SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
FIZIČKI ODSJEK

SMJER: profesor fizike i informatike

Danijel Džambo

Diplomski rad

Računalna implemetnacija testa i tečaja iz razumijevanja Newtonovih zakona

Voditelj diplomskog rada: Prof. dr. sc. Mirko Planinić

Ocjena diplomskog rada: _____

Povjerenstvo: 1. _____

2. _____

3. _____

Datum polaganja: _____

Zagreb, 2009.

Sadržaj

1. Uvod 5
2. Učenje 6
   2.1. Učenje učenja 6
   2.2. E-učenje 8
      2.2.1. Definicija E-učenja 8
      2.2.2. Klasifikacija 8
      2.2.3. Prednosti 9
      2.2.4. Nedostaci 9
3. Claroline LMS (Learning Managment System) 11
4. Miskoncepcije 13
   4.1. Usvojenost nekih temeljnih fizikalnih ideja kod gimnazijalaca i studenata fizike 13
      4.1.1. Najčešće miskoncepcije 14
      4.1.2. Zaključak istraživanja 14
   4.2. Istraživanje raznolikosti u odgovorima studenata vezanim uz pitanja iz gibanja 15
      4.2.1. Horizontalni hitac 16
      4.2.2. Vertikalni hitac 19
      4.2.3. Zaključak istraživanja 21
   4.3. Kako riješiti miskoncepcije? 22
      4.3.1. Konstruktivizam 22
      4.3.2. Peer Instruction 24
5. Mjerenje učenja studenata pomoću IRT-a (Item Response Theory) 25
6. FCI (Forced Concept Inventory) 29
   6.1. Gain 29
7. Samostalno istraživanje 32
   7.1. FCI predtest 32

7.2. Online testiranje i učenje 34
7.3. FCI posttest 36
7.4. FCI predtest vs. FCI posttest 37
7.5. Gain 39
8. Zaključak 40
9. Prilog 41
Literatura 52

1.Uvod

Čovjek od svojeg postojanja kroz čitavu povijest sve do danas istražuje svijet oko sebe i novim saznanjima pokušava unaprijediti i poboljšati svaki aspekt svojega života. Također, oduvijek postoji težnja da si olakša način življenja, ali i težnja da si olakša put do određenog cilja. Sastavni dio čovjekovog života je obrazovanje i želja da nauči nove sadržaje. Da bi nešto naučio postavljaju se razni ciljevi, a putovi koji vode do njih nastoje se na razne načine olakšati.

Tako već odavno postoji cilj kako unaprijediti nastavu fizike. Da bi to napravili, potrebna su mnogobrojna i različita istraživanja kako bi učinak bio što efikasniji. Kako se nalazimo u modernom dobu, dolaskom novih tehnologija pružile su se razne mogućnosti za unapređenje nastave fizike koja bi imala bolji učinak. Jedna od mogućnosti pružila se u području računalnih tehnologija, te se razvio pojam interaktivne nastave, gdje se pomoću različitih simulacija i grafike učeniku ili studentu nastoji što bolje, lakše i učinkovitije pomoći da nauči određene sadržaje.

Tako je i ovaj rad napravljen kao istraživanje, kako interaktivna nastava i nove tehnologije mogu utjecati na učenika i njegovo razumijevanje određenih područja fizike.

2. Učenje

Jedna od osnovnih definicija učenja kaže da je to složeni psihički proces promjene ponašanja na osnovi usvojenog znanja i iskustva. Međutim, učenje možemo jednostavno definirati i kao proces stjecanja znanja koja nam trebaju i uz pomoć kojih možemo kvalitetnije i bolje živjeti. Konkretno kada govorimo o učenju u fizici značilo bi povezivanje činjenica i primjenu stečenog znanja u novim situacijama. Iako se pojam učenja najčešće veže uz školu i usvajanje znanja iz različitih nastavnih predmeta, učenje zapravo počinje još u ranom djetinjstvu kad počinjemo učiti govoriti i hodati.

Dok nam učenje govorenja i hodanja ide glatko i jednostavno, učenje u školi zna ponekad predstavljati problem. Tako često možemo čuti kako netko puno vremena provodi s knjigom u ruci, a rezultati mu nisu zadovoljavajući. S druge strane, neki učenici vremenski ne uče jako puno, ali puno znaju i postižu dobre rezultate. Ako stavimo na stranu sve razlike u sposobnostima učenika (koje mogu imati veliku važnost), ne treba nam puno razmišljanja da shvatimo kao pri učenju veliku ulogu ima koncentracija i kvaliteta učenja.[1]

2.1. Učenje učenja

Uspjeh u učenju osim o intelektualnim sposobnostima učenika u velikoj mjeri ovisi o načinu poučavanja, tj. o poučavatelju ali i o razvijenosti strategija i vještina učenja učenika odnosno studenta. Vještine i strategije učenja primjenjive su u školskim i ne školskim uvjetima. Kognitivne strategije (odnose se na spoznajne sposobnosti kao što su percepcija, pamćenje, mišljenje) učenja obuhvaćaju:

- održavanje pozitivnog stava, odnosno motivacije za učenje
- određivanje optimalnih odnosa među dijelovima gradiva
- povezivanje novih informacija s postojećim
- održavanje pozornosti pri učenju
- provjeravanje razumijevanja sadržaja učenja
- nadzor nad napredovanjem tijekom učenja

Da bi strategije učenja bile učinkovite, onaj tko uči mora posjedovati:

- znanje o sebi kao učeniku (sposobnosti, navike, interesi i vanjski uvjeti učenja)
- poznavanje zadataka što ih treba naučiti (različita vrsta zadataka iziskuje različite vještine i načine rada)
- poznavanje vještina učenja (upravljanje vremenom, tehnika slušanja i bilježenja predavanja, vještina čitanja, vještina ovladavanja tremom…)
- predznanje (važna je količina i kakvoća)
- poznavanje konteksta (procjena uporabne vrijednosti znanja)

Vještine učenja su često kod đaka i studenata vrlo slabo razvijene te često ni đaci ni studenti ne poznaju dovoljno svoje nedostatke koji im učenje otežavaju kao ni kvalitete koje bi učenje mogle olakšati .

- vještina čitanja se očituje u brzom i tečnom čitanju i razumijevanju pročitanog
- tehnika slušanja i bilježenja predavanja
- upravljanje vremenom učenja (dugoročno i kratkoročno)
- vještina mehaničkog učenja (ono što treba naučiti napamet kontinuiranim učenjem daje bolje rezultate u početku, ali trajnost naučenog je veća ako se uči distribuirano
- izbor metode učenja: parcijalna, globalna, progresivna
- vještina ovladavanja tremom (podizanje razine čuvstvene stabilnosti)
- elaborativne strategije - što bolja obrada informacija (otkrivanje odnosa između dijelova znanja, povezivanje novoga s prethodno naučenim, pronalaženje analogija, prepričavanje svojim riječima, izvođenje zaključaka)

Istraživanja o tehnikama učenja studenata pokazuju da oni često ne ponavljaju ono što uče. Uspostava strukture ili organizacije onoga što se uči dobra je strategija za poboljšanje učenja. Stručnjaku znanje daje sposobnost da zapazi organizaciju i strukturu tamo gdje je početnikovo zapažanje rastrgano i djelomično.[2]

Velike su individualne razlike u učenju što se ogleda u različitim brzinama, putovima i rezultatima učenja. Do tih razlika dolazi zbog razlika među pojedincima u sposobnostima, stilovima učenja , interesima i sklonostima.[3]

2.2. E-učenje

Današnje doba modernih tehnologija i globalizacije donosi brze promjene u svim aspektima ljudskog života. Svakim danom stvaraju se nove informacije, a opći razvoj kontinuirano zahtijeva nova znanja i vještine. Javlja se potreba za što bržim, pravovremenim obrazovanjem, koje će istovremeno biti otvoreno, široko i dostupno.

Elektroničko učenje (*e-učenje* ili engl. *e-learning*) danas sve češće susrećemo u praktičnoj primjeni. Osim osnovne upotrebe multimedije i Interneta u sklopu svakodnevnog formalnog obrazovanja, danas se putem sustava e-učenja omogućava i organizacija konferencija, kao i tzv. *E-learning* akademije, *online* obrazovanja zaposlenika u nekim tvrtkama, te različiti komercijalni tečajevi.

2.2.1. Definicija E-učenja

Osnovna definicija e-učenja kaže kako je to „...korištenje multimedije i Interneta u svrhu poboljšanja kvalitete učenja omogućavanjem pristupa udaljenim izvorima i uslugama i omogućavanjem suradnje i komunikacije na daljinu.“ (ETF - E-learning Strategy Task Force)

2.2.2. Klasifikacija

Današnji oblici e-učenja obuhvaćaju različite aspekte korištenja ICT-a (Information and Communication Technologies) u obrazovanju, pa ovisno o intenzitetu i načinu korištenja ICT-a razlikujemo nekoliko oblika e-učenja:

- **klasična nastava** - nastava u učionici (*f2f* ili *face-to-face*)
- **nastava uz pomoć ICT-a** - tehnologija u službi poboljšanja klasične nastave (*ICT supported teaching and learning*)
- **hibridna ili mješovita nastava** - kombinacija nastave u učionici i nastave uz pomoć tehnologija (*hybrid, mixed mode* ili *blended learning*)
- **online nastava** - nastava je uz pomoć ICT-a u potpunosti organizirana na daljinu (*fully online*)

2.2.3. Prednosti

- E-učenje omogućava korisnicima kvalitetno sudjelovanje u nastavi i kada to pitanje udaljenosti, rasporeda i sličnih okolnosti praktički čine nemogućim. Široka dostupnost istovremeno omogućava i istovremeno sudjelovanje velikog broja korisnika.
- U potpunosti modernizirana e-učionica otvorena je 24 sata dnevno, što omogućava najefikasnije moguće iskorištavanje vremena. Korisnici sami biraju kada će i kako pristupiti e-učenju budući da imaju stalan pristup materijalima i nastavi koju polaze.
- U nekim slučajevima i pod uvjetom da je tako organizirano, e-učenje putem Interneta omogućava posebno dinamičnu interakciju između instruktora i polaznika, kao i polaznika međusobno. Svaki pojedinac tada doprinosi nastavi pokretanjem, odnosno sudjelovanjem u raspravama koje se tiču dotične teme.
- U sklopu sustava lako je omogućena integracija i pristup drugim izvorima bitnima za gradivo koje se podučava.

2.2.4. Nedostaci

- E-učenje zahtijeva od korisnika određena znanja i vještine kako bi se mogli njime koristiti. Bez određene računalne pismenosti, gradivo integrirano u sklopu elektroničkog sustava učenja postaje potpuno beskorisno. Osim tih znanja, za provođenje e-nastave bitno je i da svaki od korisnika ima za to određenu opremu.
- Ni najkvalitetnija oprema na kojoj se izvodi e-nastava nije stopostotno pouzdana. Čak ni kada mogući tehnički problemi ne dovedu do prekida u izvođenju e-nastave, svakako će doprinijeti padu koncentracije korisnika, a samim time i padu kvalitete e-učenja.
- Jedan od nedostataka pri e-učenju je svakako motivacija učenika. Nastavnik uvijek može pronaći način kojim će motivirati učenike dok je računalu to teško. To je jedan od pokazatelja da nastavnika ništa ne može zamijeniti u potpunosti.
- Omogućavanjem samostalnijeg određivanja načina i vremena učenja, e-učenje svojim učenicima donosi i veću odgovornost. U određenim oblicima e-učenja oni se tako sami moraju motivirati, individualno procjenjivati potrebu za učenjem, što može dovesti do upitnih rezultata i objektivno slabog napretka u procesu učenja.

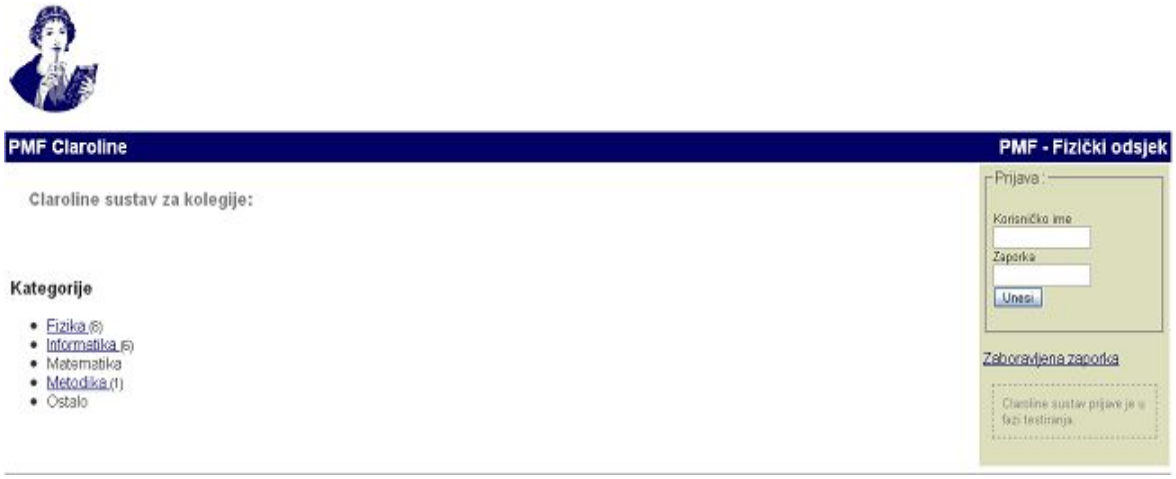
- Jedan već razrađen sustav e-učenja nailazi na probleme s autorskim pravima za sadržaje određenog tečaja i sl., kao i na pojavu sličnih nelojalnih ili pak kvalitetnijih tečajeva drugih autora. Sustav zahtijeva određenu tehničku podršku, koja košta, i stalan razvoj u skladu s razvojem tehnologije kojom se koristi.

Unatoč svim prednostima e-učenja, ono danas ne može zamijeniti klasičan pristup učenju i obrazovanju općenito. Posebice u dubljem razmatranju širenja najrazvijenijeg oblika e-učenja (onog u potpunosti organiziranog na daljinu), javljaju se pitanja relativne kvalitete rezultata, kao i samog tijeka takvog učenja te upitna individualizacija cijelog procesa.[4]

3. Claroline LMS (Learning Managment System)

Za izradu tečaja korišten je LMS (Learning Managment System) sustav za e-učenje pod nazivom Claroline. Claroline je jedan od vodećih Open Source alata za e-učenje. Nastao je na belgijskom Université catholique de Louvain (UCL) kao podrška univerzitetskom Virtualnom kampusu s primarnim ciljem podrške vlastitim nastavnicima u e-učenju.

S aspekta evaluatora alata za e-učenje prvo što se uočava iznimno su dobro napravljeno korisničko sučelje (s aspekta tutora/autora sadržaja i studenta), dobro nadgledanje studentove aktivnosti i rezultata unutar sustava (Learning Management) te određeni nedostaci u lakoći instalacije i održavanja. Također je vidljiva tendencija integracije postojećih Open Source kolaborativnih i uređivačkih alata u Claroline, što je većinom izvedeno začudujuće dobro. Primjer je za to integracija foruma phpBB u Claroline. Kada je pomalo kompliciranа instalacija napokon načinjena, počinje vrlo ugodan rad na stvaranju online tečaja putem intuitivnog i naprednog sučelja za uređivanje sadržaja.

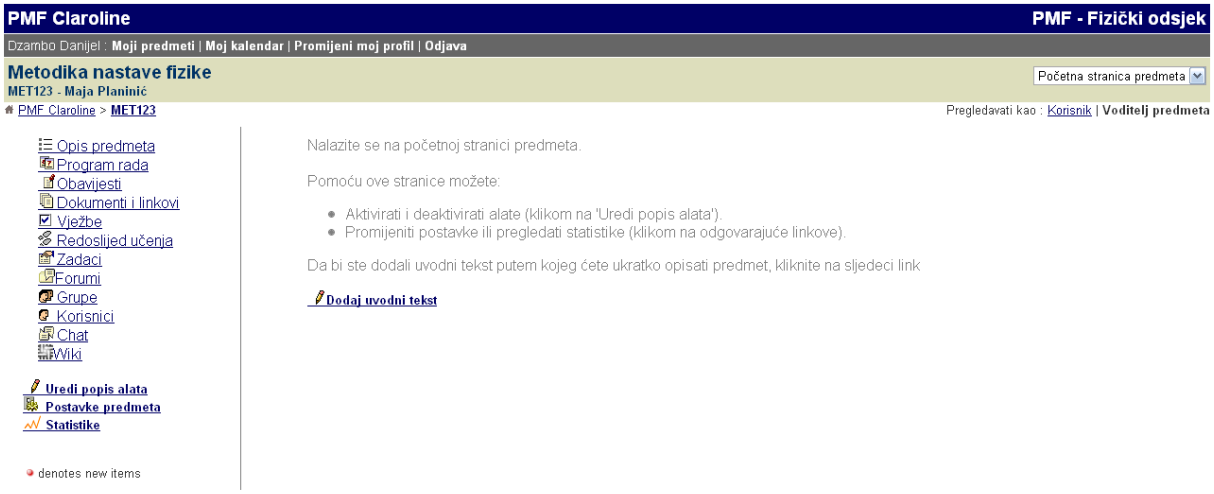


Slika 1 Početna stranica Claroline LMS sustava

Sučelje za unos sadržaja očekuje HTML dokumente koji se zatim putem web-a prenose u sustav. Omogućeno je kreiranje stabla mapa i podmapa na strani poslužitelja, također putem web sučelja. Tečaj se obično sastoji od skupa HTML stranica sa slikama, flash animacija i drugih multimedijskih elemenata. Od kolaborativnih i komunikacijskih funkcionalnosti valja spomenuti ugodan rad u forumu i djelomično ugodan rad u chatu.

U inačici 1.4 znatnije je unaprijeđena provjera znanja. Nastavnik može birati 4 vrste pitanja: s jednim točnim odgovorom, s više točnih odgovora, s ispunjavanjem praznine i s uparivanjem. Provjera znanja također omogućuje slikovne privitke uz pitanja (važno ako je pitanje vezano uz neki crtež, shemu ili ako je zadan složen matematički oblik), preuzimanje pitanja iz druge provjere znanja te kreiranje liste pitanja na slučajan način.

Dobro je napravljen i rad s korisnicima: otvaranje i gašenje korisničkih računa, rad s grupama korisnika (otvaranje, zatvaranje, dodavanje i micanje korisnika iz grupe) te dodjela uloga (tutor, administrator), što je osobito važno za forumski rad u grupama.



Slika 2 Korisničko sučelje Claroline-a

Za svaki tečaj moguće je specificirati opće informacije, sadržaj, obavijesti, kalendar rokova i očekivanja od studenata, instrukcijske ciljeve i metode, za što su na raspolaganju pedagoški alati u obliku normiranih obrazaca, koji autoru, odnosno nastavniku komentarima pomažu da na pravilan način napravi opis i jasno se izrazi vezano za očekivanja od studenata. Valja napomenuti da je vidljivo kako je ta pedagoška komponenta tek uvedena te je osobito zanimljivo kako će se taj segment dalje razvijati.[5]

4. Miskoncepcije

4.1. Usvojenost nekih temeljnih fizikalnih ideja kod gimnazijalaca i studenata fizike

80-ih godina počela su istraživanja u nastavi fizike u svijetu, te su ta istraživanja ukazala na postojanje brojnih intuitivnih ideja. Trebalo je dosta godina da se dođe do zaključka da djeca prije svog prvog susreta s fizikom u školi već posjeduju široki spektar intuitivnih ideja usvojenih na temelju opsežnog vlastitog iskustva. Takve ideje su nastale kao rezultat potrebe da se protumače pojave iz svakodnevnog života, kao što je na primjer padanje predmeta ili činjenica da se pomoću baterije može upaliti žaruljica, koji zadovoljava potrebe svakodnevnog života. Neke od tih ideja bile su slične idejama koje nalazimo u povijesti fizike (Aristotelova teorija gibanja, teorija impetusa). Neke od ideja nastaju tijekom formalnog učenja fizike, kao mješavina intuitivnih i fizikalnih ideja. Takve ideje se nazivaju miskoncepcijama.

Neke od temeljnih fizikalnih ideja su kontraintuitivne, te se učenicima često čine nerazumljivima, ili čak besmislenim, posebno ako su prezentirane kao gotove činjenice. Cijela fizika je velikim dijelom kontraintuitivna, a učeničke ideje su često u sukobu s fizikalnim teorijama, te kao takve predstavljaju zapreku usvajanju fizikalnih ideja.

Profesori na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu u Zagrebu proveli su istraživanje o postojanju miskoncepcija u fizici, smatrajući da je to važno za poboljšanje nastave fizike u Hrvatskoj.[6] Testirani su učenici gimnazijalci, te studenti fizike s inženjerskog smjera. Ukupno je bilo 219 ispitanika.

Test se sastojao od tri cjeline: Newtonovi zakoni i gravitacija, istosmjerni strujni krugovi i čestična građa tvari. Svaki dio ima 8 tvrdnji koje učenici trebaju ocijeniti kao točne ili netočne. Pola tvrdnji nudi ispravne fizikalne ideje, dok pola nudi neke od popularnih miskoncepcija. Ako su tvrdnju ocijenili netočnom, učenici su trebali ispod nje napisati zašto je netočna (ponekad se dešavalo da su učenici odbacili ponuđenu miskoncepciju radi neke druge miskoncepcije). Također se od njih tražilo da naznače kod svakog odgovora koliko su u njega sigurni, na ljestvici od 4 stupnja sigurnosti. Na taj se način htjelo ispitati čvrstoću pojedinih ideja.

4.1.1. Najčešće miskoncepcije

Newtonovi zakoni i gravitacija

- Stalna sila proizvodi gibanje sa stalnom brzinom, a ne sa stalnom akceleracijom.
- Na tijelo u mirovanju djeluje samo sila teža (nema potrebe za silom podloge).
- Sile kojima dva tijela međudjeluju prilikom sudara nisu jednakog iznosa, već ovise o brzinama u trenutku sudara.
- Na loptu koja je bačena uvis djeluje sila prema gore cijelo vrijeme gibanja prema gore, dok je ne savlada sila gravitacije.
- Kad je brzina na vrhu putanje nula i sila je nula (sila je vezana uz brzinu, a ne uz ubrzanje).
- Teža tijela brže padaju, jer na njih djeluje jača gravitacijska sila.
- Jabuka Zemlju privlači puno manjom gravitacijskom silom nego Zemlja jabuku.
- Kamen ispušten na Mjesecu neće pasti na tlo, nego će ostati lebdjeti, jer u svemiru nema gravitacije

4.1.2. Zaključak istraživanja

Rezultati istraživanja ukazali su na postojanje skupova miskoncepcija kod učenika koji otežavaju, a ponekad i onemogućavaju razumijevanje i usvajanje fizikalnih ideja.

Glavni trend je povezivanje sile s brzinom, a ne ubrzanjem, te nepovjerenje prema trećem Newtonovom zakonu: sile ne mogu biti jednake ako proizvode različite efekte. Sila se može "utisnuti" u predmet, pa putuje zajedno s njim (impetus). Gravitacijska sila nije univerzalna sila koja djeluje između bilo koja dva tijela, nego sila koja je primarno vezana uz Zemlju.[6]

4.2. Istraživanje raznolikosti u odgovorima studenata vezanim uz pitanja iz gibanja

Ovdje navodim primjer jednog istraživanja iz edukacijske fizike vezano uz gibanja projektila. Istraživanje pokazuje da studenti mogu imati različita razmišljanja i stajališta, odnosno intuicije o jednoj fizikalnoj ideji ovisno o kontekstu u kojem su pitanja i izvori podataka postavljeni pred njih. Također ukazuje na koji način se može doći do boljeg razumijevanja određenih koncepata.

Znanstvenici na sveučilištu u Arizoni (Arizona State University) su istraživali razumijevanje koncepata iz kinematike. Nadgledali su različitosti konceptualnih istraživanja u rasponu od nekoliko semestara na sveučilištu, a cilj je bio mjerenje studentskog razumijevanja koncepata izvedeno u tradicionalnom laboratoriju za gibanja projektila. U tom laboratoriju studenti mjere odgovarajuće udaljenosti, brzine i vremena s ciljem da dokažu Newtonove zakone koji se odnose na gibanja projektila. Znanstvenici su napravili pitanja da istraže ideje studenata o gibanjima. Predložen je model njihovog znanja uvjetovanog trima intuicijama, koji može biti više ili manje produktivan ovisno o kontekstu.

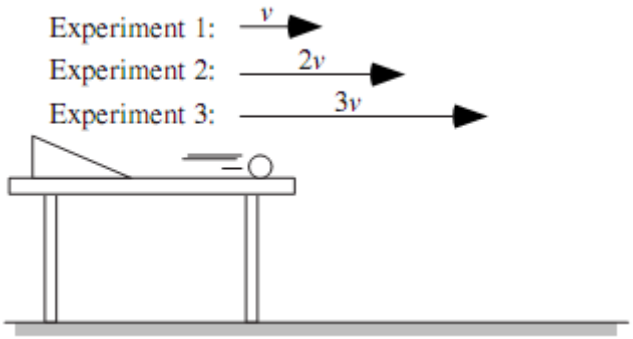
Proučavane su tri intuicije kod studenata o gibanjima:

- gibati se brže znači da je potrebno više vremena
- gibati se na veću udaljenost znači da je potrebno više vremena
- gibati se brže znači prijeći veću udaljenost

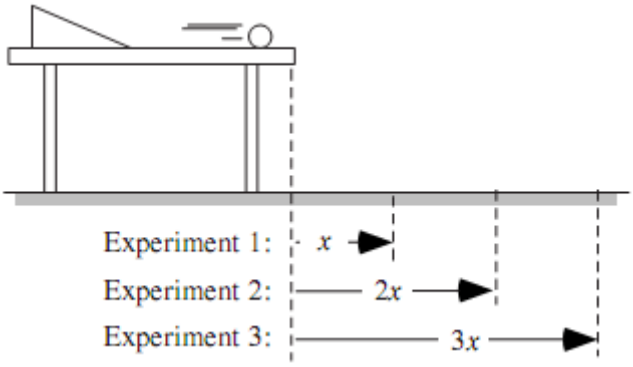
Nadgledano je 160 studenata koji su radili pokus s različitim brzinama pri horizontalnom hicu (Slika 3) i 165 studenata koji su radili pokus s različitim udaljenostima pri horizontalnom hicu (Slika 4). Studenti su za istraživanje pokusa imali oko 15-ak minuta (uključujući i pitanje[1]). Test je bio anoniman.

[1] Studentima koji su istraživali pokus s različitim brzinama pri horizontalnom hicu (Slika 3) dato je da istražuju pokus također s različitim brzinama pri vertikalnom hicu (Slika 6), a studenti koji su istraživali pokus s različitim udaljenostima pri horizontalnom hicu (Slika 4) dato je da istražuju pokus također s različitim udaljenostima pri vertikalnom hicu (Slika 7). Na taj način znanstvenici su mogli promatrati reakciju studenata u drugom kontekstu i predvidjeti njihovu učinkovitost.

4.2.1. Horizontalni hitac



Slika 3 Horizontalni hitac - različite brzine



Slika 4 Horizontalni hitac - različite udaljenosti

U tri različita pokusa student baci loptu horizontalno sa stola. Lopta napušta stol brzinom *v* u prvom pokusu, brzinom *2v* u drugom i brzinom *3v* u trećem pokusu. Treba poredati od najduljeg do najkraćeg vrijeme koje je potrebno lopti da dođe od stola do poda. Objasniti odgovore.

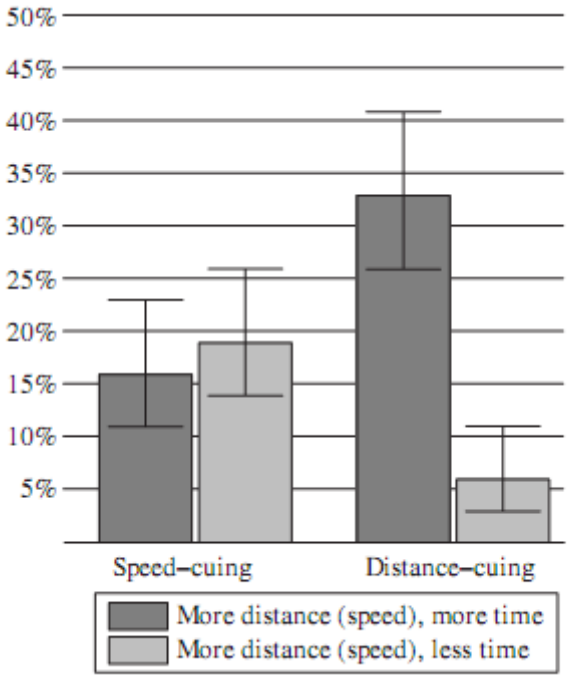
U tri različita pokusa student baci loptu horizontalno sa stola. Horizontalna udaljenost koju lopta prijeđe prije pada na tlo je *x* u prvom pokusu, *2x* u drugom i *3x* u trećem pokusu. Treba poredati vremena od najduljeg do najkraćeg koje je potrebno lopti da dođe od stola do poda. Objasniti odgovore.

Točan odgovor na pitanja u oba dva slučaja je da su vremena potrebna lopti da padne na tlo jednaka za sva tri pokusa.

Na osnovu njihovog modela i inicijalnih (ASU[2]) rezultata napravljena je hipoteza da će studenti koji su rješavali pokus s različitim brzinama najvjerojatnije odgovoriti da bržoj lopti treba manje vremena za pad, a studenti koji su rješavali pokus s različitim udaljenostima najvjerojatnije odgovoriti da lopti koja prijeđe veću horizontalnu udaljenost treba više vremena. Dakle, pretpostavka je da postoji intuicija o tome da lopta koja prelazi veću udaljenost treba više vremena.

[2] Arizona State University

Rezultati istraživanja.



Od svih studenata točno ih je odgovorilo 62% za pokus s različitim brzinama, a 60% za pokus s različitim udaljenostima.

Graf prikazuje odnose netočnih odgovora.

Slika 5 Prikaz netočnih odgovora za gibanje projektila sa 95% intervalom pouzdanosti

Objašnjenja studenata

Osim potrebnog odgovaranja na pitanje za pojedini pokus studenti su trebali napisati i objašnjenja za odgovore.

a) udaljenost-vrijeme

„U trećem slučaju potrebno je više vremena jer lopta prelazi veću udaljenost.“

Odgovori drugih studenata upućuju na općenitu ideju o razmjernosti između vremena i udaljenosti.

„Vrijeme je razmjerno udaljenosti. Povećanjem udaljenosti povećava se i vrijeme potrebno lopti da prijeđe tu udaljenost.“

Studenti koji su dobili pokus s različitim brzinama dali su objašnjenje u skladu s istom intuicijom kao prije, često obrazložena indirektno kroz intuiciju da kretati se brže podrazumijeva kretati se dalje:

„Brža lopta napušta stol, znači da putuje dalje, past će na tlo za kasnije vrijeme.“

b) brzina-vrijeme

Jedan student je povezao svoje objašnjenje sa svakodnevnim iskustvom:

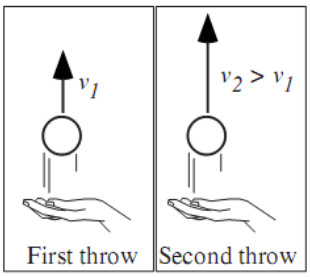
„To je kao kad bacač baca loptu u bejzbolu; ako ju baci sa većom brzinom doći će do hvatača brže.“

Drugi student dao je službenije objašnjenje:

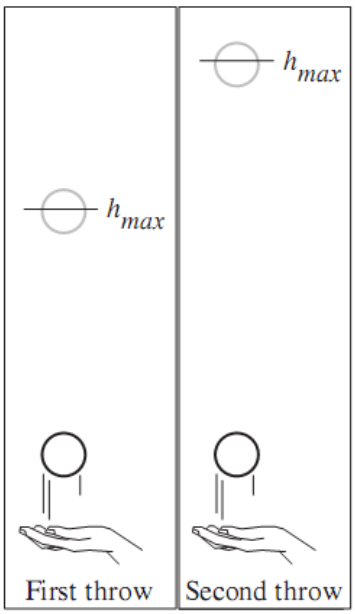
„Brzina je obrnuto razmjerna vremenu. Ako povećaš brzinu potrebno je manje vremena da udari o pod.“

4.2.2. Vertikalni hitac

Kao dio istraživanja uključeno je pitanje koje je dopustilo znanstvenicima da mogu promatrati reakciju studenata u drugačijem kontekstu i predvidjeti njihovu učinkovitost. Studentima koji su istraživali pokus s različitim brzinama pri horizontalnom hicu (Slika 3) dano je da istražuju pokus također s različitim brzinama pri vertikalnom hicu (Slika 6), a studenti koji su istraživali pokus s različitim udaljenostima pri horizontalnom hicu (Slika 4) dano je da istražuju pokus također s različitim udaljenostima pri vertikalnom hicu (Slika 7).



Slika 6 Vertikalni hitac - različite brzine



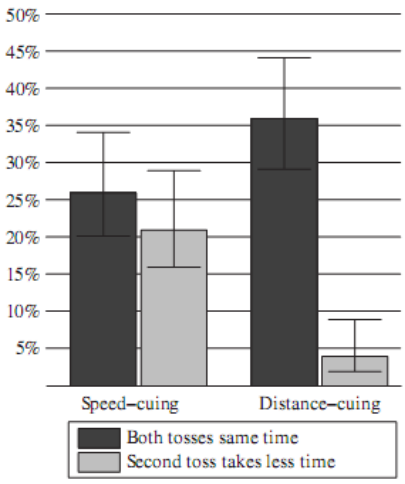
Slika 7 Horizontalni hitac - različite udaljenosti

Student baci loptu u vis početnom brzinom v_1 i promatra koliko je potrebno vremena da dosegne maksimalnu visinu. Nakon toga baci loptu u vis početnom brzinom v_2 većom od v_1. Uspoređujući s prvim slučajem, vrijeme potrebno da lopta dosegne maksimum biti će dulje, kraće ili jednako?

Student baci loptu u vis i promatra koliko je potrebno vremena da dosegne najveću visinu. Nakon toga baci istu loptu koja dosegne veću visinu od lopte u prvom slučaju. Uspoređujući s prvim slučajem vrijeme potrebno da lopta dosegne maksimum biti će dulje, kraće ili jednako?

Točan odgovor je da lopti bačenoj većom početnom brzinom, ili lopti koja je dosegla veću maksimalnu visinu treba više vremena da je dosegne.

Na osnovu modela pretpostavlja se da će više studenata koji su proučavali pokus s udaljenostima odgovoriti točno. Druga pretpostavka je da će studenti iz prvog pokusa (Slika 6) prije odgovoriti da za bacanje lopte pri većoj brzini treba manje vremena za dostizanje maksimuma, nego studenti koji su radili drugi pokus (Slika 7) pri drugom bacanju. Međutim, potvrđena je samo prva pretpostavka.



Slika 8 Prikaz netočnih odgovora za gibanje projektila sa 95% interval pouzdanosti

Rezultati i za jedan i za drugi su bili otprilike jednaki. Oko 49% je točnost za pokus s različitim visinama, a 48% je točnost za pokus s različitim početnim brzinama. Međutim potvrđena je samo prva pretpostavka.

Na grafičkom prikazu nalaze se rezultati za netočne odgovore.

Objašnjenja studenata

a) Brzina –vrijeme

„Ako napraviš bilo što većom brzinom, prije ćeš doći do cilja.“

„Budući da je udaljenost do maksimalne visine jednaka za oba slučaja i ako se brzina poveća, vrijeme se mora smanjiti.“

b) udaljenost-vrijeme

„Bržoj lopti treba više vremena da dosegne maksimum jer prijeđe veću udaljenost.“

4.2.3. Zaključak istraživanja

Točni odgovori na pitanja o gibanju projektila mogu biti izgrađeni kombiniranjem dvaju ili više izvora dokazujući da jedan odgovor utječe na drugi nadoknađujući ga.

Istraživanje je bilo napravljeno s ciljem da provjeri hipotezu koja kaže da su odgovori studenata na neka pitanja iz fizike osnovani na malim izvorima podataka potrebnim za razmišljanje. Detaljni model znanja studenata koji je opisan u ovom istraživanju sadrži izvore za koje se smatra da ih studenti koriste za razmišljanje, raznoliko u različitim situacijama. U tom modelu se smatra da pojedinosti kako su pitanja postavljena utječu na odgovore studenata. Podaci su pokazali da različit redoslijed obuhvaćen u dva pitanja u jednoj fizikalnoj situaciji rezultira varijacijama studentskih odgovora. Naglašeno je da promatrane varijacije u odgovorima studenata nisu u skladu s pretpostavkom gdje studenti imaju jedinstvena čvrsta stajališta ili miskoncepcije povezane sa vremenom trajanja putova hitaca. Na primjer, ako student ima krivu koncepciju o tome koliko dugo treba lopti da padne na tlo, tada se može očekivati da će odgovoriti na isti način krivo i na pitanje koje je povezano sa prethodnim. Dakle da bi studenti postigli točne odgovore i razumjeli ih, bilo bi dobro da se neke od ovih intuicija primjene kroz različite putove, odnosno da se do razumijevanja koncepata dođe pomoću više različitih putova.[7]

4.3. Kako riješiti miskoncepcije?

4.3.1. Konstruktivizam

Jedna od učinkovitih metoda pri uklanjanju miskoncepcija je konstruktivizam. Temelji se na globalnim rezultatima istraživanja u području metodike fizike. Bitna je razlika spram tradicionalnog pristupa nastavi u tome što se učenik stavlja u prvi plan; on u nastavnom procesu nije pasivan slušač nego igra aktivnu ulogu, tako da se omogućuje istinski proces učenja već u razredu. Idejni začetnik modernog konstruktivizma je švicarski psiholog Jean Piaget.

Vrlo važni pojmovi u konstruktivističkom pristupu učenju i nastavi jesu miskoncepcije i konceptualna promjena. No, prije njihove podrobnije razrade treba reći nekoliko osnovnih stvari o fizikalnim konceptima (pojmovima) kao takvima.

Koncepti su paketi značenja; oni obuhvaćaju pravilnosti (sličnosti i razlike), uzorke, ili veze među objektima, događajima i drugim konceptima. Svaki je koncept presjecište mnoštva relacija. Koncepti ne mogu biti ni istiniti ni lažni. Možemo ih kategorizirati kao konkretnije i apstraktnije, sretno ili manje sretno odabrane, korisne i manje korisne itd., ali ne kao istinite, lažne, korektne ili nekorektne. Korektnost ili nekorektnost se pojavljuje tek kad se koncepti pomoću relacija kombiniraju u tvrdnje. Svaki je koncept uključen u beskrajnu mrežu relacija. Kada koncept ima ograničeno značenje, tj. kad se može sumirati ograničenim brojem relacija ili svojstava, može se jednostavno definirati, bilo izrijekom bilo u obliku analitičke tvrdnje; u fizici se to radi često. Bilo bi pogrešno smatrati da su time koncepti jednoznačno određeni. Naime, u različitim kontekstima koncepti mogu imati različita značenja. Koncept treba shvatiti kao dio semantičke mreže: njegovo značenje proizlazi iz mnoštva propozicijskih relacija u kojima on sudjeluje. Jedinstvena, najbolja semantička mreža ne postoji. Koncepti mogu imati mnogostruka značenja i mogu se upotrebljavati u različite svrhe. Isti koncept može značiti jedno unutar jednog konteksta, a nešto prilično različito unutar drugog konteksta.

Zbog kompleksnosti koncepata njihovo je usvajanje dug proces koji nema završetka. U svijesti osobe dolazi do diferencijacije koncepata; obradom novih situacija i pojava i usvajanjem novih relacija koncepti dobivaju još neka nova značenja, te se nikad ne razviju do konačnog, završnog oblika, niti u svijesti čovjeka niti u korpusu znanosti.

Važno je da učenici i prije učenja fizike u školi već imaju određene ideje o mnogim fizikalnim konceptima i „konceptualne relacije“ o određenim fizikalnim pojavama. To znači da je proces konceptualizacije fizikalnih pojava kod njih već započeo, no pokazalo se da su one uglavnom neodgovarajuće unutar fizikalnog konteksta, odnosno postoje određene miskoncepcije.

Danas je konstruktivistički pristup nastavi prerastao u svjetski pokret. Na temelju konstruktivističkih ideja u razredu se ostvaruje atmosfera koja maksimizira učenje učenika. Nastavnik vodi računa o onome što učenik zna, maksimizira društvenu interakciju među učenicima tako da oni mogu pregovarati, te omogućava mnoštvo iskustava (pokusima) na kojima se gradi njihovo učenje. Pokazalo se da je takva nastava superiorna tradicionalnoj.

Znanje je uvijek rezultat konstruktivne aktivnosti, pa se ono ne može prenijeti pasivnom primatelju. Svaki pojedinac mora aktivno izgraditi svoje znanje. Međutim, nastavnik može usmjeriti učenika, tako da se konstrukcije ne zbivaju u smjeru koji nastavnik smatra nepoželjnim.

Ako se pretpostavi da učenici izgrađuju svoje osobno znanje, treba se smatrati da njihova svijest nije prazna ploča. čak su i prvoškolci već proživjeli nekoliko godina i našli uporabive načine baratanja s iskustvenom okolinom. Znanje kojim oni već raspolažu je jedini temelj na kojem mogu dograđivati više. Zato je za nastavnika krucijalno da dobije određenu ideju o tome s kojim i kakvim konceptima oni raspolažu i kako ih povezuju. Što god učenik kaže u odgovoru na neko pitanje (ili u rješavanju problemske situacije) za njega je u tom momentu smisleno. Takve se izjave moraju uzeti za ozbiljno čak i ako nastavniku izgledaju čudne i pogrešne. Nikada ne treba pretpostaviti da je učenikov način mišljenja jednostavan i transparentan. Dobro je pitati učenike kako su došli do svojeg odgovora, jer se tako mogu otkriti neke stvari u njihovom mišljenju. Da bi razumio i uvažavao učenikovo razmišljanje nastavnik mora biti neizmjerno fleksibilan, jer učenici ponekad polaze od premisa koje su za nastavnika nezamislive.

Nema svrhe prezentirati učeniku verbalne definicije ako on nema mogućnost stjecanja neke vrste relevantnog iskustva i uključivanja u misaoni proces kojim se dolazi do ideja, konstruiranja koncepata i definicija. Konstruktivisti ne ocjenjuju sposobnost reproduciranja naučenih odgovora, jer je za njih važan pristup novim problemima i sposobnost njihovoga rješavanja.

Iz svega rečenog proizlazi da je za efektivnu nastavu bitno osmišljeno prezentiranje problemskih situacija u čijem razrješavanju učenici aktivno sudjeluju. U raspravi dolaze do izražaja njihove miskoncepcije, a također započinje i proces konceptualne promjene. Učenici gotovo sva nova znanja spoznaju već u učionici, a fizika kao školski predmet ima neusporedivo bolji imidž.

U tradicionalnoj nastavi učenici steknu uglavnom deklarativno znanje (znaju definicije i formule, ali ih ne znaju primijeniti u novoj situaciji) i to ako dodatno uče kod kuće. U konstruktivističkoj nastavi oni već u učionici stječu proceduralno znanje, tj. znaju primijeniti definicije na nove situacije. To je prirodno jer u konstruktivističkom pristupu oni neprestano primjenjuju svoje predznanje na razrješavanju novih problemskih situacija.[8]

4.3.2. Peer Instruction

Jedan problem konvencionalnog učenja je u prezentiranju sadržaja. Često je to mnoštvo teksta i bilježaka, što učenicima daje slabu motivaciju za praćenje nastave. Taj tradicionalni način predavanja gotovo predstavlja monolog predavača pred slušateljima. Samo izuzetni nastavnici mogu držati pažnju učenika tijekom cijeloga sata. Još je teže pružiti mogućnost studentima da kritički razmišljaju o dobivenim argumentima.

Da bi se riješile miskoncepcije razvijena je metoda *Peer Instruction* koja uključuje studente u njihovo vlastito učenje tijekom sata i usmjerava njihovu pozornost na temeljne koncepte. Nastavnik u određenim vremenskim intervalima postavlja konceptualna pitanja (konceptualni test), izrađena tako da otkriju većinu poteškoća u razumijevanju sadržaja. Studentima je dozvoljeno 1-2 minute razmisliti o pitanju i formulirati njihov vlastiti odgovor. Tada 2-3 minute raspravljaju o njihovim odgovorima u grupama od 3 do 4 nastojeći postići dogovor za točni odgovor. Ovaj proces ih tjera da misle tijekom argumenata koje su dobili i omogućava im da jednako dobro kao i nastavnik ocjene svoje razumijevanje koncepata čak i prije nego što napuste učionicu.

Proučavane su dvije različite razine uvodne fizike na Harvardu i pronađeno je da studenti imaju značajan napredak u razumijevanju koncepata (mjereno standardiziranim testovima) i stjecanju vještine u rješavanju problema u odnosu na tradicionalni način poučavanja. Dvanaestak poučavatelja na mnogim institutima primijenilo je *Peer Instruction* s vlastitim studentima, te su dobili slične rezultate. *Peer Instruction* je jednostavno implementirati u skoro svaki predmet i učionicu. Ne zahtjeva prepravljanje nastavnog plana i programa, posebne troškove novca i vremena.[9]

5. Mjerenje učenja studenata pomoću IRT-a (Item Response Theory[3])

Znanstvenici sa tehnološkog instituta u Massachutes-u (Massachutes *Institute of Technolnogy*) istraživali su učenje fizike na online sustavu koji studentima daje određene povratne informacije i naputke za rješavanje problema. Napredak u računalnoj tehnologiji omogućio je studentima samostalno online učenje sa određenim simulacijama. Tako je u ovom istraživanju korišten sustav za samostalno učenje MASTERINGPHYSICS[4]. Predložili su i istražili metodu za proširenje IRT-a za ocjenjivanje studenata u takvom okruženju učenja gdje im je dopušteno više pokušaja za rješavanje nekog problema, često sa učenjem između pokušaja.

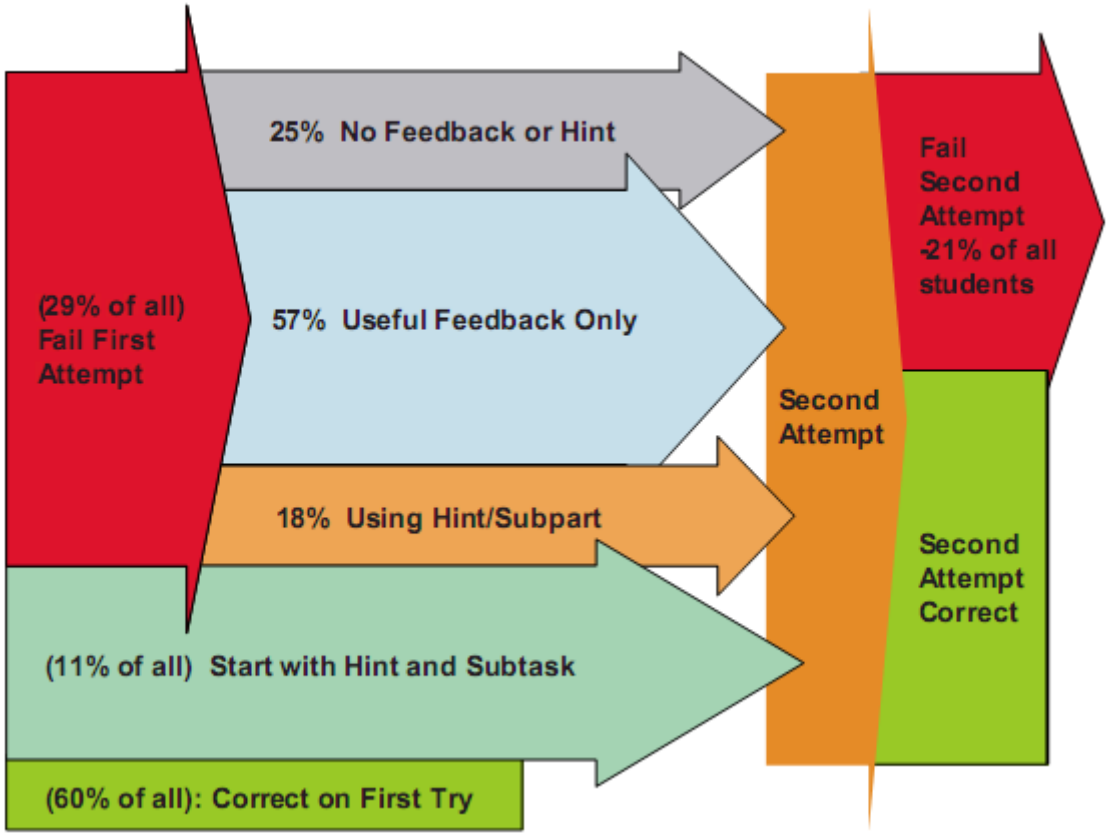
Ovaj članak predstavlja istraživanje različitih oblika pomoći pri učenju, konkretno pri rješavanju problema u MASTERINGPHYSICS sustavu za samostalno online učenje. Sustav se koristi sokratskim načinom podučavanja, gdje se problem raščlanjuje na više dijelova. Taj oblik podučavanja pruža studentima pomoć pri rješavanju problema na više različitih načina. Ako student na primjer krivo odgovori, tada program reagira na način da daje korisni savjet na taj odgovor. Tri su tipa savjeta ili uputa : izjava određenih tvrdnji, lista koraka i postupni podzadaci. Određene tvrdnje pružaju opis što treba napraviti (nacrtati, izračunati...), dok postupni podzadaci upućuju studente da riješe neke lakše probleme što bi ih navelo za rješavanje glavnog problema. Nadalje, program ima mogućnost postavljanja slijeda pitanja, dajući određene komentare s ciljem da bi student shvatio važnost riješenog problema. Za istraživanje su korištene matematičke metode, točnije logistički dvo-parametarski model u kojem je vjerojatnost za studenta *s* (koji ima vještinu s_s) da odabere točan odgovor *i*, označena sa $P^{s,i}_{correct}$, dok α_i predstavlja ponuđene odgovore, d_i koeficijent težine.

$$P^{s,i}_{correct} = \frac{1}{1 + e^{-\alpha_i(s_s - d_i)}}$$

[3] U psihometriji IRT je dio teorije koja opisuje primjenu matematičkih modela koji potječu iz upitnika i testova, kao baza za mjerenje sposobnosti, stavova ili drugih varijabli. Koristi se za statističke analize i razvoj vrednovanja, često za testove visoke važnosti.

[4] http://www.masteringphysics.com

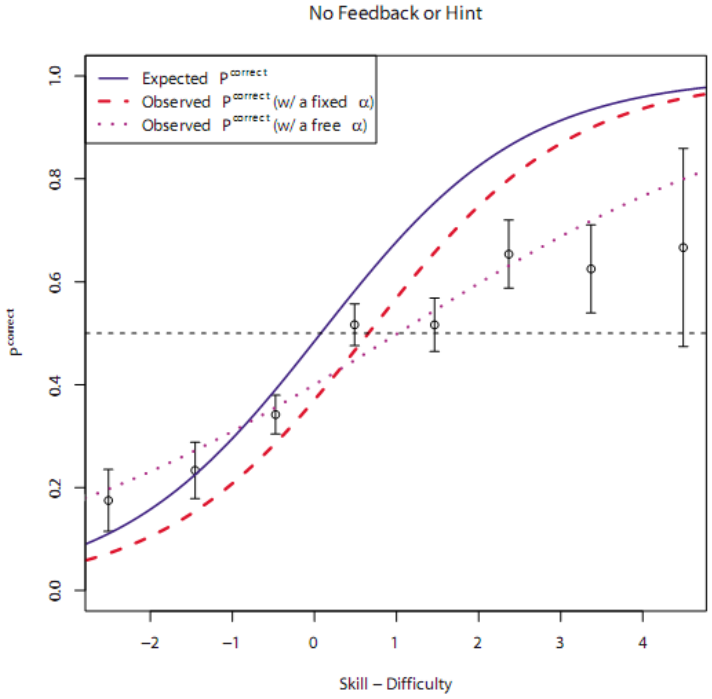
Model je napravljen u komercijalnom programu BLOG-MG. Riješeno je 15 samostalnih problema sa točno 58 stavki od strane 142 studenta koji su rješavali Newtonovu fiziku. Studentima je bilo dozvoljeno odgovaranje 6 puta, popraćeno sa povratnom informacijom gdje mogu birati (ili ne) način pomoći prije svakog sljedećeg pokušaja odgovaranja. Nakon što su odabrali odgovore odnosno završili sa rješavanjem problema, program daje komentar po komentar ili postavlja određena uzastopna pitanja. Dobiveni su sljedeći rezultati:



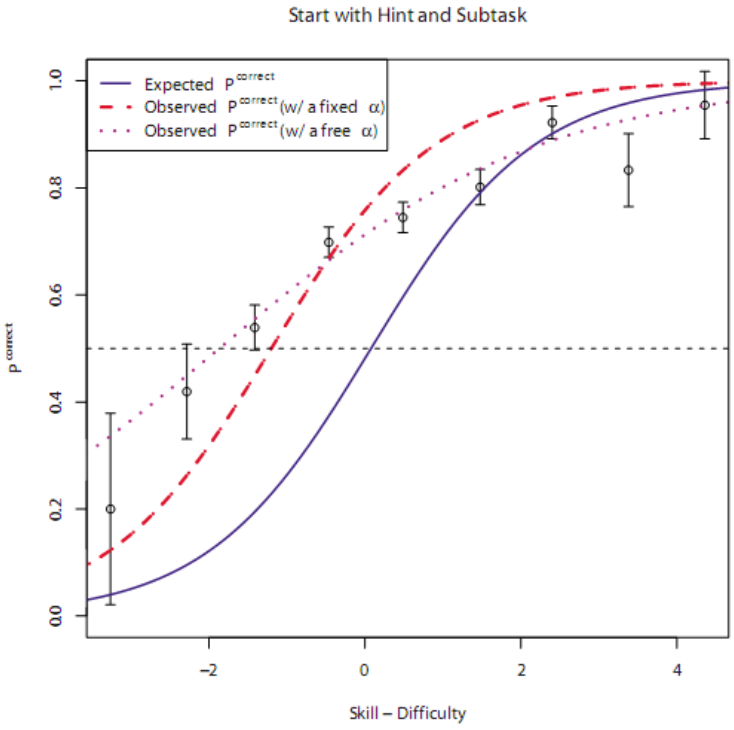
Slika 9 Prijelazni dijagram mogućih putova rješavanja problema

Slika prikazuje prijelazni dijagram koji pokazuje nekoliko mogućih putova rješavanja problema. Studenti su odabrali način pomoći (ili nisu) nakon krivog prvog pokušaja te pristupili drugom pokušaju . Možemo vidjeti da je u prvom pokušaju krivo odgovorilo 40% studenata, 29% njih se nakon toga odlučila (ili nije) na određeni način pomoći i pristupila drugom pokušaju, dok je 11% njih odmah koristilo pomoć. Nakon drugog pokušaja možemo vidjeti da se smanjio broj studenata koji su krivo riješili problem.

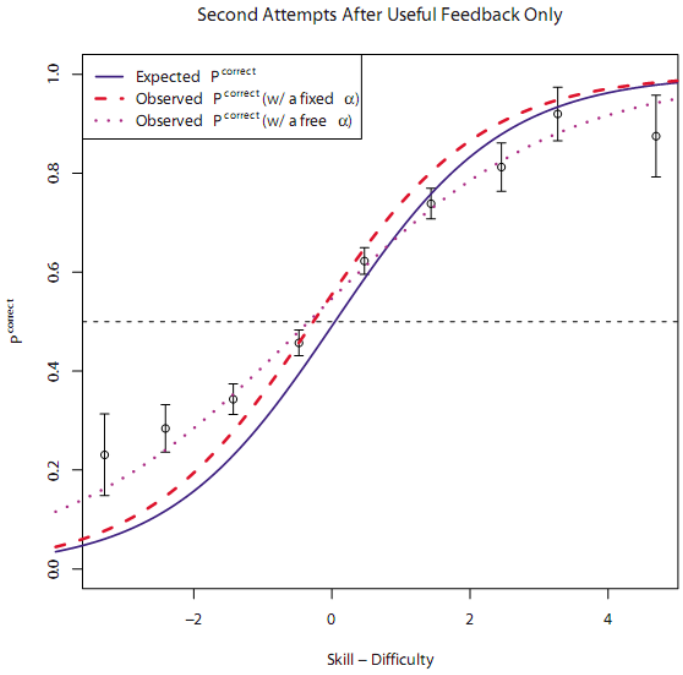
Nakon toga znanstvenici su htjeli vidjeti kako svaki od načina pomoći za rješavanje problema koji su koristili nakon prvog pokušaja utječe na promjenu vještine studenata koju bi koristili pri drugom pokušaju. Pomoću matematičkog modela dobiveni su sljedeći rezultati:



Slika 10 Prikaz promjene vještine-bez nekog od oblika pomoći



Slika 11 Prikaz promjene vještine-koristeći neki od oblika pomoći



Slika 12 Prikaz promjene vještine-koristeći povratnu informaciju prije drugog pokušaja

Na grafičkom primjeru (Slika 10, Slika 11 i Slika 12) prikazana je ovisnost promjene vještine koja se ili je ili nije ostvarila koristeći se različitim oblicima pomoći koje nudi program za podučavanje. Uspoređujući krivulje može se primijetiti što je najviše utjecalo na promjenu vještine i sposobnost rješavanja problema. Tako krivulja pune boje predstavlja očekivane rezultate, crtkana rezultate kada ponuđeni odgovori nisu ispremještani, a točkasta krivulja predstavlja rezultate kada su ponuđeni odgovori nakon prvog pokušaja bili ispremještani. Jasno se vidi da su rezultati ispod očekivanog kada se ne koristi nikakav oblik pomoći, dok su pri korištenju naputaka, podzadataka i povratnih informacija rezultati znatno bolji.

Zaključak istraživanja

Predstavljen je matematički model i postupak da bi se uopćio IRT s ciljem da se izmjeri promjena vještine studenata tijekom učenja koja se javlja između uzastopnih pokušaja odgovaranja pojedinačnih stavki. Pokazalo se da promjena vještine studenata ovisi o putanji koju je odabrao tijekom online podučavanja i ima raspon od -1,02 do +1,87. Takvo iznenađujuće veliko odstupanje promjene vještine (-1,02) kod studenata koji nisu koristili pomoć nije rezultat „neučenja“ nego vjerojatno pristranost nekom od ponuđenih odgovora nakon što je prvi pokušaj bio neuspješan. To upućuje na to da ako se studentima kaže da su krivo odgovorili u prvom pokušaju neće pomoći da riješe isti problem u drugom pokušaju.

Sve u svemu pokazalo se da je podučavanje u MASTERINGPHYSICS programu imalo pozitivan učinak u pomaganju studentima da stavke koje su riješili krivo ponovno odgovore ispravno. Također se pokazalo da određeni načini pomoći u obliku naputaka, povratnih informacija i podzadataka pomažu studentima da na točan način riješe zadane probleme.[10]

6.FCI (Forced Concept Inventory)

Forced Concept Inventory (FCI) je konceptualni test iz mehanike kojeg su sastavili američki fizičari Halloun i Hestenes. Test kroz 30 pitanja ispituje učeničko razumijevanje njutnovskog koncepta sile bez upotrebe formula i računanja. Ponuđeni alternativni odgovori bazirani su na poznatim učeničkim predkoncepcijama (miskoncepcijama). Test se prvi put pojavio 1985. pod imenom Mechanics Diagnostics Test (Halloun & Hestenes, 1985.) u časopisu American Journal of Physics, zatim je bio prepravljan i dorađivan, da bi 1992. bio objavljen u časopisu The Physics Teacher kao FCI (Hestenes, Wells & Swackhammer, 1992). Test je ušao u široku primjenu u SAD, osobito na sveučilištima. Na tom naizgled jednostavnom testu, mjestimično gotovo trivijalnom sa stanovišta profesora fizike, studenti su mahom postizali vrlo loše rezultate, i to čak i nakon što bi odslušali i položili uobičajene uvodne kolegije iz fizike na fakultetima. S druge strane, rezultati se nisu mogli zanemariti ili ignorirati kao dotadašnji anegdotalni izvještaji o slabom konceptualnom razumijevanju kod studenata, jer je test bio primijenjen na barem 30 000 studenata širom Sjedinjenih Država, a i u drugim zemljama. Postalo je jasno da nešto u nastavi treba mijenjati, i mnogi su se dali na posao, te počeli tragati za novim, interaktivnim nastavnim strategijama, kako bi studente učinili aktivnije angažiranima u nastavi.

6.1. Gain

Richard Hake sa sveučilišta u Indiani objavio je 1998. svoje istraživanje u časopisu American Journal of Physics, koje je imalo veliki odjek u nastavnoj javnosti (Hake, 1998). Hake je prikupio rezultate FCI testa za 6500 američkih studenata. Studenti su bili upisani u neki od 62 uvodna kolegija fizike na sveučilištima, koledžima ili srednjim školama u raznim američkim saveznim državama. Studenti su testirani odmah na početku semestra (predtest), te na kraju semestra, nakon što su odslušali mehaniku (posttest). Na taj se način moglo vidjeti koliko su kroz nastavu napredovali u konceptualnom razumijevanju newtonovske mehanike. Rezultati su pokazali sustavnu razliku između učinkovitosti tradicionalnih kolegija, temeljenih na klasičnim predavanjima, vježbama i praktikumima, i interaktivnih kolegija, koji su se koristili cijelim spektrom različitih metoda.

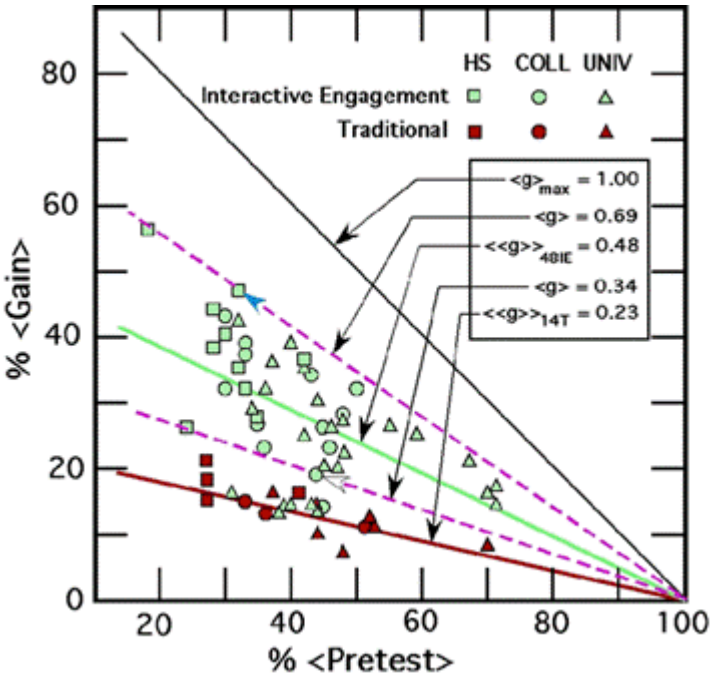
No, zajedničko svim tim metodama bilo je aktivno sudjelovanje učenika i studenata u nastavi. Može se reći da su se interaktivni kolegiji pokazali u prosjeku dvaput učinkovitiji u razvijanju konceptualnog razumijevanja od tradicionalnih. Da bi procijenio učinkovitost kolegija, Hake je definirao tzv. g-faktor ili faktor prirasta (gain).

On se računa na sljedeći način:

$$g = \frac{posttest\% - predtest\%}{(100 - predtest)\%}$$

Taj faktor zapravo izražava omjer apsolutnog prirasta rezultata na FCI testu i ukupno mogućeg prirasta s obzirom na predtest rezultat (predtest označava srednju vrijednost studentskih rezultata na predtestu izraženu u postotcima, a posttest isto to na posttestu).

Dakle pomoću g-faktora profesori mogu lako vidjeti napredovanje učenika.



Slika 13 Grafički prikaz Hakeovog istraživanja

Na slici su grafički prikazani rezultati Hakeovog istraživanja. Na apscisi prikazan postotak točno riješenih zadataka na FCI predtestu a na ordinati je prikazan apsolutni prirast na FCI testu (posttest%-predtest%). Zelena boja predstavlja rezultate učenika koji su pohađali satove interaktivne nastave fizike, a crvena rezultate učenika koji su pohađali satove tradicionalne nastave fizike. Različitim oblicima (kvadrat, krug i trokut) označeno je jesu li učenici srednjoškolci ili studenti.

Najbolje se može vidjeti razlika uspješnosti studenata na sveučilištu koji su pohađali nastavu interaktivnog i tradicionalnog oblika označenim trokutom. Tako studenti koji su pohađali nastavu u tradicionalnom obliku spadaju u područje do g=0,3, a studenti koji su pohađali interaktivnu nastavu u područje od g=0,3 do g=0,7.

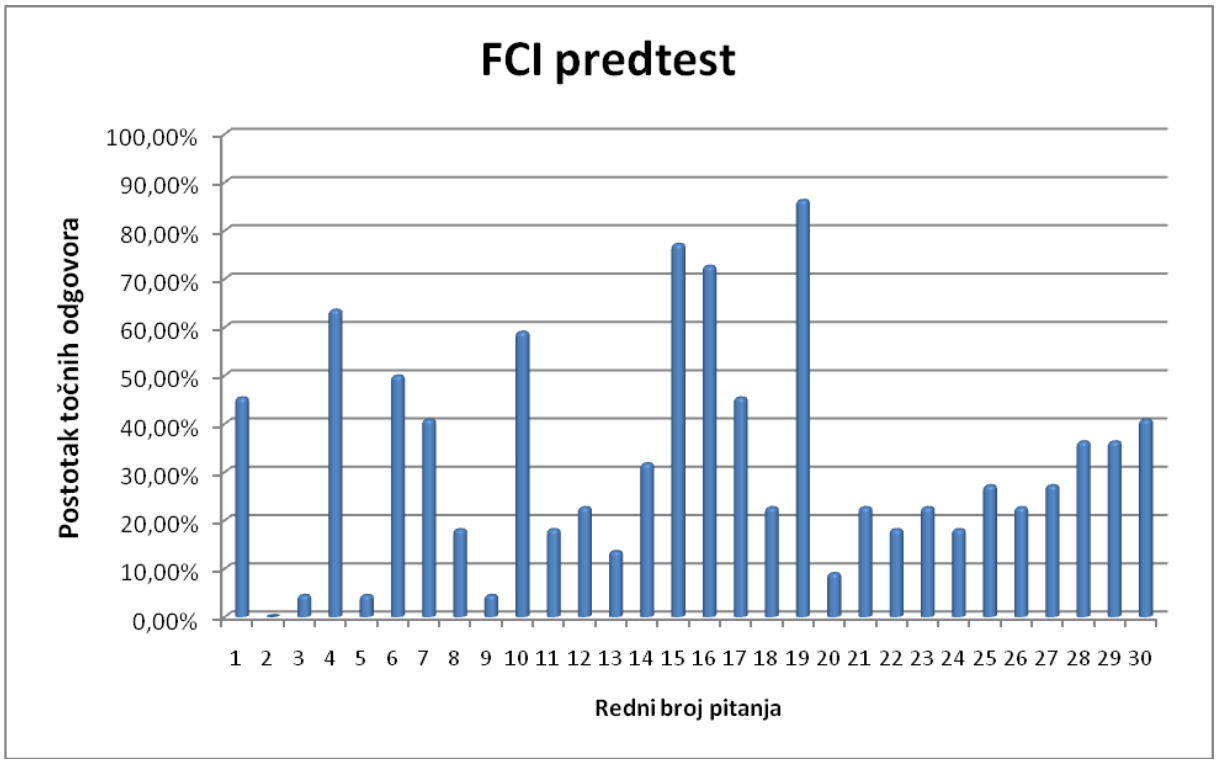
FCI je zbog svoje široke primjene na velikom broju ispitanika postao i svojevrsni baždareni instrument procjene konceptualnog razumijevanja iz mehanike. Tako se uobičajeno uzima da rezultat od 60% na FCI testu predstavlja prag newtonovskog razmišljanja. Učenici koji imaju niži rezultat od 60% većinom koriste prednewtonovske ideje u svojim odgovorima. Oni koji postignu 60 – 80% tek su počeli više koristiti newtonovske od prednewtonovskih ideja, a tek se za one koji ostvare više od 80% na FCI testu može reći da su uglavnom usvojili newtonovski koncept sile. Pri tom treba imati na umu da FCI mjeri minimalni standard konceptualnog razumijevanja u mehanici.[11]

7. Samostalno istraživanje

Na temelju Hakeovog istraživanja i članka („Measuring student learning with item response theory“) znanstvenika sa tehnološkog instituta u Massachutes-u, provedeno je istraživanje sa srednjoškolskim učenicima. U istraživanju je učestvovala grupa od 25 učenika koji pohađaju 2. razred elektrotehničkog usmjerenja., koji su u prvom razredu pohađali nastavu fizike, koja obuhvaća mehaniku. Istraživanje je napravljeno na način da učenici prvo riješe FCI predtest te da se zabilježe rezultati uspješnosti. Nakon toga, učenici su pristupili interaktivnom obliku učenja. Neposredno nakon toga učenici su pristupili rješavanju FCI posttesta te su pri tome zabilježeni rezultati. Sve to napravljeno je s ciljem da bi pokazali kako interaktivni oblik učenja utječe na razumijevanje osnovnih koncepata newtonovske mehanike.

7.1. FCI predtest

Učenici su rješavali FCI predtest u vremenu jednog školskog sata. Dobiveni su sljedeći rezultati.



Slika 14 Grafički prikaz postotka uspješnosti pojedinih pitanja

Na grafičkom prikazu poredani su zadaci od prvog do posljednjeg, te je prikazan postotak točnosti svakog zadatka. Najveći postotak točnosti je kod 19. pitanja sa 86,36 % točnih odgovora.. Također možemo vidjeti da je najniži postotak uspješnosti odnosno jednak nuli kod 2. pitanja.

Pitanje 2

Dvije se metalne kugle su jednako velike, ali jedna je dvostruko teža od druge. Obje se otkotrljaju s horizontalnog stola istom brzinom.

A) Obje će pasti na pod na otprilike jednakoj horizontalnoj udaljenosti od baze stola.
B) Teža će kugla pasti na pod otprilike upola bliže bazi stola nego lakša.
C) Lakša će kugla pasti na pod otprilike upola bliže bazi stola nego teža.
D) Teža će kugla pasti značajno bliže bazi stola nego lakša, ali ne nužno upola bliže.
E) Lakša će kugla pasti značajno bliže bazi stola nego teža, ali ne nužno upola bliže.

Na drugo pitanje svu učenici su netočno odgovorili. Točan odgovor je onaj pod A). Mali postotak uspješnosti, odnosno 0% u drugom pitanju posljedica je intuitivne ideje da domet kugle ovisi o njenoj masi. Najveći dio učenika odabrao je odgovor pod D), koji kaže da će teža kugla pasti značajno bliže bazi stola nego lakša, ali ne nužno upola bliže.

Može se primijetiti da je barem 10-ak pitanja riješeno sa postotkom uspješnosti 20%, što upućuje na postojanje neke miskoncepcije.

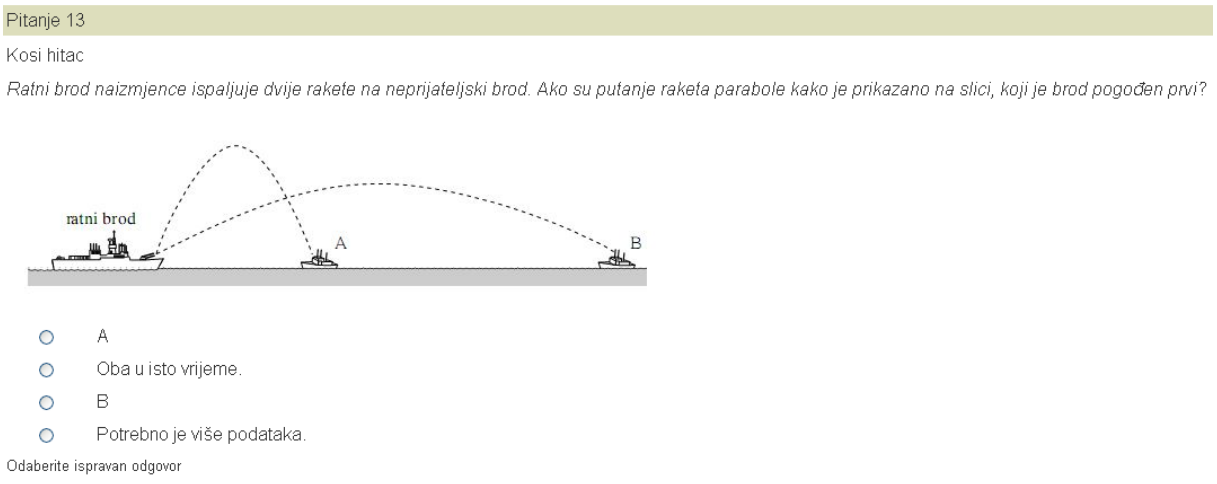
7.2. Online testiranje i učenje

Nakon rješavanja predtesta učenici su pristupili rješavanju testa koji je napravljen, odnosno integriran u LMS sustav Claroline prethodno opisan.

Učenici su sa vlastitim korisničkim imenom i lozinkom, kojeg su dobili od administratora, odnosno mentora tečaja mogli pristupiti testu u već unaprijed određenom vremenu početka testiranja. Učenici su bili raspoređeni u dvije računalne učionice, tj. u dvije grupe . Vrijeme učenja, odnosno testiranja trajalo je jedan školski sat.

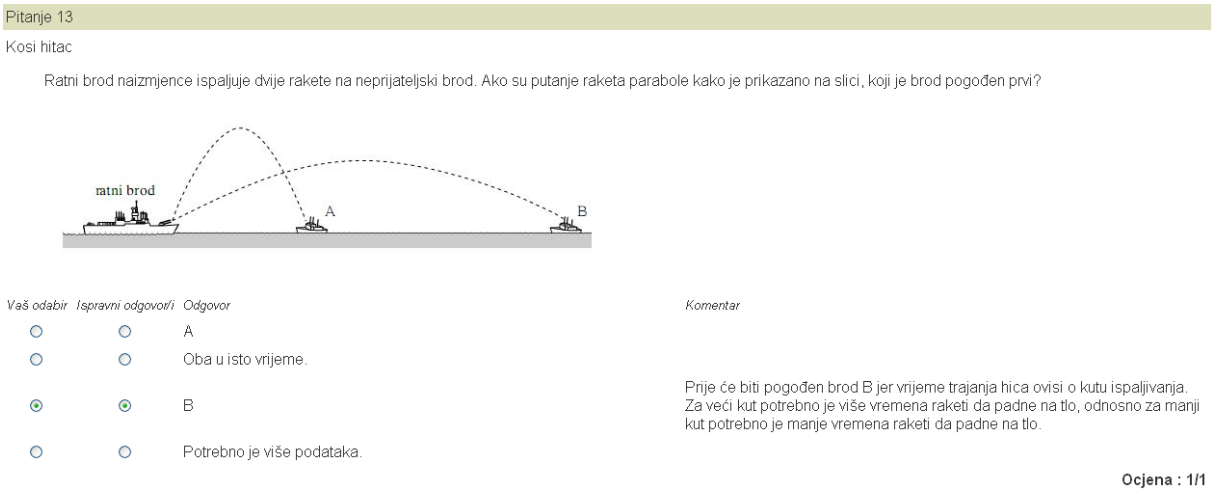
Konceptualni test sastoji se od 21-og pitanja iz njutnovske fizike, te svako od njih ima ponuđen određeni broj mogućih odgovora sa samo jednim ispravnim odgovorom. Odabrana su takva pitanja koja bi svojim sadržajem mogla pomoći učenicima da razumiju osnovne koncepte newtonovske fizike.

Svako pitanje pojavljuje se na novoj stranici, te učenik ima mogućnost povratka na prethodno pitanje ukoliko se predomisli za prethodno odabrani odgovor. Tijekom tečaja dopušteno je korištenje određenih pomagala kojima se može nešto nacrtati ili izračunati, što bi pomoglo učinkovitijem rješavanju zadataka i pitanja. Pitanja, odgovori na njih i komentari nalaze se u prilogu.



Slika 15 Izgled postavljenog zadatka u Claroline-u

Rješavanjem svih pitanja (21), učenici potvrđuju završetak. Nakon toga program prikazuje rezultate, uspješnost i pomoć za svako pitanje. Kao oblik pomoći nakon prvog pokušaja, prije početka drugog odabrani su komentari. Komentari na svako pitanje imaju ulogu da objasne problem ili dio fizike koja obuhvaća taj problem, te se prikazuju i u slučaju ako je odgovor krivo i u slučaju ako točno odabran.

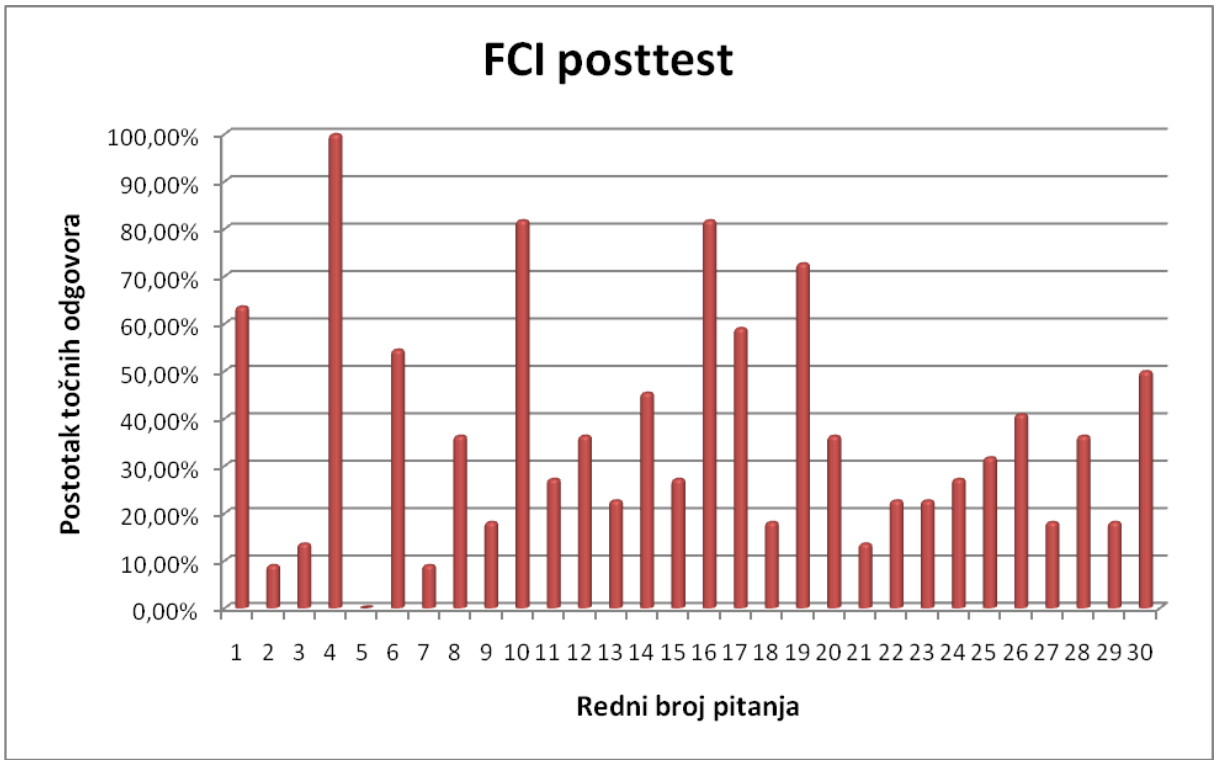


Slika 16 Primjer pitanja zajedno sa komentarom

Nakon toga učenik ima još jedan pokušaj rješavanja istog testa pri kojemu može primijeniti stečeno znanje iz pomoći u obliku komentara. Završetkom drugog pokušaja ponovno se prikazuju komentari, odgovori na pitanja i rezultati uspješnosti. Učenik sada ima mogućnost pomoću alata za statistiku vidjeti svoje rezultate i usporediti ih sa onim iz prvog pokušaja. Cilj ovakvog načina testiranja, odnosno učenja nije bio statistički obrađivati i prikazati rezultate pojedinih pitanja i učenika već im pokušati pomoći da nauče i razumiju newtonovsku mehaniku, te da stečeno znanje primjene pri rješavanju FCI posttesta.

7.3. FCI posttest

Pošto su sudjelovali u online učenju, učenici su bili ponovno podvrgnuti rješavanju FCI testa, tj. FCI posttesta. Pri tome su postignuti rezultati koji su prikazani grafički.



Slika 17 Grafički prikaz postotka uspješnosti pojedinih pitanja

Iz dobivenih rezultata vidi se da je najmanji postotak, odnosno jednak nuli bio kod 5. pitanja, koje je također imalo mali postotak u predtestu. Također se može primijetiti da je ponovno većina točnosti pitanja ispod 40%.

Pitanje 5

Dječak baci čeličnu kuglu ravno uvis. Zanemarimo li učinak otpora zraka, sile koje djeluju na kuglu dok ne padne na tlo su:

A) gravitacijska sila usmjerena prema dolje i sila prema gore, koja se stalno smanjuje.

B) sila prema gore, koja se stalno smanjuje od trenutka kad kugla napusti ruku, pa dok ne dosegne najvišu točku putanje, a nakon toga samo stalna gravitacijska sila prema dolje.

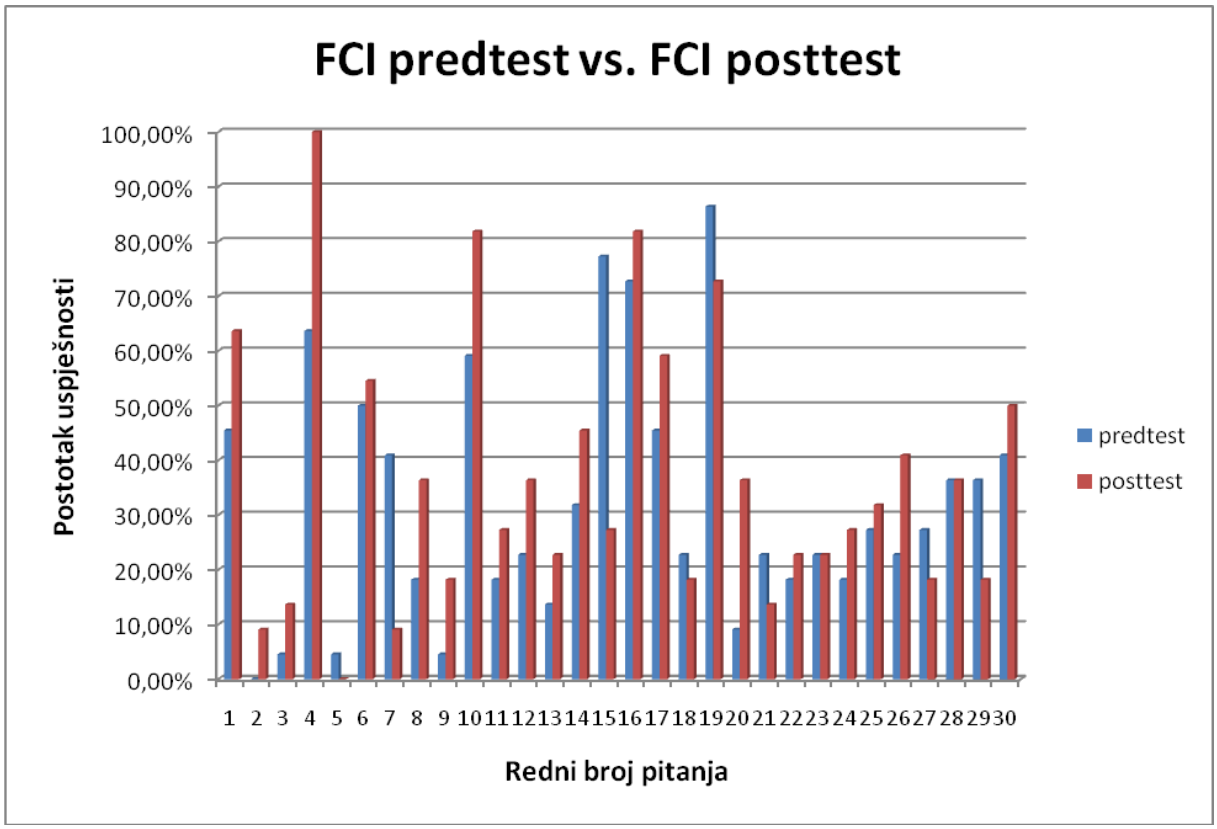
C) stalna gravitacijska sila prema dolje zajedno sa silom prema gore, koja se stalno smanjuje, do najviše točke putanje, a nakon toga samo stalna gravitacijska sila prema dolje.

D) samo stalna gravitacijska sila prema dolje.

E) nema sila-kugla pada na tlo, jer je to prirodno.

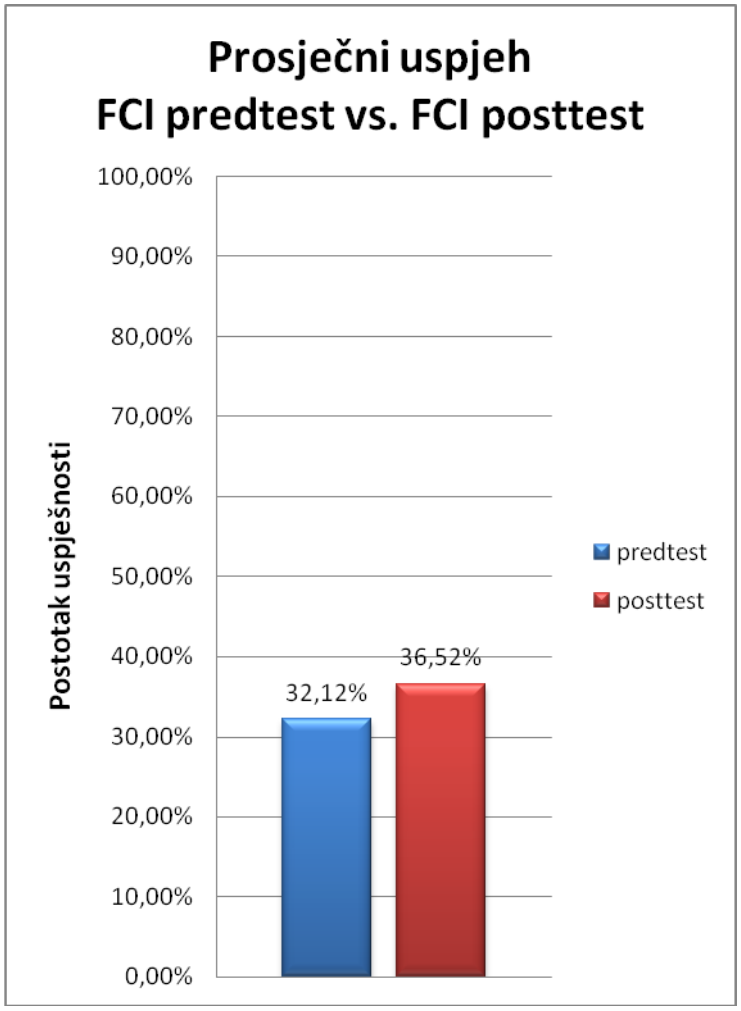
Točan odgovor je bio onaj pod *E)*, a najčešći prilikom odgovaranja onaj pod *C)*. Mali postotak uspješnosti petog pitanja i u posttetsu i predtestu posljedica je intuitivne ideje da i nakon izbacivanja kugle još uvijek postoji neka sila koja „gura“ tijelo prema gore, osim gravitacijske sile koja djeluje prema dolje. Većina učenika razumije da na sva tijela blizu površine Zemlje djeluje gravitacijska sila koja ih privlači prema središtu Zemlje, ali također većina smatra da na tijelo djeluje sila prema gore i nakon izbačaja.

7.4. FCI predtest vs. FCI posttest



Slika 18 Usporedni grafički prikaza postotka uspješnosti pojedinih pitanja

Odnos uspješnosti pitanja predtesta i posttesta pokazuje da postoji značajan napredak u određenim pitanjima, kao što su 4. ili 20. pitanje, ali također kod određenih pitanja postoji i značajan pad u postotku uspješnosti kao kod 7. ili 15. pitanja. Iz grafičkog prikaza možemo primijetiti jednu zanimljivu stvar, najveći postotak točnosti i u predtestu i posttestu je kod 4., 6, 10., 16. i 19. pitanja. Ako pogledamo ta pitanja (Prilog) vidi se da su sva zadana crtežom.



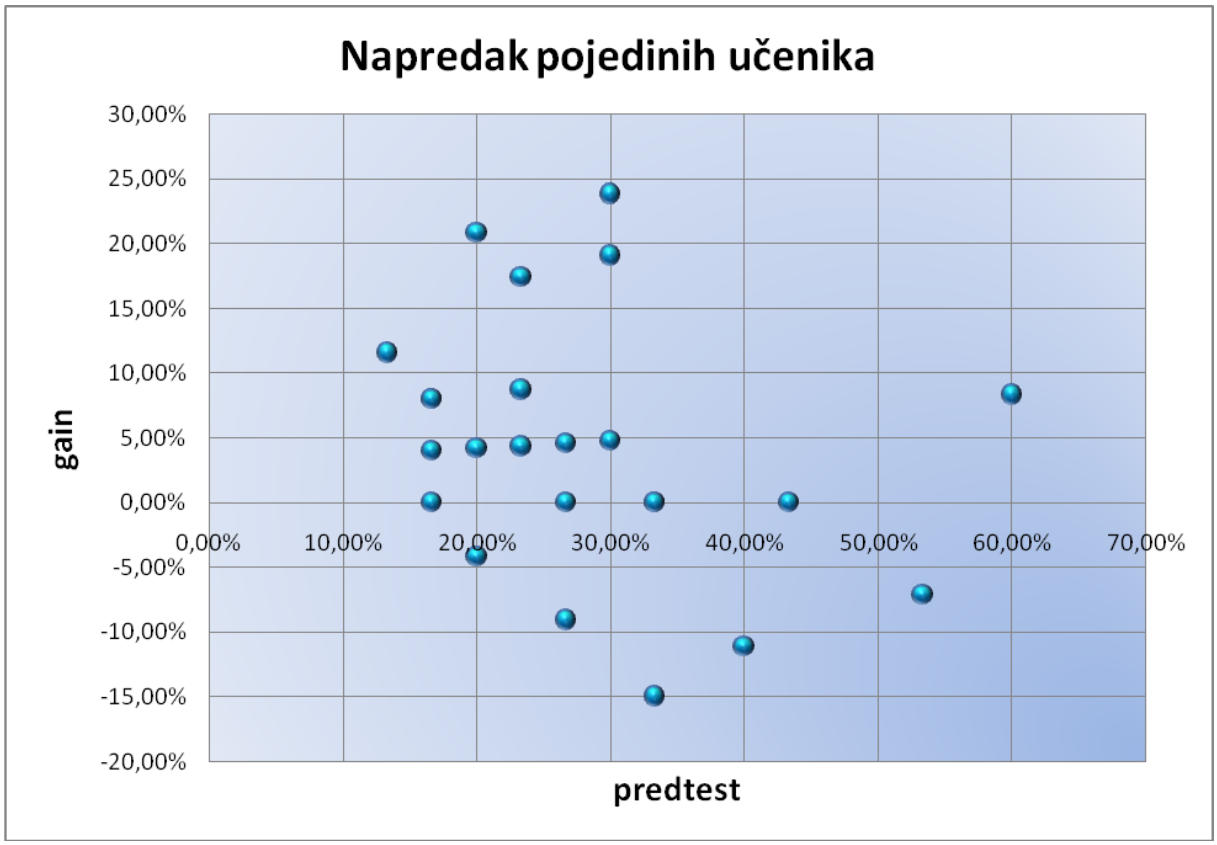
Slika 19 Usporedni grafički prikaz postotka uspješnosti predtesta i posttesta

Poslije svega dok usporedimo prosječni uspjeh predtesta i posttesta vidi se da je postignut neznatno mali napredak, možda manji nego što se očekivalo.

Postotak uspješnosti i na jednom i na drugom testu je ispod 40% što je ispod praga newtonovskog razmišljanja koji iznosi 60%.

Općenito tako mali postotak upućuje na težinu zadataka za učenike srednjih škola. Ali također upućuje da učenici u prvom razredu nisu najbolje savladali osnovne koncepte newtonovske mehanike, te da postoje određene miskoncepije kod određenih problema odnosno pitanja.

7.5. Gain



Slika 20 Grafički prikaz napretka pojedinih učenika

Pomoću rezultata postignutih na predtestu i posttestu izračunat je g-faktor, odnosno napredak svakog učenika u odnosnu na predtest. Na grafičkom prikazu kružići predstavljaju učenike koji su imali određeni napredak, ili nisu u odnosu na rezultat predtesta. Na tečaju je sudjelovalo 25 učenika, međutim na grafu se vidi samo njih 22 jer je nekoliko učenika imalo iste rezultate predtesta i posttesta, odnosno isti napredak. Najveći dio učenika riješio je predtest sa uspješnosti od 20%-30% što je jako slab rezultat. Ako pogledamo napredak pojedinih učenika možemo vidjeti da nekoliko njih nije imalo napredak, a nekoliko njih je imalo totalno suprotno od onoga što se htjelo postignuti. Ipak malo veći dio njih je jako malo napredovao, pa se tako ističe nekoliko njih koji su imali napredak veći od 15%.

Dakle g-faktor nam u ovom slučaju služi kao pokazatelj koliko su učenici, ili nisu usvojili osnovne koncepte newtonovske mehanike pomoću interaktivnog tečaja.

8. Zaključak

Cilj ovog istraživanja bio je pokazati kako će interaktivno učenje utjecati na razumijevanje osnovnih koncepata newtonovske mehanike. U istraživanju je sudjelovalo 25 učenika koji su rješavali FCI predtest, zatim su sudjelovali u online tečaju i nakon toga ponovno rješavali isti test kao prije, odnosno FCI posttest.

Prije početka stvorena je pretpostavka da će online tečaj pomoći učenicima da bolje riješe FCI posttest. Istraživanjima znanstvenika širom svijeta već je dokazano da interaktivna nastava fizike popraćena različitim oblicima pomoći, simulacijama i grafikom ima bolji učinak za razumijevanje osnovnih koncepata fizike nego tradicionalni oblik nastave. U ovom istraživanju organiziran je tečaj, koji kad pogledamo sve rezultate baš i nije dao najbolje rezultate.

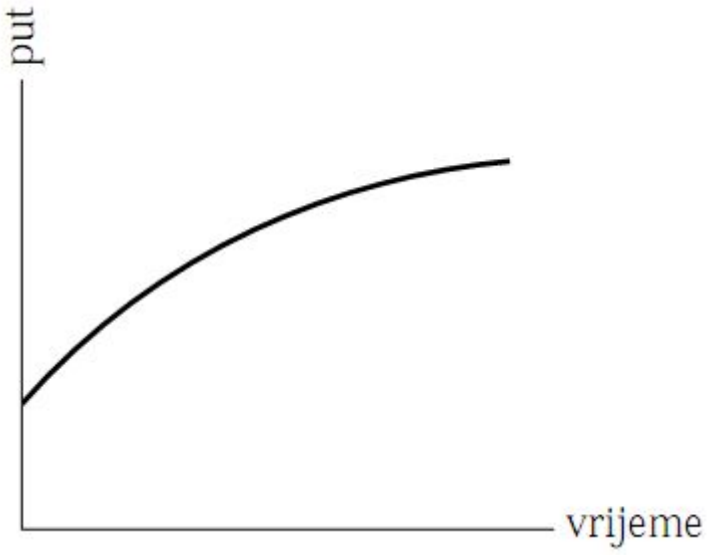
Što je utjecalo na takve rezultate i što se moglo napraviti drugačije da bi oni bili bolji? Nekoliko je čimbenika koji su mogli utjecati na ovakve rezultate: organizacija učenika u interaktivnoj nastavi, dobar odabir pitanja i pomoći, možda nezainteresiranost nekolicine učenika, odabir alata za online nastavu (Claroline LMS), te organizacija tečaja u sustavu.

Tijekom online tečaja primijetio sam da je jedan od ovih čimbenika znatno utjecao na rezultate istraživanja. Rješavanjem prvog od dva pokušaja testa u Claroline LMS sustavu, pojavljuju se rezultati i komentari na sva pitanja na jednoj stranici. Pri tome sam primijetio da se većini učenika ne da čitati sve te komentare odjedanput. Naime, u Claroline-u ne postoji mogućnost da se u trenutku potvrđivanja odgovara na određeno pitanje pojavljuje komentar, objašnjenje ili pomoć, što bi vjerojatno imalo bolji učinak nego što je postojeći. Jedan od čimbenika bio je i nezainteresiranost nekih učenika. Taj problem će vrlo teško riješiti samo računalo, dok bi to recimo dobar nastavnik vrlo lako riješio. Također se bolji rezultat mogao postići da je bilo više vremena, da su učenici imali veći broj pokušaja, te da se na svaki krivo odabrani odgovor mogla dati određena uputa zašto je to krivo. Međutim, ako se pogledaju sve prednosti i svi nedostaci ovakvog načina podučavanja može se zaključiti samo jedno, a to je činjenica da je nastavnik nezamjenjiv, a interaktivne e-metode mogu samo pomoći u razumijevanju određenih koncepata. Neke metode koje su se pokazale učinkovitim za razumijevanje osnovnih koncepata su *Peer Instructions*[12] ili rad po grupama u kojima studenti sami rješavaju probleme.

9. Prilog

U sljedećem prilogu nalaze se pitanja korištena i implementirana u Claroline LMS sustav. Korišteno je dvadeset i jedno pitanje. Odgovori oblikovani kao podebljani znače točan odgovor na pitanje.

Pitanje 1
Gibanje tijela
Vlak se giba duž dugačke ravnih tračnica. Graf pokazuje put kao funkciju vremena za taj vlak. Graf pokazuje da taj vlak

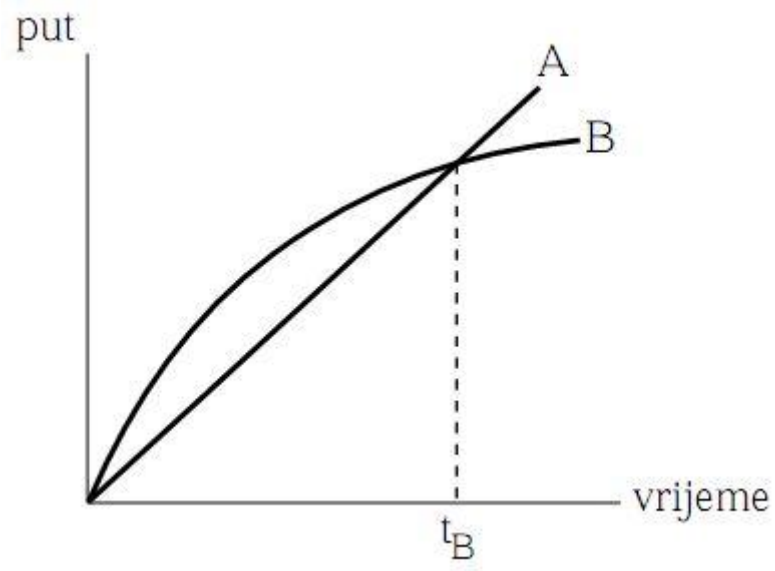


A) ubrzava cijelo vrijeme.
B) usporava cijelo vrijeme.
C) dio vremena ubrzava, dio vremena usporava.
D) giba se konstantnom brzinom.

Komentar

Ako za iste vremenske intervale odaberemo nekoliko točaka na grafu i očitamo pripadajuće vrijednosti puta možemo uočiti da za jednake vremenske intervale vlak prelazi manje putove. Iz toga možemo zaključiti da je kroz vrijeme i brzina sve manja i manja, a to znači da vlak cijelo vrijeme usporava.

Pitanje 2
Gibanje tijela - grafički prikaz
Graf pokazuje put kao funkciju vremena za dva vlaka koji se gibaju dvjema paralelnim tračnicama. Što je točno?



A) U vremenu tB oba vlaka imaju istu brzinu.
B) Oba vlaka ubrzavaju cijelo vrijeme.
C) Oba vlaka imaju istu brzinu u nekom vremenu prije tB.
D) Negdje na grafu, oba vlaka imaju istu akceleraciju.

Komentar

Vlak A se giba konstantnom brzinom, dok vlak B usporava cijelo vrijeme.

Pitanje 3

Pomak i put

Predmet se giba iz jedne točke prostora u drugu. Nakon što stigne na odredište, njegov pomak je

A) ili veći od udaljenosti koju je prešao, ili jednak toj udaljenosti.
B) uvijek veći od udaljenosti koju je prešao.
C) uvijek jednak udaljenosti koju je prešao.
D) ili manji od udaljenosti koju je prešao, ili jednak toj udaljenosti.
E) uvijek manji od udaljenosti koju je prešao.
F) ili manji ili veći od udaljenosti koju je prešao.

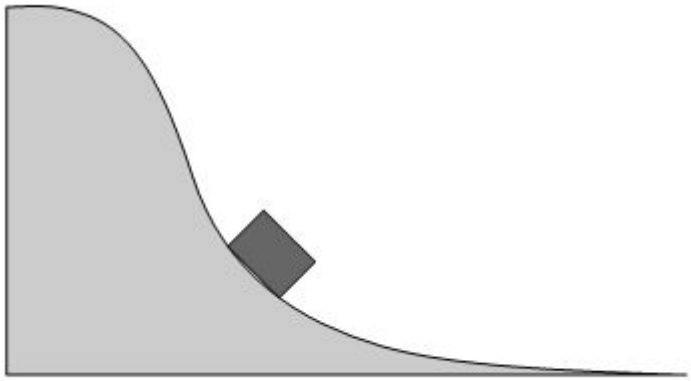
Komentar

Na primjer biciklist se giba kružnom putanjom (kružnicom).
Recimo da biciklist prijeđe pola te putanje. Tada će put koji je prešao biti jednak polovici opsega te kružnice, a pomak promjeru kružnice.
Sada recimo biciklist prijeđe puni krug(vrati se u početno stanje. Sada će put koji je prešao biti jednak opsegu te kružnice, a pomak će biti jednak nuli. Dakle, put se definira kao dio te putanje koji materijalna točka prijeđe u određenom vremenskom intervalu, a pomak kao promjena njenoga položaja.

Pitanje 4

Kizanje tijela zakrivljenom stazom

Kutija na nizbrdici klizi prema dolje stazom prikazanom na slici. Dok se kutija kliže poslije pokazanog mjesta, što se događa sa brzinom i akceleracijom u smjeru gibanja?



A) Oboje opadaju.
B) Brzina se smanjuje, ali akceleracija raste.
C) Oboje ostaju stalne.
D) Brzina raste ,ali akceleracija se smanjuje.
E) Oboje rastu.
F) Nešto drugo.

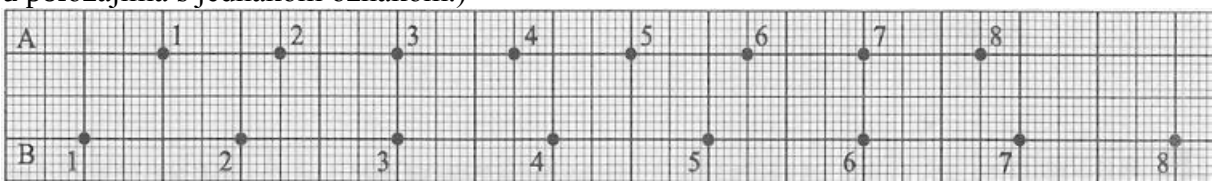
Komentar

Najinteresantnija sila koja djeluje na ovoj stazi je sila gravitacije. Učinak ubrzanja ili usporavanja određen gravitacijom ovisi o kutu nagiba staze, što je veći nagib veći je učinak akceleracije. Nagib se tijekom staze smanjuje pa se i ubrzanje smanjuje, a brzina se tijekom cijele staze povećava.

Pitanje 5

Gibanje kuglica

Kuglice A i B gibaju se dvjema usporednim tračnicama. Na slici su predočene stroboskopske snimke obiju kuglica u položajima 1, 2, 3 itd.(Podsjetimo se kako radi stroboskop: vremenski su razmaci između susjednih položaja kuglice jednaki, a istodobno su snimljene obje kuglice u položajima s jednakom oznakom.)



Imaju li dvije kuglice u bilo kojem položaju jednaku brzinu?

A) Da, samo u položaju 3.
B) Da, i to u položaju 3 i kad je A u položaju 7 a B u položaju 6.
C) Ne, ni u jednom trenutku.
D) Nemaju prije položaja 3, ali imaju u položaju 3 i poslije u nekoliko navrata.

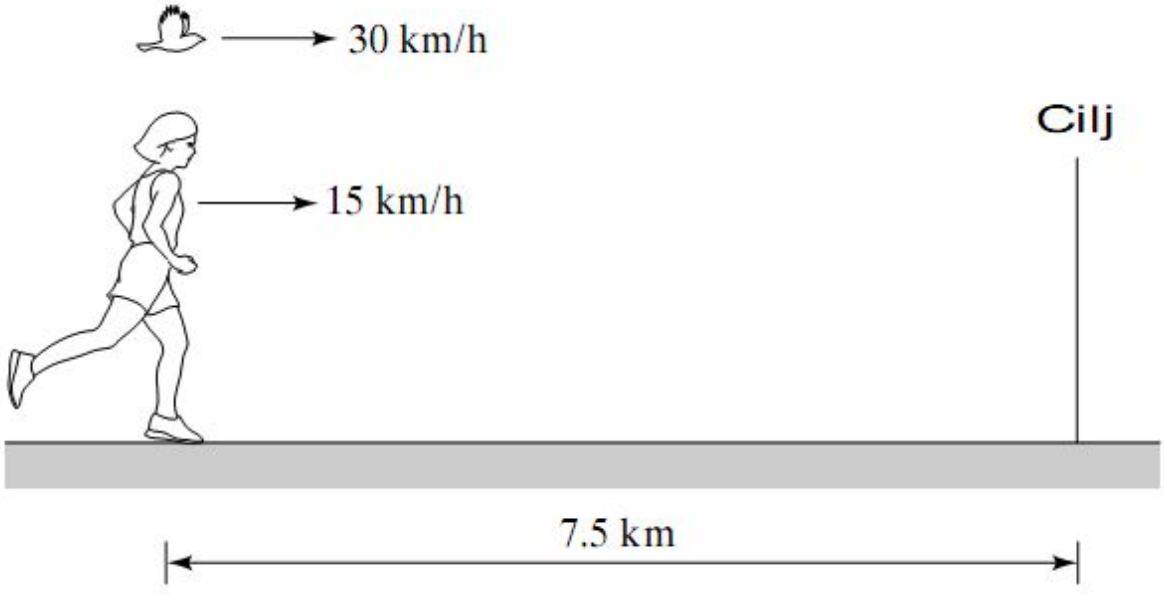
Komentar

Obje se kuglice gibaju jednoliko. Kuglica B ima stalno veću brzinu od kuglice A(jer u jednakim vremenskim razmacima prevaljuje veći put).

Pitanje 6

Jednoliko pravocrtno gibanje

Maratonac trči konstantno brzinom 15 km/h. Kad je trkač 7,5 km prije cilja, ptica počne letjeti od trkača brzinom 30 km/h. Kad ptica stigne do ciljne linije, okrene se i leti prema trkaču, tada se okrene ponovo, ponavljajući let natrag-naprijed sve dok trkač ne dođe do cilja. Koliko je kilometara ptica prešla?

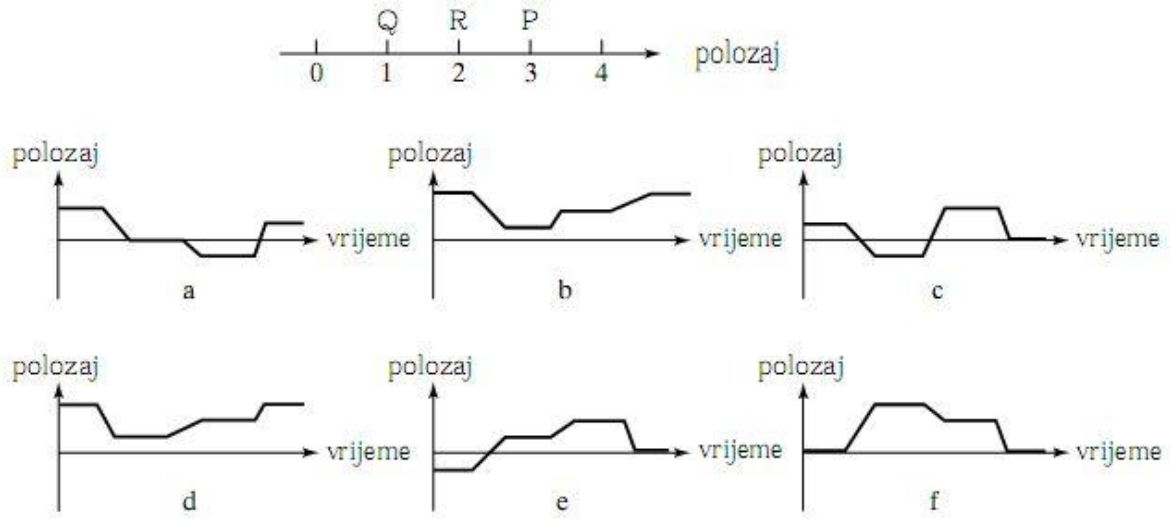


A) 10 km
B) 15 km
C) 20 km
D) 30 km

Komentar

Ptica i maratonac se gibaju konstantnim brzinama. Ptici je potrebno dvostruko manje vremena da svojim brzinom stigne do cilja nego maratoncu. Stoga će prijeći dvostruko veći put od maratonca.

Pitanje 7
Nejednoliko gibanje
Osoba u početku stoji jedan trenutak na mjestu označenim s točkom P i tada se giba duž osi u točku Q i tamo stane na trenutak. Tada brzo trči u točku R i tamo ostane na trenutak, te se tada lagano odšeta natrag do točke P. Koji položaj-t graf dolje prikazan ispravno prikazuje gibanje?



A) a
B) b
C) c
D) d
E) e
F) f

Komentar

Pravac u s-t dijagramu je ravan što prikazuje da tijelo prevaljuje jednake putove. Što je pravac nagnutiji na ordinatnu (y) os, brzina tijela je veća jer tijelo brže prevaljuje veće putove. Horizontalni pravac označuje da nema promjene gibanja, odnosno da tijelo miruje.

Pitanje 8
Vertikalni hitac
Bacite loptu ravno prema gore. U najvišoj točki, loptina

A) brzina i akceleracija su nula.
B) brzina nije nula, ali je akceleracija nula.
C) akceleracija nije nula, ali je brzina nula.
D) brzina i akceleracija su nula.

Komentar

Kada tijelo bacimo vertikalno prema gore, tijelo dođe do određene visine i na trenutak stane(v=0), te počne slobodno padati prema dolje. Akceleracija u svakoj točki gibanja iznosi g=9,81 m/s2 i posljedica je gravitacijskog privlačenja Zemlje.

Pitanje 9
Slobodni pad
Ako pustiš iz ruke predmet da pada, tako da otpor zraka zanemarimo, predmet ubrzava prema dolje akceleracijom 9,81 m/s^2. Ako umjesto toga , predmet bacimo prema dolje, njegova akceleracija prema dolje nakon puštanja je:

A) manja od 9,81 m/s2
B) 9,81 m/s2
C) veća od 9,81 m/s2

Komentar

Bacanjem predmeta prema dolje ono u tom smjeru dobije početnu brzinu kojom počinje pad, a istodobno ima akceleraciju sile teže u smjeru početne brzine, odnosno u smjeru gibanja.

Pitanje 10
Vertikalni hitac
Lopta je bačena vertikalno u vis, njezina brzina se smanjuje pod utjecajem gravitacije.
Pretpostavimo:
(a) da smo snimili to gibanje i da pustimo vrpcu unatrag (tako da vrpca počne da je lopta na najvišoj točci, a završava na mjestu kada je lopta bačena u vis).
(b) pravocrtno gibanje lopte bačene prema gore sa početnom brzinom.

Lopta ima usporavanje g u:

A) i (b)
B) samo (a)
C) samo (b)
D) ni (a) ni (b)

Komentar

Ako se brzina loptice bačene prema gore pod utjecajem gravitacije smanjuje znači da loptica gibajući se ima sve manju i manju brzinu odnosno ona usporava. Ako snimimo trakicu i gledamo ju unatrag tada možemo primijetiti na trakici ubrzavanje.

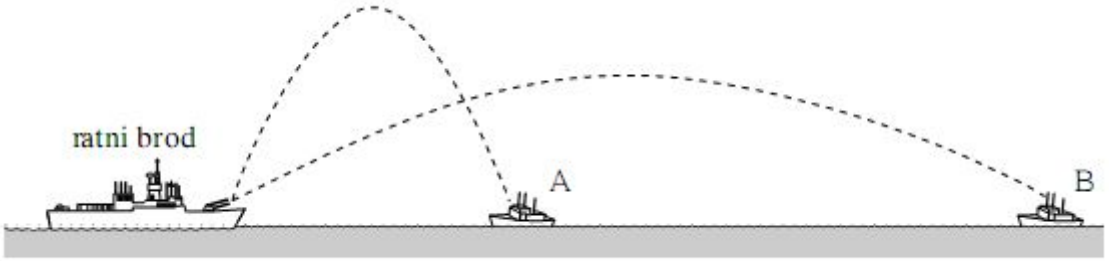
Pitanje 11
Vertikalni hitac
Osoba stoji na rubu stijene te baci jednu loptu ravno prema dolje, a drugu ravno prema gore istim početnim brzinama. Zanemarimo li otpor zraka, lopta koja će udariti u tlo ispod stijene većom brzinom je ona koja je bačena

A) gore.
B) dolje.
C) niti jedna, obje udare u tlo istom brzinom.

Komentar

Budući da je energija očuvana i da tijela u početku imaju iste brzine,
imati će iste brzine u svim točkama gdje je visina ista. Iz toga slijedi
da će lopta koja je išla prvo gore, pri povratku u točki izbačaja imati
istu brzinu kao druga lopta koju smo poslali prema dolje.

Pitanje 12
Kosi hitac
Ratni brod naizmjence ispaljuje dvije rakete na neprijateljski brod. Ako su putanje raketa parabole kako je prikazano na slici, koji je brod pogođen prvi?



A) A
B) Oba u isto vrijeme.
C) B
D) Potrebno je više podataka.

Komentar

Vrijeme trajanja hica ovisi o kutu ispaljivanja. Za veći kut potrebno je više vremena raketi da padne na tlo, odnosno za manji kut potrebno je manje vremena raketi da padne na tlo.

Pitanje 13
Sila teža i težina tijela
Uzmimo na primjer da se auto nalazi u stanju mirovanja. Možemo zaključiti da su gravitacijska sila na auto prema dolje i sila Zemlje okomito prema gore na auto, jednake i suprotstavljene zato jer

A) su dvije sile interakcijski par.
B) je ukupna sila na auto nula.
C) nijedno od navedenog.

Komentar

Na tijelo koje miruje na podlozi djeluje sila teža, ali ono se ne giba. Tijelo djeluje na podlogu svojom težinom, a podloga djeluje na tijelo jednakom silom u suprotnom smjeru i uravnotežuje silu težu te tijelo miruje.

Pitanje 14
Sila teža i težina tijela
Pretpostavimo da osoba stoji u dizalu koje ubrzava prema gore. Pod dizala djeluje normalnom silom N prema gore na tu osobu, i ta sila je

A) veća nego težina tijela G prema dolje.
B) ista kao težina tijela G prema dolje.
C) manja nego težina tijela G prema dolje.

Komentar

Normalna sila poda dizala na osobu veća je od težine tijela G prema dolje jer kad se napise 2. Newtonov zakon za tijelo u liftu (gledano sa Zemlje) N-mg=ma dobivamo da je N=m*(g+a).

Pitanje 15

Newtonovi zakoni

Voziš se u autu, nemaš zavezan pojas. Bez povećavanja ili smanjivanja brzine, auto oštro skreće ulijevo, a ti se udariš na desna vrata. Koja je ispravna analiza ove situacije?

A) Prije i poslije udaranja djeluje sila udesno gurajući te na vrata.
B) Na početku udaranja vrata djeluju silom ulijevo na tebe.
C) Oboje navedeno.
D) Ništa od navedenog.

Komentar

Nakon skretanja automobila po prvom Newtonovom zakonu zbog promjene stanja gibanja udarili smo se na vrata. Pri tome smo djelovali nekom silom na vrata, a istovremeno su vrata djelovala na nas jednakom silom suprotnog smjera.

Pitanje 16

Newtonovi zakoni

Osoba vuče kutiju po podu. Koja je točna analiza situacije?

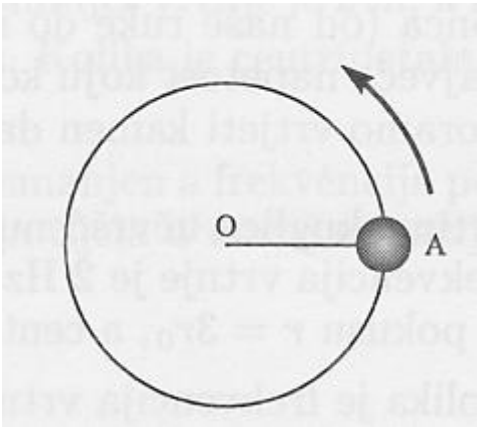
A) Kutija se giba zato jer osoba vuče kutiju neznatno jače nego što kutija vuče osobu prema natrag.
B) Osoba ne može vući kutiju-kutija vuče natrag jednako kao što osoba vuče naprijed tako da nema gibanja.
C) Osoba uspijeva pokrenuti kutiju dajući joj vuču tijekom koje je sila na kutiju trenutno veća nego sila izvršena od kutije na osobu.
D) Sila osobe na kutiju je jednaka kao sila kutije na osobu, ali sila trenja na osobu je prema naprijed i velika je dok je sila trenja prema natrag na kutiju mala.
E) Osoba može vući kutiju prema naprijed samo ako je teža od kutije.

Trenje je sila koja djeluje na tijelo kada ga nastojimo pokrenuti ili se ono već giba po podlozi. Djeluje na tijelo u suprotnom smjeru od njegova pomicanja, odnosno njegove brzine. Pri međudjelovanju dvaju tijela, sile na oba tijela su jednake ali suprotnog smjera. Da bi osoba vukla kutiju potrebno je da su sile trenja osobe i kutije različitog iznosa i smjera.

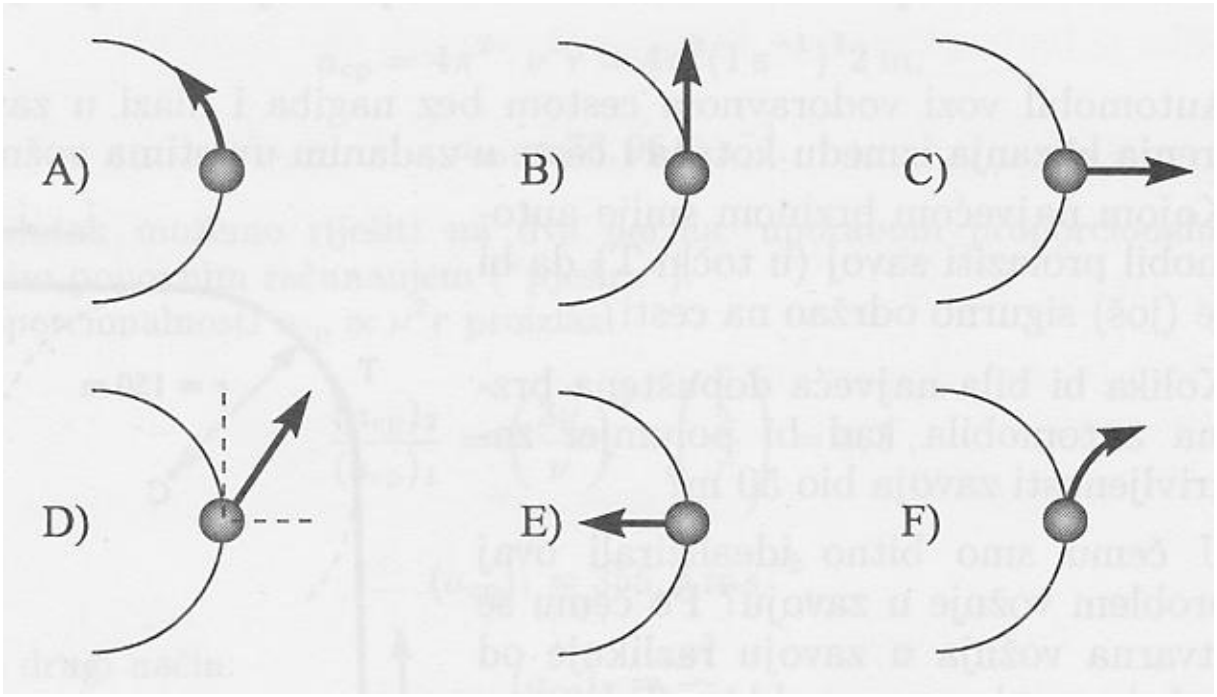
Pitanje 17

Kružno gibanje kuglice

Metalna je kuglica zavezana na kraju konca. Drugi kraj konca držimo u ruci i vrtimo kuglicu u vodoravnoj ravnini(Slika 1). U trenutku kad je kuglica u položaju A, konac pukne.



U kojem će se smjeru gibati kuglica?

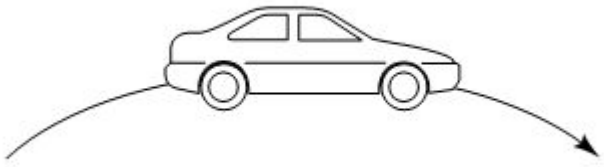


A) A)
B) B)
C) C)
D) D)
E) E)
F) F)

Komentar

Kad pukne konac prestane djelovati sila i nakon toga kuglica se giba u skladu s 1. Newtonovim zakonom jednoliko po pravcu sa smjerom brzine koji je imala u trenutku pucanja užeta.

Pitanje 18
Gibanje tijela zakrivljenom stazom
Auto se giba kružnom stazom, zadržavajući stalnu brzinu. Postoji li ukupna (rezultantna) sila na auto dok se giba kružnom stazom?



A) Ne, njegova brzina je stalna.
B) Da.
C) Ovisi o zakrivljenosti staze i brzine auta.

Komentar

Da bi se auto gibao po zakrivljenoj stazi mora postojati rezultantna sila
koja će stalno mijenjati smjer brzine. U slučaju automobila na cesti to je
sila trenja.

Pitanje 19
Sila trenja
Guraš drveni sanduk po podu stalnom brzinom. Odlučiš okrenuti sanduk na drugi kraj tako da se smanji površina dodira sa podlogom. U novom položaju, za guranje istog sanduka po podu sa istom brzinom sila koju moraš primijeniti mora biti otprilike

A) četiri puta veća od sile potrebne prije nego što smo promijenili položaj sanduka.
B) dva puta veća od sile potrebne prije nego što smo promijenili položaj sanduka.
C) jednaka sili potrebnoj prije nego što smo promijenili položaj sanduka.
D) polovici sile potrebne prije nego što smo promijenili položaj sanduka.
E) jednoj četvrtini sile potrebne prije nego što smo promijenili položaj sanduka.

Komentar

Trenje klizanja ne ovisi o ploštini dodirne površine.

Pitanje 20
Sile na tijelo u mirovanju
Recimo da konj vuče kola. Je li sljedeća tvrdnja točna?

Težina konja G i normalna sila N podloge na konja prema gore čine međusobni par koji je uvijek jednak i suprotstavlja se trećem Newtonovu zakonu.

A) Da
B) Ne

Komentar

Sila akcije i reakcije djeluju na različita tijela, a ovdje obje sile djeluju na isto tijelo (konja) sto nije 3. NZ.

Pitanje 21
Tijelo na kosini
Tijelo miruje na kosini pod utjecajem trenja. Kut nagiba se povećava sve do trenutka dok se tijelo ne počne gibati. Ako površina ostane pod tim kutom tijelo

A) usporava.
B) giba se jednolikom brzinom.
C) Ubrzava
D) nijedno od navedenog.

Komentar

Tijelo se počne gibati prema dolje i njegova brzina se mijenja odnosno povećava se, a akceleracija je stalna.

Literatura

[1] http://drzavnamatura.skole.hr/ucenje

[2] Mirjana Nazor: Psihologija odgoja i obrazovanja (1) [Elektronička građa] : Školska godina 2006-2007

[3] Vlado Andrilović, Mira Čudina: Osnove opće i razvojne psihologije, Školska knjiga, Zagreb 1990.

[4] http://hr.wikipedia.org/wiki/E-učenje

[5] Kristijan Zimmer: Claroline na steroidima, 2004. (http://edupoint.carnet.hr/casopis/21/clanci/3)

[6] Maja Planinić, Rudolf Krsnik, Planinka Pećina: Usvojenost nekih temeljnih fizikalnih ideja kod gimnazijalaca i studenata fizike, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb

[7] Brian W. Frank, Stephen E. Kanim, Luanna Gomez,Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res. 4 (2008), Accounting for variability in student responses to motion questions

[8] Rudolf Krsnik: Učenik i učenje fizike; što govore rezultati istraživanja, PMF Zagreb (http://nastava.hfd.hr/simpozij/2001/2001-Krsnik.pdf)

[9] E. Mazur, Peer Instruction: A User Manual (Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ, 1997).

[10] Young-Jin Lee, David J.Palazzo, Rasil Warnakulasooriya, and David E. Pritchard: Measuring student learning with item response theory, Department of Physics, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts 02139, USA (Recived 9 March 2007; published 31 January 2008)

[11] Maja Planinić: Najvažniji rezultati edukacijskih istraživanja u fizici, Prirodoslovno – matematički fakultet, Fizički odsjek, Zagreb (http://www.phy.hr/~maja/PER.htm)

[12] L.C. McDermott, P.S. Schaffer, Tutorials in Introductory Physics (Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ,2002)
E. Mazur, Peer Instruction: A User Manual (Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ, 1997).