نبذة تاريخية : في نهاية القرن التاسع عشر ومع اكتشاف طومسون للإلكترون اتفق العلماء على وجود الذرة **وأن الذرة تحتوي على جسيمات دون ذرية .** منها الإلكترونات سالبة الشحنة وبما أن الذرة متعادلة كهربائياً وكتلتها كبيرة مقارنة بكتلة الالكترون كان لا بد من البحث عن مصدر تعادل الذرة.وكيفية توزع الالكترونات داخل الذرة

نموذج طومسون الذري : اقترح من خلال نموذجه أن الذره عبارة عن كره تملؤها مادة ثقيلة موجبة الشحنة تتوزع بالتساوي على جميع الذرة وتتوزع الالكترونات بداخلها كتوزع بذور البطيخ داخل البطيخ

- أو كتوزع حبات الذبيب التي تتخلل الفطيرة المسطحة –

نموذج رذرفورد الذري (النموذج النووي) :شارك هانز جايجر وارسنت مارسدن مع رذرفورد في اجراء سلسلة تجارب أكدت أن للذرة تركيب مختلف عما اقترحه طومسون . واهمها تجربة صفيحة الذهب .

الخطوات :

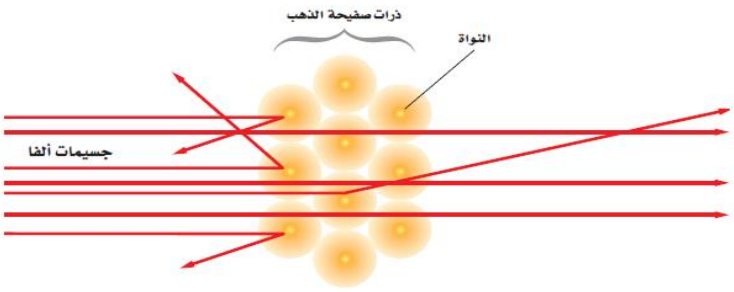
1 – قذف رقاقة ذهب باشعة الفا (α) الموجبة الشحنة

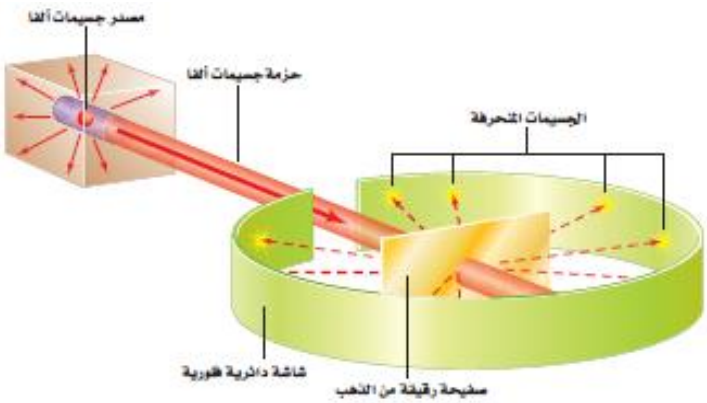
2 – استقبل جسيمات الفا النافذة من رقاقة الذهب باستخدام شاشة فلورية دائرية تعطي وميض ضوئي عند سقوط الجسيمات عليها

وقد تم تلخيص مشاهدات رذرفورد مع التفسير بالجدول التالي :

المشاهدات	التفسير
1 – معظم أشعة الفا اجتازت رقاقة الذهب دون حدوث انحراف في مسارها	1 – معظم حجم الذرة فارغ
2 – بعض الجسيمات انحرفت عن مسارها بزوايا كبيرة	2 – الشحنة الموجبة الصغيرة تتركز في حيز صغير جداً اطلق عليه اسم النواة
3 – عدد قليل من هذه الجسيمات ارتد بزوايا تزيد عن 90°	3 – كتلة النواة تتركز في نواتها الصغيرة الحجم

الشكلين التاليين يبينان التجربة





الشكل 2–9 معظم جسيمات ألفا الموجهة إلى صفيحة رقيقة من الذهب عبرت خلالها دون انحراف. وجسيم واحد من كل 20000 يرتد بزاوية كبيرة.

ملاحظات :

1 – قطر الذرة بمقدار 50000 ضعف قطر النواة .

2 – 99.9% من كتلة الذرة تتركز في النواة .(تم تشبيه الذرة بملعب كرة قدم والنواة بحجم حبة العدس موجودة في وسط الملعب)

3 – هذه النتائج أذهلت رذرفورد ووصف ما حدث وكأن قذيفة مدفع أطلقت على منديل ورقي وارتدت عنه ,

4 – سمي نموذج رذرفورد بالنموذج النووي لأنه استخدم قانون كولوم للقوى بين الأجسام المشحونة وقوانين نيوتن للحركة ، لتفسير نتائج تجربة صفيحة الذهب

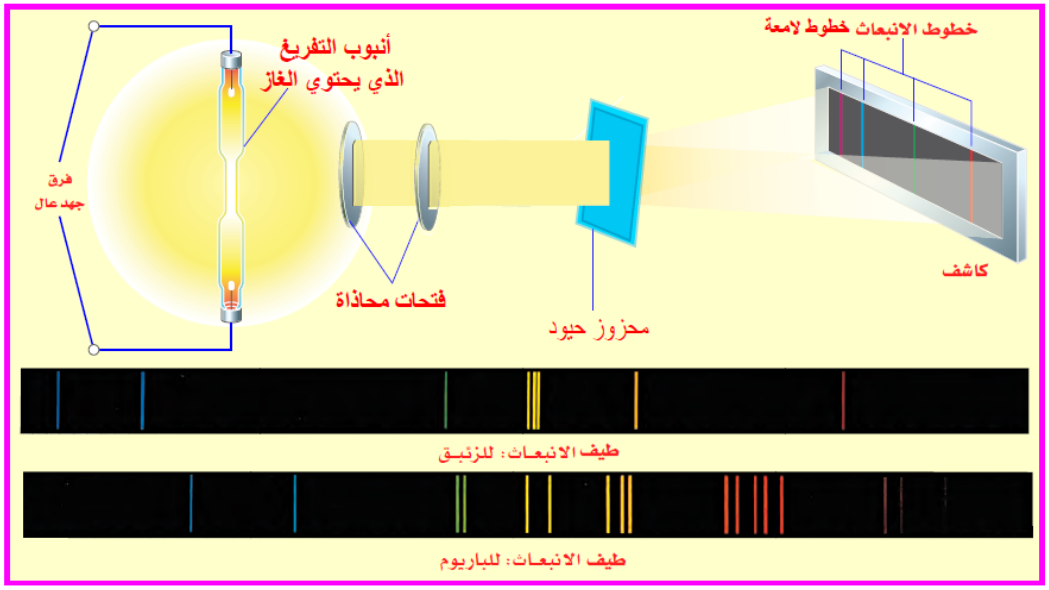
س 1 – فسر سبب اندهاش رذرفورد من نتائج تجربة صفيحة الذهب ؟

لأنه كان مهتماً بنموذج طومسون للذرة وتوقع حدوث انحرافات بسيطة جداً لجسيمات ألفا أثناء مرورها عبر رقاقة الذهب كما افترض أن مسارات جسيمات ألفا الثقيلة ذات السرعة العالية ستتغير بمقدار ضئيل عندما تعبر الشحنة الموجبة الموزعة بالتساوي والمكوّنة لكل ذرة ذهب . إلا أن النتائج أذهلته .

أطياف الانبعاث :

كيف تتوزع الالكترونات داخل الذرة ؟ توصل العلماء من خلال دراسة الضوء المنبعث من الذرات للإجابة عن السؤال ، كما هو موضح في الشكل التالي :

والاشكال التالية تبين كيفية الحصول على هذا الطيف لبعض الغازات



باستخدام ذرات عينة من غاز لتبعث ضوءاً في أنبوب تفريغ غاز ، ومثال لذلك إشارات النيون الملونة التي تراها في بعض لوحات الإعلانات ، فهذه الإشارات تعمل على المبادئ نفسها التي تعمل عليها أنابيب تفريغ الغاز .

يتكون أنبوب تفريغ الغاز من أنبوب زجاجي له قطبان مثبتان عند طرفيه يطبق عليه فرق جهد عالي .

كيفية الحصول على الطيف باتباع الخطوات التالية :

1 – يتم وضع الغاز داخل أنبوب تفريغ الغاز تحت ضغط منخفض وبتطبيق فرق جهد كهربائي عالي .

2 – يتوهج الغاز مصدراً ضوء بلون خاص به بعد تطبيق فرق الجهد الكهربائي .

3 – يتم اسقاط هذا الضوء المنبعث من الغاز على محزوز حيود ومنشور في جهاز يسمى المنظار الطيفي ،

وعندما يحيد هذا الضوء يتم تكوين صورة عند مواضع مختلفة على الشاشة وتبعاً للطول الموجي للضوء.

ملاحظة : طيف جسم صلب متوهج _ مثل فتيلة المصباح – عبارة عن حزمة متصلة من الألوان من

- الأحمر البرتقالي الأصفر الأخضر الأزرق النيلي البنفسجي -

طيف الغاز عبارة عن : سلسلة من خطوط منفصلة ذات الوان مختلفة تختلف باختلاف نوع الغاز (بصمة مميزة للغاز)

يرتبط كل خط ملون مع الطول الموجي المحدد للضوء المنبعث من ذرة ذلك الغاز .

التعرف على العينات المجهولة :

كيف استغلت طيف الانبعاث لدراسة عينة من غاز مجهول :

إذا كان الغاز أحادي ، يتم وضع الغاز داخل أنبوبة وعندما ينبعث الضوء الذي يمثل طيف ابعاثه يتم تحليله بالمنظار الطيفي ومقارنة أطواله الموجيه بالاطوال الموجية المعلومة مسبقاً والتعرف على نوع الغاز

أما إذا كانت العينة خليط من مجموعة غازات مختلفة فيمكن معرفة مكوناتها بالمقارنة بين الاطياف ومعرفة نسبة كل منها من خلال الشدة النسبية للضوء المنبعث منها والذي يشكل أطوالها الموجية .

حيث أن الشدة الأعلى تعني نسبة وجود أكبر لهذا الغاز في العينة .

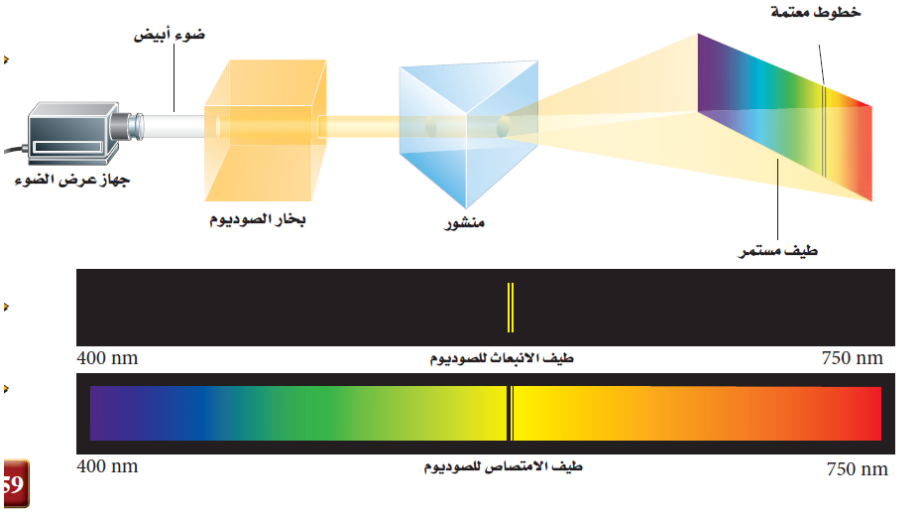
طيف الامتصاص :

خطوط معتمة على خلفية ملونة تمثل الأطوال الموجية التي يمتصها غاز ما عنما يمر من خلاله الضوء الأبيض (طيف متصل)

ويجب الانتباه إلى أن طيف الانبعاث وطيف الامتصاص للغاز نفسه تكون متوافقة عند الاطوال الموجية نفسها

وهذا يعني أن الغازات الباردة تمتص الاطوال الموجية نفسها التي تبعث بها عندما تُستثار والجدير بالذكر أن طيف الامتصاص يمكن استخدامه أيضاً للتعرف على غاز مجهول .

كيفية الحصول على طيف الامتصاص لغاز ما .



يتم باتباع الخطوات التالية :

1 – تمرير ضوء أبيض خلال عينة الغاز .

2 – اسقاط الضوء على منشور أو محزوز حيود في المنظار الطيفي فنحصل على طيف مستمر يحتوي خطوط معتمة .

3 – الخطوط المعتمة تمثل الاطوال الموجية التي امتصها الغاز – طيف الامتصاص –

الربط بعلم الفلك : عام 1914 لاحظ جوزيف فون فراونهوفر وجود عدة خطوط معتمة في طيف ضوء الشمس .

تعرف بخطوط فراونهوفر؟ كما في الشكل . التفسير :

ضوء الشمس يعبر خلال الغلاف الغازي المحيط بالشمس ، فتمتص الغازات أطوالاً موجبه مميزة محددة ، تنتج الاطوال الموجية الممتصة الخطوط المعتمة في الطيف المرئي .

وبمقارنة الخطوط المفقودة في الطيف المرئي مع اطياف الانبعاث المعروفة للعناصر المختلفة ، فوجد أن الشمس تتكون في معظمها من غازي الهليوم والهيدروجين . كما تمكن العلماء من تحديد تركيب العديد من النجوم باستخدام التقنية نفسها .

التحليل الطيفي : من خلال نتيجة الاطياف المميزة للعناصر(انبعاث وامتصاص)، تمكن العلماء من تحليل المواد المجهولة واحتساب كميتها ، ولأطياف الانبعاث والامتصاص أهمية في الصناعة كما في الابحاث العلمية .

مثال : تعيد مصانع الحديد معالجة كميات كبيرة من الحديد الخردة الذي يحتوي على تركيبات مختلفة ، حيث يمكن تحديد التركيب الدقيق من الحديد الخردة في دقائق بواسطة التحليل الطيفي ، وتعديل تركيب الصلب ليتناسب مع المواصفات التجارية .

التحليل الطيفي : أداة فعالة لتحليل المواد الموجودة على الارض وهو الأداة الوحيدة الموجودة على الأرض حالياً لدراسة تركيب النجوم على مدى الفضاء الواسع .

تعديل النموذج النووي لرذرفورد : درس علماء الفيزياء الأطياف الذرية لتحديد تركيب الذرة وتم التركيز على دراسة الهيدورجين لأنه العنصر الأخف ، وله أبسط طيف .

حيث يتكون الطيف المرئي للهيدروجين من أربعة خطوط وهي الأحمر والأخضر والأزرق والبنفسجي

إن النموذج الذي قدمه رذرفورد لم يخل من المشكلات ، حيث افترض رذرفورد أنَّ الإلكترونات تدور حول النواة تماماً كما تدور الكواكب حول الشمس ، فكانت توجد ثغرة خطيرة في نموذج الكواكب هذا .

المشكلات في نموذج الكواكب :

يتسارع الالكترون في مداره مع استمرار دورانه حول النواة وأن الالكترونات المتسارعة تشع طاقة عن طريق انبعاث موجات كهرومغناطيسية . فسرعة معدل فقدان الالكترون الدائر حول النواة لطاقته يجعل مساره حلزونياً حتى يسقط في النواة خلال جزء من الثانية ، إلا أننا نعرف أن الذرة مستقرة . لذا فإن نموذج الكواكب لا تتفق مع قوانين الكهرومغناطيسية . إضافة إلى ذلك يتوقع نموذج الكواكب أن الالكترونات المتسارعة ستشع طاقتها عند كل الاطوال الموجية ، كما مر سابقاً أن الضوء المنبعث من الذرات يُشَع عند اطوال موجية محددة فقط .

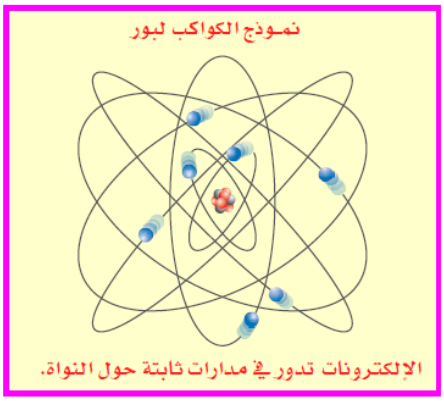
عام 1911 عمل نيلز بور على توحيد النموذج النووي للذرة مع مستويات الطاقة المكماة لبلانك ونظرية أينشتاين للضوء

* تكمية الطاقة

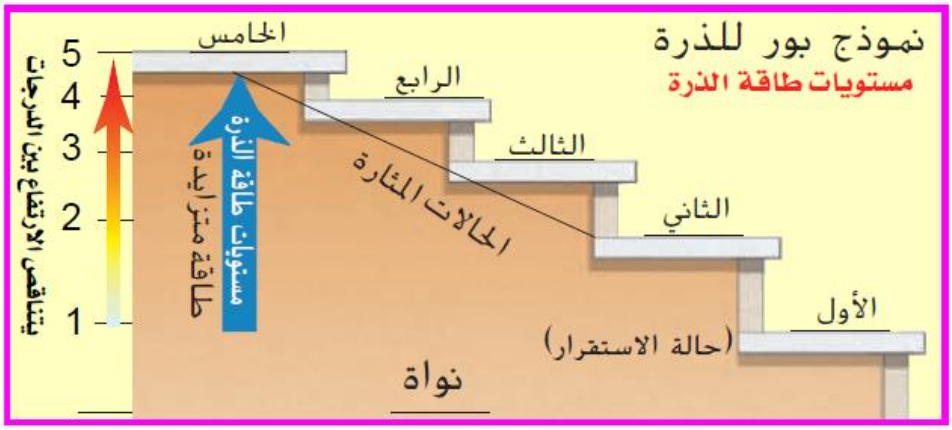
بدأ بور بالترتيب الكواكبي للإلكترونات، كما هو موضح في **الشكل** . لكنه قدّم نظرية جريئة تنص على أن قوانين الكهرومغناطيسية لا تطبق على داخل الذرة. فافترض أن الإلكترونات في المدار المستقر لا تشع طاقة رغم أنها تتسارع، واعتبر أن هذا هو شرط استقرار الذرة. وذهب إلى افتراض أن حالة الاستقرار للذرات تكون فقط عندما تكون كميات الطاقة فيها محددة؛ أي أنه اعتبر أن مستويات الطاقة في الذرة مكماة.

إن تكمية الطاقة في الذرات يمكن تشبيهها بدرجات سلّم؛ بحيث يتناقص البعد بين كل درجتين كلما صعدنا إلى أعلى ، ومن المستحيل الوقوف عند نقطة تقع بين درجتين. والذرات لها كميات مكماة من الطاقة كل منها يسمى **مستوى طاقة**

لذا فإن طاقة الذرة لا يمكن أن يكون لها قيمة بين طاقتي مستويين من مستويات الطاقة المسموح بها. وعندما تكون طاقة الذرة عند أقل مقدار مسموح به يقال إنها في **حالة استقرار** . وعندما تمتص الذرة كمية محددة من الطاقة فإنها تنتقل إلى مستوى طاقة أعلى، أي مستوى طاقة أعلى من مستوى الاستقرار. وهذه الحالة تسمى **حالة الإثارة**.



تشبيه مستويات الطاقة المسموح بها في الذرة بدرجات السلم ، لا حظ طريقة تناقص فرق الطاقة بين مستويات الطاقة المتجاورة كلما زاد بعد مستوى الطاقة ،



طاقة الذرة تساوي مجموع طاقة حركة الإلكترونات وطاقة الوضع الناتجة عن قوة التجاذب بين الإلكترونات والنواة .

وطاقة الالكترون في المستويات القريبة من النواة اقل من طاقة الالكترونات في المستويات البعيدة عنها ،

لأنه يجب أن يبذل شغل لنقل الإلكترونات بعيداً عن النواة . وهكذا تكون الذرات في حالة إثارة عندما تكون إلكتروناتها عند مستويات طاقة أعلى . أي في مستويات أبعد عن النواة ولأن الطاقة مكماة وترتبط برقم المستوى فإن طاقة المستوى مكمّاة ايضاً .

يعرف نموذج الذرة الذي يبين وجود نواة مركزية وغلكتروناتها لها مستويات طاقة مكمّاة تدور حولها بنموذج بور للذرة

اقترح بور أن طاقة كهرومغناطيسية تنبعث عندما تتغير حالة الذرة من حالة استقرار على حالة استقرار أخرى .

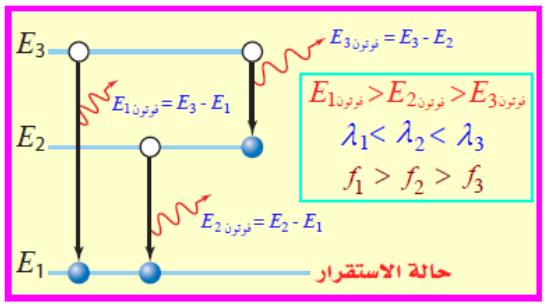
ومن نظرية التأثير الكهروضوئي لأينشتاين أدرك بور أن طاقة كل فوتون تعطى بالمعادلة ($E = hf$) ، ثم افتَرَض أنه

عندما تمتص الذرة فوتوناً فإنها تصبح مثارة ، وتزداد طاقتها بمقدار يساوي طاقة ذلك الفوتون ، ثم تنتقل هذه الذرة المثارة على مستوى طاقة اقل عندما تشع فوتوناً . عندما يحدث انتقال في الذرة من مستوى طاقة ابتدائي E_i إلى مستوى طاقة نهائي E_f فإن التغير في طاقة الذرة ΔE يعطى بالمعادلة

$$\Delta E_{\text{ذرة}} = E_f - E_i$$

وكما هو موضح في **الشكل** ، فالتغير في طاقة الذرة يساوي طاقة الفوتون المنبعث.

$$E_{\text{فوتون}} = -\Delta E_{\text{ذرة}} = E_i - E_f = hf$$



عيوب نموذج بور :

على الرغم من النجاحات التي حققها نموذج بور في احتساب الأطوال الموجية المنبعثة من ذرة الهيدروجين

لكنه بقي يعاني من بعض العيوب وأهمها :

1 – لم ينطبق عملياً إلا على ذرة الهيدروجين ولم يستطع توقع طيف العنصر الابسط التالي وهو الهليوم

2 – لم يعطِ تفسيراً مقبولاً لتطبيق قوانين الكهرومغناطيسية في كل مكان ما عدا داخل النواة .

ولذلك كان لابد إدخال بعض التعديلات على هذا النموذج وهذا ما جاء به نموذج الكم للذرة الذي سيُدرس لاحقاً .

توقعات نموذج بور :

طوّر بور نموذجه بتطبيق قانون نيوتن الثاني في الحركة وقانون كولوم وحصل على العلاقة :

معادلة لحساب نصف قطر ذرة الهيدروجين $\frac{ke^2}{r^2}=\frac{m\nu^2}{r} \longrightarrow r=\frac{ke^2}{m_e\nu^2}$

اخذ بور في الحسبان الزخم الزاوي للإلكترون الذي يدور حول النواة ، $m\nu r$ وافترض بور أن كمية الحركة الزاوية مكماة أيضاً ، ما يعني أن لكمية الحركة الزاوية للإلكترون قيّماً محددة .وأن تلك القيم المسموح بها (n) تكون مضروبة في المقدار $\frac{h}{2\pi}$ وتصبح العلاقة

$m_e\nu r=\frac{nh}{2\pi} \longrightarrow \nu=\frac{nh}{2\pi m_e r}$

بدمج معادلة السرعة المتجهة ومعادلة نصف قطر ذرة الهيدروجين نستنتج أنصاف أقطار مدارات الالكترونات في ذرة الهيدروجين .

$r=\frac{ke^2}{m_e\nu^2}$ + $\nu=\frac{nh}{2\pi m_e r}$ = $r=\frac{n^2h^2}{4\pi^2 k m_e e^2}$

نصف قطر بور هو نصف قطر ذرة الهيدروجين عندما **n= 1**

فتوصل بور إلى العلاقة التي يمكن من خلالها حساب نصف قطر مدار االالكترون في ذرة الهيدروجين وذلك بعد تعويض القيم الثابتة في العلاقة السابقة حصل على :

$r_n=5.3\times10^{-11}\times n^2$

حيث r_n هو نصف قطر المدار و n هو رقم المدار (رقم المدار الرئيسي)

ثم توصل إلى العلاقة التي يمكن من خلالها حساب طاقة الالكترون في ذرة الهيدروجين (طاقة ذرة الهيدروجين)

نصف قطر مدار الإلكترون مُكمّى ، طاقة الذرة مُكمّى ،

يحدد العدد الكمي الرئيسي القيم المُكمّاة لكل من r و E

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

ملخص المعادلات السابقة :

نصف قطر مدار الإلكترون في ذرة الهيدروجين

$$\frac{Ke^2}{r^2}=\frac{m_e v^2}{r} \rightarrow r=\frac{Ke^2}{m_e v^2}$$

$$m_e v r=\frac{nh}{2\pi} \rightarrow v=\frac{nh}{2\pi m_e r}$$

$$\rightarrow r_n=\frac{h^2 n^2}{4\pi^2 K m_e e^2}$$

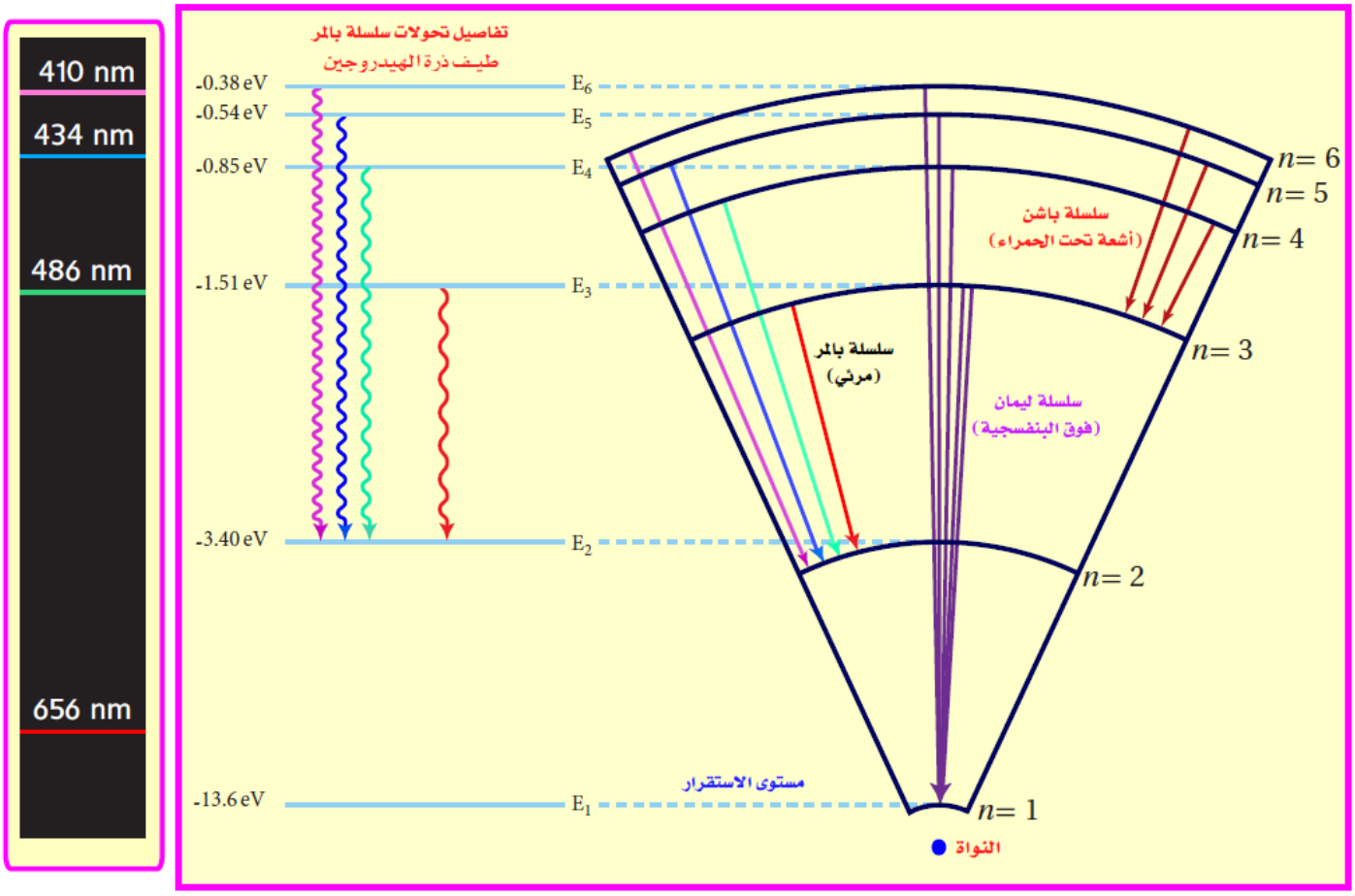
$$r_1=5.3\times10^{-11}\ \text{m}=0.053\ \text{nm}$$

طاقة ذرة الهيدروجين (E = KE + PE)

$$E_n=\frac{-2\pi^2 K^2 m_e e^4}{h^2}\times\frac{1}{n^2} \rightarrow E_n(\text{eV})=-13.6\times\frac{1}{n^2}$$

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

بعض مستويات الطاقة لـذرة الهيدروجين ومستويات الطاقة التي قد يتـم الانتقال إليها موضّحة في **الشكل**



الطاقة وانتقال الالكترون : ما هو السبب في وراء القيم السالبة لطاقة الذرة في نموذج بور ؟

الفروق في الطاقة هي فقط ما يؤثر في حركة الاجسام . يمكن اختيار مستوى الطاقة الصفرية حسب الرغبة .

الطاقة الصفرية : طاقة الذرة عندما يكون الالكترون بعيداً جداً عن النواة ، وليس له طاقة حركية .

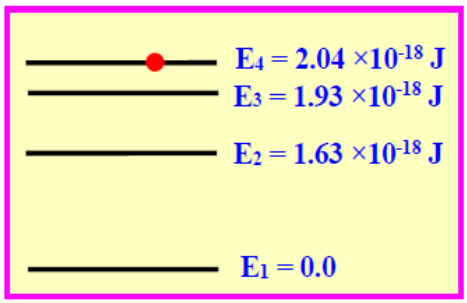
وتحدث هذه الحالة عندما تصبح الذرة متأينة أي عندما ينزع الكترون من الذرة لذلك يجب بذل شغل لتأين الذرة ،

فإن الطاقة الكلية للذرة بوجود الكترون الدائر فيها أقل من الصفر ، عندما تنتقل ذرة من مستوى طاقة أقل إلى مسوى

طاقة أعلى تقل القيمة السالبة لطاقة الكلية ما يعني أن قيمة التغير الكلي في الطاقة موجبة .

تدريبات

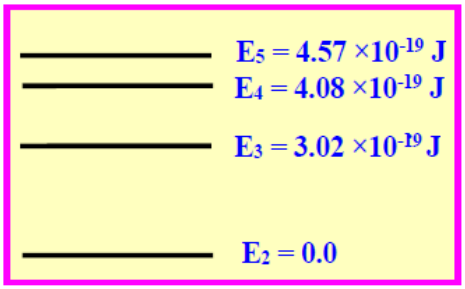
1. سخنت كمية من غاز محصور في دورق بحيث أثيرت ذراتها إلى مستوى الطاقة (E_4) مستعيناً بالمخطط الجانبي لمستويات الطاقة لذرة هذا الغاز



a. ما أكبر عدد للخطوط الطيفية التي يمكن أن تظهر في طيف انبعاث الغاز ؟

b. احسب أكبر طول موجي للفوتون المنبعث يمكن أن يصدر عن هذا الغاز.

2. الشكل التخطيطي المجاور يظهر عدداً من مستويات الطاقة لذرة الهيدروجين أي من مستويات الطاقة الظاهرة في الرسم يقفز منه الإلكترون إلى المستوي (E_2) إذا كان طول موجة الفوتون المنبعث (6.585×10^{-7} m)



* **أولا:-** اختر الإجابة الصحيحة لكل من العبارات التالية بوضع إشارة (✓) إلى يمينها :

1- ما نوع الطيف الذي ينشأ بتطبيق فرق جهد مرتفع على غاز ذري نقي ؟

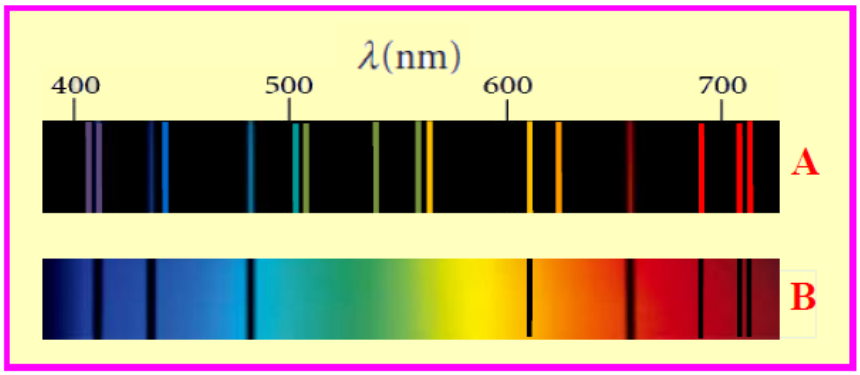
☐ طيف انبعاث خطي ☐ طيف امتصاص خطي ☐ طيف انبعاث مستمر ☐ طيف امتصاص مستمر

2- استطاع نموذج بور أن يحل معضلة عدم استقرار الذرة في نموذج رذرفورد .كيف عالج نموذج بور هذه المعضلة .

☐ افترض أن الإلكترونات تدور في مدارات حول النواة .
☐ افترض أن الطاقة الكلية للذرة لا تبقى ثابتة .
☐ استنتج أن الإلكترونات تبعث موجات كهرومغناطيسية أثناء دورانها حول النواة .
☐ النموذج لا يسمح للإلكترونات بالتواجد بين المدارات .

* **ثانيا:** يبين الشكل المجاور طيفان خطيان

1- اكتب نوع الطيف الذي يمثله (A) و (B) في الشكل .



* نوع الطيف (A) :

* نوع الطيف (B) :

2- هل الطيفان ينتجان عن الغاز نفسه ؟ برر إجابتك .

القسم 2 – نموذج الكم للذرة ،

من المدارات على السحابة :

- لم يتوقع نظرية بور بشكل صحيح مستويات طاقة الالكترونات للذرات التي تحتوي على أكثر من إلكترون واحد

- ساعد اقتراح لويس دي برولي في معرفة أن للجسيمات خصائص شبه موجيه في توجيه الفيزيائيين بداية من نموذج المدار لبور وحتى الفهم الجديد للذرة .

موجات دي برولي في الذرة :

اقترح دي برولي أن للجسيمات خصائص موجيه ، تماماً كما للضوء خصائص جسيمية وفقاً لنظرية أينشتاين .

وأن الطول الموجي لجسيم كمية حركته mv يساوي $\lambda=h/mv$ ويمكن تحديد كمية الحركة الزاوية للجسيم بالمعادلة $mvr=hr/\lambda$.

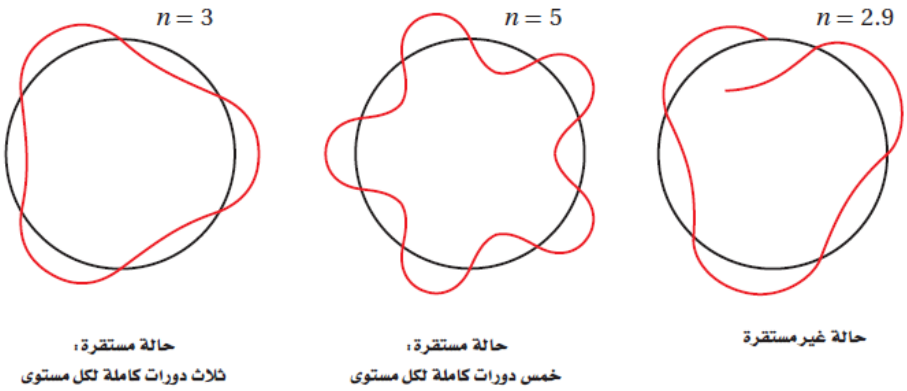
- نموذج بور يشترط أن تكون كمية الحركة الزاوي مكماة . $mvr=nh/2\pi$
ويمكن كتابتها بالصيغة التالية .

$$\frac{hr}{\lambda}=\frac{nh}{2\pi}$$ أو $2\pi r=n\lambda$

محيط مدار بور $2\pi r$ = عدد صحيح n من طول الموجه λ

توسع الفيزيائي النمساوي إروين شرودينغر في نموذج دي برولي لإنشاء نظرية الكم للجسيمات . مثل الالكترونات ، اعتماداً على الموجات لكن لايُعد الإلكترون في حد ذاته موجه .

تصف الموجه احتمال وجود الكترون في موقع محدد أو أن يكون له كمية حركة محددة أو طاقة محددة .



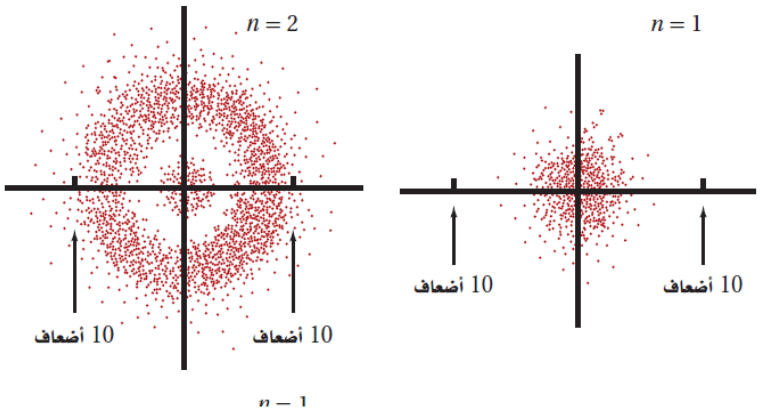
يوضح نموذج بور للذرة أن محيط مدار الالكترون المستقر حول النواة يجب أن يساوي حاصل ضرب العدد الصحيح (n) في الاطوال الموجية لدي برولي (λ).

تطبيق مبدأ عدم اليقين على النظرية الذرية :

-اقترح هايزنبرغ أنه يستحيل قياس كل من موقع جسيم وكمية حركته بدقة في الوقت نفسه . يمكنك معرفتها بالتقريب فقط .

- يتوقع نظرية الكم الحديث للذرة احتمالية وجود الإلكترون في منطقة محددة . ويتوقع أن معظم المسافة المحتملة بين الالكترون والنواة في ذرة هيدروجين تساوي نصف القطر الذي توقعه نموذج بور .

السحابة الالكترونية : المنطقة التي ترتفع فيها احتمالية وجود الإلكترون حول النواة .



الشكل 14–9 هذه الرسومات تظهر احتمالية وجود الإلكترون في ذرة الهيدروجين عند مسافة تساوي عشرة أضعاف نصف قطر بور من النواة لكل من مستويي الطاقة الأول والثاني. وترتبط كثافة توزيع النقاط مع احتمالية وجود الإلكترون. لاحظ أن نصف قطر بور = 0.053 nm .

تتوافق كثافة النقاط في هذه التمثيلات مع احتمالية وجود الإلكترون في ذرة الهيدروجين في مستويي الطاقة الأولى والثاني .

فائدة ميكانيك الكم : التي تعني بدراسة خصائص المادة باستخدام خصائص الموجه الخاصة بها ، فقد سهلت تخيل نموذج الكم للذرة ، وتعتبر ميكانيكا الكم أداة مفيدة بالنسبة إلى علماء الفيزياء والكيمياء والأحياء والمهندسين ، واستخدمت في تطوير مواد كيماوية وشرائح كمبيوتر جديدة وخلايا طاقة شمسية جديدة . وأدوية جديدة ، كما ساعدت ميكانيك الكم في تحليل تفاصيل انبعاث الضوء وامتصاصه في الذرات مما أدى إلى تطوير نوع جديد من مصدر الضوء .

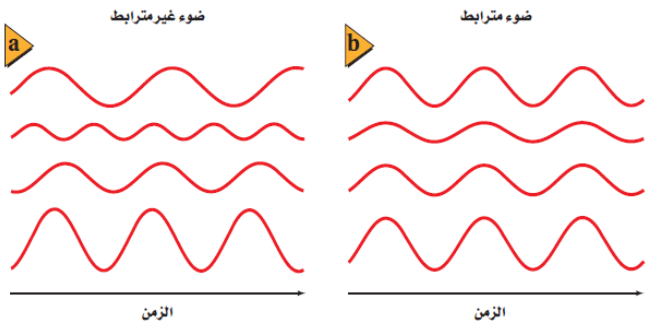
موجات الليزر :

الضوء الأبيض ضوء مركب يتكون من عدة اطوال موجية متداخلة طاقتها ضعيفة وهي غير مترابطة

الضوء وحيد اللون : ضوء أطواله الموجية متساوية إلا أنها غير مترابطة ممكن تتقابل قمم مع قيعان وبالعكس لذلك طاقتها ضعيفة مثل اللون الأحمر أو الأخضر أو الأزرق

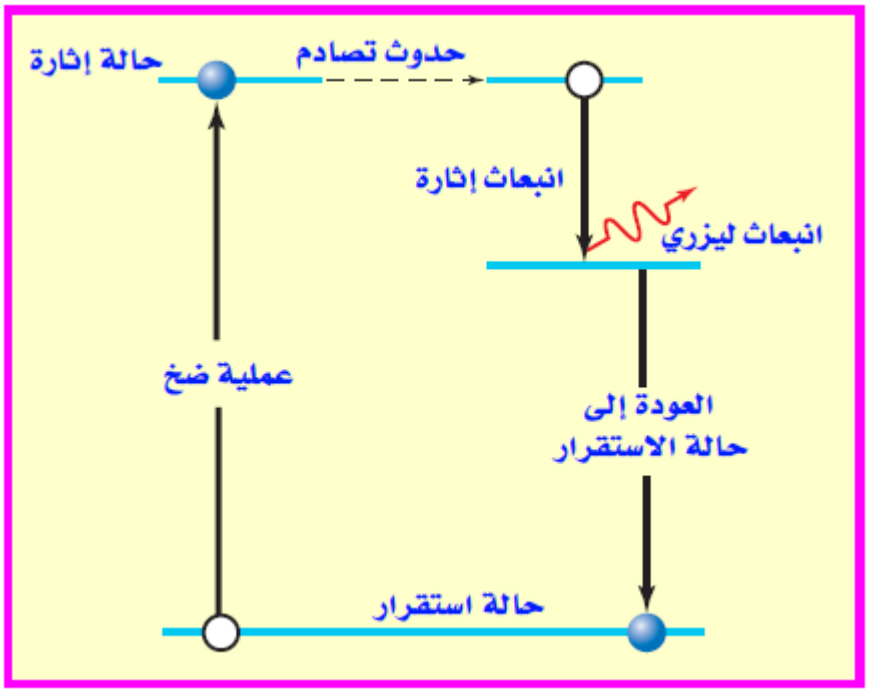
ضوء الليزر : ضوء وحديد اللون مترابط تتقابل قممها مع بعضها وقيعانها مع بعضها البعض لذلك تكون طاقتها عالية .

الشكل 15–9 يوضح موجات الضوء غير المترابطة (a) وموجات الضوء المترابطة (b).



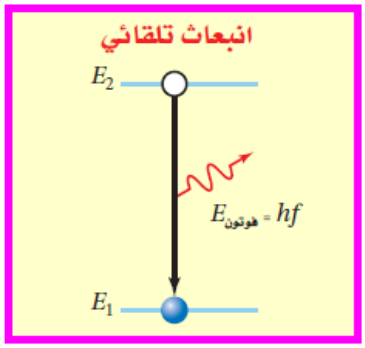
الانبعاث المستحث والتلقائي :

الذرة العادية : هي الذرة التي تتواجد الكتروناتها في مستويات الطاقة المحددة لها . وهي مستقرة



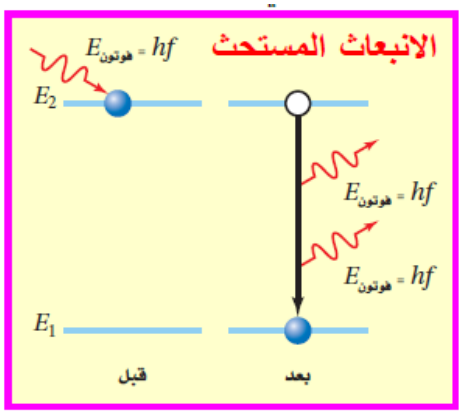
الذرة المثارة : هي الذرة التي تكتسب فيها الذرة طاقة (فوتون) وتنتقل الكترون من مستوى طاقة أدنى إلى مستوى طاقة أعلى ، وتكون في حالة عدم استقرار .

الانبعاث التلقائي : إنبعاث فوتون من الذرة المثارة بعد وقت قصير من إثارتها له الطاقة الممتصة نفسها ، وتعود الذرة إلى الاستقرار .



الانبعاث المستحث : صدم ذرة مثارة بفوتون له نفس طاقة الفوتون الأول (له طاقة مساوية لفرق الطاقة بين الحالة المستثارة وحالة الاستقرار) تعود الذرة بسرعة إلى حالة الاستقرار مطلقة فوتونان بطاقة مساوية لفرق الطاقة بين الحالتين الفوتونان اللذان يغادران الذرة لهما نفس التردد ونفس الطور أي مترابطين (القمم متقابلة والقيعان متقابلة)

يصطدم الفوتونان المنطلقان من الذرة المثارة بالانبعاث المستثار بذرات مثارة وتطلق اربع فوتونات وتستمر هذه العملية بحيث تزيد عدد الفوتونات المنطلقة التي لها نفس الطول الموجي ونفس التردد ونفس الطور (مترابطة) .



الشروط التي يجب توفرها لكي تحدث عملية تضخيم الضوء :

1 – وجود ذرات مثارة أخرى في الوسط .

2 - بقاء الذرات في الحالة المثارة فترة زمنية طويلة تكفي ليصطدم بها فوتون .

3 – أحتواء الفوتونات حتى تتمكن من الاصطدام بذرات مستثارة أخرى .

بناء على ذلك ابتكر العلماء عام 1960 جهز الليزر استوفى كل الشروط اللازمة لانتاج ضوء مترابط ,

الليزر : هو تقوية (تضخيم) الضوء من خلال بالانبعاث المُحفَّز بالإشعاع .

الليزرة : الذرة التي تبعث الضوء عندما يكون مستحثاً .

استثارة الذرة

1 - تتم باستخدام وميض كثيف من الضوء بطول موجي أقصر من الطول الموجي لليزر لضخ الذرات .

كلما كانت الطول الموجي أقصر أنتجت فوتونات عالية الطاقة بواسطة اصطدام الوميض بذرات الليزر واستثارتها

2 – تتم من خلال اصطدام الذرات بذرات أخرى في ليزرات الهليوم – النيون .

يستثير التفريغ الكهربائي ذرات الهليوم وتصطدم ذرات الهليوم المستثارة بذرات النيون وتضخها في حالة مستثارة مما ينتج عنها أشعة الليزر .

ويكون ضوء الليزر الناتج عن هذه العملية شعاعاً مستراً وليس ومضات متقطعة .

جهاز الليزر : غرفة تحتوي على مرآتين متوازيتين على كلا الجانبين ويزيد انعكاس إحدى المرآتين بنسبة 99.9%

وتعكس كل الضوء تقريباً الذي يسقط عليه . أما المرآة الثانية فتعكس الضوء بشكل نسبي وتسمح بمرور حوالي 1% فقط من الضوء الذي يسقط عليها . ، تصطدم الفوتونات المنعكسة بذرات أكثر مما ينتج عنه مزيد من الفوتونات تمر كل واحدة منها بين المرآتين وبينما تستمر العملية يتكون شعاع عالي الشدة من الفوتونات التي تخرج من الأنبوب عبر مرأة الانعكاس الجزئي **شعاع الليزر .**

صفات شعاع الليزر :

1 – الشعاع الناتج عن الليزر مترابطة

2 – شعاع الليزر ذات طاقة عالية وموجهه

3 – قطر شعاع الليزر صغير جداً يمكن تركيزه في بؤره صغيرة .

ملاحظة : من المحتمل تشغيل الانبعاث المستحث وإيقافه تشغيله في فترات قصيرة للغاية لإنتاج نبضات ضوئية سريعة وعالية الطاقة .

1. وضح ما إذا كان يمكن استخدام الضوء الأخضر لضخ ضوء ليزر أحمر. لماذا لا يستخدم الضوء الأحمر لضخ الضوء الأخضر؟

2. وضح لماذا تعارَض نموذج بور للذرة مع مبدأ عدم التحديد لهيزنبرج، بينما لم يتعارض النموذج الكمي معه.

3. إن مصدر طاقة جهاز الليزر المختبري 0.8 mW فقط. لماذا يبدو أنه أكثر قدرة من ضوء مصباح كهربائي 100 W؟

4. ما الخصائص الأربعة لضوء الليزر التي تجعله مفيدًا؟

5. تستخدم ليزرات زرنيخات الجاليوم كثيرًا في مشغلات القرص المدمج. إذا بعث مثل هذا الليزر عند طول موجي 840 nm فما مقدار الفرق بوحدة eV بين مستويات الطاقة ؟

6. أُدخل ليزر GaInNi بين مستويات طاقة مفصولة بطاقة مقدارها 2.90 eV. ما الطول الموجي للضوء المنبعث من الليزر؟

7. طاقة حزمة ليزر تساوي حاصل ضرب طاقة كل فوتون منبعث في عدد الفوتونات لكل ثانية. إذا أردت الحصول على ليزر عند طول موجي 840 nm بحيث يكون له القدرة نفسها لليزر طول موجته 427 nm ، فكم مرة يتضاعف عدد الفوتونات في كل ثانية؟