

# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

❖ اخي المعلم وابنائي الطلبة والطالبات الي كل من يعشق علم الفيزياء يسرني ان اضع بين ايديكم هذا العمل سائلاً امولي سبحانه وتعالى ان ينفعنا واياكم به في الدنيا والاخرة وان يجعل عملنا كله خالصاً لوجهه الكريم

❖ واعلم اخي الطالب واختي الطالبة ان علم الفيزياء من اهم العلوم التي قامت عليها الحضارة البشرية في العصر الحديث وذلك بدء من تصور طومسون للذرة واكتشافه الالكترون مروراً برذرفورد ثم شرودنجر وبور وتصوره للذرة مرور بنسبيت اينشتين وميكانيكا الكم وعلم الالكترنيات وصولاً لتكنولوجيا النانو وعلم الفضاء بدايت من البيروني واكسن ابن الهيثم مرورا بجاليليو

وتلسكوب الشهير اول نافذة للفضاء مرورا بالاقمار الصناعية ثم مكوك الفضاء هذا وغيره يبين مدى فضل علم الفيزياء علي غيره من سائر علوم الدنيا ، ولذلك اهتم اخي الطالب

ان تدرس الفيزياء كعلم وليس كمادة لتحصيل الدرجات فقط فلم لا يكون اسمك من تلك الاعلام الذين خدموا البشرية لذلك اضع بين ايديكم جزء ضئيل من مجهود تلك العظماء وقد راعيت فيه البساطة والدقة والتبسيط وكتابت العديد من الأمثلة والاسئلة علي قدر استطاعتي والله اسال ان تنال اعجابكم متمنيا لكم النجاح والتوفيق.....

كما أسأله سبحانه وتعالى ان يغفر لي والوالدي وان يرحمهما

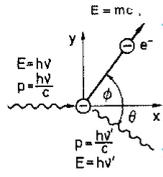
اهداء أ / زكريا مختار

ميت غم في

٣ شوال ١٤٣٤ هـ

# الجزء الثاني

## مقدمة في الفيزياء الحديثة



### الفصل الثاني عشر

• ازدواجية الموجة والجسيم



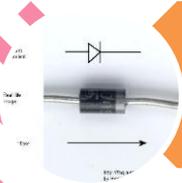
### الفصل الثالث عشر

• الاطياف الذرية



### الفصل الرابع عشر

• الليزر



### الفصل الخامس عشر

• الالكترنيات الحديثة

مقدمة : دراستنا لعلم الفيزياء ينقسم الى

### الفيزياء الكلاسيكية

- 1 يشمل هذا الفرع من الفيزياء كل ما سبق دراسته (الصوت - الضوء - المواع - الحرارة).
- 2 تفسر مشاهداتنا اليومية وتجاربنا المعتادة.
- 3 لاتستطيع تفسير الظواهر التي يتعامل فيها الضوء او الاشعاع الكهرومغناطيسي مع الالكترن او الذرة.

علل

ماذا تسمى الفيزياء الكلاسيكية بهذا الاسم؟

ج : ليس سبب التسمية بهذا الاسم أنها غير مستعملة بل لأنها تفسر مشاهداتنا اليومية وتجاربنا المعتادة.

### الفيزياء الحديثة

هي التي تفسر :

- 1 الظواهر العلمية التي قد لا نراها في حياتنا اليومية بصورة مباشرة .
- 2 العديد من الظواهر التي لا تستطيع الفيزياء الكلاسيكية تفسيرها ، وخاصة عندما نتعامل على المستوى الذري أو دون الذري
- 3 كل الظواهر الإلكترونية والتي هي أساس نظم الإلكترونيات والاتصالات الحديثة .
- 4 التفاعلات الكيميائية على مستوى الجزيء ، والتي تمكن العالم أحمد زويل من تصوير بعضها باستخدام كاميرا فائقة السرعة مما أهله للفوز بجائزة نوبل للكيمياء عام 1999م .
- 5 تعتبر الفيزياء الحديثة مدخل مهما لفيزياء الكم.

### استخدام الفيزياء الكلاسيكية في تفسير الضوء

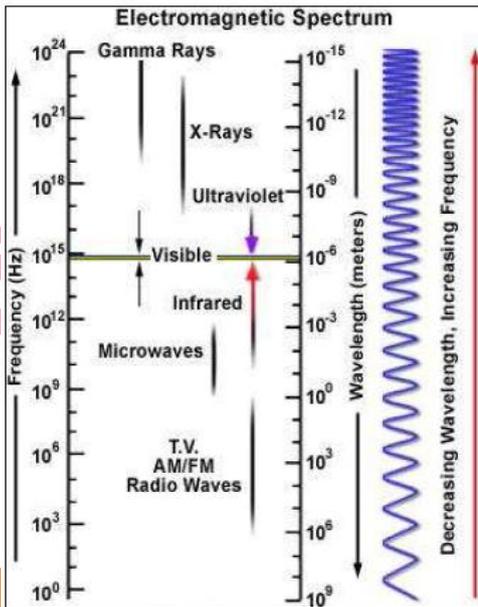
من الدراسات السابقة نعلم ان :

- 1 الضوء موجات تنعكس وتتكسر وتعاني التداخل والحيود.
- 2 الضوء جزء محدود من الطيف الكهرومغناطيسي.
- 3 الموجات الكهرومغناطيسية تختلف عن بعضها في الطول الموجي والتردد ولكنها تنتشر بسرعة ثابتة في الفراغ .

### اشعاع الأجسام الساخنة

- 1 الاجسام الساخنة (كالشمس وسائر النجوم ، قطعة فحم متقدة ، مصباح كهربى متوهج ) تشع ضوء وحرارة .
- 2 وتختلف شدة الاشعاع المنبعث من الجسم باختلاف درجة الحرارة فكلما ارتفعت درجة الحرارة زادت شدة الاشعاع
- 3 وقد لاحظ العلماء ان الطاقة الاشعاعية التي تنبعث من الجسم

المتوهج لا تقتصر على نوع واحد من الموجات كما لا تتوزع بالتساوي بين الاطوال الموجية المكونة لطيف الاشعاع ويرجع ذلك لاختلاف درجة الحرارة التي يتوهج عندها الجسم.



المصدر المشع	درجة الحرارة	$\lambda_m$	منطقة الطيف	الإشعاع
سطح الشمس	6000 °k	5000 A°	الطيف المرئي	50% ضوء 40% حرارة
مصباح كهربائي متوهج	3000 °k	1000 A°	حافة الضوء المنظور	20% ضوء 80% حرارة
الأرض	منخفضة	10000 A°	الأشعة تحت الحمراء	معظم الإشعاع حراري

### علل اللون الغالب على الضوء الصادر من كل هذه المصادر (وغيرها) متغير؟

جـ : لأن المصدر المشع ( الجسم الساخن ) لا يشع كل الأطوال الموجية ( الألوان ) بنفس المقدار . بل تختلف شدة الإشعاع باختلاف الطول الموجي .

### العلاقة بين شدة الإشعاع والطول الموجي ودرجة الحرارة

← **كلاسيكياً** : الإشعاع موجات كهرومغناطيسية ولذا فإن شدة الإشعاع تزداد بزيادة

1 التردد ( نقص الطول الموجي )

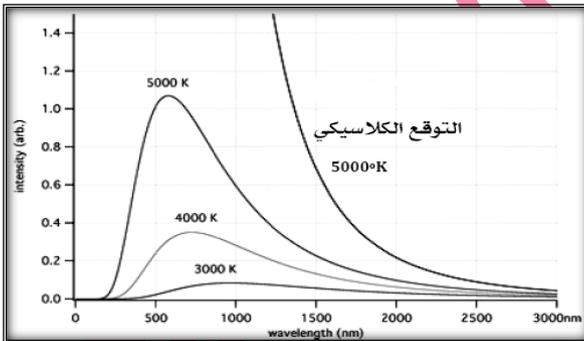
2 درجة حرارة المصدر دون حد معين .

← **كمياً** : قام بلانك بدراسة العلاقة شدة الإشعاع والطول الموجي عند درجات حرارة مختلفة فحصل على

منحنى يسمى منحنى بلانك

هو منحنى يصف العلاقة بين شدة الإشعاع والطول الموجي عند درجات حرارة معينة .

### العلاقة بين شدة الإشعاع والطول الموجي:



أولاً : بالنسبة للجزء **الأيم** : شدة الإشعاع تقل بزيادة الطول

الموجي ( نقص التردد ) وهذا يتفق مع النظرية الكلاسيكية

ثانياً : بالنسبة للجزء **الأيسر** شدة الإشعاع تزيد بزيادة الطول

الموجي ( نقص التردد)

أي تقل بنقص الطول الموجي ( بزيادة التردد ) وهذا لا يتفق

مع النظرية الكلاسيكية

والسؤال.. لماذا تقل شدة الإشعاع عند الترددات العالية جداً [ الأطوال الموجية المنخفضة جداً ]؟

قانون فين : الطول الموجي الذي تصاحبه أقصى شدة إشعاع ( $\lambda_m$ ) يتناسب عكسياً مع درجة الحرارة على

$$\lambda_m \cdot T = \text{const} = 2.89 \times 10^{-3}$$

تدريج كلفن

أي تزداد قيمة شدة الإشعاع العظمى  $\lambda_m$  إلى الطول الموجي الأقصر بزيادة درجة الحرارة

### علل لم تستطع الفيزياء الكلاسيكية تفسير منحنى بلانك؟

جـ : لأنها تعتبر الإشعاع موجات كهرومغناطيسية ولذا فإن شدة الإشعاع تزداد بنقص الطول الموجي

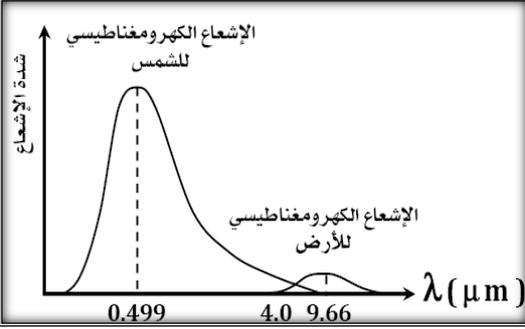
(زيادة التردد). ولذلك لم تستطع تفسير لماذا تقل شدة الإشعاع عند الترددات العالية (في منطقة الأشعة

الفوق بنفسجية) الجسم يمكن أن يهتز مع أي طاقة مهما كانت صغيرة . ولذا فشل العلماء في تفسير توزيع

الطاقة الإشعاعية .

## أبحاث بلانك

وجد العالم بلانك ان المنحني السابق يتكرر مع كل الاجسام الساخنة التي تشع طيفا متصلا من الاشعاع ولا يقتصر ذلك علي الشمس بل يحدث للأرض والكائنات الحية



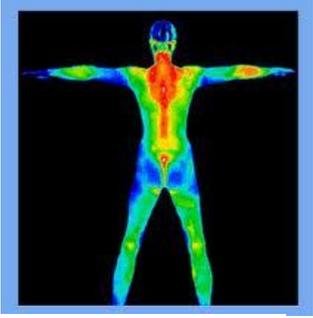
## اشعاع الارض

- 1 نظرا لان الارض جسم غير متوهج فإنها تمتص اشعاع الشمس ثم تشعه مرة اخري.
- 2 درجة حرارة الارض منخفضة كثيرا بالنسبة للشمس لذا فان قمة منحني اشعاع الارض يكون حوالي (10micron) وهو نطاق الاشعة تحت الحمراء.

فكر . . . من المنحني السابق يمكن معرفة درجات حرارة الشمس والارض . (وضع ذلك)  
تصوير الاشعاع الصادر من الارض:

تستخدم اقمار صناعية واجهزة قياس محمولة جوا واجهزة ارضية لتصوير سطح الارض وتسجيل الطيف الصادر منها ومن بينها

- الاشعة تحت الحمراء
- الضوء المرئي
- الموجات الميكرو مترية التي تستخدم في الرادار



صورة حرارية للشخص

## الاهمية تصوير الاشعاع الصادر من الارض (الاشعاع الحراري)

- 1 تحديد مصادر الثروة الطبيعية : اماكن البترول والفحم والمياه الجوفية.
- 2 التطبيقات العسكرية : مثل أجهزة الرؤية الليلية لرؤية الأجسام المتحركة في الظلام واضحة بفعل ما تشعه من إشعاع حراري
- 3 في الطب : يستخدم التصوير الحراري في مجال الأورام والأجنة .
- 4 اكتشاف الأدلة الجنائية : مثل تقنية الاستشعار عن بُعد حيث يبقى الإشعاع الحراري فترة بعد انصراف الشخص .

سيجما في الفيزياء للتأنيوية العامة والأزهرية

## اشعاع أجسام الاسود

استطاع العالم بلانك في عام ١٩٠٠ أن يضع تفسيراً لهذه الظاهرة والتي سماها باسم إشعاع الجسم الأسود .

## سبب التسمية :

أن الجسم الأسود : هو الذي يمتص كل ما يسقط عليه من أشعة ذات أطوال موجية مختلفة (فهو يمتص مثالي) . ثم يعيد إشعاعه بصورة مثالية ( فهو أيضا باعث مثالي). وذلك لأنه في حالة الاتزان الحراري . أي أن معامل امتصاص الجسم الأسود % 100

$$\text{معامل الامتصاص} = \frac{\text{الطاقة الاشعاعية التي يمتصها}}{\text{الطاقة الكلية الساقطة عليه}} \times 100$$

## ظاهرة اشعاع الجسم الاسود

هي ظاهرة امتصاص الاجسام للإشعاع الساقط عليها ثم إعادة إشعاعه مرة اخري.

هو الجسم الذي يمتص كل الطاقة الاشعاعية الساقطة عليه ثم يعيد إشعاعه مرة اخري فهو يمتص مثالي وفي نفس الوقت باعث مثالي.

## توضيح ظاهرة إشعاع الجسم الأسود :

الجسم الأسود غير موجود حقيقة ، والجسم الشبيه به هو فجوة بها ثقب صغير. تدخل منه الطاقة الإشعاعية يمتص جزء وينعكس الباقي عدة مرات كل مرة يمتص جزء من الطاقة ولا يخرج إلا جزء يسير منه ويبدو أسود لأن الإشعاع يظل في معظمه محصوراً بداخله من كثرة الانعكاسات. وهو ما يسمى إشعاع الجسم الأسود .

عند تسخينه الجسم الأسود يشع على حسب درجة حرارته ويملكه اذا زادت درجة حرارته اه يتوهج ويصبح ابيض

### فروض بلانك لتفسير إشعاع أجسام الأسود

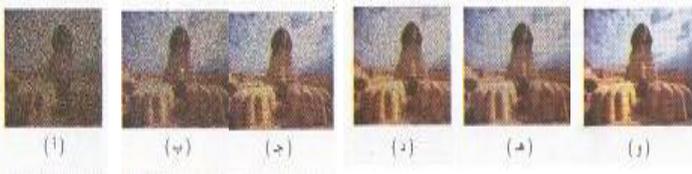
#### مبدأ تكملة الطاقة

- 1 الإشعاع يتألف من وحدات صغيرة من الطاقة كل منها يسمى الكوانتم (الكم) أو الفوتون طاقته ( $h\nu$ )
- 2 تزداد طاقة الفوتونات كلما زاد ترددها  $E = n h \nu$
- 3 يتناقص عدد الفوتونات كلما زادت طاقة الفوتون

حيث  $h$  ثابت بلانك ويساوي  $6.625 \times 10^{-34} \text{ J.S}$

#### إشعاع الفوتونات

- 4 تصدر الفوتونات عن تذبذب الذرات
- 5 الذرة لا تشع طالما بقيت في مستوى واحد ولكن عندما تنتقل الذرة المتذبذبة من مستوى طاقة عال إلى مستوى طاقة أقل فإنها تصدر فوتوناً طاقته ( $E=h\nu$ )
- 6 الطاقة التي تصدرها هذه الذرات المتذبذبة ليست متصلة بل منفصلة عن بعضها وتخرج على شكل كمات منفصلة اي انها (مكمأة)
- 7 لا يمكن ملاحظة خواص هذه الفوتونات منفردة (رغم ان العين قادرة على الإحساس حتى بفوتون واحد ساقط) ولكن نلاحظ خواص الإشعاع الصادر



### علل ظاهرة إشعاع الجسم الأسود إثبات للخاصية الجسيمية للضوء

#### الانبعاث الإلكتروني من السطح

#### مقدمة

يحتوي المعدن على أيونات موجبة والكترونات حرة تستطيع أن تتحرك داخل المعدن. ولكنها لا تستطيع أن تغادره بسبب قوى التجاذب التي تجذبها دائماً للداخل . وهو ما يسمى حاجز جهد السطح . أو اقل جهد يكفي لمنع خروج الالكترونات من سطح المعدن

وهناك طريقتاه لتحرير الالكترونات من سطح المعدن

- 1 الانبعاث الأيونى الحرارى (التأثير الكهرو حرارى) هو تحرير الالكترونات من سطح المعدن نتيجة اكسابها طاقة حرارية وهي فكرة أنبوبة أشعة الكاثود C.R.T
- 2 الانبعاث الكهروضوئى

هي ظاهرة انطلاق الالكترونات من الأسطح المعدنية عند سقوط ضوء مناسب عليها.

من طلب العلم من غير كد  
اضاع العمر في طلب المحال

## أنبوبة أشعة الكاثود

الوظيفة : تستخدم في شاشة التليفزيون والكمبيوتر .

الاساس العلمي : الانبعاث الكهرو حراري

التركيب : أنبوبة مفرغة من الهواء تحتوي على

المدفع الإلكتروني ويتكون من :

1 الكاثود ( المهبط ) : وهو سطح معدني. يمكن تسخينه بواسطة فتيلة التسخين فتنتقل منه بعض

الإلكترونات بتأثير الحرارة متغلبة على قوى الجذب عند السطح

2 شبكة : تعترض طريق الإلكترونات لذا فإنها تتحكم في شدة تيار الإلكترونات .

3 الأنود : وهو القطب الموجب ويعمل على

التقاط الإلكترونات التي تتحرر من الفتيلة .

وينشأ عن ذلك مرور تيار كهربائي في الدائرة

الخارجية . كما أن الأنود متصل بالشاشة لذا

فإنه يوجه تيار الإلكترونات إليها .

الشاشة : عبارة عن شاشة مغطاة بمادة

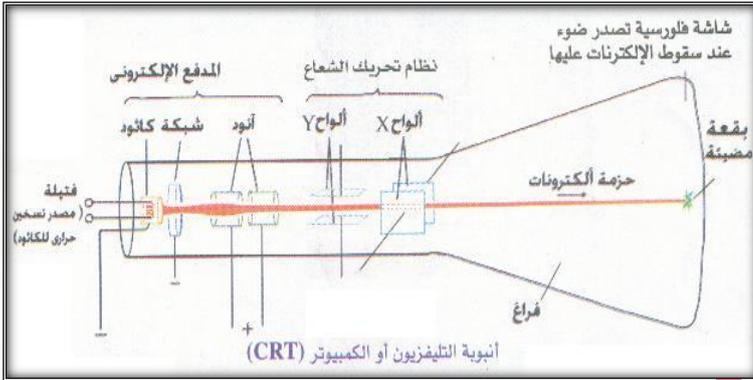
فلورسكية عندما تصطدم الإلكترونات بها فإنها

تصدر ضوء تختلف شدته من نقطة لأخرى حسب شدة الإشارة الكهربائية

نظام تحريك الشعاع : يمكن توجيه حزمة الإلكترونات بواسطة مجالات كهربية مغناطيسية تصدر عن

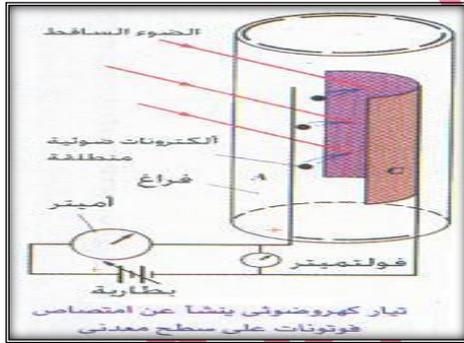
الألواح فتعمل على تحريك شعاع الإلكترونات بحيث يمسح الشاشة نقطة بنقطة 25 مرة في الثانية وبذلك

تكتمل الصورة على الشاشة



س ارسم أنبوبة التليفزيون أو الكمبيوتر مع شرح دور كل جزء فيها

## ظاهرة التأثير الكهروضوئي



الخلية الكهروضوئية عبارة عن انتفاخ زجاجي مفرغ الهواء بداخله

كاثود أو مهبط عبارة عن لوح معدني مقعر الشكل سطحه الداخلي

مغطى بطبقة من السيزيوم رقيقة وامام الكاثود أنود وهو عبارة عن

قضيب معدني رفيع حتي لا يوجب الضوء عن الكاثود ومثبت في القاعدة مسماري توصيل احدهما بالكاثود

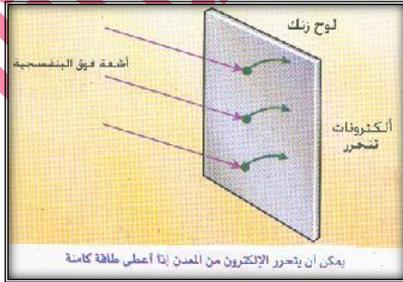
والاخر بالأنود

استخدامات الخلية الكهروضوئية

1 اضاءة مصابيح الشوارع ليلا ليا عند اختفاء ضوء الشمس

2 حراسة البنوك والمتاحف من السرقة بعمل جرس انذار الي

3 عداد النقود في البنوك 4 ايقاف المصعد عند فتح الباب الي



فكر 1 عند سقوط حزمة من اشعة فوق بنفسجية علي لوح خارصين متعادل نجد انه يشحن بشحنة موجبة

2 لم تستطع الفيزياء الكلاسيكية تفسير الظاهرة الكهروضوئية؟ وضع ذلك

اتق الله حيثما كنت واتبع السيئة الحسنة تمحها وخالف الناس بخلق حسن

## تفسير ظاهرة التأثير الكهروضوئي

لا يمكن تفسير هذه الظاهرة بالنظرية الكلاسيكية للضوء ، لأن بعض فروضها يخالف المشاهدة العملية

المشاهدة العملية	كلاسيكياً
انطلاق الإلكترونات يعتمد أساساً على تردد الموجة وليس شدتها الإلكترونات فلا تنطلق إلا إذا كان تردد الضوء الساقط أعلى من قيمة حرجة $\nu_c$	1 يسخن الضوء المعدن وعندئذ تعطي موجات الضوء طاقة للإلكترونات كي تتحرر وشدة تيار الإلكترونات المحررة يتوقف على شدة الموجة بصرف النظر عن التردد.
الطاقة الحركية للإلكترونات المنطلقة (وسرعتها) تتوقف على تردد الموجة الساقطة وليس شدتها.	2 أن الطاقة الحركية للإلكترونات المنطلقة (وسرعتها) يجب أن تزداد مع زيادة شدة الإضاءة
انطلاق الإلكترونات يحدث لحظياً ، ولا تكون هناك فترة انتظار لتجميع الطاقة اللازمة لتحرر الإلكترونات ، بل تنطلق في التو واللحظة بشرط أن يكون تردد الضوء أكبر من الحد الحرج $\nu_c$ .	3 حتى لو كانت شدة الإضاءة قليلة فإن تسليط الضوء لمدة طويلة كفيلاً بإعطاء الإلكترونات الطاقة اللازمة لتتحرر بصرف النظر عن التردد

## تفسير اينشتاين للتأثير الكهروضوئي

اكتشف أينشتاين قانون التأثير الكهروضوئي الذي فسّر الظاهرة الكهروضوئية وفاز بجائزة نوبل 1921م

عن هذا التفسير ويتلخص في :-

1 إذا سقط فوتون طاقته  $E = h\nu$  على سطح معدني وكانت هذه

الطاقة أكبر من حد معين ( يسمى دالة الشغل  $E_w$  ويساوي  $h\nu_c$  ) فإن هذا الفوتون يستطيع بالكاد أن يحرر الكتروناً

2 إذا زادت طاقة الفوتون الساقط  $E$  عن دالة الشغل  $E_w$  فإن

الإلكترون يتحرر، ويظهر فرق الطاقة على شكل طاقة حركية  $K.E$  (أي يتحرك بسرعة أكبر) . وتزداد هذه الطاقة بزيادة التردد

$$\Delta E = E - E_w = \frac{1}{2} mV^2 = h\nu - h\nu_c$$

3 إذا كانت طاقة الفوتون الساقط أقل من دالة الشغل ، لا يتحرر مهما

كانت شدة الإضاءة

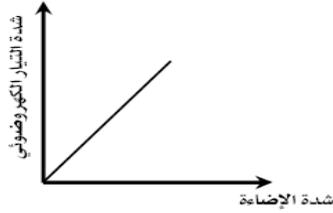
4 انطلاق الإلكترونات يحدث لحظياً ولا يكون هناك فترة

لتجميع الطاقة ، بشرط أن تكون طاقة الفوتون أكبر من دالة الشغل ، وعلى ذلك فإن دالة الشغل تتوقف

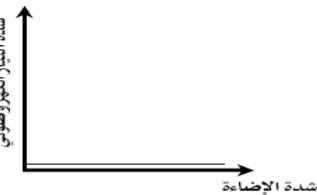
فقط على نوع المادة ولا تتوقف على

أ- شدة الضوء ب- زمن التعرض للضوء

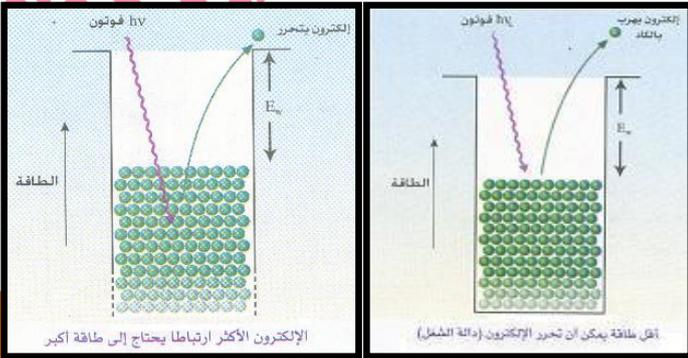
ج- فرق الجهد بين المصعد والمهبط.



إذا كان تردد الضوء أكبر من التردد الحرج ( $\nu_c$ ) تزيد شدة التيار بزيادة شدة الضوء



إذا كان تردد الضوء أقل من التردد الحرج ( $\nu_c$ ) لا يمر تيار مهما كانت شدة الإضاءة



دالة الشغل هي الطاقة اللازمة لتحرير الإلكترون من سطح المعدن  $E_w = h\nu_c$

التردد الحرج هو أقل تردد للضوء الساقط يؤدي إلى انبعاث الإلكترونات لتترك سطح المعدن

📖 ما معنى ان دالة الشغل  $E_w$  طعدن الخارصين تساوي  $6.89 \times 10^{-19}$  جول

📖 الطول اطوجي الحرج للبوتاسيوم  $6862.9^\circ \text{A}$

📖 ملاحظة

الخارصين يحتاج اشعة فوق بنفسجية لتحرير الالكترونات منه لان الطاقة لازمة لتحرير الالكترونات منه عالية بخلاف الصوديوم و البوتاسيوم والسيزيوم ينبعث منها الالكترون بالضوء العادي اي يحتاج لطاقة اقل.

📖 **جهد الايقاف (جهد القطع)** هو اصغر جهد سالب علي الأنود يكفي لإيقاف الالكترونات في الخلية

الكهروضوئية يتوقف علي التردد ولا يتوقف علي شدة الضوء وحسب من  $eV_s = KE_{\max} = 1/2mv^2$

📖 ما معنى ان جهد الايقاف في خلية كهروضوئية  $5 \text{ eV}$ ؟

📖 **تعجيل الالكترونات** : اذا وضع الكترن شحنته  $e$  كولوم في مجال كهربي فرق الجهد له ( $V$  فولت) فان

الالكترن يكتسب طاقة  $eV =$  جول وتحول الي طاقة حركة

$$e \cdot v = \frac{1}{2} mV^2$$

📖 **الالكترن فولت** : مقدار الطاقة التي يكتسبها الكترن عندما ينتقل بين نقطتين فرق الجهد بينهما واحد

فولت =  $1.6 \times 10^{-19} \text{ j}$

📖 ملاحظة قد تعطي طاقة الحركة الالكترن أو داله الشغل بالالكترن فولت ( $eV$ ) وللتحويل الي الجول

نضرب في شحنه الالكترن  $1.6 \times 10^{-19}$

📖 قارن بين التفسير الكلاسيكي وتفسير اينشتاين للظاهرة الكهروضوئية؟

وجه المقارنة	التفسير الكلاسيكي	تفسير اينشتاين
تأثير شدة الضوء علي طاقة الحركة	زيادة شدة الضوء تزيد من طاقة حركة الالكترونات	شدة الضوء الساقط لا تغير من طاقة الحركة بل تعتمد علي تردد الضوء الساقط
تأثير شدة الضوء علي شدة التيار	تزداد شدة التيار الكهروضوئي بزيادة شدة الضوء الساقط بصرف النظر عن التردد	تزداد شدة التيار الكهروضوئي بزيادة شدة الضوء اذا كان تردد الضوء اكبر من التردد الحرج
زمن تحرير الالكترونات	يتمص الالكترن الطاقة تدريجيا فاذا كانت شدة الضوء قليلة يأخذ زمن اطول للتحرر	الزمن اللازم هو زمن تصادم الفوتون بالالكترن فقط حتي لو كانت شدة الضوء ضعيفة
التردد	الظاهرة الكهروضوئية تحدث عند اي تردد	لا يتحرر الكترونات الا اذا كان تردد الضوء الساقط اكبر من التردد الحرج



سلسلة مذكرات سيكما في الفيزياء اعداد وتنفيذ ا / زكريا مختار

مشرف عام اقسام الفيزياء بمعتدي بوابة الثانوية العامة

## امثلة محلولة

١. انبعثت فوتو إلكترونات من سطح فلز بطاقة قصوى قدرها  $5 \times 10^{-19} \text{ J}$  وذلك عندما سقطت عليها اشعة طولها الموجي  $200 \text{ nm}$  احسب: ① دالة الشغل ( الجهد) للفلز ② الطول الموجي للفلز ③ فرق الجهد اللازم لا يقف انبعاث الالكترونات من الفلز.

الحل:

$$h\nu_c = h\nu - \frac{1}{2} mV^2$$

$$E_w = h\nu_c = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{200 \times 10^{-9}} - 5 \times 10^{-19} = 4.9375 \times 10^{-19}$$

$$E_w = h\nu = h \frac{c}{\lambda_c} \quad \therefore \lambda_c = \frac{hc}{E_w} \quad \therefore \lambda_c = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{4.9375 \times 10^{-19}} = 4 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$\therefore V_s = \frac{5 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 3.125 \text{ V}$$

٢. إذا كانت الطاقة اللازمة لتحرير إلكترون من سطح فلز  $3.975 \times 10^{-19} \text{ J}$  وعند سقوط ثلاثة أضواء أحادية اللون أطوالها الموجية على الترتيب  $6200 \text{ \AA} - 5000 \text{ \AA} - 3100 \text{ \AA}$  أي من هذه الأضواء أحادية اللون يؤدي سقوطه على هذا الفلز الى تحرير الإلكترون؟ وفي حالة وجود تحرير للإلكترونات احسب كل من ① طاقة الإلكترون المتحرر. ② سرعة هذا الإلكترون.

علما بأن كتلة الإلكترون  $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$  وثابت بلانك  $6.625 \times 10^{-34} \text{ J.S}$

الحل طاقة الفوتون تحسب من العلاقة

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

$$E = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{\lambda} \quad \square$$

- ① عندما يكون الطول الموجي  $6200 \text{ \AA}$

$$E = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{6200 \times 10^{-10}} = 3.2 \times 10^{-19} \text{ J}$$

∴ داله الشغل  $(3.975 \times 10^{-19} \text{ J})$  اكبر من طاقة الفوتون الساقط  $(3.2 \times 10^{-19} \text{ J})$

∴ لا تنبعث الكترونات لان طاقة الفوتون اقل من داله الشغل

- ② عندما يكون الطول الموجي  $5000 \text{ \AA}$

$$E = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{5000 \times 10^{-10}} = 3.975 \times 10^{-19} \text{ J} \quad \square$$

← طاقة الفوتون الساقط تساوي من داله الشغل تتحرر الكترونات بطاقة حركة تساوي صفر

- ③ عندما يكون الطول الموجي  $3100 \text{ \AA}$

$$E = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{3100 \times 10^{-10}} = 6.411 \times 10^{-19} \text{ J} \quad \square$$

طاقة الفوتون الساقط اكبر من داله الشغل

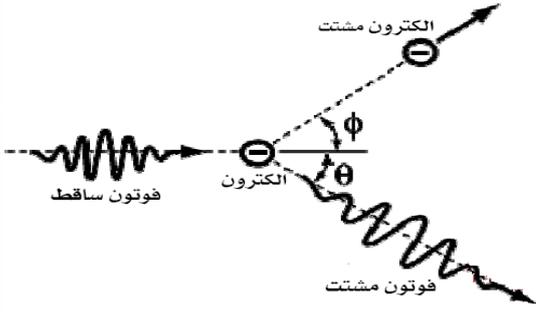
← تتحرر الكترونات بطاقة حركة تساوي  $2.43 \times 10^{-19} \text{ J}$

← سرعة الالكترون المحرر تحسب من العلاقة  $K.E = \frac{1}{2} mv^2$

$$\therefore V = 7.3 \times 10^7 \text{ m/s}$$

## ظاهرة كومتون (تحقيق الصفة الجسيمية للفوتونات)

عند سقوط فوتون طاقته عالية (من اشعة إكس أو من أشعة جاما) على إلكترون حر فإنه يحدث الآتي:



1 يقل تردد الفوتون (أي طاقته)

2 تزيد سرعة الإلكترون ويغير كلاً منهما اتجاهه .

3 الطول الموجي للفوتون المشتت يكون أطول من الطول الموجي للفوتون الساقط.

### تفسر ظاهرة كومتون

كلاسيكياً: لا يمكن تفسيرها بالنظرية الموجية (الكلاسيكية)

كيمياً: افترض بلانك أن الإشعاع الكهرومغناطيسي مكون من فوتونات، وأن الفوتونات يمكن أن تصطدم بالإلكترونات (كما تصطدم كرات البلياردو) أي تصادماً مرناً، ولذا يمكن تطبيق قانون بقاء كمية التحرك وكذلك قانون بقاء الطاقة على حركة الفوتون، أي يكون للفوتون كتلة وسرعة ∴ له كمية تحرك ∴ يكون له خواص جسيمية

وتبعاً لذلك فإن الفوتون المشتت أقل طاقة وأقل تردد وأطول طول موجي من الفوتون الساقط وهذا يتعارض مع النظرية الكلاسيكية وحيث أنه يوجد فرق بين الفوتون الساقط والمشتت في التردد لذلك لا يمكن القول أن الفوتون المشتت هو نفسة الفوتون الساقط ولكن الفوتون الساقط قد اختفى أو فني والفوتون المشتت قد خلق أو تولد

علل ظاهرة كومتون توضع الصفة الجسيمية للفوتونات؟ (اجب بنفسك)

تأثير كومتون: هي ظاهرة انبعاث الكترونات وأشعة (X) ذات طاقة اقل عند قذف معدن بأشعة (X) ذات طاقة اعلي.

طبيعة الفوتون هو كمية من الطاقة مركزة في حيز صغير 1 له طاقة  $E=h\nu$

2 كمية تحرك ( له كتلة وسرعة ) يتحرك باستمرار بسرعة الضوء، وهي ثابتة مهما كان التردد

$$4 \text{ كتلته وهو متحرك } m = \frac{E}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2}$$

$$5 \text{ كمية تحركه } P_L = \frac{h\nu}{\lambda} = mc \text{ (حاصل ضرب كتله في سرعته)}$$

وذلك طبقاً لمعادلة اينشتاين يمكن أن تتحول المادة إلى طاقة وبالعكس حيث

الطاقة = الكتلة المتحولة × مقدار ثابت . قام اينشتاين بتعيين قيمة المقدار الثابت بأنها تساوي مربع سرعة

$$\text{الضوء، وتكون العلاقة على الصورة: } E=mc^2$$

فيكون أي فقد في الكتلة يظهر على شكل طاقة وهذا هو أساس صنع القنبلة الذرية .. علل؟

لأنه وجد أن انشطار النواه يصحبه فقد كتلة صغيرة جداً، تتحول إلى طاقة كبيرة جداً لأنها تضرب في مربع سرعة الضوء، وهي كمية كبيرة جداً  $(3 \times 10^8)^2 \text{ m}^2/\text{s}^2$ .

بعض الناس ينجحون لأنهم مهذوظون .. □

ولكن معظم الناجحون قد توجهوا لأنهم مصممين على النجاح نهزي، □

سلسلة مذكرات سيجما في الفيزياء اعداد وتنفيذ أ/ زكريا مختار

## استنتاج القوة التي يؤثر بها الفوتون على الإلكترون

نـفـرض أن لدينا اشعاع من الفوتونات ساقط على سطح بمعدل  $\phi_L$  فوتون / ثانية ،  
وأن كتلة الفوتون  $m$  وسرعته  $C$

$$P_L = \frac{h\nu}{c} = \text{تكون كمية حرك الفوتون قبل التصادم}$$

$$P_L = - \frac{h\nu}{c} = - mc \text{ كمية حرك الفوتون بعد التصادم}$$

$$\Delta P_L = 2mc \text{ ويكون التغير في كمية حركته}$$

من قانون نيوتن الثاني فإن القوة هي المعدل الزمني للتغير في كمية حرك الفوتونات

$$\therefore F = 2mC.\phi_L$$

$$\therefore F = 2 \frac{h\nu}{C^2} C.\phi_L = 2 \frac{h\nu}{C} . \phi_L \square$$

$$F = \frac{2P_w}{c} \square$$

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

وهي قدرة ضعيفة لا تؤثر على الأجسام العادية . ولكنها تؤثر على الإلكترون لصغر كتلته وحجمه .

النموذج الميكرو سكوبي (الصغير) والنموذج الماكرو سكوبي (الكبير)

النموذج الماكرو سكوبي [ الكبير ]	النموذج الميكرو سكوبي [ المجهري ]
<p>① دراسة حزمة الفوتونات معا ككل (كموجة )</p> <p>② شدة الموجة ( مقياسها شدة المجال الكهربى أو شدة المجال المغناطيسى لشعاع الضوء ) تدل على مدى تركيز الفوتونات .</p>	<p>① دراسة الفوتون منفرداً ( كجسيم )</p> <p>② تصور الفوتون على أنه كرة صغيرة ( نصف قطرها = <math>\lambda</math> ) وتردده <math>\nu</math></p> <p>③ حزمة الفوتونات تحمل الطاقة التي يحملها شعاع الضوء لأن: مجموع الفوتونات لها مجال كهربى ومجال مغناطيسى والمجالان متعامدان على بعضهما البعض . وعلى اتجاه سريان حزمة الفوتونات</p>
<p>③ نستخدم هذا النموذج عندما يكون حجم العائق الذي يعترض طريق الضوء له أبعاد أكبر بكثير من <math>\lambda</math> .</p>	<p>④ نستخدم هذا النموذج إذا كان الأمر يتعلق بما يحدث على مستوى الإلكترون أو الذرة . وذلك عندما يكون حجم العائق الذي يعترض طريق الضوء في حجم الذرة أو الإلكترون ، أي في حدود <math>\lambda</math> .</p>

**علل** يمكن التعامل مع الفوتون على أساس النموذجين الماكرو سكوبي و الميكرو سكوبي ؟

وذلك حسب حجم العائق الذي يعترض أشعة الضوء فإذا كانت أبعاد العائق

أ- أكبر بكثير من $\lambda$ للفوتون	ب- ضئيل من $\lambda$ للفوتون
فإننا نتعامل بالخاصية الموجية (النموذج الماكرو سكوبي)	فإننا نتعامل بالخاصية الجسيمية (النموذج الميكرو سكوبي)

لا تباأس إذا رجعت خطوة للوراء

فلا تنس ان السهم يحتاج ان ترجعه للوراء لينطلق بقوة للأمام

## العلاقة بين الطول الموجي للفوتون وكمية الحركة الخطية

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

وبضرب البسط والمقام  $h$  ينتج أن  $\lambda = \frac{h}{h\nu}$  وبقسمة البسط والمقام على  $c$  فيكون  $\lambda = \frac{h}{h\nu}$  ولكن

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

$$P_L = \frac{h\nu}{c}$$

هو حاصل قسمة ثابت بلانك على كمية الحركة الخطية له **الطول الموجي للفوتون** :

**ثابت بلانك** النسبة بين طاقة الفوتون الي تردده أو مقدار الطاقة المصاحبة الوحدة التردد لفوتون اي موجة

كهرومغناطيسية ووحدة قياسه  $J \cdot s$

⚠️ **ملاحظة** : عند سقوط فوتونات على سطح ما فإن مقارنة تحدث بين الطول الموجي والمسافات البينية لذرات السطح

إذا كان الطول الموجي أكبر بكثير من المسافات البينية	إذا كانت المسافات البينية مقاربة للطول الموجي
فإن الفوتونات تعامل هذا السطح كسطح متصل وتنعكس منه	فإن الفوتونات تنفذ من خلال الذرات
( كما في النظرية الموجية )	وهذا ما يحدث مثلاً في حالة أشعة X .

### ← الطبيعة المزدوجة للجسيم

سبق وان تبين لنا ان للفوتون طبيعة جسيمية فلماذا لا يكون للجسيم طبيعة موجية ايضا ؟

هذا التناظر صاغه دي برولي عام ١٩٢٣ م بأن الجسيم له طبيعة موجية طولها الموجي  $\lambda = \frac{h}{p_1} = \frac{h}{mv}$  وهي معادلة ماثلة لمعادلة الفوتون . ولكن ما معني ذلك ؟

الشعاع الإلكتروني	الشعاع الضوئي
① مجموعة هائلة من الإلكترونات.	① مجموعة هائلة من الفوتونات
② في مجموعها لها موجة مصاحبة تصف سلوكها الجماعي من .. انتشار وانعكاس وتداخل وحيود .	② في مجموعها لها موجة مصاحبة تصف سلوكها الجماعي من .. انتشار وانعكاس وتداخل وحيود .
③ تصف شدة الموجة المصاحبة تركيز الإلكترونات	③ تصف شدة الموجة المصاحبة تركيز الفوتونات
④ الإلكترون يحمل الصفات الوراثية للموجة من حيث الشحنة والكتلة والدوران حول نفسه ( اللف المغزلي ) وكمية الحركة	④ الفوتون يحمل الصفات الوراثية للموجة من حيث التردد والطول الموجي والسرعة ..

⚠️ **الطبيعة المزدوجة** يقصد بها انه ليس هناك حدا فاصلا بين الامواج والجسيمات فالجسيمات لها طبيعة

موجية والموجات لها طبيعة جسيمية.

⚠️ **معادلة دي برولي** : هي المعادلة التي توضح العلاقة بين الطول الموجي للموجة المصاحبة للجسم المتحرك

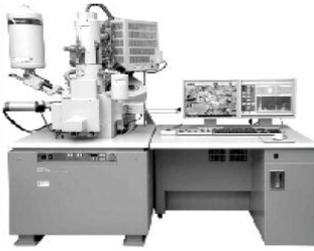
وكمية تحركه.

الفوتون	الالكترون
① كمية من الطاقة $h\nu$ وغير مشحون	① جسيم يحمل شحنة سالبة له طبيعة موجية
② طاقته $h\nu$	② طاقة الالكترون تتوقف علي فرق الجهد بين المهبط والمصعد
③ لا تتضح كتلته الا اثناء حركته وتساوي $\frac{h\nu}{c^2}$	③ كتلة ثابتة $9.1 \times 10^{-31} \text{kg}$
④ سرعته ثابتة ولا يمكن تعجيله وتساوي سرعة الضوء	④ يمكن تعجيله بالجال الكهربى
⑤ اذا توقف عن الحركة يتلاشي كتلته وتحول الي طاقة يمتصها الجسم	⑤ اذا توقف عن الحركة يفقد طاقة حركته ويحتفظ بشحنته وكتلته
⑥ له كمية حركة $mc$	⑥ له كمية حركة $mv$

### المجهر (الميكروسكوب) الإلكتروني

الميكروسكوب الضوئي يستخدم اشعة ضوئية طولها الموجي حوالي 4000:7000 انجستروم ويشترط في تكبير اي جسم ان تكون ابعاده اكبر من الطول الموجي للضوء لذلك لا يصلح الميكروسكوب الضوئي لتكبير الاجسام الدقيقة.

**علل** لا يصلح الميكروسكوب الضوئي لتكبير الفيروسات؟



الميكروسكوب الإلكتروني

استخدامه : رؤية تفاصيل الكائنات الحية الدقيقة والفيروسات.

فكرة عملة : تعتمد فكرة عملة علي تعجيل الالكترونات وبالتالي نقص

الطول الموجي للموجات المصاحبة لها حسب مبدأ دي برولي ، فيصبح الطول الموجي للموجات اقل من ابعاد الكائنات الحية الدقيقة والفيروسات. فيمكن رؤيتها.

شرح عملة :

① لكي يؤدي الميكروسكوب الضوئي مهمته في تكبير الاجسام الدقيقة أو رؤية تفاصيل جسم يشترط ان يكون طول موجة الضوء المستخدم اقل من تفاصيل الجسم المراد تكبيره .

② اقصر طول موجي لموجة من الموجات الضوئية يكون اكبر من ابعاد الكائنات الحية الدقيقة أو الفيروسات لذلك لا يستطيع تكبيرها.

③ لتكبير الفيروسات أو الكائنات الحية الدقيقة فإنها تضاعب جزمة من الالكترونات التي يتم تعجيلها ، وطبقا لمعادلة دي برولي فان الطول الموجي للموجات المصاحبة للإلكترونات يقل بزيادة سرعتها ويصبح الطول الموجي للموجات المصاحبة للإلكترونات اقل من ابعاد الكائنات الحية الدقيقة والفيروسات فيمكن تكبيرها ورؤية تفاصيلها.

فكرة ... ① كيف يمكنه تعجيل الالكترونات

② علل يمكنه تعجيل الالكترونات ولا يمكنه تعجيل الفوتون؟

## كثرة: (للاطلاع فقط)

1 الكاثود (Cathode) فتيل من التنجستين يمر به تيار كهربى مناسب فيسخن وتبعث منه الالكترونات

2 الأود (Anode) لوح معدني ذو ثقب ضيق تنجذب نحوها

الالكترونات ثم تنفذ منه على شكل حزمة الكترونية

3 ملف المكثف (Condensing Coil)

عبارة عن عدسة مغناطيسية تقوم مقام عدسة المكثف المجمعة

(في الميكروسكوب الضوئى) فيعمل على تركيز الحزمة

الالكترونية على الجسم المراد تكبيره فتمر هذه الالكترونات من

الجسم بنسب متفاوتة تبعاً لشفافية كل جزء منه.

4 ملف الشبيبة (Objective Coil) عبارة عن عدسة مغناطيسية

تعمل كعدسة شبيبة فتكون للجسم صورة مكبرة

5 ملف الإسقاط (Projection Coil)

عبارة عن عدسة مغناطيسية تعمل كعدسة الالتقاط فتكون

الصور المكبرة النهائية

6 شاشة فلورسنت (Florescent Screen) تومض عند مواضع اصطدام الالكترونات بها وتكون الصورة النهائية

**علل** تفضل العدسات المغناطيسية عن الكهربائية في الميكروسكوب الالكتروني؟

ج: لأنه يعطي صورة اوضح وقوة تكبير اكبر من العدسات الكهربائية

**س** قارن بين الميكروسكوب الالكتروني والضوئى؟

الميكروسكوب الضوئى	الميكروسكوب الإلكتروني
1 يستخدم لكبير الاجسام التي تكون اكبر من طول موجة الضوء المستخدم	1 يستخدم لتكبير الاجسام الدقيقة جدا مثل الفيروسات التي تقل حجمها عن اقصر طول موجي لموجات الضوء
2 يضاء الجسم بالضوء	2 يضاء حزمة الكترونية ذات طاقة كبيرة
3 تنحرف الأشعة بعدسات ضوئية	3 تنحرف الأشعة بعدسات الكترونية وتفضل المغناطيسية
4 تتكون الصورة على حائل أو تكون تقديرية يمكن رؤيتها بالعين المجردة	4 تتكون الصورة النهائية على لوح فلوريسي أو لوح فوتوغرافي
5 صغيرة نسبياً 2000 مرة	5 قوة التكبير كبيرة جداً 100 ألف مرة

### مسائل وتدريبات

1) احسب القوة التي يؤثر بها شعاع قدرته 100 KW على جسم كتلته 10 Kg ، ماذا يحدث إذا كان الجسم إلكتروناً؟ ولماذا؟ (  $F = 0.67 \times 10^{-3} \text{ N}$  )

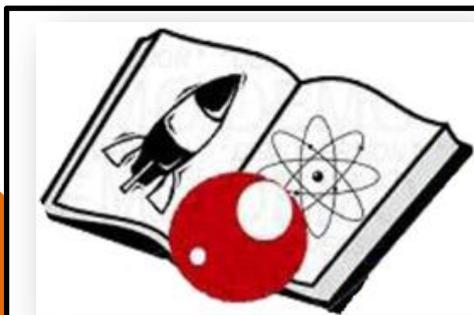
2) تتحرك حشرة بسرعة 12 m / s فإذا كان الطول الموجي المصاحب لحركة الحشرة هو  $5.5 \times 10^{-30} \text{ m}$  فما هي كتلة هذه الحشرة علماً بأن ثابت بلانك  $6.625 \times 10^{-34} \text{ J.S}$

3) إلكترون يتحرك بسرعة  $0.5 \times 10^6 \text{ m/s}$  فإذا كانت كتلة تساوى  $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$  فإذا علمت أن ثابت بلانك  $6.625 \times 10^{-34} \text{ جول}$  . ث فأوجد: أ- كمية تحركه ب- طول الموجة المصاحب للإلكترون

- (٤) ( مصر ١٩٨٤ ) ما مقدار السرعة التي يكتسبها إلكترون شحنته  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$  و كتلته  $9.1 \times 10^{-31} \text{ Kg}$  عندما يسقط خلال فرق جهد قدره 1137.5 فولت .  
 [  $2 \times 10^7 \text{ m/s}$  ]
- (٥) دخل جسيم مشحون بين لوحى مجال كهربى بسرعة و خرج بسرعة ضعف سرعته فما مقدار سرعته التي دخل بها إذا كانت النسبة بين شحنة الجسيم إلى كتلته  $6 \times 10^6 \text{ C/Kg}$  و فرق جهد المجال الكهربى 400 V
- (٦) تعرض إلكترون لفرق جهد مقداره 20 KV احسب سرعته عند التصادم مع المصعد من قانون بقاء الطاقة . حيث شحنة الإلكترون  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$  و كتلة الإلكترون  $9.1 \times 10^{-31} \text{ Kg}$  . ثم احسب الطول الموجى لهذا الإلكترون و كمية حركته . [  $v = 0.838 \times 10^8 \text{ m/s}$  ,  $\lambda = 0.868 \times 10^{-11} \text{ m}$  ,  $PL = 7.625 \times 10^{-23} \text{ Kgm/s}$  ]
- (٧) احسب مقدار السرعة التي تنبعث بها فوتو إلكترونات من سطح معدن الطول الموجى الحرج له 600nm عندما تسقط عليه أشعة طولها الموجى  $4.2 \times 10^{-7} \text{ m}$
- (٨) انبعثت فوتو إلكترونات من سطح فلز بطاقة قصوى قدرها  $5 \times 10^{-19}$  وذلك عندما سقطت عليها اشعة طولها الموجى 200 nm احسب : ① دالة الشغل ( الجهد ) للفيلز ② الطول الموجى للفيلز . ③ فرق الجهد اللازم لإيقاف انبعاث الالكترونات من الفيلز .
- (٩) محطة إذاعة تبث على موجة ترددها 92.4 MHz احسب طاقة الفوتون الواحد المنبعث من هذه المحطة . ثم احسب عدد الفوتونات المنبعثة في الثانية إذا كانت قدرة المحطة 100 KW
- (١٠) ينتشر الضوء في الفضاء بسرعة  $3 \times 10^5 \text{ km/s}$  فإذا عملت أن طول موجته 6000 أنجستروم . ثابت بلانك  $6.625 \times 10^{-34}$  جول . ث أوجد: تردد الضوء . طاقة الفوتون . كمية تحرك الفوتون . كتلة الفوتون .  
 ( $5 \times 10^{14}$  هرتز .  $33.13 \times 10^{-20}$  جول .  $11 \times 10^{-28}$  كجم . م / ث .  $3.68 \times 10^{-36} \text{ kg}$  )
- (١١) فوتون طاقته  $2.4 \times 10^{-19}$  جول احسب تردده وطول موجته بالأنجستروم إذا كان ثابت بلانك  $6.625 \times 10^{-34}$  جول . ث وسرعة الضوء  $3 \times 10^8 \text{ m/s}$  ( $3.62 \times 10^{14} \text{ HZ}$  , 8281 A )
- (١٢) (مصر ١٩٨٦) إذا علمت أن دالة الشغل لسطح هي  $4.96 \times 10^{-19}$  جول فإذا أضى السطح بشعاعين الطول الموجى لهما على الترتيب هو 620 nm , 200 nm هل تنبعث الإلكترونات أم لا . وفى حالة انبعاثها احسب طاقتها .
- (١٣) إذا كانت أقل مسافة يمكن رصدها بمجهر إلكترونى 1 nm احسب سرعة الإلكترون . ومن ثم جهد المصعد
- (١٤) الجدول التالي يوضح العلاقة بين فرق الجهد المستخدم و مربع سرعة الإلكترونات المنبعثة من المهبط تحت هذا الفرق في الجهد علماً بأن شحنة الإلكترون  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$  و كتلة الإلكترون  $9.1 \times 10^{-31} \text{ Kg}$  .

فرق الجهد بالفولت ( V )	100	200	300	X	500	600
مربع سرعة الإلكترونات ( $v^2 \times 10^{13} \text{ m}^2/\text{s}^2$ )	3.5	7	10.5	14	17.5	Y

ارسم العلاقة البيانية بين فرق الجهد ( V ) بالفولت على المحور الأفقى و مربع سرعة الإلكترونات ( $v^2$ ) على المحور الرأسى ثم أوجد أ - قيمة ( X ) . ب - طول الموجة عندما يكون جهد المصعد 700 فولت  
 [  $21 \times 10^{13} \text{ m}^2/\text{s}^2 - 400 \text{ V}$  ] [  $4.64 \times 10^{-11} \text{ m}$  ]



سلسلة مذكرات سيمما ضي الفيزياء،  
 اعداد وتنفيذ / زكريا مفطار مدرس الفيزياء،  
 مشرفا اقسام الفيزياء، بمئدي بهابة الثانوية العامة  
 ٠١٠٠٧٧٠٧٠٠٩  
 Email: [zakaria\\_mokhtar@hotmail.com](mailto:zakaria_mokhtar@hotmail.com)

# الفصل الثاني

## الإطيفال ذرية

مقدمة

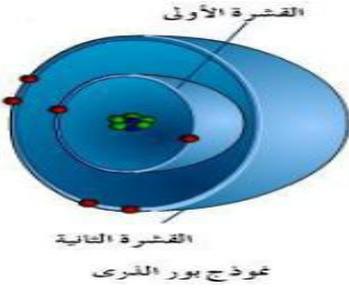
كلمة الذرة Atom تعني باللغة الاغريقية الوحدة التي لا تنقسم ثم وضع العلماء تصورات مختلفة عن تركيب الذرة من خلال العديد من التجارب

### نموذج ذرة بور

كيف استطاع بور أن يحل التناقض بين نموذج رادرفورد عن الذرة ونظرية ماكسويل؟

درس بور الصعوبات التي واجهت نموذج رادرفورد وتوصل الى:

نموذج الهدروجين مستخدما تصورات رادرفورد وهي:



1 توجد عند مركز الذرة نواة موجبة الشحنة .

2 تتحرك الالكترونات سالبة الشحنة حول النواة في مدارات محددة تعرف باسم الاغلفة ولكل غلاف مستوى طاقة.

3 لا يصدر الإلكترون إشعاعا إذا كان يتحرك في مستوى الطاقة الخاص به

4 الذرة متعادلة كهربيا لان عدد الشححات السالبة التي تحملها الالكترونات حول النواة يساوى عددا

لشححات الموجبة التي تحملها النواة .

ثم أضاف بور الفروض الثلاثة الهامة الآتية:

4 إذا انتقل الإلكترون من مستوى طاقة أعلى (مدار خارجي) طاقته

$E_2$  الى مستوى طاقة اقل (مدار داخلي) طاقته  $E_1$  حيث ان  $E_2 > E_1$

فان الإلكترون يفقد قدرا من الطاقة هو مقدار الفرق بين طاقتي

المستويين وتظهر الطاقة المفقودة في صورة إشعاع (فوتون) طاقته

$E_2 - E_1 = h \nu$  حيث  $\nu$  هو تردد الإشعاع المنبعث .

5 القوى الكهربائية ( قانون كولوم ) والقوى الميكانيكية (قانون نيوتن) قابلة للتطبيق في مجال الذرة .

6 يمكن حساب نصف قطر المدار تقديريا إذا اعتبرنا إن الموجة المصاحبة للإلكترون موجة موقوفة .

حساب نصف قطر المدار

نصف قطر المدار يتناسب طرديا مع مربع العدد الكمي الرئيسي للمدار ( $n^2$ ) أي ان

مقدار ثابت  $r_n = n^2 \times$  ووجد ان المقدار الثابت يساوي  $5.3 \times 10^{-11}$

$$r_1 = 5.3 \times 1^2 = 5.3 \times 10^{-11} \text{ m}$$

$$r_2 = 5.3 \times 10^{-11} \times 2^2 = 2.12 \times 10^{-10} \text{ m}$$

امثلة

مناسب الطاقة

1 عندما يدور الالكترون في مستوى طاقة معين في ذرة الهيدروجين فانه يمكن تعيين الطاقة الكلية

للإلكترون من العلاقة  $E_n =$  مقدار ثابت  $\times \frac{1}{n^2}$

حيث  $E_n$  هي طاقة الالكترون في مستوى معين رتبة ( $n$ ) وهذا المقدار الثابت = 13.6 الكترون فولت .

$$\therefore E_n = - \frac{13.6}{n^2}$$

② يمكن حساب طاقة اي مستوي في ذرة الهيدروجين كما يلي :

$$E_1 = - \frac{13.6}{1^2} \quad E_2 = - \frac{13.6}{4}$$

③ كلما زاد العدد الكمي الرئيسي (n) تقترب الطاقة اكثر فاكثر من الصفر وعندما تكون  $n = \infty$  فان  $E = \text{zero}$  ويصبح الالكترين غير مرتبطة بالذرة وتتأين الذرة. اي ان طاقة الآتين لذرة الهيدروجين = الطاقة اللازمة لانبعث الالكترين من المستوي K الى خارج الذرة .

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

- ① عند إثارة ذرات الهيدروجين (بإكسابها طاقة ) فإنها لا تثار بنفس الدرجة لذلك تنتقل الالكترونات في الذرات المختلفة من المستوي الأول الى المستويات المختلفة الأعلى منه  $n = 2 \text{ or } 3 \text{ or } 4$
- ② لا تبقى الالكترونات في مستويات الطاقة العالية إلا لفترة قصيرة جدا تقدر بنحو  $10^{-8}$  ثانية ثم تهبط الى المستويات الأدنى .
- ③ عندما يهبط الالكترين من مستوي طاقة أعلى الى مستوي طاقة أدنى فانه يفقد فرق الطاقة على شكل إشعاع تردده  $\nu$  وطاقته  $h\nu = E_1 - E_2$  وطوله الموجي  $\lambda = \frac{c}{\nu}$  .
- ④ ولذلك فان الطيف الخطي لذرة الهيدروجين يتكون من خمس مجموعات من الخطوط (أو خمس متسلسلات) . كل خط منها يقابل طاقة محددة وبالتالي ترددا محددًا .

**علل** عندما يهبط الالكترين من مستوي طاقة عالي الى المستوي الأدنى فانه يصدر اشعاع؟

وتترتب المتسلسلات لطيف ذرة الهيدروجين كما يلي :

اولا : مجموعة ليمان :

- ① تتكون عندما ينتقل الالكترين من أي مستوي طاقة أعلى الى المستوي K .
- ② وتقع مجموعة ليمان في منطقة الاشعة فوق البنفسجية
- ③ وهي ذات أطوال موجية قصيرة وترددات عالية

ملاحظات

- ① عندما ينتقل الإلكترين من ملا نهاية إلى مستوي الطاقة K نحصل على أكبر طاقة وأقصر طول موجي
- ② وعندما ينتقل الإلكترين من المستوي L إلى مستوي الطاقة k نحصل على أقل طاقة وأكبر طول موجي

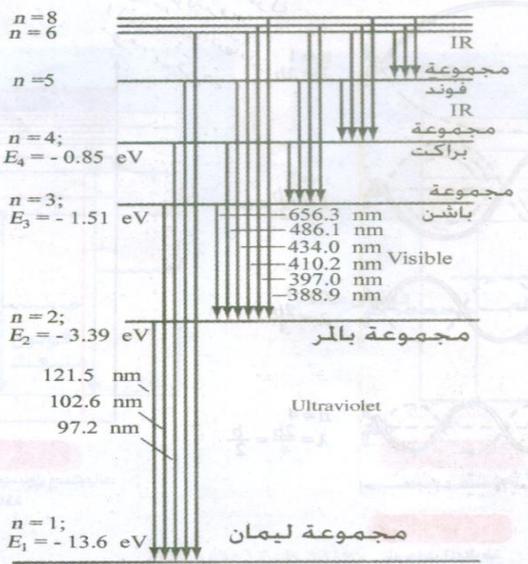
ثانيا : مجموعة باهر :

- ① تتكون عندما ينتقل الالكترين من مستويات الطاقة العليا إلى المستوي L ( $n=2$ )
- ② وتقع هذه المجموعة في منطقة الطيف المنظور .

**علل** يرى طيف مجموعة باهر ؟

ثالثا : مجموعة باشن :

- ① تتكون عند انتقال الالكترين من مستويات الطاقة العليا الى المستوي  $n=3$  (M)
- ② وتقع هذه المجموعة في منطقة الاشعة تحت الحمراء



رابعا : مجموعة براكيت :



1 تتكون عند انتقال الالكترن من مستويات الطاقة العليا الى المستوى  $N (n=4)$

2 وتقع هذه المجموعة في المنطقة تحت الحمراء

خامسا : مجموعة فوند :

1 تتكون عند انتقال الالكترن من مستويات الطاقة العليا الى المستوى  $O (n=5)$

2 وتقع هذه المجموعة في أقصى المنطقة تحت الحمراء وهي اكبر الأطوال الموجية واقلها تردد

**علل** تعتمد مجموعة ليمان من مجموعات طيف ذرة الهيدروجين أكبرها طاقة

وذلك لأنه ينتقل فيها الالكترن من المستويات العليا الى المستوي  $K$  لذا يكون فرق الطاقة بين المستويات العليا والمستوي  $K$  كبير

**علل** مجموعة فوند اقلها طاقة ؟

لان الفرق في الطاقة بين المستويات الأعلى ومستوي الطاقة  $O$  صغير

### امثلة محلولة

1 احسب الطول الموجي لطيف ذرة الهيدروجين عند هبوط الالكترن من المستوى الرابع

$E = -0.85$  إلكترون فولت الى المستوى الأول  $E = -13.6$  إلكترون فولت

الحل الطاقة التي فقدها الالكترن نتيجة هبوطه :

$$E_4 - E_1 = hv = h \frac{c}{\lambda}$$

$$\therefore -0.85 - (-13.6) \times 1.6 \times 10^{-19} = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{\lambda}$$

$$\therefore \lambda = 0.97426 \times 10^{-7} m$$

2 احسب أطول وأقصر طول موجي في سلسلة ليمان لطيف ذرة الهيدروجين

الحل : في متسلسلة ليمان اطول طول موجي (اقل طاقة) ينبعث عند انتقال الالكترن من المستوي  $(L)$  الي المستوي  $(K)$

$$E_2 - E_1 = h \frac{c}{\lambda} = \{-3.4 - (-13.6)\} \times 1.6 \times 10^{-19} = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{\lambda}$$

$$\therefore \lambda = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{10.2 \times 1.6 \times 10^{-19}} \times 10^{10} = 1217.8 \text{Å}$$

اقصر طول موجي (اكبر طاقة) عند الانتقال من مستوي طاقة  $(\infty)$  الي مستوي الطاقة الاول  $(K)$

$$\therefore \{0 - (-13.6)\} \times 1.6 \times 10^{-19} = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{\lambda}$$

$$\therefore \lambda = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{13.6 \times 1.6 \times 10^{-19}} \times 10^{10} = 913.37 \text{Å}$$

### تدريبات

1 احسب اقصر طول موجي في سلسلة ليمان علما بان طاقة أي مستوي طاقة  $E_n = (-13.6/n^2) \text{ev}$

2 إذا كان أقصر طول موجي في إحدى مسلسلات طيف ذرة الهيدروجين هو  $8212 \text{Å}$  فما هي هذه السلسلة وما أطول طول موجي فيها

## المطياف (الاسبكترومتر)

### الغرض منه



1 الحصول على طيف نقي باستخدام المطياف

2 كما يستخدم في تحليل الضوء الي مكوناته المرئية وغير المرئية.

3 تعيين درجة حرارة النجوم وما بها من غازات

تتركب المطياف يتكون من ثلاثة اجزاء رئيسية هي :

### 1 مصدر الأشعة:

عبارة عن مصدر ضوئي أمامه فتحة مستطيلة ضيقة يمكن التحكم في اتساعها بواسطة مسمار محوي وتوجد هذه الفتحة في بؤرة عدسة محدبة حتى تنفذ الأشعة منها متوازية لتسقط على المنشور .

### 2 منضدة قابلة للدوران

يوضع عليها منشور ثلاثي من الزجاج مهياً في وضع النهاية الصغرى للانحراف

3 تلسكوب يتكون من عدستين محدبتين هما الشيئية والعينية .

### طريقة استخدام المطياف للحصول على طيف نقي

1 تضاء الفتحة المستطيلة الضيقة بضوء ابيض متألّق فيخرج من المجموع أشعة متوازية .

2 يسقط الضوء على منشور مهياً في وضع النهاية

الصغرى للانحراف فيقوم بتحليل الضوء إلى مكوناته

3 يوجه التلسكوب لاستقبال الأشعة المارة خلال المنشور

4 أشعة كل لون تكون متوازية فيما بينها وغير موازية لأشعة الألوان الأخرى .

5 تعمل العدسة الشيئية على تجميع أشعة كل لون في بؤرة خاصة في المستوى البؤري للعدسة الشيئية بواسطة العدسة العينية يمكن رؤية جميع البؤرات كل على حدة أو استقبالها على لوح فوتوغرافي وبالتالي نكون قد حصلنا على طيف نقي .

**علل** حصل من المطياف على طيف نقي ؟

هو ذلك الطيف الذي لا تتداخل ألوانه وتكون أشعة كل لون متوازية فيما بينها وغير

موازية لأشعة الألوان الأخرى

## انواع الطيف المنظور

### اولا طيف الاشعاع (الانبعاث)

هو الطيف الناتج عن انتقال الذرات المثارة من مستوي أعلى الي مستوي ادني وهو نوعان

1 **الطيف المستمر (المتصل)** : هو طيف يشتمل على كل

الاطوال الموجية أو الترددات الممكنة في مدى مناسب ويظهر

في مناطق الطيف السبعة متصلة ببعضها على شكل

طيف شريطي دون أي فاصل بينها ويتم الحصول عليه بتسخين جميع الأجسام الصلبة لدرجة البياض

2 **الطيف الخطي (ذري)** :- هو طيف يشتمل على بعض الاطوال الموجية أو الترددات موزعة توزيعا غير

مستمر. وهي مميزة للعناصر



## ثانياً طيف الامتصاص

هو طيف مستمر مكون من السبعة ألوان يختفى منها بعض الأطوال الموجية أو الترددات وتظهر مكانها خطوط سوداء على خلفية مضيئة .



وينشأ طيف الامتصاص عند اعتراض بخار أو غاز لضوء ابيض (يعطي اللون الطيف السبعة) فيمتص الغاز من اللون الطيف الأطوال الموجية الخاصة بطيفه الخطي فيظهر وكأنها خطوط سوداء ويسمى هذا الطيف بطيف الامتصاص الخطي.

**خطوط فرنهوفر** هي خطوط سوداء معتمة تظهر في طيف الشمس نتيجة حدوث أطياف امتصاص خطية للعناصر الموجودة في جو الشمس . اثبت ذلك وجود عنصري الهيدروجين والهليوم في الشمس .

ظهور خطوط فرنهوفر ؟

علل

## الأشعة السينية X- RAYS

**مقدمة** أول من اكتشف هذه الأشعة هو العالم رو نتجن وسماها هكذا لأنه لم يعرف ماهيتها فأطلق عليها اسم الأشعة المجهولة

**تعريفها** : هي أشعة كهرومغناطيسية غير مرئية ذات طاقة عالية تقع بين الأطوال الموجية للأشعة فوق البنفسجية وأشعة جاما وبالتالي فهي عالية الطاقة .  
وتتميز بأن طولها الموجي قصير (  $10^{-13} \text{ m}$  or  $10^{-8} \text{ m}$  )

### خواص الأشعة السننة

- 1 ذات قدرة كبيرة على اختراق الأوساط .
- 2 ذات قدرة كبيرة على تأين الغازات.
- 3 تخيد في البلورات لذا تستخدم في دراسة التركيب البلوري للجوامد.
- 4 تؤثر على الألواح الفوتوغرافية الحساسة .
- 5 لها طبيعة الاشعة الضوئية فهي موجات كهرومغناطيسية
- 6 لها تردد عالي لذلك لها طاقة عالية
- 7 يمكن التحكم في ترددها بتغير الجهد المستخدم

**س - ماذا يحدث عند امرار الأشعة السينية في غاز ؟**

**تولد الأشعة السننة باستخدام أنبوبة كولاج**

**مما تتركب أنبوبة كولاج وضح بالرسم**

تتركب من أنبوبة مفرغة من الهواء تحتوي على :

1 **الفتيلة والمهبط** :سلك من مادة التنجستين يسخن بواسطة بطارية

قوتها الدافعة الكهربائية 12v وظيفه الفتيلة عندما تسخن تتوهج وتحرر منها الالكترونات وكلما زاد معدل انبعاث الالكترونات تزداد اشعة X المنبعثة

2 **الكاثود** : هو سطح معدني مقعر الشكل يعمل على عكس الالكترونات بحيث تتجه الي الأنود ويتصل بالقطب السالب للجهد العالي.

3 **الأنود** : اسطوانة من النحاس توصل بالطرف الموجب للجهد العالي ويعمل على تعجيل الالكترونات واعطائها الطاقة لتصطدم بالهدف وتصنع من النحاس لان النحاس جيد التوصيل للحرارة والكهرباء.

④ الهدف عبارة عن كتلة صغيرة من فلز مثل التنجستين وذلك لان :

1. درجة انصهاره مرتفعة فلا ينصهر بالحرارة الناجمة عن تصادم الالكترونات المعجلة بالهدف لان حوالي ٩٩٪ من الطاقة يفقد علي هيئة حرارة.
٢. عدده الذري كبير حتي تتواجد الالكترونات في مستويات عليا.

**س) اشرح طريقة الحصول على الاشعة السينية ؟**

الجهاز المستخدم هو أنبوبة كولدج .

- ① عند تسخين الفتيل تنطلق الالكترونات نحو الهدف تحت تأثير المجال الكهربائي.
- ② تكتسب الالكترونات طاقة حركة كبيرة جدا بتأثير المجال الكهربائي .
- ويتوقف مقدار هذه الطاقة على فرق الجهد بين المصعد(الفتيلة) والمهبط (الهدف).
- ③ تصطدم الالكترونات بالهدف ( التنجستين ) يتحول جزء من طاقتها او كلها الى اشعة اكس x-rays

**س) ما فائدة المجال الكهربائي بين الكاثود والهدف في أنبوبة كولدج ؟**

ج: اكساب الالكترونات طاقة حركة كبيرة حتى تصطدم بالهدف وتنطلق الاشعة السينية

**س) ما أهمية الفتيلة في أنبوبة كولدج ؟**

**س) أكبر فرق جهد يستخدم في تشغيل انبوبة كولدج يولد أشعة سينية ذات تردد عالي وطول موجي قصير جدا .**

## 💧 طيف الأشعة السينية

بتحليل حزمة من الأشعة السينية الصادرة من هدف معين إلى مكوناتها من الأطوال الموجية نحصل على:

- ١ - **طيف مستمر أو متصل** من جميع الأطوال الموجية (في حدود معينة ) لا تتغير بتغير مادة الهدف.
- ٢- **طيف خطي (ميز)** يقابل أطوال موجية محددة تميز العنصر المكون لمادة الهدف ويسمي بالطيف المميز للأشعة السينية.

## أولا تفسير حدوث الطيف المستمر أو المتصل

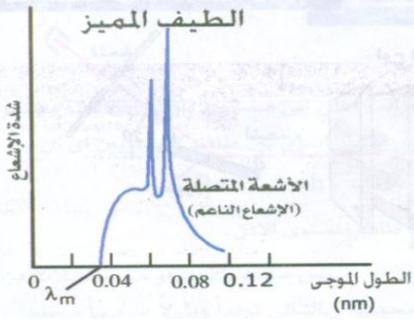
- ① عندما تمر الالكترونات المنطلقة من الفتيلة قرب الكترونات ذرات مادة الهدف تتناقص سرعة الالكترونات وتقل طاقة هذه الالكترونات بسبب التصادم والتشتت
- ② وبناءا على نظرية ماكسويل - هيرتز يصدر عنها إشعاع كهرومغناطيسي هذا الاشعاع يحتوي على جميع الأطوال الموجية الممكنة لان الالكترونات تفقد طاقتها على دفعات وبدرجات متفاوتة لذلك يسمى الاشعاع الناتج إشعاع مستمر أو متصل ويسمى هذا الاشعاع (أشعة الكابح ) أو أشعة الفرملة أو الاشعاع اللين
- ③ طاقة الاشعاع الكهرومغناطيسي تساوى الفرق بين طاقة الالكترونات الأصلية وطاقتها بعد مرورها في مادة الهدف
- ④ هذا الطيف يتوقف على فرق الجهد بين المصعد والمهبط لا يتغير بتغير مادة الهدف .

## 👉 أشعة الفرملة

هي الطيف المستمر للأشعة السينية وتكون بسبب تناقص سرعة وطاقة الإلكترونات عند مرورها بالقرب من ذرات مادة الهدف بسبب التصادم والتشتت وتحتوي هذه الأشعة على جميع الأطوال الموجية .

من كانت الآخرة همه جعل الله غناه في قلبه وجمع له شمله وأتته الدنيا وهي راغمة ومن كانت الدنيا همه جعل الله فقره بين عينيه وفرق عليه شمله ولم يأتها من الدنيا إلا ما قدر له. محمد رسول الله ﷺ

## ثانيا تفسیر حدوث الطيف الخطي المميز (الأشعة الشديدة)



- 1 عند اصطدام إلكترون منطلق من الفتيلة بأحد الإلكترونات القريبة من نواة ذرة في مادة الهدف يكتسب إلكترون ذرة مادة الهدف كمية كبيرة من الطاقة يقفز هذا الإلكترون إلى مستوى طاقة أعلى أو يغادر الذرة .
- 2 يخل محل هذا الإلكترون إلكترون آخر من أحد المستويات الخارجية ذات الطاقة الأعلى .

3 يظهر الفرق بين طاقة المستويين على شكل إشعاع له طول موجي

محدد لذلك يسمى هذا الإشعاع ( الطيف الخطي المميز للأشعة السينية ) **x-rays** الطيف الناتج يتوقف على نوع مادة الهدف

ويلاحظ أن : الطول الموجي للأشعة المميزة لا يتوقف على فرق الجهد المستخدم ولكن يتوقف على نوع مادة العنصر فكلما زاد العدد الذري للعنصر (مادة الهدف) نقص الطول الموجي للإشعاع المميز.

**علل** الطول الموجي للأشعة السينية المميزة يتوقف على نوع مادة الهدف ؟

جـ : لأنه بزيادة العدد الذري للعنصر، يزداد عدد مستويات الطاقة فيزداد فرق الطاقة  $\Delta E$  ويزداد تردد الإشعاع المنطلق ويقل الطول الموجي للأشعة المميزة .

**علل** قد لا تظهر الأشعة المميزة عند فروق الجهود المنخفضة ؟

وذلك لأنه عند فروق الجهد المنخفضة تكون طاقة الإلكترونات المنبعثة من الفتيلة غير كافية لتحرير الكتلون من الإلكترونات الداخلية لذرات العنصر (الهدف) فلا يتوفر شرط حدوث الانتقال الإلكتروني بين مدارات ذرات مادة الهدف ولا يظهر الطيف الخطي.

يمكن حساب الطول الموجي للأشعة اكس (السينية المميزة) أو الشديدة **hard** من العلاقة

$$\Delta E = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$$

## بعض التطبيقات الخاصة بالأشعة السينية

### 1 دراسة التركيب البلوري للجوامد

لان اشعة X لها قابلية للحيود عند مرورها بالبلورات نظرا لصغر طولها الموجي فيحدث تداخل بين الموجات التي تنفذ من بين الذرات كما لو كانت فتحات عديدة كما يحدث التداخل في تجربة الشق المزدوج وهو يشبه بذلك محزوز الحيود حيث تتكون هدب مضيئة وهدب مظلمة تبعا لفرق المسار بين الموجات المتداخلة .

### 2 الكشف عن العيوب التركيبية في المواد المستخدمة بالصناعات المعدنية

وذلك لأنها لها قدرة كبيرة على النفاذ.

3 لها قدرة على تصوير العظام. نظرا لقدرتها على النفاذ ولأنها تؤثر على الألواح الفوتوغرافية الحساسة

4 كما تستخدم في تدعيم الخلايا السرطانية

عيش كل يوم كأنه اليوم الأخير في حياتك فأحد الأيام سيكون كذلك

سيجما في الغيزياء اعداد وتنفيذ أ/ زكريا مختار

س اذكر أهم الفروق بين الطيف المتصل (المستم) والطيف الخطى المميز للأشعة السينية

الطيف الخطى (المميز)	الطيف المستمر للأشعة السينية
① يتكون نتيجة تصادم الكترون بأحد الالكترونات القريبة من نواة ذرة الهدف.	① يتكون نتيجة مرور الالكترونات قرب الكترونات ذرات مادة الهدف فتتناقص سرعتها وتقل طاقتها بسبب التصادم والتشتت .
② الخطوط الطيفية تقابل أطوال موجية محددة تميز العنصر المكون لمادة الهدف	② يحتوي على جميع الأطوال الموجية في مدى معين لأن الإلكترونات تفقد طاقتها على دفعات وبدرجات متفاوتة .
③ يتغير بتغير مادة الهدف حيث يقل الطول الموجي المميز بزيادة العدد الذرى لمادة الهدف	③ لا يتغير بتغير مادة الهدف .
④ لا يتوقف على فرق الجهد بين الفتيلة والهدف وهذا الإشعاع لا يظهر عند فرق الجهد المنخفض	④ يتوقف على فرق الجهد بين الفتيلة والهدف حيث يقل الطول الموجي بزيادة فرق الجهد
⑤ تسمى الإشعاع الشديد	⑤ تسمى أشعة الفرملة أو الإشعاع اللين أو الناعم

**علل** لا يصدر الطيف الخطى من اامادة إلا إذا كانت في صورة ذرات منفصلة أو في الحالة الغازية تحت ضغط منخفض

جـ : لأنه للحصول على طيف الانبعاث للعنصر لابد من إثارة ذراته بإحدى الطرق الآتية :-

- ① رفع درجة الحرارة
- ② التفريغ الكهربى للغاز أو بخار العنصر تحت ضغط منخفض
- ③ تسخين أحد أملاح العنصر على لهب بزن غير المضيء يتغير لون اللهب حسب نوع العنصر

**نفسر ذلك**

أن المادة لا تشع أطيافا إلا إذا كانت في صورة ذرات منفصلة أو في الحالة الغازية وعند اكتساب طاقة فإن الذرات تثار وإذا كانت المادة في حالة صلبة أو سائلة فإن الطاقة تعمل على تفكك الذرات من المادة ولا تعطى الطاقة للإلكترونات حتى تثار الى المستويات العليا لذلك بإعطاء المادة طاقة بإحدى الصور السابقة فإنها تتحول الى ذرات منفصلة أو أيونات فتثار الذرات وترتفع الإلكترونات وتتذبذب بين مستويات الطاقة وهذا يسبب انبعاث الطيف المميز لكل مادة

**علل** انبعاث الأشعة السينية عكس الظاهرة الكهروضوئية ؟

جـ : لأن الظاهرة الكهروضوئية تعبر عن انبعاث الكترونات بتأثير سقوط الفوتونات على بعض المواد بينما الأشعة السينية تعبر عن انبعاث فوتونات بتأثير سقوط الالكترونات على مادة الهدف

**علل** الطيف المستمر للأشعة السينية يحتوي على أطوال موجية مختلفة ؟

جـ : لأن الالكترونات تفقد طاقتها على دفعات وبدرجات متفاوتة



سلسلة مذكرات سيجما الفيزياء بلون جديد،،،، مع تمنياتي بالنجاح الباهر

## مسائل

① إذا كانت الطاقة اللازمة لانطلاق الطيف المميز للأشعة السينية تساوي  $1.9875 \times 10^{-12} \text{ J}$  فأحسب الطول الموجي لهذا الإشعاع علماً بأن شحنة الإلكترون =  $1.6 \times 10^{-19} \text{ كولوم}$  وثابت بلانك =  $6.625 \times 10^{-34} \text{ J.S}$

$$\text{الحل} \quad \Delta E = h\nu = h \frac{c}{\lambda} \quad \therefore \lambda = \frac{hc}{\Delta E} = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{1.9875 \times 10^{-12}} = 10^{-13} \text{ متر}$$

② إذا تعرض قطبا أنبوبة توليد الأشعة السينية لفرق جهد مقداره  $10^5$  فولت احسب مقدار كل من (أ) طاقة حركة الإلكترونات المصطدمة بالهدف (ب) النهاية الصغرى للطول الموجي للأشعة السينية

$$\text{الحل} \quad \frac{1}{2} mV^2 = eV \quad \therefore \frac{1}{2} mV^2 = 1.6 \times 10^{-19} \times 10^5 = 1.6 \times 10^{-14} \text{ Joule}$$

$$\therefore \lambda = \frac{hc}{e.V} = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{1.6 \times 10^{-19} \times 10^5} = 1.24 \times 10^{-11} \text{ m} = 0.124 \text{ \AA}$$

③ احسب أعلى تردد للأشعة الصادرة من أنبوبة توليد الأشعة السينية عندما يكون فرق الجهد بين المصعد والمهبط 13250 فولت .

$$\text{الحل} \quad e.V = h\nu \quad \therefore \nu = \frac{e.V}{h} = \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 13250}{6.625 \times 10^{-34}} = 3200 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

## تدريبات

① إذا كان فرق الجهد بين الفتيلة والهدف في أنبوبة كولدج لتوليد أشعة X هو 12 كيلو فولت و شحنة الإلكترون  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$  و ثابت بلانك  $6.625 \times 10^{-34} \text{ J.s}$  و سرعة الضوء  $3 \times 10^8 \text{ m/s}$  احسب :

$$\text{أ - طاقة الإلكترونات المنبعثة .} \quad [ 19.2 \times 10^{-16} \text{ J} ]$$

$$\text{ب - أقصر طول موجي للأشعة السينية المنبعثة .} \quad [ 1.035 \times 10^{-10} \text{ m} ]$$

② إذا كانت طاقة الإلكترون في كل من مستوى الطاقة السادس و الثاني لذرة الهيدروجين هما 0.38 eV ، - 3.4 eV - إلكترون فولت على الترتيب احسب الطول الموجي بالأجستروم للطيف المنبعث عند انتقال الإلكترون من المستوى السادس إلى الثاني . إذا كانت شحنة الإلكترون  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$  و ثابت بلانك  $6.625 \times 10^{-34} \text{ J.s}$  و سرعة الضوء  $3 \times 10^8 \text{ m/s}$

$$[ 4110 \text{ \AA} ]$$

③ إذا كانت الطاقة اللازمة لانطلاق الطيف المميز للأشعة السينية تساوي  $1.9875 \times 10^{-12} \text{ جول}$  فأحسب الطول الموجي لهذا الإشعاع علماً بأن شحنة الإلكترون  $1.6 \times 10^{-19} \text{ كولوم}$  وثابت بلانك  $6.625 \times 10^{-34} \text{ J.S}$

④ إذا كان فرق الجهد بين المصعد والمهبط لأنبوبة توليد الأشعة السينية هو 13255V فما هو أعلى تردد لهذه الأشعة المتولدة بواسطة هذه الأنبوبة علماً بأن شحنة الإلكترون =  $1.6 \times 10^{-19} \text{ كولوم}$

⑤ في أنبوبة كولدج كان فرق الجهد ( 20 kv ) بين الفتيلة والهدف وشدة التيار الفتيلة ( 5mA ) احسب الطاقة التي تكتسبها الإلكترونات - سرعة الإلكترونات لحظة وصولها الهدف - عدد الإلكترونات التي تصل الهدف في الثانية

سلسله مذكرات سييما طريقك نحو التفوق

## الفصل الثالث

### الليزر Laser

مقدمة تاريخية ( اكتشافه ) :

- قام الأمريكي ميمان سنة ١٩٦٠م بصناعة أول ليزر باستخدام بلورة الياقوت المطعم بالكروم
- وبعد ذلك تم تركيب ليزر الهيليوم نيون .
- وبعد ذلك تم تركيب أنواع عديدة من الليزر تختلف تبعاً لـ (طريقة تكوينها / طبيعة الانبعاث / الطول الموجي الصادر) .

معنى كلمة ليزر ( LASER )

هي الحروف الأولى من كلمات انجليزية هي Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation وتعني تكبير ( أو تضخيم ) شدة الضوء بواسطة الانبعاث المستحث .

اهمية اشعة الليزر

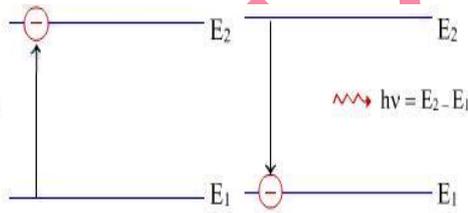
ترك اكتشاف اشعة الليزر اثر كبيراً في شتى المجالات وتطبيقات العلم المختلفة مثل :

- علم البصريات عامة والفيزياء خاصة.
- العلوم الاساسية مثل :الكيمياء والجيولوجيا و البيولوجيا.
- العلوم التطبيقية مثل : الطب والهندسة وبالأخص الاتصالات.

### أنواع الانبعاث في الذرة

#### اولا الانبعاث التلقائي

- الالكترونات تتحرك حول النواة في مدارات خاصة تسمى مستويات الطاقة ادناها هو المستوي الارضي وهو المستوي الذي توجد فيه الذرة في الحالة العادية.
- فاذا اعتبرنا ان مستوي الطاقة الارضي  $E_1$  فان مستويات الطاقة التي تليه  $E_2, E_3, E_4, \dots$  تسمى مستويات الاثارة .



المستوى الأرضي : هو مستوى الطاقة الذي توجد به الكترونات

التكافؤ للذرة في حالتها العادية .

مستويات الاثارة : هي المستويات الاعلى من المستوى الأرضي

مثل  $E_2, E_3, E_4, \dots$  واذا تواجدت الذرة في احد هذه المستويات تكون الذرة مثارة .

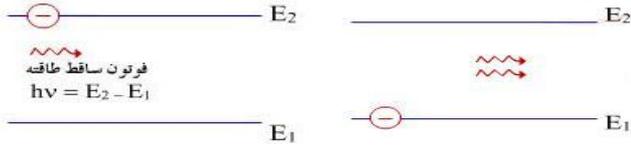
عند قذف ذرة في حالتها العادية بفوتون طاقته  $(E_2 - E_1)$  فان الذرة تمتص هذا القدر من الطاقة وتنتقل من المستوى الارضي الي مستوى الاثارة الاول الذي تبلغ طاقته  $E_2$ .

وبعد فترة وجيزة تسمى فترة العمر ومدتها حوالي  $(10^{-8} S)$  تتخلص الذرة من طاقة الاثارة بإشعاعها علي شكل فوتون وتعود الذرة الي الحالة العادية ويكون الفوتون المنبعث نفس تردد الفوتون الذي سبب الاثارة ولكن يختلف عنه في الاتجاه والطور.

فترة العم : هي الفترة التي تقضيها الذرة في مستويات الاثارة.

ملاحظة : فترة الاثارة والاسترخاء عمليتان متلازمتان

٥ الانبعاث التلقائي يحدث في جميع مصادر الضوء العادية المألوفة مثل مصباح بخار الصوديوم أو بخار الزئبق أو النيون وفي كل منهما يحدث ملايين الانتقالات التلقائية ولذلك يكون الضوء المنبعث فوتونات غير مترابطة.



### ثانياً الانبعاث المستحث

في عام ١٩١٧ أثبت أينشتاين أنه:

- ١ إذا سقط فوتون طاقته ( $h\nu = E_2 - E_1$ ) بذرة مثارة لم تنقضي فترة العمر لإثارتها بعد فان الذرة لا تمتص طاقه الفوتون ولكن ينبعث منها فوتونان الاول هو الفوتون الاصلي الساقط والثاني هو الفوتون المسبب للإثارة وكلا الفوتونان لهما نفس التردد (الطاقة) ويتحركان معا بنفس الطور وفي نفس الاتجاه هذا الاشعاع يسمى الاشعاع المستحث وهو السائد في مصادر الليزر(اساس الليزر).
- ٢ الفوتون المستحث له طاقة ناجمة عن هبوط الذرة وليس ذلك ضد قانون بقاء الطاقة فلم ينتج من العدم
- ٣ الفوتونات المنطلقة بالانبعاث المستحث تتجمع في حرم متوازية وبصورة مترابطة لمسافات طويلة جدا وتكون ذات تركيز عالي (اي عالية الشدة) علي طول مسارها ولا تعاني التشتيت أو الانتشار كما في الانبعاث التلقائي.

👉 **الانبعاث التلقائي** هو انطلاق فوتونات من ذرة مثارة عند انتقالها من مستوي طاقة عالي الي مستوي طاقة اقل تلقائياً بعد انتهاء فترة العمر دون تدخل خارجي.

👉 **الانبعاث المستحث**: هو انطلاق فوتونات مترابطة من ذرة مثارة نتيجة اصطدامها بفوتون اخر خارجي له نفس طاقة الفوتون المسبب للإثارة قبل انقضاء فترة العمر.

- 💧 **شروط حدوث الانبعاث المستحث**:
- ١ وجود ذرة مثارة
  - ٢ مرور فوتون بالذرة قبل انتهاء فترة العمر لإثارتها.

### مميزات الانبعاث المستحث

- ١ انبعاث فوتون جديد مع الفوتون الاصلي
- ٢ الفوتون الناتج عن الانبعاث المستحث له نفس طاقة الفوتون الاصلي اي له نفس التردد والطول الموجي.
- ٣ الامواج المصاحبة للفوتونين الاصلي والناتج عن الانبعاث المستحث يكون لهما نفس الطور اي مترابطان.

### مقارنة بين الانبعاث التلقائي والمستحث

الانبعاث (الإشعاع) المستحث	الانبعاث (الإشعاع) التلقائي
١ يحدث عند ما تنتقل الذرات المثارة من مستوى الإثارة إلى مستوى آخر أقل منه في الطاقة قبل انقضاء فترة العمر وذلك بتأثير سقوط فوتون اخر لها نفس طاقة الفوتونات المنطلقة.	١ يحدث عندما تنتقل الذرات المثارة من مستوى الإثارة إلى مستوى آخر أقل منه في الطاقة بعد انقضاء فترة العمر لها دون اي مؤثر خارجي.
٢ الفوتونات المنبعثة لها طول موجي واحد فقط	٢ الفوتونات المنبعثة تغطي مدى طيفياً كبيراً من الأطوال الموجية اللطيف الكهرومغناطيسي
٣ تتحرك الفوتونات بعد انطلاقها بنفس الطور وفي اتجاه واحد على شكل أشعة متوازية تماماً	٣ تتحرك الفوتونات بعد انبعاثها بصورة عشوائية تماماً

٤ تظل شدة الشعاع ثابتة أثناء انتشارها  
ولمسافات طويلة ولذا فهي لا تخضع لقانون  
التربيع العكسي حتي امكن ارسال شعاع ليزر  
الي سطح القمر واستقباله دون تشتت أو  
انتشار رغم طول  
المسافة

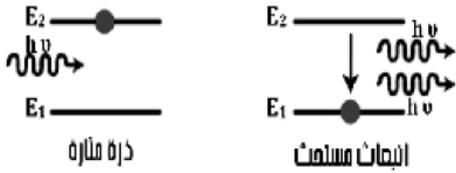
مصدر ضوء ليزر

يحتفظ ضوء الليزر بشدة ثابتة أثناء انتشاره

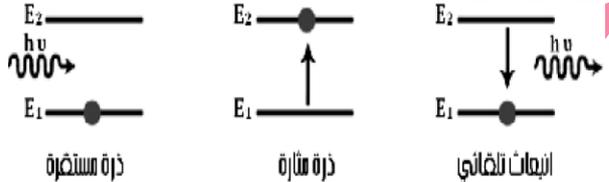
٤ يقل تركيز الفوتونات أثناء الانتشار بحيث  
تناسب شدة الإشعاع عكسياً مع مربع  
المسافة التي تحركها (قانون التربيع العكسي)



٥ يعتبر الانبعاث السائد في مصادر الليزر



٥ هو الانبعاث السائد في مصادر الضوء العادية



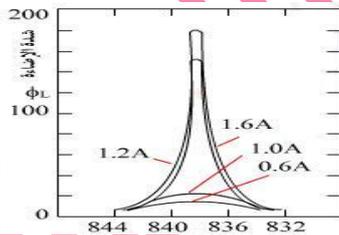
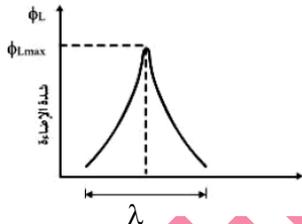
١ لا تخضع اشعة الليزر لقانون التربيع العكسي ؟

علل

لان الليزر عبارة عن حزمة رقيقة جدا يسقط علي السطح بشدة ثابتة علي وحدة المساحات مهما  
اختلفت المسافة بين المصدر والسطح.

٢ يستخدم شعاع الليزر لبيان التداخل في تجربة الشق المزدوج افضل من اي مصدر اخر؟ (اجب بنفسك)

## خصائص اشعة الليزر



١٥ : النقاء الطيفي

في مصادر الضوء العادية يحتوي كل خط من خطوط الطيف الضوئي على مدى  
كبير من الأطوال الموجية ، ولذلك تعدد درجات اللون الواحد عند رؤيته بالعين  
المجردة وتتفاوت شدتها من طول موجي لأخر كما بالشكل.

اما اشعة الليزر فهي تنتج خطا طيفيا واحدا فقط يحتوي على عدد قليل من  
الأطوال الموجية المصاحبة وتركز الشدة عند هذا الطول الموجي لذلك فهي  
تعتبر أحادية الطول الموجي

١٥ النقاء الطيفي هو أن يكون اتساع الخط الطيفي أقل ما يمكن والفوتونات لها

طول موجي واحد تقريبا

١ فوتونات الليزر وحيدة الطول الموجي علي عكس فوتونات الضوء العادي ؟

علل

٢ النقاء الطيفي لأشعة الليزر ؟

٢انيا: توازي الحزمة الضوئية

في مصادر الضوء العادي يزداد قطر الحزمة الضوئية  
كلما بعدنا عن مصدر الضوء ، أثناء انتشارها نتيجة التشتت

اما في شعاع الليزر قطر الحزمة يظل ثابت أثناء الانتشار ولمسافات طويلة لأنها أشعة متوازية ولا تعاني من  
التشتت فتنقل الطاقة الضوئية لمسافات طويلة دون فقد يذكر في الطاقة.

**علل** يمكن نقل الطاقة الضوئية الناجمة عن شعاع الليزر لمسافات طويلة دون فقد يذكر

**ثالثاً: التراب**



اشعة الليزر مترابطة و غير مترابطة و غير متحدة في الطور



اشعة الليزر مترابطة و متحدة في الطور

مصادر الضوء العادية تنطلق الفوتونات بصورة عشوائية غير مترابطة لأنها تنطلق في لحظات زمنية مختلفة وتنتشر باختلاف كبير وغير ثابت في فرق الطور في مصادر الليزر تنطلق الفوتونات بصورة مترابطة زمانياً ومكانياً. لأنها تنطلق من المصدر في نفس اللحظة والاتجاه . فتحتفظ بفرق طور ثابت أثناء انتشارها هذا يجعلها أكثر شدة وأكثر تركيزاً

**رابعاً : الشدة**

مصادر الضوء العادية تخضع لقانون التربيع العكسي حيث تقل شدتها الضوئية الساقطة على وحدة المساحات بزيادة المسافة بين مصدر الضوء والسطح.  
اشعة الليزر: تحتفظ بشدة ثابتة ولا تخضع لقانون التربيع العكسي .

**علل** لا يخضع شعاع الليزر لقانون التربيع العكسي؟

لان فوتوناته متوازية ويحتفظ بشدته لمسافات طويلة وانفراجه صغير جداً.

### مقارنته بين شعاع المصباح العادي وشعاع الليزر

شعاع الليزر	شعاع ضوء المصباح العادي
فوتوناته لها نفس التردد والطور والاتجاه	فوتوناته مختلفة التردد والطور
موجاته متجانسه وشديدة التراب	موجاته غير متجانسه وغير مترابطة
اشعاع بالغ وشديد الشدة	إشعاع ضعيف الشدة
طاقته كبيرة جداً	له طاقة محدده
لا يخضع لقانون التربيع العكسي أي يحتفظ بشدته لمسافات بعيدة	يخضع لقانون التربيع العكسي أي تقل شدته بزيادة المسافة

### نظرية عمل الليزر (اساس الفعل الليزري)

**يعتمد الفعل الليزري على :**

الوصول بذرات أو جزيئات الوسط الفعال لإنتاج الليزر إلى حالة الإسكان المعكوس حتى تنهياً الفرصة لفوتونات الانبعاث المستحث أن يتضخم عددها عند مرورها ذهاباً وإياباً خلال الوسط الفعال نتيجة الانعكاسات المتتالية بين سطحي مرآتين . فيتم حث ذرات أخرى واقعة على مسار الشعاع . وتولد فوتونات جديدة . وهكذا يتضخم الشعاع وتحدث عملية تكبير الإشعاع بالانبعاث المستحث .

**الإسكان المعكوس:** هي الحالة التي يكون فيها عدد الذرات في مستويات الإثارة العليا أكبر من عددها في المستويات الأدنى في الطاقة .

**عملية الضخ:** هي عملية إمداد المادة الفعالة بالطاقة لإثارتها وإحداث حالة الإسكان المعكوس . والطاقة التي يتم ضخها إما طاقة ضوئية أو كهربية أو حرارية أو كيميائية .

س يشترط في مصادر الليزر أثناء التشغيل ان يصل الوسط الفعال لوضع الاسكان المعكوس في حين لا يتطلب ذلك في مصادر

الضوء العادية

## العناصر الأساسية لليزر

تتضمن أجهزة الليزر على اختلاف أحجامها وأشكالها وطاقاتها ثلاثة عناصر رئيسية مشتركة هي  
 ① الوسط الفعال ② مصادر الطاقة ③ التجويف الرنيني .

### أولاً : الوسط الفعال

هو المادة الفعالة اللازمة لإنتاج الليزر . وهو إما أن يكون

- ① بلورات الصلبة مثل الياقوت الصناعي.
- ② مواد صلبة شبه موصلة مثل بلورات السيليكون
- ③ صبغات السائلة مثل الصبغات العضوية المذابة في الماء
- ④ ذرات غازية مثل خليط غاز الهليوم والنيون
- ⑤ غازات المتأينة مثل غاز الأرجون وغاز الكريبتون
- ⑥ جزيئات الغازية مثل ثاني أكسيد الكربون

### ثانياً - مصادر الطاقة

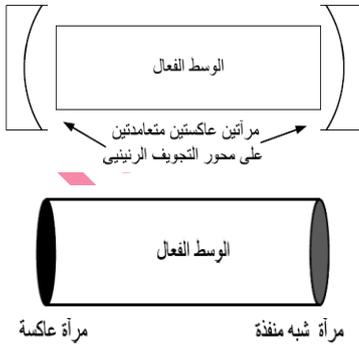
وهي المسئولة عن إمدادات ذرات الوسط الفعال بالطاقة اللازمة لإثارتها لإنتاج شعاع الليزر وتنوع مصادر الطاقة المستخدمة حالياً ومنها :

- أ - الأتارة بالطاقة الكهربائية : ويتم ذلك ① باستخدام مصادر للترددات الراديوية R.F كطاقة داخلية
- ② استخدام التفريغ الكهربائي بفرق جهد عال مستمر وهذا النوع يستخدم في الليزر الغازي مثل ليزر غاز ثاني أكسيد الكربون - وليزر الهليوم / نيون . وليزر غاز الأرجون... الخ
- ب- الأتارة بالطاقة الضوئية : والمعروفة باسم الضخ الضوئي . ويتم ذلك بطريقتين مختلفتين هما:  
 ① استخدام المصابيح الوهاجة ذات القدرة الكبيرة كما في ليزر الياقوت .  
 ② استخدام شعاع ليزر: كمصدر للطاقة كما في ليزرات الصبغات السائلة المتوفرة تجارياً .

③ هو امداد الوسط الفعال بالطاقة الضوئية اللازمة لإثارته

- ج- الأتارة بالطاقة الحرارية : حيث يستخدم التأثير الحراري الناتج عن الضغط الحركي للغازات في حث وأتارة المواد الفعالة المنتجة لليزر .
- د- الأتارة بالطاقة الكيميائية : حيث تعطى التفاعلات الكيميائية بين المواد طاقة تؤدي الى حث جزيئاتها على إنتاج شعاع الليزر. مثال ذلك التفاعلات بين مزيج من الهيدروجين والفلور وكذلك مع خليط فلوريد الديتريوم وثاني أكسيد الكربون .

ثالثاً : تجويف الرنيني : وهو الوعاء الحاوي والمنشط لعملية التكبير ويتكون من:



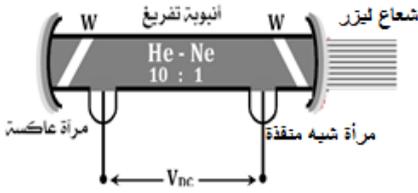
أ - تجويف رنيني خارجي : وهو مرآتان متوازيتان في نهاية الأنبوب الحاوي للمادة الفعالة . وتكون الانعكاسات المتعددة بينهما هي الأساس في عملية التكبير الضوئي . كما في الليزر الغازية .

ب- تجويف رنيني داخلي : ويتمثل في طلاء نهايات المادة الفعالة لتعمل كمرآتين يحصران بينهما المادة الفعالة كما في ليزر الصلب بوجهه عام مثل ليزر الياقوت وليزر عقيق الألومنيوم والزجاج . وفي الليزر الصلبة بصورة عامة . وفي كلا الحالتين يجب أن تكون إحدى المرآتين عاكسة تماماً للفوتونات الضوئية والأخرى شبه منفذة لكي تسمح بمرور بعض أشعة الليزر المتولدة منها.

مه كانت الآخرة همه جعل الله غناه في قلبه وجمعه له شمله وأتته الدنيا وهي راغمه ومه كانت الدنيا همه جعل الله فقره بيه عينيه وفرق عليه شمله ولم يأت به الدنيا إلا ما قدر له .

خليط من غازي الهليوم والنيون بنسبة 1:10 تحت ضغط منخفض (0.6mmHg).

علال اختيار الهليوم والنيون ؟



ج- نظراً لتقارب مستويات الإثارة شبه المستقرة في كل منهما

ب- مصدر الطاقة :

مجال كهربائي عال التردد يغذي الأنبوبة من الخارج لإثارة ذرات الهليوم

والنيون . أو فرق جهد كهربائي عال مستمر ( $V_{dc}$ ) يسلط على الغاز داخل الأنبوبة لإحداث تفريغ كهربائي .

ج- التجويف الرنيني :

أنبوبة من زجاج الكوارتز ، يوجد عند نهايتها مرآتان مقعرتان متوازيتان ومتعامدتان على محور الأنبوبة .

معامل انعكاس أحدهما 99.5% . والأخرى شبه منقذة ومعامل انعكاسها 98%

ثانياً : شرح عمل أجهاز

س- وضح الدور الذي يقوم به كل من عنصري الهليوم والنيون في إنتاج ليزر الهليوم نيون

- 1 يؤدي فرق الجهد الكهربائي داخل الأنبوبة إلى إثارة ذرات الهليوم إلى مستويات الطاقة العليا
- 2 تصطدم ذرات الهليوم المثارة بذرات نيون غير المثارة تصادمات غير مرنة تنتقل الطاقة من ذرات الهليوم المثارة إلى ذرات النيون ، نتيجة تقارب قيم طاقة مستويات الإثارة بين الذرتين فتثار ذرات النيون .
- 3 يحدث تراكم لذرات النيون المثارة في مستوى طاقة يتميز بفترة عمر طويلة نسبياً ( حوالي  $10^{-3}$  s ) ، ويسمى هذا المستوى بالمستوى شبه المستقر وبذلك يتحقق وضع الإسكان المعكوس.
- 4 تهبط أول مجموعة من ذرات النيون ثم إثارتها هبوطاً تلقائياً إلى مستوى طاقة إثارة أقل وتشتع بذلك فوتونات لها طاقة تعادل الفرق بين طاقتي المستويين وهذه الفوتونات تنتشر عشوائياً في جميع الاتجاهات داخل الأنبوبة .
- 5 مجموعة الفوتونات التي تتحرك في اتجاه محور الأنبوبة تصادف في طريقها أحد المرآتين العاكستين فترتد بذلك مرة أخرى داخل الأنبوبة ولا تستطيع الخروج.
- 6 أثناء حركة الفوتونات بين المرآتين داخل الأنبوبة ، تصطدم ببعض ذرات النيون في مستوى الإثارة شبه المستقر ، والتي لم تنتهي فترة العمر لها ، فتحثها على إطلاق فوتونات لها نفس طاقة واتجاه الفوتونات المصدمة بها ، فيتضاعف بذلك عدد الفوتونات المتحركة داخل الأنبوبة بين المرآتين .
- 7 تتكرر الخطوة السابقة مرة أخرى ، ولكن بالعدد الجديد من الفوتونات المتحركة بين المرآتين ، فيتضاعف هذا العدد مرة أخرى ، وهكذا حتى تتم عملية تضخيم الشعاع .
- 8 عندما تصل شدة الإشعاع داخل الأنبوبة إلى حد معين ، يخرج جزء من المرآة شبه المنقذة في صورة شعاع ليزر ويبقى باقي الإشعاع داخل الأنبوبة ، لتستمر عملية الانبعاث المستحث وإنتاج الليزر
- 9 بالنسبة لذرات النيون التي هبطت إلى المستوى الأقل منها فإنها تفقد - بعد فترة وجيزة - ما بها من طاقة في صور أخرى متعددة وتهبط إلى المستوى الأرضي لتصطدم بها ذرات هليوم أخرى ، وتمدها بالطاقة لمستوى الإثارة شبه المستقر ، وهكذا
- 10 بالنسبة لذرات الهليوم التي فقدت طاقتها بالتصادم مع ذرات النيون وعادت إلى المستوى الأرضي ، فإنها تعود وتثار مرة أخرى بفعل التفريغ الكهربائي داخل الأنبوبة وهكذا .

حتى يحدث انعكاسات متتالية للفوتونات المنبعثة عليها ما يناسب اثاره ذرات اخري وبذلك يتم تضخيم الشعاع حتى تصل شدة الاشعاع الي حد معين فانه يخرج من المرآة شبة المنفذة علي هيئة شعاع ليزر. سلسلة مذكرات س ي ج م ا في الفيزياء تحقق لك النجاح الباهر أ/ زكريا مختار

## ② التجويف الرنيني هو المسؤول عن اتمام عملية الانبعاث المستحث وتضخيم الشعاع في الليزر؟

وذلك لان التجويف الرنيني يحتوي علي المادة الفعالة في ليزر النيون التي تثار ذراتها لتصل الي مستوي طاقة شبة مستقر يتميز بفترة عمر طويلة نسبيا وبزيادة عدد ذرات النيون المثارة يتحقق وضع الاسكان المعكوس وعندما تهبط اول ذرات النيون تلقائيا يحدث الانبعاث المستحث.

يوجد في طرفي التجويف الرنيني مرآتيه عاكستيه ترتد عنهما الفوتونات عدة مرات فتصطدم ببعض ذرات النيون في مستوي الاثارة شبة المستقر فتحثها علي اطلاق فوتوناتها فيتضاعف عدد الفوتونات المتحركة بين المرآتين وبذلك يتم تضخيم الشعاع

س : يعتبر ليزر هيليوم نيون مثالا لتحويل الطاقة الكهربائية الي طاقة ضوئية وحرارية وضع اليه هذا التحول؟

سجما فيج الفيزياء الفيزياء ايسط محل لتصور

## بعض التطبيقات العملية على الليزر

- يوجد حاليا انواع واحجام مختلفة من الليزر ويغطي ضوء الليزر مناطق عديدة من الطيف الكهرومغناطيسي بدا من المنطقة المرئية الي المنطقة فوق البنفسجية وتحت الحمراء
- بعض اجهزة الليزر يمكن ان تركز الضوء في نقطة صغيرة كافية لأساله وتبخير الحديد ومنها ما يكفي لنقب الماس
- وبالمقابل هناك انواع اخري من اجهزة الليزر تبعث من الطاقة ما يكفي لتدمير الطائرات والصواريخ والتي قد تستخدم فيما يعرف بحرب النجوم .....وهناك العديد والعديد من تطبيقات الليزر منها

## اولا : التصوير الهولوجرافي ( التصوير المجسم )

### مقدمة هامة (للإلقاء فقط)

- اذا اردت ان تنظر الي صورة مجسمة ثلاثية الابعاد أو ما يعرف باسم (الهولوجرافي) . فان كل ما عليك هو ان تخرج محفظتك وتنظر الي اي من البطاقات البنكية وستجد عليها صورة هولوجرافيه . ويستخدم هذه الصور لمنع تزيف اي من تلك المنتجات .
- في الحقيقة صممت الصور الهولوجرافية لجعل عملية التزوير صعبة وجعل المنتج غير قابل للتقليد . الا ان هذه الصورة لا تعتبر مثالا جيدا علي تقنية التصوير ثلاثي الابعاد وذلك لعدم ترك الانطباع المثير الذي يشوقك كثير للموضوع حيث ان كل ما تراه هو عبارة عن تغيرات في الوان الصورة عندما تتحرك ببطء امام عينك ولكن الامر يختلف عندما تشاهد صور اكثر احترافية تضاء بواسطة الليزر أو ان تكون موجودة في غرفة مظلمة وموجهه لها الاضاءة من زوايا محددة فانك عندئذ بلا شك سوف تدهش مما تراه من صور مجسمة قد تعتقد انها حقيقية وتمد يدك فلا تجد الا فوتونات الضوء الذي تتناثر بطريقة مبدعة مكونة صورة في الغرفة تستطيع ان تدور حولها وتري الجسم في جميع الاتجاهات
- قد تدهش لو عرفت ان تمزيق الهولوجرام الي اجزاء صغيرة لن يمنعك عن رؤية الصورة بالكامل. وهذا لا يتحقق لو انك قمت بتمزيق نيجاتف فيلم الكاميرا حيث ان كل قطعة من هذا الاخير تحتوي جزء من الصورة

## س كيف تتلون صور الاجسام؟

## ملخص عن التصوير العادي :

- 1 تتكون صور الأجسام بتجميع الأشعة الضوئية التي تترك سطح الجسم المضاء حاملة المعلومات منه إلى اللوح الفوتوغرافي الحساس حيث تتكون الصورة
- 2 ونظرا لوجود تضاريس على سطح الجسم فيوجد اختلاف في طول المسار ( اختلاف في طور الضوء ) للأشعة التي تترك الجسم عند وصولها للوح الفوتوغرافي لذلك هناك اختلاف في

$$\text{طور الضوء} = \frac{2\pi}{\lambda} \times \text{فرق المسار}$$

3 كذلك يوجد اختلاف في السعة: يظهر كاختلاف في الشدة الضوئية (أه الشدة الضوئية تتناسب مع مربع السعة)

4 اللوح الفوتوغرافي المعتاد يسجل الاختلاف في الشدة الضوئية فقط ، وهو ما يكون الصورة المستوية على ذلك فإن ما نحصل عليه من صور مستوية هو نتيجة جزء فقط من المعلومات التي تحملها موجات الضوء

## التصوير المجسم

في عام 1948م اقترح العالم المجري جابور الحاصل على جائزة نوبل طريقة للحصول على ما فقد من المعلومات واستخراجها من الأشعة باستخدام الأشعة المرجعية وهي كما يلي:

- 1 استخدام حزمة من الأشعة المتوازية لها نفس الطول الموجي للأشعة المنعكسة عن الجسم تسمى بالأشعة المرجعية.
  - 2 هذه الأشعة المرجعية تلتقي مع الأشعة المنعكسة عن الجسم الحاملة للمعلومات عند اللوح الحساس ويحدث تداخل بينهما
  - 3 وبعد تميض اللوح الفوتوغرافي تظهر هدب التداخل الناتجة وهي صورة مشفرة تسمى هولوجرام
  - 4 بإضاءة الهولوجرام بأشعة ليزر التي لها نفس الطول الموجي وبالنظر خلاله بالعين المجردة نرى صورة ماثلة للجسم في أبعاده الثلاثة ، دون استخدام عدسات .
- الهولوجرام :** هي صورة مشفرة . نتج بعد تميض الصورة المتكونة على اللوح الفوتوغرافي والتي تكونت عليه نتيجة تلاقي الأشعة المرجعية مع الأشعة التي تترك الجسم المضاء عند اللوح الفوتوغرافي .
- الأشعة المرجعية :** هي حزمة من الأشعة المتوازية لها نفس الطول الموجي . تلتقي مع الأشعة التي تترك الجسم المضاء حاملة المعلومات ويتم اللقاء عند اللوح الفوتوغرافي فتحدث ظاهرة التداخل الضوئي بين حزمتي الأشعة

## س : قارن بين التصوير العادي والتصوير الهولوجرافي ؟

التصوير العادي	التصوير المجسم
الصورة احادية البعد (مسطحة)	الصورة ثلاثية الابعاد (مجسمة)
البيانات المنقولة الي اللوح الفوتوغرافي توضح اختلاف الشدة الضوئية فقط	البيانات المنقولة توضح اختلاف الشدة الضوئية والسعة والاختلاف في الطور
الصورة تتكون من الاشعة المنعكسة علي الجسم ثم تسقط على اللوح الفوتوغرافي	الهولوجرام ينشأ من التداخل الضوئي بين الاشعة المنعكسة على الجسم والاشعة المرجعية
الصورة مسطحة تشبه الجسم عامة	الهولوجرام يظهر علي شكل هدب تداخل اي ان الصورة مشفرة
تري نتيجة انعكاس الضوء العادي علي الصورة	تري بإضاءة الهولوجرام بأشعة ليزر لها نفس الطول الموجي المستخدم في التسجيل

## (1) في علاج انفصال بعض أجزاء شبكية العين

في بعض الاحيان تصاب العين بانفصال بعض أجزاء الشبكية ,وبالتالي تفقد هذه الأجزاء المصابة بالانفصال وظيفتها وقد تتعرض العين الي انفصال تام للشبكية إذا لم يتم علاجها بسرعة.

## عملية العلاج :

- ① تصوب حزمة رفيعة من أشعة الليزر خلال إنسان العين إلى الجزء المصاب بالانفصال أو التمزق .
- ② تعمل الطاقة الحرارية لأشعة الليزر على إتمام عملية الالتحام .
- ③ وبذلك تتم حماية العين من استمرار انفصال الشبكية من ناحية , وحمايتها من التعرض لفقد القدرة على الإبصار من ناحية أخرى .
- ④ أشعة الليزر التي تستخدم الآن لهذا الغرض وفرت كلاً من الوقت والجهد فعملية الالتحام تتم في أجزاء صغيرة من الثانية .

## علال يستخدم الليزر في علاج الانفصال الشبكي؟

جـ : لان الطاقة الحرارية الناتجة عن شعاع الليزر تعمل علي اتمام التحام الشبكية بالطبقة التي تحتها بدقة متناهيه

## (٢) في علاج قصر النظر

حيث يستخدم الليزر في عمليات تصحيح الابصار فيمكن للمريض ان يستغني عن النظارة.

## (٣) في التشخيص والعلاج

حيث يستخدم الليزر مع الالياف الضوئية في عمليات المناظير

## ثالثاً في بعض التطبيقات الأخرى

- ① في الاتصالات : تستخدم أشعة الليزر مع الألياف الضوئية كبديل كابلات التليفونات .
- ② في الصناعات : تستخدم على الأخص في الصناعات الدقيقة.
- ③ في المجالات العسكرية : توجيه الصواريخ بدقة عالية وفي القنابل الذكية رادار الليزر .
- ④ في أعمال المساحة : تستخدم لتحديد المساحات والأبعاد بدقة .
- ⑤ في طباعة الليزر : حيث يستخدم شعاع ليزر في نقل المعلومات من الكمبيوتر إلى اسطوانة عليها مادة حساسة للضوء في الطباعة, ثم يتم الطبع باستخدام الحبر .
- ⑥ تخزين البيانات : التسجيل على الأقراص المدمجة (CD).
- ⑦ في أعمال الفنون والعروض الضوئية : كالتي نراها في افتتاح الاولبياد والدورات الرياضية الكبيرة.
- ⑧ ابحاث الفضاء وكذلك يستخدم الليزر في تدمير الصواريخ نظرا لان طاقته عالية

سلسلة مذكرات سيمما في الفيزياء، طريقك للتفوق

اعداد وتنقيذ أ / زكريا مفتار



## الفصل الرابع

### الإلكترونيات الحديثة

مقدمته : يشهد العالم تقدماً هائلاً في مجال الإلكترونيات والاتصالات

- 1 فأصبحت الإلكترونيات والاتصالات جزء لا يتجزأ من حياتنا.
- 2 الكمبيوتر والتليفون المحمول والتلفزيون والأقمار الصناعية تعد شاهداً على التقدم الهائل في استخدام الإلكترونيات والاتصالات سواء في نقل المعلومات أو الترفيه أو الثقافة
- 3 الإلكترونيات أصبحت عنصر أساسي في الحرب الحديثة لأنها تساعد في عمليات التوجيه والاستطلاع والرصد والتشويش والخداع .
- 4 الإلكترونيات لها دور أساسي في مجال الطب سواء في التشخيص أو المتابعة أو العمليات الجراحية
- 5 تلعب الإلكترونيات دوراً حيوياً في جميع مجالات الحياة بدءاً من الألعاب الإلكترونية إلى الحرب الإلكترونية.

### تقسيم المواد حسب التوصيلية الكهربائية

- 1 **الموصلات** توصل الكهرباء والحرارة بسهولة لوفرة الإلكترونات الحرة مثل المعادن.
- 2 **العوازل** لا توصل الكهرباء ولا الحرارة بسهولة لندرة الإلكترونات الحرة مثل الخشب والبلاستيك والزجاج والبورسلين.
- 3 **أشباه الموصلات** مواد ليست جيدة التوصيل كما أنها ليست رديئة التوصيل في درجة الحرارة العادية فهي مرحلة متوسطة و تزداد فيها التوصيلية الكهربائية بارتفاع درجة الحرارة مثل السيليكون والجرمانيوم

### أنواع أشباه الموصلات

#### أولاً أشباه موصلات نقية

بلورة السيليكون النقية يدخل السيليكون في تركيب الرمل وصخور القشرة الأرضية

**البلورة** هي ترتيب هندسي منتظم للذرات في الحالة الجامدة

#### س) تكلم عن التركيب الإلكتروني لذرة السيليكون

**ذرة السيليكون**: عبارة عن نواة بها 14 بروتون ويحيط بها 3 مستويات للطاقة يحتوي الأول منها على 2 إلكترون والثاني على ثمانية إلكترونات والثالث على 4 إلكترونات نظراً لوجود أربعة إلكترونات في القشرة الخارجية نجد أن ذرة السيليكون تتشارك مع أربعة ذرات سيليكون أخرى بأربعة روابط تساهمية حيث تكتمل القشرة الخارجية لكل ذرة سيليكون على ثمانية إلكترونات بالتشارك.

#### ← إلكترونات ذرة السيليكون نوعان

- 1 **الإلكترونات المستويات الداخلية** وتكون شديدة الارتباط بنواة الذرة
- 2 **الإلكترونات الخارجة** في القشرة الخارجية لها الحرية في الحركة عبر المسافات البينية بدرجة كبيرة

## العوامل التي تؤثر في التوصيلية الكهربائية لأشباه الموصلات

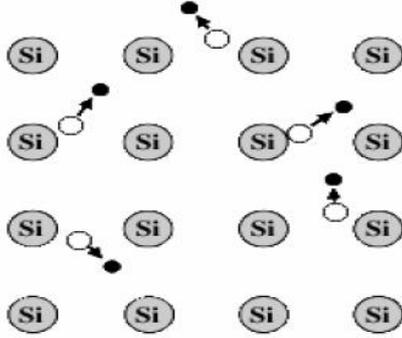
② التطعيم (إضافة الشوائب الي البلورة)

① درجة الحرارة

أولا درجة الحرارة

① في درجات الحرارة المنخفضة

تكون جميع الروابط سليمة وتكون الالكترونات شديدة التماسك بذراتها فيصعب فك هذا التماسك ولا توجد الالكترونات حرة على غرار المعدن حيث تكون بلورة السيليكون عازلة تماما عند الصفر المطلق ( $-273^{\circ}\text{C}$ )



② في درجات الحرارة المرتفعة

تصبح الطاقة الحرارية كافية لكسر بعض الروابط وتحرر بعض الالكترونات وتصبح الالكترونات حرة وتصبح البلورة موصلة للكهربية  
أي ان التوصيلية الكهربائية لأشباه الموصلات التقية تزداد بزيادة درجة الحرارة

③ الألكترون الذي يترك مكاناً فارغاً في الرابطة المكسورة يسمى فجوة

تظهر فيها شحنة موجبة

④ كلما زادت درجة الحرارة زاد عدد الالكترونات الحرة وعدد الفجوات الموجبة حتى تصل البلورة إلى حالة اتزان

حرارى وعند الاتزان الحرارى يتساوى عدد الروابط المكسورة في الثانية مع عدد الروابط التي يتم تكوينها في الثانية

علل لا تسمى الذرة التي كسرت إحدى روابطها أيون موجب ؟

جـ : لأن الفجوة تقتنص الكترون إما من رابطة مجاورة أو من الالكترونات الحرة فتصبح الذرة متعادلة كما كانت وتنتقل الفجوة إلى رابطة أخرى وهكذا.

الفجوة: عبارة عن رابطة مكسورة غير مكتملة وتمثل شحنة موجبة .

ملاحظة

① الألكترونات الحرة تمثل النوع الثالث من الالكترونات التي تتحرك وهي أيضاً مقيدة ولكن في حيز أكبر هو البلورة ذاتها ويحدها سطح البلورة.

② كسر الرابطة: يحتاج لحد أدنى من الطاقة في صورة طاقة حرارية أو ضوئية .

③ التئام الرابطة: عند التئام الرابطة تنطلق الطاقة على شكل طاقة حرارية أو طاقة ضوئية .

④ مميزات أشباه الموصلات

حساسية جداً للحرارة - حساسة جداً للشوائب.

ثانياً التطعيم (إضافة الشوائب الي البلورة)

التطعيم يقصد به اضافة كمية قليلة من ذرات مادة اخري الي بلورة شبه الموصل بهدف زيادة عدد الالكترونات الحرة أو الفجوات فيها وبذلك نحصل علي شبه موصل غير نقي وهذه الشوائب نوعان

١- شوائب من عناصر خماسية التآلف مثل الفوسفور (P) والانتيمون (Sb)

٢- شوائب من عناصر ثلاثية التآلف مثل البورون (B) والالومنيوم (Al)

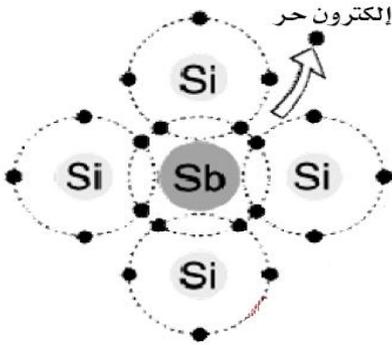
مع تحياتي أ/ زكريا مختار

## أشباه الموصلات الغير نقية

يمكن الحصول علي نوعين من أشباه الموصلات شبه النقية هما

### أولاً : شبه موصل من النوع السالب ( n - Type )

1 يتم فيها تطعم بللورة السليكون أو الجرمانيوم بعنصر خماسي التكافؤ (من المجموعة الخامسة) مثل



الفوسفور (P) أو الانتيومون (Sb) أو الزرنيخ (As)

2 فإن ذرة العنصر الخماسي (الشائبة) تحتوي على خمسة إلكترونات لذلك

فإنها تشارك بأربعة فترتبط كل ذرة فوسفور مثلاً بأربعة روابط تساهمية

مع أربعة ذرات سليكون مجاورة ويبقى الخامس في ذرة الفوسفور دون ارتباط

3 هذا الإلكترون ضعيف الارتباط بالذرة لذلك سرعان ما تفقده الذرة

الشائبة وتصبح أيون موجب ويصبح الإلكترون حر

4 ينضم هذا الإلكترون الحر إلى رصيد البللورة من الإلكترونات الحرة (P)

أي أن البللورة لها مصدر آخر للإلكترونات الحرة وهو ذرات الشوائب وبذلك تحتوي البللورة علي عدد كبير من

الإلكترونات الحرة وتصبح موصله كهربياً

5 الذرة الشائبة ذرة الفوسفور تسمى ذرة معطية ويحدث اتزان حراري حيث يكون مجموع الشحنات الموجبة =

مجموع الشحنات السالبة أي أن البللورة ككل مازالت متعادلة ويكون  $n = P + N_D$

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

من العلاقة السابقة يلاحظ أن تركيز الإلكترونات أكبر من تركيز الفجوات لذلك تسمى البللورة من النوع

### سلسلة مذكرات سيحما طريقك للتفوق والنجاح

النوع السالب n-Type

### علل : البللورة من النوع السالب تكون متعادلة كهربياً ؟

ج : لأن مجموع شحنات الفجوات + الشحنات الموجبة لذرات المعطية تساوي الشحنات السالبة للإلكترونات الحرة.

### حاملات الشحنات السائدة في البللورة السالبة هي الإلكترونات

### ثانياً شبه موصل من النوع الموجب P - Type

1 يتم فيها تطعيم بللورة سليكون أو جرمانيوم بشائبة من عنصر ثلاثي التكافؤ مثل الألومنيوم (Al) أو

الجاليوم (Ga) أو البورون (B) عناصر المجموعة الثالثة

2 ذرة الشائبة (نأخذ البورون مثلاً) ثلاثية التكافؤ تحتوي على ثلاثة

إلكترونات في مستوى الطاقة الخارجي لها فترتبط كل ذرة بورون بثلاثة

روابط تساهمية مع ذرات السليكون مجاورة ولا تصل لحالة الاستقرار.

3 تجذب ذرة البورون الكتروناً من أحد روابط السليكون المجاورة لها حتى

يصبح عدد الروابط حول البورون أربعة روابط.

4 هذا الإلكترون المكتسب من أحد روابط السليكون يترك مكانه

فجوة في رابطة السليكون.

5 تنضم هذه الفجوة الي رصيد البللورة من الفجوات التي تنشأ من اثر تكسير الروابط بالحرارة وبذلك تحتوي

البللورة علي عدد كبير من الفجوات وتصبح موصله كهربياً .

6 الذرة الشائبة تسمى الذرة المستقبلية ويحدث اتزان حراري في البللورة بحيث يكون مجموع الشحنات السالبة

= مجموع الشحنات الموجبة  $P = n + N_A$  حيث  $N_A$  هو تركيز أيونات الشوائب السالبة المستقبلية للإلكترونات

من العلاقة السابقة يلاحظ ان تركيز الفجوات أكبر من تركيز الالكترونات لذلك تسمى البلورة من النوع

الموجب P-Type

حاملات الشحنات في البلورة الموجبة هي الفجوات.

علل: البلورة من النوع الموجب متعادلة.

جـ : لأن الشحنات الموجبة للفجوات تساوي الشحنات السالبة لذرات المادة المستقبلية و الشحنات السالبة للإلكترونات الحرة

قانون فعل الكتلة

حاصل ضرب تركيز الالكترونات الحرة السالبة  $\times$  تركيز الفجوات الموجبة يساوي مقدار ثابت لا يتوقف علي نوع الشائبة

$$np = n_i^2$$

حيث ان  $n_i$  تركيز الالكترونات أو الفجوات في شبه الموصل النقي اي اذا زادت  $n$  تقل  $p$  وبالعكس ويسمي هذا قانون فعل الكتلة وبالتقريب يمكن ان يكون

في حالة P - Type

$$p \approx N_A^-$$

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

في حالة n - Type

$$n \approx N_D^+$$

$$p = \frac{n_i^2}{N_D^+}$$

امثلة محلولة

(1) احسب عدد ذرات السيليكون لكل  $1\text{cm}^3$  إذا كانت كثافة السيليكون  $2.33\text{ gm/cm}^3$  والوزن الذرى له 28

$$\text{الحل : كتلة السيليكون } m = V \times \rho = 1 \times 2.33 = 2.33\text{ g}$$

$$\text{عدد الذرات في } (1\text{cm}^3) = \frac{\text{كتلة البلورة} \times \text{عدد افوجادرو}}{\text{كتلة المول}} = \frac{6.023 \times 10^{23} \times 2.33}{28} = 0.5 \times 10^{23} \text{ Atom}$$

(2) إذا كان تركيز الإلكترونات أو الفجوات في السيليكون النقي  $1 \times 10^{10}\text{ cm}^{-3}$  أضيف إليه فوسفور بتركيز  $10^{12}\text{ cm}^{-3}$  . احسب تركيز الإلكترونات والفجوات في هذه الحالة . و هل يصبح السيليكون n-type أو p-type ؟ . ثم احسب تركيز الألومنيوم المطلوب إضافته حتى يعود السيليكون نقياً مرة أخرى .

الحل : في السيليكون النقي يكون تركيز الالكترونات = تركيز الفجوات  $n_i = 10^{10}\text{ cm}^{-3}$

والفوسفور يعطي الكترونات تركيزها  $(n) = 10^{12}\text{ cm}^{-3}$

$$\therefore np = n_i^2$$

$$\therefore p = \frac{n_i^2}{n} = \frac{(10^{10})^2}{10^{12}} = \frac{10^{20}}{10^{12}} = 10^8\text{ cm}^{-3}$$

$$\therefore (n) = \frac{n_i^2}{p} = \frac{(10^{10})^2}{10^8} = 10^{12}\text{ cm}^{-3}$$

نظرا لان تركيز (n) اكبر من تركيز (p) يصبح السيليكون في هذه الحالة (n- type) لكي يعود السيليكون نقياً مرة اخري يجب اضافة فجوات من الالومنيوم تركيزها يساوي تركيز الالكترونات الحرة من الفوسفور اي ان

$$P = 10^{12}\text{ cm}^{-3}$$

عيوب الناس تحفرها علي النحاس خ

اما فضائلهم فنكتبها علي الماء خ

## المكونات أو النبايط الإلكترونية

المكونات أو النبايط : هي وحدات البناء التي تبنى علمها كل الأنظمة الإلكترونية.

### أنواع المكونات الإلكترونية

- 1 مكونات بسيطة مثل المقاومة R وملف الحث L والمكثف C
- 2 مكونات أكثر تعقداً مكونات متخصصة مثل الوصلة الثنائية "دايود" والترانزستور.
- 3 متخصصة مثل نبايط التحكم في التيار والنبايط الكهروضوئية.

**مميزات النبايط** تتميز أشباه الموصلات التي تصنع منها النبايط بحساسيتها للعوامل المحيطة بها مثل: الضوء - الحرارة - الضغط - التلوث الذري - التلوث الكيميائي لذلك تستخدم النبايط (كمحسات) أو كوسائل قياس لهذه العوامل.

**حل** تستخدم النبايط كمحسات للبيئة ؟

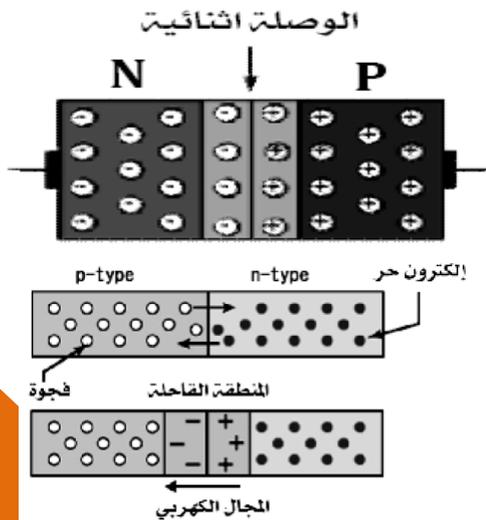
### مقارنة بين البلورة من النوع السالب والبلورة من النوع الموجب

البلورة الموجبة P- Type	البلورة السالبة N-Type	وجه المقارنة
ثلاثية التكافؤ مثل البورن - الألومنيوم - الجاليوم	خماسية التكافؤ مثل الانتيمون - الفوسفور - الزرنيخ	تكايفؤ الشائبة
الفجوات	الإلكترونات	حاملات الشحنة
ذرة مستقبلة ( $N_A$ ) للإلكترونات وتصبح أيون سالب	ذرة مانحة ( $N_D$ ) للإلكترونات وتصبح أيون موجب	الذرة الشائبة بعد التطعيم
$P = n + N_A$	$n = P + N_D$	عند الاتزان
$P = N_A$ , $n = \frac{n_i^2}{N_A}$	$n = N_D$ , $P = \frac{n_i^2}{N_D}$	نسبة التركيز

### الوصلة الثنائية (الدايود)

تكوّن من التصاق بلورة من النوع n - Type مع بلورة من النوع P - Type **تكوّنها**

**لماذا يحدث عند التصاق البلورتان ؟**



1 تنتقل بعض الإلكترونات الحرة من البلورة السالبة n-Type في

إتجاه البلورة الموجبة P-Type لتملئ عدد مساوي لها من الفجوات القريبة ويستمر الانتقال لفترة صغيرة جد.

2 وتنتقل الفجوات من البلورة الموجبة ذات التركيز P-Type إلى البلورة السالبة n-Type

3 ينشأ نتيجة لذلك تيار يسمى تيار الانتشار يدفع الفجوات من

البلورة P إلى البلورة n وتيار يدفع الإلكترونات الحرة من البلورة (n) إلى البلورة (p)

4 يتسبب تيار الانتشار في انكشاف جزء من الايونات الموجبة في البلورة (n) دون غطاء يعادلها من الالكترونات فتكتسب البلورة (n) جهد موجب كما يتسبب في انكشاف جزء من الايونات السالبة في البلورة (p) دون غطاء يعادلها من الفجوات فتكتسب البلورة (p) جهد سالبا .

5 ينتج عن ذلك منطقة خالية من الالكترونات والفجوات تكون بها أيونات موجبة في ناحية أيونات سالبة في ناحية أخرى تسمى بالمنطقة الفاصلة أو المنطقة القاحلة

6 ينشأ في هذه المنطقة الفاصلة مجال كهربى يتجه من الأيونات الموجبة إلى الأيونات السالبة المجال الكهربى المتولد يعمل على دفع تيار يسمى التيار الانسيابي في اتجاه عكس تيار الانتشار عند الاتزان يتزن التيار في الاتجاه الأمامى مع التيار في الاتجاه العكسى لتكون المحصلة = صفر

**تيار الانتشار:** هو ذلك التيار الذى يدفع الفجوات من البلورة P الي البلورة n وكذلك دفع الالكترونات من البلورة n الي البلورة P وذلك في الوصلة الثنائية عند التصاق بلورتها .

**تيار الانسياب:** هو تيار ينشأ من المجال الكهربى المتكون بين بلورتي الوصلة الثنائية ويعمل عكس اتجاه تيار الانتشار.

## التوصيل الأمامى والتوصيل العكسي

### اولا التوصيل بطريقة الانحياز الأمامى

#### كيفية التوصيل

توصل البلورة الموجبة (P) بالطرف الموجب لمصدر كهربى (بطارية) ويوصل البلورة السالبة (n) بالطرف السالب .

#### عملها

1 تتنافر بعض الالكترونات الحرة في البلورة السالبة مع القطب السالب للبطارية وتتحرك مقتربة من المنطقة الفاصلة .

2 تتنافر الفجوات الموجبة في البلورة الموجبة مع القطب الموجب للبطارية وتتحرك مقربة من المنطقة الفاصلة وبذلك يقل الجهد الحاجز .

3 يكون المجال الناشئ عن البطارية عكس اتجاه المجال الداخلى في المنطقة الانتقالية فيضعفه .

4 تعبر الالكترونات المنطقة الفاصلة لتملا الفجوات فيمر تيار في الوصلة الثنائية تيار كبير نسبيا

### ثانيا التوصيل الخلفى (العكسي)

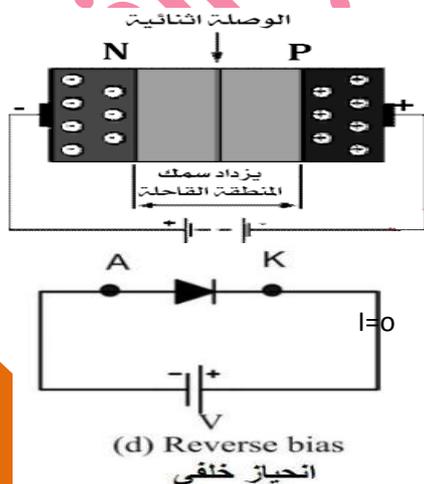
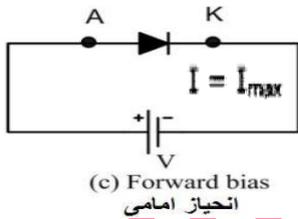
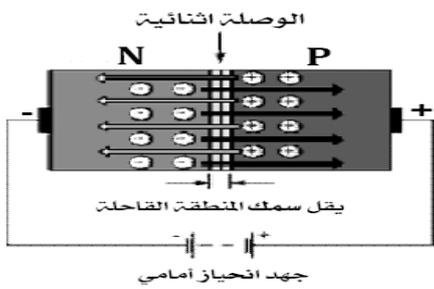
#### كيفية التوصيل

توصل البلورة الموجبة (P) بالطرف السالب للبطارية وتوصل البلورة السالبة (n) بالطرف الموجب

#### عملها

1 تنجذب الالكترونات الحرة الموجودة في البلورة السالبة نحو القطب الموجب للمصدر وبذلك تبعد عن السطح الفاصل

2 تنجذب الفجوات الموجبة في البلورة الموجبة نحو القطب السالب للمصدر وبذلك تبعد عن السطح الفاصل .



③ تتسع المنطقة الفاصلة الخالية من حاملات الشحنات ويزداد الجهد الحاجز تدريجيا حتى تقترب من جهد البطارية .

④ ويكون المجال الناشئ عن البطارية في نفس اتجاه المجال الداخلي في المنطقة الانتقالية ويزداد الجهد العائق وبذلك لا تسمح البلورة الا بمرور تيار كهربي ضئيل خذا خلال الوصلة الثنائية وتكون مقاومة الوصلة كبيرة جدا .

← ملاحظة هامة



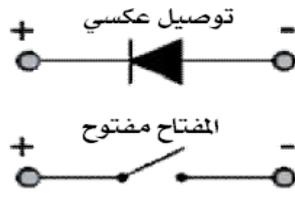
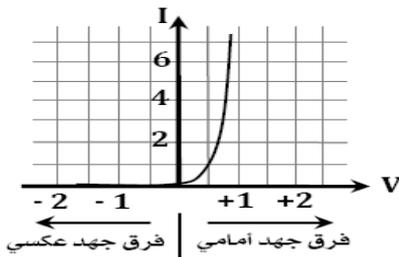
① الوصلة الثنائية تسمى الدايمود ويرمز لها بالرمز

② الوصلة الثنائية توصل التيار في اتجاه وتمنعه تقريبا في الاتجاه العكسي .

③ يمكن تشبيه الوصلة الثنائية بمفتاح

(أ) عندما يكون التوصيل أمامي يمر التيار كما لو كان المفتاح مغلق (ON) .

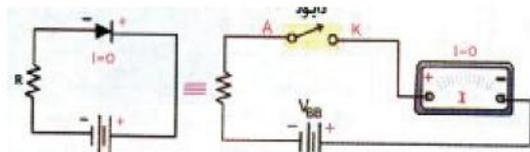
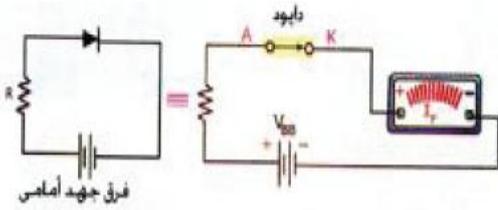
(ب) عندما يكون التوصيل عكسي لا يمر التيار تقريبا كما لو كان المفتاح مفتوح (OFF) .



④ يمكن التأكد من سلامة الوصلة الثنائية باستخدام اوميتر علل؟

حيث يعطي مقاومة صغيرة جدا في اتجاه ومقاومة كبيرة جدا في الاتجاه العكسي .

⑤ هذا السلوك يختلف تماما عن المقاومة الكهربية التي توصل التيار بنفس القيمة اذا انعكس اتجاه التيار في حاله اذا ما انعكس فرق الجهد .



### توصيل الوصلة الثنائية في الدائرة الكهربية

① ادماج الوصلة الثنائية في دائرة كهربية في الاتجاه الامامي حيث

تمثل الوصلة الثنائية مفتاح مغلق (يوصل التيار)

② ادماج الوصلة الثنائية في دائرة كهربية في الاتجاه العكسي

تمثل مفتاح مفتوحا (لا يوصل التيار)

### استخدم الدايمود في تقويم التيار المتردد

① الدايمود أو الوصلة الثنائية يتكون من منطقة P-Type وأخرى

n - Type . وإذا وصل الطرف الموجب للبطارية بالمنطقة P والطرف السالب بالمنطقة n تكون الوصلة في حالة

توصيل أمامي وتسمح بمرور تيار أمامي

② وإذا عكسنا توصيل البطارية لا يمر تيار وتكون الوصلة في حالة توصيل عكسي

③ وإذا تم توصيل الوصلة الثنائية بتيار متردد فإن الوصلة تسمح بمرور أن صاف ذبذبات التيار حينما يكون جهد

البلورة الموجبة موجب أو جهد البلورة السالبة سالبا أي تكون الوصلة في حالة توصيل أمامي ولا تسمح

بمرور أن صاف ذبذبات التيار في الاتجاه المضاد وتكون الوصلة في حالة توصيل عكسي معنى ذلك أن الوصلة

تسمح بمرور التيار في اتجاه واحد

→ أي أن الوصلة تسمح بمرور التيار المتردد تقويما نصف موجيا

→ ويمكن استخدام عدة وصلات ثنائية للحصول علي تقويم موجي كامل

جـ : يمكن زيادة التوصيلية الكهربائية لبلورة السيلكون بتطعيمها بنسبة ضئيلة من أحد عناصر المجموعة الخامسة كالزرنيخ أو أحد عناصر المجموعة الثالثة مثل البورون أو الجاليوم وبالتالي يكون لدينا نوعان من أشباه الموصلات الغير نقيه شبيه موصل من النوع الموجب وشبه موصل من النوع السالب

### مقارنت بين التوصيل الامامي والتوصيل الخلفي

وجه المقارنة	التوصيل الامامي	التوصيل الفلزي
طريقة التوصيل	توصل البلورة السالبة بالقطب السالب للبطارية والبلورة الموجبة بالقطب الموجب للبطارية	توصل البلورة السالبة بالقطب الموجب للبطارية والبلورة الموجبة بالقطب السالب للبطارية
المجال الخارجي	المجال الخارجي في عكس اتجاه المجال الداخلي بين البلورتين	المجال الخارجي في نفس اتجاه المجال الداخلي بين البلورتين
المنطقة الفاصلة	يقل اتساعها	يزيد اتساعها
مقاومة الوصلة	صغيرة	كبيرة
الجهد العاقر	صغير	كبير
مرور التيار	يمر تيار	لا يمر تيار
عملها	تعمل كمفتاح مغلق	تعمل كمفتاح مفتوح
الرسم		

### مقارنت بين الوصلة الثنائية ومقاومة الكهربية

وجه المقارنة	الوصلة الثنائية	المقاومة الكهربية
المكوّن البلوري	بلورتين n,p متلامستين	ملف لولبي مصنوع من مادة معينة
وسائل مرور التيار	الالكترونات الحرة والفجوات الموجبة	الالكترونات الحرة فقط
اتجاه مرور التيار	يمر التيار في الاتجاه الامامي فقط	يمر التيار في اي اتجاه
ارتفاع درجة الحرارة	تقل مقاومة الوصلة أو تزيد توصيليتها الكهربية	تزداد قيمة المقاومة وتقل التوصيلية الكهربية

## مميزات الوصلة الثنائية (المقوم البللوري)

- 1 لا يحتاج لتشغيله الامصدر كهربي واحد منخفض الجهد
- 2 يمكن ادماجة بسهولة في توصيلات الاسلاك
- 3 المقوم البللوري صغير الحجم خفيف الوزن رخيص الثمن

## الترانزستور

مقدمة تم اكتشاف الترانزستور بواسطة العلماء باردين و شوكلي وبراتين ،

تركيبة هو عبارة عن وصلة ثلاثية تتكون من مادة شبه موصلة (بللورة السيليكون) تحتوي علي

1 بللورة رقيقة جدا من النوع السالب أو الموجب تسمى القاعدة Base وتوجد في الوسط

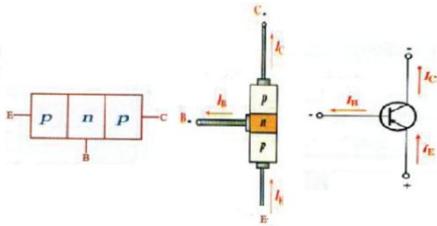
2 الباعث (Emitter) E: يتميز بصغر مساحة سطحه ووفرة الشوائب نسبيا.

3 المجمع (Collector) C: يتميز بكبر مساحة سطحه وقلة الشوائب . وعادة يكون للترانزستور ثلاثة

اسلاك توصيل معدنية تستخدم عند توصيلة في الدائرة الكهربائية .

انواع الترانزستور : يوجد نوعان من الترانزستور

1 ترانزستور (pnp) وفيه تكون القاعدة من النوع السالب (n) بينما الباعث والمجمع من النوع الموجب (p)



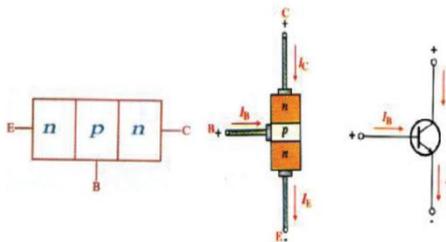
2 ترانزستور (npn) وفيه تكون القاعدة من النوع الموجب (p) بينما الباعث والمجمع من النوع السالب (n)

ملاحظة لا تختلف فكرة عمل الترانزستور من النوع (pnp) عن الترانزستور من

النوع (npn) الا ان الفجوات هي التي تلعب نفس الدور بدلا من الالكترونات

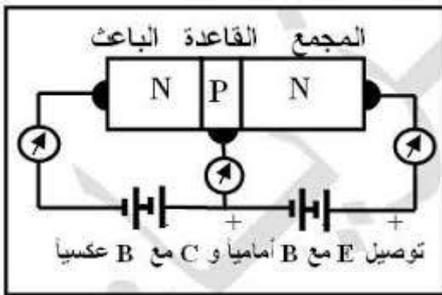
## مميزات الترانزستور

- 1 صغير الحجم خفيف الوزن رخيص الثمن.
- 2 يخدم لمدة طويلة.
- 3 يستخدم لتشغيله جهود كهربية صغيرة.



## مرور التيار الكهربائي في الترانزستور من النوع (npn)

طريقة التوصيل يوصل الباعث (E) بالقطب السالب للبطارية وتوصل القاعدة (B) بالقطب الموجب



للبطارية اي ان الوصلة الاولى (np) تكون اماميه التوصيل .

توصل القاعدة (B) بالقطب السالب للبطارية الثانية ويوصل المجمع (C) بالقطب الموجب لها اي ان الوصلة (pn) تكون عكسية التوصيل عندئذ تكون القاعدة موجبة بالنسبة للباعث والمجمع موجب بالنسبة للقاعدة .

## عمل الترانزستور كملتحق

1 تنطلق الإلكترونات من الباعث السالب (E) الى القاعدة الموجبة (B) حيث تنتشر فيها لبعض الوقت إلى أن يتلقفها (يجذبها) المجمع الموجب (n)

2 ولما كانت القاعدة مليئة بالفجوات فان عملية الالتئام التي تتم في القاعدة تستهلك نسبة من هذه الالكترونات

3 معظم الالكترونات التي تدخل الي القاعدة تنجذب الي المجمع أي ان معظم التيار يمر من الباعث الي المجمع خلال القاعدة ولا يمر في القاعدة الا قليل من الالكترونات .

4) بفرض أن تيار الإلكترونات الذي ينطلق من الباعث هو ( $I_E$ ) وان التيار الذي يصل الى المجمع هو

$$\therefore I_E = I_C + I_B \quad \text{فان } (I_B) \text{ والقاعدة هو}$$

5) ما يصل الى المجمع من تيار هو نسبة من تيار الباعث يسمى ثابت التجزئة او التوزيع  $\alpha_e$  تسمى النسبة بين ( $\Delta I_C, \Delta I_E$ ) نسبة توزيع التيار ويرمز له بالرمز ( $\alpha_e$ ) وهي اقل من الواحد الصحيح بقليل

$$\alpha_e = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_E} \quad \therefore I_C = \alpha_e \times I_E$$

$$I_B = I_E - I_C$$

$$I_B = I_E - \alpha_e \cdot I_E$$

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

6) ما يستهلك في القاعدة من الإلكترونات يسمى تيار القاعدة وهذا

الجزء لا بد ان يعوضه التيار في سلك القاعدة ومن ذلك نلاحظ ان شدة تيار

المجمع  $I_C$  يكاد يساوي شدة تيار الباعث  $I_E$

$$7) \text{ وتكون نسبة التكبير } \beta_e = \frac{I_C}{I_B} = \frac{\alpha_e I_E}{(1 - \alpha_e) I_E} = \frac{\alpha_e}{1 - \alpha_e}$$

معامل التكبير هي النسبة بين التغير في شدة تيار المجمع  $\Delta I_C$  الى التغير في شدة تيار القاعدة ( $\Delta I_B$ ) عند فرق جهد معين بين الباعث والمجمع .

### فكرة عمل الترانزستور كمكبر أو ما يسمى فعل الترانزستور

1) نظرا لان سمك القاعدة صغير جدا فلا تفقد فيها نسبة كبيرة من الفجوات لذلك تكون ( $\alpha_e$ ) تساوي

الواحد الصحيح تقريبا. لان تيار المجمع يكاد يساوي تيار الباعث

2) وبالتالي تكون ( $1 - \alpha_e$ ) صغيرة جدا وبالتالي تكون  $\beta_e$  كبيرة جدا . وبالتالي

اي تغير صغير في تيار القاعدة يظهر مكبرا في تيار المجمع .

3) وعند توصيل اشارة كهربية صغيرة مثل (خرج ميكروفون) في تيار القاعدة

فيظهر تأثيرها مكبرا في تيار المجمع وهذه هي الفكرة الاساسية في عمل

الترانزستور كمكبر وهو ما يسمى " فعل الترانزستور" .

فمثلا اذا كانت نسبة التوزيع مثلا = 0.998

$$\therefore 1 - \alpha_e = 1 - 0.998 = 0.002 \quad \therefore \beta_e = \frac{0.998}{0.002} = 499 \text{ مرة}$$

ملاحظة: سنستخدم الترانزستور في تليج الجهد والقدرة والتيار وهناك طريقتان سنستخدم فيها الترانزستور كمكبر

1. تكون القاعدة (B) مشتركة بين الباعث والمجمع .

2. يكون الباعث (E) مشترك بين المجمع والقاعدة .

### استخدام الترانزستور npn كمفتاح

س) اشرح الأساس العلمي الذي بنى عليه عمل الترانزستور كمفتاح؟ أو اشرح كيف يمكن استخدام الترانزستور كعاكس

إذا كان لدينا ترانزستور ووصلنا الباعث والمجمع ببطارية فرق جهدها  $V_{CC}$  ومقاومة  $R_C$  ,  $V_{CE}$  هو فرق الجهد بين

المجمع والباعث وهو يساوي جهد المجمع (جهد الخرج) و  $I_C$  هو تيار المجمع

1) نصل القاعدة والباعث بمقاومة  $R_B$  وبطارية كما بالدائرة.

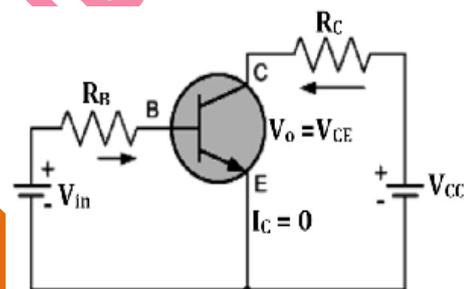
فرق جهد البطارية = فرق الجهد بين المجمع والباعث + فرق الجهد على المقاومة  $R_C$

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

2) المقدار  $V_{CC}$  ثابت فإذا زادت شدة تيار المجمع  $I_C$  يزداد المقدار  $I_C R_C$

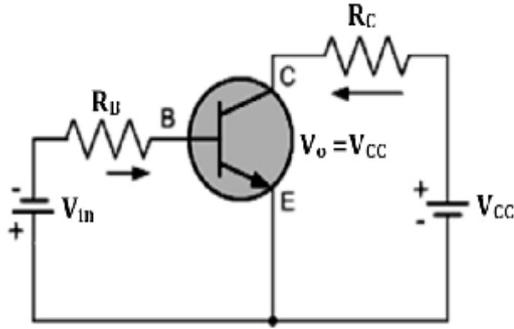
فيقل فرق الجهد بين الباعث والمجمع  $V_{CE}$  حتى يصل إلي 0.2 V عندما

يكون تيار القاعدة كبيرا

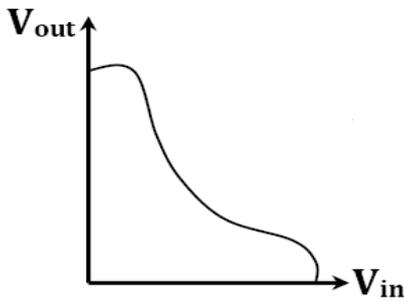


③ إذا أعطينا القاعدة جهداً موجباً يسرى تيار أكبر ما يمكن في المجموع فيكون  $I_c$  كبيراً فيكون المقدار  $I_c R_c$  كبيراً وإذا وضع مصباح صغير مكان  $R_c$  يضيء ويصبح فرق الجهد بين المجموع والباعث  $V_{CE}$  صغيراً أي يكون الخرج صغيراً ويكون الترانزستور في الوضع ON

④ وإذا أعطينا القاعدة جهداً سالباً أو صغيراً ينقطع التيار في المجموع ويكون  $I_c$  يساوى صفر ويكون  $I_c R_c$  يساوى صفر. وإذا وضع مصباح صغير مكان  $R_c$  ينطفئ في هذه الحالة ويصبح فرق الجهد على المجموع  $V_{CE}$  كبيراً أي يكون الخرج كبيراً. ويكون الترانزستور في الوضع OFF



⑤ إذا اعتبرنا القاعدة هي الدخل والمجموع هو الخرج والباعث مشترك متصل بالأرض فإذا كان الدخل صغيراً كان الخرج كبيراً وإذا كان الدخل كبيراً كان الخرج صغيراً وتسمى هذه النبطية عاكس وهكذا يستخدم الترانزستور كمفتاح يوصل التيار أو لا يوصله

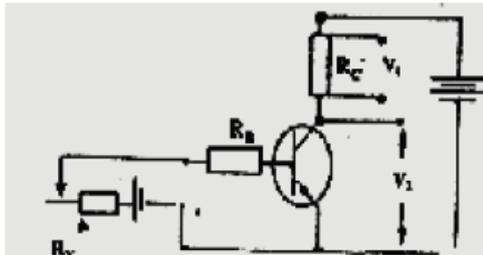


⑥ كيف يمكن الاستدلال على قطبية الترانزستور باستخدام الأوميتر؟ تكون المقاومة في إحدى الحالات أكبر ما يمكن (دائرة مفتوحة) وفي حالة عكس جهد القاعدة تكون المقاومة أقل ما يمكن (دائرة مغلقة)

ملاحظة

- 1- يستخدم الترانزستور للتكبير حيث أن نسبة تيار المجموع إلى تيار القاعدة كبيرة ولذلك أي تغير صغير في تيار القاعدة يظهر تأثيره مكبراً في المجموع
- 2- الباعث في الترانزستور ذو مساحة أقل ونسبة شوائب عالية ومقاومة أقل
- 3- والمجموع في الترانزستور ذو مساحة أكبر ونسبة شوائب أقل ومقاومة أكبر

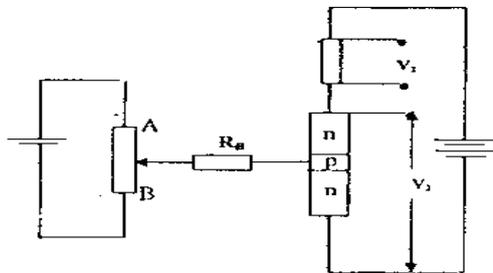
⑦ 1- ماذا يحدث عندما تتصل وصلة ثنائية بجهد متردد مناسب؟  
2- في الدائرة المقابلة: إذا نقصت قيمة  $R_v$  فماذا يكون تأثير ذلك على كل من أ) تيار القاعدة  $V_1$  ،  $V_2$  ب)



الجواب: تزداد شدة تيار القاعدة وتزداد قيمة  $V_1$  لأنه عندما يزداد تيار القاعدة فإن تيار المجموع يزداد بشدة حيث  $V_1 = I_c R_c$  ولذلك فإن  $V_2$  تقل عند زيادة  $V_1$

3- في الدائرة المقابلة: إذا حرك المنزلق ناحية B فما تأثير ذلك على كل من تيار القاعدة  $V_1$  ،  $V_2$

الجواب: عندما يتحرك المنزلق ناحية B فإن تيار القاعدة يقل وبالتالي يقل تيار المجموع وتقل  $V_1$   
□  $V_{CC} = V_2 + V_1$  عندما تقل  $V_1$  تزداد  $V_2$



سيجما فيزياء للفيزياء للثانوية العامة والازهرية

اعداد أ / زكريا مختار

مدرس اول الفيزياء بميت غمر

مشرف عام اقسام الفيزياء بمنتدى بوابة الثانوية العامة ٠١٠٠٧٢٠٧٣٠٩

## الإلكترونيات نوعان

**أولا الالكترونيات التناظرية :** هي الالكترونيات التي تتعامل مع الكميات الفيزيائية الطبيعية وتحولها الي اشارات كهربية علي شكل جهد أو تيار تتغير باستمرار حسب شكل الاشارة .

### أمثلة علي الالكترونات التناظرية

① الميكروفون يحول الصوت إلى إشارة كهربية .

② كاميرا الفيديو تحول الصورة إلى إشارة كهربية

③ التليفزيون في جهاز الإرسال تتحول الصورة والصوت إلى إشارة كهربية ثم إلى إشارة كهرومغناطيسية تنتشر في الفراغ أو الهواء وفي جهاز الاستقبال تتحول الإشارة الكهرومغناطيسية إلى إشارة كهربية في الهوائي (الإريال) ثم إلى صوت وصورة في جهاز الاستقبال .

**② الالكترونيات الرقمية الحديثة:** هي الالكترونيات التي لا ترسل الاشارة الكهربية متصلة ولكن تحولها الي شفرة اساسها قيمتان فقط هما (0,1) ويسمي هذا النظام بالنظام الثنائي .

### خطوات عملية نقل البيانات

١- في الارسال يتم تحويل كل الاشارات الكهربية المتصلة إلى إشارات رقمية عن طريق جهاز يسمى محول تناظري رقمي .

٢- وفي المستقبل يتم التحويل العكسي من إشارة رقمية الي إشارة تناظرية عن طريق جهاز يسمى محول رقمي تناظري .

### النظام الثنائي (نظام التشفير)

أي عدد في النظام الثنائي يكتب في خانات تقابل الاحاد والعشرات ولكن هذه الخانات تكون عبارة عن خانة ( $2^0$ ) وخانة ( $2^1$ ) وخانة ( $2^2$ ) وهكذا يتم تشفير كل عدد وكل حرف .

الرقم 3 يكتب في النظام الثنائي (112) حيث الرقم 2 يدل علي النظام الثنائي .  
 $= 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$

الرقم 7 يكتب في النظام الثنائي (1112)

$$7 = 1 \times 2^0 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^3$$

حول العدد 137 إلى النظام الثنائي الجواب ( $10001001_2$ )

1	2	4	8	17	34	68	137
0	2	2	4	8	17	34	68
1 الألف قيمة	0	0	0	1	0	0	137

ثم حول العدد ( $10001001_2$ ) من النظام الثنائي إلى النظام العشري  
 $1 \times 2^7 + 0 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 137$

$$1 \times 128 + 0 \times 64 + 0 \times 32 + 0 \times 16 + 1 \times 8 + 0 \times 4 + 0 \times 2 + 1 \times 1 =$$

$$137 = 128 + 8 + 1$$

**الضوضاء الكهربية:** هي الضوضاء التي تتسبب فيها الحركة العشوائية للإلكترونات والتي تسبب تيارا عشوائيا يشوش علي المعلومات الفيزيائية التي تحملها الاشارة الكهربية ويصعب التخلص منها.

### مميزات الالكترونات الرقمية:

① التغلب علي الضوضاء الكهربية حيث يوجد في الطبيعة إشارات كهربية غير منتظمة وغير مفيدة

② تكمن المعلومة في الشفرة أو الكود وليس في قيمة الاشارة التي قد تتضمن الضوضاء وتشوشها

② القنوات الفضائية الرقمية

① التليفون المحمول

④ الكمبيوتر المبني عملها على الإلكترونيات الرقمية

③ أقراص الليزر المدمجة CD

### ساكتب باختصار ما تعرفه عن الكمبيوتر المبني عمله الإلكترونيات الرقمية

① كل ما يدخل فيه من أعداد أو حروف تتحول الى شفرات ثنائية

② جزءاً الصور الى عناصر صغيرة تسمى PIXELS وتحوّل الى شفرة

③ يقوم الكمبيوتر بجميع العمليات الحسابية باستخدام الجبر الثنائي

④ يقوم بتخزين المعلومات في الذاكرة المؤقتة RAM أو في الذاكرة المستديمة مثل القرص الصلب HARD DESK

⑤ وتخزن المعلومات على شكل مغنطة في اتجاه معين ما يعنى 0 والمغنطة في الاتجاه المضاد تعنى 1

### البوابات المنطقية

هي عناصر رقمية من دوائر الكترونية يمكنها القيام بعمليات منطقية مثل العكس والتوافق أو الاختيار ويبني عملها على الجبر الثنائي وجميع العمليات التي يقوم بها الكمبيوتر مبنية على استخدام هذه البوابات.

بوابة الاختيار [OR]	بوابة التوافق [AND]	بوابة العاكس [NOT]	وجه المقارنة																																				
			الدائرة الكهربائية المكافئة																																				
يضئ المصباح عند غلق احد المفتاحين A او B اي عند غلق (A or B)	لا يضيئ المصباح الا عند غلق المفتاحين معا A, B اي (B and A)	لا يضيئ المصباح عند غلق المفتاح ولكن يضيئ عند فتح المفتاح	عملها																																				
			رمزها																																				
<table border="1"> <tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	A	B	C	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	<table border="1"> <tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	A	B	C	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	<table border="1"> <tr><th>A</th><th>B</th></tr> <tr><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	A	B	0	1	1	0	جدول التحقيق
A	B	C																																					
0	0	0																																					
1	0	1																																					
0	1	1																																					
1	1	1																																					
A	B	C																																					
0	0	0																																					
1	0	0																																					
0	1	0																																					
1	1	1																																					
A	B																																						
0	1																																						
1	0																																						
انذار الخطر في مصنع يعمل اذا كانت درجة الحرارة مرتفعة	لا يقوم رشاش المزرعة الاوماتيك بري المزرعة الا عند الغروب وفي جو بارد	في الغسالات الاتوماتيك عند الضغط على زر التجفيف لاختف الملابس	أمثلة																																				



سبجما في الفيزياء  
اعداد أ / زكيا مختار  
مدرس الفيزياء بميت غم

## استخدامات الترانزستور

### أولاً استخدام الترانزستور في البوابات المنطقية

يمكن تنفيذ البوابات المنطقية باستخدام الترانزستور كمفتاح وليس كمكبر

- 1 كبوابة عاكس إذا كان له باعث واحد.
- 2 كبوابة توافق إذا كان له أكثر من باعث وعندما يكون كل باعث له جهد موجب أي (1) فانه يوصل التيار الكهربائي
- 3 كبوابة اختيار إذا كان هناك زوج من الترانزستور متصلان على التوازي ويكفي أن يوصل أحدهما التيار إذا توفر (1) على أي من الدخلين فيكون الخرج (1)

### ثانياً استخدام لترانزستور في صنع دوائر الذاكرة

#### 1 [ الذاكرة المؤقتة RAM

وفيها يتم الاحتفاظ بالرقم 0 او الرقم 1 على أن يزول التيار فيزول ما تم تخزينه.  
2 [ الذاكرة المستديمة وفيها يتم الاحتفاظ بالبيانات Data فتخزن على القرص الصلب Hard Disk ولا يتم محوها إلا بتعليمات من المستخدم.

### ثالثاً استخدام الترانزستور كمكبر للتيار

في حاله ان يكون الباعث مشترك

### رابعاً استخدام الترانزستور كمكبر للجهد والقدرة

في حاله توصيل القاعدة كمشتركة

س اشرح كيف يتم الاحتفاظ بالمعلومات بصفة دائمة باستخدام الاقراص المدمجة CD ؟

- 1 عن طريق الكتابة ، وفيها يتم تسجيل الشفرات برموز 0 و 1 بواسطة شعاع الليزر
- 2 يقوم شعاع الليزر بحفر حفرة في قرص من البلاستيك ليرمز إلى 1 وفي حالة عدم الحفر يعنى 0

### س كيف يمكن استرجاع المعلومات [ صوتيات أو مرئيات ] ؟

جـ : بواسطة قارئ الليزر CD Driver تقرأ ما سبق تسجيله بواسطة شعاع الليزر ليستدل على 0 و 1 التي تم تسجيلها من قبل ، وتسمى هذه العملية قراءة .

فكرة التسجيل على اقراص (DVD) لا تختلف عن (CD) الا في زيادة القدرة علي التخزين.

### كاميرات التصوير بالنظام الرقمي

فيها تتحول الصور الى إشارات رقمية يتم تداولها وإرسالها قطعة قطعة ❖ (Pixel by Pixel) يتم تسجيل الصور على شريط مغنط ثم يتم تحميلها على الكمبيوتر وفيها تستخدم وسيلة حديثة للتخزين ونقل الشحنات تسمى CCD وتتميز هذه الكاميرات بصغر وزنها ❖

### طريقة ( C. C. D ) هي أساس عمل

- 1 كاميرات ومسجلات الفيديو المحمولة 2 الات الفاكس
- 3 الات التصوير في التلفون المحمول الحديث الذي يمكنه نقل الصور عبر الانترنت بخاصية البلوتوث

### الدوائر الالكترونية

يتكون اي نظام الكتروني تناظري او رقمي من مكونات الكترونية تشكل مسارا مغلقا يسمى الدائرة

## أنواع المكونات الإلكترونية

- 1 مكونات غير فعالة : مثل المقاومة او المكثف او ملف الحث او الديود
- 2 مكونات فعالة : مثل انواع الترانزستور المختلفة ولها امكانية التكبير عند دمجها في دوائر مناسبة

## أنواع الدوائر

- 1 دوائر منفصلة: هي الدوائر التي تتكون من مكوناتها الاساسية حيث يتم لحامها او توصيلها كل علي حدة
- 2 دوائر متكاملة : وفيها تجميع كل المكونات المطلوبة فوق شريحة جاهزة من السيليكون تحدد عليها اماكن تلك المكونات دون توصيلها حسب وظيفة كل منهما .

## ما هو الاساس العلمي للدوائر المتكاملة او الشرائح الرقيقة؟

جـ : تجميع كل المكونات الالكترونية المطلوبة فوق شريحة جاهزة من السيليكون تحدد عليها اماكن تلك المكونات دون توصيلها منفصلة حسب وظيفة كل دائرة

## ماهي مميزات الدوائر المتكاملة؟

- 1 صغير الحجم والوزن
- 2 زيادة السرعات والسعة
- 3 قلة التكلفة
- 4 هي السبب في انتشار الكمبيوتر الشخصي

## كيف يتم صناعة دايود Pn؟

جـ : 1 نغرض اننا بدائنا بشريحة من النوع السالب n-type  
2 فالملوب اذا هو انتشار ذرات p-type مثل البورون في منطقة محددة من الشريحة ويسمي ذلك بالانتشار الانتقائي او الانتشار المستوي .

3 ويتم ذلك عن طريق عمليه كيميائية طويله يستخدم فيها قناع واشعة ليزر وهي اشبه بالطباعة

## كيف يتم صنع ترانزستور npn؟

- 1 نبدأ بشريحة n-type
- 2 ننشر فيها ذرات p-type
- 3 نفتح ثغرة في منطقة P تسمح بانتشار ذرات n حتي يكتمل الترانزستور npn
- 4 تكرر العمليات السابقة علي نفس الرقيقة الاف المرات في وقت واحد .
- 5 تقطع هذه الوحدات المتكررة الي شرائح صغيرة تحمل كل منها نفس المكونات بنفس الموصفات.

## اكتب ما تعرفه عن الدوائر المتكاملة؟

الدوائر المتكاملة هي اساس الالكترونيات التناظرية والرقمية وبدلا من تكوين دوائر معقدة من مكوناتها الاولي اصبح تكوين اي نظام الكتروني يتم من مكونات مطبوعة مثل اللوحة الام في الكمبيوتر Mothe Board

## ماهي مكونات اللوحة الاساسية في الكمبيوتر؟

- 1 المشغل Processor
- 2 الذاكرة المؤقتة RAM
- 3 دوائر التحكم
- 4 دوائر الحساب والمنطق وغيرها

## اذكر بعض فوائد الدوائر المتكاملة؟

- 1 في الطب حيث انها دخلت الدوائر المتكاملة في اجهزة القياس والتشخيص والعلاج
- 2 في المستقبل قد تدخل في اجهزة ضبط دقات القلب او تدخل في اجهزة لضبط الانسولين بالجسم عن طريق وضع كبسولات دقيقة للغاية داخل الجسم تحتوي علي مشغلات دقيقة .

## التصغير الي اين

→ ماهي مميزات اول كمبيوتر تم افتراعه ؟

1 كبر الحجم ( يصل حجمة الي حجم طابق في مبني ) 2 امكاناته ضعيفة 3 يعمل بالصمامات

→ اكتب ما تعرفه عن تطوير الحاسب ؟

1 تطورات التكنولوجيا الي الترانزستور

2 بعد ذلك ظهرت الدوائر المتكاملة والتي ادت الي ظهور الحاسب الشخصي

3 ومازال الكمبيوتر الشخصي في تطور مستمر

4 ويهدف هذا التطور الي زيادة سرعة الكمبيوتر وزيادة سعته وقدرته علي التعامل مع حسابات اكثر تعقيدا

في زمن اقل وكذلك مع تطوير الحاسب ادي الي تقليل حجمة و وزنة

→ ما السبب في نجاح تطوير الحاسب الشخصي؟

1 الاستخدام الامثل لمفاهيم الفيزياء الحديثة وعلم الجوامد والكيمياء والليزر

2 التقدم المستمر في تكنولوجيا التصنيع ذاتها

→ اذكر نص قانون مور

السعة والسرعة يتضاعفان كل 18 شهرا

← امثلة التصغير في شريحة مساحتها (مم<sup>2</sup>) (مساحة راس دبوس) اذا كانت تحتوي علي عدد من الترانزستورات

عدد الترانزستور في الشريحة	الاسم	عدد الترانزستور في الشريحة	الاسم
100 ترانستور	التكامل الصغير	10000 ترانزستور	التكامل الكبير
1000 ترانزستور	التكامل المتوسط	100000 ترانزستور	التكامل المتناهي الكبير
اكثر من ذلك	التكامل الفائق		

وقد وصل العدد الان الي 300 مليون ترانزستور في هذه المساحة.

→ الكمبيوتر الكمي هو الاتجاه المستقبلي:

← نبتي معاملاته علي مستوي الابعاد الذرية وفي هذا الجهاز تخزن (0,1) علي شكل الكترون في المستوي

الارضي والآخر في مستوي الاثارة او الكترون يدور حول نفسة في اتجاه واخر في اتجاه

← ولكن ما يحد العلماء الان في التصغير هو حيود الضوء حيث ان الطول الموجي للضوء يقترب من الابعاد

الفيزيائية ولمزيد من التصغير يستخدم شعاع الكتروني للحفر علي السيليكون لان الطول الموجي له اقل من

الضوء عندما تزداد سرعته حسب معادله دي برولي

التفكير في الكمبيوتر الكمي هو الذي ادي الي ظهور تقنيات النانو والفيتمو في قياس الزمن والمسافة.



سلسلة مذكرات سبجما في الفيزياء،

اعداد وتنفيذ أ / زكريا مختار

مدرس اول الفيزياء



0111111111

Email: [zakaria\\_mokhtar@hotmail.com](mailto:zakaria_mokhtar@hotmail.com)