سلسلة

التّفوّق

في

مبحث الكيمياء

- شرح مفصل ومبسّط للمادة
- أسئلة وأمثلة الكتاب المدرسي
- أسئلة إثرائية منوّعة
- أسئلة الاختبارات في الأعوام السابقة

إعداد المعلّم /

أيمن الدعمة

2019 - 2018

مكتبة الحلبي - جباليا البلد - شارع الفالوجا - هاتف : 2479750 - جوال : 0599631919

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

الحمد لله والصلاة والسلام على رسول الله وآل بيته الطاهرين وصحابته ومن تبعهم بإحسان إلى يوم الدين.

أعزائي الطلبة، السلام عليكم ورحمة الله وبركاته، وبعد.

لقد عودتكم على شرح مادة الكيمياء بشكل مفصّل على شكل وحدات مستقلة على مدار السنوات العشر السابقة. وإنه لمن دواعي سروري واعتزازي شهادة الطلاب بأن هذه الشروحات كانت خير جليس لهم في المذاكرة وأنها ساعدتهم على التفوق وتخطي الصعوبات في المادة. ولقد كانت تلك الشهادة حافزاً قوياً لي على أن أكون عند حسن الظن فقمت بفضل الله ومنّه بشرح مقرر الكيمياء في كراسة التفوق التي أسأل الله أن ينفعنا وينفعكم بها.

بين أيديكم مقرر الفصل الأول والذي يحتوي:

- شرحاً مفصلاً لكل صغيرة وكبيرة في الكتاب المدرسي على شكل دروس مستقلة أقرب إلى طريقة التعلم الذاتي.
- حل أسئلة وأسئلة الكتاب بشكل مبسط وواضح حسب موضوع الدرس.
- وجود عدداً كبيراً من الأسئلة الإثرائية المحلولة وأسئلة مشابهة غير محلولة للتمرين والكتاب المهارات الذاتية للاختبار.
- مستوى الأسئلة بعيداً عن التعقيد الذي يسبب الإرباك وعدم الثقة.
- هناك عدداً من النواصيات والملاحظات الهادفة لتعميق الفهم.
- في نهاية الكراسة مجموعة من الأسئلة المهمة من الاختبارات السابقة وأسئلة من مصادر أخرى تكسبه عدداً تام على التفوق بإذن الله.

تذكر دائماً أن التباع طريقة الاجتهاد

فحسب الطالب العلم من غير كد ... سيدركها إذا شاب الغراب

واحرص على تحصيل العلم النافع الديني والدنيوي لتكون ممن قال الله فيهم: "قل هل يستوي الذين يعلمون والذين لا يعلمون إنما يتذكر أولوا الألباب" ولتكن أعمالك لله وحده والذي لا يخطئ هو الذي لا يعمل فاني أعتذر عن أي قصور أو خطأ غير مقصود. شاكراً للإفادة الزملاء والطلبة الأعزاء أي اقتراح أو نقد يهدف إلى مصلحة الطلاب، والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته.

المعلم: أحمد موسى الدعمة
مدرسة عثمان بن عفان الثانوية للبنين "شمال غزة"
جوال: 0599881477

الوحدة الأولى: البناء الإلكتروني للذرة

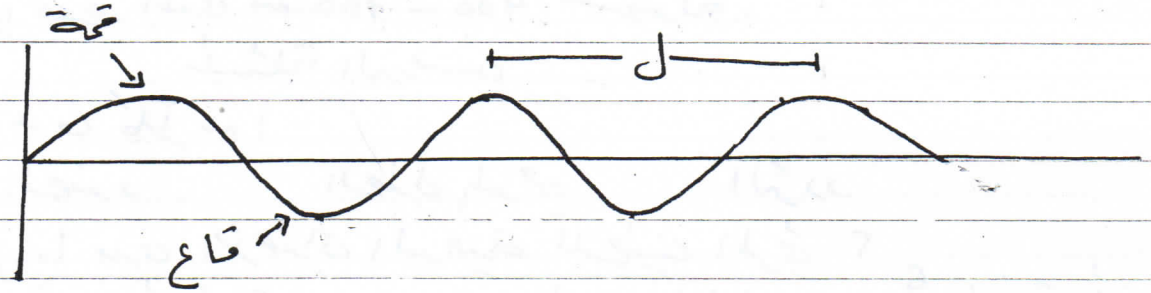
الدرس 1: الضوء مفتاح البناء الإلكتروني للذرة

تمهيد:
وجد العلماء أن ذرات العناصر تشع ضوءاً في حالات معينة ومن خلال دراسة هذا الضوء وتحليله تمكنوا من وضع معادلات تصف التركيب الإلكتروني للذرة. وهذا ما سوف نتعرف عليه في هذه الوحدة.

تعريف الضوء:
شكل من أشكال الطاقة مكون من موجات كهرومغناطيسية (موجة كهربية متعامدة على موجة مغناطيسية)

من أشكاله الأخرى الكهرومغناطيسية أيضاً: أمواج الراديو والميكروويف والجوال والأشعة السينية (أشعة X) المستخدمة في تصوير العظام.

وضح نقص الموجة:



- الطول الموجي (ل):
عبارة عن المسافة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليين ويقاس بالمتر أو النانومتر.

- التردد (ت):
عبارة عن عدد الموجات التي تمر في نقطة معينة خلال زمن مقداره ثانية واحدة ويقاس بوحدة الهيرتز ($ث^{-1}$ أو $\frac{1}{ث}$)

العلاقة بين الطول الموجي والتردد

علاقة عكسية حسب المعادلة

$$\text{سرعة الضوء في الفراغ} = \text{الطول الموجي} \times \text{التردد}$$

$$س_{م/ث} = ل_{م} \times ت_{ث^{-1}}$$

- سرعة الضوء في الفراغ = 3×10^{8} م/ث
- الطول الموجي: بوحدة المتر م
- التردد بوحدة الهيرتز $ث^{-1}$

* تعتبر أمواج الراديو هي الأقل تردد والأعلى طول موجي بينما أشعة جاما تمتلك أعلى تردد وأقصر طول موجي.

الضوء المرئي: (حفظ)

يقع الطيف (الضوء) المرئي في المدى 750 نانومتر — 380 نانومتر

هذا يعني انه طول الموجة الضوئية أكبر من 750 نانومتر أو أقل من 380 نانومتر فإنها لا ترى بالعين بل من خلال أجهزة خاصة. ويكفي حفظ المدى من 700 – 400 للسهولة.

أسئلة الدرس

س1/ عرف كلاً من:

الضوء الطول الموجي التردد

س2/ ما مدى الأطوال الموجية للطيف المرئي ؟

س3/ أيهما أعلى تردد موجة راديو طولها 1×10^{6} نانومتر أم شعاع جاما بطول موجي 1×10^{-16} نانومتر.؟

ج/ أشعة جاما أعلى تردد لأنه طولها الموجي أقل (علاقة عكسية)

س4/ إحسب طول موجة ضوئية بالنانومتر إذا علمت أنه تردده يساوي 6.67×10^{14} هيرتز.

الحل

$$س = ل \times ت$$

- $س$: 3×10^{8} م/ث — ثابت يعطى في الاختبار
- $ل$: ؟؟ — مطلوب
- $ت$: 6.67×10^{14} $ث^{-1}$ — معطى

3

$$\text{ك}_{\text{م}} \times \text{ل} = \text{ك}_{\text{ن}} \times \text{ن}^{2}/\text{ن}^{1}$$

$$\text{ل} = \frac{3 \times 10^{8}}{6.67 \times 10^{14}} = 4.5 \times 10^{-7} \text{ متر}$$

وحدة ل في الناتج متر والمطلوب بوحدة النانومتر

كعامل الوحدات:

متر $\xleftarrow{\times 10^{9}}$ نانومتر

نانومتر $\xleftarrow{\times 10^{-9}}$ متر

إذن: $\text{ل} = (4.5 \times 10^{-7}) \times (10^{9}) = 450$ نانومتر

س: تذيع إحدى محطات الراديو موجات بتردد 95.2 ميغاهيرتز
ما الطول الموجي للموجات التي تبثها تلك المحطة؟

الحل

$$\text{ل} = \text{ك}_{\text{م}} \times \text{ت} \div \text{ك}_{\text{ن}}$$

$\text{ك}_{\text{ن}}$ ← 3×10^{8} م/ث

$\text{ك}_{\text{م}}$ ← ؟؟

ت ← 95.2 ميغاهيرتز

وحدة ت الأصلية في الناتج هيرتز لذلك يلزم التحويل

كعامل الوحدات:

ميغاهيرتز $\xleftarrow{\times 10^{6}}$ هيرتز

هيرتز $\xleftarrow{\times 10^{-6}}$ ميغاهيرتز

إذن: $\text{ت} = 95.2 \times 10^{6}$ هيرتز

وبالتعويض في القانون

$$3 \times 10^{8} = \text{ل} \times 95.2 \times 10^{6}$$

$$\text{ل} = \frac{3 \times 10^{8}}{95.2 \times 10^{6}} = 3.15 \text{ متر}$$

الدرس 2 : الطيف الذري

عند مرور الضوء عبر منشور ثلاثي من الزجاج يتحلل إلى عدة ألوان تسمى طيف ويشكل الطيف

1 ـ الطيف المتصل : يظهر على شكل مناطق ملونة متتابعة (متصلة) ومن أمثلته : طيف الشمس ومصباح سلك التنجستون

2 ـ الطيف المنفصل (الخطي) : يظهر على هيئة خطوط ملونة تفصلها مناطق معتمة ومن أمثلته الطيف الذري.

تعريف الطيف الذري:
هو الطيف الناتج من تهييج ذرات العناصر في الحالة الغازية من طريق التسخين أو تمرير تيار كهربائي.

يقصد بتهييج الذرة (إثارة الذرة):
إكساب الذرة طاقة بحيث ينتقل إلكترون أو أكثر فيها من مستوى طاقة أقل إلى مستوى أعلى.
(سنفهم ذلك بشكل أفضل في نظرية بور)

ولتعرف على الطيف الذري تم بتنفيذ النشاطين الآتيين مع العلم أنهم المطلوب في كل منهما الاستنتاج.

نشاط 1 ـ 2 :
التجربة : إمرار تيار كهربي في أنابيب زجاجية تحتوي غازات مختلفة : هيدروجين ـ هيليوم ـ نيون ـ الصوديوم . ثم تمرير الضوء الناتج خلال منشور زجاجي.

المشاهدة : نحصل على خطوط ملونة تفصلها مناطق معتمة (طيف خطي) وتختلف الألوان من عنصر لآخر.

الاستنتاج :
1 ـ لكل عنصر طيف ذري خاص به
2 ـ الطيف الذري يكون خطياً (منفصلاً)

نشاط 1-3

التجربة:

نحن سلك نكروم نظيف في محاليل لأملاح بعض العناصر

المشاهدة:

كل ملح يؤدي إلى تلوين اللهب بلون مختلف

الملح:	ليثيوم	صوديوم	بوتاسيوم	كالسيوم	نحاس
لون اللهب:	أحمر قرمزي	أصفر ذهبي	بنفسجي	أحمر طوبي	أزرق مخضر

الاستنتاج:

كل عنصر له طيف ذري خاص به ويختلف عن غيره. إذن الطيف الذري خاصية مميزة للعنصر.

تطبيقه عملي على اختلاف الطيف الذري

كل عنصر له طيف ذري مختلف يشبه بصمة الإصبع، لذلك قام العلماء باستخدام جهاز سبكترومتر الذي يقوم بتحليل طيف الإشعة القادمة من النجوم للتعرف على مكوناتها. وأجهزة عديدة لها تطبيقات كيميائية متنوعة.

تمرين: تستخدم نترات البوتاسيوم سماداً زراعياً. كيف يمكن مساعدة مزارع في التمييز بين ملح نترات البوتاسيوم وملح نترات الصوديوم؟

الجواب: نقوم بغمس سلك نكروم نظيف في محلول ملح ثم نعرضه للهب بنسن فإذا تلون اللهب بنفسجي يكون نترات بوتاسيوم وإذا تلون اللهب أصفر ذهبي يكون نترات صوديوم

أسئلة الدرس

س1- عرف الأتية:

الطيف الذري — الطيف المتصل — الطيف الخطي — تهييج الذرة

س2- قارن بين الطيف المتصل والمنفصل من حيث تتابع المناطق اللونية وأعط مثالاً لكل منها.

الطيف المتصل : مناطم مضيئة متتابعة (متصلة) مثل طيف الشمس وضوء ساطع التنجستون

الطيف المنفصل : مناطم مضيئة تفصلها مناطم معتمة مثل الطيف الذري .

س1/ إختر الإجابة الصحيحة :

1 ـ ينتج طيف الذرة للعنصر ويكون

أ ـ خطياً منفصلاً ب ـ متصلاً ج ـ خطياً ومتصلاً د ـ خطياً أحياناً

2 ـ أحد الضوابط الآتية ينتج منها طيف متصل .

أ ـ ضوء غاز He ب ـ ضوء سلك التنجستون

ج ـ ضوء غاز H_2 د ـ ضوء غاز Ne .

3 ـ جميع ما يلي صحيح فيما يخص الطيف الذري ما عدا :

أ ـ ينتج من انارة ذرات العناصر ب ـ يكون خطياً

ج ـ يختلف باختلاف ذرات العنصر د ـ يتطابق لذرات عناصر مختلفة

4 ـ أي الآتية ليست من خصائص الطيف الذري ؟

أ ـ ينتج عند تهييج ذرات العناصر في الحالة الغازية ب ـ لكل عنصر طيف ذري خاص

ج ـ يتكون من مناطم مضيئة متتابعة د ـ يظهر نتيجة انتقال الإلكترون بين المدارات

الدرس 4 : مفهوم رذرفورد لبناء الذرة

أثبت العالم رذرفورد أن الإلكترونات تدور حول النواة في الذرة إلا أنه عجز عن تفسير حقيقتين هما

1 ـ ثبات الذرة (عدم انهيار الذرة)

2 ـ الطيف الخطي للذرة .

أسئلة الدرس

س1/ ما الحقائق التي عجز بور عن تفسيرها ؟

س2/ علل : فشل مفهوم رذرفورد في تفسير ثبات الذرة .

ج/ لأن الإلكترون سالب الشحنة وعندما يدور بسرعة حول النواة الموجبة فانه ينجذب اليها شيئاً فشيئاً حتى يسقط فيها وبذلك يتدمر البناء الذري .

الدرس 5 : مبدأ (نظرية) بلانك

مبدأ بلانك ينص على أنه :
طاقة الإشعاع الكهرومغناطيسي المنبعثة أو الممتصة من المادة تتكون من كميات محددة من الطاقة (كمات) حسب المعادلة :

$$\text{ط}_{\text{إشعاع}} = \text{ن} \times \text{هـ} \times \text{ت}$$

- ط إشعاع : طاقة الإشعاع بالجول
- ن : عدد صحيح ... ، 1 ، 2 ، 3 ، ...
- هـ : ثابت بلانك 6.626×10^{-34} جول.ث
- ت : التردد هيرتز ث^{-1}

• كمات : تعني ذات كميات محددة

أسئلة الدرس

س/ اذكر نص مبدأ بلانك في نظرية الطاقة . واكتب معادلته

ملاحظة : لا يوجد سائل حسابية على مبدأ بلانك

الدرس 6 : مبدأ اينشتاين

بيّن اينشتاين أن للضوء طبيعة مزدوجة (موجية وجسيمية) أي أنه سيتصرف كموجة وجسيم في نفس الوقت .

ينص مبدأ اينشتاين على أنه :
الضوء يتكون من جسيمات تسمى فوتونات وهي كمات محددة من الطاقة حسب المعادلة .

$$\text{ط}_{\text{فوتون}} = \text{هـ} \times \text{ت}$$

- ط فوتون : طاقة الفوتون بالجول
- هـ : ثابت بلانك
- ت : التردد بالهيرتز ث^{-1}

ملاحظة : أن الطاقة تتناسب طردياً مع التردد ، وبالتالي فلسياً مع الطول الموجي

ويمكن استنتاج علاقة بين الطاقة والطول الموجي للفوتون كما يلي

$$س = ل \times ت \quad \Leftarrow \quad ت = \frac{س}{ل}$$

بالتعويض عن ت في قانون اينشتاين $ط_{فوتون} = هـ ت$ ينتج أن

$$\boxed{ط_{فوتون} = \frac{هـ \times س}{ل}}$$

وهذا يساعد في اختصار حل بعض المسائل في خطوة بدل خطوتين.

مسألة للدرس

س1 / اذكر نص قانون اينشتاين مع كتابة معادلته.

س2 / عرف الفوتون

ج/ جسيم يتكون منه الضوء.

س3 / شعاع ضوئي طاقته 1.64×10^{-18} جول. احسب كلاً من التردد والطول الموجي (بوحدة المتر) لهذا الشعاع.

الحل

$$ط = هـ ت$$

$$1.64 \times 10^{-18} = 6.626 \times 10^{-34} \times ت$$

$$ت = \frac{1.64 \times 10^{-18}}{6.626 \times 10^{-34}} = 2.475 \times 10^{15} \text{ هرتز}$$

$$س = ل \times ت$$

$$3 \times 10^{8} = ل \times 2.475 \times 10^{15}$$

$$ل = \frac{3 \times 10^{8}}{2.475 \times 10^{15}} = 1.2 \times 10^{-7} \text{ متر}$$

جميع الثوابت مثل س، هـ ... الخ تعطى في الاختبار

س٦ / احسب طاقة الفوتون الذي يمثل موجة طولها 1.28×10^{-6} م.

الحل

نحسب أولاً تردد الإشعاع $\nu = \frac{ت}{ل}$ ثم نفرض عليها من العلاقة $ط_{فوتون} = هـ \times ت$

أو نستخدم العلاقة: $ط_{فوتون} = \frac{هـ \times س}{ل}$ مباشرة.

$$ط_{فوتون} = \frac{(3 \times 10^{8}) \times (6.626 \times 10^{-34})}{1.28 \times 10^{-6}}$$

$$ط = 1.55 \times 10^{-19} \text{ جول}$$

ولا يوجد قيود على استخدام أي من الطريقتين.

تمرين: احسب طول موجة فوتون ضوئي إذا علمت أن مقدار طاقة هذا الفوتون تساوي 3×10^{-19} جول.

الجواب: 6.626×10^{-7} م

الدرس 7 - P: فروض نظرية بور - طاقة المدار

اعتمد بور على مبدأ كوانتم بلانك والتشابه حيث افترض أن الإلكترون في الذرة يمتلك كميات محددة (كمات) من الطاقة - مثله مثل الإشعاع الكهرومغناطيسي والفوتون - وبذلك يكون محصوراً في مستوى طاقة محدد.

ملاحظة: يحتاج الطالب إلى تعريف المفاهيم وحل المسائل الحسابية وليس عدد فروض نظرية بور

فروض النظرية:

1- يدور الإلكترون حول النواة في مدارات ذات طاقة محددة (مكماة) ونصف قطر ثابت

2- تختلف المدارات في نفس الذرة في الطاقة والسعة الإلكترونية حيث تزيد كلما ابتعدنا عن النواة

3- يمكن تصور الذرة كقشرة كروية متناهية السمك ذات قطر محدد

٦- لا يمكن للإلكترون أن يتواجد أبداً بين المدارات.

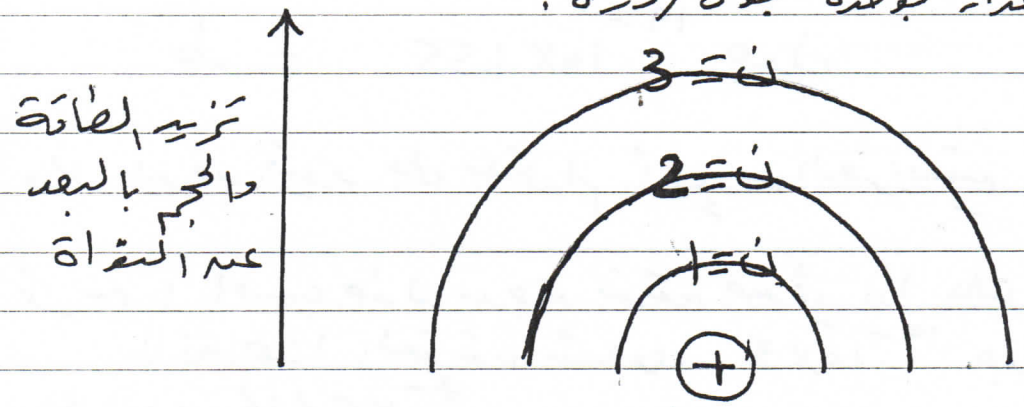
5- طاقة المدار تعطى بالعلاقة

$$ط_{المدار\ ن} = -\frac{P}{ن^2}$$

حيث ن رقم المدار ١، ٢، ٣، ...

P : ثابت بور = 2.18×10^{-18} جول

ط : طاقة المدار بوحدة جول/ذرة.



ملاحظات مهمة:

- الحالة المستقرة للذرة: هي الأكثر ثباتاً والأقل طاقة ويكون الإلكترون في المدار الأول ن = ١
- الحالة المهيجة (المثارة): أقل ثباتاً وأعلى طاقة ويكون الإلكترون في المدار الثاني فما فوق ن = ٢، ٣، ٦، ... الخ
- الحالة المتأينة: يكون الإلكترون منزوع تماماً من الذرة ن = ∞

مسئلة الدرس

س/ عرف المدار.

و/ مدار محدد يدور فيه الإلكترون ويشبه قشرة كروية متناهية السمك (رقيقة جداً) وذات قطر ثابت.

س٥ / علل: لا يمكن للإلكترون ذرة الهيدروجين أن يتواجد بين مداراته.

ج / لأن الإلكترون يمتلك كمات (كميات محددة) من الطاقة لا يمكنه تجاوزها، وتعتمد على رقم المدار.

تنبيه طلابي:
لتقريب الفكرة قام البعض بتشبيه المدارات بدرجات السلم والإلكترون بالقدم، حيث يستحيل أن تقف القدم بين درجتين.

س٦ / اذهب طاقة الإلكترون في ذرة الهيدروجين في:
أ- المدار الثاني ب- المدار الخامس ج- المدار ن = ∞

$$\text{طاقة المدار ن} = -\frac{\text{الكل}}{\text{ن}^2} \quad \text{حيث الكل} = 2.18 \times 10^{-18}$$

أ- $\text{طاقة المدار 2} = -\frac{2.18 \times 10^{-18}}{(2)^2} = -5.45 \times 10^{-19}$ جول/ذرة

ب- $\text{طاقة (5)} = -\frac{2.18 \times 10^{-18}}{(5)^2} = -8.72 \times 10^{-20}$ جول/ذرة

ج- $\text{طاقة}_{\infty} = -\frac{2.18 \times 10^{-18}}{(\infty)^2} =$ صفر جول/ذرة

س٦ / رتب المدارات السابقة حسب طاقتها. ماذا تستنتج؟

$$\text{طاقة (2)} < \text{طاقة (5)} < \text{طاقة}_{(\infty)}$$

ونستنتج أن طاقة المدار تزيد كلما ابتعدنا عن النواة.

س٦ / ما رقم المدار الذي طاقته = 1645.14 كيلوجول/مول

الحل

وحدة ط في المعادلة جول / ذرة لذلك يلزم تحويل الوحدات قبل التعويض

تحويل الوحدات

جول/ذرة ← (× عدد اڤوجادرو / 1000) ← كيلوجول/مول

كيلوجول/مول ← (× 1000 / عدد اڤوجادرو) ← جول/ذرة

حيث عدد اڤوجادرو = 6.023×10^{23} ذرة/مول

$$ط = \frac{145.16}{6.023 \times 10^{23}} \times 1000 =$$

$$ط_د = 2.41 \times 10^{-19} \text{ جول/ذرة}$$

$$ط_{\text{المدار } ن} = -\frac{ف}{ن^2}$$

$$\frac{2.41 \times 10^{-19}}{} \neq \frac{2.18 \times 10^{-18}}{ن^2}$$

$$ن^2 = \frac{2.18 \times 10^{-18}}{2.41 \times 10^{-19}} = 9$$

$$ن = \sqrt{9} = 3 \text{ (المدار الثالث)}$$

س5 / اختر الإجابة الصحيحة.

1- وحدة طاقة الإلكترون في معادلة بور هي
أ- جول/ذرة ب- جول/مول
جـ- كيلوجول/ذرة د- كيلوجول/مول

2- المدار الأعلى طاقة من بين الآتية هو
أ- ن = 2 ب- ن = 5 جـ- ن = 7 د- ن = ∞

3- اعتمد بور في وضع نظريته على مفهوم:
أ- رذرفورد ب- بلانك جـ- اينشتاين د- (ب+جـ)

س6 / كيف استطاع بور تفسير ثبات ذرة الهيدروجين ؟

ج/ بما أن طاقة المدار $ط_ن = -\frac{ف}{ن^2}$ فإنه ن لا تساوي صفراً (لقسمة على صفر غير معرفة) وعدم وجود مدار رقمه صفر يعني عدم وقوع الإلكترون في النواة وعدم إنهيار البنية الذرية.

الدرس 7-ب : نظرية بور - فرق الطاقة بين مداريين

حسب بور يتواجد الإلكترون ذرة الهيدروجين في الحالة المستقرة في المدار الأول وكي ينتقل لمدار أعلى طاقة يجب اكتساب كمة من الطاقة (مقدمة) يساوي فرق الطاقة بين المدارين وعند العودة للمدار الأول يشع نفس المقدمة (كمة طاقة) فيظهر على هيئة خط في الطيف الخطي للهيدروجين

$$|\Delta ط| = ف \left(\frac{1}{ن_1^2} - \frac{1}{ن_2^2} \right)$$

$|\Delta ط|$: فرق الطاقة أو طاقة المقدمة المنطلقة أو الممتصة بوحدة جول (جول / ذرة) والقيمة المطلقة تعني أن طاقة المقدمة دائماً موجبة

$ن_1$: المدار الأقل طاقة

$ن_2$: المدار الأعلى طاقة

مثال : احسب مقدار الطاقة المنبعثة لنقل الإلكترون ذرة الهيدروجين المرتبة من المدار الثاني إلى المدار الثالث.

الحل

$ن_1 = 2$ (المدار الأقل طاقة) $ن_2 = 3$ (المدار الأعلى طاقة)

$$|\Delta ط| = ف \left(\frac{1}{ن_1^2} - \frac{1}{ن_2^2} \right)$$

$$= 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right)$$

$$|\Delta ط| = 3.027 \times 10^{-19} \text{ جول / ذرة}$$

أسئلة الدرس

س/ احسب مقدار الطاقة المنبعثة عند انتقال الإلكترون ذرة الهيدروجين المهيجة من المدار السادس إلى المدار الأول مباشرة.

الحل

$\Delta E = ?$ $\quad n_1 = 1$ $\quad n_2 = 6$

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

$$= 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{6^2} \right)$$

$$|\Delta E| = 2.1194 \times 10^{-18} \text{ جول / ذرة}$$

$$\Delta E = - 2.1194 \times 10^{-18} \text{ جول/ذرة}$$

* الإشارة السالبة تعني طاقة منبعثة (فقد طاقة) لأن الإلكترون انتقل من مدار أعلى لمدار أقل وصيلية ذات أهمية كبيرة في الحل

س/ احسب مقدار الطاقة المنبعثة عند انتقال الإلكترون ذرة الهيدروجين المهيجة من المدار الثالث إلى حالة الاستقرار مباشرة.

الحل

$\Delta E = ?$ $\quad n_1 = 1$ (حالة استقرار) $\quad n_2 = 3$

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

$$= 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2} \right)$$

$$|\Delta E| = 1.937 \times 10^{-18} \text{ جول/ذرة}.$$

$$\Delta E = - 1.937 \times 10^{-18} \text{ جول/ذرة}$$

س3 / انتقل الكترون ذرة الهيدروجين المهيجة من المدار الرابع إلى المدار الثاني مباشرة، احسب:
1- طاقة الفوتون المنبعث 2- تردد الفوتون المنبعث بالهيرتز

الحل

$$P - |\Delta E| = P\left(\frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2}\right)$$

$$= 2.18 \times 10^{-18}\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right)$$

$$|\Delta E| = 4.087 \times 10^{-19} \text{ جول/ذرة}$$

ب- من معادلة اينشتاين $E_{فوتون} = h\nu$

$$\nu = \frac{E}{h} = \frac{4.087 \times 10^{-19}}{6.626 \times 10^{-34}}$$

$$\nu = 6.168 \times 10^{14} \text{ هيرتز}$$

هنا لدينا سائل فيزيائي هو المدار من مجهول وهنا يجب الانتباه جيداً لتحديد المدار الأعلى طاقة والأقل طاقة

1- وجود كلمات مثل: انبعاث فوتون / انطلاق فوتون تعني عودة الإلكترون لمدار أقل ..... الخ
n_1 (الأقل طاقة): المدار الذي انتقل إليه الإلكترون
n_2 (الأعلى طاقة): المدار الذي انتقل منه الإلكترون

2- وجود كلمات مثل: اكتساب / امتصاص فوتون تعني الانتقال لمدار أعلى طاقة
n_1 (الأقل طاقة): المدار الذي انتقل منه الإلكترون
n_2 (الأعلى طاقة): المدار الذي انتقل إليه الإلكترون

باختصار:
1- إنبعاث فوتون تعني انتقل من n_2 إلى n_1 (بعد من n_2 وبعد إلى n_1)
2- إمتصاص فوتون تعني انتقل من n_1 إلى n_2 (بعد من n_1 وبعد إلى n_2)

16 س٦ / انتقل الكترون ذرة الهيدروجين من المدار الرابع إلى المدار ن وصاحب ذلك انبعاث فوتون طاقته 4.087×10^{-19} جول احسب رقم المدار ن .

الحل

في السؤال انبعاث فوتون وهذا يعني إنتقل من n_2 إلى n_1

n_1 : المدار الذي انتقل إليه الإلكترون (بعد إلى) = ن

n_2 : المدار الذي انتقل منه الإلكترون (بعد من) = 4

$$4.087 \times 10^{-19} = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{4^2} \right)$$ بالقسمة على 2.18×10^{-18}

$$\frac{1}{n^2} - \frac{1}{16} = 0.1875$$

$$\frac{1}{n^2} = 0.1875 + \frac{1}{16}$$

$$\frac{1}{n^2} = \frac{1}{4}$$

$$n^2 = 4$$

ن = $\sqrt{4}$ = 2 (المدار الثاني)

س٥ / انتقل الكترون ذرة الهيدروجين من المدار الثاني إلى المدار ن نتيجة امتصاص فوتون ذو تردد 6.9×10^{14} هيرتز . احسب رقم المدار ن الذي وصل اليه الإلكترون .

الحل

من العلاقة ط = هـ × ت نجد ط وتساوي 4.57×10^{-19} جول

ثم نفرض في معادلة بور حيث n_1 = 2 n_2 = ن

فينتج أن ن = 5

الدرس 7 - 2 : نظرية بور - عدد الخطوط الطيفية.

س / وضح كيف استطاع بور تفسير الطيف الخطي لذرة الهيدروجين

ج / عند عودة الالكترون ذرة الهيدروجين المصابة إلى حالة الاستقرار يعود في قفزة واحدة أو عدة قفزات، وفي كل حالة يشع فوتوناً يظهر على شكل خط من خطوط الطيف الذري للهيدروجين.

ويمكن حساب عدد الخطوط الطيفية (الفوتونات) كما يوضح المثال التالي

مثال: ما عدد الخطوط الطيفية الممكنة عند عودة الإلكترون من المدار الخامس إلى حالة الاستقرار (المدار الأول)

الحل

أولاً: نوجد قيمة المدارية وسادي

$4 = 1 - 5$

ثانياً: عدد الخطوط = مجموع الأعداد تصاعدياً 1+2+...
حتى نصل قيمة المدارية (هنا 4)

عدد الخطوط = $1+2+3+4 = 10$ خطوط

ملاحظة: يمكن لعدد الخطوط في السؤال بطلبات أخرى مثل:
عدد الفوتونات - عدد القفزات - عدد الإصدارات - عدد الانتقالات - ... الخ.

طريقة أخرى للحل:

عدد الخطوط $= \frac{ر(ر-1)}{2}$ حيث $ر = ن_2 - ن_1 + 1$

في السؤال السابق: $ر = 5 - 1 + 1 = 5$

عدد الخطوط $= \frac{ر(ر-1)}{2} = \frac{5(5-1)}{2} = 10$

ومع الجدير بالذكر أنه الطالب قد يجد طريقة محددة لأنه الكتاب أحياناً لم يجد طريقة للحل.

مـ / إذا علمت أنه عدد الفوتونات الناتجة من عودة الكترون ذرة الهيدروجين المثارة من المدار السادس إلى المدار ن يساوي 10 فوتونات. فما رقم المدار ن ؟

الحل

عدد الفوتونات (الخطوط) = 1 + 2 + ---- حتى فرعة المدار ن
(معطى = 10) (هنا مجهول)

10 = 1 + 2 + 3 + (4) ← آخر رقم وصلنا إليه = فرعة المدار ن

إذن الفرعة بين المدار السادس والمدار ن = 4

6 - ن = 4

∴ ن = 2 (المدار الثاني)

ملاحظة: يمكنك أن تتأكد من الحل: 6 - 2 = 4 إذن عدد الخطوط = 1 + 2 + 3 + 4 = 10 إذن الجواب صحيح.

و يمكن مقارنة الخطوط (الفوتونات) من حيث الطاقة كما يلي:

أولاً: يزيد فرق الطاقة بزيادة المسافة بين المدارين ويعد هذا منطقياً

مثال: أيهما أكبر فرق الطاقة بين المدار الرابع والأول أم المدار الرابع والثاني ؟

و/ بالتأكيد الفرق بين المدار الرابع والأول هو الطاقة الأكبر (المسافة بينهما أكبر)

ثانياً : عند مقارنة مدارين متتاليين مثل (2,1) (3,2) (4,3) ... وهكذا فإن

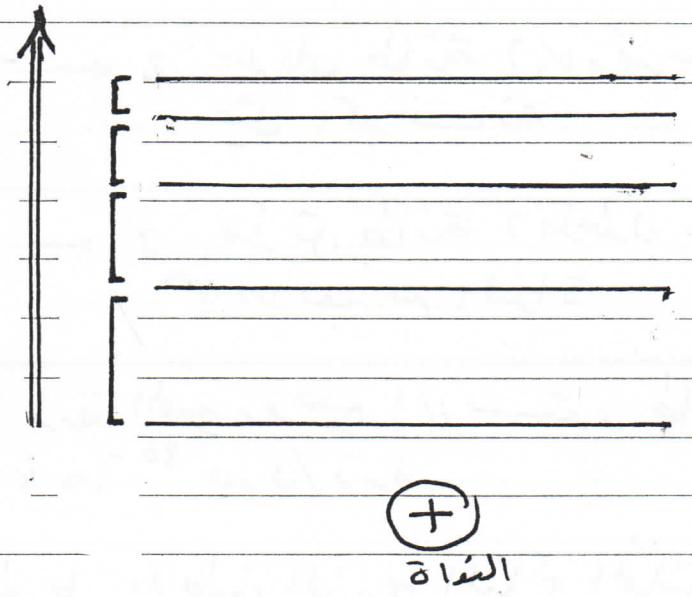
فرق الطاقة يقل بالإبتعاد عن النواة

مثال : أي فرق الطاقة بين المدار الثاني والأول أم المدار الرابع والثالث ؟

الحل

الفرق بين المدار الرابع والثالث أصغر (لأنهما أبعد عن النواة من المدار الثاني والأول)

ويعود السبب في ذلك إلى أن المدارات تتقارب من بعضها كلما ابتعدنا عن النواة .



أسئلة الدرس

س/ أي الإنتقالات الإلكترونية الآتية في ذرة الهيدروجين تنتج المرجة الضوئية الأكثر طولاً ؟

أ- من المدار الثاني إلى المدار الأول

ب- من المدار الرابع إلى المدار الأول

جـ- من المدار الثالث إلى المدار الثاني

د- من المدار الرابع إلى المدار الثالث.

الحل

المدار الرابع والثالث هما الأبعد عن النواة لذلك ينتج الفوتون الأقل طاقة وبالتالي المدة الأطول (إصدارية عكسية)

* لو طلب المطلوب المدة الأقصر طبعاً يكون الجواب من الرابع إلى الأول (بينهما أكبر مسافة)

س2/ عند عودة الإلكترون ذرة الهيدروجين المهيجة من المدار الرابع إلى الثاني فما هو الفوتون الأعلى طاقة والأقل طاقة؟

الحل

عند العودة من الرابع إلى الثاني ينتج 3 احتمالات (قفوط)... إحسبها

الأول: من 4 ← 2 مباشرة

الثاني: من 4 ← 3 ثم الثالث مباشرة من 3 ← 2

وهنا: من 4 ← 2 الأعلى طاقة (الأقصر موجة) لأنه يمثل أكبر مسافة

من 4 ← 3 الأقل طاقة (الأطول موجة) لأنه المدارات هي الأبعد عن النواة

س3/ تم تهييج ذرة الهيدروجين إلى مستوى طاقته تساوي -10×8.72^{-20} جول/ذرة.

أ- ما عدد قفوط الطيف الذري الناتج المحتملة

الحل

نوجد أولاً رقم المدار ن ويساوي 5 ومن ثم عدد القفوط الناتجة من الانتقال من 5 ← 1 تساوي 10 قفوط

ب- احسب تردد المدة المنبعثة التي تمثل أقل طاقة إشعاع ممكنة

الحل

المدة الأقل طاقة من المدار 5 ← 4 فنوجد أولاً Δ ط ومن ثم ط = هـ × ت فنكون ت = 7.4×10^{13} هيرتز

الدرس 8 : معادلة رايدبرج لحساب طول الموجة

يمكن حساب الطول الموجي للموجة الناتج أو المنبعث عند انتقال الإلكترون بين مدارين . من خلال معادلة رايدبرج

$$\frac{1}{\text{ل}} = {}^{7}10\times 1.1 \left(\frac{1}{{}^{2}\text{ن}_{1}} - \frac{1}{{}^{2}\text{ن}_{2}} \right)$$

ل : طول الموجة (متر) ${}^{7}10\times 1.1$: ثابت رايدبرج

ن_1 : المدار الأول طاقة

ن_2 : المدار الأعلى طاقة

مثال : احسب طول موجة الفوتون المنبعث عند انتقال الإلكترون من ذرة الهيدروجين من المدار ن = 5 إلى المدار ن = 3 بقفزة واحدة .

الحل

ل = ؟ ن_1 (الأول) = 3 ن_2 (الأعلى) = 5

$$\frac{1}{\text{ل}} = {}^{7}10\times 1.1 \left(\frac{1}{{}^{2}\text{ن}_{1}} - \frac{1}{{}^{2}\text{ن}_{2}} \right)$$

$$\frac{1}{\text{ل}} = {}^{7}10\times 1.1 \left(\frac{1}{{}^{2}3} - \frac{1}{{}^{2}5} \right)$$

$$\frac{1}{\text{ل}} = {}^{5}10\times 7.822$$

$$\text{ل} = \frac{1}{{}^{5}10\times 7.822} = {}^{-6}10\times 1.28 \text{ متر}$$

مثال: إحسب الطول الموجي للفوتون المنبعث عند عودة الكترون ذرة الهيدروجين من المدار السابع إلى حالة الاستقرار.

الحل

$ن_1$ (أرضية طاقة) = 1 (حالة الاستقرار) $ن_2 = 7$

$$\frac{1}{ل} = 1.1 \times 10^{7} \left(\frac{1}{2_1} - \frac{1}{2_7} \right)$$

$$\frac{1}{ل} = 10775510.2$$

$$ل = 9.28 \times 10^{-8} \text{ متر}$$

تمرين: إحسب الطول الموجي في المثال السابق بوحدة نانومتر

ح/ 92.8 نانومتر

مسألة الدرس

س1/ انتقل الكترون ذرة الهيدروجين من المدار الرابع إلى المدار ن وصاحب ذلك انطلاق فوتون طوله الموجي 4.848×10^{-7} متر. إحسب رقم المدار الجديد ن.

تذكر
$ن_1$: المدار بعد (من) في حالة اصطدام فوتون ... الخ
$ن_1$: المدار بعد (إلى) في حالة انبعاث فوتون ... الخ

الحل

$ن_1 = ن$ $ن_2 = 4$

$$\frac{1}{ل} = 1.1 \times 10^{7} \left(\frac{1}{2_{ن_1}} - \frac{1}{2_{ن_2}} \right)$$

$$\frac{1}{4.848 \times 10^{-7}} = 1.1 \times 10^{7} \left(\frac{1}{2_{ن_1}} - \frac{1}{16} \right)$$

جد دائماً قيمة هذا المقدار أولاً لكي تتجنب الخطأ

$$2.0627 \times 10^{6} = 1.1 \times 10^{7} \left(\frac{1}{2_{ن_1}} - \frac{1}{16} \right)$$

بقسمة الطرفين على 1.1×10^{7} ينتج

$$0.1875 = \frac{1}{2_{ن_1}} - \frac{1}{16}$$

$$\frac{1}{16} + 0.1875 = \frac{1}{n^2}$$

$$\frac{1}{4} = \frac{1}{n^2}$$

$$n^2 = 4$$

$$n = \sqrt{4} = 2 \quad \text{(المدار الثاني)}$$

س2/ انتقل الإلكترون في ذرة الهيدروجين من المدار الأول نتيجة امتصاص فوتون طوله موجة مقدارها 102 نانومتر ما رقم المدار الجديد الذي وصل إليه الإلكترون

الحل

امتصاص فوتون تعني n_1 الذي انتقل منه = 1

n_2 الذي انتقل إليه = n

وبالتعويض في معادلة رايدبرج ينتج أن $n = 3$ (المدار الثالث)

س3/ تم تهييج ذرة الهيدروجين فانتقل الإلكترون إلى المدار الخامس وعند عودته إلى مدار أقل طاقة انبعث فوتون طول موجته 1280 نانومتر. ما رقم المدار الذي وصله الإلكترون.

الحل

أولاً $\lambda = 1280 \times 10^{-9}$ متر

ثانياً: انبعاث فوتون يعني n_1 الذي انتقل إليه = n

n_2 الذي انتقل منه = 5

وبالتعويض في معادلة رايدبرج ينتج أن

$n = 3$ (المدار الثالث)

الدرس ٩ : تطابق حسابات بور مع رايدبرج

$ط_{فوتون} = هـ \times ت = \frac{هـ \times س}{ل}$ ... اينشتاين

$ط_{فوتون} = ا هـ ط ا = ر \left(\frac{١}{ن_{١}^{٢}} - \frac{١}{ن_{٢}^{٢}}\right)$ ... بور

عبارة المعادلتين

$\frac{هـ \times س}{ل} = ر \left(\frac{١}{ن_{١}^{٢}} - \frac{١}{ن_{٢}^{٢}}\right)$ ، بالقسمة على $هـ \times س$

$\frac{١}{ل} = \frac{ر}{هـ \times س} \left(\frac{١}{ن_{١}^{٢}} - \frac{١}{ن_{٢}^{٢}}\right)$

بالتعويض عن القيم العددية لكل من $ر$ و $هـ$ و $س$ ينتج

$\frac{١}{ل} = ١٠٩٧٣٧ \times ١٠^{٧} \left(\frac{١}{ن_{١}^{٢}} - \frac{١}{ن_{٢}^{٢}}\right)$ ... رايدبرج

وبذلك تمكنا من استنتاج معادلة رايدبرج من معادلة بور ويمكن الاستفادة من هذه المعادلة في امكانية استخدام طريقتين للحساب في بعض المسائل

مسألة الدرس

س١ / انتقل الكترون ذرة الهيدروجين المهيجة من المدار الخامس إلى المدار الثاني بقفزة واحدة .

ا - اجب كلاً من

ر - طاقة مستوى الطاقة الثانية

ب - تردد الموجة المنبعثة بالهيرتز

ج - الطاقة المنبعثة بالجول

2 - هل الضوء الناتج يقع في منطقة الضوء المرئي ؟

(تابع الحل)

ب- طول موجة الموجة بالنانومتر

الحل

$n_1 = 2 \quad n_2 = 5$

$$\frac{1}{\lambda} = 1.1 \times 10^{7} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{5^2} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = 2.31 \times 10^{6}$$

$$\lambda = \frac{1}{2.31 \times 10^{6}} = 4.33 \times 10^{-7} \text{ متر}$$

$\lambda = (4.33 \times 10^{-7}) \times (10^{9}) = 432.9$ نانومتر

* إذن يقع في منطقة الضوء المرئي لأنه في المدى 400 - 700 نانومتر (وهي حفظ)

ت- تردد الموجة

الحل

$$\lambda = \frac{س}{ل} \Leftarrow س = ل \times ت$$

$$ت = \frac{3 \times 10^{8}}{4.33 \times 10^{-7}}$$

تذكر: دائماً نعوض س ل في القانون بوحدة المتر

$$ت = 6.928 \times 10^{14} \text{ هرتز}$$

ث- الطاقة بالجول

الحل

$$ط_{فوتون} = هـ \times ت$$

$$ط_{فوتون} = (6.626 \times 10^{-34}) \times (6.928 \times 10^{14}) = 4.59 \times 10^{-19} \text{ جول}$$

طريقة أخرى للحل:

- نعوض في القانون بور ط = هـ ر شادبرج 4.58×10^{-19} جول
- نوجد ت من العلاقة $ط = هـ ت$
- نوجد ل من العلاقة $س = ل \times ت$

أي بإمكانك الحل باستخدام معادلة بور أو رايدبرج

26

س2/ تم تهييج ذرة الهيدروجين إلى المدار ن الذي طاقته تساوي $-\frac{1}{25}$ جول/ذرة

1- حدد خطوط الطيف الذري الناتج الممكنة

الحل

أولاً نوجد رقم المدار ن

$$ط_{المدار\ ن} = -\frac{1}{ن^2}$$

$$\frac{1}{ن^2} + = \frac{1}{25} +$$

$$ن^2 = 25 \Leftarrow ن = \sqrt{25} = 5$$

من السؤال تم تهييج الذرة إلى المدار الخامس وهنا نفهم أنه تم التهييج من المدار الأول (لو طاقته غير الأول فإنه يحدد في السؤال)

عدد المدارات = 5 - 1 = 4

عدد الخطوط = 1 + 2 + 3 + 4 = 10 خطوط.

2- احسب طول الموجة للمنطقة التي تمثل أعلى طاقة انبعاث تنبعث من تلك الذرة المهيجة أثناء وصولها لحالة الاستقرار

الحل

المنطقة الأعلى طاقة تكون لأكبر مسافة بين المدارات

أي من المدار 5 إلى 1

$ن_2 = 5$ $ن_1 = 1$

وبتعويض القيم في معادلة رايدبرج نجد أن

$$ل = 10 \times 9.96 \text{ متر}^{-8}$$

3- احسب تردد المنطقة المنبعثة والتي تمثل أقل طاقة

الحل

المنطقة الأقل طاقة تختص بالمدارات الأبعد عن النواة وهما

من المدار 5 ← 4

$ن_2 = 5$ $ن_1 = 4$

(تابع الحل)

نعوض عن ن١ ، ن٢ في معادلة رايدبرج ينتج أن

$$\text{ل} = 4.04 \times 10^{-6} \text{ متر}$$

ثم: $$\text{ت} = \frac{\text{س}}{\text{ل}} = \frac{3 \times 10^{8}}{4.04 \times 10^{-6}}$$

$$\text{ت} = 7.425 \times 10^{13} \text{ هيرتز}$$

تمرين: احسب Δط من معادلة بور ثم عوض في العلاقة

$$\text{ط}_{\text{فوتون}} = \text{هـ} \times \text{ت}$$

ولاحظ انك تحصل على نفس الجواب السابق

الدرس ١٠: مجالات نجاح وفشل نظرية بور

مجالات نجاح بور

١- إدخال مفهوم الكم في فهم بنية الذرة
٢- تفسير ثبات الذرة
٣- تفسير طيف ذرة الهيدروجين والأيونات الشبيهة به مثل:

$_{2}He^{+}$ $_{3}Li^{2+}$ $_{4}Be^{3+}$

> $_{5}B^{4+}$ عندما يكون الفرق بينهما = 1 لأي عنصر فلم بور يكنه تفسير طيفه (يمثل الكترون واحد مثل الهيدروجين)

مثل: طيف الهيدروجين H يختلف عن طيف الأيونات الشبيهة به مثل $_{2}He^{+}$ ، $_{3}Li^{2+}$ ... الخ ---------- علل.

السبب في ذلك اختلاف العدد الذري لكل منها (عدد البروتونات) مما يؤدي لاختلاف المدارات.

مجالات فشل نظرية بور:

فشلت في تفسير طاقة المستويات والطيف الذري للذرات عديدة الالكترونات (اكثر من ذرة هيدروجين) ---- على السبب في ذلك أنه مستوياتها أكثر تعقيداً من الهيدروجين.

أسئلة الدرس

س1/ اختر الاجابة الصحيحة

1- أي الأتية يمكن تفسير طيفه من خلال نظرية بور.

$_5B^{2+}$ د- $_2He$ هـ- $_3Li^{2+}$ ج $_4B^{2+}$ ب- أ

2- يمكن لبور تفسير أطياف الأيونات الآتية ما عدا:

$_3Li^{2+}$ د- $_2He^{+}$ هـ- $_2He$ ج $_1H$ ب- أ

س2/ عدد مجالات نجاح ومجالات فشل نظرية بور.

س3/ علل: يختلف الطيف الخطي لأيون $_4B^{3+}$ عن الطيف الخطي لذرة H.

ج/ بسبب اختلاف العدد الذري وبالتالي اختلاف المدارات.

الدرس 11: نظرية الميكانيكا الكمي (الموجي)

أهمية نظرية الميكانيكا الكمي:

تفسير بنية الذرات عديدة الالكترونات التي عجز بور عن تفسيرها.

المبادئ التي استندت عليها نظرية الكم

1- الطبيعة الموجية للجسيمات:

أكد العالم دي برولي أن الالكترون كجسيم متحرك يمتلك خواصاً موجية ذات طول موجي وتردد وطاقة محددة.

2- معادلة الموجة:

استنتج العالم شرودنجر معادلة رياضية تصف بنية الذرة سميت معادلة الموجة وينتج عن حلها ما يعرف بالأعداد الكمية.

أسئلة الدرس

اختر الإجابة الصحيحة :

1- كتشف الطبيعة الموجية للجسيمات هو
أ- دي برولي ب- رذرفورد ج- بور د- رايدبرج

2- قام العالم شرودنجر باشتقاق
أ- معادلة الموجة ب- طاقة الإلكترون ج- طاقة الفوتون د- طبيعة الفوتون المزدوجة.

3- تكلم وصف السحابة الذرية للذرات عديدة الإلكترونات من خلال
أ- نظرية بور ب- نظرية الكم ج- نظرية رذرفورد د- نظرية الميكانيكا

الدرس 12 - 1 : أعداد الكم - عدد الكم الرئيس

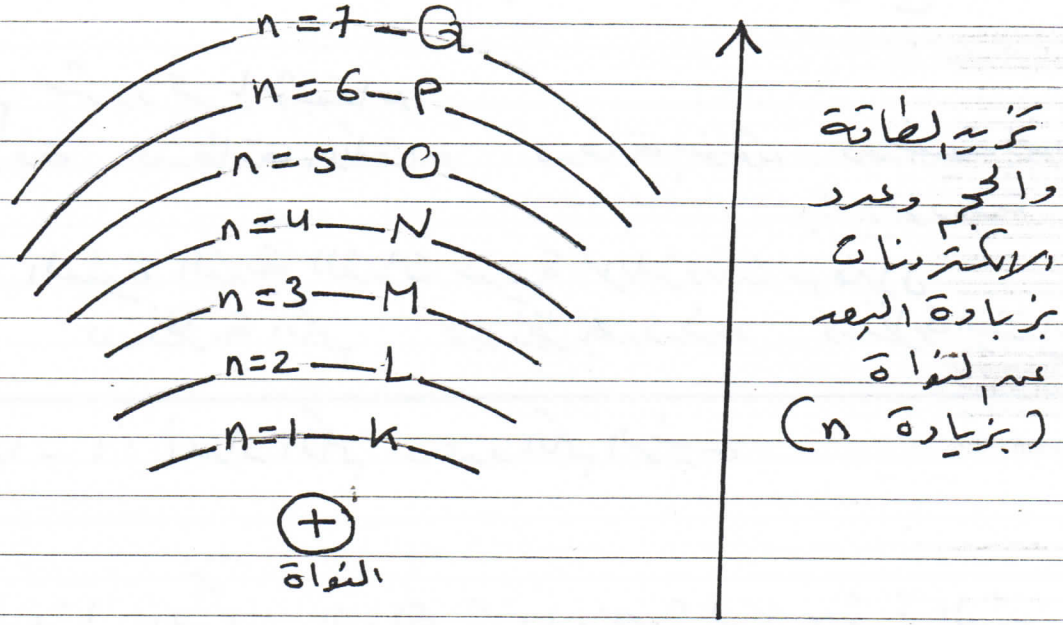
تمهيد :
كما سبقنا إلى عنوان السكن بالدولة ثم المدينة ثم الشارع ثم رقم البيت فإنه موقع الإلكترون في ذرة ما يتحدد من خلال ما يسمى بأعداد الكم وتشمل : عدد الكم الرئيس (n) يليه الفرعي (l) ثم المغناطيسي (ml) وأخيراً المغزلي (ms) وسنتعرف عليها بالتفصيل.

عدد الكم الرئيس (n) :
وصف بور الإلكترون بأنه يدور في مدارات ثم تسميتها في نظرية الكم مستويات الطاقة الرئيسة (أغلفة رئيسة)

يعرف عدد الكم الرئيس (n) بأنه :
العدد المستخدم لوصف (ترقيم) مستويات الطاقة الرئيسة في الذرة.

الخواص التي يحددها
1- طاقة المستوى الرئيس 2- بعده عن النواة
3- عدد الإلكترونات 4- الحيز الذي يشغله الإلكترون

ويأخذ عدد الكم الرئيسي قيماً صحيحة 1, 2, 3, ... ∞
أو رموز K, L, M, ... الخ لكن الأرقام أكثر شيوعاً.



لاحظ أنه يمكننا استخدام الأرقام أو الرموز. فعندما نقول رقم المستوى n=3 أو n=M فإننا نقصد المستوى الرئيسي الثالث (المدار الثالث حسب بور)

تنبيه هام:
لا يوجد حتى الآن ذرة في الكون تحتوي في وضع الاستقرار أكثر من 7 مستويات رئيسية ومن عجائب الرقم 7 أنه يتكرر أيضاً في عدد السماوات وعدد الأراضين وعدد أيام الأسبوع وعدد أشواط الطواف وعدد أبواب جهنم الحافظ الله منها وعدد آيات الفاتحة (السبع المثاني) فسبحانه الذي أحصى كل شيء عدداً

أسئلة الدرس

س1 / ما المقصود بعدد الكم الرئيسي وما الخصائص التي يحددها؟

س2 / اختر الإجابة الصحيحة:

ا- يشير عدد الكم الرئيسي n = N إلى مستوى طاقة رئيسي
أ- الأول ب- الثاني ج- الثالث د- الرابع

2- في المستوى الرئيس الرابع قيمة n تساوي
أ- 2 ب- 3 و- 4 د- 5

3- عدد الكم الرئيسي يحدد الخواص الفيزيائية الآتية
أ- طاقة المستوى ب- عدد الإلكترونات و- الحجم د- جميع ما سبق

الدرس 12-2 : عدد الكم الثانوي (الفرعي)

حسب نظرية الكم فإن كل مستوى طاقة رئيس يحتوي عدداً من مستويات الطاقة الفرعية (أغلفة فرعية)

يعرف عدد الكم الثانوي (الفرعي) (l) بأنه :
عدد الكم المستخدم لوصف (ترقيم) مستويات الطاقة الفرعية (أغلفة فرعية)

الخواص التي يحددها :
1- طاقة المستوى الفرعي 2- شكل المستوى الفرعي.

يأخذ عدد الكم الفرعي (l) أرقام أو رموز كما يلي (حفظ)

قيمة l	0	1	2	3
رمز المستوى الفرعي	s	p	d	f

وبعد f هناك مستويات مثل g ، h ... الخ غير مهمة.

ترتيب الطاقة : $s < p < d < f$

ومن المهم معرفة عدد المستويات الفرعية ورموزها في أي مستوى رئيس. ويمكن معرفة ذلك بشكل مبسط كما يلي.

المستوى الأول يحتوي مستوى فرعي واحد رمزه 1S قيمة l له 0
$n = 1$

المستوى الثاني يحتوي مستويين رمزهما 2S و 2P قيم l لهما 0 ، 1
$n = 2$

المستوى الثالث ← 3 مستويات ← 3s, 3p, 3d ← سمّ L ← 0, 1, 2
$n = 3$ فرعية

المستوى الرابع ← 4 مستويات ← 4s, 4p, 4d, 4f ← سمّ L ← 0, 1, 2, 3
$n = 4$ فرعية

بعد المستوى الرابع لا يزيد مبدئياً عن 4 مستويات فرعية فمثلاً

الخامس ← 4 ← 5s, 5p, 5d, 5f ، وهكذا للباقي.

ولنفهم طبيعة الأسئلة على هذا الموضوع إليك المثال الآتي:

مثال: في المستوى الرئيسي الثالث $n = 3$

1- اكتب جميع قيم العدد الكمي الفرعي الممكنة
2- ما رموز تلك المستويات الفرعية وما عددها
3- رتب المستويات الفرعية حسب طاقتها.

الحل

المستوى $n = 3$ يعني الثالث ويحوي 3 مستويات فرعية

1- قيم (l) لها: 0, 1, 2
2- رموزها: 3s 3p 3d (3 مستويات)
3- $3s < 3p < 3d$ من حيث الطاقة.

ملاحظة: لو ذكر السؤال $n = M$ يجب إرجاع الرمز M لأصله وهو $n = 3$ ثم نكمل الحل.

تمرين: في المستوى الرئيسي $n = 4$ [أو $n = N$]

1- ما رموز جميع المستويات الفرعية وما عددها

ج/ 4s 4p 4d 4f وعددها 4 رموز

2- ما قيم عدد الكم الفرعي (l) للمستويات الفرعية السابقة

ج/ 0, 1, 2, 3

مثال: ما قيمة كلاً من n, l للمستوى الفرعي 4d

الحل

4d ← (الرقم على اليسار = n دائماً)

كل رمز مستوى فرعي له قيمة (l) وهي محفوظ

f	d	p	s	
3	2	1	0	l

n = 4 , l = 2

مثال: ما رمز المستوى الفرعي الذي يمثل الأعداد الكمية
n = 5 , l = 3

الحل

n = 5 ← 5f → l = 3

وتكتب على يسار الرمز

f	d	p	s	
3	2	1	0	l

مثال: هل يمكن وجود مستوى فرعي بالرمز 3f ؟

ج/ لا يوجد. ويمكن معرفة السبب بإحدى طريقتين

الأولى: 3f ← تعني المستوى الرئيسي الثالث ونعلم أنه يحتوي 3s, 3p, 3d فقط أي لا يوجد 3f.

الثانية: 3f : n = 3 , l = 3 (متساويتان) إذن 3f ليس له وجود حيث أنه

يجب أن تكون قيمة l أصغر من قيمة n دائماً فإذا تساوت فيعد الرمز غير مقبول

34

س/ أحد الرموز الآتية غير مقبول

أ- 3p ب- 2d ج- 4S د- 4f

تعلمنا أن: f > d > p > S من حيث الطاقة

كيف نقارن بينهم الآتية.

مثال/ قارن بين 5p و 4f من حيث الطاقة

الحل

مجموع n + l لكل منهما والمجموع الأكبر يعني أعلى طاقة

4 f

n = 4 L = 3

5 p

n = 5 L = 1

⑦ = 3 + 4 = l + n

⑥ = 1 + 5 = l + n

4f > 5p من حيث الطاقة لأن n + l أكبر

مثال/ قارن بين 3d و 4p من حيث الطاقة

الحل

4 p

⑤ = 1 + 4 = l + n

3d

⑤ = 2 + 3 = l + n

عند تساوي مجموع n + l قارن قيمة n الأكبر تعني الأعلى طاقة

وبناءً عليه فإن 4p أعلى طاقة من 3d لأن n لها أكبر (وذلك عند تساوي n + l لهما)

أسئلة الدرس

س1 / عرف عدد الكم الفرعي وما الخواص الفيزيائية التي يحددها (ما أهميته)

س2 / اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي

1- عدد قيم (l) الممكنة في المستوى الرئيسي n=4 هو
أ- 2 ب- 3 ج- 4 د- 5

2- الرمز الصحيح للمستوى الفرعي ذو الأعداد الكمية n,l على الترتيب 4,3 هو
أ- 4s ب- 4p ج- 4d د- 4f

3- قيمة عدد الكم الثانوي للمستوى الفرعي 4d هو:
أ- 5 ب- 2 ج- 3 د- 4

4- يشكل الغلاف خاصية فيزيائية يحددها عدد الكم
أ- الرئيسي ب- الفرعي ج- المغزلي د- المغناطيسي

5- المستوى الأعلى طاقة من بين الآتية
أ- 5d ب- 4f ج- 7s د- 4p

6- أي المستويات الفرعية الآتية لها أقل طاقة في نفس الذرة
أ- 4f ب- 7s ج- 5d د- 6p

7- أحد الرموز الآتية غير مقبول في ذرة ما
أ- 4p ب- 2d ج- 4f د- 7s

8- جميع المستويات الآتية ليس لها وجود باستثناء
أ- 2d ب- 4p ج- 3f د- 1p

الدرس 12-3 : عدد الكم المغناطيسي m_l

تعلمنا أن الذرة تكون من مستويات طاقة رئيسية كل منها يحتوي مستويات فرعية. وقد بينا سابقا أن كل مستوى فرعي يحتوي مجموعة من الأفلاك - لأنه تتصورها كغرف - تدور فيها الإلكترونات

يعرّف عدد الكم المغناطيسي (m_l) بأنه :
العدد المستخدم لوصف (ترتيب) أفلاك المستوى الفرعي وتحديد الاتجاه الفراغي للفلك .

ملاحظة : يقصد بالاتجاه الفراغي الاتجاه على المحاور X, Y, Z (س، ص، ع) ومفهوم الفلك سنتعرض له بالتفصيل .

قيم (m_l) :

تأخذ (m_l) القيم : $l+$ ، ... ، 0 ، ... ، $l-$ وللتوضيح دائما نعتمد المثال الآتي.

مثال: ما قيم m_l للمستوى الفرعي $l=2$ وما عدد أفلاك هذا المستوى؟

الحل

نرقم من صفر حتى $+2$ يميناً وحتى -2 يساراً

$$+2 \ , +1 \ , 0 \ , -1 \ , -2$$

لاحظ أن عدد قيم m_l = 5 قيم
أي أن عدد الأفلاك = 5

* الترقيم بالنسبة لقيم m_l يبدأ من صفر حتى موجب القيمة l يميناً وحتى سالب القيمة l يساراً.

ويمكن حساب عدد الأفلاك (عدد قيم m_l) من العلاقة

عدد قيم m_l (عدد الأفلاك) $= 2l + 1$ حيث l عدد الكم الفرعي (الثانوي)

كما قد تكون طريقة الترقيم السابقة أكثر شيوعاً.

ويمكن إيجاد عدد أفلاك أي مستوى فرعي وقيم m_l لها بكل سهولة وذلك بالاعتماد على قيمة l

المستوى الفرعي	قيم m_l	عدد قيم m_l (عدد الأفلاك)
s ($l=0$)	0	قيمة واحدة (فلك واحد)
p ($l=1$)	$-1, 0, +1$	3 قيم (3 أفلاك)
d ($l=2$)	$-2, -1, 0, +1, +2$	5 قيم (5 أفلاك)
f ($l=3$)	$-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$	7 قيم (7 أفلاك)
	من صفر حتى $+l$ وحتى $-l$	

مهم:
هل يختلف عدد أفلاك $2p$ عن $4p$ مثلاً ؟
الحقيقة أن كل منهما يحوي 3 أفلاك لأن الأفلاك تعتمد على قيمة p فقط ($l=1$) وليس عدد الكم الرئيسي 2 أو 4 ... إلخ وهكذا لجميع المستويات الفرعية.

مثال: ما عدد أفلاك المستوى $4f$ ؟

ج/ أفلاك f عددها 7 دائماً سواء $4f$ أو $6f$.

وعليه فإن عدد أفلاك (قيم m_l) لمستوى رئيس n من غلاف الكترونية

عدد قيم m_l (عدد أفلاك) المستوى n = n^2

مثال: ما عدد قيم m_l الممكنة (ما عدد أفلاك) المستوى الرئيس الرابع $n=4$

الحل

عدد الأفلاك للمستوى n = n^2

$= 4^2 = 16$

ولو حسبنا المستويات الفرعية للمستوى الرابع وجمعنا عدد أفلاكها سنحصل على نفس الجواب.

أسئلة الدرس

س1/ عرف عدد الكم المغناطيسي وما الخاصية الفيزيائية التي يحددها؟

س2/ لمثل المستوى الرئيس $n=3$ أجب عما يلي:

1- ما عدد المستويات الفرعية، وما رموزها

2- اكتب جميع قيم m_l للمستويات الفرعية ضمن هذا المستوى

الحل

1- 3 مستويات فرعية هي: 3s , 3p , 3d

2- قيم m_l للمستويات الفرعية

3s : 0

3p : +1 , 0 , -1

3d : +2 , +1 , 0 , -1 , -2

س3/ اختر الإجابة الصحيحة

1- مجموع قيم l للمستوى 4d يساوي

أ- 3 ب- 5 ج- 7 د- 9

2 ـ عدد أفلاك المستوى الرئيس (n = N) يساوي
أ ـ 16 ب ـ 10 ج ـ 7 د ـ 3

6 ـ العدد الكمي الذي يحدد الإتجاه الفراغي للفلك
أ ـ الرئيس (n) ب ـ الفرعي (l) ج ـ المغناطيسي m_l د ـ المغزلي (m_s)

5 ـ أي من مجموعات الأعداد الكمية الآتية غير مقبول؟
أ ـ $n=4,\ l=3,\ m_l=2,\ m_s=+\frac{1}{2}$ ب ـ $n=3,\ l=2,\ m_l=2,\ m_s=+\frac{1}{2}$
ج ـ $n=3\ \ l=2\ \ m_l=0\ \ m_s=-\frac{1}{2}$ د ـ $n=3\ \ l=2\ \ m_l=3\ \ m_s=+\frac{1}{2}$

يجب أن تكون قيمة m_l أصغر من أو تساوي قيمة l دائماً

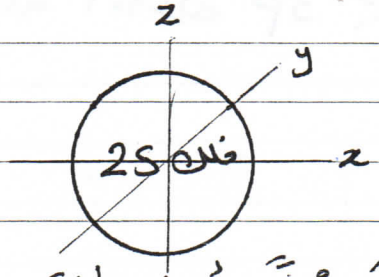
الدرس 12 ـ 6 : عدد الكم المغناطيسي ـ أشكال الأفلاك

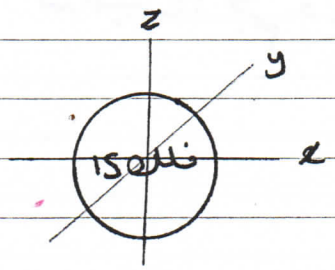
قام علم الميكانيكا الموجي بإدخال مفهوم الفلك في البنية الذرية

ويعرف الفلك بأنه :
حيز حول النواة يحتمل تواجد الإلكترون فيه (تتركز كثافة الوجه الإلكترونية فيه) ويشبه ضبابة الإلكترونية.

تعريف : قارن بين الفلك (مفهوم الميكانيكا الموجي) والمدار (مفهوم بور)

المستوى الفرعي (S) :
يتكون من فلك واحد كروي الشكل يزيد في الحجم والطاقة بزيادة n
(بزيادة البعد عن النواة)





أكبر حجماً وأعلى طاقة من 1S
وهكذا

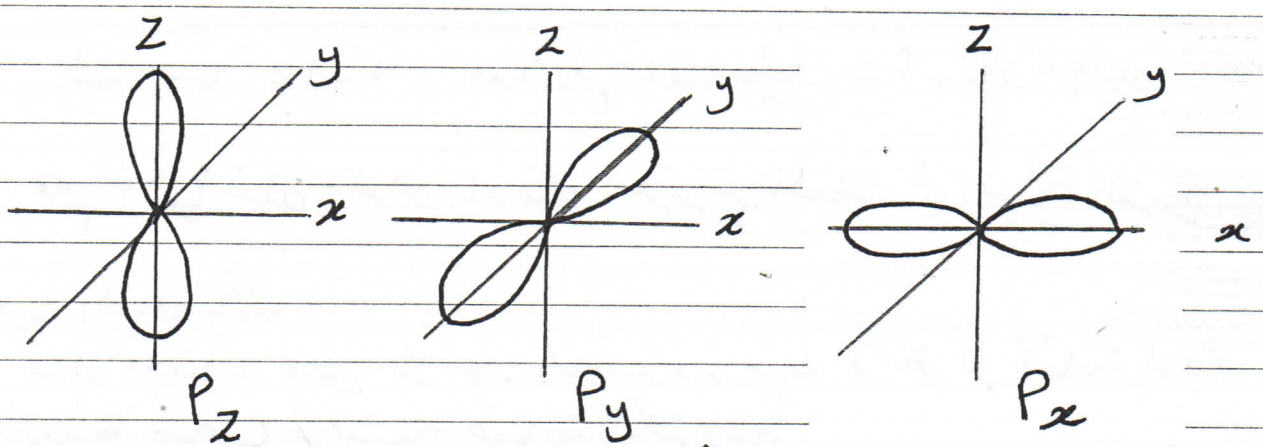
مثال: قارن بين 2S و 4S من حيث الشكل والحجم والطاقة والسعة الالكترونية.

2S	كروي	اصغر حجماً	اقل طاقة	يتسع لالكترونين
4S	كروي	اكبر حجماً	أعلى طاقة	يتسع لالكترونين

* السعة الالكترونية: اكبر عدد من الالكترونات يمكن أن يتسع له المدار وهي ثابتة وتساوي الكترونين لجميع أفلاك وسنتدرس ذلك بالتفصيل.

المستوى (P):

يحتوي 3 أفلاك رموزها P_x ، P_y ، P_z وكل منها يشبه ∞ وجميعها متساوية في الشكل والحجم والطاقة والسعة الالكترونية لكنها تختلف في الإتجاه الفراغي فقط.



P_z باتجاه z (فوق - تحت)

P_y باتجاه y (أمام - خلف)

P_x يميد باتجاه x (يمين - يسار)

وكما هو الحال بالنسبة لأفلاك S فإن:
طاقة وحجم افلاك P تزداد بزيادة n

فمثلاً: مجموعة أفلاك 3P > 2P من حيث الحجم والطاقة

ملاحظة مهمة :
يعتبر البعض أنه كل رمز لاوربتال P له قيمة m_l محددة حسب الجدول الآتي

رمز الفلك	P_z	P_y	P_x
قيمة m_l له	+1	0	-1

لكن الصواب والأكثر دقة أنه أي فلك منها يمكن أن يأخذ أي قيمة بعض : الفلك P_x مثلاً قيمة m_l له $+1$ أو 0 أو -1
وكذلك الأمر بالنسبة لاوربتال P_y و P_z . كل منها قد يأخذ الأرقام $+1$ أو 0 أو -1 .

ملاحظ :
نقول أن فلك S مثل صبابة كروية الشكل . فهل هي كرة مليئة بالإلكترونات أم هو إلكترون واحد ؟
والحقيقة أنه الفلك يحتوي إلكترون واحد أو إلكترونين بحد أقصى وبسبب الدوران بسرعة كبيرة جداً ينتج شكل الكرة في S وشكل ∞ في P وهكذا . ولتقريب الفكرة لو رسمنا نقطة سوداء على قرص أبيض يدور بسرعة هل سنرى النقطة ؟ بالطبع لا ، بل سنرى دائرة ضبابية (رمادية) تمثل احتمال وجود النقطة . لذلك يعبر عن الفلك بالحيز الذي يمثل إحتمال وجود الإلكترون .

المستويات (d) و (f)

اوربتال d عددها خمسة ، استعمالها مرتفع قليلاً . أما اوربتال f فهي 7 وأستعمالها أكثر تعقيداً من d .

أسئلة الدرس

س١ / ما المقصود بالفلك ؟

س٢ / ارسم شكلاً يوضح كلاً من فلك S واوربتال P الثلاثة .

س3 / قارن بين كل مما يلي حسب المطلوب

أ- الفلك والمدار

ب- الفلكين 4S و 6S من حيث الشكل والحجم والطاقة

الحل/ الشكل هي طبيعتها كروي. 6S > 4S من حيث الحجم والطاقة

جـ- الفلكين $3P_x$ و $3P_y$ من حيث الشكل والحجم والطاقة والاتجاه

الحل/ متساوية في الشكل والحجم والطاقة وتختلف في الاتجاه.

د- الفلكين $3P_x$ و $4P_y$ من حيث: الشكل والحجم والطاقة والاتجاه الفراغي والسعة الإلكترونية

	الشكل	الحجم	الطاقة	الاتجاه الفراغي	السعة الإلكترونية
$3P_x$	∞	أصغر	أقل	يمتد مع محور x	الكترونين
$4P_y$	∞	أكبر	أعلى	يمتد مع محور y	الكترونين

س6 / اختر الإجابة الصحيحة:

1- أي العبارات الآتية صحيحة فيما يخص الفلك (S)؟

أ- يتواجد في جميع مستويات الطاقة الرئيسة ب- يقل حجمه بزيادة n

جـ- تزداد سعته الإلكترونية بزيادة n د- يتغير شكله بتغير n

2- أي الأزواج الآتية يمتلك طاقة متساوية في نفس الذرة.

أ- 3S ، 2S ب- 3S ، 3P

جـ- $2P_x$ ، $3P_x$ د- $2P_y$ ، $2P_z$

3- الفلك الذي يمتلك نفس طاقة الفلك $3P_x$ هو

أ- $2P_x$ ب- $3P_z$ جـ- $3P_y$ د- (ب+جـ)

4- يختلف الفلكان $2P_x$ و $3P_y$ من حيث

أ- الشكل ب- الحجم جـ- الاتجاه الفراغي د- الحجم والاتجاه الفراغي

الدرس 12 - S : عدد الكم المغزلي (m_s) :

* يدور الإلكترون حول النواة وحول محوره (حركة مغزلية) كحركة الأرض حول الشمس وحول محورها.
* يكون اتجاه غزل الإلكترون مع عقارب الساعة أو ملتف عقارب الساعة.
* لأن الإلكترون سالب الشحنة سيتولد عن هذه الحركة مجال مغناطيسي (شمالي أو جنوبي) ويشار إلى اتجاه المجال بسهم إلى أعلى ↑ أو إلى أسفل ↓.

يعرف عدد الكم المغزلي m_s بأنه:
عدد الكم الذي يصف حركة الإلكترون المغزلية حول محوره ويحدد اتجاه المجال المغناطيسي الناتج عن هذه الحركة.

قيم (m_s) : قيمتان فقط $+\frac{1}{2}$ أو $-\frac{1}{2}$

ولتحديد قيمة m_s لأي إلكترون هناك حالتين فقط

الفلك يحتوي الكترون واحد ⇓
نرمز له سهم لأعلى ↑ ويأخذ القيمة $m_s = +\frac{1}{2}$ أو $-\frac{1}{2}$

الفلك يحتوي الكترونين ⇓
نرمز لهما سهمين متعاكسين ↑↓
يأخذ الأول ↑ : $m_s = +\frac{1}{2}$
ويأخذ الثاني ↓ : $m_s = -\frac{1}{2}$

وكلما القدل أم الأول ↑ يأخذ القيمة:
$m_s = +\frac{1}{2}$ أو $-\frac{1}{2}$

والثاني ↓ $m_s = -\frac{1}{2}$ أو $+\frac{1}{2}$

لكن المهم ألا يأخذ الإثنان نفس القيمة.
وسوف يتضح ذلك لاحقاً.

مثال : اكتب قيم الأعداد الكمية الأربعة المُمكنة لإلكترون موجود في المُستوى $2p_z$

الحل

الإلكترون واحد يشاء له بسهم لأعلى

$\uparrow$

$2p_z$

$n = 2$ $\quad L = 1 \Rightarrow m_l = +1$ أو 0 أو -1 $\quad m_s = +\frac{1}{2}$ أو $-\frac{1}{2}$

أسئلة الدرس

س١ / عرف عدد الكم المغزلي وما الخاصية التي يحددها

س٢ / يحتوي المستوى الفرعي 3S لذرة ما على إلكترون واحد $\uparrow\ 3S$

اكتب قيم جميع الأعداد الكمية الأربعة لهذا الإلكترون.

الحل

$\uparrow$

$3S$

$n = 3 \quad L = 0 \Rightarrow m_l = 0 \quad m_s = -\frac{1}{2}$ أو $+\frac{1}{2}$

س٣ / في المستوى الرئيسي الرابع يحتوي الملف $4p_x$ الكترونين فما قيمة n, l, m_l, m_s لكل منهما

الحل

$\uparrow\downarrow$

$4p_x$

	m_s	m_L	l	n
الإلكترون الأول	$+\frac{1}{2}$	$+1$ أو 0 أو -1	1	4
الإلكترون الثاني	$-\frac{1}{2}$	$+1$ أو 0 أو -1	1	4

* تكتب العدد أم m_s للأول $+\frac{1}{2}$ وللثاني $-\frac{1}{2}$.

الدرس 13-1 : التركيب الالكتروني للذرة - قاعدة باولي

لمعرفة توزيع الالكترونات في الذرات لابد من معرفة القواعد الآتية

1- قاعدة باولي (مبدأ الاستبعاد)
2- قاعدة اوفباو (مبدأ البناء التصاعدي)
3- قاعدة هوند (التمثيل الفلكي)

قاعدة باولي (مبدأ الاستبعاد)

لا يمكن لالكترونين في نفس الذرة امتلاك نفس قيم أعداد الكم الأربعة.

نتيجة:
لا يتسع الفلك لأكثر من الكترونين بحيث يكونا متعاكسين في اتجاه المغزل أي ms لأحدهما $+\frac{1}{2}$ وللآخر $-\frac{1}{2}$

تمرين (1): ما فائدة الاتجاه المتعاكس لمغزل الالكترونين في الفلك؟

ح/ ينشأ عنه مجال مغناطيسي متعاكس (شمالي وجنوبي) فيحدث تجاذب يتغلب على التنافر بسبب تشابههما في الشحنة مما يزيد ثبات الذرة.

تمرين (2): كيف يتعارض وجود ثلاثة الكترونات في الفلك $2p_x$ مع قاعدة باولي؟

ح/ لابد الالكترون الثالث سوف يمتلك نفس أعداد الكم الأربعة لأحد الالكترونين وهذا يتعارض مع باولي.

السعة الالكترونية القصوى:

تعرف بأنها أكبر عدد من الالكترونات يمكن أن يتسع له المستوى حسب باولي الفلك يتسع لالكترونين فقط لذلك

السعة القصوى لأي مستوى = عدد الأفلاك $\times 2$

السعة القصوى لمستوى رئيسي

عدد أفلاك المستوى الرئيسي $n = n^2$
إذن السعة القصوى لمستوى رئيسي $= 2n^2$

مثال: ما عدد الأفلاك والسعة القصوى للمستوى الرئيسي الثالث؟

الحل

$n=3$ إذن عدد الأفلاك $= n^2 = 3^2 = 9$ أفلاك

السعة القصوى $= 2n^2 = 2(3)^2 = 18$ الكترون.

السعة القصوى لمستوى فرعي

عدد أفلاك المستوى الفرعي $l = (2l+1)$
السعة القصوى للمستوى $l = 2(2l+1)$

مثال: ما السعة الالكترونية القصوى لمجموعة أفلاك المستوى الفرعي 3d ؟

الحل

3d ← لا نهتم بقيمة n عند وجود رمز s, p, d, f

أفلاك d $= 5$ أفلاك $(2l+1)$.

إذن السعة القصوى $= 5$ أفلاك $\times 2$ الكترون لكل فلك
$= 10$ الكترونات.

ويلزم معرفة عدد الأغلفة والسعة الالكترونية لاستخدام التوزيع الالكتروني وهي كما يلي

المستوى الفرعي	عدد الأغلفة	السعة القصوى (عدد الأغلفة × 2)
s	1	2
p	3	6
d	5	10
f	7	14

مهم جداً:

1- السعة ثابتة للمستوى الواحد مهما كانت n فمثلاً 2p يتسع 6 الكترونات و 6p أو 7p يتسع 6 الكترونات وهكذا للباقي.

2- يشترط أن يحتوي المستوى على أكثر من العدد المحدد للإلكترونات فمثلاً يشترط ان يحتوي المستوى p سبعة الكترونات أو أكثر.

مثال: هل يقبل الرمز $3d^{12}$ مقبولاً؟

ج/ غير مقبول بسبب وجود 12 الكترون بينما اكبر عدد يمكن ان يتسع له d هو 10 الكترونات.

أسئلة الدرس

س1 / اذكر نص قاعدة باولي. وماذا تستفيد منها في التوزيع الالكتروني.

س2 / علل: وجود الكترونين في غلاف واحد على الرغم من تشابه شحنتهما الالكترونية.

ج/ لانه عزل كل منهما على الآخر فيتولد مجال مغناطيسي متعاكس ينشأ عنه تجاذب يتغلب على التنافر بسبب تشابه الشحنة.

علل: لا يتسع أي غلاف لاكثر من الكترونين

ج/ لانه الثالث سوف يمتلك نفس أعداد الكم الأربعة لأحدهما وهذا يتعارض مع باولي.

س3 / اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي :

1- وجود أكثر من الكترونين في المدار يتعارض مع قاعدة :
أ- بلانك ب- باولي ج- هوند د- اوفباو

2- كم يتسع المستوى 4p أي يتسع بحد أقصى إلى :
أ- 32 الكترون ب- 6 الكترونات ج- 10 الكترونات د- 14 الكترون

3- السعة الإلكترونية القصوى للمستوى $n=M$ تساوي
أ- 18 ب- 20 ج- 22 د- 24

4- احد الرموز الآتية غير مقبول في التوزيع الإلكتروني
أ- $4p^7$ ب- $2s^2$ ج- $3d^5$ د- $4f^{14}$

5- جميع الآتية مقبول ما عدا :
أ- $3p^5$ ب- $3f^{12}$ ج- $4s^2$ د- $5p^{10}$

تذكر : يعد الرمز غير مقبول إذا كان

$n = L$ مثل $3f$ $2d$ $1p$ — مستوى أعلى من الحد المسموح من الإلكترونات مثل s^3 p^7 --- إلخ

الدرس 13-2 : قاعدة اوفباو

تنص قاعدة اوفباو (البناء التصاعدي) على أنه :
تتوزع الإلكترونات الذرة المستقرة على مستويات الطاقة الفرعية بدءاً بالمستوى الفرعي الأقل طاقة ثم الذي يليه .

حفظاً
المستوى الأقل طاقة 1S ويليه 2S ثم 2P ... إلخ 1S 2S 2P ← تزايد الطاقة

وسنكمل باقي المستويات لكم بعد مناقشة الأسئلة الآتية

مثال: اكتب التوزيع الإلكتروني للذرات
$_{5}B$ $_{4}Be$ $_{3}Li$ $_{2}He$ $_{1}H$

الحل

- $_{1}H$ تحتوي الكترون واحد فنضع هذا الإلكترون في أقل مستوى للطاقة وهو 1S

$_{1}H : 1S^{1}$

- $_{2}He$: تحتوي الكترونين نضعهما في 1S

$_{2}He : 1S^{2}$

- $_{3}Li$: تحتوي 3 الكترونات فلا يتسع لها 1S فنملأ 1S بالكترونين ثم ننتقل المستوى الذي يليه وهو 2S فنضع فيه الثالث

$_{3}Li : 1S^{2}\ 2S^{1}$

- $_{4}Be$: تحتوي 4 الكترونات توزع على 1S ثم 2S

$_{4}Be : 1S^{2}\ 2S^{2}$

- $_{5}B$: بعد ملء 2S نستخدم 2P لوضع الإلكترون الخامس

$_{5}B : 1S^{2}\ 2S^{2}\ 2p^{1}$

يظل P سيتوجب الكترونات حتى يمتلئ بستة.

مثال: اكتب التوزيع (التركيب) الإلكتروني للذرات
$_{9}F$ ، $_{10}Ne$

الحل

$_{9}F : 1S^{2}\ 2S^{2}\ 2p^{5}$

$_{10}Ne : 1S^{2}\ 2S^{2}\ 2p^{6}$

وعند زيادة العدد الذري عن عشرة نفتح مستوى طاقة جديد وهو 3S .

مثال : اكتب التوزيع الإلكتروني لذرة المغنيسيوم $_{12}Mg$

الحل

$$_{12}Mg : 1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^2$$

وهناك طريقة لإختصار التوزيع السابق من أجل السرعة والسهولة حيث نستخدم رمز الغاز النبيل نيون $_{10}Ne$ ثم نكمل 3S

$$_{12}Mg : [_{10}Ne]\ 3S^2$$

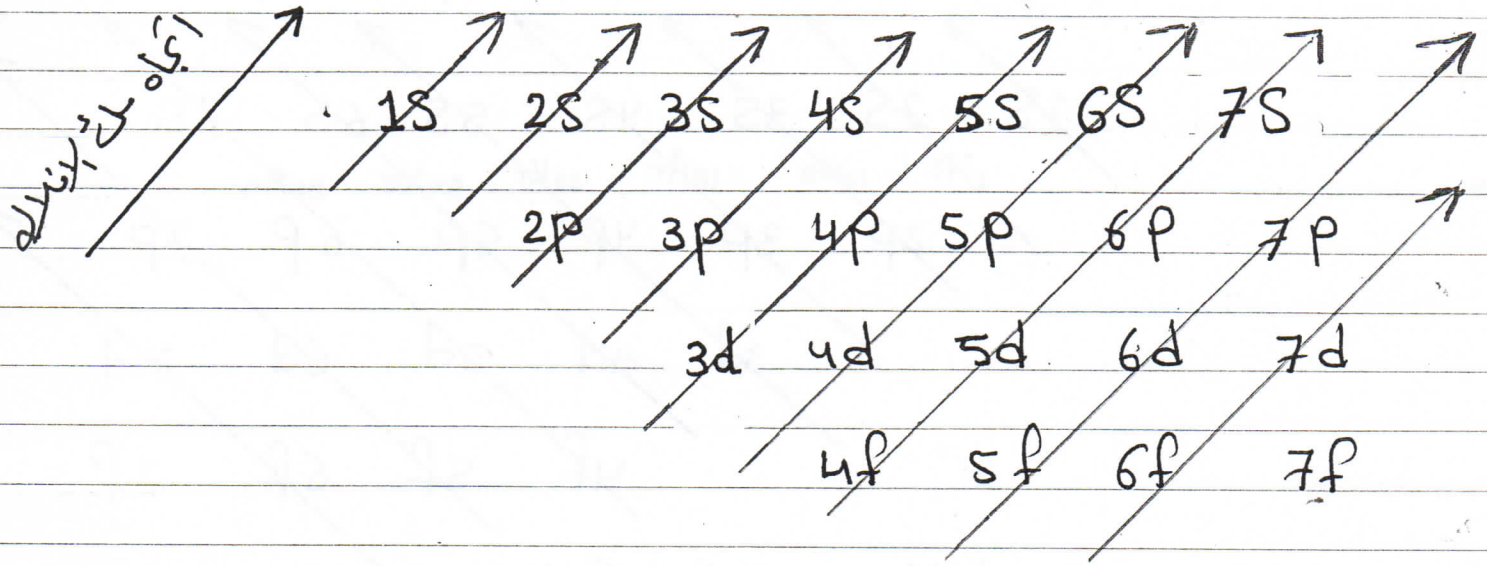
تعني أنه أول عشر الكترونات لها تركيب الغاز النبيل $_{10}Ne$

والجدير بالذكر أننا نستخدم التوزيع للعناصر بدلالة الغازات النبيلة فقط وليس عناصر أخرى لأنه مستواها الأخير ممتلئ بالإلكترونات لذا تمتاز بدرجة استقرار عالية.

كذلك يجب أن تعلم أنه بإمكانك كتابة التركيب الإلكتروني مختصراً باستخدام الغاز النبيل أو بدونه اختصار، بالطريقة العادية ولا يوجد أي مشكلة في ذلك.

والآن بعد ما تعلمنا فكرة التوزيع الإلكتروني يجب التدرب على إيجاد المخطط المداري الذي من خلاله نكتب التوزيع لجميع الذرات في الجدول الدوري.

مخطط مستويات الطاقة حسب ترتيب اوفباو



- نكتب الاسطر من أعلى لأسفل ونضع عليها الاسهم بالاتجاه المعاكس
- عند التوزيع نملأ الأفلاك على السهم الأول من اليسار ثم السهم الثاني ثم الثالث باتجاه السهم وذلك حسب العدد الذري.

س/ اكتب التوزيع الالكتروني لذرة الكالسيوم $_{20}Ca$ وذرة الحديد $_{26}Fe$.

الحل

$$_{20}Ca: 1S^2\ 2S^2\ 2p^6\ 3S^2\ 3p^6\ 4S^2$$

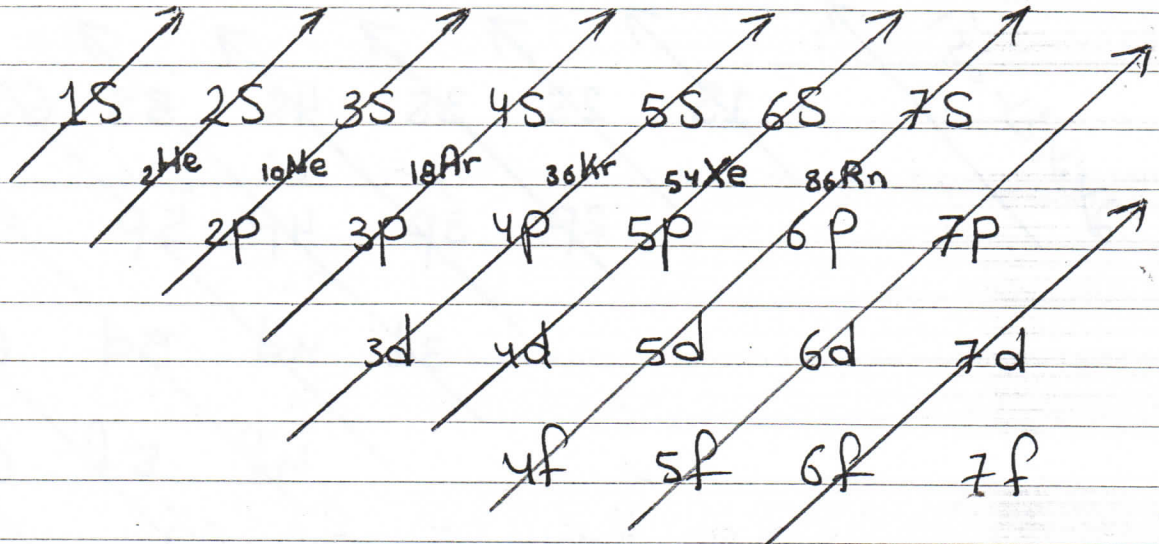
$$_{26}Fe: 1S^2\ 2S^2\ 2p^6\ 3S^2\ 3p^6\ 4S^2\ 3d^6$$

ومن المفيد إختصار التوزيع الإلكتروني باستخدام الغازات النبيلة ونستخدم لذلك نفس المخطط السابق لكن بعد وضع الغازات النبيلة في أماكنها محددة كما يتضح في الصفحة التالية. مع العلم أنه كتابة المخطط والاعتماد عليه في الاختبار يفيد لهم جداً لضمان الترتيب الصحيح وتجنب الخطأ.

$_{2}He$ هيليوم — $_{10}Ne$ نيون — $_{18}Ar$ آرجون — $_{36}Kr$ كريبتون — $_{54}Xe$ زينون — $_{86}Rn$ رادون

- لاحظ زيادة العدد الذري 8 ثم 8 ثم 18 ثم 18 ثم 32.

التوزيع باستخدام الغازات النبيلة



نضع الغازات النبيلة في أماكنها المحددة على المخطط حيث $_{2}He$ على السهم الثاني قبل 2S و $_{10}Ne$ قبل 3S و $_{18}Ar$ قبل 4S وهكذا

مثال: اكتب التركيب الالكتروني للذرات $_{53}I$ $_{27}Co$ $_{17}Cl$

الحل

$_{17}Cl$ عدده الذري = 17 فنختار الغاز النبيل الذي له عدد ذري أقل مباشرة وهو $_{10}Ne$ ونحافظ بعد $_{10}Ne$ على السهم يأتي 3S ثم 3p على السهم الذي يليه

$$_{17}Cl : [_{10}Ne]\ 3S^2\ 3p^5$$

$_{27}Co$: نأخذ الغاز النبيل الذي يسبقه مباشرة (أقل مباشرة) وهو $_{18}Ar$ ثم نكمل التوزيع حسب الأسهم المبينة.

$$_{27}Co : [_{18}Ar]\ 4S^2\ 3d^7$$

$_{53}I$: نبدأ بغاز $_{36}Kr$ ثم نكمل حتى 53

$$_{53}I : [_{36}Kr]\ 5S^2\ 4d^{10}\ 5p^5$$

أسئلة الدرس

س / اكتب التوزيع الالكتروني (التركيب الالكتروني) للعناصر:

$_{30}Zn$ $_{23}V$ $_{18}Ar$ $_{17}Cl$ $_{13}Al$ $_{7}N$

الدرس 13 - 3 : التركيب الإلكتروني للحالات الشاذة

> إذا انتهى التوزيع بالمستوى d^4 أو d^9 يتم نقل إلكترون واحد من S الى d. بحيث يصبح d^5 أو d^{10}

مثال: اكتب التوزيع الإلكتروني للعناصر $_{24}Cr$ و $_{29}Cu$

الحل

$_{24}Cr : [Ar]\ 4S^2\ 3d^4$ ← ننقل إلكترون واحد ← الصواب ← $_{24}Cr : [Ar]\ 4S^1\ 3d^5$

$_{29}Cu : [Ar]\ 4S^2\ 3d^9$ ← الصواب ← $_{29}Cu : [Ar]\ 4S^1\ 3d^{10}$

السبب في ذلك أن أفلاك d المكتملة d^{10} أو نصف المكتملة d^5 أكثر ثباتاً من غيرها وذلك حسب قاعدة ثم قاعدة ثبات الفلك.

أسئلة الدرس

س1 / اكتب التوزيع الإلكتروني للذرات $_{29}Cu$ $_{24}Cr$ $_{47}Ag$ $_{42}Mo$.

س2 / علل: التركيب الإلكتروني لذرة النحاس $_{29}Cu$ هو $[Ar]\ 4S^2\ 3d^9$ بدلاً من $[Ar]\ 4S^1\ 3d^{10}$

ج/ لأن أفلاك d المكتملة d^{10} أكثر ثباتاً من غيرها حسب قاعدة ثبات الفلك.

س3 / أي الرموز الآتية مقبول وأيها غير مقبول عند اجراء التركيب الإلكتروني للذرات

$4S^1$ $2p^7$ $4d^9$ $3f^{11}$ $3d^1$ $5p^3$

الجواب: مقبول مقبول غير مقبول غير مقبول غير مقبول مقبول

الدرس 13-6: التوزيع الإلكتروني للأيونات

- الأيون السالب ذرة اكتسبت إلكترونات لذلك يُضاف عددها إلى التهنة السالبة عند التوزيع

مثال: اكتب التركيب الإلكتروني للأيون $_{16}S^{2-}$.

الحل

يضاف السالب

$$_{16}S^{(2-)}: {}_{10}[Ne]\,3s^2\,3p^4 \Longrightarrow {}_{16}S^{2-}: {}_{10}[Ne]\,3s^2\,3p^6$$

- الأيون الموجب ذرة فقدت إلكترونات لذلك تطرح التهنة الموجبة عند التوزيع

مثال: اكتب التركيب الإلكتروني للأيون $_{12}Mg^{2+}$ والأيون $_{13}Al^{3+}$

الحل

يطرح الموجب

$$_{12}Mg^{(2+)}: {}_{10}[Ne]\,3s^2 \Longrightarrow {}_{12}Mg^{2+}: {}_{10}[Ne]$$

$$_{13}Al^{3+}: {}_{10}[Ne]\,3s^2\,3p^1 \Longrightarrow {}_{13}Al^{3+}: {}_{10}[Ne]$$

تنبيه:
لا يجوز القول أن $_{12}Mg^{2+}$ مثلاً هو غاز النيون Ne لأنه يمثل نفس التركيب الإلكتروني لـ $_{12}$ له.

س/ إذا كان التوزيع الإلكتروني للأيون X^{3-} ينتهي بالمستوى $3p^6$ فما العدد الذري للعنصر X؟

الحل

$$X^{3-}: {}_{10}[Ne]\,3s^2\,3p^6$$

العدد الذري؟؟

العدد الذري = عدد الإلكترونات 18 + 3 (السالب يضاف)

إذن العدد الذري = 15

لو سألنا لماذا استخدمنا [Ne] هنا؟ الجواب ببساطة أن 3p المفروض يأتي بعد [Ne] فلو كان مفروض 4p مثلاً أو 4s سنبدأ باستخدام [Ar] 18 وهكذا

55

س/ اذا كان التوزيع الالكتروني للايون Y^{2+} ينتهي بالمستوى $3p^6$ فما العدد الذري للعنصر ذو الرمز الافتراضي Y ؟

الحل

Y^{2+} : العدد الذري ؟؟

$[Ne]_{10}\ 3s^2\ 3p^6$

18 الكترون = العدد الذري − 2 (لانه ايون موجب)

اذن العدد الذري = 20

أسئلة الدرس

س/ اكتب التركيب الالكتروني للأيونات

$_{53}I^-$ $_{15}P^{3-}$ $_{20}Ca^{2+}$ $_{13}Al^{3+}$

س2/ اجب العدد الذري للعناصر ذات الرموز الافتراضية الآتية.

أ- العنصر W اذا علمت أن التركيب الالكتروني لأيونه السالب W^{2-} ينتهي بالمستوى $2p^6$

ب- العنصر Z ، حيث ينتهي توزيع أيونه الموجب Z^+ بالمستوى $3p^6$

الدرس ١٦ : قاعدة هوند والتمثيل الفلكي

التمثيل الفلكي عبارة عن توزيع الكتروني تمثل فيه الأفلاك بخطوط (أو مربعات) والإلكترونات بأسهم.

s	p	d	..... الخ
فلك واحد	٣ أفلاك	٥ أفلاك	

مثال : اكتب التمثيل الفلكي للعناصر الآتية

$_{11}Na$ $_{12}Mg$ $_{13}Al$ $_{14}Si$ $_{15}P$ $_{16}S$

الحل :

$_{11}Na : [Ne]_{10}\ \underline{\uparrow}\ 3s$

• الإلكترون الوحيد يركب سهم لأعلى مسبباً.

$_{12}Mg : [Ne]_{10}\ \underline{\uparrow\downarrow}\ 3s$

• الإلكترون الثاني يركب سهم لأسفل (عكس فرز الأول حسب باولي)

$_{13}Al : [Ne]_{10}\ \underline{\uparrow\downarrow}\ 3s\ \ \underline{\uparrow}\ \underline{\ }\ \underline{\ }\ 3p$

• نملأ p مسبباً طبعاً

$_{14}Si : [Ne]_{10}\ \underline{\uparrow\downarrow}\ 3s\ \ \underline{\uparrow}\ \underline{\uparrow}\ \underline{\ }\ 3p$

• الإلكترون الثاني في p يفضل أن ينفرد بفلك جديد ولا يزدوج مع الأول وذلك حسب هوند.

قاعدة هوند :
تفضل الإلكترونات المستوى الفرعي أن تكون منفردة في الأفلاك وبنفس اتجاه الفزل قبل أن تبدأ بالازدواج.

لذلك حسب هوند تاه التوزيع $\underline{\uparrow}\ \underline{\downarrow}\ \underline{\ }\ 3p$ خطأ لأنه الإلكترونان المنفردة يجب أن تكون في نفس الاتجاه (لأعلى حسب ما جرت عليه العادة)

$_{15}P : [Ne]_{10}$ 3S ↑↓ 3p ↑ ↑ ↑

$_{16}S : [Ne]_{10}$ 3S ↑↓ 3p ↑↓ ↑ ↑

الإلكترون الجديد يبدأ بالازدواج مع الأول وهكذا

- تذكر أن الإلكترونات المنفردة تكون بنفس الاتجاه (صدئة) والمزدوجة متعاكسة (باردي). لاحظ السهمان جانبي.

س/ اكتب التمثيل الفلكي للذرات $_{24}Cr$ ، $_{29}Cu$.

الحل

$Cr : [Ar]_{18}$ 4S ↑ 3d ↑ ↑ ↑ ↑ ↑

$Cu : [Ar]_{18}$ 4S ↑ 3d ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓

تمرين: اكتب التمثيل الفلكي للذرات $_{42}Mo$ و $_{47}Ag$

الدرس 15: الخواص المغناطيسية للذرة

تحدد الخواص المغناطيسية من خلال التمثيل الفلكي وتشمل:

1- الذرة البارامغناطيسية:
ذرة تمتلك صفة مغناطيسية وتنجذب نحو المجال المغناطيسي وتحتوي الأوربيتال منفرد واحد أو أكثر.

مثال: هل تعد $_5B$ ذرة بارامغناطيسية (تمتلك خواصاً مغناطيسية)

الحل

$B : [He]_2$ 2S ↑↓ 2p ↑ — —

تمتلك الذرة صفة بارامغناطيسية لوجود أوربيتال منفرد واحد

تزيد الصفة البارامغناطيسية بزيادة عدد الالكترونات المنفردة

مثال: قارن بين $_{8}O$ و $_{7}N$ من حيث الصفة المغناطيسية.

$_{8}O: [_{2}He]\ 2s^{\uparrow\downarrow}\ 2p^{\uparrow\downarrow}\ 2p^{\uparrow}\ 2p^{\uparrow}$ الكل

الالكترونات المنفردة 2

$_{7}N: [_{2}He]\ 2s^{\uparrow\downarrow}\ 2p^{\uparrow}\ 2p^{\uparrow}\ 2p^{\uparrow}$

الالكترونات المنفردة 3

$N > O$ من حيث الصفة المغناطيسية لأن عدد الكتروناتها المنفردة أكبر

2 - الذرة الدايامغناطيسية:
ذرة لا تمتلك صفة مغناطيسية وتتنافر قليلاً مع المجال المغناطيسي لأن جميع الكتروناتها مزدوجة.

أمثلة على الذرات الدايامغناطيسية:

$_{12}Mg: [_{10}Ne]\ 3s^{\uparrow\downarrow}$

$_{18}Ar: [_{10}Ne]\ 3s^{\uparrow\downarrow}\ 3p^{\uparrow\downarrow}\ 3p^{\uparrow\downarrow}\ 3p^{\uparrow\downarrow}$

أسئلة الدرس

س1/ عرف كلاً من
أ- قاعدة هوند ب- الذرة البارامغناطيسية ج- الذرة الدايامغناطيسية.

س2/ في الذرات الآتية $_{10}Ne$ $_{5}B$ $_{25}Ni$

1- اكتب التركيب الالكتروني لكل ذرة 2- اسم التمثيل الفلكي لكل منها
3- حدد الالكترونات المنفردة في كل ذرة 4- أي الذرات بارامغناطيسية.

59

س3 / صوّب الخطأ في التمثيل الفلكي للعناصر الآتية

[1] $_{6}C : [_{2}He]\ 2s^{\uparrow\downarrow}\ 2p^{\uparrow}\ 2p^{\uparrow}\ 2p^{-}$ ← الصواب ← $_{6}C : [_{2}He]\ 2s^{\uparrow\downarrow}\ 2p^{\uparrow\downarrow}\ 2p^{-}$

وجه الخطأ: يتعارض مع هوند

[2] $_{4}Be : [_{2}He]\ 2s^{\uparrow\downarrow}$ ← الصواب ← $_{4}Be : [_{2}He]\ 2s^{\uparrow}\ 2p^{\uparrow}\ 2p^{-}\ 2p^{-}$

وجه الخطأ: يتعارض مع اوفباو حيث لا يكون استخدام مستوى جديد الا بعد امتلاء المستوى السابق. وهنا تعد الذرة مثارة.

س6 / عرف الذرة المثارة (المهيجة)

ج / ذرة انتقل فيها الكترون أو أكثر من مستوى طاقة أقل إلى مستوى طاقة أعلى.

عموماً تعد الذرة مثارة إذا طاله التركيب الالكتروني لها يتعارض مع اوفباو. أما حسب اوفباو فتسمى ذرة مستقرة

س5 / أي التراكيب الآتية يعود لذرة مثارة

أ- $_{16}[Ne]\ 3s^{2}\ 3p^{2}$

ب- $_{10}[Ne]\ 3s^{1}\ 3p^{3}$

ج- $_{10}[Ne]\ 3s^{2}\ 3d^{2}$

د- (ب + ج)

ب- مثارة لأنه الكترون من s انتقل إلى 3p لأعلى طاقة

ج- مثارة لأنه الكتروني 3p انتقلا إلى 3d لأعلى طاقة

وكلاهما يتعارض مع مبدأ البناء التصاعدي (أوفباو)

الدرس 15 : العدد الذري والإلكترونات التكافؤ.

العدد الذري :
عبارة عن عدد البروتونات الموجودة في نواة العنصر ويساوي عدد الإلكترونات في الذرة المتعادلة (غير المشحونة)

الإلكترونات التكافؤ :
عبارة عن عدد الإلكترونات الموجودة في الأفلاك الخارجية (المستوى الأخير) وتحدد الصفات الكيميائية والفيزيائية للعنصر.

حساب عدد الإلكترونات التكافؤ.
نحسب مجموع الإلكترونات بعد رمز الغاز النبيل لأنها تمثل الإلكترونات المستوى الخارجي (الأخير) وبالتالي الإلكترونات التكافؤ.

مثال : احسب عدد الإلكترونات التكافؤ لذرات العناصر الآتية

$_{6}C$ $_{27}Co$ $_{48}Cd$ $_{53}I$

الحل

$_{6}C : [He]_{2}\ 2S^{2}\ 2p^{2}$ ← 4 الكترونات

4 الكترونات تكافؤ — بعد الغاز النبيل

$_{27}Co : [Ar]_{18}\ 4S^{2}\ 3d^{7}$

9 الكترونات تكافؤ

$_{48}Cd : [Kr]_{36}\ 5S^{2}\ 4d^{10}$

الكترونين تكافؤ.

لا تحسب الإلكترونات d اذا كانت عشرة d^{10} ضمن الإلكترونات التكافؤ

$_{53}I : [Kr]_{36}\ 5d^{2}\ 4d^{10}\ 5p^{5}$

سبعة إلكترونات تكافؤ.

عندما الكترونات التأفق من ١ - ١٥ بدأ تصعد فاسه زادت من ١٥ فالحل فقط وهنا نطرح ١٥ وهي الكترونات المستوى d الحتلي

أسئلة الدرس

س١ / ما المقصود بكل من: العدد الذري الكترونات التأفق

س٢ / في كل من الآتية : $_{12}Mg$ $_{35}Br$ $_{18}Ar$ $_{24}Cr$ $_{33}As$

أ- اكتب التركيب الالكتروني ب- اكتب التمثيل النقطي لمستوى التأفق
ج- ما عدد الكترونات التأفق د- ما عدد الالكترونات المفردة
هـ - أي الذرات يمتلك خواصاً مغناطيسية .

س٣ / عدد الكترونات التأفق للعنصر $_{32}Ge$ يساوي
أ- ١٤ ب- ٤ ج- ٣ د- 2

• العنصر الأكثر تشابهاً في الخواص الفيزيائية والكيميائية مع العنصر $_{12}Mg$ من بين الآتية هو:
(أ) $_{20}Ca$ ب- $_{19}K$ ج- $_{18}Ar$ د- $_{17}Cl$

الحل

العناصر الأكثر تشابهاً في الخواص الفيزيائية والكيميائية هي التي تمتلك نفس عدد الكترونات التأفق (حسب التعريف)

$_{12}Mg : [Ne]_{10} 3s^2$ $_{20}Ca : [Ar]_{18} 4s^2$

كل منهما يمتلك نفس عدد الكترونات التأفق (خواص متشابهة)

انتهت بحمد الله الوحدة الأولى