

BOSH ILMIY-METODIK MARKAZ

**SAMDU HUZURIDAGI PEDAGOG KADRLARNI QAYTA
TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI OSHIRISH
MINTAQAVIY MARKAZI**



**KVANT ALOQA. FIZIK JARAYONLARNI KOMPYUTERDA
MODELLASHTIRISH MODULIDAN O'QUV-USLUBIY
MAJMUA**

SAMARQAND - 2023

Mazkur o‘quv-uslubiy majmua Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligining 2020 yil dekabrda 648-sonli buyrug‘i bilan tasdiqlangan o‘quv reja va dastur asosida tayyorlandi va SamDU Ilmiy kengashining 2020 yil «28» dekabrda 4-sonli qarori bilan tasdiqlangan.

Tuzuvchi:

SamDU dotsenti, f.-m.f.n.,
E.Arziqulov

Taqrizchi:

SamDU professori, f.-m.f.d.
N.B.Eshqobilov

MUNDARIJA

I. ISHCHI DASTUR.....	4
II. MODULNI O'QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTREFAOL TA'LIM METODLARI	11
II. NAZARIY MA'LUMOTLAR	24
IV. AMALİY MASHG'ULOT MATERIALLARI.....	94
V. KEYSLAR BANKI	114
VII. GLOSSARIY	117
VIII. ADABIYOTLAR RO'YXATI	121

+

I. ISHCHI DASTUR

Kirish

Dastur O‘zbekiston Respublikasining 2020 yil 23 sentyabrda tasdiqlangan “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonuni, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasi to‘g‘risida”gi PF-4947-son, 2019 yil 27 avgustdagi “Oliy ta’lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining uzluksiz malakasini oshirish tizimini joriy etish to‘g‘risida”gi PF-5789-son, 2019 yil 8 oktyabrdagi “O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi PF-5847-son va 2020 yil 29 oktyabrdagi “Ilm-fanni 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi PF-6097-sonli Farmonlari hamda O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2019 yil 23 sentyabrdagi “Oliy ta’lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining malakasini oshirish tizimini yanadatakomillashtirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi 797-sonli Qarorlarida belgilangan ustuvor vazifalar mazmunidan kelib chiqqan holda tuzilgan bo‘lib, u oliy ta’lim muassasalari pedagog kadrlarining kasb mahorati hamda innovatsion kompetentligini rivojlantirish, sohaga oid ilg‘or xorijiy tajribalar, yangi bilim va malakalarni o‘zlashtirish, shuningdek amaliyotga joriy etish ko‘nikmalarini takomillashtirishni maqsad qiladi.

Dastur doirasida berilayotgan mavzular ta’lim sohasi bo‘yicha pedagog kadrlarni qayta tayyorlash va malakasini oshirish mazmuni, sifati va ularning tayyorgarligiga qo‘yiladigan umumiy malaka talablari va o‘quv rejalari asosida shakllantirilgan bo‘lib, uning mazmuni “Kvant aloqa, fizik jarayonlarni modellashtirish” mutaxassislik fani negizida ilmiy va amaliy tadqiqotlar, o‘quv jarayonini tashkil etishning zamonaviy uslublari bo‘yicha so‘nggi yutuqlar, pedagogning kreativ kompetentligini rivojlantirish, ta’lim jarayonlarini raqamli texnologiyalar asosida individuallashtirish bo‘yicha tegishli bilim, ko‘nikma, malaka va kompetensiyalarni rivojlantirishga yo‘naltirilgan.

Mazkur dastur rivojlangan xorijiy davlatlarning oliy ta’lim sohasida erishgan yutuqlari hamda orttirgan tajribalari asosida “Fizika” qayta tayyorlash va malaka oshirish yo‘nalishi uchun tayyorlangan namunaviy o‘quv reja hamda dastur mazmunidan kelib chiqqan holda tuzilgan bo‘lib, u zamonaviy talablar asosida qayta tayyorlash va malaka oshirish jarayonlarining mazmunini takomillashtirish hamda oliy ta’lim muassasalari pedagog kadrlarining kasbiy kompetentligini muntazam oshirib borishni maqsad qiladi.

Jamiyat taraqqiyoti nafaqat mamlakat iqtisodiy salohiyatining yuksakligi bilan, balki bu salohiyat har bir insonning kamol topishi va uyg‘un rivojlanishiga qanchalik yo‘naltirilganligi, innovatsiyalarni tadbiq etilganligi bilan ham o‘lchanadi. Demak, ta’lim tizimi samaradorligini oshirish, pedagoglarni zamonaviy bilim hamda amaliy ko‘nikma va

malakalar bilan qurollantirish, chet el ilg'or tajribalarini o'rganish va ta'lim amaliyotiga tadbiq etish bugungi kunning dolzarb vazifasidir. "Kvant aloqa, fizik jarayonlarni modellashtirish" moduli aynan mana shu yo'nalishdagi masalalarni hal etishga qaratilgan.

Ushbu dasturda kvant optikasi usullari va asosiy yo'nalishlari, fizik jarayonlarni modellashtirish uchun web-tizimlar, ilovalar strukturasi, modellashtirish dasturlari, hodisalar va jarayonlar virtual laboratoriya interfeysini yaratish, mahruza, amaliy va laboratoriya mashg'ulotlarida foydalanish muammolari bayon etilgan.

Modulning maqsadi va vazifalari

Optik signallar, fizik jarayonlarni modellashtirish **modulining maqsad va vazifalari:**

- kvant optikasi usullari va asosiy yo'nalishlarini farqlash; fizik jarayonlarni modellashtirish uchun ilg'or web- tizimlar, ilovalar strukturasi, Crocodile Physics, Yenka virtual dasturlashdan foydalanish, **foydalanuvchi** interfeysini yaratish, ilovalarda hodisalar va jarayonlar bilan ishlash, menyularni boshqarish, foydalanish va ularni o'quv jarayoniga qo'llash malakaviy ko'nikmalarini shakllantirish.

Modul bo'yicha tinglovchilarning bilimi, ko'nikmasi, malakasi va kompetensiyalariga qo'yiladigan talablar

"Optik signallar, fizik jarayonlarni modellashtirish" kursini o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida:

Tinglovchi:

- kvant optikasi va lazer fizikasi hamda fotonika sohalaridagi zamonaviy yutuqlari;
- modellashtirish uchun web-tizimlar va ularning tasniflari;
- modellashtirish uchun virtual laboratoriyalar yaratuvchi dasturlar va ularning tasniflari;
- Crocodile Physics, Yenka virtual dasturlash tamoyillari haqida **bilimlarga ega bo'lishi;**

Tinglovchi:

- kvant optikasi va lazer fizikasi hamda fotonika sohalaridagi zamonaviy yutuqlarning amaliy tadbiqi haqida;
- PhET web-tizimidan foydalanuvchi interfeysini yarata olish;
- Crocodile Physics, Yenka dan foydalanish **ko'nikma va malakalarini egallashi;**

Tinglovchi:

- PhET web-tizimida foydalanuvchi interfeysini yaratish;
- Crocodile Physics, Yenka da sifatli va qulay interfeysga ega ilova yaratish **kompetensiyalarni egallashi lozim.**

Modulni tashkil etish va o'tkazish bo'yicha tavsiyalar

“Kvant aloqa, fizik jarayonlarni modellashtirish” kursi mahruza va amaliy mashg‘ulotlar shaklida olib boriladi.

Kursni o‘qitish jarayonida ta’limning zamonaviy metodlari, pedagogik texnologiyalar va axborot-kommunikatsiya texnologiyalari qo‘llanilishi nazarda tutilgan:

- mahruza darslarida zamonaviy kompyuter texnologiyalari yordamida prezentatsion va elektron-didaktik texnologiyalardan;

- o‘tkaziladigan amaliy mashg‘ulotlarda texnik vositalardan, ekspress-so‘rovlar, test so‘rovlari, aqliy hujum, guruhli fikrlash, kichik guruhlar bilan ishlash, kollokvium o‘tkazish, va boshqa interaktiv ta’lim usullarini qo‘llash nazarda tutiladi.

Modulning o‘quv rejadagi boshqa modullar bilan bog‘liqligi va uzviyligi

“Kvant aloqa, fizik jarayonlarni modellashtirish” moduli mazmuni o‘quv rejadagi “Pedagogning kasbiy professionalligini oshirish”, “Ta’lim jarayoniga raqamli texnologiyalarni joriy etish”, “Elektron pedagogika asoslari va pedagogning shaxsiy, kasbiy axborot maydonini loyihalash” o‘quv modullari bilan uzviy bog‘langan holda pedagoglarning fizik jarayon modellarini yaratish bo‘yicha kasbiy pedagogik tayyorgarlik darajasini oshirishga xizmat qiladi.

Modul bo'yicha soatlar taqsimoti

№	Modul mavzulari	Tinglovchining o'quv yuklamasi, soat				
		Hammasi	Auditoriya o'quv yuklamasi			Mustaqil ta'lim
			Jami	Jumladan		
		Nazariy		Amaliy mashg'ulot		
1	Kvant optikasi usullari va asosiy yo'nalishlari. Lazer fizikasi va fotonika asoslari.	2	2	2		
2	Kvant chigallik. Kvant teleportatsiya. Kvant interferensiya. Fotonni teleportatsiya qilishga mo'ljallangan eksperimental qurilmalar. Kvant interneti va kvant kompyuterlari. Zamonaviy axborot uzatishning fizik asoslari.	2	2	2		
3	Kompyuterda modellashtirish. Hisoblash fizikasi. Modellashtirish bosqichlari. Kompyuterda modellashti-rish uchun operatsion tizim. Dasturiy ta'minot, fizik jarayonlarni modellashtirish. Asosiy tushunchalar. Modellashtirish bosqichlari.	6	6	2	4	
4	Fizik jarayonlarni modellashtirishda axborot-kommunikatsiya texnologiya-laridan foydalanib ta'lim sifatini oshirish. Ilmiy dasturlash tillari. Fizik jarayonlarni modellashtirishda elektron ta'lim resurlarning o'rni va ularning tahlili. Fizik jarayonlarni modellashtirishda ommaviy onlayn ochiq kurslardan foydalanish.	8	8	4	4	
5	Hisoblash fizikasi. Crocodile Physics dasturida modellashtirish. Phet interfaol simulyasiyalari.	8	8	2	6	
Jami:		26	26	12	14	

NAZARIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

1 - mavzu: Kvant optikasi usullari va asosiy yo'nalishlari.

Lazer fizikasi va fotonika asoslari. (2 soat)

Kvant optikasi usullari va asosiy yo'nalishlari. Lazer fizikasi va fotonika asoslari.

2 - mavzu: Kvant chigallik. Kvant teleportatsiya. Kvant interferensiya. Fotonni teleportatsiya qilishga mo'ljallangan eksperimental qurilmalar. Kvant interneti va kvant kompyuterlari. Zamonaviy axborot uzatishning fizik asoslari. (2 soat)

Kvant chigallik. Kvant teleportatsiya. Kvant interferensiya. Fotonni teleportatsiya qilishga mo'ljallangan eksperimental qurilmalar. Kvant interneti va kvant kompyuterlari. Zamonaviy axborot uzatishning fizik asoslari

3 - mavzu: Kompyuterda modellashtirish. Hisoblash fizikasi. Modellashtirish bosqichlari. Kompyuterda modellashtirish uchun operatsion tizim. Dasturiy ta'minot, fizik jarayonlarni modellashtirish. Asosiy tushunchalar. Modellashtirish bosqichlari. (2soat)

Model. Modellashtirish. Kompyuterda modellashtirish. Hisoblash fizikasi. Modellashtirish bosqichlari. Kompyuterda modellashtirish uchun operatsion tizim. Dasturiy ta'minot, fizik jarayonlarni modellashtirish. Asosiy tushunchalar. Modellashtirish bosqichlari.

4 - mavzu: Fizik jarayonlarni modellashtirishda axborot–kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanib ta'lim sifatini oshirish. Ilmiy dasturlash tillari. Fizik jarayonlarni modellashtirishda elektron ta'lim resurlarning o'rni va ularning tahlili. Fizik jarayonlarni modellashtirishda ommaviy on-layn ochiq kurslardan foydalanish. (4 soat)

Fizik jarayonlarni modellashtirishda axborot–kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanib ta'lim sifatini oshirish. Ilmiy dasturlash tillari. Fizik jarayonlarni modellashtirishda elektron ta'lim resurlarning o'rni va ularning tahlili. Fizik jarayonlarni modellashtirishda ommaviy onlayn ochiq kurslardan foydalanish.

5 - mavzu: Hisoblash fizikasi. Crocodile Physics dasturida modellashtirish. Phet interfaol simulyasiyalari.(2 soat)

Hisoblash fizikasi. Crocodile Physics dasturida modellashtirish. Phet interfaol simulyasiyalari.

AMALIY MASHG'ULOT MAZMUNI

1 – amaliy mashg'ulot:

Kompyuterda modellashtirish. Hisoblash fizikasi. Modellashtirish bosqichlari. Kompyuterda modellashtirish uchun operatsion tizim. Dasturiy ta'minot, fizik jarayonlarni modellashtirish. Asosiy tushunchalar. Modellashtirish bosqichlari.

2-amaliy mashg‘ulot:

Hisoblash fizikasi. Crocodile Physics dasturida modellashtirish. Phet interfaol simulyasiyalari.

Ochiq ta’lim kurslari

3-amaliy mashg‘ulot: Hisoblash fizikasi. Crocodile Physics dasturida modellashtirish. Phet interfaol simulyasiyalari.

Crocodile Physics va PhET Interactive Simulations dan foydalanish

O‘QITISH SHAKLLARI

Mazkur modulni o‘qitish jarayonida ta’limning zamonaviy metodlari, pedagogik texnologiyalar va axborot-kommunikatsiya texnologiyalari, keyslardan qo‘llanilishi nazarda tutilgan:

Ma’ruza darslarida zamonaviy kompyuter texnologiyalari yordamida prezentatsion va interfaol pedagogik (Aqliy xujim, Venn diagrammasi, konseptual jadval) usul va texnologiyalardan foydalaniladi;

-o‘tkaziladigan amaliy mashg‘ulotlarda texnik vositalardan, grafik organayzerlardan foydalanish, guruhli fikrlash, kichik guruhlar bilan ishlash, blits-so‘rovlardan va boshqa interaktiv ta’lim usullarini qo‘llash nazarda tutiladi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

Maxsus adabiyotlar

1. Skalli M. O., Zubayri M. S. Kvantovaya optika: Per. s angl. / Pod red.V.V. Samarseva. - M.: FIZMATLIT, 2003. - 512 s.
2. Barsukov, V.I.Fizika. Volnovaya i kvantovaya optika : uchebnoe posobie /V.I. Barsukov, O.S. Dmitriev. – Tambov: Izd-vo FGBOU VPO «TGTU», 2012. – 132 s.
3. Samarsev V.V. Korrelirovannqe fotonq i ix primeneniye. M.: FIZMATLIT, 2014. — 168 s.
4. Kuznetsov S.I. Kvantovaya optika. Atomnaya i yadernaya fizika. Fizika elementarnqx chastits: uchebnoe posobie. – Tomsk: Izd-vo TPU, 2007. – 154 s.
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

Internet resurslar

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/>

I. MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTREFAOL TA’LIM METODLARI

YUqoridagi mavzularga tayyorgarlik ko‘rishda tavsiya qilingan interfaol metodlarni ilova sifatida kiritdik.

1-ilova

1. Ta’lim vositalarining klassifikatsiyasi.

Ijtimoiy voqelik ta’limni boshqarish muammolarini ko‘rib chiqish va hal qilishni mustaqil yo‘nalish sifatida ajratib olish, ta’lim-tarbiya jarayonini boshqarishning asoslangan usul, vositalarini ishlab chiqish va joriy qilish zaruratini belgilab berdi. Uning o‘qitish, tarbiyalash va rivojlantirish o‘rtasidagi tashkiliy-boshqaruv, axborot aloqalari, ijtimoiy jihatdan ahamiyatga molik shaxsni shakllantirishdagi yaxlit jarayonning tarkibiy qismlari sifatini oshirdi.

Bugungi kunda erkin va mustaqil fikrlovchi, ijtimoiy-siyosiy hayotda ongli ravishda faol ishtirok etishga qodir yosh avlodni shakllantirish «Kadrlar tayyorlash milliy dasturi» ning asosiy ustuvor yo‘nalishidir. Bu esa mamlakatning ijtimoiy-siyosiy hayotiga demokratik asoslarini joriy etishni, fuqarolik jamiyati va huquqiy davlat qurishni tezlashtirish imkonini beradi. Dastur ta’lim muassasalari mustaqilligini kengaytirish orqali ta’lim boshqaruvini demokratlashtirishni o‘z ichiga oladi.

Insoniyatning rivojlanish davrlari almashganda pedagogik texnologiyalar butunlay yo‘q bo‘lib ketmaydi, balki pedagogik texnologiyalar keyingi davrlarga assotsiatsiya orqali fikran bog‘lanadi, yangi sifatlar, xususiyatlarga ega bo‘lib, kuchayadi va boyiydi. Ushbu jarayon borgan sari tezlashib boradi.

Kishilik tarixida 1-bosqich uzoq muddat davom etgan. Unda o‘qituvchi o‘z kuchiga, o‘z bilim va mahoratiga asoslanib ish bajargan. Keyinchalik dunyoviy va diniy mazmundagi qo‘lyozma kitoblar yaratildi, lekin o‘quvchi ularning mazmunini o‘qituvchi faoliyati vositasida o‘zlashtiradi.

2-bosqich darsliklar yaratish va ulardan foydalanish texnologiyasi mukammal rivojlanmagan, lekin o‘qitishning 1,2,3-bosqichlariga xos ta’lim vositalari maktablarga jadal kirib bormoqda.

O'quv adabiyotlarini joriy etish qarama-qarshiliklar ko'rashi natijasida sodir bo'lgan. Keyingi davrlarda ham ta'lim sohasidagi jiddiy o'zgarishlar oson kechmagan. Bugungi kunda ham 1-bosqich texnologiyasi ruhida shakllangan ayrim pedagoglarda keyingi davrlarda vujudga kelgan o'quv vositalarini o'zlashtirib olishga, ta'lim-tarbiya jarayonini shu asosda tashkil etishga intilish sust darajada. 1-bosqich o'quv vositalari o'qituvchidan ko'p mehnat talab etadi va o'quvchining bilim, tayyorgarlik darajasi yuqori bo'lmaydi. Bu pedagogik bosqichlarning har birida ta'lim metodlari takomillashtirila borganligi tufayli o'qituvchi mehnatining samarasi ortib, zamonaviy texnologiyani qo'llaydiganlar safi kengaya borgan.

Ta'lim vositalari oltita turga bo'linadi:

- 1. Matnli vositalar.**
- 2. Tasvirli vositalar.**
- 3. Audio vizual vositalar.**
- 4. YOrdamchi (jixoz) vositalar.**
- 5. Modelli vositalar.**
- 6. Real vositalar.**

•**Matnli vositalar**-O'qituvchi va o'quvchilar uchun: o'quv predmetini o'qitish metodikasi bo'yicha qo'llanmalar, shaxsiy metodika, o'qituvchilar tomonidan tayyorlangan metodik ishlanmalar, mantiqiy strukturalar, fan darsliklari, mavzu yuzasidan kelib chiqqan holda tarixiy badiiy adabiyotlar, fan bo'yicha ma'ruzalar matni.

•**Tasvirli vositalar**- o'quv materialini ko'rgazmali namoyish etishga, uni tizimli etkazib berishga yordam beradi; talabalarga o'quv materialini tushunishlariga va yaxshi eslab qolishlariga imkon beradi (videoproektor, Vidiofilmlar, rasmlar, haykallar, portret).

•**Audio vizual vositalar**-Matnga ovoz berish, Lingafon vositalari, radio eshittirishlaridan foydalanish, stenogramma matreallari, turli xildagi disklar va hakoazolalar.

•**YOrdamchi (jixoz) vositalar**- Grafoproektor, Doska-bloknot, Doska-stend, Flipchart, va boshqalar).

•**Modelli vositalar**- grafiklar, chizmalar, sxema, xaritalar

• **Real vositalar**- tarix darslarida muzey eksponatlari, maket va mulyajlar, arxeologik matreallar, tarixiy obektlar.

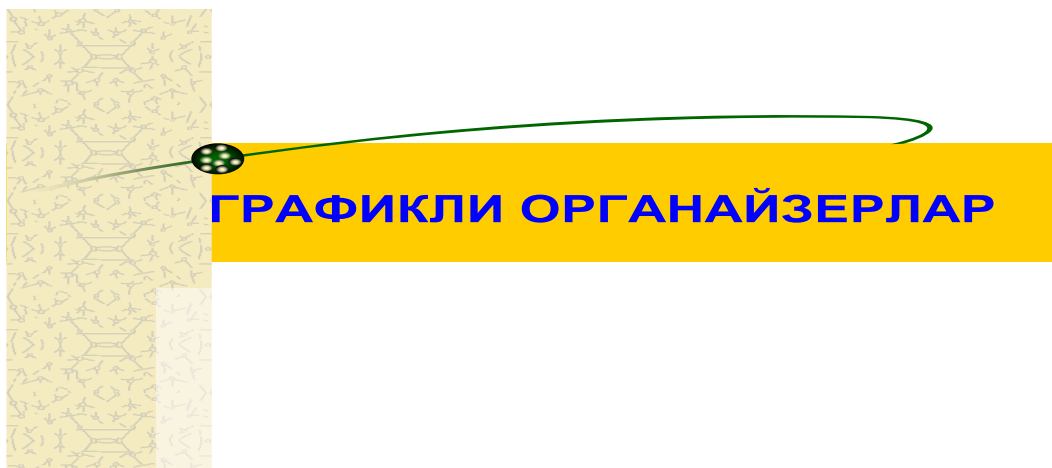
2-ilova

2. Ta'lim vositalarini tanlashni aniqlovchi omillar, grafik organayzerlar.

Ta'lim vositalarini tanlashni aniqlovchi omillar: maqsadni belgilash; o'quv axborot mazmuni; ta'lim vositalari; etakchi bilim manbai; o'quv materialining yangiligi va murakkabligi.

Grafikli organayzerlar texnikasi

1-ilova.



Графикли органайзерлар (ташкил этувчи) – фикрий жараёнларни кўргазмали тақдим этиш воситаси.

Маълумотларни таркиблаштириш ва таркибий бўлиб чиқиш, ўрганилаётган тушунчалар (воқеа ва ҳодисалар, мавзулар) ўртасидаги алоқа ва ўзаро боғлиқликни ўрнатиш усул ва воситалари: **Кластер, Тоифалаш жадвали, Инсерт, Б/БХ/Б жадвали**

Маълумотларни таҳлил қилиш, солиштириш ва таққослаш усул ва воситалари: **T-жадвали, Венн диаграммаси**

Муаммони аниқлаш, уни ҳал этиш, таҳлил қилиш ва режалаштириш усуллари ва воситалари: **«Нима учун?», «Балиқ скелети», «Поғона», «Қандай?» иерархик диаграммаси ва ҳ.к.**

3-ilova

Кластер

КЛАСТЕР

(Кластер-тутам, боғлам)- ахборот харитасини тузиш йўли- барча тузилманинг моҳиятини марказлаштириш ва аниқлаш учун қандайдир бирор асосий омил атрофида ғояларни йиғиш.

Билимларни фаолаштиришни тезлаштиради, фикрлаш жараёнига мавзу бўйича янги ўзаро боғланишли тасаввурларни эркин ва очик жалб қилишга ёрдам беради.

Кластерни тузиш қоидаси билан танишадилар. Ёзув тахтаси ёки катта қоғоз варағининг ўртасига асосий сўз ёки 1-2 сўздан иборат бўлган мавзу номи ёзилади

Бирикма бўйича асосий сўз билан унинг ёнида мавзу билан боғлиқ сўз ва тақлифлар кичик доирачалар “йўлдошлар” ёзиб қўшилади. Уларни “асосий” сўз билан чизиклар ёрдамида бирлаштирилади. Бу “йўлдошларда” “кичик йўлдошлар” бўлиши мумкин. Ёзув ажратилган вақт давомида ёки ғоялар тугагунича давом этиши мумкин.

Муҳокама учун кластерлар билан алмашинадилар.

5

4-ilova

Кластерни тузиш қондаси

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

7

ТОИФАЛАШ ЖАДВАЛИ

ТОИФАЛАШ ЖАДВАЛИ

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

Ажратилган аломатлар асосида олинган маълумотларни бирлаштиришни таъминлайди.

Тизимли фикрлаш, маълумотларни тузилмага келтириш, тизимлаштириш кўникмаларини ривожлантиради.

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

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

Иш натижаларининг тақдироти

8

Тоифалаш шарҳини тузиш қондаси

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

9

7-ilova

ИНСЕРТ ЖАДВАЛИ

График ташкил этувчининг тури, аҳамияти ва хусусиятлари

Ўқув фаолиятини ташкиллаштиришнинг жараёни тузилмаси

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

Инсерт жадвалини тўлдириш қондаси билан танишадилар. Алоҳида ўзлари тўлдирадилар

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

8-ilova

Инсерт

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

V	+	-	?

9-ilova

Б/БХ/Б ЖАДВАЛИ

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

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

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

Маърузани тинглайдилар, мустақил
 ўқийдилар.

Мустақил/кичик гуруҳларда
 жадвалнинг 3 бўлимни
 тўлдирадилар

10-ilova

Б/БХ/Б ЖАДВАЛИ

Биламан	Билишни хоҳлайман	Билиб олдим

16

11-ilova

T – жадвал

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

T – жадвал қоидалари танишилади.
Якка тартибда расмийлаштирилади

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

Жадваллар жуфтликда (гурӯҳда)
таққосланиши тўлдирилиши

Барча ўқув гурӯҳи ягона T – тузади.

T- ЖАДВАЛ «Тест назорати» Ютуғи Камчилиги

- | Ютуғи | Камчилиги |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Ватқни тежалиши • Фронтал ҳолда иш олиб бориш имкони • Мантқий фикрни ривожлантириш. • Баҳолаш қулай | <ul style="list-style-type: none"> • Нутқнинг ривожланмаслиги. • Мулоқотнинг йўқлиги. • Ҳамкорликда фаолиятнинг йўқлиги. • Педагогик муносабатнинг йўқлиги. |

13-ilova

ВЕНН ДИАГРАММАСИ

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

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

Жуфтликларга бирлашадилар, ўзларининг диаграммаларини таққослайдилар ва тўлдирадилар

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

«Венн» диаграммаси

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

15-ilova

“Нима учун” схемаси

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

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

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

Иш натижаларининг тақдимои



«Нима учун?» чизмасини тузиш қоидалари

1. Айлана ёки тўғри тўртбурчак шакллардан фойдаланишни ўзингиз танлайсиз.
2. Чизманинг кўринишини - мулоҳазалар занжирига тўғри чизиқлими, тўғри чизиқли эмаслигини ўзингиз танлайсиз.
3. Йўналиш кўрсаткичлари сизнинг қидирувларингизни: дастлабки ҳолатдан изланишгача бўлган йўналишингизни белгилайди.

11-ilova

“Балиқ скелети” чизмаси

“Балиқ скелети” чизмаси

Бир қатор муаммоларни тасвирлаш ва уни ечиш имконини беради.

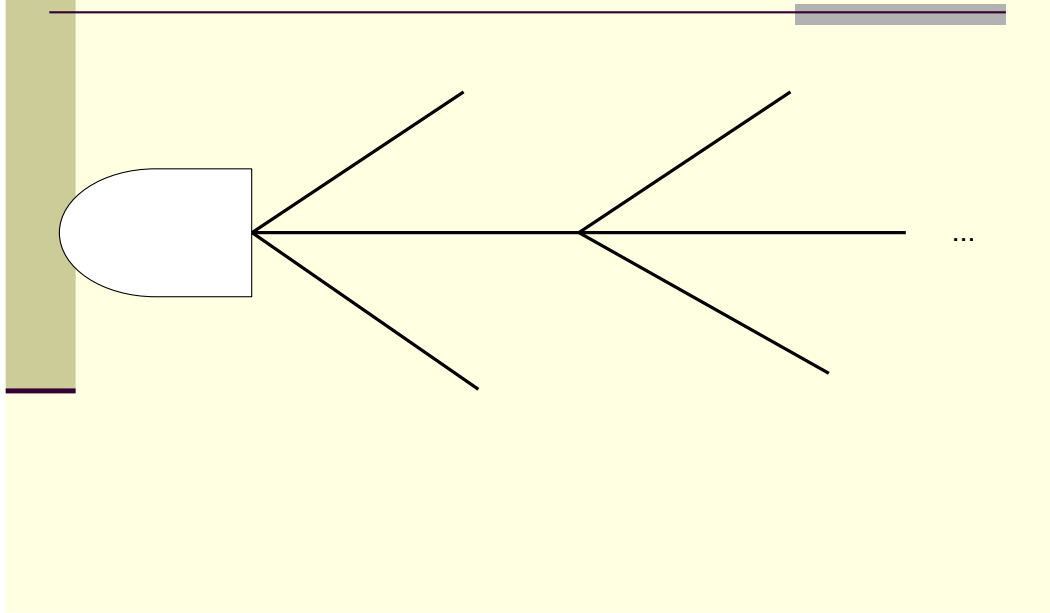
Тизимли фикрлаш, тузилмага келтириш, таҳлил қилиш кўникмаларини ривожлантиради

Чизмани тузиш қоидаси билан танишадилар. Алоҳида/кичик гуруҳларда юқори “суягида” кичик муаммони ифодалайди, пастрда эса, ушбу кичик муаммолар мавжудлигини тасдиқловчи далиллар ёзилади

Кичик гуруҳларга бирлашадилар, таққослайдилар, ўзларининг чизмларини тўлдирдилар. Умумий чизмага келтирадилар.

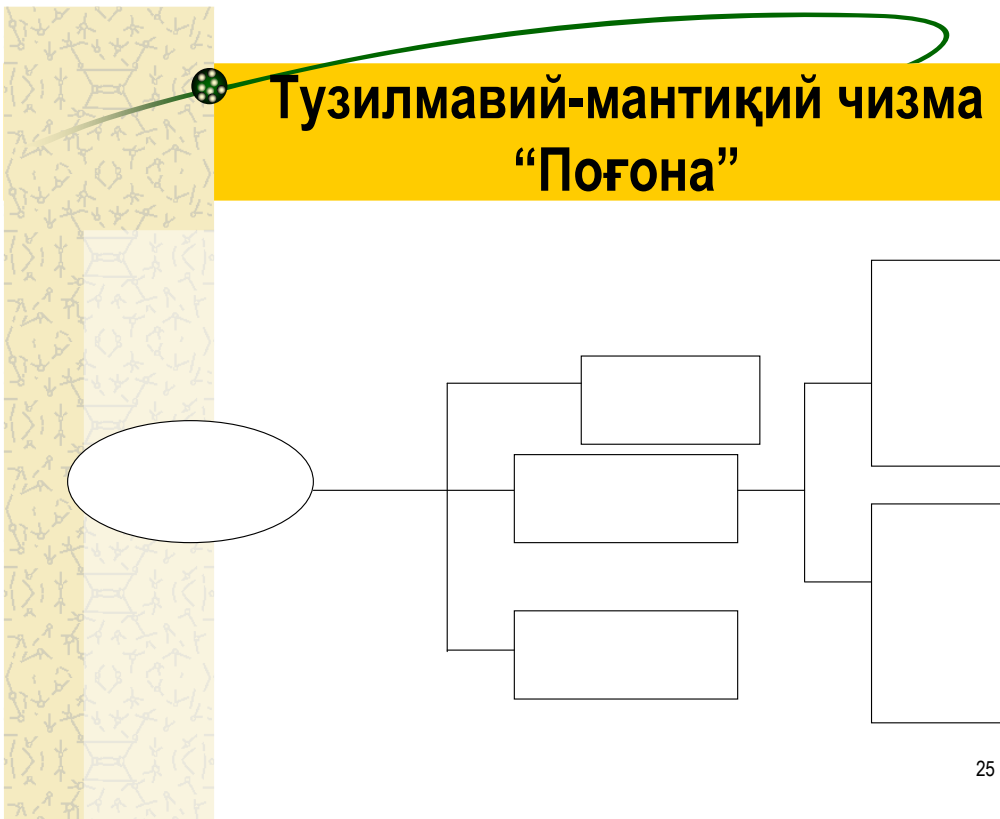
Иш натижаларининг тақдимоти

“БАЛИҚ СКЕЛЕТИ” ЧИЗМАСИ



12-ilova

Тузилмавий-мантиқий чизма “Поғона”



25

Тузилмавий-мантиқий чизма “Поғона”ни қуриш қоидалари

1. «Поғона»ни тузиш жараёнида тизимли схеманинг таркибий қисми ва элементларини силжйтиш мумкин – бу у ёки бу ҳолатни қайта фикрлаш имконини беради.

2. Агарда сиз гоёларни ишлаб чиқишида тор йўлакка кириб қолсангиз, у ҳолда бир-икки даража юқорига қайтинг ва муҳим нарсани унутмаганингизга ҳамда бошқача нимадир қилиш мумкин эканлигини кўриб чиқинг.

3. Сиз чандан ўннга ёзишга ўргангансиз. «Каскад» қуришни ўнгдан чапга қараб тузишга ҳаракат қилинг. Бунинг учун асосий гоёни чап тарафда эмас, балки ўнг тарафда жойлаштиринг.

26

13-ilova

«Қандай» технологияси

- Муаммони қандай ҳал этиш мумкин эканлиги муҳокама қилинади
- Қандай?
- Қандай?
- Қандай?
- Қандай?
- Қандай?
- Қандай?
- Қандай?
- Қандай?

II. NAZARIY MA'LUMOTLAR

1-mavzu: Kvant optikasi usullari va asosiy yo'nalishlari. Lazer fizikasi va fotonika asoslari.

REJA

1. Kvant optikasi usullari va asosiy yo'nalishlari.
Lazer fizikasi va fotonika asoslari.
2. Lazer fizikasi.

Tayanch iboralar: *axborot, xabar, foton, signal, axborot, lazer, fotonika, aktiv muxit, optik rezonator, kvant texnologiya*

Axborot nazariyasida signal eng asosiy tushuncha hisoblanadi. Boshqa fundamental tushunchalar kabi u formal tahriflarga tushmaydi. Vaziyatga bog'liq ravishda **signal** qandaydir voqelik, obhekt xolati xaqida xabarni eltuvchi belgi, fizik jarayon yoki hodisa shuningdek, boshqarish sistemasidagi uzatilayotgan buyruqlar sifatida qaraladi. Bu mavzuda signallarning asosiy xossalari, ularni uzatish va qayta ishlash prinsiplariga oid qiziqarli texnologiyalar bilan tanishamiz.

Inson jamiyati doimo o'zgarib turadigan va to'ldiriladigan axborot dunyosida yashaydi. Inson nimani ko'radi, eshitadi, eslaydi, biladi, boshdan kechiradi, bular har xil ma'lumot shakllari.

SHuning uchun, keng mahnodagi, **axborotni** atrofimizdagi dunyo haqida ma'lumot to'plami sifatida aniqlash mumkin. Bu tushunishda axborot ilmiy-texnik taraqqiyot va jamiyatning ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishining muhim manbai bo'lib, materiya va energiya bilan bir qatorda fanning fundamental falsafiy toifalariga kiradi.

"Axborot" tushunchalari (lotincha. *informatio* - tushuntirish, taqdim etish) va "xabar" endi chambarchas bog'liqdir. Mahnoga yaqin bo'lgan bu tushunchalar murakkab va sodda tushunchalar orqali aniq tahrif berish oson emas.

Axborot - bu har qanday voqea, hodisa yoki obhektlar haqidagi ma'lumotlar yoki ma'lumotlar to'plami, ya'ni atrofimizdagi dunyo haqidagi bilimlar to'plami.

Axborotni uzatish va saqlash turli xil **belgilar (simvollar)** yordamida amalga oshiriladi, bu ularni biron-bir shaklda taqdim etishga imkon beradi.

Xabar bu ma'lum bir ma'lumotlarni aks ettiradigan belgilar to'plamidir. Xabarlarini (va shunga mos ravishda ma'lumotni) masofadan uzatish har qanday moddiy vosita, masalan, qog'oz yoki magnit lenta yoki jismoniy jarayon, masalan, tovush yoki elektromagnit to'lqinlar, oqim va boshqalar yordamida amalga oshiriladi.

Signal bu uzatilgan xabarni aks ettiradigan (olib boradigan) jismoniy jarayon. Hozirgi vaqtda signal sifatida asosan elektr va optik signallari ishlatiladi. Elektronikada signal kompyuterning raqamli impulslaridan tortib VHF radio to'liqlari tomonidan boshqariladigan impulslarga qadar bo'lgan hamma narsa bo'lishi mumkin. Signal o'z vaqtida xabarni uzatadi (kengaytiradi), ya'ni har doim vaqt funksiyasi. Signallar uzatilayotgan xabarga muvofiq jismoniy muhitning ma'lum parametrlarini o'zgartirish orqali hosil bo'ladi.

Xabarlar vaqt funksiyalari bo'lishi mumkin, masalan, telefon suhbatlarini uzatish paytida nutq, telemetrik ma'lumotlarni uzatish paytida harorat yoki bosim, televizorda uzatish paytida ishlash va boshqalar. Boshqa hollarda, xabar vaqt vazifasi emas (masalan, telegramma matni, harakatsiz rasm va boshqalar).

Xabarni signal vaqt bo'yicha yuboradi. SHuning uchun, xattoki xabar bo'lmasa ham (masalan, harakatsiz rasm), signal har doim **vaqt funksiyasidir.**

Diskret yoki diskret darajadagi (amplituda) signal bu kattalikdagi (amplituda) faqat ma'lum diskret qiymatlarni qabul qiladigan signaldir.

Uzluksiz yoki analog signal bu ma'lum bir qiymat oralig'idagi har qanday qiymatlarni qabul qilishi mumkin bo'lgan signaldir.

Vaqtning ajratuvchi signal bu faqat ma'lum bir vaqtning o'zida berilgan signaldir.

Vaqt bo'yicha uzluksiz signal bu butun vaqt o'qida aniqlangan signaldir.

Masalan, nutq bu daraja va vaqt ichida uzluksiz bo'lgan xabardir va har 5 daqiqada uning qiymatlarini ko'rsatadigan harorat sensori uzluksiz kattalikdagi, ammo vaqt o'tishi bilan uzatiladigan xabarlarning manbai bo'lib xizmat qiladi.

Lazer fizikasi asoslari

Lazer (inglizcha "laser") so'zi "Light amplification by stimulated emission of radiation" so'zlarining bosh harflaridan tuzilgan bo'lib, "Majburiy nurlanish tufayli yorug'likning kuchayishi" mahnosini anglatadi. Lazer nurlari ultrabinafsha infraqizil va ko'zga ko'rinadigan diapazondagi elektromagnit to'liqlar hisoblanadi. Bu to'liqlar atom va molekularlarning majburiy (stimullangan) nurlanishiga asoslanib hosil qilinadi. Bunday nurlanish hosil qiluvchi qurilmanilazer yoki optik kvant generator (OKG) deyiladi.

Lazer nurining muhit bilan o'zaro fizik ta'sirining rivojlanishi hamda lazerlarning sanoatdagi ishlab chiqarilishi lazerni oddiy asbobdan har xil texnologik jarayonlarni o'tkazish qurilmasiga (instrumentiga) aylantirdi. Texnologlar tomonidan lazerga qiziqish lazer nurlanishning g'ayri oddiy xarakteristikalarini bilan bog'liqdir. Yorug'likning monoxromatik dastasini olish ehtimolligi lazerni aloqa masalalarini echishda, meteorologiya va meditsinada almashtirib bo'lmaydigan nurlanish manbasiga aylantirildi.

Lazer (dastasining) nurining yuqori jadalligi va monoxromatikligi gazli muhitlar va moddalarga taosir o'tkazish imkonini beradi. U esa lazerlardan izotoplarni bo'lish, ximiyaviy reaksiyalarni o'tkazish va har xil biologik obektlarga maqsadli holda taosir o'tkazish imkoniyatini yaratdi. Energiya oqimi zichligining yuqoriligi va quvvatning yuqori darajadali termik texnologik jarayonlarda lazer nurini (unikal) yuqori darajadagi

takomillashgan qurilmaga aylantiradi. Lazer nuri uzluksiz doimiy amplitudali, impulsli va yuqori quvvatga ega bo'lishi mumkin[2-5].

Ko'pgina qurilmalarda lazerdan boshqa manba orqali nurlanishni kuchaytirgich sifatida foydalaniladi. Kuchaytirilgan signal boshlanich signal bilan to'liq uzunligi, fazasi va qutblanishi bilan mos keladi. Bu optik qurilmalarda juda muhim hisoblanadi. YOrug'likning oddiy manbalari nurni turli yo'nalishlarda keng diapazon bo'ylab sochadi. Bundan tashqari lazer bo'lmagan manbalarning nurlanishi odatda muhim qutblanishga ega bo'lmaydi.

Aksincha, lazer nurlanishi monoxromatik va kogerent bo'lib, doimiy to'liq uzunligi va aniq fazaga shuningdek maolom qutblanishga ega. Kogerent bo'lmagan manbalardagiga qarama-qarshi ravishda kvant generatorning bir-biridan mikroskopik masofalarda bo'lgan qismlaridan chiqayotgan elektromagnit to'liqlar o'zaro kogerent bo'ladi. Bu jihatdan kvant generatorlari kogerent radio to'liqlari manbalariga o'xshash bo'ladi.

Nurlanishning kogerentligi optik kvant generatorlarining qariyb hamma xususiyatlarida ko'rinadi. Nurlanishning to'la energiyasi bundan istisno bo'ladi, chunki bu energiya kogerent bo'lmagan manbalardagi kabi dastavval uzatilayotgan energiyaga bog'liq bo'ladi. Lazerlarning nurlanishi kogerentligi bilan bog'langan ajoyib xususiyati shundan iboratki, energiya vaqt davomida, spektrda, fazoda tarqalish yo'nalishlari bo'yicha konsentratsiyalanadi.

Ba'zi kvant generatorlarining nurlanishi yuqori darajada monoxromatik bo'ladi. Boshqa lazerlar davom etish vaqti 10-12 s ga teng bo'lgan juda qisqa impulslar chiqaradi, shuning uchun bunday nurlanishning oniy quvvati juda katta bo'lishi mumkin.

1939 yilda V.A.Fabrikant birinchi marta yorulikni kuchaytiradigan muxit hosil qilish mumkinligini va shu muxitda nur majburiy nurlanish xisobiga kuchaytirilishi g'oyasini olg'a surdi. 1953 yilda I.G.Basov bilan A.M.Proxorovlar, AQSH dan CH.Tauns bilan Veberlar tomonidan santimetr to'liq uzunligidagi elektromagnit to'liqlarni kuchaytiradigan molekulyar generatorlar yasaldi, bu generatorlar mazerlar deb ataladi. 1960 yilda esa T. Meyman tomonidan qattiq jisimli, optik diapazonida ($\lambda=6943\text{A}^\circ$) ishlaydigan optik generator yasaldi. Bunday generatorlarni lazerlar deb ataladi [3].

Nurni kuchaytiradigan aktiv muxitning tipiga qarab lazerlar - qattiq jisimli, gazli, yarimo'tkazgichli va suyuqlikli lazerlarga bo'linadi. YAnada aniqroq aytganda lazerlarning turlarini sinflashda majburiy yig'ish usuli ham muxim rol o'ynaydi. Majburiy yig'ish usullari - optik, issiqlik, kimyoviy, elektroionizasion va boshqa usullardan iborat bo'ladi.

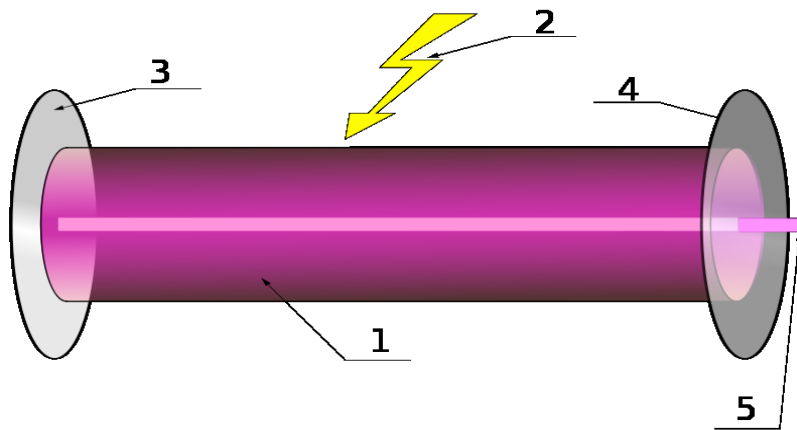
Bundan tashqari generatsiyalash turi uzluksiz yoki impulsli bo'lishi mumkin. Lazerlar uchta asosiy qismdan iborat bo'ladi:

Aktiv muxit - metastabil holatga ega bo'lgan modda.

Majburiy yig'ish (optik nakachka) sistemasi - aktiv muxitda inversiyali joylashish holatini hosil qiladigan qurilmalar. Inversiyali joylashish holati deb asosiy holatdagi atomlar soniga nisbatan uyg'ongan holatdagi atomlar sonining ko'p bo'lishiga aytiladi.

Optik rezonator - lazer nurlanishini shakllantiruvchi qurilma.

Quyida lazer qurilmasi sxemasi keltirilgan:



1.1-rasm. Lazer qurilmasi sxemasi: 1 — faol muhit, 2 — lazerni damlash energiyasi, 3 — noshaffof koʻzgu, 4 — yarim shaffof koʻzgu, 5 — lazer nuri.

Muxitga tushgan ω chastotali nur, modda atomlaridan birining

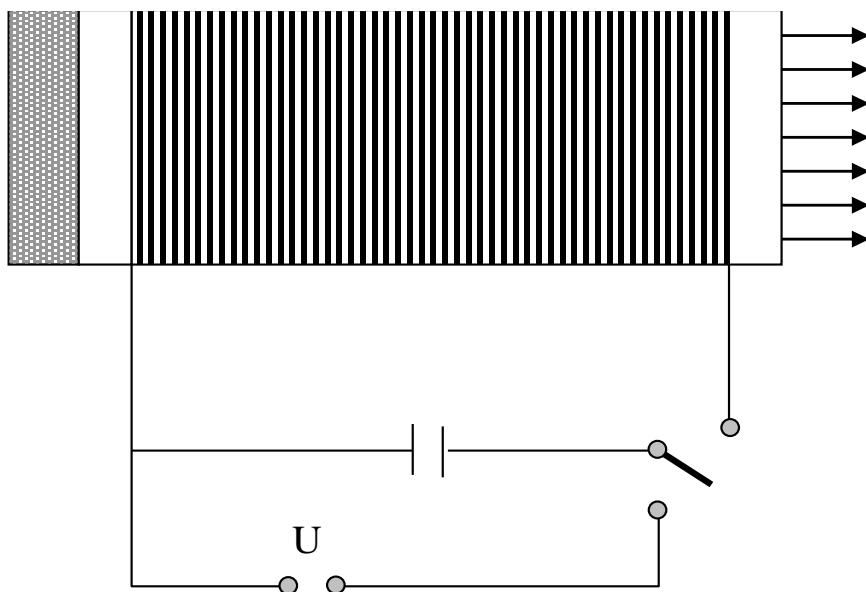
$$\omega = (E_n - E_m) / \hbar$$

chastotasiga mos kelsa, bu holda atom $E_m \rightarrow E_n$ xolatga oʻtadi, bu majburiy oʻtishda u nurni yutadi. ($E_n > E_m$), agar $E_n \rightarrow E_m$ oʻtish sodir boʻlsa, u holda tushayotgan nurning intensivligi muxitdan oʻtishda kuchayadi.

Muxit orqali oʻtgan nurning intensivligi Buger qonuniga asosan aniqlanadi:

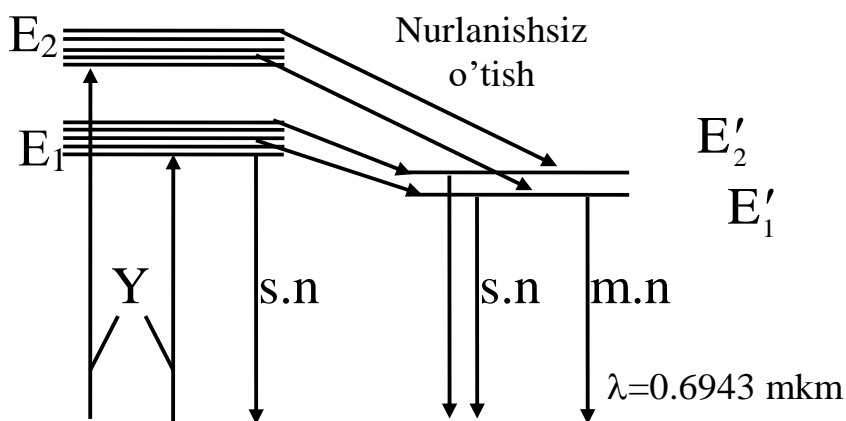
$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

bunda, $\mu > 0$ boʻlsa, nur muxitda yutiladi, $\mu < 0$ boʻlsa, nur muxitdan oʻtishda kuchayadi. Kvant generatorida $\mu < 0$ xolat vujudga keltiriladi. T.Meyman yasagan birinchi qattiq jisimli muxitga ega boʻlgan lazer bilan tanishaylik. Kuchaytirgich sifatida alyuminiy oksidi Al_2O_3 olingan boʻlib (rubin yoki qizil yoqut) kristall panjarasining baʼzi tugunlarida uch valentli Cr^{3+} (0,005%-xrom) joylashgan. Bu qizil yoqutning uzunligi 5 sm, diametri esa 1 sm boʻlgan sterjen koʻrinishidadir. Uning asoslari oʻzaro parallel va juda yaxshi silliqlangan. Sterjenning bir tomoni nur oʻtkazmaydigan kumush qatlami bilan qoplangan, ikkinchi tomoni ham xuddi shunday kumush bilan qoplangan boʻlib, bu tomon faqat 8 % nurni oʻtkazadi, xolos. Qurilmaning sxemasi 1.2 - rasmda keltirilgan [6-7].



1.2-rasm

O'tish jarayoni esa quyidagicha: nurlanish yoqut tarkibidagi xrom ionlarini E_0 asosiy energetik sathdan E_1 va E_2 uyg'ongan energetik sathlarga ko'taradi (1.3 - rasm). Bu uyg'ongan sathlarning yashash davomiyligi ancha kichik ($\tau \sim 10^{-7}$ s). Ulardan nurlanishsiz E'_1 va E'_2 sathlarga o'tish sodir bo'ladi. Bir-biriga yaqin joylashgan bu sathlarning yashash davomiyligi anchagina katta $\tau = 5.16 \cdot 10^{-3}$ s. Bunday sathlarni metastabil sathlar deyiladi. Metastabil sathlardagi ionlarning biroz spontan nurlanishi ham sodir bo'ladi. Kristall o'qi bo'ylab harakatlanayotgan fotonlar qaytaruvchi asoslardan ko'p marta qaytadi, bu harakat davomida ko'p sonli majburiy nurlanishlar vujudga keladi. Natijada fotonlarning kuchli oqimi kristallning shaffof tomonidagi asosi orqali tashqariga chiqadi. SHundan so'ng tashqi manбайдan yana energiya olinadi va jarayonlar bayon qilingan ketma-ketlikda takrorlanaveradi.

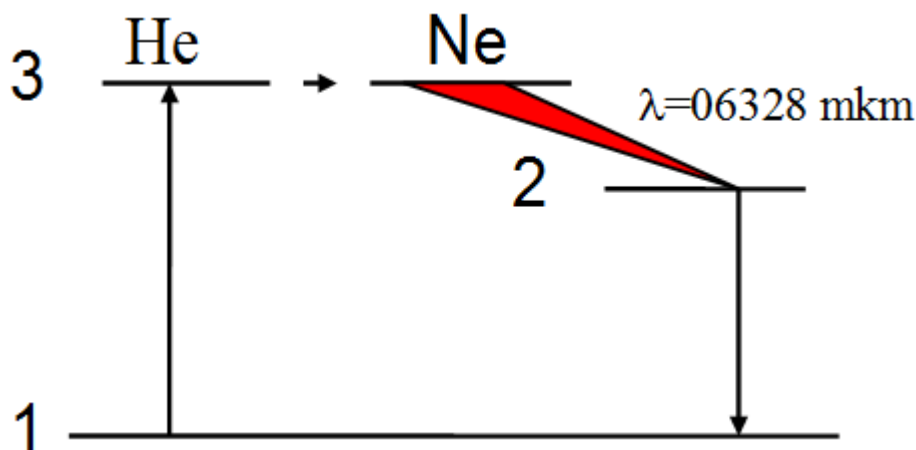


1.3-rasm

Metastabil sathda yig'ilgan energiya shu jismning o'zida spontan nurlanish sifatida ajralib chiqadi, ya'ni lazer generator vazifasini bajaradi. SHuning uchun lazerni **kvant generatori** deb ataladi. Agar metastabil sathdagi majburiy nurlanish tashqi taosir tufayli

vujudga kelsa, lazer kirish signalini kuchaytirgan bo'ldi. Bunday lazerni kvant kuchaytirgich deyiladi.

Birinchi gazli lazer 1961 yilda neon va geliy gazi aralashmasi asosida yaratildi. Maolunki gazlar ingichka yutilish chiziqlariga ega bo'lgani uchun gazli lazerlarda majburiy yig'ish elektr razryadi orqali amalga oshiriladi. Geliy - neonli lazerda majburiy yig'ish ikki bosqichda amalga oshiriladi: geliy energiya tashuvchi vazifasini bajarsa, neon nurlanish hosil qiladi; gaz razryadida hosil bo'lgan elektronlar to'qnashishi natijasida geliy atomini uyg'otadi va 3 - holatga o'tadi (1.4-rasm). Uyg'ongan geliy atomi neon atomlari bilan to'qnashib, ularni uyg'otadi va ular geliy satxiga yaqin bo'lgan neonning yuqori sathlaridan biriga o'tadi. Neon atomlarini 3-sathdan quyi sathlardan biriga o'tishi $\lambda=0,6328$ mkm. li to'liqin uzunlikdagi lazer nurlanishini vujudga keltiradi.



1.4-rasm.

Lazer nurlari quyidagi xossalarga ega:

- 1) Ular yuqori darajada kogerent va dastasi esa nihoyatda ingichka.
- 2) O'ta monoxromatik ($\Delta\lambda < 16-16\text{mkm}$).
- 3) Katta quvvatli: masalan, $W=20$ J energiya bilan majburiy yig'ish (optik nakachka) va 16-3 s nurlantirilsa, nurlanish oqimi $\Phi=2 \cdot 16^{-4}$ J/s, $R=2.1616$ Vt/m².
- 4) Tarqalish burchagi (ingichka) juda kichik.

Hozirgi paytda f.i.k. 0,01 % — 75 % bo'lgan lazerlar mavjud. Lekin ko'pchilik lazerlarning f.i.k.i 0,1 - 1% oraliqda bo'ldi. Uy temperaturasida uzluksiz ishlaydigan quvvatli SO₂ lazer yaratildi. Bu lazer to'liqin uzunligi $\lambda=16,6$ mkm bo'lgan infraqizil elektromagnit to'liqlarni ishlab chiqaradi [7-9]. Uning f.i.k. 30% dan yuqoridir. Lazer nurlardan metallarni kesishda, payvandlashda, buyumlardagi nuqsonlarni aniqlashda, medisinada nozik operatsiyalarni bajarishda, nihoyatda toza materiallar olishda, o'lchash texnikasida, aloqada ham keng foydalaniladi.

Lazerni faol muhitlari

Lazerlar uchun faol elementlar sifatida hozirgi vaqtda juda ko'p moddalardan foydalaniladi. Lazerlar faol muhiti bo'yicha to'rt xil guruhga bo'linadi:

- qattiq jisimli lazerlar (faollashgan oynada kristallarning ionlarida, kam uchraydigan faollashgan elementlar),

- gazli lazerlar (atomli, molekulyar, gazodinamik, ionli, metal bulanishli, kimyoviy plazmali va shu kabilar),
- suyuqlikli lazerlar (noorganik va organik birikmalar aralashmasida),
- yarimo'tkazgichli lazerlar (injeksion, geterostrukturali, taqsimlangan teskari aloqali va boshqalar).

Faol muhitda joylashgan inversiyasini hosil qilish maqsadida turli xil faollashtirish usullari ishlatiladi. Mana shu belgi bo'yicha lazerlarni optik, kimyoviy, elektron, rentgen nurli, plazmali shnurli, yadroviy va boshqa turdagi damlashlilarga ajratish mumkin. Damlash yordamida faollashish jarayonida moddada faol lazer muhiti hosil qilish va bu muhit lazer o'tishlar chastotasida elektromagnit nurlanish qobiliyati mavjud bo'lganda lazer modda deb nomlanadi. Har qanday lazerning asosini aktiv element tashkil etadi – qandaydir qattiq, suyuq yoki gazsimon muhit bo'ladi. Bunda o'zaro ta'sirlashish natijasida maxsus tanlangan atom, ion yoki molekulalarni o'zida jamlagan muhitda damlash yo'li bilan lazer nurlanishi natijasida ro'y beradi. SHu atom, ion va molekulalarni faol markaz (faollashtirgich)lar deb nomlaniladi [15-16].

Ularning 1sm^3 faol muhitidagi miqdori (bandligi) nisbatan kichik bo'ladi:

qattiq va suyuq jismlarda taxminan 10^{19} - 10^{20} , gazsimonlarda - 10^{15} - 10^{17} ga teng. Kristall ionlari va lazer oynalari, aktivatsion kam uchraydigan elementlar. Faol modda ikki tashkil etuvchidan iborat: matritsa (kristall yoki oynalar asoslari) va unda teng taqsimlangan faollashtirgichlar. Kristall asodagi faollashtirgich ionlari izomorf joylashgan ionlar holatida joylashadi. SHuning uchun faollashtirgich ionlar radiusi matritsadagi almashtirilgan ion radiusi bilan mos tushadi. Bu matritsaning man etilgan zonasida energetik sathlar paydo bo'lishiga olib keladi.

Kristalldagi energetik sathlar stukturasi faollashtirgich bilan belgilanadi, atom, faol muhit energetik spektrida selektiv yutilish va spontan lyuminessensiya sohasida hosil bo'ladi. Faollashtirgich va kristall remetkasining elektromagnit maydon orasida o'zaro ta'sirlashish natijasida energetik sathlarning ma'lum siljishi, kengayishi kuzatiladi. Faollashtirgich atomlarining bir-biri bilan va remetkadagi issiqlik tebranishlari magnit o'zaro ta'sirlashishi faol muhitning energetik spektri o'zgarishiga olib keladi.

Faollashtirgich atomining yutilish oralii va katta yashash vaqti metastabil sathga ega bo'lishi shart. Matritsa materiali optik shaffof, katta qattqlik, issiqlik o'tkazuvchanlik, termik va kiyoviy bardoshlik xususiyati bo'lishi talab etiladi.

Ionli kristallar orasida xrom bilan faollashtirilgan yoqut, α -korund ($\alpha\text{Al}_2\text{O}_3$) va so'ng neodim, xrom bilan faollashtirilgan, joylashgan ittriy – alyuminiyli granit ($\text{YAG})\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:(\text{Nd}^{3+}, \text{Cr}^{3+})$ qiymat hamda tarqalish bo'yicha lazerli materiallardan foydalaniladi. Granit faollashtirgichlar sifatida kam uchraydigan Ho^{3+} , Er^{3+} , Yb^{3+} elementlar bo'lishi mumkin.

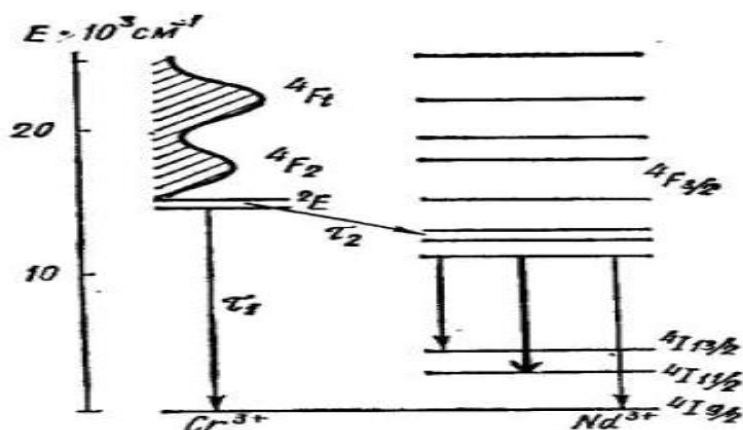
Kristall strukturasi hajmiy – markazlashgan kubli remetkaga ega va umuman 4-sathli energetik spektr orqali ifodalanadi. Nd^{3+} , Cr^{3+} ionlari bilan faollashtirilgan YAG yaxshi issiqlik o'tkazuvchanlikka ($12,6\text{ Vt/mk}$), qattqlik ($8,5$), yaxshi optik xususiyatlari: sindirish ko'rsatkichi $n=1,823$; $\lambda_0=1,065\text{ mkm}$ - parametr ga ega noyob lazer muhiti

hisoblanadi. Bundan tashqari, YAG uzluksiz rejimda ishlaganda quvvat qattiq faol muhit hisoblanadi va unda quvvat 1kVt dan ortiq qiymatga erishilgan [17].

Granatda Nd³⁺ ionlar yutilishi orali 4500dan ~ 25000sm⁻¹ gacha joylashgan va bu $\lambda_t \sim 0,4...0,88$ mkm to'liq uzunligidagi katakchaga mos eladi. Bunda 3 xil nurlanishli o'tishlar 4F_{3/2}, 4F_{3/2} → 4I_{13/2} (1,34mkm); 4F₃ → 4I_{11/2} (1,06mkm); 4F_{3/2} → 4I_{13/2} (0,94 mkm)da bir biri o'zaro bog'liq odisalardir. Ular orasida, asosiysi sifatida eng quvvatli kvant o'tishlar 4F_{3/2} → 4I_{11/2} (1.7-rasm).

Metastabil holat Nd³⁺ ning 3% qiymatida yashash vaqti taxminan 200mkmni tashkil etadi. YUtilishga mo'ljallangan sathlarning asosiy qismi YAG : d₃₊ :Cr₃₊ ni asosda lazer ishini tahminlaydi va ishlashi impulsli va uzluksiz rejimida amalga oshiriladi.

Yuqoriroqda asosiya nisbatan oylashgan 2E sath 4I_{3/2} ga mos kelib 2000 sm⁻¹ ga teng – bu faollashish kichik chegarasi hisoblanadi (u taxminan 10 Dj·sm⁻³ ga teng). Optik damlash samaradorligini yanada oshirish maqsadida granatning kristall remetkasiga Cr³⁺ ionlarini kiritiladi. Ammo, YAG qimmat lazer materiali bo'lib, umumiy uzunligini 12 sm dan ortiq o'stirishga erishilmadi. Sterjenlarning odatiy o'lchovlari: l=3...8, d=0,3...0,5 sm.



(1.5-rasm)

Uchinchi lazer material – lazerli oynalar hisoblanadi. Bularda faollashtirgich ionlari (Nd³⁺, Er³⁺, Yb³⁺) oynaning tarkibiy ismlariga kiritiladi va bu nokristall matritsani o'xshatadi. Oyna amorf, noorganik, termoplast material shaklida bo'ladi. Bunday oynaning texnologik, optik va iqtisodiy nuqtai nazardan sintetik kristallar oldida ma'lum qulayliklarni yaratib beradi: belgilangan It qayta xususiyatini tiklash imkonini beruvchi faol lazer qismlarini ommaviy ishlab chiqarish; faol elementlarni ixtiyoriy o'lchovda tayyorlash texnologiyasi osonligi (~10x20x150sm³) va bunda yuqori optik xususiyatlar saqlanadi ($\lambda_0 = 1,06$ mkm; $m = 1,518$).

Lazer oynalarining kamchiligi ham mavjud: kichik issiqlik o'tkazuvchanlik [126...252 Vt/(m·K)] va yuqori termik kengayish koeffitsienti (80...120·10⁻⁷ K⁻¹); tiniqlikning chegaralangan sohasi (0,25...4,5mkm). eng katta kvant chiqish ($\eta \sim 0,42...0,78$) lyuminessensiya muddati uzoqligi (200...600 mks) va spektroskopiya xususiyatlariga Na₂OBa₂O₃₂SiO₂ li tarkibli borosilikat oynalarda erishilgan [18-20].

Suyuq faol muhitlar qattiq faol moddalar oldida sezilarli farqlarga egadirlar, chunki ular yordamida ixtiyoriy hajm va konfiguratsiyali faol elementni tayyorlash mumkin. Suyuq faol moddalar tayyorlanishi arzon va oson, nurlanish yo'qotilishi ularda juda ham kam. Issiqlik olib ketish muammosi shu suyuqlik aylanish tizimi orqali amalga oshiriladi. Turli bo'yoqlar qo'shilgan suyuqlik lazerlar tayyorlangan va foydalanilmoqda – rodamin 6G ($\lambda_0 = 0,55$ mkm).

Sanoat tomonidan noorganik suyuq faol muhitlar chiqarilmoqda:

Eu^{3+} (BA) 4Na^+ ($\lambda_0 = 0,61$ mkm) ; Nd^{3+} - SeOCl_2 - SnCl_4 - SbCl_5 ($\lambda_0=1,05$ mkm). Suyuq muhitlar chastotalarni silliq siljitish, generatsiya kichik spektri ($\sim 0,01$ nm)ga ega bo'lgan holda cheklanmagan chiqish quvvatga erishish imkonini beradi (50...220 MVt).

Gazli faol muhitning qattiq va suyuq faol muhitlar oldidagi asosiy yutui shuki, uning yordamida yuqori monoxramatik, stabil va bir yo'nalishli kogerent lazer nurlanish olish imkonini beradi ($\sim 1...5$). Gazli fazadagi faol muhit xususiyati shundan iboratki, muhit optik bir xil, bu o'z navbatida rezonatorlarning katta uzunlikda tayyorlash va natijada yuqori yo'nalganligiga hamda monoxramatik nurlanishni hosil qilishi iloji paydo bo'ladi.

Bu kabi muhitning boshqa xususiyati shuki, uning kichik zichligi, bu esa faol markazlarning energetik spektri (atom, ion, molekulalar) boshqa qo'shni faol markazlar tomonidan o'zgarmaydi. SHuning uchun gazlarda energetik spektrlar ancha tor bo'ladi. Natijada lazer nurlanishi energiyasini bir nechta yoki 1 bod kenglikda bo'lishi mumkin. Gazli lazerlarda ma'lum faol moddalar tanlanishi holatida spektrning ixtiyoriy qismida generatsiyani amalga oshirish mumkin – ultrabinafshadan ($\sim 0,2$ mkm) to uzoq infraqizil ($\sim 0,45$ mkm) gacha.

Gazli faol muhitning katta yutui shuki, ular uzluksiz va spontan rejimida ishlay olish qobiliyati hisoblanadi, nurlanish quvvati diapazoni katta ham (10mkVt dan 100kVt gacha) hamda FIK (0,015...25 %) ko'rsatkichni tashkil etidi.

Ionli lazerda faol muhit sifatida inert gaz argon-II ($\lambda_0 \sim 0,48$ mkm), kripton ($\lambda_0 \sim 0,56$ mkm), neon ($\lambda_0 \sim 0,23; 0,33$ mkm), turli kimyoviy elementlar (kadmiy, sirk, yod, $\lambda_0=1,01$ mkm), fosfor ionlari ($\lambda_0 \sim 2,8$ mkm), saqich ($\lambda_0 \sim 0,53$ mkm), xrom ($\lambda_0 \sim 0,7$ mkm), brom ($\lambda_0 \sim 2,8$ mkm) va boshqa elementlar bulari bo'lishi mumkin. Molekulyar lazerlarda eng ko'p tarqalgan faol muhitlar aylanma va tebranma holat energiyasidan foydalaniladi. Ular qatoriga azot, kalsiy karbonat gazli ($\lambda_0 \sim 10,6$ mkm) azot va geliy aralashmasi kiritilishi mumkin [20-22].

Yarimo'tkazgichli faol muhitlar, ayniqsa, juda katta faollashtirgich konsentratsiyasiga ($\sim 10^{22}$ sm $^{-3}$) egadir. Bunday holat uzluksiz va impulslil tarzda nurlanish quvvatini 0,5MVt dan 10Vt gacha hamda FIK yuqori bo'lganda ($\sim 15...45\%$) ko'rsatkichlarga erishish imkonini beradi. Bu turdagi faol muhitlarning muhim yutui elektr injeksiyasida tokni to'g'ri lazer nurlanishiga aylantirishi va rezonator ichki modulyasiyasi osonligi hisoblanadi, kamchiligi – hosil qilingan nurlanish katta yoyilishi (5...30) bo'ladi.

Hozirgi vaqtda juda ko'p sonli yarimo'tkazgichli lazer materiallar yaratilgan: ZnO ($\lambda_0 = 0,38$ mkm), CdS ($\lambda_0=0,5$ mkm), CdSe ($\lambda_0 =0,58$ mkm), InSb ($\lambda_0 = 3,1$ mkm), PbS

($\lambda_0 = 4,27 \text{ mkm}$) va boshqalar. Ammo, sanoat tomonidan eng ko'p ishlatiladigan va tarqalgan yarimo'tkazgichli material galliy arsenid GaAs va geterestruktura $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}$ ($\lambda_0 \sim 0,8 \dots 0,94 \text{ mkm}$) sanaladi. Yarimo'tkazgichning elektron – kovak o'tkazuvchanlik zaryad tashuvchilarning kichik miqdorida mavjudligi bilan ifodalanadi. Ular damlash ta'sirida harakatlanib p – n o'tishda fotonlar oqimini faollashtiradi va bu jarayon $\sim 1 \text{ mkm}$ faol sohada ro'y beradi

ТИББИЁТ

■ CO₂ ЛАЗЕР



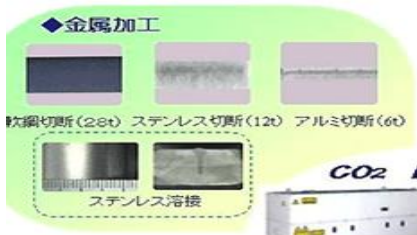
ОПТИК ТАШУВЧИЛАРНИНГ МАЪЛУМОТЛАРИНИ ЁЗИШ

- CD, DVD, BD
- MD, MO



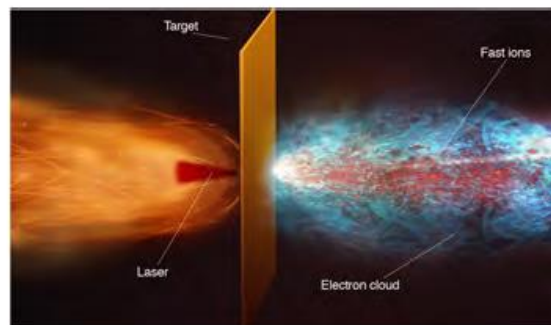
ҚАЙТА ИШЛАШ

CO₂ ЛАЗЕР



Laser-plasma acceleration of ions (2000–)

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



State of the art (2013):

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

Fotonika asoslari

Zamonaviy kvant optika (fotonika) yorug'likning kvant tabiatini hisobga olgan holda materiya bilan o'zaro ta'sirini o'rganadi. Foton aslida elektronning analogidir, elektronlar o'rniga elektromagnit maydon kvantlari - fotonlar ishlatiladi. Zamonaviy kvant optika (fotonika) foton signallarni qayta ishlash texnologiyalari bilan shug'ullanadi.

Birinchi marta 1887 yilda Lord Rayleig tomonidan davriy "egizak" tekisliklari bilan kristalli mineralning o'ziga xos aks etuvchi xususiyatlari bilan bog'liq holda o'rganilgan.

U samolyotlar orqali YOrug'likning tarqalishini taqiqlovchi tor tarmoqli bo'shliqni aniqladi

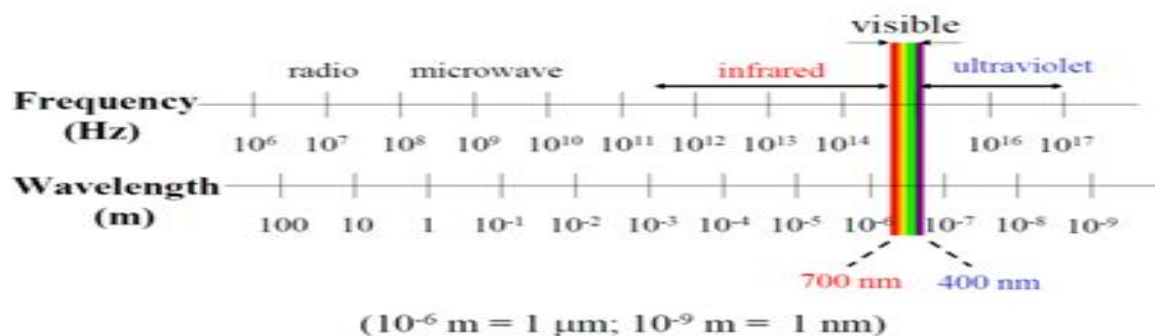
1987 1987 yilda YAblovich va Jon klassik elektromagnetizm va qattiq jismlar fizikasi vositalariga qo'shilishganda, ikki tomonlama va uch o'lchovli ko'p qirrali fotonik tasma tushunchalari kiritilgan

Ushbu umumlashtirish, "fotonik kristal" nomini oldi.

Fotonika termini kelib chiqishi elektronika terminiga o'xshash bo'lib, yorug'likning turli muxitlarda tarqalish va modda bilan o'zaro ta'sirlashuv xususiyatlarini o'rganuvchi fanni ifodalaydi. Fotonika fani yorug'likni kvant xususiyatlarini o'rganadi va shu fizik jarayonlar asosida yorug'likni generatsiyalash, uni xususiyatlarini boshqarish, yorug'likni uzatish, qayd qilish va boshqalarni uz ichiga oladi.

YOrug'lik elektromagnit nurlanishning Infraqizil ($\lambda = 2 \text{ mm}$ ($\nu = 1,5 \times 10^{11} \text{ Gs}$)) sohasidan to Ultrabinafsha ($\lambda = 10^{-6} \text{ cm}$ ($\nu = 3 \times 10^{16} \text{ Gs}$)) sohasigacha bo'lgan oraliqni egallaydi.

Ko'rinuvchi soha $\lambda = 400 - 760 \text{ nm}$, Ultrabinafsha - $\lambda = 10 - 400 \text{ nm}$, Infraqizil - $\lambda = 760 \text{ nm} - 2 \text{ mm}$.



Foton kristallar umuman olganda uch turda bo'ladi:

Bir o'lchovli foton kristallar

Ikki o'lchovli foton kristallar.

Uch o'lchovli foton kristallar

Fotonik kristal - bu sunoiy ravishda asosiy panjara davridan yuqori bo'lgan davri bo'lgan qo'shimcha maydon hosil qilingan kristall superpanjara. Boshqacha qilib aytganda, bu ko'zga ko'rinadigan va yaqin infraqizil diapazonlarda nurlanish to'lqin uzunliklari bilan taqqoslanadigan tarozilarda sinishi indeksining davriy o'zgarishi bilan shunday fazoviy tartibli tizimdir. SHu sababli, bunday panjara foton energiyasi uchun ruxsat etilgan va taqiqlangan bo'shliqlarni olishga imkon beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Skalli M. O., Zubayri M. S. Kvantovaya optika: Per. s angl. / Pod red.V.V. Samarseva. - M.: FIZMATLIT, 2003. - 512 s.
2. Barsukov, V.I.Fizika. Volnovaya i kvantovaya optika : uchebnoe posobie /V.I. Barsukov, O.S. Dmitriev. – Tambov : Izd-vo FGBOU VPO «TGTU», 2012. – 132 s.
3. Samarsev V.V. Korrelirovannqe fotonq i ix primeneniye. M.: FIZMATLIT, 2014. — 168 s.
4. Kuznetsov S.I. Kvantovaya optika. Atomnaya i yadernaya fizika. Fizika elementarnqx chastits: uchebnoe posobie. – Tomsk: Izd-vo TPU, 2007. – 154 s.
5. Vittorio Degiorgio, Ilaria Cristian. Photonics. A Short Course. Springer International Publishing Switzerland, 2014
6. David L. Andrews. Fundamentals of Photonics and Physics. Published by John Wiley & Sons. Inc., Hoboken, New Jersey.
7. www.manchester.ac.uk.
8. www.photonics.com/

2-mavzu: Kvant chigallik. Kvant teleportatsiya. Kvant interferensiya. Fotonni teleportatsiya qilishga mo'ljallangan eksperimental qurilmalar. Kvant interneti va kvant kompyuterlari. Zamonaviy axborot uzatishning fizik asoslari

Reja:

1. Kvant chigallik. Kvant teleportatsiya.
2. Kvant interferensiya.
3. Fotonni teleportatsiya qilishga mo'ljallangan eksperimental qurilmalar.
4. Kvant interneti va kvant kompyuterlari.

Tayanch iboralar: kvant chigallik, kvant teleportatsiya, kvant interferensiya

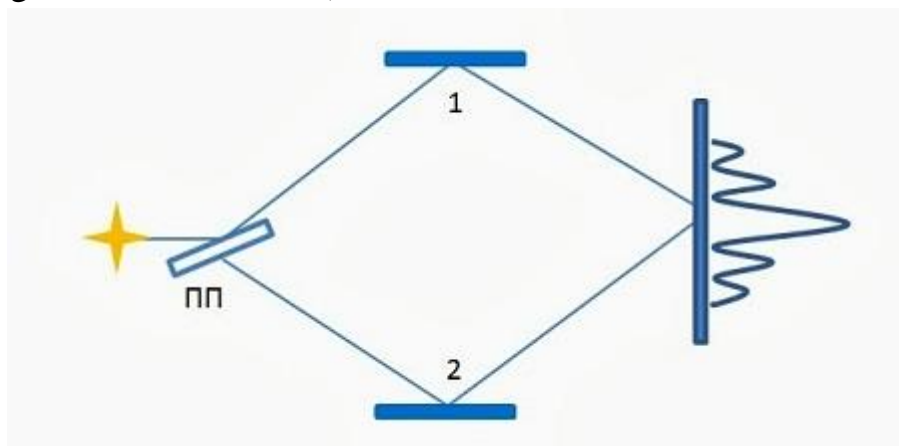
Zamonaviy dunyoda aloqa tizimlari bizning dunyomizni rivojlantirishda muhim rol o'ynaydi. Axborot uzatish kanallari turli xil axborot tarmoqlarini yagona global Internetga bog'lab, sayyoramizni tom mahnoda o'rab oladi. Zamonaviy texnologiyalarning g'aroyib dunyosi kvant dunyosining hayratlanarli imkoniyatlari bilan bog'liq bo'lgan fan va texnikaning zamonaviy kashfiyotlarini o'z ichiga oladi. Aytish mumkinki, bugungi kunda kvant texnologiyalari bizning hayotimizga qat'iy kirib bordi. Bizning cho'ntaklarimizdagi har qanday mobil qurilmalar kvant zaryad tunnel yordamida ishlaydigan xotira chipi bilan jihozlangan.

Ushbu qismda biz yorug'likning interferensiyasini ko'rib chiqamiz va kvant texnologiyalaridan foydalangan holda tezkor ma'lumot uzatish uchun aloqa kanalini qurish usullarini tahlil qilamiz. Garchi ko'pchilik ma'lumotni yorug'lik tezligidan tezroq

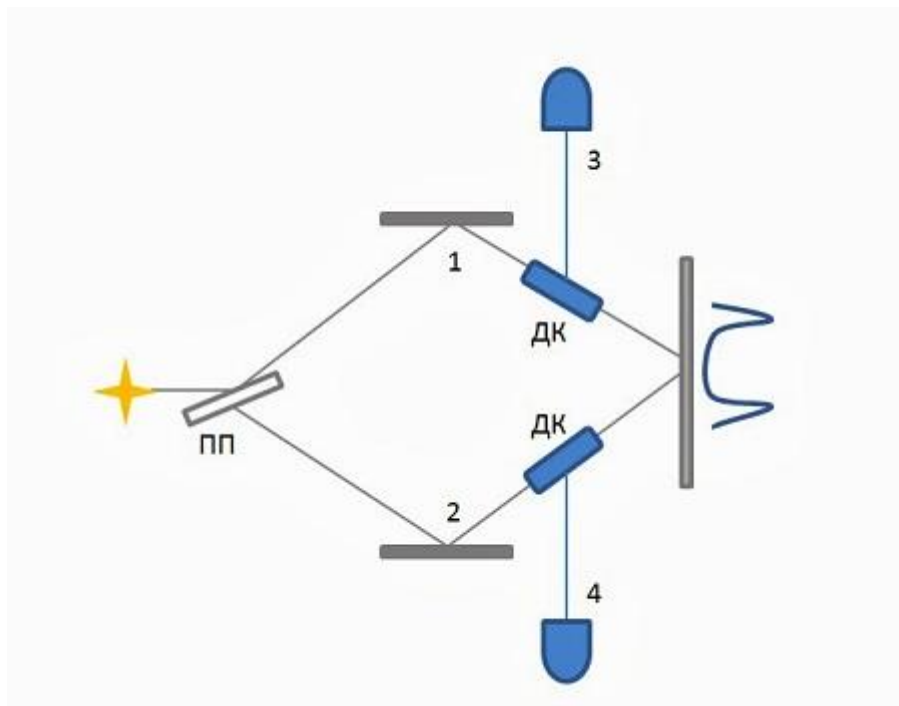
uzatish mumkin emas deb hisoblasa-da, to'g'ri yondashuv bilan, hatto bunday vazifani hal qilish mumkin bo'ladi.

Kvant interferensiya

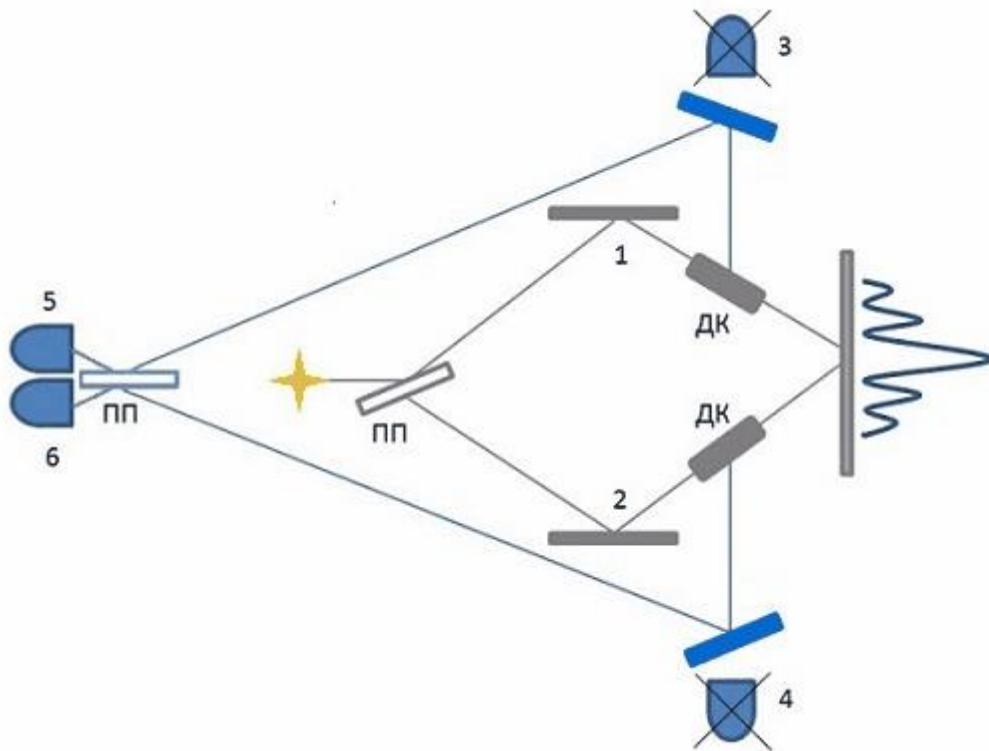
Eng oddiy sxemadan boshlaylik (bu shunchaki o'rnatish sxemasi emas, balki tajribaning sxematik ko'rinishi).



Biz lazer nurini shaffof oynaga (PP) yo'naltiramiz. Odatda, bunday oyna ustidagi yorug'lik hodisasining yarmini aks ettiradi, qolgan yarmi o'tadi. Ammo kvant noaniqlik holatida bo'lgan fotonlar shaffof oynaga tushib, ikkala yo'nalishni bir vaqtning o'zida tanlashadi. Keyin har bir nur ekranga (1) va (2) ko'zgu bilan aks ettiriladi, bu erda biz interferensiyani kuzatamiz. Hammasi oddiy va tushunarli: fotonlar to'liqin kabi harakat qilishadi.



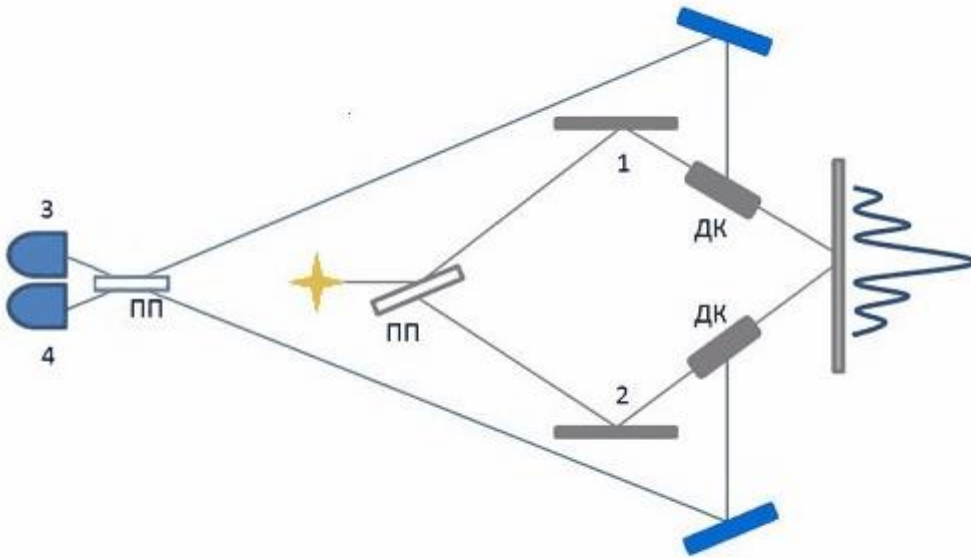
Endi fotonlar yuqori yoki pastki qismida qanday yo'l bosib o'tganligini tushunishga harakat qilaylik. Buning uchun har bir yo'lda daun-konvertorlarni (DK) qo'yamiz. Daun-konvertor - bu bitta foton unga kirganda, chiqish paytida 2 ta foton (har biri yarim energiya bilan) chiqaradigan qurilma, ulardan biri ekranga (signal fotoni), ikkinchisi esa detektorga (3) yoki (4) tushadi (bo'sh foton). Detektorlardan ma'lumotlarni olgach, har bir foton qaysi yo'ldan yurganini bilib olamiz. Bunday holda, interferensiya tasviri yo'qoladi, chunki biz fotonlar aniq qayerdan o'tganini aniqladik va kvant noaniqlikni buzdik.



Bundan tashqari, biz tajribani biroz murakkablashtiramiz. Har bir “bo‘sh foton”ning yo‘lida qaytaruvchi ko‘zgularni joylashtiramiz va ularni ikkinchi yarimshaffof ko‘zguga (diagrammadagi manbaning chap tomoniga) yo‘naltiramiz. Ikkinchi yarimshaffof oynaning o‘tishi “bo‘sh foton”larning traektoriyasi to‘g‘risidagi ma’lumotlarni yo‘q qiladi va interferensiyani tiklaydi (Max Sender interferometrining sxemasiga muvofiq). Detektorlardan qaysi biri ishlamasligidan qathi nazar, biz fotonlar qaysi yo‘lni bosib o‘tganligini aniqlay olmaymiz. Ushbu murakkab sxema yordamida biz yo‘lni tanlash haqidagi ma’lumotlarni o‘chirib tashlaymiz va kvant noaniqligini tiklaymiz. Natijada ekranda interferensiya paydo bo‘ladi.

Agar biz ko‘zgularni siljitishga qaror qilsak, unda "bo‘sh" fotonlar yana detektorlarga (3) va (4) tushadi va biz bilamizki, interferensiya ekranda yo‘qoladi. Bu shuni anglatadiki, ko‘zgularning o‘rnini o‘zgartirib, biz ekrandagi rasmni o‘zgartirishimiz mumkin. SHunday qilib, siz ikkilik ma’lumotlarini kodlash uchun undan foydalanishingiz mumkin.

Siz eksperimentni biroz soddalashtirishingiz va "bo‘sh" fotonlar yo‘lida shaffof oynani harakatlantirish bilan bir xil natijaga erishishingiz mumkin.



Kvant teleportatsiya

Kvant teleportatsiyasi - kosmosda ajratilgan chigal juftlik va klassik aloqa kanali yordamida kvant holatini masofaga uzatish, bu holat o'lchov paytida uchish joyida yo'q qilinadi va qabul qilish joyida qayta tiklanadi.

Ushbu atama 1993 yilda chop etilgan "Fizikaviy xatlar" da chop etilgan, qaysi kvant hodisasini "teleporting" deb atashni taklif qilgani va uning ilmiy fantastika bilan mashhur bo'lgan "teleportatsiya" dan qanday farq qilishini tavsiflovchi maqola [1] tufayli o'rnatildi.

Kvant teleportatsiyasi energiya yoki moddani masofadan o'tkazmaydi. Teleportatsiyaning fantastik tushunchasi eksperimentning o'ziga xos talqinidan kelib chiqadi: "sodir bo'lgan hamma narsadan keyingi zarrachaning boshlanich holati yo'q qilinadi. YA'ni, davlat ko'chirilmagan, balki bir joydan ikkinchi joyga ko'chirilgan. "



Kvant teleportatsiyasini amalga oshirishda, ma'lumotni kvant kanali orqali uzatishdan tashqari, klassik kanal orqali xabarni o'qish uchun zarur bo'lgan qo'shimcha ma'lumotlarni ham uzatish kerak. "Kvant qismi" ning uzatilishi uchun kvant chigal

zarralariga xos bo'lgan Eynshteyn - Podolskiy - Rozen korrelyasiyasidan foydalaniladi va har qanday oddiy aloqa kanali klassik ma'lumotni uzatishga mos keladi.

Soddalik uchun ikkita mumkin bo'lgan ψ_1 va ψ_2 holatidagi kvant tizimini ko'rib chiqing (masalan, proeksiya elektron yoki fotonning ma'lum bir o'qda aylanishi). Bunday tizimlar ko'pincha kubitlar deb nomlanadi. Biroq, quyida tavsiflangan usul, cheklangan miqdordagi holatga ega bo'lgan har qanday tizimning holatini o'tkazish uchun javob beradi.

YUboruvchida ixtiyoriy kvant holatida A zarrasi bo'lsin $\psi_A = \alpha\psi_1 + \beta\psi_2$ va u bu kvant holatini qabul qiluvchiga o'tkazmoqchi, ya'ni qabul qiluvchida uning ixtiyorida bir xil holatdagi B zarrasi bo'lishi kerak. Boshqacha qilib aytganda, siz ikkita murakkab sonlarning nisbatlarini etkazishingiz kerak α va β (maksimal aniqlik bilan). E'tibor bering, bu erda asosiy maqsad ma'lumotni iloji boricha tezroq emas, balki imkon qadar aniqroq etkazishdir. Ushbu maqsadga erishish uchun quyidagi qadamlar qo'yiladi.

YUboruvchi va qabul qiluvchi oldindan kvant bilan bolangan juftlikni (masalan, Bell holatidagi ikkita kubit) C va B ni yaratadilar, bu holda C jo'natuvchiga, B esa qabul qiluvchiga o'tadi. Ushbu zarralar chigallashganligi sababli, ularning har biri o'ziga xos to'liq funktsiyasiga ega emas (holat vektori), lekin butun juftlik (aniqrog'i bizni qiziqtiradigan erkinlik darajalari) bitta to'rt o'lchov*li holat vektori bilan ψ_{BC} tavsiflanadi.

A va C zarralarining kvant tizimi to'rt holatga ega, ammo biz uning holatini vektor bilan tasvirlab bera olmaymiz - faqat uchta zarrachalar A, V, C tizimlari toza (to'liq aniqlangan) holatga ega. A va C ikkita zarrachalar tizimi bo'yicha to'rtta natijalar, u o'lchangan miqdorning 4 o'ziga xos qiymatidan birini oladi. Ushbu o'lchov paytida A, B, C uchta zarrachalar tizimi yangi holatga tushib, A va C zarralar holatlari to'liq ma'lum bo'lganligi sababli, chigallik yo'q qilinadi va B zarrachasi ma'lum bir aniq kvant holatida bo'ladi.

Aynan shu paytda axborotning "kvant qismi" ning "uzatilishi" sodir bo'ladi. Biroq, uzatilgan ma'lumotlarni qayta tiklashning iloji yo'q: qabul qiluvchi B zarrachasining holati qandaydir A zarracha holati bilan bog'liqligini biladi, lekin qanday qilib bilmaydi!

Buni bilish uchun jo'natuvchi qabul qiluvchiga odatdagi klassik kanal orqali uning o'lchov natijasi to'risida xabar yuborishi kerak (jo'natuvchi tomonidan o'lchangan o'zgaruvchan tokning bolangan holatiga mos keladigan ikkita bit sarf qilish orqali). Kvant mexanikasi qonunlariga ko'ra, A va C zarralari juftligi va shuningdek, S bilan o'ralgan B zarrachasi ustida o'tkazilgan o'lchov natijalariga ko'ra, qabul qiluvchi kerakli transformatsiyani amalga oshirishi mumkin bo'ladi. B zarrachasining holati va A zarrachaning asl holatini tiklash.

Axborotni to'liq uzatish faqat oluvchi har ikkala kanal orqali olingan ma'lumotlarga ega bo'lgandan keyingina amalga oshiriladi. Natija klassik kanal orqali qabul qilinishidan oldin, qabul qilgich uzatilgan holat haqida hech narsa deya olmaydi.

O'tkazilgan ma'lumotni ushlab turish tubdan mumkin emas; agar "tajovuzkor" chigalib ketgan B va C juftlik evolyusiyasini kuzatishga harakat qilsa, u darhol uning chigalini yo'q qiladi.

Jeneva universiteti fiziklari fotonning kvant holatini 25 kilometr masofaga teleportatsiya (ma'lum bir ob'ektning xususiyatlarini muayyan masofadagi boshqa bir ob'ektga ko'chirib o'tkazish) qildi. Olimlar tadqiqot natijalarini Nature Photonics jurnalida chop etdi, deb xabar bermoqda AlphaGalileo.

Tadqiqot jarayonida olimlar ikki chalkash fotonni optik tola bo'yicha 25 kilometr masofaga ko'chirgan. Bunda zarralardan biri (ikkinchisi) kristallda bo'lgan.

SHundan so'ng, fiziklar uchinchi foton bilan ta'sir etish orqali birinchisining kvant holatini o'zgartirdi. Natijada kristalldagi ikkinchi zarra ham o'zgardi.

Tadqiqot davomida olimlar fotonlarning bir-biridan 25 kilometr uzoqlikda joylashganiga qaramay, birining holati o'zgarsa, ikkinchisiga ham ta'sir qilishini kuzatdi.

Bundan avval fotonlarni teleportatsiya qilish tadqiqoti 10 yil muqaddam o'tkazilgan, biroq unda fotonlar bir-biridan olti kilometr masofada joylashgan edi.

Teleportatsiya optik tolada havoga nisbatan qiyin kechadi. Bu fotonlarning shisha bilan o'zaro ta'siriga bog'liq bo'lib, bunda ular o'zidagi dastlabki ma'lumotning anchagina qismini yo'qotadi.

O'z o'lchamlarida katta aniqlikni kuzatgan olimlarning fikricha, bu tadqiqot chalkash fotonlarni kvant kriptografiyasida ishlatishda taraqqiyotga olib kelishi mumkin.

Tajribani amalga oshirish

Fotonning qutblanish holatini kvant teleportatsiyasini eksperimental ravishda amalga oshirish 1997 yilda Anton Zaylinger (Insbruk universiteti) [2] va Franchesko de Martini (Rim universiteti) boshchiligidagi fiziklar guruhlaridan tomonidan 1997 yilda deyarli bir vaqtning o'zida amalga oshirildi [3].

Tabiat jurnalida 2004 yil 17-iyunda bir vaqtning o'zida ikkita tadqiqot guruhi tomonidan atomning kvant holatini kvant teleportatsiyasini muvaffaqiyatli eksperimental kuzatish e'lon qilindi: M. Riebe va boshq., Nature 429, 734-737 (teleportatsiya) kalsiy ionining kvant holati) va MDBarret va boshq., Nature 429, 737-739 (berilyum ioniga asoslangan kubitning teleportatsiyasi). Ommaviy axborot vositalariga qiziqish darajasi oshganiga qaramay, ushbu tajribalarni yutuq deb atash qiyin: aksincha, bu kvant kompyuterlarini yaratish va kvant kriptografiyasini amalga oshirish yo'lidagi yana bir katta qadamdir.

2006 yilda teleportatsiya birinchi marta har xil tabiat ob'ektlari - lazer nurlanish kvantlari va sezyum atomlari o'rtasida amalga oshirildi. Muvaffaqiyatli tajriba Kopengagendagi Nils Bor institutining tadqiqot guruhi tomonidan amalga oshirildi. [4]

2009 yil 23 yanvarda olimlar birinchi marta ionning kvant holatini bir metrga teleportatsiya qilishga muvaffaq bo'lishdi. [5] [6]

2010 yil 10 mayda Xitoy Fan va texnologiya universiteti va Singhua universiteti fiziklari tomonidan o'tkazilgan tajriba natijasida fotonning kvant holati 16 kilometrdan oshdi. [7] [8]

2012 yilda xitoylik fiziklar 4 soat ichida 1100 ta chigal fotonni 97 kilometr masofaga uzatishga muvaffaq bo'lishdi. [9] [10]

2012 yil sentyabr oyida Vena universiteti va Avstriya Fanlar akademiyasi fiziklari kvant teleportatsiyasida yangi rekord o'rnatdilar - 143 kilometr [11]

2014 yil 21 sentyabrda chop etilgan maqolada bir guruh olimlar optik toladagi fotonni rekord masofaga (optik tolalar uchun) kvant teleportatsiya qilishga muvaffaq bo'lganliklarini ehlon qildilar.

Kvant kompyuter - bu ma'lumotlarni uzatish va qayta ishlash uchun kvant mexanikasi hodisalarini (kvant superpozitsiyasi, kvant chigalligi) ishlatadigan hisoblash moslamasi. Kvant kompyuter (odatdagidan farqli o'laroq) bitlar bilan emas (0 yoki 1 qiymatlarni qabul qilishga qodir), balki bir vaqtning o'zida 0 va 1 qiymatlariga ega bo'lgan kubitlar bilan ishlaydi. bir qator algoritmlarda oddiy kompyuterlardan sezilarli ustunlikka erishgan holda barcha mumkin bo'lgan holatlar [1].

To'liq to'laqonli universal kvant kompyuteri hali ham faraziy moslama bo'lib, uni qurish imkoniyati juda ko'p zarralar va murakkab tajribalar sohasida kvant nazariyasining jiddiy rivojlanishi bilan bog'liq; ushbu sohadagi o'zgarishlar zamonaviy fizikaning so'nggi kashfiyotlari va yutuqlari bilan bog'liq. 2010-yillarning oxirida murakkabligi past bo'lgan sobit algoritmlarni bajaradigan bir nechta eksperimental tizimlar amalda tatbiq etildi.

Ushbu turdagi kompyuterlar uchun birinchi darajadagi amaliy dasturlash tili Quipper [en], Haskell [2] ga asoslangan (qarang Kvant dasturlash).

2015 yil sentyabr oyida AQSH Milliy Standartlar va Texnologiyalar Instituti olimlari 100 km dan ortiq masofada optik tolalar orqali fotonlarni teleportatsiya qilishga muvaffaq bo'lishdi. Tajriba jarayonida mutlaq nolga yaqin haroratda molibden silitsidiga asoslangan supero'tkazuvchi kabellari bo'lgan bitta fotonli detektor ishlatilgan [16].

2017 yil iyun oyida xitoylik olimlar 1200 km dan ortiq masofada kvant teleportatsiyasini amalga oshirdilar [17] [18].

2020 yilda CHikago universiteti olimlari guruhi uzoq masofalarga kvant holatini bir zumda uzatish imkoniyatini isbotlashga muvaffaq bo'lishdi. Tadqiqotchilar kvant holatini mavjud Internetning asosini tashkil etadigan optik tolali tarmoqlar orqali 90% dan yuqori aniqlik bilan 44 km masofada uzatishga muvaffaq bo'lishdi [19].

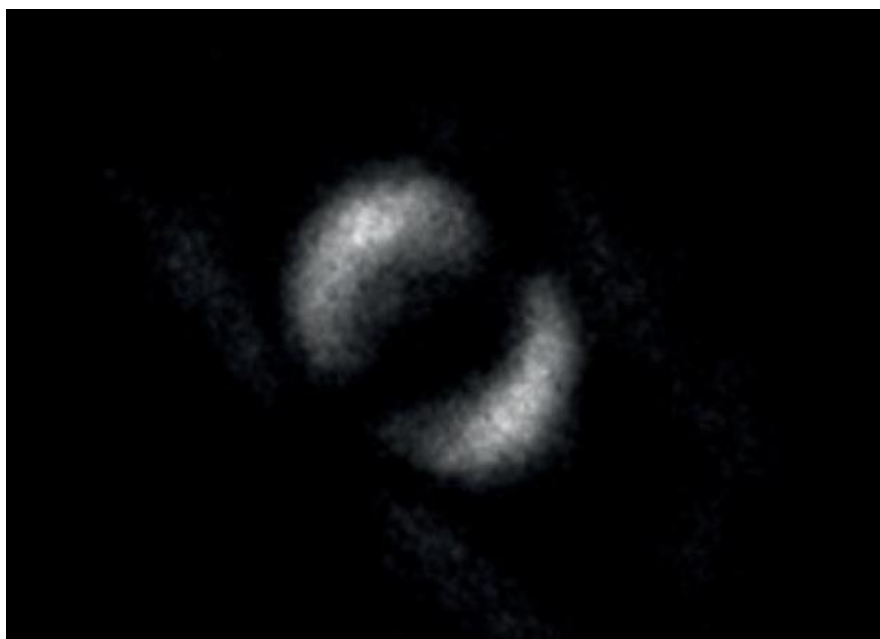
SHotlandiya olimlari fizik holati noaniq bo'lgan paytda, "chigal" fotonlarning dunyodagi birinchi tasvirini olishdi. Tadqiqot *Science Advances* -da nashr etilgan.

Kvant "chigallik" - bu bir necha zarralarning kvant holatlari ular orasidagi masofadan qathi nazar o'zaro bog'liq bo'lgan hodisadir. Ushbu hodisa kvant teleportatsiyasi, kriptografiya va kompyuter texnologiyalarida qo'llaniladi. Eynshteyn va uning hamkasblari, agar kvant mexanikasi voqelikni to'liq aks ettirsa, bog'lab qo'yilgan tizimning bir qismi holatini bilish avtomatik ravishda boshqa qismning holatini aniqlashini ko'rsatishgan. Aniqlanishicha, bu holda ma'lumot yorug'lik tezligidan tezroq uzatiladi, bu klassik fizika qonunlariga binoan imkonsizdir.

Kvant chigalligi bu ikki yoki undan ortiq jismlarning kvant holatlari bir-biriga bog‘liq bo‘lgan kvant mexanik hodisadir. Masalan, siz juft fotonlarni chigal holatida olishingiz mumkin, keyin birinchi zarrachaning spinini o‘lchashda vintlik musbat bo‘lib chiqsa, ikkinchisining ravshanligi har doim manfiy bo‘lib chiqadi, va aksincha.

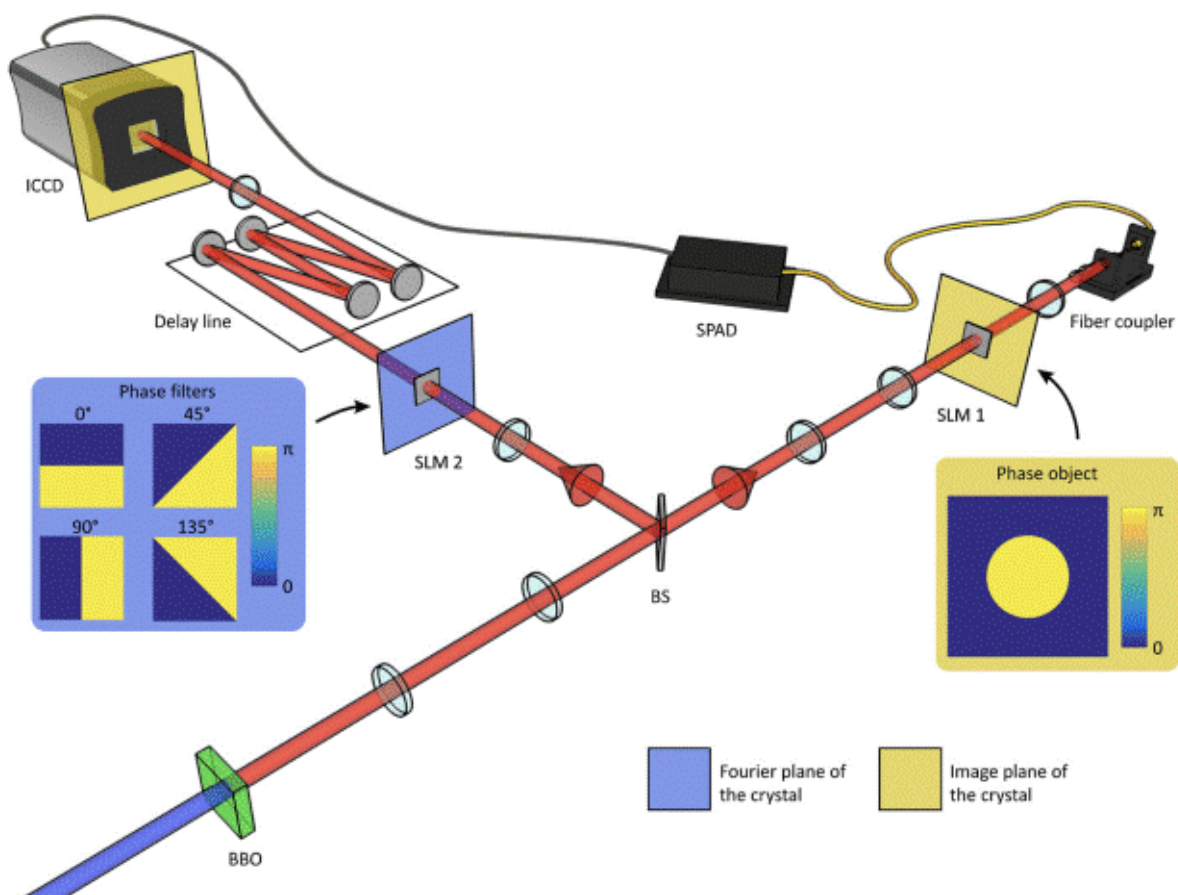
Ushbu ob‘ektlar har qanday ma‘lum o‘zaro taosirlardan tashqari kosmosda ajratilgan bo‘lsa ham, bu o‘zaro bog‘liqlik saqlanib qoladi. Bitta zarrachaning parametrini o‘lchash bir lahzaga (yorug‘lik tezligidan yuqori) [aniqlik kiritish (ko‘rsatilmagan izoh) (kuzatuv)] boshqasining chigal holatini tugatishiga olib keladi, bu esa mahalliylik prinsipiga mantiqiy ziddir (bunda holda, nisbiylik nazariyasi buzilmaydi va ma‘lumot uzatilmaydi).

Kvant mexanikasida zarralar bir vaqtning o‘zida kosmosda ma‘lum bir pozitsiyaga ega bo‘lmagan to‘lqinlardir. Kuzatuvchi paydo bo‘lgandan keyingina tizim bitta aniq kvant holatini qabul qilishi kerak. Buzilgan zarralar, ular orasida ming kilometrdan ko‘proq masofa bo‘lsa ham, bir-birlarining tanlov holatiga ta’sir qiladi.



Bellning tengsizligi buzilganligini isbotlagan tajribalar allaqachon bir necha bor o‘tkazilgan bo‘lib, asosan fotonlarning polarizatsiyalari, lekin ba’zan elektronlarning aylanishlari bilan mos kelishini tekshirdi. Ushbu ishda olimlar aylanayotgan yorug‘lik fotonlarining orbital burchak momentida tengsizlik buzilganligini tasdiqlovchi dalillarni vizual ravishda vizualizatsiya qilish uchun moslama yig‘ishga muvaffaq bo‘lishdi.

Pol-Antuan Mour va Glazgo universiteti hamkasblari fazoviy yorug‘lik modulyatori rolini o‘ynagan va fotonlarning fazasini o‘zgartirgan suyuq kristall orqali yo‘naltirilgan “chigal” fotonlar juftlarini ajratishdi, ikkinchisi esa to‘g‘ridan-to‘g‘ri detektorga tushdi. Kamera, ular fazoda bir-biridan ajratilgan bo‘lsa ham, bir xil o‘zgarishlarni boshdan kechirgan paytda barcha fotonlarning rasmlarini suratga oldi. YA’ni, kvant “chigallik” paytida.



Eksperimental qurilma sxemasi. Pastki chap burchakda kristalda hosil bo‘lgan “chigal” fotonlar ikkita nurga bo‘lingan. Birinchisi filtrlardan, keyin detektorga o‘tadi. Ikkinchi nur darhol detektorga uriladi. Fyurer tekisligi ko‘k, rasm tekisligi esa sariq rangda. ([Paul-Antoine Moreau et al., / Science Advances, 2019](#))

To‘rt xil filtrdan o‘tgan bog‘lab qo‘yilgan fotonlarning juftliklarining interferensiyasi tasviri.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Skalli M. O., Zubayri M. S. Kvantovaya optika: Per. s angl. / Pod red.V.V. Samarseva. - M.: FIZMATLIT, 2003. - 512 s.
2. Barsukov, V.I. Fizika. Volnovaya i kvantovaya optika : uchebnoe posobie /V.I. Barsukov, O.S. Dmitriev. – Tambov : Izd-vo FGBOU VPO «TGTU», 2012. – 132 s.
3. Samarsev V.V. Korrelirovannqe fotonq i ix primenenie. M.: FIZMATLIT, 2014. — 168 s.
4. Kuznetsov S.I. Kvantovaya optika. Atomnaya i yadernaya fizika. Fizika elementarnqx chastits: uchebnoe posobie. – Tomsk: Izd-vo TPU, 2007. – 154 s.

5. Vittorio Degiorgio, Ilaria Cristian. Photonics. A Short Course. Springer International Publishing Switzerland, 2014
6. David L. Andrews. Fundamentals of Photonics and Physics. Published by John Wiley & Sons. Inc., Hoboken, New Jersey.
7. B. Salex, M. Teyx. Optika i fotonika. Principy i primeneniye. Per s angl. Dolgoprudnyy, Izdatelskiy dom «Intelekt», 2012.
8. W. Lucke. Introduction to Photonics. Draft. Technical University of Clausthal. 2005
9. www.manchester.ac.uk.
10. www.photonics.com/

3 - mavzu: Kompyuterda modellashtirish. Hisoblash fizikasi. Modellashtirish bosqichlari. Kompyuterda modellashtirish uchun operatsion tizim. Dasturiy ta'minot, fizik jarayonlarni modellashtirish. Asosiy tushunchalar. Modellashtirish bosqichlari.

REJA

1. Nima uchun modellarni ishlatamiz? Model tushunchasi.
2. Kompyuterda modellashtirish. Hisoblash fizikasi.
3. Modellashtirish bosqichlari.

Tayanch iboralar: *Model, bilim, modellashtirish, kompyuterda modellashtirish, hisoblash fizikasi, kompyuter tizim, dasturiy ta'minot, Microsoft Windows, Apple Mac OS X, Linux, FORTRAN, Visual Basic, PHET Simulation, Crocodil Physics, Yenka.*

3.1. Nima uchun modellarni ishlatamiz? Model tushunchasi

Turli sayyoralarni tadqiq etish inson xayoti uchun *hafli* bo'lganligi sabab uchun tadqiqot modeli sifatida "Lunoxod" va b.q.). Mamlakat iqtisodi bo'yicha o'tkaziladigan tajriba, uning oqibatlariga, kosmik apparatlardan foydalaniladi (masalan, Oyni o'rganish ko'ra *qimmat* bo'lganligi uchun, boshqaruvchi echimlarning oqibatini o'rganishda iqtisodning matematik modellaridan foydalaniladi. Metallarga ishlov berish jarayoni vaqt bo'yicha



Turli sayyoralarni tadqiq etish inson xayoti uchun



hafli
bo'lga
nligi
sabab,
kosmi
k
appara
tlardan

foydalaniladi (masalan, Oyni o'rganish uchun tadqiqot modeli sifatida "Lunoxod" va b.q.). Mamlakat iqtisodi bo'yicha o'tkaziladigan tajriba, uning oqibatlariga ko'ra *qimmat* bo'lganligi uchun, boshqaruvchi echimlarning oqibatini o'rganishda iqtisodning matematik modellaridan foydalaniladi. Metallarga ishlov berish jarayoni vaqt bo'yicha tezkorligi sabab, uni *vaqt ko'lami (masshtab) katta*, zanglash (korroziya) jarayoni – *vaqt ko'lami kichik*, atom – *fazo ko'lami katta*, kosmosdagi jarayonlar – *fazo ko'lami kichik* modelda o'rganiladi.

Loyihalash mavjud bo‘lmagan ob’ekt uchun amalga oshiriladi. SHuning uchun uning bo‘lg‘usi xossalari modelda o‘rganiladi. Model ilmiy bilishda tizim va ma’noni shakllantirish vazifasini bajaradi. Modelda buyumlarning noma’lum hossalari o‘rganiladi. Model hodisaning asosiy jihatlari va tuzilmasini yorqinroq ifodalashga hizmat qiladi. Model buyum yoki hodisa mohiyatini aks etuvchi, asosiy jihatlari jamlanmasining ifodasidir.

Bilim – bu inson ongi yoki texnik tahshuvchi qurilmalarda qayd etilgan atrofimizdagi olam modellaridir. Inson, u yoki bu holatlarda nima qilishi kerakligi haqida qaror qila turib, doimo qabul qilgan qarori oqibatlarini o‘ylab ko‘radi. Buning uchun, u, ongida xolat modelini qurib, o‘zini hayolan o‘sha holatda tasavvur qiladi. YA’ni, birinchidan, modellar – bu mantiqiy fikr yuritish asosi, ikkinchidan, bashorat qilish vositasi vazifasini bajaradi.

3.2. Kompyuterda modellashtirish. Hisoblash fizikasi

Avvalgi mavzuda ko‘rib o‘tilganlar misollar asosida, model tahrifini shakllantirsak bo‘ladi:

Model deb, etarli darajada boshlang‘ich obhekt o‘xshashliklarini qamrab olgan, tadqiq etish qulay bo‘lishi uchui maxsus sintez qilingan, tadqiq etish maqsadlariga adekvat obhektga aytiladi. Modelni shakllantirish har gal ijodiy ish hisoblanadi*. Obhektdan modelga o‘tishning yagona usuli yo‘q.

Misol: balandlikdan tashlangan va vaqt ichida erkin tushayotgan erkin jism uchun munosabatni yozish mumkin.

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

Bu jismni erkin tushish masofasini fizik – matematik modeli. ushbu modelni qurish uchun quyidagi gepotezalar qabul qilingan: 1)tushish jarayoni vakuumda sodir bo‘ladi (havoni qarshilik koeffitsienti nolga teng); 2) shamol yo‘q; 3) jismni massasi o‘zgarmas; 4) jism ihtiyoriy nuqtada tezlanish bilan harakat qiladi.

Model – tadqiq etilayotgan obhektda natur eksperimentni amalga oshirishning *imkoni bo‘lmagan*, vaqt davomiyligi *katta*, *qimmat*, *hayfli* bo‘lgan hollarda, real obhekt o‘rniga *almashtirish* usuli.

“Model” so‘zi (lotincha “madelium” so‘zidan olingan bo‘lib) “o‘lchov”, “usul”, “biror narsaga o‘xshash” mahnosini anglatadi.

Obhekt xossalari haqida axborotlar olish maqsadida modellarni yaratish va o‘rganish jarayoni *modellashtirish* deyiladi. Aniq va mavhum obhektlar, ishlayotgan va loyihalashtirilayotgan tizimlar, jarayon va hodisalar modellashtirishning predmeti bo‘lishi mumkin. Modelni yaratishdan maqsad modellashtirilayotgan obhektning xossasi va xulqini aytib berishdir.

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

To'liq kuzatish yoki eksperiment o'tkazish imkoni bo'lmagan obyektlarni o'rganishda modellashtirish, tabiat qonun va hodisalarini bilish usuli sifatida, muhim ahamiyatga ega.

Modellar klassifikatsiyasi. Axborotni taqdim etish shakliga ko'ra modellar:

- og'zaki yoki verbal (mahruza, doklad, so'zli «portretlar» va h.k.);
- natur (Quyosh sistemasi maketi, o'yinchoq kema va h.k.);
- abstrakt yoki belgili. Hodisalarning matematik modeli va kompyuterda modeli shu toifaga kiradi.

Fan sohasi bo'yicha:

- matematik modellar,
- biologik modellar,
- ijtimoiy,
- iqtisodiy va shu k.b.

SHuningdek, modellashtirish maqsadiga ko'ra toifalanishi mumkin:

- deskriptiv (tavsifli) modellar,
- optimallashtirish modellari,
- o'yin modellari,
- o'rgatuvchi (o'qitish) modellari,
- imitatsion modellar (real jarayonni u yoki bu tarzda ishonarli namoish etishga harakat qilish, masalan, gazlarda molekulaning harakati, mikroblarning harakati va b.q.)

Hamda, vaqt bo'yicha o'zgarishi jixatidan toifalanishi mumkin:

- Statik modellar – vaqt bo'yicha o'zgarmas;
- Dinamik modellar – ularning holati vaqtga bog'liq o'zgaradi.

Kompyuterli modellashtirish murakkab tizimlarni o'rganishning samarali usullaridan biridir. Ko'pincha kompyuter modellari oddiy va tadqiqotga qulay hamda ular, real eksperimentlar o'tkazilishi murakkab bo'lganda yoki oldindan aytib bo'lmaydigan natijalar beradigan hollarda, hisoblash tajribalarini o'tkazish imkonini beradi. Kompyuter modellarining mantiqiyliigi va formallashtirilganligi o'rganilayotgan obyektning xossalarini aniqlovchi asosiy ko'rsatkichlarni aniqlash, fizik tizimni uning kattaligi va boshlang'ich shartlarning o'zgarishiga javobini tadqiq qilish imkonini beradi.

Kompyuterli modellashtirish (matematik modellashtirish va hisoblash tajribasi) hodisaning aniq tabiatidan mavhumlashtirishni, avval sifat so'ngra miqdorli modelni qurishni talab qiladi. Undan keyin kompyuterda qator hisoblash tajribalarini o'tkaziladi, natijalar talqin qilinadi, o'rganilayotgan obyektning xulqi bilan modellashtirish natijalarini taqqoslanadi, modelga navbatdagi aniqliklar kiritiladi va h.k.

3.3. Modellashtirish bosqichlari

Kompyuterda modellashtirish bu yangi va etarlicha murakkab kurs. Uni yaxshi o'zlashtirish uchun bir necha bilimlar talab qilinadi: birinchidan, tanlangan fan sohasi bo'yicha bilimlar – agar biz fizik jarayonlarni modellashtirayotgan bo'lsak, biz kerakli

darajadagi fizika qonunlari bilimlarini egallagan bo'lishimiz, ekologik jarayonlarni modellashtirishda – biologiya qonunlarini, iqtisodiy jarayonlarni modellashtirishda – iqtisod qonunlarini bilishimiz, bundan tashqari kompyuterda modellashtirish amalda barcha zamonaviy matematik apparatlarni qo'llab amalga oshirilishini inobatga olsak, matematik bilimlar zarur bo'ladi.

Kompyuterda matematik masalalarni echish uchun noxiziqli tenglamalarni sonli echish, chiziqli tenglamalar sistemasini, differensial tenglamalarni echish usullarini va funksiyalarni tekshirish usullarini bilishi talab etiladi[†]. SHuningdek, albatta, zamonaviy axborot texnologiyalaridan erkin foydala olinishi va dasturlash tillarini bilishi hamda amaliy dasturlardan foydalana olish ko'nikmasiga ega bo'lishi kerak.

Nazariy va eksperimental fizika bilan bir qatorda hozirgi kunda *hisobli (kompyuterli) fizika** sohasi ham mavjuddir. Ushbu soha nazariy fizikaning hisobli tahlilga asoslangan bo'limi rivojlanishi va mukammallashuvi, eksperimental fizika sohasida zamonaviy kompyuterlarni tajribani boshqarish va o'lchovlarni o'tkazish, o'lchash natijalarini hisoblash uchun samarali qo'llash natijasida shakllandi. Kompyuterli fizikadagi ilmiy tadqiqotlar yangi texnologiya va uslubiyatga asoslangan holda olib boriladi. SHuni aytish lozimki, hozirgi davrda kompyuter faqatgina hisoblash amallarini tezlatuvchi, talabalar bilimini tekshiruvchi vositagina bo'lmay, o'qitishni yakkama-yakka amalga oshiruvchi va eng asosiysi - fizik jarayonlarning modelini yaratuvchi vositaga ham aylandi. Bunda kompyuter yordamida jiddiy muammolarni echish bosqichlaridan iborat texnologik siklni o'z ichiga olgan etarlicha murakkab bo'lgan ilmiy-ishlab chiqarish jarayonini talab etadi:

1. Masalaning qo'yilishi.
2. Formallashtirish (matematik modelni yaratish).
3. Hisoblash algoritmini ishlab chiqish.
4. Kompyuter dasturini ishlab chiqish.
5. Hisoblash amallari.
6. Dasturni sozlash.
7. Natijalarni olish va tahlil qilish
8. Xatolarni to'g'rilash.

Kompyuterli texnologiyaning rivojlanishi natijasida fizik tizimlarga yangicha qarash shakllandi. Dolzarb muammolarni kompyuter vositasida hal etishda ilmiy qonunlarni faqat differensial tenglamalar bilangina emas, balki kompyuter uchun yozilgan qoidalar tarzida ham ifodalash qulay ekanligi ayon bo'ldi. Fizik jarayonlarni o'rganishga bunday yondashish fiziklarning kompyuterga bo'lgan munosabatini o'zgartirdi. Endi kompyuterlar tabiiy jarayonlarni modellashtiruvchi ma'lum fizik tizim sifatida ko'rilmogda.

* 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.

Kompyuterli modellashtirish jarayoni laboratoriya eksperimentiga o‘xshash, shuning uchun ham u ba’zan *kompyuterli eksperiment** deb ham ataladi. Quyidagi jadvalda ularning o‘xshash xususiyatlari keltirilgan:

Laboratoriya eksperimenti	Kompyuterli eksperiment
Fizik jarayon	Model
Fizik asbob	Kompyuter dasturi
Kalibrovka	Dasturni rostdash
O‘lchash	Hisoblash
Natijalar tahlili	Natijalar tahlili

Kompyuter uchun tuzilgan dastur fizik jarayonni modellashtirgan holda kompyuterli eksperimentni o‘zida aks ettiradi. Bunday eksperiment, odatda, laboratoriya eksperimenti deyiladi, hamda nazariy hisob-kitoblar orasida «ko‘prik» bo‘lib xizmat qiladi. Xususan, ideallashtirilgan modelning kompyuterli modelidan foydalangan holda aniq natijalar olishimiz mumkin. Vaholanki, bunday mavhum modelni laboratoriya sharoitida umuman yaratib bo‘lmaydi. SHu bilan birga, real model asosida olib borilgan kompyuterli eksperiment natijalarini bevosita laboratoriya eksperimenti natijalari bilan taqqoslash mumkin.

SHuni ta’kidlab o‘tish mumkinki, kompyuterli modellashtirish fikrlash jarayonining o‘rnini bosmaydi, balki laboratoriya eksperimenti kabi murakkab hodisalarning mohiyatini ochib berishda qurol sifatida ishlatiladi.

Endi kompyuterli eksperiment jarayoniga xos bo‘lgan bosqichlarning asosiy xususiyatlarini ko‘rib chiqaylik.

Birinchi bosqich – masalaning qo‘yilishi. Bu bosqichda masala bayon etiladi, uni echish maqsadi qo‘yiladi, kiruvchi va chiquvchi axborotlar tahlil qilinadi, masalaning mohiyati og‘zaki ifodalanadi va uni echishga umumiy yondoshish bo‘yicha fikr beriladi. Aniq predmet sohasidagi malakali mutaxassis asosan masalaning qo‘yishni amalga oshiradi.

Ikkinchi bosqich – formallashtirish (rasmiylashtirish). Uning maqsadi - masalaning, kompyuterda adekvatlikni yo‘qolmasdan ishlatish mumkin bo‘lgan, matematik modelini yaratishdir. Agar masala murakkab bo‘lmasa va maxsus matematik bilimni talab qilmasa bu bosqichni masala qo‘yuvchining o‘zi bajarishi mumkin, aks holda bu ishga matematik yoki dasturchini jalb qilish maqsadga muvofiq bo‘ladi.

Ma’lum fizik jarayon yoki hodisa sonli kattaliklar yordamida ifodalangan taqdirdagina uning tavsifi ishonchli bo‘lishi Galiley zamonidan buyon ma’lum. Bunday kattaliklarning bir qismi tajribada o‘lchanadi, qolgan qismini aniqlash uchun esa matematik masalalar shakllantiriladi. Fizika nazariyalarini matematik tarzda ifodalash

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

zaruriyati ehtirol etilgandan so'ng, real borliqni tavsiflash eksperiment va nazariya orasidagi o'zaro ta'sirlar ketma-ketligiga aylandi. Nazariyaning maqsadi - eksperimentning qoniqarli matematik ifodasini izlashdan iborat. Bunda nazariya qator fundamental tamoyillarga (termodinamika tamoyillari, saqlanish qonunlari, invariantlik va h.k.) asoslanib, matematik apparat yordamida bu tamoyillardan bashorat etish uchun zarur bo'lgan axborotni olishga intiladi.‡

Klassik fizika bashorat etish imkoniyatiga ega bo'lgan nazariyalarga asoslangan edi. Davr o'tishi bilan nazariya kuzatilayotgan hodisalarni bilish vositasi sifatida tan olindi. Hozirgi vaqtda har qanday nazariyaning ahamiyati cheklangan aksiomatik fikrlar yordamida o'zaro bog'lanmagan ko'p sonli faktlarni bayon etish imkoniyati bilan baholanadi. SHuni tahkidlash joizki, zamonaviy kompyuterlar ixtiro qilinguncha real borliqni nazariy tavsiflash darajasi, ya'ni matematik modellarning murakkablik darajasi ularga mos keluvchi matematik masalalarni echish imkoniyatlaridan sezilarli ilgari ketgan edi. Masalan, Butun Olam tortishish qonunining kashf etilishi bilanoq N ta jism haqidagi masalani ifoda etish mumkin bo'ldi. Bunday masala N ta o'zaro ta'sirlashayotgan moddiy nuqtaning vaqt bo'yicha o'zgarishini o'rganishga bag'ishlangan. Garchi fizik jarayonning matematik modeli yaratilib, masala to'g'ri ifoda etilgan bo'lsa-da, cheksiz katta hajmdagi hisoblash amallari tufayli ushbu jarayonni to'g'ri tahlil etish imkoniyati yo'q edi.

Aksariyat fizik hodisalar ma'lum kattaliklar hamda kattalikning o'zgarish koeffitsientlari orasidagi munosabatlar vositasida tahriflanadi. Masalan, dinamikaning asosiy qonuni

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

harakatlanayotgan jism tezligining vaqt bo'yicha o'zgarishini unga ta'sir etayotgan kuch bilan bog'lanishini ifodalaydi. Agar bu U potensial tufayli yuzaga kelgan bo'lsa, u holda

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

Bu ifodada kuch U funksiyaning fazo bo'yicha o'zgarishini aks ettiruvchi operator orqali bog'langan. Matematik amallar ushbu munosabatlarni differensial tenglamalarga o'zgartiradi. Ko'p hollarda zarur matematik masalalarning analitik echimini hosil qilish mumkin bo'lmaydi, chunki izlanayotgan echim elementar yoki boshqa ma'lum funksiyalar vositasida ifodalanmaydi. Vaholanki, transsendent yoki trigonometrik funksiyalar vositasida hosil qilinuvchi analitik echim mavjud bo'lsa, hisoblash algoritmlarini tuzishni birmuncha engillashtirgan bo'lar edi. Afsuski, aksariyat fizik hodisalarning matematik taqlidi differensial tenglamalar va ba'zan xususiy hosilali tenglamalarning echimi bilan bog'liq bo'ladi. Haqiqiy o'zgaruvchili va xususiy hosilali tenglamalar nazariyasiga ko'ra ular asosan uch toifaga bo'linadi:

1. Giperbolik tenglamalar

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

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

Ushbu turdagi tenglamalar to‘lqinlarning tarqalishidagi fizik jarayonlarni tavsiflaydi.

2. Parabolik tenglamalar

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

Issiqlik, gazlar, suyuqliklar hamda elektromagnit maydondagi diffuziya hodisalari bunday tenglamalar yordamida tavsiflanadi.

3. Elliptik tenglamalar

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

parabolik tenglamalarning $t \rightarrow \infty$ holdagi asimptotik statsionar holatini ifodalaydi. Bunday masalalar siqilmaydigan suyuqlik (yoki gaz) yoki elektr tokining statsionar holatini, elektr zaryadlarining yoki issiqlik manbasi bilan bog‘langan jismning muvozanat holatini tavsiflaydi.

Ixtiyoriy ikkinchi tartibli differensial tenglamani yuqorida ko‘rsatilgan toifadagi tenglamalarning biriga keltirish mumkin. Fazo va vaqt o‘lchovligi shunday tanlanadiki, tenglamaga kiruvchi koeffitsientlar birga teng bo‘lishi lozim.

Differensial tenglamalar yordamida taqlid etiluvchi fizik hodisalarning xilma-xillik xususiyati umumlashtirilgan matematik modellarni yaratishni mushkullashtiradi. SHuning uchun bunday tenglamalarni kompyuter yordamida echish jarayonida fizik-tadqiqotchi ularning fizik mahnosi hamda matematik mazmunini bir vaqtning o‘zida talqin etishi lozim.

Muammoning fizik mohiyatini hamda matematik modelini o‘zaro uyg‘unlashtirilgan holda ifoda qilish uning to‘g‘ri echimini aniqlash garovidir.

Uchinchi bosqich – hisoblash algoritmini ishlab chiqish. Kompyuterli eksperimentning ikkinchi bosqichi ifoda qilingan matematik masalaning echish uslubini ishlab chiqishdan iborat. Bunda tahliliy va hisoblash usullaridan oqilona foydalangan holda bir nechta algebrik tenglamalar va ulardan qaysi ketma-ketlikda foydalanish qoidalari ishlab chiqiladi. Hosil qilingan algoritm tadqiq etilayotgan fizik jarayonni aks ettiruvchi differensial tenglamani echishga, ya’ni fizik kattaliklarni aks ettiruvchi parametrlarning ma’lum qiymatlarida uni bevosita hisoblashga mo‘ljallangan bo‘ladi.

Eksperiment kabi sonli model* ham ma’lum fizik asosga tayangan holda ishlab chiqiladi. Odatda, fizik eksperiment biz anglamoqchi bo‘lgan borliqning ma’lum modeli sifatida namoyon bo‘ladi. Agar bu voqelik nihoyatda murakkab bo‘lib, eksperiment o‘tkazishga imkoniyat bo‘lmasa, tabiiyki, biz nisbatan sodda eksperimental model yaratishga intilamiz. Demak, aksariyat fizik eksperimentlar to‘laligicha muammoni emas,

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

balki uning xususiy modellaridan birini o'rganishga xizmat qiladi. Sonli model shunday eksperimentlarni eslatadi.

Sonli modelni yaratishda dastlab ma'lum bir fizik vaziyatni tavsiflovchi qonunlarni kompyuter vositasida taqdim etish lozim. Hodisa etarlicha murakkab bo'lsa, olingan natijalar kutilayotgan natijalardan farqli bo'ladi. Bunday holda tadqiqotchi o'rganayotgan hodisani har tomonlama tahlil etib, sinchiklab o'rganishi lozim.

Eksperiment jaryonida bunday tahlil o'lchashlarga, sonli tahlilda esa oraliq natijalar hamda yordamchi kattaliklarga asoslanadi. Eksperiment to'g'risidagi umumiy tushunchalar shakllanishi bilanoq uni samarali amalga oshirish uchun zarur bo'lgan tahlil haqida ham mulohaza yuritish lozim. SHuningdek, ma'lum dasturni ishlab chiqishda muhim yordamchi kattaliklarga murojaat etish imkoniyatini ham hisobga olish zarur. O'lchash amallisiz olib borilgan tajriba kabi natijasiz dastur ham foydasizdir. SHunday qilib, hisoblash algoritmi goh nazariyaning quroli, goh eksperimentning yangi turi bo'lib xizmat qiladi. Kompyuter vositasida hisoblash algoritmini echish ham, matematik model ham, aslida nazariyaning bir xil ahamiyatga ega bo'lgan tarkibiy qismlari sifatida talqin etilishi kerak.

Sonli modelning afzalliklari va noqulayliklari xususida quyidagilarni aytish mumkin. Hisoblash vositalarining faqat modellar tarzida namoyon bo'lishi ularning eksperimentga nisbatan noqulayligini ko'rsatadi. SHuning uchun ham natijalarning nazariyani taqlid etuvchi qismini hamda sonli modelning xususiyatlari tomonidan taqlid etilgan qismini bir-biridan ajrata bilish zarur.

Sonli model quyidagi *ikki ajoyib xossaga ega*: raqam usulida olingan natijalarni takroran olish mumkin (hattoki ixtiyoriy tasodifiy jarayonlarni modellashtirganda ham); sonli modellarning bashorat etish imkoniyatlari eksperimentga nisbatan yuqoriroq. Darhaqiqat, ixtiyoriy momentda sonli modelning barcha tafsilotlari ma'lum bo'ladi; ularni bilish uchun modelni o'zgartirish talab etilmaydi. Vaholanki, fizik eksperimentda bunday imkoniyat mavjud emas.

Endi qanday tarzda sonli modelni tadbiq etish lozimligi haqida mulohaza yuritamiz. Dastlab uni nazariya va eksperiment bilan taqqoslash kerak. Sonli model to'g'ri nazariy modelni talab etadi. Agar fizik jarayonning matematik modeli noto'g'ri ishlab chiqilgan bo'lsa, masalaning echimini kompyuterda to'g'rilab bo'lmaydi. Nazariy modelning echimi mavjud bo'lsa, analitik usulda zaruriy natijalar olinadi. Biroq, fizik jarayonlarni aks ettiruvchi barcha tenglamalar bunday echimga ega emas. Bunday hollarda amaliy matematikaning hisoblash uslublaridan oqilona foydalanish zarur. Bunda eksperiment, dastur tuzish hamda hisoblash amallari bilan bog'liq bo'lgan qiyinchiliklarni hisobga olish zarur.

Murakkab eksperimentlardagi kam o'rganilgan hodisalarni bashorat etishda sonli model ayniqsa foydalidir. Bunday maqsadlarda kompyuter amaliy fizika sohalarida tobora kengroq ko'lamda qo'llaniladi. SHuni tahkidlash joizki, kompyuterdan foydalanish sohasidagi har qanday rivojlanish, bilish darajamizning sezilarli siljishiga olib keladi; va

aksincha, ma'lum jarayonlarni modellashtirish va ularda o'ta aniq o'lchashlar olib borish imkoniyatlari shu jarayonlarning matematik tavsifini qayta ko'rib chiqishni taqozo etadi.

To'rtinchi bosqich – kompyuter dasturini ishlab chiqish. Bu bosqichda dastur tuziladi. Dastur - kompyuter tushunadigan tilda yozilgan algoritmni ifodalash shaklidir. Algoritm matn yoki grafik ko'rinishdagi inson tushunadigan tilda, dastur esa maxsus algoritmik tilda yoziladi. Dasturni tuzish jarayonida algoritmgga yanada aniqlik kiritish mumkin.

Avvalgi bo'limlarda bayon etilgan mulohazalarga asoslangan holda, ma'lum bir fizik jarayon matematik tarzda ifoda etilgan hamda uning sonli modeli yaratilgan bo'lsin. Izlanayotgan echimning xossalari ma'lum bo'lsa, taxminiy algoritmik echimlar dasturni tekshirish imkonini beradi. Demak, navbatdagi bosqichda ana shu algoritmni yuqori saviyadagi dasturli tilda yozish lozim.

SHuni aytish joizki, aynan bir jarayonni, garchi uning matematik ifodalari va hisoblash uslublari aniqlangan bo'lsa-da, amalda turli xil dasturlar vositasida modellashtirish mumkin. Dasturning barcha variantlaridan eng samaralisini tanlash tadqiqotchining kompyuter bilan muloqot qilishida ancha engillik yaratib beradi. SHuning uchun dasturni oqilona ishlab chiqishda quyidagi mezonlarni hisobga olish zarur.

a) dasturning modulliligi. Bir necha modullardan iborat bo'lgan dastur qator ijobiy xossalarga ega. Xususan, operatorlar miqdori qisman o'zgarganda xatolarni aniqlash ancha osonlashadi; dasturning boshqa qismlarini o'zgartirmagan holda faqat bir qismini takomillashtirish yoki o'zgartirish mumkin (masalan, bir dasturni boshqasiga almashtirsa bo'ladi).

Sonli model bilan ishlash jarayonida dasturda hisobga olinmagan yangi fizik hodisalarni tavsiflash uchun ma'lum bir tavsillarni o'zgartirish zaruriyati paydo bo'ladi. Agar dastur modulli usulda yozilgan bo'lsa, bunday hollarda dasturning bir qismi o'zgartiriladi. YUqori saviyali tilda yozilgan modulli dasturlardan boshqa soha mutaxassislari ham osonlikcha foydalanishlari mumkin.

b) o'zgaruvchilarni tanlash. Garchi o'zgaruvchilar modellashtirilayotgan masalaga bog'liq bo'lsa-da, tadqiqotchi ularning nomini tanlashda va ularning tuzilishini tashkil etishda ma'lum erkinlikka ega. O'zgaruvchining nomini tanlash oson bo'lmagan masaladir. Fizikada ko'p uchraydigan kattaliklarni taqdim etishda ma'lum ifodalardan foydalanish zarur: vaqt – t , entropiya - s , oqim- I va $h.k.$ O'zgaruvchilarning nomini ham shunday tanlash kerakki, ular ifoda etilayotgan fizik kattalikni eslatishi lozim. SHunda buyruqlarni izohlash va xatolarni izlash kabi amallar osonlashadi.

v) matematik ifodalarni yozish. Etarlicha murakkab bo'lgan matematik ifodalarni bo'laklab, oddiy hisoblashlar ketma-ketligi tarzida ifodalash lozim. Biroq, bunday shaklda ifodalangan amallar majmuasini talqin etish, yozish va ularning xatolarini aniqlashda birmuncha qiyinchiliklar tug'iladi.

g) ma'lumotlarni kiritish va chiqarish. Bunday buyruqlardan oqilona foydalanish dasturdan tadqiqot quroli sifatida unumli foydalanish imkoniyatini yaratib beradi. SHuning uchun dasturning ishlashini kuzatish imkonini beruvchi hamda echimning aniq

qiymatlarini ifoda etuvchi ma'lumotlar, fizik kattaliklar va axborotlarni oydin holda aks ettirish lozim. YAgona parametrning qiymatini aniqlash lozim bo'lgan hollarda ham modelni to'raligicha kuzatish, va demak, birmuncha natijalarni ham nazarda tutmoq maqsadga muvofiqdir. Bunday natijalar eksperimentning diagnostikasi vazifasini bajarib, dasturdan foydalanishda hamda modelning asosiy gipotezalari to'g'ri ekanligi haqida xulosa chiqarishda muhim ahamiyatga ega.

Beshinchi bosqich – hisoblash amallari.

Oltinchi bosqich – dasturni sozlash.

Oxirgi ikki bosqich o'zaro bog'langan. Ularda dasturning to'g'ri ishlashi tekshiriladi. SHu maqsadda modellashtiriladigan masaladagi hamma holatlarni imkoni boricha ehtiborga oluvchi test misoli tuziladi. Avvaldan ma'lum test misoli natijasiga olingan natijaning mos kelishiga qarab dasturning to'g'ri ishlashi baholanadi. Dastur tuzilib, tekshirilgandan keyin uni qo'llash mumkin.

Ettinchi bosqich – natijalarni olish va tahlil qilish. Bu erda masalani qo'yuvchi tomonidan echim natijasi tahlil qilinadi va boshqarish qarorlari yoki takliflari qabul qilinadi.

Sakkizinchi bosqich – xatolarni to'g'rilash (korrektirovka). Agar dasturni qo'llashda qoniqarsiz natija olinsa, model va algoritmgaga tuzatishlar kiritish talab qilinadi. Bu bosqichning bajarilishi oldingi bosqichlarning ixtiyoriysini tuzatish, mukammallashtirish zarurati bilan bog'liq.

Foydalanilgan adabiyotlar

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.enka.com>
6. http://www.enka.com/en/Free_Enka_home_licences/
7. www.alsak.ru/
8. <http://www.enka.com/en/Products/>

4-mavzu. Fizik jarayonlarni modellashtirishda axborot–kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanib ta'lim sifatini oshirish. Ilmiy dasturlash tillari. Fizik jarayonlarni modellashtirishda elektron ta'lim resurlarning o'rni va ularning tahlili. Fizik jarayonlarni modellashtirishda ommaviy on-layn ochiq kurslardan foydalanish.

REJA

4.1. Ilmiy dasturlash tillari.

4.2. Fizik jarayonlarni modellashtirishda elektron ta'lim resurlari o'rni va ularning taxlili.

Tayanch iboralar: *vizuallashtirish, Pascal, Fortran, Delphi, Java, C++, PHET (Physical education technology), Crocodile Physics.*

4.1. Ilmiy dasturlash tillari

Zamonaviy sharoit talabalarni o'qitishda turlicha usullarni tadbiiq etishni talab qiladi. Vizualashtirish – fizik hodisa va qonunlarni chuqur anglash va tushunishga imkon beruvchi ta'limdagi asosiy usullardan biridir. Tushunish qiyin bo'lgan dimnamik ob'ekt va hodisalarni, statik tasvirlarga qarab o'zlashtirishdan ko'ra, vizualashtirish yordamida o'rganish yaxshi samara beradi. Real laboratoriya sharoiti hamma tajribalarni ham o'tkazish imkonini bermaydi. SHuning uchun, ta'lim jarayoniga o'qitishning anhanaviy mahruza, amaliyot, seminar va laboratoriya mashg'ulotlari ko'rinishlari bilan bir qatorda interfaol modellashtirish usullarini kiritish zarur.

Albatta, bunday kompyuter modellari, dasturlash tillari yordamida tayyorlanadi. Tabiiyki, savol tug'iladi, bu maqsadda biz bilgan ko'plab dasturlash tillardan qay biri eng yaxshisi? Insonlar so'zlashadigan tabiiy tillarning eng yaxshisi bo'lmaganidek, dasturlash tillarining ham eng yaxshisi yo'q*.

Kompyuterda dasturlash bu – kompyuter mikroprotsessori uchun turli buyruqlar berish, qachon, qaerda nimani o'zgartirish va nimalarni kiritish yoki chiqarish haqida buyruqlar berishdir. Dasturlash tillari, eng keng tarqalgan dasturlash tillari va ularning farqi, hamda, dasturlashni o'rganish yo'llari ko'p. Kompyuter dunyosida ko'plab dasturlash tillari mavjud bo'lib, dasturlash va unga qiziquvchilar soni ortib bormoqda*.

Bir xil turdagi ishni bajaradigan dasturlarni Basic, Pascal, S va boshqa tillarda yozish mumkin. Pascal, Fortran tillari universal tillar hisoblanadi, Si va Assembler tillari mashina tiliga ancha yaqin tillar bo'lib, quyi yoki o'rta darajali tillardir. Algoritmik til inson tillariga qanchalik yaqin bo'lsa, u tilga *yuqori darajali* til deyiladi. Mashina tili esa eng *pastki darajali* tildir. Mashina tili bu sonlardan iboratdir.

Quyi darajali dasturlash tili ancha murakkab bo'lib ular juda maxsus sohalarda ishlatiladi va ularning mutaxassislari ham juda kam. CHunki quyi dasturlash tillari (masalan: assembler) ko'pincha mikroprotsessorlar bilan ishlashda kerak bo'lishi mumkin. Odatda turli dasturlash ishlari uchun yuqori darajali dasturlash tilidan keng foydalaniladi.

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

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

Kompyuterlar endi yuzaga kelgan paytda programma tuzishda, faqat mashina tillarida, ya'ni sonlar yordamida kompyuter bajarishi kerak bo'lgan amallarning kodlarida kiritilgan. Bu holda mashina uchun tushinarli sanoq, sistemasi sifatida 2 lik, 6 lik, 8 lik sanoq sistemalari bo'lgan. Programma mazkur sanoq sistemasidagi sonlar vositasida kiritilgan.

YUqori darajali dasturlash, mashina tillariga qaraganda mashinaga moslashgan (yo'naltirilgan) belgili kodlardagi tillar hisoblanadi. Belgilar kodlashtirilgan tillarning asosiy tamoyillari shundaki, unda mashina kodlari ularga mos belgilar bilan belgilanadi, hamda xotirani avtomatik taqsimlash va xatolarni tashhis qilish kiritilgan. Bunday mashina moslashgan til - ASSEMBLER tili nomini oldi. Odatda dasturlash yuqori saviyali dasturlash tillari (Delphi, Java, C++, Python) vositasida amalga oshiriladi. Bu dasturlash tillarining semantikasi odam tiliga yaqinligi tufayli dastur tuzish jarayoni ancha oson kechadi.

Ko'p ishlatiladigan dasturlash tillari. Biz hozir biladigan va ishlatadigan tillarning barchasi shu guruhga mansub. Ular insonga "tushunarli" tilda yoziladi. Ingliz tilini yaxshi biluvchilar programma kodini qiynalmasdan tushunishlari mumkin. Bu guruhga Basic, Pascal, Fortran, Algol, Cobol va h.k. tillar kiradi (ko'pchiligi hozirda deyarli qo'llanilmaydi). Eng birinchi paydo bo'lgan tillardan to hozirgi zamonaviy tillargacha ishlatish mumkin. Lekin, hozirgi web texnologiya orqali ishlaydigan tillarda (PHP, ASP.NET, JSP) bunday dasturlar tuzilmaydi. CHunki bunday dasturlarning ishlashi uchun yana bir amaliy dastur ishlab turishi kerak. Hozirda, amaliy dasturlar, asosan Visual C++, C#, Borland Delphi, Borland C++, Java, Python kabi tillarda tuziladi*.

Ko'pchilik Delphi** dan foydalanadi. Buning asosiy sababi: soddaligi, komponentlarning ko'pligi, interfeysining tushunarlilik va h.k. Delphi da birinchi ishlagan odam ham qanaqadir dastur tuzishi oson kechadi. Lekin, Windows da dasturning ishlashi ancha qiyin bo'ladi (komponentlarning ko'pligi va API funksiyalari dasturda ko'rsatilmaligi uchun). YAna bir tarafi, Delphi (Pascal) operativ xotirani tejashga kelganda ancha oqsaydi. Unda o'zgaruvchilarni oldindan ehlon qilib qo'yish evaziga ishlatilmaydigan o'zgaruvchilar va massivlar ham joy olib turadi.

Eng keng tarqalgan dasturlash tili (Windows da) Microsoft Visual S++ tilidir. Ko'pchilik dasturlar hozirda shu tilda tuziladi. Umuman olganda, S ga o'xshash tillar hozirda dasturlashda etakchi. Deyarli hamma zamonaviy tillarning asosida S yotadi. Bundan tashqari, Turli kompyuter o'yinlari tuzishda yoki kichik hajmdagi dasturlar tayyorlashda LUA script yoki JavaScript tillari ham keng ishlatilmoqda.

Xozirgi kunda keng tarqalgan kompyuter dasturlashda ishlatiladigan dasturlash tillaridan bazilari haqida to'xtalsak:

* 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/>



Delphi — dasturlash tillaridan biri. Borland firmasi tomonidan ishlab chiqarilgan. *Delphi* dasturlash tili ishlatiladi va avvaldan Borland Delphi paketi tarkibiga kiritilgan. SHu bilan bir qatorda 2003-yildan hozirgacha qo'llanilayotgan shu nomga ega bo'lgan. Object Pascal — Pascal tilidan bir qancha kengaytirishlar va to'ldirishlar orqali kelib chiqqan bo'lib, u obhektga yo'naltirilgan dasturlash tili hisoblanadi. Avvaldan ushbu dasturlash muhiti faqatgina Microsoft Windows amaliyot tizimi uchun dasturlar yaratishga mo'ljallangan, keyinchalik esa GNU/Linux hamda Kulix tizimlari uchun moslashtirildi, lekin 2002-yilgi Kulix 3 sonidan so'ng ishlab chiqarish to'xtatildi, ko'p o'tmay esa Microsoft. NET tizimini qo'llab quvvatlashi to'g'risida ehlon

qilindi. Lazarus proekti amaliyotidagi (Free Pascal) dasturlash tili Delphi dasturlash muhitida GNU/Linux, Mas OS X va Windows SE platformalari uchun dasturlar yaratishga imkoniyat beradi.

Visual Basic – Microsoft korporsiyadan dasturlash tili va uning uchun dasturlash muhitidir. U Basicdan ko'p tushunchalar oldi va tez rasmi interfeys bilan dasturlar taraqqiyotini tahminlaydi. Maykrosoftdan voris Visual Basic NET 2002 yilda paydo bo'ldi.

*Java** dasturlash tili - eng yaxshi dasturlash tillaridan biri bo'lib unda korporativ

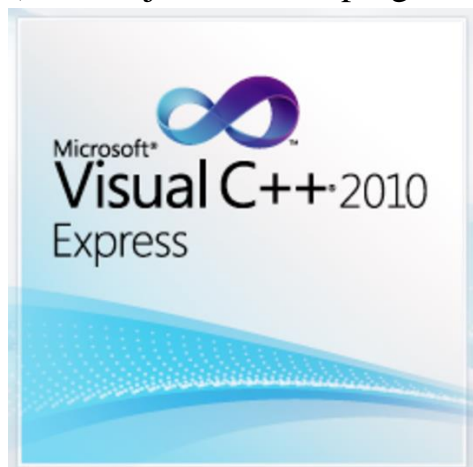


darajadagi mahsulotlarni(dasturlarni) yaratish mumkin. Bu dasturlash tili Oak dasturlash tili asosida paydo bo'ldi. Oak dasturlash tili 90-yillarning boshida Sun Mikrosistems tomonidan platformaga (Operatsion tizimga) bog'liq bo'lmagan holda ishlovchi yangi avlod aqlli qurilmalarini yaratishni maqsad qilib

harakat boshlagan edi. Bunga erishish uchun Sun hodimlari S++ ni ishlatishni rejalashtirdilar, lekin ba'zi sabablarga ko'ra bu fikridan voz kechishdi. Oak muvofaqiyatsiz chiqdi va 1995-yilda Sun uning nomini Java ga almashtirdi, va uni WWW rivojlanishiga hizmat qilishi uchun ma'lum o'zgarishlar qilishdi. Java Obhektga yo'naltirilgan dasturlash(OOP-object oriented programming) tili va u S++ ga ancha o'xshash. Eng ko'p yo'l qo'yildigan xatolarga sabab bo'luvchi qismlari olib tashlanib, Java dasturlash tili ancha soddalashtirildi. Java kod yozilgan fayllar(*.Java bilan nihoyalanuvchi) kompilatsiyadan keyin bayt kod(bytecode) ga o'tadi va bu bayt kod interpretator tomonidan o'qib yurgizdiriladi.

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

S++ — turli maqsadlar uchun mo'ljallangan dasturlash tili*. 1979-yili Bell Labsda Biyarne Stroustrup tomonidan S dasturlash tilining imkoniyatlarini kengaytirish va OOP (OOP-object oriented programming) xususiyatini kiritish maqsadida ishlab chiqarilgan.



Boshida „C with Classes " deb atalgan, 1983-yili hozirgi nom bilan ya'ni S++ deb o'zgartirilgan. S++ S da yozilgan dasturlarni kompilyasiya qila oladi, ammo S kompilyatori bu xususiyatga ega emas. S++ tili operatsion tizimlarga aloqador qisimlarni, klient-server dasturlarni, kompyuter o'yinlarini, kundalik ehtiyojda qo'llaniladigan dasturlarni va shu kabi turli maqsadlarda ishlatiladigan dasturlarni ishlab chiqarishda qo'llaniladi.

4.2. Fizik jarayonlarni modellashtirishda elektron ta'lim resurlari o'rni va ularning taxlili

YAngi texnologiyalar kun sayin rivojlanib, axborotlashtirish jarayoni tez sur'atlar bilan o'sib borayotgan hozirgi davrda ta'lim sohasida axborot resurslarini tashkil etish va ta'limda foydalanishga mamlakatimizda ham alohida e'tibor qaratilmoqda.

Ta'lim tizimiga elektron ta'limni joriy etish birinchi navbatda jamiyatning intellektual salohiyatiga, jumladan, ta'lim sohasining axborotlashuviga, axborot ta'lim resurslarini ishlab chiqishga bog'liq. Dunyoning rivojlangan va rivojlanayotgan mamlakatlarida ta'limni axborotlashtirish, shu jumladan elektron ta'limni joriy etishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Elektron ta'limni rivojlantirish, uning samaradorligini oshirish yo'llari izlanmoqda, ta'limda yangi axborot texnologiyalarini joriy etish ta'lim sohasidagi islohotlarning diqqat markazidan o'rin olgan.

Ta'limning fan va ishlab chiqarish bilan integratsiyasining asosli mexanizmlarini ishlab chiqish, uni amaliyotga joriy etish, o'qishni, mustaqil bilim olishni individuallashtirish, masofaviy ta'lim tizimi texnologiyasi va vositalarini ishlab chiqish va o'zlashtirish, yangi pedagogik hamda axborot texnologiyalari asosida elektron ta'limdan foydalangan holda talabalar o'qishini jadallashtirish ana shunday dolzarb vazifalar sirasiga kiradi. O'quv jarayonini elektron ta'lim asosida tashkil etish, shu jumladan, o'quv materiallarini bayon etishni takomillashtirish tamoyillariga

ma'lum o'zgartirishlar kiritish zarur bo'ladi. Bunda ta'lim jarayoniga zamonaviy axborot texnologiyalarini joriy etish va ulardan foydalanish maqsadga erishishdagi eng samarali yo'l hisoblanadi.

Internet texnologiyalarining kirib kelishi bir necha asrlar davomida o'zgarmay kelgan holatlarni o'zgartirib yubordi. Bu odatdagi xat yozishmalari elektron pochta bilan, kutubxonalar esa web-saytlar bilan almashinishida namoyon bo'ldi.

Endilikda esa ta'lim tizimida ta'lim olishning an'anaviy shakllari o'rniga masofaviy ta'lim elementlari kirib keldi.

* <https://isocpp.org/>

Hamмамizga ma'lumki, har bir universitet yoki ta'lim muassasi o'z ta'lim jarayonini boshqarish uchun zamonaviy texnologiyalardan kelib chiqqan holda, o'zining virtual axborot ta'lim muhitini yaratishga harakat qiladi. Hozirgi vaqtga kelib, virtual axborot ta'lim muhitini yaratishning hojati qolmagan, chunki Web muhitiga moslashgan har hil turdagi dasturiy majmualar jonkuyar dasturchi va ta'lim sohasida ishlab kelayotgan xodimlarning hamkorlikda ishlashlari shuningdek, ta'limga yo'naltirilgan fondlar tomonidan qo'llab quvvatlanishi natijasida, erkin va ochiq kodli dasturiy ta'minotlar yaratilgan.

Ta'lim tizimiga elektron axborot ta'lim texnologiyalarini tatbiq etish, takomillashtirishdagi asosiy vazifalari va muammolar

Ta'lim tizimiga elektron axborot ta'lim texnologiyalarini tatbiq etish, ta'lim muassasalarining moddiy texnik bazasini holatini tanqidiy baholash va takomillashtirishdagi asosiy vazifalar quyidagilardan iborat:

- elektron ta'limni o'quv jarayoniga tatbiq etish uchun lozim moddiy-texnika bazasini yaratish;
- o'quv jarayoni uchun elektron ta'limga mo'ljallangan ta'lim texnologiyalarini yaratish va qo'llash;
- talabalarni zamonaviy elektron ta'lim texnologiyalari sohasida bilim va ko'nikmalarini shakllantirish;
- elektron ta'limni joriy etish orqali ta'lim tarbiya va o'qitish jarayonining samaradorligini oshirish.

Elektron axborot resurslari ta'limga oid axborotlarni yig'ish, saqlash, uzatish, qayta ishlash usul va vositalari majmuidan iborat bo'lib, u ta'limga oid turli axborotlarning yaratilishini belgilovchi ichki va tashqi omillarga bog'liq:

- ichki omillar — bu axborotlarning yaratilishi, turlari, xossalari, axborotlar bilan turli amallarni bajarish, ularni jamlash, uzatish, saqlash va h.k.
- tashqi omillar — bu elektron ta'limning texnika-uskunaviy vositalari orqali axborotlar bilan turli vazifalarni amalga oshirishni bildiradi.

Elektron ta'limdan foydalanish esa, ular bilan muloqotda foydalanuvchilarning ko'nikma va malakalariga bog'liq. SHuning uchun, dastlab zamonaviy telekommunikatsiya vositalarining o'zi nimaligini bilib olish muhim sanaladi.

Zamonaviy telekommunikatsiya vositalari imkoniyatlari juda keng tizim bo'lib, unga ma'lum bo'lgan kompyuter, multimedia vositalari, kompyuter tarmoqlari, Internet kabi tushunchalardan tashqari qator yangi tushunchalar ham kiradi. Bularga axborot tizimlari, axborot tizimlarini boshqarish, axborotlarni uzatish tizimlari, ma'lumotlar ombori, ma'lumotlar omborini boshqarish tizimi, bilimlar ombori kabilar misol bo'lishi mumkin. "XXI asr - axborotlashtirish asri"da ta'lim sohasiga elektron ta'limni joriy etish, har bir ta'lim muassasasida:

- o'qitish va o'qish jarayonining;
- ta'lim muassasasi boshqarilishining;
- ta'lim muassasasi bo'linmalarining;

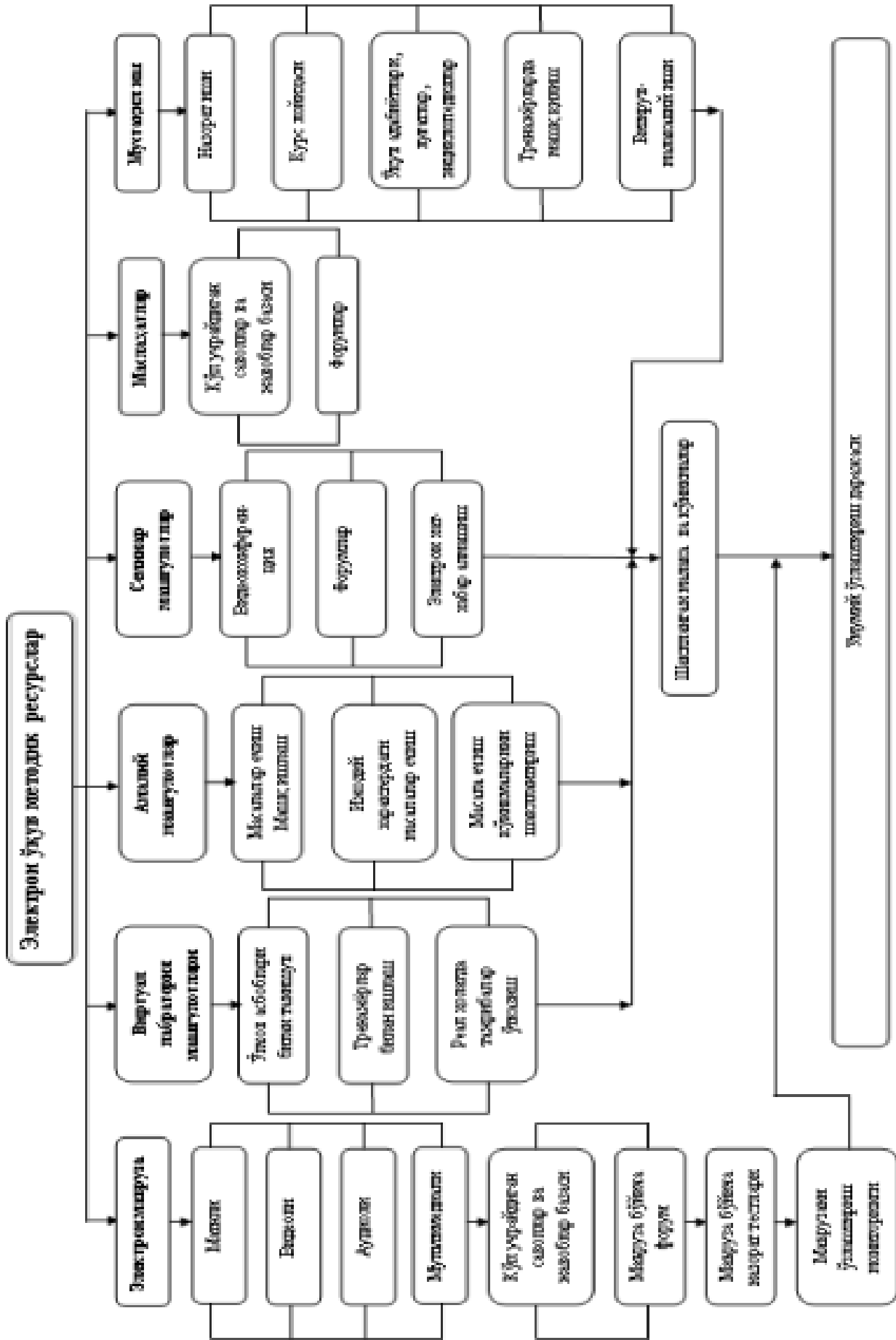
-ta'lim muassasasi faoliyati muhitining axborotlashtirilishini talab qiladi. Ta'lim muassasida elektron ta'lim muhitini tashkil etish bosqichlari

psixologik axborot muhitini yaratishdan boshlanadi. Texnologik va ilmiy natijalar, yaratilgan dasturiy mahsulotlar asosida zamonaviy vositalar va metodlardan foydalanishga ehtiyoj shakllantiriladi. Bunda har bir ta'lim muassasida individual va maslahat mashg'ulotlar asosida pedagoglarni mustaqil va kompyuter ta'limi tizimini tashkil etish kerak.

Respublikamizda boshqa ilg'or mamlakatlar qatori zamonaviy axborot texnologiyalaridan ta'limda faol foydalanishga kirishildi.

Elektron ta'limni joriy etish keng ma'noda ta'lim sohasini metodologiya, o'qitish maqsadlarining psixologik-pedagogik tadbig'iga yo'naltirilgan yangi axborot texnologiyalari vositalarini samarali foydalanish va qayta ishlash amaliyoti bilan ta'minlash sifatida qaraladi. Bundan tashqari, elektron ta'lim masofali o'qitish tizimining taraqqiyoti uchun baza bo'lib xizmat qiladi. Elektron ta'lim jarayonida ta'lim tizimida yangi axborot texnologiyalari vositalaridan keng ko'lamda foydalanish amalga oshiriladi.

O'quv jarayoni metodik ta'minotining elektron o'quv metodik resurslari tarkibi



Nazorat savollari

1. Qanday ilmiy dasturlash tillari bor?
2. Ko‘p ishlatiladigan dasturlash tillari?
3. *Visual Basic* dasturlash tiliga izoh bering?
4. *Java* dasturlash tiliga izoh bering?
5. *S++* dasturlash tiliga izoh bering?
6. Elearning nima?

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. E-learning: concepts, trends, applications. Corporation Trust Center by Epignosis LLC 2013.
2. The pedagogy of the Massive Open Online Course: the UK view. Siân Bayne and Jen Ross, the University of Edinburgh. The Higher Education Academy, 2013.
3. Evaluation of Evidence - Based Practices in Online Learning: A Meta-Analysis and Review of Online Learning Studies. U.S. Department of Education Office of Planning, Evaluation, and Policy Development Policy and Program Studies Service, 2010.
4. Arafeh, S. The implications of information and communications technologies for distance education: Looking toward the future / S. Arafeh. — Arlington, VA: SRI International — Final Report. — 2004.
5. Bates, A.W. Distance education in a knowledge-based society / A.W. Bates // A keynote address in the ICDE Conference on The Metamorphosis of Distance Education in the Third Millennium — Toluca, Mexico. — 2007.
6. Bullen, M. Digital Learners in Higher Education: Generation is Not the Issue / M. Bullen, T. Morgan, A. Qayyum, // Canadian Journal of Learning Technology – 2011 — № 37(1).
7. Donhue, B. Faculty and administrators collaborating for e-learning courseware / B.Donhue, L. Howe-Steiger // EDUCAUSE Quarterly — 2005 — №28 (1). — p.20-32.
8. Henri, P. E-learning technology, content and services / P. Henri // Education and Training — 2001 — №43(4) — p.249-255.

1. Hisoblash fizikasi.
2. Crocodile Physics dasturida modellashtirish.

Tayanch iboralar: *Kompyuter modellari, Elektron ta'lim, model, modellashtirish, pedagogik dasturiy vosita- simulyator, Crocodile Physics dasturi, Phet dasturi*

Hisoblash va ma'lumotlarga asoslangan fan – tadqiqotning uchinchi ustuni sifatida nazariya va tajriba o'rtasini bog'lovchi muhim vositadir. SHu bilan bir qatorda, ta'limning barcha sohalarini, ilmiy izlanishlarni, ishlab chiqarish amaliyotini, shuningdek, mahalliy va jahon iqtisodiyotini tubdan o'zgartirish potensialiga ega.

Kompyuter modellari sistemaning tabiatini o'ziga xos turli xil kombinatsion matematik modellarga asoslangan yaqinlashuvlar yordamida tasvirlab beradi.

O'tgan asrda kompyuterda modellashtirish zamonaviy fanning deyarli barcha sohalarida rivojlanishning ajralmas qismiga aylandi. Kompyuter simulyasiyalari fizika, astronomiya, klimatologiya, kimyo, biologiya, materialshunoslik, iqtisodiyot, ijtimoiy fanlar va muhandislik sohasida sistemalarni modellashtirish uchun zarur vosita bo'lib qoldi.

Modellashtirish tajribadan ustun

Sistemalar va ularning tabiatini zamonaviy texnologiyalar yordamida erishib bo'lmaydigan nanoo'lchamdagi aniqlik bilan tushunish uchun kompyuter simulyasiyasidan foydalanish mumkin. Agar bizda ba'zi sistemalarning eksperimental kuzatish asosida qanday harakat qilishini tahlil qilib beradigan ma'lumotlar mavjud bo'lsa, biz ushbu hodisalar qanday sodir bo'lgani yoki aslida nima sababdan yuz bergani haqidagi savollarga javob berishimiz mumkin.

Quyida modellashtirishning bir qator afzalliklarini keltiramiz:

Xavfsizlik – odamga yoki atrof-muhitga zarar bermasdan sinab ko'rish yoki tajriba o'tkazish.

Prototip – yakuniy mahsulot ishlab chiqarilishidan avval yangi mahsulotlarni loyihalash va sinash uchun modellardan foydalanishdan iqtisodiy tejash.

Bashorat qilish – kelajakka boqib, ehtimoliy ta'sirlarni yoki yo'qotishlarni ta'kidlab, muammolar paydo bo'lishidan oldin ularga echim topish.

Vizualizatsiya – tizimdagi munosabatlarni ko'rish, tushunish va tahlil qilish. Jarayonni vaqt bo'yicha tezlashtirish yoki sekinlashtirish.

Takrorlash – model sistemani turli xil ssenariylar asosida parametrlarni o'zgartirib qayta takrorlash.

YUqorida ta'kidlanganidek, kompyuterda modellashtirishni juda ko'plab sohalarda qo'llash mumkin, masalan:

Materialshunoslikda – uglerod nanotrubkalari o'sish mexanizmlarini tushunishda. Uglerodli nanotrubkalarni texnikada keng qo'llanilishini sekinlashtirib turgan omil — bu 100 foiz bir xil tipdagi nanotrubkani sintez qilish. Tajriba sharoitida o'sish bir necha soniyada ro'y beradi. Ushbu jarayonga ta'sir qilayotgan faktorlarni baholash va bir xil tipdagi nanotrubkalarni sintez qilish uchun kompyuter modellaridan foydalanish qo'l keladi.

Qishloq xo'jaligi va toza ichimlik suvi muammosini echishda – dengiz va dunyo okeanlaridagi suvni filtrlash va iqtisodiy samarador filtrlarni kashf qilishda. Filtrlarni turli xil dizaynlarini shakllantirish va kompyuter modellari yordamida sinab ko'rish muammoga echim topishni tezlashtiradi.

Farmakologiyada – turli xil kasalliklarga qarshi dorilar ishlab chiqishda. Kasalliklarga asosan oqsillar funksiyasining buzilishi va turli xil mutatsiyalar sabab bo'ladi. Oqsil va dorilarni bir-biri bilan ta'sirini tadqiq qilish hamda oqsil faolligini o'zgartirish uchun dorilarni optimal tarkib va o'lchamlarini aniqlashda kompyuter modellari eng qulay vositadir.

Mashinasozlik va samolyot sanoatida – samarali aerodinamik dizaynni yaratishda. Masalan, mashina va aviatsiya sanoatlarida qarshilikni kamaytirish orqali yoqilg'i tejamkorligiga erishish asosiy vazifa hisoblanadi. Albatta, kompyuterda modellashtirish yordamida havo qarshiligini kamaytiradigan optimal dizaynlarni ishlab chiqish mumkin. Bu esa o'z navbatida ishlab chiqarishga sezilarni ta'sir ko'rsatadi va iqtisodiy samaradorlikka erishish uchun muhim rol o'ynaydi.

Demak, kompyuterda modellashtirish yordamida tajriba qilmasdan avval ma'lum bir tizimlar uchun eng qulay modelni tuzib chiqish va sinab olish tajriba uchun ketadigan xarajatlarni sezilarli darajada kamaytiradi. Modellar yordamida tajriba uchun sarflanadigan xarajatlarni tejash o'z navbatida katta iqtisodiy samaradorlikka ham olib keladi.

Kompyuterda modellashtirish talabalarini tadqiqotlarga undaydi

Hozirgi kunda O'zbekiston Milliy universiteti rahbariyati bilan hamkorlikda, Fizika fakulteti talabalariga «Biofizikaviy va biokimyoviy jarayonlarni kompyuterda modellashtirish» onlayn kursi tashkil qilindi. Ta'kidlab o'tishim kerak, talabalar ushbu kursni katta qiziqish bilan qabul qilishdi va modellashtirish sirlarini faol o'rganishmoqda.

Kompyuter simulyasiyasi moslashuvchan, dinamik hamda interaktivdir. SHu sababli talabalarda tadqiqot va izlanishga qiziqish uyg'otadi. Bunda talabalar turli xil parametrlarning qiymatlarini o'zgartirib, ularning ta'sirini kuzatish orqali ilmiy tushunchalar va g'oyalar to'g'risida o'z xulosalarini chiqaradilar.

Ko'pgina tadqiqotchilar kompyuter simulyasiyasining interaktivligi va talabalarini jalb qilish xususiyati, ularning bilim olishini yaxshilashda uning afzalliklarini oshirish uchun kalit ekanligini ta'kidlashadi.

Interfaol kompyuter simulyatorlari talabalarga o'zlarining kashfiyotlarini boshqarish va egalik qilish hissini beradi va shu bilan ularning ma'lumotni tushunish va tahlil qilish qobiliyatini oshiradi. Ushbu simulyasiyalar real dunyo hodisalarini qayta tasavvur qilish imkoniyatini beradi.

Hozirgi jahon tajribasini hisobga olgan holda aytishim mumkin, O'zbekistondagi barcha OTMlar kompyuterda modellashtirish yo'nalishlarini tashkil qilishni jiddiy o'ylab ko'rishlari kerak. O'zbekiston dunyoga ochilayotgan bir vaqtda, yaqin 4-5 yil ichida kompyuterda modellashtirish mutaxassislariga ehtiyoj sezilarli darajada ortadi. Ushbu talabga muvofiq holda professional kadrlar tayyorlashni tizimli yo'lga qo'yish maqsadga muvofiq bo'lar edi.

Pedagogik faoliyatda amaliy va pedagogik dasturiy vositalardan foydalanish

Elektron ta'lim muhitida laboratoriya ishlarini tashkillashtirishning o'ziga xos muammolari mavjud

Aynan bu muammoni virtual laboratoriya ishlaridan foydalangan holda tashkillashtirish mumkin. Bu o'quv modulimizda aynan yuqorida keltirilgan muammoni hal qilishga harakat qilamiz.

Bu modulda keltirilgan pedagogik dasturiy vositalar Toshkent axborot texnologiyalari universitetining fizika kafedrasida 2005 yildan buyon keng qo'llanilib kelinmoqda va o'quv jarayonida talabalarning fanni o'zlashtirishini ijobiy natijalarga olib keldi.

Pedagogik dasturiy vositalardan (biror bir jarayonni vizualallashtirish imkoniyati beruvchi pedagogik dasturiy vosita- simulyator) foydalanish jarayonida talabalar ma'ruza vaqtida o'rgangan nazariy bilimlarini virtual bo'lsada hayotga tadbiq qiladilar. Ushbu tadqiqotlar jarayonida bilimlarini yanada mustahkamlash bilan bir qatorda nazariya hamda hayotiy tadqiqotlarning rivojlanishiga bevosita xissa qo'shadilar. Bundan tashqari o'sha simulyatorlarning ham yanada rivojlanishiga, yanada haqiqiy hayotiy tadqiqotlarga yaqin natijalar beradigan darajaga chiqarishda o'z xissalarini qo'shishlari mumkin. Bu o'z o'rnida talabalarni faqatgina "tinglovchi" vazifasida qolmasdan, bevosita ilmiy-tadqiqot ishlarida qatnashuvchilarga aylantiradi va talabalarda tadqiqotlarga bo'lgan qiziqishlarini yanada ortishiga olib keladi.

Hozirgi kunda fan-texnikaning katta sur'atlarda rivojlanishi real-hayotiy tadqiqot uskunalarini ushbu rivojlanish bilan bir qatorda ketishida qiyinchilik tug'diradi. Xususan, simulyatorlarda esa bunday to'siqlar mavjud emas va xatto ushbu "virtual tadqiqotxonalar" fan-texnika rivojlanish tezligiga qo'shimcha tezlik qo'shadi.

Albatta har sohada bo'lgani kabi simulyatorlardan foydalanishga nisbatan ham qarshi fikrlar mavjud. Ulardan eng birinchisi simulyatorlarning haqiqiy ob'ekt va jarayonlarni to'la-to'kis ifoda eta olmasliklaridir. Bu simulyatorlar yordamida olingan natijalar bilan hayotiy tajribalardan hosil bo'lgan natijalar o'rtasida tafovutlar paydo bo'lishiga olib keladi. Ba'zi simulyatorlar esa o'yin shaklida yasalgan, masalan, uchuvchilik

simulyatorlari. Ular foydalanuvchilarda doimiy ishqibozlik kelib chiqishiga olib keladi va natijada tadqiqotdan ko‘ra ko‘proq o‘yin tarafi ustun keladi.

SHunga qaramasdan simulyatorlardan foydalanishning salbiy tomonlari ijobiy tomonlariga nisbatan ancha kuchsiz hamda ularni bartaraf etish imkoniyatlari mavjud. SHuning uchun ular simulyatorlardan foydalanishning qandaydir ma‘noda cheklanishiga asosiy sabab bo‘la olmaydi.

Axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini fizik jarayonlarni modellashtirishda qo‘llash asosan ikki xil ko‘rinishda amalga oshiriladi. Birinchi sharti bu texnik jihozlar bo‘lsa, ikkinchi sharti esa maxsus dasturiy ta‘minotlar bilan tahminlanganligidir. Texnik jihozlar bilan tahminlanganlik: kompyuterlar, tarmoq qurilmalari, yuqori tezlikdagi internet tarmoqlari, jihozlari va hokazo.

Dasturiy ta‘minotga: mavjud qurilmalarni ishlatadigan dasturiy ta‘minotlardan tortib shu soha uchun mo‘ljallangan dasturlar to‘plami kiradi.

So‘nggi yillarda jaxondagi etakchi universitetlarda* qo‘llanilib kelinayotgan Internet yoki Intranet tarmog‘i orqali elektron shakldagi ta‘lim turi elearning (elektron ta‘lim) atamasi bilan kirib keldi. Elektron ta‘lim — axborot-kommunikatsiya texnologiyalari asosidagi ta‘limning turli ko‘rinishlarini anglatuvchi keng tushunchadir.

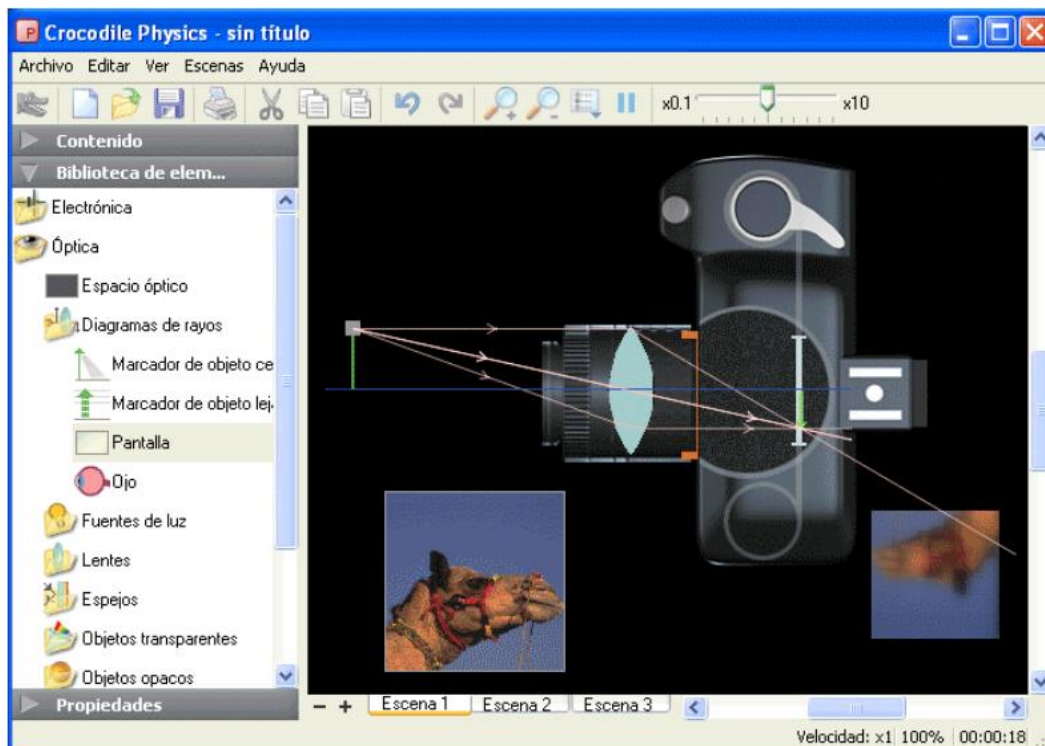
Crocodile Physics dasturida modellashtirish.

Crocodile Physics dasturi.

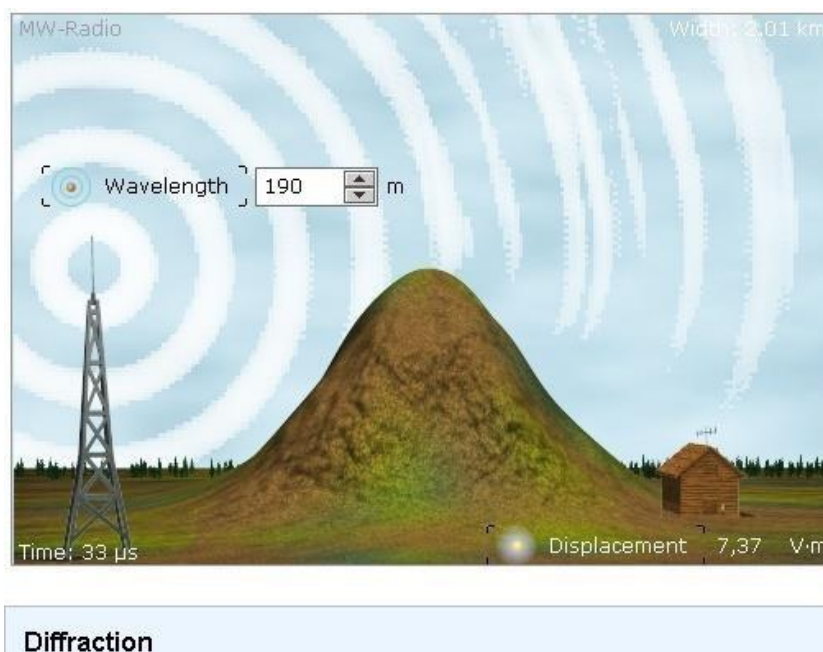
Crocodile Physics dasturi fizikaning mexanika, elektr, optika va to‘lqin hodisalari bo‘limlariga oid virtual laboratoriya ishlarini yaratish va kuzatish imkoniyatini beruvchi konstruktor hisoblanadi. Bu dasturdan maktab, akademik litsey va kasb hunar kollej o‘quvchilari va oliy ta‘lim muassasalarining talabalari foydalanishlari mumkin.

Crocodile Physics – dasturi kuchli simulyator bo‘lib, fizik jarayonlarni modellashtirish va fizikaning mexanika, elektr zanjirlar, optika va to‘lqin hodisalari bo‘limlariga oid tajribalar yaratish va kuzatish imkoniyatini beruvchi dasturdir. Bu dasturdan darslarda interaktiv doska orqali mashg‘ulotlarni tashkil etish mumkin, shuningdek mustaqil ish sifatida shaxsiy kompyuterda ishlatish mumkin. Bu kuchli dastur fizik hodisalarni kuzatish, tajribalar o‘tkazish va turli murakkablik darajasidagi jarayonlarni modellashtirish imkoniyatini beradi.

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



Ushbu dastur Crocodile Clips Ltd tomonida 1994 yildan beri takomillashtirilib kelinmoqda. Dasturdan masala echishda, virtual laboratoriya ishlarini va namoyish tajribalarini tashkillashtirishda keng foydalansa bo‘ladi. Bu dastur ta’lim tizimida to‘g‘ri mahnodda inqilobiy o‘zgarishlarga olib keldi. Dastur fizikaning barcha bo‘limlari bilan ishlash, jarayonlarni chuqur o‘rganish imkoniyatini yaratadi.



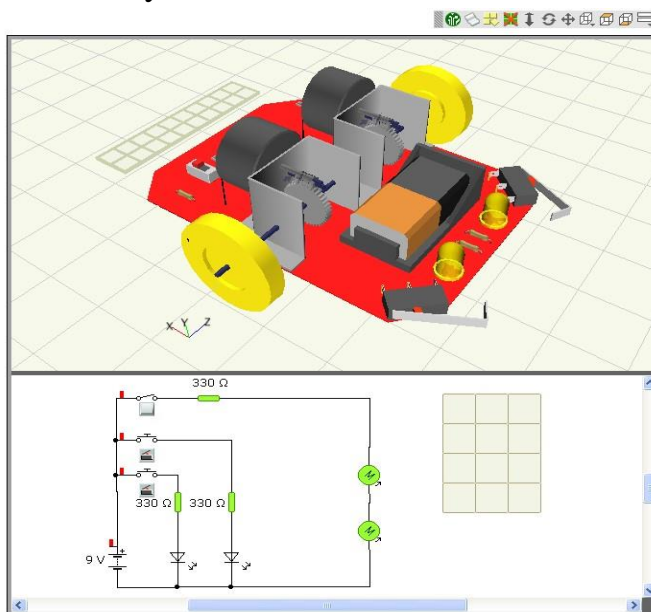
Diffraction

Radio to‘lqinning biror bir tusiqdan o‘tishida kuzatiladigandifraksiya jarayoni keltirilgan.

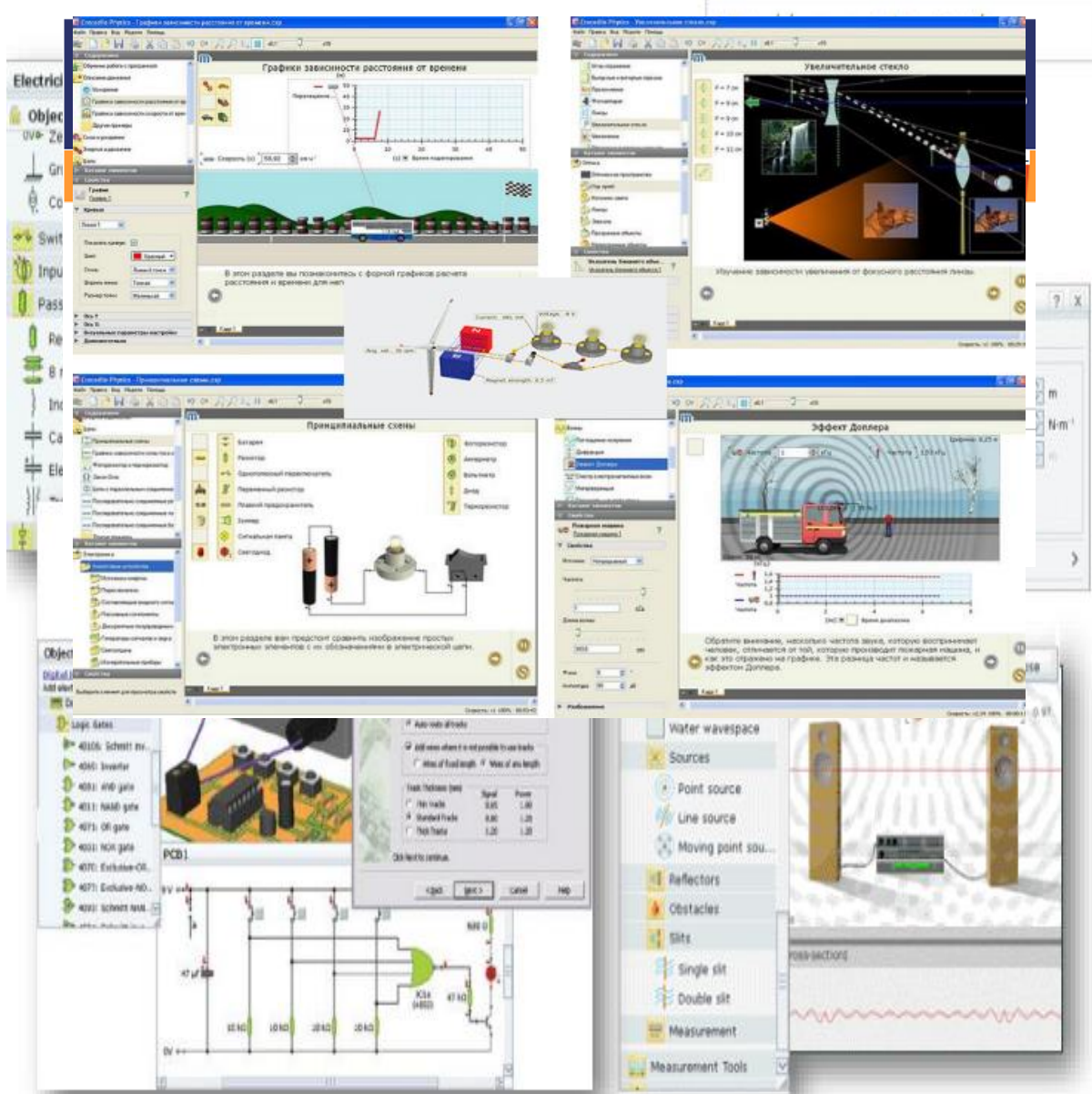
Dasturning o‘ziga xos xususiyatlari: 50 dan ortiq qadamma - qadam o‘rgatuvchi darslar, 150 dan ortiq fizikaning bo‘limlariga oid tayyor modellar, fizikaviy jarayonlarni kompyuterda modelashtirish imkoniyati, Er sharoitida o‘tkazish qiyin bo‘lgan tajribalarni amalga oshirish va kuzatish, dasturning kuchli instrumentariyasi, tajribada qatnashayotgan

fizik kattaliklarning qiymatini juda yaxshi aniqlik bilan hisoblash imkoniyatini beradi, fizik hodisada qatnashayotgan fizik kattalik bilan boshqa fizik kattaliklar o'rtasidagi grafikli bog'lanishni hosil qilish, yaratilgan modellarni saqlash va qog'ozga chop etish mumkin.

Crocodile Technology dasturi. Bu dastur o'rta maktab o'quvchi va o'qituvchilar, litsey, kollej talabalari uchun fizika fannini «Elektr» qismini chuqurroq o'zlashtirishda hozirgi zamon axborot texnologiyalari imkoniyatlaridan foydalanish imkonini beradi. Bundan tashqari, Crocodile Technology dasturidan elektrotexnika, elektr zanjirlar nazariyasini o'rganish kurslarida ham foydalanish mumkin.



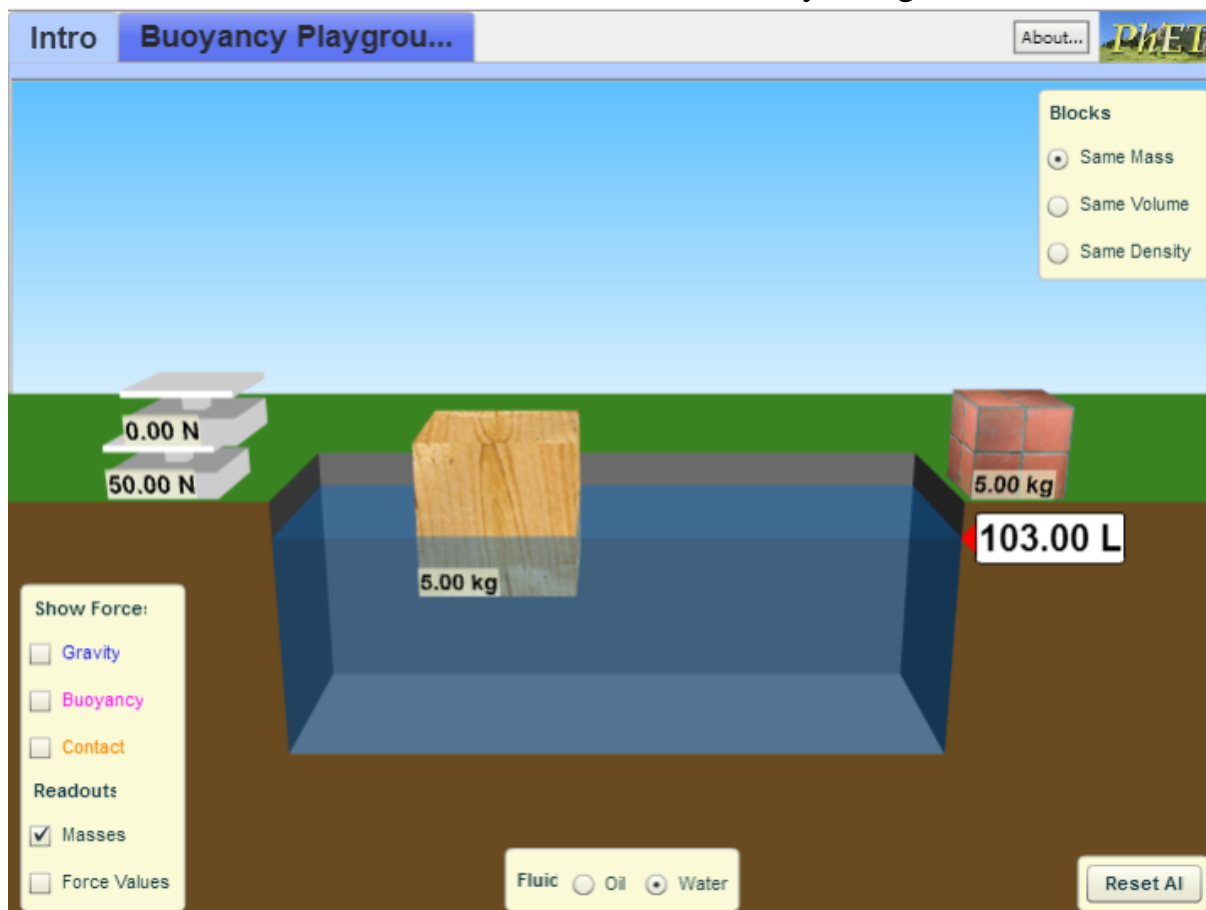
keladi.



PHET (Physical education technology)* – Kolorado universiteda ishlab chiqilgan dastur. Unda fizika, ximii, biologiya va boshqa fanlar bo‘yicha

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

jami 100 dan ortiq namoyishlar keltirilgan. PhET loyihasi ta'lim jarayoni sifatini oshirish uchun yaratilgan va



interfaol ilmiy-tadqiqot modellar yig'indisi o'qitish uchun mo'ljallangan, ular yangilanib va boyitilib turiladi. Barcha modellar interfaol, kerakli jixozlari mavjud, talabalar tomonidan tez tushuniladi va o'zlashtiriladi. Sayt ochiq va <http://phet.colorado.edu/> undan erkin foydalanish mumkin, shuningdek, offline varianti ham mavjud.

Xulosa qilib aytganda, yuqorida keltirilgan dasturlardan foydalangan holda o'qish jarayonini tashkillashtirilsa, o'quvchilarning (talabalarning) fanga qiziqish bilan yondoshadilar hamda ta'lim sifatining rivojlanishiga olib

Foydalanilgan adabiyotlar

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/>

III. AMALIY MASHG'ULOT MATERIALLARI

1 – amaliy mashg'ulot: Kompyuterda modellashtirish. Hisoblash fizikasi. Modellashtirish bosqichlari. Kompyuterda modellashtirish uchun operatsion tizim. Dasturiy ta'minot, fizik jarayonlarni modellashtirish. Asosiy tushunchalar. Modellashtirish bosqichlari. (4 soat)

PhET va Crocodile Physics muhitini o'rnatish va sozlash

Kompyuterda modellashtirish. Modellashtirish bosqichlari. Fizik jarayonlarni kompyuterda modellashtirish uchun kerakli bo'lgan instrumental dasturiy vositalarni o'rnatish. PhET Interactive Simulationsni o'rnatish. Javani o'rnatish. Crocodile Physicsni o'rnatish. Yenka ni o'rnatish.

Ishdan maqsad: Fizik jarayonlarni kompyuterda modellashtirish uchun kerakli bo'lgan instrumental dasturiy vositalarni o'rnatish va dastlabki ilovalarni yaratish ko'nikmalariga ega bo'lish.

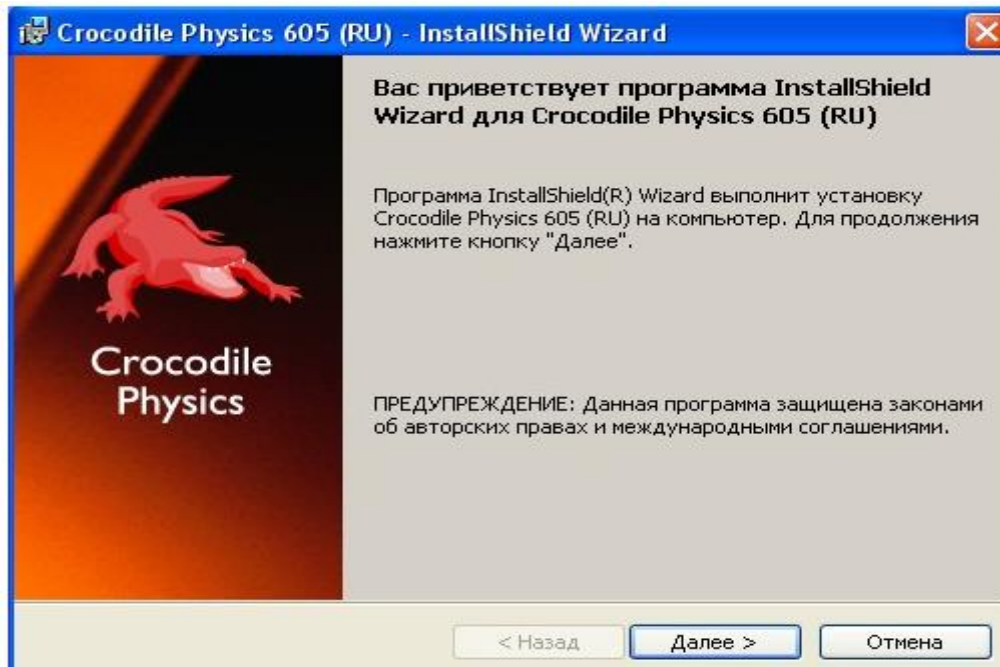
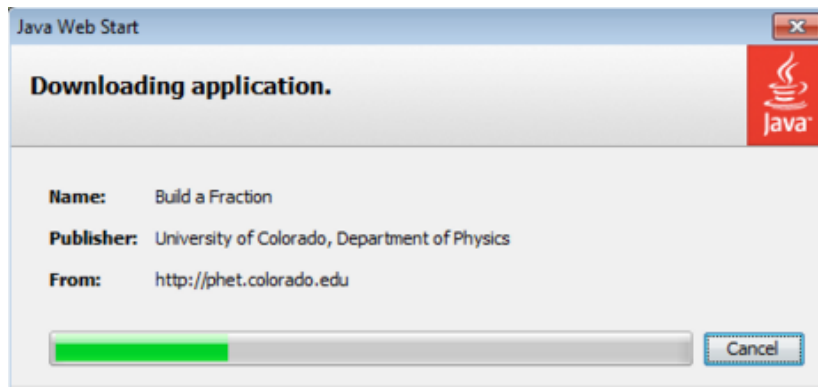
Ushbu amaliy ish davomida quyidagilarni **bajarish lozim:**

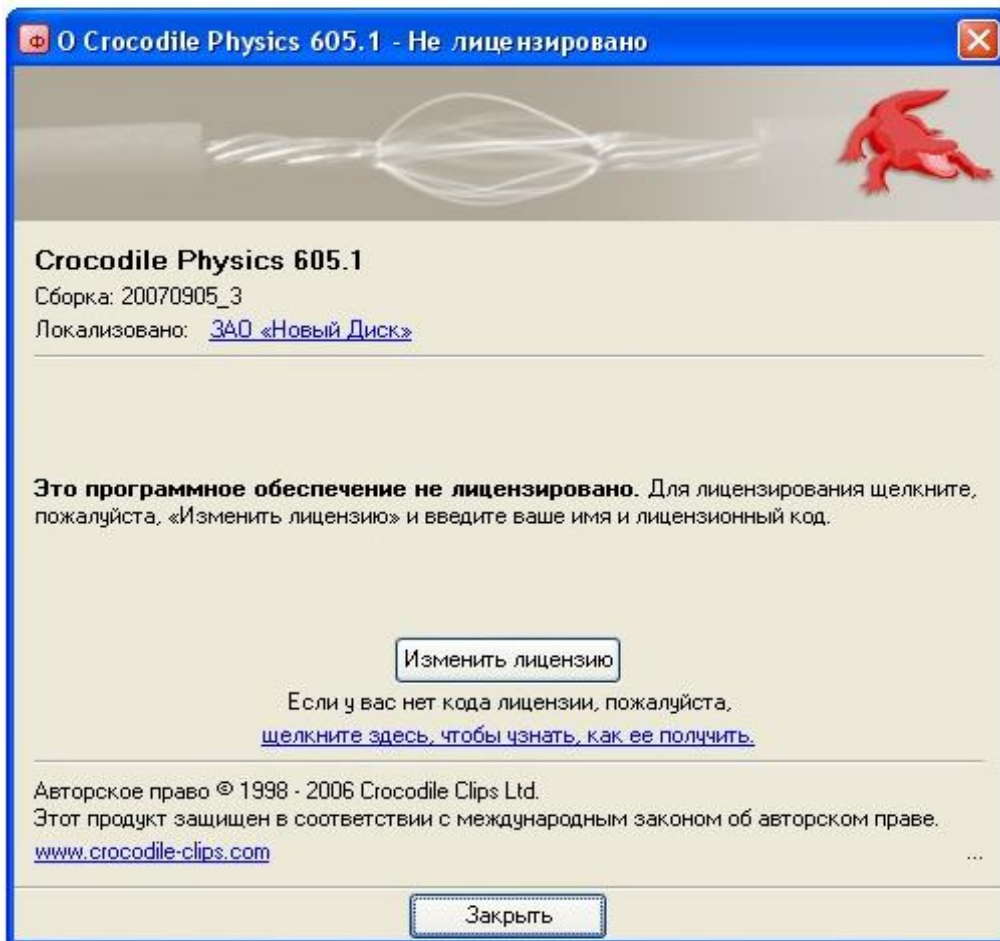
- PhET Interactive Simulations ni o'rnatish
- Java ni o'rnatish
- Crocodile Physics ni o'rnatish
- Yenka ni o'rnatish.

Kerakli bo'lgan dasturiy vositalarni o'rnatish va sozlash quyidagi qadamlar bilan ko'rsatilgan:

- 1-qadam: PhET Interactive Simulations ni ko'chirib olish va yuklash (<http://phet.colorado.edu/>)
- 2- qadam: PhET Interactive Simulations ni o'rnatish
- 3- qadam: Crocodile Physics ni ko'chirib olish va yuklash. (<http://www.yenka.com/downloads/>)
- 4- qadam: Crocodile Physics ni o'rnatish

Ishni bajarish uchun namuna





Nazorat savollari

1. PhET Interactive Simulations nima va undan qanday foydalaniladi?
2. Crocodile Physics nima va undan qanday foydalaniladi?
3. Yenka nima va undan qanday foydalaniladi?

Tavsiya qilinadigan adabiyotlar

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

2-amaliy mashg'ulot:

Fizik jarayonlarni modellashtirishda axborot–kommunikatsiya texnologiya-laridan foydalanib ta'lim sifatini oshirish. Ilmiy dasturlash tillari. Fizik jarayonlarni modellashtirishda elektron ta'lim resurlarning o'рни va ularning tahlili. Fizik jarayonlarni modellashtirishda ommaviy onlayn ochiq kurslardan foydalanish.(4-soat)

Ishdan maqsad: Ochiq ta'lim kurslari bilan tanishish

OpenCourseWare(OCW) onlayn ochiq kursi AQSH ning Stanford Universiteti va Massashusetts Institute of Texnology (MIT) kabi bir necha nufuzli oliy o‘quv yurtlari bepul “onlayn” kurslari, Soursera (<https://www.Soursera.org/>) onlayn ochiq kurslari, Khan akademiyasi kurslari bilan tanishish.

Coursera

Har bir inson uchun onlayn ta'lim platforma

Coursera - 2012-yilda boshlangan onlayn-ta'lim xizmatidir. Bepul Coursera kurslari (Coursera .org da) barcha mavzularda mavjud va odatda minglab talabalar bir vaqtning oozida bir-birlarini qabul qilishadi.

Coursera turli sohalarda bepul o‘quv kurslarini taklif qiluvchi onlayn platforma hisoblanadi. Bunday platformalar fan tilida MOOC (Massive Open Online Courses-Ochiq ommaviy masofaviy kurslar) deb atalib, Coursera shu turdagi kurslarni taklif qiluvchi tashkilotlarning yetakchilaridan sanaladi.

Hozirda platformada dunyoning ko‘plab davlatlaridan talabalar ro‘yxatdan o‘tib, o‘zlari qiziqqan sohada masofaviy kurslarda bilim olishmoqda. Kurslar materiallarini o‘quvchi o‘ziga qulay bo‘lgan vaqtda o‘rganishi mumkin. Qisqa muddat(1-3 oy)ga mo‘ljallangan bo‘lsa-da, taqdim etiladigan kurslar o‘sha sohaga taalluqli maqolalar, ilmiy materiallar, video va audio namoyish(prezentatsiya)lar bilan boyitilgan bo‘lib, odatda qatnashchidan avval shu sohada o‘qigan bo‘lishi yoki hech bo‘lmaganda xabardor bo‘lishi ham talab qilinmaydi. Muhimi – kuchli qiziqish bo‘lsa bas.

The image shows the Russian version of the Coursera website. At the top left is the Coursera logo and a search bar with the text "Что вы хотите научиться?". To the right of the search bar are links for "Для организаций", "Для студентов", "Войти", and "Присоединиться бесплатно". The main heading is "Ваш путь к успеху". Below it is a sub-heading: "Развивайте навыки с помощью онлайн-курсов, сертификаций и дипломных программ от лучших университетов и компаний мира." A blue button says "Присоединиться бесплатно". To the right is a circular image of two women looking at a tablet. At the bottom, a banner says "Мы сотрудничаем более чем с 200 ведущими университетами и компаниями" and lists logos for Illinois, Duke, Google, MIT, IBM, Imperial College London, Stanford, and Penn.

Курсы по физике и астрономии

От большого взрыва до темной энергии

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

The University of Tokyo

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

Rated 4.8 out of 5 of 1,305 ratings

Coursera бесплатные курсы по анализу данных и Big data



Инструменты ученого по данным

Millionlab insonlar Coursera bilan hamkorlik qilgan o'nlab taniqli universitetlarda o'qituvchilar tomonidan o'qitiladigan yuzlab bepul kurslarni olish uchun ro'yxatdan o'tmoqda. (Har bir mashg'ulot MOOC deb nomlanuvchi, "ommaviy ochiq onlayn kurs" ning qisqartmasi.)

Hamkorlar Garvard va Princeton singari Ivy League maktablarini hamda Pensilvaniya, Virjiniya va Michigan universitetlari singari yirik, yuqori darajali davlat universitetlarini o'z ichiga oladi.

(*Ishtirokchi maktablarning to'liq ro'yxati uchun Coursera universitetlari sahifasiga tashrif buyuring.*)

Coursera kurslaridan nimani olishingiz mumkin

Bepul Coursera kurslari video maoruzalar va interfaol mashqlarni taklif etadi (talabalar oldindan aytib o'tilganidek). Ular odatda kollej bitiruvchisi darajasiga to'g'ri keladigan rasmiy kollej kreditini taklif qilmaydi. Biroq, Coursera kurs ishlarini tugatgan shaxslarni imzolagan "bitiruv guvohnomasi" ni taqdim etish orqali sertifikat shaklini taqdim etish bilan tajriba qila boshladi. Talabalar sertifikat olish uchun to'lovni to'lashlari kerak, va ular hech bo'lmaganda hali o'qilmagan kurslarga mos kelmaydi.

Coursera tomonidan taqdim etilgan kurslar, odatda, 10 haftagacha davom etadi va interfaol onlayn mashg'ulotlar, viktorina va talabalar o'rtasida tengdosh muloqot qilish bilan bir qatorda har haftada bir necha soat davomida video darslarni o'tkazadi. Ba'zi hollarda ham yakuniy imtihon mavjud.

Coursera .org saytidan darslarga o'tish

Coursera o'quv dasturiga kiritilgan mavzular ko'plab kichik va o'rta kollejlarda bo'lgani kabi turli xildir. Xizmat Stenforddan kelgan ikkita kompyuter fanlari professori tomonidan boshlandi, shuning uchun u ayniqsa kompyuter fanida kuchli. Internet saytida mavjud bo'lgan mavjud kurslarning to'liq ro'yxati mavjud. Kurs katalogiga qarang.

Coursera qanday ta'lim texnologiyasidan foydalanishadi?

3-amaliy mashg'ulot: Hisoblash fizikasi. Crocodile Physics dasturida modellashtirish. Phet interfaol simulyasiyalari.(6soat)

Crocodile Physics va PhET Interactive Simulations dan foydalanish

Crocodile Physics dasturi muhitida fizikaning turli bo'limlariga oid laboratoriya ishlarini yaratish. PhET Interactive Simulations dasturida fizikaning turli bo'limlariga oid virtual laboratoriyalaridan foydalanish ko'nikmalariga ega bo'lish. Izlanuvchanlikka, ijodiy fikr yuritishga, ish natijalarini tahlil qilishga o'rgatish.

Ishdan maqsad: PhET Interactive Simulations dasturida fizikaning turli bo'limlariga oid virtual laboratoriyalaridan foydalanish ko'nikmalariga ega bo'lish. Crocodile Physics dasturi muhitida fizikaning turli bo'limlariga oid laboratoriya ishlarini yaratish.

Masalaning qo'yilishi: Tinglovchi variant bo'yicha berilgan loyihani PhET Interactive Simulations dasturida ishlab chiqish va natija olishi lozim.

Vazifalar:

1-qism. Nazariy ma'lumotni o'rganing va qo'yidagi savollarga javob bering:

1. Simulyator deganda nimani tushunasiz?
2. Simulyatorning vazifasi nimadan iborat?

3. «Physics Education Technology» (PhET) sayti kim tomonidan yaratilgan?
4. <http://phet.colorado.edu> saytida qaysi ma'lumotlar mavjud?
5. «Physics Education Technology» (PhET) saytidagi modellarni o'zbek tiliga tarjima qilish mumkinmi?

O'quv jarayonida modellardan foydalanish yangi usul emas. Qadim-qadimdan o'quv-o'rganish mobaynida modellardan foydalanib kelingan. Simulyatorlar o'quv jarayoning qariyb barcha jabhalarida: boshlang'ich ta'limdan boshlab oliy o'quv yurtlarigacha qo'llanilishi mumkin. Keyingi vaqtlarda xattoki meditsina sohasida ham simulyatorlardan foydalanilmoqda. Simulyatorlardan foydalanishning asosiy sabablaridan biri ularning real ob'ektlarga nisbatan juda ham arzon alternativa ekanligidir. Simulyatorlar esa shunday haqiqiy asbob-uskuna va jihozlarsiz virtual holatda biror bir fizik jarayonni modellashtirish hamda virtual laboratoriya ishlarini o'tkazishga imkoniyat yaratadi. Bu o'z-o'zidan nafaqat katta miqdorda mablag'lar tejalishiga, balki ularga umuman ehtiyoj ham tug'dirmaydi. Simulyatorlarning qariyb hech qanday moliyaviy mablag'lar talab etmasligi ma'lum tadqiqotlarni talabalar tomonidan yuzlab, kerak bo'lsa minglab marotaba qayta-qayta amalga oshirishga imkoniyat yaratadi. Simulyatorlardan foydalanishning yana bir afzallik tomoni ularning xavfsiz ekanligidir. Ba'zi tadqiqotlarni amalga oshirish inson hayoti uchun xavf tug'diradi, masalan, yadro fizikasiga oid bo'lgan hodisalarni o'rganish. Bunday tadqiqot katta miqdorda moliyaviy xarajat talab etibgina qolmasdan, tadqiqotni olib boruvchilar uchun hayotiga xavf ham tug'diradi.

Simulyatorlardan foydalanish jarayonida talabalar ma'ruza vaqtida o'rgangan bilimlarini virtual bo'lsada hayotga tadbiiq qiladilar. Ushbu tadqiqotlar jarayonida bilimlarini yanada mustahkamlash bilan bir qatorda nazariya hamda hayotiy tadbiiqotlarning rivojlanishiga bevosita xissa qo'shadilar. Bundan tashqari o'sha simulyatorlarning ham yanada rivojlanishiga, yanada haqiqiy hayotiy tadbiiqotlarga yaqin natijalar beradigan darajaga chiqarishda o'z xissalarini qo'shishlari mumkin. Bu o'z o'rnida talabalarni faqatgina "tinglovchi" vazifasida qolmasdan, bevosita ilmiy-tadbiiqot ishlarida qatnashuvchilarga aylantiradi. Bu esa o'z navbatida talabalarda o'qish va tadbiiqotlarga bo'lgan qiziqishlarini yanada ortishiga olib keladi.

Tabiiy fanlar yo'nalishida 2001 yildagi Nobel mukofotining laureati K. Viman tomonidan «Physics Education Technology» (PhET) sayti yaratilgan. PhET saytida har xil mavzularga oid modellar mavjud bo'lib, ular Java va Macromedia flash dasturlarida yaratilgan.



1-rasm. PhET dasturining umumiy ko‘rinishi.

PhET saytida taqdim etilayotgan modellar Open Source bo‘lib, xohlagan foydalanuvchi bepul foydalanishi mumkin. PhET dagi modellar soni 100 dan ortiq bo‘lib ular fizika, matematika, kimyo fanlariga oid namoyish tajribalarini o‘tkazish, virtual laboratoriya ishlarini tashkillashtirish va modellashtirish imkoniyatiga ega. Bu PhET dasturi O‘zbekiston davlat ta’lim standartlariga va o‘quv muassasalarida qo‘llanilayotgan adabiyotlariga mos keladi.

PhET dasturini <http://phet.colorado.edu> saytidan ko‘chirib olishingiz mumkin.

PhET dasturidagi modellardan fizika, matematika, ximiya va biologiya fanlaridan dars mashg‘ulotlarida namoyish tajribalari sifatida, virtual laboratoriya mashg‘ulotlarini tashkillashtirishda keng foydalanish mumkin.

Xususan fizika faniiga oid 90 dan ortiq modellar mavjud;

Biologiya faniga oid 10 dan ortiq modellar mavjud;

Matematika faniga oid 7 ta model mavjud;

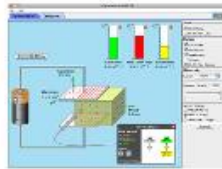
Ximiya faniga oid 20 dan ortiq modellar mavjud.

Dasturda keltirilgan modellarni faqat ingliz tilida emas. Balki 50 dan ortiq tilga tarjimalarini topish mumkin, xususan o‘zbek tilida 1 ta model tarjima qilingan. Agar siz dasturda keltirilgan modellarni o‘zbek tiliga tarjima qilishni hojlasangiz, xech qanday qiyinchiliksiz bu niyatingizni amalga oshirishingiz mumkin. Buning uchun dasturning rasmiy saytida “Translated Sims” bandi mavjud bo‘lib, u erga kirib maxsus qaydnomani tuldirdigan holda tegishli modelni tanlab o‘zbek tiliga tarjima qilishingiz mumkin.

PhET dasturida har xil fanlar kesimidagi modellarning ko‘rinishini qo‘yidagi rasmda ko‘rishingiz mumkin:



Balloons and Static Electricity



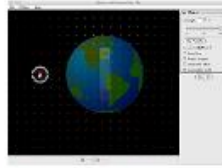
Capacitor Lab



Circuit Construction Kit (DC Only)



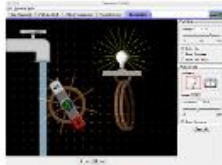
Circuit Construction Kit (AC+DC)



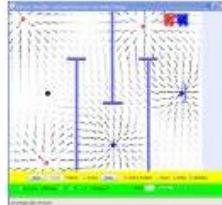
Magnet and Compass



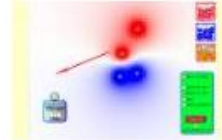
Magnets and Electromagnets



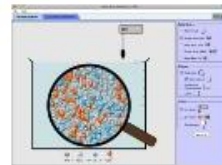
Generator



Electric Field Hockey



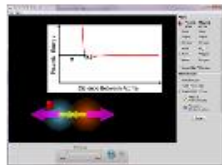
Charges and Fields



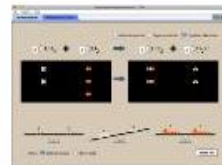
Acid-Base Solutions



Alpha Decay



Atomic Interactions



Balancing Chemical Equations



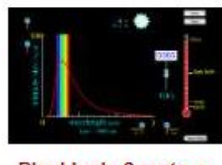
Balloons & Buoyancy



Balloons and Static Electricity



Beta Decay

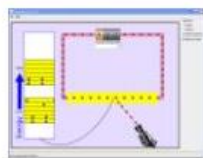


Blackbody Spectrum

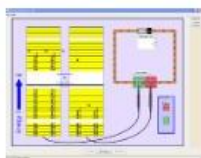


Build a Molecule

2-rasm. PHET dasturida mavjud modellarning ko‘rinishi



Conductivity



Semiconductors



Circuit Construction Kit (AC+DC), Virtual Lab



Circuit Construction Kit (DC Only), Virtual Lab

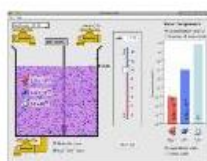


Signal Circuit

3-rasm. PHET dasturining “Elektr va magnitezm” bo‘limiga oid modellar



Photoelectric Effect



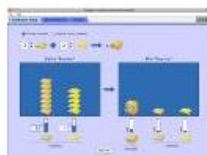
pH Scale



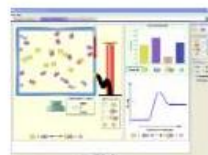
Radioactive Dating Game



Radio Waves & Electromagnetic Fields



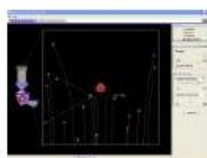
Reactants, Products and Leftovers



Reactions & Rates



Reversible Reactions



Rutherford Scattering



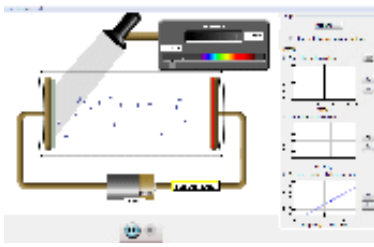
Salts & Solubility

4-rasm. PHET dasturida mavjud modellarning ko‘rinishi

PHET dasturining rasmiy <http://phet.colorado.edu> saytining “O‘qituvchilar uchun” bandida har bir model uchun metodik ko‘rsatmalar (virtual laboratoriya ishlari, namoyish tajribalari va boshq.) keltirilgan. O‘qituvchi xech qanday qiyinchiliksiz qo‘yidagi qidiruv filtri orqali (5-rasm) mavzuga oid dars ishlanasini yoki metodik ko‘rsatmalarni, ta’lim turi kesimida pdf yoki doc formatlarida ko‘chirib olishi mumkin.

IV. KEYSLAR BANKI

Mini-keys 1. “Tadqiqot”



Fotoeffekt kvant fizikasini yaratilishiga asos bo‘lgan fundamental hodisalardan biri hisoblanadi. Fototokning tushayotgan yorug‘lik chastotasiga bog‘liqligini tadqiq etish uchun, aniq va tabiiy fanlar bo‘yicha virtual laboratoriya ishlari va namoyish tajribalarini yaratish imkoniyatini beruvchi pedagogik dasturiy vositalarni qo‘llab uning kompyuter

modelini tayyorlang.

1. Fotoeffekt hodisasi kompyuter modeli uchun virtual simulyatorni tanlang.
2. Virtual laboratoriyani ishga tushirish uchun bajariladigan ishlar ketma-ketligini belgilang va kerakli natijalarni oling.
3. Tadqiqotlar natijasi bo‘yicha xulosalar tayyorlang.

Mini-keys 2

Kompyuterda modellashtirish uchun PhET Interactive Simulations versiyasi ishlab chiqildi. Faraz qilaylik, Sizning kompyuteringizda Java ning 3.3. versiyasi o‘rnatilgan. Siz PhET Interactive Simulations ni kompyuteringizga o‘rnatib biror bir laboratoriyani ishga tushirmoqchi bo‘lganingizda xatolik kelib chiqdi, ya’ni Java ilova ishlamadi. Bunday sharoitda Siz qanday yo‘l tutasiz?

1. Keysdagi muammoni keltirib chiqargan asosiy sabablarni belgilang.
2. Virtual laboratoriyani to‘g‘ri ishga tushirish uchun bajariladigan ishlar ketma-ketligini belgilang.

Mini-keys 3. “Tadqiqot”

Basketbol o‘yinida o‘yinchining individual mahorati katta ahamiyatga ega. O‘yinchi basketbol savatchasiga uzoq masofadan ham to‘pni aniq tushirishi barchani lol qoldiradi.

Kompyuter modeli yordamida shu jarayonni tadqiq etib kerakli natijalarni oling. Basketbol to‘pini savatga tashlash uchun kompyuter modelini virtual laboratoriya ishlari va namoyish tajribalarni yaratish imkoniyatini beruvchi dasturiy vositalarni qo‘llab yarating.

1. Kompyuter modeli uchun virtual simulyatorni tanlang.
2. Virtual laboratoriyani ishga tushirish uchun bajariladigan ishlar ketma-ketligini belgilang.
3. a) otilish balandligi; b) otish burchagi; v) otilish uzoqligi g) tezligiga bog‘liqlik natijalarini oling. Tadqiqotlar natijasi bo‘yicha hulosalar tayyorlang.

Mini-keys 4. “Tadqiqot”

Og‘ir metallardan tayyorlangan kemalarning suvda cho‘kmay suzib yurishi, havo sharlari va shu kabi qurilmalar Arximed qonuni asosida ishlashini eshitganmiz. Bu qanday qonun? Bu hodisa suyuqlik va jismning qaysi parametrlariga bog‘liq?

Kompyuter modeli yordamida shu jarayonni tadqiq etib kerakli natijalarni oling. Kompyuter modelini virtual laboratoriya ishlari va namoyish tajribalarni yaratish imkoniyatini beruvchi dasturiy vositalarni qo‘llab yarating.

1. Kompyuter modeli uchun virtual simulyatorni tanlang.
2. Virtual laboratoriyani ishga tushirish uchun bajariladigan ishlar ketma-ketligini belgilang va kerakli natijalarni oling.
3. Tadqiqotlar natijasi bo‘yicha hulosalar tayyorlang.

Termin	O‘zbek tilidagi sharhi	Ingliz tilidagi sharhi
Action	ilovada Intent orqali jo‘natiluvchi xabar	A description of something that an Intent sender wants done. An action is a string value assigned to an Intent.
Activity	ilovaning bironta oynasi (interfeys) boshqaruvchi Java fayl	A single screen in an application, with supporting Java code, derived from the Activity class.
Crocodile Physics	dasturi kuchli simulyator bo‘lib, fizik jarayonlarni modellashtirish va fizikaning mexanika, elektr zanjirlar, optika va to‘lqin hodisalari bo‘limlariga oid tajribalar yaratish va kuzatish imkoniyatini beruvchi dasturdir	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	dasturlash tillaridan biri. Borland firmasi tomonidan ishlab chiqarilgan.	Delphi from Borland competes with Visual Basic as an offering for an object-oriented, visual programming approach to application development.
Design of Experiments	immitatsion model yordamida kam mablag‘ sarflab asoslangan xulosalar olishni rejalashtirish jarayoni	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	foydalanuvchi interfeys uchun muloqot oynasi	A floating window that acts as a lightweight form.
Dynamic model	ularning holati vaqtga bog‘liq o‘zgaradi	Describes the behaviour of a distributed parameter system in terms of how one qualitative state can turn into another.
Elearning	Elektron ta’lim — axborot-kommunikatsiya texnologiyalari asosidagi	eLearning is learning utilizing electronic technologies to access educational curriculum

	ta'limning turli ko'rinishlarini anglatuvchi keng tushunchadir	outside of a traditional classroom
GUI	Foydalanuvchi grafik interfeysi	Graphic User Interface.
JDK (Java Development Kit)	Java dasturlash tili uchun kutubxona	The Java Development Kit (JDK) is a software development environment used for developing Java applications and applets.
Linear Model	Jarayonlarni chiziqli yoritish. Masalan, $y = 3x + 4z + 1$ tenglama chiziqli model.	The one, which describes relationships in linear form. The equation $y = 3x + 4z + 1$ is a linear model.
Model	tadqiq etilayotgan ob'ektda natur eksperimentni amalga oshirishning imkoni bo'lmagan, vaqt davomiyligi katta, qimmat, havfli bo'lgan hollarda, real ob'ekt o'rniga almashtirish usuli.	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	ob'ekt xossalari haqida axborotlar olish maqsadida modellarni yaratish va o'rganish jarayoni	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	tadqiq etilayotgan fizik jarayonni aks ettiruvchi differensial tenglamani echishga, ya'ni fizik kattaliklarni aks ettiruvchi parametrlarning ma'lum qiymatlarida uni bevosita hisoblashga mo'ljallangan	the one which is solved by applying computational procedures.
Object	Sistemadagi o'rganilayotgan element	denotes an element of interest in the system.
OS (Operating	Operatsion tizim. Qurilmadagi	Operating System. The most

System)	eng muhim dastur	important program on a device.
PhET	Kolorado universiteda ishlab chiqilgan dastur. Unda fizika, ximii, biologiya va boshqa fanlar bo'yicha jami 100 dan ortiq namoyishlar keltirilgan.	(Physical education technology). free, interactive, research-based science and mathematics simulations
Resources	ilova uchun kerakli bo'lgan resurslar (rasm, audio, video va boshqa fayllar)	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	o'rganilayotgan ob'ektlarni ularning modellarida tadqiq etish; real mavjud ob'ekt modelini ishlab chiqish va o'rganish, hodisalarni tushuntirish, bashorat qilish jarayoni	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	vaqt bo'yicha o'zgarmas model;	the one which describes relationships that do not change with respect to time.
System	bir butunlikni tashkil etuvchi komponentlarning ma'lum izchillikdagi o'zaro bog'lanishlari va ta'sirlari	any collection of interacting elements that operate to achieve some goal.
Visual Basic	Microsoft korporatsiyadan dasturlash tili va uning uchun dasturlash muhitdir	Visual Basic (VB) is a programming environment from Microsoft in which a programmer uses a graphical user interface (GUI) to choose and modify preselected sections of code written in the BASIC programming language.

Maxsus adabiyotlar

1. Skalli M. O., Zubayri M. S. Kvantovaya optika: Per. s angl. / Pod red.V.V. Samarseva. - M.: FIZMATLIT, 2003. - 512 s.
2. Barsukov, V.I.Fizika. Volnovaya i kvantovaya optika : uchebnoe posobie /V.I. Barsukov, O.S. Dmitriev. – Tambov: Izd-vo FGBOU VPO «TGTU», 2012. – 132 s.
3. Samarsev V.V. Korrelirovannqe fotonq i ix primeneniye. M.: FIZMATLIT, 2014. — 168 s.
4. Kuznetsov S.I. Kvantovaya optika. Atomnaya i yadernaya fizika. Fizika elementarnqx chastits: uchebnoe posobie. – Tomsk: Izd-vo TPU, 2007. – 154 s.
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

Internet resurslar

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/>