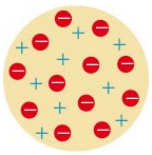
الفصل الثاني : الـــــذرة

2-1 :نموذج بور الذرى

مقدمة

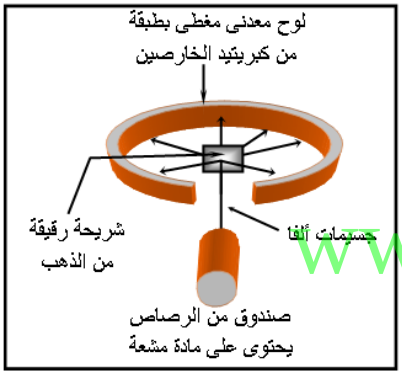


- فى نهاية القرن التاسع عشر اكتشف توسون الالكترونات السالبة واثبت ان الذرة تتكون من جسيمات دون ذرية .
- اعتقد ان المادة الموجبة الثقيلة تملأ الذرة ، وأن الالكترونات السالبة تتوزع خلال هذه المادة الموجبة تماما مثل حبات الزبيب داخل الفطيرة المسطحة .

النموذج النووي لرذرفورد

تجربة رذرفورد

- **أجراها العالمان** جيجر وماريسدن بناءا على اقتراح رذرفورد.



- **الجهاز المستخدم يتكون من**:-

1- لوح معدنى مغطى بكبريتيد الخارصين (كبريتيد الخارصين يعطى وميضاً عند سقوط جسيمات ألفا عليه).
2- مصدر لجسيمات ألفا.
3- شريحة رقيقة من الذهب.

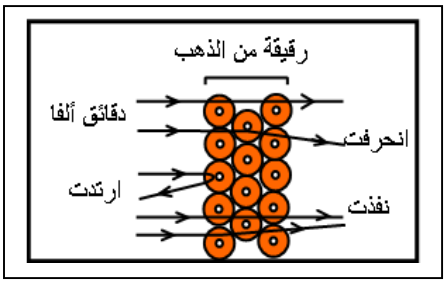
www.almanahj.com

- **خطوات التجربة**

1- قذف رذرفورد حزمة من جسيمات ألفا ناتجة من مصدر مشع على صفيحة رقيقة جدا من الذهب .
2- تم تحديد مكان وعدد جسيمات ألفا المصطدمة باللوح من خلال الومضات.

- **المشاهدة والاستنتاج**

المشاهدة	الاستنتاج
نفذت معظم جسيمات ألفا خلال الصفيحة دون انحراف.	معظم الذرة فراغ وليست كرة مصمتة
2- نسبة قليلة ارتد بزوايا كبيرة جدا زادت عن 90 درجة.	تتركز كتلة الذرة في النواة
3- بعضها انحرفت قليلا عن مسارها.	شحنة النواة موجبة مثل شحنة جسيمات ألفا لذا تنافرت معه.



- **النموذج النووي لرذرفورد**

من التجربة السابقة وتجارب أخرى تمكن رذرفورد من وضع النموذج التالى:-

1- معظم الذرة فراغ وهى متعادلة الشحنة .
2- توجد فى مركز الذرة نواة صغيرة جداً تتركز فيها كتلة الذرة- شحنتها موجبة .
3- تدور الإلكترونات حول النواة بسرعة كبيرة فى مدارات خاصة كما تدور الكواكب حول الشمس رغم قوى الجذب بينها وبين النواة . ولذلك سمي بـ " **نموذج الكواكب**".

- **سلبيات نموذج الكواكب**

1- لا يتفق نموذج الكواكب مع النظرية الكهرومغناطيسية . لان الالكترونات المتسارعة اثناء دورانها حول النواة تشع طاقة عن طريق انبعاث موجات كهرومغناطيسية ومعدل فقد الالكترون لطاقته يجعل مساره لولبيا حتى يحط اخيرا فى النواة خلال 10^{-9} ثانية .

2- يتوقع نموذج رذرفورد ان الالكترونات المتسارعة سوف تشع طاقتها عند كل الاطوال الموجية ولكن ثبت فعليا ان الضوء المنبعث من الذرات يشع عند اطوال موجية محددة فقط .

طيف الانبعاث وطيف الامتصاص

أولا: طيف الانبعاث

- **تعريفه** : ضوء ينبعث من الأجسام الساخنة و المتوهجة في نطاق محدد من الترددات .
أو مجموعة الأطوال الموجية الكهرومغناطيسية التي تنبعث من الذرة.

- **أنواعه**: **توجد أنواع عديدة لطيف الانبعاث وذلك بحسب حالة وتركيب المادة التي تصدر الطيف . وسنكتفي هنا بدراسة نوعين فقط.**

1- طيف الانبعاث الناتج من المواد الصلبة المتوهجة (طيف الانبعاث المستمر)
الطيف المنبعث من جسم ساخن او من مادة صلبة متوهجة مثل فتيلة المصباح الكهربي عبارة عن حزمة متصلة من الوان الطيف من الاحمر الى البنفسجى . وهو متشابه لجميع المواد الصلبة.

2- طيف الانبعاث الناتج من الغازات المتوهجة (طيف الانبعاث الخطي).
الطيف المنبعث من الغاز عبارة عن سلسلة من الخطوط المنفصلة ذات الوان مختلفة ، وتختلف تلك الخطوط من غاز لآخر.
فالضوء المنبعث يحتوي على أطوال موجية مميزة لذرات ذلك الغاز ، ولذلك يعتبر طيف الانبعاث للغازات مميزا للمادة.

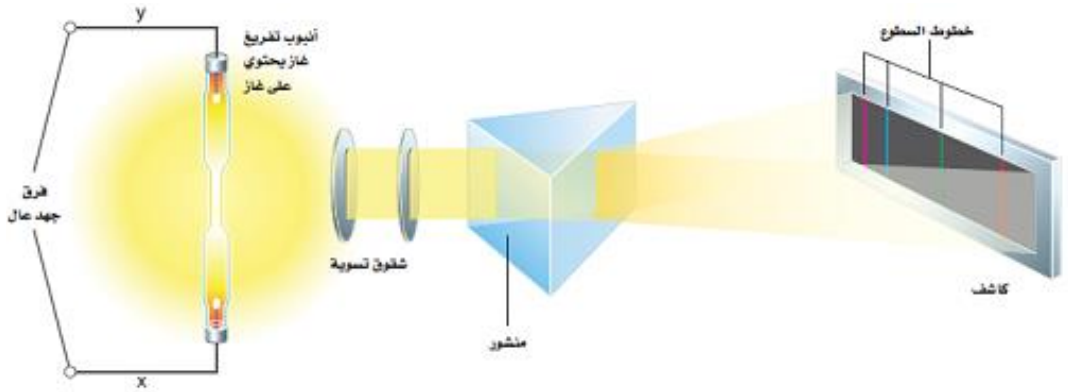
www.almanahj.com

a) طيف الانبعاث للزئبق يظهر بخطوط مميزة.

b) طيف الانبعاث للباريوم ويظهر ايضا بخطوط مميزة.

- **كيف نحصل على طيف الانبعاث؟**

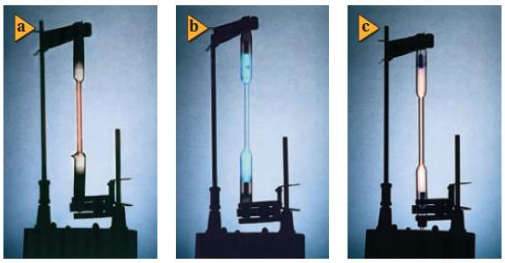
1 - نضع الغاز فى انبوبة تفريغ كهربي تحت ضغط منخفض وباستخدام فرق جهد عال مستمر يتوهج الغاز
2- نمرر الضوء المنبعث من الغاز خلال جهاز يسمى المطياف .
3- عندما يسقط الضوء على المطياف فإنه يعبر شقوق تسوية كما بالشكل ثم يشتت عندما يعبر خلال المنشور ثم تعمل عدسة النظام (غير واضحة بالرسم) على تجميع الضوء المشتت فيمكن مشاهدة الضوء وتسجيلة على شاشة فوتوجرافية او على كاشف.



- **استخدامات طيف الانبعاث**

1- **تحديد نوع عينة مجهولة من غاز**.

يوضع الغاز المجهول فى انبوبة تفريغ ليبعث ضوء يحتوى على اطوال موجية مميزة لذرات الغاز ويمكن تحديد نوع الغاز بمقارنة اطواله الموجية مع الاطوال الموجية الموجودة فى خرائط خاصة لاطياف العناصر المعلومة .



2- **تحليل خليط من الغازات ، و معرفة التراكيز النسبية لها** .

يتم تصوير طيف الانبعاث لخليط من العناصر ثم يتم تحليل الخطوط فى الصورة حيث يشير كل نوع الى العناصر الموجودة والتراكيز النسبية لها.

3- **تحديد التركيب النسبي للمادة**.

اذا كانت العينة قيد الاختبار تحتوى على كمية اكبر من عنصر معين فان خطوط ذلك العنصر تكون اكثر كثافة فى الصورة من العناصر الاخرى ومن خلال اجراء المقارنة بين كثافات الخطوط يمكن تحديد التركيب النسبى للمادة .

- **أمثلة لطيف الانبعاث لبعض العناصر المعروفة**

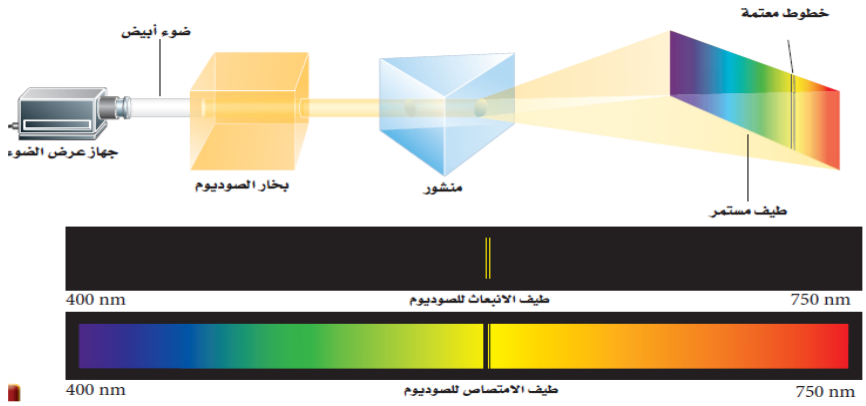
1-**طيف الانبعاث للهيدروجين** :يتكون من اربعة خطوط هى الاحمر والاخضر والازرق والبنفسجى كما بالشكل التالى.

3- **طيف الانبعاث للصوديوم**: يتكون من خطان أصفران.

www.almanahj.com

ثانيا: طيف الامتصاص

- **عند مرور ضوء ابيض خلال عينة من غاز بارد نسبيا ثم يمرر الطيف الناتج على مطياف كما بالشكل التالى نجد ان الغاز يمتص اطوالا موجية محددة لذلك فان الطيف المستمر للضوء الابيض سوف يحتوى على خطوط معتمة محددة ومجموعة الاطوال الموجية الممتصة بواسطة الغاز تسمى طيف الامتصاص .**



- **خطوط فرونهوفر**

هي الخطوط المعتمة السوداء التي تتخلل الطيف الشمسي ، و هي تمثل أطياف امتصاص لأبخرة العناصر المحيطة بالشمس . وخطوط فرنهوفر في طيف الامتصاص للشمس كثيرة بعضها خافت والآخر قاتم اعتمادا على تراكيز العناصر في الشمس.

علل لما يلي: وجود خطوط معتمة في الطيف الشمسي (خطوط فرنهوفر).

عندما يعبر الطيف المستمر لضوء الشمس الغلاف الغازي المحيط بالشمس البارد نسبيا، تمتص الغازات الباردة الموجودة فيه طيف الانبعاث لها عندما تكون ساخنة أو مثارة (أي تمتص أطوالا موجية محددة) ، فتتكون خطوط معتمة وهي ما تعرف بـ" خطوط فرنهوفر"

التحليل الطيفي

- **تعريف التحليل الطيفي**: فرع من فروع العلم يهتم بدراسة الاطياف .
- **أهميته**:

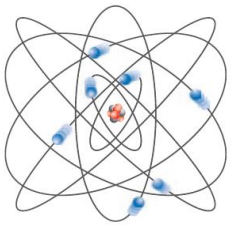
1- دراسة مكونات النجوم على مدى الفضاء المتسع .
2- تحديد وحساب كمية مجهولة من مادة عن طريق ملاحظة الاطياف التى تمتصا او تبعثها .
3- في الصناعة : تعمل المصانع على تحليل تركيب المعادن الخردة كالحديد، والألمنيوم وغيرها من الفلزات ، وتعديل تركيبها ليتناسب مع المواصفات التجارية.
4- تحليل الفلزات الموجودة على الأرض.

علل لما يلي: يستخدم طيفي الانبعاث والامتصاص لتحليل تركيب المادة من العناصر.
ج: لأن طيفي الانبعاث والامتصاص مميزة للعنصر، أي أن كل عنصر له طيف انبعاث وامتصاص مختلف عن الآخر.

نموذج بور للذرة

علل لما يلي: تم استخدام ذرة الهيدروجين لدراسة مكونات الذرة.
1- لأنه أخف العناصر.
2- لأن له أبسط طيف ، حيث يتكون الطيف المرئي للهيدروجين من أربعة أطياف خطية: الأحمر-الأخضر- الأزرق- البنفسجي.

www.almanahj.com



فروض نظرية بور

1- **قوانين الكهرومغناطيسية لا تطبق في داخل الذرة.**
- ✓ **فالالكترونات في المدار المستقر لا تشع طاقة رغم أنها تتسارع وبالتالي لا يحط الإلكترون في النواة ولا تنهار الذرة.**

2- **مستويات الطاقة بالذرة مكماة.**
- ✓ **وجد أن حالة الاستقرار في الذرة لا تحدث الا عندما تكون مستويات الطاقة فيها لها كميات محددة.**
- ✓ **طاقة الالكترونات في المستويات القريبة من النواة أقل من طاقة الالكترونات في المستويات البعيدة عن النواة لأنه يجب أن يبذل شغل لنقل الالكترونات بعيدا عن النواة.**

$$E_n = \frac{-13.6eV}{n^2}$$

حيث أن:
E: طاقة ذرة الهيدروجين بوحدة eV
n: عدد الكم الرئيسي وهو عدد صحيح.

3- **تتكون الذرة من نواة مركزية تدور حولها الكترونات لها مستويات طاقة مكماة (نموذج الكواكب).**

4- **الذرات لا تبعث اشعاع أو طاقة في حالة الاستقرار، ولكنها تبعث طاقة كهرومغناطيسية عندما تتغير حالتها من حالة لأخرى وهو ما يفسر طيف الانبعاث المميز للذرة.**

تفسير طيف الانبعاث المميز للذرة حسب بور:

أ- عندما تمتص الذرة فوتونات طاقتها $E=hf$ فانها تصبح مثارة وتزداد طاقتها بمقدار طاقة الفوتون.

ب- عندما تنتقل الذرة المثارة من مستوى طاقة أعلى الى مستوى طاقة أقل فانها تشع فوتونا طاقته يساوي الفرق بين مستويي الطاقة.

$$E_{photon} = \Delta E = E_f - E_i = hf = h\frac{c}{\lambda}$$

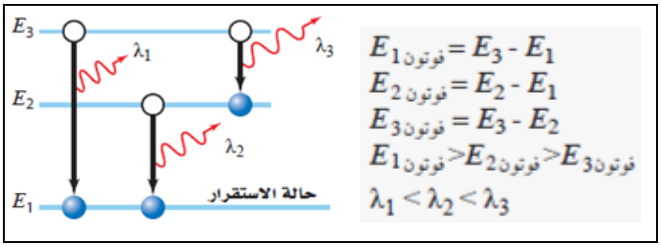
حيث أن:

ΔE: التغير في طاقة الذرة.

f: تردد الفوتون المنبعث أو الممتص.

E_f: طاقة المستوى النهائي.

E_i: طاقة المستوى الابتدائي.



5- **مقدار الزخم الزاوي L لالكترون يدور حول النواة مكماة.**

✓ حيث وجد أن الزخم الزاوي للالكترون له قيم محددة وهي أعداد صحيحة من المقدار $\frac{h}{2\pi}$.

$$L = mvr = n(\frac{h}{2\pi})$$

حيث أن:

L: الزخم الزاوي .

h: ثابت بلانك.

r: نصف قطر مسار الالكترون.

n: عدد الكم الرئيسي (رقم المستوى).

www.almanahj.com

6- **نصف قطر مستوى الالكترون في الذرة مكماة.**

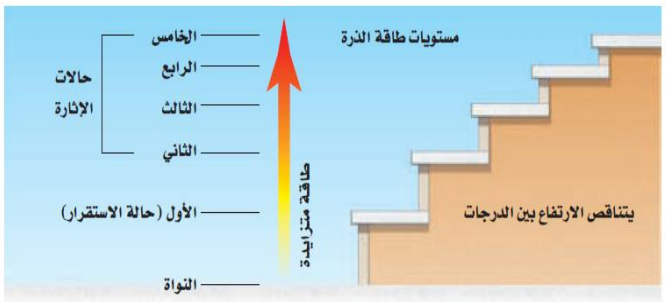
$$r_n = (\frac{h^2}{4\pi^2 kmq^2})n^2$$

$$r_n = 0.053n^2$$

حيث أن:

r: نصف قطر مستوى الكترون في ذرة الهيدروجين بوحدة nm

n: عدد الكم الرئيسي وهو عدد صحيح.



- **مثال توضيحي لتكمية الطاقة:**

تكمية الطاقة كالسلم الذي يتناقص الارتفاع فيه بين الطبقات، فلا يمكنك أن تشغل مكانا بين درجتي السلم. فبالنسبة للذرة:

أ- طاقة الذرة لا يمكن أن يكون لها قيمة بين مستويين من مستويات الطاقة المسموح بها.

ب – يتناقص فرق الطاقة بين مستويات الذرة كلما ابتعدنا عن النواة.

- **مصطلحات تهمك:**

1- **مستوى الطاقة** : كمات محددة من الطاقة توجد في كل مستوى للذرة.

2- **حالة الاستقرار** : حالة الذرة عندما تمتلك أقل مقدار مسموح به من الطاقة.

3- **حالة الاثارة:** حالة الذرة عندما تكون في مستوى طاقة أعلى من مستوى الاستقرار.

4- **طاقة الذرة:** مجموع طاقة حركة الالكترونات وطاقة الوضع الناتجة عن قوة التجاذب بين الالكترونات والنواة.

5- **عدد الكم الرئيسي**(n): العدد الصحيح الذي يحدد القيم المكماة لنصف القطر أو لطاقة مستوى الالكترون.

سلبيات نظرية بور

1- استطاعت نظرية بور تفسير طيف ذرة الهيدروجين، بينما فشلت في تفسير طيف العناصر التي تليه كالهيليوم.
2- لم تستطع تفسير عدم امكانية تطبيق قوانين الكهرومغناطيسية داخل الذرة.
3- فكرته في أن الالكترون يدور في مستوى محدد وبنصف قطر معين تتعارض مع مبدأ عدم التحديد لهيزنبرج.

الطاقة وانتقال الالكترون

- **الطاقة الصفرية** :هي طاقة الذرة عندما يكون الإلكترون بعيدا جدا عن الذرة (المستوى اللانهائي) وليس له طاقة حركة.
- **طاقة التأين الذرة** : هي الطاقة اللازمة لتحرير إلكترون بصورة كاملة من الذرة (أي عندما ينتقل الى المالانهاية).
- **علل لما يأتي** : **يجب أن تكون طاقة الذرة ذات قيم سالبة** .

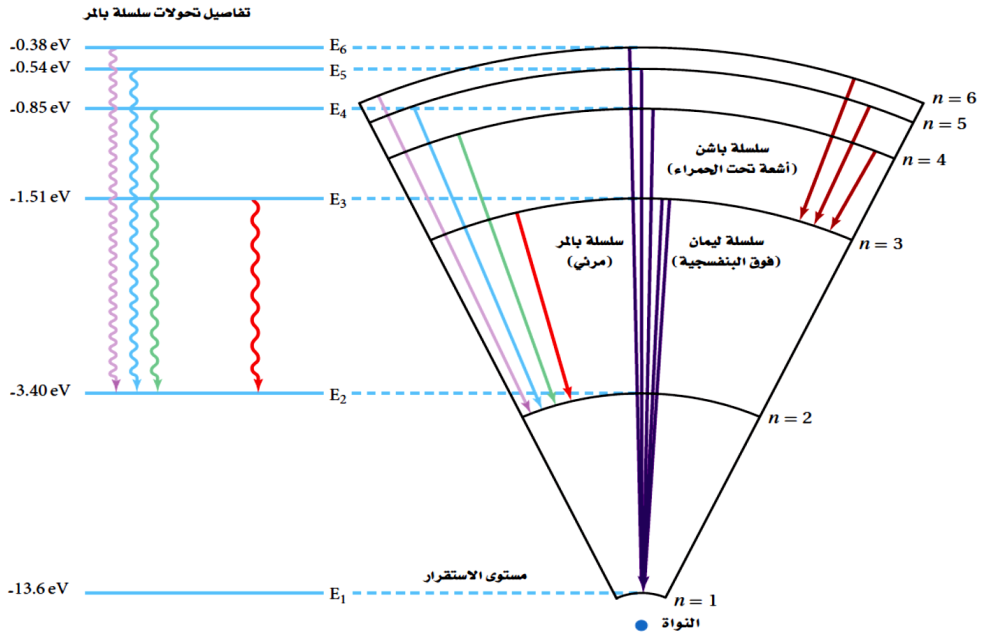
ج: لأنة يجب بذل شغل لتأين الذرة ، ولذلك فان طاقة الذرة مع الإلكترون الدائر فيها يجب أن يكون اقل من الصفر.

متسلسلات ذرة الهيدروجين

تبعث ذرة الهيدروجين المثارة مدى واسع من الطاقة الكهرومغناطيسية وذلك بحسب حالات الانتقال ، كما هو موضح بالجدول التالي:

اسم السلسلة	تصنيفها في الطيف الكهرومغناطيسي	الانتقالات المسببة لها
ليمان	منطقة فوق البنفسجي	انتقال الالكترونات المثارة من n=2,3,4,5,6,... الى n= 1
بالمر	منطقة الطيف المرئي	انتقال الالكترونات المثارة من n=3,4,5,6,... الى n=2
باشن	منطقة الأشعة تحت الحمراء	انتقال الالكترونات المثارة من n=4,5,6,... الى n=3

www.almanahj.com



قوانين تحتاجها لحل المسائل المتعلقة بالموضوع		
م	الكمـــــــية	القانـــــــون
1	طاقة المستوى لذرة الهيدروجين بوحدة الالكترون.فولت.	$E_n = \frac{-13.6eV}{n^2}$
2	طاقة الفوتون المنبعث أو الممتص عند حدوث انتقال بين مستويات الطاقة للذرة	$E_{photon} = \Delta E = E_f - E_i = hf = h\frac{c}{\lambda}$
3	الزخم الزاوي لالكترون يدور حول نواة.	$L = mvr = n(\frac{h}{2\pi})$
4	نصف قطر مستوى الكترون في مدار بوحدة النانومتر .	$r_n = 0.053 \times n^2$
5	القوة الكهربية بين الإلكترون والبروتون .	$F = K\frac{q^2}{r^2}$
6	التسارع المركزي لإلكترون حول نواة .	$a = \frac{v^2}{r}$
7	السرعة الدورانية للإلكترون في ذرة الهيدروجين .	$v = \sqrt{\frac{kq^2}{mr}}$

تدريبات متنوعة على نموذج بور الذرى

www.almanalj.com

تدريب1: ذرة هيدروجين مثارة إلي n=3 وفق نموذج بور اوجد كلا مما يأتي :-

1- نصف قطر المستوي

.....
.....
.....

2- القوة الكهربائية بين البروتون والالكنرون

.....
.....
.....

3- التسارع المركزي للإلكترون

.....
.....
.....

4- السرعة الدورانية للإلكترون (قارن بين هذه السرعة وسرعة الضوء)

.....
.....
.....

تدريب2 **تمتص ذرة الهيدروجين طاقة تسبب انتقال الكترونها من مستوي الطاقة الادني** n=1 **إلي مستوي الطاقة الثاني** n=2 **احسب**:-

1- **طاقة المستوي الأول**

.....
.....
.....

2- **طاقة المستوي الثاني**

.....
.....
.....

3- **احسب الطاقة الممتصة بواسطة الذرة** .

.....
.....
.....

تدريب3: **ينتقل إلكترون ذرة الهيدروجين مثارة من مستوي الطاقة الثاني** n=2 **إلي مستوي الطاقة الأول** n=1 .**احسب** :

أ- **الطاقة المنبعثة**. ب- **الطول الموجي للفوتون المنبعث** (**استخدم قيم** E_1 , E_2 **من المسألة السابقة**)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

www.almanahj.com

تدريب4:**احسب الطاقة اللازمة لتأيين ذرة الهيدروجين** (**حتى يتحرر الالكترون من الذرة**) **في الحالات التالية**

أ- **حالة الاستقرار** (n =1) .

.....
.....
.....
.....

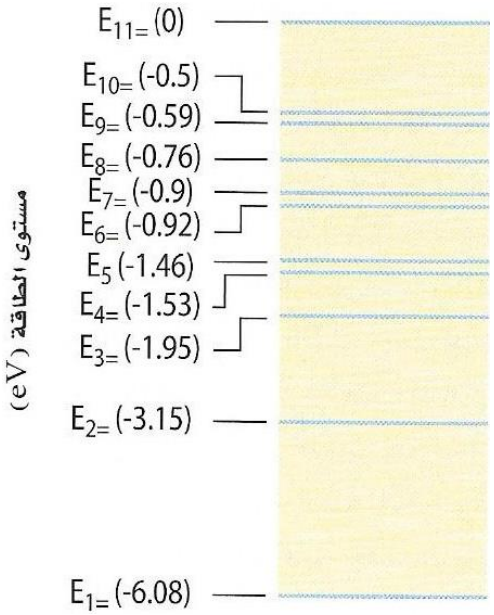
ب- **عندما يكون الالكترون في المستوى**(n=3)

.....
.....
.....

تدريب5 :**يدخل فوتون طاقته** 14 eV **ذرة الهيدروجين في حالة الاستقرار فيؤينها**. **ما مقدار الطاقة الحركية للالكترون المتحرر من الذرة**.

.....
.....
.....
.....
.....

تدريب6: **يوضح الشكل المجاور مستويات الطاقة لذرة الكالسيوم. بالرجوع الى المخطط أجب عن الأسئلة التالية:**



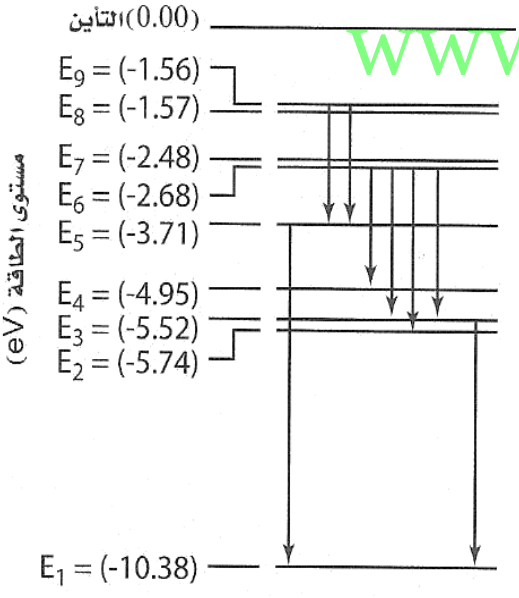
1- **ذرة كالسيوم مثارة الى مستوى الطاقة E_2. اصطدم بها فوتون طاقته** 1.2eV **فامتصته . الى أي مستوى طاقة تنتقل ذرة الكالسيوم؟**

.....
.....
.....
.....
.....

2- **ذرة كالسيوم مثارة عند مستوى الطاقة E_6. ما مقدار الطاقة المتحررة عندما تسقط الذرة الى مستوى الطاقة E_2؟ وما الطول الموجي للفوتون المنبعث؟**

.....
.....
.....
.....
.....

تدريب7: **يوضح الشكل المجاور مستويات الطاقة لذرة الزئبق.أجب عن الأسئلة التالية:**



www.almanahj.com

1- **اذا كانت ذرة الزئبق مثارة عند مستوى الطاقة E_6 . فاحسب:**

أ- **الطاقة اللازمة لتأيين الذرة**

.....
.....
.....

ب- **الطاقة المتحررة عندما تهبط الذرة الى مستوى الطاقة E_2**

.....
.....
.....

2- **عند دخول فوتون طاقته** 6.2 eV **ذرة زئبق في حالة استقرار . هل تمتصه الذرة ؟ فسر اجابتك**

.....
.....
.....
.....
.....

تدريب8: **يسلك ايون الهليوم سلوك ذرة الهيدروجين ونصف قطر مستوي طاقة الايون الادني يساوي** 0.0265nm **اعتمادا علي نموذج بور ما مقدار نصف قطر مستوي الطاقة الثاني ؟**

.....
.....
.....

تدريب9: في ذرة الهيدروجين أوجد ما يلي:

أ- **طاقة المستوى الثالث.**

.....
.....
.....

ب- **طاقة المستوى الرابع.**

.....
.....
.....

ح- **تردد الفوتون الناتج عن انتقال الكترون من المستوى الثالث الى الرابع.**

.....
.....
.....

خ- **نصف قطر المستوى الثالث.**

.....
.....
.....

د- **سرعة الالكترون في المستوى الثالث.**

.....
.....
.....
.....

ذ- **طاقة حركة الالكترون في المستوى الثالث.**

www.almanahj.com

.....
.....
.....

تدريب10: نجح نموذج بور الذري في تفسير طيف الانبعاث لذرة الهيدروجين . أجب عن الأسئلة التالية:

1- **اذا سقط فوتون على الكترون في ذرة الهيدروجين فتحرك الالكترون من المستوى الثاني الى المستوى الرابع، فما طاقة هذا الفوتون؟**

.....
.....
.....
.....

2- **اذا رجع الالكترون السابق الى مداره ، فما المتسلسلة التي ينتمي اليها الاشعاع الكهرومغناطيسي الصادر ؟**

.....

3- **احسب نصف قطر المستوى الثاني لذرة الهيدروجين.**

.....
.....

4- **احسب سرعة الالكترونات في المستوى الثاني.**

.....
.....
.....

2-2 :النموذج الكمي للذرة

لم تتوافق فرضيات بور مع النظريات السائدة في تلك الفترة:

1- افترض بور أن الالكترونات في المدارات المستقرة لا تشع طاقة ، بينما تنص النظرية الكهرومغناطيسية أن الجسيمات المتسارعة تشع طاقة باستمرار وهو ما يؤدي لانهيار الذرة.

2- افترض بور أن الالكترونات تدور في مستويات طاقة محددة ، وهذا ما يتعارض مع مبدأ عدم التحديد لهيزينبرج.

أوجد ذلك الحاجة الملحة لنظريات جديدة قادرة على تفسير تلك التعارضات ، وهو ما حاولت فعله "نظرية الكم لشرودنجر"

نظرية الكم لشرودنجر " نموذج السحابة الالكترونية "

دمج شرودنجر في نظريته بين نموذج دي برولي والذي اقترح أن للجسيمات خصائص موجية ونموذج بور في تكمية الزخم الزاوي بالاضافة الى مبدأ عدم التحديد لهيزنبرج والذي ينص على أنه من المستحيل معرفة كل من موقع الالكترون وزخمه في نفس الوقت.

طول موجة دي برولي لجسيم زخمه mv هو $\lambda = \frac{h}{mv} \Rightarrow mv = \frac{h}{\lambda}$ (1)

من تكمية الزخم الزاوي بحسب بور $mvr = \frac{nh}{2\pi}$ (2)

بالتعويض عن (1) في (2) $\frac{hr}{\lambda} = \frac{nh}{2\pi} \Rightarrow \boxed{n\lambda = 2\pi r}$

أي أن محيط مستوى بور 2πr يساوي العدد الصحيح n مضروبا في طول موجة دي برولي λ.

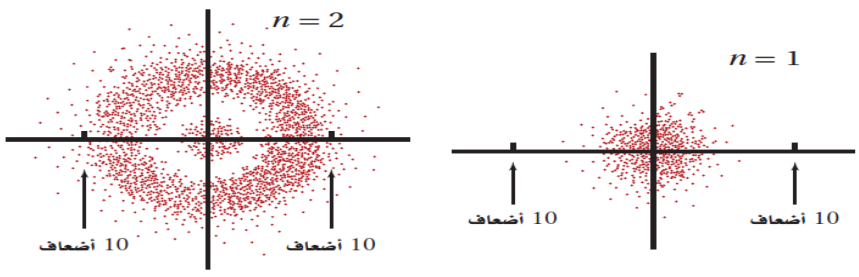
www.almananj.com

- **النموذج الكمي** :- **هو نموذج يتوقع احتمالية وجود الإلكترون في منطقة محددة فقط.**

ملاحظة: تنبأ النموذج الكمي بأن المسافة الأكثر احتمالية بين الإلكترون والنواة لذرة الهيدروجين هي نصف القطر نفسه الذي تم توقعه من خلال نموذج بور .

- **السحابة الالكترونية** :- **هي المنطقة ذات الاحتمالية العالية لوجود الإلكترون فيها .**

في الشكل الموضح يظهر احتمالية وجود الإلكترون في ذرة الهيدروجين عند مسافة تساوي عشرة أضعاف نصف قطر بور من النواة لكل من مستويي الطاقة الأول والثاني مع ملاحظة أنة كلما زادت كثافة توزيع النقاط كانت احتمالية وجود الإلكترون كبيرة.



ميكانيكا الكم

- **ميكانيكا الكم** : هي دراسة خصائص المادة باستخدام خصائصها الموجية .
- **أهمية دراسة ميكانيكا الكم** :

1- توقعت الكثير من المعلومات التفصيلية لتركيب الذرة أي أنها تمكنت من جعل تراكيب بعض الجزيئات قابلة للحساب مما أتاح للكيميائيين القدرة علي تحديد ترتيب الذرات في الجزيئات
2- جعلت ميكانيكا الم الكيميائيون يتمكنوا من تحضير جزيئات جديدة ومفيدة لم تكن موجودة أصلا في الطبيعة
3- تستخدم ميكانيكا الكم في تحليل تفاصيل امتصاص وانبعاث الضوء من الذرات

الليـــــزرات

الضوء المترابط والغير مترابط

- **الضوء المترابط** :- **ضوء من مصدرين أو أكثر ، يولد موجة ذات مقدمات منتظمة، أو موجات ضوء تكون متطابقة عند القمم والقيعان. أي أنها تنتقل بالطور نفسه وتتوافق عند الحدود الدنيا والقصوى. مثل الليزرات.**
- **الضوء غير المترابط** :- **ضوء بمقدمات موجية غير متزامنة تضيء الأجسام بضوء أبيض منتظم. أو هو ضوء يتكون من موجات مختلفة في الطور، قممها وقيعانها غير متوافقة. مثل الضوء المنبعث من مصدر مضيء.**
- **طرق إثارة الذرات** :-

1- الإثارة الحرارية
2- تصادم الإلكترون
3- تصادم الذرات مع فوتونات ذات طاقة محددة
4- التفريغ الكهربي

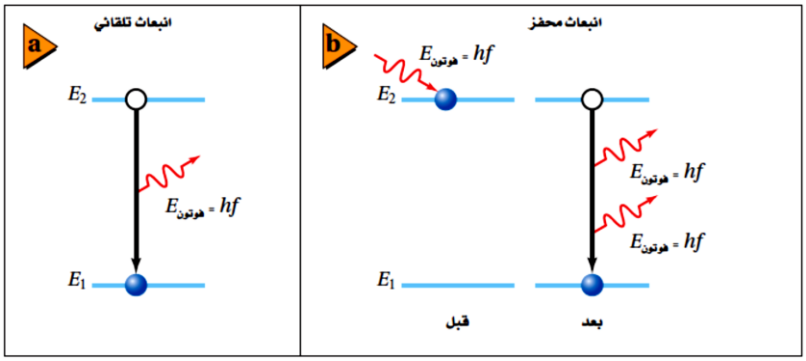
www.almanahj.com

الانبعاث التلقائي والمحفز

- **الانبعاث التلقائي للضوء**: **انبعاث الضوء من الذرة عند عودتها بعد وقت قصير من حالة الاثارة الى الحالة المستقرة ، وتكون طاقة الفوتونات المنبعثة مساوية للطاقة الممتصة.**
- **الانبعاث المحفز للضوء**: **عملية تحدث عندما تصطدم ذرة مثارة بفوتون طاقته تساوي الفرق بين طاقتي مستوى الاثارة وطاقة مستوى الاستقرار ، فتعود الذرة الى حالة الاستقرار ، وينبعث فوتون طاقته تساوي الفرق بين طاقتي المستويين.**

- **خطوات حدوث الانبعاث المحفز**:

1- يتم اثارة الذرة باحدى طرق الاثارة .
2- يتم تعريض الذرة المثارة لفوتون طاقته تساوي الفرق بين مستويي الطاقة للذرة المثارة.
3- تعود الذرة لحالة الاستقرار، وينبعث فوتون طاقته تساوي فرق الطاقة بين الحالتين، ومطابق تماما للفوتون الذي سبب الانبعاث (نفس التردد والطور) أي أنهما مترابطان.
4- يصطدم أي من الفوتونين بذرات أخرى مثارة، فتنتج فوتونات لها نفس الطور مع الفوتونات الأصلية.
5- تستمر العملية فينتج سيلا من الفوتونات المترابطة.



خصائص أشعة الليزر

1- ضوء موجة بدقة عالية جدا
2- ضوء مركز أي عالي الكثافة
3- ضوء ذو طول موجي واحد
4- ضوء مترابط أي أن حزمة أشعة الليزر ضيقة وموجهة بدقة كبيرة ولا تتشتت علي مدي المسافات الكبيرة

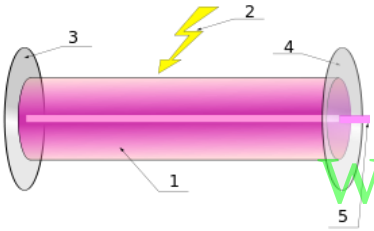
انـــتاج اللـــيزر

- **الشروط اللازمة لإنتاج شعاع الليزر (الانبعاث المحفز)**

1- يجب أن تكون هناك ذرات أخري مثارة.
2- يجب أن تبقي الذرات مثارة لفترة زمنية كافية حتى يحدث التصادم .
3- التحكم والسيطرة علي الفوتونات وتوجيهها لتكون قادرة علي التصادم بذرات أخري مثارة.

الذرة الليزرية : هي الذرة التي تبعث الضوء عندما تكون مثارة في الليزر.

- **تركيب جهاز الليزر** :



1- انبوب زجاجي
2- المادة الفعالة لإنتاج الليزر
2- مرآتان مستويتان متوازيتان سطوحها العاكسة متقابلة احدي المرآتين عاكسة بمقدار يزيد عن 99.9% والاخري عاكسة جزئيا وتسمح بنفاذ 1% من الضوء الساقط عليها.

www.almanahj.com

- **كيفية عمل جهاز الليزر** :-

1- **يتم اثارة (ضخ) الذرات عن طريق:**
أ- تعريض ذرات المادة الموضوعة في أنبوب زجاجي لومضة ضوء كثيفة ذات طول موجي قصير (تردد كبير وطاقة كبيرة)، بحيث يكون طولها الموجي أقصر من الليزر. ويكون ضوء الليزر الناتج عنها على **شكل نبضات**.

ب- تصادم ذرات مثارة مع أخرى غير مثارة في الأنبوب الزجاجي فتتحول الى ذرات ليزرية. مثل ليزر (الهيليوم –نيون)
حيث يعمل التفريغ الكهربي علي إثارة ذرات الهليوم حيث تصطدم ذرات الهليوم المثارة بذرات النيون لتصبح مثارة وتتحول إلي ذرة ليزرية .
ويكون **الضوء الناتج مستمرا**.

2- **تنتقل احدى الذرات المثارة الى مستوى الطاقة الأدنى ، فينبعث فوتون طاقته تساوي الفرق بين مستويي الطاقة.**
3- **يصطدم الفوتون المنبعث بذرة أخرى مثارة (طاقة الفوتون المحفز يساوي الفرق بين مستويي الطاقة للذرة المثارة)**

4- **تعود الذرة المثارة لحالة الاستقرار، وينبعث فوتون طاقته تساوي فرق الطاقة بين الحالتين، ومطابق تماما للفوتون الذي سبب الانبعاث (نفس التردد والطور) أي أنهما مترابطان. (انبعاث محفز)**
5- **يصطدم أي من الفوتونين بذرات أخرى مثارة، فتنتج سيلا من الفوتونات لها نفس الطور مع الفوتونات الأصلية.**
6- **تنعكس الفوتونات المنبعثة عند نهايتي الأنبوب بواسطة مراتين احداهما عاكسة والأخرى عاكسة جزئيا.**
7- **تصطدم الفوتونات المنعكسة بذرات أكثر ، فتتحرر فوتونات أكثر وأكثر ، فتزيد كثافتها.**
8- **تخرج الفوتونات من الأنبوب من خلال المرآة العاكسة جزئيا.**

علل لما يأتي :-

1- **ضوء الليزر أحادي الطول الموجي (اللون).**

ج: بسبب انتقال الالكترونات بين زوج واحد فقط من مستويات الطاقة وفي نوع واحد من الذرات .

2- **ضوء الليزر يكون مترابطا.**

ج: لان فوتونات الإثارة تنبعث في الطور والتردد نفسه مع الفوتونات التي تصطدم بالذرات.

مصـــادر الليـــزر

- **توجد ثلاثة أنواع من الليزر :**

1- ليزر المواد الصلبة 2- ليزر المواد السائلة **3-** ليزر المواد الغازية

مصادر الليزر الشائعة		
الوسط	الطول الموجي (nm)	النوع
كريبتون– فلوريد مثار (غاز krF)	248 (فوق بنفسجي)	نبض
نيتروجين (غاز N_2)	337 (فوق بنفسجي)	نبض
نيتريد جاليوم والإنديوم (بلورة InGaN)	420	مستمر
أيون الأرجون (غاز Ar^+)	476.5، 488.0، 514.5	مستمر
النيون (غاز Ne)	632.8	مستمر
زرنيخات الجاليوم والألومنيوم (بلورة GaAlAs)	635 ، 680	مستمر
زرنيخات الجاليوم بلورة (GaAs)	840–1350 (تحت حمراء)	مستمر
نيوديميوم (بلورة Nd:YAG)	1064 (تحت حمراء)	نبض
ثاني أكسيد الكربون (غاز CO_2)	10600 (تحت حمراء)	مستمر

www.almanahj.com

تطبيـــقات الليـــزر

1- **يستخدم في تشغيل القرص المدمج CD أو DVD** ، والليزر المستخدم مصنوع من مواد صلبة شبة موصلة مثل طبقات زرنيخات الجاليوم **(GaAs)** ومن الزرنيخ والجاليوم والالومنيوم **(GaAlAs)**

2- **اختبار استقامة الإنفاق والأنابيب** حيث أن أشعة الليزر لا تتشتت على المسافات الكبيرة.

3- **حساب المسافة بين القمر والأرض بدقة عالية وتتبع مواقع القمر من مناطق مختلفة علي الأرض وقياس حركة الصفائح الأرضية التكتونية** وذلك من خلال تثبيت مرايا علي سطح القمر واستخدمت هذه المرايا لتعكس حزم الليزر التي ترسل من الأرض .

4- **يستخدم في اتصالات الالياف البصرية** :حيث يعمل سلك الليف البصري علي الانعكاسات الداخلية الكلية لنقل الضوء داخل السلك علي طول مسافات تمتد عدة كيلومترات بخسارة بسيطة لطاقة الإشارة

ملاحظة : حلت الألياف البصرية علي مستوي العالم محل الأسلاك النحاسية لنقل المكالمات التليفونية وبيانات الحاسوب والصور التلفزيونية .

5- **تستخدم في أجهزة المطياف** لان شعاع الليزر يتميز بطول موجي صغير جدا حيث يستخدم ضوء الليزر لإثارة ذرات أخري ثم تعود الذرات بعد ذلك إلي حالة الاستقرار.

6- **يستخدم في مجال الطب**

أ- إعادة تحدب قرنية العين إلي وضعها الطبيعي ب- الجراحة حيث يمكن استخدامه لقطع اللحم دون فقدان كمية كبيرة من الدم.

7- **يستخدم في مجال الصناعة**:

أ- قطع المعادن وتلحيم المواد معا

ب- دراسة اهتزازات المعدات الحساسة ومكوناتها

ج- في المستقبل القريب يستخدم الليزر لإنتاج اندماج نووي لإيجاد مصدر للطاقة لا ينضب تقريبا .

د- يستخدم في صناعة أجهزة الهولوجرام وهي عبارة عن مسجل فوتوجرافي لكل من كثافة وطور الضوء وتستخدم في تكوين صور ثلاثية الأبعاد وأصبح بالأمكان انتاج أجهزة الهولوجرام بسهولة بفضل الطبيعة المترابطة لضوء الليزر.

علل لما يأتي :-

1- **يستخدم الليزر المثار في جراحة العيون** .

ج:لان طاقة الفوتونات التي تبعثها قادرة علي تدمير النسيج غير الطبيعي دون إحداث أذي بالأنسجة السليمة المحيطة.

2- **يستخدم حزم الليزر في اختبار استقامة الأنفاق والأنابيب** .

ج:لان أشعة الليزر ضيقة وموجهة بدقة كبيرة ولا تشتت علي مدي المسافات الكبيرة .

3- **أمكن بواسطة الليزر تتبع مواقع القمر من مناطق مختلفة علي الأرض وحساب المسافة بين القمر والأرض** .

ج:لان حزم الليزر تتميز بأنها ضيقة وموجهة بدقة عالية ولا تتشتت علي مدي المسافات الكبيرة .

4- **تستخدم أجهزة الليزر في مكونات أجهزة المطياف** .

ج:لان شعاع الليزر يتميز بأنة أحادي الطول ألموجي

5- **تستخدم الليزر في إعادة تحدب قرنية العين إلي وضعها الطبيعي** .

ج: لان ضوء الليزر ذو طاقة مركزة

www.almanahj.com

تدريبات ومسائل على الليزرات

التدريب الأول: **أجب عما يلي**:

أ- **علل: لا يمكن استخدام الضوء الأحمر لضخ الضوء الأخضر بينما يمكن استخدام الضوء الأخضر لضخ الضوء الأحمر.**

.....

.....

ب- **أذكر خصائص ضوء الليزر الأربعة.**

1- .....

2- .....

3- .....

4- .....

التدريب الثاني: **أدخل ليزر** GaInNi **بين مستويات طاقة مفصولة بطاقة مقدارها** 2.9 eV، **أجب عما يلي**:

1- **ما الطول الموجي للضوء المنبعث من الليزر؟**

.....

.....

.....

2- **في أي جزء من الطيف يقع هذا الضوء؟**

.....

.....

التدريب الثالث: **تستخدم ليزرات زرنيخات الجاليوم بصورة شائعة في مشغلات القرص المدمج**CD. **اذا بعث هذا الليزر عند طول موجي** 840nm، **فما مقدار الفرق بين مستويات الطاقة بوحدة** ev ؟

.....
.....
.....

التدريب الرابع: **ينبعث ليزر ثاني أكسيد الكربون بفوتون أشعة تحت حمراء طاقته عالية جدا. ما مقدار فرق الطاقة بوحدة بين مستويات الطاقة الليزرية؟ علما بأن الطول بأن الطول الموجي للاشعاع المنبعث يساوي** 10600nm (**لاحظ الجدول صفحة** 23 **من المذكرة**).

.....
.....
.....

التدريب الخامس: **يمكن صنع الليزرات** HeNe**المستخدمة بوصفها مؤشرات يستخدمها المحاضرون، بحيث تنتج ليزرا عند الأطوال الموجية الثلاثة**: 632.8nm, 543.4 nm, 1152.3 nm

1- **أوجد فرق الطاقة بين كل وضعين في حزمة كل طول موجي**.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

www.almanahj.com

2- **حدد لون كل طول موجي**.

.....
.....