الفصل الرابع: مقدمة إلى فيزياء الكم

أولاً: الظاهرة الكهروضوئية

هي ظاهرة تحرر إلكترونات من سطح فلز نتيجة سقوط ضوء مناسب عليها.

الاحتمالات:

1. $ت_{ك} < ت_{ك_0}$ ← لا يتحرر إلكترون مهما زادت شدته ($\phi > هـ$).
2. $ت_{ك} = ت_{ك_0}$ ← يتحرر دون $طـ_{ك}$ ($\phi = هـ$).
3. $ت_{ك} > ت_{ك_0}$ ← يتحرر + $طـ_{ك}$ ($\phi < هـ$).

شدة الضوء ← عدد الفوتونات الساقطة ← عدد الإلكترونات المتحررة ← التيار

تردد الضوء ← $طـ_{ك_{عظمى}}$ ← $\Delta جـ$

*** القانون العام:**

$طـ_{الفوتون}$ = ϕ + $طـ_{ك_{عظمى}}$

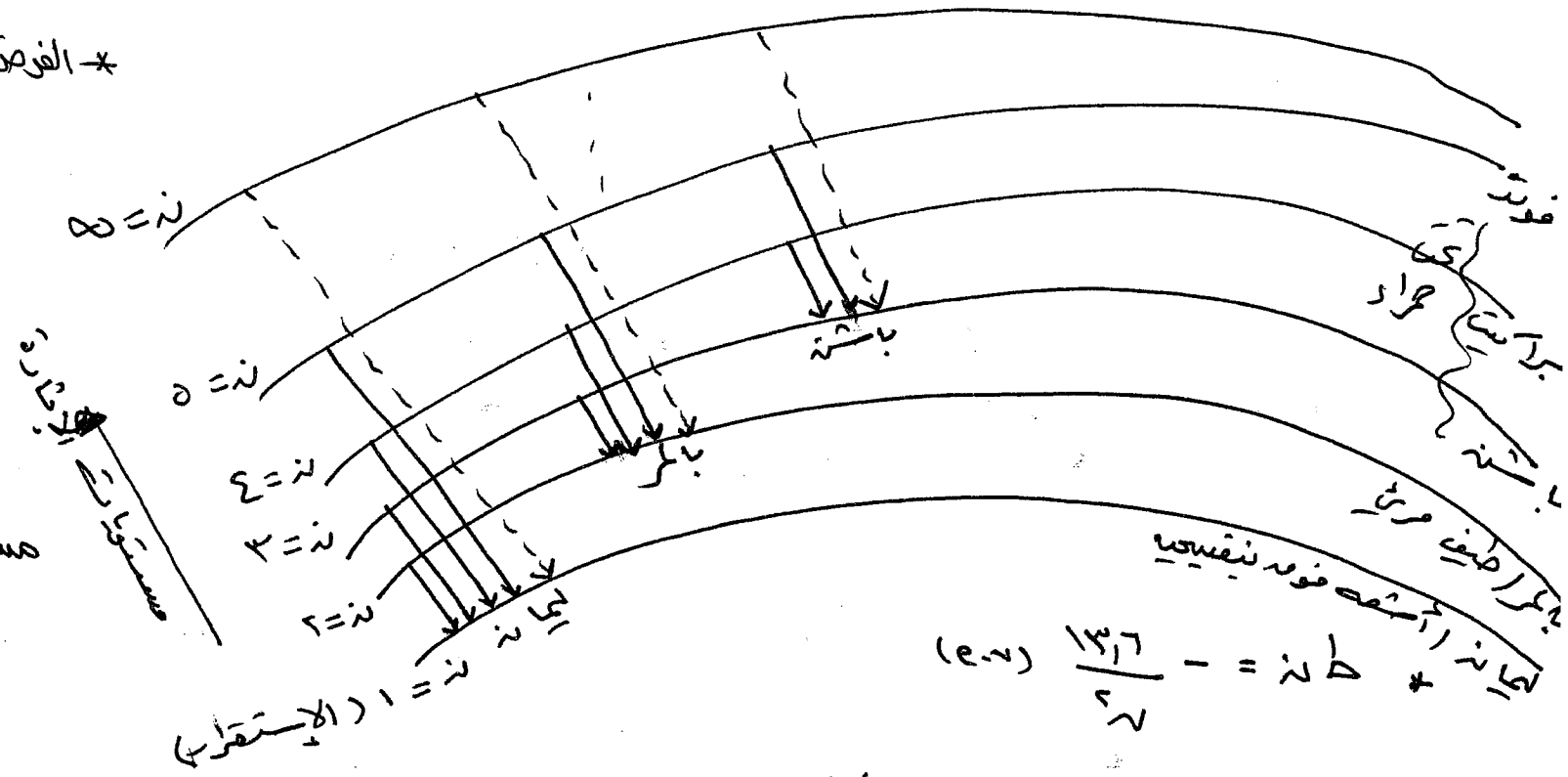
$هـ \times ت_{ك}$ = $هـ \times ت_{ك_0}$ + $\frac{1}{2} ع^2 \Delta ك$

$\frac{س}{\lambda}$ = $\frac{س}{\lambda_0}$ + $\Delta ك$

(λ_0 العتبة)

*** أبرز الرسومات الهامة:**

1. $طـ_{ك}$ — $ت_{ك}$: الميل = $[هـ]$ وحدته (جول.ث)
2. $ت$ — $\Delta جـ$: $ت$ الإشباع
3. $\Delta جـ$ — $ت_{ك}$: الميل = $\frac{[هـ]}{ع^2}$



* الفرض الرابع لبور:

$ع_{لأ} = ن \left(\frac{هـ}{٢\pi}\right)$

الزخم الزاوي حين أنه سيأخذ عدد صحيح من مضاعفات $\left(\frac{هـ}{٢\pi}\right)$

* $ط_{ن} = -\frac{١٣,٦}{ن^{٢}}$ (e.v)

* $ط_{الفوتون} = ط_{نهائي} - ط_{ابتدائي}$ e.v

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

R_H: ثابت ريدبيرغ $= ١,٠٩٧ \times ١٠^{٧}\ م^{-١}$

ما يحدد اسم المتسلسلة / نوع الطيف

* $لعـ = ن^{٢} \times$ لعدن

$٢٩,٥ \times ١٠^{-١١}$

إنتبه!!!

مستوى الإثارة الأول ← ن = ٢

" الثاني ← ن = ٣

وهكذا...

لحساب:

* أقصر طول موجي ← أكبر تردد ← أكبر طاقة

نعوض $ن_{ابتدائي} = \infty$

* أكبر طول موجي ← أقل تردد ← أقل طاقة

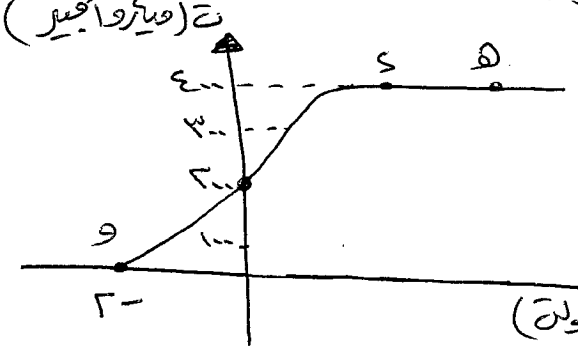
نعوض $ن_{ابتدائي} = ن_{نهائي} + ١$

* الطاقة اللازم تزويد الإلكترون بها ليغادر الذرة:

$ط_{اللازمة} = +\frac{١٣,٦}{ن^{٢}}$

أسئلة عامة على فيزياء الكم :-

١- يبين الشكل العلاقة بين فرق الجهد والتيار الكهروضوئي محققاً على الشكل ، أجب تالياً :



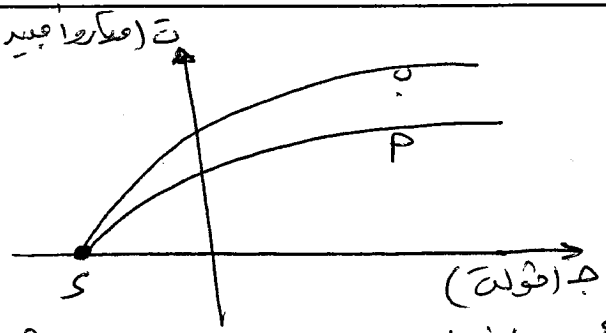
① ما مقدار تيار الإشباع ؟

② لماذا التيار ثابت بين النقطتين (ء) و (ه) على الرغم من زيادة فرق الجهد ؟

③ ما مقدار التيار الكهروضوئي الناتج عند سقوط الضوء على قطبة الخلية عند تلاشياً بمقدار فرق الجهد ؟

④ ما مقدار الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية بوحدة (إ.ف) ؟

٢- ت (ميكرو أمبير)



① أي المنحنيين (م ، ب) تكون شدة الضوء الساقط عليه الخلية أكبر ؟ ولماذا ؟

② أي المنحنيين تردد الضوء الساقط له أكبر ؟

③ ماذا يمثل النقطة (ء) ؟

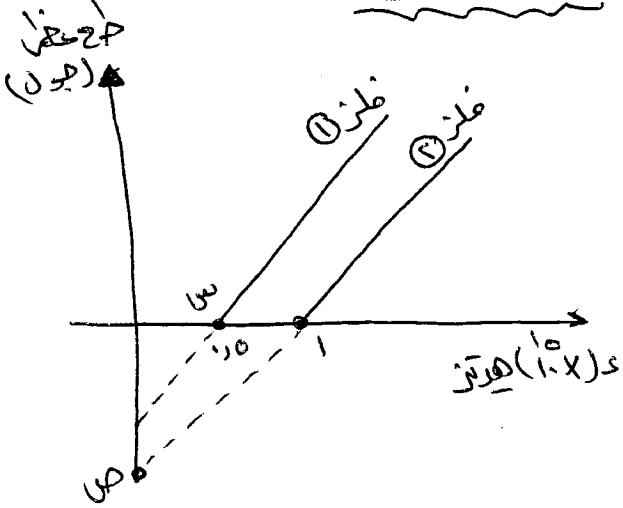
④ ما دلالة تناقص التيار الكهروضوئي تدريجياً مع الاستمرار في زيادة فرق الجهد العكسي ؟

ج/ علل : ① سقط ضوء على سطح فلز فانبعثت إلكترونات مختلفة في الطاقة الحركية ؟

② سقط ضوء أحمر على سطح فلز ما فلم يتحرر منه الكترونات ؟

③ يزداد التيار الكهروضوئي كلما زادت شدة الضوء الساقط على الباعث ؟

السؤال الثاني: -



- فسر توازي المنحنيات ؟
- علل ماذا تدل النقطة (س) ؟
- احسب مقدار (ص) ؟
- إذا سقط ضوء طول موجته (٤٠٠ ×) فأوجد على الفلزين أيهما تنبعث منه الكترونات ثم احسب الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة ؟

السؤال الثالث:

سقط فوتون تردده (١×١٠^{١٥} هيرتز) على فلز دالة الشغل له ($٣,٢ \times ١٠^{-١٩}$ جول، احسب:

① تردد العتبة للفلز ؟

② الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة ؟

السؤال الرابع: -

إذا علمت أن أكبر طول موجي يستطيع تحرير الم منه سطح الفلز = λ_o ، و سقط ضوء طول موجته ($\frac{٤}{٥} \lambda_o$) على سطح هذا الفلز أثبت أن الطاقة الحركية للإلكترون المتحرر تساوي ثلاثة أضعاف دالة الشغل لهذا الفلز ؟

السؤال الخامس:

① علل: - أبسط الأطياف الذرية دراسة وتحليلاً هو طيف ذرة الهيدروجين ؟

② ما الفرضيات التي استفاد منها بور عند وضع نموذجه ؟

③ هل يمكن للإلكترون في مداره ما أن يكون زخمه الزاوي يساوي :

أ- $\frac{٣h}{٢\pi}$ ؟

ب- $\frac{h}{٢\pi ٤}$ ؟

السؤال السادس :-

وجد الكترون في مدار زخمه الزاوي ($3,15 \times 10^{-34}$) جول . ث

احسب :

أ- رقم المدار الذي يوجد به ؟

ب- الطاقة اللازم تزويد الالكترون بها ليغادر الذرة نهائياً ؟

ج- طاقة فوتون المنبعث عند عودة الالكترون إلى مستوى الإستقرار؟

السؤال الرابع :-

أ- أثبت أن سرعة الإلكترون في المدار الثاني تحقق العلاقة :

$$ع_e = \frac{هـ}{٢\pi ك_e \, ل ن}$$

ب- إحسب أكبر طول موجي في متسلسلة ليمان ؟

ج- إحسب أقصر طول موجي في متسلسلة باشن؟

د- إنتقل الكترون من مستوى الإثارة الثاني إلى المستوى (ن) فانبعث فوتوناً طاقته او١٢ e.v ، إحسب :

١- رقم المدار الذي إنتقل إليه ؟

٢- الزخم الزاوي لهذا الفوتون الابتدائي والنهائي ؟

هـ- إنتقل e^- من مستوى طاقة ثالثة إلى مستوى طاقة ثاني ، أجب عما يلي :-

١- ما اسم المتسلسلة التي ينتمي إليها الطيف المنبعث ؟

٢- إحسب طول موجة لفوتون المنبعث

٣- طاقة لفوتون المنبعث بوحدة e^- ؟

حلول أسئلة فيزياء الكم :-

١ **P** ١- ت الإشباع = ٤٠٠ ميكرو أمبير .

٢- هذا يعني أنه الإلكترونات المتحررة من المهبط جميعها قد وصلت إلى المصعد .

٣- ت = ٢٠٠ ميكرو أمبير .

٤- طح عظمى (e.v) = |Δ جـ هـ| = ٢ e.v

ب ١- شدة (ب) > شدة P لأنه تيار (ب) أكبر من تيار (P)

٢- بما أنه Δ جـ هـ = Δ جـ هـ ب

∴ ت ك P = ت ك ب

٣- تمثل فرعه حجم القطع .

٤- يدل على أنه الم المتحررة متضاءلة في طاقتها الحركية .

ج ١- بسبب إختلاف موقع الإلكترونات بحيث يكون الإلكترون ذو الأعلى طاقة حركية أقرب للسطح .

٢- لأنه تردد الضوء لا قط أقل من تردد العتبة .

٣- لأنه زيادة شدة الضوء تؤدي إلى زيادة عدد الفوتونات لا قط وبالتالي زيادة عدد الم المتحررة وبالتالي زيادة التيار .

٢ ١- لأنه يمثل كمية ثابتة [ثابت بلانك (هـ)] .

٢- تردد العتبة للفلز ① $= \frac{\text{جـ}}{\lambda_{\text{ع}}} = \frac{\text{هـ ك ت}_{\text{ع}}}{\lambda_{\text{ع}}} = \frac{٦,٦ \times ١٠^{-٣٤} \times ١ \times ١٠^{١٥}}{٦,٦ \times ١٠^{-٢٤}} = ١٠^{١٥}$ هرتز

٣- ص = $\frac{\text{جـ}}{\lambda} = \frac{\text{هـ ك ت}_{\text{ع}}}{\lambda} = \frac{٦,٦ \times ١٠^{-٣٤} \times ٣ \times ١٠^{١٥}}{٤ \times ١٠^{-٧}} = \frac{٣ \times ١٠^{١٥}}{٤}$ هرتز

٤- $\lambda = ٤٠٠ \times ١٠^{-٩} = ٤ \times ١٠^{-٧} \leftarrow$ ت ك $= \frac{\text{جـ}}{\lambda} = \frac{٣}{٨}$

بما أنه ت ك < ت ك (١) ∴ ينبعث e من الفلز (١) فقط .

~~طح عظمى (١) = طح عظمى (٢) ← طح الفوتون = ∅ + طح عظمى~~

طح الفوتون = ∅ − طح عظمى

= هـ ك ت ك − هـ ك ت ك .

$= هـ (ت ك - ت ك) = ٦,٦ \times ١٠^{-٣٤} \left(\frac{٣}{٤} \times ١٠^{١٥} - \frac{١}{٢} \times ١٠^{١٥} \right)$

∴ طح عظمى $= \frac{٦,٦}{٤} \times ١٠^{-١٩}$ جول

[٣] ١- $\phi = هـ \times ت_{ى}$.

$\therefore ت_{ى} = \frac{\phi}{هـ} = \frac{٣,٢ \times ١٠^{-١٩}}{٦,٦ \times ١٠^{-٢٤}} = \frac{١}{٤} \times ١٠^{١٥}$ هيرتز.

٢- $ط_{حـ عظمى} = ط_{الفوتون} - \phi$

$= هـ \times ت_{ى} - \phi$

$= ٦,٦ \times ١٠^{-٢٤} \times ١ \times ١٠^{١٥} - ٣,٣ \times ١٠^{-١٩}$

$= ٣,٣ \times ١٠^{-١٩}$ جول

[٤] $ط_{حـ عظمى} = ط_{الفوتون} - \phi$

$= هـ \times ت_{ى} - هـ \times ت_{د}$.

$= هـ \times \frac{٣}{٨} - هـ \times \frac{٣}{١٠}$

$= هـ \times ٣ \left(\frac{١}{٨} - \frac{١}{١٠} \right)$

$= هـ \times ٣ \left(\frac{١}{٨} - \frac{١}{١٠ \times ٤} \right)$

$= هـ \times ٣ \left(\frac{١}{٨} - \frac{٤}{١٠ \times ٤} \right) = \frac{٣ هـ}{١٠ \times ٨}$

$= ٣ هـ \times ت_{ى}$ وهو المطلوب

[٥] ١- الإحتواء على بروتون واحد وإلكترون واحد فقط.

٢- استفاد فيزيائيون من :

أ- نموذج رذرفورد للذرة ب- الزخم الزاوي

ج- مفاهيم بلانك وآينشتاين في تكمية الطاقة.

٣- أحمد يمكنه أو لا يمكنه أن يقوم بحساب رقم الكم (ن)

إذا (ن) ← عدد صحيح ← يمكنه

كسر غير صحيح ← لا يمكنه.

أ- $ع ز = ن هـ \leftarrow \frac{هـ}{٢ط} = \frac{٢هـ}{٢ط} = \frac{ن هـ}{ن ٢ط}$

$\therefore$ ن = ٤ عدد صحيح $\therefore$ يمكنه أن يملك الإلكترون هذا الزخم الزاوي.

ب- $ع ز = ن هـ \leftarrow \frac{هـ}{٢ط} = \frac{هـ}{٤ط} = \frac{ن هـ}{ن ٢ط}$

ن = $\frac{١}{٢}$ عدد غير صحيح إذاً لا يمكنه أن يملك الإلكترون هذا الزخم الزاوي.

٦ غ ز = $\frac{ن هـ}{ط ٢}$

$\frac{ن \times ٦,٦ \times ١٠^{-٢٤}}{\frac{٢٢}{٧} \times ٢} = ٣,١٥ \times ١٠^{-٢٤}$

∴ ن = ٣

٢- الطاقة اللازمة = $+\frac{١٣,٦}{ن^{٢}}$

$= +\frac{١٣,٦}{٩} = +١,٥$ e.v

٣- ط لفوتون = | ط النهائي - ط الابتدائي |

$= \left| \frac{-١٣,٦}{\text{ن}^{٢}\text{النهائي}} - \frac{-١٣,٦}{\text{ن}^{٢}\text{الابتدائي}} \right|$

$= |-١٣,٦ + ١,٥|$

$= ١٢,١$ e.v

٧ أ- ع ك ل = $\frac{ن هـ}{ط ٢}$

∴ ع = $\frac{ن هـ}{ط ٢ ك ل} = \frac{ك هـ}{ط ٢ ك (ن عظمى - ن)}$

∴ ع = $\frac{هـ}{ط ٢ ك ل ن عظمى} = \frac{هـ}{٤ ط ٢ ك ل ع^{٢}}$ وهو المطلوب

ب- ليمان ← ن نهائي = ١

أكبر طول موجي ∴ أقل تردد ∴ ن ابتدائي = ن نهائي + ١ = ٢

$\frac{١}{\lambda} = R_H \left(\frac{١}{٤} - \frac{١}{٤ \times ١} \right) \leftarrow \frac{R_H \, ٣}{٤} = \lambda = \frac{٤}{٣} \times ١٠^{-٧}$ م

ج- باشن ← ن نهائي = ٣

أقصر طول موجي ∴ أكبر تردد ∴ ن ابتدائي = ∞

$\frac{١}{\lambda} = R_H \left(\frac{١}{\infty} - \frac{١}{٩} \right) \leftarrow \frac{٩}{R_H} = \lambda = ٩ \times ١٠^{-٧}$ م

د- ن ابتدائي = ٣ ← ط ابتدائي = $\frac{-١٣,٦}{ن^{٢}} = -١,٥$ e.v

ط لفوتون المنبعث = ط النهائي - ط الابتدائي

$-١٢,١ =$ ط النهائي $- (-١,٥)$

∴ ط النهائي $= -١٣,٦ \leftarrow$ ن النهائي = ١ ← فوتون منبعث

هـ- غ ز (٣) = $\frac{ن هـ}{ط ٢} = \frac{٣ \times ٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}}{\frac{٢٢}{٧} \times ٢} = ١٥,٣ \times ١٠^{-٢٤}$ جول . ث

غ ز (١) = $\frac{ن هـ}{ط ٢} = ١,٠٥ \times ١٠^{-٢٤}$ جول . ث

هـ- $n_{ابتدائي} = 2 \leftarrow$ ط $= \frac{-13,6}{n^2} = -1,5$ eV

$n_{نهائي} = 2 \leftarrow$ ط $= \frac{-13,6}{4} = -3,4$ eV

[1] متسلسلة بالمر.

ج) $\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n^2_{نهائي}} - \frac{1}{n^2_{ابتدائي}} \right)$

$= R_H \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{9 \times 4} \right) = \frac{5 R_H}{36}$

$\therefore \lambda = \frac{36}{5} \times 10^{-7}$ م

د) ط الفوتون المنبعث $= |$ ط $_{نهائي}$ - ط $_{ابتدائي}|$

$= |-3,4 + 1,5|$

$= 1,9$ eV

الفصل الثامن: الفيزياء النووية

- يرمز للنواة بالرمز $_{Z}^{A}X$
  - A ← الكتلة = $P + N$ = النيوكليونات
  - Z ← الذرية = P
  - عدد N = الكتلة − الذرية
- كثافة جميع الأنوية ثابتة لذلك
  كثافة X / كثافة Y = 1 دائماً.
- لحساب كتلة النواة التقريبية:

$$\text{ك}_{\text{نواة تقريبية}} = A \times \text{ك}_{P \text{ أو } N}$$

- نصف نواة = $\sqrt[3]{A}$ بعد $\times 1{,}2 \times 10^{-15}$

* القوة النووية: هي قوة تجاذب تنشأ بين النيوكليونات المجاورة في النواة وذات مدى قصير جداً وتعتبر بكبر مقدارها وقصر مداها.

* معادلة آينشتاين في تكافؤ الكتلة والطاقة:

$$\text{ط}_{(\text{جول})} = \Delta\text{ك}_{(\text{كغ})} \times \text{س}^2$$ حيث س = سرعة الضوء 3×10^8 م/ث

* تمكنت العلماء من تعيين كتل الذرات وكتل مكوناتها بدقة كبيرة بعد إختراع [جهاز مطياف الكتلة].

* إنتبه!!!

(مجموع كتل مكونات النواة) > (كتلة النواة)، علل؟

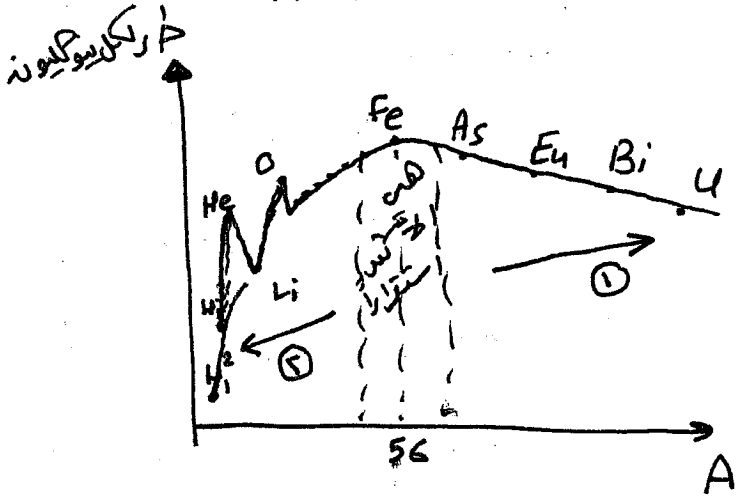
هذا الفرق في الكتلة يمثل الطاقة التي تزود بها النواة لتفصل مكوناتها (ط ر).

* $\text{ط}_{\text{ر}} = \Delta\text{ك} \times 931{,}5$ Mev

$= [P\,\text{ك}_{P} + N\,\text{ك}_{N}] - \text{ك}_{\text{النواة}} \times 931{,}5$ Mev

* لحساب طاقة الربط لكل نيوكليون :

$$\text{ط ر لكل نيوكليونة} = \frac{\text{ط ر}}{A}$$



حسب الرسم البياني :

- الأنوية المتوسطة في العدد الكتلي مثل Fe هي الأكثر استقراراً لأنه لها أعلى ط ر لكل نيوكليونة .

- لكي يرتسم السهم رقم ① يجب الأنوية أكثر ميلاً للانشطار . فمثلاً (U) أكثرهم ميلاً للانشطار .

- لكي يرتسم السهم رقم (٢) يجب الأنوية أكثر ميلاً للاندماج .

النشاط الإشعاعي : عملية الإنبعاث التلقائي للإشعاع من النوى غير المستقرة .

* أنواع الإشعاع :

١ ألفا ($He_2^4 = {}^4_2\alpha$) قدرتها على الاختراق ضعيفة وقدرتها على التأين عالية لكبر حجمها وكتلتها مما يجعل احتمال تصادمها مع ذرات المادة كبيراً .

٢ بيتا ($e_{-1}^0 = {}^0_{-1}\beta$)

٣ غاما (${}^0_0\gamma$)

* أخطر أنواع الإشعاع عندما يكون مصدره

- خارج الجسم ← غاما
- داخل الجسم ← ألفا

* المبادئ التي تتحقق في التفاعلات النووية :

١- مبدأ حفظ العدد الكتلي .
٢- -- -- -- الذري .
٣- -- -- -- الكتلة - الطاقة .
٤- -- -- -- الزخم .

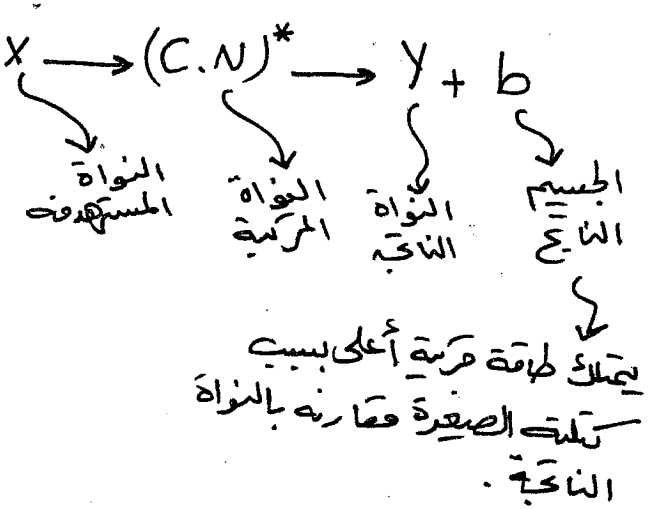
* سلاسل الإضمحلال الإشعاعي الطبيعي : هي مجموعة تحولات متتالية تلقائية تبدأ بنظير مشع لعنصر ثقيل وتنتهي بنواة نظير مستقر لعنصر آخر .

* من أشهر سلاسل الإضمحلال الإشعاعي الطبيعي : U_{92}^{235}

١- سلسلة اليورانيوم ٢- سلسلة الأكتينوم تبدأ بـ

٣- سلسلة الثوريوم تبدأ بـ Th_{90}^{232}

* الإشعاع النووي الصناعي :-



القذيفة [يتم تسريعها بواسطة المسارعات النووية لتكتسب طاقة حركية عالية منها إختراق النواة]

* من أنواع القذائف : البروتون (H_1^1) ، دقائق ألفا ($H_2^6 = \alpha_2^6$)
الديتريوم (H_1^2)

* أفضل أنواع القذائف [النيوترون n_0^1] لأنه متعادل كهربائياً فلا يتفاعل مع النواة تجاذباً أو تنافراً .

* أهمية التفاعلات النووية الصناعية :
١- إمكانية تحويل عنصر معين إلى عنصر آخر
٢- انتاج النظائر المشعة .
٣- الحصول على جسيمات أو أشعة ذات طاقة عالية .

* يستخدم في التعقب [محلول كيتوي على صوديوم مشع]
* النظير المشع المستخدم في العلاج بالإشعاع [الكوبالت Co_{27}^{60}]

أسئلة عامة على الفيزياء النووية :-

١ إعتماداً على المعادلة النووية الآتية ، أجب عما يلي :

$$_0^1n + {}_{92}^{235}U \longrightarrow {}_{92}^{236}U^* \longrightarrow {}_{56}^{141}Ba + {}_{36}^{92}Kr + 3\,{}_0^1n$$

أ- ماذا يمثل هذا التفاعل ؟

ب- ما أهمية هذا التفاعل ؟

ج- لو تمكنت النيوترونات الناتجة من التفاعل من استهداف أنوية يورانيوم جديدة ، ماذا تسمى التفاعل ؟

د- وضح المقصود بالكتلة الحرجة ؟

٢ في التفاعل النووي الآتي :

$$_2^4He + {}_7^{14}N \longrightarrow {}_9^{18}F^* \longrightarrow {}_8^{17}O + {}_1^1H$$

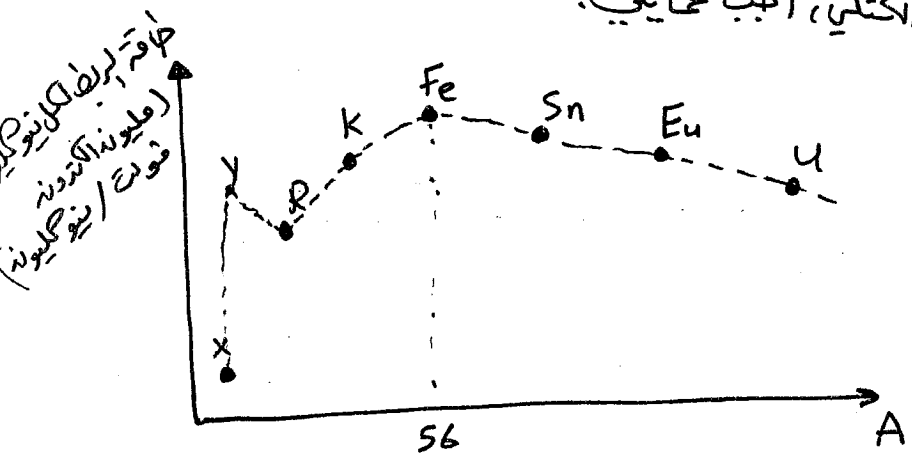
أ- ما القذيفة المستخدمة ؟

ب- عدد نواة المركبة في التفاعل ؟

ج- أي النواتج يمتلك طاقة حركية أكبر ما يمكن ؟

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

٣ يمثل الشكل المجاور العلاقة بين طاقة الربط النووية لكل نيوكليون مع العدد الكتلي ، أجب عما يلي :



أ- أي الأنوية أكثر استقراراً ؟ ولماذا ؟

ب- أي الأنوية أكثر صلاحاً للانشطار ؟

ج- أي الأنوية أكثر صلاحاً للاندماج ؟

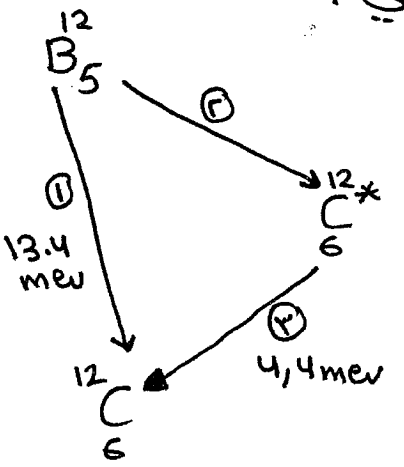
٤ رتب الأنوية الآتية تصاعدياً : $_{92}^{238}U$ ، $_{82}^{208}Pb$ ، $_{26}^{56}Fe$ حسب طاقة الربط النووية لكل نيوكليون ؟

٥ إحسب الطاقة اللازمة لفصل مكونات نواة الديتريوم $_1^2H$ علماً بأن كتلة نواة الديتريوم $_1^2H$ = ١٤١.٠ و٢ و.ك.ذ ؟

٦ أيهما أكبر كتلة لنواة أم مجموع كتل مكوناتها ؟ موضحاً إجابتك ؟

٧ يمثل الشكل إضمحلال نواة البورون B_5^{12}

أجب عما يلي :



أ- أكتب معادلة نووية موزونة تمثل الإضمحلال رقم ① ؟

ب- ما اسم/نوع الإشعاع المنبعث في الإضمحلال رقم ③ ؟

ج- إحسب طاقة الإشعاع في الإضمحلال رقم ② ؟

٨ أ- أكتب معادلة تحلل النيوترون ؟

ب- " " " البروتون ؟

ج- أكتب معادلة آينشتاين في تكافؤ الكتلة-طاقة مبيناً وحدة قياس كل كمية ؟

٩ أكمل المعادلات النووية الآتية :

① $Al_{13}^{27*} \longrightarrow Al_{13}^{27} + ----$

② $Th_{90}^{230} \longrightarrow Ra_{88}^{226} + ----$

③ $X_{40}^{90} \longrightarrow Y_{40}^{88} + ----$

④ $R_{50}^{92} \longrightarrow K_{47}^{89} + ------$

⑤ $Al_{13}^{27} + {}_0^1n \longrightarrow ---- \longrightarrow Al_{13}^{28} + {}_0^0\gamma$

١٠ في سلسلة إضمحلال نواة الثوريوم Th_{90}^{232} تمر النواة بعدة إضمحلالات باعثة خلالها عدد من دقائق ألفا وبيتا السالبة للوصول إلى نواة لرصاص المستقر Pb_{82}^{208} ، إحسب عدد ألفا وبيتا المنبعثة خلال هذه الإضمحلالات؟

حلول أسئلة الفيزياء النووية:

١ أ- تفاعل إنشطار نووي.

ب- تكمن أهمية هذا التفاعل في كمية الطاقة الكبيرة المتحررة منه.

ج- تفاعل نووي متسلسل.

د- هي الحد الأدنى من كتلة اليورانيوم اللازم لمنع تسرب النيوترونات وإدامة حدوث التفاعل المتسلسل.

٢ أ- نواة الهيليوم $_{2}^{4}He$

ب- نواة الفلور $_{9}^{18}F^{*}$

ج- نواة الهيدروجين $_{1}^{1}H$ لأنه كتلتها أقل

د- ١- حيث أحفظ لعدد الكتلة

٢- " " لعدد الذرات

٣- " " الكتلة والطاقة

٤- " " الزخم

٣ أ- Fe لأنه لها أعلى طاقة ربط لكل نيوكليون.

ب- U ج- X

٤ $_{92}^{238}U < _{82}^{208}Pb < _{26}^{56}Fe$

٥ $\Delta ر = \Delta ك \times 931,5$ Mev

$= (ك النواة) - [ن ك ن + ب ك ب] \times 931,5$ Mev

$= (238,0507 - (1,0087 \times 146 + 1,0073 \times 92)) \times 931,5$ Mev

$= 1900,5$ Mev

٦ مجموع كتل مكونات النواة أكبر من كتلة النواة وهذا الفرق في الكتلة يتحول إلى طاقة وفقاً لمعادلة آينشتاين في تكافؤ (الطاقة والكتلة).

٧ أ- $_{5}^{12}B \longrightarrow _{6}^{12}C + _{-1}^{0}\beta + \bar{\nu} + 13.4$ mev

ب- أشعة غاما وإنبعثت للوصول إلى حالة الاستقرار.

ج- $\Delta ر = ر_2 - ر_1 = 12,4 - 4,4 = 9$ Mev

٨ ب- $_{0}^{1}n \rightarrow {}_{1}^{1}p + {}_{-1}^{0}e + \bar{\nu}$

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

د- $\text{طاقة} = \text{كتلة} \times (\text{سرعة الضوء})^2$

٩ ١- $_{0}^{0}\gamma$ ٢- $_{2}^{4}\alpha$ ٣- $2n_{0}^{1}$

٤- $3\beta_{1}^{1}$ ٥- Al_{13}^{*28}

١٠ أولاً نكتب معادلة التفاعل:

$$Th_{90}^{232} \rightarrow \nu\, {}_{2}^{4}\alpha + \text{ص}\, {}_{-1}^{0}\beta + Pb_{82}^{208}$$

حفظ العدد الكتلي	حفظ العدد الذري
$٢٣٢ = ٤\nu + ٢٠٨$	$٩٠ = ٨٢ + \text{ص}(-١) + ١٢$
$٢٤ = ٤\nu$	$-٣ = -\text{ص}$
$\nu = ٦$ عدد جسيمات ألفا	$\therefore \text{ص} = ٤$ عدد جسيمات بيتا.