دوسية أوكسجين في شرح وحل اسئلة

مادة الكيمياء

الصف العاشر

الوحدة الأولى : بنية الذرة وتركيبها

الفصل الدراسي الأول

إعداد : م. مريم السرطاوي

تلاخيص منهاج أردني

المنهاج الجديد

2020

من نحن

تلاخيص منهاج أردني - سؤال وجواب

- أول وأكبر منصة تلاخيص مطبوعة بشكل إلكترونيّ و مجانية.
- تعنى المنصة بتوفير مختلف المواد الدراسية بشكل مميز ومناسب للطالب وتهتم بتوفير كل ما يخص العملية التعليمية للمنهاج الأردني فقط.
- تأسست المنصة على يد مجموعة من المعلمين والمتطوعين في عام ٢٠١٨ م وهي للإنتفاع الشخصي من قبل الطلاب أو المعلمين.
- لمنصة تلاخيص فقط حق النشر على شبكة الإنترنت ومواقع التواصل سواء ملفاتها المصورة PDF أو صور تلك الملفات ويُسمح بمشاركتها أو نشرها من المواقع الأخرى بشرط حفظ حقوق الملكية للملخصات من اسم المعلم وشعار الفريق.

إدارة منصة فريق تلاخيص

يمكنكم التواصل معنا من خلال

تلاخيص منهاج أردني – سؤال وجواب

talakheesjo@gmail.com

المنسق الإعلامي أ. معاذ أمجد أبو يحيى 0795360003

شكر وتقدير

بسم الله الرحمن الرحيم

أحمد الله وأشكره على إنجاز هذا العمل فله الحمد أولًا وآخرًا،

ثم أشكر كل من دعمني لإنجازه،

والداي .. زوجي .. إخوتي .. أبنائي

وأخيرا تصميم الغلاف من الأستاذ الفيزيائي المبدع: معاذ أمجد أبو يحيى

وتدقيق معلمة الرياضيات المبدعة: هديل أبو سمرة

لهما شكري وتقديري ودعائي بظهر الغيب، فمن لا يشكر الناس لا يشكر الله

طلابي الأعزاء لا بد أن نعي جميعًا أن أي عمل بشر لا يخلو من نقص أو عيب؛

فإن الكمال لله وحده، لذا عليكم تجربة الحساب بأنفسكم للتأكد من النتائج ولتثقوا بقدراتكم العظيمة

بقدرِ الكدِّ تكتسبُ المعالي ومن طلب العلا سهر الليالي

ومن رام العلا من غير كد أضاع العمر في طلب المحال

تروم العز ثم تنام ليلاً يغوص البحر من طلب اللآلي

ما هي دوسية أوكسجين؟

دوسية شاملة للمادة فهي كالأوكسجين تنعش التفكير وتحيي الكيمياء في الروح 😍، تشمل:

1- شرح الدرس الأول: نظرية بور لذرة الهيدروجين مع حل أسئلة الدرس

2- شرح الدرس الثاني: النموذج الميكانيكي الموجي الذري مع حل أسئلة الدرس

3- حل أسئلة الوحدة

4- أمثلة وتطبيقات محلولة تعلم الطالب نمط الأسئلة للامتحان

5- أوراق عمل يتمرن عليها الطالب

6- امتحان تجريبي نهاية الوحدة

7- مقاطع مرئية تشرح المادة وتوضحها ممكن الاطلاع عليها

سواء برابط اليوتيوب أو بماسح الكود

تابع معنا كل جديد مع طلاب مدرسة الكيمياء الإلكترونية

https://cutt.us/SCHOOLofCHEMISTRY

مدخل إلى الوحدة الأولى: بنية الذرة وتركيبها

مراحل استكشاف الذرة

سؤال **ما هو تركيب الذرة كما تعلمنا سابقًا؟**

البروتون موجب الشحنة وهو في النواة

الإلكترون سالب الشحنة يدور في مدارات ثابتة حول النواة

النيوترون متعادل الشحنة وهو في النواة

سؤال **كيف استطاع العلماء رسم النماذج الذرية وقتما كانت الذرة لا تُرى حتى بالمجهر؟**

1- بعد اختراع أديسون للمصباح، حاول العلماء معرفة سبب توهج السلك في المصباح لألوان مختلفة

2- فقالوا: لو درسنا الضوء وخصائصه فهكذا سنعرف المادة وبنيتها التي تُسبب ذلك التوهج عند التسخين، وتتغير ألوانه كلما ازدادت فترة التسخين

3- خلال ذلك الوقت ظهرت نماذج ذرية للعلماء: دالتون ثم طومسون [مكتشف الإلكترون] ثم رذرفورد [مكتشف البروتون] وكل تلك النماذج كان فيها قصور

4- استمر علماء الفيزياء بدراسة الضوء، وكان لظاهرة التأثير الكهروضوئي التي قام بها العالم آينشتاين دورًا مهما في تطور النظرية الذرية، بأن الضوء عبارة عن فوتونات بالإضافة لفرضية العالم بلانك لنظرية الكم

5- جاء العالم بور ليصمم نموذجه الذري بناء على:

a) فرضيات العالمين بلانك وآينشتاين بخصوص نظرية الكم للضوء (الضوء عبارة عن فوتونات كل منها لها طاقة محددة مكماة)، فطبقها على الإلكترون بأن له طاقة معينة في مستواه

b) استفاد من نموذج رذرفورد الأخير وهو أن النواة هي التي تتركز فيها كتلة الذرة وحولها تتحرك الإلكترونات،

c) طبق بور تجربته العلمية على الطيف الذري للهيدروجين وخرج بفرضيته أو نموذجه الذري

6- تتابعت التجارب والفرضيات بخصوص الذرة وبنيتها، حيث لم يستطع بور تفسير الأطياف الأخرى المعقدة غير الهيدروجين

7- وصلنا لمرحلة النموذج الذري الذي تشكل بعد "معادلة شرودنغر" وظهور أعداد الكم التي تصف موقع الإلكترون وطاقته وشكل الفلك الذي يحتمل تواجده فيه ويسمى بالنموذج الميكانيكي الموجي للذرة

8- وأخيرا تم اكتشاف النيوترون على يد العالم شادويك في عام 1932 [معلومة إضافية لو تساءلنا: من اكتشف النيوترون؟]

خريطة ذهنية لأهم النماذج الذرية

تنبيه

هذا المدخل لا يُطالب الطالب بحفظه، لكن فهمه مهم للطالب كرؤوس أقلام؛ ليربط دروس الوحدة بعضها ببعض، وليراجع معلوماته وقت الامتحان؛ فتتكون في مخيلته صورة متكاملة عن مباحث الوحدة الأولى

فيديو

امسح الكود لتشاهد فيديو التمهيد

رابط الفيديو على اليوتيوب:

https://youtu.be/Mmd0v0mCKxg

تجربة استهلالية: الطيف الذري «صفحة 9»

سؤال **ما هي تجربة الطيف الذري؟**

هي التجربة التي قام بها العالم «نيلز بور» مستخدمًا ذرة الهيدروجين، فاكتشف من خلال النظر إلى نتائجها: بنية الذرة وتركيبها، ووضع نظريته الخاصة بالنموذج الذري الخاص بذرة الهيدروجين

سؤال **ما هدفنا من التجربة؟**

التعرف على خصائص الطيف الكهرومغناطيسي «الضوء» مما يسمح بعد ذلك بالتعرف على البنية الذرية

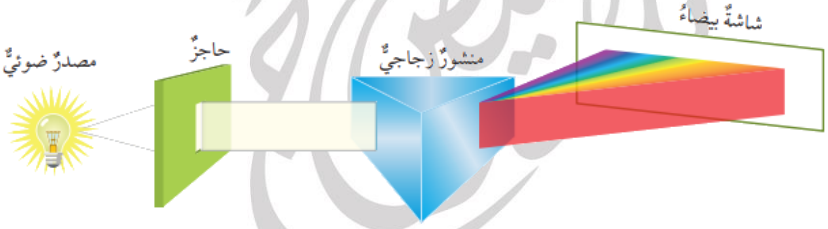
سؤال **كيف سيفيدنا ذلك في معرفة خصائص الطيف الكهرومغناطيسي وبنية الذرة؟**

بمقارنة الضوء الصادر عن المصباح العادي والثاني الصادر عن أنبوب التفريغ الذي يحوي غاز الهيدروجين، بعد تجمع كل من ضوئيهما الصادر عن المنشور على الشاشة البيضاء

سؤال **كيف يظهر الضوء الصادر عن المصباح على الشاشة البيضاء؟ أصفُ ذلك**

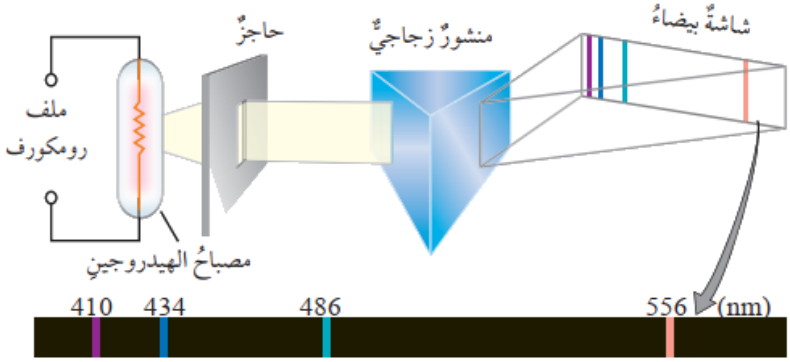
يظهر ضوء المصباح العادي على الشاشة البيضاء في صورة مجموعات من الألوان المتتابعة المتداخلة على شكل قوس المطر، ويسمى الطيف المتصل

ويتحلل إلى الألوان: الأحمر - البرتقالي - الأصفر - أخضر - أزرق - نيلي - بنفسجي



سؤال **أصفُ الضوء الصادر عن أنبوب التفريغ**

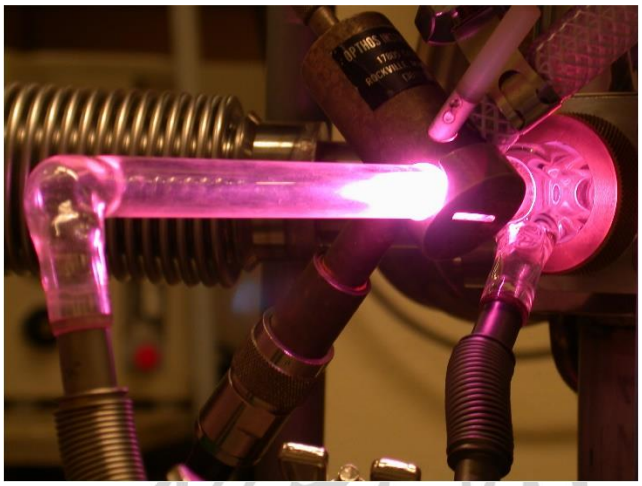
يظهر الضوء الصادر عن أنبوب التفريغ في صورة مجموعة من الخطوط الملونة المتباعدة ويسمى الطيف المنفصل، ويتحلل إلى الألوان: أحمر - أخضر - أزرق - بنفسجي



سؤال **ما الفرق بين ألوان الضوء الصادرة في كلتا الحالتين؟**

الضوء العادي صدر عنه سلسلة من الألوان المتتابعة المتداخلة من دون وجود حد فاصل بين اللون واللون الذي يليه، بخلاف الضوء الصادر عن أنبوب التفريغ حيث كان عبارة عن مجموعة من الخطوط لكل منها لون خاص به يمكن تمييزه من غيره

صورة مرفقة لضوء غاز الهيدروجين الصادر من أنبوب التفريغ بسبب مرور التيار الكهربائي فيه قبل تحلله عبر المنشور، لاحظ الضوء البنفسجي الفاتح، هذا هو الضوء الصادر عن غاز الهيدروجين، يتحلل ويتشتت هذا الضوء للألوان الأربعة المرئية [المنفصلة] كما سبق في التجربة



سؤال **لماذا كانت الألوان المرئية متباعدة ولماذا اختلفت النتيجة عن الضوء الأبيض العادي؟**

هذا ما درسه العالم بور وأجاب عنه في نموذجه الخاص للذرة

تنبيه

عدم العبث بملف رموكورف في أثناء تشغيله؛ والسبب: الفولتية العالية جدًّا التي تصل إلى **4000** فولت وبالتالي قد تسبب صعقة كهربائية

فيديو

امسح الكود لتشاهد فيديو ثلاثي الأبعاد للتجربة

رابط الفيديو على اليوتيوب:

https://youtu.be/5znUC8Hg9BE

الدرس الأول: نظرية بور لذرة الهيدروجين

التفكير الناقد: لماذا تختلف الألوان الصادرة عن مصابيح التزيين في إعلانات المحلات التجارية؟

كل مصباح فيه غاز معين، لكل غاز ضوء خاص به يصدر منه إذا تعرض لطاقة معينة سواء تسخين أو تيار كهربائي.

النتيجة: لا بد أن ندرس الضوء لنتعرف على طبيعة وبنية ذرات تلك المادة، وبالتالي سنعلم ما العملية التي تحدث ليصدر ذلك الضوء بلون معين؟

الطيف الكهرومغناطيسي، تعريفه، خصائصه وأقسامه

سؤال **ما أهمية الضوء بالنسبة للنظريات الذرية الحديثة؟**

يعدُّ الضوء المصدر الرئيس للمعلومات التي استندت إليها النظريات الحديثة في تفسير بنية الذرة وتركيبها

سؤال **فسِّر: اندفع العلماء في أواخر القرن التاسع عشر إلى دراسة الضوء وتحليله، واستندوا إلى الضوء في تفسير بنية الذرة**

لأنهم لاحظوا انبعاث الضوء من بعض العناصر عند تسخينها وتوصلوا إلى ارتباط سلوك العنصر بالتوزيع الإلكتروني

سؤال **عرِّف الطيف الكهرومغناطيسي**

الطيف الكهرومغناطيسي: هو جميع الأطوال الموجية التي يتكون منها الضوء

أو هو الضوء في جميع أطواله الموجية وتردداته

معلومة إضافية: يُطلق على الضوء مصطلح الطيف الكهرومغناطيسي، الطيف لأنه عبارة عن أنواع كثيرة، كل نوع له طول موجة وتردد، الكهرومغناطيسي لأنه يتكون من مجالين: كهربائي ومغناطيسي

سؤال **اذكرْ خصائص الضوء**

سرعة الضوء في الفراغ أو الهواء قيمة ثابتة مهم جدًّا حفظها

1- الضوء شكل من أشكال الطاقة، وحداته هي الفوتونات
2- ينتقل الضوء في الفراغ بسرعة ثابتة ومقدار تلك السرعة
$= 3 \times 10^8\ m/s$ (يرمز لسرعة الضوء بالرمز C)
3- تنتشر فوتونات الضوء على شكل أمواج [الطبيعة الموجية للضوء]
4- يوصف الضوء عن طريق:
   أ- طول الموجة (ورمزه: لامدا λ)
   ب- التردد (ورمزه: نيو ν)

[طول الموجة والتردد هما أهم خاصية للضوء]

بحيث أن سرعة الضوء = طول الموجة × التردد [الشرح ص12 من الدوسية]

سؤال **كيف نصفُ أي موجة من موجات الطيف الكهرومغناطيسي؟**

عن طريق 1- طول موجة الضوء 2- تردد الضوء

سؤال **ما هي أقسام [مكوِّنات] الطيف الكهرومغناطيسى؟**

1- الطيف المرئي، ويُطلق عليه أيضًا الطيف المتصل أو الطيف المستمر

- **تعريفه:**

الطيف المرئي: حزمة ضيقة من الطيف الكهرومغناطيسي يمكن تمييزها بالعين وتتراوح أطوالها الموجية بين **350** نانومترًا و **800** نانومتر

- **متى يظهر أو نلاحظه؟**

عند تحليل الضوء العادي أو ضوء الشمس خلال منشور زجاجي، أو عند تشتت ضوء الشمس من خلال حبات المطر فيظهر قوس المطر في السماء

- **كيف يظهر بعد تحلله، أو كيف يكون شكل الطيف المرئي؟**

على شكل حزمة من الأشعة الملونة المتتابعة في (الأطوال الموجية والترددات) من دون ظهور حدود فاصلة واضحة بينها

- **أمثلة على الطيف المرئي:**

قوس المطر

- **تعريف الطيف المتصل (المستمر):**

الطيف المتصل أو المستمر: مجموعة الأطوال الموجية التي تظهر في صورة مجموعة من الألوان المتتابعة المتداخلة التي يتكون منها الضوء العادي

2- الطيف غير المرئي

- **تعريفه:**

الطيف غير المرئي: الأطوال الموجية التي يتألف منها الطيف الكهرومغناطيسي ويقل طولها الموجي عن **350** نانومترًا ويزيد عن **800** نانومتر ولا يمكن تمييزها بالعين

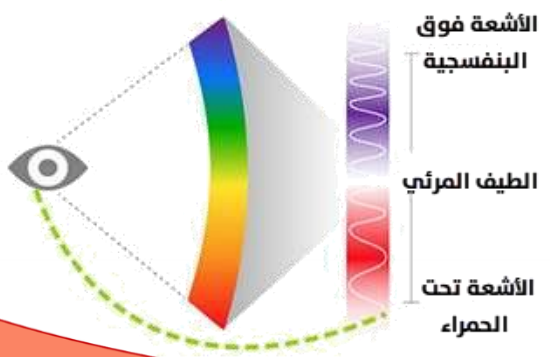
- **متى يظهر أو نلاحظه؟**

لا نستطيع ملاحظته بالعين المجردة، حيث له أجهزة خاصة ترصده، وقد نشعر بتأثيره من خلال التوهج أو الحرارة، مثل: الطعام المسخن بواسطة الميكروويف

- **اذكر أمثلة على الطيف غير المرئي**

أ- الأمواج التي يقل طولها عن **350** نانومترًا [فوق الضوء البنفسجي]، **مثل**: الأشعة السينية

ب-الأمواج التي يزيد طولها عن **800** نانومتر [تحت الضوء الأحمر]، **مثل**: أمواج الراديو، والتلفاز، وأمواج الميكروويف



سؤال

أفسرُ: ظهور قوس المطر في السماء

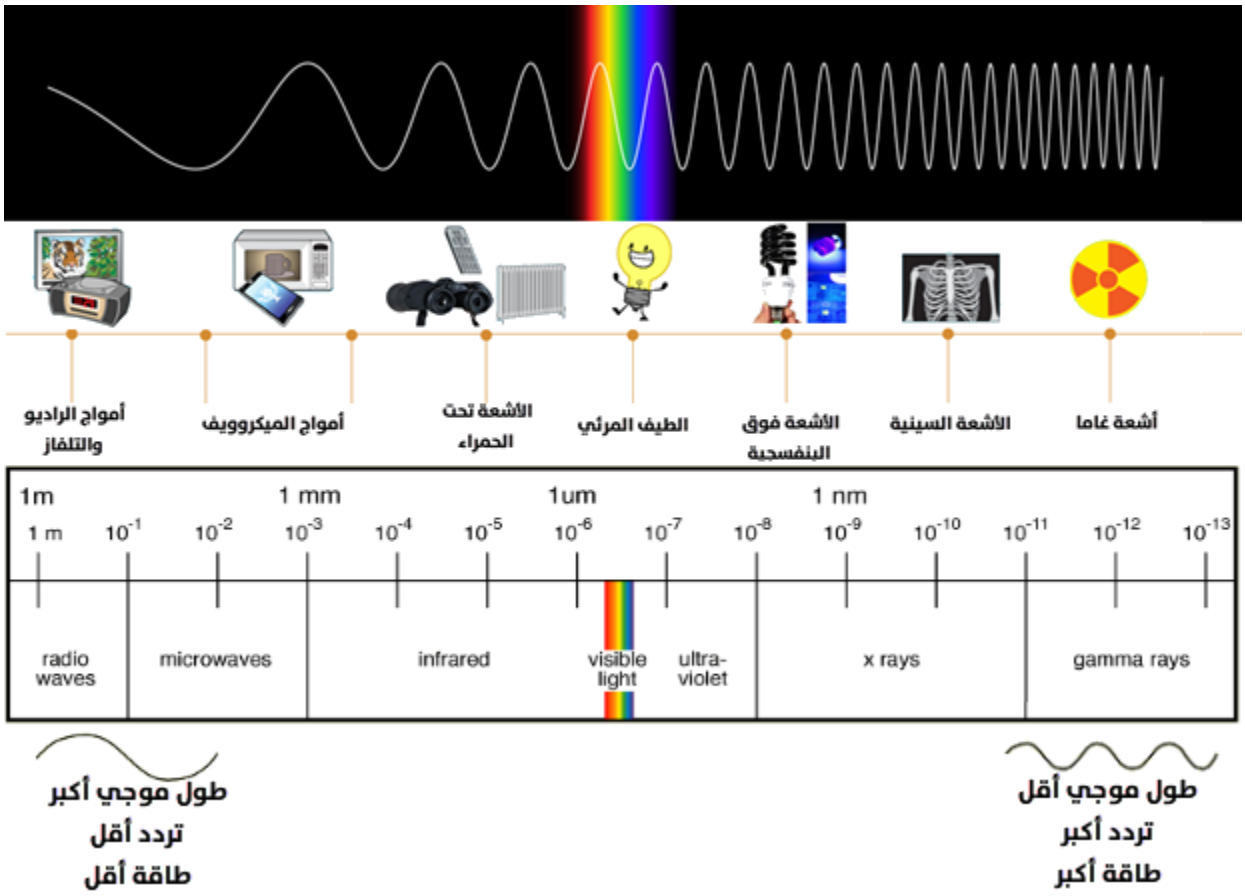
نتيجة تشتيت حبات المطر لضوء الشمس، فيتحلل الضوء الأبيض إلى مكوناته وهي ألوان الطيف السبعة المعروفة

سؤال

أذكرُ تطبيقات واستخدامات حياتية للطيف غير المرئي

- أمواج الميكروويف: تستخدم في تسخين الطعام وطهيه
- الأشعة السينية: يستخدمها الأطباء في تصوير أجزاء جسم الإنسان، مثل: العظام وبعض أجزائه الداخلية (التصوير الملون)

وقد يأتي السؤال: ما هي استخدامات الأشعة السينية؟ أو أمواج الميكروويف؟

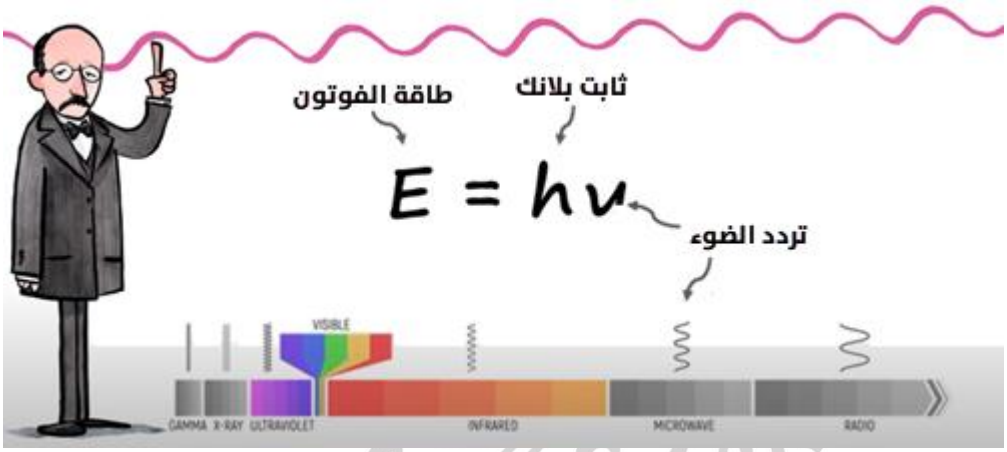


إنجازات العالمين بلانك وآينشتاين في مجال الضوء

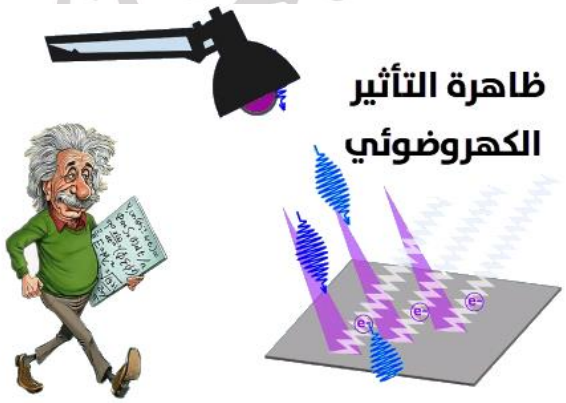
سؤال

ما هي الدراسات التي قام بها العالمان ماكس بلانك وآينشتاين بخصوص الضوء؟

أولاً: ماكس بلانك (نظرية الكم): الموجات الكهرومغناطيسية لا تصدر بشكل متصل بل على شكل كميات متقطعة تُسمى الكوانتم أو الكم، حيث يعتبر الكم أصغر مقدار معين من الطاقة يمكن تبادله بين الأجسام وفق تردد معين وترتبط طاقة الكم (الفوتون) بتردد الإشعاع المرافق له وأن تردد الضوء يتناسب عكسيًّا مع طول موجته، أثبت ذلك من خلال معادلته



ثانيًا: آينشتاين (ظاهرة التأثير الكهروضوئي): تنبعث الإلكترونات من سطح بعض الفلزات عند امتصاصها لفوتونات الضوء بحيث تردد الفوتون الساقط عليها لديه طاقة معينة ومحددة يحرر من خلالها الإلكترونات



سؤال

ما هي النتائج التي توصلا إليها؟ أو عمَّ أسفرت تلك الدراسات؟

1- للضوء طبيعة موجية مادية
2- ينبعث الضوء من الذرات بترددات محددة تسمى الكمّ
3- الفوتونات تمثل الوحدات الأساسية المكونة للضوء
4- يحمل الفوتون مقدارًا محددًّا من الطاقة يتناسب طرديًّا مع تردده

النتائج مهمة جدا
لأنها ساعدت
العالم بور في
تفسير بنية الذرة

سؤال **ما تعريف الكم؟**

الكم: هو مقدار محدد من الطاقة ينبعث من الذرة المثارة؛ نتيجة انتقال الإلكترون فيها من مستوى طاقة أعلى إلى مستوى طاقة أقل، على نحو يوافق فرق الطاقة بين المستويين

وسيتم توضيحه عند حديثنا عن الطيف الذري والذرة المثارة

سؤال **ما تعريف الفوتونات؟**

الفوتونات: جسيمات مادية متناهية في الصغر تمثل الوحدات الأساسية المكونة للضوء، ويحمل كل منها مقدارًا محددًا من الطاقة

معادلات مهمة للتطبيق عليها بخصوص الضوء

- **قانون بلانك لنظرية الكم:**

$$E = hv$$

ثابت بلانك
قيمة ثابت
مهم
حفظها

E طاقة الفوتون ⇦ وحدة الطاقة: جول $\mathbf{J}$

h ثابت بلانك $= 6.63 \times 10^{-34}\ \mathbf{J.s}$ ⇦ الوحدة: جول. ثانية

v تردد الضوء [نيو] ⇦ الوحدة هيرتز $\mathbf{Hz}$ وله مضاعفات الكيلو والميجا

نتذكر العلاقة المهمة التي تربط ما بين التردد وطول الموجة حيث سبق التوضيح أن الضوء يوصف: بطول الموجة والتردد من خلال العلاقة:

- **قانون سرعة الضوء بوصف الموجة والتردد:**

سرعة الضوء
قيمة ثابتة
مهم حفظها

$$C = \lambda v$$

C سرعة الضوء في الفراغ $= 3 \times 10^{8}\ \mathbf{m/s}$ ⇦ الوحدة: متر/ثانية

$300,000\ km/s$

λ طول الموجة [لامدا]⇦ الوحدة: متر $\mathbf{km}$ ـ $\mathbf{m}$ للموجات الطويلة، متر وكيلومتر

أما الموجات القصيرة فهي تقاس بأجزاء من المتر وهي:

⇦ الميكرومتر = 10^{-6}متر –النانومتر = 10^{-9} متر - الأنجستروم = 10^{-10} متر

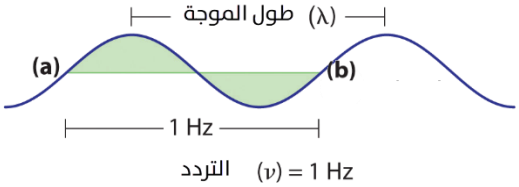
v تردد الضوء [نيو] ⇦ الوحدة هيرتز $\mathbf{Hz}$، ومن مضاعفاته الكيلوهيرتز $\mathbf{KHz}$= 10^{3} هيرتز

والميجاهيرتز $\mathbf{MHz}$ = 10^{6} هيرتز والخ من مضاعفات الهيرتز

والهيرتز وحدة قياس التردد وهي نفسها مقلوب الثانية s^{-1}

مفهوم طول الموجة والتردد والعلاقة بينهما

سؤال **من الشكل التالي: أين تبدأ الموجة وأين تنتهي؟ وماذا تستنتج؟**



تبدأ من نقطة **a** وتنتهي عند نقطة **b** ويعتبر ذلك **1Hz**

أي أن الموجة الواحدة هي تردد واحد

- أستنتج أن الموجة الواحدة هي تردد واحد خلال وحدة زمن من الثانية، والموجة تتكون من قمة وقاع متتاليين

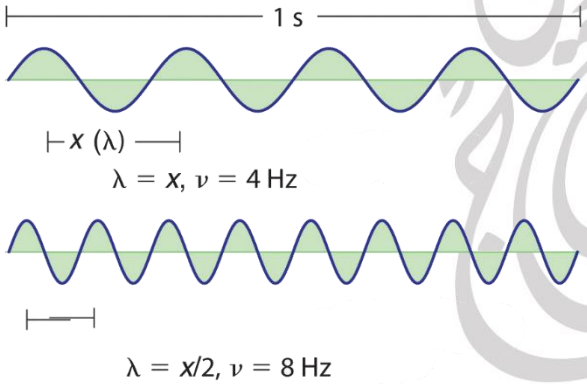
سؤال **ما تعريف طول الموجة؟**

طول الموجة: هو المسافة الفاصلة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليين

سؤال **ما تعريف التردد؟**

التردد: هو عدد الموجات التي تمر بنقطة في ثانية

سؤال **من الشكل التالي: استنتج العلاقة بين طول الموجة وترددها؟**



خلال زمن: **1** من الثانية:

الشكل العلوي: **4** موجات أي **4 Hz**

مع اعتبار أن طول الموجة = x

الشكل السفلي: **8** موجات أي **8 Hz**

ونلاحظ أن طول الموجة أقل ويعادل نصف طول الموجة في الشكل العلوي $\frac{x}{2}$

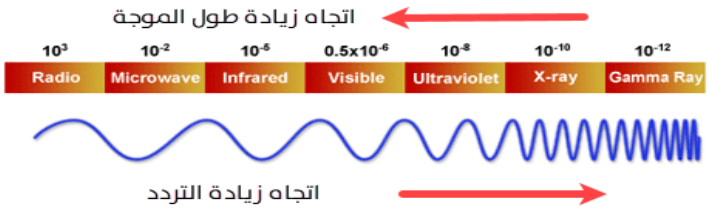
أستنتج أن:

مهم جدا جدا

العلاقة عكسية

حيث كلما زاد التردد [عدد الموجات في زمن **1** الثانية] يقل طول الموجة

توضيح: لو عدنا إلى شكل أقسام الطيف الكهرومغناطيسي لوجدنا أن الترددات العالية تكون للأشعة فوق البنفسجية وما بعدها، حيث لها طول موجي أقل، بينما تنخفض الترددات في الأطوال الموجية الأكبر مثل أمواج الراديو



سؤال

من قانون بلانك لنظرية الكم ما هي العلاقة بين التردد والطاقة لفوتون الضوء بالإضافة لطول الموجة؟

$E = hv$ من قانون بلانك يظهر أن العلاقة طردية حيث كلما زاد التردد زادت طاقة الفوتون، وبالتالي الموجة التي ترددها أعلى طاقتها أعلى وأيضا طول موجتها أقصر.

تطبيقات محلولة على القوانين السابقة

أتدرب

فوتون طاقته: $4.6 \times 10^{5}\text{J}$ ، احسب التردد

الحل

ننظر إلى معطيات السؤال: الطاقة E

ننظر إلى المطلوب: التردد v

ما القانون الذي يجمع بين الطاقة والتردد؟ الجواب هو قانون بلانك

نكتب القانون:

$$E = hv$$

h ثابت بلانك $= 6.63 \times 10^{-34}\ \text{J.s}$ ⇦ مهم حفظه

نعوض في القانون بعد جعل التردد هو المطلوب:

$$v = \frac{E}{h} = \frac{4.6 \times 10^{5}\text{J}}{6.63 \times 10^{-34}\ \text{J.s}} = 0.69 \times 10^{39} = 69 \times 10^{37} s^{-1}$$
$$= 69 \times 10^{37} Hz$$

أتدرب

فوتون طول موجته $7.1 \times 10^{-8}\text{m}$ ، احسب تردده

الحل

ننظر إلى معطيات السؤال: طول الموجة λ

ننظر إلى المطلوب: التردد v

ما القانون الذي يجمع بين طول الموجة والتردد؟ الجواب هو قانون سرعة الضوء

نكتب القانون:

$$C = \lambda v$$

C سرعة الضوء $= 3 \times 10^{8}\ \text{m/s}$ ⇦ مهم حفظه

نعوض في القانون بعد جعل التردد هو المطلوب:

$$v = \frac{C}{\lambda} = \frac{3 \times 10^{8}\ \text{m/s}}{7.1 \times 10^{-8}\text{m}} = 0.42 \times 10^{16} = 42 \times 10^{14} s^{-1}$$
$$= 42 \times 10^{14} Hz$$

أتدرب

فوتون طاقته: $2 \times 10^{-18}\mathbf{J}$ ، احسب طول موجته وحدد الموقع التقريبي لهذا الشعاع ضمن نطاقات الطيف الكهرومغناطيسي

الحل

ننظر إلى معطيات السؤال: الطاقة $\boldsymbol{E}$

ننظر إلى المطلوب: طول الموجة $\boldsymbol{\lambda}$

ما القانون الذي يجمع بين الطاقة والتردد؟ الجواب هو قانون بلانك وقانون سرعة الضوء بحيث نعوض عوضًا عن التردد بالطول الموجي

نكتب القانون:

$$\boldsymbol{E = h \times \frac{C}{\lambda}}$$

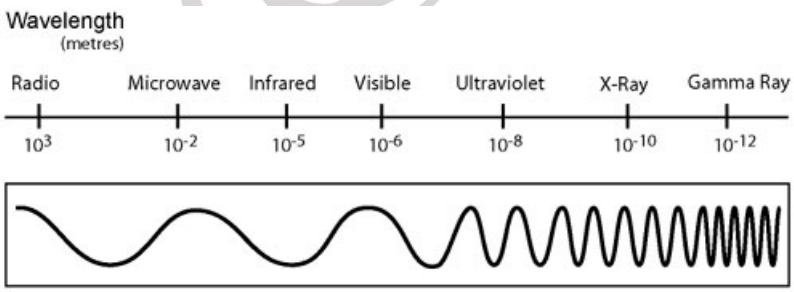
نعوض في القانون بعد جعل طول الموجة هو المطلوب:

$$\boldsymbol{\lambda = h \times \frac{C}{E} = 6.63 \times 10^{-34}\ J.s \times \frac{3 \times 10^{8}\ m/s}{2 \times 10^{-18} J} = 9.95 \times 10^{-8} m}$$

$$\boldsymbol{= 0.995 \times 10^{-7} m = 1 \times 10^{-7} m}$$

تبقى القيمة كما هي لنقارنها بالرسم لأن الطول الموجي في الرسم وحدته متر، بينما لو كانت الوحدة نانومتر فإننا نحول طول الموجة إلى نانومتر حيث: كل $\mathbf{1}$ نانومتر يعادل $\mathbf{10^{-9} m}$

الجواب: يقع الإشعاع ضمن نطاق الطيف المرئي والأشعة فوق البنفسجية كما هو واضح من النطاقات في الصورة



ورقة عمل [1]

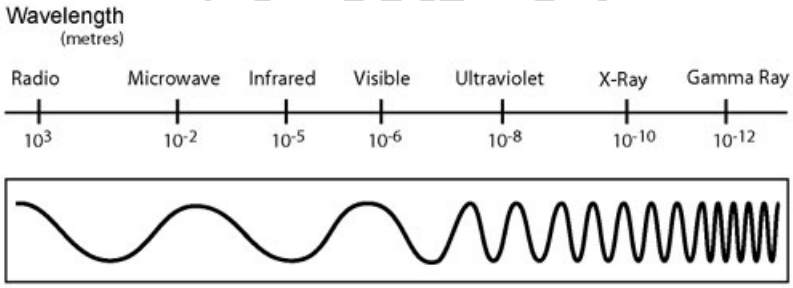
أتدرب

فوتون تردده: $0.29 \times 10^{16}\text{Hz}$ ، احسب طاقته

الحل

أتدرب

احسب تردد الفوتون الذي له طول موجي: 1.5Å وحدد موقعه ضمن أي نطاق من الطيف الكهرومغناطيسي



ملحوظة للمساعدة: كل **1** أنجستروم يعادل $\mathbf{10^{-10}m}$

الحل

أتدرب ما المقصود بالطيف الكهرومغناطيسي؟

أتدرب ما الفرق بين الطيف المرئي والطيف غير المرئي؟

أتدرب حدد مدى الطول الموجي لنطاق الطيف المرئي

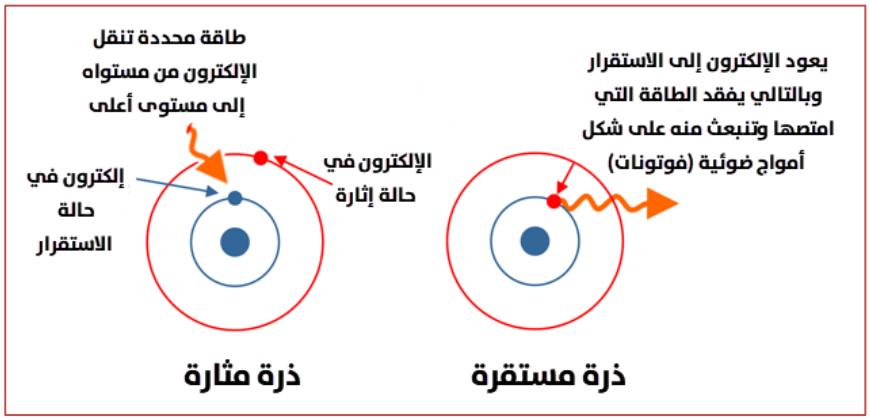
أتدرب أكمل ما يلي بالمعلومات الصحيحة:

1- العالمان ..... و ..... درسا الضوء وخرجا بنتائج مهمة منها:
أن الضوء له طبيعة ازدواجية: ..... و .....
2- تتكون الموجة من ..... و ..... متتاليين
3- يوصف الضوء بـ ..... و .....
4- العلاقة بين طول موجة الضوء و تردده علاقة .....
5- العلاقة بين تردد الفوتون وطاقته علاقة .....
6- وحدة قياس طول موجة الضوء بـ ..... أو أجزاء منه
7- إذا كان تردد الضوء في زمن من الثانية يعادل 4 Hz فإن عدد الموجات: .....
8- ..... هو مصدر المعلومات الرئيسي عن الذرة
9- ..... نوع من الأشعة يستخدم لتصوير أجزاء جسم الإنسان
10- قوس المطر من أمثلة الطيف .....

الطيف الذري

التفكير الناقد:

1- من خلال الرسم التالي، ما الذي يحدث لو اكتسبت الذرة طاقة معينة من تسخين أو تيار كهربائي؟



إذا تعرضت الذرات لطاقة معينة فإنها تصبح في حالة عدم استقرار أي تصبح ذرة مثارة، لأن الإلكترونات في مستواها الموجودة فيه تكتسب تلك الطاقة المحددة على شكل إشعاعات ذات ترددات وأطوال موجية، فينتقل الإلكترون إلى مستوى أعلى وأبعد عن النواة

تعريف الذرة المثارة: هي ذرة العنصر التي امتصت كمية الطاقة؛ مما أدى إلى انتقال أحد إلكتروناتها أو أكثر من المستوى الموجود فيه إلى مستوى أعلى من الطاقة

2- ماذا نسمي الطاقة أو الإشعاعات التي كسبها الإلكترون؟

نسميها: طيف الامتصاص الخطي

3- ماذا يحدث للذرة المثارة بعد ذلك؟

لا تلبث الذرة أن تعود لحالة الاستقرار، حيث يعود الإلكترون من المستوى الأعلى إلى مستوى الاستقرار ويفقد الطاقة التي اكتسبها، فتنبعث منه الطاقة على شكل أمواج ضوئية بعضها طيف مرئي وبعضها غير مرئي، ويُعرف ذلك بالطيف الذري

سؤال **ما تعريف الطيف الذري؟**

مجموعة الأمواج الضوئية التي تصدر عن ذرات العناصر ويقع بعضها في منطقة الضوء المرئي وبعضها الآخر في منطقة الضوء غير المرئي

سؤال **لو حللنا ذلك الضوء الصادر عن الذرات المثارة، ماذا تتوقع أن يكون شكل طيفه؟**

عند تحليل الضوء الصادر عن الذرات المثارة فإنه يظهر على شكل خطوط ملونة متباعدة يمتاز كل خط لون بطول موجة وتردد خاصين به، ويُعرف بالطيف الخطي [أو المنفصل] ويُعرف أيضًا بطيف الانبعاث الخطي

سؤال **ما تعريف الطيف الخطي [المنفصل]؟ مع أمثلة عليه**

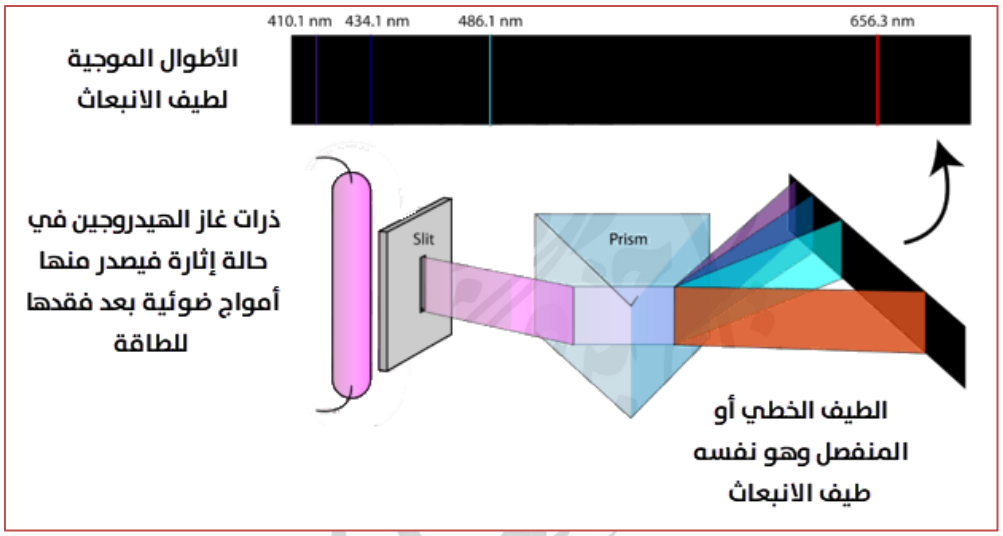
تعريفه: مجموعة من الأطوال الموجية التي تظهر في صورة مجموعة من الألوان المتباعدة التي تظهر في منطقة الطيف المرئي

سؤال **ما هي أنواع الطيف الخطي [المنفصل]؟**

1- **طيف الانبعاث الخطي**:

تعريفه: مجموعة من الأطوال الموجية للضوء الصادر عن ذرات العنصر المثارة عند عودة الإلكترون فيها إلى حالة الاستقرار

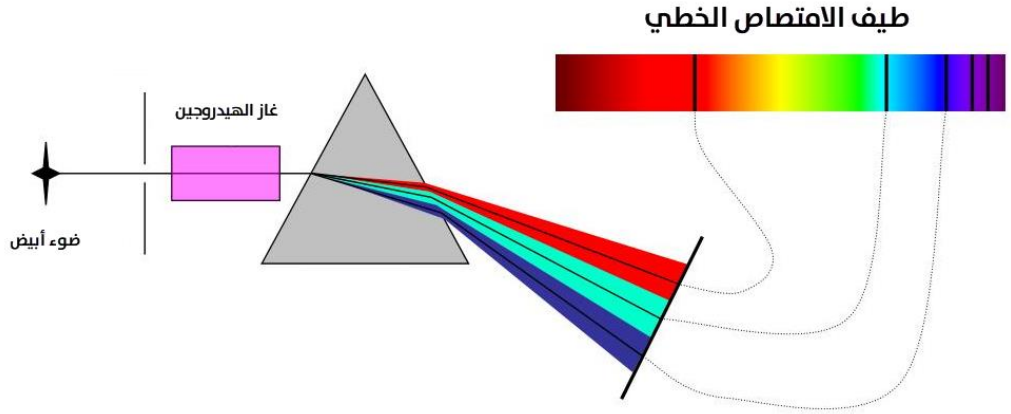
مثال أو كيفية الحصول عليه: الطيف الصادر من تحليل ضوء مصباح الهيدروجين كما في الشكل أدناه، ومثله مصباح الصوديوم أو الليثيوم ..الخ

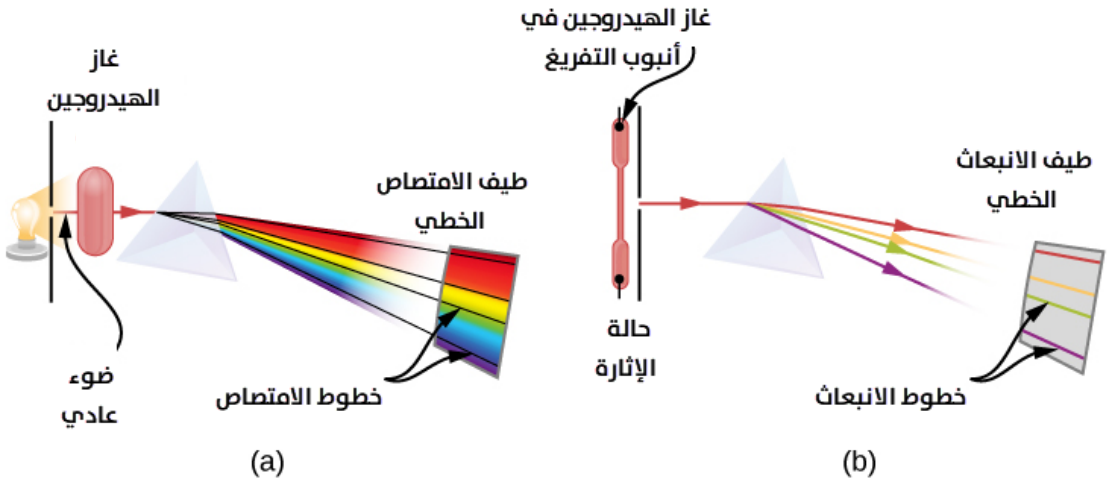


2- **طيف الامتصاص الخطي**:

تعريفه: مجموعة من الأطوال الموجية للضوء الذي [امتصته] اكتسبته الإلكترونات أثناء تحول ذرات العنصر إلى ذرات مثارة

مثال لكيفية الحصول عليه: إمرار طيف مستمر (ضوء عادي أو ضوء الشمس) خلال بخار أحد العناصر فتمتص ذرات العنصر الخطوط الطيفية الخاصة بها ويمر باقي الطيف ليتحلل عبر المنشور فيظهر طيف الامتصاص على شكل خطوط معتمة سوداء





سؤال **قارن بين خطوط طيف الامتصاص وخطوط طيف الانبعاث**

وجه المقارنة	خطوط الامتصاص	خطوط الانبعاث
الأطوال الموجية	متشابهة	
الترددات	متشابهة	
الشكل	خطوط معتمة سوداء	خطوط مضيئة ملونة

استنتاجات يظهر طيف الامتصاص أو خطوط الامتصاص في الطيف المرئي بمواقع الطول الموجي الذي امتصته الذرة ولذا كان الطول الموجي والتردد نفسه

سؤال **أفسِّرُ: يُعد طيف الانبعاث الخطي مميزًا للعنصر مثل بصمة الإصبع للإنسان**

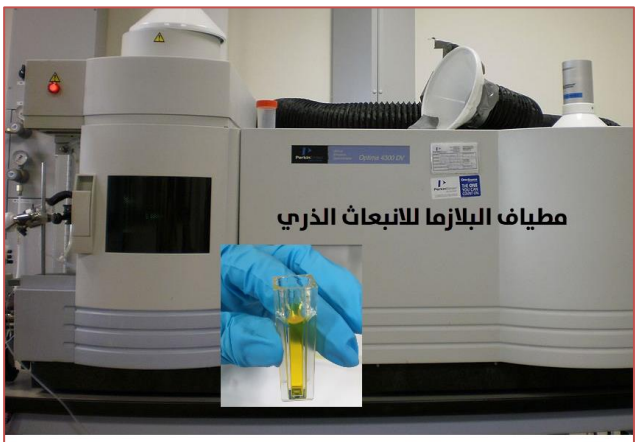
لأن دراسات التحليل الكيميائي (اختبار اللهب) أثبتت أنَّ لكل عنصر طيفًا خطيًّا خاصًّا به يميزه من الطيف الخطي لأي عنصر آخر

سؤال **لماذا يختلف الطيف الذري من ذرة لأخرى**

لماذا يختلف طيف الانبعاث والامتصاص الخطي من ذرة لأخرى؟

لأن الطيف الذري يختلف:

1- باختلاف تركيب الذرة وبنيتها
2- واختلاف عدد البروتونات في النواة
3- واختلاف مستويات الطاقة في الذرة
4- وكيفية توزيع الإلكترونات فيها

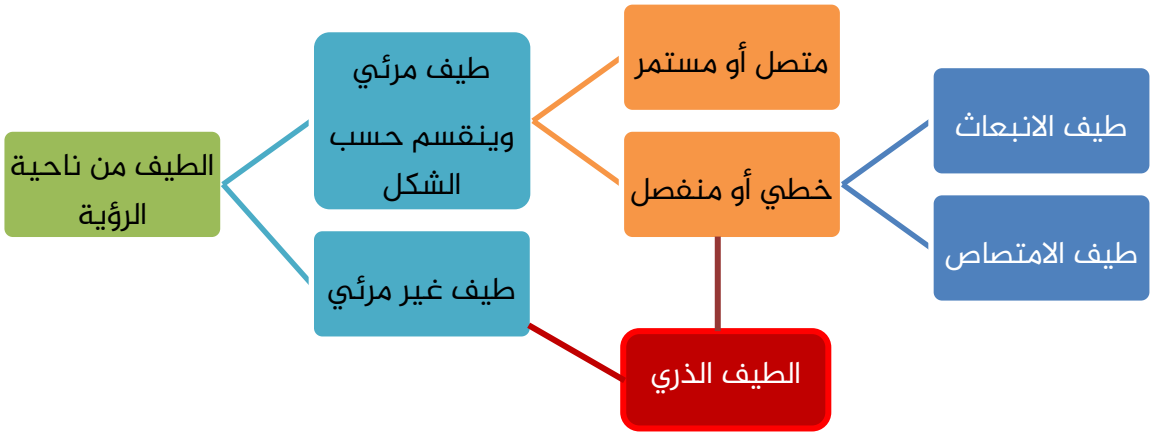


جهاز في مختبر الكيمياء التحليلية يحدد نوع العنصر المجهول في العينة عن طريق طيف الانبعاث، في الصورة أيضا العينة وضعت في "كيوفيت" حيث يعمل عمل المنشور

سؤال **أذكر بعض استخدامات الطيف الذري**

1- يستخدم على نطاق واسع في التحاليل الكيميائية للتعرف على العناصر المكونة للمركبات والمواد المختلفة
2- يستخدم في مجال التحاليل الطبية والصناعية والزراعية

خريطة



سؤال

من الخريطة الذهنية السابقة تذكّر التجربة الاستهلالية وقارن بين نوع الضوء الذي يصدر منه الطيف المتصل والآخر الذي يصدر منه الطيف المنفصل

في الطيف المتصل: يكون الضوء المستخدم هو ضوء الشمس أو ضوء المصباح العادي وينتج بشكل حزمة من الألوان المتتابعة الملونة من دون حدود فاصلة بينها

في الطيف المنفصل: يكون الضوء المستخدم ذرات مثارة من ضوء مصباح الصوديوم أو الهيدروجين مثلاً، فإن كان طيف انبعاث فإن خطوطه ملونة متباعدة وإن كان طيف امتصاص فإن خطوطه معتمة متباعدة

- **مهم:**

الطيف الذري يشمل الطيف المرئي [الخطي بنوعيه الانبعاث والامتصاص] وغير المرئي

يُعدُّ الطيف الذري الأساس الذي قامت عليه نظرية بور لذرة الهيدروجين

التجربة 1: اختلاف طيف الانبعاث للفلزات المختلفة <<ص 15>>

سؤال

ما الهدف من التجربة؟

تمييز طيف الانبعاث لذرات العناصر المختلفة

فيديو

امسح الكود لتشاهد فيديو تجربة اللهب

رابط الفيديو على اليوتيوب:

https://youtu.be/9_mHIiD-MHY

سؤال

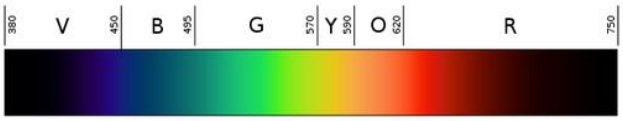
هل يختلف لون الطيف من فلز إلى آخر في المركبات السابقة؟

نعم، يختلف

الفلز	Ca	Cu	K	Na	Li
لون طيف الفلز	برتقالي	أزرق	بنفسجي باهت	أصفر	أحمر وردي

سؤال

اعتمادًا على ألوان الطيف المرئي، ما العلاقة بين لون طيف الفلز وطاقته؟



كلما كان اللون يميل إلى البنفسجي فإن طول الموجة يقل والتردد يزيد وبالتالي طاقته أكبر

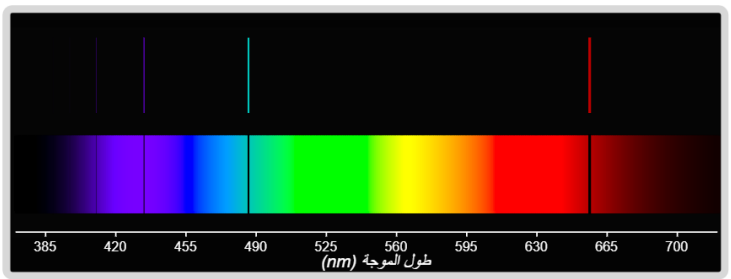
سؤال

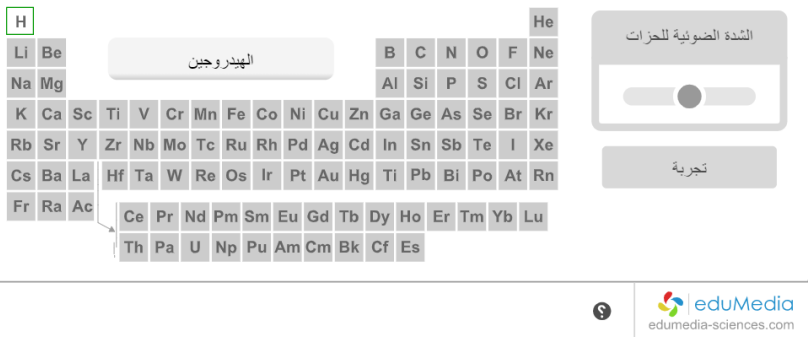
ما سبب اختلاف طاقة طيف الانبعاث الصادر عن ذرات الفلزات الأخرى؟

تمت الإجابة عنه في ص19 من الدوسية سؤال لماذا يختلف الطيف الذري من ذرة إلى أخرى

للتعرف على طيف الامتصاص أو الانبعاث لأي عنصر في الجدول الدوري، جرب هذا الموقع

https://www.edumedia-sciences.com/ar/media/661





ورقة عمل [2]

أتدرب ما المقصود بالطيف الذري؟

أتدرب أقارنُ بين طيف الانبعاث وطيف الامتصاص من حيث شكل الخطوط؟

أتدرب أوضحُ طريقة الحصول على طيف الامتصاص لذرة الهيدروجين

أتدرب أكتبُ (نعم) أمام المعلومة الصحيحة و (لا) أمام المعلومة الخاطئة:

1- ندرس طيف الامتصاص من خلال تجربة اللهب ( )
2- طيفا الانبعاث والامتصاص الخطيان يعدّان من الأطياف الذرية ( )
3- الطيف الذري يختلف من عنصر إلى آخر لأسباب كثيرة منها تركيب الذرة ( )
4- يتشابه طول الموجة لخط الانبعاث ولخط الامتصاص ويختلفان في التردد ( )
5- الذرة المثارة هي التي ينتقل إلكترونها من مستوى أعلى إلى أقل طاقة ( )

نظرية رذرفورد وأسباب قصورها

سؤال

أتذكر نموذج رذرفورد بخصوص الذرة

أوضح أهم فروض نظريته وجوانب القصور في تلك النظرية

- أهم فروض نظرية رذرفورد:

1- الذرة تتكون من نواة موجبة الشحنة، تتركز فيها معظم كتلة الذرة

2- تدور حول النواة: الإلكترونات السالبة في مسارات دائرية

3- الذرة متعادلة الشحنة، س: ما المقصود بذلك؟ ج: شحنتها صفر، حيث شحنة الإلكترونات السالبة معادله لشحنة النواة الموجبة وبالتالي الفرق بينهما صفر،

أو بإمكاننا إيجاز ذلك بقولنا: عدد البروتونات = عدد الإلكترونات

- القصور في نظرية رذرفور [سبب فشل نموذجه الذري]:

من القوانين الفيزيائية: أنه مع حركة الإلكترون الدائمة ودورانه حول النواة المشحونة سيفقد الطاقة باستمرار وبالتالي يقل نصف قطر مساره تدريجيًّا إلى أن يسقط في النواة وتتهدم الذرة! ولم يستطع رذرفورد تفسير سبب عدم سقوط الإلكترون في النواة وبالتالي تم رفض نموذجه الذري لأنه في النهاية تعارض مع مبدأ ثبات الذرة وبقائها

معلومات إضافية [توضيحات]: استطاع رذرفورد تقديم تفسير لتوهج المصباح وتوهج المواد عند تسخينها قائلاً: الإلكترون يدور حول النواة وأثناء دورانه تنطلق منه الطاقة على شكل فوتونات أي أمواج ضوئية وبالتالي هذا سر توهج المصباح أو المعدن الذي يتم تسخينه، فجاءه السؤال الصعب: إذا كان يفقد الطاقة باستمرار أثناء دورانه فهو في النهاية سيصل إلى مرحلة صفر طاقة وسيسقط في النواة وتنتهي الذرة وينتهي العالم الذي هو أصلا كله من الذرات، فما السبب أن الإلكترون سيستمر في الدوران لكن لن يسقط في النواة؟ هنا أُسقِطَ في يده ولم يستطع تفسير ذلك! فجاء تلميذ رذرفورد الذكي "بور" ليجيب عن ذلك وبكل بساطة...

أهم الأسس لقيام نظرية بور وأهم بنود فرضيته

سؤال **اعتمد العالم نيلز بور على أمور كثيرة في بناء نموذجه الذري، هي:**

1- النتائج التي توصل إليها العالم رذرفور، وهي أن الإلكترونات السالبة تدور في مدارات حول النواة موجبة الشحنة

2- النتائج التي توصل إليها العالمان آينشتاين وبلانك بخصوص نظرية الكم أن الفوتون يحمل مقدارًا محدّدًا من الطاقة، وأيضًا الطبيعة المزدوجة للضوء أنه جسيم مادي ويتحرك على شكل أمواج (طبيعة مادية موجية)

3- النتائج التي خرج بها من تجربته الطيف الذري [التجربة الاستهلالية التي تم شرحها]، ففسر بور من تلك التجربة بالإضافة لنظريات العلماء السابقين في نقطة 2، أسباب ظهور تلك الخطوط الملونة المتباعدة في ذرة الهيدروجين عبر حسابات طاقة الإشعاع [الانبعاث] للذرة وفرق الطاقة بين المستويين في ذرة الهيدروجين

تنبيه لو جاء السؤال **ما الأسس التي اعتمد عليه العالم بور في فرضياته**؟ فالجواب:

1- نظرية الكم وهي الفوتونات ذات الطاقة المحددة

2- والطبيعة المزدوجة للضوء [مادية وموجية]

اكتشافات العالمين بلانك وآينشتاين

سؤال **ما هي أهم فرضيات نظرية بور لذرة الهيدروجين؟**

1- البند الأول: يمتلك الإلكترون مقدارًا محدّدًا من الطاقة يساوي طاقة المستوى الموجود فيه، ففي الذرة مستويات رئيسة للطاقة رمزها **n** وأعدادها: ∞ ..... **1, 2, 3, 4,** بحيث نستطيع إيجاد طاقة المستوى الذي فيه الإلكترون باستخدام القانون التالي:

قانون طاقة المستوى n:

$$E_n = \frac{-R_H}{n^2}$$

E_n ⇦ طاقة المستوى ⇦ وحدة الطاقة: جول **J**

R_H ⇦ ثابت ريد بيرغ $= 2.18 \times 10^{-18}$ **J** ⇦ الوحدة: جول

n ⇦ رقم المستوى الذي فيه الإلكترون

ثابت ريد بيرغ قيمة ثابتة مهم حفظها

تنبيه **هل تتذكر عزيزي الطالب قانون بلانك وطاقة الفوتون؟** $E = hv$

يجب أن نفرق بين القانونين عند التطبيق، حيث قانون طاقة المستوى يتعلق برقم المستوى **n**، بينما قانون بلانك يتعلق بالتردد، وطاقة المستوى سالبة دائمًا إلا عندما يصل إلى وضع اللانهاية فستكون صفر، بينما طاقة الفوتون موجبة دائمًا، وسأشرح ذلك عند التطبيق

2- البند الثاني: تتغير طاقة الإلكترون في الذرة عند انتقاله من مستوى طاقة إلى آخر، على طريقتين:

a) يكتسب طاقة محددة وهو في المستوى الأول **n=1** فينتقل بعدها إلى مستوى طاقة أعلى **n=2** أو **n=3** أو الخ، حسب مقدار الطاقة المحددة التي اكتسبها، [نتذكر هنا مفهوم [الذرة المثارة]]

b) يفقد تلك الطاقة التي اكتسبها لأنه لا يستطيع أن يبقى فترة طويلة في مستوى طاقة غير مستوى الاستقرار **n=1** لذرة الهيدروجين، وبالتالي فقدان الطاقة المحددة يكون على شكل أمواج ضوئية [فوتونات لها مقدار محدد من الطاقة أو نسميه: الكم] تنبعث هذه الأمواج الضوئية من الإلكترون [نتذكر هنا طيف الانبعاث الخطي]

وهذه الأطياف الأربعة للهيدروجين فسرها العالم بور من خلال حساب الاحتمالات لعودة الإلكترون من المستوى الأعلى إلى الأقل طاقة، حتى يصل إلى مستوى الطاقة **n=1** وهو مستوى الاستقرار لذرة الهيدروجين سيتم شرح احتمالات العودة من خلال مثال تطبيقي

تنبيه نتذكر هنا مرة أخرى مفهوم الكم

تعريف الكم: مقدار محدد من الطاقة ينبعث من الذرة المثارة؛ نتيجة انتقال الإلكترون فيها من مستوى طاقة أعلى إلى مستوى طاقة أقل، على نحو يوافق فرق الطاقة بين المستويين

- استخدم العالم بور قانون فرق الطاقة ليحسب ذلك المقدار الذي فقده أو اكتسبه الإلكترون أثناء انتقاله بين مستويين في الذرة.

قانون فرق الطاقة بين مستويين سواء طاقة انبعاث أو امتصاص:

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

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

نقلب طرفي المعادلة ونجعل ثابت ريد بيرغ عامل مشترك

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

قانون فرق الطاقة ΔE تم اشتقاقه من قانون طاقة المستوى n

ΔE ⇦ فرق الطاقة بين المستويين ⇦ وحدة الطاقة: جول **J**

القيمة الموجبة لفرق الطاقة ⇦ امتصاص [اكتساب طاقة]

القيمة السالبة لفرق الطاقة ⇦ انبعاث [فقدان طاقة]

R_H ⇦ ثابت ريد بيرغ = 2.18×10^{-18} J ⇦ الوحدة: جول

n_1 ⇦ رقم المستوى الأقرب للنواة

n_2 ⇦ رقم المستوى الأبعد عن النواة

- بإيجاز بنود فرضية بور [الموجودة في الكتاب]

1- يمتلك الإلكترون مقدار محدد من الطاقة مساوية لطاقة المستوى الموجود فيه

2- تتغير طاقة الإلكترون في الذرة عند انتقاله من مستوى طاقة إلى آخر من خلال:

- اكتساب طاقة فينتقل لمستوى أعلى حسب تلك الطاقة المعطاة له [ذرة مثارة]،
- أو من خلال فقدانها على شكل فوتونات عند الانتقال من ذلك المستوى إلى مستوى أقل حتى يصل إلى الاستقرار [ذرة مستقرة]

سؤال

كيف فسر بور ما عجز عنه رذرفورد؟

من خلال البنود السابقة: أن الإلكترون له طاقة محددة وهي نفس طاقة المستوى الذي هو فيه، فلو استمر بالدوران فالطاقة محددة لن يفقدها ولن يكتسبها طالما بقي في مستواه، إلا إذا انتقل بفقدان أو اكتساب طاقة

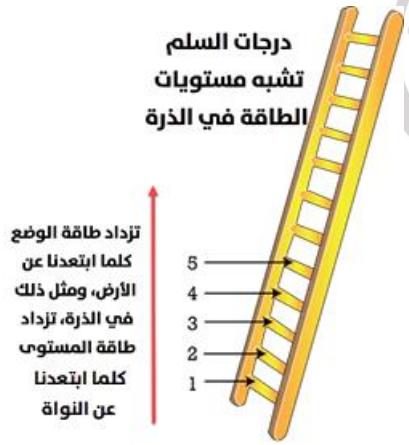
العلاقة بين طاقة المستويات وبعدها عن النواة

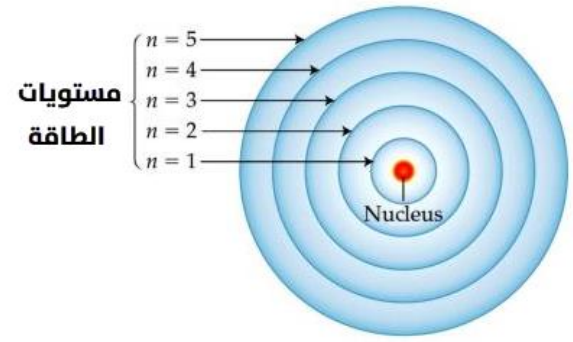
سؤال

ما تعريف مستوى الطاقة؟

مستوى الطاقة: هي منطقة تحيط بالنواة وفيها توجد الإلكترونات، وتحدد طاقة الإلكترون ومعدل بعده عن النواة

أنظر إلى الرسم الذي أمامي لأفهم طاقة المستويات في الذرة





تزداد طاقة المستوى كلما ابتعدنا عن النواة

استنتاجات

تزداد طاقة المستوى الرئيس كلما ابتعدنا عن النواة، وتقل كلما اقتربنا، مثل طاقة الوضع على السلم، أيضا تبقى طاقة الإلكترون ثابتة طالما كان في مستوى طاقته

حسابات على قانون طاقة المستوى لإيجاد العلاقة بين طاقة المستويات

نحسب طاقة كل مستوى n من 1 إلى مالانهاية، حسب القانون:

$$E_n = \frac{-R_H}{n^2}$$

E_n ⇦ طاقة المستوى ⇦ وحدة الطاقة: جول J

R_H ⇦ ثابت ريد بيرغ = 2.18×10^{-18} J ⇦ الوحدة: جول

n ⇦ رقم المستوى الذي فيه الإلكترون

مقارنة	E_n	n
أقل طاقة [ذرة مستقرة]	$E_n = \frac{-2.18 \times 10^{-18}}{1^2} = -2.18 \times 10^{-18} J$	1
ذرة مثارة	$E_n = \frac{-2.18 \times 10^{-18}}{2^2} = -0.55 \times 10^{-18} J$	2
ذرة مثارة	$E_n = \frac{-2.18 \times 10^{-18}}{3^2} = -0.24 \times 10^{-18} J$	3
ذرة مثارة	$E_n = \frac{-2.18 \times 10^{-18}}{4^2} = -0.14 \times 10^{-18} J$	4
أكبر طاقة خرج الإلكترون من الذرة	$E_n = \frac{-2.18 \times 10^{-18}}{\infty^2} = 0 J$	∞

استنتاجات

- تزداد طاقة المستوى في الذرة كلما ابتعدنا عن النواة، أي أن طاقة المستوى n=4 أكبر من طاقة المستوى n=1 وبالتالي أقل مستوى طاقة هو مستوى الاستقرار الذي هو أقرب مستوى للنواة n=1
- أعلى مستوى طاقة في الذرة هو n =∞ حيث هو الأبعد عن النواة فتقل قوة جذب النواة له حتى تصل إلى صفر فيخرج عن الذرة لتصبح الذرة متأينة بفقدها ذلك الإلكترون
- قيمة طاقة المستوى بالإشارة السالبة لأن هذا الطاقة عبارة عن شُغل تحدثه النواة بسبب جذبها للإلكترون، فصارت طاقة المستوى وطاقة الإلكترون فيه بتلك القيمة السالبة

تنبيه

هذه المعلومات وإن لم ترد في الكتاب بشكل مباشر، إلا أنها في ثنايا الكتاب من خلال الأشكال المرفقة وسؤال أستنتج تحت الشكل، وبالتالي هذه الطريقة في الحساب هي الأفضل لتأكيد الفهم لدى الطالب فيستوعب مستويات الطاقة لنظرية بور وليتعلم كيفية حساب طاقة المستوى من خلال الطريقة السابقة

حسابات على قانون فرق الطاقة بين المستويين لإيجاد العلاقة بينها

نحسب فرق الطاقة بين كل مستويين، حسب القانون إذا كانت ينتقل من الأقل إلى الأعلى سواء بين مستويين متتالين أو متباعدين:

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

n	ΔE
1-2	$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right) = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{4} \right)$ $2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{4}{4} - \frac{1}{4} \right) = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{3}{4} \right) = 1.635 \times 10^{-18} \text{J}$
2-3	$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right)$ $2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{9}{36} - \frac{4}{36} \right) = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{5}{36} \right) = 0.3 \times 10^{-18} \text{J}$
3-4	$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2} \right) = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{16} \right)$ $2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{16}{144} - \frac{9}{144} \right) = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{7}{144} \right) = 0.11 \times 10^{-18} \text{J}$
4-5	$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{5^2} \right) = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{16} - \frac{1}{25} \right)$ $2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{25}{400} - \frac{16}{400} \right) = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{9}{400} \right) = 0.05 \times 10^{-18} \text{J}$

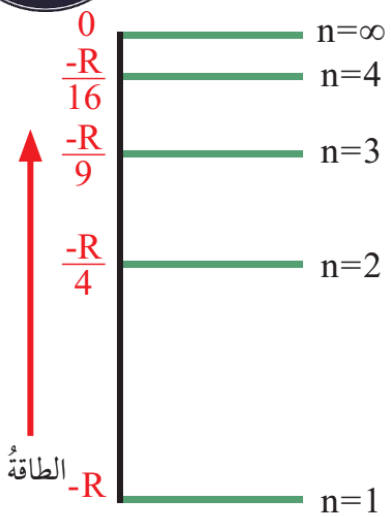
n	ΔE
1- ∞	$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty^2} \right) = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{1} - 0 \right)$ $2.18 \times 10^{-18} (1) = 2.18 \times 10^{-18} \text{J}$

استنتاجات

- نلاحظ أكبر فرق طاقة إذا كانت مستويات الطاقة التي انتقل خلالها الإلكترون بين المستوى الأول [الاستقرار] والأخير ∞ كما في الجدول الثاني حيث $\Delta E = 2.18 \times 10^{-18}$
- نلاحظ من النتائج أن فرق الطاقة يقل بين المستويين المتتاليين كلما ابتعدنا عن النواة وبالتالي تقرب المسافات بين مستويات الطاقة كما في الجدول الأول، ويتم تمثيل ذلك من خلال الرسم كما في الشكل التالي [رسم خاص لمستويات الطاقة في ذرة الهيدروجين]:

سؤال

ما العلاقة بين رقم المستوى الرئيس n في ذرة الهيدروجين وفرق الطاقة بين المستويات ΔE ؟



كلما زاد رقم مستوى الطاقة الرئيس (n) زادت طاقته E_n

وقلَّ فرق الطاقة ΔE بين المستويين المتتاليين واقتربت من بعضها

تنبيه

كما فهمنا سابقًا: أن الذرة المثارة عند عودتها للاستقرار فإن الإلكترونات تفقد الطاقة التي امتصتها سابقًا وبالتالي تُطلق تلك الطاقة على شكل أمواج ضوئية [فوتونات تحمل تلك الطاقة المحددة (الكم)]

ويسمى طيف الإشعاع أو طيف الانبعاث أو الإشعاع المنبعث (كله يحمل نفس المعنى)

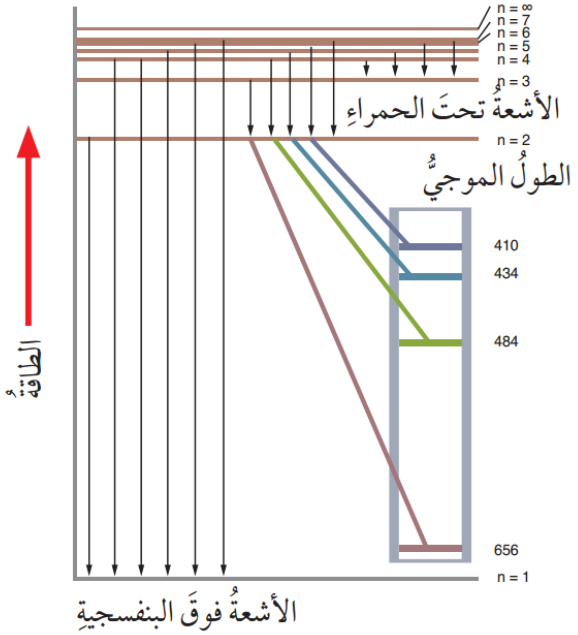
طاقة الفوتون المنبعث = فرق الطاقة بين المستويين [القانون السابق]

مهم جدا: طالما حسبنا طاقة الفوتون المنبعث أو طاقة الإشعاع من قانون فرق الطاقة، فبإمكاننا حساب تردد ذلك الفوتون من قانون بلانك وطول موجته من قانون سرعة الضوء

حيث كل فوتون له طاقة محددة [مكماة] وتردد وطول موجة

سؤال

يبين الشكل التالي خطوط الطيف الناتجة عند عودة الإلكترون من المستوى السادس إلى المستوى الأول في ذرة الهيدروجين، بعض الخطوط تقع ضمن الطيف المرئي وبعضها في منطقة الطيف غير المرئي، تبعًا للطاقة وطول الموجة



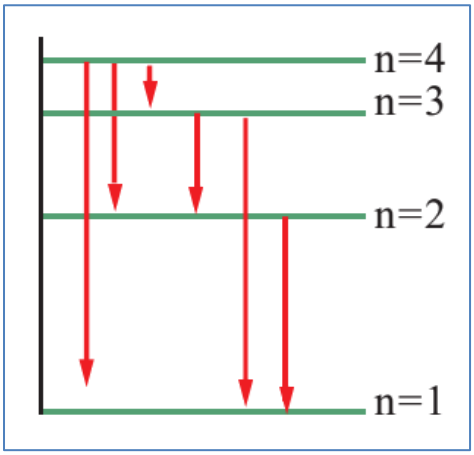
a) أي الإشعاعات الصادرة تُعطي طيفًا مرئيًا؟

الطيف المرئي لأي إشعاع فقط سيكون ضمن نطاق طول الموجة **350 – 800** نانومتر، أي هي الأطوال الموجية التالية: **410, 434, 484, 656**

b) كم عدد خطوط الطيف المحتملة من المستوى الرابع إلى الأول؟

ملاحظة: يقصد بعدد خطوط الطيف المحتملة من **n=4** إلى **n=1** أي احتمالات عودة الإلكترون من المستوى الأعلى إلى أن يصل إلى مستوى الاستقرار **n=1**

ونحسبها كالتالي:



1- نجد الفرق بين رقم المستويين: $n_2 - n_1 = 4-1 = 3$

2- نجد مفكوك الفرق أي مفكوك الرقم (3) حيث مفكوك العدد هو جمع الأعداد التي قبله تراكميًّا $3 + 2 + 1 = 6$

❖ الجواب: عدد خطوط الطيف المحتملة من المستوى الرابع إلى الأول = **6**

أو ممكن رسمها بدل الحساب كما في الشكل المرفق،

أما الحساب فهو الأنفع لأرقام المستويات n الكبيرة

c) احسب طاقة المستوى الأول والثاني والرابع واللانهائي في ذرة الهيدروجين

نحسب طاقة المستوى باستخدام قانون:

$$E_n = \frac{-R_H}{n^2}$$

n=1	n=2
$E_1 = \frac{-2.18 \times 10^{-18}}{1^2} = -2.18 \times 10^{-18} J$	$E_2 = \frac{-2.18 \times 10^{-18}}{2^2} = -0.55 \times 10^{-18} J$
n=4	**n=∞**
$E_4 = \frac{-2.18 \times 10^{-18}}{4^2} = -0.14 \times 10^{-18} J$	$E_\infty = \frac{-2.18 \times 10^{-18}}{\infty^2} = 0\ J$

d) ما تردد الضوء المنبعث من ذرة هيدروجين مثارة في المستوى الرابع عند عودتها إلى حالة الاستقرار؟

تنبيه

معظم الأسئلة الواردة في حال ذكر لي السؤال رقم مستوى طاقة، فهو إما يريد مني حساب طاقة المستوى أو حساب طاقة الفوتون ومن ثم تردده وطول موجته

وعلمنا سابقًا أن الذرة المثارة هي حيث الإلكترون يمتص الطاقة بالبداية ثم عند عودته للاستقرار يفقد تلك الطاقة ((نفس المقدار)) على شكل فوتونات، وبالتالي طاقة تلك الفوتونات المنبعثة، أو طاقة الضوء المنبعث هو نفسه فرق الطاقة

أولاً: لحساب تردد الفوتون أو الضوء لا بد من إيجاد طاقة الفوتون أو طول موجته

حسب معطيات السؤال:

حالة الاستقرار أي مستوى الطاقة **n=1**

n_1 هو الأقرب للنواة وبالتالي هو **n=1**

n_2 هو الأبعد عن النواة وبالتالي هو **n=4**

لا ينفع إلا أن نطبق قانون فرق الطاقة لإيجاد طاقة الفوتون المنبعث:

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

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{4^2}\right) = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{16}\right)$$

$$2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{15}{16}\right) = 2.04 \times 10^{-18} \text{J}$$

❖ إذا طاقة الفوتون = $2.04 \times 10^{-18} \text{J}$

ثانيًا: نحسب تردد الفوتون حسب القوانين التي تعلمناها سابقًا، المعطيات: طاقة ونحتاج تردد إذًا نستخدم قانون بلانك:

$$E = hv$$

h ثابت بلانك = $6.63 \times 10^{-34}\ \text{J.s}$ ⇦ مهم

نعوض في القانون بعد جعل التردد هو المطلوب:

$$v = \frac{E}{h} = \frac{2.04 \times 10^{-18} \text{J}}{6.63 \times 10^{-34}\ \text{J.s}} = 0.31 \times 10^{16} Hz$$

تطبيق محلول شامل على القوانين السابقة

أتدرب

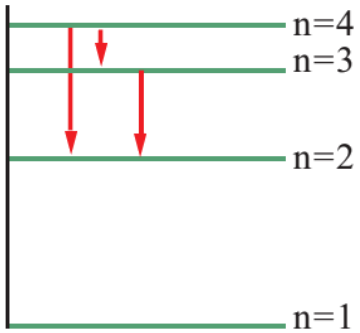
احسب عدد الخطوط المحتملة لعودة الإلكترون من المستوى الرابع إلى الثاني، ثم احسب طاقة الإشعاع المنبعثة أثناء عودته، بالإضافة إلى تردد ذلك الإشعاع وطول موجته وانظر هل هو طيف مرئي أم غير مرئي؟

الحل

ننظر إلى معطيات السؤال: وهي أرقام مستويات طاقة **n** (**2, 4**)

ننظر إلى المطلوب: عدد الخطوط المحتملة، طاقة الإشعاع أو الفوتون **E**، التردد ν، طول الموجة λ

وأين نحدده ضمن نطاق الطيف المرئي أم غير المرئي



أولاً: نحسب احتمالات العودة بالرسم أو مفكوك الفرق بين المستويين **2, 4**

الفرق بين المستويين **4-2 = 2**

مفكوك (**2**) = **2+1 = 3**

❖ عدد الخطوط المحتملة = **3**

ثانيًا: ما القانون الذي يجمع بين الطاقة وأرقام المستويات؟ الجواب هو قانون فرق الطاقة وهو نفسه يعبر عن طاقة الفوتون المنبعث

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

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right) = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{16}\right)$$

$$= 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{16}{64} - \frac{4}{64}\right) = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{12}{64}\right) = 0.41 \times 10^{-18} \text{J}$$

❖ إذا طاقة الفوتون = $0.41 \times 10^{-18} \text{J}$

ثالثًا: نحسب تردد الفوتون حسب القوانين التي تعلمناها سابقًا، المعطيات: طاقة ونحتاج تردد إذًا نستخدم قانون بلانك:

$$E = hv$$

h ثابت بلانك $= 6.63 \times 10^{-34}\ \mathbf{J.s}$ ⇦ مهم

نعوض في القانون بعد جعل التردد هو المطلوب:

$$v = \frac{E}{h} = \frac{0.41 \times 10^{-18}\mathbf{J}}{6.63 \times 10^{-34}\ \mathbf{J.s}} = 0.062 \times 10^{16} Hz$$

❖ إذا تردد الفوتون أو الإشعاع المنبعث = $0.062 \times 10^{16} Hz$

رابعًا: ما القانون الذي يجمع بين طول الموجة والتردد؟ الجواب هو قانون سرعة الضوء

$$C = \lambda v$$

C سرعة الضوء $= 3 \times 10^{8}\ \mathbf{m/s}$ ⇦ مهم حفظه

نعوض في القانون بعد جعل طول الموجة هو المطلوب:

$$\lambda = \frac{C}{v} = \frac{3 \times 10^{8}\ \mathbf{m/s}}{0.062 \times 10^{16}\mathbf{Hz}} = 48.39 \times 10^{-8} m$$

نحول قيمة الموجة إلى نانومتر لنقارن وقوعها ضمن النطاق المرئي $350\text{-}800nm$ أم لا:

ونتذكر أن كل $1nm = 10^{-9}\ \mathbf{m}$

$$48.4 \times 10^{-8} m = 484 \times 10^{-9} m = 484\ nm$$

يقع الإشعاع المنبعث ضمن نطاق الطيف المرئي، ويكون من ضمن خطوط طيف الانبعاث الخطي لذرة الهيدروجين

ورقة عمل [3]

أتدرب

احسب عدد الخطوط المحتملة لعودة الإلكترون من المستوى الرابع إلى الاستقرار، ثم احسب طاقة الإشعاع المنبعثة أثناء عودته، بالإضافة إلى تردد ذلك الإشعاع وطول موجته وانظر هل هو طيف مرئي أم غير مرئي؟

الحل

حل مراجعة الدرس الأول

- **السؤال الأول: الفكرة الرئيسة: ما الأسس التي اعتمد عليها بور في بناء نظريته لتفسير طيف الهيدروجين؟ ما فروض هذه النظرية؟**

✓ الأسس التي اعتمدها هي نتائج دراسات العالمين بلانك وآينشتاين وكانت:

- للضوء طبيعة مزدوجة مادية وموجية
- ينبعث الضوء من الذرة على شكل فوتونات لها طاقة وتردد محددين

✓ فروض نظريته:

- يمتلك الإلكترون مقدارًا محدّدًا من الطاقة يتحدد بالمستوى الموجود فيه
- تتغير طاقة الإلكترون في الذرة عند انتقاله من مستوى طاقة إلى آخر، حيث إذا اكتسب طاقة فهو ينتقل إلى مستوى أعلى، وإذا فقد طاقة فهو ينتقل لمستوى أقل وينبعث منه عند الفقدان أمواج ضوئية [فوتونات ذات طاقة محددة (الكم)]

- **السؤال الثاني: أصنف الأمواج الضوئية الآتية إلى طيف مرئي وآخر غير مرئي:**
(الأشعة تحت الحمراء، أمواج الراديو، الضوء الأصفر، الأشعة فوق البنفسجية، الأشعة الزرقاء)

طيف مرئي	طيف غير مرئي
الضوء الأصفر الأشعة الزرقاء	الأشعة تحت الحمراء أمواج الراديو الأشعة فوق البنفسجية

نلاحظ أن له لون تم تحديده وبالتالي هو طيف نراه يقع ضمن ألوان الطيف السبعة التي نعرفها

- **السؤال الثالث: أوضح المقصود بالطيف الذري؟**

✓ مجموعة الأمواج الضوئية التي تصدر عن ذرات العناصر ويقع بعضها في منطقة الضوء المرئي وبعضها الآخر في منطقة الضوء غير المرئي

- **السؤال الرابع: أجيب عما يلي:**

- **أحسب طاقة موجة الضوء المنبعثة من ذرة الهيدروجين المثارة عند عودة الإلكترون من المستوى الخامس إلى المستوى الثالث**

✓ ما القانون الذي يجمع بين الطاقة وأرقام المستويات؟ الجواب هو قانون فرق الطاقة وهو نفسه يعبر عن طاقة الفوتون المنبعث

R_H ثابت ريد بيرغ $= 2.18 \times 10^{-18}$

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

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{5^2} \right) = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{25} \right)$$

$$= 2.18 \times 10^{-18}\left(\frac{25}{225} - \frac{9}{225}\right) = 2.18 \times 10^{-18}\left(\frac{16}{225}\right)$$
$$= 0.155 \times 10^{-18}\text{J}$$

❖ إذا طاقة موجة الضوء المنبعثة = $0.155 \times 10^{-18}\text{J}$

- **أحدد موقع هذا الخط ضمن طيف ذرة الهيدروجين**

لتحديد موقع أي خط لا بد من معرفة طول الموجة، نحتاج حساب التردد قبل ذلك، إذا نستخدم قانون بلانك ثم قانون سرعة الضوء

$$E = hv$$

h ثابت بلانك = $6.63 \times 10^{-34}\ \text{J.s}$

نعوض في القانون بعد جعل التردد هو المطلوب:

$$v = \frac{E}{h} = \frac{0.155 \times 10^{-18}\text{J}}{6.63 \times 10^{-34}\ \text{J.s}} = 0.023\ \times 10^{16} Hz$$

❖ إذا تردد الفوتون أو الإشعاع المنبعث = $0.023 \times 10^{16} Hz$

$$C = \lambda v$$

C سرعة الضوء = $3 \times 10^{8}\ \text{m/s}$

نعوض في القانون بعد جعل طول الموجة هو المطلوب:

$$\lambda = \frac{C}{v} = \frac{3 \times 10^{8}\ \text{m/s}}{0.023 \times 10^{16}\text{Hz}} = 130.4\ \times 10^{-8} m$$

نحول قيمة الموجة إلى نانومتر لنقارن وقوعها ضمن النطاق المرئي ***350-800nm*** أم لا:

ونتذكر أن كل $1\text{nm} = 10^{-9}\ \text{m}$

$$130.4\ \times 10^{-8} m = 1304 \times 10^{-9} m = 1304\ nm$$

يقع الإشعاع المنبعث ضمن نطاق الطيف غير المرئي، ولا نستطيع رؤيته مع خطوط الانبعاث الخطي

- **السؤال الخامس: أستنتج:**

إذا كانت طاقة الإشعاع المنبعثة من ذرة هيدروجين مثارة عند عودتها إلى حالة الاستقرار 1.93×10^{-18}J فما رقم مستوى الطاقة الأعلى؟

✓ ما القانون الذي يجمع بين الطاقة وأرقام المستويات؟ الجواب هو قانون فرق الطاقة وهو نفسه

يعبر عن طاقة الإشعاع، المعطيات: طاقة الإشعاع المنبعث ومستوى الاستقرار وهو $n_1=1$

✓ المطلوب n_2

R_H ثابت ريد بيرغ $= 2.18 \times 10^{-18}$

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

$$\frac{1.93 \times 10^{-18}}{2.18 \times 10^{-18}} = \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{{n_2}^2}\right)$$

$$\frac{1.93 \times 10^{-18}}{2.18 \times 10^{-18}} = \left(1 - \frac{1}{{n_2}^2}\right)$$

$$0.885 = \left(1 - \frac{1}{{n_2}^2}\right)$$

$$\frac{1}{{n_2}^2} = 1 - 0.885$$

$$\frac{1}{{n_2}^2} = 0.115$$

$$\frac{1}{0.115} = {n_2}^2$$

$$8.7 = {n_2}^2$$

❖ لا بد أن تكون n عدد صحيح، وبالتالي نقرب الرقم لنجد الجذر

$$9 = {n_2}^2$$

$$n_2 = \sqrt{9} = 3$$

❖ إذا المستوى الأعلى الذي انتقل منه الإلكترون هو المستوى 3

الدرس الثاني: النموذج الميكانيكي الموجي للذرة

نظرية بور وسبب عدم نجاحها بالكامل

سؤال **لماذا اختار بور ذرة الهيدروجين؟**

لبساطة تركيبها حيث تمتلك إلكترونًا واحدًا

سؤال **أفسِّرُ: سبب عدم نجاح نظرية بور بالكامل**

لأن بور لم يتمكن من تفسير أطياف ذرات العناصر الأخرى الأكثر تعقيدًا من ذرة الهيدروجين

معلومات إضافية: وبالتالي استمرت التجارب لمعرفة سبب ثبات مستويات الطاقة ولمعرفة طبيعة حركة الإلكترونات حول النواة

سؤال **أذكرُ التجارب التي قام بها العلماء لمعرفة طبيعة الإلكترون**

اسم العالم	النتائج التي توصل إليها
دي برولي	وجود خصائص مزدوجة للإلكترون (موجية - مادية)
شرودنغر	1- حركة الإلكترون موجية حول النواة، وأكبر احتمال لوجود الإلكترون هو في منطقة حول النواة تشبه السحابة سمّاها بـ <<الفلك>> وسمّى نموذجه <<النموذج الميكانيكي الموجي للذرة>> 2- معادلة رياضية <<المعادلة الموجية>> نتج عن حلّها ثلاثة أعداد تُعرف بـ <<أعداد الكم>> ثم استخرج العلماء بعد ذلك عدد كم رابع فأصبحت في النهاية: أربعة أعداد كم

سؤال **ما المقصود بـ الفلك؟**

منطقة فراغية حول النواة يكون فيها احتمال وجود الإلكترونات أكبر ما يُمكن

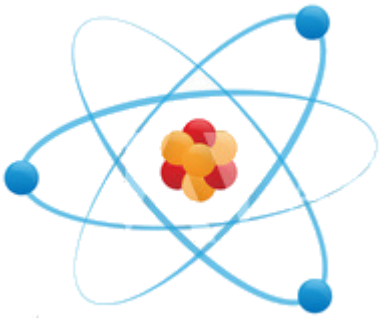
سؤال **ما المقصود بـ المعادلة الموجية؟**

معادلة رياضية تصف بوجه عام حركة الأمواج بأشكالها المختلفة

معلومات إضافية تنفع لفهم النموذج الميكانيكي

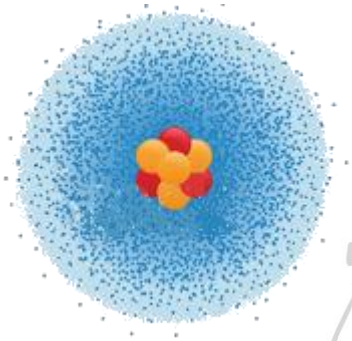
- تبيَّنَ من التجارب وختامًا من معادلة شرودنغر الموجية أنه يستحيل تحديد مسارات ثابتة للإلكترون مثل مستويات الطاقة التي تكلم عنها بور في نظريته وإنما نستطيع تحديد احتمالية لوجود الإلكترون في منطقة تسمى <<الفلك>> وذلك وفق أعداد الكم الأربعة الناتجة من معادلة شرودنغر
- إذا نستنتج من هذا الكلام:

مفهوم قديم لشكل الذرة وهو



نموذج: الإلكترونات تدور في مسارات أو مستويات طاقة حول النواة

مفهوم حديث لشكل الذرة وهو



النموذج الميكانيكي الموجي
الإلكترونات تتحرك بطبيعة موجية داخل الفلك (السحابة الإلكترونية)

- **فيم يختلف النموذج الميكانيكي عن نموذج بور؟**

1- النموذج الميكانيكي لا يعطي المسار الدقيق لحركة الإلكترون وموقعه ويعطي احتمالية لتواجده ضمن سحابة إلكترونية <<فلك>> ضمن أعداد الكم
2- ويبين أن الذرة ذات اتجاه ثلاثي الأبعاد وليس ثنائي الأبعاد كما في نموذج بور
3- وأن الإلكترون جسيم له طبيعة موجية في حركته

- **ماذا نستفيد من أعداد الكم؟**

تحدد أعداد الكم احتماليات لمكان تواجد الإلكترون في الذرة وغيرها من الخصائص، مثلما نحدد موقعنا باستخدام إحداثيات المدينة والحي والشارع ورقم المنزل وغير ذلك

ملاحظة: أضيفت كلمة <<كم>> لأن الأمر تعلّق بالطاقة المحددة، فللإلكترون طاقة محددة ولذلك أدخلنا مسمى الكم على تلك الأعداد، سنعرف الخاصية الفيزيائية أو إلام يشير كل عدد كم وذلك في الشرح التالي

أعداد الكم الأربعة

سؤال **ما المقصود بـ أعداد الكم الأربعة؟**

تعريفها: هي ثلاثة أعداد نتجت من حل معادلة شرودنغر <<المعادلة الموجية>> ، ثم اكتشف العلماء لاحقًا عدد كم رابع وأضافوه إلى أعداد الكم الثلاث، وهي تصف حركة وموقع الإلكترون وشكل الفلك واتجاهه وغير ذلك من الأمور الخاصة بالذرة

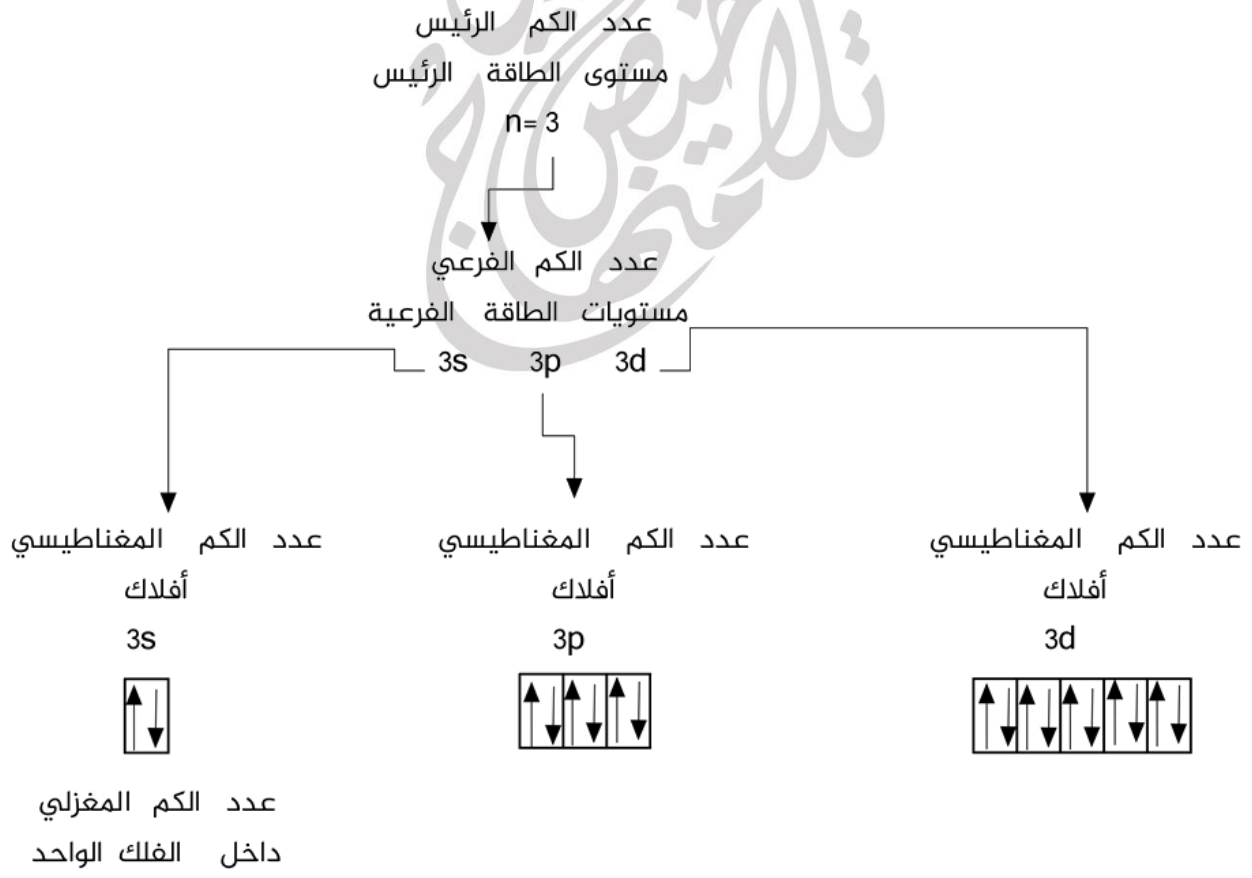
سؤال **ما هي أعداد الكم الأربعة؟ اذكرها مع رموزها**

1- عدد الكم الرئيس n
2- عدد الكم الفرعي l
3- عدد الكم المغناطيسي m_l
4- عدد الكم المغزلي m_s

- سنفهم أعداد الكم وعلام تدلّ بشكل مختصر من خلال خريطة ذهنية

مستوى الطاقة الرئيس (عدد الكم الرئيس) ← مستويات طاقة فرعية (عدد الكم الفرعي) ← أفلاك

أفلاك (عدد الكم المغناطيسي) ← كل فلك فيه إلكترونين فقط متعاكسين في الدوران (عدد الكم المغزلي)



سؤال **علام يدل عدد الكم الرئيس، وبم يرتبط (خاصيته أو وظيفته الفيزيائية)، وما رمزه، وما هي قيمه العددية؟**

يدلّ أو يمثل:	مستوى الطاقة الرئيس
يرتبط أو يشير إلى الخاصية التالية:	1- حجم الفلك 2- معدل بعده عن النواة (نصف القطر) أي كلما زاد عدد الكم الرئيس زاد حجم الفلك وزاد نصف القطر (البعد عن النواة)
رمزه:	n
القيم الكمية له:	1, 2 , 3 , 4 , ... ∞

توضيحات مهمة:

1- نلاحظ أن عدد الكم الرئيس هو نفسه رمز وقيمة مستويات الطاقة التي سمّاها العالم بور n = 1, 2 , 3, 4 , ...∞

لكن مفيد أن نعلم أن أعلى مستوى طاقة أو عدد كم رئيس اكتشفه العلماء في كل الذرات المعروفة إلى الآن هو n=7

2- عند تعريف أي عدد كم لم يرد تعريفه في نهاية الكتاب، فإننا نذكر المعلومات في الجدول، ماذا يمثل، وبم يرتبط مع ذكر رمزه، وأنه ناتج من معادلة شرودنغر

تعريف عدد الكم الرئيس: عدد نتج من حل معادلة شرودنغر ويدل على مستوى الطاقة الرئيس، يرتبط بحجم الفلك ومعدل بعده عن النواة ويرمز له بالرمز n

سؤال **أيهما أكبر حجمًا: المستوى n=3 أو المستوى n=4؟**

نتذكر العلاقة كلما ابتعدنا عن النواة زادت طاقة المستوى، وأيضا زاد حجم المستوى ومعدل بعده (نصف قطره) عن النواة

إذا الأكبر حجمًا هو المستوى n=4

سؤال **ما العلاقة بين عدد الكم الرئيس n وحجم الفلك؟**

العلاقة طردية كلما زاد n زاد حجم الفلك

عدد الكم الفرعي (l)

سؤال

علام يدل عدد الكم الفرعي، وبم يرتبط (خاصيته أو وظيفته الفيزيائية)، وما رمزه، وما هي قيمه العددية؟

يدلّ أو يمثل:	عدد المستويات الفرعية الموجودة في مستوى الطاقة الرئيس حيث المستويات الفرعية = عدد الكم الرئيس
يرتبط أو يشير إلى الخاصية التالية:	شكل الفلك حيث المستويات الفرعية هي: s, p, d , f وكل مستوى فرعي له شكل حسب قيمة l
رمزه:	l
القيم الكمية له:	تتراوح بين 0, 1 , 2 , ... (n-1) حيث القيم تتبع رمز المستوى الفرعي وبالتالي شكل أفلاك كل مستوى فرعي: قيم l لكل مستوى فرعي مع توضيح شكل الفلك الواحد:

3	2	1	0
f	d	p	s
-	لانهايتان	اللانهاية	كروي

توضيحات

مهمة:

- رموز المستوى الفرعي هي: s, p , d , f
- المستوى الفرعي **s** يبدأ تكراره من المستوى الرئيس **n=1**
- المستوى الفرعي **p** يبدأ تكراره من المستوى الرئيس **n=2**
- المستوى الفرعي **d** يبدأ تكراره من المستوى الرئيس **n=3**
- المستوى الفرعي **f** يبدأ تكراره من المستوى الرئيس **n=4**
- لكل مستوى فرعي شكل معين وعدد أفلاك، سيتم تحديد عدد الأفلاك لكل مستوى فرعي من عدد الكم المغناطيسي كما سيأتي لاحقًا

تعريف عدد الكم الفرعي: عدد نتج من حل معادلة شرودنغر ويدل على عدد المستويات الفرعية الموجودة في المستوى الطاقة الرئيس ، ويرتبط بشكل الفلك، يرمز له بالرمز l

سؤال **إذا كانت قيمة n=7 فما هي قيم l ؟ وكم عدد المستويات الفرعية؟**

n - 1 = 7 - 1 = 6

القيم نحسبها من 0 إلى النتيجة التي خرجت معنا من n – 1

وهي: 0, 1 , 2 ,3 , 4 , 5 , 6

عدد المستويات الفرعية = قيمة n أو نعد القيم من 0 إلى 6 وهي تعادل 7

عدد الكم المغناطيسي (m_l)

سؤال **علام يدل عدد الكم المغناطيسي، وبم يرتبط (خاصيته أو وظيفته الفيزيائية)، وما رمزه، وما هي قيمه العددية؟**

يدلّ أو يمثل:	عدد الأفلاك في المستوى الفرعي			
يرتبط أو يشير إلى الخاصية التالية:	الاتجاه الفراغي للأفلاك			
رمزه:	m_l			
القيم الكمية له:	تتراوح بين $-l$, 0 , $+l$ حيث قيم الكم المغناطيسي تحسب عدد الأفلاك مع اتجاهها الفراغي كما يلي:			
	-3,-2,-1, 0, +1,+2,+3	-2,-1, 0,+1,+2	-1, 0, +1	0
	f	d	p_x,p_y,p_z	s
	7 أفلاك	5 أفلاك	3 أفلاك	**1** فلك

- نشتق العلاقة بين رقم المستوى الرئيس **n** وعدد الأفلاك فيه:

عدد الأفلاك في المستوى الرئيس = n^2

تعريف عدد الكم المغناطيسي: عدد نتج من حل معادلة شرودنغر ويدل على عدد الأفلاك في المستوى الفرعي ويرتبط بالاتجاه الفراغي للفلك، يرمز له بالرمز m_l

سؤال

إذا كان عدد الكم الرئيس يساوي 4 فكم عدد المستويات الفرعية في المستوى الرئيس الرابع، وما عدد أفلاك المستوى الرئيس الرابع؟ وما قيم عدد الكم الفرعي في هذا المستوى؟

- دائمًا عدد المستويات الفرعية يساوي عدد الكم الرئيس = 4 مستويات فرعية وهي s, p , d , f
- عدد أفلاك المستوى الرئيس الرابع، نحسبه من العلاقة السابقة ←

$$n^2 = (4)^2 = 16$$

يحوي المستوى الرئيس الرابع على مجموع 16 فلك موزعة على فلك واحد s، ثلاثة أفلاك p، خمسة أفلاك d، سبعة أفلاك f

a) قيم عدد الكم الفرعي l نحسبها من العلاقة ← 0, 1 , 2 , ... (n-1)

$$4 - 1 = 3$$

إذا هي كالتالي: 0 , 1 , 2 , 3

ومن تلك القيم نعلم أن المستويات الفرعية هي: s , p , d , f

سؤال

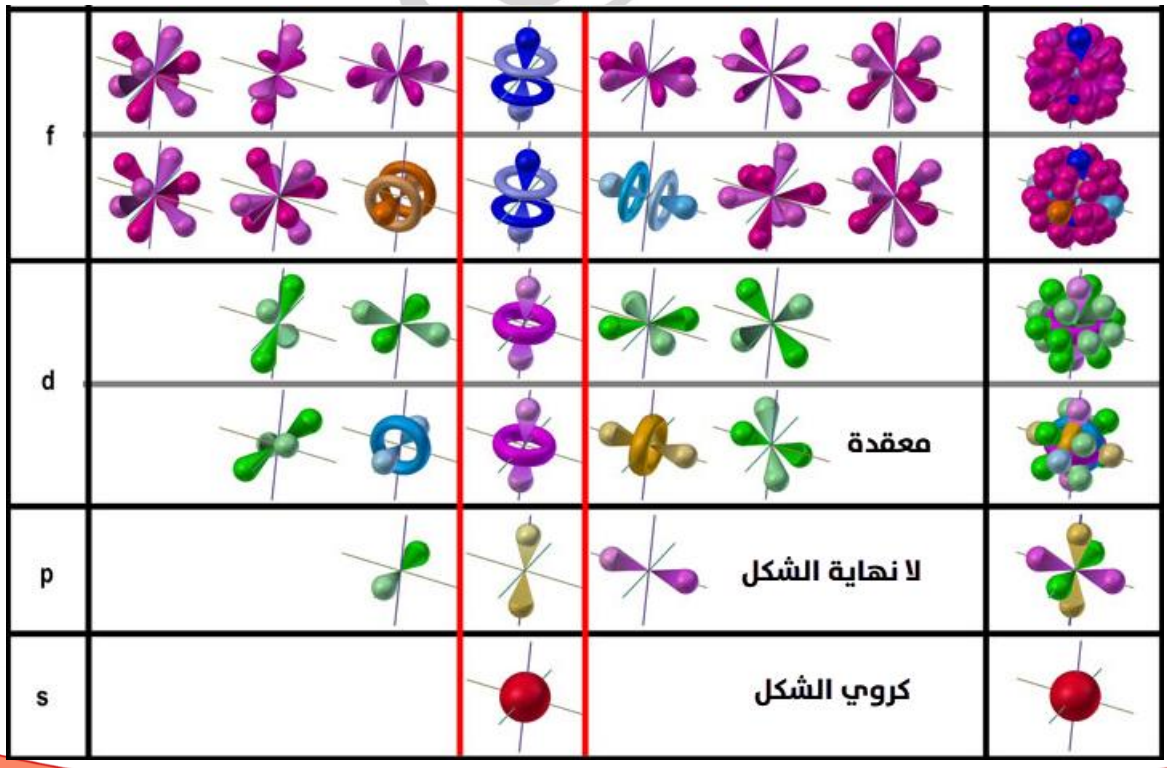
ما عدد الأفلاك في المستوى الرئيس المكون من ثلاثة مستويات فرعية؟

ثلاثة مستويات فرعية أي أن n=3

إذا عدد الأفلاك من العلاقة ← $n^2 = (3)^2 = 9$

وهي موزعة على فلك واحد s وثلاثة أفلاك p وخمسة أفلاك d

أشكال الأفلاك في المستوى الفرعي



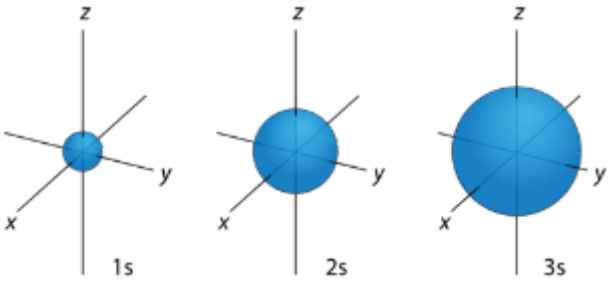
- أشكال المستويات الفرعية **s , p , d , f**

يُلاحظ أن الأفلاك تحت المستوى الفرعي نفسه (مثلا **p**) تتشابه في الشكل والسعة وطاقتها في المستوى الرئيس نفسه (مثلا **n=2**)، لكن لها اتجاهات فراغية مختلفة، مثال: $2p_x, 2p_y, 2p_z$ وبالتالي لها نفس الخصائص إلا في الاتجاه الفراغي

ليس مطلوبًا من الطالب إلا التركيز على شكل المستويين **s , p** أما **d , f** فأشكالها معقدة

سؤال

انظر إلى الشكل وبيِّن أي المستوى الفرعي s أكبر طاقة وأكبر حجمًا؟



المستوى الفرعي 3s هو الأكبر حجمًا وأيضا أكبر طاقة لأننا كلما ابتعدنا عن النواة أي زادت الرقم **n** فإنه تزيد الطاقة للمستوى الرئيس

عدد الكم المغزلي (m_s)

سؤال

علام يدل عدد الكم المغزلي، وبم يرتبط (خاصيته أو وظيفته الفيزيائية)، وما رمزه، وما هي قيمه العددية؟

يدلّ أو يمثل:	وجود مجال مغناطيسي للإلكترون نتيجة دورانه حول نفسه في الفلك
يرتبط أو يشير إلى الخاصية التالية:	اتجاه دوران أو غزل الإلكترون في الفلك
رمزه:	m_s
القيم الكمية له:	تتراوح بين $+\frac{1}{2}$, $-\frac{1}{2}$ حيث يدل الأول على اتجاه دوران مع عقارب الساعة، والسالب يدل على عكس عقارب الساعة

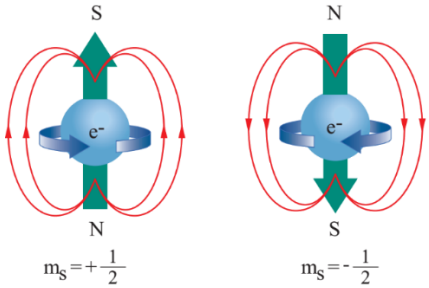
تعريف عدد الكم المغزلي: عدد تم اكتشافه لاحقًا وأضيف إلى أعداد الكم الثلاث، ويدل على وجود مجال مغناطيسي للإلكترون نتيجة دورانه حول نفسه في الفلك ويرتبط باتجاه غزل الإلكترون

سؤال

أفسر سبب ظهور الخطوط المنحنية الحمراء حول الإلكترون مع اختلاف اتجاهها؟

أو فسر سبب استقرار إلكترونين متشابهين في الشحنة في الفلك نفسه

أو لماذا يوجد إلكترونان في الفلك نفسه بالرغم من أنهما يحملان الشحنة نفسها؟



في كل فلك يدور كلا الإلكترونان حول نفسيهما باتجاه معاكس للآخر مما يولد مجال مغناطيسي مختلف لكل إلكترون مما يقلل التنافر بسبب الشحنة السالبة ويزيد التجاذب بسبب اختلاف المجال المغناطيسي، وبالتالي يستقر الإلكترونان في الفلك نفسه رغم تشابه الشحنة

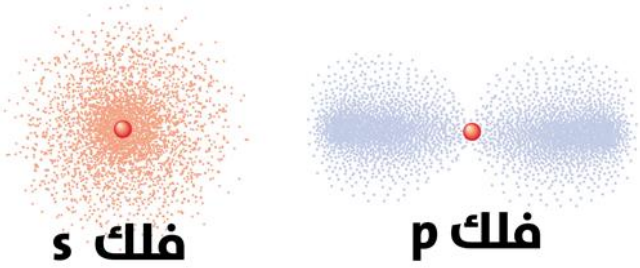
ملخص دلالة وخاصية كل عدد كم

سؤال

ما دلالة كل عدد من أعداد الكم الرئيس والفرعي والمغناطيسي والمغزلي؟

عدد الكم	الرئيس	الفرعي	المغناطيسي	المغزلي
رمزه	n	l	m_l	m_s
دلالته	مستوى الطاقة الرئيس	عدد المستويات الفرعية في المستوى الرئيس	عدد الأفلاك في المستوى الفرعي	وجود مجال مغناطيسي حول الإلكترون نتيجة دورانه حول نفسه
خاصيته	حجم المستوى ومعدل بعده عن النواة	شكل الفلك	الاتجاه الفراغي للفلك	اتجاه غزل الإلكترون في الفلك

- بما أنك عزيزي الطالب فهمت أعداد الكم وأيضا مفهوم الفلك الذي فيه أكبر احتمالية لتواجد الإلكترون داخل السحابة الإلكترونية، انظر للشكل التالي ستلاحظ أن الكثافة النقطية داخل الفلك **s** أو الفلك **p** تتركز حول المحور وبالتالي فيها أكبر احتمالات لتواجد الإلكترون في الفلك



سؤال

قارن بين أعداد الكم لكل إلكترون واستنتج أين التشابه والاختلاف

قيم عدد الكم الرئيسي (n)	قيم عدد الكم الفرعي (l)	رمز المستوى الفرعي	قيم عدد الكم المغناطيسي (m_l)	عدد الأفلاك	السعة القصوى من الإلكترونات	قيم عدد الكم المغزلي (m_s)
1	0	s	0	1	2	$-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2}$
2	0	s	0	1	2	$-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2}$
	1	p	-1, 0, +1	3	6	$-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2}$
3	0	s	0	1	2	$-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2}$
	1	p	-1, 0, +1	3	6	$-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2}$
	2	d	-2, -1, 0, +1, +2	5	10	$-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2}$
4	0	s	0	1	2	$-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2}$
	1	p	-1, 0, +1	3	6	$-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2}$
	2	d	-2, -1, 0, +1, +2	5	10	$-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2}$
	3	f	-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3	7	14	$-\frac{1}{2}, +\frac{1}{2}$

استنتاجات

1- من الجدول السابق نلاحظ أن أعداد الكم الفرعية لا تتغير من مستوى رئيس إلى آخر فهي تظل ثابتة للمستوى الفرعي نفسه في جميع المستويات

حيث هي 0, 1, 2, 3 قيم تتبع رمز المستوى: **s, p, d, f**

2- أيضًا نلاحظ أن اختلاف أعداد الكم للإلكترونات جميعها، حيث لا يوجد في الذرة نفسها إلكترونان لهما نفس أعداد الكم الأربعة، ولو تشابه الإلكترونان في الفلك الواحد بنفس أعداد الكم الثلاثة الأولى فإن عدد الكم المغزلي هو المختلف

3- سعة المستوى الفرعي من الإلكترونات ← عدد قيم (l) × **2**

4- السعة القصوى للإلكترونات في المستوى الرئيس (n) نعبر عنها بالعلاقة التالية←

السعة القصوى من الإلكترونات في المستوى الرئيس = $2n^2$

سؤال **ما المقصود بمبدأ الاستبعاد لباولي؟**

تعريف مبدأ الاستبعاد لباولي: عدم وجود إلكترونين في الذرة نفسها لهما نفس قيم أعداد الكم الأربعة

سؤال **علل: الفلك الواحد لا يستوعب أكثر من إلكترونين**

لأن أعداد الكم الأربعة لكل إلكترون لا بد أن تختلف ولو في قيمة واحدة، في الفلك الواحد ستتشابه ثلاث قيم وتبقى قيمة عدد الكم المغزلي، ولأن الكم المغزلي يحمل قيمتين فقط فلن يتسع الفلك إلا لإلكترونين لكل منهما قيمة كم مغزلي معكوس الآخر

تطبيقات محلولة على ما سبق شرحه

أتدرب **احسب أعداد الكم الأربعة إذا كانت n = 3 وحدد تسمية الأفلاك**

الحل

a) أولاً: مستوى الطاقة الرئيس **n = 3** وهو عدد الكم الرئيس = 3

b) ثانيًا: عدد الكم فرعي l نحسبه من العلاقة ← (n-1) ... , 2 , 1 , 0

3 – 1 = 2

إذا هي كالتالي: 2 , 1 , 0 ← ثلاث مستويات فرعية وهي: s , p , d

تسمية المستويات الفرعية في ذلك المستوى الرئيس **n=3** هي: **3s 3p 3d**

c) ثالثًا: عدد الكم المغناطيسي m_l نحسبه من العلاقة ← $-l$, 0 , $+l$

من قيم l السابقة ← 2 , 1 , 0 ← نحسب:

$l = 0 \rightarrow m_l = 0$	الفلك s
$l = 1 \rightarrow m_l = -1, 0, +1$	الأفلاك الثلاثة p
$l = 2 \rightarrow m_l = -2, -1, 0, +2, +1$	الأفلاك الخمسة d

d) رابعًا: عدد الكم المغزلي: في كل فلك ستكون القيم للإلكترونين: $+\frac{1}{2}$, $-\frac{1}{2}$

أتدرب **احسب سعة المستوى الفرعي 3d من الإلكترونات، ثم احسب السعة القصوى للإلكترونات في المستوى الرئيس n=3، وعدد الأفلاك الكلية فيه**

الحل

e) أولاً: المستوى الفرعي **3d** فيه **5** قيم من l أي أن فيه **5** أفلاك، كل فلك يتسع إلكترونين، نحسب من العلاقة: **5 × 2 = 10**

f) ثانيًا: السعة القصوى من الإلكترونات في المستوى الرئيس **$2n^2 = 2(3)^2 = 18$**

g) ثالثًا: عدد الأفلاك الكلية في المستوى الرئيس **$n^2 = (3)^2 = 9$**

منها: فلك واحد **s** ثلاثة أفلاك **p** خمسة أفلاك **d**

أتدرب

ما هي قيم l للمستوى الرئيس الثاني ، الرابع ، الخامس؟

الحل

عدد الكم فرعي $\boldsymbol{l}$ نحسبه من العلاقة ← (n-1) ... 2 , 1 , 0

n = 2	$\boldsymbol{l} = 0 , 1$
n = 4	$\boldsymbol{l} = 0 , 1, 2 , 3$
n = 5	$\boldsymbol{l} = 0 , 1 , 2 , 3 , 4$

أتدرب

ما هي قيم m_l للإلكترون إذا كان عدد الكم l = 1 و 2 و 3؟

الحل

عدد الكم المغناطيسي $\mathbf{m}_l$ نحسبه من العلاقة ← $-l , 0 , +l$

$\boldsymbol{l} = 1$	$\mathbf{m}_l = -1 , 0 , +1$
$\boldsymbol{l} = 2$	$\mathbf{m}_l = -2 , -1 , 0 , +1, +2$
$\boldsymbol{l} = 3$	$\mathbf{m}_l = -3, -2 , -1 , 0 , +1 , +2, +3$

أتدرب

ما مسميات أو رموز المستويات الفرعية التي نصفها بأعداد الكم التالية:

n =1 , l = 0
n=2, l = 2
n= 4 , l = 3

الحل

n =1 , l = 0	1s
n =2 , l = 2	2d
n =4 , l = 3	4f

أتدرب

حدد أعداد الكم الصحيحة من الخاطئة مع التعليل

n =2 , l = 0 , m_l = 0
n =4 , l = 3 , m_l =- 4
n =1 , l = 1 , m_l = -1

الحل

	صحيحة	n =2 , l = 0 , m_l = 0
قيمة m_l خارج الأعداد المحتملة	خاطئة	n =4 , l = 3 , m_l =- 4
قيمة l خارج الأعداد المحتملة	خاطئة	n =1 , l = 1 , m_l = -1

ورقة عمل [4]

أتدرب احسب سعة المستوى الفرعي 4f من الإلكترونات، ثم احسب السعة القصوى للإلكترونات في المستوى الرئيس n=4، وعدد الأفلاك الكلية فيه

الحل

أتدرب ما هي قيم l للمستويات الرئيس الأول ، الثالث

الحل

l =	n =
l =	n =

أتدرب ما هي قيم m_l للإلكترون إذا كان عدد الكم l = 4 و 0

الحل

m_l =	l =
m_l =	l =

أتدرب ما مسميات أو رموز المستويات الفرعية التي نصفها بأعداد الكم التالية:

n =3 , l = 0
n=4 , l = 2
n= 3 , l = 2

الحل

الفلك هو:	n = , l =
الفلك هو:	n = , l =
الفلك هو:	n = , l =

أتدرب حدد أعداد الكم الصحيحة من الخاطئة مع التعليل

n =3 , l = 2 , m_l = -2
n =2 , l = 2 , m_l = 3
n =2 , l = 1 , m_l = 1

الحل

التعليل	صح أم خطأ	أعداد الكم
		n = , l = , m_l =
		n = , l = , m_l =
		n = , l = , m_l =

حل مراجعة الدرس الثاني

- **السؤال الأول: الفكرة الرئيسة: أوضح المقصود بكل عدد من أعداد الكم الرئيس والفرعي والمغناطيسي والمغزلي؟**

✓ عدد الكم الرئيس: عدد نتج من حل معادلة شرودنغر ويدل على مستوى الطاقة الرئيس، يرتبط بحجم الفلك ومعدل بعده عن النواة ويرمز له بالرمز n

✓ عدد الكم الفرعي: عدد نتج من حل معادلة شرودنغر ويدل على عدد المستويات الفرعية الموجودة في المستوى الطاقة الرئيس ، ويرتبط بشكل الفلك، يرمز له بالرمز l

✓ عدد الكم المغناطيسي: عدد نتج من حل معادلة شرودنغر ويدل على عدد الأفلاك في المستوى الفرعي ويرتبط بالاتجاه الفراغي للفلك، يرمز له بالرمز $\mathbf{m_l}$

✓ عدد الكم المغزلي: عدد تم اكتشافه لاحقًا وأضيف إلى أعداد الكم الثلاث، ويدل على وجود مجال مغناطيسي للإلكترون نتيجة دورانه حول نفسه في الفلك ويرتبط باتجاه غزل الإلكترون

- **السؤال الثاني: أحدد الخاصية التي يشير إليها كل عدد من أعداد الكم الرئيس والمغناطيسي**

✓ خاصية عدد الكم الرئيس: يشير أو يرتبط بحجم الفلك ومعدل بعده عن النواة

✓ خاصية عدد الكم المغناطيسي: يشير إلى اتجاه دوران أو غزل الإلكترون حول نفسه في الفلك

- **السؤال الثالث: أتوقع عدد المستويات الفرعية في المستوى الرابع؟**

✓ المستوى الرابع أي $n = 4$ وبالتالي عدد المستويات الفرعية = 4

- **السؤال الرابع: أحدد عدد أفلاك المستوى الفرعي d**

✓ عدد أفلاك d دائمًا = 5

- **السؤال الخامس: أستنتج السعة القصوى من الإلكترونات التي يستوعبها المستوى الرئيس $n = 4$**

✓ حسب العلاقة لسعة الإلكترونات القصوى في المستوى الرئيس = $2n^2 = 2\ (4)^2 = 32$

- **السؤال السادس: أفسر: لا يمكن لإلكترون ثالث دخول فلك يحوي إلكترونين**

✓ لأن الإلكترون الثالث سيأخذ أعداد الكم نفسها لأحد الإلكترونين، مما سيولد مجالاً مغناطيسيًّا مشابهًا بينه وبين الإلكترون المشابه له في أعداد الكم نفسها، فيزيد التنافر المغناطيسي مع زيادة تنافر الشحنة ويبتعد خارج الفلك

- **السؤال السابع: هل يمكن لفلك ما في الذرة أن يتخذ أعداد الكم الآتية؟ عزز الإجابة بالدليل:** $n = 3 \quad , l = 2 \quad , m_l = -4 \ , \ m_s = -\frac{1}{2}$

✓ لا يمكن ذلك لأن قيمة عدد الكم المغناطيسي غير محتملة في الحسابات فالقيم المحتملة لها هي: $m_l = -2, -1 , 0 , +1 , +2$

حل مراجعة الوحدة الأولى

- **السؤال الأول: أوضح المقصود بالمفاهيم والمصطلحات الآتية: الطيف الكهرومغناطيسي، طيف الانبعاث الخطي، الطيف المتصل، الفوتون**

✓ الطيف الكهرومغناطيسي: جميع الأطوال الموجية التي يتكون منها الضوء

✓ طيف الانبعاث الخطي: مجموعة من الأطوال الموجية للضوء الصادر عن ذرات العنصر المثارة عند عودة الإلكترون فيها إلى حالة الاستقرار

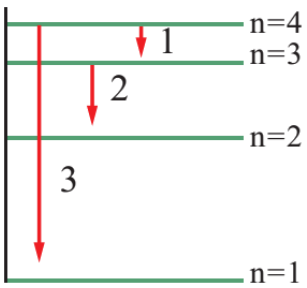
✓ الطيف المتصل: مجموعة الأطوال الموجية التي تظهر في صورة مجموعة من الألوان المتتابعة المتداخلة (قوس المطر) التي يتكون منها الضوء العادي

✓ الفوتون: جسيم مادي متناهي في الصغر يمثل الوحدة الأساسية المكونة للضوء ويحمل كل فوتون مقدارًا محددًا من الطاقة

- **السؤال الثاني: أفسر لماذا يحتوي طيف الانبعاث الخطي على كميات محددة من الطاقة بحسب نموذج بور؟**

✓ لأن الإلكترونات لذرات غاز الهيدروجين تكتسب طاقة محددة بتردد معين ينقلها لمستوى طاقة أعلى (حالة الإثارة) ولا تلبث هذه الإلكترونات أن تعود للاستقرار فتفقد تلك الطاقة المحددة نفسها على هيئة أمواج ضوئية التي هي في النهاية طيف الانبعاث الخطي، كل خط من ذلك الطيف يعبر عن قفزة الإلكترون من مستوى أعلى إلى أقل، طاقة ذلك الفوتون المحددة هي فرق الطاقة بين المستويين

- **السؤال الثالث: يمثل الشكل المجاور رسمًا تخطيطيًّا لعدد من خطوط الطيف الصادرة عن ذرة هيدروجين مثارة، أدرس الشكل ثم أجيب عن الأسئلة الآتية:**



a) أجد طاقة الإشعاع التي يمثلها الرقم (2)

الانتقال للإكترون يكون من المستوى الثالث n_2 إلى المستوى الثاني n_1، نحسب فرق الطاقة بين المستويين وبالتالي تكون هي نفسها طاقة الإشعاع أو الفوتونات المنبعثة

R_H ثابت ريد بيرغ $= 2.18 \times 10^{-18}$

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

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right)$$

$$= 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{9}{36} - \frac{4}{36} \right) = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{5}{36} \right) = 0.303 \times 10^{-18} \text{J}$$

طاقة الإشعاع $= 0.303 \times 10^{-18} \text{J}$

b) أتنبأ إذا كان طيف الإشعاع الذي يمثله الرقم (3) يظهر في منطقة الضوء المرئي أم لا

الانتقال للإكترون يكون من المستوى الرابع n_2 إلى المستوى الأول n_1، نحسب فرق الطاقة بين المستويين وبالتالي تكون هي نفسها طاقة الإشعاع أو الفوتونات المنبعثة ثم نحسب التردد وطول الموجة لتحديد هل هو طيف مرئي أم غير مرئي

R_H ثابت ريد بيرغ $= 2.18 \times 10^{-18}$

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

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{4^2} \right) = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{16} \right)$$

$$= 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{16}{16} - \frac{1}{16} \right) = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{15}{16} \right) = 2.04 \times 10^{-18} \text{J}$$

طاقة الإشعاع = 2.04×10^{-18} J

c) نستخدم قانون بلانك ثم قانون سرعة الضوء لحساب التردد وطول الموجة

$$E = hv$$

h ثابت بلانك $= 6.63 \times 10^{-34}$ J.s

نعوض في القانون بعد جعل التردد هو المطلوب:

$$v = \frac{E}{h} = \frac{2.04 \times 10^{-18} \text{J}}{6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}} = 0.31 \times 10^{16} Hz$$

$$C = \lambda v$$

C سرعة الضوء $= 3 \times 10^8$ m/s

نعوض في القانون بعد جعل طول الموجة هو المطلوب:

$$\lambda = \frac{C}{v} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{0.31 \times 10^{16} \text{Hz}} = 9.68 \times 10^{-8} m$$

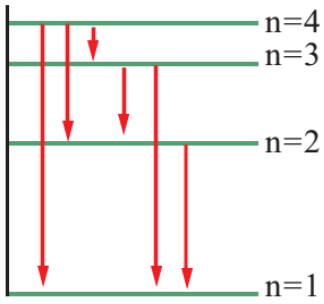
نحول قيمة الموجة إلى نانومتر لنقارن وقوعها ضمن النطاق المرئي ***350-800nm*** أم لا:

ونتذكر أن كل $1\text{nm} = 10^{-9}$ m

$$9.68 \times 10^{-8} m = 96.8 \times 10^{-9} m = 96.8\, nm \approx 97\, nm$$

يقع الإشعاع المنبعث ضمن نطاق الطيف غير المرئي، ولا نستطيع رؤيته مع خطوط الانبعاث الخطي

d) أستنتج عدد خطوط الطيف جميعًا عند عودة الذرة إلى حالة الاستقرار



✓ أعلى مستوى وصل إليه الإلكترون عند الإثارة هو المستوى الرابع
وبالتالي سينتقل عبر احتمالات من القفزات إلى مستوى الاستقرار (المستوى الأول)

- نحسبه على الرسم أو بطريقة مفكوك الفرق بين المستويين

الفرق بين المستويين ← $4 - 1 = 3$

مفكوك الفرق (3) ← $3 + 2 + 1 = 6$

- **السؤال الرابع: أجد طاقة الإشعاع الصادرة عن ذرة الهيدروجين المثارة في المستوى الرابع عند عودة الإلكترون فيها إلى المستوى الثاني**

✓ المطلوب طاقة الإشعاع عن ذرة مثارة أي هو نفسه فرق الطاقة بين المستويين الرابع والثاني

$n_1 = 2$ $n_2 = 4$

R_H ثابت ريد بيرغ $= 2.18 \times 10^{-18}$

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

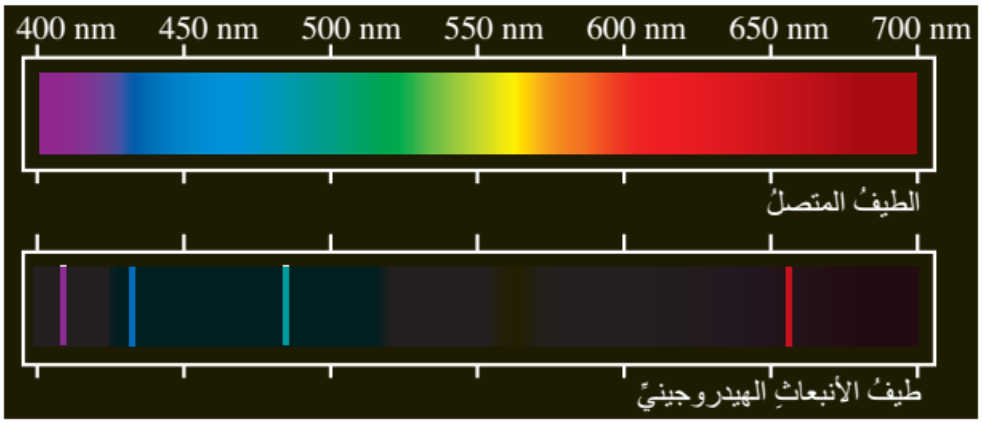
$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right) = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{16}\right)$$

$$= 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{16}{64} - \frac{4}{64}\right) = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{12}{64}\right) = 0.41 \times 10^{-18} \text{J}$$

طاقة الإشعاع = 0.41×10^{-18} J

ملاحظة عزيزي الطالب: الأولى هنا توحيد المقامات للعدد **16** بدلاً من **64**، لكن الطريقة التي اتبعتها لتسهيل الأمر عليك في حسابات فرق الطاقة وهي: ضرب المقامات ببعضها مع تبديل أماكن المقام القديم على البسط

- **السؤال الخامس: أدرس الشكل الآتي الذي يبين طيف الانبعاث لذرة الهيدروجين، ثم أجيب عن السؤالين التاليين:**



a) أجد رقم المستوى الذي ينتقل منه الإلكترون إذا كانت طاقة فوتون الضوء الناجمة عن انتقاله إلى المستوى الثاني هي ($0.21\ R_H$) جول

✓ المطلوب رقم n الأبعد أي n_2 حيث $n_1=2$ حيث طاقة الفوتون المنبعث = فرق الطاقة = $0.21\ R_H$

R_H ثابت ريد بيرغ = 2.18×10^{-18} لا داعي لتعويضه لأن طاقة الفوتون بدلالته

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

$$\frac{0.21\ R_H}{R_H} = \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{{n_2}^2}\right)$$

$$0.21 = \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{{n_2}^2}\right)$$

$$\frac{1}{{n_2}^2} = \frac{1}{4} - 0.21 \rightarrow 0.25 - 0.21 = 0.04$$

$$\frac{1}{{n_2}^2} = 0.04$$

$${n_2}^2 = \frac{1}{0.04}$$

$${n_2}^2 = 25$$

❖ $n_2 = \sqrt{25} = 5$

لا ينفع أن يكون n بالسالب فقط هو رقم صحيح موجب لأنه يعبر عن رقم مستوى الطاقة

b) أحدد موقع هذا الخط ولونه ضمن الطيف المرئي لذرة الهيدروجين

✓ نحسب تردده وطول موجته حيث أن طاقة الإشعاع = $0.21\ R_H$

$$E = 0.21 \times 2.18 \times 10^{-18} = 0.46 \times 10^{-18}\text{J}$$

$$E = hv$$

h ثابت بلانك = $6.63 \times 10^{-34}\ \text{J.s}$

نعوض في القانون بعد جعل التردد هو المطلوب:

$$v = \frac{E}{h} = \frac{0.46 \times 10^{-18}\text{J}}{6.63 \times 10^{-34}\ \text{J.s}} = 0.069 \times 10^{16} Hz$$

$$C = \lambda v$$

C سرعة الضوء = $3 \times 10^8\ \text{m/s}$

نعوض في القانون بعد جعل طول الموجة هو المطلوب:

$$\lambda = \frac{C}{v} = \frac{3 \times 10^8\ \text{m/s}}{0.069 \times 10^{16}\text{m}} = 43.5 \times 10^{-8} m = 435\ nm$$

يقع في منطقة الطيف المرئي ولونه الخط أزرق

- **السؤال السادس: أعبر بدلالة (R_H) عن مقدار الطاقة اللازم لنقل الإلكترون من المستوى الثاني إلى المستوى الخامس في ذرة الهيدروجين**

✓ المطلوب فرق الطاقة بين المستويين بدلالة ثابت ريد بيرغ بحيث أنها طاقة لازمة امتصها الإلكترون فانتقل لمستوى أعلى (ذرة مثارة) $n_2= 5$ $n_1 = 2$

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

$$\Delta E = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{5^2}\right) = R_H \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{25}\right)$$

$$= R_H \left(\frac{25}{100} - \frac{4}{100}\right) = R_H \left(\frac{21}{100}\right) = 0.21\, R_H \ \text{J}$$

- **السؤال السابع: تستخدم الإذاعة الأردنية موجات عدة ذات ترددات متباينة في بثها الموجه إلى مناطق مختلفة في الأردن، ومناطق واسعة في مختلف أنحاء العالم ومن هذه الترددات**

رقمُ الموجةِ	التردُّدُ	الموجةُ	منطقةُ استقبالِ البثِّ
1	90MHz	FM	عمّانُ.
2	1035 KHz	AM	شمالُ الأردنِّ، ووسطُهُ، وجنوبُهُ انتهاءً بالنقبِ.

a) أجد الطول الموجي لكل تردد

✓ لإيجاد طول موجة FM لا بد من تحويل التردد إلى الهيرتز، حيث $1\ MHz = 10^6 Hz$

التردد = $90 \times 10^6 Hz$

نعوض في قانون سرعة الضوء لإيجاد التردد

$$\lambda = \frac{C}{v} = \frac{3 \times 10^8\ \text{m/s}}{90 \times 10^6 \text{Hz}} = 0.033 \times 10^2 m = 3.3\, m$$

✓ لإيجاد طول موجة AM لا بد من تحويل التردد إلى الهيرتز، حيث $1\ KHz = 10^3 Hz$

التردد = $1035 \times 10^3 Hz$

نعوض في قانون سرعة الضوء لإيجاد التردد

$$\lambda = \frac{C}{v} = \frac{3 \times 10^8\ \text{m/s}}{1035 \times 10^3 \text{Hz}} = 0.0029 \times 10^5 m = 290\, m$$

b) أجد طاقة الفوتون المحتملة لكل تردد

✓ طاقة الفوتون لموجة FM نستخدم قانون بلانك

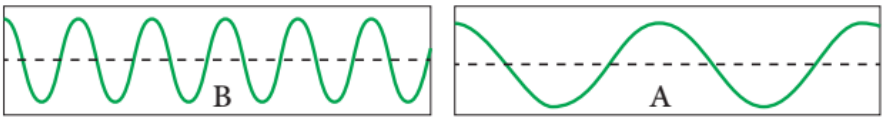
h ثابت بلانك $= 6.63 \times 10^{-34}\ \mathbf{J.s}$

$$E = hv = 6.63 \times 10^{-34} \times 90 \times 10^{6} = 596.7 \times 10^{-28} J$$

✓ طاقة الفوتون لموجة AM

$$E = hv = 6.63 \times 10^{-34} \times 1035 \times 10^{3} = 6862 \times 10^{-31} J$$

c) أيهما يمثل التردد لموجة FM نموذج الموجة A أم نموذج شكل الموجة B



✓ طول موجة FM = $3.3\ m$ بينما طول موجة AM = $290\ m$

وبالتالي الشكل المناسب لرسم أمواج FM هو الشكل: B

- **السؤال الثامن: يهتم علم الفلك بتحليل طيف الضوء الصادر عن النجوم لتعرف مكوناتها؛ إذ تظهر خطوط الامتصاص الخطي معتمة نتيجة امتصاص الأطوال الموجية بواسطة الذرات والجسيمات المعلقة في جو النجم، وبتحليل هذه الخطوط يمكن تعيين العناصر الباعثة والعناصر الماصة المكونة للنجم. يبين المخطط الآتي الجزء المرئي من الطيف الكهرومغناطيسي وبعض خطوط امتصاص الهيدروجين موضحة على الطيف**

ادرس الشكل ثم أحدد خط الامتصاص الذي يوافق:

a) الطول الموجي الأقصر

✓ كلما اتجهنا جهة البنفسجي فإن طول الموجة يقصر والتردد يزيد، إذا هو الخط R

b) الطول الموجي الأطول

✓ كلما اتجهنا جهة الأحمر فإن طول الموجة يزيد والتردد يقل، إذا هو الخط Z

c) التردد الأعلى

✓ يزيد التردد وتزيد الطاقة عند طول الموجة الأقصر، إذا هو الخط R

d) الأقل طاقة

✓ تقل الطاقة عندما يقل التردد ويزيد طول الموجة، إذا هو الخط Z

تنبيه هذا السؤال يعطي معلومة للطالب عن استخدامات طيف الامتصاص الخطي في علم الفلك، وبالتالي يلزم الطالب أن يفهم تلك المعلومة فقد ترد في الامتحان

- **السؤال التاسع: ذرة هيدروجين مثارة في مستوى مجهول، يتطلب تحويلها إلى أيون موجب أن تزود بكمية من الطاقة مقدارها ($0.11\ R_H$) جول. ما رقم المستوى الذي يوجد فيه الإلكترون؟**

✓ المعطيات في السؤال هو مقدار فرق الطاقة بين مستويين بدلالة ثابت ريد بيرغ، أيضا المستوى الثاني معلوم وهو مستوى اللانهاية، حيث يخرج الإلكترون وتفقده الذرة فتصبح لها شحنة موجبة (أيون موجب)، إذا $n_2=\infty$ $n_1=$??

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

$$\frac{0.11\ R_H}{R_H} = \left(\frac{1}{{n_1}^2} - \frac{1}{\infty^2}\right)$$

$$0.11 = \left(\frac{1}{{n_1}^2} - 0\right)$$

$$\frac{1}{{n_1}^2} = 0.11$$

$${n_1}^2 = \frac{1}{0.11}$$

$${n_1}^2 = 9.1 \approx 9$$

$$\therefore n_1 = \sqrt{9} = 3$$

✓ المستوى الذي كان فيه الإلكترون هو المستوى الثالث

- **السؤال العاشر: إذا كان طول موجة الإشعاع المرافق لعودة الإلكترون من مستوى بعيد إلى المستوى الأول في ذرة الهيدروجين هو (121) نانومترًا، فأجد:**

a) طاقة هذا الإشعاع

✓ مطلوب طاقة الفوتون والمعطيات $n_1 = 1$ وطول الموجة بالنانومتر 121، طالما طول الموجة متوفر نحسب الطاقة مباشرة على قوانين سرعة الضوء وبلانك، لكن نحول طول الموجة إلى متر: $\mathbf{1\ nm = 10^{-9}\ m}$

$$\mathbf{121\ nm \leftarrow 121 \times 10^{-9}\ m}$$

$$C = \lambda v$$

C سرعة الضوء $= \mathbf{3 \times 10^8\ m/s}$

$$v = \frac{C}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8\ \mathrm{m/s}}{121 \times 10^{-9}\mathrm{m}} = 0.025 \times 10^{17} Hz$$

✓ نحسب الطاقة من قانون بلانك حيث توفر معنا التردد:

$$E = hv = 6.63 \times 10^{-34} \times 0.025 \times 10^{17} = 0.166 \times 10^{-17} J$$

b) رقم المستوى الأعلى الذي عاد منه الإلكترون

✓ توفرت قيمة طاقة الفوتون وهي نفسها فرق الطاقة بين المستويين ومتوفر لدينا

معطيات المستوى الأول $n_1 = 1$، مطلوب المستوى الأعلى $n_2 = ?$

R_H ثابت ريد بيرغ $= 2.18 \times 10^{-18}$

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

$$0.166 \times 10^{-17} = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{{n_2}^2}\right)$$

$$\frac{0.166 \times 10^{-17}}{2.18 \times 10^{-18}} = \left(1 - \frac{1}{{n_2}^2}\right)$$

$$0.076 \times 10^{+1} = \left(1 - \frac{1}{{n_2}^2}\right)$$

$$\frac{1}{{n_2}^2} = 1 - 0.76 = 0.24$$

$$\frac{1}{{n_2}^2} = 0.24$$

$${n_2}^2 = \frac{1}{0.24}$$

$${n_2}^2 = 4.16 \approx 4$$

$$\diamond\ n_2 = \sqrt{4} = 2$$

لا ينفع أن يكون n رقم عشري بل هو عدد صحيح موجب وبالتالي نختار أقرب مربع كامل لنحسب جذره

- **السؤال الحادي عشر: عدد الكم الرئيس لإلكترون n=3:**

a) ما عدد المستويات الفرعية المحتملة؟

✓ المستويات الفرعية هي نفسها ذات الرقم للمستوى الرئيس أي عددها ← **3**

b) ما عدد الأفلاك في هذا المستوى؟

✓ حسب العلاقة ← $n^2 = (3)^2 = 9$

c) ما السعة القصوى من الإلكترونات التي يمكن أن يستوعبها هذا المستوى؟

✓ حسب العلاقة ← $2n^2 = 2\ (3)^2 = 18$

d) ما قيم أعداد الكم الفرعية (l)؟

✓ طالما $n=3$ فإن قيمة l ← **0 , 1 , 2**

- **السؤال الثاني عشر: أستنتج رمز المستوى الفرعي ذي القيم الكمية المبينة في كل من الحالتين الآتيتين:**

a) $n = 2$ ، $l = 0$

✓ المستوى الرئيس الثاني والمستوى الفرعي هو **s** ← **2s**

b) $n = 4$ ، $l = 1$

✓ المستوى الرئيس الرابع والمستوى الفرعي هو **p** ← **4p**

- **السؤال الثالث عشر: أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكل جملة مما يأتي:**

1- النموذج أو الافتراض الذي يشير إلى وجود خصائص موجية للإلكترون هو:
- آراء بلانك وآينشتاين
- نموذج رذرفورد
- النموذج الميكانيكي الموجي
- نموذج بور

2- الفكرة التي قدمها بور عن الذرة هي:
- لكل فلك حجم وشكل واتجاه خاص به
- طاقة الإلكترون لا تتغير ما لم يغادر مستواه
- للضوء طبيعة مزدوجة مادية - موجية
- لكل مستوى سعة محددة من الإلكترونات

3- الخاصية الفيزيائية المرتبطة بعدد الكم الفرعي هي:
- معدل البعد عن النواة
- الشكل العام للفلك
- الاتجاه الفراغي للفلك
- اتجاه الغزل

4- لا تتماثل أفلاك (***p***) الثلاثة ضمن المستوى الرئيس الواحد نفسه في إحدى الخصائص الآتية:
- الاتجاه الفراغي
- الشكل
- الطاقة
- السعة من الإلكترونات

5- عدد الأفلاك الكلي في المستوى الرئيس الثالث (**n=3**) هو:
- 3 أفلاك
- 6 أفلاك
- 9 أفلاك
- 18 فلكًا

6- أكبر عدد من الإلكترونات التي قد توجد في المستوى الرئيس الخامس (n=5) هو:

- 5 إلكترونات
- 10 إلكترونات
- 25 إلكترونًا
- 50 إلكترونًا

7- يتحدد الاتجاه الفراغي للفلك بعدد الكم:

- الرئيس
- الفرعى
- المغناطيسي
- المغزلي

8- عند امتصاص الذرة للطاقة تنتقل الإلكترونات إلى مستويات طاقة أبعد عن النواة، فينشأ ما يُسمى:

- التفريغ الكهربائي
- الذرة المثارة
- عملية التأين
- الطيف الذري

9- أقصى عدد من الإلكترونات يستوعبه المستوى الفرعي (4f) هو:

- إلكترونان
- 10 إلكترونات
- 6 إلكترونات
- 14 إلكترونًا

10- الرمز الذي يتعارض مع مبدأ باولي هو:

- $4d^{12}$
- $3s^{1}$
- $2p^{5}$
- $4f^{12}$

العدد المرفوع لرمز المستوى الفرعي هو عدد الإلكترونات في ذلك المستوى الفرعي

11- عدد المستويات الفرعية المحتملة لوجود إلكترون في المستوى الثالث هو:

- 3 مستويات
- 9 مستويات
- 12 مستويات
- 16 مستويات

حل محاكاة لأسئلة الاختبارات الدولية ص8 كتاب الأنشطة

- **السؤال الأول: ظهر كلوريد الليثيوم باللون الأحمر في تجربة اختبار اللهب. منطقة الطيف التي يمكن أن يظهر الطيف الأكثر طاقة هي:**

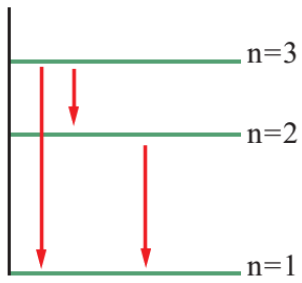
  - 600 – 650 nm
  - 500 – 550 nm
  - 450 – 500 nm
  - 400 – 450 nm

✓ الطيف الأكثر طاقة أي هو الأكثر ترددًا وأقل طول موجة، إذًا هو: 400 – 450 nm

---

- **السؤال الثاني: درس طالب الطيف الذري لعنصر ما، فوجد أن له خطَّي طيف أحمر وأزرق، إذا كان الطيف الذري يتوافق مع فرق الطاقة بين مستويين للطاقة ينتقل بينهما الإلكترون عند عودته من مستوى طاقة أعلى إلى مستوى طاقة أقل، فأجيب عن السؤالين الآتيين:**

- **أرسم مخططًا يوضح حركة الإلكترون التي تتوافق مع خطوط الطيف التي يحتمل ظهورها على أساس وجود ثلاثة مستويات محتملة للطاقة**



✓ ثلاث مستويات من الثالث إلى الأول كاحتمال للعودة، لو حسبنا خطوط الاحتمالات لعودة الإلكترون فإنها تكون كالتالي: الفرق بين المستويات 2 = 1-3

✓ مفكوك الفرق (2) ← 3 = 1+2 ثلاثة خطوط محتملة كما في الرسم:

- **أحدد مستوى الطاقة الموافقة لكل طيف، مبينًا الأسس التي اعتمدتها**

✓ نحدد أكبر وأقل فرق طاقة بين أي مستويين، حيث كلما زادت الطاقة زاد التردد وقل طول الموجة، وكما نعلم فإن الطيف الأحمر طول موجته أكبر، بينما الطيف الأزرق طول موجته أقصر

أكبر فرق طاقة يكون عندما ينتقل الإلكترون من المستوى الثالث إلى الأول: وبالتالي هو أعلى تردد وأقصر طول موجة، إذًا هو الطيف الأزرق

أقل فرق طاقة يكون عندما ينتقل الإلكترون بين المستوى الثالث إلى الثاني، حيث علمنا أنه كلما ابتعدنا عن النواة قل فرق الطاقة بين المستويين، وبالتالي هو أقل تردد وأكبر طول موجة، إذًا هو الطيف الأحمر

اختبار تجريبي [الشهر الأول]

1- من الأسس التي اعتمد عليها بور في نظريته:
- آراء بلانك وآينشتاين
- نموذج دالتون
- معادلة شرودنغر
- مبدأ باولي

2- السحابة الإلكترونية في النموذج الميكانيكي الموجي للذرة :
- يحتمل تواجد الإلكترون فيها من كل الاتجاهات والأبعاد
- قطرها واحد لأي عنصر
- تتحرك فيها البروتونات حركة موجية سريعة
- منطقة من الفراغ محيطة بالإلكترون

3- المنطقة التي يزيد فيها احتمالية تواجد الإلكترون هي:
- النواة
- المستوى الرئيس
- المستوى الفرعي
- الفلك

4- طيف الانبعاث الخطي يعد طيفًا:
- متصلاً
- غير مرئي
- ذريًّا
- مستمرًا

5- نتج عن معادلة شرودنغر الموجية:
- 3 أعداد كم
- 4 أعداد كم
- 5 أعداد كم
- 6 أعداد كم

6- العلاقة بين طاقة المستويات والفرق بين المستويين المتتاليين كلما ابتعدنا عن النواة في نموذج بور لذرة الهيدروجين:
- تزيد طاقة المستويات ويزيد الفرق بينها
- تزيد طاقة المستويات ويقل الفرق بينها
- تقل طاقة المستويات ويزيد الفرق بينها
- تقل طاقة المستويات ويقل الفرق بينها

7- في ذرة ما لا يوجد إلكترونان لهما أعداد الكم الأربعة نفسها:

- نموذج بور
- النموذج الميكانيكي الموجي للذرة
- نموذج رذرفورد
- مبدأ باولي

8- أكبر عدد من الإلكترونات التي قد توجد في المستوى الرئيس الرابع (n=4) هو:

- 4 إلكترونات
- 16 إلكترونًا
- 32 إلكترونًا
- 8 إلكترونات

9- يتحدد حجم الفلك بعدد الكم:

- الرئيس
- الفرعي
- المغناطيسي
- المغزلي

10- إذا كانت $l = 0$ فإن قيم m_l المحتملة تساوي:

- 0
- -1 , 0 , +1
- -1
- +1

11- أقصى عدد من الإلكترونات يستوعبه المستوى الفرعي (3p) هو:

- إلكترونان
- 10 إلكترونات
- 6 إلكترونات
- 14 إلكترونًا

12- الرمز الذي يتعارض مع مبدأ باولي هو:

- $4d^{10}$
- $3s^3$
- $2p^5$
- $4f^{12}$

13- عدد المستويات الفرعية المحتملة لوجود إلكترون في المستوى الرابع هو:

- 4 مستويات
- 16 مستويات
- 3 مستويات
- 8 مستويات

14- عدد الأفلاك في المستوى الفرعي $4p^5$ هو:

- 4 أفلاك
- 5 أفلاك
- 3 أفلاك
- 10 أفلاك

15- كلما زاد التردد لفوتون منبعث:

- زادت طاقته وزاد طول موجته
- زادت طاقته وقل طول موجته
- قلت طاقته وزاد طول موجته
- قلت طاقته وقل طول موجته

16- طول الموجة الذي يقع ضمن نطاق الطيف غير المرئي هو:

- 360 nm
- 700 nm
- 410 nm
- 250 nm

17- إذا كانت طاقة الفوتون المنبعث لإكترون انتقل من المستوى الثاني إلى مستوى أعلى تعادل $\mathbf{0.41 \times 10^{-18}\ J}$، فإن المستوى الأعلى هو:

- الثالث
- الرابع
- الخامس
- السادس

18- إذا كانت طاقة الفوتون المنبعث $\mathbf{0.41 \times 10^{-18}\ J}$ فإن تردده يساوي:

- $\mathbf{62 \times 10^{13} Hz}$
- $\mathbf{41 \times 10^{13} Hz}$
- $\mathbf{26 \times 10^{13} Hz}$
- $\mathbf{50 \times 10^{13} Hz}$

19- طول الموجة لفوتون تردده $50 \times 10^{-13}\ Hz$ يساوي:

- $0.2 \times 10^{20} m$
- $0.6 \times 10^{20} m$
- $60 \times 10^{20} m$
- $20 \times 10^{20} m$

20- طاقة المستوى الثالث في ذرة الهيدروجين بدلالة ثابت ريد بيرغ، هي:

- $0.11 R_H$
- $0.33 R_H$
- $-0.11 R_H$
- $-0.33 R_H$

تم بحمد الله وتوفيقه

الدوسية شاملة لمادة الكتاب

وفيها معلومات إضافية يستطيع الطالب تحديد المادة المطلوبة

من المنهاج على الدوسية عند مقارنتها بالكتاب