

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

**ОЛИЙ ТАЪЛИМ ТИЗИМИ ПЕДАГОГ ВА РАЎБАР КАДРЛАРИНИ
ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРИНИГ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШНИ
ТАШКИЛ ЭТИШ БОШ ИЛМИЙ - МЕТОДИК МАРКАЗИ**

**ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ПЕДАГОГ
КАДРЛАРИНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРИНИГ МАЛАКАСИНИ
ОШИРИШ ТАРМОҚ (МИНТАКАВИЙ) МАРКАЗИ**

**“КВАНТ АЛОҚА. ФИЗИК ЖАРАЁНЛАРИНИ
КОМПЬЮТЕРДА МОДЕЛЛАШТИРИШ”
модули бўйича**

Ў Қ У В – У С Л У Б И Й М А Ж М У А

Тошкент – 2021

Мазкур ишчи дастур Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2020 йилнинг 7 декабрдаги 648 -сонли буйруғи билан тасдиқланган намунавий ўқув режа ва дастур асосида ишлаб чиқилган

Тузувчилар:

ЎзМУ, ф-м.ф.н., доцент
Т.Ахмаджанов

Такризчилар:

ТДТУ “Лазер технологияси ва оптоэлектроника” кафедраси профессори, физика-математика фанлари доктори,
Сапаев У,
ЎзМУ, “Ядро физикаси” кафедраси мудири, проф.
С.Палвонов.

Ишчи ўқув дастур ЎзМУ нинг Кенгашининг 2020 йил 15 августдаги 1 - сонли қарори билан наирга тавсия қилинган

МУНДАРИЖА

| | |
|--|----|
| I. ИШЧИ ДАСТУР | 4 |
| II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ..... | 15 |
| III. НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ | 18 |
| IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ..... | 52 |
| VI. КЕЙСЛАР БАНКИ..... | 63 |
| VII. МУСТАҚИЛ ТАЪЛИМ МАВЗУЛАРИ..... | 65 |
| VIII. ГЛОССАРИЙ..... | 66 |
| IX. АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ | 70 |

I. ИШЧИ ДАСТУР

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

**ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ПЕДАГОГ
КАДРЛАРНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ
ОШИРИШ ТАРМОҚ (МИНТАҚАВИЙ) МАРКАЗИ**

**«Тасдиқлайман»
Тармоқ (минтақавий) маркази
директори И.Хамиджонов**

“ ___ ” _____ 2021 йил

**КВАНТ АЛОҚА. ФИЗИК ЖАРАЁНЛАРНИ КОМПЬЮТЕРДА
МОДЕЛЛАШТИРИШ
модули бўйича**

ИШЧИ ЎҚУВ ДАСТУРИ

**“Физика” таълим йўналишлари ва мутахассисликлари профессор-ўқитувчилари
учун**

Тошкент – 2021

Модулнинг ишчи ўқув дастури Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2020 йил 7 декабрдаги 648-сонли буйруғи билан тасдиқланган намунавий ўқув режа ва дастурлар асосида ишлаб чиқилган.

Тузувчи: ЎзМУ, “Фотоника” кафедраси мудири, ф.-м.ф.н.
Т.Ахмаджанов.

Такризчилар: ТДТУ “Лазер технологияси ва оптоэлектроника”
кафедраси профессори, физика-математика фанлари
доктори, Сапаев У.
ЎзМУ, “Ядро физикаси” кафедраси мудири, проф.
С.Палвонов.

Ишчи ўқув дастури Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон миллий университети Кенгашининг 2020 йил 15 сентябрдаги 1-сонли баённомаси билан маъқулланган.

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-сонли Фармонлари ҳамда Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2019 йил 23 сентябрдаги “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш бўйича кўшимча 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.

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 оптикиси усуллари ва асосий йўналишлари, физик жараёнларни моделлаштириш учун веб-тизимлар, иловалар структураси, моделлаштириш дастурлари, ҳодисалар ва жараёнлар виртуал лаборатория интерфейсини яратиш, маъруза, амалий ва лаборатория машғулотларида фойдаланиш муаммолари баён этилган. Қайта тайёрлаш ва малака ошириш йўналишининг ўзига хос хусусиятлари ҳамда долзарб масалаларидан келиб чиққан ҳолда дастурда тингловчиларнинг мутахассислик фанлар доирасидаги билим, кўникма, малака ҳамда компетенцияларига қўйиладиган талаблар такомиллаштирилиши мумкин.

Модулнинг мақсади ва вазифалари

Модулнинг мақсади: педагог кадрларни қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш курси тингловчиларини квант оптикиси ва физик жараёнларни моделлаштириш соҳасидаги сўнгги янгиликлар, замонавий экспериментал технологиялар ва хорижий адабиётлар ҳақидаги билимларини такомиллаштириш, бу борадаги муаммоларни аниқлаш, таҳлил этиш ва баҳолаш. Шунингдек уларда илғор тажрибаларни ўрганиш ва амалда қўллаш кўникма ва малакаларини шакллантириш.

Модулнинг вазифалари:

- квант оптикиси усуллари ва асосий йўналишларини фарқлаш;
- физик жараёнларни моделлаштириш учун илғор web- тизимлар, иловалар структураси, Crocodile Physics, Yenga виртуал дастурлашдан фойдаланиш,
- фойдаланувчи интерфейсини яратиш, иловаларда ҳодисалар ва жараёнлар билан ишлаш, менюларни бошқариш, фойдаланиш ва уларни таълимдаги имкониятлари ва амалиётда қўллаш усуллари ҳақида назарий ва амалий билимларни, кўникма ва малакаларни шакллантиришдан иборат.

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

Модулни ўзлаштириш жараёнида амалга ошириладиган масалалар доирасида:
Тингловчи:

- олий таълимда ҳозирги замон физикасининг долзарб йўналишларини; мутахассислар тайёрлашда ҳозирги замон физикасининг ўрни ва ролини; физик жараёнларни моделлаштиришда электрон таълим ресурларининг ўрни ва уларнинг таҳлили, моделлаштиришда оммавий онлайн очик курслардан фойдаланишни; 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, уларнинг асосий қурилмалари ва таълимдаги имкониятларини **билиши** керак.

- педагогик экспериментни ўтказиш, унинг амалий натижаларини таҳлил қила олиш ва қўлай билиш; квант оптикиси усуллари ва асосий йўналишларини фарқлаш; физик жараёнларни моделлаштириш усулларини амалда қўллаш; педагогик дастурий воситалар – компьютер технологиялари ёрдамида ўқув жараёнини қисман ёки тўлиқ автоматлаштириш учун мўлжалланган дидактик воситалардан фойдаланишни услубий жиҳатдан тўғри ташкил этиш; 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 **кўникмаларига** эга бўлиши лозим.

- маъруза ва семинар машғулотларни бир-бирига мутаносиб тарзда ташкил этиш, машғулотлар жараёнида кузатиладиган ижобий ҳолатларни тақдирлаш ва салбий иллатларни бартараф этиш, ўзлаштиришни таҳлил қилиш; Crocodile Physics, Yenga, PhET web-тизимларидан фойдаланувчи интерфейсини ярата олиш; **малакаларига** эга бўлишлари керак.

сўнгги йилларда халқаро миқёсида физика фани соҳасида яратилган илмий ғояларни амалда қўллаш; олий таълимда физика ўқитиш жараёнига янги усуллар ва илғор инновацион технологияларни қўлай олиш; квант оптикиси ва лазер физикаси ҳамда фотоника соҳаларидаги янгиликларни баҳолаш ва амалда қўллаш; физикавий ҳодиса ва жараёнларнинг тайёр компьютер моделлари билан ишлай олиш; PhET, Crocodile Physics, Yenga тизимларидан фойдаланиб таълим жараёнини бошқариш **компетенцияларига** эга бўлиши лозим

Модулни ташкил этиш ва ўтказиш бўйича тавсиялар

Модулни ўқитиш маъруза ва амалий машғулотлар шаклида олиб борилади.

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

- маъруза 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 усуллари қўллаш назарда тутилади.

Модулнинг ўқув режадаги бошқа модуллар билан боғлиқлиги ва узвийлиги

“Квант алоқа. Физик жараёнларни компьютерда моделлаштириш” модули мазмуни ўқув режадаги “Кредит модул тизими ва ўқув жараёнини ташкил этиш”, “Илмий ва инновацион фаолиятни ривожлантириш”, “Педагогнинг касбий профессионалигини ошириш”, “Таълим жараёнига рақамли технологияларни жорий этиш”, “Махсус мақсадларга йўналтирилган инглиз тили” ва мутахассислик ўқув модуллари билан узвий боғланган ҳолда педагогларнинг таълим жараёнида физик жараён моделларини яратиш ва виртуал реаллик тизимларидан фойдаланиш бўйича касбий педагогик тайёргарлик даражасини оширишга хизмат қилади.

Модулнинг олий таълимдаги ўрни

Модулни ўзлаштириш орқали тингловчилар таълим жараёнида физик жараён моделларини яратиш ва виртуал реаллик тизимларидан фойдаланиш ва амалда қўллашга доир касбий компетентликка эга бўладилар.

“Квант алоқа. Физик жараёнларни компьютерда моделлаштириш” модули бўйича соатлар тақсимоги

| № | Модуль мавзулари | Аудитория ўқув юклармаси | | |
|----|---|--------------------------|----------|--------|
| | | Жами | жумладан | |
| | | | Назарий | Амалий |
| 1. | Квант оптикиси усуллари ва асосий йўналишлари. | 2 | 2 | |
| 2. | Фотонни телепортация қилишга мўлжалланган экспериментал қурилмалар. | 2 | 2 | |
| 3. | Компьютерда моделлаштириш. | 2 | 2 | |
| 4. | Физик жараёнларни моделлаштиришда ахборот - коммуникация технологияларидан фойдаланиб таълим сифатини ошириш. | 2 | 2 | |
| 5. | Физик жараёнларни моделлаштиришда электрон таълим ресурсларнинг ўрни ва уларнинг таҳлили. | 2 | 2 | |
| 6. | Crocodile Physics дастурида моделлаштириш. Phet интерфаол симуляциялари. | 2 | 2 | |

| | | | | |
|----|---|-----------|-----------|-----------|
| 7. | PhET ва Crocodile Physics муҳитини ўрнатиш ва созлаш. | 4 | | 4 |
| 8. | PhET Interactive Simulationsдан фойдаланиб таълим жараёнини бошқариш. | 6 | | 6 |
| 9. | Crocodile Physicsдан фойдаланиб таълим жараёнини бошқариш. | 4 | | 4 |
| | Жами: | 26 | 12 | 14 |

НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1-мавзу. Квант оптикиси усуллари ва асосий йўналишлари (2 соат).

- 1.1. Квант оптикиси усуллари ва асосий йўналишлари
- 1.2. Лазер физикаси ва фотоника асослари: асосий тушунчалар.
- 1.3. Квант чигаллик. Квант телепортация.
- 1.4. Квант интерференция.

2-мавзу. Фотонни телепортация қилишга мўлжалланган экспериментал қурилмалар (2 соат).

- 2.1. Фотонни телепортация қилишга мўлжалланган экспериментал қурилмалар
- 2.2. Квант интернетини ва квант компьютерлари.
- 2.3. Замонавий ахборот узатишнинг физик асослари.

3-мавзу. Компьютерда моделлаштириш (2 соат).

- 3.1. Компьютерда моделлаштириш. Ҳисоблаш физикаси.
- 3.2. Компьютерда моделлаштириш учун операцион тизим.
- 3.3. Дастурий таъминот.

4-мавзу. Физик жараёнларни моделлаштиришда ахборот - коммуникация технологияларидан фойдаланиб таълим сифатини ошириш. (2 соат).

- 4.1. Физик жараёнларни моделлаштиришда ахборот - коммуникация технологияларидан фойдаланиб таълим сифатини ошириш.
- 4.2. Физик жараёнларни моделлаштириш.
- 4.3. Асосий тушунчалар.
- 4.4. Моделлаштириш босқичлари.

5-мавзу. Физик жараёнларни моделлаштиришда электрон таълим ресурсларнинг ўрни ва уларнинг таҳлили (2 соат).

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

6-мавзу. Crocodile Physics дастурида моделлаштириш. Phet интерфаол симуляциялари. (2 соат).

5.1. Crocodile Physics дастурида моделлаштириш..

5.2. Phet интерфаол симуляциялари.

АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1-амалий машғулот. PhET ва Crocodile Physics муҳитини ўрнатиш ва созлаш (4 соат).

2-амалий машғулот. PhET Interactive Simulationsдан фойдаланиб таълим жараёнини бошқариш. (6 соат).

3-амалий машғулот. Crocodile Physicsдан фойдаланиб таълим жараёнини бошқариш. (4 соат).

ЎҚИТИШ ШАКЛЛАРИ

Мазкур модул бўйича қуйидаги ўқитиш шаклларида фойдаланилади:

- маърузалар, амалий машғулотлар (маълумотлар ва технологияларни англаб олиш, ақлий қизиқишни ривожлантириш, назарий билимларни мустаҳкамлаш);
- давра суҳбатлари (қўрилаётган лойиҳа ечимлари бўйича таклиф бериш қобилиятини ошириш, эшитиш, идрок қилиш ва мантиқий хулосалар чиқариш);
- баҳс ва мунозаралар (лойиҳалар ечими бўйича далиллар ва асосли аргументларни тақдим қилиш, эшитиш ва муаммолар ечимини топиш қобилиятини ривожлантириш).

Амалий машғулотларни ташкил этиш бўйича кўрсатма ва тавсиялар

Амалий машғулотларда тингловчилар ўқув модуллари доирасидаги ижодий топшириқлар, кейслар, ўқув лойиҳалари, технологик жараёнлар билан боғлиқ вазиятли масалалар асосида амалий ишларни бажарадилар.

Амалий машғулотлар замонавий таълим услублари ва инновацион технологияларга асосланган ҳолда ўтказилади. Бундан ташқари, мустақил ҳолда ўқув ва илмий адабиётлардан, электрон ресурслардан, тарқатма материаллардан фойдаланиш тавсия этилади.

АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

I. Ўзбекистон Республикаси Президентининг асарлари

1. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни 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.

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 Республикасининг “Коррупцияга қарши курашиш тўғрисида”ги Қонуни.

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 5 июнь “Олий таълим муассасаларида таълим сифатини ошириш ва уларнинг мамлакатда амалга оширилаётган кенг қамровли ислохотларда фаол иштирокини таъминлаш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги ПҚ-3775-сонли Қарори.

13. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 21 сентябрь “2019-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини инновацион ривожлантириш стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-5544-сонли Фармони.

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

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

16. 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.

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

18. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 29 октябрдаги “Илм-фанни 2030 йилгача ривожлантириш концепциясини тасдиқлаш

тўғрисида”ги ПФ-6097 – сонли Фармони.

19. 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

20. A.A. Abdujabbarov, B.J. Ahmedov, Photons Motion and Optical Properties of Black holes, Tashkent, 2019, 184 pp.

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

22. David Spencer “Gateway”, Students book, Macmillan 2012.

23. Dieter Vollath Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners. – Wiley-VCH VerlagGmbH&Co.KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.

24. English for Specific Purposes. All Oxford editions. 2010, 204.

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

26. <http://phet.colorado.edu>

27. Isabel Gedgrave” Modern Teaching of Physics”. 2009

28. Lindsay Clandfield and Kate Pickering “Global”, B2, Macmillan. 2013. 175.

29. Mitchell H.Q. “Traveller” B1, B2, MM Publications. 2015. 183.

30. Mitchell H.Q. MarileniMalkogianni “PIONEER”, B1, B2, MM Publications. 2015. 191.

31. Mustafa Akay. Introduction to Polymer Science and Technology &Ventus Publishing ApS, 2012, - P.169.

32. Rolf Klein. Material Properties of Plastics, - Wiley-VCH VerlagGmbH&Co. KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2011. – P. 68.

33. S. SitiSuhaily, H.P.S. Abdul Khalil, W.O. Wan Nadirah and M. JawaidBamboo Based BiocompositesMaterial, Design and Applications Additional information is available at the end of the chapter 2013.

34. S.M.Lindsay, Introduction to nanoscience, Oxford University Press, 2010

35. Steve Taylor “Destination” Vocabulary and grammar”, Macmillan 2010.

36. Thomas Hanemann. Polymer-Nanoparticle composites: From Synthesis to Modern Applications. – Materials, 2010. – P.50.

37. ViatcheslavMukhanov, Physical Foundations of Cosmology Cambridge University Press, 2012, DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511790553>
38. Vittorio Degiorio, PariaCristiani /Photonics. A short course/ Springer International Publishing Switzerland 2014.
39. William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2010. – P. 1000.
40. Архангельская И.В., Розенталь И.Л., Чернин А.Д. Космология и физический вакуум. Изд. стереотип. URSS. 2020. 214 с. ISBN 978-5-396-00993-6.
41. Асекретов О.К., Борисов Б.А., Бугакова Н.Ю.и др.Современные образовательные технологии: педагогика и психология: монография. – Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2015. – 318 с. <http://science.vvsu.ru/files/5040BC65-273B-44BB-98C4-CB5092BE4460.pdf>
42. Белогуров А.Ю. Модернизация процесса подготовки педагога в контексте инновационного развития общества: Монография. — М.: МАКС Пресс, 2016. — 116 с. ISBN 978-5-317-05412-0.
43. Гулобод Қудратуллоҳ қизи, Р.Ишмухамедов, М.Нормухаммедова. Анъанавий ва ноанъанавий таълим. – Самарқанд: “Имом Бухорий халқаро илмий-тадқиқот маркази” нашриёти, 2019. 312 б.
44. Джораев М., Физика ўқитиш методикаси. Гулистон давлат университети. Гулистон , 2017. – 256 б.
45. Ибраймов А.Е. Масофавий ўқитишнинг дидактик тизими. методик қўлланма/ тузувчи. А.Е.Ибраймов. – Тошкент: “Lesson press”, 2020. 112 бет.
46. Игнатова Н. Ю. Образование в цифровую эпоху: монография. М-во образования и науки РФ. – Нижний Тагил: НТИ (филиал) УрФУ, 2017. – 128 с. http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/54216/1/978-5-9544-0083-0_2017.pdf
47. Ишмухамедов Р.Ж., М.Мирсолиева. Ўқув жараёнида инновацион таълим технологиялари. – Т.: «Fan va texnologiya», 2014. 60 б.
48. Муслимов Н.Ава бошқалар. Инновацион таълим технологиялари. Ўқув-методик қўлланма. – Т.: “Sano-standart”, 2015. – 208 б.
49. Нохара Х. Реформа государственных университетов и научных исследований в Японии. // Экономика образования. – 2008. – № 3. – С. 77–82
50. Олег Верходанов, Юрий Парийский. Радиогалактики и космология. Litres, 2018-12-20. — 304 с. — ISBN 978-5-457-96755-7.
51. Олийтаълим тизimini рақамли авлодга мослаштириш концепцияси. Европа Иттифоқи Эрасмус+ дастурининг қўмағида. https://hiedtec.ecs.uniruse.bg/pimages/34/3_UZBEKISTAN-CONCEPT-UZ.pdf

52. С.Г.Моисеев,С.В.Виноградов. Основы нанофизики.Ульяновск, 2010.

53. Усмонов Б.Ш., Ҳабибуллаев Р.А. Олий ўқув юртларида ўқув жараёнини кредит-модуль тизимида ташкил қилиш. Ўқув қўлланма. Т.: “Tafakkur” нашриёти, 2020 й. 120 бет.

54. Щербак Е.Н. Зарубежные образцы системы управления высшим образованием (на примере образовательных стандартов Франции и США) // Образование и право. – 2012. – № 9 (37). – С.79-87

IV. Интернет сайтлар

55. <http://edu.uz> – Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги

56. <http://lex.uz> – Ўзбекистон Республикаси Қонун ҳужжатлари маълумотлари миллий базаси

57. <http://bimm.uz> – Олий таълим тизими педагог ва раҳбар кадрларини қайта тайёрлаш ва уларнинг малакасини оширишни ташкил этиш бош илмий-методик маркази

58. <http://ziyonet.uz> – Таълим портали Ziyonet

59. <http://www.nobelprizes.com/>

60. <http://www.wittenborg.eu>

61. <http://www.physics.ox.ac.uk>

62. <http://www.phy.cam.ac.uk>

63. <http://www.physics.uni-heidelberg.de>

64. www.cultinfo./fulltext/1/008/077/561/htm

65. <http://www.unibo.it>

66. <http://www.iau-aiu.net/>

67. <https://en.wikipedia.org/wiki/>

68. <http://www.aca-secretariat.be/>

69. <https://ui.adsabs.harvard.edu/>

70. <https://arxiv.org/>

II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ.

Б/Б/Б техникасини қўллаш бўйича кўрсатма.

1. Маъруза режасига мос ҳолда 2-устунни тўлдилинг.
2. Ўйланг, жуфтликда ҳал этинг ва жавоб беринг, ушбу саволлар бўйича нимани биласиз, 3-устунни тўлдилинг.
3. Ўйланг, жуфтликда ҳал этинг ва жавоб беринг, ушбу саволлар бўйича нимани билиш керак, 4-устунни тўлдилинг.
4. Маърузани тингланг ва визуал материаллар билан танишинг.
5. 5-устунни тўлтиринг.

Б/Б/Б жадвали (Биламан/Билишни хоҳлайман/Билдим)

| № | Мавзу саволи | Биламан | Билишни хоҳлайман | Билдим |
|----|--------------|---------|-------------------|--------|
| 1. | | | | |
| 2. | | | | |
| 3. | | | | |
| 4. | | | | |
| 5. | | | | |
| 6. | | | | |
| 7. | | | | |

“SWOT-таҳлил” методи

Методнинг мақсади: мавжуд назарий билимлар ва амалий тажрибаларни таҳлил қилиш, таққослаш орқали муаммони ҳал этиш йўлларни топишга, билимларни мустаҳкамлаш, такрорлаш, баҳолашга, мустақил, танқидий фикрлашни, ностандарт тафаккурни шакллантиришга хизмат қилади.

| | |
|--------------------------|--------------------------|
| S – (strength) | • кучли томонлари |
| W – (weakness) | • заиф, кучсиз томонлари |
| O – (opportunity) | • имкониятлари |
| T – (threat) | • тўсиқлар |

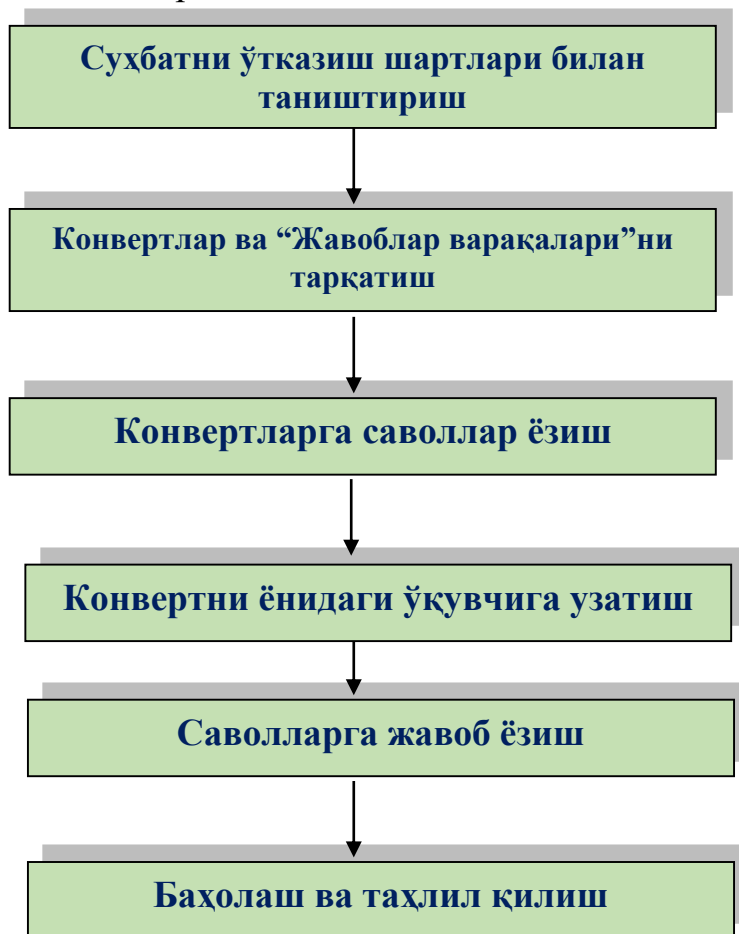
Намуна: Физик жараёнларни компьютерда моделлаштириш учун PhET Interactive Simulations таҳлилини ушбу жадвалга туширинг.

| | | |
|----------|--|---|
| S | Физик жараёнларни компьютерда моделлаштириш учун PhET Interactive Simulations дан фойдаланишнинг кучли томонлари | Open source (очик кодли), фойдаланувчилар сонининг кўплиги... |
| W | Физик жараёнларни компьютерда моделлаштириш учун PhET Interactive Simulations дан фойдаланишнинг кучсиз томонлари | Операцион тизимнинг виртуал машина орқали ишлаши... |
| O | Физик жараёнларни компьютерда моделлаштириш учун PhET Interactive Simulations дан фойдаланишнинг имкониятлари (ички) | Beautiful UI (чиройли интерфейс), Connectivity (барча алоқа технологиялари ва Интернет билан боғланиш)... |
| T | Тўсиқлар (ташқи) | Маълумотлар хавфсизлигининг тўлақонли таъминланмаганлиги... |

Давра столининг тузилмаси

Ёзма давра суҳбатада стол-стуллар айлана шаклида жойлаштирилиб, ҳар бир таълим олувчига конверт қоғози берилади. Ҳар бир таълим олувчи конверт устига маълум бир мавзу бўйича ўз саволини беради ва “Жавоб варақаси”нинг бирига ўз жавобини ёзиб, конверт ичига солиб қўяди. Шундан сўнг конвертни соат йўналиши бўйича ёнидаги таълим олувчига узатади. Конвертни олган таълим олувчи ўз жавобини “Жавоблар варақаси”нинг бирига ёзиб, конверт ичига солиб қўяди ва ёнидаги таълим олувчига узатади.

Барча конвертлар айлана бўйлаб ҳаракатланади. Якуний қисмда барча конвертлар йиғиб олиниб, таҳлил қилинади. Қуйида “Давра суҳбати” методининг тузилмаси келтирилган



III. НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ

1-МАВЗУ: КВАНТ ОПТИКАСИ УСУЛЛАРИ ВА АСОСИЙ ЙЎНАЛИШЛАРИ

РЕЖА

- 1.1. Ахборот. Сигнал. Хабар
- 1.2. Квант оптикиси усуллари ва асосий йўналишлари.

Таянч иборалар: Ахборот, сигнал, хабар, лазер, фотоника, квант технология.

1.1. Ахборот. Сигнал. Хабар

Ахборот назариясида сигнал энг асосий тушунча ҳисобланади. Бошқа фундаментал тушунчалар каби у формал таърифларга тушмайди. Вазиятга боғлиқ равишда **сигнал** қандайдир воқелик, объект холати 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 маънода, **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. Маънога яқин бўлган бу тушунчалар мураккаб ва содда тушунчалар орқали аниқ таъриф 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 тўпламидир. 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 юборди. 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.

1.2. Квант оптикаси усуллари ва асосий йўналишлари. Лазер физикаси ва 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.

Алоқа тизимлари бизнинг дунёмизни ривожлантиришда муҳим рол ўйнайди. Ахборот узатиш каналлари турли хил ахборот тармоқларини ягона глобал Интернетга боғлаб, сайёрамизни том маънода 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.

Назорат саволлари

1. Сигнал нима?
2. Ахборот нима?
3. Хабар нима?
4. Узлуксиз ёки аналог сигнал нима?
5. Фотоника нима?

Фойдаланилган адабиётлар

1. Скалли М. О., Зубайри М. С. Квантовая оптика: Пер. с англ. / Под ред. В.В. Самарцева. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. - 512 с.
2. 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.
3. Самарцев В.В. Коррелированные фотоны и их применение. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. — 168 с.
4. Кузнецов С.И. Квантовая оптика. Атомная и ядерная физика. Физика элементарных частиц: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 154 с.

2-МАВЗУ: ФОТОННИ ТЕЛЕПОРТАЦИЯ ҚИЛИШГА МЎЛЖАЛЛАНГАН ЭКСПЕРИМЕНТАЛ ҚУРИЛМАЛАР

РЕЖА

2.1. Квант интерференция

2.2. Квант чигаллик. Квант телепортация. Замонавий ахборот узатишининг физик асослари.

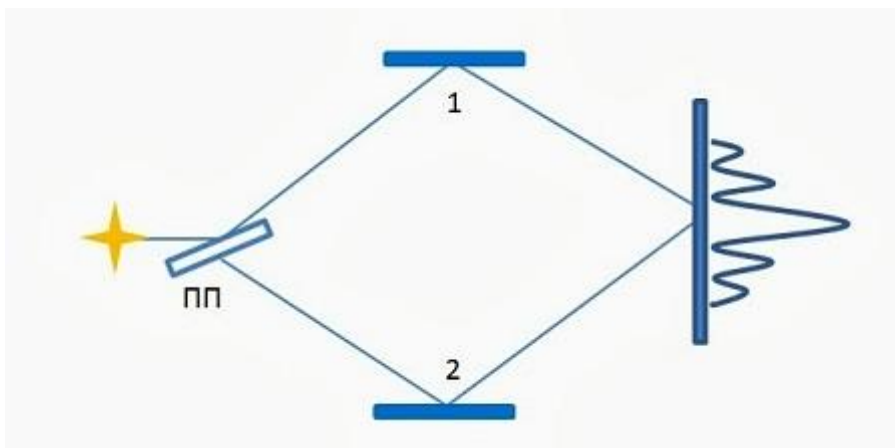
Таянч иборалар: *Фотон, лазер, фотоника, квант технология, квант чигаллик, квант телепортация, квант интерференция.*

Замонавий дунёда алоқа тизимлари бизнинг дунёмизни ривожлантиришда муҳим рол ўйнайди. Ахборот узатиш каналлари турли хил ахборот тармоқларини ягона глобал Интернетга боғлаб, сайёрамизни том маънода 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.

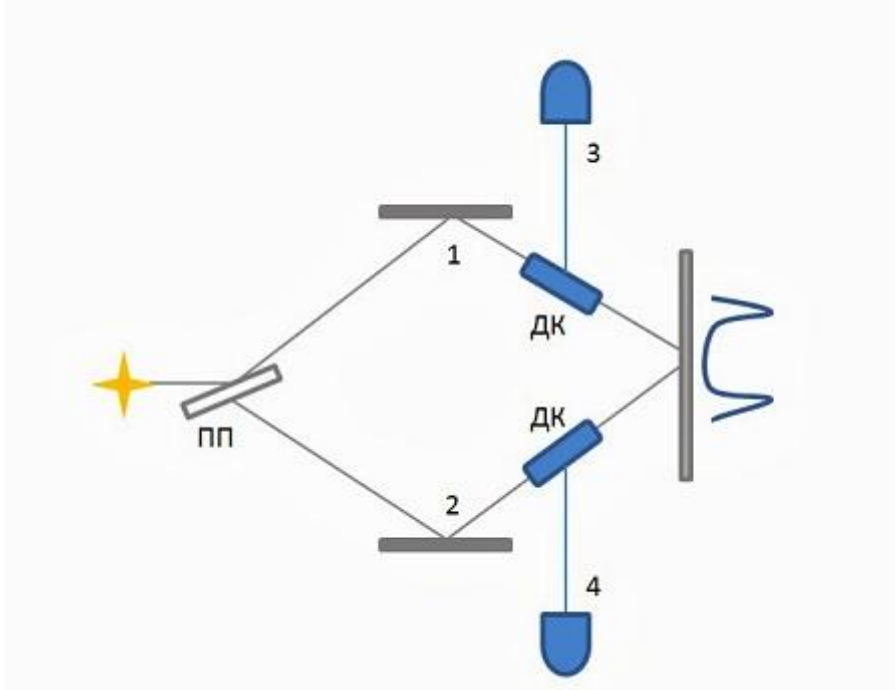
Ушбу қисмда биз ёруғликнинг интерференциясини кўриб чиқамиз ва квант технологияларидан фойдаланган ҳолда тезкор маълумот узатиш учун алоқа каналини қуриш усулларини таҳлил қиламиз. Гарчи кўпчилик маълумотни ёруғлик тезлигидан тезроқ узатиш мумкин эмас деб ҳисобласа-да, тўғри ёндашув билан, ҳатто бундай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

2.1. Квант интерференция

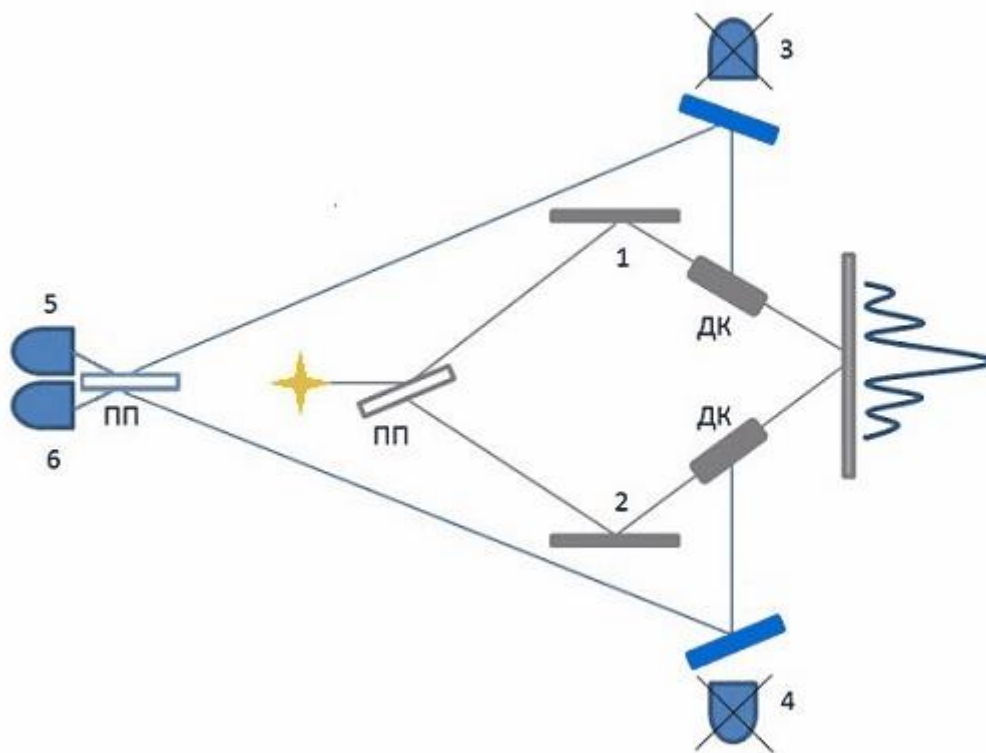
Энг оддий схемадан бошлайлик (бу шунчаки ўрнатиш схемаси эмас, балки тажрибанинг схематик кўриниши).



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.

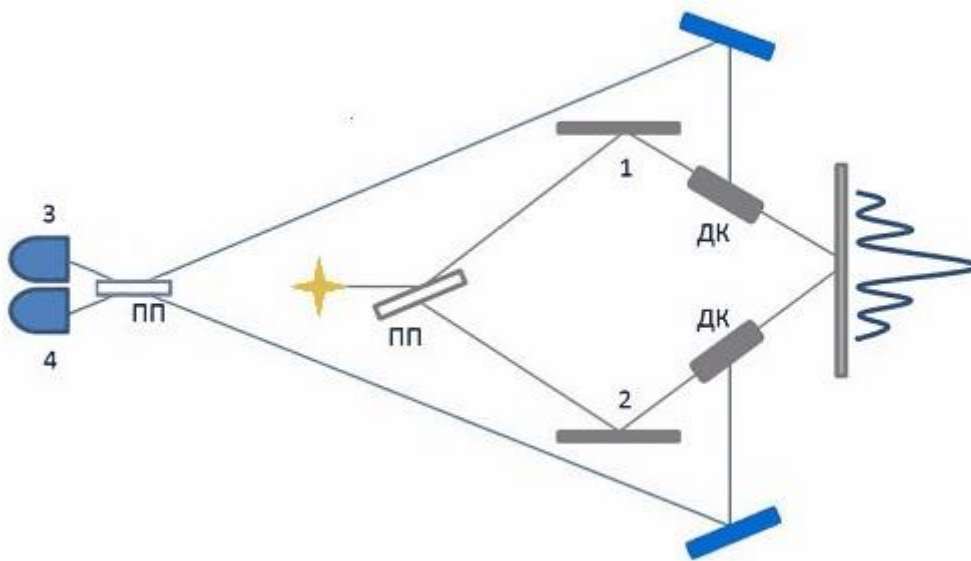


Энди фотонлар юқори ёки пастки қисмида қандай йўл босиб ўтганлигини тушунишга ҳаракат қилайлик. Бунинг учун ҳар бир йўлда даун–конверторларни (ДК) қўямиз. Даун–конвертор - бу битта фотон унга кирганда, чиқиш пайтида 2 та фотон (ҳар бири ярим энергия билан) чиқарадиган қурилма, улардан бири экранга (*сигнал 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 бироз соддалаштиришингиз ва “бўш” фотонлар йўлида шаффоф ойнани ҳаракатлантириш билан бир хил натижага эришингиз мумкин.

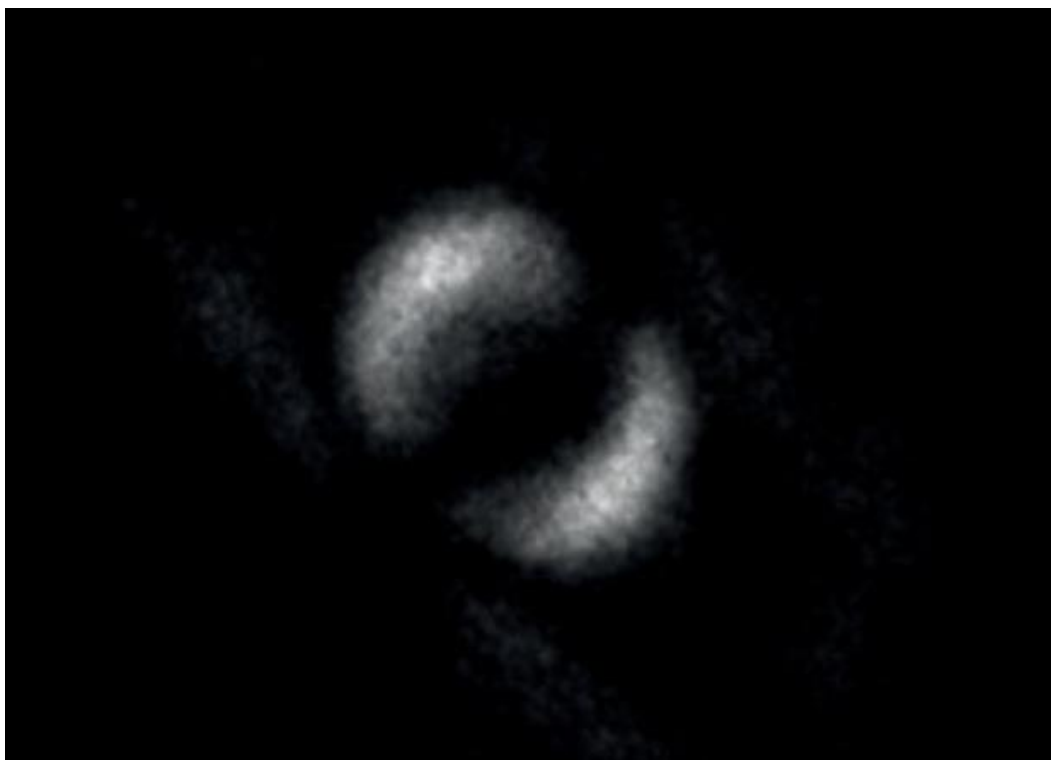


2.2. Квант чигаллик. Квант телепортация. Замонавий ахборот узатишнинг физик асослари.

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

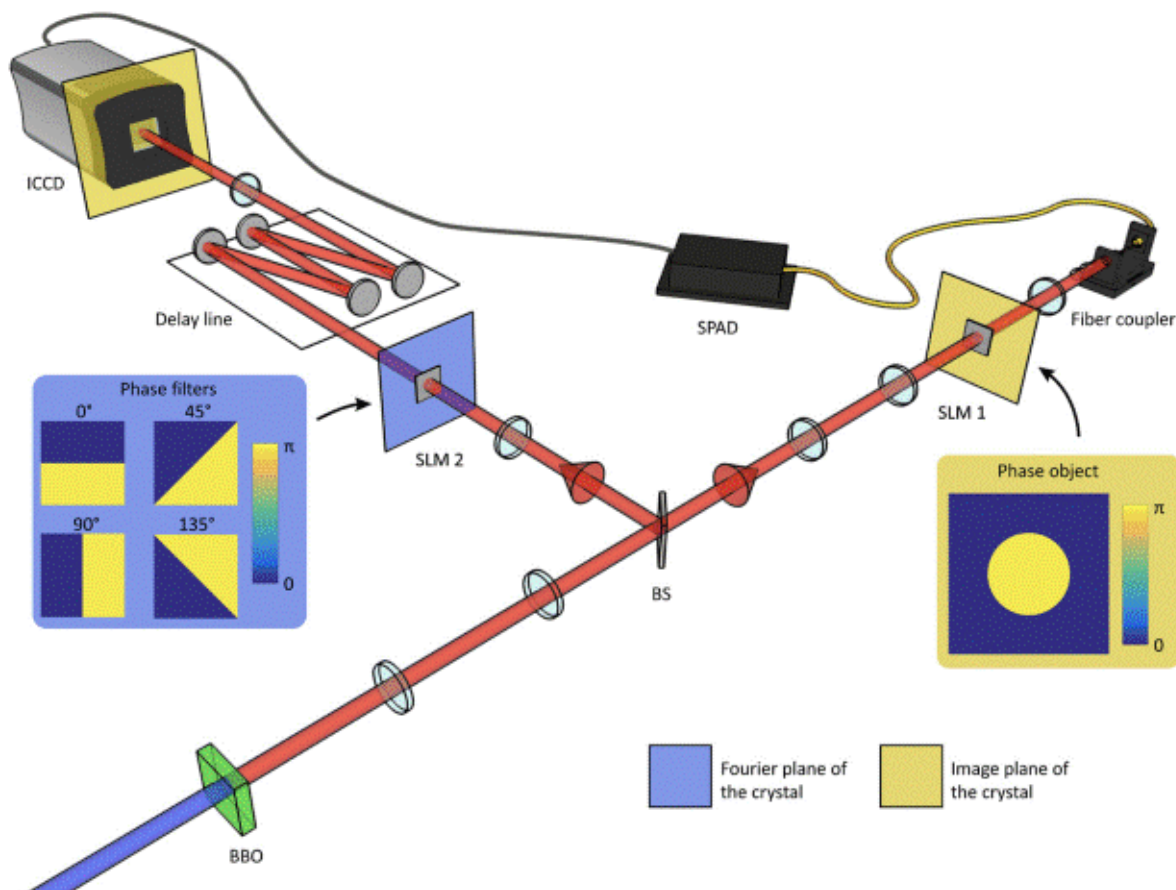
Квант “чигаллик” - бу бир неча зарраларнинг квант ҳолатлари улар орасидаги масофадан қатъи назар ўзаро боғлиқ бўлган ҳодисадир. Ушбу ҳодиса квант телепортацияси, криптография ва компьютер технологияларида қўлланилади. Эйнштейн ва унинг ҳамкасблари, агар квант механикаси воқеликни тўлиқ акс эттирса, боғлаб 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 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.

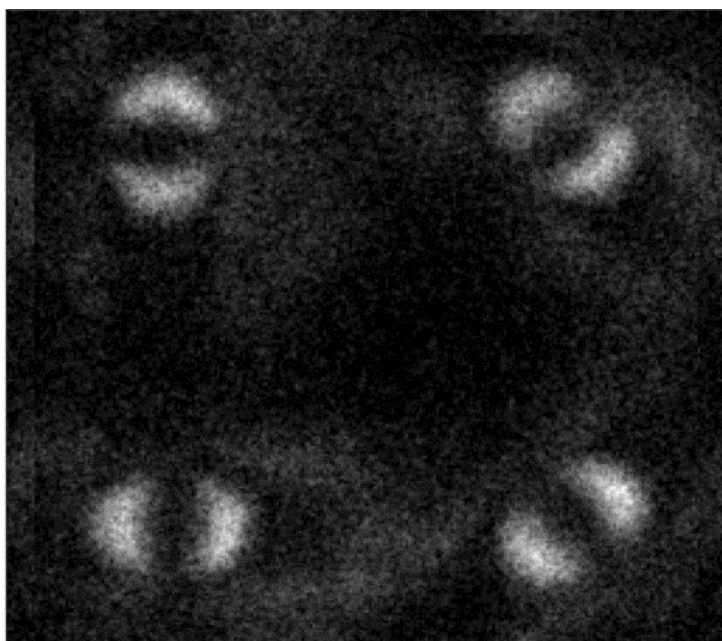


Белнинг тенгсизлиги бузилганлигини исботлаган тажрибалар аллақачон бир неча бор ўтказилган бўлиб, асосан фотонларнинг поларизациялари, лекин баъзан электронларнинг айланишлари билан мос келишини текширди. Ушбу ишда олимлар айланаётган ёруғлик фотонларининг орбитал бурчак momentiда тенгсизлик бузилганлигини 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 суюқ 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 сурагга олди. Яъни, квант “чигаллик” пайтида.



Экспериментал қурилма схемаси. Пастки чап бурчақда 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. (Paul-Antoine Moreau et al., / Science Advances, 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 алохида

расмларидан ташқари, иш муаллифлари фазани ўзгартиришнинг барча тўртта вариантыни ўз ичига олган битта фотосуратни олишди.

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

Назорат саволлари

6. Квант чигаллик нима?
7. Квант интернет нима?
8. “Чигал” фотонлар қандай ҳосил қилинади?
9. Квант чигалликни тасвирга олиш мумкинми?

Фойдаланилган адабиётлар

5. Скалли М. О., Зубайри М. С. Квантовая оптика: Пер. с англ. / Под ред. В.В. Самарцева. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. - 512 с.
6. 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.
7. Самарцев В.В. Коррелированные фотоны и их применение. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. — 168 с.
8. Кузнецов С.И. Квантовая оптика. Атомная и ядерная физика. Физика элементарных частиц: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 154 с.

3-МАВЗУ: КОМПЬЮТЕРДА МОДЕЛЛАШТИРИШ

РЕЖА

3.1. Нима учун моделларни ишлатамиз? Модел тушунчаси.

3.2. Модел. Моделлаштириш.

3.3. Компьютерда моделлаштириш. Ҳисоблаш физикаси.

Моделлаштириш босқичлари.

Таянч иборалар: *Модел, билим, моделлаштириш, компьютерда моделлаштириш, ҳисоблаш физикаси,*

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.к.). Мамалакат иқтисоди бўйича ўтказиладиган тажриба, унинг оқибатларига, космик аппаратлардан фойдаланилади (масалан, Ойни ўрганиш кўра *қиммат* бўлганлиги учун, бошқарувчи ечимларнинг оқибатини ўрганишда иқтисоднинг математик моделларидан фойдаланилади. Металларга ишлов бериш жараёни вақт бўйича

Турли сайёраларни тадқиқ этиш инсон ҳаёти учун *ҳафли* 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 ходисанинг асосий жиҳатлари ва тузилмасини ёрқинроқ ифодалашга хизмат қилади. Модел буюм

ёки ҳодиса моҳиятини акс этувчи, асосий жиҳатлари жамланмасининг ифодасидир.

Билим – бу инсон онги ёки техник таъшувчи 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 мантикий фикр юритиш асоси, иккинчидан, башорат қилиш воситаси вазифасини бажаради.

3.2. Модел. Моделлаштириш

Аввалги мавзуда кўриб ўтилганлар мисоллар асосида, модел таърифини шакллантирсак бўлади:

Модел деб, етарли даражада бошланғич объект ўхшашликларини қамраб 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 қаршилик 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 *алмаштириш* усули.

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

Объект хоссалари ҳақида ахборотлар олиш мақсадида моделларни яратиш ва ўрганиш жараёни *моделлаштириш* 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.

Моделлар классификацияси. Ахборотни тақдим этиш шаклига кўра моделлар:

– оғзаки ёки вербал (маъруза, доклад, сўзли «портретлар» ва ҳ.к.);

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

- натур (Қуёш 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:

- дескриптив (тавсифли) моделлар,
- оптималлаштириш моделлари,
- ўйин моделлари,
- ўргатувчи (ўқитиш) моделлари,
- имитацион 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 мантикийлиги 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) ҳодисанинг 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. Компьютерда моделлаштириш. Ҳисоблаш физикаси.

Моделлаштириш боқичлари

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 нозикли тенгламаларни сонли ечиш, нозикли тенгламалар системасини, дифференциал тенгламаларни ечиш усуллари ва функцияларни текшириш усуллари билиши талаб этилади². Шунингдек, албатта, замонавий ахборот технологияларидан эркин фойдаланиши ва дастурлаш тилларини билиши ҳамда амалий дастурлардан фойдаланиши олиши 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 бўлиши ривожланиши ва мукамаллашуви, экспериментал физика соҳасида замонавий 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 яқкама-яқка 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 дастурини ишлаб чиқиш.
5. Ҳисоблаш амаллари.
6. Дастурни сошлаш.
7. Натижаларни олиш ва таҳлил қилиш
8. Хатоларни тўғрилаш.

Компьютерли технологиянинг ривожланиши натижасида физик тизимларга янги 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 қўрилмоқда.

Компьютерли моделлаштириш жараёни лаборатория экспериментига

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

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

ўхшаш, шунинг учун ҳам у баъзан *компьютерли эксперимент** деб ҳам аталади. Қуйидаги жадвалда уларнинг ўхшаш хусусиятлари келтирилган:

| 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 жараёни 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 модели 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 қўювчининг ўзи бажариши мумкин, акс ҳолда бу ишга математик ёки дастурчинини 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 эътироф этилгандан сўнг, реал борлиқни тавсифлаш эксперимент ва назария орасидаги ўзаро таъсирлар кетма-кетлигига айланди. Назариянинг мақсади - экспериментнинг қониқарли математик ифодасини излашдан

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

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. Шуни таъкидлаш 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 нуктанинг 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 тўғри таҳлил этиш имконияти йўқ эди.

Аксарият физик ҳодисалар маълум катталиқлар ҳамда катталиқнинг ўзгариш коэффициентлари орасидаги муносабатлар воситасида таърифланади. 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 ҳосилалари тенгламаларнинг ечими билан боғлиқ бўлади. Ҳақиқий ўзгарувчи ва хусусий ҳосилалари тенгламалар назариясига кўра улар асосан уч тоифага бўлинади:

1. Гиперболик тенгламалар

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

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

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 ўлчамлиги 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 алгоритминини 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

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

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 қисмини бир-биридан ажрата билиш зарур.

Сонли модель қуйидаги *икки ажойиб хоссага эга*: рақам усулида олинган натижаларни такроран олиш мумкин (ҳаттоки ихтиёрий тасодикий жараёнларни моделлаштириганда 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 ҳақида 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 таъкидлаш 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 жараённи, 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 катталиклар 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 эътиборга 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.

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 қуриш 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 тушунтиринг.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Andi Klein and Alexander Godunov. “Introductory Computational Physics”. Cambridge University Press 2010.
2. Harvey Gould, Jan Tobochnik, Wolfgang Christian. “An introduction to computer simulation methods. Applications to Physical Systems”. Pearson Education, Inc., publishing as Addison Wesley,2007.
3. <http://phet.colorado.edu>
4. http://phet.colorado.edu/teacher_ideas/classroom-use.php
5. <http://www.yenka.com>
6. http://www.yenka.com/en/Free_Yenka_home_licences/
7. www.alsak.ru/
8. <http://www.yenka.com/en/Products/>

4-МАВЗУ: ФИЗИК ЖАРАЁНЛАРНИ МОДЕЛЛАШТИРИШДА АХБОРОТ - КОММУНИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИДАН ФОЙДАЛАНИБ ТАЪЛИМ СИФАТИНИ ОШИРИШ

РЕЖА

- 4.1. Компьютерда моделлаштириш учун операцион тизим. Дастурий таъминот.
- 4.2. Илмий дастурлаш тиллари.

Таянч иборалар: *визуаллаштириш, Pascal, Fortran, Delphi, Java, C++.*

4.1. Компьютерда моделлаштириш учун операцион тизим. Дастурий таъминот

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 фойдаланиши 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 ишламайди. Операцион тизим компьютерга ўрнатилган бўлади ва уни зарур бўлганда ўзгартириш мумкин. Microsoft Windows, Apple Mac Os X и Linux энг

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

кенг тарқалган операцияцион тизимлар ҳисобланади. Компьютерда моделлаштириш учун қайси операцияцион тизим яхши? Бу саволга жавоб қўйилган ва ечилаётган масалага боғлиқ:

| | |
|---|--|
| Алоҳида компьютерлар (PC) | 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 қўйилган ва ечилаётган масалага боғлиқ:
 - сонли моделлаштириш;
 - тизимли дастурлаш;
 - Web дастурлаш;
- мавжуд дастурий кутубхона ва кодлар
- тажриба, малака.

4.2. 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 анъанавий маъруза, амалиёт, семинар ва лаборатория машғулоти кўринишлари билан бир қаторда интерфаол моделлаштириш усулларини 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, қайерда 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

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

мавжуд бўлиб, дастурлаш ва унга қизиқувчилар сони ортиб бормоқда*.

Бир хил турдаги ишни бажарадиган дастурларни Basic, Pascal, C ва бошқа тилларда ёзиш мумкин. Pascal, Fortran 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 санок, системаси сифатида 2 лик, 6 лик, 8 лик санок системалари бўлган. Программа мазкур санок 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, Java, C++, Python) 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 Basic, Pascal, Fortran, Algol, Cobol ва ҳ.к. тиллар киради (кўпчилиги ҳозирда деярли қўлланилмайди). Энг биринчи пайдо бўлган тиллардан то ҳозирги замонавий тилларгача ишлатиш мумкин. Лекин, ҳозирги web технология орқали ишлайдиган тилларда (PHP, ASP.NET, JSP) бундай дастурлар тузилмайди. Чунки бундай дастурларнинг ишлаши учун яна бир амалий дастур ишлаб туриши керак. Ҳозирда, амалий дастурлар, асосан Visual C++, C#, Borland Delphi, Borland C++, Java, Python 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

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

* 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/>

кўплиги ва API функциялари дастурда кўрсатилмаслиги учун). Яна бир тарафи, Delphi (Pascal) оператив хотирани тежашга келганда анча оқсайди. Унда ўзгарувчиларни олдиндан эълон қилиб қўйиш эвазига ишлатилмайдиган ўзгарувчилар ва массивлар ҳам жой олиб туради.

Энг кенг тарқалган дастурлаш тили (Windows да) Microsoft Visual C++ тилидир. Кўпчилик дастурлар ҳозирда шу тилда тузилади. Умуман олганда, C га ўхшаш тиллар ҳозирда дастурлашда етакчи. Деярли ҳамма замонавий тилларнинг асосида C ётади. Бундан ташқари, Турли компьютер ўйинлари тузишда ёки кичик ҳажмдаги дастурлар тайёрлашда LUA script ёки JavaScript 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 Borland 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 GNU/Linux ҳамда Кулих тизимлари учун мослаштирилди, лекин 2002-йилги Кулих 3 сонидан сўнг ишлаб чиқариш тўхтатилди, кўп ўтмай эса

Microsoft .NET тизимини қўллаб қувватлаши тўғрисида эълон қилинди. Лазарус проекти амалиётидаги (Free Pascal) дастурлаш тили Delphi дастурлаш муҳитида GNU/Linux, Mac OS X ва Windows CE платформалари учун дастурлар яратишга имконият беради.

Visual Basic – Microsoft корпорциядан дастурлаш тили ва унинг учун дастурлаш муҳитдир. У Basic дан кўп тушунчалар олди ва тез расмли интерфейс билан дастурлар тараққиётини таъминлайди. Майкрософтдан ворис Visual Basic .NET 2002 йилда пайдо бўлди.

*Java** 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 қурилмаларини яратишни мақсад қилиб ҳаракат бошлаган эди. Бунга эришиш учун Сун ходимлари С++ ни ишлатишни режалаштирдилар, лекин баъзи сабабларга кўра бу фикридан воз кечишди. Оак мувофақиятсиз чиқди ва 1995-йилда Сун унинг номини Java га алмаштирди, ва уни WWW ривожланишига хизмат қилиши учун маълум ўзгаришлар қилишди. Java Объектга йўналтирилган дастурлаш(OOP-object oriented programming) тили ва у С++ га анча ўхшаш. Энг кўп йўл қўйилдиган хатоларга сабаб бўлувчи қисмалари олиб ташланиб, Java дастурлаш тили анча соддалаштирилди. Java код ёзилган файллар(*.Java билан ниҳояланувчи) компиляциядан кейин байт код(bytecode) га ўтади ва бу байт код интерпретатор томонидан ўқиб юргиздирилади.

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



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

Назорат саволлари

- 14.Қандай илмий дастурлаш тиллари бор?
- 15.Кўп ишлатиладиган дастурлаш тиллари?
- 16.*Visual Basic* дастурлаш тилига изоҳ беринг?
- 17.*Java* дастурлаш тилига изоҳ беринг?

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

* <https://isocpp.org/>

18. C++ дастурлаш тилига изоҳ беринг?

Фойдаланилган адабиётлар

9. Andi Klein and Alexander Godunov. “Introductory Computational Physics”. Cambridge University Press 2010.
10. Harvey Gould, Jan Tobochnik, Wolfgang Christian. “An introduction to computer simulation methods. Applications to Physical Systems”. Pearson Education, Inc., publishing as Addison Wesley, 2007.
11. <http://phet.colorado.edu>
12. http://phet.colorado.edu/teacher_ideas/classroom-use.php
13. <http://www.yenka.com>
14. http://www.yenka.com/en/Free_Yenka_home_licences/
15. www.alsak.ru/
16. <http://www.yenka.com/en/Products/>

5-МАВЗУ: ФИЗИК ЖАРАЁНЛАРНИ МОДЕЛЛАШТИРИШДА ЭЛЕКТРОН ТАЪЛИМ РЕСУРЛАРНИНГ ЎРНИ ВА УЛАРНИНГ ТАҲЛИЛИ

РЕЖА

- 5.1. Физик жараёнларни моделлаштиришда электрон таълим ресурларнинг ўрни ва уларнинг таҳлили.
- 5.2. Илмий дастурлаш тиллари.
- 5.2. Физик жараёнларни моделлаштиришда оммавий онлайн очик курслардан фойдаланиш.

Таянч иборалар: *визуаллаштириш Elearning, Crocodile Physics.*

Физик жараёнларни моделлаштиришда электрон таълим ресурлари ўрни ва уларнинг таҳлили**

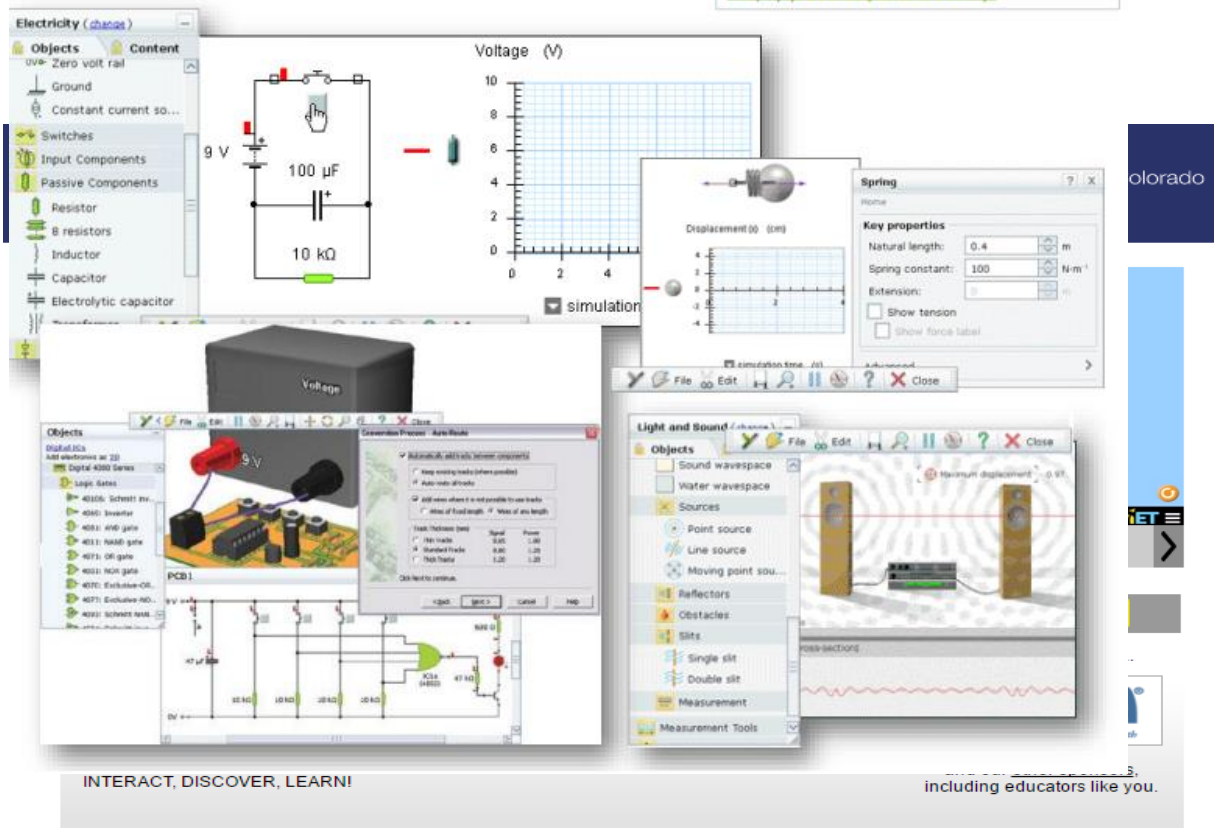
Ахборот-коммуникация технологияларини физик жараёнларни моделлаштиришда қўллаш асосан икки хил кўринишда амалга оширилади. Биринчи шарти бу техник жиҳозлар бўлса, иккинчи шарти эса махсус дастурий таъминотлар билан таъминланганлигидир. Техник жиҳозлар билан таъминланганлик: компьютерлар, тармоқ қурилмалари,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

Дастурий таъминотга: мавжуд қурилмаларни ишлатадиган дастурий



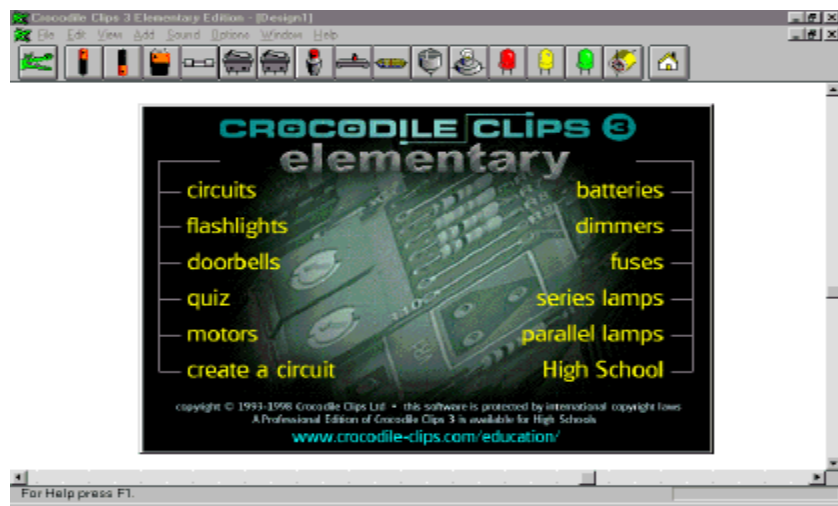
таъминотлардан тортиб шу соҳа учун мўлжалланган дастурлар тўплами кирази.

** <https://www.udemy.com/courses/development/programming-languages/>



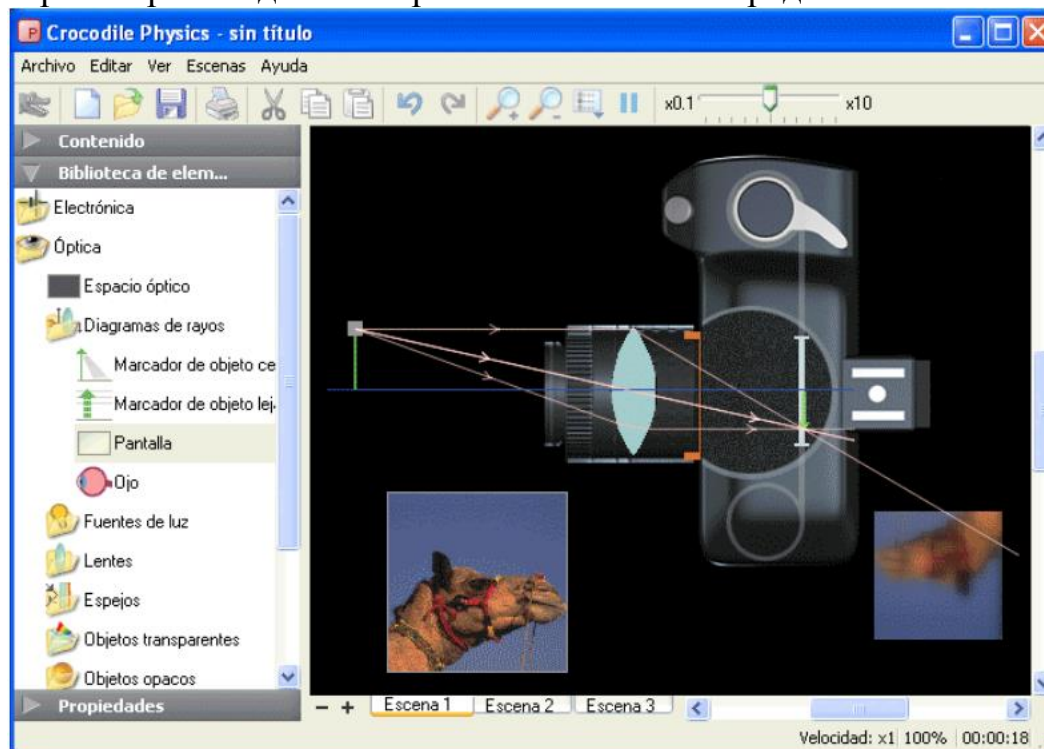
Сўнгги йилларда жахондаги етакчи университетларда* қўлланилиб келинаётган Интернет ёки Интранет тармоғи орқали электрон шаклдаги таълим тури Elearning (электрон таълим) атамаси билан кириб келди. Электрон таълим — ахборот-коммуникация технологиялари асосидаги таълимнинг турли кўринишларини англатувчи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

Электрон таълимни ташкиллаштиришнинг кўпгина манбалари орасидан куйидагиларни кўрсатиш мумкин: PhET, Crocodile Physics.



* <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 маънода инқилобий ўзгаришларга олиб келди. Дастур физиканинг барча бўлимлари билан ишлаш, жараёнларни чуқур ўрганиш имкониятини яратади.

Назорат саволлари

1. Elearning нима?
2. Виртуал лаборатория ишларини яратиш имкониятини берувчи симуляторлар?
3. Crocodile Physics дастурининг имкониятлари?
4. Crocodile Physics нима ва у қачон ишлатилади?

Фойдаланилган адабиётлар

1. Andi Klein and Alexander Godunov. “Introductory Computational Physics”. Cambridge University Press 2010.
2. Harvey Gould, Jan Tobochnik, Wolfgang Christian. “An introduction to computer simulation methods. Applications to Physical Systems”. Pearson Education, Inc., publishing as Addison Wesley,2007.
3. <http://phet.colorado.edu>
4. http://phet.colorado.edu/teacher_ideas/classroom-use.php
5. <http://www.yenka.com>
6. http://www.yenka.com/en/Free_Yenka_home_licences/
7. www.alsak.ru/
8. <http://www.yenka.com/en/Products/>

6-Мавзу: CROCODILE PHYSICS ДАСТУРИДА МОДЕЛЛАШТИРИШ. PHET ИНТЕРФАОЛ СИМУЛЯЦИЯЛАРИ

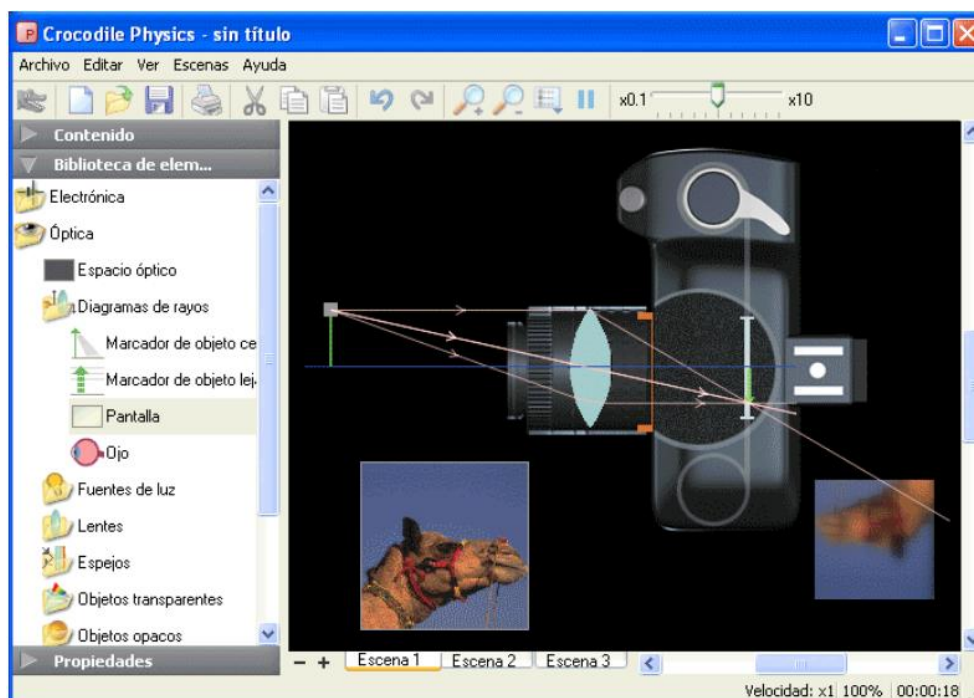
РЕЖА

Crocodile Physics.
Phet интерфаол симуляциялари.

Таянч иборалар: *Crocodile Physics, PhET (Physical education technology).*

Crocodile Physics

*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.



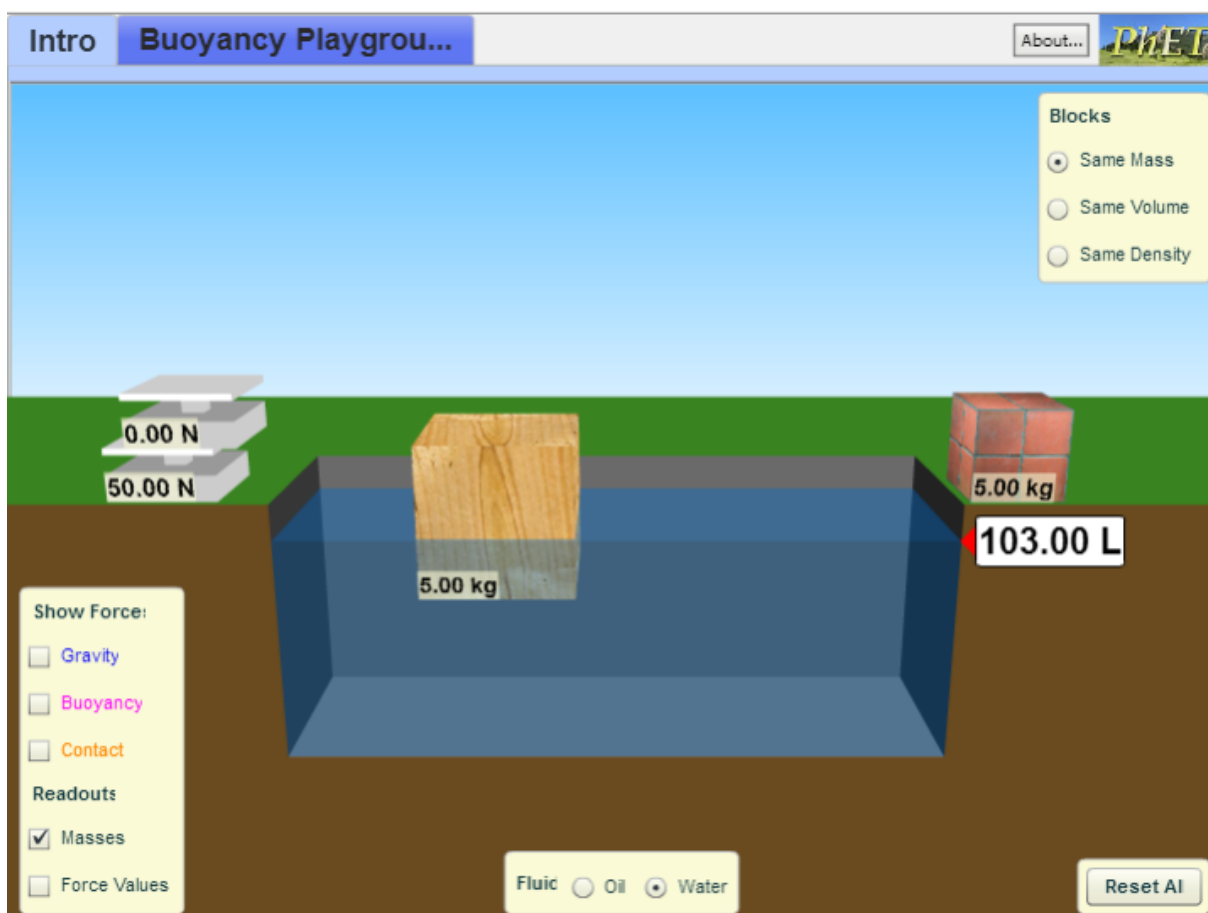
Ушбу дастур Crocodile Clips Ltd томонида 1994 йилдан бери такомиллаштирилиб келинмоқда. Дастурдан масала ечишда, виртуал лаборатория ишларини ва намоиш тажрибаларини ташкиллаштиришда кенг фойдаланса бўлади. Бу дастур таълим тизимида тўғри маънода инқилобий

* <http://crocodile-physics-605-ar.software.informer.com/>

Ўзгаришларга олиб келди. Дастур физиканинг барча бўлимлари билан ишлаш, жараёнларни чуқур ўрганиш имкониятини яратади.

PhET (Physical education technology)

Колорадо университетда ишлаб чиқилган дастур. Унда физика, химии, биология ва бошқа фанлар бўйича жами 100 дан ортиқ намоёишлар келтирилган. PhET лойиҳаси таълим жараёни сифатини ошириш учун яратилган ва интерфаол илмий-тадқиқот моделлар йиғиндиси ўқитиш учун мўлжалланган, улар янгиланиб ва бойитилиб турилади.



Барча моделлар интерфаол, керакли жихозлари мавжуд, талабалар томонидан тез тушунилади ва ўзлаштирилади. Сайт очиқ ва <http://phet.colorado.edu/> ундан эркин фойдаланиш мумкин, шунингдек, offline варианты ҳам мавжуд.

Назорат саволлари

5. Crocodile Physics дастурининг имкониятлари?
6. Crocodile Physics нима ва у қачон ишлатилади?
7. PhET (Physical education technology) қандай дастур?
8. PhET (Physical education technology) дастурининг имкониятлари?

Фойдаланилган адабиётлар

9. Andi Klein and Alexander Godunov. “Introductory Computational Physics”. Cambridge University Press 2010.
10. Harvey Gould, Jan Tobochnik, Wolfgang Christian. “An introduction to computer simulation methods. Applications to Physical Systems”. Pearson Education, Inc., publishing as Addison Wesley,2007.
11. <http://phet.colorado.edu>
12. http://phet.colorado.edu/teacher_ideas/classroom-use.php
13. <http://www.yenka.com>
14. http://www.yenka.com/en/Free_Yenka_home_licences/
15. www.alsak.ru/
16. <http://www.yenka.com/en/Products/>

IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ

1 – амалий машғулот:

PhET ва Crocodile Physics мухитини ўрнатиш ва созлаш

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

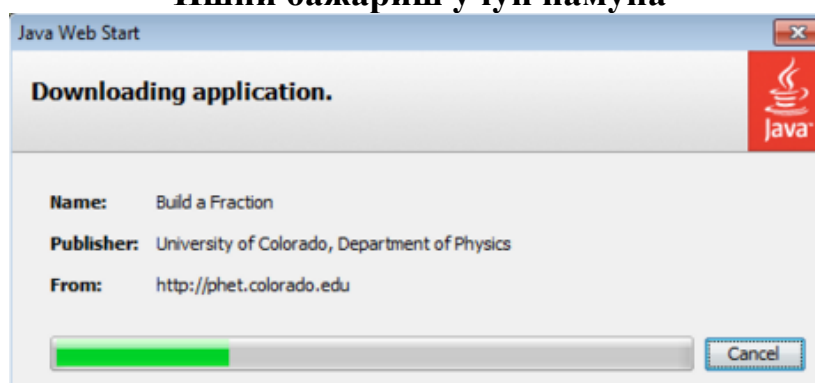
Ушбу амалий иш давомида қуйидагиларни **бажариш лозим:**

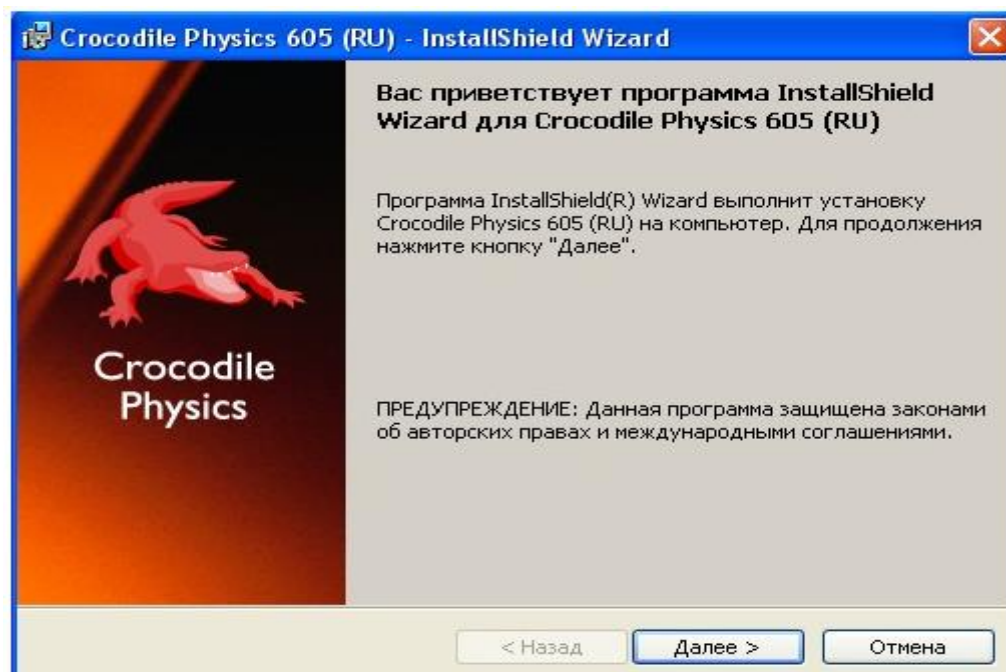
- PhET Interactive Simulations ни ўрнатиш
- Java ни ўрнатиш
- Crocodile Physics ни ўрнатиш
- Yenka ни ўрнатиш.

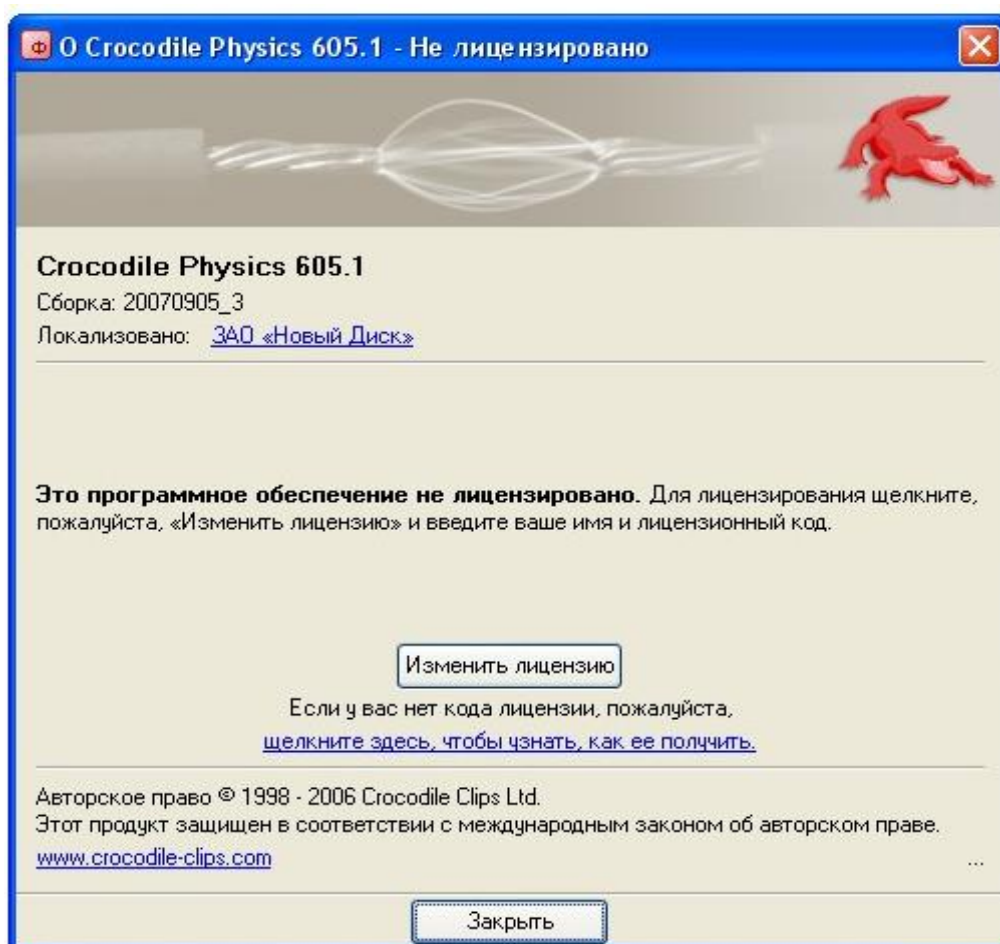
Керакли бўлган дастурий воситаларни ўрнатиш ва созлаш қуйидаги қадамлар билан кўрсатилган:

- 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 у қандай ўрнатилади?
2. Crocodile Physics нима ва нима ва у қандай ўрнатилади?
3. Yenka нима ва нима ва у қандай ўрнатилади?

Тавсия қилинадиган адабиётлар

1. <https://phet.colorado.edu/en/offline-access>
2. <https://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics>
3. <https://www.yenka.com>

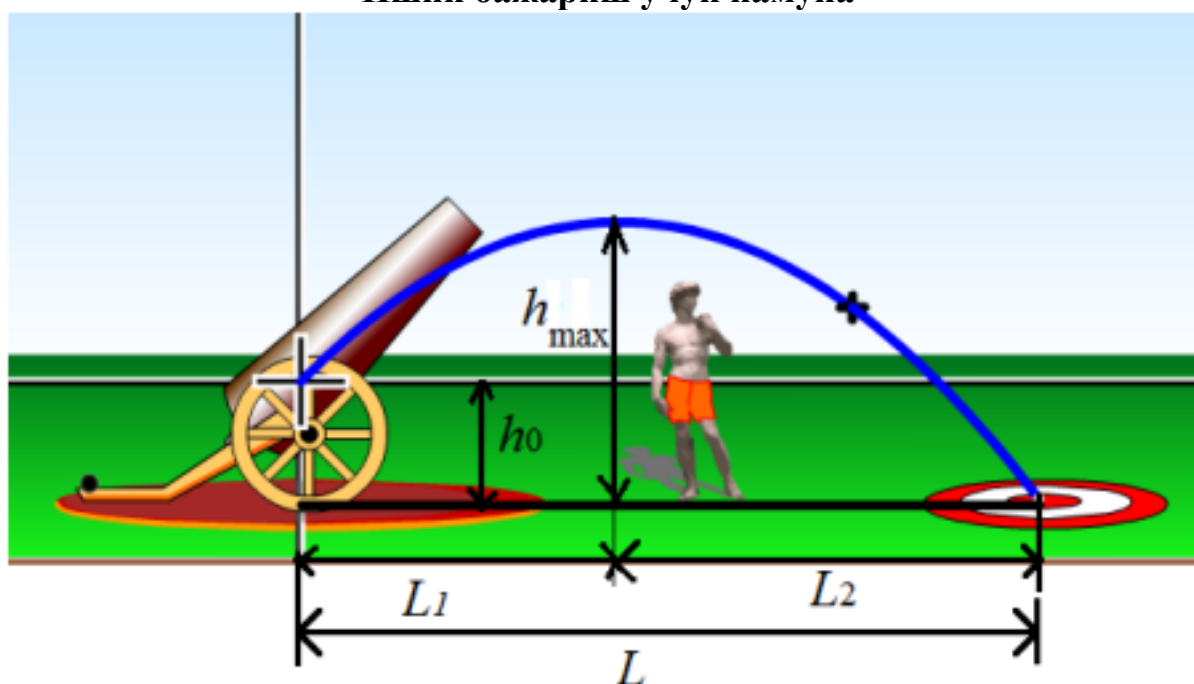
2-амалий машғулот:

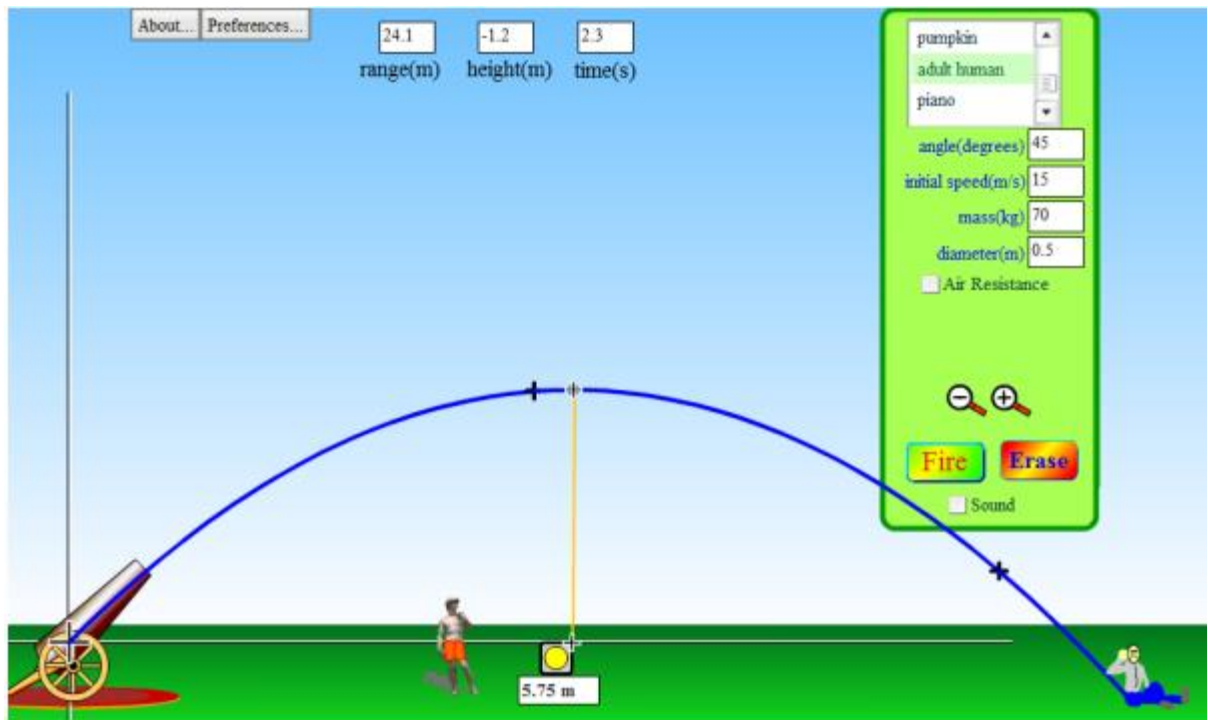
PhET Interactive Simulationsдан фойдаланиб таълим жараёнини бошқариш

Ишдан мақсад: PhET Interactive Simulations дастурида физиканинг турли бўлимларига оид виртуал лабораторияларидан фойдаланиш кўникмаларига эга бўлиш.

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

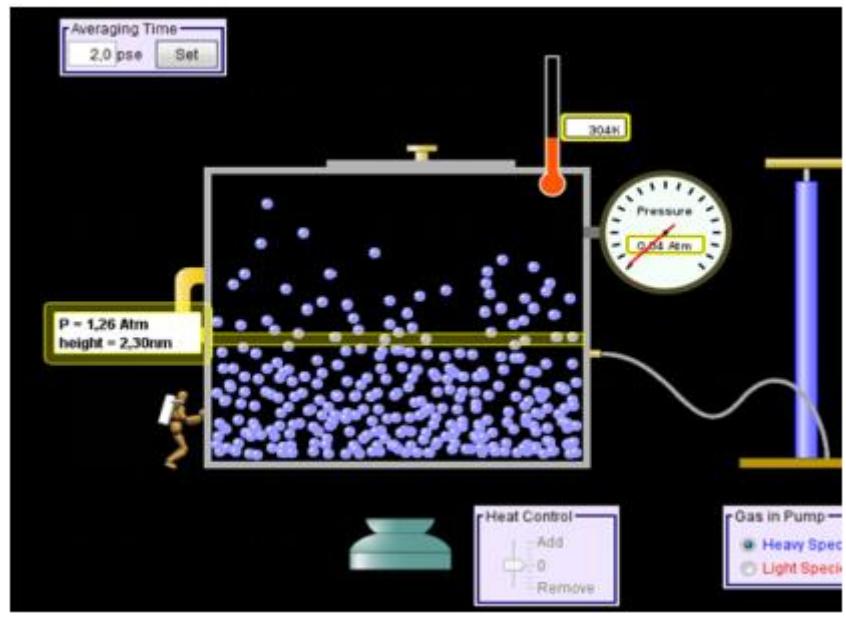
Ишни бажариш учун намуна





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

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



| g | h , <i>нм</i> | P(Heavy Species), атм. | P(Light Species), атм. |
|------------------|-----------------|------------------------|------------------------|
| 0 | 0.5 | | |
| | 3 | | |
| | 5 | | |
| $\frac{Lots}{2}$ | 0.5 | | |
| | 3 | | |
| | 5 | | |
| <i>Lots</i> | 0.5 | | |
| | 3 | | |
| | 5 | | |

Назорат саволлари

4. PhET Interactive Simulations нима ва ундан қандай фойдаланилади?

ТОПШИРИҚЛАР

1. Бурчак остида отилган жисм ҳаракати компьютер модели учун виртуал симуляторни танланг.
2. Виртуал лабораторияни ишга тушириш учун бажариладиган ишлар кетма-кетлигини белгиланг ва керакли натижаларни олинг.
3. Тадқиқотлар натижаси бўйича хулосалар тайёрланг.

Мустақил таълим мавзулари

1. PhET дан маърузада фойдаланиш.
2. PhET дан амалий машғулотлардада фойдаланиш.
3. PhET дан талаба мустақил ишини ташкил этишда фойдаланиш.

Махсус адабиётлар

1. Скалли М. О., Зубайри М. С. Квантовая оптика: Пер. с англ. / Под ред. В.В. Самарцева. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. - 512 с.
2. 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.
3. Самарцев В.В. Коррелированные фотоны и их применение. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. — 168 с.
4. Кузнецов С.И. Квантовая оптика. Атомная и ядерная физика. Физика элементарных частиц: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 154 с.
5. Andi Klein and Alexander Godunov. “Introductory Computational Physics”. Cambridge University Press 2010.
6. Harvey Gould, Jan Tobochnik, Wolfgang Christian. “An introduction to computer simulation methods. Applications to Physical Systems”. Pearson Education, Inc., publishing as Addison Wesley, 2007.
7. Bowers, Richard L Numerical modeling in applied physics and astrophysics. USA, 2005

Интернет ресурслар

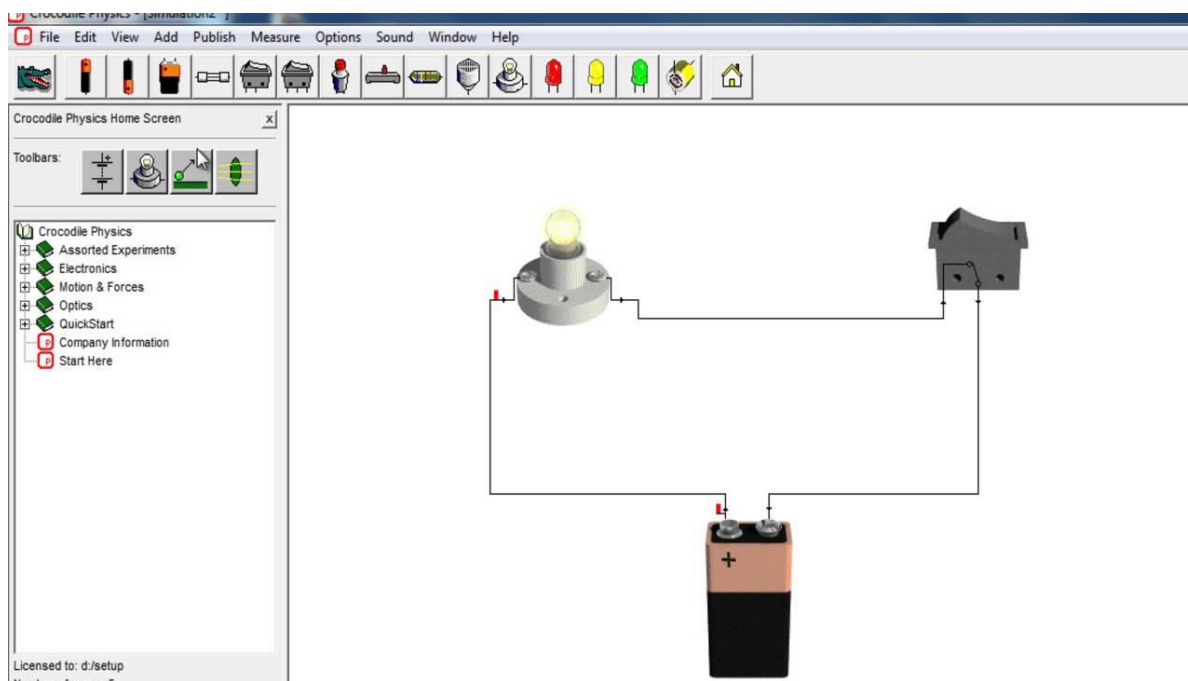
1. <http://phet.colorado.edu>
2. http://phet.colorado.edu/teacher_ideas/classroom-use.php
3. <http://www.yenka.com>
4. http://www.yenka.com/en/Free_Yenka_home_licences/
5. www.alsak.ru/
6. <http://www.yenka.com/en/Products/>

3-амалий машғулот: Crocodile Physicsдан фойдаланиб таълим жараёнини бошқариш

Ишдан мақсад: Crocodile Physics Interactive Simulations дастурида физиканинг турли бўлимларига оид виртуал лабораторияларидан фойдаланиш кўникмаларига эга бўлиш.

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

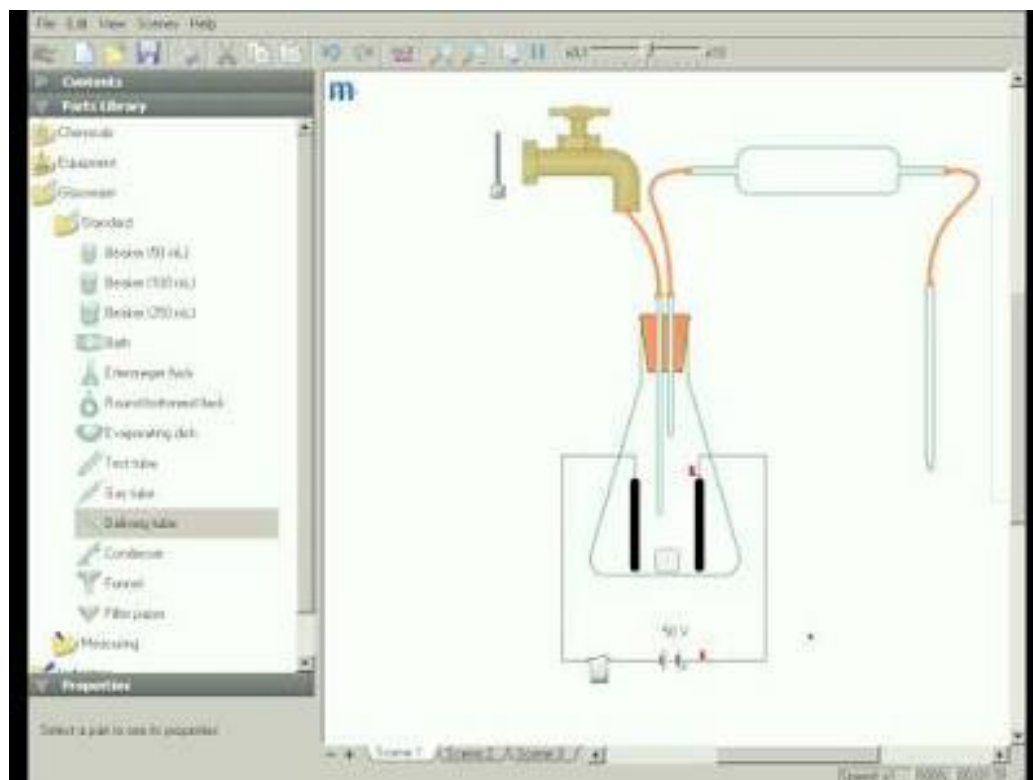
Ишни бажариш учун намуна
Crocodile Physics бўлимларидаги
– электр занжирлари:



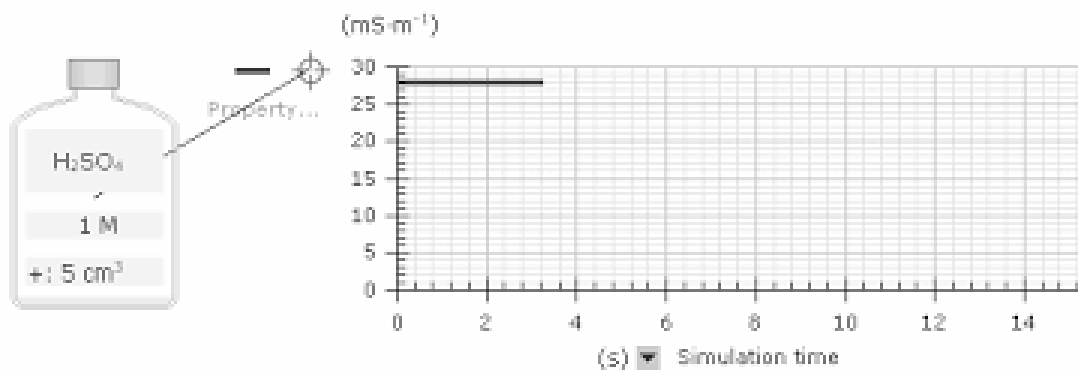
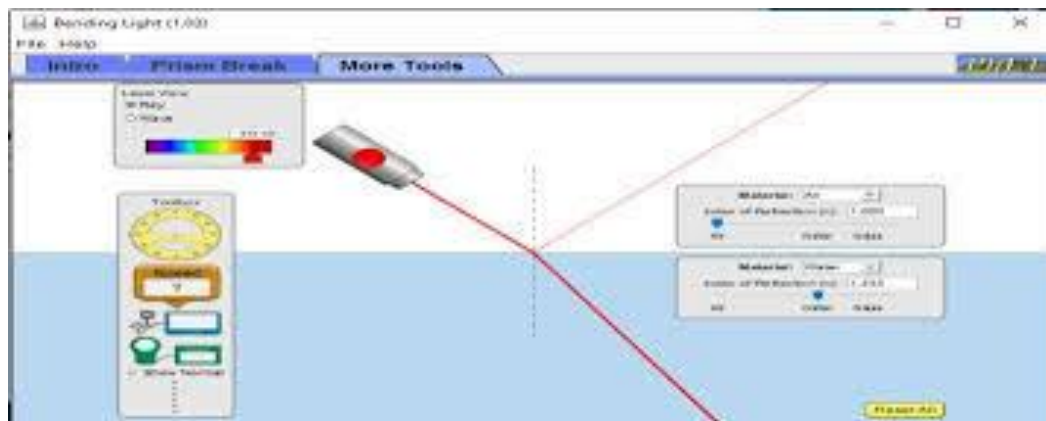
– тебранишлар ва тўлқинлар



– молекуляр физика



– оптика



| g | h, m | P(Heavy Species), atm. | P(Light Species), atm. |
|-------------------------|---------------|------------------------|------------------------|
| 0 | 0.5 | | |
| | 3 | | |
| | 5 | | |
| $\frac{\text{Lots}}{2}$ | 0.5 | | |
| | 3 | | |
| | 5 | | |
| Lots | 0.5 | | |
| | 3 | | |
| | 5 | | |

Назорат саволлари

5. Crocodile Physics нима ва ундан қандай фойдаланилади?
6. Yenka нима ва ундан қандай фойдаланилади?
7. Crocodile Physics да янги Андроид лойиҳа яратилди, ва ушбу лойиҳа ишга туширилгандан кейин яратиладиган файли қаерда (лойиҳанинг қайси папкасида) жойлашади?
8. Yenka да янги лойиҳа яратилди, ва ушбу лойиҳа ишга туширилгандан кейин яратиладиган файли қаерда (лойиҳанинг қайси папкасида) жойлашади?

ТОПШИРИҚЛАР

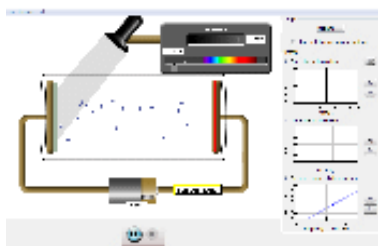
1. Доплер эффекти учун компьютер модели учун виртуал симуляторни танланг.
2. Виртуал лабораторияни ишга тушириш учун бажариладиган ишлар кетма-кетлигини белгиланг ва керакли натижаларни олинг.
3. Тадқиқотлар натижаси бўйича хулосалар тайёрланг.

Мустақил таълим мавзулари

4. Crocodile Physics дан маърузада фойдаланиш.
5. Crocodile Physics дан амалий машғулотлардада фойдаланиш.
6. Crocodile Physics дан талаба мустақил ишини ташкил этишда фойдаланиш.
7. Crocodile Physics да механик ҳаракат қонунларини ўрганиш
8. Crocodile Physics да оптика қонунларини ўрганиш
9. Crocodile Physics да Ом қонунларини ўрганиш
10. Crocodile Physics да Фарадей қонунларини ўрганиш
11. Crocodile Physics да Фотоэффект қонунларини ўрганиш
12. Crocodile Physics да Кирхгоф қонунларини ўрганиш
13. Crocodile Physics да газ қонунларини ўрганиш

VI. КЕЙСЛАР БАНКИ

Мини-кейс 1. “Тадқиқот”



Фотоэффект квант физикасини яратилишига асос бўлган фундаментал ҳодисалардан бири ҳисобланади. Фототокнинг тушаётган ёруғлик частотасига боғлиқлигини тадқиқ этиш учун, аниқ ва табиий фанлар бўйича виртуал лаборатория ишлари ва намойиш тажрибаларини яратиш имкониятини берувчи педагогик дастурий воситаларни қўллаб унинг компьютер моделини тайёрланг.

1. Фотоэффект ҳодисаси компьютер модели учун виртуал симуляторни танланг.
2. Виртуал лабораторияни ишга тушириш учун бажариладиган ишлар кетма-кетлигини белгиланг ва керакли натижаларни олинг.
3. Тадқиқотлар натижаси бўйича хулосалар тайёрланг.

Мини-кейс 2

Компьютерда моделлаштириш учун PhET Interactive Simulations версияси ишлаб чиқилди. Фараз қилайлик, Сизнинг компьютерингизда Java нинг 3.3. версияси ўрнатилган. Сиз PhET Interactive Simulations ни компьютерингизга ўрнатиб бирор бир лабораторияни ишга туширмоқчи бўлганингизда хатолик келиб чиқди, яъни Java илова ишламади. Бундай шароитда Сиз қандай йўл тутасиз?

1. Кейсдаги муаммони келтириб чиқарган асосий сабабларни белгиланг.
2. Виртуал лабораторияни тўғри ишга тушириш учун бажариладиган ишлар кетма-кетлигини белгиланг.

Мини-кейс 3. “Тадқиқот”

Баскетбол ўйинида ўйинчининг индивидуал маҳорати катта аҳамиятга эга. Ўйинчи баскетбол саватчасига узоқ масофадан ҳам тўпни аниқ тушириши барчани лол қолдиради.

Компьютер модели ёрдамида шу жараёни тадқиқ этиб керакли натижаларни олинг. Баскетбол тўпини саватга ташлаш учун компьютер моделини виртуал лаборатория ишлари ва намойиш тажрибаларни яратиш имкониятини берувчи дастурий воситаларни қўллаб яратинг.

1. Компьютер модели учун виртуал симуляторни танланг.
2. Виртуал лабораторияни ишга тушириш учун бажариладиган ишлар кетма-кетлигини белгиланг.
3. а) отилиш баландлиги; б) отиш бурчаги; в) отилиш узоқлиги г) тезлигига боғлиқлик натижаларини олинг. Тадқиқотлар натижаси бўйича хулосалар тайёрланг.

Мини-кейс 4. “Тадқиқот”

Оғир металлдан тайёрланган кемаларнинг сувда чўкмай сузиб юриши, ҳаво шарлари ва шу каби қурилмалар Архимед қонуни асосида ишлашини эшитганмиз. Бу қандай қонун? Бу ҳодиса суюқлик ва жисмнинг қайси параметрларига боғлиқ?

Компьютер модели ёрдамида шу жараёни тадқиқ этиб керакли натижаларни олинг. Компьютер моделини виртуал лаборатория ишлари ва намоиш тажрибаларни яратиш имкониятини берувчи дастурий воситаларни қўллаб яратинг.

1. Компьютер модели учун виртуал симуляторни танланг.
2. Виртуал лабораторияни ишга тушириш учун бажариладиган ишлар кетма-кетлигини белгиланг ва керакли натижаларни олинг.
3. Тадқиқотлар натижаси бўйича хулосалар тайёрланг.

VII. МУСТАҚИЛ ТАЪЛИМ МАВЗУЛАРИ

Мустақил ишни ташкил этишнинг шакли ва мазмуни

Тингловчи мустақил ишни муайян модулни хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда қуйидаги шакллардан фойдаланиб тайёрлаши тавсия этилади:

- меъерий хужжатлардан, ўқув ва илмий адабиётлардан фойдаланиш асосида модул мавзуларини ўрганиш;

- тарқатма материаллар бўйича маърузалар қисмини ўзлаштириш;

- автоматлаштирилган ўргатувчи ва назорат қилувчи дастурлар билан ишлаш;

- махсус адабиётлар бўйича модул бўлимлари ёки мавзулари устида ишлаш;

- тингловчининг касбий фаолияти билан боғлиқ бўлган модул бўлимлари ва мавзуларни чуқур ўрганиш.

Мустақил таълим мавзулари

1. Компьютер учун операцион тизимлар таҳлили.
2. Илмий дастурлаш тиллари учун мўлжалланган платформаларни ўрганиб чиқиш
3. Моделлаштириш учун Java дастурлаш тили.
4. PhET дан маърузада фойдаланиш.
5. PhET дан амалий машғулотлардада фойдаланиш.
6. PhET дан талаба мустақил ишини ташкил этишда фойдаланиш.
7. Crocodile Physics дан маърузада фойдаланиш.
8. Crocodile Physics дан амалий машғулотлардада фойдаланиш.
9. Crocodile Physics дан талаба мустақил ишини ташкил этишда фойдаланиш.
10. Crocodile Physics да механик ҳаракат қонунларини ўрганиш
11. Crocodile Physics да оптика қонунларини ўрганиш
12. Crocodile Physics да Ом қонунларини ўрганиш
13. Crocodile Physics да Фарадей қонунларини ўрганиш
14. Crocodile Physics да Фотоэффект қонунларини ўрганиш
15. Crocodile Physics да Кирхгоф қонунларини ўрганиш
16. Crocodile Physics да газ қонунларини ўрганиш

VIII. 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 — | eLearning is learning |

| | | |
|----------------------------|--|--|
| | ахборот-коммуникация технологиялари асосидаги таълимнинг турли кўринишларини англатувчи кенг тушунчадир | utilizing electronic technologies to access educational curriculum 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, ҳавfli 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 жараённи акс эттирувчи дифференциал тенгламани ечишга, яъни физик катталикларни акс эттирувчи параметрларнинг маълум | the one which is solved by applying computational procedures. |

| | | |
|-----------------------|---|---|
| | қийматларида уни бевосита ҳисоблашга мўлжалланган | |
| Object | Системадаги ўрганилаётган элемент | denotes an element of interest in the system. |
| OS (Operating System) | Операцион тизим. Қурилмадаги энг муҳим дастур | Operating System. The most important program on a device. |
| PhET | Колорадо университетида ишлаб чиқилган дастур. Унда физика, химия, биология ва бошқа фанлар бўйича жами 100 дан ортиқ 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, ҳодисаларни 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 боғланишлари ва таъсирлари | any collection of interacting elements that operate to achieve some goal. |
| Visual Basic | Microsoft корпорациядан дастурлаш тили ва унинг учун дастурлаш | Visual Basic (VB) is a programming environment from Microsoft in which a |

| | | |
|--|----------|---|
| | муҳитдир | programmer uses a graphical user interface (GUI) to choose and modify preselected sections of code written in the BASIC programming language. |
|--|----------|---|

IX. АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

Махсус адабиётлар

1. Скалли М. О., Зубайри М. С. Квантовая оптика: Пер. с англ. / Под ред. В.В. Самарцева. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. - 512 с.
2. 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.
3. Самарцев В.В. Коррелированные фотоны и их применение. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. — 168 с.
4. Кузнецов С.И. Квантовая оптика. Атомная и ядерная физика. Физика элементарных частиц: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 154 с.
5. Andi Klein and Alexander Godunov. “Introductory Computational Physics”. Cambridge University Press 2010.
6. Harvey Gould, Jan Tobochnik, Wolfgang Christian. “An introduction to computer simulation methods. Applications to Physical Systems”. Pearson Education, Inc., publishing as Addison Wesley, 2007.
7. Bowers, Richard L Numerical modeling in applied physics and astrophysics. USA, 2005

Интернет ресурслар

8. <http://phet.colorado.edu>
9. http://phet.colorado.edu/teacher_ideas/classroom-use.php
10. <http://www.yenka.com>
11. http://www.yenka.com/en/Free_Yenka_home_licences/
12. www.alsak.ru/
13. <http://www.yenka.com/en/Products/>