УДК 373.167.1

С.К.Бердибекова, А.А. Горбачева, С.К. Кадышов, Ж.Сагындыков
Окутуучу ОшТУ, доцент ОшТУ, ф.-м.и.к., КМУУ, х.и.к., доцент ОшТУ
S.K.Berdibekova, A.A. Gorbachev, C.K. Kadyshov, J.Sagyndykov
Teacher OshTU, associate prof.OshTU, c.ph-m.s., KSNU, c.ch.s, docent OshTU

ЖАРЫМ ӨТКӨРГҮЧТӨРДҮН ТОК ӨТКӨРҮҮ ЖӨНДӨМДҮҮЛҮКТӨРҮН МОДЕЛДЕШТИРҮҮНҮН ИННОВАЦИЯЛЫК ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ

Бул макалада мектеп курсунда таза жарым өткөргүчтөрдүн электр өткөрүмдүүлүгүнүн температурадан көз карандылыгын үйрөтүүнүн усулдары каралган.

Негизги сөздөр:жарым өткөргүчтөр, ток, химиялык элементтер, кремний,селен, германий, жез.

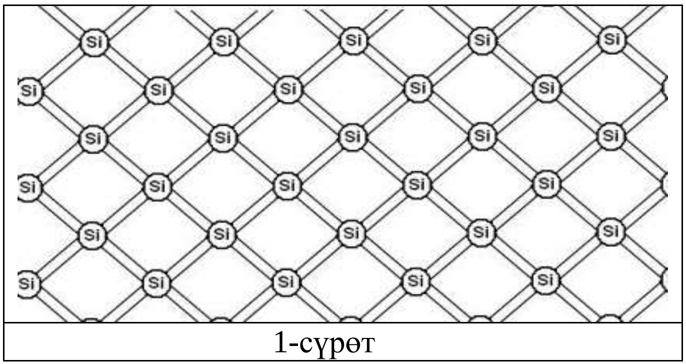
MODELING SKILLS, INNOVATIVE TECHNOLOGIES OF SEMICONDUCTORS

In this article, school classes, pure electric semiconducting temperature dependence of semiconductors, provided the methods of teaching.

Key words: semiconductors, electrical, chemical elements, silicon, selenium, germanium, copper.

Жарым өткөргүчтөр деп аталуучу заттардын кеңири классы бар. Жарым өткөргүчтөргө Ge-германий, Si-кремний, Se - селен, CuO- жездин чала кычкылы, AgS - күкүрттүү күмүш жана башка толуп жаткан заттар кирет.

Таза жарым өткөргүчтүн, мисалы, кремний (Si) атомдору арасындагы болгон байланыштардын табиятын карайлы, кремнийдин атомунун валенттүү төрт электрону бар[1]. Электрондун ар бири бир убакта эле эки атомдун айланасында айланат. Ошондуктан, ар бир байланыштын түзүлүшүндө атомдор арасында бир убакта эле эки электрон катышат, бирок бул электрондор ар түрдүү атомдорго тиешелүү болушат(1-сүрөт). Атомдор арасындагы мындай байланыштар коваленттүү байланыштар деген наамды алышат[4].



1-сүрөт

Жарым өткөргүчтөрдөгү өткөрүмдүү электрондор өздөрүн металлдардагы электр өткөргүчтүк сыяктуу алып жүрүшөт, б.а., алар мейкиндик торчосунун атомдору менен иондору арасында эркин түрдө жыла алышат. Иондошкон атомдор болсо эркин түрдө жылып жүрө алышпайт, анткени кристаллдык торчонун түйүндөрүндө бекем түрдө байланышып турат. Өткөргүчтөрдөгү токтун чоңдугу ток ташуучу заряддан, анын концентрациясынан, иреттелген кыймылдын орточо ылдамдыгынан жана өткөргүчтүн туурасынан кесилиш аянтынан көз карандылыгы белгилүү.

Ал төмөнкү формула менен аныкталат $I = |e| n \bar{\vartheta} S$.

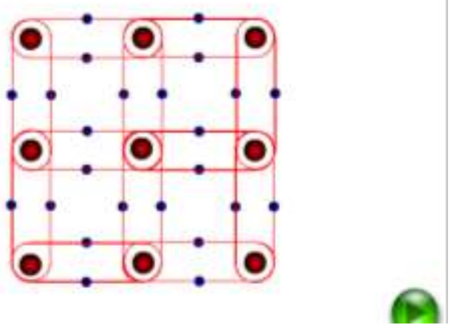
Жарым өткөргүчтөр металлдардан кадимки температурада эркин заряддардын бир топ аз санда болуусу менен айырмаланышат. Мисалы, эгер комнаталык температурадагы 1см^2 металлда 10^{22}-10^{23} эркин электрондор бар болсо, анда кремнийге окшогон жарым өткөргүчтө ошол эле температурада ар бир куб сантиметр көлөмүндө араң гана 10^{12}-10^{13} эркин заряддар бар болот, б.а., металлдагыга караганда бир канча миллион эсе аз болот.

Жарым өткөргүчтөрдө ток ташуучу бөлүкчөлөр болуп эркин электрондор жана көзөнөктөр эсептелинет. Идеалдуу таза жарым өткөргүчтөрдө көзөнөктөрдүн саны өткөрүмдүү электрондордун санына дайыма барабар жана алар электрондор сыяктуу баш аламан түрдө кыймылдашат.

Абдан төмөнкү ($\approx$0К) температурада бардык жарым өткөргүчтөр изолятор сыяктуу болуп калат. Бул учурда бардык валенттик электрондор атомдордун ортосундагы байланышты пайда кылууга катышышат жана электрөткөргүчтүктүүлүктү шарттоого катышпайт [2]. Демек, температура абсолюттук нөл кезинде жарым өткөргүчтөрдүн өзүнчө өткөргүчтүгү жок болот жана алар электр тогун өткөрүшпөйт.

Бул болсо, абсолюттук нөл кезинде жарым өткөргүчтөрдө бош электрондор – өткөрүмдүү электрондор болбойт дегенди билдирет.

Демек, ошондо жарым өткөргүч заттарда эркин заряддар жок болушат.



2-сүрөт.

Компьютердик анимациялык программада бардык валенттик электрондор коваленттик байланышта болуп, атомдорду бири-бири менен байланыштырып турат. Мында атомдордун жылуулук термелүүсү нөлгө барабар болот. Аны биз анимациялык программанын 2-сүрөтүндө көрсөк болот. Ошондуктан атомдор (иондор) кыймылдабай эле турушат.

Жарым өткөргүчтөрдө эркин заряддардын аз концентрацияланышын алардын салыштырмалуу каршылыгынын эң чоң болуусу шарттайт. Жарым өткөргүчтүн өткөрүмдүүлүгүн жогорулатуу үчүн эркин заряддардын санын же б.а. алардын n концентрациясын жогорулатуу керек. Электронду атомдон үзүп алуу үчүн керектүү болгон энергия иондоштуруу энергиясы деп аталат. Ал энергиянын чоңдугу ар кандай жарым өткөргүчтөр үчүн ар түрдүү болот[1].

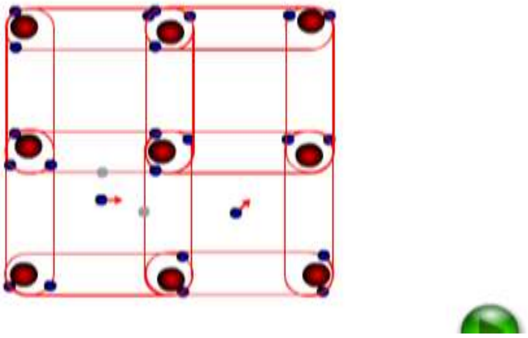
Жарым өткөргүчтүн өткөрүмдүүлүгүн жогорулатуунун бир нече жолу бар: ысытуу, оптикалык нурлар жана кыска толкун узундукта электромагниттик нурлар менен (жогорку энергиядагы кванттар) нурдантуу.

Жарым өткөргүчтүн иондошкон атомунда кеткен электрондун ордунда вакантуу (бош) орун пайда болот. Бул орун болсо башка электрон менен ээленүүсү мүмкүн. Бул бош орун көзөнөктөр деген наамды алып калды.

Эгерде бош орунга кошуна атомдун тутумдашкан электрондорунун бири өтсө, анда бул орун ээленген болуп калат, бирок кошуна атомдо бош орун пайда болот ж.у.с. Атомдор (тутумдашкан электрондор) менен өздөрүнүн байланыштарын жоготпогон электрондордун бош орундарды ирээти менен толуктап турушу көзөнөктөр үзгүлтүксүз түрдө жылып тургансып элестелет.

Жарым өткөргүчтү ысытканда эркин заряддардын пайда болушун

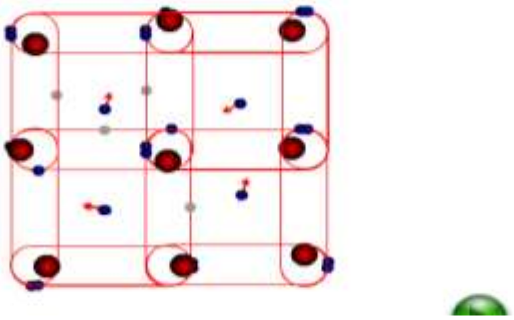
3-сүрөттөгү анимациялык программадан комнаталык температурада (20^0 С) көрүүгө болот. Бул анимациялык программада моделди жөнөкөйлөтүү үчүн жарым өткөргүчтүн кристаллдык торчосунун бир атомдук тегиздиги көрсөтүлгөн.



3-сүрөт.

Жарым өткөргүчтүн температурасы жогорулаганда валенттүү электрондор кошумча энергияны алышат жана алардын кай бирлери атом менен болгон өз ара байланыштарын үзүүгө жөндөмдүү болуу менен бош электрондор- өткөрүмдүү электрондорго айланып кетишет[2].

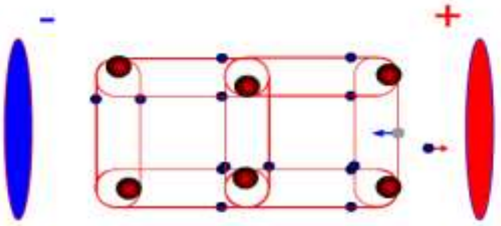
Ошондуктан, коваленттик байланыштагы кээ бир электрондор байланышты үзүп, эркин абалга өтүп алышат. Байланыш орду оң зарядга ээ болуп калат. Андай зарядды көзөнөкчө деп атап коюшат. Канча эркин электрондор пайда болушса, ошончо көзөнөкчө пайда болот.



4-сүрөт.

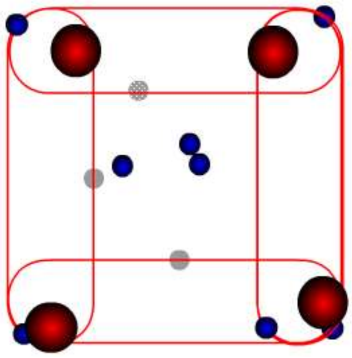
4-сүрөттөгү анимациялык программанын жогорку температурада (80^0С) жарым өткөргүчтүн температурасынын өсүшү менен түйүндөгү атомдордун термелүү амплитудасынын жогорулашы жана ток ташуучу заряддардын кескин түрдө өсүшү көрсөтүлгөн.

Бул анимациялык программада моделди жөнөкөйлөтүү үчүн жарым өткөргүчтүн кристаллдык торчосунун бир атомдук тегиздиги көрсөтүлгөн.



5-сүрөт

5-анимациялык программада жарым өткөргүчтү электр талаасына жайгаштырганда, электрондор талаанын багытына каршы, ал эми көзөнөктөр талаанын багыты боюнча кыймылдашып, электр тогун пайда ,болгондугун окучууларга көрсөтүп, түшүндүрсө болот.



6-сүрөт.

6-сүрөттөгү анимациялык программада жарым өткөргүчтүн температурасынын жогорулашы менен түйүндөгү иондордун термелүү амплитудасы жана эркин электрондордун баш аламан кыймылынын көбөйүшүн көрөбүз. Байланыштан бөлүнүп чыккан электрондор бири-бири менен жана байланыштагы валенттик электрондор менен көп кагылыша баштагандыгын анимациялык программадан көрөбүз. Демек, температуранын чексиз өсүшү менен жарым өткөргүчтүн өткөрүмдүүлүгү начарлайт деген жыйынтыкка келебиз.

Мындан, өткөргүчтүн температурасын чексиз жогорулатуу менен анын салыштырмалуу каршылыгы металлдын салыштырмалуу каршылыгына жакын болуп калуусу мүмкүн экендиги келип чыгат[3].

Жогорудагы анимациялык программалардан таза жарым өткөргүчтөрдүн электр өткөрүмдүүлүгүнүн температурадан көз карандылыгы каралды, б.а. температуранын өсүшү менен өткөрүмдүүлүктүн жогорулашын жана салыштырмалуу каршылыктын төмөндөшүн окутуу процессинде түшүндүрсө болот.

Адабияттар:

1. Перышкин А.В., Физика курсу. III-том. –Фрунзе: Мектеп, 1971.
2. Кидибаев М.М., Шаршеев К. Жалпы физика курсу «Электр жана магнетизм» -Бишкек: Илим, 2004 .
3. Т.С. Ландсберг., Элементарный учебник физики «Электричество и магнетизм», Т.2.-М.: Наука, 1975.
4. Яворский Б.М., Пинский А.А. Основы физики, Т.2.-М.: Наука, 1972.