

КУЁШ ЭЛЕМЕНТИ ЁРДАМИДА ЭНЕРГИЯНИНГ БИР ТУРДАН БОШҚА ТУРЛАРГА УЗЛУКСИЗ ЎТИШИНИ НАМОЙИШ ЭТУВЧИ ЎҚУВ ЛАБОРАТОРИЯ ҚУРИЛМАСИ

Ў.Х.Қурбонова – физика-математика фанлари номзоди

А.А.Сатторов – ассистент ўқитувчи

Тошкент давлат техника университети

Таянч сўзлар: ўқув асбоблари, куёш элементлари, энергия, электр манбаи, параметр, қисқа туташув токи, салт юриши кучланиши, р-п ўтиш, ёруғлик тўлқин узунлиги.

Ключевые слова: учебные приборы, солнечные элементы, источник питания, параметр, ток короткого замыкания, напряжение холостого хода, р-п переход, длина волны света.

Key words: training devices, solar cells, power source, parameter, short-circuit current, no-load voltage, p-n transition, light wavelength.

Кириш

Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясига кўра, илм-фан ва таълим соҳасини ривожлантириш, илмий ва инновация ютуқларини амалиётга жорий этишнинг самарали механизмларини яратиш, жумладан, ўқитиш механизмини тубдан қайта кўриб чиқиш ва таълим сифатини оширишга алоҳида эътибор қаратилиши белгилаб қўйилди. Республикамизда илм-фан ва таълим соҳасида бўлаётган катта ўзгаришларни ҳаётга, айниқса, таълим соҳасида ислоҳ қилиш, билимни, тафаккур қила оладиган ёш авлодни тайёрлашда уларга тубдан янги ва физик ҳодисаларнинг моҳиятини тўла намоиш қила оладиган лаборатория асбобларини яратиш ва уларни таълим соҳасига кенг татбиқ этиш ўта муҳим ва актуал масалалардан биридир.

Шундан келиб чиққан ҳолда, мактаб, академик лицей ва касб-хунар коллежларида замон талабига жавоб бермайдиган, маънавий эскирган лаборатория қурилмаларини янги, ҳозирги фан-техника ютуқлари асосида яратилган лаборатория қурилмалари билан алмаштириш ва бойитиш бугунги замон талабидир. Бу ишда Тошкент давлат техника университети “Рақамли электроника ва микроэлектроника” кафедрасида яратилган куёш элементларининг функционал имкониятларидан фойдаланган ҳолда, физика фанининг энг муҳим ва асосий қонунларидан бири бўлган энергияни узлуксиз бир турдан бир-неча турларга ўтишини намоиш этувчи лаборатория қурилмасининг ишлаш тамойили ёритилган. Шу билан бирга бу қурилмада ҳозирги замон электроника ютуқларидан ҳам кенг фойдаланилган.

Ишнинг долзарблиги

Яратилган ўқув лаборатория қурилмасининг, шу мавзуга оид мавжуд лаборатория қурилмаларга нисбатан афзал томонлари қуйидагилардан иборат:

1). Бу қурилмада мавжуд қурилмалардан фарқли ҳолда энергия манбаини сифатида ёруғлик (куёш) энергиясидан фойдаланилди. Бу эса ўқувчиларда куёшнинг экологик тоза, битмас-туғалмас ва текин энергия манбаини эканлигини англашга ва ундан фойдаланиш йўллари тафаккур қилишга имкон беради.

2). Қурилмада биринчи марта энергиянинг бир турдан бошқа турларга айланишини ярим ўтказгичли куёш elementi ёрдамида намоиш этилди. Бу эса ўқувчиларда куёш elementi нима ва унинг қандай параметрлари мавжуд, ҳамда ундан қандай фойдаланиш кераклиги ҳақида тўла маълумот олишга имкон беради.

3). Қурилмада куёш энергиясининг кетма-кет энергиянинг бир-неча турларга айланишини яққол намоиш этилади, бу эса физик қонунлар моҳиятини чуқурроқ англаш ва ундан фойдаланишга ўқувчиларни ундайди.

4). Қурилмада куёш элементлари билан бирга ярим ўтказгичли ёритиш диодларидан ҳам фойдаланилган бўлиб, бу ўқувчиларда ҳозирги замон электроника фанининг ютуқлари билан танишиш ва улардан фойдаланиш имконини беради.

5). Ишлаб чиқилган ўқув лаборатория қурилмаси умуман хавфсиз, ишлашга қулай, кўриниши жиҳатидан ўқувчиларни ўзига жалб қила оладиган, ташқи таъсирларга чидамли, ҳар қандай шароитда (электр энергияси мавжуд бўлмаган жойларда) ишлай олади. Уни узоқ муддат давомида ишлатиш мумкин.

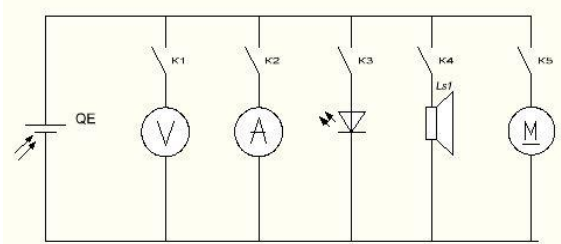
6). Энг асосийси бундай ўқув лаборатория қурилмалари ўзимизда Ўзбекистоннинг ёш олимлари томонидан яратилганлиги ва ишлаб чиқарилганлиги, бундан ташқари кўплаб шунга ўхшаш янада мукамалроқ, яхшироқ ҳамда кўп қиррали бундай қурилмаларни яратиш биринчи қадам эканлигидан дарак беради [1,2].

Тажриба қисми



1-расм. Қурилманинг ташқи кўриниши.

Бу ерда 1-куёш elementi (QE), 2- куёш элементининг асосий параметрлари бўлиб ҳисобланган қисқа туташуви токи ($I_{кт}$) ва салт юриши кучланишини ($V_{с\text{ю}}$) ўлчайдиган мультиметр, 3- куёш elementi ёрдамида олинаётган электр энергияни механик энергияга айланишини кўрсатадиган моторга ўрнатилган паррак (М), 4- куёш elementидан олинаётган электр энергияни яна қайтаётган ҳар хил рангдаги (тўлқин узунлигига эга бўлган) нурга айлантиришини намоиш этувчи ёруғлик диодлари ($\sim \Phi$), 5- куёш elementi ёрдамида олинган энергиянинг товуш тўлқинларига айланишини намоиш этувчи товуш генератори (Г), 6-қўйилган элементларни куёш elementига ўзаро улаш имконини берадиган калитлар (K1, K2, K3, K4, K5).



2-расмда асбобнинг уланиш схемаси кўрсатилган.

Тажриба натижаларини олиш ва намоиш этиш тартиби:

1-тажрибада (K1, K2) калитларнинг уланиши билан

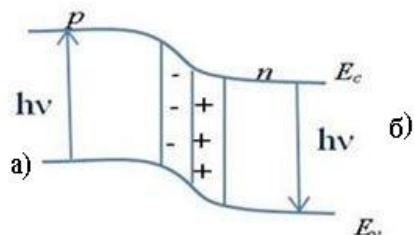
тушаётган мавжуд ёруғлик (хар қандай шароитда) энергиясининг электр энергиясига айланишини намоиш этиш учун мультиметр ёрдамида куёш элементи бераётган электр токи ($I_{кт} - мкА - mA$) ва электр кучланиши ($V_{сyo} - mB$) ўлчанади, бу катталикларнинг тушаётган нур оқимиға боғлиқлигини ўрганадилар. Бунда $I_{кт}$ кийматининг ёруғлик оқимиға тўғри пропорционал қонун билан ошиши аниқланади. Бу ўлчашлар ўқувчиға ярим ўтказгичли кремний негизда яратилган p-n ўтишға асосланган куёш элементида (3а-расм), тушаётган ёруғлик натижасида электронларнинг валент соҳасидан ўтказувчанлик соҳасиға ўтиши, яъни ички фотоэффект туфайли пайдо бўлаётган электрон ва ковакларнинг p-n ўтиши соҳасида ажралиши ҳисобиға фотоэлемент электр манба сифатида ишлашини намоён этади. Бу эса ўқувчиларда ёруғлик бу на фақат тўлқин хоссасиға эға, балки кўзға кўринмайдиган массаси ва ўлчамлари мавжуд бўлмаган фотон деб аталадиган энергияси $h\nu$ ($h\nu = 1,24/\lambda$ бу ерда: h -планк доимийси $h=6.63 \cdot 10^{-34}$ Ж·с, λ -ёруғлик тўлқин узунлиги-мкм) заррачалар оқимидан иборат эканлигини тўла намоиш этади, яъни бу квант физикасининг асоси бўлган энг машҳур қоида - ёруғлик - бу икки хил тўлқин ва корпускуляр (заррачалар оқимидан иборат бўлган) табиатиға эға эканлиги яққол намоиш этилади [3,4]. Бу асбоб ёрдамида ички фотоэффект ҳодисаларининг барча хусусиятларини намоиш қилиш мумкин. Демак, биринчи тажриба орқали ўқувчилар қуйидаги энг муҳим ҳодисалар - ички фотоэффект ҳодисаси, ёруғлик бу тўлқин табиатидан ташқари - фотон заррачалар оқимидан иборатлигини, шунингдек фотоэлемент - бу ёруғлик энергиясини тўғридан-тўғри электр энергияға айлантириб беришини ўрганади. Бинобарин, улар ярим ўтказгичли асбоблардан фойдаланувчи иштирокчиларға ҳамда бу асбоблар ёрдамида ёруғлик билан боғланган ҳодисаларни намоиш этувчиларға айланади. Энди ўқувчилар ўз фикрларини ривожлантириш учун ёруғлик сифатида хар хил тўлқин узунлигиға эға (хар хил рангли нур) бўлган нурлардан фойдаланган ҳолда жуда кўп қизиқарли тажрибаларни (уларни бир неча маротаба такрорлаш асосида) ўзлари мустақил бажаришлари мумкин, бу эса уларнинг ўзаро тажриба натижаларини муҳокама этишлари ва тафаккур қилишларига имкон яратади.

2-тажрибада биринчи ва иккинчи калитларни узиб, КЗ-калитни улаш орқали энди ўқувчи ёруғлик таъсири натижасида куёш элементида пайдо бўлган ўзгармас токни ярим ўтказгичли ёруғлик диодларидан (хар хил нурлар чиқарувчи GaAs асосида тайёрланган) ўтиши орқали куёш нурини (ок нури) яна қайтадан хар хил рангли (яъни тўлқин узунлиги (λ) **кўк**- $\lambda_k=480-500nm$, **оқ**- $\lambda_o=480-500nm$, **яшил**- $\lambda_y=500-570nm$, **сарик**- $\lambda_c=570-590nm$, ва **қизил**- $\lambda_k=610-760nm$) нурға айланишини намоиш этади. Бу тажриба асосида ўқувчи ўта муҳим иккита физик ҳодисани, яъни электр энергияни яна қайтадан ёруғлик нуриға айланишини ва ярим ўтказгич ўтказувчанлик соҳасида фотон ёрдамида ҳосил бўлган электронлар қайтадан валент соҳасиға тушганда ярим ўтказгич тақикланган соҳа кенглигиға тенг катталикдаги энергияға эға бўлган фотонлар оқими ва

унға мос тўлқин узунлигиға эға ёруғлик чиқишининг намоиш этилишини тўлиқ тушуниб этадилар (3б-расм) [5,6].

3-тажрибада К4-калит уланиши билан куёш элементида ёруғлик таъсири натижасида ҳосил бўлган электр токи товуш генераторини ишға тушириши туфайли - ундан товуш чиқа бошлайди. Товуш қуввати ва частотасини куёш элементиға тушаётган ёруғлик оқими билан бошқариш ҳам намоиш этилади. Бундан ўқувчилар ёруғлик энергияси тўғридан-тўғри товуш энергиясига айланишиға ишонч ҳосил қиладилар.

4-тажрибада К5-калитни улаш билан моторға қотирилган паррак айлана бошлайди. Парракни айланиш тезлигини ўқувчи тушаётган ёруғлик оқимини ўзгартириш ёрдамида ўзи хоҳлагандек уни бошқаради ва намоиш этади. Бунда ўқувчи энди ёруғлик энергиясининг электр энергиясига ва электр энергияси механик энергияға айланганлигини тўғридан-тўғри намоиш этиш билан ёруғлик ҳодисалари билан боғланган қонуниятларға ишонч ҳосил қиладилар.



3-расм. p-n ўтишға асосланган куёш элементида тушаётган ёруғлик таъсирида электронларнинг валент соҳасидан ўтказувчанлик соҳасиға ўтиши диаграммаси.

Булардан ўқувчи тажрибани ўтказиш давомида энергиянинг бир турдан иккинчи турға, яъни ёруғлик энергиясини электр энергияға бу энергияни эса механик энергияға ва аксинча электр энергияни яна ёруғлик энергиясига шу билан бир вақтда электр энергияни товуш энергиясига айланишини тушуниб олади [7,8].

Хулоса. Бу тажрибалардан шу нарса маълум бўладики, юқорида таъкидлаганимиздек мавжуд асбобларнинг имконият даражасидан юқори бўлган бундай тубдан янги куёш элементи асосида яратилган ўқув лаборатория асбоблари жуда кўп энг қизиқарли физик ҳодисалар моҳиятини тўла намоиш этиб бериш билан ўқувчиларни янги илм-фан дунёсига аста-секинлик билан кириб боришини, тафаккури ошишини, ижодий изланишларини кучайтишини таъминлайди ҳамда куёш элементи билан боғланган физик ҳодисалардан фойдаланган ҳолда уларни татбиқ этиш йўллари очиқ беради. Яратилган ўқув лабораторияларға ўхшаш кўплаб асбоблар мактаб, академик лицей ва касб-хунар коллежларида таҳсил олаётган иқтидорли ўқувчиларни келажакда шу соҳада муқобил энергиядан фойдаланиш бўйича мутахассис бўлиб етишишлари учун замин тайёрлашға имкон беради.

Муаллифлар бу мақолани ёзишда асосий ғояни берган академик М.К.Баходирхоновға чуқур миннатдорчилик билдирадилар.

Адабиётлар

1. Zikrillayev N.F., Qurbonova O'.H. "Elektronika va asbobsozlik sohasi bo'yicha electron darslik". –Тошкент: ТошДТУ босмаҳонаси. ОУЮ учун дарслик. 2014.
2. Бахадирханов М.К., Илиев Х.М., Курбанова Ў.Х. "Современные проблемы энергетики, экологии и фотоэнергетики". –Ташкент: ООО "Extremum press. Монография. 2016, –С.250-300.
3. Баходирхонов М.К., Зикриллаев Н.Ф., Илиев Х.М. "Яримўтказгичлар физикаси". –Тошкент: ТошДТУ босмаҳонаси. ОУЮ учун дарслик. 2016, 243-324-б.
4. Курбанова Ў.Х., Сатторов А.А., Рахмонов Б.Р., Зикриллаев Х.Ф. "Нурнинг квази-заррачалар-фотонлар оқимидан иборат эканлигини намоиш этувчи ўқув лаборатория қурилмаси". // "Fizika, matematika va informatika" ilmiy-uslubiy jurnali. №3 2019.
5. Бахадирханов М.К., Курбанова Ў.Х., Сатторов А.А., Рахмонов Б.Р. "Разработка и создание принципиально новых учебных лабораторных приборов с использованием физических возможностей фотоэлементов". // "Высшая школа". №2 2019. Бахадирханов М.К., Ойдин Ильхом Носир, Тачилин С.А. "Фотоэнергетика и инновационные направления использования солнечной энергии". –Ташкент: ТашГТУ, 2018.

6. Qurbonova O'H., Sattorov A.A. "Uzlusiz ta'lim tizimida fizika fanining o'ziga xos jihatlari". –T.: // "Xalq ta'limi" №4 2019.
7. Qurbonova O'H., Rahmonov B.R. "Original educational devices and benches on basis of solar elements". TATU konferentsiya. 2016.

РЕЗЮМЕ

Бу ишда куёш элементларининг функционал имкониятларидан фойдаланган ҳолда яратилган янги ўқув лаборатория асбобининг тузилиши, ишлаши ва унинг ёрдамида физикада қизиқарли ҳодисалардан бири бўлган энергиянинг бир турдан бошқа турларга айланиши, бу жараён давомида энергиянинг сақланиш қонуни, шунингдек куёш элементларининг тузилиши, ишлаш тамойили ва хусусиятларини ўқувчиларга ўргатиш услубларидан фойдаланиш баён қилинган. Ишлаб чиқилган ўқув лаборатория қурилмаси ўқувчиларга ярим ўтказгичли кремний негизда яратилган p-n ўтишга асосланган куёш элементига тушаётган ёруғлик натижасида электронларнинг валент соҳасидан ўтказувчанлик соҳасига ўтишини, яъни ички фотоэффект туфайли пайдо бўлаётган электрон ва ковакларнинг p-n ўтиши соҳасида ажралиши ҳисобига фотоэлемент электр манба сифатида ишлашини намойён этади.

РЕЗЮМЕ

В статье используются функциональные возможности солнечных элементов, показано строение и принцип работы разработанного нового учебного прибора, с помощью которого объясняется один из интересных явлений, как превращение энергии с одного вида на другое, закон сохранения энергии в течение данного процесса, а также описывается методы обучения учащимся строение, принцип работы и особенности солнечных элементов. Разработанный учебный прибор демонстрирует учащимся переход электронов из валентной зоны в зону проводимости в результате падения света на солнечный элемент созданного на основе полупроводникового кремния основанный на p-n переход, т.е. работоспособность фотоэлемента в качестве электрического источника за счёт отрыва в p-n области электронов и дырок возникающие из-за внутреннего фотоэффекта.

SUMMARY

In this paper, there is used the functionality of solar cells, shows the structure and principle of operation of the developed new educational device, with the help of which explains one of the interesting phenomena as the transformation of energy from one species to another, the law of conservation of energy during this process. Moreover, it describes the methods of teaching students the structure, the principle of operation and features of solar cells. The developed educational device demonstrates to students the transition of electrons from the valence band to the conduction band as a result of the incidence of light on a solar cell created on the basis of semiconductor silicon based on p-n transition, that is the performance of the solar cell as an electric source due to the separation in the p-n region of electrons and holes arising from the internal photoelectric effect.

УДК 517.968.7

О ПРИБЛИЖЁННОМ РЕШЕНИИ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ФРЕДГОЛЬМА С ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ КРАЕВЫМИ УСЛОВИЯМИ

Б.О.Нуржанов - доктор философии по физико-математическим наукам

Т.Омаров - магистрант

Каракалпакский государственный университет имени Бердаха

Таянч сўзлар: функциональ чегаравий шарт, Фредгольм интегро-дифференциал тенгламалар системаси, кетма-кет яқинлашишларнинг сонли-аналитик усули.

Ключевые слова: функциональное краевое условие, система интегро-дифференциальных уравнений Фредгольма, численно-аналитический метод последовательных приближений.

Key words: functional boundary condition, system of Fredholm integro-differential equations, numerical-analytic method of successive approximations.

Многие важные проблемы физики и техники приводятся к изучению краевых задач для обыкновенных дифференциальных и интегро-дифференциальных уравнений [1]. Краевые задачи для интегро-дифференциальных уравнений изучались в работах [2 - 6] и др.

В настоящей работе численно-аналитический метод последовательных приближений [7] применяется к исследованию краевой задачи для интегро-дифференциальных уравнений типа Фредгольма с двухточечными функциональными краевыми условиями.

Рассмотрим систему интегро-дифференциальных уравнений

$$\frac{dx}{dt} = f \left(t, x, \int_0^T g(t, s, x(s)) ds \right) \quad (1)$$

при краевых условиях

$$Ax(0) + Cx(T) + \int_0^{T_1} B(\tau)x(\tau)d\tau = d, \quad (2)$$

Где $x = (x_1, \dots, x_n) \in E_n$, $f(t, x, y) = (f_1, \dots, f_n)$ и $g(t, s, x) = (g_1, \dots, g_n)$ - вектор-функции со значениями в E_n , определенные и непрерывные по t, s, x, y для

$$t \in [0, T], \quad s \in [0, T], \quad x \in D, \quad y \in D_1 : \|y\| \leq T \cdot \max_{\substack{(t,s) \in [0,T] \\ x \in D}} \|g(t, s, x)\| \quad (3)$$

D - замкнутая, ограниченная область пространства E_n , A, C - заданные постоянные $n \times n$ -мерные матрицы, $B(\tau)$

- $n \times n$ -мерная матрица с непрерывными на $[0, T]$ элементами, такие, что

$$\det \left[C + \frac{1}{T} \int_0^{T_1} \tau B(\tau) d\tau \right] \neq 0, \quad T_1 \in [0, T], \quad (4)$$

$d = (d_1, \dots, d_n)$ - заданный постоянный вектор.

Кроме того, правая часть системы уравнений (1) удовлетворяет следующим условиям:

1) для всех $t \in [0, T]$, $s \in [0, T]$, $x, x', x'' \in D$, $y, y', y'' \in D_1$ выполняются неравенства