

**БУХОРО ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ПЕДАГОГ
КАДРЛАРНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ
МАЛАКАСИНИ ОШИРИШ МИНТАҚАВИЙ МАРКАЗИ**

**КВАНТ АЛОҚА, ФИЗИК
ЖАРАЁНЛАРНИ КОМПЬЮТЕРДА
МОДЕЛЛАШТИРИШ**

2021

**Даминов М.И. педагогика фанлари номзоди,
доцент**



**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**БУХОРО ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ПЕДАГОГ
КАДРЛАРНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ
ОШИРИШ МИНТАҚАВИЙ МАРКАЗИ**

**“КВАНТ АЛОҚА, ФИЗИК ЖАРАЁНЛАРНИ
КОМПЬЮТЕРДА МОДЕЛЛАШТИРИШ”**

МОДУЛИ БЎЙИЧА

ЎҚУВ-УСЛУБИЙ МАЖМУА

Физика

Бухоро-2021

Модулнинг ўқув-услубий мажмуаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2020 йил 7 декабрдаги 648-сонли буйруғи билан тасдиқланган ўқув дастури ва ўқув режасига мувофиқ ишлаб чиқилган.

Тузувчи: **М.И.Даминов** педагогика фанлари номзоди, доцент.

Такризчи: **Д.Р.Джураев** физика-математика фанлари доктори, профессор.
Н.С.Сайидова физика-математика фанлари номзоди, доцент.

**Ўқув -услубий мажмуа Бухоро давлат университети Илмий
Кенгашининг қарори билан нашрга тавсия қилинган
(2020 йил “30” декабрдаги 9-сонли баённома)**

МУНДАРИЖА

| | |
|---|------------|
| I. ИШЧИ ДАСТУР | 5 |
| II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ | 13 |
| III. НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАР | 24 |
| IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ | 106 |
| V. ГЛОССАРИЙ | 127 |
| VI. АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ | 130 |

I. ИШЧИ ДАСТУР

Кириш

Дастур Ўзбекистон Республикасининг 2020 йил 23 сентябрда тасдиқланган “Таълим тўғрисида”ги Қонуни, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги ПФ-4947-сон, 2019 йил 27 августдаги “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг узлуксиз малакасини ошириш тизимини жорий этиш тўғрисида”ги ПФ-5789-сон, 2019 йил 8 октябрдаги “Ўзбекистон Республикаси олий таълим тизимини 2030 йилгача ривожлантириш концепциясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-5847-сон ва 2020 йил 29 октябрдаги “Илм-фанни 2030 йилгача ривожлантириш концепциясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-6097-сонли Фармонлари ҳамда Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2019 йил 23 сентябрдаги “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги 797-сонли Қарорларида белгиланган устувор вазифалар мазмунидан келиб чиққан ҳолда тузилган бўлиб, у олий таълим муассасалари педагог кадрларининг касб маҳорати ҳамда инновацион компетентлигини ривожлантириш, соҳага оид илғор хорижий тажрибалар, янги билим ва малакаларни ўзлаштириш, шунингдек амалиётга жорий этиш кўникмаларини такомиллаштиришни мақсад қилади.

Дастур доирасида берилаётган мавзулар таълим соҳаси бўйича педагог кадрларни қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш мазмуни, сифати ва уларнинг тайёргарлигига қўйиладиган умумий малака талаблари ва ўқув режалари асосида шакллантирилган бўлиб, унинг мазмуни “Квант алоқа, физик жараёнларни моделлаштириш” мутахассислик фани негизида илмий ва амалий тадқиқотлар, ўқув жараёнини ташкил этишнинг замонавий услублари бўйича сўнгги ютуқлар, педагогнинг креатив компетентлигини ривожлантириш, таълим жараёнларини рақамли технологиялар асосида

индивидуаллаштириш бўйича тегишли билим, кўникма, малака ва компетенцияларни ривожлантиришга йўналтирилган.

Мазкур дастур ривожланган хорижий давлатларнинг олий таълим соҳасида эришган ютуқлари ҳамда орттирган тажрибалари асосида “Физика” қайта тайёрлаш ва малака ошириш йўналиши учун тайёрланган намунавий ўқув режа ҳамда дастур мазмунидан келиб чиққан ҳолда тузилган бўлиб, у замонавий талаблар асосида қайта тайёрлаш ва малака ошириш жараёнларининг мазмунини такомиллаштириш ҳамда олий таълим муассасалари педагог кадрларининг касбий компетентлигини мунтазам ошириб боришни мақсад қилади.

Жамият тараққиёти нафақат мамлакат иқтисодий салоҳиятининг юксаклиги билан, балки бу салоҳият ҳар бир инсоннинг камол топиши ва уйғун ривожланишига қанчалик йўналтирилганлиги, инновацияларни тадбиқ этилганлиги билан ҳам ўлчанади. Демак, таълим тизими самарадорлигини ошириш, педагогларни замонавий билим ҳамда амалий кўникма ва малакалар билан қуроллантириш, чет эл илғор тажрибаларини ўрганиш ва таълим амалиётига тадбиқ этиш бугунги куннинг долзарб вазифасидир. “Квант алоқа, физик жараёнларни моделлаштириш” модули айнан мана шу йўналишдаги масалаларни ҳал этишга қаратилган.

Ушбу дастурда квант оптикаси усуллари ва асосий йўналишлари, физик жараёнларни моделлаштириш учун web-тизимлар, иловалар структураси, моделлаштириш дастурлари, ҳодисалар ва жараёнлар виртуал лаборатория интерфейсини яратиш, маҳруза, амалий ва лаборатория машғулотларида фойдаланиш муаммолари баён этилган.

Модулнинг мақсади ва вазифалари

Оптик сигналлар, физик жараёнларни моделлаштириш **модулининг мақсад ва вазифалари:**

- квант оптикаси усуллари ва асосий йўналишларини фарқлаш; физик жараёнларни моделлаштириш учун илғор web-тизимлар, иловалар структураси, Crocodile Physics, Yenka виртуал дастурлашдан фойдаланиш,

фойдаланувчи интерфейсини яратиш, иловаларда ҳодисалар ва жараёнлар билан ишлаш, менюларни бошқариш, фойдаланиш ва уларни ўқув жараёнига кўллаш малакавий кўникмаларини шакллантириш.

Модул бўйича тингловчиларнинг билими, кўникмаси, малакаси ва компетенцияларига қўйиладиган талаблар

“Оптик сигналлар, физик жараёнларни моделлаштириш” курсини ўзлаштириш жараёнида амалга ошириладиган масалалар доирасида:

Тингловчи:

- квант оптикиси ва лазер физикаси ҳамда фотоника соҳаларидаги замонавий ютуқлари;
 - моделлаштириш учун web-тизимлар ва уларнинг таснифлари;
 - моделлаштириш учун виртуал лабораториялар яратувчи дастурлар ва уларнинг таснифлари;
 - Crocodile Physics, Yenga виртуал дастурлаш тамойиллари ҳақида **билимларга эга бўлиши;**

Тингловчи:

- квант оптикиси ва лазер физикаси ҳамда фотоника соҳаларидаги замонавий ютуқларнинг амалий тадбиқи ҳақида;
 - PhET web-тизимидан фойдаланувчи интерфейсини ярата олиш;
 - иловаларда ҳодисалар ва жараёнлар билан ишлаш
 - иловаларда маълумотлар базаси ва контентлардан фойдаланиш;
 - Crocodile Physics, Yenga дан фойдаланиш **кўникма ва малакаларини эгаллаши;**

Тингловчи:

- PhET web-тизимида фойдаланувчи интерфейсини яратиш;
- Crocodile Physics, Yenga да сифатли ва қулай интерфейсга эга илова яратиш **компетенцияларни эгаллаши лозим.**

Модулни ташкил этиш ва ўтказиш бўйича тавсиялар

“Квант алоқа, физик жараёнларни моделлаштириш” курси маҳруза ва амалий машғулотлар шаклида олиб борилади.

Курсни ўқитиш жараёнида таълимнинг замонавий методлари, педагогик технологиялар ва ахборот-коммуникация технологиялари қўлланилиши назарда тутилган:

- маҳруза дарсларида замонавий компьютер технологиялари ёрдамида презентацион ва электрон-дидактик технологиялардан;

- ўтказиладиган амалий машғулотларда техник воситалардан, экспресс-сўровлар, тест сўровлари, ақлий ҳужум, гуруҳли фикрлаш, кичик гуруҳлар билан ишлаш, коллоквиум ўтказиш, ва бошқа интерактив таълим усулларини қўллаш назарда тутилади.

Модулнинг ўқув режадаги бошқа модуллар билан боғлиқлиги ва узвийлиги

“Квант алоқа, физик жараёнларни моделлаштириш” модули мазмуни ўқув режадаги “Педагогнинг касбий профессионаллигини ошириш”, “Таълим жараёнига рақамли технологияларни жорий этиш”, “Электрон педагогика асослари ва педагогнинг шахсий, касбий ахборот майдонини лойиҳалаш” ўқув модуллари билан узвий боғланган ҳолда педагогларнинг физик жараён моделларини яратиш бўйича касбий педагогик тайёргарлик даражасини оширишга хизмат қилади.

Модулнинг олий таълимдаги ўрни

Модулни ўзлаштириш орқали тингловчилар мобил иловалар яратишни ўрганиш, амалда қўллаш ва баҳолашга доир касбий компетентликка эга бўладилар.

Модул бўйича соатлар тақсимоти

| № | Модуль мавзулари | Тингловчининг ўқув юкلامаси, соат | | | |
|---|------------------|-----------------------------------|-------------------------|----------|-----------------|
| | | Ҳаммаси | Аудитория ўқув юкلامаси | | |
| | | | Жами | Жумладан | |
| | | | | Назарий | Амалий машғулот |
| | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | Квант оптикиси усуллари ва асосий йўналишлари. Лазер физикаси ва фотоника асослари. | 2 | 2 | 2 | |
| 2 | Квант чигаллик. Квант телепортация. Квант интерференция. Фотонни телепортация қилишга мўлжалланган экспериментал қурилмалар. Квант интернет ва квант компьютерлари. Замонавий ахборот узатишнинг физик асослари. | 2 | 2 | 2 | |
| 3 | Компьютерда моделлаштириш. Ҳисоблаш физикаси. Моделлаштириш босқичлари. Компьютерда моделлаштириш учун операцион тизим. Дастурий таъминот, физик жараёнларни моделлаштириш. Асосий тушунчалар. Моделлаштириш босқичлари. | 6 | 6 | 2 | 4 |
| 4 | Физик жараёнларни моделлаштиришда ахборот–коммуникация технологияларидан фойдаланиб таълим сифатини ошириш. Илмий дастурлаш тиллари. Физик жараёнларни моделлаштиришда электрон таълим ресурсларнинг ўрни ва уларнинг таҳлили. Физик жараёнларни моделлаштиришда оммавий онлайн очик курслардан фойдаланиш. | 8 | 8 | 4 | 4 |
| 5 | Ҳисоблаш физикаси. Crocodile Physics дастурида моделлаштириш. Phet интерфаол симуляциялари. | 8 | 8 | 2 | 6 |
| | Жами: | 26 | 26 | 12 | 14 |

НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1 - мавзу: Квант оптикиси усуллари ва асосий йўналишлари. Лазер физикаси ва фотоника асослари. (2 соат)

Квант оптикиси усуллари ва асосий йўналишлари. Лазер физикаси ва фотоника асослари.

2 - мавзу: Квант чигаллик. Квант телепортация. Квант интерференция. Фотонни телепортация қилишга мўлжалланган экспериментал қурилмалар. Квант интернет ва квант компьютерлари. Замонавий

ахборот узатишнинг физик асослари. (2 соат)

Квант чигаллик. Квант телепортация. Квант интерференция. Фотонни телепортация қилишга мўлжалланган экспериментал қурилмалар. Квант интернет ва квант компьютерлари. Замонавий ахборот узатишнинг физик асослари

3 - мавзу: Компьютерда моделлаштириш. Ҳисоблаш физикаси.

Моделлаштириш босқичлари. Компьютерда моделлаштириш учун операцион тизим. Дастурий таъминот, физик жараёнларни моделлаштириш. Асосий тушунчалар. Моделлаштириш босқичлари. (2соат)

Модел. Моделлаштириш. Компьютерда моделлаштириш. Ҳисоблаш физикаси. Моделлаштириш босқичлари. Компьютерда моделлаштириш учун операцион тизим. Дастурий таъминот, физик жараёнларни моделлаштириш. Асосий тушунчалар. Моделлаштириш босқичлари.

4 - мавзу: Физик жараёнларни моделлаштиришда ахборот–коммуникация технологияларидан фойдаланиб таълим сифатини ошириш. Илмий дастурлаш тиллари. Физик жараёнларни моделлаштиришда электрон таълим ресурсларнинг ўрни ва уларнинг таҳлили. Физик жараёнларни моделлаштиришда оммавий он-лайн очик курслардан фойдаланиш. (4 соат)

Физик жараёнларни моделлаштиришда ахборот–коммуникация технологияларидан фойдаланиб таълим сифатини ошириш. Илмий дастурлаш тиллари. Физик жараёнларни моделлаштиришда электрон таълим ресурсларнинг ўрни ва уларнинг таҳлили. Физик жараёнларни моделлаштиришда оммавий онлайн очик курслардан фойдаланиш.

5 - мавзу: Ҳисоблаш физикаси. Crocodile Physics дастурида моделлаштириш. Phet интерфаол симуляциялари. (2 соат)

Ҳисоблаш физикаси. Crocodile Physics дастурида моделлаштириш. Phet интерфаол симуляциялари.

АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАЗМУНИ

1 – амалий машғулот:

Компьютерда моделлаштириш. Ҳисоблаш физикаси. Моделлаштириш босқичлари. Компьютерда моделлашти-риш учун операцион тизим. Дастурий таъминот, физик жараёнларни моделлаштириш. Асосий тушунчалар. Моделлаштириш босқичлари.

Компьютерда моделлаштириш. Моделлаштириш босқичлари. Физик жараёнларни компьютерда моделлаштириш учун керакли бўлган инструментал дастурий воситаларни ўрнатиш. PhET Interactive Simulationsни ўрнатиш. Jавани ўрнатиш. Crocodile Physicsни ўрнатиш. Yenkани ўрнатиш.

2-амалий машғулот:

Ҳисоблаш физикаси. Crocodile Physics дастурида моделлаштириш. Phet интерфаол симуляциялари.

Очиқ таълим курслари

OpenCourseWare(OCW) онлайн очиқ курси АҚШ нинг Станфорд Университети ва Massachusetts Institute of Technology (MIT) каби бир неча нуфузли олий ўқув юртлари бепул “онлайн” курслари, Coursera (<https://www.Coursera.org/>) онлайн очиқ курслари, Khan академияси курслари билан танишиш.

3-амалий машғулот: Ҳисоблаш физикаси. Crocodile Physics дастурида моделлаштириш. Phet интерфаол симуляциялари.

Crocodile Physics ва PhET Interactive Simulations дан фойдаланиш

Crocodile Physics дастури муҳотида физиканинг турли бўлимларига оид лаборатория ишларини яратиш. PhET Interactive Simulations дастурида физиканинг турли бўлимларига оид виртуал лабораторияларидан фойдаланиш кўникмаларига эга бўлиш. Изланувчанликка, ижодий фикр юритишга, иш натижаларини таҳлил қилишга ўргатиш.

ЎҚИТИШ ШАКЛЛАРИ

Мазкур модулни ўқитиш жараёнида таълимнинг замонавий методлари, педагогик технологиялар ва ахборот-коммуникация технологиялари,

кейслардан қўлланилиши назарда тутилган:

Маъруза дарсларида замонавий компьютер технологиялари ёрдамида презентацион ва интерфаол педагогик (Ақлий хужим, Венн диаграммаси, концептуал жадвал) усул ва технологиялардан фойдаланилади;

-ўтказиладиган амалий машғулотларда техник воситалардан, график органайзерлардан фойдаланиш, гуруҳли фикрлаш, кичик гуруҳлар билан ишлаш, блиц-сўровлардан ва бошқа интерактив таълим усуллари қўллаш назарда тутилади.

II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ

**Юқоридаги мавзуларга тайёргарлик кўришда тавсия қилинган
интерфаол методларни илова сифатида киритдик.**

1-илова

1. Таълим воситаларининг классификацияси.

Ижтимоий воқелик таълимни бошқариш муаммоларини кўриб чиқиш ва хал қилишни мустақил йўналиш сифатида ажратиб олиш, таълим-тарбия жараёнини бошқаришнинг асосланган усул, воситаларини ишлаб чиқиш ва жорий қилиш заруратини белгилаб берди. Унинг ўқитиш, тарбиялаш ва ривожлантириш ўртасидаги ташкилий-бошқарув, ахборот алоқалари, ижтимоий жиҳатдан аҳамиятга молик шахсни шакллантиришдаги яхлит жараённинг таркибий қисмлари сифатини оширди.

Бугунги кунда эркин ва мустақил фикрловчи, ижтимоий-сиёсий ҳаётда онгли равишда фаол иштирок этишга қодир ёш авлодни шакллантириш «Кадрлар тайёрлаш миллий дастури» нинг асосий устувор йўналишидир. Бу эса мамлакатнинг ижтимоий-сиёсий ҳаётига демократик асосларини жорий этишни, фуқаролик жамияти ва ҳуқуқий давлат қуришни тезлаштириш имконини беради. Дастур таълим муассасалари мустақиллигини кенгайтириш орқали таълим бошқарувини демократлаштиришни ўз ичига олади.

Инсониятнинг ривожланиш даврлари алмашганда педагогик технологиялар бутунлай йўқ бўлиб кетмайди, балки педагогик технологиялар кейинги даврларга ассотсиатсия орқали фикран бог`ланади, янги сифатлар, хусусиятларга эга бўлиб, кучаяди ва бойийди. Ушбу жараён борган сари тезлашиб боради.

Кишилиқ тарихида 1-босқич узоқ муддат давом этган. Унда ўқитувчи ўз кучига, ўз билим ва маҳоратига асосланиб иш бажарган. Кейинчалик дунёвий ва диний мазмундаги қўлёзма китоблар яратилди, лекин ўқувчи уларнинг мазмунини ўқитувчи фаолияти воситасида ўзлаштиради.

2-босқич дарсликлар яратиш ва улардан фойдаланиш технологияси

мукамал ривожланмаган, лекин ўқитишнинг 1,2,3-босқичларига хос таълим воситалари мактабларга жадал кириб бормоқда.

Ўқув адабиётларини жорий этиш қарама-қаршиликлар кўраши натижасида содир бўлган. Кейинги даврларда ҳам таълим соҳасидаги жиддий ўзгаришлар осон кечмаган. Бугунги кунда ҳам 1-босқич технологияси руҳида шаклланган айрим педагогларда кейинги даврларда вужудга келган ўқув воситаларини ўзлаштириб олишга, таълим-тарбия жараёнини шу асосда ташкил этишга интилиш суст даражада. 1-босқич ўқув воситалари ўқитувчидан кўп меҳнат талаб этади ва ўқувчининг билим, тайёргарлик даражаси юқори бўлмайди. Бу педагогик босқичларнинг ҳар бирида таълим методлари такомиллаштирила борганлиги туфайли ўқитувчи меҳнатининг самараси ортиб, замонавий технологияни қўллайдиганлар сафи кенгая борган.

Таълим воситалари олтига турга бўлинади:

- 1. Матнли воситалар.**
- 2. Тасвирли воситалар.**
- 3. Аудио визуал воситалар.**
- 4. Ёрдамчи (жихоз) воситалар.**
- 5. Моделли воситалар.**
- 6. Реал воситалар.**

•**Матнли воситалар**-Ўқитувчи ва ўқувчилар учун: ўқув предметини ўқитиш методикаси бўйича қўлланмалар, шахсий методика, ўқитувчилар томонидан тайёрланган методик ишланмалар, мантикий структуралар, фан дарсликлари, мавзу юзасидан келиб чиққан ҳолда тарихий бадий адабиётлар, фан бўйича маърузалар матни.

•**Тасвирли воситалар**- ўқув материални кўргазмали намоёиш этишга, уни тизимли этказиб беришга ёрдам беради; талабаларга ўқув материални тушунишларига ва яхши эслаб қолишларига имкон беради (видеопроектор, Видеofilмлар, расмлар, ҳайкаллар, портрет).

• **Аудио визуал воситалар**-Матнга овоз бериш, Лингафон воситалари, радио эшиттиришларидан фойдаланиш, стенограмма матреаллари, турли хилдаги дисклар ва ҳақозолар.

• **Ёрдамчи (жихоз) воситалар**- Графопроектор, Доска-блокнот, Доска-стенд, Флипчарт, ва бошқалар).

• **Моделли воситалар**- графиклар, чизмалар, схема, хариталар

• **Реал воситалар**- тарих дарсларида музей экспонатлари, макет ва муляжлар, археологик матреаллар, тарихий объектлар.

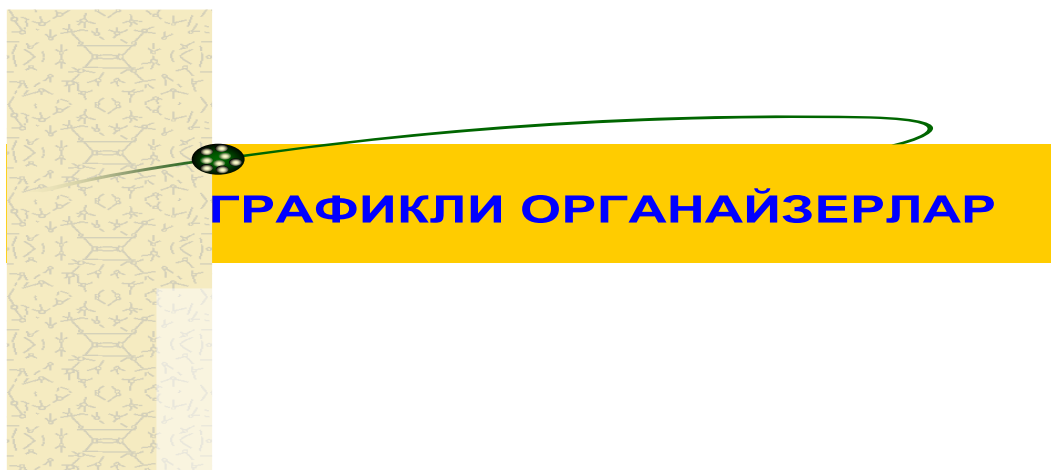
2-илова

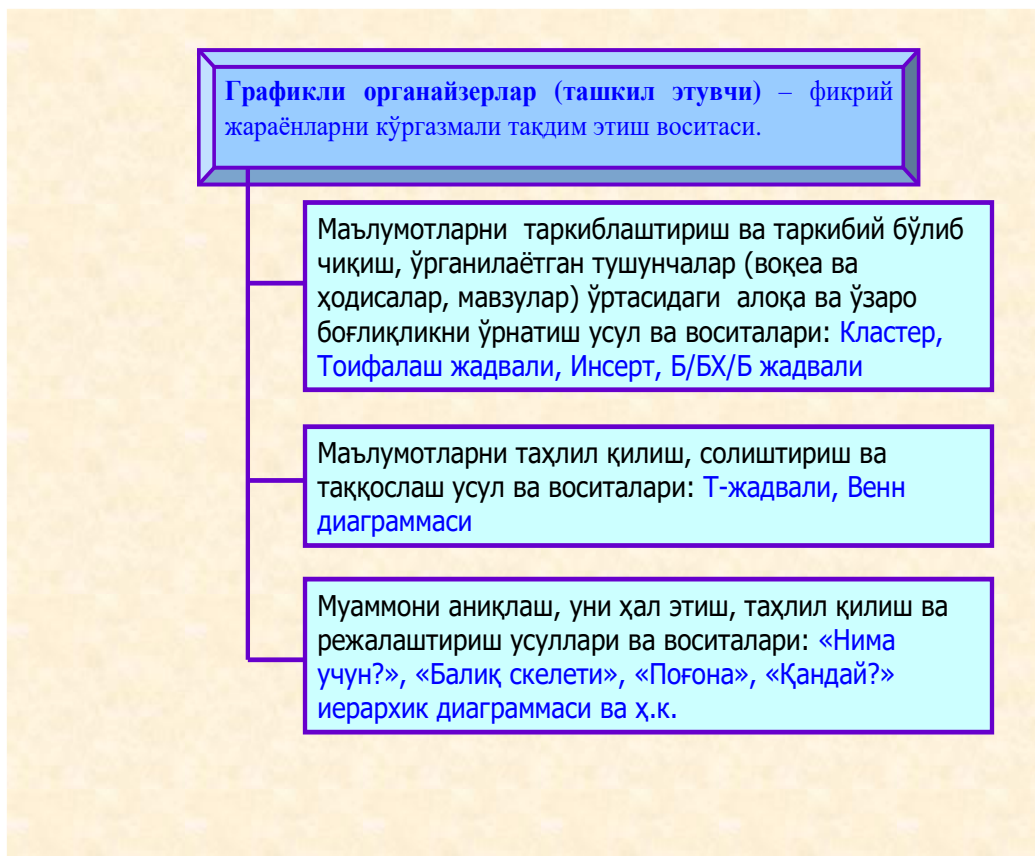
2. Таълим воситаларини танлашни аниқловчи омиллар, график органиайзерлар.

Таълим воситаларини танлашни аниқловчи омиллар: мақсадни белгилаш; ўқув ахборот мазмуни; таълим воситалари; етакчи билим манбаи; ўқув материалнинг янгилиги ва мураккаблиги.

Графикли органиайзерлар техникаси

1-илова.





3-илова



4-илова

Кластерни тузиш қондаси

1. Ақлингизга нима келса, барчасини ёзинг. Ғоялари сифатини муҳокама қилманг фақат уларни ёзинг.
2. Хатни тўхтатадиган имло хатоларига ва бошқа омилларга эътибор берманг.
3. Ажратилган вақт тугагунча ёзишни тўхтатманг. Агарда ақлингизда ғоялар келиши бирдан тўхтаса, у ҳолда қачонки янги ғоялар келмагунча қоғозга расм чизиб турунг.

7

ТОИФАЛАШ ЖАДВАЛИ

ТОИФАЛАШ ЖАДВАЛИ

Тоифа-хусусият ва муносабатларни муҳимлигини намоён қилувчи (умумий) аломат.

Ажратилган аломатлар асосида олинган маълумотларни бирлаштиришни таъминлайди.

Тизимли фикрлаш, маълумотларни тузилмага келтириш, тизимлаштириш кўникмаларини ривожлантиради.

Тоифали шарҳлашни тузиш қондаси билан танишадилар. Ақлий ҳужум / кластер тузиш / янги ўқув материали билан танишишдан сўнг, кичик гуруҳларда, олинган маълумот лавҳаларини бирлаштириш имконини берадиган тоифаларни излайдилар.

Тоифаларни жадвал кўринишида расмийлаштирадилар. Ғояларни / маълумотларни тоифага мос равишда бўладилар. Иш жараёнида тоифаларнинг айрим номлари ўзгариши мумкин. Янгилари пайдо бўлиши мумкин.

Иш натижаларининг тақдими

8

Тоифалаш шарҳини тузиш қондаси

1. Тоифалар бўйича маълумотларни тақсимлашнинг ягона усули мавжуд эмас.
2. Битта мини - гуруҳда тоифаларга ажратиш бошқа гуруҳда ажратилган тоифалардан фарқ қилиши мумкин.
3. Таълим оловчиларга олдиндан тайёрлаб қўйилган тоифаларни бериш мумкин эмас бу уларнинг мустақил танлови бўла қолсин.

9

7-илова

ИНСЕРТ ЖАДВАЛИ

График ташкил этувчининг тури, аҳамияти ва хусусиятлари

Ўқув фаолиятини ташкиллаштиришнинг жараёни тузилмаси

“ИНСЕРТ” жадвали
Мустақил ўқиш вақтида олган маълумотларни, эшитган маърузаларни тизимлаштиришни таъминлайди; олинган маълумотни тасдиқлаш, аниқлаш, четга чиқиш, кузатиш. Аввал ўзлаштирган маълумотларни боғлаш қобилиятини шакллантиришга ёрдам беради

Инсерт жадвалини тўлдириш қондаси билан танишадилар. Алоҳида ўзлари тўлдирадилар

Ўқиш жараёнида олинган маълумотларни алоҳида ўзлари тизимлаштирадилар - жадвал устунларига “киритадилар” матнда белгиланган қуйидаги белгиларга мувофиқ:
“V” - мен билган маълумотларга мос;
“-“ - мен билган маълумотларга зид;
“+” - мен учун янги маълумот;
“?” - мен учун тушунарсиз ёки маълумотни аниқлаш, тўлдириш талаб этилади

8-илова

Инсерт

- V - биламан
- (-) - тўғри келмади
- (+) - янги ахборот
- (?) - тушунмадим

| V | + | - | ? |
|---|---|---|---|
| | | | |

9-илова

Б/БХ/Б ЖАДВАЛИ

Б/БХ/Б ЖАДВАЛИ-
 Биламан/ Билишни
 хоҳлайман/ Билиб олдим.
 Мавзу, матн, бўлим
 бўйича изланувчиликни
 олиб бориш имконини
 беради.
 Тизимли фикрлаш,
 тузилмага келтириш,
 таҳлил қилиш
 кўникмаларини
 ривожлантиради.

Жадвални тузиш қoidаси билан
 танишадилар. Алоҳида /кичик
 гуруҳларда жадвални
 расмийлаштирадилар.

“Мавзу бўйича нималарни биласиз” ва
 “Нимани билишни хоҳлайсиз” деган
 саволларга жавоб берадилар (олдиндаги
 иш учун йўналтирувчи асос яратилади).
 Жадвалнинг 1 ва 2 бўлимларини
 тўлдирадилар.

Маърузани тинглайдилар, мустақил
 ўқийдилар.

Мустақил/кичик гуруҳларда
 жадвалнинг 3 бўлимни
 тўлдирадилар

10-илова

Б/БХ/Б ЖАДВАЛИ

| Биламан | Билишни хоҳлайман | Билиб олдим |
|---------|----------------------|-------------|
| | | |

16

11-илова

Т – жадвал

Т – жадвал
- бита концепция
(маълумот)нинг жиҳати
ўзаро солиштириш ёки
уларни (ха/йўқ, ҳа/қарши)
учун.
Танқидий мушоҳада
ривожлантиради

Т – жадвал қоидалари танишилади.
Якка тартибда расмийлаштирилади

Ажратилган вақт оралиғида тартибда
(жуфтликда) тўлдиради, унинг чап
томонига сабаблари ёзилади, ўнг
томонига эса чап томонда ифода
қарама – қарши ғоялар, омиллар ва
шу кабилар.

Жадваллар жуфтликда (гурӯҳда)
таққосланиши тўлдирилиши

Барча ўқув гурӯҳи ягона Т – тузади.

T- ЖАДВАЛ «Тест назорати» Ютуғи Камчилиги

- | Ютуғи | Камчилиги |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Ватқни тежалиши • Фронтал ҳолда иш олиб бориш имкони • Мантқий фикрни ривожлантириш. • Баҳолаш қулай | <ul style="list-style-type: none"> • Нутқнинг ривожлан-маслиги. • Мулоқотнинг йўқлиги. • Ҳамкорликда фао-лиятнинг йўқлиги. • Педагогик муно-сабатнинг йўқлиги. |

13-илова

ВЕНН ДИАГРАММАСИ

ВЕНН ДИАГРАММАСИ - 2 ва 3 жиҳатларни ҳамда умумий томонларини солиштириш ёки таққослаш ёки қарама-қарши қўйиш учун қўлланилади.
Тизимли фикрлаш, солиштириш, таққослаш, таҳлил қилиш қўникмаларини ривожлантиради.

Венн диаграммасини тузиш қоида-си билан танишадилар. Алоҳида кичик гуруҳларда Венн диаграммасини тузадилар ва кесишмайдиган жойларни (x) тўлдирадилар

Жуфтликларга бирлашадилар, ўзларининг диаграммаларини таққослайдилар ва тўлдирадилар

Доираларни кесишувчи жойида, икки-уч доиралар учун умумий бўлган, маълумотлар рўйхатини тузади.

«Венн» диаграммаси

- 2 объектни, тушунчани, ғояни, ҳодисани таққослаш фаолиятини ташкил этиш жараёнида ишлатилади .

15-илова

“Нима учун” схемаси

“Нима учун” схемасини тузиш қондаси билан танишадилар. Алоҳида/кичик гуруҳларда муаммони ифодалядилар. “Нима учун” сўроғини берадилар ва чизадилар, шу саволга жавоб ёздадилар. Бу жараён муаммонинг дастлабки сабаби аниқланмағунича давом этади.

“Нима учун” схемаси-
муаммонинг дастлабки сабабларини аниқлаш бўйича фикрлар занжири.
Тизимли, ижодий, таҳлилий фикрлашни ривожлантиради ва фаоллаштиради.

Кичик гуруҳларга бирлашадилар, таққослядилар, ўзларининг чизмларини тўлдирадилар. Умумий чизмага келтирадилар.

Иш натижаларининг тақдироти

III. НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАР

1-мавзу: Квант оптикаси усуллари ва асосий йўналишлари. Лазер физикаси ва фотоника асослари.

РЕЖА:

1. Квант оптикаси усуллари ва асосий йўналишлари. Лазер физикаси ва фотоника асослари.
2. Лазер физикаси. Фотоника асослари.

Таянч иборалар: ахборот, хабар, фотон, сигнал, ахборот, лазер, фотоника, актив мухит, оптик резонатор, квант технология.

Ахборот назариясида сигнал энг асосий тушунча ҳисобланади. Бошқа фундаментал тушунчалар каби у формал таҳрифларга тушмайди. Вазиятга боғлиқ равишда **сигнал** қандайдир воқелик, объект ҳолати ҳақида хабарни элтувчи белги, физик жараён ёки ҳодиса шунингдек, бошқариш системасидаги узатилаётган буйруқлар сифатида қаралади. Бу мавзуда сигналларнинг асосий хоссалари, уларни узатиш ва қайта ишлаш принципларига оид қизиқарли технологиялар билан танишамиз.

Инсон жамияти доимо ўзгариб турадиган ва тўлдириладиган ахборот дунёсида яшайди. Инсон нимани кўради, эшитади, эслайди, билади, бошдан кечиради, булар ҳар хил маълумот шакллари.

Шунинг учун, кенг маҳнода, **ахборот**ни атрофимиздаги дунё ҳақида маълумот тўплами сифатида аниқлаш мумкин. Бу тушунишда ахборот илмий-техник тараққиёт ва жамиятнинг ижтимоий-иқтисодий ривожланишининг муҳим манбаи бўлиб, материя ва энергия билан бир қаторда фаннинг фундаментал фалсафий тоифаларига киради.

"Ахборот" тушунчалари (лотинча. *informatio* - тушунтириш, тақдим этиш) ва "хабар" энди чамбарчас боғлиқдир. Маҳнога яқин бўлган бу тушунчалар мураккаб ва содда тушунчалар орқали аниқ таҳриф бериш осон эмас.

Ахборот - бу ҳар қандай воқеа, ҳодиса ёки объектлар ҳақидаги

маълумотлар ёки маълумотлар тўплами, яъни атрофимиздаги дунё ҳақидаги билимлар тўплами.

Ахборотни узатиш ва сақлаш турли хил **белгилар (символлар)** ёрдамида амалга оширилади, бу уларни бирон-бир шаклда тақдим этишга имкон беради.

Хабар бу маълум бир маълумотларни акс эттирадиган белгилар тўпамидир. Хабарларни (ва шунга мос равишда маълумотни) масофадан узатиш ҳар қандай моддий восита, масалан, қоғоз ёки магнит лента ёки жисмоний жараён, масалан, товуш ёки электромагнит тўлқинлар, оқим ва бошқалар ёрдамида амалга оширилади.

Сигнал бу узатилган хабарни акс эттирадиган (олиб борадиган) жисмоний жараён. Ҳозирги вақтда сигнал сифатида асосан электр ва оптик сигналлари ишлатилади. Электроникада сигнал компьютернинг рақамли импульсларидан тортиб ВҲФ радио тўлқинлари томонидан бошқариладиган импульсларга қадар бўлган ҳамма нарса бўлиши мумкин. Сигнал ўз вақтида хабарни узатади (кенгайтиради), яъни ҳар доим вақт функцияси. Сигналлар узатилаётган хабарга мувофиқ жисмоний муҳитнинг маълум параметрларини ўзгартириш орқали ҳосил бўлади.

Хабарлар вақт функциялари бўлиши мумкин, масалан, телефон суҳбатларини узатиш пайтида нутқ, телеметрик маълумотларни узатиш пайтида ҳарорат ёки босим, телевизорда узатиш пайтида ишлаш ва бошқалар. Бошқа ҳолларда, хабар вақт вазифаси эмас (масалан, телеграмма матни, ҳаракатсиз расм ва бошқалар).

Хабарни сигнал вақт бўйича юборади. Шунинг учун, хаттоки хабар бўлмаса ҳам (масалан, ҳаракатсиз расм), сигнал ҳар доим **вақт функциясидир.**

Дискрет ёки дискрет даражадаги (амплитуда) сигнал бу катталиқдаги (амплитуда) фақат маълум дискрет қийматларни қабул қиладиган сигналдир.

Узлуксиз ёки аналог сигнал бу маълум бир қиймат оралиғидаги ҳар қандай қийматларни қабул қилиши мумкин бўлган сигналдир.

Вақтни ажратувчи сигнал бу фақат маълум бир вақтнинг ўзида берилган сигналдир.

Вақт бўйича узлуксиз сигнал бу бутун вақт ўқида аниқланган сигналдир.

Масалан, нутқ бу даража ва вақт ичида узлуксиз бўлган хабардир ва ҳар 5 дақиқада унинг қийматларини кўрсатадиган ҳарорат сенсори узлуксиз катталиқдаги, аммо вақт ўтиши билан узатиладиган хабарларнинг манбаи бўлиб хизмат қилади.

Лазер физикаси асослари

Лазер (инглизча "laser") сўзи "Light amplification by stimulated emission of radiation" сўзларининг бош ҳарфларидан тузилган бўлиб, "Мажбурий нурланиш туфайли ёруғликнинг кучайиши" маъносини англатади. Лазер нурлари ультрабинафша инфрақизил ва кўзга кўринадиган диапазондаги электромагнит тўлқинлар ҳисобланади. Бу тўлқинлар атом ва молекулаларнинг мажбурий (стимулланган) нурланишига асосланиб ҳосил қилинади. Бундай нурланиш ҳосил қилувчи қурилманилазер ёки оптик квант генератор (ОКГ) дейилади.

Лазер нурининг муҳит билан ўзаро физик таъсирининг ривожланиши ҳамда лазерларнинг саноатдаги ишлаб чиқарилиши лазерни оддий асбобдан ҳар хил технологик жараёнларни ўтказиш қурилмасига (инструментига) айлантирди. Технологлар томонидан лазерга қизиқиш лазер нурланишнинг ғайри оддий характеристикалари билан боғлиқдир. Ёруғликнинг монохроматик дастасини олиш эҳтимоллиги лазерни алоқа масалаларини ечишда, метеорология ва медицинада алмаштириб бўлмайдиган нурланиш манбасига айлантирилди.

Лазер (дастасининг) нурининг юқори жадаллиги ва монохроматиклиги газли муҳитлар ва моддаларга таосир ўтказиш имконини беради. У эса лазерлардан изотопларни бўлиш, химиявий реакцияларни ўтказиш ва ҳар хил биологик объектларга мақсадли ҳолда таосир ўтказиш имкониятини яратди. Энергия оқими зичлигининг юқорилиги ва қувватнинг юқори даражадалиги

термик технологик жараёнларда лазер нури (уникал) юқори даражадаги такомиллашган қурилмага айлантиради. Лазер нури узлуксиз доимий амплитудали, импульсли ва юқори қувватга эга бўлиши мумкин[2-5].

Кўпгина қурилмаларда лазердан бошқа манба орқали нурланишни кучайтиргич сифатида фойдаланилади. Кучайтирилган сигнал бошланьич сигнал билан тўлқин узунлиги, фазаси ва қутбланиши билан мос келади. Бу оптик қурилмаларда жуда муҳим ҳисобланади. Ёруғликнинг оддий манбалари нурни турли йўналишларда кенг диапазон бўйлаб сочади. Бундан ташқари лазер бўлмаган манбаларнинг нурланиши одатда муҳим қутбланишга эга бўлмайди.

Аксинча, лазер нурланиши монохроматик ва когерент бўлиб, доимий тўлқин узунлиги ва аниқ фазага шунингдек маолум қутбланишга эга. Когерент бўлмаган манбалардагига қарама-қарши равишда квант генераторнинг бир-биридан микроскопик масофаларда бўлган қисмларидан чиқаётган электромагнитик тўлқинлар ўзаро когерент бўлади. Бу жиҳатдан квант генераторлари когерент радио тўлқинлари манбаларига ўхшаш бўлади.

Нурланишнинг когерентлиги оптик квант генераторларининг қарийб ҳамма хусусиятларида кўринади. Нурланишнинг тўла энергияси бундан истисно бўлади, чунки бу энергия когерент бўлмаган манбалардаги каби даставвал узатилаётган энергияга боғлиқ бўлади. Лазерларнинг нурланиши когерентлиги билан боғланган ажойиб хусусияти шундан иборатки, энергия вақт давомида, спектрда, фазода тарқалиш йўналишлари бўйича концентрацияланади.

Баъзи квант генераторларининг нурланиши юқори даражада монохроматик бўлади. Бошқа лазерлар давом этиш вақти 10-12 с га тенг бўлган жуда қисқа импульслар чиқаради, шунинг учун бундай нурланишнинг оний қуввати жуда катта бўлиши мумкин.

1939 йилда В.А.Фабрикант биринчи марта ёруликни кучайтирадиган муҳит ҳосил қилиш мумкинлигини ва шу муҳитда нур мажбурий нурланиш ҳисобига кучайтирилиши ғоясини олға сурди. 1953 йилда И.Г.Басов билан

А.М.Прохоровлар, АҚШ дан Ч.Таунс билан Веберлар томонидан сантиметр тўлқин узунлигидаги электромагнит тўлқинларни кучайтирадиган молекуляр генераторлар ясалди, бу генераторлар мазерлар деб аталади. 1960 йилда эса Т. Мейман томонидан қаттиқ жисмли, оптик диапазонида ($\lambda=6943\text{Å}$) ишлайдиган оптик генератор ясалди. Бундай генераторларни лазерлар деб аталади [3].

Нурни кучайтирадиган актив мухитнинг типига қараб лазерлар - қаттиқ жисмли, газли, яримўтказгичли ва суюқликли лазерларга бўлинади. Янада аниқроқ айтганда лазерларнинг турларини синфлашда мажбурий йиғиш усули ҳам муҳим рол ўйнайди. Мажбурий йиғиш усуллари - оптик, иссиқлик, кимёвий, электроионизацион ва бошқа усуллардан иборат бўлади.

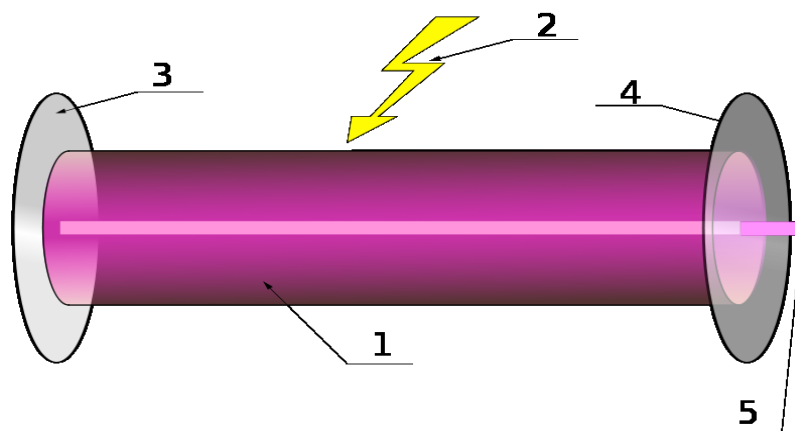
Бундан ташқари генерациялаш тури узлуксиз ёки импульсли бўлиши мумкин. Лазерлар учта асосий қисмдан иборат бўлади:

Актив мухит - метастабил ҳолатга эга бўлган модда.

Мажбурий йиғиш (оптик накачка) системаси - актив мухитда инверсияли жойлашиш ҳолатини ҳосил қиладиган қурилмалар. Инверсияли жойлашиш ҳолати деб асосий ҳолатдаги атомлар сонига нисбатан уйғонган ҳолатдаги атомлар сонининг кўп бўлишига айтилади.

Оптик резонатор - лазер нурланишини шакллантирувчи қурилма.

Қуйида лазер қурилмаси схемаси келтирилган:



1.1-расм. Лазер қурилмаси схемаси: 1 — фаол мухит, 2 — лазерни дамлаш энергияси, 3 — ношаффоф кўзгу, 4 — ярим шаффоф кўзгу, 5 —

лазер нури.

Мухитга тушган ω частотали нур, модда атомларидан бирининг

$$\omega = (E_n - E_m) / \hbar$$

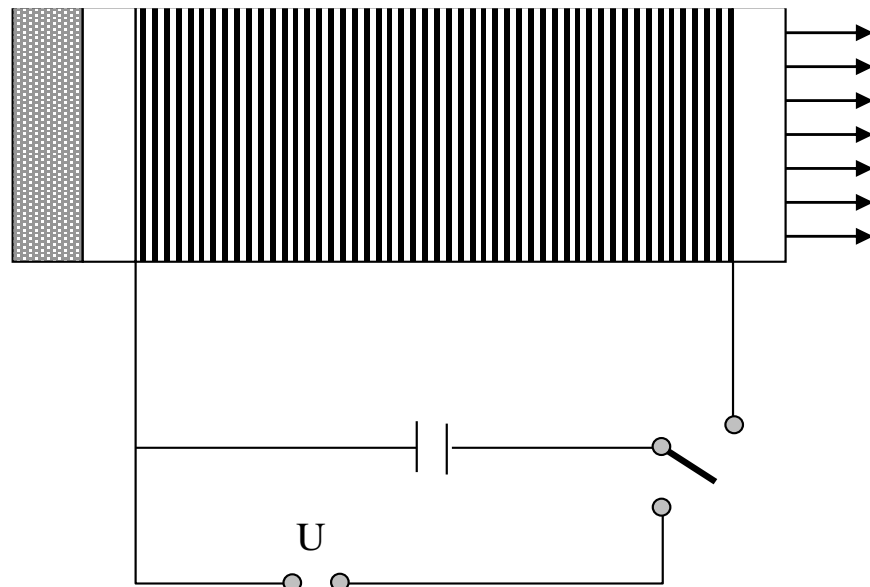
частотасига мос келса, бу ҳолда атом $E_m \rightarrow E_n$ ҳолатга ўца, бу мажбурий ўтишда у нйрни ютади. ($E_n > E_m$), агар $E_n \rightarrow E_m$ ўтиш содир бўлса, у ҳолда тушаётган нурнинг интенсивлиги мухитдан ўтишда кучаяди.

Мухит орқали ўтган нурнинг интенсивлиги Бугер қонунига асосан аниқланади:

$$I = I_0 e^{-\mu X}$$

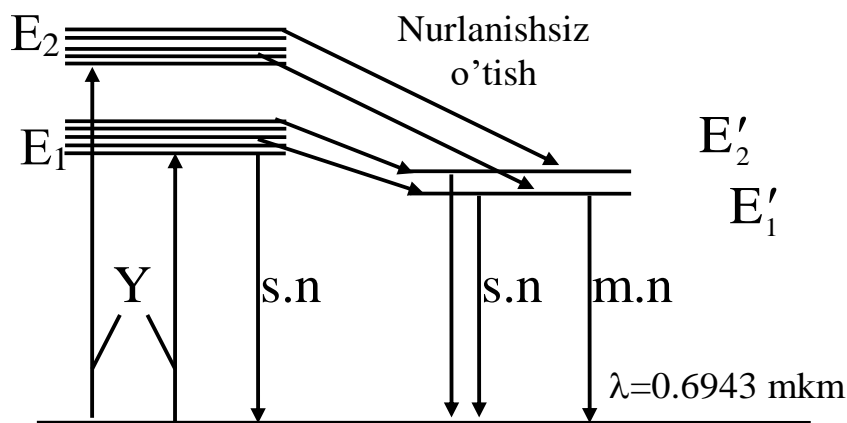
бунда, $\mu > 0$ бўлса, нур мухитда ютилади, $\mu < 0$ бўлса, нур мухитдан ўтишда кучаяди. Квант генераторида $\mu < 0$ ҳолат вужудга келтирилади.

Т.Мейман ясаган биринчи қаттиқ жисмли мухитга эга бўлган лазер билан танишайлик. Кучайтиргич сифатида алюминий оксиди Al_2O_3 олинган бўлиб (рубин ёки қизил ёқут) кристалл панжарасининг баози тугунларида уч валентли Cr^{3+} (0,005%-хром) жойлашган. Бу қизил ёқутнинг узунлиги 5 см, диаметри эса 1 см бўлган стержен кўринишидадир. Унинг асослари ўзаро параллел ва жуда яхши силлиқланган. Стерженнинг бир томони нур ўтказмайдиган кумуш қатлами билан қопланган, иккинчи томони ҳам худди шундай кумуш билан қопланган бўлиб, бу томон фақат 8 % нурни ўтказди, холос. Қурилманинг схемаси 1.2 - расмда келтирилган [6-7].



1.2-rasm

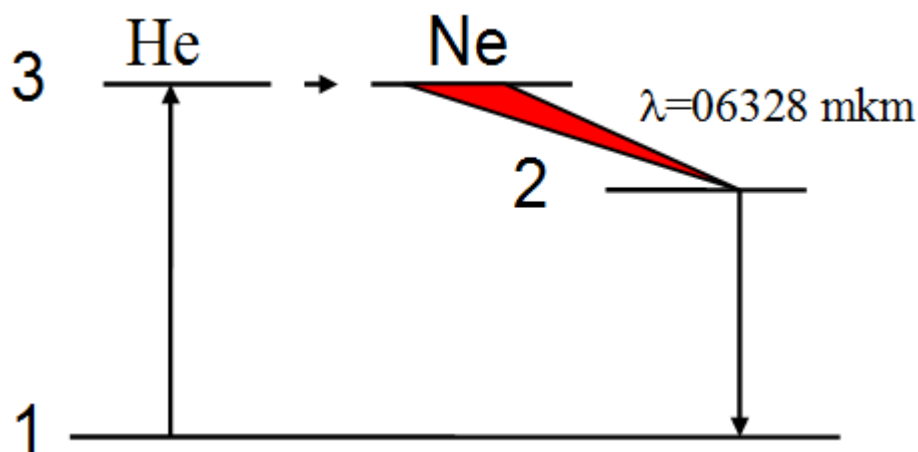
Ўтиш жараёни эса куйидагича: нурланиш ёқут таркибидаги хром ионларини E_0 асосий энергетик сатҳдан E_1 ва E_2 уйғонган энергетик сатҳларга кўтаради (1.3 - расм). Бу уйғонган сатҳларнинг яшаш давомийлиги анча кичик ($\tau \sim 10^{-7}$ с). Улардан нурланишсиз E'_1 ва E'_2 сатҳларга ўтиш содир бўлади. Бир-бирига яқин жойлашган бу сатҳларнинг яшаш давомийлиги анчагина катта $\tau = 5 \cdot 10^{-3}$ с. Бундай сатҳларни метастабил сатҳлар дейилади. Метастабил сатҳлардаги ионларнинг бироз спонтан нурланиши ҳам содир бўлади. Кристалл ўқи бўйлаб ҳаракатланаётган фотонлар қайтарувчи асослардан кўп марта қайтади, бу ҳаракат давомида кўп сонли мажбурий нурланишлар вужудга келади. Натижада фотонларнинг кучли оқими кристаллнинг шаффоф томонидаги асоси орқали ташқарига чиқади. Шундан сўнг ташқи манбаидан яна энергия олинади ва жараёнлар баён қилинган кетма-кетликда такрорланаверади.



1.3-rasm

Метастабил сатҳда йиғилган энергия шу жисмнинг ўзида спонтан нурланиш сифатида ажралиб чиқади, яъни лазер генератор вазифасини бажаради. Шунинг учун лазерни *квант генератори* деб аталади. Агар метастабил сатҳдаги мажбурий нурланиш ташқи таосир туфайли вужудга келса, лазер кириш сигналинини кучайтирган бўлади. Бундай лазерни квант кучайтиргич дейилади.

Биринчи газли лазер 1961 йилда неон ва гелий газининг аралашмаси асосида яратилди. Маълумки газлар ингичка ютилиш чизиқларига эга бўлгани учун газли лазерларда мажбурий йиғиш электр разряди орқали амалга оширилади. Гелий - неонли лазерда мажбурий йиғиш икки босқичда амалга оширилади: гелий энергия ташувчи вазифасини бажарса, неон нурланиш ҳосил қилади; газ разрядида ҳосил бўлган электронлар тўқнашиши натижасида гелий атомини уйғотади ва 3 - ҳолатга ўтади (1.4-расм). Уйғонган гелий атоми неон атомлари билан тўқнашиб, уларни уйғотади ва улар гелий сатҳига яқин бўлган неоннинг юқори сатҳларидан бирига ўтади. Неон атомларининг 3-сатҳдан қуйи сатҳлардан бирига ўтиши $\lambda = 0,6328 \text{ мкм}$. ли тўлқин узунлиқдаги лазер нурланишини вужудга келтиради.



1.4-расм.

Лазер нурлари қуйидаги хоссаларга эга:

- 1) Улар юқори даражада когерент ва дастаси эса ниҳоятда ингичка.
- 2) Ўта монохроматик ($\Delta\lambda < 16-16\text{мкм}$).
- 3) Катта қувватли: масалан, $W=20$ Ж энергия билан мажбурий йиғиш (оптик накачка) ва 16-3 с нурлантирилса, нурланиш оқими $\Phi=2 \cdot 10^{-4}$ Ж/с, $P=2.1616$ Вт/м².
- 4) Тарқалиш бурчаги (ингичка) жуда кичик.

Ҳозирги пайтда ф.и.к. 0,01 % — 75 % бўлган лазерлар мавжуд. Лекин кўпчилик лазерларнинг ф.и.к.и 0,1 - 1% ораликда бўлади. Уй температурасида узлуксиз ишлайдиган қувватли CO₂ лазер яратилди. Бу лазер тўлқин узунлиги $\lambda=16,6$ мкм бўлган инфрақизил электромагнит тўлқинларни ишлаб чиқаради [7-9]. Унинг ф.и.к. 30% дан юқоридир. Лазер нурлардан металлларни кесишда, пайвандлашда, буюмлардаги нуқсонларни аниқлашда, медисинада нозик операсияларни бажаришда, ниҳоятда тоза материаллар олишда, ўлчаш техникасида, алоқада ҳам кенг фойдаланилади.

Лазерни фаол муҳитлари

Лазерлар учун фаол элементлар сифатида ҳозирги вақтда жуда кўп моддалардан фойдаланилади. Лазерлар фаол муҳити бўйича тўрт хил гуруҳга бўлинади:

- қаттиқ жисмли лазерлар (фаоллашган ойнада кристалларнинг ионларида, кам учрайдиган фаоллашган элементлар),

- газли лазерлар (атомли, молекуляр, газодинамик, ионли, метал буъланишли, кимёвий плазмали ва шу кабилар),
- суюқликли лазерлар (ноорганик ва органик бирикмалар аралашмасида),
- яримўтказгичли лазерлар (инжекцион, гетероструктурали, тақсимланган тескари алоқали ва бошқалар).

Фаол муҳитда жойлашган инверсиясини ҳосил қилиш мақсадида турли хил фаоллаштириш усуллари ишлатилади. Мана шу белги бўйича лазерларни оптик, кимёвий, электрон, рентген нурли, плазмали шнурли, ядровий ва бошқа турдаги дамлашлиларга ажратиш мумкин. Дамлаш ёрдамида фаоллашиш жараёнида моддада фаол лазер муҳити ҳосил қилиш ва бу муҳит лазер ўтишлар частотасида электромагнит нурланиш қобилияти мавжуд бўлганда лазер модда деб номланади. Ҳар қандай лазернинг асосини актив элемент ташкил этади – қандайдир қаттиқ, суюқ ёки газсимон муҳит бўлади. Бунда ўзаро таъсирлашиш натижасида махсус танланган атом, ион ёки молекулаларни ўзида жамлаган муҳитда дамлаш йўли билан лазер нурланиши натижасида рўй беради. Шу атом, ион ва молекулаларни фаол марказ (фаоллаштиргич)лар деб номланилади [15-16].

Уларнинг 1см^3 фаол муҳитидаги миқдори (бандлиги) нисбатан кичик бўлади:

қаттиқ ва суюқ жисмларда тахминан 10^{19} - 10^{20} , газсимонларда - 10^{15} - 10^{17} га тенг. Кристалл ионлари ва лазер ойналари, активацион кам учрайдиган элементлар. Фаол модда икки ташкил этувчидан иборат: матрица (кристалл ёки ойналар асослари) ва унда тенг тақсимланган фаоллаштиргичлар. Кристалл асосдаги фаоллаштиргич ионлари изоморф жойлашган ионлар ҳолатида жойлашади. Шунинг учун фаоллаштиргич ионлар радиуси матрицадаги алмаштирилган ион радиуси билан мос тушади. Бу матрицанинг ман этилган зонасида энергетик сатҳлар пайдо бўлишига олиб келади.

Кристаллдаги энергетик сатҳлар стуктураси фаоллаштиргич билан

белгиланади, атом, фаол муҳит энергетик спектрида селектив ютилиш ва спонтан люминесценция соҳасида ҳосил бўлади. Фаоллаштиргич ва кристалл реметкасининг электромагнит майдон орасида ўзаро таъсирлашиш натижасида энергетик сатҳларнинг маълум силжиши, кенгайиши кузатилади. Фаоллаштиргич атомларининг бир-бири билан ва реметкадаги иссиқлик тебранишлари магнит ўзаро таъсирлашиши фаол муҳитнинг энергетик спектри ўзгаришига олиб келади.

Фаоллаштиргич атомининг ютилиш оралиғи ва катта яшаш вақти метастабил сатҳга эга бўлиши шарт. Матрица материали оптик шаффоф, катта қаттиқлик, иссиқлик ўтказувчанлик, термик ва кийвий бардошлик хусусияти бўлиши талаб этилади.

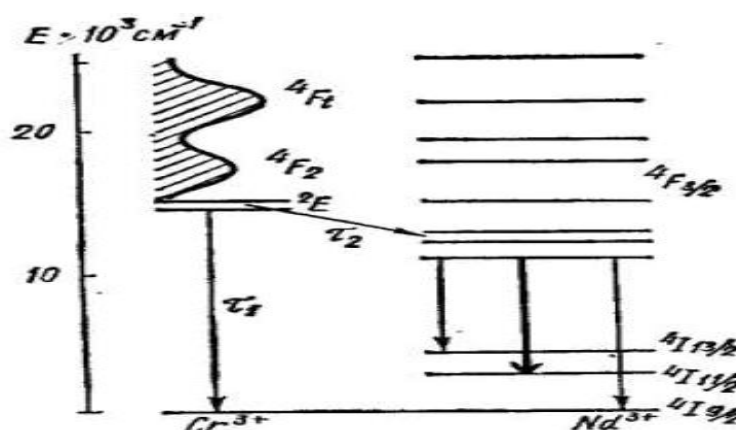
Ионли кристаллар орасида хром билан фаоллаштирилган ёкут, α - корунд (α Al_2O_3) ва сўнг неодим, хром билан фаоллаштирилган, жойлашган иттрий – алюминийли гранит (YAG) $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:(\text{Nd}^{3+}, \text{Cr}^{3+})$ қиймат ҳамда тарқалиш бўйича лазерли материаллардан фойдаланилади. Гранит фаоллаштиргичлар сифатида кам учрайдиган Ho^{3+} , Er^{3+} , Yb^{3+} элементлар бўлиши мумкин.

Кристалл структураси ҳажмий – марказлашган кубли реметкага эга ва умуман 4-сатҳли энергетик спектр орқали ифодаланади. Nd^{3+} , Cr^{3+} ионлари билан фаоллаштирилган YAG яхши иссиқлик ўтказувчанликка (12,6 Вт/мк), қаттиқлик (8,5), яхши оптик хусусиятлари: синдириш кўрсаткичи $n=1,823$; $\lambda_0=1,065$ мкм- параметрга эга ноёб лазер муҳити ҳисобланади. Бундан ташқари, YAG узлуксиз режимда ишлаганда қувват қаттиқ фаол муҳит ҳисобланади ва унда қувват 1кВт дан ортиқ қийматга эришилаган [17].

Гранатда Nd^{3+} ионлар ютилиши оралиғи 4500дан $\sim 25000\text{см}^{-1}$ гача жойлашган ва бу $\lambda_T \sim 0,4 \dots 0,88$ мкм тўлқин узунлигидаги катакчага мос елади. Бунда 3 хил нурланишли ўтишлар $4\text{F}_3/2$, $4\text{F}_3/2 \rightarrow 4\text{I}_13/2$ (1,34мкм); $4\text{F}_3 \rightarrow 4\text{I}_11/2$ (1,06мкм); $4\text{F}_3/2 \rightarrow 4\text{I}_13/2$ (0,94 мкм) да бир бири ўзаро боғлиқ одисалардир. Улар орасида, асосийси сифатида энг қувватли квант ўтишлар $4\text{F}_3/2 \rightarrow 4\text{I}_11/2$ (1.7-расм).

Метастабил ҳолат Nd^{3+} нинг 3% қийматида яшаш вақти тахминан 200мкмни ташкил этади. Ютилишга мўлжалланган сатҳларнинг асосий қисми ЯГ : d^{3+} : Cr^{3+} ни асосда лазер ишини таҳминлайди ва ишлаши импульсли ва узлуксиз режимда амалга оширилади.

Юқорида асосийга нисбатан ойлашган 2E сатҳ $4I_3/2$ га мос келиб 2000 см⁻¹ га тенг – бу фаоллашиш кичик чегараси ҳисобланади (у тахминан 10 Дж·см⁻³ га тенг). Оптик дамлаш самарадорлигини янада ошириш мақсадида гранатнинг кристалл рететкасига Cr^{3+} ионларини киритилади. Аммо, ЯГ қиммат лазер материали бўлиб, умумий узунлигини 12 см дан ортиқ ўстиришга эришилмади. Стерженларнинг одатий ўлчовлари: $l=3...8$, $d=0,3...0,5$ см.



(1.5-расм)

Учинчи лазер материал – лазерли ойналар ҳисобланади. Буларда фаоллаштиргич ионлари (Nd^{3+} , Er^{3+} , Yb^{3+}) ойнанинг таркибий исмларига киритилади ва бу нокристалл матрицани ўхшатади. Ойна аморф, ноорганик, термопласт материал шаклида бўлади. Бундай ойнанинг технологик, оптик ва иқтисодий нуқтаи назардан синтетик кристаллар олдида маълум қулайликларни яратиб беради: белгиланган лт қайта хусусиятини тиклаш имконини берувчи фаол лазер қисмларини оммавий ишлаб чиқариш; фаол элементларни ихтиёрий ўлчовда тайёрлаш технологияси осонлиги

($\sim 10 \times 20 \times 150 \text{ см}^3$) ва бунда юқори оптик хусусиятлар сақланади ($\lambda_0 = 1,06 \text{ мкм}$; $m=1,518$).

Лазер ойналарининг камчилиги ҳам мавжуд: кичик иссиқлик ўтказувчанлик [126...252 Вт/(м·К)] ва юқори термик кенгайиш коэффициенти ($80 \dots 120 \cdot 10^{-7} \text{ К}^{-1}$); тиниқликнинг чегараланган соҳаси ($0,25 \dots 4,5 \text{ мкм}$). энг катта квант чиқиш ($\eta \sim 0,42 \dots 0,78$) люминесценция муддати узоклиги ($200 \dots 600 \text{ мкс}$) ва спектроскопия хусусиятларга $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Ba}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ли таркибли боросиликат ойналарда эришилган [18-20].

Суюқ фаол муҳитлар қаттиқ фаол моддалар олдида сезиларли фарқларга эгадирлар, чунки улар ёрдамида ихтиёрий ҳажм ва конфигурацияли фаол элементни тайёрлаш мумкин. Суюқ фаол моддалар тайёрланиши арзон ва осон, нурланиш йўқотилиши уларда жуда ҳам кам. Иссиқлик олиб кетиш муаммоси шу суюқлик айланиш тизими орқали амалга оширилади. Турли бўёқлар қўшилган суюқлик лазерлар тайёрланган ва фойдаланилмоқда – родамин 6Г ($\lambda_0 = 0,55 \text{ мкм}$).

Саноат томонидан ноорганик суюқ фаол муҳитлар чиқарилмоқда:

$\text{Eu}^{3+} (\text{BA})_4 \text{Na}^+$ ($\lambda_0 = 0,61 \text{ мкм}$) ; Nd^{3+} - SeOCl_2 - SnCl_4 - SbCl_5 ($\lambda_0=1,05 \text{ мкм}$). Суюқ муҳитлар частоталарни силлиқ силжитиш, генерация кичик спектри ($\sim 0,01 \text{ нм}$)га эга бўлган ҳолда чекланмаган чиқиш қувватга эришиш имконини беради ($50 \dots 220 \text{ МВт}$).

Газли фаол муҳитнинг қаттиқ ва суюқ фаол муҳитлар олдидаги асосий ютуви шуки, унинг ёрдамида юқори монохраматик, стабил ва бир йўналишли когерент лазер нурланиш олиш имконини беради ($\sim 1 \dots 5$). Газли фазадаги фаол муҳит хусусияти шундан иборатки, муҳит оптик бир хил, бу ўз навбатида резонаторларнинг катта узунликда тайёрлаш ва натижада юқори йўналганлигига ҳамда монохраматик нурланишни ҳосил қилиши иложи пайдо бўлади.

Бу каби муҳитнинг бошқа хусусияти шуки, унинг кичик зичлиги, бу эса фаол марказларнинг энергетик спектри (атом, ион, молекулалар) бошқа қўшни фаол марказлар томонидан ўзгармайди. Шунинг учун газларда

энергетик спектрлар анча тор бўлади. Натижада лазер нурланиши энергиясини бир нечта ёки 1 бод кенгликда бўлиши мумкин. Газли лазерларда маълум фаол моддалар танланиши ҳолатида спектрнинг ихтиё*рий қисмида генерацияни амалга ошириш мумкин – ултарбинафшадан ($\sim 0,2$ мкм) то узоқ инфрақизил ($\sim 0,45$ мкм) гача.

Газли фаол муҳитнинг катта ютуви шуки, улар узлуксиз ва спонтан режимида ишлай олиш қобилияти ҳисобланади, нурланиш қуввати диопазони катта ҳам (10кВт дан 100кВт гача) ҳамда ФИК (0,015...25 %) кўрсаткични ташкил этиди.

Ионли лазерда фаол муҳит сифатида инерт газ аргон-ИИ ($\lambda_0 \sim 0,48$ мкм), криптон ($\lambda_0 \sim 0,56$ мкм), неон ($\lambda_0 \sim 0,23; 0,33$ мкм), турли кимёвий элементлар (кадмий, цирк, ёд, $\lambda_0=1,01$ мкм), фосфор ионлари ($\lambda_0 \sim 2,8$ мкм), сақич ($\lambda_0 \sim 0,53$ мкм), хром ($\lambda_0 \sim 0,7$ мкм), бром ($\lambda_0 \sim 2,8$ мкм) ва бошқа элементлар буълари бўлиши мумкин. Молекуляр лазерларда энг кўп тарқалган фаол муҳитлар айланма ва тебранма ҳолат энергиясидан фойдаланилади. Улар қаторига азот, кальций карбонат газли ($\lambda_0 \sim 10,6$ мкм) азот ва гелий аралашмаси киритилиши мумкин [20-22].

Яримўтказгичли фаол муҳитлар, айниқса, жуда катта фаоллаштиргич концентрациясига ($\sim 10^{22}$ см³) эгадир. Бундай ҳолат узлуксиз ва импульсли тарзда нурланиш қувватини 0,5МВт дан 10Вт гача ҳамда ФИК юқори бўлганда ($\sim 15...45\%$) кўрсаткичларга эришиш имконини беради. Бу турдаги фаол муҳитларнинг муҳим ютуви электр инъексиясида токни тўғри лазер нурланишига айлантириши ва резонатор ички модуляцияси осонлиги ҳисобланади, камчилиги – ҳосил қилинган нурланиш катта ёйилиши (5...30) бўлади.

Ҳозирги вақтда жуда кўп сонли яримўтказгичли лазер материаллар яратилган: ZnO ($\lambda_0 = 0,38$ мкм), CdS ($\lambda_0=0,5$ мкм), CdSe ($\lambda_0 =0,58$ мкм), InSb ($\lambda_0 = 3,1$ мкм), PbS ($\lambda_0 = 4,27$ мкм) ва бошқалар. Аммо, саноат томонидан энг кўп ишлатиладиган ва тарқалган яримўтказгичли материал галлий арсенид GaAs ва гетереструктура Ga_xAl_{1-x}As ($\lambda_0 \sim 0,8...0,94$ мкм)

саналади. Яримўтказгичнинг электрон – ковак ўтказувчанлик заряд ташувчиларнинг кичик миқдорда мавжудлиги билан ифодаланади. Улар дамлаш таъсирида ҳаракатланиб $p - n$ ўтишда фотонлар оқимини фаоллаштиради ва бу жараён $\sim 1 \mu\text{м}$ фаол соҳада рўй беради

ТИББИЁТ

■ CO₂ ЛАЗЕР



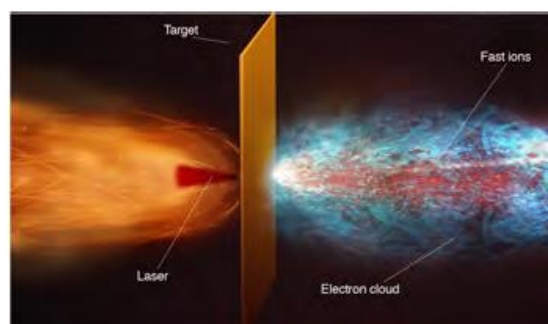
ОПТИК ТАШУВЧИЛАРНИНГ МАЪЛУМОТЛАРИНИ ЁЗИШ

- CD, DVD, BD
- MD, MO



CO₂ ЛАЗЕР**ҚАЙТА ИШЛАШ****Laser-plasma acceleration of ions (2000–)**

Clark et al, PRL **84** (2000) 670
 Maksimchuk et al, *ibid.* 4108
 Snavely et al, PRL **85** (2000) 2945



State of the art (2013):

- up to ≈ 70 MeV protons observed
- $> 10^{13}$ protons, $> 10^{11}$ C ions accelerated in single shots (as charge neutralized bunches)
- very low emittance measured ($< 0.1\pi$ mm mrad)
- proofs-of-principle of spectral manipulation and beam focusing

Фотоника асослари

Замонавий квант оптика (фотоника) ёруғликнинг квант табиатини ҳисобга олган ҳолда материя билан ўзаро таъсирини ўрганади. Фотон аслида электроннинг аналогидир, электронлар ўрнига электромагнит майдон квантлари - фотонлар ишлатилади. Замонавий квант оптика (фотоника) фотон сигналларни қайта ишлаш технологиялари билан шуғулланади.

Биринчи марта 1887 йилда Лорд Райлеиг томонидан даврий "егизак" текисликлари билан кристалли минералнинг ўзига хос акс этувчи хусусиятлари билан боғлиқ ҳолда ўрганилган.

У самолётлар орқали Ёруғликнинг тарқалишини тақиқловчи тор тармоқли бўшлиқни аниқлади.

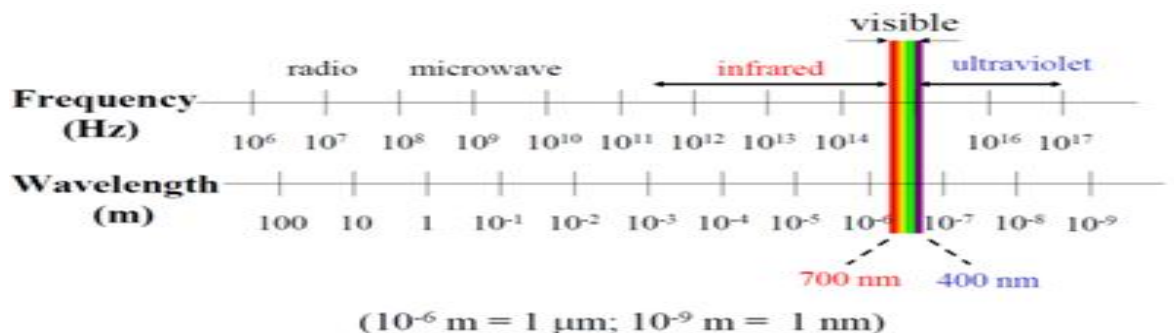
1987 йилда Яблонович ва Жон классик электромагнетизм ва каттик жисмлар физикаси воситаларига қўшилишганда, икки томонлама ва уч ўлчовли кўп қиррали фотоник тасма тушунчалари киритилган

Ушбу умумлаштириш, "фотоник кристал" номини олди.

Фотоника термини келиб чиқиши электроника терминига ўхшаш бўлиб, ёруғликнинг турли мухитларда тарқалиш ва модда билан ўзаро таъсирлашув хусусиятларини ўрганувчи фанни ифодалайди. Фотоника фани ёруғликни квант хусусиятларини ўрганади ва шу физик жараёнлар асосида ёруғликни генерациялаш, уни хусусиятларини бошқариш, ёруғликни узатиш, қайд қилиш ва бошқаларни уз ичига олади.

Ёруғлик электромагнит нурланишнинг Инфрақизил ($\lambda = 2$ мм ($\nu = 1,5 \times 10^{11}$ Гц)) соҳасидан то Ультрабинафша ($\lambda = 10^{-6}$ см ($\nu = 3 \times 10^{16}$ Гц)) соҳасигача бўлган оралиқни эгаллайди.

Кўринувчи соҳа $\lambda = 400 - 760$ нм, Ультрабинафша – $\lambda = 10 - 400$ нм, Инфрақизил - $\lambda = 760$ нм – 2 мм.



Фотон кристаллар умуман олганда уч турда бўлади:

Бир ўлчовли фотон кристаллар

Икки ўлчовли фотон кристаллар.

Уч ўлчовли фотон кристаллар

Фотоник кристал - бу суноий равишда асосий панжара давридан юқори бўлган даври бўлган қўшимча майдон ҳосил қилинган кристалл суперпанжара. Бошқача қилиб айтганда, бу кўзга кўринадиган ва яқин инфрақизил диапазонларда нурланиш тўлқин узунликлари билан таққосланадиган тарозиларда синиши индексининг даврий ўзгариши билан

шундай фазовий тартибли тизимдир. Шу сабабли, бундай панжара фотон энергияси учун рухсат этилган ва тақиқланган бўшлиқларни олишга имкон беради.

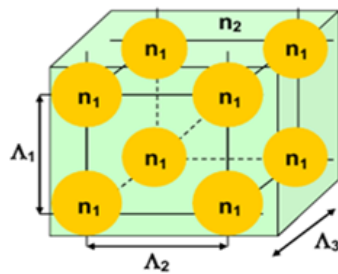
Фотон кристалл деб тузилмаси фазовий йўналишларда синдириш кўрсаткичини даврий ўзгариши билан характерланадиган материалга айтилади.

Фотон кристаллнинг асосий хусусияти - фотоник тақиқланган зонанинг, яъни фотон кристалл ичида тарқала олмайдиган фотонларнинг частота диапазони мавжудлигидан иборатдир.

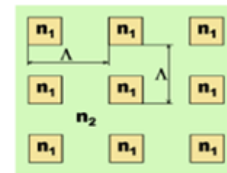
Бир ўлчамли фотон кристалл



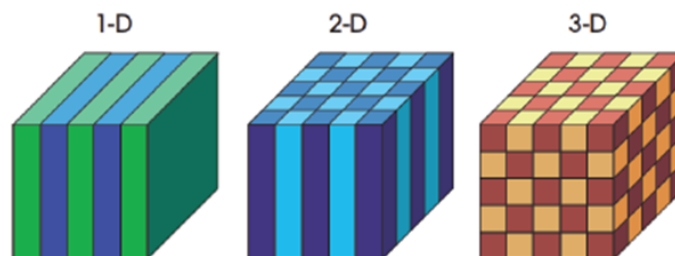
Уч ўлчамли фотон кристалл



Икки ўлчамли фотон кристалл



Қуйдаги расмда турли фотон кристаллари схематик тасвири келтирилган



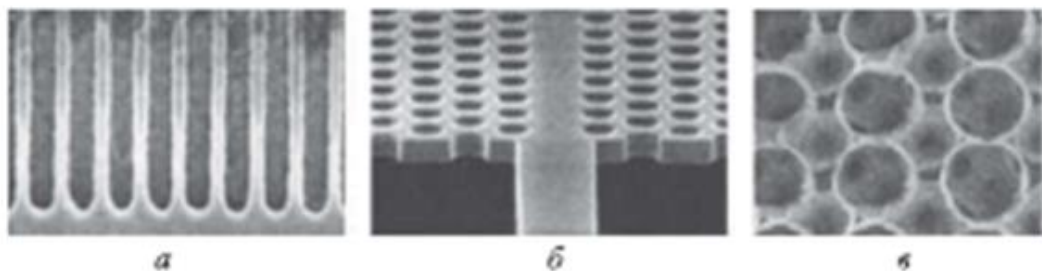
Бир ўлчовли кристалларда мухит синдириш курсаткичи периодик жихатидан бир йўналиш бўйлаб ўзгаради (1D). Бундай структуралар биринчи кулланиши спектрал филтрлар ишлаб чиқишга тўғри келди. Кейинчалик турли оптик элементларни шу турдаги пленкалар билан қоплаш бошланди ва

бу турдаги элементлар ёритилган оптика номи билан аталди.

Бир ўлчовли фотоник кристаллар. Бундай кристалларда синиш коэффициенти бир фазовий йўналишда ўзгаради. Бир ўлчовли фотоник кристаллар турли хил синиш кўрсаткичлари бўлган бир-бирига параллел материаллар қатламларидан иборат. Бундай кристаллар хусусиятларни фақат қатламларга перпендикуляр бўлган битта фазовий йўналишда намоёиш этади.

Икки ўлчовли фотон кристаллар фазода икки йўналиш бўйича периодик структурага эга бўлади (2D). Икки ўлчовли фотоник кристаллар. Бундай кристалларда синиш коэффициенти иккита фазовий йўналишда ўзгаради (2-расм). Бундай кристаллда битта синиши кўрсаткичи (n_1) бўлган минтақалар бошқа синиш кўрсаткичи (n_2) муҳитида бўлади. Синиш кўрсаткичи бўлган минтақаларнинг шакли ҳар қандай бўлиши мумкин, шунингдек, кристалли панжаранинг ўзи. Бундай фотоник кристаллар ўз хусусиятларини иккита фазовий йўналишда намоён қилиши мумкин

Уч ўлчовли фотон кристаллар фазода уч йўналиш бўйича периодик структурага эга бўлади (3D). Уч ўлчовли фотоник кристаллар. Бундай кристалларда синдириш коэффициенти учта фазовий йўналишда ўзгаради. Бундай кристаллар ўз фазилатларини учта фазовий йўналишда намоён қилиши мумкин



Суперпанжара замонавий физика ва техникада муваффақиятли қўлланилмоқда. Суперпанжара (кристалли супер-латтик) - бу тананинг хусусиятларини тавсифловчи ҳар қандай физик миқдор (магнит, электр, эластик ва бошқалар) ҳар хил маҳнога эга бўлган майдонларнинг даврий алмашинуви билан қаттиқ жисмлар.

Назорат саволлари

1. Сигнал нима?
2. Ахборот нима?
3. Хабар нима?
4. Узлуксиз ёки аналог сигнал нима?
5. Ёруғлик нурлатгичлари. Нурланишларнинг спектрал зичлиги хақида тушунча.
6. Нурланиш турлари, иссиқлик ва люминесцент нурланиш.
7. Ярим ўтказгичларда нурланишнинг ички ва ташқи квант чиқиши.
8. Ярим ўтказгичли светодиода нурланиш хосил қилишда катнашувчи ўтишлар.
9. Тақиқланган зона кенглиги ва нурланиш частотаси орасидаги боғланиш.
10. Спонтан ва мажбурий нурланиш.
11. Лазер нурланиши ва уни бошқа манбалар нурланишидан фарқи.
12. 3 - энергетик сатхли системада генерация хосил қилиш шартлари.
13. 4 - энергетик сатхли системада генерация хосил қилиш.
14. Турли актив элементли лазерларнинг нурланиш характеристикалари.
15. Ярим ўтказгичли лазерлар тузилиши ва уларни характеристикалари.
16. Фотон кристалл деб нимага айтилади?
17. Фотон кристаллнинг асосий хусусияти нимадан иборат?
18. Фотон кристалларнинг қандай турлари мавжуд?

2-мавзу: Квант чигаллик. Квант телепортация. Квант интерференция.

Фотонни телепортация қилишга мўлжалланган экспериментал курилмалар. Квант интернет ва квант компьютерлари. Замонавий ахборот узатишнинг физик асослари.

Режа:

1. Квант чигаллик. Квант телепортация.
2. Квант интерференция.

3. Фотонни телепортация қилишга мўлжалланган экспериментал қурилмалар.
4. Квант интернет ва квант компьютерлари.
5. Замонавий ахборот узатишнинг физик асослари.

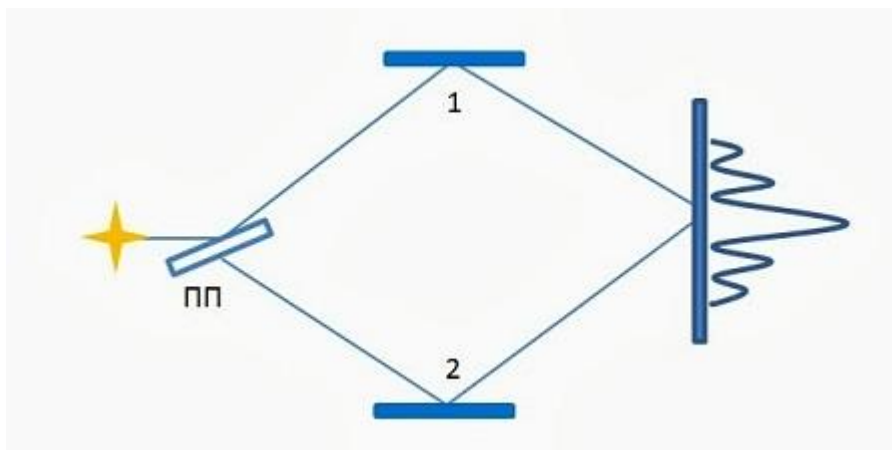
Таянч иборалар: квант чигаллик. квант телепортация, квант интерференция.

Замонавий дунёда алоқа тизимлари бизнинг дунёмизни ривожлантиришда муҳим рол ўйнайди. Ахборот узатиш каналлари турли хил ахборот тармоқларини ягона глобал Интернетга боғлаб, сайёрамизни том маҳнода ўраб олади. Замонавий технологияларнинг ғаройиб дунёси квант дунёсининг ҳайратланарли имкониятлари билан боғлиқ бўлган фан ва техниканинг замонавий кашфиётларини ўз ичига олади. Айтиш мумкинки, бугунги кунда квант технологиялари бизнинг ҳаётимизга қатъий кириб борди. Бизнинг чўнтақларимиздаги ҳар қандай мобил қурилмалар квант заряд туннел ёрдамида ишлайдиган хотира чипи билан жиҳозланган.

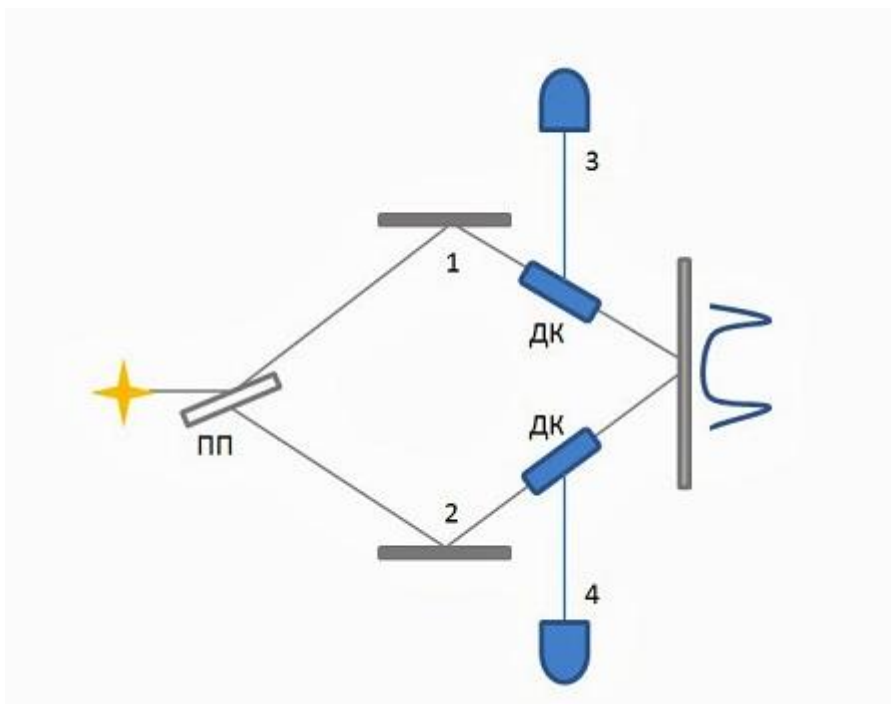
Ушбу қисмда биз ёруғликнинг интерференциясини кўриб чиқамиз ва квант технологияларидан фойдаланган ҳолда тезкор маълумот узатиш учун алоқа каналини қуриш усулларини таҳлил қиламиз. Гарчи кўпчилик маълумотни ёруғлик тезлигидан тезроқ узатиш мумкин эмас деб ҳисобласа-да, тўғри ёндашув билан, ҳатто бундай вазифани ҳал қилиш мумкин бўлади.

Квант интерференция

Энг оддий схемадан бошлайлик (бу шунчаки ўрнатиш схемаси эмас, балки тажрибанинг схематик кўриниши).

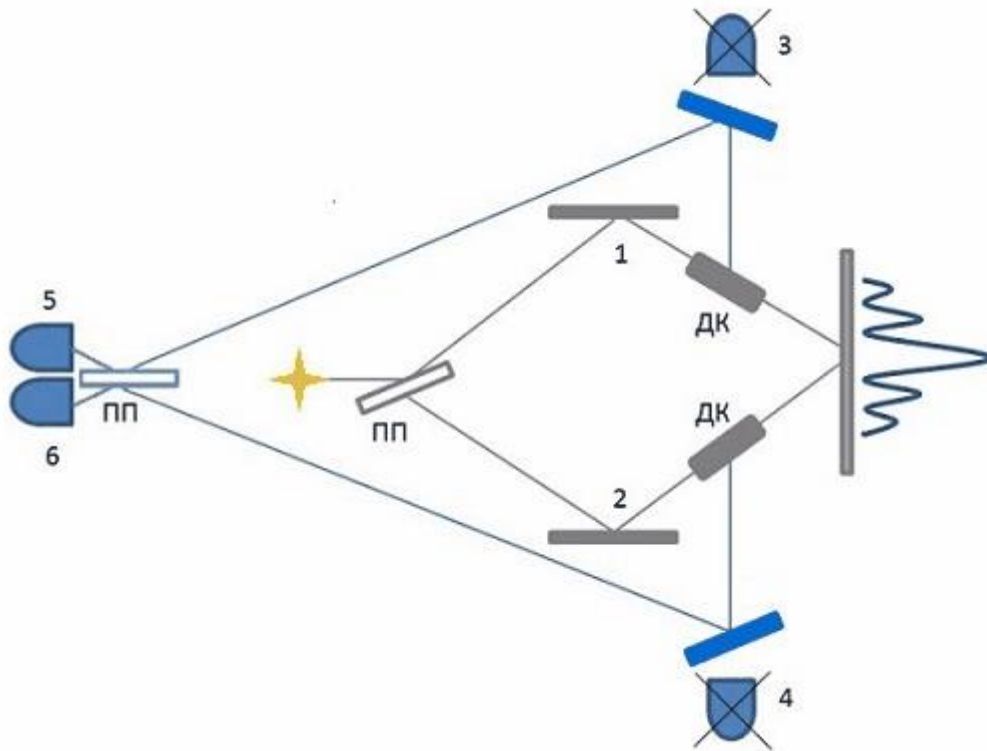


Биз лазер нурини шаффоф ойнага (ПП) йўналтирамиз. Одатда, бундай ойна устидаги ёруғлик ҳодисасининг ярмини акс эттиради, қолган ярми ўтади. Аммо квант ноаниқлик ҳолатида бўлган фотонлар шаффоф ойнага тушиб, иккала йўналишни бир вақтнинг ўзида танлашади. Кейин ҳар бир нур экранга (1) ва (2) кўзгу билан акс эттирилади, бу ерда биз интерференцияни кузатамиз. Ҳаммаси оддий ва тушунарли: фотонлар тўлқин каби ҳаракат қилишади.



Энди фотонлар юқори ёки пастки қисмида қандай йўл босиб ўтганлигини тушунишга ҳаракат қилайлик. Бунинг учун ҳар бир йўлда даун-конверторларни (ДК) қўямиз. Даун-конвертор - бу битта фотон унга кирганда, чиқиш пайтида 2 та фотон (ҳар бири ярим энергия билан) чиқарадиган қурилма, улардан бири экранга (сигнал фотони), иккинчиси эса

детекторга (3) ёки (4) тушади (бўш фотон). Детекторлардан маълумотларни олгач, ҳар бир фотон қайси йўлдан юрганини билиб оламиз. Бундай ҳолда, интерференция тасвири йўқолади, чунки биз фотонлар аниқ қайердан ўтганини аниқладик ва квант ноаниқликни буздик.

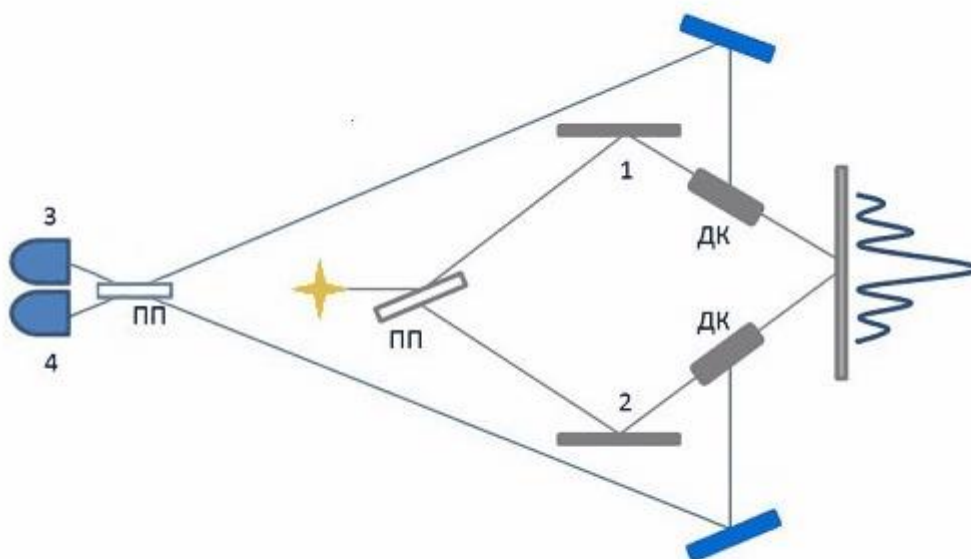


Бундан ташқари, биз тажрибани бироз мураккаблаштирамиз. Ҳар бир “бўш фотон”нинг йўлида қайтарувчи кўзгуларни жойлаштирамиз ва уларни иккинчи яримшаффоф кўзгуга (диаграммадаги манбанинг чап томонига) йўналтирамиз. Иккинчи яримшаффоф ойнанинг ўтиши “бўш фотон”ларнинг траекторияси тўғрисидаги маълумотларни йўқ қилади ва интерференцияни тиклайди (Мах Цендер интерферометрининг схемасига мувофиқ). Детекторлардан қайси бири ишламаслигидан қатъи назар, биз фотонлар қайси йўлни босиб ўтганлигини аниқлай олмаймиз. Ушбу мураккаб схема ёрдамида биз йўлни танлаш ҳақидаги маълумотларни ўчириб ташлаймиз ва квант ноаниқлигини тиклаймиз. Натижада экранда интерференция пайдо бўлади.

Агар биз кўзгуларни силжитишга қарор қилсак, унда “бўш” фотонлар яна детекторларга (3) ва (4) тушади ва биз биламизки, интерференция

экранда йўқолади. Бу шуни англатадики, кўзгуларнинг ўрнини ўзгартириб, биз экрандаги расмни ўзгартиришимиз мумкин. Шундай қилиб, сиз иккилик маълумотларини кодлаш учун ундан фойдаланишингиз мумкин.

Сиз экспериментни биров содалаштиришингиз ва "бўш" фотонлар йўлида шаффоф ойнани ҳаракатлантириш билан бир хил натижага эришишингиз мумкин.



Квант телепортация

Квант телепортацияси - космосда ажратилган чигал жуфтлик ва классик алоқа канали ёрдамида квант ҳолатини масофага узатиш, бу ҳолат ўлчов пайтида учиш жойида йўқ қилинади ва қабул қилиш жойида қайта тикланади.

Ушбу атама 1993 йилда чоп этилган "Физикавий хатлар" да чоп этилган, қайси квант ҳодисасини "телепортинг" деб аташни таклиф қилгани ва унинг илмий фантастика билан машҳур бўлган "телепортация" дан қандай фарқ қилишини тавсифловчи мақола [1] туфайли ўрнатилди.

Квант телепортацияси энергия ёки моддани масофадан ўтказмайди. Телепортациянинг фантастик тушунчаси экспериментнинг ўзига хос талқинидан келиб чиқади: "содир бўлган ҳамма нарсдан кейинги

заррачанинг бошланьич ҳолати йўқ қилинади. Яъни, давлат кўчирилмаган, балки бир жойдан иккинчи жойга кўчирилган. "



Квант телепортациясини амалга оширишда, маълумотни квант канали орқали узатишдан ташқари, классик канал орқали хабарни ўқиш учун зарур бўлган қўшимча маълумотларни ҳам узатиш керак. "Квант қисми" нинг узатилиши учун квант чигал зарраларига хос бўлган Эйнштейн - Подолский - Розен корреляциясидан фойдаланилади ва ҳар қандай оддий алоқа канали классик маълумотни узатишга мос келади.

Соддалик учун иккита мумкин бўлган ψ_1 ва ψ_2 ҳолатидаги квант тизимини кўриб чиқинг (масалан, проекция электрон ёки фотоннинг маълум бир ўқда айланиши). Бундай тизимлар кўпинча кубитлар деб номланади. Бироқ, қуйида тавсифланган усул, чекланган миқдордаги ҳолатга эга бўлган ҳар қандай тизимнинг ҳолатини ўтказиш учун жавоб беради.

Юборувчида ихтиёрий квант ҳолатида А зарраси бўлсин $\psi_A = \alpha\psi_1 + \beta\psi_2$ ва у бу квант ҳолатини қабул қилувчига ўтказмоқчи, яъни қабул қилувчида унинг ихтиёрида бир хил ҳолатдаги Б зарраси бўлиши керак. Бошқача қилиб айтганда, сиз иккита мураккаб сонларнинг нисбатларини ўтказишингиз керак α ва β (максимал аниқлик билан). Эътибор беринг, бу эрда асосий мақсад маълумотни иложи борича тезроқ эмас, балки имкон қадар аниқроқ ўтказишдир. Ушбу мақсадга эришиш учун қуйидаги қадамлар қўйилади.

Юборувчи ва қабул қилувчи олдиндан квант билан боьланган

жуфтликни (масалан, Белл ҳолатидаги иккита кубит) C ва B ни яратадилар, бу ҳолда C жўнатувчига, B эса қабул қилувчига ўтади. Ушбу зарралар чигаллашганлиги сабабли, уларнинг ҳар бири ўзига хос тўлқин функциясига эга эмас (ҳолат вектори), лекин бутун жуфтлик (аниқроғи бизни кизиқтирадиган эркинлик даражалари) битта тўрт ўлчов*ли ҳолат вектори билан ψ_{BC} тавсифланади.

A ва C зарраларининг квант тизими тўрт ҳолатга эга, аммо биз унинг ҳолатини вектор билан тасвирлаб бера олмаймиз - фақат учта заррачалар A , B , C тизимлари тоза (тўлиқ аниқланган) ҳолатга эга. A ва C иккита заррачалар тизими бўйича тўртта натижалар, у ўлчанган миқдорнинг 4 ўзига хос қийматидан бирини олади. Ушбу ўлчов пайтида A , B , C учта заррачалар тизими янги ҳолатга тушиб, A ва C зарралар ҳолатлари тўлиқ маълум бўлганлиги сабабли, чигаллик йўқ қилинади ва B заррачаси маълум бир аниқ квант ҳолатида бўлади.

Айнан шу пайтда ахборотнинг "квант қисми" нинг "узатилиши" содир бўлади. Бироқ, узатилган маълумотларни қайта тиклашнинг иложи йўқ: қабул қилувчи B заррачасининг ҳолати қандайдир A заррача ҳолати билан боғлиқлигини билади, лекин қандай қилиб билмайди!

Буни билиш учун жўнатувчи қабул қилувчига одатдаги классик канал орқали унинг ўлчов натижаси тўғрисида хабар юбориши керак (жўнатувчи томонидан ўлчанган ўзгарувчан токнинг боёланган ҳолатига мос келадиган иккита бит сарф қилиш орқали). Квант механикаси қонунларига кўра, A ва C зарралари жуфтлиги ва шунингдек, C билан ўралган B заррачаси устида ўтказилган ўлчов натижаларига кўра, қабул қилувчи керакли трансформацияни амалга ошириши мумкин бўлади. B заррачасининг ҳолати ва A заррачанинг асл ҳолатини тиклаш.

Ахборотни тўлиқ узатиш фақат олувчи ҳар иккала канал орқали олинган маълумотларга эга бўлгандан кейингина амалга оширилади. Натижа классик канал орқали қабул қилинишидан олдин, қабул қилгич узатилган ҳолат ҳақида ҳеч нарса дея олмайди.

Ўтказилган маълумотни ушлаб туриш тубдан мумкин эмас; агар "тажовузкор" чигалиб кетган В ва С жуфтлик эволюциясини кузатишга ҳаракат қилса, у дарҳол унинг чигалини йўқ қилади.

Женева университети физиклари фотоннинг квант ҳолатини 25 километр масофага телепортация (маълум бир объектнинг хусусиятларини муайян масофадаги бошқа бир объектга кўчириб ўтказиш) қилди. Олимлар тадқиқот натижаларини Nature Photonics журналида чоп этди, деб хабар бермоқда AlphaGalileo.

Тадқиқот жараёнида олимлар икки чалкаш фотонни оптик тола бўйича 25 километр масофага кўчирган. Бунда зарралардан бири (иккинчиси) кристаллда бўлган.

Шундан сўнг, физиклар учинчи фотон билан таъсир этиш орқали биринчисининг квант ҳолатини ўзгартирди. Натижада кристаллдаги иккинчи зарра ҳам ўзгарди.

Тадқиқот давомида олимлар фотонларнинг бир-биридан 25 километр узоқликда жойлашганига қарамай, бирининг ҳолати ўзгарса, иккинчисига ҳам таъсир қилишини кузатди.

Бундан аввал фотонларни телепортация қилиш тадқиқоти 10 йил муқаддам ўтказилган, бироқ унда фотонлар бир-биридан олти километр масофада жойлашган эди.

Телепортация оптик толада ҳавога нисбатан қийин кечади. Бу фотонларнинг шиша билан ўзаро таъсирига боғлиқ бўлиб, бунда улар ўзидаги дастлабки маълумотнинг анчагина қисмини йўқотади.

Ўз ўлчамларида катта аниқликни кузатган олимларнинг фикрича, бу тадқиқот чалкаш фотонларни квант криптографиясида ишлатишда тараққиётга олиб келиши мумкин.

Тажрибани амалга ошириш

Фотоннинг қутбланиш ҳолатини квант телепортациясини экспериментал равишда амалга ошириш 1997 йилда Антон Зайлингер (Инсбрук университети) [2] ва Франческо де Мартини (Рим университети)

бошчилигидаги физиклар гуруҳлари томонидан 1997 йилда деярли бир вақтнинг ўзида амалга оширилди [3].

Табиат журналида 2004 йил 17-июнда бир вақтнинг ўзида иккита тадқиқот гуруҳи томонидан атомнинг квант ҳолатини квант телепортациясини муваффақиятли экспериментал кузатиш эълон қилинди: М. Риебе ва бошқ., Nature 429, 734-737 (телепортация) калций ионининг квант ҳолати) ва МДБаррет ва бошқ., Nature 429, 737-739 (berilyum ионига асосланган кубитнинг телепортацияси). Оммавий ахборот воситаларига қизиқиш даражаси ошганига қарамай, ушбу тажрибаларни ютуқ деб аташ қийин: аксинча, бу квант компьютерларини яратиш ва квант криптографиясини амалга ошириш йўлидаги яна бир катта қадамдир.

2006 йилда телепортация биринчи марта ҳар хил табиат объектлари - лазер нурланиш квантлари ва сезюм атомлари ўртасида амалга оширилди. Муваффақиятли тажриба Копенгагендаги Нилс Бор институтининг тадқиқот гуруҳи томонидан амалга оширилди. [4]

2009 йил 23 январда олимлар биринчи марта ионнинг квант ҳолатини бир метрга телепортация қилишга муваффақ бўлишди. [5] [6]

2010 йил 10 майда Хитой Фан ва технология университети ва Цингхуа университети физиклари томонидан ўтказилган тажриба натижасида фотоннинг квант ҳолати 16 километрдан ошди. [7] [8]

2012 йилда хитойлик физиклар 4 соат ичида 1100 та чигал фотонни 97 километр масофага узатишга муваффақ бўлишди. [9] [10]

2012 йил сентябр ойида Вена университети ва Австрия Фанлар академияси физиклари квант телепортациясида янги рекорд ўрнатдилар - 143 километр [11]

2014 йил 21 сентябрда чоп этилган мақолада бир гуруҳ олимлар оптик толадаги фотонни рекорд масофага (оптик толалар учун) квант телепортация қилишга муваффақ бўлганликларини эълон қилдилар.

Квант компьютер - бу маълумотларни узатиш ва қайта ишлаш учун квант механикаси ҳодисаларини (квант суперпозицияси, квант чигаллиги)

ишлатадиган ҳисоблаш мосламаси. Квант компьютер (одатдагидан фарқли ўлароқ) битлар билан эмас (0 ёки 1 қийматларни қабул қилишга қодир), балки бир вақтнинг ўзида 0 ва 1 қийматларига эга бўлган кубитлар билан ишлайди. бир қатор алгоритмларда оддий компьютерлардан сезиларли устунликка эришган ҳолда барча мумкин бўлган ҳолатлар [1].

Тўлиқ тўлақонли универсал квант компютери ҳали ҳам фаразий мослама бўлиб, уни қуриш имконияти жуда кўп зарралар ва мураккаб тажрибалар соҳасида квант назариясининг жиддий ривожланиши билан боғлиқ; ушбу соҳадаги ўзгаришлар замонавий физиканинг сўнгги кашфиётлари ва ютуқлари билан боғлиқ. 2010-йилларнинг охирида мураккаблиги паст бўлган собит алгоритмларни бажарадиган бир нечта экспериментал тизимлар амалда татбиқ этилди.

Ушбу турдаги компьютерлар учун биринчи даражадаги амалий дастурлаш тили Қуиппер [ен], Ҳаскелл [2] га асосланган (қаранг Квант дастурлаш).

2015 йил сентябр ойида АҚШ Миллий Стандартлар ва Технологиялар Институтининг олимлари 100 км дан ортиқ масофада оптик толалар орқали фотонларни телепортация қилишга муваффақ бўлишди. Тажриба жараёнида мутлақ нолга яқин ҳароратда молибден силицидига асосланган суперўтказувчи кабеллари бўлган битта фотонли детектор ишлатилган [16].

2017 йил июн ойида хитойлик олимлар 1200 км дан ортиқ масофада квант телепортациясини амалга оширдилар [17] [18].

2020 йилда Чикаго университети олимлари гуруҳи узоқ масофаларга квант ҳолатини бир зумда узатиш имкониятини исботлашга муваффақ бўлишди. Тадқиқотчилар квант ҳолатини мавжуд Интернетнинг асосини ташкил этадиган оптик толали тармоқлар орқали 90% дан юқори аниқлик билан 44 км масофада узатишга муваффақ бўлишди [19].

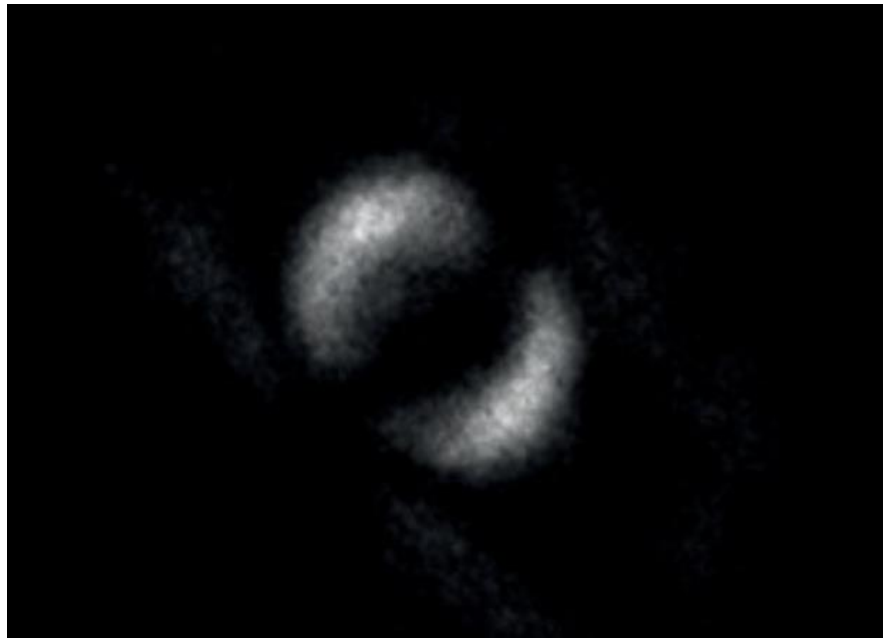
Шотландия олимлари физик ҳолати ноаниқ бўлган пайтда, “чигал” фотонларнинг дунёдаги биринчи тасвирини олишди. Тадқиқот *Science Advances* -да нашр этилган.

Квант “чигаллик” - бу бир неча зарраларнинг квант ҳолатлари улар орасидаги масофадан қатҳи назар ўзаро боғлиқ бўлган ҳодисадир. Ушбу ҳодиса квант телепортацияси, криптография ва компьютер технологияларида қўлланилади. Эйнштейн ва унинг ҳамкасблари, агар квант механикаси воқеликни тўлиқ акс эттирса, боғлаб қўйилган тизимнинг бир қисми ҳолатини билиш автоматик равишда бошқа қисмнинг ҳолатини аниқлашини кўрсатишган. Аниқланишича, бу ҳолда маълумот ёруғлик тезлигидан тезроқ узатилади, бу классик физика қонунларига биноан имконсиздир.

Квант чигаллиги бу икки ёки ундан ортиқ жисмларнинг квант ҳолатлари бир-бирига боғлиқ бўлган квант механик ҳодисадир. Масалан, сиз жуфт фотонларни чигал ҳолатида олишингиз мумкин, кейин биринчи заррачанинг спинини ўлчашда винтлик мусбат бўлиб чиқса, иккинчисининг равшанлиги ҳар доим манфий бўлиб чиқади, ва аксинча.

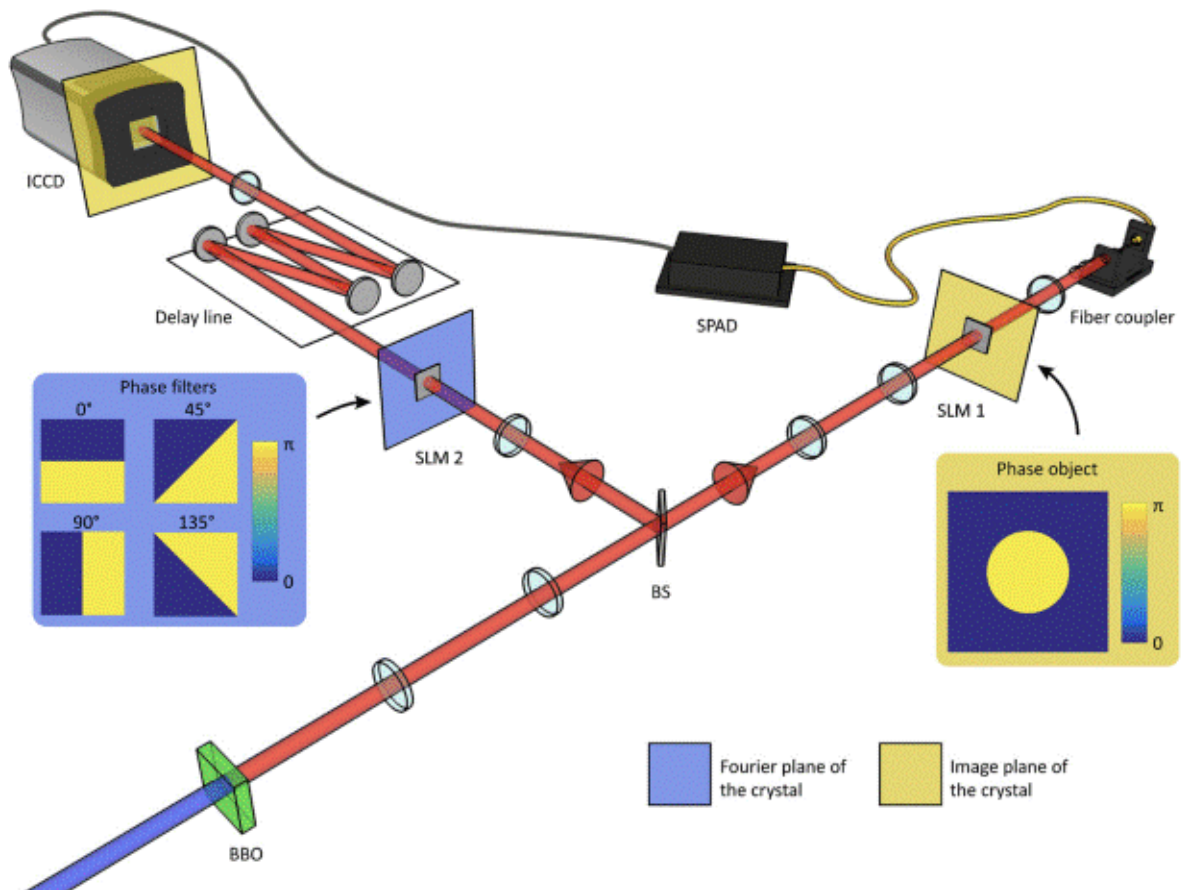
Ушбу объектлар ҳар қандай маълум ўзаро таосирлардан ташқари космосда ажратилган бўлса ҳам, бу ўзаро боғлиқлик сақланиб қолади. Битта заррачанинг параметрини ўлчаш бир лаҳзага (ёруғлик тезлигидан юқори) [аниқлик киритиш (кўрсатилмаган изоҳ) (кузатув)] бошқасининг чигал ҳолатини тугатишига олиб келади, бу эса маҳаллийлик принципига мантиқий зиддир (бунда ҳолда, нисбийлик назарияси бузилмайди ва маълумот узатилмайди).

Квант механикасида зарралар бир вақтнинг ўзида космосда маълум бир позицияга эга бўлмаган тўлқинлардир. Кузатувчи пайдо бўлгандан кейингина тизим битта аниқ квант ҳолатини қабул қилиши керак. Бузилган зарралар, улар орасида минг километрдан кўпроқ масофа бўлса ҳам, бир-бирларининг танлов ҳолатига таъсир қилади.

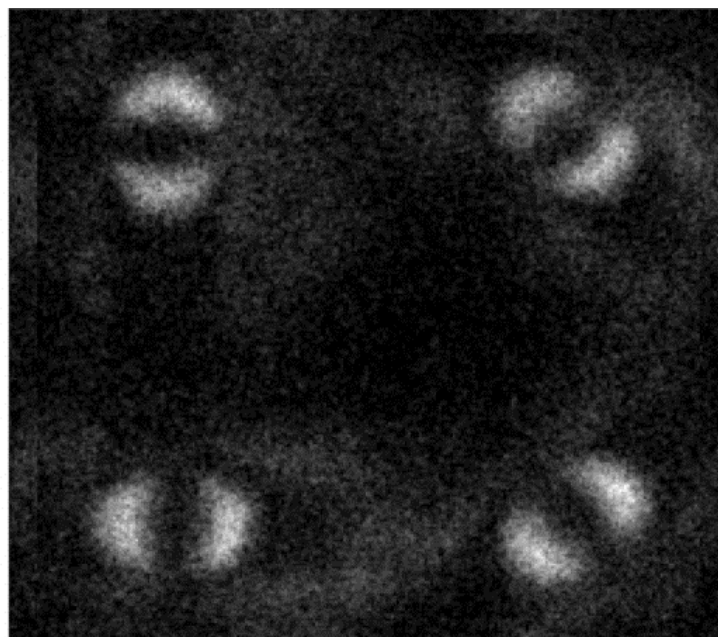


Беллнинг тенгсизлиги бузилганлигини исботлаган тажрибалар аллақачон бир неча бор ўтказлган бўлиб, асосан фотонларнинг поляризациялари, лекин баъзан электронларнинг айланишлари билан мос келишини текширди. Ушбу ишда олимлар айланаётган ёруғлик фотонларининг орбитал бурчак моментида тенгсизлик бузилганлигини тасдиқловчи далилларни визуал равишда визуализация қилиш учун мослама йиғишга муваффақ бўлишди.

Пол-Антуан Моур ва Глазго университети ҳамкасблари фазовий ёруғлик модулятори ролини ўйнаган ва фотонларнинг фазасини ўзгартирган суяқ кристалл орқали йўналтирилган “чигал” фотонлар жуфтларини ажратишди, иккинчиси эса тўғридан-тўғри детекторга тушди. Камера, улар фазода бир-биридан ажратилган бўлса ҳам, бир хил ўзгаришларни бошдан кечирган пайтда барча фотонларнинг расмларини суратга олди. Яъни, квант “чигаллик” пайтида.



Экспериментал курилма схемаси. Пастки чап бурчакда кристалда ҳосил бўлган “чигал” фотонлар иккита нурга бўлинган. Биринчиси филтрлардан, кейин детекторга ўтади. Иккинчи нур дарҳол детекторга урилади. Фюрер текислиги кўк, расм текислиги эса сариқ рангда. (Паул-Антоине Мореау эт ал., / *Ссиенсе Адвансес*, 2019)



Тўрт хил филтрдан ўтган боғлаб қўйилган фотонларнинг жуфтликларининг интерференцияси тасвири.

Ўта сезгир камера битта фотонларни суратга олишга ва суратга фақатгина бир вақтнинг ўзида бир жуфт фотонлар детекторларга тушган пайтда олинди. Тўрт хил филтрдан ўтган жуфтларнинг тўртта алоҳида расмларидан ташқари, иш муаллифлари фазани ўзгартиришнинг барча тўртта вариантини ўз ичига олган битта фотосуратни олишди.

Хироши Оогури [ен], М.Марколли ва бошқаларнинг фикрига кўра, квант чигаллиги тортишиш назарияси учун қўшимча ўлчамларни яратади. Квант чигаллиги тўърисидаги маълумотлардан икки ўлчовда фойдаланиш вакуум энергиясининг зичлигини ҳисоблашга имкон беради, бу уч ўлчовли космосда тортишиш таосирида намоён бўлади. Бу квант чигаллигини энергия зичлигига қўйилган шарт сифатида изоҳлашга имкон беради. Ушбу шартлар ҳар қандай тортишиш квант назариясида қондирилиши керак, изчил ва умумий нисбийлик ва квант механикасига зид бўлмаслиги керак.

Кўп заррачали квант чигаллиги - бу уч ёки ундан ортиқ қуйи тизим ёки заррачалардан ташкил топган квант тизимидаги квант чигаллик ҳодисаси. Иккита заррачалар билан таққослаганда, кўп заррачали квант чигаллиги, умуман олганда, анча бой динамикага эга. Ҳозирги вақтда кўп танали квант чигаллиги квант информатика соҳасида интенсив ўрганиш мавзуси бўлиб, квант компьютерлари ишининг назарий тавсифининг муҳим таркибий қисмидир.

Тажриба натижалари квант феномени тасвирларини олиш технологиясини ишлаб чиқишга туртки беради, бу эса ўз навбатида олимларни ушбу жараёнларни тушуниш ва келгусида қўллашга яқинлаштиради.

Назорат саволлари.

1. Квант интерференцияни қандай тажриба ердамида кузатиш мумкин?
2. Квант компьютер қандай мосламага айтилади?
3. Квант чигаллик нима?

4. Квант интернет нима?
5. “Чигал” фотонлар қандай ҳосил қилинади?
6. Квант чигалликни тасвирга олиш мумкинми?

3 - мавзу: Компьютерда моделлаштириш. Ҳисоблаш физикаси. Моделлаштириш босқичлари. Компьютерда моделлаштириш учун операцион тизим. Дастурий таъминот, физик жараёнларни моделлаштириш. Асосий тушунчалар. Моделлаштириш босқичлари.

РЕЖА:

1. Нима учун моделларни ишлатамиз? Модел тушунчаси.
2. Компьютерда моделлаштириш. Ҳисоблаш физикаси.
3. Моделлаштириш босқичлари.
4. Компьютерда моделлаштириш учун операцион тизим.

Таянч иборалар: Модель, билим, моделлаштириш, компьютерда моделлаштириш, ҳисоблаш физикаси, компьютер тизим, дастурий таъминот, Microsoft Windows, Apple Mac OS X, Linux, FORTRAN, Visual Basic, PHET Simulation, Crocodil Physics, Yenga.

3.1. Нима учун моделларни ишлатамиз? Модел тушунчаси.

Турли сайёраларни тадқиқ этиш инсон ҳаёти учун *ҳафли* бўлганлиги сабаб учун тадқиқот модели сифатида “Луноход” ва б.қ.). Мамалакат иқтисоди бўйича ўтказиладиган тажриба, унинг оқибатларига, космик аппаратлардан фойдаланилади (масалан, Ойни ўрганиш кўра *қиммат* бўлганлиги учун, бошқарувчи ечимларнинг оқибатини ўрганишда



иктисоднинг математик моделларидан фойдаланилади. Металларга ишлов бериш жараёни вақт бўйича



Турли сайёраларни тадқиқ этиш инсон ҳаёти учун *ҳавфли* бўлганлиги сабаб, космик аппаратлардан фойдаланилади (масалан, Ойни ўрганиш учун тадқиқот модели сифатида “Луноход” ва б.к.). Мамалакат иқтисоди бўйича ўтказиладиган тажриба, унинг оқибатларига кўра *қиммат* бўлганлиги учун, бошқарувчи ечимларнинг оқибатини ўрганишда иқтисоднинг математик моделларидан фойдаланилади. Металларга ишлов бериш жараёни вақт бўйича тезкорлиги сабаб, уни *вақт кўлами (масштаб) катта*, занглаш (коррозия) жараёни – *вақт кўлами кичик*, атом – *фазо кўлами катта*, космосдаги жараёнлар – *фазо кўлами кичик* моделда ўрганилади.

Лойиҳалаш мавжуд бўлмаган объект учун амалга оширилади. Шунинг учун унинг бўлғуси хоссалари моделда ўрганилади. Модел илмий билишда тизим ва маънони шакллантириш вазифасини бажаради. Моделда буюмларнинг номаълум хоссалари ўрганилади. Модел ҳодисанинг асосий жиҳатлари ва тузилмасини ёрқинроқ ифодалашга ҳизмат қилади. Модел буюм ёки ҳодиса моҳиятини акс этувчи, асосий жиҳатлари жамланмасининг ифодасидир.

Билим – бу инсон онги ёки техник таҳшувчи қурилмаларда қайд этилган атрофимиздаги олам моделларидир. Инсон, у ёки бу ҳолатларда нима қилиши кераклиги ҳақида қарор қила туриб, доимо қабул қилган қарори оқибатларини ўйлаб кўради. Бунинг учун, у, онгида ҳолат моделини қуриб, ўзини ҳаёлан ўша ҳолатда тасаввур қилади. Яъни, биринчидан, моделлар – бу мантиқий фикр юритиш асоси, иккинчидан, башорат қилиш воситаси вазифасини бажаради.

3.2. Компьютерда моделлаштириш. Ҳисоблаш физикаси

Аввалги мавзуда кўриб ўтилганлар мисоллар асосида, модел

тахрифини шакллантирсак бўлади:

Модел деб, етарли даражада бошланғич объект ўхшашликларини камраб олган, тадқиқ этиш қулай бўлиши учун махсус синтез қилинган, тадқиқ этиш мақсадларига адекват объектга айтилади. Моделни шакллантириш ҳар гал ижодий иш ҳисобланади¹. Объектдан моделга ўтишнинг ягона усули йўқ.

Мисол: баландликдан ташланган ва вақт ичида эркин тушаётган эркин жисм учун муносабатни ёзиш мумкин.

$$h = \frac{gt^2}{2}$$

Бу жисмни эркин тушиш масофасини физик – математик модели. ушбу моделни қуриш учун қуйидаги гипотезалар қабул қилинган: 1) тушиш жараёни вакуумда содир бўлади (ҳавони қаршилиқ коэффициентини нолга тенг); 2) шамол йўқ; 3) жисмни массаси ўзгармас; 4) жисм ихтиёрий нуктада тезланиш билан ҳаракат қилади.

Модел – тадқиқ этилаётган объектда натур экспериментни амалга оширишнинг *имкони бўлмаган*, вақт давомийлиги *катта*, *қиммат*, *ҳавфли* бўлган ҳолларда, реал объект ўрнига *алмаштириши* усули.

“Модел” сўзи (лотинча “маделиум” сўзидан олинган бўлиб) “ўлчов”, “усул”, “бирор нарсага ўхшаш” маъносини англатади.

Объект хоссалари ҳақида ахборотлар олиш мақсадида моделларни яратиш ва ўрганиш жараёни *моделлаштириши* дейилади. Аниқ ва мавҳум объектлар, ишлаётган ва лойиҳалаштирилаётган тизимлар, жараён ва ҳодисалар моделлаштиришнинг предмети бўлиши мумкин. Моделни яратишдан мақсад моделлаштирилаётган объектнинг хоссаси ва хулқини айтиб беришдир.

Тўлиқ кузатиш ёки эксперимент ўтказиш имкони бўлмаган объектларни ўрганишда моделлаштириш, табиат қонун ва ҳодисаларини билиш усули сифатида, муҳим аҳамиятга эга.

¹Andi Klein and Alexander Godunov. “Introductory Computational Physics”. Cambridge University Press 2010.

Моделлар классификацияси. Ахборотни тақдим этиш шаклига кўра моделлар:

- оғзаки ёки вербал (махруза, доклад, сўзли «портретлар» ва ҳ.к.);
- натур (Куёш ситемаси макети, ўйинчоқ кема ва ҳ.к.);
- абстракт ёки белгили. Ҳодисаларнинг математик модели ва компьютерда модели шу тоифага киради.

Фан соҳаси бўйича:

- математик моделлар,
- биологик моделлар,
- ижтимоий,
- иқтисодий ва шу к.б.

Шунингдек, моделлаштириш мақсадига кўра тоифаланиши мумкин:

- дескрептив (тавсифли) моделлар,
- оптималлаштириш моделлари,
- ўйин моделлари,
- ўргатувчи (ўқитиш) моделлари,
- иммитацион моделлар (реал жараённи у ёки бу тарзда ишонарли намоиш этишга ҳаракат қилиш, масалан, газларда молекуланинг ҳаракати, микробларнинг ҳаракати ва б.қ.)

Ҳамда, вақт бўйича ўзгариши жихатидан тоифаланиши мумкин:

- Статик моделлар – вақт бўйича ўзгармас;
- Динамик моделлар – уларнинг ҳолати вақтга боғлиқ ўзгаради.

Компьютерли моделлаштириш мураккаб тизимларни ўрганишнинг самарали усулларида биридир. Кўпинча компьютер моделлари оддий ва тадқиқотга қулай ҳамда улар, реал экспериментлар ўтказилиши мураккаб бўлганда ёки олдиндан айтиб бўлмайдиган натижалар берадиган ҳолларда, ҳисоблаш тажрибаларини ўтказиш имконини беради. Компьютер моделларининг мантиқийлиги ва формаллашганлиги ўрганилаётган объектнинг хоссаларини аниқловчи асосий кўрсаткичларни аниқлаш, физик тизимни унинг катталиклари ва бошланғич шартларнинг ўзгаришига

жавобини тадқиқ қилиш имконини беради.

Компьютерли моделлаштириш (математик моделлаш ва ҳисоблаш тажрибаси) ходисанинг аниқ табиатидан мавҳумлаштиришни, аввал сифат сўнгра миқдорли моделни қуришни талаб қилади. Ундан кейин компьютерда қатор ҳисоблаш тажрибаларини ўтказилади, натижалар талқин қилинади, ўрганилаётган объектнинг хулқи билан моделлаштириш натижаларини таққосланади, моделга навбатдаги аниқликлар киритилади ва ҳ.к.

3.3. Моделлаштириш босқичлари

Компьютерда моделлаштириш бу янги ва етарлича мураккаб курс. Уни яхши ўзлаштириш учун бир неча билимлар талаб қилинади: биринчидан, танланган фан соҳаси бўйича билимлар – агар биз физик жараёнларни моделлаштираётган бўлсак, биз керакли даражадаги физика қонунлари билимларини эгаллаган бўлишимиз, экологик жараёнларни моделлаштиришда – биология қонунларини, иқтисодий жараёнларни моделлаштиришда – иқтисод қонунларини билишимиз, бундан ташқари компьютерда моделлаштириш амалда барча замонавий математик аппаратларни қўллаб амалга оширилишини инобатга олсак, математик билимлар зарур бўлади.

Компьютерда математик масалаларни ечиш учун нозичиқли тенгламаларни сонли ечиш, чизиқли тенгламалар системасини, дифференциал тенгламаларни ечиш усулларини ва функцияларни текшириш усулларини билиши талаб этилади². Шунингдек, албатта, замонавий ахборот технологияларидан эркин фойдалана олиниши ва дастурлаш тилларини билиши ҳамда амалий дастурлардан фойдалана олиш кўникмасига эга бўлиши керак.

Назарий ва экспериментал физика билан бир қаторда ҳозирги кунда *ҳисобли (компьютерли) физика*^{*} соҳаси ҳам мавжуддир. Ушбу соҳа назарий физиканинг ҳисобли таҳлилга асосланган бўлими ривожланиши ва мукаммаллашуви, экспериментал физика соҳасида замонавий

^{*} Harvey Gould, Jan Tobochnik, Wolfgang Christian. "An introduction to computer simulation methods. Applications to Physical Systems". Pearson Education, Inc., publishing as Addison Wesley, 2007.

компьютерларни тажрибани бошқариш ва ўлчовларни ўтказиш, ўлчаш натижаларини ҳисоблаш учун самарали қўллаш натижасида шаклланди. Компьютерли физикадаги илмий тадқиқотлар янги технология ва услубиятга асосланган ҳолда олиб борилади. Шунини айтиш лозимки, ҳозирги даврда компьютер фақатгина ҳисоблаш амалларини тезлатувчи, талабалар билимини текширувчи воситагина бўлмай, ўқитишни яккама-якка амалга оширувчи ва энг асосийси - физик жараёнларнинг моделини яратувчи воситага ҳам айланди. Бунда компьютер ёрдамида жиддий муаммоларни ечиш босқичларидан иборат технологик циклни ўз ичига олган етарлича мураккаб бўлган илмий-ишлаб чиқариш жараёнини талаб этади:

1. Масаланинг қўйилиши.
2. Формаллаштириш (математик моделни яратиш).
3. Ҳисоблаш алгоритминини ишлаб чиқиш.
4. Компьютер дастуринини ишлаб чиқиш.
5. Ҳисоблаш амаллари.
6. Дастурни созлаш.
7. Натижаларни олиш ва таҳлил қилиш
8. Хатоларни тўғрилаш.

Компьютерли технологиянинг ривожланиши натижасида физик тизимларга янгича қараш шаклланди. Долзарб муаммоларни компьютер воситасида ҳал этишда илмий қонунларни фақат дифференциал тенгламалар билангина эмас, балки компьютер учун ёзилган қоидалар тарзида ҳам ифодалаш қулай эканлиги аён бўлди. Физик жараёнларни ўрганишга бундай ёндашиш физикларнинг компьютерга бўлган муносабатини ўзгартирди. Энди компьютерлар табиий жараёнларни моделлаштирувчи маълум физик тизим сифатида кўрилмоқда.

Компьютерли моделлаштириш жараёни лаборатория экспериментига ўхшаш, шунинг учун ҳам у баъзан *компьютерли эксперимент** деб ҳам аталади. Қуйидаги жадвалда уларнинг ўхшаш хусусиятлари келтирилган:

* Andi Klein and Alexander Godunov. "Introductory Computational Physics". Cambridge University Press 2010.

| Лаборатория эксперименти | Компьютерли эксперимент |
|--------------------------|-------------------------|
| Физик жараён | Модель |
| Физик асбоб | Компьютер дастури |
| Калибровка | Дастурни ростлаш |
| Ўлчаш | Ҳисоблаш |
| Натижалар таҳлили | Натижалар таҳлили |

Компьютер учун тузилган дастур физик жараённи моделлаштирган ҳолда компьютерли экспериментни ўзида акс эттиради. Бундай эксперимент, одатда, лаборатория эксперименти дейилади, ҳамда назарий ҳисоб-китоблар орасида «кўприк» бўлиб хизмат қилади. Хусусан, идеаллаштирилган моделнинг компьютерли моделидан фойдаланган ҳолда аниқ натижалар олишимиз мумкин. Ваҳоланки, бундай мавҳум моделни лаборатория шароитида умуман яратиш бўлмайди. Шу билан бирга, реал модель асосида олиб борилган компьютерли эксперимент натижаларини бевосита лаборатория эксперименти натижалари билан таққослаш мумкин.

Шуни таъкидлаб ўтиш мумкинки, компьютерли моделлаштириш фикрлаш жараёнининг ўрнини босмайди, балки лаборатория эксперименти каби мураккаб ҳодисаларнинг моҳиятини очиб беришда қурол сифатида ишлатилади.

Энди компьютерли эксперимент жараёнига хос бўлган босқичларнинг асосий хусусиятларини кўриб чиқайлик.

Биринчи босқич – масаланинг қўйилиши. Бу босқичда масала баён этилади, уни ечиш мақсади қўйилади, кирувчи ва чиқувчи ахборотлар таҳлил қилинади, масаланинг моҳияти оғзаки ифодаланади ва уни ечишга умумий ёндошиш бўйича фикр берилади. Аниқ предмет соҳасидаги малакали мутахассис асосан масаланинг қўйилиши амалга оширади.

Иккинчи босқич – формаллаштириш (расмийлаштириш). Унинг мақсади - масаланинг, компьютерда адекватликни йўқолмасдан ишлатиш мумкин бўлган, математик моделини яратишдир. Агар масала мураккаб

бўлмаса ва махсус математик билимни талаб қилмаса бу босқични масала кўювчининг ўзи бажариши мумкин, акс ҳолда бу ишга математик ёки дастурчини жалб қилиш мақсадга мувофиқ бўлади.

Маълум физик жараён ёки ҳодиса сонли катталиклар ёрдамида ифодаланган тақдирдагина унинг тавсифи ишончли бўлиши Галилей замонидан буён маълум. Бундай катталикларнинг бир қисми тажрибада ўлчанади, қолган қисмини аниқлаш учун эса математик масалалар шакллантирилади. Физика назарияларини математик тарзда ифодалаш зарурияти эҳтироф этилгандан сўнг, реал борлиқни тавсифлаш эксперимент ва назария орасидаги ўзаро таъсирлар кетма-кетлигига айланди. Назариянинг мақсади - экспериментнинг қониқарли математик ифодасини излашдан иборат. Бунда назария қатор фундаментал тамойилларга (термодинамика тамойиллари, сақланиш қонунлари, инвариантлик ва ҳ.к.) асосланиб, математик аппарат ёрдамида бу тамойиллардан башорат этиш учун зарур бўлган ахборотни олишга интилади.³

Классик физика башорат этиш имкониятига эга бўлган назарияларга асосланган эди. Давр ўтиши билан назария кузатилаётган ҳодисаларни билиш воситаси сифатида тан олинди. Ҳозирги вақтда ҳар қандай назариянинг аҳамияти чекланган аксиоматик фикрлар ёрдамида ўзаро боғланмаган кўп сонли фактларни баён этиш имконияти билан баҳоланади. Шунини таҳкидлаш жоизки, замонавий компьютерлар ихтиро қилингунча реал борлиқни назарий тавсифлаш даражаси, яъни математик моделларнинг мураккаблик даражаси уларга мос келувчи математик масалаларни ечиш имкониятларидан сезиларли илгарилаб кетган эди. Масалан, Бутун Олам тортишиш қонунининг кашф этилиши биланоқ N та жисм ҳақидаги масалани ифода этиш мумкин бўлди. Бундай масала N та ўзаро таъсирлашаётган моддий нуқтанинг вақт бўйича ўзгаришини ўрганишга бағишланган. Гарчи физик жараённинг математик модели яратилиб, масала тўғри ифода этилган бўлса-да, чексиз катта ҳажмдаги ҳисоблаш амаллари туфайли ушбу жараённи

³ Bowers, Richard L Numerical modeling in applied physics and astrophysics. USA, 2005

тўғри таҳлил этиш имконияти йўқ эди.

Аксарият физик ҳодисалар маълум катталиклар ҳамда катталиқнинг ўзгариш коэффициентлари орасидаги муносабатлар воситасида таҳрифланади. Масалан, динамиканинг асосий қонуни

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad (1.3.1)$$

ҳаракатланаётган жисм тезлигининг вақт бўйича ўзгаришини унга таъсир этаётган куч билан боғланишини ифодалайди. Агар бу U потенциал туфайли юзага келган бўлса, у ҳолда

$$\vec{F} = \nabla U \quad (1.3.2)$$

Бу ифодада куч U функциянинг фазо бўйича ўзгаришини акс эттирувчи оператор орқали боғланган. Математик амаллар ушбу муносабатларни дифференциал тенгламаларга ўзгартиради. Кўп ҳолларда зарур математик масалаларнинг аналитик ечимини ҳосил қилиш мумкин бўлмайди, чунки изланаётган ечим элементар ёки бошқа маълум функциялар воситасида ифодаланмайди. Ваҳоланки, трансцендент ёки тригонометрик функциялар воситасида ҳосил қилинувчи аналитик ечим мавжуд бўлса, ҳисоблаш алгоритмларини тузишни бирмунча енгиллаштирган бўлар эди. Афсуски, аксарият физик ҳодисаларнинг математик тақлиди дифференциал тенгламалар ва баъзан хусусий ҳосилали тенгламаларнинг ечими билан боғлиқ бўлади. Ҳақиқий ўзгарувчили ва хусусий ҳосилали тенгламалар назариясига кўра улар асосан уч тоифага бўлинади:

1. Гиперболик тенгламалар

$$\frac{\partial^2 V}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = \nabla^2 V \quad (1.3.3)$$

Ушбу турдаги тенгламалар тўлқинларнинг тарқалишидаги физик жараёнларни тавсифлайди.

2. Параболик тенгламалар

$$\frac{\partial V}{\partial t} = \nabla^2 V \quad (1.3.4)$$

Иссиқлик, газлар, суюқликлар ҳамда электромагнит майдондаги

диффузия ҳодисалари бундай тенгламалар ёрдамида тавсифланади.

3.Эллиптик тенгламалар

$$\nabla^2 V = 0 \quad (1.3.5)$$

параболик тенгламаларнинг $t \rightarrow \infty$ ҳолдаги асимптотик стационар ҳолатини ифодалайди. Бундай масалалар сиқилмайдиган суюқлик (ёки газ) ёки электр токининг стационар ҳолатини, электр зарядларининг ёки иссиқлик манбаси билан боғланган жисмнинг мувозанат ҳолатини тавсифлайди.

Ихтиёрий иккинчи тартибли дифференциал тенгламани юқорида кўрсатилган тоифадаги тенгламаларнинг бирига келтириш мумкин. Фазо ва вақт ўлчовлиги шундай танланадики, тенгламага кирувчи коэффициентлар бирга тенг бўлиши лозим.

Дифференциал тенгламалар ёрдамида тақлид этилувчи физик ҳодисаларнинг хилма-хиллик хусусияти умумлаштирилган математик моделларни яратишни мушкуллаштиради. Шунинг учун бундай тенгламаларни компьютер ёрдамида ечиш жараёнида физик-тадқиқотчи уларнинг физик маъноси ҳамда математик мазмунини бир вақтнинг ўзида талқин этиши лозим.

Муаммонинг физик моҳиятини ҳамда математик моделини ўзаро уйғунлаштирилган ҳолда ифода қилиш унинг тўғри ечимини аниқлаш гаровидир.

Учинчи босқич – ҳисоблаш алгоритмини ишлаб чиқиш. Компьютерли экспериментнинг иккинчи босқичи ифода қилинган математик масаланинг ечиш услубини ишлаб чиқишдан иборат. Бунда таҳлилий ва ҳисоблаш усулларида оқилона фойдаланган ҳолда бир нечта алгебрик тенгламалар ва улардан қайси кетма-кетликда фойдаланиш қоидалари ишлаб чиқилади. Ҳосил қилинган алгоритм тадқиқ этилаётган физик жараённи акс эттирувчи дифференциал тенгламани ечишга, яъни физик катталикларни акс эттирувчи параметрларнинг маълум қийматларида уни бевосита ҳисоблашга мўлжалланган бўлади.

Эксперимент каби сонли модель* ҳам маълум физик асосга таянган ҳолда ишлаб чиқилади. Одатда, физик эксперимент биз англамоқчи бўлган борлиқнинг маълум модели сифатида намоён бўлади. Агар бу воқелик ниҳоятда мураккаб бўлиб, эксперимент ўтказишга имконият бўлмаса, табиийки, биз нисбатан содда экспериментал модель яратишга интиламиз. Демак, аксарият физик экспериментлар тўлалигича муаммони эмас, балки унинг хусусий моделларидан бирини ўрганишга хизмат қилади. Сонли модель шундай экспериментларни эслатади.

Сонли моделни яратишда дастлаб маълум бир физик вазиятни тавсифловчи қонунларни компьютер воситасида тақдим этиш лозим. Ҳодиса етарлича мураккаб бўлса, олинган натижалар кутилаётган натижалардан фарқли бўлади. Бундай ҳолда тадқиқотчи ўрганаётган ҳодисани ҳар томонлама таҳлил этиб, синчиклаб ўрганиши лозим.

Эксперимент жарёнида бундай таҳлил ўлчашларга, сонли таҳлилда эса оралиқ натижалар ҳамда ёрдамчи катталикларга асосланади. Эксперимент тўғрисидаги умумий тушунчалар шаклланиши биланоқ уни самарали амалга ошириш учун зарур бўлган таҳлил ҳақида ҳам мулоҳаза юритиш лозим. Шунингдек, маълум дастурни ишлаб чиқишда муҳим ёрдамчи катталикларга мурожаат этиш имкониятини ҳам ҳисобга олиш зарур. Ўлчаш амалларисиз олиб борилган тажриба каби натижасиз дастур ҳам фойдасиздир. Шундай қилиб, ҳисоблаш алгоритми гоҳ назариянинг қуроли, гоҳ экспериментнинг янги тури бўлиб хизмат қилади. Компьютер воситасида ҳисоблаш алгоритмини ечиш ҳам, математик модель ҳам, аслида назариянинг бир хил аҳамиятга эга бўлган таркибий қисмлари сифатида талқин этилиши керак.

Сонли моделнинг афзалликлари ва ноқулайликлари хусусида қуйидагиларни айтиш мумкин. Ҳисоблаш воситаларининг фақат моделлар тарзида намоён бўлиши уларнинг экспериментга нисбатан ноқулайлигини кўрсатади. Шунинг учун ҳам натижаларнинг назарияни тақлид этувчи қисмини ҳамда сонли моделнинг хусусиятлари томонидан тақлид этилган

* Harvey Gould, Jan Tobochnik, Wolfgang Christian. "An introduction to computer simulation methods. Applications to Physical Systems". Pearson Education, Inc., publishing as Addison Wesley, 2007.

қисмини бир-биридан ажрата билиш зарур.

Сонли модель қуйидаги *икки ажойиб хоссага эга*: рақам усулида олинган натижаларни такроран олиш мумкин (хаттоки ихтиёрий тасодифий жараёнларни моделлаштирганда ҳам); сонли моделларнинг башорат этиш имкониятлари экспериментга нисбатан юқорироқ. Дарҳақиқат, ихтиёрий моментда сонли моделнинг барча тафсилотлари маълум бўлади; уларни билиш учун моделни ўзгартириш талаб этилмайди. Ваҳоланки, физик экспериментда бундай имконият мавжуд эмас.

Энди қандай тарзда сонли моделни тадбиқ этиш лозимлиги хақида мулоҳаза юритамиз. Дастлаб уни назария ва эксперимент билан таққослаш керак. Сонли модель тўғри назарий моделни талаб этади. Агар физик жараённинг математик модели нотўғри ишлаб чиқилган бўлса, масаланинг ечимини компьютерда тўғрилаб бўлмайди. Назарий моделнинг ечими мавжуд бўлса, аналитик усулда зарурий натижалар олинади. Бироқ, физик жараёнларни акс эттирувчи барча тенгламалар бундай ечимга эга эмас. Бундай ҳолларда амалий математиканинг ҳисоблаш услубларидан оқилона фойдаланиш зарур. Бунда эксперимент, дастур тузиш ҳамда ҳисоблаш амаллари билан боғлиқ бўлган қийинчиликларни ҳисобга олиш зарур.

Мураккаб экспериментлардаги кам ўрганилган ҳодисаларни башорат этишда сонли модель айниқса фойдалидир. Бундай мақсадларда компьютер амалий физика соҳаларида тобора кенгроқ қўламда қўлланилади. Шуни таҳкидлаш жоизки, компьютердан фойдаланиш соҳасидаги ҳар қандай ривожланиш, билиш даражамизнинг сезиларли силжишига олиб келади; ва аксинча, маълум жараёнларни моделлаштириш ва уларда ўта аниқ ўлчашлар олиб бориш имкониятлари шу жараёнларнинг математик тавсифини қайта кўриб чиқишни тақозо этади.

Тўртинчи босқич – компьютер дастурини ишлаб чиқиш. Бу босқичда дастур тузилади. Дастур - компьютер тушунадиган тилда ёзилган алгоритмни ифодалаш шаклидир. Алгоритм матн ёки график кўринишдаги инсон тушунадиган тилда, дастур эса махсус алгоритмик тилда ёзилади.

Дастурни тузиш жараёнида алгоритмга янада аниқлик киритиш мумкин.

Аввалги бўлимларда баён этилган мулоҳазаларга асосланган ҳолда, маълум бир физик жараён математик тарзда ифода этилган ҳамда унинг сонли модели яратилган бўлсин. Изланаётган ечимнинг хоссалари маълум бўлса, тахминий алгоритмик ечимлар дастурни текшириш имконини беради. Демак, навбатдаги босқичда ана шу алгоритмни юқори савиядаги дастурли тилда ёзиш лозим.

Шуни айтиш жоизки, айнан бир жараёни, гарчи унинг математик ифодалари ва ҳисоблаш услублари аниқланган бўлса-да, амалда турли хил дастурлар воситасида моделлаштириш мумкин. Дастурнинг барча вариантларидан энг самаралисини танлаш тадқиқотчининг компьютер билан мулоқот қилишида анча енгиллик яратиб беради. Шунинг учун дастурни оқилона ишлаб чиқишда қуйидаги мезонларни ҳисобга олиш зарур.

а) дастурнинг модуллилиги. Бир неча модуллардан иборат бўлган дастур қатор ижобий хоссаларга эга. Хусусан, операторлар миқдори қисман ўзгарганда хатоларни аниқлаш анча осонлашади; дастурнинг бошқа қисмларини ўзгартирмаган ҳолда фақат бир қисмини такомиллаштириш ёки ўзгартириш мумкин (масалан, бир дастурни бошқасига алмаштирса бўлади).

Сонли модель билан ишлаш жараёнида дастурда ҳисобга олинмаган янги физик ҳодисаларни тавсифлаш учун маълум бир тавсилларни ўзгартириш зарурияти пайдо бўлади. Агар дастур модулли усулда ёзилган бўлса, бундай ҳолларда дастурнинг бир қисми ўзгартирилади. Юқори савияли тилда ёзилган модулли дастурлардан бошқа соҳа мутахассислари ҳам осонликча фойдаланишлари мумкин.

б) ўзгарувчиларни танлаш. Гарчи ўзгарувчилар моделлаштирилаётган масалага боғлиқ бўлса-да, тадқиқотчи уларнинг номини танлашда ва уларнинг тузилишини ташкил этишда маълум эркинликка эга. Ўзгарувчининг номини танлаш осон бўлмаган масаладир. Физикада кўп учрайдиган катталикларни тақдим этишда маълум ифодалардан фойдаланиш зарур: вақт – t , энтропия - s , оқим- I ва ҳ.к. Ўзгарувчиларнинг номини ҳам

шундай танлаш керакки, улар ифода этилаётган физик катталиқни эслатиши лозим. Шунда буйруқларни изоҳлаш ва хатоларни излаш каби амаллар осонлашади.

в) математик ифодаларни ёзиш. Етарлича мураккаб бўлган математик ифодаларни бўлак-бўлак, оддий ҳисоблашлар кетма-кетлиги тарзида ифодалаш лозим. Бироқ, бундай шаклда ифодаланган амаллар мажмуасини талқин этиш, ёзиш ва уларнинг хатоларини аниқлашда бирмунча қийинчиликлар туғилади.

г) маълумотларни киритиш ва чиқариш. Бундай буйруқлардан оқилона фойдаланиш дастурдан тадқиқот қуроли сифатида унумли фойдаланиш имкониятини яратиб беради. Шунинг учун дастурнинг ишлашини кузатиш имконини берувчи ҳамда ечимнинг аниқ қийматларини ифода этувчи маълумотлар, физик катталиқлар ва ахборотларни ойдин ҳолда акс эттириш лозим. Ягона параметрнинг қийматини аниқлаш лозим бўлган ҳолларда ҳам моделни тўлалигича кузатиш, ва демак, бирмунча натижаларни ҳам назарда тутмоқ мақсадга мувофиқдир. Бундай натижалар экспериментнинг диагностикаси вазифасини бажариб, дастурдан фойдаланишда ҳамда моделнинг асосий гипотезалари тўғри эканлиги ҳақида хулоса чиқаришда муҳим аҳамиятга эга.

Бешинчи босқич – ҳисоблаш амаллари.

Олтинчи босқич – дастурни созлаш.

Охирги икки босқич ўзаро боғланган. Уларда дастурнинг тўғри ишлаши текширилади. Шу мақсадда моделлаштириладиган масаладаги ҳамма ҳолатларни имкони борича эҳтиборга олувчи тест мисоли тузилади. Аввалдан маълум тест мисоли натижасига олинган натижанинг мос келишига қараб дастурнинг тўғри ишлаши баҳоланади. Дастур тузилиб, текширилгандан кейин уни қўллаш мумкин.

Еттинчи босқич – натижаларни олиш ва таҳлил қилиш. Бу ерда масалани қўювчи томонидан ечим натижаси таҳлил қилинади ва бошқариш қарорлари ёки таклифлари қабул қилинади.

Саккизинчи босқич – хатоларни тўғрилаш (корректировка). Агар дастурни қўллашда қониқарсиз натижа олинса, модел ва алгоритмга тузатишлар киритиш талаб қилинади. Бу босқичнинг бажарилиши олдинги босқичларнинг ихтиёрийсини тузатиш, мукаммалаштириш зарурати билан боғлиқ.

3.4. Компьютерда моделлаштириш учун операцион тизим

Компьютерли экспериментнинг дастурий таъминотини компьютернинг ажралмас қисми бўлган алгоритмик тил, транслятор, операцион система, стандарт дастурлар кутубхонаси ҳамда турли хилдаги амалий дастурлар мажмуаси ташкил этади. Амалий дастурлар мажмуаси, одатда, универсал бўлмай, балки маълум тоифадаги масалаларни ечиш учун ишлаб чиқилган бўлади. Шу билан бирга, физик жараёнларнинг аксарияти бир хил турдаги тенгламалар ёрдамида ифодаланиши мумкин. Масалан, иссиқлик ўтказувчанлик тенгламаси иссиқликнинг узатилиши билан бирга ўтказгичда магнит майдонининг тарқалиши ёки зарралар диффузияси каби ҳодисаларни ҳам миқдорий тавсифлайди. Шунинг учун компьютерли экспериментнинг дастурий таъминотини яратишда мавжуд амалий дастурлар мажмуасидан унумли фойдаланиш лозим.

Операцион тизимлар*. Операцион тизим (ОТ) нима? Операцион тизим компьютер ишга туширилиши билан юкланувчи шундай бир дастурки, бу дастур фойдаланувчига компьютер билан мулоқот қилиш воситаси бўлиб хизмат қилади, унинг барча қурилмалари ишини бошқариш имконини беради. Операцион тизим ёрдамида тезкор хотирадан фойдаланиш, дисклардаги маълумотларни ўқиш ёки маълумотларни дискларга йиғиш, файлларни кўчириш ёки босмага чиқариш амалий дастурларни тез юклаб ишга тушириш ва бошқарувни уларга узатиш, оператив хотирани дастур иши сўнгида бўшатиб яна ўзига олиш каби ишлар бажарилади.

ОТ – компьютерда ишловчи энг асосий дастурий таъминот, инсон ва компьютер орасидаги мулоқот “кўприги”. Операцион тизимсиз компьютер

* Andi Klein and Alexander Godunov. “Introductory Computational Physics”. Cambridge University Press 2010.

ишламайди. Операцион тизим компьютерга ўрнатилган бўлади ва уни зарур бўлганда ўзгартириш мумкин. Microsoft Windows, Apple Mac OS X i Linux энг кенг тарқалган операцион тизимлар ҳисобланади. Компьютерда моделлаштириш учун қайси операцион тизим яхши? Бу саволга жавоб кўйилган ва ечилаётган масалага боғлиқ:

| | |
|---|--|
| Алоҳида компьютерлар (ПС) | Windows, Linux, Mac OS |
| Кластерлар | Linux |
| Суперкомпьютерлар | Unix, Linux |
| Ҳисобга олиниши керак бўлган параметрлар: | <ul style="list-style-type: none"> - мавжуд қурилма ва жихозлар; - дастурий таъминот; - стабиллик; - натижалар таҳлили ва тақдимот |

Физикада кенг қўлланадиган дастурлаш тиллари: Fortran, C/C++, Java.

Қайси дастурлаш тилини ишлатиш керак?

- Танлов кўйилган ва ечилаётган масалага боғлиқ:
 - сонли моделлаштириш;
 - тизимли дастурлаш;
 - Web дастурлаш;
- мавжуд дастурий кутубхона ва кодлар
- тажриба, малака.

Назорат саволлари

1. Модель нима?
2. Моделлаштириш деганда нима тушунилади?
3. Моделлаштиришдан мақсад нима?
4. Моделларни қандай синфларга ажратиш мумкин?
5. Моделларга тушунтириш беринг.
6. Математик моделлаштириш нима?
7. Компьютерда моделлаштириш нима?

8. Ҳисоблаш физикаси нима?
9. Имитацион модель нима?
10. Математик модель куриш учун нималар керак?
11. Ўрганилаётган объект, жараён ёки тизимни математик ифодалаш нималарга боғлиқ?
12. Математик моделни танлаш босқичида нималар аниқланади?
13. Компьютерда моделлаштиришнинг асосий босқичларини тушунтириш.
14. Операцион тизим нима?

4-мавзу. Физик жараёнларни моделлаштиришда ахборот–коммуникация технологияларидан фойдаланиб таълим сифатини ошириш. Илмий дастурлаш тиллари. Физик жараёнларни моделлаштиришда электрон таълим ресурсларнинг ўрни ва уларнинг таҳлили. Физик жараёнларни моделлаштиришда оммавий онлайн очик курслардан фойдаланиш.

РЕЖА:

- 4.1. Илмий дастурлаш тиллари.
- 4.2. Физик жараёнларни моделлаштиришда электрон таълим ресурслари ўрни ва уларнинг таҳлили.
- 4.3. Физик жараёнларни моделлаштиришда оммавий онлайн очик курслардан фойдаланиш.

Таянч иборалар: *визуаллаштириш, Pascal, Fortran, Delphi, Java, C++, PHET (Physical education technology), Crocodile Physics.*

4.1. Илмий дастурлаш тиллари.

Замонавий шароит талабаларни ўқитишда турлича усулларни тадбиқ этишни талаб қилади. Визуаллаштириш – физик ҳодиса ва қонунларни чуқур англаш ва тушунишга имкон берувчи таълимдаги асосий усуллардан биридир. Тушуниш қийин бўлган динamik объект ва ҳодисаларни, статик тасвирларга қараб ўзлаштиришдан кўра, визуаллаштириш ёрдамида ўрганиш яхши самара беради. Реал лаборатория шароити ҳамма тажрибаларни ҳам

ўтказиш имконини бермайди. Шунинг учун, таълим жараёнига ўқитишнинг анҳанавий маҳруза, амалиёт, семинар ва лаборатория машғулоти билан бир қаторда интерфаол моделлаштириш усуллари киритиш зарур.

Албатта, бундай компьютер моделлари, дастурлаш тиллари ёрдамида тайёрланади. Табиийки, савол туғилади, бу мақсадда биз билган кўплаб дастурлаш тиллардан қай бири энг яхшиси? Инсонлар сўзлашадиган табиий тилларнинг энг яхшиси бўлмаганидек, дастурлаш тилларининг ҳам энг яхшиси йўқ*.

Компьютерда дастурлаш бу – компьютер микропроцессори учун турли буйруқлар бериш, қачон, қаерда нимани ўзгартириш ва нималарни киритиш ёки чиқариш ҳақида буйруқлар беришдир. Дастурлаш тиллари, энг кенг тарқалган дастурлаш тиллари ва уларнинг фарқи, ҳамда, дастурлашни ўрганиш йўллари кўп. Компьютер дунёсида кўплаб дастурлаш тиллари мавжуд бўлиб, дастурлаш ва унга қизиқувчилар сони ортиб бормоқда*.

Бир хил турдаги ишни бажарадиган дастурларни Басис, Пассал, С ва бошқа тилларда ёзиш мумкин. Пассал, Фортран тиллари универсал тиллар ҳисобланади, Си ва Ассемблер тиллари машина тилига анча яқин тиллар бўлиб, қуйи ёки ўрта даражали тиллардир. Алгоритмик тил инсон тилларига қанчалик яқин бўлса, у тилга *юқори даражали* тил дейилади. Машина тили эса энг *пастки даражали* тилдир. Машина тили бу сонлардан иборатдир.

Қуйи даражали дастурлаш тили анча мураккаб бўлиб улар жуда махсус соҳаларда ишлатилади ва уларнинг мутахассислари ҳам жуда кам. Чунки қуйи дастурлаш тиллари (масалан: ассемблер) кўпинча микропроцессорлар билан ишлашда керак бўлиши мумкин. Одатда турли дастурлаш ишлари учун юқори даражали дастурлаш тилидан кенг фойдаланилади. Компьютерлар энди юзага келган пайтда программа тузишда, фақат машина тилларида, яъни сонлар ёрдамида компьютер бажариши керак бўлган амалларнинг кодларида киритилган. Бу ҳолда машина учун тушинарли

* PhET's research publications are listed here: <http://phet.colorado.edu/research/index.php>

* Andi Klein and Alexander Godunov. "Introductory Computational Physics". Cambridge University Press 2010.

саноқ, системаси сифатида 2 лик, 6 лик, 8 лик саноқ системалари бўлган. Программа мазкур саноқ системасидаги сонлар воситасида киритилган.

Юқори даражали дастурлаш, машина тилларига қараганда машинага мослашган (йўналтирилган) белгили кодлардаги тиллар ҳисобланади. Белгилар кодлаштирилган тилларнинг асосий тамойиллари шундаки, унда машина кодлари уларга мос белгилар билан белгиланади, ҳамда хотирани автоматик тақсимлаш ва хатоларни ташҳис қилиш киритилган. Бундай машина мослашган тил - АССЕМБЛЕР тили номини олди. Одатда дастурлаш юқори савияли дастурлаш тиллари (Delphi, Жава, С++, Пйтҳон) воситасида амалга оширилади. Бу дастурлаш тилларининг семантикаси одам тилига яқинлиги туфайли дастур тузиш жараёни анча осон кечади.

Кўп ишлатиладиган дастурлаш тиллари. Биз ҳозир биладиган ва ишлатадиган тилларнинг барчаси шу гуруҳга мансуб. Улар инсонга "тушунарли" тилда ёзилади. Инглиз тилини яхши билувчилар программа кодини қийналмасдан тушунишлари мумкин. Бу гуруҳга Басис, Пассал, Фортран, Алгол, Собол ва ҳ.к. тиллар киради (кўпчилиги ҳозирда деярли қўлланилмайди). Энг биринчи пайдо бўлган тиллардан то ҳозирги замонавий тилларгача ишлатиш мумкин. Лекин, ҳозирги веб технология орқали ишлайдиган тилларда (ПХП, АСП.НЕТ, ЖСП) бундай дастурлар тузилмайди. Чунки бундай дастурларнинг ишлаши учун яна бир амалий дастур ишлаб туриши керак. Ҳозирда, амалий дастурлар, асосан Висуал С++, С#, Борланд Delphi, Борланд С++, Жава, Пйтҳон каби тилларда тузилади*.

Кўпчилик Delphi** дан фойдаланади. Бунинг асосий сабаби: соддалиги, компонентларнинг кўплиги, интерфейсининг тушунарлилиги ва ҳ.к. Delphi да биринчи ишлаган одам ҳам қанақадир дастур тузиши осон кечади. Лекин, Windows да дастурнинг ишлаши анча қийин бўлади (компонентларнинг кўплиги ва АПИ функциялари дастурда кўрсатилмаслиги учун). Яна бир тарафи, Delphi (Пассал) оператив хотирани тежашга келганда анча оқсайди.

* Harvey Gould, Jan Tobochnik, Wolfgang Christian. "An introduction to computer simulation methods. Applications to Physical Systems". Pearson Education, Inc., publishing as Addison Wesley, 2007.

** <http://www.delphi.com/>

Унда ўзгарувчиларни олдиндан эҳлон қилиб қўйиш эвазига ишлатилмайдиган ўзгарувчилар ва массивлар ҳам жой олиб туради.

Энг кенг тарқалган дастурлаш тили (Windows да) Мисрософт Висуал С++ тилидир. Кўпчилик дастурлар ҳозирда шу тилда тузилади. Умуман олганда, С га ўхшаш тиллар ҳозирда дастурлашда етакчи. Деярли ҳамма замонавий тилларнинг асосида С ётади. Бундан ташқари, Турли компьютер ўйинлари тузишда ёки кичик ҳажмдаги дастурлар тайёрлашда ЛУА скрипт ёки ЖаваСкрипт тиллари ҳам кенг ишлатилмоқда.

Ҳозирги кунда кенг тарқалган компьютер дастурлашда ишлатиладиган дастурлаш тилларидан базилари ҳақида тўхталсак:



Delphi — дастурлаш тилларидан бири. Борланд фирмаси томонидан ишлаб чиқарилган. *Delphi* дастурлаш тили ишлатилади ва аввалдан Борланд *Delphi* пакети таркибига киритилган. Шу билан бир қаторда 2003-йилдан ҳозиргача қўлланилаётган шу номга эга бўлган. Object Pascal — Pascal тилидан бир қанча кенгайтиришлар ва тўлдиришлар орқали келиб чиққан бўлиб, у объектга йўналтирилган дастурлаш тили ҳисобланади. Аввалдан ушбу дастурлаш

муҳити фақатгина Microsoft Windows амалиёт тизими учун дастурлар яратишга мўлжалланган, кейинчалик эса ГНУ/Линух ҳамда Кулих тизимлари учун мослаштирилди, лекин 2002-йилги Кулих 3 сонидан сўнг ишлаб чиқариш тўхтатилди, кўп ўтмай эса Microsoft .NET тизимини қўллаб қувватлаши тўғрисида эҳлон қилинди. Лазарус проекти амалиётидаги (Free Pascal) дастурлаш тили *Delphi* дастурлаш муҳитида GNU/Linux, Mac OS X va Windows SE платформалари учун дастурлар яратишга имконият беради.

Visual Basic – Microsoft корпорциядан дастурлаш тили ва унинг учун дастурлаш мухитдир. У Basicдан кўп тушунчалар олди ва тез расмли интерфейс билан дастурлар тараққиётини тахминлайди. Майкрософтдан ворис Висуал Басис NET 2002 йилда пайдо бўлди.

*Жава** дастурлаш тили - энг яхши дастурлаш тилларидан бири бўлиб унда



корпоратив даражадаги маҳсулотларни (дастурларни) яратиш мумкин. Бу дастурлаш тили Оак дастурлаш тили асосида пайдо бўлди. Оак дастурлаш тили

90-йилларнинг бошида Сун Микросистемс томонидан платформага (Операцион тизимга) боғлиқ бўлмаган ҳолда ишловчи янги авлод ақлли курилмаларини яратишни мақсад қилиб ҳаракат бошлаган эди. Бунга эришиш учун Сун ҳодимлари C++ ни ишлатишни режалаштирдилар, лекин баъзи сабабларга кўра бу фикридан воз кечишди. Оак мувофақиятсиз чикди ва 1995-йилда Сун унинг номини Жава га алмаштирди, ва уни WWW ривожланишига ҳизмат қилиши учун маълум ўзгаришлар қилишди. Жава Обҳектга йўналтирилган дастурлаш(OOP-object oriented programming) тили ва у C++ га анча ўхшаш. Энг кўп йўл қўйилдиган хатоларга сабаб бўлувчи қисмалари олиб ташланиб, Жава дастурлаш тили анча соддалаштирилди. Жава код ёзилган файллар(*.Жава билан ниҳояланувчи) компиляциядан кейин байт код(битесоде) га ўтади ва бу байт код интерпретатор томонидан ўқиб юргиздирилади.



C++ — турли мақсадлар учун мўлжалланган дастурлаш тили*. 1979-йили Белл Лабсда Биярне Строуструп томонидан C дастурлаш тилининг имкониятларини кенгайтириш ва ООП (OOP-object oriented programming) хусусиятини киритиш мақсадида

* <https://www.java.com>

* <https://isocpp.org/>

ишлаб чиқарилган.

Бошида „ C with Classes " деб аталган, 1983-йили ҳозирги ном билан яъни C++ деб ўзгартирилган. C++ C да ёзилган дастурларни компиляция қила олади, аммо C компилятори бу хусусиятга эга эмас. C++ тили операцион тизимларга алоқадор қисимларни, клиент-сервер дастурларни, компьютер ўйинларини, кундалик эҳтиёжда қўлланиладиган дастурларни ва шу каби турли мақсадларда ишлатиладиган дастурларни ишлаб чиқаришда қўлланилади.

4.2. Физик жараёнларни моделлаштиришда электрон таълим ресурслари ўрни ва уларнинг тахлили.

Янги технологиялар кун сайин ривожланиб, ахборотлаштириш жараёни тез суръатлар билан ўсиб бораётган ҳозирги даврда таълим соҳасида ахборот ресурсларини ташкил этиш ва таълимда фойдаланишга мамлакатимизда ҳам алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Таълим тизимига электрон таълимни жорий этиш биринчи навбатда жамиятнинг интеллектуал салоҳиятига, жумладан, таълим соҳасининг ахборотлашувига, ахборот таълим ресурсларини ишлаб чиқишга боғлиқ. Дунёнинг ривожланган ва ривожланаётган мамлакатларида таълимни ахборотлаштириш, шу жумладан электрон таълимни жорий этишга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Электрон таълимни ривожлантириш, унинг самарадорлигини ошириш йўллари изланмоқда, таълимда янги ахборот технологияларини жорий этиш таълим соҳасидаги ислохотларнинг диққат марказидан ўрин олган.

Таълимнинг фан ва ишлаб чиқариш билан интеграциясининг асосли механизмларини ишлаб чиқиш, уни амалиётга жорий этиш, ўқишни, мустақил билим олишни индивидуаллаштириш, масофавий таълим тизими технологияси ва воситаларини ишлаб чиқиш ва ўзлаштириш, янги педагогик ҳамда ахборот технологиялари асосида электрон таълимдан фойдаланган ҳолда талабалар ўқишини жадаллаштириш ана шундай долзарб вазифалар сирасига киради. Ўқув жараёнини электрон таълим асосида ташкил этиш,

шу жумладан, ўқув материалларини баён этишни такомиллаштириш таълим тартибига маълум ўзгартиришлар киритиш зарур бўлади. Бунда таълим жараёнига замонавий ахборот технологияларини жорий этиш ва улардан фойдаланиш мақсадга эришишдаги энг самарали йўл ҳисобланади.

Internet технологияларининг кириб келиши бир неча асрлар давомида ўзгармай келган ҳолатларни ўзгартириб юборди. Бу одатдаги хат ёзишмалари электрон почта билан, кутубхоналар эса web-сайтлар билан алмашилишида намоён бўлди.

Эндиликда эса таълим тизимида таълим олишнинг анъанавий шакллари ўрнига масофавий таълим элементлари кириб келди.

Ҳаммамизга маълумки, ҳар бир университет ёки таълим муассаси ўз таълим жараёнини бошқариш учун замонавий технологиялардан келиб чиққан ҳолда, ўзининг виртуал ахборот таълим муҳитини яратишга ҳаракат қилади. Ҳозирги вақтга келиб, виртуал ахборот таълим муҳитини яратишнинг ҳожати қолмаган, чунки Web муҳитига мослашган ҳар қил турдаги дастурий мажмуалар жонкуяр дастурчи ва таълим соҳасида ишлаб келаётган ходимларнинг ҳамкорликда ишлашлари шунингдек, таълимга йўналтирилган фондлар томонидан қўллаб қувватланиши натижасида, эркин ва очиқ кодли дастурий таъминотлар яратилган.

Таълим тизимига электрон ахборот таълим технологияларини татбиқ этиш, такомиллаштиришдаги асосий вазифалари ва муаммолар

Таълим тизимига электрон ахборот таълим технологияларини татбиқ этиш, таълим муассасаларининг моддий техник базасини ҳолатини танқидий баҳолаш ва такомиллаштиришдаги асосий вазифалар қуйидагилардан иборат:

- электрон таълимни ўқув жараёнига татбиқ этиш учун лозим моддий-техника базасини яратиш;
- ўқув жараёни учун электрон таълимга мўлжалланган таълим технологияларини яратиш ва қўллаш;
- талабаларни замонавий электрон таълим технологиялари соҳасида билим ва кўникмаларини шакллантириш;

- электрон таълимни жорий этиш орқали таълим тарбия ва ўқитиш жараёнининг самарадорлигини ошириш.

Электрон ахборот ресурслари таълимга оид ахборотларни йиғиш, сақлаш, узатиш, қайта ишлаш усул ва воситалари мажмуидан иборат бўлиб, у таълимга оид турли ахборотларнинг яратилишини белгиловчи ички ва ташқи омилларга боғлиқ:

- ички омиллар — бу ахборотларнинг яратилиши, турлари, хоссалари, ахборотлар билан турли амалларни бажариш, уларни жамлаш, узатиш, сақлаш ва ҳ.к.

- ташқи омиллар — бу электрон таълимнинг техника-ускунавий воситалари орқали ахборотлар билан турли вазифаларни амалга оширишни билдиради.

Электрон таълимдан фойдаланиш эса, улар билан мулоқотда фойдаланувчиларнинг кўникма ва малакаларига боғлиқ. Шунинг учун, дастлаб замонавий телекоммуникация воситаларининг ўзи нималигини билиб олиш муҳим саналади.

Замонавий телекоммуникация воситалари имкониятлари жуда кенг тизим бўлиб, унга маълум бўлган компьютер, мультимедиа воситалари, компьютер тармоқлари, Интернет каби тушунчалардан ташқари қатор янги тушунчалар ҳам киради. Буларга ахборот тизимлари, ахборот тизимларини бошқариш, ахборотларни узатиш тизимлари, маълумотлар омбори, маълумотлар омборини бошқариш тизими, билимлар омбори кабилар мисол бўлиши мумкин. “XXI аср - ахборотлаштириш асри”да таълим соҳасига электрон таълимни жорий этиш, ҳар бир таълим муассасасида:

- ўқитиш ва ўқиш жараёнининг;

- таълим муассасаси бошқарилишининг;

- таълим муассасаси бўлинмаларининг;

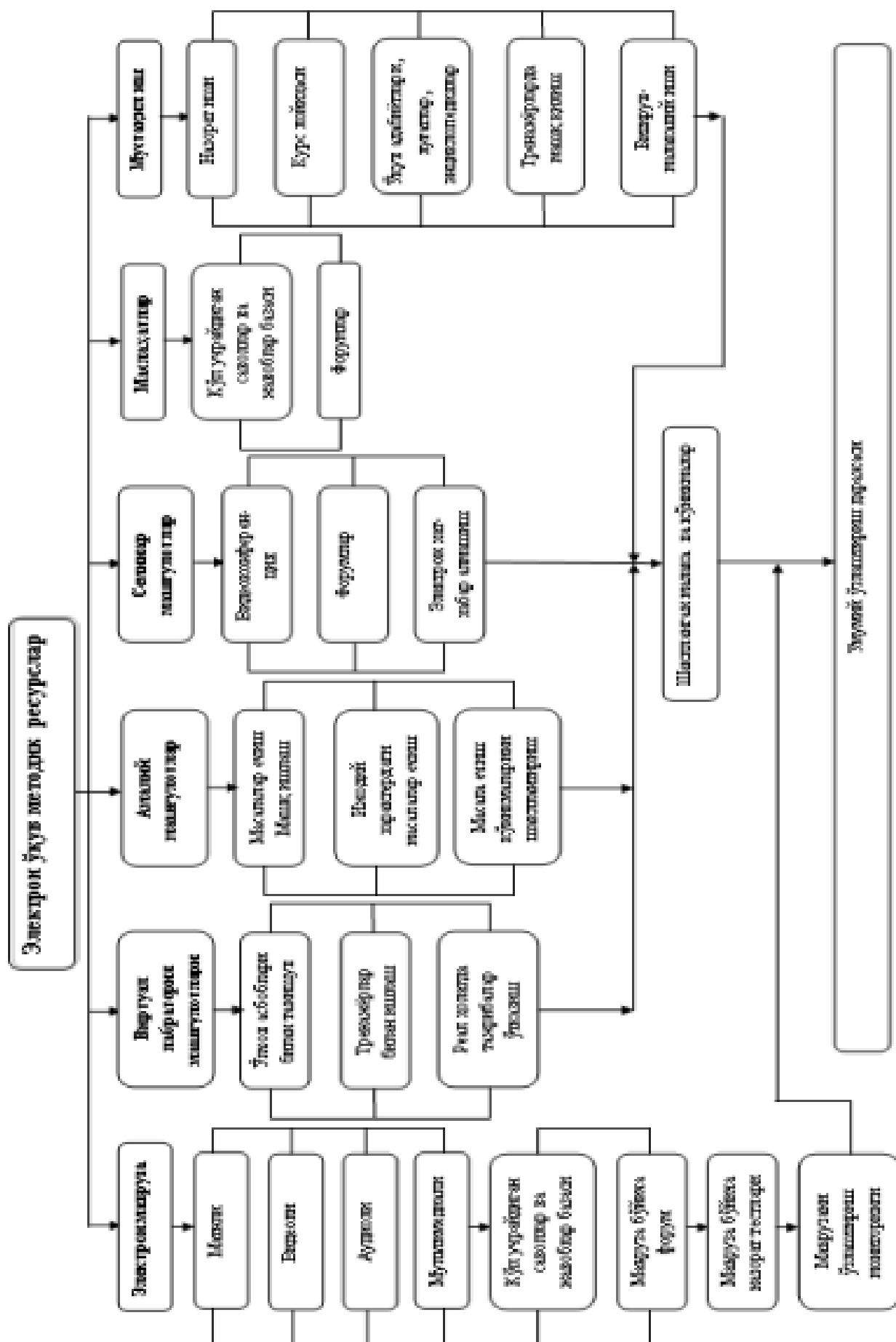
- таълим муассасаси фаолияти муҳитининг ахборотлаштирилишини талаб қилади. Таълим муассасида электрон таълим муҳитини ташкил этиш бошқичлари психологик ахборот муҳитини яратишдан бошланади.

Технологик ва илмий натижалар, яратилган дастурий маҳсулотлар асосида замонавий воситалар ва методлардан фойдаланишга эҳтиёж шакллантирилади. Бунда ҳар бир таълим муассасида индивидуал ва маслаҳат машғулотлар асосида педагогларни мустақил ва компьютер таълими тизимини ташкил этиш керак.

Республикамизда бошқа илғор мамлакатлар қатори замонавий ахборот технологияларидан таълимда фаол фойдаланишга киришилди.

Электрон таълимни жорий этиш кенг маънода таълим соҳасини методология, ўқитиш мақсадларининг психологик-педагогик тадбиғига йўналтирилган янги ахборот технологиялари воситаларини самарали фойдаланиш ва қайта ишлаш амалиёти билан таъминлаш сифатида қаралади. Бундан ташқари, электрон таълим масофали ўқитиш тизимининг тараққиёти учун база бўлиб хизмат қилади. Электрон таълим жараёнида таълим тизимида янги ахборот технологиялари воситаларидан кенг кўламда фойдаланиш амалга оширилади.

Ўқув жараёни методик таъминотининг электрон ўқув методик ресурслари таркиби



4.3. Физик жараёнларни моделлаштиришда оммавий онлайн очик курслардан фойдаланиш.

Охирги икки асрда ўрганиладиган билимлар шунчалик даражада кенгайиб кеттики, олдинги олимларни қомусшунос, қомусий олим деб аташга мажбур бўляпмиз. Нега? Ҳозир ҳеч ҳам бир вақтни ўзида фалакшунослик, жўғрофия, физика, кимё, тиббиёт, математика, фалсафа ва ҳоказоларни ўрганиб бўлмас даражага етди.

Фундаментал фанлар билан бирга гуманитар, инсоният, жамият билан боғлиқ билимлар кўпайди. Барчаси фақат инсоният ривожини, қулайлигини, оғирини енгил қилиш учун хизмат қилишига қаратилмоқда.

XXI асрни бемалол технологиялар ва у билан боғлиқ билимлар асри дея оламиз. Билимларни ўрганиш турлари, йўллари, усуллари кенгайтириб юборган аср.

АҚШнинг Стенфорд университети, Массачусетс Технология институти (МТИ) каби бир неча нуфузли олий ўқув юртлари бепул “онлайн” курсларини тақдим этмоқда. Тажриба тариқасида илк бор ташкил этилаётган мазкур дарслар дунёнинг барча давлатларидаги талабалар учун очик. Қизиги шундаки, ушбу курсларда ўқиш мутлақо бепул ва уларни муваффақиятли тамомлаганларга диплом (сертификат) ҳам берилади (айрим курслар текин сертификат беришади лекин кўп курсларда маълум бир туловдан кейин сертификат олиш мумкин).

Интернет орқали ўқув материалларини бепул ва эркин тарқатишга мўлжалланган “Очик дарсхона” (Open courseware) дея номланувчи электрон тизим бундан ўн йилча муқаддам МТИ томонидан ташкил этилган эди. Шундан сўнг юзлаб бошқа коллеж ва университетлар ҳам ўқув материалларини интернетга барча учун бепул ва очик қўйиш амалиётини йўлга қўйди. Бугунга келиб МТИ ва Стенфорд университети ушбу амалиётни янги босқичга кўтаришга қарор қилди.

Улар энди нафақат курсда ўтиладиган материалларни, балки дарснинг ўзини ҳам бепул тақдим этишмоқда.

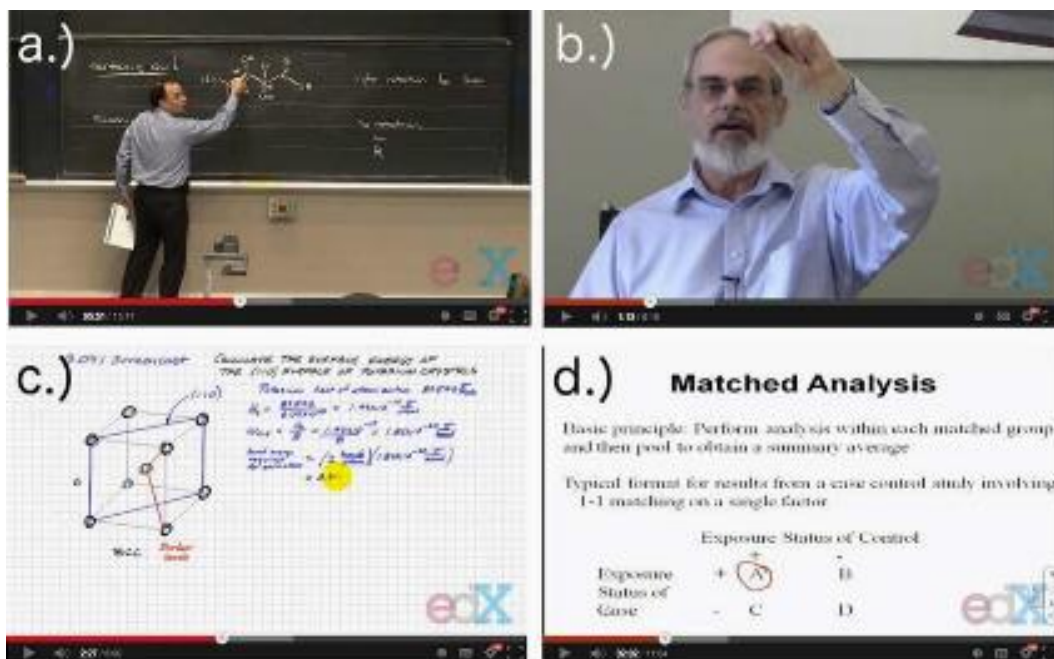
Стенфордда компьютер бўйича икки мутахассис дастлаб “Сунъий интеллект фанига кириш” (Introduction to Artificial Intelligence) номли бепул “онлайн” курс ташкил этди.

Дунёнинг 190 дан ортиқ мамлакатидан жами 160 мингдан зиёд талаба курсга ёзилди. Кўнгиллилар ёрдамида курс материаллари қисқа муддат ичида дунёнинг 44 тилига таржима ҳам қилинди. Иштирокчиларнинг 23 минг нафари курс материалларини тўлиқ тамомлаб, имтиҳонлардан муваффақиятли ўтди ҳамда ушбу курсни битирганлик тўғрисидаги гувоҳномага эга бўлди.

2012-йил Стенфорд университети яна бешта бепул “онлайн” курсни ташкил этди. Уларда ўқиётган талабалар сони ярим миллионга яқинлашган.

Бу борада Массачусетс Технология институти ҳам фаоллик кўрсатмоқда. Ўқув юрти ташаббуси билан интернет орқали бепул дарслар берадиган “MITx” номли янги нотижорат ташкилоти тузилди. “MITx” қошида очилган биринчи курс – “Схемалар ва Электроника” дарсида қатнашиш учун юз мингдан зиёд талаба рўйхатдан ўтди. “MITx” интернет саҳифасида ёзилишича, рўйхатга ёзилганларнинг камида 20 минг нафари дарс машғулотларида тўлиқ ва фаол иштирок этмоқда.

Принстон университети, Берклидаги Калифорния университети, Мичиган Ан-Арбор ҳамда Пенсилвания университетлари ҳам ҳамкорликда бепул “онлайн” курсларини ташкил этмоқда. Ушбу курслар “Coursera” деб номланган интернет сайтида жамланган. “Coursera”дан курсларни номлари ва йўналиши бўйича ёки уларни тақдим этаётган университетлар бўйича қидириб топишингиз мумкин. Бепул дарсларни тақдим этувчи яна бир сайт “Udacity” бўлиб, у ҳам “Coursera” билан биргаликда Стенфорд университети мутахассислари томонидан бунёд этилган.



Оммавий онлайн очик курсларда ташкиллаштирилган курсларнинг кўринишлари

Дунёнинг нуфузли университетлари тақдим этаётган ушбу бепул “онлайн” курслари:

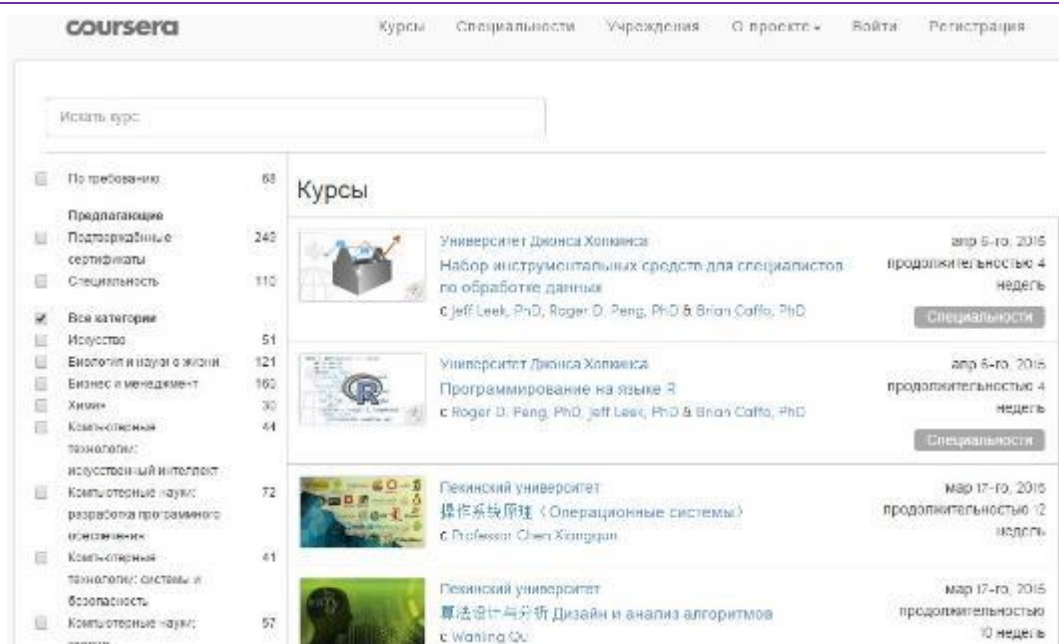
Coursera.org – <https://www.coursera.org/>

EdX – <https://www.edx.org/>

Udemy – <https://www.udemy.com/> LinguaLeo – <http://lingualeo.ru/> busuu – <http://www.busuu.com/enc/>

TED – <http://www.ted.com>

Coursera. Расмийсайти: www.coursera.org



Ушбу инглиз тилидаги лойиҳа ҳар хил билимлар босқичи бўйича курс тизимларини ўтказадиган университетлар билан ҳамкорлик қилади. Тингловчилар фақатгина курсларни оқибгина қолмасдан, курсдошлари билан гаплаша оладилар, Coursera ООК тестлар ва имтиҳонлар топширадилар.

Khan академияси. Расмий сайти: <https://www.khanacademy.org>

Бир куни MIT ва Гарвардни битирган қобилятли талаба Салманхан бошқа шаҳарда яшайдиган кичкина амакиваччасини математика фанидан қийналишини билиб қолади. У «YouTube» сайтига видеодарсларни жойлаштириб, унга ёрдам бермоқчи бўлади ва машҳур бўлиб кетади. Энди Khan академияси сайтида ҳар хил мавзудаги 42000 дан ортиқ бепул микромаърузалар бор. Улардан кўпчилиг рус тилида ҳам мавжуд.

Гарвард Университети ҳамда Массачусетс Технология Институту биргаликда “барча ёшдагилар ва турли миллат вакиллари учун текин, интернет орқали интерфаол таълим олишлари учун” нотижорий ташкилот ташкил қилишди. EdX – бир сўз билан айтганда, таълим платформаси, энди сиз инглиз тилида Гарвард Университети, MIT ва яна Беркелей Калифорния Университетларида (ҳамда 2013-йилдан Техас Университети ҳам кўшилмоқда) ўргатиладиган курслардан билим олишингиз мумкин.

Kurslar ▾ | | | [Kariya](#) | [Hásh](#) | [A'zo bo'lish](#)



Barcha yoshdagi o'quvchilar uchun. Haqiqiy natijalar.

Maqsadimiz - barcha uchun jahon standartlariga mos bepul ta'lim olish imkoniyatini yaratish.

[O'quvchi](#) | [O'qituvchi](#) | [O'ta-ona](#)

Nega aynan Khan Academy?



Individual ta'lim

Ta'lim o'quvchilar birinchi navbatda bilimlarining bo'chlagani barcha talab sifatida o'quv faoliyatini olib borishadi.



Ishonchli kontent

Khan Academy mutasaddirlar tomonidan yaratilgan ishonchli o'quv materiallar majmuasi sifatida matematika, fizika, kimyo, biologiya va boshqa fanlarda chuqur va aniq ma'lumotlarni o'r ichiga olgan. Barcha uchun har doim bepul.



O'qituvchilarni yuksaltirish vositalari

O'qituvchilar Khan Academy yostimida o'quvchilarning bilimlaridagi bo'rtiblagani aniqlashi, barcha talab va har birining o'ziga bog'lan sharoitlarni qo'ndirishi mumkin.

[Kurslar ▾](#) | [Programmi va stepeni ▾](#) | [Shkoly i partnyery](#) | [edX dlya biznesa](#) | [Voyti](#) | [registr](#)


Изменить. Нам нравится, как это звучит. Узнать больше

Беспокойные ученики меняют мир

Найдите наши 3000+ курсов [Поиск](#)

[Изучить все курсы](#)

453 583 люди учатся на edX сегодня




Учитесь в более чем 160 университетах-членах

Изучите лучшие курсы

[Бизнес](#) | [Наука о данных](#) | [Дизайн](#) | [Информатика](#) | [Инженерное дело](#)

edX и его участники используют файлы cookie и другие технологии отслеживания для повышения производительности, аналитики и маркетинга. Используя этот сайт, вы соглашаетесь с его использованием. [Узнайте больше об этих технологиях в Политике конфиденциальности](#).

Ҳозирча маскур EdX платформасида кимё, тиббиёт, информатика, физикага оид курслар қўйилган.

Intuit. Расмий сайти: www.intuit.ru

Олий таълим ва иккинчи олий таълимни олиш имконияти мавжуд бўлган, шунингдек, профессионал қайта тайёрлаш ва малакани ошириш имкониятларини тақдим қила оладиган йирик Россия интернет-университетидир.

Тўлиқ ўқиш пуллик, аммо интуит сайтида турли соҳадаги: информатика, физика, математика, иқтисодиёт ва фалсафа бўйича 500 дан ортиқ курсларни бепул ўқиш (тинглаш) мумкин. Ҳозирги кунда кўпгина курслар видео дарслар шаклида ҳам берилмоқда. Таълим курсларини тугатганда бепул электрон сертификат олиш мумкин.

Яндекс мактаби. Расмий сайти: <https://yandexdataschool.ru/edu-process/courses>. Бу ерда Яндекс маълумотлар ташхиси мактаби маърузалари жойлаштирилган. Унинг асосий мақсади айнан Яндекс учун, шунингдек, АКТ индустриясида маълумотларни ташхис қилиш ва қайта ишлаш ҳамда интернетдан маълумотларни олиш бўйича малакали инсонларни тарбиялашдир.

Назорат саволлари.

1. Қандай илмий дастурлаш тиллари бор?
2. Кўп ишлатиладиган дастурлаш тиллари?
3. *Visual Basic* дастурлаш тилига изоҳ беринг?
4. *Java* дастурлаш тилига изоҳ беринг?
5. *C++* дастурлаш тилига изоҳ беринг?
6. Elearning нима?
7. Масофали ўқитишнинг назарий ва дидактик асослари.
8. Масофавий таълимни ташкил қилиш усуллари.
9. Масофавий таълим жараёнини амалга ошириш босқичлари.
10. Эркин ва очиқ кодли таълим деганда нимани тушунасиз?
11. LMS тизимларининг асосий функциялари нимада?

12. Moodle тизимида ўқув жараёнини ташкиллаштириш қандай амалга оширилади?
13. Moodle тизимининг имкониятлари.
14. Оммавий онлайн очик курсларга мисоллар келтиринг.
15. Масофавий таълимнинг анъанавий таълимдан фарқи?
16. Масофавий ўқитишни ташкил қилиш муаммолари?
17. Moodle тизимида ўқув жараёни қандай ташкиллаштириш мумкин?
18. MOODLE – аббревиатурасини келтиринг.
19. LMS ва унинг хусусиятлари?
20. CMS ва унга кирувчи ахборот тизимларига мисол келтиринг.

5 - мавзу: Ҳисоблаш физикаси. Crocodile Physics дастурида моделлаштириш. Phet интерфаол симуляциялари.

РЕЖА:

1. Ҳисоблаш физикаси.
2. Crocodile Physics дастурида моделлаштириш.
3. Phet интерфаол симуляциялари.

Таянч иборалар: Компьютер моделлари, Электрон таълим, модел, моделлаштириш, педагогик дастурий восита- симулятор, Crocodile Physics дастури, Phet дастури.

Ҳисоблаш ва маълумотларга асосланган фан – тадқиқотнинг учинчи устуни сифатида назария ва тажриба ўртасини боғловчи муҳим воситадир. Шу билан бир қаторда, таълимнинг барча соҳаларини, илмий изланишларни, ишлаб чиқариш амалиётини, шунингдек, маҳаллий ва жаҳон иқтисодиётини тубдан ўзгартириш потенциалига эга.

Компьютер моделлари системанинг табиатини ўзига хос турли хил комбинацион математик моделларга асосланган яқинлашувлар ёрдамида тасвирлаб беради.

Ўтган асрда компьютерда моделлаштириш замонавий фаннинг деярли барча соҳаларида ривожланишнинг ажралмас қисмига айланди. Компьютер симуляциялари физика, астрономия, климатология, кимё, биология, материалшунослик, иқтисодиёт, ижтимоий фанлар ва муҳандислик соҳасида системаларни моделлаштириш учун зарур восита бўлиб қолди.

Моделлаштириш тажрибадан устун

Системалар ва уларнинг табиатини замонавий технологиялар ёрдамида эришиб бўлмайдиган наноўлчамдаги аниқлик билан тушуниш учун компьютер симуляциясидан фойдаланиш мумкин. Агар бизда баъзи системаларнинг экспериментал кузатиш асосида қандай ҳаракат қилишини таҳлил қилиб берадиган маълумотлар мавжуд бўлса, биз ушбу ҳодисалар қандай содир бўлгани ёки аслида нима сабабдан юз бергани ҳақидаги саволларга жавоб беришимиз мумкин.

Қуйида моделлаштиришнинг бир қатор афзалликларини келтирамиз:

Хавфсизлик – одамга ёки атроф-муҳитга зарар бермасдан синаб кўриш ёки тажриба ўтказиш.

Прототип – яқуний маҳсулот ишлаб чиқарилишидан аввал янги маҳсулотларни лойиҳалаш ва синаш учун моделлардан фойдаланишдан иқтисодий тежаш.

Башорат қилиш – келажакка боқиб, эҳтимолий таъсирларни ёки йўқотишларни таъкидлаб, муаммолар пайдо бўлишидан олдин уларга ечим топиш.

Визуализация – тизимдаги муносабатларни кўриш, тушуниш ва таҳлил қилиш. Жараённи вақт бўйича тезлаштириш ёки секинлаштириш.

Такрорлаш – модел системани турли хил сценарийлар асосида параметрларни ўзгартириб қайта такрорлаш.

Юқорида таъкидланганидек, компьютерда моделлаштиришни жуда кўплаб соҳаларда қўллаш мумкин, масалан:

Материалшуносликда – углерод нанотрубкалари ўсиш механизмларини тушунишда. Углеродли нанотрубкаларни техникада кенг қўлланилишини

секинлаштириб турган омил — бу 100 фоиз бир хил типдаги нанотрубкани синтез қилиш. Тажриба шароитида ўсиш бир неча сонияда рўй беради. Ушбу жараёнга таъсир қилаётган факторларни баҳолаш ва бир хил типдаги нанотрубкаларни синтез қилиш учун компьютер моделларидан фойдаланиш кўл келади.

Қишлоқ хўжалиги ва тоза ичимлик суви муаммосини ечишда – денгиз ва дунё океанларидаги сувни филтрлаш ва иқтисодий самарадор филтрларни кашф қилишда. Филтрларни турли хил дизайнларини шакллантириш ва компьютер моделлари ёрдамида синаб кўриш муаммога ечим топишни тезлаштиради.

Фармакологияда – турли хил касалликларга қарши дорилар ишлаб чиқишда. Касалликларга асосан оқсиллар функциясининг бузилиши ва турли хил мутациялар сабаб бўлади. Оқсил ва дориларни бир-бири билан таъсирини тадқиқ қилиш ҳамда оқсил фаоллигини ўзгартириш учун дориларни оптимал таркиб ва ўлчамларини аниқлашда компьютер моделлари энг қулай воситадир.

Машинасозлик ва самолёт саноатида – самарали аэродинамик дизайнни яратишда. Масалан, машина ва авиация саноатларида қаршилиқни камайтириш орқали ёқилғи тежамкорлигига эришиш асосий вазифа ҳисобланади. Албатта, компьютерда моделлаштириш ёрдамида ҳаво қаршилигини камайтирадиган оптимал дизайнларни ишлаб чиқиш мумкин. Бу эса ўз навбатида ишлаб чиқаришга сезиларли таъсир кўрсатади ва иқтисодий самарадорликка эришиш учун муҳим рол ўйнайди.

Демак, компьютерда моделлаштириш ёрдамида тажриба қилмасдан аввал маълум бир тизимлар учун энг қулай моделни тузиб чиқиш ва синаб олиш тажриба учун кетадиган харажатларни сезиларли даражада камайтиради. Моделлар ёрдамида тажриба учун сарфланадиган харажатларни тежаш ўз навбатида катта иқтисодий самарадорликка ҳам олиб келади.

Компьютерда моделлаштириш талабаларни тадқиқотларга ундайди

Ҳозирги кунда Ўзбекистон Миллий университети раҳбарияти билан

хамкорликда, Физика факультети талабаларига «Биофизикавий ва биокимёвий жараёнларни компьютерда моделлаштириш» онлайн курси ташкил қилинди. Таъкидлаб ўтишим керак, талабалар ушбу курсни катта қизиқиш билан қабул қилишди ва моделлаштириш сирларини фаол ўрганишмоқда.

Компьютер симуляцияси мослашувчан, динамик ҳамда интерактивдир. Шу сабабли талабаларда тадқиқот ва изланишга қизиқиш уйғотади. Бунда талабалар турли хил параметрларнинг қийматларини ўзгартириб, уларнинг таъсирини кузатиш орқали илмий тушунчалар ва ғоялар тўғрисида ўз хулосаларини чиқарадилар.

Кўпгина тадқиқотчилар компьютер симуляциясининг интерактивлиги ва талабаларни жалб қилиш хусусияти, уларнинг билим олишини яхшилашда унинг афзалликларини ошириш учун калит эканлигини таъкидлашади.

Интерфаол компьютер симуляторлари талабаларга ўзларининг кашфиётларини бошқариш ва эгалик қилиш ҳиссини беради ва шу билан уларнинг маълумотни тушуниш ва таҳлил қилиш қобилиятини оширади. Ушбу симуляциялар реал дунё ҳодисаларини қайта тасаввур қилиш имкониятини беради.

Ҳозирги жаҳон тажрибасини ҳисобга олган ҳолда айтишим мумкин, Ўзбекистондаги барча ОТМлар компьютерда моделлаштириш йўналишларини ташкил қилишни жиддий ўйлаб кўришлари керак. Ўзбекистон дунёга очилаётган бир вақтда, яқин 4-5 йил ичида компьютерда моделлаштириш мутахассисларига эҳтиёж сезиларли даражада ортади. Ушбу талабга мувофиқ ҳолда профессионал кадрлар тайёрлашни тизимли йўлга қўйиш мақсадга мувофиқ бўлар эди.

Педагогик фаолиятда амалий ва педагогик дастурий воситалардан фойдаланиш

Электрон таълим муҳитида лаборатория ишларини ташкиллаштиришнинг ўзига хос муаммолари мавжуд

Айнан бу муаммони виртуал лаборатория ишларидан фойдаланган

ҳолда ташкиллаштириш мумкин. Бу ўқув модулимизда айнан юқорида келтирилган муаммони ҳал қилишга ҳаракат қиламиз.

Бу модулда келтирилган педагогик дастурий воситалар Тошкент ахборот технологиялари университетининг физика кафедрасида 2005 йилдан буён кенг қўлланилиб келинмоқда ва ўқув жараёнида талабаларнинг фанни ўзлаштиришини ижобий натижаларга олиб келди.

Педагогик дастурий воситалардан (бирор бир жараёни визуаллаштириш имконияти берувчи педагогик дастурий восита-симулятор) фойдаланиш жараёнида талабалар маъруза вақтида ўрганган назарий билимларини виртуал бўлсада ҳаётга тадбиқ қиладилар. Ушбу тадқиқотлар жараёнида билимларини янада мустаҳкамлаш билан бир қаторда назария ҳамда ҳаётий тадқиқотларнинг ривожланишига бевосита ҳисса қўшадилар. Бундан ташқари ўша симуляторларнинг ҳам янада ривожланишига, янада ҳақиқий ҳаётий тадқиқотларга яқин натижалар берадиган даражага чиқаришда ўз ҳиссаларини қўшишлари мумкин. Бу ўз ўрнида талабаларни фақатгина “тингловчи” вазифасида қолмасдан, бевосита илмий-тадқиқот ишларида қатнашувчиларга айлантиради ва талабаларда тадқиқотларга бўлган қизиқишларини янада ортишига олиб келади.

Ҳозирги кунда фан-техниканинг катта суръатларда ривожланиши реал-ҳаётий тадқиқот ускуналарини ушбу ривожланиш билан бир қаторда кетишида қийинчилик туғдиради. Хусусан, симуляторларда эса бундай тўсиқлар мавжуд эмас ва хатто ушбу “виртуал тадқиқотхоналар” фан-техника ривожланиш тезлигига қўшимча тезлик қўшади.

Албатта ҳар соҳада бўлгани каби симуляторлардан фойдаланишга нисбатан ҳам қарши фикрлар мавжуд. Улардан энг биринчиси симуляторларнинг ҳақиқий объект ва жараёнларни тўла-тўқис ифода эта олмасликларидир. Бу симуляторлар ёрдамида олинган натижалар билан ҳаётий тажрибалардан ҳосил бўлган натижалар ўртасида тафовутлар пайдо бўлишига олиб келади. Баъзи симуляторлар эса ўйин шаклида ясалган, масалан, учувчилик симуляторлари. Улар фойдаланувчиларда доимий

ишқибозлик келиб чиқишига олиб келади ва натижада тадқиқотдан кўра кўпроқ ўйин тарафи устун келади.

Шунга қарамадан симуляторлардан фойдаланишнинг салбий томонлари ижобий томонларига нисбатан анча кучсиз ҳамда уларни бартараф этиш имкониятлари мавжуд. Шунинг учун улар симуляторлардан фойдаланишнинг қандайдир маънода чекланишига асосий сабаб бўла олмайди.

Ахборот-коммуникация технологияларини физик жараёнларни моделлаштиришда қўллаш асосан икки хил кўринишда амалга оширилади. Биринчи шarti бу техник жиҳозлар бўлса, иккинчи шarti эса махсус дастурий таъминотлар билан тахминланганлигидир. Техник жиҳозлар билан тахминланганлик: компьютерлар, тармоқ қурилмалари, юқори тезликдаги интернет тармоқлари, жиҳозлари ва ҳоказо.

Дастурий таъминотга: мавжуд қурилмаларни ишлатадиган дастурий таъминотлардан тортиб шу соҳа учун мўлжалланган дастурлар тўплами киради.

Сўнги йилларда жаҳондаги етакчи университетларда* қўлланилиб келинаётган Интернет ёки Интранет тармоғи орқали электрон шаклдаги таълим тури элеарнинг (электрон таълим) атамаси билан кириб келди. Электрон таълим — ахборот-коммуникация технологиялари асосидаги таълимнинг турли кўринишларини англатувчи кенг тушунчадир.

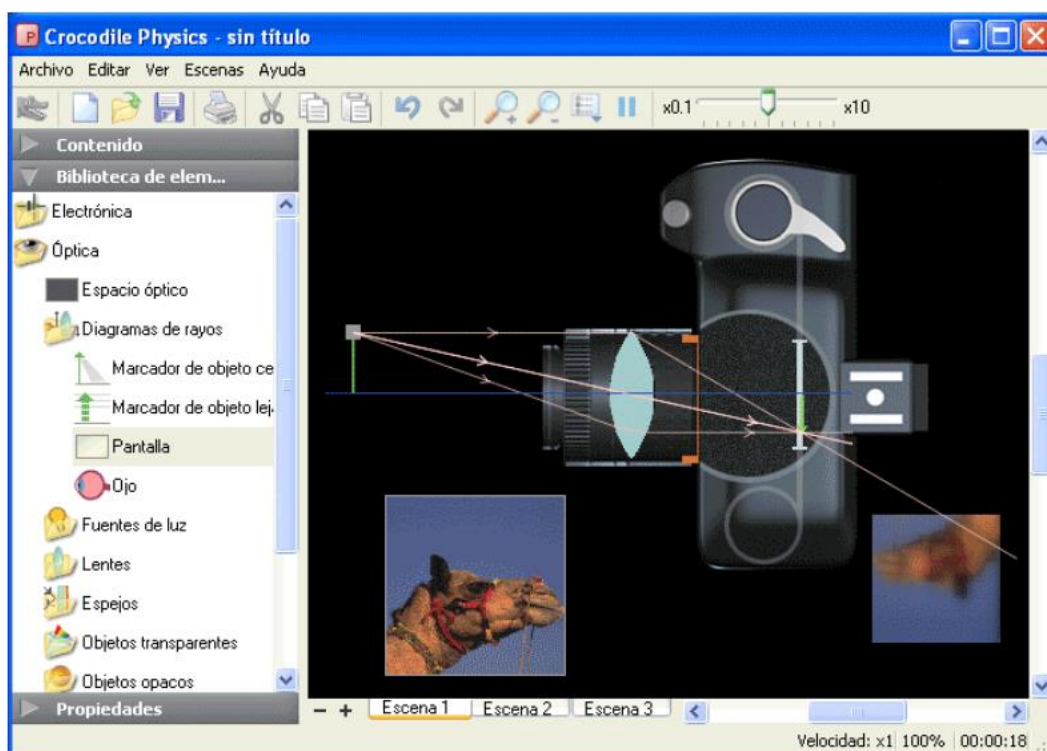
Crocodile Physics дастурида моделлаштириш.

Crocodile Physics дастури.

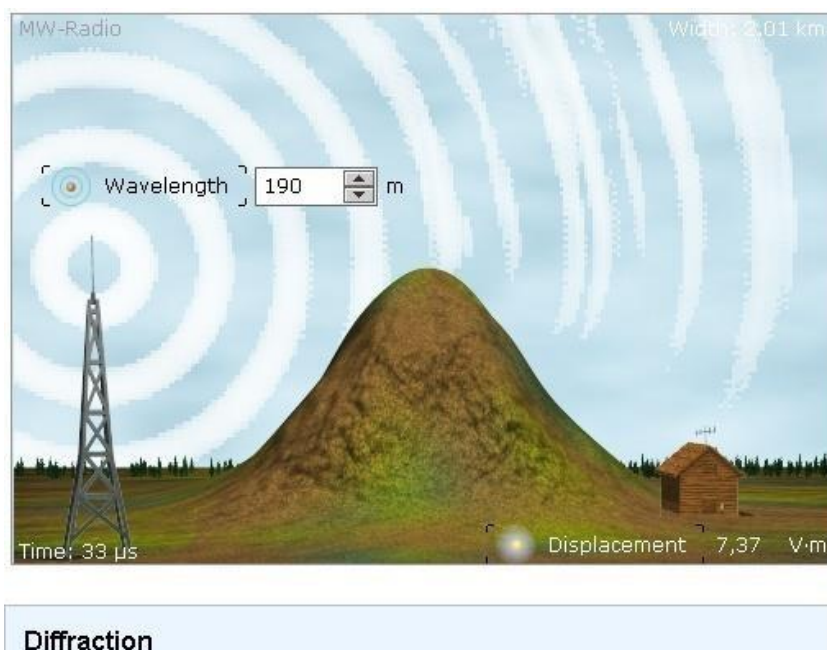
Crocodile Physics дастури физиканинг механика, электр, оптика ва тўлқин ҳодисалари бўлимларига оид виртуал лаборатория ишларини яратиш ва кузатиш имкониятини берувчи конструктор ҳисобланади. Бу дастурдан мактаб, академик лицей ва касб ҳунар коллеж ўқувчилари ва олий таълим муассасаларининг талабалари фойдаланишлари мумкин.

* <https://www.coursera.org/>

Crocodile Physics – дастури кучли симулятор бўлиб, физик жараёнларни моделлаштириш ва физиканинг механика, электр занжирлар, оптика ва тўлқин ҳодисалари бўлимларига оид тажрибалар яратиш ва кузатиш имкониятини берувчи дастурдир. Бу дастурдан дарсларда интерактив доска орқали машғулотларни ташкил этиш мумкин, шунингдек мустақил иш сифатида шахсий компьютерда ишлатиш мумкин. Бу кучли дастур физик ҳодисаларни кузатиш, тажрибалар ўтказиш ва турли мураккаблик даражасидаги жараёнларни моделлаштириш имкониятини беради.



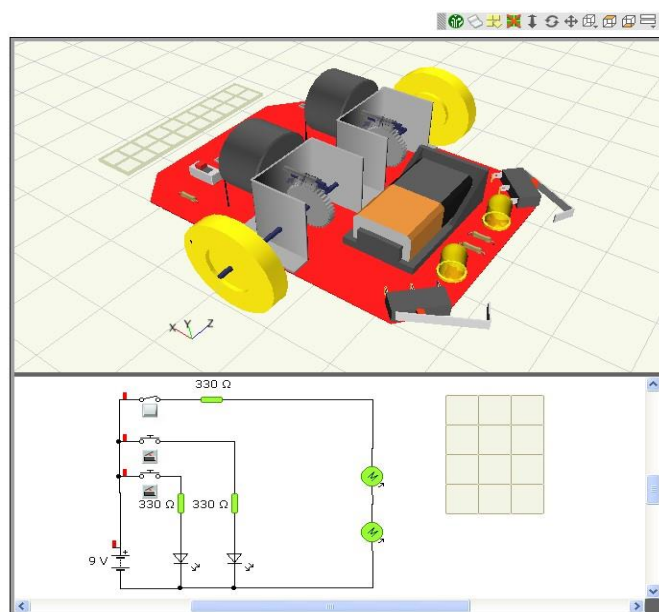
Ушбу дастур Crocodile Clips Ltd томонида 1994 йилдан бери такомиллаштирилиб келинмоқда. Дастурдан масала ечишда, виртуал лаборатория ишларини ва намоиш тажрибаларини ташкиллаштиришда кенг фойдаланса бўлади. Бу дастур таълим тизимида тўғри маҳнода инқилобий ўзгаришларга олиб келди. Дастур физиканинг барча бўлимлари билан ишлаш, жараёнларни чуқур ўрганиш имкониятини яратади.



Радио тўлқиннинг бирор бир тусикдан ўтишида кузатиладиган дифракция жараёни келтирилган.

Дастурнинг ўзига хос хусусиятлари: 50 дан ортиқ кадамма - кадам ўргатувчи дарслар, 150 дан ортиқ физиканинг бўлимларига оид тайёр моделлар, физикавий жараёнларни компьютерда моделиштириш имконияти, Ер шароитида ўтказиш қийин бўлган тажрибаларни амалга ошириш ва кузатиш, дастурнинг кучли инструментарияси, тажрибада қатнашаётган физик катталикларнинг қийматини жуда яхши аниқлик билан ҳисоблаш имкониятини беради, физик ҳодисада қатнашаётган физик катталик билан бошқа физик катталиклар ўртасидаги графикли боғланишни ҳосил қилиш, яратилган моделларни сақлаш ва қоғозга чоп этиш мумкин.

Crocodile Technology дастури. Бу дастур ўрта мактаб ўқувчи ва ўқитувчилар, лицей, коллеж талабалари учун физика фаннини «Электр» қисмини чуқурроқ ўзлаштиришда ҳозирги замон ахборот технологиялари имкониятларидан фойдаланиш имконини беради. Бундан ташқари, Crocodile Technology дастуридан электротехника, электр занжирлар назариясини ўрганиш курсларида ҳам фойдаланиш мумкин.



Дастур электрон конструктор бўлиб, у монитор экранида электр схемаларини йиғиш жараёнини худди ҳақиқий тажрибадаги сингари имитация қилиш, электр катталикларни мультиметрда (3 ўлчовли), амперметр ва вольтметрларда ўлчаш имкониятини беради.

Масалан, дастурда:

- Микропроцессорларни дастурлаш ва робототехникага оид моделларнинг 3D кўринишда симуляциялаштириш мумкин.
- Конструктор деталларининг тасвири ва ўлчов асбобларининг схематик ва ҳақиқий кўринишда берилган;
- Қаршиликдан оқиб ўтаётган ток қувватининг қиймати берилган номиналдан ортиб кетса, қаршилик (портлаб) куяди, бу эса экранда унинг ранги ўзгариб қорайган деталь кўринишига ўтиши билан кўрсатилади;
- Электр чироқ ва электр иситгич асбоблари қувватнинг номинал қийматида ёрқинлашади, агар улардаги қувват ишчи қийматидан ортиб кетса куяди ва бу асбоб экранда қорайиб қолади. Худди шунингдек экранда бошқа деталлардаги физикавий катталикларнинг ўзгариши имитация қилинади;
 - Кўпгина жараёнлар ва уларнинг натижалари товушли эффектлар орқали ифодаланади. Буларнинг барчаси, талаба ўзи йўл қўйган хатоларини кўриши, муваффақиятсиз бажарилган тажрибанинг сабабларини аниқлашни

ўрганиши ва электр схемаларини тажрибани ҳақиқий қурилмаларда бажаришдан олдин таҳлил қилиш кўникмаларини ҳосил қилиш имконини беради.

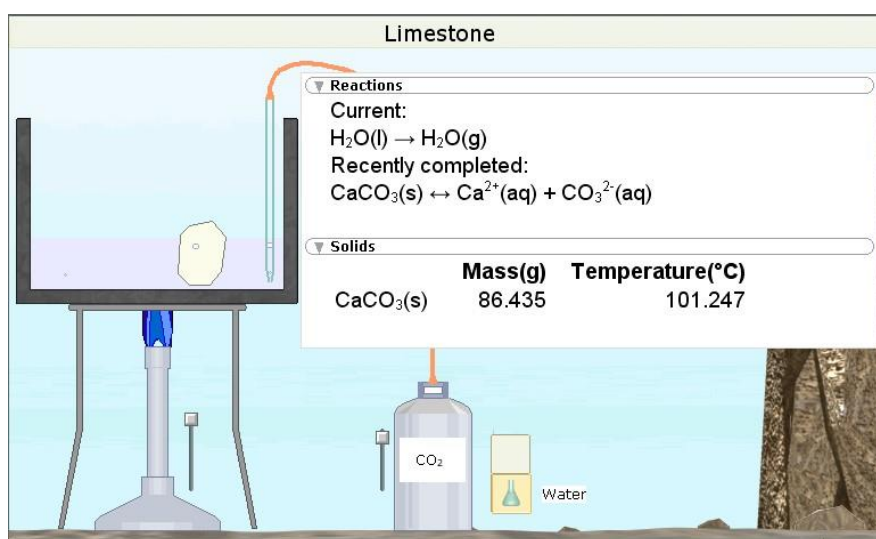
Бу дастур, фойдаланувчини изланувчанликка, ижодий фикр юритишга, иш натижаларини таҳлил қилишга ўргатади.

Дастур имкониятлари жуда кенг бўлиб, ундан амалий машғулотларда (яъни масалалар ечишда) айниқса, виртуал лаборатория ишларини бажаришда кенг фойдаланиш мумкин.

Crocodile Chemistry дастури. Crocodile Chemistry дастури орқали Менделеев жадвалида мавжуд барча элементларнинг кимёвий ва физикавий хусусиятларини ўрганиш мумкин. Одатда кимёвий реакциялар рўй бериш вақтида реакцияга қатнашаётган молекулаларнинг бошқа молекулага айланиш жараёнини (молекуляр даражада) кузатиш иложи йўқ. Лекин, бу дастур орқали кимёвий моддани бошқа моддалар билан реакцияга киришиш жараёнида молекулаларнинг динамикасини кузатиш мумкин бўлади.

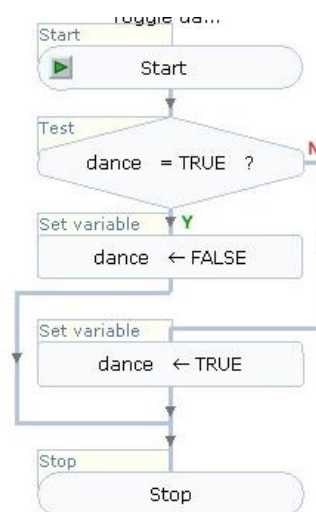
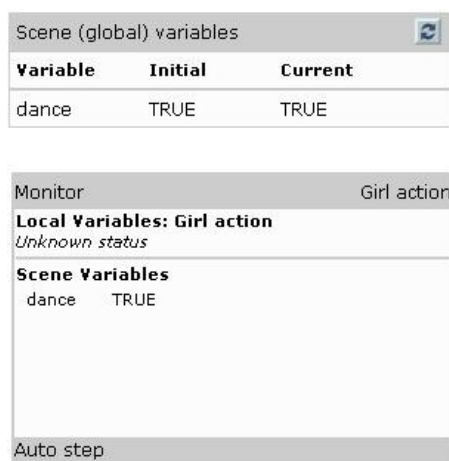
Бу дастур орқали кимёвий жараёнларни моделлаштириш, турли реакцияларни ўтказиш ва энг асосийси, буни хавфсиз амалга ошириш мумкин.

Бу дастурдан ўрта-махсус ва олий ўқув юртларида кимё фанини ўқитишда кенг фойдаланиш мумкин.



Дастур орқали ихтиёрый шаклдаги идишлардан фойдаланиб, турли реактивларни ўзаро аралаштириб кимёвий реакцияни кўзатиш мумкин. Кимёвий реакция вақтида реактивларнинг ранги, моддалар улушини, кимёвий реакция формулаларни махсус ойнада кўриш имконияти дастурнинг кучли педагогик қурол сифатида фойдаланиш имкониятини беради.

Crocodile ICT дастури. Crocodile ICT дастури, Европа мамлакатларида Информатика фанини ўқитишда жуда яхши самара бермоқда. Бу дастур ёрдамида информатикада дастурлаш жараёнини, аниқроқ қилиб айтганда алгоритмлаш бўлимини ўқувчига аниқроқ етказиб бериш мумкин.



Объектга йўналтирилган дастурлашни ўқитишда жуда қўл келадиган Crocodile ICT нинг оддий интерфейси ва блок схемалари ёрдамида яратилаётган дастур орқали ҳар бир буйруқни анимация кўринишда тасвирлаш мумкин.

Бундан ташқари, блок схемаларда бирор бир шарт бажарилганда одам персонажларига 30 дан ортиқ ҳаракат турларини (қарсак чалиш, ўнгга ёки чапга ҳаракатланиши, уларнинг юзларида эмоционал ўзгаришларни, маълум бир сўзларни гапиришлари ва ҳаказо) бажартириш мумкин. Дастурнинг бундай имконияти ўқувчининг (талабанинг) дарсдан зерикшининг, эътибори пасайишининг олдини олади. Бу эса маълум маънода таълим самарадорлигига ўзининг ижобий таъсирини кўрсатади.

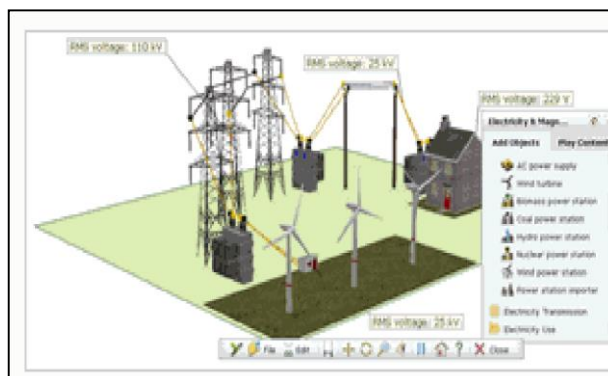
Yenka Electricity and Magnetism дастури. Yenka Electricity and

Magnetism дастури симулятор бўлиб, физикавий жараёнларни моделлаштириш ва физиканинг электродинамика ва магнетизм бўлимларига оид тажрибалар яратиш ва кузатиш имкониятини берувчи дастурдир. Улардан ташқари қўйида кўрсатилган дастурий пакетлар ҳам мавжуд:

- Electronics
- PCB design
- PIC programming
- Mechanisms
- Light and Sound
- Force and Motion
- Inorganic & physical chemistry

Бу дастурлардан машғулотларда интерфаол электрон доскадан (Whitboard) ва график планшет (Wacom) дан фойдаланиш мумкин. Бу дастур физикавий ҳодисаларни 3D кўринишда кузатиш, тажрибалар ўтказиш ва турли мураккаблик даражасидаги жараёнларни моделлаштириш имкониятини беради.

Yenka Electricity and Magnetism дастури физик жараёнларни компьютерда моделлаштириш, тажрибада қатнашаётган физик катталикларнинг қийматини жуда яхши аниқлик билан ҳисоблаш имкониятини беради, физикавий ҳодисада қатнашаётган физик катталик билан бошқа физик катталиклар ўртасидаги графикли боғланишни ҳосил қилиш, яратилган моделларни сақлаш ва қоғозга чоп этиш мумкин.



Yenka Electricity and Magnetism дастур муҳитида яратилган шамол генераторининг ишлаш принципини тушунтирувчи (моделлаштирувчи) модел.

“**Beginnings of Electronics**” дастури. Дастур электрон конструктор бўлиб, у монитор экранида электр схемаларини йиғиш жараёнини имитация қилиш имкониятини беради.

Комплекснинг асосий хусусиятларидан бири, унда реал физикавий жараёнларни жуда катта аниқликда имитация қилиш мумкин. Дастур имкониятлари жуда кенг бўлиб, ундан амалий машғулотларда (яъни масалалар ечишда) ҳам фойдаланиш мумкин. Айниқса виртуал лаборатория ишларини бажаришда бу дастурдан ижодий фойдаланиш мумкин.



“Beginnings of Electronics” дастурининг интерфейси

PHET дастур пакети

Нобель мукофотининг лауреати, физик К. Виман томонидан «Physics Education Technology» (PHET) сайти яратилган (сайтидан <https://phet.colorado.edu/> дастурни бепул кучириб олишингиз мумкин). PHET сайтида ҳар хил мавзуларга оид моделлар мавжуд бўлиб, улар Java (ва HTML5 форматларида) дастурида яратилган. PHET сайтида тақдим этилаётган моделлар очик манба (Open Source) сифатида, исталганча фойдаланилиши мумкин.

PhET
INTERACTIVE SIMULATIONS

University of Colorado Boulder

INTERACTIVE SIMULATIONS
FOR SCIENCE AND MATH
Over 315 million simulations delivered

Play with Simulations

Teachers Register Here

Faraday's Law

What is PhET?
Founded in 2002 by Nobel Laureate Carl Wieman, the PhET Interactive Simulations project at the University of Colorado Boulder creates free interactive math and science simulations. PhET sims are based on extensive education research and engage students through an intuitive, game-like environment where students learn through exploration and discovery.
INTERACT, DISCOVER, LEARN!

Teaching Resources
Browse Activities
Share your Activities
Tips for Using PhET

DONATE TODAY
PhET is supported by...
CAROLINA
World-Class Support for Science & Math
and our other sponsors, including educators like you.

PHET даги моделлар сони 100 дан ортиқ бўлиб улар Физика, Математика, Кимё, Биология, Экология, Валеология фанларига оид моделлаштириш дастурларидан иборатдир.

PhET
INTERACTIVE SIMULATIONS

University of Colorado Boulder

Over 275 million simulations delivered

Support PhET: DONATE TODAY

HTML5 SIMS

HTML5

INTERACTIVE SIMULATIONS
FOR SCIENCE AND MATH

Play with Simulations

The Tech Awards

John Travoltage

John Travoltage

How to Run Simulations | Teaching Resources | About | PhET is supported by...

PHET дастурининг умумий кўриниши.

Бу дастур давлат таълим стандартларига ва ўқув муассасаларида қўлланилаётган адабиётларга мос келганлиги билан муҳим педагогик қурол ҳисобланади. Юқорида келтирилган дастурлардан фарқли равишда бу дастурдаги мавжуд моделлар веб муҳитида ҳам намоиш этиш имконияти мавжуд.

Компьютер моделларини ўқув жараёнларида қўллаш тамойиллари куйидагилар:

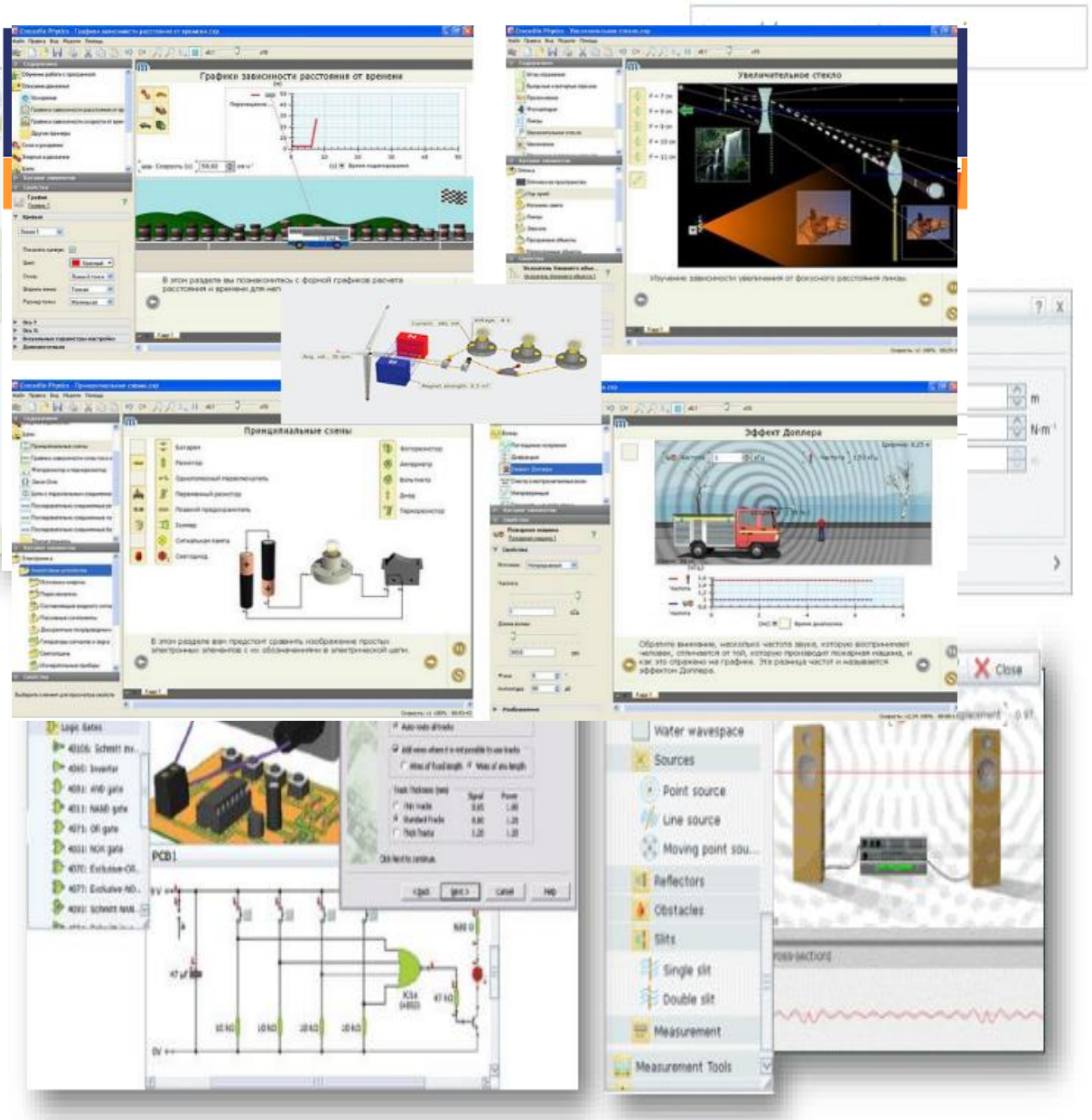
1. Компьютер дастури тажрибани ўтказиш мумкин бўлмаган ёки тажриба кузатиб бўлмас даражада ҳаракатланган пайтда қўллаш;
2. Ўрганилаётган детални аниқлаш ёки ечилаётган физикавий масалани иллюстрациялаш;
3. Лаборатория машғулотларини бажариш жараёнида мавжуд моделлар ёрдамида ҳодисаларни характерловчи катталикларнинг ҳам сифатий, ҳам миқдорий боғланишларини кўра билиш;
4. Дастур ёрдамида мураккабликдаги топшириқлар устида иш олиб бориш, мустақил шуғулланиш

Шуни таъкидлаш жоизки, ҳозирда Crocodile компанияси 2008 йил декабрь ойидан дастурий таъминотларини Yenka номига ўзгартирган. Ҳозирда бу дастурлар Yenka номи билан чиқмоқда.

Хўш бу дастурларни қаердан қандай қилиб олиш мумкин, дерсиз? Бу дастурларни олиш жуда осон!

Бунинг учун сиз қуйидаги кўрсатмаларни бажаринг.

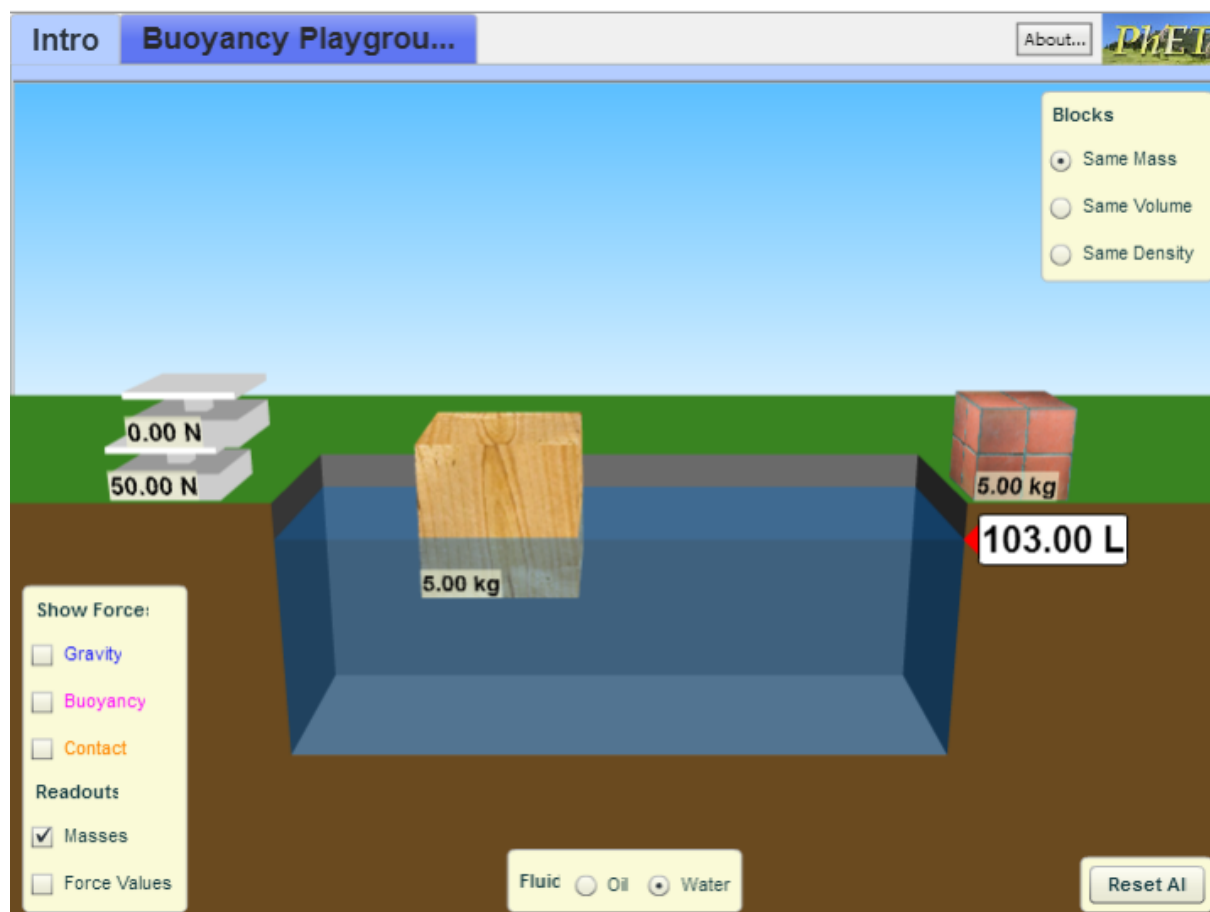
1. Интернет браузерга <http://www.yenka.com> сайтини теринг.
2. <http://www.yenka.com> сайти орқали Руйҳатдан ўтинг
3. Руйҳатдан ўтганингиздан кейин ўқув муассасалари учун уй шароитида фойдаланиш бепул ҳисобланади. Бунда сиз учун махсус код берилади.
4. Сайтнинг Downloads бандидан (http://yenka.com/file/YK/3.0.1/Yenka_3_0_1_Setup.exe) 61 М ҳажмдаги дастурни компьютерингизга кўчириб олинг.
5. Руйҳатдан ўтганингиздан кейин берилган кодни териб, дастурни ишга туширинг.



PHET (Physical education technology)* – Колорадо университетида ишлаб чиқилган дастур. Унда физика, химия, биология ва бошқа фанлар бўйича

жами 100 дан ортиқ намоишлар келтирилган. PhET лойиҳаси таълим жараёни сифатини ошириш учун яратилган ва

* <https://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics>



интерфаол илмий-тадқиқот моделлар йиғиндиси ўқитиш учун мўлжалланган, улар янгилаиб ва бойитилиб турилади. Барча моделлар интерфаол, керакли жихозлари мавжуд, талабалар томонидан тез тушунилади ва ўзлаштирилади. Сайт очик ва [хтп://phet.colorado.edu/](http://phet.colorado.edu/) ундан эркин фойдаланиш мумкин, шунингдек, оффлине варианты ҳам мавжуд.

Хулоса қилиб айтганда, юқорида келтирилган дастурлардан фойдаланган ҳолда ўқиш жараёнини ташкиллаштирилса, ўқувчиларнинг (талабаларнинг) фанга қизиқиш билан ёндошадилар ҳамда таълим сифатининг ривожланишига олиб келади.

Назорат саволлари

1. Виртуал лаборатория ишларини яратиш имкониятини берувчи симуляторлар?
2. PhET (Physical education technology) қандай дастур?
3. PhET (Physical education technology) дастурининг имкониятлари?
4. Crocodile Physics дастурининг имкониятлари?
5. Crocodile Physics нима ва у қачон ишлатилади?

IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАРИНИНГ МАЗМУНИ

1 – амалий машғулот: Компьютерда моделлаштириш. Ҳисоблаш физикаси. Моделлаштириш босқичлари. Компьютерда моделлашти-риш учун операцион тизим. Дастурий таъминот, физик жараёнларни моделлаштириш. Асосий тушунчалар. Моделлаштириш босқичлари. (4соат)

PhET ва Crocodile Physics муҳитини ўрнатиш ва созлаш

Компьютерда моделлаштириш. Моделлаштириш босқичлари. Физик жараёнларни компьютерда моделлаштириш учун керакли бўлган инструментал дастурий воситаларни ўрнатиш. PhET Interactive Simulationsни ўрнатиш. Javани ўрнатиш. Crocodile Physicsни ўрнатиш. Yenкани ўрнатиш.

Ишдан мақсад: Физик жараёнларни компьютерда моделлаштириш учун керакли бўлган инструментал дастурий воситаларни ўрнатиш ва дастлабки иловаларни яратиш кўникмаларига эга бўлиш.

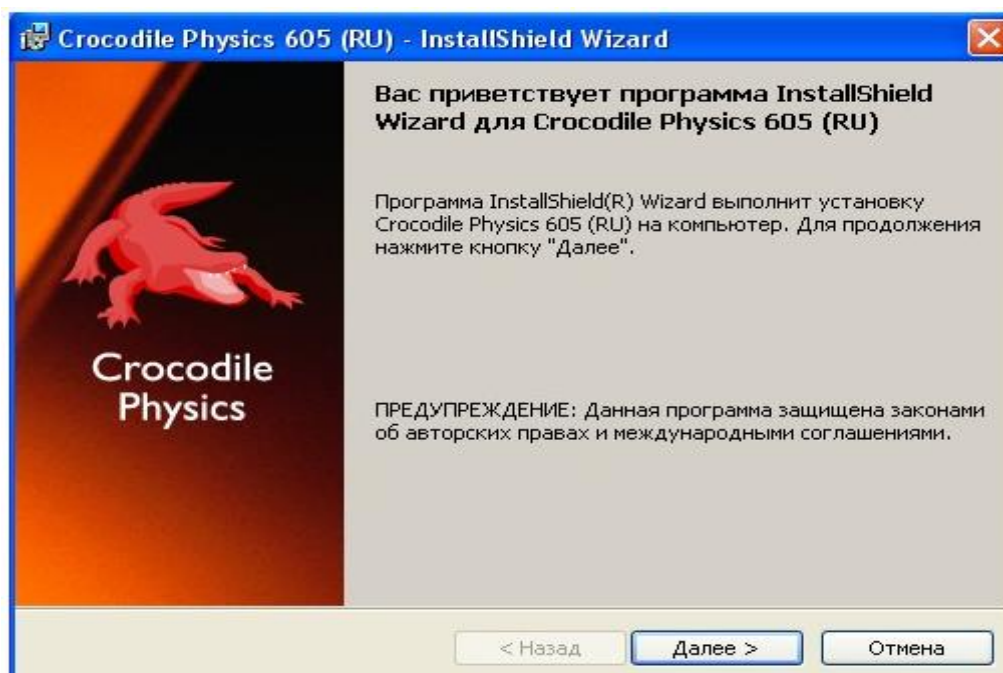
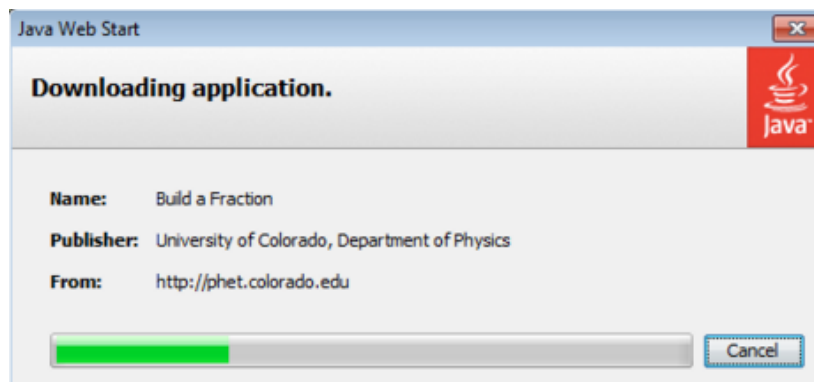
Ушбу амалий иш давомида куйидагиларни **бажариш лозим:**

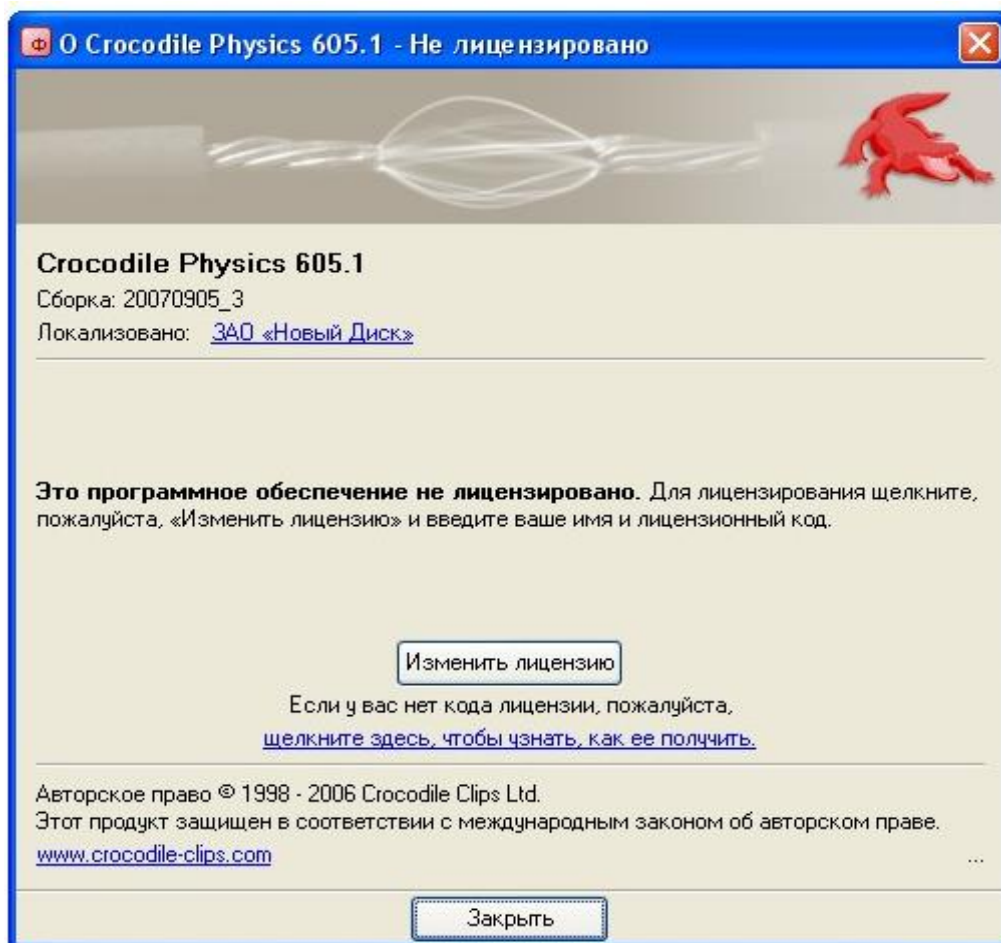
- PhET Interactive Simulations ни ўрнатиш
- Java ни ўрнатиш
- Crocodile Physics ни ўрнатиш
- Yenka ни ўрнатиш.

Керакли бўлган дастурий воситаларни ўрнатиш ва созлаш куйидаги кадамлар билан кўрсатилган:

- 1-қадам: PhET Interactive Simulations ни кўчириб олиш ва юклаш (<http://phet.colorado.edu/>)
- 2- қадам: PhET Interactive Simulations ни ўрнатиш
- 3- қадам: Crocodile Physics ни кўчириб олиш ва юклаш. (<http://www.yenka.com/downloads/>)
- 4- қадам: Crocodile Physics ни ўрнатиш

Ишни бажариш учун намуна





Назорат саволлари

1. PhET Interactive Simulations нима ва ундан қандай фойдаланилади?
2. Crocodile Physics нима ва ундан қандай фойдаланилади?
3. Yenka нима ва ундан қандай фойдаланилади?
4. Crocodile Physics да янги Андроид лойиҳа яратилди, ва ушбу лойиҳа ишга туширилгандан кейин яратиладиган файли қаерда (лойиҳанинг қайси папкасида) жойлашади?
5. Yenka да янги лойиҳа яратилди, ва ушбу лойиҳа ишга туширилгандан кейин яратиладиган файли қаерда (лойиҳанинг қайси папкасида) жойлашади?

2-амалий машғулот:

Физик жараёнларни моделлаштиришда ахборот–коммуникация технологияларидан фойдаланиб таълим сифатини ошириш. Илмий

дастурлаш тиллари. Физик жараёнларни моделлаштиришда электрон таълим ресурсларнинг ўрни ва уларнинг таҳлили. Физик жараёнларни моделлаштиришда оммавий онлайн очик курслардан фойдаланиш.

(4соат)

Ишдан мақсад: Очик таълим курслари билан танишиш

OpenCourseWare(OCW) онлайн очик курси АҚШ нинг Станфорд Университети ва Massachusetts Institute of Technology (MIT) каби бир неча нуфузли олий ўқув юртлари бепул “онлайн” курслари, Coursera (<https://www.Coursera.org/>) онлайн очик курслари, Khan академияси курслари билан танишиш.

Coursera

Har bir inson uchun onlayn ta'lim platforma

Coursera - 2012-йилда бошланган онлайн-таълим хизматидир. Бепул Coursera курслари (Coursera .org да) барча мавзуларда мавжуд ва одатда минглаб талабалар бир вақтнинг оозида бир-бирларини қабул қилишади.

Coursera турли соҳаларда бепул ўқув курсларини таклиф қилувчи онлайн платформа ҳисобланади. Бундай платформалар фан тилида МООС (Massive Open Online Courses-Очик оммавий масофавий курслар) деб аталиб, Корсера шу турдаги курсларни таклиф қилувчи ташкилотларнинг йетакчиларидан саналади.

Ҳозирда платформада дунёнинг кўплаб давлатларидан талабалар рўйхатдан ўтиб, ўзлари қизиққан соҳада масофавий курсларда билим олишмоқда. Курслар материалларини ўқувчи ўзига қулай бўлган вақтда ўрганиши мумкин. Қисқа муддат(1-3 ой)га мўлжалланган бўлса-да, тақдим этиладиган курслар ўша соҳага тааллуқли мақолалар, илмий материаллар, видео ва аудио намоёиш(презентация)лар билан бойитилган бўлиб, одатда қатнашчидан аввал шу соҳада ўқиган бўлиши ёки ҳеч бўлмаганда хабардор бўлиши ҳам талаб қилинмайди. Муҳими – кучли қизиқиш бўлса бас.


coursera Изучить ▾ 🔍

Для организаций Для студентов Войти [Присоединиться бесплатно](#)

Ваш путь к успеху

Развивайте навыки с помощью онлайн-курсов, сертификаций и дипломных программ от лучших университетов и компаний мира.

[Присоединиться бесплатно](#)



Мы сотрудничаем **более чем с 200 ведущими университетами и компаниями**

ILLINOIS Duke Google **M** **IBM** Imperial College London Stanford **Penn**

Курсы по физике и астрономии

От большого взрыва до темной энергии

(From the Big Bang to Dark Energy, с субтитрами на русском)

The University of Tokyo

Старт 15 декабря, 4 недель, 2-4 часа в неделю

Rated 4.8 out of 5 of 1,305 ratings

Coursera бесплатные курсы по анализу данных и Big data

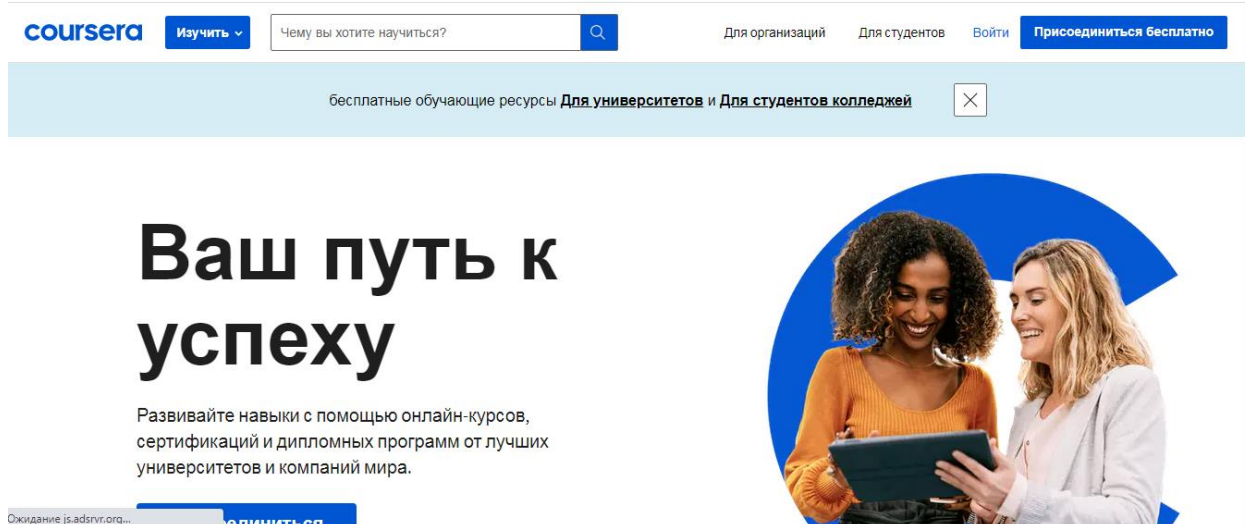


coursera

Start your future on Coursera today.

[JOIN NOW](#)

Инструменты ученого по данным



Миллионлаб инсонлар Coursera билан ҳамкорлик қилган ўнлаб таниқли университетларда ўқитувчилар томонидан ўқитиладиган юзлаб бепул курсларни олиш учун рўйхатдан ўтмоқда. (Ҳар бир машғулот МООС деб номланувчи, "оммавий очик онлайн курс" нинг қисқартмаси.)

Ҳамкорлар Гарвард ва Принстон сингари Ivy League мактабларини ҳамда Пенсилвания, Виржиния ва Мичиган университетлари сингари йирик, юқори даражали давлат университетларини ўз ичига олади.

(Иштирокчи мактабларнинг тўлиқ рўйхати учун Coursera университетлари саҳифасига ташириф буюринг.)

Coursera курсларидан нимани олишингиз мумкин

Бепул Coursera курслари видео маорузалар ва интерфаол машқларни таклиф этади (талабалар олдиндан айтиб ўтилганидек). Улар одатда коллеж битирувчиси даражасига тўғри келадиган расмий коллеж кредитини таклиф қилмайди. Бироқ, Coursera курс ишларини тугатган шахсларни имзолаган "битирув гувоҳномаси" ни тақдим этиш орқали сертификат шаклини тақдим этиш билан тажриба қила бошлади. Талабалар сертификат олиш учун тўловни тўлашлари керак, ва улар ҳеч бўлмаганда ҳали ўқилмаган курсларга мос келмайди.

Coursera томонидан тақдим этилган курслар, одатда, 10 ҳафтагача давом этади ва интерфаол онлайн машғулотлар, викторина ва талабалар ўртасида тенгдош мулоқот қилиш билан бир қаторда ҳар ҳафтада бир неча соат

давомида видео дарсларни ўтказди. Баъзи ҳолларда ҳам якуний имтиҳон мавжуд.

Coursera .org сайтидан дарсларга ўтиш

Coursera ўқув дастурига киритилган мавзулар кўплаб кичик ва ўрта коллежларда бўлгани каби турли хилдир. Хизмат Стенфорддан келган иккита компьютер фанлари профессори томонидан бошланди, шунинг учун у айниқса компьютер фанида кучли. Интернет сайтида мавжуд бўлган мавжуд курсларнинг тўлиқ рўйхати мавжуд. Курс каталогига қаранг.

Coursera қандай таълим технологиясидан фойдаланишади?

Coursera асосчиси Дафне Коллер педагогик ёндашувлар ва ўқувчиларни ўрганиш ва ҳамкорликни кучайтириш учун сунъий ақлни қўллаш бўйича кўплаб тадқиқотларни амалга оширди. Натижада, Coursera курслари одатда ўқувчиларни ўрганишни мустаҳкамлаш учун нарсаларни фаол равишда бажаришни талаб қиладиган даражада таянади.

Мисол учун, масалан, видеотасма сиз кўрган материалнингиз ҳақидаги саволга жавоб беришингизни сўраш учун бир неча марта сўроққа тутилиши мумкин. Уй вазифаларини белгилашда сиз дарҳол мулоқотларингиз керак. Ва айрим ҳолларда интерактив машқларни бажаришингиз мумкин, агар сизнинг жавобларингиз сизга ҳали материални ўзлаштирмаган деган хулосага келса, уни аниқлаб олиш учун кўпроқ имконият бериш учун тасодифий такрорланган машқни олишингиз мумкин.

Қандай қилиб рўйхатдан ўтиш ва Coursera курсини олиш

Coursera .org саҳифасига ўтинг ва мавжуд курсларни кўриб чиқинг.

Курслар, одатда, бошланғич ва охириги ҳафталар билан одатда маолум кунларда таклиф қилинишини унутманг. Улар синхрондир, яъни талабалар уларни бир вақтнинг ўзида оладилар ва улар фақат давлат даврида мавжуддир. Бу асинхрон бўлган онлайн курснинг бошқа турларидан фарқ қилади, яъни исталган вақтда уларни қабул қилишингиз мумкин.

Қизиқарли сарлавҳани топсангиз, курсни батафсил тушунтирувчи саҳифани кўриш учун курс номига босинг. У бошланғич санани рўйхатга

олади, неча ҳафта давом этаётганини билдиради ва ҳар бир талабадан талаб қилинадиган соат бўйича иш юкининг қисқача хулосасини беради. Одатда ўқувчиларнинг дарс таркиби ва биологик жиҳатлари ҳақида яхши маълумот беради.

Агар кўрмоқчи бўлган ва иштирок этишни хоҳласангиз, рўйхатдан ўтиш ва курсни олиш учун кўк "СИГН УП" тугмасини босинг.

Coursera классификация катта, очиқ онлайн курслар учун ишлатиладиган қисқартирилган МООС ҳисобланади. МООС концепсияси ҳақида МООС тушунчаси ҳақида кўпроқ маълумотни ўқиб олишингиз мумкин. (МООС феномени бўйича кўрсатма беринг.)

Бепул курсларга рўйхатдан ўтиш учун Coursera веб-сайтига ташриф буюринг ва у ерда сизни қизиқтирадиган бепул курсни танлаб рўйхатдан ўтинг.

3-амалий машғулот: Ҳисоблаш физикаси. Crocodile Physics дастурида моделлаштириш. Phet интерфаол симуляциялари.(6соат)

Crocodile Physics ва PhET Interactive Simulations дан фойдаланиш

Crocodile Physics дастури муҳитида физиканинг турли бўлимларига оид лаборатория ишларини яратиш. PhET Interactive Simulations дастурида физиканинг турли бўлимларига оид виртуал лабораторияларидан фойдаланиш кўникмаларига эга бўлиш. Изланувчанликка, ижодий фикр юритишга, иш натижаларини таҳлил қилишга ўргатиш.

Ишдан мақсад: PhET Interactive Simulations дастурида физиканинг турли бўлимларига оид виртуал лабораторияларидан фойдаланиш кўникмаларига эга бўлиш. Crocodile Physics дастури муҳитида физиканинг турли бўлимларига оид лаборатория ишларини яратиш.

Масаланинг қўйилиши: Тингловчи вариант бўйича берилган лойиҳани PhET Interactive Simulations дастурида ишлаб чиқиш ва натижа олиши лозим.

Вазифалар:

1-қисм. Назарий маълумотни ўрганиш ва қўйидаги саволларга жавоб беринг:

1. Симулятор деганда нимани тушунаси?
2. Симуляторнинг вазифаси нимадан иборат?
3. «Physics Education Technology» (PhET) сайти ким томонидан яратилган?
4. <http://phet.colorado.edu> сайтида қайси маълумотлар мавжуд?
5. «Physics Education Technology» (PhET) сайтидаги моделларни ўзбек тилига таржима қилиш мумкинми?

Ўқув жараёнида моделлардан фойдаланиш янги усул эмас. Қадим-қадимдан ўқув-ўрганиш мобайнида моделлардан фойдаланиб келинган. Симуляторлар ўқув жараёнига қарийб барча жабҳаларида: бошланғич таълимдан бошлаб олий ўқув юртларигача қўлланилиши мумкин. Кейинги вақтларда хаттоки медицина соҳасида ҳам симуляторлардан фойдаланилмоқда. Симуляторлардан фойдаланишнинг асосий сабабларидан бири уларнинг реал объектларга нисбатан жуда ҳам арзон алтернатива эканлигидадир. Симуляторлар эса шундай ҳақиқий асбоб-ускуна ва жиҳозларсиз виртуал ҳолатда бирор бир физик жараённи моделлаштириш ҳамда виртуал лаборатория ишларини ўтказишга имконият яратади. Бу ўз-ўзидан нафақат катта миқдорда маблағлар тежалишига, балки уларга умуман эҳтиёж ҳам туғдирмайди. Симуляторларнинг қарийб ҳеч қандай молиявий маблағлар талаб этмаслиги маълум тадқиқотларни талабалар томонидан юзлаб, керак бўлса минглаб мартаба қайта-қайта амалга оширишга имконият яратади. Симуляторлардан фойдаланишнинг яна бир афзаллик томони уларнинг хавфсиз эканлигидадир. Баъзи тадқиқотларни амалга ошириш инсон ҳаёти учун хавф туғдиради, масалан, ядро физикасига оид бўлган ҳодисаларни ўрганиш. Бундай тадқиқот катта миқдорда молиявий харажат талаб этибгина қолмасдан, тадқиқотни олиб борувчилар учун ҳаётига хавф ҳам туғдиради.

Симуляторлардан фойдаланиш жараёнида талабалар маъруза вақтида ўрганган билимларини виртуал бўлсада ҳаётга тадбиқ қиладилар. Ушбу тадқиқотлар жараёнида билимларини янада мустаҳкамлаш билан бир қаторда назария ҳамда ҳаётий тадқиқотларнинг ривожланишига бевосита хисса қўшадилар. Бундан ташқари ўша симуляторларнинг ҳам янада ривожланишига, янада ҳақиқий ҳаётий тадқиқотларга яқин натижалар берадиган даражага чиқаришда ўз хиссаларини қўшишлари мумкин. Бу ўз ўрнида талабаларни фақатгина “тингловчи” вазифасида қолмасдан, бевосита илмий-тадқиқот ишларида қатнашувчиларга айлантиради. Бу эса ўз навбатида талабаларда ўқиш ва тадқиқотларга бўлган қизиқишларини янада ортишига олиб келади.

Табиий фанлар йўналишида 2001 йилдаги Нобель мукофотининг лауреати К. Виман томонидан «Physics Education Technology» (PhET) сайти яратилган. PhET сайтида ҳар хил мавзуларга оид моделлар мавжуд бўлиб, улар Java ва Macromedia flash дастурларида яратилган.



1-расм. PhET дастурининг умумий кўриниши.

PhET сайтида тақдим этилаётган моделлар Open Source бўлиб, хоҳлаган фойдаланувчи бепул фойдаланиши мумкин. PhET даги моделлар сони 100 дан ортиқ бўлиб улар физика, математика, кимё фанларига оид намоён тажрибаларини ўтказиш, виртуал лаборатория ишларини ташкиллаштириш ва моделлаштириш имкониятига эга. Бу PhET дастури Ўзбекистон давлат

таълим стандартларига ва ўқув муассасаларида қўлланилаётган адабиётларига мос келади.

PhET дастурини <http://phet.colorado.edu> сайтидан кўчириб олишингиз мумкин.

PhET дастуридаги моделлардан физика, математика, химия ва биология фанларидан дарс машғулотларида намоёиш тажрибалари сифатида, виртуал лаборатория машғулотларини ташкиллаштиришда кенг фойдаланиш мумкин.

Хусусан физика фанига оид 90 дан ортиқ моделлар мавжуд;

Биология фанига оид 10 дан ортиқ моделлар мавжуд;

Математика фанига оид 7 та модел мавжуд;

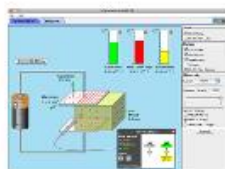
Химия фанига оид 20 дан ортиқ моделлар мавжуд.

Дастурда келтирилган моделларни фақат ингилиз тилида эмас. Балки 50 дан ортиқ тилга таржималарини топиш мумкин, хусусан ўзбек тилида 1 та модел таржима қилинган. Агар сиз дастурда келтирилган моделларни ўзбек тилига таржима қилишни ҳохласангиз, ҳеч қандай қийинчиликсиз бу ниятингизни амалга оширишингиз мумкин. Бунинг учун дастурнинг расмий сайтида “Translated Sims” банди мавжуд бўлиб, у ерга кириб махсус қайдномани тулдирган ҳолда тегишли моделни танлаб ўзбек тилига таржима қилишингиз мумкин.

PhET дастурида ҳар хил фанлар кесимидаги моделларнинг кўринишини қўйидаги расмда кўришингиз мумкин:



Balloons and Static Electricity



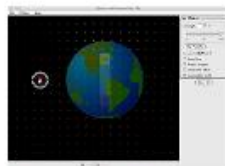
Capacitor Lab



Circuit Construction Kit (DC Only)



Circuit Construction Kit (AC+DC)



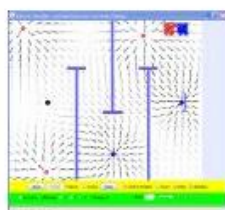
Magnet and Compass



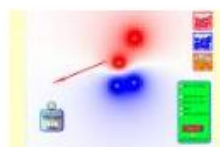
Magnets and Electromagnets



Generator



Electric Field Hockey



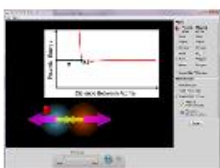
Charges and Fields



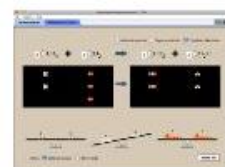
Acid-Base Solutions



Alpha Decay



Atomic Interactions



Balancing Chemical Equations



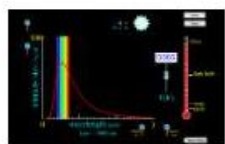
Balloons & Buoyancy



Balloons and Static Electricity



Beta Decay

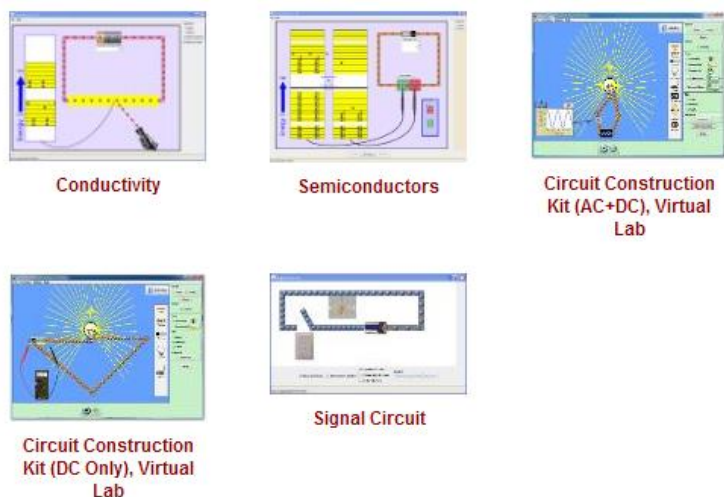


Blackbody Spectrum

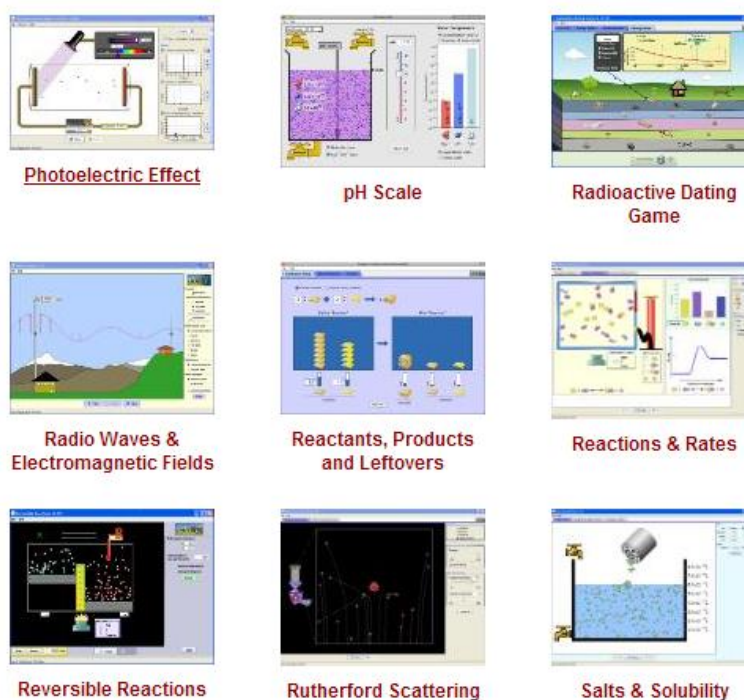


Build a Molecule

2-расм. PHET дастурида мавжуд моделларнинг кўриниши



3-расм. PHET дастурининг “Электр ва магнитезм” бўлимига оид моделлар



4-расм. PHET дастурида мавжуд моделларнинг кўриниши

PHET дастурининг расмий <http://phet.colorado.edu> сайтининг “Ўқитувчилар учун” бандида ҳар бир модел учун методик кўрсатмалар (вирутал лаборатория ишлари, намойиш тажрибалари ва бошқ.) келтирилган. Ўқитувчи ҳеч қандай қийинчиликсиз қўйидаги қидирув фильтри орқали (5-расм) мавзуга оид дарс ишланасини ёки методик кўрсатмаларни, таълим тури кесимида pdf ёки doc форматларида кўчириб олиши мумкин.

2-қисм. Crocodile Clips Ltd симуляторлари билан ишлаш.

Crocodile Clips Ltd ўзининг яратган дастурларини ҳозирда уй

шароитида (**home licence**) ўқитувчи ва ўқувчилар (талабалар) бепул фойдаланишлари учун имконият яратди.

Шуни таъкидлаб ўтамизки, ҳозирда Crocodile компанияси дастурий таъминотларини Yenka номи билан такомиллаштирилган ҳолда яратилди. Ҳозирда бу дастурлар Yenka номи билан чиқмоқда, лекин дастурларнинг ишлаши Crocodile дагидан фарқ қилмайди.

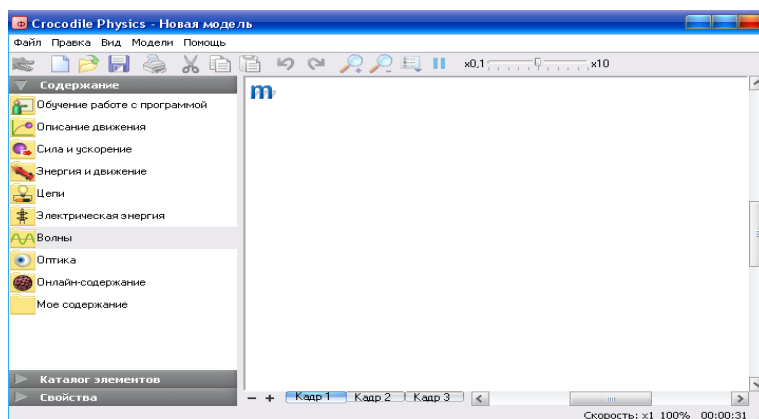
Келинг, энди шу дастурий таъминотлар билан танишиб чиқсак.

Физика фанида Crocodile Physics дастур муҳитидан фойдаланиш.

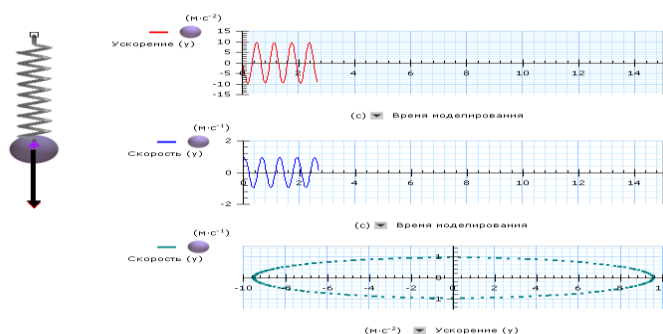
Crocodile Physics дастури ҳақида.

Crocodile Physics дастури физик жараёнларни моделлаштириш ва физиканинг механика, Электр занжирлар, Оптика ва Тўлқин ҳодисалари бўлимларига оид тажрибалар яратиш ва кузатиш имкониятини берувчи дастурдир. Бу кучли дастур физик ҳодисаларни кузатиш, тажрибалар ўтказиш ва турли мураккаблик даражасидаги жараёнларни моделлаштириш имкониятини беради.

Ушбу дастур Crocodile Clips Ltd томонида 1994 йилдан бери такомиллаштирилиб келинмоқда. Дастурдан масала ечишда, виртуал лаборатория ишларини ва намоиш тажрибаларини ташкиллаштиришда кенг фойдаланса бўлади. Дастур физиканинг барча бўлимлари билан ишлаш, жараёнларни чуқур ўрганиш имкониятини яратади.



6-расм. Crocodile Physics дастур муҳитининг ишчи столи

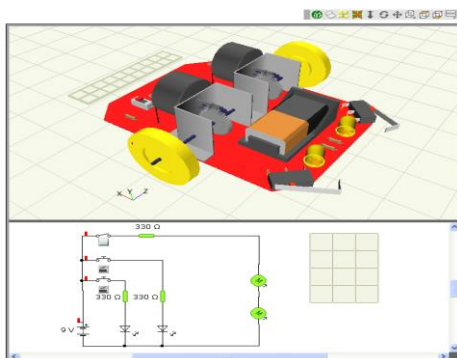


7-расм. Crocodile Physics дастур муҳитида яратилган модел.

Дастурнинг ўзига хос хусусиятлари: Физик ҳодисаларни намойиш этувчи оптимал дастур, 50 дан ортиқ қадамма - қадам ўргатувчи дарслар, 150 дан ортиқ физиканинг бўлимларига оид тайёр моделлар, физик жараёнларни компьютерда моделлаштириш имконияти, мустақил моделлаштириш имкониятини берувчи содда интерфейс, Ер шароитида ўтказиш қийин бўлган тажрибаларни амалга ошириш ва кузатиш, дастурнинг кучли инструментарияси, тажрибада қатнашаётган физик катталикларнинг қийматини жуда яхши аниқлик билан ҳисоблаш имкониятини беради, физик ҳодисада қатнашаётган физик катталиқ билан бошқа физик катталиклар ўртасидаги графикли боғланишни ҳосил қилиш, яратилган моделларни сақлаш ва қоғозга чоп этиш мумкин.

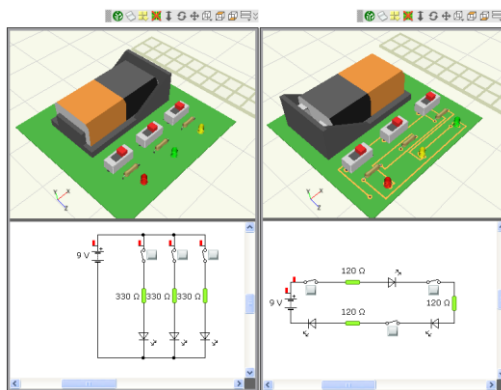
Crocodile Technology дастурий ҳақида

Бу дастурдан ўрта мактаб ўқувчи ва ўқитувчилари, лицей, коллеж талабалари ва олий таълим муассасаларининг талаба, профессор-ўқитувчилари «Электр», «Электротехника», «Схемотехника», «Электр занжирлар назарияси» фанларида кўшимча педагогик дастурий восита сифатида кенг фойдаланишлари мумкин.



8-расм.

Дастур электрон конструктор бўлиб, у монитор экранида электр схемаларини йиғиш жараёнини худди ҳақиқий тажрибадаги сингари имитация қилиш, электр катталикларни мультиметрда (3 ўлчовли), амперметр ва вольтметрларда ўлчаш имкониятини беради.



9-расм.

Масалан, дастурда:

Микропроцессорларни дастурлаш ва робототехникага оид моделларнинг 3D кўринишда симуляциялаштириш мумкин.

- Конструктор деталларининг тасвири ва ўлчов асбобларининг схематик ва ҳақиқий кўринишда берилган;
- Қаршиликдан оқиб ўтаётган ток қувватининг қиймати берилган номиналдан ортиб кетса, қаршилик (портлаб) куяди, бу эса экранда унинг ранги ўзгариб қорайган деталь кўринишига ўтиши билан кўрсатилади;
- Лампочка ва электр иситгич асбоблари қувватнинг номинал қийматида ёрқинлашади, агар улардаги қувват ишчи қийматидан ортиб кетса куяди ва бу асбоб экранда қорайиб қолади. Худди шунингдек экранда бошқа деталлардаги физикавий катталикларнинг ўзгариши имитация қилинади;
- Кўпгина жараёнлар ва уларнинг натижалари товушли эффектлар орқали ифодаланади. Буларнинг барчаси, талаба ўзи йўл қўйган хатоларини кўриши, муваффақиятсиз бажарилган тажрибанинг сабабларини аниқлашни ўрганиши ва электр схемаларини тажрибани ҳақиқий қурилмаларда бажаришдан олдин таҳлил қилиш кўникмаларини ҳосил қилиш имконини беради.

Бу дастур, касби ким бўлишидан қатъи назар фойдаланувчини

изланувчанликка, ижодий фикр юритишга, иш натижаларини таҳлил қилишга ўргатади.

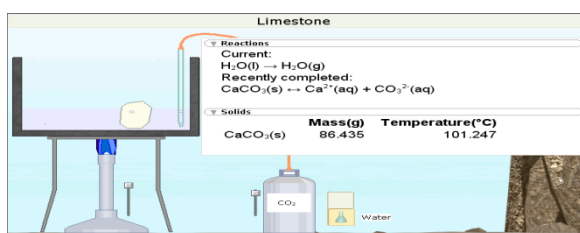
Дастур имкониятлари жуда кенг бўлиб, ундан амалий машғулотларда (яъни масалалар ечишда) айниқса, виртуал лаборатория ишларини бажаришда кенг фойдаланиш мумкин.

Crocodile Chemistry дастури ҳақида.

Crocodile Chemistry дастури орқали Менделеев жадвалида мавжуд барча элементларнинг кимёвий ва физикавий хусусиятларини ўрганиш мумкин. Одатда кимёвий реакциялар руй бериш вақтида реакцияга қатнашаётган молекулаларнинг бошқа молекулага айланиш жараёнини (молекуляр даражада) кузатиш иложи йўқ. Лекин, бу дастур орқали кимёвий моддани бошқа моддалар билан реакцияга киришиш жараёнида молекулаларнинг динамикасини кузатиш мумкин бўлади.

Бу дастур орқали кимёвий жараёнларни моделлаштириш, турли реакцияларни ўтказиш ва, энг асосийси, буни хавфсиз амалга ошириш мумкин.

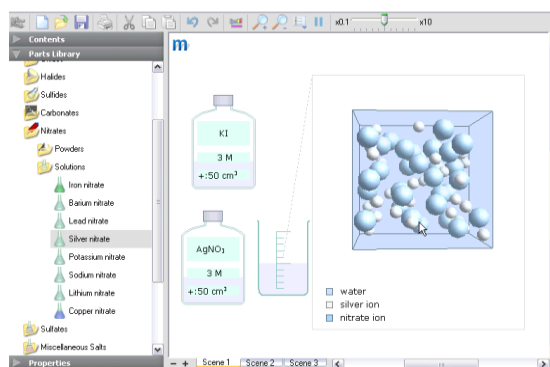
Бу дастурдан ўрта-махсус ва олий ўқув юртларида кимё фанини ўқитишда кенг фойдаланиш мумкин.



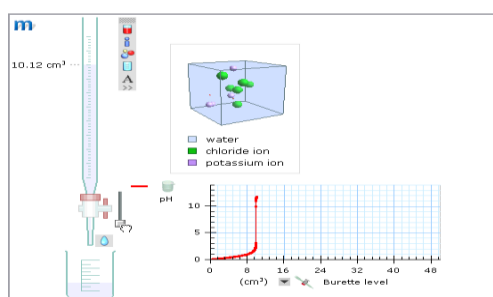
10-расм.

Дастур орқали ихтиёрий шаклдаги идишлардан фойдаланиб, турли реактивларни ўзаро аралаштириб кимёвий реакцияни кўзатиш мумкин. Кимёвий реакция вақтида реактивларнинг ранги, моддалар улушини, кимёвий реакция формулаларни махсус ойнада кўриш имконияти дастурнинг кучли педагогик қурол сифатида фойдаланиш имкониятини беради. Crocodile

Chemistry дастурининг бундай имкониятлари кимё фанини ўқитишда инқилобий ўзгаришга сабаб бўлди.



11-расм. Crocodile Chemistry дастур муҳитида яратилган кимёвий реакция жараёни.



12-расм.

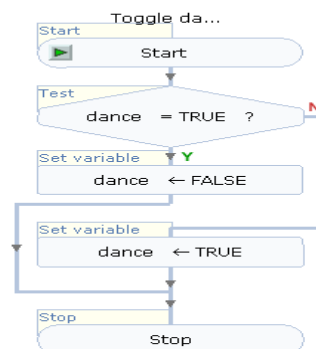
Crocodile ICT дастури ҳақида.

Crocodile ICT дастури, Европа мамлакатларида Информатика фанини ўқитишда жуда яхши самара бермоқда. Бу дастур ёрдамида информатикада дастурлаш жараёнини, аниқроқ қилиб айтганда алгоритмлаш бўлимини ўқувчига аниқроқ етказиб бериш мумкин.

| Scene (global) variables | | |
|--------------------------|---------|---------|
| Variable | Initial | Current |
| dance | TRUE | TRUE |

| Monitor | | Girl action |
|------------------------------|------|-------------|
| Local Variables: Girl action | | |
| Unknown status | | |
| Scene Variables | | |
| dance | TRUE | |

Auto step



13-расм.

Объектга йўналтирилган дастурлашни ўқитишда жуда қўл келадиган Crocodile ICT нинг оддий интерфейси ва блок схемалари ёрдамида яратилаётган дастур орқали ҳар бир буйруқни анимация кўринишда тасвирлаш мумкин.



14-расм.

Бундан ташқари, блок схемаларда бирор бир шарт бажарилганда одам персонажларига 30 дан ортиқ ҳаракат турларини (салта олиш, қарсак чалиш, ўнгга ёки чапга ҳаракатланиши, уларнинг юзларида эмоционал ўзгаришларни, маълум бир сўзларни гапиришлари ва ҳаказо) бажартириш мумкин. Дастурнинг бундай имконияти ўқувчининг (талабанинг) дарсдан зерикишининг, эътибори пасайишининг олдини олади. Бу эса маълум маънода таълим самарадорлигига ўзининг ижобий таъсирини кўрсатади.

Хуш бу дастурларни қаердан қандай қилиб олиш мумкин?

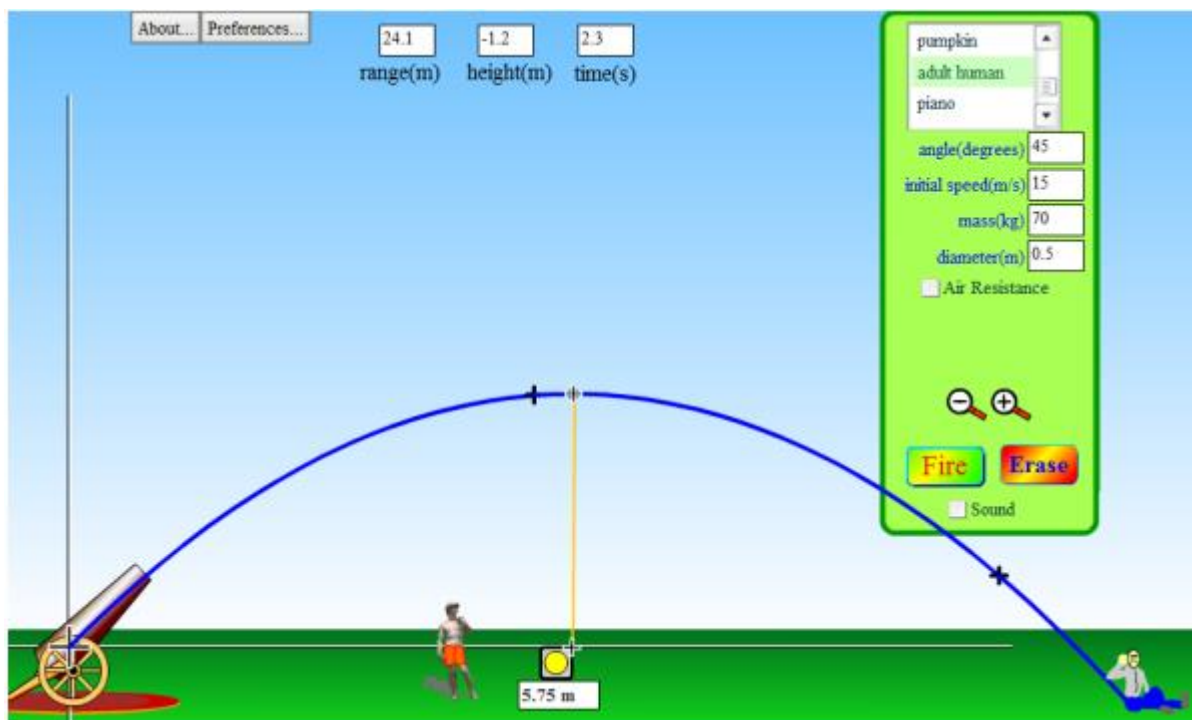
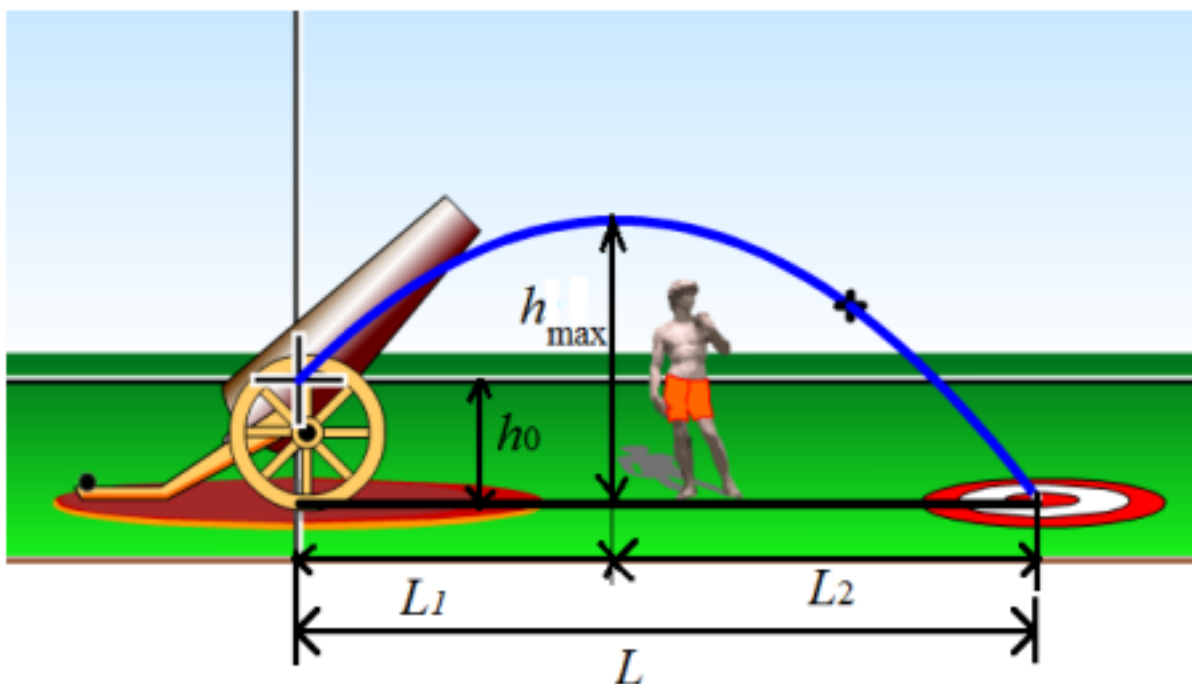
Бунинг учун сиз қуйидаги кўрсатмаларни бажаринг.

1. Интернет браузерга <http://www.yenka.com> сайтини теринг.
2. <http://www.yenka.com> сайти орқали Руйҳатдан ўтинг
3. Руйҳатдан ўтганингиздан кейин ўқув муассасалари учун уй шароитида фойдаланиш бепул ҳисобланади. Бунда сиз учун махсус код берилади.
4. Сайтнинг Downloads бандидан (http://yenka.com/file/YK/3.0.1/Yenka_3_0_1_Setup.exe) 61 М ҳажмдаги дастурни компьютерингизга кўчириб олинг.
5. Руйҳатдан ўтганингиздан кейин берилган кодни териб, дастурни ишга тушинг

Шунингдек, Crocodile Clips Ltd умуман лицензия талаб қилмайдиган (Free software) дастурлари ҳам мавжуд. Бу дастурлар Crocodile Science Player ва Crocodile ICT Player ҳисобланади. Бу дастурларни <http://www.crocodile-clips.com/en/Downloads/> мурожатидан кўчириб олишингиз мумкин.

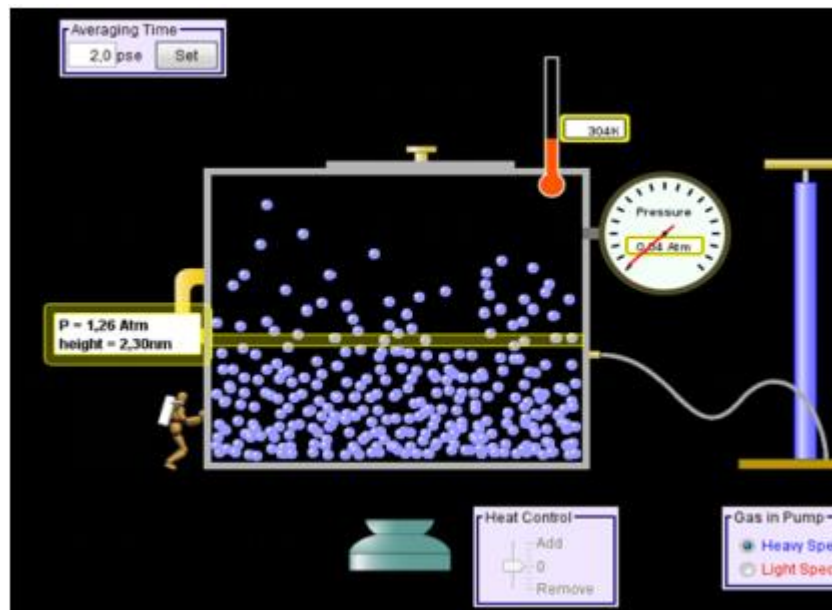
PhET Interactive Simulations ва Crocodile Physics дан фойдаланиш

Ишни бажариш учун намуна



$$V_0 = \dots \frac{M}{c}$$

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $\alpha, ^\circ$ | 5° | 10° | 20° | 30° | 40° | 45° | 50° | 60° | 70° | 80° | 90° |
| L, M | | | | | | | | | | | |
| $t_{\text{полета}}, c$ | | | | | | | | | | | |
| h_{max}, M | | | | | | | | | | | |



| g | $h, \mu M$ | P(Heavy Species), атм. | P(Light Species), атм. |
|------------------|------------|------------------------|------------------------|
| 0 | 0.5 | | |
| | 3 | | |
| | 5 | | |
| $\frac{Lots}{2}$ | 0.5 | | |
| | 3 | | |
| | 5 | | |
| Lots | 0.5 | | |
| | 3 | | |
| | 5 | | |

V. ГЛОССАРИЙ

| Термин | Ўзбек тилидаги шарҳи | Инглиз тилидаги шарҳи |
|------------------------------|---|---|
| Action | иловада Intent орқали жўнатилувчи хабар | A description of something that an Intent sender wants done. An action is a string value assigned to an Intent. |
| Activity | илованинг биронта ойнаси (интерфейс) бошқарувчи Java файл | A single screen in an application, with supporting Java code, derived from the Activity class. |
| Crocodile Physics | дастури кучли симулятор бўлиб, физик жараёнларни моделлаштириш ва физиканинг механика, электр занжирлар, оптика ва тўлқин ҳодисалари бўлимларига оид тажрибалар яратиш ва кузатиш имкониятини берувчи дастурдир | a simulator that lets you model a range of models in electricity, motion and forces, optics and waves. Crocodile Physics can be used either on whiteboards or by individual students. |
| Delphi | дастурлаш тилларидан бири. Борланд фирмаси томонидан ишлаб чиқарилган. | Delphi from Borland competes with Visual Basic as an offering for an object-oriented, visual programming approach to application development. |
| Design of Experiments | иммитацион модел ёрдамида кам маблағ сарфлаб асосланган хулосалар олишни режалаштириш жараёни | the process of formulating a plan to gather the desired information from a simulation model at minimal cost and to enable the analyst to draw valid inferences. |
| Dialog | фойдаланувчи интерфейс учун мулоқот ойнаси | A floating window that acts as a lightweight form. |
| Dynamic model | уларнинг ҳолати вақтга боғлиқ ўзгаради | Describes the behaviour of a distributed parameter system in terms of how one qualitative state can turn into another. |
| Elearning | Электрон таълим — ахборот- коммуникация технологиялари асосидаги | eLearning is learning utilizing electronic technologies to access educational curriculum |

| | | |
|-----------------------------------|---|--|
| | таълимнинг турли кўринишларини англатувчи кенг тушунчадир | outside of a traditional classroom |
| GUI | Фойдаланувчи график интерфейси | Graphic User Interface. |
| JDK (Java Development Kit) | Java дастурлаш тили учун кутубхона | The Java Development Kit (JDK) is a software development environment used for developing Java applications and applets. |
| Linear Model | Жараёнларни чизиқли ёритиш. Масалан, $y = 3x + 4z + 1$ тенглама чизиқли модел. | The one, which describes relationships in linear form. The equation $y = 3x + 4z + 1$ is a linear model. |
| Model | тадқиқ этилаётган объектда натур экспериментни амалга оширишнинг имкони бўлмаган, вақт давомийлиги катта, қиммат, ҳавфли бўлган ҳолларда, реал объект ўрнига алмаштириш усули. | a representation and abstraction of anything such as a real system, a proposed system, a futuristic system design, an entity, a phenomenon, or an idea. |
| Modeling | объект хоссалари ҳақида ахборотлар олиш мақсадида моделларни яратиш ва ўрганиш жараёни | the act of constructing a model. Modeling is an artful balancing of opposites; on the one hand, a model should not contain unnecessary details and become needlessly complex and difficult to analyze, on the other hand, it should not exclude the essential details of what it represents. |
| Numerical Model | тадқиқ этилаётган физик жараёни акс эттирувчи дифференциал тенгламани ечишга, яъни физик катталикларни акс эттирувчи параметрларнинг маълум қийматларида уни бевосита ҳисоблашга мўлжалланган | the one which is solved by applying computational procedures. |
| Object | Системадаги ўрганилаётган элемент | denotes an element of interest in the system. |
| OS (Operating System) | Операцион тизим. Қурилмадаги энг муҳум | Operating System. The most important program on a |

| | дастур | device. |
|---------------------|---|--|
| PhET | Колорадо университетда ишлаб чиқилган дастур. Унда физика, химии, биология ва бошқа фанлар бўйича жами 100 дан ортик намоишлар келтирилган. | (Physical education technology). free, interactive, research-based science and mathematics simulations |
| Resources | илова учун керакли бўлган ресурслар (расм, аудио, видео ва бошқа файллар) | Nonprogrammatic application components that are external to the compiled application code, but which can be loaded from application code using a well-known reference format. |
| Simulation | ўрганилаётган объектларни уларнинг моделларида тадқиқ этиш; реал мавжуд объект моделини ишлаб чиқиш ва ўрганиш, ходисаларни тушунтириш, башорат қилиш жараёни | the act of executing, experimenting with or exercising a model for a specific objective such as acquisition, analysis (problem solving), education, entertainment, research, or training. |
| Static Model | вақт бўйича ўзгармас модел; | the one which describes relationships that do not change with respect to time. |
| System | бир бутунликни ташкил этувчи компонентларнинг маълум изчилликдаги ўзаро богианишлари ва таъсирлари | any collection of interacting elements that operate to achieve some goal. |
| Visual Basic | Microsoft корпорциядан дастурлаш тили ва унинг учун дастурлаш муҳитдир | Visual Basic (VB) is a programming environment from Microsoft in which a programmer uses a graphical user interface (GUI) to choose and modify preselected sections of code written in the BASIC programming language. |

VI. АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

I. Ўзбекистон Республикаси Президентининг асарлари

1. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажегимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қураимиз. – Т.: “Ўзбекистон”, 2017. – 488 б.
2. Мирзиёев Ш.М. Миллий тараққиёт йўлимизни қатъият билан давом эттириб, янги босқичга кўтарамиз. 1-жилд. – Т.: “Ўзбекистон”, 2017. – 592 б.
3. Мирзиёев Ш.М. Халқимизнинг розилиги бизнинг фаолиятимизга берилган энг олий баҳодир. 2-жилд. Т.: “Ўзбекистон”, 2018. – 507 б.
4. Мирзиёев Ш.М. Нияти улуғ халқнинг иши ҳам улуғ, ҳаёти ёруғ ва келажаги фаровон бўлади. 3-жилд.– Т.: “Ўзбекистон”, 2019. – 400 б.
5. Мирзиёев Ш.М. Миллий тикланишдан – миллий юксалиш сари. 4-жилд.– Т.: “Ўзбекистон”, 2020. – 400 б.

II. Норматив-ҳуқуқий ҳужжатлар

6. Ўзбекистон Республикасининг Конституцияси. – Т.: Ўзбекистон, 2018.
7. Ўзбекистон Республикасининг 2020 йил 23 сентябрда қабул қилинган “Таълим тўғрисида”ги ЎРҚ-637-сонли Қонуни.
8. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2012 йил 10 декабрдаги “Чет тилларни ўрганиш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-1875-сонли қарори.
9. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 12 июнь “Олий таълим муассасаларининг раҳбар ва педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-4732-сонли Фармони.
10. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февраль “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги 4947-сонли Фармони.
11. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 20 апрель "Олий таълим тизимини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-2909-сонли қарори.
12. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 21 сентябрь “2019-

2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини инновацион ривожлантириш стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-5544-сонли Фармони.

13. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 май “Ўзбекистон Республикасида коррупцияга қарши курашиш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5729-сон Фармони.

14. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 17 июнь “2019-2023 йилларда Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университетида талаб юқори бўлган малакали кадрлар тайёрлаш тизимини тубдан такомиллаштириш ва илмий салоҳиятини ривожлантири чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-4358-сонли Қарори.

15. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 август “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг узлуксиз малакасини ошириш тизимини жорий этиш тўғрисида”ги ПФ-5789-сонли Фармони.

16. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 8 октябрь “Ўзбекистон Республикаси олий таълим тизимини 2030 йилгача ривожлантириш концепциясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-5847-сонли Фармони.

17. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2019 йил 23 сентябрь “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги 797-сонли қарори.

Ш. Махсус адабиётлар

18. Скалли М. О., Зубайри М. С. Квантовая оптика: Пер. с англ. / Под ред. В.В. Самарцева. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. - 512 с.

19. Барсуков, В.И. Физика. Волновая и квантовая оптика : учебное пособие / В.И. Барсуков, О.С. Дмитриев. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 132 с.

20. Самарцев В.В. Коррелированнке фотонк и их применение. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. — 168 с.

21. Кузнецов С.И. Квантовая оптика. Атомная и ядерная физика. Физика элементарных частиц: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 154 с.
22. Andi Klein and Alexander Godunov. “Introductory Computational Physics”. Cambridge University Press 2010.
23. Harvey Gould, Jan Tobochnik, Wolfgang Christian. “An introduction to computer simulation methods. Applications to Physical Systems”. Pearson Education, Inc., publishing as Addison Wesley, 2007.
24. Bowers, Richard L Numerical modeling in applied physics and astrophysics. USA, 2005.

IV. Интернет сайтлар

25. <http://edu.uz> – Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги
26. <http://lex.uz> – Ўзбекистон Республикаси Қонун ҳужжатлари маълумотлари миллий базаси
27. <http://bimm.uz> – Олий таълим тизими педагог ва раҳбар кадрларини қайта тайёрлаш ва уларнинг малакасини оширишни ташкил этиш бош илмий-методик маркази
28. <http://phet.colorado.edu>
29. www.ziyonet.uz – Таълим портали
30. http://phet.colorado.edu/teacher_ideas/classroom-use.php
31. <http://www.yenka.com>
32. http://www.yenka.com/en/Free_Yenka_home_licences/
33. www.alsak.ru/