

DIGITALNI ALATI U NASTAVI FIZIKE

Virag, Maja

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Physics / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za fiziku**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:160:735192>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-08**

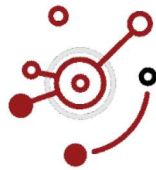


Repository / Repozitorij:

[Repository of Department of Physics in Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
ODJEL ZA FIZIKU



MAJA VIRAG

DIGITALNI ALATI U NASTAVI FIZIKE

Završni rad

Osijek, 2022.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
ODJEL ZA FIZIKU



MAJA VIRAG

DIGITALNI ALATI U NASTAVI FIZIKE

Završni rad

predložen Odjelu za fiziku Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
radi stjecanja zvanja prvostupnika fizike

Osijek, 2022.

Ovaj završni rad je izrađen u Osijeku pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Vanje Radolića i sumentora mr.sc. Slavka Petrinšaka u sklopu Sveučilišnog preddiplomskog studije Fizike na Odjelu za fiziku Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.

DIGITALNI ALATI U NASTAVI FIZIKE

MAJA VIRAG

Sažetak

U prvom dijelu završnog radu objašnjene su strategije poučavanja i digitalna tehnologija. Navedene su i opisane metode poučavanja u nastavi fizike s ciljem razvijanja kritičkog mišljenja kod učenika primjenom digitalnih tehnologija poput simulacije, virtualne stvarnosti u ostalih digitalnih alata u području primjene obrazovnog softvera. U drugom dijelu rada opisane su mogućnosti digitalnog alata Tracker i primjena u neposrednoj nastavi na primjeru kretanja njihala .

Ključne riječi: digitalni alati, nastava fizika, eksperiment, digitalna tehnologija, digitalni softveri

(37 stranica, 27 slika, 27 literaturni navod)

Rad je pohranjen u knjižnici Odjela za fiziku.

Mentor: izv. prof. dr. sc. Vanja Radolić

Sumentor: mr. sc. Slavko Petrinšak

Ocjenjivač: izv. prof. dr. sc. Vanja Radolić

Rad prihvaćen: .2022.

DIGITAL TOOLS IN PHYSICS TEACHING

MAJA VIRAG

Abstract

In the first part of the thesis teaching strategies and digital technology are explained. Teaching methods in physics classes are listed and described with the aim of developing critical thinking in students using digital technologies such as simulation, virtual reality and other digital tools in the field of educational software application. In the second part of the paper, the capabilities of the Tracker digital tool and its application in immediate teaching are described using the example of the movement of a pendulum.

Keywords: digital tools, physics teaching, experiments, digital technology, digital softvers

(37 pages, 27 figures, 27 references)

Thesis is deposited in Department of Physics library.

Supervisor: Vanja Radolić, PhD, Associate Professor

Assistent mentor: Slavko Petrinšak, MSc, Lecturer

Reviewer: Vanja Radolić, PhD, Associate Professor

Thesis accepted: 2022.

Sadržaj

1.	UVOD	7
2.	NASTAVA FIZIKE	8
2.1.	STRATEGIJE POUČAVANJA	8
3.	DIGITALNA TEHNOLOGIJA U NASTAVI FIZIKE	10
3.1.	PRIMJENA RAČUNALA U NASTAVI FIZIKE	10
3.1.1.	MULTIMEDIJSKI SOFTVER	11
3.1.2.	SIMULACIJE.....	12
3.1.3.	VIRTUALNA STVARNOST	14
3.1.4.	DIGITALNE IGRE	15
3.1.5.	TELEMATIKA I INTERNETSKI ALATI.....	16
4.	OBRAZOVNI SOFTVER.....	17
4.1.	OSCILLATION	17
4.2.	SOFTVER ZA MEHANIKU FLUIDA	18
4.3.	GEOGEBRA	19
5.	DIGITALNI ALATI	20
5.1.	PRIMJER DIGITALNOG ALATA	21
5.1.1.	PRIMJER IZRAĐEN U TRACKERU	23
6.	ZAKLJUČAK	31
7.	LITERATURA.....	32
8.	ŽIVOTOPIS	37

1. UVOD

Fizika je prirodna znanost koja se bavi proučavanjem materije, njenim temeljnim sastavnicama, kretanjem i ponašanjem kroz prostor i vrijeme, te povezane entitete energije i sile. U početku je fizika pretežno obuhvaćala astronomiju. Danas je osnova svih prirodnih, tehnoloških i biomedicinskih znanosti koja traži odgovore na pitanja kao što su podrijetlo i struktura svemira te struktura materije. Fizičari koriste opažanja i mjerenja, stvaraju teorijske modele i eksperimentalno ih verificiraju. Na taj su način stvorili nove ideje i otkrili zakone fizike, omogućujući im bolje razumijevanje materije i svemira te predviđanje kako će se oni mijenjati. Zbog razvoja tehnika u fizici potaknuti su i razvoji drugih znanosti, poput medicine, kemije, biologije, kao i industrije (energetika, komunikacije, računarstvo itd.) [1].

Tijekom posljednja tri desetljeća, istraživanje u obrazovanju fizike pojavilo se kao novo područje proučavanja koje uključuje povećani broj fizičara diljem svijeta. Istraživanja u obrazovanju fizike ukazuju na neučinkovitost poučavanja u razvijanju konceptualnog razumijevanja predmeta, čime se podupiru nove strategije poučavanja koje značajno utječu na potrebu razvoja digitalnih kompetencija učitelja. Digitalni alati utječu na razvijanje kreativnosti. Za razvijanje kreativnosti potrebno je učeniku predstaviti alate koji će pokazati na zanimljiviji način fiziku. Ujedno, digitalni alati osim učenicima pomažu i učiteljima da prikažu bolje i slikovitije fizikalne pojmove koji se obrađuju u nastavnoj cjelini. Eksperimentalni dio vezan za neku lekciju iz fizike, zbog nedovoljne aparature i sredstava u školama, zahvaljujući tehnologiji učenicima se može prikazati putem interneta ili digitalnih alata što će rezultirati većim interesom i motivacijom kod učenika [2].

2. NASTAVA FIZIKE

Povijesno gledano, fizika se na srednjoškolskoj i fakultetskoj razini poučavala prvenstveno predavačkom metodom ponekad praćena laboratorijskim vježbama za provjeru pojmova koji se poučavaju na predavanjima. Na predavanjima uvedeni pojmovi i koncepti se bolje razumiju kada su popraćeni demonstracijom, praktičnim eksperimentima i pitanjima koja zahtijevaju od učenika da promišljaju što će se dogoditi u eksperimentu i zašto. Učenici koji sudjeluju u aktivnom učenju, na primjer s praktičnim eksperimentima, uče kroz samootkrivanje. Putem pokušaja i pogrešaka uče promijeniti svoje predodžbe o pojavama u fizici i otkriti temeljne koncepte.

2.1. STRATEGIJE POUČAVANJA

Strategije poučavanja različite su tehnike koje se koriste za olakšavanje obrazovanja učenika s različitim stilovima učenja. Različite strategije poučavanja imaju za cilj pomoći učenicima da razviju kritičko mišljenje i da se uključe u gradivo. Izbor strategije podučavanja ovisi o konceptu koji se poučava, a zapravo i o interesu učenika.

Metode/pristupi u nastavi fizike:

- **Predavačka metoda:** Predavačka metoda je jedna od tradicionalnijih metoda poučavanja. Zbog praktičnosti i jednostavnosti ove metode usmjerene na definiranje aktivnosti nastavnika, te činjenice da se njome podučava većina nastavnika, ona je i dalje popularna unatoč određenim ograničenjima (u usporedbi s drugim metodama, slabo razvija kritičko mišljenje i znanstveni stav kod učenika).
- **Metoda razgovora:** Poznato i kao Sokratova metoda. U ovoj metodi učenik ima veću ulogu nego u predavačkoj metodi. Učitelj postavlja pitanja s ciljem da se kod učenika potakne razmišljanje te kao takva može biti vrlo učinkovita u razvijanju logičkog mišljenja i analitičkog razmišljanja. Učinkovitost ove metode uveliko ovisi o kvaliteti pitanja i dvosmjerne komunikacije između učenika i nastavnika.
- **Metoda demonstracije:** U ovoj metodi nastavnik ili učenici izvode pokuse koje ostali učenici promatraju, postavljaju pitanja i pokušavaju razumjeti promatranu pojavu. Nakon demonstracije, učitelj može dodatno pojasniti eksperiment i ispitati razumijevanje učenika.

- Lecture-cum-Demonstration: Kao što mu ime govori, ovo je kombinacija dviju gore navedenih metoda: predavanja i demonstracije. Učitelj izvodi pokus i istovremeno ga objašnjava. Ovom metodom učitelj može dati više informacija u kraćem vremenu. Kao i kod demonstracije, učenici samo promatraju; ne stječu nikakvo vlastito praktično iskustvo. Ovom metodom nije moguće predavati sve teme.
- Metoda laboratorijskih radova: U laboratorijima učenici provode fizičke eksperimente i prikupljaju podatke interakcijom s mjernom opremom za izvođenje eksperimenata. Općenito, učenici slijede upute iz laboratorijskog priručnika. Ove upute često vode učenike kroz eksperiment korak po korak. Tipični ciljevi učenja uključuju povezivanje sadržaja izazivanjem fizikalne pojave (slično metodi demonstracija) praćeno razmišljanjem poput eksperimentalnih fizičara. U posljednje vrijeme uloženi su određeni naponi da se laboratorijske aktivnosti pomaknu prema željenom cilju odvajanjem od sadržaja kolegija, navođenjem učenika da sami donose odluke i dovodeći u pitanje pojam "ispravnog" eksperimentalnog rezultata. Za razliku od metode demonstracije, laboratorijska metoda daje učenicima praktično iskustvo u izvođenju eksperimenata poput profesionalnih znanstvenika. Međutim, za ispravan rad često je potrebno dosta vremena i sredstava [4].

3. DIGITALNA TEHNOLOGIJA U NASTAVI FIZIKE

Dublje razumijevanje znanstvenih koncepata zahtijeva od učenika da budu uključeni u njihovo „otkrivanje“ primjenom znanstvene metode na sličan, ali pojednostavljen način koju koriste znanstvenici umjesto da se samo fokusiraju na učenje o konceptima tj. na samo učenje utvrđenih rezultata znanosti. U istraživačkom učenju učenici uče kroz istraživanje i primjenu znanstvenog zaključivanja. Utvrđeno je da je to jedna od najučinkovitijih metoda za stjecanje konceptualnog znanja. Također treba napomenuti da se mnogi eksperimenti koji učenicima pomažu razumjeti koncepte fizike ne mogu izvesti u pravim laboratorijima jer ih je nemoguće provesti (ili su opasni, vrlo složeni, dugo traju ili su previše skupi). Učenike stoga treba motivirati i poticati tijekom procesa poučavanja i učenja za konceptualnu promjenu. Za njih je potrebno uzbudljivije iskustvo. Računala su najpopularniji alat mladih pa je njihova upotreba kao alata za učenje vrlo pozitivan korak. Posljednjih godina upotreba informacijske i komunikacijske tehnologije za poučavanje znanosti značajno se povećala i učinkovit je alat za nastavu, praktičnu djelatnost i istraživanje.

3.1. PRIMJENA RAČUNALA U NASTAVI FIZIKE

S jedne strane, nove tehnologije omogućuju stvaranje okruženja za učenje koje daju mogućnost nadogradnje i proširenje nekadašnjih načina učenja (knjige, ploča...). S druge strane, nude potpuno nove mogućnosti koje prije nisu bile dostupne. Nove tehnologije mogu se koristiti za:

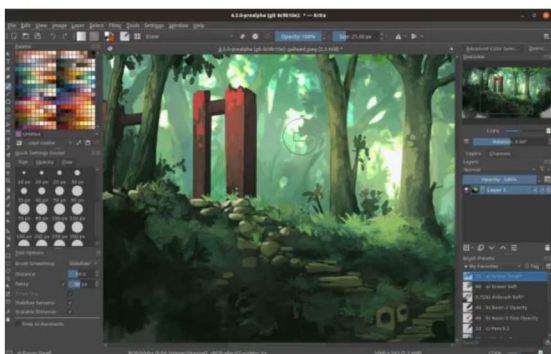
- uvođenje uzbudljivih nastavnih planova i programa temeljenih na problemima iz stvarnog svijeta u učionici,
- osigurati alate za poboljšanje učenja,
- dati učenicima i nastavnicima više prilika za povratne informacije, razmišljanje i reviziju,
- izgraditi lokalne i globalne zajednice koje uključuju nastavnike, administratore, učenike, roditelje, praktične znanstvenike...
- proširiti mogućnosti za učenje nastavnika.

Alati za prikupljanje i rukovanje podacima uključuju primjere u rasponu od upotrebe jednostavnih proračunskih tablica do naprednijih laboratorija baziranih na mikroracionalima i video analizi. Mlade ljude uglavnom zanimaju teme vezane uz stvarni svijet koji ih okružuje. Također moraju rano uspjeti kako bi zadržali pozitivan stav prema znanosti. Stoga bi

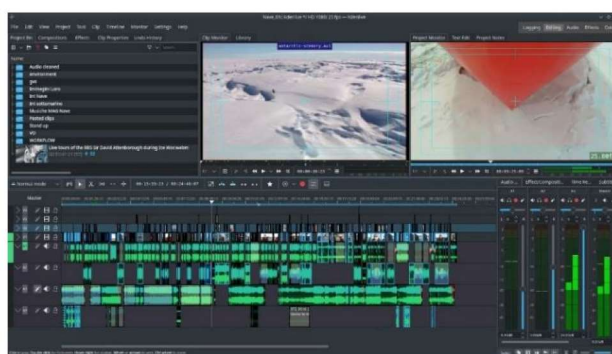
rana iskustva trebala naglašavati promatranje, prikupljanje podataka i izvođenje zaključaka. Analogno-digitalni pretvarači i mikrokontroleri mogu pomoći učenicima prikupiti podatke s različitih senzora, od kojih neke čak mogu ponijeti kući ili na igralište, iskusiti ih u grupama i kasnije koristiti računalni softver za analizu podataka. Video analiza pruža priliku za proučavanje fizike događaja u stvarnom svijetu u kojem bi učenici mogli biti zainteresirani ili uključeni, poput sporta. Oni mogu prikupljati i analizirati primjenjive eksperimentalne podatke iz digitalizirane video sekvence. To im pomaže da shvate da su stvarni problemi daleko složeniji od naših aproksimiranih teorijskih modela i također im pomaže da steknu laboratorijske analitičke vještine. Oba pristupa mogu pomoći da fizika bude manje zastrašujuća, posebno za učenike s ograničenim matematičkim vještinama. Štoviše, grafički prikaz mjerenja u stvarnom vremenu pomaže (Computer Physics Communications) spojiti simboličke prikaze sa stvarnim fizičkim fenomenom [5].

3.1.1. MULTIMEDIJSKI SOFTVER

Multimedijski softver temelji se na konceptu hipermedije i predstavlja informacije na strukturiran, obično grafički način. Interaktivne navigacijske kontrole dopuštaju učenicima da slijede svoj željeni put, ne nužno uzastopan, kroz veliku količinu informacija danih bilo kao tekst, slike, animacije, simulacije ili video isječki. Ova vrsta softvera izravno iskorištava sposobnost ljudskog uma da obradi i zapamti vizualne informacije, kao i interaktivnost, ključnu značajku za učenje, i fleksibilnost. Zagovornici multimedije svoju učinkovitost temelje na činjenici da naš mozak obrađuje informacije slobodnim asocijacijama na intrinzično nelinearan način. Drugi razlikuju učenike koji imaju vizualni tip razmišljanja od onih s verbalnim tipom. Prva će imati koristi od ilustracije dinamičkih procesa u multimediji, dok će druga više profitirati tekstualne dijelove okruženja. Često korišteni multimedijски softveri su: Photo Editor, Video Editor... Photo Editor vrsta je multimedijskog programa koji vam omogućuje izmjenu slika te se mogu koristiti za poboljšanje fotografija, manipulacijom slika, kao što je mijenjanje izgleda objekata i ljudi na fotografiji ili umetanje slika preko drugih slika (Slika 1). Također poznat kao softver za nelinearno uređivanje, Video Editor može uključivati mnoge značajke, ali je najpoznatiji po svojoj mogućnosti uređivanja videozapisa na vremenskoj traci. Korisnik može izrezati dijelove koji nisu korisni ili projektu dodati druge video ili audio isječke. Ova vrsta multimedijskog softvera omogućuje korisniku mijenjanje boja i uklanjanje objekata, ali i dodavanje glazbe i specijalnih efekata (Slika 2) [22].



Slika 1. Prikaz Photo Editor-a



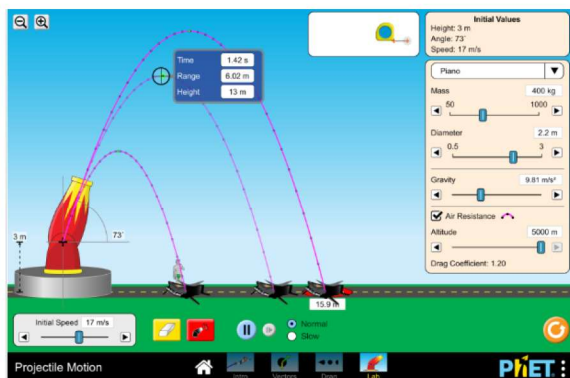
Slika 2. Prikaz Video Editor-a

3.1.2. SIMULACIJE

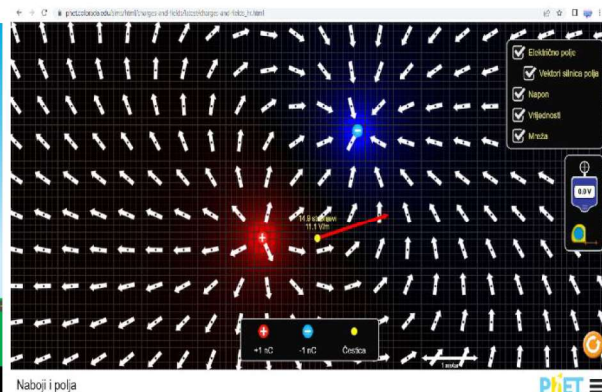
Uz pomoć simulacija učenici u kratkom vremenu proučavaju različite znanstvene fenomene koristeći nekoliko metoda prezentacije kao što su slike, grafikoni, vektori, itd. Također mogu mijenjati varijable, stvarati alternativne scenarije, primiti trenutne povratne informacije, promatrati rezultate i donositi vlastite zaključke. Tako je izazvana znatiželja učenika. Istraživanja su pokazala da učenici bolje uče kada sami imaju kontrolu. Mogu istraživati odnose između različitih veličina i povezivati višestruke reprezentacije čak i teško vidljive u stvarnom svijetu. Oni stječu znanje o apstraktnim konceptima koji vode do boljih mentalnih modela i aktivno su uključeni u svoje učenje. Također, eksperimenti koje je teško provesti ili ih je učenicima teško razumjeti u stvarnom laboratoriju postaju jednostavniji simulacijama. Na taj način učenje fizike postaje zabavno i uzbudljivo, događaj koji utječe na pogled učenika na fiziku i potiče ih. Dakle, simulacije su vrlo važan alat za aktivnosti učenja prirodoslovlja, posebno u znanstvenom istraživanju temeljenom na aktivnostima i u konceptualnom razvoju u znanosti. Projekt PhET, osnovan na Sveučilištu "Colorado Boulder", nudi besplatne interaktivne simulacije iz područja prirodnih znanosti (Slika 3). Temelji se na sveobuhvatnom obrazovanju i učenici, kroz igru, uče istraživati i otkrivati [23]. Simulacija poput Projectile Motion, koju možemo naći na stranici PhET-a, koristi se u školama jer pomaže kod vizualnog određivanja svakog parametra (početna visina, početni kut, početna brzina, masa, promjer i nadmorska visina) te utjecanje na putanju objekta, sa i bez otpora zraka (Slika 4) [24]. Na Phet-u, osim Projectile Motion-a, možemo pronaći i zanimljivu simulaciju vezanu za Naboje i polja. Ova simulacija omogućuje određivanje varijabli koje utječu na jakost i smjer električnog polja za statički raspored naboja, te na jakost elektrostatskog potencijala (napona) (Slika 5) [25].



Slika 3. Prikaz sučelja PhET-a



Slika 4. Prikaz Projectile Motion-a

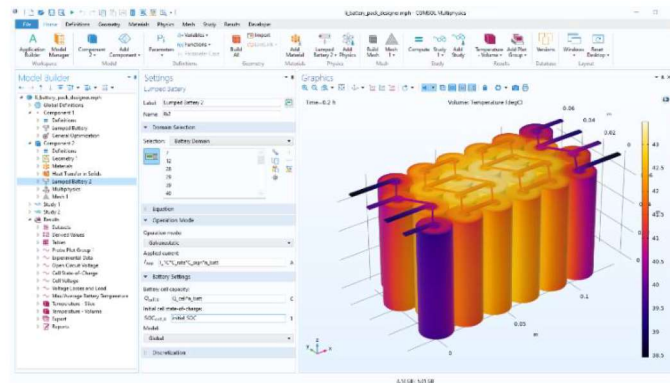


Slika 5. Prikaz Naboji i polje

3.1.2.1 ALATI ZA MODELIRANJE

Alati za modeliranje su softverska okruženja koja učenicima omogućuju izradu vlastitih računalnih simulacija. Alati za modeliranje imaju koristi od istih obrazovnih prednosti simulacija, plus dodaju mogućnost dopuštanja učenicima da eksplicitno izraze svoje zamisli. Učenici dobivaju skup alata (od čistog programiranja do konstrukcijskih blokova visoke razine) koji im pomažu opisati odnose među konceptima, pokrenuti dobivene modele i usporediti svoje rezultate s prihvaćenom mudrošću ili s laboratorijskim eksperimentima. Suočavanje njihovih simulacija, obično s konceptualnim pogreškama, s modelima prihvaćenim u zajednici rezultira percepcijom učenika o njezinim pogrešnim predodžbama, čime se olakšava prijelaz. Alati za modeliranje također mogu pomoći učenicima da razumiju jednadžbe kao fizičke odnose među količinama, daju učenicima zanimljiva, praktična iskustva učenja i služe kao blokovi za crtanje na kojima učenici mogu objasniti svoje razumijevanje potičući tako vizualizirano učenikovo

razmišljanje. Jedan od korištenih alata poput COMSOL Multiphysics je višeplatformski softver za analizu konačnih elemenata. Alat za rješavanje i multifizičku simulaciju, omogućuje konvencionalna korisnička sučelja temeljena na fizici i spojene sustave parcijalnih diferencijalnih jednadžbi (PDE) (Slika 6) [24].

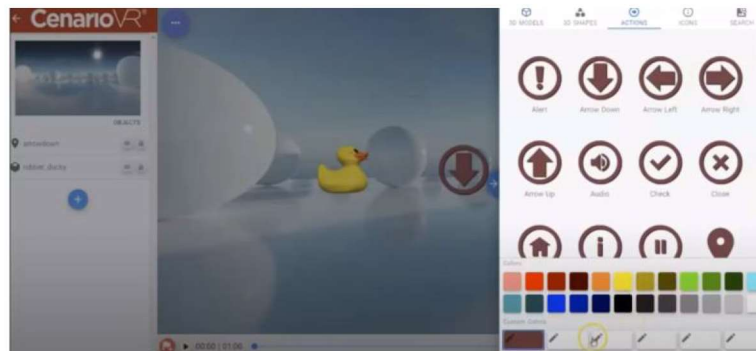


Slika 6. Prikaz COMSOL Multiphysics

3.1.3. VIRTUALNA STVARNOST

Prema nedavnom istraživanju, kada učenici sudjeluju u eksperimentalnim vođenim istraživačkim aktivnostima korištenjem virtualne stvarnosti stječu dublje razumijevanje znanstvenih koncepata. Virtualna okruženja koriste treću dimenziju kako bi stvorila osjećaj stvarnosti kod sudionika i pružila iluziju uronjenosti u prostor od tri dimenzije u kojem korisnik može provoditi radnje slične onima koje može učiniti ako se nalazi u stvarnom okruženju. Za ova okruženja koriste se računala i sve se događa u stvarnom vremenu. Virtualna stvarnost je multisenzorno, mentalno i motoričko iskustvo koje se temelji na interakciji, uronjenosti i navigaciji. Korištenjem računalne grafike, zvukova i slika za reproduciranje elektroničkih verzija situacija iz stvarnog života ta se iskustva za mnoge korisnike smatraju iznimno zanimljivima i privlačnima. Učenici isprobavaju različite opcije bez izlaganja riziku, troškovima. Također, potrebno je manje vremena nego u stvarnom laboratoriju. Može se isprobati razne prostorno-vremenske situacije koje je zapravo nemoguće učiniti u stvarnom svijetu i koje potiču njegovu maštu i kreativnost te proširuju njegovo znanje. Virtualni svijet se pojavljuje kao kanonska vrsta cyber-kulture. Virtualni svjetovi pružaju praktična iskustva učenja korištenjem miša ili računala i tako olakšavaju razumijevanje pojmova apstraktne fizike. Korisnici stupaju u interakciju ne samo s objektima, već i s drugim korisnicima poboljšavajući

suradničko učenje. CenarioVR je alat za izradu VR-a, jednostavan za korištenje i stvaranje impresivnog učenja u kojem nije potrebno znanje kodiranje (Slika 7) [25].



Slika 7. Prikaz CenarioVR-a

3.1.4. DIGITALNE IGRE

Digitalne igre mogu ponuditi dubinsko razumijevanje znanstvenih koncepata s učenjem na upit, pa čak i na privlačan način temeljen na upitu. Ove igre pomažu učenicima da istraže zahtjevne koncepte s naglaskom na istraživački proces, a ne mehaničko učenje koje koristi većina tradicionalnih nastavnih metoda. 2006. Federacija američkih znanstvenika u izvješću je rekla da su digitalne igre izvrstan novi alat za obrazovanje koje potiče vladine i privatna organizacijska potpora za financiranje istraživanja primjene složenih igračih okruženja za učenje (FAS, 2006). Dobro osmišljene igre, izazovne su i pružaju neposrednu povratnu informaciju. Dok igrač aktivno sudjeluje, razvija planove i strategije, promatra njihove rezultate. Oni mogu riskirati, pogriješiti s minimalnim implikacijama i učiti iz njih.

Identificiramo kognitivne strategije koje koriste igrači tijekom igre koje prikazuju i zahtijevaju predviđanja točnih znanstvenih fenomena i tako možemo stvoriti novu vrstu evaluacije učenja znanosti. Učenici stječu načine razmišljanja o znanstvenom svijetu, temeljene na iskustvima iz svjetova igara koristeći intuitivno razumijevanje koje su razvili u svjetovima igara kako bi protumačili probleme fizike. Tako će moći asimilirati apstraktne pojmove i tumačiti fenomene koje je teško razumjeti. Primjer za jednu od digitalnih igara jeste Supercharged!. Supercharged! igra postavlja učenike u trodimenzionalno okruženje u kojem moraju upravljati svemirskim brodom kontrolirajući električni naboj broda, postavljajući nabijene čestice po prostoru (Slika 8).



Slika 8. Prikaz Supercharged!

3.1.5. TELEMATIKA I INTERNETSKI ALATI

Telematika i internetski alati iskorištavaju sposobnost računalne međukomunikacije koristeći sve prethodne vrste softvera. Budući da je krajnji cilj obrazovanja pripremiti učenike da postanu kompetentne odrasle osobe i cjeloživotno učenje, ima smisla povezati učenike ne samo s njihovim vršnjacima, već i s profesionalnim stručnjacima. Stoga sve veći broj projekata stvara virtualne zajednice zajedničkih interesa koje uključuju osoblje iz obrazovnih i istraživačkih institucija. Svatko u mreži može proslijediti (obično lokalne) podatke zajednici, koje oni, učenici i istraživači, analiziraju, objavljujući svoje zaključke natrag na mrežu. Rezultat je povećanje znanja i vještina, budući da učenici imaju pristup istim alatima i postupcima koje koriste znanstvenici.

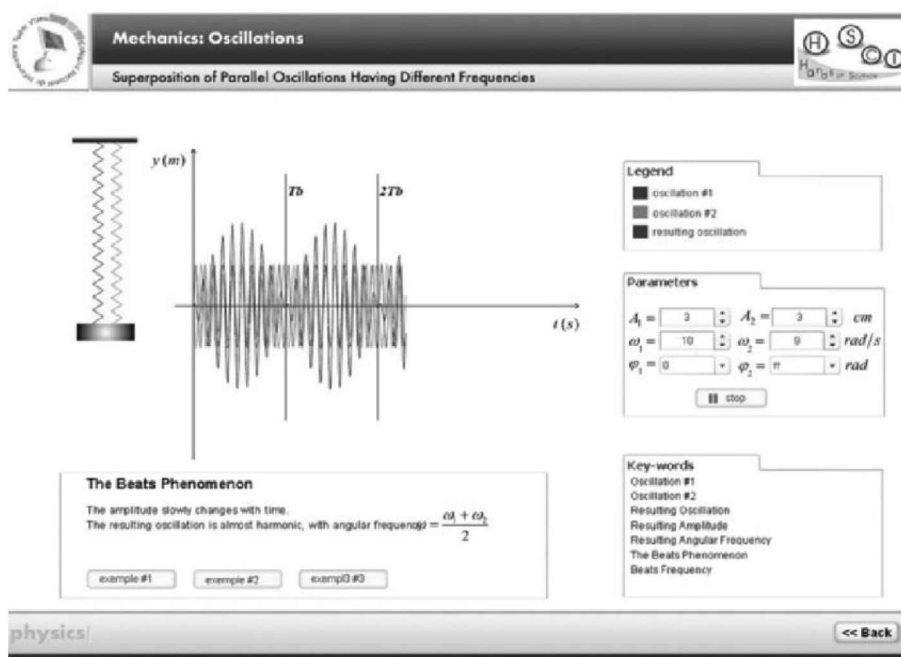
Udaljeni laboratoriji su drugo područje aktivnosti na Internetu. Umjesto pristupa podacima koje su prikupili drugi, učenici imaju pristup daljinski upravljati stvarnim eksperimentima. Oprema je pripremljena tako da učenici imaju razumnu sposobnost da je rekonfiguriraju. Oni mogu pokrenuti eksperiment, ponekad ga daljinski promatrati pomoću web kamere, a zatim prikupiti rezultate za lokalnu analizu. Konačno, mreže se sve više koriste za povezivanje domaćih zadataka s aktivnostima u učionici. U kombinaciji s brzo podesivim materijalom u učionici, učitelji mogu dodijeliti zadatke za domaću zadaću koji trebaju biti postavljeni neposredno prije početka predavanja, prikupiti odgovore učenika i, prema onome što učenici predaju, prilagoditi i organizirati nastavu u učionici kako bi se pozabavili problemima. Ovo je u skladu sa strategijom podučavanja 'točno na vrijeme' koja je više prilagođena potrebama učenika [13].

4. OBRAZOVNI SOFTVER

Obrazovni softver odnosi se na računalni softver čiji je primarni cilj samoobučavanje, podučavanje ili samoučenje. Obično se razvija kako bi pojednostavio teške koncepte, učinio poučavanje i učenje privlačnim i motiviranim. Obrazovni softver integrira multimedijske sadržaje (kao što su zvukovi, slike i grafike) i pruža korisnicima visoku razinu interaktivnosti. Učenici su pokazali da korištenje obrazovnog softvera u učionicama i laboratorijima pruža mnogo djelotvornije i učinkovitije okruženje u podučavanju i učenju fizike.

4.1. OSCILLATION

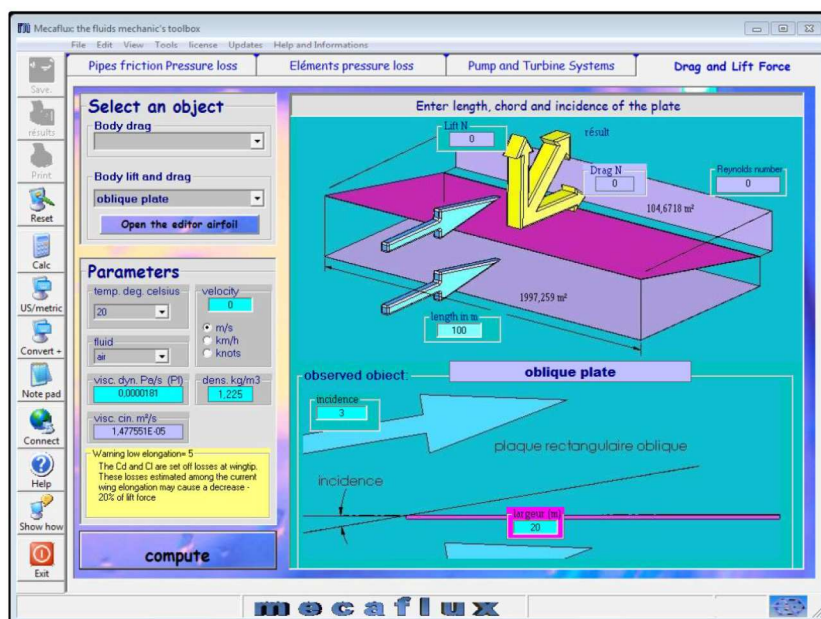
Obrazovni softver Oscillations namijenjen je studentima koji studiraju fiziku - mehaniku s namjerom prezentiranja analognog matematičkog modela (Slika 9). Softver ima širi pogled na oscilacije koji je proširen na optičke i toplinske fenomene. Pomaže studentima s više informacija o harmonijskom oscilatornom kretanju, uključujući fazne dijagrame, energiju, superpoziciju okomitih oscilacija, oscilatorno gibanje, odabrano iz svih područja klasične fizike, optike, elektriciteta, mehanike i termodinamike.



Slika 9. Prikaz Oscillation obrazovnog softvera

4.2. SOFTVER ZA MEHANIKU FLUIDA

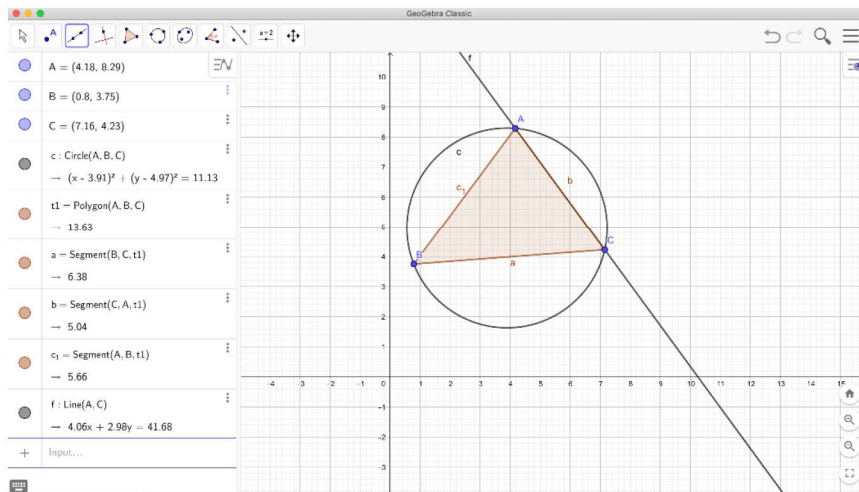
Obrazovni softver za mehaniku fluida je obrazovni softver koji je dizajniran na temelju različitih zakona kao što su Pascalov zakon, Arhimedov zakon, Poiseuilleov zakon i Bernoullijev zakon. Softver je koristan za one koji studiraju biologiju i/ili fiziku. Vjeruje se da bi ova aplikacija mogla lako pomoći studentima da razumiju cirkulacijski sustav ljudskog tijela. Među ciljevima ovog softvera je objasniti matematičke pravilnosti iza dinamike fenomena koji teče; ostvariti interdisciplinarnu transfere u proučavanju tekućina i biologije; izgraditi pravilnu upotrebu formalnih jezika (matematika, fizika i biologija); te stvarati veze između različitih specifičnih fizikalnih veličina, matematičkih izraza i teoretskih bioloških pojmova. Kao primjer jednog od softvera za mehaniku fluida jeste Mecaflux koji je softverski alat razvijen u duhu pedagoškog pojednostavljenja, okuplja osnovne alate za upravljanje projektima mehanike fluida (Slika 10).



Slika 10. Prikaz Mecaflux-a

4.3. GEOGEBRA

GeoGebra je obrazovni softver otvorenog koda pod GNU Općom javnom licencom i besplatno dostupan na www.geogebra.org (Slika 11). Softver je dizajniran za pomoć studentima matematike i fizike. Obrazovni softver GeoGebra vrijedan je nastavni resurs koji se može koristiti za stvaranje interaktivnih, dinamičkih modela, korisnih u proučavanju fizikalnih pojava. Svestranost softvera je velika, a modeli se mogu kreirati na razne načine, čak i od strane učenika, pod vodstvom nastavnika. Istraživanje je pokazalo da obrazovni softver GeoGebra pruža važnu intuitivnu podršku u proučavanju oscilatornog gibanja i također potiče učenike na korištenje instrumenata i metoda specifičnih za znanje i znanstveno istraživanje [6].



Slika 11. Prikaz Geogebre

5. DIGITALNI ALATI

Mnoge aplikacije, softver i platforme podržavaju komunikaciju, suradnju, angažman i stvaranje kurikuluma za učenike u bilo kojem kontekstu. Društveni mediji, online igre, multimedija i mobilne aplikacije alati su koje učenici i nastavnici mogu koristiti za interakciju. Programi za uređivanje digitalnih materijala i platformi, uključujući Office 365 i Google Suite, podržavaju suradnju i dijeljenje resursa. Digitalni alati pružaju način implementacije teksta, slika, zvuka i videa za impresivno iskustvo. Neki popularni alati za digitalnu učionicu uključuju Chromebookove, tablete i Airtame uređaje. Digitalni alati transformiraju obrazovanje povezivanjem nastavnika i učenika sa sadržajem, resursima i platformama za poboljšanje nastave i personalizaciju učenja. Ključno je razumjeti kako oni utječu na poučavanje.

Digitalna tehnologija također čini procese i učioničke rutine pristupačnijim, suradničkim i učinkovitijim. Razumijevanje upotrebe i načina na koji digitalni alati podržavaju ključne napore za učenje i poboljšanje, pomoći će vam da odredite najbolji način za postizanje svojih ciljeva. U posljednjem se desetljeću uporaba tehnologije u obrazovnom sektoru utrostručila. Digitalni alati poboljšavaju suradnju povezujući nastavnike s učenicima i pretvarajući učionicu u internetsku zajednicu. Studije pokazuju da 86% nastavnika smatra da je korištenje EdTecha u učionici neophodno, dok 96% vjeruje da povećava angažman učenika, a 63% nastavnika vjeruje da obrazovna tehnologija ubrzava učenje [6].

Platforme za raspravu temeljene na webu (npr. društveni mediji) mijenjaju način na koji se učenici uključuju u zadatke. Online tečajevi olakšavaju razvoj i izvođenje lekcija temeljenih na projektima. Ovo mrežno okruženje stvara razmjenu ideja korak po korak i omogućuje nastavnicima i učenicima da slobodno postavljaju pitanja. Uz to, digitalna tehnologija poboljšava istraživanje pružajući učenicima alate za analizu i razumijevanje velikih količina složenih disciplina i medija, uključujući podatke i fotografije.

Kako bi najbolje iskoristile mrežno okruženje, škole moraju koristiti društvene medije i digitalne alate za aktivno i angažirano učenje kao dio obrazovnog programa. Znajući koje digitalne alate koristiti, stvara se privlačno i izazovno okruženje za digitalno vodstvo u kojem učenici mogu učiti i razvijati se [7].

5.1. PRIMJER DIGITALNOG ALATA

U svom radu opisan je digitalni alat koji se koristi u nastavi fizike radi lakšeg predočavanja i vizualizacije zadataka koji se rade u školama.

Tracker je besplatni alat za video analizu i modeliranje izgrađen na Open Source Physics (OSP) Java okviru. Osmišljen je za korištenje u nastavi fizike. Tracker video modeliranje moćan je način kombiniranja videozapisa s računalnim modeliranjem (Slika 12).

Značajke ovog alata:

1. Praćenje:

- Ručno i automatizirano praćenje objekta s preklapanjem i podacima o položaju, brzini i ubrzanju.
- Staze centra mase.
- Interaktivni grafički vektori i vektorske sume.
- Profili RGB linija pod bilo kojim kutom, vremenski ovisna RGB područja.

2. Modeliranje:

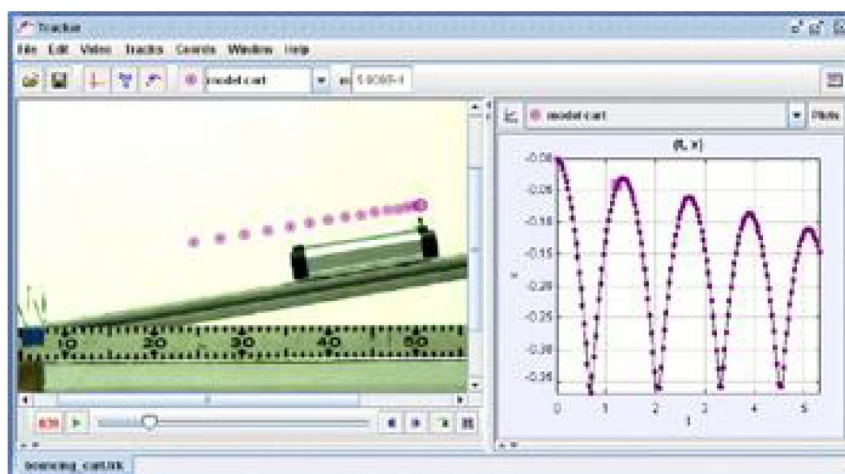
- Model Builder stvara kinematičke i dinamičke modele čestica točkaste mase i sustava dvaju tijela.
- Vanjski modeli animiraju i preklapaju podatke s više točaka iz zasebnih programa za modeliranje kao što su proračunske tablice i Easy Java simulacije.
- Prekrivanja modela automatski se sinkroniziraju i skaliraju na video radi izravne vizualne usporedbe sa stvarnim svijetom.

3. Video:

- Besplatni Xuggle video motor reproducira i snima većinu formata (mov/avi/flv/mp4/wmv itd.) na Windows/MacOS/Linux.
- Video filteri, uključujući svjetlinu/kontrast, stroboskop, tragove duhova i filtere za deinterlace.
- Filtar perspektive ispravlja izobličenje kada se objekti fotografiraju pod kutom, a ne ravno.
- Radijalni filtar za izobličenje ispravlja izobličenje povezano s lećama riblje oko.
- Čarobnjak za izvoz videozapisa omogućuje uređivanje i transkodiranje videozapisa, sa ili bez grafike preklapanja, koristeći sam Tracker.
- Dijaloški okvir Svojstva videozapisa prikazuje dimenzije videozapisa, putanju, brzinu sličica u sekundi, broj sličica u sekundi i još mnogo toga.

4. Generiranje i analiza podataka:

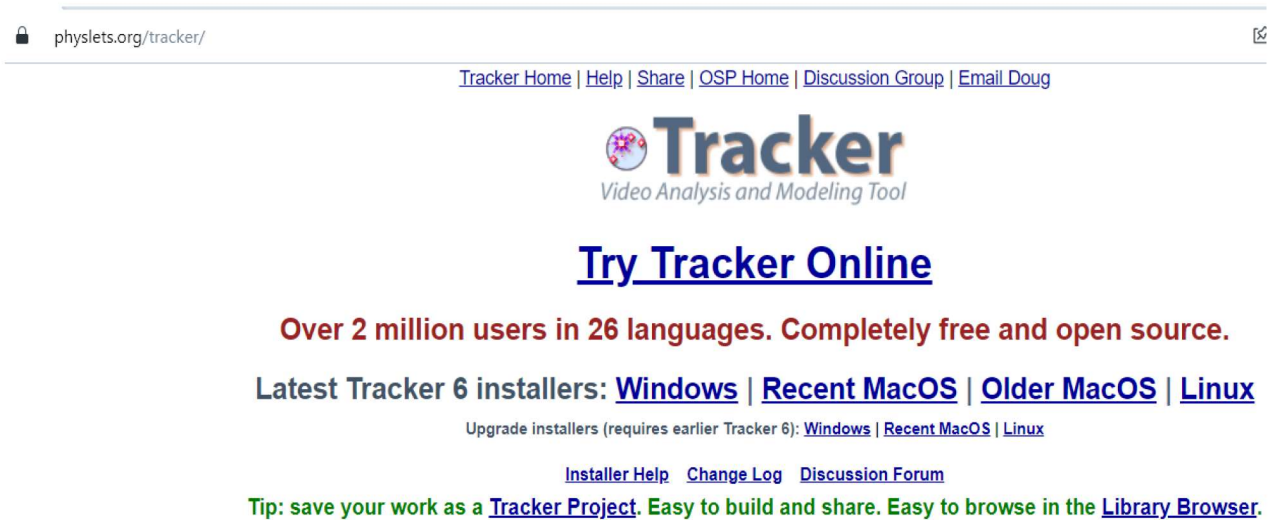
- Fiksno ili vremenski promjenjivo mjerilo, ishodište i nagib koordinatnog sustava.
- Višestruke mogućnosti kalibracije: traka, štap, točke kalibracije i/ili ishodište pomaka.
- Lako se prebacite na centar mase i druge referentne okvire.
- Podaci uključuju jedinice (SI metričke jedinice prema zadanim postavkama, podesive jedinice za duljinu i masu).
- Kutomjeri i metarske trake omogućuju jednostavno mjerenje udaljenosti i kutova.
- Alat za podešavanje krugova uklapa krugove u 3 ili više točaka, koraka ili tragova.
- Definirajte prilagođene varijable za crtanje i analizu.
- Dodajte tekstualne stupce koji se mogu uređivati za komentare ili ručno unesene podatke.
- Alat za analizu podataka uključuje snažno automatsko i ručno prilagođavanje krivulje.
- Izvezite formatirane ili neobrađene podatke u razgraničenu tekstualnu datoteku ili međuspremnik.
- Prikažite izmjerene vrijednosti koristeći prilagođene formate brojeva ako želite [8].



Slika 12. Prikaz primjera u Trackeru

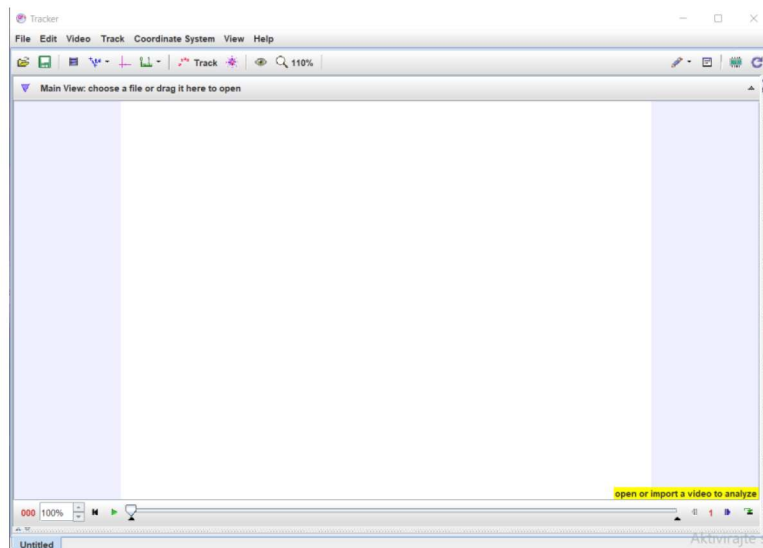
5.1.1. PRIMJER IZRAĐEN U TRACKERU

Tracker možemo besplatno preuzeti na njegovoj službenoj stranici <https://physlets.org/tracker/> (Slika 13).



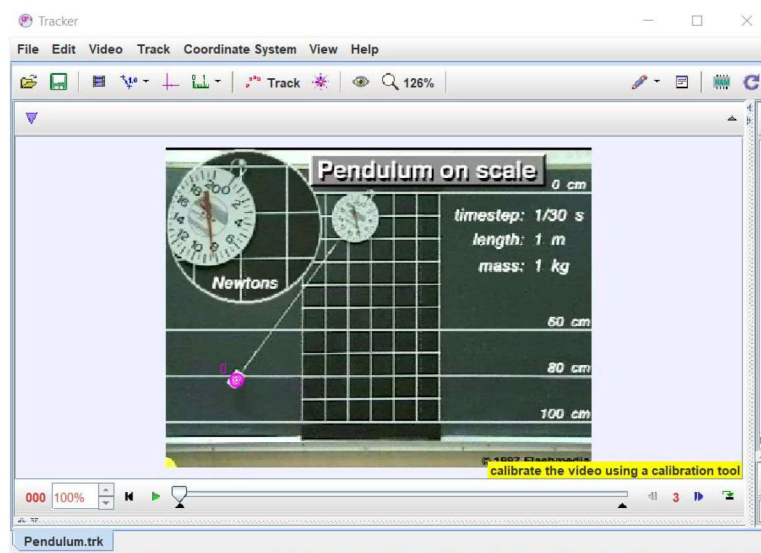
Slika 13. Prikaz službene stranice Tracker-a

Nakon uspješne instalacije pokrećemo Tracker (Slika 14). Potrebno je, sa interneta, preuzeti videozapis, fotografiju ili gif iz područja fizike.



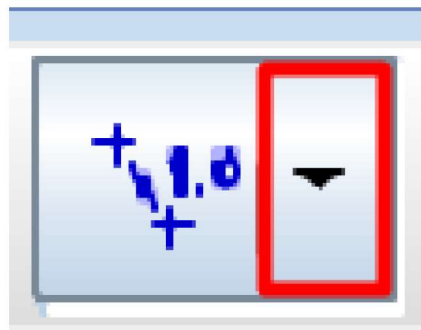
Slika 14. Prikaz sučelja Tracker-a

Preuzeti videozapis, fotografiju ili gif, na kojem želimo da prikazemo fizikalne pojave i veličine, otvaramo u programu Tracker (Slika 15). U ovom radu je kao primjer uzeto njihalo. Dokument otvaramo na način da prvo kliknemo na karticu *File* i potom odaberemo naredbu *Open > File Chooser...* te odabiremo željenu datoteku.

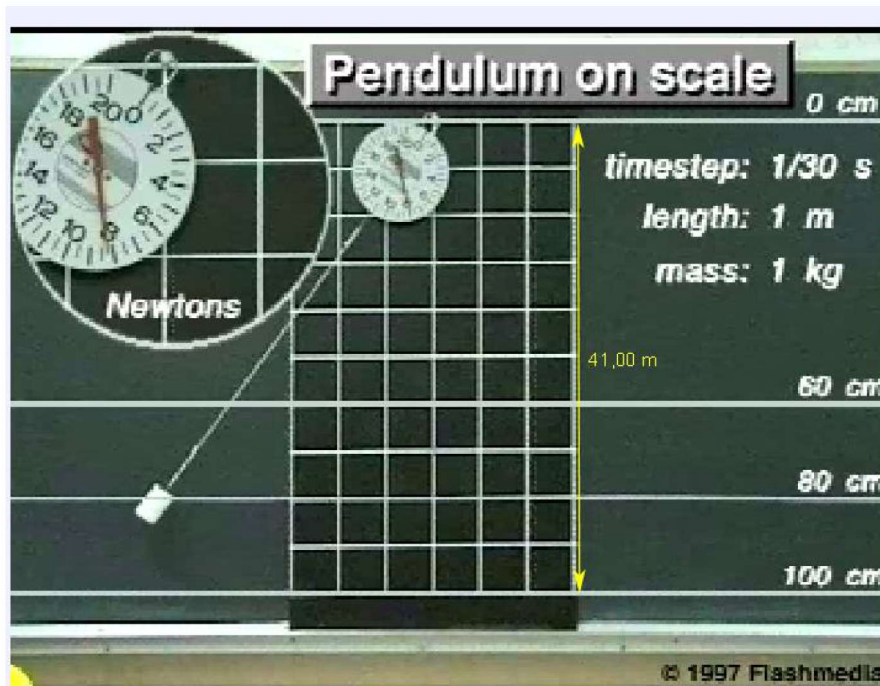


Slika 15. Prikaz ispravno učitano videozapisa u Tracker-u

U ovom primjeru želimo prikazati putanju kuglice obješene na niti i sile koje djeluju na nju. Prvo ćemo zadati visinu njihala na način da odaberemo za to predviđenu naredbu (Slika 16.). Klikom na naredbu odabiremo opciju *New > Calibration Stick* i zadajemo visinu njihala (Slika 17).

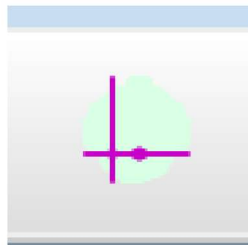


Slika 16. Naredba za dodavanje nove mjere(visina njihala)

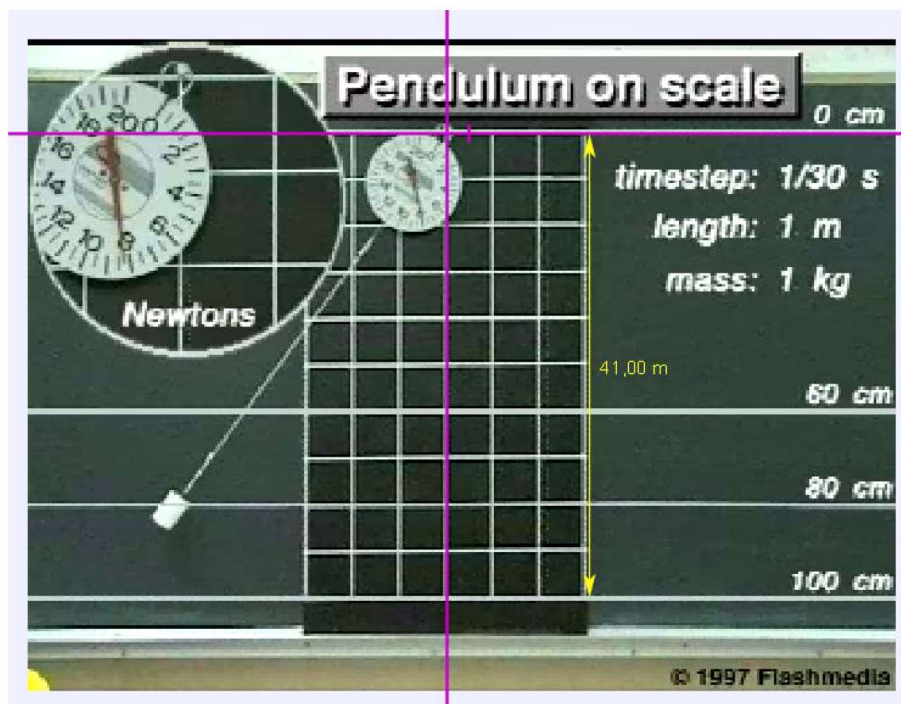


Slika 17. Prikaz dodane visine njihala

Kada smo zadali visinu njihala potrebno je postaviti koordinatni sustav na željeno mjesto (Slika 18) klikom na predviđenu naredbu za koordinatni sustav(Slika 19).

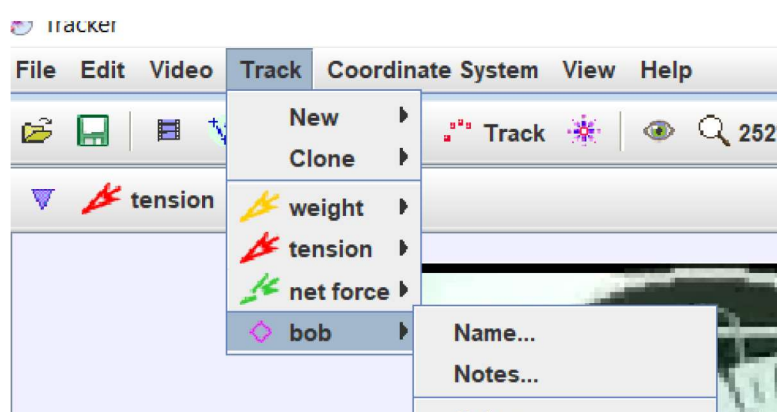


Slika 18. Prikaz naredbe za postavljanje koordinatnog sustava

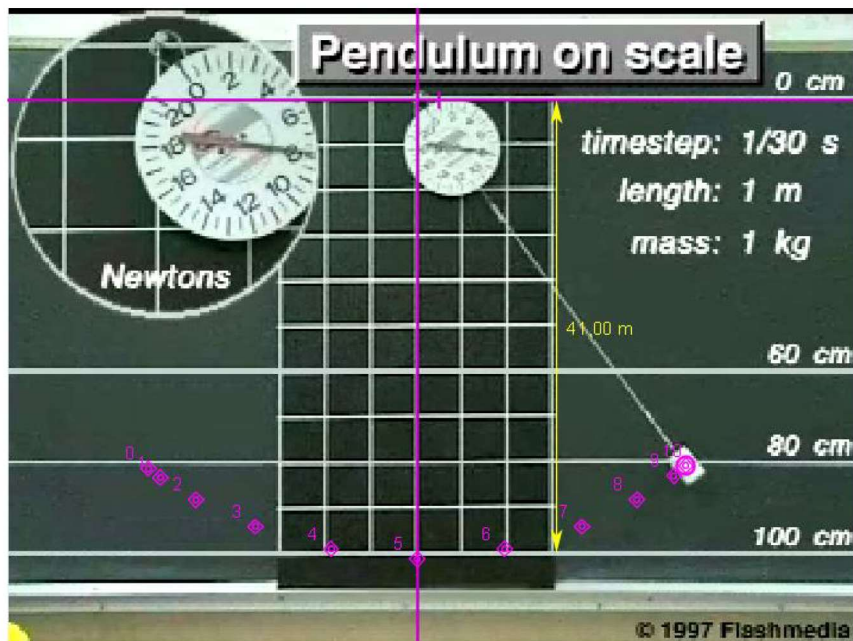


Slika 19. Prikaz postavljenog koordinatnog sustava

U alatu možemo označiti centar mase kuglice u željenim položajima i time predočiti preciznije kretanje kuglice. Klikom na naredbu *Track > bob* označavamo centre mase kuglice (Slika 20). Svaki centar mase dodajemo na način da držimo pritisnutu tipku *Shift* i lijevim klikom odabiremo mjesto točke (Slika 21).

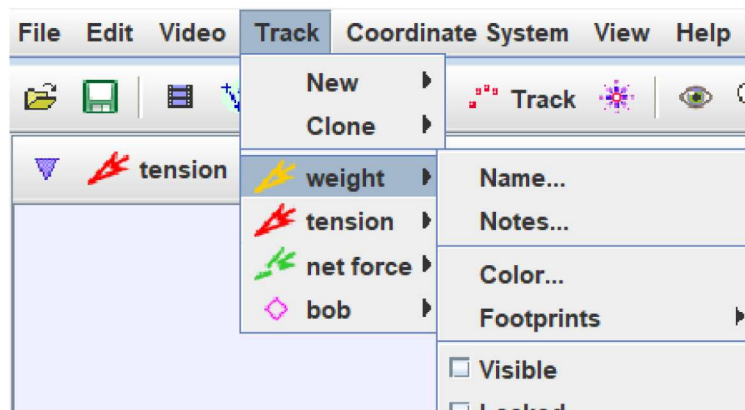


Slika 20. Prikaz naredbe za postavljanje centra mase

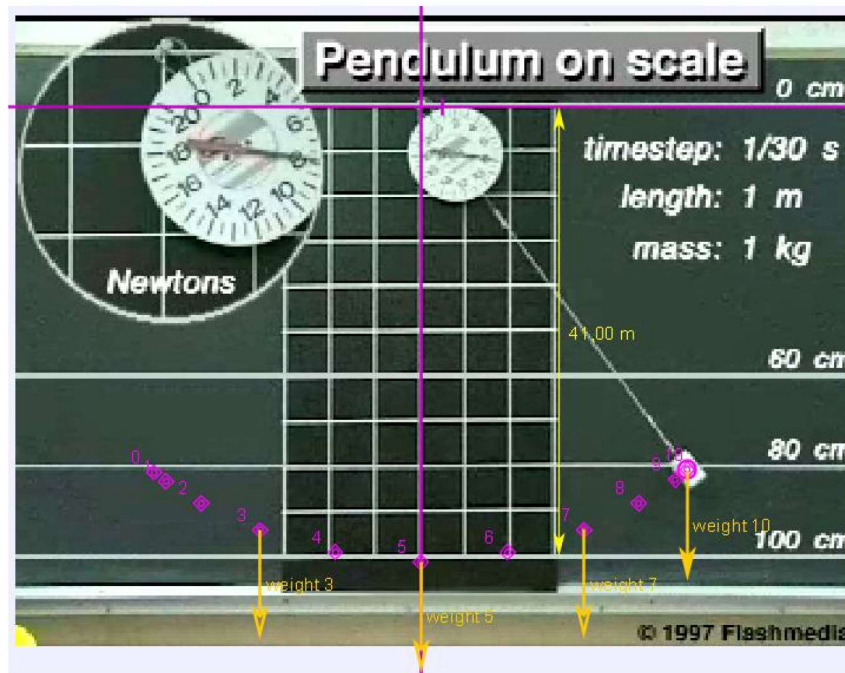


Slika 21. Prikaz označenih centara mase

Nakon što smo dodali sve centre mase zadajemo sile koje djeluju na kuglicu. Težinu dodajemo tako što kliknemo na naredbu *Track > weight* (Slika 22), zatim držimo pritisnutu tipku *Shift* i lijevim klikom odabiremo mjesto djelovanja sile (Slika 23).

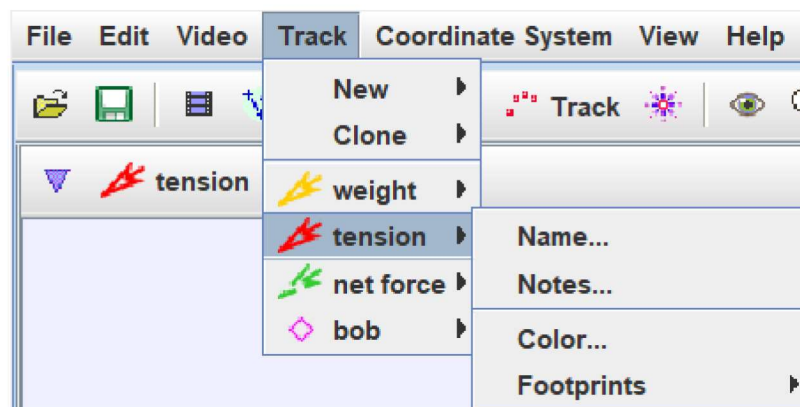


Slika 22. Prikaz naredbe za označavanje težine

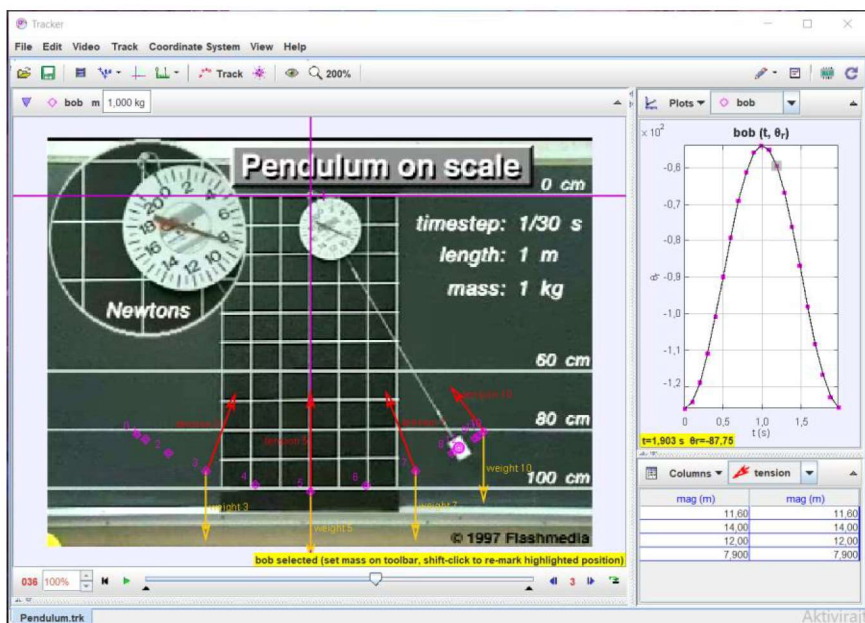


Slika 23. Prikaz dodanih težina

Poslije dodanih težina dodajemo napetost niti u svim točkama kretanja kuglice. Klikom na naredbu *Track > Tension* dodajemo napetost niti (Slika 24), potrebno je držati pritisnutu tipku *Shift* i kliknuti lijevom klikom na željena mjesta (Slika 25).

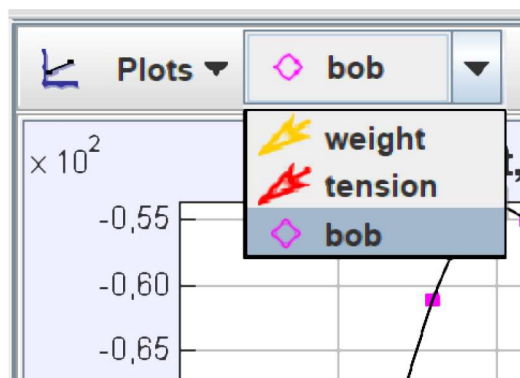


Slika 24. prikaz naredbe za napetosti niti



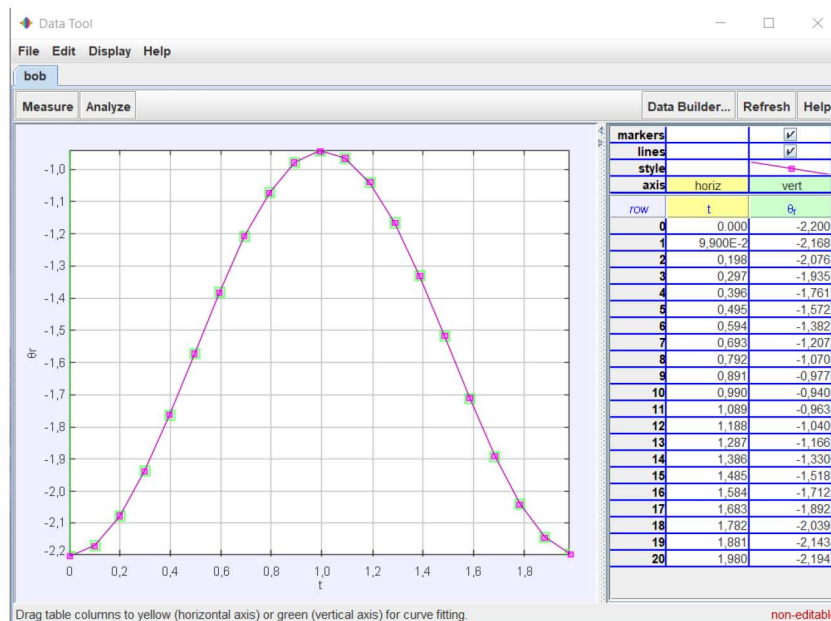
Slika 25. Prikaz dodanih napetosti niti

U desnom dijelu sučelja programa nalazi se graf koji prikazuje centre mase u koordinatnom sustavu. Na grafu je moguće prikazati i ostale zadane veličine (težinu i napetost niti) klikom na padajući izbornik (Slika 26.).



Slika 26. Prikaz padajućeg izbornika za odabir veličine prikazane na grafu

Dvostrukim lijevim klikom na graf, u desnoj strani Tracker-a, povećava se prikaz veličine grafa i pojavljuje se tablica sa koordinatama svih označenih točaka na grafu (Slika 27.).



Slika 27. Povećani prikaz grafa sa tablicom koordinata

Tracker je zaista vrlo korisna aplikacija za analizu eksperimenata koji pripadaju dvjema granama fizike – mehanici i optici. O ovim se temama obično raspravlja na sveučilišnoj razini i stoga studentima dodiplomskog studija ovaj softver može biti zanimljiv. Umjesto da ručno mjerimo štopericom i mjernom trakom, možemo snimiti video pokus i nakon toga ga učitati u Tracker i pustiti da nam program sve izmjeri i izračuna. Budući da je metoda Tracker očito puno preciznija, možemo eliminirati ljudsku pogrešku u eksperimentima do određene razine.

6. ZAKLJUČAK

Sadašnje razdoblje nazivamo digitalnim dobom u kojem je informacijska i komunikacijska tehnologija (IKT) dovela do velikih promjena u obrazovanju, uslugama, radu i poslovnoj praksi. U perspektivi visokog obrazovanja, digitalna intervencija temeljena na IT-u dovela je do situacije u kojoj pristup više nije izazov, a znanje je sveprisutno. Pogled u prošlost pokazuje da je ovaj izazov kvalitete i infrastrukture realiziran prije mnogo desetljeća, kada su se video predavanja snimala na video kasete, a zatim na CD ROM za masovnu upotrebu, što je evoluiralo u sadržaje za e-učenje i YouTube videa zbog tehnološkog razvoja.

Tehnologija digitalnog učenja povećava aktivnost učenika u učenju, neograničen pristup materijalima za učenje, a upotreba adaptivne tehnologije u digitalnom sadržaju pokazuje definitivno poboljšanje njihove izvedbe. Digitalni alati transformiraju obrazovanje povezivanjem nastavnika i učenika sa sadržajem, resursima, platformama za poboljšanje nastave i personalizaciju učenja. Ključno je razumjeti kako oni utječu na poučavanje.

Otvoreno okruženje u kojem angažman u obliku upita i odgovora može biti asinkroni, dopuštajući učenicima vremena za pripremu odgovora, promičući razmjenu različitih pogleda i suradnju. Nastavnici koriste tehnologiju digitalne učionice kako bi pojednostavili proces ocjenjivanja. Osposobljavanje nastavnika i učenika sposobnošću razmjene povratnih informacija u stvarnom vremenu putem online digitalnih alata pruža snažan poticaj učenicima preuzimanja kontrole nad svojim rezultatima.

Učenici mogu odabrati odgovarajuće alate za svoje stilove učenja i time u procesu učenja poboljšati razvijanje ciljanih vještina poput: komunikacije, kreativnosti, kritičnog razmišljanja, rješavanja problema, digitalne i financijske pismenosti, poduzetništva i globalnu svijest.

7. LITERATURA

- [1] Kurikulum nastavnog predmeta fizika za osnovne škole i gimnazije
URL: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_01_10_210.html
(Pristupljeno: 05.08.2022.)
- [2] Ključne kompetencije u obrazovanju odraslih
URL: https://bib.irb.hr/datoteka/711221.Zbornik_HAD_Vodice_2013.pdf
(Pristupljeno: 05.08.2022.)
- [3] The role of the history of science in physics education, teachers' vision
URL:
<http://idiprints.knjiznica.idi.hr/367/1/2008%20Sokolić%2C%20Rister%2C%20Luketi%20n.pdf>
(Pristupljeno: 05.08.2022.)
- [4] Modern Teaching Methods – It’s Time For The Change
URL: <https://eduvoice.in/modern-teaching-methods/>
(Pristupljeno: 05.08.2022.)
- [5] Computers in Physics Education
URL: <https://www2.unifap.br/rsmatos/files/2013/10/Article-Esquembre.pdf>
(Pristupljeno: 10.09.2022.)
- [6] Application of ICTs and Educational Software in Teaching Physics: Advantages, Challenges and Proposed Solutions
URL: https://www.ijrrjournal.com/IJRR_Vol.8_Issue.1_Jan2021/IJRR031.pdf
(Pristupljeno: 10.09.2022.)

- [7] Exploring the Use of Digital Technologies from the Perspective of Diverse Learners in Online Learning Environments
URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1277763.pdf>
(Pristupljeno: 12.09.2022.)
- [8] Tracker
URL: <https://physlets.org/tracker/>
(Pristupljeno: 13.09.2022.)
- [9] Kurikulum nastavnog predmeta Fizika
URL: https://skolazazivot.hr/wp-content/uploads/2020/06/FIZ_kurikulum.pdf
(Pristupljeno: 05.08.2022.)
- [10] Informaciono-komunikacione tehnologije u nastavi fizike kao način povećanja efikasnosti nastave. Primena IKT u nastavi fizike Opštinska obrazovna ustanova
URL: <https://big-movies.ru/bs/bsod/informacionno-kommunikacionnye-tehnologii-na-urokah-fiziki-kak-sposob.html>
(Pristupljeno: 05.08.2022.)
- [11] Importance of Digital Tools in Learning
URL: <https://studymoose.com/importance-of-digital-tools-in-learning-essay>
(Pristupljeno: 10.09.2022.)
- [12] Digital Technology Tools for the Classroom
URL: <https://www.risevision.com/blog/digital-technology-tools-for-the-classroom#:~:text=Digital%20tools%20create%20an%20open,to%20streamline%20the%20assessment%20process.>

(Pristupljeno: 10.09.2022.)

- [13] A Digital Revolution in Education Using Tech Tools and Devices

URL: <https://gradesfixer.com/free-essay-examples/a-digital-revolution-in-education-using-tech-tools-and-devices/>

(Pristupljeno: 10.09.2022.)

- [14] Digital Learning In Higher Education

URL: <https://edubirdie.com/examples/digital-learning-in-higher-education/>

(Pristupljeno: 12.09.2022.)

- [15] Physics Interactives with Task Tracker

URL: <https://www.physicsclassroom.com/Physics-Interactives/Task-Tracker>

(Pristupljeno: 12.09.2022.)

- [16] ICTs based Physics Learning

URL:

https://www.researchgate.net/publication/305684271_ICTs_based_Physics_Learning

(Pristupljeno: 12.09.2022.)

- [17] Okvir za digitalnu kompetenciju korisnika u školi: učitelja/nastavnika i stručnih suradnika, ravnatelja i administrativnoga osoblja

URL:

https://www.researchgate.net/publication/313262462_Okvir_za_digitalnu_kompetenciju_korisnika_u_skoli_uciteljanastavnika_i_strucnih_suradnika_ravnatelja_i_administrativnoga_osoblja

(Pristupljeno: 12.09.2022.)

- [18] Digitalna kompetencija nastavnika u kontekstu stručnog usavršavanja
URL: <https://repozitorij.unipu.hr/islandora/object/unipu%3A4740/datastream/PDF/view>
(Pristupljeno: 12.09.2022.)
- [19] High-Tech Tools for Teaching Physics: the Physics Education Technology Project
URL: <https://search.issuelab.org/resource/high-tech-tools-for-teaching-physics-the-physics-education-technology-project.html>
(Pristupljeno: 12.09.2022.)
- [20] E-laboratorij
URL: <https://e-laboratorij.carnet.hr>
(Pristupljeno: 12.09.2022.)
- [21] Demonstration of a Variable Tension in a Pendulum's String
URL: <http://newsletter.oapt.ca/files/DEMO-Pendulum-String.html>
(Pristupljeno: 13.09.2022.)
- [22] 7 Different Types of Multimedia Software
URL: <https://www.tldevtech.com/different-types-of-multimedia-software/>
(Pristupljeno: 20.09.2022.)
- [23] PhET
URL: <https://phet.colorado.edu/hr/>
(Pristupljeno: 21.09.2022.)

[24] Projectile Motion

URL: <https://phet.colorado.edu/en/simulations/projectile-motion>

(Pristupljeno: 20.09.2022.)

[25] Naboji i polja

URL: <https://phet.colorado.edu/hr/simulations/charges-and-fields>

(Pristupljeno: 21.09.2022.)

[26] COMSOL Multiphysics

URL: https://en.wikipedia.org/wiki/COMSOL_Multiphysics

(Pristupljeno: 20.09.2022.)

[27] CenarioVR

URL: <https://www.cenariovr.com/index.html>

(Pristupljeno: 20.09.2022.)

8. ŽIVOTOPIS

Maja Virag rođena je 14.11.2000. u Vukovaru gdje je završila Osnovnu školu Siniše Glavaševića i Prirodoslovno-matematičku gimnaziju u Vukovaru 2018. godine. Iste godine upisala je preddiplomski studij Fizike na Odjelu za fiziku Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.