AWA2EL
LEARN 2 BE

الوحـــدة الثالثـــة

الفيزيـــاء الحديثـــة

الفصل السابع

فيزيـــاء الكـــم

الفصل الثامن

الفيزيـــاء النوويـــة

AWA2EL
LEARN 2 BE

الفصل السابع

فيزيـــاء الكـــم

مقدمة:

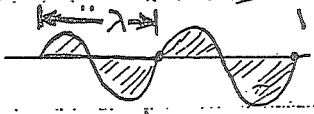
* الاصواج الكهرومغناطيسية (الضوء المرئي أو غير المرئي) تتميز الموجة عن الأخرى بتردداتها ($ت_ء$) وطولها الموجي (λ) والذي تربط بينهما العلاقة

$$س = \lambda \times ت_ء$$

حيث ($س$) سرعة الضوء = ٣×١٠^{٨} م/ث

$$\lambda = \frac{س}{ت_ء} \quad \text{أو} \quad ت_ء = \frac{س}{\lambda}$$

علاقة عكسية بين λ ، $ت_ء$.



* يستخدم في علم الكم وحدة قياس جديدة للطاقة وهي الإلكترون فولت (eV)

* تعريف الإلكترون فولت (eV): هي الطاقة الحركية التي يكتسبها الكترون عندما يتسارع بفرق جهد كهربائي مقداره 1 فولت.

ومنه $1\,eV = ش \times 1\,فولت = ١٫٦ \times ١٠^{-١٩}\,كولم \times 1\,فولت$

$$\therefore \quad 1\,eV = ١٫٦ \times ١٠^{-١٩}\,جول$$

لذلك للتحويل من طاقة بوحدة eV الى جول نضرب بـ ش.

$$ط_{جول} = ط_{eV} \times ش \quad ...$$

مثال: طاقة مقدارها 5 eV حولها الى جول...

$$ط_{جول} = ط_{eV} \times ش = ٥ \times ١٫٦ \times ١٠^{-١٩} = ٨ \times ١٠^{-١٩}\,جول ...$$

* الزخم الخطي لأي جسم يتحرك في خط مستقيم يعطى بالعلاقة

$$\vec{ح} = ك \times \vec{ع} \quad ...$$ كمية متجهة ويكون للزخم نفس اتجاه السرعة

ك = كتلة الجسم

ع: سرعة الجسم

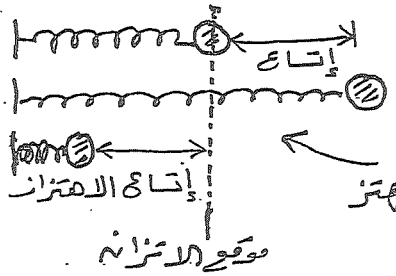
* يُقسم علم الفيزياء الى قسمين الفيزياء الكلاسيكية والفيزياء الحديثة.
* الفيزياء الكلاسيكية : تمثل علم الميكانيكا والحرارة والكهرومغناطيسية
* الفيزياء الحديثة : تمثل علم الكم والفيزياء النووية بالإضافة للنسبية.

س : اذكر اسم ظاهرتين واجهت الفيزياء الكلاسيكية صعوبة (عجزت) في تفسيرهما ؟
① الظاهرة الكهروضوئية.
② ظاهرة كومتون.

* أي جسم درجة حرارته فوق الصفر المطلق يصدر عنه اشعاعات كهرومغناطيسية.
* يعتمد اشعاع الجسم على : ① درجة حرارته.
② طبيعة سطحه.

* وجهة نظر الفيزياء الكلاسيكية للاشعاع :
① يتألف الاشعاع منه موجات كهرومغناطيسية ويصدر عنه الأجسام على هيئة سيل متصل (مستمر) من الطاقة.
② ينتج الاشعاع بسبب اهتزاز جسيمات مشحونة داخل اجسام المشعة.
③ طاقة الاشعاع تتناسب طردياً مع شدته (سطوعه) والتي تتناسب طردياً مع اتساع اهتزاز الجسيمات المهتزة.

لتوضيح الاتساع



④ يمكن للجسيم المهتز عند تردد اهتزاز معين أن يبعث (يشع) أو يمتص مقدار محدد من الطاقة

AWA2EL LEARN 2 BE

مبدأ تكمية الطاقة

أول من وضع حجر الأساس في علم الفيزياء الحديثة هو العالم بلانك حيث قدّم تصوراً جديداً للاشعاع ...

* وجهة نظر بلانك (الفيزياء الحديثة) للاشعاع :-

← يتألف الاشعاع من وحدات منفصلة ليست متصلة تسمى كمّات أو فوتونات ، لكل منها طاقة محددة تتناسب مع تردد الاشعاع حسب العلاقة

$ط = هـ ق$

ط : طاقة الكمّة الواحدة .. (الفوتون) .. (جول)
ق : تردد الاشعاع ... هرتز .. $(\frac{1}{ث})$
هـ : ثابت بلانك

لـ ..... مصدر اشعاع لـ هـ = $٦,٦٣ \times ١٠^{-٣٤}$ جول . ث

* نص مبدأ تكمية الطاقة : الطاقة الاشعاعية المنبعثة أو الممتصة تساوي عدداً صحيحاً من مضاعفات تكمية ($هـ ق$)

مثل : اشعاع طول موجته ٢٠٠ نانومتر ... إعتبر (س = $١٠^{٨} \times ٣$ م/ث ، هـ = $٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}$ جول.ث)

① احسب تردده
② احسب طاقة الكمة الواحدة (الفوتون الواحد) لهذا الاشعاع
③ احسب طاقة مليون كمة لهذا الاشعاع .
④ احسب طاقة الكمة الواحدة بوحدة eV .

الحل : ① $ق = \frac{س}{ل} \leftarrow$ ل = س ← $ق = \frac{٣ \times ١٠^{٨}}{٢٠٠ \times ١٠^{-٩}} = \frac{١٠^{٨}}{٦٦,٦٦ \times ١٠^{-٩}} = ١,٥ \times ١٠^{١٥}$ هرتز

② $ط = هـ ق = ٦,٦ \times ١٠^{-٣٤} \times ١,٥ \times ١٠^{١٥} = ٩,٩ \times ١٠^{-١٩}$ جول

③ $ط = ن \times ط_{فوتون} = (١٠^{٦})(٩,٩ \times ١٠^{-١٩}) = ٩,٩ \times ١٠^{-١٣}$ جول.

④ $ط = ط_{ج} \times ١٦ \times ١٠^{-١٩} \leftarrow ط_{ج} = ١٦ \times ١٠^{-١٩}$ ، $ط_{eV} = \frac{ط_{ج}}{١٦ \times ١٠^{-١٩}} = \frac{٩,٩ \times ١٠^{-١٩}}{١٦ \times ١٠^{-١٩}} = \frac{٣٣}{٨}$ eV .

س: ما الفرق بين تفسير بلانك للإشعاع الصادر عن الأجسام ، وتفسير الفيزياء الكلاسيكية ؟

جواب: * تفترض الفيزياء الكلاسيكية أن الجسيمات المهتزة يمكنها أن تمتلك أي مقدار من الطاقة ، ويمكنها أن تشع أو تمتص أي مقدار من الطاقة ، بينما فرضية بلانك تقول أن الجسيمات تشع أو تمتص كمات محددة من الطاقة .

* تفترض الفيزياء الكلاسيكية أن إمتصاص الطاقة وإشعاعها يكون على نحو متصل .... ، بينما إفترض بلانك أن إبعاث الطاقة أو إمتصاصها يكون على نحو متقطع (منفصل) على شكل كمات لكل منها طاقة محددة .

الخلاصة :

① $\lambda \, ت_{ء} = س$ ← $ت_{ء} = \frac{س}{\lambda}$ ← $\lambda = \frac{س}{ت_{ء}}$

حيث :
س = سرعة الضوء
$= ٣ \times ١٠^{٨}$ م/ث

② $ط_{فوتون} = ك \, ت_{ء}$ ... ك (ثابت بلانك) $= ٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}$ جول.ث

← هذه طاقة الفوتون الواحد فقط .

$ط_{الإشعاع في الثانية الواحدة} = ن \times ط_{الفوتون}$

ن ↓ عدد الفوتونات في الثانية

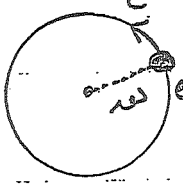
③ للتحويل من طاقة بوحدة (إ.ف) الى (جول) أو العكس

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

نموذج بور لذرة الهيدروجين

مقدمة :- الزخم الخطي لجسم يتحرك في خط مستقيم (خ = ك ع)

الزخم الزاوي لجسم يتحرك في مسار دائري (خ زاوي = ك ع نق)



ويمكنه أنه نكتب خ ز = خ نق ← (خ = خ ز / نق)

س١ : ما أهمية نموذج بور ؟
الجواب : تفسير الأطياف الذرية وفهم طبيعة الذرة

وضع بور نموذج لذرة الهيدروجين يربط بينه فيزياء الكم والفيزياء الكلاسيكية ، ويرتكز على أربع فروض .

س٢ : اذكر فروض نموذج بور لذرة الهيدروجين

① يتحرك الالكترون حول النواة في مدار دائري بتأثير قوة التجاذب الكهربائية بين الالكترون السالب ، والنواة الموجبة .

② يوجد الالكترون مستقراً في مدارات محددة له ، كل مدار له مقدار طاقة محدد يختلف عن غيره من المدارات وتسمى هذه المدارات "مستويات الطاقة" .
ولا يمكن للذرة أنه تشع أو تمتص طاقة طالما بقي الالكترون في مستوى طاقة معين (في مدار محدد) .

③ ينبعث الاشعاع من الذرة عندما ينتقل الالكترون من مستوى طاقة عالٍ الى مستوى طاقة منخفض ، ولا ينتقل الالكترون من مستوى طاقة منخفض الى مستوى طاقة عالٍ الا اذا إمتص فوتوناً .
وتكون الطاقة الاشعاعية المنبعثة أو الممتصة مكماه (محددة) على شكل فوتون منبعث أو ممتص طاقته تساوي فرقه الطاقة بين المستويين اللذين انتقل بينهما الالكترون .

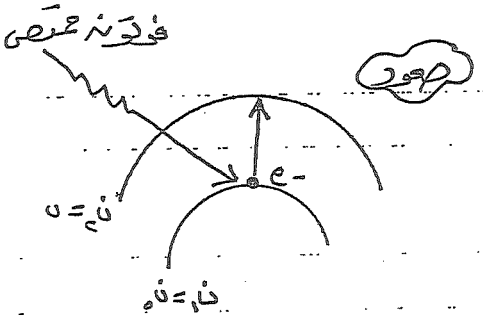
(٤) المدارات المسموح للالكترون أنه يوجد فيها هي التي يكون زخمه الزاوي فيها من مضاعفات $\left(\frac{h}{2\pi}\right)$.

أي $\left(خ_ز = ن \frac{h}{2\pi}\right)$ ← وعند (لا ع نه = ن $\frac{h}{2\pi}$)

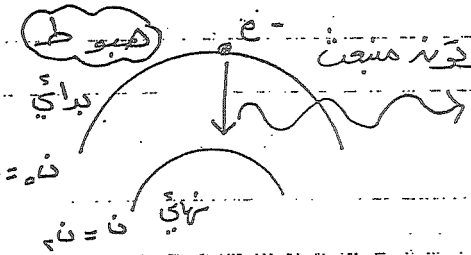
حيث ن : رقم المدار ، ع : سرعة الالكترون في المدار (ن).
$ك_e$: كتلة الالكترون
نق : نصف قطر المدار رقم (ن).

* وهذه العلاقة تخبرنا أنه الزخم الزاوي للالكترون في ذرة (H) مكمم وأنه كمة الزخم الزاوي هي $\left(\frac{h}{2\pi}\right)$.

* توضيح للفرض الثالث في نموذج بور :



عند صعود الالكترون من مستوى منخفض الى مستوى مرتفع فانه يمتص طاقة على شكل فوتون



عند هبوط الالكترون من مستوى مرتفع الى منخفض فانه يشع طاقة على شكل فوتون

$ط_{فوتون\ منبعث\ أو\ ممتص} = \Delta ط = |ط_2 - ط_1|$

حساب طاقة الفوتون الممتص أو المنبعث عند انتقال (e) بين مستويين.

واذا علمت طاقة الفوتون يمكن حساب تردده ، وطول موجته ، زخمه.

$ط_{فوتون} = هـ ن_ز = \Delta ط \leftarrow ن_ز = \frac{\Delta ط\ (جول)}{هـ}$ ثم $\lambda_{فوتون} = \frac{س}{ن_ز}$

قوانين نموذج بور لذرة الهيدروجين

① $خ = ك ع$ أو $خ = \frac{خ ز}{نق}$ .. الزخم الخطي ... كغم.م/ث

② $نق_ن = نق_1 \times ن^2$ ... $نق_1 = نق_ن = 0{,}529 \times 10^{-10}$ م لحساب نصف قطر مدار (ع) .

③ $خ ز = ن \times \frac{هـ}{2\pi}$ .. لحساب الزخم الزاوي أو رقم المدار إذا علم أحدهما .

④ $ك ع نق_ن = ن \times \frac{هـ}{2\pi}$ .. لحساب سرعة الالكترون في أي مدار لذرة (H) .

⑤ $ط ن = -\frac{13{,}6}{ن^2}$ ... eV طاقة الإلكترون الكلية (الميكانيكية) في أي مستوى

⑥ $\Delta ط = |ط_{نهائي} - ط_{بدائي}|$ ... فرق الطاقة بين مستويين وهي طاقة الفوتون الممتص أو المنبعث

⑦ $ت_د = \frac{\Delta ط (جول)}{هـ}$ ... تردد الفوتون الممتص أو المنبعث عند انتقال (ع) بين مستويين

⑧ $\lambda = \frac{س}{ت_د}$ .. طول موجة الفوتون اذا علم تردده

⑨ $\frac{1}{\lambda} = R_H \left| \frac{1}{ن^2_{نهائي}} - \frac{1}{ن^2_{بدائي}} \right|$ .. لحساب طول موجة الفوتون الممتص أو المنبعث دون حساب التردد فقط بتعويض ارقام المدارات . ((يمكنه حساب التردد منه)) .

⑩ $ط_{التحرير} = |ط_ن|$ أو التأين ... (الطاقة اللازمة لتحرير (ع) من المستوى (ن) اي نقله من ن ⟵ ∞ .

ثوابت يفضل حفظها

① $\frac{هـ}{2\pi} = 1{,}05 \times 10^{-34}$ جول.ث

② $ط_1 = -13{,}6$ eV
$ط_2 = -2{,}4$ eV
$ط_3 = -1{,}5$ eV
$ط_4 = -0{,}85$ eV

③ R_H (ثابت ريدبيرغ) $= 1{,}1 \times 10^7 = \frac{1}{91 \times 10^{-7}}$ م$^{-1}$

السؤال :- في العلاقة $ط ن = -\frac{13{,}6}{ن^2}$ ماذا تعني الاشارة السالبة ؟

الجواب : انه يجب تزويد الالكترون بكمية من الطاقة تساوي طاقة المدار الذي يوجد فيه ليتحرر من الذرة دون حركي .
مثلاً يحتاج (ع) طاقة (13,6 eV) حتى يتحرر من المستوى الاول

مفاهيم ومصطلحات هامة

① طاقة التأيين (طاقة التحرر) : وهي أقل طاقة تلزم الالكترون حتى يتحرر منه المدار الذي يوجد فيه وتساوي | ط المدار |.
(يتحرر اي ينتقل الى ∞)

② مستوى الاستقرار : هو أدنى مستوى طاقة لذرة الهيدروجين وهو المستوى الاول ن = ١

③ مستويات الاثارة : هي المستويات التي تعلو مستوى الاستقرار ... الثاني ، الثالث ، .... وهي المستويات التي ينتقل اليها الالكترون اذا امتص مقداراً محدداً من الطاقة.

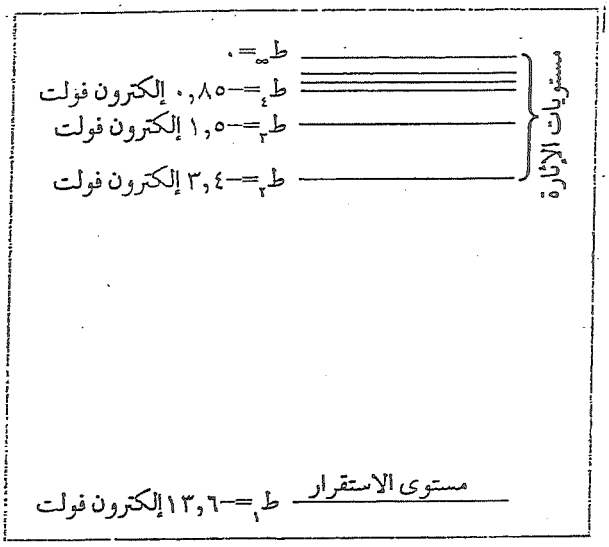
④ الذرة غير المستقرة : هي الذرة التي في حالة إثارة أي الكترونها موجود في اي مستوى غير الاول

قاعدة : (رقم الاثارة + ١ = رقم المدار)

* مستوى الاثارة الاول ⇐ ن = ١ + ١ = ٢ ⇐ المدار الثاني
* مستوى الاثارة الرابع ⇐ ن = ٤ + ١ = ٥ ⇐ المدار الخامس
* " " التاسع ⇐ ن = ٩ + ١ = ١٠ ⇐ " العاشر ..

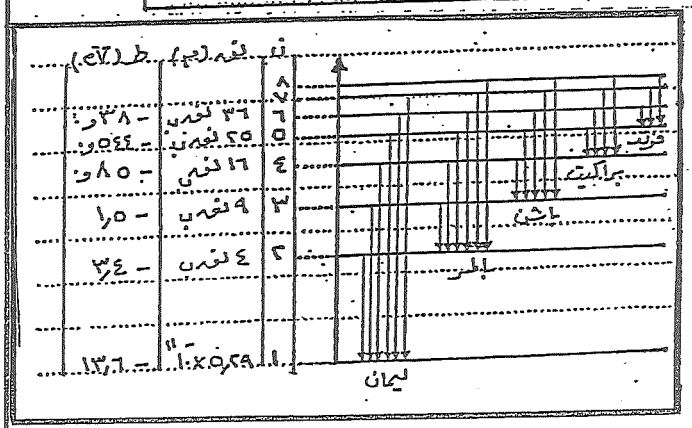
* حتى تعود الذرة الى حالة الاستقرار يجب أن يعود الالكترون منه مستوى الاثارة الى مستوى الاستقرار وقد يكون عودته مرة واحدة أو على مراحل وفي كل مرة يهبط فيه الالكترون يبعث فوتوناً طاقته تساوي فرق الطاقة بين المستويين . وتظهر هذه الفوتونات على شكل خطوط تقع ضمن طيف الانبعاث الخطي لذرة (H) .

رسم تخطيطي لمستويات الطاقة في ذرة (H)



وفيما يلي وصف لمتسلسلات الطيف الخطي لذرة الهيدروجين فوق نموذج بور:

اسم المتسلسلة	كيفية الحصول عليها	طبيعتها	أكبر طول موجي لها	أقصر طول موجي لها
متسلسلة ليمان	بانتقال الإلكترون من المستويات العليا إلى المستوى الأول ($n=1$)	عبارة عن أشعة فوق بنفسجية	من $n=2$ إلى $n=1$	من $n=\infty$ إلى $n=1$
متسلسلة بالمر	بانتقال الإلكترون من المستويات العليا إلى المستوى الثاني ($n=2$)	عبارة عن ضوء مرئي	من $n=3$ إلى $n=2$	من $n=\infty$ إلى $n=2$
متسلسلة باشن	بانتقال الإلكترون من المستويات العليا إلى المستوى الثالث ($n=3$)	عبارة عن أشعة تحت الحمراء	من $n=4$ إلى $n=3$	من $n=\infty$ إلى $n=3$
متسلسلة براكيت	بانتقال الإلكترون من المستويات العليا إلى المستوى الرابع ($n=4$)		من $n=5$ إلى $n=4$	من $n=\infty$ إلى $n=4$
متسلسلة فوند	بانتقال الإلكترون من المستويات العليا إلى المستوى الخامس ($n=5$)		من $n=6$ إلى $n=5$	من $n=\infty$ إلى $n=5$



تسمى السلسلة حسب المستوى الرئيسي الذي يهبط إليه (e).

فإذا هبط إلى:

$n=1$ ← ليمان

$n=2$ ← بالمر

$n=3$ ← باشن

$n=4$ ← براكيت

$n=5$ ← فوند

* يمكننا حساب طول موجة أي فوتون منبعث في أي سلسلة باستخدام قانون ريدبيرغ ...

$$\left|\frac{1}{n_{\text{بدائي}}^2}-\frac{1}{n_{\text{نهائي}}^2}\right| R_H=\frac{1}{\lambda}$$

* في سلسلة ليمان $n_{نهائي} = 1 \Leftarrow \frac{1}{\lambda} = R_H \left| \frac{1}{(1)^2} - \frac{1}{n^2} \right|$ .. $n = 2, 3, \ldots$

* في سلسلة بالمر $n_{نهائي} = 2 \Leftarrow \frac{1}{\lambda} = R_H \left| \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right|$ ... $n = 3, 4, \ldots$

* في سلسلة باشن $n_{نهائي} = 3 \Leftarrow \frac{1}{\lambda} = R_H \left| \frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right|$ ... $n = 4, 5, \ldots$

* في سلسلة براكيت $n_{نهائي} = 4 \Leftarrow \frac{1}{\lambda} = R_H \left| \frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2} \right|$ .. $n = 5, 6, \ldots$

* في سلسلة فوند $n_{نهائي} = 5 \Leftarrow \frac{1}{\lambda} = R_H \left| \frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2} \right|$ .. $n = 6, 7, \ldots$

تذكير

أكبر λ ← أقل f ← أقل ΔE . (بينه وبين مستوى السلسلة والذي يليه)

أقل λ ← أكبر f ← أكبر ΔE . (من ∞ إلى مستوى السلسلة)

* أي طول موجي يحسب من العلاقات (السلاسل) أعلاه يسمى خط إبتعاث.

على سبيل المثال خط الإبتعاث الأول في سلسلة ليمان ينتج عند إنتقال (e) من ($n = 2$) إلى ($n = 1$) ⇐ ينتج λ_1

بينما في سلسلة باشن $\lambda_1 \Leftarrow$ عند الإنتقال $n = 4 \leftarrow n = 3$

س١ : اذا وجد الكترون ذرة الهيدروجين في المستوى الرئيسي الثاني ...

إجـــب :

... اعتبر $ل_{ع} = ٩ \times ١٠^{-٣١}$ كغم

① نصف قطر هذا المدار .

② سرعة الالكترون في هذا المدار .

③ الزخم الزاوي له .

④ الزخم الخطي له .

⑤ الطاقة الكلية له .

⑥ الطاقة اللازمة لتحريره من هذا المستوى .

⑦ تردد الفوتون الواجب إمتصاصه لينتقل منه مستواه الى المستوى الرئيسي الرابع .

⑧ طول موجة الشعاع اللازم لتأيين ذرة الهيدروجين في هذا الوضع .

الحل :- لدينا $ن = ٢$

① $نف_{ن} = نف_{ب} \times ن^{٢}$

$نف_{٢} = ٥,٢٩ \times ١٠^{-١١} \times (٢)^{٢} = ٢١,١٦ \times ١٠^{-١١}$ م

② $ل_{ع} = ن \times \frac{هـ}{٢\pi}$ ... $ن = ٢$

$٩ \times ١٠^{-٣١} \times ٤ \times ٢١,١٦ \times ١٠^{-١١} = ١,٠٥ \times ٢ \times ١٠^{-٣٥}$

$٩ \times ٢١,١٦ \times ١٠^{-٤٤} = ٢ \times ٢ \times ١٠^{-٣٥}$

$ع = \frac{١ \times ١٠^{-٣٥}}{٩ \times ١٠^{-٣١}} = \frac{١}{٩} \times ١٠^{٧}$ م/ث

③ $خ ز = ن \times \frac{هـ}{٢\pi}$

$= (٢)(١,٠٥ \times ١٠^{-٣٥}) = ٢ \times ١٠^{-٣٥}$ جول.ث

④ $غ = ل_{ع} \times ع = ٩ \times ١٠^{-٣١} \times \frac{١}{٩} \times ١٠^{٧}$

$= ١٠^{-٢٤}$ كغم $\frac{م}{ن}$

أو $غ = \frac{خ ز}{نف} = \frac{٢ \times ١٠^{-٣٥}}{٢١,١٦ \times ١٠^{-١١}}$

$= ١ \times ١٠^{-٢٤}$ كغم $\frac{م}{ن}$

⑤ $ط ن = \frac{-١٣,٦}{ن^{٢}}$

$ط(٢) = \frac{-١٣,٦}{(٢)^{٢}} = -٣,٤$ eV

⑥ $ط_{تحرير} = |ط_{٢}| = |-٣,٤| = ٣,٤$ eV (فيه ن = ٢)

⑦ حل أول

$ن_{ع}$؟؟ $ن = ٢ \leftarrow ن = ع$

$\Delta ط = |ط_{ع} - ط_{٤}| = |\frac{-١٣,٦}{(٤)^{٢}} - \frac{-١٣,٦}{(٢)^{٢}}|$

$= |-٠,٨٥ - ٢,٤| = ٣,٢٥$ eV

$ن_{ع} = \frac{\Delta ط (جول)}{هـ} = \frac{٣,٢٥ \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}}$

$= ٠,٦٣ \times ١٠^{١٥}$ هرتز

⑦ حل ثاني

$ن = ٢ \leftarrow ن = ٤$

$\frac{١}{\lambda} = R_{H} |\frac{١}{٢^{٢}} - \frac{١}{٤^{٢}}|$ نضرب بـ (س)

$\frac{R_{H} \times ٣}{١٦} = \frac{١}{\lambda} \leftarrow$

$\frac{R \times ٣ \times س}{١٦} = \frac{س}{\lambda} \leftarrow$

$ن_{ع} = \frac{٣ \times ٢,١٨ \times ١٠^{-١٨} \times ٣ \times ١٠^{٨}}{١٦} = \frac{٩,٩ \times ١٠^{٧}}{١,٦} \times ١٠^{١٥}$

$= ٠,٦٣ \times ١٠^{١٥}$ هرتز

⑧ λ ؟؟ $ن = ٢ \leftarrow ن = \infty$

$\frac{R}{٤} = \frac{١}{\lambda} \leftarrow \lambda = \frac{٤}{R} = \frac{٤}{١,١ \times ١٠^{٧}} \times ١٠^{-٧}$ م

$R = |\frac{١}{٢^{٢}} - \frac{١}{\infty^{٢}}|$

س٢ :- اذا كانة الزخم الزاوي لالكترونة ذرة الهيدروجينة في مدارها يساوي (1.054×10^{-34} جول. ثـ) ، فاجب :-

① رقم المدار الذي يتحرك فيه الإلكترونة

② نصف قطر هذا المدار

③ لو انتقل هذا الالكترونة الى المدار الثاني :-

أ- هل يشع أم يمتص طاقة ، وما مقدارها ؟

ب- ما هو طول موجة الفوتونة الممتص أو المنبعث ؟

ج- الى أي سلسلة ينتمي هذا الإنتقال

الحل :-

① $\text{خ ز} = \text{ن} \times \frac{\text{هـ}}{2\pi}$

$1.054 \times 10^{-34} = \text{ن} \times 1.05 \times 10^{-34}$

$\leftarrow \text{ن} = \frac{1.054}{1.05} = 1$ ... الرابع

② $\text{نق}_{\text{ن}} = \text{نق}_{\text{ب}} \times \text{ن}^2 = 0.529 \times 10^{-11} \times (4)^2$

$= 8.464 \times 10^{-11}$ م

③ ن = ٤ ← ن = ٢

أ- يشع طاقة ... لحساب مقدارها

$\Delta \text{ط} = |\text{ط}_2 - \text{ط}_4|$

$= \left| \frac{-13.6}{(2)^2} - \frac{-13.6}{(4)^2} \right|$

$= |-3.4 - (-0.85)|$

$= 2.55$ eV

ب- λ منبعثة ؟

$\frac{1}{\lambda} = R_H \left| \frac{1}{\text{ن}_{\text{ب}}^2} - \frac{1}{\text{ن}_{\text{ب}}^2} \right|$ (ن ب ابتدائي، ن ب نهائي)

$\frac{R_H}{16} = \left| \frac{1}{4^2} - \frac{1}{2^2} \right| \frac{1}{\lambda} = R_H$

$\lambda = \frac{16}{R_H} = \frac{16}{1.097 \times 10^7}$

$\lambda = \frac{16}{1.097} \times 10^{-7}$ متر

ج- سلسلة بالمر .

س٣ :

أ- هل يمكنه أنه تكون طاقة أحد مستويات ذرة (H) مساوية (-٥ eV) ؟

ب- هل يمكنه أنه يتواجد الالكترونة في مدار بحيث يكون بعده عن النواة ٨ نق ب في ذرة الهيدروجين حيث أن : نق ب هو نصف قطر بور .

الحل :- نجد رقم المدار (ن) لكل حالة

اذا نة = عدد صحيح ... ممكنة

اما نة = كسر ... غير ممكنة

أ- $\text{ط}_\text{ن} = \frac{-13.6}{\text{ن}^2} \Leftarrow -5 = \frac{-13.6}{\text{ن}^2}$

$\text{ن}^2 = \frac{13.6}{5} = 2.72 \leftarrow \text{نة} = 1.65$ .. غير ممكنة

ب- $\text{نق}_\text{ن} = \text{نق}_\text{ب} \times \text{ن}^2 \Leftarrow 8 \text{ نق ب} = \text{نق ب} \times \text{نة}^2$

$\text{نة}^2 = 8 \leftarrow \text{نة} = \sqrt{8}$

نة عدد غير صحيح .. غير ممكنة .

س٤: أجب ما يأتي:

① طول موجة الخط الطيفي الثالث في متسلسلة بالمر.
② أقصر طول موجي في متسلسلة براكيت
③ طول موجة الخط الطيفي الثاني في متسلسلة ليمان.
④ طول موجة الخط الطيفي الثالث في متسلسلة باشن.
⑤ أقصر طول موجي في متسلسلة بالمر
⑥ أكبر طول موجي في متسلسلة فوند
⑦ أكبر طول موجي في متسلسلة ليمان.
⑧ رقم المدار الذي نصف قطره ٦٤ نانو
⑨ رقم المدار الذي يكون له زخم زاوي للإلكترون فيه $\left(\frac{3h}{\pi}\right)$.

الحل:-

① λ_3 في بالمر

$\frac{1}{\lambda} = R\left|\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right| \Rightarrow n = 3, 4, 5, 6, 7, \ldots$

نحصل على λ_3 فيا بالمر لدى الانتقال من $n=5 \leftarrow n=2$

$\frac{1}{\lambda} = R\left|\frac{1}{2^2} - \frac{1}{5^2}\right| = \frac{21R}{100}$

$\lambda_3 = \frac{100}{21R} = \frac{100}{21 \times 1.1} \times 10^{-7}$

$= \frac{1}{2.1} \times 10^{-6}$ م

② براكيت $\Rightarrow n_{نهائي} = 4$

أقصر λ من $n = \infty \leftarrow n = 4$

$\frac{R}{16} = \left|\frac{1}{4^2} - \frac{1}{\infty}\right| R = \frac{1}{\lambda}$

$\lambda = \frac{16}{R} = \frac{16}{11} \times 10^{-6}$ متر

③ λ_2 ... في ليمان

$\frac{1}{\lambda} = R\left|\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2}\right|$ .. $n = 2, 3, 4, 5, 6, \ldots$

$n = 3 \leftarrow n = 1$

$\frac{8R}{9} = \left|\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2}\right| R = \frac{1}{\lambda}$

$\lambda_2 = \frac{9}{8R} = \frac{9}{88} \times 10^{-6}$ متر

④ λ_3 .. باشن ... $n_{نهائي} = 3$

$\frac{1}{\lambda} = R\left|\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2}\right|$ .. $n = 4, 5, 6, 7, \ldots$

$n = 6 \leftarrow n = 3$

$\frac{3R}{36} = \left|\frac{1}{3^2} - \frac{1}{6^2}\right| R = \frac{1}{\lambda}$

$\lambda_3 = \frac{36}{3R} = \frac{12}{11} \times 10^{-6}$ متر

⑤ بالمر $n_{نهائي} = 2$

أقصر λ $\infty \leftarrow n = 2$

$\frac{R}{4} = \left|\frac{1}{2^2} - \frac{1}{\infty}\right| R = \frac{1}{\lambda}$

$\lambda = \frac{4}{R} = \frac{4}{11} \times 10^{-6}$ متر

⑥ فوند .. $n_{نهائي} = 5$

أكبر λ .. $n = 6 \leftarrow n = 5$ أقل ΔE

$\frac{11R}{900} = \left|\frac{1}{5^2} - \frac{1}{6^2}\right| R = \frac{1}{\lambda}$

$\lambda = \frac{900}{R11} = \frac{9}{121} \times 10^{-4}$ متر

(٧) ليمانه نهائي = ١
أكبر λ .. ن٢ = ٢ ← ن١ = ١ ... أقل Δط
$\frac{R\,٧}{٤} = \left|\frac{١}{ن_٢^٢} - \frac{١}{ن_١^٢}\right| R = \frac{١}{\lambda}$
$\lambda = \frac{٤}{R\,٣} = \frac{٤}{٣٣} \times ١.٠ \times ^{-٦}$ متر.

(٨) $ف_{ب} = ف_{ن} \times ن^٢ \leftarrow ٦٤\,ف_{ب} = ف_{ن}$
∴ ن = ٨ ... المدار الثامن

(٩) $غ_{ن} = \frac{ك}{ط} \Leftarrow \frac{ن\,ك}{ط} = \frac{ك\,٣}{ط\,٢}$
ن = ٦ .. المدار السادس.

٥
س: إذا كانت أقل طول موجي في إحدى متسلسلات ذرة (H) يساوي $(\frac{٩}{R_H})$ متر.
حيث R_H ثابت ريدبيرغ ... فأجب مما يلي:-
(أ) عدد المتسلسلة التي ينتمي إليها هذا الفوتون
(ب) احسب طاقة الفوتون
(ج) احسب أكبر طول موجي ينتمي إلى هذه السلسلة.

الحل: (أ) أقل λ ⇐ ن٢ = ∞ ← ن١
$\left|\frac{١}{ن_١^٢} - \frac{١}{ن_٢^٢}\right| R_H = \frac{١}{\lambda}$
$\frac{١}{ن_١^٢} \times R_H = \frac{١}{\frac{٩}{R_H}}$
$ن_١^٢ = ٩ \Leftarrow \frac{R_H}{ن_١^٢} = \frac{R_H}{٩}$
ن١ = ٣ (متسلسلة باشن)

(ب) ط فوتون = هـ ن٢ = هـ × $\frac{س}{\lambda}$
$= \frac{هـ\,س}{٩} = \frac{هـ\,س}{\frac{٩}{R_H}}$
$ط = \frac{١.٠ \times ٦,٦ \times ١.٠ \times ٣٤ \times ١.٠ \times ١,١ \times ١.٠}{٩}$
$ط = ١.٠ \times ٢,٤٢ \times ^{-١٩}$ جول.

(ج) ط فوتون = $|\frac{١}{ن_٢^٢} - \frac{١}{ن_١^٢}| = |\frac{١}{٣^٢} - \frac{١}{١^٢}| هـ\,\Delta$
$= |\because -\frac{١٢,٦}{ن^٢}| =$
$= |-١,٥| = ١,٥$ eV

وعند تحويل الـ جول (وهو غير ضروري)
$ط = ١,٥ \times ١,٦ \times ^{-١٩}١٠$
$= ٢,٤ \times ^{-١٩}١٠$ جول....

(د) أكبر λ في باشن
ن٢ = ٤ ← ن١ = ٣
$\left|\frac{١}{ن_٢^٢} - \frac{١}{ن_١^٢}\right| R_H = \frac{١}{\lambda}$
$\frac{R\,٧}{١٤٤} = \lambda \Leftarrow \frac{١٤٤}{R\,٧} = \lambda$
$\lambda = \frac{١٤٤}{٧٧} \times ١.٠ \times ^{-٦}$ متر....

س٦ : إنبعث فوتون طوله الموجي $\left(\frac{9}{R_H 8}\right)$ من ذرة الهيدروجين

فاذا كانت هذا الفوتون يقع ضمن سلسلة ليمان .. فجد ما يأتي :-

(أ) رقم المستوى الذي إنتقل منه الالكترون .

(ب) اصغر طاقة للفوتون المنبعث وزخمه .

الحل : ليمان ... نهائي $= 1$

(أ)

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left| \frac{1}{ن_ء^2} - \frac{1}{ن_ا^2} \right|$$

$$\frac{9}{R8} = R \left| \frac{1}{ن_ء^2} - 1 \right|$$

$$\frac{R8}{9} = R \left| \frac{1}{ن_ء^2} - 1 \right|$$

$$\frac{1}{ن_ء^2} = 1 - \frac{8}{9} = \frac{1}{9}$$

$$ن_ء^2 = 9 \leftarrow \boxed{ن_ء = 3}$$

(ب) $ط_{فوتون} = ط_ا = |ط_3 - ط_ا| = ط_8$

$$ط = \left| \frac{-12,6}{ء(1)^2} - \frac{-12,6}{ء(2)^2} \right|$$

$$= |-12,6 - -1,5|$$

$$= 11,1 \text{ إ.ف}$$

$$ع_{فوتون} = \frac{ط}{\lambda} = \frac{ط}{\frac{9}{R8}} = \frac{ط \times R8}{9}$$

$$\therefore ع_{فوتون} = \frac{1,8 \times 10^{-1} \times 7 \times 10^{-1} \times 1,6 \times 10^{-19}}{9 \times 6,6 \times 10^{-34}}$$

$$= 4,052 \times 10^{-27} \text{ جول.ث/م}$$

س٧ : أعطى الكترون ذرة هيدروجين طاقة قدرها (-12,75 إ.ف) فانتقل الى المستوى الرابع :-

(١) اصغر تردد للفوتون المنبعث

(٢) اذا عاد الالكترون الى نفس المستوى الذي انتقل منه ما عدد السلسلة التي ينتمي اليها الاشعاع المنبعث .

(١) $ن_ء = \frac{ط_{جول}}{ه} = \frac{12,75 \times 1,6 \times 10^{-19}}{6,6 \times 10^{-34}}$

$$ن_ء = \frac{12,75 \times 1,6}{6,6} \times 10^{15} \text{ هرتز}$$

لـ جداول

$$= 3,09 \times 10^{15} \approx 3 \times 10^{15} \text{ هرتز}$$

(٢) لمعرفة الاسم يجب معرفة المستوى الابتدائي $ن_ا$ الذي كان فيه ثم عاد اليه .

انتقل (٤) فمنه $ن_ا$ ← $ن = 4$

$$ط_{فوتون} = ط_8 = |ط_4 - ط_ا| = |ط_ا - ط_4|$$

$$ط_ا - ط_4 = 12,75$$

$$ط_ا - \frac{-12,6}{ء(4)^2} = 12,75$$

$$ط_ا = 12,75 - 0,85 = -13,6$$

$$\frac{-13,6}{ن_ا^2} = -13,6 \Leftarrow ن_ا = 1 \Leftarrow ن_ا = 1$$

اذاً متسلسلة ليمان ☐

س٨ : الكترون ذرة الهيدروجين في مستوى الاستقرار امتص فوتون فانتقل الى مستوى الإثارة الثاني :

① احسب طاقة الفوتون

② اذا عاد الالكترون الى مستوى الاستقرار فاحسب قيم الطاقة للفوتونات التي يمكن أن تنبعث من الذرة

الحل : $n=1 \longrightarrow n=3$

① $ط_{فوتون} = \Delta ط = |ط_2 - ط_1|$

$= \left|\frac{-12,6}{(3)^2} - \frac{-12,6}{(1)^2}\right| = |-1,5 - (-12,6)|$

$ط_{فوتون} = 12,75 \ eV$

② يمكن أنه يعود الالكترون من $n=3$ الى $n=1$ بطريقتين

(أولاً) $n=3 \longrightarrow n=1$ مباشرة

وهنا $ط_{فوتون المنبعث} = |ط_1 - ط_2|$

$ط_{ف_1} = 12,75 \ eV$

(ثانياً) $n=3 \longrightarrow n=2$ ثم $n=2 \longrightarrow n=1$

فوتون ① فوتون ②

$ط_{ف_1} = |ط_2 - ط_3| = \left|\frac{-12,6}{(2)^2} - \frac{-12,6}{(3)^2}\right|$

$ط_{ف_2} = |-2,4 - (-1,5)|$

$= 1,9 \ eV$

$ط_{ف_3} = |ط_1 - ط_2| = |-12,6 - (-2,4)|$

$ط_{ف_3} = 10,2 \ eV$

لاحظ $ط_{ف_2} + ط_{ف_1} = ط_{ف_3}$

$12,75 = 10,2 + 1,9$ #

س٩ : هل يمكن لذرة (H) أن تبعث فوتوناً طاقته (15 eV) ؟ فسر

الجواب : لا يمكن ...

لانه أقل مستوى طاقة لذرة (H) يساوي $(-13,6)$ eV وهي طاقة مستوى الاستقرار (الاول) فاكبر طاقة لفوتون يمكن الحصول عليه عندما ينتقل الكترون ذرة (H) من اللانهاية الى مستوى الاستقرار وتساوي $+13,6$ eV .

س١٠ : اي المدارات الممكنة لذرة (H) تكون فيه سرعة الالكترون اكبر ما يمكن ؟ وضح إجابتك

من العلاقة $ك ع_{نفه} = ن \frac{هـ}{2\pi ر}$

$\leftarrow ع_{نفه} \propto \frac{1}{ن}$ كما

$\leftarrow ع_{نفه} = \frac{هـ}{ن 2\pi ر}$

لاحظ ($ع_{نفه}$ ، هـ) ثوابت

لذلك $ع \propto \frac{1}{ن}$ تناسب عكسي مع رقم المستوى ...

لذلك تكون السرعة للالكترون اكبر ما يمكن في المدار (الاول) .

س١١: بماذا يتفق نموذج بور مع مبدأ بلانك في "كمية الطاقة ...؟

الجواب: أنه الطاقة التي تنبعث أو تمتص من جسم تكون بمقادير محددة، وكذلك الطاقة التي تنبعث أو تمتص من ذرة الهيدروجين تكون بمقادير محددة تساوي الفرق بين مستويي الطاقة الذي تم الانتقال بينهما.

س١٢: الى اي متسلسلة تنتمي خطوط ذرة (H) ينتمي الخط الطيفي ذو الطول الموجي الأقصر؟

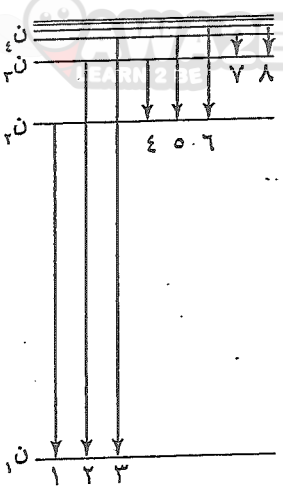
الجواب: اقصر طول موجي يعني أكبر تردد وبالتالي أكبر فرق طاقة وهو ينتمي الى متسلسلة ليمان.

س١٣: ما الفرق بين طاقة التأيين وطاقة الاثارة ...؟

طاقة التأيين: هي أقل طاقة لازمة لتحرير الالكترون من ذرة (H) اي اللازمة للتغلب على ارتباطه في الذرة.

طاقة الاثارة: هي أقل طاقة لازمة لنقل الالكترون من مستوى طاقة الى مستوى طاقة أعلى بحيث يبقى مرتبطاً بالذرة.

س١٤:- الشكل يمثل بعضاً من خطوط طيف ذرة الهيدروجين مستعيناً بالشكل أجب عن الفقرات التالية:



* الى أي سلسلة ينتمي الخط الطيفي ذو (٨،٧)

(أ) ليمان (ب) باشن
(ج) براكت (د) فوند

* رقم الخط الطيفي ذي الطول الموجي الاقصر في متسلسلة بالمر هو:-

(أ) ١ (ب) ٣
(ج) ٤ (د) ٦

* رقم الخط الطيفي ذي التردد الاكبر في الخطوط جميعها هو:-

(أ) ١ (ب) ٣
(ج) ٧ (د) ٨

AWA2EL LEARN 2 BE

* الطبيعة المزدوجة للإشعاع والمادة *

إفترض العلماء أنه للضوء طبيعة مزدوجة (موجية - جسيمية) وكلتاهما ملازمتان للضوء ... إلا أنه الضوء يسلك في حالات معينة سلوك الجسيمات وفي حالات أخرى سلوك الامواج .

* من الأدلة على الطبيعة الموجية للضوء ظاهري الحيود والتداخل للسنة تحدثانه للموجات فقط
* من الأدلة على الطبيعة الجسيمية الظاهرة الكهروضوئية وتجربة كومتون حيث تبين أنه الفوتون يحمل زخماً مثل الاجسام المادية ...
* وكذلك للفوتون خصائص موجية مثل التردد ، الطول الموجي ؟؟؟؟؟
* فرضية دي برولي :

" بما أنه للفوتونات خواص موجية وجسيمية ، فمن المحتمل أنه يكون لأشكال المادة جميعها خواص موجية كما لها خواص جسيمية "

* تدل هذه الفرضية أن الأجسام جميعها يصاحبها موجات أثناء حركتها وتسمى موجات المادة أو موجات دي برولي ...

* امواج دي برولي ليست موجات كهرومغناطيسية ضوئية ولا موجات ميكانيكية مثل موجات الصوت ....
* امواج دي برولي الملازمة أو المرافقة للجسم أثناء الحركة تعتمد على خصائص الجسم المتحرك .

* إفترض دي برولي أنه طول الموجة المصاحبة لحركة الجسم تتناسب عكسياً مع زخم الجسم حسب العلاقة ...

$$\lambda_{دي} = \frac{هـ}{خ} = \frac{هـ}{ك ع} \quad \ldots\ldots *$$

$\lambda_{دي}$ / طول موجة دي برولي المصاحبة لحركة الجسم
ك / كتلة الجسم المتحرك .
ع / سرعة الجسم .

س١: إحسب طول موجة دي بروي المصاحبة لكل من :-

① رصاصة كتلتها (١٠ غم) تتحرك بسرعة (٢٠٠ م/ث).

② الكترون طاقته الحركية ١٨٠ الكترون فولت علماً أنه كتلته ٩×١٠^{-٣١} كغم

الحل : ① $\lambda_{دي} = \frac{هـ}{ك ع} = \frac{٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}}{١٠ \times ٢٠٠} = ٣,٣ \times ١٠^{-٣٤}$ متر

← (طول موجي قصير جداً جداً)

② نجد سرعة (e) ... يجب أنه تكون طح بوحدة جول ...

$طح = \frac{١}{٢} ك ع^{٢} \leftarrow ع^{٢} = \frac{٢ طح}{ك} = \frac{٢ \times ١٨٠ \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{٩ \times ١٠^{-٣١}}$

$ع^{٢} = ٦٤ \times ١٠^{١٢} \leftarrow ع = ٨ \times ١٠^{٦}$ م/ث

$\therefore \lambda_{دي} = \frac{هـ}{ع ك} = \frac{٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}}{٨ \times ١٠^{٦} \times ٩ \times ١٠^{-٣١}} = \frac{١١}{١٢} \times ١٠^{-١٠}$ متر

← (قريب من الاشعاع الكهرومغناطيسية)

س٢: جسم طاقته الحركية (طح) وكتلته (ك) أثبت أنه طول موجة دي بروي المرافقة له .

$$\lambda_{دي} = \frac{هـ}{\sqrt{٢ ك طح}}$$

الحل : $\lambda_{دي} = \frac{هـ}{ك ع}$ ... $(طح = \frac{١}{٢} ك ع^{٢}) \times ٢ك$

$٢ك طح = ك^{٢} ع^{٢}$

$ك ع = \sqrt{٢ ك طح}$

$\therefore \lambda_{دي} = \frac{هـ}{\sqrt{٢ ك طح}}$

س٣ : لا تظهر الطبيعة الموجية أو لا تظهر موجات المادة في حالة (الأجسام الكبيرة أو الجاهرية) علل

جواب : لأنه لطول الموجي المرافق للأجسام الكبيرة (الجاهرية) صغير جداً وأصغر بكثير من أبعاد الأجسام ولم يتمكن العلماء من قياس هذا الطول الموجي حتى الآن.

ملاحظة : تظهر الطبيعة الموجية للجسيمات المادية فقط في حالة الجسيمات الذرية مثل البروتونات والإلكترونات والنيوترونات لأنه أمواج دي برولي المرافقة لها تكون من رتبة الأمواج الكهرومغناطيسية حيث يمكن قياسها عملياً.

س٤ : وضح المقصود بالطبيعة المزدوجة للضوء؟ ما الذي دعا العلماء الى افتراض ذلك؟

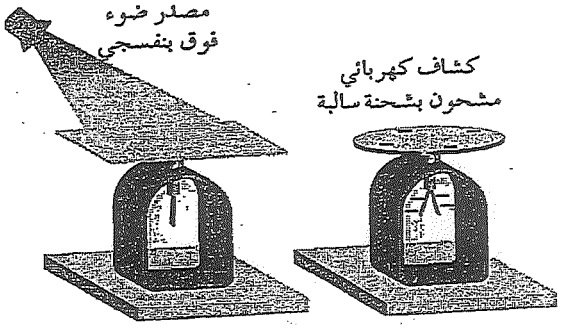
الجواب : أي أنه للضوء طبيعتين موجية وجسيمية، والذي دعا العلماء لافتراض هذه الطبيعة هو التباين في سلوكه عند تفاعله مع المادة حيث أنه يسلك أحياناً سلوكاً موجياً، وأحياناً أخرى يسلك سلوكاً جسيمياً.

الظاهرة الكهروضوئية

* هي ظاهرة انبعاث الالكترونات من سطح فلزما عند سقوط شعاع ضوئي مناسب عليه.

س١٠ وضح المقصود بالالكترونات الضوئية؟
ج:هي الالكترونات التي تنبعث من سطح الفلز بفعل الضوء.

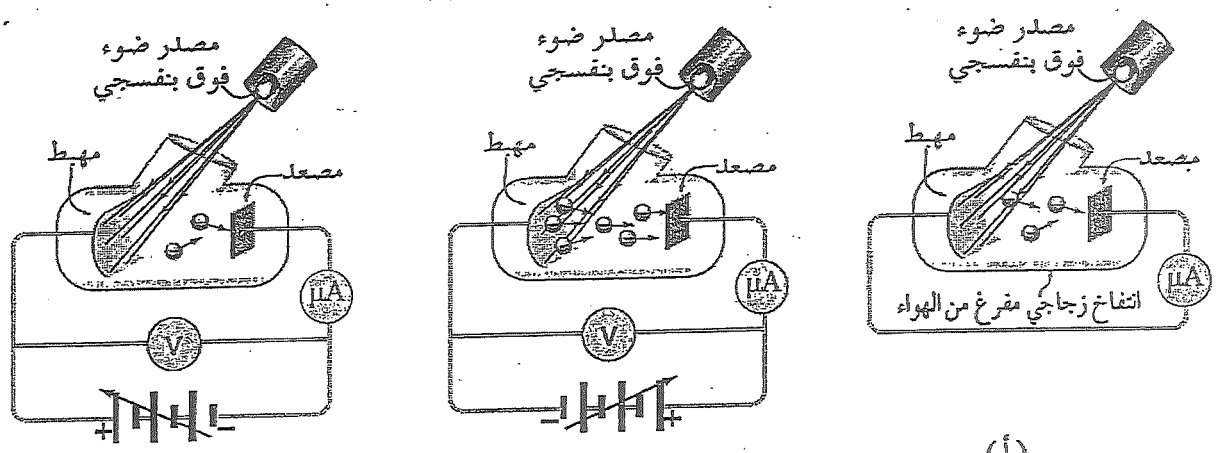
س١١ صف تجربة توضح فيها الظاهرة الكهرضوئية؟.



ج:شحن كشاف كهربائي بالحث بشحنة سالبة مما يؤدي الى انفراج ورقتي الكشاف. ثم وضع صفيحة خارصين على قرص الكشاف, ثم تسليط مصدر ضوء فوق بنفسجي على صفيحة الخارصين فنلاحظ انطباق ورقتي الكشاف مما يعني ان الكشاف فقد شحنته السالبة عن طريق انبعاث الكترونات من سطح الخارصين.

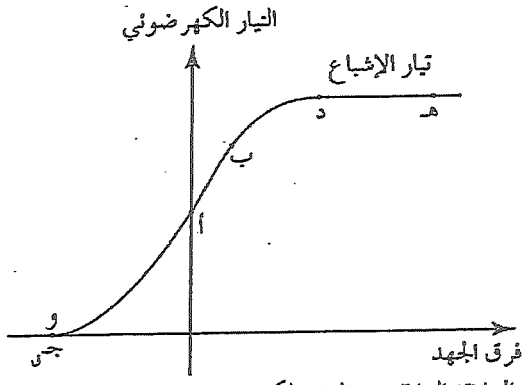
تجربة لينارد : أول من درس الظاهرة الكهرضوئية تجريبيا" هو العالم لينارد.

*استخدم لينارد الدارة المبينة في الشكل ادناه وهي عبارة عن خلية كهرضوئية.



*أجزاء الدارة:-
- انتفاخ زجاجي مفرغ من الهواء لكي لا تعيق جزيئات الهواء حركة الالكترونات المنبعثة.
- يوجد في الداخل صفيحتان فلزيتان الاولى تسمى المهبط حيث تنبعث منها الالكترونات عند سقوط الضوء عليها, وتسمى الثانية بالمصعد حيث تجمع الالكترونات المنبعثة منها.

* في الشكل (أ) عند سقوط ضوء بتردد مناسب على المهبط مر تياركهربائي في الدارة !! (بالرغم من عدم وجود مصدر جهد) بدلالة حركة مؤشر الميكروأميتر, فاستنتج ان مصدر التيار هو الالكترونات الضوئية التي تحررت من المهبط ووصلت الى المصعد مما يدل ان هذه الالكترونات تمتلك قدرا كافيا من الطاقة الحركية مما مكنها من الوصول الى المصعد . وسمي التيار الناتج هذا بالتيار الكهرضوئي. ممثلا بالنقطة (أ) في الشكل المجاور.



العلاقة البيانيّة بين التيار الكهرضوئي وفرق الجهد بين المهبط والمصعد في الخلية الكهرضوئية .

* الشكل (ب): أضاف لينارد الى الدارة مصدر فرق جهد كهربائي متغير حيث كان المصعد موجبا والمهبط سالبا, فلاحظ زيادة في التيار الكهرضوئي !! فاستنتج أن زيادة الفرق في الجهد بين المصعد والمهبط يبذل شغلا موجبا على الالكترونات ناقلا اليه طاقة حركية ويجذب المزيد منها نحو المصعد ممثلا بالنقطة (ب) في الشكل المجاور,ومع زيادة فرق الجهد الموجب يزداد التيار الكهرضوئي الى ان يصل الى قيمة عظمى يثبت عندها ممثلا بالنقطة (د) على الشكل . وتسمى القيمة العظمى هذه بتيار الاشباع .(وهو التيار الناتج من حركة الالكترونات الضوئية جميعها المتحررة من المهبط والواصلة الى المصعد).

الشكل (جـ): قام لينارد بعكس اقطاب البطارية فاصبح المهبط موجب والمصعد سالب (اصبح فرق الجهد عكسي) فيبذل فرق الجهد هذا شغلا سالبا أي يسحب طاقة حركية من الالكترونات ويعيق وصول بعض الالكترونات المنبعثة الى المصعد ويبدأ بمقدار صغير لفرق الجهد ثم زاده تدريجيا فلاحظ ان قراءة الميكروأميتر تتناقص الى ان تصبح صفرعند قيمة معينة لفرق الجهد. ممثلا بالنقطتين (أ , و). ويسمى أقل فرق جهد عكسي يلزم لجعل التيار الكهرضوئي صفرا بفرق جهد القطع.ويرمز له بالرمز (جـ ق) ممثلا بالنقطة (و).

*ويرتبط جهد القطع بالطاقة الحركية العظمى للالكترونات الضوئية بالعلاقة الرياضية: $ط_{ح\ عظمى} = e\ جـ_{ق}$

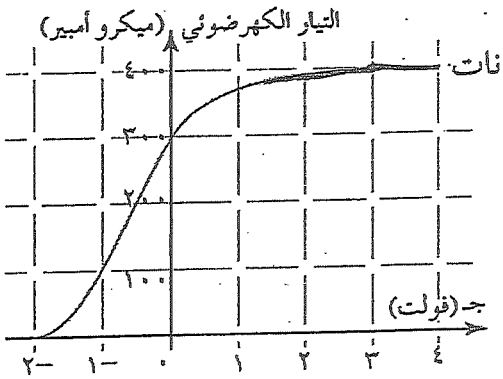
* الخلاصة:-

عرف :-
① التيار الكهروضوئي : التيار الناتج عن حركة الالكترونات المنبعثة من المهبط نحو المصعد.
② تيار الاشباع : التيار الكهروضوئي الناتج عن حركة الالكترونات الضوئية جميعها المتحررة من المهبط والواصلة الى المصعد.

③ فرق جهد القطع : فرق الجهد العكسي اللازم لجعل التيار الكهروضوئي صفراً.

(أو) فرق الجهد العكسي اللازم لإيقاف أسرع الالكترونات الضوئية.

يبين الشكل تمثيلًا بيانيًا للعلاقة بين فرق الجهد في خلية كهرضوئية والتيار الكهرضوئي. مستعينًا بالبيانات على الشكل، أجب عما يأتي:



١) ما قيمة تيار الإشباع؟

٢) ما قيمة أقل فرق جهد بين طرفي الخلية الكهرضوئية عندما يصل التيار إلى قيمته العظمى؟

٣) ما قيمة جهد القطع؟

٤) احسب الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية بوحدة إلكترون فولت.

٥) احسب السرعة العظمى للإلكترونات الضوئية.

الحل:

١) نرسم امتدادًا نحو اليسار من النقطة التي أصبح عندها المنحنى أفقيًا، فنجد أنه يتقاطع مع محور التيار الكهرضوئي عند القيمة ٤٠٠ ميكروأمبير، أي أن تيار الإشباع = ٤٠٠ ميكروأمبير.

٢) ننزل عمودًا على محور فرق الجهد من النقطة التي أصبح عندها التيار مشبعًا، حتى يتقاطع العمود مع المحور عند النقطة ٣ فولت، أي أن جـ = ٣ فولت.

٣) جهد القطع هو الجهد الذي ينعدم عنده التيار الكهرضوئي، وهي نقطة تقاطع المنحنى مع محور فرق الجهد (ت = صفرًا) ومن الرسم البياني جـ$_{ق}$ = -٢ فولت.

٤) ط$_{ح عظمى}$ = هـ جـ$_{ق}$ = -١,٦ × ١٠$^{-١٩}$ × -٢ = ٣,٢ × ١٠$^{-١٩}$ جول = ٢ إلكترون فولت.

يُلاحظ أن الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية بوحدة إلكترون فولت تساوي عدديًا القيمة المطلقة لجهد القطع بوحدة فولت.

٥) ط$_{ح عظمى}$ = $\frac{١}{٢}$ ك ع$^{٢}_{عظمى}$ ⟸ ٣,٢ × ١٠$^{-١٩}$ = $\frac{١}{٢}$ × ٩ × ١٠$^{-٣١}$ ع$^{٢}_{عظمى}$

ع$^{٢}_{عظمى}$ = $\frac{٣,٢}{٤,٥}$ × ١٠^{١٢} ⟸ ع$_{عظمى}$ = $\sqrt{\frac{٣٢٠}{٤٥}}$ × ١٠^{٦} م/ث.

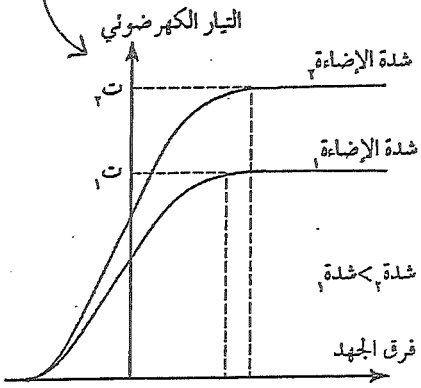
طح(ع) (آ) = |حـ| عدديًا

مثال: إذا كانت حـ = -٤ فولت جد طح(ع) بوحدة آ

الجواب طح(ع) = |حـ| = +٤ آ

زيادة الشدة مع ثبوت التردد

*عند تكرار التجربة بزيادة شدة الضوء الساقط على المهبط (بثبوت التردد)وتمثيل العلاقة بين فرق الجهد والتيار الكهرضوئي بيانيا تم الحصول على منحنى آخر كما في الشكل المجاور ,وبينت النتائج التجريبية أن جهد القطع الذي تمثله النقطة (و) لم يتغير. مما يعني أن الطاقة الحركية العظمى للالكترونات الضوئية لا تعتمد على شدة الضوء الساقط.



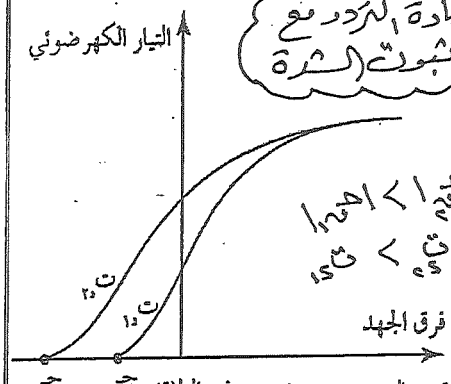
أثر شدّة الضوء عند تردد معين على الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية.

* من الواضح في الشكل المجاور أن التيار الكهرضوئي الثاني أكبر من الاول (تيار الاشباع الثاني أكبر من تيار الاشباع الاول).عند ثبات فرق الجهد بين المهبط والمصعد وهذا يعني زيادة عدد الالكترونات الواصلة الى المصعد ,ونستنتج من ذلك ان التيار الكهرضوئي يزداد بزيادة شدة الضوء الساقط بشرط ثبوت التردد.

* نستنتج: زيادة شدة الضوء لم تغير جهد القطع بالتالي لم تتغير طاقة الالكترونات أي أنه زيادة الشدة لم تزيد طاقة الضوء !؟

زيادة التردد مع ثبوت الشدة

*عند زيادة تردد الضوء الساقط (مع ثبوت شدة الضوء) وتمثيل العلاقة البيانية بين فرق الجهد والتيار الكهرضوئي بيانيا, بينت النتائج التجريبية أن جهد القطع تزداد قيمته المطلقة بزيادة تردد الضوء الساقط, وهذا يعني زيادة الطاقة الحركية العظمى للالكترونات الضوئية .ونستنتج ان الطاقة الحركية العظمى للالكترونات تزداد بزيادة تردد الضوء الساقط .اما تيار الاشباع فلم يتغير مما يدل على ان العدد الكلي للالكترونات المنبعثة لا يعتمد على تردد الضوء الساقط.



أثر تردد الضوء عند شدة معينة في الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية.

*من الملاحظات المهمة في الظاهرة الكهرضوئية أن الالكترونات تنبعث فور سقوط الضوء على المهبط/وأن الالكترونات لا تنبعث من المهبط اذا كان تردد الضوء الساقط أقل من قيمة معينة مهما بلغت شدتة و أقل تردد للضوء يلزم لتحرير الكترونات من سطح فلز يسمى تردد العتبة(ت٠) .

** لكل فلز تردد عتبة خاص به وثابت للفلز الواحد ,فمثلا تردد العتبة للصوديوم يساوي ($١٠ \times ٥,٥$ ^{١٤} هيرتز) فاذا كان تردد الضوء الساقط على الصوديوم أقل من هذه القيمة فانه لن يتمكن من تحرير أي الكترون من سطح الصوديوم.

ملخص إستنتاجات لينارد

١) انبعاث الالكترونات عند سقوط الضوء فوق البنفسجي على الباعث يعني ان الضوء زود الالكترونات بطاقة كافية لكي تتحرر من سطح الباعث وتنطلق نحو الجامع بطاقة حركية .

٢) استنتج لينارد من تناقص قراءة الميكروأميتر عند عكس اقطاب البطارية أن: الالكترونات المتحررة تتفاوت في طاقتها الحركية وعند جعل الجامع سالبا فان الالكترونات تتعرض الى مجال كهربائي يبطيء من سرعتها فلا يصل الى الجامع الا الالكترونات ذات الطاقة الحركية الكافية للتغلب على قوة التنافر مع الجامع .

٣) بزيادة فرق الجهد السالب تدريجيا يتناقص عدد الالكترونات الواصلة الى الجامع فتتناقص قراءة الميكروأميتر وعندما يصبح فرق الجهد السالب كافيا لايقاف الالكترونات التي تمتلك طاقة حركية عظمى تصبح قراءة الميكروأميتر صفر, يسمى هذا المقدار لفرق الجهد بين بين اللوحين بـ (فرق جهد القطع) ويرمز له بالرمز(جـ).

٤)عند زيادة شدة الضوء الساقط (كمية الضوء الساقطة):
أ) يزداد عدد الالكترونات المنبعثة(أي يزداد تيار الدارة).
ب) الطاقة الحركية العظمى للالكترونات المنبعثة وكذلك فرق جهد القطع يبقيان ثابتين .

٥) عند زيادة تردد الضوء الساقط لوحظ ان فرق جهد القطع يزداد والطاقة الحركية العظمى (ط ح عظمى) للالكترونات المنبعثة تزداد. الطاقة الحركية العظمى للالكترونات المتحررة وفرق جهد القطع تربطهما العلاقة التالية : طح = جـ × هـ

مناقشة فيزيائية: في الحقيقة أنه نتائج تجربة لينارد أحرجت الفيزيائيين الكلاسيكيين! لانه من وجهة نظرهم فانه الطاقة تعتمد على الشدة لكن التجارب بينت أنه الشدة لاتؤثر في الطاقة

بدليل :

① عند ثبوت التردد وزيادة الشدة لم يزداد جـ هـ وبالتالي لم تزداد طح (ع) للالكترونات المنبعثة وهذا يعني أنه طاقة الضوء الساقط على الالكترون لم تزداد !!!

② عند ثبوت الشدة وزيادة التردد ← كان من المتوقع أنه تبقى قيمة جـ هـ طح وكذلك طاقة الضوء ثابتة إلا أنه العكس صحيح حيث أنه مع زيادة التردد وثبات الشدة زاد جـ هـ وبالتالي زادت طح أي أنه طاقة الضوء زادت .

لذلك نقول أنه الفيزياء الكلاسيكية التي تنظر لطاقة الضوء أنها تعتمد على الشدة قد وقعت في مأزق .....

والنقطة ② تؤكد ما جاء به بلانك (الفيزياء الحديثة) الذي يقول أنه طاقة الضوء تعتمد على التردد .

تفسير الظاهرة الكهرضوئية:-

أولا:- تفسير الفيزياء الكلاسيكية:- تفترض الفيزياء الكلاسيكية أن الضوء موجات كهرومغناطيسية تحمل طاقة و أن هذه الطاقة تزداد بزيادة شدة الضوء ولا تعتمد على تردد الضوء.

ما تفسير الفيزياء الكلاسيكية للظاهرة الكهرضوئية وفق نموذجها الموجي و قارنه مع النتائج التجريبية للظاهرة؟.

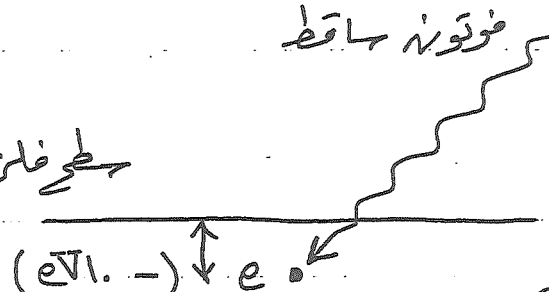
١)حسب الفيزياء الكلاسيكية فان الالكترونات تمتص الطاقة من الموجات الكهرمغناطيسية على نحو مستمر . فمن المتوقع ان زيادة شدة الضوء الساقط تعني زيادة معدل امتصاص الالكترونات للطاقة ما يكسبها طاقة حركية أكبر ولا علاقة بين تردد الضوء الساقط والطاقة الحركية العظمى للالكترونات المتحررة وهذا ما نقضته نتائج التجربة اذ تبين ان الطاقة الحركية العظمى تعتمد على تردد الضوء الساقط ولا تعتمد على شدته.
٢) من المتوقع أن يحتاج الالكترون الى بعض الوقت لامتصاص الطاقة الكافية وتجميعها ليتحرر من الفلز خاصة عند سقوط ضوء خافت (شدته قليلة) الا أن التجربة اثبتت ان الالكترونات تنبعث فور سقوط الضوء على الفلز.

٣)من المتوقع عند سقوط ضوء ذو شدة عالية على فلز أن تتحرر منه الكترونات بغض النظر عن تردد الضوء الساقط عليه وهذا لا يتفق مع التجربة اذ تبين انه لا تتحرر الكترونات من الفلز اذا كان تردد الضوء الساقط اقل من تردد العتبة لهذا الفلز مهما بلغت شدة الضوء.

س عجزت الفيزياء الكلاسيكية عن تفسير الظاهرة الكهرضوئية؟.
ج:لان النتائج التجريبية للظاهرة الكهرضوئية تتعارض مع تنبؤات الفيزياء الكلاسيكية وفق النموذج الموجي للضوء لذلك عجزت عن تفسير هذه الظاهرة.

* تمهيد لتفسير الفيزياء الحديثة للظاهرة الكهروضوئية *

الالكترونة داخل الفلز تكون طاقتها الكلية سالبة وهذا يعني أنها تحتاج طاقة حتى يتحرر منه سطح الفلز والشكل المجاور على سبيل المثال يبين أقرب الكترونة الى سطح الفلز اي أنها تحتاج أقل طاقة حتى يتحرر من داخل الفلز الى السطح وحسب الشكل فانه أقل طاقة تلزم حتى يتحرر دون طاقة حركية تساوي $+(-10.\overline{75}\ eV)$ نسمي هذه الطاقة اقترانة الشغل ويرمز له ϕ



(ϕ) اقترانة الشغل : أقل طاقة تلزم الالكترونة حتى يتحرر دون طح.

* من المعلوم أننا نزود الالكترونة بطاقة عن طريق اسقاط ضوء على سطح الفلز (اي فوتونات) ...

حسب الشكل أعلاه فانه طاقة الفوتونة الساقط لها ثلاثة احتمالات :

① $طفوتونة < 10.\overline{75}\ eV \leftarrow طفوتونة < \phi$

هنا لا تتحرر الالكترونة $(ت_ك < ت_{ك_0})$ لا يمارس الظاهرة الكهروضوئية

② $طفوتونة = 10.\overline{75}\ eV \leftarrow طفوتونة = \phi$

هنا تتحرر الالكترونة ويقفز للسطح (للعتبة) دون أنه يمتلك طاقة حركية ... (طح = صفر)

ونسمي هذا الفوتونة فوتونة العتبة ...

واضح من النقاش أنه $ط_{فوتون}$ الصغيرة = ϕ

تردد فوتون الصغيرة نرمز له $ت_{ه}$

$$\therefore \quad \phi = هـ ت_{ه} \quad \Leftarrow \text{ومنه} \quad ت_{ه} = \frac{\phi}{هـ}$$

أي أنه الفوتون الساقط اذا كان تردده يساوي تردد الصغيرة فانه يحرر الكترون دون طحع. ($ت_ع = ت_{ه}$)

③ $ط_{فوتون} < 10.1\ eV \longleftarrow ط_{فوتون} < \phi$

هنا يستمر الالكترون بكمية من الطاقة مقدارها (10.1 eV) حتى يتحرر من سطح الفلز والباقي يظهر على شكل طاقة حركية يمتلكها الالكترون.

فلو كانت طاقة الفوتون (12 eV) فانه الطاقة الحركية العظمى للالكترون ستكون (2 eV) وهي عظمى لانه اقرب الكترون للسطح.

لاحظ $12 = 10 + 2 \Leftarrow ط_{فوتون} = \phi + ط_{حع}$

$$\therefore \quad ط_{حع} = ط_{فوتون} - \phi \quad \Leftarrow$$

المعادلة الكهروضوئية $\quad ط_{حع} = هـ ت_ع - \phi$

الخلاصة: يتصرف الالكترون حسب طاقة أو تردد الفوتون الساقط عليه

① $ط_{فوتون} < \phi \Leftarrow هـ ت_ع < هـ ت_{ه} \Leftarrow ت_ع < ت_{ه}$ لا يتحرر

② $ط_{فوتون} = \phi \longleftarrow هـ ت_ع = هـ ت_{ه} \Leftarrow ت_ع = ت_{ه}$ يتحرر دون طحع

③ $ط_{فوتون} > \phi \longleftarrow هـ ت_ع > هـ ت_{ه} \Leftarrow ت_ع > ت_{ه}$ ينبعث مع طحع

AWA2EL LEARN 2 BE

ملاحظات :

① حتى يمارس الفلز الظاهرة الكهروضوئية (حتى يتحرر منه الالكترونات) يجب أنه يكون تردد الفوتون الساقط عليه $(ت_ء) \geq ت_{ء_0}$

$\Leftarrow (ت_ء \geq ت_{ء_0})$ شرط تحرير الالكترونات.

② اكبر طول موجي تحرر الكترونات يقابل أقل تردد ويسمى طول موجة العتبة (λ_0) :

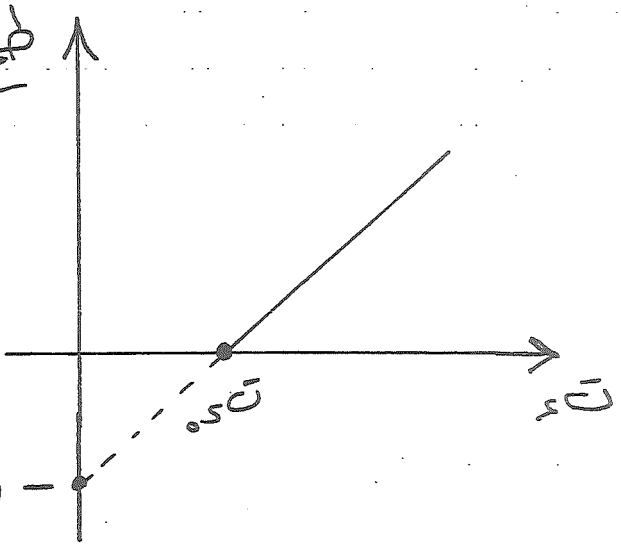
$$\lambda_0 = \frac{س}{ت_{ء_0}}$$

λ_0 طول موجة العتبة.

③ المعادلة الكهروضوئية $(طح_{(ء)} = هـ ت_ء - \phi)$

تمثل معادلة خط مستقيم سنهتم بالتمثيل البياني لها

ويستفاد من الرسم البياني مايلي :

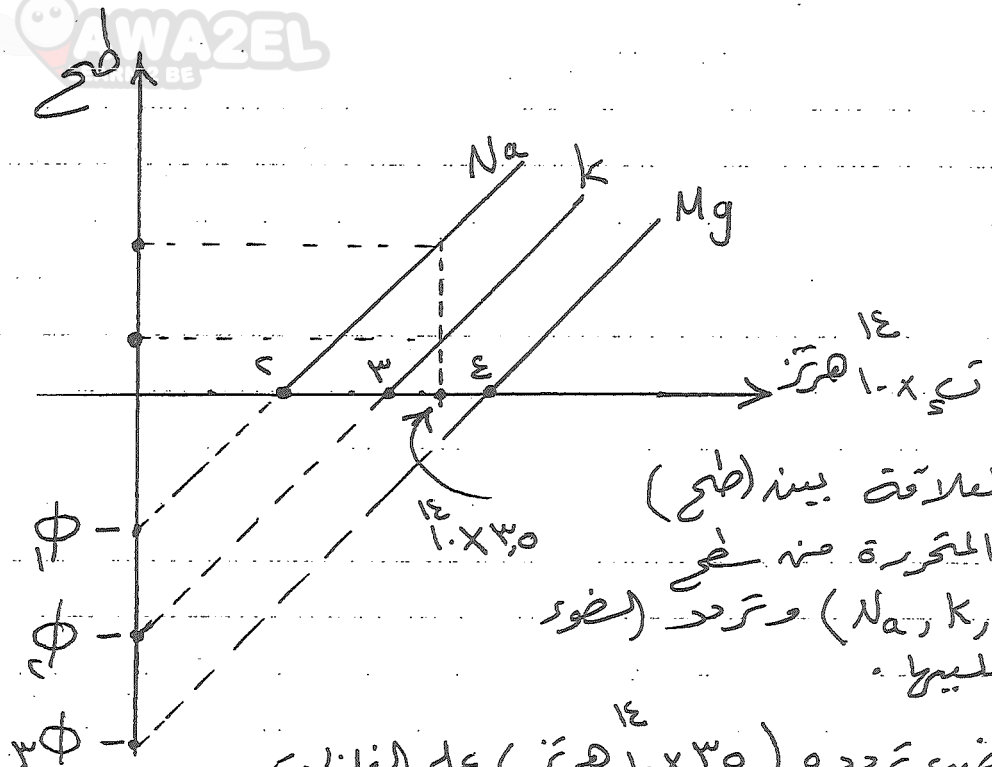


① $ت_{ء_0}$ = المقطع السيني.

② ϕ = | المقطع الصادي |

③ $-\phi$ = الميل = $هـ = \frac{\Delta ص}{\Delta س} = \frac{\Delta طح}{\Delta ت_ء}$

سؤال :



الشكل يمثل العلاقة بين (طح) للالكترونات المتحررة منه لحي الفلزات (Na, K, Mg) وتردد الضوء الساقط عليها.

① اذا سقط ضوء تردده ($٣,٥ \times ١٠^{١٤}$ هرتز) على الفلزات الثلاثة اي منها سيتحرر منه الكترونات وأيها له طاقة حركية اكبر ؟

② اي فلز يحتاج طاقة اكبر حتى يتحرر منه الكترونات ؟

③ اذا سقط ضوء طول موجته ١٠×٦٠^{-٨} م على الفلزات الثلاث أي فلز سيتحرر منه الكترونه بطاقة حركية تساوي صفر ؟

④ على ماذا يدل توازي الخطوط الثلاث ؟

الحل : ① $ت_{ح} = ٣,٥ \times ١٠^{١٤} < (ت_{ح}^{Na}, ت_{ح}^{k})$

لذلك سيتحرر الالكترونات منه لحي Na ، k عند سقوط هذا التردد

لكنه $طح_{Na} > طح_{k}$

② فلز Mg لانه له اكبر اقتران شغل ٣Φ.

③ نجد $ت_{ح} = \frac{س}{\lambda} = \frac{٣ \times ١٠^{٨}}{٦٠ \times ١٠^{-٩}}$

$ت_{ح} = ٣ \times ١٠^{١٤}$ هرتز .

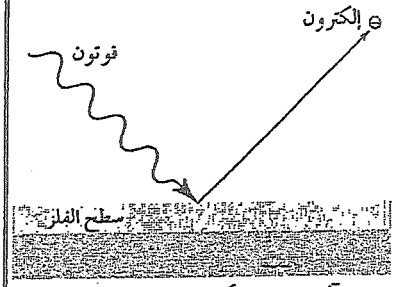
نلاحظ أنه $ت_{ح}^{k} = ٣ \times ١٠^{١٤}$ هرتز

لذلك هذا الفلز سيتحرر (e) دون طاقة حركية

④ يدل على تساوي كل منها وهو ثابت بلانك

ثانيا :تفسير فيزياء الكم:

* قدم آينشتين تفسيرا للظاهرة الكهرضوئية معتمدا ومؤكدا على مفهوم تكمية الطاقة الذي افترضه بلانك,اذ وسع هذا المفهوم ليشمل الموجات الكهرمغناطيسية جميعها,فافترض اينشتين ان طاقة الضوء تتركز في حزم منفصلة اي كميات سميت في ما بعد فوتونات, كل فوتون يُحمّل طاقته كاملة الى الكترون واحد فقط, فيتحرر من ارتباطة بذرات الفلز بجزء من هذه الطاقة وينطلق بما تبقى على صورة طاقة حركية عظمى أي أن:



آلية انبعاث الإلكترون من سطح الفلز.

$$هـ ت_د = \Phi + ط_{ح\ عظمى}$$

حيث: هـ ت$_د$:طاقة الفوتون الواحد.

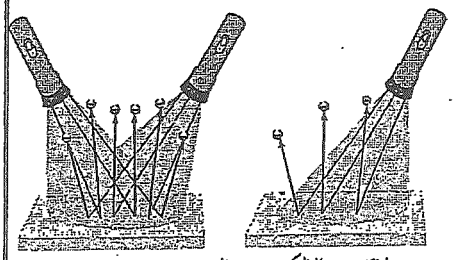
Φ: اقتران الشغل(أقل طاقة يمتلكها فوتون الضوء تلزم لتحرير الكترون من سطح الفلز دون اكسابه طاقه حركيه.

ط$_{ح\ عظمى}$:الطاقة الحركية العظمى للالكترونات (ط$_{ح\ عظمى}$ = هـ جـ)

* الفوتون الذي تكون طاقته مساوية اقتران الشغل للفلز يحرر الكترون من السطح ولا يكسبه طاقة حركية فيكون تردده مساويا لتردد العتبة أي أن:- Φ=هـ ت$_د$.

.....

س١٣ كيف فسر آينشتين النتائج التجريبية للظاهرة الكهرضوئية؟


علاقة عدد الإلكترونات الضوئية بشدة الضوء.

١) زيادة شدة الضوء الساقط على سطح فلز,مع بقاء تردده ثابتا تعني أن عدد الفوتونات الساقطة في الثانية على وحدة المساحة يزداد, وحيث ان كل الكترون يتحرر يمتص فوتونا واحدا فقط فان عدد الالكترونات الضوئية المتحررة في الثانية يزداد كما في الشكل المجاور فيزداد تبعا لذلك التيار الكهرضوئي ويزداد تيار الاشباع. الا ان الطاقة الحركية العظمى للالكترونات الضوئية لا تتغير بدليل عدم تغير جهد القطع (جـ$_ق$) عند ثبات تردد الضوء الساقط (ت$_د$). أما زيادة تردد الضوء الساقط على سطح الفلز مع بقاء شدته ثابتة فانها تعني ان طاقة الفوتون الواحد تزداد (ط$_{فوتون}$= هـ ت$_د$) أي أن الطاقة الحركية العظمى للالكترونات الضوئية تزداد فيزداد جهد القطع الا ان العدد الكلي للالكترونات المتحررة لا يتغير, لان عدد الفوتونات لم يتغير فلا يتغير تيار الاشباع.

٢) فسر آينشتين الانبعاث الفوري للالكترونات الضوئية بانه اذا كانت طاقة الفوتون أكبر من اقتران الشغل للفلز (ط$_{ح\ عظمى}$ > Φ) فان الالكترون يتحرر وينبعث ممتلكا طاقة حركية فور سقوط الفوتون.

٣) وفق معادلة آينشتين ($هـ ت_د = \Phi + ط_{ح\ عظمى}$) فان أقل طاقة يمتلكها فوتون تلزم لتحرير الكترون من سطح فلز, يجب أن تساوي اقتران الشغل للفلز لذا وفقا للعلاقة لن تتحرر الكترونات من سطح الفلز اذا كان تردد الضوء.الساقط من تردد العتبة للفلز.

س فسر آينشتين انبعاث الالكترونات الضوئية بسرعات مختلفة من سطح الفلز؟

تتفاوت الالكترونات في العمق داخل السطح. وعند سقوط الضوء على سطح الفلز فان بعض الفوتونات يصطدم بالالكترونات الخارجية وبعضها الاخر يصل الى الكترونات أعمق داخل السطح وحيث ان الفوتونات تحمل المقدار نفسه من الطاقة(هـ ت$_د$).

فإن الالكترونات المتحررة من ذرات السطح الخارجية جميعها تتحرر ممتلكة الطاقة الحركية نفسها.أما الالكترونات التي تتحرر من داخل السطح فانها تصطدم بالذرات التي تقع في طريق خروجها فاقدة جزءا من طاقتها الحركية ويعتمد الجزء المفقود من الطاقة الحركية على العمق الذي تتحرر منه الالكترونات,لذا تتفاوت الالكترونات الضوئية في سرعة انبعاثها من سطح الفلز بسبب تضاد مواقعها بالنسبة لسطحه.

AWA2EL
LEARN 2 BE

ملخص قوانين الظاهرة الكهروضوئية :

أي قانون يحتوي على ثابت بلانك يجب أن تكون الطاقة فيه بوحدة (جول) ،

① $ط_{جول} = ط_{إلكترون\ فولت} \times 1.6 \times 10^{-19}$

② $\phi = هـ \times ت_{د_0}$ حساب (ϕ أو $ت_{د_0}$)

③ $\lambda = \frac{س}{ت_{د_0}}$ حساب أكبر طول موجي يحرر إ ← طول موجة العتبة

④ $طح = هـ ت_د - \phi \Leftrightarrow طح = ط_{فوتون} - \phi \Leftarrow$ الوحدات متجانسة على الطرفين.

⑤ $طح = \frac{1}{2} ك ع^2$ ..... لايجاد ع ... يجب أن تكون $طح$ بوحدة (جول).

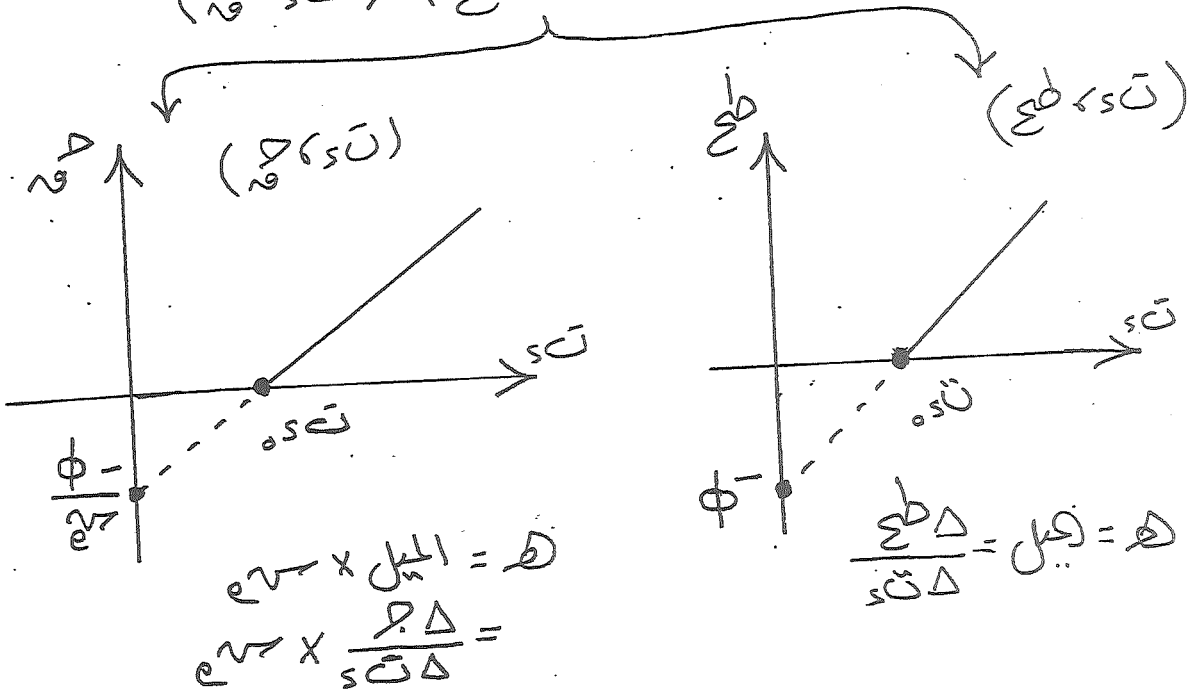
⑥ $طح = س_{ضع} \times حـ_{قـ}$ ..... لايجاد ($طح$ ، $حـ_{قـ}$) $\Leftarrow$ ($حـ_{قـ} = \frac{طح}{س_{ضع}}$ ، $طح = ط_{eV} \times$ *)

⑦ $هـ$ = الميل ... في رسم ($ت_د$ ، $طح$).

⑧ $هـ$ = الميل $\times س_{ضع}$ ... في رسم ($ت_د$ ، $حـ_{قـ}$).

مقارنة بين التمثيل البياني

($ت_د$ ، $طح$) ($ت_د$ ، $حـ_{قـ}$)



مسائل على الظاهرة الكهروضوئية

س١ : الذي يحدث لكل من التيار الكهروضوئي (ت) وفرق جهد القطع (جـه) عند زيادة شدة الضوء الساقط على مهبط خلية كهروضوئية، أنه :

أ) ت يزداد، جـه يقل
ب) ت يزداد، جـه يبقى ثابت
ج) كليهما يزداد
د) كليهما يبقى ثابت

س٢ : أسقط ضوء طول موجته (٣٠٠ نانومتر) على سطح فلز إقترانه الضوئي له يساوي (٢,٥ eV)، إحسب :

ك = ١٠٠ كغم، سـ = ١٦,١ × 10^{-31} كلم، هـ = ٦,٦ × 10^{-34} جول.ث

س = ٣ × 10^{8} م/ث سرعة الضوء ... إحسب :

١) الطاقة الحركية العظمى للالكترونات المنبعثة.
٢) السرعة العظمى للالكترونات المنبعثة.
٣) تردد الصبغة للفلز.
٤) فرق جهد القطع.
٥) أكبر طول موجي يحرر الكترونات (طول موجة العتبة).
٦) احسب طول موجة ديبروي المصاحبة للالكترونات المتحررة.

الحل : تعتمد الظاهرة الكهروضوئية على تردد الضوء

ت = س / ل = ٣ × 10^{8} / ٣٠٠ × 10^{-9} = ١ × 10^{15} هرتز

ف = ٢,٥ eV = ٢,٥ × ١,٦ × 10^{-19} = ٤ × 10^{-19} جول.

① $طح = هـ ت_{ح} - \phi$

$طح = 6{,}6 \times 10^{-34} \times 5 \times 10^{15} - 4 \times 10^{-19}$

$= 6{,}6 \times 10^{-19}$ جول.

② $طح = \frac{1}{2} ك ع^2$

$6{,}6 \times 10^{-19} = \frac{1}{2} \times 9 \times 10^{-31} ع^2$

$ع = \sqrt{\frac{6{,}6 \times 10^{-19}}{4{,}5 \times 10^{-31}}} = 10^6 \times \sqrt{\frac{6{,}6}{4{,}5}}$ م/ث

③ $ت_{ح_0} = \frac{\phi}{هـ} = \frac{4 \times 10^{-19}}{6{,}6 \times 10^{-34}}$

$ت_{ح_0} = 10^{15} \times \frac{40}{66}$ هرتز.

④ $ح_{ق} = \frac{طح}{ع} = \frac{6{,}6 \times 10^{-19}}{3 \times 10^8}$

$= \frac{6}{16} = \frac{13}{8}$ مولة

⑤ البرطول موجي $\lambda_0 = \frac{س}{ت_{ح_0}}$

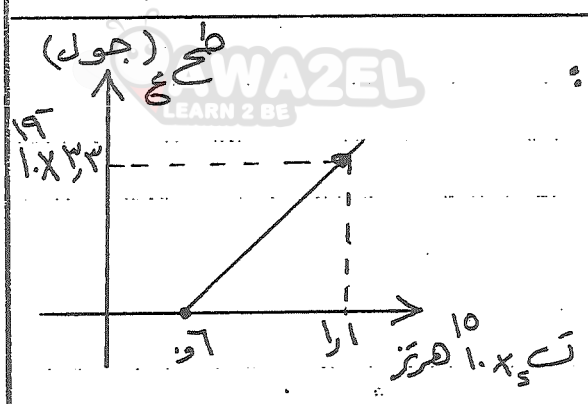
$\lambda_0 = \frac{3 \times 10^8}{\frac{40}{66} \times 10^{15}} = \frac{198}{40} \times 10^{-7}$ م

⑥ $\lambda_{دي} = \frac{هـ}{ك ع}$

$\lambda_{دي} = \frac{6{,}6 \times 10^{-34}}{9 \times 10^{-31} \times \sqrt{\frac{4{,}5}{10^6}}}$

$= \frac{6{,}6}{4{,}5} \times 10^{-9}$ متر.

س٣:



يمثل الرسم البياني العلاقة بين تردد الضوء الساقط والطاقة الحركية العظمى للالكترونات المنبعثة في الخلية الكهروضوئية بالاعتماد على المعلومات المثبتة على الرسم، احسب:

أ) البرطول موجي لحرر الالكترونات من المهبط.

ب) ثابت بلانك.

الحل:

أ) $\lambda_0 = \frac{س}{ت_{ح_0}}$ ، $ت_{ح_0}$ = المقطع السيني

$\lambda_0 = \frac{3 \times 10^8}{6 \times 10^{14}}$

$\lambda_0 = 5 \times 10^{-7}$ متر.

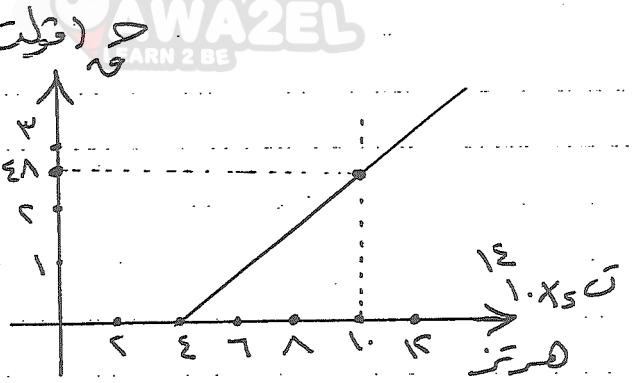
ب) ثابت بلانك = هـ = الميل

$هـ = \frac{\Delta طح}{\Delta ت_{ح}} = \frac{0 - 3{,}3 \times 10^{-19}}{(6 - 11) \times 10^{14}}$

$هـ = 6{,}6 \times 10^{-34}$ جول.ث

WA2EL LEARN 2 BE

س٤ : يمثل الرسم البياني المجاور العلاقة بين كل من فرق جهد القطع وتردد الفوتونات الساقطة على مرهبط خلية كهروضوئية، مستعينا بالبيانات على الرسم أجب عما يلي :



① هل يمكنه لشعاع ضوئي طول موجته $1.X10^{-6}$ متر أنه يحرر الكترونات من هذا الفلز ؟

② أحسب : ⓐ ثابت بلانك ⓑ اقتران الشغل للمرهبط ⓒ طح(ع) للالكترونات عند سقوط اشعة تردد ها $12X10^{14}$ هيرتز.

③ هل تتوقع أنه يتغير المخنى في الحالات التالية :

ⓐ مضاعفة شدة الضوء الساقط ⓑ تغيير مادة اللوح الباعث (المرهبط).

الحل :

① نقارن تردد الشعاع مع تردد العتبة $ت_ع = 4X10^{14}$ هرتز من الرسم

$ت_ء = \frac{س}{ل} = \frac{3X10^{-8}}{1X10^{-6}} = 3X10^{14}$ هرتز

لاحظ $ت_{شعاع} < ت_ع$

∴ لا يحرر الكترونات.

② ⓐ $هـ = ميل \times ح$

$= 1,6X10^{-19} \times \frac{2,48 - 0}{(10-4)X10^{14}} = 6,6X10^{-34}$ جول.ث

ⓑ $\phi = هـ ت_ع$

$= 6,6X10^{-34} X 4X10^{14}$

$\therefore \phi = 6,4X10^{-20}$ جول.

ⓒ طح = هـ ت ء − ϕ

$= 6,6X10^{-34} X 12X10^{14} - 6,4X10^{-20}$

$= 8,5X10^{-20}$ جول.

③ ⓐ عند مضاعفة شدة الضوء لا يتغير المخنى لأنه جهد القطع لا يعتمد على شدة الضوء.

ⓑ عند تغيير مادة المرهبط (الباعث) يتغير المقطع الصادي والسيني ويبقى الميل ثابت لذلك نحصل على مستقيم موازي لهذا الخط

س٥ : سقطت حزمتان من الضوء بترددين مختلفين ($ت_{د_1}$ ، $ت_{د_2}$) على سطحين مختلفين (س ، ص) على الترتيب ، بحيث $\phi_{س} > \phi_{ص}$ فاذا كانت الطاقة الحركية العظمى للالكترونات المنبعثة منهما متساوية فأي الحزمتين ترددها اكبر ؟ وضح إجابتك .

الحل : حسب المعطيات $طح_{س} = طح_{ص}$ لكنه $طح = هـ ت_{د} - \phi$

بالتالي $\phi = هـ ت_{د} - طح \Leftarrow \phi_{س} > \phi_{ص} \Rightarrow هـ ت_{د_1} - طح_{س} > هـ ت_{د_2} - طح_{ص}$

$\therefore \quad ت_{د_1} > ت_{د_2}$

س٦ : سقط ضوء تردده ($10^{15} \times 1.0$) هرتز على سطحين فلزيين مختلفين (P ، ب) فتحررت الكترونات ضوئية من السطح (P) ذات غير طاقة حركية بينما لم تتحرر من السطح (ب) اي الكترونات ناقش هذه النتائج مستندا الى معادلة آينشتين الكهروضوئية ، ثم بين كيف تتغير النتيجة المتعلقة بالسطح (P) اذا سقط ضوء طول موجته أقصر عليه .

الحل : تردد الضوء الساقط = $10^{15} \times 1.0$ هرتز $\Leftarrow$ السطح (P) $\Leftarrow$ $طح_{P}$ = صفر

لذلك فانه $ت_{د_0}(P) = 10^{15} \times 1.0$ هرتز

السطح (ب) $\Leftarrow$ لم تتحرر منه الكترونات $ت_{د_0}(ب) > 10^{15} \times 1.0$ هرتز

* اذا أسقطنا ضوء طول موجته أقصر على الفلز (P) فانه التردد يكون اكبر من $10^{15} \times 1.0$ هرتز لذلك ينبعث منه السطح (P) الكترونات مع طاقة حركية .

س٧ : سقط فوتون طاقته $8,2$ eV على سطح فلز فتحرر منه الكترون طاقته الحركية العظمى $3,2$ eV جد :

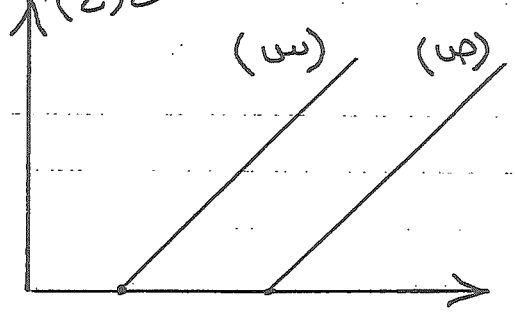
① اقترانه الشغل بوحدة eV
② تردد العتبة للفلز
③ طول موجة العتبة

الحل ① $\phi - 8{,}2 = 3{,}2 \Leftarrow \phi - هـ ت_{ء} = طـ_{حـ}$

$\therefore \phi = 5$ إلكترون فولت

② $ت_{ه_{ه}} = \frac{\phi_{جول}}{هـ} = \frac{5 \times 1{,}6 \times 10^{-19}}{6{,}6 \times 10^{-34}} = 10^{15} \times \frac{80}{66} = 10^{15} \times \frac{40}{33}$ هرتز

③ $\lambda_{ه} = \frac{س}{ت_{ه_{ه}}} = \frac{3 \times 10^{8}}{10^{15} \times \frac{40}{33}} = \frac{99}{40} \times 10^{-7}$ متر



س٧ : يوضح الشكل العلاقة البيانية بين تردد الضوء الساقط على فلزين مختلفين (س، ص) و الطاقة الحركية العظمى للالكترونات المنبعثة، أجب عما يلي :

ⓐ أي الفلزين له طول موجة العتبة له أكبر.

ⓑ اذا سقط ضوء له نفس التردد على الفلزين، وانبعثت الكترونات من كلا منهما، فأي الفلزين تنبعث منه الكترونات تمتلك طاقة حركية أكبر. فسر

ⓒ فسر : يتساوى ميل المنحنيين للفلزين

الحل : ⓐ من الشكل يتضح

$ت_{ه_{ه}}(س) < ت_{ه_{ه}}(ص)$

لكن $\lambda_{ه} \propto \frac{1}{ت_{ه_{ه}}} \Leftarrow \lambda_{ه}(س) > \lambda_{ه}(ص)$

ⓑ تذكر $\phi = هـ ت_{ه_{ه}}$

لذلك $\phi_{س} < \phi_{ص}$.

اي أن الالكترونات السطحي (س) تحتاج طاقة أقل حتى تتحرر لذلك اذا سقط على الفلزين ضوء بنفس التردد فان الكترونات السطحي (س) ستنبعث بطاقة حركية اكبر.

رياضياً : $\phi = هـ ت_{ء} - طـ_{حـ}$

$\phi_{س} < \phi_{ص}$

$هـ ت_{ء} - طـ_{حـ س} < هـ ت_{ء} - طـ_{حـ ص}$

اضرب المتباينة بـ (-1)

$طـ_{حـ س} > طـ_{حـ ص}$

ⓒ لانه ميل كل منحنى يمثل ثابت بلانك

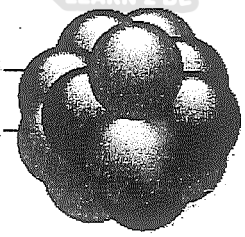
AWA2EL
LEARN 2 BE

الفصل الثامن

الفيزيـــاء النوويـــة

الفيزياء النووية

البنية النووية :-



النيوكليونات.

تتكون النواة من نوعين من الجسيمات هما:-

1)البروتونات وهي جسيمات موجبة الشحنة , خصائصها مماثلة لنواة ذرة الهيدروجين, يرمز لها بالرمز (Z).

2)النيوترونات : وهي جسيمات متعادلة الشحنة (ليست مشحونة) وكتلتها مساوية لكتلة البروتون تقريبا,رمزها (N)

ويطلق على البروتونات والنيوترونات معا اسم (النيوكليونات) , ويرمز لعدد النيوكليونات في النواة بالرمز (A) ويسمى العدد الكتلي حيث $A = N + Z$.

A = العدد الكتلي = عدد البروتونات + عدد النيوترونات

ولذلك يكتب رمز أي عنصر بالرمز : $_{Z}X^{A}$

Z= العدد الذري = عدد البروتونات

ولايجاد عدد النيوترونات في النواة فان : $N = A - Z$ = عدد النيوترونات

مثال: حدد للعنصر $^{23}_{11}Na$ ما يلي : 1) العدد الكتلي .....

2) العدد الذري .....

3) عدد البروتونات

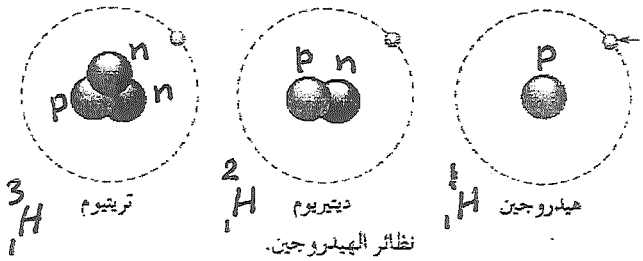
4) عدد النيوترونات .....

5) عدد النيوكليونات.

النظائر: هي ذرات للعنصر نفسه بحيث تتساوى في عددها الذري وتختلف في عددها الكتلي وتتشابه في خصائصها الكيميائية (أي أنها تختلف في عدد نيوتروناتها).

أمثلة: 1) نظائر الهيدروجين :

الهيدروجين $^{2}_{1}H$ يسمى الديتيريوم، والهيدروجين $^{3}_{1}H$ يسمى التريتيوم.



نظائر الهيدروجين.

وتختلف هذه النظائر في نسبة وجودها في الطبيعة حيث وجد ان نظير الهيدروجين $^{1}_{1}H$ أكثر وجودا في الطبيعة من نظائره الاخرى كما ان نظير الكربون $^{12}_{6}C$ أكثر وجودا في الطبيعة من نظائره الاخرى.

2) نظائر الكربون: $^{11}_{6}C$, $^{12}_{6}C$, $^{13}_{6}C$, $^{14}_{6}C$

ملاحظة: بعض النظائر يتم إنتاجها صناعيا.

* نظرا لصغر حجم كتل الجسيمات الذرية فانها تقاس بوحدة تسمى وحدة الكتلة الذرية , ويرمز لها بالرمز (و.ك.ذ)

* وحدة الكتل الذرية : وتعرف بانها $\frac{1}{12}$ من كتلة ذرة نظير الكربون $^{12}_{6}C$.

إذن (1) و . ك . ذ = 1.66×10^{-27} كغم .

والجدول التالي يبين الكتل السكونية لمكونات الذرة بوحدات القياس المختلفة:

كتل الجسيمات الذرية.

الجسيم	الرمز	الكتلة (كغ)	الكتلة (و.ك.ذ)
البروتون	$ك_{ب}$	$١٠\times١,٦٧٢٦^{-٢٧}$	١,٠٠٧٣
النيوترون	$ك_{ن}$	$١٠\times١,٦٧٤٩^{-٢٧}$	١,٠٠٨٧
الإلكترون	$ك_{هـ}$	$١٠\times٩,١٠٩٤^{-٣١}$	$١٠\times٥,٤٨٥٨^{-٤}$

بعض خصائص النواة:

* قام رذرفورد بقذف صفائح فلزية مختلفة بجسيمات الفا, وافترض أن نوى ذرات الفلز كروية الشكل وتوالت التجارب عقب رذرفورد والتي أظهرت أن معظم الذرات شكلها كروي.

* بما ان النواة شكلها كروي , يمكن حساب نصف قطر النواة من العلاقة: $نق = نق_{0} \sqrt[3]{A}$ - A: العدد الكتلي

حيث : $نق_{0}$: ثابت = 1.2×10^{-15} متر

س احسب نصف قطر نواة الليثيوم $^{8}_{3}Li$.

الحل:

بما أن العدد الكتلي لنواة الليثيوم (A = ٨) فإن:

$نق = نق_{0} \sqrt[3]{A}$

$= 1.2 \times 10^{-15} \times \sqrt[3]{8}$

$= 2.4 \times 10^{-15}$ م

حجم النواة: وبما ان النواة كروية الشكل فان حجمها يعطى بالعلاقة التالية :

$ح = \frac{4}{3} \pi نق^{3}$ لكن: $نق = نق_{0} A^{\frac{1}{3}}$ $\Longleftarrow$ $ح = \frac{4}{3} \pi (نق_{0} A^{\frac{1}{3}})^{3}$ $\Longleftarrow$ $ح = \frac{4}{3} \pi نق_{0}^{3} A$

مما يعني ان حجم النواة يتناسب طرديا مع عدد النيوكلونات فيها (A) , وبما ان كتلة النواة ايضا تتناسب طرديا مع (A) فانه يمكننا القول بان كثافة النواة ثابتة لجميع العناصر تقريبا.

برهن :اثبت ان كثافة النواة ثابتة لجميع العناصر

$كثافة النواة = \frac{كتلة النواة}{حجم النواة}$ لكن كتلة النواة = العدد الكتلي A X كتلة البروتون الواحد = $A \times ك_{p}$

وحجم النواة $ح = \frac{4}{3} \pi نق_{0}^{3} A$ وبالتالي: كثافة النواة = $\frac{A \times \text{كتلة البروتون}}{A \times \frac{4}{3} \pi نق_{0}^{3}}$

$= \frac{\text{مقدار ثابت}}{\text{مقدار ثابت}} = \text{ثابت}$

س إذا كان العدد الكتلي لنواة عنصر ما (A) وكتلة البروتون ($ك_{ب}$) وعلى اعتبار ان كتلة البروتون = كتلة النيوترون ,
جد الصيغة الرياضية لكل مما يلي:
1) كتلة النواة التقريبية 2) حجم النواة 3) كثافة النواة

الحل:

1) كتلة التقريبية للنواة = العدد الكتلي X كتلة البروتون الواحد = A $ك_{ب}$ ⟸ $ك_{تقريبية} = A \times ك_{ب}$

2) بما ان النواة كروية الشكل فان :

$ح = \frac{٤}{٣} \pi نق^{٣}$ لكن $نق = نق_{٥} A^{\frac{١}{٣}}$ ⟸ $ح = \frac{٤}{٣} \pi (نق_{٥} A^{\frac{١}{٣}})^{٣}$ ⟸ $ح = \frac{٤}{٣} \pi نق_{٥}^{٣} A$

3) الكثافة = $\frac{الكتلة}{الحجم}$ ⟸ كثافة النواة = $\frac{كتلة النواة}{حجم النواة}$ ⟸ كثافة النواة = $\frac{A \times ك_{ب}}{\frac{٤}{٣} \pi نق_{٥}^{٣} A^{٣}}$

⟸ كثافة النواة = $\frac{مقدار ثابت}{مقدار ثابت} = ثابت = \frac{ك_{ب}}{\frac{٤}{٣} \pi نق_{٥}^{٣}}$

س 3 احسب كثافة كل من نواتي الهيليوم $^{4}_{2}He$ ، والحديد $^{56}_{26}Fe$.

الحل:

يمكن حساب كثافة المادة النووية من العلاقة:

$$ث_{نواة} = \frac{ك_{ب}}{\frac{٤}{٣} \pi نق_{٥}^{٣}}$$

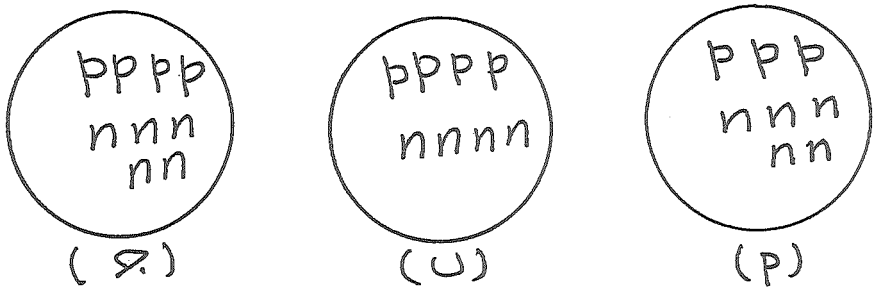
وبتعويض قيم الكميات في هذه العلاقة نجد أن:

$$ث_{نواة} = \frac{١,٦٧٢٦ \times ١٠^{-٢٧}}{\frac{٤}{٣} \times ٣,١٤ \times (١,٢ \times ١٠^{-١٥})^{٣}}$$

$$ث_{نواة} = ٢,٣ \times ١٠^{١٧} \text{ كغ/م}^{٣}$$

✳ ما يعني أن كثافة نواة الهيليوم تساوي كثافة نواة الحديد، وبوجه عام فإن كثافة نوى العناصر جميعها ثابتة تقريبًا؛ لأن مكونات النواة هي نفسها للعناصر جميعها.

س يمثل الشكل ثلاث نوى مختلفة ممثلة بالرموز (أ، ب، جـ). أي النوى تشكل نظائر للعنصر نفسه؟ فسر إجابتك.



س (س، ص) نواتان، إذا علمت أن العدد الكتلي للنواة (س) يساوي ثلاثة أمثال العدد الكتلي للنواة (ص). فجد نسبة :

أ. كثافة النواة (س) إلى كثافة النواة (ص).

ب. قطر النواة (س) إلى قطر النواة (ص).

جـ. حجم النواة (س) إلى حجم النواة (ص).

(أ) $(ك_س : ك_ص) = (1 : 1)$ $\quad A_س = 3\ A_ص$

(ب) $\frac{نق_س}{نق_ص} = \frac{\sqrt[3]{A_س^{\ 2}}}{\sqrt[3]{A_ص^{\ 2}}} = \sqrt[3]{\frac{A_ص\ 3}{A_ص}} = \sqrt[3]{3^2}$

(جـ) $\frac{ح_س}{ح_ص} = \frac{\frac{4}{3}\pi\ نق_س^{\ 3}}{\frac{4}{3}\pi\ نق_ص^{\ 3}} = \left(\frac{نق_س}{نق_ص}\right)^3 = (\sqrt[3]{3})^3 = 3$.

<u>استقرار النواة</u>

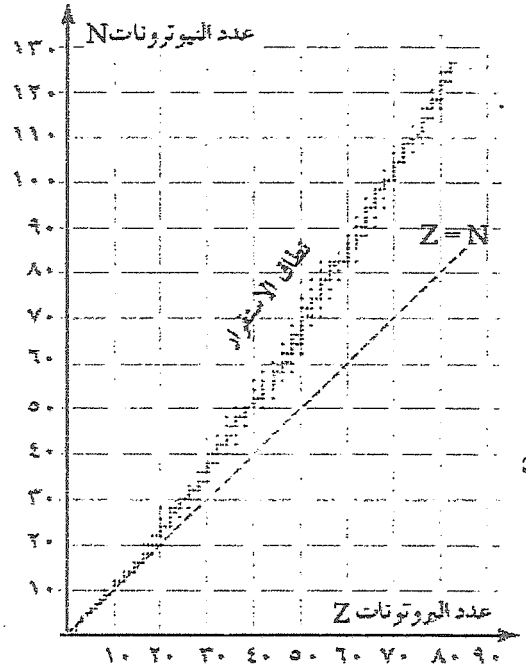
س كيف تفسر ترابط مكونات النواة في حيز صغير جدا رغم ان شحنة البروتونات موجبة الشحنة , وحسب قانون كولوم فهذا يعني أنها يجب ان تتنافر؟.(كيف تحافظ النواة على تماسكها بالرغم من وجود قوة تنافر كهربائية بين بروتوناتها؟.)
ج: ان السبب في ذلك يعود لوجود قوى تمسك مكونات النواة وهي القوى النووية.

* يوجد نوعان من القوى داخل النواة قوة كهربائية وقوة نووية.

* القوى النووية: هي قوة تجاذب تنشأ بين النيوكليونات المتجاورة بغض النظر عن شحنتها (أي لا تعتمد على ما هية النيوكلونين المتجاذبين سواء كان(بروتون – بروتون) أو (بروتون – نيوترون) أو (نيوترون – نيوترون).

<u>* مميزات قوة الربط النووي (خصائص القوى النووية)</u> ① قصيرة المدى تظهر على بعد $1{,}4 \times 10^{-15}$ م
② قوة تجاذب مقدارها كبير ③ لا تعتمد على ماهيه (نوعيه) النيوكليونيين المتجاذبين

١٠ اي أنه القوة النووية تظهر بين (بروتون، بروتون)
(بروتون، نيوترون) ، (نيوترون، نيوترون)



* ملاحظة : النيوترونات لا تنشا بينها الا قوة نووية فقط.
* للقوى النووية دور مهم في استقرار النواة , حيث تصنف النوى الى قسمين:
1) نوى مستقرة ب) نوى مشعة (غير مستقرة)

* يمثل المنحنى المجاور العلاقة بين عدد البروتونات وعدد النيوترونات للانوية المستقرة (منحنى الاستقرار).

* تشير النقاط الزرقاء الى النوى المستقرة وتظهر في نطاق ضيق يسمى نطاق الاستقرار.

*يمثل عدد النيوترونات في النواة عاملا مهما في استقرارها وذلك لان النيوترونات متعادلة كهربائيا فتتاثر بالقوة النووية فقط.

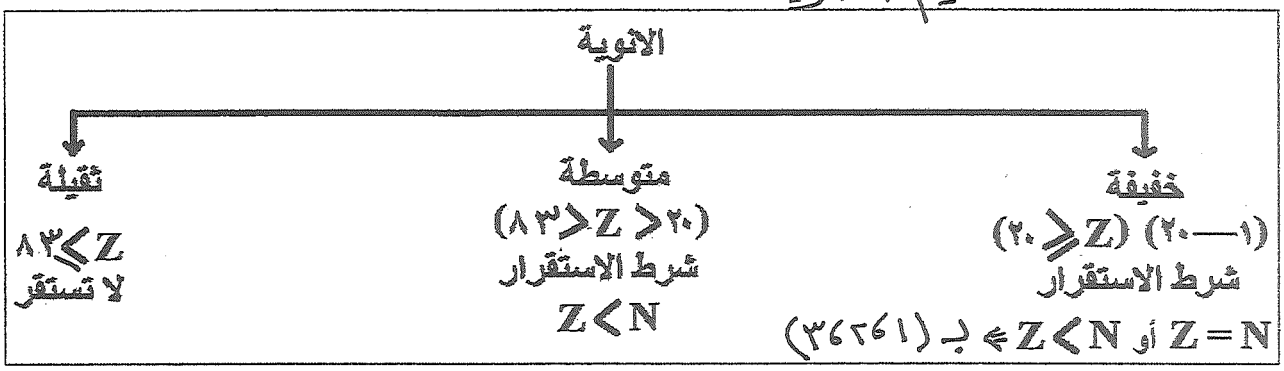
ملاحظات :

(١) إذا تأملت المنحنى تجد أن النوى المستقرة الخفيفة ($Z \geq 20$) إما أن يكون عدد النيوترونات فيها مساويًا عدد بروتوناتها مثل نواة النتروجين $^{14}_{7}N$، فتقع على الخط (Z=N)، أو يزيد عدد النيوترونات على عدد البروتونات ($Z < N$) مثل نواة الصوديوم $^{23}_{11}Na$.

(٢) أما النوى المتوسطة المستقرة التي يقع عددها الذري ضمن المدى ($20 < Z < 83$) فنلاحظ أن أنويتها تقع ضمن نطاق الاستقرار فوق الخط (Z=N). فوجود عدد كبير من البروتونات فيها، يزيد من قوى التنافر الكهربائية بين بروتوناتها بشكل كبير، إلا أن عدد النيوترونات في هذه النوى يفوق دائمًا عدد البروتونات، لذلك تبقى قوى التجاذب النووية سائدة على قوى التنافر الكهربائية. فمثلًا تعد نواة الزركونيوم $^{90}_{40}Zr$ من النوى المتوسطة المستقرة؛ إذ تحتوي على (٤٠) بروتونًا و(٥٠) نيوترونًا، وتحتوي نواة الذهب $^{197}_{79}Au$ على (٧٩) بروتونًا و (١١٨) نيوترونًا، وهي من النوى المتوسطة المستقرة أيضًا.

(٣) أما النوى التي عددها الذري يساوي ٨٣ أو يزيد عليه ($Z \geq 83$) فإنها غير مستقرة؛ نظرًا لكبر حجم النواة، وتباعد النيوكليونات بعضها عن بعض؛ فتتعاظم قوى التنافر الكهربائية بين بروتونات النواة، عندئذ لا تستطيع القوى النووية أن تتغلب على قوى التنافر الكهربائية أو تجاريها مهما بلغ عدد النيوترونات في النواة.

• ملخص تقسيم النوى



س تمتاز القوة النووية بجملة من الخصائص، اذكرها.

1. قوة تجاذب كبيرة جدا في المقدار.
2. قوة قصيرة المدى لا تظهر الا في النواة.
3. لا تعتمد على ماهية (نوعية) او (شحنة) النيوكليونين المتجاذبين.

س فسر تعد نواة الثوريوم $^{234}_{90}Th$ من النوى غير المستقرة.

ج: لأنه عندما يكون العدد الذري 83 أو يزيد عليه كما في نواة الثوريوم $^{234}_{90}Th$ (العدد الذري 90) فإن حجم النواة يصبح كبيرًا، وتباعد النيوكليونات عن بعضها أكثر يسبب تعاظم قوى التنافر الكهربائية بين بروتونات النواة، ولا تستطيع القوى النووية عندئذ أن تتغلب على قوى التنافر الكهربائية أو تجاريها مهما بلغ عدد النيوترونات فيها.

س فسر: نلاحظ انحراف نطاق الاستقرار نحو الأعلى مع زيادة العدد الذري في منحنى الاستقرار.

ج: لأن النوى المتوسطة والمستقرة التي يقع عددها الذري ضمن المدى 20<Z<83 فإن عدد نيوتروناتها يفوق عدد البروتونات فيها ولذلك تبقى قوى الجذب النووية سائدة على قوى التنافر الكهربائية في هذه النوى مما يجعل ميل نطاق الاستقرار أكبر من 1 فينحرف النطاق نحو الأعلى.

س في استقرار النواة البروتونات تتجاذب بفعل القوى النووية كما أنها :

أ) تتنافر بفعل القوى المغناطيسية. ب) تتجاذب بفعل القوى المغناطيسية.

ج) تتجاذب بفعل القوى الكهربائية. د) تتنافر بفعل القوى الكهربائية.

س القوة التي تنشأ بين بروتون ونيوترون داخل النواة هي:

أ) تجاذب نووي فقط ب) تجاذب كهربائي فقط

ج) تجاذب نووي و تجاذب كهربائي د) تنافر نووي و تجاذب كهربائي

س عند النيوترونات في النوى المستقرة يكون:

أ) أكبر من عدد البروتونات للنوى الخفيفة ب) أقل من عدد البروتونات للنوى الخفيفة

ج) أكبر من عدد البروتونات للنوى الثقيلة د) أقل من عدد البروتونات للنوى الثقيلة

طاقة الربط النووية

بيّن العالم أينشتين في نظريّة النسبية الخاصة تكافؤ الكتلة مع الطاقة، فالكتلة يمكن أن تتحول إلى طاقة، والطاقة يمكن أن تتحول إلى كتلة، ويمكن أيضًا حساب الطاقة المكافئة لمقدار من الكتلة (Δك) وفقًا للعلاقة الرياضية الآتية: حيث (ط): الطاقة بوحدة الجول

$$ط = Δك \times س^{٢}$$

(Δك): الكتلة بوحدة الكيلوغرام

(س): سرعة الضوء = (٣ × ٨^١٠) م/ث

وتسمى هذه العلاقة الرياضية معادلة أينشتين في تكافؤ (الطاقة – الكتلة)، وتبين هذه العلاقة أنه يمكن الحصول على طاقة هائلة من مقدار صغير جدًّا من الكتلة؛ فالطاقة المكافئة لكتلة (١ و.ك.ذ) تساوي (٩٣١,٥) مليون إلكترون فولت، وعليه يمكن حساب الطاقة بوحدة المليون إلكترون فولت المكافئة لكتلة (Δك) مقيسة بوحدة الكتلة الذرية (و.ك.ذ)، وفق العلاقة الرياضية الآتية:

$$ط = Δك \times ٩٣١,٥$$

س احسب الطاقة المكافئة لكتلة البروتون بوحدة المليون إلكترون فولت.

الحل: كتلة البروتون (١,٠٠٧٣) و.ك.ذ، نحسب الطاقة المكافئة لكتلة البروتون من العلاقة الآتية:

ط = Δك × ٩٣١,٥ = ١,٠٠٧٣ × ٩٣١,٥ = ٩٣٨,٣ مليون إلكترون فولت.

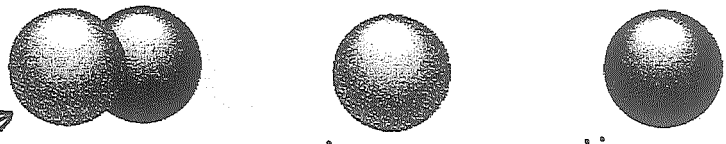
* تمكن العلماء من تعيين كتل النوى وكتل مكوناتها بدقة كبيرة بعد اختراع جهاز مطياف الكتلة، ووُجد فرق بين كتلة النواة ومجموع كتل مكوناتها. وفي ما يأتي توضيح لكيفية حساب الفرق في الكتلة بين نواة منفردة ومكوناتها.

* **حساب الفرق في الكتلة بين نواة منفردة ومكوناتها**

افترض أن لدينا بروتونًا واحدًا ونيوترونًا واحدًا، وأردنا تكوين نواة ديتيريوم $_1^2H$ منهما، فإن كتلة مكونات نواة الديتيريوم تحسب من العلاقة الآتية: $ك_{المكونات} = Z \times ك_ب + N \times ك_ن$

$= ١ \times ١,٠٠٧٣ + ١ \times ١,٠٠٨٧ = ٢,٠١٦$ و.ك.ذ

وتبين من الأبحاث العلمية أن كتلة نواة الديتيريوم ($ك_{النواة}$) = ٢,٠١٣٦ و.ك.ذ، لاحظ الشكل



نيوترون منفرد ١,٠٠٨٧ و.ك.ذ — بروتون منفرد ١,٠٠٧٣ و.ك.ذ — نواة الديتيريوم ٢,٠١٣٦ و.ك.ذ

بروتونه ونيوترونه مجتمعين داخل النواة.

* **تفسير هذا الفرق في الكتلة**

لقد دلت الدراسات على أن كتلة النواة تكون دائمًا أقل من مجموع كتل مكوناتها .

وهذا الفرق في الكتلة ($\Delta ك$) يتحول إلى طاقة وفقًا لمعادلة أينشتين في تكافؤ (الطاقة – الكتلة)

وهذا المقدار من الطاقة يمثل مقدار الطاقة الخارجية التي يجب أن تزود بها النواة لفصل مكوناتها عن بعضها نهائيًا

وتسمى طاقة الربط النووية ($ط_ر$). ويمكن حسابها من العلاقة الرياضية الآتية: $ط_ر = \Delta ك \times ٩٣١,٥$

$ط_ر = (ك_{المكونات} - ك_{النواة}) \times ٩٣١,٥$ ⟸ $ط_ر = \{(Z \times ك_ب + N \times ك_ن) - ك_{النواة}\} \times ٩٣١,٥$

* يمكن حساب طاقة الربط النووية للنيوكليون الواحد من العلاقة الرياضية الآتية:

$$\text{طاقة الربط النووية لكل نيوكليون} = \frac{\text{طاقة الربط النووية}}{\text{العدد الكتلي}}$$

ملاحظات:

1) تعتبر طاقة الربط النووي منعكسة أي لو تم تزويد هذه النواة بنفس الطاقة (ط) التي غادرت النواة ستتفكك.
2) اذا طلب السؤال اقل طاقة يجب اعطائها للنواة حتى تتفكك..... يقصد احسب طاقة الربط النووية.
3) اذا طلب السؤال الطاقة بوحدة MeV نضرب $\Delta ك$ بـ 931 .
4) اذا طلب السؤال الطاقة بوحدة و.ك.ذ لا نضرب بـ 931 .

طاقة الربط النووي = طاقة الفصل النووي

أسئلة وأمثلة

س اذا علمت ان طاقة الربط لـ X^{100} = 1000 MeV ,

وطاقة الربط لـ Y^{200} = 1500 MeV , ايهما اكثر استقرارا النواة X ام النواة Y ؟.

الحل : نجد اولا طاقة الربط النووية لكل نيوكليون ثم نقرر.

$ط_م(X) = \frac{١٠٠٠}{١٠٠} = ١٠$ $ط_م(Y) = \frac{١٥٠٠}{٢٠٠} = ٧,٥$

$ط_م(Y) < ط_م(X)$ ∴ X اكثر استقراراً من Y

س

احسب لنواتي البوتاسيوم $^{39}_{19}K$ واليورانيوم $^{235}_{92}U$ ما يأتي:

أ) طاقة الربط النووية علمًا بأن كتلة نواة البوتاسيوم (٣٨,٩٦٣٧) و.ك.ذ، وكتلة نواة اليورانيوم (٢٣٥,٠٤٣٩) و.ك.ذ.

ب) طاقة الربط النووية لكل نيوكليون.

الحل:

أ) طاقة الربط النووية:

■ لنواة البوتاسيوم: $Z = ١٩ ، N = ٣٩ - ١٩ = ٢٠$

$$\Delta ك = ك_{\text{المكونات}} - ك_{\text{النواة}}$$

$$= (Z \times ك_{ب} + N \times ك_{ن}) - ك_{\text{النواة}}$$

$$= (١٩ \times ١,٠٠٧٣ + ٢٠ \times ١,٠٠٨٧) - ٣٨,٩٦٣٧$$

■ لنواة اليورانيوم: $Z = ٩٢ ، N = ٢٣٥ - ٩٢ = ١٤٣$

$$\Delta ك = ك_{\text{المكونات}} - ك_{\text{النواة}}$$

$$= (Z \times ك_{ب} + N \times ك_{ن}) - ك_{\text{النواة}}$$

$$= (٩٢ \times ١,٠٠٧٣ + ١٤٣ \times ١,٠٠٨٧) - ٢٣٥,٠٤٣٩$$

$$= ٢٣٦,٩١٥٧ - ٢٣٥,٠٤٣٩$$

$$\Delta ك = ١,٨٧١٨ \text{ و.ك.ذ}$$

$$ط = \Delta ك \times ٩٣١,٥$$

$$= ١,٨٧١٨ \times ٩٣١,٥ = ١٧٤٣,٥٨ \text{ مليون إلكترون فولت.}$$

إن طاقة الربط النووية لنواة اليورانيوم أكبر منها لنواة البوتاسيوم، فهل تتوقع أن تكون نواة اليورانيوم أكثر استقرارًا من نواة البوتاسيوم؟

ب طاقة الربط النووية لكل نيوكليون:

- لنواة البوتاسيوم:

$$\text{طاقة الربط النووية لكل نيوكليون} = \frac{\text{طاقة الربط النووية}}{\text{العدد الكتلي}}$$

$$= \frac{٣٢٥,٠٩}{٣٩}$$

$$= ٨,٣٤ \text{ مليون إلكترون فولت/نيوكليون.}$$

- لنواة اليورانيوم:

$$\text{طاقة الربط النووية لكل نيوكليون} = \frac{\text{طاقة الربط النووية}}{\text{العدد الكتلي}}$$

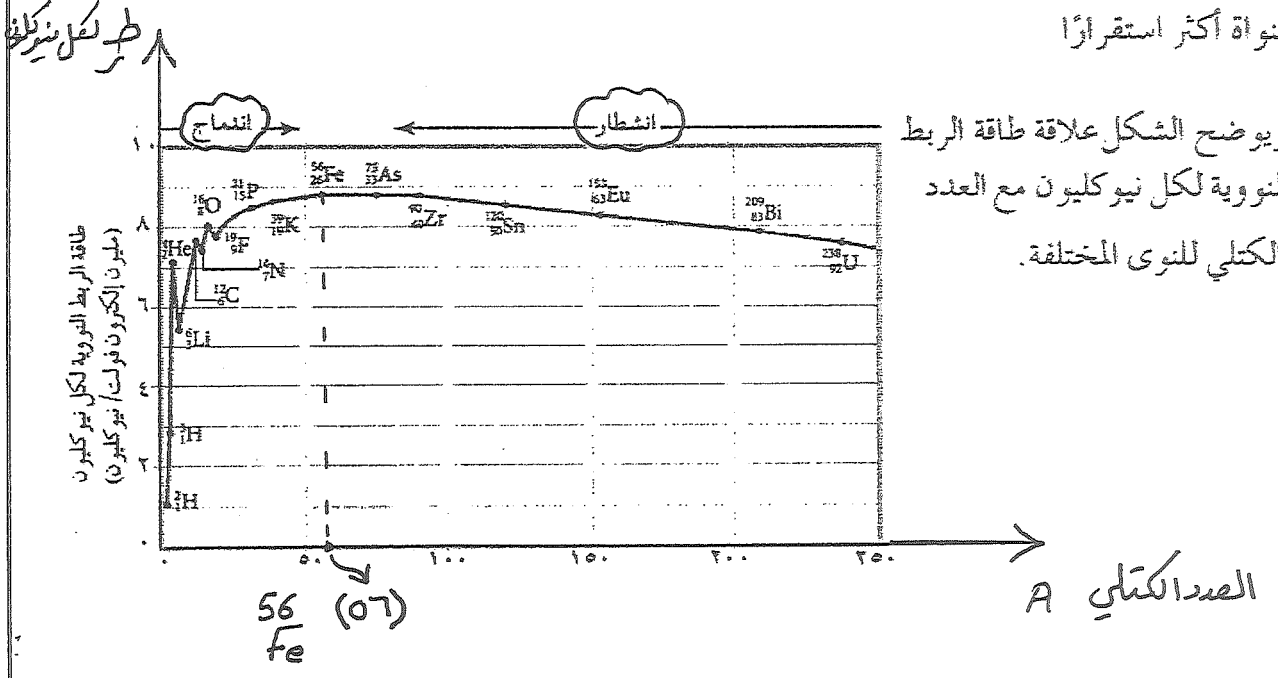
$$= \frac{١٧٤٣,٥٨}{٢٣٥}$$

$$= ٧,٤٢ \text{ مليون إلكترون فولت/نيوكليون.}$$

*** ما الذي يحدد مدى استقرار الانوية؟.**

نلاحظ من المثال السابق أن الطاقة اللازمة لفصل أحد نيوكليونات نواة البوتاسيوم أكبر من تلك اللازمة لفصل أحد نيوكليونات نواة اليورانيوم؛ وهذا يعني أن نواة البوتاسيوم أكثر استقرارًا من نواة اليورانيوم، وبوجه عام فإنه كلما كانت طاقة الربط النووية لكل نيوكليون أكبر كانت النواة أكثر استقرارًا

ويوضح الشكل علاقة طاقة الربط النووية لكل نيوكليون مع العدد الكتلي للنوى المختلفة.



نلاحظ من المنحنى أن النوى المتوسطة (٥٠ ≤ A ≤ ٨٠) لها أعلى طاقة ربط نووية لكل نيوكليون؛ ما يجعلها أكثر استقرارًا من غيرها؛ إذ يظهر من المنحنى أن القيمة العظمى لطاقة الربط النووية لكل نيوكليون (٨,٨) مليون إلكترون فولت/نيوكليون تكون لنواة الحديد $^{56}_{26}Fe$ إحدى النوى المتوسطة.

أما النوى الخفيفة (A < ٥٠) فإن طاقة الربط النووية لكل نيوكليون فيها تكون أقل بالنسبة إلى النوى المتوسطة، لذلك يمكنها الاندماج لتكوين نوى كتلها أقرب إلى كتلة نواة الحديد لتصبح أكثر استقرارًا، ويصاحب ذلك تحرر قدر من الطاقة.

وكذلك النوى الثقيلة (A > ٨٠) فإن طاقة الربط النووية لكل نيوكليون فيها تكون أقل بالنسبة إلى النوى المتوسطة؛ لذلك يمكنها الانشطار لتكوين نواتين أكثر استقرارًا، كتلة كل منهما أقرب إلى كتلة نواة الحديد، مع تحرر قدر من الطاقة.

س 18 احسب الطاقة الناتجة من تحويل (١ × ١٠$^{-٣}$) كغ من المادة إلى طاقة بوحدة الجول، ثم المليون إلكترون فولت.

* (جول) $ط = ك \times س^{٢} = (١ \times ١٠^{-٣})(٣ \times ١٠^{٨})^{٢} = ٩ \times ١٠^{١٣}$ جول .

* (M eV) $ط = ك \times ق_{ف} \Leftarrow ق_{ف} = \frac{ط}{ك} = \frac{٩ \times ١٠^{١٣}}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}} = ٥,٦٢٥ \times ١٠^{٣٢}$ eV

للتحويل مليونه eV $\Leftarrow$ $٥,٦٢٥ \times ١٠^{٦} \times ١٠^{٢٦} = ٥,٦٢٥ \times ١٠^{٢٦}$ مليونه eV

س 19 رتب تصاعديًا نوى العناصر الآتية: $^{56}_{26}Fe$ ، $^{208}_{82}Pb$ ، $^{238}_{92}U$ ، وفق طاقة الربط النووية لكل نيوكليون.

من منحنى (طاقة الربط لكل نيوكليون– العدد الكتلي) نجد ان التناسب عكسي بين طاقة الربط لكل نيوكليون والعدد الكتلي للأنوية الثقيلة كما أن الانويه المتوسطة تكون لها اعلى طاقة ربط لكل نيوكليون وعليه يكون ترتيب الانوية تصاعديًا على النحو الآتي: $^{238}_{92}U$ ثم $^{208}_{82}Pb$ ثم $^{56}_{26}Fe$.

←

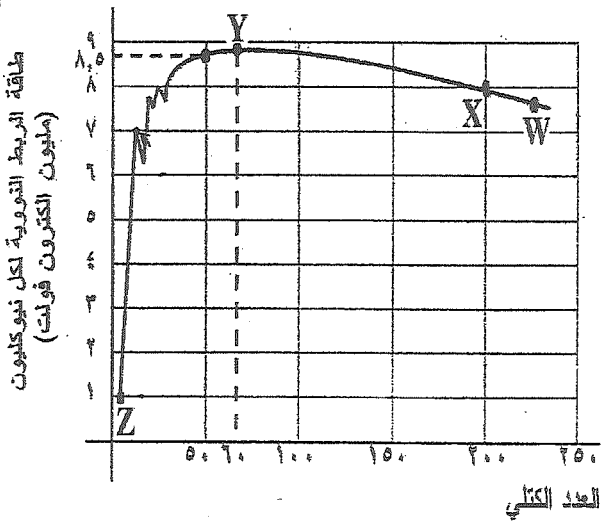
لـ حسب البعد عنه (العدد الكتلي (٥٦)
كل ما ابتعدنا عنه قلت معدل طاقة الربط.

س 20

(س، ص) نواتان ثقيلتان لهما العدد الكتلي نفسه، إذا علمت أن النواة (س) تمتلك طاقة ربط نووية أكبر من النواة (ص) فأي النواتين أكثر استقرارًا؟ فسر إجابتك.

تحدد طاقة الربط لكل نيوكليون أي الأنوية أكثر استقرارًا وتعتمد طاقة الربط لكل نيوكليون على طاقة الربط والعدد الكتلي وبما ان العدد الكتلي للنواتين متساو فإن طاقة الربط ستحدد مقدار طاقة الربط لكل نيوكليون، وبما ان طاقة الربط للنواة س اكبر منها للنواة ص فإن طاقة الربط لكل نيوكليون للنواة س اكبر طاقة الربط لكل نيوكليون للنواة ص.

س 21



يمثل المنحنى المجاور العلاقة بين طاقة الربط النووية لكل نيوكلون والعدد الكتلي لمجموعة من العناصر هي (X , Y , Z , W) . اعتمادا على المنحنى اجب عن الاسئلة التالية :

1) أي هذه العناصر أكثر استقرارا ؟. ولماذا؟.
2) أي هذه العناصر اكثر قابلية للانشطار وايها اكثر قابلية للاندماج عند احداث تفاعل نووي؟.
3) احسب طاقة الربط النووية لنواة العنصر (X)؟..

الجواب:

1) العنصر الاكثر استقرارا هو العنصر (Y) , لانه يمتلك أكبر معدل طاقة ربط نووية , وزيادة طاقة الربط تزيد من استقرار العنصر.
2) العنصر الاكثر قابلية للانشطار هو (W) , والعنصر الاكثر قابلية للاندماج هو (Z).
3) طاقة الربط لكل نيوكلون للعنصر (X) تساوي (٨)
اذن : طاقة الربط = طاقة الربط لكل نيوكلون x العدد الكتلي = (٨)(٢٠٠) = ١٦٠٠ MeV

س 22 اذا تولدت طاقة (22.5×10^{25} MeV) من تفاعل نووي فاحسب النقص في كتلة الوقود النووي بالكيلوغرام)؟.
الحل: يجب تحويل الطاقة الى وحدة الجول.

١ جول = 1.602×10^{-19} MeV

22.5×10^{25} MeV = $22.5\times10^{25}\times1.602\times10^{-19}$ = 36×10^{6} جول

$\Delta m = \frac{E}{c^2} = \frac{36\times10^{6}}{(3\times10^{8})^2} = 4\times10^{-10}$ كغم

ملاحظة:
الكتلة الدقيقة للنواة وليس التقريبية ... و.ك.ذ

يمكن حساب كتلة النواة (الدقيقة) من: $\Delta ك = [(Z \times ك_p) + (N \times ك_n)] - ك_{النواة}$

حيث ($\Delta ك$): طاقة الربط النووية بوحدة (و.ك.ذ) أو فرق الكتلة

س 23 إذا كانت طاقة الربط لكل نيوكليون في نواة الهيليوم ^4_2He يساوي(5) مليون إلكترون فولت فاحسب طاقة الربط النووية للنواة؟.

$ط_{ر} = ط_{ر} \times A = (٥)(٤) = ٢٠ MeV$ ⇐ $\frac{ط_{ر}}{A} = ط_{ر}$

س 24 في الجدول المجاور طاقة الربط النووية لثلاثة انوية,اعتماد على البيانات المبينة في الجدول. اجب عما يلي؟.

النواة	^4_2X	^6_3Y	^9_4Z
طاقة الربط بوحدة MeV	٢٨	٣٣	٥٨,٥

1) أي الانوية الاكثر استقرارا ؟.ولماذا؟.

الجواب:العنصر ^4_2X الاكثر استقرارا ,لان طاقة الربط لكل نيوكلون له هي الاكثر

$ط_{ر} = \frac{٢٨}{٤} = ٧ MeV$ ، $ط_{ر} = \frac{٣٣}{٦} = ٥,٥$

$ط_{ر} = \frac{٥٨,٥}{٩} = ٦,٥$ ⇐ X الاكثر استقراراً

2)احسب كتلة النواة (^4_2X)؟.

الجواب: $ط_{الربط} = (Z \times ك_p + N \times ك_N) - ك_{النواة}$

$\frac{٢٨}{٩٣١}$ و.ك.ذ. $= (٢ \times ١,٠٠٧٣ + ٢ \times ١,٠٠٨٧) - ك_{النواة}$ ⇐ $ك_{النواة} = ٤,٠٠٨$ و.ك.ذ.

س 25 اذا علمت ان كتلة نواة عنصر المغنيسيوم $^{27}_{12}Mg$ تساوي (27) و.ك.ذ فاجب عما ياتي:

1) احسب طاقة الربط النووية بوحدة و.ك.ذ .
2) احسب نصف قطر نواة العنصر .
3) ما عدد كل من البروتونات والنيوترونات في نواة هذا العنصر .

؟

الجواب:

1) 0.2172 و.ك.ذ 2) 3.6×10^{-15} م 3) 12 , 15

س 26 احسب معدل طاقة الربط النووية لكل نيوكلون بوحدة (الالكترون ـفولت) لذرة ^7_3Li اذا علمت ان:
ك $_{Li}$ = 7.016 و.ك.ذ , ك $_{بروتون}$ = 1.0073 و.ك.ذ , ك $_{نيوترون}$ = 1.0087 و.ك.ذ ؟.

الجواب:(5.4131 MeV /نيوكلون)

النشاط الاشعاعي:

وضح المقصود بالنشاط الإشعاعي ؟

هي عملية الانبعث التلقائي للإشعاع من النوى غير المستقرة .

توصف النوى غير المستقرة بأنها مشعة ؟

توجد في الطبيعة نوى مستقرة و أخرى غير مستقرة و تعد العناصر جميعها التي يزيد عددها الذري على (83) غير مستقرة و للوصول إلى حالة الاستقرار تتحول النواة غير المستقرة في الطبيعة إلى نواة أخرى عن طريق التخلص من جزء من طاقتها على شكل انبعاث إشعاعات أو جسيمات فتتغير مكونات النواة (تضمحل) لذا توصف النوى غير المستقرة بأنها مشعة

الاشعاع المنبعث يتالف من ثلاثة انواع , وهي:-

1) جسيمات الفا (α) : جسيمات موجبة الشحنة تتكون من بروتونين ونيوترونين وهي تماثل نوى هيليوم $^{4}_{2}He$.
2) جسيمات بيتا (β) : جسيمات سالبة الشحنة وتتكون من إلكترونات
3) أشعة غاما (γ) وهي فوتونات ذات طاقة عالية(تردد كبير), وليس لها شحنة وتعتبر جزء من الطيف الكهرومغناطيسي.

ملخص خصائص (γ ,β ,α) ← في الجدول ص

* (مصدر هذه الإشعاعات هو نوى العناصر غير المستقرة)

س 27 اذكر قوانين الحفظ الاربعة التي يجب ان تتحقق في الاضمحلال ؟.

1) قانون حفظ الكتلة –الطاقة.
2) قانون حفظ الزخم.
3) قانون حفظ العدد الكتلي.
4) قانون حفظ الشحنة(العدد الذري).

ص ٢٦ وعكرر في أسئلة الوزارة

اضمحلال الفا

اذكر خصائص أشعة ألفا ؟

1) يتكون الجسيم الواحد منها من بروتونين و نيوترونين لذى فهي أنوية ذرات الهيليوم $^{4}_{2}H$;
2) مشحونة بشحنة موجبة .
3) كتلتها كبيرة بالنسبة للإشعاعات النووية الأخرى .
4) شحنتها كبيرة بالنسبة للإشعاعات النووية الأخرى.
5) نفاذيتها ضعيفة بسبب كبر كتلتها (لا تكاد تخترق الورقة). ← سؤال علل
6) قدرتها على التأين كبيرة بسبب كبر كتلتها وشحنتها . ← سؤال علل

عملية إضمحلال الفا:- يمكن التعبير عن اضمحلال الفا بالمعادلة التالية:-
اي ان العدد الكتلي ينقص بمقدار (4) والعدد الذري ينقص بمقدار (2).

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

يخضع اضمحلال ألفا لمبادئ حفظ الكميات الفيزيائية

1) مبدأ حفظ العدد الكتلي " إن مجموع الأعداد الكتلية للنواتج يساوي العدد الكتلي للنواة الأم "

$$^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$$

2) مبدأ حفظ العدد الذري " يكون مجموع الأعداد الذرية للنواتج مساويا العدد الذري للنواة الأم "
ويعد صورة من صور قانون حفظ الشحنة.

3) مبدأ حفظ الزخم . " الزخم الخطي للنوى و الجسيمات المتفاعلة أو المضمحلة يساوي الزخم الخطي للنوى والجسيمات الناتجة من التفاعل أو الاضمحلال".

4) مبدأ حفظ (الطاقة – الكتلة) " إن مجموع الطاقة و الكتلة للنوى و الجسيمات المتفاعلة أو المضمحلة مساويا لمجموع الطاقة و الكتلة للنوى و الجسيمات الناتجة من التفاعل أو الاضمحلال".

.....

س 28 تضمحل نواة اليورانيوم($^{232}_{92}U$) إلى ثوريوم($^{228}_{90}Th$) باعثة جسيم الفا , اكتب معادلة موزونة تعبر عن الاضمحلال ؟؟

الحل ⇐ $^{232}_{92}U \longrightarrow {}^{228}_{90}Th + {}^{4}_{2}\alpha$

.....

اضمحلال بيتا

اذكر خصائص أشعة بيتا ؟

1) الكترونات سالبة الشحنة و يعبر عنها بالرمز $(_{-1}^{0}e)$.
2) كتلتها صغيرة جدا.
3) سرعة جسيم (β) عالية جدا .
4) قدرة تأين جسيم (β) قليلة في الأوساط التي تعبرها علل ؟
5) قدرة نفاذ جسيم بيتا كبيرة علل ؟

* تميل بعض النوى الى بعث جسيم بيتا لتتحول الى نواة أكثر استقرارا وتسمى هذه العملية اضمحلال بيتا , وهناك نوعان من جسيمات بيتا التي تنبعث من النواة .

أنواع جسيمات بيتا :

1) جسيم بيتا السالب (β^{-1}) : إلكترون سالب الشحنة ($_{-1}e^{0}$) .
2) جسيم بيتا الموجب (β^{+1}) : بوزيترونات موجبة الشحنة ($_{+1}e^{0}$) ⇐ الالكترونة الموجب

*اضمحلال بيتا السالبة:- (الالكترونات) نواة تشع الكترون (β^-) حتى تستقر.

يمكن التعبير عن هذا الاضمحلال بالمعادلة النووية التالية:- $^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$ (ضديد نيوترينو)

أي يبقى العدد الكتلي ثابتا ويزداد العدد الذري واحدا , أي يزداد عدد البروتونات واحدا ويقل عدد النيوترونات واحدا .

* علل: انبعاث جسيمات بيتا السالبة من أنوية بعض العناصر المشعة لها على الرغم أن الالكترون ليس من مكونات النواة ؟

ج: عندما يتحلل أحد نيوترونات النواة ينتج إلكترون و بروتون ، وبسبب صغر كتلة الإلكترون ووفق فرضية دي بروي يكون الطول الموجي المصاحب للإلكترون كبيرا مقارنة بأبعاد النواة فتبعثه النواة خارجها ، بينما يبقى البروتون ذو الكتلة الكبيرة داخلها .

* ويتم ذلك حسب المعادلة التالية (معادلة تحلل النيوترون) $^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$

وضح المقصود بضديد النيوترينو و لماذا يتبع دائما اضمحلال بيتا السالب ؟

ضديد النيوترينو ($\bar{\nu}$) : جسيم صغير الكتلة و غير مشحون ينبعث ضديد النيوترينو حاملا جزء من الطاقة التي تبدو ضائعة ليتحقق مبدأ حفظ (الطاقة- الكتلة) و مبدأ الزخم الخطي .

مثال : اضمحلال نواة نظير الكربون إلى نواة النيتروجين.

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

اضمحلال بيتا الموجبة (البوزيترون). نواة تشع بوزيترون (β^+) حتى تستقر.

* يطلق على جسيم بيتا الموجب اسم (البوزيترون).
البوزيترون: هو جسيم له نفس خصائص الالكترون الا ان شحنته موجبة .

* علل: انبعاث جسيمات بيتا الموجبة من أنوية بعض العناصر المشعة لها على الرغم أن البوزترون ليس من مكونات النواة ؟

ج: عندما يتحلل أحد بروتونات النواة ينتج نيوترون و بوزترون ، وبسبب صغر كتلة البوزترون ووفق فرضية دي بروي يكون الطول الموجي المصاحب للبوزترون كبيرا مقارنة بأبعاد النواة فتبعثه النواة خارجها ، بينما يبقى النويترون ذو الكتلة الكبيرة داخلها .

* وضح المقصود بالنيوترينو و لماذا يتبع دائما اضمحلال بيتا الموجب ؟

النيوترينو (ν) : جسيم صغير الكتلة و غير مشحون . ينبعث النيوترينو حاملا جزء من الطاقة التي تبدو ضائعة ليتحقق مبدأ حفظ (الطاقة- الكتلة) و مبدأ الزخم الخطي .

* ويتم التعبير عن تحلل البروتون بالمعادلة التالية:- $^{1}_{1}p \longrightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{+1}e + \nu$

* أما انبعاث جسيمات بيتا الموجبة (البوزيترونات) فيتم التعبير عنها بالمعادلة التالية:-

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

اي يبقى العدد الكتلي ثابتا وينقص العدد الذري واحدا , اي يزداد عدد النيوترونات واحدا وينقص عدد البروتونات واحدا بحيث يبقى العدد الكتلي ثابتا.

*مثال : اضمحلال نواة نظير النحاس إلى نواة النيكل .

$$^{64}_{29}Cu \longrightarrow ^{64}_{28}Ni + ^{0}_{+1}e + \nu$$

.....

س 29 ما سبب انبعاث البوزيترون من النواة؟.
ج ـ نتيجة تحلل البروتون إلى نيوترون وبوزيترون.

؟؟

.....

س 30 ما الفرق بين الإلكترون والبوزيترون؟.
ج:ـ البوزيترون جسيم مشابه للإلكترون في جميع خصائصه عدا انه (البوزيترون) موجب الشحنة أما الإلكترون سالب الشحنة.

.....

س 31 هل يمكن لنواة العنصر ان تطلق جسيم الفا وجسيم بيتا معا؟.
ج:ـ لا يمكن ذلك.

ملغي

.....

س 32 ما المقصود بالنيوترينو؟.
ج:ـ هو جسيم ذو كتلة صغيرة جدا اصغر من كتلة الإلكترون (يمكن اعتبارها صفر) ومتعادل كهربائيا وينتج عن تحلل البروتون.

.....

س 33 ما الجسيمات التي تنتج عن تحلل كل من البروتون والنيوترون؟.
ج:ـ ينتج عن تحلل البروتون : 1) نيوترون 2) بوزيترون 3) نيوترينو
ينتج عن تحلل النيوترون : 1) بروتون 2) الكترون 3) ضديد نيوترينو

.....

<u>اضمحلال غاما</u>

*اذكر خصائص أشعة غاما ؟

1) موجات كهرومغناطيسية (فوتونات) ليس لها كتلة .
2) طاقتها عالية جدا.
3) غير مشحونة .
4) قدرة تأينها منخفضة جدا . علل ؟
5) قدرة نفاذها عالية جدا. علل ؟

لانه ليس لها كتلة ولا شحنة

لانه ليس لها كتلة ولا شحنة

عملية إضمحلال غاما:

*عندما تبعث نواة ما دقائق ألفا و بيتا فان النواة الناتجة - غالبا - تبقى مثارة لامتلاكها طاقة زائدة عن الوضع الطبيعي لها و لكي تستقر النواة تتخلص من هذه الطاقة باعثة أشعة غاما ، ولا يحدث عندئذ أي تغيير في العددين الكتلي و الذري للنواة الباعثة ويمكن التعبير عن اضمحلال غاما بالمعادلة النووية التالية :

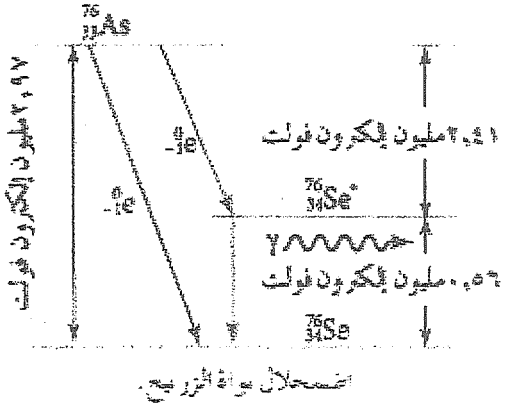
$${}^{A}_{Z}X^{*} \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{0}_{0}\gamma$$

نواة مثارة X^* ← نواة مستقرة

ونلاحظ ان النواة التي تشع غاما لا يتغير عددها الكتلي ولا عددها الذري ,لذلك لا تتحول الى نواة عنصر آخر.

* مثال على اضمحلال غاما:-

ويبين الشكل اضمحلال نواة الزرنيخ ${}^{76}_{33}As$ المشعة، حيث يمكن أن تصل إلى حالة الاستقرار بإنتاج نواة جديدة بإحدى طريقتين:



اضمحلال نواة الزرنيخ

الطريقة الأولى: وتتم في مرحلة واحدة حيث تبعث نواة الزرنيخ ${}^{76}_{33}As$ دقيقة بيتا سالبة طاقتها (٢,٩٧) مليون إلكترون فولت، وتنتج نواة السيلينيوم ${}^{76}_{34}Se$ في حالة الاستقرار وفق المعادلة النووية الآتية:

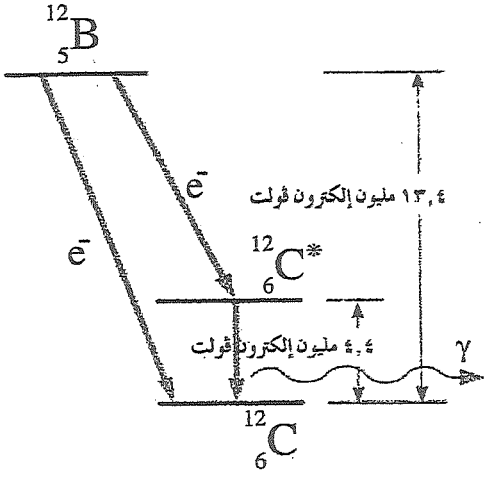
$${}^{76}_{33}As \longrightarrow {}^{76}_{34}Se + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$$

الطريقة الثانية: وتتم في مرحلتين حيث تبعث نواة الزرنيخ ${}^{76}_{33}As$ دقيقة بيتا سالبة طاقتها (٢,٤١) مليون إلكترون فولت، فتنتج نواة السيلينيوم ${}^{76}_{34}Se^{*}$ المثارة، ولكي تصل الأخيرة إلى حالة الاستقرار تبعث أشعة غاما(γ) على هيئة فوتون طاقته (٠,٥٦) مليون إلكترون فولت، والمعادلتان النوويتان الآتيتان توضحان ذلك:

$${}^{76}_{33}As \longrightarrow {}^{76}_{34}Se^{*} + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$$

$${}^{76}_{34}Se^{*} \longrightarrow {}^{76}_{34}Se + \gamma$$

س 34يمثل الشكل المجاور اشعاع نواة عنصر البورون($^{12}_{5}B$) لجسيم بيتا بطريقتين للوصول الى نواة الكربون $^{12}_{6}C$ المستقرة, معتمدا على الشكل اجب عما يلي:-



1)أكتب معادلة موزونة لاشعاع ذرة البورون وتحولها مباشرة لنواة الكربون في الطريقة الاولى؟.

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

2)فسر انبعاث أشعة غاما في الطريقة الثانية؟.

حتى تصل نواة $^{12}_{6}C^*$ الى الحالة الاستقرار .

3)ما مقدار طاقة كل من (جسيم بيتا, أشعة غاما) في الطريقة الثانية؟.

طاقة β = ١٣,٤ - ٤,٤ = ٩ MeV ، طاقة γ = ٤,٤ MeV .

س 35ما التغير الذي يحدث على كل من العدد الذري و العدد الكتلي لنواة غير مستقرة اذا:-

1) أطلقت دقيقة الفا .
2) بعثت اشعة غاما .
3) اطلقت (جسيما) بيتا .

	Z	A
$^{A}_{Z}X$	يقل ٢	يقل ٤
$^{A}_{Z}X$	لا يتغير	لا يتغير
$^{A}_{Z}X$	يزداد ١	لا يتغير

س 36 إن انبعاث البوزيترون في المعادلة النووية الآتية $^{14}_{7}N \longrightarrow {}^{14}_{6}C + {}^{0}_{+1}\beta + \nu$ ناتج عن تحلل :

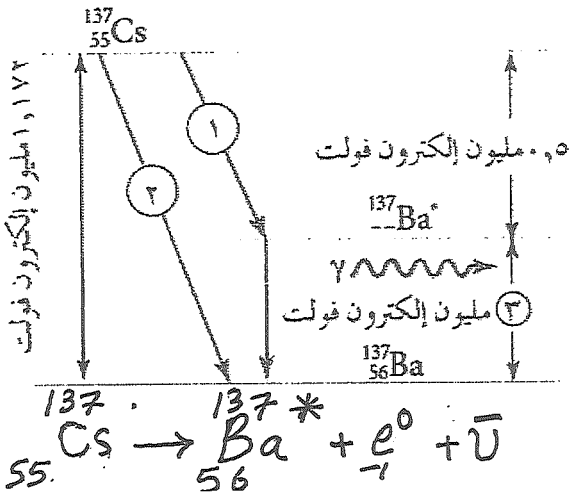
أ) بروتون داخل نواة ($^{14}_{7}N$)
ب) بروتون داخل نواة ($^{14}_{6}C$)
ج) نيوترون داخل نواة ($^{13}_{7}N$)
د) نيوترون داخل نواة ($^{14}_{6}C$)

س 37 أي النوى الآتية تنتج عندما تضمحل نواة البولونيوم $^{210}_{84}Po$ باعثة دقيقة ألفا:

($^{206}_{82}Pb$ ، $^{208}_{82}Pb$ ، $^{210}_{82}Pb$)؟

الجواب :

س 38 يمثل الشكل اضمحلال نواة السيزيوم، تأمل الشكل وأجب عن الأسئلة الآتية:



أ ما نوع الإشعاعات المنبعثة والمشار إليها بالرقم (١) والرقم (٢)؟

(١) جسيما بيتا β

(٢) جسيما بيتا β

ب احسب طاقة الفوتون المنبعث المشار إليها بالرقم (٣).

$E = 1,172 - 0,511 = 0,661$ MeV

جـ اكتب معادلة نووية موزونة تمثل اضمحلال نواة Cs إلى نواة Ba^*

$$^{137}_{55}Cs \rightarrow {}^{137}_{56}Ba^* + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$$

س: أكمل المعادلات التالية:

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

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

③ $^{56}_{27}Co \rightarrow {}^{56}_{26}Fe + \text{....} + \text{....}$ $(^{0}_{1}e + \nu)$

④ $\text{.....} \rightarrow {}^{65}_{28}Ni + {}^{0}_{0}\gamma$ $(^{65}_{28}Ni^*)$

⑤ $^{103}_{45}Rh + {}^{1}_{0}n \rightarrow \text{.....}$ $(^{104}_{45}Rh)$

⑥ $^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + \text{...} + \text{.....}$ $(^{0}_{-1}e + \bar{\nu})$

⑦ $\text{.....} + {}^{26}_{12}Mg \rightarrow {}^{24}_{11}Na + {}^{4}_{2}He$ $(^{2}_{1}X \Rightarrow {}^{2}_{1}H)$

⑧ $^{1}_{1}p + {}^{27}_{13}Al \rightarrow {}^{24}_{12}Mg + \text{.....}$ $(^{4}_{2}\alpha)$

⑨ $^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \rightarrow {}^{92}_{36}Kr + {}^{141}_{56}Ba + \text{....}$ $(3\,{}^{1}_{0}n)$

⑩ $^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}p + \text{...} + \text{....}$ $(^{0}_{-1}e + \bar{\nu})$

الاضمحلال الاشعاعي الطبيعي:

وضح المقصود بسلاسل الاضمحلال الإشعاعي الطبيعي ؟

هي مجموعة التحولات التلقائية التي تبدا بنواة نظير مشع لعنصر ثقيل ، وتنتهي بنواة نظير مستقر لعنصر آخر و يصاحب كل تحول انبعاث دقائق الفا او دقائق بيتا .

ما هي أشهر سلاسل الاضمحلال الإشعاعي الطبيعي ؟

1 - سلسلة اليورانيوم : تبدأ بنظير اليورانيوم $^{238}_{92}U$

2 - سلسلة الأكتينيوم : تبدأ بنظير اليورانيوم $^{235}_{92}U$

3 - سلسلة الثوريوم : تبدأ بنظير الثوريوم $^{232}_{90}Th$

ملاحظات : 1- تسمى السلسلة باسم العنصر الأطول عمرا فيها ⇐ العنصر الاول في السلسلة !

2 -تبدأ سلاسل الاضمحلال الإشعاعي الطبيعي بنواة نظير مشع وتنتهي جميعها بنواة أحد نظائر الرصاص المستقر .

* يمثل الشكل سلسلة الاضمحلال الطبيعي لنواة الثوريوم

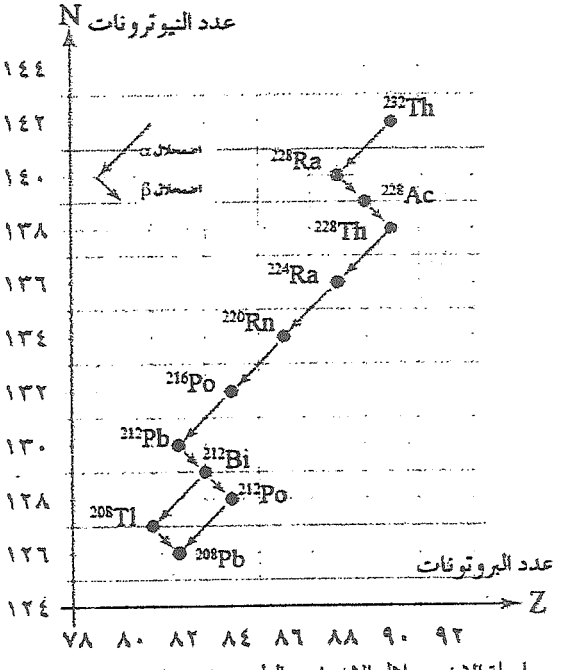
1 - لاحظ أن نواة الثوريوم تبدأ بإشعاع دقيقة ألفا لتنتج نواة الراديوم و التي تضمحل إلى نواة اكتينيوم باعثة دقيقة بيتا السالبة ، ويستمر الاضمحلال المتتابع للنوى حتى يصل إلى نواة البزموث حيث تواجه النواة أكثر من اضمحلال محتمل لها ، وتنتهي هذه السلسلة بنواة نظير الرصاص المستقر .

2 - بتأمل كامل اضمحلالات سلسلة الثوريوم نلاحظ أنه

ينبعث (6) دقائق ألفا و (4) دقائق بيتا السالبة عبر أي مسار اضمحلال محتمل يتم اختياره ، لذا يمكن التعبير عن اضمحلالات هذه السلسلة جميعها بالمعادلة النووية التالية :

$$^{232}_{90}Th \longrightarrow ^{208}_{82}Pb + 6\,^{4}_{2}He + 4\,^{0}_{-1}e + 4\,\bar{\nu}$$

3 - لاحظ أن مبدأ حفظ العدد الذري و الكتلي و حفظ الزخم و حفظ (الطاقة – الكتلة) تتحقق في جميعها في هذه المعادلة النووية و جميع المعادلات النووية.



سلسلة الاضمحلال الإشعاعي الطبيعي لنواة الثوريوم ٢٣٢.

س 41 تضمحل نواة اليورانيوم $^{238}_{92}U$ وفق المعادلة النووية الآتية:

$$^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + 6\,{}^{4}_{2}He + 3\,{}^{0}_{-1}e + 3\,\bar{\nu}$$

أ ما العدد الكتلي (A) للنواة الناتجة (X)؟ ب ما العدد الذري (Z) للنواة الناتجة (X)؟

الاعداد الكتلية : $238 = A + 6 \times 4 + 0 \times 3$

$$A = 214 \Leftarrow$$

الاعداد الذرية : $92 = Z + 2 \times 6 + (-1) \times 3$

$$Z = 83 \leftarrow$$

س 42 تمر نواة البروتكتينيوم $^{234}_{91}Pa$ في إحدى سلاسل الاضمحلال الإشعاعي الطبيعي بسلسلة اضمحلالات إشعاعية لتنتج نواة الرصاص $^{210}_{82}Pb$ كما في المعادلة النووية الآتية:

$$^{234}_{91}Pa \longrightarrow {}^{210}_{82}Pb + س\,{}^{4}_{2}He + ص\,{}^{0}_{-1}e + ص\,\bar{\nu}$$

حيث (س): عدد دقائق ألفا المنبعثة، (ص): عدد دقائق بيتا السالبة المنبعثة أو عدد جسيمات ضديد النيوترينو. احسب قيمة (س)، و(ص) في السلسلة السابقة.

(ل) $\Leftarrow 234 = 210 + 4 \times س + 0 \times ص$

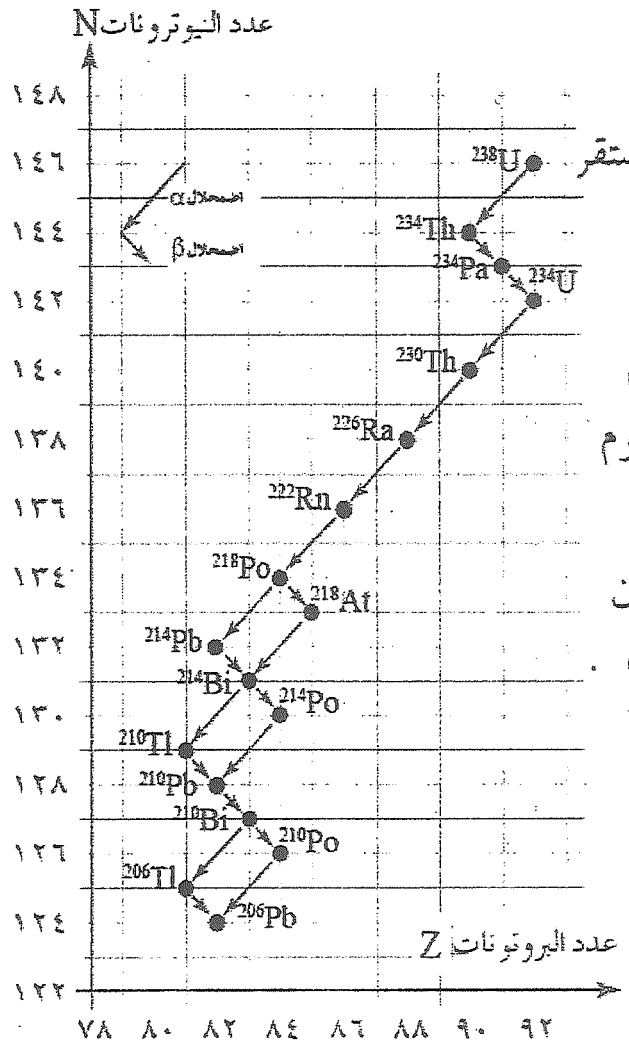
$س = 6 \Leftarrow (س = 24$ جسيمات $\alpha)$

(ذ) $\Leftarrow 91 = 82 + 2 \times س + (-1) \times ص$

$ص = 94 - 91 = 3 \Leftarrow (ص = 3$ جسيمات $\beta)$

س 47

يوضح الشكل إحدى سلاسل الاضمحلال الإشعاعي الطبيعي، مستعينًا بالشكل أجب عما يأتي:



أ ما اسم هذه السلسلة؟

ب أي نظائر الرصاص الناتجة الآتية مستقر ($^{214}_{82}Pb$ ، $^{210}_{82}Pb$ ، $^{206}_{82}Pb$)؟ ولماذا؟

جـ كم عدد كل من دقائق ألفا ودقائق بيتا السالبة المنبعثة نتيجة اضمحلال نواة اليورانيوم $^{238}_{92}U$ إلى نواة بولونيوم $^{218}_{84}Po$ ؟

د اكتب معادلة نووية موزونة تعبر عن الاضمحلالات المذكورة في الفرع السابق.

هـ ما العدد الكتلي والعدد الذري للنواة الناتجة من سلسلة تحولات تبدأ بنواة الراديوم $^{226}_{88}Ra$ تنبعث فيها (٥) دقائق ألفا و (٣) دقائق بيتا السالبة؟

الحل: ① سلسلة يورانيوم - ٢٣٨ ② $^{206}_{82}Pb$ لأنه نواتج إنتهت به.

③ ٥ جسيمات α < ٤ β

$$^{238}_{92}U \longrightarrow ^{218}_{84}Pb + 5\,^{4}_{2}\alpha + 2\,^{0}_{-1}\beta + 2\bar{\upsilon}$$

④ حسب المخطط $\Leftarrow$ ^{206}Tl

⑤ بالمعادلات

$$^{226}_{88}Ra \longrightarrow ^{A}_{Z}X + 5\,^{4}_{2}\alpha + 3\,^{0}_{-1}\beta + 3\bar{\upsilon}$$

نجد أن $A = 206$ ، $Z = 81$ $\Leftarrow$ $^{206}_{81}Tl = ^{A}_{Z}X$

الإشعاع النووي الصناعي:

ما المقصود بالتفاعل النووي ؟

هي العملية التي يتم فيها إحداث تغيير في مكونات نواة ما .

كيف يتم إحداث تفاعل نووي صناعي ؟

لإحداث تفاعل نووي بين نواة و جسيم يتم تسريع الجسيم (القذيفة) باستخدام أجهزة خاصة يطلق عليها اسم المسارعات النووية . تكتسب القذيفة طاقة حركية كافية تمكنها من اختراق النواة ، و إحداث التحولات النووية ويمكن التعبير عن التفاعل النووي بالمعادلة الآتية :

$$a + X \longrightarrow (C.N)^* \longrightarrow Y + b$$

حيث أن (a): الجسيم القذيفة (أقل A للمتفاعلات)
(X): النواة الهدف
$(C.N)^*$: النواة المركبة
(Y): النواة الناتجة
(b): الجسيم الناتج (أقل A للنواتج)

إشعاع نواة ناتجة نواة مركبة هدف قذيفة

ملاحظة هامة :
طح للإشعاع (b) < طح للنواة الناتجة (Y)
لأنه ك b < ك Y

تمتص النواة الهدف القذيفة فتتشكل نواة مركبة تكون في حالة إثارة و عدم استقرار ، ثم ما تلبث النواة المركبة أن تضمحل في مدة زمنية قصيرة جدا لذلك تعد النواة المركبة حالة انتقالية مؤقتة تتحلل سريعا في التفاعل النووي ويسمى الإشعاع الصادر عنها في هذه الحالة إشعاعا نوويا صناعيا .

*** اذكر أمثلة على القذائف في التفاعلات النووية الصناعية ؟**

1 - النيوترون (^1_0n) : ويعد من أفضل القذائف النووية في إنتاج النظائر المشعة لأنه متعادل كهربائيا فلا يتفاعل مع النواة تجاذبا أو تنافرا.

2 - البروتون (^1_1H). 3- دقائق ألفا (^4_2He). 4- الديتيريوم (^2_1H).

*** من الأمثلة على التفاعلات النووية التي تنتج إشعاعات نووية صناعية :**

$$^1_1H + ^7_3Li \longrightarrow ^8_4Be^* \longrightarrow ^7_4Be + ^1_0n$$

$$^1_0n + ^{14}_7N \longrightarrow ^{15}_7N^* \longrightarrow ^{14}_6C + ^1_1H$$

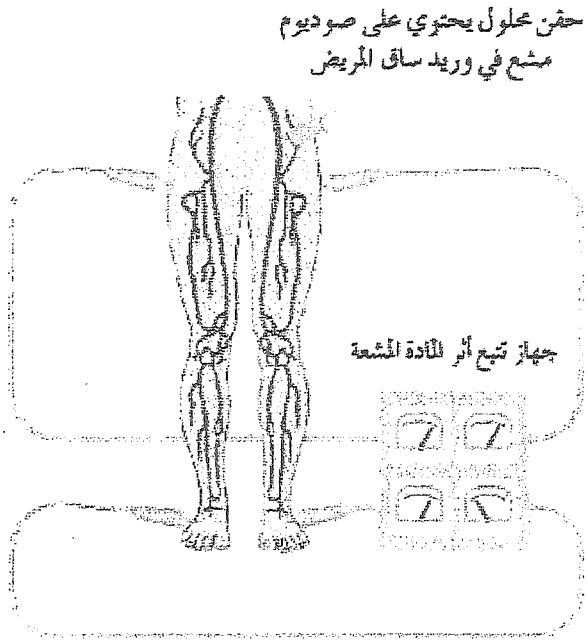
*** وضح أهمية التفاعلات النووية الصناعية ؟**

تكمن أهمية التفاعلات النووية الصناعية في إمكانية (١) تحويل عنصر معين إلى عنصر آخر، و (٢) إنتاج النظائر المشعة و كذلك (٣) الحصول على جسيمات أو أشعة ذات طاقة عالية ، ولقد اتسع نطاق استخدام الأشعة النووية الصناعية و النظائر المشعة في الكثير من مجالات الحياة المختلفة و منها المجال الطبي .

* اذكر تطبيقات عملية على استخدام الأشعة النووية الصناعية و النظائر المشعة ؟

1 - التعقب فهم وليس حفظ

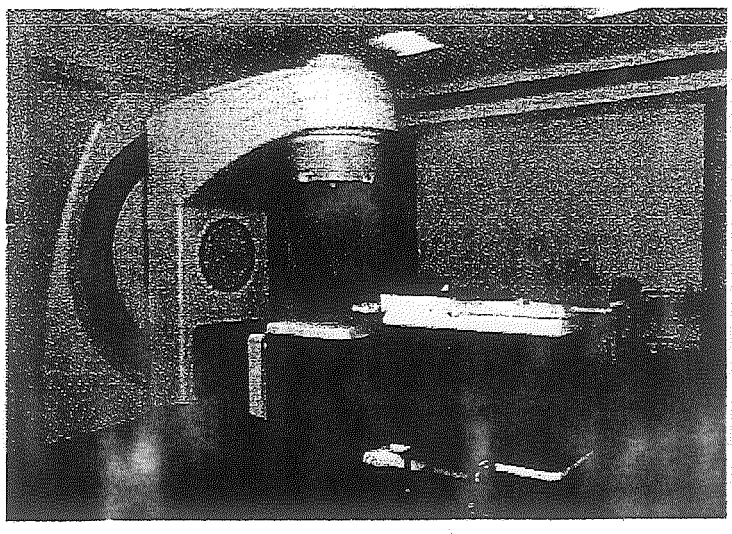
يتم الكشف عن وجود الانسدادات في الأوعية الدموية أو غيابها عن طريق تعقب الإشعاع في جسم المريض؛ إذ يحقن محلول يحتوي على صوديوم مشع في وريد ساق المريض، لمعرفة مدى نشاط الدورة الدموية لديه، لاحظ الشكل (٨-١١)، ويستطيع الطبيب باستخدام أجهزة خاصة أن يقتفي أثر المادة المشعة ويعرف ما إذا كان دم المريض ينساب بشكل طبيعي في الأوعية الدموية أم لا، ليتم تحديد موقع الانسداد بدقة ووصف العلاج اللازم.



أحد استخدامات تعقب الإشعاع في الطب.

2 - العلاج بالإشعاع فهم وليس حفظ

يمكن أن يكون الإشعاع النووي مفيدًا في الدرجة الأولى في قتل الخلايا السرطانية ذات الانقسامات السريعة، فعندما يتركز الورم في منطقة محددة من الجسم يتم القضاء عليه بتوجيه حزمة ضيقة عالية التركيز من أشعة غاما نحو النسيج السرطاني، وتستخدم أشعة غاما المنبعثة من أحد النظائر المشعة، مثل الكوبالت $^{60}_{27}Co$، ويمكن استخدام الأشعة السينية أو البروتونات أو النيوترونات لهذا الأمر، وذلك باستخدام أجهزة خاصة كما في الشكل



جهاز علاج السرطان بالإشعاع.

* بالرغم من المنافع الكثيرة التي نجنيها من الأشعة النووية عند العلاج بها إلا أن لها أضرارا و أخطارا يصعب تجاهلها لذلك عند العلاج بالإشعاع لابد من مراعاة الأمور التالية لكي يكون الضرر أقل ما يمكن :

1 - تحديد نوع الإشعاع . 2- تحديد طاقة الإشعاع . 3 - تحديد العضو المعرض له (الجلد ، الظهر ، الكبد ...).
4- تحديد زمن التعرض للإشعاع .

ملاحظة هامة :

1 - يعد الإشعاع مصدر خطر حقيقي على صحة الإنسان تبعا لقدرته على التأين :

أ - إذا كان مصدر الإشعاع داخل الجسم كأن يتناول الإنسان طعاما ملوثا بالإشعاع تكون دقائق ألفا في هذه الحالة أكثر خطورة من غيرها إذ ينتج من عملية التأين التي تحدثها دقائق ألفا (α) تفاعلات كيميائية تؤدي إلى إتلاف خلايا الجسم و أنسجته و تحويل الخلايا السليمة التي تعرضت لها إلى خلايا سرطانية ، وحدوث طفرات و تغيرات في المادة الوراثية قد تؤدي إلى ولادة أطفال مشوهين

ب - إذا كان مصدر الإشعاع خارج الجسم فإن أشعة غاما قد الأخطر لقدرتها العالية على النفاذ .

2 - تخضع معادلات التفاعل النووي الصناعي لمبدأ: حفظ الكميات الفيزيائية الأربعة .

.....

س 48 وضح المقصود بالتفاعل النووي.

ج: التفاعل النووي هو أي تغير في مكونات النواة.

.....

س 49 ما التغيرات التي تطرأ على النواة الهدف عند التحامها بقذيفة في أي تفاعل نووي؟

ج: تمتص النواة الهدف القذيفة مشكلة نواة مركبة في حالة إثارة وعدم استقرار ثم ما تلبث النواة الجديدة أن تضمحل في فترة زمنية قصيرة جدًّا.

.....

س 50 حدد مع بيان السبب الأشعة النووية الأكثر خطورة على الإنسان عند التعرض لها:

أ من مصدر خارج جسم الإنسان.

ب من مصدر داخل جسم الإنسان.

ج: أ. خارج جسم الإنسان: أشعة غاما لأنها أكثر قدرة على النفاذ.

ب. داخل جسم الإنسان: أشعة ألفا لأنها أكثر قدرة على التأيين.

تطبيقات التفاعلات النووية:

الانشطار النووي

* **وضح المقصود بالانشطار النووي ؟**

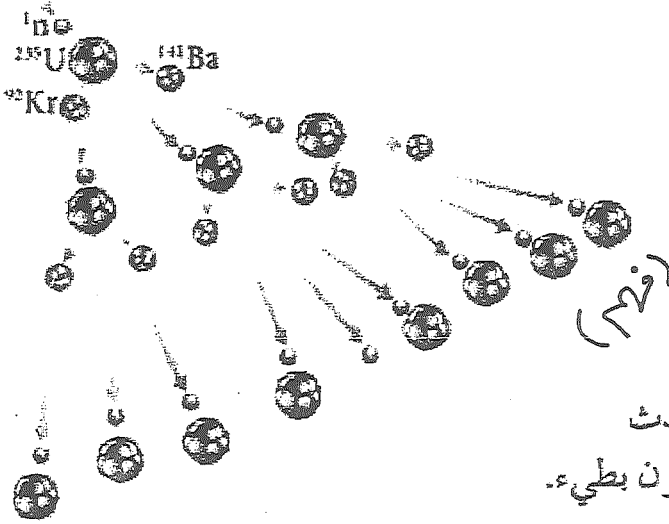
هو تفاعل يحدث فيه انقسام نواة ثقيلة ، عند قذفها بنيوترون ، الى نواتين متوسطتي الكتلة ، ويصاحب ذلك نقص في الكتلة يتحول الى طاقة وفقا لمعادلة اينشتين في تكافوء الطاقة و الكتلة .

* **كيف تحدث عملية الانشطار النووي ؟**

عندما تُقذف نواة ثقيلة كاليورانيوم $^{235}_{92}U$ بنيوترون بطيء فتصبح في حالة إثارة لزمن قصير جدًا؛ ما يجعلها نشطة إشعاعيًا، وحتى تستقر تنشطر إلى نواتين مختلفتين منتجة نيوترونين أو ثلاثة نيوترونات سريعة مع كمية هائلة من الطاقة، كما في أحد الاحتمالات الآتية لتفاعل الانشطار:

$$^{1}_{0}n + ^{235}_{92}U \longrightarrow ^{236}_{92}U^{*} \longrightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{92}_{36}Kr + 3\,^{1}_{0}n$$

تتمكن النيوترونات الناتجة من انشطار نواة اليورانيوم $^{235}_{92}U$ من شطر نوًى أخرى من اليورانيوم $^{235}_{92}U$ في كتلة من اليورانيوم، وبذا يقود كل تفاعل انشطار نووي إلى انشطارات نووية أخرى ويسمى **تتابع انشطار النوى الثقيلة مثل اليورانيوم ($^{235}_{92}U$) نتيجة قذفها بنيوترونات تنبعث من نوى يورانيوم انشطرت سابقًا التفاعل النووي المتسلسل** (Nuclear Chain Reaction).



التفاعل المتسلسل.

ويوضح الشكل التفاعل المتسلسل الذي يحدث عند قذف كتلة من اليورانيوم $^{235}_{92}U$ بنيوترون بطيء.

* **ما الامور التي يجب مراعاتها لادامة التفاعل المتسلسل ؟**

يجب إبطاء سرعة النيوترونات الناتجة من كل انشطار حتى تتمكن من شطر نوى اليورانيوم الأخرى، ولضمان استمرار التفاعل المتسلسل يجب منع تسرب النيوترونات الناتجة من الانشطار خارج كتلة اليورانيوم، ويسمى **الحد الأدنى من كتلة اليورانيوم اللازم لمنع تسرب النيوترونات وإدامة حدوث التفاعل المتسلسل الكتلة الحرجة** (Critical Mass).

* ما أهمية تفاعلات الانشطار النووي الصناعي ؟

يعد الانشطار النووي أهم التفاعلات النووية الصناعية

وتكمن أهمية هذا التفاعل في كمية الطاقة الكبيرة المتحررة منه؛ إذ إن انشطار (١) كغ من اليورانيوم $^{235}_{92}U$ ينتج منه طاقة تبلغ ($٥,٣٢ \times ١٠^{٢٦}$) مليون إلكترون فولت، وهذه الطاقة تكفي لتشغيل مصباح قدرته (١٠٠) واط لمدة (٣٠٠٠٠) سنة تقريبًا؛ وهذا ما حدا بالعلماء للاستفادة من هذه الطاقة في النواحي المختلفة في الحياة.

المفاعل النووي

* وضح المقصود بالمفاعل النووي ؟

هو النظام الذي يعمل على توفير الظروف المناسبة لاستمرار تفاعل الانشطار النووي و السيطرة عليه.

* يوجد عدة أنواع من المفاعلات النووية تبعا لطريقة التبريد المستخدمة فيها .

* ما هي أجزاء المفاعل النووي ؟

مطالعة ذاتية

١ قلب المفاعل ويتكون من:

أ مادة الوقود النووي (يورانيوم $^{235}_{92}U$ أو بلوتونيوم $^{239}_{94}Pu$): تُحضَّر في صورة أقراص توضع فوق بعضها داخل أنابيب طويلة مشكلة ما يعرف بحزم الوقود النووي التي تظهر في الشكل

ب قضبان التحكم: قضبان من الكادميوم تتحكم في سرعة التفاعل المتسلسل وتعمل آليًا، ذات كفاءة عالية في امتصاص النيوترونات، حيث تفصل بين أنابيب حزم الوقود النووي فتحات مخصصة لإدخال عدد مناسب من قضبان التحكم لكي تمتص بعض النيوترونات عند الحاجة إلى إبطاء عملية الانشطار وإبقائها ضمن المعدل المطلوب، وتسمى هذه العملية التحكم.

ج المواد المهدئة للنيوترونات: مواد ذات أعداد كتلية صغيرة كالماء العادي H_2O توضع في طريق النيوترونات السريعة الناتجة من تفاعلات الانشطار لتصطدم بها النيوترونات وتقل سرعتها، فتصبح قادرة على إحداث تفاعل انشطار جديد، وتعرف هذه العملية بالتهدئة، وفي أنواع أخرى من المفاعلات تستخدم مواد مهدئة مختلفة كالغرافيت والماء الثقيل D_2O.

٢ المبادل الحراري: يستخدم الماء الساخن جدًا والمضغوط القادم من قلب المفاعل في تسخين الماء الموجود في المبادل الحراري لإنتاج البخار اللازم الذي يذهب لإدارة العنفات (التوربينات) المتصلة بمولدات الطاقة الكهربائية.

٣ الدرع الواقي: يحيط بقلب المفاعل وبالمبادل الحراري للوقاية من التسرب الإشعاعي

٤ المولدات الكهربائية: تحول الطاقة الحرارية والحركية لبخار الماء إلى طاقة كهربائية.

٥ المكثف: يعمل على تحويل بخار الماء الفائض إلى ماء.

٦ أبراج التبريد: تعمل على تزويد المكثف والمبادل الحراري بالماء اللازم.

مطالعة ذاتية

***كيف نبدأ بتشغيل المفاعل النووي ؟**

يبدأ تشغيل المفاعل برفع قضبان التحكم ببطء من قلب المفاعل، باستخدام عنفات كهربائية، وعندئذ يبدأ التفاعل المتسلسل، وتظهر الطاقة المتحررة من تفاعلات الانشطار على شكل طاقة حرارية تعمل على تسخين الماء، وإنتاج البخار اللازم لإدارة العنفات المتصلة بمولدات الطاقة الكهربائية.

*** أين تكمن خطورة التعامل مع المفاعل النووي ؟ وما الامور التي يجب مراعاتها قبل انشاء المفاعل النووي ؟**

تكمن خطورة التعامل مع المفاعل النووي بفقدان السيطرة عليه أو انفجاره، لذا يجب مراعاة أمور قبل إنشاء المفاعل النووي منها: اختيار أماكن نائية بعيدة عن التجمعات السكنية، وفي الوقت ذاته قريبة من مصادر وافرة للمياه، وضرورة وجود هيئات دولية تضبط بناء المفاعلات وتشغيلها، وتعنى برقابة سلامة تصريف نفايات المواد المشعة عند استبدال وقود المفاعل، وتعنى أيضًا بفحص الحاويات المستخدمة في نقل الوقود النووي باستمرار.

الاندماج النووي

درست في منحنى (طاقة الربط النووية لكل نيوكليون – العدد الكتلي) أن طاقة الربط النووية لكل نيوكليون للنوى الخفيفة تكون أقل منها للنوى المتوسطة المستقرة؛ وتحت ظروف معينة يمكن أن تندمج بعض النوى الخفيفة معًا مثل الهيدروجين لإنتاج نوى أثقل، ويصاحب ذلك نقص في الكتلة، ويظهر على شكل طاقة عالية جدًا.

*** وضح المقصود بالاندماج النووي ؟**
هو عملية اتحاد نواتين خفيفتين لتكوين نواة جديدة كتلتها أقل من مجموع كتلتيهما .

لـ لنواة الناتجة < مجموع كتلتي النواتين المندمجتين
لكن لـ لنواة الناتجة > لـ أحدهما .

* كيف يحدث تفاعل الاندماج النووي ؟

يشكل الهيدروجين معظم كتلة النجوم؛ لذا تستمد بعض النجوم ومنها الشمس طاقتها من سلسلة تفاعلات اندماج رئيسة تعرف بدورة بروتون – بروتون يكون ناتجها النهائي تجمع أربعة بروتونات لتشكيل نواة هيليوم ${}^{4}_{2}He$ كما في التفاعل الآتي:

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

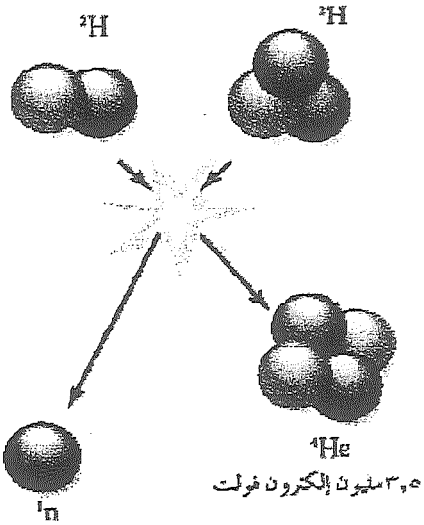
وبما أن النوى الداخلة في تفاعل الاندماج جميعها موجبة الشحنة وصغيرة الحجم فإن رفع درجة حرارتها إلى ما يقارب (10^{7}) كلفن تحت ضغط هائل شرط أساسي لاندماجها؛ حيث تزيد درجة الحرارة من سرعة النوى؛ فتزداد طاقتها الحركية، وتمكنها من الاقتراب كثيرًا من بعضها والتغلب على قوة التنافر الكهربائية، فيتم الاندماج النووي؛ لذلك يسمى هذا التفاعل التفاعل النووي الحراري.

ويصعب حاليًا إجراء تفاعلات الاندماج النووي في المختبرات العلمية، إلا أن خير مثال على حدوثها، التفاعلات الحاصلة في باطن الشمس والنجوم؛ حيث تتوافر درجات الحرارة العالية والضغط الهائل اللازمان لحدوث تفاعل الاندماج النووي.

وتفوق الطاقة لكل نيوكليون الناتجة من تفاعلات الاندماج أضعاف مضاعفة الطاقة لكل نيوكليون الناتجة من تفاعلات الانشطار؛ لذا يسعى العلماء لإنتاج الطاقة على سطح الأرض من دمج نظيري الهيدروجين: الديتيريوم ${}^{2}_{1}H$ والتريتيوم ${}^{3}_{1}H$ كما في الشكل حيث يكون مجموع كتل النوى الداخلة في التفاعل أكبر من مجموع كتل النوى والجسيمات الخارجة من التفاعل، وتوضح المعادلة النووية الآتية هذا التفاعل:

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

وللاستفادة من هذا التفاعل يتعين توفير مفاعل نووي حراري لم يخرج بعد عن حيز التجريب، إذ لا تزال أمامه الكثير من العقبات بالرغم من تغلب العلماء على بعض منها، ونأمل أن تكون أنت مستقبلًا أحد من يتغلب على ما تبقى منها.



تفاعل اندماج التريتيوم والديتيريوم.

* إنتهى بحمد الله *

س 51

ملخص

وظيفة الجرافيت في المفاعل النووي هي:

- زيادة سرعة النيوترونات.
- إبطاء سرعة النيوترونات.
- امتصاص بعض النيوترونات.
- إيقاف النيوترونات.

.....

س 52

ملخص

يتم إدخال قضبان الكادميوم في المفاعل النووي من أجل :

أ) إبطاء سرعة النيوترونات
ب) زيادة سرعة النيوترونات
ج) زيادة سرعة التفاعل
د) امتصاص النيوترونات

س 53

وضح المقصود بكل من: الانشطار النووي، والتفاعل المتسلسل، والمفاعل النووي، والاندماج النووي.

ج:

الانشطار النووي: تفاعل نووي يحدث فيه انقسام نواة ثقيلة عند قذفها بنيوترون، إلى نواتين متوسطتي الكتلة، ويصاحب ذلك نقص في الكتلة يتحول إلى طاقة.

التفاعل المتسلسل: تتابع انشطار النوى الثقيلة مثل اليورانيوم(235) نتيجة قذفها بنيوترونات تنبعث من نوى يورانيوم انشطرت سابقًا

المفاعل النووي: النظام الذي يعمل على توفير الظروف المناسبة لاستمرار تفاعل الانشطار النووي والسيطرة عليه.

الاندماج النووي: عملية اتحاد نواتين خفيفتين لتكوين نواة جديدة كتلتها أقل من مجموع كتلتيهما.

س 54 اذكر:

أ شرطي حدوث التفاعل المتسلسل. ب أجزاء مفاعل الماء المضغوط.

أ. توفر الحد الأدنى من كتلة الوقود النووي اللازم لإدامة التفاعل المتسلسل (الكتلة الحرجة)، ومنع تسرب النيوترونات خارج كتلة اليورانيوم.

ب. قلب المفاعل ويضم كلًا من: مادة الوقود النووي، وقضبان التحكم في سرعة التفاعل المتسلسل، والمواد المهدئة للنيوترونات، والمبادل الحراري، والدرع الواقي والمولدات الكهربائية والمكثف وأبراج التبريد.

س 55

فسر العبارات الآتية:

أ تصنع قضبان التحكم المستخدمة في المفاعل النووي من الكادميوم.

ب من الأمور الواجب مراعاتها قبل إنشاء المفاعل النووي ضرورة إشراف هيئات دولية.

ج:

أ. لأنها ذات كفاءة عالية في امتصاص النيوترونات.

ب. لتضبط بناء المفاعلات وتشغيلها، ولتعنى برقابة سلامة تصريف نفايات المواد المشعة عند استبدال وقود المفاعل، كما تعنى بفحص الحاويات المستخدمة في نقل الوقود النووي باستمرار.

س 56

كيف تضبط كل من الأمور الآتية في المفاعل النووي:

أ منع تسرب النيوترونات؟

ب التحكم في سرعة التفاعل المتسلسل؟

ج إبطاء سرعة النيوترونات الناتجة من تفاعلات الانشطار؟

ج:

أ. بتوفير الكتلة الحرجة من الوقود النووي وهي الحد الأدنى اللازم لإدامة التفاعل المتسلسل
~~ب. إدخال عدد مناسب من قضبان التحكم في قلب المفاعل.~~
~~ج. عن طريق مواد ذات كتل صغيرة كالغرافيت والماء العادي H_2O والماء الثقيل~~
~~D_2O تتوضع في طريق النيوترونات السريعة الناتجة من تفاعلات الانشطار~~
~~لتصطدم بها النيوترونات وتقل سرعتها فتصبح قادرة على إحداث تفاعل انشطار جديد.~~

س 57

قارن بين تفاعلي الانشطار والاندماج النوويين من حيث الوقود المستخدم، والطاقة الناتجة، وشروط حدوث كل تفاعل.

	تفاعل الانشطار	تفاعل الإندماج
الوقود النووي	يورانيوم $^{235}_{92}U$ أو بلوتونيوم $^{239}_{94}Pu$	**الهيدروجين في الشمس والديتيريوم والتريتيوم على الارض**
الطاقة لكل نيوكليون الناتجة	كبيرة جدًا	أضعاف الطاقة الناتجة عن الانشطار
شرط حدوث التفاعل	وجود نيوترونات بطيئة	توفر درجة حرارة

أسئلة الفصل الثامن

١ ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

١ أي العبارات الآتية تصف الذرتين ($^{63}_{29}X$)، ($^{67}_{33}Y$) وصفًا صحيحًا؟

أ $N_y < N_x$.
ب $N_y > N_x$.
جـ $N_y = N_x$.
د $Z_y = Z_x$.

٢ وظيفة الغرافيت في المفاعل النووي هي:

أ امتصاص بعض النيوترونات.
ب إيقاف النيوترونات.
جـ زيادة سرعة النيوترونات.
د إبطاء سرعة النيوترونات.

صح

٣ أكمل المعادلة النووية الآتية ($^{76}_{33}As \longrightarrow {}^{76}_{34}Se + {}^{0}_{-1}e + ...$) بملء الفراغ بأحد الإشعاعات الآتية:

أ نيوترينو.
ب ضديد النيوترينو.
جـ غاما.
د ألفا.

٤ لكي يتحول العنصر $^{A}_{Z}X$ إلى العنصر $^{A}_{Z+1}Y$ تلقائيًا لا بد للعنصر X من أن:

أ يكتسب نيوترونًا.
ب يبعث دقيقة ألفا.
جـ يبعث أشعة غاما.
د يبعث دقيقة بيتا السالب وضديد النيوترينو.

٥ القوى التي تنشأ بين بروتون وبروتون داخل النواة هي:

أ جذب نووي فقط.
ب تنافر كهربائي فقط.
جـ جذب نووي وتنافر كهربائي.
د تنافر نووي وجذب كهربائي.

٦ في المعادلة الآتية ($^{208}_{84}Po \longrightarrow {}^{204}_{82}Pb + {}^{A}_{Z}X$)، القيم الصحيحة لكل من(A، Z) على الترتيب:

أ (٤،٢)
ب (٢،٤)
جـ (٤،٤)
د (٢،٢)

٧ يعد البوزيترون المنبعث في المعادلة النووية الآتية ($^{64}_{29}Cu \longrightarrow {}^{64}_{28}Ni + {}^{0}_{+1}e + ...$) ناتج تحلل:

أ نيوترون من نواة النيكل ($^{64}_{28}Ni$)
ب بروتون من نواة النيكل ($^{64}_{28}Ni$)
جـ نيوترون من نواة النحاس ($^{64}_{29}Cu$)
د بروتون من نواة النحاس ($^{64}_{29}Cu$)

LEARN 2 BE

❶ أكمل المعادلات النووية الآتية بكتابة الرموز والأرقام المناسبة في كل فراغ:

$^{27}_{13}Al^{*} \longrightarrow {}^{27}_{13}Al + \cdots\cdots$

$^{230}_{90}Th \longrightarrow {}^{226}_{88}Ra + \cdots\cdots$

$^{27}_{13}Al + {}^{1}_{0}n \longrightarrow \cdots\cdots \longrightarrow {}^{28}_{13}Al + \gamma$

$^{76}_{33}Pb \longrightarrow {}^{76}_{34}Bi + \cdots\cdots + \cdots\cdots$

$^{26}_{13}Al \longrightarrow {}^{26}_{12}Mg + \cdots\cdots + \cdots\cdots$

❷ اذكر أهمية واحدة لكل من:

أ مقدار طاقة الربط النووية لكل نيوكليون.

ب ~~قضبان التحكم في المفاعل النووي.~~ ملغي

جـ الكتلة الحرجة.

د المسارعات النووية.

هـ نظير الكوبالت المشع $^{60}_{27}Co$.

وـ عملية التعقب في الأوعية الدموية في المجال الطبي.

❸ يمكن للنواة ($^{A}_{Z}X$) أن تضمحل باعثة دقيقة ألفا أو دقيقة بيتا، وضح بالمعادلات النووية المناسبة التغيرات التي تطرأ على هذه النواة، وذلك عندما تبعث:

أ دقيقة ألفا فقط.

ب دقيقة بيتا السالبة فقط.

❹ في التفاعل النووي الآتي: $^{4}_{2}He + {}^{14}_{7}N \longrightarrow {}^{18}_{9}F^{*} \longrightarrow {}^{17}_{8}O + {}^{1}_{1}H$

أ ما القذيفة المستخدمة؟

ب حدد النواة المركبة في التفاعل.

جـ أي النواتج يمتلك طاقة حركية أكبر ما يمكن؟

د ما مبادئ حفظ الكميات الفيزيائية التي يجب أن تتحقق في هذا التفاعل؟

٦ احسب:

أ الطاقة اللازمة لفصل نواة النيكل $^{60}_{28}Ni$ إلى مكوناتها، علمًا بأن كتلة نواة النيكل تساوي (٥٩,٩٣٠٨) و.ك.ذ

ب طاقة الربط النووية لكل نيوكليون في نواة الليثيوم $^{8}_{3}Li$. إذا علمت أن فرق الكتلة بين كتلة نواة الليثيوم ومجموع كتل مكوناتها يساوي (Δك= ٠,٠٦٢٨) و.ك.ذ.

٧ قارن بين دقائق ألفا ودقائق بيتا وأشعة غاما بملء الجدول الآتي:

نوع الإشعاع / أوجه المقارنة	دقائق ألفا	دقائق بيتا	أشعة غاما
الطبيعة	جسيمات		
الشحنة		إما سالبة (الإلكترون) أوموجبة (البوزيترون)	
الكتلة		تساوي كتلة الإلكترون وأقل من كتلة ألفا	
القدرة على النفاذ			تساوي سرعة الضوء
السرعة		كبيرة	
القدرة على التأين	كبيرة نسبيًا		

٨ إذا علمت أن كتلة نواة الأكسجين $^{16}_{8}O$ تساوي (١٥,٩٩٤٩) و.ك.ذ، وكتلة نواة الفضة $^{107}_{47}Ag$ تساوي (١٠٦,٩٠٥١) و.ك.ذ. بيّن أي النواتين أكثر استقرارًا، مدعمًا إجابتك رياضيًا.

٩ تمر نواة اليورانيوم $^{235}_{92}U$ في الطبيعة بسلسلة اضمحلالات، فإذا كانت أول خمسة اضمحلالات على الترتيب لها: (α ، β^- ، α ، β^- ، α)، جد العدد الذري والعدد الكتلي للنواة الناتجة في نهاية هذه الاضمحلالات.

إجابات اسئلة الفصل الثامن

علمي

س 1

رقم الفقرة	1	2	3	4	5	6	7
رمز الإجابة	ج	د	ب	د	ج	ب	د

السؤال الثاني:

$$^{27}_{13}Al^{*} \rightarrow {}^{27}_{13}Al + \gamma$$

$$^{230}_{90}Th \rightarrow {}^{226}_{88}Ra + {}^{4}_{2}He$$

$$^{27}_{13}Al + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{28}_{13}Al^{*} \rightarrow {}^{28}_{13}Al + \gamma$$

$$^{76}_{33}Pb \rightarrow {}^{76}_{34}Bi + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$$

$$^{26}_{13}Al \rightarrow {}^{26}_{12}Mg + {}^{0}_{+1}e + \nu$$

السؤال الثالث:

أ. تحدد أي الأنوية أكثر استقرارًا.

ب. التحكم في سرعة التفاعل المتسلسل. علمي

ج. إدامة حدوث التفاعل المتسلسل.

د. تسريع الجسيم (القذيفة) وإكسابها طاقة حركية كافية تمكنها من اختراق النواة وإحداث التحولات النووية.

هـ. يتم توجيه أشعة غاما عالية التركيز المنبعثة من نظير الكوبالت المشع $^{60}_{27}Co$ نحو النسيج السرطاني في منطقة الورم وقتل الخلايا السرطانية ذات الانقسامات السريعة.

و. الكشف عن وجود أو غياب الانسدادات في الأوعية الدموية.

السؤال الرابع:

أ. تفقد بروتونين ونيوترونين؛ أي يقل عددها الذري بمقدار 2 كما يقل عددها الكتلي بمقدار 4.

ب. عدد نيوتروناتها يقل بمقدار واحد، نتيجة تحلله، ويزداد تبعًا لذلك عدد بروتوناتها بمقدار واحد؛ اي يزداد العدد الذري بمقدار 1 بينما يبقى العدد الكتلي ثابتا

السؤال الخامس:

أ. دقائق ألفا($_{2}^{4}He$).

ب. $_{9}^{18}F^{*}$

ج. الهيدروجين لأن كتلته أقل.

د. مبدأ حفظ العدد الذري ومبدأ حفظ العدد الكتلي ومبدأ حفظ الزخم ومبدأ حفظ الطاقة–الكتلة.

أ. لنواة النيكل: Z = 28 ، N = 60 – 28 = 32

فرق الكتلة Δك = (Z×ك$_{ب}$ + N×ك$_{ن}$) – ك$_{النواة}$

= (28×1.0073 + 32×1.0087) – 59.9308

= (28.2044 + 32.2784) – 59.9308

= 60.4828 – 59.9308 = 0.552 و.ك.ذ

ط$_{ر}$ = Δك × 931.5

= 0.552 × 931.5 = 514.19 مليون إلكترون فولت.

ب. ط$_{ر}$ = Δك× 931.5 = 0.0628 × 931.5 = 58.498 مليون إلكترون فولت.

السؤال السابع:

	دقائق ألفا	دقائق بيتا	أشعة غاما
الطبيعة	جسيمات	جسيمات	أشعة كهرمغناطيسية (فوتونات)
الشحنة	موجبة	إما سالبة (الإلكترون) أوموجبة (البوزيترون)	لا شحنة لها
الكتلة	كبيرة	تساوي كتلة الإلكترون وأقل من كتلة ألفا	لا كتلة لها
السرعة	قليلة	عالية	تساوي سرعة الضوء
القدرة على النفاذ	قليلة	كبيرة	كبيرة جدًا
القدرة على التأين	كبيرة نسبيا	متوسطة	منخفضة جدًا

السؤال الثامن

النواة التي تكون طاقة الربط لكل نيوكليون لها أكبر تكون أكثر استقرارًا.

لنواة الأكسجين: $Z = 8$ ، $N = 16 - 8 = 8$

فرق الكتلة $\Delta ك$ = ($Z \times ك_{ب} + N \times ك_{ن}$) – $ك_{النواة}$

$= (8 \times 1.0087 + 8 \times 1.0073) - 15.9949$

$= (8.0696 + 8.0584) - 15.9949$

$= 16.128 - 15.9949 = 0.1331$ و.ك.ذ

$ط_{ر} = \Delta ك \times 931.5 = 0.1331 \times 931.5 = 123.98$ مليون إلكترون فولت.

طاقة الربط لكل نيوكليون = طاقة الربط / العدد الكتلي

طاقة الربط لكل نيوكليون = $16/123.98 = 7.75$ مليون إلكترون فولت/نيوكليون.

لنواة الفضة: $Z=47$، $N=107-47=60$

فرق الكتلة $\Delta ك$=($Z \times ك_{ب} + N \times ك_{ن}$)– $ك_{النواة}$

$= (47 \times 1.0073 + 60 \times 1.0087) - 106.9051$

$ط_{ر} = \Delta ك \times 931.5 = 0.1331 \times 931.5$

$= 123.98$ مليون إلكترون فولت.

طاقة الربط لكل نيوكليون = طاقة الربط / العدد الكتلي

طاقة الربط لكل نيوكليون = $16/123.98$

$= 7.75$ مليون إلكترون فولت/نيوكليون.

النواة الفضة: $Z=47$، $N=107-47=60$

فرق الكتلة $\Delta ك$=($Z \times ك_{ب} + N \times ك_{ن}$)– $ك_{النواة}$

$= (47 \times 1.0073 + 60 \times 1.0087) - 106.9051$

$= (47.3431 + 60.522) - 106.9051$

$= 8.36$ مليون إلكترون فولت/نيوكليون. وعليه تكون نواة الفضة أكثر استقرارًا من نواة الأكسجين.

9 – لنواة $^{235}_{92}U$: ستنتج بعد سلسلة الاضمحلالات المذكورة لليورانيوم النواة $^{223}_{88}X$

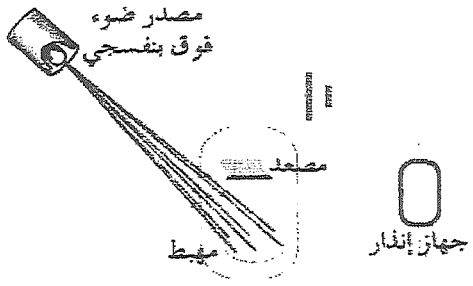
$$^{235}_{92}U \rightarrow 3\,^{4}_{2}\alpha + 2\,^{0}_{-1}\beta + {}^{A}_{Z}X$$

$A = 235 - 4 \times 3 + 0 \times 2 = 235 - 12 = 223$

$Z = 92 + 1 \times 2 - 2 \times 3 = 92 - 4 = 88$

أسئلة الوحدة الثالثة

١ يوضح الشكل رسمًا تخطيطيًا لأحد أجهزة الإنذار ضد السرقة، الذي يعد أحد التطبيقات العملية على الظاهرة الكهروضوئية. يصدر عن الجهاز صوت تحذيري إذا حدث قطع في مسار الأشعة فوق البنفسجية، ادرس الشكل، وأجب عن الأسئلة الآتية:



أ ما وظيفة كل من المهبط والمصعد في الخلية الكهروضوئية؟

ب صف ما يحدث في الخلية الكهروضوئية عند سقوط الأشعة فوق البنفسجية على المهبط، وعند حدوث قطع في مسار الأشعة.

جـ هل يتأثر عمل الجهاز إذا زاد تردد الأشعة الساقطة على المهبط أو زادت شدتها؟ وضح إجابتك.

د إذا كان اقتران الشغل لفلز المهبط (٢) إلكترون فولت، فأجب عما يأتي:

- ما المقصود باقتران الشغل للفلز؟
- إذا كانت الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية المنبعثة تساوي ٣ إلكترون فولت، فاحسب تردد الأشعة فوق البنفسجية.

٢ يشير بور في أحد فروضه المتعلقة بذرة الهيدروجين إلى أن الإلكترون يشع طاقة أو يمتصها إذا انتقل من مستوى طاقة (مدار) إلى مستوى طاقة آخر فقط، فإذا كان الإلكترون موجود في المدار الثالث (ن = ٣) عند لحظة معينة فأجب عن الأسئلة الآتية:

أ يمتص إلكترون ذرة الهيدروجين أو يشع مقادير محددة من الطاقة. فسر ذلك.

ب ما أقل طاقة وما أكبر طاقة يمكن أن يشعها الإلكترون؟

جـ جد نصف قطر المدار الثالث.

د احسب للإلكترون في المدار الثالث كل من:

- الزخم الزاوي
- الزخم الخطي
- السرعة
- طول موجة دي برولي المصاحبة له.

٣ إحدى الفرضيات المهمة في فيزياء الكم "الطبيعة المزدوجة لكل من الإشعاع والمادة":

أ بين ما تعنيه هذه العبارة.

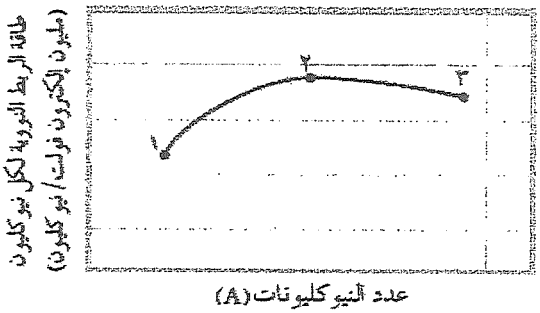
ب اذكر دليلًا عمليًا يدعم سلوك الإشعاع بوصفه جسيمًا، وآخر يدعم سلوك المادة بوصفها موجة.

٤ إذا علمت أن طاقة الربط النووية لنواة النتروجين $^{14}_{7}N$ تساوي (١٠٨) مليون إلكترون فولت:

أ وضح المقصود بطاقة الربط النووية.

ب احسب كتلة نواة النتروجين.

٥ يوضح الشكل المجاور التمثيل البياني للعلاقة بين عدد النيوكليونات، وطاقة الربط النووي لكل نيوكليون، وتشير الأرقام (١، ٢، ٣) على المنحنى في الشكل إلى ثلاثة نظائر:

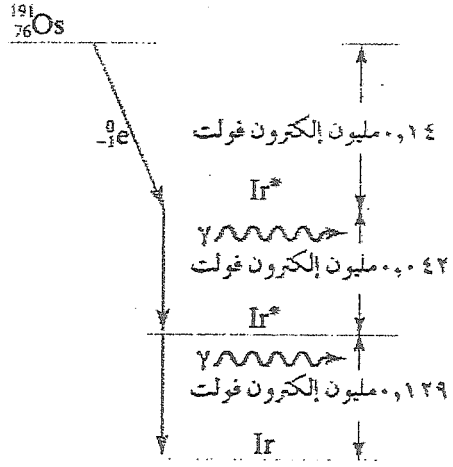


أ وضح المقصود بالنظائر.

ب رتب تنازليًا هذه النظائر وفق الطاقة اللازمة لفصل نيوكليون واحد من نواة كل منها.

٦ تضمحل نواة أوزميوم $^{191}_{76}Os$ باعثة دقيقة بيتا سالبة طاقتها (٠,١٤) مليون إلكترون فولت في المرحلة الأولى لاحظ الشكل، ثم أشعة غاما طاقتها ٠,٠٤٢ مليون إلكترون فولت في المرحلة الثانية، ثم أشعة غاما طاقتها (٠,١٢٩) مليون إلكترون فولت في المرحلة الثالثة لكي تصل إلى حالة الاستقرار.

تأمل الشكل ثم أجب عما يأتي:



أ جد العدد الذري والعدد الكتلي للنواة الناتجة المستقرة وفق المعادلة الآتية.

$$^{191}_{76}Os \longrightarrow \ldots\ldots Ir + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$$

ب ما الطاقة التي يجب أن تبعثها نواة Os في مرحلة واحدة حتى تستقر؟

إجابات اسئلة الوحدة

السؤال الأول:

أ. المهبط: تنبعث منه إلكترونات عند سقوط الأشعة فوق البنفسجية عليه
المصعد: يجمّع الإلكترونات المنبعثة من المهبط

ب. عند سقوط الأشعة ينشأ تيار كهربائي ناتج عن انتقال الإلكترونات الضوئية من المهبط إلى المصعد، وعند حدوث قطع في مسار الأشعة ينقطع التيار.

ج. لا، لأن كل منهما يعمل على زيادة التيار الكهرضوئي

د. ▪ ما المقصود باقتران الشغل للفلز؟
أقل طاقة تلزم لتحرير إلكترونات من سطح الفلز بدون تزويده بطاقة حركية

▪ إذا كانت الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية المنبعثة تساوي 3 إلكترون فولت، فاحسب تردد الأشعة فوق البنفسجية.

هـ ت$_{ر}$ = ط$_{ح\ عظمى}$ + ϕ

= 3 + 2 = 5 إلكترون فولت

ت$_{ر}$ = 5 × 1.6 × 10^{-19} / 6.63 × 10^{-34} = 1.21 × 10^{15} هيرتز

السؤال الثاني:

أ. لأن الطاقة مكماة، فالطاقة التي يمكن أن يمتصها أو يشعها هي فقط التي تعمل على نقله من مستوى طاقة إلى مستوى آخر.

ب. أقل طاقة يشعها عندما ينتقل من المستوى (ن = 3) إلى المستوى (ن = 2)،

أي أن: ط = | ط$_{ح}$ - ط$_{3}$ | = | -3.4 - (-1.51) | = 1.89 إلكترون فولت

أكبر طاقة يشعها عندما ينتقل من المستوى (ن = 3) إلى المستوى (ن = 1)،

أي أن: ط = | ط$_{1}$ - ط$_{3}$ |

= | -13.6 - (-1.51) | = 12.09 إلكترون فولت

ج. نق$_{ن}$ = نق$_{ب}$ ن^{2} ⟸ نق$_{3}$ = $5.29 \times 10^{-11} \times 3^{2}$ = 4.76×10^{-10} م

د. ▪ ك ع نق = ن هـ/2 π = 3 × 6.63 × 10^{-34} / 2 × 3.14 = 3.16 × 10^{-34} كغ م^{2}/ث

▪ خ = ك ع = ك ع نق/نق

= 3.16 × 10^{-34} / 4.76 × 10^{-10} = 6.64 × 10^{-25} كغ م/ث

▪ ع = خ/ك

= 6.64 × 10^{-25} / 9.11 × 10^{-31} = 7.29 × 10^{5} م/ث

▪ λ = هـ/خ

= 6.63 × 10^{-34} / 6.64 × 10^{-25} = 1 × 10^{-9} م = 1 نم

السؤال الثالث:

أ. أن أي منهما يمكن أن يسلك سلوكًا موجيًا أو سلوكًا جسيميًا.

ب. يسلك الإشعاع كجسيم (فوتون) عندما يتفاعل مع المادة (الإلكترون) كما في الظاهرة الكهرضوئية أو ظاهرة كومتون. وتسلك المادة (الإلكترونات) كموجة عند نفاذها من رقيقة معدنية، حيث تشكل نمطا من الحيود.

السؤال الرابع:

أ. هي مقدار الطاقة الخارجية التي يجب أن تزود بها النواة لفصل مكوناتها عن بعضها نهائيًا.

ب. ط$_ر$ = Δك × 931.5 ⇦ 108 = Δ ك × 931.5 ⇦ Δ ك = 0.1159 و.ك.ذ

لنواة النتروجين: Z = 7، N = 14 – 7 = 7

فرق الكتلة Δك = (Z×ك$_ب$ + N×ك$_ن$) – ك$_{النواة}$

0.1159 = (7×1.0087 + 7×1.0073) – ك$_{النواة}$

0.1159 = 14.112 – ك$_{النواة}$ ⇦ ك$_{النواة}$ = 13.9961 و.ك.ذ

السؤال الخامس:

أ. ذرات للعنصر نفسه تتساوى أنويتها في العدد الذري وتختلف في العدد الكتلي.

ب. 1<3<2

السؤال السادس:

أ. نكتب المعادلة النووية ثم بتطبيق مبدأ حفظ العدد الكتلي ومبدأ حفظ العدد الذري نجد المطلوب. $\bar{\nu}$ + $^{0}_{-1}e$ + $^{191}_{77}Ir$ → $^{191}_{76}Os$

ب. الطاقة التي تبعثها نواة (Os) = 0.14+0.042+0.129= 0.311 مليون إلكترون فولت.

(أسئلة للطالب)

س١

تمر نواة غير مستقرة بسلسلة اضمحلالات إشعاعية، فنجد أن العدد الكتلي للنواة الناتجة يقل بثماني وحدات عن النواة الأصلية بينما يبقى العدد الذري كما هو. نستنتج أن عدد جسيمات ألفا وبيتا المنبعثة:

• (٢ ألفا ، ٢ بيتا) • (٢ ألفا ، ٤ بيتا) • (١ ألفا ، ٢ بيتا) • (١ ألفا ، ١ بيتا)

س٢

(${}^{A}_{Z}X$) نواة عنصر غير مستقر، أطلقت أربع جسيمات بيتا وجسيم ألفا واحد، فإن النواة الناتجة تكون :

أ) ${}^{A-4}_{Z+2}Y$ ب) ${}^{A-2}_{Z-4}Y$ ج) ${}^{A+2}_{Z+4}Y$ د) ${}^{A+4}_{Z-2}Y$

س٣

مثّلت إحدى سلاسل الاضمحلال الإشعاعي كالآتي :

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

(رقم (١))

أولاً : ١- ما اسم السلسلة المبينة ؟

ثانياً : احسب كلاً من : ١- عدد جسيمات ألفا وعدد جسيمات بيتا المنبعثة في الاضمحلالات رقم (١).

٢- الكتلة التقريبية لنواة العنصر (Pb) بوحدة الكتل الذرية.

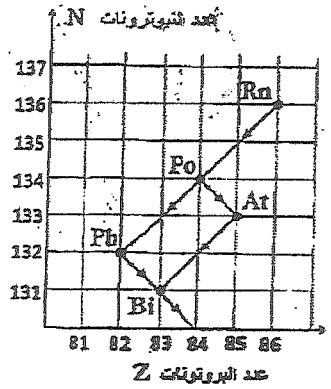
س٤

يبيّن الشكل المجاور جزءاً من سلسلة الاضمحلال الإشعاعي لليورانيوم (٢٣٨)، معتمداً على الشكل:

١- ما عدد جسيمات ألفا وبيتا المنبعثة من اضمحلال Rn إلى Bi ؟

٢- مثّل اضمحلال الرصاص Pb إلى Bi بمعادلة نووية موزونة.

٣- اكتب اثنين من المبادئ التي يخضع لها الاضمحلال الإشعاعي.



الحلول : س١:

$${}^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A-8}_{Z}Y + س\,{}^{4}_{2}\alpha + ص\,{}^{0}_{-1}\beta$$

الأعداد الكتلية: $A = A - 8 + 4س + 0 \times ص$

$0 = -8 + 4 \times س + 0 \Leftarrow \boxed{س = 2}$

الذرية

$Z = Z + 2 \times 2 + ص \times -1$

$0 = 4 + ص - \Leftarrow \boxed{ص = 4}$

$\therefore (4\alpha, 2\beta)$

س٤: س: ${}^{A}_{Z}X \rightarrow 4{}^{0}_{-1}B + {}^{4}_{2}\alpha + Y_{ص}$

$A = س + 4 \Leftarrow س = A - 4$

$Z = ص + 2 + 4 - 1 \Leftarrow ص = Z + 2$

Y : $A-4$, $Z+2$

س٣: ① سلسلة أورانيوم

U^{238}_{92}

تشمل:

① $U^{234}_{92} \longrightarrow Pb^{206}_{82} + س{}^{4}_{2}\alpha + ص{}^{0}_{-1}e + 4B$

ك: $234 = 206 + 4س + 0ص$

$\alpha\ 7 = س \leftarrow 4س = 28$

ذ: $92 = 82 + 2 \times 7 - ص$

$\beta\ 4 = ص \Leftarrow ص - = 4-$

② $ك_{Pb} = A \times ك_{ب}$

$= 206 \times 1.0073$

$= 207.5$ و.ك.ذ

س٤: ① α و β

② ${}^{214}_{82}Pb \longrightarrow {}^{214}_{83}Bi + {}^{0}_{-1}e + 4B$

③ • مبدأ حفظ العدد الكتلي.

• مبدأ حفظ العدد الذري.