المبدع في الفيزياء

أعداد الاستاذ:محمد الغرايبة

مركز الجامعة

العقبة

0787684738

أعداد الاستاذ محمد الغرايبة

الفصل السادس

فيزياء الكم

اعداد الاستاذ: محمد الغرايبة

مقدمة

جاءت نظرية الكم في القرن العشرين لحل العديد من المشكلات التي لم تستطع الفيزياء الكلاسكية حلها مثل :

1. الظاهرة الكهروضوئية 2. ظاهرة كومبتون 3. ظاهرة الأطياف الذرية 4. استقرار الذرات .

وجاء الحل على يد العالم ماكس بلانك في اقتراحه لمبدأ تكميم الطاقة كما يلي :

فرضية التكميم لبلانك

- **<u>فرضية بلانك</u> : الإشعاع (الطاقة الكهرومغناطيسية) تُشَع أو تمتص على شكل مضاعفات لكمية اساسية غير قابلة للتجزئة تتناسب مع تردد مصدر الإشعاع .**

ما هو سبب ظهور هذا الإشعاع في عملية التسخين ؟

عند ارتفاع درجة حرارة المادة فوق الصفر المطلق ، فإن الذرات تبدأ بالاهتزاز لتشع طاقة وحسب النظرية الكلاسكية يكون هذا الإشعاع متصلا .

* نحسب الوحدة الأساسية للطاقة من العلاقة :

$$ط = هـ \, ت_د$$

$ت_د$: تردد الاشعاع . (١/ث) (هيرتز)

هـ : ثابت بلانك = $٦،٦ \times ١٠^{-٣٤}$ (جول . ث)

ط : الطاقة الأساسية للفوتون الساقط . (جول)

- وهذا يعني أن الطاقة المنبعثة تكون مكماة مثلها مثل الشحنة و تكون من **<u>مضاعفات المقدار (هـ $ت_د$).</u>**

اعداد الاستاذ محمد الغرايبة

- تردد الضوء (ت$_د$) يتناسب عكسياً مع الطول الموجي (λ) ، حسب العلاقة التالية :

$$\lambda = \frac{س}{ت_د} \longleftarrow ت_د = \frac{س}{\lambda}$$

س : سرعة الضوء بالفراغ ، (س= ٣ X ١٠^{٨} م / ث) .

- بيّن بلانك أن الطاقة مكممة كتكمية الشحنة حيث أن مقدار الشحنة هو من المضاعفات الصحيحة لشحنة الإلكترون فإن الطاقة التي تمتصها أو تشعها ذرات المادة من المضاعفات الصحيحة للكمية (هـ ت$_د$) .
- نجحت هذه الفرضية في تفسير الظاهرة الكهروضوئية والأطياف الذرية.
- طاقة الفوتون لا تتجزأ.
- زيادة شدة الضوء لإشعاع معين تعني زيادة عدد الفوتونات (مع بقاء التردد ثابت).
- شدة الضوء = عدد الفوتونات × طاقة الفوتون الواحد
- نجحت هذه الفرضية في تفسير إشعاع الجسم الأسود حيث أنه نتيجة لاهتزاز جزيئات وذرات الجسم الساخن ينبعث الإشعاع من الجسم على شكل كمات محددة من الطاقة يعتمد مقدارها على تردد الجزيء أو الذرة.

علل : لم تكون نظرية بلانك مقبولة في البداية ؟

لأنها لم تكن منسجمة مع ما كان سائدا من قوانين حيث كانت تفترض تلك القوانين أن الطاقة قابلة للتجزئة .

ما هي أهمية فرضية بلانك للفيزياء الحديثة ؟

شكلت هذه النظرية الأساس فيما بعد لتفسير الظاهرة الكهروضوئية والأطياف الذرية.

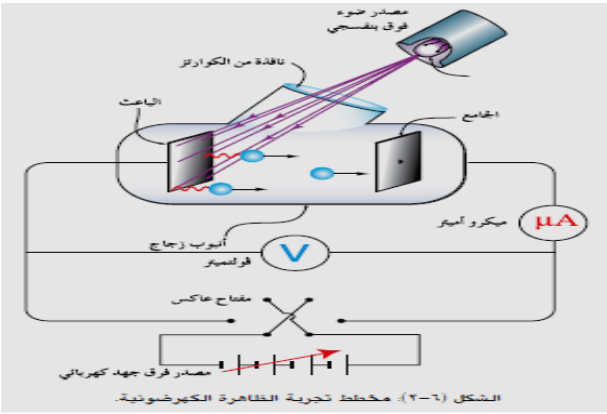
أعداد الأستاذ: محمد الغرايبة

(٦-٢) : الظاهرة الكهرضوئية :

- هي ظاهرة انبعاث إلكترونات من أسطح فلزات معينة عند سقوط ضوء مناسب عليها .

اول من درس الظاهرة الكهروضوئية العالم لينارد ، حيث :

(خلية كهروضوئية)



الشكل (٦-٢): مخطط تجربة الظاهرة الكهرضوئية.

١- ركب دارة كما في الشكل المقابل .

٢- لاحظ ان سقوط ضوء فوق بنفسجي على الباعث ينحرف مؤشر الميكروأميتر مما يدل على سريان تيار كهربائي بين اللوحين منشؤه الالكترونات المنبعثة من الباعث والمتجه نحو الجامع .

٣- بعد ذلك قام لينارد بعكس اقطاب البطارية كي ينشأ مجال كهربائي يعاكس حركة الالكترونات وبدأ بمقدار صغير لفرق الجهد .

٤- بدأ بزيادة فرق الجهد تدريجيا فلاحظ ان قرأءة الميكروميتر تتناقص تدريجيا الى ان تصبح صفر .

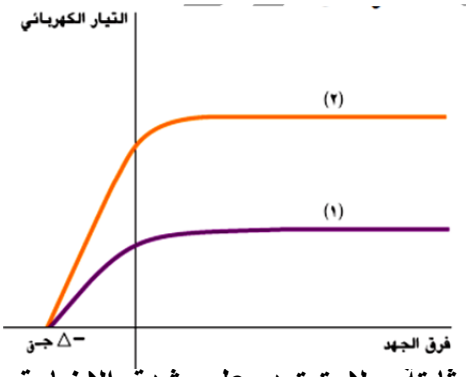
٥- عندما يصبح فرق الجهد بين اللوحين كافيا لايقاف الالكترونات وتصبح قراءة الميكروأميتر صفرا يسمى هذا المقدار جهد الايقاق او جهد القطع (Δ جـ ق) .

* ويرتبط جهد القطع بالطاقة الحركية العظمى (ط ح عظمى) بالعلاقة التالية :

ط ح عظمى = ش$_e$ Δ جـ ق (ط ح عظمى ∞ Δ جـ ق)

ش$_e$: شحنة الإلكترون

Δ جـ ق: جهد القطع(الإيقاف)

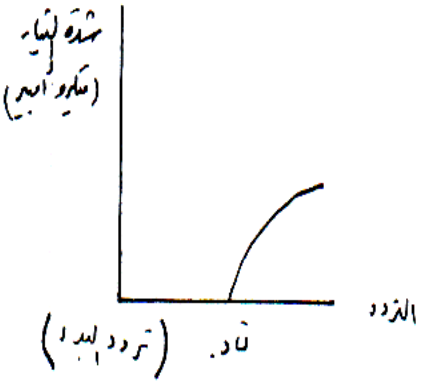


- **عند تمثيل العلاقة بين التيار و فرق الجهد نحصل على النتائج التالية :**

١) العلاقة طردية غير خطية بين التيار وفرق الجهد

٢) عند زيادة شدة الضوء يزداد التيار ويبقى جهد القطع ثابت
ما دلالة ذلك (المنحنى2) ذلك يعنى ان الطاقة الحركية للإلكترونات تبقى ثابتة ولا تعتمد على شدة الإضاءة .

٣) عند استخدام ضوء ذات تردد اكبر ومساوي فى شدة الإضاءة للضوء (1) نحصل على الشكل التالي ، ونلاحظ ان جهد القطع يزداد (ما دلالة ذلك)؟ ذلك يعني ان الطاقة الحركية للالكترونات تعتمد على تردد الضوء الساقط وليس على شدة الإضاءة .



(ت١ : ينتج عن شدة إضاءة خفيفة)
(ت٢ : ينتج عن شدة إضاءة كبيرة).

✓يزداد جهد القطع بزيادة تردد الضوء الساقط على الباعث.
✓تزداد الطاقة الحركية العظمى $ط_{عظمى}$ بازدياد تردد الضوء الساقط على الباعث.

✓ الخلية الكهروضوئية : جهاز يستخدم لتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربائية.

✓ نافذة الخلية الكهروضوئية من مادة الكوارتز لأنها تسمح بنفاذ الأشعة فوق البنفسجية من خلالها (لا نستخدم الزجاج لأنه لا يسمح بنفاذ الأشعة فوق البنفسجية فقط ينفذ الضوء المرئي).

سؤال : ماذا نعني بتردد العتبة ؟

تردد العتبة : اقل تردد للضوء الساقط يلزم لتحرير الإلكترونات من سطح الفلز ويرمز له بالرمز ($ت_د$)

- مثلاً : تردد العتبة للصوديوم = ٥،٢ X $١٠^{١٤}$ هيرتز ، يعني أنه إذا سقط على سطح الصوديوم **ضوء تردده اقل من هذا المقدار** فلن تنبعث منه الالكترونات مهما كانت شدة الضوء .

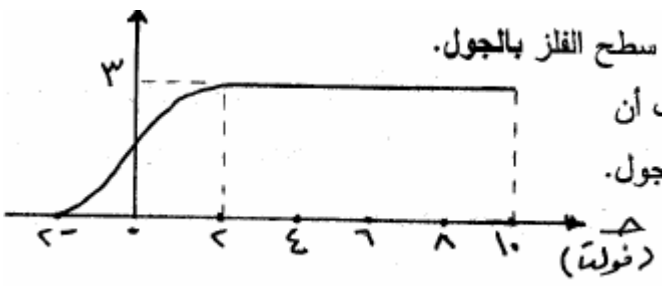
- الفيزياء الكلاسيكية فشلت في تفسير ظاهرة التأثير الكهروضوئي حيث اعتبرت أن الضوء ذو طبيعة موجية وطاقة الموجات الضوئية عند سقوطها على سطح الباعث فإن الإلكترونات تمتص الطاقة بشكل مستمر (الإلكترون يمتص طاقة عدد من الفوتونات)وبالتالي إذا ازدادت شدة الإضاءة تزداد الطاقة الحركية وهذا يخالف النتائج التجريبية ولا يتفق معها.

النتائج التي اكتشفها لينارد وأثبت صحتها	الأمور التي أثبت لينارد خطأها في الفيزياء الكلاسيكية
١. طاقة الفوتون التي يمتصها الالكترون تقسم لجزأين : طاقة لتحرير الالكترون من الذرة وطاقة حركية ينبعث بها . ٢. الالكترونات المتحررة تتفاوت في طاقتها الحركية . ٣. ط للالكترونات المنبعثة تتناسب طردياً مع جهد القطع . ٤. ط للالكترونات المنبعثة تتناسب طردياً مع تردد الفوتون الساقط . ٥. التيار الكهربائي الناتج يتناسب طردياً مع شدة الضوء الساقط . ٦. كل فلز له تردد عتبة خاص به بحيث لا يمكن للفلز أن يبعث أي الكترون اذا نقص تردد الضوء الساقط عن هذا المقدار مهما كانت شدة الضوء الساقط .	١- الالكترونات المتحررة تمتلك نفس الطاقة الحركية . ٢- ط للالكترونات المنبعثة تتناسب طردياً مع شدة الضوء الساقط . ٣- تردد الفوتون الساقط ليس له علاقة بطاقة الالكترونات الحركية . ٤- تمتص الالكترونات طاقة الضوء على نحو مستمر

مثال ١ : وزارة ٢٠٠٩ الدورة الصيفية : يمثل الرسم البياني العلاقة بين الجهد الكهربائي والتيار المار في الخلية الكهروضوئية ، مستعينا بالقيم المثبتة على الرسم أوجد

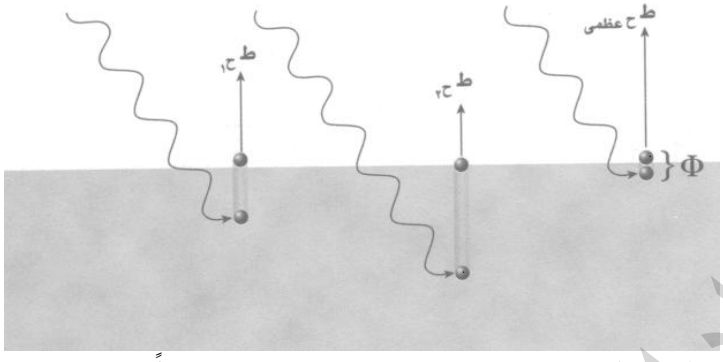
١ – مقدار فرق جهد القطع للفلز .

٢ –الطاقة الحركية العظمى للالكترونات المنبعثة من سطح الفلز بالجول .



اعداد الاستاذ محمد الغرايبة

(٦-٢-١) : تفسير آينشتين للظاهرة الكهرضوئية :



١. الضوء ينطلق من المصدر على شكل نبضات ويتكون من جسيمات صغيرة جداً تسمى فوتونات وكل فوتون يحمل مقداراً من الطاقة يعتمد على تردده .

٢. طاقة الضوء لا تعتمد على شدته وإنما على تردده فقط حيث إن زيادة شدة الضوء تعمل على زيادة عدد الفوتونات .

٣. عند سقوط الضوء على سطح معدن له دالة شغل (Φ) فان طاقة الفوتونات تُمتص بواسطة الإلكترونات الحرة الموجودة في المدارات الخارجية للذرات وبالتالي إذا كانت طاقة الفوتون أكبر من دالة الشغل فإن الإلكترونات تنطلق وتحدث ظاهرة التأثير الكهروضوئي.

$$\Phi = هـ \, ت_د$$

- **ويقاس اقتران الشغل للفلزات بوحدة الإلكترون فولت ، حيث : الإلكترون فولت = ١.٦ × ١٠$^{-١٩}$ فولت ويعرف الإلكترون فولت بـ " الطاقة التي يكتسبها إلكترون عندما يتحرك عبر فرق جهد مقداره ١ فولت " .**

- **أن طاقة الفوتون المتبقية بعد تحرير الالكترون من المادة يتحول الى طاقة حركية ، حيث :**

طاقة الفوتون (ط) = اقتران الشغل (Φ) + الطاقة الحركية العظمى (ط ح عظمى)

وبالرموز :

$$هـ \, ت_د = هـ \, ت_د + ط_{ح\ عظمى}^{٢}$$

وكما مر بك سابقا فأن: $س = \lambda \, ت_د$

$$ط_{ح\ عظمى} = ش_e \, جـ_ق$$
$$ط_{ح\ عظمى} = \frac{١}{٢} \, ك \, ع^{٢}$$

حيث س : ثابت سرعة الضوء = ٣ × ١٠^{٨} م/ث ، λ : الطول الموجي للضوء ، ت د : تردد الضوء الساقط .

سؤال :

١- لماذا يبقى فرق جهد القطع ثابتا بالرغم من زيادة شدة الضوء الساقط ؟

زيادة شدة الضوء تعني زيادة عدد الفوتونات فقط ، وبما ان طاقة الفوتون لم تتغير (ط= هـ ت د) ، لذلك فأن الطاقة الحركية العظمى للالكترونات تبقى ثابتة ، وبما أن ط ح = ش جـ ق ، اذا يبقى فرق جهد القطع ثابت .

٢- ماذا يحدث للتيار الكهربائي عند زيادة شدة الإضاءة ؟ كيف تفسر ذلك ؟

يزداد ، بسبب زيادة عدد الفوتونات الساقطة وبالتالي زيادة عدد الالكترونات المتحررة .

٣- ماذا يحدث لفرق جهد القطع عند زيادة تردد الضوء الساقط مع بقاء شدة الضوء ثابتة ؟

يزداد ، لان طاقة الفوتون تزداد .

- **نماذج تفسير الضوء :**

١. النموذج الموجي : الذي ينص على أن الضوء
عبارة عن موجات بدليل (حيود الضوء ، تداخل الضوء ، تردد الضوء ، الطول الموجي للضوء) .
٢. النموذج الجسيمي : الذي ينص على أن الضوء عبارة عن جسيمات مادية .

- وهذا يعني أن النموذج الجسيمي للضوء نجح في تفسير الظاهرة الكهروضوئية وذلك لأن الفوتون تفاعل مع الجسيمات (الالكترونات) .
- **<u>حل السؤال (ص ٢٠١) :</u>**

١- طاقة الفوتونات ثابتة لذا تكون الطاقة الحركية العظمى ثابتة ومنها يكون جهد القطع ثابت بغض النظر عدد الفوتونات الساقطة .
٢- يزداد التيار بسبب زيادة عدد الإلكترونات المتحررة لأن عدد الفوتونات الساقطة إزداد .
٣- يزداد فرق جهد القطع بسبب زيادة الطاقة الحركية العظمى (بسبب زيادة التردد) .

الفلز	اقتران الشغل (إلكترون فولت)
صوديوم	٢،٤٦
ألمنيوم	٤،٠٨
نحاس	٤،٦٥
حديد	٤،٥٠
رصاص	٤،٢٥
بوتاسيوم	٢،٣
كالسيوم	٢،٨٧

الجدول (٦-١) اقتران الشغل لبعض الفلزات

• مثال (٦ – ١) :

سقط ضوء طول موجته ٣٠٠ نانومتر على سطح الصوديوم ، احسب :

١- الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة .

٢- فرق جهد القطع .

من الجدول (٦ – ١) نجد أن :

$\Phi_{\text{صوديوم}} = ٢،٤٦ \text{ ev}$

الحل :

١) $ت_د = \frac{س}{\lambda} = \frac{٣ \times ١٠^{-٧}}{٣ \times ١٠^{-٨}} = ١ \times ١٠^{١٥}$ هيرتز .

$= ٢،٤٦ \times ١،٦ \times ١٠^{-١٩}$

$= ٣،٩٤ \times ١٠^{-١٩}$ جول .

$هـ ت_د = Ø + ط_{\text{حظمى}}$

$٦،٦ \times ١٠^{-٣٤} \times ١ \times ١٠^{١٥} = ٣،٩٤ \times ١٠^{-١٩} + ط_{\text{حظمى}}$

$ط_{\text{حظمى}} = ٦،٦ \times ١٠^{-١٩} - ٣،٩٤ \times ١٠^{-١٩}$

$ط_{\text{حظمى}} = ٢،٦٦ \times ١٠^{-١٩}$ جول .

٢) $ط_{\text{حظمى}} = جـ_ق$

$٢،٦٦ \times ١٠^{-١٩} = ١،٦ \times ١٠^{-١٩} \times جـ_ق$

$جـ_ق = ١،٦٦$ فولت .

اعداد الاستاذ: محمد الغرايبة

- **حل السؤال (ص ٢٠٢) :**

في المثال السابق احسب أكبر طول موجي يلزم لتحرير إلكترونات من سطح فلز .

الحل :

- **أكبر طول موجي لأقل تردد (تردد العتبة) .**

$$\lambda_{أكبر} = \frac{س}{ت_{د}^{\circ}}$$

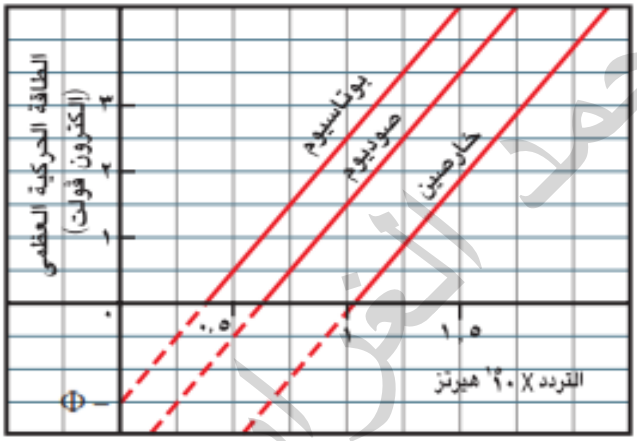
$$\Phi = هـ ت_{د}^{\circ} \longleftarrow ٣،٩٤ \times ١٠^{-١٩} = ٦،٦ \times ١٠^{-٣٤} \times ت_{د}^{\circ}$$

$$ت_{د}^{\circ} = ٠،٦ \times ١٠^{١٥} \text{ هيرتز .}$$

$$\lambda = \frac{س}{ت_{د}^{\circ}} = \frac{٣ \times ١٠^{٨}}{٠،٦ \times ١٠^{١٥}} \longleftarrow \lambda = ٥ \times ١٠^{-٧} = ٥٠٠ \text{ نانو متر .}$$

تجربة مليكان :

كان العالم مليكان أول من اجري تجربة للتحقق من صحة ما تنبأ به آينشتين ، حيث درس العلاقة بين تردد الضوء والطاقة الحركية العظمى للالكترونات الضوئية ، ويبين الشكل المقابل النتائج التي حصل عليها مليكان :



الشكل (٦-٥): العلاقة بين تردد الضوء والطاقة الحركية العظمى.

١- الخطوط الناتجة في الرسمة متوازية وثابتة الميل

٢- القيمة الثابتة لهذه الخطوط تمثل ثابت بلانك .

٣- تمثل نقطة تقاطع امتداد المنحنى مع محور الصادات اقتران الشغل للفلز .

٤- تمثل نقطة تقاطع المحنى مع محور السينات تردد العتبة.

- **علام تدل المنحنيات المتوازية ؟**
  ميلها متساوي .
- **احسب ميل أحد الخطوط وقارنه بثابت بلانك ماذا تستنتج ؟**
  ميل الخط المستقيم يساوي ثابت بلانك
- **بين ماذا تمثل نقطة تقاطع المنحنى مع محور التردد ؟**
  تردد العتبة للفلز .
- **هل يتمكن ضوء تردده (٠،٧٥ X ١٠^١٥) هيرتز من تحرير إلكترونات من سطح البوتاسيوم ؟ ماذا لو سقط على الخارصين ؟**
  البوتاسيوم نعم ، الخارصين لا .
- **أي الفلزات الثلاثة يتطلب تحرير إلكترونات من سطحه أكبر طاقة ؟**
  الخارصين .

مثال ٢ : وزارة ٢٠٠٣ : سقط ضوء تردده ٠.٨ × ١٠^١٥هيرتز على سطح فلز الصوديوم اذا كان اقتران الشغل للصوديوم يساوي ٢.٥ الكترون فولت ، فاحسب ما يلي :

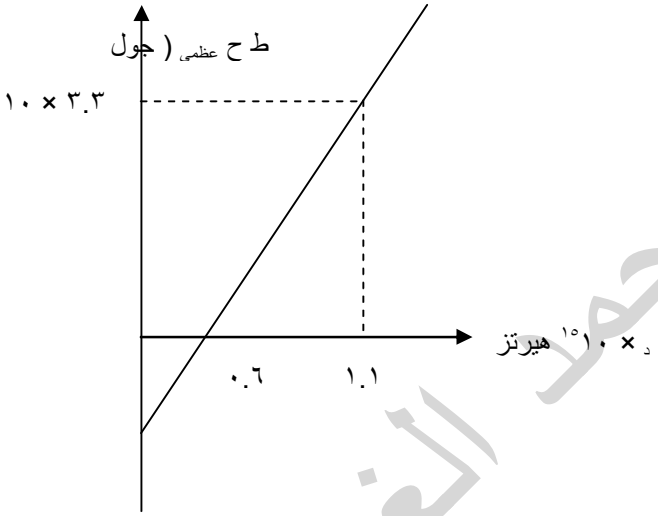
١- تردد العتبة للصوديوم .

٢- الطاقة الحركية العظمى للالكترونات المنبعثة من سطح الفلز .

مثال ٣ :وزارة ٢٠٠٣ : يمثل الرسم البياني المجاور العلاقة بين تردد الضوء الساقط والطاقة الحركية العظمى للالكترونات المنبعثة في الخلية الكهروضوئية بالاعتماد على المعلومات المثبتة على الرسم ، احسب ما يأتي :

١- اكبر طول موجي يستطيع تحرير الالكترونات من مهبط الخلية .

٢- ثابت بلانك .



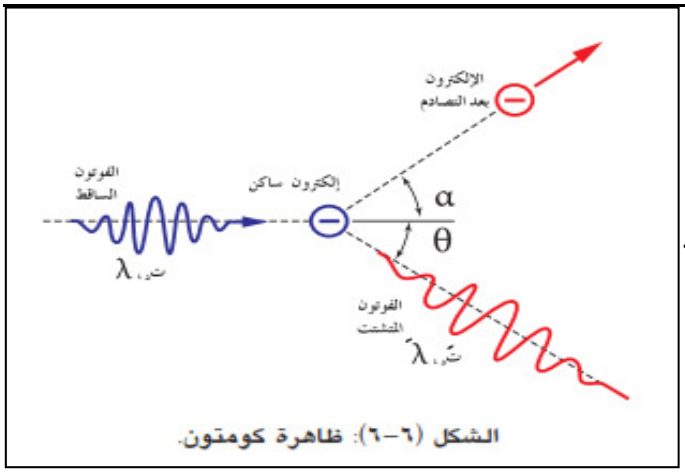
مثال ٤ : وزارة ٢٠٠٢ :في الخلية الكهروضوئية اذا كانت الطاقة الحركية العظمى للالكترونات الضوئية المنطلقة من الباعث (٣.٤ × ١٠^-١٩) جول والطول الموجي اللازم لبدء مرور التيار في الخلية (٦٠٠٠) انغستروم ، احسب :

١- اقتران الشغل لمادة الباعث .

٢- جهد القطع (الايقاف) .

اعداد الاستاذ: محمد الغرايبة

(٦-٣) ظاهرة كومتون :



الشكل (٦-٦): ظاهرة كومتون.

أجرى العالم كومبتون تجربة لاحظ فيها

١. تشتت الأشعة السينية عند سقوطها على هدف من الجرافيت.

٢. كما أن تردد الأشعة المتشتتة اقل من تردد الأشعة الساقطة .

فسر كومبتون النتائج التي لاحظها بان الأشعة السينية تسقط بشكل فوتونات (جسيمات) ولكل فوتون طاقة (هـ ت) وعندما يصطدم الفوتون بإلكترون حر في حالة السكون ينتقل جزء من طاقة الفوتون للإلكترون على شكل طاقة حركية يتحرك بها صانعا زاوية (α) مع امتداد اتجاه حركة الفوتون الساقط ،أما الفوتون فينحرف عن مساره بزاوية (θ) وتكون طاقة الفوتون المتشتت(هـ ت′).

- أثبت كومتون أن هذا التصادم يخضع لقانون حفظ الطاقة وأن **{الزيادة في طاقة اللإلكترون تساوي النقصان في طاقة الفوتون }** ، كما يلي :

[**طاقة الفوتون الساقط = طاقة الفوتون المنحرف + طاقة اللإلكترون الحركية** .]

$$\{ \text{هـ ت} = \text{هـ ت}' + \text{ط}_{\text{ح}_e} \}$$

- بقي أن يتحقق كومتون من قانون حفظ الزخم للتصادم { **خ = ك ع** } ، فواجهته مشكلة عدم وجود كتلة للفوتون ، فاستعان بنظرية آينشتين النسبية مستخدماً أن للفوتون زخماً محدد مقداره {خ = $\frac{\text{هـ}}{\lambda}$ } .

خ : الزخم الخطي للفوتون .
هـ : ثابت بلانك .
λ : الطول الموجي للفوتون .

$$\frac{\text{هـ}}{\lambda} = \frac{\text{هـ}}{\lambda'} + \text{ك}_e \text{ ع}_e \qquad \textbf{(معادلة حفظ الزخم)} \ .$$

* هكذا استطاع كومتون إثبات أن الزخم محفوظ .

* أثبتت هذه الظاهرة أن التصادم بين {الضوء و الجسيمات يخضع للقوانين ذاتها التي تنطبق على التصادم التام المرونة بين الأجسام المادية ، **مما يثبت أن للضوء طبيعة جسيمية .**

(٦-٤) : الطبيعة المزدوجة للمادة (الجسيمات):

سؤال : هل الضوء جسيمات أم موجات ؟

✓للضوء طبيعة موجية وأخرى طبيعة جسيميه (يسلك الضوء سلوك الأمواج أحيانا و أحيانا أخرى يسلك سلوك الجسيمات)

الطبيعة الموجية – التردد ، الطول ألموجي.

الطبيعة الجسمية– الكتلة ، كمية التحرك.

✓لا يمكن للضوء أن يسلك سلوك الأمواج و الجسيمات في آن واحد .

✓من الظواهر التي تؤيد النموذج الجسمي للضوء (الفوتونات):الظاهرة الكهروضوئية ، ظاهرة كومبتون.

✓من الظواهر التي تؤيد النموذج الموجي للضوء :تداخل الضوء ، حيود الضوء.

• بما أن للضوء طبيعة جسيمية **فهل للجسيمات المادية طبيعة موجية** ؟ **(مهم مهم)**

* إقترح العالم دي بروي أن للجسيمات المادية خصائص موجية فإذا كان زخم الفوتون { خ = $\frac{هـ}{\lambda}$ } فإن طول موجته { $\lambda = \frac{هـ}{خ}$ } ، ويمكن تعميم هذه العلاقة لتشمل الجسيمات المادية ، أي أنه يوجد موجات تصاحب حركة الجسم المادي والطول الموجي لها يساوي

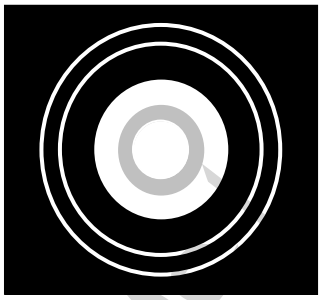
{ $\lambda = \frac{هـ}{خ}$ } ⟵ { $\lambda = \frac{هـ}{ك ع}$ } .

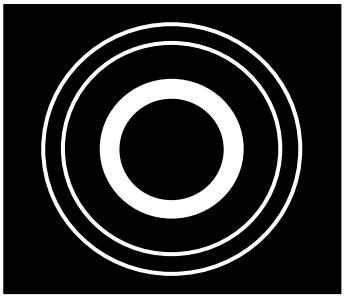
(λ) : **طول الموجة المصاحبة للجسيم المادي المتحرك** ، (**موجة دي بروي**) .

سؤال: لماذا لا نلمس الصفة الموجية للأجسام في حياتنا؟ بسبب الكتلة الكبيرة للجسم التي تجعل الطول ألموجي المصاحب لحركة الأجسام أقصر من أي طول موجي يمكن للإنسان قياسه.

بقي ما طرحه دي بروي دراسة نظرية بحتة لمدة ثلاث سنوات حينما لاحظ العالمان دافيسون وجيرمر نمطا من حيود لالكترونات عند سقوط حزمة منها على بلورة من مادة صلبة ، وتمكنا من حساب طول موجة الالكترون ، وقد جاءت النتائج التجريبية متفقة مع معادلة دي بروي.

حيود الالكترونات حيود الاشعة السينية





مثال : (٦-٢) : قذف حجر كتلته ٥٠غم بسرعة ابتدائية ٤٠م/ث . احسب طول موجة دي بروي المصاحبة لهذا الحجر ؟

الحل :

$$\lambda = \frac{هـ}{ك ع} = \frac{٦،٦ \times ١٠^{-٣٤}}{٥٠ \times ١٠^{-٣} \times ٤٠} \qquad \lambda = ٣،٣ \times ١٠^{-٣٤} \text{ م .}$$

سؤال : احسب طول موجة دي بروي المصاحبة لإلكترون يتحرك بسرعة (١ X ١٠^٧ م / ث) . علما" بأن ك$_e$ = ٩،١١ X ١٠^-٣١ كغم .

الحل :

$$\lambda = \frac{هـ}{ك ع} = \frac{٦،٦ \times ١٠^{-٣٤}}{٩،١١ \times ١٠^{-٣١} \times ١٠^{٧}} \qquad \lambda = ٧،٢ \times ١٠^{-١١} \text{ م .}$$

• نلاحظ صغر طول الموجة المصاحبة **للأجسام المنظورة** ، أي أن الطبيعة الموجية لا تظهر بوضوح في عالم الأجسام الكبيرة (الجاهرية). وتم الاستفادة من الخصائص الموجية للإلكترونات عملياً في تصميم المجهر الإلكتروني لرؤية التفاصيل الدقيقة للأجسام الدقيقة .

- **مبدأ عمل المجهر الالكتروني :**

المجهر الالكتروني : تم الاستفادة من الخصائص الموجية للالكترونات عمليا في تصميم المجهر الالكتروني ، حيث له قوة تمييز عالية تفوق قوة تمييز المجهر الضوئي ، فعندما تسرع الالكترونات يزداد زخمها ويقل طولها الموجي،وبالتالي نحصل على موجات قصيرة تزيد من قوة التمييز للمجهر

(٦-٥) : الأطياف الذرية :

الأجسام الساخنة تبعث إشعاعاً حرارياً يتألف من طيف متصل من الموجات وهو ما يسمى **بالطيف المتصل** .

- يتم تحليل الضوء باستخدام جهاز يسمى **المطياف** .

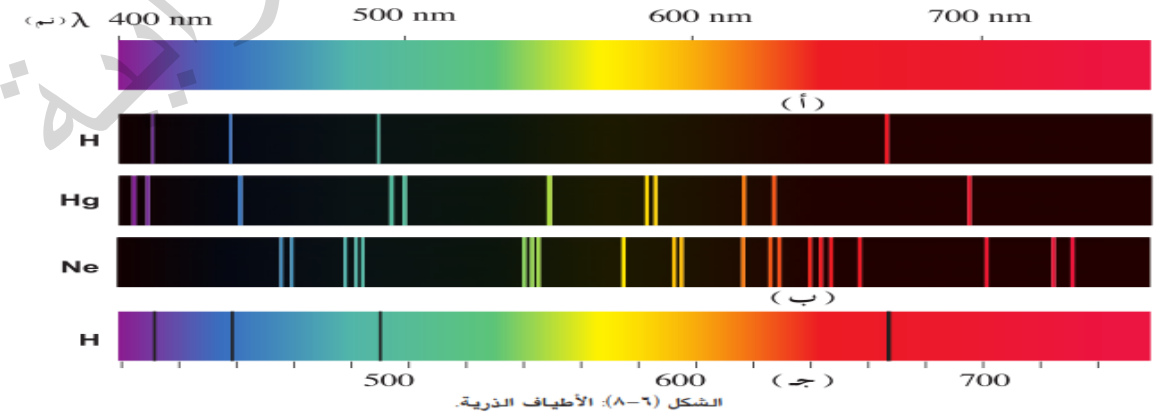
- **أنواع الاطياف الذرية :**

١) **الطيف المتصل : هو طيف يتكون من ألوان الطيف السبعة كاملة دون فراغات .**
نحصل عليه بتحليل الضوء قبل مروره بأي غاز .

٢) **طيف الامتصاص الخطي : هو طيف متصل يتخلله خطوط سوداء ذات أطوال موجية محددة .**
*** نحصل عليه بتحليل الضوء بعد مروره بغاز معلوم ، لكل عنصر طيف امتصاص خاص به وهو صفة مميزة للعنصر .**

٣) **طيف الانبعاث الخطي : هو عبارة عن خطوط ملونة ذات أطوال موجية محددة تظهر على خلفية سوداء .**
*** نحصل عليه عند وضع العنصر (بحالته الغازية) تحت ضغط منخفض في أنابيب التفريغ الكهربائي ، لكل عنصر طيف انبعاث خاص به وهو صفة مميزة للعنصر .**

- ينحصر الطول الموجي للضوء المرئي بين (٤٠٠ – ٧٥٠) نانومتر **تقريبا"** حيث توجد هذه المنطقة بين منطقة **الأشعة تحت الحمراء (أكبر من ٧٥٠ نم)** و منطقة **الأشعة فوق البنفسجية (أقل من ٤٠٠ نم)** .



الشكل (٦-٨): الأطياف الذرية.

- من دراسة العلماء لطيف الهيدروجين لوحظ ظهور أربعة خطوط ملونة في **منطقة الضوء المرئي**، حيث أمكن قياس الطول الموجي (λ) لهذه الخطوط فكانت (٦٥٦،٣ ، ٤٨٦،١ ، ٤٣٤،١ ، ٤١٠،٢) نم .

- لاحظ العالم السويسري بالمر توافقاً في هذه الأرقام فوضع متسلسلة بمعادلة تعطي هذه الأطوال الموجية سميت **بمتسلسلة بالمر** ، وهي :

$$\frac{١}{\lambda} = R\left(\frac{١}{٢^{٢}} - \frac{١}{ن^{٢}}\right)$$

- حيث ن = ٣ ، ٤ ، ٥ .... إلخ . R = ثابت ريدبيرغ = ١،٠٩٧ X ١٠^{٧} م$^{-١}$.
- عند التعويض بالمعادلة (ن = ٣) نحصل على الطول الموجي ٦٥٦ نم وهو يناظر الخط الأول ، أما الخطوط الثاني والثالث والرابع فنحصل عليها عندما ن = (٤ ، ٥ ، ٦) على الترتيب

وقد دلت التجارب بعد ذلك على وجود متسلسلات أخرى لطيف ذرة الهيدروجين في منطقة الطيف غير المرئي ، وكل متسلسلة يمكن التعبير عنها بعلاقة رياضية تشبه معادلة بالمر .

متسلسلة ليمان: $\frac{١}{\lambda} = R\left(\frac{١}{٢^{١}} - \frac{١}{ن^{٢}}\right)$ ، ن = ٢، ٣، ٤، ... (٦-٨)

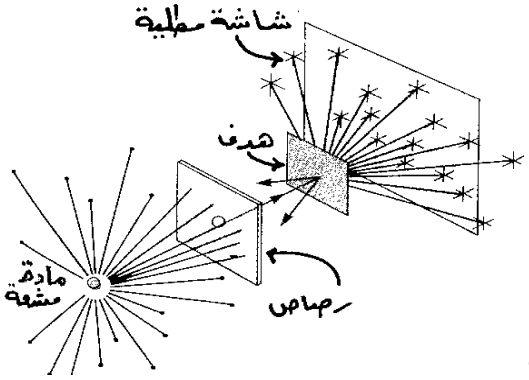
متسلسلة باشن: $\frac{١}{\lambda} = R\left(\frac{١}{٢^{٣}} - \frac{١}{ن^{٢}}\right)$ ، ن = ٤، ٥، ٦، ... (٦-٩)

متسلسلة براكيت: $\frac{١}{\lambda} = R\left(\frac{١}{٢^{٤}} - \frac{١}{ن^{٢}}\right)$ ، ن = ٥، ٦، ٧، ... (٦-١٠)

متسلسلة فوند: $\frac{١}{\lambda} = R\left(\frac{١}{٢^{٥}} - \frac{١}{ن^{٢}}\right)$ ، ن = ٦، ٧، ... (٦-١١)

أعداد الأستاذ محمد الغرايبة

(٦-٥-١) نموذج بور لذرة الهيدروجين :



نموذج رذرفورد

١ -استخدم رذرفورد ورقة رقيقة من الذهب سمكها (٤٠٠ ذرة) وقام ألفا التي تنطلق من قطعة من الراديوم المشعة من خلال ثقب صغير وفي الجهة الأخرى قام بوضع حاجز مطلي بكبريتيد الخارصين (حيث يومض الحاجز عند اصطدام جزيئات ألفا به).

٢ -جسيمات ألفا هي ايونات هيليوم موجبة $_2He^4$

٣ -من خلال ذلك لاحظ رذرفورد ما يلي:

- ✓ معظم جسيمات ألفا تعبر من ورقة الذهب دون تغيير يذكر في مسارها
- ✓ بعض الجسيمات تنحرف بزوايا انحراف كبيرة(عكس ما تنبأ به ثومسون).
- ✓ بعض الجسيمات ترتد من حيث أتت بزاوية ١٨٠ .

نموذج رذرفورد

١-تشغل الذرة حيز كروي يبلغ قطره ١×١٠^{-٨} سم

٢-تتكون الذرة من :-

- ✓ نواة موجبة الشحنة تتركز فيها كتلة الذرة ونصف قطرها ١×١٠^{١٢} سم
- ✓ الالكترونات تدور حول النواة كما (تدور الكواكب) حول الشمس وتمثل الجزء الأكبر الباقي من حجم الذرة وهي سالبة الشحنة وتعمل على معادلة الذرة كهربائياً .

- **المشاكل التي واجهها نموذج رذرفورد :**

١-) الإلكترون أثناء دورانه يشع موجات كهرومغناطيسية على نحو مستمر ، فيكون له طيف منبعث متصلاً وليس خطياً.

٢-) الإلكترون أثناء دورانه حول النواة يشع موجات كهرومغناطيسية ، و يمتلك تسارعاً مركزياً على نحو مستمر مما يعني فقدانها للطاقة تدريجياً ونقصان نصف قطر دورانه حول النواة إلى أن يصطدم بها .

اعداد الأستاذ: محمد الغرايبة

نموذج بور (١٩١٣ م) ، اذ افترض ما يلي :

أ- بتحرك الالكترون في مدارات دائرية بتأثير قوة الجذب الكهربائية بين الالكترون السالب والنواة الموجبة.

ب-يمتلك الالكترون طاقة محددة في المدار الموجود فيه (مستوى طاقة) ولا تتغير هذه الطاقة الى اذا انتقل الى مدار آخر (مستوى طاقة آخر) .

جـ- يمكن ان ينتقل الالكترون من مستوى طاقة الى مستوى طاقة آخر ، حيث :

١-يشع طاقة على شكل فوتون (اذا انتقل من مستوى طاقة عال الى مستوى طاقة منخفض) .

٢-يمتص طاقة (اذا انتقل من مستوى طاقة منخفض الى مستوى طاقة عال او امتص فوتونا طاقته تساوي فرق الطاقة بين المستويين) .

يمكن حساب طاقة الفوتون المنبعث أو الممتص من العلاقة التالية :

(Δط = | ط - ط$_{ه}$ |= هـ ت$_{د}$)،(لكي نحسب التردد يجب ان تكون طاقة الفوتون بوحدة الجول) .

ط$_{ه}$: طاقة المستوى الإبتدائي . ط : طاقة المستوى النهائي .

(هـ ت$_{د}$) : طاقة الفوتون المنبعث أو الممتص بالجول (فرق الطاقة بين المدارين) .

د ـ يمتلك الإلكترون الذي يدور حول النواة زخما زاويا (**الزخم الزاوي = ك ع نق**) ، ويكون لهذا الزخم **"كم"** محدد . فالمدارات المسموح للإلكترون أن يتواجد فيها هي التي يكون فيها الزخم الزاوي للإلكترون من مضاعفات ($\frac{هـ}{\pi ٢}$) ، أي أن :

(ك ع نق = ن $\frac{هـ}{\pi ٢}$) . ن : (رقم المدار) = ١،٢،٣ ....

** يمكن حساب نصف قطر المدار ذي الرقم **(ن)** من العلاقة الآتية :

نق$_{ن}$ = ٥،٢٩ × ١٠$^{-١١}$ ن^{٢} = نق$_{ب}$ ن^{٢}

• إذا (ن = ١) فإن (نق$_{١}$ = ٥،٢٩ × ١٠$^{-١١}$ م)
وهو ما يعرف بنصف قطر بور (**نق$_{ب}$**) .

(نق$_{٢}$ = ٤ نق$_{ب}$) === (نق$_{٣}$ = ٩ نق$_{ب}$) .

*** كما يمكن حساب الطاقة الكلية للإلكترون في المستوى رقم (ن) في ذرة الهيدروجين بوحدة (الإلكترون فولت) ، كما يلي :

$$\text{ط}_{ن} = \frac{-١٣،٦}{ن^{٢}} \quad \text{(إلكترون فولت) . حيث ن = ١،٢،٣.....}$$

- نلاحظ من هذه المعادلة أن **الطاقة الكلية للإلكترون سالبة** ← **يعني أنه يجب تزويد الإلكترون بطاقة لتحريره من الذرة دون إعطائه أي طاقة حركية .**

- المستوى الأول (ن = ١) هو **مستوى الاستقرار** ، ط١ = - ١٣،٦ إلكترون فولت .

- المستويات الأخرى تسمى **مستويات الإثارة** . حيث يمكن للإلكترون الموجود في المدار الأول (الوحيد في ذرة الهيدروجين) الإنتقال إلى هذه المستويات إذا امتص طاقة تساوي فرق الطاقة بين المستويين (حسب الفرض الثالث لنموذج بور) .

- تمكن بور من تفسير الطيف الخطي ، إذ تشير الفرضية الثالثة إلى أن الإشعاع المنبعث أو الممتص يكون منفصلاً وذا تردد محدد ويساوي فرق الطاقة بين المستويين اللذين ينتقل بينهما الإلكترون .

- ويمكن حساب طول موجة الفوتون **المنبعث أو الممتص** حسب المعادلة :

$$\frac{١}{\lambda} = R \left| \frac{١}{ن^{٢}} - \frac{١}{ن_{ه}^{٢}} \right| \quad . \quad R : \text{ثابت ريدبيرغ} = ١،٠٩٧ \times ١٠^{٧} \text{ م}^{-١} .$$

- **ن$_{ه}$** : المدار الابتدائي الذي انتقل منه الالكترون .
- **ن** : المدار النهائي الذي انتقل اليه الالكترون .

- حيث تتفق هذه المعادلة مع متسلسلات (بالمر و ليمان وباشن و براكيت و فوند) .
- وهذه النتائج يمكن تطبيقها **فقط على الأيونات ذات الإلكترون الواحد** مثل ($He^{+١}$ ، $Li^{+٢}$) .

الشكل (٦-١٣): مخطط لمستويات الطاقة ومتسلسلات خطوط طيف الهيدروجين.

مثال (٦- ٣) : انتقل إلكترون في ذرة الهيدروجين من المستوى الثاني إلى المستوى الأول ، فاحسب الطول الموجي والتردد للفوتون المنبعث .

الحل :

مثال : **معتمدا على الشكل السابق الذي يبين مخططا لمستويات الطاقة في ذرة الهيدروجين ومتسلسلات خطوط الطيف لذرة الهيدروجين ، أجب عما يأتي :**

١- ما اكبر طول موجي في متسلسلة ليمان ؟

٢- ما أقصر طول موجي في متسلسلة بالمر ؟

مثال : في حالة ذرة الهيدروجين (ن = ١) واعتمادا على نظرية بور ، احسب :

١.نصف قطر المدار؟ ٤.طاقة الوضع للإلكترونات؟

٢.كمية التحرك الزاوية ؟ ٥.طاقة الحركة للإلكترونات؟

٣.الطاقة الكلية للإلكترونات ؟ ٦.سرعة الإلكترونات ؟ (ك$_e$=٩,١×١٠$^{-٣١}$ كغم)

١. ق$_ب$ =٥,٢٩ ×١٠$^{-١١}$ × ن^{٢} = ٥,٢٩ ×١٠$^{-١١}$ ×(١)^{٢} = ٥,٢٩ ×١٠$^{-١}$ م

٢. كمية التحرك الزاوية=ك نق ع = $\frac{\text{ن هـ}}{\pi^{٢}}$ = $\frac{١\times٦,٦٢٥\times١٠^{-٣٤}}{٢\times٣,١٤}$ = ١×١٠$^{-٣٤}$ كغم .م^{٢}/ث

٣.ط$_{ن}$ = $\frac{-١٣,٦}{ن^{٢}}$ = -١٣,٦ ev

٤.ط$_{و}$ = ٢ط$_{ن}$ = ٢ × -١٣,٦ = -٢٧,٢ ev

٥.ط$_{ح}$ = - ط$_{ن}$ = ١٣,٦ ev

٦.ط$_{ح}$= ١٣,٦ ×١,٦×١٠$^{-١٩}$ =٢,١٨ ×١٠$^{-١٨}$ جول

ع^{٢} = $\sqrt{\frac{٢.\text{ط}_{ح}}{ك}}$ = $\sqrt{\frac{٢\times٢,١٨\times١٠^{-١٨}}{٣١}}$ ← ع =٢,١٩ ×١٠^{٦} م/ث

مثال : وزارة ١٩٩٩ : انتقل الكترون ذرة الهيدروجين من مدار طاقته (-١.٥ الكترون فولت) الى مدار طاقته (-٣.٤ الكترون فوات) حسب نموذج بور الذري ، احسب :

١- تردد الإشعاع المنبعث .

٢- الزخم الزاوي للالكترون في المدار الذي انتقل اليه .

٣- طول الموجة المصاحبة للالكترون في المدار الذي طاقته (-١.٥) الكترون فولت .

مثال : وزارة ٢٠٠٥ : اذا انتقل الكترون ذرة الهيدروجين من مستوى الطاقة الرابع الى مستوى الطاقة الثاني ،اجب عما يأتي :

١- احسب تردد الفوتون المنبعث ، اذا علمت بأن ($ط_ن = -\frac{13.6}{ن^2}$) الكترون فولت .

٢- الى أي سلسلة ينتمي طيف ذرة الهيدروجين المنبعث .

مثال : وزارة ٢٠٠٦ : عند انتقال الكترون ذرة الهيدروجين من مستوى الطاقة الخامس الى مستوى الطاقة الثاني انبعث فوتون تردده (٠.٦٩٣ × $١٠^{١٥}$ هيرتز) ، اجب عما يلي :

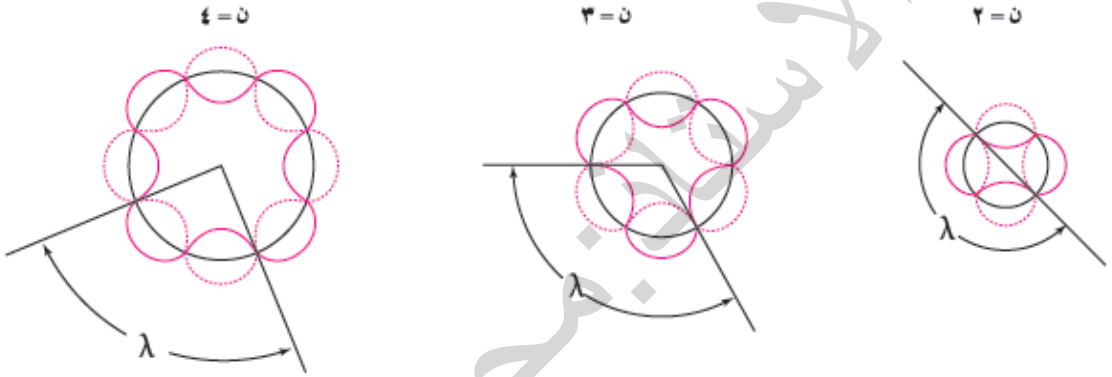
١- الى اي سلسلة ينتمي الطيف الكهرومغناطيسي المنبعث .

٢- احسب ثابت ريدنبرغ .

اعداد الاستاذ محمد الغرايبة

(٦-٥-٢) : موجات الالكترونات وفرضية دي بروي :

- فرضية دي بروي على ذرة الهيدروجين : (يصاحب الإلكترون الذي يدور حول النواة موجات ، وإذا كان الإلكترون يتحرك في مسار دائري **(كما يفترض بور)** فإن محيط المدار يجب أن يحتوي على عدد صحيح من الموجات ، وإلا فإنها ستتداخل تداخلاً هداماً و تلغي بعضها) .
- يبين الشكل (٦-١٥) الموجات المصاحبة للإلكترون عندما يكون في المدارات الثاني والثالث والرابع ، و يمكننا **ملاحظة أن رقم المدار (ن) يدل أيضاً على عدد الموجات الكاملة على محيط المدار** .



الشكل (٦-١٥): موجات الإلكترون وفرضية دي بروي.

$$\lambda\, ن = 2\pi\, نق \longleftarrow \frac{ن\, هـ}{ك\, ع} = 2\pi\, نق \quad | \quad \lambda = \frac{هـ}{ك\, ع}$$

وبترتيب المعادلة $\longleftarrow$ $\frac{ن\, هـ}{2\pi} = ك\, ع\, نق$ | **$2\pi\, نق$ = محيط الدائرة**

وهي نفس المعادلة التي عبر بها بور عن الزخم الزاوي للإلكترون . أي أن **فرضية دي بروي تتفق مع نموذج بور الذري** .

المآخذ على نظرية بور :

١- لم يتمكن من التنبؤ بالاطوال لاطياف الذرات عديدة الالكترونات (فسر اطياف ذرة الهيدروجين فقط) .

٢- عند تفحص الطيف الخطي بادوات ذات دقة عالية ، تبين ان بعض الخطوط تتألف من خطين أو أكثر.

٣- عند تعريض خطوط الطيف الى مجال مغناطيسي فأن الخط الواحد ينقسم الى خطين او اكثر .

*** وبناء على المآخذ السابقة برزت الحاجة الى نظرية اكثر شمولا ، وهذا ما حصل بعد سنتين عندما طرح شرودنجر افكاره التي ادت الى ميلاد نظرية جديدة سميت ميكانيكا الكم .**

مثال : وزارة ٢٠٠٠ : **الكترون في مستوى الطاقة (ن = ٣) لذرة الهيدروجين مثارة ، احسب:**

١-طول موجة دي برولي المصاحبة لحركة الالكترون .

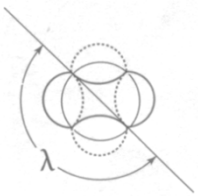
٢-طول موجة الفوتون المنبعث عند انتقال الالكترون من مستوى الطاقة (ن = ٣) الى (ن= ١) .

مثال : **وزارة ٢٠٠٢ :** الشكل المرسوم جانبا يمثل موجة للالكترون في ذرة الهيدروجين ، اوجد لهذا الالكترون :

١-رقم المدار (ن) .

٢-نصف قطر المدار .

٣-طول الموجة المصاحبة للالكترون .



مثال : وزارة ٢٠٠٤ : اذا وجد الكترون ذرة الهيدروجين في مستوى الطاقة الثاني ، احسب ما يلي :

١-زخمه الزاوي .

٢-طول موجة دي برولي المصاحبه له .

اعداد الاستاذ: محمد الغرايبة

الفصل السابع

الفيزياء النووية

إعداد الأستاذ: محمد الغرايبة

الفصل السابع : الفيزياء النووية

(٧ – ١) بنية النواة وخصائصها :

رذرفورد :

١-في عام ١٩١١ م افترض فيه ان الشحنات الموجبة تتركز في حيز صغير اطلق عليه اسم النواة .

٢-في عام ١٩٢١ م لاحظ رذرفورد ان قذف غاز النيتروجين بجسيمات الفا يؤدي الى انبعاث جسيمات موجبة الشحنة سميت (بروتونات) .

جيمس شادويك :

في عام ١٩٣٢ م توصل الى ان قذف صفيحة من البريليوم بجسيمات الفا يؤدي الى انبعاث جسيمات متعادلة كهربائيا اطلق عليه اسم نيوترونات.

- أجمع العلماء على وجود البروتونات والنيوترونات داخل النواة .

* **Z** : عدد البروتونات في النواة **(العدد الذري)** .
* **N** : عدد النيوترونات في النواة .
* **العدد الكتلي (A)** : مجموع عدد النيوترونات والبروتونات داخل النواة .

$$A = Z + N$$

- **عدد البروتونات هو الذي يحدد نوع المادة .**

- ممكن أن يختلف عدد النيوترونات في نفس ذرات المادة مما يُوجد **نظائر العنصر** .
- **النظائر** : هي ذرات للعنصر نفسه تتساوى في العدد الذري وتختلف في العدد الكتلي ، (باختلاف عدد النيوترونات) .
- **مثال :**

العدد الكتلي ← ١١ ١٢ ١٣ ١٤
العدد الذري ← $_{6}C$ $_{6}C$ $_{6}C$ $_{6}C$ (نظائر الكربون)

- تتفاوت نظائر العنصر في نسبة وجودها بالطبيعة ، وبعضها موجود بالطبيعة حراً ، وبعضها يُصنع بالمختبرات (إنتاج صناعي) .

$ك_N = ك_Z$ ، $ك_e$ صغيرة جداً (مهملة) . **($ك_Z = ١٨٣٦\ ك_e$)** .

الجسيم	الكتلة (كغم)	الكتلة (و.ك.ذ)
البروتون	$١٠^{-٢٧}$ X ١،٦٧٢٦٢	١،٠٠٧٢٧٦
النيوترون	$١٠^{-٢٧}$ X ١،٦٧٤٩٣	١،٠٠٨٦٦٥
الإلكترون	$١٠^{-٣١}$ X ٩،١٠٩٣٩	$١٠^{-٤}$ X ٥،٤٨٥٧٩

- يقيس العلماء الكتل الذرية بواسطة وحدة كتلة ذرية (و . ك . ذ) .

و . ك . ذ = ١،٦٦ X ١٠$^{-٢٧}$ كغم .

كتلة نواة $_{٦}C^{١٢}$ = ١٢ و . ك . ذ . ⟵ وحدة كتلة ذرية = $\frac{١}{١٢}$ $_{٦}C^{١٢}$.

- **مثال (٧-١)** : احسب الطاقة بالإلكترون فولت والمكافئة لوحدة كتلة ذرية واحدة .

الحل :

ط = ك س^{٢}

= ١،٦٦ X ١٠$^{-٢٧}$ X (٣ X ١٠^{٨})^{٢} = ١٤،٩ X ١٠$^{-١١}$ جول .

ط = $\frac{١٤،٩ \text{ X } ١٠^{-١١}}{١ \text{ X } ١٠^{-١٩} \text{ X } ٦}$ = ٩٣١،٥ X ١٠^{٦} إلكترون فولت .

ط = ٩٣١،٥ مليون إلكترون فولت = طاقة وحدة كتلة ذرية

- **افترض رذرفورد أن النواة كروية لا يتجاوز نصف قطرها ١٠$^{-١٤}$ م .**

- يمكن حساب **نصف قطر نواة أي عنصر** باستخدام المعادلة التالية :

نق = نق$_{ه}$ $A^{\frac{١}{٣}}$

نق : نصف قطر النواة المراد حسابه .

نق$_{ه}$: ثابت = ١،٢ X ١٠$^{-١٥}$م . A : العدد الكتلي للمادة .

- **مثال (٧-٢) :** إذا كان العدد الكتلي لعنصر ما (A) وكتلة البروتون (ك) ، احسب :

١) صيغة رياضية **تقريبية** لكتلة النواة . ٢) صيغة رياضية لحجم النواة بدلالة A .

الحل :

١) **A = Z + N** .

كتلة النواة = **A** ك ⟵

(ك$_{N}$ = ك$_{Z}$)

(ك = ك$_{N}$ = ك$_{Z}$)

٢) حجم النواة = $\frac{٤}{٣}$ π نق^{٣} = $\frac{٤}{٣}$ π (نق$_{ه}$ $A^{\frac{١}{٣}}$)^{٣} . (حجم النواة = حجم الكرة) .

⟵ حجم النواة = $\frac{٤ \pi}{٣}$ نق$_{ه}^{٣}$ **A**^{٣}

سؤال : أثبت أن كثافة جميع نوى العناصر ثابتة ؟

الحل :

$$\text{الكثافة} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}} = \frac{\text{ك } A}{\frac{٤}{٣}\pi \text{ نق}_{ه}^{٣} \text{ } A} = \frac{٣ \text{ ك}}{٤ \pi \text{ نق}_{ه}^{٣}}$$

مثال :احسب نصف قطر نواة ذرة الألمنيوم ($_{13}AL^{27}$) ؟

$$\text{نق} = \text{نق}_{.} A^{١/٣} = (١،٢ \times ١٠^{-١٥}) \times (٢٧)^{١/٣} = ٣،٦ \times ١٠^{-١٥}$$

* (٧ – ٢) استقرار النواة :

- وفقاً لقانون كولوم، يجب أن تنشأ بين البروتونات قوة تنافر كهربائية كبيرة تؤدي إلى تفكك النواة، لكن هذا لا يحدث فعلياً، ويجب القول أن هناك قوة أخرى تجعل البروتونات متماسكة وهي القوة النووية.

- **القوة النووية :** هي قوة تجاذب تنشأ بين النيوكليونات جميعها بغض النظر عن شحنتها

إذا كانت :

* القوة النووية (تجاذب) > القوة الكهربائية (تنافر) ⟵ النواة مستقرة .

* القوة النووية (تجاذب) < القوة الكهربائية (تنافر) ⟵ النواة غير مستقرة .

- **تنشأ القوة النووية بين : (بروتون - بروتون) (بروتون - نيوترون) (نيوترون - نيوترون) .**
- من خصائص القوة النووية المهمة .

أ) قوة جذب ومقدارها كبير جداً .

ب) مداها صغير جداً .

توضيح : تنشأ القوة بين النيوكليونات المتجاورة ، فعندما تكون المسافة بينهما مثلاً (٢×١٠ $^{-١٥}$م) تكون ١٠٠ ضعف القوة الكهربائية ولكن اذا زادت المسافة الى (٣×١٠ $^{-١٥}$م) فإن القوة النووية ستنعدم .

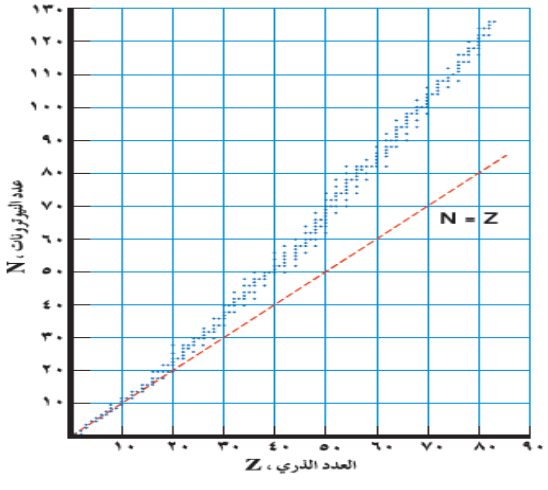
ج) لا تعتمد على طبيعة النيوكليونين المتجاذبين (بروتونين ، بروتون ونيوترون ، نيوترونين) .

د) تلعب دور هام في استقرار النواة .

- تصنف النوى بمستقرة أو غير مستقرة **حسب مقدار القوة النووية لها** .
- يوجد في الطبيعة ٢٧٠ نواة مستقرة تقريباً ، ومئات أخرى غير مستقرة .

العوامل التي تساعد على استقرار النواة : ١.القوة النووية ٢.عدد النيوترونات

- تشكل النيوترونات عاملاً مهماً في استقرار النواة، فوجود عدد مناسب من النيوترونات يجعل القوة النووية تسود على القوة الكهربائية.
- يبين المنحنى العلاقة بين عدد البروتونات وعدد النيوترونات للنوى المستقرة، وتمثل النوى بنقاط تشكل حزمة ضيقة، نلاحظ من الشكل :
- في النوى الخفيفة (**Z < ٢٠**) يكون عدد النيوترونات مساوياً لعدد البروتونات مثال: نواة الأكسجين $_8O^{16}$, **8 = N = Z**
في هذه الحالة قوة الربط النووية كافية للتغلب على قوة التنافر الكهربائية .
- في النوى الثقيلة، يزداد عدد البروتونات فتزداد قوى التنافر الكهربائية بينها. (ولكي تبقى القوة النووية سائدة على القوة الكهربائية: يجب وجود عدد من النيوترونات أكبر من عدد البروتونات)



الشكل (٧-١): العلاقة بين عدد البروتونات وعدد النيوترونات للنوى المستقرة.

١) $_{40}Zr^{90}$ ، عدد البروتونات = Z = 40 ، عدد النيوترونات = N = 50
النسبة بين عدد النيوترونات إلى البروتونات يساوي ١،٢٥ وهذه النسبة تحقق الإستقرار لهذه النواة.

٢) $_{82}Pb^{208}$ ، عدد البروتونات = Z = 82 ، عدد النيوترونات = N = 126 النسبة بين عدد النيوترونات إلى البروتونات يساوي ١،٥ وهذه النسبة تحقق الإستقرار.

٣) لكن إذا ازداد عدد البروتونات كثيراً وتجاز الرقم (٨٢) فإن القوة الكهربائية تزداد كثيراً ،وبالتالي فإن الزيادة في عدد النيوترونات لن تستطيع التعويض عن الزيادة الكبيرة في القوة الكهربائية، وهذا يعني أن (نوى العناصر ذات العدد الذري الأكبر من (٨٢) تكون غير مستقرة).

٢٠ ≤ Z ≥ ٨٢ النوى مستقرة
Z > ٨٢ النوى غير مستقرة

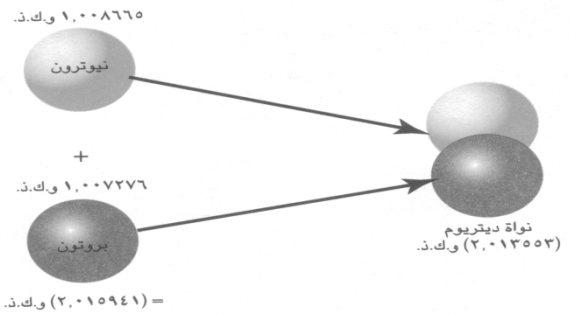
(٧ – ٣) طاقة الربط النووية :

- **هي الطاقة التي يجب أن تزود بها النواة لفصل مكوناتها .**

وتقوم هذه القوة **بالربط بين مكونات النواة ،**

وهي أقوى طاقة معروفة في الطبيعة

لقد دلت الدراسات على ان كتلة النواة تكون دائما اقل من مجموع كتل مكوناتها ، حيث نلاحظ من الشكل المقابل ان :



ك ن + ك ب ≠ ك النواة

١,٠٠٨٦٦٥ + ١,٠٠٧٢٧٦ ≠ ٢,٠١٣٥٥٣

٢,٠١٣٥٥٣ ≠ ٢,٠١٥٩٤١

٢,٠١٥٩٤١ - ٢,٠١٣٥٥٣ = ٠,٠٠٢٣٨٨ و . ك . ذ

Δ ك = ٢,٠١٥٩٤١ – ٢,٠١٣٥٥٣
= ٠,٠٠٢٣٨٨ و.ك.ذ.

$$\Delta \text{ك} = (N \text{ ك}_{\text{ن}} + Z \text{ ك}_{\text{ب}}) - \text{ك}_{\text{النواة}}$$

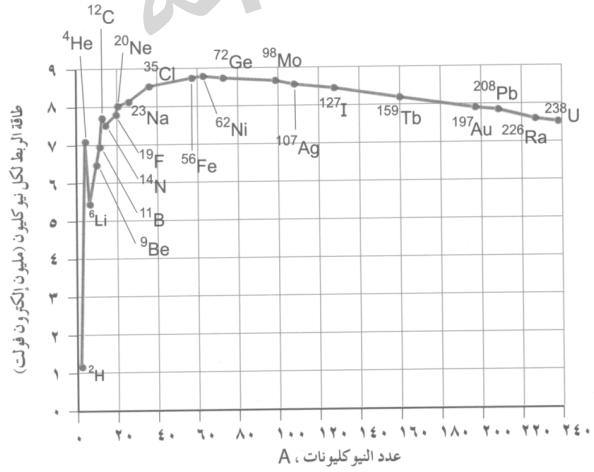
$$\text{ط}_{\text{الربط}} = \Delta \text{ك} \times ٩٣١,٥ \text{ مليون إلكترون فولت}$$

$$\text{ط}_{\text{(طاقة النيوكليون الواحد)}} = \frac{\text{ط}_{\text{الربط}}}{A}$$

ويوضح الشكل المقابل كيف تتغير طاقة الربط النووية مع تغير العدد الكتلي ، حيث :

١- النوى المتوسطة قرب العدد الكتلي ٦٠ (اكثر استقرار) حيث يتطلب تفكيكها طاقة كبيرة .

٢- النوى الثقيلة (لديها قابلية للانشطار)حيث ينجم عنها نواتان متوسطتان لهما طاقةربط اعلى من طاقة الربط للنواة الاصلية .



٣- النوى الخفيفة (لديها قابلية للاندماج) حيث ينجم عنها نوى ذات طاقة ربط اعلى من النوى الاصيلة .

• **مثال :** تتكون نواة الديتيريوم ($_{1}H^{2}$) وهو احد نظائر الهيدروجين من بروتون ونيوترون ، احسب طاقة الربط لهذه النواة ؟

الحل : كتلة نواة الديتيريوم = ٢،٠١٣٥٥٣ و . ك . ذ .

Δ ك = (N ك$_{ن}$ + Z ك$_{ب}$) - ك$_{النواة}$

= (١،٠٠٨٧ + ١،٠٠٧٣) – ٢،٠١٣٥٥٣

Δ ك = ٠،٠٠٢٣٨٨ و . ك . ذ .

ط = Δ ك X ٩٣١،٥ = ٢،٢٢ مليون إلكترون فولت .

(طاقة الربط النووية)

• **مثال (٧ -٣) :** احسب طاقة الربط النووية لنواة الحديد ($_{26}Fe^{56}$) ، ثم احسب طاقة الربط النووية لكل نيوكليون ، علماً بأن كتلة نواة الحديد = ٥٥،٩٢٠٦ و.ك.ذ

الحل :

Δ ك = (N ك$_{ن}$ + Z ك$_{ب}$) - ك$_{النواة}$

= (٣٠ X ١،٠٠٨٦٦٥ + ٢٦ X ١،٠٠٧٢٧٦) - ٥٥،٩٢٠٦

Δ ك = ٠،٥٢٨٥٢٦ و . ك . ذ .

ط = Δ ك X ٩٣١،٥ = ٠،٥٢٨٥٢٦ X ٩٣١،٥

Z = ٢٦ بروتون

N = ٥٦ – ٢٦

= ٣٠ نيوترون

ط$_{Fe}$ = ٤٩٢ مليون إلكترون فولت . **(طاقة الربط لنواة الحديد بجميع النيوكليونات) .**

ط (طاقة النيوكليون الواحد) = $\frac{ط_{Fe}}{A}$ = $\frac{٤٩٢}{٥٦}$ = ٨،٧٩ مليون إلكترون فولت / نيوكليون

• **سؤال :** احسب طاقة كل نيوكليون في نواة اليورانيوم ($_{92}U^{235}$) .

علماً بأن كتلة نواة اليورانيوم = ٢٣٤،٩٩٣٤ و . ك . ذ .

الحل :

Δ ك = (N ك$_{ن}$ + Z ك$_{ب}$) - ك$_{النواة}$

= (١٤٣ X ١،٠٠٨٦٦٥ + ٩٢ X ١،٠٠٧٢٧٦) – ٢٣٤،٩٩٣٤

Δ ك = ١،٩٦٥٥٩٥ و . ك . ذ .

ط$_{الربط}$ = Δ ك X ٩٣١،٥ = ٩٣١،٥ X ١،٩٦٥٥٩٥

ط$_{الربط}$ = ١٨٣٠،٩٥١٧ مليون إلكترون فولت .

Z = ٩٢ بروتون

N = ٢٣٥ – ٩٢

= ١٤٣ نيوترون

مثال : وزارة ١٩٩٧ : احسب طاقة الربط النووية لنواة الليثيوم $^{8}_{3}Li$ مقدرة بوحدة مليون الكترون فولت علما بأن(كتلة البرتون= ١,٠٠٧٢٧٦ و . ك . ذ) (وكتلة النيوترون =١,٠٠٨٦٦٥ و. ك. ذ) (كتلة نواة الليثيوم = ٨,٠٠٢٦)، اعتبر ان ١ و. ك. ذ تكافئ ٩٣١ مليون الكترون فولت .

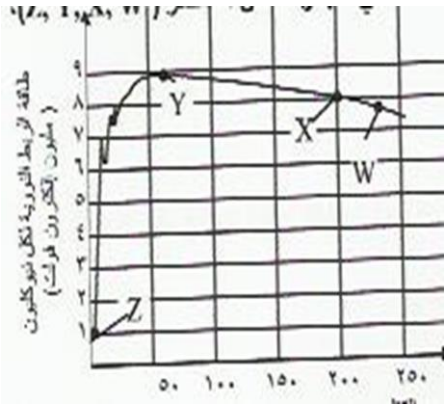
مثال وزارة ٢٠٠٠ : احسب معدل طاقة الربط النووية لكل نيوكليون في نواة ذرة النيون $^{20}_{10}Ne$ بالكترون فولت عد ان كل من كتلة نواة ذرة النيون ، البروتون ، النيوترون في حالة السكون تعطى بوحدة الكتل الذرية هي كما يلي على الترتيب(١٩,٩٩٠٤٠) (١,٠٠٧٢٧) (١,٠٠٨٦٦) وأن و. ك . ذ = ٩٣١ مليون الكترون فولت .

مثال : وزارة ٢٠٠٦ الدورة الصيفية : اذا علمت ان كتلة نواة عنصر المغنيسيوم $^{27}_{12}Mg$ تساوي ٢٧ و.ك .ذ ، فأجب عما يأتي،علما بأن(كتلة البرتون= ١,٠٠٧٢٧٦ و. ك. ذ) (وكتلة النيوترون=١,٠٠٨٦٦٥ و.ك.ذ) :

١- احسب طاقة الربط النووية لنواة العنصر بوحدة و.ك.ذ.

٢- احسب نصف قطر نواة العنصر

مثال : وزارة ٢٠٠٢ يمثل المنحنى البياني المجاور العلاقة بين طاقة الربط النووية لكل نيوكليون و العدد الكتلي لمجموعة من العناصر (Z.X.Y.W) اعتمادا على المنحى أجب عما يلي:



- أي هذه العناصر أكثر استقرارا ؟ لماذا ؟ العنصر Y لأن له أعلى طاقة ربط
- أي هذه العناصر أكثر قابلية للانشطار و أيها أكثر قابلية للاندماج عند إحداث تفاعل نووي؟

أكثر قابلية للانشطار (W)

أكثر قابلية للاندماج (Z)

- احسب طاقة الربط للعنصر (X).

- النوى الأكثر استقراراً من غيرها هي النوى ذات **العدد الكتلي المتوسط** ، **وذلك لأنها تمتلك أعلى طاقة ربط لكل نيوكليون** .
- النوى ذات **العدد الكتلي الاكبر** تميل الى الانشطار **لانتاج نواتين متوسطتين أكثر استقرارا"** .
- النوى ذات **العدد الكتلي الأقل** تميل الى الاندماج **لانتاج نواة أكبر أكثر استقراراً** .

(٧ – ٤) النشاط الإشعاعي :

- النشاط الإشعاعي الطبيعي :عملية اضمحلال لنوى عناصر غير مستقرة (مشعة) دون أي مؤثر خارجي.
- أول من اكتشف ظاهرة النشاط الإشعاعي الطبيعي هو العالم (بيكرل).
- لاحظ بيكرل أن ألواحاً فوتوغرافية ملفوفة بورق أسود قد اسودت عند تعرضها لأملاح اليورانيوم، فاستنتج أنه لا بد من وجود أشعة غير مرئية اخترقت الورقة وأثرت في الألواح، وتوصل بعد ذلك من خلال التجارب أن اليورانيوم هو مصدر هذا الإشعاع .
- تمكنت ماري كوري وزوجها بيير كوري من اكتشاف عنصرين جديدين يبديان مثل هذا النشاط الإشعاعي أسمياهما (بولونيوم وراديوم).

الخاصية الفلورية : هي قدرة المواد على اشعاع الطاقة نتيجة تعرضها للأشعة الضوئية

- أن مصدر هذا الإشعاع هو النوى الغير مستقرة.
- لتحويل النواة الغير مستقرة إلى نواة مستقرة يجب أن تشع لتتحول إلى نواة مستقرة ذات كتلة أقل وطاقة ربط أعلى، وهذا ما يدعى اضمحلال النواة.
- النشاط الإشعاعي الطبيعي يحدث دون مؤثر خارجي في كثير من العناصر المشعة، ولكن النواة تمر بسلسلة من التحولات قبل أن تصل إلى حالة الاستقرار.
- الإشعاع المنبعث يتألف من ثلاثة أنواع:

١.جسيم ألفا **α**: هو نواة ذرة الهيليوم $_2He^4$ شحنته ضعف شحنة البروتون وكتلته ٤ أضعاف كتلة نواة الهيدروجين.

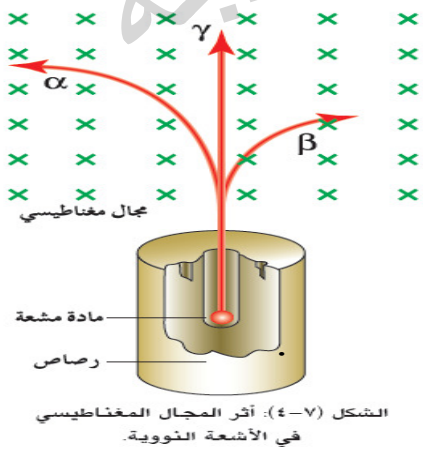
٢.جسيم بيتا **β** : جسيم سالب شحنته تساوي شحنة الإلكترون وكتلته تساوي كتلة الإلكترون وينبعث من داخل النواة $_{-1}e^{\circ}$.

٣.أشعة جاما **γ** : أمواج كهرومغناطيسية (فوتونات عالية التردد) تنبعث من داخل النواة.

- وللتميز بين تلك الأنواع نستخدم مجال مغناطيسي لتتحرك عبره تلك الأنواع الثلاث كما يبين الشكل حيث نلاحظ أن:

١. (**γ**) لا تنحرف وهذا دليل على أنها ليست مشحونة ،وحسب قاعدة اليد اليمنى في القانون **(ق = ~~ ع غ جا θ)** فأن **α** جسيم موجب، و **β** سالب

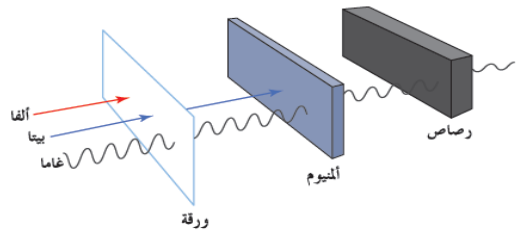
٢ . انحراف أشعة ألفا **α** اقل من انحراف أشعة بيتا **β** **(نق α < نق β)**



الشكل (٧–٤): أثر المجال المغناطيسي في الأشعة النووية.

- نستطيع الكشف عن هذه الإشعاعات باستخدام جهاز يسمى **عداد غايغر**

- **صفات هذه الإشعاعات :**



الشكل (٧-٥): تفاوت الأشعة النووية في قدرتها على اختراق المواد.

	نوع الأشعة	القدرة على النفاذ	المسافة التي تخترقها
١-	ألفا (α)	قدرة بسيطة	٢،٥ - ٨ سم
٢-	بيتا (β)	قدرة متوسطة	أكبر من قدرة أشعة ألفا بـِ ١٠٠٠ مرة
٣-	جاما (γ)	قدرة نفاذ هائلة	كبيرة جداً

١) **القدرة على النفاذ (الاختراق) :(تتناسب عكسيا" مع الكتلة)**

٢) **القدرة على التأيين** (للمواد التي تخترقها) : **(تتناسب طرديا" مع الكتلة)**

- أشعة ألفا لها قدرة كبيرة على التأيين ، تليها بيتا ثم جاما . (بسبب فرق الكتلة) .

- يعد الخطر الحقيقي للإشعاع في قدرته على التأيين ، لأنه يؤثر في خلايا الجسم الداخلية التي اخترقتها ، مما يسبب :

١. تخريب الأنسجة .
٢. حدوث طفرات وتغيرات في المادة الوراثية .
٣. تحول هذه الخلايا السليمة إلى خلايا سرطانية .

- يعتمد مقدار الضرر البيولوجي للإشعاع على عوامل عدة منها :

١) **نوع الإشعاع** .
٢) **مقدار طاقته** .
٣) **والعضو المعرض له** (العظم ، الكبد .. إلخ) .

(٧ – ٤ – ١) اضمحلال ألفا :

- النواة غير المستقرة تعمل على بعث إشعاعات حتى تصل إلى حالة الاستقرار .
- بعض هذه النوى غير المستقرة تطلق أشعة ألفا حتى تستقر . كما بالمعادلة التالية :

$$^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{4}_{2}\alpha + {}^{A-4}_{Z-2}Y$$

X : المادة غير المستقرة (النواة الأصلية) .
Y : المادة الأكثر استقراراً . (النواة الناتجة) .

- **المجموع الجبري للعدد الكتلي والعدد الذري محفوظ** .

- **الكتلة قبل الإضمحلال أكبر من مجموع الكتل الناتجة بعد الإضمحلال .**

- **مثال (٧ – ٤):** تضمحل نواة يورانيوم ($^{٢٣٢}_{٩٢}U$) إلى نواة ثوريوم ($^{٢٢٨}_{٩٠}Th$)

باعتبارها نواة ألفا . إذا علمت أن كتلة نواة اليورانيوم ٢٣٢،٠٣٧١٣١ و.ك.ذ ، وكتلة نواة الثوريوم ٢٢٨،٠٢٨٧١٦ و.ك.ذ ، وكتلة جسيم ألفا ٤،٠٠٢٦٠٢ و.ك.ذ ،
فأجب عن الأسئلة التالية :
١) أكتب معادلة نووية موزونة تعبر عن هذا الإضمحلال .
٢) احسب فرق الكتلة (Δ ك) .
٣) احسب الطاقة المكافئة لفرق الكتلة .

الحل :

١- $^{٢٣٢}_{٩٢}U \longrightarrow {}^{٢٢٨}_{٩٠}Th + {}^{٤}_{٢}\alpha$

٢- $\Delta ك = ك_X - (ك_Y + ك_\alpha)$
$= ٢٣٢،٠٣٧١٣١ - (٢٢٨،٠٢٨٧١٦ + ٤،٠٠٢٦٠٢)$
$\Delta ك = ٠،٠٠٥٨١٣$ و . ك . ذ .

٣- $ط = ٠،٠٠٥٨١٣ \times ٩٣١،٥ = ٥،٤$ مليون إلكترون فولت .

سؤال : هل يتحقق مبدأ حفظ (الطاقة – الكتلة) اثناء اضمحلال الفا ؟

يتحول فرق الكتلة الى طاقة ، تظهر على شكل طاقة حركية يحملها جسيم الفا والنواة الناتجة .

سؤال : كيف تتوزع الطاقة بين جسيم الفا والنواة الناتجة ؟

بتأمل الشكل المقابل نلاحظ ان النواة الاصلية (X) ساكنة ، وان النواة الناتجة (Y) وجسيم (α) تحركا باتجاهين مختلفين ، ومن قانون حفظ الزخم $ع_{\alpha} ك_{\alpha} = ع_{y} ك_{y}$.

وحسب المعادلة فان الجسيم الاخف يحمل الطاقة الحركية الاكبر ، لذلك فأن الجسيم الاخف يحمل معظم الطاقة الحركية الناتجة .

من المثال السابق :

$$خ_{\alpha} = خ_{y}$$
$$ك_{\alpha} ع_{\alpha} = ك_{y} ع_{y}$$
$$ع_{\alpha} = \frac{ك_{y} ع_{y}}{ك_{\alpha}}$$
$$ع_{\alpha} = ٥٧ ع_{Th} .$$

(٧ – ٤ – ٢) إضمحلال بيتا :

(معادلة اضمحلال بيتا السالب) $${}^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z+١}Y + {}^{o}_{-١}e + \overline{\upsilon}$$

- من هذا الإضمحلال نجد أن النواة الجديدة فقدت نيوترون وكسبت بروتون مع بعثها لأشعة بيتا ($\beta^{-١}$) .

- فسر العلماء ذلك بأن نيوترون واحد يتحلل ليعطي بروتون وإلكترون ، بحيث ينبعث الإلكترون فقط من النواة **لصغر كتلته** .

- النواة أيضاً تبعث جسيم بيتا موجب يسمى بوزترون ($_{+١}e$) ، وهو جسيم شبيه للإلكترون في كل خصائصه عدا أن شحنته موجبة .

(معادلة اضمحلال بيتا الموجب) $${}^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z-١}Y + {}^{o}_{+١}e + \upsilon$$

- ينتج البوزترون من تحلل أحد البروتونات إلى نيوترون وبوزترون ، بحيث ينبعث البوزترون **لصغر كتلته** ويبقى النيوترون داخل النواة .

$$_{+1}^{1}P \longrightarrow {}_{0}^{1}N + {}_{+1}^{0}e + \upsilon$$

$$_{0}^{1}N \longrightarrow {}_{+1}^{1}P + {}_{-1}^{0}e + \overline{\upsilon}$$

• عند حساب فرق الطاقة وجد العلماء أن هنالك فرق في الطاقة . ووجدوا أن عدداً قليلاً من الإلكترونات يمتلك هذه الطاقة الكاملة ، فمعظم الإلكترونات يمتلك جزءاً منها ، عندها اقترح العالم باولي وجود جسيمات غير مشحونة سماها نيوترينو (υ) .

• النيوترينو دائماً يصاحب إنبعاث البوزترون ($_{+1}e$) .

• واقترح العلماء تسمية الجسيم المصاحب لإنبعاث الإلكترون ($_{-1}e$)
بضديد النيوترينو ($\overline{\upsilon}$) .

• **كتلة الالكترون = كتلة البوزترون .**

(٧ – ٤ – ٣) إضمحلال غاما :

• عندما تُطلق نواة أشعة بيتا أو ألفا فإن النواة الناتجة تكون غير مستقرة (غالباً) – **أي في مستوى إثارة** – لذا تقوم ببعث أشعة غاما لتنتقل إلى مستوى الإستقرار .

إعداد الأستاذ محمد الغرايبة

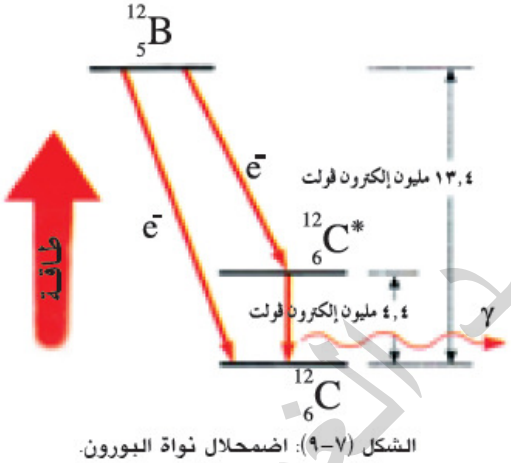
مثال : نواة البورون ($^{12}_{5}B^{*}$) غير المستقرة يمكن أن تصل لحالة الإستقرار بطريقتين :

- **الأولى** : تتحول إلى نواة الكربون ($^{12}_{6}C$) **المستقرة** بإطلاق جسيم بيتا الذي يحمل فرق الطاقة الناتج ١٣،٤ مليون إلكترون فولت ، كما بالمعادلة التالية :

$$^{12}_{5}B^{*} \longrightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{0}_{-1}e$$

- **هذه الطاقة تذهب على شكل طاقة حركية تحملها الجسيمات الناتجة من نواة جديدة وجسيم ألفا .**

- **الثانية** : تتحول إلى نواة الكربون غير المستقرة ($^{12}_{6}C^{*}$) بإطلاق جسيم بيتا الذي يحمل الطاقة (٩ مليون إلكترون فولت) ، يبقى طاقة ناتجة مقدارها ٤،٤ مليون إلكترون فولت مسببةً عدم استقرار ذرة الكربون ، تطلق هذه الطاقة الزائدة على شكل أشعة غاما بطاقة تساوي ٤،٤ مليون إلكترون فولت عندها ذرة الكربون إلى حالة الإستقرار . كما في الشكل (٧ – ٩) ، كما بالمعادلة التالية :



الشكل (٧–٩): اضمحلال نواة البورون.

$$^{12}_{5}B^{*} \longrightarrow {}^{12}_{6}C^{*} + {}^{0}_{-1}e \Longrightarrow {}^{12}_{6}C^{*} \longrightarrow {}^{12}_{6}C + \gamma$$

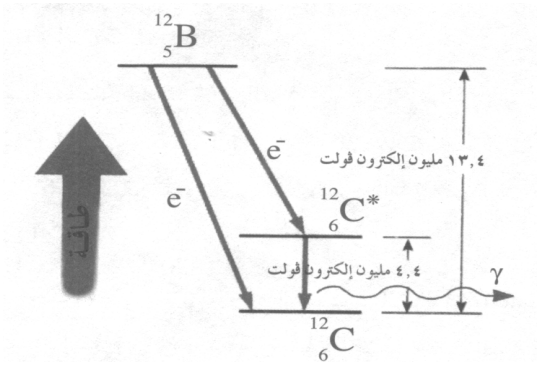
- اشارة النجمة (*) تدل على عدم استقرار النواة .

مثال : وزارة ٢٠٠٤ الدورة الشتوية (تكرر ٢٠٠٨ الدورة الشتوية): يمثل الشكل المجاور اشعاع عنصر البورون $^{12}_{5}B$ لجسيم بيتا بطريقتين مختلفتين ، اعتمد على هذا الشكل للاجابة عما يأتي :

١- اكتب معادلة اشعاع ذرة البورون لجسيم بيتا وتحولها مباشرة الى نواة الكربون $^{12}_{16}C$ في الطريقة الاولى .

٢- فسر انبعاث اشعة جاما في الطريقة الثانية .

٣- ما مقدارة طاقة كل من (جسيم بيتا واشعة غاما) في الطريقة الثانية ؟



س : جد قيمة كل من (س ، ص) في المعادلة الآتية :

$$^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{206}_{82}Pb + س\,{}^{4}_{2}He + ص\,{}^{0}_{-1}e + ص\,\overline{\upsilon}$$

بالاعتماد على مبدأ حفظ العدد الكتلي :

٢٣٨= ٢٠٦+ (س×٤) + (ص× صفر) ومنها ٢٣٨ = ٢٠٦ + ٤س ومنها س = ٨ .

وبتطبيق مبدأ حفظ العدد الذري :

٩٢= ٨٢ +(٨×٢) + (ص× −١) ومنها ١٠ = ١٦ − ص ومنها ص = ٦ .

مثال : وزارة ٢٠٠٠ : اكمل المعادلات النووية التالية مع ذكر اسم الدقيقة او الدقائق المنبعثة من كل تفاعل :

$$^{1}_{1}p + {}^{27}_{13}Al \longrightarrow {}^{24}_{12}Mg + \text{.....}$$

$$^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{1}_{1}p + \text{.....} + \text{.....}$$

$$^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \longrightarrow {}^{92}_{36}kr + {}^{141}_{56}Ba + \text{.....}$$

مثال وزارة ٢٠٠٣ : انقل الى دفتر اجابتك المعادلات النووية الاتية واكملها مستخدما الرموز الصحيحة:

$$^{14}_{6}C \longrightarrow {}^{14}_{7}N + \ldots\ldots + \nu$$

$$^{12}_{6}C^{*} \longrightarrow \ldots\ldots + \gamma$$

مثال وزارة ٢٠٠٣ : انقل الى دفتر اجابتك المعادلات النووية الاتية واكملها موزونة مستخدما الرموز الصحيحة :

$$^{14}_{6}C + \ldots\ldots + \nu \qquad ^{14}_{7}N$$

$$^{12}_{6}C + \ldots\ldots + \text{ط ح} \qquad ^{4}_{2}He + {}^{9}_{4}Be$$

اعداد الاستاذ: محمد الغرايبة

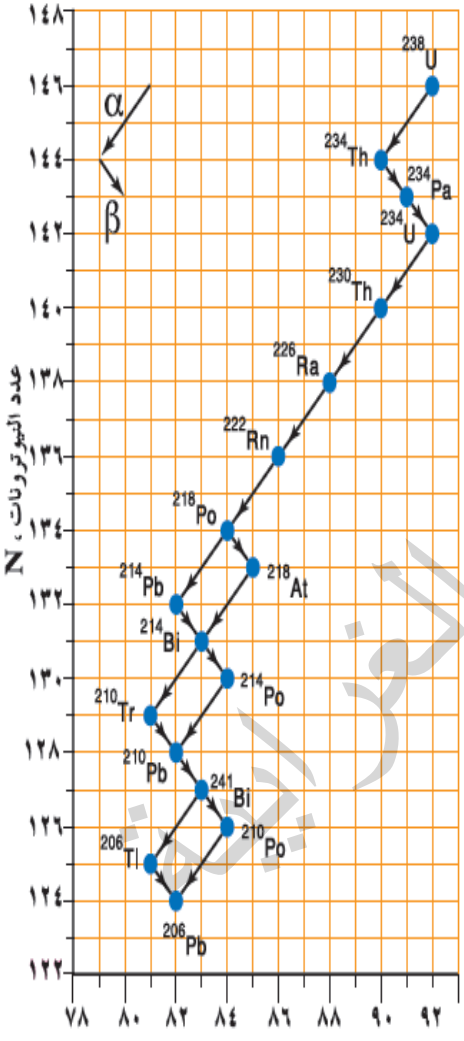
(٧ – ٥) الإشعاع الطبيعي والاشعاع الصناعي:

- **الاشعاع الطبيعي :**

• تتحول النواة غير المستقرة إلى نواة مستقرة عبر الإشعاع الطبيعي **للجسيمات والفوتونات** . وإذا كانت النواة الجديدة غير مستقرة فإنها ستشع مرة أخرى وهكذا حتى تصل لحالة الإستقرار .

• يوجد في الطبيعة ثلاثة سلاسل إضمحلال رئيسية للإشعاع الطبيعي ، هي :

١. **سلسلة اليورانيوم** : تبدأ بنظير اليورانيوم($^{238}_{92}U$) وتنتهي بنظير الرصاص ($^{206}_{82}Pb$) .
٢. **سلسلة الثوريوم** : تبدأ بنظير الثوريوم ($^{232}_{90}Th$) .
٣. **سلسلة الأكتينيوم** .



الشكل (٧–١٠): سلسلة الاضمحلال الإشعاعي لليورانيوم ٢٣٨.

- **جميع التفاعلات النووية تخضع للمبادئ التالية:(مكرر وزارة)**

١. مبدأ حفظ العدد الذري .
٢. مبدأ حفظ العدد الكتلي .
٣. مبدأ حفظ (الطاقة – الكتلة) .
٤. مبدأ حفظ الزخم

- **لحل مسائل معادلات الاضمحلال لجسيمات ألفا وبيتا نطبق :**

أولا" مبدأ حفظ العدد الكتلي : $\sum A_{\text{قبل}} = \sum A_{\text{بعد}}$.

ثانيا" مبدأ حفظ العدد الذري : $\sum Z_{\text{قبل}} = \sum Z_{\text{بعد}}$.

سؤال : تبدأ سلسلة اضمحلال الثوريوم بنواة ($_{90}TH^{\quad}$) ، ما العدد الكتلي والعدد الذري للنواة الناتجة بعد سلسلة تحولات انبعث فيها ٣ جسيمات ألفا وجسيمي بيتا ؟

الحل :

اعداد الاستاذ محمد الغرايبة

مثال وزارة ٢٠٠٨ الدورة الصيفية : مثلت احدى سلاسل الاضمحلال الاشعاعي كالاتي :

$$_{92}U^{238} \longrightarrow {}_{90}Th^{234} \longrightarrow {}_{91}Pa^{234} \longrightarrow {}_{92}U^{234} \ldots \longrightarrow {}_{82}Pb^{206}$$

رقم (١)

أولا :

١- ما اسم السلسلة المبينة ؟

٢- ما اسم الجهاز الذي يستخدم للكشف عن الاشعاعات النووية ؟

ثانيا :

عدد جسيمات ألفا وعدد جسيمات بيتا المنبعثة في الاضمحلال رقم (١) .

- **الإشعاع الصناعي :** هو عملية قذف نواة بجسيم صغير يحدث تفاعلا كيميائيا يغير من صفات النواة الأصلية المقذوفة .

كل ما ذكرناه سابقا هو ظاهرة الاشعاع الطبيعي ، الا ان الامرلم يتوقف عندها بل تعداه الى انتاج نوى مشعة بواسطةالتفاعلات النووية ، ويسمى اشعاع هذه النوى الاشعاع الصناعي ، حيث يتم تغيير خصائص النوى بجسيمات صغيرة ، وتبين المعادلة التالية مثالا على ذلك :

$$_{1}^{1}H + {}_{9}^{19}F \longrightarrow {}_{8}^{16}O + {}_{2}^{4}He \quad (\text{أشعة } \alpha)$$

- المعادلة العامة للإشعاع الصناعي :

$$\underset{\text{(القذيفة)}}{a} + \underset{\text{(النواة الهدف)}}{X} \longrightarrow \underset{\text{(النواة الناتجة)}}{Y} + \underset{\text{(الجسيم الناتج)}}{b}$$

طاقة التفاعل :

يمكن حساب طاقة التفاعل من خلال ايجاد الفرق بين كتل المواد الداخلة والناتجة من التفاعل وفقا للمعادلة الاتية :

$$\text{طاقة التفاعل } (Q) = (ك_a + ك_x) - (ك_y + ك_b)$$

والناتج (Q) يمكن ان يكون :

١- (Q) موجبة وهذا يعني ان التفاعل يحدث وينتج طاقة .

٢- (Q) سالبة وهذا يعني ان التفاعل يتطلب طاقة .

- تحسب طاقة التفاعل بوحدتين هما : **١- الجول . ٢- مليون إلكترون فولت .**

- **مثال (٧ – ٥) :** احسب مقدار طاقة التفاعل Q في التفاعل التالي : **(وزارة مكرر)**

$$_{13}^{27}AL + {}_{2}^{4}He \longrightarrow {}_{15}^{30}P + {}_{0}^{1}n$$

علما" بأن كتلة (AL = ٢٦،٩٨١٥٣٩ و.ك.ذ) ، كتلة (P = ٢٩،٩٧٨٣١٤ و.ك.ذ) ، كتلة (He = ٤،٠٠٢٦٠٣ و.ك.ذ)

الحل :

$$Q = [\ (ك_{n} + ك_{P}) - (ك_{He} + ك_{AL})\ ] \times ٩٣١،٥$$

$$= [\ (١،٠٠٨٦٦٥ + ٢٩،٩٧٨٣١٤) - (٤،٠٠٢٦٠٣ + ٢٦،٩٨١٥٣٩)\ ] \times ٩٣١،٥$$

Q = - ٢،٦٤ مليون إلكترون فولت .

← (**إشارة السالب تعني أن هذا التفاعل يحتاج إلى طاقة حتى يحدث**) .

مثال : وزارة ١٩٩٩ : في التفاعل النووي الاتي :

$$^{1}_{0}n + {}^{10}_{5}B \longrightarrow {}^{7}_{3}Li + {}^{4}_{2}He$$

احسب الطاقة المتولدة من التفاعل بوحدة الكترون فولت ، عد كتلة الجسيمات او الانوية للذرات الاتية في حالة السكون كما يلي : $^{1}_{0}n$ = ١,٠٠٨٧ و. ك . ذ و $^{10}_{5}B$ = ١٠,٠١٦٠ و . ك . ذ و $^{7}_{3}Li$ = ٧,٠١٨٢ ، و . ك. ذ و $^{4}_{2}He$ = ٤,٠٠١٥ و. كذ ، وعد ان الطاقة الحركية للنيترون = ٠.٠٠٨٥ و.ك .ذ وأن ١ و. ك . ذ = ٩٣١ مليون الكترون فولت .

مثال :احسب الطاقة الناتجة من التفاعل النووي التالي علماً بأن الطاقة الحركية للنيوترون مهملة:

$$_{0}n^{1} + {}_{92}u^{235} \longrightarrow {}_{36}Kr^{92} + {}_{56}Ba^{141} + 3\ {}_{0}n^{1}$$

إذا علمت أن : ($ك_n$ = ١,٠٠٨٧ و.ك.ذ ، $ك_{kr}$ = ٩١,٨٩٧٣ و.ك.ذ ، $ك_u$ = ٢٣٥,٠٠٤٣٩ و.ك.ذ ، $ك_{Ba}$ = ١٤٠,٩١٣٩ و.ك.ذ)

$$Q = (ك_n + ك_u + ط_n - ك_{Kr} - ك_{Ba} - ٣\ ك_n) \times ٩٣١,٥ \text{ مليون } e.V$$

(ط صفر)

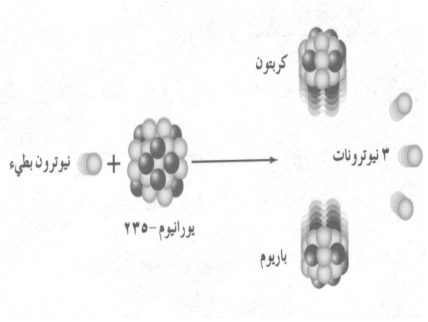
= (١,٠٠٨٧ + ٢٣٥,٠٠٤٣٩ − ٩١,٨٩٧٣ − ١٤٠,٩١٣٩ − (٣× ١,٠٠٨٧)) × ٩٣١,٥ مليون e.V

= ١٦٣,٧٤٨٣٨ مليون e.V (طارد للطاقة).

(٧ – ٥ – ١) الإنشطار النووي :

الإنشطار النووي : هو انشطار نواة اليورانيوم إلى نواتين متوسطتين بالإضافة إلى انبعاث طاقة عالية ونيوترونات نتيجة قذف هذه النواة بنيوترون بطيء .

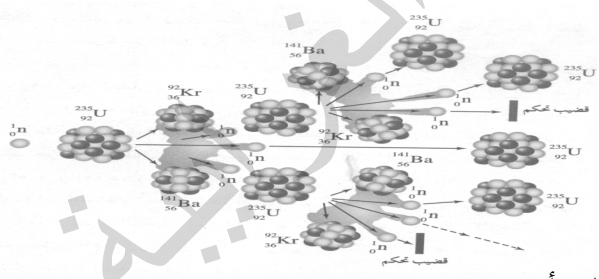
عام ١٩٨٣ م توصل العلماء الى نتيجة مذهلة ، فقد تبين ان نواة $^{238}_{92}U$ يمكن ان تنشطر اذا قذفت بنيوترون بطئ حيث تمتص النواة النيوترون فتصبح في حاة عدم استقرار ، ثم ما تلبث ان تنشطر الى نواتين متوسطتين اضافة الى انبعاث طاقة عالية ونيوترونات جديدة .



مثال على الانشطار النووي :

$$^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{92}_{36}Kr + 3\,{}^{1}_{0}n + \text{طاقة}$$

وتكمن اهمية هذا التفاعل في الطاقة المتحررة منه ، فمثلا ينبعث من التفاعل السابق ٢٠٨ مليون الكترون فولت ، هذا ناتج من انشطار نواة واحدة ، فماذا لو استمر التفاعل في الحدوث من خلال النيوترونات الناتجة ؟ سوف يستمر التفاعل في سلسلة كما يبين الشكل الاتي ، ويسمى هذا التفاعل بالتفاعل المتسلسل (لاحظ الشكل التالي).



- كي يكون التفاعل المتسلسل ممكنا من الناحية العمليـــة يجب التغلب على مشكلات عـــدة منهـــــــــا :

١. نظير اليورانيوم u^{235}_{92} القابل للانشطار يشكل فقط ٧ % من اليورانيوم الموجود في الطبيعة والباقي من نظير u^{238}_{92} ونظائر أخرى .

للتغلب على المشكلة : يتم تخصيب اليورانيوم لرفع نسبة نظير u^{235}_{92} و ذلك من خلال إنتاج غاز يحتوي على نسبة عالية من أل u^{235}_{92} .

٢.تسرب النيوترونات إلى الخارج بسبب سرعتها العالية إذا قلت كتلة اليورانيوم عن الكتلة الحرجه فهذا غير كافي لتهدئة النيوترونات

للتغلب على المشكلة : لا بد أن تكون كتلة اليورانيوم مساويا لكتلة معينه تسمى الكتلة الحرجه.

الكتلة الحرجة : الحد الأدنى من كتلة اليورانيوم اللازم لإدامة حدوث تفاعلات متسلسلة ومنع تسرب النيوترونات.

٣.النيوترونات الناتجة عن التفاعل تكون سريعة ولا يتهيأ لها إحداث انشطار(يجب أن تكون بطيئة).

للتغلب على المشكلة: نقوم بعمليات التهدئة للنيوترونات

التفاعل المتسلسل : هو إنبعاث ٣ نيوترونات من انقسام نواة اليورانيوم تتمكن بعدها من إصابة نوى جديدة ، نحصل على اثرها على ٩ نيوترونات جديدة وهكذا .

المفاعل النووي : جهاز يستخدم لتنظيم سير التفاعل النووي والاستفادة منه للأغراض السلمية ويتكون من الأجزاء الرئيسية التالية:

١.الدرع الواقي. ٢. قضبان التحكم. ٣. المهدئ. ٤. الوقود النووي.

القنبلة النووية : هي قنبلة ذات طاقة هائلة تنبعث من النواة فيما يعرف بتفاعل الانشطار النووي .

تخصيب اليورانيوم : هي عملية تهدف إلى إنتاج غاز يحتوي على نسبة عالية من اليورانيوم (^{235}U) .

التهدئة : هي عملية إبطاء سرعةالنيوترونات عن طريق تصادمها معمادة ذات كتلة صغيرة.

المواد المستخدمة كمهدئات : الغرافيت ، الماء العادي (H_2O) ، والماء الثقيل (D_2O) .

[$^{2}_{1}D$: الديتيريوم وهو نظير للهيدروجين ($^{2}_{1}H$)] .

التحكم في سرعة التفاعل المتسلسل ، إذ يتم استخدام قضبان مصنوعة من مادة (**الكادميوم**) تمتص بعض النيوترونات مما يؤدي إلى إبطاء عملية الإنشطار وإبقائها ضمن المعدل المطلوب .

التحكم : هي عملية إدخال قضبان من الكادميوم إلى داخل المفاعل لتمتص عدد من النيوترونات لإبطاء عملية الإنشطار وإبقاء العملية ضمن المعدل المطلوب .

- يستخدم المفاعل النووي (الاستخدام السلمي)
  ١. توليد النظائر المشعة.
  ٢. توليد الطاقة الحرارية و الكهربائية.
  ٣. إنتاج مواد قابلة للانشطار مثل بلوتينيوم Pu^{239}.
  ٤ . تحريك الصواريخ الفضائية.
  ٥. تحلية مياه البحار.

- سؤال : اذكر وظيفة واحدة لكل من التالي :
  ١. الوقود النووي : المادة القابلة لحدوث الانشطار النووي المتسلسل .
  ٢. المهدئ : ابطاء سرعة النيوترونات .
  ٣. قضبان التحكم : التحكم بسرعة التفاعل المتسلسل .

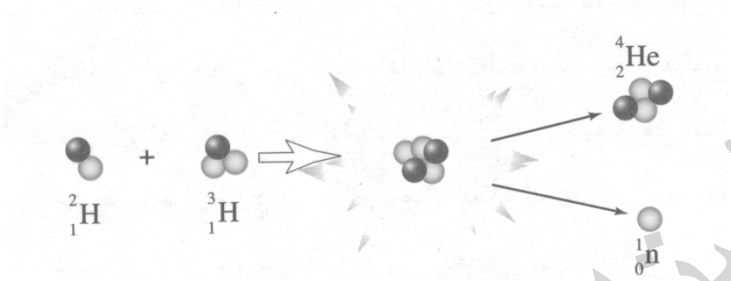
(٧ – ٥ – ٢) الإندماج النووي :

- **هو إتحاد نوى صغيرة لتكون نواة كبيرة لإنتاج كميات هائلة من الطاقة .**

مثال :

$$_{1}^{2}H + _{1}^{3}H \longrightarrow _{2}^{4}He + _{0}^{1}n$$

ديتيريوم تريتيوم



سؤال : لماذا يسمى هذا التفاعل بـ (التفاعل النووي الحراري) ؟

النوى الداخلة في التفاعل موجبة الشحنة ، فان القوى الكهربائية تحول دون الاندماج ، لذلك كي يحدث هذا التفاعل يجب ان تكون سرعة النوى كبيرة ، لتقترب كثيرا من بعضها ، فتتمكن القوة النووية من التغلب على القوة الكهربائية ، وهذا يتطلب رفع درجة حرارة المواد الداخلة في التفاعل ، لذلك يسمى التفاعل النووي الحراري .

- يحدث هذا التفاعل في القنبلة الهيدروجينية ويتنبأ العلماء بحدوثه في الشمس والنجوم ، وهو مصدرها للطاقة .

اعداد الاستاذ محمد الغرايبة

القانون	الوحدة	الاستخدام
$(N)+(Z)=(A)$		حساب عدد النيوكليونات A في النواة اذا علم عدد البروتونات Z والنيوترونات N
ط = Δ ك $س^2$	جول	حساب فرق الطاقة الناتجة عن فرق الكتلة عند اعطائها بوحدة كغم
نق= $A^{\frac{1}{3}}$ نق.	متر	حساب نصف قطر النواة اذا علم العدد الكتلي
Δ ك = (N ك ن +Z ك ب) – ك النواة	و.ك.ذ	حساب طاقة الربط النووية بين النيوكليونات او الطاقة اللازمة لفصل النيوكليونات
ط الربط=Δك × ٩٣١,٥	جول	حساب فرق الطاقة الناتجة عن فرق الكتلة بوحدة مليون إلكترون فولت
ط الربط النووية لكل نيوكلون = طاقة الربط للنواة / عدد النيوكليونات	جول	حساب طاقة الربط النووية لكل نيوكلون

$a + X \longrightarrow Y + B$

طاقة التفاعل (Q) =

(ك $_a$ + ك $_x$) – (ك $_y$ + ك $_b$)

a (القذيفة)

X (النواة الهدف)

Y (النواة الناتجة)

B (الجسيم الناتج)

اضمحلال الفا

$$^{A}_{z}X \longrightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He$$

اضمحلال غاما

$$^{A}_{z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z}Y + \gamma$$

اضمحلال بيتا

$$^{A}_{z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e$$

يصاحب بيتا السالب (الكترون) $^{0}_{-1}e$ انبعاث ضديد النيوترينو ($\bar{\nu}$)

$$^{A}_{z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$$

ويصاحب بيتا الموجب (البزترون) $^{0}_{+1}e$ انبعاث النيوترينو (ν)

$$^{A}_{z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{+1}e + \nu$$

اعداد الاستاذ: محمد الغرايبة

القانون	الوحدة	الاستخدام
ط = هـ ت د	جول	-حساب طاقة الفوتون المنبعث او الممتص في ذرة بور -حساب طاقة الفوتون الساقط على سطح فلز في الظاهرة الكهروضوئية.
س = ت د λ		- حساب التردد اذا علم الطول الموجي والعكس
ط ح عظمى= ش Δ_e جـ	جول	حساب الطاقة الحركية للالكترون المنبعث من سطح فلز في الظاهرة الكهروضوئية
Φ = هـ ت د.	جول	حساب اقتران الشغل(طاقة ربط الالكترون)من خلال ت د.
هـ ت د= Φ + ط ح ع هـ ت د= هـ ت د. + ط ح ع	جول	حساب طاقة الفوتون الساقط على سطح فلز (في الظاهرة الكهروضوئية عند غياب (ت ـ ، λ). -حساب الطاقة الحركية للالكترون المنبعث او اقتران الشغل في الظاهرة الكهروضوئية.
$\lambda = \frac{هـ}{خ} = \frac{هـ}{ك ع}$	متر	حساب الطول الموجي المصاحب للفوتون بدلالة زخمه.
خ =ك ع نق = ن $\frac{هـ}{\Pi 2}$	جول.ثـ	حساب الزخم الزاوي لالكترون ذرة الهيدروجين بدلالة (ك ، ع ، نق) أو (ن)
هـ ت = | ط – ط . |	جول	-طاقة الفوتون المنبعث او الممتص في ذرة بور تكافئ فرق الطاقة بين المستويين.

متسلسلات طيف ذرة الهيدروجين

متسلسلة ليمان : $\frac{1}{\lambda} R = (\frac{1}{2_1} - \frac{1}{2_ن})$ ، ن = ٢ ، ٣..... متسلسلة بالمر : $\frac{1}{\lambda} R = (\frac{1}{2_2} - \frac{1}{2_ن})$ ، ن = ٢ ، ٣.....

متسلسلة باشن : $\frac{1}{\lambda} R = (\frac{1}{2_3} - \frac{1}{2_ن})$ ، ن = ٤ ، ٥..... متسلسلة براكيت : $\frac{1}{\lambda} R = (\frac{1}{2_4} - \frac{1}{2_ن})$ ، ن = ٥ ، ٦ ، ٧ ،.....

متسلسلة فوند : $\frac{1}{\lambda} R = (\frac{1}{2_5} - \frac{1}{2_ن})$ ، ن = ٦ ، ٧ ، ٨ ، .....

$نق_{ن} = نق_{ب} ن^{٢}$ $= ٥.٢٩ \times ١^{-١١} ن^{٢}$	متر	حساب نصف قطر المدار الذي يوجد فيه الكترون ذرة الهيدروجين
$ط_{ن} = - \frac{13.6}{ن^{2}}$	e.v	حساب طاقة المدار الذي يدور فيه الالكترون في ذرة بور وتذكر ان الطاقة اللازمة لتحرير الالكترون هي $ط_{ن} = + \frac{13.6}{ن^{2}}$
$R = \frac{1}{\lambda}$ $\frac{1}{ن^{2}} - \frac{1}{ن.^{2}}$	متر	حساب الطول الموجي للفوتون المنبعث او الممتص في ذرة بور بدلالة (ثابت ريدنبرغ R) .
$٢ \Pi نق = ن \lambda$	متر	حساب طول موجة دي بور المصاحبة للالكترون في مدار في ذرة بور

أعداد الاستاذ: محمد الغرايبة

أسئلة متنوعة على نمط

اسئلة الوزارة

اعداد الاستاذ: محمد الغرايبة

السـؤال الأول :

ب) علل لكل ما يأتي

٢- يسري تيار كهروضوئي في الخلية الكهروضوئية عندما يكون جهد مصعدها أقل عدديا من جهد القطع

٢ – لأن طاقة الإلكترونات العظمى تكون بهذه الحالة أكبر من طاقة الوضع الكهربائية وتستطيع التغلب على قوة التنافر الكهربائي

أ – ما الخاصيتان اللتان جعلتا الظاهرة الكهروضوئية معضلة بالنسبة للفيزياء الكلاسيكية؟

١- يجب أن يكون تردد الضوء الساقط على سطح فلز أكبر من تردد معين (تردد العتبة) حتى تنبعث إلكترونات من سطحه.

٢ – تزداد الطاقة الحركية للإلكترونات المنبعثة من سطح الفلز بازدياد تردد الضوء الساقط وليس بازدياد شدته

أ) اعتماداً على نموذج بور الذري، فسِّر سبب وجود طيفين مختلفين أحدهما متصل والآخر خطي للأشعة السينية

١ – **الطيف المتصل** : بعض الإلكترونات المتسارعة لا تصطدم بإلكترونات الهدف بل تتأثر بالمجال الكهربائي لذرات الهدف فتتباطأ، وتقل طاقتها الحركية و تشع بذلك فوتونات ذات تردد كبير طيفها متصل.

٢ – **الطيف المنفصل** : قد تصطدم الإلكترونات المتسارعة بعض إلكترونات ذرات الهدف الداخلية وتنزعها من مكانها، ونتيجة لذلك تتحرك إلكترونات من المستويات الخارجية لتحل محل الإلكترونات المتحررة وينتج عن ذلك انبعاث فوتونات بترددات عالية ذات طاقات محددة تساوي الفرق بين طاقتي المستويين الخارجي والداخلي

أ – علل لكل مما يلي

٣- يزداد مقدار التيار الكهربائي المار في الخلية الكهروضوئية بزيادة شدة الضوء الساقط عليها .

٣- لأن زيادة شدة الضوء تعني زيادة عدد الفوتونات الساقطة وبالتالي زيادة عدد الإلكترونات المنتزعة مما يؤدي إلى زيادة التيار خلال الخلية الكهروضوئية .

ب) أذكر أربعة ظواهر لم تستطع الفيزياء الكلاسيكية تفسيرها .

١- ظاهرة طيف الامتصاص والانبعاث ٢- مسألة استقرار الذرات

٣- الظاهرة الكهروضوئية ٤- إشعاع الجسم الأسود

ب- اذكر افتراضات نموذج بور لذرة الهيدروجين .

١ – يتحرك الإلكترون بمدارات دائرية حول النواة بتأثير قوة الجذب الكهربائية.

٢ – لا يتحرك الإلكترون إلاّ في مدارات دائرية محددة، وتكون طاقة الإلكترون ثابتة في هذا المدار.

٣ – لا يشع الإلكترون طاقة طالما بقي في نفس المدار.

٤ – المدارات المسموح للإلكترون بالتحرك فيها، هي تلك المدارات التي يكون فيها الزخم الزاوي مساوياً لعدد صحيح مضروباً في ثابت بلانك مقسوماً على (2π) . $خ_ز = \frac{ن هـ}{2\pi}$ ،

أ) علل كلاً مما يأتي : ١- ظهور طيف متصل للإشعة السينية .

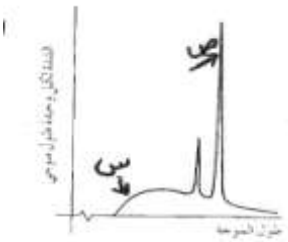
١- عند اقتراب الإلكترون المتسارع من النواة الهدف فإنه يتباطأ بسبب المجال الكهروسكوني للذرة مما يجعله يفقد جزء من طاقته على شكل أشعة سينية متصلة، حيث يتم التباطئ بشكل تدريجي.

أ) وضح المقصود بتكمية الطاقة لماكس بلانك :

أن الإشعاع يمتص أو ينبعث على شكل مضاعفات لكمية أساسية طاقة االوحدة الأساسية طـ = هـ تـ

أ- لا يمكن ملاحظة الطبيعة الموجية للأجسام الجاهرية في حياتنا اليومية. فسر ذلك.

لأن الأطوال الموجية المصاحبة لها صغيرة جداً اصغر من أن تقاس أو تلاحظ.



ج- يبين الشكل المجاور طيف الأشعة السنية لهدف من التنغستن، أجب عما يأتي:

١) ما نوع الطيف الذي يمثله الجزء (س)، والجزء (ص)؟

٢) كيف تفسر ظهور الجزء (س) من الطيف في ضوء نموذج بور الذري؟

١) ص: طيف خطي أو منفصل، بينما س طيف متصل أو مستمر.

٢) بعض الإلكترونات المتسارعة قد لا تصطدم بإلكترونات الهدف، وعند اقترابها من المجال الكهروسكوني للذرة وإلكترونات الذرة تتنافر معها فتتباطئ وبشكل متكرر وبالتالي تقل طاقتها الحركية وتخسر هذه الطاقة على شكل أشعة سينية طيفه متصل.

ج) **ثانياً:** علل لكل مما يأتي تعليلاً علمياً وافياً: ١- ظهور خطوط معتمة سوداء في الطيف الشمسي.

١- بعض ذرات الغلاف الجوي تمتص بعض الألوان من الطيف الشمسي، وهي تلك الألوان التي طاقتها تتوافق مع فرق الطاقة بين مستويات طاقة ذرات الغلاف الجوي.

أ) علّل لكل مما يأتي :

١) عند سقوط ضوء أزرق على سطح فلز السيزيوم تنبعث منه إلكترونات ضوئية، في حين لا تنبعث أي إلكترونات إذا سقط الضوء نفسه على سطح فلز الخارصين.

هذا يعني أن تردد الضوء الأزرق أكبر من تردد العتبة للسيزيوم، ولكنه أقل من يردد العتبة للخارصين.

٢) يمكن ملاحظة الطبيعة الموجية للجسيمات الذرية ودون الذرية، بينما لا يمكن ملاحظتها للجسام الجاهرية.

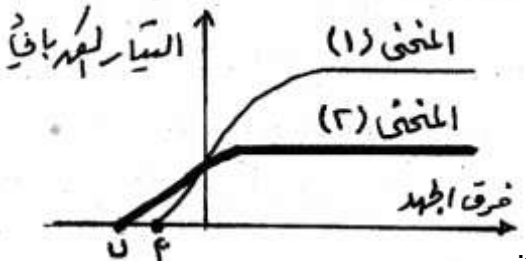
لأن الأطوال الموجية للأجسام الجاهرية صغيرة جداً أصغر من أن يتم رصدها أو ملاحظتها، بينما الأطوال الموجية للموجات المصاحبة للأجسام الذرية ودون الذرية يمكن رصدها وملاحظتها حيث زخمها صغير.

أ) اكتب نص فرض دي بروي، وعبر عنه بالرموز، مبيناً دلالة كل رمز فيه.

للجسيمات طبيعة موجية جسيمية مزدوجة..

$\lambda = \frac{هـ}{خ}$ ، حيث خ: زخم الجسم الخطي، هـ ثابت بلانك، λ: طول لموجة ديبروي المصاحبة للجسم

أ- الرسم البياني المجاور يمثل نتائج تجربة أجريت باستخدام خلية كهروضوئية وذلك لدراسة العلاقة بين فرق الجهد والتيار الكهربائي المار فيها. معتمداً على الرسم **أجب عما يأتي:**



١ - أي المنحيين يمثل شدة الضوء الساقط الأكبر على باعث الخلية **ولماذا؟**

٢ - ماذا تمثل كل من النقطتين (أ،ب)؟

٣ - أي المنحيين يمثل تردد الضوء الساقط الأكبر؟

١) المنحنى(١) ذا شدة ضوء أعلى لأن تياره أكبر، وكلما زادت شدة الضوء زاد التيار.

٢) (أ) و (ب) تمثلان فرق جهدي القطع .

٣) المنحنى (٢) يمثل تردد ضوء أكبر.

السـؤال الثاني :

ب- جسيم نووي كتلته ١٠ $^{-٣٠}$ كغ، يتحرك بسرعة ٥×١٠ ^{٧} م/ث، فاحسب

١- طول موجة دي برولي المصاحبة له

$$\lambda = \frac{هـ}{خ} = \frac{هـ}{ك ع} = \frac{٦.٦ \times ١٠^{-٣٤}}{١٠ \times ٥ \times ١٠^{-٣٠}} = ١,٣٢ \times ١٠^{-١١} \text{ م}$$

جـ - إذا وجد إلكترون ذرة الهيدروجين في المستوى الرئيسي الثاني ، فاحسب

١ – طول الموجة المصاحبة للإلكترون ٢ – سرعة الإلكترون

١ – $\lambda = \frac{٢\pi \text{ نق}_{ن}}{ن} = ٢\pi \text{ ن نق}_{ب}$ حيث نق$_{ن}$ = ن ^{٢} نق$_{ب}$

$\lambda = ٢\pi \times ٢ \times (٥,٢٩ \times ١٠^{-١١}) = ٦,٦ \times ١٠^{-١٠}$ م

٢ - ع$_{ن} = \frac{ن \text{ هـ}}{٢\pi \text{ ك نق}_{ن}} = \frac{٢ \times ٦.٦ \times ١٠^{-٣٤}}{٢ \times \pi \times ٩.١ \times ١٠^{-٣١} \times ٤ \times ٥.٢٩ \times ١٠^{-١١}} = ١,١ \times ١٠^{٦}$ م/ث

جـ - انتقل إلكترون ذرة الهيدروجين من مدار طاقته (- ١,٥) إلكترون فولت، إلى مدار طاقته (- ٣,٤) إلكترون فولت، حسب نموذج بور الذري احسب

١ – تردد الإشعاع المنبعث ٢ – الزخم الزاوي في المدار الذي انتقل إليه

٣ – طول الموجة المصاحبة في المدار الذي طاقته (-١,٥) إلكترون فولت.

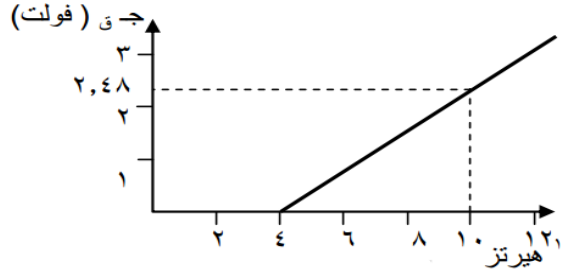
١ - Δط = ط$_{م}$ - ط$_{ن}$ = -٣,٤ – (-١,٥) = - ١,٩ إلكترون فولت =- ١,٩ ×١٠×١,٦ $^{-١٩}$ جول

ت$_{د} = \frac{|\Delta ط|}{هـ} = \frac{٣.٠٤ \times ١٠^{-١٩}}{٦.٦ \times ١٠^{-٣٤}} = ٤,٥ \times ١٠^{١٤}$ هيرتز

٢- لحساب ن ط = $\frac{-١٣.٦}{ن^{٢}}$ ، -٣,٤ = $\frac{-١٣.٦}{ن^{٢}}$ ومنه ن = ٢

٣ – $\lambda = \frac{٢\pi \text{ نق}_{ن}}{ن} = ٢\pi \text{ ن نق}_{ب}$ حيث نق$_{ن}$ = ن$_{ب}$ ^{٢} نق$_{ب}$ $\lambda = ٢ \times \pi \times ٣ \times (٥,٢٩ \times ١٠^{-١١}) = ٩,٩ \times ١٠^{-١٠}$ م

) يمثل الرسم البياني المجاور العلاقة بين كل من جهد القطع وتردد الفوتونات الساقطة على مهبط خلية كهروضوئية ، مستعينا بالبيانات المبينة على الرسم ، احسب



١ – مقدار ثابت بلانك

٢ – اقتران الشغل لمهبط الخلية

٣ – الطاقة الحركية العظمى –بالجول-للإلكترونات المنبعثة عند إسقاط الأشعة التي ترددها (١٢ × ١٠^{١٤}) هيرتز على مهبط الخلية

١- شـ$_{ه}$ جـ$_{ق}$ = هـ(ت$_{د}$ – ت$_{د.}$) من الرسم البياني ت$_{د.}$ =٤×١٠^{١٤} هيرتز، و جـ$_{ق}$ = ٣,٤٨ فولت عند ت$_{د}$ = ١٠×١٠^{١٤}

١,٦ × ١٠$^{-١٩}$ × ٢,٤٨ = هـ(١٠ × ١٠^{١٤} - ٤×١٠^{١٤}) ومنه هـ = ٦,٦×١٠$^{-٣٤}$ جول ث.

٢- Φ = هـ ت$_{د.}$= ٦,٦×١٠$^{-٣٤}$ ×٤×١٠^{١٤} = ٢,٦٤ ×١٠$^{-١٩}$ جول

لاحظ أن تقاطع الخط المستقيم مع محور التردد هو تردد العتبة

٣ – ط$_{ح (عظمى)}$ = هـ ت$_{د}$ – هـ ت$_{د.}$ = ٦,٦×١٠$^{-٣٤}$ (١٢×١٠^{١٤} - ٤×١٠^{١٤}) = ٥,٢٨ ×١٠$^{-١٩}$ جول

أ) إلكترون في مستوى الطاقة (ن=٣) لذرة هيدروجين مثارة ، احسب

١ . طول موجة دي برولي المصاحبة لحركة الإلكترون ،

٣. طول موجة الفوتون المنبعث عند انتقال الإلكترون من مستوى الطاقة (ن=٣) إلى مستوى الطاقة (ن=١).

١ - ومنه $\lambda = \frac{هـ}{خ} = \frac{\pi ٢ \text{ نق}_ن}{ن} = ٢ \pi \text{ ن نق}_ب$ حيث $\text{نق}_ن = \text{ ن}^{٢} \text{ نق}_ب$

$\lambda = ٢ \times \pi \times ٣ \times (١٠ \times ٥,٢٩ ^{-١١}) = ٩,٩ \times ١٠ ^{-١٠}$ م

$= ٢ \times ١٠ ^{-٥} \times ٦,٦ \times ١٠ ^{-٢٥} = ١,٣ \times ١٠ ^{-٢٩}$ كغ م/ث

٣) $\Delta ط = -١٣,٦ (\frac{١}{ن_هـ^{٢}} - \frac{١}{ن_ب^{٢}}) = -١٣,٦ (\frac{١}{٩} - \frac{١}{١}) = ١٢ \text{ eV} = ١٢ \times ١,٦ \times ١٠ ^{-١٩}$ جول

$ت_د = \frac{|\Delta ط|}{هـ} = \frac{١٢ \times ١,٦ \times ١٠ ^{-١٩}}{٦,٦ \times ١٠ ^{-٣٤}} = ٢,٩ \times ١٠ ^{١٥}$ هيرتز $\lambda = \frac{س}{ت_د} = \frac{٣ \times ١٠ ^{٨}}{٢,٩ \times ١٠ ^{١٥}} = ١ \times ١٠ ^{-٧}$ م

ج) سقط ضوء طول موجته (٣٠٠٠) أنجستروم على سطح فلز اقتران الشغل له (٣,٤ ×١٠ ^-١٩) جول، احسب

١ – جهد القطع ٢ – أكبر طول موجة يستطيع تحرير إلكترونات من سطح الفلز

١ – $\sqrt{٧}_e$ جـق = هـ ت_د – Φ = هـ $\frac{س}{\lambda}$ - Φ = $٦,٦ \times ١٠ ^{-٣٤} \times \frac{٣ \times ١٠ ^{٨}}{٣٠٠٠ \times ١٠ ^{-١٠}} - ٣,٤ \times ١٠ ^{-١٩} = ٣,٢ \times ١٠ ^{-١٩}$ جول

جـق = $\frac{٣,٢ \times ١٠ ^{-١٩}}{١,٦ \times ١٠ ^{-١٩}} = ٢$ فولت

٢ - Φ = هـ ت_د = هـ $\frac{س}{\lambda_0}$ = $٦,٦ \times ١٠ ^{-٣٤} \times \frac{٣ \times ١٠ ^{٨}}{\lambda_0} = ٣,٤ \times ١٠ ^{-١٩}$ ومنه $\lambda_0 = ٥,٨ \times ١٠ ^{-٧}$ م

ب – يتحرك إلكترون في المستوى الأول لذرة الهيدروجين ، احسب

١- الزخم الزاوي للإلكترون.

٢ – طول موجة دي برولي المصاحبة له.

٣ – تردد الفوتون اللازم لنقله إلى المستوى الثالث من الذرة.

١- خ ز = ن $\frac{هـ}{\pi ٢} = ١ \times \frac{٦,٦ \times ١٠ ^{-٣٤}}{\pi ٢} = ١,٠٥ \times ١٠ ^{-٣٤}$ كغ م^٢/ث

٢ - ومنه $\lambda = = ٢ \pi \text{ ن نق}_ب$ حيث $\text{نق}_ن = \text{ ن}^{٢} \text{ نق}_ب$

$\lambda = ٢ \times \pi \times ١ \times (١٠ \times ٥,٢٩ ^{-١١}) = ٣,٣ \times ١٠ ^{-١٠}$ م

٣ - $\frac{1}{\lambda} = ١,١ \times ١٠ ^{٧} (\frac{١}{ن_هـ^{٢}} - \frac{١}{ن_ب^{٢}}) = ١,١ \times ١٠ ^{٧} (\frac{١}{١} - \frac{١}{٩})$ ومنه $\lambda = ١,٠٢ \times ١٠ ^{-٧}$ م

$ت_د = \frac{س}{\lambda} = \frac{٣ \times ١٠ ^{٨}}{١,٠٢ \times ١٠ ^{-٧}} = ٢,٩ \times ١٠ ^{١٥}$ هيرتز

أعداد الأستاذ محمد الغرايبة

ج) يتحرك إلكترون بسرعة تعادل (٠,٢) من سرعة الضوء. احسب :

١- طول موجة دي برولي المصاحبة له.

١- ع = ٠,٢ س = ٠,٢ × ٣×١٠^٨ = ٦×١٠^٧ م/ث

$$\lambda = \frac{هـ}{ك\ ع} = \frac{٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}}{٩.١ \times ١٠^{-٣١} \times ٦ \times ١٠^{٧}} = ١,٢ \times ١٠^{-١١}\ م$$

ب – في الخلية الكهروضوئية، إذا كانت الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية المنطلقة من الباعث (٤,٦×١٠^-١٩) جول والطول الموجي اللازم لبدء مرور التيار في الخلية (٦٠٠٠) أنجستروم، احسب :

١ – اقتران الشغل لمادة الباعث ٢ – جهد القطع (الإيقاف)

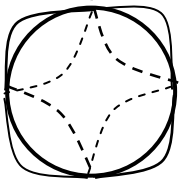
١- اقتران الشغل = هـ تـ$_{د}$ لكن λ تـ$_{د}$ = س ومنه تـ$_{د}$ = $\frac{٣ \times ١٠^{٨}}{٦ \times ١٠^{-٧}}$ = ٠,٥ × ١٠^١٥ هيرتز

اقتران الشغل = ٦,٦×١٠^-٣٤ × ٠,٥×١٠^١٥ = ٣,٣ × ١٠^-١٩ جول

٢- طـ$_{ح}$ = شـ$_{حـ}$ جـ$_{ق}$ = ١,٦ ×١٠^-١٩ × جـ$_{ق}$ ومنه جـ$_{ق}$ = ٤ فولت

أ - الشكل المرسوم جانباً يمثل موجة دي بروي لإلكترون في ذرة الهيدروجين .

أوجد لهذا الإلكترون ١ – رقم المدار (ن) ٢ – نصف قطر هذا المدار ٣- طول الموجة المصاحبة للإلكترون



١ – ن = ٢

٢ - نق$_{ن}$ = ن^{٢} نق$_{ب}$ = (٢)٢ × (٥,٢٩)×١٠^-١١ = ٢١,١٦×١٠^-١١ م

٣ - ك نق$_{ن}$ ع$_{ن}$ = ن $\frac{هـ}{\pi ٢}$ ومنه خ$_{ن}$ = ك ع$_{ن}$ = $\frac{ن\ هـ}{\pi ٢\ نق_{ن}}$

ومنه λ = $\frac{هـ}{خ}$ = $\frac{\pi ٢\ نق_{ن}}{ن}$ = ٢ π ن نق$_{ب}$ حيث = نق$_{ن}$ = ن^{٢} نق$_{ب}$

λ = ٢ × π ×٢ × (٥,٢٩×١٠^-١١) = ٦,٦ ×١٠^-١٠ م

أ) يتحرك إلكترون ذرة الهيدروجين في مدار المستوى الثاني ، احسب

١ – نصف قطر هذا المدار ٢ - طاقة الإلكترون وهو في هذا المستوى بوحدة الإلكترون فولت

٣ – اعتماداً على فرضية بور المتعلقة بالزخم الزاوي للإلكترون، احسب طول موجة دي برولي المصاحبة للإلكترون في هذا المدار

١- نق$_{ن}$ = نق$_{ب}$ ن^{٢}

نق$_{٢}$ = ٥,٣ × ١٠^-١١ × ٤ = ٢,١٢×١٠^-٩ م

٢- طـ$_{ن}$ = $\frac{-١٣.٦}{ن^{٢}}$ طـ$_{٢}$ = $\frac{-١٣.٦}{٤}$ إلكترون فولت

٣- λ = $\frac{\pi ٢\ نق_{ن}}{ن}$ = ٢ π ن نق$_{ب}$ حيث = نق$_{ن}$ = ن^{٢} نق$_{ب}$

λ = ٢ × π ×٢ × (٥,٢٩×١٠^-١١) = ٣,٣ ×١٠^-١٠ م

ب- إذا كانت الطاقة الكلية لإلكترون ذرة الهيدروجين في مدارٍ ما تساوي (-٣,٤) إلكترون فولت . فاحسب ما يأتي:

١- سرعة الإلكترون في هذا المدار.

٢- تردد الفوتون المنبعث عند انتقال هذا الإلكترون إلى المدار الأول، ثم اذكر اسم سلسلة الطيف التي ينتمي إليها.

١- $ط_ن = \frac{-١٣.٦}{ن^٢}$ $-٣,٤ = \frac{-١٣.٦}{ن^٢}$ ومنه ن = ٢

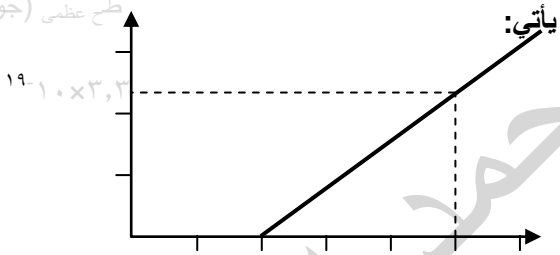
$ع_ن = \frac{ن\ هـ}{٢\pi\ ك\ نق_ن} = \frac{٢ \times ٦.٦ \times ١٠^{-٣٤}}{٢ \times \pi \times ٩.١ \times ١٠^{-٣١} \times ٥.٢٩ \times ٤ \times ١٠^{-١١}} = ١,١ \times ١٠^{٦}$ م/ث حيث $نق_ن = ن^٢ نق_ب$

٣ - $\Delta ط = ١٣,٦ (\frac{١}{ن_ب^٢} - \frac{١}{ن_ا^٢}) = ١٣,٦ (\frac{١}{٢^٢} - \frac{١}{١^٢}) = ١٠,٢$ إلكترون فولت

$ط_{فوتون} = هـ\ ت_د = \Delta ط \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}$

$ت_د = \frac{١٠,٢ \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{٦,٦٢ \times ١٠^{-٣٤}} = ٢,٤٧ \times ١٠^{١٥}$ هيرتز وينتمي إلى متسلسلة ليمان.

ج- يمثل الرسم البياني المجاور العلاقة بين تردد الضوء الساقط والطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة في الخلية الكهروضوئية. بالاعتماد على المعلومات المثبتة على الرسم. احسب ما يأتي:



١- أكبر طول موجي يستطيع تحرير إلكترونات من مهبط الخلية.

٢- ثابت بلانك.

١- $\lambda = \frac{س}{ت_0} = \frac{٣ \times ١٠^{٨}}{٠,٦ \times ١٠^{١٥}} = ٠,٥ \times ١٠^{-٦}$ م

٢- $ط_{عظمى} = هـ(ت_د - ت_{د٠})$ من الرسم البياني ($ت_{د.} = ٤ \times ١٠^{١٤}$)

$٣,٣ \times ١٠^{-١٩} = هـ(١,١ \times ١٠^{١٥} - ٠,٦ \times ١٠^{١٥})$

$هـ = \frac{٣,٣ \times ١٠^{-١٩}}{١,١ \times ١٠^{١٥} - ٠,٦ \times ١٠^{١٥}} = ٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}$ جول ث أو أن الميل = هـ

ب- أسقط ضوء تردده ($٠,٨ \times ١٠^{١٥}$) هيرتز على سطح فلز الصوديوم، إذا كان اقتران الشغل للصوديوم يساوي (٢,٥) إلكترون فولت، فاحسب ما يأتي:

١- تردد العتبة للصوديوم.

٢- الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة من سطح الفلز.

١- اقتران الشغل = $هـ\ ت_د$.

$٢,٥ \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩} = ٦,٦٢٥ \times ١٠^{-٣٤} ت_{د.}$ ومنه $ت_{د.} = ٦ \times ١٠^{-١٤}$ هيرتز

٢- $ط_{عظمى} = هـ\ ت_د - \Phi = ٦,٦٢٥ \times ١٠^{-٣٤} \times ٠,٨ \times ١٠^{١٥} - ٢,٥ \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩} = ١,٣ \times ١٠^{-١٩}$ جول

ج) إذا وجد إلكترون ذرة الهيدروجين في مستوى الطاقة الثاني، احسب ما يأتي:

١- زخمه الزاوي ٢- زخمه الخطي ٣- طول موجة دي برولي المصاحبة له.

١- خ = $\frac{ن هـ}{\pi ٢}$ = $\frac{٣ \times ٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}}{\pi \times ٢}$ = ٣,١٥ × $١٠^{-٣٤}$ كغ م/ث

٢- خ = ك ع ن = $\frac{ن هـ}{\pi ٢ \text{ نق}_{ن}}$ = $\frac{٣ \times ٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}}{٢ \times \pi \times 9 \times 5.3 \times ١٠^{-١١}}$ حيث نق$_{ن}$ = نق ب $ن^{٢}$ = $٣^{٢}$ × ٥,٣× $١٠^{-١١}$

٣- λ = $\frac{هـ}{ك ع}$ = ٢ π ن نق ب = ٢ × π × ٣ × (٥,٢٩ × $١٠^{-١١}$) = ٩,٩ × $١٠^{-١٠}$ م

ب) احسب طول موجة دي برولي المصاحبة لإلكترون في المستوى الثالث لذرة الهيدروجين .

λ = ٢ π ن نق ب = ٢ × ٣,١٤ × ٥,٣× $١٠^{-١١}$ = ٩٩ × $١٠^{-١١}$ م

د) سقط شعاع ضوئي طول موجته (٤٠٠٠) أنجستروم على فلز مهبط خلية كهروضوئية فانبعثت إلكترونات طاقتها الحركية العظمى (٢,٥) إلكترون فولت، احسب

١- اقتران دالة الشغل للفلز ٢- فرق جهد القطع للخلية ٣- تردد العتبة للفلز

١- (طـح)ع للإلكترون = طـ فوتون - Φللفلز

Φللفلز = هـ $\frac{س}{\lambda}$ = ٢,٥ × ١,٦ × $١٠^{-١٩}$

Φللفلز = $\frac{٣ \times ١٠^{٨}}{٤٠٠٠ \times ١٠^{-١٠}}$ × ٦,٦ × $١٠^{-٣٤}$ - Φللفلز = ٤ × $١٠^{-١٩}$ ومنه Φللفلز = ٠,٩٥ × $١٠^{-١٩}$ جول

٢-شـ e جـق = (طـح)ع للإلكترون ومنه ١,٦ × $١٠^{-١٩}$ جـق = ٢,٥ × ١,٦ × $١٠^{-١٩}$ ومنه جـق = ٢,٥ فولت

٣- Φللفلز = هـ ت$_{د}$. ٠,٩٥ × $١٠^{-١٩}$ = ٦,٦ × $١٠^{-٣٤}$ ت$_{د}$. ومنه ت$_{د}$.= ١,٥ × $١٠^{١٥}$ هيرتز

ب- سقط فوتون تردده (٠,٧٥ × $١٠^{١٥}$) هيرتز على سطح فلز تردد العتبة له (٠,٥ × $١٠^{١٥}$) هيرتز. احسب ما يأتي:

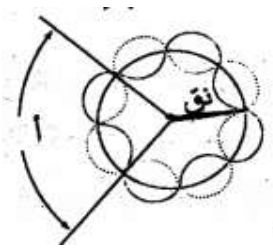
١- اقتران الشغل للفلز. ٢- فرق جهد القطع.

١)Φ= هـ ت$_{د}$. = ٦,٦ × $١٠^{-٣٤}$ × ٠,٥ × $١٠^{١٥}$ = ٣,٣ × $١٠^{-١٩}$ جول.

٢) طـح = هـ ت$_{د}$ - Φ = ٦,٦ × $١٠^{-٣٤}$ × ٠,٧٥ × $١٠^{١٥}$ - ٣,٣ × $١٠^{-١٩}$ = ١,٦٥ × $١٠^{-١٩}$ جول

شـ e جـق = طـح ومنه ١,٦ × $١٠^{-١٩}$ جـ ق = ١,٦٥ × $١٠^{-١٩}$ ومنه جـق = ١ فولت

ج- يمثل الشكل المرسوم جانباً موجات إلكترون ذرة الهيدروجين في مدارٍ ما، مستعيناً بالرسم **أجب عما يأتي:**



أولاً: ١- ما رقم المدار الذي يوجد في الإلكترون؟

٢- ماذا تمثل (أ)؟ **ثانياً: احسب:** ١- نصف قطر المدار (نق) الذي يوجد فيه الإلكترون.

٢- الزخم الزاوي لهذا الإلكترون.

أولا: ١- ن = ٤ ٢) أ تمثل طول الموجة المصاحبة للإلكترون

ثانياً: ١) نق = $ن^{٢}$ نق ب = $٤^{٢}$ × ٥,٣× $١٠^{-١١}$ = ٨٤,٨ × $١٠^{-١١}$ م.

٢) خ = $\frac{ن هـ}{\pi ٢}$ = $\frac{٤ \times ٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}}{\pi \times ٢}$ = ٤,٢ × $١٠^{-٣٤}$ جول ث

ج- إذا انتقل إلكترون ذرة الهيدروجين من مستوى الطاقة الرابع إلى مستوى الطاقة الثاني. أجب عما يأتي:

١- احسب تردد الفوتون المنبعث، إذا علمت بأن ($ط_ن = \frac{-١٣.٦}{ن^٢}$) إلكترون فولت.

٢- إلى أي سلسلة ينتمي طيف ذرة الهيدروجين المنبعث؟

١- $\Delta ط = ط_{ن_f} - ط_{ن_i} = ١٣,٦ \times (\frac{١}{ن_هـ^٢} - \frac{١}{ن_ب^٢}) = ١٣,٦(\frac{١}{٤^٢} - \frac{١}{٢^٢}) =$ -٢,٥٣ إلكترون فولت.

$ط_{فوتون} = هـ ت_د = \Delta ط \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}$

$ت_د = \frac{٢,٥٣ \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}}$ ومنه $ت_د = ٠,٦ \times ١٠^{١٥}$ هيرتز

٢- تنتمي إلى سلسلة بالمر.

أ- لا يمكن ملاحظة الطبيعة الموجية للأجسام الجاهرية في حياتنا اليومية. فسر ذلك.

لأن الأطوال الموجية المصاحبة لها صغيرة جداً اصغر من أن تقاس أو تلاحظ.

ب- أسقط ضوء طول موجته (٣٣٠×١٠^{-٩})م على سطح فلز، فانطلق إلكترونات من سطحه، فإذا كان جهد القطع للفلز حينئذٍ (٠,٦٢٥) فولت. احسب تردد العتبة للفلز.

$ش_{هـ} جـ_ق = ط_ح$ ومنه $ط_ح = ٠,٦٢٥ \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩} = ١ \times ١٠^{-١٩}$

$ط_ح = هـ ت_د - \Phi$ لكن $ت_د = \frac{س}{\lambda} = \frac{٣ \times ١٠^{٨}}{٣,٣ \times ١٠^{-٧}} = \frac{٣ \times ١٠^{١٥}}{٣,٣}$ هيرتز

$١ \times ١٠^{-١٩} = ٦,٦ \times ١٠^{-٣٤} \times \frac{٣ \times ١٠^{١٥}}{٣,٣} - \Phi \Leftarrow \Phi = ٥ \times ١٠^{-١٩}$ جول

$ت_د = \frac{\Phi}{هـ} = \frac{٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}}{٥ \times ١٠^{-١٩}} = ٠,٧٥ \times ١٠^{١٥}$ هيرتز

د- إذا كان الزخم الزاوي لإلكترون ذرة الهيدروجين في مدارٍ ما ($٥,٢٥ \times ١٠^{-٣٤}$) جول.ثانية. فاحسب ما يأتي:

١ - رقم المدار الذي يتحرك في الإلكترون (اعتبر $\pi = ٧/٢٢$).

٢ - طاقة الفوتون المنبعث عند انتقال الإلكترون إلى المدار الثاني، وما اسم السلسلة التي ينتمي إليها الطيف الكهرومغناطيسي المنبعث؟

١- $خ_ز = \frac{ن هـ}{\pi ٢} \Leftarrow ٥,٢٥ \times ١٠^{-٣٤} = \frac{ن \times ٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}}{\pi ٢}$ ومنه ن = ٥

$\Delta ط = ط_{ن_f} - ط_{ن_i} = ١٣,٦ \times (\frac{١}{ن_هـ^٢} - \frac{١}{ن_ب^٢}) = ١٣,٦(\frac{١}{٢^٢} - \frac{١}{٥^٢}) =$ -٢,٨٦ ألكترون فولت

$ط_{فوتون} = ٢,٨٦ \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}$ جول وينتمي إلى سلسلة بالمر

أ- أثبت أن أكبر طول موجي ($\lambda_ع$) يستطيع تحرير إلكترونات من سطح فلز يعطى بالعلاقة:

$\lambda_ع = \frac{س\ هـ}{\phi}$ حيث ϕ : اقتران الشغل للفلز، س: سرعة الضوء، هـ: ثابت بلانك.

$\Phi = هـ\ ت_د$.

$\Phi = هـ\ \frac{س}{\lambda_ع}$ ومنه $\lambda_ع = \frac{س\ هـ}{\phi}$

ب- عند انتقال إلكترون ذرة الهيدروجين من مستوى الطاقة الخامس إلى مستوى الطاقة الثاني انبعث فوتون تردده ($٠,٦٩٣ \times ١٠^{١٥}$) هيرتز. أجب عما يأتي:

١) إلى أي سلسلة ينتمي الطيف الكهرومغناطيسي المنبعث؟ ٢) احسب ثابت ريدبرغ.

١) ينتمي هذا الطيف إلى سلسلة بالمر

$\frac{1}{\lambda} = Rh\ |\frac{١}{ن_م^٢} - \frac{١}{ن_ب^٢}|$ لكن $\lambda = \frac{س}{ت_د} = \frac{٣ \times ١٠^{٨}}{٠,٦٩٣ \times ١٠^{١٥}} = ٤,٣٣ \times ١٠^{-٧}$ م

$Rh = \frac{١}{٤,٣٣ \times ١٠^{-٧}}\ |\frac{١}{٥^٢} - \frac{١}{٢^٢}|$

ومنه $Rh = ١,٠٩ \times ١٠^{٧}$ م$^{-١}$.

أولا: اسقط ضوء على سطح فلز اقتران الشغل له ($٣,٩ \times ١٠^{-١٩}$) جول، فانطلقت منه إلكترونات بطاقة حركية عظمى مقدارها ($٢,٧ \times ١٠^{-١٩}$) جول، أجب عما يلي

١ - احسب تردد الضوء الساقط.

٢ - ما الشرط اللازم لتحرير إلكترونات من سطح الفلز دون إكسابه طاقة حركية؟

١) ط ح ع = هـ ت_د - Φ

$٢,٧ \times ١٠^{-١٩} = ٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}$ ت_د – $٣,٩ \times ١٠^{-١٩}$ ومنه ت_د = ١×١٠^{١٥} هيرتز

٢) يجب أن يكون تردد الضوء الساقط أكبر من تردد العتبة للفلز.

ثانياً: إذا انتقل إلكترون في ذرة الهيدروجين من مستوى الطاقة الثالث إلى مستوى الطاقة الأول: أجب عما يلي

١ - احسب الطاقة التي يشعها الإلكترون عند انتقاله بين المستويين.

٢ - إلى أي سلسلة ينتمي الطيف الكهرومغناطيسي المنبعث.

$\Delta ط = \frac{-١٣,٦}{ن_م^٢} - \frac{-١٣,٦}{ن_ب^٢} = \frac{-١٣,٦}{٣^٢} - \frac{-١٣,٦}{١^٢} =$ ـ ١٣,٦ + ١,٥ = ـ ١٢,١ إلكترون فولت

ط فوتون = $١٢,٥ \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}$ = $١٩,٣ \times ١٠^{-١٩}$ جول ٢) ينتمي إلى سلسلة ليمان.

ب) إذا انتقل إلكترون ذرة الهيدروجين مثارة من مستوى الطاقة الرابع إلى مستوى الطاقة الثاني: فإجب عما يلي :

اولاً: ما اسم السلسلة الحسابية التي ينتمي إليها الطيف الكهرومغناطيسي المنبعث.

ثانياً: احسب كلاً مما يلي: ١- الزخم الزاوي للإلكترون في مستوى الطاقة الرابع.

٢) طاقة الفوتون المنبعث بوحدة إلكترون فولت.

اولاً: سلسلة بالمر.

١ - ثانياً: ١) $خ_{زاوي} = \frac{ن هـ}{\pi ٢} = \frac{٤ \times ٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}}{\pi ٢} = ٤,٢ \times ١٠^{-٣٤}$ جول ث

٢) $ط_{فوتون} = |(ط - ط_{ن_٥})| = \left|\frac{-١٣,٦}{ن^{٢}} - \frac{-١٣,٦}{ن_{٥}^{٢}}\right| = \frac{-١٣,٦}{٢^{٢}} - \frac{-١٣,٦}{٤^{٢}} = |-٣,٤ + ٠,٨٥| = ٢,٥٥$ ألكترون فولت

ب) سقط ضوء طول موجته (٢٥٠×١٠^{-٩}) م على سطح فلز، فإذا وجد أن فرق جهد القطع للفلز حينئذٍ يساوي (٢) فولت، فاحسب ما يأتي:

١) الطاقة الحركية العظمى للإلكترون المنبعث من سطح الفلز(بوحدة (جول)

٢) اقتران الشغل لهذا الفلز.

١) $(ط_{حـ})_{ع \text{ للإلكترون}} = ش_{e} = \Delta جـ_{ق} = ١,٦ \times ١٠^{-١٩} \times ٢ = ٣,٢ \times ١٠^{-١٩}$ جول

٢) $(ط_{حـ})_{ع} = هـ ت_{د} - \Phi = ٦,٦ \times ١٠^{-٣٤} - \Phi$ لكن $ت_{د} = \frac{س}{\lambda} = \frac{٣ \times ١٠^{٨}}{٢٥٠ \times ١٠^{-٩}} = ١,٢ \times ١٠^{١٥}$ هيرتز

$\Phi - ١٠^{١٥} \times ١,٢ \times ١٠^{-٣٤} \times ٦,٦ \times ١٠^{-١٩} = ٣,٢ \times ١٠^{-١٩}$ ومنه $\Phi = ٤,٧٢ \times ١٠^{-١٩}$ جول

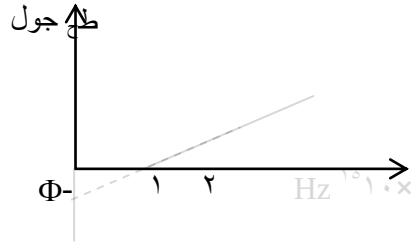
أ) إلكترون ذرة هيدروجين مثارة في مستوى الطاقة الثالث (ن=٣)، بين أن طول الموجة المصاحبة له يعطى بالعلاقة ($\lambda = ٦ \pi$ نق$_{ب}$)، (حيث نق$_{ب}$: نصف قطر المدار الأول)

ك ع نق $= \frac{ن هـ}{\pi ٢}$. و $\lambda = \frac{هـ}{ك ع}$

٢π نق $= ن \frac{هـ}{ك ع}$ ومنه ٢π نق$= ن \lambda$ لكن نق $= ن^{٢}$ نق$_{ب}$

$\lambda ٣ = ٢ \pi (٣)^{٢}$ نق$_{ب}$ ومن $\lambda = ٦ \pi$ نق$_{ب}$

أ) يمثل الشكل التالي العلاقة بين تردد الضوء الساقط على سطح فلز والطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنطلقة من سطح فلز، اعتماداً على البيانات الموضحة على الشكل احسب ما يأتي: (



١) اقتران الشغل.

٢) فرق جهد القطع عندما ($ت_{د}$ =٢×١٠^{١٥} هيرتز)

١) $\Phi = هـ ت_{د_{٥}} = ٦,٦ \times ١٠^{-٣٤} \times ١ \times ١٠^{١٥} = ٦,٦ \times ١٠^{-١٩}$ جول.

٢) $ش_{e} \Delta جـ_{ق} = هـ ت_{د} - \Phi$

$١,٦ \times ١٠^{-١٩} \times \Delta جـ_{ق} = ٦,٦ \times ١٠^{-٣٤} \times ٢ \times ١٠^{١٥} - ٦,٦ \times ١٠^{-١٩} = ٦,٦ \times ١٠^{-١٩}$

$\Delta جـ_{ق} = ٤,١٢٥$ فولت.

الفيزياء النووية

السـؤال الأول

جـ) يستخدم مجال كهربائي ومجال مغناطيسي في المسارع النووي،أذكر وظيفة واحدة لكل منها

١ – المجال الكهربائي: لتسريع الجسيمات المشحونة

٢ – المجال المغناطيسي: لحرف الجسيمات المشحونة عن مسارها وجعلها تسير بمسار دائري.

أ ـ اذكر اسم الجهاز المستخدم لقياس كل كمية من الكميات التالية :

٢ – الإشعاع النووي : عداد غايغر .

أ) أذكر ثلاثة استخدامات عملية للمفاعلات النووية .

١ – إنتاج النظائر المشعة ٢ – إنتاج الطاقة ٣ – تحلية المياه

أ – أذكر ثلاثة قوانين لحفظ الكميات في التفاعلات النووية .

١ –حفظ الزخم ٢ –حفظ الطاقة والكتلة

٣ – حفظ الشحنة (العدد الذري) ٤ – حفظ العدد الكتلي

أ) علل ما يأتي:

ـ انبعاث جسيمات بيتا من أنوية ذرات العناصر المشعة لها، على الرغم من أن الإلكترون ليس من مكونات النواة.

تنبعث جسيمات بيتا من أنوية ذرات العناصر عند تحلل النيوترونات في النوى كما في المعادلة التالية

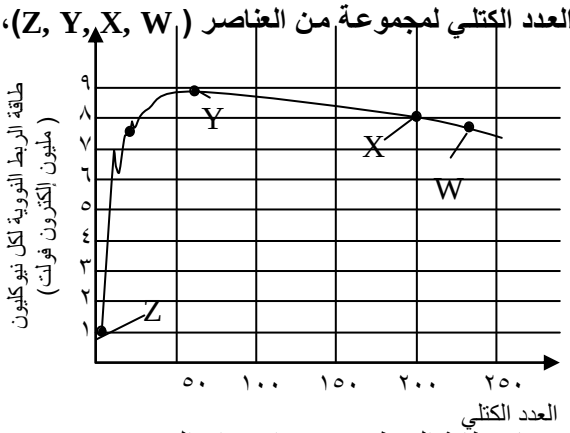
$$ {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{-1}e + \nu^{*} $$

أ) قارن بين القنبلتين النوويتين الانشطارية والهيدروجينية من حيث:

الوقود المستعمل ، الطاقة الناتجة ، شرط حدوث الانفجار

	الانشطارية	الهيدروجينية
الوقود المستعمل	أنوية ثقيلة مثل اليورانيوم و البلوتونيوم، وهو وقود نادر ومرتفع الثمن	أنوية خفيفة مثل الديوترون والهيليوم، وهو وقود متوفر ومنخفض التكاليف
الطاقة الناتجة	كبيرة جداً (٢٠١ Mev لليورانيوم)	أكبر بكثير من طاقة الانشطار
شرط حدوث الانفجار	قذف النواة الكبيرة بنواة خفيفة	توفير درجة حرارة عالية (من قنبلة انشطارية)

جـ) يمثل المنحنى المجاور العلاقة بين طاقة الربط النووية لكل نيوكليون والعدد الكتلي لمجموعة من العناصر (Z, Y, X, W)، اعتماداً على المنحنى ، أجب عن الأسئلة التالية



١ ــ أي هذه العناصر أكثر استقراراً ؟ ولماذا؟

٢ ــ أي هذه العناصر أكثر قابلية للإنشطار ،

وأيها أكثر قابلية للاندماج عند إحداث تفاعل نووي

٣ ــ احسب طاقة الربط لنواة العنصر (X) .

١- العنصر الأكثر استقراراً هو (Y) لأن العنصر Y يمتلك أكبر طاقة ربط وزيادة طاقة الربط تزيد من استقرار العنصر.

٢- العنصر W أكثر قابلية للإنشطار. و العنصر Z أكثر قابلية للاندماج .

٣ - سحب طاقة الربط للعنصر X من المنحنى مباشرة حيث:

ط(ربط)لـ X = ٨ مليون إلكترون فولت

طاقة الربط = طاقة الربط لكل نيوكليون × العدد الكتلي = ٨ × ٢٠٠ = ١٦٠٠ MeV

جـ- علل لكل مما يأتي تعليلاً علمياً وافياً:

٣- كثافة النواة ثابتة لنوى العناصر جميعها.

$$\text{ح} = \frac{٤}{٣}\pi \text{ نق}^{٣} = \frac{٤}{٣}\pi (\text{نق}.)^{٣} (\sqrt[3]{A})^{٣} = \frac{٤}{٣}\pi \text{ نق}.^{٣} \text{ A} = \text{ثابت} \times \text{A}$$

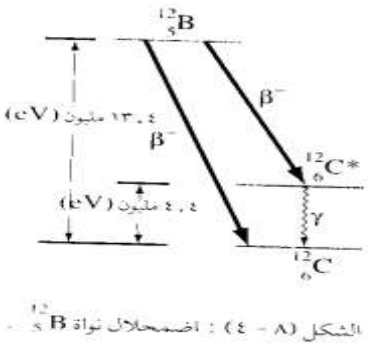
$$\text{و ك} = \text{ثابت A} \quad \text{ومنه ث} = \frac{\text{ثابت}\cdot\text{A}}{\text{ثابت}\cdot\text{A}} = \text{ثابت}$$

أ) اذكر وظيفة كل مما يلي ١- الماء الثقيل في المفاعل النووي. : تهدئة النيوترونات

ب) أذكر ثلاث ميزات تمتاز بها القوة النووية التي تربط بين النيوكليونات في النواة .

١- قصيرة المدى ٢- قوى تجاذب كبيرة ٣- لا تعتمد على ماهية النيوكليونات.

ب) يمثل الشكل المجاور إشعاع البورون ($^{12}_{5}B$) لجسيم بيتا بطريقتين مختلفتين، اعتمد على هذا الشكل للإجابة عما يلي



الشكل (٨ - ٤) : اضمحلال نواة $^{12}_{5}B$

١- اكتب معادلة إشعاع البورون لجسيم بيتا وتحولها مباشرة إلى نواة الكربون ($^{12}_{6}C$) في الطرية الأولى

٢- فسر انبعاث أشعة جاما في الطريقة الثانية.

١- طاقة $^{12}_{5}B \rightarrow {}^{12}_{6}C^{*} + \beta^{-} + \nu^{*}$ (13.4 Mev)

٢- عند تحول البورون إلى كربون في الطريق الثانية فإنه يتحول إلى نواة كربون في حالة متهيجة(C*)، وعند عودة نواة الكربون إلى حالتها المستقرة (C) فإنها تشع أشعة جاما.

أ- فسر منشأ طاقة الربط النووية.

تحول جزء من كتلة مكونات النواة (البروتونات والنيوترونات) إلى طاقة تربط مكونات النواة.

د- تمثل المعادلة النووية الآتية سلسلة اضمحلال إشعاعي تبدأ بالنظير $^{238}_{92}U$ والذي يمر بسلسة من التحولات التي تتضمن انبعاث الإشعاعات النووية (ألفا، بيتا، جاما) لتنتهي بـ $^{206}_{82}Pb$.

أجب عما يأتي:

$$^{238}_{92}U \rightarrow 8\,^{4}_{2}He \rightarrow X\,^{0}_{-1}e \rightarrow ^{206}_{82}Pb + \text{طاقة}$$

١ - ما اسم هذه السلسلة؟

٢ - ما اسم النظير المستقر في هذه السلسة؟

٣ - ما عدد دقائق بيتا (X) المنطلقة من هذه السلسلة؟

٤ - ما اسم الجهاز الذي يستخدم للكشف عن الإشعاعات النووية؟

٥ - أي من الإشعاعات النووية (ألفا، بيتا، جاما) أقل نفاذاً، ولماذا؟

٦ - أي من الإشعاعات النووية (ألفا، بيتا، جاما) أكثر خطورة، ولماذا؟

١- سلسلة اليورانيوم ٢- نظير الرصاص ٤- عداد غايغر

٦- $٩٢ = ٨ \times ٢ + (-١) \times X + ٨٢$ ومنه $X = ٦$

٥- الفا أقل نفاذاً، بسبب كتلتها الكبيرة وشحنتها الكبيرة نسبياً.

٦- جاما الأكثر خطورة، بسبب قدرتها العالية على النفاذ.

أ- وضح المقصود بكل من: النيوكليونات

النيوكليونات: البروتونات أو النيوترونات.

أ- قارن بين أشعة بيتا وأشعة غاما من حيث:

ماهيتها (طبيعتها)، القدرة على التأيين، السرعة.

	الماهية	القدرة على التأيين	السرعة
بيتا	إلكترونات أو بوزيترونات (جسيمات)	متوسطة، ولكن أكبر من قدرة غاما	عالية ولكن أقل من سرعة غاما
غاما	أشعة كهرومغناطيسية	منخفضة	سرعة الضوء.

٢- اذكر ميزتين تمتاز بهما القوة النووية.

١- قصيرة المدى ٢- قوة تجاذب كبيرة ٣- لا تعتمد على ماهية النيوكليونين

أ) يحدث في المفاعلات النووية عمليات انشطار نووي، أجب عما يلي

١ - على ماذا يقوم مبدأ عمل المفاعل النووي

٢ - كيف يمكن تجنب حدوث تفاعل نووي يحدث بسرعة كبيرة جداً.

١) على التحكم في سرعة التفاعل النووي وتحويل الطاقة النووية إلى طاقة كهربائية.

٢) باستخدام مواد مهدئة للنيوترونات مثل الجرافيت أو الماء الثقيل وهي.

أعداد الأستاذ: محمد الغرايبة

أ) عدد اربعاً من العمليات التي تتم في المفاعلات النووية .

١- تهدئة النيوترونات ٢- التحكم في سرعة التفاعل

٣- تخصيب اليورانيوم ٤- الحصول على الكتلة الحرجة.

أ) وضح المقصود بكل مما يأتي :

(سلسلة الاضمحلال الاشعاعي).

سلسلة الاضمحلال الاشعاعي: سلسلة تتكون من عناصر مشعة بحيث يشع كل عنصر ليعطي عنصر آخر لتنتهي السلسلة بنظير الرصاص المستقر.

ب) علل لكل مما يأتي:

٢) استخدام قضبان من مادة الكاديوم في قلب المفاعل النووي.

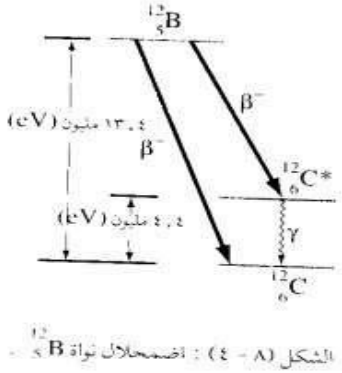
٢) لأن الكاديوم ليه قدرة على امتصاص الإلكترونات وبالتالي يعمل على التحكم بعدد النيوترونات التي تقوم بالتفاعل والتحكم في سرعة التفاعل.

جـ) يمثل الشكل التالي إشعاع عنصر البورون ($^{12}_{5}B$) لجسيم بيتا بطرقتين للوصول إلى نواة الكربون ($^{12}_{6}C$) المستقرة، معتمداً على الشكل إجب عما يلي:

١) اكتب معادلة موزونة لاشعاع ذرة البورون وتحولها مباشرة لنواة كربون مستقر (الطريقة الأولى)

٢) فسر انبعاث اشعةغاما في الطريقة الثانية.

٣) ما مقدار طاقة كل من (جسيم بيتا واشعة غاما) في الطريقة الثانية.



الشكل (٨ - ٤) : اضمحلال نواة $^{12}_{5}B$

١) $^{12}_{5}B \rightarrow {}^{12}_{6}C + \beta^{-} + \bar{\nu}$ (134Mev) طاقته

٢) طاقة زائدة، فتنبث بأشعة غاما للوصول إلى مستوى الاستقرار.

٣) طاقة بيتا ١٣,٤-٤,٤ = ٩ مليون إلكترون فولت

طاقة غاما ٤,٤ إلكترون فولت.

السـؤال الثاني:

جـ - احسب طاقة الربط النووي لنواة البيريليوم مقدرة بوحدة مليون إلكترون فولت علماً بأن

كتلة البروتون =١,٠٠٧٢٧٦ و.ك.ذ وكتلة النيوترون = ١,٠٠٨٦٦٥ و.ك.ذ

وكتلة = ٩,٠١٢١٨٢ و.ك.ذ اعتبر أن (١) و.ك.ذ = ٩٣١ مليون إلكترون فولت

طاقة الربط = (Z ك$_{ب}$ + N ك$_{ن}$ – ك$_{نواة}$) × ٩٣١

= (٤×١,٠٠٧٢٧٦+٥×١,٠٠٨٦٦٥ - ٩,٠١٢١٨٢) ×٩٣١ = ٠,٠٦٠٢٤٧×٩٣١ = ٥٦,١ مليون إلكترون فولت

أ – في التفاعل النووي التالي : $^{1}_{0}n + {}^{10}_{5}B \longrightarrow {}^{7}_{3}Li + {}^{4}_{2}He$

احسب الطاقة المتولدة من التفاعل بوحدة الإلكترون فولت .

عد كل من كتل الجسيمات أو أنوية الذرات الآتية في حالة السكون هي كما يلي :

$^{1}_{0}n$ = ١,٠٠٨٧ و.ك.ذ ، $^{10}_{5}B$ = ١٠,٠١٦٠ و.ك.ذ ، $^{7}_{3}Li$ = ٧,٠١٨٢ و.ك.ذ، $^{4}_{2}He$=٤,٠٠١٥ و.ك.ذ

وأن و.ك.ذ = ٩٣١ مليون إلكترون فولت

نكتب المعادلة كما يلي

Q=(ك$_a$ + ك$_X$ - ك$_Y$ – ك$_b$) × ٩٣١,٥

=(٠,٠١٦٠ +١,٠٠٨٧ - ٤,٠٠١٥ - ٧,٠١٨٢)×٩٣١=٠,٠٠٥×٩٣١=٤,٦٥٥ مليون إلكترون فولت

ب) احسب معدل طاقة الربط النووية لكل نيوكليون في نواة ذرة النيون ($^{20}_{10}Ne$) بالإلكترون فولت.

عد : أن كتلة نواة ذرة النيون ، البروتون، والنيوترون في حالة السكون بوحدة الكتلة الذرية هي كما يلي على الترتيب

١٩,٩٩٠٤٠، ١,٠٠٧٢٧ ، ١,٠٠٨٦٦، وأن (١) و.ك.ذ = ٩٣١ مليون إلكترون فولت

طاقة الربط = Z ك$_{ب}$ + N ك$_{ن}$– ك نواة) × ٩٣١

= (١٠×١,٠٠٧٢٧+١٠×١,٠٠٨٦٦ - ١٩,٩٩٠٤٠) ×٩٣١ = ٠,١٦٨٩×٩٣١ = ١٥٧,٢ مليون إلكترون فولت

معدل طاقة الربط لكل نيوكليون = $\frac{ط}{A}$ = $\frac{١٥٧,٢}{٢٠}$ = ٧,٨٦ مليون إلكترون فولت/نيكليون

ج) في التفاعل النووي التالي والذي أجراه شادويك : $^{9}_{4}Be + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{1}_{0}n$

١ – احسب الطاقة النووية المتولدة من التفاعل بوحدة الإلكترون فولت

٢ – هل التفاعل ماص أم منتج للطاقة؟ ٣ – ما أهمية هذا التفاعل

علماً بأن كتل الأنوية والدقائق في التفاعل المذكور بوحدة الإلكترون فولت في حالة السكون كالآتي

He = ٤,٠٠٣٩ ، Be = ٩,٠١٥٠ ، C = ١٢,٠٠٣٩ ، n = ١,٠٠٨٩

والطاقة الحركية لدقيقة ألفا He = ٠,٠٠٥٧ و.ك.ذ.

وأن وحدة الكتلة الذرية = ٩٣١ مليون إلكترون فولت

١- تكتب معادلة الطاقة كالتالي ط + ك $_n$ + ك$_C$ = ك$_{He}$ + ك$_{Be}$ + ط$_{He}$ح

Q =(٤,٠٠٣٩ +٩,٠١٥٠ - ١,٠٠٨٩ - ١٢,٠٠٣٩)×٩٣١ = ٥,٦٧ مليون إلكترون فولت و التفاعل طارد للطاقة

٣ – تكمن أهمية التفاعل في اكتشاف النيوترون

أ) احسب نصف قطر نواة عنصر ما عدده الكتلي (٢٧) ، علماً بأن الثابت نق.= (١,٢ × ١٠$^{-١٥}$)م

نق = نق. $\sqrt[3]{A}$ = ١,٢ × ١٠$^{-١٥}$ $\sqrt[3]{27}$ = ٣,٦ ×١٠$^{-١٥}$ م.

أ- قذفت نواة ($^{9}_{4}Be$) بجسيم ألفا ($^{4}_{2}He$) فنتج نواة كربون ($^{12}_{6}C$) ونيوترون ($^{1}_{0}n$) وطاقة حركية للنواتج مقدارها (٠,٠١١٨ و.ك.ذ) حسب المعادلة النووية الآتية:

بالاعتماد على المعلومات المعطاة بالجدول الآتي، احسب ما يأتي:

النواة أو الجسيم	$^{4}_{2}He$	$^{9}_{4}Be$	$^{12}_{6}C$	$^{1}_{1}H$	$^{1}_{0}n$
الكتلة (و.ك.ذ)	٤,٠٠٣٩	٩,٠١٥	١٢,٠٠٣٩	١,٠٠٧٣	١,٠٠٨٩

١- معدل طاقة الربط النووية لكل نيوكليون في نواة ($^{9}_{4}Be$).

٢- طاقة حركة جسيم ألفا ($^{4}_{2}He$)

أ) ١- معدل طاقة الربط النووي لكل نيوكليون = $\frac{\text{طاقة الربط النووية لنواة } ^{9}_{4}Be}{\text{العدد الكتلي}}$

$= \frac{\text{ك}_{\text{ب}} Z + \text{ك}_{\text{ن}} N - \text{ك}_{\text{نواة}}}{9} = \frac{٩,٠١٥ - ٥ \times ١,٠٠٨٦ + ٤ \times ١,٠٠٧٣}{٩}$ و ك ذ / نيوكليون

٢- $Q = (\text{كتلة } (^{9}_{4}Be) + \text{كتلة } (^{4}_{2}He) - \text{كتلة } (^{1}_{0}n) - \text{كتلة } (^{12}_{6}C)) \times ٩٣١$

$= (٩,٠١٥ + ٤,٠٠٣٩ - ١,٠٠٨٩ - ١٢,٠٠٣٩) \times ٩٣١ = ٥,٦٧$ مليون إلكترون فولت

١- أنقل إلى دفتر إجابتك الجدول المجاور، واملأه بأعداد مكونات هذه النواة وفق نظرية (البروتون – النيوترون) النوويتين.

المكونات / النظرية	عدد البروتونات	عدد الإلكترونات	عدد النيوترونات
بروتون -نيوترون	١٣	٠	١٤

٢- احسب نصف قطر نواة الألومنيوم إذا علمت أن (نق= ١,٢×١٠$^{-١٥}$)متر

٣- احسب طاقة الربط النووية لهذه النواة إذا كانت كتلة نواة ($^{27}_{13}Al$) تساوي (٢٦,٩٩٠١) و.ك.د

٢- نق = نق. $\sqrt[3]{A}$ = ١,٢ × ١٠$^{-١٥}$ $\sqrt[3]{27}$ = ٣,٦ × ١٠$^{-١٥}$ م

٣- طاقة الربط =(Z ك$_{ب}$ + N ك$_{ن}$ – ك$_{نواة}$) × ٩٣١

=(١,٠٠٧٣×١٣ + ١,٠٠٨٩×١٤ – ٢٦,٩٩٠١)×٩٣١ = ٢١٣ إلكترون فولت

د) احسب الطاقة النووية المتحررة من التفاعل النووي الآتي:

$$^{14}_{7}N + ^{4}_{2}He + \text{طـ}_{\text{ح}} \text{ (متفاعلة)} \rightarrow ^{17}_{8}O + ^{1}_{1}H + \text{طـ}_{\text{ح}} \text{ (ناتجة)}$$

إذا علمت أن الطاقة الحركية للهيليوم = ٠,٠٠٨٣ و.ك.ذ

وكتلة نواة $^{4}_{2}He$ = ٤,٠٠٣٩ و.ك.ذ وكتلة نواة $^{1}_{1}H$ = ١,٠٠٨١ و.ك.ذ

وكتلة نواة $^{14}_{7}N$ = ١٤,٠٠٧٥ و.ك.ذ وكتلة نواة $^{17}_{8}O$ = ١٧,٠٠٤٥ و.ك.ذ

Q = ك (N) + ك(He) - ك(H) - ك(O)

=(١,٠٠٨١ + ١٧,٠٠٤٥ - ١٤,٠٠٧٥ - ٤,٠٠٣٩)×٩٣١ = ١,١١ مليون إلكترون فولت

ج- إذا تولدت طاقة مقدارها (٢٢,٥×١٠ ^٢٥) مليون إلكترون فولت من تفاعل نووي، فاحسب النقص في كتلة الوقود النووي بالكيلوغرام.

ط = ك س^{٢} ⟸ ٢٢,٥×١٠^{٢٥}×١٠^{٦}×١,٦×١٠$^{-١٩}$ = ك (٣×١٠^{٨})^{٢}

ومنه ك = ٤×١٠$^{-٤}$ كغ

د- احسب معدل طاقة الربط النووية لكل نيوكليون (بوحدة الإلكترون فولت) لذرة $^{7}_{3}Li$ إذا علمت أن: ك $^{7}_{3}Li$ = ٧,٠١٦ و.ك.ذ

(٦ علامات)

ط = (Z ك بروتون + N ك نيوترون – ك نواة) × ٩٣١

= (٣×١,٠٠٧٣ + ٤×١,٠٠٨٧ – ٧,٠١٦) ×٩٣١ = ٣٧,٩ مليون إلكترون فولت

معدل طاقة الربط = $\frac{\text{ط}}{A}$ = $\frac{٣٧,٩}{٧}$ =٥,٤ إلكترون فولت / نيوكليون.

ب) إذا علمت أن كتلة نواة عنصر المغنيسيوم ($^{27}_{12}Ag$) تساوي (٢٧) و ك ذ

١- احسب طاقة الربط النووي لنواة العنصر بوحدة (و ك ذ)

٢- احسب نصف قطر نواة العنصر.

٣- ما عدد كل من البروتونات والإلكترونات في نواة العنصر وفقاً لنظرية (البروتون- إلكترون).

١) ط = (Z ك بروتون + N ك نيوترون – ك نواة) × ٩٣١

= (١٢×١,٠٠٧٣ + ١٥×١,٠٠٨٧ – ٢٧) ×٩٣١ = ٢٠٣,٠٥ مليون إلكترون فولت

٢)نق = نق٠ $\sqrt[3]{A}$ = ١,٢×١٠$^{-١٥}$ × $\sqrt[3]{27}$ = ٣,٦×١٠$^{-١٥}$ م

ج) قذفت نواة Be بجسيم ألفا (He) ، وفق التفاعل النووي التالي

$$^{9}_{4}Be + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{1}_{0}n$$

فإذا علمت أن فرق الكتلة يساوي (٠,٠٠٦٣) و ك ذ.واعتماداً على البيانات المبينة على الجدول أجب عما يلي:

النواة أم الجسيم	$^{12}_{6}C$	$^{4}_{2}He$	$^{1}_{1}H$	$^{1}_{0}n$
الكتلة (و ك ذ)	١٢,٠٠٣٩	٤,٠٠٣٩	١,٠٠٧٣	١,٠٠٧٨

اولاً: هل التفاعل النووي منتج أم ماص للطاقة

ثانياً: احسب ١- كتلة نواة (Be)

١) معدل طاقة الربط النووي لكل نيكليون لنواة (C) بوحدة (و ك ذ)

اولاً: التفاعل منتج للطاقة.

ثانياً:١) ومنه Δك = (ك Be + ك He - ك C - ك n)

٠,٠٠٦٣ = (ك Be + ٤,٠٠٣٩ – ١٢,٠٠٣٩ – ١,٠٠٧٨) ومن ك Be = ٩,٠٠١٥ و ك ذ.

٢) Δ ك= (Z ك ب + N ك ن– ك نواة) = (٦×١,٠٠٧٣+ ٦×١,٠٠٧٨ – ١٢,٠٠٣٩) = ٠,٠٨٦٧ و ك ذ.

طاقة الربط لكل نيوكليون = $\frac{0.0867}{12}$ = ٠,٠٠٧٢ و ك ذ.

جـ) أجرى العالم رذرفورد أول تفاعل نووي صناعي بقذفه نواة النيتروجين ($^{14}_{7}N$) بجسيمات ألفا ($^{4}_{2}He$) فإذا علمت أن طاقة التفاعل تساوي (٠,٠٠٤و ك ذ.) وفق المعادلة التالية: $^{4}_{2}He + {}^{14}_{7}N \rightarrow {}^{17}_{8}O + {}^{1}_{1}H$

فإذا علمت أن كتلة نواة $^{4}_{2}He$ = ٤,٠٠٣٩ و.ك.ذ وكتلة نواة $^{1}_{1}H$ = ١,٠٠٧٣ و.ك.ذ

وكتلة نواة $^{14}_{7}N$ = ١٤,٠٠٧٥ و.ك.ذ فاحسب كتلة نواة الأكسجين.

$Q = (ك\ {}^{14}_{7}N + ك\ {}^{4}_{2}He - ك\ {}^{1}_{1}H - ك\ {}^{17}_{8}O) =$

$(ك\ {}^{17}_{8}O - ١,٠٠٧٣ - ٤,٠٠٣٩ + ١٤,٠٠٧٥) = ٠,٠٠٤$ ومنه ك $^{17}_{8}O$ = ١٧,٠٠٤١ و ك ذ.

جـ - أنقل المعادلتين النوويتين الآتيتين إلى دفتر إجابتك وأكملهما

(١) $^{14}_{7}N \longrightarrow {}^{14}_{6}C + \ldots\ldots\ldots + \ldots\ldots\ldots$

(٢) $^{103}_{45}Rh + {}^{1}_{0}n \longrightarrow \ldots\ldots\ldots$

١- $^{14}_{7}N \longrightarrow {}^{14}_{6}C + {}^{0}_{1}e + \nu$

٢ - $^{103}_{45}Rh + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{104}_{45}Rh$ بقي نفس العنصر لأن العدد الذري لم يتغير، وإنما حصلنا على نظيراً للعنصر

ب) أكمل المعادلات النووية التالية؛ مع ذكر اسم الدقيقة (الدقائق) المنبعثة عن كل تفاعل بالكلمات:

$^{1}_{1}p + {}^{27}_{13}Al \longrightarrow {}^{24}_{12}Mg + \ldots\ldots\ldots$ الدقيقة هي ألفا $^{4}_{2}He$

$^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{1}_{1}p + \ldots\ldots\ldots + \ldots\ldots\ldots$ الدقيقتان هما $^{0}_{-1}e$ (إلكترون) وضديد نيوترينو

$^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \longrightarrow {}^{92}_{36}Kr + {}^{141}_{56}Ba + \ldots\ldots\ldots + طاقة$ (بطيء) الجسيم هو النيوترون $^{1}_{0}n$

ب) انقل إلى دفتر إجابتكم المعادلات النووية التالية وأكملها مستخدماً الرموز الصحيحة :

$^{13}_{7}N \longrightarrow {}^{13}_{6}C + (\ldots\ldots\ldots) + (\ldots\ldots\ldots)$ الجسيمات هي $^{0}_{1}\beta$ (بوزيترون) و ν (نيوترينو)

$^{1}_{0}n + {}^{107}_{45}Ag \longrightarrow (\ldots\ldots\ldots)$ النواة هي $^{108}_{45}Ag$ (نظير الفضة)

$(\ldots\ldots\ldots) + {}^{26}_{12}Mg \longrightarrow {}^{24}_{11}Na + {}^{4}_{2}He$ الجسيم هو $^{2}_{1}H$ (نظير الهيدروجين الديوترون)

١- $^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + \ldots\ldots\ldots + \nu^{*}$ ، الجواب $^{0}_{-1}e$ أو $^{0}_{-1}\beta$

٢- $^{1}_{1}P + \nu^{*} \rightarrow {}^{1}_{0}n + \ldots\ldots\ldots$ ، الجواب $^{0}_{+1}e$ أو $^{0}_{+1}\beta$

٣- $^{12}_{6}C^{*} \rightarrow \ldots\ldots\ldots + \gamma$ ، الجواب $^{12}_{6}C$