للسادس التطبيقي

الفيزياء

2019

حيدر مجيد

07723327421

شرح مفصل للمادة

رسومات توضيحية

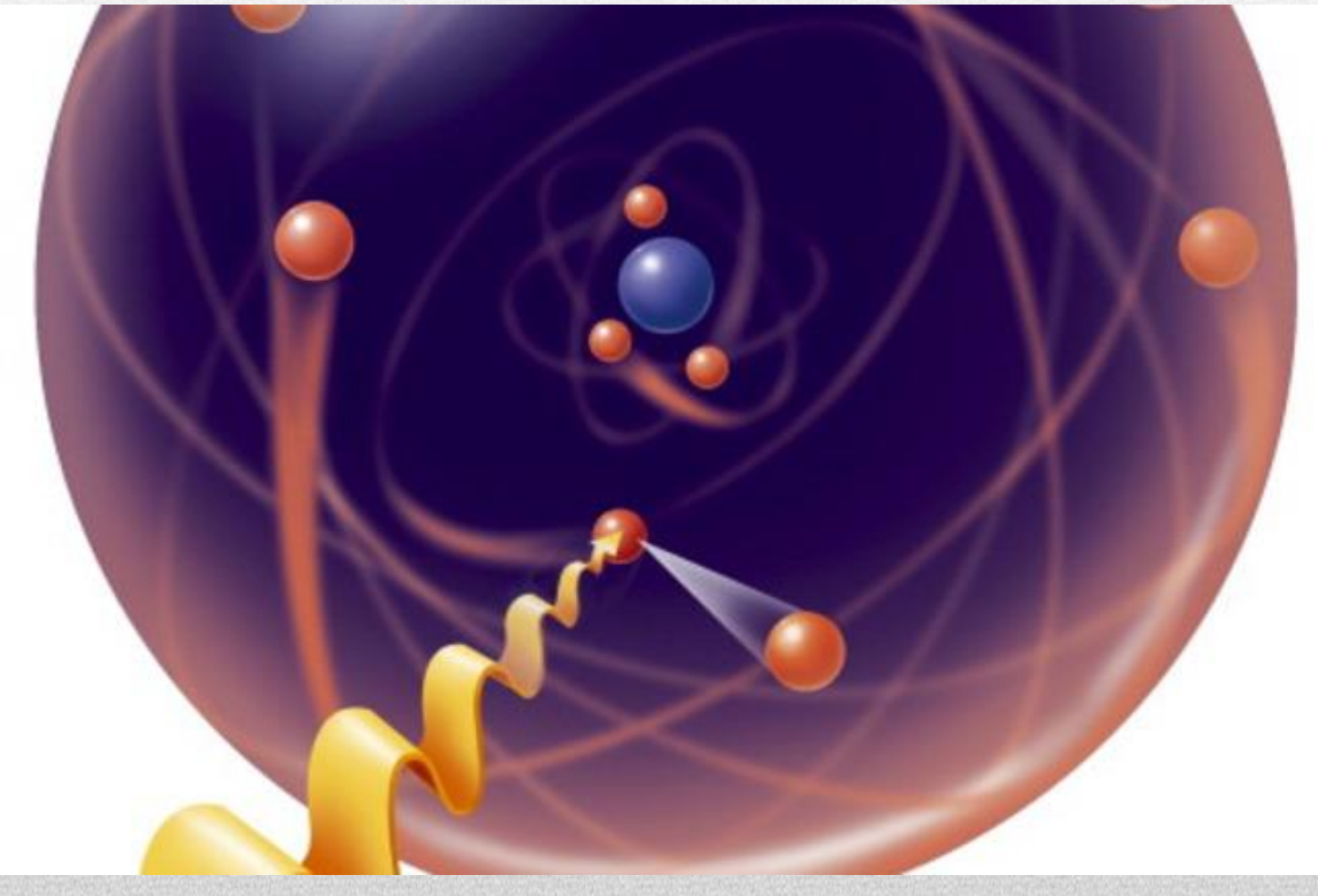
اسئلة وزارية

الصف السادس العلمي 9-10

فيزياء السادس التطبيقي

الفصل السادس

الفيزياء الحديثة



اعداد :أحيدر مجيد

جوال الاستاذ :٠٧٧٢٣٣٢٧٤٢١

ظواهر الضوء

١) التداخل .
٢) الحيود .
٣) الاستقطاب .
٤) الاستطارة .
٥) اشعاع الجسم الاسود .
٦) الظاهرة الكهروضوئية .
٧) ظاهرة كومتن .
٨) الطيف الخطي

افترضت ان الضوء يسلك سلوك موجي

فسرت بواسطة نظرية الكم

افترضت ان الضوء يسلك سلوك جسيمي و موجي (مزدوج)

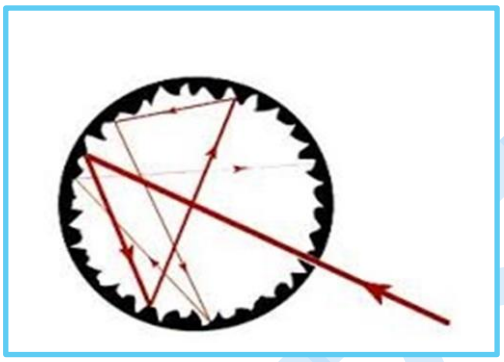
- في بداية القرن العشرين حدثت تغيرات جذرية في علم الفيزياء فقد افضت العديد من التجارب العلمية الجديدة الى نتائج لا تخضع لقوانين الفيزياء الكلاسيكية .
- مثل تجربة اشعاع الجسم الاسود و الظاهرة الكهروضوئية .
- ولتفسير اشعاع الجسم الاسود قدم العالم بلانك الافكار الاساسية التي ادت الى صياغة نظرية الكم .
- وقام العالم اينشتين بافتراض ان الضوء يسلك سلوك الجسيمات مثلما يسلك سلوك الموجات .
- و لتفسير ذلك نشأ مفهوم الفيزياء الحديثة .....

س/دور ثاني/٢٠١٥/ما النظرة الحديثة للضوء ؟

ج السلوك المزدوج و ترى ان طاقة الاشعاع تنتقل بشكل فوتونات يقودها باتجاه سيرها مجال موجي .

- يظهر الضوء سلوك
  - موجي .
  - دقائقي .

اشعاع الجسم الاسود



س/علل/اصبحت النظرية الكلاسيكيه للإشعاع الحراري غير مناسبة .

ج لأنها فشلت في تفسير توزيع الاطوال الموجية من الاشعاع الصادر من الجسم الاسود .

س/ماذا يقصد بالجسم الاسود ؟ و كيف يمكن تمثيله عمليا ؟

ج نظام مثالي يمتص جميع الاشعاعات الساقطة عليه (وهو ايضا مشع مثالي عندما يكون مصدرا للإشعاع) ، يمكن تمثيله :بفتحة ضيقة داخل فجوة (او جسم اجوف) .

س/علام تعتمد الاشعة المنبعثة من الفتحة الضيقة التي تؤدي الى الفجوة ؟

ج درجة الحرارة المطلقة لجدران الفجوة .

قوانين الجسم الاسود :

اولاً : قانون ستيفان – بولتزمان :المعدل الزمني للطاقة التي يشعها الجسم الاسود لوحدة المساحة (الشدة)تتناسب طرديا مع الاس الرابع لدرجة الحرارة المطلقة (عدا الصفر المطلق) .

و يطبق بالعلاقة : $I = \sigma T^4$

$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \frac{W}{m^2 K^2}$

(I) يمثل شدة الاشعاع بوحدة (W/m^2) .

(T) تمثل درجة الحرارة المطلقة بوحدة الكلفن (K) .

(σ) يمثل ثابت ستيفان بولتزمان يلفظ (سكما)

ثانياً : قانون الازاحة لفين : ان ذروة التوزيع الموجي للإشعاع المنبعث من الجسم الاسود تنزاح نحو الطول الموجي الاقصر عند ارتفاع درجة الحرارة (تناسب عكسي) .

و يطبق بالعلاقة : $\lambda_m T = 2.898 \times 10^{-3}$

حيث :

(λ_m) هي الطول الموجي المقابل لشدة الاشعاع بوحدة متر (m)

س/علل/فشلت محاولات الفيزياء الكلاسيكية لدراسة و تفسير الطيف الكهرومغناطيسي المنبعث من الجسم الاسود .

ج لأنها افترضت ان الطاقة المنبعثة من الجسم الاسود هي مقادير مستمرة .

س/ما هو اقتراح العالم ماكس بلانك بخصوص الاشعاع المنبعث من الجسم الاسود ؟

ج افترض ان الجسم الاسود يمكن ان يشع و يمتص طاقة بشكل كمات محددة و مستقلة من الطاقة تعرف باسم الفوتونات. وهذا يعني ان الطاقة مكماة . حيث تعطى طاقة الفوتون وفق العلاقة : $E = hf$

و لأن التردد يعطى بالعلاقة : $f = \frac{C}{\lambda}$ اذا تكون طاقة الفوتون $E = \frac{hC}{\lambda}$

للتحويل من كلفن الى سيليزي و بالعكس حسب العلاقة :

$K = ℃ + 273$

(f) هو التردد وحدته هيرتز (H_Z)

(C) هي سرعة الضوء و تساوي $\left(3 \times 10^8 \frac{m}{s}\right)$.

(h) هو ثابت بلانك و يساوي $(6.63 \times 10^{-34}\ J.S)$.

(E) هي طاقة الفوتون بوحدة الجول (J) .

س/علام تعتمد شدة الاشعاع المنبعث من الجسم الاسود ؟

ج الاس الرابع لدرجة الحرارة المطلقة (تناسب طردي)

س/علام يعتمد الطول الموجي المقابل لشدة اشعاع منبعث من جسم الجسم الاسود ؟

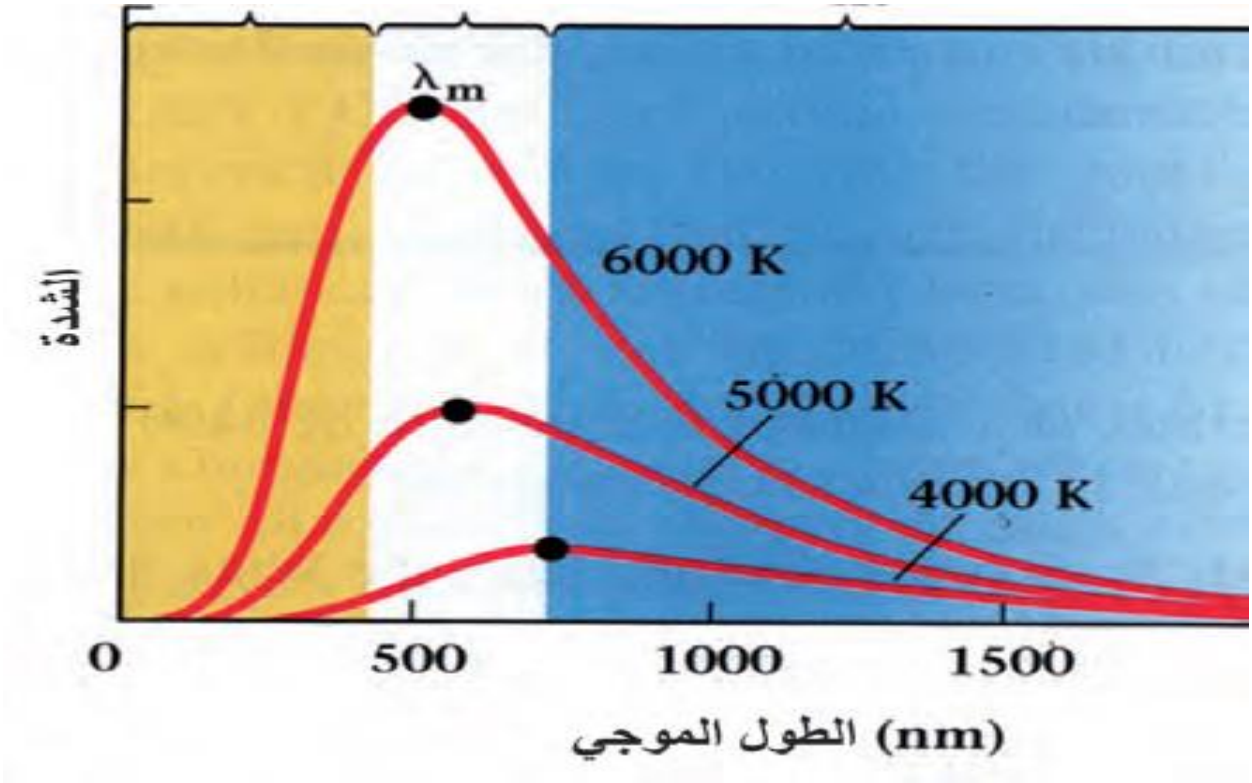
ج درجة الحرارة المطلقة (تناسب عكسي) .

س/علام تعتمد طاقة الفوتون الذي يمتصه او يشعه الجسم الاسود ؟

ج تردد الاشعاع (تناسب طردي)

او طول موجة الاشعاع (تناسب عكسي)

س/بين برسم بياني كيفية توزيع طاقة اشعاع الجسم الاسود عند ارتفاع درجة حرارته ؟



مثال/١/كتاب/جد الطول الموجي المقابل لذروة الاشعاع المنبعث من جسم الانسان عندما تكون درجة حرارة جلده (35 °C) . افترض ان جسم الانسان يشع كجسم اسود .

ج

$$T = 273 + ℃ = 273 + 35 = 308\ K$$

$$\lambda_m T = 2.898 \times 10^{-3}$$

$$\lambda_m = \frac{2.898 \times 10^{-3}}{T} = \frac{2898 \times 10^{-6}}{308} = \frac{2989}{308} \times 10^{-6} = 9.409\ \mu m$$

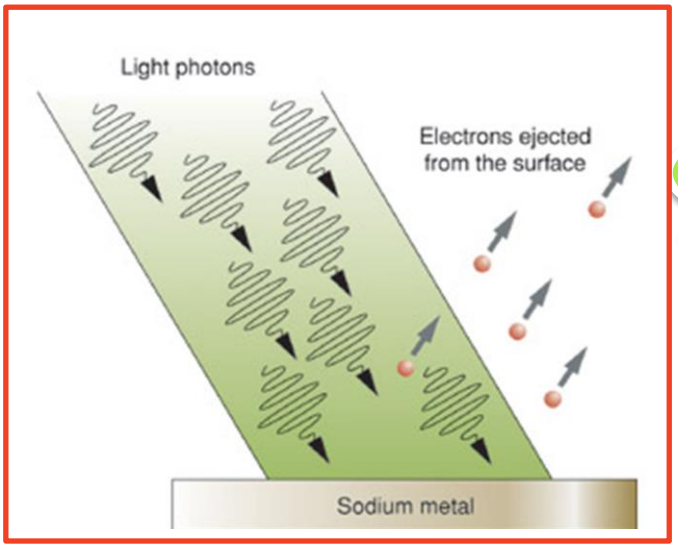
س/جسم اسود يبعث اشعاع بطول موجي مقداره (5.796 μm) احسب درجة الحرارة (بالكلفن و السيليزي) التي يشعها هذا الجسم .

ج

$$\lambda_m T = 2.898 \times 10^{-3}$$

$$T = \frac{2.898 \times 10^{-3}}{\lambda_m} = \frac{2.898 \times 10^{-3}}{5.796 \times 10^{-6}} = \frac{2898}{5796 \times 10^{-3}} = 0.5 \times 10^3 = 500\ K$$

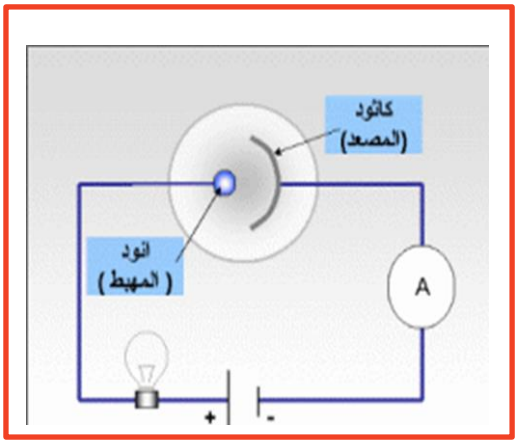
$$℃ = K - 273 = 500 - 273 = 227\ ℃$$



الظاهرة الكهروضوئية

ظاهرة انبعاث الكترونات من سطح معدن عندما يسقط عليه ضوء ذو تردد مؤثر .

الالكترونات الضوئية : الالكترونات المنبعثة من سطح معدن عند سقوط ضوء ذو تردد مؤثر عليه .



- اول من لاحظ الظاهرة عمليا هو العالم هيرتز .
- لتوضيح الظاهرة نستخدم الخلية الكهروضوئية .
- هي انبوبة مفرغة من الهواء لها نافذة شفافة او غلاف من الزجاج -او الكوارتز-
- و تحتوي على لوح معدني (E) يسمى اللوح الباعث للإلكترونات لو المهبط (كاثود)
- الذي يتصل بالقطب السالب للبطارية
- و لوح معدني آخر (C) يسمى اللوح الجامع او المصعد (الانود)
- الذي يستلم الالكترونات الضوئية المنبعثة
- يتصل الانود بالقطب الموجب للمصدر .

س/ما المقصود بدالة الشغل؟ وما رمزها ؟ و وحدتها ؟و علام تعتمد ؟

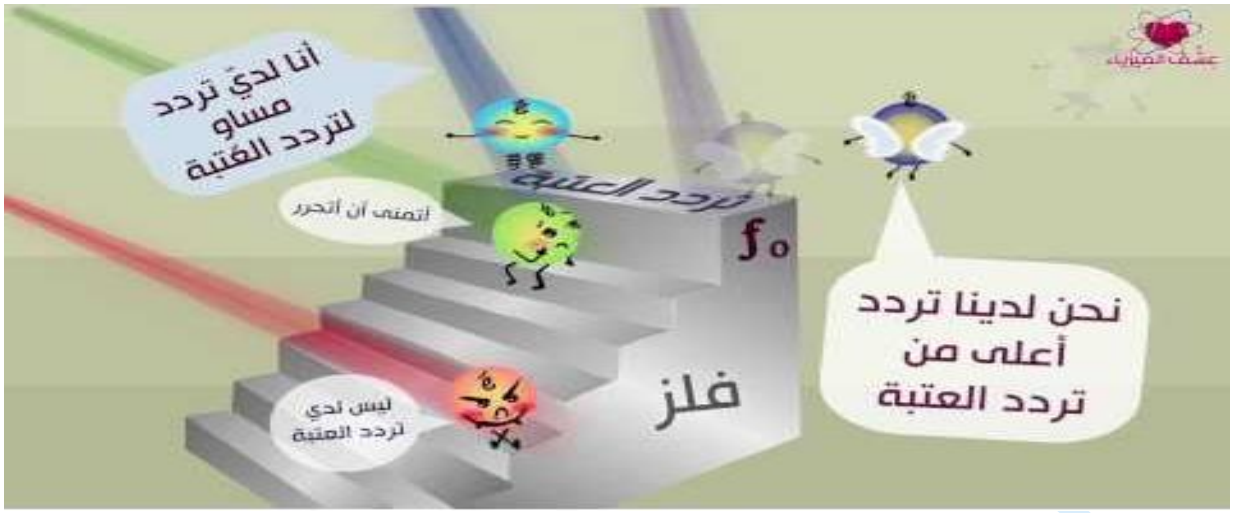
ج الطاقة اللازمة لتحرير الكترون من سطح فلز رمزها (W) ، وحدتها (J) جول تعتمد على نوع الفلز (المادة)

تردد العتبة : اقل تردد للأشعة الساقطة على فلز يولد الانبعاث الكهروضوئي من سطح الفلز . يعتمد على نوع الفلز .

طول موجة العتبة : اطول طول موجة تستطيع تحرير الكترونات ضوئية من سطح فلز .

التردد المؤثر : التردد الذي يولد الانبعاث الكهروضوئي للإلكترونات و يكون اكبر او يساوي تردد العتبة .
$(f \geq f_\circ)$

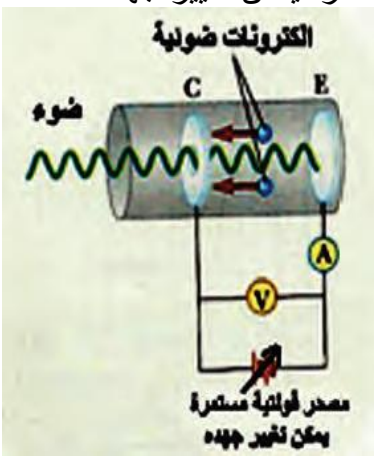
التردد غير المؤثر : التردد الذي لا يولد الانبعاث الكهروضوئي $(f < f_\circ)$.



س/اشرح تجربة لدراسة الظاهرة الكهروضوئية .

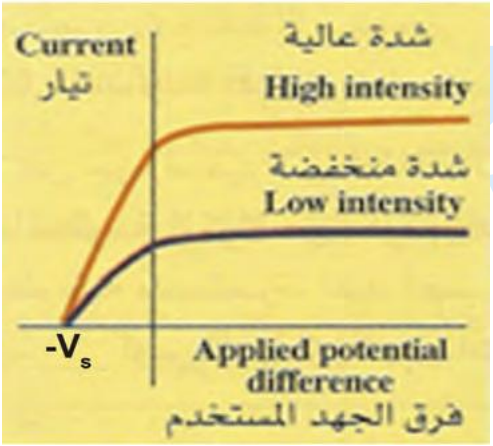
ج/

ادوات النشاط : خلية كهروضوئية ، فولطميتر (V) ، اميتر (A) ، مصدر فولطية مستمرة يمكن تغيير جهده ، اسلاك توصيل ، مصدر ضوئي .



الخطوات :

- نربط الدائرة الكهربائية كما في الشكل :
- عند وضع الأنبوبة في الظلام نلاحظ قراءة الاميتر تساوي صفرا ، اي لا يمر تيار في الدائرة الكهربائية .
- عند اضاءة اللوح الباعث للإلكترونات بضوء ذي تردد مؤثر نلاحظ انحراف مؤشر الاميتر دلالة على مرور تيار كهربائي في الدائرة الكهربائية .
  ان هذا التيار يظهر نتيجة انبعاث الالكترونات الضوئية من اللوح الباعث (السالب) ليستقبلها اللوح الجامع (الموجب) فينساب التيار الكهروضوئي في الدائرة الكهربائية .
- عند زيادة الجهد الموجب للوح الجامع (اي بزيادة فرق الجهد ΔV بين اللوحين الجامع و الباعث) نلاحظ زيادة التيار الكهروضوئي حتى يصل الى مقداره الأعظم الثابت و بذلك يكون المعدل الزمني الكهربائية في هذه الحالة بتيار الإشباع .
  للإلكترونات الضوئية المنبعثة من اللوح الباعث و الواصلة الى اللوح الجامع مقدارا ثابتا فيسمى التيار المنساب في الدائرة



و لعلك تتساءل

١. ماذا يحصل عند زيادة شدة الضوء الساقط (لتردد مؤثر)

ج/نلاحظ زيادة تيار الإشباع .

٢. ماذا يحصل في حالة عكس قطبية فولطية المصدر ، اي في حالة ان يكون اللوح الباعث موجبا واللوح الجامع سالبا ؟

ج/يهبط التيار تدريجيا الى قيم اقل لأن معظم الالكترونات الضوئية سوف تتنافر مع اللوح الجامع السالب ، و تصل فقط الالكترونات الضوئية التي لها طاقة اكبر من القيمة ($e\Delta V$) الى اللوح الجامع ، اذ ان (e) هي شحنة الإلكترون .

٣. ماذا يحصل عند زيادة سالبيه جهد اللوح الجامع تدريجيا ؟

ج/عند زيادة سالبيه جهد اللوح الجامع تدريجيا فإنه وعند قيمة جهد معين (V_s) ، اي عندما ($\Delta V=- V_s$) فأننا نلاحظ ان تيار الدائرة يساوي صفرا ، ان هذا الجهد (V_s) يسمى جهد القطع او الايقاف . و يمكن الملاحظة بالتجربة ان جهد الايقاف لا يعتمد على شدة الضوء الساقط .

انتهى النشاط .....

التيار الكهروضوئي :تيار يتولد في الخلية الكهروضوئية عندما يكون تردد الضوء الساقط اكبر او يساوي تردد العتبة .

تيار الاشباع : تيار يتولد في الخلية الكهروضوئية عندما يكون المعدل الزمني لعدد الالكترونات المتحررة ثابت .

جهد الايقاف : اقل جهد سالب يعطى في اللوح الجامع و الذي يجعل التيار الكهروضوئي صفراً .

$$\left(V_s = \frac{KE_{max}}{e}\right)$$

س/علام يعتمد جهد القطع (الايقاف) في الخلية الكهروضوئية ؟

ج ١)تردد الضوء الساقط . ٢)نوع مادة سطح الباعث .

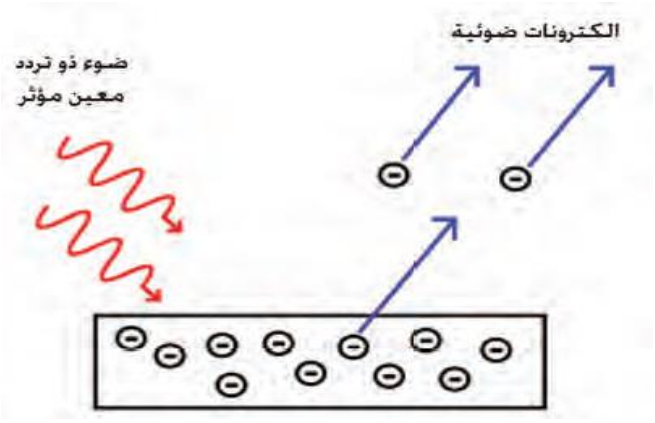
س/علل/لا يعتمد جهد الايقاف في الخلية الكهروضوئية على شدة الضوء الساقط .

ج لان جهد الايقاف يعتمد على الطاقة الحركية للإلكترون المنبعث و الطاقة الحركية للإلكترون المنبعث تعتمد على تردد الضوء الساقط و على دالة الشغل .

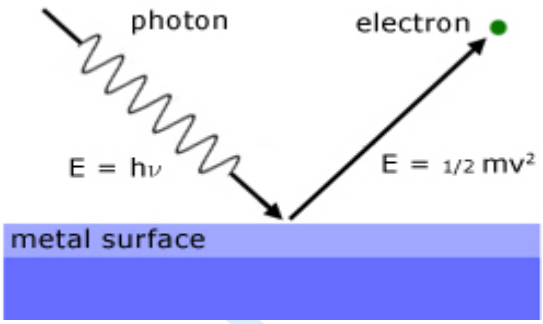
س/علل/جهد الايقاف للون الازرق او الاخضر او البنفسجي اكبر من جهد ايقاف اللون الاحمر .

ج لان تردده اعلى من تردد الون الاحمر و كلما زاد تردد الشعاع الساقط زاد جهد ايقافه .

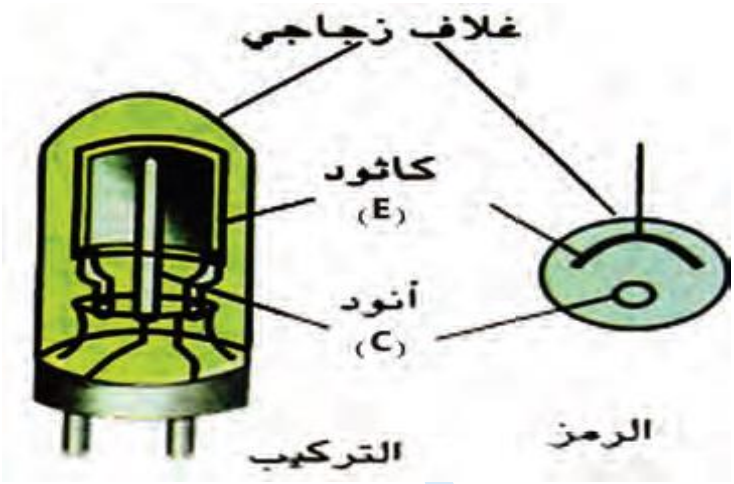
س/ارسم شكلا تخطيطيا يوضح انبعاث الإلكترونات الضوئية من سطح فلز .



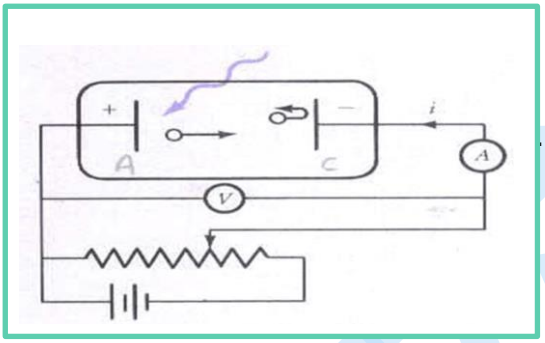
او



س/ارسم شكلا تخطيطيا للخلية الكهروضوئية مؤشرا على الاجزاء ؟



س/مم تتركب الخلية الكهروضوئية ؟



ج انبوبة مفرغة من الهواء لها نافذة شفافة من الزجاج او الكوارتز ، داخلها لوحين هما :

١. الكاثود (E) : الباعث للإلكترونات يتصل بالقطب السالب .
٢. الانود (C) : الجامع للإلكترونات يتصل بالقطب الموجب .

و مصدر فرق جهد مستمر .

س/ما الفائدة العملية من الخلية الكهروضوئية ؟

١. قياس شدة الضوء .
٢. تحويل الطاقة الضوئية الى كهربائية .

س/ماذا يحصل في الخلية الكهروضوئية عند :

١. زيادة شدة الضوء الساقط ؟ ج/يزداد تيار الاشباع . لأن عدد الفوتونات التي تمتلك تردد مؤثر سوف يزداد .
٢. عكس فولطية المصدر؟ ج/يهبط التيار الى قيم اقل و تصل فقط الالكترونات ذات الطاقة الحركية الكافية .

٣. زيادة سالبيه جهد اللوح الجامع ؟ ج/يصبح تيار الدائرة صفرا فيسمى فرق جهد القطع (جهد الايقاف) .

س/علل/عند عكس فولطية المصدر في نشاط الخلية الكهروضوئية يهبط التيار الى قيم اقل ؟

ج لان معظم الالكترونات سوف تتنافر مع اللوح الجامع (لان كل من الالكترونات و اللوح سالبين) و تصل فقط الالكترونات التي تمتلك طاقة حركية اكبر من القيمة $(e\ V_s)$.

س/علل/لماذا لا يتولد تيار في الخلية الكهروضوئية عند وضعها في الظلام ؟

ج لعدم وجود فوتونات ضوئية تمتلك تردد اعلى من تردد العتبة .

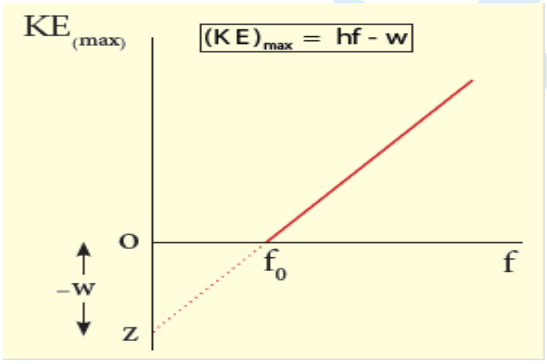
س/ماهي الحقائق التي لم تستطع الفيزياء الكلاسيكية (الموجية تفسيرها و استطاعت نظرية الكم تفسيرها ؟

ت	النظرية الموجية (تفسيرات خاطئة)	نظرية الكم
١	الانبعاث يحصل عند جميع الترددات بشرط ان تكون شدة الضوء عالية .	لا تنبعث الالكترونات الضوئية الا اذا كان تردد الضوء الساقط اكبر او يساوي تردد العتبة .
٢	بزيادة شدة الضوء تزداد الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية	لا تعتمد الطاقة الحركية العظمى على للإلكترونات الضوئية على شدة الضوء
٣	عدم وجود علاقة بين الطاقة الحركية و بين تردد الشعاع الساقط	الطاقة الحركية العظمى تزداد بزيادة تردد الضوء الساقط
٤	الالكترونات تحتاج لبعض الوقت حتى تمتص الضوء الساقط و تكتسب طاقة كافية لكي تهرب من المعدن	تنبعث الالكترونات الضوئية آنيا حتى لو كانت شدة الضوء الساقط قليلة .

س/ما هي تفسيرات النظرية الموجية للظاهرة الكهروضوئية ؟

١. انبعاث الكترونات من سطح فلز لا يتناقض مع الفيزياء الكلاسيكية .
٢. اذا كانت طاقة الضوء كافية فإنها تستطيع فك ارتباط الكترون بالذرة .
٣. يمكن لأي موجة تحرير الكترونات شرط ان تكون شدتها كافية .
٤. اذا سقط ضوء خافت لفترة زمنية كافية على سطح فلز فإنه يحرر الكترونات .
٥. زيادة شدة الضوء تؤدي الى زيادة الطاقة الحركية للإلكترونات المتحررة .

قوانين الظاهرة الكهروضوئية :



علاقة التردد بطول الموجة

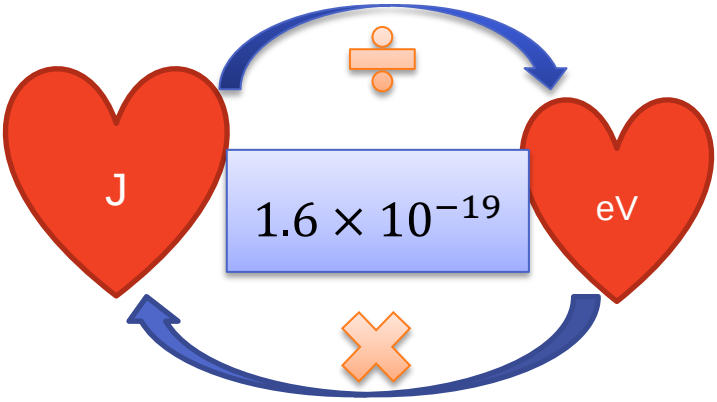
$$f = \frac{C}{\lambda} \qquad f_\circ = \frac{C}{\lambda_\circ}$$

حيث (f) التردد بوحدة هيرتز(H_Z) . (λ) الطول الموجي بوحدة متر(m)

علاقات طاقة الفوتون :

$$E = hf \qquad E = \frac{hC}{\lambda}$$

حيث (h) ثابت بلانك و يساوي $(h = 6.63 \times 10^{-34}\ J.s)$



علاقات دالة الشغل :

$$W = hf_\circ \qquad W = \frac{hC}{\lambda_\circ}$$

حيث (W) دالة الشغل بوحدة جول (J) او بوحدة (eV) .

علاقات جهد الايقاف :

$$KE = e.V_s \qquad V_s = \frac{KE}{e}$$

حيث (KE) هي الطاقة الحركية للإلكترونات الضوئية بوحدة جول (J) .

(V_s) جهد الايقاف بوحدة فولط (V)

(e) شحنة الكترون حمية ثابتة تساوي ($e = 1.6 \times 10^{-19}\ c$) بوحدة كولوم (c) .

علاقات الطاقة الحركية للإلكترونات الضوئية :

س/هل فسرت نظرية اينشتاين النتائج التجريبية للظاهرة الكهروضوئية ؟

س/ماهي تفسيرات اينشتاين للنتائج التجريبية للظاهرة الكهروضوئية ؟

ج من المعادلة : $KE = E - w$

$$KE_{max} = hf - hf_\circ \qquad KE_{max} = h(f - f_\circ)$$

يتوضح من المعادلات اعلاه :

- لتكون طاقة الإلكترون موجبة يجب ان يكون تردد الفوتون اكبر من تردد العتبة ($f > f_\circ$) .
- تزداد الطاقة الحركية للإلكترون المنبعث بزيادة تردد الضوء الساقط ($KE \propto f$) .
- بزيادة شدة شعاع وحيد اللون (احادي الطول الموجي) يزداد عدد الفوتونات الساقطة في وحدة الزمن و تبقى طاقة كل فوتون ثابتة بينما يزيد عدد الالكترونات .

عند زيادة تردد الشعاع الساقط و ثبوت شدته فان الطاقة الحركية للإلكترونات الضوئية تزداد لكن يبقى المعدل الزمني للإلكترونات المتحررة (تيار الاشباع) ثابتا .

عند زيادة شدة الشعاع الساقط بثبوت تردده يزداد المعدل الزمني للإلكترونات المتحررة (تيار الاشباع) لكن تبقى الطاقة الحركية للإلكترونات الضوئية ثابتة .

- الإلكترون يمتص طاقة فوتون واحد فقط يعني ذلك اذا كان تردد الفوتون اكبر من تردد العتبة سوف يحرر الكترون ضوئي على الفور ، اما اذا كان تردد الفوتون اقل من تردد العتبة فإنه لا يحرر الكترونا ابداً ...

س/ علام تعتمد الطاقة الحركية للإلكترونات الضوئية المنبعثة ؟

ج ١) تردد الضوء الساقط ٢) دالة الشغل .

س/هل تعتمد الطاقة الحركية العظمى للإلكترونيات الضوئية على شدة الضوء ؟ علل ذلك .

ج كلا ، لان بزيادة شدة الضوء يزداد عدد الفوتونات الساقطة و لا يزداد تردد الضوء و لان الطاقة الحركية تعتمد على تردد الشعاع و ليس على شدة الضوء .

س/ماذا يحصل عند زيادة تردد الضوء الساقط لكل من :

١. جهد الايقاف ؟ ج/يزداد جهد الايقاف حسب العلاقة $V_s = \frac{h(f-f_\circ)}{e}$ $V_s = \frac{KE}{e}$
٢. عدد الإلكترونات الضوئية المنبعثة ؟ ج/يبقى ثابتاً لأنه لا يعتمد على التردد .
٣. التيار الكهروضوئي ؟ ج/يبقى ثابتاً لأنه لا يعتمد على التردد .
٤. السرعة العظمى للإلكترونات ؟ ج/ تزداد حسب العلاقة

حيث (v) سرعة الإلكترونات $KE_{max} = \frac{1}{2} m v^2$ $KE_{max} = h(f - f_\circ)$

س/ دور أول/٢٠١٦/ما تأثير زيادة شدة الضوء بثبوت التردد على كل من :

١. طاقة الفوتون ؟ ج/ لا تتأثر بالشدة لأنها تعتمد على التردد حسب العلاقة $E = h\,f$
٢. جهد الايقاف ؟ ج/لا يتأثر بالشدة لأنه يعتمد على كل من تردد الضوء و تردد العتبة

$$V_s = \frac{h(f - f_\circ)}{e}$$

٣. تيار الاشباع ؟ ج/يزداد بزيادة شدة الوضوء و يتناسب معه طرديا .

س/كيف يمكن جعل تيار الكهروضوئي يساوي صفر ؟

ج بطريقتين : ١) جعل جهد اللوح الجامع سالبيته . ٢)تسليط ضوء ذو تدد اقل من تردد العتبة للوح الباعث .

س/اضيء معدن بإشعاع كهرومغناطيسي مؤثر ما الذي يحصل لكل من عدد الالكترونات و التيار الكهرو ضوئي و طاقة الفوتون عند مضاعفة :

١. شدة الضوء الساقط بثبوت تردده ؟
ج/يتضاعف عدد الإلكترونات و يتضاعف التيار الكهروضوئي لكن الطاقة الحركية لا تتأثر .
٢. تردد الضوء الساقط بثبوت شدته ؟
ج/عدد الالكترونات و التيار الكهروضوئي لا يتأثران لكن الطاقة الحركية تتضاعف .
٣. شدة و تردد الضوء الساقط ؟
ج/يتضاعف كل من عدد الإلكترونات و التيار الكهروضوئي و الطاقة الحركية

خلاصة : اذا كان

١. $(f > f_\circ)$ او $(\lambda < \lambda_\circ)$ فإن $(E > W)$ يحصل انبعاث كهروضوئي و تكون طاقة الفوتون الضوئي $(KE_{max} > 0)$
٢. $(f = f_\circ)$ او $(\lambda = \lambda_\circ)$ فإن $(E = W)$ يحصل تحرير للإلكترونات من على سطح المعدن لكن لا تصل للجامع لان طاقتها الحركية صفر $(KE_{max} = 0)$.
٣. $(f < f_\circ)$ او $(\lambda > \lambda_\circ)$ او $(E < W)$ لا يحصل تحرير للإلكترونات مهما زادت شدة الضوء لان $(KE_{max} < 0)$.

تطبيقات الظاهرة الكهروضوئية

س/اذكر بعض تطبيقات الظاهرة الكهروضوئية.

ج لها عدة تطبيقات و منها :
١. الخلية الكهروضوئية : يمكننا بواسطتها قياس شدة الضوء و تحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كهربائية
٢. كاميرات التصوير الرقمية
٣. إظهار تسجيل الموسيقى المصاحبة لصور الافلام المتحركة السينمائية .

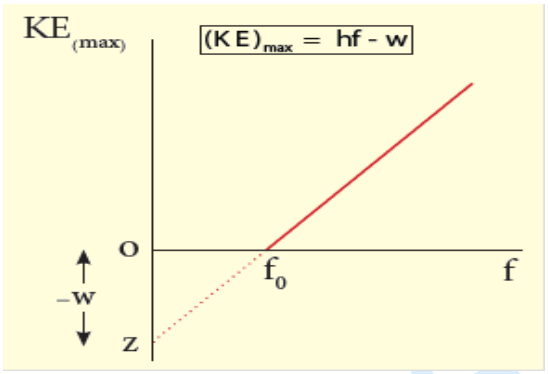
س/وزاري مكرر/ماذا يحصل عند زيادة شدة الضوء الساقط (لتردد معين مؤثر) على سطح فلزي معين في الظاهرة الكهروضوئية ؟ ج/يزداد المعدل الزمني للإلكترونات الضوئية المنبعثة و بالتالي يزداد تيار الاشباع .

س/دور أول/٢٠١٤/من خلال دراستك لنشاط الظاهرة الكهرو ضوئية ماذا يحصل :

١) زيادة شدة الضوء لتردد مؤثر ؟ ج/يزداد تيار الاشباع .
٢) عكس قطبية فولطية المصدر ؟ ج/يقل التيار تدريجيا .
٣) زيادة سالبية اللوح الجامع تدريجيا ؟ ج/يهبط التيار الى الصفر .

س/وضح برسم بياني العلاقة بين الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية المنبعثة من سطح معدن و تردد الضوء الساقط ، ما الذي يمثله ميل الخط المستقيم ؟

ج ميل الخط المستقيم يمثل قيمة ثابت بلانك



س/تمهيدي/٢٠١٥/ما الفائدة العملية من الخلية الكهروضوئية ؟ ج/قياس شدة الضوء و تحويل الطاقة الضوئية الى كهربائية

س/تمهيدي/٢٠١٥/ما المقصود بتردد العتبة ؟

ج اقل تردد يولد الانبعاث الكهروضوئي لذلك المعدن وهو يعد خاصية مميزة للمعدن المضاء ، اذ ان لكل معدن تردد خاص به .

س/دور أول/٢٠١٥/علل/عادة يفضل استعمال خلية كهروضوئية نافذتها من الكوارتز بدلا من الزجاج في الظاهرة الكهروضوئية ؟

ج لكي تمرر هذه النافذة الاشعة فوق البنفسجية زادة على الضوء المرئي ، فيكون مدى الترددات المستعملة اوسع

س/دور أول/٢٠١٥/ما المقصود بدالة شغل لمعدن ؟ ج/اقل طاقة يرتبط بها الالكترون بالمعدن .

س/دور أول/٢٠١٥/اختر الاجابة الصحيحة : احدى الظواهر التي تعد احد الادلة التي تؤكد ان للضوء سلوكا جسيميا

(الحيود ، التداخل ، الظاهرة الكهروضوئية ، الاستقطاب) ج/ الظاهرة الكهروضوئية .

مثال/٢/كتاب/سقط ضوء طوله الموجي (300 nm) على معدن الصوديوم . فإذا كانت دالة الشغل للصوديوم تساوي (2.46 eV) جد :

a) الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية المنبعثة بوحدة الجول اولا ثم بوحدة (الكترون- فولط) ثانيا .
b) طول موجة العتبة للصوديوم .

$$W = 2.46\ \text{eV} = 2.46 \times 10^{-19} = 3.936 \times 10^{-19}\ J$$

ج $KE_{max} = E - W$ $E = \frac{hc}{\lambda}$

$$KE_{max} = \frac{hc}{\lambda} - W$$

$$KE_{max} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{300 \times 10^{-9}} = \frac{6.63 \times 3 \times 10^{-26}}{3 \times 10^{-7}} - 3.936 \times 10^{-19}$$

$$KE_{max} = 6.63 \times 10^{-19} - 3.936 \times 10^{-19}$$

$$KE_{max} = (6.630 - 3.936) \times 10^{-19} = 2.694 \times 10^{-19}\ J$$

$$KE_{max} = \frac{2.694 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 1.684\ (eV)$$

$$W = \frac{hc}{\lambda_\circ} \rightarrow\rightarrow\rightarrow \lambda_\circ = \frac{hc}{W} = \frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{3.936\times10^{-19}} = \frac{1989\times10^{-28}}{3936\times10^{-22}} = 0.5 \times 10^{-8} m = 5\ nm$$

س/دور اول/٢٠١٣/سقط ضوء طول موجته $(2 \times 10^{-7}\ m)$ على سطح مادة دالة شغلها $(5.395 \times 10^{-19} J)$ فانبعثت الكترونات ضوئية من السطح ، جد مقدار :

١)الانطلاق الأعظم للإلكترونات الضوئية من سطح المادة .٢)طول موجة دي برولي المرافقة للإلكترونات المنبعثة

الحل/ $KE_{max} = E - W$ $KE_{max} = \frac{hc}{\lambda} - W$

$$KE_{max} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{2 \times 10^{-7}} - 5.395 \times 10^{-19}$$

$$KE_{max} = 9.945 \times 10^{-19} - 5.395 \times 10^{-19} = 4.55 \times 10^{-19}\ J$$

$$KE_{max}=\frac{1}{2}mv^2 \rightarrow\rightarrow\rightarrow v^2=\frac{2KE_{max}}{m}=\frac{2\times 4.55\times 10^{-19}}{9.11\times 10^{-31}}=\frac{9.10\times 10^{-19}}{9.11\times 10^{-31}}$$

$$v^2\cong 1\times 10^{12} \quad \text{بالجذر} \quad v=1\times 10^{6}\,m/s$$

$$\lambda=\frac{h}{mv}=\frac{6.63\times 10^{-34}}{9.11\times 10^{-31}\times 1\times 10^{6}}=0.728\times 10^{-9}m=0.728\,nm$$

❖ المطلب الثاني الخاص بالطول الموجي ضمن موضوع سوف ندرسه لاحقا ....

س/دور ثاني/٢٠١٣/سقط ضوء طول موجته $(3\times 10^{-7}m)$ على سطح معدن فوجد ان جهد القطع اللازم لإيقاف الالكترونات الضوئية المنبعثة ذات الطاقة الحركية العظمى $(1.658\,V)$ احسب مقدار طول موجة العتبة لهذا المعدن .

الحل/ $KE_{max}=e\,V_s=1.6\times 10^{-19}\times 1.658=2.623\times 10^{-19}\,J$

$$E=\frac{hc}{\lambda}=\frac{6.63\times 10^{-34}\times 3\times 10^{8}}{3\times 10^{-7}}=6.63\times 10^{-19}\,J$$

$$KE_{max}=E-W \rightarrow\rightarrow\rightarrow W=KE_{max}-E$$

$$W=2.623\times 10^{-19}-6.630\times 10^{-19}=-4.005\times 10^{-19}\,J$$

$$W=\frac{hc}{\lambda_\circ}\rightarrow\rightarrow\rightarrow \lambda_\circ=\frac{hc}{W}=\frac{6.63\times 10^{-34}\times 3\times 10^{8}}{4.005\times 10^{-19}}=\frac{19.89\times 10^{-26}}{4.005\times 10^{-19}}$$
$$=4.966\times 10^{-7}\,m$$

س/دور ثاني/٢٠١٤/يتوقف تحرير الالكترونات الضوئية من سطح معدن عندما يزيد طول موجة الضوء الساقطة عليه عن (500 nm) فإذا اضيء سطح المعدن بضوء طول موجته (300 nm) ، فما الطاقة الحركية العظمى التي تنبعث بها الالكترونات الضوئية من سطح المعدن ؟

الحل/ $E=\frac{hc}{\lambda}$ $W=\frac{hc}{\lambda_\circ}$ $KE_{max}=E-W$

$$KE_{max}=\frac{hc}{\lambda}-\frac{hc}{\lambda_\circ}=\frac{6.63\times 10^{-34}\times 3\times 10^{8}}{300\times 10^{-9}}-\frac{6.63\times 10^{-34}\times 3\times 10^{8}}{500\times 10^{-9}}$$

$$KE_{max}=6.63\times 10^{-19}-3.978\times 10^{-19}=2.652\times 10^{-19}\,J$$

س/دور ثاني/٢٠١٤/جد طول موجة دي برولي المرافقة لإلكترون تم تعجيله خلال فرق جهد (100 V) .

س/دور ثالث/٢٠١٤/سقط ضوء على سطح معدن داله شغله $(1.67\times 10^{-19}\,J)$ فانبعثت الكترونات ضوئية من السطح بانطلاق أعظم مقداره $(2\times 10^{6}\frac{m}{s})$ ، جد :١) طول موجة الضوء الساقط .

٢) طول موجة دي برولي المرافقة للإلكترونات الضوئية المنبعثة ذوات الانطلاق الأعظم ؟

الجسيمات و الدقائق و الموجات

س/دور اول/٢٠١٣/أيسلك الضوء سلوك الجسيمات ؟ ام انه يسلك سلوك الموجات ؟

ج حسب الظاهرة التي نقوم بدراستها ، حيض بعض الظواهر تظهر السلوك الجسيمي للضوء لكن البعض الآخر تظهر انه يسلك سلوك موجي (اي انه يسلك سلوك مزدوج) اي ان انظرة الجسيمية للضوء و النظرة الموجية للضوء يكمل احدهما الآخر .

س/دور أول/٢٠١٦/كيف يمكننا تفسير السلوك المزدوج للفوتون ؟

ج حسب معادلة طاقة الفوتون $E = hf \ldots . (1)$

حسب معادلة اينشتاين لتكافؤ الكتلة (m) مع الطاقة (E) $E = mc^2 \ldots (2)$

$(1) = (2) \quad \therefore hf = mc^2 \ldots . (3)$

من هذه العلاقة يتبين ان الفوتون له كتلة (يسلك سلوك جسيم) $m = \frac{hf}{c^2}$

كما ان تردد الفوتون يرتبط بطوله الموجي بالعلاقة $\lambda = \frac{c}{f} \qquad f = \frac{c}{\lambda}$

و باستخراج التردد من معادلة (3) $f = \frac{mc^2}{h}$

وبتعويض معادلة التردد في معادلة الطول الموجي $\lambda = \frac{c}{mc^2/h} = \frac{hc}{mc^2} \rightarrow\rightarrow\rightarrow \lambda = \frac{h}{mc}$

كما ان زخم الفوتون يعطى بالعلاقة $p = mc$

بتعويض الزخم في معادلة الطول الموجي $\lambda = \frac{h}{p}$

من المعادلتين اعلاه يتبين ان للفوتون سلوك جسيمي (له كتلة) و سلوك موجي (له طول موجة) .

حيث :

- **(E) طاقة الفوتون بوحدة جول (J) .**
- **(f) التردد بوحدة هيرتز (H_z) .**
- **(λ) الطول الموجي بوحدة متر (m)**
- **(p) الزخم بوحدة (Kg . m/s)**
- **(h) ثابت بلانك وهو قيمة ثابتة ($h = 6.63 \times 10^{-34}\ J.s$)**

الثوابت :

- **(h) ثابت بلانك ($h = 6.63 \times 10^{-34}\ J.s$)**
- **(C) سرعة الضوء $\left(3 \times 10^8 \frac{m}{s}\right)$**
- **(m) كتلة الإلكترون ($m_e = 9.11 \times 10^{-31} Kg$) .**
- **ان قيمة (h . c) تساوي $hc = 1989 \times 10^{-28}$**

س/ما الظواهر التي تؤيد بأن الضوء يسلك سلوك جسيمات (فوتونات) ؟

ج الاشعاع ،الامتصاص ، الانبعاث الكهروضوئي .

س/ما الظواهر التي تؤيد بأن للضوء سلوكا موجيا ؟ ج/التداخل ، الحيود ،الاستقطاب ،الانكسار .

س/علام يعتمد زخم الفوتون ؟ ج/الطول الموجي (تناسب عكسي) .

س/اثبت ان : $(E=pc)$.

$$E = \frac{hc}{\lambda} \qquad \lambda = \frac{h}{p}$$

$$\lambda = \frac{hc}{h/p} = \frac{hpc}{h} = pc$$

س/لديك فوتونان لمصدر واحد احادي اللون احدهما في الهواء و الآخر في الماء قارن بينهما .

فوتون في الهواء	فوتون في الماء
زخم الفوتون في الهواء اكبر من زخم الفوتون في الماء	زخم الفوتون في الماء اقل من زخم الفوتون في الهواء
لان طول موجة الفوتون في الهواء اكبر منها في الماء	لان طول موجة الفوتون في الماء اصغر منها في الماء

❖ حيث الزخم يتناسب عكسيا مع الطول الموجي .

الموجات المادية

❖ لاحظنا من المواضيع السابقة ان الضوء يسلك سلوكا ثنائيا .

س/هل ان للجسيمات سلوكا ثنائيا ايضا .

ج نعم للجسيمات سلوك ثنائي (جسيمية- موجية) لكن السلوك الموجي غير ملحوظ للأجسام الكبيرة نسبيا.

س/ما اقتراح دي برولي حول الطبيعة الثنائية للجسيم (جسيمية- موجية) .

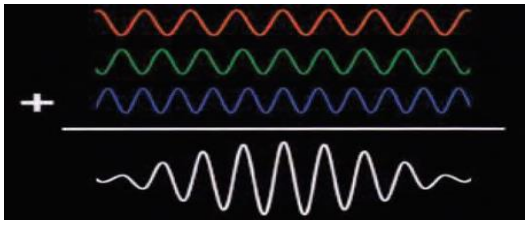
ج (في كل نظام ميكانيكي لابد من وجود موجات ترافق حركة الجسيمات المادية) .

❖ طبقا لفرضية دي برولي فإن الاجسام المادية مثل الإلكترونات هي مثل الضوء لها الطبيعة الازدواجية (جسيمية- موجية) و بذلك يكون الالكترون مصحوبا بموجة .

❖ و ان اي جسم يتحرك (الالكترون – الكرة – القلم) تصاحبه موجات تدعى موجات مادية .

❖ اذ يمثل الجسم برزمة موجية اي موجة ذات مدى محدود في الفضاء

❖ يمكن الحصول على الرزمة الموجية من اضافة موجات ذوات طول موجي مختلف قليلا . لاحظ الشكل اسفل .



ج س/ما نوع الموجات التي تصاحب جسيم مثل الالكترون ؟ ج/ موجات مادية .

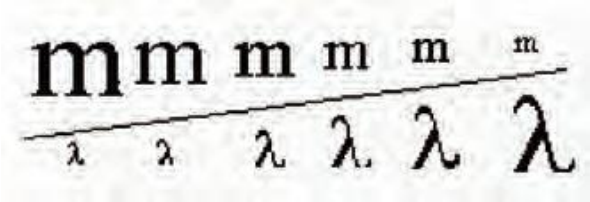
س/ما المقصود بالرزمة الموجية ؟ وكيف يمكن الحصول عليها ؟

ج هي موجة ذات مدى محدود في الفضاء ، من اضافة موجات ذوات طول موجي مختلف قليلا .

❖ افترض دي برولي ان الطول الموجي للموجة المادية يرتبط بزخم الجسم كما هو الحال في الفوتون $\lambda = \frac{h}{p}$

❖ و لان الزخم (p) هو كتلة الجسيم (m) مضروبا بسرعته $(p = m.\ v)$ يكون الطول الموجي $\lambda = \frac{h}{mv}$

❖ عند النظر للعلاقة اعلاه يتبين لنا ان الطول الموجي يعتمد على كتلة الجسيم و يتناسب معه عكسيا ، اي انه (كلما زادت كتلة الجسم قل طوله الموجي) اي (قلت الخاصية الموجية له)



س/تمهيدي/٢٠١٧/لماذا لا تظهر الطبيعة الموجية لبعض الاجسام كالكرة مثلا ؟

ج لسببين : ١)صغر قيمة ثابت بلانك .

٢)كبر كتلة جسم مثل الكرة يجعل الخاصية الموجية تختفي لأن الطول الموجي يتناسب عكسيا مع كتلة الجسم .

س/تظهر الخاصية الموجية للأجسام المجهرية على عكس الاجسام التي نراها في حياتنا اليومية مثل الكرة ، علل ذلك .

ج لان الخاصية الموجية تتناسب عكسيا مع كتلة الجسين و كلما قلت كتلته ظهرت الخصائص الموجية له .

$$\lambda = \frac{h}{p} \qquad \lambda = \frac{h}{mv} \qquad KE = \frac{1}{2}mv^2$$

س/ماذا يحصل ؟ و لماذا ؟ لطول موجة دي برولي المرافقة لإلكترون يتحرك بانطلاق (v) لو انخفض انطلاقه الى النصف .

ج يزيد بمقدار الضعف ، لأنه يتناسب عكسيا مع السرعة حسب العلاقة : $\lambda = \frac{h}{mv}$.

س/علام يعتمد طول موجة دي برولي المصاحبة للأجسام المتحركة ؟ ج/ زخم هذه الأجسام .

س/هل الضوء موجة مادية ؟ ولماذا ؟ ج/ كلا الضوء موجة كهرومغناطيسية او جسيم و لكن ليس موجة مادية .

س/وزاري مكرر/اختر الإجابة الصحيحة : الموجات المرافقة لجسيم مثل الالكترون هي :

(موجات ميكانيكية طولية ، موجات ميكانيكية مستعرضة ، موجات مستعرضة ، موجات مادية)

س/دور أول/٢٠١٥/اذا كان طول موجة دي برولي المرافقة لجسيم كتلته (m) هو (λ) ، فأثبت ان الطاقة الحركية تعطى بالعلاقة الآتية : $KE = \frac{h^2}{2m\lambda^2}$

ج

$$\lambda = \frac{h}{mv} \Rightarrow v = \frac{h}{m\lambda} \Rightarrow v^2 = \frac{h^2}{m^2\lambda^2}$$

$$KE = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow KE = \frac{1}{2}\, m\, \frac{h^2}{m^2\lambda^2}$$

$$\therefore KE = \frac{h^2}{2m\lambda^2}$$

س/دور ثالث/٢٠١٥/اختر الإجابة الصحيحة :

- العبارة (في كل نظام ميكانيكي لا بد من وجود موجات ترافق حركة الجسيمات المادية) هي تعبير عن (اقتراح بلانك ، مبدأ اللادقة لهايزنبرك ، فرضية دي برولي ، قانون لنز

مثال/٣/كتاب/جد طول موجة دي برولي المرافقة لكرة كتلتها (0.221 Kg) تتحرك بانطلاق مقداره (3 m/s) علما ان ثابت بلانك $(h = 6.63 \times 10^{-34}\ J\ s)$.

$$\boldsymbol{\lambda = \frac{h}{mv}} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{0.221 \times 3} = \frac{663 \times 10^{-36}}{663 \times 10^{-3}} = 10^{-33}\ m$$

❖ من ملاحظة الناتج اعلاه يتبين ان الطول الموجي للكرة اقرب الى الصفر فلا تلاحظ على الكرة اي خاصية موجية ...

مثال/٤/كتاب/جد طول موجة دي برولي المرافقة لإلكترون يتحرك بانطلاق مقداره $(6 \times 10^6 \frac{m}{s})$ مع العلم ان كتلته تساوي $(9.11 \times 10^{-31}\ Kg)$ و ثابت بلانك يساوي $(h = 6.63 \times 10^{-34}\ J\ s)$.

$$\boldsymbol{\lambda = \frac{h}{mv}} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{9.11 \times 10^{-31} \times 6 \times 10^6} = \frac{663 \times 10^{-36}}{5466 \times 10^{-27}} = 0.121 \times 10^{-9}\ m$$

$$\boldsymbol{\lambda} = 0.121\ nm$$

❖ طول موجي مقبول لذا من الواضح ان للإلكترون خصائص موجية و جسيمية معا ...

س/الكترون يتحرك بانطلاق قدره $\left(8 \times 10^6 \frac{m}{s}\right)$. احسب : ١) طول موجة دي برولي المرافقة لحركة الالكترون .

٢) زخم الالكترون . ٣) طاقته الحركية بوحدة جول (J) ثم بوحدة الكترون – فولط (e v) .

$$\boldsymbol{\lambda = \frac{h}{mv}} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{9.11 \times 10^{-31} \times 8 \times 10^6} = \frac{663 \times 10^{-36}}{3664 \times 10^{-27}} = 0.18 \times 10^{-9} m = 0.18\ nm$$

$$p = mv = 9.11 \times 10^{-31} \times 8 \times 10^{6} = 3664 \times 10^{-27} \frac{Kg.m}{s}$$

$$KE = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 9.11 \times 10^{-31} \times (8 \times 10^{6})^2 = \frac{1}{2} \times 911 \times 10^{-33} \times 64 \times 10^{12}$$

$$KE = 291.5 \times 10^{-19}\ J$$

$$KE = \frac{291.5 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 182.18\ eV$$

س/واجب/الكترون طول موجة دي برولي المرافقة له $(0.2\ nm)$ احسب زخمه و طاقته الحركية .....

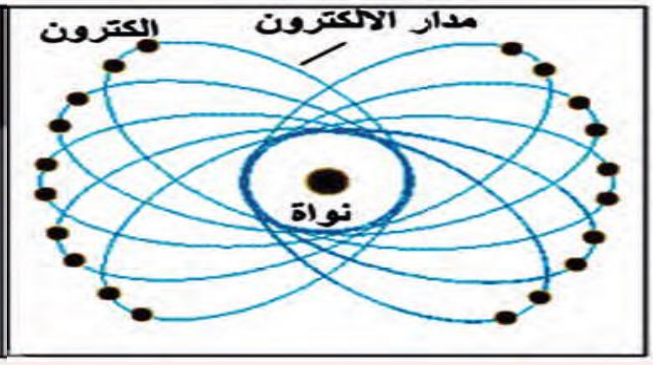
مدخل الى مفهوم الميكانيك الكمي و دالة الموجة

س/على وفق اي مبدأ تعمل الأجهزة الرقمية و جهاز الحاسب ؟ ج/الميكانيك الكمي .

س/ماذا يقصد بالميكانيك الكمي ؟

ج ((ذلك الفرع من الفيزياء و الذي هو مخصص لدراسة حركة الأشياء و التي تأتي بحزم صغيرة او كمات))

الميكانيك الكلاسيكي	الميكانيك الكمي
يعمل وفق مبدأ التأكيد	يعمل وفق مبدأ الاحتمالات
نصف قطر ذرة الهيدروجين يساوي (0.0529 nm) حسب الميكانيك الكلاسيكي	لو قمنا بتجارب مناسبة لوجدنا ان نصف القطر اكبر او اقل من هذه القيمة بقليل و لكن القيمة الاكثر احتمالا هي (0.0529 nm)
الميكانيك الكلاسيكي ليس الا صيغة تقريبية للميكانيك الكمي	الكمية التي يهتم بدراستها الميكانيك الكمي هي دالة الموجة



كثافة الاحتمالية : هي الاحتمالية لوحدة الحجم لإيجاد الجسيم و الذي يوصف بدالة الموجة (Ψ) في نقطة معينة في الفضاء و لزمن معين .

س/علام تعتمد كثافة الاحتمالية ؟ ج/تعتمد على قيمة $|\psi|^2$ و تتناسب معه طرديا .

س/علام تدل قيمة $|\psi|^2$ لا تساوي صفر في مكان ما ؟ ج/ ان هناك احتمال لوجود الجسم في ذلك المكان .

س/دور ثالث/٢٠١٣/ علام تدل قيمة كبيرة ل $|\psi|^2$ لجسيم في مكان و زمان معينين ؟ (اذ ان Ψ تمثل دالة الموجة) .

ج تعني احتمالية كبيرة لوجود الجسم في المكان و الزمان المعينين .

س/دور اول/٢٠١٤/ اختر الاجابة الصحيحة : كثافة الاحتمالية لإيجاد جسيم في نقطة و لحظة معينين تتناسب :

(طرديا مع $|\psi|^2$ ، طرديا مع $|\psi|$ ، عكسيا مع $|\psi|^2$ ، عكسيا مع $|\psi|$)

س/دور ثاني/٢٠١٥/ما الكمية التي يهتم بدراستها الميكانيك الكمي ؟ و ماذا يقصد بها ؟

ج الكمية التي يهتم بدراستها الميكانيك الكمي هي دالة الموجة و هي الكمية التي تغيراتها تشكل الموجات المادية ، و دالة الموجة هي صيغة رياضية اذ ان قيمة دالة الموجة المرافقة لجسيم متحرك في نقطة معينة في الفضاء و لزمن معين تتعلق باحتمالية ايجاد الجسيم في ذلك الزمان و المكان .

مبدأ اللادقة لهايزنبرك

س/ماذا ينص مبدأ الادقة لهايزنبرك ؟

ج ((من المستحيل ان نقيس آنيا الموضع بالضبط و كذلك الزخم الخطي بالضبط لجسيم))

- اللادقة في موضع سيم (Δx) ، اللادقة في زخم جسيم (Δp) .
- $\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$ حيث (h) ثابت بلانك
- $\Delta p = m\Delta v$ حيث (m) كتلة الجسيم . (Δv) لا دقة سرعة الجسيم .
- ممكن ان يكون $\Delta x \, . m\Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$
- يمكن ان يعطي اللادقة في الزخم نسبة مئوية من الزخم الاصلي $(\Delta p = \cdots \%p)$
- او يعطي اللادقة في الانطلاق بنسبة مئوية من الانطلاق الأصلي $(\Delta v = \cdots \%v)$.
- $\left(\frac{h}{4\pi} = 0.528 \times 10^{-34}\, J.s\right)$.

س/هل يمكن قياس موقع و انطلاق جسيم في الوقت نفسه ؟

س/هل يمكن قياس موقع و زخم جسيم في الوقت نفسه ؟

ج طبقا للميكانيك الكلاسيكي نعم يمكن ذلك اذا كانت اجهزة القياس دقيقة لأعلى درجة ممكنة (مثالية) . طبقا للميكانيك الكمي كلا لا يمكن ذلك لأنك سنتواجه لا دقة في موضع او سرعة الجسيم و كلما زادت دقة قياس احداهما زادت لا دقة قياس الاخرى .

س/هل ان الحدود التي يضعها مبدأ اللادقة لقياس موضع و زخم جسيم آنيا هي حدود بسبب الاجهزة المستعملة او طرائق القياس ولماذا ؟

ج كلا ، لأنها حدود تفرض من الطبيعة و لا يوجد سبيل للتغلب عليها .

س/متى يمكن الحصول على اقل لا دقة في قياس الموضع او قياس الزخم لجسيم ؟

اذا ذكر في السؤال عبارة (اقل لا دقة) نطبق العلاقة

$$\Delta x \Delta p = \frac{h}{4\pi}$$

ج يمكن ذلك عندما يكون حاصل ضرب الكميتين (Δp) , (Δx) مساويا للمقدار $\left(\frac{h}{4\pi}\right)$.

س/علام تعتمد اللادقة في موضع جسيم (Δx) ؟

ج اللادقة في زخمه (Δp) تناسب عكسي حسب العلاقة ($\Delta x \geq \frac{h}{4\pi\Delta p}$) .

س/علام تعتمد اللادقة في زخم جسيم ؟

ج اللادقة في موضعه (Δx) تناسب عكسي حسب العلاقة ($\Delta p \geq \frac{h}{4\pi\Delta x}$) .

مثال/٥/كتاب/تمهيدي/٢٠١٦/اذا كانت اللادقة في زخم كرة تساوي $\left(2 \times 10^{-3} kg.\frac{m}{s}\right)$. جد اللادقة في موضع الكرة

$$\Delta x\Delta p \geq \frac{h}{4\pi} \Rightarrow \Delta x \geq \frac{h}{4\pi\Delta p}$$

$$\Delta x \geq \frac{6.63 \times 10^{-34}}{4 \times 3.14 \times 2 \times 10^{-3}} \Rightarrow \Delta x \geq \frac{663 \times 10^{-34}}{2512 \times 10^{-3}}$$

$$\Delta x \geq 0.252 \times 10^{-31}\, m$$

هذه القيمة صغيرة جدا و لا يمكن قياسها عمليا ..

مثال/٦/كتاب/قيس انطلاق الكترون فوجد انه يساوي $\left(6 \times 10^{3}\frac{m}{s}\right)$ ، فاذا كان الخطأ في انطلاقه يساوي (0.003%) من انطلاقه الأصلي ، جد اقل لا دقة في موضع هذا الالكترون .

$$\Delta v = 0.003\%v = \frac{3 \times 10^{-3}}{100} \times 6 \times 10^{3} = 0.18\frac{m}{s}$$

$$\Delta \boldsymbol{x}\Delta \boldsymbol{p} = \frac{\boldsymbol{h}}{\boldsymbol{4\pi}} \Rightarrow \Delta x\, m\Delta v = \frac{\boldsymbol{h}}{\boldsymbol{4\pi}} \Rightarrow \Delta \boldsymbol{x} = \frac{\boldsymbol{h}}{m\Delta v \times \boldsymbol{4\pi}}$$

$$\Delta x = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{9.11 \times 10^{-31} \times 0.18 \times 4 \times 3.14} = 3.22 \times 10^{-4} m$$

مثال/٧/كتاب/تمهيدي/٢٠١٧/اذا كانت اللادقة في زخم الكترون تساوي $\left(3.5 \times 10^{-24}\, Kg.\frac{m}{s}\right)$ ،جد اللادقة في موضع الإلكترون .

$$\Delta \boldsymbol{x}\Delta \boldsymbol{p} \geq \frac{\boldsymbol{h}}{\boldsymbol{4\pi}} \Rightarrow \Delta x \geq \frac{h}{4\pi\Delta p}$$

$$\Delta x \geq \frac{6.63 \times 10^{-34}}{4 \times \frac{22}{7} \times 3.5 \times 10^{-24}} \Rightarrow \Delta x \geq \frac{663 \times 10^{-36}}{440 \times 10^{-25}}$$

$$\Delta x \geq 1.508 \times 10^{-11}\ m$$

س/دور ثالث/٢٠١٣/الكترون طاقته الحركية تساوي $(9.1 \times 10^{-9}\ J)$ اذا كانت اللادقة في زخمه تساوي (0.5%) من زخمه الأصلي ، فما هي اقل لا دقة في موضعه .

- ❖ من الطاقة الحركية نستخرج السرعة و من السرعة نستخرج الزخم و منه نستخرج لا دقة الزخم ..
- ❖ للتسهيل نفرض ان كتلة الالكترون $m = 9.1 \times 10^{-31}$

$$KE = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v^2 = \frac{2KE}{m} = \frac{2 \times 9.1 \times 10^{-9}}{9.1 \times 10^{-31}} = 2 \times 10^{22}$$

$$v = 1.414 \times 10^{11}\ \frac{m}{s}$$

$$p = mv = 9.1 \times 10^{-31} \times 1.414 \times 10^{11} = 12867 \times 10^{-24}\ Kg.\frac{m}{s}$$

$$\Delta p = 0.5\%\ p = \frac{0.5}{100} \times 12867 \times 10^{-24} = 64335 \times 10^{-27}\ Kg.\frac{m}{s}$$

$$\Delta \boldsymbol{x}\Delta \boldsymbol{p} = \frac{\boldsymbol{h}}{\boldsymbol{4\pi}} \Rightarrow \Delta x = \frac{h}{4\pi \Delta p}$$

$$\Delta x = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{4 \times 3.14 \times 64335 \times 10^{-27}} = \frac{663 \times 10^{-36}}{80804760 \times 10^{-29}}$$

$$\Delta x = 783 \times 10^{-16}\ m$$

س/وزاري مكرر/يتحرك الكترون بانطلاق $(663\ m/s)$ جد ١)طول موجة دي برولي المرافقة للإلكترون .

٢) اقل خطأ في موضع الالكترون اذا كان الخطأ في انطلاقه $(0.04\ \%)$ من انطلاقه الاصلي .

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{9.1 \times 10^{-31} \times 663} = \frac{1}{91} \times 10^{-4} = 1.1 \times 10^{-6} m = 1.1\ \mu m$$

$$\Delta v = 0.04\ \%\ v = \frac{0.04}{100} \times 663 = 4 \times 663 \times 10^{-4}\ \frac{m}{s}$$

$$\Delta \boldsymbol{x}\Delta \boldsymbol{p} = \frac{\boldsymbol{h}}{\boldsymbol{4\pi}} \Rightarrow \Delta x\ m\Delta v = \frac{\boldsymbol{h}}{\boldsymbol{4\pi}} \Rightarrow \Delta x = \frac{h}{4\pi m \Delta v}$$

$$\Delta x = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{4 \times 3.14 \times 9.1 \times 10^{-31} \times 4 \times 663 \times 10^{-4}} = \frac{10^{-36}}{457184 \times 10^{-38}}$$

$$\Delta x = 22 \times 10^{-8}\ m$$

قوانين الفصل

قوانين الجسم الأسود

شدة الاشعاع $I = \sigma T^4$

الطول الموجي المقابل لذروة الاشعاع $\lambda_m T = 2.898 \times 10^{-3}$

التحويل بين الكلفن و السيليزي $T = C + 273$

معادلات الخلية الضوئية :

اولا معادلات الطاقة الحركية :

$$KE = E - W \qquad KE = \frac{1}{2}mv^2 \qquad KE = eV_s \qquad KE = h(f - f_\circ)$$

$$KE = h\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_\circ}\right)$$

ثانيا معادلات طاقة الفوتون و تردد العتبة :

$$E = hf \qquad E = \frac{hc}{\lambda} \qquad W = hf_\circ \qquad W = \frac{hc}{\lambda_\circ} \qquad \mathrm{f} = \frac{\mathrm{c}}{\lambda}$$

معادلات السلوك المزدوج للفوتون و معادلات موجة دي برولي :

$$\lambda = \frac{h}{p} \qquad \lambda = \frac{h}{mv} \qquad p = mv$$

مبدأ *اللادقة* لهايزنبرك :

$\Delta x \Delta p = \frac{h}{4\pi}$ اقل لا دقة $\qquad \Delta x \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$ لا دقة $\qquad \Delta p = m\Delta v$

حل اسئلة الفصل

س١ اختر العبارة الصحيحة لكل مما يأتي :

١ . عند ارتفاع درجة الحرارة المطلقة فأن ذروة التوزيع الموجي للإشعاع المنبعث من الجسم الأسود تنزاح نحو :

a) الطول الموجي الأطول . b) الطول الموجي الأقصر .
C) التردد الأقصر . d) ولا واحدة منها.

٢ . العبارة:(في كل نظام ميكانيكي لابد من وجود موجات ترافق حركة الجسم المادية)هي تعبير عن :

a) مبدأ اللادقة لهايزنبرك . b) اقتراح بلانك . C) قانون لينز . d) فرضية دي برولي .

٣ . يمكن فهم الظاهرة الكهروضوئية على اساس :

a) النظرية الكهرومغناطيسية . b) تداخل الموجات الضوئية .
C) حيود الموجات الضوئية . d) ولا واحدة منها .

٤ . احدى الظواهر التالية تعد احدى الأدلة التي تؤكد على ان للضوء سلوكا جسيمياً .

a) الحيود . b) الظاهرة الكهروضوئية . C) الاستقطاب . d) التداخل .

٥ . افترض انه قيس موضع جسم بدقة تامة اي ان $(\Delta X = 0)$ ، فإن اقل لادقة في زخم الجسم تساوي :

a) $\frac{h}{4\pi}$ b) $\frac{h}{2\pi}$ c) ما لا نهاية d) صفر

$$\Delta X \Delta p \geq \frac{h}{4\pi} \Rightarrow \Delta p \geq \frac{h}{4\pi \Delta X} \Rightarrow \Delta p \geq \frac{h}{4\pi(0)} = \infty$$

٦ . اذا كان طول موجة دي برولي المرافقة لجسيم كتلته (m) هو (λ) .فإن طاقته الحركية تساوي :

a) $\left(\frac{2mh^2}{\lambda^2}\right)$ b) $\left(\frac{\lambda^2}{2mh^2}\right)$ c) $\left(\frac{h}{2m\lambda}\right)$ d) $\left(\frac{h^2}{2m\lambda^2}\right)$

$$\lambda = \frac{h}{mv} \Rightarrow v = \frac{h}{m\lambda} \Rightarrow v^2 = \frac{h^2}{m^2\lambda^2}$$

$$KE = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\frac{h^2}{m^2\lambda^2} = \frac{h^2}{2m\lambda^2}$$

٧. عند مضاعفة شدة الضوء الساقط بتردد معين مؤثر على سطح معدن يتضاعف مقدار :
a) الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات . b) جهد الإيقاف .
c) زخم الفوتون . d) تيار الإشباع .

٨. كثافة الاحتمالية لإيجاد الجسيم في نقطة و لحظة معينين تتناسب :
a) طرديا مع $|\Psi|^2$ b) عكسيا مع $|\Psi|^2$. c) طرديا مع $|\Psi|$ d) عكسيا مع $|\Psi|$.

٩. اذا كان طول موجة دي برولي المرافقة لإلكترون كتلته (m) يتحرك بانطلاق (v) يساوي (λ) فإذا انخفض انطلاقه الى (v/2) ، فإن طول موجة دي برولي المرافقة له تصير :
a) 4λ b)2λ c) $\frac{\lambda}{4}$ d) $\frac{\lambda}{2}$

$$\lambda = \frac{h}{mv} \Rightarrow \lambda \propto \frac{1}{v} \Rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{v_1}{v_2} \Rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{v_1}{\frac{v_1}{2}} \Rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = 2 \Rightarrow \lambda_2 = 2\lambda_1$$

١٠. العبارة : (من المستحيل ان نقيس آنيا (في الوقت نفسه) الموقع بالضبط و كذلك الزخم الخطي بالضبط هي تعبير عن :
a) قانون فرداي . b) قانون ازاحة فين . c) قانون ستيفان-بولتزمان. d) مبدأ اللادقة لهايزنبرك .

١١. الموجات المرافقة لحركة جسيم مثل الإلكترون هي :
a) موجات ميكانيكية طولية . b) موجات ميكانيكية مستعرضة .
c) موجات كهرومغناطيسية . d) موجات مادية .

س٢ ما الذي يقصد بالجسم الأسود؟ و كيف يمكن تمثيله عمليا ؟ ابحث عن الجواب في الملزمة .....

س٣ لماذا فشلت المحاولات العديدة لدراسة الطيف الكهرومغناطيسي المنبعث من الجسم الأسود كدالة للطول الموجي عند درجة حرارة معينة وفقا لقوانين الفيزياء الكلاسيكية ؟ ابحث عن الجواب في الملزمة .....

س٤ ما هو اقتراح العالم بلانك و المتعلق بإشعاع و امتصاص الطاقة بالنسبة للجسم الأسود؟
ابحث عن الجواب في الملزمة .....

س٥ ما المقصود بكل مما يأتي :الميكانيك الكمي ، تردد العتبة للمعدن ، دالة الشغل . ابحث عن الجواب في الملزمة .

س٦ علام تدل : a) قيمة كبيرة الى $|\Psi|^2$ لجسيم في مكان و زمان معينين ؟
b) قيمة صغيرة الى $|\Psi|^2$ لجسيم في مكان و زمان معينين ؟
ج/a) تعني احتمالية كبيرة لوجود الجسيم في المكان و الزمان المعينين .
b) تعني احتمالية صغيرة لوجود الجسيم في المكان و الزمان المعينين .

س٧ علل/عادة يفضل استعمال خلية كهروضوئية نافذتها من الكوارتز بدلا من الزجاج في تجربة الظاهرة الكهروضوئية . ابحث عن الجواب في الملزمة .....

س٨ أيسلك الضوء سلوك الجسيمات ام انه يسلك سلوك الموجات ؟ ابحث عن الجواب في الملزمة .....

س٩ ما النظرة الحديثة لطبيعة الضوء ؟ ابحث عن الجواب في الملزمة .....

س١٠ لا يمكن ملاحظة الطبيعة الموجية للأجسام الاعتيادية المتحركة في حياتنا اليومية في العالم البصري مثل سيارة متحركة ، لماذا ؟ ابحث عن الجواب في الملزمة .....

س١١ سقط ضوء طاقته تساوي (5 eV) على معدن الألمنيوم فانبعثت منه الكترونات ضوئية . و عند سقوط الضوء نفسه على معدن البلاتين لم تنبعث الكترونات ضوئية . فسر ذلك اذا علمت ان دالة الشغل لمعدن الألمنيوم تساوي (4.08 eV) و دالة الشغل لمعدن البلاتين تساوي (6.35 eV) .

ج/في حالة معدن الألمنيوم ، انبعثت الكترونات ضوئية لأن طاقة الفوتون الساقط اكبر من دالة الشغل فتكون الطاقة الحركية للإلكترونات الضوئية موجبة فيحصل الانبعاث .

اما في حالة معدن البلاتين فلا تنبعث الكترونات ضوئية لأن طاقة الفوتون اقل من دالة الشغل فتكون الطاقة الحركية للفوتون اقل من واحد فلا يحصل الانبعاث على وفق العلاقة $(KE = E - W)$

س١٢ ما الكمية التي يهتم بدراستها الميكانيك الكمي ؟ و ماذا يقصد بها ؟ الجواب في الملزمة

س١٣ فسر عدم ملاحظتنا لمبدأ اللادقة في حياتنا ومشاهدتنا اليومية الاعتيادية في العالم البصري ، لكرة قدم متحركة ؟
الجواب في الملزمة .

س١٤ عند سقوط اشعة فوق بنفسجية على القرص المعدني لكشاف كهربائي مشحون بشحنة سالبة فإننا نلاحظ انطباق ورقتيه أولاً ، و باستمرار سقوط هذه الأشعة على القرص المعدني نلاحظ انفراج ورقتيه مرة اخرى ، بين سبب ذلك إذا علمت ان طاقة الأشعة فوق البنفسجية الساقطة هي اكبر من دالة شغل المعدن المصنوع منه القرص .

ج/بما ان طاقة فوتون الأشعة فوق البنفسجية هي اكبر من دالة شغل المعدن المصنوع منه قرص الكشاف الكهربائي فبالتالي فإنه يمتلك طاقة كافية تمكنه من انبعاث الالكترونات الضوئية (السالبة الشحنة) من قرص الكشاف الكهربائي بواسطة الظاهرة الكهروضوئية حسب العلاقة $[KE_{max} = hf - W]$ و بذلك سوف تقل شحنة الكشاف تدريجيا حتى تنتهي بالكامل وعندها يصبح الكشاف الكهربائي متعادلا فتنطبق ورقتاه .

و باستمرار سقوط الأشعة تستمر الظاهرة الكهروضوئية من معدن القرص فتصبح شحنة معدن القرص في هذه الحالة موجبة وذلك لفقدانه عدد من الكترونات معدن القرص و بالتالي تنفرج الورقتان مرة اخرى لشحنهما بشحنة موجبة .

مسائل الفصل

س١ اذا اعلمت ان الطول الموجي المقابل لذروة الإشعاع المنبعث من نجم بعيد تساوي (480 nm) ، فما درجة حرارة سطحه ؟ اعتبر النجم يشع كجسم اسود .

س٢ افترض ان ثابت بلانك اصبحت قيمته تساوي (66 J.s) ، كم سيكون طول موجة دي برولي المرافقة لشخص كتلته (80 Kg) و يجري بانطلاق مقداره (1.1 m/s) ؟

س٣ فوتون طول الموجي (3 nm) . احسب مقدار زخمه .

س٤ سقط ضوء طول موجته تساوي (300 nm) على سطح معدن ، فاذا كان طول موجة العتبة لهذا المعدن يساوي (500 nm) . جد جهد القطع اللازم لإيقاف الالكترونات الضوئية المنبعثة ذات الطاقة الحركية العظمى .

س٥ يتوقف تحرير الالكترونات الضوئية من سطح مادة ما عندما يزيد طول موجة الضوء الساقط عليه عن (600 nm) فإذا أضيء سطح المعدن نفسه بضوء طول موجته (300 nm) فما مقدار الطاقة الحركية العظمى التي تنبعث بها الالكترونات الضوئية من سطح المعدن مقدرة بوحدة الجول (J) اولا ووحدة الالكترون-فولط (eV) ثانيا ؟

س٦ سقط ضوء طول موجته يساوي (10^{-7}) على سطح مادة دالة شغلها تساوي ($1.67 \times 10^{-19}\ J$) فانبعثت الكترونات ضوئية من السطح جد :

a) الانطلاق الأعظم للإلكترونات الضوئية المنبعثة من سطح المعدن .

b) طول موجة دي برولي المرافقة للإلكترونات الضوئية المنبعثة ذوات الانطلاق الأعظم .

س٧ سقط ضوء تردده $(0.6 \times 10^{15}\ Hz)$ على سطح معدن فوجد ان جهد الايقاف للإلكترونات الضوئية المنبعثة ذات الطاقة الحركية العظمى يساوي (0.18 V) ، و عندما سقط ضوء تردده $(1.6 \times 10^{15}\ Hz)$ على نفس سطح المعدن وجد ان جهد الايقاف يساوي (4.324 V) . جد قيمة ثابت بلانك .

س٨ جد طول موجة دي برولي المرفقة لإلكترون تم تعجيله خلال فرق جهد مقداره (100 V) ؟

س٩ يتحرك الكترون بانطلاق مقداره (663 m/s) جد :

a) طول موجة دي برولي المرافقة للإلكترون .

b) اقل خطأ في موضع الالكترون إذا كان الخطأ في انطلاقه يساوي (0.05 %) من انطلاقه الأصلي .

س١٠ بروتون طاقته الحركية تساوي $(1.6 \times 10^{-13}\ J)$. إذا كانت اللادقة في زخمه تساوي (5%) من زخمه الأصلي ، فما هي أقل لا دقة في موضعه ؟ على فرض ان كتله البروتون تساوي $(1.67 \times 10^{-27}\ Kg)$.

س١١ جد انطلاق الكترون و الذي يجعل طول موجة دي برولي المرافقة له مساوية الى طول موجة اشعة سينية ترددها يساوي $(3.25 \times 10^{17}\ Hz)$.

س١٢ افترض ان اللادقة في موضع جسيم كتلته (m) و انطلاقه (v) تساوي طول موجة دي برولي المرافقة له ، برهن على ان :

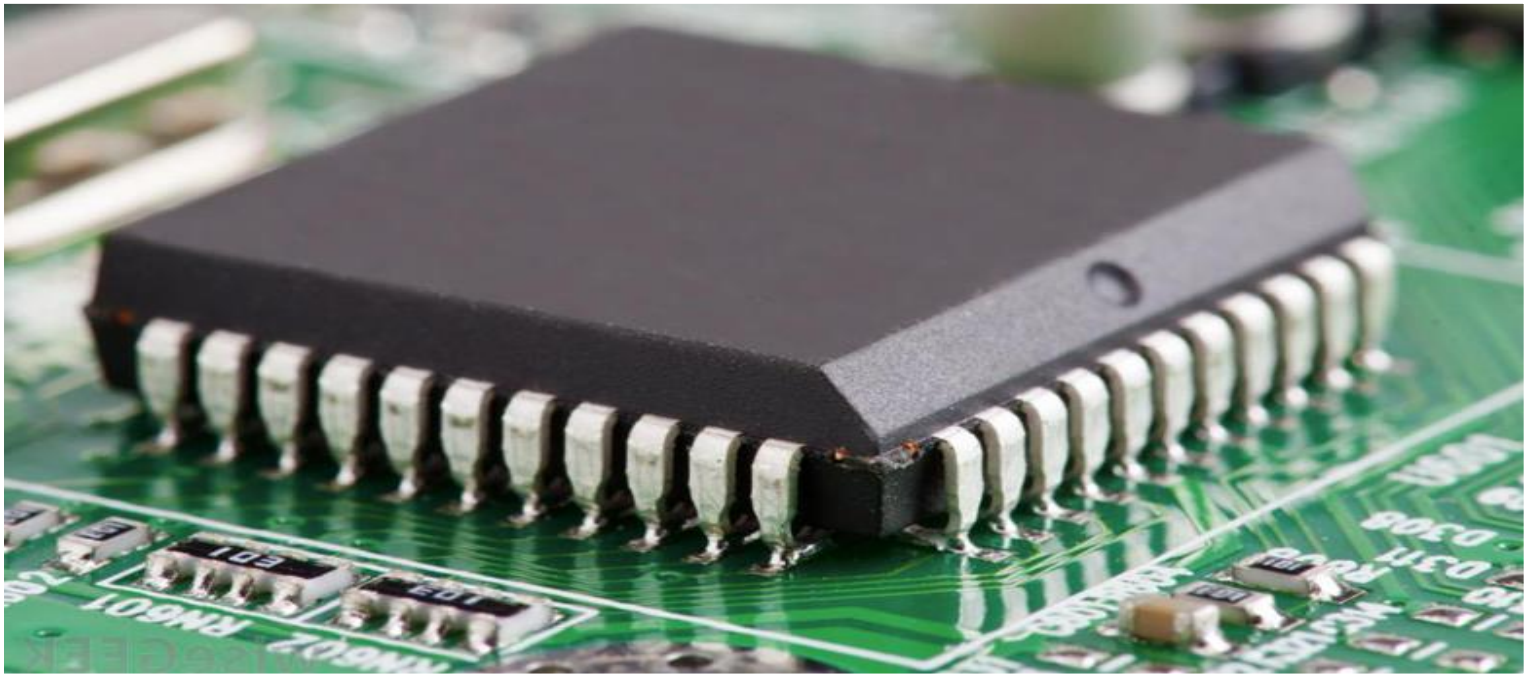
$$\left(\frac{\Delta v}{v} \geq \frac{1}{4\pi}\right)$$

اذ ان (Δv) هي اللادقة في انطلاق الجسيم .

فيزياء السادس التطبيقي

الفصل السابع

الكترونيات الحالة الصلبة



اعداد: أ.حيدر مجيد

٠٧٧٢٣٣٢٧٤٢١

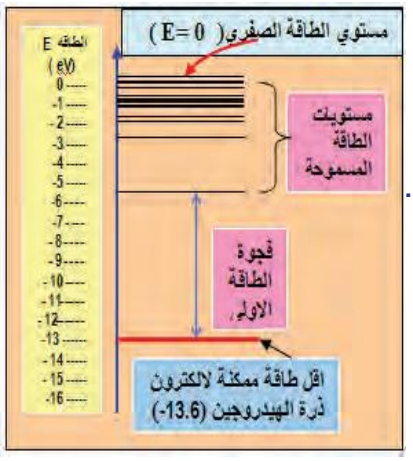
س/علام تعتمد الاجهزة الإلكترونية في عملها ؟

ج الثنائيات البلورية و الترانزستورات و الدوائر المتكاملة .

س/ما نوع الإلكترونات التي تشارك في التفاعلات الكيميائية و تحدد الخواص الكيميائية للمادة ؟

ج الكترونات التكافؤ ، حيث تكون في الاغلفة الخارجية الأبعد عن النواة و تمتلك قدرا من الطاقة و تكون مرتبطة بالنواة بأقل قوة جذب .

- الغلاف الثانوي الخارجي الأبعد عن النواة يسمى غلاف التكافؤ ، والإلكترونات التي تشغل هذا الغلاف تسمى الكترونات التكافؤ .
- تمتلك الكترونات التكافؤ **اكبر قدرا من الطاقة** ، فتكون ضعيفة الارتباط جدا مع نواة ذرتها مقارنة بالإلكترونات الأقرب الى النواة .
- الكترونات التكافؤ تسهم في التفاعلات الكيميائية و هي التي تحدد الخواص الكيميائية للمادة .



س/بماذا تمتاز الكترونات التكافؤ ؟

ج ١) تمتلك قدرا اكبر من الطاقة . ٢)ضعيفة الارتباط بالنواة .
٣) تسهم في التفاعلات الكيميائية . ٤)تحدد الخواص الإلكترونية للمادة .

س/ما المقصود بمستوى طاقة (E=0) في ذرة الهيدروجين ؟

ج اعلى مستوى للطاقة في الذرة .

س/ ما اقل طاقة يمكن ان يملكه الإلكترون في ذرة الهيدروجين ؟

ج اقل طاقة يمكن ان يملكه الإلكترون في ذرة الهيدروجين يساوي (-13.6eV) .

س/ماذا يحصل للإلكترون عندما يكتسب طاقة مقدارها (+13.6 eV) ؟ ج/ يتحرر من الذرة .

المواد الموصلة و العازلة و شبه الموصلة

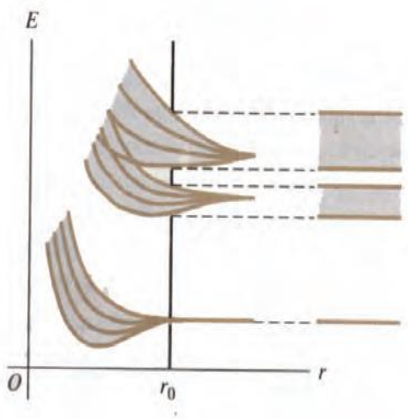
المواد الموصلة	المواد العازلة	المواد شبه الموصلة
تسهل انسياب التيار الإلكتروني خلالها لذا تتحرك الشحنة الكهربائية بسهولة خلالها	لا تسمح بانسياب التيار الإلكتروني خلالها في الظروف الاعتيادية	تتحرك الشحنات الكهربائية بحرية اقل مما هي عليه في المواد الموصلة
مثل (النحاس ،الفضة ،الذهب ،الألمنيوم)	مثل (الزجاج ،البولي اثيلين ،المايكا)	
الكترونات التكافؤ ترتبط ارتباطا ضعيفا بالنواة و تتمكن بسهولة من فك ارتباطها مع النواة و تصير حرة	الكترونات التكافؤ مرتبطة ارتباطا وثيقا بالنواة	
ينشأ تيار الكتروني خلال الموصل بتسليط فرق جهد مناسب بين طرفيه نتيجة لحركة الالكترونات باتجاه واحد		
المقاومة الكهربائية النوعية بحدود (10^{-8} – 10^{-5} Ωm)	المقاومة الكهربائية النوعية تقع بحدود (10^{10} – 10^{16} Ωm)	المقاومة الكهربائية النوعية تقع بحدود (10^{-5} – 10^{8} Ωm)

س/دور/٢٠١٥/٣/هل تمتلك المعادن قابلية توصيل كهربائية عالية ؟ وضح ذلك .

ج نعم ، حيث تكون الكترونات التكافؤ حرة الحركة خلال الموصلات

حزم الطاقة في المواد الصلبة

س/كيف ستكون مستويات الطاقة للمواد الصلبة التي تحتوي عددا هائلا من الذرات المتراصفة ؟



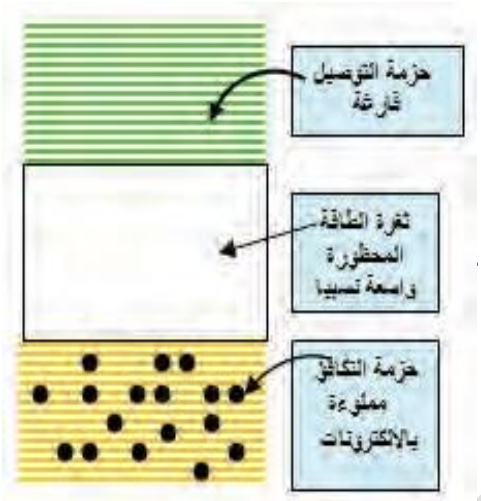
ج لو امعنا النظر في الشكل يوضح تأثير تداخل مستويات الطاقة مع بعضها بعض في المواد الموصلة ، مما يؤدي الى تأثير الكترونات اية ذرة بإلكترونات الذرات المجاورة لها ، و نتيجة هذا التفاعل بين الذرات المتجاورة تقسم مستويات الطاقة المسموح بها في الاغلفة الخارجية المتقاربة جدا مع بعضها بشكل حزم و كل حزمة منها ذات مستويات طاقة ثانوية متقاربة جدا مع بعضها مكونة حزم الطاقة .

- توجد حزمتان للطاقة (١)حزمة التكافؤ (٢)حزمة التوصيل
- تفصل بين الحزمتين منطقة تسمى ثغرة الطاقة المحظورة

حزمة التكافؤ	حزمة التوصيل	ثغرة الطاقة المحظورة
تحتوي مستويات طاقة مسموح بها طاقتها واطئة ، وتكون مملوءة كليا او جزئيا بالإلكترونات و لا يمكن ان تكون خالية من الكترونات التكافؤ	تحتوي مستويات طاقة مسموح بها ذات طاقة عالية و الكتروناتها تسمى الكترونات التوصيل	لا تحتوي على مستويات طاقة مسموح بها (ولا تسمح لإلكترون ان يشغلها)
لا تتمكن الكترونات التكافؤ من الحركة بين الذرات المتجاورة بسبب قربها من النواة فهي ترتبط بالنواة بقوة كبيرة نسبيا	تتمكن الكترونات التوصيل من الانتقال بسهولة لتشارك في عملية التوصيل الكهربائي	لكي ينتقل الكترون من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل عبر ثغرة الطاقة المحظورة يتطلب ان يكسب طاقة كافية من مصدر خارجي مقدارها لا يقل عن مقدار ثغرة الطاقة المحظورة

س/ما الذي يفصل بين حزمة التكافؤ و حزمة التوصيل ؟

ج ثغرة الطاقة المحظورة و لا تسمح لإلكترون ان يشغلها .



س/ما المقصود بثغرة الطاقة المحظورة ؟

ج منطقة محظورة لا تحتوي على مستويات طاقة مسموح بها و لا تسمح لإلكترون ان يشغلها تقع بين حزمة التكافؤ و حزمة التوصيل

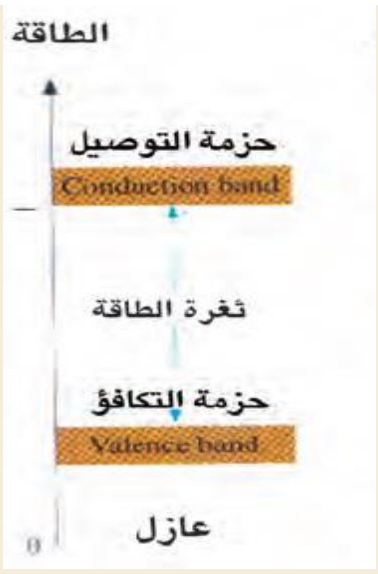
س/بماذا تمتاز منطقة الطاقة المحظورة ؟

ج ١)لا تحتوي على مستويات طاقة مسموح بها .
٢) لا تسمح لإلكترون ان يشغلها .

س/هل يتمكن ان ينتقل الكترون من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل ؟ وضح.

ج يمكن ذلك اذا اكتسب ذلك الالكترون طاقة كافية مقدارها لا يقل عن مقدار ثغرة الطاقة المحظورة .

س/بماذا تتصف حزم الطاقة في المواد الموصلة و العازلة و شبه الموصلة ؟

حزم الطاقة في المواد الموصلة	حزم الطاقة في المواد العازلة	حزم الطاقة في شبه الموصلات
تتداخل حزمة التكافؤ مع حزمة التوصيل	حزمة التكافؤ مملوءة بالإلكترونات	حزمة التكافؤ مملوءة بالإلكترونات
تنعدم ثغرة الطاقة المحظورة بين الحزمتين	حزمة التوصيل خالية من الإلكترونات	حزمة التوصيل خالية من الإلكترونات
تكون الكترونات التكافؤ طليقة في حركتها خلال المواد الصلبة و لهذا السبب تمتلك المعادن قابلية توصيل عالية .	ثغرة الطاقة المحظورة واسعة نسبيا لذا لا تتمكن الكترونات التكافؤ عبور ثغرة الطاقة المحظورة	ثغرة الطاقة المحظورة ضيقة نسبيا
تقل قابلية التوصيل الكهربائي في المعادن بارتفاع حرارتها نتيجة لازدياد المقاومة الكهربائية	عند تسليط مجال كهربائي كبير المقدار على المادة العازلة او تعرضها لتأثير حراري كبير قد يؤدي الى انهيار العازل فينساب تيار قليل جدا	عند درجات حرارة منخفضة جدا و في انعدام الضوء تسلك مادة شبه الموصل سلوك المادة العازلة

س/تحت اي ظروف تسلك اشباه الموصلات النقية سلوك العوازل ؟

ج عند درجات حرارة منخفضة جدا و في حالة انعدام الضوء .

س/دور ثالث/٢٠١٣/علل/تمتلك المعادن قابلية توصيل عالية ؟

ج/لعدم وجود ثغرة الطاقة المحظورة فتتداخل حزمة التكافؤ مع حزمة التوصيل فتصبح الكترونات التكافؤ حرة الحركة .

س/علل/تقل قابلية التوصيل للمعادن بارتفاع درجة حرارتها ؟

ج لازدياد المعدل الزمني لاهتزاز الذرات و الجزيئات بارتفاع درجة الحرارة فتزيد مقاومتها .

س/دور ثاني/٢٠١٤/علل/لا تمتلك العوازل قابلية توصيل كهربائية ؟

ج بسبب كبر ثغرة الطاقة المحظورة بين حزمة التكافؤ و حزمة التوصيل فيحتاج الالكترون طاقة كبيرة نسبيا كي يتحرر من الذرة .

س/دور ثالث/٢٠١٤/ماذا يحصل عند تسليط مجال كهربائي كبير على العازل او تعريضه لتأثير حراري كبير؟

ج ينهار العازل و ينساب تيار قليل جدا .

س/تمهيدي/٢٠١٣/بماذا تتميز حزم الطاقة في المواد الموصلة (المعادن مثلا) ؟

ج تتعدم ثغرة الطاقة المحظورة بين حزمة التكافؤ و التوصيل ، فتكون الكترونات التكافؤ حرة الحركة ،لذا تمتلك المعادن قابلية توصيل عالية .

س/ وزاري مكرر/علل/عند درجة حرارة الصفر المطلق و في الظلمة تكون حزمة التوصيل في شبه الموصل النقي خالية من الالكترونات ؟

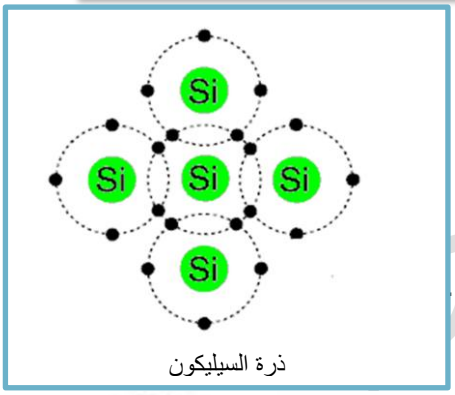
ج لان في هذه الظروف لا تمتلك الكترونات التكافؤ (الموجودة في حزمة التكافؤ) طاقة كافية لعبور ثغرة الطاقة المحظورة وصولا الى حزمة التوصيل .

س/دور ثالث/٢٠١٥/هل تمتلك المعادن قابلية توصيل كهربائية عالية ؟ وضح ذلك .

ج نعم ، حيث تكون الكترونات التكافؤ حرة الحركة **بسبب** انعدام ثغرة الطاقة المحظورة و اندماج حزمة التكافؤ مع حزمة التوصيل .

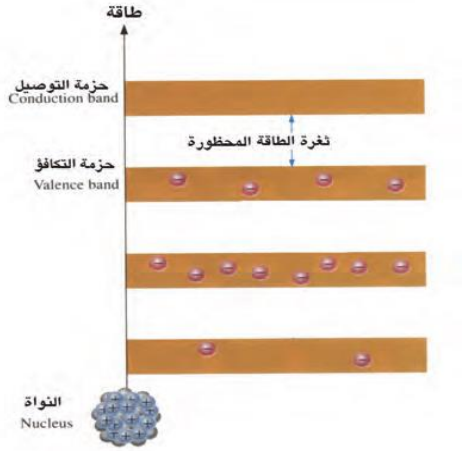
س/تمهيدي/٢٠١٣/بماذا تتصف حزم الطاقة في المواد العازلة ؟

اشباه الموصلات النقية



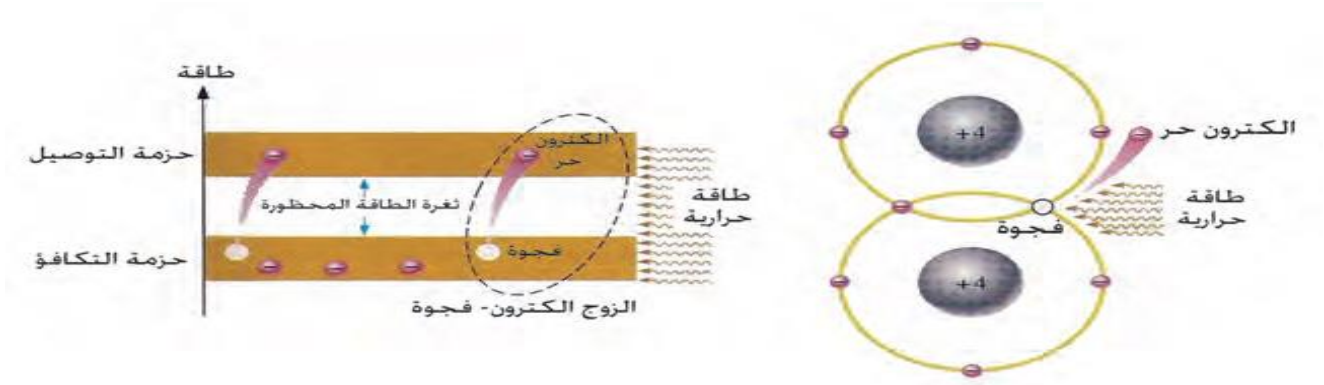
ذرة السيليكون

- يعد السليكون (Si) و الجرمانيوم (Ge) من اهم اشباه الموصلات الاكثر استعمالا في التطبيقات الالكترونية .
- تحتوي كل ذرة منهما على اربعة الكترونات تكافؤ لذا فإن كل ذرة سليكون تتحد بواسطة الكترونات التكافؤ الاربعة مع اربع ذرات سليكون
- و بهذا تنشأ ثمانية الكترونات تكافؤ يكون كل زوج منها آصرة تساهمية تربط كل ذرتين متجاورتين .



س/كيف يمكنك جعل شبه الموصل النقي يمتلك قابلية توصيل كهربائية بواسطة التأثير الحراري ؟

ج بواسطة التأثير الحراري ، حيث عند ارتفاع درجة حرارة شبه الموصل الى درجة حرارة الغرفة (300 K) تكتسب الكترونات التكافؤ طاقة كافية لكسر بعض الأواصر التساهمية تمكنها من الانتقال من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل عبر ثغرة الطاقة المحظورة و تكون الالكترونات حرة الحركة في حزمة التوصيل.



س/يكون السيليكون النقي عازلا في درجات الحرارة المنخفضة جدا ،علل ذلك .

ج لعدم وجود طاقة كافية لانتقال الكترونات التكافؤ من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل عبر ثغرة الطاقة المحظورة .

س/كيف يمكن زيادة قبلية التوصيل الكهربائي لشبه الموصل النقي ؟

ج بثلاث طرق : ١)اكسابه طاقة حرارية (٢)مجال كهربائي (٣) طاقة ضوئية .
بشرط ان تكون هذه الطاقة الخارجية اكبر من ثغرة الطاقة المحظورة

س/ما نوع الآصرة التي تربط ذرات الجرمانيوم او السيليكون ببلوراتها ؟ ج/آصرة تساهمية .

س/ماذا يحصل عندما يتحرك الالكترون من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل ؟

ج يترك خلفه حيزا فارغا في حزمة التكافؤ في الموقع الذي انتقل منه يسمى بالفجوة التي تعمل عمل شحنة موجبة
وعند هذه الظروف تتولد الكترونات حرة في حزمة التوصيل و اعداد مساوية لها من الفجوات في حزمة التكافؤ.

س/ما تأثير زيادة درجة الحرارة على معدل توليد الازواج (الكترون – فجوة) المتولدة في شبه الموصل النقي ؟

ج يزداد معدل توليد (الكترون - فجوة) بزيادة درجة الحرارة **نتيجة** تحطيم الاواصر و انتقال الكترونات من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل لتشارك في عملية التوصيل الكهربائي .

س/دور اول/٢٠١٤/كيف تتولد الفجوة في شبه الموصل ؟

ج نتيجة انتزاع الكترون واحد من ذرة السيليكون او الجرمانيوم نتيجة تأثير حراري او تأثير ضوئي .

س/ماذا يعني ان ثغرة الطاقة المحظورة للسليكون عند درجة حرارة الغرفة (300K) تساوي (1.1eV) ؟

ج يعني ذلك ان الالكترون يحتاج طاقة مقدارها (1.1eV) لكي يعبر ثغرة الطاقة المحظورة و ينتقل من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل .

س/ماذا يعني ان ثغرة الطاقة المحظورة للجرمانيوم عند درجة حرارة الغرفة (300K) تساوي (0.72eV) ؟

ج يعني ذلك ان الالكترون يحتاج طاقة مقدارها (0.72eV) لكي يعبر ثغرة الطاقة المحظورة و ينتقل من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل .

من الجدير بالذكر انه في شبه الموصل النقي و عند درجة حرارة الغرفة (300K) يكون تركيز الفجوات الموجبة المتولدة في حزمة التكافؤ مساويا لتركيز الالكترونات الحرة في حزمة التوصيل .

- تعتمد عملية توليد (الكترون – فجوة) على درجة الحرارة فتزداد بزيادتها و تنعدم لحظة انعدام الحرارة
- كلما ارتفعت درجة حرارة شبه الموصل النقي قلت مقاومته النوعية .
- كلما ارتفعت درجة حرارة شبه الموصل النقي قل مقدار ثغرة الطاقة المحظورة .
- ان الفجوة تسلك سلوك شحنة موجبة لها نفس مقدار شحنة الالكترون .
- كلما انتقل الكترون من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل ترك خلفه فجوة
- و عند هذه الظروف تتولد الكترونات حرة في حزمة التوصيل و اعداد مساوية لها من الفجوات في حزمة التكافؤ و بهذه العملية يتولد ما يسمى زوج (الكترون – فجوة)

س/ما علاقة عدد الالكترونات بالفجوات عند تولد الزوج الكترون فجوة في شبه الموصل النقي ؟

ج عدد الالكترونات في حزمة التوصيل يساوي عدد الفجوات في حزمة التكافؤ .

س/دور ثاني/٢٠١٧/علام يعتمد المعدل الزمني لتوليد الازواج (الكترون – فجوة) ؟

ج ١)درجة الحرارة (تناسب طردي) ٢)نوع مادة شبه الموصل .

س/في شبه الموصل النقي و عند ارتفاع درجة الحرارة يزداد المعدل الزمني لتوليد (الكترون – فجوة) .

ماذا يعني ذلك؟

ج يعني ذلك حصول نقصان بالمقاومة النوعية لمادة شبه الموصل .

س/كيف تفسر انتقال الالكترون من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل في المادة شبه الموصلة النقية ؟

ج ان هذا الالكترون اكتسب طاقة من مصدر خارجي تكون اكبر او مساوية لمقدار ثغرة الطاقة المحظورة

س/فسر : عند ارتفاع درجة حرارة شبه الموصل النقي تقل مقاومته النوعية .

ج لأنه بارتفاع درجة الحرارة يزداد المعدل الزمني لتوليد (الكترون – فجوة) و تقل المقاومة النوعية .

س/عند درجة حرارة الغرفة (300K) ما مقدار ثغرة الطاقة المحظورة لكل من السليكون النقي و الجرمانيوم النقي ؟

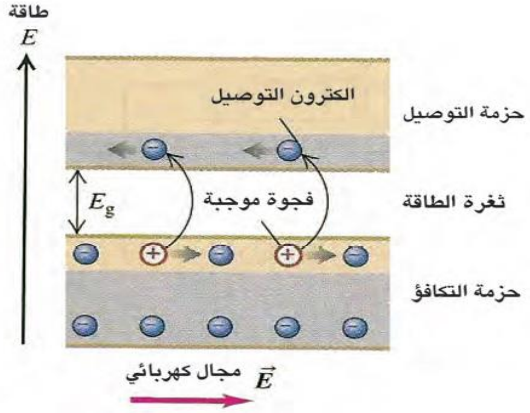
ج تكون ثغرة الطاقة المحظورة (1.1eV للسليكون النقي) و (0.72eV للجرمانيوم النقي) .

س/ماذا يعني ان ثغرة الطاقة المحظورة للسليكون و عند درجة حرارة الغرفة تساوي (1.1eV) ؟

ج يعني ان الالكترون الموجود في حزمة التكافؤ يحتاج الى طاقة مقدارها (1.1eV) لكي ينتقل الى حزمة التوصيل.

س/ماذا يعني ان ثغرة الطاقة المحظورة للجرمانيوم و عند درجة حرارة الغرفة تساوي (0.72eV) ؟

ج يعني ان الالكترون الموجود في حزمة التكافؤ يحتاج الى طاقة مقدارها (0.72eV)لكي ينتقل الى حزمة التوصيل.



س/لماذا لا يتكون العدد نفسه من الازواج (الكترون – فجوة) عند درجة حرارية واحدة لمادتين مختلفتين .

ج و ذلك لاختلاف مقدار ثغرة الطاقة المحظورة للمادتين .

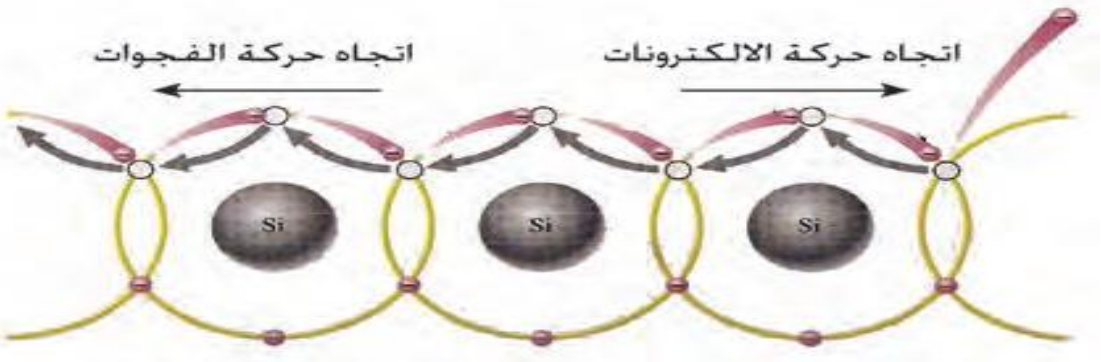
تيار الالكترونات و الفجوات :

س/عند تسليط مجال كهربائي بين جانبي بلورة السليكون النقية عند درجة حرارة الغرفة ،عل يتولد تيار؟ وان كانت اجابتك نعم ما نوعه ؟

ج نعم يتولد نوعان من التيار هما :

١. **تيار الالكترونات**:تيار متولد في نتيجة انجذاب الالكترونات الحرة في حزمة التوصيل نحو الطرف الموجب ويكون اتجاه هذا التيار معاكسا لاتجاه المجال الكهربائي .
٢. تيار الفجوات :تيار من الشحنات الموجبة داخل البلورة يكون اتجاهه باتجاه المجل الكهربائي .

- التيار الكلي المنساب خلال شبه الموصل النقي هو التيار الناتج من مجموع تيار الالكترونات و الفجوات .
- تسمى كل من الالكترونات و الفجوات حوامل الشحنة .



س/لماذا تكون حركة الفجوات عكس حركة الالكترونات في بلورة شبه الموصل عند تسليط مجال كهربائي عليه ؟

ج لأنه عند تسليط مجال كهربائي مؤثر على طرفي البلورة يجعل الفجوات تتحرك باتجاه و الالكترونات تتحرك بالاتجاه المعاكس و حسب قوى التجاذب بين الشحنات المختلفة .

س/اذا سلط مجال كهربائي على مادة شبه موصلة ما تأثيره على الفجوات و الالكترونات الحرة ؟

ج سوف تتحرك الفجوات باتجاه المجال الكهربائي والالكترونات تتحرك باتجاه معاكس لاتجاه المجال .

س/ما الذي يحدد اشغال الالكترونات مستوى معين من مستويات الطاقة المسموح بها للإلكترونات ؟

ج ان اشغال الالكترونات بمستوى طاقة مسموح بها يقارن نسبة الى مستوى طاقة معين يسمى مستوى فيرمي .

مستوى فيرمي : اعلى مستوى طاقة مسموح به يمكن ان يشغله الالكترون عند درجة حرارة الصفر المطلق وزاري(0K)

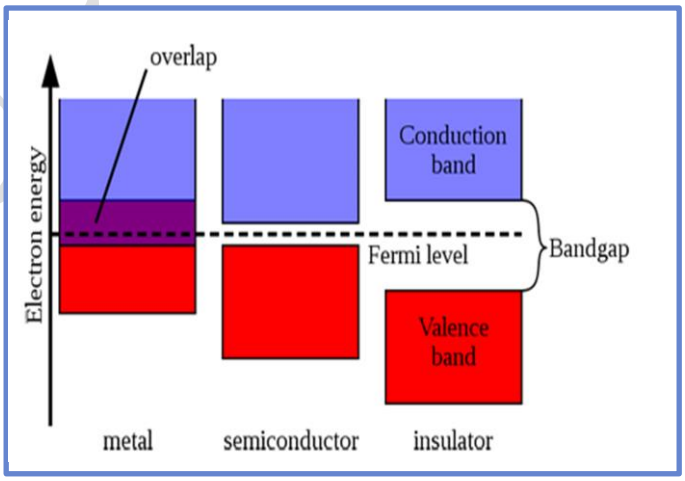
س/اين يقع مستوى فيرمي في كل من الموصلات و اشباه الموصلات ؟

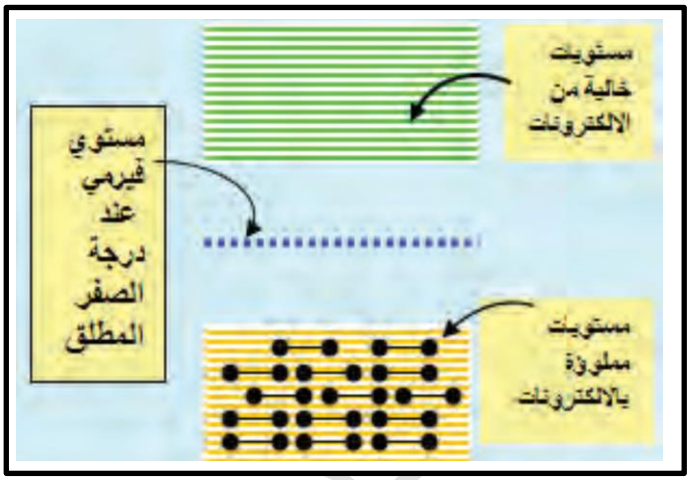
مستوى فيرمي في الموصلات	مستوى فيرمي في اشباه الموصلات
يقع فوق المنطقة المملوءة بالإلكترونات في حزمة التوصيل و مستوى الطاقة التي الذي تشغله الالكترونات يكون تحت مستوى فيرمي .	يقع في منتصف ثغرة الطاقة المحظورة بين حزمة التوصيل و حزمة التكافؤ

س/دور اول/٢٠١٥/ماذا يحدث لمستوى فيرمي عند تطعيمه بإضافة شوائب ؟

ج ينزاح مستوى فيرمي نحو الاسفل او نحو الاعلى و تحدد تلك الازاحة على وفق نوع الشائبة المضافة .

س/ماذا نسمي كل من الالكترونات و الفجوات ؟ ج/حوامل الشحنة .





س/وزاري مكرر/ما المقصود ١)مستوى فيرمي . ٢)الزوج الكترون – فجوة .

ج **الزوج الكترون – فجوة** :الكترون في حزمة التوصيل انتقل من حزمة التكافؤ تاركا خلفه حيز فارغ (فجوة) و يكون الالكترون سالب الشحنة و الفجوة موجبة الشحنة و يسمى الزوج الكترون – فجوة بحوامل الشحنة في شبه الموصل .

س/دور ثالث/٢٠١٣/ما سبب كون المعادن تمتلك قابلية توصيل عالية ؟

س/٢٠١٥/دور ثالث/هل تمتلك المعادن قبلية توصيل عالية ؟وضح ذلك .

ج لان الكترونات التكافؤ حرة الحركة في الانتقال من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل بسبب انعدام ثغرة الطاقة المحظورة .

س/ما مقدار ثغرة الطاقة المحظورة لكل من السليكون النقي و الجرمانيوم النقي عند درجة حرارة الغرفة ؟

- مقدار ثغرة الطاقة المحظورة لشبه الموصل النقي:

للسليكون (1.2eV) و الجرمانيوم (0.78eV) عند درجة حرارة الصفر المطلق .

للسليكون (1.1eV) و الجرمانيوم (0.72eV) عند درجة حرارة الغرفة (300K) .

اشباه الموصلات المطعمة (المشوبة او غير النقية)

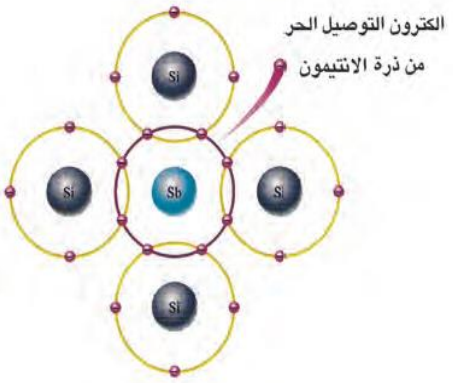
س/اذا كان التأثير الحراري في شبه الموصل النقي يعمل على زيادة قابلية التوصيل الكهربائي، لماذا نلجأ الى عملية تطعيمه بشوائب خماسية او ثلاثية التكافؤ ؟

ج لعدم امكانية السيطرة على قابلية التوصيل الكهربائي لمادة شبه الموصل النقي بطريقة التأثير الحراري .

التطعيم :اضافة ذرات عناصر خماسية التكافؤ او ثلاثية التكافؤ لذرات مادة شبه الموصل النقية بعناية و بمعدل مسيطر عليه .

- بعملية التطعيم يكون بالإمكان السيطرة على قابلية التوصيل الكهربائي و زيادتها نتيجة لازدياد حاملات الشحنة بالبلورة مقارنة لما يحصل في التأثير الحراري.

شبه الموصل نوع N :



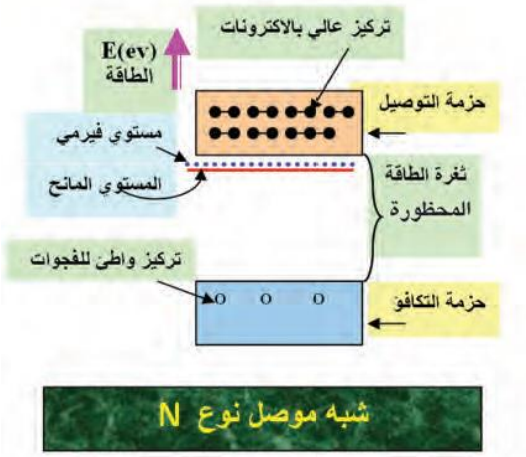
س/كيف يمكنك الحصول على شبه موصل من نوع N ؟

ج يتطلب تطعيم بلورة شبه الموصل النقية بشوائب ذراتها خماسية التكافؤ بعناية و بمعدل مسيطر عليه و بدرجة حرارة الغرفة ،و نتيجة لذلك فان كل ذرة شائبة تزيح ذرة سليكون من التركيب البوري . و ترتبط مع اربع ذرات سليكون مجاورة لها ،و تتم عملية الارتباط بواسطة اربعة من الكترونات التكافؤ من الالكترونات الخمسة للذرة الشائبة اما الالكترون الخامس يترك حرا في الهيكل البلوري

س/بعد تطعيم شبه الموصل النقي بذرة خماسية التكافؤ ،ما مصير الالكترون الخامس؟ و ما مصير الذرة الخماسية ؟

ج تسهم الالكترونات الحرة بعملية التوصيل الكهربائي و تدعى الذرة بالذرة المانحة و التي تصير ايونا موجبا يرتبط بالهيكل البلوري ارتباطا وثيقا و لا يعد (الايون الموجب)عند اذ من حاملات الشحنة .

س/ما الذي تسببه الذرة المانحة في بلورة شبه الموصل من النوع N ؟



ج ١)ازدياد تركيز الالكترونات الحرة في حزمة التوصيل .
٢)تقلل من تركيز الفجوات الموجبة في حزمة التكافؤ.
٣)تضيف مستوى طاقة جديد يسمى المستوى المانح يقع ضمن ثغرة الطاقة المحظورة تحت حزمة التوصيل مباشرة، ونتيجة لذلك يرتفع مستوى فيرمي و يقترب من حزمة التوصيل

س/علل/يكون تركيز الالكترونات في حزمة التوصيل اكبر من تركيز الفجوات في حزمة التكافؤ .

ج لان الالكترونات التي تحررها الشوائب خماسية التكافؤ لا تترك فجوات عند انتقالها الى حزمة التوصيل .

س/علل/في شبه الموصل من النوع N تكون حاملات الشحنة الرئيسية هي الالكترونات .

ج لأنها تولدت من عمليتي التطعيم و التأثير الحراري . اما الفجوات تسمى حاملات الشحنة الثانوية لأنه تولدت فقط نتيجة التأثير الحراري .

س/علل/تسمى بلورة شبه الموصل بعد تطعيمها بشوائب خماسية التكافؤ بشبه الموصل نوع N و احيانا بالبلورة السالبة .

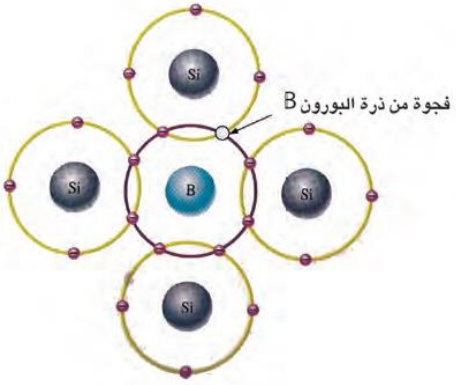
ج لان الحاملات الاغلبية للشحنة هي الالكترونات السالبة الحاملات الاقلية هي الفجوات الموجبة .

س/هل شحنة البلورة من النوع N سالبة ؟

ج صافي الشحنة الكلية للبلورة يساوي صفر اي متعادلة كهربائيا **-علل-** لأنها تمتلك عددا من الشحنات الموجبة مساوي لعدد الشحنات السالبة .

شبه الموصل نوع P :

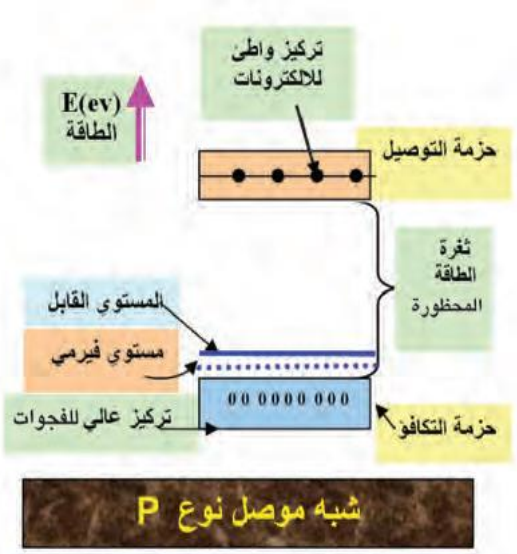
س/كيف يمكنك الحصول على شبه موصل نوع P ؟



ج يتطلب تطعيم بلورة شبه الموصل النقية بذرات شوائب ثلاثية التكافؤ بعناية و بمعدل مسيطر عليه و بدرجة حرارة الغرفة و نتيجة لذلك فان كل ذرة شائبة تزيح ذرة سليكون من التركيب البلوري و ترتبط مع اربع ذرات سليكون مجاورة لها .
و لكون الشائبة ثلاثية التكافؤ تترك اصرة تفتقر الى الكترون واحد و نتيجة لذلك تتولد فجوة في بلورة السليكون المطعمة ببلورة ثلاثية التكافؤ .

س/علل/تسمى بلورة شبه الموصل من النوع P بالبلورة القابلة .

ج لان كل ذرة شائبة ثلاثية التكافؤ تقبل الكترونا من الكترونات التكافؤ لكي ترتبط بأربعة اواصر تساهمية مع اربع ذرات سليكون



س/علل/في بلورة شبه الموصل نوع p تصير الشائبة ايونا سالبا .

ج لان ذرة البورون سوف تقبل الكترونا من الكترونات التكافؤ من ذرة السليكون في الهيكل البلوري .

س/علل/الايون السالب لا يعد من نواقل الشحنة .

ج لأنه يرتبط ارتباطا وثيقا بالذرة و لا يشارك في عملية التوصيل الكهربائي

س/ما الذي تسببه بلورة شبه الموصل نوع P .

ج ١)ازدياد تركيز الفجوات في حزمة التكافؤ .
٢)تقلل من تركيز الالكترونات الحرة في حزمة التوصيل .
٣)تضيف مستوى طاقة جديد يسمى المستوى القابل يقع ضمن ثغرة الطاقة المحظورة و فوق حزمة التكافؤ مباشرة ،ونتيجة لذلك ينخفض مستوى فيرمي و يقترب من حزمة التكافؤ .

س/علل/في شبه الموصل من النوع P تسمى الفجوات بالنواقل الرئيسية (الحاملات الاغلبية) للشحنة و الالكترونات في حزمة التوصيل تسمى الحاملات الثانوية .

ج لان الذرة ثلاثية الشائبة التكافؤ تتسبب في نشوء فجوة في حزمة التكافؤ عند قبولها الكترونا من الكترونات التكافؤ و نتيجة لذلك يكون تركيز الفجوات في حزمة التكافؤ اكبر من تركيز الالكترونات في حزمة التوصيل .

س/علل/تسمى بلورة شبه الموصل بعد تطعيمها بشوائب ثلاثية التكافؤ بشبه الموصل نوع P احيانا بالبلورة من النوع الموجب .

ج لان الحاملات الاغلبية للشحنة هي الفجوات الموجبة و الحاملات الاقلية هي الالكترونات السالبة .

س/ما نوع شحنة شبه الموصل من النوع P موجبة ؟

ج ان صافي الشحنة الكلية للبلورة تساوي صفر اي متعادلة كهربائيا –**علل**- لأنها تمتلك عددا من الشحنات السالبة مساويا لعدد الشحنات الموجبة .

س/هل يمكن ان توجد فجوات في شبه الموصل نوع N ؟

ج نعم يمكن ذلك و تكون الفجوة ناتجة عن التأثير الحراري و ليس التشويب .

س/هل يمكن ان يوجد الكترونات حرة في شبه الموصل نوع P ؟

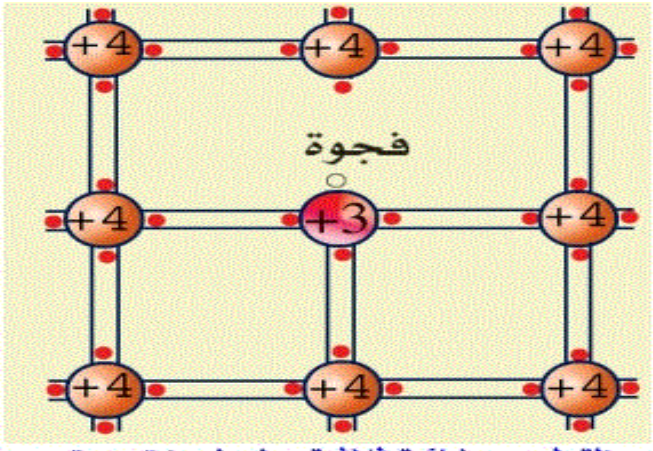
ج نعم يمكن ذلك و يكون الالكترون ناتج عن التأثير الحراري و ليس التشويب .

س/ما نوع النواقل الرئيسية و الثانوية للشحنة في كل من :

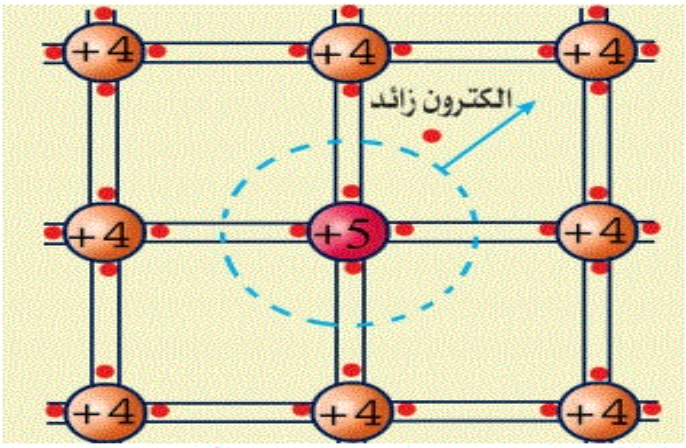
١)شبه الموصل نوع N : نواقل الشحنة الرئيسية هي الالكترونات و نواقل الشحنة الثانوية هي الفجوات .

٢)شبه الموصل نوع P : نواقل الشحنة الرئيسية هي الفجوات و نواقل الشحنة الثانوي هي الالكترونات .

س/وزاري مكرر/ما المقصود ب :١)المستوى المانح . ٢)المستوى القابل .



التطعيم بشائبة ثلاثية يوفر فجوات حرة للتوصيل. يمكن تمثيل ذرة الشائبة بقلب شحنته موجبه 3e+ يحيط به ثلاثة إلكترونات ثم تخطف الذرة إلكتروناً من ذرة سليكون مكونة فجوة



التطعيم بشائبة خماسية يوفر إلكترونات حرة للتوصيل. يمكن تمثيل ذرة الشائبة بقلب شحنته موجبة 5e+ يحيط به خمسة إلكترونات أربعة منها في روابط والإلكترون الزائد يتحرر

س/دور اول/٢٠١٥/بعد تطعيم بلورة شبه الموصل (مثل السليكون)بشوائب ثلاثية التكافؤ (مثل البورون) ، ما نوع البلورة التي نحصل عليها ؟ و هل ان شحنتها ستكون موجبة ام سالبة ام متعادلة كهربائيا ؟ ولماذا؟

ج نحصل على بلورة شبه موصلة نوع P ، و شحنة البلورة ستكون متعادلة كهربائيا لأنها تمتلك عددا من الشحنات الموجبة مساويا لعدد الشحنات السالبة .

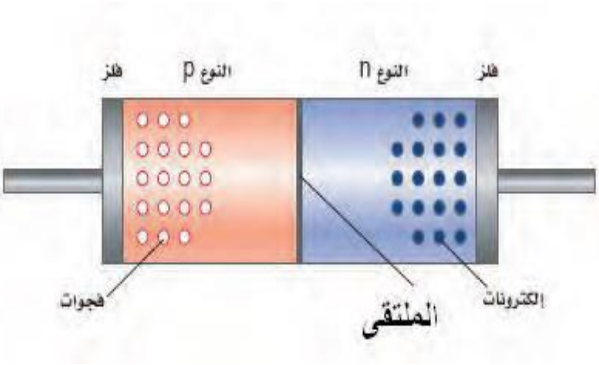
س/دور اول/٢٠١٦/ايهما افضل لزيادة التوصيل الكهربائي لأشباه الموصلات النقية ، عملية التشويب ام عملية التأثير الحراري ؟ وضح ذلك.

ج عملية التشويب افضل ، لأنه يكون بالإمكان السيطرة على قابلية التوصيل الكهربائي في شبه الموصل و زيادتها بنسبة كبيرة لازدياد حاملات الشحنة (الالكترونات-الفجوات) بالبلورة مقارنة مع ما يحصل بالتأثير الحراري .

س/تمهيدي/٢٠١٧/ما الفرق بين شبه الموصل نوع (N) و شبه الموصل نوع (P) من حيث نوع الشائبة المستعملة فيه ؟

نوع (N)	نوع (P)
شوائب ذراتها خماسية التكافؤ مثل الأنتيمون (Sp)	شوائب ذراتها ثلاثية التكافؤ مثل البورون (B)

الثنائي البلوري



س/تمهيدي/٢٠١٥/ما الفائدة من الثنائي البلوري .

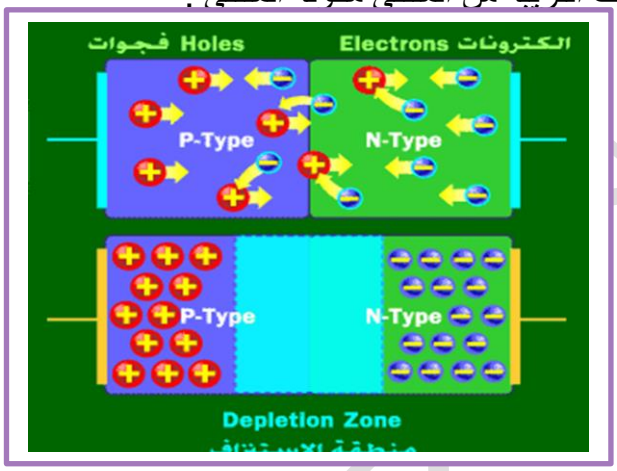
ج للتحكم باتجاه التيار و لتغيير او تحسين اشكال الاشارات الخارجة

س/كيف نحصل على الثنائي البلوري ؟

ج نأخذ بلورة شبه موصل نقية و نطعمها بنوعين من الشوائب احدهما ثلاثية التكافؤ فنحصل على شبه موصل نوع Pو الاخرى خماسية التكافؤ فنحصل على شبه موصل نوع N ، وتطلى منطقة الاتصال بمادة فلزية يمكن وصل الاسلاك الموصلة بها عند ربط الثنائي البلوري (pn) بالدائرة الخارجية و يطلق على السطح الفاصل بين المنطقتين بالملتقى .

س/تمهيدي/٢٠١٤/علل/سبب تولد منطقة الاستنزاف في الثنائي البلوري

ج لان الالكترونات الحرة في المنطقة N القريبة من الملتقى PN تنتشر الى المنطقة P مولدة ايونات موجبة في المنطقة N و الفجوات في المنطقة P القريبة من الملتقى PN تنتشر الى المنطقة N مولدة ايونات سالبة في المنطقة P ، وعند اذ تلتحم الالكترونات مع الفجوات القريبة من الملتقى مكونة الملتقى .



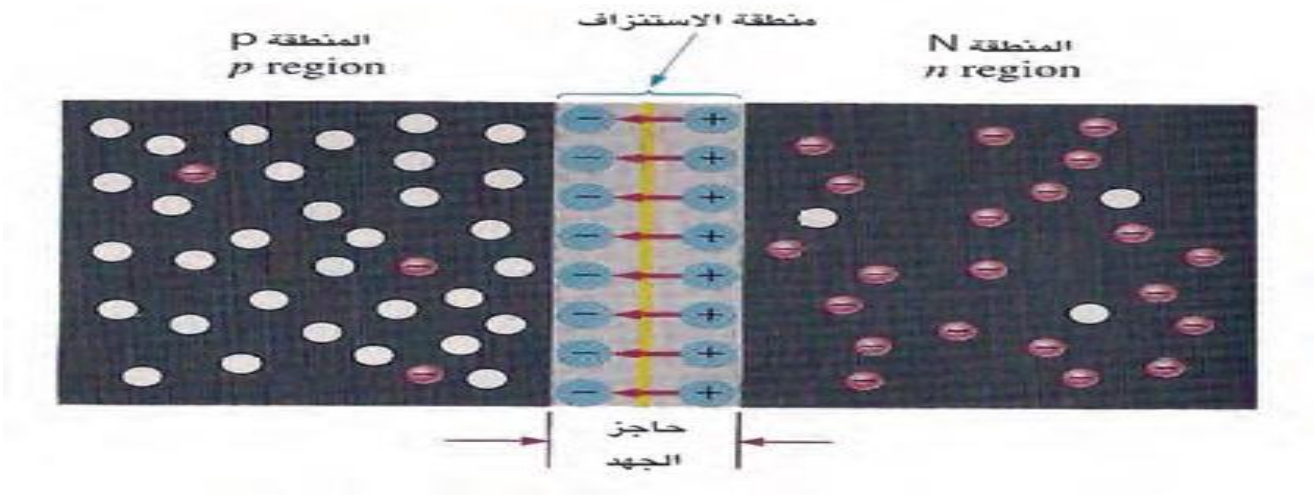
س/ما المقصود بمنطقة الاستنزاف ؟

ج منطقة رقيقة على جانبي الملتقى تحتوي ايونات موجبة في المنطقة N و ايونات سالبة في المنطقة P و تكون خالية من حاملات الشحنة .

س/متى يتوقف انتشار الالكترونات عبر الملتقى PN ؟فسر ذلك .

ج يتوقف انتشار الالكترونات عبر الملتقى PN عندما تحصل حالة التوازن ، **وتفسير** ذلك ان استمرار انتشار الالكترونات عبر الملتقى PN يولد ايونات موجبة اكثر و ايونات سالبة اكثر على جانبي الملتقى في منطقة الاستنزاف فيتولد نتيجة لذلك مجال كهربائي ، فيعمل فرق الجهد الكهربائي الناتج عن هذا المجال على منع عبور الكترونات اضافية عبر الملتقى PN فتتوقف عند اذ عمليةانتقال الالكترونات .يسمى فرق جهد الملتقى بحاجز الجهد .

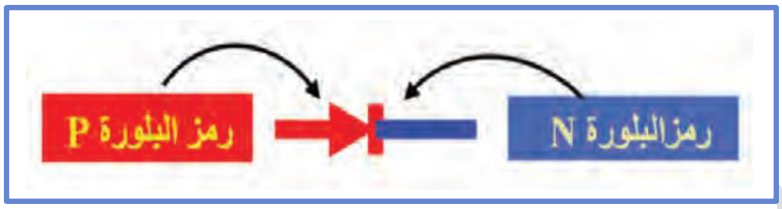
حاجز الجهد :فرق جهد كهربائي على جانبي الملتقى PN للثنائي البلوري يتولد نتيجة لضهور الايونات الموجبة في المنطقة N و الايونات السالبة في المنطقة P .



س/ما مقدار حاجز الجهد عند درجة حرارة الغرفة :

١. ثنائي PN مصنوع من السليكون ؟ ج/ (0.7 eV) .
٢. ثنائي PN مصنوع من الجرمانيوم ؟ ج/ (0.3 eV) .

فولطية الانحياز للثنائي PN



س/لماذا يتطلب تسليط فولطية الانحياز للثنائي pn ؟

ج بسبب توقف انتشار الالكترونات عبر الملتقى PN عند حصول حالة التوازن و كذلك لتوافر ظروف عملية مناسبة للجهاز الالكتروني المستعمل .

س/ما طرق انحياز الثنائي PN ؟ ١)الانحياز الامامي . ٢)الانحياز العكسي .

طريقة الانحياز الامامي	طريقة الانحياز العكسي
يربط القطب الموجب للبطارية مع المنطقة P للثنائي و القطب السالب للبطارية مع المنطقة N	يربط القطب السالب للبطارية مع المنطقة P للثنائي و يربط القطب الموجب مع المنطقة N للثنائي
س/ماذا يحصل للثنائي pn عندما يكون محيزا اماميا ؟	س/ماذا يحصل للثنائي pn عندما يحيز عكسيا ؟
ج ١)تتنافر الالكترونات الحرة في المنطقة N مع القطب السالب للبطارية مندفعة نحو الملتقى PN مكتسبة طاقة من البطارية تمكنها من التغلب على حاجز الجهد الكهربائي و تعبر الملتقى PN الى المنطقة p **٢)في الوقت نفسه تتنافر الفجوات في**	ج ١)تنجذب الالكترونات الحرة في المنطقة N نحو القطب الموجب مبتعدة عن الملتقى PN و في الوقت نفسه تنجذب الفجوات في المنطقة P نحو القطب السالب مبتعدة عن الملتقى PN . ٢)بذلك تتسع منطقة الاستنزاف و يزداد حاجز الجهد للملتقى PN علل لان اتجاه المجال الكهربائي المسلط على الثنائي يكون باتجاه المجال الكهربائي لحاجز الجهد فينساب تيار

المنطقة P مع القطب الموجب للبطارية مندفعة نحو الملتقى PN مكتسبة طاقة من البطارية تمكنها من عبور الملتقى PN الى المنطقة n .

صغير جدا خلال الملتقى يسمى التيار العكسي .

س/ماذا يحصل لمنطقة الاستنزاف عندما يربط الثنائي البلوري بطريقة الانحياز الامامي ؟

ج ١)تضيق منطقة الاستنزاف

٢) يقل حاجز جهد ملتقى pn علل لان اتجاه المجال الكهربائي المسلط على الثنائي يكون معاكسا لاتجاه المجال الكهربائي لحاجز الجهد و اكبر منه

٣) تقل بذلك مقاومة الملتقى .

٤)ينساب تيار كبير يسمى التيار الامامي

س/ماذا يحصل لمنطقة الاستنزاف عندما يربط الثنائي البلوري بطريقة الانحياز العكسي ؟

ج ١)تتسع منطقة الاستنزاف .

٢)يزداد حاجز الجهد لان اتجاه المجال الكهربائي المسلط يكون باتجاه المجال الكهربائي لحاجز الجهد .

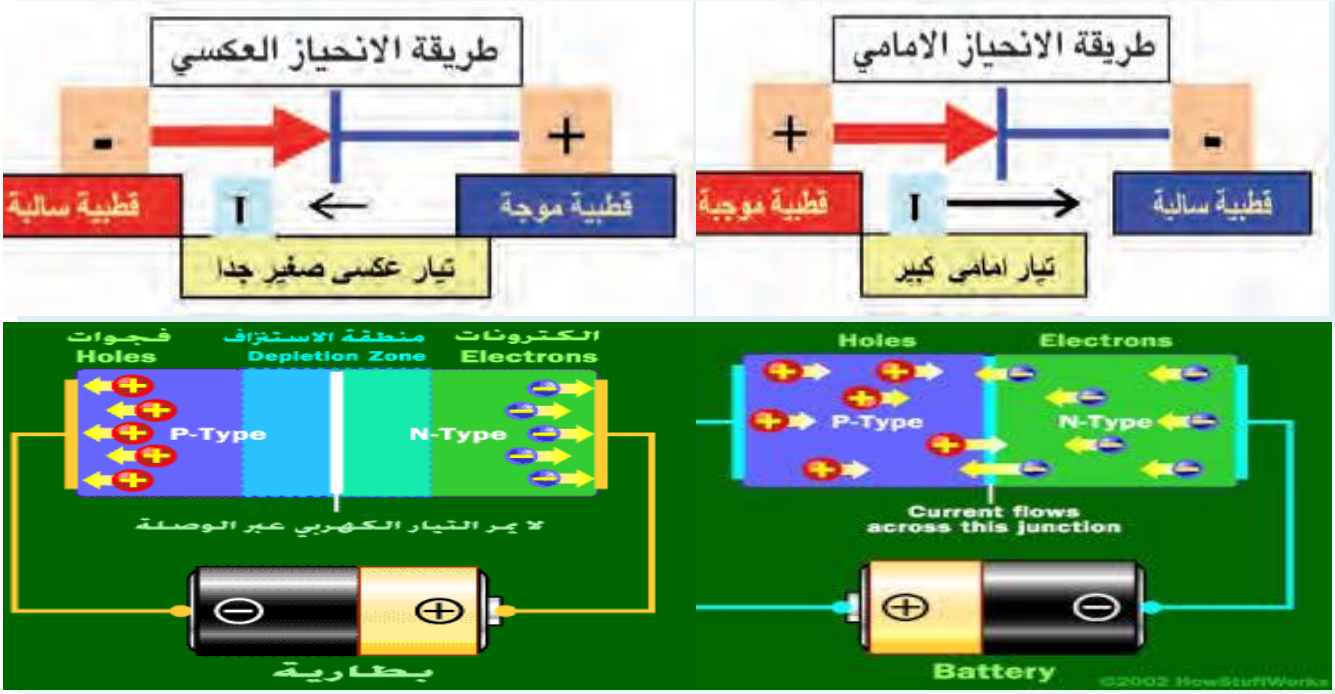
٣)تزداد مقاومة الملتقى

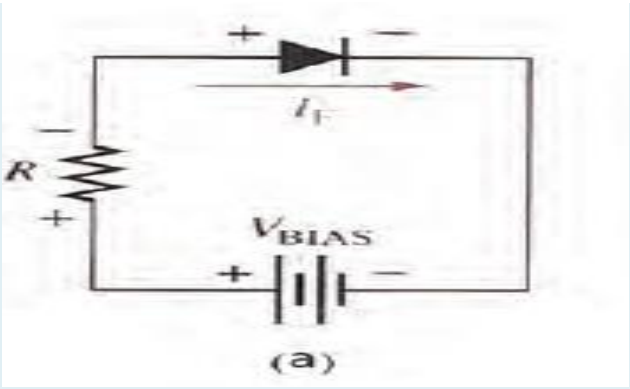
٤)ينساب تيار صغير يسمى التيار العكسي

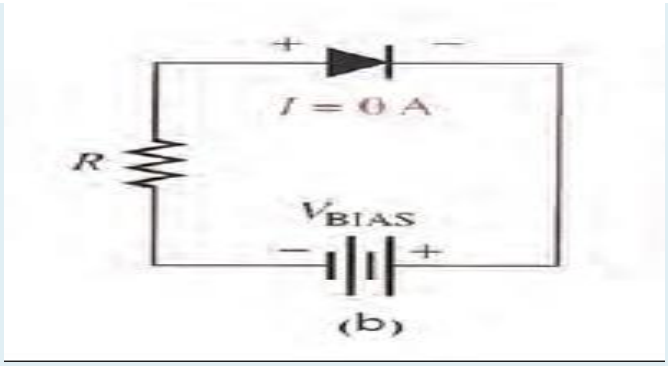
س/ما الفائدة العملية من ربط مقاومة مع الثنائي pn عندما يكون محيزا اماميا ؟

ج ١)تحديد مقدار التيار المنساب خلال الثنائي .

٢)تجنب تلف الثنائي .







س/تمهيدي/٢٠١٣/اختر الاجابة الصحيحة : منطقة الاستنزاف في الثنائي البلوري في الجهة N تحتوي فقط :

(الكترونات حرة ، فجوات ، ايونات موجبة ، ايونات سالبة)

س/ وزاري مكرر/علام يعتمد مقدار حاجز الجهد الكهربائي للثنائي البلوري ؟

ج ١)نوع مادة شبه الموصل المستعملة . ٢)نسبة الشوائب المطعمة بها . ٣) درجة حرارة المادة .

س/دور اول/٢٠١٥/اختر الاجابة الصحيحة من بين القوسين : عند زيادة حاجز الجهد في الثنائي البلوري pn المحيز انحيازا اماميا فان مقدار التيار الامامي في دائرته : (يزداد ، يقل ، يبقى ثابتا ، يزداد و ينقص) .

س/دور ثاني/٢٠١٦/علل/انسياب تيار كبير في دائرة الثنائي البلوري PN عندما تزداد فولطية الانحياز الامامي.

ج لان منطقة الاستنزاف سوف تضيق و يقل حاجز الجهد للملتقى و تقل ممانعة الملتقى فينساب تيار كبير في دائرة الثنائي البلوري .

س/دور اول/٢٠١٧/اختر الاجابة الصحيحة من بين الاقواس :تتولد منطقة الاستنزاف في الثنائي البلوري بواسطة :

١)اعادة الالتحام ، ٢)التناضح ، ٣)التأين ، ٤)جميع الاحتمالات السابقة .

س/دور اول/٢٠١٧/ماذا يحصل؟ وضح . لموقع مستوى فيرمي عند تطعيم شبه الموصل النقي بإضافة شوائب .

ج ينزاح موقع مستوى فيرمي نحو الاسفل او نحو الاعلى و تتحدد تلك الازاحة على وفق نوع الشائبة المضافة .

التوضيح :١)عند اضافة ذرات خماسية التكافؤ (ذرات مانحة) يكون تركيز الالكترونات الحرة في حزمة التوصيل اكبر من تركيز الفجوات في حزمة التكافؤ لذا فان الذرات المانحة تضيف مستوى طاقة جديد (المستوى المانح)فيرتفع مستوى فيرمي مقتربا من حزمة التوصيل .

٢)اما عند اضافة شوائب ثلاثية التكافؤ(ذرات قابلة) فان يكون تركيز الفجوات في حزمة التكافؤ اعلى من تركيز الالكترونات في حزمة التوصيل فتضيف الذرة القابلة مستوى طاقة جديد (المستوى القابل) فينخفض مستوى فيرمي مقتربا من حزمة التكافؤ .

س/دور ثاني/٢٠١٧/ما المقصود بالمستوى المانح ؟و كيف يتولد ؟

ج مستوى طاقة يقع ضمن ثغرة الطاقة المحظورة و تحت حزمة التوصيل مباشرة و يفصل بينهما مستوى فيرمي .
يتولد :بواسطة الذرات المانحة اذ تشغله الالكترونات التي حررتها الذرات المانحة .

س/دور ثاني/٢٠١٧/ماذا يحصل ؟وضح ذلك . لكل من عرض منطقة الاستنزاف و مقدار حاجز الجهد و مقاومة الملتقى في طريقة الانحياز الامامي للثنائي البلوري (PN) .

ج تتنافر الالكترونات الحرة في المنطقة (N) مع القطب السالب للبطارية مندفعة نحو الملتقى مكتسبة طاقة من البطارية تمكنها من التغلب على حاجز الجهد الكهربائي و تعبر الملتقى (PN) الى المنطقة (P)
و في نفس الوقت تتنافر الفجوات في المنطقة (P) مع القطب الموجب للبطارية نحو الملتقى (PN) مكتسبة طاقة من البطارية تمكنها من التغلب على حاجز الجهد الكهربائي و تعبر الملتقى (PN) الى المنطقة (N) .

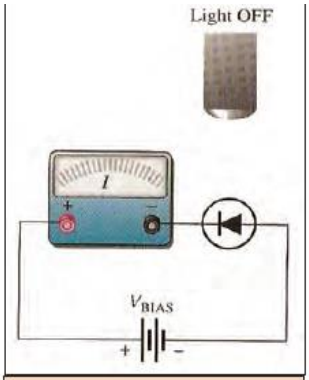
للأسباب اعلاه :١)تضيق منطقة الاستنزاف . ٢)يقل مقدار حاجز الجهد . ٣) تقل مقاومة الملتقى .

س/دور ثالث/٢٠١٧/علام يتعمد عدد الالكترونات الحرة المنتقلة من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل في بلورة شبه موصل نوع (n) بثبوت درجة الحرارة ؟ ج/ نسبة الذرات المانحة خماسية التكافؤ او نسبة التشويب .

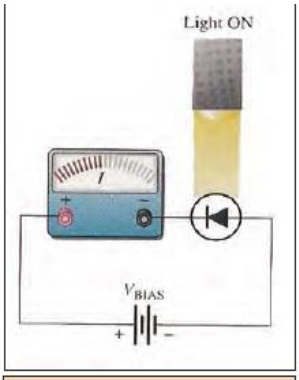
بعض نواع الثنائيات

س/اذكر بعض انواع الثنائيات ؟

ج ١)الثنائي المتحسس للضوء. ٢)ثنائي الخلية الضوئية
٣)الثنائي الباعث للضوء ٤)الثنائي المعدل للتيار



الشكل (29) الثنائي pn المتحسس للضوء قبل اسقاط الضوء عليه، لاينساب تيار في دائرته، لاحظ جهاز الاميتر (يكون التيار صفرا).



الشكل (30) الثنائي pn المتحسس للضوء عند اسقاط الضوء عليه، ينساب تيار في دائرته، لاحظ جهاز الاميتر (يشير الى انسياب تيار)

الثنائي المتحسس للضوء :

س/وزاري مكرر/علام يعتمد التيار في دائرة الثنائي المتحسس للضوء ؟

ج شدة الضوء الساقط و يتناسب معه طرديا .

س/ما استعمالات الثنائي المتحسس للضوء ؟ ج/١)كاشفات الضوء . ٢)مقياس لشدة التيار.

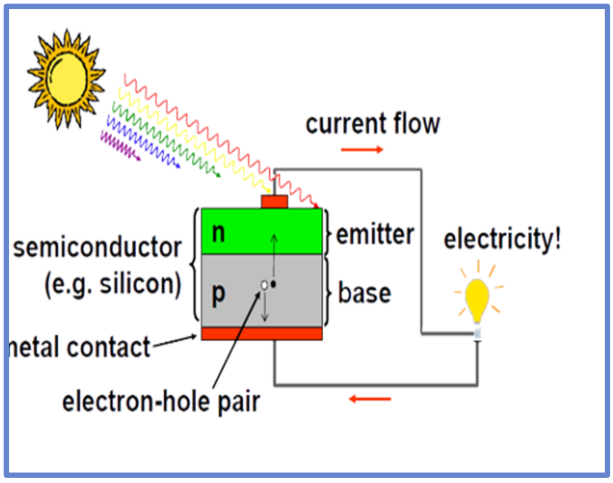
س/بأي طريقة يربط الثنائي المتحسس للضوء ؟ ج/الانحياز العكسي .

س/هل ينساب تيار في دائرة الثنائي المتحسس للضوء قبل اسقاط الضوء عليه ؟ ولماذا؟

ج كلا ، لا ينساب تيار لأنه محيزا عكسيا فتتولد الالكترونات و الفجوات نتيجة التأثير الحراري و يتولد تيار عكسي ضعيف جدا فيهمل .

س/ماذا يحصل عند تسليط الضوء على الثنائي المتحسس للضوء ؟

ج تتحول الطاقة الضوئية الى كهربائية فيتولد تيار يعتمد على شدة الضوء الساقط و يتناسب معه طرديا .



ثنائي الخلية الضوئية :

س/بأي طريقة يربط ثنائي الخلية الضوئية ؟ ج/الانحياز العكسي .

س/ما مقدار طاقة الفوتون الساقط على ثنائي الخلية الضوئية حتى يحرر زوج الكترون – فجوة ؟ اذا كان :

١)السليكون : ج/ (1.1eV) ٢)الجرمانيوم : (0.5eV)

س/ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية المحتثة المتولدة من ثنائي الخلية الضوئية اذا كان مصنوع من

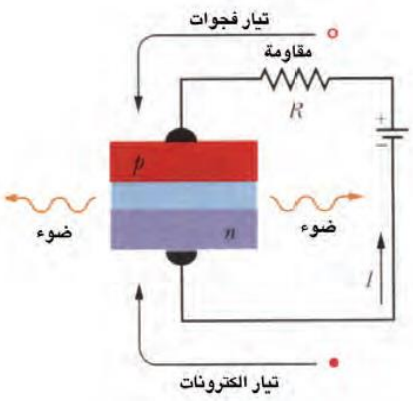
١)السليكون : ج/ (0.5V) ٢)الجرمانيوم : ج/(0.1V)

س/ما الفائدة العملية من ثنائي الخلية الضوئية ج/١)تحويل الطاقة الضوئية الى كهربائية ٢)الاقمار الصناعية كمصدر للطاقة .

س/لديك مجموعة من ثنائيات الخلية الضوئية ما طريقة الربط المناسبة للحصول منها على :

١)اعلى جهد كهربائي : ج/ ربط التوالي . ٢)اعلى قدرة : ج/ربط التوازي .

الثنائي الباعث للضوء :



س/ما طريقة الانحياز للثنائي الباعث للضوء ؟ ج/الانحياز الامامي .

س/كيف تتحرر الطاقة في الثنائي الباعث للضوء ؟

ج عند التحام الالكترونات مع الفجوات و تكون الطاقة على هيئة حرارة او ضوء و حسب مادة الثنائي .

س/ثنائي باعث للضوء مصنوع من مادة زرنيخيد الكاليوم ما نوع الطاقة المتحررة منه ؟ ج/ طاقة ضوئية .

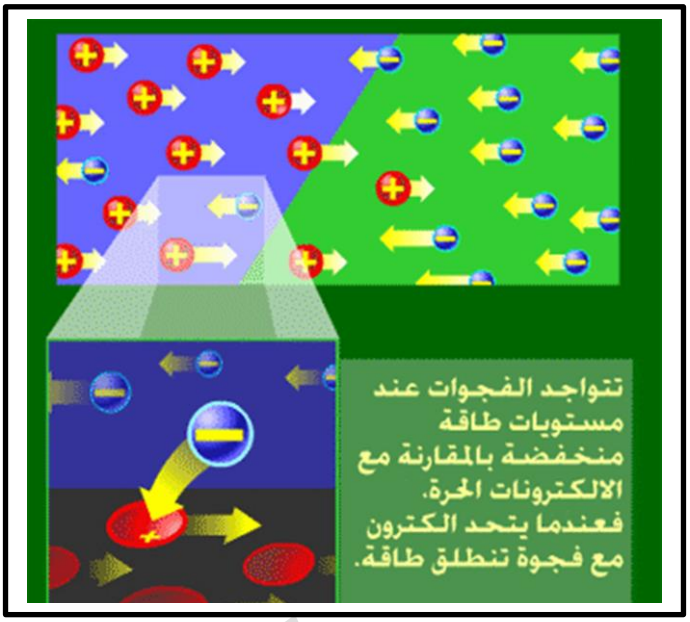
س/علام يعتمد لون الضوء المنبعث من الثنائي الباعث للضوء ؟ ج/نوع مادة الثنائي.

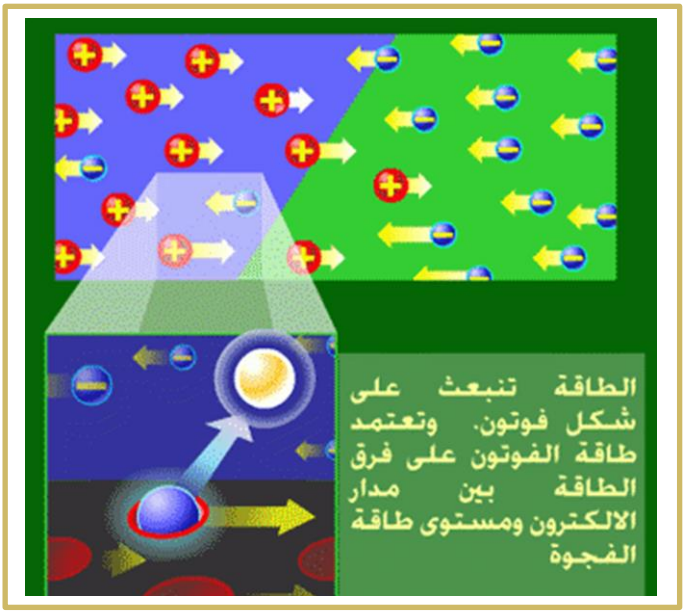
س/علام تعتمد شدة الضوء المنبعث من الثنائي الضوئي ؟ ج/تعتمد على التيار الامامي و تتناسب معه طرديا

س/اين تستعمل الثنائيات الباعثة للضوء ؟ ج/الحاسبات و الساعات .

س/علام تعتمد فكرة الشاشات الرقمية ؟

ج على تركيب مجموعة من الثنائيات على شكل مكون من سبع اضلاع اذ يمكن إظهار الرقم المضيء من (9 – 0) بتوزيع التيار الكهربائي على الثنائي المستعمل لغرض معين

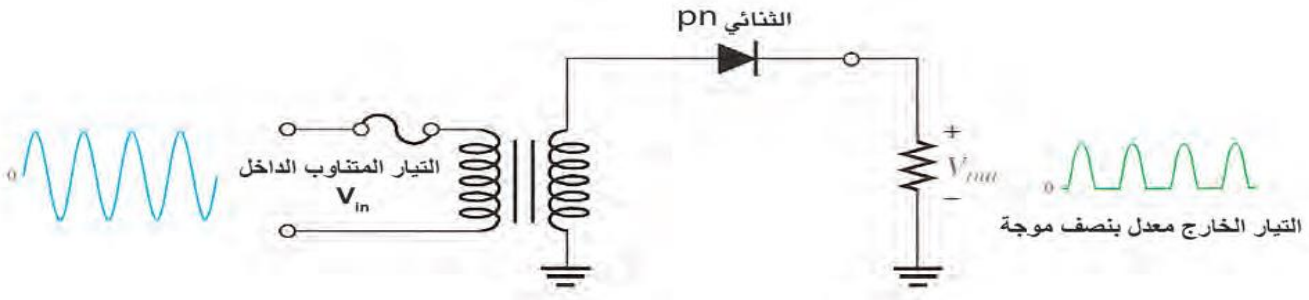




الثنائي المعدل للتيار :

س/كيف يعمل الثنائي المعدل للتيار ؟

ج تعديل التيار المتناوب الى تيار معدل باتجاه واحد ، فعند ربط هذا الثنائي بمصدر للفولطية المتناوبة فان احد نصفي الموجة تجعل انحيازه بالاتجاه الامامي فيسمح للتيار ان ينساب في الدائرة .
اما النصف الثاني للموجة فانه يجعل انحياز الثنائي بالاتجاه العكسي ، و عند اذ لا يسمح للتيار ان ينساب في الدائرة



س/دور ثاني/٢٠١٥/ما الفائدة العملية من استعمال الثنائي المعدل للتيار المتناوب ؟

ج يعمل على تحويل التيار المتناوب الى تيار معدل بنصف موجة .

س/وزاري مكرر/ماذا يحصل للتيار المتناوب لو وضع في طريقه ثنائي بلوري (pn) ؟

ج يتحول الى تيار معدل بنصف موجة و يكون باتجاه واحد .

س/٢٠١٤/دور اول/علل/يحيز الثنائي البلوريpn المتحسس للضوء باتجاه عكسي قبل سقوط الضوء عليه .

ج لكي يكون التيار المنساب فيه ضعيف جدا فيهمل و هذا يعني ان التيار في دائرة الثنائي يساوي صفر في حالة عدم توافر تأثير ضوئي في الثنائي .

س/دور ثالث/٢٠١٧/كيف يربط الثنائي الباعث للضوء ؟ وما الغرض من استعماله ؟

ج بطريقة الانحياز الامامي . الغرض من استعماله تحويل الطاقة الكهربائية الى طاقة ضوئية .

الترانزستور

س/ما المقصود بالترانزستور؟

ج جهاز يتكون من ثلاثة مناطق مصنوعة من مادة شبه موصلة يفصل بينهما ملتقيان ، المناطق الثلاثة تسمى :

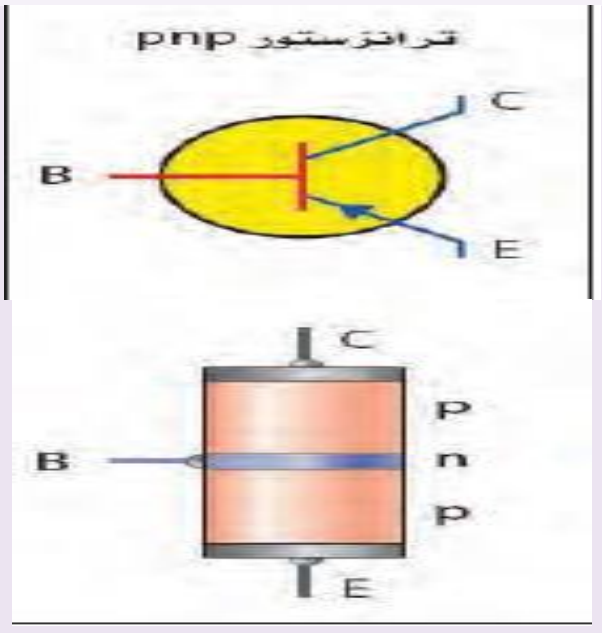
١)الباعث (E). ٢)القاعدة(B) . ٣)الجامع (C) .

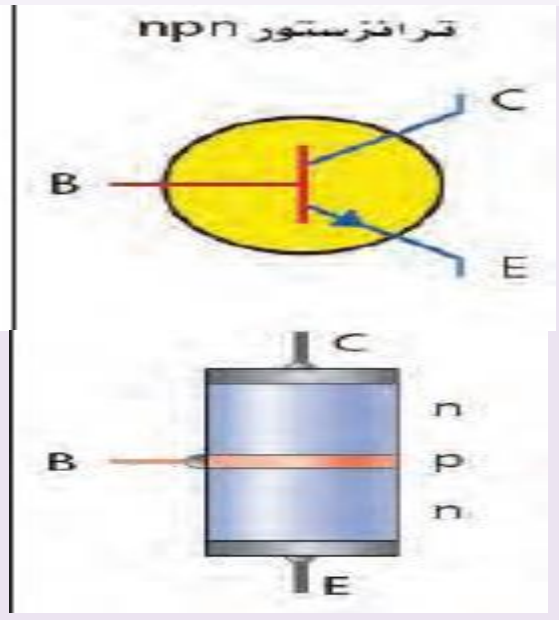
س/وزاري مكرر/قارن بين الباعث و الجامع و القاعدة من حيث : ١)نسبة التشويب . ٢)طريقة الانحياز .

	الباعث	الجامع	القاعدة
نسبة التشويب	عالية	قليلة	متوسطة
طريقة الانحياز	امامي	عكسي	
حاملات الشحنة	يجهز حاملات الشحنة	يجذب حاملات الشحنة	

س/ما نوعا الترانزستور ؟ قارن بينهما .

الترانزستور pnp	الترانزستور npn
يتألف من منطقتين من شبه موصل نوع p احدهما تسمى الباعث و الاخرى تسمى الجامع تفصل بينهما منطقة رقيقة من نوع n تسمى القاعدة و المناطق الثلاث هي اقطاب الترانزستور .	يتألف من منطقتين من شبه موصل نوع n احدهما تسمى الباعث و الاخرى تسمى الجامع تفصل بينهما منطقة رقيقة من نوع p تسمى القاعدة و المناطق الثلاث هي اقطاب الترانزستور .
نوع حاملات الشحنة هي الفجوات	نوع حاملات الشحنة هي الالكترونات





س/مم يتألف الترانزستور : ١)نوع npn ؟ ٢)نوع pnp ؟

س/ما نوع حاملات الشحنة في الترانزستور : ١)نوع npn ؟ ٢)نوع pnp ؟

س/علل/ يحيز الباعث ان انحيازا اماميا ؟ ج/لأنه يجهز حاملات الشحنة .

س/علل/يحيز الجامع انحيازا عكسيا ؟ ج/لأنه يعمل على جذب حاملات الشحنة خلال القاعدة .

س/ما علاقة تيار الجامع (I_c) بتيار الباعث (I_E) ؟ معللا السبب .

ج تيار الجامع (I_c) يكون دائما اقل من تيار الباعث (I_E) بمقدار تيار القاعدة (I_B) .
بسبب :حصول عملية اعادة الالتحام التي تحصل في منطقة القاعدة بين الفجوات و الالكترونات فيكون $(I_c = I_E - I_B)$.

س/علل/ يكون تيار القاعدة(I_B) صغيرا جدا نسبة لتيار الباعث (I_E) .

ج لان منطقة القاعدة رقيقة و نسبة تطعيمها بالشوائب قليلة مقارنة بالباعث .

استعمال الترانزستور كمضخم :

س/ما العمل الاساسي للترانزستور ؟ ج/تضخيم الاشارة الداخلة فيه .

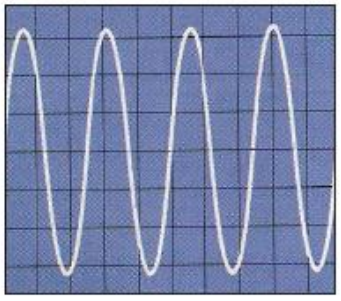
س/ما نوعا الترانزستور كمضخم ؟ ج/١)المضخم pnp ذو القاعدة المشتركة . ٢)المضخم pnp ذو الباعث المشترك.

س/علام يعتمد شكل ونوع الترانزستور ؟ ج/ممانعة الدخول و ممانعة الخروج .

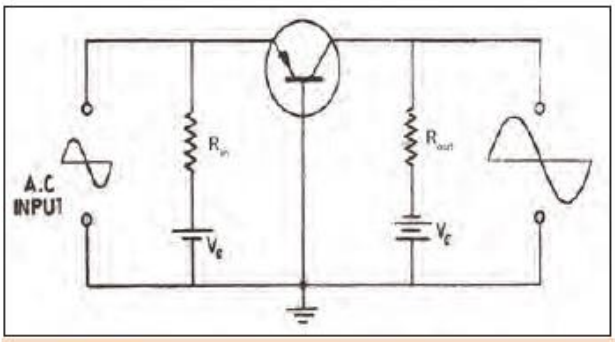
س/علام تعتمد عملية التضخيم في الترانزستور ؟

ج سيطرة دائرة الدخول ذات القدرة الواطئة على دائرة الخروج ذات القدرة العالية .

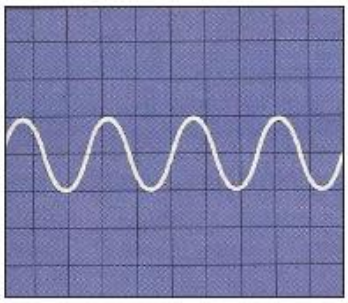
مضخم pnp ذي القاعدة المشتركة	مضخم pnp الباعث المشترك
ملتقى باعث قاعدة محيزا بالتجاه الامامي و ملتقى جامع قاعدة محيز بالاتجاه العكسي	القاعدة تكون بجهد سالب نسبة الى الباعث و الجامع يكون بجهد سالب نسبة الى كل من الباعث و القاعدة
دائرة الدخول (باعث قاعدة) ممانعتها صغيرة جدا دائرة الخروج (جامع قاعدة) ممانعتها كبيرة جدا	عند وضع اشارة متناوبة بين طرفي دائرة الدخول ستعمل على تغيير جهد القاعدة
فولطية انحياز دائرة الدخول صغيرة جدا فولطية انحياز دائرة الخروج كبيرة جدا	اي تغير صغير في جهد القاعدة سيكون كافيا لإحداث تغير كبير في تيار دائرة جامع قاعدة (دائرة الخروج)
تتميز دائرة المضخم pnp ذي القاعدة المشتركة: ١. ربح الفولطية(A_V) كبير اكبر من الواحد الصحيح فولطية الخروج اكبر من فولطية الدخول $A_V = \frac{V_{out}}{V_{in}}$ ٢. ربح التيار(α) اقل من الواحد الصحيح تيار الخروج اقل من تيار الخروج $\left(\alpha = \frac{I_C}{I_E}\right)$ ٣. ربح القدرة (G)متوسط $G = \frac{P_{out}}{P_{in}}$	تتميز دائرة المضخم ذي الباعث المشترك : ١. ربح الفولطية كبير اكبر من الواحد الصحيح فولطية الخروج اكبر من فولطية الدخول $A_V = \frac{V_{out}}{V_{in}}$ ٢. ربح التيار عالي اكبر من الواحد الصحيح تيار الخروج اكبر من تيار الدخول $\left(\alpha = \frac{I_C}{I_B}\right)$ ٣. ربح القدرة عالي جدا $G = \frac{P_{out}}{P_{in}}$
	بما ان هذا التيار ينساب خلال مقاومة (R_L) كبيرة المقدار فانه يولد جهدا كبير المقدار عبر مقاومة الحمل و الذي يمثل جهد الاشارة الخارجة .
الاشارة الخارجة تكون بنفس طور الاشارة الداخلة $(\varphi = 0)$	الاشارة الخارجة تكون بطور معاكس لطور الاشارة الداخلة $(\varphi = 180^\circ)$



إلاشارة الخارجة من دائرة الجامع تكون مكبرة وبالطور نفسه مع الإشارة الداخلة في دائرة الباعث) فرق الطور بينهما = صفر)

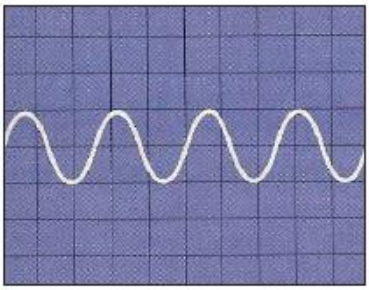


دائرة المضخم باستعمال الترانزستور pnp ذو القاعدة المشتركة (القاعدة المؤرضة)

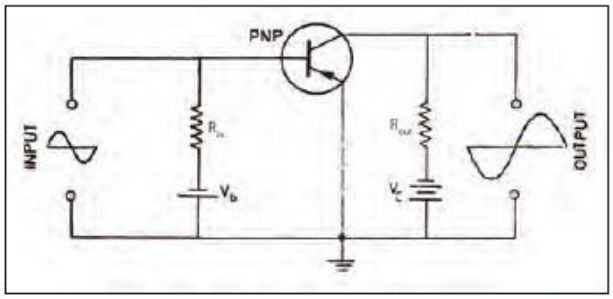


الإشارة الداخلة في دائرة الباعث

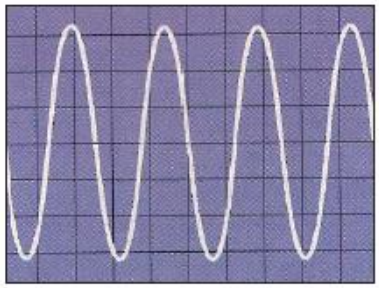
شكل (39) دائرة المضخم pnp ذو القاعدة المشتركة (للاطلاع)



الاشارة الداخلة في دائرة الباعث



دائرة المضخم باستعمال الترانزستور pnp ذو الباعث المشترك (الباعث المؤرض)



الاشارة الخارجة من دائرة الجامع تكون مكبرة وبعكس طور الاشارة الداخلة في دائرة الباعث (فرق الطور بينهما = 180^0)

شكل (40) دائرة المضخم pnp ذو الباعث المشترك (للاطلاع)

س/علل/تكون ممانعة دائرة دخول المضخم pnp ذو القاعدة المشتركة صغيرة جدا .

ج لان ملتقى الباعث – قاعدة يكون محيزا باتجاه امامي .

س/علل/تكون ممانعة دائرة خروج المضخم pnp ذو القاعدة المشتركة كبيرة جدا .

ج لان ملتقى جامع – قاعدة يكون محيزا باتجاه عكسي .

س/وزاري/٢٠١٦/علل/في المضخم نوع pnp ذي القاعدة المشتركة تكون الاشارة الخارجة بالطور نفسه مع الاشارة الداخلة .

ج ان سبب ذلك هو ان تيار الجامع يتغير باتجاه تيار الباعث .

س/هل يمكن ؟ و لماذا ؟ ان يستعمل المضخم pnp ذو القاعدة المشتركة لتكبير التيار .

ج كلا لا يمكن ذلك ، لان ربح التيار اقل من الواحد الصحيح $\left(\alpha = \frac{I_C}{I_E}\right)$ و ان تيار الجامع (I_C) اصغر من تيار الباعث (I_E) اي ان $(I_C = I_E - I_B)$.

س/دور ثالث/٢٠١٦/علل/في المضخم pnp ذو الباعث المشترك تكون الاشارة الخارجة بطور معاكس للإشارة الداخلة .

ج ان سبب ذلك هو ان تيار الجامع يتغير باتجاه معاكس لتغير تيار القاعدة .

س/وزاري مكرر/اختر الاجابة الصحيحة :منطقة القاعدة في الترانزستور تكون :

(واسعة و قليلة الشوائب ، واسعة و كثيرة الشوائب ، رقيقة وقليلة الشوائب ، رقيقة و كثيرة الشوائب)

مثال/١/كتاب/في دائرة الترانزستور كمضخم ذي القاعدة المشتركة (القاعدة المؤرضة)اذا كان تيار الباعث (I_E=3 mA) و تيار الجامع (I_C=2.94 mA) و مقاومة الدخول (R_{in}=500 Ω) و مقاومة الخروج (R_{out}=400 KΩ)
احسب: ١) ربح التيار . ٢)ربح الفولطية .

1) $\alpha = \frac{I_c}{I_E} = \frac{2.94\times10^{-3}\,A}{3\times10^{-3}\,A} = 0.98$ ربح التيار

2) $V_{in} = I_E R_{in} = (3\times10^{-3}\,A)(500\Omega) = 1.5V$

$V_{out} = I_c R_{out} = (2.94\times10^{-3}\,A)(400000\Omega)$

$V_{out} = 1176V$

$A_V = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{1176V}{1.5V} = 784$ ربح الفولطية

مثال/٢/كتاب/في دائرة الترانزستور ذي القاعدة المشتركة (القاعدة مؤرضة) إذا كان ربح القدرة (G=768) و تكبير الفولطية (ربح الفولطية) (A_V=784) و تيار الباعث (I_E=3 mA) جد تيار القاعدة (I_B) .

$G = \alpha . A_V \Rightarrow \quad \alpha = \frac{G}{A_V} = \frac{768}{784} = 0.98$

$\alpha = \frac{I_C}{I_E} \Rightarrow \quad I_C = \alpha . I_E = 0.98 \times 3 \times 10^{-3} = 2.94 \times 10^{-3} A$ تيار الجامع

$I_C = I_E - I_B \Rightarrow \quad I_B = I_E - I_C = 3 \times 10^{-3} - 2.94 \times 10^{-3} = 0.06 \times 10^{-3}\ A$

س/دور ثاني/٢٠١٣/ في دائرة الترانزستور ذي القاعدة المشتركة (القاعدة مؤرضة) إذا كان تيار الجامع $(I_C = 1.96 \times 10^{-3}\ A)$ و تيار القاعدة $(I_B = 0.04 \times 10^{-3}\ A)$ و ربح القدرة *(G=490)* ، جد مقدار

١)ربح التيار . ٢)ربح الفولطية .

س/دور ثالث/٢٠١٤/في دائرة الترانزستور ذي الباعث المشترك ، اذا علمت ان مقدار ربح التيار *(9)* و ربح الفولطية *(4500)* و تيار الجامع *(0.27 mA)* احسب مقدار :١)تيار القاعدة . ٢)تيار الباعث . ٣)ربح القدرة

س/دور ثاني/٢٠١٥/في دائرة الترانزستور كمضخم ذي القاعدة المشتركة (القاعدة مؤرضة) اذا كان تيار الجامع *(5.88 mA)* و ربح التيار *(0.98)* و مقاومة الدخول *(1000 Ω)* و مقاومة الخروج *(800 KΩ)* احسب :

١)تيار الباعث . ٢)ربح الفولطية

الدوائر المتكاملة

هي جهاز صغير جدا يستعمل للسيطرة على الاشارات الكهربائية في كثير من الاجهزة الكهربائية كالحاسوب و الاجهزة الالكترونية .

س/كيف تصنع الدوائر المتكاملة ؟

ج تصنع بعملية واحدة اذ تصنع عناصرها على شريحة صغيرة منفردة من رقاقة من السليكون و هذه العناصر تشمل الثنائيات البلورية و الترانزستورات و المقاومات و المكثفات لتكون منظومات الكترونية تؤدي وضيفة معينة .

س/علام تعتمد عملية تصنيع الدوائر المتكاملة ؟

ج تعتمد على ما يسمى بعملية تقنية الانتشار في المستوى الواحد حيث يتم تنفيذ جميع الخطوات العملية اللازمة لتصنيعها على سطح واحد لشريحة السليكون .

س/ما مراحل تصنيع الدوائر المتكاملة ؟

ج

١. الطبقة الاساسية : عملية انماء بلورة السليكون الاسطوانية الشكل و من ثم تقطيعها الى رقاقات شبه موصل نوع p و تمثل الجسم الذي يرتكز عليه جميع اجزاء الدائرة المتكاملة .
٢. الطبقة الفوقية نوع n : تصنع عن طريق وضع رقاقات السليكون في فرن حراري خاص و بتسليط غاز (وهو مزيج ذرات خماسية التكافؤ) يكون هذا المزيج طبقة رقيقة من شبه الموصل نوع n تسمى الطبقة الفوقية .
٣. الطبقة العازلة : بعد تنمى الطبقة الفوقية n على الطبقة الاساس p توضع الرقاقات في فرن حراري يحتوي على غاز الاوكسجين و بخار الماء في درجة حرارة معينة فتتكونن طبقة ثنائي اوكسيد السليكون و التي تمثل الطبقة العازلة .

س/بم تتميز الدوائر المتكاملة عن الدوائر الكهربائية الاعتيادية ؟

ج ١)صغيرة الحجم . ٢)تستهلك قدرة قليلة . ٣)سريعة العمل. ٤)خفيفة الوزن. ٥)رخيصة .

حل اسئلة و مسائل الفصل

س١ اختر الإجابة الصحيحة لكل من العبارات التالية :

١. اذا كان الثنائي البلوري pn محيزا باتجاه امامي ، فعند زيادة مقدار فولطية الانحياز فان مقدار التيار الأمامي :

a) يزداد . b) يقل . c) يبقى ثابتا . d)يزداد ثم ينقص .

٢. عند زيادة حاجز الجهد في الثنائي البلوري pn المحيز باتجاه امامي فان مقدار التيار الأمامي في دائرته:

a) يزداد . b) يقل . c) يبقى ثابتا . d) يزداد ثم ينقص .

٣. الإلكترونات الحرة في شبه الموصل النقي و بدرجة حرارة الغرفة تشغل :

a) حزمة التكافؤ . b) ثغرة الطاقة المحظورة . c) حزمة التوصيل . d) المستوى القابل .

٤. تتولد الأزواج الكترون - فجوة ، في شبه الموصل النقي ، بواسطة :

a) اعادة الالتحام . b) التأين . c)التطعيم . d)التأثير الحراري

٥. التيار المنساب في شبه الموصل النقي ناتج عن :

a) الإلكترونات الحرة فقط . b) الفجوات فقط .

c) الأيونات السالبة . d) الإلكترونات و الفجوات

٦. في شبه الموصل نوع n و عند درجة حرارة الغرفة يكون :

a) عدد الإلكترونات الحرة في حزمة التوصيل يساوي عدد الفجوات في حزمة التكافؤ .

b) عدد الإلكترونات الحرة في حزمة التوصيل اكبر من عدد الفجوات في حزمة التكافؤ .

c) عدد الإلكترونات الحرة في حزمة التوصيل اقل من عدد الفجوات في حزمة التكافؤ .

d) جميع الاحتمالات السابقة ، يعتمد ذلك على نسبة الشوائب .

٧. تتولد منطقة الاستنزاف في الثنائي البلوري pn بواسطة :

a) اعادة الالتحام . d) التناضح . c) التأين . d) جميع الاحتمالات السابقة .

٨. الثنائي PN الباعث للضوء (LED) يبعث الضوء عندما :
a) يحيز باتجاه امامي . b) يحيز باتجاه خلفي .
c) يكون حاجز الجهد عبر الملتقى كبيراً d) يكون بدرجة حرارة الغرفة .

٩. تيار الباعث I_E في دائرة الترانزستور يكون دائماً :
a) اكبر من تيار القاعدة . b) اقل من تيار القاعدة .
c) اكبر من تيار الجامع . c) الأجوبة (a,c) .

١٠. منطقة الاستنزاف في الثنائي البلوري في الجهة n تحتوي فقط :
a) الكترونات حرة . b) فجوات . c) أيونات موجبة . d) أيونات سالبة .

١١. يسلك السليكون سلوك العازل عندما يكون :
a) نقيا . b) في الظلمة . c) بدرجة الصفر المطلق .
d) الأجوبة الثلاث السابقة مجتمعة .

١٢. يزداد المعدل الزمني لتوليد الازواج الكترون – فجوة في شبه الموصل :
a) بإدخال شوائب خماسية التكافؤ . b) بإدخال شوائب ثلاثية التكافؤ .
c) بارتفاع درجة حرارته . d) لا شيء مما سبق .

١٣. منطقة القاعدة في الترانزستور تكون :
a) واسعة و قليلة الشوائب . b) واسعة و كثيرة الشوائب .
c) رقيقة و قليلة الشوائب . d) ضيقة و كثيرة الشوائب .

١٤. ربح التيار (α) في المضخم pnp ذي الباعث المشترك هو نسبة :

a) $\frac{I_E}{I_c}$ b) $\frac{I_B}{I_c}$ c) $\frac{I_c}{I_B}$ d) $\frac{I_c}{I_E}$

١٥. فرق الطور بين الاشارة الخارجة والاشارة الداخلة في المضخم pnp ذي القاعدة المشتركة يساوي :
a) صفراً . b) 90° c) 180° d) 270°

١٦. ربح التيار (α) في دائرة الترانزستور pnp المستعمل كمضخم ذي القاعدة المشتركة يساوي نسبة :

a) $\frac{I_E}{I_B}$ b) $\frac{I_c}{I_E}$ c) $\frac{I_c}{I_B}$ d) $\frac{I_E}{I_B}$

١٧. يقع مستوى فيرمي في شبه الموصل نوع N :

a) اسفل المستوى المانح . b) منتصف المسافة بين قعر التوصيل و المستوى المانح .

c) في منتصف ثغرة الطاقة . d) منتصف المسافة بين قمة حزمة التكافؤ و المستوى المانح .

١٨. مستوى فيرمي هو :

a) معدل قيمة كل مستويات الطاقة . b) مستوى الطاقة في قمة حزمة التكافؤ .

c) اعلى مستوى طاقة مشغول عند $(0^{\circ}C)$. d) اعلى مستوى طاقة مشغول عند (0 K) .

س٢ ضع كلمة صح أو خطأ امام كل عبارة من العبارات التالية مع تصحيح الخطأ ، دون تغيير ما تحته خط

١. بلورة السليكون نوع n تكون سالبة الشحنة . الجواب / خطأ متعادلة الشحنة .

٢. منطقة الاستنزاف في الثنائي pn تحتوي ايونات موجبة في المنطقة p و ايونات سالبة في المنطقة n .

ج/منطقة الاستنزاف في الثنائي pn تحتوي ايونات سالبة في المنطقة p و ايونات موجبة في المنطقة n .

٣. تزداد قابلية التوصيل الكهربائي في شبه الموصل النقي بارتفاع درجة حرارته . ج/ صح .

٤. الثنائي الباعث للضوء يحيز باتجاه امامي . ج/صح .

٥. مقدار ثغرة الطاقة المحظورة في الجرمانيوم (1.1 eV) . ج/خطأ (0.72 eV)

٦. يزداد مقدار جهد الحاجز في الثنائي البلوري عندما يكون محيزاً بالاتجاه الامامي . ج/خطأ يقل

٧. يحيز الباعث في الترانزستور دائما بالاتجاه الامامي . ج/ صح .

٨. مستويات الطاقة التي تقع تحت مستوى فيرمي تكون مشغولة بالإلكترونات . ج/صح

٩. ربح القدرة في المضخم pnp ذي القاعدة المشتركة يكون كبيرا جداً . ج/خطأ يكون متوسطاً .

١٠. تتولد الأزواج الكترون فجوة في شبه الموصل نتيجة عملية اعادة الالتحام بين الالكترونات و الفجوات .ج/ خطأ / نتيجة التأثير الحراري .

١١. منطقة القاعدة في الترانزستور تكون دائماً رقيقة و قليلة الشوائب . ج/صح .

١٢. في الترانزستور pnp ذي القاعدة المشتركة يكون تيار الباعث اكبر من تيار الجامع . ج/ صح

١٣. في الترانزستور npn ذي الباعث المشترك تكون الاشارتان الخارجة و الداخلة بالطور نفسه ج/ خطأ / تكون الاشارتان الخارجة و الداخلة بطورين متعاكسين

١٤. بلورة الجرمانيوم نوع p تكون الفجوات هي حاملات الشحنة الأغلبية . ج/ صح .

س٣ ما الفرق بين كل مما يأتي :

١. الأيون الموجب و الفجوة الموجبة في اشباه الموصلات .

	الأيون الموجب	الفجوة الموجبة
١	يتكون من ذرة شائبة مانحة خماسية التكافؤ مثل الأنتيمون فقدت الكترونها الخامس .	هي موقع خالٍ من الإلكترونات نشأ من انتزاع الكترون واحد من ذرة السليكون أو الجرمانيوم نتيجة تأثير حراري أو اكتساب طاقة .
٢	يرتبط مع أربع ذرات سليكون مجاورة لها لذا فإن الذرة الشائبة تصير أيونا موجباً .	تكون حرة الحركة
٣	لا يعد من حاملات الشحنة لأنه لا يشارك في عملية التوصيل الكهربائي لشبه الموصل المطعم لأنه يرتبط بالهيكل البلوري ارتباطا وثيقاً .	لها دور في التوصيل الكهربائي و هي الحاملات الرئيسية في المادة شبه الموصلة نوع p و ثانوية في المادة شبه الموصلة نوع n .

٢. الثنائي الباعث للضوء و الثنائي المتحسس للضوء .

	الثنائي الباعث للضوء	الثنائي المتحسس للضوء
١	يحول الطاقة الكهربائية الى طاقة ضوئية .	يحول الطاقة الضوئية الى طاقة كهربائية .
٢	يبعث الضوء عندما يحيز بالاتجاه الأمامي ينساب تيار في دائرته نتيجة حصول عملية اعادة الالتحام التي تحصل بين الالكترونات و الفجوات فتتحرر طاقة بشكل ضوء .	يعمل عندما يحيز بالاتجاه العكسي فيزداد توصيله للتيار كلما زادت شدة الضوء الساقط عليه .
٣	يستعمل في العدادات و الساعات الرقمية .	يستعمل كمقياس لشدة الضوء كما في آلة التصوير و كاشفات الضوء .

٣. شبه الموصل من نوع n و شبه الموصل من نوع p من حيث :

	شبه موصل نوع n	شبه موصل نوع p
نوع الشائبة	ذرات خماسية التكافؤ مثل الأنتيمون	ذرات ثلاثية التكافؤ مثل البورون
حاملات الشحنة الأغلبية	الإلكترونات في حزمة التوصيل نتيجة التطعيم و التأثير الحراري	الفجوات في حزمة التكافؤ نتيجة التطعيم و التأثير الحراري
حاملات الشحنة الأقلية	الفجوات فقط لأنها تتولد فقط نتيجة التأثير الحراري .	الإلكترونات في حزمة التوصيل لأنها تتولد نتيجة التأثير الحراري
المستوى الذي تولده كل شائبة و موقعه	المستوى المانح يقع ضمن ثغرة الطاقة المحظورة و تحت حزمة التوصيل مباشرة ، و المستوى المانح تشغله الالكترونات التي حررتها الذرات المانحة و نتيجة لذلك يرتفع مستوى فيرمي و يقترب من حزمة	المستوى القابل يقع ضمن ثغرة الطاقة المحظورة و فوق حزمة التكافؤ مباشرة و نتيجة لذلك ينخفض مستوى فيرمي و يقترب من حزمة التكافؤ .

التوصيل .

٤. الباعث و الجامع في الترانزستور من حيث :

١-جمع حاملات الشحنة و ارسالها . ٢-طريقة الانحياز. ٣-ممانعة الملتقى . ٤-نسبة الشوائب .

من حيث	الباعث	الجامع
جمع حاملات الشحنة و ارسالها	يرسل حاملات الشحنة الى الجامع خلال القاعدة	يجمع حاملات الشحنة خلال القاعدة
طريقة الانحياز	انحياز امامي ملتقى (الباعث-قاعدة)	انحياز عكسي ملتقى (الجامع-قاعدة)
ممانعة الملتقى	(الباعث-قاعدة) ممانعة الدخول صغيرة	(الجامع-قاعدة) ممانعة الدخول كبيرة
نسبة الشوائب	نسبة عالية من الشوائب	نسبة متوسطة من الشوائب

س٤ علل ما يلي :

a. سبب تولد منطقة الاستنزاف في الثنائي البلوري pn . الجواب في الملزمة ص
b. ممانعة ملتقى (الجامع-القاعدة) في الترانزستور تكون عالية بينما ممانعة ملتقى (الباعث-القاعدة) واطئة . الجواب في الملزمة ص
c. عند درجة الصفر المطلق و في الظلمة تكون حزمة التوصيل في شبه الموصل النقي خالية من الالكترونات . الجواب في الملزمة ص
d. انسياب تيار كبير في دائرة الثنائي البلوري pn عندما يحيز اماميا . الجواب في الملزمة ص
e. يحيز الثنائي البلوري pn المتحسس للضوء عكسيا قبل سقوط الضوء عليه .
الجواب في الملزمة ص
f. الأيون الموجب المتولد عند اضافة شائبة من نوع المانح الى بلورة شبه موصل نقي لا يعد من حاملات الشحنة .
ج/لأن هذا الأيون الموجب يرتبط مع اربع ذرات مجاورة و يرتبط بالهيكل البلوري ارتباطا وثيقا فلا يتحرك
(ولا يعد من حاملات الشحنة و لا يشارك في عملية التوصيل الكهربائي لشبه الموصل المطعم)

س٥ ما المقصود بكل مما يأتي :

a. مستوى فيرمي
b. المستوى المانح ، و كيف يتولد ؟
c. منطقة الاستنزاف في الثنائي البلوري pn ؟ و كيف يتولد ؟
d. الفجوة في شبه الموصل ؟ و كيف يتولد ؟
e. الزوج الكترون-فجوة ، و متى يتولد ؟

س٦ علام يعتمد كل مما يلي :

a. جهد حاجز الجهد الكهربائي للثنائي البلوري .

ج/يعتمد على :

١. نوع مادة شبه الموصل المستعملة .

٢. نسبة الشوائب المطعمة بها (و يزداد بزيادتها) .

٣. درجة حرارة المادة (و يزداد بزيادتها) .

b. معدل توليد الازواج الكترون-فجوة في شبه الموصل النقي . ج/درجة الحرارة و يزداد بزيادتها.

c. عدد الالكترونات الحرة المنتقلة من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل في بلورة شبه موصل نوع n بثبوت درجة الحرارة .

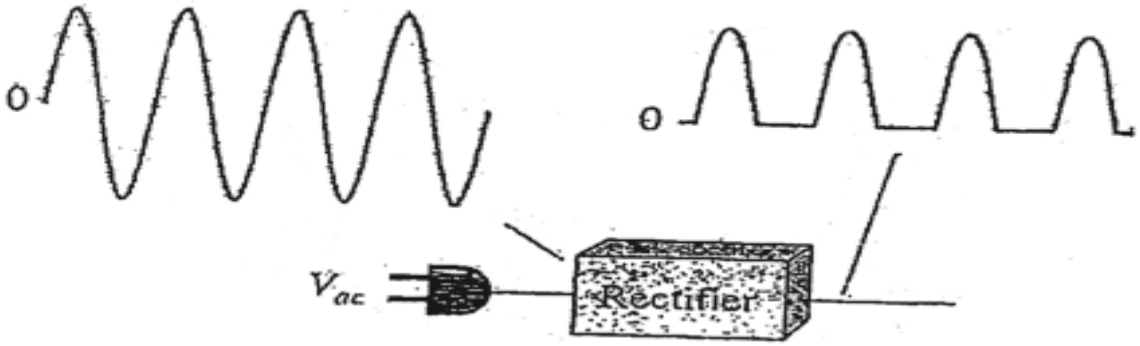
ج/ نسبة الذرات المانحة المطعمة بها البلورة .

d. التيار المنساب في دائرة الثنائي البلوري pn المتحسس للضوء .

ج/شدة الضوء الساقط على الملتقى .

س٧ ماذا يحصل للتيار المتناوب لو وضع في طريقه ثنائي بلوري pn ؟

ج/ان هذا الثنائي يعمل على تحويل التيار المتناوب الى تيار معدل بنصف موجة كما في الشكل :



س٨ بعد تطعيم بلورة شبه الموصل (مثل السليكون) بشوائب ثلاثية مثل البورون ما نوع البلورة التي نحصل عليها ؟ هل ان شحنتها ستكون موجبة ام سالبة ؟ أم متعادلة كهربائيا ؟

ج/نحصل على بلورة شبه موصل نوع p الحاملات الاغلبية هي الفجوات الموجبة ، وان شحنة البلورة متعادلة كهربائيا لأنها تمتلك عددا من الشحنات الموجبة مساوي لعدد الشحنات السالبة .

(صافي الشحنة يساوي صفر) .

س٩ في دائرة الترانزستور ذي الباعث المشترك اذا كان تيار الباعث (I_E=0.4 mA) و تيار القاعدة (I_B=40 μA) و مقاومة الدخول (R_{in}=100 Ω) و مقاومة الخروج (R_{out}=50 KΩ) أحسب :

١. ربح التيار .

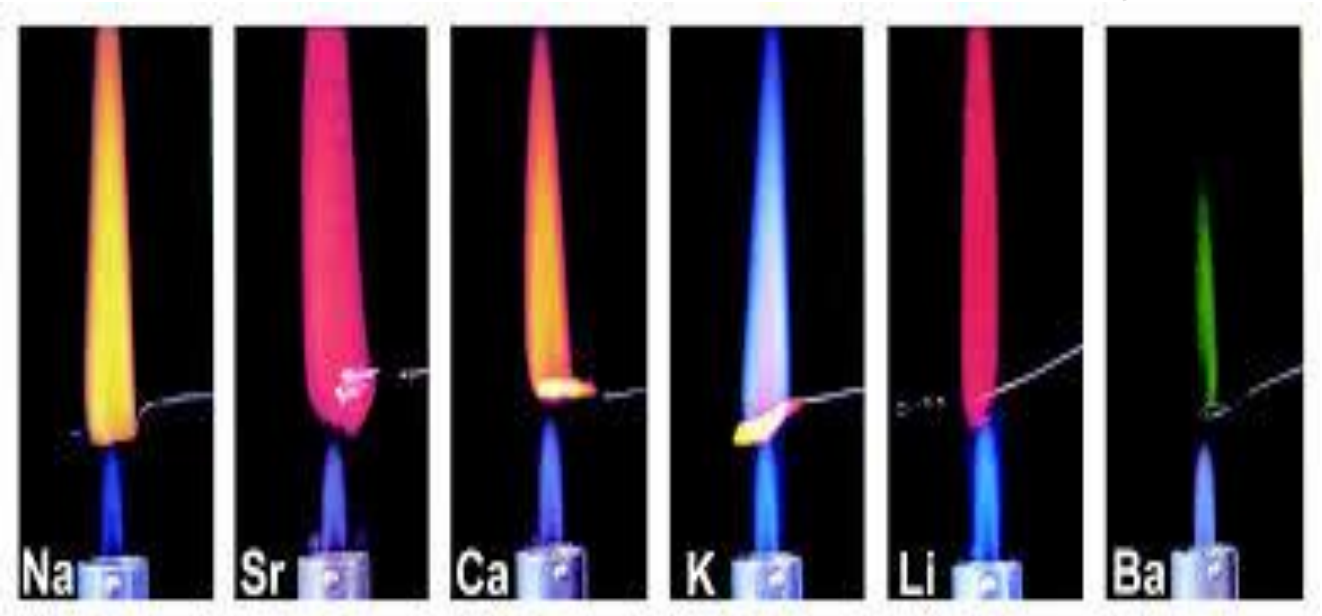
٢. ربح الفولطية .

٣. ربح القدرة .

فيزياء السادس التطبيقي

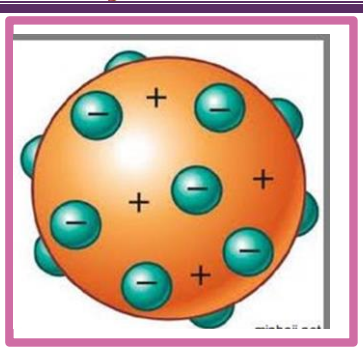
الفصل الثامن

الأطياف الذرية



اعداد: أحيدر مجيد

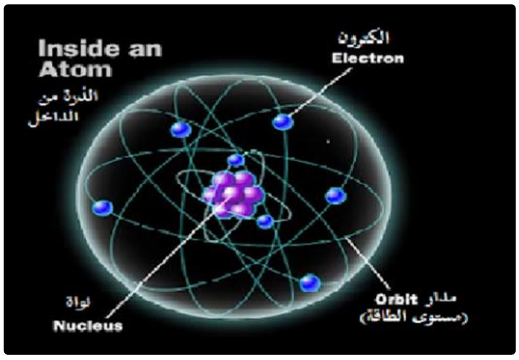
٠٧٧٢٣٣٢٧٤٢١



س / كيف وصف تومسون الذرة ؟

ج كرة مصمته متناهية في الصغر موجبة الشحنة يتوزع بداخلها عدد الالكترونات السالبة بحيث تكون متعادلة كهربائيا .

مستويات الطاقة و انموذج بور للذرة



س / ما اقتراح العالم رذرفورد للذرة ؟

ج افترض الذرة تتكون من نواة موجبة الشحنة متمركزة في وسط الذرة و تدور حولها الالكترونات .

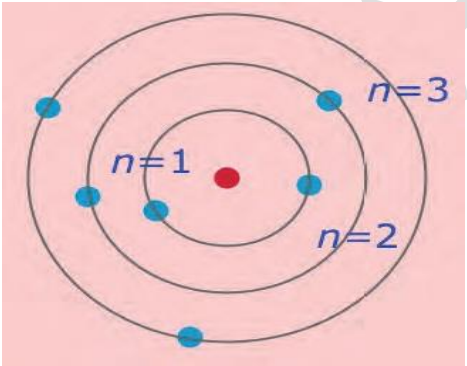
س/عدد اسباب فشل نموذج رذرفورد .

ج

١. عندما يدور الالكترون حول النواة يغير اتجاه حركته باستمرار لذا فهو جسيم معجل (تعجيل مركزي) ،وتبعا للنظرية الكهرومغناطيسية فان اي شحنة تتحرك بتعجيل تبعث اشعاعا كهرومغناطيسيا ولذلك يجب ان يفقد الالكترون الدائر حول النواة جزءا من طاقته في اثناء الدوران اي انه يخسر طاقة بصورة مستمرة ما دامت الحركة مستمرة و من ثم يجب ان ينتهي بحركة حلزونية مقتربا من النواة بزمن قصير و من ثم تنهار البنية الذرية .

٢. عندما تتناقص طاقة الالكترون يتولد طيف مستمر بينما اثبتت التجارب ان طيف ذرة الهيدروجين هو طيف خطي.

- ❖ في الحقيقة ان شيئا من هذا القبيل لا يحدث مطلقا – لأن – الذرات موجودة و ممكن ان تبعث اشعاعا بأطوال موجية ذات قيم متميزة و دقيقة جدا
- ❖ كما ان الذرة تحت الظروف تمثل تركيبا مستقرا لا تبعث اي اشعاع الا تحت ظروف خاصة مثل تسخين المواد او تعريضها لجهد كهربائي في الانابيب المفرغة



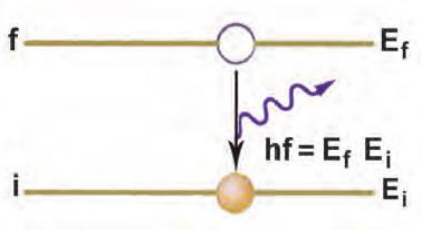
س / ما هي فرضيات بور للذرة ؟

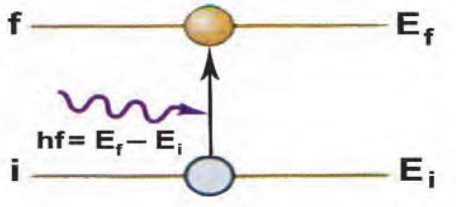
١. تدور الالكترونات سالبة الشحنة حول النواة بمدارات محددة المواقع تمثل مستويات الطاقة دون ان تشع طاقة. ويمتلك الالكترون اقل طاقة عندما يكون اقرب الى النواة وعندها تكون الذرة مستقرة وان بقاء الالكترون في مستوى معين يتطلب امتلاكه طاقة و زخم مناسبين لذلك المستوى

٢. الذرة متعادلة كهربائيا اذ ان شحنة الالكترون تساوي شحنة النواة الموجبة .

٣. ان الذرة لا تشع طاقة بسبب حركة لإلكترون في مداره المحدد وتكون الذرة مستقرة .

٤. عندما يكسب الالكترون كما من الطاقة فانه يقفز من مستوى استقراره اذ تكون طاقته (E_i)الى مستوى طاقة اعلى (E_f) عندها تكون الذرة متهيجة . ثم تعود الذرة الى حال استقرارها وذلك بعودة الالكترون الى مستوى استقراره باعثا فوتونا تردده (f)





اي ان : $hf = E_f - E_i$

حيث :h ثابت بلانك

$h = 6.63 \times 10^{-34}\ J.s$

F التردد بوحدة H_z هيرتز

٥. في مجال الذرة يمكن تطبيق قانون كولوم على الشحنات الكهربائية و القانون الثاني لنيوتن على القوى الميكانيكية

٦. يمتلك الالكترون زخما زاويا $(L = mvr)$ في مداره المحدد يساوي اعدادا صحيحة من $\left(\frac{h}{2\pi}\right)$

اي ان: $L_n = n(\frac{h}{2\pi})$ $mv_n r_n = n(\frac{h}{2\pi})$

اذ ان .....n=1,2,3,4,5, و يمثل العدد الكمي الرئيس .

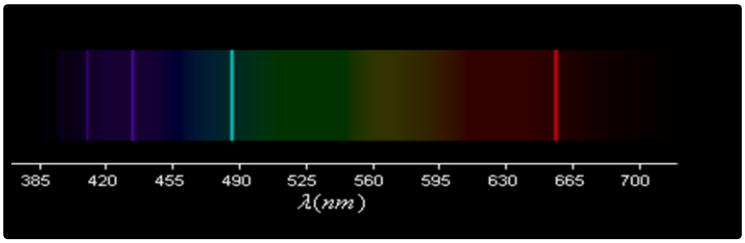
و بصورة عامة تكون طاقة الفوتون الذي تشعه او تمتصه الذرة $\Delta E = E_2 - E_1$

حيث :E_2 طاقة المستوى الاعلى (المتهيج) E_1 طاقة المستوى الاوطأ (الأرضي او المستقر)

ΔE فرق الطاقة بين المستويين و يساوي طاقة الفوتون اعلاه

و حسب نموذج بور :

- ينتقل الكترون الذرة من مستوى الاستقرار الى مستوى التهيج بعد ان يمتص فوتونا طاقته تساوي (hf) مقدار طاقة هذا الفوتون تساوي فرق الطاقة ΔE بين المستويين لهذا تصبح الذرة متهيجة .
- بعد فترة وجيزة من الزمن يعود الالكترون من مستوى التهيج الى مستوى الاستقرار فيبعث فوتونا طاقته (hf) مقدارها يساوي فرق الطاقة ΔE بين المستويين .
- في عملية الامتصاص او الاشعاع فان الطاقة الممتصة او المشعة تساوي فرق الطاقة ΔE بين المستويين . $\Delta E = E_2 - E_1$ $\Delta E = hf$ $\Delta E = \frac{hc}{\lambda}$ $f = \frac{c}{\lambda}$
- المستوى الذي يملك الطاقة الاقل يسمى المستوى الارضي او المستوى المستقر .
- اي مستوى عدا المستوى الارضي يعتبر متهيج او غير مستقر .
- كلما اقتربت المستويات المتهيجة من مستوى الاستقرار كانت طاقتها اقل و ترددها اوطأ و طولها الموجي اكبر .
- كلما ابتعدت المستويات المتهيجة عن مستوى الاستقرار كانت طاقتها اكبر و ترددها اعلى و طولها الموجي اقصر .
- الذرة المتهيجة تعود بعد مدة زمنية وجيزة الى حالة الاستقرار عن طريق اشعاع طاقة .
- عند بقاء الالكترون بنفس مداره المحدد فان الذرة لا تشع طاقة
- عندما ينتقل الكترون من مدار محدد الى مدار اوطأ فان الذرة تشع كمية محددة من الطاقة .
- عند تزويد الذرة بطاقة تساوي فرق الطاقة بين مستويين فإنها تمتص كمية محددة من الطاقة .



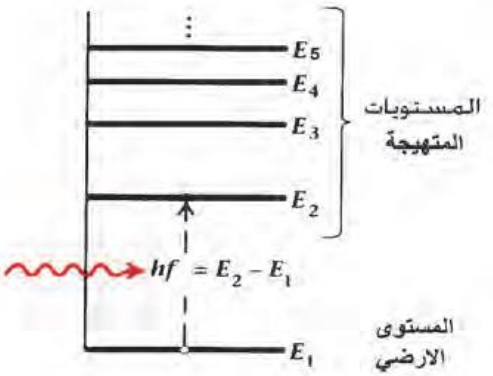
طيف ذرة الهيدروجين

س / لماذا درس بور ذرة الهيدروجين بالذات ؟

ج لأنها ابسط ذرة اذ تحتوي الكترونا واحداً فقط

س / ماذا يحدث عند اثارة ذرة الهيدروجين ؟

ج ينتقل الكترونها من المستوى الواطئ الى مستوى اعلى فيبقى مدة زمنية قدرها ($10^{-8}\ s$)ثم يهبط الالكترون الى مستواه الواطئ (الارضي) .



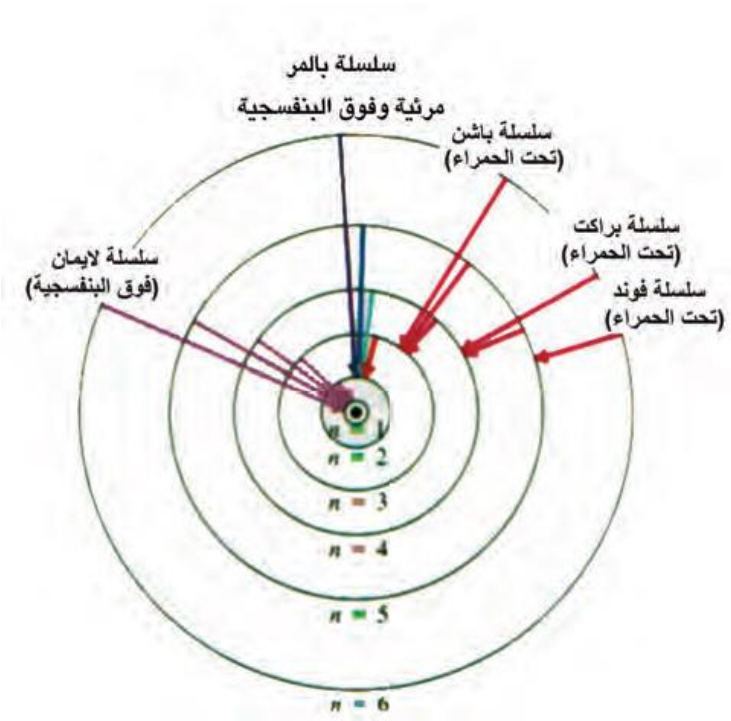
- ان أوطأ مستوى هو E_1 يسمى بالمستوى الرضي
- تسمى المستويات ..... E_2, E_3, E_4 بالمستويات المتهيجة
- ان جميع طاقات هذه المستويات سالبة لذا لا يمتلك الالكترون طاقة كافية تجعله يهرب

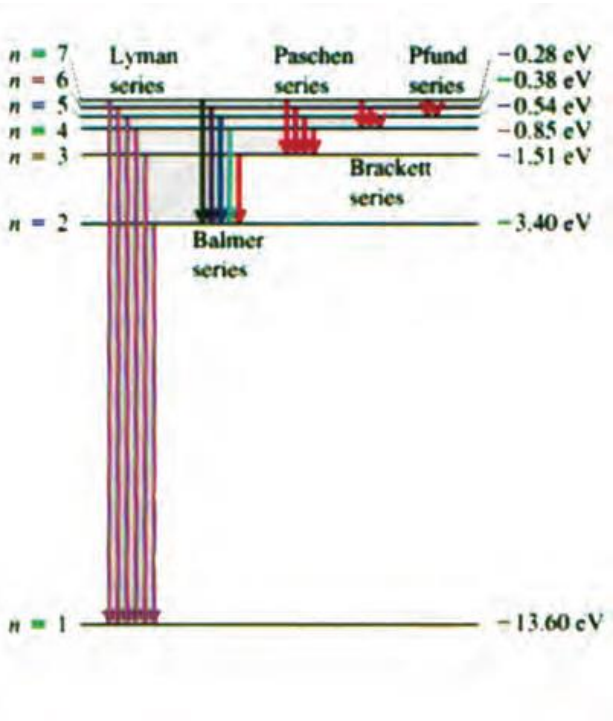
س / عدد سلاسل طيف ذرة الهيدروجين و كيف يمكن الحصول على كل سلسلة

ج

١. سلسلة لايمان و نحصل عليها عند انتقال الالكترون من مستويات الطاقة العليا الى مستوى الطاقة الارضي E_1 (n=2) ، و مدى ترددتها يقع في المنطقة فوق البنفسجية وهي سلسلة غير مرئية .
٢. سلسلة بالمر ونحصل عليها عند انتقال الالكترون من من المستويات العليا للطاقة الى مستوى الطاقة الثاني E_2 (n=2) ومدى ترددتها في المنطقة المرئية و تمتد حتى المنطقة فوق البنفسجية .
٣. سلسلة باشن نحصل عليها عند انتقال الالكترون من مستويات الطاقة العليا الى مستوى الطاقة الثالث E_3 (n=3) وهي سلسلة غير مرئية و مدى ترددتها في المنطقة تحت الحمراء .
٤. سلسلة براكت نحصل عليها عند انتقال الالكترون من مستويات الطاقة العليا الى مستوى الطاقة الرابع E_4 (n=4) وهي سلسلة غير مرئية و مدى ترددتها في المنطقة تحت الحمراء .

٥. سلسلة فوند نحصل عليها عند انتقال الاكترون من مستويات الطاقة العليا الى مستوى الطاقة الخامس E_5 (n=5) وهي سلسلة غير مرئية و مدى ترددتها في المنطقة تحت الحمراء .





س/تمهيدي/٢٠١٤/عدد سلاسل طيف ذرة الهيدروجين .

ج ١)سلسلة لايمان . ٢)سلسلة بالمر . ٣)سلسلة باشن .
٣)سلسلة براكت . ٤)سلسلة فوند .

س/وزاري مكرر/اختر الاجابة الصحيحة : طيف ذرة الهيدروجين هو طيف

(مستمر ، خطي ، امتصاص خطي ، حزمي)

الأطياف

س / ما لذي يحصل عند سقوط ضوء الشمس او ضوء ابيض على موضور زجاجي ؟

ج يتحلل الى مركباته السبعة .

الطيف :- سلسلة الترددات الضوئية الناتجة من تحليل حزمة الضوء الأبيض بواسطة موشور .

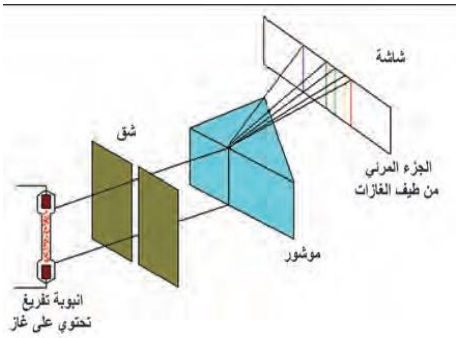
- تعد دراسة وتفسير الطيف الذري لطبيعة المادة و بنية ذراتها و جزيئاتها من اهم الدراسات التي ادت الى معرفة تركيبها الذري و الجزيئي و يتم ذلك عن طريق تحليل الضوء الصادر عن تلك المواد و دراسة طيفها باستعمال جهاز المطياف .

س /وزاري مكرر/ ما اهم مصادر الضوء المستعملة في دراسة الاطياف ؟

١. مصادر حرارية وهي المصادر التي تشع ضوءا نتيجة ارتفاع درجة حرارتها مثل الشمس و مصابيح النتكستن و الأقواس الكهربائية .
٢. مصادر تعتمد على التفريغ الكهربائي خلال الغازات مثل انابيب التفريغ الكهربائي عند الضغط المنخفض

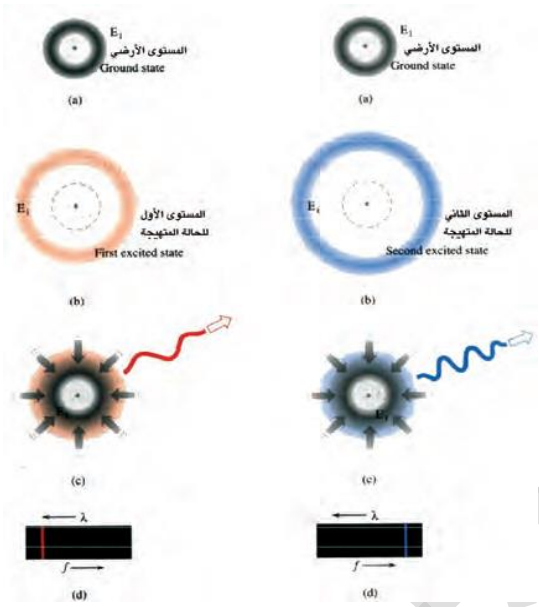
س/دور ثالث/٢٠١٤/وضح بنشاط انواع الاطياف .

ادوات النشاط : موشور زجاجي ، حاجز ذو شق للحصول على حزمة متوازية تسقط على الموشور ، شاشة بيضاء ،انابيب تفريغ تحتوي على غاز (مثل :النيون ، الهيدروجين ،بخار الزئبق) ، مصباح كهربائي خويطي ، مصدر للتيار الكهربائي .



خطوات النشاط :

١. نربط الانبوب الذي يحوي الهيدروجين بالدائرة الكهربائية المناسبة لكي يتوهج غاز الهيدروجين .
٢. نغير موقع و زاوية سقوط الحزمة المنبعثة حتى نحصل على اوضح طيف ممكن على الشاشة .
٣. كرر الخطوات باستعمال انابيب الغازات الاخرى و المصباح الكهربائي الخويطي .
٤. لاحظ شكل و لون الطيف الظاهر على الشاشة



❖ نستنتج من النشاط ان الطيف الناتج من تحليل الاشعاعات من الغازات الاخرى يختلف باختلاف نوع الغاز
❖ هناك صنفين من الاطياف :
١)اطياف الانبعاث . ٢)اطياف الامتصاص .

انتهى النشاط ...

س/وزاري مكرر/عدد انواع الاطياف .

ج
١. اطياف الانبعاث اطياف المواد المتوهجة و تنقسم :
a) الطيف المستمر .
b) الطيف الخطي .
c) الطيف الحزمي البراق .
٢. اطياف الامتصاص
a) طيف امتصاص مستمر .
b) طيف امتصاص خطي .

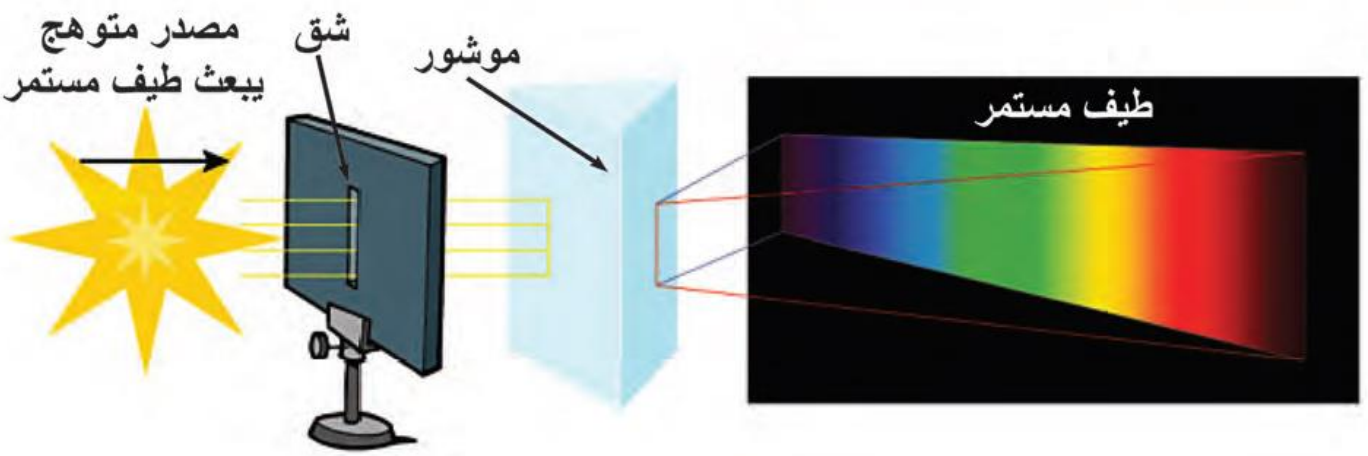
س/علام يعتمد الطيف الناتج من تحليل الاشعاعات المنبعثة من الغازات . ج/نوع الغاز .

س/دور ثالث/٢٠١٥/كيف نحصل على الطيف المستمر ؟

ج نحصل عليه من الاجسام الصلبة المتوهجة و السائلة المتوهجة او الغازات المتوهجة عند ضغط عال جدا .

س/دور ثالث/٢٠١٥/مم يتكون الطيف المستمر ؟

ج مدى واسع من الاطوال الموجية الواقعة ضمن المدى المرئي .

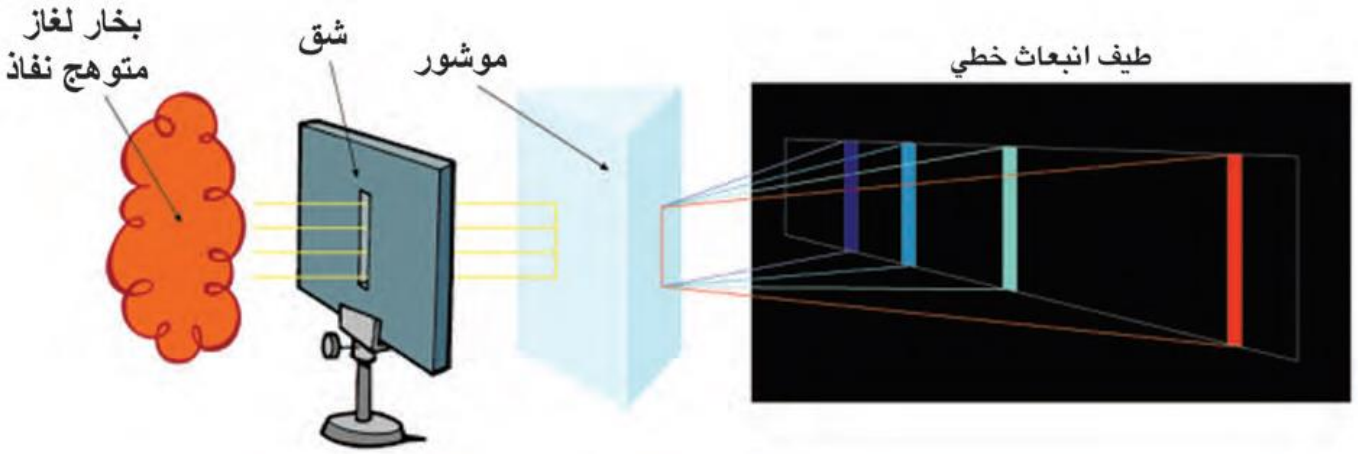


س/كيف نحصل على الطيف الخطي ؟

ج نحصل عليه من توهج الغازات و الابخرة عند الضغط الاعتيادي او الواطئ .

س/ما المقصود بالطيف الخطي البراق ؟

ج الطيف الذي يحتوي مجموعة من الخطوط الملونة البراقة على ارضية سوداء و كل منا يمثل طولا موجيا معينا و يعد صفة مميزة و اساسية للذرات .



س/دور ثاني/٢٠١٤/مم يتكون الطيف الخطي البراق للصوديوم وطيف ذرة الهيدروجين ؟

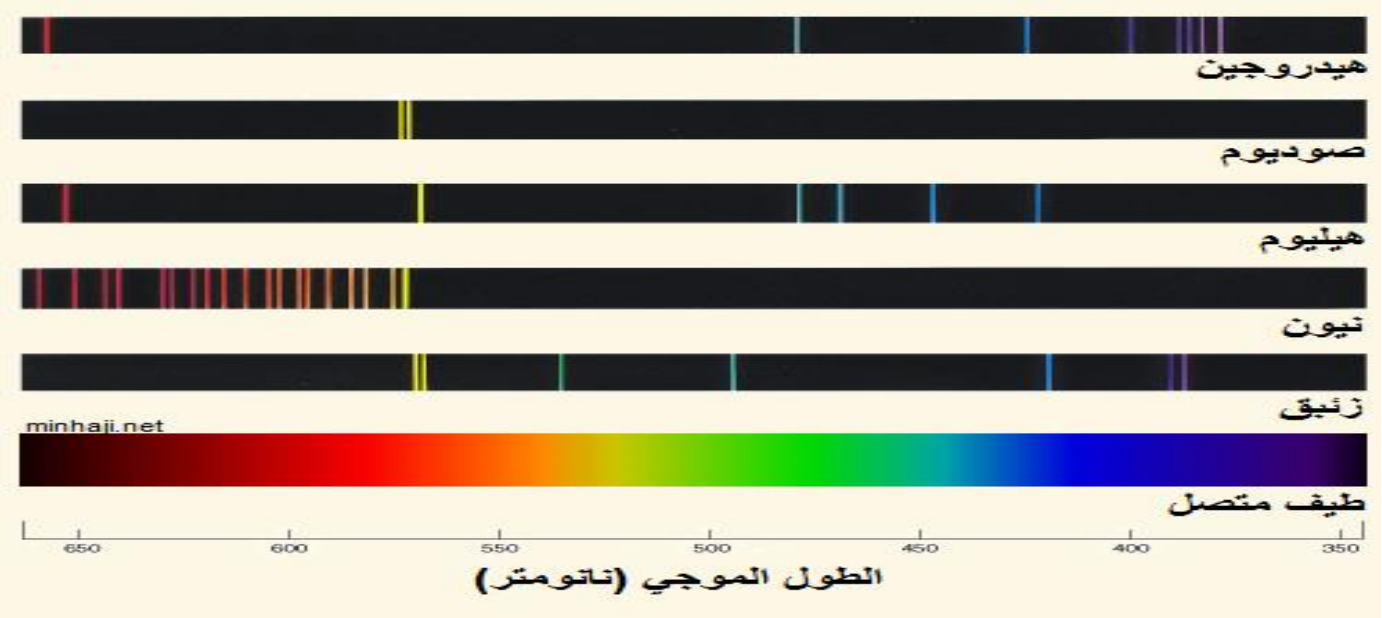
ج الصوديوم: خطين اصفرين براقين قريبين جدا من بعضهما يقعان في المنطقة الصفراء و قد يظهر الخطان كخط واحد ان لم تكن القدرة التحليلية للمطياف كبيرة .
الهيدروجين :اربعة خطوط براقة بالألوان (احمر ،اخضر ،نيلي ،بنفسجي).
❖ لكل عنصر طيف خطي خاص به و يعد مثل (بصمة) للمادة .

س/كيف يمكنك الكشف عن عنصر مجهول في مادة او معرفة مكونات سبيكة ؟

ج وذلك بأخذ عينة من تلك المادة و و تبخيرها في قوس كاربوني لجعلها متوهجة ثم يسجل طيفها الخطي بواسطة المطياف و يقارن الطيف الحاصل مع الاطياف القياسية الخاصة بطيف كل عنصر .

س/دور ثاني/٢٠١٦/ما الفائدة العملية من الطيف الخطي البراق ؟

ج الكشف عن وجود عنصر مجهول في مادة او معرفة مكونات سبيكة .



س/دور ثاني/٢٠١٦/ما الفائدة العملية من الطيف الخطي البراق ؟

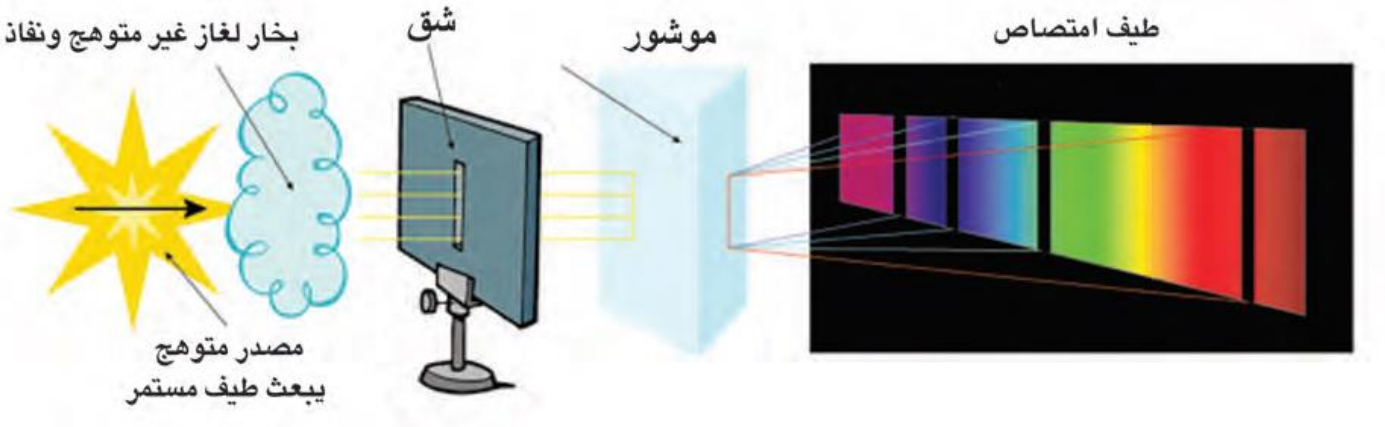
ج الكشف عن وجود عنصر مجهول في مادة او معرفة مكونات سبيكة .

الطيف الحزمي البراق : طيف يحتوي على حزمة او عدد من الحزم الملونة على ارضية سوداء و تتكون كل حزمة من عدد كبير من الخطوط المتقاربة و هو صفة مميزة للمواد جزيئية التركيب .

س/كيف يمكننا الحصول على الطيف الحزمي البراق ؟

ج من مواد متوهجة جزيئية التركيب كغاز ثنائي اوكسيد الكاربون في انبوبة تفريغ تحتوي املاح الباريوم و املاح الكالسيوم و المتوهجة بواسطة قوس كاربوني .

طيف الامتصاص: هو طيف مستمر تتخلله خطوط او حزم معتمة ، فعندما يمر الضوء المنبعث من مصدر طيفه مستمر خلال بخار غير متوهج يمتص من الطيف المستمر التي يبعثها لو كان متوهجا .



س/وزاري مكرر/ما المقصود بخطوط فرناهوفر ؟

ج خطوط سوداء تظهر في الطيف الشمسي المستمر عددا (600) خط .

س/وزاري مكرر/كيف تنتج خطوط فرناهوفر ؟

ج من الجو الغازي المحيط بالشمس و الذي يمتص قسما من الطيف المستمر لها حيث يمتص الاطوال الموجية التي يبعثها لو كان متوهجا .

س/ما نوع الطيف الشمسي ؟ س/هل ان الطيف الشمسي مستمر ام خطي ؟ و لماذا ؟

ج طيف امتصاص خطي ، لأنه يحتوي على (600) خط هي خطوط فرناهوفر .

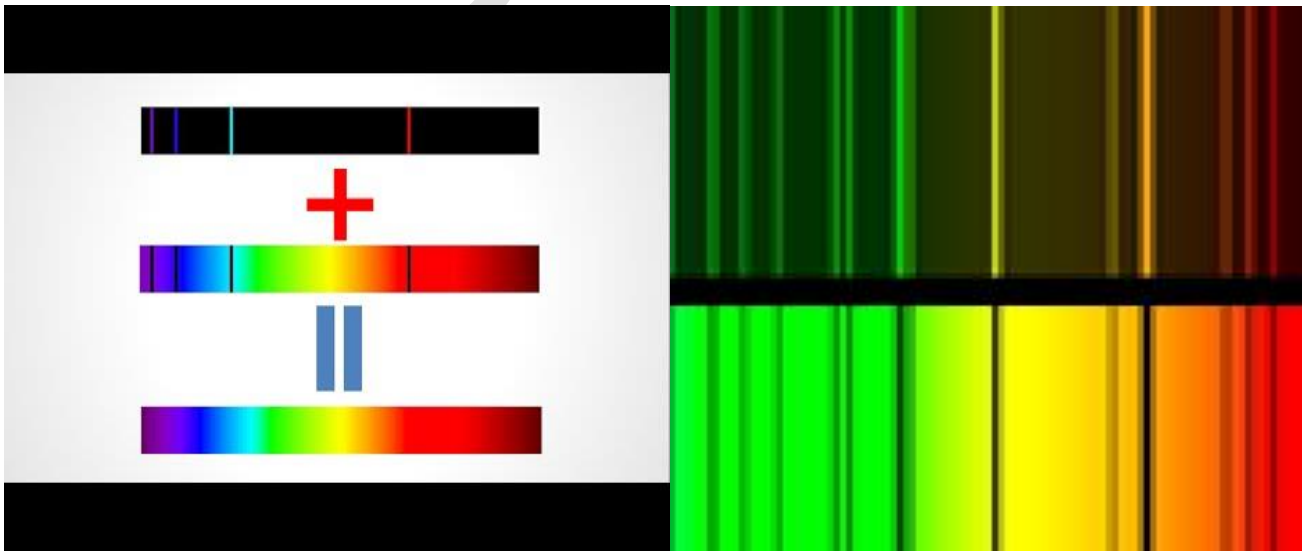
س/ما سبب ظهور خطوط سوداء في الطيف الشمسي ؟

ج لان الغازات حول الشمس و في جو الارض الأقل توهجا من غازات باطن الشمس تمتص من الطيف المستمر الاطوال الموجية التي تشعها لو كانت متوهجة .

طيف الامتصاص يظهر هنا الطيف الشمسي، وهو نموذج لطيف امتصاص عادي، حيث تظهر خطوط فراونهوفر على الخلفية الملونة أي أن العناصر موجودة بما أن كل خط داكن يُمثّل عنصرا واحدا معينا أو مجموعة من العناصر. على سبيل المثال، الخطان الداكنان الظاهران على الخلفية الصفراء يشيران إلى وجود صوديوم في الشمس.

س/دور اول/٢٠١٦/ماذا يحصل ؟ و لماذا ؟ عند اعتراض بخار لغاز غير متوهج و نفاذ لضوء من مصدر طيفه مستمر .

ج نحصل على طيف امتصاص . لان البخار يمتص من الطيف المستمر الاطوال الموجية التي يشعها لو كان متوهجا .



س/وزاري مكرر/علل/تكون الاطوال الموجية في طيف الامتصاص لعنصر ما موجودة ايضا في طيف انبعاثه ؟

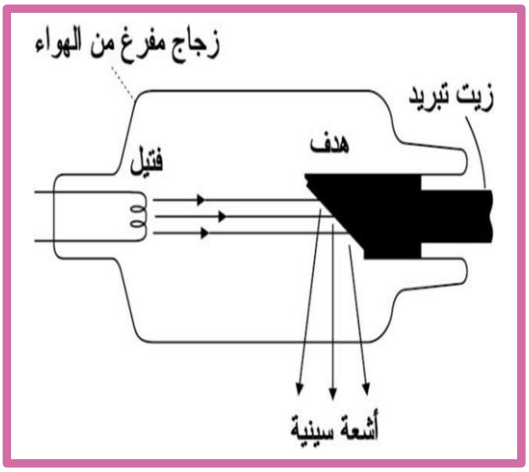
ج لأنه عندما يمر الضوء المنبعث من مصدر طيفه مستمر خلال بخار غير متوهج (او مادة نفاذة) يمتص من الطيف المستمر الاطوال الموجية التي يبعثها لو كان متوهجا .

الطيف الخطي البراق	الطيف الحزمي البراق
بشكل خطوط براقة تتخللها مناطق مظلمة	بشكل حزم براقة تتخللها مناطق مظلمة
صفة مميزة للعنصر	صفة مميزة للذرة
تحصل عليه من توهج بخار الصوديوم تحت ضغط اعتيادي	تحصل عليه من توهج بخار ثنائي اوكسيد الكاربون تحت ضغط اعتيادي

س/ما الفرق بين الطيف المستمر و طيف الامتصاص الخطي .

الطيف المستمر	طيف الامتصاص الخطي
يحتوي مدى واسع من الاطوال الموجية المستمرة و المتدرجة	طيف مستمر تتخلله خطوط مظلمة
ينبعث من الاجسام المتوهجة او السوائل المتوهجة او الغازات المتوهجة تحت ضغط عالي .	تحصل عليه بمرور الضوء المنبعث من مصدر طيفه مستمر يمر خلال غازات او ابخرة غير متوهجة

الاشعة السينية



س/ما المقصود بالأشعة السنية ؟ و كيف يمكنك الحصول عليها ؟

ج موجات كهرومغناطيسية غير مرئية اطوالها الموجية قصيرة جدا نحو (0.1 - 10)nm و لا تتأثر بالمجالات الكهربائية و المغناطيسية لأنها ليست دقائق مشحونة .

س/ كيف يمكن الحصول على الأشعة السينية ؟

ج باستعمال انبوبة زجاجية مفرغة من الهواء تحتوي على قطبين احدهما سالب (كاثود) وهو فتيل تنبعث منه الالكترونات عند تسخينه والاخر موجب انود وهو هدف فلزي عادة يميل بزاوية معينة مع اتجاه حركة الإلكترونات المعجلة ،
و نتيجة لتصادم هذه الإلكترونات تتولد حرارة عالية لذا يصنع الهدف من مادة درجة انصهارها كبيرة مثل التنكستن و المولبدينيوم كما يختار الهدف من مادة ذات عدد ذري كبير وذلك لزيادة كفاءة الاشعة السينية و تستعمل وسائل تبريد الهدف نتيجة تولد حرارة عالية .

س/علل/لا تتأثر الاشعة السينية بالمجالات الكهربائية و المغناطيسية ج/لأنها ليست دقائق مشحونة .

س/دور اول/٢٠١٣/علل/في انبوبة الاشعة السينية ، يصنع الهدف من مادة درجة انصهارها عالية جدا .

ج نتيجة اصطدام الالكترونات المولدة للأشعة السينية بالهدف و تولد حرارة عالية بسببها .

س/علل/يتم اختيار الهدف من مادة ذات عدد ذري كبير . ج/لزيادة كفاءة الاشعة السينية .

س/بماذا يمتاز الانود (الهدف) في جهاز توليد الاشعة السينية ؟

ج ١)درجة انصهاره عالية . ٢)عدده الذري كبير .

س/علام تعتمد شدة الاشعة السينية ؟

ج/ عدد الفوتونات المنبعثة عند طول موجي معين (طردي)

س/علل/تعد ظاهرة توليد الاشعة السينية ظاهرة كهرو ضوئية عكسية .

ج لان الاشعة السينية تتولد نتيجة لتحول طاقة الالكترونات المعجلة المنبعثة من الكاثود و الساقطة على الهدف الى فوتونات اشعة سينية .

س/ما نوعا الاشعة السينية ؟ قارن بينهما .

الاشعة السينية ذات الطيف الخطي الحاد (المميزة)	الاشعة السينية ذات الطيف المستمر
عند سقوط الالكترونات المعجلة على ذرات مادة الهدف فان هذه الالكترونات تنتزع احد الالكترونات من احد المستويات الداخلية للهدف و يغادر الذرة نهائيا فتحصل حالة تأين او قد يرتفع الى مدار اكثر طاقة و تحصل حالة التهيج	ينتج من اصطدام الالكترونات المعجلة مع ذرات مادة الهدف مما يؤدي الى تباطؤ حركتها بمعدل كبير بتأثير المجال الكهربائي لنوى مادة الهدف نتيجة لهذا التباطؤ فان الالكترونات تفقد جميع طاقتها و تظهر بشكل فوتونات مختلفة
و في كلتا الحالتين تصبح الذرة متهيجة فتحاول العودة الى وضع الاستقرار و عندما يهبط احد الالكترونات من المستويات العليا الى مستوى الطاقة الذي انتزع منه الالكترون يبعث طاقة بشكل فوتون للاشعة السينية طاقته تساوي فرق الطاقة بين المستويين $hf = E_2 - E_1$ و هذه صفة مميزة لذرات مادة الهدف	ان اعظم تردد لفوتون الاشعة السينية يتوقف على فرق الجهد (V) المسلط على طرفي انبوبة الاشعة السينية و الذي يعجل الالكترون فيكسبه طاقة حركية عظمى على وفق العلاقة التالية $KE_{max} = e\,V$ و عند تصادم الالكترون بالهدف تتحول الطاقة الى طاقة اشعاعية لفوتون الاشعة السينية

س/علام يعتمد اعظم تردد او اقصر تردد لفوتون الاشعة السينية . ج/فرق الجهد المسلط (V) تناسب طردي .

س/ اشتق العلاقة التالية $\lambda_{min} = \frac{hc}{Ve}$

$$KE_{max} = eV \quad \Rightarrow hf_{max} = eV \quad \Rightarrow f_{max} = \frac{hc}{\lambda_{min}}$$

$$\frac{hc}{\lambda_{min}} = eV \quad \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{hc}{Ve}$$

س/اين تستثمر الاشعة السينية ؟

ج ١)المجال الطبي . ٢)المجال الصناعي . ٣)المجال الأمني .

س/كيف تستثمر الاشعة السينية في المجال الطبي .

ج تعطي صورا واضحة للعظام التي تظهر بشكل فاتح و الانسجة تظهر بشكل اغمق عند التصوير الاشعاعي ،
و كذلك الكشف عن و علاج بعض الاورام في الجسم
كما تستثمر لتعقيم المعدات الطبية مثل القفازات الجراحية اللدنة او المطاطية و المحقنات .

س/علل/يتم تعقيم بعض المعدات الطبية بواسطة الاشعة السينية .

ج لأنها تتلف عند تعرضها للحرارة الشديدة .

س/كيف تستثمر الاشعة السينية في المجال الصناعي ؟

ج ١)الكشف عن الهنات و الشقوق في القوارب المعدنية و الاخشاب المستعملة في صناعة الزوارق .
٢)الكشف عن العناصر الداخلة في تركيب المواد المختلفة و تحليلها .
٣)دراسة خصائص الجوامد و التركيب البلوري .

س/كيف تستثمر الاشعة السينية في المجال الامني ؟

ج ١)مراقبة حقائب المسافرين في المطارات .
٢)للتعرف على اساليب الرسامين و التمييز بين اللوحات الحقيقة و المزيفة .

س/دور اول/٢٠١٥كيف تستثمر الاشعة السينية للتعرف على اساليب الرسامين و التمييز بين اللوحات الحقيقة و المزيفة .

ج لان الالوان المستعملة في اللوحات القديمة تحتوي على كثير من المركبات المعدنية التي تمتص الاشعة السينية ، و اما الالوان المستعملة في اللوحات الحديثة فهي مركبات عضوية تمتص الاشعة بنسب اقل .

تأثير كومتن :

س/ما الذي توصل اليه العالم كومتن بخصوص تأثيره (تأثير كومتن) ؟

ج عند سقوط حزمة من الاشعة السينية (فوتونات) ذات الطول موجي معلوم (λ) على هدف من الكرافيت النقي
فان الاشعة تستطار بزوايا مختلفة ، و ان الاشعة المستطارة ذات الطول الموجي $(\acute{\lambda})$ اطول بقليل من الطول الموجي (λ) للحزمة الساقطة .
و ان التغير في الطول الموجي $(\acute{\lambda} - \lambda)$يزداد بزيادة زاوية الاستطارة(Θ)،مع انبعاث من الجانب الاخر

- و قد فسر كومتن ذلك بان الفوتون الساقط على هدف من الكرافيت يتصادم مع الكترون حر من الكترونات مادة الهدف فاقدا مقدار من طاقته ،
- و يكتسب هذا الالكترون بعد التصادم مقدارا من الطاقة بشكل طاقة حركية تمكنه من الافلات من مادة الهدف (اي ان الفوتون يسلك سلوك الجسيمات)
- افترض ان التصادم بين الفوتون و الالكترون هو من النوع المرن و الذي يخضع لقانوني حفظ الزخم و الطاقة

س/ما تثير كومتن ؟

مقدار الزيادة الحاصلة في الطول الموجي لفوتون الاشعة السينية المستطارة بواسطة الالكترونات الحرة لذرة مادة الهدف مقارنة بالفوتونات الساقطة يعتمد على زاوية الاستطارة (Θ) وفق العلاقة التالية :

$$\acute{\lambda} - \lambda = \frac{h}{m_e C}(1 - \cos\theta) \quad , \quad \frac{h}{m_e C} = 0.24 \times 10^{-11}\ m$$

$\acute{\lambda}$ طول موجة الفوتون المستطار
λ طول موجة الفوتون الساقط
$h = 6.63 \times 10^{-34}\ J.s$ ثابت بلانك H
$m_e = 9.11 \times 10^{-31} Kg$ كتلة الالكترون m_e
$C = 3 \times 10^{8}\ m/s$ سرعة الضوء في الفراغ C
θ زاوية استطارة الفوتون

- من الجدير بالذكر ان تأثير كومتن هو احد الادلة المهمة التي تؤكد السلوك الدقائقي للموجات الكهرومغناطيسية و التي عجزت النظرية الكهرومغناطيسية عن تفسيره .

س/دور ثاني/٢٠١٦/ماذا يحصل عند اعتراض هدف الكرافيت النقي لحزمة اشعة سينية ؟

ج تستطار الاشعة بزوايا مختلفة و ان الاشعة المستطارة ذات الطول الموجي $(\acute{\lambda})$ اطول بقليل من الطول الموجي (λ) لحزمة الاشعة الساقطة و ان التغير في الطول الموجي $(\acute{\lambda} - \lambda)$ يزداد بزيادة زاوية الاستطارة (θ) مع انبعاث الكترون من الجانب الآخر للهدف .

س/ما تأثير زاوية الاستطارة في مقدار التغير في الطول الموجي لفوتونات الاشعة السينية المستطارة ؟

ج كلما ازدادت زاوية الاستطارة اذى الى زيادة التغير في الطول الموجي للأشعة المستطارة وفق العلاقة

$$\acute{\lambda} - \lambda = \frac{h}{m_e C}(1 - \cos\theta)$$

س/علام يعتمد التغير في طول موجة الفوتون المستطار في تأثير كومتن ؟ ج/زاوية الاستطارة .

س/علل/فشلت النظرية الكهرومغناطيسية عن تفسير تأثير كومتن ؟

ج لان هذه النظرية تفترض ان الضوء هو موجة كهرو مغناطيسية في حين ان الضوء فوتونات (جسيمات)

س/وضح ماذا يحصل لطاقة وزخم الفوتون المستطار في تأثير كومتن ؟

ج عندما يستطار فوتون فان طوله الموجي يزداد (حسب تأثير كومتن) لذا :

١. طاقة الفوتون تقل لأنها تتناسب عكسيا مع الطول الموجي وفق العلاقة $E = \frac{hc}{\lambda}$.
٢. زخم الفوتون يقل لأنه يتناسب عكسيا مع الطول الموجي حسب العلاقة $P = \frac{h}{\lambda}$.

س/دور ثاني/٢٠١٤/تأثير كومتن هو احد الامثلة التي تفسر السلوك الدقائقي للأشعة الكهرومغناطيسية ؟

ج لأن الفوتون الساقط على مادة الهدف يصطدم بإلكترون من الكترونات مادة الهدف و يفقد جزء من طاقته و زخمه و هذه الخواص من خواص الدقائق (الجسيمات) و ليست من خصائص الموجات .

س/تمهيدي/٢٠١٥/علل/يصنع الهدف الفلزي في انبوبة الاشعة السينية من التنكستن .

ج لأن التنكستن مادة درجة انصهارها كبيرة حتى تتحمل الحرارة العالية التي يولدها تصادم الالكترونات المعجلة مع الكترونات مادة الهدف .

س/وزاري مكرر/في انتاج الاشعة السينية يصنع الهدف من مادة درجة انصهارها عالية جدا ، لماذا ؟

ج نتيجة تصادم الالكترونات السريعة المعجلة بالهدف و تولد حرارة عالية .

مثال١/كتاب/ما مقدار الزيادة الحاصلة في طول موجة الفوتون المستطار (في تأثير كومتن) اذا استطار بزاوية 60° .

$$\acute{\lambda}-\lambda=\frac{h}{m_eC}(1-\cos\theta) \Rightarrow \acute{\lambda}-\lambda=\frac{h}{m_eC}(1-\cos 60) \Rightarrow \acute{\lambda}-\lambda=\frac{6.63\times10^{-34}}{9.11\times10^{-31}\times3\times10^{8}}(1-0.5)$$

$$\acute{\lambda}-\lambda=0.24\times10^{-11}\times0.5 \Rightarrow \acute{\lambda}-\lambda=1.2\times10^{-12} \Rightarrow \acute{\lambda}-\lambda=1.2\,pm$$

مثال٢/كتاب/اذا كان فرق الجهد المطبق بين قطبي انبوبة توليد الاشعة السينية $(1.24\times10^{4}\,V)$ لتوليد اقصر طول موجة تسقط على هدف الكرافيت في جهاز تأثير كومتن ، و كانت زاوية استطارة الاشعة السينية 90° فما طول موجة الاشعة السينية المستطارة ؟

نحسب اولا طول موجة الفوتون الساقط

$$KE_{max}=e\,V \quad \leftrightarrow \quad KE_{max}=\frac{hc}{\lambda_{min}}$$

$$\therefore \frac{hc}{\lambda_{min}}=\mathrm{e\,V} \Rightarrow \lambda_{min}=\frac{hc}{eV} \Rightarrow \lambda_{min}=\frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{1.6\times10^{-19}\times1.24\times10^{4}}=\frac{1989\times10^{-28}}{1984\times10^{-18}}$$

$$\lambda_{min}\cong1\times10^{-10} \Rightarrow \lambda_{min}\cong0.1\times10^{-9}\,m$$ طول موجة الاشعة السينية الساقطة

الان نحسب التغير في الطول الموجي :

$$\acute{\lambda}-\lambda=\frac{h}{m_eC}(1-\cos\theta) \Rightarrow \acute{\lambda}-\lambda=\frac{h}{m_eC}(1-\cos 90) \Rightarrow \acute{\lambda}-\lambda=\frac{6.63\times10^{-34}}{9.11\times10^{-31}\times3\times10^{8}}(1-0)$$

$$\acute{\lambda}-\lambda=0.24\times10^{-11}\times1 \Rightarrow \acute{\lambda}-\lambda=0.24\times10^{-11}$$

الان نحسب طول موجة الفوتون المستطار

$$\acute{\lambda}-\lambda=0.24\times10^{-11} \Rightarrow \acute{\lambda}-0.1\times10^{-9}=0.24\times10^{-11}$$

$$\acute{\lambda}=0.0024\times10^{-9}-0.1000\times10^{-9} \Rightarrow \acute{\lambda}=0.1024\times10^{-9} \Rightarrow \acute{\lambda}=0.1024\,nm$$

س/دور اول/٢٠١٤/احسب مقدار فرق الجهد المطبق بين قطبي توليد الاشعة السينية لتولد اقصر طول موجة تسقط على هدف الكرافيت في جهاز تأثير كومتن ، و كانت زاوية استطارة الاشعة السينية 90° و طول موجة الاشعة السينية المستطارة $(10.24\times10^{-11}\,m)$.

نحسب اولا التغير في الطول الموجي

$$\acute{\lambda}-\lambda=\frac{h}{m_eC}(1-\cos\theta)\ \Rightarrow\ \acute{\lambda}-\lambda=\frac{h}{m_eC}(1-\cos 90)\ \Rightarrow \acute{\lambda}-\lambda$$
$$=\frac{6.63\times10^{-34}}{9.11\times10^{-31}\times3\times10^{8}}(1-0)$$
$$\acute{\lambda}-\lambda=0.24\times10^{-11}\times1\ \Rightarrow\ \acute{\lambda}-\lambda=0.24\times10^{-11}$$

الان نحسب اقصر طول موجي لأشعة السينية قبل الاستطارة

$$\acute{\lambda}-\lambda=0.24\times10^{-11}\ \Rightarrow\ 10.24\times10^{-11}-\lambda=0.24\times10^{-11}$$
$$\lambda_{min}=10.24\times10^{-11}-0.24\times10^{-11}\ \Rightarrow\ \lambda_{min}=10\times10^{-11}\ \text{m}$$

الان نحسب فرق الجهد

$$KE_{max}=e\,V\ \leftrightarrow\ KE_{max}=\frac{hc}{\lambda_{min}}$$
$$\therefore\frac{hc}{\lambda_{min}}=\text{e V}\ \Rightarrow V=\frac{hc}{e\,\lambda_{min}}=\frac{6.63\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{1.6\times10^{-19}\times10\times10^{-11}}\ \Rightarrow\frac{1989\times10^{-28}}{16\times10^{-30}}$$
$$V=124.3\times10^{2}=1240\,V$$

س/دور اول/٢٠١٥/ما مقدار اعظم تردد لفوتون الاشعة السينية المتولد اذا سلط فرق جهد مقداره (50 KV) على قطبي الانبوبة ؟

$$KE_{max}=e\,V\ \leftrightarrow\ KE_{max}=hf_{max}$$
$$hf_{max}=e\,V\ \Rightarrow\ f_{max}=\frac{eV}{h}=\frac{1.6\times10^{-19}\times50\times10^{3}}{6.63\times10^{-34}}=\frac{80\times10^{-16}}{663\times10^{-36}}$$
$$f_{max}=0.12\times10^{20}\,Hz$$

س/وزاري مكرر/ما مقدار الزيادة الحاصلة في طول موجة الفوتون المستطار (في تأثير كومتن) اذا استطار بزاوية 90° ؟

س/دور ثالث/٢٠١٣/ اذا كان فرق الجهد المطبق بين قطبي انبوبة توليد الاشعة السينية ($1.44\times10^{3}\,V$) لتوليد اقصر طول موجة تسقط على هدف الكرافيت في جهاز تأثير كومتن ، و كانت زاوية استطارة الاشعة السينية 90° فما طول موجة الاشعة السينية المستطارة ؟

الليزر و الميزر

س/اين تستثمر اشعة الليزر ؟

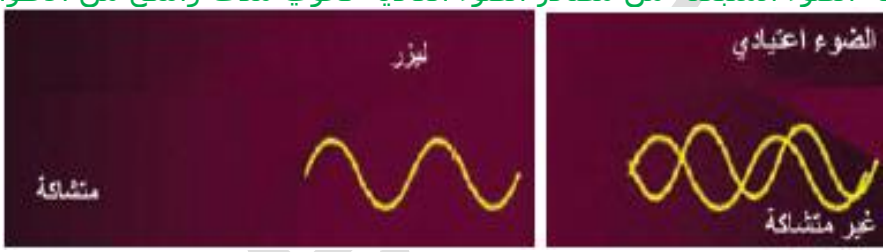
ج ١)الاقراص المدمجة . ٢)صناعة الالكترونيات . ٣)قياس المسافات بدقة (خاصة الاجسام الفضائية)
٤)الاتصالات . ٥)الطب . ٦)الصناعات (مثل قطع و لحام المعادن بالليزر) و غيرها .....

الليزر	الميزر
جاءت تسمية كلمة ليزر Laser من الأحرف الاولى لفكرة عمل الليزر و المتمثلة بالعبارة التالية : Light Amplification Stimulated Emission of Radiation **و تعني تضخيم الضوء بواسطة الانبعاث المحفز للإشعاع**	جاءت تسمية كلمة ليزر Maser من الأحرف الاولى لفكرة عمل الليزر و المتمثلة بالعبارة التالية : Microwave Amplification Stimulated Emission of Radiation و تعني تضخيم الموجات الدقيقة بواسطة الانبعاث المحفز .

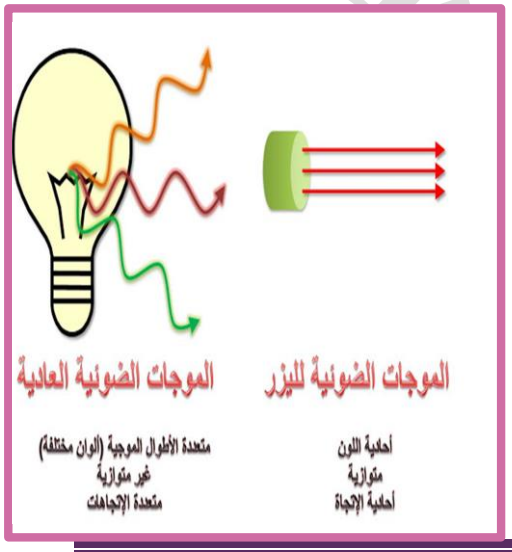
- وضع العالم اينشتاين في 1917 الأساس النظري لعملية الانبعاث المحفز
- صمم اول جهاز ليزر من قبل العالم ميمان باستعمال بلورة الياقوت و يعرف بليزر الياقوت

س/بماذا يمتاز شعاع الليزر ؟

١. احادي الطول الموجي :اي ان له طولا موجيا واحدا فشعاع الليزر يتميز بالنقاء الطيفي بدرجة تفوق اي مصدر فأشعة الضوء المنبعثة من مصادر الضوء العادية تحوي مدى واسع من الأطوال الموجية .



٢. **التشاكه:** موجات حزمة الليزر تكون كلها في الطور نفسه و الاتجاه و الطاقة ، وبهذا ممكن ان تتداخل فيما بينها تداخلا بناءً .
- و يمكن ملاحظة ذلك عند النظر الى موقع سقوط اشعة ليزر على حاجز اذ تظهر بشكل نقاط صغيرة مرقطة .



٣. الاتجاهية :تبقى موجات حزمة الليزر متوازية مع بعضها لمسافات بعيدة بانفراجيه قليلة و هذا يعني ان حزمة الليزر تحتفظ بشدتها نسبيا في حي تنتشر موجات الضوء الاعتيادي بشكل عشوائي بالاتجاهات كافة

٤. السطوع : ان طاقة موجات الليزر تتركز في مساحة صغيرة و ذلك لقلة انفراجيتها مما يجعل شعاع الليزر ذا شدة سطوع عالية جدا ، لذا ممكن ان يكون شعاع الليزر اسطع من اشعة الشمس بمليون مرة

س/علل/توصف اشعة الليزر بانها احادية اللون ؟

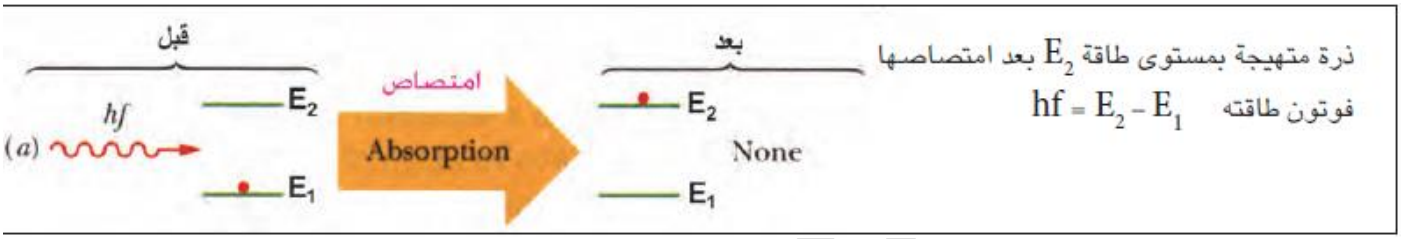
ج لأنها تتميز بالنقاوة اللونية تفوق اي مصدر اخر .

س/علل/تكون اشعة الليزر عالية الشدة ؟ ج/لان طاقتها تتركز في مساحة صغيرة و ذلك لقلة انفراجيتها .

آلية عمل الليزر

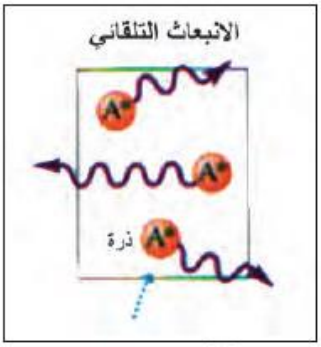
س/ما اساس عمل الليزر ؟ ج/١)الامتصاص المحتث . ٢)الانبعاث التلقائي . ٣)الانبعاث المحفز .

١. الامتصاص المحتث : انتقال الذرة من مستوى طاقة واطئ (E_1) الى مستوى طاقة متهيجة (E_2) ذلك بامتصاص فوتون طاقته تساوي فرق الطاقة بين المستويين . $E_2 - E_1 = hf$



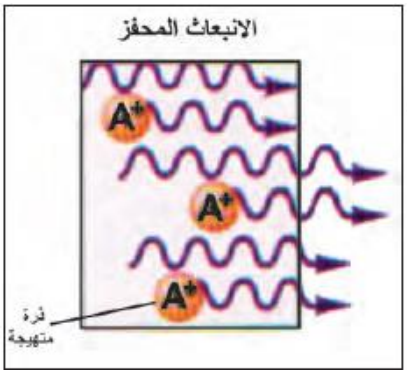
٢. الانبعاث التلقائي: عندما تصير الذرة في مستوى الطاقة الأعلى (مستوى التهيج) تميل دائما الى حالة الاستقرار فتعود تلقائيا الى المستوى الارضي و هذا يصاحبه انبعاث فوتون طاقته تساوي فرق الطاقة بين المستويين $E_2 - E_1 = hf$.

شكل (27-b) الانبعاث التلقائي

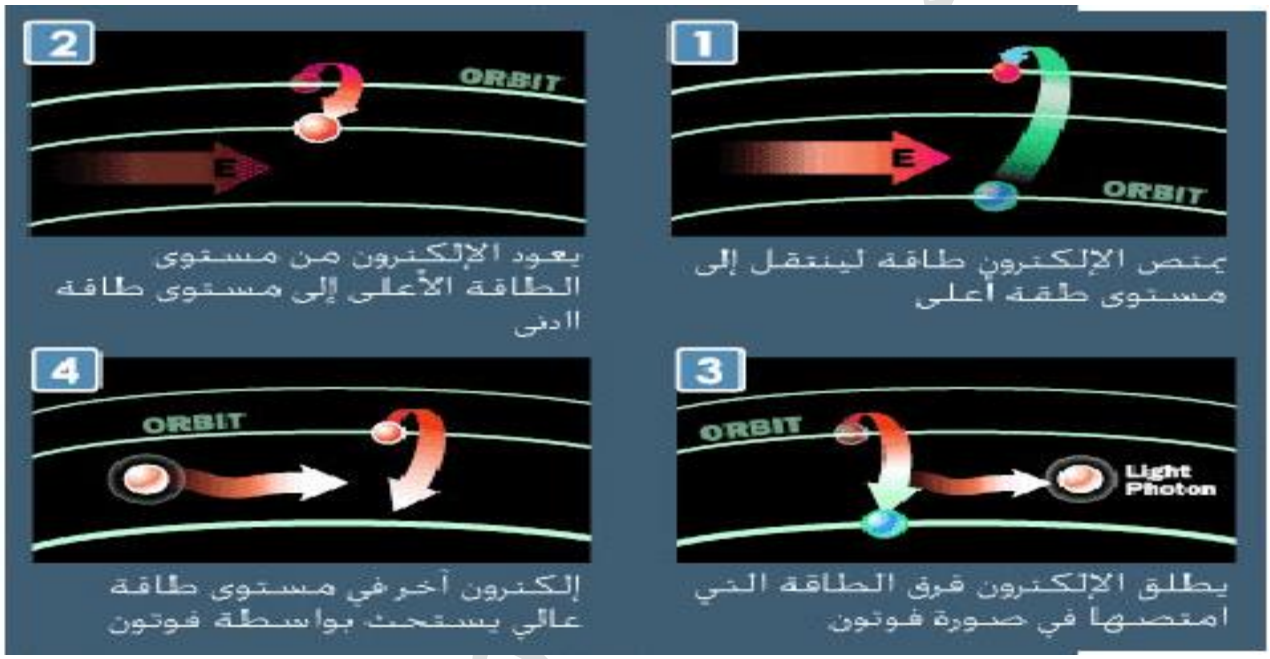


شكل (28) فوتونات منبعثة تلقائياً مختلفة من حيث الطور والاتجاه

٣. الانبعاث المحفز :عندما يؤثر فوتون في ذرة متهيجة و هي في مستوى الطاقة (E_2) طاقته مساوية تماما لفرق الطاقة بين المستويين (E_2) و (E_1) فانه يحفز الالكترون غير المستقر على النزول الى المستوى (E_1) و انبعاث فوتون مماثل للفوتون المحفز بالطاقة و التردد و الطور و الاتجاه اي الحصول على فوتونين متشاكهين .



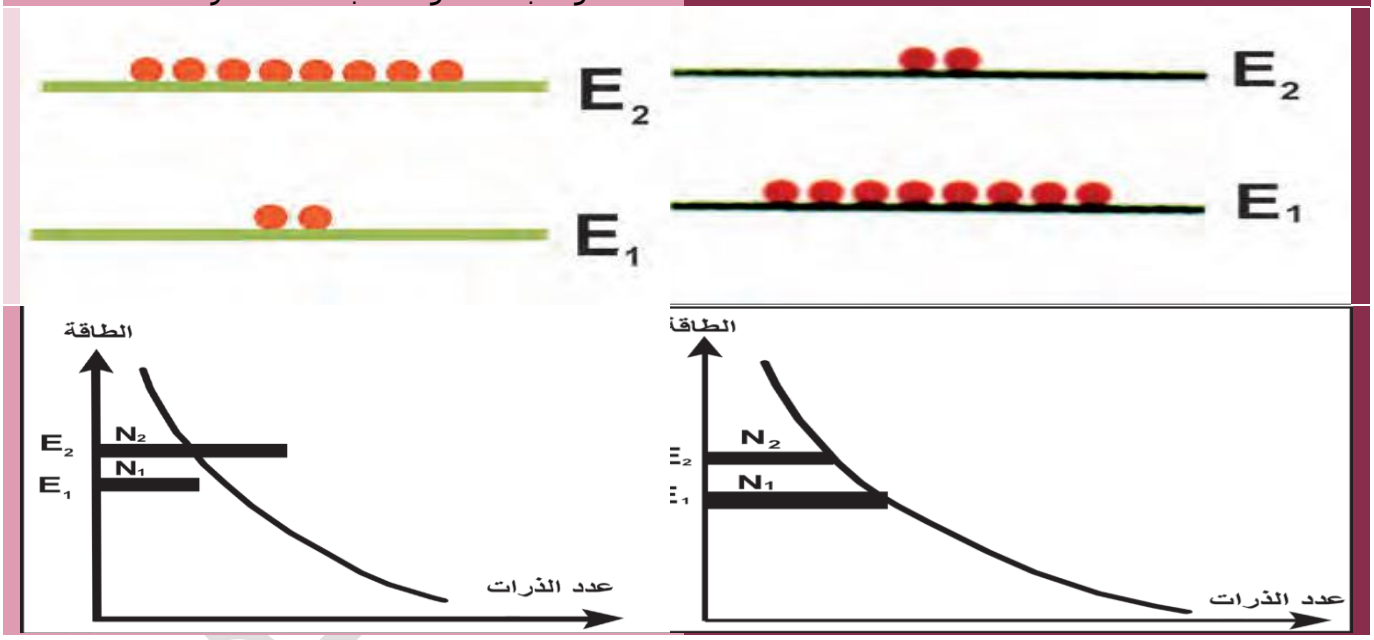
س/قارن من حيث الانبعاث التلقائي و المحفز ....واجب



- لا يحدث الانبعاث المحفز الا بعد ان يحدث الانبعاث التلقائي .
- فوتونات الانبعاث التلقائي تكون مختلفة بالتردد و الطور و الاتجاه (غير متشاكهة)
- فوتونات الانبعاث المحفز تكون بنفس الطور و التردد و السعة و الاتجاه (متشاكهة

توزيع بولتزمان و التوزيع المعكوس

توزيع بولتزمان	التوزيع المعكوس
ان معظم الذرات و الجزيئات و الأيونات في حالة الاتزان الحراري و تكون معظم الذرات في المستويات الواطئة للطاقة و نسبة قليلة جدا في مستويات الطاقة العليا	التوزيع المعكوس :اذا كان النظام غير متزن حراريا فان عدد الذرات في المستويات العليا للطاقة اكثر مما عليه في المستويات الواطئة للطاقة ، و هذا يخالف توزيع بولتزمان اي ان توزيع الذرات او الجزيئات يكون بشكل معكوس لذا تسمى بعملية التوزيع المعكوس
اي ان عدد الذرات و الجزيئات في المستوى الارضي (N_1) يكون اكثر من عدد الذرات او الجزيئات في المستوى الأعلى للطاقة(N_2)اي ان $N_1 > N_2$	اي ان عدد الذرات و الجزيئات في المستوى الارضي (N_2) يكون اكثر من عدد الذرات او الجزيئات في المستوى الأعلى للطاقة(N_1)اي ان $N_2 > N_1$
$\frac{N_2}{N_1} = exp\left[\frac{-(E_2 - E_1)}{KT}\right]$	و التي تزيد من احتمالية الانبعاث المحفز وهذه العملية اساس توليد الليزر و تحصل عندما يكون هناك شدة ضخ كافية و يتحقق ذلك بوجود مستوى طاقة ذي عمر زمني اطول نسبيا و يسمى هذا المستوى بالمستوى شبه المستقر



K ثابت ستيفان بولتزمان

T درجة الحرارة بالكلفن

N_2 عدد الذرات في المستوى الأعلى

N_1 عدد الذرات في المستوى الأوطأ

E_2 مستوى الطاقة الأعلى

E_1 مستوى الطاقة الأوطأ

س/متى يتحقق كل من ١)توزيع بولتزمان ؟ ج/في حالة الاتزان الحراري .

٢)التوزيع المعكوس ؟ ج/عندما يكون النظام غير متزن حراريا .

س/ما المقصود بالمستوى شبه المستقر ؟

ج مستوى طاقة وسطي تتحقق بوجوده عملية التوزيع المعكوس و هي من اسس انبعاث الليزر اذ تبقى الذرات المتهيجة في المستوى شبه المستقر فترة زمنية اطول من بقائها في مستويات التهيج الأخرى .

س/ماذا يحدث عندما يكون النظام غير متزن حراريا ؟

ج يكون عدد الذرات في المستويات العليا للطاقة اكثر منه في المستويات الواطئة للطاقة . فيكون توزيع هذه الذرات توزيع معكوس .

س/ما فائدة توزيع الذرات بشكل معكوس ؟

ج لتزيد من احتمالية الانبعاث المحفز و هذه العملية اساس توليد الليزر .

س/كيف تحصل عملية التوزيع المعكوس ؟

ج عندما يكون شدة ضخ كافية و يتحقق بوجود مستوى طاقة ذي عمر زمني اطول نسبيا يسمى المستوى شبه المستقر .

مثال/٣/كتاب/اذا كان فرق الطاقة بين المستويين يساوي (KT) عند درجة حرارة الغرفة ، احسب عدد الالكترونات N_2 بدلالة N_1 ؟

الحل/

$$\frac{N_2}{N_1} = exp\left[\frac{-(E_2 - E_1)}{KT}\right] \qquad \because E_2 - E_1 = KT \qquad \therefore \frac{N_2}{N_1} = exp - \left[\frac{KT}{KT}\right]$$

$$\therefore \frac{N_2}{N_1} = exp(-1) \qquad \therefore \frac{N_2}{N_1} = e^{1-} \qquad \therefore \frac{N_2}{N_1} = 0.37 \qquad \therefore \ N_2 = 0.37N_1$$

اي انه في الحالة الاعتيادية يكون عدد الذرات في المستوى المستقر اكثر منه في المستوى المتهيج

$$N_2 < N_1$$

مثال/٤/كتاب/وضح رياضيا انه لا يتحقق التوزيع المعكوس عندما تكون الطاقة الحرارية *(KT)* مساوية لطاقة الفوتون الساقط .

$$hf = E_2 - E_1 \ldots\ldots(1) \text{ طاقة الفوتون = فرق الطاقة}$$

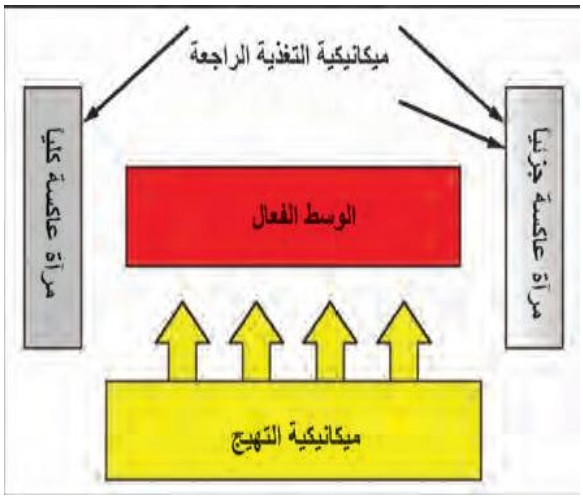
$$hf = KT \ldots\ldots(2) \text{ لطاقة الفوتون = الطاقة الحرارية}$$

$$\frac{N_2}{N_1} = exp\left[\frac{-(E_2 - E_1)}{KT}\right] \Rightarrow \frac{N_2}{N_1} = exp - \left[\frac{hf}{hf}\right] \Rightarrow \frac{N_2}{N_1} = exp - 1 \Rightarrow \frac{N_2}{N_1} = 0.37$$

$$N_2 = 0.37N_1 \Rightarrow N_2 < N_1 \text{ و بهذا لا يتحقق التوزيع المعكوس}$$

تذكر:

١. لغرض توليد الليزر يجب ان يكون عدد الذرات في مستوى التهيج اكبر مما هو في مستويات الطاقة الواطئة و تسمى هذه العملية بالتوزيع المعكوس .
٢. لا يمكن الحصول على الانبعاث المحفز الا بعد حصول الانبعاث التلقائي اولا .
٣. ان الفوتونات التي نحصل عليها من الانبعاث التلقائي هي التي تحفز الذرات المتهيجة و تحثها على الانبعاث المحفز .



مكونات جهاز الليزر

س/ما لمكونات الرئيسية لجهاز الليزر؟

ج

١. الوسط الفعال : ذرات او جزيئات ايونات المادة بحالتها الغازية او السائلة او الصلبة والتي يمكن ان يحصل فيها التوزيع المعكوس عندما يجهز الوسط الفعال
٢. المرنان : تجويف ذو تصميم مناسب يتكون من مرآتين توضع المادة الفعالة بينهما و تصمم المرآتان بحيث تكونان متقابلتين احدهما تكون عاكسة كليا للضوء تقريبا و الاخرى عاكسة جزئيا، لذا فان الشعاع الساقط على احدهما ينعكس للمحور الأساس للمرآتين ثم ثم يسقط على المرآة الأخرى و ينعكس عنها و هكذا تتعاقب و هكذا تتعاقب انعكاسات الاشعة داخل المرنان وفي كل انعكاس تحصل عملية الانبعاث المحفز بعدد هائل فيحصل التضخيم . و تسمح المرآة ذات الانعكاس الجزئي بنفوذية معينة من الشعاع الساقط عليها خارج المرنان اما بقية الضوء فتعكسه مرة اخرى داخل المرنان لادامة عملية التضخيم
٣. تقنية الضخ التقنية التي يمكن بواسطتها تجهيز الطاقة لجزيآت الوسط الفعال لنقلها من مستوى الاستقرار الى مستوى التهيج .

س/علام تعتمد قيمة انعكاسية المرآة العاكسة جزئيا في جهاز توليد الليزر؟

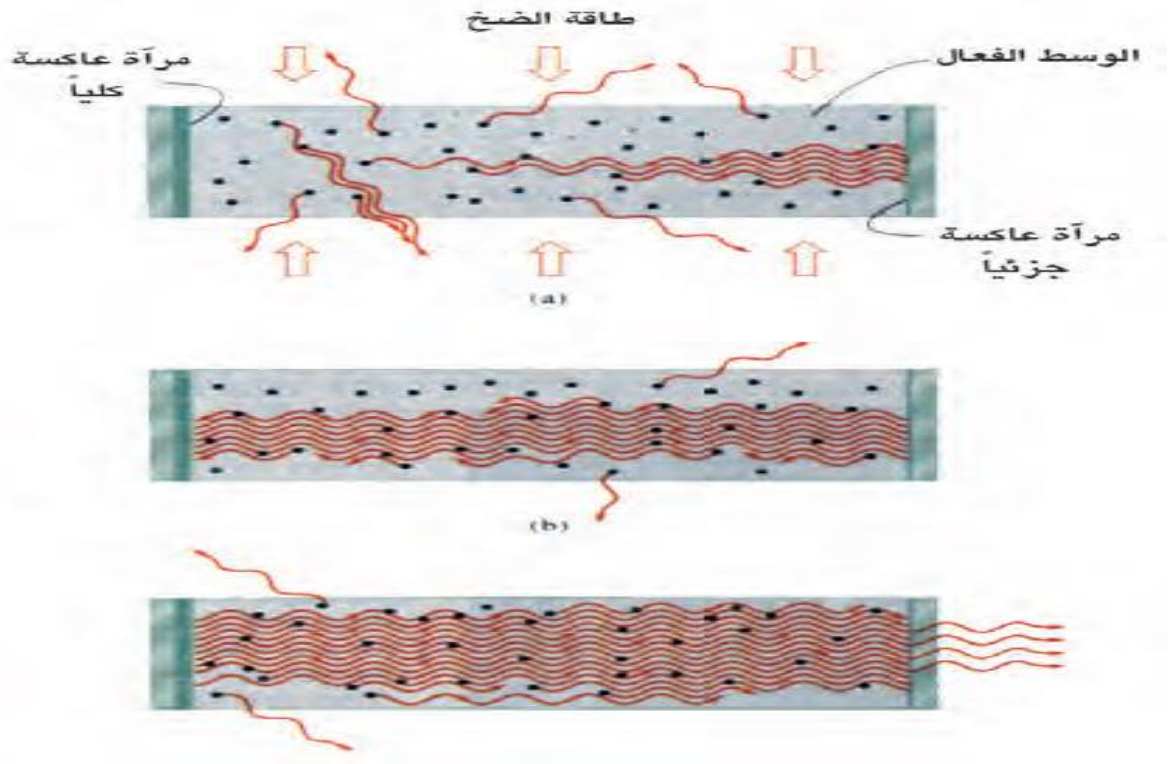
ج/تعتمد على الطول الموجي لضوء الليزر المتولد.

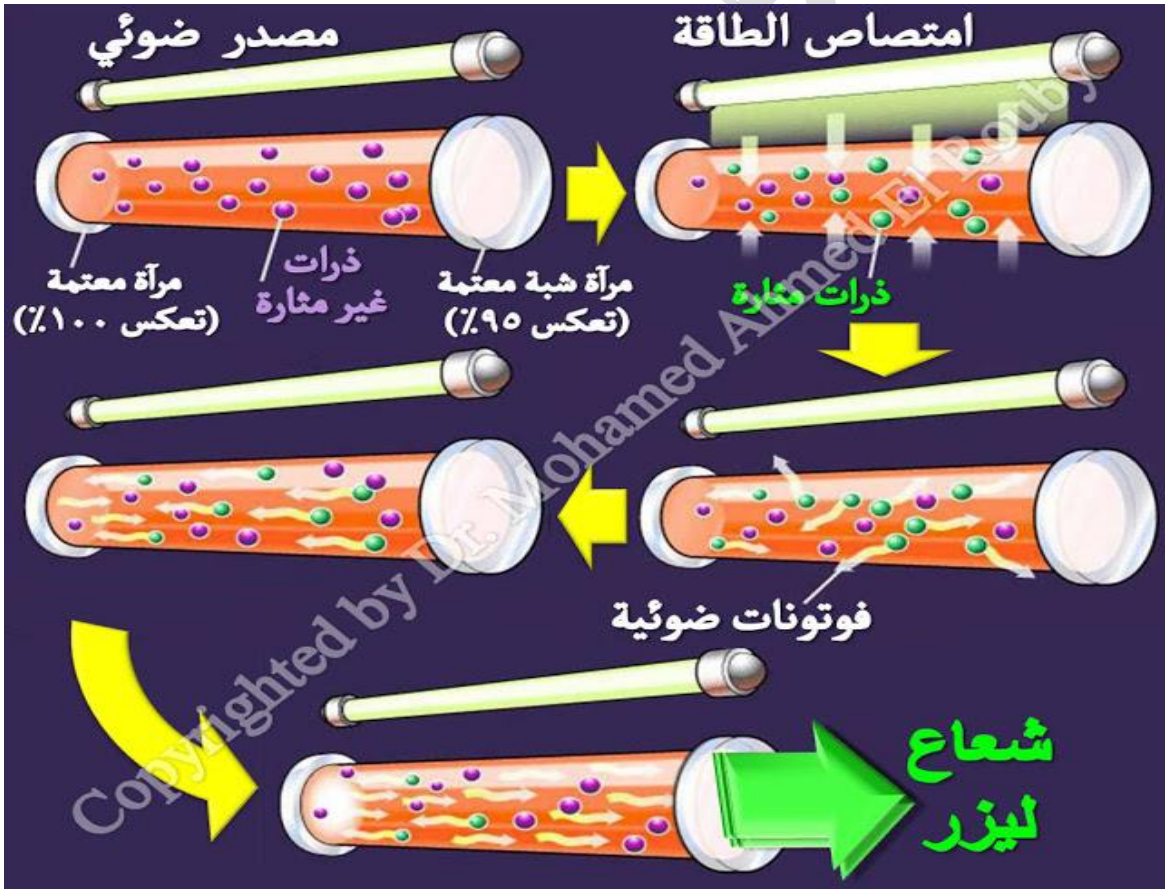
س/ما الفائدة العملية من المرآة ذات الأنعكاس الجزئي في المرنان؟

ج/ ١. تسمح بنفاذ جزء معين من الذوء الساقط عليها خارج المرنان ٢. تعكس بقية الضوء الداخل عليها مرة اخرى لإدامة عملية التضخيم.

س/ ماهي انواع تقنية الضخ؟

ج/تقنية الضخ الضوئي ..... تقنية الضخ الكهربائي..... تقنية الضخ الكيميائي .


طاقة الضخ
مرآة عاكسة كلياً
الوسط الفعال
مرآة عاكسة جزئياً
(a)
(b)


مصدر ضوئي
امتصاص الطاقة
مرآة معتمة (تعكس ١٠٠٪)
ذرات غير مثارة
مرآة شبة معتمة (تعكس ٩٥٪)
ذرات مثارة
فوتونات ضوئية
شعاع ليزر
Copyrighted by Dr. Mohamed Ahmed Elhoubi

تقنية الضخ

الضخ الضوئي : للحصول على ليزرات تعمل ضمن المنطقة المرئية او تحت الحمراء قريبة من الطيف المرئي ، ك ليزرات الياقوت وليزر النيديميوم، اذ تستعمل مصابيح ومضية او مستمرة الإضاءة شدة استضاءتها عالية جدا لإثارة الوسط الفعال، تصنع جدران المصابيح الومضية من مادة الكوارتز و تملأ بغازات مختلفة تبعا لنوع الوسط الفعال و تكون بأشكال مختلفة حلزونية او مستقيمة

كما توجد تقنية اخرى للضخ الضوئي تستعمل فيها شعاع ليزر معين ليقوم هذا الشعاع بإثارة الوسط الفعال لتحقيق التوزيع المعكوس والحصول على ليزر بطول موجي يختلف عن الطول الموجي لشعاع الليزر الضاخ

الضخ الكهربائي تستعمل هذه التقنية عن طريق التفريغ الكهربائي للغاز الموضوع داخل انبوبة التفريغ الكهربائي اذ يطبق بين قطبيها فرق جهد عالٍ حيث تصطدم الكترونات المادة المعجلة مع ذرات او جزيآت الغاز فتسبب تهيجها وانتقالها الى مستويات طاقة اعلى. تستعمل هذه الطريقة غالبا في الليزرات الغازية، كما تستعمل في انتاج ليزر شبه الموصل.

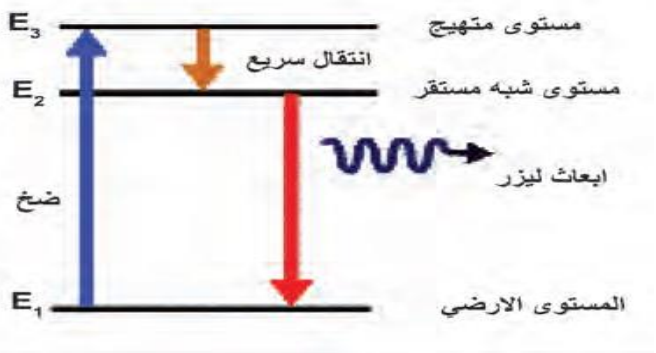
الضخ الكيميائي : في هذه التقنية يكون التفاعل بين مكونات الوسط الفعال اسا س توفير الطاقة اللازمة لتوليد الليزر اذ لا تحتاج الى وجوذ مصدر خارجي للقدرة.

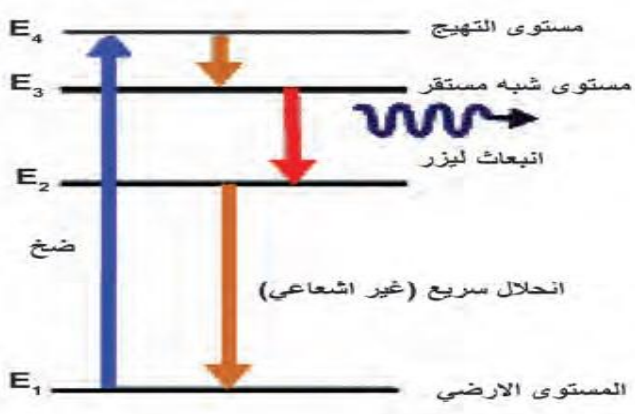
س/ما لغرض من تقنية الضخ في الليزرات؟

ج/لتحقيق حالة التوزيع المعكوس للوسط الفعال في الليزر.

منظومات مستويات الليزر

ثلاثية المستوى	رباعية المستوى
• مستويات للطاقة هي ١. المستوى الأرضي للطاقة E_1 ٢. المستوى الوسطي للطاقة E_2 وهو المستوى شبه المستقر ٣. مستوى طاقة التهيج E_3	تشترك في هذه المنظومات اربعة مستويات من الطاقة (E_1,E_2,E_3,E_4)
عندما تكون معظم الذرات و الجزيئات في المستوى الأرضي يعني ذلك ان الوسط الفعال في حالة استقرار	في هذه العملية يقوم ضخ ذرات المنظومة من المستوى الأرضي للطاقة E_1 الى مستوى التهيج E_4
عند تهيج الوسط الفعال، فان هذه الذرات او الجزيئات سوف تنتقل الى مستوى التهيج E_3 و الذي يكون زمن العمر له قصير 10^{-8} S	عندها تهبط الذرات سريعا الى الى مستوى الطاقة E_3 و تتجمع الذرات فيه ((وهو المستوى شبه المستقر في هذه المنظومة))
ولضمان توليد الليزر ينبغي ان تكون طاقة الضخ كافية لتحقيق التوزيع المعكوس	عندها يتحقق التوزيع المعكوس بين المستويين E_2,E_3 باقل عدد من الذرات في المستوى E_3 اذ يكون المستوى E_2 شبه فارغ من الذرات بسبب الهبوط السريع للذرات
سرعان ما تهبط هذه الذرات و بشكل سريع من المستوى E_3 الى المستوى شبه المستقر E_2 بانبعاث حراري و الذي زمن العمر له اطول بحدود $(10^{-6}$ s)مما يؤدي الى تجمع عدد من الذرات في المستوى E_2اكبر مما هو عليه في المستوى الأرضي E_1 فيتحقق التوزيع المعكوس بين هذين المستويين فيحدث الانبعاث المحفز لاسعة الليزر.	ومن هنا يتبين ان هذه المنظومة تتطلب طاقة ضخ اقل لتحقيق التوزيع المعكوس مقارنة مع منظومة ثلاثية المستويات.
ان هذه الانظمة تتطلب طاقة ضخ عالية ليصبح عدد الذرات في مستوى التهيج اكبر منه في المستوى الارضي للحصول على التوزيع المعكوس	





س/اي مستوى هو المستوى شبه المستقر في المنظومة الثلاثية الضخ؟

س/اي مستوى هو مستوى شبه المستقر في المنظومة رباعية الضخ؟

س/ايهما افضل لتوليد الليزر منظومات المستويات الثلاثة ام منظومات المستويات الأربع؟ ولماذا؟

ج/ منظومات المستويات الأربعة أفضل لان منظومة المستويات الأربعة تحتاج الى طاقة ضخ اقل من المنظومة الثلاث

انواع الليزر

١. ليزر الحالة الصلبة :- مثل ليزر الياقوت و ليزر النيديميوم.
٢. ليزر الحالة الغازية :- مثل ليزر الهيليوم-نيون و ليزر غاز ثنائي اوكسيد الكربون.
٣. ليزر الاكسايمر:- صنفا مفيدا ومهما من الليزرات الجزيئية التي تستثمر الانتقالات الحاصلة بين حالتين الكترونيتين مختلفتين،
❖ وتطلق على انواع الليزرات التي تستعمل الغازات النبيلة.
٤. ليزر الصبغة:- وهي ليزات تكون فيها االمادة الفعالة بحالة سائلة مذابة في سوائل مثل كحول مثيلي او كحول اثيلي، تنتج ليزر يمكن التحكم في الطول الموجي الصادر عنه.
٥. ليزر اشباه الموصلات:- مثل ليزر زرنيخيد الكاليوم.
٦. الليزر الكيميائي:- هو الليزر الذي يحدث فيه التوزيع المعكوس بصورة مباشرة مثل ليزر فلوريد الديتيريريوم.

س/ما نوع الليزر الذي يحدث فيه التوزيع المعكوس مباشرة؟

ج/الليزر الكيميائي، اذ يكون التفاعل الكيميائي بين مكونات الوسط الفعال اساس توفير الطاقة اللازمة لتوليد الليزر اذ لا تحتاج الى مصدر خارجي للقدرة.

الليزرات الغازية

- تعد من اشهر الليزرات المستعملة في مجال الصناعات.
- تكون بعضها ذات قدرة واطئة (0.5__50)mW مثل ليزر هيليوم-نيون.
- وبعضها ذات قدرة عالية جدا (1mW__60KW) مثل ليزر ثاني اوكسيد الكربون و يتراوح مدى الاطوال الموجية لهذه الليزرات بين الاشعة فوق البنفسجية و الضوء المرئي و الأشعة تحت الحمراء
- طريقة الضخ هي طريقة الضخ الكهربائي اذ يتم تعجيل الألكترونات الحرة بين قطبين كهربائيين.
- اثناء حركتها السريعة جدا تصطدم الالكترونات بالغازات الموجودة في المكان نفسه
- فيتم اثارتها الى المستوى الاعلى للطاقة.
- بصورة عامة تتضمن منظومات الليزرات الغازية مكونات اساسية.

حل اسئلة الفصل

س١ اختر العبارة الصحيحة لكل من العبارات التالية :

١. يبين نموذج بور للذرة ان :
   a. العناصر الغازية متماثلة في اطيافها الذرية .
   b. العناصر الصلبة المتوهجة متماثلة في اطيافها الذرية .
   c. العناصر السائلة المتوهجة متماثلة في اطيافها الذرية .
   d. لكل عنصر طيف ذري خاص به .

٢. عندما تثار الذرة بطاقة اشعاعية متصلة فإن الذرة :
   a) تمتص الطاقة الاشعاعية كلها .
   b) تمتص الطاقة المناسبة لإثارة ذراتها .
   c) تمتص الطاقة بشكل مباشر .
   d) ولا واحدة منها .

٣. نحصل على سلسلة لايمان في طيف الهيدروجين عند انتقال :
   A. الكترون ذرة الهيدروجين من مستويات الطاقة (E_2, E_3, E_4, E_5) الى المستوى الأول للطاقة .
   B. الكترون ذرة الهيدروجين من مستويات الطاقة (E_2, E_3, E_4, E_5) الى المستوى الثاني للطاقة .
   C. الكترون ذرة الهيدروجين من مستويات الطاقة العليا الى المستوى الثالث للطاقة .

٤. في الحالة الطبيعية للمادة و حسب توزيع بولتزمان تكون :
a) معظم الذرات في المستويات العليا للطاقة .
b) معظم الذرات في المستويات الواطئة للطاقة .
c) عدد الذرات في المستوى الأرضي اقل من عدد الذرات في المستوى الأعلى للطاقة .
d) عدد الذرات في المستوى المتهيج اكبر من عدد الذرات في المستوى الأرضي .

٥. طيف ذرة الهيدروجين هو طيف :
a) مستمر . b) امتصاص خطي . c) خطي . d) حزمي .

٦. مقدار الزيادة الحاصلة في الطول الموجي لفوتونات الأشعة السينية المستطارة بواسطة الالكترونات الحرة تعتمد على :
a) سرعة الضوء . b) كتلة الإلكترون . c) كتلة الإلكترون . d) زاوية الاستطارة .

٧. تكون قدرة الضخ عالية عندما تعمل منظومات الليزر بنظام :
a) ثلاثة مستويات . b) مستويين . c) أربعة مستويات . d) أي عدد من المستويات

٨. يمكن استعمال عملية الضخ الكهربائي عندما يكون الوسط الفعال في الحالة :
a) الصلبة . b) الغازية . c) السائلة . d) أي وسط فعال .

٩. يحدث الفعل الليزري عند حدوث انبعاث :
a) تلقائي و محفز . b) محفز وتلقائي. c) تلقائي فقط . d) محفز فقط .

١٠. تعتمد عملية قياس المدى باستعمال اشعة الليزر على احد خواصه وهي :
a) التشاكه . b)الاستقطاب . c) احادية الطول الموجي . d) الاتجاهية .

س٢ علل ما يأتي :
١. تكون الأطوال الموجية في طيف الامتصاص لعنصر ما موجودة أيضا في طيف انبعاثه .
الجواب في الملزمة ص
٢. يفضل استعمال الليزر على الطرائق الاعتيادية في عمليات القطع و اللحام و التثقيب .
الجواب في الملزمة ص

٣. تأثير كومتن هو أحد الأدلة التي تؤكد السلوك الدقائقي للأشعة الكهرومغناطيسية .
الجواب في الملزمة ص
٤. في انتاج الأشعة السينية يصنع الهدف من مادة درجة انصهارها عالية جداً .
الجواب في الملزمة ص

س٣ ما أسس عمل الليزر ؟
الجواب /
١. **الامتصاص المحتث :** هو انتقال الذرة من مستوى طاقة واطئ (E_1) الى مستوى طاقة متهيج (E_2) و ذلك بامتصاص فوتون طاقته تساوي فرق الطاقة بين هذين المستويين :

$$(E = hf = E_2 - E_1)$$

٢. **الانبعاث التلقائي :** عندما تصير الذرة في مستوى الطاقة الأعلى تميل دائما الى الاستقرار فتعود تلقائيا بعد فترة زمنية قصيرة الى المستوى الأرضي و هذا يصاحبه انبعاث فوتون طاقته تساوي فرق الطاقة بين المستويين $(E = hf = E_2 - E_1)$ و يسمى هذا الانتقال بالانبعاث التلقائي و تكون الفوتونات المنبعثة تلقائيا مختلفة فيما بينها بالطور و الاتجاه .
٣. **الانبعاث المحفز :** عندما يؤثر فوتون في ذرة متهيجة طاقته مساوية تماما الى فرق الطاقة بين المستوى (E_2) المتهيج و المستوى (E_1) الأرضي فانه يحفز الالكترون غير المستقر الر النزول الى المستوى (E_1) و انبعاث فوتون مماثل للفوتون المحفز بالطاقة و الطور والاتجاه أي الحصول على فوتونين متشاكهين في الانبعاث المحفز .

س٤ وضح كيف يمكن الحصول على التوزيع المعكوس .
الجواب/ يمكن الحصول على التوزيع المعكوس في نظام ذري غير متزن حراريا حيث يكون عدد الذرات في المستويات المتهيجة للطاقة اكثر مما هو في المستويات الدنيا للطاقة .

س٥ ما خصائص شعاع الليزر ؟
ج/١) التشاكه . ٢)الاتجاهية . ٣)احادي الطول الموجي . ٤)السطوع .

س٦ ما انواع الليزرات الغازية ؟ مع ذكر الطول الموجي لشعاع الليزر لبعض منها .
ج/
١. الليزرات الذرية مثل : ليزر هليوم – نيون *(He - Ne)* و ليزر هليوم – كادميوم *(He - Cd)* طوله الموجي *(343 nm)* أخضر .
٢. الليزرات الأيونية مثل : ليزر أيونات الأركون (Ar^+) و ليزر ايونات الكربتون (Kr^+) . طوله الموجي *(193 nm)* فوق البنفسجي

٣. الليزرات الجزيئية مثل ليزر ثنائي اوكسيد الكاربون . طوله الموجي *(488 nm)* ازرق .

س٧ ما التصوير المجسم (الهيلوغرافي) ؟ و بماذا يتميز عن التصوير العادي ؟
ج/ يمكن بواسطته على صور مجسمة و أقرب ما تكون الى الحقيقية و ذات ثلاثة ابعاد .

مسائل الفصل

س١ احسب الزخم الزاوي الالكترون ذرة الهيدروجين عندما يكون في المدار الأول مرة و عندما يكون في المدار الثاني مرة اخرى .

س٢ ما مقدار الطاقة بوحدات (eV) لفوتون واحد من ضوء طوله الموجي $(4.5 \times 10^{-7}\ m)$ ؟

س٣ احسب عدد الذرات في مستوى الطاقة الثاني في درجة حرارة الغرفة اذا كان عدد ذرات مستوى الطاقة الارضي 500 ذرة .

س٤ ما تردد الفوتون المنبعث عند انتقال الكترون ذرة الهيدروجين من مستوى الطاقة

$(E_4 = -0.85\ eV)$ الى مستوى الطاقة $(E_2 = -3.4\ eV)$ ؟

س٥ ما الطاقة الحركية العظمى للإلكترون و ما سرعته في انبوبة اشعة سينية تعمل بجهد(30 KV)

س٦ ما مقدار أعظم تردد لفوتون الأشعة السينية المتولد اذا سلط فرق جهد مقداره (40 KV) على قطبي الانبوبة ؟

س٧ ما مقدار الزيادة الحاصلة في طول موجة الفوتون المستطار اذا استطار بزاوية (90) ؟

س٨ ما الفرق بين طاقة المستوى الارضي و المستوى الذي يليه بوحدات (eV) لنظام ذري في حالة الاتزان الحراري اذا كانت درجة حرارة غرفة (16 C) علما ان ثابت بولتزمان يساوي $(K = 1.38 \times 10^{-23}\ J/K)$

س٩ اذا كان الفرق بين مستوى الطاقة المستقر و مستوى الطاقة الذي يليه يساوي (0.025 eV) لنظام ذري في حالة الاتزان الحراري و عند درجة حرارة الغرفة ، جد درجة حرارة تلك الغرفة بالمقياس السيليزي . علما ان ثابت بولتزمان يساوي $(K = 1.38 \times 10^{-23}\ J/K)$.

أ. حيدر مجيد

فيزياء السادس التطبيقي

الفصل التاسع

الفيزياء النسبية

- ان الاجسام المتحركة بسرعة قليلة تخضع لقوانين الفيزياء الكلاسيكية التي وضع مبادئها العالم نيوتن .
- الاجسام المتحركة بسرعة كبيرة و قريبة من سرعة الضوء تخضع لقوانين النسبية لأينشتاين .

الفيزياء الكلاسيكية : فيزياء الاجسام التي تتحرك بسرعة اقل من سرعة الضوء بكثير و تخضع لقوانين نيوتن .

الفيزياء النسبية : فيزياء الاجسام المتحركة بسرعة عالية يمكن مقارنتها بسرعة الضوء و لا تخضع لقوانين نيوتن

س/علل/تعد النظرية النسبية الخاصة لأينشتاين اكثر النظريات الفيزيائية اثارة ؟

ج لأنها احدثت العديد من التغيرات على مفاهيم الفيزياء الكلاسيكية و طبيعة الجسيمات النووية و بعض الظواهر الكونية .

س/علام تعتمد النظرية النسبية ؟ ج/تعتمد على اطر الاسناد .

اطار الاسناد : الموقع الذي يقوم فيه شخص ما برصد حدث ما في زمن معين و يسمى هذا الشخص بالمراقب لأنه يرصد الحدث و يقوم بالقياسات .

الفيزياء الكلاسيكية	الفيزياء النسبية
الحدث يقاس بدقة بواسطة الاحداثيات (x,y,z)	الحدث يقاس بواسطة الاحداثيات (x,y,z,t)
اعتمدت ثلاث احداثيات	اعتمدت اربع احداثيات

س/كيف تنظر النظرية الكلاسيكية و النظرية النسبية الى مفهوم الحركة النسبية ؟

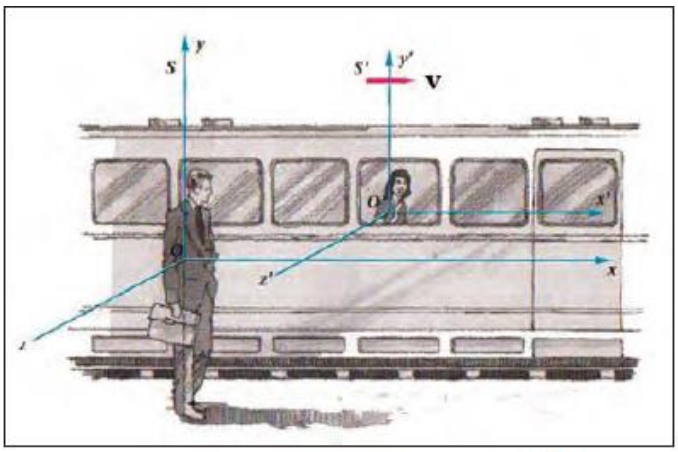
- على فرض ان مراقبا في اطار اسناد معين يراقب حدثا في اطار اسناده

وفق الميكانيك الكلاسيكي	وفق الميكانيك النسبي
ان الزمن المقاس للحدث هو ذاته في كلا الاطارين القصوريين و ان قياس الزمن يسير بالمعدل نفسه بغض النظر عن سرعة حركة اطاري الاسناد	يصبح الافتراض اعلاه غير صحيح عندما تكون سرعة الجسم مقاربة لسرعة الضوء
اي ان المدة بين حدثين متعاقبين يجب ان تكون واحدة لكلا الراصدين .	و عليه يجب اعتماد فرضيات النظرية النسبية لتفسير ذلك .

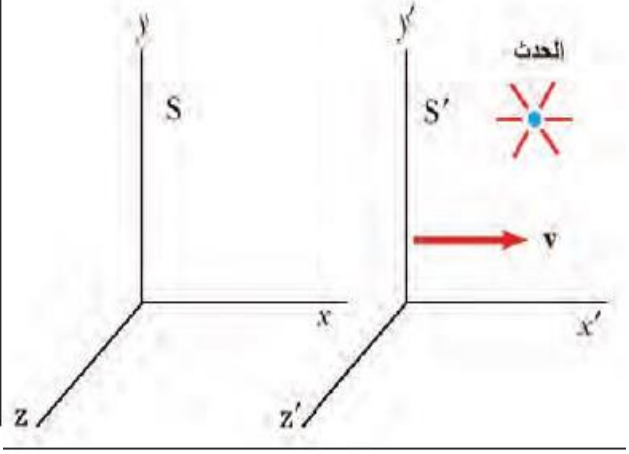
س/علام يعتمد وصف حدث فيزيائي معين ؟ ج/يعتمد على اطر الاسناد .

س/كيف تنظر الفيزياء الكلاسيكية و النسبية الى مفهوم الحركة النسبية ؟

ج/



شكل (2) شخص في اطار ثابت (S) يراقب شخص اخر في اطار متحرك (S`)



شكل (1) أطاري الاسناد S` و S.

- على فرض ان مراقبا في اطار اسناد معين يراقب حدثا في اطار اسناد آخر يتحرك بسرعة ثابتة نسبة الى اطار اسناده .
- ان الميكانيك الكلاسيكي افترض ان الزمن المقاس للحدث هو ذاته في كلا الاطارين القصوريين و ان قياس الزمن يسير بالمعدل نفسه بغض النظر عن سرعة حركة اطاري الاسناد
- اي ان المدة الزمنية بين حدثين متعاقبين يجب ان تكون واحدة لكلا الراصدين
- و بالرغم من ان هذا الفرض واضحا وفقا للنظرية الكلاسيكية الا انه يصبح غير صحيح عندما تصبح سرعة الجسم عالية بحيث يمكن مقارنتها بسرعة الضوء .
- **في هذه الحالة يجب اعتماد فرضيات النظرية النسبية .**

س/هل يختلف زمن الحدث الذي يسجله راصد متحرك بنفس سرعة الحدث عن الزمن الذي يسجله راصد ساكن يعتبر الحدث متحركا بالنسبة له .

كلا لا يختلف	نعم يختلف
اذا كانت سرعة الحدث اصغر بكثير من سرعة الضوء في الفراغ	عندما تصبح سرعة الضوء عالية و يمكن مقارنتها بسرعة الضوء

س/دور ثاني/٢٠١٧/ما فرضيتي اينشتاين في النظرية النسبية الخاصة ؟

A. ان قوانين الفيزياء يجب ان تكون واحدة في جميع اطر الاسناد القصورية .
B. سرعة الضوء في الفراغ مقدار ثابت $(c = 3 \times 10^8 m/s)$ في جميع اطر الاسناد القصورية بغض النظر عن او سرعة الحدث .

- اجرى العالمان مايكلسون و مورلي تجربة اثبتت فرضية اينشتاين حيث قاموا بقياس سرعة الضوء عند انتقاله باتجاهات مختلفة و بذلك اسقطت نظرية الاثير التي افترضت لتفسير الية انتقال الضوء .

تحويلات لورنتز

س/ما هي الشروط الاساسية التي ارتكزت عليها تحويلات غاليليو للعلاقة بين اطاري الاسناد $(s, \acute{s})$ ؟

ج/١) توازي المحاور $(x\backslash\backslash\acute{x}\ ,\ y\backslash\backslash\acute{y}\ ,\ z\backslash\backslash\acute{z})$ ٢) ثبوت السرعة التي يتحرك بها الاطار

٣) ثبوت الزمن في جميع اطر الاسناد القصورية .

س/ماهي تحويلات لورنتز التي تبناها اينشتاين ؟

ج ١)برهن لورنتز في دراسته لحركة الجسيمات المادية في المجال الكهرومغناطيسي بأن لسرعة الجسيمات تأثير مهم في قياس الابعاد الفيزيائية للجسيم .

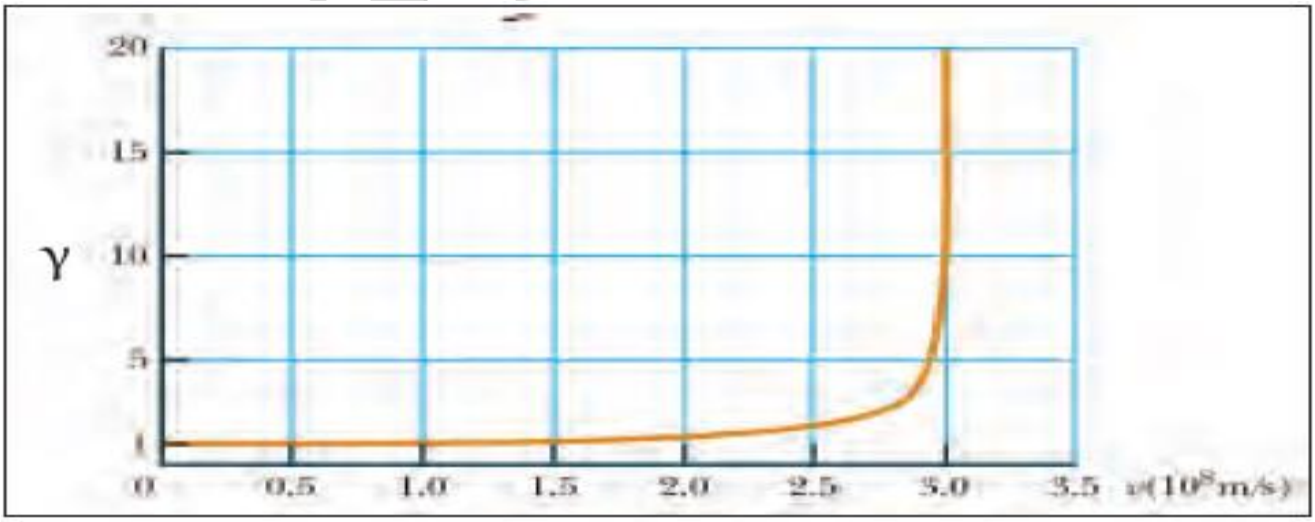
٢)برهن بوجود عامل تصحيحي يجب اعتماده في العلاقات بين اطاري الإسناد $(S, \acute{S})$.

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

حيث : v هي سرعة الجسم بوحدة m/s . C سرعة لضوء في الفراغ . γ معامل التصحيح (معامل لورنز)

من معامل لورنتز يتبين :

- عندما تكون سرعة الجسم اصغر كثيرا من سرعة الضوء او تساوي صفر تكون قيمة هذا المعامل اقرب الى الصفر لذا يمكن اهمالها .
- عندما تكون سرعة الجسم مساوية لسرعة الضوء تكون قيمة معامل لورنتز تساوي ما لانهاية (لذا لا يمكن لأي جسم ان يتحرك بسرعة الضوء) .



شكل (4) قيم γ بدلالة سرعة مختلفة. عند اقتراب السرعة من سرعة الضوء نلاحظ اقتراب قيم γ من اللانهاية

س/دور ثالث/٢٠١٣/ما الفرق الأساسي بين تحويلات غاليليو و التحويلات النسبية ؟

ج/الفرق الأساسي هو معامل لورنتز (γ) حيث $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ و تأثيره في مقادير زخم و طول و كتلة الجسم و الزمن المقاس .

اهم النتائج المترتبة على النظرية النسبية الخاصة

ان الاجسام المتحركة بسرعة تقترب من سرعة الضوء بالنسبة لراصد ساكن تعاني تغيرا في مقادير هذه الكميات و هي:

١) تمدد الزمن :نلاحظ ان الزمن الذي يسجله راصد متحرك بنفس سرعة الحدث $(t_\circ)$ اصغر من الزمن الذي يسجله راصد ساكن (t) .

٢) انكماش الطول : اذ ان الاجسام المتحركة بالنسبة الى راصد ساكن تعاني تقلصا (انكماش)في الطول باتجاه حركتها .

٣) تغير الكتلة مع السرعة :من النتائج المهمة للنظرية النسبية الخاصة تغير الكتلة كدالة للسرعة اي ان الكتلة كمية غير ثابتة حيث ان كتلة الجسم المتحرك تزداد بازدياد سرعته .

أولاً : نسبية الزمن او تمدد الزمن .

- في الميكانيك الكلاسيكي لا يعتمد زمن حدوث حدث فيزيائي على حركة من يرصد الحدث
- في الفيزياء النسبية زمن حدوث حدث ما يختلف بحسب وضع الراصد فالزمن الذي يسجله الراصد المتحرك يختلف عن الزمن الذي يسجله الراصد الساكن و يحسب الزمن حسب العلاقة :

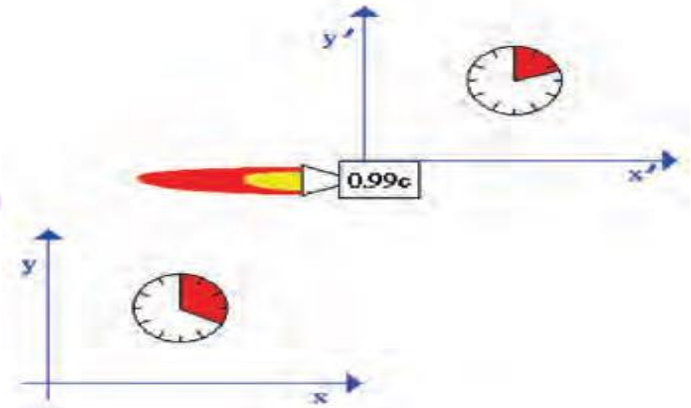
$$t = \frac{t_\circ}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

و يمكن ان نقول : $t = t_\circ \gamma$

حيث : $t_\circ$ يمثل زمن الحدث الذي يسجله راصد متحرك بنفس سرعة الحدث (السرعة النسبية صفر)
t يمثل الزمن الذي يسجله راصد ساكن)

- نلاحظ من الشكل ان الزمن الذي يسجله راصد متحرك بنفس سرعة واتجاه الحدث اقل من الزمن الذي يسجله راصد ساكن . اي لا يمكن ان يكون الزمن الكلاسيكي اكبر من الزمن النسبي

زمن الحدث الذي يسجله
راصد ساكن و راصد متحرك



مثال/١/كتاب/سافر رائد فضاء بسرعة ثابتة مقدارها (0.99c) اي قريبة جدا من سرعة الضوء ثم عاد الى الارض بعد ان مضى في سفره و حسب تقويمه الخاص داخل مركبته خمس سنوات . احسب عنره كما يراه اهل الارض .

الحل/

$$t = \frac{t_\circ}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{5}{\sqrt{1-\frac{(0.99c)^2}{c^2}}} = 35.4\ year$$

اي ان مدة الخمس سنوات التي قضاها في السفر عادلت فترة 35.4 قضاها اقرانه .

مثال/٢/كتاب/من المعلوم ان اقرب نجم الى المنظومة الشمسية هو النجم سانتوري ، يبعد عن الارض (4.3 light year) سنة ضوئية . جد :

١. السرعة التي يمكن لسفينة فضائية بالوصول الى هذا النجم خلال (7.448 year) كما يقيسها ركاب السفينة انفسهم .
٢. الفترة الزمنية المقاسة من قبل سكان الأرض .

علما ان : سرعة الضوء في الفرغ تساوي $\left(3\times10^8\frac{m}{s}\right)$ ، $\gamma=\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}=1.155$.

و ان **LY** مختصر light year تعني سنة ضوئية .

1) $\gamma=\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}=1.155$ بتربيع الطرفين

$$\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}}=1.334 \Rightarrow \frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}}=\frac{4}{3} \Rightarrow 4\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)=3$$

$$4-4\left(\frac{v^2}{c^2}\right)=3 \Rightarrow 4\left(\frac{v^2}{c^2}\right)=1 \Rightarrow \frac{v^2}{c^2}=\frac{1}{4} \Rightarrow \frac{v}{c}=\frac{1}{2} \Rightarrow v=\frac{1}{2}c$$

$$v = 0.5\,c = 0.5 \times 3 \times 10^8 = 1.5 \times 10^8 \frac{m}{s}$$

$$2)\quad t = \frac{t_\circ}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow t = t_\circ \gamma$$

$$t = 7.448 \times 1.155 = 8.6\,Y$$

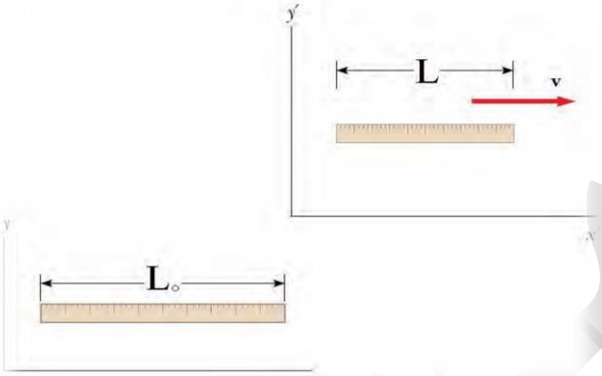
س/دور ثالث/٢٠١٦/يرسل رواد فضاء رسالة الى محطة مراقبة على الأرض يبلغوهم انهم سينامون ساعة واحدة ثم يعاودون الاتصال بهم بعد ذلك مباشرة فاذا كانت سرعة المركبة $(0.8\ C)$ بالنسبة للأرض ، فما الزمن الذي يستغرقه رواد المركبة في النوم كما يقيسه مراقبون في محطة المراقبة على الأرض ؟

الحل/

$$t = \frac{t_\circ}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = t = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{(0.8c)^2}{c^2}}} = t = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{0.64c^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1 - 0.64}} = \frac{1}{\sqrt{0.36}}$$

$$t = \frac{1}{0.6} = 1.66\,h$$

ثانيا : نسبية الطول أو انكماش الطول



- لقد اتضح ان الفترات الزمنية ليست بفترات ثابتة بل تختلف قياساتها باختلاف اطر الاسناد المتحركة التي يتم فيها القياس و ينطبق هذا ايضا على الأطوال .
- الاجسام المتحركة بسرعة عالية (يمكن مقارنتها بسرعة الضوء) تعاني انكماشا بالطول باتجاه حركتها .
- اكبر طول للجسم يكون في حالة السكون .

س/علل/لا يمكن ان يكون الطول النسبي اكبر من الطول السكوني .

ج/لأن المقدار داخل الجذر هو دائما اقل من الواحد فان الطول النسبي يكون دائما اقل من الطول الحقيقي . حسب العلاقة :

$$L = L_\circ \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \qquad \text{او} \qquad L = \frac{L_\circ}{\gamma}$$

حيث : L هو الطول بالنسبة لمراقب متحرك بالنسبة للحدث بسرعة عالية يمكن مقارنتها بسرعة الضوء .

$L_\circ$ الطول بالنسبة لمراقب يتحرك بنفس سرعة الحدث .

س/قارن بين مقدار طول جسم اثناء سكونه و بين طوله اثناء حركته بسرعة عالية نسبة الى الى مراقب ساكن .

ج/يكون طول الجسم المتحرك دائما اقل من طول الجسم في حالة السكون

مثال/٣/كتاب/ سفينة فضائية طولها على الأرض $(50\ m)$ فكم يصبح طولها عندما تتحرك بسرعة $(0.9\ c)$ ؟

الحل/

$$L = L_\circ \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = 50 \times \sqrt{1-\frac{(0.9c)^2}{c^2}} = 50 \times \sqrt{1-\frac{0.81c^2}{c^2}} = 50 \times \sqrt{1-0.81}$$

$$L = 50 \times \sqrt{0.19} = 50 \times 0.435 = 21.8\ m$$

مثال/٤/كتاب/جسم طوله $(4m)$ في حالة سكون ، احسب طوله الذي يقيسه راصد ساكن عندما يتحرك الجسم بسرعة تعادل (0.7) من سرعة الضوء $(0.7\ c)$ ؟

الحل/

$$L = L_\circ \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = 4 \times \sqrt{1-\frac{(0.7c)^2}{c^2}} = 4 \times \sqrt{1-\frac{0.49c^2}{c^2}} = 4 \times \sqrt{1-0.49}$$

$$L = 4 \times \sqrt{0.51} = 4 \times 0.714 = 2.85\ m$$

س/دور ثاني/٢٠١٣/اذا كان طول مركبة فضائية $(16\ m)$ عندما تكون ساكنة على سطح الأرض و $(9\ m)$ عند مرورها بسرعة بالنسبة لراصد ساكن على سطح الأرض فما سرعة هذه المركبة الفضائية .؟\

الحل/

$$L = L_\circ \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \Rightarrow 9 = 16\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \Rightarrow \frac{9}{16} = \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$$

$$\frac{81}{256} = 1-\frac{v^2}{c^2} \Rightarrow 0.316 = 1-\frac{v^2}{c^2} \Rightarrow \frac{v^2}{c^2} = 1-\frac{81}{256}$$

$$\frac{v^2}{c^2} = \frac{256-81}{256} \Rightarrow \frac{v^2}{c^2} = \frac{175}{256} \Rightarrow \frac{v}{c} = \frac{5\sqrt{7}}{16}$$

$$v = 0.31\sqrt{7}\ c$$

س/دور ثاني/٢٠١٥/جسم طوله $(2m)$ في حالة سكون ، احسب طوله عندما يتحرك الجسم بسرعة تعادل $(0.7\ c)$.

س/تمهيدي/٢٠١٦/سفينة فضائية طولها على الأرض $(30\ m)$ فكم يصبح طولها عندما تتحرك بسرعة $(0.8\ c)$ ؟

س/دور ثالث/٢٠١٥/اذا كان طول مركبة فضائية **(25 m)** عندما تكون ساكنة على سطح الأرض و **(15 m)** عند مرورها بالنسبة لراصد ساكن على سطح الأرض ، جد سرعة المركبة .

س/افترض ان هذا الجسم يتحرك بسرعة **(600 Km/h)** ، كم يكون طوله المقاس عندئذ من قبل راصد ساكن؟

ثالثا : نسبية الكتلة (تغير الكتلة مع السرعة) :

- من النتائج الأخرى المهمة للنظرية النسبية الخاصة هي اعتبار الكتلة كدالة من دوال السرعة اي ان الكتلة ليست كمية ثابتة بل هي مقدار متغير تبعا لسرعتها على وفق العلاقة الآتية :

$$m = \frac{m_\circ}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \quad , \quad m = m_\circ \gamma$$

حيث : **m** هي الكتلة النسبية ، $m_\circ$ هي الكتلة السكونية .

- نستنتج من العلاقة اعلاه ان الكتلة النسبية هي اكبر من الكتلة السكونية ، اي ان كتلة الجسم المتحرك تزداد بزيادة سرعته .
- عندما تكون سرعة الجسم اقل بكثير من سرعة الضوء تكون الزيادة في الكتلة ضئيلة و لا يمكن ملاحظتها .

س/ناقش العبارة : (الكتلة دالة من دوال السرعة) .

ج/الكتلة ليست كمية ثابتة بل متغيرة و تتغير كتلة الجسم تبعا لسرعته (تناسب طردي) حسب النظرية النسبية .

مثال/٥/كتاب/جسم كتلته **(1 Kg)** . احسب كتلته في الحالات الثلاث التالية : اذا كانت سرعته تساوي :

١ V=1000 m/s

$$m = \frac{m_\circ}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{(10^3)^2}{(3\times10^8)^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{10^6}{9\times10^{16}}}}$$

$$m = 1.000000000005\ Kg$$

٢ V=0.9 c

$$m = \frac{m_\circ}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = m = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{(0.9\,c)^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{0.81c^2}{c^2}}}$$

$$m = 2.2942\ Kg$$

٣ V=0.99 c

$$m = \frac{m_\circ}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = m = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{(0.99\,c)^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{0.98c^2}{c^2}}}$$

$$m = 7.0888\ Kg$$

س/دور أول/٢٠١٤/ما الزيادة الحاصلة في كتلة بروتون $(m_\circ = 1.6726\times10^{-27}\ Kg)$ اذا كانت سرعته **(0.9 c)** ؟

الحل/

$$m=\frac{m_\circ}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}=m=\frac{1.6726\times10^{-27}}{\sqrt{1-\frac{(0.9\,c)^2}{c^2}}}=\frac{1.6726\times10^{-27}}{\sqrt{1-\frac{0.81c^2}{c^2}}}$$

$$m=\frac{1.6726\times10^{-27}}{\sqrt{1-0.81}}=\frac{1.6726\times10^{-27}}{\sqrt{0.19}}=\frac{1.6726\times10^{-27}}{0.435}=3.845\times10^{-27}$$

$$\Delta m=m-m_\circ=3.845\times10^{-27}-1.6726\times10^{-27}=2.1724\times10^{-27}\ Kg$$

س/دور ثاني/٢٠١٥/ما السرعة المطلوبة لزيادة كتلة جسم ما بمقدار (25 %) من كتلته السكونية ؟

الحل/

$$\Delta m=25\%m_\circ=\frac{25}{100}\,m_\circ=0.25\,m_\circ$$

$$\Delta m=m-m_\circ\Rightarrow0.25\,m_\circ=m-m_\circ\Rightarrow m=0.25\,m_\circ+m_\circ$$

$$m=1.25\,m_\circ$$

$$m=\frac{m_\circ}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}\Rightarrow1.25\,m_\circ=\frac{m_\circ}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}\Rightarrow1.25=\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

$$1.5625=\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}}\Rightarrow1.5625-1.5625\frac{v^2}{c^2}=1$$

$$1.5625\frac{v^2}{c^2}=1.5625-1.0000\Rightarrow0.5625\frac{v^2}{c^2}=0.5625\Rightarrow\frac{v^2}{c^2}=\frac{0.5625}{1.5625}$$

$$\frac{v^2}{c^2}=0.36\Rightarrow\frac{v}{c}=0.6\Rightarrow v=0.6c$$

س/دور أول/٢٠١٦/برهن ان الزيادة المئوية لكتلة جسم تساوي (25%) اذا تحرك بسرعة تساوي (0.6) من سرعة الضوء .

الحل/

$$m=\frac{m_\circ}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}=\frac{m_\circ}{\sqrt{1-\frac{(0.6c)^2}{c^2}}}=\frac{m_\circ}{\sqrt{1-\frac{0.36c^2}{c^2}}}=\frac{m_\circ}{\sqrt{1.00-0.36}}=\frac{m_\circ}{\sqrt{0.64}}$$

$$m = \frac{1}{0.8} m_\circ = 1.25 m_\circ$$

$$\Delta m = m - m_\circ = 1.25 m_\circ - m_\circ = 0.25 m_\circ$$

$$\text{النسبة} = \frac{\Delta m}{m_\circ} \times 100\% = \frac{0.25 m_\circ}{m_\circ} \times 100\% = 25\%$$

- نستنتج من النتائج المذكورة آنفا انه في السرع الصغيرة نسبة الى سرعة الضوء فانه لا يمكن التحسس بزيادة الكتلة .
- اما في السرع القريبة من سرعة الضوء فان الأمر يختلف كثيرا و هذا مما اثبتته التجارب في الفيزياء النووية .
- و من الجدير بالذكر ان الفيزياء النووية قد اسهمت كثيراً في اثبات صحة هذه القوانين
- ومن اهم التجارب الملموسة هي في مجالات الاشعاعات النووية و هي الجسيمات المنطلقة من بعض المواد المشعة مثل اليورانيوم او الراديوم و هي دقائق مادية متناهية في الصغر تنطلق بسرع قريبة من سرعة الضوء فتزداد كتلتها بما يتفق مع المعادلة المذكورة آنفا .

س/دور أول/٢٠١٣/هل يمكن ؟ و لماذا ؟ لجسم ما ان تصل سرعته الى سرعة الضوء في الفراغ ؟

ج/كلا ، لأن ذلك يجعل كتلته في اللانهاية و لا توجد لحد الآن قوانين تفسر حركتها .

تكافؤ الكتلة و الطاقة

س/اذكر نص معادلة اينشتاين مع ذكر العلاقة الرياضية .

ج/مقدارا ضئيلا من الكتلة يعطي طاقة هائلة فالطاقة الناتجة من كتلة معينة تساوي حاصل ضرب هذه الكتلة في مربع سرعة الضوء مما ينتج كمية كبيرة جدا من الطاقة . حسب المعادلة :

$$E = mc^2$$

س/ما سر طاقة النجوم و عمرها الطويل ؟

ج/و ذلك بأن تفقد كمية قليلة جدا من مادتها (كتلتها) لتعطي طاقة تمد به الفضاء المحيط بأجمعه .

س/دور ثاني/٢٠١٤/اذكر بعضا من استعمالات مبدأ معادلة اينشتاين : $E = mc^2$.

ج/١)في بناء و تشغيل المفاعلات النووية . ٢)في انتاج الاسلحة النووية .

مثال/٦/كتاب/تمهيدي/٢٠١٤/ما كمية المادة التي يمكن الحصول عليها عند تحول غرام واحد كليا من المادة الى طاقة ؟ اذا كان معدل الاستهلاك هو **(1000 Kwh)** في الشهر الواحد .

الحل /

$$E = mc^2 = 10^{-3} \times (3 \times 10^8)^2 = 10^{-3} \times 9 \times 10^{16} = 9 \times 10^{13}\ J$$

ان هذا المقدار كبير جدا و بالإمكان مقارنته بكمية الطاقة الكهربائية المستهلكة من قبل عائلة عراقية فإذا كان معدل الاستهلاك هو **(1000 Kwh)** في الشهر الواحد فانه يعادل $(3.6 \times 10^9\ J)$ و بقسمة الطاقة المنتجة على الطاقة المستهلكة نحصل على عدد الاشهر المكافئة أي :

$$\frac{9 \times 10^{13}}{3.6 \times 10^9} = 25000 \text{ شهراً}$$

هل تعلم

إن نسبة ما تفقده الشمس في الثانية الواحدة من كتلتها هو 2.191×10^{-21} فقط وهذا يعادل أكثر من أربعة مليارات كيلوغرام $(4.2\times10^9\ kg)$. وإن هذه الطاقة المنتجة تكفي لاستهلاك جميع دول العالم من الكهرباء لمدة مليون سنة.

س/دور ثاني/٢٠١٣/هل تتأثر ساق معدنية ساخنة جدا اذا تم تبريدها من درجة $(2000^\circ C)$ الى درجة حرارة الغرفة ؟

ج/نعم لأن طاقة الجسم تتناسب طرديا مع الأس الرابع لدرجة حرارته المطلقة و ان الكتلة في مفهوم النظرية النسبية الخاصة تتناسب مع الطاقة حسب معادلة اينشتاين $(E = mc^2)$.

س/دور أول/٢٠١٧/هناك مقولة (ان الطاقة لا تفنى و لا تستحدث) فهل تعتقد ان هذا صحيح ؟

ج/كلا ، لأنه يمكن تحويل الطاقة الى مادة و المادة الى طاقة .

الميكانيك النسبي

س/هل تتأثر بقية المفاهيم الفيزيائية كالطاقة الكلية و الطاقة الحركية و العزوم بالنظرية النسبية ؟

ج/نعم تتأثر حيث تؤكد النظرية النسبية على ضرورة تغيير صيغ معظم قوانين المفاهيم الخاصة بالفيزياء الكلاسيكية بالنسبة للأجسام المتحركة بسرعة عالية جدا الى صيغ و قوانين نسبية و منها :

١) الزخم النسبي الخطي .
٢) الطاقة الحركية النسبية .
٣) الطاقة النسبية الكلية .
٤) العلاقة بين الطاقة و الزخم .

أولا: الزخم النسبي الخطي

❖ ان الزخم النسبي الخطي (P_{rel}) لجسم كتلته النسبية **(m)** يتحرك بسرعة مقدارها **(v)** يعطى بالعلاقة :

$$P_{rel} = mv = \frac{m_\circ v}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

$$P_{rel} = \frac{p_{cla}}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

$$P_{rel} = p_{cla}\,\gamma$$

س/هل يعتبر الزخم الخطي النسبي كمية ثابتة ؟

ج/نعم ، في الفيزياء الكلاسيكية ، كلا في الفيزياء النسبية حيث يعتبر الزخم كدالة للسرعة .

س/دور ثالث/٢٠١٦/ما الكمية الفيزيائية التي تقاس بوحدة **(eV/c)** ؟

ج/الزخم النسبي .

س/دور أول/٢٠١٥/جسيم يتحرك بسرعة منتظمة ثابتة **(v=0.6 c)** ، ما النسبة بين مقدار الزخم النسبي (p_{rel}) و مقدار الزخم الكلاسيكي (p_{cla}) ؟

$$p_{rel} = \frac{p_{cla}}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow \frac{p_{rel}}{p_{cla}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{(0.6c)^2}{c^2}}} \Rightarrow \frac{p_{rel}}{p_{cla}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{0.36c^2}{c^2}}}$$

$$\frac{p_{rel}}{p_{cla}} = \frac{1}{\sqrt{1-0.36}} \Rightarrow \frac{p_{rel}}{p_{cla}} = \frac{1}{\sqrt{0.64}} \Rightarrow \frac{p_{rel}}{p_{cla}} = \frac{1}{0.8} \Rightarrow \frac{p_{rel}}{p_{cla}} = 1.25$$

ثانيا : الطاقة الحركية النسبية

- ان مقدار الطاقة الحركية النسبية **(KE_{rel})** كما برهنها اينشتاين تساوي الفرق بين الطاقة النسبية الكلية للجسيم المتحرك بسرعة **(v)** و الطاقة السكونية للجسيم .
- اي ان طاقته الحركية لا تساوي **($1/2\ mv^2$)** بل انها تساوي طاقته النسبية مطروحا منه طاقته السكونية .

$$KE_{rel} = mc^2 - m_\circ c^2$$

$$KE_{rel} = \frac{m_\circ}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - m_\circ c^2$$

$$KE_{rel} = m_\circ c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right)$$

$$KE_{rel} = m_\circ c^2 (\gamma - 1)$$

س/دور ثالث/٢٠١٥/ما سرعة الكترون اذا كانت طاقته الحركية النسبية تساوي **(0.1 MeV)** ؟

الحل/

$$KE_{rel} = 0.1\ MeV = 0.1 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19} = 1.6 \times 10^{-13}\ J$$

$$KE_{rel} = m_\circ c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right) \Rightarrow \frac{KE_{rel}}{m_\circ c^2} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1$$

$$\frac{1.6 \times 10^{-13}}{9.1 \times 10^{-31} \times 3 \times 10^8} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1$$

$$1.95 = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1 \Rightarrow 1.95 + 1.00 = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

$$2.95 = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \text{ بالتربيع } \Rightarrow 8.7 = \frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}} \Rightarrow 8.7 - 8.7\frac{v^2}{c^2} = 1$$

$$8.7\frac{v^2}{c^2} = 8.7 - 1.0 \Rightarrow 8.7\frac{v^2}{c^2} = 7.7 \Rightarrow \frac{v^2}{c^2} = \frac{7.7}{8.7} \Rightarrow \frac{v^2}{c^2} = 0.885$$

$$\frac{v}{c} = 0.94 \Rightarrow v = 0.94\,c$$

ثالثا : الطاقة النسبية الكلية

ان الطاقة النسبية الكلية لجسيم يتحرك تساوي حاصل جمع الطاقة الحركية النسبية و الطاقة السكونية لذلك الجسم .

$$E_{rel} = KE_{rel} + m_\circ c^2$$

$$KE_{rel} = mc^2 - m_\circ c^2$$

$$E_{rel} = mc^2 - m_\circ c^2 + m_\circ c^2 = mc^2$$

$$E_{rel} = \frac{m_\circ c^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \qu, \quad E_{rel} = \left[\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1\right] E_\circ$$

رابعا : العلاقة بين الطاقة و الزخم

بتطبيق العلاقات النسبية للطاقة الكلية و الزخم الخطي

$$P_{rel} = mv = \frac{m_\circ v}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \quad , \quad E_{rel} = \frac{m_\circ c^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

يمكن ايجاد العلاقات الآتية :

$$KE_{rel}^2 = P_{rel}^2\, c^2 + m_\circ^2\, c^4$$

تستعمل هذه المعادلة بشكل خاص في الدراسات الخاصة بالأنوية و الذرات .

س/تمهيدي/٢٠١٥/ما سرعة جسيم طاقته الحركية النسبية ضعف طاقة السكونية ؟

الحل/

$$KE_{rel} = 2E_\circ$$

$$E_{rel} = \left[\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1\right]E_\circ \Rightarrow 2E_\circ = \left[\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1\right]E_\circ \Rightarrow 2 = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1$$

$$2+1 = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow 3 = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$ بالتربيع $$\Rightarrow 9 = \frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}}$$ وسطين في طرفين

$$9 - 9\frac{v^2}{c^2} = 1 \Rightarrow 9\frac{v^2}{c^2} = 8$$ بالجذر $$3\frac{v}{c} = \sqrt{8} \Rightarrow v = \frac{\sqrt{8}}{3}c$$

س/دور أول/٢٠١٧/ما سرعة جسيم طاقته الحركية النسبية تساوي ثمانية امثال طاقة كتلته السكونية ؟

قوانين الفصل

ت		
	معامل لورنتز	$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$
١	نسبية الزمن	$$t = \frac{t_\circ}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \quad , \quad t = t_\circ \gamma$$
٢	نسبية الطول	$$L = L_\circ \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \quad , \quad L = \frac{L_\circ}{\gamma}$$
٣	الكتلة النسبية	$$m = \frac{m_\circ}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \quad , \quad m = m_\circ \gamma \quad , \quad \Delta m = m - m_\circ$$
٤	تكافؤ الكتلة و الطاقة	$$E = mc^2$$
٥	الزخم الكلاسيكي و النسبي	$$p_{cla} = m_\circ v \ , \ p_{rel} = m_{rel}\, v \ , p_{rel} = \frac{p_{cla}}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \ , p_{rel} = p_{cla}\gamma$$
٦	الطاقة الكلية النسبية	$$E_\circ = m_\circ c^2 \ , \ E_{rel} = mc^2 \ , \ E_{rel} = KE_{rel} + E_\circ$$
		$$E_{rel} = \frac{E_\circ}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \ , \ E_{rel} = E_\circ \gamma$$
		$$KE_{rel} = E_{rel} - E_\circ \ , \ KE_{rel} = \left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1\right) E_\circ$$
		$$KE_{rel} = (\gamma - 1) E_\circ$$
		$$KE_{rel}^2 = P_{rel}^2\, c^2 + m_\circ^2\, c^4$$
		$$E_{rel} = m_{rel} c^2 \ , E_\circ = m_\circ c^2 \ , E_{rel} = (m_{rel} - m_\circ) c^2$$

حل اسئلة الفصل

س١ اختر الاجابة الصحيحة في ما يلي :

١. اي الكميات التالية تعد ثابتة حسب النظرية النسبية :
- (a) سرعة الضوء .
- (b) الزمن .
- (c) الكتلة .
- (d) الطول .

٢. تطلق مركبة فضائية سرعتها $(0.9\,c)$ شعاعا ضوئيا فما السرعة النسبية لهذا الشعاع الذي يقوم طاقم مركبة فضائية اخرى تسير بشكل مواز للمركبة و بالاتجاه نفسه و بالسرعة نفسها ؟
- (a) $0.9\,c$.
- (b) $1.8\,c$.
- (c) $1.6\,c$.
- (d) c .

٣. وفقا لنظرية اينشتاين النسبية الخاصة فان :
- (a) الزمان و المكان هما تعبيرين متلازمين .
- (b) الطاقة و الكتلة هما تعبيرين متلازمين .
- (c) الزمان و الطاقة هما تعبيرين متلازمين .
- (d) الطاقة و الكتلة هما تعبيرين غير متلازمين .

٤. وفقا لنظرية اينشتاين النسبية الخاصة فان جميع قوانين الفيزياء متشابهة في اطر القياس التي تكون سرعتها :
- (a) بتعجيل منتظم .
- (b) منتظمة و ثابتة .
- (c) غير متنظمة و متذبذبة .
- (d) دورانية .

٥. الطاقة الحركية النسبية تساوي :
- (a) $\frac{1}{2}mv^2$.
- (b) $\frac{1}{2}mc^2$.
- (c) $(m-m_\circ)c^2$.
- (d) $(v^2-c^2)m_\circ$.

٦. الطاقة النسبية الكلية تساوي :
- (a) $m^2-m_\circ c^2$.
- (b) $pc-m_\circ c^2$.
- (c) $(p_{rel})^2c^2+m_\circ^2c^2$.
- (d) $m_\circ c^2+(KE)_{rel}$.

٧. وفقا لمعادلة اينشتاين الشهيرة بتكافؤ الكتلة و الطاقة فان :

$a)$ $E = m^2c$.

$b)$ $E = c^2m^2$.

$c)$ $E = mc^2$.

$d)$ $E = cm$.

٨. ساعة تدق دقة كل ثانية ، فاذا كان طول الساعة $(10\ cm)$ عندما تكون في حالة السكون ، فإذا تحركت هذه الساعة بسرعة $(0.8\ c)$ موازية الى طولها نسبة الى راصد ساكن ، فان الراصد يقيس الدقات و طول الساعة كالتالي :

$a)$ اكبر من $(1\ s)$ و اطول من $(10\ cm)$.

$b)$ اقل من $(1\ s)$ و اطول من $(10\ cm)$.

$c)$ اكبر من $(1\ s)$ و اقصر من $(10\ cm)$.

$d)$ اقل من $(1\ s)$ و اقصر من $(10\ cm)$.

٩. وضعت ساق بموازاة (المحور $-X$) و تحركت الساق بموازاة هذا المحور ايضا بانطلاق مقداره $(0.8\ c)$ و كان طولها الظاهري $(1\ m)$ فإن طولها في اطار اسناد ساكن يكون :-

$a)$ $0.5\ m$.

$b)$ $1.666\ m$

$c)$ $0.7\ m$.

$d)$ $0.8\ m$.

١٠. اذا كنت في صاروخ متحرك بانطلاق $(0.7\ c)$ باتجاه نجم فأي انطلاق سوف يصلك ضوء هذا النجم :-

$a)$ اصغر من c .

$b)$ اكبر من c .

$c)$ بسرعة الضوء في الفراغ .

س٢ جسيم يتحرك بسرعة منتظمة ثابتة $(v=0.6\ c)$ ما النسبة بين مقدار الزخم النسبي (p_{rel}) و مقدار الزخم الكلاسيكي (p_{cla}) ؟ ابحث عن الجواب في الملزمة ...

س٣ هل تتأثر كتلة ساق حديد ساخن جدا اذا تم تبريده من درجة $2000^{\circ}c$ الى درجة حرارة الغرفة ؟ ابحث عن الجواب في الملزمة ...

س٤ ما الفرق الأساس بين تحويلات غاليليو و التحويلات النسبية ؟ ابحث عن الجواب في الملزمة ...

س٥ هنالك قول يقول ان المادة لا تفنى و لا تستحدث فهل تعتقد ان هذا صحيح ؟ ابحث عن الجواب في الملزمة ...

س٦ هل يمكن لجسم ان تصل سرعته الى سرعة الضوء ؟ ابحث عن الجواب في الملزمة ...

مسائل الفصل

س١ باتحاد غرام واحد من الهيدروجين مع ثمانية غرامات من الأوكسجين يتكون تقريبا تسعة غرامات من الماء مع تحرر كمية $(2.86 \times 10^5\ J)$ من الطاقة ، احسب كمية الكتلة المتحولة نتيجة هذا التفاعل .

س٢ اذا كان مقدار الطاقة المنتجة من الشمس في الثانية الواحدة هي $(3.77 \times 10^{26}\ Watt)$ فما مقدار ما تفقده الشمس من كتلة في الثانية الواحدة ؟

س٣ يرسل رواد فضاء رسالة الى محطة مراقبة على الأرض يبلغوهم انهم سينامون ساعة واحدة ثم يعاودون الاتصال بهم بعد ذلك مباشرة فاذا كانت سرعة المركبة $(0.7\,c)$ بالنسبة للأرض فما الزمن الذي يستغرقه رواد المركبة في النوم كما يقيسه مراقبون في محطة المراقبة على الأرض .

س٤ مسطرة طولها $(1m)$ تسير بسرعة تبلغ نصف سرعة الضوء باتجاه طولها ، ما هو طول المسطرة بالنسبة لراصد ساكن على سطح الأرض ؟

س٥ اذا كان طول مركبة فضائية $(25m)$ عندما تكون ساكنة على سطح الأرض و $(15m)$ عند مرورها بسرعة بالنسبة لراصد ساكن على سطح الأرض فما سرعة هذه المركبة الفضائية ؟

س٦ ما الزيادة في كتلة بروتون $(m_\circ = 1.6726 \times 10^{-27}\ Kg)$ اذا كانت سرعته تساوي $(0.9c)$ ؟

س٧ ما السرعة المطلوبة لزيادة كتلة جسم ما بمقدار (10%) من كتلته السكونية ؟

س٨ برهن على ان الزيادة المئوية لكتلة جسم تساوي (15.47%) اذا تحرك الجسم بسرعة تساوي نصف سرعة الضوء .

س٩ يتحرك جسم طوله $(2m)$ بسرعة معينة مقدارها (v) ، فاذا علمت ان راصدا ساكنا بالنسبة للجسم قد قاس طوله فوجده يساوي $(0.8\,m)$ فكم هي السرعة التي يتحرك بها الجسم ؟

س١٠ ما سرعة جسيم طاقته الحركية النسبية تساوي ثمانية امثال طاقة كتلته السكونية ؟

س١١ ما سرعة الكترون اذا كانت طاقته الحركية النسبية تساوي $(1MeV)$ ؟
علما ان كتلة الالكترون السكونية $(m_\circ = 9.1 \times 10^{-31}\ Kg)$ ، $(MeV = 1.6 \times 10^{13}\ J)$.

س١٢ سفينة فضائية سرعتها $(0.999\,c)$ انطلقت من الأرض الى النجم سانتوري الذي يبعد عن الأرض مسافة $(4.3 \times 10^{16}\ m)$ ، احسب زمن الذهاب و الاياب الذي تسجله ساعة مثبتة في السفينة و قارن بالزمن الذي تسجله الساعات الأرضية .

فيزياء السادس التطبيقي

الفصل العاشر

الفيزياء النووية

اعداد : أ.حيدر مجيد

٠٧٧٢٣٣٢٧٤٢١

س/ كيف استثمرت الطاقة النووية من قبل الانسان؟

- لأغراض السلمية في انتاج الطاقة الكهربائية و في الاغراض الغير سلمية في انتاج الاسلحة النووية.

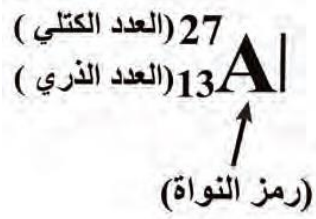
تركيب النواة و خصائصها

س/مم تتركب النواة ؟ ج/ بروتونات موجبة الشحنة و نيوترونات سالبة الشحنة

س/ماذا يطلق على البروتونات و النيوترونات داخل النواة ؟ ج/نيوكلونات .

- يرمز للبروتون بالرمز (^1_1H) او الرمز (P) او الرمز (^1_1P) .
- يرمز للنيوترون بالرمز (^1_0n) او الرمز (n) .
- عدد البروتونات يسمى العدد الذري(Z)ويكتب عادة يسار العنصر للأسفل .
- عدد النيوترونات يسمى العدد النيوتروني (N) .
- مجموع عدد البروتونات و النيوترونات يسمى العدد الكتلي (A) .
- يكتب العدد الكتلي على يسار اعلى العنصر مثل : $(^{27}_{13}Al)$ فيكون (A=27) و (Z=13) .
- نظائر العنصر : هي نوى متساوية في العدد الذري و تختلف في العدد الكتلي مثل نظائر الليثيوم ^6_3Li , ^7_3Li , ^8_3Li

$$A = Z + N$$



س/جد العدد الذري و الكتلي و النيوتروني للعنصر ^8_3Li .

$A=8$ $Z=3$ $A=Z+N$ $N=A-Z=8-3=5$

س/ما المقصود بنظائر العنصر ؟

س/جد العدد الذري و الكتلي و النيوتروني للعناصر التالية : $(^{27}_{13}Al\ ,\ ^{25}_{12}Mg\ ,\ ^{56}_{26}Fe)$

كتلة النواة

❖ تشكل كتلة النواة 99.99% من كتلة الذرة .

س/كيف تقاس كتلة النواة ؟

ج بواسطة اجهزة دقيقة مثل مطياف الكتلة ، و تقاس بوحدة مناسبة تسمى وحدة الكتلة الذرية *(amu)* و اختصارها *(U)* بدلا من وحدة الكيلو غرام .

$$\acute{m} = A \times u$$

$$1\ \text{amu} = 1\text{U} = 1.66 \times 10^{-27}\ Kg$$

❖ بما ان النواة تحتوي على *(A)* من النيوكلونات و ان كتلة النيوكلون و ان كتلة النيوكلون مقاربة الى كتلة *(1u)*

❖ و بذلك ان كتلة النواة التقريبية $(\acute{m})$ سوف تساوي .

❖ عادة ما توصف النواة كونها خفيفة او متوسطة او ثقيلة تبعا لعددها الكتلي .

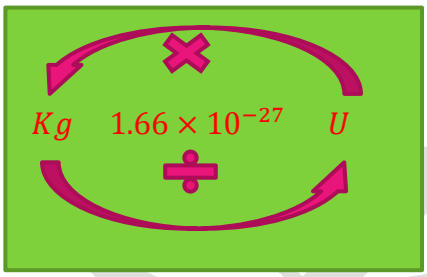
❖ الكتل التي نتحدث عنها في هذا الفصل هي الكتل السكونية .

س/علل/تقاس كتل نوى الذرات بوحدة الكتلة الذرية بدلا من وحدة الكيلوغرام .

ج لان الكتل النووية و الذرية صغيرة جدا و لاتعد وحدة الكيلوغرام ملائمة لها .

س/علام يعتمد وصف النواة كونها ثقيلة او متوسطة او خفيفة الكتلة ؟

ج عددها الكتلي فتكون النواة ذات العدد الكتلي الكبير تكون ثقيلة و النواة ذات العدد الكتلي القليل تعد خفيفة .



س/ما الفائدة العملية من جهاز المطياف ؟ ج/قياس كتل النواة .

س/جد كتلة $(^{8}_{3}Li)$ بوحدة *(u)* اولا ثم بوحدة *(Kg)* ثانيا .

$A=8$ $\acute{m} = A \times u = 8u$ $\acute{m} = 8 \times 1.66 \times 10^{-27} = 13.28 \times 10^{-27}\ Kg$

س/جد الكتلة بوحدة *(u)* اولا ثم *(Kg)* ثانيا للعناصر التالية : $(^{27}_{13}Al\ ,\ ^{25}_{12}Mg\ ,\ ^{56}_{26}Fe)$. واجب .

الكتلة و الطاقة

س/ما علاقة تكافؤ الكتلة و الطاقة ؟ ج/يمكن تحويل الكتلة الى طاقة حسب العلاقة .

- ان الطاقة المكافئة لكتلة (1 U) تساوي (931 MEV)
- و اذا عوضنا المقدار التالي بعلاقة تكافؤ الكتلة و الطاقة تصبح .
- للتحويل بين وحدات (J) و (eV) نستخدم

$$E = mC^2 \qquad c^2 = 931\left(\frac{MeV}{u}\right) \qquad 1MeV = 1.6 \times 10^{-13}\ J$$

شحنة النواة

- بما ان شحنة النيوترون تساوي صفر .
- تكون شحنة النواة تساوي مجموع شحنات البروتونات
- تكون شحنة البروتون تساوي بالمقدار شحنة الالكترون و تساوي $(1.6 \times 10^{-19}\ C)$.
- فتكون العلاقة لإيجاد شحنة النواة هي

$$q = Ze$$

مثال/١/كتاب/تمهيدي/٢٠١٦/جد مقدار شحنة نواة الذهب $(^{198}_{79}Au)$.

$$Z = 79 \qquad q = Ze = 79 \times 1.6 \times 10^{-19} = 126.4 \times 10^{-19}\ C$$

نصف قطر النواة

س/كيف نستطيع معرفة نصف قطر النواة ؟

- يمكننا ذلك بطرائق و تجارب عدة من قبل العالم رذرفورد و ذلك عن طريق استطارة جسيمات الفا من نوى ذرات الذهب . فقد توصل بعدها الى ان معظم نوى الذرات ذات شكل كروي تقريبا .
- وجد ان نصف قطر النواة (R) يتغير بتغير طرديا مع الجذر التكعيبي للعدد الكتلي (A)

$$R = r_\circ A^{\frac{1}{3}} \qquad R = r_\circ \sqrt[3]{A} \qquad (r_\circ = 1.2 \times 10^{-15}\ m)$$

- يمكن ايجاد نصف القطر حسب العلاقة
- $r_\circ$ هو مقدار ثابت نصف القطر و يساوي $(r_\circ = 1.2 \times 10^{-15}\ m)$.
- لكون الابعاد النووية تقع في حدود (10^{-15}) و هي ابعاد صغيرة جدا فقد وجد انه من المناسب استعمال وحدة جديدة للطول تسمى الفيمتو متر او الفيرمي (Fermi) . (1Fermi=1F=10^{-15} m)

$$R = \begin{cases} 1.2\times10^{-15}\,A^{\frac{1}{3}} & \text{بوحدة (m)} \\ 1.2A^{\frac{1}{3}} & \text{بوحدة (F)} \end{cases}$$

س/علام يعتمد نصف قطر النواة ؟

ج على العدد الكتلي ويتناسب طرديا مع الجذر التكعيبي له .

س/علل/يقاس نصف قطر النواة بوحدة فيرمي بدلا من المتر ؟

ج لان الابعاد النووية صغيرة جدا تقع بحدود 10^{-15} لذلك تكون انسب وحدة طول .

مثال/٢/كتاب/جد نصف قطر نواة النحاس $(^{64}_{29}Cu)$ بوحدة (m) ثم بوحدة (F)

$$A = 64 \qquad R = r_\circ A^{\frac{1}{3}} = 1.2 \times 10^{-15} \times \sqrt[3]{64} = 1.2 \times 10^{-15} \times 4 = 4.8 \times 10^{-15}\ m$$

$$R = \frac{4.8 \times 10^{-15}}{10^{-15}} = 4.8\ F$$

ج يمكننا ان نجد حجم النواة حسب العلاقة $V = \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi r_\circ^3 A$

$$V = \frac{4}{3}\pi r_\circ^3 A = 1.33 \times 3.14 \times (1.2 \times 10^{-15})^3 \times 64 = 4.1762 \times 1.728 \times 10^{-45} \times 64$$

$$V = 461.854 \times 10^{-45}\ m^3$$

و كذلك يمكن ايجاد الكثافة التقريبية للنواة حسب العلاقة $\rho = \frac{\acute{m}}{V}$.

$$m = A \times u = 64 \times 1.66 \times 10^{-27} = 106.24 \times 10^{-27}\ Kg$$

$$\rho = \frac{\acute{m}}{V} = \frac{106.24 \times 10^{-27}}{461.854 \times 10^{-45}} = 0.23 \times 10^{18}\ \frac{Kg}{m^3}$$ ... ... و هي قيمة هائلة

س/تمهيدي/٢٠١٤/نصف قطر النواة يتغير تغيرا :

(طرديا مع $A^{\frac{1}{3}}$ ، عكسيا مع A^3 ، طرديا مع A^3 ، عكسيا مع $A^{\frac{1}{3}}$)

س/دور اول/٢٠١٥/اذا علمت ان نصف قطر نواة البولونيوم $(^{216}_{52}Po)$ يساوي ضعف نصف قطر نواة مجهولة (X) جد العدد الكتلي للنواة المجهولة .

$$R = r_\circ \sqrt[3]{A} \quad \Rightarrow \quad R_{Po} = 2R_X \quad \Rightarrow \quad r_\circ \sqrt[3]{A_{Po}} = 2r_\circ \sqrt[3]{A_X}$$

$$[\sqrt[3]{A_{Po}} = 2\sqrt[3]{A_X}]^3 \quad \Rightarrow \quad A_{Po} = 8\,A_X \quad \Rightarrow \quad 8\,A_X = 216 \quad \Rightarrow \quad A_X = 27$$

س/دور اول/٢٠١٦/للنواة $(^{64}_{29}Cu)$ جد مقدار (١)شحنة النواة . (٢)نصف قطر النواة .

$$q = Ze = 29 \times 1.6 \times 10^{-19} = 46.4 \times 10^{-19}\ C$$

$$R = r_\circ \sqrt[3]{A} \quad \Rightarrow \quad R = 1.2 \times 10^{-15} \times \sqrt[3]{64} = 1.2 \times 10^{-15} \times 4 = 4.8 \times 10^{-15}\ m$$

طاقة الربط النووية

س/لماذا لا تتنافر البروتونات داخل النواة على الرغم من تشابهها بالشحنة و قربها الشديد من بعضها البعض

س/كيف تحافظ النواة على تماسكها و ترابطها ؟ و ما هي القوة التي تربط و تمسك بنيوكلوناتها معا ؟

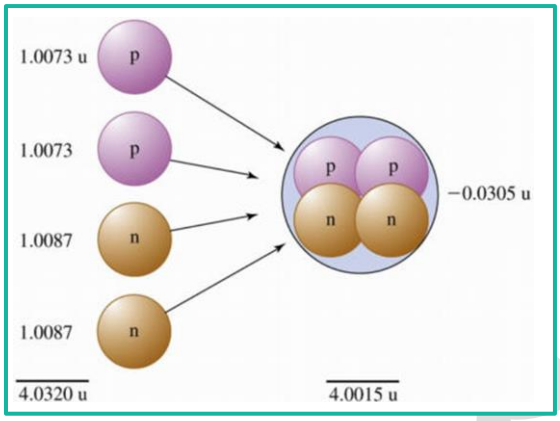
- ان البروتونات داخل النواة لا تتنافر و تبقى النواة متماسكة بسبب وجود قوة تجاذب نووية قوية تربط و تمسك بنيوكلونات النواة . وهذه القوة واحدة من القوى الأربعة الاساسية المعروفة في الطبيعة .

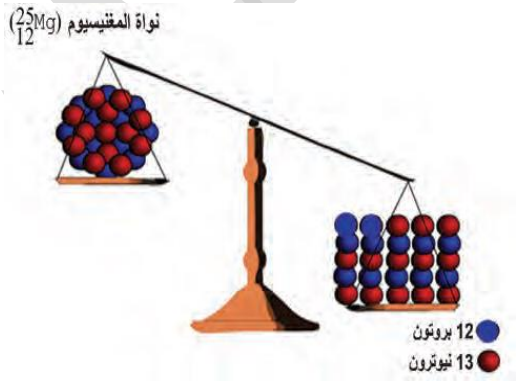
س/اذكر خواص القوة النووية .

- ١)ذات مدى قصير ٢)لا تعتمد على الشحنة . ٣) تربط و تمسك نيوكلونات النواة .
٤)من اقوى القوى في الطبيعة

س/دور ثالث/٢٠١٥/ماذا يقصد بطاقة الربط النووية ؟

- انها الطاقة المتحررة عند جمع اعداد مناسبة من البروتونات و النيوترونات لتشكيل نواة معينة (او هي الطاقة اللازمة لتفكيك النواة الى مكوناتها) .





- ان كتلة النواة لا تساوي مجموع كتل مكوناتها لو كانت منفصلة
- فهي دائما اقل من مجموع كتل مكوناتها عندما تكون منفصلة
- هذا الفرق بالكتلة (Δm) والذي يسمى بالنقص الكتلي
- و جد ان النقص الكتلي يكافئ طاقة الربط النووية (E_b)
- حسب علاقة اينشتاين في تكافؤ الكتلة و الطاقة

$$E_b = \Delta m C^2$$

- ان كتلة البروتون $(1.007276\ u)$
- ان كتلة النيوترون تساوي $(1.008665\ u)$
- ان مقدار مربع سرعة الضوء في الفراغ $c^2 = 931\ \left(\frac{MeV}{u}\right)$

- ان كتلة نواة الديوترون (^2_1H) و التي تتكون من بروتون واحد و نيوترون واحد $(2.013553\ u)$
- لو جمعنا كتلة البروتون والنيوترون
$(1.007276 + 1.008665 = 2.015941\ u)$
- نجد ان فرق الكتلة بين كتلة النواة و كتلة مكونات النواة منفصلة يكون

$(2.015941 - 2.013553 = 0.002388\ u)$

- من فرق الكتلة نستطيع ان نستخرج طاقة الربط $E_b = \Delta mC^2 = 0.002388 \times 931 = 2.223\ (MeV)$
- يعطى النقص الكتلي وفق العلاقة
- و بذلك تصبح معادلة طاقة الربط النووية
- ان حاصل قسمة طاقة الربط على العدد الكتلي تسمى معدل طاقة الربط

$$\Delta m = ZM_H + Nm_n - M$$

$$E_b = (ZM_H + Nm_n - M)\,C^2$$

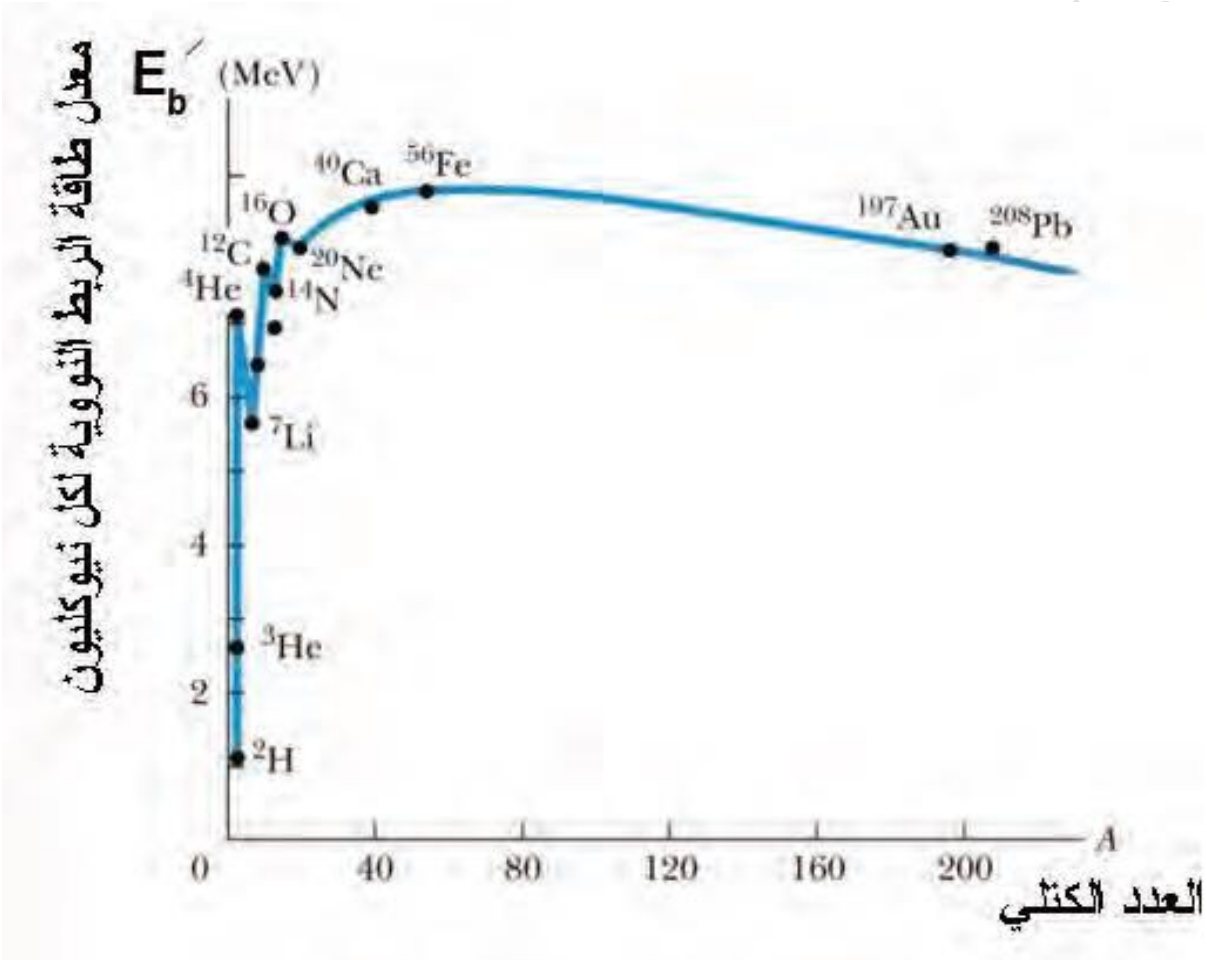
$$\acute{E}_b = \frac{E_b}{A}$$

- و حسب معادلة معدل طاقة الربط نستطيع رسم المخطط ادناه
- ان معدل طاقة الربط هي طاقة ربط كل نيوكلون بالذرة
- كلما كان مقدار $\acute{E}_b$ عاليا كانت النواة مستقرة
- كلما كان مقدار $\acute{E}_b$ قليلا كانت الذرة غير مستقرة

M_H : كتلة ذرة الهيدروجين

M: كتلة الذرة المعينة

m_n: كتلة النيوترون



- حسب الرسم اعلاه :

١. النوى الخفيفة و الثقيلة تكون قيمة $(\acute{E}_b)$ اقل من النوى المتوسطة لهذا تكون اقل استقرارا

٢. النوى المتوسطة تمتلك اعلى قيم ل $(\acute{E}_b)$ فتكون اكثر استقرارا .

٣. النوى الثقيلة تستطيع ان تصبح اكثر استقرارا اذا انشطرت الى نوى متوسطة فإنها تصبح اكثر استقرارا .
٤. النوى الخفيفة نستطيع ان تصبح اكثر استقرارا اذا اندمجت مع النوى الخفيفة لتكون نوى متوسطة و اكثر استقرارا .
٥. في كلتا الحالتين السابقتين سوف تتحرر طاقة نووية .

س/تمهيدي/٢٠١٤/كيف تستطيع النوى الخفيفة و النوى المتوسطة ان تصبح اكثر استقرارا ؟

- اذا توافرت نوى ثقيلة فتنشطر الى نوى متوسطة فتصبح اكثر استقرارا
اذا توافرت نوى خفيفة فإنها تندمج لتكون نوى اثقل اكثر استقرارا .
و في الحالتين تتحرر طاقة نووية .

س/تمهيدي/٢٠١٥/اختر الاجابة الصحيحة : (يكون معدل طاقة الربط لكل نيوكلون :

(اكبر لنوى العناصر الخفيفة ، اكبر لنوى العناصر المتوسطة ، متساوية لجميع العناصر)

مثال٣/كتاب/دور ثاني/٢٠١٦/جد طاقة الربط النووية لنواة النيتروجين $(^{14}_{7}N)$ بوحدة (MeV) . اذا علمت ان كتلة ذرة $(^{14}_{7}N)$ تساوي (14.003074 u) و كتلة ذرة الهيدروجين تساوي (1.007825 u) و كتلة النيوترون تساوي (1.008665 u) . جد ايضا معدل طاقة الربط النووية لكل نيوكلون .

$$(A = 14 \quad , \quad Z = 7 \qquad N = A - Z = 14 - 7 = 7) \qquad C^2 = 931\ MeV$$

$$E_b = (ZM_H + Nm_n - M)\,C^2 \quad \Rightarrow E_b = (7 \times 1.007825 + 7 \times 1.008665 - 14.003074) \times 931$$

$$E_b = (7.054775 + 7.60655 - 14.003074)931 = (14.115430 - 14.003074)931$$
$$= 0.112356 \times 931$$

$$E_b = 104.603\ MeV$$

$$\acute{E}_b = \frac{E_b}{A} = \frac{104.603}{14} = 7.472\,\frac{MeV}{nucleon}$$

س/دور ثاني/٢٠١٣/اختر الاجابة الصحيحة :اذا افترضنا ان طاقة الربط النووية لنواة النيتروجين $(^{14}_{7}N)$ تساوي $(104.603\ MeV)$ فان معدل طاقة الربط النووية لكل نيوكلون لنواة النيتروجين بوحدة *(MeV)* يساوي

(1046 , 2092 , 10.46 , 7.47)

س/دور ثاني/٢٠١٤/للنواة $(^{12}_{6}C)$ جد (١)النقص الكتلي بوحدة *(u)* (٢)طاقة الربط النوية بوحدة *(MeV)* علما ان كتلة ذرة $(^{12}_{6}C)$ تساوي (12 u) و $C^2 = 931\ MeV$ و كتلة ذرة الهيدروجين تساوي (1.007825 u) و كتلة النيوترون تساوي (1.008665 u)

$$Z = 6 \quad , \quad A = 12 \quad , N = A - Z = 12 - 6 = 6$$

$$\Delta m = ZM_H + Nm_n - M \quad \Rightarrow \Delta m = 6 \times 1.007825 + 6 \times 1.008665 - 12$$

$$\Delta m = 6.04695 + 6.05199 - 12 = 12.09894 - 12 \quad \Rightarrow \Delta m = 0.09894\ u$$

$$E_b = \Delta mC^2 = 0.09894 \times 931 = 92.11314\ MeV$$

س/دور ثالث/٢٠١٦/ اختر الاجابة الصحيحة من بين القوسين :اذا افترضنا ان طاقة الربط النووية لنواة الديوترون (^2_1H) تساوي *(2.223 MeV)* فان معدل طاقة الربط النووية لكل نيوكلون لنواة الديوترون بوحدات *(MeV)* يساوي :

(6.609 , 4.446 , 1.1115 , 2.223)

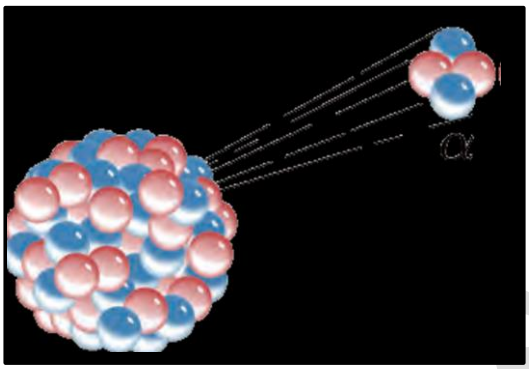
الانحلال الاشعاعي

ج ان بعض نوى العناصر تكون غير مستقرة (مشعة) و من ثم تسعى لكي تكون مستقرة من خلال انحلالها اشعاعيا .

س/دور ثاني/٢٠١٣/ما المقصود بالانحلال الاشعاعي ؟ وما انواعه الرئيسية ؟

- هو انحلال بعض النوى الغير مستقرة لكي تكون مستقرة من خلال انحلالها اشعاعيا . وهو على ثلاثة انواع : (١)انحلال الفا . (٢)انحلال بيتا . (٣)انحلال كاما .

س/دور ٣/٢٠١٥متى تعاني النواة غير المستقرة انحلال الفا التلقائي؟

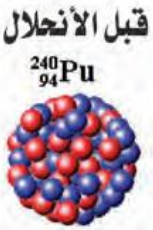


- عندما تكون كتلة النواة و حجمها كبيرين نسبيا ،و على هذا الاساس فان انبعاث جسيمة الفا يساعد النواة على الحصولعلى استقراريه اكبر عن طريق تقليص حجمها و كتلتها .

س/ما الذي يفعل انحلال جسيمة الفا للنواة الثقيلة ؟

ج يساعدها للحصول على استقراريه اكبر عن طريق تقليص حجمها و كتلتها .

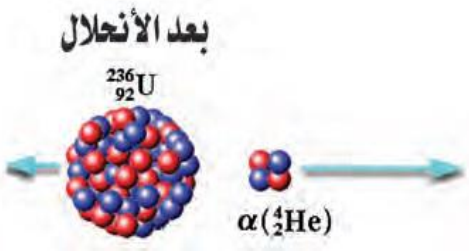
س/ما هي جسيمة الفا ؟ و مم تتكون ؟



ج هي نواة ذرة الهيليوم و تتكون من بروتونين و نيوترونين و تمثل بالرمز (^4_2He) او (α) و هي ذات شحنة موجبة .
عادة ما يطلق على النواة الاصلية قبل الانحلال بالنواة الأم و النواة الناتجة بعد الانحلال بالنواة الوليدة .

- المعادلة النووية لانحلال نواة تلقائيا بواسطة انحلال الفا

$$^A_ZX \rightarrow ^{A-4}_{Z-2}Y + ^4_2He$$



المعادلة التالية تبين معادلة نووية لنواة تعاني انحلال الفا .

$$^{240}_{94}Pu \rightarrow ^{236}_{92}U + ^4_2He$$

(النواة الأم) (النواة الوليدة) (جسيمة الفا)
(نواة البلوتونيوم) (نواة اليورانيوم)

س/ما الذي يفعله انحلال الفا في قيم العدد الذري و الكتلي للنواة الأم ؟

- ينقص العدد الكتلي بمقدار اربعة و ينقص العدد الذري بمقدار اثنين

س/ما الذي يحصل عند تغير العدد الذري للنواة بعد الانحلال ؟

- نواة العنصر تتحول الى عنصر آخر .

س/في انحلال الفا لماذا تتحول نواة العنصر الى نواة عنصر آخر ؟

- وذلك بسبب تغير العدد الذري للنواة .

س/ ماذا يطلق على النواة الاصلية قبل الانحلال و النواة الناتجة بعد الانحلال ؟

- النواة قبل الانحلال يطلق عليها النواة الام ،اما النواة بعد الانحلال يطلق عليها النواة الوليدة .

ج يمكننا ايجاد طاقة الانحلال لنواة تنحل بواسطة جسيمة الفا حسب العلاقة التالية .

Q_α طاقة انحلال الفا بوحدة (MeV)

M_p كتلة النواة الام بوحدة (u)

M_d كتلة النواة الوليدة بوحدة (u)

كتلة جسيمة الفا بوحدة (u)

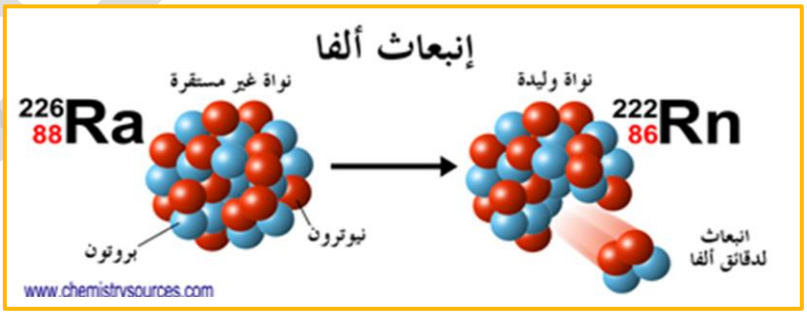
$$Q_\alpha = [M_p - M_d - M_\alpha]C^2$$

- ان الشرط اللازم لنواة تنحل تلقائيا بواسطة انحلال الفا هو ان تكون
  - قيمة طاقة الانحلال (Q_α) موجبة ، اي ان $(Q_\alpha > 0)$.
- ان جسيمة الفا سوف تمتلك سرعة و طاقة حركية اكبر من السرعة و الطاقة الحركية للنواة الوليدة و ذلك حسب قانون حفظ (الطاقة-الكتلة) و قانون حفظ الزخم الخطي

مثال/٤/كتاب/برهن على ان نواة الراديوم $(^{226}_{88}Ra)$ تحقق شرط الانحلال التلقائي الى نواة الرادون $(^{222}_{86}Rn)$ بواسطة انحلال الفا . اكتب ايضا المعادلة النووية للانحلال ،مع العلم ان الكتل الذرية لكل من

$^{226}_{88}Ra = 226.025406\ (u)$ $^{222}_{86}Rn = 222.017574\ (u)$ $^{4}_{2}He = 4.002603\ (u)$

الحل/ معادلة الانحلال هي : $^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{222}_{86}Rn + {}^{4}_{2}He$



ان شرط الانحلال التلقائي هو ان تكون قيمة طاقة الانحلال موجبة .

$Q_\alpha = [M_p - M_d - M_\alpha]C^2$

$Q_\alpha = [226.025406 - 222.017574 - 4.002603]\mathbf{931}$

بما ان الطاقة موجبة تحقق شرط الانحلال التلقائي $Q_\alpha = 0.005229 \times 931 =$ **4.868 *MeV***

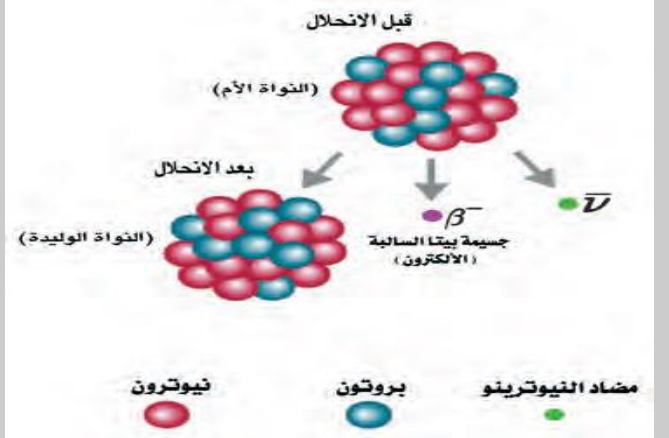
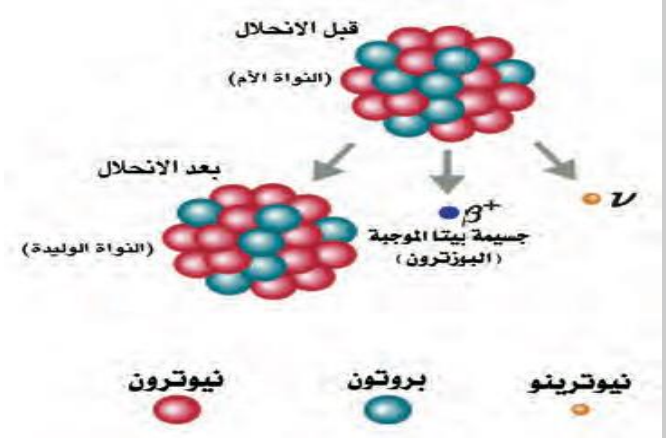
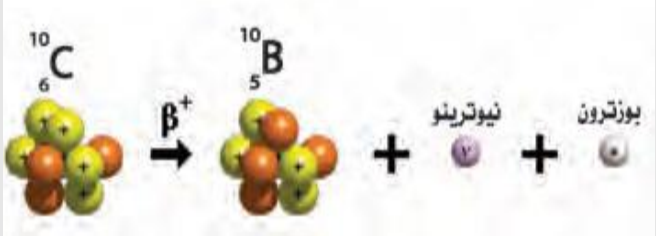
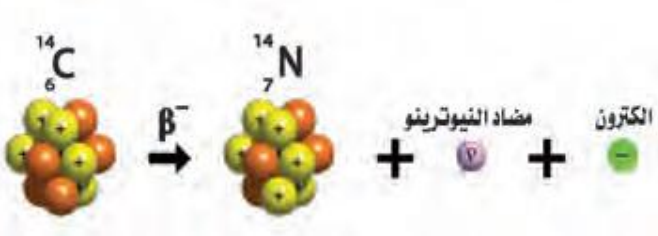
انحلال بيتا

س/ما المقصود بانحلال بيتا (β)؟

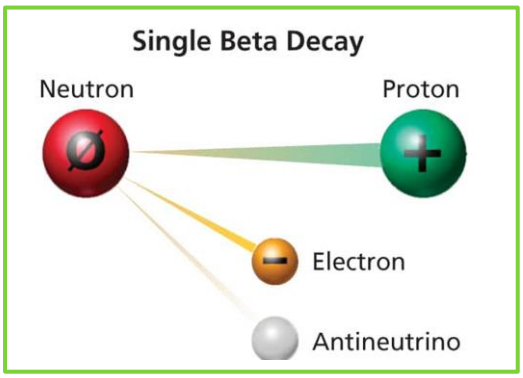
ج الانحلال الاشعاعي التلقائي الثاني و الذي من خلاله تستطيع بعض النوى الوصول الى حالة اكثر استقرارا .

س/ وزاري مكرر/ما الطرائق التي تنحل بها بعض النوى تلقائيا بانحلال بيتا (β) ؟

١)انبعاث بيتا السالبة (β^-) . ٢) انبعاث بيتا الموجبة (β^+) . ٣) الأسر الالكتروني .

انحلال بيتا السالبة	انحلال بيتا الموجبة
انبعاث جسيمة (دقيقة) بيتا السالبة (او الالكترون) و يرمز لها بالرمز (β^-) او $({}^{0}_{-1}e)$ وهي ذات شحنة سالبة $(-e)$	انبعاث جسيمة (دقيقة) بيتا الموجبة (او البوزترون) و يرمز لها بالرمز (β^+) او $({}^{0}_{+1}e)$ وهي ذات شحنة موجبة
يرافق انحلال بيتا السالبة انبعاث جسيم يسمى مضاد النيوترينو و يرمز له بالرمز $(\overline{v})$ او $({}^{0}_{0}\overline{v})$ اذ ان العدد الذري و الكتلي له صفراً	يرافق انحلال بيتا الموجبة انبعاث جسيم يسمى النيوترينو (شحنته و كتلته السكونية تساوي صفراً) و يرمز له بالرمز (v) او $({}^{0}_{0}v)$ اذ ان العدد الذري و الكتلي له صفراً
يعبر عن معادلة انحلال بيتا السالبة $({}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}p + \beta^- + {}^{0}_{0}\overline{v} \quad , (\beta^- = {}^{0}_{-1}e)$	يعبر عن معادلة انحلال بيتا الموجبة $({}^{1}_{1}p \rightarrow {}^{1}_{0}n + \beta^+ + {}^{0}_{0}v \quad , \quad (\beta^+ = {}^{0}_{+1}e)$
يحدث بسبب ان نسبة عدد نيوترونات الى عدد بروتونات هي اكبر من النسبة اللازمة لاستقرارها	يحدث بسبب ان نسبة عدد نيوترونات الى عدد بروتونات النواة هي اصغر من النسبة اللازمة لاستقرارها
	
	
$^{64}_{29}Cu \rightarrow {}^{64}_{30}Zn + \beta^- + \overline{v}$	$^{13}_{7}N \rightarrow {}^{13}_{6}C + \beta^+ + v$
$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}v$	$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{+1}e + {}^{0}_{0}v$

البوزترون : جسيم يمتلك جميع صفات الالكترون الا انه موجب الشحنة و يطلق عليه ايضا مضاد الالكترون .



س/في الانحلال النووي ، بما ان النواة لا تحتوي على الالكترون او البوزترون فكيف يمكن للنواة ان تبعث الكترونا او بوزترون ؟

١. عندما تبعث النواة الالكترون فهو ناتج من انحلال احد نيوترونات النواة الى بروتون و الكترون و مضاد النيوترينو حسب المعادلة النووية التالية :

$$_0^1n \rightarrow _1^1p + \beta^- + \overline{_0^0\nu} \quad ,(\beta^- = _{-1}^0e)$$

٢. اما عندما تبعث النواة البوزترون فهو ناتج انحلال احد بروتونات النواة الى نيوترون و بوزترون و نيوترينو . حسب المعادلة النووية التالية :

$$_1^1p \rightarrow _0^1n + \beta^+ + _0^0\nu \quad , \quad (\beta^+ = _{+1}^0e)$$

الاسر الالكتروني : هو اسر (اقتناص) النواة لأحد الالكترونات الذرية المدارية الداخلية و عند اقتناص الالكترون يتحول احد بروتونات النواة الى نيوترون فيقل العدد الذري بمقدار واحد و يرافق الاسر الالكتروني اطلاق جسيم النيوترينو حسب المعادلة النووية التالية

$$_Z^AX + _{-1}^0e \rightarrow _{Z-1}^AY + _0^0\nu$$

$$_{20}^{41}Ca + _{-1}^0e \rightarrow _{19}^{41}K + \nu$$

س/ماذا يرافق انحلال ١)بيتا السالبة ؟ ٢)انحلال بيتا الموجبة .

س/ما المقصود ب :

١. البوزترون : جسيم يمتلك جميع صفات الالكترون الا انه موجب الشحنة و يطلق عليه ايضا مضاد الالكترون .
٢. النيوترينو : جسيم يرافق انحلال بيتا الموجبة و يرمز له بالرمز (ν) او $(_0^0\nu)$ تكون شحنته و كتلته السكونية صفر .

دور اول/٢٠١٥/مضاد النيوترينو :جسيم يرافق انحلال بيتا السالبة و يرمز له بالرمز $(\bar{\nu})$ او $(\overline{_0^0\nu})$تكون شحنته و كتلته السكونية صفر .

س/ما سبب حدوث ١)انحلال بيتا السالة ؟ ٢)انحلال بيتا الموجبة ؟

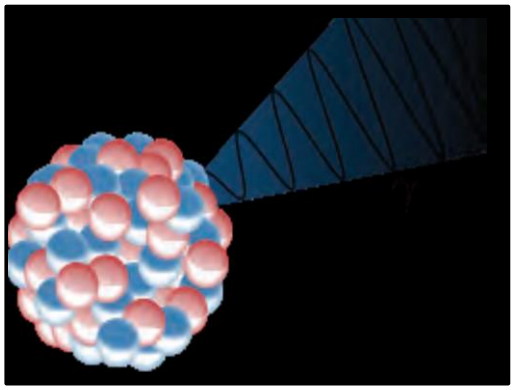
س/اذكر بعض الامثلة عن انحلال بيتا السالبة و انحلال بيتا الموجبة و الاسر الالكتروني .

س/وزاري مكرر/اختر الاجابة الصحيحة : عندما تعاني نواة انحلال بيتا الموجبة فان عددها الذري :

(يزداد بمقدار واحد ، يقل بمقدار واحد ، يقل بمقدار اربعة ، لا يتغير)

س/تمهيدي/٢٠١٤/ ما الجسيم الذي: ١)عدده الكتلي يساوي واحد و عدده الذري يساوي صفر ؟ج/ النيوترون ٢)يرافق البوزترون في انحلال بيتا التلقائي ؟ ج/ النيوترينو .

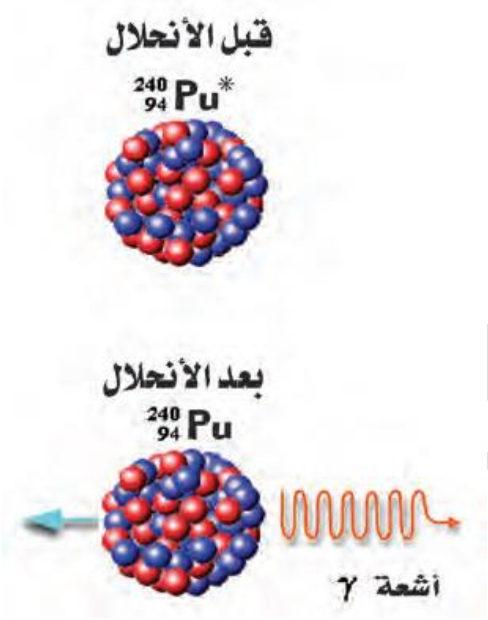
س/ وزاري مكرر/ما الجسيم الذي ١)يرافق الالكترون في انحلال بيتا السالبة التلقائي؟ ج/مضاد النيوترينو ٢)عدده الكتلي يساوي واحد و عدده الذري يساوي صفر ؟ ج/ النيوترون . ٣)يطلق عليه مضاد الالكترون ؟ ج/البوزترون .



انحلال كاما

س/ماذا يحصل لنواة عانت انحلالي الفا و بيتا و لا تزال غير مستقرة (طاقتها فائضة) ؟

ج يمكن لهذه النواة ان تتخلص من الطاقة الفائضة بواسطة انحلال كاما (وهو الانحلال الاشعاعي الثالث)و الوصول الى حالة اكثر استقرارا و ذلك بانبعاث اشعة كاما .



س/ما المقصود بأشعة كاما ؟ و كيف تنبعث من النواة ؟

ج اشعة كهرومغناطيسية (فوتونات)ذات طاقة عالية او تردد عالي كتلتها السكونية و شحنتها تساوي صفرا و يرمز لها بالرمز (γ) او $(^{0}_{0}\gamma)$ ، اذ ان العدد الذري و العدد الكتلي لها يساويان صفرا .

- تنبعث من النواة عند انتقال النواة من مستوى طاقة عال الى مستوى طاقة منخفض فان اشعة كاما (فوتون) تنبعث و تكون طاقة الفوتون تساوي فرق الطاقة بين المستويين .

معادلة انحلال كاما $^{A}_{Z}X^{*} \rightarrow {}^{A}_{Z}X + \gamma$

مثال على انحلال كاما

$$^{240}_{94}Pu^{*} \rightarrow {}^{240}_{94}Pu + {}^{0}_{0}\gamma$$

(النواة الأم) (نواة البلوتونيوم المتهيجة) — (النواة الوليدة) (نواة البلوتونيوم) — (اشعة كاما)

س/ما نوع الانحلال الذي لا يتغير فيه العدد الذري و لا العدد الكتلي ؟ ج/ انحلال كاما .

ج طاقة اشعة كاما يمكن التعبير عنها بالعلاقة $E = hf$

الجسيم	الرمز	العدد الكتلي	العدد الذري	الشحنة
البروتون	$(_1^1H\ ,P\ ,_1^1P)$	1	1	+
النيوترون	$(n\ ,_0^1n)$	1	0	متعادل
الفا	$(\alpha\ ,_2^4He)$	4	2	+
بيتا السالبة	$(_{-1}^0e\ ,\beta^-)$	0	0	-
بيتا الموجبة	$(_{+1}^0e\ ,\beta^+)$	0	0	+
النيوترينو	$(_0^0\nu\ ,\nu)$	0	0	بدون شحنة
مضاد النيوترينو	$(\overline{_0^0\nu}\ ,\bar{\nu})$	0	0	بدون شحنة
كاما	$(_0^0\gamma\ ,\gamma)$	0	0	بدون شحنة

س/ماذا يحصل لكل من العدد الذري و العدد الكتلي للنواة بعد انحلال :

١. الفا ؟ ج/ العدد الكتلي ينقص بمقدار اربعة و الذري ينقص بمقدار اثنين .
٢. بيتا السالبة ؟ ج/العدد الكتلي لا يتغير و العدد الذري يزداد بمقدار واحد .
٣. بيتا الموجبة ؟ ج/العدد الكتلي لا يتغير و العدد الذري ينقص بمقدار واحد .
٤. الاسر الالكتروني ؟ ج/العدد الكتلي لا يتغير و العدد الذري ينقص بمقدار واحد .
٥. كاما ؟ العدد الكتلي لا يتغير و العدد الذري لا يتغير .

س/دور اول/٢٠١٤/علل/علل تنبعث اشعة كاما تلقائيا من بعض العناصر المشعة .

ج للتخلص من الطاقة الزائدة فتتحول النواة من مستوى الطاقة المتهيج الى مستوى الطاقة المستقر بانبعاث فوتون اشعة كاما طاقته تساوي فرق الطاقة بين مستوى الطاقة المتهيج و مستوى الطاقة الارضي

التفاعلات النووية

س/هل يمكننا ان نغير من تركيب النواة عند قذفها بجسيمات نووية ذات طاقة معينة ؟

ج نعم يمكن ذلك ،اذ اول من برهن على حدوث هذا التفاعل النووي المحتث هو العالم رذرفورد حسب المعادلة النووية التالية

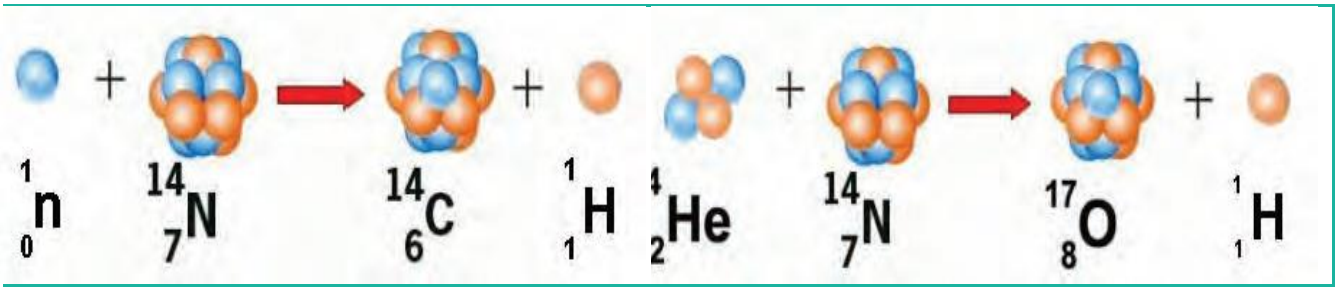
$$_2^4He + _7^{14}N \rightarrow _8^{17}O + _1^1H$$

(جسيمة الفا) (نواة النيتروجين) (نواة الاوكسجين) (بروتون)

س/ما المقصود بالتفاعل النووي ؟ ج/هو التفاعل الذي يحدث تغييرا في خصائص و تركيب النواة .

❖ في حال المعادلات النووية يجب ان يكون مجموع الاعداد الذرية و الكتلية متساويين في طرفي معادلة التفاعل .

عند قصف نواة النيتروجين بجسيمة الفا فإننا نحصل على نواة الهيدروجين و بروتون	عند قصف نواة النيتروجين بواسطة نيوترون فإننا نحصل على نواة الكاربون و بروتون



س/وزاري مكرر/ما القوانين التي يجب ان تتوفر في المعادلات النووية ؟

ج ١)قانون حفظ (الطاقة – الكتلة) . ٢)قانون حفظ الزخم الخطي .
٣)قانون حفظ الزخم الزاوي . ٤)قانون حفظ عدد النيوكلونات (حفظ العدد الكتلي)

طاقة التفاعل النووي

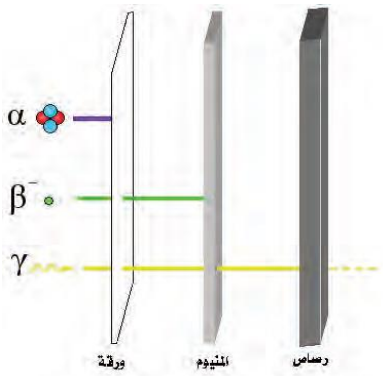
❖ يمكن ايجاد قيمة طاقة التفاعل النووي (Q) على النحو الاتي :
❖ نفترض ان تفاعلا نوويا تقذف فيه نواة الهدف (X) و التي كتلتها (M_X)
❖ بالجسيم الساقط (a) و الذي كتلته (M_a)
❖ لينتج نواة (Y) و التي كتلتها (M_y) و الجسيم (b) و الذي كتلته (M_b) .
❖ عندها يمكن التعبير عن هذا التفاعل بالمعادلات النووية الآتية :

$$a + X \rightarrow Y + b$$

❖ قيمة طاقة التفاعل النووي (Q) يمكن ايجادها بالعلاقة

$$Q = [M_a + M_x - M_y - M_b]C^2 \quad \text{او} \quad Q = [(M_a + M_x) - (M_y + M_b)]C^2$$

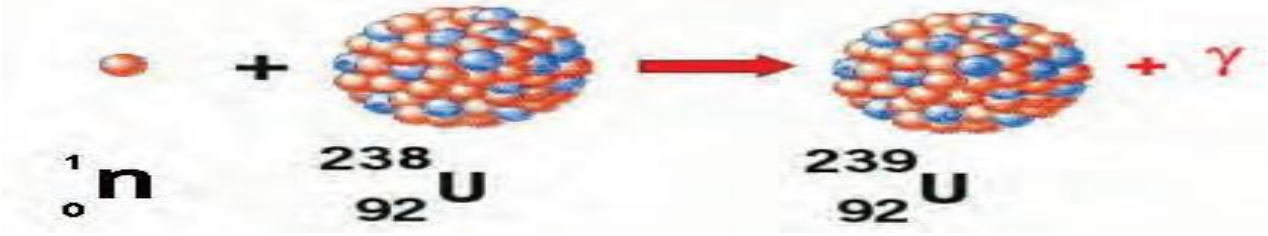
❖ تقاس الكتل الذرية بوحدة (u) فان $\left(C^2 = 931 \frac{MeV}{u}\right)$ و تكون وحدة (Q) هي (MeV)
❖ اذا كانت قيمة (Q) موجبة ، $(Q > 0)$ فان التفاعل النووي يسمى بالتفاعل المحرر للطاقة .
❖ اذا كانت قيمة (Q) سالبة ، $(Q < 0)$ فان التفاعل النووي يسمى بالتفاعل الماص للطاقة .
❖ ان جسيمات الفا لها القدرة الاكبر على تأيين المواد تليها جسيمات بيتا السالبة و الاقل منها قدرة هي اشعة كاما .



❖ اما من ناحية اختراق المواد فإن اشعة كاما لها القدرة الاكبر على اختراق المواد تليها جسيمات بيتا السالبة و الاقل منها قدرة هي جسيمات الفا .
❖ تنحرف جسيمات الفا بتأثير المجال الكهربائي او المجال المغناطيسي باتجاه يدل على انها موجبة الشحنة
❖ تنحرف جسيمات الفا باتجاه يدل على انها سالبة الشحنة .
❖ لا تنحرف اشعة كاما بتأثير المجال الكهربائي او المغناطيسي .

س/ما نوع التفاعل الذي تكون طاقته

١) اكبر من الصفر ؟ ج/تفاعل محرر للطاقة . ٢)اقل من الصفر ؟ ج/تفاعل ماص للطاقة .



س/د ١/٢٠١٤/علل/تعد النيوترونات قذائف مهمة في التفاعلات النووية

ج لان شحنة النيوترون تساوي صفرا وهو بذلك يستطيع ان يدخل الى النواة بسهولة جدا و ذلك لعدم وجود قوة كولوم الكهربائية التنافرية بينه و بين النواة .

س/وزاري مكرر/اختر الاجابة الصحيحة من بين القوسين : في التفاعل الآتي : $^{4}_{2}He + {}^{9}_{4}Be \rightarrow {}^{A}_{6}C + {}^{1}_{0}n$ تكون قيمة (A) تساوي (13 , 12 , 9 , 5)

س/دور ثاني/٢٠١٥/اكمل المعادلات النووية الآتية : $^{226}_{88}Rn \rightarrow$ ؟ $+ {}^{12}_{6}C \rightarrow {}^{12}_{6}C$

ج $^{226}_{88}Rn \rightarrow {}^{222}_{86}Rn + {}^{4}_{2}He$ $^{12}_{6}C^{*} \rightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{0}_{0}\gamma$

س/دور ثالث/٢٠١٥/اكمل المعادلات النووية الآتية : $^{2}_{1}H + {}^{9}_{4}Be \rightarrow$ ؟ $+ {}^{41}_{19}K \rightarrow {}^{41}_{20}C + {}^{0}_{-1}e$

ج $^{2}_{1}H + {}^{9}_{4}Be \rightarrow {}^{7}_{3}Li + {}^{4}_{2}He$ $^{41}_{20}C + {}^{0}_{-1}e \rightarrow {}^{41}_{19}K + {}^{0}_{0}\gamma$

س/دور ثالث ٢٠١٦/اكمل المعادلات النووية الآتية : $^{240}_{94}Pu \rightarrow {}^{236}_{92}U +$ ؟

ج $^{240}_{94}Pu \rightarrow {}^{236}_{92}U + {}^{4}_{2}He$

س/ما قيمة (A) في التفاعل النووي الآتي $^{4}_{2}He + {}^{14}_{7}N \rightarrow {}^{A}_{8}O + {}^{1}_{1}H$ ج/ 17 .

مثال/٥/كتاب/ في التفاعل الاتي : $^{4}_{2}He + {}^{14}_{7}N \rightarrow {}^{17}_{8}O + {}^{1}_{1}H$ جد قيمة طاقة التفاعل النووي بوحدة (MeV)ثم بين نوعية التفاعل مع العلم ان الكتل الذرية لكل من

$^{1}_{1}H = 1.007825\ (u)$ $^{4}_{2}He = 4.002603\ (u)$ $^{17}_{8}O = 16.999132\ (u)$ $^{14}_{7}N = 14.003074\ (u)$

الحل/

$$^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{14}_{7}\mathrm{N} \rightarrow {}^{17}_{8}\mathrm{O} + {}^{1}_{1}\mathrm{H}$$

(الجسيم المقذوف او الساقط) (النواة الهدف) (النواة الناتجة) (الجسيم الناتج)

(a) (X) (Y) (b)

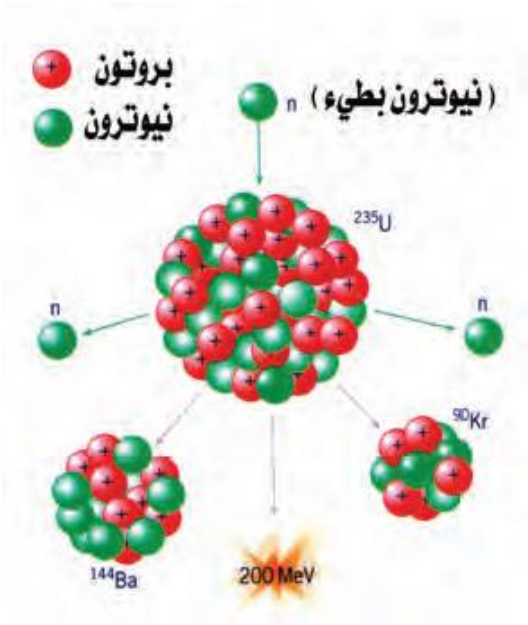
(جسيمة الفا) (نواة النيتروجين) (نواة الاوكسجين) (جسيم البروتون)

$$Q = [M_a + M_x - M_y - M_b]C^2$$

$$Q = [4.002603 + 14.003074 - 16.999132 - 1.007825] \times 931$$

$$Q = -0.001280 \times 931 \quad \Rightarrow \quad Q = -1.192\ (MeV)$$

بما ان قيمة (Q) هي سالبة اذا التفاعل ماص للطاقة .



الانشطار النووي

الانشطار النووي : هو تفاعل نووي تنقسم فيه نواة ثقيلة الى نواتين متوسطتين بالكتلة و ذلك عن طريق قصف هذه النواة الثقيلة بواسطة نيوترون بطيء . و هو نيوترون طاقته صغيرة حوالي (0.025 eV)

س/ما نتيجة الانشطار النووي ؟

ج نوى جديدة مشعة فضلا عن طاقة هائلة .

س/من اين تأتي الطاقة الهائلة الناتجة عن الانشطار النووي ؟

ج تأتي من حقيقة كون ان مجموع الكتل الناتجة هي اقل من مجموع الكتل المتفاعلة اذ تتحول الكتلة المفقودة الى طاقة هائلة وفق معادلة تكافؤ (الكتلة - الطاقة) .

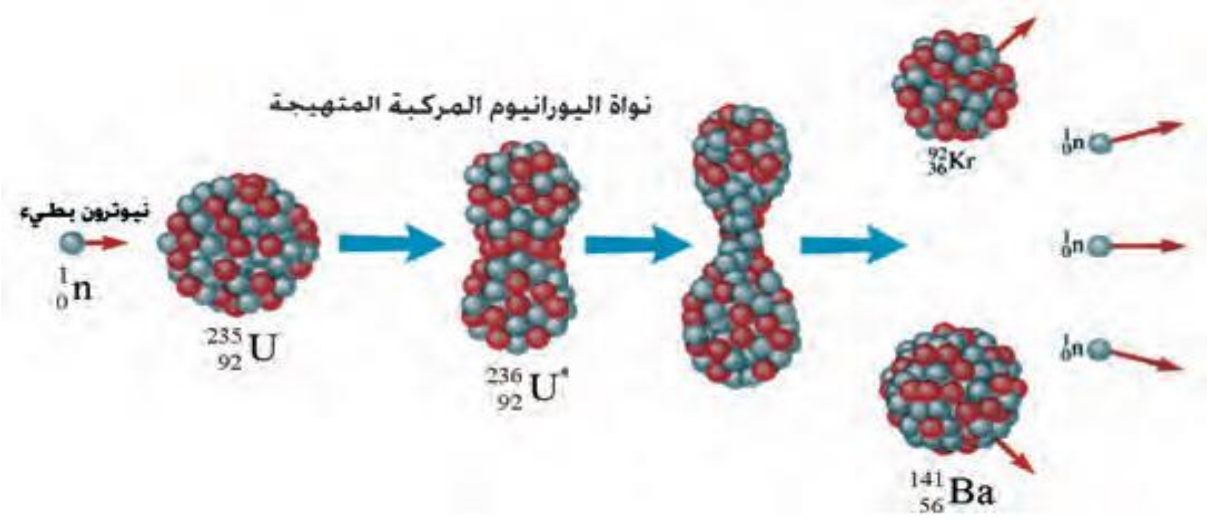
- تتحرر طاقة مقدارها نحو(200 MeV) عند انشطار نواة واحدة فقط من اليورانيوم $(^{235}_{92}U)$
- ان الطاقة المتحررة من الانشطار النووي هي اكثر بكثير من الطاقة المتحررة من التفاعلات الكيميائية .
- احد الامثلة المحتملة على تفاعلات انشطار نواة اليورانيوم $(^{235}_{92}U)$ بواسطة نيوترون بطيء الشكل التالي. $^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \rightarrow {}^{236}_{92}U^{*} \rightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{92}_{36}Kr + 3{}^{1}_{0}n$

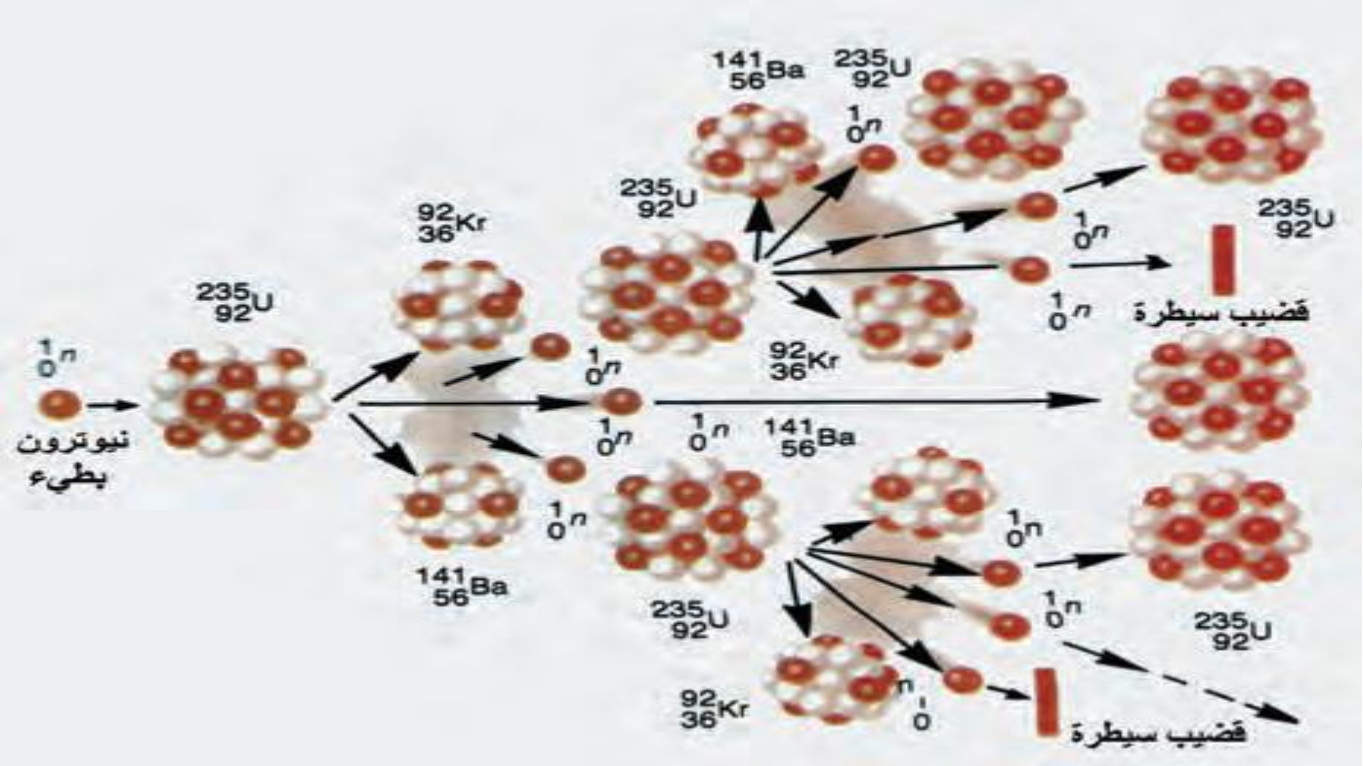
التفاعل النووي المتسلسل

هو التفاعل الذي يجعل عملية انشطار نوى اليورانيوم $(^{235}_{92}U)$ و غيرها من النوى القابلة للانشطار ان تستمر بالتفاعل النووي المتسلسل

س/ت/٢٠١٣ماذا يحصل اذا لم يسيطر على التفاعل النووي المتسلسل؟

- سوف يؤدي الى انفجار عنيف مدمر مع انبعاث كمية هائلة من الطاقة .





س/ت/٢٠١٤/علل/تعد النيوترونات قذائف مهمة في التفاعلات النووية .

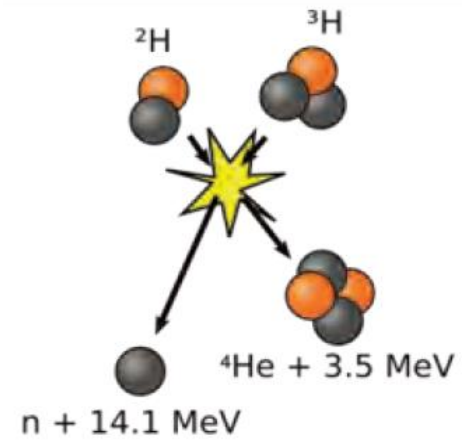
- لان شحنة النيوترون تساوي صفر وهو بذلك يستطيع ان يدخل الى النواة بسهولة جداً (اكثر بكثير من جسيمات الفا او البروتونات)و ذلك لعدم وجود قوة كولوم التنافرية بينه و بين النواة .

س/على اي اساس صنعت القنبلة النووية ؟

- على اساس ان التفاعل النووي المتسلسل يؤدي الى انشطار عنيف مدمر مع انبعاث كمية هائلة من الطاقة .

س/ما المقصود بالمفاعل النووي ؟

ج مجموعة من المنظومات التي تسيطر على التفاعل النووي الانشطاري المتسلسل للوقود النووي و الطاقة الناتجة منه .



س/من اين للشمس كل هذه الطاقة الهائلة ؟

ج هذه الطاقة ناتجة من تفاعل نووي يسمى الاندماج النووي

الاندماج النووي : تفاعل نووي تندمج فيه نواتان صغيرتان لتكوين نواة اثقل . وتكون كتلة النواة الاثقل اقل من مجموع كتلتي النواتين الخفيفتين الأصليتين ،وفرق الكتلة يتحول الى طاقة متحررة وفق علاقة اينشتاين في تكافؤ (الكتلة – الطاقة) .

س/ما هي العمليات و التفاعلات النووية الرئيسية لإنتاج الطاقة الهائلة للشمس؟

ج العمليات الرئيسية هي :سلسلة عمليات او تفاعلات اندماج ذرات الهيدروجين الاعتيادي (البروتونات) لتوليد نواة الهليوم (^4_2He) . ويحرر الاندماج النووي طاقة اكبر من الطاقة التي يحررها الانشطار النووي .

❖ ان هذه الحقيقة طبقت عسكريا عند انتاج القنبلة الاندماجية و التي تسمى ايضا بالقنبلة الهيدروجينية

س/ماذا يطلق على التفاعل النووي الاندماجي المسيطر عليه ؟ و هل يمكن تحقيقه عمليا ؟

ج يطلق عليه بمصدر الطاقة الذي قد لا ينضب **لان** مصدر الوقود النووي المستعمل (الهيدروجين) و هو متاح و ميسر وهو الماء المتوفر بكثرة في الكرة الارضية .

س/علل/يعد الاندماج النووي مصدرا للطاقة النظيفة نوعا ما ؟

ج لان الهليوم هو ناتج غير مشع اي بعكس النواتج المشعة و التي تحدث عادة في عملية الانشطار النووي .

س/قارن بين الطاقة التي يحررها الانشطار النووي و الطاقة التي يحررها الاندماج النووي .

ج الطاقة التي يحررها الاندماج النووي اكبر من الطاقة التي يحررها الانشطار النووي لكتل متساوية من الوقود النووي .

س/هل القنبلة الهيدروجينية من التفاعلات النووية المسيطر عليها ام من التفاعلات الاندماجية غير المسيطر عليها ؟

ج من التفاعلات الاندماجية غير المسيطر عليها .

س/ايهما اكثر خطرا و اشد فتكا القنبلة النووية (الانشطارية) ام القنبلة الهيدروجينية (الاندماجية) ؟

ج القنبلة الاندماجية اكثر خطرا و اشد فتكا لان طاقة الاندماج اكبر من طاقة الانشطار .

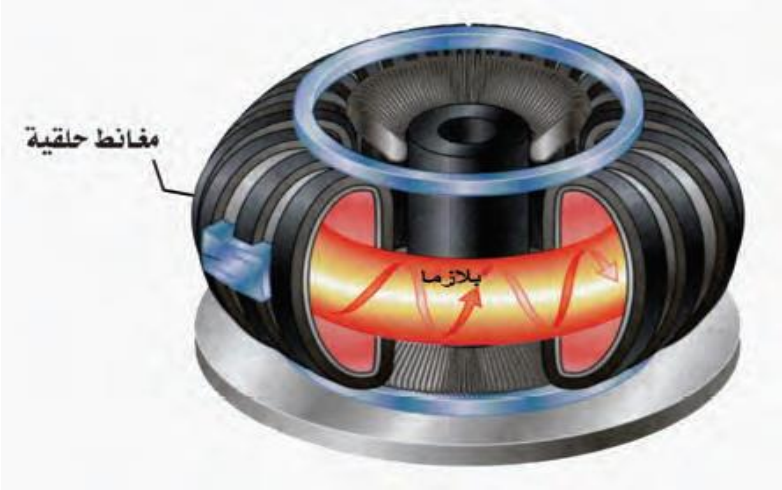
س/ماذا يتطلب لأجل اعطاء البروتونات و النوى المتفاعلة طاقة كافية للتغلب على قوة كولوم الكهربائية التنافرية ؟

ج يتطلب رفع درجة حرارة التفاعل النووي الى درجة حرارة عالية جدا (حوالي 10^8 K) حيث يصبح الوسط المعول عليه في مثل هذه الدرجات العالية هو ما يسمى البلازما و لكن لا توجد مادة معروفة في الوقت الحاضر لها القدرة على تحمل مثل هذه الحرارة العالية جدا .

س/كيف يسعى العلماء و الباحثون الى ابتكار طرق جديدة لاحتواء البلازما المتفاعلة و اللازمة للاندماج النووي ؟

ج باستعمال المجال المغناطيسي لحصر البلازما داخل حاوية و لكن بعيدا عن جدرانها (مثل جهاز التوكاماك) ولو امكن التوصيل الى تفاعل نووي اندماجي مسيطر عليه لأصبحت المفاعلات النووية من اهم مفاعلات المستقبل ؟

س/ما المقصود بجهاز التوكاماك ؟ و ما الفائدة العملية منه ؟



ج جهاز يتم فيه استعمال المجال المغناطيسي لحصر البلازما داخل حاوية و لكن بعيدا عن جدرانها الفائدة العملية منه : احتواء البلازما المتفاعلة و اللازمة للاندماج النووي .

س/تمهيدي/٢٠١٣/اختر الاجابة الصحيحة من بين القوسين

(في الفيزياء النووية تسمى عملية اندماج نواتين صغيرتين (خفيفتين بالكتلة) لتكونين نواة اثقل :

(انشطار نووي ، عملية الاسر الالكتروني ، انحلال بيتا الموجبة ، اندماج نووي)

مخاطر و فوائد الاشعاع النووي

س/ما هي مصادر الاشعاع النووي ؟ عددها .

١. **مصادر الاشعاع النووي الخلفي الطبيعي :** و تشتمل على الاشعة الكونية ، و الاشعاع النووي من القشرة الارضية ، و كذلك النشاط الاشعاعي في جسم الانسان .
٢. الاشعاع النووي الاصطناعي : و منها المصادر النووية المشعة المستعملة في الطب لغرض التشخيص و العلاج ، النفايات النووية المشعة ،الغبار النووي المتساقط من اختبارات الاسلحة النووية ، الاشعاعات النووية المنتجة من المفاعلات النووية ، واستعمال المصادر النووية المشعة في البحوث و الدراسات .

س/دور اول/٢٠١٥/وضح اهم استعمالات الإشعاع النووي و الطاقة النووية .

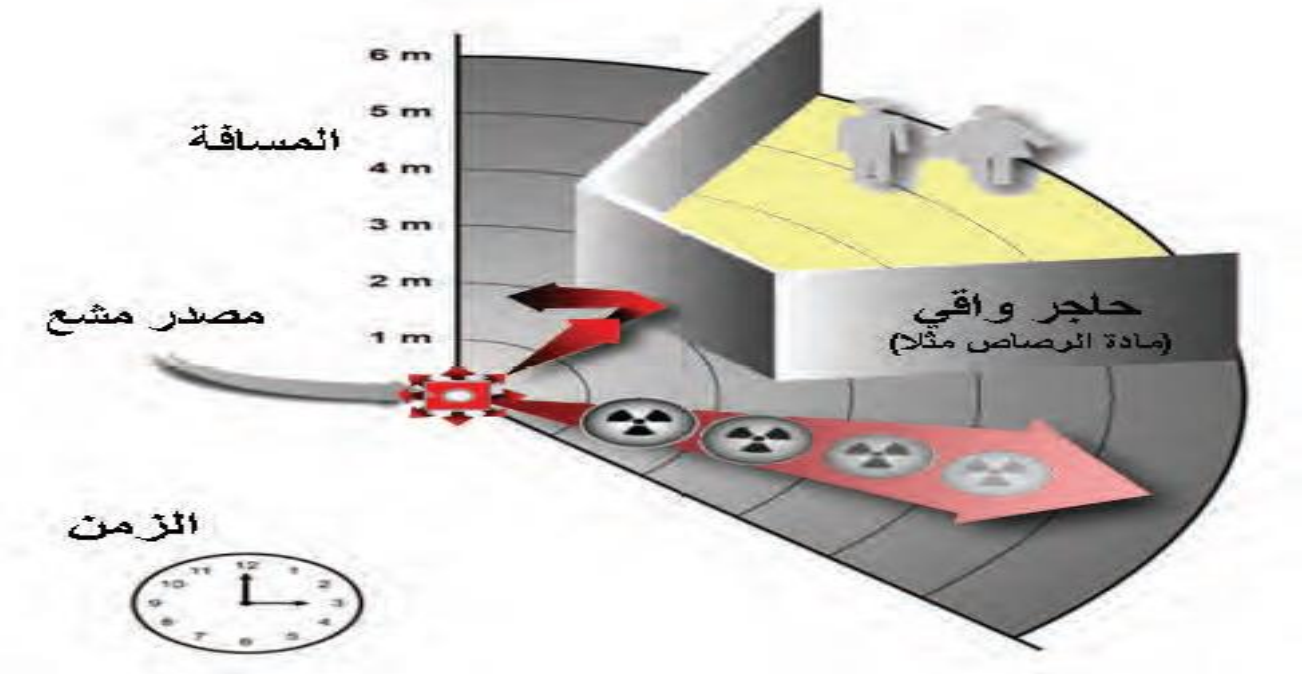
١. **في المجال الطبي :** مثل استعمال الاشعاع النووي و الطاقة النووية للقضاء على بعض الامراض .
٢. في المجال الزراعي : تستعمل لدراسة فسلجه النباتات و حفظ المواد الغذائية .
٣. **في المجال الصناعي** :تستعمل في تسيير المركبات الفضائية و كذلك تسيير بعض السفن و الغواصات

س/وزاري مكرر/ما تأثير و مخاطر الاشعاع النووي على جسم الانسان ؟

ج تعتمد درجة و نوع الضرر الذي يسببه الاشعاع النووي على عدة عوامل منها نوع الاشعاع و طاقة الاشعاع ، و العضو المعرض للإشعاع
اذ ينتج التلف الاشعاعي في جسم الانسان في المقام الاول من تأثير التأين في خلايا الجسم المختلفة و يؤدي الضرر في خلايا الجسم الاعتيادية مثل التهاب الجلد
او تأثيرات متأخرة مثل مرض السرطان .
اما الاضرار التي تحدث في الخلايا التناسلية فيمكن ان يؤدي الى حدوث ولادات مشوهة و يمكن ان تنتقل الى الاجيال اللاحقة .

س/ما الإجراء الاحترازي اللازم اتخاذه لكي نقي انفسنا من مخاطر الاشعاع النووي الخارجي الذي قد يمكن ان نتعرض له اضطراريا ؟

ج يجب ابقاء التعرض اقل ما يمكن ، ويمكننا تحقيق ذلك:
a) تقليل زمن التعرض للإشعاع اقل ما يمكن .
b) الابتعاد عن مصدر الاشعاع اكثر ما يمكن .
c) استعمال الحواجز الواقية و الملائمة بين الانسان و مصدر الاشعاع



س/وزاري مكرر/ما هي التطبيقات و الاستعمالات المفيدة و السليمة للإشعاع النووي و الطاقة النووية

a) في المجال الطبي :يمكن استعمال الاشعاع النووي و الطاقة النووية في القضاء على بعض الكائنات المرضية التي تسبب بعض الامراض كالفايروسات و كذلك في تعقيم بعض المستلزمات الطبية .
b) في المجال الزراعي : في دراسة فسلجة النبات و تغذية و حفظ المواد الغذائية .
c) **في المجال الصناعي :**في تسيير المركبات الفضائية ،كذلك في تسيير السفن البحرية و الغواصات .
كما ان هناك الكثير من التطبيقات المفيدة الاخرى للإنسان و في مختلف مناحي الحياة .

اسئلة الفصل

س١ اختر العبارة الصحيحة لكل مما يأتي :

١. نصف قطر النواة يتغير تغيراً :

a) طردياً مع $\left(A^{\frac{1}{3}}\right)$. b) عكسياً مع $\left(A^{\frac{1}{3}}\right)$. c) طردياً مع (A^3) . d) عكسيا مع (A^3)

٢. يكون معدل طاقة الربط النووية لكل نيوكلون :

a) اكبر لنوى العناصر الخفيفة . b) اكبر لنوى العناصر الثقيلة .
c) متساوية لجميع نوى العناصر . d) اكبر لنوى العناصر المتوسطة.

٣. كل مما يلي من خصائص القوة النووية ما عدا :

a) تربط و تمسك بنيوكلونات النواة . b) لا تعتمد على الشحنة .
c) ذات مدى طويل جداً . d) الأقوى في الطبيعة .

٤. اذا افترضنا ان طاقة الربط النووية لنواة النيون $(^{20}_{10}Ne)$ تساوي (161 MeV) فأن معدل طاقة الربط النووية لكل نيوكلون لنواة النيون بوحدة (MeV) يساوي :

a) 8.05 . b) 16.1 . c) 3220 . d)1610 .

٥. تنحل نواة نظير البولونيوم $(^{218}_{84}Po)$ تلقائيا الى نواة نظير الرصاص $(^{214}_{82}Pb)$ بواسطة انحلال :

a) كاما . b) بيتا السالبة . c) بيتا الموجبة . d) الفا .

٦. عندما تعاني نواة تلقائيا انحلال بيتا الموجبة فان عددها الذري .

a) يزداد بمقدار واحد . b) يقل بمقدار واحد . c) يقل بمقدار اربعة . d) لا يتغير

٧. في التفاعل النووي التالي : $^4_2He + {}^9_4Be \rightarrow {}^A_6C + {}^1_0n$

تكون قيمة (A) تساوي a)13 b)12 c) 5 d) 6

٨. في الفيزياء النووية تسمى عملية اندماج نواتين صغيرتين (خفيفتين بالكتلة) لتكوين نواة اثقل :

a) انشطار نووي . b) اسر الكتروني . c) انحلال بيتا الموجبة . d) اندماج نووي .

٩. من مصادر الاشعاع النووي الخلفي الطبيعي هي :

a) الغبار المتساقط من اختبارات الاسلحة النووية . b) الاشعة الكونية .

c) الاشعاعات النووية الناتجة من المفاعلات النووية . d) ولا واحدة منها .

١٠. تتم عملية الانشطار النووي لنواة اليورانيوم $(^{235}_{92}U)$ باستعمال .

a) بروتون ذو طاقة صغيرة . b) جسيمة الفا ذات طاقة صغيرة .

c) نيوترون بطيء . d) لا شيء مما سبق .

س٢ ما المقصود بكل مما يأتي :

(البوزترون ، الانشطار النووي ، طاقة الربط النووية ، التفاعل النووي المتسلسل ، الاندماج النووي ، المفاعل النووي) تجد الاجوبة في الملزمة .

س٣ ما الجسيم الذي :

a) عدده الكتلي يساوي واحد و عدده الذري يساوي صفراً ؟ ج/ النيوترون .

b) يطلق عليه مضاد الالكترون ؟ ج/ البوزترون .

c) يرافق الالكترون في انحلال بيتا السالبة التلقائي . ج/مضاد النيوترينو .

d) يرافق الالكترون في انحلال بيتا السالبة التلقائي . ج/ النيوترينو .

س٤ ما الشرط اللازم لنواة تنحل تلقائيا بواسطة انحلال الفا ؟

ج/ان تكون قيمة طاقة الانحلال (Q_α) موجبة اي ان $(Q_\alpha > 0)$.

س٥ علل ما يلي :

a) تنبعث اشعة كاما تلقائيا من نوى بعض العناصر المشعة .

b) تعد النيوترونات قذائف مهمة في التفاعلات النووية .

ابحث عن الجواب في الملزمة ...

س٦ ما الطرائق التي تنحل بها بعض النوى تلقائيا بانحلال بيتا ؟
ج/
١. انبعاث جسيمة بيتا السالبة (الالكترون)
٢. انبعاث جسيمة بيتا الموجبة (البوزترون)
٣. عملية الاسر الالكتروني .

س٧ بما ان النواة اساساً لا تحتوي على الالكترون فكيف يمكن للنواة ان تبعث الكتروناً ؟
ابحث عن الجواب في الملزمة ...

س٨ ما قوانين الحفظ التي يجب ان تتحقق التفاعلات النووية ؟
ابحث عن الجواب في الملزمة ...

س٩ اكمل المعادلات النووية التالية :

a) ${}_1^2H + {}_4^9Be \rightarrow {}_3^7Li + ?$ ج/ ${}_2^4He$.

b) ${}_6^{12}C^* \rightarrow {}_6^{12}C + ?$ ج/ ${}_0^0\gamma$.

c) ${}_{27}^{56}Co \rightarrow {}_{26}^{56}Fe + ? + v$ ج/ ${}_{+1}^{0}e$.

d) ${}_0^1n \rightarrow ? + ? + ?$ ج/ ${}_0^1n \rightarrow {}_{-1}^{0}e + {}_1^1p + \overline{{}_0^0v}$

س١٠ من اين تأتي الطاقة الهائلة من عملية الانشطار النووي ؟
ابحث عن الجواب في الملزمة ...

س١١ ماذا يحصل اذا لم تتم السيطرة على التفاعل النووي المتسلسل ؟
ابحث عن الجواب في الملزمة ...

س١٢ نواة اليورانيوم ${}_{92}^{235}U$ انحلت بواسطة انحلال الفا التلقائي فتحولت الى نواة الثوريوم (Th) ثم انحلت نواة الثوريوم بواسطة انحلال بيتا السالبة التلقائي و تحولت الى نواة (X) ثم انحلت نواة (X) بواسطة انحلال بيتا السالبة التلقائي و تحولت الى نواة $(\acute{X})$.

a) اكتب المعادلات النووية الثلاث لهذه الإنحلالات النووية بالتسلسل .

b) حدد اسم النواة $(\acute{X})$.

الجواب /

a)

1. $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$
2. $^{234}_{90}Th \rightarrow {}^{234}_{91}X + {}^{0}_{-1}e + \overline{{}^{0}_{0}\nu}$
3. $^{234}_{91}X \rightarrow {}^{234}_{91}\acute{X} + {}^{0}_{-1}e + \overline{{}^{0}_{0}\nu}$

b) بما ان للنواة $^{234}_{91}\acute{X}$ العدد الذري (92) وهو نفس العدد الذري لنواة اليورانيوم $^{235}_{92}U$ ، نستنتج ان النواة $^{234}_{91}\acute{X}$ هي نظير لنواة اليورانيوم $^{235}_{92}U$.

س١٣ ما العمليات و التفاعلات النووية الرئيسية لإنتاج الطاقة الهائلة في الشمس ؟
ابحث عن الجواب في الملزمة ...

س١٤ ماذا نعني بقولنا (غالباً ما يطلق على التفاعل النووي الاندماجي المسيطر عليه بمصدر الطاقة الذي لا ينضب) .
ابحث الجواب في الملزمة .

س١٥ ما العائق الرئيسي للحصول على طاقة مفيدة من الاندماج النووي ؟
ج/وجود قوة كولوم الكهربائية التنافرية الكبيرة بين البروتونات و النوى المتفاعلة عندما تكون المسافة بينهم قصيرة .

س١٦ م ا تأثير و مخاطر الإشعاع النووي على جسم الانسان ؟ وضح ذلك .
ابحث عن الجواب في الملزمة ...

س١٧ ما الإجراء الاحترازي اللازم اتخاذه لكي نقي انفسنا من مخاطر الإشعاع النووي الخارجي الذي قد نتعرض له اضطراريا ؟ وضح ذلك .
ابحث عن الجواب في الملزمة ...

إستفد :

كتلة ذرة الهيدروجين $1.007825\,(u) = \left({}_{1}^{1}H\right)$

كتلة ذرة الهيليوم $4.002603\,(u) = \left({}_{2}^{4}He\right)$

كتلة النيوترون $= 1.008665\,(u)$

$$1u = 1.66\times10^{-27}\,(kg) \quad , \quad h = 6.63\times10^{-34}\,(J.s)$$

$$c = 3\times10^{8}\,(m/s) \quad , \quad e = 1.6\times10^{-19}\,(C)$$

$$1eV = 1.6\times10^{-19}\,(J)$$

س١ وضع وقود نووي داخل مفاعل نووي ، وبعد حدوث التفاعل النووي كان النقص في كتلته الذي تحول الى طاقة نووية يساوي (0.25 g) . جد مقدار الطاقة النووية الناتجة بوحدة (MeV) .

س٢ للنواة $\left({}_{26}^{56}Fe\right)$ جد : a) مقدار شحنة النواة . b)نصف قطر النواة بوحدة (m) ثم بوحدة (F) .

c) حجم النواة مقدراً بوحدة (m^3) . علماً ان $\left(\sqrt[3]{7} = 1.913\right)$.

س٣ اذا علمت ان نصف قطر نواة البولونيوم $\left({}_{84}^{216}Po\right)$ يساوي ضعف نصف قطر نواة مجهولة (X) . جد العدد الكتلي للنواة المجهولة .

س٤ جد طاقة الربط النووية لنواة $\left({}_{52}^{126}Te\right)$ مقدرة بوحدة (MeV) أولا . و بوحدة (J) ثانياً . اذا علمت ان كتلة ذرة $\left({}_{52}^{126}Te\right)$ تساوي (125.9033222 u) .

س٥ للنواة $\left({}_{6}^{12}C\right)$ جد : a) النقص الكتلي مقدرا بوحدة (u) .

b) طاقة الربط مقدرة بوحدة (MeV) . c) معدل طاقة الربط لكل نيوكلون مقدرة بوحدة (MeV) .
علما ان كتلة ذرة $\left({}_{6}^{12}C\right)$ تساوي (12 u) .

س٦ اي النواتين الآتيتين تمتلك طاقة اكبر من الأخرى ، نواة $\left({}_{1}^{3}H\right)$ ام نواة $\left({}_{2}^{3}He\right)$ ؟ جد الجواب بوحدة (MeV) .
مع العلم ان الكتل الذرية لكل من: $\left({}_{2}^{3}He = 3.016030\,u\right)$ ، $\left({}_{1}^{3}H = 3.016050\,u\right)$.

س٧ برهن ان نواة البلوتونيوم $(^{236}_{94}Pu)$ تحقق شرط الانحلال التلقائي الى نواة اليورانيوم $(^{232}_{92}U)$ بواسطة انحلال الفا. أكتب ايضاً المعادلة لنووية للانحلال . مع العلم ان الكتل الذرية لكل من :

$$^{236}_{94}Pu = 236.046071\ u \quad , \quad ^{232}_{92}U = 232.037168\ u$$

س٨ ما مقدار تغير كتلة نواة ساكنة ابتدائياً عندما تطلق تلك النواة اشعة كاما طاقتها *(2 MeV)* ؟ جد الجواب مقدراً بوحدة *(u)* اولاً ، وبوحدة *(Kg)* ثانيا . ما الطول الموجي لهذه الاشعة مقدرا بوحدة *(m)* ؟اهمل ارتداد النواة .

س٩ حدث تفاعل نووي بين جسيم ساقط و نواة البريليوم $(^{9}_{4}Be)$ الساكنة و نتج عن هذا التفاعل جسيم النيوترون و نواة الكاربون $(^{12}_{6}C)$.

a) عبر عن هذا التفاعل بمعادلة تفاعل نووي و منها حدد اسم الجسيم الساقط .

b) جد طاقة التفاعل مقدرة بوحدة *(MeV)* .

c) ما نوع هذا التفاعل النووي ؟

مع العلم ان الكتل الذرية لكل من : $^{12}_{6}C = 12\ u$, $^{9}_{4}Be = 9.012186\ u$

س١٠ حدث تفاعل نووي بين بروتون ساقط و نواة السماريوم $(^{150}_{62}Sm)$ الساكنة و نتج عن هذا التفاعل جسيمة الفا و نواة البروميثيوم $(^{147}_{61}Pm)$. فاذا علمت ان طاقة التفاعل النووي تساوي *(6.88 MeV)* و ان كتلة ذرة السماريوم تساوي *(149.917276 u)* . عبر عن هذا التفاعل النووي ، ثم جد كتلة البروميثيوم مقدرة بوحدة *(u)* .

س١١ اذا افترضنا بان طاقة مقدارها *(200 MeV)* تتحرر عند انشطار نواة واحدة من اليورانيوم $(^{235}_{92}U)$. جد عدد نوى اليورانيوم اللازمة لتحرير طاقة مقدارها $(3.2 \times 10^{12}\ J)$.