

**الوحدة الخامسة - الفيزياء الحديثة**  
**الفصل الثاني عشر - ازدواجية الموجة والجسيم**

**منحنى بلانك** علاقة بين الطول الموجي ( $\lambda$ ) و شدة الإشعاع عند درجات حرارة مختلفة  
- **قانون فين** الطول الموجي الذي تصاحبه أقصى شدة إشعاع  $\lambda_m$  يتناسب عكسياً مع درجة الحرارة .  
الأشعة فوق البنفسجية



**التفسير:**

١ - عند استخدام الفيزياء الكلاسيكية - الإشعاع هو موجات كهرومغناطيسية بزيادة التردد يزيد من شدة الإشعاع كما بالرسم.

- لم تنجح الفيزياء الكلاسيكية من تفسير عند الترددات العالية تقل شدة الإشعاع.

٢ - **تفسير بلانك عام 1900:**

أ - المنحنى المرسوم يتكرر من كل الأجسام الساخنة التي تشع طيفاً متصلًا مثل الشمس - وكذلك الأرض والكائنات الحية .

ب - باعتبار أن الأرض جسم غير متوهج تمتص الإشعاع من الشمس ثم تشعه مرة أخرى.

وبما أن درجة حرارة الأرض أقل من درجة حرارة الشمس قمة المنحنى في نطاق الأشعة تحت الحمراء.

ج - من خلال الرسم الموضح نجد أنه

مقارنة بين قانون بلانك حيث أنه في الجزء الأول من المنحنى . زيادة التردد (نقص طول الموجة) تقل شدة الإشعاع.

بينما في التوقع الكلاسيكي أن زيادة التردد يزيد من شدة الإشعاع إشعاع الجسم الأسود

د - الرسم الموضح مقارنة بين إشعاع الأرض في درجات حرارة منخفضة جداً بالنسبة للشمس

هـ - وقد أجريت قياسات دقيقة لمعرفة توزيع الطاقة

بين مختلف الموجات في طيف إشعاع جسم أسود مثالي

**ولماذا الجسم الأسود :** لأنه يمتص كل ما يسقط عليه من أشعة ذات أطوال موجية مختلفة فهو يعتبر ممتص مثالي ثم يبعثها لذلك يعتبر أيضاً باعثاً مثالياً .

**تفسير بلانك لظاهرة إشعاع الجسم الأسود**

١ - افترض بلانك أن الإشعاع يتكون من وحدات صغيرة أو دفعات من الطاقة تسمى الكوانتم (الكم) أو فوتونات . طاقتها ( $h\nu$ ) حيث  $h$  ثابت بلانك.

٢ - الإشعاع لا ينظر إليه كتيار مستمر من الطاقة و لكن دفعات منفصلة (كماء - غير متصلة) كل منها يتناسب طردياً مع التردد (زيادة التردد يزيد طاقة الإشعاع).

٣ - الإشعاع يصدر عن تذبذب الذرات - و أن عدد الفوتونات المنبعثة يتناقص بزيادة طاقة الإشعاع .

٤ - إذا انتقلت الذرة من مستوى طاقة أعلى الى مستوى طاقة أقل تنبعث فوتونات أما إذا بقيت الذرة في مستوى واحد لا يحدث انبعاث وتأخذ مستويات الطاقة التي تتحرك فيها الذرة قيمة  $E = nh\nu$  .

٥ - الإشعاع يتألف من بلايين الفوتونات ذات طاقة عالية و ذات طاقة منخفضة و نحن لا نلاحظ أن الفوتونات منفصلة بواسطة العين و لكن نلاحظ خواص الإشعاع ككل.

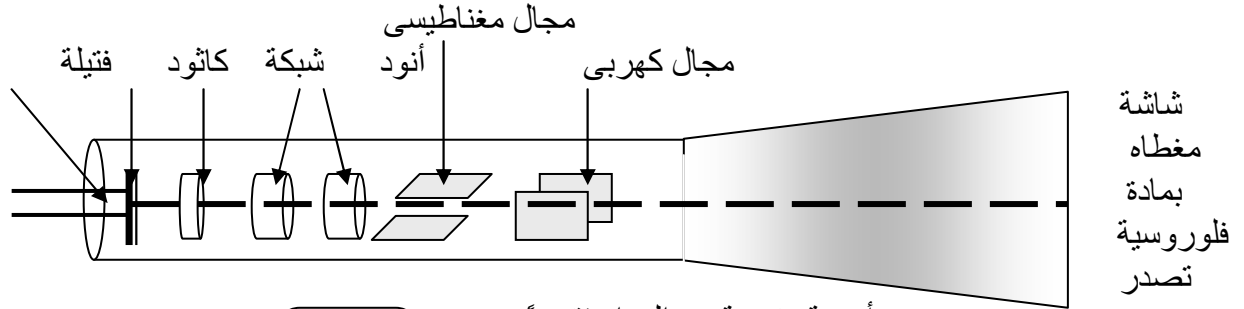
**حاجز جهد السطح**

هو الجهد الذي يمنع مغادرة الإلكترونات الحرة من سطح المعدن بسبب قوى التجاذب بين الأيونات الموجبة و الإلكترونات الحرة في المعدن.

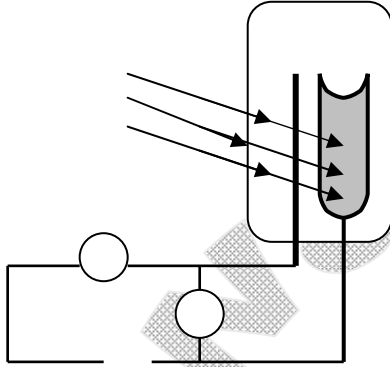
ويمكن ان تنطلق هذه الإلكترونات بإعطائها طاقة حرارية أو طاقة ضوئية.

## أنبوبة أشعة الكاثود (C.R.T) : Cathod Ray Tube

فكرة عملها تعتمد على إذا أعطينا المعدن طاقة حرارية يمكن أن تخرج الإلكترونات .  
و تستخدم في شاشة التليفزيون أو الكمبيوتر .



أنبوبة مفرغة من الهواء تقريباً



ضوء عند سقوط الكترونات عليها

وهي أنبوبة مفرغة من الهواء تقريباً

### ظاهرة التأثير الكهروضوئي:

هي انطلاق الكترونات بسبب سقوط ضوء على سطح معدني.

### تفسير ظاهرة التأثير الكهروضوئي

التصور الكلاسيكي لتفسير الظاهرة الكهروضوئية :

- لم تستطع النظرية الكلاسيكية للضوء تفسير هذه الظاهرة حيث أنها اعتبرت الضوء موجات يمتص بعضها في المعدن وتعطي الإلكترونات طاقة لتتطلق .

أى شدة التيار أو انطلاق الإلكترونات الكهروضوئية تتوقف على شدة الموجة الساقطة بصرف النظر عن تردد ها وان يجب أن تزداد مع زيادة شدة الإضاءة بصرف النظر عن تردد ها .

### المشاهدات العلمية تختلف:

١- حيث أن الطاقة الحركية للإلكترونات أو انطلاق الإلكترونات و شدة التيار يتوقف على تردد الضوء وليس على شدته حتى و لو كانت شدة الإضاءة ضعيفة و لكن بشرط أن يكون تردد الضوء أكبر من التردد الحرج  $\nu_c$  .

**و يعرف الحد الحرج لتردد الضوء  $\nu_c$  :- بأنه أقل تردد للضوء الساقط يؤدي الى انبعاث الإلكترونات من سطح الفلز .**

٢ - انطلاق الإلكترونات يحدث لحظيا ولا تكون هناك فترة لتجميع الطاقة لتحرير الإلكترونات إذا كانت شدة الإضاءة ضعيفة بل أن الإلكترونات تنطلق في التو واللحظة بشرط أن يكون تردد الضوء أكبر من التردد الحرج  $\nu_c$  .

تفسير اينشتين للظاهرة الكهروضوئية:

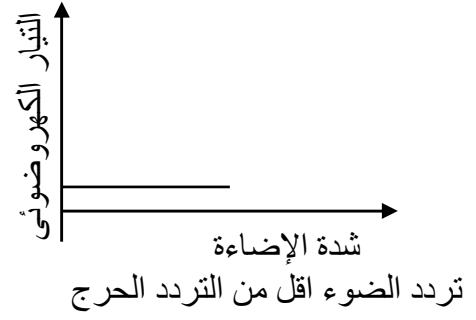
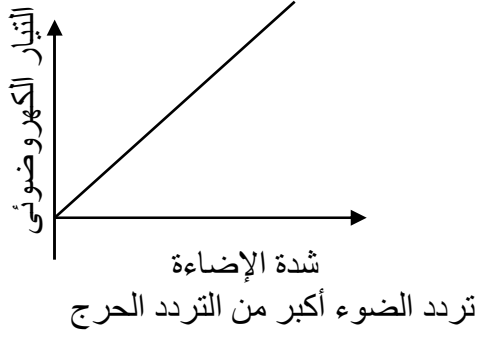
١ - إذا سقط فوتون طاقته  $h\nu$  على سطح المعدن - طاقته أكبر من دالة الشغل  $E_w$  فإن هذا الفوتون يستطيع بالكاد أن يحرر الكترونا .

**دالة الشغل  $h\nu_c = E_w$**

هي الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لتحرير الإلكترون من سطح المعدن.

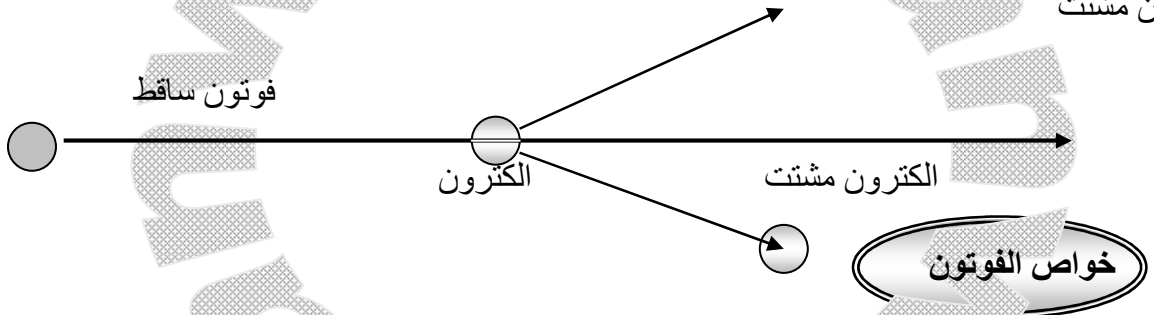
٢ - إذا زادت طاقة الفوتون الساقط عن دالة الشغل ( $E_w$ ) فإن الإلكترون يتحرر- وفرق الطاقة يظهر على شكل طاقة حركية (K.E) وهذه الطاقة تزداد بزيادة التردد.

٣ - إذا قلت طاقة الفوتون الساقط عن دالة الشغل ( $E_w$ ) فإن الإلكترون لا يتحرر لأنه لا يتوقف على شدة الضوء الساقط ولا زمن التعرض للضوء ولا فرق الجهد بين المهبط والمصدر و تتوقف طاقة الفوتون على ( $E_w$  نوع المادة). كما مبين بالرسم الموضح التالي:



### ظاهرة كومبتون Compton Effect

\* عند سقوط فوتون تردده عالي (من أشعة اكس أو جاما) على الإلكترون الحر يحدث:  
 ١ - الفوتون يقل تردده ويغير اتجاهه  
 ٢ - الإلكترون تزداد سرعته ويغير اتجاهه  
 ذلك تم اعتبار الفوتون : جسيم له كمية حركة (كتلة وسرعة) مثل الإلكترون له كتلة وسرعة (كمية حركة) فوتون مشتت



- ١ - الفوتون - كم من الطاقة مركز في حيز صغير جدا.  $E = h\nu$
  - ٢ - له كتلة  $m$   $(m = \frac{E}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2})$
  - ٣ - له كمية وحركة  $p_L$
  - ٤ - يطبق عليه قانوني بقاء الكتلة و الطاقة
- $\therefore F = 2mc \phi_L$

$$F = 2 \left( \frac{h\nu}{c} \right) \phi_L = \frac{2p_w}{c}$$

حيث  $P_w$  هي القدرة بالوات للطاقة الضوئية الساقطة على السطح.

- ٥ - الفوتون خاصية جسيمية و خاصية موجية..
- \* والنظام الماكروسكوبي (الكبير) يتضح في الأعداد الهائلة من الفوتونات .
- \* والنظام الميكروسكوبي (الصغير) يتضح في النظرة الى فوتون واحد و كلاهما مرتبط بالآخر.
- \* إذا كان الامر يتعلق بالفوتون مع الإلكترون كعائق له اي حدود طول الموجة  $\lambda$  فان التعامل يكون مع النموذج الميكروسكوبي.
- \* اذا كان الامر يتعلق بالضوء حزمة من الفوتونات مع عائق كبير له أبعاد اكبر من طول الموجة  $\lambda$  فإن التعامل يكون مع النموذج الماكروسكوبي.

### ويلاحظ :

- ١ - إذا كانت  $\lambda$  اكبر من المسافات البينية لذرات هذا السطح فإنه يحدث إنعكاس
- ٢ - إذا كانت  $\lambda$  اصغر من المسافات البينية لذرات هذا السطح فإنه يحدث نفاذ كما يحدث للأشعة في حالة أشعة اكس

X - Rays

\* علاقة الطول الموجي للفوتون بكمية الحركة الخطية :

$$\lambda = \frac{h}{P_L}$$

أى أن الطول الموجي خارج قسمة ثابت بلانك على كمية الحركة  $P_L$

### الطبيعة الموجية للجسيم

- كما سبق من تأثير كومبتون ان للأمواج طبيعة جسيمية .
- فإن ايضا للجسيم طبيعة موجية وقد صاغه دي برولى 1923

$$h \quad \lambda = \frac{h}{P_L} \quad \text{و هي معادلة مماثلة لمعادلة الفوتون}$$

### المجهر ( الميكروسكوب ) الالكترونى Electron Microscope :

- يعتمد على الطبيعة الموجية للالكترونات يشبه الى حد كبير اليكروسكوب الضوئى وتوجد أوجه إختلاف بينهما .  
مقارنة بين الميكروسكوب الالكترونى و الضوئى

الميكروسكوب الضوئى	الميكروسكوب الالكترونى
١ - يستخدم الشعاع الضوئى	١ - يستخدم الشعاع الالكترونى
٢ - له قدرة تحليلية صغيرة لأن أطوالها الموجية محددة لا يمكن تغييرها	٢ - له قدرة تحليلية كبيرة جدا لان الالكترونات تحمل طاقة حركة عالية جدا وتكون أطوالها الموجية قصيرة جدا
٣ - معامل التكبير محدود يرصد أجسام محددة حسب الطول الموجى الضوء لايقوم بتكبير الأجسام التى طولها اقل من الطول الموجى للضوء	٣ - معامل التكبير كبير جدا بحيث يستطيع أن يرصد أجساما صغيرة ويقوم بتكبير الأجسام التى طولها اقل من الطول الموجى للضوء
٤ - يستخدم عدسات زجاجية تركز الضوء	٤ - يستخدم عدسات الكترونية (عدسات مغناطيسية) تركز الالكترونات
لا يستطيع ان يميز التفاصيل الدقيقة	٥ - يميز التفاصيل الدقيقة

### ميكانيكا الكم

#### فروض شرودنجر فى ميكانيكا الكم :

- ١ - فى كل ذرة مستويات للطاقة لكل مستوى طاقة خاصة به - ولا تنبعث طاقة الا إذا أنتقل الالكترون من مستوى طاقة أعلى الى مستوى طاقة أقل .
  - ٢ - يصدر الانبعاث على شكل فوتون طاقة  $h\nu$  يساوى الفرق بين مستويى الطاقة ويسمى العملية عملية الاسترخاء .
  - ٣ - إذا امتص الالكترون طاقة تساوى الفرق بين مستويى الطاقة فإنه ينتقل الإلكترون من المستوى الأدنى الى المستوى الأعلى وهذه العملية تسمى عملية الاستثارة .
  - ٤ - إذا كانت طاقة الفوتون اكبر من طاقة التآين للذرة فأن الإلكترون يتحرر نهائيا من الذرة . تاركا الذرة الأم لتصبح ايون موجب .
  - ٥ - عملية الاستثارة وعملية الاسترخاء متلازمتان - وفى حالة الاتزان الحرارى فان الذرة تكون مستقرة لهذا التلازم و التوازن
  - ٦ - توجد دالة تصف حالة الالكترون داخل الذرة - لتعبر الدالة عن إتمالية وجود الجسيم وقيمتها دائما موجبة .
- \* تتغير الدالة الموجية حسب المسافة(احتمالية وجود الالكترون قرب النواة = صفر  
- احتمالية وجود الالكترون بعيدا عن النواة = صفر - بل يظل محبوسا داخل النواة)

\* يفسر ذلك انه اذا اقترب الالكترون من النواة تزداد سرعته جدا فيبعد عن النواة .

### ملخص القوانين

- ١ - دالة الشغل  $E_w = h\nu_c$  ( ثابت بلانك  $h = 6.625 \times 10^{-34} \text{ j.s}$  , التردد الحرج  $\nu_c$  )
- ٢ - ظاهرة الكومبتون : طبقا لقانون بقاء الطاقة  
( طاقة الفوتون + طاقة الالكترون ) قبل التصادم = ( طاقة الفوتون + طاقة الالكترون ) بعد التصادم.
- ٣ - طاقة الفوتون  $E = h\nu$
- ٤ - كتلة الفوتون  $m = \frac{h\nu}{c^2}$   
حيث  $C$  سرعة الضوء  $(3 \times 10^8 \text{ m/S})$
- ٥ - كمية الحركة للفوتون  $P_L = \frac{h\nu}{c}$
- ٦ - القوة التي تؤثر بها حزمة من الفوتونات  $F = 2 m c \phi_L$   
حيث  $\phi_L$  هو عدد الفوتونات الساقطة في الثانية الواحدة
- ٧ - معادلة دي برولى  $\lambda = \frac{h}{P_L}$
- ٨ -  $1/2 mv^2 = eV = h\nu$

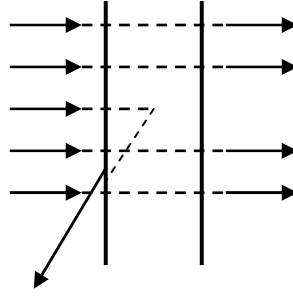
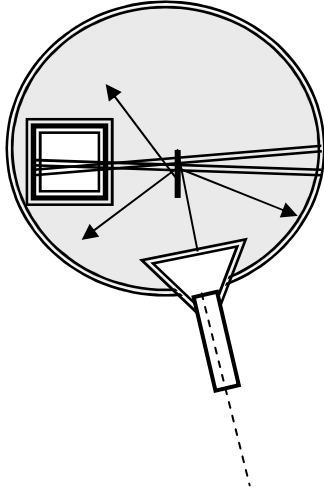
### الفصل الثالث عشر- الأطياف الذرية

#### أ - ذرة طومسون (1898) Thomson

- ١- بعد أن أجرى تجاربه التي أدت الى إكتشاف الألكترون وإيجاد شحنته النوعية  $e / m_e$
- ٢ - وضع نموذج للذرة عبارة عن كرة مصمتة من مادة مشحونة بكهربية موجبة تنغمس في الالكترونات السالبة
- ٣ - الذرة متعادلة كهربيا الشحنة السالبة التي تحملها الالكترونات = الشحنة الموجبة التي تحملها الذرة

#### ب - ذرة رزرفورد (1911) Rutherford

تجربة رزرفورد : صوب رزرفورد سيلا من دقائق الفا  $H^4$  نحو صفيحة رقيقة جدا من الذهب سمكها  $10^{-4} \text{ cm}$  كما بالرسم



لاحظ .

- ١ - معظم الدقائق تمر من الصفيحة دون أن يعانى أى تغير فى المسار أى أن معظم الذرة فراغ .
- ٢ - تمر نسبة ضئيلة منحرفة عن مسارها دليل على وجود جسيم كبير نسبيا مماثل لها فى الشحنة
- ٣ - تترد نسبة ضئيلة منها الى نفس جهة صدور ها لتصادمها بجسيم كبير نسبيا مماثل لها فى الشحنة .

### نموذج ذرة رزرفورد Rutherford s

- ١ - الذرة ديناميكية فى تكوينها - تتكون من نواه موجب تتركز فيها معظم كتله الذره .
- ٢ - الالكترونات تتحرك بسرعه كبيره حول النواه - لان السكون معناه تنجذب الى النواه .
- ٣ - الذره متعادله كهربيا - عدد الشحنات السالبه ( الالكترونات ) خارج النواه = عدد الشحنات الموجبه داخل النواه
- ٤ - معظم الذره فراغ - لان حجم ماتشغله النواه و الالكترونات ضئيل جدا بالنسبه لحجم الذره .

### \* الصعوبات التى صادفت نموذج رزرفورد :

**اولا: استقرار البناء الذرى :** استقرار الذره ناتج من:

قوة الجذب بين شحنة النواه الموجبه و الشحنات السالبه على الالكترونات = قوة الطرد المركزيه الناتجه عن حركة الالكترونات حول النواه فى مدارات دائريه .  
وهذا ما تعارض مع نظريه ماكسويل - هرتز للاشعاع الكهرومغناطيسى حيث ان هذا النظرية تنص على :  
عند تحرك الجسيم المشحون بشحنه كهربيه بعجله يفقد طاقته بالتدريج فى صورة اشعاعات كهرومغناطيسيه عند تطبيق ذلك على ذرة رزرفورد نجد ان :

- الالكترون المتحرك حول النواه فى مدار دائرى يكون تحت تاثير عجله وبالتالي
- يصدر اشعاع كهرومغناطيسى - نقل حركته بالتدريج - تتغلب قوى الجذب على قوى الطرد
- يصغر المدار بالتدريج - و تتخذ مسار حلزوني لتسقط فى النواه فتنهار الذره .
- ولكن لا يحدث ذلك فى الواقع .

### ثانيا : الأطوال الموجبة المحددة لخطوط أطياف العناصر:

- \* فى ضوء ما سبق إذا كانت الذرة مصدر للإشعاع - لحركة الالكترونات حول النواه
- ١ - الإشعاع الناتج يجب أن يكون طيف مستمر يحتوى على كل الترددات الممكنة .
- ٢ - المشاهدات العلمية - طيف العناصر طيف خطى على هيئة خطوط ذات أطوال موجبة محددة تميز كل عنصر على حده أى ان الأثنين مخالفين لبعضهما .

### نموذج ذرة بور

درس بور الصعوبات السابقة وتوصل الى نموذج لذرة الهيدروجين وهى :

- ١ - النواه الموجبة الشحنة توجد بمركز الذرة .
- ٢ - تتحرك الالكترونات حول النواه فى مدارات محددة تعرف بالاغلفة Shells لكل منها مستوى طاقة والالكترون لا يصدر إشعاعا إذا كان يتحرك فى مستوى الطاقة الخاص به .
- ٣ - الذرة متعادلة كهربيا لتساوى شحنة الالكترونات حول النواه مع الشحنات الموجبة التى تحملها النواه ثم أضاف الفروض التالية .
- ١ - إذا إنتقل الالكترون من مستوى طاقة خارجى أعلى طاقة  $E_2$  الى مستوى طاقة داخلى أقل طاقة  $E_1$  تنطلق كمية من الإشعاع (فوتون) طاقته الفرق بين المستويين  $h\nu = E_2 - E_1$
- ب- القوى الكهربيه (قانون كولوم) والقوى الميكانيكية (قوانين نيوتن) قابلة للتطبيق فى مجال الذرة .
- ج- يمكن حساب المدار تقديريا إذا اعتبرنا الموجة المصاحبة له تمثل موجة موقوفة .

## انبعاث الضوء من ذرة بور (الطيف الخطي لغاز الهيدروجين)

- ١- عند إكتساب ذرات الهيدروجين طاقة لا تثار كلها – ولكن تنتقل الكترونات بعض الذرات من المستوى  $K (n=1)$  إلى مستويات مختلفة أعلى منه (Or  $(n=2)$  Or  $(n=3)$  Or .etc)
- ٢- يبقى الالكترون في مستويات الطاقة العالية فترة قصيرة جدا (حوالي  $10^{-8}$  ثانية) ثم تهبط إلى المستويات الأقل.
- ٣- عندما يهبط الالكترون من مستوى أعلى مستوى أدنى يفقد طاقه على شكل إشعاع طاقته  $h\nu = E_2 - E_1$  وطول موجته  $\lambda = c/\nu$ .
- ٤- تنتج إختلاف مستويات الطاقة التي يهبط منها الالكترون – فيكون طيف خطي الهيدروجين من خمس مجموعات – كل خط يقابل طاقة محددة وبالتالي تردد محدد.
- ترتيب المتسلسلات لطيف ذرة الهيدروجين كالآتي :
- ١ – **مجموعة ليمان Leyman**  
ينتقل الالكترون إلى المستوى  $K (n = 1)$  من المستويات الأعلى وتقع في منطقة الأشعة فوق بنفسجية ترددات عالية أطوال موجية قصيرة.
- ٢ – **مجموعات بالمر Balmer**  
ينتقل الالكترون إلى المستوى  $L (n = 2)$  من المستويات الأعلى وتقع في منطقة المنظور.
- ٣ – **مجموعة باشن Paschen**  
ينتقل الالكترون إلى المستوى  $m (n = 3)$  من المستويات الأعلى وتقع في منطقة الأشعة تحت الحمراء
- ٤ – **مجموعة براكيت Bracket**  
ينتقل الالكترون إلى المستوى  $n (n = 4)$  من المستويات الأعلى وتقع في منطقة الأشعة تحت الحمراء
- ٥ – **مجموعة فوند Pfund**  
ينتقل الالكترون إلى المستوى  $o (n = 5)$  من المستويات الأعلى وتقع في منطقة الأشعة تحت الحمراء أقصاها – وهي أكبر الأطوال الموجية وأقلها ترددا.

### المطياف Spectrometer :

يستخدم : للحصول على طيف نقي

- عند دراسة الأطياف للمواد المختلفة والتي تكون ذراتها في حالة إثارة نلاحظ الآتي

- ١- الطيف المستمر : وهو الذي يتضمن توزيعا مستمرا او متصلا للترددات يكون صورة طيف شريطي .
  - ٢- الطيف الخطي : وهو الذي يتضمن توزيعا غير مستمر للترددات.
  - ٣- طيف انبعاث: وهو الطيف الناتج عن انتقال الذرات المثارة من مستوى اعلى الى مستوى ادنى. ٤- طيف الامتصاص الخطي : وهو الطيف الذي خطوطه راسيه سوداء ناتجه من اختفاء بعض الاطوال الموجيه ناشئه من مرور الضوء الابيض المستمر على ذرة لأحد الغازات او مروره بعناصر مثارة – فمثلا عند مرور الضوء الأبيض على مصباح مضيء لبخار الصوديوم فيظهر خط أسود في منطقة الضوء الاصفر.
  - ٥- خطوط فرفهوفر ( Fraunhofer ) :
- هو طيف إمتصاص خطي في طيف الشمس ( هي خطوط رأسية سوداء منها أمكن معرفة وجود العناصر الموجودة في الشمس مثل وجود عنصرى الهيليوم والهيدروجين بنسب معينة .

### الأشعة السينية X – Rays

إكتشفها رونتجن Rontgen : وأطلق عليها اسم الأشعة المجهولة عام ( 1985 ) .  
هي أشعة كهرومغناطيسية غير مرئية – تقع بين الأطوال الموجية للأشعة فوق البنفسجية وأشعة جاما – طولها الموجي قصير (  $10^{-8}m - 10^{-13}$  )  
**خواصها :-**

- ١- قدرتها كبيرة على إختراق الأوساط .
- ٢- قدرتها كبيرة على تأين الغازات .

٣- تحديد فى البلورات.

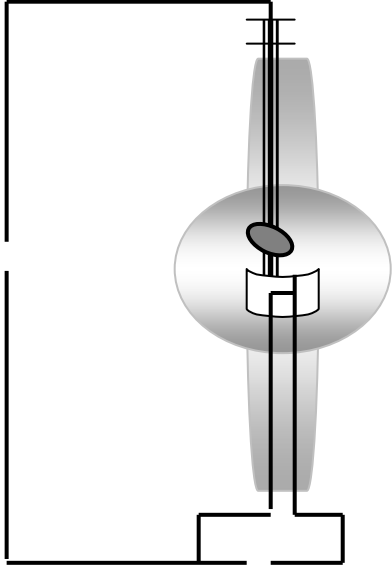
٤- تؤثر على الالواح الفوتوغرافية الحساسة.

### طريقة الحصول على الأشعة السينية باستخدام أنبوبة كولدج

الجهاز : كما هو مبين بالرسم

#### كيفية التشغيل :

- ١ - عند تسخين الفتيلة تنطلق الالكترونات.
  - ٢ - تكتسب الالكترونات طاقة حركة كبيرة جدا
  - ٣ - يتوقف مقدارها على فرق الجهد بين الفتيلة و الهدف.
  - ٣ - تصطدم الالكترونات بالهدف ( من التجسيتين )
- يتحول جزء من طاقتها أو كلها الى أشعة إكس.



أنبوبة كولدج لتوليد الأشعة السينية

#### طيف الأشعة السينية :

عند تحليل حزمه من الأشعه السينيه الصادره من هدف ما الى مكوناتها من الاطوال الموجيه المختلفه نحصل على طيف.

- ١- طيف متصل من جميع الأطوال الموجية لايتغير بتغير الهدف (مادة الهدف).
- ٢ - طيف خطى يسمى الطيف المميز للأشعه السينيه يقابل اطوال موجيه محدده تميز العنصر المكون لماده الهدف.

#### تفسير تولد الأشعه السينيه:

##### ١- الطيف الخطى المميز:

عند اصطدام الكترون أخترق ماده الهدف مع احد الالكترونات المتحركه فى احد مستويات الطاقه القريبه من النواه (  $n = 1$  (or)  $n = 2$  ) فيكتسب هذا الالكترون قدر هائل من الطاقه فيقفز الى مستوى طاقه اعلى ويحل محله الكترون اخر من المستويات الخارجيه ذات الطاقه الاعلى.

يظهر الفرق فى طاقه بين المستويين على شكل اشعاع له طول موجى محدد.

#### ويلاحظ:

- ١- الطول الموجى للأشعه المميزه.
- ١- لايتوقف على فرق الجهد المستخدم.
- ب - يتوقف على نوع العنصر لماده الهدف فعند زياده العدد الذرى نقص الطول الموجى للاشعاع المميز.
- ٢- عند استخدام فروق جهد منخفضه قد لاتظهر الأشعه المميزه.
- ٣- يمكن حساب الطول الموجى للأشعه المميزه او الشديده hard من العلاقه:  $h \cdot c / \lambda = \Delta E$

##### ٢- الطيف المستمر او المتصل:

أن الالكترون بعد سقوطه على الهدف واثناء اختراقه للذره يتأثر بمجالها الكهربى وتتناقص سرعته ونقل طاقته نتيجة التصادمات والتشتت - وتصدر اشعاعا كهرومغناطيسيا ناتج من الفرق بين طاقه الالكترونات الأصلية وطاقته بعد مرورها فى ماده الهدف - بناء على نظريه ماكسويل - هرتز

وهذا الاشعاع يحتوى على الترددات الممكنه لان الالكترونات تفقد طاقتها على فترات وبدرجات متفاوتة ويسمى اشعه الكابح (الفرمله) او الاشعاع اللين .

#### التطبيقات الهامه للأشعه السينيه

- ١- دراسه التركيب البلورى للمواد عن طريق الحيود
- ٢ - قدره على النفاذ: نظرا لقصر طول موجتها فقدرتها على النفاذ كبيره ولذلك تستخدم فى الكشف عن العيوب التركيبية فى المواد المستخدمه فى الصناعات المعدنيه.

٣ - قدره على التصوير : حيث يمكن تصوير العظام لتحديد الكسور او الشروخ وبعض التشخيصات الطبية الاخرى.

القوانين

$$\Delta E = E_2 - E_1$$

\* لإيجاد طاقة الفوتون المنبعث

$$v = \frac{E_2 - E_1}{h}$$

\* لإيجاد تردد الفوتون المنبعث

h

c

$$\Delta E = h \left( \frac{c}{\lambda} \right)$$

\* لإيجاد طول موجة الفوتون

$\lambda$

## الفصل الرابع - عشر الليزر Laser

### الانبعاث التلقائي و الانبعاث المستحث

#### اولا : الانبعاث التلقائي

١- إذا كانت الذرة في المستوى الأرضي ( $E_1$ )

وهو الذى تتواجد فيه حالتها العادية

٣- عند قذف ذرة في المستوى الأرضي بفوتون

طاقته  $h\nu = E_2 - E_1$  فأنهما تنتقلا الى المستوى

$E_2$  بعد إمتصاصها هذا القدر من الطاقة وتسمى

هذه العملية إثارة الذرة الى مستوى الإثارة الأول

٤- بعد فترة حوالى  $10^{-8}$  S تسمى فترة العمر تتخلص

الذرة من طاقة إثارتها بأشعاعها فوتون طاقته

( $h\nu = E_2 - E_1$ ) وتعود الى حالتها العادية

٥- ويعتبر هذا الانبعاث هو السائد فى مصادر

الضوء العادية

٦- الفوتون المنبعث والفوتون المسبب للإثارة لهما

نفس التردد أما الاتجاه والطول فهما غير محددان (عشوائيان)

#### ثانيا : الانبعاث المستحث:

١- عند سقوط فوتون طاقته

( $h\nu = E_2 - E_1$ ) على ذرة مثارة فعلا فى المستوى

$E_2$  ولم تنتهى بعد فترة العمر

٢- يدفع الفوتون الذرة الى أن تشع طاقة أثارها على

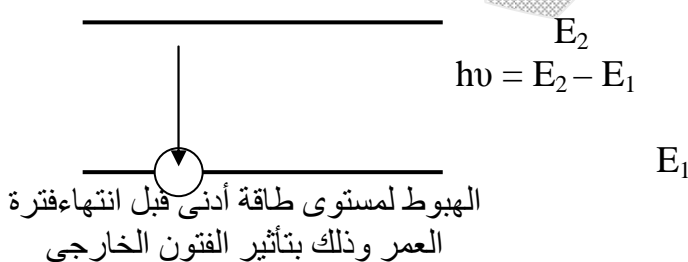
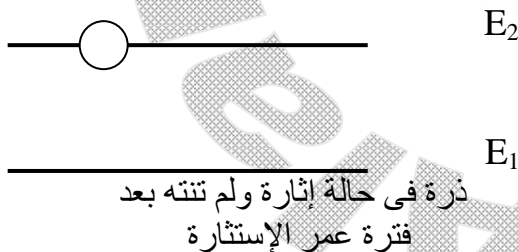
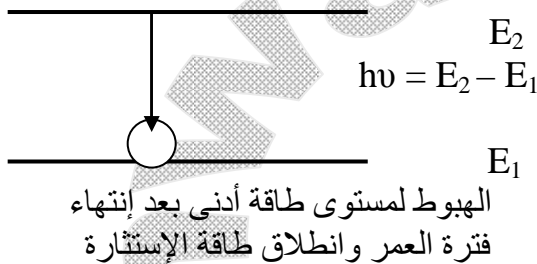
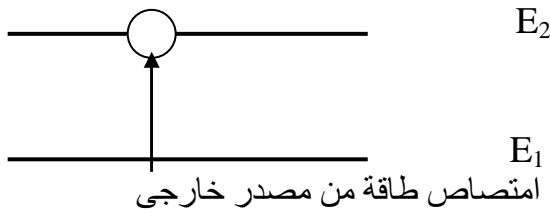
شكل فوتون آخر طاقته ( $h\nu = E_2 - E_1$ ) وتعود

الى المنسوب الأرضي

٣- طاقة الفوتون الساقط وطاقة الفوتون المنبعث

واحدة متفقين فى الطور والاتجاه

٤- وهذا الانبعاث هو السائد فى مصادر الليزر



## مقارنة بين خصائص الانبعاث التلقائي والانبعاث المستحث

م	الانبعاث التلقائي	الانبعاث المستحث
١	يحدث تلقائي عندما تنتقل الذرة المثارة من مستوى الإثارة إلى مستوى أقل طاقة وتشع طاقتها (الفرق بين طاقتي المستويين) دون تدخل خارجي بعد إنتهاء فترة العمر	يحدث عندما يسقط فوتون طاقته $E_2 - E_1$ على ذرة مثارة لم ينتهي فترة العمر لها وبتأثير تفاعلها مع هذا الفوتون تنتقل الذرة المثارة من مستوى الإثارة إلى مستوى أقل طاقة وتشع طاقتها (الفرق بين طاقتي المستويين)
٢	الفوتونات المنبعثة تغطي مدى طيفي كبير من الطيف الكهرومغناطيسي	الفوتونات المنبعثة لها طول موجي واحد فقط
٣	الفوتونات المنبعثة غير متفقة في الطور والاتجاه (حركة عشوائية)	الفوتونات المنبعثة متفقة في الطور والاتجاه على شكل أشعة متوازية
٤	يطبق عليها قانون التربيع العكسي أي أن الشدة تتناسب عكسيا مع مربع المسافة	لا يطبق عليها قانون التربيع العكسي لأنها تظل الشدة ثابتة أثناء انتشارها لأنها أشعة متوازية و مترابطة
٥	الانبعاث السائد في مصادر الضوء	الانبعاث السائد في مصادر الليزر

### خصائص أشعة الليزر

#### ١- النقاء الطيفي

\* طيف الضوء العادي : كل خط من خطوط الطيف يحتوي على مدى كبير من الأطوال الموجية ويرجع الى التعدد في درجات اللون عند رؤيته بالعين المجردة  
\* كما إنها تتفاوت في الشدة من طول موجي لآخر كما بالشكل

• طيف الليزر : ينتج خطا طيفيا واحدا له مدى ضئيل جدا من الأطوال الموجية وتذكر الليزر

الشدة عند الطول الموجي المحدد

ولذلك يعتبر ضوء أحادي الطول الموجي

#### ٢- توازي الحزمة الضوئية

(أ) الضوء العادي : يزداد قطر الحزمة الضوئية نتيجة التشتت .

(ب) شعاع الليزر : قطر الحزمة يظل ثابت

حيث تتحرك بصورة متوازية ولا تعاني

من التشتت وبذلك يمكن نقل الطاقة لمسافات طويلة دون فقد ملحوظ للطاقة الضوئية

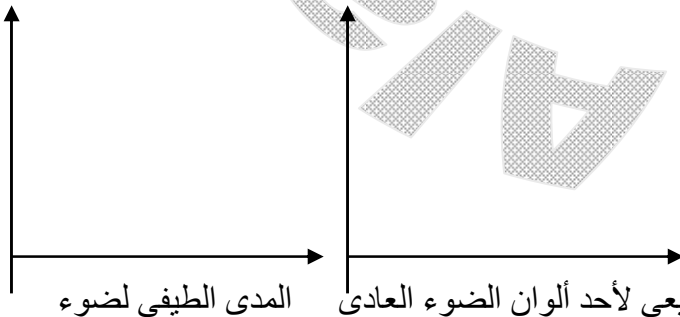
#### ٣- الترابط

(أ) الضوء العادي : فوتوناته تخرج من المصادر بصورة عشوائية غير مترابطة لأنها :

\* تنطلق في لحظات زمنية مختلفة

\* تنتشر باختلاف كبير وغير ثابت في فرق الطور

(ب) أشعة الليزر : فوتوناته تنطلق بصورة مترابطة زمنيا ومكانيا لأنها :



\* تنطلق فى نفس اللحظة  
\* تنتشر لمسافات طويلة محتفظة لفرق طور ثابت ويجعلها أكثر شدة وأكثر تركيزا

#### ٤- الشدة :

(أ) **الضوء العادى** : يطبق عليها قانون التربيع العكسى – لأن الشدة الضوئية الساقطة تقل على وحدة المساحات من السطح نتيجة عدم الترابط .  
(ب) **أشعة الليزر** : لا ينطبق عليها قانون التربيع العكسى فهى تحتفظ بشدة ثابتة لوحدة المساحات .

### نظرية عمل الليزر

#### \* يعتمد الفعل الليزرى على :

- الحالة التى تكون فيها عدد الذرات فى مستويات الاثارة العليا أكبر من عددها فى المستويات الأدنى ( وهو ما يعرف بالاسكان العكوس) حتى تنهيا الفرصة لفوتونات الانبعاث المستحث أن يتضخم عددها نتيجة الانعكاسات المتتالية بين سطحى المرآتين خلال الوسط الفعال وحث ذرات أخرى واقعة على مسار الشعاع وتولد فوتونات جديدة - وبذلك يتضخم الشعاع وتحدث عملية تكبير الاشعاع بالانبعاث المستحث

#### العناصر الأساسية لليزر

تتكون أشعة الليزر على إختلاف أشكالها واحجامها وطاقتها على العناصر الثلاث الآتية :

١- **الوسط الفعال** : وهو المادة الفعالة لإنتاج الليزر

(أ) **بلورات صلبة** ١- الياقوت الصناعى. ٢- شبه موصل مثل بللورات السليكون.

(ب) **سوائل** : مثل الصبغيات العضوية المذابة فى الماء.

(ج) **غازات** : ١- خليط من غازى الهيليوم والنيون.

٢- غاز الأرجون المتأين. ٣- غاز ثانى أكسيد الكربون.

٢- **مصادر الطاقة** : وهى المسئولة عن اكساب ذرات وأيونات الوسط الفعال الطاقة لإثارتها مثل:

(أ) **الإثارة بالطاقة الكهربائية** :

١- مصادر الترددات الراديوية ٢- فرق جهد عال مستمر متصل بأنبوبة التفريغ الكهربى

ويستخدم فى ليزر هيليوم – نيون – ليزر الارجون – ليزر ثانى أكسيد الكربون

(ب) **الإثارة بالطاقة الضوئية** : تعرف باسم الضخ الضوئى مثل:

١- المصابيح الوهاجة وهى ذات قدرة عالية كما فى ليزر الياقوت.

٢- شعاع ليزر كمصدر للطاقة ويستخدم فى ليزر الصبغيات السائلة .

(ج) **الإثارة بالطاقة الحرارية** : وهى الطاقة الناتجة من ضغط للغازات حركيا وحثها وإثارة المواد التى تبعث أشعة

الليزر .

(د) **الإثارة بالطاقة الكيميائية** : وهى الطاقة الناتجة من التفاعلات الكيميائية لبعض المواد مثل تفاعل

بين مزيج من الهيدروجين والفلور – أو بين خليط من فلوريد الديوتيريوم وثانى أكسيد الكربون وهذه الطاقة تؤدى الى حث جزيئاتها على إنتاج أشعة الليزر .

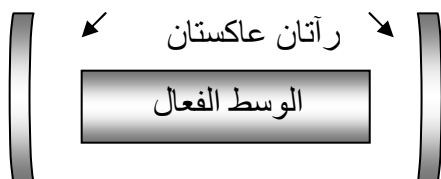
٣- **التجويف الرنينى** : وعاء حاوى للمادة الفعالة ومنشط لعملية التكبير وهو :

(أ) **تجويف رنينى خارجى** :

- مرآتين عاكستين يحصران بينهما المادة الفعالة .

- وتكون الانعكاسات المتعددة بينهما هى الأساس فى

عملية التكبير الضوئى



تعمل نهايتى الوسط الفعال المصقولتان  
كسطحين عاكسين

(ب) **تجويف رنينى داخلى** :

حيث يتم طلاء نهايتى المادة الفعالة لتعمل

كمرآتين يحصران بينهما المادة الفعالة

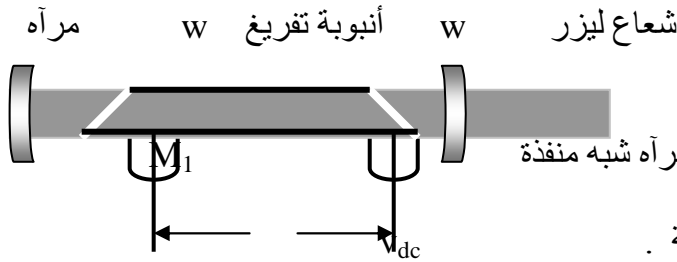
وتكون إحدهما شبه منفذة لتسمح بمرور



## ليزر الهيليوم نيون Helium \_ Neon Laser

إختبار العنصرين (هيليوم – نيون) لتقارب قيم طاقة مستويات الاثارة شبه المستقرة فيهما :

**أولا : تركيبه :** كما بالرسم



١- أنبوبة تفريغ من زجاج الكوارتز بها خليط من غاز الهيليوم وغاز النيون بنسبة 1:10 تحت ضغط حوالى 0.6 mm Hg

٢- عند نهايتى الأنبوبة مرأتان أحدهما عاكسة 99.5% والأخرى شبه منفذة 98%

مستويتان متوازيان ومتعامدان على محور الأنبوبة .

٣- فرق جهد عالى مستمر يسلب على الغاز داخل الأنبوبة لاحداث التفريغ الكهربى أو مجال كهربى عال التردد يغذى الأنبوبة من الخارج لاثارة ذرات الهيليوم – النيون

### ثانيا : عمل الجهاز:

١- تثار ذرات الهيليوم الى مستويات الطاقه الأعلى – لوجود فرق الجهد العالى داخل الانبوبة .

٢- يحدث تصادم غير مرن بين ذرات نيون غير مثارة – لتثار ذرات النيون لسببين:

ا- انتقال الطاقه من ذرات الهيليوم المثارة الى ذرات النيون الغير مثارة .

ب- تقارب طاقه مستويات الاثارة بينهما.

٣- تتراكم ذرات النيون المثارة فى مستوى طاقة يتميز بفترة عمر طويله تصل حوالى وسمى هذا المستوى بالمستوى شبه المستقر .

٤- ويتحقق – وضع الاسكان المعكوس

بغاز النيون

٥- يحدث إنبعاث تلقائى لذرات النيون

لاول مجموعة من ذرات النيون

وتكون طاقة فوتونات الفرق بين طاقتى

المستويين وتنتشر فى جميع الاتجاهات

داخل الأنبوبة

٦- الفوتونات التى تتحرك فى

إتجاه محور الأنبوبة عند تصادم إحدى

المرأتين تنعكس مرة أخرى داخل

الأنبوبة

٧- عند تحرك الفوتونات داخل الأنبوبة

بين المرأتين – تصطدم ببعض ذرات

النيون الموجودة فى مستوى الذرة شبه

الانتقالات الفعلية بين مستويات الطاقة فى ليزر الهيليوم- نيون

المستقرة فتحثها على إطلاق فوتونات قبل فترة العمر لها وتكون لها نفس الطاقة والاتجاه للفوتونات المصطدمة بها-

فيضاعف عدد الفوتونات المتحركة داخل الأنبوبة بين المرأتين.

٨- يتكرر ما سبق وبذلك تم عملية تضخيم الاشعاع

عندما تصل شدة الاشعاع داخل الانبوبة الى حد معين يخرج جزء منه من خلال المرآة شبه المنفذة فى صورة شعاع

ليزر والمتبقى يستمر فى عملية الانبعاث المستحث وإنتاج الليزر.

٩- ذرات النيون التى هبطت الى المستوى الأقل تفقد بعد فترة وجيزة ما بها من طاقة فى صور أخرى متعددة وتهبط

الى المستوى الأرضى لتصادم بها ذرات هيليوم أخرى وتمدها بالطاقة وهكذا.

١٠- ذرات الهيليوم التى فقدت طاقتها بالتصادم مع ذرات النيون وعادت الى المستوى الأرضى فإنها تعود وتثار مرة

أخرى بفعل التفريغ الكهربى مرة أخرى وهكذا .

## أهم التطبيقات

- التصوير المجسم الهولوجرافي :

هو التصوير المجسم ( ثلاثي الأبعاد ) حيث تتقابل أشعة مرجعية لها نفس  $\lambda$  للأشعة الصادرة من الجسم عند لوح فوتوغرافي فتظهر هدب التداخل على اللوح و هو يسمى هولوجرام و عند إضاءة الهولوجرام بأشعة ليزر لها نفس  $\lambda$  نرى صورة للجسم ثلاثية الأبعاد .  
- في الطب :

١- إلتحام الشبكية تصوب حزمة رفيعة من أشعة الليزر خلال إنسان العين الى الجزء المصاب بالانفصال او التمزق تعمل الطاقة الحرارية لأشعة الليزر على إتمام عملية الالتحام وبذلك نقي العين من تعرضها لفقد الابصار

٢- علاج حالات قصر وطول النظر : وبذلك يمكن الاستغناء عن النظارة

- مع الالياف الضوئية : في التشخيص والعلاج بواسطة المناظير .

- في الاتصالات : مع الالياف الضوئية كبديل لكابلات التليفونات .

- في الصناعة : وخاصة الصناعات الدقيقة

- في المجالات العسكرية : مثل توجيه الصواريخ بدقة عالية - الفنايل الذكية - رادار الليزر

- التسجيل على الأقراص المدمجة : أقراص الليزر

- طبعة الليزر : حيث يستخدم شعاع ليزر في نقل المعلومات من الكمبيوتر الى اسطوانة عليها مادة حساسة للضوء - ثم يتم الورق بالطبع عليها بالحبر

- الفنون والعروض الضوئية - أعمال المساحة لتحديد المساحات والأبعاد- أبحاث الفضاء

## الفصل الخامس عشر الالكترونيات الحديثة

تقسيم المواد طبقا للتوصيلية الكهربية :

١- مواد موصلة توصل الكهربية و الحرارة مثل المعادن.

٢- مواد شبة موصلة مرحلة متوسطة تزداد التوصيلة بزيادة درجة الحرارة مثل السيليكون .

٣- مواد عازلة لا توصل الكهربية و الحرارة مثل الخشب و البلاستيك.

**بلورة السيليكون النقية :-**

البلورة ترتيب هندسى منتظم للذرات في الحالة الجامدة  
\* فذرة السيليكون تحتوى على أربع الكترونات فى القشرة الخارجية

\* تشارك كل ذرة مع أربعة من ذرات سيليكون

مجاورة لها مكونة رابطة تساهمية - وبذلك تحتوى

القشرة الخارجية لكل ذرة على ثمانية الكترونات

**العوامل التى تؤثر فى التوصيلية الكهربية لبلورة السيلكون**

١- درجة الحرارة تزداد التوصيلية الكهربية بزيادة درجة الحرارة وتقل بإنخفاض درجة الحرارة وعازلة تماما عند صفر كلفن

٢- التطعيم بإضافة الشوائب

**أولا : التطعيم بعناصر المجموعة الخامسة (النوع n-type)**

• السيليكون من عناصر المجموعة الرابعة

• عند اضافة عنصر من عناصر المجموعة

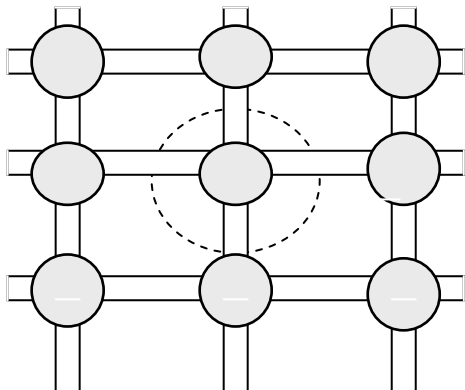
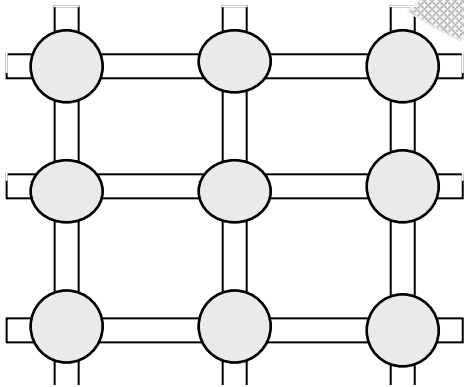
الخامسة مثل الانتيمون Sb او الفوسفور p وغيره

من عناصر هذه المجموعة - تحاول ذرة الشائبة

ان تقوم به ذرة السيليكون من انشاء روابط مع

الذرات المجاورة .

• ولأن الشائبة تحتوى على خمس الكترونات فأنها



تشارك مع الاربع ذرات بأربع الكترولونات ويبقى الكترولون واحد خارج هذه الرابطة .

• قوى الجذب على هذا الالكترولون ضعيفة فسرعان ما تفقد الذرة الشائبة هذا الالكترولون وتصبح موجبا . وينضم الالكترولون الحر الى رصيد الالكترولونات الحرة .

اي ان البلورة لها مصدر اخر للالكترولونات الحرة وهو ذرات الشوائب تسمى ذرة الشائبة بالذرة المعطية Donor ويحدث اتزان حرارى عندما يكون مجموع الشحنة الموجبة = مجموع الشحنة السالبة

• تركيز أيونات الشوائب المعطية  $N_D + n = p$  (تركيز الفجوات)  $n = p$  (تركيز الالكترولونات الحرة)

$$n = p + N_D$$

ويلاحظ أن  $P < n$  وهذا هو النوع السالب

**ثانيا : التطعيم بعناصر المجموعة الثالثة :- (النوع P.Type)**

\* عند اضافة عنصر مثل AL (الالومنيوم) او (البورون) B

وغيره من عناصر المجموعة الثالثة تحاول ذرة الشائبة

ان تقوم بنفس العمل الذى تقوم به ذرة السيليكون من انشاء

روابط مع الذرات المجاورة ولان الشائبة تحتوى على

ثلاث الكترولونات هنا تكتسب ذرة الشائبة على ثلاث

الكترولونات الكترولونا من احدى الروابط ليصبح عددها

أربعة فتظهر فجوة فى رابطة السيليكون .

تضيف ذرات الشوائب فجوات غير الفجوات التى

نشأت بفعل الحرارة ويحدث إتزان حرارى عندما يكون

مجموع الشحنات الموجبة = مجموع الشحنات السالبة

$N_A + n = P$  ( تركيز أيونات الشوائب المستقبلية )

تسمى ذرة الشائبة بالذرة المعطية Acceptor

**مما سبق وجد أن**

١-  $n = P + N_D$  البلورة من النوع السالب ٢-  $P = n + N_D$  البلورة من النوع الموجب

- فى حالة البلورة النقية للسيليكون تركيز الالكترولونات أو الفجوات  $n_i$

اي انه فى حالة زيادة  $n$  نقص  $p$  وبالعكس ويسمى هذا القانون فعل الكتلة Mass Action Lawaw

$$\therefore n_i^2 = np$$

$$n = N_D$$

فى حالة البلورة من النوع السالب

$$\therefore P = \frac{n_i^2}{N_D}$$

$$P = N_A$$

فى حالة البلورة من النوع الموجب

$$n = \frac{n_i^2}{N_A}$$

**مميزات نبائط أشباه الموصلات :**

حساسيتها للعوامل المحيطة بها مثل الضوء والحرارة والضغط والتلوث الذرى والكيميائى وغيرها .

ونظرا لهذه الحساسية فانها تستخدم كمحسات اى وسائل قياس لهذه العوامل .

قياس شدة الضوء - قياس درجة الحرارة - قياس الضغط - قياس الرطوبة

قياس التلوث الكيميائى - قياس الاشعاع الذرى

**الوصلة الثنائية :- pn junction**

- تتكون من جزئين :-

١- من النوع السالب n- type

٢- من النوع الموجب p- type



عند تلامس الجزئين عند التكوين يحدث ما يلي :

١- في البلورة من النوع الموجب p- type

الفجوات ذات تركيز عال تنتشر الى المنطقة

n - type حيث تركيز الفجوات بها قليل

٢- في البلورة من النوع السالب n- type الالكترونات ذات تركيز عال تنتشر الى المنطقة p - type حيث تركيز الالكترونات بها قليل .

٣- ينشأ تيار يدفع الفجوات من المنطقة p الى المنطقة n . وينشأ تيار يدفع الالكترونات من المنطقة

n الى المنطقة p وحيث ان كل منطقة على حدة متعادلة ( بسبب تعادل الشحنات الموجبة والشحنات السالبة في كل منطقة على حدة ) .

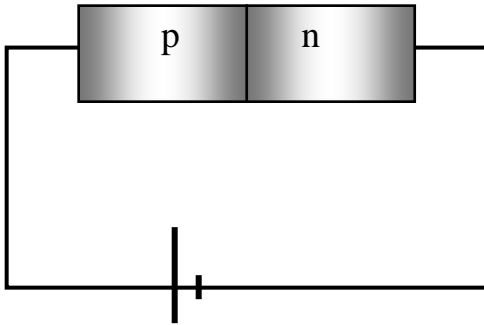
٤- هجرة الالكترونات من منطقة n - type يكشف جزءا من الايونات الموجبة دون غطاء يعادلها من الالكترونات . وكذلك هجرة الفجوات من منطقة p - type يكشف جزءا من الايونات السالبة دون غطاء يعادلها من الفجوات .

٧- ينتج منطقة خالية من الالكترونات والفجوات تكون بها أيونات موجبة من ناحية - والناحية الأخرى أيونات سالبة تسمى المنطقة الفاصلة .

٨- ينشأ مجال كهربى يتجه من الأيونات الموجبة الى الأيونات السالبة ويتسبب فى دفع تيار ( يسمى تيارا انسيابيا) فى اتجاه تيار الانتشار .

٩- فى حالة الاتزان يتزن التيار فى الاتجاه الامامى مع التيار فى الاتجاه العكسى لتكون المحصلة صفر .

**أولا : فى حالة التوصيل مع جهد أمامى :-**



• الطرف n متصل مع الطرف السالب للبطارية

• الطرف p متصل مع الطرف الموجب للبطارية

١- عند توصيل المجال الناشئ عن البطارية

عكس إتجاه المجال الداخلى فى المنطقة الانتقالية فيضعفه .

٢- يسمح بمرور تيار وبذلك يكون التوصيل أمامى

ثانيا : فى حالة التوصيل العكسى :

• الطرف n متصل مع الطرف الموجب للبطارية

• الطرف p متصل مع الطرف السالب للبطارية

**ثانيا : فى حالة التوصيل مع جهد عكسى :-**

- عند التوصيل المجال الناشئ عن البطارية

مع إتجاه المجال الداخلى فى المنطقة الانتقالية

فيزيده

٢- لا يسمح بمرور التيار وبذلك يكون التوصيل عكسى

**و يلاحظ :-**

١ - الوصلة الثنائية توصل التيار فى إتجاه أمامى وتمنعه

تقريبا فى الإتجاه العكسى ويمكن تشبه عمل الوصلة الثنائية بمفتاح .

- يكون مغلقا ( أى يمر التيار ) فى الإتجاه الامامى للجهد .

- يكون مفتوحا ( لا يمر التيار ) فى الإتجاه العكسى .

٢- يمكن التأكد من سلامة الوصلة الثنائية باستخدام اوميتر

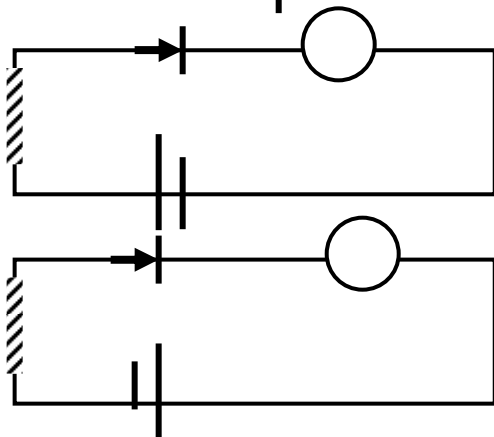
- تعطى مقاومة صغيرة جدا فى الاتجاه الامامى . وتعطى

مقاومة عالية جدا فى الاتجاه العكسى .

وهذا السلوك يختلف تماما عن المقاومة الكهربائية اذا تعطى

نفس القيمة إذا مر التيار فى اتجاه او مر فى الاتجاه المضاد .

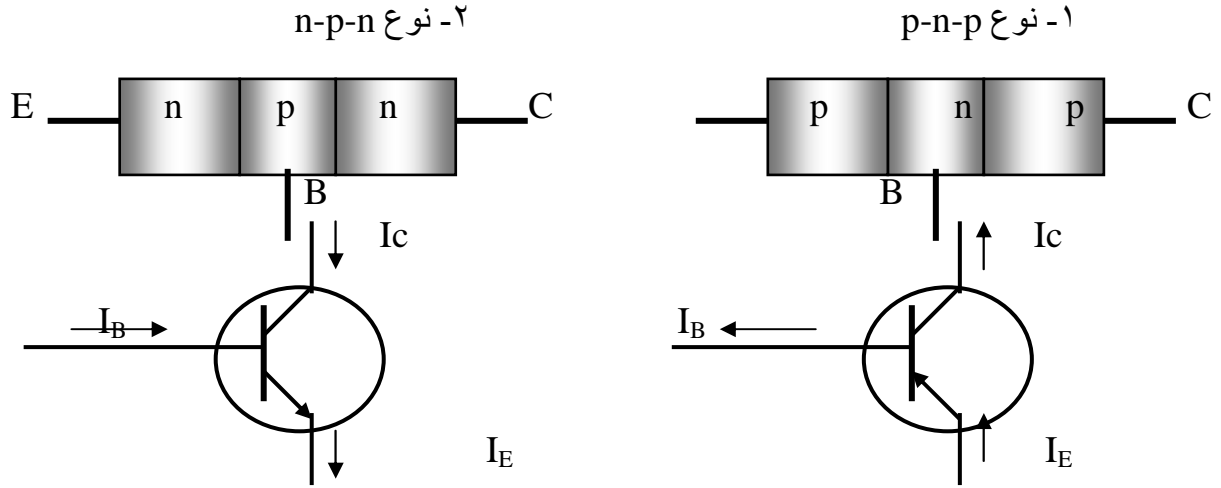
٣- الوصلة الثنائية دور هام فى عملية تقويم التيار المتردد



لان التيار المقوم ( التيار ذات الاتجاه الواحد ) يستخدم فى شحن البطاريات للسيارات و بطاريات التليفون المحمول .  
٤- الوصلة الثنائية تسمى عادة دايود (Diode) فى تحويل التيار المتردد الى تيار مستمر.

### الترانزستور

- اكتشف عام 1955 كلا من باردين و شوكلى و براتين
- يوجد منه عدة أنواع تذكر منها



- 1- المنطقة الاولى الباعث E. Emitter.
- 2- المنطقة الوسطى القاعدة B وعرض القاعدة صغير للغاية .
- 3- المنطقة الأخيرة المجمع C. Collector.

### النوع n-p-n

الوصلة الأولى n-p أمامية التوصيل و الوصلة الثانية p-n عكسية التوصيل

### كيف يمر التيار :

- 1- عند التوصيل تنطلق الالكترونات من الباعث السالب n الى القاعدة p حيث تنتشر بعض الوقت الى أن يتلقفها المجمع n موجب .
- 2- تتم عملية الإنتمام فى القاعدة لان الالكترونات تنتشر فى قاعدة مليئة بالفجوات فيستهلك نسبة من هذه الالكترونات

### حساب تيار القاعدة وتيار المجمع :

نفرض أن تيار الباعث  $I_E$  و تيار المجمع  $I_C$  معامل التكبير للترانزستور  $\alpha_e$

$$\therefore I_C = \alpha_e I_E$$

$$I_B = (1 - \alpha_e) I_E$$

ما يستهلك فى القاعدة . وهذا الجزء لابد من تعويضه فى سلك القاعدة .

$\beta_e$  هى نسبة تيار المجمع الى تيار القاعدة (معامل التكبير)

$$\beta_e = \frac{I_C}{I_B} = \frac{\alpha_e I_E}{(1 - \alpha_e) I_E} = \frac{\alpha_e}{1 - \alpha_e}$$

ولان عرض القاعدة صغير جدا فلا تفقد نسبة كبيرة من الفجوات فيها  $\alpha_e$  قريبة من الواحد الصحيح

$$\beta_e = \frac{\alpha_e}{1 - \alpha_e} \quad \text{فطبقا للعلاقة}$$

فان قيمة  $\beta_e$  كبير جدا .  
أى ان تيار المجمع اكبر من تيار القاعدة بنسبة  $\beta_e$  وتعرف باسم تكبير التيار (فعل الترانزستور).

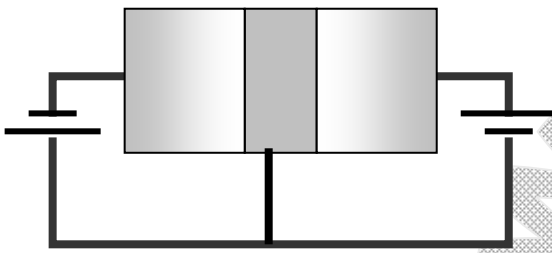
### كيفية استخدام الترانزستور فى التكبير :

#### الترانزستور كمكبر Amplifier

إذا اريد تكبير إشارة كهربية صغيرة ( مثل الخرج من ميكروفون ) فى تيار القاعدة (تيار الدخل) فان تأثيرها يظهر مكبرا فى تيار المجمع (تيار الخرج) وهذا يسمى فعل الترانزستور .  
بعبارة أخرى :- نصل الإشارة الكهربائية الصغيرة كتيار دخل على تيار القاعدة الخرج يكون على تيار المجمع وتوجد طريقتان :

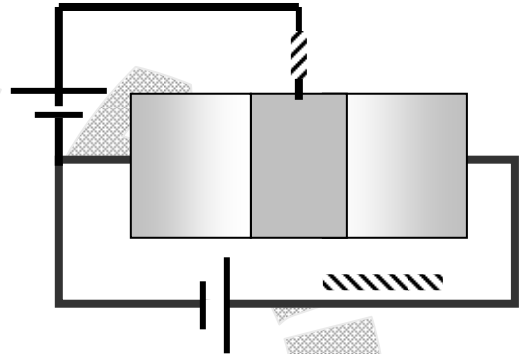
#### الطريقة الثانية

استخدام الترانزستور كمكبر  
(القاعدة مشتركة)



#### الطريق الأولى

استخدام الترانزستور كمفتاح  
(الباعث مشترك)



#### الترانزستور كمفتاح Swith

وعند استخدامه كمفتاح تستخدم دائرة ان يكون الباعث مشترك .

شرح الدائرة (استخدام الترانزستور كمفتاح فى حالة الفتح On) نفرض أن جهد البطارية المتصلة مع الباعث  $V_{CC}$  وفرق الجهد بين المجمع والباعث  $V_{CE}$  وتيار المجمع  $I_C$  والمقاومة الموجودة فى دائرة المجمع  $R_C$

$$\therefore V_{CC} = V_{CE} + I_C R_C$$

١- زيادة تيار المجمع  $I_C$  فان  $V_{CE}$  تقل

حتى تصل الى قيمة حوالى 0.2 فولت عندما يكون تيار القاعدة كبيراً.

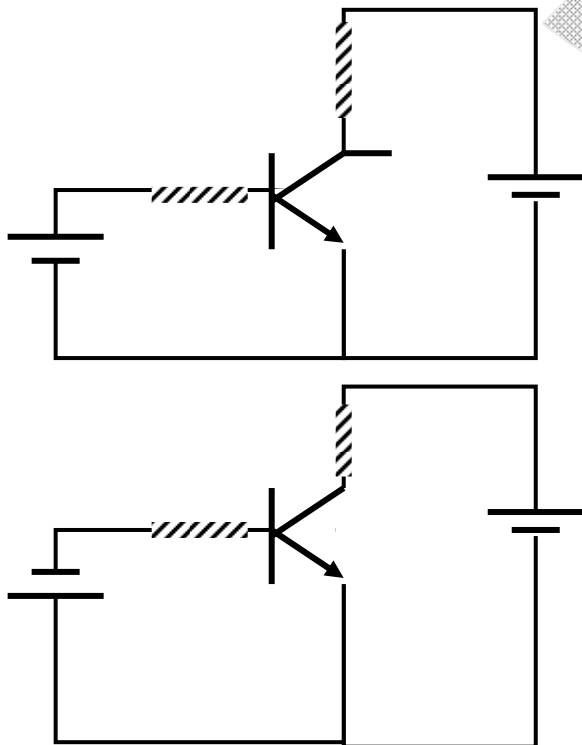
٢- فإذا كان الدخل (القاعدة) كمكبر فان الخرج (المجمع) صغير وتسمى هذه النبطية عاكس .

٣- وبذلك عند إعطاء جهد موجب على القاعدة يسرى تيار فى المجمع بحيث يكون فرق الجهد على المجمع صغير كما بالرسم المقابل .

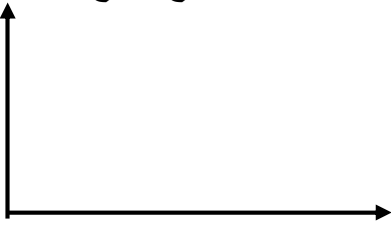
طبقاً للعلاقة السابقة :

$$V_{CC} = V_{CE} + I_C R_C$$

١- عند نقص تيار المجمع  $I_C$  فان  $V_{CE}$  تزداد



٢- فإذا كان الدخل (القاعدة) صغير أو سالبا فان الخرج (المجمع) كبير. فان تيار المجمع ينقطع ويزداد فرق الجهد على المجمع كبيرة (الخرج كبير). كما بالرسم المقابل .  
والشكل التالي يوضح خصائص العاكس عند رسم علاقة بين  $V_{OUT}$  على المحور الرأسى  $V_{in}$  على المحور الأفقى - وهذا يوضح أن  $V_{in}$  كبيرة تكون  $V_{out}$  صغيرة والعكس ويوصف أن الترانزستور كمفتاح



- (أ) عندما يكون فى حالة الفتح on أى يمر تيار فان مقاومته صغيرة او لا تذكر وعند توصيل الاوميتز القطب الموجب له متصل بالقاعدة والقطب السالب متصل بالباعث مقاومة لا تذكر  
(ب) عندما يكون فى حالة الغلق off الى أى لا يمر تيار فان مقاومته كبيرة جدا وعند توصيل الاوميتز القطب السالب له متصل بالقاعدة والقطب الموجب متصل بالباعث تكون المقاومة كبيرة ويدل على (Inf) مقاومة عالية جدا .

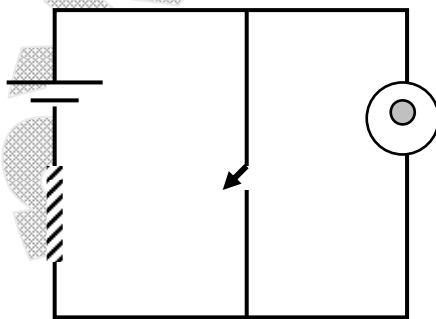
### الإلكترونيات الرقمية

البوابة المنطقية: هى الدوائر التى تستطيع ان تقوم بعمليات منطقية مثل العكس أو التوافق او الاختيار وهى مبنية على الجبر الثنائى .

من أهمها

١- بوابة العاكس لها مدخل واحد ومخرج واحد .

الخرج  
0  
1  
الدخل  
1  
0



الرسم المكافئ لبوابة العاكس عند غلق المفتاح لا يضىء المصباح



رمز بوابة العاكس

low (0) (1) high

high (1) (0) low

للتوضيح :

١- عند غلق k (الدخل 1) - الخرج المصباح لا يضىء (0)

٢- عند غلق k (الدخل 0) - الخرج المصباح يضىء (1)

٢- بوابة التوافق AND:

لها مدخلان أو اكثر ومخرج واحد

In Put الدخل	OUT PUT الخرج
00	0
01	0
10	0
11	1

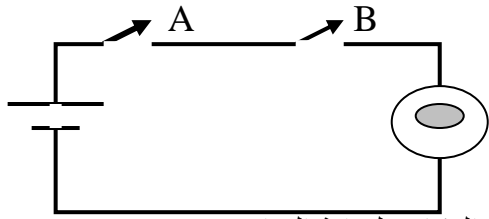


رمز بوابة التوافق AND

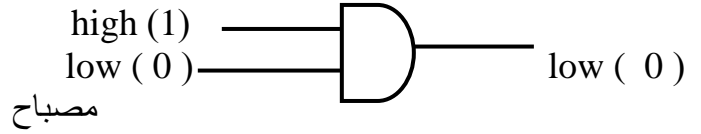
حالات بوابة التوافق

high (1) high (1)

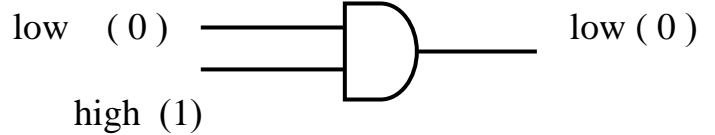
- المفتاح A مغلق (1) - المفتاح B مغلق (1)  
الخرج اضاءة المصباح (1)



الرسم المكافئ لبوابة التوافق (AND)  
يضئ المصباح إلا إذا أغلق المفتاحان معاً



- المفتاح A مغلق (1)، المفتاح B مفتوح (0)  
الخرج عدم اضاءة المصباح



- المفتاح A مفتوح (0)، المفتاح B مغلق (1)  
الخرج عدم اضاءة المصباح



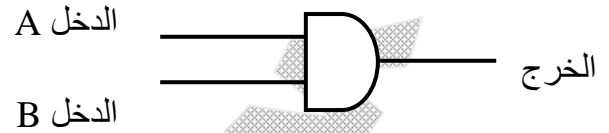
- المفتاح A، B مفتوحان (الدخل 0, 0)  
الخرج عدم اضاءة المصباح (0)

### ٣- بوابة الاختبار OR:

لها مدخلان أو أكثر ومخرج واحد.

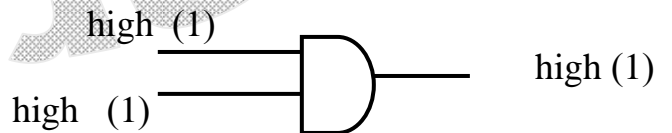
اي يلزم توافر احد الدخلين ليكون الخرج (1) وهي تشبه بمفتاحين على التوازي يكفي غلق احدهما ليمر تيار. جميع عمليات الكمبيوتر مبنية على هذه البوابات وغيرها.

IN PUT الدخل	OUT PUT الخرج
00	0
01	1
10	1
11	1



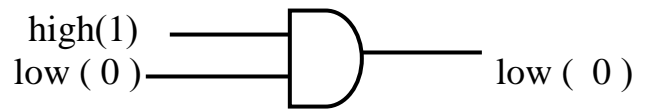
رمز بوابة الاختبار OR:

حالات بوابة الاختبار

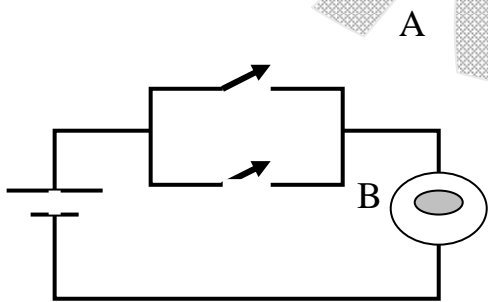


- المفتاح A مغلق (1) - المفتاح B مغلق (1)  
الخرج اضاءة المصباح (1)

مصباح



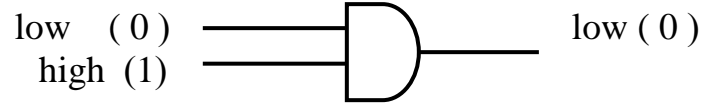
- المفتاح A مغلق (1)، المفتاح B مفتوح (0) - الخرج اضاءة المصباح



الرسم المكافئ لبوابة التوافق (OR) حيث

يضئ المصباح إذا أغلق أى من المفتاحين

- الخرج اضاءة المصباح



المفتاح A مفتوح (0) ، المفتاح B مغلق (1)  
الخرج إضاءة المصباح



- المفتاح A ، B مفتوحان (الدخل 0 ، 0)  
الخرج عدم إضاءة المصباح (0)

ويمكن تنفيذ هذه البوابات باستخدام الترانزستور

• مكونات الدائرة تنقسم الى :

- ١- مكونات غير فعالة : مثل المقاومة أو المكثف أو ملف الحث أو الدايمود .
  - ٢- مكونات فعالة : مثل أنواع الترانزستور التي لها إمكانيات التكبير عند دمجها في دوائر مناسبة .
- ٥- قانون مور Mobre s Law الذي ينص على :  
السعة والسرعة يتضاعفان كل ثمانية عشر شهرا

القوانين

١- في حالة البلورة n - type

$$n = P + N_D$$

حيث n تركيز الالكترونات الحرة ، P تركيز الفجوات ،  $N_D$  تركيز أيونات الشوائب المعطية .

٢- في حالة البلورة P - Type

$$P = N_A + n$$

حيث  $N_A$  تركيز أيونات الشوائب المستقبلية

٣- في حالة البلورة النقية  $np = n_1^2$

حيث  $n_1$  تركيز الالكترونات أو الفجوات

$$n = N_D$$

٤- في حالة n - type

$$P = n_1^2 / N_D$$

٥- في حالة P - TYPE

$$P = N_A$$

$$n = n_1^2 / N_A$$

٦- في حالة الترانزستور  $I_C = \alpha_e I_E$  حيث  $I_C$  تيار المجمع  $I_E$  تيار الباعث

$\alpha_e$  نسبة التوزيع (ثابت التجزئة أو التوزيع)

$$I_B = (1 - \alpha_e) I_E$$

$$\beta_e = \frac{I_C}{I_B} = \frac{\alpha_e I_E}{(1 - \alpha_e) I_E} = \frac{\alpha_e}{1 - \alpha_e}$$

٧- في حالة الترانزستور كمفتاح

$$V_{CC} = V_{CE} + I_C R_C$$

$V_{CC}$  جهد البطارية -  $V_{CE}$  فرق الجهد بين الباعث والمجمع  $R_C$  المقاومة المتصلة مع المجمع -  $I_C$  تيار المجمع