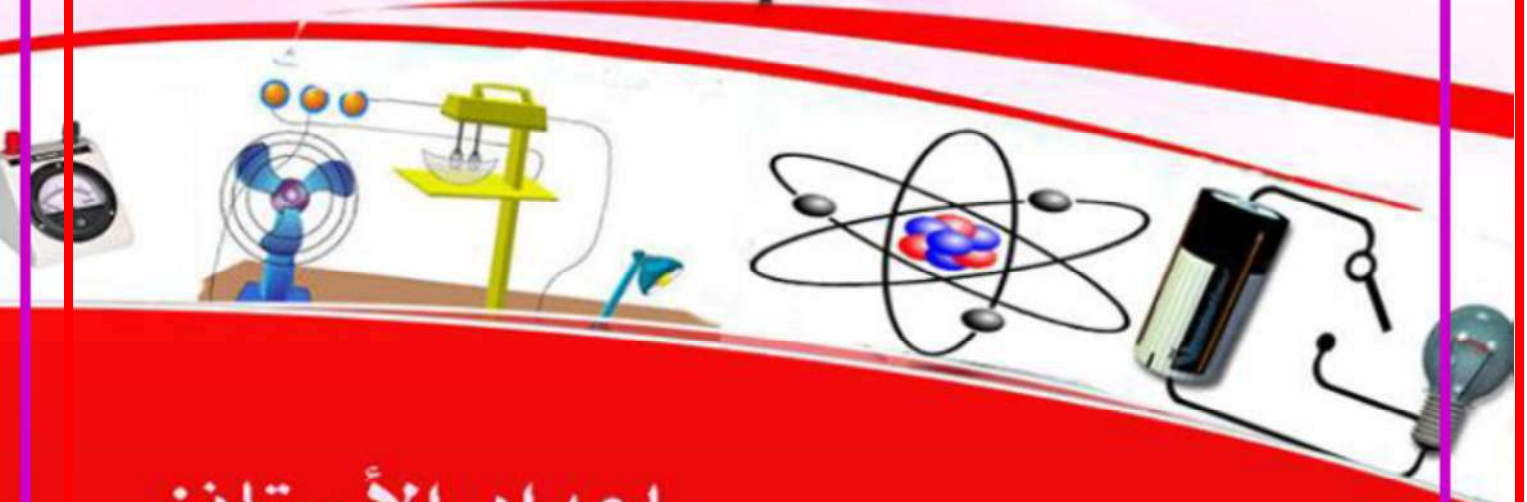
الواضح

في

الفيزياء

للصف الثاني عشر (علوم)



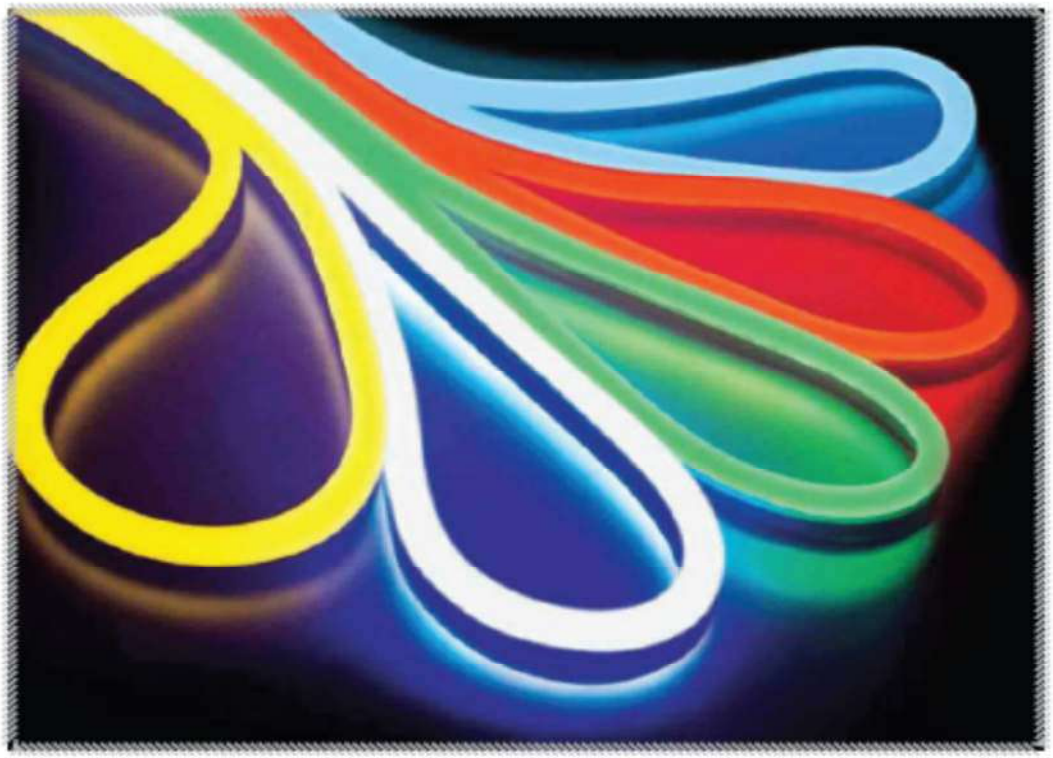
إعداد الأستاذ:

هشام عايش سالم

2019

الوحدة الرابعة

الفيزياء الحديثة



- النظرية النسبية ونظرية الكم
- بنية النواة

https://www.wepal.net/library/?app=content.list&level=19&subject=3&type=5 المزيد من هنا

الفصل التاسع: النظرية الكم

الفيزياء الحديثة: هي كل المعلومات التي ظهرت منذ بداية القرن العشرين بعد عام ١٩٠٥ م عندما اقترح اينشتاين نظريته في النسبية

الفيزياء الكلاسيكية (التقليدية) : هي كل المعلومات التي ظهرت قبل نهاية القرن التاسع عشر مثل: الكهربية – خواص المادة – المغناطيسية -....

تعتبر النظرية النسبية احدى الأسس الهامة التي قامت عليها الفيزياء الحديثة .

أقترحها ألبرت أينشتاين عام ١٩٠٥ م، وهي تعالج القياسات التي تتم في أطر مرجعية متحركة بالنسبة لبعضها البعض بسرعة ما

طبيعة الضوء وأشعاع الجسم الساخن :

وضعت عدة نظريات لتفسير طبيعة الضوء منها:

١. **النظرية الجسيمية لنيوتن:** افترض نيوتن ان الضوء عبارة عن جسيمات صغيرة جدا تخضع لقوانين الحركة فسر الانتشار والانعكاس وفشل في تفسير التداخل والانكسار والحيود.
٢. **النظرية الموجية لهيجنز:** اعتبر هيجنز ان الضوء عبارة عن موجات كروية الشكل مصدرها الجسم المضطرب نجحت في تفسير ظواهر الضوء ما عدا الحيود
٣. **واخيرا نظرية الكم لبلانك:** اقترح ان الضوء كمات محددة من الطاقة تسير بسرعة الضوء

الأشعاع هو الانبعاث المستمر للطاقة من سطوح الأجسام الساخنة وتكون علي شكل أمواج كهرومغناطيسية

شدة الإشعاع: هي الطاقة المنبعثة(المشعة) من وحدة المساحة لسطح ما خلال وحدة الزمن.

شدة الأشعاع = معدل الطاقة المنبعثة // المساحة ((الوحدة واط / م٢))

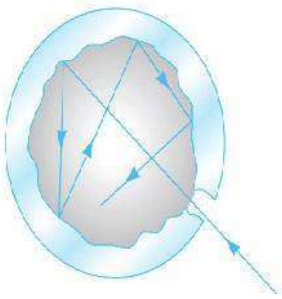
$$I = \frac{\text{معدل طاقة الإشعاع}}{\text{المساحة}}$$

$$I = \frac{P}{A} \qquad (9\text{-}3)$$

- **تتوقف شدة الأشعاع على:**

١. طبيعة السطح (غامق وخشن الأشعاع أكبر ما يمكن)
٢. درجة الحرارة إذا زيدت درجة الحرارة يزداد الأشعاع وينقص الطول الموجي.

الجم الأسود المثالي: هو الجسم الذي يمتص كل الطاقة الساقطة عليه وعند تسخينه لدرجة معينة يفقد الطاقة الممتصة لا يوجد في الطبيعة جسم متالي (اى يمتص كل الطاقة التي تسقط خليه وعند تسخينه لدرجة محددة يفقد كل الطاقة التي امتصها أختار العلماء جسم مثالي (ممتص مثالي) هو الجسم الساخن (الجسم الأسود) ويعتبر مشع مثالي ويمثله في المختبر الفرن الحراري المعزول ((جسم كروي مجوف به ثقب صغير يدخل منه الأشعاع وسطحه به تعرجات تعمل على امتصاص الشعاع أثناء انعكاساته داخل الفرن حتى يتم امتصاصه كاملا

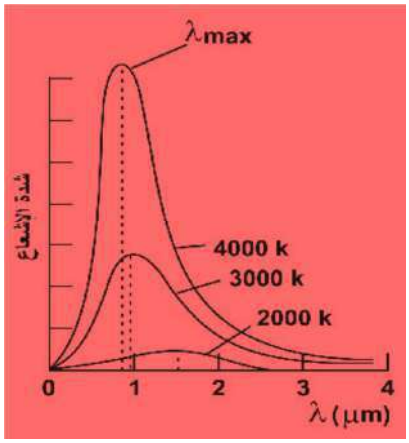


ملاحظات: الجسم الأسود يعتبر ممتص مثالي (أفضل ممتص)، وعند تسخينه يعتبر أفضل مشع للطاقة

يكون معظم الأشعاع المنبعث في البداية في منطقة الأشعة تحت الحمراء، وعند رفع درجة الحرارة يتحول معظم الأشعاع الى اللون الأحمر الخافت، ومن ثم ألي اللون الأصفر فالأبيض، وأخيرا الأبيض المائل للزرقة

من خلال التجارب العملية لعدة أجسام مثالية، وعند رسم العلاقة بين شدة الأشعاع المنبعث وطول الموجة لهذا الأشعاع للجسم الأسود.

حصلنا على الشكل المقابل ونلاحظ ما يلي



https://www.wepal.net/library/?app=content.list&level=19&subject=3&type=5
المزيد من هنا

١. طاقة الأشعاع المنبعث من الجسم الأسود (المساحة المحصورة تحت المنحنى) تتغير بتغير درجة الحرارة.
٢. هناك قيمة قصوى لشدة الأشعاع عند كل درجة حرارة وتزداد هذه القيمة مع زيادة درجة الحرارة، ولقد وضع العالم فين قانونا يربط بين طول الموجة عند اقصى شدة اشعاع ودرجة الحرارة المطلقة

قانون فين :

$$\lambda_{max} T = 2.898\times10^{-3}\ m.k^{\circ}$$

ثابت فين

قانون فين يتناسب طول الموجة عند اقصى شدة اشعاع تناسبا عكسيا درجة الحرارة المطلقة.

ان القيمة القصوى لشدة الأشعاع المنبعث تنزاح نحو اليسار حيث يصبح الطول الموجي عند الشدة القصوى أقصر مع ازدياد درجة الحرارة.

٣. قام العالم جون تندال بحسابات تجريبية لمعدل الأشعاع من سطح الجسم الساخن وأكملها العالم جوزيف ستيفان وتوصل لقانونه-

قانون استيفان: $I = \sigma e T^4$

σ = ثابت بولتزمان أستيفان = ٥,٦٦٩٦ × ١٠$^{-٨}$ وات / م٢

T- درجة الحرارة المطلقة للجسم e- انبعاثيه السطح وتتراوح بين ١ >e>0

قيمة e تعتمد على طبيعة السطح. الخشن تكون كبيرة أما الأملس تكون قليلة، والمثالي= ١

. قام العالمان رايلي وجينز بوضع علاقة رياضية لتفسير النتائج التجريبية لظاهرة اشعاع الجسم الأسود باستخدام نظرية الأمواج الكهرومغناطيسية ووضع قانونهما ينص على:

قانون رايلي -جينز: إن شدة الإشعاع المنبعث لكل وحدة طول موجي تتناسب طرديا مع درجة الحرارة مقاسه بوحدة كلفن وعكسيا مع القوة الرابعة للطول الموجي

رايلي وجينز: $I = \text{constant}\ \frac{T}{\lambda^4}$

I---- شدة الأشعاع، T---- درجة الحرارة بالكلفن، Ct---- ثابت، λ --- طول الموجة

نجح النموذج في حساب كمية الأشعاع في منطقة الأمواج الطويلة اما للموجات القصيرة فقد تنبأ النموذج بان تؤول كمية الأشعاع الي ما لانهاية وخالف بذلك التجارب العملية التي أظهرت ان الأشعاع تؤول للصفر ((كارثة فوق البنفسجية))

مثال (1):

جسم أسود مثالي درجة حرارة سطحه 27°C، فما:
1) طول موجة الإشعاع القصوى؟
2) شدة إشعاع الجسم الأسود؟
3) معدل الطاقة المنبعثة من $2m^2$؟

الحل:

1) $\lambda_{max} T = 2.898 \times 10^{-3}$

$\lambda_{max} (27 + 273) = 2.898 \times 10^{-3}$

$\lambda_{max} = 9.66 \times 10^{-6} m$

2) $I = \sigma e T^4$

$I = 5.670 \times 10^{-8} (1) 300^4$

$I = 459.27\ W/m^2$

3) $I = \frac{P}{A}$

$459.27 = \frac{P}{2}$

معدل طاقة الإشعاع $= 918.54\ W$

https://www.wepal.net/library/?app=content.list&level=19&subject=3&type=5 المزيد من هنا

نظرية الكم

استطاع ماكس بلانك وبعد مرور ٥ سنوات من محاولة تفسير ظاهرة اشعاع الجسم الأسود عندما وضع مبدأ تكمية الطاقة والذي أرسى قواعده العالم اينشتاين.

ويقوم مبدأ بلانك على فرضيتين هما

١. ان الأشعاع لا ينبعث بشكل متصل، بل ينبعث على شكل نبضات منفصلة من الطاقة، أطلق على كل منها اسم كمه وان طاقة هذه الكمة تعتمد على تردد (لون) الضوء، ويحسب مقدار الطاقة من العلاقة: $E = hf = h\frac{c}{\lambda}$

$$E = n\,h\,f$$

حيث: $h = 6.626 \times 10^{-34}$ J. S ثابت بلانك ، $f = c/\lambda$: تردد الضوء n عدد صحيح

٢. ان الإلكترونات التي تمتص أو تشع للطاقة تستطيع أن تتواجد في مستويات طاقة محددة في المادة، فالإلكترون ينتقل من مستوى طاقة منخفض الي مستوي مرتفع عندما يكتسب مقدارا من الطاقة = الفرق بين طاقة المستويين، ويشع طاقة عندما ينتقل من مستوى طاقة مرتفع الي مستوي طاقة منخفض، والطاقة التي يمتصها أو يطلقها تسمى كمه (فوتون) $\Delta E = hf = E_f - E_i$

$$\Delta E = h\,f$$

تفسير بلانك لا شعاع الجسم الأسود للطاقة:

١. الإشعاع من الجسم الأسود ينبعث نتيجة لاهتزاز جزيئاته أو ذراته.

٢. الطاقة المشعة ، المنبعثة من الذرات والجزيئات ليست مستمرة بل حزم متتالية سميت فوتونات تعتمد على التردد للذرة أو الجزيء.

٣. عند درجة حرارة معينة لا تهتز الذرات أو الجزيئات بتردد واحد وأنما بترددات مختلفة، فعدد قليل من الذرات يهتز بترددات عالية وقليل من الذرات يهتز بترددات منخفضة، ومعظم الذرات يهتز بترددات متوسطة،

وهذا ما يفسر نقصان الطاقة في الجزأين الأيمن والأيسر من منحني أشاع الجسم الأسود.

احسب الطاقة بوحدة الجول والإلكترون فولت لفوتون الضوء الأحمر وطوله الموجي 635 nm

الحل:

$$E = hf = h\frac{c}{\lambda}$$

$$E = 6.626 \times 10^{-34} \times \frac{3 \times 10^{8}}{6.35 \times 10^{-7}} = 3.13 \times 10^{-19}\ J$$

$$E = \frac{3.13 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 1.96\ eV$$

في طيف الإشعاع الشمسي فوتون طاقته (2.7 eV)، ما تردد الفوتون؟

الحل:

$$E = hf$$

$$2.7 \times 1.6 \times 10^{-19} = 6.626 \times 10^{-34} \times f$$

$$f = 6.6 \times 10^{14}\ Hz$$

https://www.wepal.net/library/?app=content.list&level=19&subject=3&type=5 المزيد من هنا

الظاهرة الكهروضوئية

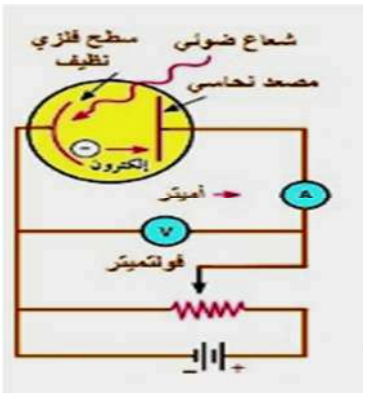
ظاهرة التأثير الكهروضوئي: هي ظاهرة انبعاث أليكترونات من سطوح الفلزات عند تعرضها لموجات كهرو مغناطيسية بتردد مناسب عليها اطلق على الألكترونات المنبعثة اسم الألكترونات الضوئية

الجهاز المستخدم لدراسة الظاهرة سمى الخلية الكهروضوئية

اعتمدت فكرة نقصان الشحنة السالبة على لوح خارصين عند سقوط أشعة فوق بنفسجية عليه لصناعة الخلية الكهروضوئية

تتركب الخلية كما بالرسم من: مصدر أشعة شعاع ضوئي مناسب وعاء زجاجي مفرغ (لكي لاتعيق الجزئيات حركة الألكترونات المنبعثة من المهبط للوصول للمصعد)
المهبط لوح معدنى (فلزى) نظيف سمى كاثود
المصعد لوح نحاسى يتصل ب + سمى أنود

شرح العمل : عند سقوط ضوء بتردد مناسب على السطح الفلزى ، فأن بعض الألكترونات تنبعث من السطح وتستطيع الوصول الي القطب الموجب أذا كانت تمتلك طاقة كافية لذلك ، وينتج تيار كهربائي يسرى في الدارة



الدائرة الكهربية الخاصة لدراسة المتغيرات المتصلة بالظاهرةالكهروضوئية

تتكون من : الخلية وأميتر وفولتمتر ومقاومة متغيرة ومصدرتيارمستمر

المتغيرات المتعلقة بالظاهرة

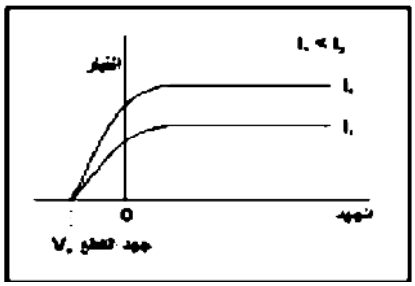
١. تردد الضوء الساقط ٤. طبيعة سطح الفلز
٢. شدة الشعاع الساقط ٥. طبيعة سطح الفلز
٣. التيار الكهروضوئي ٦. الطاقة الحر كية للألكترونات

نتائج تجربة التأثير الكهروضوئي :

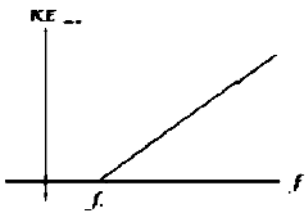
١. عند سقوط ضوء مناسب علي سطح فلزي تنبعث الأليكترونات لحظيا من السطح (في زمن لا يتعدى ١٠^-٩ث)) مهماكانت شدة الضوء الساقط ضعيفة .

٢. عند ثبوت كل من تردد الضوء الساقط وفرق الجهد بين طرفي الخلية الكهروضوئية ، فأن شدة التيار الكهروضوئى تتناسب طرديا مع شدة الضوء الساقط كما في الشكل .

٣. عند ثبوت كل من ترددالضوء الساقط وزيادة جهد المصعد الموجب ابتداء من الصفر ، فأن شدة التيار تزداد تدريجي الي أن تثبت عند حد معين لا تتعداه مهما زاد جهد المصعد وتسمى ب (تيار الأشباع)
عند عكس جهد المصعد بحيث يصبح سالبا وجهد المهبط موجبا ، وذلك بثبوت التردد وشدة الضوء الساقط ، وبدأنا بزيادة جهد المصعد السالب من الصفر ، فأن شدة التيار تقل تدريجيا الى ان تصل الي الصفر عند جهد معين سمى جهد القطع كما في المنحني أ عند زيادة شدة الضوء الساقط وزيادة جهد المصعد السالب باستخدام نفس الضوء فأننا نحصل على منحنى أخر(ب). نلاحظ من الشكل المقابل أن جهد الأيقاف لا يتغير بتغير شدة الضوء الساقط



٤.لكل فلز تردد خاص به سمى (تردد العتبة) ، فاذا كان تردد الضوء الساقط أقل من هذا التردد لآ تنبعث اليكتروناتمن سطح الفلز ، مهما زادت شدة الضوء الساقط . كما بالرسم المقابل الطاقة الحركية لأسرع الأليكترونات تتناسب طرديا مع جهد القطع ، ولا تكون سرعات الأليكترونات المنطلقة متساويةولا تعتمد علي شدة الضوء الساقط .



https://www.wepal.net/library/?app=content.list&level=19&subject=3&type=5
المزيد من هنا

الطاقة الحركية العظمي للأليكترون = شحنة الأليكترون × جهد القطع

$$K_{max} = \frac{1}{2} mv^2 = q_e V_0$$

تعاريف:

١. **جهد القطع جهد الإيقاف:** فرق الجهد بين المصعد والمهبط الذي ينعدم عنده التيار ا "الجهد سالب".

٢. **تردد العتبة :** هو أقل تردد يلزم لتحرير الإلكترون من سطح الفلز دون إكسابه طاقة حركية. انبعاث فقط

٣. **تيار الأشباع (التشبع) :** أقصى قيمة لشدة تيار المصعد لاتزداد بعدها مهما زيد جهد المصعد وذالك بثبوت شدة الضوء الساقط

٤. **أقتران الشغل لسطح فلز :** أقل مقدار من الطاقة اللازمة لتحرير اليكترون من سطح الفلز دون أكسابه طاقة

اقران الشغل لسطح الفلز =ثابت بلانك × تردد العتبة ($\Phi = hf_o = h\,c / \lambda_o$)

ملحوظة : الفيزياء الكلاسيكية فشلت فى تفسير الظاهرة لأنها اعتبرت الضوء عبارة عن أمواج .

وضع اينشتاين معتمدا على نظرية الكم لبلانك تفسير الظاهرة كالتالى :

عندما يسقط الشعاع الضوئي (فوتونات) ولكل فوتون طاقة حسب تردده علي سطح الفلز يصطدم مع ألكترون واحد فيمتص طاقة الفوتون ويأخذ منها جزء ليحرر نفسه من سطح الفلز (أقتران الشغل لسطح الفلز) وما يتبقي يكتسبه كطاقة حركية للألكترون

تلخيص الظاهرة: طاقة الفوتون = دالة اقتران الشغل لسطح الفلز+ الطاقة الحركية العظمى

$$h f = \Phi + K_{max}$$

$$hf = \Phi + K_{max}$$

تذكر: $\Phi = hf_o = h\,c / \lambda_o$ ،، f_o : تردد العتبة // ط ح = ش جـ ٠ جـ٠ جهد

تعتمد شدة التيار المار في الخلية الكهروضوئية علي العوامل التالية:

١. تردد الضوء الساقط بشرط أن يكون أكبر من تردد العتبة للفلز . (تناسب طردى) .
٢. شدة الضوء الساقط بشرط أن يكون أكبر من تردد العتبة للفلز . (تناسب طردى) .
٣. تردد العتبة للفلز . (تناسب عكسي).
٤. فرق الجهد بين المهبط والمصعد. (تناسب طردي إلي حد معين عندما تصل شدة التيارلتيار الأشباع

د. ما الذى تمثله نقطة تقاطع المنحنى الناتج مع محور ط ح

مثال (4):

سقط ضوء تردده (1×10^{15} Hz) على سطح صوديوم، فانطلقت إلكترونات ضوئية ذات طاقة حركة قصوى تساوي 1.78 eV، احسب تردد العتبة للصوديوم.

الحل:

$$h f = \Phi + K_{max}$$
$$6.626 \times 10^{-34} \times 1 \times 10^{15} = \Phi + 1.78 \times 1.6 \times 10^{-19}$$
$$\Phi = 3.778 \times 10^{-19} J$$
$$\Phi = h f_o$$
$$3.778 \times 10^{-19} = 6.626 \times 10^{-34} \times f_o$$
$$f_o = 5.7 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

سؤال: أي الفلزين الآتيين يظهر التأثير الكهروضوئي عندما يسقط عليه ضوء تردده 7×10^{14} Hz ؟ الليثيوم ($\Phi = 2.3$ eV) أم الفضة ($\Phi = 4.7$ eV)؟ ولماذا؟

https://www.wepal.net/library/?app=content.list&level=19&subject=3&type=5 المزيد من هنا

النماذج الذرية

اول مفتاح لحل لغز تركيب الذرة كانت ظاهرة الأنبعاث من بعض الغازات بعد تسخينها لدرجات عالية جدا (التفريغ الكهربائي) ولقد أقترح عالم الفلك الإنجليزي هيرشل طريقة للتعرف على الغازات من خلال ألوان

وضعت عدة نماذج لتركيب الذرة منها:

١. **نموذج طومسون**: الذرة عبارة عن كرة مصمتة كتلتها وشحنتها الموجبة موزعة بانتظام، وتتوزع الشحنة السالبة داخل النواة بشكل منتظم لذا الذرة متعادلة كهربيا.

٢. **نموذج رذرفورد**: من خلال تجربته العملية الشهيرة عندما أطلق دقائق الفا (إنويه غاز الهيليوم) على صفيحة رقيقة من الذهب (معدن) لاحظ ان عدد قليل جدا ارتد عن الصفيحة وعدد فليل انحرف بزوايا مختلفة والجزء الأكبر من الدقائق (معظمها) مردون انحراف. وهنا اقترح رذرفورد نموذجه الذرى.

الذرة كرة نصف قطرها لا يتعدى 10^{-10} m م في مركزها النواة وشحنتها موجبة وتتركز فيها الكتلة بها بروتونات ونصف قطرها 10^{-15} m ويدور حول النواة إليكترونات سالبة الشحنة في خطوط دائرية وهمية سميت مدارات والذرة متعادلة كهربيا (عدد البروتونات (+) = عدد الإلكترونات (-).

هذا النموذج لم يستطيع تفسير عدم سقوط الإلكترونات السالبة في النواة وكذلك كيفية توزيع وبقاء الإلكترونات في مداراتها وأيضا لم يفسر قوة التنافر بين الشحنات الموجبة في النواة لذا فشل

٢. **نموذج بور**: استفاد بور من التفريغ الكهربي في الغازات ونموذج رذرفورد ومن نظرية الكم ونسبية اينشتاين واقترح نموذجه الذرى ويقوم على أربعة فروض هي:

افتراضات نموذج بور؟

١. يتحرك الإلكترون في مدارات دائرية حول النواة(البروتون)، بتأثير قوة الجذب الكهربائية (قانون كولوم).

$$m\frac{v^2}{r} = K\frac{q^2}{r^2}$$

٢. لا يتحرك الإلكترون إلا في مدارات محددة (ذات أنصاف أقطار محددة)، وتكون طاقة الإلكترون في أي من هذه المدارات ثابتة لا تتغير.

٣. لا يشع الإلكترون طاقة ما دام باقيا في مستوى طاقته (في أحد المدارات) وهذا يخالف مبادئ الفيزياء الكلاسيكية التي تفترض أن الإلكترون يقوم بإطلاق الإشعاع عندما يتسارع ويترتب على ذلك تناقص نصف قطر مساره وتحركه بشكل لولبي ليسقط في النواة. والإلكترون عندما ينتقل من مدار أعلى لمدار أقل يشع طاقة وإذا انتقل من مدار أقل لمدار أعلى يمتص طاقة، وكمية الطاقة المنبعثة أو الممتصة = الفرق بين طاقتي المستوي

طاقة الفوتون

$$\Delta E = E_f - E_i = hf$$

E ... طاقة الفوتون ، E_f --- طاقة المستوى النهائي، E_i – طاقة المستوي الأبتدائي .

٤. المدارات المسموح للإلكترون التحرك فيها هي تلك التي يكون فيها الزخم الزاوى من مضاعفات "$h/2\pi$" .

$$L = mvr_n = \frac{nh}{2\pi}$$

تطبيق نموذج بور علي ذرة الهيدروجين :

أولا : تقدير نصف قطرالذرة استنتاج (١)

باستخدام قانوني القوة المركزية والزخم الزاوي . أثبت أن نصف قطر مدار الإلكترون في ذرة الهيدروجين = مقدار ثابت × ن٢. حيث ن رقم مدار أو مستوى الإلكترون. $r_n = n^2 r_H$

https://www.wepal.net/library/?app=content.list&level=19&subject=3&type=5 المزيد من هنا

1- حساب نصف قطر مدار الإلكترون حول النواة

بتربيع الفرض الرابع لبور: $mvr_n = \frac{nh}{2\pi}$

$$m^2v^2r_n^2 = \frac{n^2h^2}{4\pi^2}$$

وتعويض السرعة من الفرض الأول لبور في المعادلة السابقة $v^2 = k\frac{q^2}{rm}$

$$r_n = \frac{n^2h^2}{4\pi^2kq^2m}$$

وبتعويض الثوابت ينتج $r_1 = \frac{h^2}{4\pi^2kq^2m} = 0.529 \times 10^{-10}m$

$$r_n = n^2r_1 \qquad (9\text{-}12)$$

n: رقم المدار المتواجد فيه الإلكترون

r_n: نصف قطر المدار (n) للإلكترون

r_1: نصف قطر بور (نصف قطر المدار الأول) ويساوي $0.529 \times 10^{-10}\,m$

ثانياً : مستويات الطاقة في ذرة الهيدروجين : استنتاج رقم (٢)

مستخدما فرضيتي بور الأولى والثانية اثبت أن طاقة المستوى = مقدار ثابت يحسب من : $E_n = \frac{E_1}{n^2}$

إن كل إلكترون يتحرك في مداره يمتلك طاقة محددة تساوي مجموع طاقتي الوضع والحركة، حيث:

$$E_n = K + U$$

$$E_n = \frac{1}{2}m_nv^2 + -\frac{kq^2}{r}$$

بتعويض السرعة من الفرض الأول لبور

$$m_n\frac{v^2}{r_n} = k\frac{q^2}{r_n}$$

$$E_n = \frac{1}{2}m_nv^2 + -\frac{kq^2}{r_n}$$

$$E_n = \frac{1}{2}\frac{kq^2}{r_n}$$

وبتعويض الثوابت q، k، $r = n^2 r_1$ والقسمة على شحنة الإلكترون q للتحويل من جول إلى إلكترون فولت ينتج

$$E_n = \frac{E_1}{n^2} \qquad (9\text{-}13)$$

حيث طاقة الإلكترون في المستوى الأول (E_1) تساوي (-13.6 eV) وهذه المعادلة تبين أن مدارات الطاقة مكماة أيضاً.

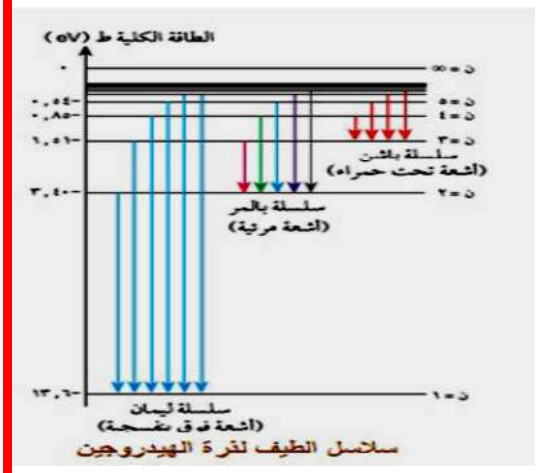
$$E_n = \frac{E_1}{n^2}$$

https://www.wepal.net/library/?app=content.list&level=19&subject=3&type=5 المزيد من هنا

ثالثا: سلاسل الطيف لذرة الهيدروجين :

عند اكتساب إليكترون ذرة الهيدروجين مقدار معين من الطاقة فإنه ينتقل من المستوي الأرضي (الحالة المستقرة) إلى مستويات أعلى ويصبح في حالة عدم استقرار ولكى يعود إلى حالة الاستقرار أي يعود من مستويات أعلي ألي مستويات أدنى فأن الإليكترون يشع طاقة تساوى الفرق بين طاقتي المستويين .

هذه الإشعاعات سميت باسم المتواليات (مسلسلات) حسب مكتشفها المتوالية هي سلسلة من الأطوال الموجية للإشعاعات الكهرومغناطيسية الناتجة من انتقال الإليكترونات من مستويات طاقة أعلي الي مستويات أدني .



سلاسل الطيف لذرة الهيدروجين

ومن هذه المتواليات

١. متوالية ليمان : تنتج عندما ينتقل إليكترون ذرة الهيدروجين إلي

المستوى ن = ١ من المستويات الأعلى : ٢، ٣ ، ٤ ...

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

٢. متوالية بالمر: تنتج عندما ينتقل إليكترون ذرة الهيدروجين إلي
المستوى ن = ٢من المستويات الأعلى : ٣ ، ٤ ، ٥...

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

٣. متوالية باشن: تنتج عندما ينتقل إليكترون ذرة الهيدروجين إلي
المستوى ن = ٣ من المستويات الأعلى : ٤، ٥، ٦ ...

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

لحساب الأطوال الموجية لطيف ذرة نستخدم الفرض الثالث لبور

لحساب الطول الموجي للفوتون المنبعث عندما ينتقل إلكترون من مدار لآخر، ويأخذ القيمة الموجية للفرق في الطاقة بين المدارين:

$$\Delta E = E_i - E_f = hf$$
$$\Delta E = E_i - E_f = h\frac{c}{\lambda}$$
$$\Delta E = \frac{E_1}{n_i^2} - \frac{E_1}{n_f^2} = h\frac{c}{\lambda}$$
$$E_1\left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2}\right) = h\frac{c}{\lambda}$$

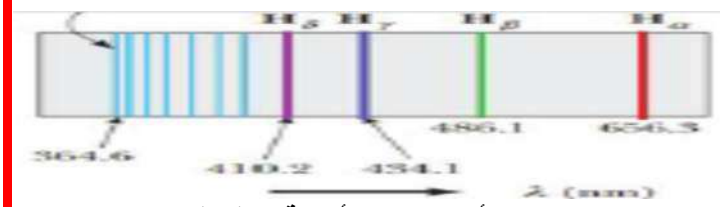
بالضرب في q_e للتحويل من إلكترون فولت إلى جول

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{E_1 q}{hc}\left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2}\right) = R\left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2}\right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2}\right) \qquad (9\text{-}14)$$

حيث n_i: رقم مستوى الطاقة الأدنى، n_f: رقم مستوى الطاقة الأعلى
ويسمى الثابت (R) بثابت ريدبيرج ويساوي $1.097 \times 10^7\ m^{-1}$
وتسمى هذه المعادلة بمعادلة بور النظرية، ويسمى المقدار $\frac{1}{\lambda}$ الرقم الموجي.

رابعا: طيف الأنبعاث الخطى المرئي لذرة الهيدروجين



عند حدوث تفريغ كهربي في انبوبة تحوي كمية من غاز الهيدروجين وهي تحت ضغط منخفض، عن طريق توصيل طرفي الأنبوبة بمصدر جهد مرتفع . يشع هذا الغاز ضوء . وعند تحليل الضوء المنبعث باستخدام المطياف نحصل على طيف الانبعاث الخطى وهو عبارة عن خطوط منفصلة عن بعضها البعض. أمكننا تميز أربعة خطوط بشكل واضح في طيف ذرة الهيدروجين وهي:

١. الخط الأول: يقع في المنطقة الحمراء من الطيف المرئي ويرمز له بالرمز $H\alpha$
٢. الخط الثاني: يقع قيء المنطقة الخضراء من الطيف المرئي ويرمز له بالرمز $H\beta$
٣. الخط الثالث : يقع في المنطقة الزرقاء من الطيف المرئي ويرمز له بالرمز $H\gamma$
٤. الخط الرابع : يقع في المنطقة البنفسجية من الطيف المرئي ويرمز له بالرمز $H\delta$

https://www.wepal.net/library/?app=content.list&level=19&subject=3&type=5
المزيد من هنا

انتقل إلكترون في ذرة هيدروجين من مستوى الطاقة الرابع إلى مستوى الطاقة الثاني، ما تردد الفوتون المنبعث؟ وأي الخطوط في الطيف الانبعاثي يطابق هذه الحالة؟

الحل: لحساب طاقة الفوتون

$$\Delta E = E_2 - E_4 = \frac{13.6}{4} - \frac{13.6}{16}$$

$$= (3.40) - (0.850) = 2.55\ eV$$

$$= 2.55\ eV \times (1.6 \times 10^{-19}) = 6.63 \times 10^{-34} \times f$$

$$f = 6.15 \times 10^{14}\ Hz$$

وهو يتوافق مع الخط الثالث في سلسلة الطيف الخطي المرئي ويظهر بلون أزرق.

الطبيعة الموجية للجسيمات : التماثل سمة من سمات القوانين الفيزيائية في الطبيعة .

الضوء له طبيعة مزدوجة موجية وأخرى جسيمية فسرت ظواهر علي أساس ان الضوء أمواج مثل انعكاس وانكسار وحيود وظواهر باعتبار أن الضوء جسيمات مثل الظاهرة الكهروضوئية .

انتبه لا يمكن التعامل مع الضوء كموجة وكجسيم في نفس الوقت

فرضية دي برولي: في كل نظام ميكانيكي متحرك لا بد من موجات تصاحب الجسيمات ((الأجسام المادية لها طبيعة موجية))،ويعطي طول الموجة المصاحبة للجسيم بالعلاقة:

حيث : h = ... ثابت بلانك ، $P = mv$ الزخم = كتلة الجسم × سرعة الجسم .

$$\lambda = \frac{h}{P}$$

مثال (6):

احسب طول موجة دي برولي لكرة كتلتها 0.2 kg وتتحرك بسرعة 15 m/s

الحل:

$$\lambda = \frac{h}{P} = \frac{h}{mv}$$

$$\lambda = \frac{h}{P} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{0.2 \times 15} = 2.2 \times 10^{-34}\ m$$

مثال (7):

احسب الطول الموجي المصاحب لإلكترون تم تسريعه تحت فرق جهد 100 V

الحل:

$$\frac{1}{2} m_e v^2 = q_e V$$

$$\frac{1}{2} \times 9.1 \times 10^{-31}\ v^2 = 1.6 \times 10^{-19} \times 100$$

$$v = 5.9 \times 10^6\ m/s$$

$$\lambda = \frac{h}{P} = \frac{h}{mv} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{9.1 \times 10^{-31} \times 5.9 \times 10^6} = 7.7 \times 10^{-11}\ m$$

سؤال: إذا اكتسب كل من الإلكترون والبروتون تسارعاً من السكون عند نفس فرق الجهد، أيهما يملك طولاً موجياً أكبر، ولماذا؟

مما سبق نستنتج ان الطبيعة الموجي الأجسام ا لجاهرية (الكبيرة) غير محسوسة والسبب ان الأمواج المصاحبة لها صغيرة جدا لا يمكن قياسها. مثل الأمواج المصاحبة للجسيمات الكبيرة كالسيارة والطائرة.

بينما الأمواج المصاحبة للجسيمات نغير المحسوسة المجهرية طويلة جدا لذلك تكون أكثر وضوحا ويمكن قياسها

مثال لأمواج المصاحبة للالكترونات

أثبت العالمان غريمر وديفيسون عمليا ان للجسيمات طبيعة موجية . أطلقا حزمة من الإلكترونات على بلورة من مادة صلبة، فلاحظا حدوث حيود. والحيود خاصية تتعلق بالأمواج ان الإلكترون كجسيم تصرف كموجة

https://www.wepal.net/library/?app=content.list&level=19&subject=3&type=5 المزيد من هنا

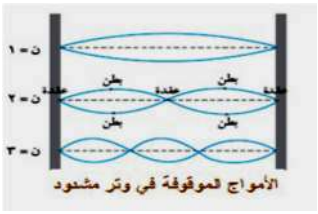
الموجات الموقوفة للإلكترون داخل الذرة:

الموجات الموقوفة (المستقرة) :هي ماينتج عن تداخل موجتين متماثلتين في الاتساع والتردد وتسيران متعاكسين.

* **العقد**: هو الذي ينتج عن تداخل موجتين متماثلتين في الاتساع والتردد نقاط تنعدم فيها الاهتزاز لجزيئات الوسط

* **البطون**: هو الذي ينتج عن تداخل موجتين متماثلتين نقاط تكون السعة فيها أكبر ما يمكن.

المسافة بين عقدتين متتاليتين أو بطنين متتالين = نصف طول موجي



من أمثلة الموجات الموقوفة : الأمواج الناتجة من اهتزاز الأوتار المشدودة بين حاملين و الشكل المقابل فيه وتر مشدود بين نقطتين ثابتتين .

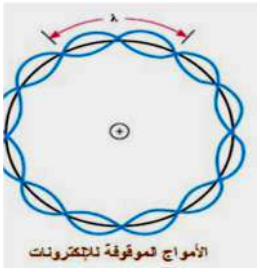
طول الخيط = عدد صحيح × نصف طول موجي

ل = ن × λ

الطاقة في الأمواج الموقوفة لا تنتقل مع الموجة بل تبقي مختزنة بين جزيئات الوسط

* **معادلة شرود نجر** : تتكون الأمواج الموقوفة للإلكترون في المسار الدائري الذي يتحرك فيه الإلكترون حول النواة لا بد إن يكون طول هذا المسار مساويا لعدد صحيح من الأطوال الموجية.

أي أن طول محيط المسار = عدد صحيح × طول الموجة ٢ π نق ن = ن × λ



٢ π نق ن = ن ه / ك --------

ك ع نق ن = ن هـ / ٢ π

المقدار (ك ع نق ن) عبارة عن كمية التحرك الزاوية،

والمعادلة هي الفرض الرابع لنموذج بور

ونستنتج من هذا أن مستويات الطاقة المسموحة للإلكترون هي تلك التي تتكون عندها أمواج موقوفة. ويكون عدد الموجات الموقوفة مساويا لرقم المدار الذي يتحرك فيه الإلكترون

مبدأ اللايقين

حسب الفيزياء الكلاسيكية فأنه يمكننا قياس موضع جسم وسرعته في لحظة ما بدقة عالية أذا توفرت الوسائل لذلك. ولكننا لا نستطيع تحديد موضع لإليكترون وسرعته في نفس الوقت ، السبب هو : الجسيمات الدقيقة تتصرف كجسيمات في بعض الأحيان وكموجات في أحيان أخرى ، ولا يمكن التعامل مع هذين النموذجين في نفس الوقت ، فالفوتون يتصرف كجسيم في الظاهرة . وكذلك الإلكترون يتصرف كجسيم في بعض التجارب وكموجة في بعض التجارب وكموجة في تجارب الحيود

مبدأ اللايقين :كلما زادت الدقة في تجديد الموقع قلت الدقة في تحديد السرعة والعكس صحيح . ومن المتخيل قياس هاتين الكميتين بدقة كبيرة في نفس الوقت

$$\Delta p \Delta x \geq \frac{h}{2\pi}$$

π ٢ / هـ ≤ كت Δ ف Δ

حيث: Δ ف: مقدار اللايقين في تحديد موقع الجسم، Δ كث: مقدار اللايقين في تحديد كمية التحرك للجسم وحسب معادلة دي برولى (λ = هـ / ك ع)، ع مرتبطة بالخاصية الموجية أما الموقع فهو مرتبط بالخاصية الجسيمية للجسم.وهاتين الجاصيتين لايمكن استحدامهما في نفس الوقت ، ولهذا فان السرعة والموقع لا يمكن قياسهما بدقة كبيرة في نفس الوقت .

من المستحيل قياس الكميتين بدقة كبيرة في نفس الوقت

فمثلا لقياس موقع إليكترون باستخدام مجهر ذي قوة تكبير عالية، فأن الفوتون الذي يسقط عليه يصطدم به وينعكس عنه بعد ان يكون الإلكترون قد امتص جزءا من طاقة الفوتون فتزداد طاقة الإلكترون وبذلك نكونك حددنا موقع الإلكترون بدقة عالية ولكننا قمنا بزيادة عدم الدقة في سرعته وبالتالي في كمية تحركه

https://www.wepal.net/library/?app=content.list&level=19&subject=3&type=5 المزيد من هنا

مثال (8):

تم قياس سرعة انطلاق إلكترون فكانت $5 \times 10^{3}\ m/s$، حيث اللايقين في سرعة الإلكترون 0.003%، احسب أقل لا يقين في موضع هذا الإلكترون.

الحل:

$$P = mv = 9.11 \times 10^{-31} \times 5 \times 10^{3} = 4.56 \times 10^{-27}\ kg.m/s$$

$$\Delta p = p \times 0.00003$$

$$\Delta p = 4.56 \times 10^{-27} \times 0.00003 = 1.37 \times 10^{-31}\ kg.m/s$$

$$\Delta p \Delta x = \frac{h}{2\pi}$$

$$1.37 \times 10^{-31}\ \Delta x = \frac{6.626 \times 10^{-34}}{2\pi}$$

$$\Delta x = 0.77\ mm$$

https://www.wepal.net/library/?app=content.list&level=19&subject=3&type=5 المزيد من هنا

الدلالة الفيزيائية	القانون	التعبير الفيزيائي
شدة الاشعاع I	$I = P/A$	P معدل الطاقة التي يشعها الجسم في وحدة الزمن A مساحة سطح الجسم
قانون ستيفان- بولتزمان	$I = \sigma e T^4$	σ ثابت بولتزمان $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} W/m^2K^4$ e اشعاعية الجسم $1 \geq e > 0$
قانون- فن للإزاحة	$\lambda_{max}\, T = 2.89 \times 10^{-3}$	λ_{max} الطول الموجي عند اقصى شدة اشعاع T درجة الحرارة بالكلفن
طاقة الفوتون حسب نظرية بلانك	$E = hf = hc/\lambda$	c سرعة الضوء $3 \times 10^8\ m/s$ h ثابت بلانك $6.62 \times 10^{-34} J.s$
طاقة الفوتون في الخلية الكهروضوئية	$hf = \Phi + K_{max}$	Φ اقتران شغل الفلز K_{max} الطاقة الحركية القصوى للالكترونات المتحررة من الفلز
الطاقة الحركية القصوى للإلكترونات المتحررة في الخلية الكهرو الضوئية	$K_{max} = \frac{1}{2}mv^2 = q_e V_o$	V_o تردد العتبة q_e شحنة الالكترون
تردد العتبة f_o	$\Phi = h f_o$	ثابت بلانك
فرضية بور الأولى	$F_c = \frac{mv^2}{r} = \frac{kq^2}{r^2}$	F_c القوة المركزية r نصف قطر المدار
فرضية بور الثانية	$\Delta E = E_f - E_i = hf$	ΔE الفرق بين طاقتي المدارين
فرضية بور الرابعة- الزخم الزاوي	$L = mvr_n = \frac{nh}{2\pi}$	L الزخم الزاوي للإلكترون n رقم مستوى الطاقة
نصف قطر مدار الالكترون حول النواة	$r_n = n^2\, r_1$	r_1 نصف قطر بور (المدار الاول) $r_1 = 0.529 \times 10^{-10}\ m$
طاقة الالكترون الكلية في مدارة E_n	$E_n = E_1/n^2$	E_1 طاقة المدار الارضي الأول $E_1 = -13.6\ eV$

الطول الموجي للأطياف المنبعثة في ذرة الهيدروجين λ	$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2}\right)$	R ثابت رايدبرج $\frac{1}{\lambda}$ الرقم الموجي $R = 1.1 \times 10^{-7}\ m^{-1}$
الطول الموجي في سلسلة ليمان	$\frac{1}{\lambda} = R\left(1 - \frac{1}{n_i^2}\right)$	حيث أن $n_f = 1$ أشعة فوق بنفسجية
الطول الموجي في سلسلة بالمر	$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{n_i^2}\right)$	حيث أن $n_f = 2$ أشعة مرئية
الطول الموجي في سلسلة باشن	$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{9} - \frac{1}{n_i^2}\right)$	حيث ان $n_f = 3$ أشعة تحت حمراء
الطول الموجي المصاحب - دي برولي	$\lambda = h/P$	P الزخم الخطي
الموجات الموقوفة المصاحبة للإلكترون في المدار n	$n\lambda_n = 2\pi r_n$	λ_n طول الموجة الموقوفة للإلكترون في المدار n
قانون هايزنبرغ- مبدأ اللايقين	$\Delta P\, \Delta x \geq \frac{h}{2\pi}$	ΔP اللايقين في تحديد الزخم الخطي Δx اللايقين في تحديد الموقع

https://www.wepal.net/library/?app=content.list&level=19&subject=3&type=5 المزيد من هنا

ملخص قوانين الفصل

****** حالات خاصة :**

١- اذ تغيرت درجة حرارة الجسم فان شدةاشعاع الجديدةلهذا الجسم تحسب من العلاقة $\frac{I_1}{I_2}=\frac{T_1^4}{T_2^4}$

٢- اذ تغيرت درجة حرارة الجسم الاسود فانة يمكن حساب الطول الموجي الجديد عند أقصى اشعاع من العلاقة $\frac{\lambda_{max1}}{\lambda_{max2}}=\frac{T_2}{T_1}$

٣- اذا سقط ترددين ضوئيين مختلفين f_1 ، f_2 على نفس سطحالفلز لخلية كهروضوئية فان ثابت بلانك يمكن حسابة من العلاقة الاتية $h=\frac{K_{max\,2}-K_{max\,1}}{f_2-f_1}$.

٤- العلاقة التي تربط بين أقصى سرعة للإلكترونات الضوئية في الخلية وجهد الايقاف تحسب من $v=\sqrt{\frac{2q_eV_o}{m_e}}$

٥- في الخلية الكهروضوئية اذا كان أكبر طول موجي مستخدم للضوء الساقط على سطح الفلز يكون الطاقة الحركية للإلكترونات الضوئية $K=0$ أي أن $hf=\phi=hf_o$ عندها يكون $f=f_o$

٦- اذا تغير تردد الضوء الساقط على سطح الفلز بمقدار n فان الطاقة الحركية الجديدة للإلكترونات المتحررة تحسب من العلاقة الاتية $K_{max}=nhf-\phi$

٧- اذا تغير شدة الضوء الساقط على فلزفي خلية كهروضوئية فان الطاقة الحركية للإلكترونات الضوئية لا يتغير

٨- في الخلية اذا كان تردد الضوء $f>f_o$ يسمح ممارسة الظاهرة الكهروضوئية حيث تنبعث الالكترونات وتتحرك ولكن اذا كان ن $f=f_o$ تنبعث الالكترونات ولا تتحرك ولكن اذا كان $f<f_o$ فلا تنبعث الالكترونات

٩- اكبر طول موجي في سلسلة ليمان هو λ_{21} لكن أقصر طول موجي لهذه السلسلة $\lambda_{\infty1}$ وتكون أشعة فوق بنفسجية

١٠- اكبر طول موجي في سلسلة بالمر هو λ_{32} لكن أقصر طول موجي لهذه السلسلة هو $\lambda_{\infty2}$ وتكون أشعة مرئية

١١- اكبر طول موجي في سلسلة باشن هو λ_{43} لكن أقصر طول موجي لهذه السلسلة $\lambda_{\infty3}$ وتكون أشعة تحت حمراء

١٢- الطول الموجي المصاحب لإلكترون يتواجد في المدار n يمكن حسابة من العلاقة $\lambda=2\pi\,n\,r_1$

١٣- اذا كان جسمان مختلفان في الكتلة m_1 ، m_2 لهما نفس الطاقة الحركية وكان الطول الموجي المصاحب للأول $\lambda_1=n\lambda_2$ فان كتلة الجسم الثاني $m_2=n^2\,m_1$.

١٤-اذا كان الجسم اسود مثالي مثل جسم الانسان فان الاشعاعية e =1 حيث ان ليس للإشعاعية وحدة قياس.

١٥- عند تحويل درجة الحرارة من سليزيوس الى كلفن فان $K=C^o+273$.

https://www.wepal.net/library/?app=content.list&level=19&subject=3&type=5 المزيد من هنا

اسئلة الفصل التاسع

س 1 : ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة

١. جسم أسود مثالي درجة حررنه (T) ،إذا تضاعفت درجة حررنه فان شدة إشعاعه تصبح :

أ) نبقى ثابتة ب) ضعف ما هي عليه

ج) أربع أمثال ماهي عليه د)تتضاعف (16 مرة) مما هي عليه

٢. فشل النموذجالنظري ل(رايي وجينز) المستند إلى الفيزياء الكلاسيكية في تفسير شدة إشعاع الجسم الأسود في منطقة:

أ) الأطوال الموجية الطويلة ب) الأطوال الموجية القصيرة

ج) الضوء المرئي د) الأمواج تحت الحمراء

٣. سقط فوتون طول موجته (٨) على سطح فلز فكان تيار الإشباع (20 mA) وجهد القطع (2V)، فإذا تضاعفت شدة الضوء

ب) طول موجة الفوتون الساقط (٨) وجهد القطع (2V)، وتيار الإشباع (20 mA)

ح) طول موجة الفوتون الساقط (٨) وجهد القطع (2V)، وتيار الإشباع (40 mA)

د) طول موجة الفوتون الساقط (٨/2) وجهد القطع (2V)، وتيار الإشباع (40 mA)

٤. مقدار الزخم لإلكترون نرة الهيدروجين في المدار الأول هو :

أ- $\frac{h}{2\pi}$ ب) $\frac{2h}{\pi}$ ج) $\frac{h}{2\pi r_1}$ د- $\frac{h}{r_1}$

٥. فشلت الفيزياء الكلاسيكية في تفسير الظاهرة الكهروضوئية لأنها تعتبر أن طاقة الموجة الضوئية تعتمد على :

أ) طولها ب) تردها ج) اتساعها د) زمنها الدوي

٦. وفقاً لنظرية الكم، فإن طاقة الموجة الضوئية تزاد بزيادة :

أ) زمنها الدوري ب) طولها الموجي ج) اتساعها د) تردها

6	5	4	3	2	1
د	ج	أ	ج	ب	د

س2 : ما المقصود بكل من :

- الجسم الاسود المثالي - مبدأ الايقين - نص قانون فين للازحة

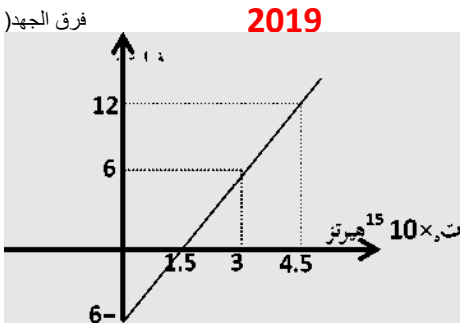
1. الجسم الأسود المثالي: هو الجسم الذي يمتص جميع الأشعة الساقطة عليهوعندما يسخن يشع الضوء على شكل طيف متصل [ممتص مثالي وباعث مثالي]

2. مبدأ اللايقين: من المستحيل قياس موقع الجسم وزخمة في اللحظة نفسها وبدقة عالية، فكلما كانت دقة القياس لزخمة عالية، قلت الدقة في تحديد الموقع والعكس صحيح.

3. نص قانون فين للإزاحة: يتناسب الطول الموجي لشدة الاشعاع القصوى عكسياً مع درجة الحرارة المطلقة.

https://www.wepal.net/library/?app=content.list&level=19&subject=3&type=5 المزيد من هنا

س3: في الشكل التالي العلاقة البيانية بين تردد الضوء الساقط والطاقة الحركية لإلكترونات المنبعثة في خلية كهروضوئية، بين إعتماداعلى الشكل ما يلي:



أ- ثابت بلانك
ب- اقترن الشغل للفلز
ج- ترد العنبة
د- اذا قمنا بزيادة شدة الضوء الساقط على مهبط الخلية. ماذا يتغير في الرسم البياني

1. $h = \frac{q_e \Delta V_0}{\Delta f} = \frac{1.6\times10^{-19}\times(12-0)}{(4.5-1.5)\times10^{15}} = 6.4\times10^{-34}\,J.s$

2. $\phi = 6\,eV = 9.6\times10^{-19}\,J$

$\phi = hf_0 = 6.4\times10^{-34}\times1.5\times10^{15} = 9.6\times10^{-19}\,J$

3. $f_0 = 1.5\times10^{15}\,Hz$

4.لن يتغير شيء.

س4: سقط شعاع ضوئي طول موجته ($3x10^{-7}m$) على فلز مهبط خلية كهروضوئية فانبعثت الكترونات طاقتها الحرقية(2eV) ، احسب:

أ- اقترن الشغل للفلز
ب- فر١٠ جهد القطع في الخلية
ج- ترد العتبة للفلز

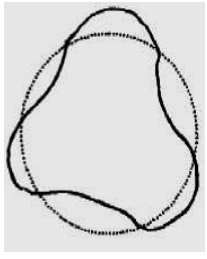
1. $hf = \phi + K_{max}$

$6.626\times10^{-34}\times\frac{3\times10^{8}}{3\times10^{-7}} = \phi + 2\times1.6\times10^{-19}$

$\phi = 3.43\times10^{-19}\,J$

2. $V_0 = 2\,V$

3. $f_0 = \frac{\phi}{h} = \frac{3.43\times10^{-19}}{6.626\times10^{-34}} = 5.17\times10^{14}\,Hz$



س5: الشكل المجاور يمل الموجات المصاحبة لم٩ترون ذر الهيدروجين في مستوى ما، احسب:

أ- كمية التحرك الخطية لذلك الالكترون.
ب- نصف قطر المدار الذي يتواجد فيه الإلكترون
ج- طول كل موجة
د- إذا انتقل الكترون إلى مستوى الاستقرار احسب طاقة الفوتون المنبعث مبينا نع الطيف الذي يعي إليه الإشعاع.

س6: إلكترون ذرة الهيدروجين يتواجد في مستوي الطاقة الثاني (n= 2)، جد ما يأتي:

أ- طول الموجة المرفقة للإلكترون في مستواه.

ب- اللاعين في تحديد كمية تحركه إذا كان الخطأ في تحديد موقعه يساوي طول موجة الفوتون المنبعث عند انتقال ذلك الكترون إلى مستوى الاستقرار.

https://www.wepal.net/library/?app=content.list&level=19&subject=3&type=5 المزيد من هنا

1. $n\lambda = 2\pi r_2 \longrightarrow \lambda = 2\pi n\, r_1 = 2\pi \times 2 \times 0.529 \times 10^{-10} = 6.64 \times 10^{-10}\,m$

2. $\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2}\right) = 1.1 \times 10^7 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2}\right) \longrightarrow \lambda = 1.212 \times 10^{-7}\,m$

$$\Delta P\, \Delta x \geq \frac{h}{2\pi}$$

$$\Delta P\, \lambda \geq \frac{h}{2\pi} \longrightarrow \Delta P \geq \frac{h}{2\pi\lambda}$$

$$\Delta P \geq \frac{6.626 \times 10^{-34}}{2\pi \times 1.212 \times 10^{-7}} = \boxed{8.7 \times 10^{-28}\ N.s}$$

س7:استخدمت الطاقة الناتجة من عودة الإلكترون من المدار الثالث في ذرة الهيدروجين الى وضع الاستقرار في تل خلية كهروضوئية فانبعثت الالكترونات. فاذا كان جهد الايقاف 1.2 فولت احسب :

1- **طول الموجة المصاحبة للإلكترون المتحرر.**
2- **اكبر طول موجة يحرر الالكترونات من سطح الخلية الكهروضوئية**

1. $n\lambda = 2\pi r_1 \longrightarrow \lambda = 2\pi\, r_1 = 2\pi \times 0.529 \times 10^{-10} = 3.32 \times 10^{-10}\,m$

2. $\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2}\right) = 1.1 \times 10^7 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2}\right) \longrightarrow \lambda = 1.022 \times 10^{-7}\,m$

$$hf = \phi + K_{max} \longrightarrow h\frac{c}{\lambda} = \phi + q_e V_0$$

$$6.626 \times 10^{-34} \times \frac{3 \times 10^8}{1.022 \times 10^{-7}} = \phi + 1.2 \times 1.6 \times 10^{-19}$$

$$\phi = 1.75 \times 10^{-18}\,J$$

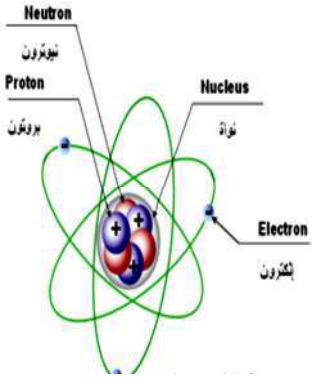
$$\lambda_0 = \frac{hc}{\phi} = \frac{6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{1.75 \times 10^{-18}} = 1.134 \times 10^{-7}\,m$$

https://www.wepal.net/library/?app=content.list&level=19&subject=3&type=5 المزيد من هنا

الفصل العاشر

بنية النواة

مكونات النواة



ما الذرة ال أبسط تركيباً بين العناصر؟ الذرة الأبسط تركيبا هي H

يرمز للعنصر بالرمز $_{Z}^{A}X$ فماذا تمثل كل من A . X , Z ؟

Zعدد البروتونات ، A تمثل العدد الكتلي (مجموع عدد البروتونات والنيوترونات) X تمثل رمز العنصر

اكتب رمز عنصر الصوديوم إذا علمت أن عدد البروتونات 11 وعدد النيوترونات. 12

($_{11}X^{23}_{12}$) رمز

ضع تعريفاً لكل من العدد الذري، والعدد الكتلي

العدد الذري هو عدد البروتونات ، العدد الكتلي مجموع عدد البروتونات والنيوترونات

جميع أنوية الذرات تتكون من جسيمات سميت نيوكليونات

وهي أما بروتونات (+) أو نيوترونات متعادلة

يرمز لنواة الذرة بالرمز $_{Z}^{A}X$ مثل $^{16}_{8}O$ ، $^{4}_{2}He$

حيث X ... رمز لنواة العنصر ، Z ... العدد الذري ، A ... العدد الكتلي

العدد الكتلى A هو مجموع الجسيمات داخل النواة = عدد البروتونات + عدد النيوترونات

العدد الذرى Z .هو عدد البروتونات داخل النواة = عدد الأليكترونات في الذرة حول النواة

مثال نواة عنصر الحديد $^{56}_{26}Fe$ تحتوى على ٢٦ بروتون وعدد النيوترونات = ٥٦-٢٦= ٣٠ نيوترون

ملحوظة : وحدة الكتلة الذرية= ١/ ١٢ من كتلة الكربون $^{12}_{6}C$ و . ك . ذ= ١,٦٦٠٦ × ١٠ $^{-٢٧}$ كغم .

اتُخذت كتلة ذرة الكربون $^{12}_{6}C$ أساساً تنسب إليه كتل ذرات العناصر الأخرى واعتبرت أنها تساوي ١٢ وحدة كتلة ذرية أي أن $u = (1/12)\ M^{12}_{6}C$

$$u = 1.66 \times 10^{-27}\ kg$$

ويمكن التعبير عن الكتلة بما يكافئها من الطاقة حسب معادلة آينشتاين

$$(E = m\,c^2 = 931.5\ MeV = 1.494 \times 10^{-10}\ J$$

خصائص النيوكليونات : النيوكليون هو الجسيم المتواجد داخل النواة

الجسيم	الشحنة	الكتلة (Kg)	الكتلة (u)
النيوترون	متعادل	1.649×10^{-27}	1.008665
البروتون	موجبة	1.6726×10^{-27}	1.007276
الإلكترون	سالب	0.00091×10^{-27}	0.0005486

https://www.wepal.net/library/?app=content.list&level=19&subject=3&type=5 المزيد من هنا

سؤال: ١. احسب النسبة بين كتلة كل من النيوترون والإ□لكترون، والنسبة بين كتلة البروتون والإ□لكترون.

٢. احسب كتلة كل من الجسيمات السابقة بالجدول بوحدة مليون □إلكترون فولت/ c

حجم النواةالنواة تجمع من النيوكليزنات لا جدار لها غالبا كروية الشكل واحيانا بيضاوية

النواة بالنسبة للذرة كموضع سن قلم الرصاصة في منتصف غرفة الفصل الدراسي

وبأعتبار ان كتلة البروتون = كتلة النيوترون = m_0

كتلة النواة $M = m_0 \times A$ ولحساب نصف قطر النواة باعتبار انها كرة

$$V = V_0 A$$

$$\frac{4}{3}\pi r^3 = A\frac{4}{3}\pi r_0^3$$

$$r = a_0 A^{1/3} \quad (10\text{-}2)$$

حيث a_0: ثابت (نصف قطر نواة الهيدروجين) ويساوي ($1.2\times10^{-15}m$)

١. ما العلاقة بين نصف قطر النواة والعدد الكتلي.

يتناسب نصف قطر النواه طرديا مع الجذر التكعيبي للعدد الكتلي.

٢. .ما العلاقة بين حجم النواة والعدد الكتلي.

يتناسب حجم النواه طرديا مع العدد الكتلي

٣. عنصران ال□ أول عدده الكتلي 64 والثاني 16 فما نسبة:

نصف قطر نواة الأول إلى نصف قطر نواة الثاني.

$a_1=1.2X10^{-15}X(64)^{1/3}$

$a2 = 1.2X10^{-15}X(16)^{1/3}$ $a_1 : a_2 = 1.6$

حجم نواة الأول إلى حجم نواة $v1/v2=4$

$V1=4/3\ \pi a_1^3$

$V2=4/3\ \pi a_2^3$

مثال ١

احسب نصف قطر نواة الحديد $(^{56}_{26}Fe)$ وحجمها.

الحل: _____

$$r = a_0 A^{1/3} = 1.2\times10^{-15}(56) = 4.6\times10^{-15}\ m$$

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\times 3.14\times(4.6\times10^{-15})^3 = 4.1\times10^{-43}\ m^3$$

https://www.wepal.net/library/?app=content.list&level=19&subject=3&type=5 المزيد من هنا

سؤال: احسب النسبة بين حجم ذرة الهيدروجين إلى حجم نواتها إذا علمت أن ذرة الهيدروجين العادي تتكون من بروتون واحد في نواتها يدور حوله إلكترون في المدار الأول، علماً بأن $r_1 = 0.529 \times 10^{-10}$ m وأن نصف قطر نواة الهيدروجين 1.2 فيرمي.

ولحساب كثافة النواة فإن:

$$\text{كثافة النواة} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}} = \frac{A \times m_0}{A \times V_0} = \frac{m_0}{V_0}$$

حيث m_0 كتلة النيوكليون وV_0 حجم النيوكليون

ومن هنا نستنتج أن كثافة أية نواة لا تعتمد على العدد الكتلي A، بل هي مقدار ثابت لكل الأنوية، وهي تساوي كثافة النيوكليون.

أحسب النسبه بين حجم ذرة الهيدروجين الى نواتها

8.6×10^{13} = (النواه 4/3πa) / (الذره 4/3 π a)

حجم ذرة الهيدروجين اكبر من حجم نواتها بـ $10^{13} \times 8.6$ مره

مثال 2

احسب مقدار كثافة النواة إذا علمت أن متوسط كتلة النيوكليون 1.6606×10^{-27} kg ونصف قطره يساوي 1.2 فيرمي، ثم قارن هذه الكثافة بمتوسط كثافة الأرض $5500\ kg/m^3$

الحل:

$$\text{كثافة النواة} = \frac{m_0 A}{V_0 A} = \frac{m_0}{V_0} = \frac{1.6606 \times 10^{-27}}{\frac{4}{3} \times 3.14 \times (1.2 \times 10^{-15})^3} = 2.3 \times 10^{17}\ kg/m^3$$

وبقسمة كثافة النواة على كثافة الأرض نجد أن $\frac{2.3 \times 10^{17}}{5500} = 4.2 \times 10^{13}$

ومما سبق يتضح أن كثافة النواة تعادل متوسط كثافة الأرض 4.2×10^{13} مرة

من العلاقة نق نواة = ١,٢ × ١٠ $^{-١٥}$ × (A) $^{١/٣}$ م

وحجم النواة ح نواة = (٣/٤) π نق ^{٣} نواة .

للعلم نصف قطر الذرة نق ن = نق . × ن ^{٢} = ٠,٥٢٩ × ١٠ $^{-١٠}$ ن ^{٢} م

جحم الذرة ح ذرة = (٣/٤) π نق ^{٣} ن .

القوة النووية :

النواة تتكون من نيوترونات متعادلة وبروتونات موجبة يحدث بينها قوة تنافر كبيرة حسب قانون كولوم لذلك لابد من وجود قوة أكبر للتغلب على قوة كولوم لكى تحافظ على تماسك النواة واستقرارها وتعمل فقط داخل النواة سميت القوة النووية ولها الخصائص التالية

أ. قوة تجاذب كبيرة المقدار (اكبر ب ١٤٠ مرة من القوة بين بروتونين) .

٢. قصيرة المدى مداها (من ١٠ $^{-١٥}$ و ١٠ $^{-١٤}$) تعمل فقط داخل النواة .

٣. لا تعتمد على الشحنات للجسيمات متساوية للجسيمات بين بروتونين = بروتون ونيوترون)

سميت القوة النووية بالقوة الشديدة وهى أحدى القوي الأربعة الأساسية في الطبيعة والمتواجدة داخل النواة .

وتتغلب القوة الشديدة علي بقية القوى الأساسية وترتيبها حسب المقدار كالتالي

القوة النووية (الشديدة) – قوة كولوم – القوة النووية الضعيفة (بين جسيمين فقط) – قوة التجاذب الكتلي

ما أنواع القوى في النواة؟

قوة كولوم ، التجاذب الكتلي ، النوويه ،

2 .قارن بين القوة النووية وقوة كولوم وقوة التجاذب الكتلي من حيث :المدى الذي تعمل فيه، ومقدار القوة، ونوع الجسيمات المتأثرة فيها.

وجه المقارنة	القوة النووية	قوة كولوم	قوة التجاذب الكتلي
المدى التي تعمل به	داخل النواه فقط بين $(10^{-14} - 10^{-15}\ m)$	خارج النواه وداخل النواه لكن تأثيرها في داخل النواه تتغلب عليه القوة النووية	لها تأثير داخل النواه وخارج النواه لكن ضعيفة جدا
مقدار القوة	اكبر من قوة كولوم بـ 140مره	يأتي ترتيبها الثاني أي بعد القوة النووية	اضعف القوى الأربعه في الطبيعة
نوع الجسيمات المتأثرة	البروتونات والنيوترونات لكنها لا تعتمد على شحنة الجسيمات	الجسيمات المشحونة بين بروتونين بروتون والكترون الكترون –الكترون	بين الجسيمات المجهرية والجاهريه

طاقة الربط النووية

النواة بها بروتونات ونيوترونات لذا فأن كتلة النواة هي مجموع كتل مكوناتها.

كتلة النواة = $m = (Z \times m_p + N \times m_n)$.

وجد عمليا أن كتلة النواة الفعلية (المقاسة) أقل من كتلة مكوناتها منفردة

والفرق بين كتلة مكونات النواة والكتلة الفعلية (Δm) وحسب اينشتاين هو مقياس لمقدار طاقة الربط النووية

طاقة الربط النووية : رمزها E_{bin}

هي الطاقة التي تلزم (تعطي) لمكونات النواة لكى تفصل عن بعضها البعض

$$E_{bin} = \Delta m\, c^2$$

$$\Delta m = (Z \times m_p + N \times m_n) - M_p$$

طاقة الربط النووية لكل نيو كليون معدل الطاقة اللازمة حتي يفلت نيو كليون واحد من النواة

$$E_n = \frac{E_{bin}}{A}$$

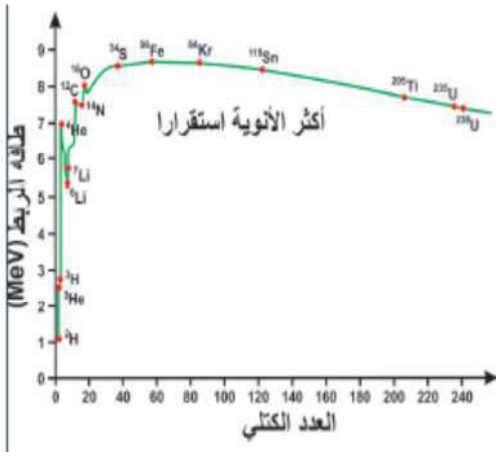
$E_n = E_{bin} / A$

مثال 3

احسب طاقة الربط النووية لكل نيوكليون في نواة ذرة الأكسجين $^{16}_{8}O$ بوحدة إلكترون فولت علماً بأن كتلة نواة ذرة الأكسجين تساوي 15.9949 u ؟

$$\Delta m = (Z \times m_p + N \times m_n) - M_p$$
$$= (8 \times 1.007276 + 8 \times 1.008665) - 15.9949 = 0.132628\ u$$
$$E_{bin} = 0.1322628u \times 931.5\ \frac{MeV}{u} = 123.54\ MeV$$
$$E_n = \frac{E_{bin}}{A} = \frac{123.54}{16} = 7.72\ MeV/\text{لكل نيوكليون}$$

عند رسم العلاقة البيانية بين معل طاقة الربط لكل نيوكليون والعدد الكتلي لجميع الأنوية في الجدول الدوري حصلنا على الشكل المقابل ونلاحظ ما يلي :



نصل (E_n) إلى قيمتها العظمى 8.8 MeV تقريبا عند العدد الكتلي A 62، كما في ($^{62}_{28}Ni$) ومجموعة نظائر الحديد.

أ. الأنويه الخفيفة والتي عددها الكتلى أقل من ٢٠ تتزايد فيها معدل طاقة الربط بسرعة حتى يصل لأكبر قيمة عند النيكل ٦٢

ب. الأنويه الثقيلة والتي عددها الكتلى يزيد عن ٦٢ يتناقص فيها معدل طاقة الربط ببطء كلما زاد العدد الكتلى

ت. الأنويه الخفيفة مثل نواتى الهيليوم والهيدروجين (يسار المنحنى تميل للأندماج لتكون نواة ثقيلة

ث. الأنويه الثقيلة مثل اليورانيوم (أقصي يمين المنحنى) تميل للأنشطار لنواتين موجودة في قمة المنحني

النظائر هي أنوية (صور) عديدة للعنصر الواحد لها نفس العدد الذرى ومختلفة في العدد الكثلي

ج. السبب أختلاف عدد النيوترونات من صورة لأخري

ح. النظائر لها نفس الخواص الكيميائية (تحتوى على نفس عدد الألكترونات) وتختلف فيزيائيا.

الكربون له ٣ نظائر(()) الثانى مستقر وأكثرها تواجد والأخير مشع $^{14}_{6}C$ ، $^{13}_{6}C$ ، $^{12}_{6}C$

والهيدروجين له ٣ نظائر (العادى $^{1}_{1}H$ ، والديوتيريوم $^{2}_{1}H$ والترتينيوم $^{3}_{1}H$)

١. المجموعة الواحدة من نظائر العناصر تتفق في أعداد، وتختلف في أعداد أخرى، وضح ذلك.

النظائر تتساوى في عددها الذري وتختلف في عددها الكتلي لاختلاف عدد النيوترونات

2. هل تختلف هذه العناصر في خصائصها الكيميائية؟ ولماذا؟

-لها نفس الخصائص الكيميائية لان عددها الذري نفسه

3. ما نوع الجسيمات التي تختلف عناصر كل مجموعة في عددها؟ -النيوترونات

4. ضع تعريفاً مناسباً لمفهوم النظائر ذرات لنفس العنصر تتساوى في عدد البروتونات وتختلف في عدد النيوترونات مما يؤدي الى اختلاف العدد الكتلي

يتناسب نصف قطر النواه طرديا مع الجذر التكعيبي للعدد الكتلي.

أسئلة الفصل العاشر

س ١ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

١. أي من الآتية يمثل العدد الكتلي في النواة؟

أ- عدد البروتونات ب- عدد النيوكليونات. ج- عدد الإ لكترونات د- عدد النيوترونات

٣. بم تمتاز القوة النووية التي تربط النيوكليونات في النواة؟

أ- طويلة المدى وكبيرة المقدار ب- طويلة المدى وصغيرة المقدار

ج(قصيرة المدى وصغيرة المقدار د- قصيرة المدى وكبيرة المقدار

٤. عنصر عدد بروتوناته ١٣ وعدد نيوتروناته ١٤ ، ما نصف قطر نواته بوحدة فيرمي؟

أ- ١,٢ ب- ٢,٨ ج- ٢,٩ د- ٣,٦

10. إذا كانت طاقة الربط النووية للنوى ($^{2}_{1}H$، $^{4}_{2}He$، $^{56}_{26}Fe$، $^{235}_{92}U$)، تساوي (2.22)، (28.3)، (492)، (1786) مليون إلكترون فولت على الترتيب، فإن النواة الأكثر استقرارا هي:

أ- Fe ب- H ج- U د- He

س 2 عرف المفاهيم الأتية : النظائر ، طاقة الربط النووية ؟

1.النظائر :أنوية تتساوي في أعدادها الذرية وتختلف في أعدادها الكتلية لاختلال عدد النيترونات.

2 . طاقة الربط النووية : الطاقة الازمة للمحافظة على استقرار مكونات النواة وتبقيها متماسكة

س 3 ما أنواع القوى في النواة ؟وما خصائص القوة النووية ؟

أ- أنواع القوى في النواة:

١.القوة النووية (القوة الشديدة) ٢. قوة كولوم . ٣. قوة التجاذب الكتلي

أ. ب- خصائص القوة النووية:

١.قوة تجاذب كبيرة المقدار (اكبر ب ١٤٠ مرة من القوة بين بروتونين) .

٢. قصيرة المدى مداها (من ١٠$^{-١٥}$ و١٠$^{-١٤}$) تعمل فقط داخل النواة .

٣. لا تعتمد على الشحنات للجسيمات متساوية للجسيمات بين بروتونين = بروتون ونيوترون)

س ٨: احسب النسبة بين كل من نصفي قطر وحجمي نواتي الهيليوم $_2He^4$ والكالسيوم $_{20}Ca^{40}$

$$r_{He} = a_0 \sqrt[3]{A} = 1.2\times10^{-15} \times \sqrt[3]{4} = 1.904\times10^{-15}\,m$$

$$r_{Ca} = a_0 \sqrt[3]{A} = 1.2\times10^{-15} \times \sqrt[3]{40} = 4.1039\times10^{-15}\,m$$

$$\frac{r_{He}}{r_{Ca}} = \frac{1.904\times10^{-15}}{4.1039\times10^{-15}} = 0.464$$

$$\frac{V_{He}}{V_{Ca}} = \frac{\frac{4}{3}\pi(1.904\times10^{-15})^3}{\frac{4}{3}\pi(4.1039\times10^{-15})^3} = 0.099 \cong 0.1$$

س9 إذا كانت طاقة الربط النووية لكل نيوكليون لنواة ذرة الكالسيوم $_{20}Ca^{40}$ تساوي 8.552 Mev/ c2، أحسب كتلة النواة (m_n = 1.008665 u ، m_p= 1.007276 u ، 1u=931.5 MeV/□2

$$Q=(M_p-M_d-m_\alpha)c^2=(209.98286-205.97446-4.00151)c^2$$

$$Q=0.00689\times931.5=6.418\,MeV$$

(Q) موجبة يكون التفاعل طارداً للطاقة ويحدث تلقائياً.

$$K_\alpha=Q\left(\frac{M_d}{M_d+m_\alpha}\right)=6.418\times\left(\frac{205.97446}{205.97446+4.00151}\right)=6.295\,MeV$$

$$K_d=Q-K_\alpha=6.418-6.295=0.122\,MeV$$

س ١٠ : المنحنى البياني في الشكل المجاور يمثل العلاقة بين العدد الكتلي (A) ومعدل طاقة الربط النووية لعدد من العناصر تأمل الشكل، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

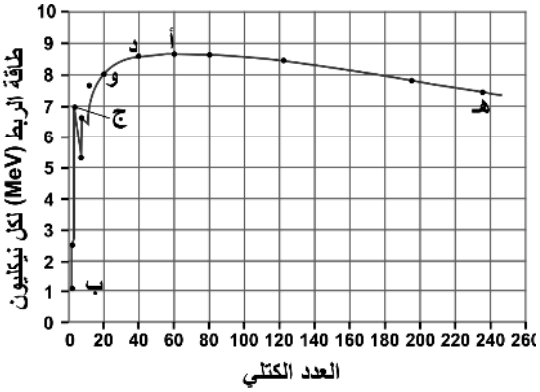
١ – ما العنصر الأكثر استقرارا؟ وما العنصر الأقل استقرارا؟

٢- ما طاقة الربط النووية لنيوكليون العنصر ج؟

٣ – ما العدد الكتلي للعنصر الذي طاقة الربط النووية لكل نيو كليون ٨ مليون إلكترون فولت؟

٤ – احسب طاقة الربط النووية للعنصر د بوحدة الجول.

٥ –أي العناصر أكثر قابلية للانشطار؟ و أيها أكثر قابلية للاندماج؟



س (10) :

1. الأكثر استقراراً (أ) ، الأقل استقراراً (ب).
2. (7MeV)
3. العنصر (و) عدده الكتلي (20).
4. $E_{bin}=E_\alpha\,A=8.6\times40=344\,MeV$
$E_{bin}=344\times10^6\times1.6\times10^{-19}=5.504\times10^{-11}\,J$
5. الأكثر قابلية للانشطار (هـ) والأكثر قابلية للاندماج (ب).

سؤال هام مثال (٣) : إذا علمت إن كتلة نواة الهيليوم ($_2^4He$) تساوي ٤,٠٠١٥١ (و.ك.ذ.) احسب :

طاقة الربط النووية لهذه النواة (ط ر).

طاقة الربط لكل نيوكليون بوحدة الإلكترون فولت (ط ر).

علما بأن كتلة البروتون = ١, ٠٠٧٢٧٦ (و.ك.ذ.) وان كتلة النيوترون = ١, ٠٠٨٦٦٥ (و.ك.ذ.)

الأجابة في الهيليوم Z =٢ ، A = ٤ ، N = ٤ – ٢ = ٢ .

∴ ط ر =(Z × ك بروتون + N × ك نيوترون – ك نواة) × س^2

ط ر = (٢ × ١,٠٠٧٢٧٦ +٢ × ١,٠٠٨٦٦٥ – ٤,٠٠١٥١) × س^2 = ٠,٠٣٠٣٧ × س^2 و.ك.ذ

ط ر = ٠,٠٣٠٣٧ × س^2 × ٩٣١,٥ م.أ.ف / س٢ =٢٨,٣ مليون أليكترون فولت

ط¯ ر = ط ر / A =٢٨,٣ / ٤ = ٧,٠٧٥ = ٧,١ مليون أليكترون فولت

اسئلة الوحدة الرابعة

س ١ : ضع دائة حول رمز الإجابة الصحيحة

١. يتفق تموذج (رايلي وجينز) النظري المستند إلى الفيزياء الكلاسيكية مع الواقع التجريبي لطيف إشعاع الجسم الأسود للأطوال الموجية:
أ) الكبيرة ب) المتوسطة ج) القصيرة د) القصير جداً

٢. إذا علمت أن شدة الإشعاع القصوى المنبعثة من جسم أسود درجة حرازنه (٥٨٠٠ K°) تكون عند الطول الموجي (٥٠٠nm)، إذا أصبحت درجة حزرة هذا الجسم (٤٠٠٠K°)، فإن الطول الموجي (λmax) الذي يحدث عند شدة الإشعاع القصوى سيكون:
أ) λmax < 500 nm ب) λmax > 500 nm
ج) λmax = 500 nm د) لاعلاقة بين درجة الحزرة ولا λ

٣. ترتيب القوى الأساسية داخل النواة من حيث مقدارها كما يأتي:
قوة كولوم > قوة الجذب الكتلي > القوة النووية
القوة النسية > قوة كولوم > قوة الجذب الكتلي
ج) القوة النسية > قوة الجذب الكتلي > قوة كولوم
د) قوة الجذب االكتلى > قوة كولوم > القوة النسية

٤. في سلسلة بالمر اذا انتقل الالكترون من مدار طاقة (٠,٥٤٤ eV -) فان لون الخط الناتج من ذلك الطيف هو
أ) ازرق ب) احمر ج) بنفسجي د) اخضر

٥. جسيمان لهما نفس طاقة الحركة، فكان طول الموجة المرافقة للاول (λ_1) يساوي ثلاثة أضعاف طول الموجة المرافقة للثاني (λ_2)، فيكون:
أ) $3m_2 = m_1$ ب) $1/3\ m_2 = m_1$ ج) $9m_2 = m_1$ د) $1/9\ m_2 = mi$

٦. إن النسبة بين نصف قطر نواة عنصر (13 *Al*) وتصف قطر نواة العنصر (^{8}Be) هي:
أ- $(\frac{3}{2})^{\frac{1}{3}}$ ب- $\frac{2}{3}$ ج- $\frac{3}{2}$ د- $\frac{27}{8}$

٧. كتلة نواة العنصر :
أ) أكبر من مجموع كتل مكوناتها من النيوكليونات الحرة
ب) أصغو من مجموع كذل مكوناتها من النيوكليونات الحرة
ج) تساوي مجموع كتل مكوناتها من النيوكليونات الحرة
د) تساوي مجموع أعداد النيوكليونات المكونة لها

٨. إذا كان العدد الكتلي للعنصر (X) = 8 أمثال العدد الكتلي للعنصر (Y) فان النسبة بين كثافة النواة (X) إلى كثافة النواة (Y) هي :
أ) 1 : 8 ب) 8 : 1 ج) 1 : 2 د)1:1

٩. إذا كان عمر النصف لعنصرين مشعين (A),(B) يساس (20)،(40) دقيقة على الترتيب٠ إذا احتوت عينتين منهما على نفس العدد من الذرات، فإنه بعد هرر(80) دقيقة على بداية تحلل العينتين تكون النسبة بين عدد النوى المتبقية من العينة (A) إلى تلك المتبقية من (B) ساس :
ا) (1: 16) ب) (4 : 1) ج) (1: 4) د) (1:1))

١٠. اذا علمت ان نصف قطر نواة ذر الهيدروجين تساوي(^ 1.2x10) فان العدد الكتلي لنواة نصف قطرها ($3.6x10^{-15}$ m) هو:
أ) 3 ب)9 ج) 27 د) 81

١١. يسقط ضوء على سطح فلزي اقترن الشغل له (3eV) فتنطلق الكترونات طاقتها العظمى(2eV)
اذا زد تزدد الضوء اساقط للضعف فان الطاقة الحبية العظمى للإلكترونات ^حدة(eV)تصبح:
أ) 2 ب)4 ج) 5 د) 7

١٢. نصف قطر النواة يتناسب طرديا مع :

العدد الكتلي ب. الجذر التكعيبي للعدد الكتلي

ج. مربع العدد الكتلي د. القوة الرابعة للعدد الكتلي

١	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
أ	ب	ب	أ	د	ج	ب	د	ب	ج	د	ب

س٢ عرف : شدة اللإشعاع – قانون ستيفان – بولتزمان

3. شدة الإشعاع: معدل الطاقة المنبعثة من وحدة المساحة

4. قانون ستيفان – بولتزمان: شدة الإشعاع تتناسب طردياً مع القوة الرابعة لدرجة الحرارة المطلقة لجسم مشع.

س3:قارن بين كل ممّا يأتي:

1) سلسلة ليمان وسلسلة باشن من حيث طبيعة الأشعة المنبعثة في كل منهما.

2) القوة النووية وقوة كولوم داخل النواة من حيث نوع الجسيمات التي تتأثر بها.

3) التفسير الكلاسيكي والكمي للظاهرة الكهرو ضوئية.

وجه المقارنة	سلسلة ليمان	سلسلة باشن
طبيعة الأشعة المنبعثة	أشعة فوق بنفسجية	أشعة تحت حمراء
وجه المقارنة	القوة النووية	قوة كولوم
نوع الجسيمات التي تتأثر بها داخل النواة	البروتون والنيترون	البروتون فقط

وجه المقارنة	التفسير الكلاسيكي	التفسير الكمي
شدة الضوء	عند زيادة شدة الضوء يزداد عدد الإلكترونات المنبعثة، وكذلك تزداد الطاقة الحركية القصوى للإلكترونات المنبعثة، وذلك لأن زيادة شدة الضوء يعني زيادة اتساع المجال الكهربائي الذي يسبب انبعاث الإلكترونات بسرعات أعلى.	إذا كان تردد الضوء الساقط أقل من تردد العتبة، لا تتحرر إلكترونات من سطح الفلز مهما كانت شدة الضوء. وذلك لأن زيادة شدة الضوء تعني زيادة عدد الفوتونات دون تغير في طاقة أي منها.
تردد الضوء	تردد الضوء لا يؤثر في الطاقة الحركية للإلكترونات المنبعثة	عند تسليط ضوء تردده أكبر من تردد العتبة ، تتحرر الكترونات مهما كانت شدة الضوء، وعند زيادة تردد الضوء الساقط (باستبداله بضوء آخر) تزداد الطاقة

الو س5: من خلال دراستك لإشعاع الجسم الأسود، أجب عن الأسئلة الآتية:

أ. اكتب نص قانون فين للإزاحة.

ب. اكتب الصيغة الرياضية لقانون رايلي وجينز موضحا دلالة الرموز.

جـ. سلك تنجستون مساحة سطحه المشعّ ($8\ mm^2$) وكانت درجة حرارته ($2100°\ K$)، باعتبار أن السلك جسم أسود مثالي، احسب الطاقة التي يشعّها السلك خلال (10 دقائق).

أ. قانون فين للإزاحة: يتناسب الطول الموجي لشدة الاشعاع القصوى عكسياً مع درجة الحرارة المطلقة.

ب. قانون رايلي وجينز : شدة الإشعاع المنبعث لكل وحدة طول موجي تتناسب طردياً مع درجة الحرارة المطلقة وعكسياً مع القوة الرابعة للطول الموجي. $\left(I = cons.\frac{T}{\lambda^4}\right)$.

جـ

$$I = \sigma\ e\ T^4$$

$$I = 5.67\times10^{-8}\times1\times(2100)^4 = 1.1\times10^6\ W/m^2$$

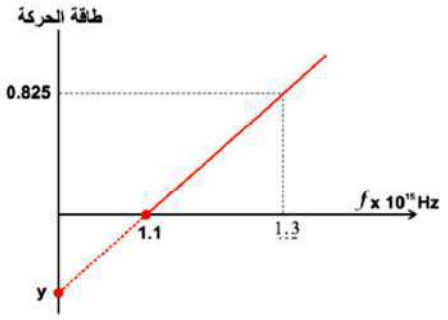
$$P = I\,A = 1.1\times10^6\times8\times10^{-3} = 8821.65\ W$$

$$E = Pt = 8821.65 \times 600 = 5.29\times10^6\ J$$

س6: الرسم البياني المجاور يوضّح العلاقة بين الطاقة الحركيّة العظمى للإلكترونات المتحررة بوحدة (eV)، وتردد الضوء الساقط على مهبط خلية كهروضوئية، أجب عما يأتي:

أ. احسب: ثابت بلانك، اقتران الشغل لمادة مهبط الخلية.

ب. إذا سقط ضوء طول موجته (1000 Å) على مهبط هذه الخلية، وضّح فيما إذا كان يمر تيار كهروضوئي في هذه الخلية.



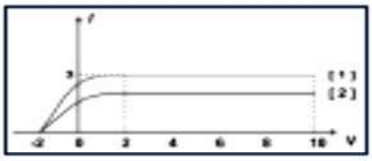
1. $h = \frac{\Delta K_{max}}{\Delta f} = \frac{1.6\times10^{-19}\times(0.825-0)}{(1.3-1.1)\times10^{15}} = 6.6\times10^{-34}\ J.s$

$$\phi = hf_o = 6.6\times10^{-34}\times1.1\times10^{15} = 7.26\times10^{-19}\ J$$

2. $E_{photon} = \frac{hc}{f} = \frac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^8}{1000\times10^{-10}} = 1.98\times10^{-18}\ J$

$$E_{photon} > \phi$$

طاقة الفوتون الساقط أكبر من اقتران الشغل لذلك يتحرر إلكترونات من سطح الخلية فيمر تيار كهروضوئي.



س7: يمثل الشكل المجاور العلاقة بين الجهد الكهربائي والتيار المار في الخلية الكهروضوئية الممثل في المنحنى [1]. مستعيناً بالقيم المبينة على الشكل، أوجد:

أ) الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة من سطح الفلز (بالجول) .

ب) تردد الفوتون الساقط على باعث الخلية، إذا علمت أن اقتران الشغل الكهروضوئي للفلز (3.2×10^{-19} J) .

ج) إذا استبدل الضوء الساقط بآخر فحصلنا على المنحنى [2] في الشكل، قارن بين المنحنيين من حيث تردد الضوء الساقط وشدته.

س (7) :

1. $K_{max} = q_e V_0 = 1.6\times10^{-19}\times2 = 3.2\times10^{-19}\,J$
2. $hf = \phi + K_{max}$

$$6.626\times10^{-34}\times f = 3.2\times10^{-19} + 3.2\times10^{-19}$$

$$f = 9.658\times10^{14}\,HZ$$

3. المنحنيين متساويين في جهد القطع، لذلك تردد الضوء الساقط ثابت ، والطاقة الحركية ثابتة. أما المنحنى (1) له شدة إضاءة أكبر لأن تيار الإشباع له أكبر، حيث كلما زادت شدة الإضاءة يزداد عدد الفوتونات المتحررة فيزداد تيار الإشباع.

س8: انتقل إلكترون ذرة الهيدروجين المثارة من المستوى الرابع إلى مستوى جديد باعثاً ضوءاً مرئياً، ثم أسقط الفوتو المنبعث على مهبط خلية كهروضوئية اقتران الشغل لمادته (1.68×10^{-19} J)، احسب جهد القطع عندئذ.

يجب أن يكون طاقة الفوتون الساقط على الخلية أكبر من اقتران الشغل ولا يتحقق ذلك إلا عند انتقال الإلكترون من المستوى الرابع إلى الثاني ، وكذلك من المستوى الرابع للأول، لذلك يوجد حلان للسؤال.

1. $$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2}\right) = 1.1\times10^{7}\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right) \longrightarrow \lambda = 4.85\times10^{-7}\,m$$

$$E_{photon} = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.626\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{4.85\times10^{-7}} = 4.1\times10^{-19}\,J$$

$$E_{photon} = \phi + q_e V_0 \longrightarrow V_0 = \frac{E_{photon} - \phi}{q_e} = \frac{4.1\times10^{-19} - 1.68\times10^{-19}}{1.6\times10^{-19}}$$

$$V_0 = 1.51\,V$$

س9: إلكترون كتلته (9.11×10^{-31} kg) يتحرك في مدار ما في ذرة الهيدروجين، فإذا كان الزخم الزاوي له يساوي (4.2×10^{-34} J.s)، وأن نصف قطر المدار الأول لذرة الهيدروجين (0.529 Å)، احسب:

أ- نصف قطر المدار الذي يتحرك فيه الإلكترون.

ب- طول الموجة المصاحبة للإلكترون في هذا المستوى.

1. $n = 4$

$$L = \frac{nh}{2\pi} = \frac{n\times6.626\times10^{-34}}{2\pi} = 4.2\times10^{-34} \longrightarrow n = 2$$

$$r_2 = n^2 r_1 = (4)^2 \times 0.529\times10^{-10} = 8.464\times10^{-10}\,m$$

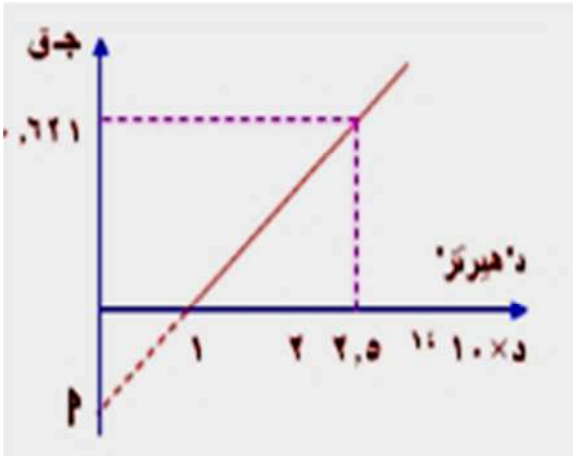
2. $$n\lambda = 2\pi r_2 \longrightarrow \lambda = 2\pi n r_1 = 2\pi\times4\times0.529\times10^{-10} = 13.24\times10^{-10}\,m$$

س11: احسب طاقة الربط لنواة الحديد ($^{56}_{26}Fe$)، ثم احسب طاقة الربط النووية لكل نيوكليون، علما أن كتلة نواة الحديد تساوي (55.9206 u)

$$E_{bin} = \{(Z \times m_p + N \times m_n) - M_p\}c^2$$
$$= \{(26 \times 1.0073 + 30 \times 1.0087) - 55.9206\}u \times c^2$$
$$E_{bin} = \{0.5302\}\not{u} \times 931.5 \frac{MeV}{\not{u}} = 493.88\,MeV$$
$$E_n = \frac{E_{bin}}{A} = \frac{493.88}{56} = 8.82\,MeV$$

سؤال هام

الشكل المجاور يبين منحنى (التردد- فرق الجهدالقطع) لخلية كهروضوئية عند سقوط ضوء بترددات مختلفة عليها ، بالأعتماد على الرسم ، أحسب :



أ. ثابت بلانك
ب. اقتران الشغل لمادة مهبط الخلية
ج. ماذا تمثل النقطة أ على الشكل وأحسب قيمتها

الأجابة

هـ د = Φ + ط ح
ط ح = هـ د - Φ
جـ . = (هـ /ش)د - Φ/ ش
بالمقارنة مع ص = م س - ب
الميل للمنحنى = ه / ش ،، قيمة النقطة أ = Φ/ ش
أ. ه = الميل × ش
= ((٠,٦٢١ – صفر / (٢,٥ – ١) × ١٠ $^{-١٤}$)) ×١,٦ × ١٠ $^{-١٩}$
ثابت بلانك = ه = ٦,٦٢٤ × ١٠ $^{-٣٤}$ جول .ثانية .
ب. اقتران الشغل للخلية = Φ= ه د.
= ٦,٦٢٤ × ١٠ $^{-٣٤}$×١ ×١٠ $^{-١٤}$= ٦,٦٢٤ ×١٠ $^{-٢٠}$ جول.
جـ. النقطة أ = جهد القطع = جـ . = Φ/ ش
= ٦,٦٢٤ ×١٠ -٢٠ / ١,٦ × ١٠ -١٩= ٠,٤١٤فولت