1- مقدمة:

المادة هي أي شيء له حجم أو كتلة ويحتل مساحة، وكل الأشياء من حولنا التي تتناسب هذا الوصف تنتمي إلى أنواع المادة الموجودة في أربع حالات أو أشكال صلبة، سائلة، غازية وحالة حديثة تم اكتشافها مؤخرا هي حالة البلازما.

1-2- حالات المادة: يمكن ان توجد المادة في ثلاث حالات:

1-2-1- الحالة الصلبة: في هذه الحالة يكون الشكل والحجم ثابتين

1-2-2- الحالة السائلة: في هذه الحالة يكون الحجم ثابت والشكل غير ثابت

1-2-3- الحالة الغازية: في هذه الحالة لا الشكل ولا الحجم ثابت

1-2-4- البلازما: البلازما هي غاز مؤين تكون فيه الإلكترونات حرة الحركة ولا

ترتبط بالذرات أو الجزيئات. على الرغم من تشابهها مع الغازات، إلا أن البلازما لديها

القدرة على توصيل الكهرباء بقوة كبيرة، على عكس الغازات التي توصل الكهرباء

بشكل ضعيف جدًا أو لا توصلها على الإطلاق. البلازما واحدة من حالات المادة

المكتشفة حديثاً.

1-3- الخواص المميزة للمادة: توجد 4 خواص تميز المادة هي:

1-3-1- الحجم: يمثل الحيز من الفراغ الذي يشغله الجسم رمزه "V" ووحدته في النظام

الدولي (SI) هي m^3 أو اللتر "L" يقاس الحجم بالمخبر المدرج.

1-3-2- الكتلة: جملة الجسم تعبر عن كمية مادته رمزها m ووحدتها هي kg،

جهاز قياسها هو الميزان.

1-3-3- الضغط :

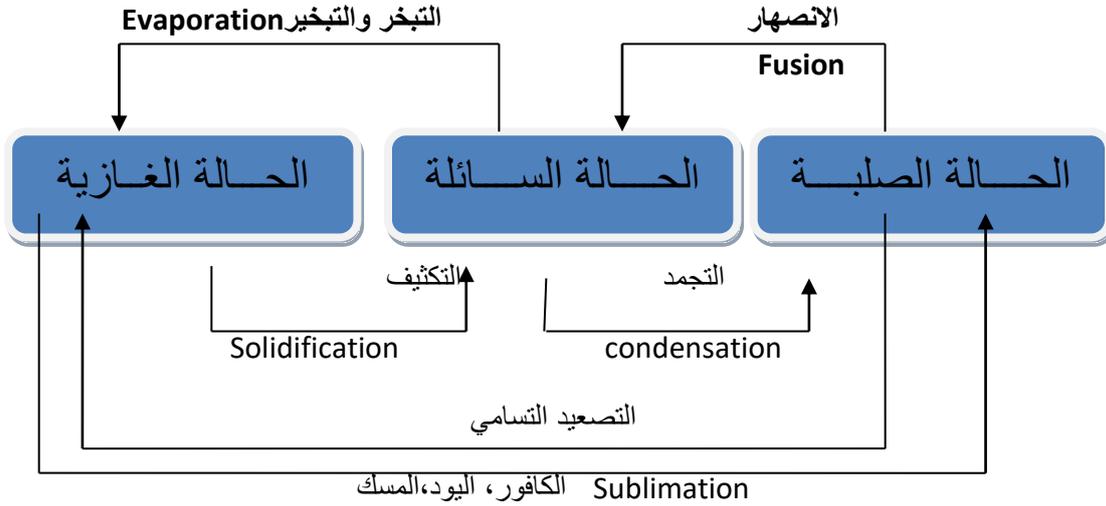
رمزه "p" ويمثل النسبة بين القوة و السطح الذي تطبق عليه هذه القوة ووحدته النظامي

الدولي هي P_a (Pascal) جهاز قياسه المانومتر أو البارومتر.

1-3-4- الحرارة

ترتبط ارتباط وثيق بحركة الجزيئات (les molécules) كلما زادت حركة هذه الجزيئات يعني ذلك أن درجة الحرارة ارتفعت ووحدتها هي °K ، °C ، °F .

1-4-4- تغير حالات المادة:



التكاثف الجاف : يحدث بتخفيض مفاجئ في ضغط ودرجة الحرارة الغاز (تجميد غاز CO₂ في قارورة الإطفاء)

1-5-5- مفاهيم عامة:

1-5-1- مفهوم الجزيء:

الجزيء هو عبارة عن اتحاد ذرتين أو أكثر بواسطة روابط كيميائية يتميز الجزيء بصيغته الجزيئية وكتلته المولية الجزيئية مثال: جزيء الماء H₂O يتكون من اتحاد هيدروجين وذرة اوكسجين.

1-5-2- عدد أفوكادرو:

هو عدد الوحدات الموجودة في مول واحد من أي مادة صلبة او سائلة او غازية ويساوي $6.023 \times 10^{+23} = 0.2310^{+23}N$. تكون الوحدات عبارة عن ذرات، أيونات، جزيئات أو إلكترونات.

1-5-3-المول:

وحدة قياس الكيانات الصغيرة مثل الذرات ، الجزيئات وهيكتلة المادة التي تحتوي عدد أفوكادرو من الوحدات المتماثلة حيث أن 1 مول من ذرات الكربون تحتوي 12غ من ذرات الكربون بينما المول الواحد من جزيئات الاوكسجين يحتوي على 32g (16+16)

1-5-4-الشروط النظامية : Conditions normales ويرمز لها بـ CNTP

$$P=1\text{atm} \quad T=0^{\circ}\text{C} = 273.15\text{K}^{\circ}$$

عند درجة حرارة $T=0^{\circ}\text{C}$ وضغط $P=1\text{atm}$ يحوي 1مول من أي غاز على حجم قدره 22.4L

1-5-5-وحدة الكتلة الذرية u.m.a:

نلاحظ أن استعمال وحدة الغرام أو الكيلوغرام للتعبير عن كتلة الذرات والجزيئات و الشوارد بالسلم التليسكوبي لم تعد مناسبة وذلك لان القيمة العددية لها تكون صغيرة جدا (اقل من 10^{-23}) لذلك نستعمل وحدة جديدة تعرف بوحدة الكتل الذرية u.m.a (unité de masse atomique) حيث :

$$1\text{u.m.a} = \frac{1}{12} \text{ من كتلة واحدة ذرة من الكربون } ^{12}\text{C}$$

$$1\text{mol} \quad 6.023 \times 10^{+23}$$

$$12\text{g} \longrightarrow 6.023 \times 10^{+23}$$

$$m \longrightarrow \text{ذرة واحدة}$$

$$m = \frac{12}{N} = \frac{12}{6.023 \times 10^{23}}$$

$$1 \text{ uma} = \frac{1}{12} \times \frac{12}{N} = \frac{1}{12} \text{ uma} = 1/12 \times 12/N = 1/12$$



$$1 \text{ u.m.a} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ Kg.a} = 1.6610^{-27} \text{ Kg}$$

$$1 \text{ u.m.a} = 1.66 \times 10^{-24} \text{ g.a} = 1.6610^{-24} \text{ g}$$

1-5-6- الكتلة المولية الذرية والكتلة المولية الجزيئية :

الكتلة المولية الذرية لعنصر ما هي كتلة 1 مول من ذراته والكتلة المولية الجزيئية

لعنصر ما هي كتلة 1 مول من جزيئاته

مثال :

$$M_H = 1.0079 \text{ g/mol}$$

$$M_{H_2O} = 2 \times 1 + 16 = 18 \text{ g/mol}$$

1-5-7- الحجم المولي:

رمزه "Vm" هو الحجم الذي يشغله 1مول من مادة معينة ويقدر بـ 22.4L في

الشروط النظامية $P=1 \text{ atm}, T=0^\circ \text{C}$

1-6- قانون الاوزان:

1-6-1- قانون انحفاظ الكتلة (Lavoisier 1871):

قانون بقاء المادة، ينص القانون على أنه عند حدوث تفاعل كيميائي فان كتل المواد

الناجمة تساوي كتل المواد المتفاعلة

مثال:



$$16+2= 18\text{g}$$

$$18\text{g}$$

1-6-2- قانون النسب الثابتة: في مركب نقي توجد دائما نفس النسب الكتلية

للعناصر



وعليه فان الصيغة الكيميائية للماء هي دوما H_2O

$$\frac{m_{O_2}}{m_{H_2O}} = \frac{26}{18} = \frac{1}{1.8}$$

7-1- الاجسام النقية والاجسام الغير النقية:

1-7-1 الاجسام الغير نقية:

الاجسام الغير نقية توجد على شكل خلائط من الجزيئات غير المرتبطة كيميائيا وهي
نوعان:

1-1-7-1 الخليط المتجانس:

لا يمكن ان نميز بين مكوناته بالعين المجردة أي أنه يتشكل من طور واحد ولا يمكن
فصل مكوناته بالطرق الميكانيكية البسيطة مثل: السكر + الملح، الكحول، +الماء.

2-1-7-1 الخليط الغير متجانس:

يمكن التمييز بين مكوناته بالعين المجردة أي أنه يتشكل من عدة أطوار حيث يمكن
فصلها بالطرق الميكانيكية البسيطة مثل: الماء + الرمل + الذهب.

2-7-1- الاجسام النقية بسيطة: هي الاجسام التي تتكون من نوع واحد من الذرات



3-7-1- الاجسام النقية مركبة: الاجسام التي تتكون من عدة أنواع من الذرات مثال:



1-8-1 - تعريفات عن المحاليل:

1-8-1-1 - المحلول **la solution** :

هو عبارة عن خليط متجانس في الطور المائي أو الطور الغازي أو الصلب يتكون على الأقل من مادتين اثنتين

1-8-2-1 - المذيب:

هو كل مادة سائلة لديها القدرة إذابة مواد أخرى (الماء ، الكحول)

1-8-3-1 - المذاب:

هي مادة كيميائية (جزيئية أو أيونية) تذاب في المذيب دائما تكون كمية المذيب اكبر من كمية المذاب نقول ان المحلول مائي.

1-8-4-1 - التخفيف أو التمديد:

تخفيف محلول الماء هو الحصول على تركيز جديد اقل من التركيز الابتدائي وذلك بإضافة المذيب ، المحلول الابتدائي يدعى بمحلول الام و المحلول المخفف نقول عليه المحلول البننت.

1-8-5-1 - انحفاظ كمية المادة

$$n_{mère} = n_{fille}$$

$$C_0 V_0 = C_1 V_1 \Rightarrow V_0 = \frac{C_1 V_1}{C_0}$$

1-8-5-1 - المولارية : mol/l

$$C = \frac{n}{v} \left(\frac{mol}{l} \right)$$

1-8-5-2 - التركيز الكتلي

$$\frac{m}{v} : (g/l)$$

1-8-5-3-الكسر الكتلي

$$\omega_i = \frac{w_i(g)}{m_i}$$

1-8-5-4-الكسر الحجمي

$$\phi = \frac{V_i(\Sigma p)}{\Sigma V_i}$$

1-8-5-5-الكسر المولي:

$$x_i = \frac{n}{\Sigma n_i}$$

الفصل الثاني

مكونات الذرة

1-2- مقدمة عن تاريخ الذرة:

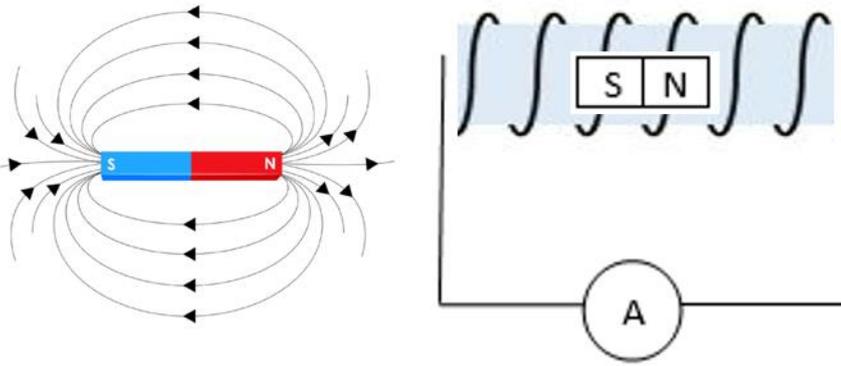
لكل اكتشاف على تاريخ بداية من طرح السؤال مرورا بالإجابات الصحيحة والخاطئة فهذا التاريخ يبرز دور العلم في تنوير المجتمعات وأيضا يبرز التطور الفكري فيها هو بديهي لكن الآن كان محل بحث قديما كالكهرباء التي كانوا يعتقدون فيها أنها السائل خفي والآن أصبح معروفا انها " سبيل من الالكترونات" فالبحث في ماهية المادة فكر فيه الإنسان منذ القدم ففي حوالي 400 ق.م ظهرت النظرية الذرية الديمقراطية والتي كانت قائمة عصر أن كل شيء في هذا الكون مكون من جسيمات صغيرة صلبة تسمى ذرات A-Tomos اي لا تنقسم أي لا يمكنها أن تنقسم لأصغر من هذا كما أدت فكرة الذرة الصلبة إلى فرضيتين اخريين هما: الذرات المتجانسة بلا اي بنية داخلية ولكن بشكل عام الذرات تختلف في الحجم والشكل. حيث كان ديمقريطس يعتقد أن صلابة المادة تتناسب مع شكل الذرات المكونة لها فصلا: ذرات الحديد صلبة، وذرات النار محيئة وذرات الماء ناعمة وزلقة.

عارض أرسطو فكرة الذرة فكان يعتقد انه لا يوجد ما يسمى اصغر جزء في المادة فالمادة تنقسم إلى ما لا نهاية فكل جزء صغير يمكن قسمته الى اصغر منه وكانت فكرته لتكوين المادة قائمة على ان كل المواد مكونة من 4 عناصر الماء والهواء والترابو النار تتدخل هذه العناصر في تركيبية كل المواد بنسب مختلفة وقد سادت النظرية لمدة الفي عام نعلم ان فكرة ديمقريطس لم تزد عن كونها فكرة أو تأصلا فلسفيا دون تجارب تسند اليها الا انها فتحت الطريق للتفكير في ماهية هذا الكون.

2-2-2- العلاقة بين المادة والكهرباء:

2-2-1- نظرية فردي:

في سنة 1820 م اثبت العالم ارستد ان التيار الكهربائي المار في سلكالنحاس يولد حقل مغناطيسي قوي يحرق الابرة المغناطيسية وعلى إثر هذا الاكتشاف تساءل العالم فردي عن امكانية توليد قوة كهربائية انطلاقا من حقل مغناطيسي فقام بالتجربة التالية:



تجربة فردي

وصف التجربة: ربط فردي سلك حلزوني دائري او لفافة الى طرف جهاز الامبيرمتر وقام بتحريك مغناطيس داخل السلك ذهابا وإيابا فلاحظ تحرك مؤشر جهاز الامبيرمتر مرة الى اليمين ومرة الى اليسار ولما أوقف فردي تحريك المغناطيس توقف المؤشر عند الصفر استنتج عندها العالم فردي أن السلك النحاسي يمكن أن يتولد فيه تيار كهربائي مستحث إذا ما أثرت عليه بحقل مغناطيسي متغير التدفق

2-2-2- قانون فردي:

$$\Phi = B \times S \times \cos \theta$$

$$\varepsilon = N \times \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

ϵ : القوة المحركة الكهربائية

N : عدد لفات السلك النحاسي

\emptyset : تدفق الحقل المغناطيسي (فيض الحقل المغناطيسي)

S : مساحة السلك

θ : الزاوية المحصورة بين العمود (الناظم) على اللفافة وشعاع الحقل المغناطيسي
بفضل قانون فردي للحث المغناطيسي تم اكتشاف وتوليد كهربائي حيث أصبحت
المحركات والمولدات شيئاً ممكناً

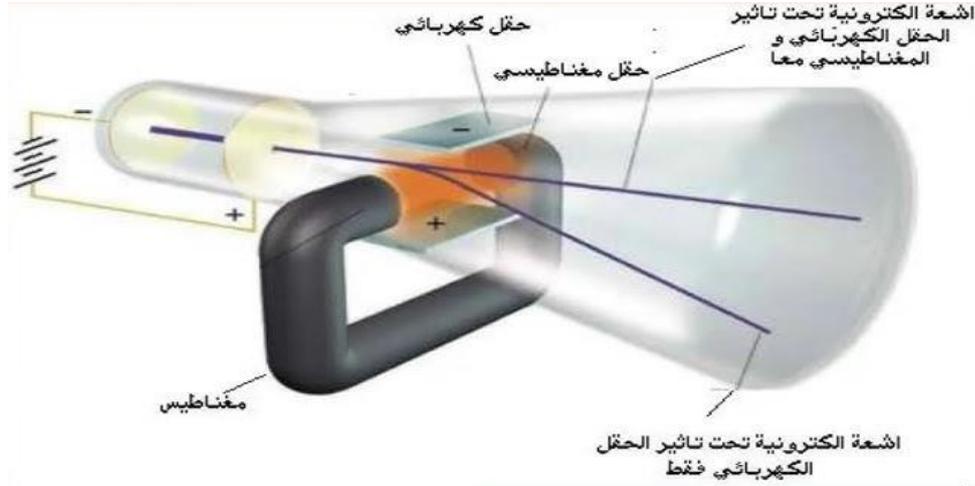
2-3-3- تسليط الضوء على مكونات المادة (الذرة):

2-3-1- تجربة العالم كروكس:

وصف التجربة: 1869-1875: قام بها العالم الانجليزي وليام كروكس سنة 1869
استخدم كروكس انبوباً فارغاً من الهواء مزوداً بقطبين (كاثود و انود) وطبق فرق جهد
عالي بين القطبين $10.000V$ فلاحظ انبعاث أشعة من الكاثود نحو الانود في خط
مستقيم كان هدفه تجربة كروكس هو إثبات أو نفي تجربة دالتون التي نصت على أن
المادة تتكون من دقائق صغيرة مصمتة وغير قابلة للتجزئة تصور كروكس انه اكتشف
الحالة 4 للمادة ولكن يتبين لاحقاً انه لم يتمكن من تفسير الأشعة المهبطية بشكل صحيح
وهذا ما سيقوم به العالم طومسون لاحقاً

2-3-2- تجربة طومسون J.J Tomson (تعيين النسبة $\frac{e}{m}$)

استطاع العالم طومسون سنة 1897 تعيين القيمة العددية لنسبة شحنة الالكترون الى
كتلته ($\frac{e}{m}$) وهذا بواسطة الأشعة المهبطية التي عرضها الى حقل مغناطيسي ومرة اخرى
الى حقل كهربائي واخير الى حقلين معا واكتشف طومسون أن الأشعة المهبطية ماهي الا
جسيمات سالبة الشحنة سماها الكترونات.



تجربة طومسون

1. المرحلة الاولى: طبق العالم طومسون على الحزمة المهبطية حقلا كهربائيا واخر مغناطيسي متعامدان فنتجت عنه قوتان كهربائية ومغناطيسية متساويتان في الشدة متعاكستان في الاتجاه

$$\begin{aligned} \vec{F}_m &= \vec{F}_e \\ \mathcal{B}vq &= \mathbb{E}q \\ v &= \frac{\mathbb{E}}{\mathcal{B}} \end{aligned}$$

تتحرك الأشعة المهبطية بسرعة ثابتة

q: تمثل الشحنة

E: يمثل الحقل الكهربائي

B: يمثل الحقل المغناطيسي

2. المرحلة الثانية: حذف طومسون الحقل المغناطيسي وترك الحزمة معرضة للحقل الكهربائي فقط فلاحظ انحراف هذه الأشعة المهبطية نحو اللبوس الموجب. للمكتفة فاستنتج أن هذه الأشعة عبارة عن جسيمات سالبة الشحنة سماها الكترونات ليحاول

فيما بعد أن يحسب شحنتها لكنه لم يستطع آنذاك وحسب نسبة شحنتها إلى كتلتها (e/m) بين لوي الانحراف تتعرض الالكترونات إلى فرق جهد كبير لتتسارع فتكون حركتها بذلك متسارعة بانتظام وفق محور (OY) ومستقيمة منتظمة وفق المحور (OX) بالإسقاط وفق محوري الحركة نجد:

وفق (OY): نعبر عن معادلة الحركة المستقيمة المتغيرة بانتظام بالمعادلة التالية :

$$y = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

نأخذ هذه الشروط الابتدائية $y_0 = 0, v_0 = 0$ ()

$$y = \frac{1}{2} a t^2 \dots \dots \dots (1)$$

لحساب التسارع نطبق القانون الثاني لنيوتن:

$$\sum \vec{f}_{ext} = m \cdot \vec{a}$$

بالإسقاط على محور الحركة $F_e = m \cdot a$

$$q \cdot E = m \cdot a$$

$$a = \frac{E}{m} \dots \dots \dots (2)$$

وفق (OX) : تم إهمال تأثير لبوسي المكثفة على حركة الالكترونات وفق (OX) فالحركة مستقيمة منتظمة والسرعة ثابتة:

$$v = x/t$$

$$t = \frac{x}{v} \dots \dots \dots (3)$$

بتعويض (3) و (2) في (1) نجد:

$$y = \frac{1}{2} \frac{q \cdot E \cdot \kappa^2}{m \cdot \vartheta^2}$$

بالتبسيط نجد العبارة النهائية لنسبة (e/m):

$$\frac{q}{m} = \frac{e}{m} = \frac{2y\vartheta^2}{Ed^2}$$

حيث:

$\kappa=d$: طول لبوسي المكثفة

y : الانحراف الذي انحرفته الالكترونات وفق المحور (oy)

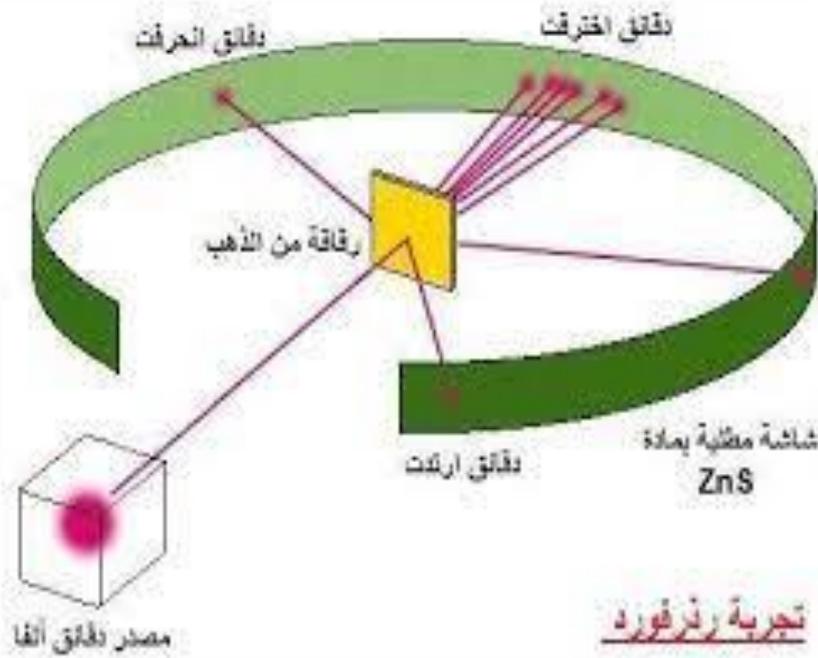
ϑ : سرعة الالكترونات

e : شحنة الالكترون

m : كتلة الالكترون

2-3-3- تجربة ريدرفورد 1919 اكتشاف النواة :

حاول ريدرفورد و طلبته أن يتأكدوا من صحة نموذج طومسون الذي يعرف بكعكة الزبيب فقاموا بالتالي: " تم قذف رقاقة ذهبية بسلك 0.001 cm بأشعة α موجبة الشحنة (He) ضعيفة الطاقة وضعيفة النفاذية وقام بوضع كاشف معدني دائري الشكل مطلي بمادة كبريت الزنك ZnS_1 والتي تلمع عندها يسقط الضوء عليها.



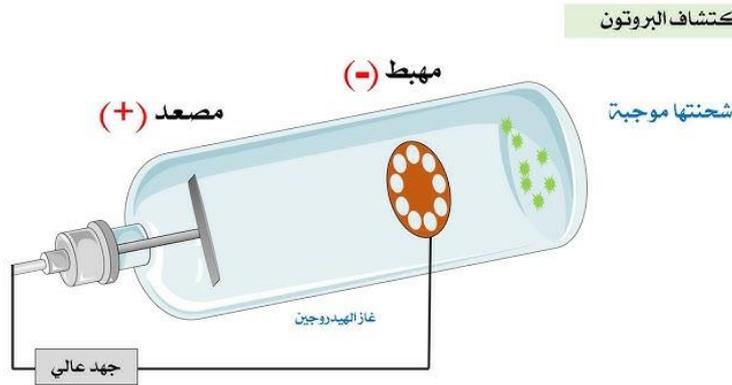
من مواضع أشعة α على اللوح المعدني (الكاشف) استنتج ان اغلبية الاشعة قد اجتازت الرقاقة الذهبية والقليل منها انعرف والقليل الاخر ارتد فقدم التفسير التالي:

- ✓ الاشعة النافذة عبرت من خلال الفراغات.
- ✓ الاشعة المنحرفة اقتربت من رقائق تحمل تسعة موجبة فحدث تنافر بينهما مما أدى الى انحرافها.

✓ الاشعة المرتدة اصطدمت بدقائق موجبة الشحنة بشكل مباشر فارتدت استطاع العالم ان يثبت خطأ نموذج طومسون وان يصيغ نمودجه بأن : الذرة تتكون من جزء عالي الكثافة موجب الشحنة يدعى النواة التي تشغل حيز صغير وباقي الحيز عبارة عن فراغ تدور فيه الكترونات في مسارات دائرية ثابتة بسرعة عالية جدا سميت هذه المسارات الدائرية بالمدارات.

2-3-4- تجربة غولدشتاين اكتشاف البروتون 1886:

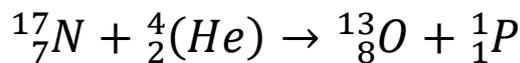
قام العالم بإجراء بعض التغييرات على أنبوبة كروكس وضبط غاز الهيدروجين في الأنبوب ثم قام بتطبيق جهة عال بين الكاثود والانود حيث كانت الـ e المنبعثة من الكاثود تعمل على تأين ذرات غاز الهيدروجين فيفقد هذا الأخير الكثرونات التي تتوجه نحو الكاثود بينما باقي الجسيمات موجبة الشحنة تتجه نحو القطب السالب (الأنود). وسماها أشعة هنا استنتج انه بالإضافة للالكثرونات السالبة الشحنة فانه يوجد في الذرة جسيمات أو دقائق موجبة الشحنة تتجه نحو الانود سماها بأشعة الانود.



تجربة غولدشتاين لاكتشاف البروتون

2-3-5- تجربة ريدرفورد: اكتشاف البروتون:

لاحظ أنه عندما يقذف غاز النيتروجين N_2 بجسيمات α فانها تنتج نواة اكسجين ومعها دقائق تنحرف نحو القطب السالب في وجود مجال كهربائي فسمها (البروتونات p) من الإغريقية بروتوس (protos) وفق التفاعل التالي:

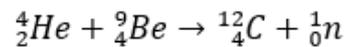
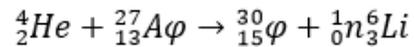
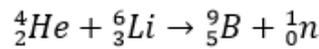
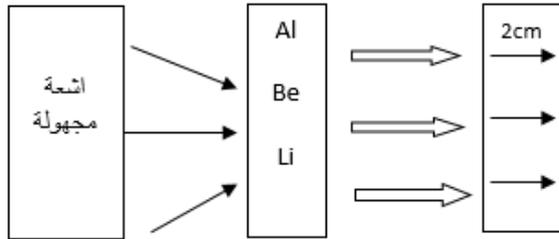


2-3-6- تجربة جيمس شادويك JamsChadwicks اكتشاف النيوترونات 1930:

بعد اكتشاف الإلكترون، النواة، البروتون أصبح التساؤل الذي يشغل العلماء هو: كيف للبروتونات موجبة الشحنة أن تبقى متقاربة على مستوى النواة ولا تتناثر عن بعضها البعض؟

وهذا ما جعلهم يعتقدون بضرورة وجود جسيمات أخرى تعمل على الحد من هذه القوة وتحافظ على استقرار النواة والذرة معا كما قام العلماء بمقارنة الكتلة ذرة ${}^4_2\text{He}$ وكتلة ذرتي هيدروجين حيث تصوروا للوهلة الاولى بان كتلة ذرة الهليوم سوف تساوي ضعفي كتلة ذرتي الهيدروجين.

ولكنهم تفاجئوا بان ذرة ${}^4_2\text{He}$ كانت اقل من ذرتي ${}^1_1\text{H}$ بل ان ذرة ${}^4_2\text{He}$ كانت تساوي 4 مرات ذرة الهيدروجين .لم يستطع رذرفورد إثبات وجود النيوترونات رغم قناعته بوجودها (1920) وكان يحفز طلبته آنذاك على إجراء التجارب من اجل الكشف عن النيوترونات .



شمع البرافين

في سنة 1930 قام العالم شادويك بقذف قطعة معدنية من (Li, Be, Al) وفق التفاعلات السابقة. فلاحظ صدور أشعة عن القطعة المعدنية فظن العلماء ان تلك الاشعة عبارة عن الكترونات أو أشعة جاما γ لكن عندما عرضها إلى حقل كهربائي لم تتحرف فهي عديمة الشحنة ولا يمكن ان تكون لا الكترونات ولا بروتونات فظن العلماء انها قد تكون اشعة γ عديمة الشحنة لكن شادويك واصل التجربة واعترض طريقها بشمع البرافين ليحدد قدرتها على اختراق الشمع ومن ثم يقارنها بقدرة اختراق اشعة جاما لكنه وجد ان

لهذه الأشعة قدرة اختراق عالية تفوق قدرة اختراق أشعة جاما (من 2cm الى 3cm) وهو ما يختلف كلياً عن أشعة γ ذات قدرة الاختراق (من 2 الى 3 mm فقط) فاستنتج حينها العالم شادويك : أنها ليست أشعة بل هي الجسيمات التي تكلم عنها أستاذه ريزر فوردي سابقاً وقام بقياس كتلتها ليجد ان كتلتها تساوي بالتقريب كتلة البروتونات

$$m_n = 1.674 \times 10^{-27} \text{kg} = 1.008 \text{ uma}$$

ملاحظة: واحدة من الأسباب التي خلفت اكتشاف النيوترونات كونها عديمة الشحنة

4-2- وصف الذرة:

يرمز للذرة بالرمز A_ZX تتميز بالعدد الكتلي A و الذري Z حيث:

Z يمثل عدد البروتونات وهو نفسه عدد الإلكترونات في ذرة متعادلة كهربائياً.

A يسمى العدد الكتلي ويساوي عدد النويات (البروتونات + النوترونات)

2-5- النظائر Les isotopes:

هي عبارة عن عناصر لها نفس الخواص الكيميائية وتختلف في الخصائص الفيزيائية فنظائر العنصر الواحد هي عناصر لها نفس العدد الذري Z (نفس عدد البروتونات) وتختلف في العدد الكتلي (كون في عدد النيوترونات) فهي عناصر تمتلك نفس العدد الذري وتختلف في العدد الكتلي.

$$A = Z + N$$

نظائر الأكسجين $({}^{14}_8O, {}^{17}_8O, {}^{18}_8O)$

نظائر الهيدروجين $({}^1_1H, {}^2_1H, {}^3_1H)$

2-6- الكتلة المولية للعنصر النظير:

هي متوسط الكتل الذرية لنظائر العنصر الواحد وتحسب بالعلاقة التالية:

$$M_{moy} = \sum_{i=1}^n M_i x_i$$

M_i : كتلة كل نظير

X_i : نسبة كل نظير في العينة

مثال

إحدى عينات البور B تتكون من البورون 11 بنسبة 80.3 بالمائة، في حين يتكون الجزء المتبقي من العينة من البور 10. البور 10 والبور 11 نظيران للبور احسب الكتلة المتوسطة للبور

$$M_{moy} = \sum_{i=1}^n M_i X_i$$

$$M_{moy} = m_{10} x_{10} + m_{11} x_{11}$$

$$M_{moy} = 11x \frac{80.3}{100} + 10x \frac{19.7}{100}$$

$$M_{moy} = 10.8034 u. m. a$$

$$M_{moy} = 10.80 g/l$$

7-2- فصل النظائر (مطياف الكتلة، مطيافية بامبرج)

النظائر لها خواص كيميائية متشابهة بسبب تساوي عددها الشحني ولفصلها نستخدم أجهزة تسمى مطياف الكتلة وهي تسمح بفصل الأيونات الموجبة حسب كتلتها وشحنتها

7-2-1- مطيافية (مطيافية) بامبرج Bainbridge :

يتكون الجهاز من : غرفة التأين، مرشح السرعات، المحلل.

غرفة التأين: تصدر e^- وتتصادم بجزيئات الغاز فتأينها الى شوارد موجبة (m^+)

واخرى (m^-) تحجز الايونات السالبة وتمر فقط الايونات الموجبة وتدخل الى مرشح

السرعات بسرعات مختلفة.

مرشح السرعات: وفيه الحقلان كهربائي E ومغناطيس B متعامدان $E \perp B$ لتعديل خروج

الايونات الى المحلل وتكون السرعة واحدة لجميع الايونات

$$\|F_e\| = \|F_m\|$$

$$q.E = q.B \vartheta.$$

$$\vartheta = \frac{E}{B} (M^+)$$

تخرج كل الايونات بنفس السرعة من مرشح السرعات في المحلل: تدخل الايونات ذات الكتلة (m) والسرعة ϑ الى المحلل فيطبق عليها مجال مغناطيسي جديد B' ويؤثر عليها بقوة مغناطيسية وهذا ما يجعل مسارها دائري نصف قطره (R) تتولد في المقابل قوة جذب مركزية F_c تساوي القوة المركزية المغناطيسية F_m في القيمة وتعاكسها في الاتجاه مما يضمن حركة دائرية بسرعة زاوية ثابتة:

$$\begin{aligned} \|F_m'\| &= \|F_c\| \\ qvB' &= m \frac{v^2}{R} \\ \frac{q}{m} &= \frac{e}{m} = \frac{BB'}{E} \end{aligned}$$

وهي نسبة شحنة الإلكترون الى كتلته التي وجدها العالم طومسون والتي تقدر ب

$$e/m = 1.758820 \times 10^{11} \text{C/Kg}$$

الفصل الثالث

التحولات النووية

3-1- ضياع كتلة النواة:

كتلة النواة المقاسة تجريبيا هي دائما اقل من مجموع الجسيمات المكونة لها يسمى هذا الفرق بين الكتلة النظرية والتجريبية بالضياع في الكتلة ويعود هذا الضياع الى تكوين النواة انطلاقا من النيكليودات (البروتونات والنيوترونات) حيث يرافق عملية التكوين الحاجة الى طاقة تعمل على دمج النيكليودات مع بعضها البعض وتؤمن هذه الطاقة من خلال تحول جزء من الكتلة الى طاقة وحسب النظرية النسبية لانشتاين فان هذه الطاقة تعطى بالعلاقة :

$$\Delta E = \Delta m \cdot C^2$$

ΔE : بالجول المحررة الطاقة المحررة بالجول: E

Δm : الضياع في الكتلة بالكيلوغرام

C: سرعة الضوء $3.10^8 m/s$

و تعطى عبارة الضياع في الكتلة ب:

$$\Delta m = ||m_{th} - m_{e\acute{e}l}||$$

$$\Delta m = \left\| \left\| Zm_p + (A - Z)m_n - m(X_Z^A) \right\| \right\|$$

$$\left(\begin{array}{c} \text{كتلة} \\ \text{نظرية} \end{array} \right) \left(\begin{array}{c} \text{كتلة} \\ \text{تجريبية} \end{array} \right)$$

m_p : كتلة البروتون: $1.00727 u_{ma}$

m_n : كتلة النيوترون: $1.00866 u_{ma}$

Z: العدد الشحني

A: العدد الكتلي

3-2- استتقرار النواة:

نميز استتقرار النواة بحساب طاقة الربط الوسطية رمزها a وتعطى بالعلاقة التالية:

$$a = \frac{\Delta E_N}{A} \text{ (Mev/N)}$$

حيث A يمثل العدد الكتلي

كلما كانت طاقة الربط الوسطية كبيرة كلما كان العنصر اكثر استقرارا

تعريف الالكترون فولط: وحدة الطاقة الجول كبيرة جدا لتطبيقها على الالكترونات وفي

دراسة الذرة اوجد الفيزيائيون وحدة للطاقة صغيرة لتسهل الحسابات عند دراسة الجسيمات

العنصرية يستعمل الفيزيائيون والكيميائيون في حساباتهم وحدة eV وكذلك MeV و eV

هو قدرة إلكترون واحد خاضع لفرق جهد قدره $1 V$

$$1eV = q \cdot V$$

$$= 1,6 \cdot 10^{-19}$$

$$1eV = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ joule}$$

$$MeV = 10^6 eV$$

$$a = 933 \text{ MeV} \cdot 1u \cdot m \cdot a = 933 \cdot 10^6 eV$$

3-3- التفاعلات التي تحدث داخل النواة (النشاط الإشعاعي):

3-3-1- تعريف النشاط الإشعاعي:

عبارة عن تفتت تلقائي تدريجي يحدث لأنوية ذرات معينة تسمى مشعة اي أنها تصدر

إشعاعات غير مرئية و يتوقف هذا النشاط الإشعاعي. على عاملين اثنين هما:

3-3-2- طاقة الربط الوسطية:

كلما كانت هذه الطاقة كبيرة كلما كان العنصر مستقرا وغير مشع والعكس صحيح

والعناصر المستقرة تكون لها طاقة ربط وسطية حوالي 7.6 MeV

3-3-3- عدد النيكليودات:

$Z > 82$ تكون العناصر غير مستقرة وهذا لأن قوى التناظر بين البروتونات داخل النواة

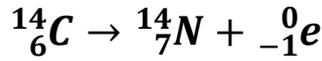
تزداد.

3-3-4- قانون النشاط الإشعاعي:

3-3-4-1- بدلالة عدد الانوية N : إذا اعتبرنا $N(t)$, عدد انوية عينة عند

الزمن t مثلا 100 نواة كربون 14 عند الزمن t_0 و التي سوف تتهاافت بشكل عشوائي

بإصدار أشعة β^{-1} وفق المعادلة التالية:



خلال مجال زمني Δt قدره إذا كان عدد الانوية المختفية $|\Delta N|$ هو 10 فإن عدد الانوية المتبقية في العينة هو 90 والتي يمكن أن تتهاافت بدورها في وقت لاحق. وعليه يمكننا ان نلاحظ انه إذا كان عدد الانوية المتبقية $N(t)$ خلال مجال زمني Δt وكان ΔN هو عدد الانوية المتفككة فان العلاقة بين عدد الانوية المتبقي والمتفكك علاقة عكسية يمكن التعبير عنها بالعلاقة التالية:

$$\Delta N = -\lambda N \Delta t$$

Δt : فاصل زمني

N : عدد الانوية المتبقية

ΔN : عدد الانوية المختفية ($N_0 - N$)

$$\Delta N = N^0 - N = -\lambda N \Delta t$$

$$\Delta N = -\lambda N \Delta t$$

$$\frac{\Delta N}{N} = -\lambda \Delta t$$

من اجل قيم صغيرة للزمن وعدد الانوية المختلفة

$$; \Delta t = dt \frac{\Delta N}{N} = \frac{dN}{N}$$

$$\frac{dN}{N} = -\lambda dt$$

$$\int_{N^0}^N \frac{dN}{N} = - \int_{t=0}^t \lambda dt$$

$$\int_{N^0}^N \frac{dN}{N} = -\lambda \int_{t=0}^t dt$$

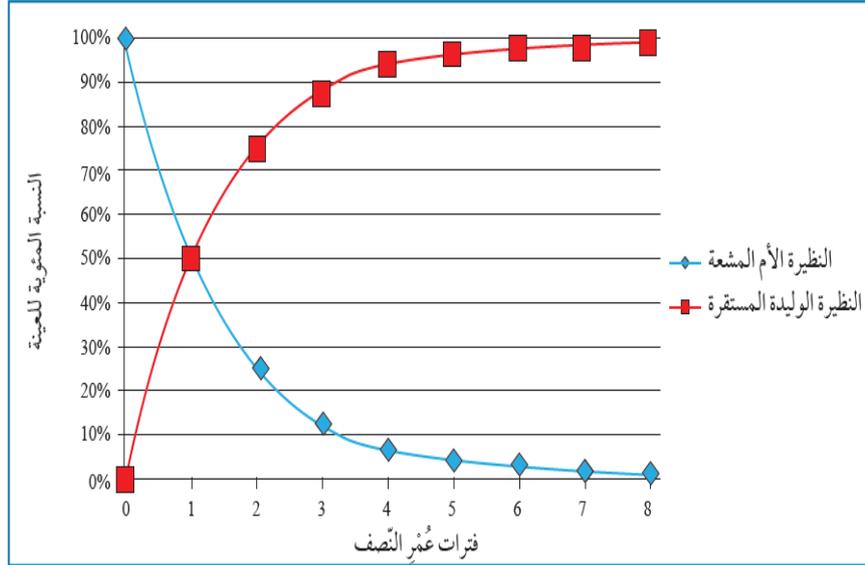
$$e^{-\ln N} \Big|_{N_0}^N = e^{-\lambda t} \Big|_0^t$$

$$\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t}$$

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

قانون التهاافت الاشعاعي

منحنى $N(t)$ و $(N_0-N)(t)$



من خلال المنحنى الممثل للانوية المتبقية N والانوية المتفككة (N_0-N) بدلالة الزمن نلاحظ تناقص عدد الانوية المتبقية N بسبب التفككات المستمرة (المنحنى الازرق) وتزايد في الانوية المتفككة (N_0-N) (المنحنى الاحمر) حيث

N : الانوية المتبقية (غير متفككة) عند الزمن t

N_0 : هو عدد الانوية الابتدائية عند $t=0$

(N_0-N) : الانوية المتفككة

λ : ثابت النشاط الإشعاعي (s^{-1})

3-3-4-2- بدلالة النشاط الإشعاعي A :

أحيانا يكون من غير الممكن معرفة عدد الانوية الابتدائية فنستخدم النشاط الإشعاعي A حيث النشاط الإشعاعي A هو عدد تفككات الانوية في عينة مشعة خلال زمن قدره واحد ثانية ووحدتها البيكرل Bq وجهاز قياسها هو عداد جايجر (Geiger counter)

$$A = -\frac{dN}{dt}$$

$$A = -\frac{dN}{dt} = \lambda N = -\lambda N_0 e^{-\lambda t}$$

عند اللحظة t_0

$$A_0 = -\frac{dN_0}{dt} = -\lambda N_0$$

$$A_0 = -\lambda N_0$$

$$A = \lambda N_0 e^{-\lambda t}$$

A_0 : النشاط الابتدائي للعينة، بالبيكريل Bq

t : المدة بالثواني (s)

λ : ثابت الانحلال الإشعاعي، في الثانية (s^{-1})

نقوم بتعويض قيمة A_0 في A :

$$A = A_0 e^{-\lambda t}$$

ملاحظة يمكن كتابة قانون النشاط الإشعاعي بدلالة الكتلة m وذلك بكتابة عدد الانوية

بدلالة الكتلة في العلاقة (3) كالآتي

$$N = \frac{m}{M} N_0$$

$$m = m_0 e^{-\lambda t}$$

4-3- ثابت الزمن τ :

هو الزمن اللازم لتفكك 63 % من عدد الأنوية الابتدائية N_0 ؛ يمكن تحديد قيمته من بيان $A(t)$ أو $N(t)$ أو حتى بيان التناقص الكتلة $m(t)$ يمكن أن نحصل على قيمة τ بيانيا من خلال رسم المماس $N=f(t)$ ونقطة تقاطع المماس مع محور الزمن t

من العلاقة العامة لقانون التهاافت الإشعاعي:

$$N=N_0e^{-\lambda t}$$

$$\lambda = \frac{1}{\tau}$$

$$N=N_0e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$t = \tau$$

$$N= N_0e^{-1} = \frac{N_0}{e}$$

$$N = 0.37N_0$$

$$t = \tau \rightarrow N_0 - N = 0.63N_0$$

5-3- زمن نصف العنصر t_2^1 :

هو الزمن اللازم لتفكك نصف الانوية الابتدائية لعينة ما رمزه t_2^1

عند t_2^1

$$N(t = \frac{1}{2}) = \frac{N_0}{2}$$

$$N_0 e^{-\lambda t_{\frac{1}{2}}} = \frac{N_0}{2}$$

$$\ln e^{-\lambda t_{\frac{1}{2}}} = \ln \frac{1}{2}$$

$$-\lambda t_{\frac{1}{2}} = \ln 1 - \ln 2$$

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \ln \tau$$

6-3- الطاقة النووية الناتجة:

عند حدوث نشاط نووي نلاحظ تغير في كتلة الانوية بمقدار Δm حيث:

$$\Delta m = \Sigma m (\text{كتلة الانوية المتفاعلة}) - \Sigma m (\text{كتلة الانوية الناتجة})$$

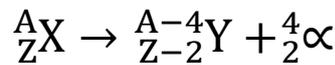
والطاقة المكافئة لهذا التغير:

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2$$

7-3- انواع الاشعاع (اشعاع طبيعي):

3-7-1- الاشعاع α :

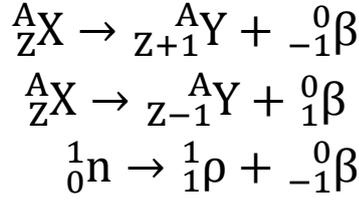
يحمل شحنة موجبة ويتركب الجسيم α من بروتونين أي انه يماثل نواة ذرة الهيليوم ${}^4_2\text{He}$ تنطلق جسيمات α بطاقة عالية ولكنها سرعان ما تفقدها عند اصطدامها بالمادة، تتميز بسرعة عالية وقدرة كبيرة على تأيين الذرات بينها قدرتها على النفاذية ضعيفة



3-7-2- الاشعاع β :

وهي الالكترونات تطلقها بعض النوى المشعة وهي الالكترونات عادية تحمل شحنة سالبة وتسمى نيكاتون لكن بعض الانوية الاخرى يطلق بوزيتونات

وهي الالكترونات ذات شحنة موجبة وتنتقل جسيمات β بسرعة عالية تقارب بسرعة الضوء



3-7-3- الإشعاع γ :

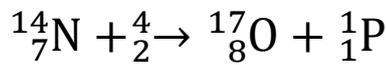
أشعة غير مشحونة كهربائية وتنتقل بسرعة الضوء وتنتج عندما تنتقل النواة من حالة مثارة الى حالة اقل اثاره بعدما تصدر أشعة α أو أشعة β

3-8- انواع النشاط الصناعي:

يمكن للنشاط الإشعاعي أن يكون طبيعياً أي يحدث بشكل تلقائي كما يمكن أن يكون مصدره صناعي وذلك بقذف انويه عناصر بجسيمات مثل: البروتون 1_1p ، الديتريوم 2_1D ، جسيمات ${}^0_{-1}B$ ، 0_1B ، ${}^4_2\alpha$ ونقسم الانوية الصناعية الى ثلاثة أنواع مختلفة: تفاعلات استحالة (التحول)، تفاعلات الانشطار، تفاعلات الاندماج.

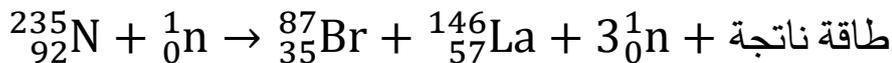
3-8-1- تفاعلات استحالة (التحول):

يتحول العنصر الكيميائي إلى عنصر آخر تماماً ولكن ذو عدد كلي مقارب للعنصر المتحول (العنصر الأول) أول تفاعل استحالة هو تجربة ريزر فوردي للكشف على مكونات الذرة 1919 حيث قام بقذف غاز النيتروجين بجسيمات α



3-8-2- تفاعلات الانشطار:

يحدث هذا التفاعل عند العناصر ذات العدد الكتلي الكبير $< 200A$ حيث تنقسم النواة الثقيلة عند قذفها بـ إلكترونات إلى انويه خفيفة وفق المعادلة التالية:

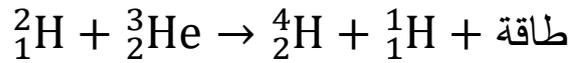


ملاحظة:

في تفاعلات الانشطار بالإضافة إلى النويتين الناتجتين نتحصل على نيترونات قادرة على قذف نواة أخرى من اليورانيوم فنحصل على انشطار متسلسل زائد طاقة كبيرة.

3-8-3- تفاعلات الاندماج:

تلتحم نويتين خفيفتين لتعطي نواة أثقل مع تحرير طاقة اكبر من تلك المحررة في تفاعلات الانشطار ويتم التفاعل عند درجات حرارة قصوى.



مثال:

الفسفور P عنصر مشع B^+ تكون النواة البننت المتحصل عليها مثارة وترجع الى الحالة الاساسية باصداراشعة γ .

1- اكتب رمز نواة الفسفور (30)

2- ماهو العنصر الكيميائي الذي تنتمي له النواة البننت؟

3- اكتب معادلة التفاعل الأول

4- اكتب معادلة التفاعل الثاني

الحل:

1- رمز نواة الفسفور : ${}^{30}_{15}\text{P}$

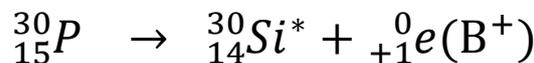
A=30 Z=14



${}^A_Z\text{X}$: النواة البننت:

2- العنصر هو: (Si)

3- معادلة التفاعل الاول:



4- معادلة التفاعل الثاني :



الفصل الرابع

ازدواجية الموجة الجسيم

1-4- تاريخ دراسة طبيعة الضوء:

في الحقيقة كان وراء سؤال هل الضوء جسيم أم موجة؟ تاريخ طويل من أبحاث والدراسات والنظريات العلمية التي حاولت تحديد طبيعة الضوء سوف نتطرق الى ملخص التاريخ دراسات طبيعة للضوء من خلال تشكل ظلال لاجسام التي يسقط عليها الضوء اعتقد العالم اسحاق نيوتن (أن الضوء عبارة عن جسيم وليس بموجة)

- 1-الموجة المائية
2-الموجة الضوئية
3-الموجة الزلزالية
4-الموجة على الحبل

1-1-4- طبيعة الضوء من العالم اسحاق نيوتن:

منذ حوالي العام 1700 م توصل العالم اسحاق نيوتن الى ان الضوء عبارة عن مجموعة من الجسيمات ورغم ادراك الفيزيائي الانجليزي الى كون الضوء له خصائص تشبه تردد الامواج وتلك عندما استخدم المؤشر لتقسيم ضوء الشمس الى الالوان المكونة له ومع ذلك اعتقدان الضوء عبارة عن جسيم لان محيط الظلال الذي يخلقه الضوء عند اصطدامه بالأجسام كان واضحا للغاية.

2-1-4- طبيعة الضوء عند هيغنز:

تم اقتراح نظرية الموجة والتي تؤكد أن الضوء عبارة عن موجة في نفس الوقت تقريبا مع نظرية نيوتن عن الضوء حيث اكتشف الفيزيائي الإيطالي ظاهرة حيود الضوء وأشار الى تشبه سلوك الموجات.

3-1-4- طبيعة الضوء عند فرينل وينغ:

بعد حوالي 100 عام من زمن نيوتن اعتقد العالم الفرنسي أوغستين جون قرينل أن الضوء موجة وان موجات الضوء لها اطوال موجية قصيرة جدا وفي سنة 1815 م ابتكر قوانين فيزيائية لانكسار الضوء وانعكاسه ايضا

4-1-4- طبيعة الضوء عند ماكسويل:

تم تقديم النظرية التالية من قبل العالم الاسكتلندي جيمس ماكسوالحيث تنبأ بوجود موجات كهرومغناطيسية لم يتم تأكيد وجودها قبل ذلك ومن تنبؤاته جاء مفهوم الضوء على انه موجة كهرومغناطيسية وفي عام 1861م قدم 4 معادلات للنظرية الكهرومغناطيسية والتي تبين ان المجالات المغناطيسية والكهربائية مرتبطة ارتباطا وثيقا

4-1-5- طبيعة الضوء عند انشتاين:

$\Delta E = h \cdot \nu = h \cdot \frac{c}{\lambda}$ في الواقع اخذت نظرية أن الضوء عبارة عن جسيم في نهاية القرن 19م عندما أعادها العالم البرت انشتاين حيث اعتقد انشتاين ان الضوء عبارة عن جسيم يسمى الفوتون وان تدفق الفوتونات هو موجة كما أكد أن للفوتونات طاقة تساوي ترددها مضروب في ثابت بلانك. وفي الوقت الحالي تم اثبات الطبيعة المزدوجة للضوء كجسيم وموجة.

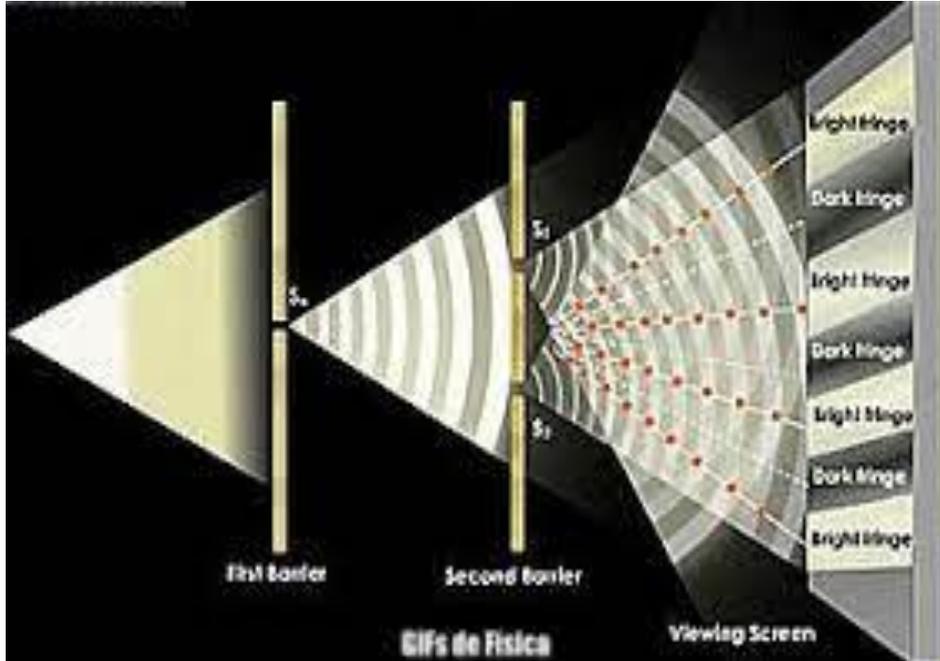
4-2- تفاعل الضوء مع المادة أو ما يعرف بالظاهرة الكهروضوئية:

تعريف الظاهرة الكهروضوئية: هي ظاهرة تنبعث فيها الالكترونات من سطح المعادن عندما يصطدم بها الضوء (يسقط الضوء عليها) وتسمى الالكترونات المنبعثة بالالكترونات الضوئية تنبعث هذه الالكترونات عندما يصطدم فوتون ذو طول موجي قصير (ذو طاقة كبيرة) تتحرك هذه الالكترونات خارج سطح المعدن، يجب ان تكون طاقة هذه الفوتون اكبر او تساوي الطاقة التي يرتبط بها الالكترون بالذرة والتي تعرف بطاقة العتبة.

4-3- تجربة يونغ لاثبات موجية الضوء:

في اطار دراسة خصائص الامواج المائية قام العالم يونغ بتجربة الشق المزدوج حيث وضع حاجزا أولا يحتوي على شق S_0 حيث تعبر الامواج المائية الشق الاول لتصطدم بحاجز ثاني يحتوي على شقين S_1 و S_2 لاحظ العالم يونغ ان الامواج تتداخل مع بعضها

البعض وتنتج على سطح الماء مناطق مضيئة واخرى متما حيث ان المناطق المضيئة الناتجة عن تلاقي قمة موجتين أو مؤخرة موجتين موجبة اخرى حيث تلغي كل موجة الموجة الاخرى والتي تعرف بالتداخل الهدام فاستنتج بذلك يونغ خاصية اساسية من خصائص الامواج ا وهي تداخل الامواج وفي اطار البحث عن ماهية الضوء إذا كان جسيما أو موجة فقام العالم يونغ بإعادة التجربة باستبدال الامواج المائية بمنبع ضوئي وحيد اللون وكانت النتيجة متماثلة وتداخل الضوء العابر من شقين وبذلك استطاع يونغ أن يثبت للضوء طبيعة موجبة.



تجربة يونغ لإثبات موجية الضوء

4-4- نظرية Borh :

لكي نتطرق الى نظرية بور Borh يجب ان نعود الى بعض الفرضيات التي وضعها بور:

- 1- توجد في مركز الذرة نواة موجبة الشحنة (ريدرفورد)
- 2- عدد الالكترونات السالبة يساوي عدد البروتونات الموجبة التي تحملها الذرة
- 3- اثناء دوران الالكترون حول النواة لا يفقد طاقة بل يستمر في الدوران (ماكسوال)
- 4- اثناء دوران الالكترونات حول النواة تنشأ قوى طاردة مركزية تعادلها قوة الجذب الكهربائي للنواة.

ثم اضاف بور الفرضيات التالية:

- 5- تتحرك الالكترونات حول النواة دون ان تفقد قدرا من الطاقة
- 6- المنطقة بين المدارات محرمة على الالكترونات
- 7- الالكترونات طاقة معينة تتوقف على بعد مستواها من اعلى النواة حيث تزداد طاقة المستوى كلما زاد نصف قطره.
- 8- الالكترونات تدور في 7 مستويات لتكتميم طاقة المستويات / يدور الالكترون في مستوى الطاقة المناسب له إذا كانت طاقته صغيرة فإنه يستقر في مدار قريب من النواة وإذا كانت طاقته كبيرة فإنه يستقر في مدار بعيد / إذا اكتسب الالكترون طاقة فإنه ينتقل الى مدار ذو طاقة اعلى ثم لا يلبث أن يعود الالكترون الى مستواه الاصلي راسما خطأ طيفيا استطاع بور أن يصل الى هذه النتائج من خلال دراسة الطيف الذري الهيدروجين.

• الأطوال الموجية للطيف المرئي:

اللون	طول موجة (nm)
البنفسجي	400-420nm
النيلي	420-440
ازرق	440-490
اخضر	490-570
اصفر	570-585
برتقالي	585-620
احمر	620-750

• حساب نصف قطر المدار الاول في ذرة بور:

إذا اعتبرنا حركة الالكترن حول النواة دائرية منتظمة فإنه يخضع لقوتين:

✓ القوة الطاردة المركزية F_c

✓ القوة الجاذبة الكهروستاتيكية F_e

$$||f_e|| = \frac{k(zq)(-q)}{d^2}$$

$$F_c = \frac{m\vartheta^2}{rn}$$

الالكترن في مداره يتحرك حركة دائرية منتظمة بسرعة زاوية ثابتة:

$$\sum \vec{f}_{ext} = \vec{0}$$

$$\vec{F}_e - \vec{F}_c = \vec{0}$$

$$\frac{KZe^2}{r_n^2} = \frac{m\vartheta^2}{r_n}$$

$$r_n = \frac{kze^2}{m\vartheta^2} \dots \dots \dots (1)$$

نحسب ϑ من علاقة الزخم الزاوي:

$$m\vartheta r_n n = n \frac{h}{2\pi}$$

$$\vartheta = \frac{nh}{2\pi m r_n} \dots \dots \dots (2)$$

بتعويض 2 في 1 نجد:

$$r_n = \frac{h^2}{4\pi^2 m k e^2} \frac{n^2}{z}$$

حيث: $\frac{h^2}{4\pi^2 m k e^2} = \text{ثابت} = 0.529 \times 10^{-10} m$ ومنه

$$0.529 \times 10^{-10} \frac{n^2}{z} r_n =$$

$$r_1 = 0.529 \times 10^{-10} m = 0.529 A^0 a_0 = \text{هو نصف قطر مدار بور}$$

• حساب طاقة الالكترن في مختلف المدارات والسرعات: يشع الالكترن طاقة عندما

يعود من مستوى ذو طاقة اعلى باتجاه مستوى ذو طاقة اقل على شكل فوتون.

$$E_T = E_c + E_p$$

$$E_c = \frac{1}{2} m \vartheta^2,$$

$$\vartheta_n = \frac{nh}{2\pi m r_n} \dots \dots \dots (3)$$

نعوض عبارة r_n في (3) نجد:

$$\vartheta_n = \frac{2\pi k e^2 z}{h n}$$

$$\frac{2\pi k e^2}{h} = 2.2 \times 10^6$$

$$\vartheta_n = 2.2 \times 10^6 \frac{z}{n}$$

❖ ماهي سرعة الالكترون الموجودة في مدار بور $n=1$:

$$\vartheta_0 = 2.2 \times 10^6 \text{m/s}$$

$$\vartheta_n = \vartheta_0 \frac{z}{n} \Rightarrow \vartheta_1 = 2.2 \times 10^6 \times \frac{1}{1} = 2.2 \times 10^6$$

$$\left(v_1 = \vartheta_0 = 2.2 \times \frac{10^6 \text{m}}{\text{s}} \right) : (n = 1) \text{ من أجل}$$

❖ حساب طاقة الالكترون:

نعوض عبارة ϑ في عبارة الطاقة الحركية:

❖ الطاقة الحركية:

$$E_c = \frac{1}{2} m \frac{4\pi^2 k^2 e^4 z^2}{h^2 n^2}$$

$$E_c = \frac{1}{2} (4.43 \times 10^{-12}) \frac{z^2}{n^2} \dots \dots \dots 5$$

❖ الطاقة كامنة كهربائية:

$$E_p = \frac{kzq(-q)}{r_n} E_{p6} = -\frac{kze^2}{rn}$$

: نعوض عبارة r_n في عبارة E_p

$$E_p = \frac{k^2 e^4 4\pi^2 m^1 z^2}{h^2 n^2}$$

$$E_p = -4.43 \times 10^{-18} \frac{z^2}{n^2} \dots \dots \dots (6)$$

$$E_T = E_c + E_p$$

بالعلم أن

$$E_T = \frac{1}{2} \left(\frac{4\pi^2 m k^2 e^4 z^2}{h^2 n} \right) - \left(\frac{4\pi^2 m k^2 e^4 z^2}{h^2 n} \right)$$

$$E_T = E_n = -\frac{1}{2} \frac{4\pi^2 m k^2 e^2 z^2}{h^2 n}$$

$$E_n = E_1 \frac{z^2}{n} \Rightarrow E_n = -13.6 \frac{z^2}{n}$$

$$E_1 = -13.6 \text{ ev}$$

بالنسبة لذرة الهيدروجين $z=1$ تصبح العلاقات السابقة:

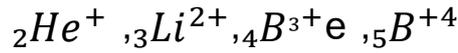
$$r_n = r_1 n^2$$

$$v_n = \frac{v_0}{n}$$

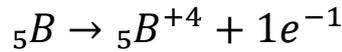
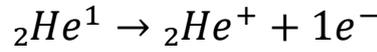
$$E_n = \frac{E_1}{n^2}$$

حيث $r_1 = a_0$ يسمى نصف قطر مدار بور

الذرات أشباه الهيدروجين هي ذرات لم تعد تملك الا الكترونا واحدا شأنها شأن ذرة الهيدروجين ولكن تختلف عنها في عدد البروتونات (Z) مثل:



ويسمى كذلك بالهيدروجينويد (شبيه الهيدروجين)



وعليه فان العلاقات السابقة: r_n, E_n, ϑ_n صالحة من اجل ذرة الهيدروجين واشباهه وهذا حسب نظرية بور.

4-5- علاقة الطاقة بالطيف: (طول الموجة)

$$\Delta E = E_{n_1} - E_{n_2}$$

$$h\nu = \frac{E_1 Z^2}{n_1^2} - \frac{E_1 Z^2}{n_2^2}$$

$$h \frac{c}{\lambda} = E_1 Z^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{E_1 Z^2}{hc} \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$\frac{E_1 Z^2}{hc} = R_H \text{ constant}$$

$$\frac{1}{\lambda} = \nabla = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$R_H = 1.096 \times 10^{+5} \text{ cm}^{-1}$$

$$R_H = 1.096 \times 10^{+7} \text{ m}^{-1}$$

وعليه فالعدد الموجي ∇ هو مقلوب الطول الموجي

مثال:

احسب طول الموجة الموافق للانتقال من $n_1=2$ الى $n_2=3$ ؟

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = 1.096 \times 10^{+7} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right)$$

$$\lambda = 6.56 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$\lambda = 656 \text{ nm}$$

4-6- الخط الحدي اللانهائي والخط الحدي الأول:

تتميز كل سلسلة خطية او طيفية بخطين اساسيين هما: الخط الحدي اللانهائي والخط الحدي الاولي.

- الخط الحدي اللانهائي: ينتج عنه انتقال الالكترون من المدار (n_i) نحو (∞) بحيث:

$$V_{\max} = \frac{1}{\lambda_{\min}} = R_H Z^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{\infty^2} \right)$$

$$\nabla_{\max} = \frac{1}{\lambda_{\min}} = \frac{R_H Z^2}{n_i^2}$$

- الخط الحدي الاولي: وينتج عنه انتقال الالكترون من المستوى (n) الى (n+1) بحيث: يتميز هذا الخط بطول موجي أعظمي وعليه:

$$\nabla_{min} = \frac{1}{\lambda_{max}} = RHZ^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{(n+1)^2} \right)$$

4-7- طاقة التآين :

هي الطاقة اللازمة لانتقال الإلكترون من المستوى n الى المستوى اللانهائي (∞) وتعطى بالعبرة التالية:

$$E_i = (E_{\infty} - E_n) = \frac{Z^2}{\infty^2} E_1 - \frac{Z^2}{n^2} E_1$$

$$E_i = - \frac{Z^2}{n^2} E_1$$

الطاقة اللازمة لانتقال الإلكترون من مستوى طاقي n إلى ∞

احسب طاقة التآين لذرة الهيدروجين في حالتها الأساسية؟

(n=1): الحالة الأساسية

$$E_i(H) = (E_{\infty} - E_1)$$

$$= - \frac{E_1 Z^2}{n^2}$$

$$E_i(H) = - \frac{(-13.6) \times 1^2}{1^2} = +13.6 \text{ ev}$$

احسب طاقة التآين لشاردة الهيليوم ${}^2He^+$ في حالتها الأساسية ؟

$$E_i({}^2He^+) = (E_{\infty} - E_1)$$

$$= - \frac{E_1 Z^2}{n^2}$$

$$E_i(2He^+) = - \frac{(-13.6) \times 2^2}{1^2} = +13.6 \times 4$$

$$E_i(2He^+) = + 54.4 \text{ ev}$$

لماذا طاقة تأين الهيدروجين أقل من طاقة تأين الهيليوم؟

لأن Z يختلف $1=Z$ في ذرة الهيدروجين و $2=Z$ في شاردة الهيليوم وبالتالي طاقة جذب النواة كبيرة عند الهيليوم مقارنة بطاقة الجذب لدى الهيدروجين صغيرة.

احسب طاقة التأين لذرة الهيدروجين في الحالة المثارة $1 (n=2)$ ؟

$$E_i(H) = (E_\infty - E_1)$$

$$= - \frac{E_1 Z^2}{n^2}$$

$$E_i(H) = - \frac{-13.6 \times 1^2}{2^2} = + \frac{13.6}{4}$$

$$E_i(H) = + 3.4 \text{ ev}$$

4-8- النظرية الموجية (الحديثة):

ظهر مع نظرية بور ما يعرف بمصطلح التكميم وهو أن أنصاف أقطار المدارات الذرية حيث يتحرك الإلكترون معلومة ويمكن حسابها من خلال العلاقة:

$$r_n = r_1 \frac{n^2}{Z}$$

وكذلك طاقة المستويات حيث ينتقل الإلكترون ثم تكميمها وحسابها من العلاقة التالية:

$$E_n = E_1 \frac{Z^2}{n^2}$$

ونفس الشيء بالنسبة لسرعة الإلكترون التي تمكن بور من تحديدها في مختلف أماكن تواجد الإلكترون والتي تعطى بالعلاقة:

$$v_n = v_1 \frac{Z}{n}$$

من خلال العلاقات السابقة يبدو ان نظرية بور استطاعت ان تحدد مكان وسرعة وطاقة الإلكترون في أي مكان من الذرة باعتبار طبيعة الإلكترون طبيعة جسيمية بحتة ولكن في الحقيقة لم تستطع نظرية بور سوى تفسير أطياف الانبعاث لذرة الهيدروجين ذات الإلكترون والبروتون الوحيدين بينما ظهرت على أطياف انبعاث الذرات الشبيهة بالهيدروجين أعداد كبيرة من الخطوط والتي تعبر عن أطوال موجية صادرة خلال انتقال الإلكترون من المستويات ذات الطاقة العليا الى مستويات الطاقة الأصلية وعليه لم يتمكن بور من تحديد انتقال الإلكترون في ذرة شبيهة بالهيدروجين أو ذرة متعددة الإلكترونات لتظهر "النظرية الموجية" التي تعاملت مع الإلكترون على انه موجة ولم يعد بالإمكان تحديد مكانه بالدقة التي كانت عليها نظرية بور بل ان النظرية الموجية أعطت احتمال تواجده في مكان ما في الذرة ولكن قبل التطرق الى النظرية الموجية وجب علينا فهم طبيعة سلوك الكترون أي:

هل الكترون جسيم أم موجة ؟

نعود قليلا للخلف لنتذكر الطبيعة المزدوجة للضوء وهي النظرية التي خلص اليها انشتاين حيث شرح في نظريته ان الضوء يمكنه ان يسلك سلوك الأمواج وان يمتلك خصائصها منحيويدوانكساروتداخل ويمكن كذلك للفوتون أن يسلك سلوك الجسيمات من خلال الفعلالكهروضوئي.

في القرن 20 اقترح الفيزيائي الفرنسي لويس دي برولي (لويس دي بروغلي) أن السلوك الموجي والجسمي ليس حصرا على الضوء فقد افترض دي برولي أن الجسيمات التي

لها كتلة مثل الكترونات والبروتونات يمكن ان تسلك سلوكا موجيا حيث تعطى موجة دي برولي:

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

$$p = m \cdot v \cdot r$$

$$p = m\omega$$

موجة دي برولي حيث العلاقة بين الطول الموجي والكتلة علاقة عكسية

$$h = 6.62 \times 10^{-34} \text{ j.s}$$

$$P: \text{ كمية الحركة } p = m \omega \text{ (حركة دائرية)}$$

ينطبق هذا المفهوم كذلك على الجسيمات والأجسام التي تملك كتلة كبيرة قد يبدو مفهوم الجسم الذي لديه كتلة ويسلك سلوك الموجات امرا محيرا في بعض الأحيان فنحن لا نلاحظ التأثيرات الموجية مثل الحيود للأجسام ذات الكتلة الكبيرة وهذا يرجع بالدرجة الأولى لكون طول موجة دي برولي صغيرا للغاية وعلى سبيل المثال قد يتساءل الانسان: لماذا لا يتعرض الناس الذي يتحركون ولهم كتلة للحيود عند المشي عبر الباب؟

ولفهم سبب ذلك يمكننا حساب طول موجة دي برولي المصاحبة للإنسان العادي بافتراض ان كتلة انسان $m=62 \text{ kg}$ وسرعته العادي $v=1.5 \text{ m/s}$ فان طول موجة دي برولي لهذا الشخص $\lambda = 7.11 \times 10^{-36}$ على الرغم من ان طول موجة دي برولي المصاحبة للإنسان موجود من الناحية النظرية فان قيمته أقل بكثير من أي شيء يمكننا قياسه فيزيائيا ولهذا فاننا لا نلاحظ التأثيرات الموجية للأجسام التي نتعامل معها في الحياة اليومية وهذا يرجع الى حقيقة ان طول موجة دي برولي المصاحبة للجسم يتناسب عكسيا مع كتلته أي كلما زادت كتلته كانت طول الموجة صغيرة.

4-9- نظرية مبدأ الشك (عدم اليقين) هايزنبرغ: يعتبر مبدأ عدم التأكد من أهم المبادئ في نظرية الكم بعد ان صاغه العالم الألماني هايزنبرغ في سنة 1927 وينص هذا المبدأ على انه لا يمكن تحديد خاصيتين فيزيائيتين مقاستين من خواص جملة الا ضمن حدود معينة من الدقة أي ان تحديد احد الخاصيتين بدقة يتبع بعدم تأكد في قياس خاصية أخرى ويشيع تطبيق هذا المبدأ على خاصيتين تحديدالموضع والسرعة للإلكتروناتوتعطى العلاقة:

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq h$$

$$\Delta x \times \Delta(m\vartheta) \geq h$$

مثال:

اذا كان الارتفاع المطلق في الفاصلة (Δx) لالكترون ذرة الهيدروجين في حالتها

$$\Delta x = 0.05A^\circ \text{ هو } n=1 \text{ الأساسية}$$

احسب الارتفاع المطلق على سرعة هذا الالكترون ($\Delta \vartheta$) ؟

حسب نظرية الشك لهزنبرغ:

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq h$$

$$\Delta p \geq \frac{h}{\Delta x} \Rightarrow m\Delta \vartheta \geq \frac{h}{\Delta x}$$

$$\Delta \vartheta \geq \frac{h}{\Delta x m} \Rightarrow \Delta \vartheta \geq \frac{6.62 \times 10^{-34}}{0.05 \times 10^{-10} \times 9.1 \times 10^{-31}}$$

$$\Delta \vartheta \geq 1.4549 \times 10^{+8} m/s$$

اصغر قيمة هي $1.4549 \times 10^{+8}$

ملاحظة: نلاحظ أن الارتياح في سرعة الإلكترون في المدار الأول كبير جدا وهو من رتبة سرعة الضوء إذن نستنتج أن سرعة الإلكترون كبيرة جدا ولا يمكن تحديدها وبالتالي لا يمكن تحديد المسار الذي يسلكه الإلكترون وهذا ما أدى إلى إلغاء فكرة المسارات او

المدارات الدائرية لبور وتعويضها بالمحطات الذرية orbitales atomiques

4-9-1. التابع الموجي Ψ (نظرية شرودنغر):

كل دقيقة متحركة كتلتها m وسرعتها v تصاحبها موجة طولها $\lambda = \frac{h}{mv}$ ودالتها الموجية $\Psi(M, T)$ حيث M : نقطة من الفراغ احداثياتها في المعلم الديكارتي (x, y, z) و t : هو الزمن.

4-9-2. التابع الموجي المستقر: يوجد في الطبيعة نوع من أنواع الأمواج تدعى

بالأمواج المستقرة تنتج من ذهاب واياب موجة على نفس المسار نعطي مثلا على هذا النوع : الأمواج التي تنتج عند تثبيت حبل من احدى نهايتيه واحداث اهتزازات على مستواه

تجريبيا وجد ان هذا النوع من الأمواج المنتشرة في الفضاء يقدم احسن النتائج عند تطبيقه لوصف حركة الالكترون حول النواة .

4-9-3- العبارة التحليلية لتابع الموجة المستقرة أحادية البعد x تعطى

بالعبارة:

$$\Psi(x, t) = A \cos \frac{2\pi}{\lambda} x \cos \omega t$$

A : ثابت ، λ : طول الموجة ، ω : السرعة الزاوية

في ميكانيكا الكم معادلة شرودنغر عبارة عن معادلة تفاضلية من الدرجة 2 تصف كيفية تغير الحالة الكمية في النظام الفيزيائي مع الزمن وقد صاغها الفيزيائي النمساوي ارفي تشرودنغر في أواخر 1925 وتحتل هذه المعادلة أهمية خاصة في ميكانيك الكم وهي بمثابة قانون التحريك الثاني لنيوتن الذي يعتبر أساسا في الفيزياء الكلاسيكية.

لتكن الموجة المستقرة أحادية البعد (x) دالتها الموجية:

$$\Psi(x, t) = A \cos \frac{2\pi}{\lambda} x \cos \omega t$$

نقوم باشتقاق Ψ :

$$\frac{d\Psi}{dx} = - \frac{2\pi}{\lambda} A \sin \frac{2\pi}{\lambda} x \cos \omega t$$

نقوم باشتقاق Ψ للمرة الثانية :

$$\frac{d^2\Psi}{dx^2} = - \frac{4\pi^2}{\lambda^2} A \cos \frac{2\pi}{\lambda} x \cos \omega t$$

وعليه فان المشتقة 2 ل Ψ :

$$\frac{d^2\Psi}{dx^2} = - \frac{4\pi^2}{\lambda^2} \Psi$$

اذن:

$$\frac{d^2\Psi}{dx^2} + \frac{4\pi^2}{\lambda^2} \Psi = 0 \dots\dots(1)$$

وهي معادلة تفاضلية من الدرجة 2 نقوم بتعويض $\lambda = \frac{h}{m\theta}$ في المعادلة I فنجد:

$$\frac{d^2\Psi}{dx^2} + \frac{4\pi^2}{\left(\frac{h}{m\theta}\right)^2} \Psi = 0$$

$$\frac{d^2\Psi}{d^2x} + \frac{4\pi^2m^2\vartheta^2}{h^2}\Psi = 0 \dots\dots\dots (2)$$

ومن جهة اخرى لدينا:

$$E_T = E_c + E_p \Rightarrow E_c = E_T - E_p$$

$$\frac{1}{2}m\vartheta^2 = E_T - E_p \Rightarrow m^2\vartheta^2 = 2m(E_T - E_p) \dots\dots (3)$$

بتعويض (3) في (2) فنجد:

$$\frac{d^2\Psi}{d^2x} + \frac{4\pi^22m(E_T - E_p)}{h^2}\Psi = 0 \dots\dots (4)$$

وهي معادلة شرودنغر من اجل دقيقة كتلتها (m) وطاقتها الكلية (E) وطاقتها الكامنة E_p في الفراغ احادي البعد.

يمكن إعادة كتابة المعادلة V بالشكل الآتي:

$$\frac{d^2\Psi}{d^2x} = -\frac{8\pi^2m}{h^2}E\Psi + \frac{8\pi^2m}{h^2}E_p\Psi$$

$$\frac{d^2\Psi}{d^2x} - \frac{8\pi^2m}{h^2}E_p\Psi = -\frac{8\pi^2m}{h^2}E\Psi$$

بالضرب ($\times h$) والقسمة على $8\pi^2m$:

$$\frac{d^2\Psi}{d^2x} \left(\frac{h^2}{8\pi^2m} \right) - E_p\Psi = -E\Psi$$

بالضرب $\times (-)$:

$$E\Psi = -\frac{h^2}{8\pi^2m} \frac{d^2\Psi}{d^2x} + E_p\Psi$$

$$E\Psi = -\left(\frac{h^2}{8\pi^2m} \frac{d^2}{dx^2} + E_p\right)\Psi$$

لدينا : $a-b \neq b.a$

Operateur Hamiltonien

$$H\Psi = E\Psi$$

حل المعادلة التفاضلية لشروندنغر يؤدي الى 3 اعداد كمية (n,p,m)

كل تابع موجي او كل دالة موجية معرفة $\Psi_{n,p,m}$ يحدد سطحا حديا يتمثل في السحابة الالكترونية التي تسمى المحطة الذرية التي يحدد نوعها العدد الكمي الثانوي l وطبقتها الرئيسية يحددها العدد الكمي n

4-9-4 - الأعداد الكمية:

العدد الكمي الرئيسي n : يحدد المحط الذري الذي يتواجد فيه الالكترون وتوجد 7

محطات ذرية (N,M,K,L,Q,P,O)

العدد الكمي الثانوي l : يسمح هذا العدد بمعرفة المدارات الفرعية الثانوية (تحت

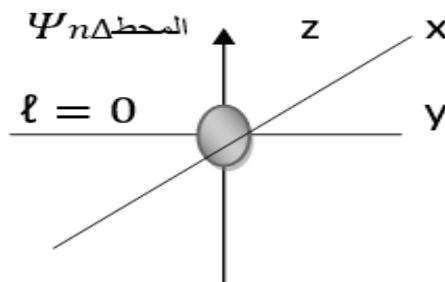
الطبقات) والتي تسمى ايضا تحت المستويات حيث العدد $0 \leq l \leq n - 1$

العدد الكمي المغناطيسي m : هذا العدد يمكن أن يعطينا فكرة عن مواضع الالكترون في

الابعاد الثلاثة.

❖ لما $n=1$ اذن $0 \leq l \leq n - 1$ ومنه $l = 0$

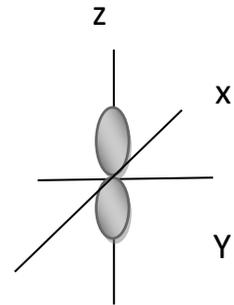
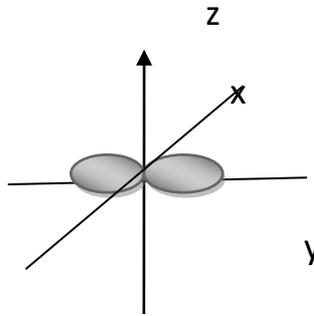
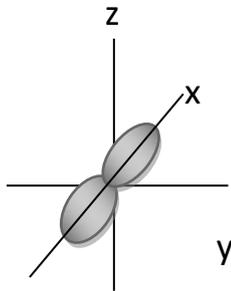
فان الالكترون موجود تحت الطبقة S



❖ كانت $n=2$ (المحط P)

اذن: $0 \leq l \leq n - 1$

ومنه المحط p $l = (0,1)$



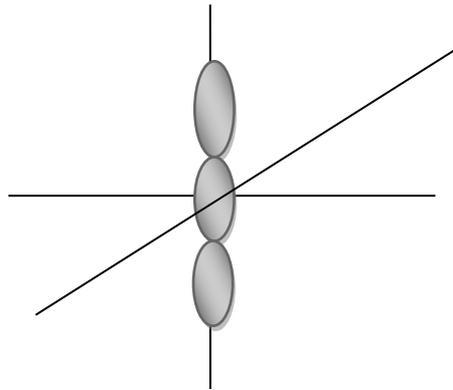
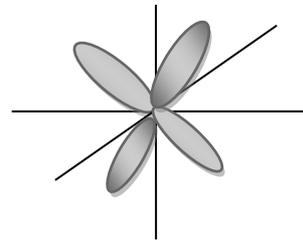
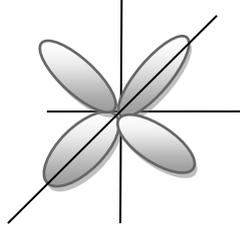
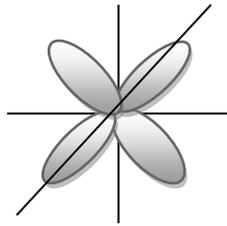
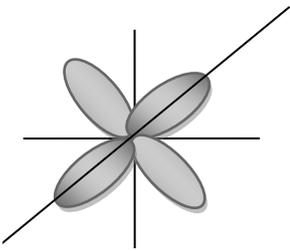
وعليه: $-l \leq m \leq 1P$

$-1 \leq m \leq +1$

الالكترون موجود تحت الطبقة p

❖ اذا كانت $n=3$ (المحط 3d) $0 \leq l \leq n - 1$

اذن: $l: 0,1,2$ تحت الطبقة d



(d)

❖ $n=4$ (تحت الطبقة f) $n=4$

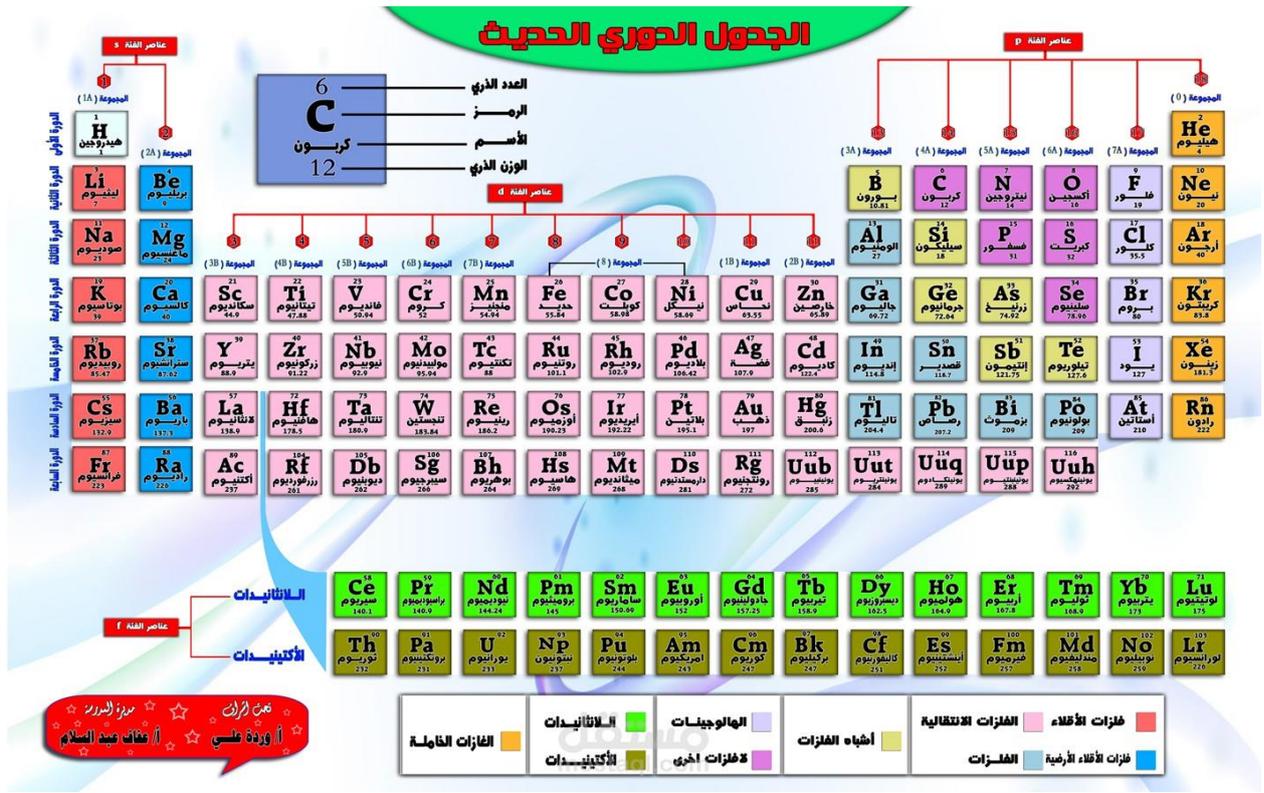
$$0 \leq l \leq 3 \Rightarrow l = 0, 1, 2, 3$$

$$-3 \leq m \leq 3$$

$m = -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3$ تحت الطبقة f

الفصل الخامس

البنية الالكترونية للذرة



1-5- البنية الالكترونية للذرة متعددة الالكترونات:

1-1-5- تمثيل المحطات الذرية بالحجيرات الكوانتية:

تمثل المحطات الذرية حيث تتواجد الالكترونات بواسطة مربعات تدعى بالحجرات الكوانتية، تجمع المحطات الذرية لنفس تحت الطبقة كما يلي:

- كل حجيرة تحتوي على الكترونين على الأكثر يمثلان بنصفي سهمين متوازيين ومتعاكسين في الاتجاه $1v$ الالكترونين لهما نفس الاعداد الكوانتية (n,p,m) ويختلفان في العدد الكمي المغزلي m_s

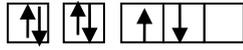
$$m_s = \pm \frac{1}{2}$$

} $1/2$ حركة الالكترون نحو الاعلى

} $-1/2$ حركة الالكترون نحو الاسفل

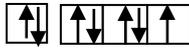
2-5- عامل الاستقرار :

في الحالة الأساسية (الحالة العادية) تشغل الإلكترونات أخفض مستويات الطاقة والذي يعطي للذرة استقرارا
مثال



كربون $C_6: [He]: 1s^2 2s^2 2p^2$

نيتروجين $N_7 : [He] 2s^2 2p^3$



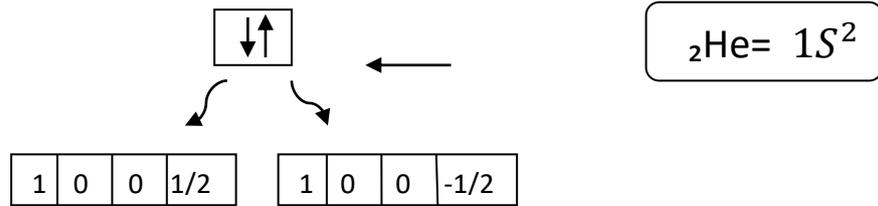
فلور: $F_9: [He] 2s^2 2p^5$

بيريليوم $Be_4: [He] 2s^2$

3-5- مبدأ الاستبعاد لباولي Pauli :

ينص هذا المبدأ على انه يستبعد أن يوجد إلكترونان لهما نفس الأعداد الكوانتية (الكمية) (n, l, m_p, m_s) الأربعة وهذا يعني أنه يمكن أن يشترك إلكترونان في 3 أعداد كمية (n, l, m_p) ولكنهما لا بد ان يختلفا في العدد الكمي الرابع m_s

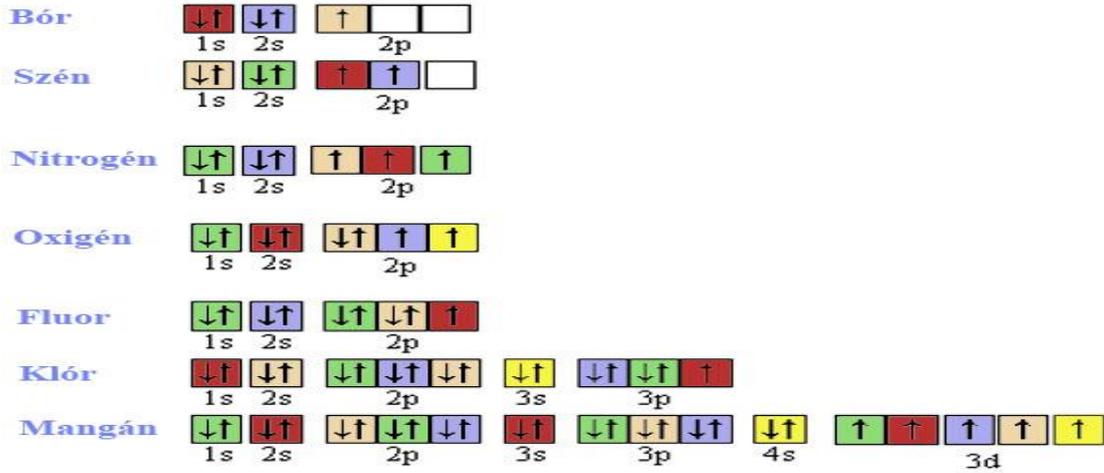
مثال



4-5- قاعدة هوند Hund :

الإلكترونات تتوزع في شكل فردي في كل حجرة كوانتية ثم تتزوج في ثنائيات يسمى الإلكترون الذي يشغل الحجرة الكمية بمفرده (أعزب) بينما يسمى الزوج الإلكتروني الإلكترونين الذين يشغلان الحجرة الكمية الواحدة (إلكترونين متزوجين)

مثال



5-5- طاقة المحطات الذرية:

تتعلق طاقة المحط الذري بالعددین (n, l) من اجل قيمة ثابتة l فان الطاقة تزداد بزيادة

n

مثال

$$l = 1 \quad E_{(2p)} < E_{(3p)} < E_{(4p)}$$

$$l = 0 \quad E_{(1s)} < E_{(2s)} < E_{(3s)}$$

من اجل قيمة ثابتة l فان الطاقة تزداد بزيادة (l)

مثال

$$n = 4 \quad E_{(4s)} < E_{(4p)} < E_{(4d)} < E_{(4f)}$$

$$n = 3 \quad E_{(1s)} < E_{(3p)} < E_{(3d)}$$

5-5-1- قاعدة كلايتشوفيسكي Klechkoviski:

وهي القاعدة التي يتم بها توزيع الإلكترونات على الطبقات الفرعية وذلك وفقا لطاقة

متزايدة لقيم $(n+p)$

مثال: 3d يأتي بعد 4s لان:

$$(n+p)=4+0=4$$

$$(n+p)=2+3=5$$

أما في حالة تساوي القيمة (n+p) في طبقتين فان الترتيب يخضع لقاعدة تزايد (n)

مثال: 3s يأتي بعد 2p

$$(n + p)=3+0=3$$

$$\Rightarrow (n = 3)_{3s} > (n = 3)_{2p}$$

$$(n + p)= 2+1=3$$

إذن ترتب الطبقات الفرعية حسب قاعدة كلايتشوفيسكي وفق المخطط التالي

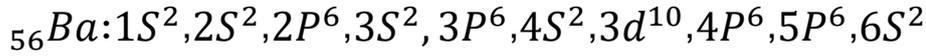
$1s^2$				n=1
$2s^2$	$2p^6$			n=2
$3s^2$	$3p^6$	$3d^{10}$		n=3
$4s^2$	$4p^6$	$4d^{10}$	$4f^{14}$	n=4
$5s^2$	$5p^6$	$5d^{10}$	$5f^{14}$	n=5
$6s^2$	$6p^6$	$6d^{10}$	$6f^{14}$	n=6
$7s^2$	$7p^6$	$7d^{10}$	$7f^{14}$	n=7

$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}, 4p^6, 5s^2, 4d^{10}, 5p^6, 6s^2, 4f^{14}, 5d^{10}, 6p^6, 7s^2, 5f^{14}, 6d^{10}, 7p^6, 6f^{14}, 7d^{10}$

5-5-2- التوزيع الالكتروني: يسمى ترتيب الطبقات الفرعية حسب قاعدة

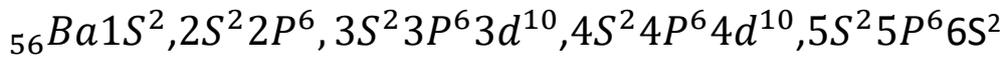
كلايتشوفيسكي بالتوزيع الالكتروني ويكون كما يلي:

مثال :



5-5-3- التشكيل الالكتروني: يسمى ترتيب الطبقات تبعا لقيم (n) المتزايدة بتشكيل

الالكتروني وهو يستنتج من التوزيع الالكتروني.



5-5-4- التوزيع الالكتروني باستعمال الغاز الخامل:

الغازات الخاملة هي ذرات طبقتها الخارجية مملوءة بالالكترونات وليس لها ميل لفقد او اكتساب الكترونات وينتهي توزيعها الالكتروني (np^6) باستثناء الهليوم (${}^2\text{He}$) حيث ${}^2\text{He}=1s^2$ وتقع الغازات الخاملة او النبيلة كلها في العمود الأخير من الجدول الدوري

وهي:



يستعمل الغاز الخامل في التوزيع و في التشكيل الالكتروني لاختصار الكتابة

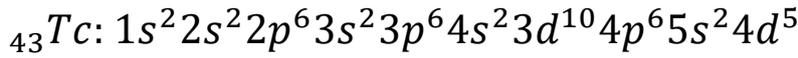
مثال :

اكتب التوزيع والتشكيل الالكتروني للعناصر التالية بدلالة الغاز الخامل , ${}_{84}\text{Po}$, ${}_{16}\text{S}^{-2}$

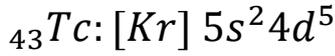
${}_{43}\text{Tc}$

الحل:

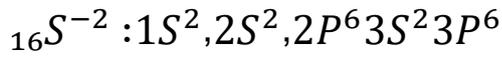
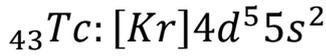
التوزيع الالكتروني



التوزيع الالكتروني باستعمال الغاز الخامل



التشكيل الالكتروني



التوزيع الالكتروني

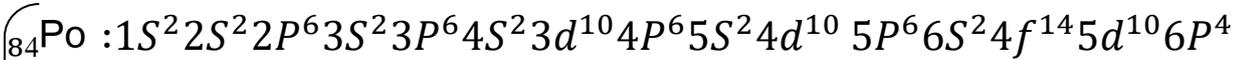


التوزيع الالكتروني باستعمال الخامل

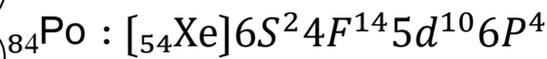


التشكيل الالكتروني

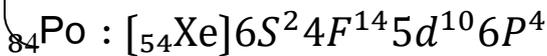
التوزيع الالكتروني



لتوزيع الالكتروني باستعمال الغاز الخامل



التشكيل الالكتروني

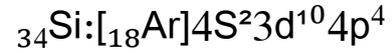


5-5-5- الكترولونات القلب :

الكترولونات القلب هي الكترولونات الغاز الخامل بالإضافة الى الكترولونات الطبقات الثانوية $(n-1)d; (n-2)f$ عندما تكون مملوءة

5-5-6- الكترولونات التكافؤ :

هي الكترولونات الطبقات السطحية التكافئية وتشكل البنية الالكترونية الخارجية وهي المسؤولة عن تشكيل الروابط الكيمائية مع الذرات الأخرى
مثال:



عدد الكترولونات القلب هو: $28=18+10$ الكترولون

عدد الكترولونات التكافؤ هو: 6 الكترولونات



عدد الكترولونات القلب هو: $78=54+14+10$ الكترولون

عدد الكترولونات التكافؤ هو: 6 الكترولونات

5-5-7- العناصر الشاذة :

وهي عناصر من الجدول الدوري لا يخضع توزيعها الالكتروني لقاعدة كلايتشوفيسكي ومنها العناصر $(n-1)d; (n-2)f$ المشبعة ونصف المشبعة بالالكترولونات والتي تكون أكثر استقرارا .



اذن الطبقة d نصف المشبعة هي أكثر استقرار

5-6- التصنيف الدوري لمندلييف:

يعتبر العالم لمندلييف أول من رتب العناصر في جدول ترتيب يبرز خواصها الدوري فقط وجد لدى ترتيب العناصر في سلاسل افقية وفق زيادة في الاوزان الذرية فان خواص هذه العناصر بتغير بصورة تدريجية ودورية فوضع العناصر المشابهة لخواص فوق

بعضها البعض في مجموعات شاقولية معتبرا أن خواص العناصر دالة دورية لأوزانها الذرية.

5-7- التصنيف الدوري الحديث للعناصر:

يحتوي الجدول الدوري الحديث على 7 اسطر تسمى الدورات أو الأدوار، وعلى 8 عمود تسمى الأعمدة أو المجموعات. يتم تصنيف العناصر في الجدول حسب تزايد العدد الذري Z للعناصر من يسار إلى يمين في السطر الواحد ومن أعلى نحو الأسفل في العمود الواحد عند الانتقال من حجر 6 إلى آخرها في جدول الدوري موائية في نفس السطر فإن العدد يزداد بـ 1

• دراسة الدورات "الاسطر": يحدد السطر أو الدورة التي ينتمي إليها عنصر من أعلى قيمة للعدد الطبيعي n في التوزيع الإلكتروني:

K: السطر الأول " الدورة أولى " n=1 توافق تحت الطبقة $1s^2$ تتشكل من عنصرين هما: ($1H, 2He$)

L: السطر 2 " الدورة الثانية " n=2 توافق تحت الطبقتان $S^2, 2P^6$ (8é) تتمثل في العناصر $3Li, 4Be, 5B, 6C, 7N, 8O, 9F, 10Ne$

M: السطر 3 " الدورة الثالثة " n=3 تحت الطبقة $3S^2, 3p^6$ تتشكل من العناصر: $11Na, 12Mg, 13Al, 14Si, 15P, 16S, 17Cl, 18Ar$

N: السطر 4: الدورة الرابعة " n=4 تحت الطبقات: $4s^2, 3d^{10}, 4p^6$ عناصرها $19K, 20Ca, 21Sc, 22Ti, 23V, 24Cr, 25Mn, 26Fe, \dots, 36Kr$

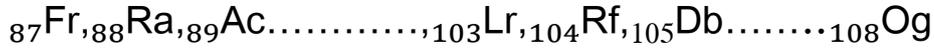
O: سطر 5 " الدورة الخامسة " n=5 تحت الطبقات $5S^2, 4d^{10}, 5p^6$ توافق العناصر $37Rb, 38Sr, 39Y, 40Zr, 41Nb, 42Mo, 43Tc, 44Ru, \dots, 54Xe$

في كل آخر سطر يوجد عنصر خامل.

P: سطر 6 " الدورة السادسة " n=6 تحت الطبقات $6S^2, 4f^{14}, 5d^{10}, 6P^6$ توافق

العناصر (32) $55Cs, 56Ba, 57La, \dots, 71Lu, 72Hf, 73Ta, \dots, 80Rn$

Q : سطر 7 "الدورة السابعة" n=7 تحت الطبقات $6P^6$, $6d^{10}$, $5F^{14}$, $7S_2$ توافق 32 عنصر:



- دراسة الاعمدة: ان العناصر المصنفة في نفس العمود من الجدول الدوري لها نفس الخصائص الكيميائية هذه العناصر تسمى مجموعات أو فئات كيميائية . يتألف الجدول من 18 عمود مقسمة الى 8 مجموعات معبر عنها بارقام رومانية من (I-VIII) ملاحظة : إذا كان آخر e في التوزيع الالكتروني يوجد في احدى الطبقتين np و ns فان العنصر يكون موجود في المجموعة A، أما إذا وجد آخر e في الطبقتين nd و nf فإن العنصر يكون ضمن المجموعة B.

عدد الـ e التكافؤ للعنصر يمثل رقم المجموعة (الفئة)

- دراسة الأقسام: قسم الجدول الى 4 أقسام:

حيث يصنف العنصر في القسم حسب توزيع آخر الكترون e

القسم s : لما e تشغل المحط S فنقول (s)

القسم p: لما e تشغل المحط p وتتكون من 6 اعمدة np^6

القسم d: الالكترونات الخارجية تشغل المحط d ويتكون من 10 اعمدة nd^{10}

القسم f: الالكترونات خارجية تشغل المحط f ويتكون من 14 عمود nf^{14}

مثال:

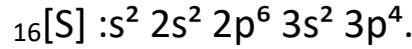
حدد السطر والمجموعة والقسم للعناصر ${}_{27}\text{Co}$, ${}_{29}\text{Cu}$, ${}_{35}\text{Br}$, ${}_{47}\text{Ag}$, ${}_{79}\text{Au}$, ${}_{84}\text{Po}$,

${}_{118}\text{Og}$

العنصر	التوزيع الإلكتروني	التشكيل الإلكتروني	الالكترونات القلب	الالكترونات التكافؤ
27Co	$[_{18}\text{Ar}] 4s^2 3d^7$	$[_{18}\text{Ar}] 3d^7 4s^2$	18	9
29Cu	$[_{18}\text{Ar}] 4s^1 3d^{10}$	$[_{18}\text{Ar}] 3d^{10} 4s^1$	28	1
35Br	$[_{18}\text{Ar}] 4s^2 3d^{10} 4p^5$	$[_{18}\text{Ar}] 3d^{10} 4s^2 4p^5$	28	7
47Ag	$[_{36}\text{Kr}] 5s^1 4d^{10}$	$[_{36}\text{Kr}] 4d^{10} 5s^1$	46	1
79Au	$[_{54}\text{Xe}] 6s^1 4f^{14} 5d^{10}$	$[_{54}\text{Xe}] 4f^{14} 5d^{10} 6s^1$	78	1
84Po	$[_{54}\text{Xe}] 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^4$	$[_{54}\text{Xe}] 4f^{14} 5d^{10} 6s^2 6p^4$	78	6
118Og	$[_{86}\text{Rn}] 7s^2 5f^{14} 6d^{10} 7p^6$	$[_{86}\text{Rn}] 5f^{14} 6d^{10} 7s^2 7p^6$	78	8

8-5- العائلات الكيميائية :

قاعدة ساندرسن Sanderson: يعتبر العنصر معدن اذا كان عدد الكترونات في الطبقة ذات اكبر قيمة لـ n اصغر أو يساوي من رقم السطر الذي ينتمي إليه هذا العنصر. مثال : الكبريت 16 ليس بمعدن لان: عدد الالكترونات هو 6 بينما رقم السطر هو 3



• المجموعات:

المجموعة I_A : تسمى العناصر المجموعة بمعادن اساسية (القاعدية) وتسمى كذلك بالمعادن القلائية

المجموعة II_A : تسمى العناصر المجموعة بمعادن ترابية أو القلائية الترابية

المجموعات III_A, IV_A, V_A : تسمى البعض منها من VI_A عائلة المعادن وبعضها من عائلة اللامعادن

VII_A : عائلة الهالوجينات لها القدرة على اكتساب الكترونات

$VIII_A$: عائلة بها غازات خاملة

المجموعات II_B, I_B : تسمى عناصر هاتين المجموعتين بمعادن خفيفة

III_B : عائلة اللانثيدات والأكتينيدات

عائلة بها معادن انتقالية:..... II_B IV_B $VIII_B$

- العناصر الانتقالية : هي معادن عديدة التكافؤ يكون توزيعها الالكتروني من الشكل:

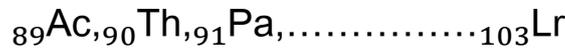
$$ns^2(n-1)d^{1-8}$$

مثال: الموليبدان ($_{42}Mo$) معدن انتقالي $[_{36}Kr]5S^24d^4$

- عائلة اللانثيدات: هي عناصر من الدور السادس ($n=6$) والمجموعة III_B ينتهي توزيعها الالكتروني بـ $4f^{1-14}$ تظهر هذه المجموعة في السطر الاول اسفل الجدول الدوري



- عائلة الاكتينيدات : هي عناصر من السطر (الدور) السابع والمجموعة III_B ينتهي توزيعها الالكتروني $5f^{1-14}$ وتظهر هذه المجموعة في السطر الثاني اسفل الجدول الدوري



9-5- الخواص الدورية للعناصر:

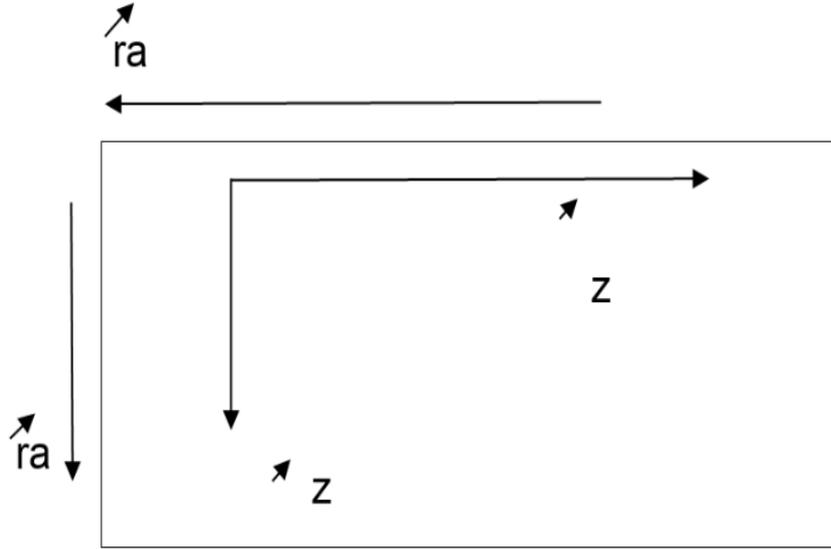
9-5-1- تغير نصف القطر الدوري في العمود:

عند الانتقال من الاعلى الى الاسفل في الجدول الدوري في نفس العمود فان عدد الطبقات يزداد مما يؤدي الى التزايد في حجم الذرة اي ان نصف قطر الذرات يزداد إذن نصف القطر يزداد من الاعلى الى الاسفل

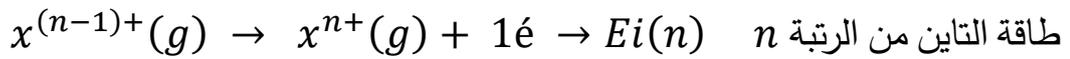
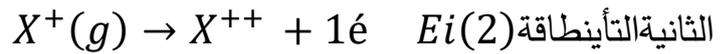
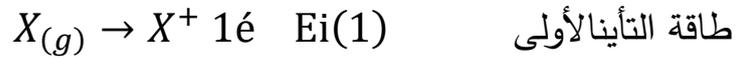
9-5-2- تغير نصف القطر الذري في الدور:

في نفس الدور يكون للعناصر نفس عدد الطبقات في حين يزداد العدد الشحني (Z) (عدد البروتونات) من اليسار نحو اليمين، ثبوت عدد الطبقات وازدياد العدد الشحني يؤدي الى الزيادة في قوة جذب الالكترن في الطبقة الخارجية من طرف النواة مما يؤدي الى اقتراب

هذا الإلكترون من النواة أكثر فأكثر أي نصف قطر يتناقص إذن نصف القطر يتناقص
بزيادة العدد الشحني

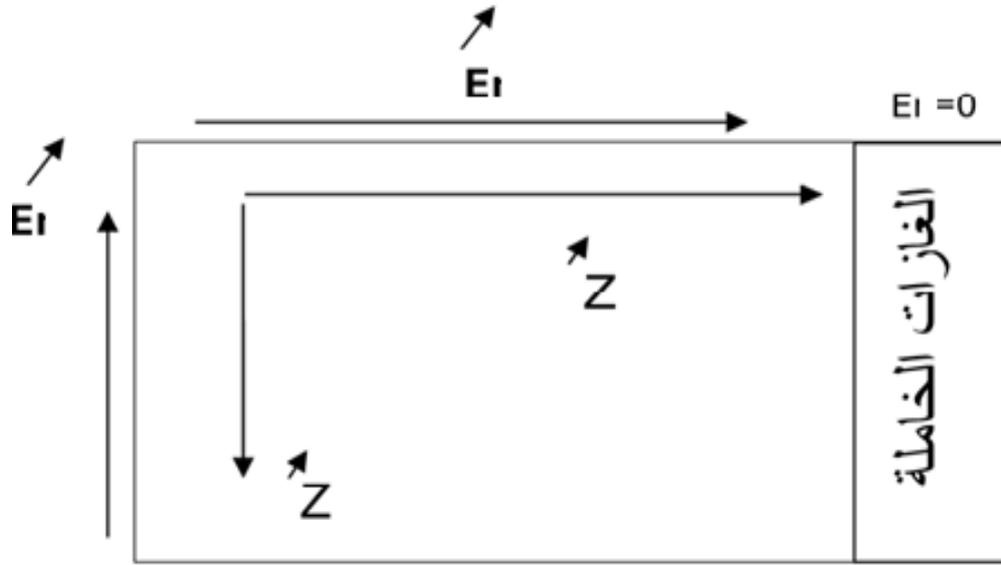


3-9-5- طاقة التأين E_i : هي الطاقة اللازمة لنزع إلكترون واحد أو (n) إلكترون من نفس الذرة في حالتها الغازية:

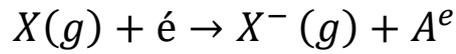


$$E_i(1) < E_i(2) < E_i(3) \dots \dots \dots < E_i(n) \quad \text{ومنه}$$

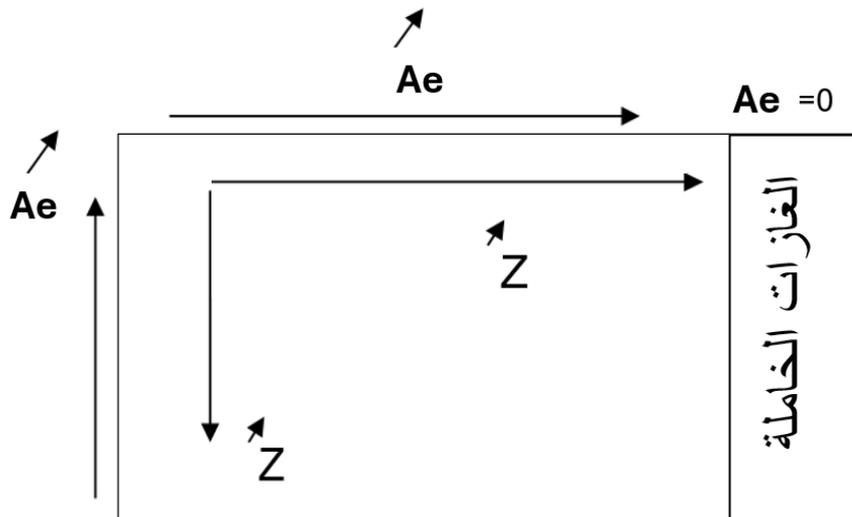
تغير طاقة التاين في الجدول الدوري: تتغير طاقة التاين في الجدول الدوري عكس تغير نصف القطر الذري (r_a) حيث كلما نقص نصف القطر زاد الارتباط بالنواة ومنه تزداد طاقة التاين



4-9-5- الالفة الالكترونية Ae : الالفة الالكترونية هي الطاقة التي تحررها الذرة في حالتها الغازية عندما تكتسب الكترونا واحدا .

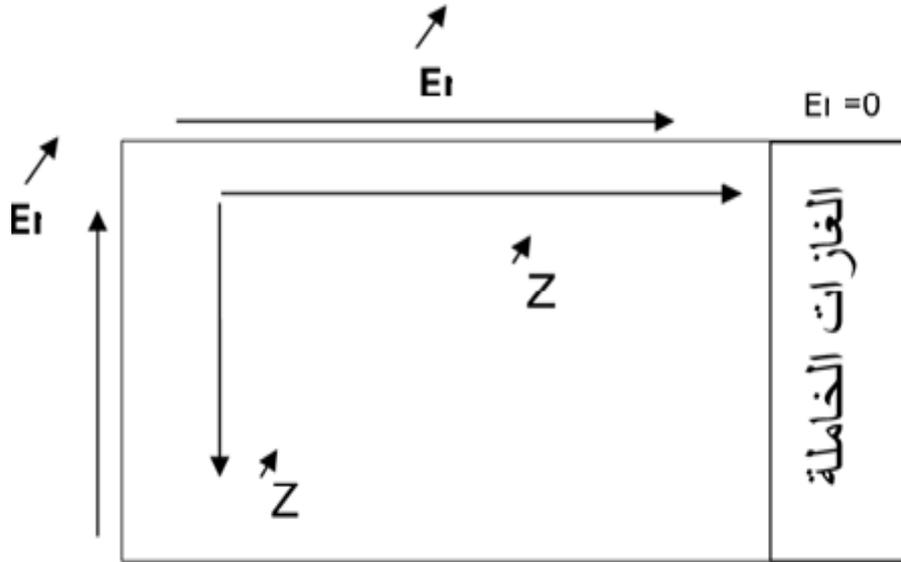


تغير الالفة الالكترونية في الجدول الدوري: تتغير الالفة الالكترونية في الجدول الدوري مثل تغير طاقة التأين باستثناء المجموعة $VIII_A(0)$ عمود الغازات الخاملة فهي تمتاز بالفة الكترونية معدومة.



5-9-5- الكهروسالبية E_i :

تتغير الكهرو سالبية في الجدول الدوري: تعرف الكهروسالبية بأنها قدرة الذرة على جذب الكثرونات التي ترتبط بذرة اخرى في الجزيئات وتتغير الكهروسالبية في الجدول الدوري مثلما تتغير الالفة الالكترونية



5-9-6- الكهروإيجابية: تعرف الكهروإيجابية بأنها قدرة الذرة على فقد الالكترونات لصالح ذرة أخرى في الجزيئات وهي تتغير في الجدول الدوري عكس تغير الكهروسالبية اي تتغير بنفس تغير نصف القطر.

