مدونة المناهج السعودية

https://eduschool40.blog

الموقع التعليمي لجميع المراحل الدراسية

في المملكة العربية السعودية

الوحـــــــدة الخامســـة

الفيزيـــــــــاء الذريـــــــــــة

Atomic Physics

يقسم علم الفيزياء إلى:

(١) الفيزيــاء التقليدية (الكلاسيكيـة)

وهو علم الفيزياء الذي يفسر الظواهر الطبيعية للأنظمة العينية أي الأشياء المحسوسة.

مثـــل: علوم الميكانيكا / الديناميكا الحرارية / الكهرومغناطيسية.

وقد ظهر منذ القدم حتى أواخر القرن التاسع عشر ولازال يفسر هذه الظواهر.

(٢) الفيزيــاء الحديثــة:

وهو علم الفيزياء الذي يفسر سلوك الجسيمات الصغيرة جداً للأنظمة المجهرية مثل الالكترونات-البروتونات وغيرها.

مثـــل: علوم الفيزياء الذرية / النووية / النسبية / ميكانيكا الكم..

وقد ظهر خلال القرن العشرين ولا تنطبق عليه قوانين الفيزياء التقليدية وفي هذه الوحدة سوف ندرس علم الفيزياء الذرية من حيث تطور تفسير تركيب الذرة تاريخياً حتى وقتنا الحاضر.

تركيب المادة والنظرية الذرية الحديثة:

من المعروف أن المادة تتكون من جزيئات وهي تتكون من ذرات وقد نشأت فكرة وجود الذرة في منتصف القرن الرابع قبل الميلاد على يد ديموقريطس (٤٦٠ -٣٧٠ ق.م) إذ أعتقد أن المادة ممكن تجزئتها إلى جسيمات متناهية في الصغر غير قابلة للانقسام وهو ما سمي بالذرة.

ثم جاء دالتون ووضع نظريته الذرية في مطلع القرن التاسع عشر التي كانت حجر الأساس الأول في بناء النظرية الذرية الحديثة.

نظرية دالتون الذريـة:

تنص على **"المادة تتكون من ذرات غير قابلة للهدم أو الانقسام"**

وقد بنى نظريته على مشاهدات علمية وتجارب علمية على المادة وخصوصاً على الغازات لسهولة حركة جزيئاتها.

القوانين التي اعتمد عليها دالتون في نظريته:

الفيزيائيــة:

مثل قوانيـــن بويل / دالتون للضغوط الجزئية / هزي / شـــارل.

الكيميائيــة:

مثل قانون حفظ المادة (الطاقة) / النسب الثابتة / النسب المتضاعفة/ الحجوم المتفاعلة ثم مبدأ أفوجادرو.

وكلها تعتمد على وجود ذرات للمادة مختلفة الكتل لا تقبل الانقسام ولا الفناء.

الاعتراضات على نظرية دالتون:

١) كان لاكتشاف الالكترونات السالبة والأيونات الموجبة بعد ذلك إبطال مفهوم أن الذرة لا يمكن هدمها أو تقسيمها حيث إن الإلكترون جزء من الذرة وبالتالي يمكن للذرة أن تفقد بعض مكوناتها أو تكتسبها بفعل التفاعلات الكيميائية.

٢) يمكن للذرات أن تتحطم وأن يتحول بعضها إلى بعض بفعل الانشطار النووي أو الاندماج النووي.

٣) ليس صحيحاً أن الذرات هي أصغر مكونات للمادة لأنها تتكون من أجزاء أصغر منها مثل الالكترونات / البروتونات / النيترونات ودقائق أخرى.

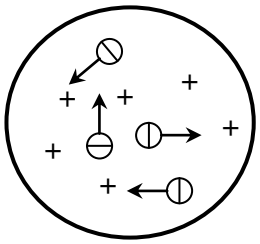
نموذج طومسون:

يعتبر أول نموذج للذرة وقد نجح في تفسير بعض خواص المادة وتم ظهوره في نهاية القرن التاسع عشر بعد دراسة أنابيب التفريغ الكهربي، واكتشاف الأشعة المهبطة (الالكترونية) والأشعة المصعدية (البروتونات) ومن دراسته لغاز الهيدروجين توصل إلى النتائج التالية:

١) الذرة متعادلة كهربياً لأن عدد الالكترونات السالبة يساوي عدد الأيونات الموجبة (البروتونات).

٢) الأيونات الموجبة لها تقريباً نفس كتلة الذرة.

٣) الالكترونات السالبة أخف بكثير من الأيونات الموجبة.



وعليه وضع نموذجه الذي ينص على:

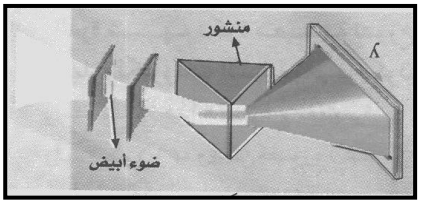
" الذرة شبيهة بكره مصمتة تتوزع بداخلها الشحنات الموجبة بانتظام وتتخللها الالكترونات السالبة بحيث يكون مجموعها مساوياً للشحنة الموجبة.

وقد سمي النموذج بفطيرة البرقوق أو البطيخ حيث المادة الحمراء فيها تمثل الشحنة الموجبة والبذور السوداء تمثل الالكترونات.

ويجدر الذكر أن نموذج توموسون كان خاطئاً وبعيداً عن الواقع ويرجع الفضل في اكتشاف ذلك إلى اكتشاف ظاهرة النشاط الإشعاعي واستغلال رد رفورد لها في تجربته الشهيرة التي سنتعرض لها لاحقاً لبيان مميزات وعيوب طومسون.

طيف المصادر الضوئية:

المصادر الضوئية (أنابيب النيون مثلاً) تصدر ضوء متوهج وكذلك الشمس ويعرف الضوء الصادر عنهم بالطيف المستمر أو المتصل.



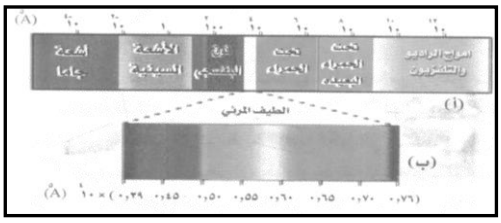
فمثلاً عند تحليل ضوء أبيض صادر من الشمس أو من مصدر ضوئي بواسطة منشور ثلاثي نحصل على طيف متصل مكون من:

١) الطيف المرئي:

وهي ألوان الطيف الأساسية (ألوان قوس قزح).

٢) الطيف غير المرئي:

ينتج عند استخدام جهاز مطياف تحليل وهو لا يرى بالعين ولكن يستدل عليه بطرق معينة كما بالشكل.



الطيف هو الطيف الأطوال

المتصل:

الذي يحتوي على عدد كبير من الموجبة بشكل مستمر (متصل).

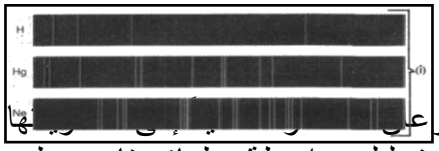
طيف العناصر الكيميائية:

العناصر الكيميائية عند إثارتها بإحدى الطرق الآتية:

١) قذف غاز العنصر في أنبوبة تفريغ بحزمة الكترونية لها طاقة معينة فتمتص ذراته طاقتها أو جزء منها.

٢) سقوط أشعة ضوئية عليها فتمتصها.

٣) تسخين العنصر.



فإن ذرات العنصر تنتقل إلى مستويات أعلى ثم سرعان ما تعود إلى مستوياتها الأصلية فاقدة طاقة إثارتها على شكل إشعاع (ضوء) عند تحليله بواسطة مطياف فإنه يعطي طيف خطي غير متصل مكون من ألوان محددة لكل عنصر أي تختلف هذه الألوان أي الأطوال الموجية من عنصر لآخر فمثلاً:

طيف ذرة الهيدروجين يمثل أبسط أطياف العناصر مكون من ٤ خطوط واضحة تقع في منطقة الضوء المرئي وهي الأحمر الأزرق المائل إلى الأخضر/ الأزرق البنفسجي.

أما أطياف الزئبق/ النيون فتختلف عنه ويظهر ذلك بوضوح كما بالشكل.

تعريف الطيف الخطي (غير المتصل):

هو الطيف الذي يحتوي على عدد محدود من الأطوال الموجية بشكل خطوط منفصلة.

طيف الامتصاص للعناصر:

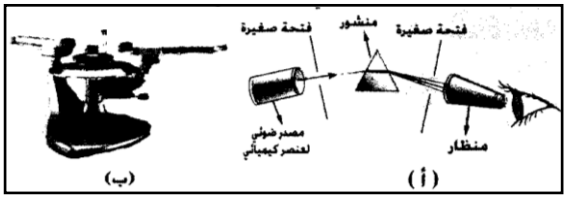
عند سقوط ضوء أبيض على عنصر مسخن وبتحليل الضوء بعد نفاذه بمطياف تحليل تظهر خطوط داكنة (سوداء) في الضوء الأبيض هي نفسها الخطوط الناتجة عن انبعاث الضوء من العنصر.

مثلاً: عند سقوط ضوء بنفسجي على غاز الهيدروجين ثم تحليله نحصل على طيف متصل بنفسجي به ٤ خطوط سوداء امتصها غاز الهيدروجين وهي تنطبق تماماً مع الأطوال الموجبة لخطوط الانبعاث له تاركاً الأطوال الموجبة الأخرى تمر منه.

∴ **لكل عنصر طيف خطي مميز له.**

أنواع الطيف الخطي للعنصر:

١) طيف انبعاث عند تسخينه (الألوان الناتجة).
٢) طيف امتصاص عند سقوط ضوء عليه (الخطوط السوداء).



وقد أثبت ذلك كيرشوف في قانونه.

قانون كيرشوف:

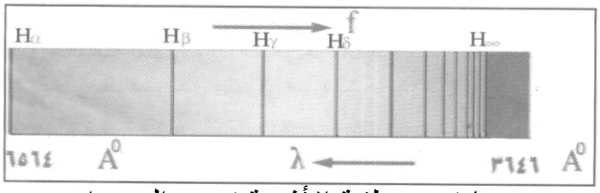
"العناصر الكيميائية عندما تثار بالتسخين فإنها تشع (تعطي) نفس الألوان (نفس الأطوال الموجية) التي تمتصها حيث لكل عنصر ألوان خاصة يمتصها"

الاستفادة من ظاهرة طيف العناصر:

١) الكشف عن المعادن والتمييز بينها.
٢) معرفة تركيب الشمس وعناصر جوها.

طيف ذرة الهيدروجين:

كان لاكتشاف طيف العناصر الكيميائية الأثر في محاولة العلماء وضع نظريات حول التركيب الداخلي للذرة ومن هؤلاء العالم (بالمر) الذي قام بدراسة حول طيف ذرة الهيدروجين وظهور ٤ خطوط واضحة في منطقة الضوء المرئي بالإضافة إلى عدد آخر من الخطوط تتقارب مع بعضها في منطقة الأشعة تحت الحمراء ومن منطقة الأشعة البنفسجية كما بالشكل فتوصل إلى:



١) خطوط طيف ذرة الهيدروجين تظهر في تراتيب معينة يمكن تصنيفها إلى مجموعات سميت بسلاسل الأطياف.
٢) من الخاصية المميزة لهذه السلاسل أن الفرق بين الأطوال الموجية بين الخطوط يتناقص بسرعة كلما اتجهنا نحو الموجات الأقصر (منطقة الأشعة فوق البنفسجية) التي لها تردد عالي ($\frac{1}{\lambda} \alpha f$).

ولذلك وضع (بالمر) صيغة رياضية لحساب أطوال أمواج خطوط الطيف المرئي لذرة الهيدروجين.

$$\left(\frac{1}{2_{ن}} - \frac{1}{2_2}\right) R_H = \frac{1}{\lambda}$$

حيث λ الطول الموجي للخط الطيفي.

$\frac{1}{\lambda}$ العدد الموجي وهو مقلوب الطول الموجي ووحدته مقلوب وحدة الطول (سم$^{-1}$)

$ن$ عدد صحيح موجب = ٣ ، ٤ ، ٥ ..... ∞
R_H ثابت ريدبيرج وهو يساوي ١٠٩٧٤٧.٥٨ سم$^{-١}$ لذرة الهيدروجين.

ومن العلاقة نستنتج ما يلي:

١) عندما ن = ٣ نحصل على الخط الأول H_α وطول الموجي ٦٥٦٤ استروم.
٢) عندما ن = ٤ نحصل على الخط الثاني H_β وهكذا لبقية الخطوط.
٣) بزيادة ن تتقارب الخطوط حتى نصل إلى ن = ∞ فإنها تندرج في خط واحد طوله الموجي ٣٦٤٦ أنجستروم.

وقد سميت هذه السلسلة بسلسلة بالمرتكريما له.

تقاس أبعاد النواة بوحدات هي:

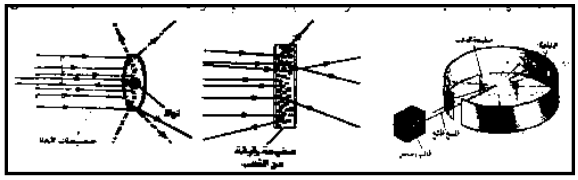
(١) النانومتر (nm): حيث نانومتر = ١٠$^{-٩}$ متر = ١٠$^{-٧}$ سم
(٢) الأنجستروم(A^o):حيث الأنجستروم = ١٠$^{-١٠}$ متر=١٠$^{-٨}$ سم

وجدير بالذكر أن الفيزياء التقليدية لم تستطع تفسير الصيغة الرياضية لمعادلة بالمر وظلت علاقة رياضية تجريبية لا تعطى فكرة عن البنية الداخلية لذرة الهيدروجين.

تجربة رذرفورد:

قام العالم البريطاني رذرفورد أحد تلاميذ طومسون بتجربته المشهورة مستغلاً ظاهرة النشاط الإشعاعي للعناصر وانبعاث أشعة ألفا وبيتا وجاما منها محاولاً الكشف عن عمق أعماق الذرة.

خطوات التجربة:



١) عند قذف صفيحة رقيقة من الذهب (سمكها ١٠$^{-٣}$مم) بحزمة من جسيمات ألفا (أيونات هيليوم موجبة He^{++}) منطقة بطاقة عالية من عنصر مشع مثل الراديوم موضوع في قالب رصاص (الرصاص يمتص الأشعة فيمنع تسربها وبذلك تخرج حزمة ضيقة من فتحة بالقالب).
٢) تصطدم الجسيمات بالصفيحة وتتشتت فتصطدم بشاشة اسطوانية مطلية بكبرتيد الزنك (ZnS).
٣) تومض الشاشة أي تعطي ضوء عند أماكن سقوط الأشعة عليها.

الاستنتـــاج:

١) معظم جسيمات ألفا تمر من خلال الصفيحة دون انحراف أو تغير في مسارها.
٢) عدد قليل منها (جسيم من كل ٨٠٠جسيم) إما ينعكس عن الصفيحة أي تشتت بزوايا أكبر من٩٠$^{\circ}$ أو يرتد على نفسه عائداً في اتجاه المصدر أي بزاوية ١٨٠$^{\circ}$.

وبمقارنة النتائج بنموذج طومسون كان من المفروض أن تنفذ الجسيمات من صفيحة الذهب دون انحراف يذكر (انحراف مقداره ٠.٠١ من الدرجة عند تصادمها بالالكترونات السالبة لحدوث التجاذب وانحراف ٠.٠٢٥ من الدرجة عند اصطدامها بالشحنة الموجبة لحدوث التنافر).

وبذلك أنهار نموذج طومسون للذرة.

مزايا نموذج طومسون:

١) أعطاء تصور أن الذرة عبارة عن كرة صغيرة مصقولة مرنة فسرت النظرية الحركية للغازات.
٢) ساهم في تطور النظرية الذرية الحديثة التي اكتشفت الطبيعة النووية للذرة على يد رذرفورد / بور بعد ذلك.

عيوب نموذج طومسون:

١) لم يستطع تفسير الطيف الخطي المشاهد (المرئي) لسلسلة بالمر لذرة الهيدروجين.
٢) لم يستطع تفسير تشتت جسيمات ألفا الساقطة على صفيحة الذهب.

نموذج رذرفورد (النظام النووي):

وضع رذرفورد نموذج للذرة مستعيناً بنتائج تجربته السابقة الذي استخلص منها النتائج التالية:

(١) انحراف أو انعكاس أو ارتداد عدد قليل من جسيمات ألفا عند اصطدامها بالصفيحة.
وذلك بسبب وجود في مركز كل ذرة من ذرات الصفيحة جسم صغير جداً يحمل الشحنة الموجبة للذرة فتتنافر معها دقائق ألفا وتتشتت بزوايا كبيرة ومتفاوته حسب اقترابها من المركز ويسمى بالنواة وهو يتضمن معظم كتلة الذرة.
(٢) معظم جسيمات ألفا الساقطة على الصفيحة تمر منها دون أي انحراف أو تشتت.
لأن الجزء الأكبر من حجم الذرة المحيط بالنواة يشكل فراغ، تتوزع فيه الالكترونات السالبة ونظراً لصغر كتلتها فإنها لا تؤثر على جسيمات ألفا المندفعة بسرعة كبيرة فتمر بدون تشتت.

فروض نموذج رذرفورد:

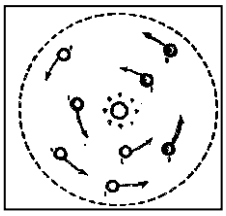
١) تتركز الشحنة الموجبة للذرة ومعظم كتلتها داخل حجم صغير جداً في مركز الذرة يسمى النواة.
٢) تتوزع الالكترونات السالبة الشحنة حول النواة في مدارات تشبه مدارات الكواكب السيارة في نظامنا الشمسي بحيث تتعادل شحنتها السالبة مع الشحنة الموجبة للنواة.
٣) معظم حجم الذرة المحيط بالنواة فراغ لصغر حجم كتلة الإلكترون بالنسبة لأبعاد الذرة.

١) عندما تم تحديد كتل البروتونات في ذرة العنصر الواحد وجد رذرفورد أنه يقل عن الكتلة الحقيقية لتلك الذرة فتنبأ بوجود جسيمات أخرى في النواة متعادلة كهربياً وفعلاً تم بعد ذلك اكتشاف النيترون المتعادل الشحنة وكتلته تساوي كتلة البروتون تقريباً على يد العالم (شادويك).

٢) يبلغ نصف قطر النواة ١٠-١٣سم تقريباً ومتوسط نصف قطر الذرة ١٠-٨سم تقريباً.

س/ لماذا افترض رذرفورد أن معظم كتلة الذرة وليست كل كتلتها توجد في النواة؟

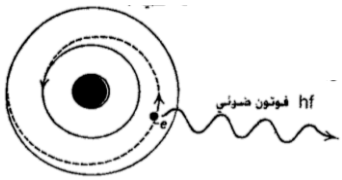
عيوب نموذج رذرفورد:



(١)في ضوء الفيزياء الكلاسيكية وخصوصاً النظرية الكهرومغناطيسية فإن الإلكترون المتحرك حول النواة في مدار دائري يحدث لشحنته تعجيل فيشع طاقه كهرومغناطيسية بصورة مستمرة أي يعطي طيف مستمر أي متصل.

(٢)عندما يفقد الإلكترون طاقته تدريجياً تتناقص سرعته باستمرار فيقترب من النواة تدريجياً في مسار حلزوني حتى يقع في النواة ويندمج معها.

هذا هو منطق الفيزياء الكلاسيكية لكن ذلك في الحقيقة لا يحدث ويتناقص مع الوضع الطبيعي للذرة لأن:



١) ذرة الهيدروجين مستقرة لأن الكتروناتها مستقرة ولا تشع إلا في حالة الإثارة فقط.
٢) طيف ذرة الهيدروجين طيف خطي أي تفقد الطاقة بطريقة متقطعة وليس طيف مستمر أي تفقد الطاقة تدريجياً.

ويعتبر هذا عجزاً للفيزياء التقليدية في تفسير الظواهر الذرية ومن هنا بدأ البحث عن نظرية أخرى لحل هذا اللغز وأتى ذلك بعد اكتشاف (بلانك) فكرة تكيم الأشعة.

إشعاع الجسم الأسود:

١) عند تسخين جسم مثل قطعة حديد أو فتيل تنجستن فوق درجة الصفر المطلق (-٢٧٣°م) ينبعث إشعاع حراري يعتمد على نوع مادة الجسم ودرجة حرارته.
٢) يعد الإشعاع الحراري شكلاً من أشكال الأشعة الكهرومغناطيسية مثل الضوء المرئي حيث:

(أ) في درجات الحرارة المنخفضة:

يتألف الطيف المنبعث غالباً من إشعاعات طاقتها منخفضة تقع في منطقة الأشعة تحت الحمراء ولذلك لا ترى بالعين المجردة فيظهر الجسم في بداية التسخين معتماً.

٣) **بارتفاع درجة حرارة الجسم:**

ينزاح الطيف نحو مجال أعلى من الطاقة أي نحو الموجات الأقصر طولاً فيصدر إشعاعات مرئية بلونها الأحمر ثم البرتقالي فالأخضر وأخيراً يصبح الشعاع المنبعث أبيض اللون (الذي هو خليط من جميع الأضواء المرئية)، ولذلك يعتبر طيف الإشعاع الحراري طيف متصل لأنه يحتوي على جميع الأطوال الموجية المختلفة المرئية وغير المرئية.

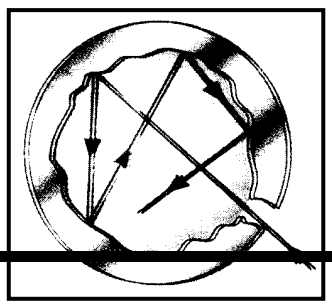
٤) يعتبر الجسم الأسود مثالي من حيث امتصاص الأشعة أو بثها حسب قانون (كيرشوف) فالجسم جيد الامتصاص هو أيضاً جيد الإشعاع.

∴ الجسم الأسود المثالي:

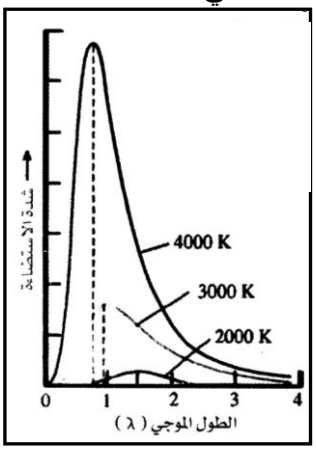
هو الجسم الذي يمتص جميع الأطوال الموجية أو يشعها.

٥) أفضل تمثيل للجسم الأسود المثالي هو تجويف صغير من المادة (حديد أو نحاس مثلاً) بها فتحة صغيرة تدخل منها الإشعاعات فينعكس على جدرانه الداخلي انعكاسات متتالية، وفي كل انعكاس يحدث امتصاص للأشعة حتى تمتص كلياً.

وعند تسخين جدران التجويف من الخارج حتى درجة معينة فإنه ينبعث من الفتحة إشعاع حراري تتغير طاقته حسب تغير



الطول الموجي ودرجة حرارة الجسم كما في المنحنى التجريبي المقابل في الشكل.



تفسير إشعاع الجسم الأسود:

فشل العلماء في إيجاد صيغة رياضية تعبر عن المنحنى التجريبي لطيف الجسم الأسود عند استخدامهم النظرية الكهرومغناطيسية الكلاسيكية ويعتبر ذلك معضلة الجسم الأسود لماذا؟

من المفترض زيادة شدة الإشعاع (الضوء) بزيادة مربع التردد (معادلة رايلي - جينيس) وينطبق هذا في الترددات المنخفضة فقط أما عند الترددات العالية فإنه ينخفض شدة الضوء.

وهذا يعتبر عجزاً للمفاهيم الكلاسيكية في تفسير إشعاع الجسم الأسود.

نظرية (مبدأ) الكم لبلانك:

لتفسير إشعاع الجسم الأسود وجد (بلانك) أنه يجب نقض النظرية الكلاسيكية من حيث أن الطاقة لا يمكن أن تنبعث أو تمتص بصورة مستمرة كما هو معروف كلاسيكياً وإنما على شكل كميات محددة بقيم معينة للطاقة، وتسمى بمبدأ تكميم طاقة الإشعاع.

فروض النظرية:

١) ينبعث الإشعاع من الجسم الأسود الساخن لاهتزاز جزيئات أو ذرات سطحه (المهتزات).
٢) هذه المهتزات لا تبعث الطاقة الإشعاعية بشكل متصل أي مستمر وإنما على شكل كمات (أو زخات) أو مضاعفات صحيحة لهذه الكمات.
٣) طاقة الكمه تأخذ قيم معينة حسب العلاقة.

$$\text{طا} = \text{ن } hf$$

حيث ن عدد صحيح موجب = ١ ، ٢ ، ٣
f **تردد الإشعاع المنبعث.**
h **ثابت بلانك ويساوي ٦.٦٢٥ × ١٠$^{-٣٤}$ جول. ث**

٤) الكم لا يقبل الانقسام ولذلك فإن امتصاص الطاقة أو انبعاثها يتم بصورة متقطعة (خطي غير متصل).

س/ في ضوء نظرية الكم. فسر طيف الجسم الأسود الساخن.

في البداية تزداد شدة الإضاءة لزيادة عدد الذرات المهتزة (المذبذبات الكهربية) التي تعطى إشعاع كهرومغناطيسي تردده يناظر ترددها.

أما عند الترددات العالية فينخفض شدة الضوء لانخفاض عدد الذرات ذات الطاقة العالية.

واعتماداً على نظرية الكم (لبلانك) استطاع(اينشتاين)تفسير الظاهرة الكهروضوئية وأيضاً (بوهر) في وضع نظريته لذرة الهيدروجين.

نظرية بوهر لذرة الهيدروجين:

في عام ١٩١٣م استعان العالم بوهربور بنظرية الكم لبلانك لإزالة الاعتراضات على نموذج (رذرفورد) النووي للحصول على نموذج ذري جديد يفسر الأطياف الخطية ويربطها ببناء الذرة الالكتروني. وتعتبر نظريته خليط من الفيزياء التقليدية.

وفكرة تكميم الطاقة ولذلك سميت بنظرية الكم القديمة (النظرية الشبة تقليدية) وتركزت جهود بوهر على طيف ذرة الهيدروجين لأنه أبسط الذرات تركيباً، وكذلك الأيونات الشبيهة بالهيدروجين التي لها إلكترون واحد مثل أيون الهيليوم الأحادي (He^{+}) وأيون الليثيوم الثنائي (Li^{++}).

وتتلخص نظريته في الفروض التالية:

فروض نظرية بوهر:

١) يتحرك الإلكترون حول النواة في مدارات دائرية دون أن تشع الذرة طاقة وتسمى المدارات بمستويات الطاقة المستقرة المكممة.

٢) هذه المدارات المستقرة أو المكممة تجعل كمية التحرك الزاوي للإلكترون (ك ع$_{ن}$ نق$_{ن}$) لا يأخذ إلا قيم محددة هي مضاعفات صحيحة للمقدار الثابت $\left(\hbar = \frac{h}{\pi 2}\right)$ ولذلك لايوجد الإلكترون إلا في مدارات محددة.

$$\therefore \boxed{\text{ك ع}_{ن}\ \text{نق}_{ن} = ن\ \hbar = ن\ \frac{h}{\pi 2}}\ \text{كجم.م}^{٢}/\text{ث}$$

حيث ن عدد صحيح موجب = ١، ٢ ، ٣، .....

***h* ثابت بلانك.**

٣) لا تشع الذرة طاقة طالما بقى الإلكترون في مداره ولكنها تشع كمية محددة من الطاقة عندما ينتقل الإلكترون من مستوى طاقة (مدار) عالي إلى مستوى طاقة منخفض وتمتص نفس الطاقة إذا انتقل الإلكترون من مستوى طاقة منخفض إلي مستوى طاقة عالي.

حيث كمية الطاقة الممتصة أو المشعة = الفرق بين طاقة المستويين.

$$\therefore \boxed{\Delta\ \text{ط} = \text{ط}_{f} - \text{ط}_{i}} \quad \boxed{hf = \text{ط}_{f} - \text{ط}_{i}}$$

حيث ط$_{i}$ طاقة المستوى الابتدائي الذي انتقل منه الإلكترون.

ط$_{f}$ طاقة المستوى النهائي الذي انتقل إليه الإلكتـــرون.

***f* تردد الضوء المنبعث أو الممتص.**

١) حسب النظرية تدور الإلكترونات في مدارات محددة تبعد عن النواة بأنصاف أقطار ثابتة أما بقية الفراغ المحيط بالنواة والموجود بين المدارات فيعتبر منطقة محرمة لحركة الإلكترونات.

٢) تشع الإلكترونات الطاقة على شكل كمات عندما تقفز إلى مدارات أدنى (منخفضة في الطاقة) فيتولد طيف إشعاع خطي كما تمتصها بنفس الكيفية عندما تقفز إلى مدارات أعلى ويتولد عندئذ طيف امتصاص خطي. أي أن الالكترونات تمتص الطاقة وتشعها بطريقة متقطعة وليس بطريقة متصلة (مستمرة) كما افترضت النظرية الكهرومغناطيسية الكلاسيكية.

مبررات فرضيات بوهر:

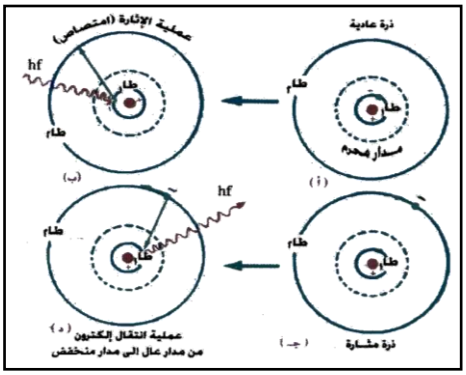
١) **مبرر الفرضية الأولى:** منطقي من الواقع لأن ذرة الهيدروجين مستقرة لا ينبعث منها إشعاع طالما لم تثار الذرة بطاقة خارجية.

٢) **مبرر الفرضية الثانية:** ظهر لاحقاً على يد العالم (دي برولي ١٩٢٦م) باكتشافه الطبيعة الموجية للإلكترون (الإلكترون جسيم تصاحبه حركة موجية عند حركته مثل الضوء).

٣) **مبرر الفرضية الثالثة:** يأتي من فكرة التكميم (لبلانك) وهي تعبر أيضاً عن مبدأ حفظ الطاقة.

عمليتي الامتصاص والإشعاع طبقاً لنظرية بوهر:

١)لذرة الهيدروجين مستويات طاقة أصغرها يسمى المستوى الأرضي (ط١) وهو الذي توجد فيه الذرة في حالتها العادية فتكون مستقرة أما المستويات التالية له (ط٢ ، ط٣ ،...) فتسمى بمستويات إثارة الذرة.



٢)إذا سقط على ذرة الهيدروجين وهي في حالتها العادية كم من الطاقة الضوئية (يسمى فوتون) طاقته (***hf***) يساوي الفرق بين طاقتي المستويين ط١، ط٢.

$\therefore$ ***hf*** = ط٢ – ط١

فإن الذرة تمتصه فينتقل إلكترونها من المستوى ط١ إلى المستوى ط٢ وتسمى العملية بإثارة الذرة إلى المستوى ط٢.

٣)سرعان ما تتخلص الذرة من طاقة الإثارة (***hf***)

التي امتصتها فيعود الإلكترون تلقائياً إلى مستواه الأصلي طـ١ باعثاً بالطاقة التي امتصها على شكل إشعاع تلقائي له نفس التردد (f).

مثال(١):

احسب كمية التحرك الزاوية لإلكترون يدور في المدار الثاني لذرة الهيدروجين علماً بأن ثابت بلانك ٦.٦ × ١٠$^{-٣٤}$ جول/ث.

الإجابة النموذجية :

∴ كمية التحرك الزاوي = ن $\hbar$ = ن × $\frac{h}{\pi 2}$ = $\frac{2 \times 6{,}6 \times 10^{-34}}{\frac{22}{7} \times 2}$ = ٢.١ × ١٠$^{-٣٤}$كجم.م^{٢}/ث

استخدام فروض بوهر:

استخدم بوهر فروضه في حساب ما يلي:

١) نصف قطر المدار. ٢) السرعة التي يتحرك بها الإلكترون في مداره.

٣) طاقة الإلكترون في مداره أي طاقات مستويات الطاقة.

٤) رسم مستويات الطاقة لذرة الهيدروجين.

ملاحظة:

يتزن الإلكترون في مداره المستقر تحت تأثير قوتين:

(١) قوة جذب النواة لـه حيث ق = $\frac{ش \times ش}{نق^{2}}$ × ي

حيث ي ثابت العزل الكهربي = ٩ × ١٠^{٩} نيوتن.م^{٢}/كولوم^{٢} في الهواء.

(٢) القوة الطاردة المركزية له أثناء الدوران حيث ق = $\frac{ك\ ع^{2}}{نق}$ ($\frac{ع^{2}}{نق}$ هي العجلة)

∴ $\frac{ك\ ع^{2}}{نق}$ = $\frac{ش^{2}}{نق^{2}}$ × ي

∴ $\boxed{ك\ ع^{٢}\ نق = ش^{٢} \times ي}$ ⇐ (١)

أولاً: حساب نصف قطر المدار ا لذي يتحرك فيه الإلكترون

من فروض بوهر: ك ع$_{ن}$ نـق$_{ن}$ = ن $\hbar$ ⇐ (٢) (البرهـان غير مقرر وللإطـلاع فقط)

بتربيع المعادلة (٢) والقسمة على المعادلة (١)

∴ $\frac{ك_{e}^{2}\ ع_{ن}^{2}\ نق^{2}\ ن^{2}}{ك_{e}\ ع_{ن}^{2}\ نق_{ن}}$ = $\frac{ن^{2}\ \hbar^{2}}{ش_{e}^{2} \times ي}$

∴ نق$_{ن}$ = $\frac{ن^{2}\ \hbar^{2}}{ي\ ش_{e}^{2}\ ك_{e}}$

وبالتعويض عن قيم $\hbar$ = $\frac{h}{\pi 2}$ = ١.٠٥٤ × ١٠$^{-٣٤}$جول.ث،ك$_{e}$ = ٩.١ × ١٠$^{-٣١}$كجم، ش$_{e}$ = ١.٦ × ١٠$^{-١٩}$

ي = ٩ × ١٠^{٩} نيوتن. م^{٢} كولوم^{٢}

نحصل على نصف قطر المدار الأول للإلكترون (نق$_{١}$) حيث نق$_{١}$ = ٠.٥٢٨ أنجستروم =٠.٥٢٨ × ١٠$^{-٨}$سم

∴ $\boxed{نق_{ن} = نق_{١} \times ن^{٢}}$

أي نق$_{ن}$ α ن^{٢}

∴ نصف قطر المدار يتناسب طردياً مع مربع رتبة المدار (العدد الكمي الرئيسي).

* وبإعطاء ن القيم ١، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ..... ∞ نجد أن

نق$_{١}$ = ٠.٥٢٨ × ١٠$^{-٨}$سم ، نق$_{٢}$ = نق$_{١}$× (٢)^{٢} = ٤ نق$_{١}$

نق$_{٢}$ = نق$_{١}$ × (٣)^{٢} = ٩نق$_{١}$ وهكـذا

* نسبة إنصاف أقطار المدارات المتتالية لذرة الهيدروجين هي: ١: ٤ : ٩ : ١٦ وهكـذا

∴ مدارات الإلكترون

هي مدارات مكممة ومسموح للإلكترون أن يتواجد فيها في ذرة الهيدروجين وليس في أي مدار.

ثانياً: حساب سرعة الإلكترون في مداره

بقسمة المعادلة (١) على المعادلة (٢) (البرهان غير مقرر وللإطلاع فقط)

$$\frac{ك_{هـ}\ ع_{ن}^{2}\ نق_{ن}}{ك_{هـ}\ ع_{ن}\ نق_{ن}} = \frac{ش^{2} \times ي}{ن\ \hbar}$$

$$\therefore\ ع_{ن} = \frac{ي \times ش^{2}}{ن\ \hbar}$$

بالتعويض عن قيم ى ، ش ، $\hbar$

وعليه تكون سرعة الإلكترون في المدار الأول أي ن = ١

ع١ = ٢.٢ × ١٠^٦ م/ث = ٢.٢ × ١٠^٨ سم/ث

$$\therefore\ \boxed{ع_{ن} \propto \frac{1}{ن}\ ع_{1}}\ \text{سم / ث}$$

أي أن سرعة الإلكترون تتناسب عكسياً مع رتبة المدار.

∴كلما زاد نصف قطر المدار أي أبتعد الإلكترون عن النواة قلت سرعته.

* وبإعطاء ن القيم ١، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ..... ∞ نجد أن سرعة الإلكترون في المدارات هي:

$$ع_{١}، ع_{٢} = \frac{1}{2}ع_{1}\ ، ع_{٣} = \frac{1}{3}ع_{1}، ع_{\infty} = \frac{1}{\infty}ع_{1} = \text{صفر}$$

∴ في هذه الحالة يكون الإلكترون خارج الذرة وغير مرتبط بالنواة (تأينت الذرة)

ملحوظة: **عندما ن = ∞ ∴ ع∞ = صفر**

ثالثاً: حساب الطاقة الكلية للإلكترون في مداره(حساب طاقة مستويات الطاقة المختلفة)

(البرهان غير مقرر وللإطلاع فقط)

عند دوران الإلكترون في مدار معين يكون له:

(١) طاقة حركة ناشئة عن حركته الدائرية:

$$\text{طا} = \frac{1}{2}\ ك\ ع^{٢} = ي\ \frac{ش^{2}}{2\ نق}$$

(٢) طاقة وضع ناشئة عن المجال الكهربي للنواة:

$$\text{طا} = ق \times ف = -\ ي\ \frac{ش^{2}}{نق}$$

حيث الإشارة السالبة تعني أن الإلكترون مرتبط بالنواة وذلك برسم مدار مقفل حولها أي يجب بذل شغل لإزاحة الإلكترون من موضعه إلى ما لانهاية.

$$\therefore\ \text{طاقة المستوى (طا}_{ن}) = ي\ \frac{ش^{2}}{2\ نق_{ن}} + (-\ ي\ \frac{ش^{2}}{نق_{ن}})$$

$$= -\ \frac{ش^{2}}{2\ نق_{ن}}$$

بالتعويض عن قيمة نق$_{ن}$ $\therefore$ طا$_{ن}$ = $\frac{ك_{2}\ ي^{2}\ ش^{4}}{2ن^{2}\ \hbar^{2}}$

ومنها نحصل على طاقة الإلكترون في المدار الأول ن = ١

$\therefore$ طا$_{١}$ = −١٣.٦ إلكترون فولت (أ.ق)

$$\therefore \text{طا}_{ن} = \frac{\text{طا}_{1}}{ن^2} \text{ أ . ف}$$

أي أن $\boxed{\text{طا}_{ن} \propto \frac{1}{ن^2}}$

∴ طاقة الإلكترون (أو طاقة المستوى) تتناسب عكسياً مع مربع رتبة المدار (العدد الكمي الرئيسي)

ملاحظة:

$$\boxed{1 \text{ أ.ف} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ جول والعكس } 1 \text{ جول} = \frac{1}{1.6} \times 10^{19} \text{ أ.ف}}$$

* وبإعطاء ن القيم ١ ، ٢ ، ٣، ..... ∞ نجد أن.

طا$_{1}$ = −١٣.٦ أ.ث ، طا$_{2}$ = $\frac{-13.6}{2^2}$ = $\frac{-13.6}{4}$ = −٣.٤ أ.ف

طا$_{3}$ = $\frac{-13.6}{3^2}$ = −١.٥١ أ.ف ، طا$_{4}$ = $\frac{-13.6}{4^2}$ = − ٠.٨٥ أ. ف

طا$_{\infty}$ = $\frac{13.6}{\infty}$ = صفر أ. ف

ومنها نستنتج:

١) الطاقات المسموحة للإلكترون أن يأخذها في داخل الذرة لها قيم محددة وليست أي طاقة.
∴ **تكون على شكل كمات من الطاقة وليست قيم متصلة ولذلك تسمى طاقات مكممة**

٢) طاقة الإلكترون سالبة ولذلك تزداد جبرياً بزيادة رتبة المدار أي كلما زاد العدد الكمي الرئيسي كلما ابتعد الإلكترون عن النواة زادت طاقته جبرياً.

٣) عندما ن = ∞ تكون طاقة الإلكترون صفر وفي هذه الحالة يكون الإلكترون حر غير مرتبط بالنواة ويقال أن الذرة تأينت أي فقدت إلكترون.

٤) خارج الذرة تكون طاقة الإلكترون موجبة لأنها عبارة عن طاقة حركية لحركة مستمرة (أي طاقة الوضع له = صفر) فينتج عن ذلك طيف إشعاعي متصل بينما داخل الذرة طاقته مكممة فينتج عن ذلك طيف خطي.

٥) طاقة التأين لذرة الهيدروجين أي الطاقة اللازمة لإخراج الإلكترون من المستوى الأرضي طا$_{1}$ إلى خارج الذرة طا$_{\infty}$ هو أن يمتص الإلكترون طاقة حيث:

hf = طا$_{\infty}$ − طا$_{1}$ = صفر − (−١٣.٦) = + ١٣.٦ أ.ف وتسمى بطاقة التأين لذرة الهيدروجين.

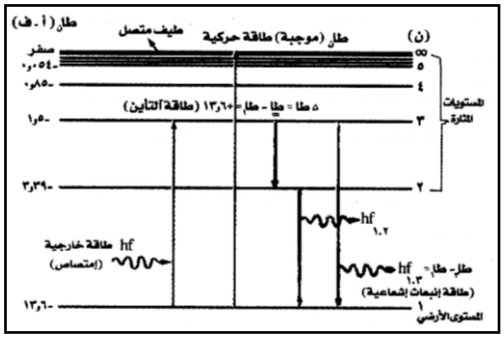
رابعاً: رسم مستويات الطاقة لذرة الهيدروجين:

من القيم السابقة لطاقة المستويات يمكن رسم مستويات الطاقة لذرة الهيدروجين ويسمى ذلك بمخطط مستوى الطاقة.

مخطط مستوى الطاقة:

هو مخطط تمثل فيه طاقة الإلكترون في كل مدار بمستوى أفقي يسمى مستوى الطاقة ويبين الانتقالات الممكنة للإلكترون بين هذه المستويات.

ومن الشكل يتضح أنها:



١) خطوط مستقيمة أفقيه متوازية.

٢) كل منها يوضح الطاقة التي يمكن أن تكون عليها الذرة.

٣) مستويات الطاقة تتزاحم بشدة كلما اقتربت ن من ∞ حتى يتعذر التمييز بينها.

٤) يمثل انتقال الإلكترون من مستوى طاقة إلى آخر بسهم رأسي ينتج عنه خط طيفي طاقته (***hf***) تساوي الفرق بين طاقتي هذين المستويين حسب فرضية بوهر الثالثة.

٥) الإلكترون البعيد عن النواة يمتلك طاقة أكبر فيكون أكثر نشاطاً وفاعلية ويدخل في التفاعلات الكيميائية ويكون غير مستقر لأنه مثار باكتسابه طاقة فيعود ثانية إلى مكانة الأصلي فاقداً الطاقة التي امتصها على شكل إشعاع طيفي أما الإلكترون القريب من النواة فعلى العكس حيث يمتلك طاقة أقل فيكون أكثر استقراراً.

مثال(٢):

احسب أنصاف أقطار المدارات ٢ ، ٣ لذرة الهيدروجين. واحسب كذلك سرعة الإلكترون في كل منها وطاقته. علماً بأن نق$_{١}$ = ٠.٥٢٨ أنجستروم، ع$_{١}$ = ٢.٢ × ١٠^{٨}سم/ث ،ط$_{١}$= -١٣.٦ أ.ف

الإجابة النموذجية :

نق$_{١}$ = ٠.٥٢٨ ع$_{١}$ = ٢.٢ × ١٠^{٨} ط$_{١}$= -١٣.٦

نق$_{٢}$= ؟ نق$_{٣}$=؟ ع$_{٢}$=؟

ع$_{٣}$ =؟ ط$_{٢}$=؟ ط$_{٣}$= ؟

١) ∵ نق$_{ن}$ = نق$_{١}$ × ن^{٢}

∴ نق$_{٢}$ = ٠.٥٢٨ × ٢^{٢} = ٠.٥٢٨ × ٤ = ٢.١١٢ أنجستروم (A^{o})

نق$_{٣}$ = ٠.٥٢٨ × ٣^{٢} = ٠.٥٢٨ × ٩ = ٤.٧٥٢ أنجستروم (A^{o})

ملاحظة:

إذا طلب نصف القطر بوحدة السنتيمتر والمتر نحولها كما يلي:

نق$_{٢}$ = ٢.١١٢ أنجستروم = ٢.١١٢ × ١٠$^{-٨}$ سم = ٢.١١٢ × ١٠$^{-١٠}$ م

٢) ∵ ع$_{ن}$ = $\frac{ع_{1}}{ن}$

∴ ع$_{٢}$ = $\frac{2,2\times10^{8}}{2}$ = ١.١ × ١٠^{٨}سم = ١.١ × ١٠^{٦} م

ع$_{٣}$ = $\frac{2,2\times10^{8}}{3}$ = ٠.٧٣ × ١٠^{٨} سم/ث = ٠.٧٣ × ١٠^{٦}م/ث

٣) ∵ ط$_{ن}$ = $\frac{ط_{1}}{ن^{2}}$

∴ ط$_{٢}$ = $\frac{13,6}{2^{2}}$ = $\frac{13,6-}{4}$ = -٣.٤ أ.ف

∴ ط$_{٣}$ = $\frac{13,6}{3^{2}}$ = $\frac{13,6-}{9}$ = -١.٥١ أ.ف

انبعاث الضوء من ذرة بوهر وحساب الأطوال الموجية لطيفها:

من الشكل السابق الذي يمثل مستويات الطاقة يتبين أنه عندما ينتقل إلكترون من مستوى طاقة أعلى ابتدائية (ط$_{i}$)إلى مستوى طاقة أقل نهائية (ط$_{f}$) فإن الفرق في الطاقة بين المستويين يظهر في صورة إشعاع ضوئي (فوتون) طاقته (***hf***) حيث:

hf = ط$_{i}$ - ط$_{f}$

∴ ***f*** = $\frac{ط_{i}}{h}-\frac{ط_{f}}{h}$

∵ ***f*** = $\frac{ع_{ض}}{\lambda}$ حيث ع$_{ض}$ سرعة الضوء المنبعث، λ الطول الموجي له.

∴ ***f*** = $\frac{ع_{ض}}{\lambda}$ = $\frac{ط_{i}}{h}-\frac{ط_{f}}{h}$

∵ ط$_{i}$ = $\frac{-ط_{1}}{ن_{i}^{2}}$ ، ط$_{f}$ = $\frac{-ط_{1}}{ن_{f}^{2}}$

∴ $\frac{ع_{ض}}{\lambda}$ = $\frac{-ط_{1}}{ن_{i}^{2}h}-\frac{-ط_{1}}{ن_{f}^{2}h}$ ⇐ $\frac{ع_{ض}}{\lambda}$ = $\frac{ط_{1}}{h}$ ($\frac{1}{ن_{f}^{2}}-\frac{1}{ن_{i}^{2}}$)

∴ $\frac{1}{\lambda}$ = $\frac{ط_{1}}{h\times ع_{ض}}$ ($\frac{1}{ن_{f}^{2}}-\frac{1}{ن_{i}^{2}}$)

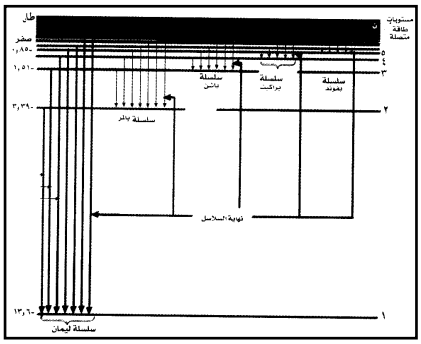
وبالتعويض عن قيم الثوابت ***h*** ، ع$_{ض}$، ط$_{١}$ نحصل على مقدار ثابت هو ١٠٩٧٣٧.٣١سم$^{-١}$ وهو يقترب فعلاً من R_H للهيدروجين الذي يساوي ١٠٩٦٧٧.٥٨سم$^{-١}$

$$\left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2}\right) R_H = \frac{1}{\lambda} \quad \therefore$$

ملاحظة:

هذه العلاقة هي نفس العلاقة التجريبية التي أوجدها بالمر والمذكورة سابقة ومن هذه يمكن الحصول على سلاسل طيف ذرة الهيدروجين التي سميت بأسماء مكتشفيها كما يلي:

(١) سلسلة ليمان:



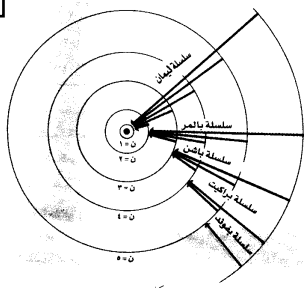
تنشأ عندما ينتقل الإلكترون من أي مستوى طاقة أعلى إلى مستوى الطاقة الأول.

$\therefore n_f = 1 \quad n_i = 2 \ ، \ 3 \ ، \ 4 \ ، \ 5$

..... ∞

وهي مجموعة من خطوط الطيف تمتاز بترددها العالي وقصر طولها الموجي حيث تقع في منطقة الأشعة فوق البنفسجية.

(٢) سلسلة بالمـر:



تنشأ عندما ينتقل الإلكترون من أي مستوى طاقة أعلى إلى مستوى الطاقة الثاني.

$\therefore n_f = 2 \quad n_i = 3 \ ، \ 4 \ ، \ 5$ ..... ∞

وهي مجموعة من خطوط الطيف تمتاز بكبر طولها الموجي نسبياً حيث تقع في منطقة الضوء المرئي.

(٣) سلسلة باشـن:

تنشأ عندما ينتقل الإلكترون من أي مستوى طاقة أعلى إلى مستوى الطاقة الثالث.

$\therefore n_f = 3 \quad n_i = 4 \ ، \ 5 \ ، \ 6 \ ، \ 7$ ..... ∞

وهي مجموعة من خطوط الفيض تمتاز بأن طولها الموجي أكبر نسبياً من سلسلة ليمان بالمر ولذلك تظهر في منطقة الأشعة تحت الحمراء.

(٤) سلسلة براكـت:

تنشأ عندما ينتقل الإلكترون من أي مستوى طاقة أعلى إلى مستوى الطاقة الرابع.

$\therefore n_f = 4 \quad n_i = 5 \ ، \ 6 \ ، \ 7 +$ ..... ∞

وهي مجموعة **من خطوط الفيض** تمتاز بأن طولها الموجي كبير جداً ولذلك تظهر في منطقة الأشعة تحت الحمراء البعيدة.

(٥) سلسلة بفونـد:

تنشأ عندما ينتقل الإلكترون من أي مستوى طاقة أعلى إلى مستوى الطاقة الخامس.

$\therefore n_f = 5 \quad n_i = 6 \ ، \ 7 \ ، \ 8$ ..... ∞

وهي مجموعة من خطوط الفيض تمتاز بأن طولها الموجي كبير نسبياً عن سلسلة براكت ولذلك تظهر في منطقة الأشعة تحت الحمراء البعيدة.

ملاحظة هامه

$$\because \quad \frac{h\varepsilon}{\lambda} = hf \qquad \text{لأن} \quad \frac{\varepsilon}{\lambda} = f$$

$\therefore$ الطول الموجي للشعاع يتناسب عكسياً مع التردد وأيضاً مع طاقة الشعـــاع.

$\therefore$ أقصر الأطوال الموجية لسلسلته هو الذي يمتلك أكبر طاقة وأكبر تردد.

وأطول الأطوال الموجية لسلسلته هو الذي يمتلك أصغر طاقة وأصغر طاقة.

فمثـــلاً:

سلسلـة ليمـــان:

أقصر الأطوال الموجية لها عندما يعود الإلكترون من المستوى الأخير ($n_I = \infty$)
إلى المستوى الأول ($n_f = 1$)

وأطول الأطوال الموجية عندما يعود من المستوى الثاني ($n_I = 2$) إلى المستوى الأول($n_f = 1$).

وكذلك في سلسلة بالمر:

أقصر الأطوال الموجية عندما $n_I = \infty$ $\quad$ $n_f = 2$

أطول الأطوال الموجية عندما $n_I = 3$ $\quad$ $n_f = 2$

وهكذا لبقية السلاسل.

مثال(٣):

احسب أقصر وأطول الأطوال الموجية في سلسلة ليمان/ بالمر؟ (R_H=١٠٩٦٧٧.٦سم$^{-1}$).

الإجابة النموذجية :

$$\because \frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_I^2}\right)$$

(١) سلسلة ليمان:

أقصر الأطوال الموجية عندما $n_f = 1$ $\quad$ $n_I = \infty$

$$\therefore \frac{1}{\lambda} = R_H \quad R_H = \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty}\right) \quad R_H = (1 - \text{صفر})$$

$$\therefore \lambda = \frac{1}{R_H} = \frac{1}{109677.6} = 9.118 \times 10^{-6} \text{سم} = 9.118 \times 10^{-6} \times 10^{8} = 911.8$$

أنجستروم

أطوال الأطوال الموجية عندما $n_f = 1$ $\quad$ $n_I = 2$

$$\therefore \frac{1}{\lambda} = R_H \quad R_H = \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2}\right) \quad R_H = \left(1 - \frac{1}{4}\right) R_H = \frac{3}{4} \times R_H$$

$$\therefore \lambda = \frac{1}{R_H \times 3} = \frac{4}{109677.6 \times 3} = 1.216 \times 10^{-5} \text{سم} = 1.216 \times 10^{-5} \times 10^{8} = 1216$$

أنجستروم

(٢) سلسلة بالمر:

أقصر الأطوال الموجية عندما $n_f = 2$ $\quad$ $n_I = \infty$

$$\therefore \frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{\infty}\right) \quad R_H = \frac{1}{4} \times R_H$$

$$\therefore \lambda = \frac{1}{R_H} = \frac{4}{109677.6} = 3.647 \times 10^{-5} \text{سم} = 3.647 \times 10^{-5} \times 10^{8} = 3647$$

أنجستروم

أطوال الأطوال الموجية عندما $n_f = 2$ $\quad$ $n_I = 3$

$$\therefore \frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right) \quad R_H \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9}\right) \times \frac{9-4}{36} R_H$$

$$\frac{5}{36} \times R_H = \frac{1}{\lambda}$$

$\therefore \lambda = \frac{36}{R_H \times 5} = \frac{36}{109677.6 \times 5} = ٦.٥٦٥ \times ١٠^{-٥}$ سم $= ٦.٥٦٥ \times ١٠^{-٥} \times ١٠^{٨} = ٦٥٦٥$ أنجستروم

مثال(٤):

احسب طول موجة الضوء المنبعث من ذرة الهيدروجين عندما ينتقل من مستوى الطاقة ن = ٥ إلى مستوى الطاقة ن = ٣. وكذلك أوجد تردده علماً بأن سرعة الضوء ٣×١٠^{٨} م/ث.

الإجابة النموذجية :

$ن_f = ٣$ $ن_I = ٥$ $ع = ٣ \times ١٠^{٨}$

١) $\because \frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{ن_f^2} - \frac{1}{ن_I^2}\right)$

$\therefore \frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{5^2}\right) = R_H \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{25}\right) = R_H \times \frac{25-9}{225}$

$\frac{16}{225} \times R_H = \frac{1}{\lambda}$

$\therefore \lambda = \frac{225}{R_H \times 16} = \frac{225}{109677.6 \times 16} = ١٢٨٢٢ \times ١٠^{-٨}$ سم $= ١٢٨٢٢$ أنجستروم

$\because f = \frac{ع}{\lambda} \Leftarrow \therefore f = \frac{3 \times 10^{8}}{12822 \times 10^{-10}} = ٢.٣ \times ١٠^{١٤}$ هرتز

ويقع هذا الطيف في سلسلة باشن.

مثال(٥):

احسب العدد الموجي لخطوط الطيف المنبعثة نتيجة الانتقال الإلكتروني من مستوى الطاقة ن= ٣.٢ إلى مستوى الطاقة ن = ١. وكذلك احسب طولها الموجي.

الإجابة النموذجية :

$\frac{1}{\lambda} = ؟$ $\lambda = ؟$

(١) $ن_f = ١$ $ن_I = ٢$

$\because \frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{ن_f^2} - \frac{1}{ن_I^2}\right)$

$\therefore \frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2}\right) = R_H \left(١ - \frac{1}{4}\right) = R_H \times \frac{3}{4}$

$\therefore \frac{1}{\lambda} = ١٠٩٦٧٧.٦ \times \frac{3}{4} = ٨٢٢٥٨.٢$ سم$^{-١}$

$\lambda = \frac{1}{82258.2} = ١٢١٦ \times ١٠^{-٨}$ سم $= ١٢١٦٠$ أنجستروم

(٢) $ن_f = ١$ $ن_i = ٣$

$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2}\right) = R_H \left(١ - \frac{1}{9}\right) = \frac{8}{9} \times R_H = \frac{8}{9} \times ١٠٩٦٧٧.٦$

$\frac{1}{\lambda} = ٩٧٤٩١.٢$ سم$^{-١}$

$$\lambda = \frac{1}{974912} = ١٠٢٦ \times ١٠^{-٨}\text{سم} = ١٠٢٦\text{أنجستروم}.$$

مثال(٦):

أثيرت ذرة الهيدروجين فانتقل الإلكترون من مستوى الطاقة الأول إلى مستوى الطاقة الثاني احسب:

(١) طاقة الإثارة (الطاقة الممتصة) بالجول.
(٢) تردد الإشعاع الضوئي الناتج.
(٣) الطول الموجي للإشعاع المنبعث.

[طا١ = -١٣.٦أ.ف.ع = ٣×١٠^٨م/ث
h = ٦.٦٢٥ × ١٠^-٣٤ جول.ث]

الإجابة النموذجية :

طا١ = - ١٣.٦ ع = ٣ × ١٠^٨

(١) ∵ طان = $\frac{\text{طا}_1}{n^2}$ ⇐ ∴طا٢ = $\frac{-13{,}6}{2^2}$ = $\frac{-13{,}6}{4}$ = -٣.٤ أ.ف

∵ طا = طا٢ - طا١

∴ طا = -٣.٤ - (-١٣.٦) = - ٣.٤ + ١٣.٦ = ١٠.٢ أ.ف

∴ طا = ١٠.٢ × ١.٦ × ١٠^-١٩ جول = ١٦.٣٢ × ١٠^-١٩ جول.

(٢) ∵ طان = hf ⇐ $f = \frac{\text{طا}}{h} = \frac{16{,}32 \times 10^{-19}}{6{,}625 \times 10^{-34}}$ = ٢.٤٦ × ١٠^١٥ هرتز.

(٣) ∵ $\lambda = \frac{ع}{f}$ ⇐ $\lambda = \frac{3 \times 10^{8}}{2{,}46 \times 10^{15}}$ = ١.٢١٩٥ × ١٠^-٧م = ١٠×١.٢١٩٥×١٠^-٧×١٠^١٠ = ١٢١٩.٥ أنجستروم

مثال(٧):

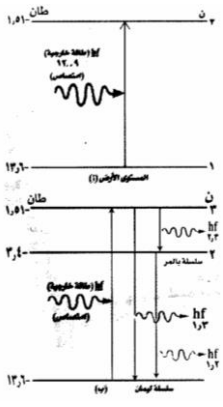
في أنبوبة أشعة المهبط أثيرت ذرات غاز الهيدروجين بقذفها بأشعة الكترونية منطلقة من المهبط طاقتها ١٢.٠٩ إلكترون فولت احسب:

١) طاقة المستويات المثارة في الذرة.
٢) الأعداد الكمية الرئيسية المناظرة لهذه المستويات.
٣) الأطوال الموجية التي يمكن أن تبعثها الذرة نتيجة لهذه الإثارة؟ وإلى أي سلسلة تنتمي إليها. (طا١ = -١٣.٦ أ.ف ، R_H = ١٠٩٦٧٧.٥٨سم^-١)

الإجابة النموذجية :

طا = ١٢.٠٩ أ.ف

١) يمتص إلكترون ذرة الهيدروجين الموجودة في المستوى الأرضي (طا١) هذه الطاقة (طا) ويتنقل إلى مستوى مثار (طان)



∵ طا = طان - طا١

∴ ١٢.٠٩ = طان -(-١٣.٦) ⇐ طان = ١٢.٠٩ + ١٣.٦

∴ طان = ١٢.٠٩ - ١٣.٦ = -١.٥١ أ.ف

∵ طان = $\frac{\text{طا}_1}{n^2}$ ⇐ ∴ن^٢ = $\frac{\text{طا}_1}{\text{طا}_n}$ = $\frac{13{,}6}{1{,}51}$ = ٣

∴ المستوى المثار الذي أنتقل إليه الإلكترون هو المستوى الثالث.

∴ طا٢ = $\frac{\text{طا}_1}{n^2}$ ⇐ طا٢ = $\frac{13{,}6}{2^2}$ = $\frac{13{,}6}{4}$ = -٣.٤ أ.ف

٢) ∴ المستويات المثارة هي ن = ٣.٢ وطاقاتها هي -٣.٤ ، -

١.٥١ أ.ف على الترتيب.

٣) لحساب الأطوال الموجية للطيف المنبعث هناك احتمالان:

(أ) يعود الإلكترون من المستوى الثالث إلى المستوى الأول وينتج طول موجي $\lambda_{2,3}$ (سلسلة ليمان)

(ب) يعود الإلكترون من المستوى الثالث إلى المستوى الثاني وينتج طول موجي $\lambda_{2,3}$ (سلسلة بالمر) ثم يعود من الثاني إلى المستوى الأول وينتج طول موجي $\lambda_{1,2}$ (سلسلة ليمان)

$$\because \frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n_f^2}, \frac{1}{n_i^2}\right)$$

$$\therefore \frac{1}{\lambda_{1,3}} = R_H \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2}\right) = R_H \left(1 - \frac{1}{9}\right) = R_H \times \frac{8}{9}$$

$$\therefore \lambda_{1,3} = \frac{1}{R_H \times 8} = \frac{9}{109677.58 \times 8} = ١٠٢٦ \times ١٠^{-٨} \text{سم} = ١٠٢٦ \text{ أنجستروم}$$

$$\therefore \frac{1}{\lambda_{1,2}} = R_H \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2}\right) = R_H \left(1 - \frac{1}{4}\right) = R_H \times \frac{3}{4}$$

$$\therefore \lambda_{1,2} = \frac{4}{R_H \times 3} = \frac{4}{109677.58 \times 3} = ١٢١٦ \times ١٠^{-٨} \text{سم} = ١٢١٦ \text{ أنجستروم}$$

وهذان الخطان ينتميان إلى سلسلة ليمان.

$$\therefore \frac{1}{\lambda_{2,3}} = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right) = R_H \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9}\right) = R_H \times \frac{5}{36}$$

$$\therefore \lambda_{2,3} = \frac{36}{R_H \times 5} = \frac{36}{109677,58 \times 5} = ٦٥٦٥ \times ١٠^{-٨} \text{سم} = ٦٥٦٥ \text{ أنجستروم}$$

وهذا الخط هو الأول في سلسلة بالمر.

حدود إمكانية نظر بوهر (النجاحات – الإخفاقات)

المميـزات:

١) نجح في تفسير طيف ذرة الهيدروجين والذرات المتشابهة أحادية الإلكترون.

٢) نجح حساب طاقة التأين لها وحساب إنصاف أقطار المرارات وطاقتها وسرعة الإلكترون فيها بأسس نظرية بحته تطابقت مع الحساب المعملية لها.

العيـوب:

١) لم ينجح في تفسير أطياف الذرات متعددة الإلكترونات أي الأكثر تعقيداً من ذرة الهيدروجين.

٢) لم ينجح في تفسير أطياف الذرات الواقعة في مجال مغناطيس خارجي حيث كانت خطوطها الطيفية تتحلل إلى خطوط فرعية متقاربة في أطوالها الموجية تظهر عند تحليلها بمطياف تحليل قدرته كبيرة.

٣) لم ينجح في تفسير اختلاف خطوط الطيف في شدتها بمعنى توجد احتمالات لانتقال الإلكترون بين مستويات الطاقة مختلفة وليست ثابتة.

٤) بنى نظريته على أساس أن الإلكترون جسيم فقط واتضح بعد ذلك أن له طبيعة موجية ولذلك من المستحيل تحديد مكانة وسرعته في وقت واحد نتيجة لهذه العيوب اقترح سمر فيلد بعض التعديلات على نموذج بوهر لتحسينه.

نموذج (بوهر/ سمر فيلد):

١) مدارات الإلكترون حول النواة على شكل قطع ناقص لأن مسار أي جسم تحت تأثير أي قوة تتناسب عكسياً مع مربع المسافة (مثل القوة الكهربية المؤثرة على الإلكترون) هو بشكل عام

قطع ناقص والمسار الدائري الذي اقترحه بوهر للإلكترون هو حالة خاصة من الحالة العامة.

٢)نتيجة لهذا يوجد عدد كمي آخر يسمى العدد الكمي السمتي أو الثانوي ($ن_{\theta}$)

حيث $ن_{\theta}$ = ١ ، ٢ ، ٣ ، ..... ن

٣)يؤدي هذا إلى أن ينقسم كل مدار (مستوى) أساسي إلى مدارات فرعية.

فمثلاً:

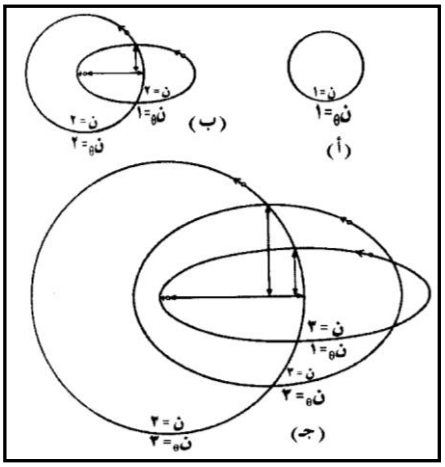
المستوى الأساسي ن = ٢ ينقسم إلى مستويين فرعيين $ن_{\theta}$ = ١ ، ٢ (***S, P***)

المستوى الأساسي ن = ٣ ينقسم إلى٣ مستويات فرعية $ن_{\theta}$ = ١ ، ٢ ، ٣ (***s,p,d***)

المستوى الأساسي ن = ١ لا ينقسم ومداره يمثل مسار دائري $ن_{\theta}$ = ١ (***S***)

علل: عند تحليل طيف ذرة الهيدروجين بمطياف تحليل قدرته عالية تظهر خطوط فرعية متقاربة للخطط الطيفي الواحد.

ج/ لأن كل مستوى أساسي ينقسم إلى مستويات فرعية متقاربة فتظهر عدد من الخطوط تساوي عدد المستويات الفرعية لكل خط.



تعاريف

١) **علم الفيزياء ينقسم إلى:**
(١) **الفيزياء التقليدية:** العلم الذي يفسر الظواهر الطبيعية للأنظمة العيانية.
(٢) **الفيزياء الحديثة:** العلم الذي يفسر سلوك الجسيمات الصغيرة جداً للأنظمة المجهرية.

٢) **نظرية دالتون الذرية:** المادة تتكون من ذرات غير قابلة للهدم أو الانقسام.

٣) **نموذج طومسون الذري:** الذرة شبيهة بكرة مصمتة تتوزع بداخلها الشحنات الموجبة بانتظام وتتخللها الإلكترونات السالبة بحيث يكون مجموعها مساوياً للشحنة الموجبة.

٤) **الطيف المتصل:** هو الطيف الذي يحتوي على عدد كبير من الأطوال الموجية بشكل مستمر ومثال لهُ طيف المصادر الضوئية/ الشمس.

٥) **الطيف الخطي:** هو الطيف الذي يحتوي على عدد محدود من الأطوال الموجية بشكل خطوط منفصلة.
* مثـــــال لـــــــهُ: العناصر الكيميائية.
* يستفاد منهُ: في الكشف عن المعادن والتمييز بينها.

٦) **أنواع الطيف الخطي:**
(١) طيف انبعاث: هي الألوان الناتجة من العنصر عند تسخينه.
(٢) طيف امتصاص: هي الخطوط السوداء الناتجة عند سقوط ضوء على العنصر.

٧) **قانون كيرشوف:** العناصر الكيميائية عندما تثار بالتسخين فإنها تشع نفس الألوان التي تمتصها حيث لكل عنصر ألوان خاصة يمتصها.

٨) **طرق إثارة العنصر الكيميائي:**
١) قذف غاز العنصر في أنابيب التفريغ بإلكترونات فيمتص طاقتها أو جزء منها.
٢) سقوط أشعة ضوء عليه فيمتصها.
٣) تسخين العنصر.

٩) **طيف ذرة الهيدروجين:**
(١) تظهر خطوط طيف تترتب في مجموعات تسمى بسلاسل الأطياف.
(٢) الفرق بين الأطوال الموجية لخطوط ا لطيف تتناقص بسرعة كلما اتجهنا نحو الموجات الأقصر.

١٠) **نموذج رذرفور الذري:**
(١) تتركز الشحنة الموجبة للذرة ومعظم كتلتها في النواة.
(٢) تتوزع الإلكترونات السالبة حول النواة في مدارات بحيث تتعادل شحنتها مع الشحنة الموجبة للنواة.
(٣) معظم حجم الذرة المحيط بالنواة فراغ.

١١) **إشعاع الجسم الأسود المثالي:** ينبعث إشعاع حراري عند تسخينه يعتبر طيف مستمر (متصل) وقد عجز علماء الفيزياء التقليدية عن وضع صيغة رياضية لتفسير طيفه.

١٢) **الجسم الأسود المثالي:** هو الجسم الذي يمتص جميع الأطوال الموجية أو يشعها.

١٣) **مبدأ الكم لبلانك:**
(١) ينبعث الإشعاع من الجسم الأسود الساخن نتيجة اهتزاز جزيئات أو ذرات سطحه وتسمى بالمهتزات.
(٢) المهتزات لا تنبعث بالطاقة الإشعاعية بشكل مستمر وإنما على شكل كمات.
(٣) الكم لا يقبل الانقسام ولذلك فإن امتصاص (انبعاث الطاقة يتم بصورة متقطعة وليس مستمر).

١٤) **فروض نظرية بوهر:**
(١) يتحرك الإلكترون حول النواة في مدارات دائرية دون أن تشع الذرة طاقة.
(٢) المدارات المستقرة المكممة تجعل كمية التحرك الزاوي للإلكترون يأخذ قيم محددة.
(٣) لا تشع الذرة طاقة طالما بقى الإلكترون في مدارة ولكنها تشع أو تمتص كمية محددة من الطاقة عند انتقال الإلكترون من مستويات الطاقة.

١٥) مخطط مستوى الطاقة: هو مخطط تمثل فيه طاقات الإلكترون في المدارات المختلفة بمستوى أفقي ويبين انتقالات الإلكترون.

١٦) نموذج بوهر سمرفيلد : ١) مدارات الإلكترون حول النواة على شكل قطع ناقص بشكل عام.
٢) يوجد عدد كمي آخر يسمى العدد الكمي السمتى.
٣) يؤدي هذا أن ينقسم كل مدار أساسي إلى مدارات فرعية.

القوانين

١) حساب كمية التحرك الزاوي للإلكترون:

$$ك_e \, ع_e \, نق_ن = ن \hbar = \frac{ن \, h}{\pi 2}$$ كجم.م^2/ث

٢) حساب نصف قطر المدار:

$$نق_ن = نق_1 \times ن^2$$ سم

٣) حساب سرعة الإلكترون في المدار:

$$ع_ن = \frac{ع_1}{ن}$$ سم/ث

٤) حساب طاقة الإلكترون (طاقة المدار) أو العدد الكمي ا لرئيسي للمستوى(رتبة المدار):

$$طا_ن = \frac{طا_1}{ن^2}$$ أ. ف

٥) حساب الطول الموجي/ العدد الموجي:

$$R_H = \frac{1}{\lambda} \left(\frac{1}{ن_I^2} - \frac{1}{ن_f^2} \right)$$ أ. ف

٦) حساب الطاقة الممتصة أو المنبعثة:

$$طا_f - طا_I = (hf) \, طا$$

أو طا = طا$_ن$ – طا$_1$ أ.ف

٧) حساب تردد الضوء/ الطول الموجي:

$$f = \frac{ع_{ض}}{\lambda}$$ هرتز

$$f = \frac{طا_ن}{h}$$ هرتز

التعليلات :

	الحقيقة العلمية	التعليل (التفسير)
١	إلغاء الشق الثاني من نظرية دالتون أو (فشل النظرية)	لاكتشاف الإلكترونات السالبة والأيونات الموجبة ولذلك فإن الذرة يمكن أن تفقد أو تكتسب بعض مكوناتها وعليه يجب إلغاء أن الذرة لا يمكن هدمها أو انقسامها.
٢	يعتبر نموذج طومسون أول نموذج ذري.	لأنه ظهر بعد اكتشاف الإلكترون وإثباته أن الذرة متعادلة كهربياً نجح في تفسير بعض خواص المادة.
٣	طيف المصادر الضوئية مستمر بينما طيف العناصر الكيميائية خطي.	لأن طيف المصادر الضوئية يحتوي على عدد كبير من الأطوال الموجية بشكل مستمر أما العناصر فطيفها يحتوي على عدد محدود من الأطوال الموجية بشكل منفصل.
٤	عند سقوط ضوء على ذرة الهيدروجين تظهر خطوط سوداء.	لأن الهيدروجين يمتص ألوان معينة من الضوء الساقط عليه هي نفسها التي يشعها عند تسخينه حسب قانون كيرشوف.
٥	تصنيف طيف ذرة الهيدروجين في سلاسل.	لأن خطوط طيفها تنتظم في تراتيب معينة تصنف إلى مجموعات تسمى بسلاسل الطيف.

	الحقيقــة العلميــة	التعليــل (التفسيــر)
٦	فشل نموذج طومسون الذري.	لأنه لم يستطع تفسير الطيف الخطي المشاهد لسلسلة بالمر لذرة الهيدروجين ولأنه لم يستطيع تفسير تشتت جسيمات ألفا الساقطة على صفيحة الذهب.
٧	انحـراف وانعكـاس أو ارتـداد عدد قليل من جسيمات ألفا عند اصطدامها بصفيحة ذهب.	لوجوده في مركز كل ذرة نواة موجبة فتتنافر معها (دقائق ألفا بزوايا مختلفة حسب اقترابها من المركز)
٨	نفــاذ معظــم جســيمات ألفــا الساقطة علـى صـفيحة الـذهب دون انحراف.	لأن معظم حجم الذرة المحيط بالنواة فراغ تدور فيه الإلكترونات ونظراً لصغر كتلتها فإنها لا تؤثر على جسيمات ألف السريعة.
٩	فشل نموذج رذرفورد الذري.	لأنهُ حسب النظرية الكهرومغناطيسية التقليدية يحدث تعجيل لشحنة الإلكترون فيشع طاقة بصورة مستمرة ويفقد طاقته تدريجياً حتى يقع في النواة ويندمج معها.
١٠	تظهـر قطعـة حديـد عنـد بدايـة التسخين معتمة ثم تبدأ بالتوهج بعد ذلك رفع درجة الحرارة.	لأنـه في بداية التسخين ينبعث إشعاع حراري طاقته صغيرة يقع في منطقة الأشعة تحت الحمراء وهي لا ترى لذلك يظهر معتم وبزيادة الحرارة تزداد طاقة الإشعاع ويظهر في منطقة الضوء المرئي فيعطي ألوان أحمر/ برتقالي..... ثم الأبيض.
١١	مشكلة (معضلة) الجسم الأسود الساخن.	لعجـز علمـاء الفيزيـاء التقليديـة عـن وضـع صـيغة رياضية تعبر عن المنحنى التجريبي لطيف الجسم الأسود.
١٢	انبعاث الضوء من ذرة بوهر	يحَدثُ ذلكَ عندما ينتقل الإلكترون من مستوى طاقة أعلى إلى مستوى طاقة أقل فيفقد طاقة في صورة ضوء.
١٣	تـزداد سـرعة الإلكتـرون كلمـا اقترب من النواة.	لأن سرعته تتناسب عكسياً مع رتبة المدار ولذلك كلما اقترب تقل رتبة المدار فتزداد سرعته.
١٤	لا يوجد الإلكترون في الذرة إلا في مدارات محددة	لأن مـدارات الإلكتـرون مكممـة ولـذلك يسـمح لـهُ بالتواجد فيها وليس في أي مدارات.
١٥	تـزداد طاقـة الإلكتـرون جبريـاً كلما ابتعد عن النواة.	لأن طاقة الإلكترون سالبة وهي تتناسب عكسياً مع مربع رتبه المدار لذلك تزداد جبرياً كلما أبتعد عن النواة.
١٦	الطيــف النــاتج عــن حركــة الإلكتـرون فـي الـذرة طيـف خطي بينما خارج الذرة خطية مستمر.	لأن طاقة الإلكترون داخل الذرة مكممة أي لها قيم محددة ولذلك ينتج عن حركته طيف خطي أما خارج الذرة فطاقته موجبة لأنها طاقة حركية لحركة مستمرة فينتج عن حركته طيف مستمر.
١٧	الإلكترون البعيد عن النواة غير مستقر ويشترك في التفاعلات الكيميائيـة بعكـس الإلكتـرون القريب من النواة.	لأن طاقته كبيرة فيعتبر غير مستقر لذلك إما يعود إلى المستوى الأصلي فاقداً طاقته في صورة طيف خطي أو ينتقل خارج الذرة في التفاعلات الكيميائية بعكس الإلكترون القريب فهو مستقر لأن طاقته صغيرة.
١٨	طاقـة التـأين لـذرة الهيـدروجين ١٣.٦ أ.ف	لأنها تمثل الطاقة التي يجب أن يمتصها الإلكترون لنقله من المستوى الأرضي (ط١) إلى المستوى

	الحقيقــة العلميــة	التعليــل (التفسيــر)
		(طا ∞) وهي تساوي الفرق بين طاقة المستويين.
١٩	مـدار الإلكتـرون حـول النـواة على شكل قطع ناقص.	لأن مسار أي جسم تحت تأثير قوة تتناسب عكسياً مع مربع المسافة هو بشكل عام قطع ناقص.
٢٠	عنـــد تحليـــل طيـــف ذرة الهيـدروجين بمطيـاف تحليـل قوي تظهر خطوط فرعية لكل خط طيف.	لأن كل مستوى أساسي ينقسم إلى مستويات فرعية متقاربـة فتظهـر خطـوط تسـاوي عـدد المسـتويات الفرعية.

الإجابات النموذجية لتقويم الوحدة من الكتاب المدرسي

س١/

(أ) عندما يُسخن الحديد يظهر في بداية التسخين معتماً ثم يبدأ بالاحمرار (إعط تفسيراً لذلك).

(ب) هل يمكن لذرة الهيدروجين وهي في حالتها الأرضية (أي إلكترونها في المستوى الأول) أن تطلق إشعاعاً، أو تمتص إشعاعاً مقدار طاقته (٦) إلكترون فولت؟ (إعط تفسيراً لجوابك).

(ج) هل يمكن أن تكون طاقة الربط لإلكترون ذرة الهيدروجين (أي طاقة الإلكترون داخل الذرة) موجبة و(لماذا)؟

جـ١/

أ) لأنه في بداية التسخين يكون الإشعاع الحراري عبارة عن إشعاعات طاقتها منخفضة أي طولها الموجي كبير فتقع في منطقة الأشعة تحت الحمراء وهي لا ترى بالعين المجردة **فيظهر** معتم وبارتفاع درجة الحرارة ينزاح الطيف المنبعث نحو مجال أعلى في الطاقة أي طولها الموجي قصير فيصدر إشعاعات مرئية باللون الأحمر ثم بقية الألوان.

ب) لا يمكن لذرة الهيدروجين أن تطلق إشعاعاً وهي في مستواها الأرض لأن معنى ذلك أن يفقد الإلكترون طاقته وينهار ويندمج مع النواة.

كما لا يمكن لها أن تمتص إشعاعاً بهذه الطاقة لأن أقل طاقة للامتصاص هو أن تنتقل من المستوى الأول إلى الثاني حيث:

الطاقة الممتصة طا = طا$_{٢}$ – طا$_{١}$

طا= –٣.٤ – (–١٣.٦)= – ٣.٤ + ١٣.٦ = ١٠.٢ أ . ف

ويلاحظ أنها أكبر من الطاقة المعطاة ٦ أ. ف

جـ) لا يمكن ذلك لأن هذا يعني أن الإلكترون في هذه الحالة يكون خارج الذرة وغير مرتبط بها أي يكون حر.

س٢/ ضع العلامة (☐) أمام العبارة الصحيحة والعلامة (⊙) أمام العبارة الخطأ:

أ) الجسم الأسود هو ذلك الجسم الذي يمتص جميع الأطوال الموجية. (☐)

ب) طيف عنصر الصوديوم هو طيف خطي. (☐)

ج) طيف الإشعاع الحراري هو طيف متصل. (☐)

د) العنصر الكيميائي لا يشع نفس الأطوال الموجية التي يمتصها. (⊙)

ه) مقدار طاقة التأين لذرة الهيدروجين هي (-١٣.٦) إلكترون فولت. (⊙)

و) في ذرة الهيدروجين، تقل طاقة الإلكترون كلما ابتعد عن النواة حتى تصبح طاقته في المدار الأخر = صفراً التي تناظر (ن = ∞). (⊙)

ز) تقل سرعة الإلكترون في ذرة الهيدروجين كلما اقترب من النواة (☐)

ح) يزداد نصف قطر المدار المسموح للإلكترون في ذرة الهيدروجين بزيادة مربع العدد الكمي الرئيسي (ن) (☐)

س٣/ ما هي معضلة الجسم الأسود؟

جـ٣) معضلة الجسم الأسود:

١) هو أنه يعطي طيف مستمر متصل يحتوي جميع الأطوال الموجية.

٢) عدم تمكن علماء الفيزياء التقليدية من إيجاد صيغة رياضية لتفسير المنحنى التجريبي لطيفة حيث كان يفترض زيادة الطاقة الإشعاعية بزيادة مربع التردد وهذا لم يحدث.

س٤/ ما هو مبدأ بلانك في التكميم؟

جـ٤) انظر.

س٥/ ما المقصود بالطيف المتصل والطيف الخطي ثم إعط مثالاً لكل منهما؟

جـ٥) انظر.

س٦/ أذكر عيوب نموذج رذر فورد.

جـ٦) انظر.

س٧/ ما هي فرضيات بوهر وما هي مبرراتها؟

جـ٧) انظر

س٨/ اذكر نجاحات نظرية بوهر وما هي إخفاقاتها؟

جـ٨) انظر

س٩/ ارسم مخطط مستوى الطاقة لكل من سلاسل ليمان وبالمر وباشن وبراكيت لذرة الهيدروجين.

جـ٩/ انظر.

س١٠/ احسب طول موجة الضوء المنبعث من ذرة الهيدروجين عندما ينتقل الإلكترون من المستوى المناظر لـ n_i = ٤ إلى المستوى النهائي الموافق لـ n_f = ٢، علماً بأن ثابت ريدبيرج R_H = ١٠٩٦٧٧.٦ سم$^{-١}$.

جـ١٠/ n_f = ٢ n_I = ٤ R_H = ١٠٩٦٧٧.٦

$\because \frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n_f^2}, \frac{1}{n_I^2}\right)$ $\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right) = R_H \left(\frac{1-4}{16}\right)$

$\therefore \lambda = \frac{16}{R_H \times 3} = \frac{16}{106677,6 \times 3}$ = ٤٨٦٣ × ١٠$^{-٥}$سم = ٤٨٦٣ أنجستروم (A^o)

س١١/احسب أقصر الأطوال الموجية وأطولها في سلسلة باشن مع العلم أن: R_H=١٠٩٦٧٧.٦سم$^{-١}$.

جـ١١/

١) أقصر الأطوال الموجية في سلسلة باشن هو أن يعود الإلكترون من ما لانهاية إلى مستوى٣

$\therefore n_f$ = ٣ $n_I = \frac{1}{\infty}$

$\because \frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{\infty}\right) = \frac{1}{9} \times R_H$

$\therefore \lambda = \frac{9}{R_H} = \frac{9}{109677,6}$ = ٨.٢٠٦ × ١٠$^{-٥}$سم = ٨٢٠٦ أنجستروم (A^o)

٢) أطول الأطوال الموجية هو أن يعون الإلكترون من المستوى ٤ إلى المستوى ٣.

$\therefore n_f$ = ٣ n_I = ٤

$\because \frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2}\right) = R_H \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{16}\right) = R_H \left(\frac{9-16}{144}\right) = \frac{7}{144} \times R_H$

$\therefore \lambda = \frac{144}{109677,6 \times 7}$ = ١.٨٧٥٦ ×١٠$^{-٤}$ سم = ١٨٧٥٦ أنجستروم(A^o)

س١٢/إذا كان أطول الأمواج لسلسلة ليمان هو ١٢١٦ ×١٠$^{-٨}$سم. أوجد قيمة ثابت ريدبيرج R_H.

ج١٢/ أطوال الأطوال الموجية في سلسلة ليمان عندما n_f = ١ n_I = ٢ $\lambda_{1,2}$=١٢١٦ ×١٠$^{-٨}$سم

$\because \frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n_f^2}, \frac{1}{n_I^2}\right)$

$\therefore \frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2}\right) = R_H \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{4}\right) \times \frac{3}{4}$

$\therefore R_H = \frac{4}{\lambda \times 3} = \frac{4}{1216 \times 10^{-8} \times 3}$ = ٠.٠٠١٠٩٦٤٩ × ١٠^{٨} = ١٠٩٦٤٩سم$^{-١}$

س١٣/ إذا كان نصف قطر بوهر (نصف قطر المدار الأول للإلكترون) في ذرة الهيدروجين نق١ = ٠.٥٢٨ × ١٠$^{-٨}$ سم، وسرعته على هذا المدار ع١ = ٢.٢ × ١٠^{٨}سم/ث، وطاقته ط١= -١٣.٦ (أ.ف)، احسب كلاً من نصف قطره (نقه) وسرعته (عه) وطاقته (طاه) على المدار الخامس.

ج١٣/

١) ∵ نقن = نق١ × ن^{٢} ⇐ ∴ نقه = ٠.٥٢٨ × ١٠$^{-٨}$ × ٥^{٢} = ٠.٥٢٨ × ١٠$^{-٨}$ × ٢٥

∴ نقه = ١٣.٢ × ١٠$^{-٨}$سم

٢) ∵ عن = $\frac{ع_1}{ن}$ ⇐ عه = $\frac{2,2\times10^{8}}{5}$ = ٠.٤٤ أ.ف

٣) ∴ طان = $\frac{ط_1}{ن^2}$ = $\frac{-13,6}{5^2}$ = $\frac{-13,6}{25}$ = - ٠.٥٤٤ أ.ف

س١٤/ أثيرت ذرة الهيدروجين بامتصاص شعاع ضوئي طاقته طا = (١٢.٧٥) إلكترون فولت، وما لبثت أن أطلقته على شكل ضوء ذي أطوال موجية مختلفة، احسب ما يلي:

- طاقة المستوى المثار (طان).
- العدد الكمي الرئيسي المرافق لهذا المستوى (ن).
- ارسم مخطط طاقة الأطوال الموجية لسلسلة بالمر المنبعثة نتيجة لهذه الإثارة. علماً بأن طاقة المستوى الأرضي (ط١) = -١٣.٦ (أ. ف) و R_H = ١٠٩٦٧٧.٦سم$^{-١}$.

جـ١٤)

١) ∵ طا = طان – ط١ ⇐ ١٢.٧٥ = طان – (-١٣.٦) ⇐ ١٢.٧٥ = طان + ١٣.٦

∴ طان = ١٢.٧٥ – ١٣.٦ = - ٠.٨٥ أ.ف

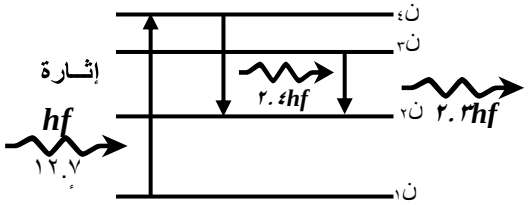
٢) ∵ طان = $\frac{ط_1}{ن^2}$ ⇐ ∴ ن^{٢} = $\frac{ط_1}{ط_ن}$ = $\frac{-13,6}{-0,85}$ ⇐ ن = $\sqrt{\frac{13,6}{0,85}}$ = ٤

∴ العدد الكمي الرئيسي للمستوى المثار هو المستوى الرابع.

٣) رسم مخطط الطاقة لسلسلة بالمر المنبعثة.

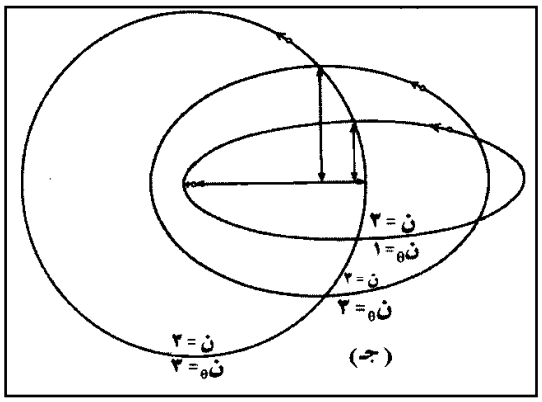
لاحظ إما يعود الإلكترون مباشرة إلى المستوى الثاني.

أو يعود الإلكترون إلى الثالث ثم يعود من الثالث إلى الثاني.



س١٥/ ارسم المدارات الممكنة في نموذج بوهر / سمرفيلد من أجل ن = ٤

جـ١٥)



تم التحميل من مدونة ملخصات الثانوية العامة

للمزيد قم بزيارة المدونة على الرابط التالي

https://ye-thirdsecondr.blogspot.com

ومدونة اقرا معي وتعلم على الانترنت على الرابط

https://aimn2013.blogspot.com