رابط الكورس كامل علي موقع si-manual

/https://si-manual.com/courses/electronics-2

Lecture 1:

Current in semiconductors

رابط الكورس كامل علي موقع si-manual

https://si-manual.com/courses/electronics-2

هندسة كهربائية

By Eng. Emad Mahdy

WhatsApp: +201100184676

https://www.youtube.com/channel/UC2VtseEd46wuDfmDXhfB9Ag

https://si-manual.com

By Eng. Emad Mahdy

WhatsApp: +201100184676

https://www.youtube.com/channel/UC2VtseEd46wuDfmDXhfB9Ag

https://si-manual.com

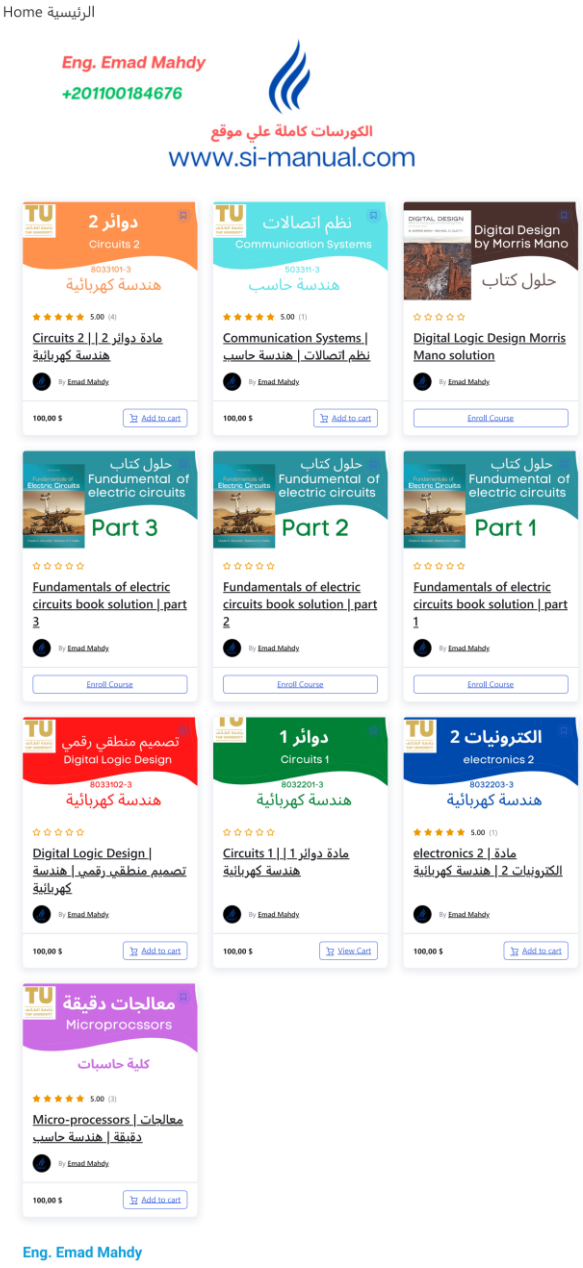
رابط الكورس كامل علي موقع si-manual

https://si-manual.com/courses/electronics-2/

محتوي الكورس

- شرح السليدات و ترجمتها
- ملفات pdf و ملخصات للقوانين
- حل التمارين و الواجبات
- حل مسائل الكتاب
- شرح اللابات
- حل التجميعات و الاختبارت السابقة
- مراجعات علي zoom للإجابة علي الاسألة

Course intros



By Eng. Emad Mahdy

WhatsApp: +201100184676

https://www.youtube.com/channel/UC2VtseEd46wuDfmDXhfB9Ag

https://si-manual.com

Content

1. The Bohr atom نموذج العالم بور
2. The valence shell. غلاف التكافئ
3. Conventional Current vs. Electron Flow الفرق بين الاتجاه الاصطلاحي و الاتجاه الحقيقي
4. The Atom Properties خواص الذرة
5. Insulators, Conductors, and Semiconductors العوازل و الموصلات و اشباه الموصلات
6. Energy diagrams مخططات الطاقة
7. Semiconductors اشباه الموصلات
8. Covalent bonds in an intrinsic silicon crystal الروابط التساهمية في الليكون النقي
9. Current in semiconductors التيار في اشباه الموصلات
10. Conduction Electrons and Holes الكترونات او ثقوب التوصيل
11. Holes Current تيار الثقوب
12. Summery الملخص
13. Questions الاسالة

By Eng. Emad Mahdy

WhatsApp: +201100184676

https://www.youtube.com/channel/UC2VtseEd46wuDfmDXhfB9Ag

https://si-manual.com

The Bohr atom

The Bohr atoms useful for visualizing atomic structure.

نموذج العالم بور للذرة مفيد جدا لتصور تركيب الذرة و تخيل شكلها.

The nucleus is positively charged and has the protons and neutrons.

النواة موجبة الشحنة وتحتوي النواه على بروتونات ونيوترونات.

Electrons are negatively charged and in discrete shells.

الإلكترونات سالبة الشحنة و تدور في مدرات منفصلة تسمي أغلفة (shells).

The atomic number is the number of protons and determines the particular element.

العدد الذري هو عدد البروتونات في الذرة ويحدد ما هو العنصر (يعني كل عنصر له العدد الذري الخاص به).

In the neutral atom, the number of electrons is equal to the number of protons.

في أي ذرة متعادلة الشحنة:

عدد الإلكترونات = عدد البروتونات.

By Eng. Emad Mahdy

WhatsApp: +201100184676

https://www.youtube.com/channel/UC2VtseEd46wuDfmDXhfB9Ag

https://si-manual.com

The valence shell غلاف التكافؤ

The outer shell is called the *valence shell.*

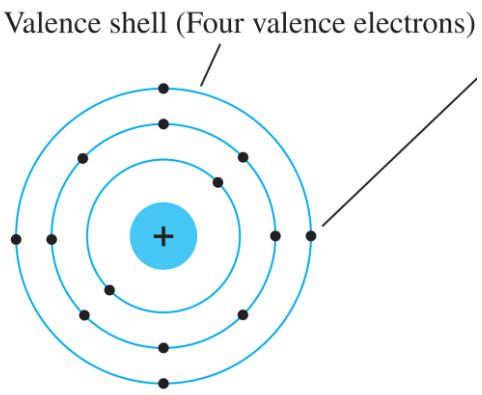
الغلاف الخارجي للذرة يسمى مدار التكافؤ.

Electrons in this shell are involved in chemical reactions and they account for electrical and thermal conductivity in metals.

تشارك الإلكترونات الموجودة في هذة الغلاف في التفاعلات الكيميائية وهي المسؤولة عن التوصيل الكهربائي والحراري في المعادن.

A neutral Si atom is shown. There are 4 electrons in the valence shell.

في ذرة السليكون المحايدة. هناك ٤ إلكترونات في غلاف التكافؤ.



Silicon

Metals have one, two or three electrons in the valence shell.

تحتوي المعادن (الفلزات) على إلكترون واحد أو إثنين أو ثلاثة إلكترونات في غلاف التكافؤ.

The atom illustrated here is a sodium atom (Na), with only one electron in its outer shell.

في الذرة الموضحة هنا عبارة عن ذرة صوديوم (Na) ، مع إلكترون واحد فقط في غلافها الخارجي.

Non-metals have either complete or nearly compete outer shells, so they make poor electrical conductors.

تحتوي اللافلزات (العوازل) على أغلفة خارجية كاملة أو شبه كاملة ، لذلك تعتبر موصلات كهربائية رديئة.

Conventional Current vs. Electron Flow الفرق بين الاتجاه الاصطلاحي و الاتجاه الحقيقي للتيار

الاتجاه الاصطلاحي للتيار Conventional Current	الاتجاه الحقيقي للتيار Electron Flow
By convention current flows from the positive to negative terminals.	Current follows electron flow, from the negative to positive terminals.
هذه هي الطريقة التي نستخدمه في حل المسائل في مادة الاكترونيات و الدوائر و في كل المواد الأخرى	

By Eng. Emad Mahdy

WhatsApp: +201100184676

https://www.youtube.com/channel/UC2VtseEd46wuDfmDXhfB9Ag

https://si-manual.com

The Atom Properties خصائص الذرة

Electrons with the highest energy levels exists in the outermost shell of an atom and are loosely bound to the atom.

توجد الإلكترونات ذات مستويات الطاقة الأعلي في الغلاف الخارجي للذرة وترتبط ارتباطًا ضعيفا بنواة الذرة.

This outermost shell is known as the valence shell and electrons in the shell are called valence electrons.

تُعرف هذه القشرة الخارجية باسم غلاف التكافؤ وتسمى الإلكترونات الموجودة في الغلاف بإلكترونات التكافؤ

When an electron gains a certain amount of energy, it moves to an orbit farther from the nucleus.

عندما يكتسب الإلكترون كمية معينة من الطاقة ، فإنه ينتقل إلى مدار أبعد من النواة.

The process of losing an electron is called ionization.

تسمى عملية فقدان الذرة للالكترون بالتأين.

The escaped valence electron is called a free electron.

يسمى إلكترون التكافؤ الهارب من الذرة بالإلكترون الحر.

Insulators, Conductors, and Semiconductors ألعوازل و الموصلات و اشباه الموصالات

Insulators is a material that does not conduct electrical current under normal conditions.

العوازل هي مادة لا تقوم بتوصيل تيار كهربائي في الظروف العادية.

Most insulators are compounds and have very high resistivities.

Valence electrons are tightly bound to the atoms.

معظم العوازل عبارة عن مواد مركبة ولها مقاومة عالية جدًا.

إلكترونات التكافؤ مرتبطة بقوة بالذرات في العوازل.

Examples of insulators are rubber, plastics, glass, mica, and quartz.

من أمثلة العوازل: المطاط – البلاستيك - الزجاج - الميكا - الكوارتز.

Conductors is a material that easily conducts electrical current.

Most metals are good conductors.

للموصلات هي مواد توصل التيار الكهربائي بسهولة.

معظم المعادن عبارة عن موصلات جيدة.

The best conductors are single-element materials, such as (Cu), (Ag), (Au), and (Al), which are characterized by atoms with only one valence electron very loosely bound to the atom.

أفضل المواد توصيلا للكهرباء هي المواد أحادية العنصر ، مثل (Cu) و (Ag) و (Au) و (Al) ، والتي تتميز بذرات لها إلكترون تكافؤ تكافؤ واحد فقط مرتبط بشكل ضعيف جدًا بالذرة.

Semiconductors is a material that is between conductors and insulators in its ability to conduct electrical current.

أشباه الموصلات هي مادة بين الموصلات والعوازل من حيث قدرتها على توصيل التيار الكهربائي.

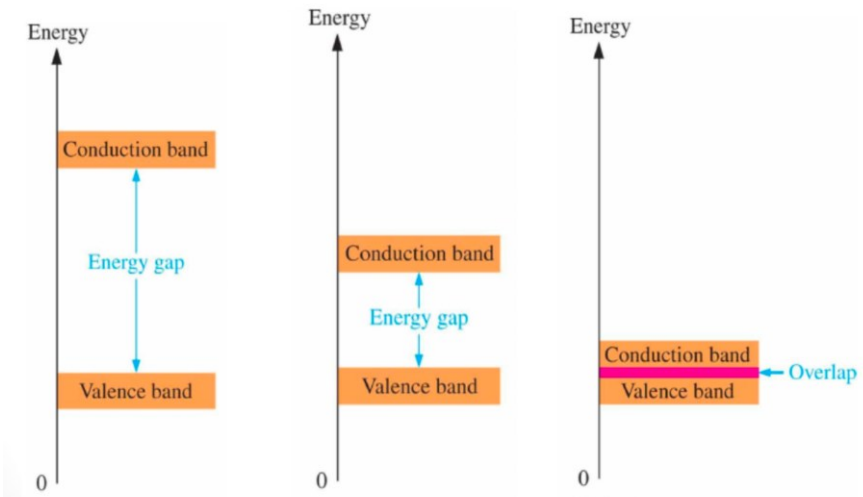
The single-element semiconductors are characterized by atoms with four valence electrons.

تتميز أشباه الموصلات أحادية العنصر بذرات تحتوي على أربعة إلكترونات تكافؤ.

Silicon is the most commonly used semiconductor.

السيليكون هو من اكثر أشباه الموصلات استخدامًا.

Energy diagrams



(a) Insulator (b) Semiconductor (c) Conductor

By Eng. Emad Mahdy

WhatsApp: +201100184676

https://www.youtube.com/channel/UC2VtseEd46wuDfmDXhfB9Ag

https://si-manual.com

Semiconductors أشباه الموصلات

Semiconductors are crystalline materials that are characterized by specific energy bands for electrons.

أشباه الموصلات هي مواد بلورية تتميز بنطاقات طاقة محددة للإلكترونات.

Between the bands are gaps; these gaps represent energies that electrons cannot have.

بين هذة الروابط توجد فجوات. تمثل هذه الفجوات مستويات طاقة لا يمكن أن تمتلكها الإلكترونات.

The last energy band is the **conduction band,** where electrons are mobile.

آخر مستوي طاقة للذرة هو مستوي التوصيل الكهربي ، حيث تستطيع الإلكترونات الحركة.

The next to the last band is the **valence band,** which is the energy level associated with electrons involved in bonding.

بجانب مستوي الطاقة الاخير يوجد نطاق التكافؤ ، وهو مستوى الطاقة المرتبط بالإلكترونات المشاركة في الترابط.

Both the **silicon** and **germanium atoms** have four valence electrons.

تحتوي كل من ذرات السيليكون والجرمانيوم على أربعة إلكترونات تكافؤ.

These atoms differ in that silicon has 14 protons in its nucleus and germanium has 32.

لكن الاختلاف بين ذرة السليكون و الجرمانيوم يكمن في عدد البروتونات فالسيليكون يحتوي على ١٤ بروتونًا في نواته بينما الجرمانيوم يحتوي على ٣٢ بروتون

The valence electrons in germanium are in the **fourth shell** while the ones in silicon are in the **third shell** closer to the nucleus.

توجد إلكترونات التكافؤ في الجرمانيوم في الغلاف الرابع بينما توجد الإلكترونات الموجودة في السيليكون في الغلاف الثالث أقرب إلى النواة.

This means that the germanium valence electrons are at a higher energy level than those in silicon and therefore requires a small amount of additional energy to escape from the atom.

هذا يعني أن إلكترونات التكافؤ للجرمانيوم تكون عند مستوى طاقة أعلى من تلك الموجودة في السيليكون ، وبالتالي تتطلب كمية صغيرة من الطاقة الإضافية للهروب من الذرة.

This property makes germanium more unstable than silicon at high temperatures.

هذه الخاصية تجعل الجرمانيوم غير مستقر أكثر من السيليكون في درجات الحرارة العالية.

Covalent bonds in an intrinsic silicon crystal

Covalent bonding tor germanium Is similar because it also has four valence electrons.

يتشابه الترابط التساهمي مع الجرمانيوم لأنه يحتوي أيضًا على أربعة إلكترونات تكافؤ.

By Eng. Emad Mahdy

WhatsApp: +201100184676

https://www.youtube.com/channel/UC2VtseEd46wuDfmDXhfB9Ag

https://si-manual.com

Current in semiconductors

Each shell around the nucleus corresponds to a certain energy band and is separated from adjacent shells by band gaps, in which no electrons can exist.

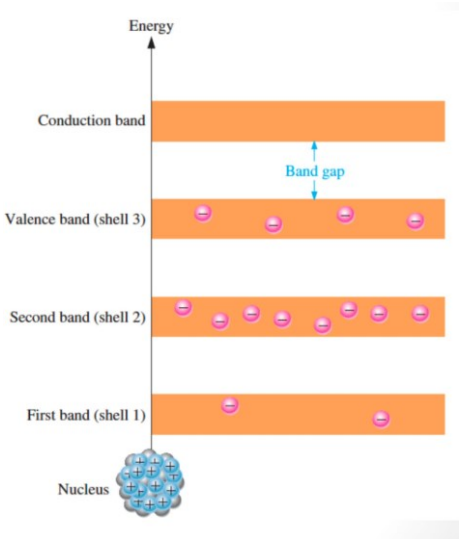
كل غلاف حول النواة ينتمي الي نطاق طاقة معين منفصل عن الأغلفة المجاورة بواسطة فجوات نطاق ، و التس لا يمكن أن تتواجد أي إلكترونات فيها.

The Figure shows the energy band diagram for an unexcited (no external energy such as heat) atom in a pure (intrinsic) silicon crystal.

يوضح الشكل المقابل مخطط نطاق الطاقة لذرة غير مستثارة (بدون أي طاقة مؤثرة خارجية مثل الحرارة مثلا) في بلورة سيليكون نقية.

This condition occurs only at a temperature of absolute 0 Kelvin.

تحدث هذه الحالة فقط عند درجة حرارة مطلقة تساوي صفر كلفن.



Conduction Electrons and Holes

An intrinsic (pure) silicon crystal at room temperature has sufficient heat (thermal) energy for some valence electrons to jump the gap from the valence band into the conduction band, becoming free electrons.

Free electrons are also called **conduction electrons.**

تحتوي بلورة السيليكون النقية في درجة حرارة الغرفة على طاقة حرارية كافية لبعض إلكترونات التكافؤ لقفز الفجوة من نطاق التكافؤ إلى نطاق التوصيل ، لتصبح إلكترونات حرة.

الإلكترونات الحرة تسمى أيضًا إلكترونات التوصيل.

When an **electron jumps** to the conduction band, a **vacancy** is left in the valence band within the crystal.

عندما يقفز إلكترون إلى نطاق التوصيل ، يترك مكانه فارغا في نطاق التكافؤ داخل البلورة.

This vacancy is called a **hole.**

For every electron raised to the conduction band by external energy, there is one hole left in the valence band, creating what is called an **electron-hole pair.**

هذا المكان الفارغ يسمى ثقب.

لكل إلكترون يتم رفعه إلى نطاق التوصيل بواسطة طاق ة خارجية ، يترك مكانه ثقب في نطاق التكافؤ ، مما ينتج عنه ما يسمى بزوج (ثقب إلكترون).

Recombination occurs when a conduction-band electron loses energy and falls back into a hole in the valence band.

تحدث إعادة التركيب (تعود الذرة لوضعها) عندما يفقد إلكترون نطاق التوصيل الطاقة التي اكستبها سابقا و بالتالي يسقط مرة أخرى في ثقب في نطاق التكافؤ.

When a **voltage** is applied across a piece of intrinsic silicon, the thermally generated free electrons in the conduction band, which are free to move randomly in the crystal structure, are now easily attracted toward the positive end.

عندما يتم تطبيق جهد كهربي علي قطعة من السيليكون النقي ، فإن الإلكترونات الحرة المتولدة حرارياً في نطاق التوصيل ، والتي تكون حرة في التحرك بشكل عشوائي في التركيب البلوري ، تنجذب الآن بسهولة نحو الطرف الموجب.

This movement of free electrons is one type of **current** in a semiconductive material and is called ***electron current.***

هذه الحركة للإلكترونات الحرة هي نوع واحد من التيار في مادة شبه موصلة وتسمى تيار الإلكترون.

Another type of current occurs in the valence band, where the **holes** created by the free electrons exist.

نوع آخر من التيار يحدث في نطاق التكافؤ ، بسبب الثقوب التي أنشأتها الإلكترونات الحرة.

Electrons remaining in the valence band are still attached to their atoms and are not free to move randomly In the crystal structure as are the free electrons. However, a valence electron can move into a nearby hole, thus leaving another hole where it came from.

الإلكترونات المتبقية في نطاق التكافؤ تظل متصلة بذراتها وليست حرة في التحرك بشكل عشوائي في التركيب البلوري مثل الإلكترونات الحرة. ومع ذلك ، يمكن أن ينتقل إلكترون التكافؤ إلى ثقب قريب ، مما يترك فجوة أخرى في نفس المكان الذي اتي منه .

Effectively the hole has moved from one place to another in the crystal structure, as illustrated in Figure.

انتقل الثقب بشكل فعال من مكان إلى آخر في التركيب البلوري ، كما هو موضح في الشكل.

Although current in the valence band is produced by valence electrons, it is called ***hole current*** to distinguish it from electron current in the conduction band.

على الرغم من أن التيار في نطاق التكافؤ يتم إنتاجه عن طريق إلكترونات التكافؤ ، إلا أنه يسمى Hole current لتمييزه عن ال electron current في نطاق التوصيل.

Holes Current

By Eng. Emad Mahdy

WhatsApp: +201100184676

https://www.youtube.com/channel/UC2VtseEd46wuDfmDXhfB9Ag

https://si-manual.com

Summery

The electrons in the conduction band and the holes in the valence band are the **charge carriers.**

الإلكترونات الموجودة في شريط التوصيل والثقوب الموجودة في نطاق التكافؤ هي ناقلات الشحنة.

Conduction in semiconductors is considered to be either the movement of free electrons in the conduction band or the movement of holes in the valence band, which is actually the movement of valence electrons to nearby atoms, creating hole current in the opposite direction.

يعتبر التوصيل في أشباه الموصلات إما حركة الإلكترونات الحرة في نطاق التوصيل أو حركة الثقوب في نطاق التكافؤ ، والتي هي في الواقع حركة إلكترونات التكافؤ إلى الذرات القريبة ، مما يؤدي إلى إحداث ثقب في الاتجاه المعاكس.

By Eng. Emad Mahdy

WhatsApp: +201100184676

https://www.youtube.com/channel/UC2VtseEd46wuDfmDXhfB9Ag

https://si-manual.com

رابط الكورس كامل علي موقع si-manual

/https://si-manual.com/courses/electronics-2

Questions

1. What is the basic difference between conductors and insulators?
2. How do semiconductors differ from conductors and insulators?
3. Why does a semiconductor have fewer free electrons than a conductor?
4. How are covalent bonds formed?
5. What is meant by the term intrinsic?
6. Are free electrons in the valence band or in the conduction band?
7. Which electrons are responsible for electron current in silicon?
8. What is a hole?
9. At what energy level does hole current occur?

By Eng. Emad Mahdy

WhatsApp: +201100184676

https://www.youtube.com/channel/UC2VtseEd46wuDfmDXhfB9Ag

https://si-manual.com