المثالي

في

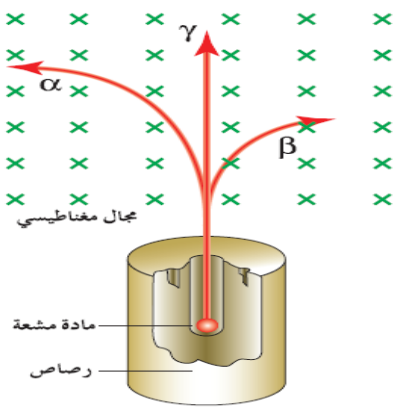
الفيزياء الحديثة

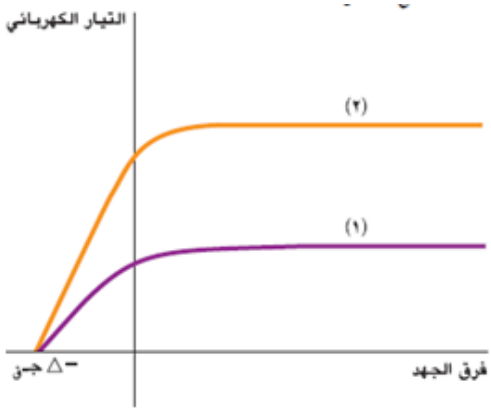
اعداد:صالح البشيش

0772188635

ماجستير فيزياء

مدرسة زيد بن حارثة الثانوية للبنين





يطلب من مكتبة الصقر –مادبا-بجانب حلويات ابو جابر

تكمية الطاقة

مقدمة :

- **جاءت نظرية الكم في بداية القرن العشرين, أيضا نظرية النسبية - لحل العديد من المشكلات التي لم تستطيع الفيزياء الكلاسيكية حلها مثل :الظاهرة الكهرضوئية , ظاهرة كومبتون .**
- **يصدر عن الأجسام في الطبيعة اشعاعات كهرومغناطيسية عندما تكون درجة الحرارة فوق الصفر المطلق**
- **يعتمد اشعاع الجسم على درجة الحرارة وطبيعة سطحه.**
- **وجهة نظر الفيزياء الكلاسيكية أن الاشعاع يتألف من موجات كهرومغناطيسية يصدر عن الأجسام على هيئة سيل متصل من الطاقة بسبب الاهتزازات للجسيمات المشحونة داخلها ويمكن للجسم المهتز أن يبعث مقدار من الطاقة أو يمتص عند تردد معين من اهتزازه.**

س: ما هوالتصور الذي طرحه بلانك للأشعاع؟

- ✓ **افترض أن الاشعاع عبارة عن وحدات منفصلة ليست متصلة تسمى كمات مفردها كمة للكل منها طاقة محددة مكماة تتناسب طرديا مع تردد الاشعاع.**

س: ماذا يصدر عن الأشعاع داخل المادة ؟

- ✓ **جسيمات مهتزة**

فرضية بلانك للاشعاع التي باتت تعرف بمبدأ تكمية الطاقة :"الطاقة الاشعاعية المنبعثة أو الممتصة تساوي عدد صحيح من مضاعفات الكمية (هـ ت)"

يتم طاقة الكمة الواحدة من خلال العلاقة :

$$ط = هـ \times ت_د$$

حيث ط : طاقة الكمة أو الفوتون(جول) , هـ = ثابت بلانك ويساوي 6.6×10^{-34}جول.ث , ت=تردد الجسم (هيرتز)

تقاس وحدة الطاقة بوحدتي الجول والالكترون فولت وللتحويل من (جول الى ev) نقسم على 1.6×10^{-19} والعكس نضرب بنفس الرقم .

ألالكترون فولت: هي الطاقة الحركية التي يكتسبها الكترون عندما يتسارع عبر فرق جهد كهربائي مقداره (1) فولت .

salen AL-bshish

مثال:

سخن جسم حتى توهج باللون الأحمر، إذا كان أحد الترددات الإشعاعية الصادرة عنه يساوي ٤×١٠^{١٤} هيرتز، فاحسب طاقة الكمّة الواحدة لهذا الإشعاع.

الحل:

$$ط = هـ ت_د$$

$$= ٦,٦٣ \times ١٠^{-٣٤} \times ٤ \times ١٠^{١٤}$$

$$= ٢,٦٥ \times ١٠^{-١٩} \text{ جول}$$

وهذا المقدار من الطاقة صغير جدًّا مقارنة بوحدة قياس الطاقة في النظام العالمي (جول)، لذلك استخدمت وحدة أخرى لقياس الطاقة تسمى الإلكترون فولت (eV)، وهي الطاقة الحركية التي يكتسبها إلكترون عندما يتسارع عبر فرق جهد كهربائي مقداره (١) فولت. ومن العلاقة (٢–٢):

$$ط = \text{شحنة الإلكترون} \times \text{فرق الجهد}$$

يمكن التوصل إلى أن الإلكترون فولت يساوي $١,٦ \times ١٠^{-١٩}$ جول، وعليه فإن طاقة الكمة الواحدة في المثال السابق:

$$ط = \frac{٢,٦٥ \times ١٠^{-١٩}}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}}$$

$$= ١,٦٦ \text{ إلكترون فولت.}$$

مراجعة#1

مراجعة (٧–١)

١ وضح المقصود بتكمية الطاقة، والإلكترون فولت.

٢ ما الفرضية التي وضعها بلانك لتفسير الإشعاع الصادر عن الأجسام؟

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

1-تكمية الطاقة: الطاقة الإشعاعية المنبعثة أو الممتصة من جسم تكون على شكل حزم منفصلة (كمات) وبمقادير محددة.

الإلكترون فولت: الطاقة التي يكتسبها إلكترون عندما يتسارع عبر فرق جهد كهربائي مقداره (1) فولت.

2-لا يمكن للجسيمات المهتزة أن تمتلك مقدارًا عشوائيًا من الطاقة، وإنما مقادير محددة تعطى بالعلاقة: (ط = هـ ت د)، فامتصاص أو إشعاع الطاقة عند بلانك يكون على شكل كمات منفصلة وبمقادير محددة.

3-تفترض الفيزياء الكلاسيكية أن الجسيمات المهتزة يمكن أن تمتلك أي مقدار من الطاقة، ويمكن أن تشع أو تمتص أي مقدار من الطاقة، ويكون متصلًا ويأخذ أي قيمة، وهذا يتعارض مع فرضية بلانك.

ادارة المناهج والكتب

الظاهرة الكهروضوئية

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

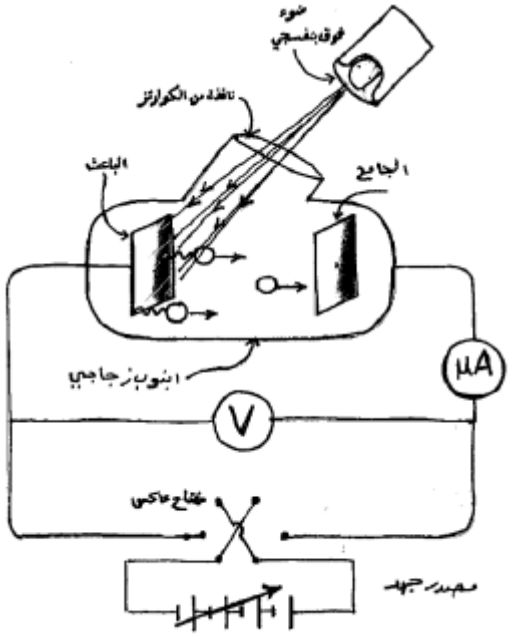
س: ماذا نعني بالإلكترونات الضوئية؟

- ✓ **أي أن الالكترونات التي تنبعث نتيجة سقوط ضوء على أسطح الفلزات.**
- ☒ **تسمى الالكترونات المنبعثة الكترونات ضوئية.**
- ☒ **أول من درس هذه التجربة العالم لينارد .**

س: على ماذا تحتوي الدارة التي استخدمها العالم لينارد ؟

- ✓ **انبوب زجاجي مفرغ من الهواء في داخله لوحان فلزيان الاول المهبط (الباعث) والاخر المصعد (الجامع).**

saleh ALBSHISH



بناء على الشكل الذي أمامك تلاحظ عند توصيل الباعث بالقطب السالب والجامع بالقطب الموجب للبطارية أن :

1-عند سقوط ضوء فوق بنفسجي على الباعث ينحرف مؤشر الميكروأميتر مما يدل على سريان تيار في الحيز بين اللوحين

2-عند عكس الاقطاب للبطارية نلاحظ أن قراءة الميكروأميتر تتناقص الى أن تصبح صفرا عند زيادة فرق الجهد تدريجيا ويسمى هذا المقدار لفرق الجهد بـ جهد الايقاف (القطع).

س: بين سبب نشوء التيار الكهربائي في الدارة ؟

- ✓ **عن طريق الكترونات منبعثة من الباعث ومتجهة نحو الجامع مما يعني أنها زودت بقدر كافي من الطاقة مكنها من التحرر من ارتباطها بالفلز والاحتفاظ بالباقي على شكل طاقة.**

س:ما سبب عكس الأقطاب في تجربة لينارد ؟

- ✓ **لينشأ مجال كهربائي يعاكس حركة الالكترونات.**

س: ما النتيجة التي حصل عليها لينارد عند عكس الأقطاب ؟

- ✓ **لاحظ أن قراءة الميكروأميتر تتناقص الى أن تصبح صفرا**

س: ما العوامل التي يعتمد عليها التيار المار في خلية كهروضوئية ؟

- ✓ **1- تردد الضوء الساقط 2-شدة الضوء الساقط**

- ❖ **لاحظ لينارد عند سقوط ضوء بتردد مناسب على مهبط الخلية الكهروضوئية أن الميكروأميتر يكشف عن مرور تيار كهربائي بغياب مصدر فرق الجهد فاستنتج أن مصدر التيار هو الكترونات ضوئية تحررت من المهبط ووصلت الى المصعد.**

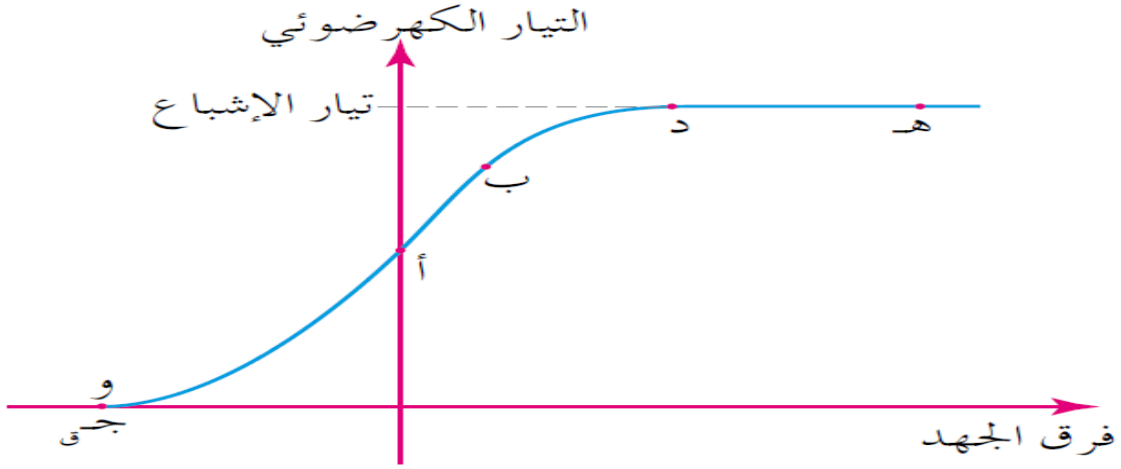
- ❖ **التيار الكهروضوئي : هو تيار ناتج من حركة الالكترونات المنبعثة من المهبط والمتجهة الى المصعد.**

Saleh AL-bshish

❖ **عندما أضاف لينارد الى الدارة مصدر فرق جهد كهربائي متغير كان جهد المصعد موجبا والمهبط سالبا فلاحظ زيادة التيار الكهروضوئي فاستنتج أن الفرق في الجهد بين المصعد والمهبط يبذل شغلا موجبا على الكترونات ناقلا اليها طاقة حركية ويجذب المزيد منها نحو المصعد.**

❖ **تيار الاشباع : هو التيار الكهروضوئي الناتج من حركة الالكترونات الضوئية جميعها المتحررة من المهبط والواصلة الى المصعد .**

تسمى القيمة العظمى للتيار الكهروضوئي تيار الاشباع.



يمثل الشكل السابق العلاقة بين فرق الجهد بين المصعد والمهبط والتيار الكهربائي بحيث تمثل النقطة (أ)التيار الكهروضوئي الناتج عند سقوط ضوء بتردد مناسب على مهبط الخلية ووصل الى المصعد بغياب مصدر فرق الجهد وأيضا يدل على أن الالكترونات تمتلك قدرا كافيا من الطاقة الحركية مكنتها من الوصول الى المصعد.

أيضا بين النقطتين (أ,و) تناقص للتيار الكهروضوئي تدريجيا مع الاستمرار في زيادة فرق الجهد العكسي وهذا يدل على أن الالكترونات تنبعث بامتلاكها طاقة حركية مختلفة.

تمثل النقطة (و) جهد القطع.

أما النقطة (ب) نلاحظ أن مصدر فرق الجهد متغير فنلاحظ زيادة للتيار الكهروضوئي فيصبح فرق الجهد بين المصعد والمهبط يبذل شغلا موجبا ناقلا طاقة حركية ويجذب المزيد منها نحو المصعد.

أما النقطة (د) والنقطة (هـ) تمثل القيمة العظمى للتيار (تيار الاشباع) وذلك بسبب زيادة فرق الجهد الموجب مما يؤدي الى زيادة التيار الكهروضوئي الى أن يصل الى مرحلة الثبات كما في النقطة (د)

ونلاحظ أن التيار الكهروضوئي ثابت بين النقطتين (د, هـ) بالرغم من زيادة فرق الجهد بين المصعد والمهبط وهذا يدل على أن الالكترونات المتحررة من المهبط جميعها وصلت الى المصعد.

❖ **كلما زادت الطاقة الحركية للالكترونات المنبعثة احتاجت الى فرق جهد عكسي أكبر لايقافها مما ينعدم التيار عندما يكون فرق الجهد العكسي كافي لايقاف الالكترونات الضوئية التي تمتلك أكبر طاقة حركية.**

جهدالأيقاف (القطع):هو فرق الجهد بين الباعث والجامع الذي يكون كافيا لأيقاف أسرع الألكترونات التي تمتلك طاقة حركية عظمى ويرمز له بالرمز (Δجـق) أو اقل فرق جهد كهربائي عكسي يلزم لجعل التيار الكهربائي صفرا.

ويرتبط جهد القطع بالطاقة الحركية العظمى من خلال العلاقة التالية :

$$ط_{ح\ عظمى} = ش_e \Delta جـ_{ق}$$

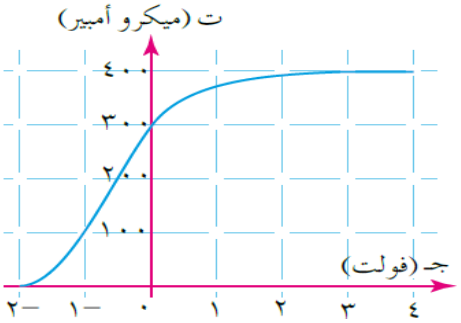
حيث ش$_e$: شحنة الالكترون

س: بين كيف تم حساب الطاقة الحركية العظمى من تجربة الخلية الكهروضوئية ؟

✓ **من خلال قياس فرق جهد لقطع ومن ثم حساب الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية.**

مثال(1)

يبين الشكل (٧–٥) تمثيلًا بيانيًّا للعلاقة بين فرق الجهد (جـ) في خلية كهرضوئية والتيار الكهرضوئي (ت). مستعينًا بالبيانات المثبتة في الشكل، أجب عما يأتي:



الشكل (٧–٥): مثال (٧–٢).

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 أفقيًّا، 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، ويمثل نقطة تقاطع المنحنى مع محور فرق الجهد (ت = صفر) ومن الرسم البياني جـ$_{ق}$ = –٢ فولت.

٤) $ط_{ح\,عظمى} = ـــ_{e}^{ـــ} جـ_{ق}$

$= -١,٦ \times ١٠^{-١٩} \times -٢ = ٣,٢ \times ١٠^{-١٩}$ جول

$= ٢$ إلكترون فولت.

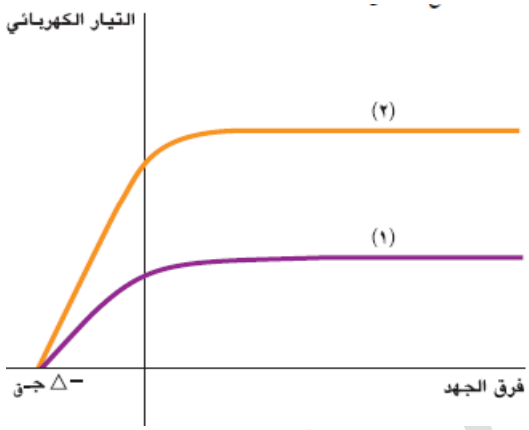
يُلاحظ أن الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية بوحدة إلكترون فولت تساوي عدديًّا القيمة المطلقة لجهد القطع بوحدة فولت.

٥) $ط_{ح\,عظمى} = \frac{١}{٢} ك\, ع^{٢}_{عظمى}$

$ع^{٢}_{عظمى} = \frac{١}{٢} \times ٩,١١ \times ١٠^{-٣١} \times ٣,٢ \times ١٠^{-١٩}$

$ع^{٢}_{عظمى} = ٠,٧ \times ١٠^{١٢} \Leftarrow ع_{عظمى} = ٨,٤ \times ١٠^{٥}$ م/ث.

عند تمثيل العلاقة بين فرق الجهد والتيار بيانيا نحصل على المنحنى (1) كما في الشكل وعند زيادة شدة الضوء (كمية الضوء الساقطة) نحصل على المنحنى (2) ومنه نلاحظ أن فرق جهد القطع بقي



ثابتا مما يعني أن الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات بقيت ثابتة وبالتالي فأنها لا تعتمد على شدة الضوء

نستنتج أنه عند زيادة شدة الضوء الساقط عند ثبات فرق الجهد بين المهبط والمصعد يزداد العدد الكلي للالكترونات الضوئية الواصلة الى المصعد وبالتالي يزداد التيار الكهروضوئي.

ولو تم تكرار التجربة باستخدام ضوء ذو تردد أكبر

نلاحظ زيادة فرق جهد القطع بقيمته المطلقة بزيادة التردد للضوء الساقط وبالتالي زيادة الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة.

يعتمد انبعاث الالكترونات على تردد الضوء الساقط على المهبط.

اذا كان تردد الضوء الساقط على سطح فلز أقل من قيمة معينة فلن تبعث الكترونات من الفلز مهما كانت شدة الضوء الساقط ويعد التردد خاصية مميزة للفلز وتسمى تردد العتبة (ت.)

تردد العتبة : هو أقل تردد للفوتون الساقط يمكنه أن يحرر الكترونات من سطح الفلز .

س: ما المقصود بقولنا أن تردد العتبة لفلز الصوديوم يساوي (5.2x10^{14}هيرتز) ؟

- ✓ **أي انه اذا سقط على سطح الصوديوم ضوء تردد أقل من هذا المقدار فلن تبعث الكترونات .**

تفسير الظاهرة الكهروضوئية حسب نظريات الفيزياء الكلاسيكية للنموذج الموجي :
افترضت أن الضوء عبارة عن موجات كهرومغناطيسية تحمل طاقة وهذه الطاقة تزداد بزيادة شدة الضوء ولا تعتمد على تردد الضوء أما النتائج التجريبية فهي :

1-أن الالكترونات تمتص الطاقة من الموجات الكهرومغناطيسية على نحو مستمر .أي عند زيادة شدةالضوء الساقط يزداد معدل امتصاص الالكترونات للطاقة وبالتالي تكسب طاقة حركية أكبر ولا يوجد علاقة بين تردد الضوء الساقط والطاقة الحركية العظمى وهذا ما تم ناقضته نتائج التجربةاذ تبين أن الطاقة الحركية العظمى تعتمد على تردد الضوء ولا تعتمد على شدته.

2-يحتاج الالكترون لبعض الوقت لامتصاص الطاقة الكافية وتجميعها ليتحرر من الفلز خاصة عند سقوط ضوء خافت (شدته قليلة) .هنا اثبتت التجربة أن الالكترونات تنبعث فور سقوط الضوء على الفلز.

3- عند سقوط ضوء ذي شدة عالية على فلز يجب أن تحرر منه الكترونات بغض النظر عن تردد الضوء الساقط .وهذا لا يتفق مع التجربة لا تتحرر الكترونات من الفلز اذا كان تردد الضوء اقل من تردد العتبة مهما بلغت شدة الضوء.

فشل النظرية الكلاسيكية في تفسير الظاهرة الكهروضوئية

حدوث تناقض في النتائج التجريبية مع ما تنبأت به الفيزياء الكلاسيكية وفقا للنموذج الموجي للضوء وهذا ما لم تستطع الكلاسيكية تفسيره.

تفسير آينشتين للظاهرة الكهروضوئية

بعد التحديات التى وضعتها الظاهرة الكهروضوئية أمام الكلاسيكية قام آينشتين بربط فرضية بلانك والظاهرة الكهروضوئية (تعميم مبدأ بلانك للطاقة) افترض أن :

1-الضوء ينبعث على شكل كميات من الطاقة تتركز في حزم منفصلة أي كمات سميت بعد ذلك فوتونات .

2-عند سقوط الفوتونات على سطح الفلز يعطي الفوتون الواحد طاقته كاملة لألكترون واحد فيتحرر من ارتباطه بذرات الفلز بجزء من هذه الطاقة وينطلق بما تبقى على شكل طاقة حركية عظمى

3- لكي يتحرر الكترون من سطح الفلز يجب تزويده بطاقة لا تقل عن مقدار محدد(اقتران الشغل)

اقتران الشغل(Φ): أقل طاقة لازمة لتحرير الالكترون من سطح الفلز .

saleh Al-bshish

ويعطى بالعلاقة الآتية:

$$\Phi = هـ \, ت_د$$

حيث $ت_د$: تردد العتبة للجسم

ويقاس اقتران الشغل بوحدة الالكترون فولت والتي هي وحدة الطاقة ايضا.

كل فلز له مقدار من اقتران الشغل يختلف من فلز لآخر وبالتالي:

1-اذا كانت طاقة الفوتون اقل من اقتران الشغل فان الالكترون لا يتحرر من سطح الفلز .

2-اذا كانت طاقة الفوتون مساوية لاقتران الشغل فأن الالكترون يتحرر من الفلز دون اكسابه طاقة حركية.

3-اذا كانت طاقة الفوتون أكبر من اقتران الشغل فأن الالكترون يتحرر من السطح ويحتفظ بطاقة زائدة على شكل طاقة حركية .

ويمكن التعبير عن ذلك بالمعادلة :

$$ط_{فوتون} = \Phi + ط_{ح \, عظمى}$$

مهم جدا

تستخدم العلاقة التالية لحساب الطول الموجي وهي :

$$س = \lambda \, ت_د$$

حيث س: سرعة الضوء ثابتة

ووفقا لنموذج آينشتين عند زيادة شدة الضوء على سطح فلز مع بقاء تردده ثابت تعني:

1-زيادةعدد الفوتونات الساقطة في الثانية على وحدة المساحة.

2-زيادة عدد الالكترونات الضوئيةالمتحررة في الثانية (أي زيادة التيار الكهربائي)

3-طاقة الفوتون لا تتغير لأنها تعتمد على على تردد الضوء فقط.

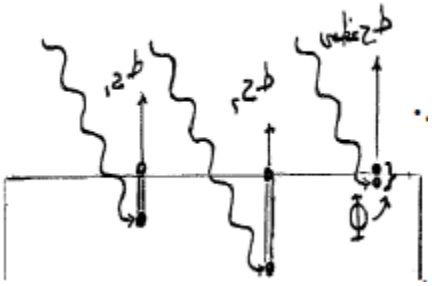
4-الطاقة الحركية العظمى للالكترونات الضوئية لا تتغير بسبب عدم تغير جهد القطع

saleh Al-bshish

أما عند زياد تردد الضوء الساقط مع بقاء شدته ثابتة :

1-طاقة الفوتون الواحد تزداد أي زيادة الطاقة الحركية العظمى للالكترونات الضوئية تزداد وبالتالي زيادة جهد القطع .

2.العدد الكلي للالكترونات المتحررة لا يتغير لا ن عدد الفوتونات لم يتغير فلا يتغير تيار الاشباع.



من خلال الشكل المجاور نلاحظ أن الالكترونات المتحررة تتفاوت في طاقتها الحركية ؟ تبعا لموقعها ايضا كما في الشكل الالكترونات القريبة من السطح التى لا تصطدم بذرات الفلز قبل تحررها تمتلك أكبر قدر من الطاقة الحركية العظمى .

- **حسب تفسير آينشتين الالكترونات الضوئية تنبعث بسرعات مختلفة من سطح الفلز مستندا الى معظم حجم ذرة في الفراغ وأن سطح الفلز ينتهي على عمق مئات من الذرات.**
- **عند سقوط ضوء على سطح فلز فأن بعض الفوتونات تصطدم بذرات السطح الخارجية وبعضها الآخر يصل الى العمق داخل السطح فيكون للفوتونات المقدار نفسه من الطاقة (هـ تـ) عند تردد معين للضوء واقتران شغل متساو عند جيع الذرات .**
- **الالكترونات المتحررة من ذرات السطح الخارجي جميعها تتحرر ممتلكة طاقة حركية عظمى أما الالكترونات التي تتحرر من الداخل اثناء الاصطدام تفقد جزء من طاقتها الحركية على العمق الذي تحررت منه لذا تتفاوت في سرعة انبعاثها من سطح الفلز.**
- **السرعة التي تحدد تجريبيا هي فقط <u>السرعة العظمى</u> عن طريق قياس جهد القطع.**

سؤال

معتمدًا على تفسير آينشتين للظاهرة الكهرضوئية، وبالرجوع إلى الشكل الذي يمثل العلاقة بين فرق الجهدوالتيار أجب عما يلي:

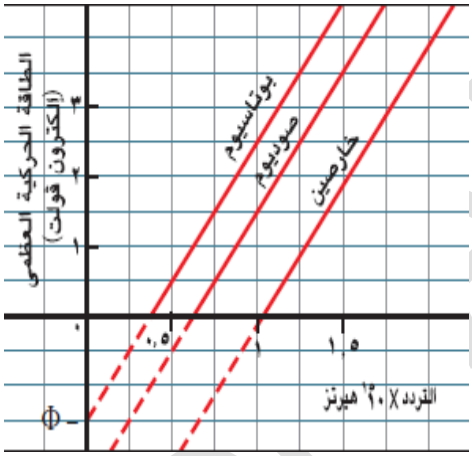
١- لماذا يبقى فرق جهد القطع ثابتًا بالرغم من زيادة شدة الضوء الساقط؟

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

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

الأجابة:

- زيادة شدة الضوء تعني زيادة عدد الفوتونات فقط ، وبما ان طاقة الفوتون لم تتغير (ط = هـ ت)،لذلك فإن الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات تبقى ثابتة، وبما أن ط ح = ـــ جـ ق ، إذا يبقى فرق جهد القطع ثابت.
- يزداد، بسبب زيادة عدد الفوتونات الساقطة وبالتالي زيادة عدد الإلكترونات المتحررة.
- يزداد لأن طاقة الفوتون تزداد.



مثال(1) معتمدا على الشكل الذي يمثل العلاقة بين التردد والطاقة الحركية العظمى أجب عما يلي:

1- المحنيات المرسومة متوازية على ماذا تدل؟

2- احسب ميل احد الخطوط وقارنه بثابت بلانك ماذا تستنتج ؟

3- ماذا تمثل نقطة تقاطع المنحنى مع محور التردد ؟

4- هل يتمكن ضوء تردده ($10x.75^{15}$هيرتز) من تحرير الكترونات من سطح البوتاسيوم ؟ ماذا لو سقط على الخارصين؟

5- تعطى نقطة تقاطع امتداد منحنى مع محور الصادات اقتران الشغل للفلز :أي الفلزات الثلاثة يتطلب تحير الكترونات من سطحه أكبر طاقة ؟

الحل:

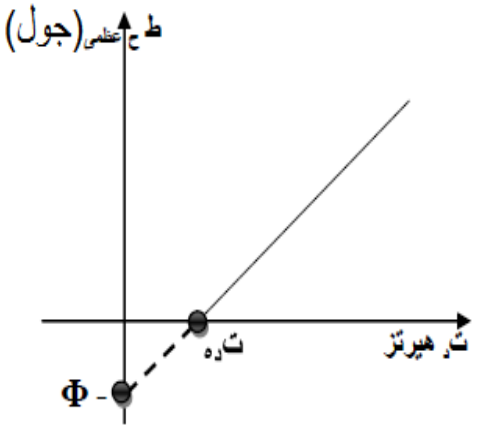
1-ميل متساوي والعلاقة خطية 2-ميلها يساوي ثابت بلانك 3- تردد العتبة للفلز

4-نعم لان تردد الضوء أكبر , اما الخارصين لا لان تردد الضوء اقل من تردد العتبة .

5-الخارصين لأن اقتران الشغل أكبر.

❖ **أثبت ميلكان صحة ما تنبأ به آينشتين بأن الضوء يتكون من وحدات منفصلة من الطاقة وان للضوء طبيعة جسيمية أي ان النموذج الجسيمي نجح في تفسير الظاهرة الكهروضوئية بينما فشل النموذج الموجي في تفسيرها وقام بقياس ثابت بلانك تجريبيا .**

❖ **(مهم جدا):**



☒ **تمثل نقطة التقاطع مع محور الصادات (محور الطاقة) اقتران الشغل للفلز Φ.**

☒ **تمثل نقطة التقاطع مع محور السينات (محور التردد) تردد العتبة للفلز ت د .**

☒ **اذا مثل محور الصادات ط بوحدة الالكترون فولت أو جـ بوحدة الفولت فانه بكلا الحالتين نحول الى جول اما اذا كانت بوحدة الجول تبقى كما هي.**

☒ **عند حساب أكبر طول موجي للفلز هو الطول الموجي المصاحب لتردد العتبة**

(س=ت د.λ(أكبر طول موجي))

مثال(2)

في تجربة لدراسة الظاهرة الكهرضوئية، سقط ضوء طول موجته ٣٠٠ نم على سطح الصوديوم.
احسب:(علما أن Φ = ٢,٤٦ إلكترون فولت)

1 – الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة.

2– فرق جهد القطع.

3- احسب اكبر طول موجي يلزم لتحير الكترونات من سطح الفلز.

الحل:

1- بما أن : س = λ ت$_د$ $\Leftarrow$ ت$_د$ = $\frac{س}{\lambda}$ = $\frac{٣ \times ١٠^{٨}}{٣٠٠ \times ١٠^{-٩}}$ = ١ × ١٠^{١٥} هيرتز.

Φ = ٢,٤٦ إلكترون فولت = ٢,٤٦ × ١,٦ × ١٠$^{-١٩}$ = ٣,٩٤ × ١٠$^{-١٩}$ جول

وبما أن: هـ ت$_د$ = Φ + ط$_{ح\ عظمى}$ $\Leftarrow$

ط$_{ح\ عظمى}$ = هـ ت$_د$ − Φ = ٦,٦ × ١٠$^{-٣٤}$ × ١ × ١٠^{١٥} − ٣,٩٤ × ١٠$^{-١٩}$

ط$_{ح\ عظمى}$ = ٢,٦٦ × ١٠$^{-١٩}$ جول.

2- ط$_{ح\ عظمى}$ = Δ جـ$_{ق}$ $e^{-س}$ $\Leftarrow$ Δ جـ$_{ق}$ = $\frac{ط_{ح\ عظمى}}{e^{-س}}$ = $\frac{٢,٦٦ \times ١٠^{-١٩}}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}}$ = ١,٦٦ فولت.

3-

Φ = هـ ت$_{د_٠}$ ⟵ ت$_{د_٠}$ = $\frac{٣,٩٤ \times ١٠^{-١٩}}{٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}}$ = ٦ × ١٠^{١٤} هيرتز.

$\lambda_٠$ = $\frac{س}{ت_{د_٠}}$ = $\frac{٣ \times ١٠^{٨}}{٦ \times ١٠^{١٤}}$ = ٥ × ١٠$^{-٧}$ م.

مثال(3):

يبين الجدول (٧−١) قيم اقتران الشغل لبعض العناصر بوحدة إلكترون فولت، مستعينًا بالجدول، احسب تردد العتبة للحديد، ثم احسب طول موجة العتبة.

الجدول (٧−١): اقتران الشغل لبعض العناصر

العنصر	Φ (إلكترون فولت)
صوديوم	٢,٨
ألمنيوم	٤,٢٨
نحاس	٤,٦٥
خارصين	٤,٣١
فضة	٤,٣
رصاص	٤,٢٥
حديد	٤,٥٠
كربون	٥,٠٠
كالسيوم	٢,٨٧

الحل:

بما أن اقتران الشغل للحديد يساوي (٤,٥) إلكترون فولت، يجب تحويل وحدة الإلكترون فولت إلى وحدة جول:

Φ = ٤,٥ × ١,٦ × ١٠$^{-١٩}$ = ٧,٢ × ١٠$^{-١٩}$ جول

ومن العلاقة (٧−٤):

ت$_{د_٠}$ = $\frac{\Phi}{هـ}$

= $\frac{٧,٢ \times ١٠^{-١٩}}{٦,٦٣ \times ١٠^{-٣٤}}$ = ١,١ × ١٠^{١٥} هيرتز

ولحساب الطول الموجي (λ) لضوء تردده (ت$_د$) نطبق العلاقة: ت$_د$ = $\frac{س}{\lambda}$

حيث (س): سرعة الضوء في الفراغ أو الهواء وتساوي ٣ × ١٠^{٨} م/ث.

وعليه فإن:

طول موجة العتبة (λ) = $\frac{س}{ت_{د_٠}}$.

λ = $\frac{٣ \times ١٠^{٨}}{١,١ \times ١٠^{١٥}}$ = ٢٧٣ × ١٠$^{-٩}$ م = ٢٧٣ نم

مثال(4):

سقط ضوء فوق بنفسجي طول موجته (٢٤٠) نم على مهبط خلية كهرضوئية، فانطلقت منه إلكترونات باتجاه المصعد مكونة تيارًا كهرضوئيًّا عبر دارة مغلقة، وعندما أصبح فرق الجهد العكسي (١,٤) فولت انقطع التيار في الدارة. احسب ما يأتي:

١ طاقة فوتون الضوء الساقط .

٢ الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية.

٣ اقتران الشغل لفلز المهبط.

الحل:

١ $ط_{فوتون} = هـ ت_د = \frac{هـ س}{\lambda}$

$= \frac{٦,٦٣ \times ١٠^{-٣٤} \times ٣ \times ١٠^{٨}}{٢٤٠ \times ١٠^{-٩}} = ٨,٢٩ \times ١٠^{-١٩}$ جول

٢ $ط_{ح عظمى} = ش_e جـ ق$

$= -١,٦ \times ١٠^{-١٩} \times -١,٤$

$= ٢,٢٤ \times ١٠^{-١٩}$ جول

٣ $\Phi = هـ ت_د - ط_{ح عظمى}$

$\Phi = ٨,٢٩ \times ١٠^{-١٩} - ٢,٢٤ \times ١٠^{-١٩} = ٦,٠٥ \times ١٠^{-١٩}$ جول

مثال(5):

سقط ضوء على سطح صوديوم، فتحررت منه إلكترونات طاقتها الحركية العظمى (٠,٨٢) إلكترون فولت. أجب عما يأتي:

١ احسب تردد الضوء الساقط.

٢ إذا سقط ضوء طول موجته (٦٠٠) نم على سطح الفلز نفسه فهل تتحرر منه إلكترونات؟ وضح إجابتك.

الحل:

١ من الجدول (٧-١): $\Phi_{\text{الصوديوم}}$ = ٢,٢٨ إلكترون فولت

ومن معادلة أينشتين الكهرضوئية:

$$\text{هـ ت}_{\text{د}} = \Phi + \text{ط}_{\text{ح عظمى}}$$

$$\text{هـ ت}_{\text{د}} = ٢,٢٨ + ٠,٨٢ = ٣,١ \text{ إلكترون فولت}$$

$$= ٣,١ \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}$$

$$\text{هـ ت}_{\text{د}} = ٤,٩٦ \times ١٠^{-١٩} \text{ جول}$$

$$ت_د = \frac{١٠ \times ٤,٩٦^{-١٩}}{١٠ \times ٦,٦٣^{-٣٤}}$$

$$= ٧,٤٨ \times ١٠^{١٤} \text{ هيرتز}$$

٢ نحسب أوّلًا تردد العتبة للصوديوم، ونقارنه بتردد الضوء الساقط، كما يأتي:

$$ت_{د_٥} = \frac{\Phi}{هـ}$$

$$= \frac{١٠ \times ١,٦ \times ٢,٢٨^{-١٩}}{١٠ \times ٦,٦٣^{-٣٤}}$$ (لاحظ أننا حولنا اقتران الشغل إلى وحدة الجول)

$$= ٥,٥ \times ١٠^{١٤} \text{ هيرتز}$$

أما تردد الضوء الساقط فهو:

$$ت_د = \frac{س}{\lambda} = \frac{٣ \times ١٠^{٨}}{٦٠٠ \times ١٠^{-٩}}$$

$$= ٥ \times ١٠^{١٤} \text{ هيرتز}$$

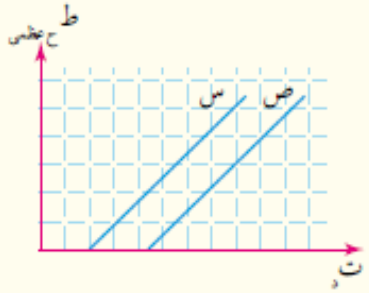
بما أن $ت_د < ت_{د_٥}$، فإنه في هذه الحالة لن تتحرر أي إلكترونات من سطح فلز الصوديوم.

مراجعة (٧-٢)

١ سقطت حزمتان من الضوء بترددين مختلفين ($ت_{د_١}$، $ت_{د_٢}$) على سطحين فلزيّين مختلفين (س، ص) على الترتيب، بحيث $\Phi_س < \Phi_ص$، فإذا كانت الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة منهما متساوية، فأي الحزمتين ترددها أكبر؟ وضح إجابتك.

٢ سقط ضوء تردده ($١٠^{١٥}$) هيرتز على سطحين فلزيّين مختلفين (أ، ب)، فتحررت إلكترونات ضوئية من السطح (أ) من غير طاقة حركية بينما لم تتحرر من السطح (ب) أي إلكترونات. ناقش هذه النتائج مستندًا إلى معادلة أينشتين الكهرضوئية، ثمّ بين كيف تتغيّر النتيجة المتعلقة بالسطح (أ) إذا سقط عليه ضوء طول موجته أقصر.

٣) يوضح الشكل (٧–١٢) العلاقة البيانية بين تردد الضوء الساقط على فلزين مختلفين (س، ص) والطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة. أجب عمّا يأتي:



الشكل (٧–١٢): سؤال (٣).

أ) أي الفلزين (س، ص) طول موجة العتبة له أكبر؟ فسّر إجابتك.

ب) إذا سقط ضوء له التردد نفسه على الفلزين، وانبعثت إلكترونات من كل منهما، فأي الفلزين تنبعث منه إلكترونات ممتلكة طاقة حركية أكبر؟ فسر إجابتك.

جـ) فسر: يتساوى ميل المنحنيين الممثلين للفلزين.

٤) استخدمت الخلية الكهرضوئية في إجراء تجربة لقياس اقتران الشغل لفلز الكالسيوم، بإسقاط ضوء على سطح الفلز بأطوال موجية مختلفة، ثم تحديد فرق الجهد اللازم لقطع تيار الخلية في كل مرّة يتم فيها تغيير الطول الموجي (لون الضوء الساقط)، فتم الحصول على البيانات الآتية:

λ (نم)	٢٥٣,٦	٣١٣,٢	٣٦٥,٠	٤٠٤,٧
جـ (فولت)	١,٩٥	٠,٩٨	٠,٥٠	٠,١٤

معتمدًا على البيانات الواردة في الجدول أجب عما يأتي:

أ) ارسم العلاقة البيانية بين تردد الضوء الساقط (على محور السينات) وجهد القطع (على محور الصادات).

ب) من الرسم البياني جد كلًّا من: ثابت بلانك، وتردد العتبة، واقتران الشغل لفلز الكالسيوم.

جـ) قارن بين قيمة اقتران الشغل التي حصلت عليها وقيمة اقتران الشغل لفلز الكالسيوم من الجدول (٧–١).

1) من معادلة أينشتين الكهرضوئية:

(طـح عظمى)1 = هـ تـد1 − ϕس ، (طـح عظمى)2 = هـ تـد2 − ϕص

وبما أن: (طـح عظمى)1 = (طـح عظمى)2 ، ϕس < ϕص ، فإن تـد1 < تـد2

2) وفق معادلة أينشتين الكهرضوئية: طـح عظمى = هـ تـد − ϕ = هـ تـد − هـ تـدo

للسطح (أ)، طـح عظمى = صفر ، وهذا يعني أن تردد العتبة للفلز (أ) يساوي تردد الضوء الساقط ويساوي 10^{15} هيرتز . أما للسطح (ب)، فإن تردد العتبة له أكبر من تردد الضوء الساقط، لذلك لم تتحرر منه إلكترونات.

عند سقوط ضوء طول موجته أقل من الأول، فإنه ووفق العلاقة: تـد = س/λ يكون تردده أكبر ، لذا ووفق معادلة أينشتين، تنبعث من السطح (أ) إلكترونات بطاقة حركية.

3)

أ) س، فوفق العلاقة: λo = س/تـدo، الفلز الذي يكون تردد العتبة له أكبر يكون طول موجة العتبة له أقل، وحيث أن تردد العتبة للفلز س أقل منه للفلز ص، فإن طول موجة العتبة له أكبر .

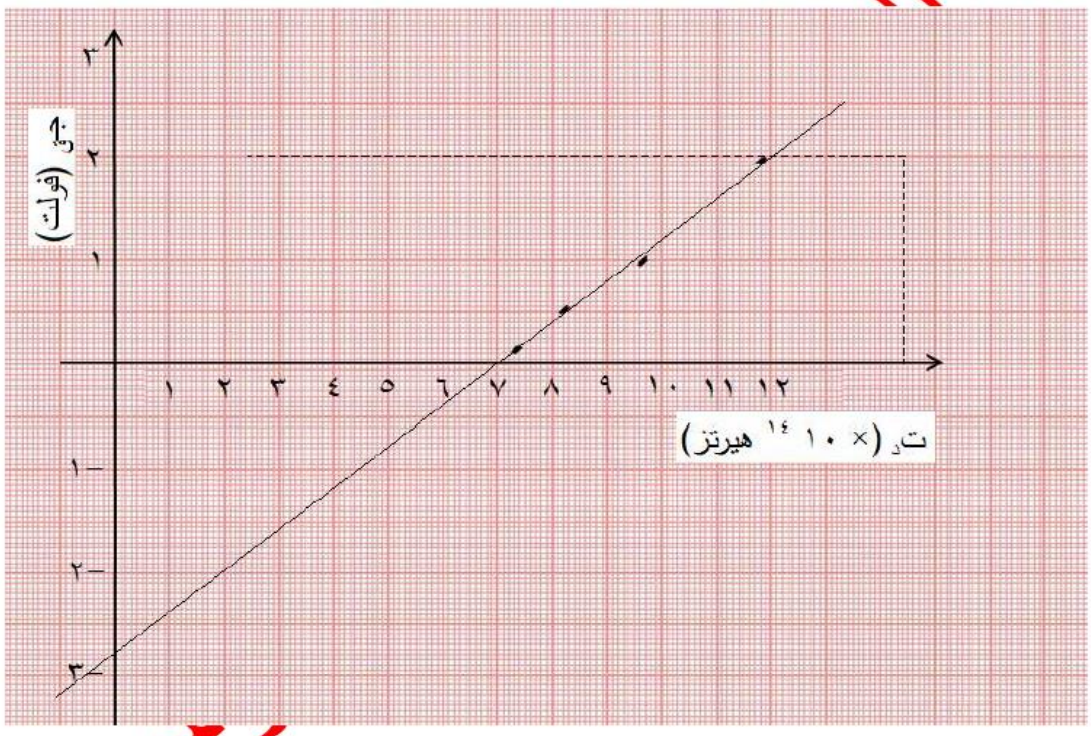
إدارة المناهج والكتب المدرسية

ب)وفق معادلة أينشتين الكهرضوئية: طـح عظمى = هـ تـد – هـ تـو ، وبما أن تـد ثابت وتردد العتبة للفلز س أقل منه للفلز ص، فإن الإلكترونات تنبعث من الفلز س بطاقة حركية أكبر .

ج) ميل الخط المستقيم الممثل للعلاقة (طـح عظمى – تـد) يساوي ثابت بلانك، وفق معادلة أينشتين الكهرضوئية، وبصرف النظر عن موقعه، والخطوط المستقيمة المتساوية في الميل تكون متوازية

(4

أ) نحسب التردد أولًا لكل طول موجي من العلاقة: تـد = س/λ، لنحصل على القيم الآتية: (11.8 ، 9.6 ، 8.2 ، 7.4) × 10 ^{14} هيرتز ، نرسم محورين يمثلان التردد وجهد القطع، وبعد تحديد النقاط نرسم خط تقاربي للنقاط كما في الشكل الآتي:



ب) لحساب ثابت بلانك: نختار نقطتين على الخط المستقيم ونسقط منهما عمودين على كل من المحورين، نحسب ميل الخط المستقيم بحساب فرق الصادات على فرق السينات كما يأتي:

$$\text{الميل} = (2- 0)/(12- 7) \times 10^{14} = 4 \times 10^{-15}$$

هـ = الميل × شـ$_e$

$$= 4 \times 10^{-15} \times 1.6 \times 10^{-19} = 6.4 \times 10^{-34} \text{ جول.ثانية}$$

تردد العتبة يمثله تقاطع الخط مع محور التردد، ومن الشكل: ت$_د$ $= 7 \times 10^{14}$ هيرتز.

ولإيجاد اقتران الشغل نلاحظ أن الخط المستقيم يتقاطع مع محور جهد القطع عند النقطة التي تمثل −ϕ/شـ$_e$، ومن الشكل هذه النقطة تساوي 2.8− ،

$$\phi = -2.8 \times -1.6 \times 10^{-19} = 4.48 \times 10^{-19} \text{ جول}$$

أو: ϕ = هـ ت$_د$ $= 6.4 \times 10^{-34} \times 7 \times 10^{14}$ جول

$$= 4.48 \times 10^{-19} \text{ جول} = 2.8 \text{ إلكترون فولت}$$

ج) هناك فرق بسيط بين القيم التي تم الحصول عليها في (ب) والقيم النظرية، ويرجع ذلك إلى أخطاء التجربة، فالقيم الواردة في الجدول هي قيم تجريبية.

إدارة المناهج والكتب المدرسية

أمثلة متنوعة:

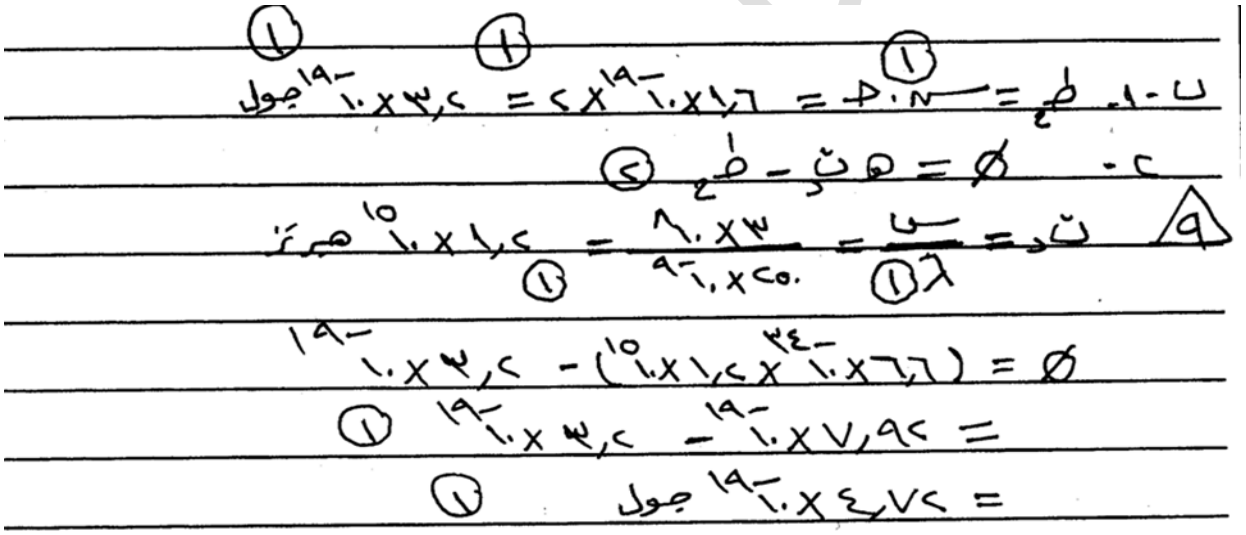
مثال(1)صيفي2007

ب) سقط ضوء طول موجته (٢٥٠×١٠^{-٩}) م على سطح فلز ، فـإذا وجـد أن فـرق جهـد القطع للفلز حينئذ يساوي (٢) فولت ، **فاحسب ما يأتي :** (٩ علامات)

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

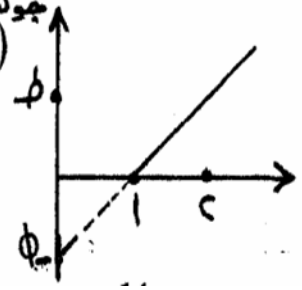
٢) اقتران الشغل لهذا الفلز.

الحل:



مثال(2)شتوي 2008

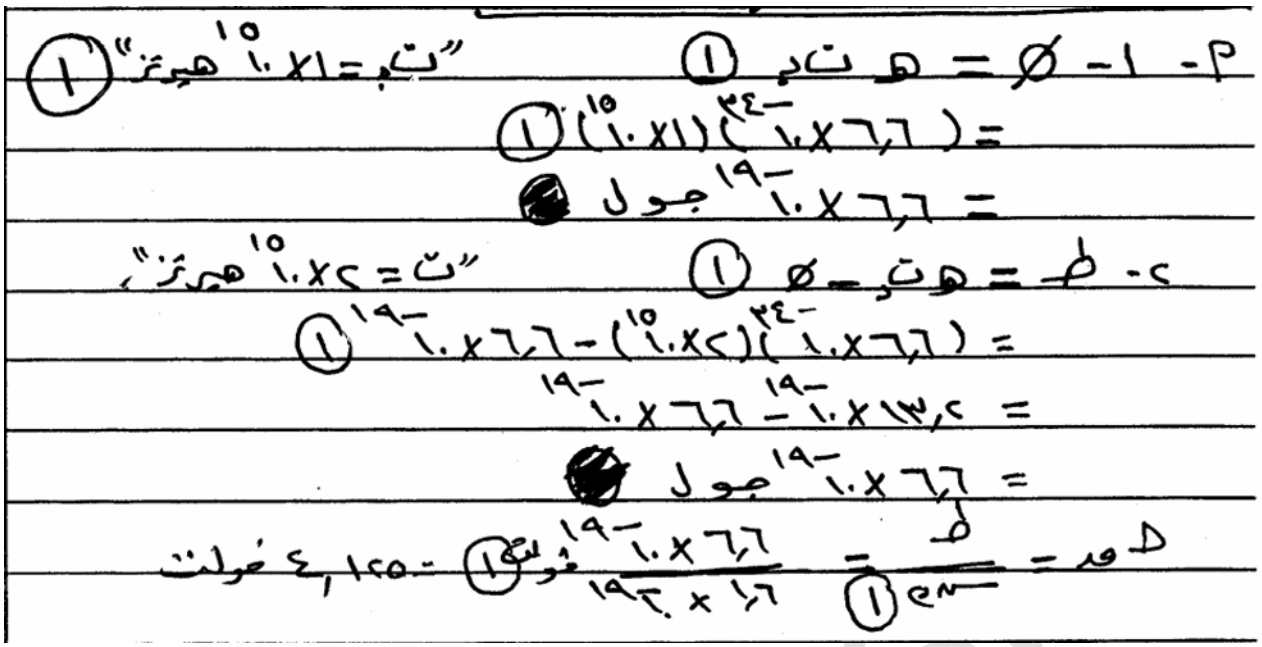
أ – يمثّل الشكل العلاقة بين تردد الضوء الساقط على سطح فلز والطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنطلقة من سطح الفلز. اعتماداً عليه **احسب** قيمة كل مما يأتي : (٧ علامات)



١) اقتران الشغل (ϕ).

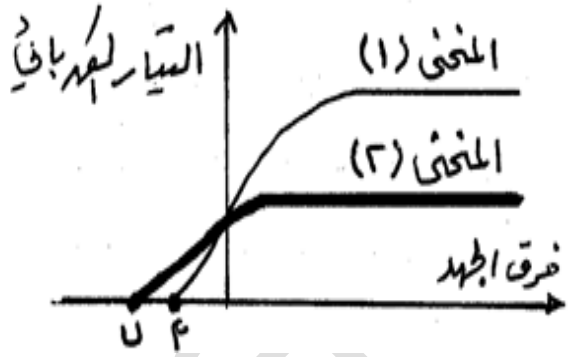
٢) فرق جهد القطع.

الحل:



مثال(3)صيفي 2008

– الرسم البياني المجاور يمثّل نتائج تجربة أجريت باستخدام خلية كهرضوئية وذلك لدراسة العلاقة بين فرق الجهد والتيار الكهربائي المار فيها. معتمداً على الرسم **أجب عما يأتي** : (٤ علامات)

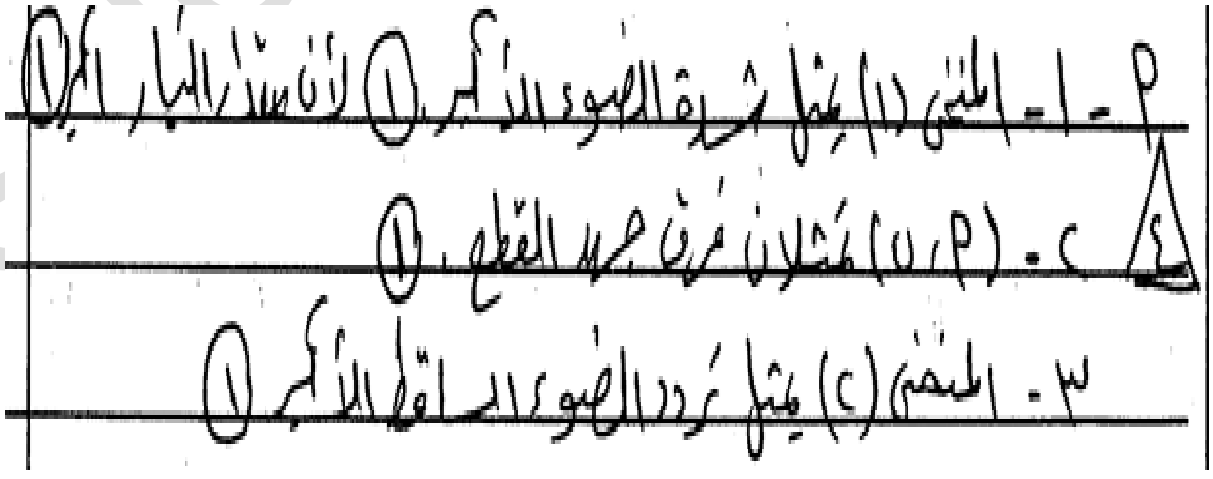


١- أي المنحنيين يمثّل شدة الضوء الساقط الأكبر على باعث الخلية **ولماذا** ؟

٢- ماذا تمثل كل من النقطتين (أ ، ب) ؟

٣- أي المنحنيين يمثل تردد الضوء الساقط الأكبر ؟

الحل:



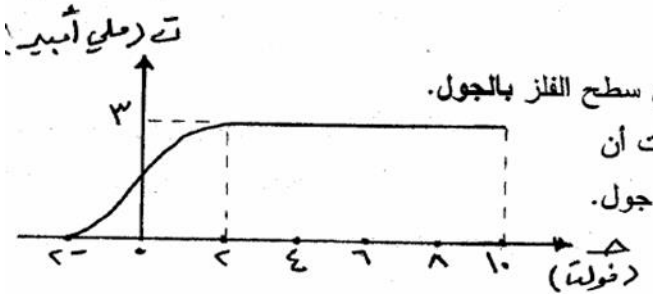
مثال(4) صيفي2009

ج) يُمثّل الرسم البياني العلاقة بين الجهد الكهربائي والتيار المار في الخلية الكهرضوئية، مستعينا بالقيم المثبتة على الرسم **أوجد** : (٥ علامات)

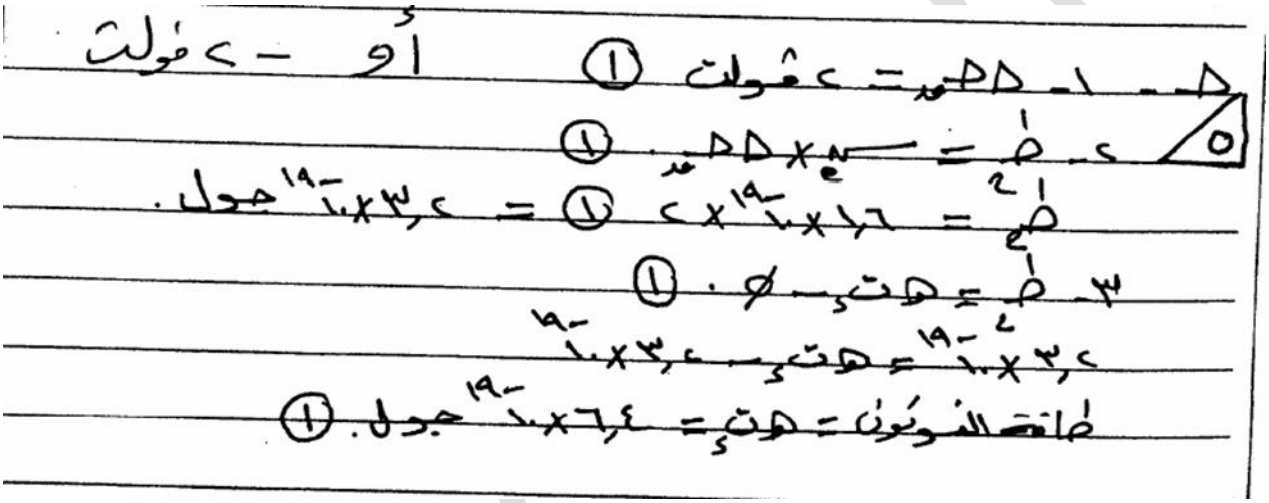
١) مقدار فرق جهد القطع للفلز.

٢) الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة من سطح الفلز **بالجول**.

٣) طاقة الفوتون الساقط على مهبط الخلية، إذا علمت أن اقتران الشغل الكهرضوئي للفلز ($٣,٢ \times ١٠^{-١٩}$) جول.



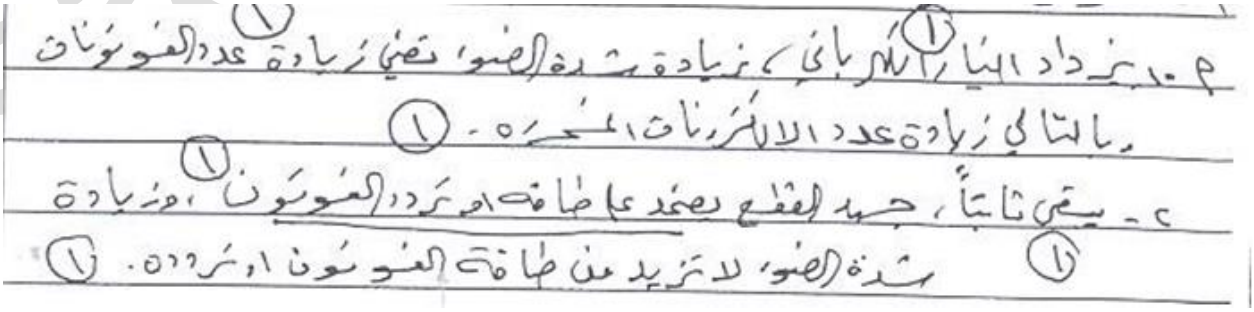
الحل:



مثال(5) شتوي 2010

عند زيادة شدة الضوء الساقط على باعث الخلية الكهرضوئية، ما الذي يحدث لكل مما يلي **مفسّراً إجابتك لكل حالة**" : ١) تيار الخلية. ٢) فرق جهد القطع. (٦ علامات)

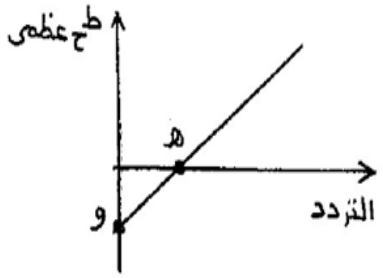
الحل:



مثال(6)شتوي 2011

ب) الشكل المجاور يمثل العلاقة بين تردد الضوء الساقط والطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية المتحررة في الخلية الكهروضوئية.

(٧ علامات)

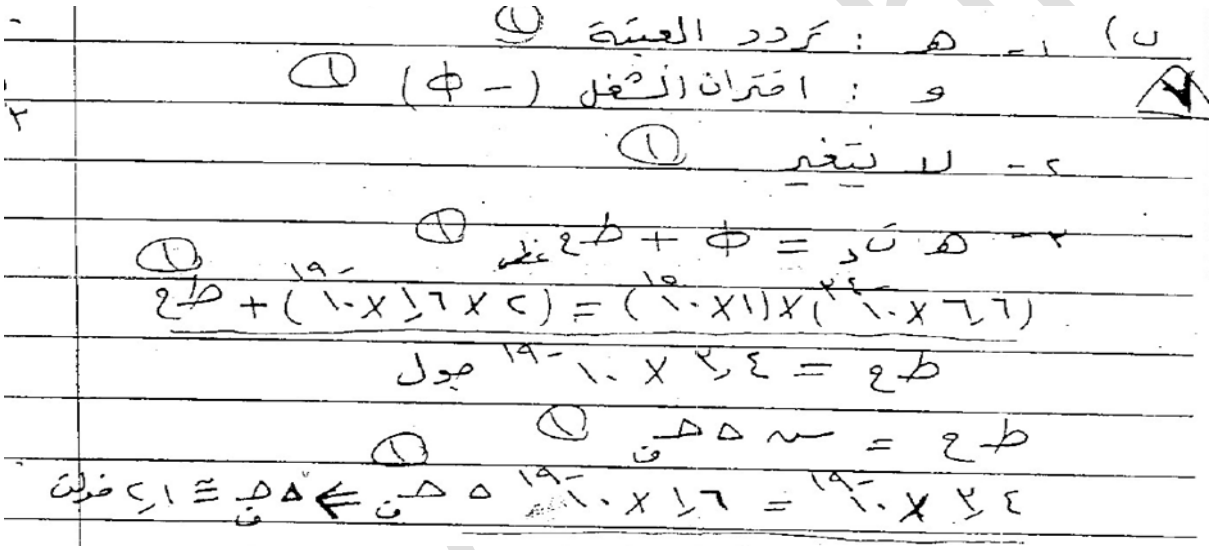


اعتماداً على الشكل: ١) ماذا تمثل كل من النقطتين (هـ ، و) ؟

٢) إذا استبدل الفلز بآخر اقتران الشغل له مختلف فهل يتغير ميل المنحنى؟

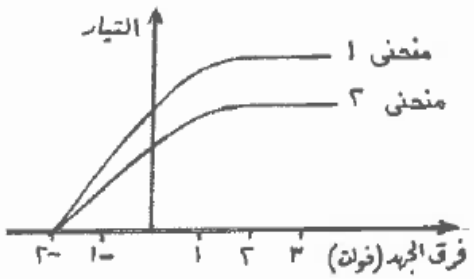
٣) احسب فرق جهد القطع عند سقوط ضوء بتردد(١×١٠^{١٥}) هيرتز على فلز اقتران الشغل له = (٢) إلكترون فولت.

الحل:



مثال(7)شتوي 2012

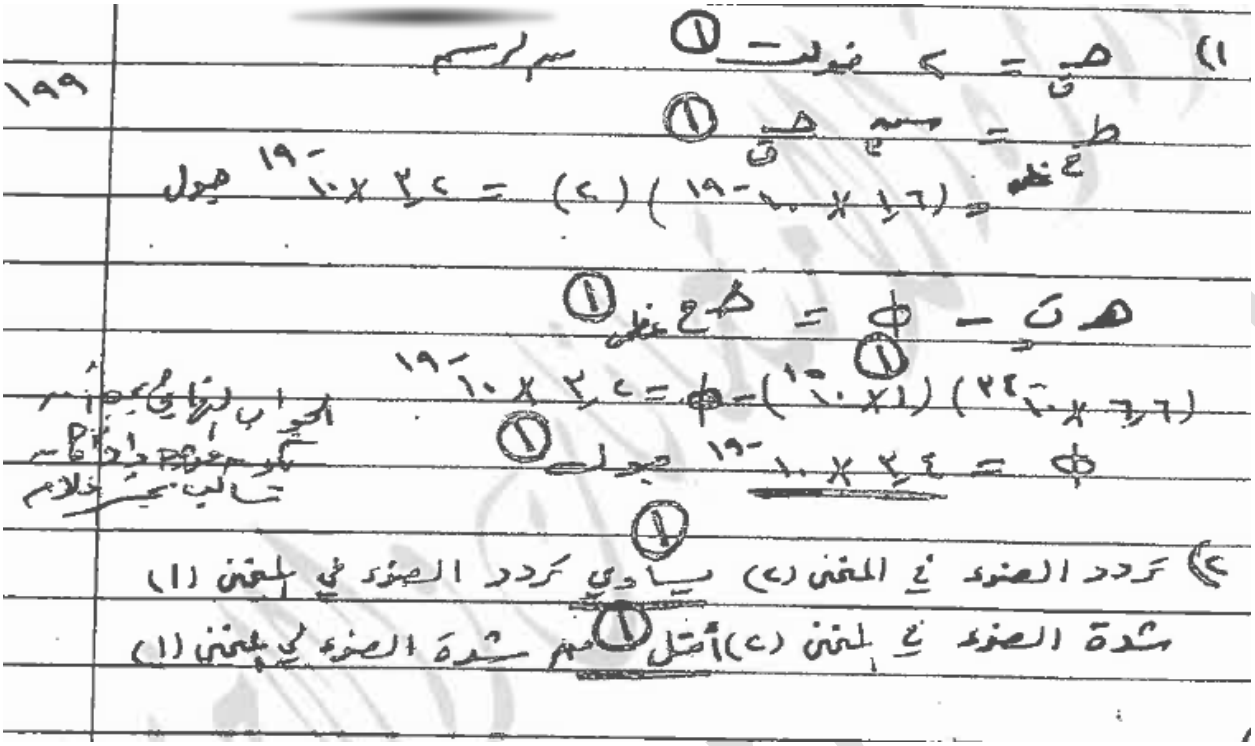
) في تجربة لدراسة الظاهرة الكهرضوئية. أسقط ضوء تردده (١×١٠^{١٥}) هيرتز على باعث الخلية، وعند تمثيل العلاقة بين الجهد والتيار بيانياً حصلنا على المنحنى (١) المبين في الشكل. معتمداً عليه أجب عما يأتي:



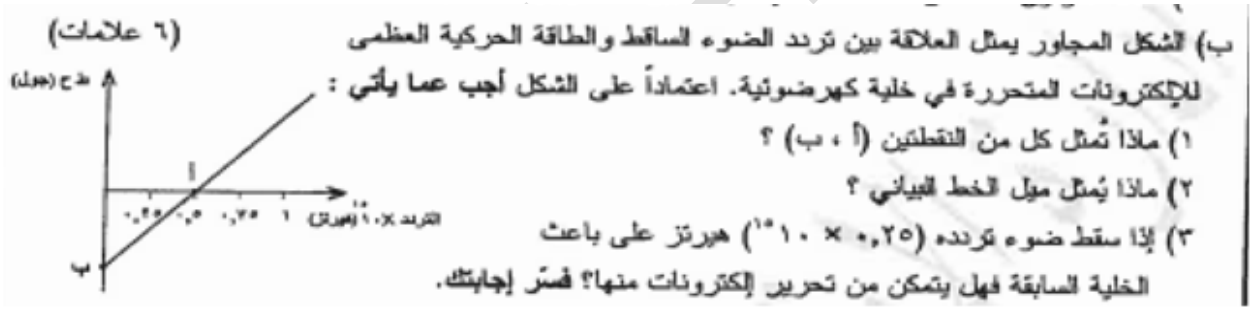
١) احسب اقتران الشغل لمادة اللوح الباعث.

٢) عند تكرار التجربة تم استبدال الضوء الساقط بآخر فحصلنا على المنحنى (٢) في الشكل. قارن بين المنحنيين من حيث تردد الضوء الساقط وشدته. (٧ علامات)

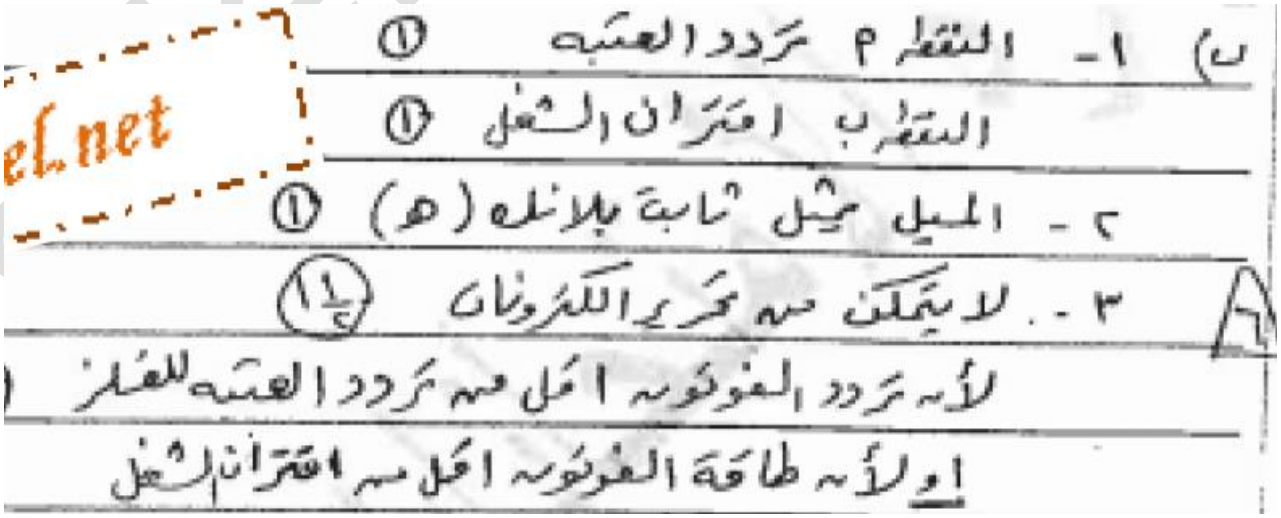
الحل:



مثال(8)شتوي 2013

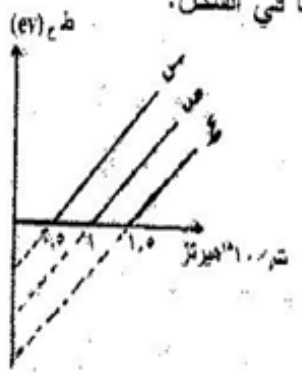


الحل:



مثال(9)صيفي2013

تعرضت سطوح ثلاثة فلزات (س ، ص ، ع) لضوء طول موجته (٣٠٠)نم ، فكانت العلاقة بين الطاقة الحركية العظمى للالكترونات المنبعثة وتردد الضوء الساقط كما في الشكل. (٥ علامات)

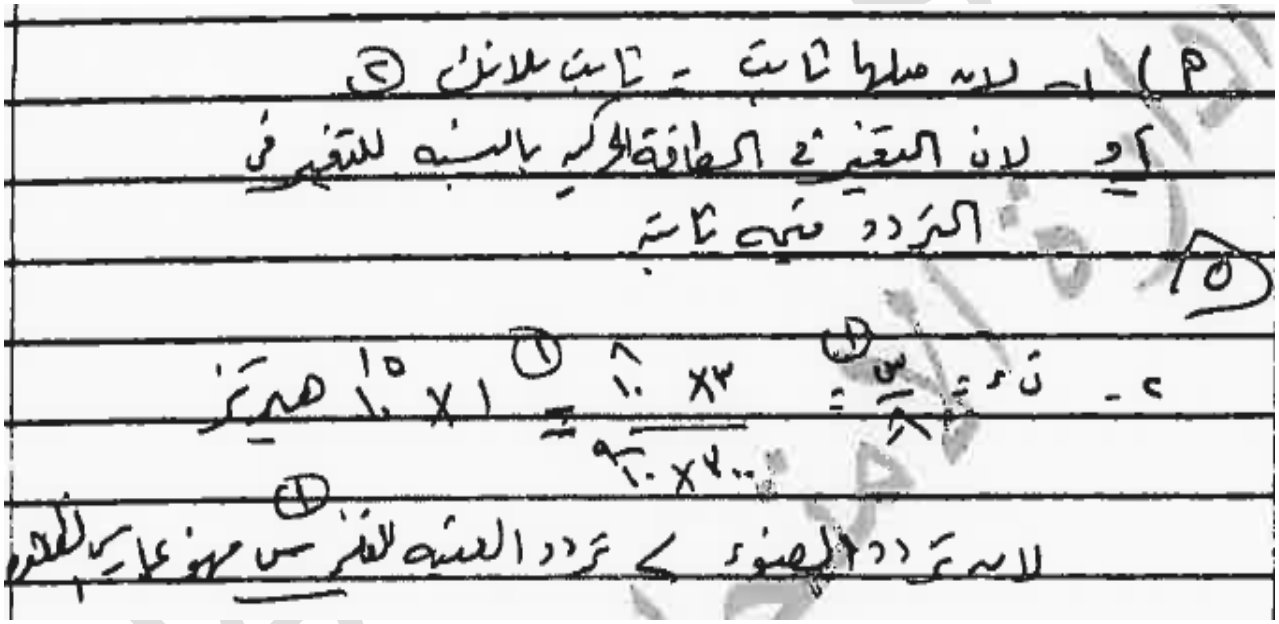


معتمداً على الشكل أجب عما يأتي:

١- لماذا تكون المنحنيات متوازية ؟

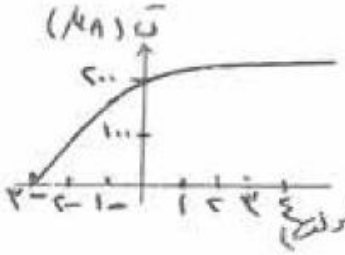
٢- أي من الفلزات الثلاث يستطيع بعث الكترونات من سطحه بطاقة حركية. ولماذا ؟

الحل:



مثال(10)شتوي 2014

في تجربة لدراسة الظاهرة الكهروضوئية رُسمت العلاقة بين التيار الكهربائي وفرق الجهد بين الباعث والجامع كما في الشكل المجاور. معتمداً على الرسم البياني، أجب عما يأتي:

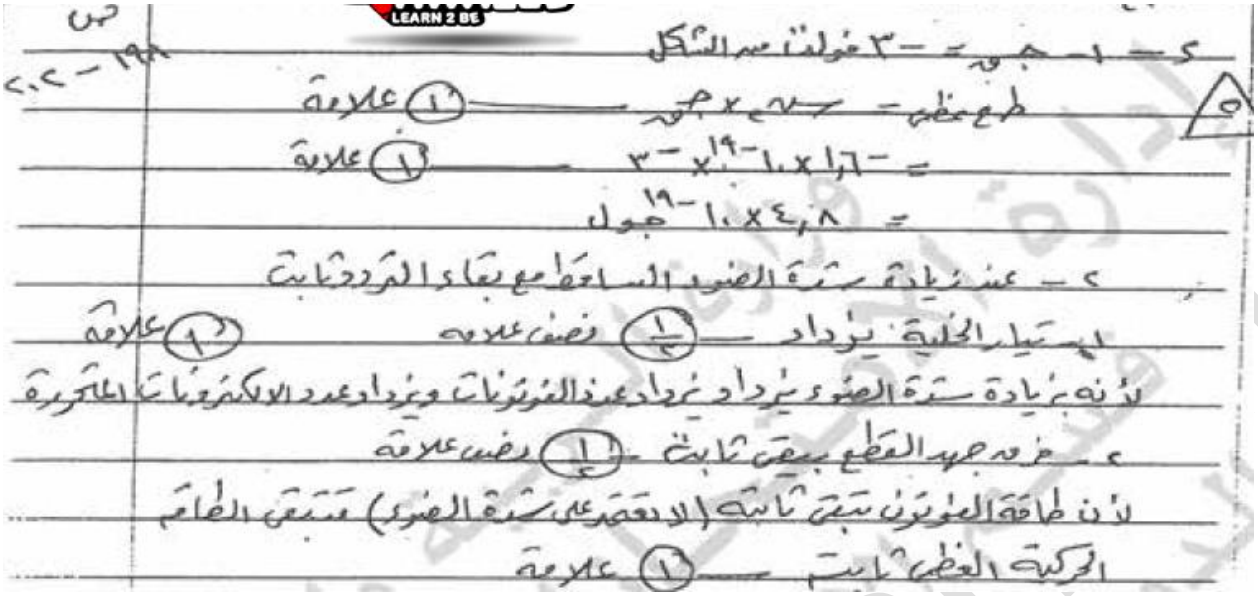


١- احسب الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المتحررة من سطح الباعث.

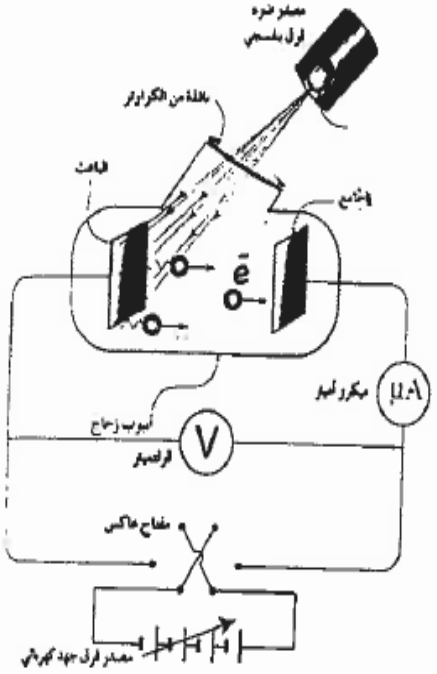
٢- ماذا يحدث لكل من (التيار وفرق جهد القطع) عند زيادة شدة الضوء الساقط مع بقاء تردده ثابتاً ؟ مفسراً إجابتك.

(٥ علامات)

الحل:



مثال(11)صيفي2014



في تجربة لدراسة الظاهرة الكهروضوئية تم استخدام الدارة المبيّنة في الشكل المجاور.

أجب عمّا يأتـــي:

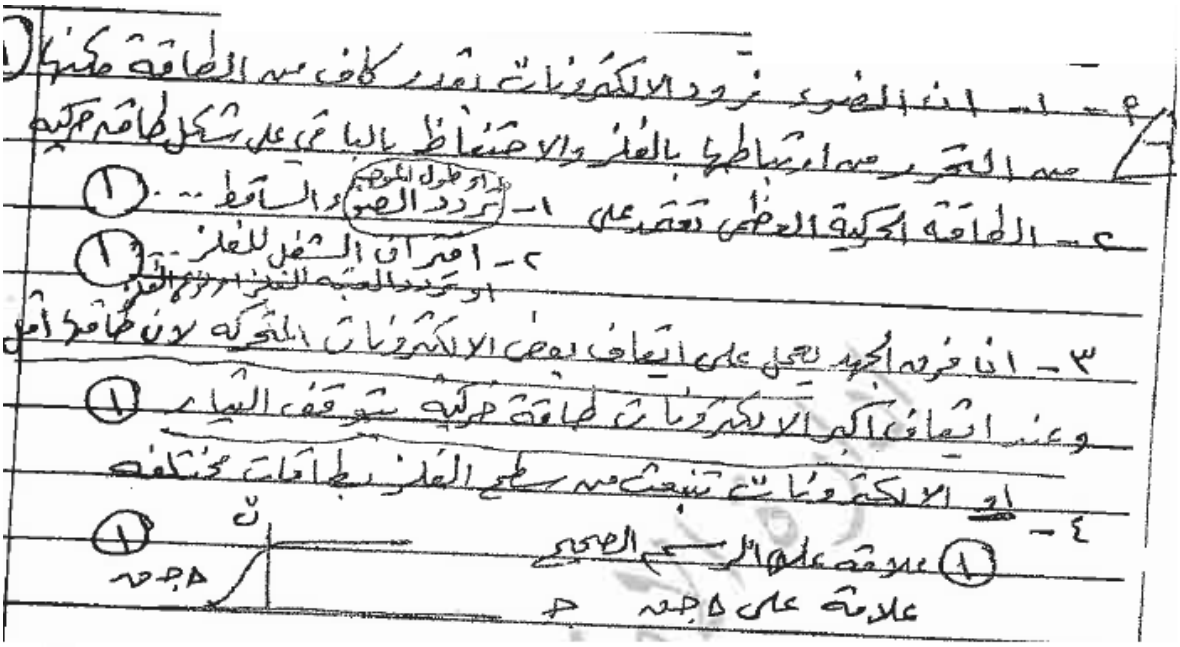
١- كيف تفسر انبعاث إلكترونات من سطح الباعث؟

٢- ما العوامل التي تعتمد عليها الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة؟

٣- عند عكس أقطاب البطارية وزيادة فرق الجهد تدريجياً لوحظ أن قراءة الميكروأميتر تتناقص إلى أن تصبح صفراً. على ماذا يدل ذلك ؟

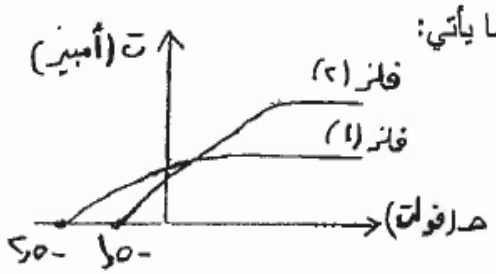
٤- ارسم العلاقة البيانية بين فرق الجهد (بين الباعث والجامع) وتيار الخلية، ثم حدّد على الرسم فرق جهد القطع. (٦ علامات)

الحل



مثال(12) شتوي 2015

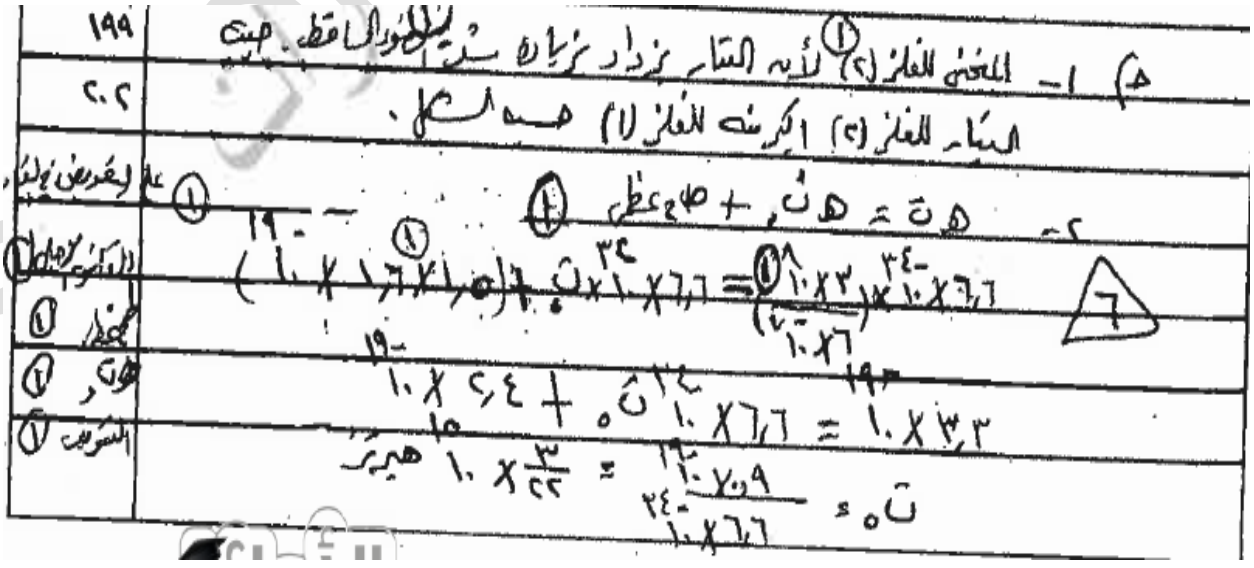
الرسم المجاور يمثل العلاقة البيانية بين تيار الخلية الكهروضوئية وفرق الجهد الكهربائي لفلزين مختلفين (١) ، (٢) ، أجب عما يأتي: (٦ علامات)



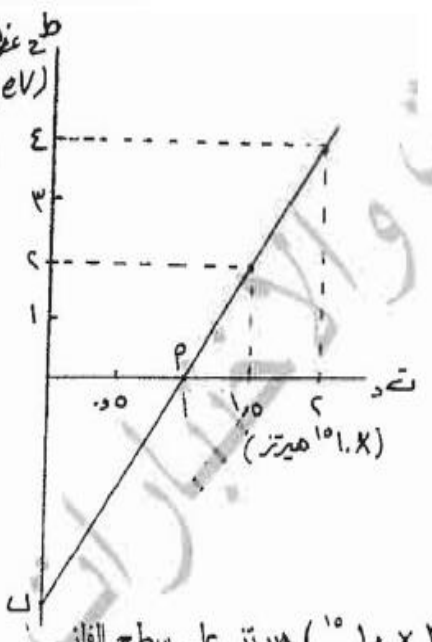
١. أي المنحنيين يمثل الشعاع الساقط الأكثر شدّة ؟ ولماذا ؟

٢. احسب تردد العتبة للفلز (٢). إذا كان طول موجة الشعاع الساقط (٦×١٠^{-٧}) م.

الحل:



مثال(13) صيفي2015



أ) الرسم البياني المجاور يمثّل العلاقة البيانية بين تردد الضوء الساقط على سطح فلز والطاقة الحركية العظمى للالكترونات الضوئية المتحررة.

معتمدًا على الرسم البياني أجب عمّا يأتي:

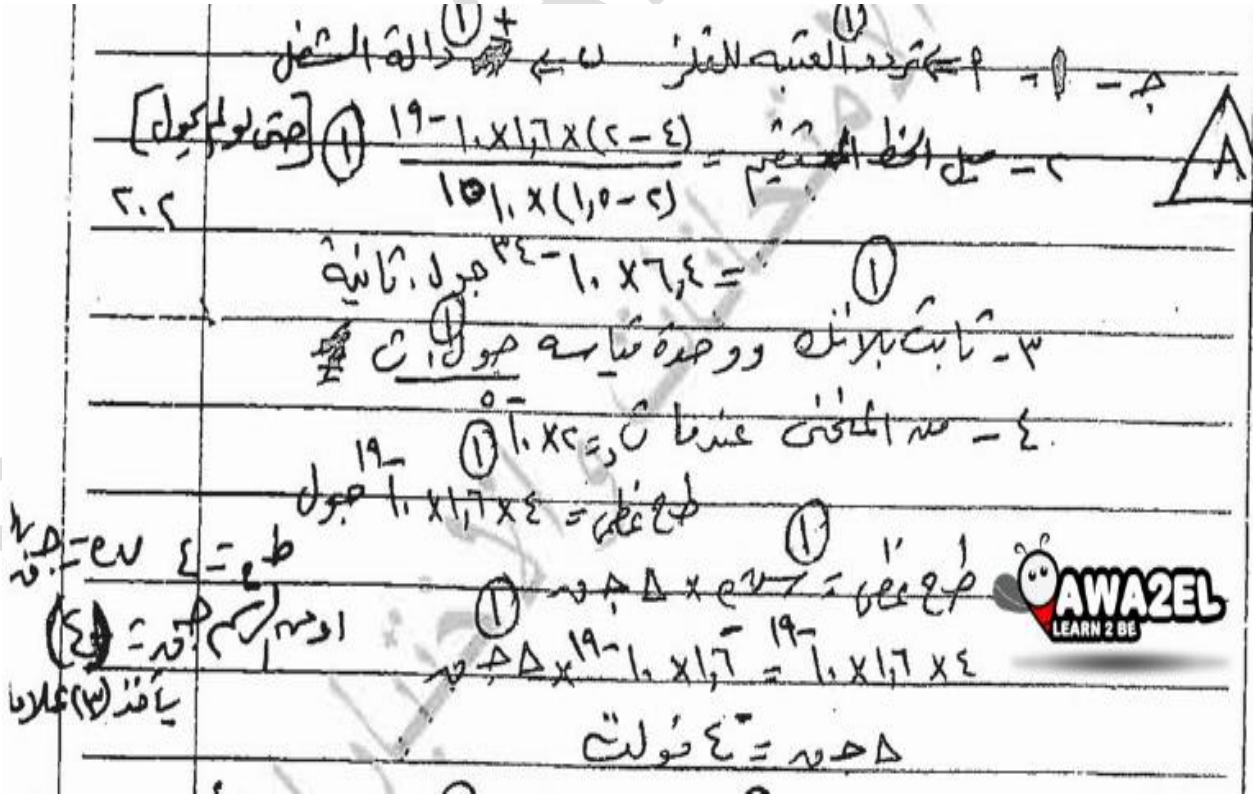
١- ماذا تمثّل كل من النقطتين (أ) و (ب)؟

٢- احسب مَيْل الخط المستقيم.

٣- ماذا يمثّل مَيْل الخط المستقيم؟ وما وحدة قياسه؟

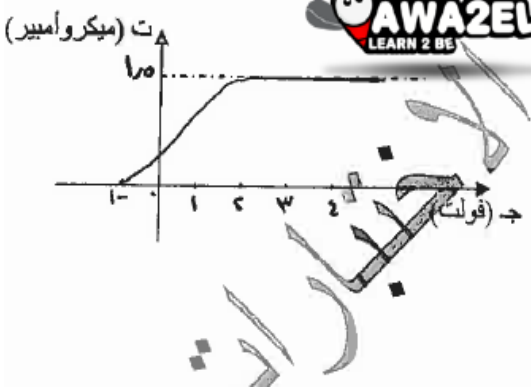
٣- احسب فرق جهد القطع عندما يسقط ضوء تردده (٢ × ١٠ ^ ١٥) هيرتز على سطح الفلز.

الحل:



مثال(14) شتوي 2016

د) سُلّط ضوء على مهبط خلية كهروضوئية، فكانت العلاقة بين تيار الخلية وفرق الجهد الكهربائي كما في الرسم البياني المجاور. مستعينًا بالقيم المثبتة على الرسم، **أجب عما يأتي:** (٦ علامات)



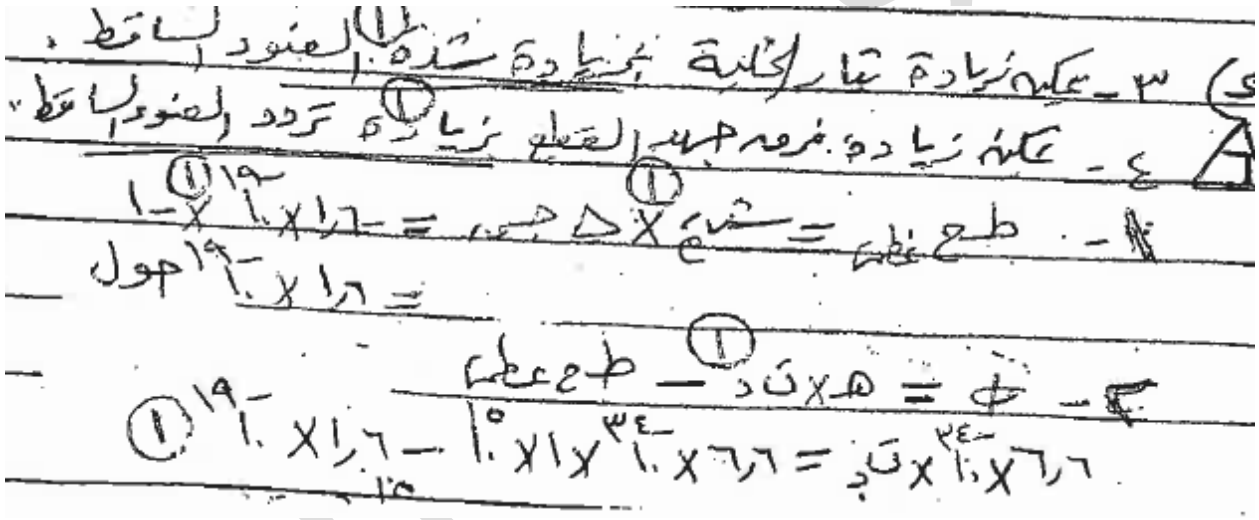
١) **احسب** الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنطلقة من باعث الخلية بوحدة الجول.

٢) **احسب** تردد العتبة للفلز إذا كان تردد الضوء الساقط عليه (١×١٠^{١٥}) هيرتز.

٣) كيف يمكن زيادة تيار الخلية الكهروضوئية؟

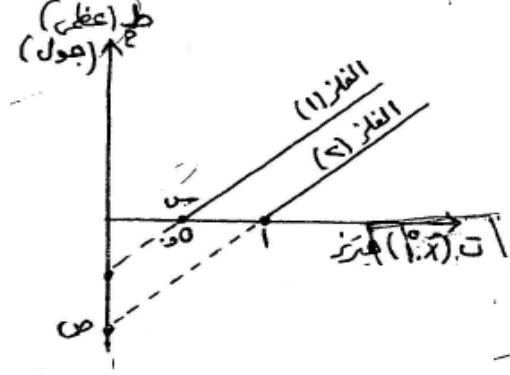
٤) كيف يمكن زيادة فرق جهد القطع؟

الحل:



مثال(15) صيفي2016

ب) يبيّن الشكل المجاور العلاقة بين تردد ضوء يسقط على فلزين (١) ، (٢) والطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة، معتمداً على الشكل وبياناته، **أجب عما يأتي:** (٩ علامات)



١) أي الفلزين يتطلب طاقة أقل لتحرير الإلكترونات من سطحه؟ ولماذا؟

٢) على ماذا تدلّ النقطة (س)؟

٣) احسب مقدار (ص).

٤) إذا سقط ضوء طول موجته (٤٠٠) نم على كل من الفلزين، **بيّن** أي الفلزين ستنبعث منه الإلكترونات. ثم **احسب** الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة.

الحل:

١) الفلز ١ ، لأن تردد العتبة أقل و اقتران شغل أقل

٢) تردد العتبة للفلز ١

٣) ص = ϕ وبالتالي

ϕ = هـ ت د. ← ϕ = ٦,٦ X ١٠$^{-٣٤}$ X ١ X ١٠X^{١٥}

ϕ = −٦,٦ X ١٠$^{-١٩}$ جول الاشارة السالبة على المنحنى

٤) ت د = س / λ = ٣ X ١٠^{٨} / ٤٠٠ X ١٠$^{-٩}$ = ٠,٧٥ X ١٠^{١٥} هيرتز

بما أن ت د > ت د . للفلز ١ ستنبعث منه الإلكترونات

أما الفلز الثاني لن تنبعث منه الإلكترونات لأن ت د < ت د.

ط فوتون = ϕ + ط ح عظمى

هـ ت د = هـ ت د. + ط ح عظمى

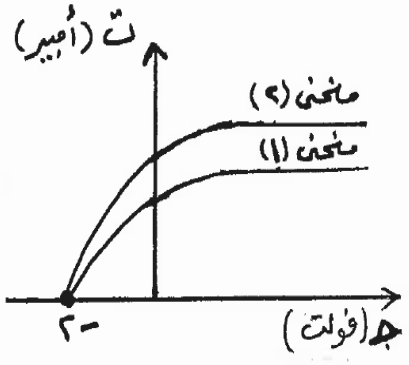
٦,٦ X ١٠$^{-٣٤}$ X ٠,٧٥ X ١٠^{١٥} = ٦,٦ X ١٠$^{-٣٤}$ X ٠,٥ X ١٠X^{١٥} + ط ح عظمى

٤,٩٥ X ١٠$^{-١٩}$ − ٣,٣٠ X ١٠$^{-١٩}$ = ط ح عظمى

ط ح عظمى = ١,٦٥ X ١٠$^{-١٩}$ جول

مثال(16) شتوي 2017

ج) في تجربة لدراسة الظاهرة الكهروضوئية، أُسقط ضوء تردده (١ × ١٠^{١٥}) هيرتز على باعث الخلية، وعند تمثيل العلاقة البيانية بين الجهد الكهربائي والتيار الكهربائي أُعطيت كما في الرسم البياني المجاور. معتمدًا على الرسم البياني، ومستعينًا بتفسير آينشتاين للظاهرة الكهروضوئية، **أجب** عما يأتي : (٥ علامات)

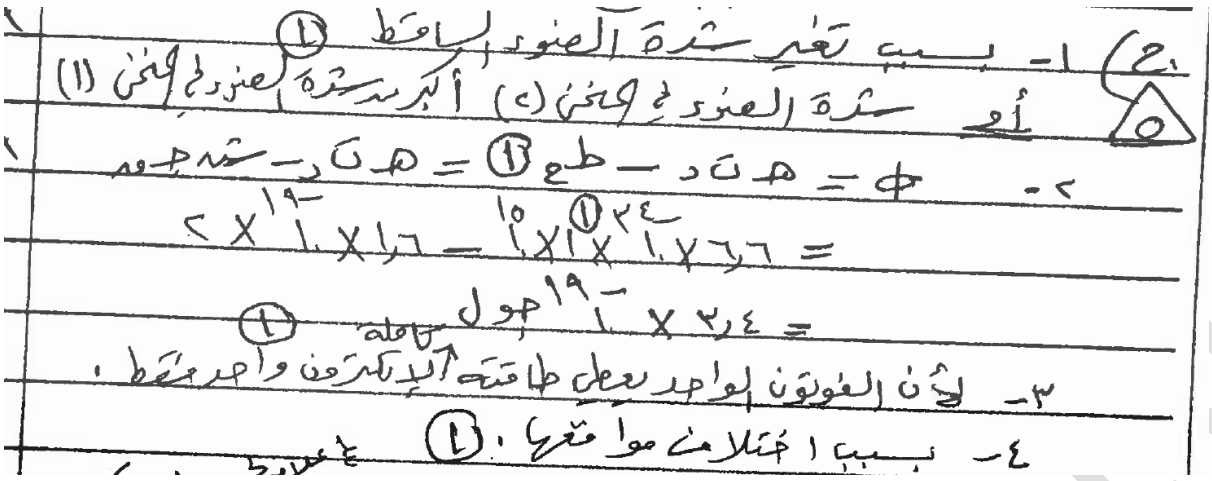


١- **كيف** تفسّر ظهور منحنيين في الرسم البياني؟

٢- **احسب** اقتران الشغل (Φ) للفلز.

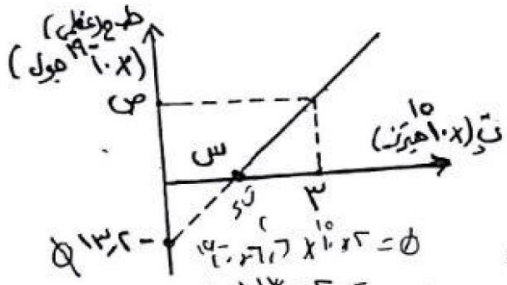
٣- **لماذا** تكون عملية امتصاص الطاقة ليست مستمرة؟

٤- **ما** سبب تفاوت الطاقة الحركية للإلكترونات المتحررة؟



مثال(17) صيفي 2017

ج) يُمثّل الشكل المجاور العلاقة البيانية بين تردد الضوء الساقط على باعث خلية كهرضوئية والطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المتحررة. بالاعتماد على القيم المثبتة في الشكل أجب عما يأتي:



١) ما مقدار كل من (س ، ص)؟

٢) كيف يمكن زيادة شدّة التيار في الخلية الكهرضوئية؟

(٦ علامات)

الاجابة:

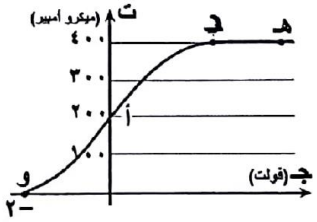
1- س=$10X2^{15}$هيرتز

ص=6.6 X 10 -^{19} جول

2-عن طريق زيادة شدة الضوء

مثال(18) شتوي 2018

أ) يوضّح الشكل المجاور العلاقة البيانية بين فرق جهد قطبي خلية كهرضوئية والتيار الكهرضوئي، معتمدًا على الشكل أجب عمّا يأتي: (١٠ علامات)



١) ما مقدار تيار الإشباع؟

٢) بقاء التيار ثابت بين النقطتين (د) و(هـ) على الرغم من زيادة فرق الجهد، علّل ذلك.

٣) ما مقدار التيار الكهرضوئي الناتج عن سقوط الضوء على مهبط الخلية عند غياب مصدر فرق الجهد؟

٤) ما مقدار الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية بوحدة إلكترون فولت؟

١) ت = ٤٠٠ X ١٠ $^{-٦}$ أمبير

٢) بسبب وصول حمبة الالكترونات المتحررة من المهبط إلى المصعد .

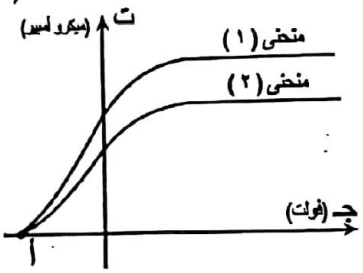
٣) ت = ٢٠٠ X ١٠ $^{-٦}$ أمبير

٤) طـ ح عظمى = شـ X جـ ق = - ١,٦ X ١٠ $^{-٦}$ X – ٢ = ٣,٢ X ١٠ $^{-١٩}$ جول

ثم نحولها الى الكترون فولت بالقسمة على ١,٦ x ١٠ $^{-١٩}$ فتصبح :

طـ ح = ٣,٢ X ١٠ $^{-١٩}$ / ١,٦ X ١٠ $^{-١٩}$ = ٢ ev

ج) يمثّل الرسم البياني المجاور نتائج تجربة أُجريت باستخدام خلية كهرضوئية لدراسة العلاقة بين فرق الجهد والتيار الكهربائي المار فيها، أجب عمّا يأتي: (٥ علامات)



١) أي المنحنيين (١) ، (٢) تكون عنده شدة الضوء الساقط على باعث الخلية أكبر؟ ولماذا؟

٢) ماذا تمثّل النقطة (أ)؟

٣) عمليًا كيف نزيد الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة من باعث هذه الخلية الكهرضوئية؟

الاجابة:

1- (1)أكبر من (2) لانه كلما زاد التيار زادت شدة الاضاءة.

2- (أ) تمثل جهد القطع

3- عن طريق زيادة جهد القطع بالقيمة المطلقة.

مثال(19) صيفي2018

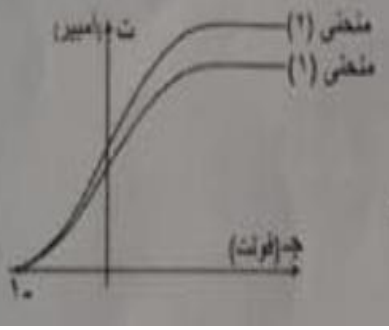
ب) سقط ضوء طول موجته (٦ × ١٠ $^{-٧}$) م على سطح فلز اقتران الشغل له (٢) إلكترون فولت، **احسب:** فرق جهد القطع لسطح الفلز.

الاجابة:

جهد القطع =1/16 فولت

مثال(19) شتوي 2019

أ) من خلال دراستك للظاهرة الكهرضوئية ومعتمداً على الشكل المجاور وبياناته، **أجب عما يأتي:** (٩ علامات)



١- في أي المنحنيين تكون شدة الضوء الساقط أكبر؟ فسّر إجابتك.

٢- احسب الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المتحررة.

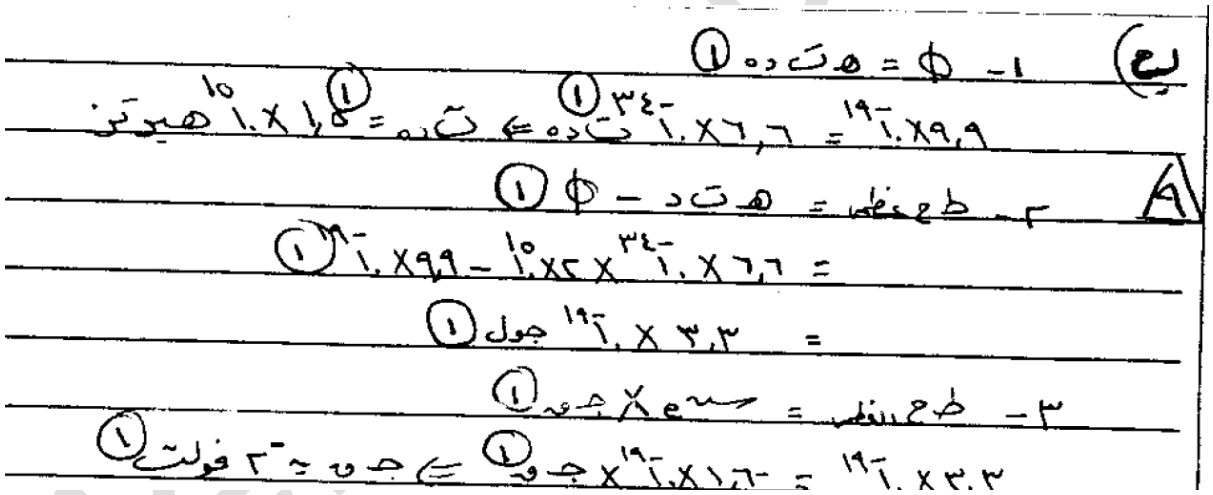
٣- احسب تردد العتبة للفلز إذا كان تردد الضوء الساقط (١×١٠^{١٥}) هيرتز.

ب) سقط ضوء تردّده (٢×١٠^{١٥}) هيرتز على سطح فلز اقتران الشغل له ($٩,٩ \times ١٠^{-١٩}$) جول. **احسب:** (٩ علامات)

١- تردّد العتبة لمادّة الفلز.

٢- الطاقة الحركيّة العظمى للإلكترونات الضوئيّة.

٣- جهد القطع.



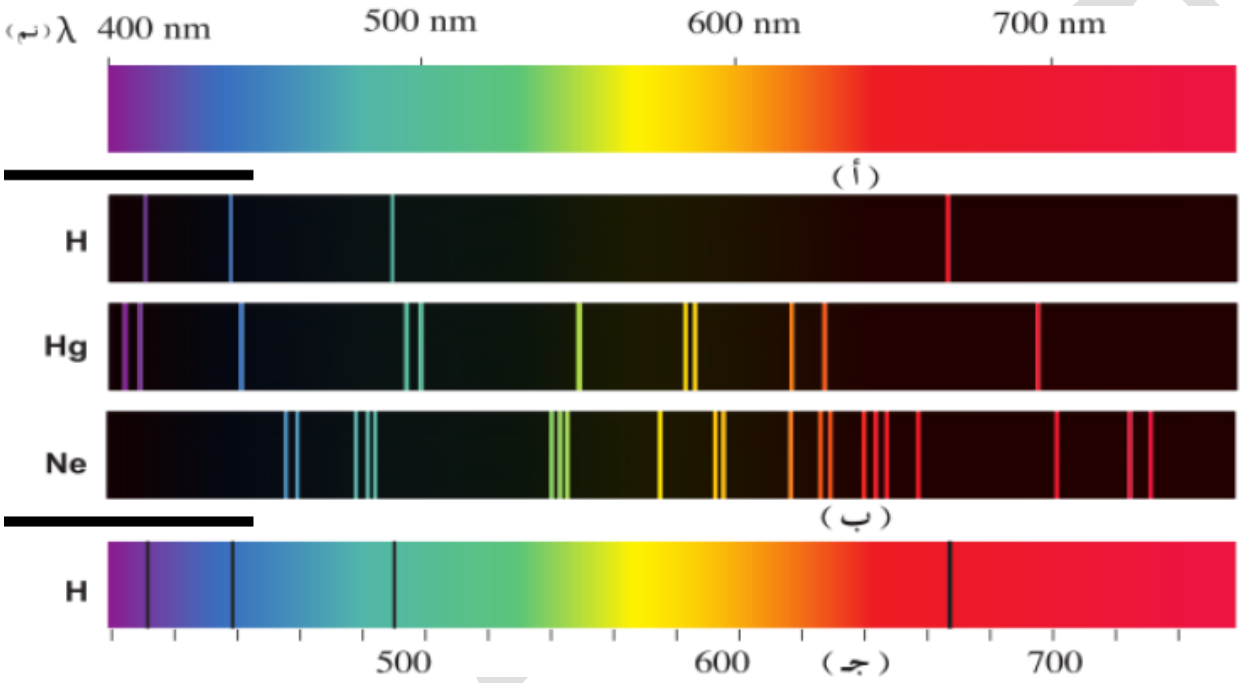
الأطياف الذرية

- **الاجسام الساخنة تبعث اشعاعا حراريا مثل فتيل مصباح التنغستن يتألف من طيف متصل من الموجات وهو ما يسمى بالطيف المتصل.**
- **يعد الطيف الخطي صفة مميزة لغاز العنصر فلا يوجد غازان لهما الطيف الخطي نفسه.**
- **انواع الأطياف الذرية:**

1-الطيف المتصل : هو طيف يتكون من الوان الطيف السبعة كاملة دون فراغات نحصل عليه بتحليل الضوء قبل مروره بأي غاز.

2-طيف الامتصاص الخطي: هو طيف متصل يتخلله خطوط سوداء ذات أطوال موجية محددة ونحصل عليه بتحليل الضوء بعد مروره بغاز معلوم .

3-طيف الانبعاث الخطي: هو عبارة عن خطوط ملونة ذات اطوال موجية محددة تظهر على خلفية سوداء نحصل عليه عند وضع العنصر (بحالته الغازية).



من خلال الرسم نلاحظ أن الطول الموجي للضوء المرئي بين(400-750)نانومتر حيث توجد هذه المنطقة بين منطقة الأشعة تحت الحمراء (أكبر من 750نم) ومنطقة الأشعة فوق البنفسجية (أقل من 400نم).

الأطوال الموجية للطيف المنفصل (الخطي) تخضع لعلاقات رياضية سميت بسلاسل الطيف وهي على التوالي :

١- متسلسلة ليمان $\left(\frac{١}{٢_{ن}} - \frac{١}{٢_{١}}\right) R = \frac{1}{\lambda}$ ن = ٢ ، ٣ ، ٤ ، ..... .

R: ثابت ريد بيرغ = ١,٠٩٧×١٠^{٧} م$^{-١}$

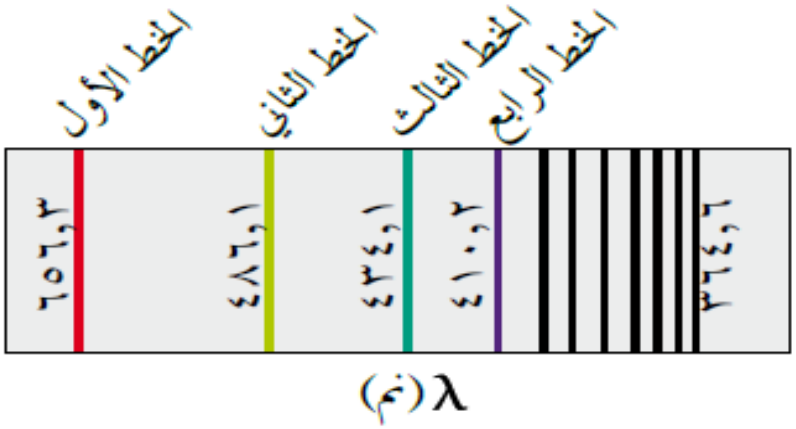
٢- متسلسلة بالمر $\left(\frac{١}{٢_{ن}} - \frac{١}{٢_{٢}}\right) R = \frac{1}{\lambda}$ ن = ٣، ٤ ، ٥ ، ..... .

٣- متسلسلة باشن $\left(\frac{١}{٢_{ن}} - \frac{١}{٢_{٣}}\right) R = \frac{1}{\lambda}$ ن= ٤ ، ٥ ، ٦ ، ..... .

٤- متسلسلة براكيت $\left(\frac{١}{٢_{ن}} - \frac{١}{٢_{٤}}\right) R = \frac{1}{\lambda}$ ن= ٥ ، ٦ ، ٧ ، ..... .

٥- متسلسلة فوند $\left(\frac{١}{٢_{ن}} - \frac{١}{٢_{٥}}\right) R = \frac{1}{\lambda}$ ن= ٦ ، ٧ ، ٨ ، ..... .

- **أبسط الاطياف الذرية دراسة وتحليل هو طيف ذرة الهيدروجين.**
- **تعد ذرة الهيدروجين أبسط الذرات لاحتوائها على بروتون واحد والكترون واحد**
- **من خلال الشكل الذي أمامك اذا تم تعويض (ن=3)نحصل على طول موجة الخط الطيفي الاول في بالمر وعند تعويض (ن=4) نحصل على الخط الثاني وكلما انتقلنا للاعلى تقل الاطوال الموجية لهذه الخطوط.**
- **الأكبر طولا موجيا هو الخط الأول وأقصرها الخط الأخير (ن=مالانهاية)**



مثال(1)

احسب طول موجة الخط الطيفي الثالث في متسلسلة بالمر.

الحل:

نحصل على طول موجة الخط الطيفي الثالث بتعويض (ن = ٥) في العلاقة:

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

$$\frac{١}{\lambda} = ١,٠٩٧ \times ١٠^{٧} \times \left(\frac{١}{٢^{٢}} - \frac{١}{٥^{٢}}\right) = ٠,٢٣٠٣٧ \times ١٠^{٧}$$

$$\lambda = ٤,٣٤١ \times ١٠^{-٧} \text{ م} = ٤٣٤,١ \text{ نم}$$ ، وهو مطابق للرقم الموجود في الشكل

مثال(2)

احسب أقصر طول موجي في متسلسلة براكت.

الحل:

نحصل على أقصر طول موجي في أي من المتسلسلات عندما نعوض (ن= ∞) وباستخدام العلاقة:

$$\left(\frac{١}{ن^{٢}} - \frac{١}{٤^{٢}}\right) R_H = \frac{١}{\lambda}$$

$$= ١,٠٩٧ \times ١٠^{٧} \times \left(\frac{١}{٤^{٢}} - \frac{١}{\infty^{٢}}\right) = ٦,٨٦ \times ١٠^{٥}$$

$$\lambda = ١,٤٥٩ \times ١٠^{-٦} \text{م} = ١٤٥٩ \text{ نم}$$

نموذج بور لذرة الهيدروجين

- **استطاع بور من خلاله أن يقدم حلولا للصعوبات التي واجهها نموذج رذرفورد واستفاد من مبدأ التكميم لبلانك واقترح تعميم هذا المبدأ ليشمل الذرة واهم ما لخصه نموذج بور من فرضيات لتطبيقه على ذرة الهيدروجين:**

1-يتحرك الالكترون حول النواة في مدارات دائرية بتأثير قوة الجذب الكهربائية بين الالكترون ذي الشحنة السالبة والنواة الموجبة الشحنة .

2-يوجد مجموعة محددة من المدارات يمكن للالكترون أن يتواجد فيها وتكون طاقته في أي من هذه المدارات ثابتة , ويتم وصف هذه الحالة بأنها "مستويات الطاقة " ولا يمكن للالكترون أن يشع طاقة طالما بقي في مستوى طاقة معين .

3-يشع الالكترون طاقة اذا انتقل من مستوى طاقة عال الى مستوى طاقة منخفض .

تكون الطاقة المنبعثة مكممة على شكل فوتون , كما يمكن للالكترون أن ينتقل من مستوى طاقة منخفض الى مستوى طاقة عال اذا امتص فوتون طاقته تساوي فرق الطاقة بين المستويين ويمكن حساب طاقة الفوتون المنبعث أو الممتص:

$$|ط - ط_{.}| = هـ ت_{د}$$

حيث (ط.) طاقة المستوى الابتدائي , (ط) طاقة المستوى النهائي (هـ ت$_{د}$): طاقة الفوتون

4-المدارات المسموح للألكترون أن يتواجد فيها هي التي يكون فيها الزخم الزاوي للالكترونات من مضاعفات $\frac{هـ}{\pi ٢}$ **أي أن :**

$$ك ع نق = ن \frac{هـ}{\pi ٢}$$

حيث : ن=1, 2, 3 ....

وبالأعتماد على هذه الفرضيات يمكن حساب أنصاف أقطار المدارات المسموح للألكترون أن يتواجد فيها من خلال العلاقة التالية :

$$نق_{ن} = ٥,٢٩ \times ١٠^{-١١} ن^{٢} = نق_{١} ن^{٢}$$

وفي حالة الأستقرار فأن الالكترون يكون في المدار الأول ن=1

- **ويمكن حساب الطاقة الكلية للألكترون في المستوى ذي الرقم (ن) في ذرة الهيدروجين , بوحدة الالكترون فولت من خلال:**

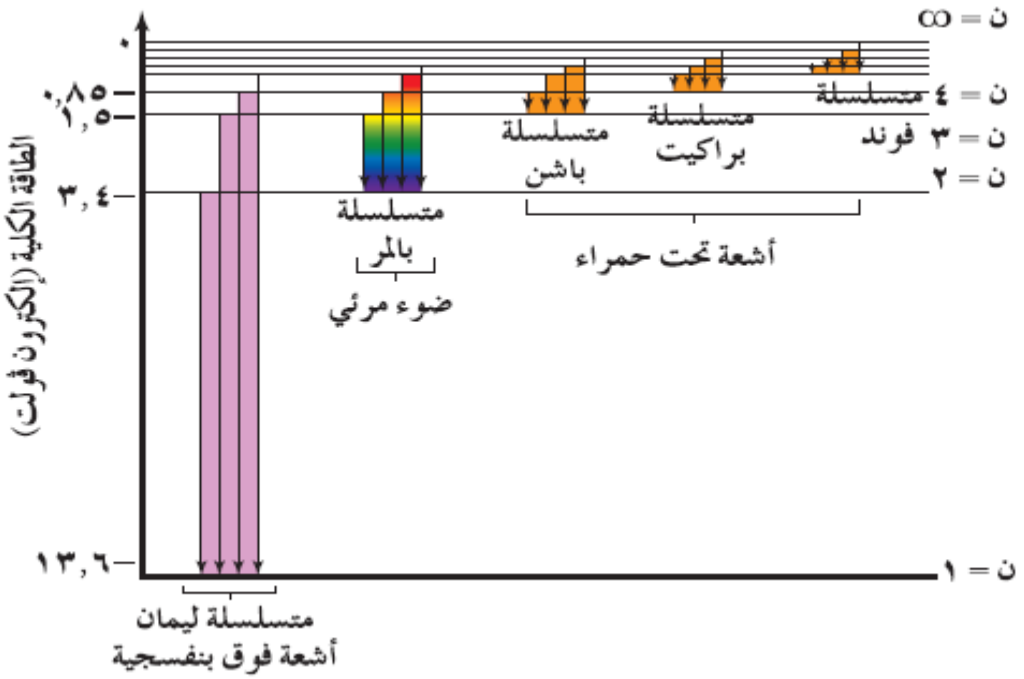
saleh Al-bshish

$$ط_{ن} = \frac{-١٣,٦}{ن^{٢}}$$

والاشارة السالبة تعني أنه يجب تزويد الالكترون بطاقة تساوي طاقة المدار لتحريره من الذرة دون اكسابه أي طاقة حركية وسمى طاقة التحرر بطاقة التأين.

- **يطلق على المستويات التي تعلو المستوى الاول مستويات الاثارة .**
- **لكي يصل الالكترون الى حالة الاستقرار يجب أن يعود من مستوى الاثارة الى مستوى الاستقرار وقد تكون عودته مرة واحدة أو على مراحل وفي كل مرة ينتقل الالكترون فيها من مستوى طاقة الى مستوى طاقة ادنى منه يبعث فوتونا طاقته تساوي فرق الطاقة بين هذين المستويين .**

مثال(1): معتمدا على الشكل الذي أمامك يوضح مخططا لمستويات الطاقة في ذرة الهيدروجين ومتسلسلات خطوط الطيف لذرة الهيدروجين :



1- ما أكبر طول موجي في متسلسلة ليمان .

2- ما أقصر طول موجي في متسلسلة بالمر .

3- اذا انتقل الكترون من المستوى الثالث الى الرابع ,فأحسب طاقة الفوتون الممتص.

الحل:

— في متسلسلة ليمان المستوى النهائي ن = ١ . وأكبرطول موجي يناظر $ن_{\circ}$ = ٢ وبتطبيق العلاقة:

$$\frac{١}{\lambda} = R \quad \frac{١}{ن^{٢}} \quad \frac{١}{ن_{\circ}^{٢}}$$

نجد أن λ = ١٢١,٥ نم.

— في متسلسلة بالمر المستوى النهائي ن= ٢ .وأقصر طول موجي يناظر $ن_{\circ}$ = ∞

وبتطبيق العلاقة $\frac{١}{\lambda} = R \quad \frac{١}{ن^{٢}} \quad \frac{١}{ن_{\circ}^{٢}}$

$$\frac{١}{\infty} \quad \frac{١}{٤} \quad ^{٧}١٠ \times ١,٠٩٧٠ = \frac{١}{\lambda}$$

λ = ٣٦٤ نم.

$ط_{الفوتون} = ط - ط. = -٠,٨٥- - -١,٥$

= ٠,٦٥ إلكترون فولت.

مثال(2)

إلكترون في ذرة الهيدروجين انتقل من المستوى الثاني إلى المستوى الأول، فاحسب الطول الموجي والتردد للفوتون المنبعث.

الحل

$ن_{\circ}$ = ٢ ، ن = ١

$$\frac{٣}{٤} \times R = \left|\frac{١}{٢^{٢}} - \frac{١}{١^{٢}}\right| R = \left|\frac{١}{ن_{\circ}^{٢}} - \frac{١}{ن^{٢}}\right| R = \frac{١}{\lambda}$$

$$\Leftarrow \lambda = \frac{٤}{R٣} = \frac{٤}{^{٧}١٠ \times ١,٠٩٧ \times ٣} = ^{٧-}١٠ \times ١,٢١ \text{ م} = ١٢١ \text{ نم}$$

$$ت_{د} = \frac{س}{\lambda} = \frac{^{٨}١٠ \times ٣}{^{٧-}١٠ \times ١,٢١} = ^{١٥}١٠ \times ٢,٤٨ \text{ هيرتز}$$

مثال(3)

احسب نصف قطر المدار الثالث في ذرة الهيدروجين.

الحل:

للمدار الثالث (ن = ٣):

$نق_{ن} = نق_{ب} ن^{٢}$

$نق_{٣} = ٥,٢٩ \times ١٠^{-١١} \times ٣^{٢} = ٤,٧٦ \times ١٠^{-١٠}$ م

مثال(4)

١ ما أقل طاقة تلزم لتحرير إلكترون ذرة الهيدروجين عندما يكون في مستوى الاستقرار؟

٢ احسب طاقة الفوتون اللازمة لنقل إلكترون ذرة الهيدروجين من مستوى الاستقرار إلى المستوى الرابع.

الحل:

١ بما أن الإلكترون يوجد في مستوى الطاقة الأول (مستوى الاستقرار)، فإنه يلزم تزويده بكمية من الطاقة تساوي طاقة التأين ليتحرر من ذرة الهيدروجين، وطاقة تحرره من الذرة تساوي (−١٣,٦) إلكترون فولت كما يظهر في الشكل (٧−٢٠)، لذا يلزمه طاقة مقدارها ١٣,٦ إلكترون فولت ليتحرر من الذرة.

٢ $ن_{ا} = ١$ ، $ن = ٤$

يحسب فرق الطاقة بين مستويي الطاقة الأول والرابع من العلاقة:

$ط_{الفوتون} = |ط - ط_{ا}|$

ومن الشكل نجد أن:

$ط_{الفوتون} = |-٠,٨٥ - (-١٣,٦)| = ١٢,٧٥$ إلكترون فولت.

مثال(5)

إلكترون ذرة هيدروجين في المستوى الأول، امتص فوتونًا فانتقل إلى مستوى الطاقة الثالث.

احسب ما يأتي:

١ طاقة الفوتون الممتص.

٢ إذا عاد الإلكترون إلى المستوى الأول، فاحسب قيم الطاقة للفوتونات التي يمكن أن تنبعث من الذرة.

الحل:

١ $ن_{\circ} = ١ \ ، \ ن = ٣$

نحسب طاقة الفوتون الممتص من العلاقة:

$$ط_{\text{الفوتون}} = هـ ت_{د} = | ط_{٣} - ط_{١} |$$

$$= | -١,٥ - (-١٣,٦) | = ١٢,١ \text{ إلكترون فولت.}$$

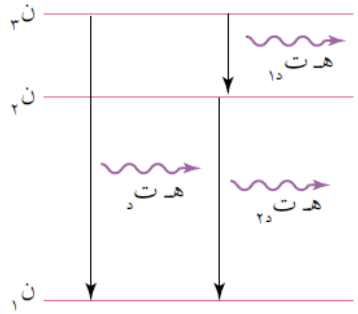
٢ يمكن للإلكترون أن يعود من المستوى الثالث إلى المستوى الأول مباشرة باعثًا فوتونًا طاقته تساوي طاقة الفوتون الممتص، أي (١٢,١) إلكترون فولت، أو أن يعود على مرحلتين: من المستوى الثالث إلى المستوى الثاني باعثًا فوتونًا طاقته ($هـ ت_{د_١}$)، ثم من المستوى الثاني إلى المستوى الأول باعثًا فوتونًا آخر طاقته ($هـ ت_{د_٢}$)، حيث:

$$هـ ت_{د_١} = | ط_{٣} - ط_{٢} |$$

$$= | -١,٥ - (-٣,٤) | = ١,٩ \text{ إلكترون فولت.}$$

$$هـ ت_{د_٢} = | ط_{٢} - ط_{١} |$$

$$= | -٣,٤ - (-١٣,٦) | = ١٠,٢ \text{ إلكترون فولت.}$$



لاحظ أن مجموع طاقتي الفوتونين المنبعثين من عودة الإلكترون إلى المستوى الأول على مرحلتين يساوي طاقة الفوتون المنبعث من عودة الإلكترون مباشرة من المستوى الثالث إلى المستوى الأول.

مثال(6)

انتقل إلكترون ذرة الهيدروجين من مستوى الطاقة الثاني إلى مستوى الطاقة الأول. احسب:

١) طاقة الفوتون المنبعث.

٢) تردد الفوتون المنبعث.

٣) طول موجة الفوتون المنبعث.

الحل:

$ن_{ه} = ٢ ، ن = ١$

١) نحسب أوّلًا طاقة المستوى الأول وطاقة المستوى الثاني في ذرة الهيدروجين بتطبيق العلاقة:

$$ط_{ن} = \frac{-١٣,٦}{ن^{٢}}$$

$$ط_{١} = \frac{-١٣,٦}{١^{٢}} = -١٣,٦ \text{ إلكترون فولت.}$$

$ط_{٢} = \frac{-١٣,٦}{٢^{٢}} = -٣,٤$ إلكترون فولت.

ولحساب طاقة الفوتون المنبعث نطبق العلاقة:

$ط_{الفوتون} = |ط_{١} - ط_{٢}|$

$= |-١٣,٦ - (-٣,٤)| = ١٠,٢$ إلكترون فولت.

٢ لحساب التردد نحتاج إلى طاقة الفوتون بوحدة الجول كما يأتي:

$ط_{الفوتون} = ١٠,٢ \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩} = ١,٦٣ \times ١٠^{-١٨}$ جول.

$ط_{الفوتون} = هـ ت_{د}$

$١,٦٣ \times ١٠^{-١٨} = ٦,٦٣ \times ١٠^{-٣٤} \times ت_{د} \Leftarrow ت_{د} = ٢,٤٦ \times ١٠^{١٥}$ هيرتز.

٣ $\left|\frac{١}{ن_{٠}^{٢}} - \frac{١}{ن^{٢}}\right| R_H = \frac{١}{\lambda}$

$= ١,٠٩٧ \times ١٠^{٧} \left|\frac{١}{٢^{٢}} - \frac{١}{١^{٢}}\right| = ١,٠٩٧ \times ١٠^{٧} \times \frac{٣}{٤}$

$= ٨,٢٣ \times ١٠^{٦}$

$\lambda = ١,٢٢ \times ١٠^{-٧}$ م $= ١٢٢$ نم

أو $\lambda = \frac{س}{ت_{د}} = \frac{٣ \times ١٠^{٨}}{٢,٤٦ \times ١٠^{١٥}} \Leftarrow \lambda = ١,٢٢ \times ١٠^{-٧}$ م $= ١٢٢$ نم

مراجعة (٧-٤)

١ هل يمكن لذرة الهيدروجين أن تبعث فوتونًا طاقته (١٥) إلكترون فولت؟ فسر إجابتك.

٢ أي المدارات الممكنة لذرة الهيدروجين تكون فيه سرعة الإلكترون أكبر ما يمكن؟ وضح إجابتك.

٣ بماذا يتفق نموذج بور مع مبدأ بلانك في تكمية الطاقة؟

٤ إلى أي متسلسلات طيف ذرة الهيدروجين ينتمي الخط الطيفي ذو الطول الموجي الأقصر؟

٥ ما الفرق بين طاقة التأين وطاقة الإثارة؟

1) لا، فطاقة أدنى مستوى لذرة الهيدروجين تساوي (−13.6 إلكترون فولت)، وهي طاقة مستوى الاستقرار، فأكبر طاقة لفوتون يمكن الحصول عليه تكون عندما ينتقل إلكترون ذرة الهيدروجين من اللانهاية إلى مستوى الاستقرار وتساوي (13.6 إلكترون فولت).

2) من العلاقة: ك ع نق = ن هـ/2 π، وبتعويض نق$_{ن}$= نق$_{ب}$ ن^2 ينتج أن:

ك ع نق$_{ب}$ = هـ/2 π ن، أي أن السرعة تزداد بنقصان (ن)، لاحظ أن جميع الكميات الأخرى في العلاقة ثوابت، لذا تكون سرعة الإلكترون أكبر ما يمكن في المدار الأول.

3) أن الطاقة التي تنبعث أو تمتص من جسم تكون بمقادير محددة، وكذلك الطاقة التي تنبعث أو تمتص من ذرة الهيدروجين تكون بمقادير محددة.

4) أقصر طول موجي يعني أكبر تردد (طاقة)، وأكبر الخطوط الطيفية طاقة هي الخطوط التي تنتمي إلى متسلسلة ليمان.

5) طاقة التأين هي أقل طاقة لازمة لتحرر اللكترون من ذرة الهيدروجين، أي اللازمة للتغلب على ارتباطه في الذرة، أما طاقة الإثارة هي أقل طاقة لازمة لنقل الإلكترون من مستوى طاقة إلى مستوى طاقة أعلى بحيث يبقى مرتبطًا في الذرة.

بنك المدرسية
ادارة المناهج والكتب

الطبيعة المزدوجة للاشعاع والمادة

تحدث ظاهرة الحيود والتداخل للموجات فقط وهما من الخصائص المعروفة للضوء.

- **الفوتون له خواص موجية مثل التردد والطول الموجي اضافة الى خواص جسيمية.**
- **للضوء طبيعة مزدوجة (موجية-جسيمية) وكلاهما ملازمات للضوء وفي بعض الحالات يسلك الضوء سلوك الجسيمات وفي حالات سلوك الموجات.**
- **اطروحة دي بروي للدكتوراة " للفوتونات خواص جسيمية وموجية ومن المحتمل أن يكون لاشكال المادة نفس الخواص"**
- **تنص فرضية دي بروي "الاجسام المادية لها طبيعة مزدوجة (جسيمية-موجية)"**

ومن خلال العلاقة التالية يمكن حساب طول الموجة المصاحبة لحركة الجسم :

$$\lambda = \frac{\text{هـ}}{\text{ك ع}}$$

حيث(ك): كتلة الجسم , (ع) : سرعة الجسم

- **الموجات المصاحبة للمادة لا تظهر في حالة الاجسام الكبيرة لان الموجات المصاحبة للجسيمات صغيرة ولا يمكن ملاحظتها.**

saleh Al-bshish

مثال

احسب طول موجة دي بروي المصاحبة لكل مما يأتي:

١ رصاصة كتلتها (١٠) غ تتحرك بسرعة (٤٠٠) م/ث.

٢ إلكترون طاقته الحركية (٢) إلكترون فولت، علمًا بأن كتلته ($٩,١١ \times ١٠^{-٣١}$) كغ.

الحل:

١ نحسب طول موجة دي بروي من العلاقة:

$$\lambda = \frac{هـ}{ك\ ع}$$

$$= \frac{٦,٦٣ \times ١٠^{-٣٤}}{١٠ \times ١٠^{-٣} \times ٤٠٠} = ١,٦٦ \times ١٠^{-٣٤}\ م$$

٢ نحسب سرعة الإلكترون أوّلًا من العلاقة: $ط_ح = \frac{١}{٢}$ ك $ع^٢$

$$ع^٢ = \frac{٢ ط_ح}{ك}$$

$$ع^٢ = \frac{٢ \times ٢ \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{٩,١١ \times ١٠^{-٣١}} = ٧,٠٣ \times ١٠^{١١}$$

(لاحظ أننا حولنا الطاقة الحركية للإلكترون إلى وحدة الجول)

$$ع = ٨,٤ \times ١٠^{٥}\ م/ث$$

$$\lambda = \frac{هـ}{ك\ ع} = \frac{٦,٦٣ \times ١٠^{-٣٤}}{٩,١١ \times ١٠^{-٣١} \times ٨,٤ \times ١٠^{٥}}$$

$$= ٨,٧ \times ١٠^{-١٠}\ م = ٠,٨٧\ نم.$$

مراجعة (٧-٥)

١ وضح المقصود بالطبيعة المزدوجة للضوء؟ ما الذي دعا العلماء إلى افتراض هذه الطبيعة؟

٢ لماذا لا تظهر الطبيعة الموجية للمادة في حالة الأجسام الكبيرة (الجاهرية)؟

1) أن للضوء طبيعتين: موجية وجسيمية، والذي دعا العلماء لافتراض هذه الطبيعة هو التباين في سلوكه عند تفاعله مع المادة، حيث وجد أنه يسلك أحيانًا سلوكًا موجيًا، وأحيانًا أخرى سلوكًا جسيميًّا.

2) لأن الموجات المصاحبة لهذه الاجسام قصيرة جدًّا ولا يمكن ملاحظتها أو قياسها عمليًا.

أ. صالح البشيش

اسئلة وزارية

مثال(1)

ب) إذا انتقل إلكترون ذرة هيدروجين مثارة من مستوى الطاقة الرابع إلى مستوى الطاقة الثاني.

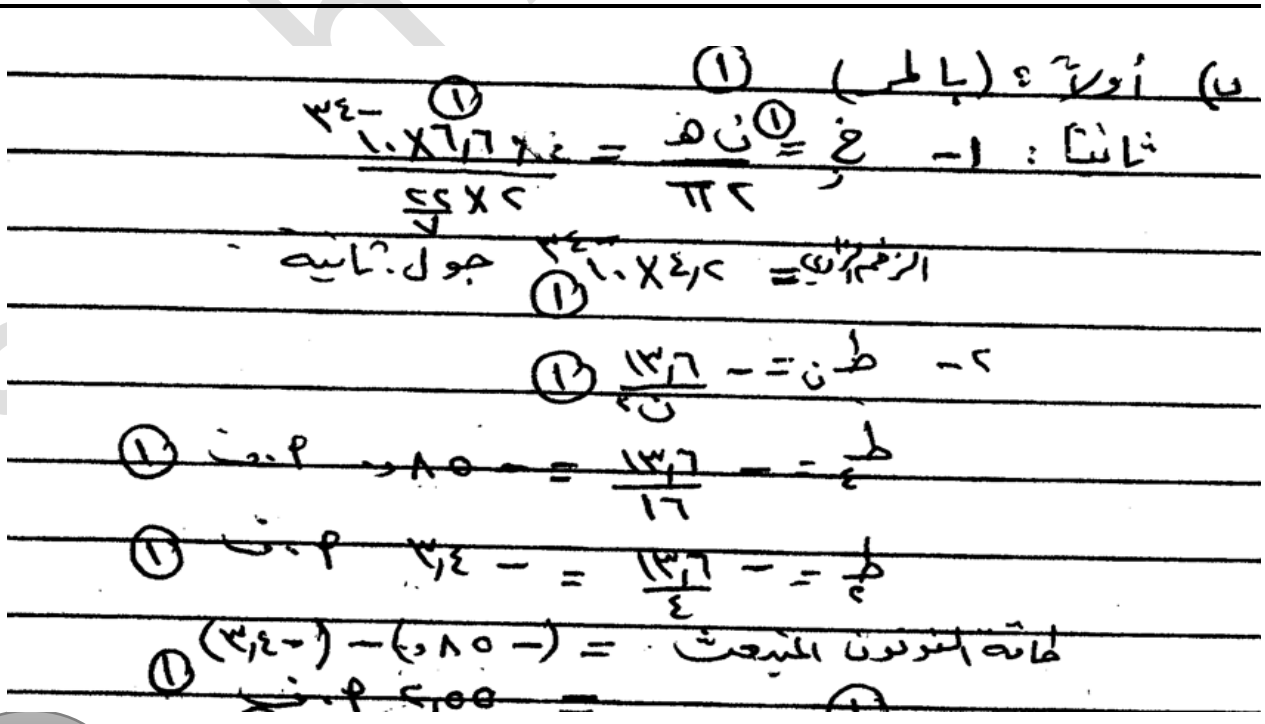
فأجب عما يأتي : (٨ علامات)

أولاً : ما اسم السلسلة التي ينتمي إليها الطيف الكهرمغناطيسي المنبعث ؟

ثانياً : احسب كلاً مما يأتي :

١- الزخم الزاوي للإلكترون في مستوى الطاقة الرابع.

٢- طاقة الفوتون المنبعث بوحدة (إلكترون فولت).



مثال(2)

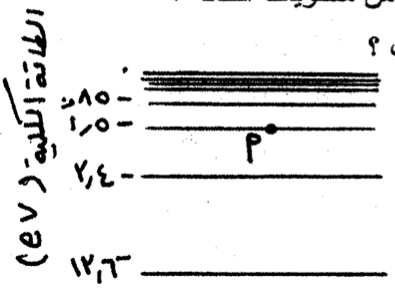
أ) الرسم المجاور يبيّن مخططاً لمستويات الطاقة،مستعيناً بالقيم المثبتة عليه : (١٠علامات)

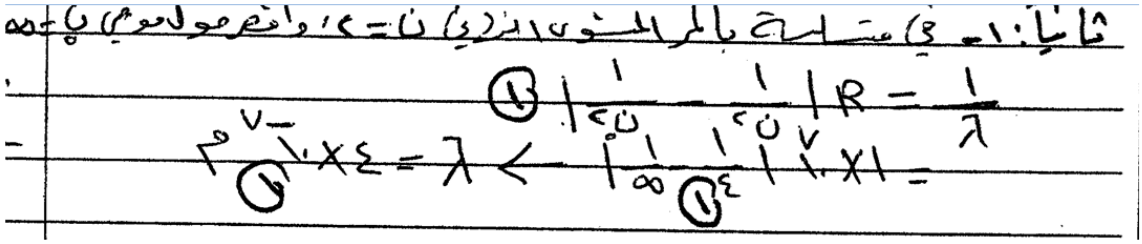
أولاً : ١) ماذا يحدث للإلكترون (أ) عندما ينتقل بين مستويين مختلفين من مستويات الطاقة ؟

٢) ماذا تمثّل الإشارة السالبة في المقدار (-١٣,٦) إلكترون فولت ؟

ثانياً : احسب :

١) أقصر طول موجي في متسلسلة بالمر.



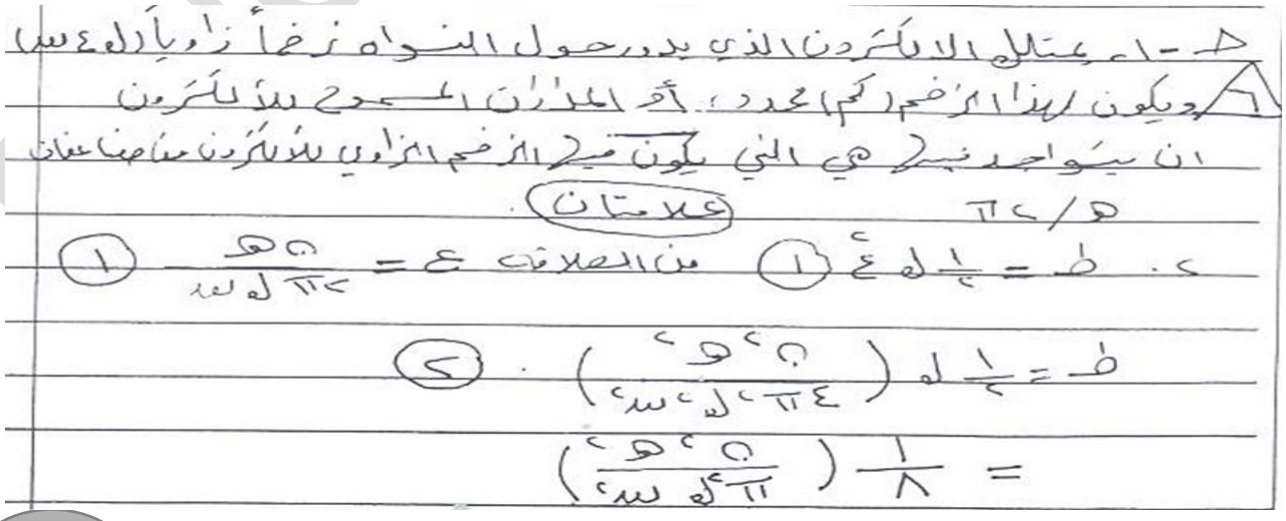


مثال(3)

ج) تمثّل العلاقة (ك ع نق = $\frac{\text{ن هـ}}{\pi ٢}$) فرضاً من فروض بور : (٦ علامات)

١) اكتب نص الفرضية التي تمثلها هذه العلاقة.

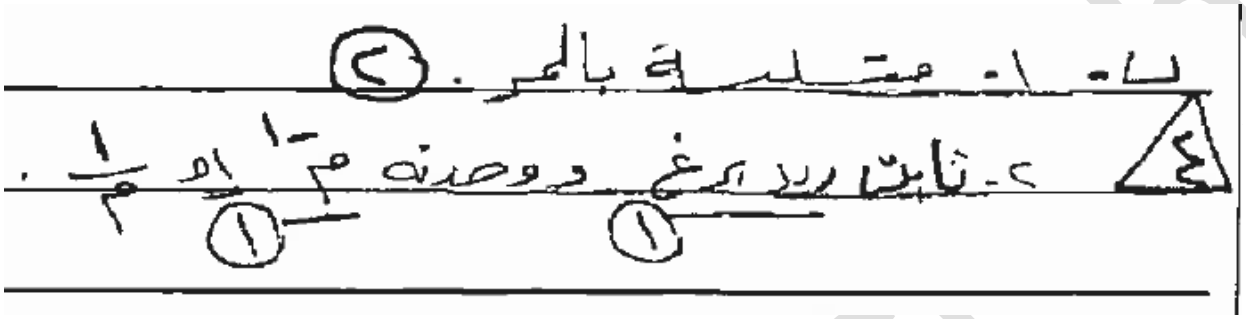
٢) اعتماداً على هذه العلاقة، بيّن أن الطاقة الحركية للإلكترون تعطى بـ (ط = $\frac{١}{٨}$ $\frac{\text{ن}^٢ \text{هـ}^٢}{\text{ك} \pi^٢ \text{نق}^٢}$).



مثال(4)

ب) تمثل المعادلة $\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right)$ ، ن = ٣ ، ٤ ، ... إحدى العلاقات التجريبية التي تعطي طيف ذرة الهيدروجين : (٤ علامات)

١) ما اسم المتسلسلة التي تمثلها هذه المعادلة؟ ٢) ماذا يسمى الثابت (R)؟ وما وحدته؟



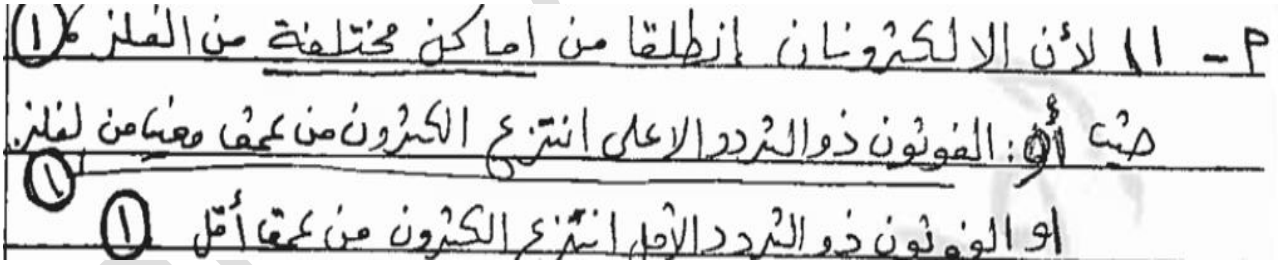
مثال(5)

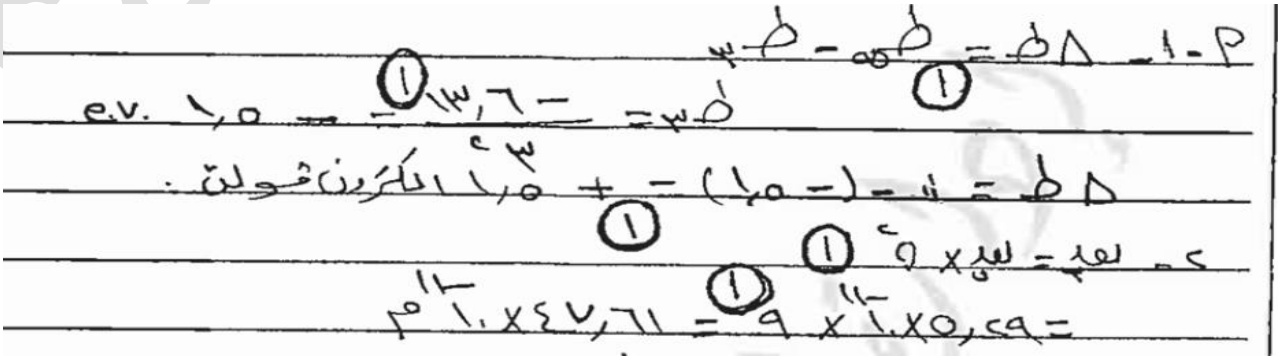
١) أُسقط فوتونان مختلفان في التردد على فلز واحد، فانطلق من الفلز إلكترونان متساويان في الطاقة الحركية.

أ) إلكترون ذرة هيدروجين مثارة،موجود في المستوى الثالث للطاقة، **احسب:**

١) مقدار الطاقة (بوحدة الإلكترون فولت) اللازم إعطائها للإلكترون ليغادر الذرة نهائياً.

٢) نصف قطر مدار هذا الإلكترون.





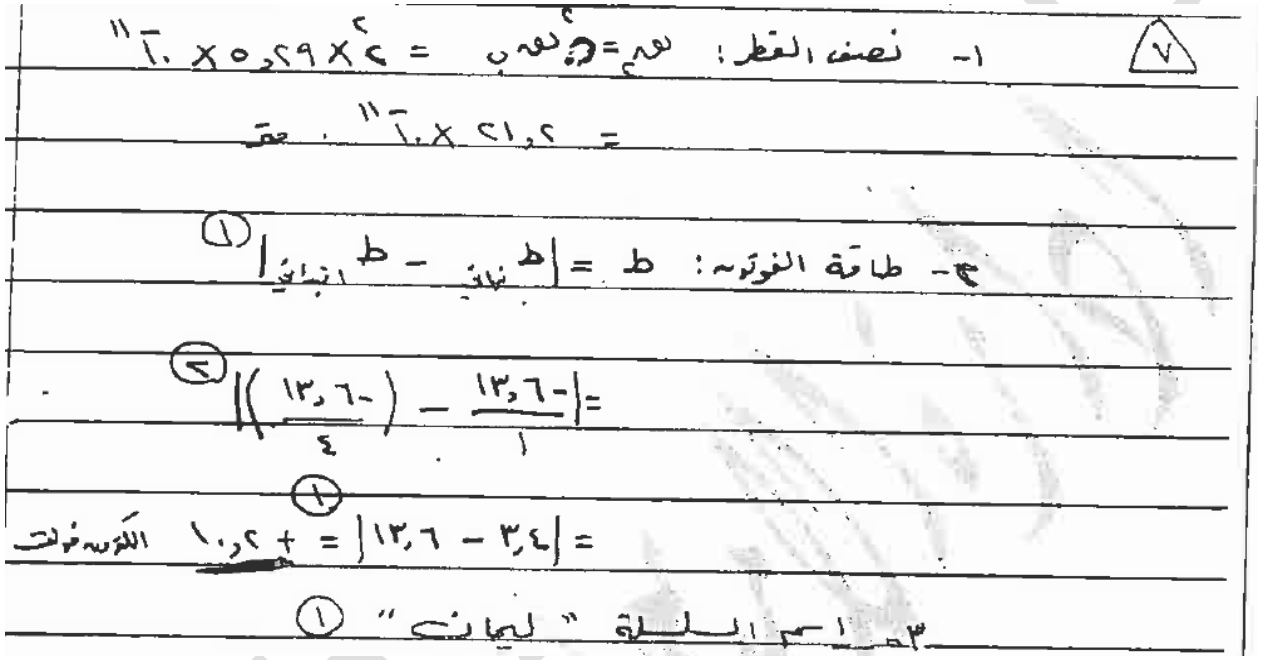
مثال(6)

أ) إلكترون ذرة الهيدروجين في مستوى الطاقة الثاني: (٧ علامات)

١- احسب نصف قطر المدار الثاني لذرة الهيدروجين.

٢- احسب طاقة الفوتون المنبعث عند عودة الإلكترون إلى مستوى الاستقرار.

٣- ما اسم السلسلة التي ينتمي إليها الفوتون المنبعث ؟



مثال(7)

ب) أعطي إلكترون ذرة الهيدروجين طاقة مقدارها (٢,٥٥)إلكترون فولت فانتقل إلى المستوى الرابع: (٤ علامات

١- احسب تردد الفوتون الممتص.

٢- إذا عاد الإلكترون إلى المستوى الذي انتقل منه، ما اسم المتسلسلة التي ينتمي إليها الإشعاع المنبعث؟

الحل:

١) | ط نهاية − ط بداية | = ح ث ن

ث = ١٠ × ١,٦ × ٥٥,٠ = ١٠ × ٦,٦ ثانية

ن = ١٠ × ١,٦ × ٥٥,٠ / ١٠ × ٦,٦ = ١٠ × ٦,٢ هيرتز

٢) | ط نهاية − ط بداية | = ٥٥,٠

ط بداية = ١٣,٦ − / ٤ (٢) = ٣,٤ −

| ط نهاية − ٣,٤ − | = ٥٥,٠

ط نهاية = ٥٥,٠ − ٣,٤ −

ط نهاية = ٣,٤ − ٠,٨٥ −

ن = ١٣,٦ / ٣,٤ = ٢ متسلسلة بالمر

مثال(8)

أ) انتقل إلكترون ذرة الهيدروجين من مستوى الطاقة الثاني إلى مستوى طاقته (-٠,٨٥) إلكترون فولت، احسب: (٧ علامات)

١) نصف قطر المدار الثاني في ذرة الهيدروجين.

٢) طاقة الفوتون الممتص عند انتقال الإلكترون بين المستويين السابقين.

أ) ١- نق = نق ن ٢ ②

= ٠,٥٢٩ × ١٠ ^-١١ × (٢)^٢ = ٢,١١٦ × ١٠ ^-١٠ م

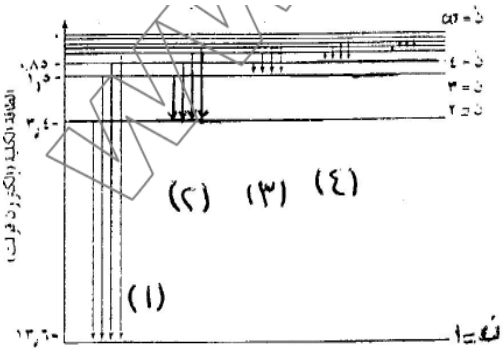
٢- ط ن = -١٣,٦ / ن^٢ ① اشارة السالب ضروري.

ط ٢ = -١٣,٦ / ٢^٢ = -٣,٤ الكترون فولت ③

ط ف = | ط ن − ط ب | ①

= | -٠,٨٥ − (-٣,٤) | = ٢,٥٥ الكترون فولت ①

مثال(9)



ج) يوضّح الشكل المجاور مخططاً لمستويات الطاقة ومتسلسلات خطوط طيف ذرة الهيدروجين. معتمداً على الشكل وبياناته، أجب عما يأتي :

١- ما اسم المتسلسلة رقم (٣) ؟

٢- احسب اقصر طول موجي في المتسلسلة رقم (٢).

٣- إذا انتقل إلكترون من المستوى الذي طاقته – ١,٥ إلكترون فولت إلى المستوى الذي طاقته – ٣,٤ إلكترون فولت. فاحسب تردد الفوتون المنبعث. (٧ علامات)

١. باشن

٢. اقصر موجي يقابل اعلى ترد يحدث انتقال

ما ∞ الى ن = ٢

$\frac{1}{\lambda} = R\left|\frac{1}{n_{\text{بعد}}^2} - \frac{1}{n_{\text{قبل}}^2}\right| = \frac{1}{\text{ن بعد}}$

$\frac{1}{\lambda} = 1.1 \times 10^{7}\left|\frac{1}{\infty} - \frac{1}{4}\right|$

$\lambda = \frac{4}{1.1} \times 10^{-7}$ م

٣. $\text{ط}_{\text{فوتون}} = |\text{ط} - \text{ط}_{\text{ابتدائي}}| = \text{هـ ت}$

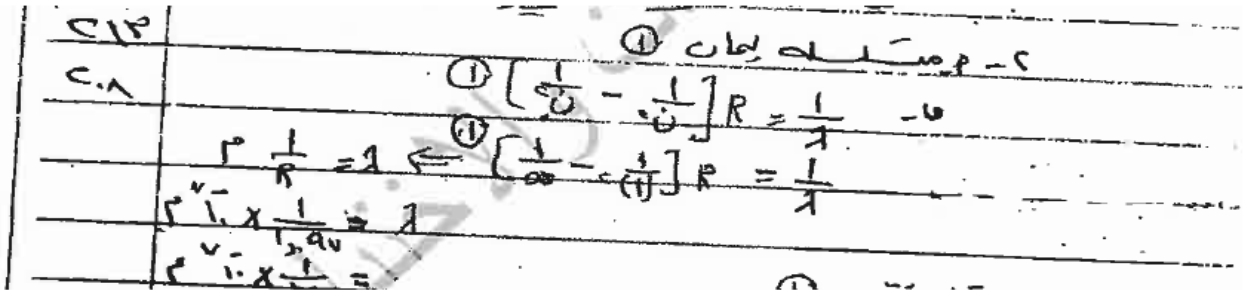
$\text{ت} = \frac{(-1.5) - (-3.4)}{6.6 \times 10^{-34}} = 3 \times 10^{15}$ هيرتز

مثال(10)

ثانياً: يوجد إلكترون ذرة الهيدروجين في مستوى الإثارة الثالث. أجب عما يأتي:

٢. إذا انتقل الإلكترون إلى مستوى الاستقرار :

- ما اسم المتسلسلة الإشعاعية التي ينتمي إليها هذا الفوتون المنبعث ؟
- ما أقصر طول موجة لفوتون ينتمي لهذه المتسلسلة ؟



مثال(11)

ج) يمتلك إلكترون ذرّة الهيدروجين في أحد المدارات طاقة كليّة تساوي (- ٣,٤) إلكترون فولت. (٨ علامات)

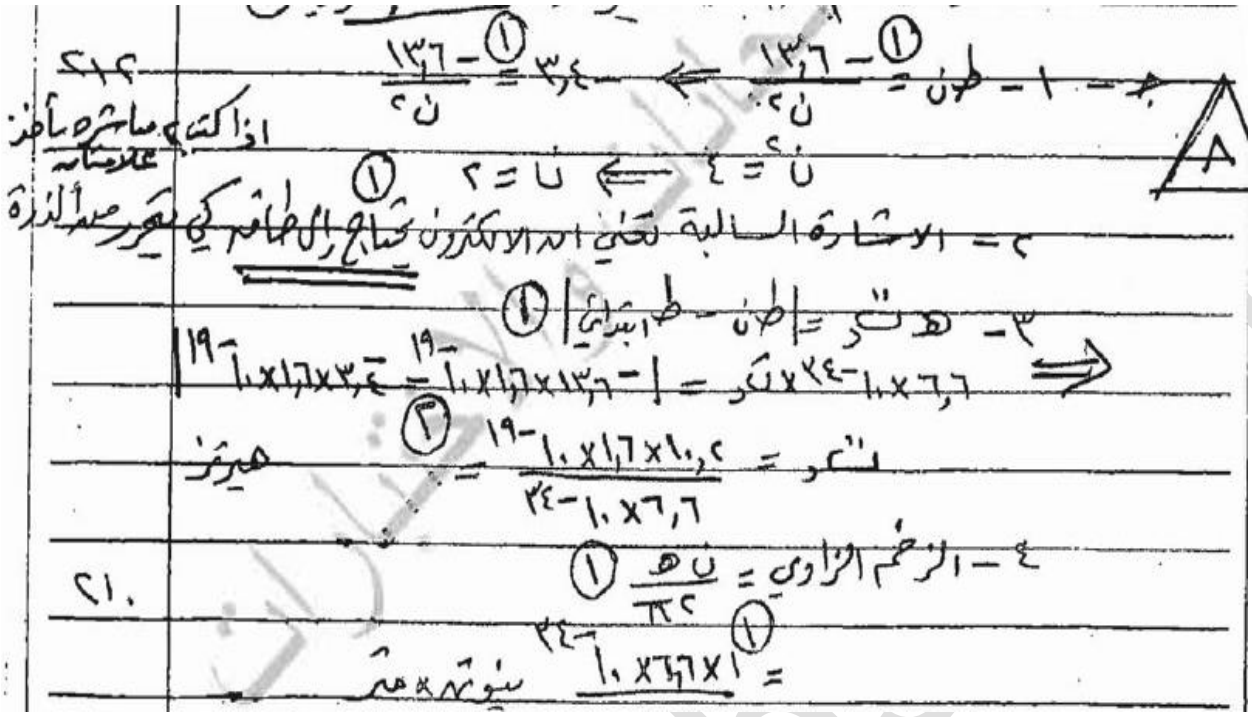
أجب عمّا يأتي:

١- ما رقم المدار الموجود به الإلكترون؟

٢- ما معنى الإشارة السالبة في مقدار طاقة الإلكترون؟

٣- احسب تردد الفوتون المنبعث عندما يعود الإلكترون إلى مستوى الاستقرار.

٤- احسب الزخم الزاوي للإلكترون في مستوى الاستقرار.



مثال(12)

إذا كان الزخم الزاوي لإلكترون ذرة الهيدروجين في إحدى مستويات الطاقة يساوي ($\frac{3h}{\pi}$).

احسب :

١) الطاقة الكلية للإلكترون في هذا المستوى.

$$خ_ز = \frac{ن هـ}{2\pi} == \frac{3}{\pi}$$ (1

$$ن = 6$$

$$ط_ن = \frac{-13.6}{ن^2} = ...ev$$

مثال(13)

أ) إذا علمت أن الزخم الزاوي لإلكترون ذرة الهيدروجين في مستوى ما يساوي ($٣,١٥ \times ١٠^{-٣٤}$) كغم.م^٢/ث،

احسب كلاً مما يأتي: (٥ علامات)

١) رقم المستوى الذي يتواجد فيه الإلكترون.

٢) نصف قطر المدار المتواجد فيه الإلكترون.

مثال(14) شتوي 2018

١) تكون سرعة إلكترون ذرة الهيدروجين أكبر ما يمكن عندما يكون في المستوى:

■ الأول ■ الثاني ■ الثالث ■ الرابع

١) مقدار الطاقة التي يجب تزويد الإلكترون بها ليتحرر من المستوى الثاني لذرة الهيدروجين دون إكسابه طاقة حركية بوحدة الكترون فولت:

■ ١٣,٦ ● ٣,٤ ■ ١,٥ ■ ٠,٨٥

ب) إلكترون ذرة الهيدروجين في مستوى طاقته (-٣,٤) إلكترون فولت، أجب عمّا يأتي:

١) ما رقم المدار الذي يوجد فيه الإلكترون؟

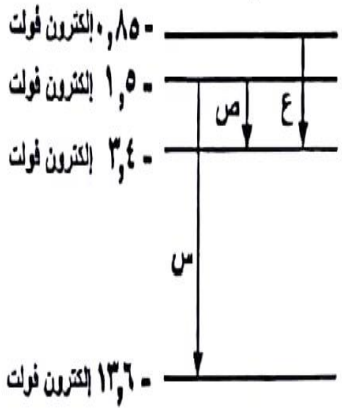
٢) عندما ينتقل إلكترون ذرة الهيدروجين من مستوى الطاقة الرابع (ن = ٤) إلى مستوى الطاقة الثاني (ن = ٢)، فإن الإشعاع المنبعث ينتمي إلى:

■ الضوء المرئي ■ الأشعة فوق البنفسجية ■ الأشعة تحت الحمراء ■ الأشعة السينية

مثال(15) صيفي 2018

ب) يبيّن الشكل المجاور رسمًا تخطيطيًّا لمستويات الطاقة لذرّة الهيدروجين، (٨ علامات)

وعددًا من خطوط الطيف لذرّة الهيدروجين (س، ص، ع).



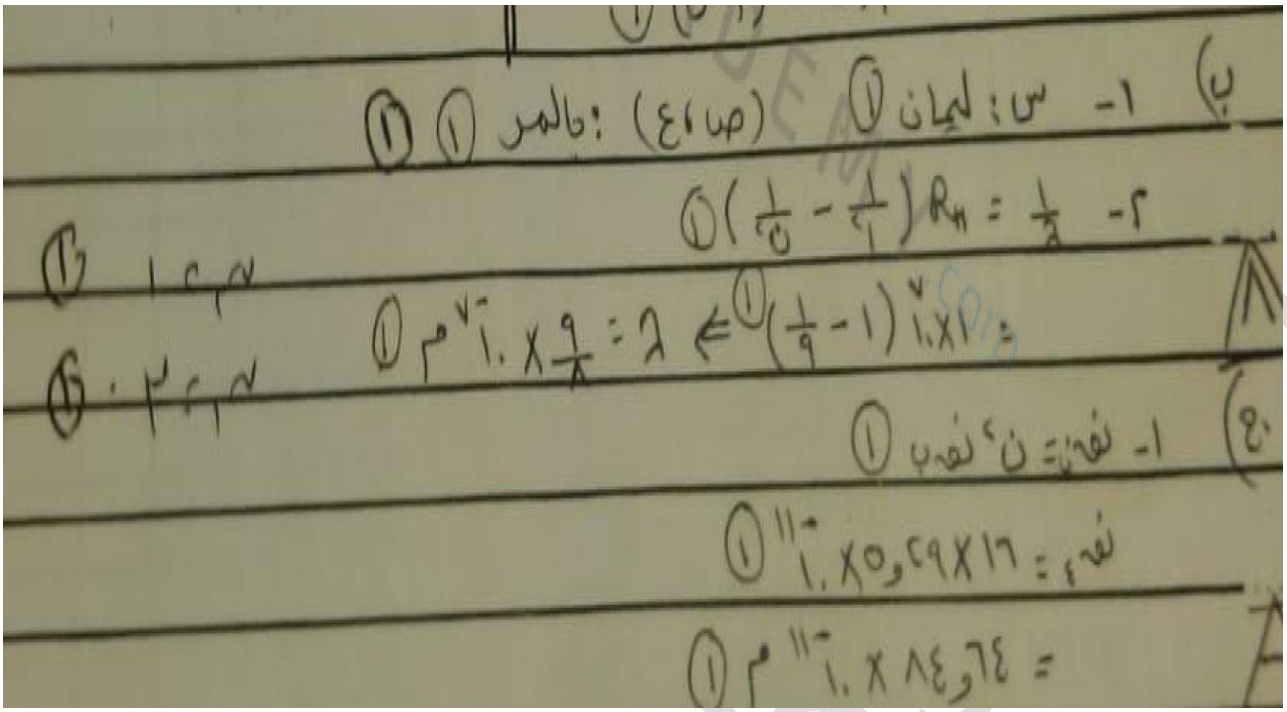
أجب عمّا يأتي:

١- إلى أي متسلسلة ينتمي كل من الخطوط الطيفية (س، ص، ع)؟

٢- احسب طول موجة الخط الطيفي (س).

ج) إلكترون ذرة الهيدروجين في المدار الرابع، **احسب:** (٦ علامات)

١- نصف قطر هذا المدار.

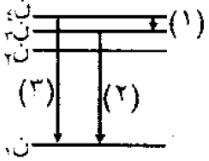


١) عندما ينتقل إلكترون ذرة الهيدروجين من المستوى الخامس إلى المستوى الثالث فإن الخط الطيفي الناتج ينتمي إلى متسلسلة:

▪ بالمر ▪ باشن ▪ براكيت ▪ فوند

مثال(16) 2019صيفي

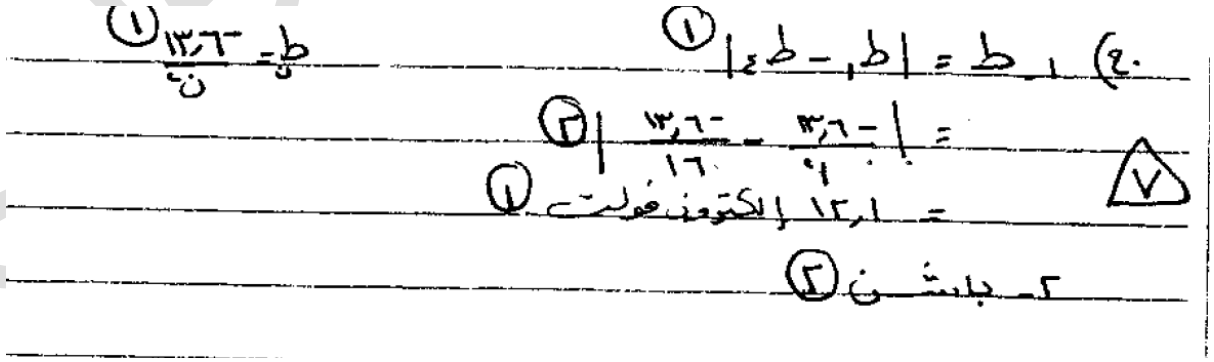
ج) يمثّل الشكل المجاور رسمًا تخطيطيًّا لعودة إلكترون ذرّة الهيدروجين إلى مستويات مختلفة. (٧ علامات)



أجب عمّا يأتي:

١- احسب طاقة الفوتون المنبعث خلال الانتقال رقم (٣).

٢- لأي متسلسلة ينتمي الفوتون المنبعث من الانتقال رقم (١)؟



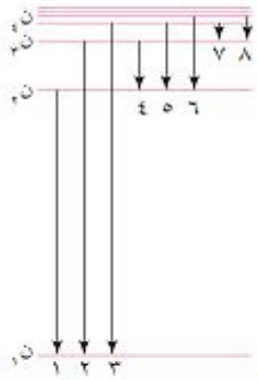
أسئلة الفصل السابع

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

١) تزداد الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية المنبعثة في الخلية الكهرضوئية بزيادة:

أ) شدة الضوء الساقط
ب) تردد الضوء الساقط
جـ) اقتران الشغل للفلز
د) تردد العتبة للفلز

يبين الشكل (٧-٢٨) بعضًا من خطوط طيف ذرة الهيدروجين. مستعينًا بالشكل أجب عن الفقرات (٤، ٥، ٦) الآتية.



الشكل (٧-٢٨): سؤال (١)، الفقرات (٤، ٥، ٦).

٤) إلى أي المتسلسلات الطيفية الآتية ينتمي الخطان الطيفيان (٧، ٨):

أ) ليمان
ب) باشن
جـ) براكت
د) فوند

٥) رقم الخط الطيفي ذي الطول الموجي الأقصر في متسلسلة بالمر هو:

أ) ١
ب) ٣
جـ) ٤
د) ٦

٦) رقم الخط الطيفي ذي التردد الأكبر في الخطوط جميعها هو:

أ) ١
ب) ٣
جـ) ٧
د) ٨

٢ إذا علمت أن طاقة المستويات في ذرة الهيدروجين تعطى بالعلاقة: $ط_ن = \frac{-١٣,٦}{ن^٢}$ إلكترون فولت.

فأجب عما يأتي:

أ) ما دلالة الإشارة السالبة في العلاقة؟

ب) إلى ماذا يشير الرمز (ن) في العلاقة؟

جـ) هل يمكن أن تكون طاقة أحد مستويات ذرة الهيدروجين مساوية (-١) إلكترون فولت؟ فسر إجابتك.

٣ سقط ضوء طول موجته (٤٢٠) نم على سطح من فلز الكالسيوم. إذا كان اقتران الشغل للكالسيوم يساوي (٢,٨٧) إلكترون فولت، فاحسب:

أ) طاقة الفوتون الواحد للضوء الساقط بوحدة جول، ثم بوحدة إلكترون فولت.

ب) الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة من سطح الكالسيوم.

جـ) جهد القطع.

د) طول موجة العتبة للكالسيوم.

٤ عند سقوط ضوء طول موجته (٢٥٠) نم على مهبط خلية كهرضوئية، يمر تيار كهرضوئي فيها، إذا علمت أن هذا التيار انقطع عند فرق جهد عكسي مقداره (٢,٩٢) فولت. فجد ما يأتي:

أ الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية بوحدة إلكترون فولت، ثم بوحدة جول.

ب اقتران الشغل للفلز الذي يتكون منه المهبط.

٥ إذا كان أقل طول موجي لفوتون في إحدى متسلسلات طيف ذرة الهيدروجين يساوي $(\frac{٩}{R_H})$ م، حيث (R_H): ثابت ريدبيرغ، فأجب عما يأتي:

أ حدد المتسلسلة التي ينتمي إليها هذا الفوتون.

ب احسب طاقة الفوتون.

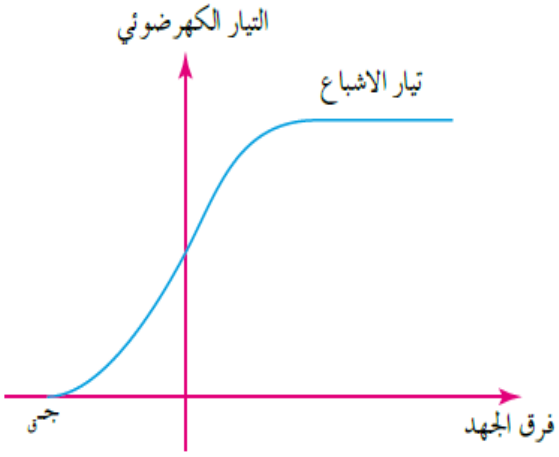
جـ احسب أكبر طول موجي لفوتون ينتمي إلى هذه المتسلسلة.

٦ يبين الشكل (٧-٢٩) التمثيل البياني لفرق الجهد بين المهبط والمصعد والتيار الكهرضوئي في خلية كهرضوئية. بيّن أثر ما يأتي على كلٍّ من تيار الإشباع وجهد القطع:

أ إذا زاد تردد الضوء الساقط.

ب إذا زادت شدة الضوء الساقط.

جـ إذا زاد الطول الموجي للضوء الساقط.



الشكل (٧-٢٩): سؤال (٦).

٧ احسب ما يأتي:

أ طول موجة الخط الطيفي الثاني في متسلسلة ليمان.

ب طول موجة الخط الطيفي الثالث في متسلسلة باشن.

جـ أقصر طول موجي في متسلسلة بالمر.

د أكبر طول موجي في متسلسلة فوند.

٨ إذا كان الزخم الزاوي لإلكترون ذرة الهيدروجين في أحد المدارات يساوي(٢,١١×١٠^-٣٤) كغ.م٢/ث. فجد ما يأتي:

أ رقم المدار الموجود فيه الإلكترون.

ب نصف قطر المدار.

د طاقة المستوى في ذرة الهيدروجين عندما يكون الإلكترون في هذا المدار.

٩ أجب عما يأتي:

أ بيّن لماذا نجحت النظرية الجسيمية في تفسير وجود تردد عتبة للفلزات في الظاهرة الكهروضوئية، في حين لم تنجح النظرية الموجية.

جـ إذا كان اقتران الشغل لفلز يساوي Φ، هل يمكن لفوتونين طاقة كل منهما (١/٢ Φ) تحرير إلكترون واحد من سطح الفلز؟ وضح إجابتك.

١٠ انتقل إلكترون ذرة هيدروجين من المستوى الثالث إلى المستوى الثاني. احسب طاقة الفوتون المنبعث وتردده وطول موجته نتيجة هذا الانتقال.

١١ انبعث فوتون طوله الموجي (١٠٢,٦) نم من ذرة هيدروجين، إذا كان هذا الفوتون يقع ضمن متسلسلة ليمان. فجد ما يأتي:

أ رقم المستوى الذي انتقل منه الإلكترون.

ب احسب طاقة الفوتون المنبعث وزخمه.

السؤال الثاني:

أ) تشير إلى أنه يجب تزويد الإلكترون بطاقة ليتحرر من الذرة.

ب)يشير إلى رقم مستوى الطاقة (المدار) الذي يمكن أن يوجد فيه الإلكترون.

ج) لا؛ فقيم الطاقة المسموحة لذرة الهيدروجين مكماة، وتحسب من العلاقة (7-17).

السؤال الثالث:

أ) $ط_{فوتون} = هـ ت_د = هـ س/\lambda$

$= 6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8} / 420 \times 10^{-9} = 4.7 \times 10^{-19}$ جول

$= 4.7 \times 10^{-19} / 1.6 \times 10^{-19} = 2.94$ إلكترون فولت.

ب) $ط_{حركي\ عظمى} = ط_{فوتون} - \phi$

$= 2.94 - 2.87 = 0.07$ إلكترون فولت.

ج) جهد القطع:

$جـ_{ق} = ط_{حركي\ عظمى} / شـ e$

$= 0.07 \times 1.6 \times 10^{-19} / 1.6 \times 10^{-19} = 0.07$ فولت.

د) طول موجة العتبة للفلز.

$\phi = هـ س/\lambda_{ع}$ ، $\lambda_{ع} = هـ س/\phi$

$\lambda_{ع} = 6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8} / 2.87 \times 1.6 \times 10^{-19} = 4.33 \times 10^{-7}$ م

$= 433$ نم.

السؤال الرابع:

أ) الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية بوحدة إلكترون فولت، ثم بوحدة جول.

إدارة المناهج والكتب المدرسية

ط عظمى = جـ ش ـــه

$= -2.92 \times -1.6 \times 10^{-19} = 4.67 \times 10^{-19}$ جول

= 2.92 إلكترون فولت

ب)اقتران الشغل للفلز الذي يتكون منه المهبط.

ϕ = ط فوتون − ط عظمى

$= (6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8} / 250 \times 10^{-9}) - 4.67 \times 10^{-19}$

$= 3.29 \times 10^{-19}$ جول

السؤال الخامس:

أ- حدد المتسلسلة التي ينتمي إليها الفوتون.

نحصل على أقل طول موجي في أي متسلسلة عندما (ن = ∞)، ومن العلاقة:

$\lambda/1 = R_H (1/ن^2 - 1/ن^2)$، $1/ن^2 = 1/9$، ن = 3 متسلسلة باشن

ب- احسب طاقة الفوتون

ط فوتون = | ط − ط هـ |، ط = 0 ، ط هـ = $-13.6/3^2$ = − 1.51 إلكترون فولت

ط فوتون = | 0 − (−1.51) | = 1.51 إلكترون فولت

$= 1.51 \times 1.6 \times 10^{-19} = 2.42 \times 10^{-19}$ جول

ج- احسب أكبر طول موجي لفوتون ينتمي إلى هذه المتسلسلة.

إدارة المناهج والكتب المدرسية

أكبر طول موجي في أي متسلسلة هو طول موجة الخط الأول فيها، والخط الأول في متسلسلة باشن يكون عندما ن = 4

$\frac{1}{\lambda} = R_H (\frac{1}{ن^2} - \frac{1}{ن_1^2})$

$= 1.097 \times 10^7 (\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2}) = 5.3 \times 10^5$

$\lambda = 1.9 \times 10^{-6}$ م

السؤال السادس:

أ) إذا زاد تردد الضوء الساقط.

تيار الإشباع لا يتغير، لأن التردد لا يؤثر في عدد الإلكترونات المتحررة التي يعتمد عليها تيار الإشباع، بينما يؤثر في الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية التي تزداد بزيادة التردد، وحيث أن: ط ح عظمى = جـ ش ، فإن القيمة المطلقة لجهد القطع تزداد.

ب)إذا زادت شدة الضوء الساقط.

يزداد عدد الفوتونات الساقطة في الثانية على وحدة المساحة من سطح الفلز، فيزداد تبعًا لذلك عدد الإلكترونات الضوئية المتحررة، لذلك يزداد تيار الإشباع.

أما جهد القطع فلا يتغير لأن شدة الضوء لا تؤثر في الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية التي يعتمد عليها جهد القطع.

ج) إذا زاد الطول الموجي للضوء الساقط.

إدارة المناهج والكتب المدرسية

زيادة الطول الموجي يعني نقصان التردد، وللأسباب المذكورة في الفرع (أ) فإن تيار الإشباع لا يتغير، بينما تقل القيمة المطلقة لجهد القطع.

السؤال السابع:

أ- طول موجة الخط الطيفي الثاني في متسلسلة ليمان.

$1/\lambda = R_H (1/ن^2 - 1/ن_ٍ^2)$، $ن_ٍ = 1$، $ن = 3$

$1/\lambda = 1.097 \times 10^7 (1/1^2 - 1/3^2) = 9.75 \times 10^6$

$\lambda = 1.03 \times 10^{-7}$ م

ب- طول موجة الخط الطيفي الثالث في متسلسلة باشن.

$ن=3$ ، $ن_ٍ=6$

$1/\lambda = 1.097 \times 10^7 (1/3^2 - 1/6^2) = 8.33 \times 10^5$

$\lambda = 1.2 \times 10^{-6}$ م

ج- أقصر طول موجي في متسلسلة بالمر.

$ن = 2$، $ن_ٍ = \infty$

$1/\lambda = 1.097 \times 10^7 (1/2^2 - 0) = 2.74 \times 10^6$

$\lambda = 3.65 \times 10^{-7}$ م

د- أكبر طول موجي في متسلسلة فوند.

$ن = 5$ ، $ن_ٍ = 6$

إدارة المناهج والكتب المدرسية

$$^{5}10 \times 1.22 = (^{2}6/1 - ^{2}5/1)\ ^{7}10 \times 1.097 = \lambda/1$$

$$\lambda = 8.18 \times 10^{-6}\ م$$

السؤال الثامن:

أ- رقم المدار الموجود فيه الإلكترون.

$$ك\ ع_{نق} = ن\ هـ/2\pi = 2.11 \times 10^{-34}$$

$$ن = 2 \times 3.14 \times 2.11 \times 10^{-34}/6.63 \times 10^{-34} = 2$$

ب- نصف قطر المدار.

$$نق_{ن} = نق_{ب}\ ن^{2}$$

$$= 5.29 \times 10^{-11} \times 2^{2} = 2.12 \times 10^{-10}\ م.$$

د- طاقة المستوى لذرة الهيدروجين عندما يكون الإلكترون في هذا المدار.

$$ط_{ن} = -13.6/ن^{2}$$

$$= -13.6/2^{2} = -3.4\ إلكترون\ فولت.$$

السؤال التاسع:

أ- تفترض النظرية الجسيمية أن طاقة الضوء تتركز في حزم منفصلة تسمى فوتونات، وعند سقوط الضوء على سطح فلز فإن كل فوتون يتفاعل مع إلكترون واحد فقط بحيث يمتص الإلكترون طاقة الفوتون كاملة، فالإلكترون يتحرر إذا كانت طاقة الفوتون تساوي أو أكبر من اقتران الشغل للفلز، أي أن $هـ\nu \geq \Phi$، وبما أن هـ ثابت فإن هناك ترددا أدنى للضوء يتمكن من تحرير إلكترونات من سطح الفلز وهو ما يطلق عليه اسم تردد العتبة للفلز. أما النظرية الموجية (الكلاسيكية) فهي تفترض أن الضوء سيل متصل من الطاقة التي تعتمد على شدته، وعند سقوط الضوء على سطح فلز فإن إلكترونات السطح تمتص طاقة الضوء وتتحرر وبصرف النظر عن تردده.

إدارة المناهج والكتب المدرسية

ج- لا؛ فالفوتون الواحد يتفاعل مع إلكترون واحد فقط، وبما أن طاقة الفوتون الواحد أقل من اقتران الشغل للفلز فلن يتحرر الإلكترون مهما كان عدد الإلكترونات الساقطة.

السؤال العاشر:

- $ط_{فوتون} = |ط - ط_{ه}|$

$= |-13.6/2^2 - (-13.6/3^2)| = 1.89$ إلكترون فولت.

$= 1.89 \times 1.6 \times 10^{-19} = 3.02 \times 10^{-19}$ جول.

$ط_{فوتون} = هـ ت_{ر}$ ، $ت_{ر} = ط_{فوتون}/هـ$

- $ت_{ر} = 3.02 \times 10^{-19}/6.63 \times 10^{-34} = 4.56 \times 10^{14}$ هيرتز.

- $\lambda = س/ت_{ر}$

$= 3 \times 10^{8}/4.56 \times 10^{14} = 6.58 \times 10^{-7}$ م.

السؤال الحادي عشر:

أ) المستوى الذي انتقل منه الإلكترون

$1/\lambda = R_H (1/ن_{ه}^2 - 1/ن_{ل}^2)$ ، $ن_{ل} = 1$

$1/102.6 \times 10^{-9} = 1.097 \times 10^{7} (1/ن_{ه}^2 - 1/1)$

$1/ن_{ه}^2 = 0.11$ ، $ن_{ه} = 3$

إدارة المناهج والكتب المدرسية

كراسية

ب) احسب طاقة وزخم الفوتون المنبعث

$ط_{فوتون} = | ط_{-} - ط_{+} |$

$= | -1/13.6^{2} - (-3/13.6^{2}) | = 12.09$ إلكترون فولت

$= 12.09 \times 1.6 \times 10^{-19} = 1.93 \times 10^{-18}$ جول

$خ = هـ/\lambda$

$= 6.63 \times 10^{-34} / 102.6 \times 10^{-9} = 6.46 \times 10^{-27}$ كغ م/ث

بنية النواة وخصائصها

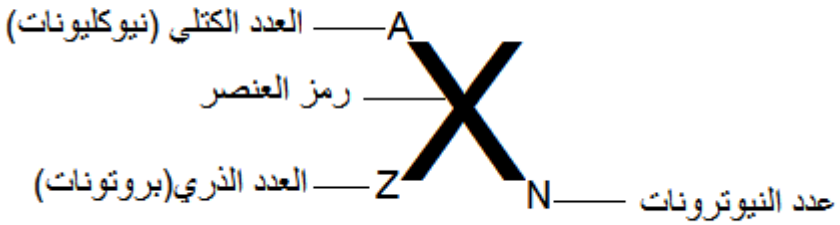
تتكون النواة للذرات من بروتونات موجبة الشحنة ونيوترونات متعادلة كهربائيا باستثناء نواة الهيدروجين التي تحتوي على بروتون واحد فقط.

1-البروتونات يرمز(Z) ويسمى ايضا العدد الذري

2-النيوترونات (N)

وتسمى معا نيوكليونات ويرمز لها بالرمز (A) ويسمى ايضا العدد الكتلي.

$$A=Z+N$$



النظائر: هي ذرات العنصر نفسه تتساوى في العدد الذري (Z) وتختلف في العدد الكتلي (A) مثل :

$$_{6}^{14}C \quad _{6}^{13}C \quad _{6}^{12}C \quad _{6}^{11}C$$

تقاس الجسيمات النووية بوحدة ودة كتلة ذرية ويرمز لها بالرمز و.ك.ذ

1 و.ك.ذ= 1.660539 X 10^{-27}كغم 1 e.v =1.6 x 10^{-19}جول

1و.ك.ذ=931.5 مليون الكترون فولت

يمكن حساب الطاقة المكافئة لوحدة كتل ذرية أيضا بوحدة (ev) كما في المثال

- أول من أشار الى شكل النواة العالم رذرفورد في تجربته الشهيرة عندما قام بقذف صفائح فلزية بجسيمات ألفا افترض أن نوى ذرات الفلز كروية الشكل تقريبا ونصف قطرها يعطى بالعلاقة التالية :

$$نق = A^{\frac{1}{3}} \cdot نق$$

حيث (نق.) ثابت يساوي 1.2 x 10^{-15}م تقريبا للعناصر الخفيفة . (A):العدد الكتلي

مثال:

إذا كان العدد الكتلي لنواة عنصر ما (A)، وكتلة البروتون (ك)، فجد:

١ – صيغة رياضية تقريبية لكتلة النواة.

٢ – صيغة رياضية لحجم النواة بدلالة A.

الحل

١ – بما أن : A = Z + N، وكتلة النيوترون تساوي كتلة البروتون تقريبًا، إذًا :

كتلة النواة = A × ك

٢ – النواة كروية الشكل، إذن: ح = $\frac{٤}{٣}\pi$ نق^{٣}. وبالتعويض بنصف قطر النواة فإن:

ح = $\frac{٤}{٣}\pi$ (نق$_{o}$ $A^{\frac{١}{٣}}$)^{٣} = $\frac{٤}{٣}\pi$ نق$_{o}^{٣}$ A.

مثال : بين أن كثافة النواة ثابتة بمعنى أن نوى العناصر جميعها متساوية في الكثافة تقريبا
(تذكر قانون الكثافة = الكتلة /الحجم)

الحل:

$$\text{ث} = \frac{\text{ك}}{\text{ح}}$$

$$= \frac{\text{ك}_{\text{ب}}}{\frac{4}{3}\pi \text{نق}_{\text{ن}}^{3} \times \text{A}}$$

$$= \frac{\text{ك}_{\text{ب}} \times 3}{4\pi \text{نق}_{\text{ن}}^{3}}$$

ونلاحظ من المعادلة أن المقدار ثابت .

مثال

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

الحل:

يمكن حساب كثافة المادة النووية من العلاقة:

$$\text{ث}_{\text{نواة}} = \frac{\text{ك}_{\text{ب}}}{\frac{4}{3}\pi \text{نق}_{\text{ن}}^{3}}$$

وبتعويض قيم الكميات في هذه العلاقة نجد أن:

$$\text{ث}_{\text{نواة}} = \frac{1{,}6726 \times 10^{-27}}{\frac{4}{3} \times 3{,}14 \times (1{,}2 \times 10^{-15})^{3}}$$

$$\text{ث}_{\text{نواة}} = 2{,}3 \times 10^{17} \text{ كغ/م}^{3}$$

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.

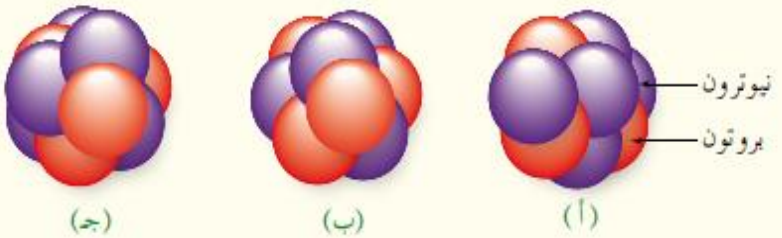
ولو تخيلنا أن حجم مادة نووية بحجم حبة حمص نصف قطرها ($\frac{1}{2}$ سم) لكانت كتلتها تقريبًا (١٢٠ مليون طن).

سؤال : احسب نصف قطر نواة الالمنيوم (27) , نواة البيريلوم (8).

مراجعة (٨-١)

١ ما عدد البروتونات في نواة عنصر البوتاسيوم $^{39}_{19}K$ ؟ وما عدد النيوترونات فيها؟

٢ يمثل الشكل(٨-٣) ثلاث نوى مختلفة ممثلة بالرموز(أ، ب، جـ). أي النوى تشكل نظائر للعنصر نفسه؟ فسر إجابتك.



الشكل(٨-٣): سؤال (٢).

٣ (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).

مراجعة (1-8) صفحة 241

1. عدد البروتونات هو نفسه العدد الذري ويساوي 19

أما عدد النيوترونات = العدد الكتلي – عدد البروتونات

20 = 19 – 39 =

2. النواتان (ب، جـ) تمثلان نظائر للعنصر نفسه لأنهما تتساويان في العدد الذري (عدد البروتونات Z = 4) وتختلفان في العدد الكتلي وعدد النيوترونات حيث

$N_{ب} = 4$ ، $N_{جـ} = 5$

3.

أ) كثافة النواة (س)= كثافة النواة (ص)؛ لجميع أنوية العناصر الكثافة نفسها لأن كثافة النواة لا تعتمد على العدد الذري أو العدد الكتلي ولأن مكونات النواة هي نفسها لجميع العناصر.

ب) $A_{س} = A_{ص}$

$$نق_{س} = نق_{ص} \sqrt[3]{A_{س}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 1$$

$$نق_{ص} = نق_{ص} \sqrt[3]{A_{ص}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 2$$

بقسمة 1 على 2 فإن

$$\sqrt[3]{3} = \frac{نق_{س}}{نق_{ص}}$$

جـ) $\frac{ح_{س}}{ح_{ص}} = 3$

استقرار النواة

يقصد باستقرار النواة بأنها النواة التي يكون فيها عدد البروتونات مساو لعدد النيوترونات (تكون غير مشعة).

س: ما هو سبب وجود نوى مستقرة وآخرى غير مستقرة .

لأن النواة تحتوي على بروتونات موجبة فأن هذه البروتونات تتنافر مع بعضها مما يؤدي الى تفكك النواة وبما أنها مستقرة فلا بد من وجود قوة آخرى تمسك مكونات النواة تسمى القوة النووية.

القوة النووية: قوة تجاذب ذات مدى قصير جدا تربط النيوكليونات المتجاورة في النواة .

- **القوة التي تعمل على تجاذب البروتونات هي القوة النووية**
- **القوة التي تعمل على تنافر البروتونات هي القوة الكهربائية**

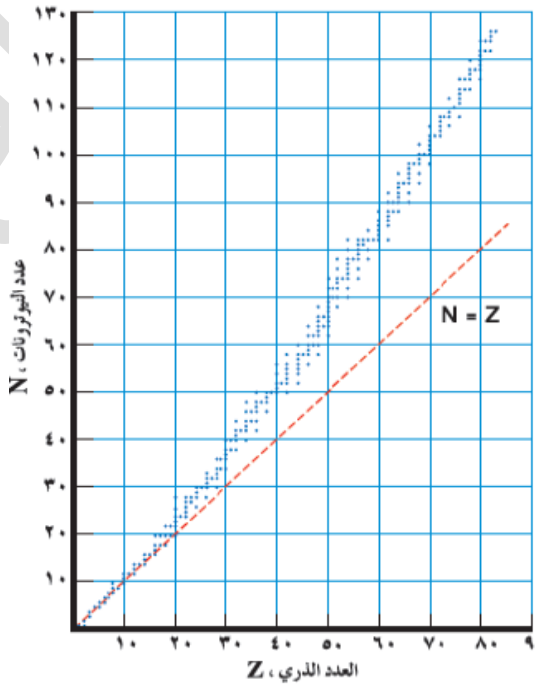
<u>خصائص القوة النووية</u> :

1- **تنشأ بين النيوكليونات جميعها بغض النظر عن الشحنة (بروتون-بروتون) (نيوترون-نيوترون)(بروتون–نيوترون).**
2- **مداها قصير.**
3- **مقدارها كبير جدا .**
4- **قوى تجاذب**

س: ماذا نعني بأن القوة النوووية ذات مدى قصير ومقدارها كبير .

أي أنها تنشأ بين النيوكليونات المتجاورة فمثلا عندما تكون المسافة بين بروتين 1.4×10^{-15}م فأن قوة التنافر الكهربائية بين بروتونين في نواة أكبر من القوة النووية اذا زاد البعد بينهما الى أربعة اضعاف هذا المقدار.

- تصنف النواة الى مستقرة وغير مستقرة (مشعة)حيث يمثل النيوترون عامل مهم في استقرار النواة فوجود عدد مناسب منها يجعل القوة النووية تسود على القوة الكهربائية .



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

Salah AL-bshish

❖ يمثل الشكل العلاقة بين عدد البروتونات وعدد النيوترونات للنوى المستقرة وتمثل النوى بنقاط زرقاء تشكل حزمة ضيقة تسمى نطاق الاستقرار ويتم تصنيفها حسب العدد الذري الى :

1- **النوى المستقرة الخفيفة** ($Z \geq ٢٠$) 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 $^{23}_{11}Na$.

2- **النوى المتوسطة المستقرة التي يقع عددها الذري ضمن المدى** ($٢٠ < Z < ٨٣$) 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.

3- النوى **الثقيلة** التي **عددها الذري يساوي ٨٣ أو يزيد عليه** ($Z \geq ٨٣$) 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.

س: علل الأنوية التي يزيد عدد عددها الكتلي عن 82 تكون غير مستقرة .

✓ لكبر حجم النواة وتباعد النيوكلونات عن بعضها البعض وبالتالي لا تستطيع القوى النووية التغلب على القوى الكهربائية .

مراجعة (٨-٢)

١ تمتاز القوة النووية بجملة من الخصائص، اذكرها.

٢ فسر ما يأتي:

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

ب نلاحظ انحراف نطاق الاستقرار نحو الأعلى مع زيادة العدد الذري في منحنى الاستقرار.

1. تمتاز القوة النووية بأنها:

قوة تجاذب، وذات مدى قصير، وتربط بين النيوكليونات المتجاورة في النواة، ولا تتأثر بشحنة النيوكليونات، وكبيرة المقدار عندما تكون بين نيوكليونين متجاورين

2. أ. 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.

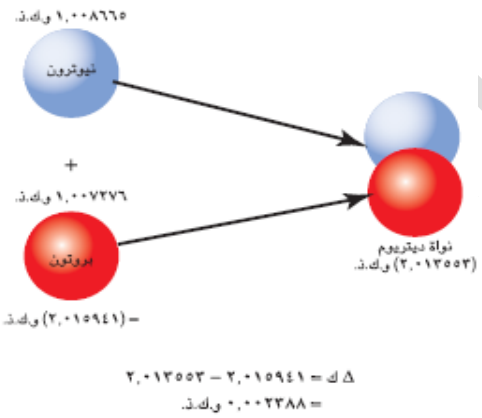
ب ـ لأن النوى المتوسطة والمستقرة التي يقع عددها الذري ضمن المدى $83>Z>20$ فإن عدد نيوتروناتها يفوق عدد البروتونات فيها ولذلك تبقى قوى الجذب النووية سائدة على قوى التنافر الكهربائية في هذه النوى مما يجعل ميل نطاق الاستقرار أكبر من 1 فينحرف النطاق نحو الأعلى.

طاقة الربط النووية

هي الطاقة الخارجية التي يجب أن تزود بها النواة لفصل مكوناتها عن بعضها نهائيا.

- ❖ هي الأقوى في الطبيعة
- ❖ عند فصل مكونات النواة عن بعضها يحتاج الى طاقة كبيرة .
- ❖ كتلة النواة تكون دائما أقل من مجموع كتل مكوناتها لأن الفرق في الكتلة يتحول الى طاقة وفقا لمعادلة آينشتين في تكافؤ (الطاقة –الكتلة) وهذا المقدار يمثل بطاقة الربط النووية.

يمثل الشكل اندماج النيوترون مع البروتون أحد نظائر نواة الديتيروم ويسمى الفرق في الكتلة مقدار الطاقة التي يجب أن تزود بها النواة لفصل مكوناتها تسمى طاقة الربط النووية ويمكن حساب فرق الكتلة (Δك) من خلال العلاقة التالية :



$$\Delta ك = (N ك_{ن} + Z ك_{ب}) - ك_{النواة} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots$$

حيث ($ك_{ن}$): كتلة النيوترون، ($ك_{ب}$): كتلة البروتون.

N: عدد النيوترونات ، Z: عدد البروتونات.

ويمكن حساب طاقة الربط من خلال العلاقة التالية:

$$ط_{الربط} = \Delta ك \times ٩٣١,٥ \text{ مليون إلكترون فولت/و.ك.ذ.}$$

ولحساب طاقة الربط لكل نيوكليون :

$$ط = \frac{\text{طاقة الربط للنواة}}{\text{عدد النيوكليونات}}$$

مثال(1):

احسب الطاقة المكافئة لكتلة البروتون بوحدة المليون إلكترون فولت.

الحل:

من الجدول (٨–١) نجد أن كتلة البروتون (١,٠٠٧٣) و.ك.ذ، نحسب الطاقة المكافئة لكتلة البروتون من العلاقة الآتية:

$$ط = \Delta ك \times ٩٣١,٥$$

$$= ١,٠٠٧٣ \times ٩٣١,٥$$

$$= ٩٣٨,٣ \text{ مليون إلكترون فولت.}$$

مثال(2)

احسب طاقة الربط لنواة الحديد $^{56}_{26}Fe$ ، ثم احسب طاقة الربط النووية لكل نيوكليون. علمًا بأنّ كتلة نواة الحديد ٥٥,٩٢٠٦ و.ك.ذ.

الحل

عدد البروتونات: Z = ٢٦ بروتون (العدد الذري).

عدد النيوترونات: N = ٥٦ − ٢٦ = ٣٠ نيوترون.

نحسب (Δ ك): $\Delta ك = (N ك_{ن} + Z ك_{ب}) - ك_{النواة}$

= (٣٠ × ١,٠٠٨٦٦٥ + ٢٦ × ١,٠٠٧٢٧٦) − ٥٥,٩٢٠٦

= ٠,٥٢٨٥٢٦ و.ك.ذ

نحسب طاقة الربط للنواة : ط = Δك × ٩٣١,٥ مليون إلكترون فولت/و.ك.ذ.

= ٠,٥٢٨٥٢٦ × ٩٣١,٥ ≅ ٤٩٢ مليون إلكترون فولت.

نحسب طاقة الربط لكل نيوكليون:

$$ط_{ر} = \frac{\text{طاقة الربط للنواة}}{\text{عدد النيوكليونات}} = \frac{٤٩٢}{٥٦} = ٨,٧٩ \text{ مليون إلكترون فولت / نيوكليون.}$$

مثال(3)

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 × ١,٠٠٧٣ + ٢٠ × ١,٠٠٨٧) − ٣٨,٩٦٣٧

= ٣٨,٩٦٣٧ − ٣٩,٣١٢٧

$\Delta ك$ = ٠,٣٤٩ و.ك.ذ

$ط_{ر}$ = $\Delta ك \times$ ٩٣١,٥

= ٠,٣٤٩ × ٩٣١,٥ = ٣٢٥,٠٩ مليون إلكترون فولت.

■ لنواة اليورانيوم: Z = ٩٢، N = ٢٣٥ − ٩٢ = ١٤٣

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

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

= (٩٢ × ١,٠٠٧٣ + ١٤٣ × ١,٠٠٨٧) − ٢٣٥,٠٤٣٩

= ٢٣٦,٩١٥٧ − ٢٣٥,٠٤٣٩

Δك = ١,٨٧١٨ و.ك.ذ

$ط_{ر} = \Delta ك \times$ ٩٣١,٥

= ١,٨٧١٨ × ٩٣١,٥ = ١٧٤٣,٥٨ 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:

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

$$= \frac{٣٢٥,٠٩}{٣٩}$$

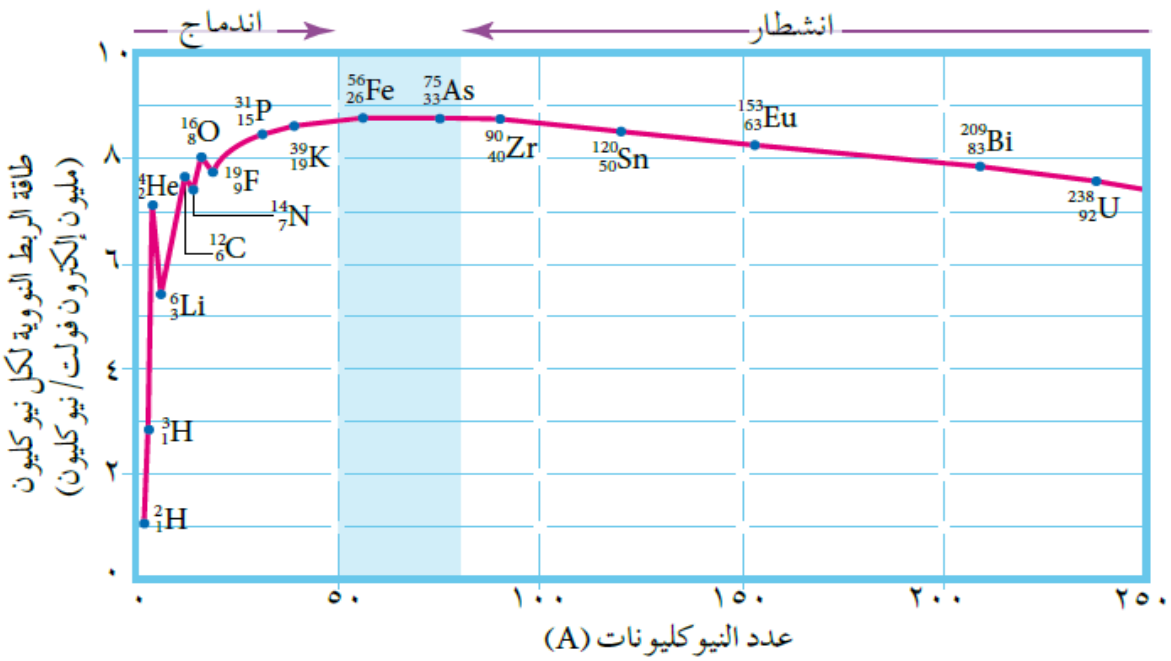
= ٨,٣٤ مليون إلكترون فولت/نيوكليون.

■ لنواة اليورانيوم:

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

$$= \frac{١٧٤٣,٥٨}{٢٣٥}$$

= ٧,٤٢ مليون إلكترون فولت/نيوكليون.



يمثل الشكل السابق أن:

1-الأنوية الأكثر استقرارا وتفكيكها يتطلب طاقة وهي التي لها أعلى طاقة لكل نيوكليون ربط مثل عنصر Fe^{56}.

2-الأنوية التي لها قابلية الأندماج النووي هي الأنوية الخفيفة مثل عنصر H^{2}.

3-الأنوية التي لها قابلية على الأنشطار النووي هي الأنوية الثقيلة مثل عنصر U^{238}

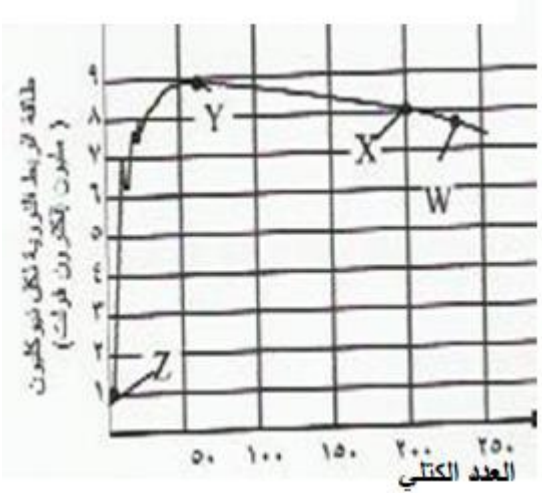
وحسب الشكل يمكن تصنيف النوى حسب العدد الكتلي الى :

نلاحظ من المنحنى أن النوى المتوسطة ($٥٠ \leq A \leq ٨٠$) 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.

مثال(1): يمثل المنحنى البياني المجاور العلاقة بين طاقة الربط النووية لكل نيوكليون والعدد الكتلي لمجموعة من العناصر(Z.X.Y.W) اعتمادا على المنحنى أجب عما يلي :



1-أي هذه العناصر أكثر استقرارا ؟ولماذا؟

2-أي هذه العناصر أكثر قابلية للأنشطار وأيها أكثر قابلية للاندماج عند احداث تفاعل نووي؟

3-أحسب طاقة الربط للعنصر (X) ؟

الحل :

1-العنصر(Y) لأن له أعلى طاقة ربط

2-أكثر قابلية للانشطار (W) وأكثر قابلية للأندماج (Z)

-3

$$\text{ط} = \frac{\text{طاقة الربط للنواة}}{\text{عدد النيوكليونات}}$$

8=طاقة الربط/200 ===> 1600مليون الكترون فولت

مراجعة (٨–٣)

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

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

٣ فسر: "تكون كتلة النواة دائمًا أقل من مجموع كتل مكوناتها".

٤ (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.

1.

- بوحدة الجول:

ط = ك × س^2

= 0.001 × (3 × 10^8)^2

= 9 × 10^{13} جول.

- بالمليون إلكترون فولت:

ط = $\frac{9 \times 10^{13}}{1.6 \times 10^{-16}}$

= 5.6×10^{26} مليون إلكترون فولت

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

3. لأن الفرق في الكتلة بين النواة ومكوناتها يتحول إلى طاقة وفق معادلة أينشتين في تكافؤ الطاقة – الكتلة وهذا المقدار من الطاقة يمثل مقدار الطاقة الخارجية التي يجب أن تزود بها النواة لفصل مكوناتها.

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

إدارة المناهج و الكتب المدرسية

النشاط الأشعاعي

❖ يتم وصف النوى غير المستقرة بأنها مشعة .

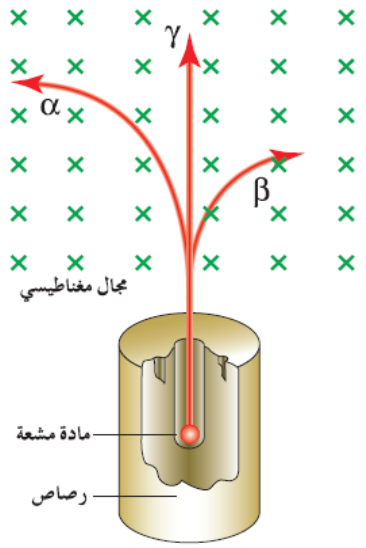
❖ للوصول الى حالة الاستقرار تتحول النواة غير المستقرة في الطبيعة الى نواة أخرى عن طريق التخلص من جزء من طاقتها على شكل انبعاث اشعاعات أو جسيمات.

❖ المبادئ التي يخضع لها أي أضمحلال

1-مبدأ حفظ العدد الذري 2-مبدأ حفظ العدد الكتلي 3-مبدأ حفظ الزخم الخطي
4-مبدأ حفظ (الطاقة –الكتلة)

النشاط الأشعاعي : هو نتاج عملية اضمحلال لنوى غير مستقرة .

بناء على الشكل الذي أمامك يدل على أن الاشعاع المنبعث يتألف من ثلاث أنواع :



1-أشعة الفا α : جسيمات موجبة الشحنة يتكون الواحد منها من بروتونين ونيوترونين فهي تماثل نوى الهيليوم $^{4}_{2}He$

❖ تمتاز بقدرتها العالية على تأين الذرات للمادة التي تصطدم بها وذلك بسبب كبر كتلتها وكبر شحنتها مما يجعل من احتمال تصادمها مع الذرات كبير جدا وتفقد الفا معظم طاقتها في التأين وبالتالي تصبح قدرتها على النفاذ ضعيفة اي لا تخترق صفحة من الورق.

❖ يقل عددها الذري بمقدار (2) والعدد الكتلي (4) .

عند اضمحلال احد العناصر الغير مستقرة لجسيم الفا فأن نواة العنصر الجديد تصبح مستقرة بحيث يتغير عددها الكتلي والذري كما في المعادلة :

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

حيث (x): النواة الأصلية(المشعة) , (Y): النواة الناتجة

س:اذكر المبادئ المحفوظة في التفاعلات النووية.

1-مبدأ حفظ الزخم 2-مبدأ حفظ الكتلة-الطاقة 3-مبدأ حفظ العدد الكتلي 4-مبدأ حفظ الشحنة

sale. AL-bshish

مثال:

تضمحل نواة يورانيوم $^{232}_{92}U$ إلى نواة ثوريوم $^{228}_{90}Th$ باعثة جسيم ألفا.

إذا علمت أن كتلة نواة اليورانيوم ٢٣٢,٠٣٧١٣١ و.ك.ذ، وكتلة نواة الثوريوم ٢٢٨,٠٢٨٧١٦ و.ك.ذ، وكتلة جسيم ألفا ٤,٠٠٢٦٠٢ و. ك. ذ، فأجب عن الأسئلة الآتية:

١- اكتب معادلة نووية موزونة تعبّر عن هذا الاضمحلال.

٢- احسب فرق الكتلة (Δك).

٣- احسب الطاقة المكافئة لفرق الكتلة.

الحل

١- $^{232}_{92}U \rightarrow {}^{228}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$

٢- نحسب فرق الكتلة (Δك):

Δك = كتلة X - (كتلة Y + كتلة α)

= ٢٣٢,٠٣٧١٣١ - (٢٢٨,٠٢٨٧١٦ + ٤,٠٠٢٦٠٢)

= ٠,٠٠٥٨١٣ و.ك.ذ

٣- ط = ٠,٠٠٥٨١٣ × ٩٣١,٥ = ٥,٤ مليون إلكترون فولت.

س:هل يتحقق مبدأ حفظ (الطاقة-الكتلة)أثناء اضمحلال الفا.

✓ يتحول فرق الكتلة الى طاقة , تظهر على شكل طاقة حركية يحملها جسيم الفا والنواة الناتج

❖ ينص مبدأ حفظ العدد الكتلي" مجموع الاعداد الكتلية للنواتج يساوي العدد الكتلي للنواة الأم"

❖ مبدأ حفظ العدد الذري "مجموع الاعداد الذرية للنواتج مساوي العدد الذري للنواة الام" والذي يعتبر صورة من قانون حفظ الشحنة.

❖ مبدأ حفظ (الطاقة-الكتلة)"مجموع الطاقة والكتلة للنوى والجسيمات المتفاعلة يساوي مجموع الطاقة والكتلة للنوى الناتجة".

❖ مبدأ حفظ الزخم الخطي " الزخم الخطي للنوى والجسيمات المتفاعلة أو المضمحلة يساوي الزخم الحطي للنوى والجسيمات الناتجة من التفاعل أو الاضمحلال"

2-اشعة بيتا β :تتكون من الكترونات $_{-1}e^{0}$ وتنتقل بسرعة عالية جدا ولصغر شحنتها فأن قدرتها على التأين قليلة ولصغر كتلتها يكون مدى نفاذيتها كبيرا.

عندما نقول نواة مشعة بعثت دقيقة بيتا أي أن النواة بعثت الكترونا فتميل بعض انوية العناصر التي بعثت جسيم بيتا لتتحول الى نواة جديدة أكثر استقرار.

ويمكن التعبير عن تفاعل (اضمحلال بيتا) من خلال المعادلة:

$$_{Z}^{A}X \longrightarrow {}_{Z+1}^{A}Y + {}_{-1}^{0}e + \bar{\upsilon}$$ (معادلة اضمحلال بيتا السالب)

من هذا الاضمحلال نستنتج أن النواة الجديدة فقدت نيوترون وكسبت بروتون مع بعثها لاشعة بيتا السالب.

$$_{Z}^{A}X \longrightarrow {}_{Z-1}^{A}Y + {}_{+1}^{0}e + \upsilon$$ (معادلة اضمحلال بيتاالموجب)

س: كيف يمكن لنواة أن تبعث الكترونا وهي لا تحتوي على الكترون؟

- ✓ لان احد النيوترونات يضمحل الى بروتون والكترون وبسبب كتلته الصغيرة ينبعث الالكترون الى خارج النواة بينما يبقى البروتون داخل النواة

س: كيف يمكن للنواة أن تبعث بوزيترون؟

- ✓ بسبب تحلل البروتون الى نيوترون وبوزترون وبسبب صغر كتلة البوزترون فأنه يبعث خارج النواة بينما يبقى النيوترون داخل النواة.

- ❖ أي نشاط اشعاعي يبعث أشعة بيتا يخضع لمبدأ حفظ العدد الكتلي وحفظ العدد الذري ولكي يتم تحقيق مبدأ حفظ الزخم الخطي وحفظ (الطاقة-الكتلة) يجب انبعاث جسيم صغير مهمل الكتلة وغير مشحون .

- ❖ عند انبعاث الكترون يصاحبه جسيم صغير آخر مهمل الكتلة وغير مشحون ويسمى ضديد نيوترينو.

النيوترينو: جسيم صغير مهمل الكتلة ليس له شحنة يصاحب اضمحلال بيتا.

البوزترون: هو نتاج تحلل أحد البروتونات الى نيوترون وبوزترون بحيث ينبعث البروتون ويبقى البروتون داخل النواة.

س: اكتب معادلة تحلل النيوترون والبروتون؟

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

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

س: اكتب معادلة نووية تعبر عن اضمحلال النواة عندما تبعث بوزترونا؟

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

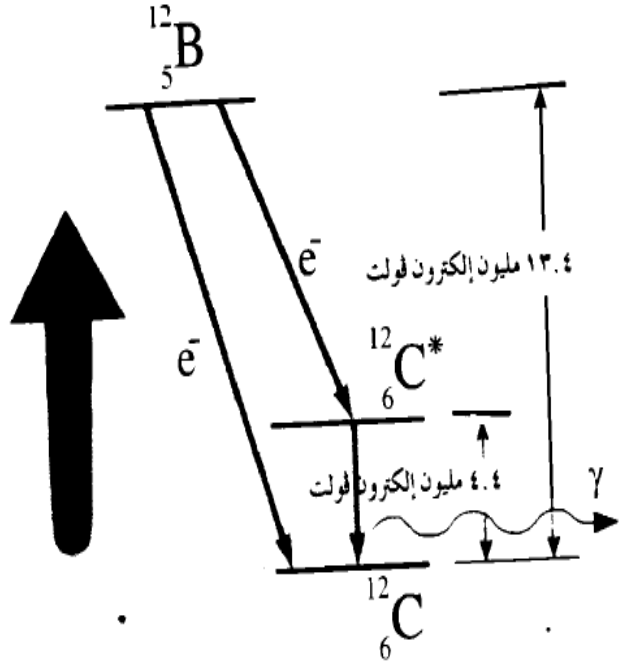
3-اشعة غاما :هي أشعة كهرومغناطيسية (فوتونات) , ليس لها كتلة , ذات طاقة عالية جدا, قدرتها على النفاذ عالية, قدرتها على التأين قليلة لانه لا شحنة لها.

عندما تبعث النواة جسيم الفاأو بيتا فأن النواة الناتجة تكون غالبا في مستوى الأثارة فتبعث اشعة غاما وتنتقل الى مستوى الاستقرار.

س: عندما تبعث النواة دقائق الفا أو بيتا فأن النواة الناتجة تبقى مثارة فسر ذلك؟

بسبب امتلاكها طاقة زائدة عن الوضع الطبيعي لها ولكي تستقر النواة يجب التخلص من هذه الطاقة باعثة اشعة غاما ولا يحد تغيير في العدد الكتلي والذري للنواة الباعثة.

من خلال الشكل نلاحظ مثالا على اضمحلال غاما من خلال نواة $_5B^{12}$ غير المستقرة ولكي تصل الى وضع الاستقرار يتم ذلك بطريقتين :



1-أن تبعث تبعث جسيم بيتا طاقته 13.4 مليون الكترون فولت وينتج عنها نواة $_6c^{12}$ نواة مستقرة كما في المعادلة :

$$ {}^{12}_{5}B \longrightarrow {}^{12}_{6}C + \gamma $$

2-أن تبعث جسيم بيتا طاقته طاقته 9 مليون الكترون فولت وينتج نواة $_6c^{12*}$ غير

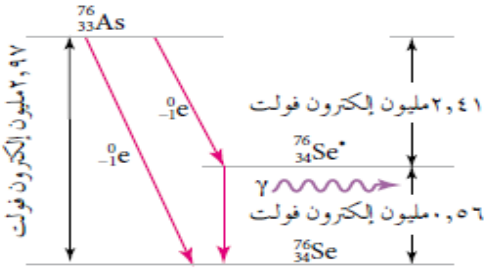
المستقرة وهذا يعني أن لدى النواة الناتجة طاقة زائدة وكيل تصل الى مستوى الاستقرار تبعث اشعة غاما على هيئة فوتون طاقته 4.4 مليون الكترون فولت كما في المعادلة

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

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

ايضا مثال آخر

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



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:

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

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:

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

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

سؤال:

أشعة ألفا لها أكبر قدرة على التأيين وأقل قدرة على الاختراق ، والعكس صحيح لأشعة غاما. فهل يمكن الربط بين هاتين الصفتين؟ لماذا يكون للأشعة التي لها أكبر قدرة على الاختراق أقل قدرة على التأيين؟

عندما يكون للأشعة قدرة كبيرة على التأين فهذا يعني أن احتمال تصادمها بذرات المادة التي تخترقها كبير وبالتالي فهي تفقد معظم طاقتها في التأين

مراجعة (٨-٤)

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

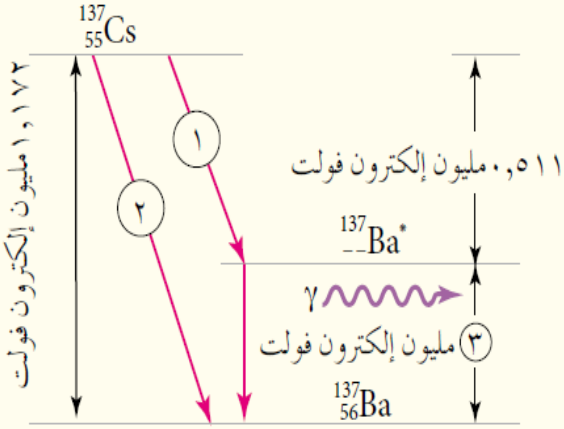
($^{206}_{82}Pb$ ، $^{208}_{82}Pb$ ، $^{210}_{82}Pb$)؟

٢ يمثل الشكل (٨-٨) اضمحلال نواة السيزيوم، تأمل الشكل وأجب عن الأسئلة الآتية:

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

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

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



الشكل (٨-٨): سؤال (٢).

٣ فسر العبارة الآتية:

" تنبعث دقائق بيتا السالبة أو الموجبة من النواة بالرغم من أنها ليست من مكونات النواة".

1. تضمحل نواة البولونيوم باعثة دقيقة ألفا وفق المعادلة:

$$^{210}_{84}Po \rightarrow {}^{A}_{Z}Pb + {}^{4}_{2}He$$

- بتطبيق مبدأ حفظ العدد الكتلي على المعادلة السابقة نجد:

$$_{\alpha}A + {}_{Pb}A = {}_{Po}A$$

$$4 + {}_{Pb}A = 210$$

$$206 = {}_{Pb}A$$

- بتطبيق مبدأ حفظ العدد الذري على المعادلة السابقة نجد:

$$_{\alpha}Z + {}_{Pb}Z = {}_{Po}Z$$

$$2 + {}_{Pb}Z = 84$$

$$82 = {}_{Pb}Z$$

وعليه تكون النواة الناتجة $^{206}_{82}Pb$

2.

أ. الإشعاع رقم (1): دقيقة بيتا السالب.

الإشعاع رقم (2): دقيقة بيتا السالب.

ب. طاقة الفوتون المنبعث $= 1.172 - 0.511 = 0.661$ MeV

ج.

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

3. لأن النواة عندما يتحول أحد نيوتروناتها إلى بروتون وإلكترون، وبسبب صغر كتلة الإلكترون يكون الطول الموجي المصاحب له، كبيرًا مقارنة بأبعاد النواة وفق فرضية دي بروي، فتبعث النواة الإلكترون خارجها، بينما يبقى البروتون ذو الكتلة الكبيرة داخلها. أما عندما يتحول أحد بروتونات النواة إلى نيوترون وبوزيترون فتبعث النواة البوزيترون خارجها لذات السبب الذي انبعث به الإلكترون ويبقى النيوترون داخل النواة.

إدارة المناهج والكتب المدرسية

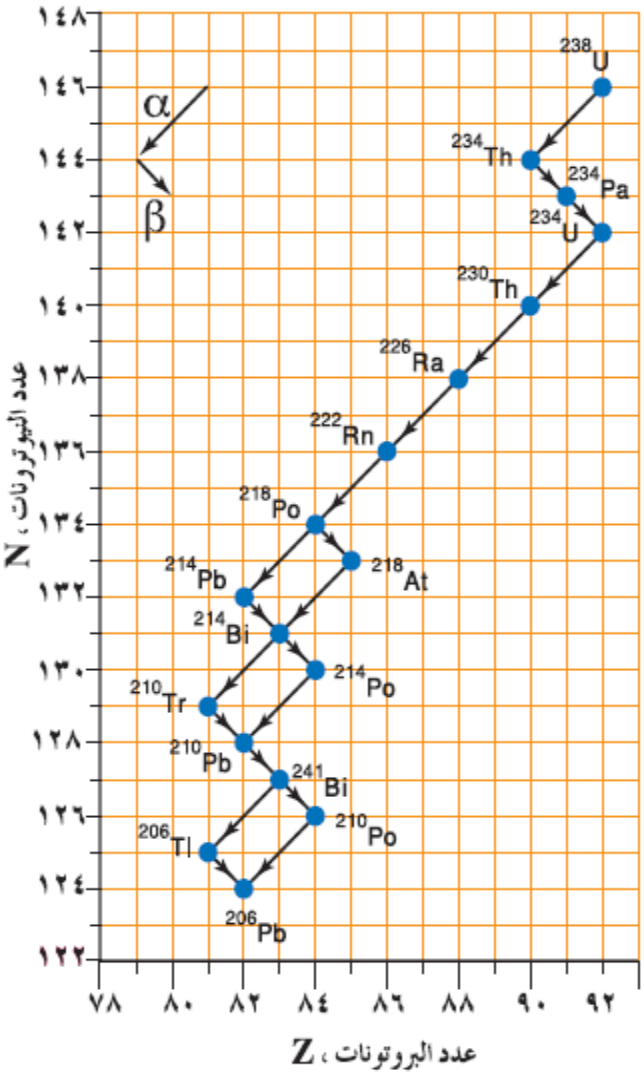
الاشعاع النووي الطبيعي

عند اضمحلال النواة غير المستقرة فأنها تتحول الى نواة جديدة واذا كانت النواة الناتجة غير مستقرة فأنها تضمحل من جديد مكونة نواة جديدة (أي قد تمر بسلسلة من التحولات قبل أن تستقرباعثة دقائق الفا أو بيتا)

سلاسل الاضمحلال الاشعاعي الطبيعي: مجموعة تحولات متتالية تلقائية تبدأ بنظير مشع لعنصر ثقيل وتنتهي بنواة نظير مستقر لعنصر آخر.

من أشهر سلاسل الأضمحلال الأشعاعي الطبيعي:

1-سلسلة اليورانيوم 2- سلسلة الأكتينيوم 3-سلسلة الثوريوم



يمثل الشكل سلسلة من التحولات لاضمحلال الاشعاع الطبيعي لنواة اليورانيوم $_{92}U^{238}$ لتنتهي السلسة بنظير الرصاص المستقر $_{82}Pb^{206}$.

مثال(1):

تبدأ سلسلة اضمحلال الثوريوم بنواة $^{232}_{90}Th$، ما العدد الكتلي والعدد الذري للنواة الناتجة بعد سلسلة تحوّلات انبعث فيها ٣ جسيمات ألفا وجسيمي بيتا؟

الحل:

نعبرعن هذه التفاعلات بالمعادلة النووية الآتية:

$$^{232}_{90}Th \longrightarrow {}^{ص}_{س}X + 3\,^{4}_{2}He + 2\,^{0}_{-1}e$$

٢٣٢ = ص + (٤ × ٣) + (٢ × صفر)

ص = ٢٣٢ − ١٢ = ٢٢٠، العدد الكتلي للنواة الناتجة.

٩٠ = س + (٢ × ٣) + (٢ × −١)

س = ٩٠ − ٤ = ٨٦ . العدد الذري للنواة الناتجة.

مثال(2)

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)؟

أ) وفق مبدأ حفظ العدد الكتلي:

$$A_{\text{اليورانيوم}} = {}_xA + A\,٦_{\text{ألفا}} + A\,٣_{\text{بيتا السالبة}}$$ (لاحظ أن ضديد النيوترينو لا كتلة له)

$$٢٣٨ = {}_xA + (٤\times٦) + (٠\times٣)$$

$${}_xA = ٢١٤$$

ب) وفق مبدأ حفظ العدد الذري:

$$Z_{\text{اليورانيوم}} = {}_xZ + Z\,٦_{\text{ألفا}} + Z\,٣_{\text{بيتا السالبة}}$$ (لاحظ أن ضديد النيوترينو لا شحنة له)

$$٩٢ = {}_xZ + (٢\times٦) + ((١-)\times٣)$$

$$٩٢ = {}_xZ + ١٢ - ٣$$

$${}_xZ = ٨٣$$

وعليه تكون النواة الناتجة هي: ${}^{214}_{83}X$.

مثال(3)

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:

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

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.

نبدأ بإيجاد عدد دقائق ألفا المنبعثة، وذلك بتطبيق مبدأ حفظ العدد الكتلي على معادلة الاضمحلال على النحو الآتي:

$A_{\text{البروتكتينيوم}} = A_{\text{الرصاص}} + \text{س } A_{\text{ألفا}} + \text{ص } A_{\text{بيتا السالبة}}$

$٢٣٤ = ٢١٠ + (\text{س} \times ٤) + (\text{ص} \times ٠)$

س = ٦ دقائق ألفا.

ولإيجاد عدد دقائق بيتا السالبة نطبق مبدأ حفظ العدد الذري على معادلة الاضمحلال على النحو الآتي:

$Z_{\text{البروتكتينيوم}} = Z_{\text{الرصاص}} + ٦\ Z_{\text{ألفا}} + \text{ص } Z_{\text{بيتا السالبة}}$

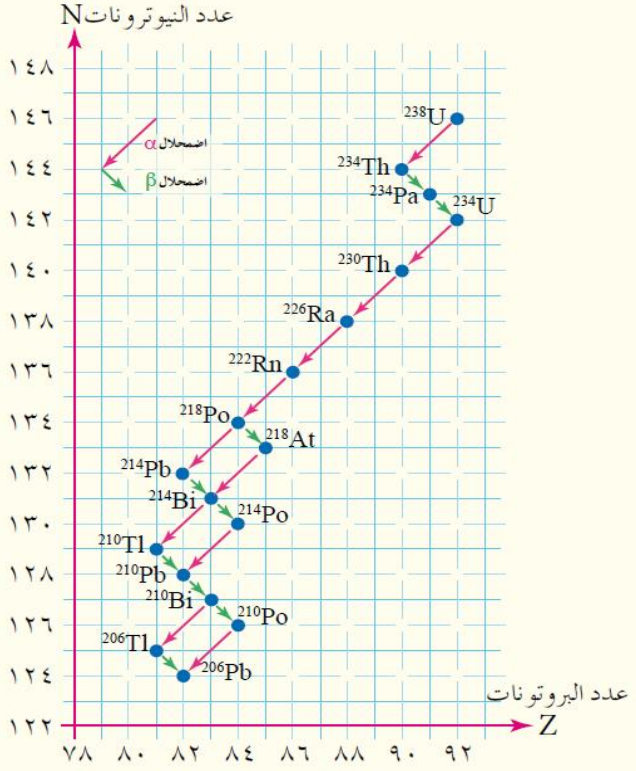
$٩١ = ٨٢ + (٦ \times ٢) + (\text{ص} \times (-١))$

ص = ٣ دقائق بيتا السالبة.

مراجعة (٨–٥)

١ وضح المقصود بسلسلة الاضمحلال الإشعاعي الطبيعي.

٢ يوضح الشكل(٨–١٠) 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؟

1. هي مجموعة التحولات المتتالية التلقائية التي تبدأ بنواة نظير مشع لعنصر ثقيل وتنتهي بنواة نظير مستقر لعنصر آخر.

2. أ. سلسلة اليورانيوم.

ب . $^{206}_{82}Pb$ ؛ لأن السلسلة انتهت به.

ج . بما أن السلسلة معطاة فيمكن التوصل للإجابة بالعد:

عدد دقائق ألفا: 5

عدد دقائق بيتا السالب: 2

د .

$$^{238}_{92}U \rightarrow {}^{218}_{84}Po + 5\,{}^{4}_{2}He + 2\,{}^{0}_{-1}e + 2\,\bar{\nu}$$

هـ . نكتب أولًا معادلة الاضمحلال كما يأتي:

$$^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{A}_{Z}X + 5\,{}^{4}_{2}He + 3\,{}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$$

- بتطبيق مبدأ حفظ العدد الكتلي في المعادلة السابقة نجد:

$$A_{\text{الراديوم}} = A_{\text{بيتا السالب}}\,3 + A_{\text{ألفا}}\,5 + A_{x}$$

$$(0\times3) + (4\times5) + A_{x} = 226$$

$$A_{x} = 206$$

- بتطبيق مبدأ حفظ العدد الذري على المعادلة السابقة:

$$Z_{\text{الراديوم}} = Z_{\text{بيتا السالب}}\,3 + Z_{\text{ألفا}}\,5 + Z_{x}$$

$$(1-\times3) + (2\times5) + Z_{x} = 88$$

$$Z_{x} = 81$$

بالعودة للسلسلة نجد أن النواة الناتجة هي: $^{206}_{81}Tl$

الاشعاع النووي الصناعي

التفاعل النووي :عملية يتم فيها احداث تغيير في مكونات نواة ما.

- **لاحداث تفاعل نووي بين نواة وجسيم يتم تسريع الجسيم (القذيفة) باستخدام اجهزة خاصة يطلق عليها المسارعات النووية.**
- **عند عملية التسريع للقذيفة تكسب طاقة حركية كافية تمكنها من اختراق النواة.**

ويتم التعبير عن التفاعل النووي بالمعادلة النووية التالية:

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

حيث(a): الجسيم القذيفة، و(X): النواة الهدف، و(C.N)*: النواة المركبة و(Y): النواة الناتجة، و(b): الجسيم الناتج.

المنهاج و الكتب المدرسية
saleh

- ❖ من خلال المعادلة تمتص النواة الهدف القذيفة فتتشكل نواة مركبة تكون في حالة اثارة وعدم استقرار ثم تضمحل في مدة زمنية قصيرة جدا لذا تعد النواة المركبة حالة انتقالية مؤقتة في التفاعل النووي.
- ❖ من الأمثلة على القذائف في التفاعلات النووية :

1- البروتون ($_1^1H$).

2- دقائق ألفا ($_2^4He$)

3- الديتيريوم ($_1^2H$).

- ❖ من أفضل القذائف النووية المستخدمة في انتاج النظائر المشعة النيوترون($_0^1n$) لأنه متعادل كهربائيا فلا يتفاعل مع النواة تجاذبا أو تنافرا.
- ❖ من الأمثلة على التفاعلات النووية التي تنتج اشعاعات نووية صناعية:

$$_1^1H + _3^7Li \longrightarrow _4^8Be^* \longrightarrow _4^7Be + _0^1n$$

$$_0^1n + _7^{14}N \longrightarrow _7^{15}N^* \longrightarrow _6^{14}C + _1^1H$$

ومن أهمية التفاعلات النووية الصناعية :

1-امكانية تحويل عنصر معين الى عنصر آخر.

2-الحصول على جسيمات أو اشعة ذات طاقة عالية.

3-انتاج نظائر مشعة.

من المجالات التي تستخدم فيها الاشعاعات النووية الصناعية والنظائر المشعة واهمها المجالات الطبية:

1- التعقب: الكشف عن وجود انسدادات في الاوعية الدموية أو غيابها عن طريق تعقب الاشعاع في جسم المريض.

مبدأ عمله :

يتم ذلك عن طريق حقن محلول يحتوي على صوديوم مشع في وريد ساق المريض لمعرفة مدى نشاط الدورة الدموية وتحديد موقع الانسداد عن طريق معرفة أنسيابه .

2- العلاج بالاشعاع: تكمن أهميته 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.

Saleh ALBshish

- تم أستحدام اشعة غاما من أحد النظائر المشعة مثل الكوبالت($^{60}_{27}Co$) ويمكن استخدام الاشعة السينية أو البروتونات أو النيوترونات.

اذا كان مصدر الاشعاع داخل الجسم كأن يتناول الشخص طعام ملوث بالاشعاع فأن دقائق الفا في هذه الحالة أكثر خطورة من غيرها ويكمن الخطر الحقيقي للأشعاع النووي نتيجة تفاعلات كيميائية في قدرتها على التأين حيث يؤدي الى تخريب الأنسجة الحية وتحويلها الى خلايا سرطانية ويسبب طفرات وتغيرات في المادة الوراثية قد تؤدي الى ولادة أطفال مشوهين.

أما اذا كان مصدر الاشعاع خارج الجسم فأن أشعة غاما تعد الأخطر لقدرتها العالية على النفاذ.

يعتمد مقدار الضرر البيولوجي للأشعاع على عوامل عده أهمها:

1-نوع الأشعاع 2-مقدار طاقته 3- العضو المعرض له مثل (الكبد,الجلد,العظام ..)

4-زمن التعرض للأشعاع 5-مدى قرب الجسم من مصدر الاشعاع لكي يكون الضرر أقل ما يمكن.

مراجعة (٨-٦)

١ وضح المقصود بالتفاعل النووي.

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

٣ 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.

1. التفاعل النووي هو أي تغير في مكونات النواة.
2. تمتص النواة الهدف القذيفة مشكلة نواة مركبة في حالة إثارة وعدم استقرار ثم ما تلبث النواة الجديدة أن تضمحل في فترة زمنية قصيرة جدًا.
3. أ. خارج جسم الإنسان: أشعة غاما لأنها أكثر قدرة على النفاذ.

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

الأنشطار النووي

هو تفاعل نووي تنشطر فيه نواة ثقيلة الى نواتين متوسطتين في الكتلة عند قذفها بالنيوترون ويصاحب ذلك نقص في الكتلة يتحول الى طاقة .

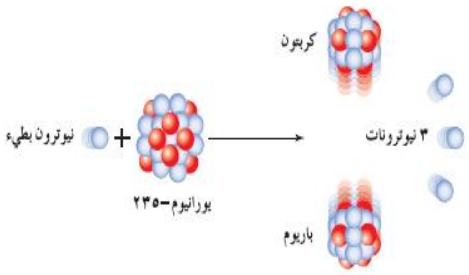
س: ما هو الهدف من عملية الانشطار النووي .

- ✓ تكون الانوية الثقيلة في حالة عدم استقرار وحتى تستقر تنقسم الى نواتين متوسطتين الكتلة منتجة نيوترونين أو ثلاثةسريعة مع كمية هائلة من الطاقة.

س: اذكر مثالا على نظير عنصر غير قابل للانشطار.

- ✓ عنصر $_{92}U^{235}$

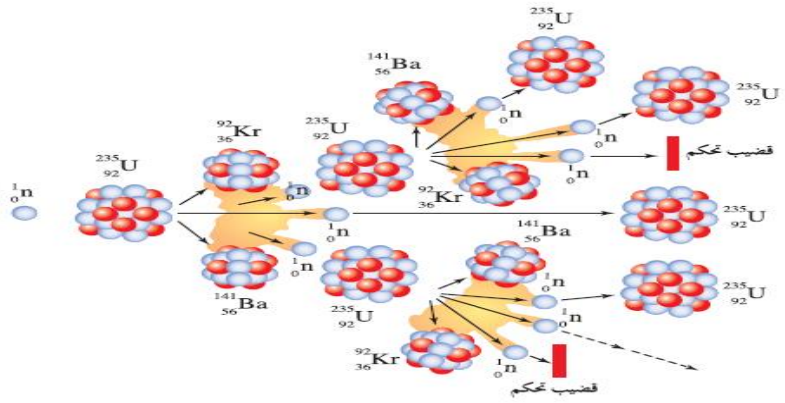
يمثل الشكل المجاور تفاعل الأنشطار النووي لنواة الباريوم



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

تكمن أهمية التفاعل السابق في طاقته المتحررة. أن 1كغ من اليورانيوم ينتج منه طاقة32.5×10^{26} مليون الكترون فولت وتكفي طاقته لتشغيل مصباح قدرته (100)واط لمدة (30000)سنة تقريبا.

تقود كل تفاعل انشطار نووي الى انشطارات نووية أخرى وتسمى بالتفاعل النووي المسلسل



saleh AL bshish

التفاعل النووي المتسلسل : هو عبارة عن تتابع انشطار النوى الثقيلة مثل اليورانيوم نتيجة قذفها بنيوترونات تنبعث من نوى يورانيوم انشطرت سابقا.

س: كيف يحدث التفاعل المتسلسل؟

- ✓ عن طريق قذف كتلة من اليورانيوم بنيوترون بطيء.

الكتلة الحرجة : الحد الأدنى من كتلة اليورانيوم اللازم لمنع تسرب النيوترونات وادامة حدوث التفاعل المتسلسل .

- ❖ يجب ابطاء سرعة النيوترونات الناتجة من كل انشطار حتى تتمكن من شطر نوى اليورانيوم الاخرى.
- ❖ لضمان عملية استمرار التفاعل المتسلسل يجب مع تسرب النيوترونات الناتجة من الانشطار خارج كتلة اليورانيوم.

الأندماج النووي

هو عملية اتحاد نواتين خفيفتين لإنتاج نواة جديدة كتلتها أقل من مجموع كتلتيهما.

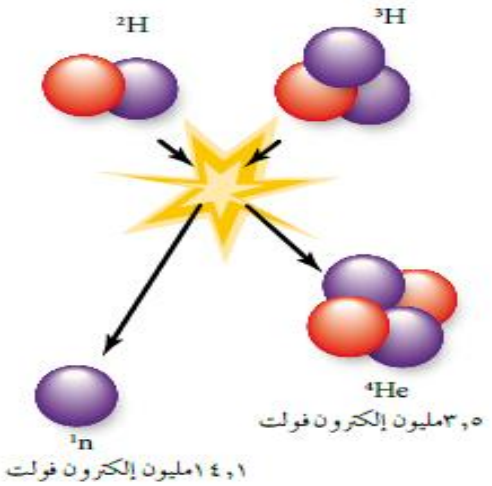
يشكل الهيدروجين معظم كتلة النجوم لذا تستمد بعض النجوم ومنها الشمس طاقتها من سلسلة تفاعلات اندماج رئيسة تعرف بدورة (بروتون-بروتون) يكون ناتج تجمعها النهائي اربعة بروتونات لتشكيل نواة الهيليوم كما في معادلة التفاعل التالية:

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

- ❖ الشرط الاساسي لعملية دمج النوى يجب رفع درجة الحرارة الى ما يقارب (10^7) كلفن تحت ضغط هائل لان النوى جميعها موجبة الشحنة وصغيرة الحجم.
- ❖ تحدث عملية الاندماج عند زيادة درجة الحرارة من سرعة النوى فتزداد طاقتها الحركية وتمكنها من الاقتراب من بعضها البعض والتغلب على قوى التنافر الكهربائية.
- ❖ من الأمثلة على الاندماج النووي التفاعلات التي تحدث في باطن الشمس والنجوم.
- ❖ تفوق الطاقة لكل نيوكليون الناتجة من تفاعلات الاندماج أضعاف مضاعفة للطاقة لكل نيوكليون الناتجة من تفاعلا الانشطار.
- ❖ الوقود المستخدم الهيدروجين في الشمس والديتريوم والتريتيوم على الارض

saleh AL-bshish

❖ يسعى العلماء لانتاج الطاقة على سطح الارض عن طريق دمج نظيري الهيدروجين:الديتريوم($_1^2H$) والتريتيوم($_1^3H$) بحيث يكون مجموع كتلة النوى الداخلة في التفاعل النووي أكبر من مجموع النوى والجسيمات الخارجة من التفاعل ويمكن توضيحه من خلال المعادلة النووية:



$$_1^2H + {}_1^3H \longrightarrow {}_2^4He + {}_0^1n$$

ولكي يتم الاستفادة من هذا التفاعل يجب توفير مفاعل نووي حراري الذي لم يخرج بعد عن حيز التجريب.

مراجعة (٨-٧)

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

٢) اذكر:

أ) شرطي حدوث التفاعل المتسلسل.

٣) كيف تضبط كل من الأمور الآتية في المفاعل النووي:

أ) منع تسرب النيوترونات؟

٤) قارن بين تفاعلي الانشطار والاندماج النوويين من حيث الطاقة الناتجة، وشروط حدوث كل تفاعل.

1. **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.

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

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

3. أ. بتوفير الكتلة الحرجة من الوقود النووي وهي الحد الأدنى اللازم لإدامة التفاعل المتسلسل.

4.

	تفاعل الانشطار	تفاعل الاندماج
الطاقة لكل نيوكليون الناتجة	كبيرة جدًّا	أضعاف الطاقة الناتجة عن الانشطار
شرط حدوث التفاعل	1. وجود نيوترونات بطيئة	1. توفر درجة حرارة عالية جدًّا. 2. ضغط هائل.

أسئلة وزارية :

مثال(1)شتوي 2007

ج) قذفت نواة (Be) بجسيم ألفا (He) طاقته الحركية (٠,٠٠٥٧) و.ك.ذ وفق التفاعل النووي الآتي :

(٦ علامات)

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

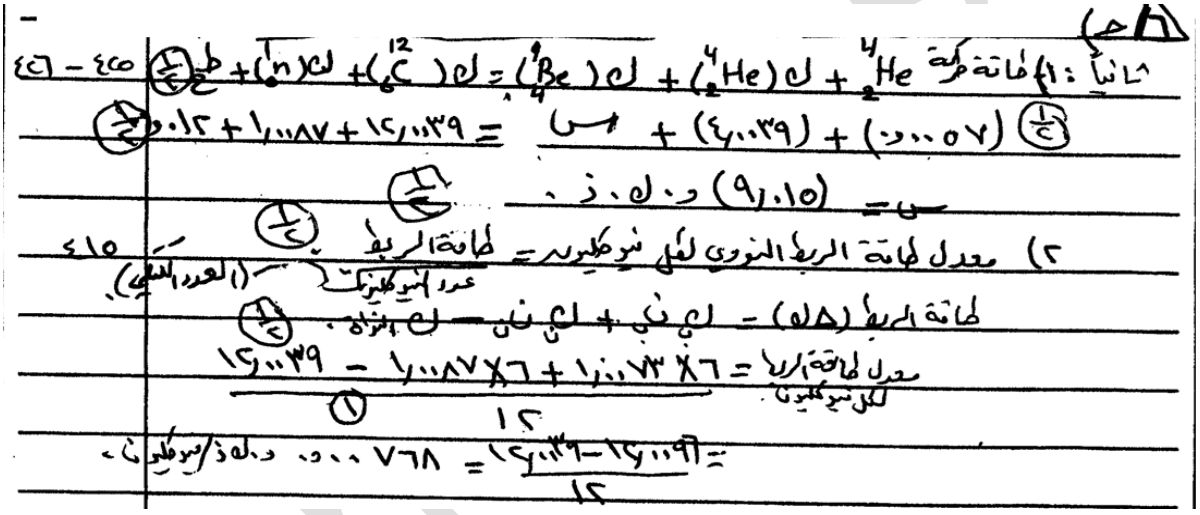
فإذا علمت أن طـ = (٠,٠١٢) و.ك.ذ ،

واعتماداً على البيانات المبينة في الجدول أجب عما يأتي :

النواة أو الجسيم	$^{12}_{6}C$	$^{4}_{2}He$	$^{1}_{1}H$	$^{1}_{0}n$
الكتلة (و.ك.ذ)	١٢,٠٠٣٩	٤,٠٠٣٩	١,٠٠٧٣	١,٠٠٨٧

ثانياً : احسب : ١- كتلة نواة ($^{9}_{4}Be$) .

٢- معدل طاقة الربط النووي لكل نيوكليون لنواة ($^{12}_{6}C$) بوحدة (و.ك.ذ) .



مثال(2) صيفي2007

ج) أجرى العالم رذرفورد أول تفاعل نووي صناعي بقذفه نواة نيتروجين ($^{14}_{7}N$) بجسيمات ألفا ($^{4}_{2}He$) طاقتها الحركية (٠,٠٠٨) و.ك.ذ. وفق المعادلة الآتية :

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

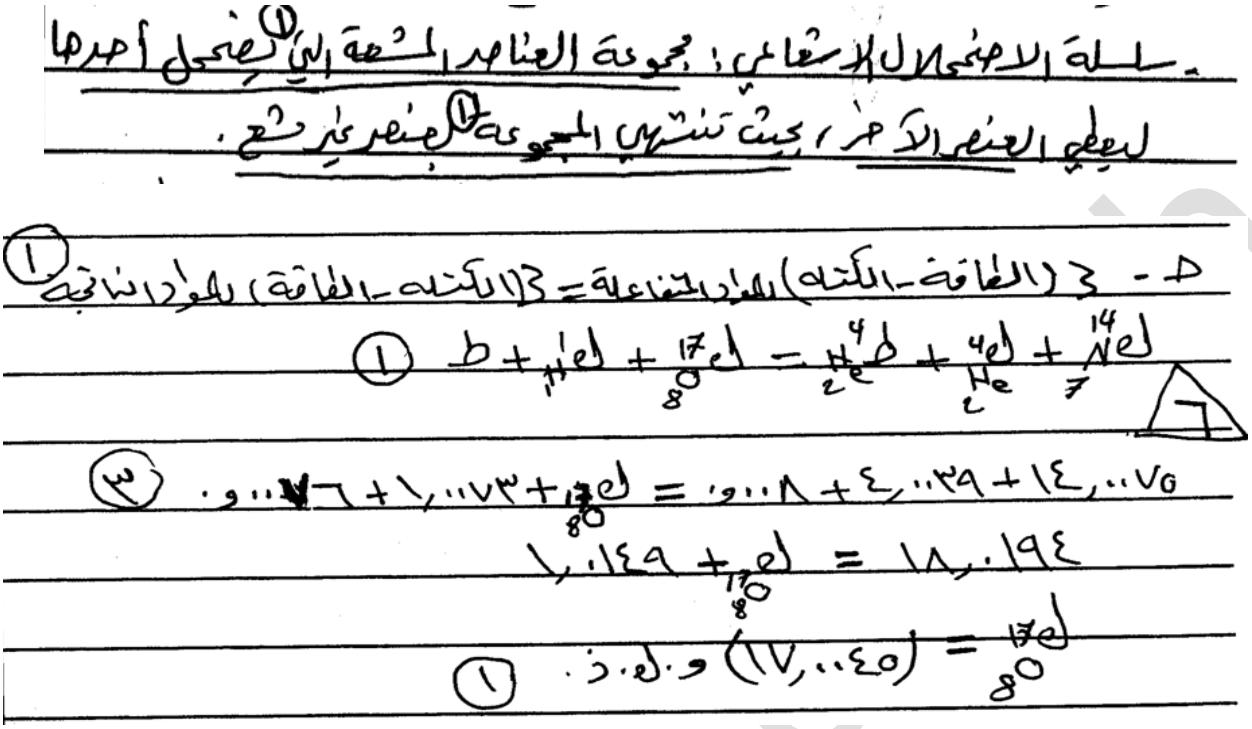
فإذا علمت أن : ك بروتون = (١,٠٠٧٣) و.ك.ذ. ، ك $^{4}_{2}He$ = (٤,٠٠٣٩) و.ك.ذ. ،

ك نواة $^{14}_{7}N$ = (١٤,٠٠٧٥) و.ك.ذ. ، طـ = (٠,٠٠٧٦) و.ك.ذ.]

فاحسب كتلة نواة ($^{17}_{8}O$) .

(٦ علامات)

تعريف :

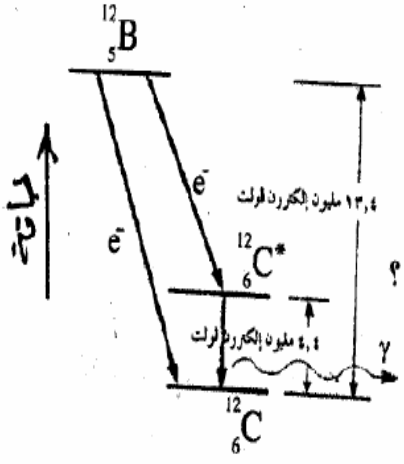


مثال(3)

٢٠٠٨ شتوي

ب- **احسب** الطاقة اللازمة **لفصل مكونات** نواة ($^{14}_{7}N$) إذا علمت أن كتلة نواة ($^{14}_{7}N$) تساوي :
(١٤,٠٠٧٥) و.ك.ذ. ، كتلة البروتون (١,٠٠٧٢) و.ك.ذ. ،
كتلة النيوترون (١,٠٠٨٦) و.ك.ذ. (٥ علامات)

ج- يمثّل الشكل المجاور إشعاع نواة عنصر البورون ($^{12}_{5}B$) لجسيم بيتا بطريقتين للوصول
إلى نواة الكربون ($^{12}_{6}C$) المستقرة، **معتمداً** على الشكل **أجب** عما يأتي : (٥ علامات)



١) **اكتب** معادلة موزونة لإشعاع ذرة البورون وتحولها
مباشرة لنواة الكربون في الطريقة الأولى.
٢) **فسّر** انبعاث أشعة غاما في الطريقة الثانية.
٣) **ما** مقدار طاقة كل من (جسيم بيتا وأشعة غاما) في الطريقة الثانية ؟

ب- الطاقة اللازمة لفصل النكليونات في طاقة الربط النووية

$ط_ر = \Delta ك \times 931$ مليون الكترون شولت (1)

$\Delta ك = (ع ك_ب + ص ك_ن) - ك_{النواة}$ (1)

$= (6 \times 1,0086 + 6 \times 1,0078) - 12,0000$ (1)

$= 12,1106 - 12,0000 = 0,0931$ و.ل.ذ (1)

$ط_ر = (0,0931 \times 931)$ مليون الكترون شولت.

د-

1- $^{12}_{5}B \rightarrow ^{12}_{6}C + ^{0}_{-1}e$ (1) أي خطأ في المعادلة يأخذ (صفر)

2- في الطريقة الثانية، تكون النواة غير مستقرة (لدى النواة (1) طاقة زائدة)، فتتحرر بأشعة غاما للوصول الى مستوى الاستقرار (1)

3- طاقة بيتا $(13,4 - 4,4) = 9$ مليون الكترون شولت (1)

طاقة غاما $(4,4)$ مليون الكترون شولت (1)

مثال(4)صيفي2008

ج- مثّلت إحدى سلاسل الاضمحلال الإشعاعي كالآتي :

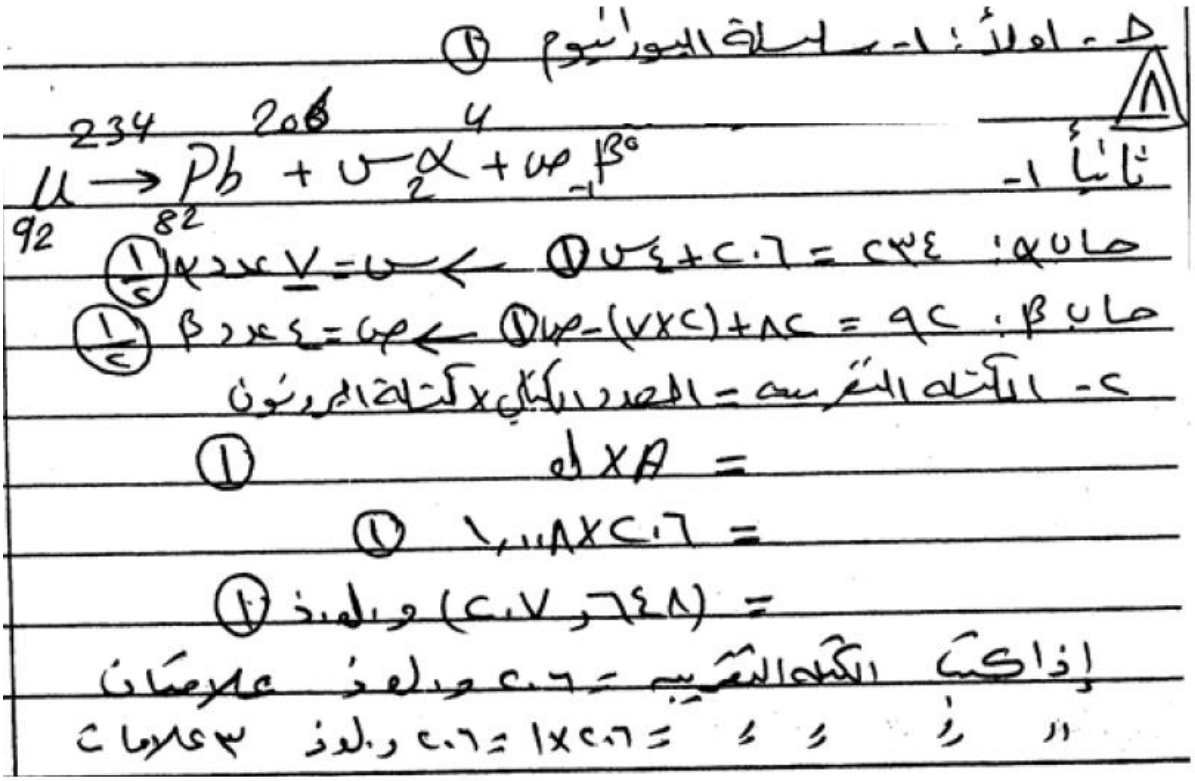
$$_{92}U^{238} \longrightarrow {}_{90}Th^{234} \longrightarrow {}_{91}Pa^{234} \longrightarrow {}_{92}U^{234} \ldots \longrightarrow {}_{82}Pb^{206}$$

رقم (1)

أولاً : 1- ما اسم السلسلة المبينة ؟

ثانياً : احسب كلاً من : 1- عدد جسيمات ألفا وعدد جسيمات بيتا المنبعثة في الاضمحلالات **رقم (1)**.

2- الكتلة التقريبية لنواة العنصر (Pb) بوحدة الكتل الذرية.



مثال(5)

٢٠٠٩ شتوي

ب) بالاستعانة بالبيانات المبينة في الجدول احسب كل من : (٧ علامات)

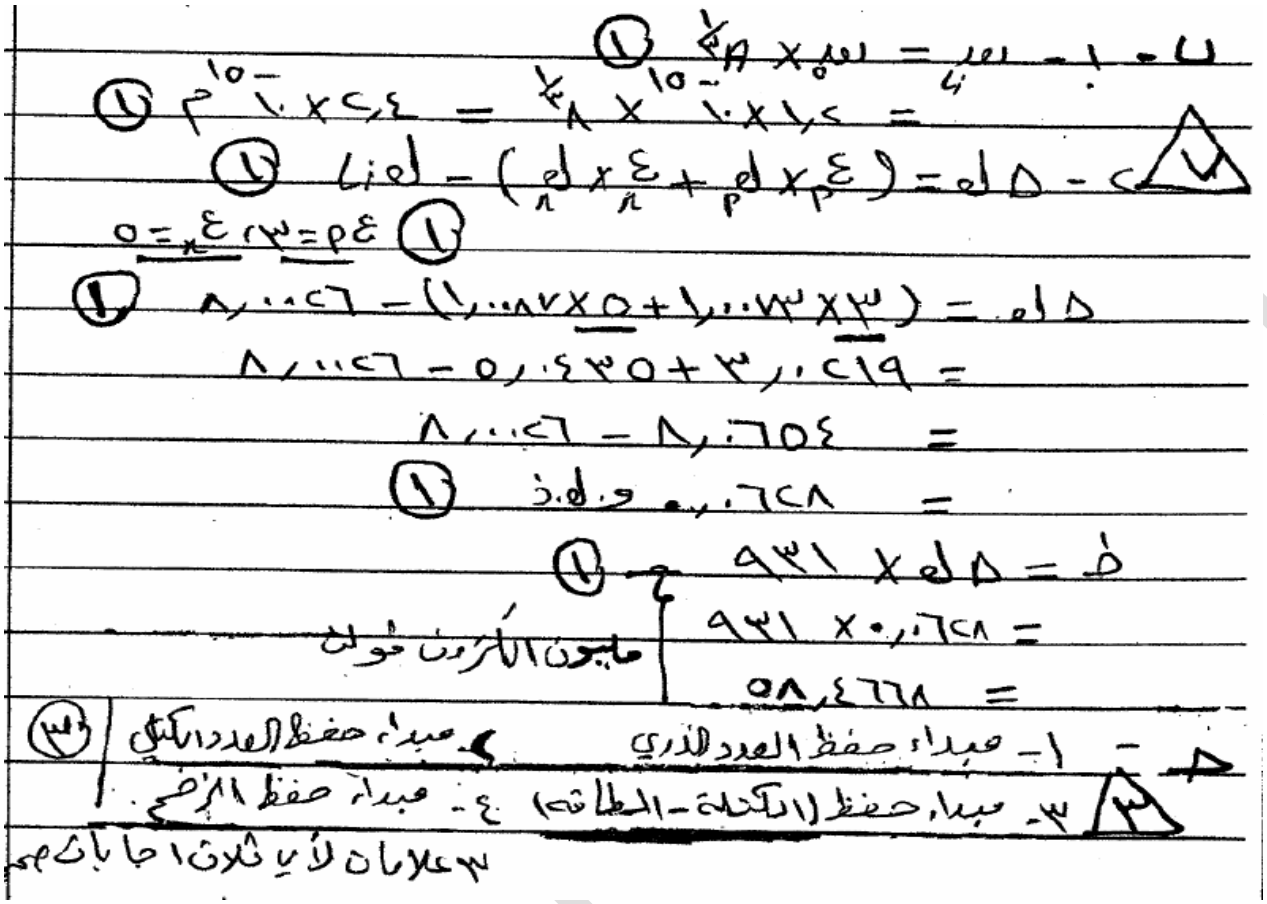
١) نصف قطر نواة Li .

٢) طاقة الربط النووية لنواة Li .

النواة أو الجسيم	$^{8}_{3}Li$	$^{1}_{0}n$	$^{1}_{1}H$
الكتلة بوحدة (و.ك.ذ)	٨,٠٠٢٦	١,٠٠٨٧	١,٠٠٧٣

ج) اذكر ثلاثاً من المبادئ التي يخضع لها التفاعل النووي الآتي : (٣ علامات)

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



مثال(6)

٢٠٠٩ صيفي

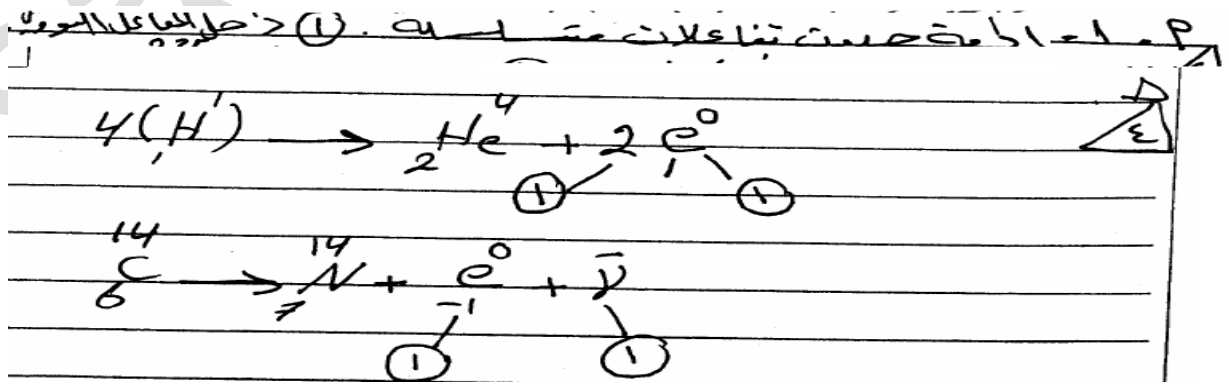
أ) أعطِ فائدة واحدة لكل من :

١) الكتلة الحرجة.

ج) انقل إلى دفتر إجابتك المعادلات النووية الآتية **وأكملها موزونة،** (٤ علامات)
مستخدماً الرموز الفيزيائية الصحيحة.

$$4\left({}^{1}_{1}\mathrm{H}\right) \longrightarrow {}^{4}_{2}\mathrm{He} + \ldots$$

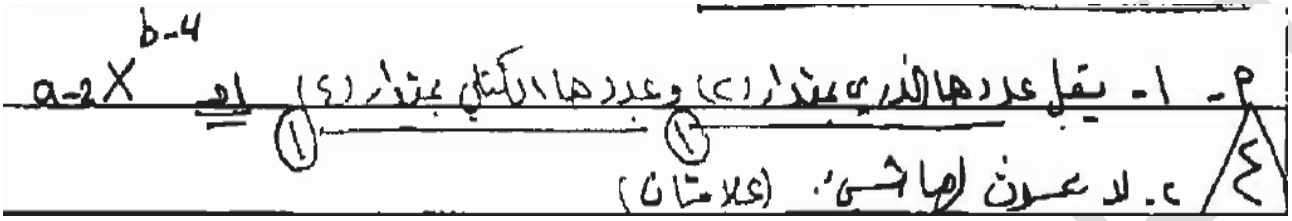
$${}^{14}_{6}\mathrm{C} \longrightarrow {}^{14}_{7}\mathrm{N} + \ldots + \ldots$$



مثال(7)

أ) ما التغير الذي يحدث على كل من (العدد الذري a) و (العدد الكتلي b) لنواة ${}^{b}_{a}X$ غير المستقرة إذا :

١) أطلقت دقيقة ألفا. ٢) بعثت أشعة غاما. (٤ علامات)



مثال(8)صيفي 2011

ب) يمكن التعبير عن تفاعل الاندماج النووي بالمعادلة :

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

١) لماذا سمّي هذا التفاعل بالتفاعل النووي الحراري؟

٢) احسب طاقة الربط النووية لنواة ${}^{4}_{2}He$ بوحدة (و.ك.ذ.). (٨ علامات)

ك ${}^{4}_{2}He$ = (٤,٠٠٣٩) و.ك.ذ.

ب) احسب طاقة الربط النووية لكل نيوكليون في نواة ${}^{8}_{3}Li$. (٦ علامات)

(ك ${}_{Li}$ = ٨,٠٠٢٦ و.ك.ذ. ، ك ${}_{n}$ = ١,٠٠٨٧ و.ك.ذ. ، ك ${}_{p}$ = ١,٠٠٧٣ و.ك.ذ.)

مثال(9)شتوي2011

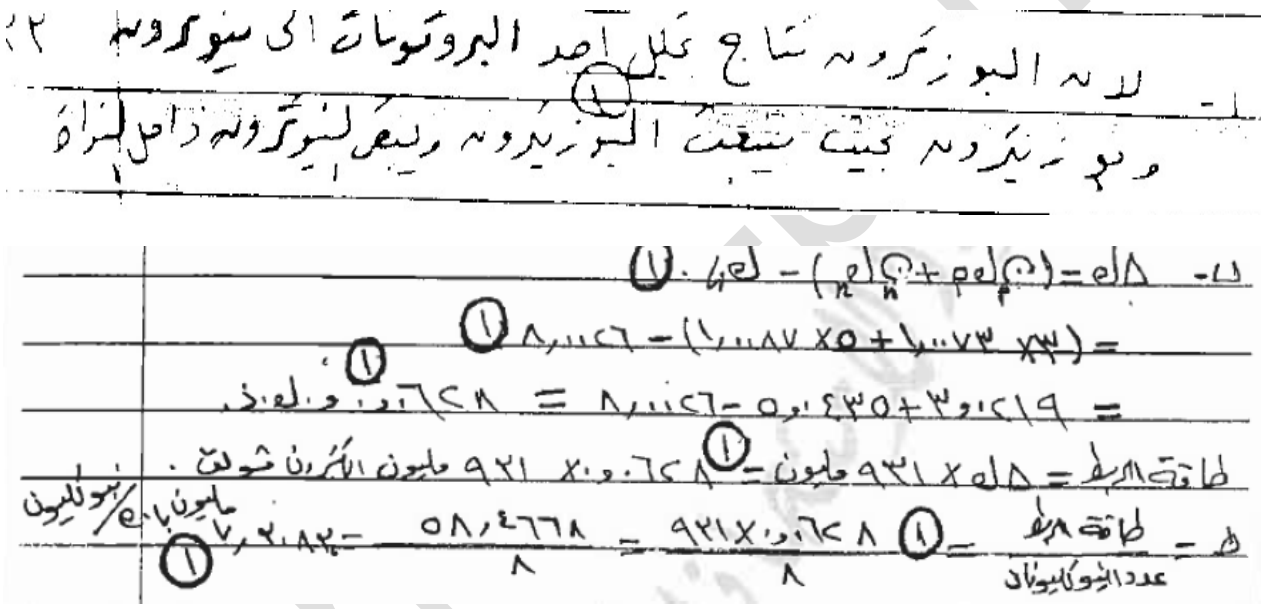
خ ر و ج جسيمات بيتا (البوزترونات) من النواة على الرغم من عدم احتواء النواة لها.

ج) احسب مقدار الطاقة التي يجب أن تزود بها نواة عنصر الديتريوم ($^{2}_{1}H$) لفصل مكوناتها،

(٦ علامات)

علماً بأن:

ك نواة ($^{2}_{1}H$) = ٢,٠١٤١ و.ك.د / ك بروتون = ١,٠٠٧٣ و.ك.د / ك نيوترون = ١,٠٠٨٧ و.ك.د



مثال(10)صيفي2012

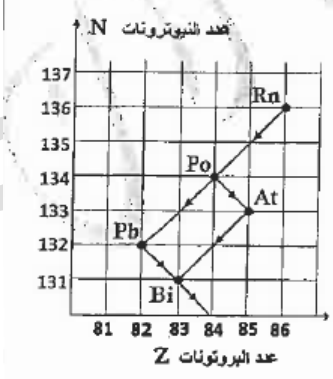
ب) يبيّن الشكل المجاور جزءاً من سلسلة الاضمحلال الإشعاعي لليورانيوم (٢٣٨)، معتمداً على الشكل:

١- ما عدد جُسيمات ألفــا وبيتــا 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.

(٧ علامات)



فرع (ب) ١- عدد الجسيمات : (٢) ألفا + (١) بيتا

$$Pb^{214}_{82} \rightarrow Bi^{214}_{83} + \beta^{0}_{-1} + \bar{\nu}$$

٢- المعادلة :

٣- اكتب ما يأتي :-

حفظ (الطاقة - الكتلة)

حفظ الزخم

حفظ العدد الكتلي

حفظ العدد الذري (الشحنة)

مثال(12) شتوي 2013

د) احسب طاقة الربط النووي لكل نيوكليون بوحدة إلكترون فولت لنواة البريليوم ($_4Be^9$) ، علماً بأن كتلة نواة البريليوم (٩,٠١٥٠)و.ك.ذ (٦ علامات)

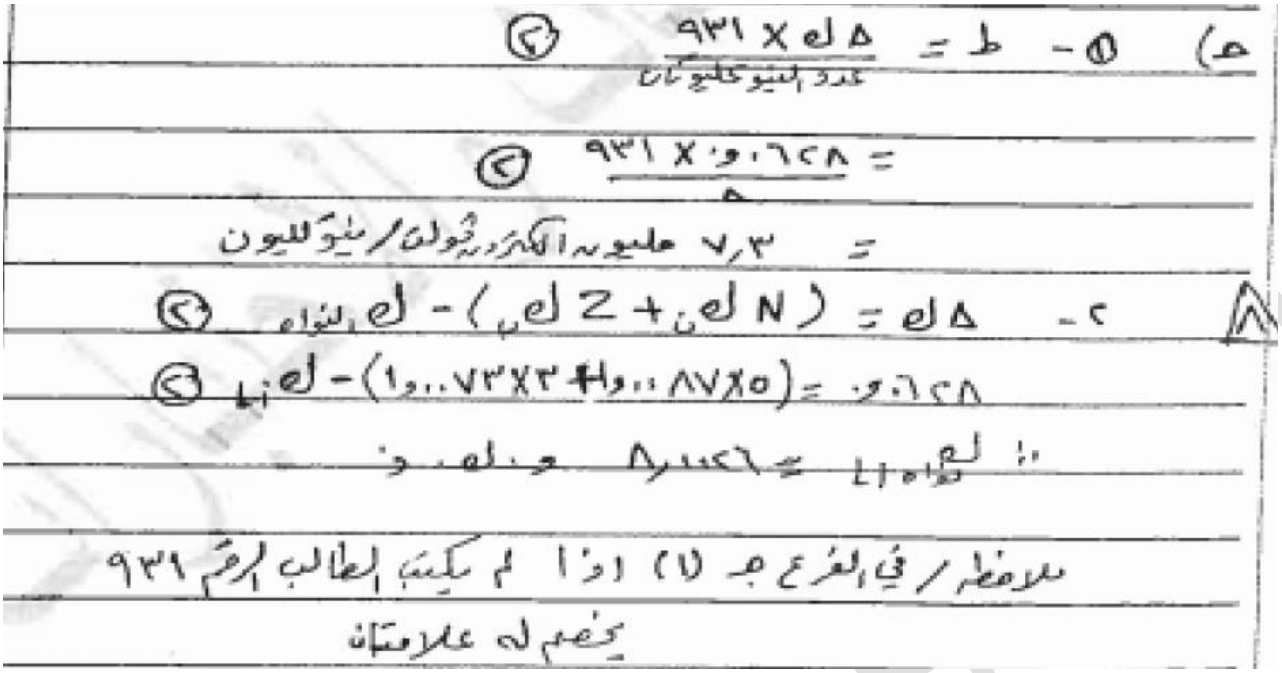
ج) إذا علمت أن فرق الكتلة بين كتلة نواة الليثيوم ($^{8}_{3}Li$) ومجموع كتل مكوناتها يساوي (٨ علامات)
(٥ ك = ٠,٠٦٢٨) و.ك.ذ ، احسب :

١) طاقة الربط النووي لكل نيوكليون في نواة الليثيوم.

٢) كتلة نواة الليثيوم.

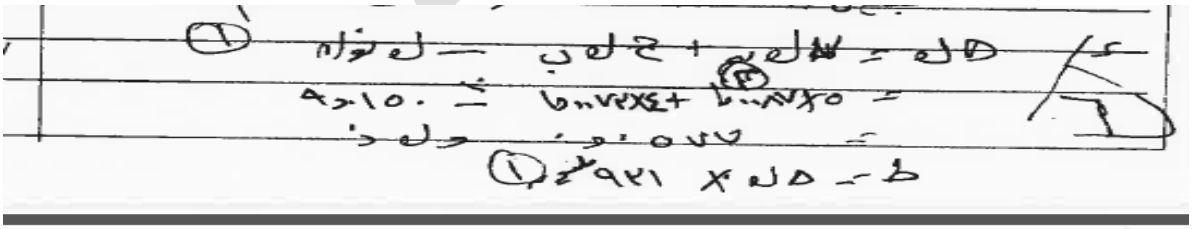
علماً بأن (ك$_{ب}$ = ١,٠٠٧٣ و.ك.ذ ، ك$_{ن}$ = ١,٠٠٨٧ و.ك.ذ)

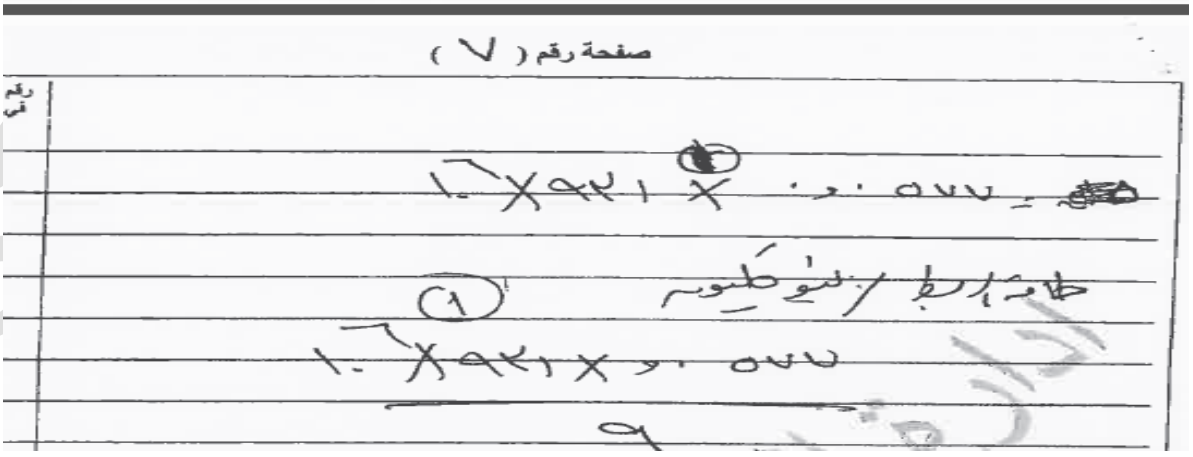
Awa2el.net



مثال(13) صيفي2013

د) احسب طاقة الربط النووي لكل نيوكليون بوحدة إلكترون فولت لنواة البريليوم ($^{9}_{4}Be$) ، علماً بأن كتلة نواة البريليوم (٩,٠١٥٠)و.ك.ذ (٦ علامات)



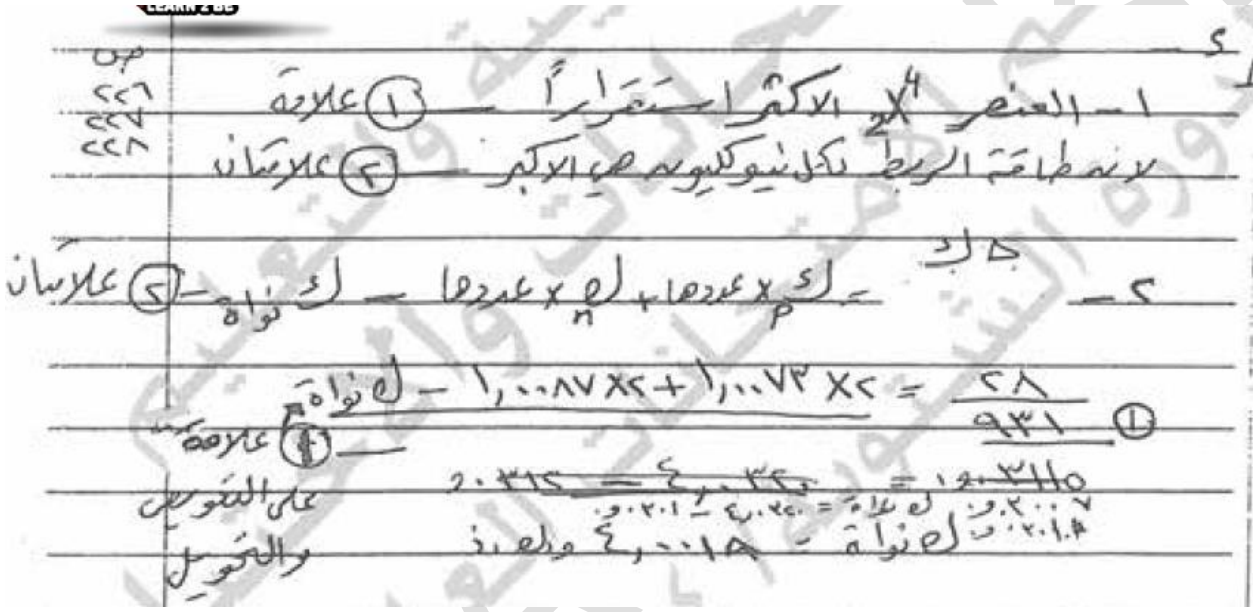


مثال(14) شتوي 2014

د) في الجدول المجاور طاقة الربط النووية لثلاث أنوية.
اعتماداً على البيانات المبيّنة في الجدول.
أجب عما يأتي :

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

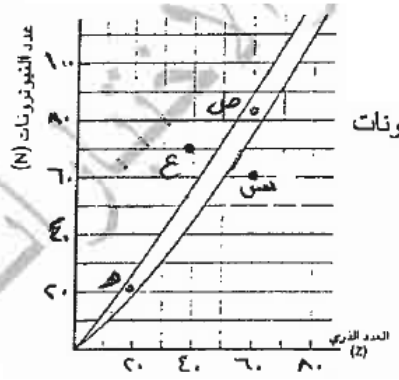
١- أي الأنوية الأكثر استقراراً ؟ ولماذا ؟
٢- احسب كتلة النواة ($_2X^4$). (٧ علامات)



مثال(15) صيفي 2014

د) تضمحل نواة البولونيوم ($^{210}_{84}Po$) إلى نواة ($^{206}_{82}Pb$) باعثة جسيم ألفا، إذا علمت أن كتلة نواة ($^{210}_{84}Po$) تساوي ٢٠٩,٩٨٣ و.ك.ذ وكتلة نواة ($^{206}_{82}Pb$) تساوي ٢٠٥,٩٣٤ و.ك.ذ وكتلة جسيم ألفا تساوي ٤,٠٠٣ و.ك.ذ
فأجب عمّا يأتي: ١- اكتب معادلة نووية موزونة تُعبر عن هذا الاضمحلال.
٢- احسب الطاقة المكافئة لفرق الكتل بوحدة مليون إلكترون فولت. (٥ علامات)

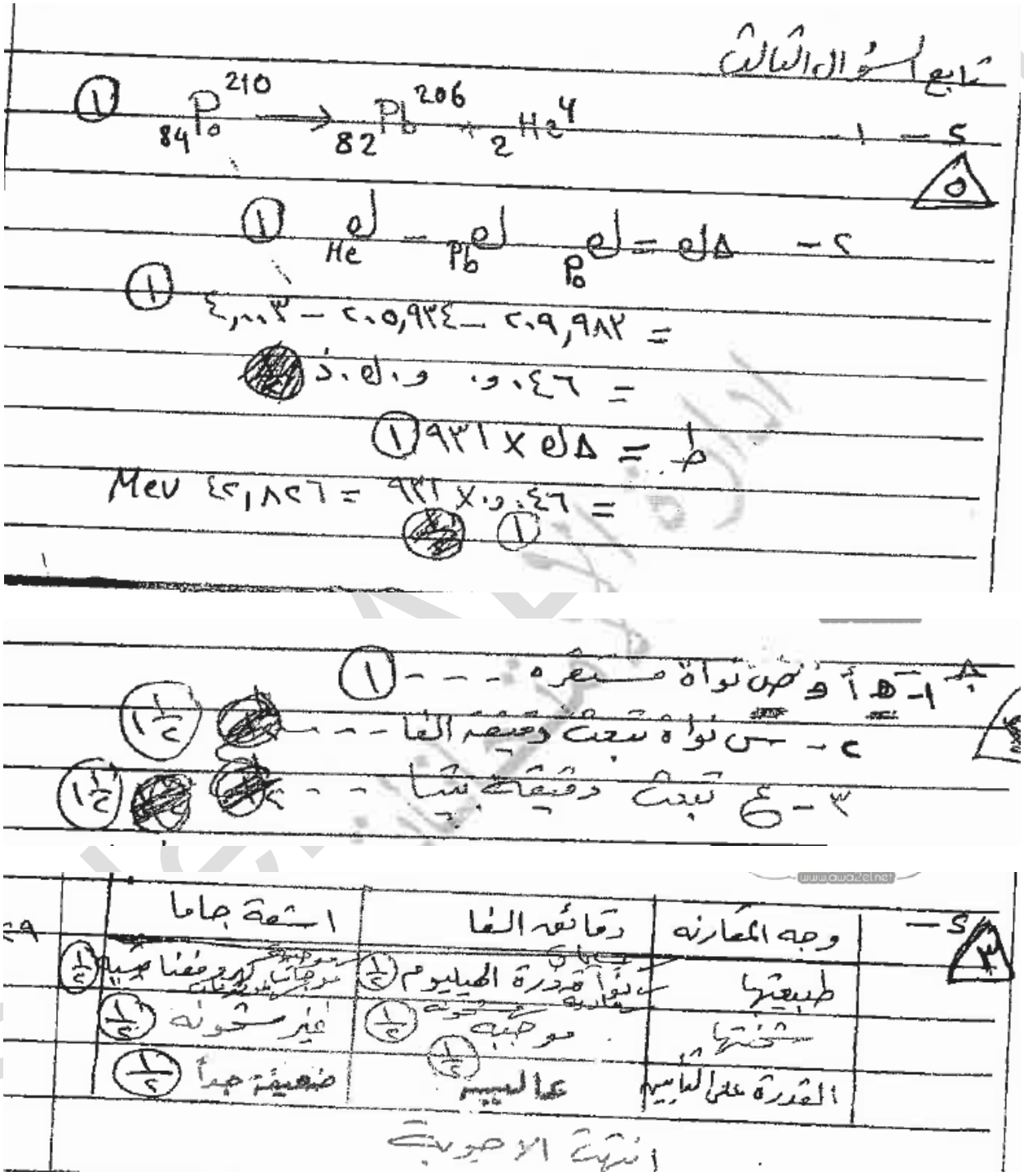
ج) يُمثل الشكل البياني المجاور العلاقة بين عدد البروتونات وعدد النيوترونات لأنوية ذرات العناصر المختلفة.
بالاعتماد على الرسم البياني اجب عمّا يأتي:
١- اذكر رمز نواة مستقرة.
٢- اذكر رمز نواة يُمكن أن تبعث دقيقة ألفا.
٣- اذكر رمز نواة يُمكن أن تبعث دقيقة بيتا.



(٤ علامات)

د) قارن بين دقائق ألفا وأشعة جاما من حيث :

١- طبيعتها. ٢- شحنتها. ٣- القدرة على التأيين.



مثال(16) شتوي 2015

ج) أولاً: ١ – أكمل المعادلتين النوويتين التاليتين: (١١ علامة)

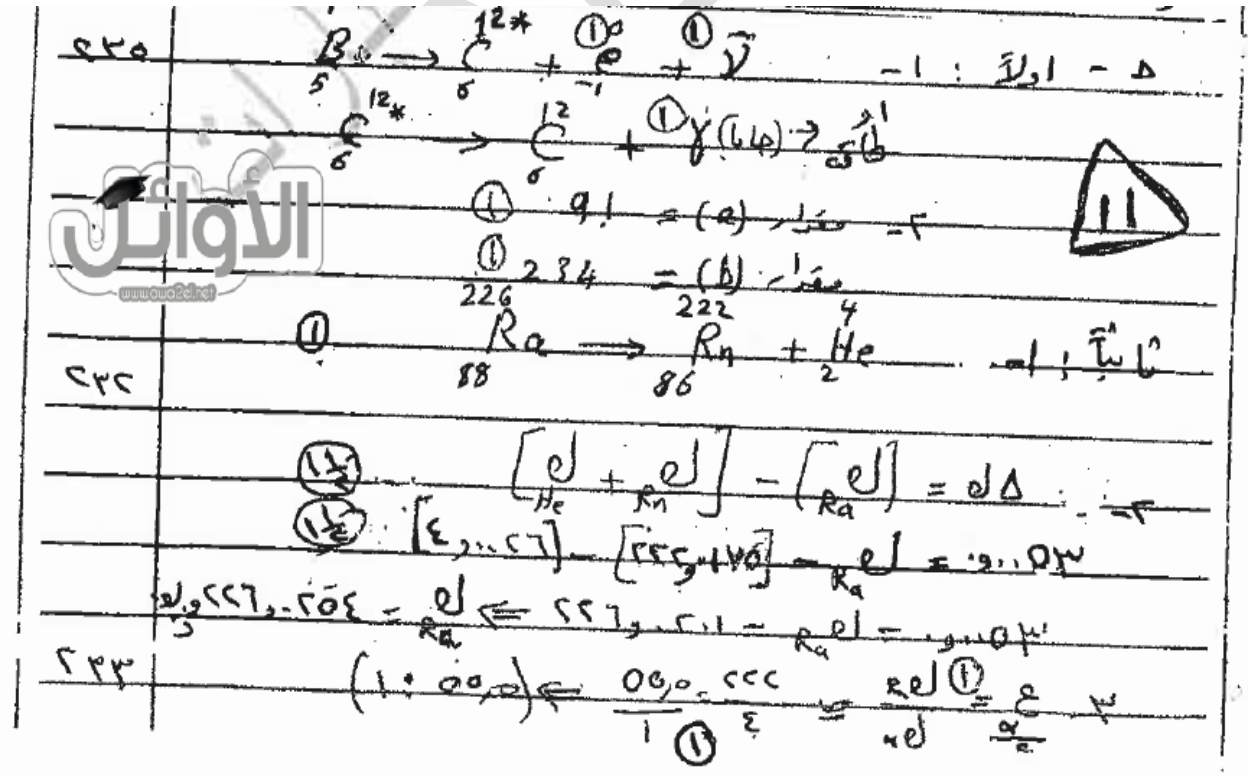
$$^{12}_{5}B \longrightarrow {}^{12\,*}_{6}C + \ldots + \ldots.$$

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

٢ – تحولت نواة ($^{b}_{a}X$) إلى نواة ($^{218}_{84}Y$) بعد سلسلة تحولات وانبعاث (٤) جسيمات ألفا و جسيم بيتا ما قيمة كل من (a) و (b) ؟

ثانياً: تضمحل نواة الراديوم ($^{226}_{88}Ra$) إلى نواة رادون ($^{222}_{86}Rn$) مُطلقة جسيم ألفا إذا كان فرق الكتلة نتيجة الاضمحلال (٠,٠٠٥٣) و.ك.ذ ، وكتلة نواة ($^{222}_{86}Rn$) يساوي (٢٢٢,٠١٧٥) و.ك.ذ ، كتلة جسيم ألفا (٤,٠٠٢٦) و.ك.ذ ، أجب عما يأتي:

١. اكتب معادلة التفاعل النووي موزونة.
٢. احسب كتلة نواة الراديوم.
٣. جد نسبة سرعة جسيمات ألفا إلى سرعة نواة الرادون.



مثال(17) صيفي 2015

أ) أجب عمّا يأتي:

١- عندما تبعث نواة غير مستقرّة جُسيم ألفا أو بيتا يصاحب ذلك أحيانًا انبعاث أشعة غاما. فسّر ذلك.

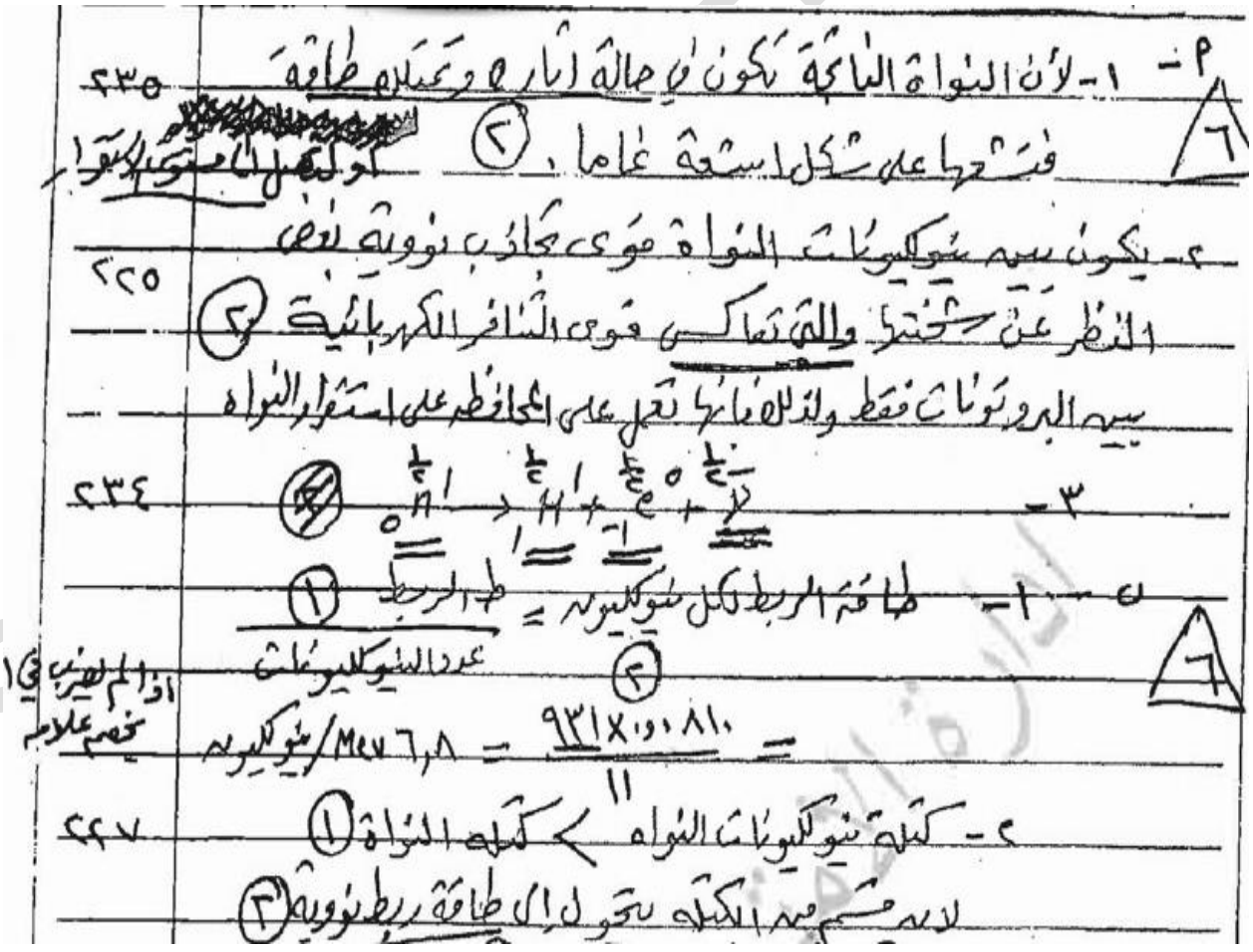
٢- وضّح دور القوى النووية في استقرار النواة.

٣- اكتب معادلة تحلّل النيوترون.

ب) إذا علمت أن الفرق بين كتلة نيوكليونات نواة البورون ($^{11}_{5}B$) وكتلة هذه النواة يساوي (٠,٠٨١٠) و.ك.ذ ، أجب عمّا يأتي:

١- احسب طاقة الربط النووية لكل نيوكليون بوحدة مليون إلكترون فولت لهذه النواة.

٢- أيهما أكبر كتلة النواة أم مجموع كتل نيوكليوناتها؟ ولماذا؟



مثال(18)شتوي 2016

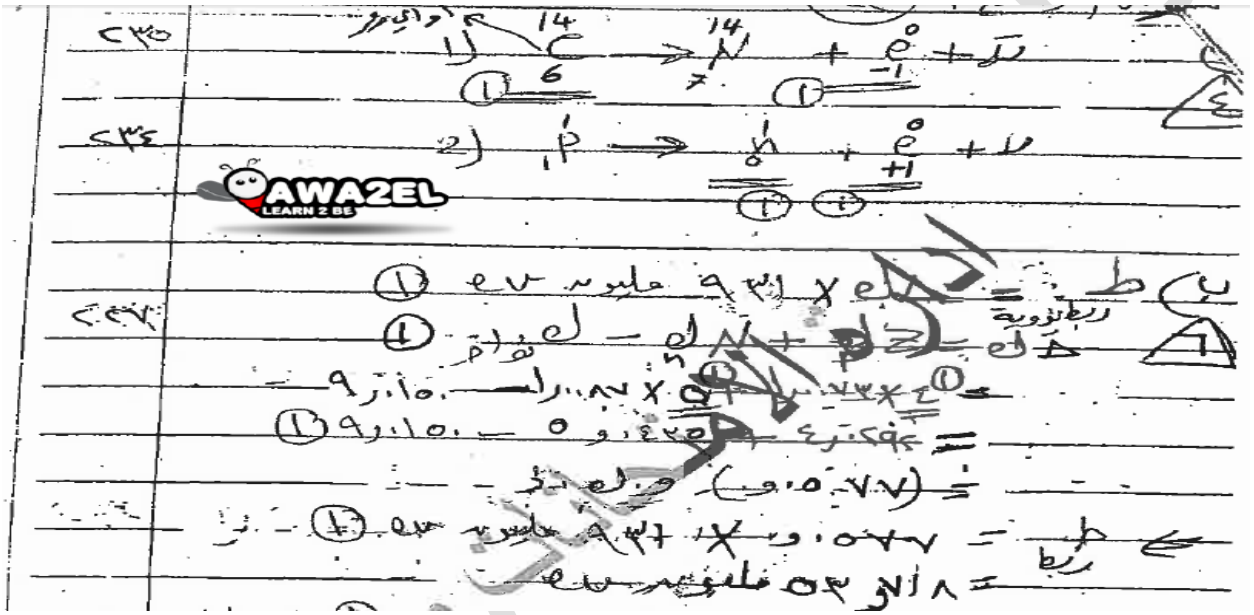
أ) **أكمل** المعادلتين النوويتين الآتيتين: (٤ علامات)

1) $\ldots\ldots \longrightarrow {}^{14}_{7}N + \ldots\ldots + \overline{\nu}$

2) ${}^{1}_{1}P \longrightarrow \ldots\ldots + \ldots\ldots + \nu$

ب) **احسب** مقدار الطاقة بوحدة الإلكترون فولت التي يجب أن تزود بها نواة عنصر البريليوم $({}^{9}_{4}Be)$ لفصل مكوناتها، علمًا بأن : ك Be = ٩,٠١٥٠ و.ك.ذ. ، ك P = ١,٠٠٧٣ و.ك.ذ. ، ك n = ١,٠٠٨٧ و.ك.ذ.

(٦ علامات)



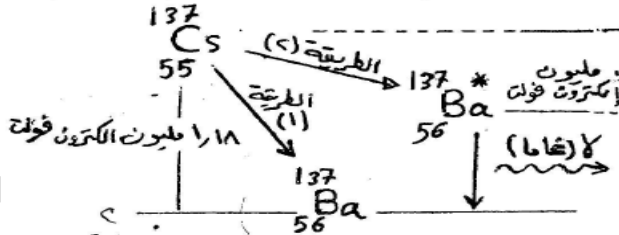
مثال(19)صيفي2016

أ) يُمثّـل الشكل المجاور إشعاع نواة السيزيوم ${}^{137}_{55}Cs$ لجسيم بيتا بطريقتين للوصول إلى نواة باريوم مستقرة ${}^{137}_{56}Ba$ ، معتمداً على الشكل والبيانات المثبتة عليه، **أجب عما يأتي** : (٦ علامات)

١) اكتب معادلة موزونة (وتامة) لإشعاع نواة السيزيوم في الطريقة الأولى.

٢) فسّر انبعاث أشعة غاما في الطريقة الثانية.

٣) ما مقدار طاقة أشعة غاما؟



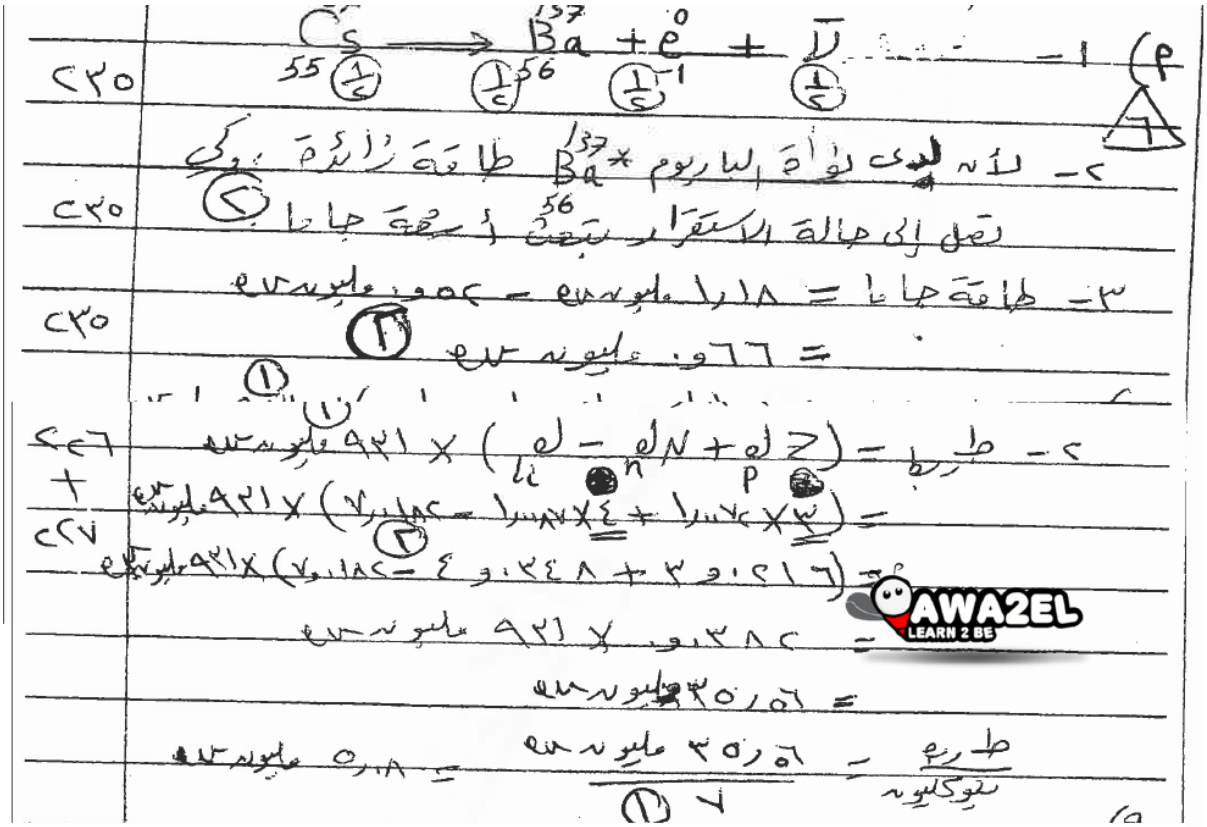
ب) قُذفت نواة البورون (B) بالنيوترون (n) لإنتاج نظير الليثيوم (Li) كما في المعادلة الآتية :

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

فإذا علمت أن : ك Li = ٧,٠١٨٢ و.ك.ذ ، ك B = ١٠,٠١٦٠ و.ك.ذ ، ك n = ١,٠٠٨٧ و.ك.ذ

ك$_p$ = ١,٠٠٧٢ و.ك.ذ ، ك He = ٤,٠٠٢٦ و.ك.ذ ، **احسب** : (٦ علامات)

٢) مقدار طاقة الربط النووي لكل نيوكليون في نواة الليثيوم بوحدة الإلكترون فولت.



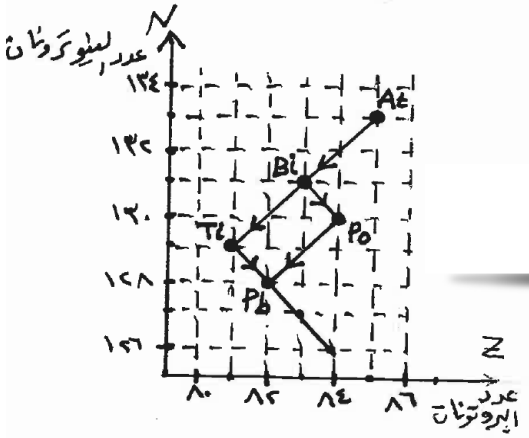
مثال(20) :شتوي 2017

د) يُبيّن الشكل المجاور جزءًا من سلسلة اضمحلال اليورانيوم (٢٣٨). (٥ علامات)

معتمدًا على الشكل وبياناته **أجب** عما يأتي :

١- **مثِّل** اضمحلال (Bi) إلى (Po) بمعادلة نووية موزونة.

٢- **ما** عدد جسيمات ألفا وعدد جسميات بيتا المنبعثة من اضمحلال (At) إلى (Pb)؟



ج) قُذفت نواة الألمنيوم (Al) بجسيم ألفا (He) لإنتاج نظير الفسفور (P) كما في المعادلة : (٩ علامات)

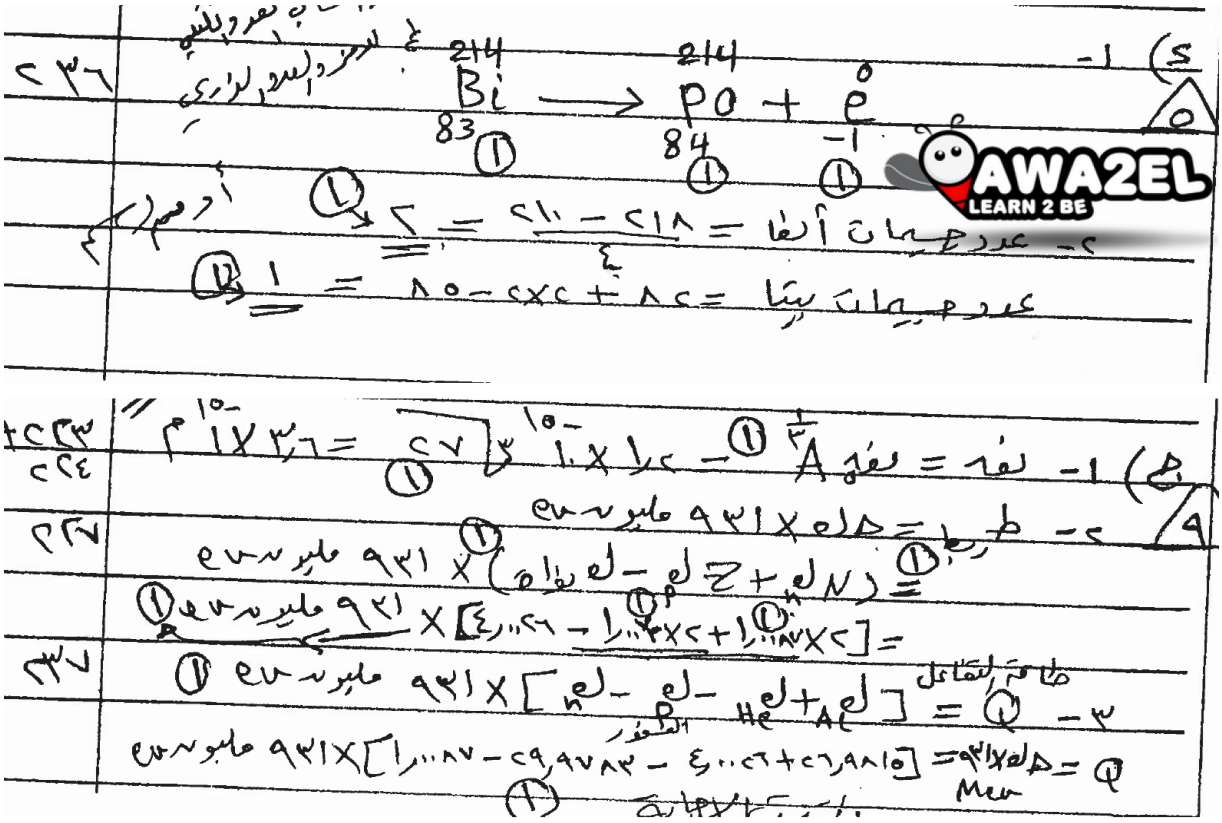
$$^{27}_{13}Al + ^{4}_{2}He \longrightarrow ^{30}_{15}P + ^{1}_{0}n$$

مستعينًا بالمعادلة والجدول المجاور، **احسب** :

النواة أو الجسيم	$^{1}_{1}H$	$^{1}_{0}n$	$^{4}_{2}He$	$^{27}_{13}Al$	$^{30}_{15}P$
الكتلة بوحدة (و.ك.ذ)	١,٠٠٧٢	١,٠٠٨٧	٤,٠٠٢٦	٢٦,٩٨١٥	٢٩,٩٧٨٣

١- نصف قطر نواة ($^{27}_{13}Al$).

٢- طاقة الربط النووية لنواة ($^{4}_{2}He$).



مثال(21) صيفي2017

أ) ١) وضّح المقصود بالنشاط الإشعاعي.

٢) تفاعل الاندماج النووي عكس تفاعل الانشطار النووي. كيف تُفسّر انبعاث الطاقة في الحالتين؟

٣) اذكر ثلاثة عوامل يعتمد عليها الضرر البيولوجي للإشعاع النووي. (٧ علامات)

د) اعتمادًا على معادلة التفاعل النووي الآتية:

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

احسب كلاً ممّا يأتي:

٢) طاقة الربط النووية لنواة نظير الهيليوم.

علمًا بأن: كتلة $(^{2}_{1}H)$ = ٢,٠١٤١ و.ك.ذ ، وكتلة $(^{3}_{2}He)$ = ٣,٠١٦٠ و.ك.ذ ،

وكتلة (البروتون) = ١,٠٠٧٣ و.ك.ذ ؛ وكتلة (نيوترون) = ١,٠٠٨٧ و.ك.ذ

(٧ علامات)

مثال(22) شتوي 2018

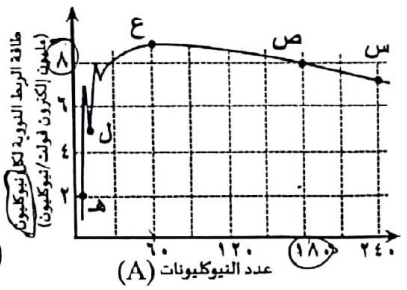
ب) يمثل الشكل المجاور منحنى طاقة الربط النووية لكل نيوكليون وعدد النيوكليونات (A) لنوى مختلفة، معتمدًا على الشكل وبياناته أجب عمّا يأتي:

١) أي هذه النوى أكثر استقرارًا؟ ولماذا؟

٢) أي هذه النوى أكثر قابلية للانشطار؟

وأيها أكثر قابلية للاندماج عند إحداث تفاعل نووي؟

٣) احسب طاقة الربط النووية للنواة (ص).



(٨ علامات)

ب) في التفاعل النووي الآتي أجب عمّا يأتي:

$$^{1}_{1}H + ^{7}_{3}Li \longrightarrow ^{8}_{4}Be^{*} \longrightarrow ^{7}_{4}Be + ^{1}_{0}n$$

١) حدّد النواة المركبة في التفاعل.

٢) أي النواتج يمتلك أكبر طاقة حركية؟

أحد العناصر الآتية تُعد نواته غير مستقرة:

- $^{76}_{33}X$
- $^{90}_{40}Y$
- $^{179}_{79}Z$
- $^{234}_{90}E$

أحد الرموز الآتية يعد نظيرًا للعنصر ($^{234}_{92}X$):

- $^{234}_{90}A$
- $^{235}_{92}B$
- $^{192}_{90}C$
- $^{192}_{91}D$

تمتاز القوة النووية التي تربط بين نيوكليونين متجاورين في النواة:

- بكبر مقدارها وقصر مداها
- بكبر مقدارها وطول مداها
- بصغر مقدارها وقصر مداها
- بصغر مقدارها وطول مداها

ب) ⚠ ٨

١) ح ، لأنها تمتلك أعلى طاقة ربط نووية لكل نيوكليون ① ②

٢) س ، أكثر قابلية للانشطار ①

ب / أكثر قابلية للاندماج ①

٣) $\frac{ط_ر}{\text{العدد الكتلي}}$ / نيوكليون = $\frac{ط_ر}{\text{الرقم الذري}}$ ①

$\frac{ط_ر}{١٨٠} = ٨$ ①

$ط_ر = ١٤٤٠$ مليون إلكترون فولت. ①

ب) ④

١) $^{8}_{4}Be^{*}$ ②

٢) $^{1}_{0}n$ ②

ب) معتمدًا على سلسلة الاضمحلال الإشعاعي الآتية، أجب عن الأسئلة التي تليها: (٧ علامات)

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

١) ما اسم هذه السلسلة؟ ٢) اكتب معادلة نووية موزونة تمثّل هذه السلسلة.

٣) ما اسم النظير المستقر في هذه السلسلة؟

ب) انقل الجدول الآتي إلى دفتر إجابتك، واملأ الفراغات بالبيانات المناسبة ثم حدد اي النواتين يتطلّب تفكيكها طاقة أكبر. ولماذا؟ (٧ علامات)

النواة	العدد الكتلي (A)	Δ ك	طاقة الربط النووية / نيوكليون
X	٤٠	٠,٣٢ و.ك.ذ	..... مليون إلكترون فولت
Y	٦٠	٠,٥٤ و.ك.ذ	..... مليون إلكترون فولت

مثال(22)صيفي2018

أ) معتمدًا على المعادلة النوويّة الآتية، أجب عمّا يأتي: (١٢ علامة)

$$^{238}_{92}U \longrightarrow ^{206}_{82}Pb + 8X + 6^{0}_{-1}e + 6Y$$

١- ما اسم سلسلة الاضمحلال الإشعاعي التي تمثّلها المعادلة؟

٢- ماذا يمثّل كل من (X) و (Y) ؟

٣- اذكر مبادئ حفظ الكميات الفيزيائيّة التي يحقّقها التفاعل النووي.

٤- احسب طاقة الربط النوويّة لنواة $^{238}_{92}U$

علمًا بأن (ك ن = ١,٠٠٨٧ و.ك. ذ ، ك ب = ١,٠٠٧٣ و.ك. ذ ، ك نواة $^{238}_{92}U$ = ٢٣٨,١٣١ و.ك. ذ)

	م ١- اليورانيوم ①
٢٥٤	٢- X : (ل) صديد نيوتريتو ①
	X : (ﻫ) جسيمات ألفا ①
٢٥٥	٣- مبدأ حفظ العدد الكتلي ① مبدأ حفظ العدد الذري ① مبدأ حفظ الطاقة الكتلية ① مبدأ حفظ الزخم الخطي ①
٢٤٥	٤- Δك = ك مكونات - ك نواة ①
	= (ز ك ب + ن ك ن) - ٢٣٨,١٣١ ①
	= (٩٢ × ١,٠٠٧٣ + ١٤٦ × ١,٠٠٨٧) - ٢٣٨,١٣١ ①
	ط ر = Δك × ٩٣١,٥ ① = ١,٩١٠٨ × ٩٣١,٥ = ١٦٨٦,٧٦٠٢ ① مليون إلكترون فولت

- تختلف نواة الراديوم $^{226}_{88}Ra$ عن نواة $^{228}_{88}Ra$ في:

▪ العدد الذري ▪ عدد البروتونات ▪ عدد النيوترونات ▪ عدد الإلكترونات

الإشعاع النووي الذي له قدرة عالية على التأيين بسبب كبر شحنته مقارنة مع باقي الإشعاعات النوويّة يكون:

▪ مدى اختراقه كبير ▪ سرعته تساوي سرعة الضوء

▪ مدى اختراقه صغير ▪ كتلته صغيرة

- النُوى التي عددها الذري يساوي (٨٣) أو أكثر تُعد نوى غير مستقرّة بسبب:

▪ صغر حجم النواة وتباعد النيوكليونات ▪ صغر حجم النواة وتقارب النيوكليونات

▪ كبر حجم النواة وتباعد النيوكليونات ▪ كبر حجم النواة وتقارب النيوكليونات

أ) أجب عما يأتي: (٥ علا

١- تُعتبر دقائق ألفا من الإشعاعات النووية التي لها أكبر قدرة على تأيين ذرات المواد، فسّر ذلك.

٢- أكمل المعادلتين النوويتين الآتيتين:

1) $^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{1}_{1}H + \ldots + \ldots$

2) $^{12*}_{6}C \longrightarrow {}^{12}_{6}C + \ldots$

مثال(23) شتوي 2019

ج) أجب عمّا يأتي: (٩ علامات)

أولًا : أكمل المعادلتين النوويتين الآتيتين:

$^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{1}_{1}H + \ldots + \ldots$

$^{10*}_{4}Be \longrightarrow {}^{10}_{4}Be + \ldots$

ثانيًا: ذرّة عددها الذرّي (١٣) وعدد النيوترونات في نواتها (١٤) :

١- احسب نصف قطر نواة هذه الذرّة.

٢- هل هذه النواة مستقرّة ؟ ولماذا؟

ج) إذا كان فرق الكتلة بين مجموع مكوّنات نواة الكربون $^{12}_{6}C$ وكتلة النواة يساوي (٠,٠٩٦) و.ك.ذ ،

وإذا علمت أن (ك$_{ن}$ = ١,٠٠٨٧ و.ك. ذ ، ك$_{ب}$ = ١,٠٠٧٣ و.ك. ذ) ، **احسب:** (٧ علامات)

١- كتلة نواة الكربون.

٢- الطاقة اللازمة لفصل بروتون واحد من هذه النواة.

awa2el.net

ج) أولاً: ${}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}H + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$ (1)

٩) ${}^{10}_{4}Be^{*} \rightarrow {}^{10}_{4}Be + \gamma$ (1)

ثانياً: ١- $A = Z + N = ١٣ + ١٤ = ٢٧$ (1)

نوع النواة ${}^{A}_{Z}X$ (1)

$= ١٠^{-١٥} \times ١٠ \times ١٫٢ \times ٢٧$ (1)

$= ١٠^{-١٥} \times ٣٫٦ \times ٣$ (1)

٢- نعم مستقرة لأن $Z < ٢٠$ (العدد الذري أقل من ٢٠) (1) (1)

وعدد نيوتروناتها يزيد على عدد بروتوناتها.

ج) ١- $\Delta ك = (Z \times ك_p + N \times ك_n) - ك_{النواة}$ (1)

$= (٦ \times ١٫٠٠٧٢٧ + ٦ \times ١٫٠٠٨٦٧) - ٠٫٠٩٦$ (1)

$ك_{النواة} = ١٢$ ولكن (1)

٢- $b_{الربط} = \Delta ك \times ٩٣١٫٥$ (1)

$= ٠٫٠٩٦ \times ٩٣١٫٥$

الطاقة الربط/نوكليون $= \frac{b_{الربط}}{A}$ (1) $= \frac{٠٫٠٩٦ \times ٩٣١٫٥}{١٢}$ (3)

- واحدة ممّا يأتي تُعدّ من أفضل القذائف في التفاعلات النوويّة:

- ${}^{1}_{0}n$
- ${}^{1}_{1}H$
- ${}^{2}_{1}H$
- ${}^{4}_{2}He$

أسئلة الفصل الثامن

1 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) $Z_y = Z_x$.

٣) أكمل المعادلة النووية الآتية ($^{76}_{33}As \longrightarrow {}^{76}_{34}Se + {}^{0}_{-1}e + \ldots\ldots$).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 ($^{64}_{29}Cu \longrightarrow {}^{64}_{28}Ni + {}^{0}_{+1}e + \nu$) 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 ($^{64}_{29}Cu$)

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

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

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

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

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

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

٣ اذكر أهمية واحدة لكل من:

أ مقدار طاقة الربط النووية لكل نيوكليون.

ج الكتلة الحرجة.

د المسارعات النووية.

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

و عملية التعقب في الأوعية الدموية في المجال الطبي.

٤ 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.

٥ 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.

ج أي النواتج يمتلك طاقة حركية أكبر ما يمكن؟

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) أو موجبة (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 رياضيًّا.

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.

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

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

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

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

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

السؤال الثالث:

3 – أ. تحدد أي الأنوية أكثر استقرارًا.

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؛ أي يزداد العدد الذري بمقدار 1 بينما يبقى العدد الكتلي ثابتًا.

السؤال الخامس:

أ. دقائق ألفا ($_2^4He$).

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.

السؤال السادس:

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

فرق الكتلة Δك = (Z×ك$_p$ + N×ك$_n$) − ك$_{النواة}$

$= (1.0087\times32 + 1.0073\times28) - 59.9308$

$= (32.2784 + 28.2044) - 59.9308$

$= 60.4828 - 59.9308$

$= 0.552$ وحدة ك.ذ

طر = Δك × 931.5

$= 0.552 \times 931.5$

$= 514.19$ مليون إلكترون فولت.

ب. طر = Δك × 931.5

$= 0.0628 \times 931.5$

$= 58.498$ مليون إلكترون فولت.

طاقة الربط لكل نيوكليون=طاقة الربط/العدد الكتلي

$= 58.498/8$

= 7.31 مليون إلكترون فولت/نيوكليون.

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 التأيين	كبيرة نسبيًا	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 $\Delta ك = (Z \times ك_{ب} + N \times ك_{ن}) - ك_{النواة}$

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

$= 15.9949 - (8.0696 + 8.0584)$

$= 15.9949 - 16.128$

= 0.1331 و.ك.ذ

إدارة المناهج والكتب المدرسية

طر = Δك × 931.5

= 931.5 × 0.1331

= 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 Δك=(Z×كب + N×كن)− كالنواة

= (1.0087×60 + 1.0073×47) − 106.9051

= (60.522 + 47.3431) − 106.9051

= 106.9051 − 107.8651

= 0.96 و.ك.ذ

طر = Δك × 931.5

= 931.5 × 0.96

= 894.24 مليون إلكترون فولت.

طاقة الربط لكل نيوكليون = طاقة الربط / العدد الكتلي

طاقة الربط لكل نيوكليون = 107/894.24

= 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 $^{223}_{88}X$

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

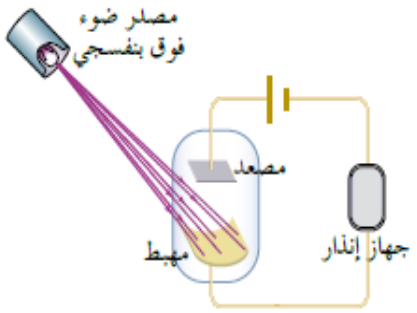
223=12−235 = A ←235 =0×2+4×3+A

88=4−92 = A ←92 =1−×2+2×3+ Z

إدارة المناهج والكتب المدرسية
إدارة ا

أسئلة الوحدة الثالثة

١ يوضح الشكل رسمًا تخطيطيًّا لأحد أجهزة الإنذار ضد السرقة، الذي يعد أحد التطبيقات العملية على الظاهرة الكهرضوئية. 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 الكهرضوئية؟

ب صف ما يحدث في الخلية الكهرضوئية 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 بروي المصاحبة له

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

أ بين ما تعنيه هذه العبارة.

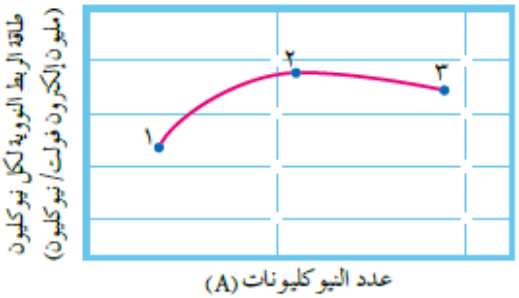
ب اذكر دليلًا عمليًا يدعم سلوك الإشعاع بوصفه جسيمًا، وآخر يدعم سلوك المادة بوصفها موجة.

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:

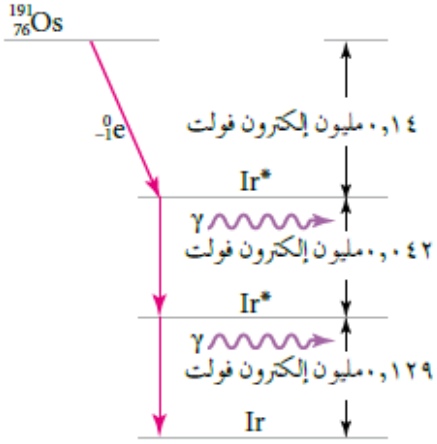


أ وضح المقصود بالنظائر.

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.

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

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

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 تـر = طـح عظمى + ϕ

= 3 + 2 = 5 إلكترون فولت

تـر = 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 = | طـ$_2$ − طـ$_3$ |

= | −3.4 − (−1.51) | = 1.89 إلكترون فولت

أكبر طاقة يشعها عندما ينتقل من المستوى (ن = 3) إلى المستوى (ن = 1)، أي أن:

هيج والكتب المدرسية
إدارة المدارس

ط = | ط$_1$ – ط$_3$ |

= | –13.6 – (–1.51) | = 12.09 إلكترون فولت

ج. نق$_n$ = نق$_1$ ن^2

نق$_3$ = 5.29 × 10^{-11} × 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.

و الكتب المدرسية
إدارة التربية

السؤال الرابع:

أ. هي مقدار الطاقة الخارجية التي يجب أن تزود بها النواة لفصل مكوناتها عن بعضها نهائيًا.

ب. $ط_ر = \Delta ك \times 931.5$

$\Delta ك \times 931.5 = 108$

$\Delta ك = 0.1159$ و.ك.ذ

لنواة النتروجين: $Z = 7$، $N = 14 - 7 = 7$

فرق الكتلة $\Delta ك = (Z \times ك_ب + N \times ك_ن) - ك_{النواة}$

$0.1159 = (1.0087 \times 7 + 1.0073 \times 7) - ك_{النواة}$

$0.1159 = 14.112 - ك_{النواة}$

$ك_{النواة} = 13.9961$ 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.

$$^{191}_{76}Os \rightarrow {}^{191}_{77}Ir + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$$

ب. الطاقة التي تبعثها نواة (Os) $= 0.14 + 0.042 + 0.129 = 0.311$ مليون إلكترون فولت.

المناهج و الكتب المدرسية
إدارة المناهج و

اوراق عمل + وزارة 2019 صيفي +تكميلي (الكم والنواة)

ورقة عمل (٧-١)
تكمية الطاقة

١- جسم مشع يبعث بإشعاع تردده (٢×١٠^{١٥}) هيرتز، ما طاقة الكمّة الواحدة لهذا الإشعاع (بالجول، بالإلكترون فولت)؟

٢- علامَ يعتمد الإشعاع الصادر عن الجسم المشع؟ وعند أي درجة حرارة يمكن للجسم أن يبعث بإشعاع كهرمغناطيسي؟

٣- قارن بين النموذج الموجي ومبدأ تكمية الطاقة من حيث:

أ) طبيعة الإشعاع . ب) طاقة الإشعاع.

٤- اذكر ثلاثًا من الظواهر التي فشل في تفسيرها النموذج الموجي للضوء.

٥- وفقًا للتصور الموجي للضوء؛ فإن الجسيم المشحون المهتز عند تردّد معين، يبعث أو يمتص مقدارًا غير محدّد من الطاقة عند تغير اتساع اهتزازه.

أ) ماذا تعني هذه العبارة؟

ب) هل تتفق هذه العبارة مع فرضية بلانك للإشعاع ؟ فسّر إجابتك.

إجابة ورقة عمل (٧-١)

١- ط = هـ × ت = $٦,٦ \times ١٠^{-٣٤} \times ٢\times١٠^{١٥} = ١٣,٢\times١٠^{-١٩}$ جول = ٨,٢٥ إلكترون فولت.

٢- يعتمد على طبيعة سطح الجسم ودرجة حرارته.

وأي جسم درجة حرارته فوق درجة الصفر المطلق، يبعث بإشعاع كهرمغناطيسي.

٣-

	مبدأ تكمية الطاقة	النموذج الموجي (الكلاسيكي)
أ)	الإشعاع كمّات منفصلة لكل منها طاقة محدّد مكمّاة.	الإشعاع موجات كهرمغناطيسية تنبعث أو تمتص من الأجسام على نحو مستمر.
ب)	طاقة الإشعاع تتناسب طرديًا مع تردّده.	طاقة الإشعاع تتناسب طرديًا مع شدته التي تتناسب طرديًا مع اتساع اهتزازات الجسيمات المشحونة المهتزة.

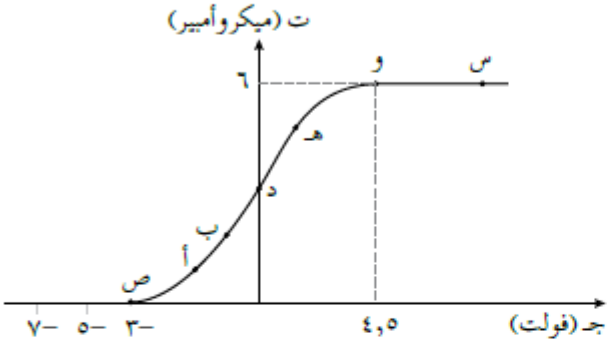
٤- الظاهرة الكهرضوئية، وظاهرة كومتون، وظاهرة طيف الامتصاص.

٥- أ) هذا يعني أن الإشعاع الكهرمغناطيسي يصدر عن الأجسام على هيئة سيل مستمر من الطاقة.

ب) هذا لا يتفق مع مبدأ تكمية الطاقة، حيث إن امتصاص الطاقة الضوئية، أو انبعاثها يكون على شكل كمات منفصلة، لكل منها طاقة محدّدة مكمّاة (ط =هـ ×ت)، أي توجد مقادير محدّدة لهذه الطاقة، تنتج عن الجسيمات المشحونة المهتزة.

ورقة عمل (٧-٢)
الظاهرة الكهرضوئية (تجارب ليناردِ)

يمثّل الشكل المجاورالعلاقة بين فرق الجهد بين المصعد والمهبط والتيار الكهرضوئي في الخلية الكهرضوئية، تأمل الشكل وأجب عما يأتي:



١- ما مقدار تيار الإشباع؟
٢- ما مقدار جهد القطع؟
٣- ما مقدار أصغر فرق جهد موجب يصل عنده التيار إلى قيمته العظمى؟
٤- عندما يصل فرق الجهد العكسي إلى فرق جهد القطع، بيّن ما يحدث لكل من (التيار الكهرضوئي، عدّد الإلكترونات الواصلة إلى المصعد).
٥- عند أي النقطتين (س، ص) يكون جهد المصعد موجبًا؟
٦- عند أي النقطتين (ب، هـ) يكون جهد المهبط موجبًا؟
٧- عند أي النقاط الموضّحة في الشكل، يعمل فرق الجهد بين المهبط والمصعد على زيادة الطاقة الحركية للإلكترونات المتحررة؟
٨- عند أي النقاط الموضحة في الشكل، يعمل فرق الجهد بين المهبط والمصعد على إنقاص الطاقة الحركية للإلكترونات المتحررة؟
٩- فسّر تزايد التيار من النقطة (د) إلى النقطة (و).
١٠- فسّر تناقص التيار من النقطة (د) إلى النقطة (ص).
١١- فسّر وجود تيار كهربائي عند (د)، على الرغم من أن فرق الجهد بين المهبط والمصعد يساوي صفرًا.
١٢- رتّب عدد الإلكترونات الواصلة إلى المصعد عند النقاط (د، هـ ، و) تنازليًا؟
١٣- ما مقدار الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المتحررة؟
١٤- ما السرعة التي تُحدد تجريبيًا للإلكترونات المتحررة، مفسّرًا إجابتك؟

إجابة ورقة عمل (٧-٢)

١- ٦ ميكرو أمبير

٢- ٣ فولت.

٣- ٤,٥ فولت.

٤- التيار الكهرضوئي يصبح صفرًا ، وعدد الإلكترونات الواصلة للمصعد يصبح صفرًا أيضًا.

٥- عند (س).

٦- عند (ب).

٧- عند النقاط (هـ، و، س).

٨- عند النقاط (ب، أ ، ص).

٩- إن فرق الجهد الموجب يبذل شغلًا موجبًا على الإلكترونات الضوئية فتكتسب طاقة حركية؛ ما يؤدي إلى زيادة عدد الواصل منها إلى المصعد فيزداد التيار، إلى أن تصل الإلكترونات الضوئية المتحررة جميعها في وحدة الزمن إلى المصعد؛ فيصل التيار عندها إلى قيمة عظمى تسمّى تيار الإشباع.

١٠- إن فرق الجهد العكسي يبذل شغلًا سالبًا يسحب طاقة حركية من الإلكترونات الضوئية فيتناقص عدد الذي يتمكن من الوصول إلى المصعد لعدم امتلاكها للطاقة الحركية الكافية للتغلب على قوة التنافر مع المصعد السالب، وعندما يصبح مقدار فرق الجهد العكسي كافيًا لايقاف أسرع الإلكترونات الضوئية يصبح التيار صفرًا، ويسمّى مقدار فرق الجهد العكسي عند ذلك جهد القطع.

١١- الضوء المناسب الساقط مكّن الإلكترونات من التحرّر من سطح المهبط ممتلكة طاقة حركية مكّنتها من الوصول إلى المصعد فيسري تيار كهرضوئي يقيسه الميكروأميتر.

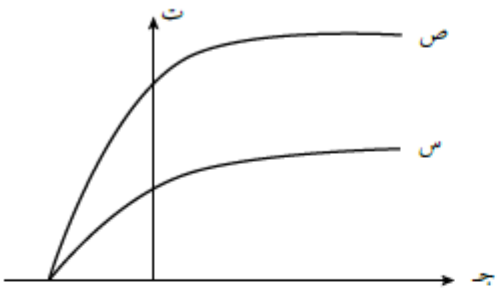
١٢- عدد الإلكترونات الواصلة عند (و) أكبر منه عند (هـ)، أكبر منه عند (د).

١٣- $ط_{ح عظمى} = ـــ_{هـ} جـ_{ق} = -١,٦ \times ١٠^{-١٩} \times -٣ = ٤,٨ \times ١٠^{-١٩}$ جول.

١٤- السرعة العظمى، تحدّد تجريبيًا عند قياس جهد القطع اعتمادًا على العلاقة ($ط_{ح عظمى} = ـــ_{هـ} جـ_{ق}$).

ورقة عمل (٧-٣)
الظاهرة الكهرضوئية (تجارب ليناردد)

١- في الشكل الآتي، قارن بين الضوئين الساقطين على مهبط خلية كهرضوئية في المنحنيين (س، ص) من حيث:



أ) الشدة.

ب) التردّد.

جـ) الطول الموجي.

٢- إذا كان تردّد العتبة لفلز ما يساوي (٣×١٠^{١٤}) هيرتز :

أ) ما أكبر طول موجي للضوء القادر على تحرير إلكترونات من سطح هذا الفلز؟

ب) هل تتحرّر إلكترونات من سطح هذا الفلز؛ إذا سقط على سطحه ضوء:

(١) تردّده ($٠,٤ \times ١٠^{١٥}$) هيرتز.

(٢) طول موجته (٢) ميكرومتر.

(٣) طول موجته (٣) نانو متر.

إجابة ورقة عمل (٧-٣)

١- تيار الإشباع في (ص) أكبر منه في (س). وعليه، فشدة الضوء في المنحنى (ص) أكبر من شدة الضوء في المنحنى (س) .

جهد القطع متساوي في الحالتين. وعليه؛ فإن تردّد الضوء في المنحنى (ص) مساويًا لتردّد الضوء في المنحنى (س) ، فيكون للضوئين الطول الموجي نفسه.

٢-

أ) أكبر طول موجي يحرّر $\lambda_{\circ} = \frac{س}{ت_{\circ}} = ١ \times ١٠^{-٦}$ متر = ١ ميكرومتر

ب) (١) تردّد الضوء الساقط أكبر من تردّد العتبة للفلز؛ فإنه يحرّر إلكترونات.

(٢) طول موجة الضوء الساقط أكبر من طول موجة العتبة، فلا يحرّر إلكترونات.

(٣) طول موجة الضوء الساقط أقصر من طول موجة العتبة؛ فيحرّر إلكترونات.

في الظاهرة الكهرضوئية علامَ يعتمد / تعتمد كل مما يأتي:

١) الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المتحرّرة، وفرق جهد القطع.

٢) عدد الإلكترونات المتحررة من سطح الفلز وتيار الإشباع.

الحل

١) كلاهما يعتمد على تردّد الضوء الساقط وتردّد العتبة لمادة المهبط (الفلز).

٢) كلاهما يعتمد فقط على شدة الضوء الساقط المناسب.

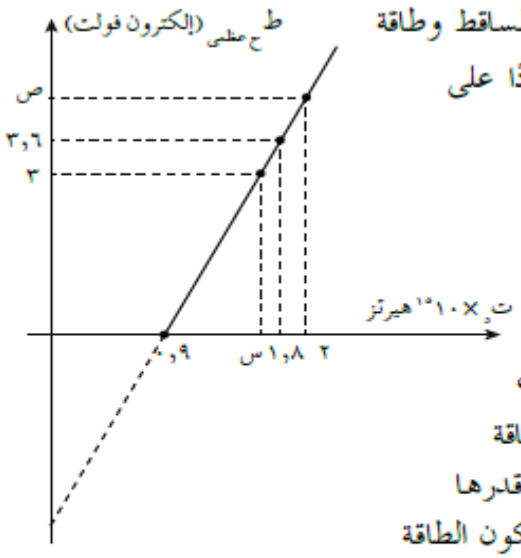
إثراء

١) علّل ما يأتي:

أ) الضوء البنفسجي من أنسب الأطوال الموجية المرئية لدراسة الظاهرة الكهرضوئية.

ب) يزداد التيار الكهرضوئي بزيادة شدة الضوء الساقط المناسب.

٢) يبيّن الشكل المجاور، العلاقة بين تردّد الضوء الساقط وطاقة الحركة العظمى للإلكترونات المتحررة، اعتمادًا على الشكل جد:



أ) تردّد العتبة. ب) ثابت بلانك.

جـ) اقتران الشغل لمادة المهبط.

د) قيمة كل من (س، ص).

الحل

١) أ) لأن تردّده أعلى من تردّد أي ضوء مرئي آخر،

فطاقة كل من فوتوناته (هـ ت د) أكبر من طاقة أي فوتون لأي ضوء مرئي آخر، فيكون أقدرها على تحرير الإلكترونات من سطح الفلز وتكون الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المتحرّرة من سطح الفلز أكبر.

ب) بزيادة شدة الضوء الساقط المناسب يزداد عدد الفوتونات الساقطة على وحدة المساحة في وحدة الزمن؛ ولأن كل فوتون يحرّر إلكترونًا واحدًا فقط فيزداد عدد الإلكترونات المتحررة فيزداد عدد الذي سيصل إلى المصعد في وحدة الزمن؛ فيزداد التيار الكهرضوئي.

٢) أ) ت د = ٠,٩ × ١٠^١٥ هيرتز (مباشرة من الشكل)

ب) هـ = $\frac{\Delta \text{ ط ح عظمى}}{\Delta \text{ ت د}}$

$$= \frac{(٠-٣,٦) \times ١٠ \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{(٠,٩-١,٨) \times ١٠^{١٥}}$$

= ٦,٤ × ١٠^-٣٤ جول

جـ) Φ = هـ ت د = ٦,٤ × ١٠^-٣٤ × ٠,٩ × ١٠^١٥

= ٥,٧٦ × ١٠^-١٩ جول

= ٣,٦ إلكترون فولت

د) لإيجاد (س)

هـ ت د = Φ + ط ح عظمى

= ٣,٦ + ٣ = ٦,٦ إلكترون وفولت

ت د = $\frac{٦,٦ \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{٦,٤ \times ١٠^{-٣٤}}$

س = ت د = ١,٦٥ × ١٠^-١٥ جول

لإيجاد (ص)

هـ ت د = Φ + ط ح عظمى

هـ ت د = ٦,٤ × ١٠^-٣٤ × ٢ × ١٠^١٥ جول

= ٨ إلكترون فولت

ط ح عظمى = هـ ت د − Φ

= ٨ − ٣,٦

ص = ط ح عظمى = ٤,٤ إلكترون فولت

ورقة عمل (٧-٤)
تفسير الظاهرة الكهرضوئية

١- يعدّ لينارد أول من درس الظاهرة الكهرضوئية عمليًا، اذكر اثنتين من النتائج التي توصّل إليها في ما يخص الطاقة الحركية للإلكترونات الضوئية.

٢- أُسقط ضوء طول موجته (٣٣٠)نم على مهبط خلية كهرضوئية فانطلقت من سطحه إلكترونات، وكان فرق جهد القطع يساوي (٠,٦٢٥) فولت، احسب:

أ) تردّد الضوء الساقط. ب) تردّد العتبة للفلز.

٣- اسقط ضوء تردّده ($ت_{د_1}$) على فلز اقتران الشغل له (١,٢) إلكترون فولت، فكان فرق جهد القطع المقابل يساوي (٣) فولت، وعند تغيير الضوء إلى آخر تردّده ($ت_{د_2} = ٣ ت_{د_1}$)، جد الطاقة الحركية العظمى للإلكترون المتحرّر في الحالة الثانية.

٤- يبيّن الجدول الآتي اقتران الشغل لأربعة فلزات، مستعينًا بالبيانات الواردة في الجدول أجب عن الآتي:

العنصر	Be	Al	Na	Cu
اقتران الشغل إلكترون فولت	٥	٤	٢,٤	٤,٦

أ) ما أقل تردّد للضوء القادر على تحرير إلكترونات من سطح الفلزات جميعها الواردة في الجدول.

ب) إذا سقط (٩١٠) فوتون في وحدة الزمن على سطح الألمنيوم، وطاقة كل منها (٦) إلكترون فولت جد:

(١) أكبر عدد من الإلكترونات التي ستصل إلى المصعد في وحدة الزمن .

(٢) جهد القطع .

(٣) لمَ تنطلق الإلكترونات من الفلز بسرعات مختلفة؟

إجابة ورقة عمل (٧-٤)

١- أ) الطاقة الحركية العظمى تزداد بزيادة تردّد الضوء الساقط وليس بزيادة شدة الضوء الساطع.

ب) الإلكترونات الضوئية المتحرّرة متفاوتة في طاقتها الحركية.

جـ) الطاقة الحركية العظمى ترتبط بفرق جهد القطع، بالعلاقة ($ط ح_{عظمى} = \text{ـــ}_{e} جـ_{ق}$) وبذلك يمكن حساب الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية.

٢- أ) $ت_د = \frac{س}{\lambda} = \frac{٣\times١٠^{٨}}{٣,٣\times١٠^{-٧}} = \frac{١}{١,١}\times١٠^{١٥}$ هيرتز.

ب) $هـ ت_د = هـ ت_م + ط_{ح عظمى}$

$$\frac{١}{١,١}\times١٠^{١٥} = ٦,٦\times١٠^{-٣٤}ت_م + ١,٦\times١٠^{-١٩}\times٠,٦٢٥$$

$$٦\times١٠^{-١٩} = ٦,٦\times١٠^{-٣٤}ت_م + ١\times١٠^{-١٩}$$

$$ت_م = \frac{٥\times١٠^{-١٩}}{٦,٦\times١٠^{-٣٤}} = \frac{٥}{٦,٦}\times١٠^{١٥}$$ هيرتز

٣- $هـ ت_{د١} = \Phi + ط_{ح عظمى١}$ .....(١)

$هـ ت_{د٢} = \Phi + ط_{ح عظمى٢}$ .....(٢)

بقسمة المعادلتين:

$$\frac{ت_{د١}}{٣ت_{د١}} = \frac{٣+١,٢}{ط_{ح عظمى٢}+١,٢}$$

$$١,٢ + ط_{ح عظمى٢} = ١٢,٦$$

$ط_{ح عظمى٢} = ١١,٤$ إلكترون فولت.

٤- أ) أقل تردّد يلزم لتحرير الإلكترونات من الفلزات جميعها هو تردّد العتبة للفلز الذي له أكبر اقتران شغل وهو (Be). ويحسب من العلاقة $ت_د = \frac{\Phi}{هـ} = ١,٢١\times١٠^{١٥}$ هيرتز.

ب) (١) أكبر عدد من الإلكترونات المتحرّرة يساوي($١٠^{٩}$) إلكترون؛ لأن كل فوتون يحرّر إلكترونًا واحدًا فقط.

(٢) $ط_{ح عظمى} = ط_{فوتون} - \Phi = ٦-٤ = ٢$ إلكترون فولت.

$$جـ_{ق} = \frac{٢\times١,٦\times١٠^{-١٩}}{١,٦\times١٠^{-١٩}} = ٢$$ فولت

(٣) وذلك لأن بعض الإلكترونات ستتحرّر من الطبقة الخارجية لسطح الفلز ممتلكة ($ط_{ح عظمى}$) والبعض الآخر سيتحرّر من الطبقات الداخلية فتعاني من عدة تصادمات مع ذرات الفلز فاقدة أجزاء من طاقتها الحركية، اعتمادًا على عدد التصادمات التي تزداد بزيادة العمق الذي تتحرّر منه، فتخرج ممتلكة طاقات حركية مختلفة.

١) اكتب الصيغة العامة لمتسلسلة بالمر، (عُدّ $R_H = ١,١ \times ١٠^{٧}$ م$^{-١}$) ثم جد :
أ) أكبر وأصغر طول موجي في المتسلسلة.
ب) طول موجة الخط الثاني فيها.
جـ) ما نطاق المتسلسلة في الطيف الكهرمغناطيسي؟

الحل

١) $\frac{١}{\lambda} = R_H (\frac{١}{٤} - \frac{١}{ن^{٢}})$، حيث ن$_{٢}$ = ٣، ٤، ٥، .....

أ) أكبر طول موجي نحصل عليه بتعويض (ن = ٣).

$$\frac{١}{\lambda_{عظمى}} = R_H (\frac{١}{٤} - \frac{١}{٩}) = ١٠^{٧} \times \frac{٥,٥}{٣٦}$$

$$\lambda_{عظمى} = \frac{٣٦}{٥,٥} \times ١٠^{-٧}$$ م.

أقصر طول موجي نحصل عليه بتعويض (ن = ∞).

$$\frac{١}{\lambda_{صغرى}} = R_H (\frac{١}{٤} - \frac{١}{\infty}) = ١٠^{٧} (\frac{١,١}{٤})$$

$$\lambda_{صغرى} = (\frac{٤}{١,١}) ١٠^{-٧}$$ م.

ب) طول موجة الخط الثاني في المتسلسلة، يكون بالانتقال من المستوى الرابع إلى المستوى الثاني.

$$\frac{١}{\lambda_{٢}} = R_H (\frac{١}{٤} - \frac{١}{١٦}) = ١٠^{٧} \times \frac{١,١ \times ٣}{١٦}$$

$$\lambda_{٢} = \frac{١٦}{٣,٣} \times ١٠^{-٧}$$ م.

جـ) الضوء المرئي.

١) ماذا ينتج عند انتقال الإلكترون من مستوى إلى آخر في الذرة؟
٢) إلكترون ذرة هيدرجين في مستوى نصف قطر مداره يساوي (٨٤,٦٤ × ١٠$^{-١١}$) م جد:
أ) رقم المدار.
ب) الزخم الزاوي للإلكترون في هذا المدار.
٣) ماذا تعني الإشارة السالبة في العلاقة: ط$_{ن}$ = $(\frac{-١٣,٦}{ن^{٢}})$ إلكترون فولت.

الحل

١) إذا انتقل من مستوى أعلى إلى مستوى أدنى ينبعث فوتون، والطيف الناتج في هذه الحالة طيف انبعاث خطي، أما إذا انتقل من مستوى أدنى إلى أعلى، فإنه يكون قد امتص فوتونًا مناسبًا، ويسمّى الطيف في هذه الحالة طيف امتصاص.

٢) أ) نق$_{ن}$ = ن^{٢} نق$_{١}$ ⟸ ٨٤,٦٤ × ١٠$^{-١١}$ = ٥,٢٩ × ١٠$^{-١١}$ × ن^{٢}

ن^{٢} = ١٦ ومنها ن = ٤

ب) $خ_{زاوي} = \frac{ن هـ}{\pi ٢} = \frac{٤ \times ٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}}{\pi ٢} = \frac{١٣,٢ \times ١٠^{-٣٤}}{\pi}$ جول . ثانية.

٣) الإشارة السالبة تعني أن الإلكترون مرتبط بالذرة، ويحتاج إلى طاقة تساوي $(\frac{١٣,٦}{ن^{٢}})$ إلكترون فولت لنقله من المستوى (ن) إلى (∞) حيث يفلت نهائيًا من الذرة من دون طاقة حركة.

١) أثبت أن ثابت ريدبيرغ (R_H) لذرة الهيدروجين يعطى بالعلاقة $R_H = \frac{|ط_١|}{هـ س}$

حيث ط$_١$: طاقة الإلكترون في المستوى الأول ، هـ: ثابت بلانك، س: سرعة الضوء.

٢) أثبت أن سرعة الإلكترون في المدار (ن) في ذرة الهيدروجين تتناسب عكسيًا مع رقم المدار.

٣) إلكترون ذرة هيدروجين في حالة الاستقرار جد:

أ) طاقة الفوتون اللازم أن يمتصه الإلكترون؛ لتصبح طاقته تساوي (−٣,٤) إلكترون فولت.

ب) زخم الفوتون اللازم أن يمتصه الإلكترون؛ ليصبح زخمه الزاوي ($\frac{٣ هـ}{\pi ٢}$) جول.ث.

الحل

١) عند انتقال الإلكترون من (∞) إلى المستوى الأول ينبعث فوتون طاقته: $ط_{الفوتون} = |ط_\infty - ط_١|$ أي أن $|ط_١| = \frac{هـ س}{\lambda}$

لكن $R_H = \frac{١}{\lambda}$ $(\frac{١}{\infty} - \frac{١}{٢_١})$

وعليه: $R_H = \frac{|ط_١|}{هـ س}$.

٢)

$ك ع نق_ن = \frac{ن هـ}{\pi ٢}$ ، لكن $نق_ن = ن^٢ نق_١$

وعليه $ع = \frac{هـ}{\pi ٢ ك ن نق_١}$

أي أن $(ع \alpha \frac{١}{ن})$.

٣) أ) $ط_{فوتون} = |ط_٢ - ط_١|$

$= (-٣,٤ - (-١٣,٦)) = ١٠,٢$ إلكترون فولت.

ب) $خ_{زاوي} = \frac{ن هـ}{\pi ٢}$ ومنها ن = ٣

$ط_{فوتون} = |ط_٣ - ط_١|$

$= |-١٣,٦ - -١,٥|$

$= ١٢,١$ إلكترون فولت.

$خ_{فوتون} = \frac{هـ \times ت}{س}$

$= \frac{ط_{الفوتون}}{س}$

$= \frac{١٢,١ \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{٣ \times ١٠^{٨}}$

$= ٦,٤٥ \times ١٠^{-٢٧}$ جول.ث/م

إذا هبط إلكترون ذرة الهيدروجين من مستوى طاقته (−١,٥) إلكترون فولت إلى مستوى ما في الذرة، وانبعث فوتون بأكبر طاقة ممكنة أجب عن الآتي:

١) ما رقم المستوى الذي هبط إليه الإلكترون؟

٢) ما اسم المتسلسلة التي ينتمي إليها هذا الفوتون؟ وما نطاقها في الطيف الكهرمغناطيسي؟

٣) إذا سقط الفوتون المنبعث على فلز اقتران الشغل له (٢) إلكترون فولت، وحرّر إلكترونًا من سطحه بأعظم طاقة حركية، فاحسب الطاقة الحركية العظمى هذه.

الحل

١) كي ينبعث فوتون بأكبر طاقة؛ فإن الإلكترون سيهبط إلى المستوى الأول في ذرة الهيدروجين.

٢) ينتمي الفوتون الناتج إلى متسلسلة ليمان، التي نطاقها الإشعاع فوق البنفسجي.

٣) $ط_{فوتون} = |-١,٥ - (-١٣,٦)| = ١٢,١$ إلكترون فولت.

$ط_{ح\ عظمى} = ط_{فوتون} - \Phi$

$= ١٢,١ - ٢ = ١٠,١$ إلكترون فولت.

علاج

علّل: يكمّل النموذجان الموجي والجسيمي للضوء أحدهما الآخر.

الحل

لأن النموذج الموجي نجح في تفسير بعض الظواهر (كالتداخل والحيود)، وهي خصائص موجية لا يمكن تفسيرها من قبل النموذج الجسيمي للضوء، في حين نجح النموذج الجسيمي في تفسير الظاهرة الكهرضوئية وظاهرة كومتون اللتين فشل النموذج الموجي في تفسيرهما، ما يعني أن للضوء طبيعة مزدوجة تكمل إحداهما الأخرى في تفسير الظواهر الفيزيائية للضوء.

ورقة عمل (٧-٥)
نموذج بور لذرة الهيدروجين

١- إلكترون ذرة هيدروجين موجود في مستوى طاقته (-١,٥) إلكترون فولت، جد:

أ) رقم المستوى الموجود فيه الإلكترون.

ب) نصف قطر المستوى (المدار).

جـ) الزخم الزاوي والزخم الخطي للإلكترون في هذا المستوى.

د) الجهد والمجال الكهربائيين عند نقطة على هذا المستوى والناشئان عن النواة.

هـ) ما طاقة التأين للإلكترون في هذا المستوى؟

و) احسب الطاقة اللازمة لنقل الإلكترون من هذا المستوى إلى المستوى الرابع.

ز) ما أكبر طول موجي للفوتون الممكن انبعاثه عند هبوط الإلكترون من مستواه الذي كان فيه إلى مستوى أدنى؟ وما اسم المتسلسلة التي ينتمي إليها الفوتون الناتج؟ وما نطاقها في الطيف الكهرمغناطيسي؟

٢- عند هبوط إلكترون ذرة الهيدروجين من المستوى الرابع ليصل إلى المستوى الأول:

أ) ما أكبر عدد من الفوتونات الممكن انبعاثها؟

ب) ما أقل عدد من الفوتونات الممكن انبعاثها؟

جـ) ما المتسلسلات الطيفية التي تنتمي إليها الفوتونات المحتمل انبعاثها؟

٣- رصدت الانتقالات الموضحة في الجدول المجاور للإلكترون في ذرة هيدروجين، ما رمز الانتقال أو الانتقالات التي:

رمز الانتقال	المستوى الابتدائي	المستوى النهائي
أ	٦	٥
ب	٤	٢
ج	٣	٤
د	∞	٣
هـ	٢	١
و	٢	٥

أ) ينتج عنها فوتونًا:

(١) له أكبر زخم.

(٢) ينتمي إلى الأشعة تحت الحمراء.

(٣) له أقل تردّد.

(٤) له أكبر طول موجي في متسلسلة ليمان.

ب) يحتاج إلى فوتون ينتمي إلى الأشعة تحت الحمراء حتى يتم.

جـ) ينبعث منه فوتونًا تردّده ($\frac{R_H س}{٩}$) حيث؛ س: سرعة الضوء، R_H: ثابت ريدبرغ.

إجابة ورقة عمل (٧-٥)

١- أ) $ط_{ن} = (\frac{-١٣,٦}{ن^{٢}})$ إلكترون فولت

$\frac{-١٣,٦}{ن^{٢}} = -١,٥$ ومنها $(ن^{٢} = ٩)$ أي أن $(ن = ٣)$.

ب) $نق_{ن} = ن^{٢}\ نق_{١} = ٩ \times ٥,٢٩ \times ١٠^{-١١} = ٤٧,٦١ \times ١٠^{-١١}$ م

جـ) $خ_{زاوي} = \frac{ن\ هـ}{\pi ٢} = \frac{٣ \times ٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}}{\pi ٢} = \frac{٩,٩ \times ١٠^{-٣٤}}{\pi}$ جول. ثانية.

$خ_{خطي} = \frac{خ_{زاوي}}{نق_{٣}} = \frac{١,١ \times ١٠^{-٢٣}}{\pi ٥,٢٩}$ كغم. م /ث

د) $جـ = \frac{أ_{بروتون}}{نق_{٣}} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{٤٧,٦١ \times ١٠^{-١١}} = ٣$ فولت.

$مـ = \frac{جـ}{نق_{٣}} = (\frac{١}{١٥,٨٧}) \times ١٠^{١١}$ نيوتن / كولوم.

هـ) طاقة التأين $= |ط_{\infty} - ط_{٣}| = ١,٥$ إلكترون فولت.

و) $ط_{فوتون} = |ط_{٤} - ط_{٣}| = |-٠,٨٥ - (-١,٥)| = ٠,٦٥$ إلكترون فولت.

ز) هذا يكون بالهبوط إلى المستوى الثاني، فينتمي الفوتون الناتج إلى متسلسلة بالمر، التي تقع في نطاق الضوء المرئي. أما طول موجة الفوتون المنبعث فيعطى بالعلاقة:

$\frac{١}{\lambda} = R_H |\frac{١}{ن_{٢}^{٢}} - \frac{١}{ن_{٣}^{٢}}| = ١,١ \times ١٠^{٧} |\frac{١}{٤} - \frac{١}{٩}| = ١,١ \times ١٠^{٧} \times \frac{٥}{٣٦}$

$\lambda = \frac{٣٦}{٥,٥} \times ١٠^{-٧}$ م

٢-

أ) ٣ فوتونات. ب) فوتون واحد. جـ) ليمان، بالمر، باشن.

٣- أ)

رقم الحالة	١	٢	٣	٤
الجواب	هـ	أ، د، جـ	أ	هـ

ب) جـ جـ) د

ورقة عمل(٧-٦)

الطبيعة المزدوجة للإشعاع والمادة

١- سُرِّع جسيم كتلته (ك) وشحنته (ش) من السكون خلال فرق جهد (جـ). أثبت أن طول الموجة المصاحبة له يعطى بالعلاقة: $\lambda = هـ / \sqrt{٢ ش جـ ك}$

٢- جسيم ألفا (α) كتلته ($٦,٤ \times ١٠^{-٢٧}$) كغ وطاقته الحركية (٢) مليون إلكترون فولت، جد طول الموجة المصاحبة له؟

٣- إذا كانت كتلة النيوترون ($١,٦٧ \times ١٠^{-٢٧}$) كغ. وكان طول الموجة المصاحبة له يساوي طول موجة فوتون طاقته (٣) إلكترون فولت، أحسب

أ) طول الموجة المصاحبة للنيوترون.

ب) زخم كل من الفوتون والنيوترون.

جـ) سرعة النيوترون.

د) الطاقة الحركية للنيوترون.

saleh

إجابة ورقة عمل (٧-٦)

١- $\lambda_{\text{للجسيم}} = \frac{\text{هـ}}{\text{ك ع}}$

لكن $\text{ط}_{\text{ح}} = \frac{1}{2}$ ك ع^2 أي أن $\frac{\text{ك ع}^2}{2} = \frac{1}{2}$ ك ع^2 = ك جـ ، وبضرب طرفي المعادلة ب (٢ك) نحصل على:

(ك ع)^2 = ٢ ك ك جـ ، ثم بأخذ الجذر التربيعي للطرفين والتعويض في معادلة دي بروي نحصل على $\lambda = \text{هـ} \sqrt{\frac{1}{2\text{ك جـ ك}}}$

٢- $\text{ط}_{\text{ح}} = \frac{\text{ك ع}^2}{2} \Leftarrow \text{ع} = \sqrt{\frac{2\text{ط}_{\text{ح}}}{\text{ك}}}$، ثم نعوّض في معادلة دي بروي ($\lambda = \frac{\text{هـ}}{\text{ك ع}}$)، فنحصل على:

$$\lambda_{\text{للجسيم}} = \frac{\text{هـ}}{\sqrt{2\text{ك ط}_{\text{ح}}}} = \frac{6{,}6 \times 10^{-34}}{\sqrt{2 \times 6{,}4 \times 10^{-27} \times 2 \times 10^{6} \times 1{,}6 \times 10^{-19}}}$$

$$= \frac{6{,}6}{64} \times 10^{-13} \text{ م}$$

٣- أ) $\lambda_{\text{للجسيم}} = \lambda_{\text{للفوتون}}$ ، ومن طاقة الفوتون نجد طول موجته

$$\lambda_{\text{للفوتون}} = \frac{\text{هـ س}}{\text{ط}} = \frac{6{,}6 \times 3 \times 10^{-26}}{3 \times 1{,}6 \times 10^{-18}}$$

$$\lambda_{\text{للجسيم}} = \lambda_{\text{للفوتون}} \cong 4{,}125 \times 10^{-8} \text{ م}$$

ب) $\text{خ}_{\text{فوتون}} = \frac{\text{هـ}}{\lambda_{\text{للفوتون}}}$ $\qquad$ $\text{خ}_{\text{جسيم}} = \frac{\text{هـ}}{\lambda_{\text{للجسيم}}}$

وعليه، $\text{خ}_{\text{فوتون}} = \text{خ}_{\text{جسيم}} = 1{,}6 \times 10^{-26}$ كغ م/ث

جـ) $\text{خ}_{\text{جسيم}} = \text{ك ع} = 1{,}6 \times 10^{-26}$ وعليه، فإن ع ≅ ١٠ م/ث.

د) $\text{ط}_{\text{ح}} = \frac{\text{ك ع}^2}{2} = 83{,}5 \times 10^{-27}$ جول.

١) ضع دائرة حول رمز الاجابة الصحيحة في ما يأتي:

(١) نسبة كثافة نواة $^{4}_{2}He$ إلى كثافة نواة $^{17}_{8}O$ كنسبة:

أ) ١٦:٤ ب) ٤:٢ جـ) ١٦:٢ د) ١:١

(٢) حجم النواة $^{A}_{z}X$ يتناسب طرديًا مع:

أ) A ب) $A^{\frac{1}{3}}$ جـ) Z د) AZ

(٣) عدد النيوترونات للنواة $^{23}_{11}Na$ يساوي:

أ) ١١ ب) ١٢ جـ) ٢٣ د) ٣٤

(٤) النظير الذي رمزه $^{3}_{1}H$ يسمّى:

أ) ديوترون ب) بروتون جـ) ديتيريوم د) تريتيوم

الحل

١) د ٢) أ ٣) ب ٤) د

إثراء

١) لنواة $^{8}_{4}Be$ جد:

أ) نصف قطر النواة. ب) حجم النواة.

الحل

١) أ) $نق_{نواة} = نق_{ه} A^{\frac{1}{3}} = ٢ \times ١٠^{-١٥} \times ١,٢ \times ١٠ = ٢,٤ \times ١٠^{-١٥}$ م.

ب) $ح_{نواة} = \frac{٤ \pi نق^{٣}}{٣} = \frac{٤}{٣} \times \frac{٢٢}{٧} \times (٢,٤ \times ١٠^{-١٥})^{٣} = ٥٨ \times ١٠^{-٤٥}$ م^{٣}

---

١) قارن بين القوة النووية والقوة الكهربائية من حيث:

أ) طبيعة القوة. ب) مدى تأثيرها. جـ) اعتمادها على الشحنة.

٢) علّل: يشكّل عدد النيوترونات عاملًا مهمًّا في استقرار النواة.

١)

وجه المقارنة	القوة النووية	القوة الكهربائية
طبيعة القوة	تجاذب دائمًا	تجاذب أو تنافر
مدى تأثيرها	ذات مدى قصير نسبيًّا	ذات مدى طويل نسبيًّا
اعتمادها على الشحنة	لا تعتمد على نوع الشحنة	تعتمد على نوع الشحنة

٢) لأن النيوترونات جسيمات متعادلة الشحنة؛ فتتأثر بالقوة النووية فقط .

ورقة عمل (٨–١)
استقرار النواة

تأمّل الشكل (٨–٤) في الكتاب والمعلومات المتعلّقة فيه، ثم أجب عن الآتي:

١– تشير النقاط الزرقاء إلى نوى مستقرة وتقع في حزمة ضيقة، فماذا تسمّى هذه الحزمة؟

٢– أعطِ مثالًا واحدًا على نواة مستقرة عددها الذري:

أ) أقل من (٢٠) وتقع على الخط Z=N.

ب) أقل من (٢٠) وتقع فوق الخط Z=N.

جـ) أكبر من (٢٠).

٣– فسّر: لِمَ لا تقع النوى التي عددها الذري (Z) أكبر من (٢٠) وأقل من (٨٣) على الخط Z=N؟

٤– علّل: تعدّ النوى التي عددها الذري أكبر من أو يساوي (٨٣)، نوى غير مستقرة.

إجابة ورقة عمل (٨–١)

١– نطاق الاستقرار.

٢– أ) ${}^{14}_{7}N$ ب) ${}^{23}_{11}Na$ جـ) ${}^{90}_{40}Zr$

٣– لأنه في هذه النوى يزداد العدد الذري فتزداد قوة التنافر الكهربائية بين أزواج البروتونات، فيتطلّب وجود عدد من النيوترونات – يفوق عدد البروتونات – التي تنشأ بينها قوة نووية فقط، ما يجعل القوة النووية بين أزواج النيوكليونات في هذه النوى سائدة على قوة التنافر الكهربائية بين البروتونات، فتكون مستقرة إذا كان (N) أكبر من (Z) فتقع فوق الخط Z=N.

٤– لأن حجم نوى هذه العناصر يكون كبيرًا، فتتباعد النيوكليونات عن بعضها؛ ولأن القوة النووية ذات مدى قصير، فتكون قوة التنافر الكهربائية بين ازواج البروتونات سائدة على قوى التجاذب النووية بين أزواج النيوكليونات المتجاورة ، ما يجعلها نوى غير مستقرة.

١) ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

(١) نواة كتلتها (ك) و.ك.ذ ومجموع كتل مكوناتها (كَ) و.ك.ذ؛ فإن طاقة الربط النووية لها بوحدة (مليون إلكترون فولت) تساوي.

أ) (ك– كَ)×٩٣١,٥ ب) (ك– كَ) س^{٢}

جـ) (كَ –ك) ×٩٣١,٥ د) (كَ –ك) س^{٢}

(٢) إذا كان الفرق بين مجموع كتل مكونات نواة $^{56}_{26}Fe$ وكتلة النواة نفسها يساوي (٠,٥) و.ك.ذ، فإن طاقة الربط للنواة تقريبًا تساوي:

أ) ٠,٥ جول ب) ٠,٥ مليون إلكترون فولت

جـ) ٤٦٥,٥ مليون إلكترون فولت د) ٤,٥×١٠^{١٦}جول

الحل

١) جـ ٢) جـ

إثراء

١) يبيّن الجدول الآتي بيانات تتعلّق بثلاث نوى، اعتمادًا على البيانات رتّب النوى تنازليًّا وفقًا لدرجة استقرارها.

النواة	العدد الذري	عدد النيوترونات	طاقة الربط النووية (مليون إلكترون فولت)
A	٩	١٠	١٥٢
B	٥٠	٧٠	١٠٢٠
C	٦	٦	٩٠

٢) علّل: تكون النوى الناتجة عن الانشطار النووي لنواة ثقيلة، أكثر استقرارًا من النواة الثقيلة نفسها.

الحل

١) نحسب لكل نواة طاقة الربط النووية لكل نيوكليون من علاقة طاقة الربط لكل نيوكليون وعليه، تكون النواة B الأكثر استقرارًا.

٢) لأن النوى الناتجة ذات أعداد كتلية أقل وكتلها أقرب إلى كتلة نواة الحديد، فتكون طاقة الربط النووية لكل نيوكليون فيها أكبر من النواة الأم المنشطرة، فتكون أكثر استقرارًا.

١) اذكر صفتين مشتركتين بين النيوترينو وضديد النيوترينو.
٢) علّل: قدرة غاما على النفاذ عالية جدًّا، بينما قدرتها على التأيين منخفضة جدًّا.
٣) ما تفسيرك لخروج بيتا السالبة من النواة الباعثة له بعد تحلّل أحد نيوترونات النواة.
٤) علّل قدرة ألفا على التأيين كبيرة بينما قدرتها على النفاذ قليلة.

الحل

١) – كلاهما ليس له شحنة.
– كلاهما كتلته مهملة مقارنة بكتلة الإلكترون.
٢) وذلك لأن غاما أشعة كهرمغناطيسية (فوتونات) ليس لها شحنة وليس لها كتلة، فاحتمال تصادمها مع ذرات ودقائق المادة صغير جدًّا فتأيينها للمادة قليل جدًّا فنفاذيتها عالية.
٣) لأن كتلتها صغيرة مقارنة مع كتلة البروتون، فطول الموجة المصاحبة لها ($\lambda = \frac{هـ}{ك\ ع}$) يكون أكبر من أن تحتويها النواة فتخرج منها.
٤) لأنها جسيمات مادية، لها كتلة كبيرة (كتلة نواة الهيليوم)، ولها شحنة تساوي ضعفي شحنة البروتون، فاحتمال تصادمها مع ذرات ودقائق المادة يكون كبيرًا جدًّا، وتفقد في كل تصادم جزءًا من طاقتها، وعليه يكون تأيينها كبيرًا ونفاذيتها قليلة.

إثراء

١) علّل: في تفاعل اضمحلال ألفا يكون مجموع كتل المواد الناتجة أقل من كتلة النواة الأم.
٢) الصيغة العامة لاضمحلال ألفا تمثّل بالمعادلة الآتية:

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

قارن بين النواتين (X) و (Y) من حيث:
أ) العدد الكتلي والعدد الذري.
ب) حجم النواة.
جـ) درجة استقرار النواة.

علاج

١) وضّح آلية إجراء عملية التعقّب؛ للكشف عن الانسدادات في الأوعية الدموية.
٢) علّل: يعدّ النيوترون قذيفة نووية مثالية.

الحل

١) يُحقن محلول يحتوي نظيرًا مشعًّا مناسبًا في وريد المريض للكشف عن نشاط الدورة الدموية، ثم يتم تعقب أثر النظير المشع في الأوعية الدموية بوساطة أجهزة خاصة، لمعرفة إذا كان دم المريض ينساب بشكل طبيعي أم لا ، ولتحديد موقع الانسداد إن وجد بدقة.
٢) لأنه جسيم متعادل الشحنة، فلا يتفاعل مع النواة جذبًا أو تنافرًا؛ فهو جسيم نفّاذ وأقدر على اختراق النواة.

٣) قارن بين بيتا (β_{-1}) و (β_{+1}) من حيث:
اسم كل منهما، الكتلة ، الشحنة، آلية انبعاثه من النواة.

٤) وضّح المقصود بالنيوترينو.

الحل

١) وذلك لأن النقص في الكتلة يتحوّل إلى طاقة حركية يمتلكها جسيم ألفا والنواة الناتجة وفقًا لمعادلة أينشتين ($ط = \Delta ك\ س^2$).

٢) أ) العدد الكتلي في (Y) يقل عنه في (X) بمقدار (٤) ويقل العدد الذري في (Y) عنه في (X) بمقدار(٢).
ب) حجم النواة (Y) أقل من حجم النواة (X).
جـ) استقرار النواة (Y) أكبر من استقرار النواة (X).

٣)

وجه المقارنة	جسيم β_{-1}	جسيم β_{+1}
الاسم	بيتا السالبة (الإلكترون)	بيتا الموجبة (البوزترون)
الكتلة	مساوية لكتلة الإلكترون	مساوية لكتلة الإلكترون
الشحنة	سالبة وتساوي شحنة الإلكترون	موجبة وتساوي شحنة البروتون
آلية انبعاثه من النواة	ينبعث من النواة نتيجة لتحلل أحد نيوترونات النواة وفقًا للمعادلة: $_0^1n \longrightarrow {}_1^1p + {}_{-1}^0e + \bar{\nu}$	ينبعث من النواة نتيجة لتحلل أحد بروتونات النواة وفقًا للمعادلة: $_1^1p \longrightarrow {}_0^1n + {}_{+1}^0e + \nu$

٤) جسيم لا شحنة له وكتلته مهملة، افترض انبعاثه مصاحبًا لانبعاث بيتا الموجبة للإبقاء على قانوني حفظ الزخم وحفظ (الطاقة–الكتلة) قائمين في اضمحلال بيتا الموجبة.

إثراء

تبدأ سلسلة اضمحلال إشعاعي بنواة $^{235}_{92}U$، ما رمز النواة الناتجة بعد سلسلة من التحولات انبعث خلالها جسيم ألفا واحد، وجسيما بيتا؟

الحل

$$^{235}_{92}U \longrightarrow {}_2^4X + {}_2^4He + 2\ {}_{-1}^0e + 2\ \bar{\nu}$$

من حفظ العدد الكتلي (A) = ٢٣٨ – ٤ = ٢٣٤

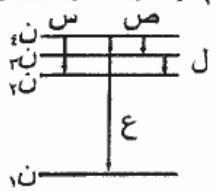
من حفظ العدد الذري (Z) = ٩٢ + ٢ – ٢ = ٩٢

ولأن العدد الذري للنواة الناتجة نفسه للنواة الأم؛ فالنواة الناتجة هي نظير اليورانيوم $^{234}_{92}U$

وزارة صيفي 2019

أ) يبين الشكل المجاور أربعة انتقالات (س، ص، ع، ل) لإلكترون ذرة الهيدروجين بين مستويات الطاقة.

أولًا: **أي الانتقالات يُعطي خطًا طيفيًا:** (٧ علامات)



١- يقع في متسلسلة باشن.

٢- يقع في منطقة الضوء المرئي.

٣- له أقصر طول موجي.

ثانيًا: **أثبت** أن أقصر طول موجي لفوتون ينبعث في أي متسلسلة يُعطى بالعلاقة: $\lambda = \frac{ن^2}{R_H}$

ب) تأمل معادلة التفاعل النووي المجاورة **ثم أجب عما يأتي:** (١٥ علامة)

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

١- حدد رمز العنصر الذي يمثل القذيفة.

٢- أي النواتج يمتلك طاقة حركية أكبر؟

٣- ماذا يمثل الرمز (X) في المعادلة؟

٤- **احسب ما يأتي:**

- طاقة الربط النووية لكل نيوكلون لنواة ($^{4}_{2}He$) إذا علمت أن ($\Delta ك = ٠,٠٣٠٣$) و.ك.ذ
- نصف قطر نواة ($^{27}_{13}Al$).

ج) تمثل المعادلة النووية ($^{A}_{Z}X \rightarrow ^{A-4}_{Z-2}Y + ^{4}_{2}He$) اضمحلال ألفا، **أجب عما يأتي:** (٦ علامات)

١- قارن بين النواة الناتجة والنواة الأم من حيث: حجم النواة، ودرجة الاستقرار.

٢- علّل: يكون مجموع كتل النواتج أقل من كتلة النواة الأم (المشعة).

د) **انقل إلى دفتر إجابتك رقم الفقرة ورمز الإجابة الصحيحة لها:** (١٢ علامة)

١- يُصاحب الأجسام المتحركة جميعها موجات وفقًا لفرضية دي بروي تسمى موجات:

أ) المادة ب) كهرمغناطيسية ج) ميكانيكية د) الضوء

٢- كتلة نواة العنصر تكون:

أ) مساوية لمجموع كتل مكوناتها ب) مساوية لمجموع الأعداد الذرية لمكوناتها

ج) أكبر من مجموع كتل مكوناتها د) أصغر من مجموع كتل مكوناتها

٣- تتشابه نظائر العنصر الواحد في:

أ) عدد البروتونات ب) عدد النيوترونات ج) عدد النيوكليونات د) العدد الكتلي

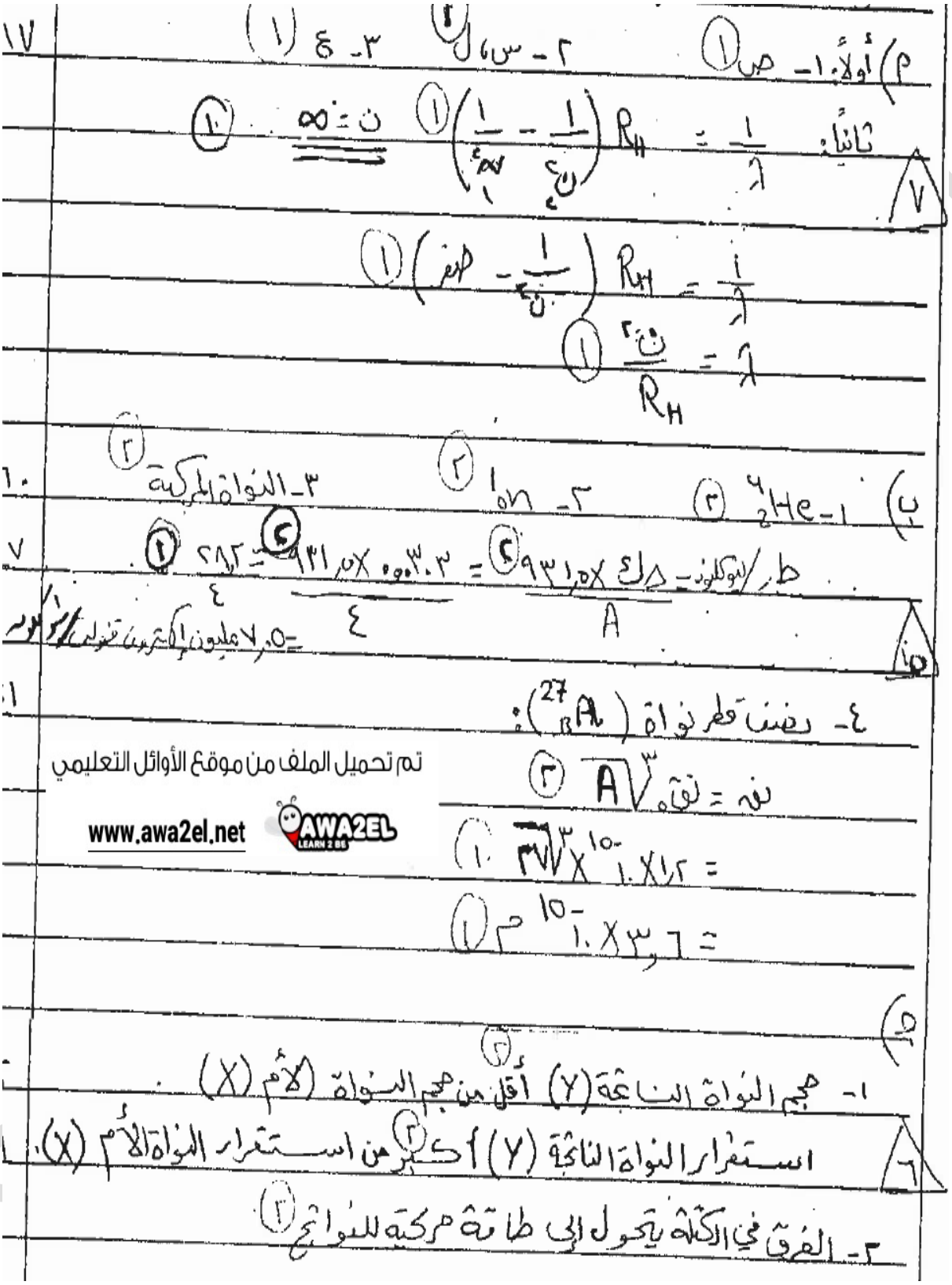
٤- رمز العنصر الذي تمتلك ذراته أكبر طاقة ربط نووية من العناصر الآتية هو:

أ) $^{4}_{2}He$ ب) $^{12}_{6}C$ ج) $^{56}_{26}Fe$ د) $^{235}_{92}U$

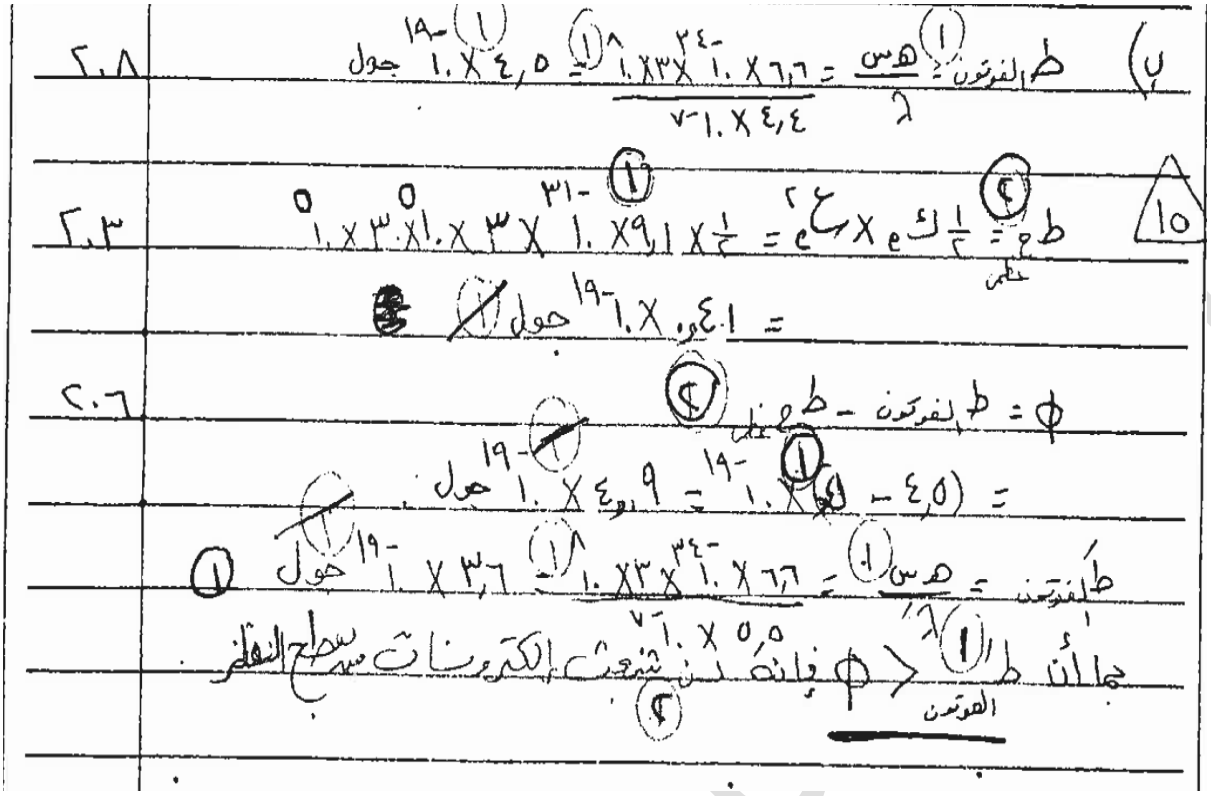
٤- تسمى الطاقة اللازم إعطاءها لإلكترون ذرة الهيدروجين لكي يغادر مداره نهائيًا دون إكسابه طاقة حركية:

أ) طاقة التأين ب) طاقة الإثارة ج) طاقة المدار د) اقتران الشغل

ب) سقط ضوء طوله الموجي ($٤,٤ \times ١٠^{-٧}$) م على سطح فلز فانبعثت منه إلكترونات سرعتها (٣×١٠^{٥}) م/ث.
إذا سقط ضوء طوله الموجي ($٥,٥ \times ١٠^{-٧}$) م، فهل ستنبعث إلكترونات من سطح الفلز؟ **فسر إجابتك رياضيًا.**
(١٥ علامة)



تم تحميل الملف من موقع الأوائل التعليمي
www.awa2el.net



saleh AL-bshish

وزارة 2019 تكميلي

أ) إلكترون ذرة الهيدروجين في أحد مستويات الطاقة، طاقته (−٣,٤) إلكترون فولت. (١٠ علامات)

أجب عمّا يأتي:

١- ماذا تعني الإشارة السالبة في مقدار طاقة المستوى؟

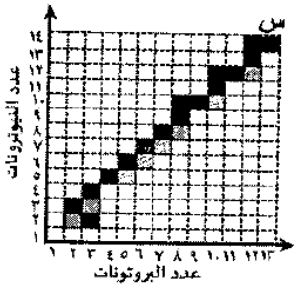
٢- احسب طاقة الفوتون المنبعث بوحدة الجول عندما يعود الإلكترون إلى مستوى الاستقرار.

ب) ادرس المعادلة النووية ($^{1}_{1}H \rightarrow {}^{1}_{0}n + X + Z$) ثم أجب عمّا يأتي: (٨ علامات)

١- اكتب بالكلمات أسماء الجُسيمات (X، Z) التي تجعل المعادلة موزونة.

٢- احسب الطاقة المكافئة لكتلة نواة ذرة الهيدروجين ($^{1}_{1}H$).

ج) يمثّل الشكل المجاور جزءًا من منحنى استقرار بعض النوى. (١٠ علامات)



أجب عمّا يأتي:

١- احسب نصف قطر النواة (س).

٢- فسّر:

انحراف نطاق الاستقرار نحو الأعلى مع زيادة العدد الذري.

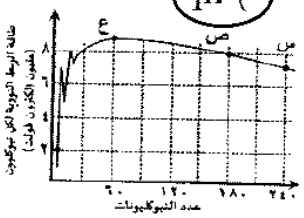
د) **انقل إلى دفتر إجابتك رقم الفقرة ورمز الإجابة الصحيحة لها على الترتيب:** (١٢ علامة)

١- في التفاعل النووي الذي تمثله المعادلة: ($^{4}_{2}He + {}^{14}_{7}N \rightarrow {}^{17}_{8}O + {}^{1}_{1}H$) ، فإن النواة الناتجة التي تمتلك أكبر طاقة حركية:

تم التحميل من موقع الأوائل www.awa2el.net

أ) $^{4}_{2}He$ ب) $^{14}_{7}N$ ج) $^{17}_{8}O$ د) $^{1}_{1}H$

٢- اعتمادًا على منحنى طاقة الربط النووية لكل نيوكلْيون في الشكل المجاور، فإن الترتيب الصحيح للنوى (س، ص، ع) تنازليًا وفق استقرارها هو:



أ) (س، ص، ع) ب) (ص، ع ، س)

ج) (ع، س، ص) د) (ع، ص، س)

٣- تمتاز دقائق ألفا بقدرتها العالية على تأيين ذرات المادة التي تصطدم بها بسبب:

أ) كبر كتلتها، وكبر شحنتها ب) كبر كتلتها، وصغر شحنتها

ج) صغر كتلتها، وكبر شحنتها د) صغر كتلتها، وصغر شحنتها

٤- يحدث تفاعل الاندماج النووي في باطن الشمس بسبب توافر:

أ) ضغط مرتفع، ودرجة حرارة منخفضة ب) ضغط منخفض، ودرجة حرارة منخفضة

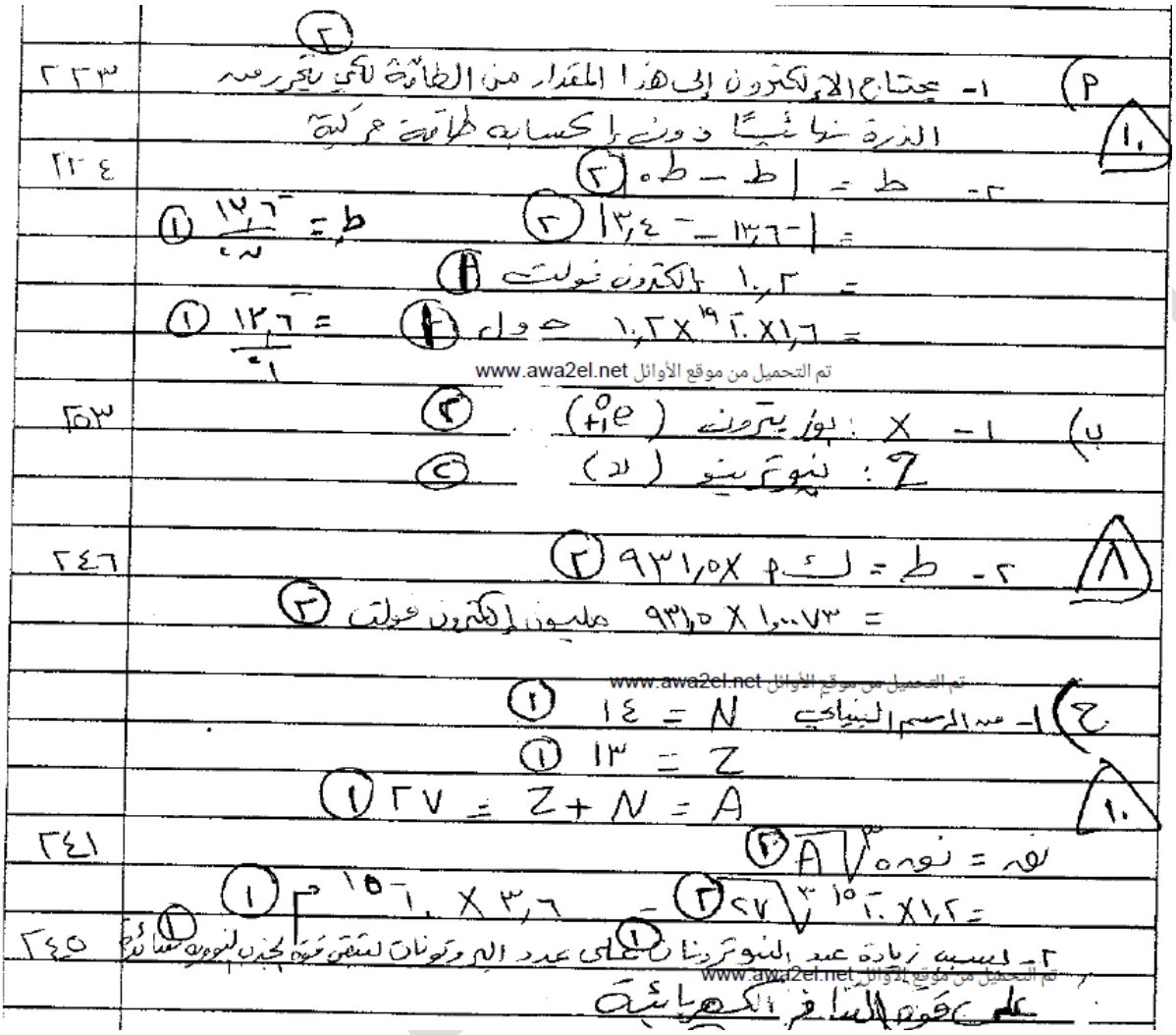
ج) ضغط مرتفع، ودرجة حرارة مرتفعة د) ضغط منخفض، ودرجة حرارة مرتفعة

- الطيف الذي يظهر على هيئة خطوط سوداء تتخلل الطيف المتصل للضوء يسمى طيف:

أ) غير مرئي ب) مرئي ج) امتصاص خطي د) انبعاث خطي

- تمثّل الصيغة ($R_H = \frac{1}{\lambda}(\frac{1}{4} - \frac{1}{n^2})$) متسلسلة:

أ) براكيت ب) باشن ج) بالمر د) ليمان



أ) ١- يحتاج الإلكترون إلى هذا المقدار من الطاقة لكي يتحرر من الذرة شاشيًا دون إكسابه طاقة حركية (٢) (١)

٢- $\Delta E = |E_0 - E|$ (٣) $= |-١٣,٦ - ١٣,٤|$ (٣) $= ١,٢$ إلكترون فولت (١)

$E_0 = \frac{-١٣,٦}{n^2}$ (١) $= \frac{-١٣,٦}{١}$ (١) $= -١٣,٦$ eV

ب) ١- X : بوزيترون $(^{0}_{+1}e)$ (٣)

Z : نيوترينو (ν) (٣)

٢- $E_0 = m_p c^2$ (٢) $= ٩٣١,٥$ MeV

$= ١,٠٠٧٣ \times ٩٣١,٥$ مليون إلكترون فولت (٣)

ج) ١- عدد الرسم البياني $N = ١٤$ (١)

$Z = ١٣$ (١)

$A = Z + N = ٢٧$ (١)

$^{27}_{13}Al$ نواة $= ^{A}_{Z}X$ (٣)

$= ٢٧ \times ١,٢ \times ١٠^{-٢٧}$ (٢) $= ٣,٦ \times ١٠^{-١٥}$ م (١)

٢- لسبب زيادة عدد النيوترونات على عدد البروتونات لتحقق قوة الجذب النووية تماسك النواة على قوة التنافر الكهربائية (١)

تم التحميل من موقع الأوائل www.awa2el.net