

PHET VA ALGODOO PLATFORMALARI ORQALI MEXANIK JARAYONLARNI MODELLASHTIRISH METODIKASI.

Toxirova Maxfuzaxon Otaqo‘ziyevna

Qo‘qon davlat universiteti fizika va astronomiya kafedrasida katta o‘qituvchisi

O‘ktamova Dilnozaxon Adhamjon qizi

Qo‘qon davlat universiteti 3-kurs talabasi

Аннотация. Maqolada zamonaviy fizika ta’limida virtual simulyatsion vositalardan foydalanish masalalari ko‘rib chiqilgan. PhET Interactive Simulations va Algodoo platformalarining imkoniyatlari, ularning didaktik xususiyatlari hamda mexanika bo‘limidagi jarayonlarni modellashtirishdagi o‘rni tahlil qilingan. Ikki platformaning qiyosiy tahlili va modellashtirish metodikasining yetti bosqichli tuzilmasi taklif etilgan. Snaryad harakati, Hook qonuni, matematik mayatnik va qiya tekislikdagi harakat misollarida metodika amaliyotda qo‘llanilgan. Pedagogik tajriba natijalari virtual modellashtirish an’anaviy usullarga nisbatan o‘quvchilarning bilim darajasini 20–30 foizga oshirishini ko‘rsatdi.

Калит so‘zlar: PhET, Algodoo, virtual laboratoriya, mexanika, fizik modellashtirish, simulyatsiya, raqamli ta’lim, interaktiv o‘qitish, kompyuter modeli, fizik tajriba.

МЕТОДОЛОГИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ПОМОЩЬЮ ПЛАТФОРМ PHET И ALGODOO.

Тохинова Махфузахон Отакузиевна

Старший преподаватель кафедры физики и астрономии Кокандского государственного университета

Октамова Дилнозахон Адхамжон кизи

Кокандский государственный университет Студентка 3 курса

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы использования инструментов виртуального моделирования в современном физическом образовании. Анализируются возможности платформ PhET Interactive Simulations и Algodoo, их дидактические особенности и роль в процессах моделирования на кафедре механики. Проводится сравнительный анализ двух платформ и предлагается семиступенчатая структура методики моделирования. Методика применяется на практике на примерах движения снаряда, закона Гука, математического маятника и движения по наклонной плоскости. Результаты педагогических экспериментов показали, что

виртуальное моделирование повышает уровень знаний студентов на 20–30 процентов по сравнению с традиционными методами.

Ключевые слова: PhET, Algodoo, виртуальная лаборатория, механика, физическое моделирование, моделирование, цифровое образование, интерактивное обучение, компьютерная модель, физический эксперимент.

METHODOLOGY OF MODELING MECHANICAL PROCESSES THROUGH PHET AND ALGODOO PLATFORMS.

Tokhirova Mahfuzakhon Otakuziyevna

Senior Lecturer, Department of Physics and Astronomy,
Kokand State University

Oktamova Dilnozakhon Adhamjon qizi

Kokand State University 3rd year student

Abstract. The article considers the issues of using virtual simulation tools in modern physics education. The capabilities of the PhET Interactive Simulations and Algodoo platforms, their didactic features, and their role in modeling processes in the mechanics department are analyzed. A comparative analysis of the two platforms and a seven-stage structure of the modeling methodology are proposed. The methodology is applied in practice on the examples of projectile motion, Hooke's law, mathematical pendulum, and motion on an inclined plane. The results of pedagogical experiments have shown that virtual modeling increases the level of knowledge of students by 20–30 percent compared to traditional methods.

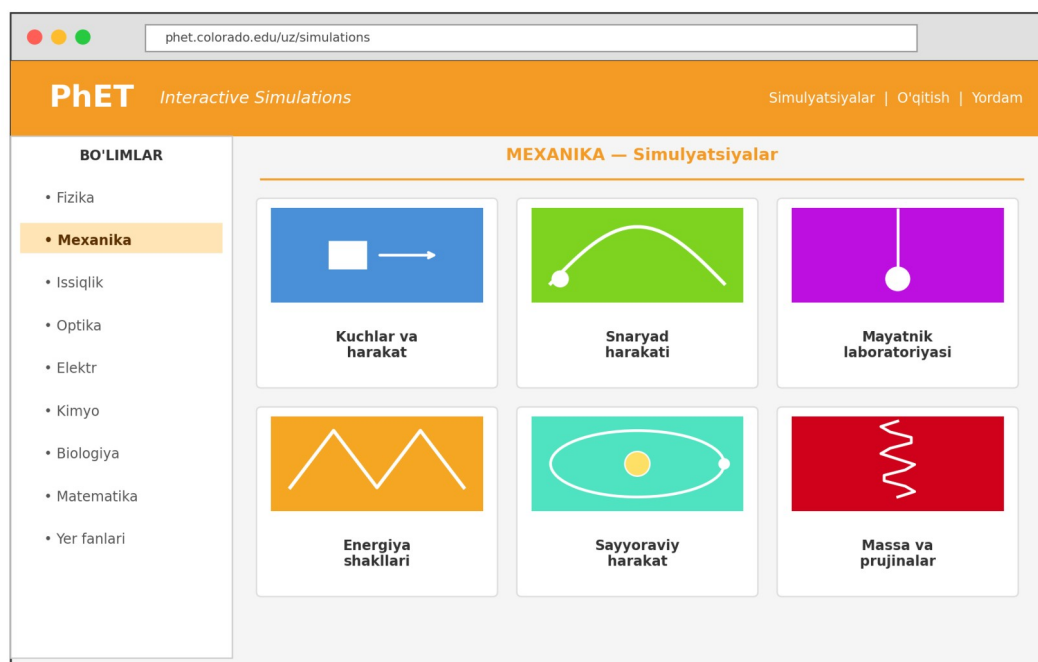
Keywords: PhET, Algodoo, virtual laboratory, mechanics, physical modeling, simulation, digital education, interactive teaching, computer model, physical experiment.

Kirish. XXI asrning ikkinchi o'n yilligida ta'lim sohasi raqamli transformatsiya jarayonini boshdan kechirmoqda. Bu jarayon eng aniq fanlardan biri — fizikani o'qitishda alohida ahamiyat kasb etmoqda. Fizika tabiat fanlari ichida o'ziga xos pozitsiyaga ega: u nazariy qonuniyatlarni miqdoriy ifodalashni va shu bilan birga real fizik tajribalarni amalga oshirishni talab qiladi.

Asosiy qism. Modellashtirish — bu real fizik tizimning soddalashtirilgan, lekin uning asosiy xususiyatlarini saqlovchi nusxasini yaratish jarayonidir. Fizika fanida modellashtirish uzoq tarixga ega: Galileyning fikriy tajribalari, Nyutonning sayyora harakati modeli, Boltsmannning gaz modeli — bularning barchasi fizikaviy modellashtirishning klassik namunalaridir. Kompyuter texnologiyalarining rivojlanishi bilan modellashtirishning yangi shakli — raqamli

yoki kompyuter modellashtirishi paydo bo'ldi. Mexanika fizika fanining birinchi va eng asosiy bo'limi sifatida o'quvchining fizikaga doir dastlabki tushunchalarini shakllantiradi. Bu bo'lim quyidagi mavzularni qamrab oladi: jismlarning to'g'ri chiziqli harakati, egri chiziqli va aylanma harakat, Nyuton qonunlari, ishqalanish va elastik kuchlar, mexanik ish va energiya, impuls va uning saqlanishi, tebranma harakat. Bu mavzularning ko'pchiligi vizual tasavvurni talab qiladi: vektorlar, traektoriya, kuchlar diagrammasi va h.k. Aynan shu sababli mexanika bo'limi virtual modellashtirish uchun eng mos sohalardan biri hisoblanadi.

PhET (Physics Education Technology) loyihasi 2002-yilda Nobel mukofoti laureati Karl Vieman tomonidan Kolorado universitetida boshlangan. Loyihaning maqsadi — fizika, kimyo, biologiya, yer va matematika fanlari bo'yicha bepul, ochiq, interaktiv simulyatsiyalar yaratish. Bugungi kunda PhET kutubxonasida 160 dan ortiq simulyatsiya mavjud bo'lib, ulardan 30 dan ortig'i mexanika mavzulariga bag'ishlangan. Platformaning interfeysi 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. PhET Interactive Simulations platformasining interfeysi

1-rasm. PhET Interactive Simulations platformasining interfeysi

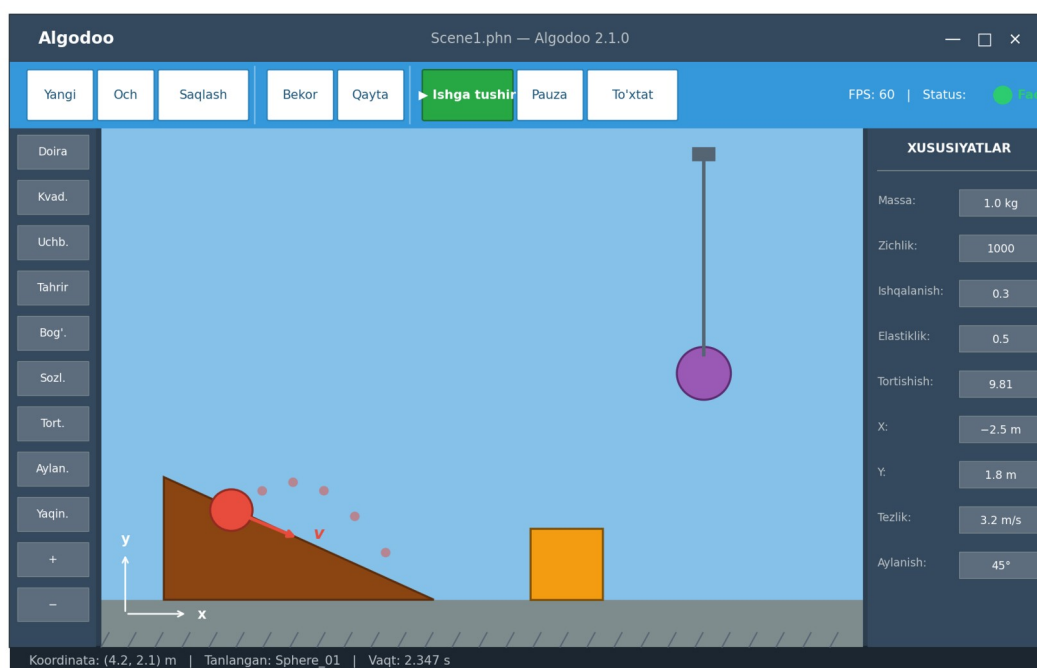
PhET simulyatsiyalari pedagogik tadqiqotlarga asoslangan holda ishlab chiqilgan. Har bir simulyatsiya yaratilishidan oldin va keyin o'quvchilar bilan batafsil suhbatlar o'tkaziladi, ularning tushunish jarayoni o'rganiladi va shu asosda interfeys takomillashtiriladi.

Mexanika bo'limini o'qitishda eng samarali PhET simulyatsiyalari quyidagilar: Forces and Motion: Basics (Kuchlar va harakat), Projectile Motion (Snaryad harakati), Pendulum Lab (Mayatnik laboratoriyasi), Energy Skate Park (Energiya yodgorligi), Mass and Springs (Massa va prujinalar), Gravity and Orbits (Tortishish va orbitalar), Friction (Ishqalanish). Har bir simulyatsiya turli

darajadagi o'quvchilar uchun mo'ljallangan: boshlang'ich, o'rta va ilg'or darajalar mavjud bo'lib, har birida parametrlar va vizualizatsiya elementlari farqlanadi.

PhET simulyatsiyalarining yana bir muhim afzalligi — bu real fizikaviy tajribalarda ko'rsatish qiyin bo'lgan ideal sharoitlarni yaratish imkoniyati. Masalan, snaryad harakati simulyatsiyasida havo qarshiligini birgina knopka bilan yoqib-o'chirish, ishqalanish koeffitsientini istalgan qiymatga o'rnatish yoki tortishish tezlanishini Oydagi qiymatiga o'zgartirish mumkin. Bu o'quvchiga real va ideal modellar o'rtasidagi farqni aniq tushunish imkonini beradi.

Algodo — bu Algorix Simulation AB shved kompaniyasi tomonidan ishlab chiqilgan ikki o'lchovli fizik modellashtirish dasturi. Dastur dastlab Phun nomi bilan tanilgan bo'lib, 2009-yilda Algodo nomini olgan. PhET dan farqli ravishda, Algodo — bu tayyor simulyatsiyalar to'plami emas, balki o'quvchining o'zi istalgan fizik vaziyatni qurishi mumkin bo'lgan to'laqonli modellashtirish muhitidir. Dastur interfeysi 2-rasmda keltirilgan.



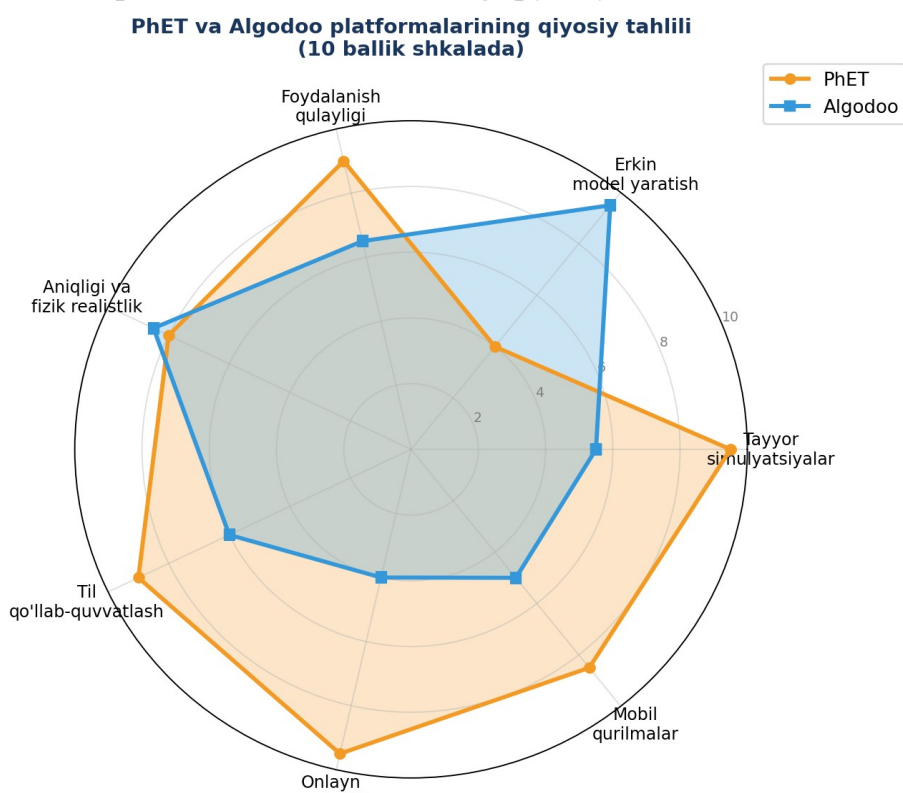
2-rasm. Algodo dasturining ish muhiti va asboblari paneli

2-rasm. Algodo dasturining ish muhiti va asboblari paneli

Algodo dasturining asosiy konsepsiyasi — «raqamli plastilin» bo'lib, foydalanuvchi ekranda turli geometrik shakllar (doira, to'rtburchak, uchburchak) yaratadi va ularga fizik xususiyatlar (massa, ishqalanish, elastiklik) beradi. So'ngra «Ishga tushir» tugmasi bosilganda, dastur o'rnatilgan fizik mexanizmga ko'ra obyektlar harakat qilishni boshlaydi. Dasturning quyidagi imkoniyatlari ta'kidlanishi lozim:

PhET va Algodo platformalari o'qitish jarayonida bir-birini to'ldiruvchi rol o'ynaydi. PhET — bu «yopiq» simulyatsiyalar to'plami: o'quvchi tayyor modeldagi parametrlarni o'zgartira oladi, lekin yangi obyektlar qo'sha olmaydi.

Algodoos esa «ochiq» muhit: o‘quvchi har qanday fizik vaziyatni nolda yaratishi mumkin. Bu farq pedagogik jihatdan muhim ahamiyatga ega: PhET nazariy tushunchalarni shakllantirishda samaraliroq, Algodoos esa tadqiqotchilik va loyiha faoliyatini tashkil qilishda. Platformalarning qiyosiy tahlili 4-rasmda keltirilgan.



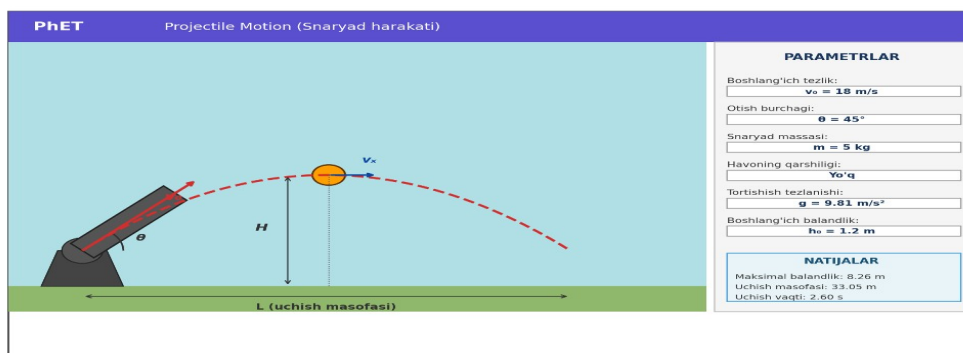
4-rasm. PhET va Algodoos platformalarining xususiyatlari bo'yicha qiyosiy tahlili

4-rasm. PhET va Algodoos platformalarining xususiyatlari bo'yicha qiyosiy tahlili

Diagrammadan ko'rinib turibdiki, PhET tayyor simulyatsiyalar soni, foydalanish qulayligi, til qo'llab-quvvatlash va onlayn mavjudlik bo'yicha ustun. Algodoos esa erkin model yaratish va fizik aniqlik bo'yicha avzal. Shuning uchun ikkala platformaning birgalikda qo'llanilishi metodik jihatdan eng samarali yondashuv sanaladi.

Yuqorida ko'rib chiqilgan modellashtirish metodikasini to'rt amaliy misolda namoyish etamiz: snaryad harakati, Hook qonuni, matematik mayatnik va qiya tekislikdagi harakat.

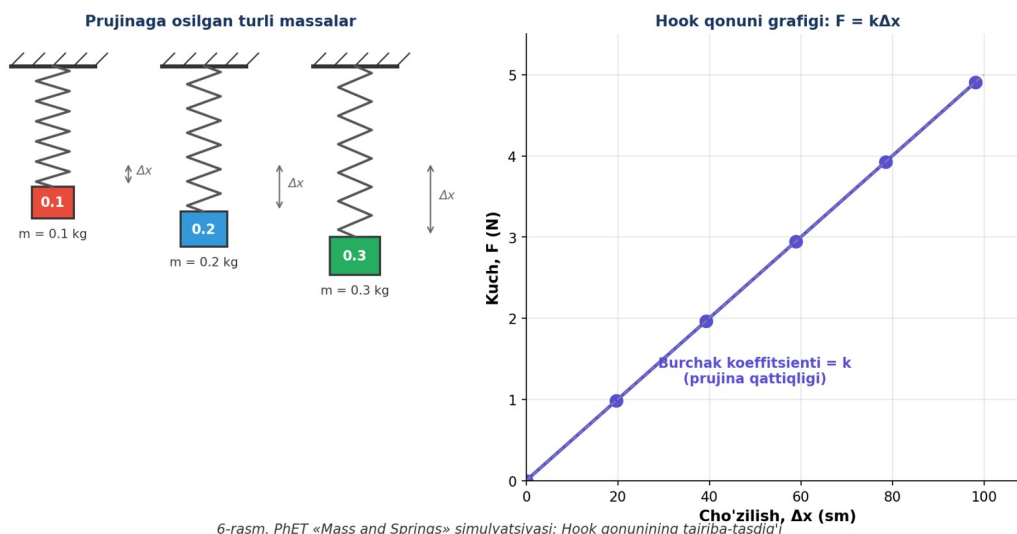
Bu mavzu mexanikadagi eng go'zal masalalardan biri bo'lib, bir vaqtning o'zida gorizont va vertikal harakatlarning ustma-ust tushishini namoyish etadi. PhET platformasidagi «Projectile Motion» simulyatsiyasi yordamida o'quvchilar otish burchagi, boshlang'ich tezlik va havoning qarshiligi parametrlarini o'zgartirib, snaryadning uchish masofasi, maksimal balandlik va uchish vaqtining qanday o'zgarishini kuzatadilar (5-rasm).



5-rasm. PhET «Projectile Motion» simulyatsiyasi orqali snaryadning egri chiziqli harakati

5-rasm. PhET «Projectile Motion» simulyatsiyasi orqali snaryadning egri chiziqli harakati

Modellashtirishning maqsadi — maksimal uchish masofasiga erishish uchun optimal otish burchagini eksperimental aniqlash. O‘quvchilar boshlang‘ich tezlikni o‘zgarmaydigan qilib belgilaydi (masalan, 18 m/s) va burchakni 15°, 30°, 45°, 60°, 75° qiymatlarida navbatma-navbat sinab ko‘radi. Har bir burchak uchun uchish masofasini qayd etib boradilar va jadvalga jamlaydilar. Tajriba natijasida 45° burchakda eng katta uchish masofasiga erishilishini va simmetrik burchaklarda (masalan, 30° va 60°) uchish masofalari teng bo‘lishini kashf etadilar.



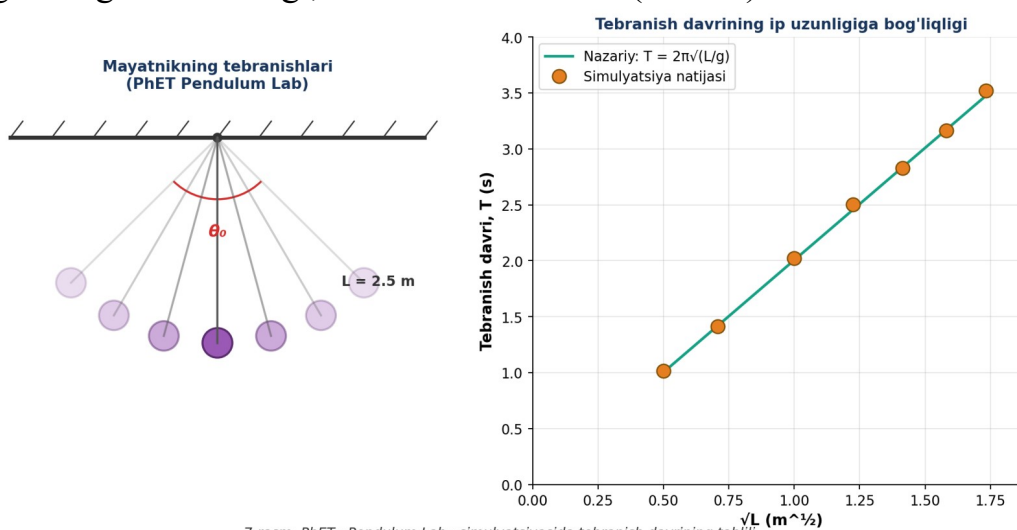
6-rasm. PhET «Mass and Springs» simulyatsiyasi: Hook qonunining tajriba-tasdig‘i

6-rasm. PhET «Mass and Springs» simulyatsiyasi: Hook qonunining tajriba-tasdig‘i

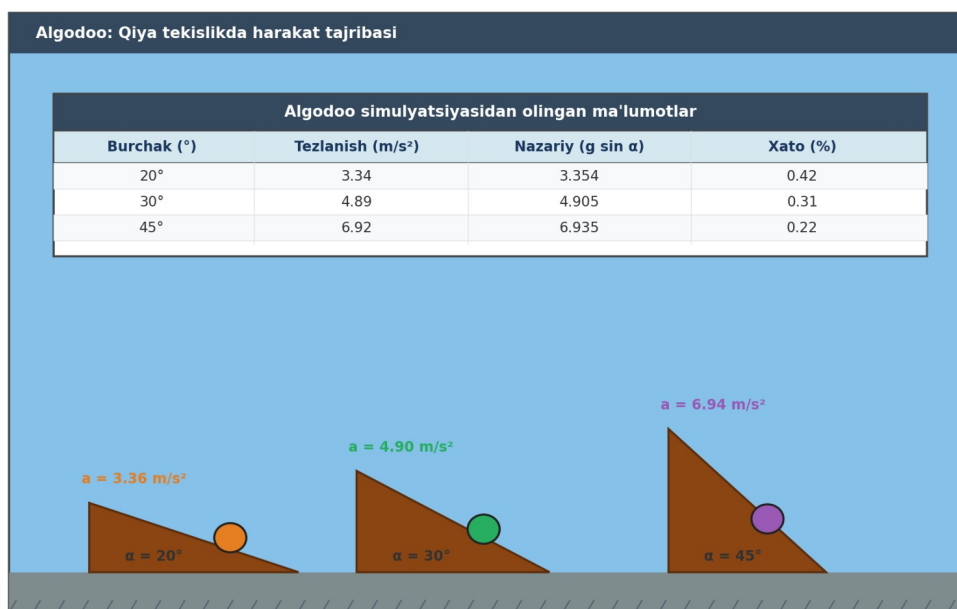
Olingan natijalar to‘g‘ri chiziqqa joylashishi va bu chiziqning og‘ish burchagi prujina qattiqligi k ga teng bo‘lishi aniqlanadi. Bu Hook qonunining matematik ifodasini ($F = k\Delta x$) tajribada to‘liq tasdiqlaydi. O‘quvchilar shu tarzda chizmalni tahlil qilish ko‘nikmasini ham shakllantiradilar. Tajribani turli prujina qattiqliklari bilan takrorlash mumkin: qattqlik ortgan sari grafikning og‘ish burchagi ham ortadi.

Matematik mayatnik — fizikaning klassik tadqiqot obyektlaridan biri. PhET «Pendulum Lab» simulyatsiyasi yordamida o‘quvchilar mayatnikning tebranish

davriga ta'sir etuvchi omillarni o'rganishadi: ipning uzunligi, sharikning massasi, boshlang'ich og'ish burchagi, tortishish tezlanishi (7-rasm).



7-rasm. PhET «Pendulum Lab» simulyatsiyasida tebranish davrining tahlili
 Algodoos dasturida o'quvchilar qiya tekislikning o'zlarini qurishlari va istalgan burchak ostida joylashtirishlari mumkin. Bu PhET dan farqli ravishda, modelni butunlay nolda yaratishni talab qiladi: avval ramka chiziladi, so'ngra unga burchak beriladi, keyin shar joylashtiriladi va uning fizik xususiyatlari (massa, ishqalanish koeffitsienti) belgilanadi. So'ngra simulyatsiya ishga tushiriladi va sharning siljishi kuzatiladi (8-rasm).

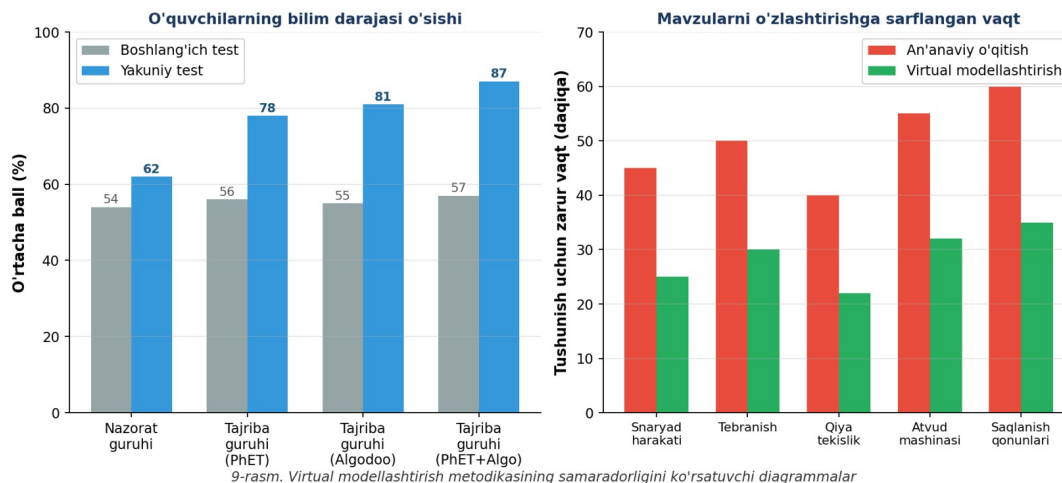


8-rasm. Algodoos dasturida qiya tekislikda jismning siljishi: turli burchaklar uchun natijalar

8-rasm. Algodoos dasturida qiya tekislikda jismning siljishi: turli burchaklar uchun natijalar

Taklif etilayotgan metodikaning samaradorligini baholash uchun maktab fizika darslarida pedagogik tajriba o'tkazildi. Tajribada to'rtta sinf — bir nazorat

va uchta tajriba guruhi — ishtirok etdi. Nazorat guruhi an'anaviy usul bo'yicha o'qitildi (formulalarni doskaga yozish, masala yechish). Tajriba guruhlariga esa tegishli ravishda PhET, Algodoo va aralash (PhET+Algodoo) metodlardan foydalandilar. Darslar 6 hafta davom etdi va mexanika bo'limining asosiy mavzularini qamrab oldi. Tajriba natijalari 9-rasmda keltirilgan.



9-rasm. Virtual modellashtirish metodikasining samaradorligini ko'rsatuvchi diagrammalar

9-rasm. Virtual modellashtirish metodikasining samaradorligini ko'rsatuvchi diagrammalar

Boshlang'ich va yakuniy testlar natijalari quyidagi muhim xulosalarni chiqarish imkonini berdi. Birinchidan, barcha guruhlarining boshlang'ich bilim darajasi taxminan bir xil (54-57%) bo'lib, tajriba boshlanishidan oldin guruhlar bir hil sharoitda edi. Ikkinchidan, yakuniy testlarda virtual modellashtirish ishlatilgan guruhlar nazorat guruhiga nisbatan sezilarli ustunlikka erishdi: PhET ishlatilgan guruh -78%, Algodoo - 81%, ikkalasi birgalikda - 87% natija ko'rsatdi. Uchinchidan, eng yuqori natija ikkala platformaning birgalikda qo'llanilishida olindi, bu metodikaning muvaffaqiyatli ekanligini tasdiqlaydi.

Diagrammaning o'ng tomonida har bir mexanika mavzusini o'zlashtirishga sarflangan o'rtacha vaqt taqqoslanadi. Virtual modellashtirish ishlatilganda mavzuni tushunish vaqti o'rtacha 1.7 marta qisqarganligi qayd etildi. Bu o'qituvchiga qo'shimcha mavzularni o'rganish yoki mustahkamlash uchun ko'proq vaqt ajratish imkonini beradi.

Tajriba davomida o'quvchilarning sub'yektiv bahosi ham o'rganildi. So'rovnomalarda 94 foiz o'quvchi virtual modellashtirishni an'anaviy darsdan ko'ra qiziqarli deb topdi, 87 foizi esa fizik tushunchalarni yaxshiroq tushunishga yordam berishini tasdiqladi. Bu raqamlar metodikaning nafaqat akademik samaradorligini, balki o'quvchilarning fizika fanga bo'lgan qiziqishini oshirishini ham ko'rsatadi.

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, mazkur tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, PhET Interactive Simulations va Algodoo platformalari fizikaning mexanika bo'limini o'qitishda samarali didaktik vositalar hisoblanadi. Ikki

platformaning konseptual farqi — PhET ning oldindan tayyorlangan, Algodoo'ning esa erkin yaratiladigan modellar tabiati — ularning pedagogik qiymatini ham belgilaydi. PhET nazariy tushunchalarni shakllantirishda samaraliroq, Algodoo esa tadqiqotchilik va loyiha faoliyatini tashkil qilishda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Wieman C.E., Adams W.K., Perkins K.K. PhET: Simulations That Enhance Learning // *Science*. — 2008. — Vol. 322, No. 5902. — P. 682–683.
2. Perkins K., Adams W., Dubson M., et al. PhET: Interactive Simulations for Teaching and Learning Physics // *The Physics Teacher*. — 2006. — Vol. 44, No. 1. — P. 18–23.
3. Algodoo: Educational Physics Simulation Software. Algoryx Simulation AB, 2020. — URL: <http://www.algodoo.com>
4. Euler E., Gregorcic B. Algodoo as a Microworld: Informally Linking Mathematics and Physics // *Physics Education*. — 2018. — Vol. 53, No. 3. — P. 1–8.
5. Habibullayev P.Q., Boydedayev A., Bahromov A. Fizika kursi. 1-qism. Mexanika. — Toshkent: O'qituvchi, 2017. — 280 b.
6. Razzaqov S., Karimov O. Fizikani o'qitish metodikasi. — Toshkent: Yangi nashr, 2018. — 232 b.
7. Bezzerides A. Building Physics Intuition with Phun (Algodoo) // *The Physics Teacher*. — 2014. — Vol. 52, No. 3. — P. 162–164.
8. Belloni M., Christian W. Physlets and Open Source Physics for Quantum Mechanics: Visualization and Simulation from the Bottom Up // *American Journal of Physics*. — 2014. — Vol. 82, No. 5. — P. 442–447.
9. Adams W.K., Reid S., LeMaster R., McKagan S.B., Perkins K.K., Dubson M., Wieman C.E. A Study of Educational Simulations Part I — Engagement and Learning // *Journal of Interactive Learning Research*. — 2008. — Vol. 19, No. 3. — P. 397–419.