

Fizika u igri

Ana Buchberger Đaković¹, Petar Jelača¹, Patricija Nikolaus¹, Vedran Vedriš²

¹Gimnazija Andrije Mohorovičića Rijeka,

²Prva riječka hrvatska gimnazija, Rijeka

Sažetak. Ponukani dobrim iskustvom prijašnjeg projekta „Fizika Gardalanda“, odlučili smo osmisliti nove istraživačke izazove za naše učenike. Igrajući se igračkama, djeca zapravo uče fiziku bez poznavanja zakonitosti i njihove matematičke forme. Želimo zabavom i dalje poticati znatiželju učenika. Istraživanjem dolaze do odgovora na postavljena pitanja kako funkcionira neka igračka, temeljeno na zadanim obrazovnim ishodima učenja. Dolazit će i do novih pitanja na koja će u budućnosti tražiti odgovore. Naslov samog projekta *Fizika u igri* proizišao je iz želje da se učenici istražujući zabavljaju te da povežu zakonitosti fizike sa svijetom kojim su okruženi od najranije dobi. Predstaviti ćemo četiri „izazovne“ igračke i jedan istraživački zadatak pomoću kojih su učenici istraživali fiziku. Uz pomoć trkaćih pisti istraživali su Newtonove zakone, zakone očuvanja, kružno gibanje... Pomoću balansirajućeg čovječuljka tražili su položaje težišta, uvjete i vrste ravnoteže. Igračku na pritisak koristili su za istraživanje zakona očuvanja energije. O Magnusovu efektu i strujanju zraka učili su pomoću magične puhalice. Učenici su izrađivali vlastite igračke kao što je balansirajući čovječuljak i magična puhalica. Zadatak Pitagorina čaša uključivao je samostalno istraživanje od traženja povijesnih činjenica, objašnjenja fizičkih zakonitosti do njezine izrade. Takvo istraživanje moguće je provesti različitim oblicima rada. Učenik može sam kod kuće istraživati određene pojave ili raditi u paru ili grupi gdje u sudjelovanju s ostalim učenicima dolazi do ideja i zajedničkih rješenja. Cilj je probuditi istraživački duh kod učenika i razvoj kritičkog razmišljanja, što smatramo nužnim za kvalitetno učenje fizike.

Cljučne riječi: fizika, igra, igračke, istraživati

UVOD

U ovom radu odlučili smo prikazati nekoliko primjera istraživačke nastave koje smo proveli. Cilj istraživačke nastave je da učenici istraživanjem usvajaju znanje iz fizike i znanstvenu metodu rada. Učenici razvijaju kritičko mišljenje i samostalno donošenje zaključaka. Ovakav oblik nastave može se primijeniti na redovnoj nastavi ili kao dodatni sadržaj ukoliko uvjeti to dopuštaju. Ideja „fizike u igri“ je da učenici istražuju igračke i određene fizikalne pojave vezane uz igračke. Svaki primjer može se prilagoditi po potrebi ovisno o uzrastu učenika te dostupnom vremenu i nastavnim sredstvima. U ovom radu dati ćemo nekoliko primjera takvih igračkica: „push-n-go“, magična puhalica, balansirajući čovječuljak, pista sa kružnom petljom te primjer istraživačke domaće zadaće Pitagorina čaša.



SLIKA 1. Učenici mjere prijedeni put i vrijeme gibanja na različitim podlogama

”PUSH-n-GO”

Učenicima dobivaju igračku „push-n-go“ [1] (stisni i pusti). Nakon što su proučili mehanizam igračke, postavljaju hipoteze koje sve fizikalne zakonitosti mogu istražiti pomoću nje. Nakon postavljenih hipoteza, u raspravi zajedno sa nastavnikom potvrđuju ispravnost istih, te postavljaju pitanja na koja u daljnjem istraživačkom radu trebaju dati odgovore. Očekuju se odgovori na sljedeća pitanja: *Na koji način se igračka pokreće? Koje energije igračka posjeduje? Dolazi li do pretvorbe energije i koje? Zašto se igračka nakon određenog vremena zaustavlja? Kada se ona ne bi zaustavila? Gubi li igračka energiju zaustavljanjem? Ovisi li prijedeni put o podlozi po kojoj se igračka giba? Mogu li izračunati iznos energija?*[1] Učenicima samostalno nalaze načine na temelju kojih će dati odgovore i donijeti konačne zaključke. Pomoću vlastitih zapažanja i izravnog mjerenja dolaze do sljedećih odgovora i zaključaka. Djelovanjem sile (ruke učenika) na „glavu“ igračke izvršen je rad pri prijenosu energije s učenika na igračku, čime je dan odgovor na koji način se igračka pokreće. Budući da je „glava“ igračke na opruzi, učenici dolaze do zaključka da igračka posjeduje elastičnu potencijalnu energiju. Nakon micanja ruke, sva elastična potencijalna energija pretvara se u kinetičku energiju. Budući da se igračka giba po istoj razini nema gravitacijsku potencijalnu energiju. Na temelju opisanih energija dolaze do zaključka da se energija pretvara iz jednog oblika u drugi (elastična potencijalna energija u kinetičku energiju). Budući da se igračka nakon određenog vremena zaustavlja, zaključuju da je to posljedica djelovanja sile trenja između kotača igračke i podloge po kojoj se ona giba. Kada ne bi bilo djelovanja sile trenja, prema zakonu inercije igračka bi se nastavila gibati. Zaustavljanjem, igračka nije izgubila energiju, već se njena kinetička energija pretvorila u toplinsku energiju. Gibanjem po različitim podlogama, igračka će prelaziti manje ili veće udaljenosti zbog različitog faktora trenja između kotača igračke i podloge po kojoj se giba (vidi sliku 1), te će se u ovisnosti o trenju pretvorba kinetičke energije u toplinsku dogoditi u kraćem ili dužem vremenskom intervalu. Mjerenjem vremenskog intervala i pripadnog prijednog puta do zaustavljanja, učenici računaju početnu brzinu igračke. Poznajući masu igračke i njezinu početnu brzinu računaju kinetičku te elastičnu potencijalnu energiju.

Na temelju danih odgovora na postavljena pitanja, učenici dolaze do zaključka da energija ne nastaje niti nestaje, već prelazi iz jednog oblika u drugi, što je bio temeljni obrazovni ishod učenja za navedeni istraživački rad.

MAGIČNA PUHALICA

Magična puhalica je istraživački rad iz dinamike fluida, ali se kao i ostali problemski zadaci može proširiti i na druga područja iz fizike. [1] Princip rada učenicima je demonstriran pomoću puhalice kupljene u trgovini igračaka. Učenici su kod kuće izrađivali svoje magične puhalice. Za izradu puhalica potrebna im je savitljiva slamka provučena kroz čep na odrezanom grlu plastične boce. Za lebdjenje koristili su ping-pong lopticu ili lopticu od stiropora. Zadatak učenika je bio da kod kuće ili u učionici istražuju magičnu puhalicu i njezini princip rada (vidi sliku 2). Istraživanje mogu obavljati individualno ili u grupama. Kod grupnog rada učenici mogu raspodijeliti zaduženja, prikupiti više informacija, te analizirati više različitih ideja. Kod individualnog rada učenik mora sam doći do rješenja što zahtjeva veću angažiranost. Nastavnik učenicima može dati unaprijed pripremljena pitanja na radnim listićima. Kao što su: *Zašto loptica lebdi na struji zraka? Zašto se loptica rotira u struji zraka? Možeš li nabrojati primjere levitacije? Da li bi znao na druge načine*



SLIKA 2. Učenici demonstriraju rad magičnih puhalica

postići lebdjenje predmeta? Zbog čega smo odabrali lopticu od stiropora da lebdi, a ne neki drugi predmet? Istraži što još u prirodi lebdi ili se uspinje u zraku? Kako bi opisao ostale slučajeve lebdjenja? Kako bi došli do zaključaka učenici osim svog predznanja mogu koristiti tiskanu literaturu i/ili Internet. Jedan od zadataka može biti da sami pronađu izvor pojedinih informacija kako bi došli do odgovora. Samostalno ili uz vođenje nastavnika dolaze do zaključka da zrak koji struji uspijeva podići lopticu na određenu visinu. Zrak koji se giba oko loptice ima niži tlak od zraka koji ne struji, a nalazi se oko loptice i struje zraka. Loptica se rotira i nastoji napustiti područje nižeg tlaka, ali ne može jer zrak koji je oko nje nalazi se pod višim (atmosferskim) tlakom te tako zadržava lopticu unutar struje zraka. Osim ovog pokusa učenicima se mogu zadati slični pokusi poput puhanja iznad lista papira kojeg drže u rukama (vidi sliku 3). Ovakav pokus može se koristiti kao uvod u rad s magičnom puhalicom.



SLIKA 3. Puhanje iznad lista papira

Kada učenici dođu do zaključaka tada se može postaviti pitanje *?Zašto se papir diže kada pušemo iznad njega? Koja sila uzrokuje dizanje papira? Gdje zrak brže struji iznad ili ispod papira? Što je s tlakovima ispod i iznad papira?* Umjesto puhalice može se koristiti sušilo za kosu u čijoj struji zraka loptica lebdi čak i onda kada se sušilo nagne. Odabrali smo puhalicu, a ne sušilo jer puhalicu učenici mogu sami izraditi i pritom improvizirati pri realizaciji same puhalice. Svoja iskustva i ideje kod izrade kao i sama opažanja učenici su prezentirali svojim kolegama u razredu. Kod ovakvog načina rada važno je da se učenici potaknu na istraživanje određene pojave. Ako se cijelo istraživanje provodi na satu tada treba unaprijed osmisлити pitanja i način vođenja rasprave s učenicima. Konačni zaključak istraživanja učenici donose zajedno s nastavnikom na satu fizike. Istraživanje magične puhalice može se proširiti na istraživanje avionskog krila, papirnatih aviona, Magnusovog efekta (zakrivljene putanje lopti u sportu), Coanda efekta i ostalih pojava iz dinamike fluida.

Igračka balansirajući čovječuljak

Istraživanje je zamišljeno kao grupni rad učenika. Učenici su podijeljeni u grupe: tri grupe su dobile kartonski lik (pravilan geometrijski lik- puni i šuplji te nepravilan lik) s izbušenim rupicama kojemu trebaju približno odrediti težište pomoću težišnica. Zadatak im je pretpostaviti i istražiti pretpostavku. Uz lik dobili su i stalak te visak koji služi određivanju težišnice. Pretpostavke i zaključke zapisivali su u zadanu tablicu (vidi tablicu 1). Učenici su odgovarali na pitanja: *Što je težište? Možete li težište odrediti viskom? Ukratko opišite proces. Koliko težišnica je potrebno da bismo tijelu odredili težište? Je li težište uvijek u središtu tijela? Mora li uopće biti u samom tijelu?*

TABLICA 1. Tablica koju su ispunjavali učenici

	<i>Pretpostavka o položaju težišta</i>	<i>Položaj težišta</i>
<i>Pravilni geometrijski lik (puni)</i>		
<i>Pravilni geometrijski lik (šuplji)</i>		
<i>Nepravilni lik</i>		



SLIKA 4. Izrada domino stupa



SLIKA 5. Balansirajući čovječuljci koje su učenici sami izradili

Četvrta grupa ispituje kako ravnoteža ovisi o osloncu. Učenici slažu kosi stup pločica za igru Domino. Crtaju skicu i određuju težište stupa i istražuju uvjete rušenja stupa. Učenici su odgovarali na pitanja: *Što je težište? Što je oslonac? Kada je tijelo stabilnije? Kada tijelo pada?* Nakon što je svaka grupa obavila zadatak, povela se rasprava o dobivenim rezultatima. Učenicima je postavljeno pitanje u kakvoj je ravnoteži čovjek dok stoji ili hoda? Raspravljalo se o osloncu čovjeka dok stoji te kada je njegova stabilnost veća, kao i o položaju težišta kod neobične ravnoteže vilice i žlice ovješene na šibicu na rubu čaše. Na kraju sata pokazana im je igračka balansirajući čovječuljak pri čemu se raspravljalo o odnosu težišta i oslonca, te o vrstama ravnoteža. [1] Važno je bilo uočiti da je težište ispod oslonca jer je igračka u stabilnoj ravnoteži. Za domaću zadaću učenici su dobili zadatak napraviti vlastitu balansirajuću igračku po uzoru na pokazanu uz korištenje predmeta iz svakodnevne uporabe.

Ovakav zadatak moguće je dati učenicima i kao samostalni istraživački rad. Učenicima se pokaže igračka i zada im se zadatak da istraže vrste ravnoteža, način određivanja težišta pomoću težišnica, opišu što je oslonac te kako je postignuta ravnoteža konkretne igračke. Uz istraživanje učenicima je zadan zadatak da izrade vlastitu igračku.

Trkaća pista

Koristeći trkaću pistu sa kružnom petljom napravili smo istraživački rad vezan uz zakon očuvanja energije te pritom istražili kako se energije mijenjaju iz jednog oblika u drugi.

Učenicima smo podijelili nekoliko trkaćih pista različitih oblika. Svaka pista imala je barem jednu kružnu petlju te pripadajući autić na navijanje. U istraživačkom radu cilj je da učenici odrede koji parametri (početna brzina, visina s koje se pušta, kinetička energija) moraju biti zadovoljeni kako bi autić opisao puni krug petlje te se nastavio gibati po ravnom dijelu staze. Istraživanje učenici provode vodeći se pitanjima: *Odredite koji uvjeti moraju biti zadovoljeni kako bi autić uspješno opisao puni krug petlje? Koliko daleko morate odmaknuti autić od petlje kako biste to postigli te koliko ga jako morate naviti? Zašto autić pada s vrha petlje, a ne nastavlja se gibati po njoj? Zašto autić usporava kada se penje po kružnoj petlji? Postoji li način kako da autić prođe kroz petlju, a da pritom ne koristimo motor na navijanje?*

Kako bi autić uspješno opisao puni krug mora imati dovoljno veliku brzinu koja će mu omogućiti prolazak petlje. Brzinu može dobiti na nekoliko načina. Prvi način je da autić navijemo. Pomicanjem unatrag u njega pohranjujemo elastičnu potencijalnu energiju koja se prilikom pokretanja pretvara u kinetičku energiju. Kada u njega pohranimo dovoljno energije on može postići potrebu brzinu za savladavanje petlje. Kroz nekoliko pokušaja određujemo koliko najmanje moramo odmaknuti autić od petlje da bi prethodno opisani uvjeti bili zadovoljeni.

Kako bi se autić počeo gibati po kružnoj petlji na njega mora djelovati sila koja će mu promijeniti



SLIKA 6. Učenici određuju udaljenosti



SLIKA 7. Određivanje početne visine autića

potencijalnu energiju dok se jedan mali dio kinetičke energije koristi za rad pri savladavanju sile trenja te zbog toga on usporava.

Drugi način za uspješan prolazak petlje je da učenici podignu u zrak jedan kraj piste te istražuju s koje visine je potrebno pustiti autić kako bi prošao petlju. Učenici, uz pomoć zakona očuvanja energije, određuju kolika mora biti minimalna brzina autića na početku petlje da ju autić prođe.

Također istražuju može li se isti učinak dobiti i na treći način tako da se autiću da neka početna brzina u horizontalnom smjeru odnosno početna kinetička energija.

Ishodi proučavani u ovom istraživačkom radu ne moraju biti vezani samo uz zakon očuvanja energije kao što je prikazano. Ova igračka pogodna je i za istraživanje kružnog gibanje te centripetalne sile.

smjer gibanja. Što je njegova brzina, prilikom dolaska na petlju veća to će veća biti i sila kojom ga podloga gura prema središtu petlje. Ako je ta sila podloge dovoljno velika, ukupna sila na cijeloj putanji biti će usmjerena prema središtu petlje, imat će ulogu centripetalne sile te će uzrokovati kružno gibanje automobila. Ukoliko ukupna sila neće biti usmjerena prema središtu petlje tokom cijele putanje autić će pasti iz petlje. Pri usponu autića na petlju dio njegove kinetičke energije pretvara se u gravitacijsku

PITAGORINA ČAŠA



SLIKA 8. Pitagorine čaše koje su učenici sami izradili

Učenici su u sklopu istraživačke nastave dobili da samostalno istraže i konstruiraju Pitagorinu čašu (vidi sliku 8). Pitagorina ili Tantalova čaša izvana izgleda kao i svaka druga čaša, no kada se pogleda iznutra uočava se jedna cijev koja je ključna za njeno funkcioniranje. Ta cijev je oblika slova U, povezana je s dnom čaše i doseže do određene visine (manje od visine same čaše), te se spušta do dna čaše, ali ne skroz do kraja već je ostavljen mali otvor. Unutar cijevi je kanalić kako bi tekućini koju ulijevamo bio omogućen prolaz kroz cijelu njenu dužinu[2],[3]. Istraživački rad je uključivao povijest nastanka same čaše kao disciplinske mjere koju je Pitagora izumio za svoje učenike, te njenu konstrukciju i fizikalno objašnjenje. Fizikalno objašnjenje pronalazimo u zakonu spojenih posuda, a njenu primjenu imamo i danas u svakom kućanstvu (vodokotlić, sifon). Kako je Pitagora osim matematičara bio i filozof, izrada njegove čaše nema samo stručno značenje i primjenu, već i životnu poruku, a ona je da u svemu treba imati mjeru, jer ako ne cijenimo ono što imamo lako možemo ostati bez svega.

ZAKLJUČAK

Prikazali smo pet primjera kako se istraživački oblik rada može primijeniti u nastavi fizike. Učenici su kroz fiziku istraživali odabrane igračke. Za svaku igračku rješavali su problemska pitanja koja im postavi nastavnik, te su prezentirali rezultate svojih istraživanja. Ovakav oblik rada zahtijeva povećanu aktivnost učenika zbog same uključenosti u proces istraživanja.

Pomoću svake igracke navedene u ovom radu može se istraživati više područja fizike. Područja fizike koja su bila cilj istraživanja: kinematika, dinamika, mehanika fluida i ravnoteža tijela. Ovim istraživačkim oblikom rada ispunjeni su svi predviđeni obrazovni ishodi učenja koji su postavljeni za istraživanje. Istraživačkim pristupom učenici više razvijaju interes za fiziku nego u klasičnoj nastavi. Ovakav oblik rada može se koristiti kako bi se fizika svakodnevnice približila učenicima. Učenici razvijaju timsku suradnju i kritičko mišljenje. Dojmovi učenika su pozitivni i smatramo kako bi se ovakav način učenja trebao što više uključiti u nastavu fizike.

ZAHVALA

Zahvaljujemo se našim učenicima s kojima smo zajedno proveli zabavne sate u igri istražujući i primjenjujući zakone fizike.

LITERATURA

1. Beverley A. P. Taylor, James Poth, Dwight J. Portman, *Teaching Physics with TOYS*, Terrific Science Press Miami University Middletown, Middletown, Ohio 1995.
2. Physics demonstrations: the Pythagoras cup | Skulls in the Stars URL: <http://skullsinthestars.com/2012/04/26/physics-demonstrations-the-pythagoras-cup> (10.3.2017)
3. Pitagorina čaša - Filozofija URL: <https://filozofblogutopia.wordpress.com/2016/11/11/pitagorina-casa> (10.3.2017)