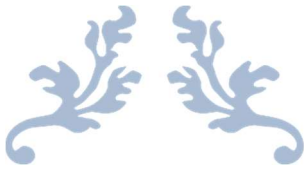


مراجعة ميكانيكا الكم

2017

رشيد التاجي
٠٧٧٧٤٦١٠١١

يتناول هذا الفصل مفهوماً جديداً في الفيزياء وهو **مبدأ التكميم** إذ لم تنجح قوانين الفيزياء الكلاسيكية في تفسير عدة ظواهر منها الظاهرة الكهروضوئية و الأطياف الخطية للذرات فأوجد العلماء مفاهيم جديدة لتفسير هذه الظواهر ، ومن هؤلاء العلماء ، بلانك و آينشتاين و بور و دي بروي ...

ملخص التعريفات

تكميم الطاقة : " الطاقة الكهرومغناطيسية تشع أو تمتص على شكل مضاعفات لكمية أساسية غير قابلة للتجزئة تتناسب طردياً مع تردد مصدر الإشعاع وتحسب من العلاقة : ط = هـ ت$_د$ "

الظاهرة الكهروضوئية : هي ظاهرة انبعاث إلكترونات من الفلز عند سقوط ضوء على سطحه .

الإلكترونات الضوئية : هي الإلكترونات المنبعثة نتيجة سقوط ضوء عليها .

تردد العتبة (ت$_د$) : هو أقل تردد يلزم لتحرر الإلكترونات من سطح الفلز .

اقتران الشغل (Φ) : هو أقل طاقة لازمة لتحرير الإلكترون من سطح الفلز [Φ = هـ ت$_د$] .

الإلكترون فولت (ev) : هي الطاقة التي يكتسبها إلكترون عندما يتحرك عبر فرق جهد ١ فولت ، و للتحويل من إلكترون فولت إلى جول نضرب بـ e (وتساوي ١,٦ × ١٠$^{-١٩}$ كولوم).

فرق جهد القطع (Δ جـ ق) : فرق الجهد في الخلية الكهروضوئية اللازم لإيقاف الإلكترونات المتحررة من سطح الفلز .

طيف انبعاث خطي : هو طيف يظهر على شكل خطوط ملونة على خلفية سوداء . ينبعث من الغازات ذات الضغط المنخفض في أنابيب التفريغ الكهربائي .

طيف امتصاص خطي : هو طيف يظهر على شكل خطوط سوداء تتخلل الطيف المتصل للضوء الأبيض ، و نحصل عليه عند تحليل الضوء الأبيض بعد مروره عبر غاز العنصر .

الطيف المتصل : إشعاع كهرومغناطيسي يحتوي جميع الأطوال الموجية نحصل عليه عند تسخين المادة .

اقتراح دي بروي : للجسيمات المادية خصائص موجية تماماً كما للموجات الضوئية خصائص جسيمية .

ملخص القوانين

$س = \lambda \times ت_د$ ..... لحساب تردد الفوتون إذا علم طول موجته ، حيث **س** سرعة الضوء و هي ثابتة

$ط_{حe}$ (العظمى) $= هـ ت_د - \Phi$

$ط_{حe}$ (العظمى) $= \Delta e_{سـ}$ جـ ق .

$ط_{حe}$ (العظمى) $= هـ (ت_د - ت_{د.})$

قوانين الظاهرة الكهروضوئية لحساب الطاقة الحركية العظمى ($\frac{1}{2}$ ك ع^2) للإلكترونات الضوئية

$\Phi = هـ ت_{د.}$ ..... قانون اقتران الشغل للفلز - لحساب تردد العتبة للفلز إذا علم اقتران الشغل ، أو العكس

$ط_{حe} = هـ ت_د$ (الساقط) $- هـ ت_{د}$ (المنشتت) ..... قانون ظاهرة كومتون (تشتت الضوء) لحساب الطاقة الحركية التي اكتسبها الإلكترون عند سقوط ضوء عليه .

$خ_{فوتون} = \frac{هـ}{\lambda}$ $\lambda_{جسيم} = \frac{هـ}{خ}$ ..... زخم الفوتون لآينشتاين و طول موجة دي بروي المصاحبة للجسيمات ، حيث :

(خ = ك × ع) الزخم الخطي و هو صفة للجسيمات

$\frac{1}{\lambda} = R \left| \frac{1}{ن_{ه}^2} - \frac{1}{ن^2} \right|$ ..... العلاقة التجريبية لبالمر و تستخدم لحساب طول موجة الفوتون المنبعث (أو الممتص) نتيجة انتقال الإلكترون من مدار لآخر في ذرة الهيدروجين

فروض بور لذرة الهيدروجين

$نق_ن = نق_ب ن^2$ . ..... لحساب نصف قطر المدار

$ط_ن = \frac{-١٣,٦}{ن^2}$ إلكترون فولت ..... لحساب الطاقة الكلية للإلكترون في المدار (طاقة المستوى)

$\left| ط - ط_{ه} \right| = هـ ت_د$ ..... لحساب طاقة الفوتون المنبعث أو الممتص نتيجة انتقال الإلكترون بين أي مستويين

$ك ع نق = ن \frac{هـ}{\pi ٢}$ ..... لحساب الزخم الزاوي للإلكترون في أي مدار و سرعته و طاقته الحركية أيضاً.

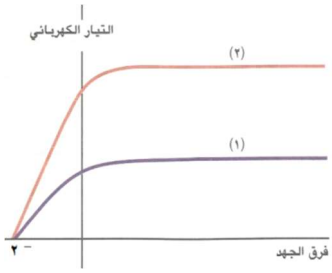
$٢ \pi نق = ن \lambda$ ..... لحساب طول موجة دي بروي المصاحبة للإلكترون في المدار ، وتعني أن محيط المدار الذي يدور فيه الإلكترون _ كما حسبه بور _ مساوي لمضاعفات صحيحة من موجة الإلكترون _ كما حسبها دي بروي _ .

الظاهرة الكهروضوئية

في جميع مسائل الظاهرة الكهروضوئية تعطى معلومتان من أصل ثلاث ، **للضوء** ، **للفلز** ، **للإلكترون المتحرر من سطح الفلز** .

للضوء الساقط على الفلز **يعطى أحد المتغيرات التالية (طاقته ، تردده ، طول موجته ، زخمه)** وللفلز (**اقتران الشغل له أو تردد العتبة له أو أكبر طول موجي يلزم لتحرير إلكترون من سطحه**) و للإلكترون (**طاقته الحركية العظمى أو سرعته ، فرق جهد القطع** ، طول موجة دي بروي المصاحبة له) .

***يوجد شكلان بيانيان في هذه الظاهرة :**



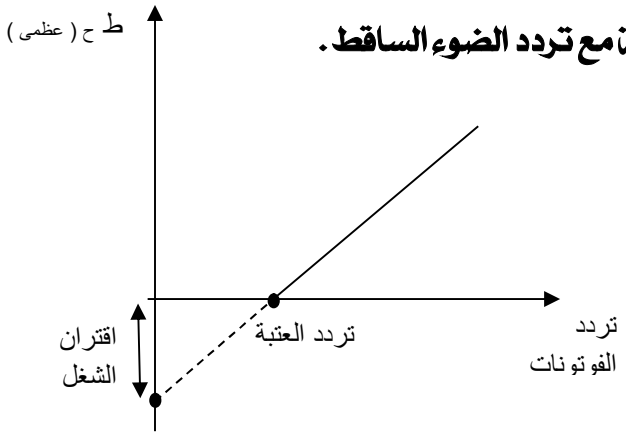
الأول : علاقة التيار الكهروضوئي مع فرق الجهد بين الباعث و الجامع .

يشير مقدار التيار إلى شدة الضوء (حيث التيار الأكبر يدل على شدة أكبر للضوء)

بينما يشير مقدار فرق جهد إلى تردد الضوء (**تقاطع المنحنى مع محور السينات**)

(حيث فرق جهد القطع الأكبر يدل على تردد أكبر للضوء).

الثاني : علاقة الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية مع تردد الضوء الساقط .



وهي علاقة طردية خطية تنبأ بها آينشتاين و أثبتها العالم مليكان تجريبياً

و منها نستدل على تردد العتبة للفلز (تقاطع الخط مع محور السينات)

و على اقتران الشغل للفلز (تقاطع الخط مع محور الصادات)

و على ثابت بلانك (ميل الخط)

الأسئلة

س١ : ماذا يحدث لورقتي الكشاف الكهربائي عند سقوط ضوء فوق بنفسجي على قرصه في الحالات التالية:

أ) إذا كان الكشاف مشحون بشحنة موجبة ؟ ب) إن لم يكن الكشاف الكهربائي مشحوناً ؟

ج) إذا كان الكشاف مشحوناً بشحنة سالبة ؟ (الإجابة : أ) يزداد التنافر ، ب) تتنافر ج) يقل التنافر)

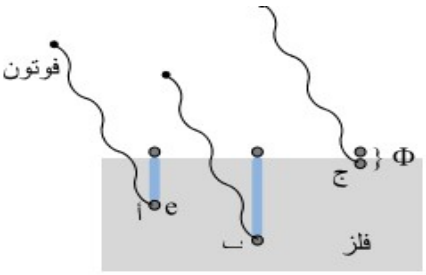
س٢ : كيف تفسر انبعاث إلكترونات من الفلز عند سقوط ضوء على سطحه ؟

(الإجابة : عند سقوط الضوء على الفلز فإن الضوء يزود الإلكترونات بقدر كافٍ من الطاقة مكنها من التحرر من ارتباطها بالفلز و الاحتفاظ بالباقي على شكل طاقة حركية .)

س٣ : عندما عكس لينارد أقطاب الخلية الكهروضوئية ، لاحظ تناقص التيار. علام يدل ذلك ؟ ولماذا تناقص التيار؟

(الإجابة : يدل ذلك على تفاوت طاقة حركة الإلكترونات الضوئية ، تناقص التيار : بسبب تولد مجال كهربائي أثر بقوة كهربائية (من ـ) معاكسة لحركة الإلكترونات فلم تصل إلا الإلكترونات التي تمتلك قدراً كافياً من الطاقة الحركية مكنها من التغلب على قوة التنافر)

س٤ : لماذا تتفاوت طاقة حركة الإلكترونات الضوئية ؟ (انتزاع إلكترون من سطح الفلز يتطلب طاقة أقل من انتزاعه من داخل الفلز)



(الإجابة : تبعاً لموقعها من سطح الفلز فالإلكترونات القريبة من السطح التي لا تصطدم بذرات الفلز قبل تحررها تمتلك أكبر قدر من الطاقة الحركية)

س٥ : لماذا فشلت الفيزياء الكلاسيكية (النموذج الموجي للضوء) في تفسير الظاهرة الكهروضوئية ؟

(الإجابة : لأن الفيزياء الكلاسيكية تتوقع أن :

١ - تزداد طاقة حركة الإلكترونات عند زيادة شدة الضوء الساقط (فحسب النموذج الموجي يكون امتصاص الإلكترونات للطاقة على نحو مستمر)

٢ – تنبعث الإكترونات من سطح الفلز مهما كان تردد الضوء بشرط أن تكون شدة الضوء مناسبة .

س٦ : كيف استطاع آينشتين تفسير الظاهرة الكهروضوئية ؟

(الإجابة : افترض آينشتين : ١- أن الضوء ينبعث على شكل كميات من الطاقة (سماها فوتونات)

٢- عند سقوط الفوتونات على سطح الفلز يعطي الفوتون الواحد طاقته كاملة للإلكترون واحد فقط (أي أن عملية الامتصاص ليست مستمرة)

٣- يجب أن تكون طاقة الفوتون على الأقل مساوية لاقتران الشغل للفلز ليتمكن من تحريره من سطح الفلز .)

٤- عندما تكون طاقة الفوتون الواحد أكبر من اقتران الشغل للفلز فإن الإلكترونات تستغل جزءاً من هذه الطاقة لتتحرر من الفلز ، و تحتفظ في الباقي على شكل طاقة حركية .

س٧ : كيف يتفاعل الإلكترون في الفلز عند سقوط ضوء على الفلز؟

(الإجابة : إذا كانت طاقة الفوتون أكبر من اقتران الشغل للفلز يستغل الإلكترون جزءاً من هذه الطاقة للتحرر من سطح الفلز و يحتفظ في الباقي على شكل طاقة حركية ، أما إذا كانت أقل من اقتران الشغل فلن يمتص الإلكترون هذه الطاقة مهما ازدادت شدة الضوء .)

س٨ : معتمداً على تفسير آينشتين للظاهرة الكهروضوئية ، كيف تفسر ازدياد التيار الكهربائي بازدياد شدة الضوء .

(الإجابة : زيادة شدة الضوء تعني زيادة عدد الفوتونات الساقطة على وحدة المساحة ، و ليس طاقتها ، وبالتالي زيادة عدد الإلكترونات المتحررة ، أي زيادة التيار)

س٩ : لماذا يبقى فرق جهد القطع ثابتاً عند زيادة شدة الضوء ؟

(الإجابة : زيادة شدة الضوء تعني زيادة عدد الفوتونات الساقطة على وحدة المساحة ، و ليس طاقتها ، لأن طاقة الفوتون تعتمد على تردد الضوء فقط)

***س ١٠ : هل يستطيع ضوء زخمه (٢,٢ × ١٠ $^{-٢٧}$) كغ.م/ث من تحرير إلكترون من فلز اقتران الشغل له (٦,٦ × ١٠ $^{-١٩}$) جول ؟ فسر إجابتك .**

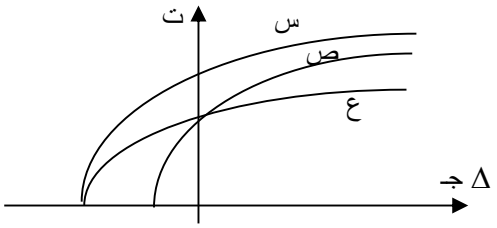
*س١١ : سقط ضوء طول موجته (١٠٠) نم على الفلزات في الجدول المجاور في خلية كهروضوئية ، احسب سرعة الإلكترونات المنطلقة . (اعتبر كتلة الألكترون ٩×١٠ $^{-٣١}$ كغ) (الجواب ١ × ١٠ ^{٦} م/ث)

الفلز	اقتران الشغل (×١٠ $^{-١٩}$ جول)
أ	١٩,٨
ب	١٥,٣
ج	٢٠

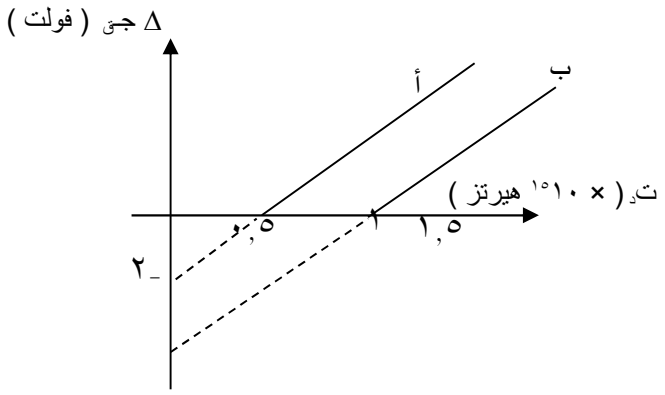
س١٢: سقط ضوء طول موجته (٣٠٠) نم على فلز فتحررت إلكترونات من سطحه ، فإذا علمت أن فرق الجهد بين الباعث و الجامع اللازم لإيقاف الإلكترونات = ٢ فولت ، أوجد ما يلي :

1- الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية .
2- اقتران الشغل للفلز.
3- أكبر طول موجي يلزم لتحرير الإلكترونات من سطحه .

س١٣ : مثلت العلاقة بين التيار الكهروضوئي و فرق الجهد في الخلية الكهروضوئية باستخدام مصادر ضوء مختلفة كما في الشكل المجاور ، رتب مصادر الضوء تنازلياً حسب شدة الإضاءة ، ثم حسب تردد الضوء .



*س١٤: الشكل المجاور علاقة تبين فرق جهد القطع في الخلية الكهروضوئية مع تردد الضوء الساقط على فلزين مختلفين تأمل الشكل و أجب عما يلي :



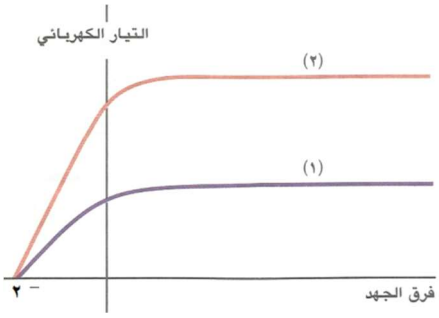
1- علام يدل توازي المنحنيين ؟
2- احسب قيمة ثابت بلانك
3- احسب اقتران الشغل للفلز (ب)

4- احسب أكبر طول موجي يلزم لتحرير إلكترونات الفلز (أ)

5- إذا سقط ضوء تردده (١ × ١٠^١٥) هيرتز ، فأي الفلزين تنطلق منه الإلكترونات

6- احسب الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المتحررة من سطح الفلز (أ) عند سقوط ضوء تردده (١,٥ × ١٠^١٥) هيرتز .

س١٥ : الشكل المجاور يمثل علاقة فرق الجهد في الخلية الكهروضوئية مع التيار الكهروضوئي الناتج عن سقوط ضوء من مصدرين مختلفين على الخلية الكهروضوئية ، تأمل الشكل و أجب عما يلي :



1- قارن بين المصدرين من حيث شدة الضوء و تردده

2- احسب الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية .

س١٦ : تعتمد الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية (و فرق جهد القطع)على :

أ) تردد الضوء الساقط فقط ب) تردد الضوء الساقط و موقع الإلكترون من سطح الفلز

*ج) تردد الضوء و نوع الفلز فقط د) تردد الضوء و نوع الفلز و موقعه من سطح الفلز. (الإجابة : ج)

*س١٧ : أذكر العوامل الثلاثة التي تعتمد عليها طاقة حركة الإلكترونات الضوئية في الخلية الكهروضوئية .

*س١٨: سقط ضوء طول موجته (٣٠٠) نم على فلز في الخلية الكهروضوئية فكان فرق جهد القطع (٢) فولت ، و عند سقوط ضوء آخر طول موجته (١٠٠) نم على نفس الفلز أصبح فرق جهد القطع (١٠) فولت . أوجد ما يلي :

1- ثابت بلانك

2- تردد العتبة للفلز.

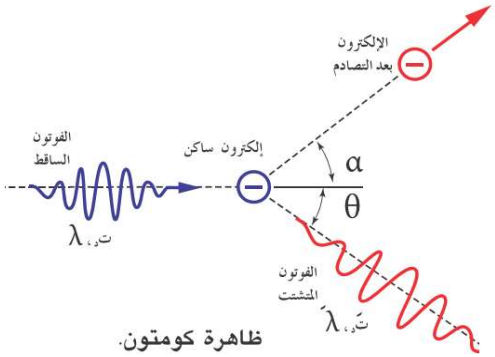
3- ماذا يحدث للتيار الكهروضوئي عند زيادة تردد الضوء الساقط على مادة الباعث ؟

*س١٩ : إذا كانت الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية (٨) إلكترون فولت عند سقوط ضوء تردده (٢ × ١٠^١٥) هيرتز على فلز ما ، فكم تصبح هذه الطاقة عند سقوط ضوء تردده (٤ × ١٠^١٥)هيرتز؟ (الجواب ٢٦×١٠^-١٩ جول)

*س٢٠: سقط ضوء طاقته (٣) إلكترون فولت على فلز في خلية كهروضوئية اقتران الشغل له (٢,٨) إلكترون فولت ، احسب أقصر طول موجة للإلكترونات الضوئية .

ظاهرة كومتون

هي ظاهرة تشتت الفوتونات (انعكاسها) عند اصطدامها بالإلكترونات فيكتسب الإلكترون طاقة حركية من نقصان طاقة الضوء فتقل طاقة الفوتون (يقل تردده و زخمه) و يزداد طول موجته بيمنا تبقى سرعته ثابتة .



النتيجة المستخلصة من هذه الظاهرة : جاءت لتؤكد مرة أخرى أن **للضوء طبيعة جسيمية** فقد استطاع كومتون أن يثبت أن التصادم بين الضوء و الإلكترون يخضع لقانون حفظ الطاقة و قانون حفظ الزخم بالاستعانة بمعادلات آينشتاين في النسبية (ط فوتون = هـ ت د ، خ فوتون = هـ / λ) فقد تعامل مع الضوء باعتباره فوتونات لها خصائص جسيمية .

س١ : في ظاهرة كومتون ماذا يحدث للفوتون بعد اصطدامه بالإلكترون ؟

(الإجابة : تقل طاقته و تردده و زخمه و يزداد طول موجته لكن تبقى سرعته ثابتة)

س٢ : كيف فسّر كومتون نتيجة التجربة التي قام بها و التي تعرف بظاهرة كومتون ؟

(الإجابة : تتألف الأشعة السينية من فوتونات وتكون طاقة الفوتون الساقط (هـ ت د) و عندما يصطدم الفوتون بالكترون حر و في حالة سكون ينتقل جزء من طاقة الفوتون إلى الإلكترون ، فيكتسب الإلكترون طاقة حركية (ط ح) و ينحرف الفوتون عن مساره و تقل طاقته فتصبح (هـ تَ د) .

***س٣ : علام اعتمد كومتون في تفسيره للنتائج التي حصل عليها من تجربته ؟** (أو كيف أكدت ظاهرة كومتون أن للضوء طبيعة جسيمية)

(الإجابة : اعتمد على أن الأشعة السينية تتألف من فوتونات أي أن لها طبيعة جسيمية و بالاستعانة بمعادلات آينشتين في النسبية **خ فوتون = هـ / λ** بيّن أن التصادم بين الإلكترون و الفوتون يخضع لقوانين التصادم تام المرونة بين الجسيمات المادية ، أي أن الزخم محفوظ .)

س٤ : ما هي النتيجة التي نستخلصها من ظاهرة كومتون ؟

(الإجابة : أن للضوء طبيعة جسيمية)

س٥ : سقط ضوء طول موجته (٣٠٠) نم على إلكترون حر وساكن ، فتشتت عنه بطول موجي (٤٠٠) نم ، أوجد :

1- الطاقة الحركية التي اكتسبها الإلكترون .
2- زخم الفوتون الساقط .

س٦ : فوتون طاقته (٥) الكترون فولت اصطدم بإلكترون ساكن فتحرك الإلكترون بطاقة حركية (٢) الكترون فولت ، احسب زخم الفوتون المتشتت .

*س٧ : اصطدم فوتون بإلكترون حر و ساكن ففقد الفوتون طاقة مقدارها (٠,٤٥) الكترون فولت ، احسب طول موجة دي بروي المصاحبة للإلكترون .

*س٨ : ما النتيجة التي حصلنا عليها من كل من ١- ظاهرة كومتون ٢- حيود الإلكترونات ٣- الظاهرة الكهروضوئية

الإجابة : كومتون : يوجد للضوء خصائص جسيمية ، حيود الإلكترونات : يوجد للجسيمات (للإلكترونات) طبيعة موجية .

الطبيعة المزدوجة للمادة

س١: اكتب نص اقتراح دي بروي بالكلمات ، وعبر عنه بالرموز مبيناً دلالة كل رمز.

س٢: أذكر ظاهرتين للضوء لا يمكن تفسيرهما إلا باعتباره موجات وظاهرتين لا تفسر إلا باعتباره جسيمات .

ظاهرتي التداخل و الحيود باعتباره موجات ، ظاهرتي كومتون و الكهروضوئية باعتباره جسيمات .

س٣: ما أهمية تجربة حيود الإلكترونات ؟

مكنت العلماء من حساب طول موجة الإلكترونات ، أي أثبتت صحة اقتراح دي بروي أنه يوجد للجسيمات خصائص موجية .

س٤: إذا كان للجسيمات خصائص موجية فلماذا لا نلاحظ الطبيعة الموجية للأجسام الجاهرية ؟

لأن طول الموجة المصاحبة لهذه الأجسم صغير جداً ، فلا يمكن تصميم تجربة لملاحظته أو قياسه .

س٥ : أذكر تطبيقاً واحداً لموجات الإلكترونات . (كيف أمكن الاستفادة من موجات الإلكترونات ؟)

المجهر الإلكتروني .

س٦ : بماذا يمتاز المجهر الإلكتروني عن المجهر الضوئي ؟

بقوة تمييز عالية ؛ لا يستطيع المجهر الضوئي إظهار التفاصيل الدقيقة التي تكون أبعادها أصغر من طول موجة الضوء المستخدم ، أما في المجهر الإلكتروني فتستخدم موجات الإلكترونات ، إذ تسرع الإلكترونات فيزداد زخمها و يقل طول موجتها ، وبذلك تزداد قوة التمييز للمجهر .

*س٧: **إذا كان للإلكترون و البروتون نفس طول موجة دي بروي المصاحبة لهما ، احسب النسبة بين سرعة الإلكترون إلى البروتون .** (علماً أن كتلة البروتون = ١٨٣٦ × كتلة الإلكترون)

(الإجابة : $ع_e : ع_p = ١٨٣٦ : ١$ نفس النسبة بين كتلتيهما لأنهما سوف يتساويان في الزخم)

ظاهرة الأطياف الخطية للذرات

س ١ : كيف يمكن الحصول على كل من :

١- طيف متصل ٢- طيف انبعاث خطي ٣- طيف امتصاص خطي .

طيف متصل : من تسخين الأجسام

طيف انبعاث خطي : من الغازات >ات الضغط المنخفض في أنابيب التفريغ الكهربائي .

طيف امتصاص خطي : عند تحليل الضوء الأبيض بعد مروره عبر غاز العنصر

س٢ : علل يعتبر طيف الانبعاث و الامتصاص الخطي صفة مميزة للعنصر!

لأنه تبين أن لكل عنصر طيف انبعاث و امتصاص خطي خاص به فلا يمكن أن نجد لعنصرين الطيف نفسه .

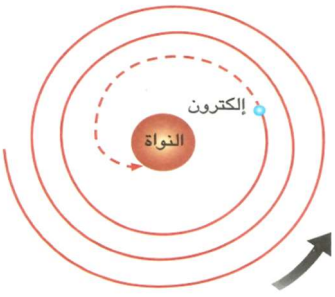
س٣ : اكتب نص نموذج رذرفورد للذرة و ما سبب فشله ؟

" تتكون الذرة من نواة موجبة الشحنة تتركز فيها كتلة الذرة ، ومن إلكترونات سالبة الشحنة تدور حول النواة في مدارات تشبه مدارات الكواكب حول الشمس ."

سبب فشله :

1- من المتوقع وفق هذا النموذج أن يكون الطيف المنبعث من الذرة متصلاً و ليس خطياً ؛ وذلك حسب النظرية الكهرومغناطيسية أي شحنة متسارعة تشع موجات كهرومغناطيسية على نحو مستمر (طيف متصل) و الإلكترون الذي يدور حول النواة شحنة تمتلك تسارعاً مركزياً .

2- تطبيق هذا النموذج على الذرة يؤدي إلى انهيارها ؛ لأن إشعاع الإلكترون للموجات الكهرومغناطيسية يعني أنه يفقد طاقة على نحو مستمر ، فيتناقص نصف قطر مدار الإلكترون تدريجياً إلى أن يصطدم بالنواة .



انهيار الذرة وفق نموذج رذرفورد الذري.

س٤ : كيف عالج العالم بور المشاكل التي واجهت رذرفورد (أو كيف فسر بور ظاهرة الأطياف الخطية ؟)

من خلال فرضيته الثالثة إذ تشير إلى أن الإشعاع المنبعث أو الممتص يكون منفصلاً و ذا تردد محدد ، و يساوي فرق طاقة المدارين الذي ينتقل اليهما الإلكترون .

س٥ : لماذا لا يتوقع أن يكون طيف الانبعاث للذرات خطياً وفقاص لنموذج رذرفورد ؟

لأنه وفقاً لنموذج رذرفورد فإن لإلكترون تسارعاً مركزياً و النظرية الكهرومغناطيسية تفترض أن الشحنات المتسارعة تشع موجات على نحو مستمر، لذلك يتوقع أن يكون الطيف متصلاً و ليس خطياً .

س٦ : لماذا لا يمكن أن تكون الذرة مستقرة وفقاً لنموذج رذرفورد ؟

لأن الإلكترون المتسارع سوف يفقد طاقة بشكل مستمر – حسب النظرية الكهرومغناطيسية - فيتناقص نصف قطر مدار الإلكترون تدريجياً إلى أن يصطدم بالنواة

س٧ : ما هي الكمية التي افترض بور أنها مكممة و على أساسها حسب أنصاف الأقطار المسموحة للإلكترون ؟

تكميم الزخم الزاوي .

س٨ : أذكر ثلاثة مآخذ على نموذج بور للذرة .

1) لم يتمكن من التنبؤ بالأطوال الموجية لأطياف الذرات عديدة الإلكترونات .
2) لم يتمكن من تفسير أن بعض الخطوط تتألف من خطين متقاربين أو أكثر عند تفحص الطيف بأدوات ذات دقة عالية
3) لم يستطع تفسير انقسام الخط الواحد إلى خطين عند تعريض الطيف إلى مجال مغناطيسي .

س٩ : ما هي الذرات و الأيونات التي يمكن أن نفسر أطيافها الذرية حسب نموذج رذرفورد .

هي الذرات أو الأيونات ذات إلكترون واحد فقط و هي ذرة الهيدروجين H و أيون الهيليوم He^{+}و أيون الليثيوم Li^{+2}

س١٠ : أثبت أن ثابت ريدبيرغ يساوي المقدار التالي :

$$\frac{١٣,٦ \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{هـ\ س}$$

س١١ : ما هو الشرط الذي وضعه دي بروي لموجات الإلكترونات ؟ و عبر عنه رياضياً .

محيط المدار (٢ π نق)الذي يدور فيه الإلكترون يجب أن يحتوي على عدد صحيح من موجات الإلكترون (ن λ)

رياضياً : ٢ π نق = ن λ .

س١٢ : لماذا يجب أن يحتوي محيط المدار الذي يدور فيه الإلكترون على عدد صحيح من موجات الإلكترونات ؟

إن لم تكن كذلك سوف تتداخل الموجات تداخلاً هداماً و تلغي بعضها بعضاً .

س١٣ : أثبت أن محيط المدار الذي يدور فيه الإلكترون يساوي أعداد صحيحة من طول موجة الإلكترون .

س١٤ : أثبت أن طول موجة الإلكترون في المدار الخامس = ١٠ π نق

س١٥ : احسب أقصر طول موجة لفوتون في متسلسلة باشن .

*س١٦ : احسب أقل طاقة و أقل زخم لفوتون في متسلسلة براكيت ؟

*س١٧ : احسب طول موجة الإنبعاث الثالث في متسلسلة فوند .

س١٨ : إلكترون في ذرة هيدروجين مثارة في مستوى الطاقة الثالث ، أوجد ما يلي :

أولاً: ١ - نصف قطر المدار ٢- طاقته في المدار (ولماذا تكون سالبة ؟) ٣- زخمه الزاوي في المدار
٤- طول موجته في المدار. ٥ – زخمه الخطي . ٦ – سرعته ٧- طاقته الحركية .

ثانياً : إذا عاد الإلكترون إلى مستوى الاستقرار، أوجد ما يلي :

١- طاقة الفوتون المنبعث . ٢- تردد الفوتون المنبعث. ٣- طول موجة الفوتون المنبعث ٤ – زخم الفوتون المنبعث .

ما اسم المتسلسلة التي ينتمي إليها الطيف الناتج ؟ وما نوع الطيف؟ .

*س١٩ : إلكترون في ذرة هيدروجين في مستوى الإثارة الأول ، أوجد ما يلي :

١- سرعة الإلكترون في المدار * ٢- تسارعه المركزي ٣- طاقته الحركية .

*س٢٠ : العلاقة التالية تستخدم لحساب الأطوال الموجية في ذرة الهيدروجين . أجب عما يلي :

$$\left|\frac{١}{ن_{٢}^{٢}}-\frac{١}{٤}\right| R = \frac{١}{\lambda}$$

١- ما اسم المتسلسلة ؟ ٢- ما نوع الطيف الناتج ؟ ٣- ما قيم (ن) المحتملة ؟
٤- ما دلالة الرمز R و ما وحدة قياسه ؟
٥- احسب أقصر طول موجي في هذه السلسلة . ٦ - احسب أقل تردد في هذه السلسلة .

س٢١: إذا كان الزخم الزاوي للإلكترون في ذرة هيدروجين = ٤,٢ × ١٠$^{-٣٤}$ جول . ث ، أوجد ما يلي :

١- رقم المدار ٢- طول موجته في المدار ٣- الطاقة التي يجب أن يزود بها حتى يغادر الذرة نهائياً .

س٢٢ : أي كمية من الكميات الفيزيائية التالية التي لها نفس وحدة الزخم الزاوي هي :

*أ) ثابت بلانك (هـ) ب) نصف قطر بور ج) ثابت ريدبيرغ د) اقتران الشغل للفلز

س٢٣ : أثبت ما يلي :

١- طاقة الفوتون تعطى بالعلاقة : ط فوتون = خ س

٢- أكبر طول موجي يلزم لتحرير إلكترون من سطح الفلز يعطى بالعلاقة التالية :

$$\lambda_{ع} = \frac{هـ \ س}{\Phi}$$

حيث ، Φ : اقتران الشغل ، س سرعة الضوء، هـ: ثابت بلانك ، R : ثابت ريدبيرغ

٣- أقصر طول موجة في متسلسلة ليمان = $\frac{١}{R}$

٤- أكبر تردد في متسلسلة بالمار = $\frac{س \ R}{٤}$

***س٢٤ : كم فوتون مختلف في التردد يمكن أن يبعثه إلكترون في المدار الثالث في ذرة هيدروجين ؟** الجواب : ٣ فوتونات

س٢٥ : أي الذرات أو الأيونات التالية يمكن تفسير أطيافها الذرية من خلال نموذج بور لذرة الهيدروجين ؟

أ) H^+ *ب) He^+ ج) Li د) He^{++}

***س ٢٦ : هل يستطيع فوتون زخمه (٣,٣ × ١٠$^{-٢٧}$) كغ . م/ث من نقل إلكترون من المدار الثاني إلى الرابع ؟بين ذلك حسابياً**

****س ٢٧ : سقط ضوء طاقته (١,٩) e.v على إلكترون في ذرة هيدروجين زخمه الزاوي ٢,١×١٠$^{-٣٤}$ جول .ث ، احسب طول موجة الإلكترون عندما يصبح في المدار الجديد .**

س٢٨ :تتفاعل الفوتونات مع الإلكترونات بثلاث طرق مختلفة أذكرها و بين ماذا يحدث للفوتون .

[ماذا يحدث للفوتون عندما يصطدم بالإلكترون ؟ و على ماذا يعتمد ذلك ؟]

يعتمد ذلك على طاقة الفوتون فقد :

١- يصطدم الفوتون بالإلكترون و **يتشتت الفوتون** كما في **ظاهرة كومتون** . [تقل طاقته لكنه تبقى سرعته ثابتة]

٢- يتمكن من تحرير الإلكترون من سطح الفلز و **يختفي الفوتون** كما في **الظاهرة الكهروضوئية** . [تنتقل طاقته كاملة إلى الإلكترون] .

٣- يتمكن من نقل الإلكترون من مستوى طاقة معين إلى مستوى طاقة أعلى و **يختفي الفوتون** كما في **ظاهرة الأطياف الذرية** . [تنتقل طاقته كاملة إلى الإلكترون] .

س ١٠: الشرط : $ط_{فوتون} \geq \Phi$

$ط_{فوتون} = هـ ت_د$

$= \frac{هـ س}{\lambda}$

$= خ س$

$= ٣ \times ١٠^{-٢٧} \times ٢,٢ \times ١٠^{٨}$

$ط_{فوتون} = ٦,٦ \times ١٠^{-١٩}$ جول

بما انها ساوية لامتدان السفل ∴ يستطيع تحريره دون اكسابه طاقة حركية.

س ١١: نجد طاقة الفوتون ونجد اي الفلزات تنطلق منها الالكترونات $ط_{فوتون} > \Phi$

$ط_{فوتون} = هـ ت_د$

$= \frac{هـ س}{\lambda} = \frac{٦,٦ \times ١٠^{-٢٤} \times ٣ \times ١٠^{٨}}{١ \times ١٠^{-٧}}$

$ط_{فوتون} = ١٩,٨ \times ١٠^{-١٩}$ جول ∴ يستطيع اصطدام فوتونات من الفلز (ب) فقط

$ط_{حر} = هـ ت_د - \Phi$

$= ١٩,٨ \times ١٠^{-١٩} - ١٥,٢ \times ١٠^{-١٩}$

$= ٤,٥ \times ١٠^{-١٩}$ جول.

بما ان $ط_{حر} = \frac{١}{٢} ك ع^{٢}$

$٤,٥ \times ١٠^{-١٩} = \frac{١}{٢} \times ٩ \times ١٠^{-٣١} \times ع^{٢}$ ∴ $ع = ١ \times ١٠^{٦}$ م/ث

س ١٢: ١) $ط_{حر} = سعة$ الجهد

$= ١,٦ \times ١٠^{-١٩} \times ٢$

$= ٣,٢ \times ١٠^{-١٩}$ جول.

٢) $ط_{حر} = هـ ت_د - \Phi$

$٣,٢ \times ١٠^{-١٩} = \frac{٦,٦ \times ١٠^{-٣٤} \times ٢ \times ١٠^{٨}}{٢ \times ١٠^{-٧}} - \Phi$

∴ $\Phi = ٣,٤ \times ١٠^{-١٩}$ جول.

٣) $\Phi = هـ ت_د$

$\Phi = \frac{هـ س}{\lambda}$

∴ $\lambda = \frac{هـ س}{\Phi}$

$= \frac{٦,٦ \times ١٠^{-٣٤} \times ٢ \times ١٠^{٨}}{٢,٤ \times ١٠^{-١٩}}$

$\lambda = ٦ \times ١٠^{-٧}$ م.

س ١٣:

الشدة : س > هـ > ع

التردد : س = ع > هـ

س ١٤:

١- يدل على ان لها نفس تكامل وهو ثابت بلانك

٢- $\Phi = هـ ت_د$

$٢ \times ٣ = هـ \times ٠,٥ \times ١٠^{١٥}$

∴ $هـ = ٦,٤ \times ١٠^{-٣٤}$ جول.ث.

٣- $\Phi_ب = هـ ت_د$

$= ٦,٤ \times ١٠^{-٣٤} \times ١ \times ١٠^{١٥+}$

$= ٦,٤ \times ١٠^{-١٩}$ جول.

٤- $\lambda_ع = \frac{هـ س}{\Phi}$

$= \frac{٦,٤ \times ١٠^{-٣٤} \times ٢ \times ١٠^{٨}}{٢,٤ \times ١٠^{-١٩}}$

$= ٦ \times ١٠^{-٧}$ م.

٥- س م فقط

٦- $ط_{حر} = هـ (ت_د - ت_ب)$

$= ٦,٤ \times ١٠^{-٣٤} (٠,٥ - ١,٥) \times ١٠^{١٥}$

$= ٦,٤ \times ١٠^{-١٩}$ جول.

س ١٥ : ١) شدة معنى ك، اكبر و التردد متساوي

٢) $ط_{م_{معنى}} = سم ٥ جم$

$= ٢,٤ \times ١٠^{-١٩}$ جول.

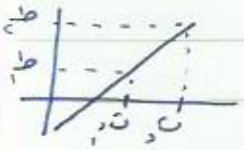
س ١٧ : ١- طاقة الفوتون (تردده)

٢- نوع الفلز (اقتران الشغل)

٣- موقع الالكترون من سطح الفلز .

س ١٨ : $هـ$ = الميل $= \frac{ط_{م_٢} - ط_{م_١}}{ت_{م_٢} - ت_{م_١}}$

١-



$= \frac{(٢ - ١٠) سم}{(١ - ٣) \times ١٠^{١٥}}$

$هـ = ٦,٤ \times ١٠^{-١٩}$ جول . ث

٢- $ط_{م} = هـ (ت_د - ت_{د_٠})$

$٢ سم = ٦,٤ \times ١٠^{-١٩} (١ \times ١٠^{١٥} - ت_{د_٠})$

$ت_{د_٠} = \frac{١}{٤} \times ١٠^{١٥}$ Hz .

٢- يزداد التيار عند زيادة تردد الضوء الساقط لان الفوتون سوف يحرر الكترونات ويطلقها من الفلز لم يكن قادرا" على اطلاقها بسبب بعدها عن سطح الفلز .

س ١٩ :

$ط_{م_١} = هـ ت_{د_١} - \Phi$ ـــ ١

$ط_{م_٢} = هـ ت_{د_٢} - \Phi$ ـــ ٢

$ط_{م_٢} - ط_{م_١} = هـ (ت_{د_٢} - ت_{د_١})$

$ط_{م_٢} - ٨ سم = ٦,٦ \times ١٠^{-٣٤} (٤ - ٢) \times ١٠^{١٥}$

$ط_{م_٢} = ١٣,٢ \times ١٠^{-١٩} + ١٣,٨ \times ١٠^{-١٩}$

$= ٢٦ \times ١٠^{-١٩}$ جول.

س ٢٠ :

$ط_{م_{عظمى}} = هـ ت_{د_٠} - \Phi$

$= ٣ سم - ٢,٨ سم$

$= ٠,٢ سم$

$ط_{م_{عظمى}} = \frac{١}{٢} ك ع_{م}^{٢}$

$٠,٢ \times ١٠^{-١٩} = \frac{١}{٢} \times ٩ \times ١٠^{-٣١} ع_{م}^{٢}$

$ع_{م} = \frac{٨}{٣} \times ١٠^{٥}$ م/ث

اقصر موجة: آكبر سرعة

$\therefore$ دي برولي $= \frac{هـ}{ك ع_{م}}$

دي برولي $= \frac{٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}}{٩ \times ١٠^{-٣١} \times \frac{٨}{٣} \times ١٠^{٥}}$

$\lambda = ٢,٧٥ \times ١٠^{-٨}$ م .

ظاهرة كومتون

س ٥ :

١) $ط_{م_{فوتون}} = هـ (ت_د - ت_{د_٠})$

$= ٦,٦ \times ١٠^{-٣٤} (١ - \frac{٣}{٤}) \times ١٠^{١٥}$

$ط_{م_{فوتون}} = ١,٦ \times ١٠^{-١٩}$ جول.

٢) $خ_{فوتون} = \frac{هـ}{\lambda}$

$= \frac{٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}}{٣ \times ١٠^{-٧}} = ٢,٢ \times ١٠^{-٢٧}$

كغ.م/ث .

س ٦:

$طـ_{م} = هـ ن_{د} - هـ ن_{د'}$

$٣ سـ_{م} = ٥ سـ_{م} - هـ ن_{د'}$

$هـ ن_{د'} = ٣ سـ_{م}$

$طـ'_{متوقف} = هـ ن_{د'}$

$= \frac{هـ س}{\lambda'}$

$طـ'_{متوقف} = غ' س$

$٣ \times ١٫٦ \times ١٠^{-١٩} = غ' \times ٣ \times ١٠^{-٢٨}$

$\therefore غ' = ١٫٦ \times ١٠^{-٢٧}$ كغ.م/ث .

س ٧:

$طـ_{م} = هـ ن_{د} - هـ ن_{د'}$

$طـ_{م} = ٥٫٤ سـ_{م}$

نكن $طـ_{م} = \frac{١}{٢} ك ع^{٢}$

$٥٫٤ \times ١٫٦ \times ١٠^{-١٩} = \frac{١}{٢} \times ٩ \times ١٠^{-٣١} \times ع^{٢}$

$ع = ٤ \times ١٠^{٥}$ م/ث

$\lambda = \frac{هـ}{ك ع}$

$= \frac{٦٫٦ \times ١٠^{-٣٤}}{٩ \times ١٠^{-٣١} \times ٤ \times ١٠^{٥}}$

$\lambda = \frac{١٦٥}{٩} \times ١٠^{-٨}$ م .

الطبيعة المزدوجة للمادة

س ١:

يوجد للجسيمات خصائص موجية تماماً كما للموجات الضوء خصائص جسيمية.

س ٧: $\lambda_{م} = \lambda_{ع}$

$\therefore \frac{هـ}{ك ع_{ع}} = \frac{هـ}{ك ع_{م}}$

$\therefore ك ع_{ع} = ك ع_{م}$

$\frac{ع_{م}}{ع_{ع}} = \frac{ك_{ع}}{ك_{م}}$

$= ١٨٢٦ : ١$.

الاضمحلال الخطية

س ١٠:

$هـ ن_{د} = |طـ_{ف} - طـ_{ا}|$

$\frac{هـ س}{\lambda} = |\frac{-١٣٦}{ن_{ف}^{٢}} - \frac{-١٣٦}{ن_{ا}^{٢}}| \times سـ_{م}$

$\frac{١}{\lambda} = |\frac{١}{ن_{ف}^{٢}} - \frac{١}{ن_{ا}^{٢}}| \frac{١٣٦ سـ_{م}}{هـ س}$

وعلاقة بالر $\frac{١}{\lambda} = R(\frac{١}{ن_{ف}^{٢}} - \frac{١}{ن_{ا}^{٢}})$

$\therefore R = \frac{١٣٦ سـ_{م}}{هـ س}$ وهو المطلوب

س ١٣: $ك ع_{نهـ} = \frac{هـ}{٢\pi} \nu$ بالهرب التبادلي

$٢\pi نهـ = \nu \frac{هـ}{ك ع}$ ومنه $\frac{هـ}{ك ع} = \lambda$

س ١٤: $\Delta E_{فوتون} = \nu \frac{h}{2\pi}$

2π فوتون $= \nu \frac{h}{\Delta E}$ لكن $\lambda = \frac{h}{\Delta E}$

2π فوتون $= n\lambda$ لكن فوتون $= n$ فوتب

$2\pi n$ فوتب $= n\lambda$

$\therefore \lambda = 2\pi$ فوتب n

$\lambda_{(5)} = 2\pi$ فوتب $\times 5$

$= 10\pi$ فوتب . وهو المطلوب

س ١٥: متسلسلة باشن

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

$n = 4, 5, 6, \ldots \infty$

$\frac{1}{\lambda_{أقصر}} = R(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{\infty^2})$

$\boxed{\lambda = \frac{9}{R}} \approx 9 \times 10^{-7}$ م .

س ١٦: متسلسلة براكيت

$\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2})$

$n = 5, 6, 7, \ldots \infty$

أقل طاقة هي أقرب مدار بعده ٥

$\frac{1}{\lambda_{أقل}} = R(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{5^2})$

$\therefore \frac{1}{\lambda} = \frac{R9}{400}$ $\therefore \lambda = \frac{400}{R9}$

$E_{أقل} = \frac{h c}{\lambda} = \frac{h \times}{}$ كج.م/ث

$E_{أقل} = \frac{h s}{\lambda} = h s \times$ جول .

س ١٧: فوتن

$\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2})$

$n = 6, 7, 8, 9, \ldots \infty$

الأطياف الثالثة

$\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{6^2})$

$\lambda = \frac{1600}{R39}$.

س ١٨: $n = 3$

١- فوتب $= n$ فوتب $= 9$ فوتب

٢- $E = -\frac{13.6}{n^2}$

$= -\frac{13.6}{3^2} = -1.5$ ٤.٧

أي انه يحتاج طاقة مقدارها 1.5^+ ٤.٧ حتى يضار الذره نهائياً

٣- $\Delta E_{فوتون} = \nu \frac{h}{2\pi}$

$= 3 \times \frac{6.6 \times 10^{-34}}{2\pi}$

$= 3.15 \times 10^{-34}$ جول . ث

٤- 2π فوتب $= n\lambda$

$\lambda = 2\pi \times$ فوتب $\times 3$

$= 6\pi$ فوتب

٥- $\Delta E = \frac{\nu h}{2\pi \text{ فوتب}} = \frac{3.15 \times 10^{-34}}{9 \text{ فوتب}}$ كج.م/ث

٦- $E = \frac{\nu h}{2\pi \Delta \text{ فوتب}}$ صورة أخرى لنفس القانون

$= \frac{3.15 \times 10^{-34}}{9 \times 10^{-31} \times 9 \text{ فوتب}}$ م/ث .

٧- $E_{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2} E_3 = \frac{1}{2} \times 9 \times 10^{-31}$ ( )

ثانيا :

١- $ط_{فوتون} = |ط_{ف} - ط_{ي}|$

$= \left| \frac{-١٣٫٦}{٢^{٢}} - \frac{-١٣٫٦}{١^{٢}} \right|$

$= |-١٣٫٦ - -١٣٫٦|$

$ط_{فوتون} = ١٢٫١ \ e.V$

ب) $ط_{فوتون} = هـ ت_د$

$١٢٫١ \times ١٫٦ \times ١٠^{-١٩} = ٦٫٦ \times ١٠^{-٣٤} \times ت_د$

$\therefore ت_د = \frac{١٢٫١ \times ١٫٦ \times ١٠^{-١٩}}{٦٫٦ \times ١٠^{-٣٤}} \ Hz$

$\approx ٢ \times ١٠^{١٥} \ Hz$

ج) $\lambda = \frac{س}{ت_د} = \frac{٣ \times ١٠^{٨}}{٢ \times ١٠^{١٥}} = ١٫٥ \times ١٠^{-٧} \ م$

د) $ع = \frac{هـ}{\lambda} = \frac{٦٫٦ \times ١٠^{-٣٤}}{١٫٥ \times ١٠^{-٧}} = ٤٫٤ \times ١٠^{-٢٧} \ كجم.م/ث$

هـ) ليمان ، اشعة فوق بنفسجية .

س ١٩ : الاثارة الاول $\therefore ن = ٣$

أ) $ل_{ع نقه} = \frac{ن^{٢} هـ}{٣ط}$

$\therefore ع = \frac{ن^{٢} هـ}{٣ط ل_{نقه}}$

$= \frac{هـ}{٣ط ل_{نقه} ن}$

$= \frac{٦٫٦ \times ١٠^{-٣٤}}{٣ط \times ٩ \times ١٠^{-٣١} \times ٥٫٢ \times ١٠^{-١١} \times (٣)^{٢}}$

ب) $ت_م = \frac{ع}{ع_{نقه}}$ ← سرعة مدار الكترون في

$= \frac{(\frac{ن هـ}{٢ط ل_{نقه}})^{٢}}{ل_{نقه}}$

ج) الاقصر من الفوتون الاول

كمية بنية = كمية حركة

$\frac{م س^{٢}}{ل_{نقه}} = \frac{ل ع^{٢}}{ل_{نقه}}$

$ع^{٢} = \frac{م س^{٢}}{ل_{نقه}^{٢} \times ل}$

$= \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times (١٫٦ \times ١٠^{-١٩})^{٢}}{٤ ل_{نقه} \times ٩ \times ١٠^{-٣١}}$

$ع^{٢} = (\quad) \ م/ث$

د) سرعة مدار الكترون في $ع = \frac{ن هـ}{٢ط ل_{نقه}}$

$ط_{ح} = \frac{١}{٢} ل ع^{٢}$

$= \frac{١}{٢} ل \times \frac{ن^{٢} هـ^{٢}}{٤ ط^{٢} ل_{نقه}^{٢}}$

$ط_{ح} = \frac{ن^{٢} هـ^{٢}}{٨ ط^{٢} ل_{نقه}^{٢}}$

$= \frac{هـ^{٢}}{٨ ط^{٢} ل_{نقه}^{٢} \times ٢^{٢}}$

$ط_{ح} = (\quad)$ جول

س ٢٠:

١- متسلسلة بالمر $n_2 = 4 \therefore n = 2$

٢- طيف مرئي

٣- $n = 3, 4, 5, \ldots \infty$

٤- ثابت ريدبيرغ وحدته m^{-1}

٥- $\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{\infty}\right)$

$\lambda = \frac{4}{R}$

٦- λ أطول $\leftarrow$ t_d أقل

$s = \lambda \times t_d$ أطول أقل

$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{\infty}\right)$

$\frac{1}{\lambda_4} = \frac{5R}{36} \therefore \lambda = \frac{36}{5R}$

$\lambda_4 = 7{,}2 \times 10^{-7}\ m$

$t_d = \frac{3 \times 10^{8}}{7{,}2 \times 10^{-7}} = \frac{3}{7{,}2} \times 10^{15}\ Hz$

س ٢١:

E_4 نهب $= n \frac{h}{2\pi}$

١- $2{,}4 \times 10^{-24} = \frac{n \times 6{,}6 \times 10^{-34}}{2\pi}$

$\therefore n = 4$

٢- 2π نهب $= n\lambda$

$2\pi \times 4$ نهب $= 4\lambda$

$\lambda = 8\pi$ نهب

٣- $\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{1} - \frac{1}{\infty}\right)$

$\therefore \lambda = \frac{1}{R}$ *

٤- $\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{\infty}\right) \leftarrow \lambda = \frac{4}{R}$

$t_d = \frac{s}{\lambda} \leftarrow \frac{s}{4/R} = \frac{sR}{4}$ *

س ٢٢: $|E_f - E_i|$ فوتون $=$ شرط

$E_{فوتون} = h\, t_d$

$= \frac{hs}{\lambda} = \frac{hc}{s}$

$= 9{,}9 \times 10^{-19}$ جول

$|E_f - E_i| = \left|\frac{-13.6}{4^2} - \frac{-13.6}{2^2}\right|$

$= |-0{,}85 - (-3{,}4)|$

$|E_f - E_i| = 2{,}55$ eV

$= 2{,}55 \times 1{,}6 \times 10^{-19}$

$= 4{,}08 \times 10^{-19}$ جول

بما انها لا تساوي طاقة الفوتون $\therefore$ لا يستطيع نقله بهذه الطريقة.

س ٢٣:

$E_{فوتون} = |E_f - E_i|$

$1{,}9 = |E_f - (-3{,}4)|$

$E_f = -1{,}5$ eV $\therefore n = 3$

$\lambda = 2\pi$ نهب n

$\lambda = 6\pi$ نهب

E_4 نهب $= \frac{nh}{2\pi}$

$\frac{1}{2} \times 10^{-34} \times n = \frac{h}{2\pi}$

$\therefore \boxed{n = 2}$

$\frac{-13.6}{2^2} = E_2$

مراجعة فيزياء النواة

2017

رشيد التاجي
٠٧٧٧٤٦١٠١١

تلخيص المصطلحات

- **النظائر :** ذرات العنصر الواحد المختلفة في العدد الكتلي .
- **النيوكليون :** هو البروتون و النيوترون .
- **طاقة الربط النووية :** هي الطاقة التي يجب أن تزود بها النواة لفصل مكوناتها .
- **النشاط الإشعاعي :** نتاج عملية اضمحلال لنوى غير مستقرة .
- **الإشعاع الصناعي :** إنتاج أنوية مشعة بوساطة التفاعلات النووية (تغيير خصائص النوى عن طريق قذفها بجسيمات صغيرة)
- **الانشطار النووي :** قذف نواة ثقيلة مثل اليورانيوم بنيوترون بطيء فتمتص النواة النيوترون فتصبح في حالة عدم استقرار ثم ما تلبث أن تنشطر إلى نواتين متوسطتين وانبعاث طاقة عالية و نيوترونات جديدة .
- **الكتلة الحرجة :** الحد الأدنى من كتلة اليورانيوم اللازم لإدامة تفاعلات متسلسلة .
- **تخصيب اليورانيوم :** عملية تهدف إلى إنتاج غاز يحتوي نسبة عالية من يورانيوم ٢٣٥ .
- **الاندماج النووي :** اتحاد نوى صغيرة مثل الهيدروجين و نظائره لتكوين نواة أكبر

ملخص القوانين

١- $N + Z = A$ ..... **العدد الكتلي هو مجوع عدد البروتونان و النيوترونات .**

٢- $\text{نـق} = \text{نـق}_{\text{.}} A^{\frac{١}{٣}}$ ..... **لحساب نصف قطر النواة**

٣- $\text{ك}_{\text{النواة التقريبية}} = \text{ك}_{\text{ب}} A$ ..... **لحساب الكتلة التقريبية للنواة**

٤- $\text{ح} = \frac{٤}{٣} \pi \text{نق}^{٣}_{\text{.}} A$ ..... **لحساب حجم النواة**

٥- $\text{ث} = \frac{٣ \text{ك}_{p}}{٤\pi \text{نق}^{٣}_{\text{.}}}$ ..... **لحساب كثافة النواة و هي ثابتة لجميع النوى .**

٦- $\text{ط}_{\text{ربط نووية}} = \Delta \text{ك} \times ٩٣١,٥ = [(\text{N ك}_{\text{ن}} + \text{Z ك}_{\text{ب}}) - \text{ك}_{\text{نواة}}] \times ٩٣١,٥$

٧- $Q_{\text{طاقة التفاعل}} = \Delta ك \times ٩٣١,٥ = [ك_{\text{المواد المتفاعلة}} - ك_{\text{المواد الناتجة}}] \times ٩٣١,٥$

ملخص أسئلة علل...

١- كثافة النوى متساوية لجميع النوى !

(لأن كل من كتلة النواة و حجمها يتناسبان طرديا مع العدد الكتلي فتبقى النسبة بينهما -و هي الكثافة – ثابتة .

٢- تماسك مكونات النواة على الرغم من وجود قوة تنافر كهربائية بين البروتونات !

(بسبب وجود القوة النووية التي تعمل على تماسك مكونات النواة فهي قوة تجاذب تنشأ بين النيوكليونات جميعها بغض النظر عن شحنتها)

٣- عدد النيوترونات في الأنوية الثقيلة المستقرة أكبر من عدد البروتونات !

(حتى تسود القوة النووية التجاذب بين النيوترونات على القوة الكهربائية التنافر بين البروتونات)

٤- نوى العناصر ذات العدد الذري الأكبر من ٨٢ تكون غير مستقرة !

(بازدياد العدد الذري كثيراً تزداد القوة الكهربائية التنافر على نحو كبير فإن الزيادة في عدد النيوترونات لم تستطع التعويض عن هذه الزيادة في القوة الكهربائية)

٥- يحتاج فصل مكونات النواة عن بعضها طاقة كبيرة !

(لأن القوة النووية التي تربط مكونات النواة قوة هائلة)

٦- كتلة النواة أقل من مجموع كتل مكوناتها !

(لأن قرن الكتلة يتحول إلى طاقة ربط لمكوناتها حسب معادلة تكافؤ الكتلة و الطاقة لآينشتاين)

٧- تفكيك الأنوية المتوسطة يتطلب طاقة أكبر من تفكيك الأنوية الثقيلة !

(لأن الأنوية المتوسطة في العدد الكتلي (A ~ ٦٠) هي الأكثر استقراراً أي طاقة الربط لكل نيوكليون لها أعلى)

٨- قدرة ألفا على التأيين أكبر من قدرة بيتا و غاما !

(بسبب كبر كتلتها و شحنتها مما يجعل احتمال تصادمها مع الذرات كبيراً)

٩- أشعة الفا لها قدرة أكبر على التأيين و قدرة أقل على النفاذ ، و العكس صحيح بالنسبة لغاما !

(بسبب كبر كتلة الفا و شحنتها مما يجعل احتمال تصادمها مع الذرات كبيراً بينما غاما لا كتلة لها و لا شحنة)

١٠- يعتمد الخطر الحقيقي للإشعاع على قدرته على التأيين !

(ينجم عن عمليات التأين في الكائن الحي تفاعلات كيميائية تؤدي إلى تخريب الأنسجة داخل الخلايا و يسبب ذلك طفرات و تغيرات في المادة الوراثية و تحول الخلايا السليمة إلى خلايا سرطانية)

١١- في اضمحلال ألفا ، يحمل جسيم ألفا معظم الطاقة الحركية !

(حسب قانون حفظ الزخم ، فإن الجسيم ذا الكتلة الأقل تكون سرعته أكبر من الجسيم ذي الكتلة الأكبر)

١٢- تبعث النواة إلكترونات (و بوزيترونات) مع أنها لا تحتوي إلكترونات (أو بوزيترونات)!

(انبعاث إلكترون هو نتاج تحلل أحد النيوترونات إلى بروتون و إلكترون و بسبب كتلته الصغيرة ينبعث إلكترون من النواة بينما يبقى البروتون ذو الكتلة الأكبر داخلها)

(انبعاث بوزيترون هو نتاج تحلل أحد البروتونات إلى نيوترون و بوزيترون و بسبب كتلته الصغيرة ينبعث إلكترون من النواة بينما يبقى البروتون ذو الكتلة الأكبر داخلها)....ارعم اجابتك بالمعادلتين...

١٣- ينبعث جسيم نيوترينو (أي جسيم صغير غير مشحون) و ضديد نيوترينو في اضمحلالات بيتا !

(للحفاظ على الطاقة ، إذ يحمل الطاقة التي تبدو لنا أنها ضائعة .

١٤- انبعاث أشعة غاما من النواة على الرغم من دم تغير العدد الذري أو الكتلي !

(للتخلص من الطاقة الزائدة و الوصول إلى مستوى الاستقرار لأنها تكون في مستوى إثارة عندما تبعث ألفا أو بيتا)

١٥- يسمى الاندماج النووي بالتفاعل النووي الحراري !

(لأنه يتطلب رفع درجة حرارة المواد الداخلة في التفاعل لتكون سريعة فتتقرب من بعضها كثيرا فتتملك القوة النووية من التغلب على القوة الكهربائية)

السؤال الأول :

لديك النواة التالية $_{13}Al^{27}$ أجب عما يلي :

١- احسب كل من : أ) نصف قطر النواة ب) الكتلة التقريبية للنواة ج) طاقة الربط النووية بوحدة : و . ك . ذ

٢- هل النواة مستقرة أم لا ؟ مع بيان السبب . و كيف تحولها إلى نواة مستقرة ؟

٣- إذا قذفت النواة بجسيم ألفا نتجت نواة الفسفور $_{15}P^{30}$ و جسيم آخر ، اكتب معادلة نووية موزونة تمثل التفاعل ، و ما هو شرط حدوث هذا التفاعل (بين ذلك حسابياً)؟

(ثوابت : ك $_{\alpha}$ = ٤,٠٠٢٦ ك$_{Al}$ = ٢٦,٩٨١٥ ، ك $_{P}$ = ٢٩,٩٧٨٣)

السؤال الثاني :

تشع الأنوية غير المستقرة أشعة ألفا و بيتا و غاما حتى تتحول إلى أنوية أكثر استقراراً ذات كتل أقل و طاقة ربط لكل نيوكليون أعلى . أجب عما يلي :

١- ما اسم الجهاز المستخدم للكشف عن هذه الإشعاعات ؟ (عداد غايغر)

٢- كيف يمكن التمييز بين هذه الإشعاعات ؟ (عن طريق اختلاف انحرافها في المجال المغناطيسي)

*٣- لماذا يكون انحراف جسيم ألفا في المجال المغناطيسي أقل من انحراف بيتا ؟ (كتلته أكبر فيكون قصوره أكبر)

٣- قارن بين هذه الجسيمات من حيث طبيعتها و نفاذيتها وقدرتها على التأيين و ضررها على الكائن الحي .

*٤- أي من هذه الإشعاعات تستخدم في ضبط سمك الورق ؟ فسر إجابتك .(بيتا ، نفاذيتها تتأثر باختلاف السمك)

٥- أي من هذه الإشعاعات تعد جزءاً من الطيف الكهرومغناطيسي ؟ (أشعة غاما)

٦- ما التغير الذي يطرأ على النواة عندما تبعث : ١- جسيم ألفا ٢- جسيم بيتا ٣- بوزيترون ٤- أشعة غاما .

*السؤال الثالث :

لديك الايزوبارز التالية : $_{55}Cs^{139}$ ، $_{57}La^{139}$ ، $_{59}Pr^{139}$ ، (وهي أنوية عناصر مختلفة لها نفس العدد الكتلي) إذا علمت أن النواة La نواة مستقرة و أن النواتين Cs و Pr غير مستقرتين . أجب عما يلي :

1- أي الأنوية يمكن أن تبعث بوزيترونات و أيها تبعث إلكترونات ؟ بين ذلك بمعادلات .

2- أي النوى تقع فوق حزمة الاستقرار و أيها تقع تحت الحزمة ؟ (فوق الحزمة : $_{55}Cs^{139}$ تحت الحزمة $_{59}Pr^{139}$

السؤال الرابع :

تمر نواة اليورانيوم $_{92}U^{238}$ في سلسلة اضمحلالات حتى تصبح نواة مستقرة (ذات كتلة أقل و طاقة ربط أعلى) . أجب عما يلي :

١- ما اسم هذه السلسة ؟ (سلسلة اليورانيوم) ٢- ما اسم النظيرة المستقرة التي تنتهي عندها هذه السلسلة ؟ (الرصاص ٢٠٦)

٣- اكتب معادلة نووية موزونة تمثل هذه السلسلة .(واحسب عدد جسيمات ألفا و بيتا الناتجة)

٤- النواة الناتجة لها طاقة ربط أكبر لكل نيوكليون من النواة الأصلية كيف تفسر هذه الزيادة في الطاقة ؟

السؤال الخامس:

أ) اكتب معادلة نووية تمثل : ١- تحلل البروتون ٢- تحلل النيوترون ٣- اندماج نووي

٤- انشطار نووي . ٥- الصورة العامة لاضمحلال بيتا .

ب) في اضمحلال ألفا أثبت أن معظم الطاقة الحركية تكون لجسيم ألفا .

ج) أوجد صيغة رياضية تعبر عن ١- الكتلة التقريبية للنواة . ٢- حجم النواة ٣- كثافة النواة .

***السؤال السادس :**

أ) احسب طاقة الربط النووية لكل نيوكليون لنواة $_{26}Fe^{56}$ ، هل تتوقع أن تكون هذه الطاقة أكبر أم أقل من طاقة الربط النووية لنواة اليورانيوم U^{235} ؟ و لماذا ؟ (ك $_{Fe}$ = ٥٥,٩٢٠٦ و.ك.ذ)

ب) قذفت نواة البريليوم $_{4}Be^{9}$ بجسيم ألفا فنتجت من التفاعل نواة الكربون $_{6}C^{12}$ و جسيم آخر طاقته الحركية (٠,٠١)و.ك.ذ . أجب عما يلي:

1- اكتب معادلة نووية موزونة تمثل التفاعل .

2- احسب كتلة نواة البريليوم . (علماً أن ك $_{C}$ = ١٢,٠٠٣٩ و.ك .ذ ك $_{He}$ = ٤,٠٠٢٦ و.ك.ذ)

*ج) في تفاعل نووي صناعي لإنتاج نظير المنغنيز المشع تم قذف المنغنيز المستقر $_{25}Mn^{55}$ بجسيم (س) فنتجت نواة Mn^{56} . ثم اضمحلت النواة الناتجة باعثة بجسيم (ص) فنتجت نواة الحديد $_{26}Fe^{56}$ غير المستقرة وكي تصل هذه النواة إلى حالة الاستقرار بعثت أشعة غاما .أجب عما يلي :

١- اكتب معادلات نووية موزونة تمثل هذه التفاعلات .

٢- احسب طاقة حركة الجسيم (ص) و طاقة أشعة غاما .

*السؤال السابع :

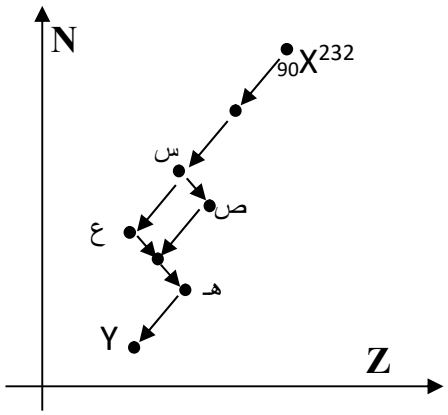
أ) قذف بوزيترون بإلكترون فنتج من التفاعل جسيم آخر ، أجب عما يلي :

1- اكتب معادلة نووية تمثل هذا التفاعل .

2- *احسب طاقة الجسيم الناتج و تردده . (كتلة الإلكترون = كتلة البوزيترون = ٥,٥×١٠$^{-٤}$ و . ك . ذ)

ب) تمر نواة غير مستقرة بسلسلة اضمحلالات فنجد أن العدد الكتلي للنواة الناتجة يقل بمقدار ٨ وحدات عن النواة الأصلية بينما يبقى الذري كما هو .اكتب معادلة نووية تمثل هذا الجزء من السلسلة مبيناً عدد جسيمات ألفا و بيتا الناتجة .

ج) اضمحلت نواة $_{88}Ra^{228}$ في سلسلة اضمحلالات فنتج أربعة جسيمات ألفا و ثلاثة جسيمات بيتا ، احسب العدد الذري و الكتلي للنواة الناتجة .



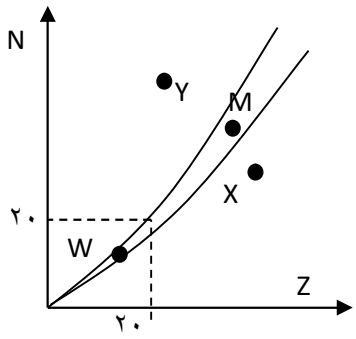
*د) في الشكل المجاور جزء من سلسلة اضمحلال طبيعي ، أجب عما يلي :

١- احسب العدد الذري و الكتلي للنواة Y .

٢- أذكر رمزين لنواة و نظيرتها .

٣- رمز النواة الأكثر استقراراً

هـ) يمثل الشكل المجاور منحنى الاستقرار و تظهر فيه حزمة الاستقرار ، أجب عما يلي :

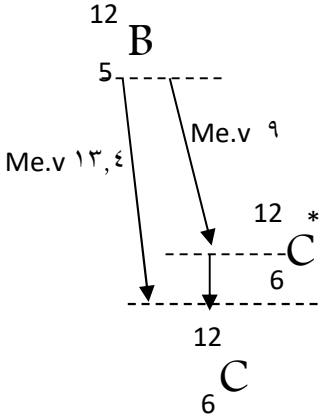


1- أي الأنوية يمكن أن تبعث جسيم ألفا ؟

2- أي الأنوية يحدث فيها تحلل للنيوترون ؟

3- أي الأنوية يخرج منها بوزيترون ؟

و) الشكل المجاور يمثل اضمحلال البورون إلى نواة الكربون بطريقتين : الأولى مباشرة و الثانية غير مباشرة ، أجب عما يلي :



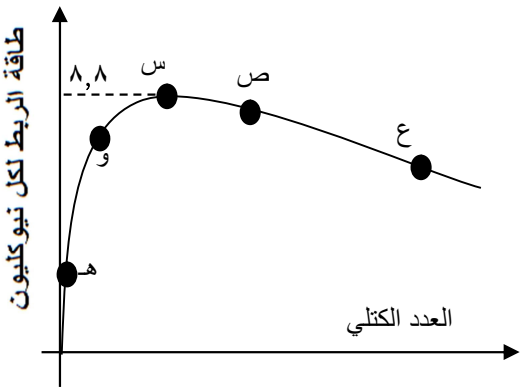
1- أي الأنوية أكثر استقراراً ؟

2- اكتب معادلة نووية موزونة تعبر عن الطريقة الأولى .

3- فسر انبعاث أشعة غاما في الطريقة الثانية و احسب طاقتها .

4- *إذا علمت أن طاقة بيتا في الطريقة الأولى = ١٣,٢ مليون إلكترون فولت بينما الطاقة الناتجة من الاضمحلال = ١٣,٤ مليون إلكترون فولت فماذا حدث لهذا الجزء من الطاقة الذي يبدو لنا أنه مفقودة ؟

*السؤال الثامن :



يمثل الشكل المجاور منحنى طاقة الربط النووية لكل نيوكليون بوحدة مليون إلكترون فولت / نيوكليون و عدد النيوكليونات لبعض الأنوية مستعيناً بالشكل أجب عما يلي :

1- أذكر رمز نواة تميل للانشطار ، وأخرى تميل للاندماج .
2- رمز النواة الأكثر استقراراً .
3- *كتلة النواة س علماً أن عدد بروتوناتها ٢٨ بروتون .
4- في أي التفاعلين الانشطار أم الاندماج تنبعث طاقة أكبر لكل نيوكليون ؟
5- تفاعل الانشطار عكس الاندماج ، فكيف تفسر انبعاث الطاقة في الحالتين ؟

السؤال التاسع :

أ) كيف تم اكتشاف البروتون و النيوترون ؟ عبر عن ذلك بمعادلتين نوويتين .

(البروتون : قذف العالم رزرفورد النيتروجين بجسيمات ألفا ، النيوترون : قذف العالم شادويك البريليوم بجسيمات ألفا ، كما في المعادلتين التاليتين)

$$_{7}N^{14} + {}_{2}He^{4} \longrightarrow {}_{8}O^{17} + {}_{1}p^{1}$$

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

ب) أعط فائدة واحدة لكل مما يلي :

1- القوة النووية : تعمل على تماسك مكونات النواة (معاكسة للقوة الكهربائية)
2- طاقة الربط النووية : هي الطاقة اللازمة لفصل مكونات النواة .
3- تخصيب اليورانيوم : إنتاج غاز يحتوي نسبة عالية من يورانيوم ٢٣٥ القابل للانشطار .
4- الكتلة الحرجة : تمنع تسرب النيوترونات من أجل إدامة تفاعلات متسلسلة .
5- الماء الثقيل D_2O : إبطاء سرعة النيوترونات من أجل حدوث انشطار نووي . (و ايضاً ماء عادي و جرافيت)
6- قضبان الكادميوم : تمتص بعض النيوترونات من أجل التحكم في سرعة التفاعل المتسلسل و منع حدوث انفجار.

ج) يواجه نظام المفاعل النووي أربع مشاكل يجب التغلب عليها حتى يكون التفاعل ممكناً من الناحية العملية . أذكر هذه المشاكل .

1- نسبة اليورانيوم ٢٣٥ القابل للانشطار ٠,٧ ٪ فقط (**تم التغلب عليها بعملية التخصيب**)

2- يجب منع تسرب النيوترونات حتى يستمر التفاعل المتسلسل (**تم التغلب عليه بالكتلة الحرجة**)

3- لوحظ أن النيوترونات المنبعثة من التفاعل تكون سريعة و الانشطار يتطلب نيوترونات بطيئة (**تم التغلب عليها بعملية التهدئة**)

4- يجب التحكم في سرعة التفاعل لمنع حدوث انفجار (**تم التغلب عليها بعملية التحكم**) .

السؤال العاشر ا) أكمل المعادلات النووية التالية :

1) $_{1}H^{1}$ ⟶ ..... + ... + ...

2) $_{6}C^{14}$ ⟶ $_{7}N^{14}$ + ... + ...

3) $_{0}n^{1} + _{92}U^{235}$ ⟶ $_{36}Kr^{93} + _{56}Ba^{141}$ + ...

4) 4 ($_{1}H1$) ⟶ .....

5) $_{27}Co^{56}$ ⟶ $_{26}Fe^{56}$ + ... + ...

6) $_{25}Mn^{56}$ + n ⟶ .....

7) ..... ⟶ $_{6}C^{12}$ + ... + $\bar{\nu}$

8) $_{-1}e^{0} + _{+1}e^{0}$ ⟶ .....

9) $\nu + \bar{\nu}$ ⟶ .....

10) $_{92}U^{235}$ ⟶ $_{82}Pb^{207}$ + ___ $_{2}He^{4}$ + __ $_{-1}e^{0} + \gamma$

ب) تمثل المعادلتان التاليتان تفاعلين نوويين ، أجب عما يلي :

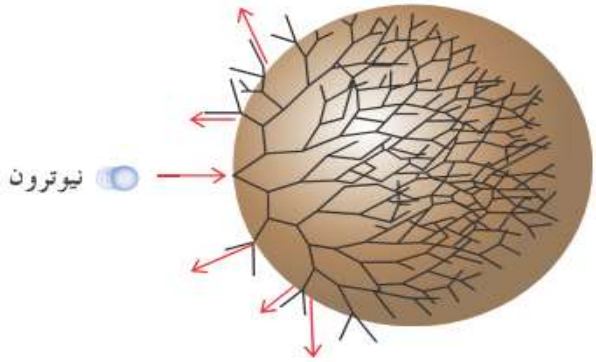
1. $_{92}U^{235} + _{0}n^{1}$ (بطيء) ⟶ $_{56}Ba^{141} + _{36}Kr^{92} + 3\,_{0}n^{1}$

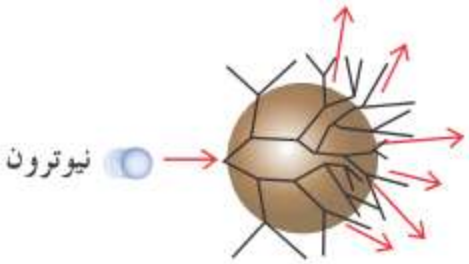
1- ماذا يسمى كل تفاعل و ما نوعه ؟

2- ما شرط حدوث كل تفاعل ؟

2. $_{1}H^{3} + _{1}H^{2}$ ⟶ $_{2}He^{4} + _{0}n^{1}$

ج) في الشكل المجاور كرتان من اليورانيوم تقذف كل كرة بنيوترون بطيء ، أي من الكرتين تمثل مفهوم الكتلة الحرجة و لماذا ؟ ما هو نظير اليورانيوم المستخدم في عملية الانشطار ؟





اجابات النواة

س ١:

١- نصف قطر النواة $R = r_0 A^{\frac{1}{3}}$

$= 1.2 \times 10^{-15} \times 27^{\frac{1}{3}}$

$= 3.6 \times 10^{-15}$ م.

ب) $\Delta m = m_p A - m_N$

$= 27 \times 1.0073$

$= 27.1971$ وحدة ذ

جـ) $E_b = \Delta m \times 931$ MeV

$= 0.2295$ وحدة ذ

٢- $^{30}_{15}P$ ليست مستقرة

لانها حقيقة لم تحقق شرط $N = Z$

$Z = 15$ $N = 14$ بإزالة بوزترون

تصبح مستقرة.

٣- $^{4}_{2}He + {}^{27}_{13}Al \rightarrow {}^{30}_{15}P + {}^{1}_{0}n$

$Q = \Delta m \times 931$

$\Delta m = m_{\text{المواد الناتجة}} - m_{\text{المواد المتفاعلة}}$

$\Delta m = (m_P + m_n) - (m_{Al} + m_{He})$

$= (29.9783 + 1.0087) - (26.9815 + 4.0026)$

$= -0.0119$ وحدة ذ

$\therefore Q = -(0.0119 \times 931)$ MeV

∴ يجب تزويد التفاعل بطاقة حركية مقدارها $+Q$ ليحدث التفاعل

تفاعل ماص للحرارة

س ٢:

أ) ١- عندما تبعث دقيقة ألفا

يقل العدد الكتلي اربع وحدات A-4

ويقل العدد الذري وحدتان Z-2

٢- عندما تبعث دقيقة بيتا (إلكترون)

العدد الكتلي يبقى كما هو والعدد الذري يزداد (١)

٣- عندما تبعث بوزيترون

العدد الكتلي كما هو والعدد الذري يقل (١)

٤- عندما تشع غاما لا يطرأ تغيير على العدد الذري ولا على العدد الكتلي.

س ٣: $^{139}_{57}La$ أيها مستقرة ولماذا

$^{139}_{55}Cs$ سيزداد عددها الذري ∴ تبعث $^{0}_{-1}e$

$^{139}_{59}Pr$ سيقل عددها الذري ∴ تبعث $^{0}_{+1}e$

$$^{139}_{55}Cs \rightarrow {}^{139}_{57}La + 2\,{}^{0}_{-1}e + 2\bar{\nu}$$

$$^{139}_{59}Pr \rightarrow {}^{139}_{57}La + 2\,{}^{0}_{+1}e + 2\nu$$

Cs نواته الحزمة و Pr تحت حزمة الاستقرار

س ٤:

١- سلسلة اليورانيوم $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{206}_{82}Pb$

٢- $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + 8\,{}^{4}_{2}He + 6\,{}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\gamma$

٣- كتلة النواة الاصلية أكبر من مجموع كتل النواتج الناتجة وفرق الكتلة يتحول الى طاقة حسب معادلة تكافؤ الكتلة والطاقة $E = mc^2$.

س ٥:

أ) 1) $p \rightarrow n + {}^{0}_{1}e + \bar{\nu}$

2) $n \rightarrow p + {}^{0}_{-1}e + \nu$

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

4) $n + {}^{235}_{92}U \rightarrow {}^{92}_{36}Kr + {}^{141}_{56}Ba + 3n$

5) ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$

ب) مع حفظ الزخم $\quad$ $ج_{Th} = ج_{\alpha} + ج_{ن}$

$X \rightarrow Y + \alpha$

$ج_{ن} = -ج_{\alpha}$

$ك_{ن} ع_{ن} = ك_{\alpha} ع_{\alpha}$

$ع_{\alpha} = \frac{ك_{ن} ع_{ن}}{ك_{\alpha}}$ $\quad ك_{\alpha} << ك_{ن}$

وهو المطلوب.

ج) $ك_{نواة} = Z ك_{ب} + N ك_{ن}$ تقريباً

$= Z ك_{ب} + N ك_{ن}$

$= ك_{ب} [Z + N]$

$= ك_{ب} \times A$

د) $ج_{نواة} = ج_{ذرة} = \frac{ن}{2\pi} ع_{ذرة}$

$= \frac{ن}{2\pi} (نصف قطر ذرة)$

$= \frac{ن}{2\pi} نصف قطر نواة \; A$

هـ) $ث_{النواة} = \frac{الكتلة}{الحجم}$

$= \frac{A \times ك_{ب}}{\frac{4}{3}\pi (نصف قطر نواة)^3}$

$= \frac{ك_{ب}}{\frac{4}{3}\pi (نصف قطر ذرة)^3}$

س ٦:

$ط_{ربط/نيوكليون} = \frac{ط_{ربط}}{A}$

أ) $ط_{ربط} = \Delta ك \times ٩٣١$

$\Delta ك = Z ك_{ب} + N ك_{ن} - ك_{نواة}$

$= ٤٦ \times ١,٠٠٧٨ + ٦٠ \times ١,٠٠٨٧ - ٩٥,٩٣٤٠$

$\Delta ك = ٠,٥٢٠٢$ وحدة ذرية

$ط_{ربط} = ٠,٥٢٠٢ \times ٩٣١$ MeV

$ط_{ربط/نيوكليون} = \frac{٠,٥٢٠٢ \times ٩٣١}{٥٦}$ MeV/نيوكليون

$ط_{ربط/نيوكليون}$ لـ Fe > $ط_{ربط/نيوكليون}$ لـ U

لأنها نواة متوسطة $A = ٥٦$ وهي الأكثر استقراراً

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

$Q = ١٠٠$ ك.ف.ب

$Q = (ك_{He} + ك_{Be}) - (ك_{C} + ك_{n})$

$١٠٠ = (٤,٠٠٢٦ + ك_{Be}) - (١٢,٠٠٠٠ + ١,٠٠٨٧)$

$\therefore ك_{Be} = ٩,٠١٢$ ك.ف.ب

ج) ${}^{55}_{25}Mn$ مستقر $+ {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{56}_{25}Mn$

${}^{56}_{25}Mn \xrightarrow{\text{انحلال}} {}^{56*}_{26}Fe + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$

${}^{56*}_{26}Fe \rightarrow {}^{56}_{26}Fe + {}^{0}_{0}\gamma$

n : نيوترون

e : إلكترون

γ : فوتون طاقة عند خروج إلكترون أو عكسه ...

س ٧ :

أ) $^{0}_{-1}e + {}^{0}_{+1}e \longrightarrow {}^{0}_{0}\gamma$

$Q = \Delta ك \times 931$

$= [(ك_{e^-} + ك_{e^+}) - ك_{\gamma}] \times 931$

$= [(0{,}511 + 0{,}511) - 0] \times 931$

$= 1{,}022 \times 10^{-3} \times 931$

$= 0{,}951$ MeV

بما انه غاما و غاما صفر ∴ ط نرون

$ك_{ن} \times 10^{-27} \times (3)^2 = 1{,}022 \times 10^{-30} \times (3 \times 10^8)^2$

$ك_{ن} = \frac{1}{4} \times 10^{-27}$ kg

ب) $^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A-8}_{Z}X + س\alpha + ص\beta$

$A = A - 8 + 4س \quad \therefore س = 2$

$Z = Z + 2 \times 2 + (-1) \times ص \quad \therefore ص = 4$

جـ) $^{228}_{88}Ra \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + 4\alpha + 3\beta$

$228 = A + 4 \times 4 \quad \therefore A = 212$

$88 = Z + 4 \times 2 + 3 \times -1 \quad \therefore Z = 85$

د) $^{232}_{90}X \longrightarrow {}^{A}_{Z}Y + 4\alpha + 2\beta$

$232 = A + 16 \quad A = 216$

$90 = Z + 8 - 2 \quad Z = 84$

هـ) ١- (X) ٢- (Y) ٣- (X)

و) ١- $^{12}_{6}C$

٢- $^{12}_{5}B \longrightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$

٣- هذه الطاقة تجسم حركية نيوترينو تحمل الطاقة التي سبق ذكرها انها ضائعة.

$E_{\nu} = 13{,}2 - 12{,}4 = 0{,}8$ MeV

س ٨ :

١- (ع) تحلل الانشطار (هـ) تحلل الاندماج

٢- (س) وهي نواة النيكل حديدياً $^{62}_{28}Ni$

٣-

$\frac{\text{ط ربط}}{A}$ = ط ربط/نيوكليون

$\frac{\text{ط ربط}}{62} = 8{,}8$

ط ربط $= \Delta ك \times 931$

$= 26 \times 8{,}8 = (ك_{p} \times Z + ك_{n} \times N - ك_{Ni}) \times 931$

$ك_{Ni} = \frac{26 \times 8{,}8}{931} - 28 \times 1{,}008 + 34 \times 1{,}009 = -62{,}500$ و.ذ.ر

٤- في الاندماج نحصل على طاقة أكثر لأن فرق الكتلة أكبر.

٥- فرق الكتلة يقول ان طاقة في الحالتين تكون كتلة النوى الناتجة اقل من كتلة النوى الأصلية. ينقول هذا الفرق من الكتلة الى طاقة حسب معادلة تكافؤ الكتلة والطاقة $ط = ك س^2$

س ١٠:

أ)

1) $_{1}^{3}H \longrightarrow {}_{0}^{1}n + {}_{+1}^{0}e + \nu$

2) $_{6}^{14}C \longrightarrow {}_{7}^{4}N + {}_{-1}^{0}e + \bar{\nu}$

3) $_{0}^{1}n + {}_{92}^{235}U \longrightarrow {}_{36}^{93}Kr + {}_{56}^{141}Ba + 2\,{}_{0}^{1}n$

4) $4({}_{1}^{1}H) \longrightarrow {}_{2}^{4}He + 2\,{}_{+1}^{0}e$

5) $_{27}^{56}Co \longrightarrow {}_{26}^{56}Fe + {}_{1}^{0}e + \nu$

6) $_{25}^{56}Mn + {}_{0}^{1}n \longrightarrow {}_{25}^{57}Mn$

7) $_{5}^{12}X \longrightarrow {}_{6}^{12}C + {}_{-1}^{0}e + \bar{\nu}$

8) $_{-1}^{0}e + {}_{+1}^{0}e \longrightarrow 2\gamma$ ليس شرطاً بالنسبة لهذا انه يتفاعل (2) مع غاما

9) $\nu + \bar{\nu} \longrightarrow 2\gamma$

10) $_{92}^{235}U \longrightarrow {}_{82}^{207}Pb + 7\,{}_{2}^{4}He + 4\,{}_{-1}^{0}e + {}_{0}^{0}\beta$

ب) ١- الاول يسمى انشطار نووي
ونواته طارد للكراره منتج
والثاني يسمى اندماج نووي
ونواته ماصة للكراره يتطلب حرارة
حتى يحدث.

٢- شرط حدوث الاول ان تكون كتلة اليورانيوم
مساوية للكتلة الحرجة وان يكون النيوترون
بطيئاً
والثاني يشترط حدوثه توفر حراره للتفاعل
على قوى التنافر بين الانويه للتقرب
الانويه من بعضها ويحدث الاندماج.

ج) الكتلة الاكبر تمثل مقدار الكتلة الحرجة
لانها حالت دون تسرب النيوترونات
خارجها.
تخيير اليورانيوم ٢٣٥.