



Univerzitet u Novom Sadu
Prirodno-matematički fakultet
Departman za fiziku



Nastavna tema Kretanje: Učenička postignuća i poteškoće u interpretaciji grafika

- master rad -

Mentor:

prof. dr Ivana Bogdanović

Kandidat:

Anica Zdravković

Novi Sad, 2022.

Ovim putem bih da izrazim veliku zahvalnost mentoru ovog rada, profesorki dr Ivani Bogdanović, na velikoj pomoći, prenešenom znanju, podršci, razumevanju i strpljenju. Takođe se zahvaljujem članovima komisije i svim profesorima koji su mi predavali tokom studiranja.

Posebno hvala profesoru dr Lazaru Gavanskom, na preporuci za posao, koja mi je značila mnogo tokom studiranja, da sve ono naučeno u teoriji, sada primenim i u praksi.

Porodici, užoj familiji i dečku Nikoli, koji su uz mene i nesebično mi pružaju ljubav i podršku od samog početka.

Neizmerno vam hvala na svemu.

Svim prijateljima, posebno Slađanu, Marku i Stefanu, **mojoj braći** što su bili sve ove godine uz mene, pomogli mi kada je bilo najteže i bili moja najveća podrška. Znam da nije bilo lako izdržati sa mnom. Zahvalna sam vam najviše!

Ovaj rad posvećujem svom ujaku, koji je nažalost preminuo.

Sadržaj

1.	Uvod	4
2.	Nastavna tema Kretanje	6
2.1.	Sadržaji nastavne teme Kretanje u osnovnoj školi i u srednjoj školi.....	6
2.2.	Primer pisane pripreme za nastavnu jedinicu u okviru nastavne teme Kretanje za šesti razred osnovne škole.....	14
2.3.	Primer pisane pripreme za nastavnu jedinicu u okviru nastavne teme Kretanje za prvi razred srednje škole	18
3.	Grafici i grafičko predstavljanje fizičkih veličina.....	21
3.1.	Grafici u okviru školskog predmeta Matematika	21
3.2.	Grafičko predstavljanje fizičkih veličina	21
4.	Ispitivanje učeničkog znanja sadržaja obuhvaćenog nastavnom temom Kretanje i poteškoća u interpretaciji grafika	22
4.1.	Metodologija istraživanja	22
4.2.	Rezultati istraživanja i diskusija	24
4.2.1.	Znanje sadržaja obuhvaćenog nastavnom temom Kretanje učenika šestog razreda osnovne škole	24
4.2.1.1.	Poređenje uspeha na grafičkim i tekstualnim pitanjima učenika šestog razreda osnovne škole	31
4.2.2.	Znanje sadržaja obuhvaćenog nastavnom temom Kretanje učenika prvog razreda srednje škole.....	35
4.2.2.1.	Poređenje uspeha na grafičkim i tekstualnim pitanjima učenika prvog razreda srednje škole.....	46
4.2.3.	Poređenje znanja učenika osnovne i srednje škole.....	48
5.	Zaključak	53
	Literatura	55

1. Uvod

Fizika je jedna od najstarijih prirodnih nauka koja se bavi proučavanjem prirodnih pojava. Fizika za cilj ima da sve što nas okružuje opiše. Svaka fizička veličina ima svoju definiciju, a definicija predstavlja objašnjenje o kakvoj veličini je reč. Dakle, fizičku veličinu opisujemo rečima. Veze između fizičkih veličina mogu biti predstavljene formulama, čime su fizičke veličine opisane matematičkim jezikom. Takođe, povezanost između fizičkih veličina može se predstaviti i grafički. Grafički prikaz fizičke veličine u zavisnosti od neke druge fizičke veličine je neizostavan deo u opisivanju velikog broja fizičkih veličina.

U našem sistemu školovanja učenici se sa fizikom susreću u šestom razredu osnovne škole. Kao i prilikom upoznavanja sa bilo kojim drugim predmetom, početak se odnosi na upoznavanje sa fundamentalnim veličinama, često učenicima poznatim iz svakodnevnog života ali ne iz naučnog aspekta. Upravo zbog toga se kod učenika javljaju predrasude, jer počinju da se bave pojavama i fizičkim veličinama sa kojima su se mnogo puta sreli u svakodnevnom životu, ali o njima ipak ne znaju dovoljno. Jedan od problema kod mnogih učenika je briga da li će umeti u potrebnoj meri da usvoje i razumeju nove pojmove, stoga je fizika često jedan od manje dragih predmeta u školi. Kako bismo promenili takav odnos prema fizici, potrebno je mnogo rada i truda, prvenstveno od nastavnika, a zatim i od samih učenika. Veoma bitno u nastavi je da učenici budu zainteresovani za temu koja se obrađuje, nezavisno od uzrasta. Tada mogu da se očekuju bolji rezultati jer će se učenici uvek posvetiti više onome što ih zanima, nego onome što ih ne interesuje. Dakle, potrebno je da nastava bude prilagođena modernom vremenu, odnosno da bude jednostavna, sažeta i zanimljiva.

Dakle, cilj fizike je da na što više načina opiše neku pojavu, stanje nekog tela i slično. Kada se sa učenicima pređe neka oblast, od njih se očekuje da bilo koju fizičku veličinu vezanu za to gradivo definišu i objasne svojim rečima. Isto tako je važno da znaju da matematički izraze formulu za date fizičke veličine, kao i njihove merne jedinice. U bolje opremljenim kabinetima, za nastavu fizike, moguće je i eksperimentalni deo nastave, gde učenici sami ili uz pomoć nastavnika izvode eksperimente. U većini slučajeva, učenici na zadovoljavajući način mogu da objasne svojim rečima neke pojave i uz to nauče osnovne formule vezane za datu fizičku veličinu. Eksperimentalni deo nastave se takođe pokazao kao odličan za prenošenje znanja jer većina učenika eksperimente smatra zanimljivim, te ih vrlo lako zapamte. Međutim, mnogi učenici imaju problem da grafički prikažu vrednosti fizičkih veličina, čak i pri interpretaciji jednostavnih grafika. Ipak, grafički prikazana zavisnost često je neophodna za razumevanje fizičkog fenomena.

Nastava se u osnovnoj školi često odvija bez multimedijalnih sredstava koja se u modernoj nastavi već odavno primenjuju. Akcenat u osnovnoškolskoj nastavi jeste da se učenici nauče logičnom razmišljanju i da što više povezuju naučenu teoriju iz fizike sa prirodom i okolinom kao osnov za usvajanje znanja ubuduće. Tri godine fizike u osnovnoj školi zapravo predstavlja izazov za mnoge. Zbog toga je u nastavi fizike neophodno dostići odgovarajući kvalitet nastave. Nakon završene osnovne škole očekuje se da su učenici upoznati sa osnovnim fizičkim veličinama i zakonitostima, da umeju da ih definišu i objasne, kao i da grafički prikažu međusobnu zavisnost fizičkih veličina, najčešće zavisnost neke fizičke veličine kao funkcije vremena. U srednjoj školi učenici se opet sreću sa istim oblastima, ali na višem nivou analize fizičkih fenomena zalaže u

probleme kojima se bavi fizika. U zavisnosti od srednje škole , učenici imaju fiziku od jednog do četiri razreda. Nastavni programi uglavnom pokrivaju slične oblasti ali u različitom obimu.

Tema obrađena u ovom master radu je zapostavljena kada se govori o kvalitetu nastave fizike. S obzirom da sam u poslednjih godinu dana radila kao nastavnica fizike u osnovnoj i srednjoj školi, uvidela sam koje oblasti više, a koje manje odgovaraju učenicima. To iskustvo mi je mnogo pomoglo da shvatim probleme učenika iz njihove perspektive, te sam kroz ovaj rad pokušala da doprinesem rešenju jednog od tih problema.

Potrebno je da se kvalitet nastave fizike podigne na viši nivo i da se učenici oslobođe straha od fizike. Ukoliko bi se ta dva problema rešila, učenici bi mnogo lakše savladavali gradivo i postizali bolje rezultate za kraće vreme. Samim tim bi i posao nastavnika bio mnogo lakši, a među učenicima bi vladala opuštenija atmosfera na časovima.

U ovom radu je prikazano istraživanje u okviru kojeg je ispitano učeničko znanje sadržaja obuhvaćenog nastavnom temom Kretanje u osnovnoškolskoj i srednjoškolskoj nastavi fizike, te je ispitano da li postoje poteškoće u interpretaciji grafika, i ako postoje kakve su to poteškoće kako bi moglo da se razmišlja o tome kako ih prevazići. Rad se sastoji od kratkog uvoda, opisa nastavne teme Kretanje u osnovnoj i srednjoj školi (gde su dodatno prikazani nastavni planovi i programi i predlozi za obradu odabranih nastavnih jedinica u okviru ove teme). Zatim se pominju sami grafici i grafičko predstavljanje fizičkih veličina. Najvažniji deo rada jeste upravo istraživanje sprovedeno među učenicima, a istraživanje se sastoji od ispitivanja učenika šestog razreda osnovne škole i prvog razreda srednje škole putem testova. Nakon sprovedenih testova, bilo je potrebno da se obrade svi podaci kako bi se došlo do rezultata istraživanja. Na kraju samog rada se govori o dobijenim rezultatima i prikazana je analiza samih rezultata.

2. Nastavna tema Kretanje

Nastavna tema Kretanje obrađuje se u prvom polugodištu šestog razreda osnovne škole (pa se stečena znanja produbljuju u sedmom razredu) i zatim u prvom razredu srednje škole. Sadržaji ove nastavne teme za osnovnu i srednju školu prikazani su kroz odgovarajuće godišnje i operativne planove (tabele 1, 2, 3, 4, 5, 6 i 7).

2.1. Sadržaji nastavne teme Kretanje u osnovnoj školi i u srednjoj školi

Nastavna tema Kretanje je druga po redu tema u šestom razredu osnovne škole i za njenu realizaciju predviđeno je ukupno četrnaest časova nastave prema nastavnom programu za fiziku: za obradu je predviđeno sedam časova, za utvrđivanje pet časova, za ponavljanje i sistematizaciju gradiva jedan čas i za proveru znanja jedan čas. Glavna sredstva za realizaciju nastave su predviđeni udžbenik i zbirka zadataka sa laboratorijskim vežbama, uz demonstracione eksperimete koje nastavnik sprovodi prilikom obrade gradiva u cilju jasnijeg tumačenja nastavnih jedinica.

Prilikom obrade nastavne teme Kretanje u šestom razredu osnovne škole uvode se novi pojmovi: mehaničko kretanje, referentno telo, relativno mirovanje i relativno kretanje, materijalna tačka, putanja, pređeni put, pravolinijsko i krivolinijsko kretanje kao i ravnomerno i neravnomerno kretanje, pravac i smer kretanja, skalarne i vektorskse veličine i pojam brzine. Tek u sedmom razredu osnovne škole se proširuju znanja o pravolinijskom i krivolinijskom kretanju i brzini uvođenjem pojmova: promene fizičke veličine (date simbolom Δ - delta), pomeraja i ubrzanja. Detaljno se obrađuje ravnomerno promenljivo pravolinijsko kretanje. Radi se veza između brzine i vremena kod ravnomerno promenljivog kretanja i veza između pređenog puta i vremena kod ravnomerno promenljivog kretanja.

Prilikom obrade ove nastavne teme učenici se upoznaju sa grafički predstavljenom zavisnošću brzine od vremena i pređenog puta u zavisnosti od vremena kod ravnomernog pravolinijskog kretanja, pri čemu je akcenat na izgledu/prepoznavanju ovih funkcija, a ne i njihovom detaljnijem razmatranju (na primer kroz tabelarno date brojne vrednosti), budući da učenici šestog razreda osnovne škole nisu u dovoljnoj meri upoznati sa gradivom matematike koje se odnosi na funkcije.

Gradivo iz teme Kretanja obrađeno u šestom i sedmom razredu osnovne škole ponavlja se i proširuje u prvom razredu srednje škole, pri čemu je za obradu teme Kretanja u prvom razredu srednje škole predviđeno ukupno sedamnaest časova: za obradu deset časova, za utvrđivanje pet časova, za ponavljanje i sistematizaciju gradiva jedan čas i jedan čas za proveru znanja. Kao i u osnovnoj školi, za savladavanje predviđenog gradiva, učenici koriste udžbenik i zbirku zadataka sa laboratorijskim vežbama.

U šestom razredu osnovne škole se kao pojam samo definiše koordinatni sistem, dok se u prvom razredu srednje škole detaljnije diskutuje Dekartov koordinatni sistem i definiše se vektor položaja. U sedmom razredu osnovne škole učenici se prvi put susreću sa pojmom ubrzanja, a u prvom razredu srednje škole definišu srednje i trenutno ubrzanje, kao i normalnu i tangencijalnu komponentu ubrzanja. Znanje o kružnom kretanju učenici prvog razreda srednje škole stiču prvo bitnim definisanjem ugaonog pomeraja, opisanog ugla, ugaone brzine i ugaonog ubrzanja, pri čemu se u obradi nastavne jedinice Ravnomerno kružno kretanje definišu period i

frekvencija, veličine sa kojima su se takođe susreli prilikom obrade nastavne teme Oscilatorno i talasno kretanje u osmom razredu osnovne škole, kao i centripetalno ubrzanje kao posledica kružne putanje materijalne tačke. Tema Kretanje se u prvom razredu srednje škole završava lekcijom Translaciono i rotaciono kretanje u okviru koje se radi: Rotaciono kretanje tela oko nepokretne ose, ugaoni pomeraj i opisani ugao, vektorska priroda ugaonog pomeraja, ugaona brzina i ugaono ubrzanje. Tek u prvom razredu srednje škole uvodi se veza između brzine i ugaone brzine i veza između tangencijalnog i ugaonog ubrzanja. Učenicima se detaljnije približava grafički predstavljena zavisnost pređenog puta od vremena, kao i zavisnost intenziteta brzine i ubrzanja u funkciji vremena, u slučaju ravnomernog i ravnomerno promenljivog kretanja, a sve sa ciljem određivanja fizičke veličine sa datog grafika, npr. brzine materijalne tačke na osnovu grafika zavisnosti puta od vremena, ubrzanja materijalne tačke na osnovu grafika zavisnosti intenziteta brzine od vremena, dužine pređenog puta, itd.

Prikazani planovi i programi preuzeti su od profesorke Svetlane Radović i korišćeni su u Osnovnoj školi "Kosta Trifković" i "E-Gimnaziji" u Novom Sadu.

U delu 2.2 prikazani su primeri pisanih priprema za odabrane nastavne jedinice u okviru teme Kretanje za šesti razred osnove škole i prvi razred srednje škole

Tabela 1. Godišnji plan rada, šesti razred osnovne škole.

Nastavna tema	Obrada	Ostalo	Ukupno
Uvod	2	/	2
Kretanje	7	5	14
Sila	7	7	14
Merenje	4	11	15
Masa i gustina	5	10	15
Pritisak	5	7	12
Ukupno	30	42	72

Tabela 2. Godišnji plan rada, prvi razred srednje škole.

Nastavna tema	Obrada	Ostalo	Ukupno
Uvod	2	2	4
Kretanje	10	7	17
Dinamika translacionog kretanja	6	10	16
Dinamika rotacionog kretanja krutog tela	4	6	10
Ravnoteža tela	3	2	5
Gravitacija	3	2	5
Zakoni održanja	8	9	17
Ukupno	36	38	74

Tabela 3. Operativni plan rada nastavnika za šesti razred osnovne škole, septembar 2021. Godina

Mesec:Septembar

Predmet:Fizika

Razred:Šesti

NASTAVNA TEMA	RED. BR.	NASTAVNA JEDINICA	TIP ČASA	OBLIK RADA	NASTAVNA METODA	NASTAVNA SREDSTVA	STANDARDI POSTIGNUĆA UČENIKA
Kretanje	1.	Kretanje i relativnost kretanja	obrada	frontalni, individualni	dijaloška, tekstualna, ilustraciona	udžbenik	FI: 2.2.2; 3.7.2.
	2.	Pojmovi važni za proučavanje kretanja (putanja, materijalna tačka)	obrada	frontalni, individualni	dijaloška, tekstualna, ilustraciona demonstraciona	udžbenik, kartonski ili stiroporni točak, plastelin u dve boje, bojice	FI: 1.2.1; 1.7.1; 1.7.2; 2.2.2; 3.7.2.
	3.	Pojmovi važni za proučavanje kretanja (put i vreme prelaženja puta)	obrada	frontalni, individualni	dijaloška, tekstualna, ilustraciona	udžbenik	FI: 1.2.1; 1.2.2; 1.4.1; 1.4.2; 1.4.3; 1.4.6; 2.2.2; 2.4.3; 2.6.3; 2.7.1; 3.7.1; 3.7.2.
	4.	Pojmovi važni za proučavanje kretanja (putanja, materijalna tačka, put i vreme prelaženja puta)	utvrđivanje	frontalni, individualni	dijaloška, tekstualna, laboratorijska	udžbenik, merne trake, mobilni telefoni (štoperice), metalne kuglice, providne plastične cevi na kartonu ili stiroporu	FI: 1.2.1; 1.4.1; 1.4.2; 1.4.3; 1.4.5; 1.4.6; 1.7.1; 1.7.2; 2.2.2; 2.4.3; 2.6.3; 2.7.1; 2.7.2; 2.7.3; 3.7.1; 3.7.2.
	5.	Pojmovi važni za proučavanje kretanja (brzina, pravac i smer kretanja)	obrada	frontalni, individualni	dijaloška, demonstraciona, laboratorijska	udžbenik, merne trake, mobilni telefoni (štoperice), metalne kuglice, providne plastične cevi na kartonu ili stiroporu	FI: 1.2.1; 1.2.2; 1.2.3; 1.4.1; 1.4.2; 1.4.3; 1.4.4; 1.4.5; 1.4.6; 1.7.1; 1.7.2; 2.2.2; 2.4.3; 2.4.4; 2.6.1; 2.6.2; 2.6.3; 2.7.1; 2.7.2; 2.7.3; 3.7.1; 3.7.2.
	6.	Pojmovi važni za proučavanje kretanja	utvrđivanje	frontalni, individualni	dijaloška, tekstualna	udžbenik	FI: 1.2.1; 1.2.2; 1.2.3; 1.4.2; 1.4.3; 1.4.4; 2.2.2; 2.4.1; 2.4.3; 2.6.1; 2.6.2; 2.6.3; 2.7.2; 3.4.1; 3.7.1; 3.7.2.

Tabela 4. Operativni plan rada nastavnika za šesti razred osnovne škole, oktobar 2021. Godina

Mesec:Oktobar		Predmet:Fizika					Razred:Šesti
NASTAVNA TEMA	RED. BR.	NASTAVNA JEDINICA	TIP ČASA	OBLIK RADA	NASTAVNA METODA	NASTAVNA SREDSTVA	STANDARDI POSTIGNUĆA UČENIKA
Kretanje	7.	Ravnomerno pravolinjsko kretanje (svojstva brzine i matematički zapis)	obrada	frontalni, individualni	dijaloška, tekstualna, ilustraciona	udžbenik	FI: 1.2.1; 1.2.2; 1.2.3; 1.4.2; 1.4.3; 1.4.4; 2.2.2; 2.4.1; 2.4.3; 2.6.1; 2.6.2; 2.6.3; 2.7.2; 3.4.1; 3.7.1; 3.7.2.
	8.	Ravnomerno pravolinjsko kretanje (svojstva brzine i matematički zapis)	utvrđivanje	frontalni, individualni	dijaloška, tekstualna, ilustraciona	udžbenik	FI: 1.2.1; 1.2.2; 1.2.3; 1.4.2; 1.4.3; 1.4.4; 2.2.2; 2.4.1; 2.4.3; 2.6.1; 2.6.2; 2.6.3; 2.7.2; 3.4.1; 3.7.1; 3.7.2.
	9.	Ravnomerno pravolinjsko kretanje (pređeni put i vreme)	obrada	frontalni, individualni	dijaloška, tekstualna, ilustraciona	udžbenik	FI: 1.2.1; 1.2.2; 1.2.3; 1.4.1; 1.4.3; 1.4.4; 2.2.2; 2.4.1; 2.4.3; 2.6.1; 2.6.2; 2.6.3; 2.7.2; 3.4.1; 3.7.1; 3.7.2.
	10.	Ravnomerno pravolinjsko kretanje (pređeni put i vreme)	utvrđivanje	frontalni, individualni	dijaloška, tekstualna, ilustraciona	udžbenik	FI: 1.2.1; 1.2.2; 1.2.3; 1.4.2; 1.4.3; 1.4.4; 2.2.2; 2.4.1; 2.4.3; 2.6.1; 2.6.2; 2.6.3; 2.7.2; 3.4.1; 3.7.1; 3.7.2.
	11.	Promenljivo pravolinjsko kretanje.Srednja brzina	obrada	frontalni, individualni	dijaloška, tekstualna, ilustraciona, laboratorijska	5 kalema belog konca, 5 kapalica, novine, obojena voda, udžbenik	FI: 1.2.1; 1.2.2; 1.2.3; 1.4.3; 1.4.4; 1.7.1; 1.7.2; 2.2.1; 2.2.2; 2.4.1; 2.4.3; 2.4.4; 2.6.1; 2.6.2; 2.7.2; 3.7.1; 3.7.2.
	12.	Promenljivo pravolinjsko kretanje.Srednja brzina	utvrđivanje	frontalni, individualni	dijaloška, tekstualna, ilustraciona	udžbenik	FI: 1.2.1; 1.2.2; 1.2.3; 1.4.3; 1.4.4; 2.2.1; 2.2.2; 2.4.1; 2.4.3; 2.6.1; 2.6.2; 3.7.1; 3.7.2.
	13.	Kretanje	ponavljanje – sistematizacija	frontalni, individualni	dijaloška, tekstualna, ilustraciona	Udžbenik	FI: 1.2.1; 1.2.2; 1.2.3; 1.4.2; 1.4.3; 1.4.4; 2.2.2; 2.4.1; 2.4.3; 2.6.1; 2.6.2; 2.6.3; 2.7.3; 3.7.1; 3.7.2.
	14.	Kretanje	pismena provera znanja	individualni	tekstualna, ilustraciona	nastavni listići, udžbenik	FI: 1.2.1; 1.2.2; 1.2.3; 1.4.2; 1.4.3; 1.4.4; 2.2.2; 2.4.1; 2.4.2; 2.4.3; 2.6.1; 2.6.2; 2.6.3; 2.7.1;

Tabela 5. Operativni plan rada nastavnika za prvi razred srednje škole, septembar 2021. godina

Mesec:Septembar

Predmet:Fizika

Razred:Prvi

NASTAVNA TEMA	RED. BR.	NASTAVNA JEDINICA	TIP ČASA	OBLIK RADA	NASTAVNA METODA	NASTAVNA SREDSTVA	STANDARDI POSTIGNUĆA UČENIKA
kretanje	1.	Mehaničko kretanje	obrada	frontalni	monološko-dijaloška	udžbenik i zbirka, računar i projektor, prezentacija.	2.FI.1.1.1; 1.1.2; 1.1.3; 1.1.8;
	2.	Srednja brzina. Trenutna brzina. Zakon slaganja brzina.	obrada	frontalni	monološko-dijaloška	udžbenik i zbirka, računar i projektor, prezentacija.	2.FI.1.1.1; 1.1.2; 1.1.3; 2.1.1; 2.1.2.
	3.	Mehaničko kretanje. Srednja brzina. Trenutna brzina. Zakon slaganja brzina	utvrđivanje	frontalni, individualni	monološko-dijaloška	udžbenik i zbirka	2.FI.1.1.1; 1.1.2; 1.1.3; 1.1.8; 2.1.1; 2.1.2; 2.1.5; 3.1.1.
	4.	Ubrzanje, tangencijalna i normalna komponenta ubrzanja.	obrada	frontalni, individualni	monološko-dijaloška	udžbenik i zbirka, računar i projektor, prezentacija.	2.FI.1.1.1; 1.1.2; 1.1.3. 1.1.8; 2.1.1.
	5.	Zakoni ravnomernog i ravnomerno promenljivog pravolinijskog kretanja.	obrada	frontalni, individualni	monološko-dijaloška	udžbenik i zbirka, računar i projektor, prezentacija.	2.FI.1.1.1; 1.1.2; 1.1.3. 1.1.8; 2.1.1; 2.1.2; 2.1.5.

Tabela 6. Operativni plan rada nastavnika za prvi razred srednje škole, oktobar 2021. godina

Mesec:Oktobar

Predmet:Fizika

Razred:Prvi

NASTAVNA TEMA	RED. BR.	NASTAVNA JEDINICA	TIP ČASA	OBLIK RADA	NASTAVNA METODA	NASTAVNA SREDSTVA	STANDARDI POSTIGNUĆA UČENIKA
	6.	Zakoni ravnomernog i ravnomerno promenljivog pravolinijskog kretanja.	utvrđivanje	frontalni, individualni	monološko-dijaloška	udžbenik i zbirka	2.FI.1.1.1; 1.1.2; 1.1.3; 1.1.8; 2.1.1; 2.1.2; 2.1.5; 3.1.1; 3.1.4; 3.1.5.
	7.	Kretanje sa ubrzanjem g- vertikalni i horizontalni hitac	obrada	frontalni,	monološko-dijaloška	udžbenik i zbirka, računar i projektor, prezentacija.	2.FI.1.1.1; 1.1.2; 1.1.3; 1.1.5; 2.1.1; 2.1.2; 2.1.5.
	8.	Kretanje sa ubrzanjem g- vertikalni i horizontalni hitac	utvrđivanje	frontalni,	monološko-dijaloška	udžbenik i zbirka	2.FI.1.1.1; 1.1.2; 1.1.3; 1.1.5; 1.1.8; 2.1.1; 2.1.2; 2.1.5; 3.1.1.
	9.	Ravnomerno i ravnomerno promenljivo kružno kretanje materijalne tačke, centripetalno ubrzanje, period i frekvencija	obrada	frontalni	onološko-dijaloška	udžbenik i zbirka, računar, projektor, prezentacija	2.FI.1.1.2; 1.1.3; 2.1.1; 2.1.2.
	10.	Ravnomerno i ravnomerno promenljivo kružno kretanje materijalne tačke	obrada	frontalni	monološko-dijaloška	udžbenik i zbirka, računar, projektor, prezentacija	2.FI.1.1.2; 1.1.3; 2.1.1; 2.1.2; 3.1.4.
	11.	Kružno kretanje	utvrđivanje	frontalni, individualni	monološko-dijaloška	udžbenik i zbirka	2.FI.1.1.2; 1.1.3; 1.1.8; 2.1.1; 2.1.2; 3.1.1; 3.1.4.
	12.	Kruto telo, translatorno i rotaciono kretanje, ugaoni pomeraj, opisani ugao, ugaona brzina, ugaono ubrzanje.	obrada	frontalni, individualni	monološko-dijaloška	udžbenik i zbirka, računar, projektor, prezentacija	2.FI.1.1.1; 1.1.2; 1.1.3; 2.1.1; 2.1.2; 2.1.5; 3.1.4.

	13.	Analogija kinematičkih veličina kojima se opisuju translatorno i rotaciono kretanje. Veza izmeđuugaone i linijske brzine i veza ugaonog i tangencijalnog ubrzanja proizvoljne tačke rotirajućeg tela	obrada	frontalni, individualni	monološko-dijaloška	udžbenik i zbirka, računar, projektor, prezentacija	2.FI.1.1.1; 1.1.2; 1.1.3; 2.1.1; 2.1.2; 2.1.5; 3.1.4.
	14.	Translaciono i rotaciono kretanje krutog tela	utvrđivanje	frontalni, individualni	monološko-dijaloška	udžbenik i zbirka	2.FI.1.1.1; 1.1.2; 1.1.3; 1.1.8; 2.1.1; 2.1.2; 2.1.5; 3.1.1; 3.1.4.

Tabela 7. Operativni plan rada nastavnika za prvi razred srednje škole, novembar 2021. godina

Mesec:Novembar

Predmet:Fizika

Razred:Prvi

NASTAVNA TEMA	RED. BR.	NASTAVNA JEDINICA	TIP ČASA	OBLIK RADA	NASTAVNA METODA	NASTAVNA SREDSTVA	STANDARDI POSTIGNUĆA UČENIKA
kretanje	15.	Ravnomerno i ravnomerno-promenljivo rotaciono kretanje. Zavisnost ugaone brzine i opisanog ugla od vremena	obrada	frontalni	monološko-dijaloška	udžbenik i zbirka, računar, projektor, prezentacija	2.FI.1.1.2; 1.1.3; 1.1.8; 2.1.1; 2.1.2; 2.1.5; 3.1.4.
	16.	Kretanje	ponavljanje – sistematizacija	frontalni, individualni	monološko-dijaloška	udžbenik i zbirka	2.FI.1.1.1; 1.1.2; 1.1.3; 1.1.8; 2.1.1; 2.1.2; 2.1.5; 3.1.1; 3.1.4.
	17.	Kretanje	pismena provera znanja	individualni	tekstualna, ilustraciona	nastavni listići, udžbenik	2.FI: 1.2.1; 1.2.2; 1.2.3; 1.4.2; 1.4.3; 1.4.4; 2.2.2; 2.4.1; 2.4.2; 2.4.3; 2.6.1; 2.6.2; 2.6.3; 2.7.1; 3.7.1.

2.2. Primer pisane pripreme za nastavnu jedinicu u okviru nastavne teme Kretanje za šesti razred osnovne škole

Škola	Osnovna škola „Kosta Trifković“
Nastavni predmet	Fizika
Razred	šesti
Datum realizacije	20.09.2021.
Nastavnik	Anica Zdravković



PODACI O ČASU

Nastavna tema	Kretanje
Nastavna jedinica	2.12. Promenljivo pravolinijsko kretanje i srednja brzina
Tip časa	Obrada
Cilj časa	Usvajanje pojmova promenljivo pravolinijsko kretanje i srednja brzina i izračunavanje srednje brzine.
Obrazovni zadaci	Da učenici nauče da: definišu promenljivo pravolinijsko kretanje i opisuje ga; definišu srednju brzinu promenljivog kretanja i računa je; rešavaju najjednostavniji primeri kvalitativnih kvantitativnih zadataka; navode primere primene stečenog znanja na situacije iz svakodnevnog života
Funkcionalni zadaci	– razvijanje logičkog mišljenja, – uvežbavanje beleženja, – razvijanje veštine uočavanja i prepoznavanja, – razvijanje analitičkog mišljenja;
Vaspitni zadaci	– podsticanje radoznalosti, – podsticanje na rad i učenje, – razvijanje samostalnosti u radu, – razvijanje sposobnosti procene sopstvenih kompetencija.
Ključni pojmovi	Promenljivo pravolinijsko kretanje, srednja brzina
Obrazovni standardi	Fl: 1.2.1; 1.2.2; 1.2.3; 1.4.3; 1.4.4; 1.7.1; 1.7.2; 2.2.1; 2.2.2; 2.4.1; 2.4.3; 2.4.4; 2.6.1; 2.6.2; 2.7.2; 2.7.3; 3.7.1; 3.7.2.
Oblici rada	Frontalni, individualni
Nastavne metode	Monološka, dijaloška, ilustrativno-demonstrativna

Nastavna sredstva	Udžbenik, zbirka, tabla, flomaster (kreda), kalkulator
Mesto izvođenja nastave	Učionica
Korelacija	Matematika
Literatura i dodatni materijal za nastavnike	Jovan P. Šetrajčić, Darko V. Kapor, Fizika za 6. razred osnovne škole, udžbenik, Zavod za udžbenike, Beograd
Literatura i dodatni materijal za učenike	Jovan P. Šetrajčić, Darko V. Kapor, Fizika za 6. razred osnovne škole, udžbenik, Zavod za udžbenike, Beograd
Napomene	



TOK ČASA

Uvodni deo časa (5 minuta)	<p>Nastavnik najavljuje i formuliše sadržaj časa. Ponovlja sa učenicima ravnomerno pravolinijsko kretanje</p>
Glavni deo časa (35 minuta)	<p>Voziš se sa jednog na drugi kraj grada. Krećeš, i za 10 min prelaziš 1,2 km. Nailaziš na kolonu automobila i primoran si da brzinu smanjiš i tako voziš narednih 5 min pri čemu prelaziš 900 m. Ubrzo nailaziš na semafor gde čekaš da se upali zeleno svetlo naredna 3,5 min. Do odredišta se voziš još 2 min pri čemu prelaziš 360 m.</p> <p>Šta možeš reći za brzinu svakog pojedinog kretanja?</p> <p>Brzina kretanja se na svakoj deonici puta menjala.</p> <p>Definicija: Kretanje tela čija se brzina menja u toku vremena naziva se promenljivo kretanje, a ako je putanja prava linija onda je to promenljivo pravolinijsko kretanje.</p> <p>Šta možeš reći za vreme svakog pojedinog kretanja?</p> <p>Vreme za koje telo prelezi date deonice je različito.</p> <p>Šta možeš reći za pređeni put svakog pojedinog kretanja?</p> <p>Pređeni put na svakoj deonoci je različit.</p> <p>Zaključak: Pri promenljivim kretanju, u različitim vremenskim intervalima telo prelazi različite dužine puta.</p> <p>Koliko vremena se telo kretalo?</p> <p>$t_u = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$</p> <p>Koliki put je telo za to vreme prešlo?</p>

$$s_u = s_1 + s_2 + s_3 + s_4$$

Da li možeš izračunati brzinu kojom bi trebalo telo da se kreće ravnomerno pa da isti put pređe za isto vreme kao kada se kretalo neravnomerno?

Uvesti formulu za izračunavanje srednje brzine.

$$v_{sr} = s_u / t_u$$

Srednja vrednost brzine promenljivog kretanja je ona vrednost stalne brzine ravnomernog kretanja kojom bi telo prešlo isti put za isto vreme kao i pri promenljivom kretanju.

Za dati primer kretanja nastavnik računa srednju brzinu na tabli.

Upućuje učenike na udžbenik.

Nastavnik rešava primer sa početka časa na tabli i objašnjava postupak tražeći da se izračuna srednja brzina u $\frac{m}{s}$.

Rešenje:

$$t_1 = 10\text{min} = 600\text{s}$$

$$s_1 = 1,2 \text{ km} = 1200\text{m}$$

$$t_2 = 5\text{min} = 300\text{s}$$

$$s_2 = 900 \text{ m}$$

$$t_3 = 3,5 = 210\text{s}$$

$$t_4 = 2 \text{ min} = 120\text{s}$$

$$s_4 = 360 \text{ m}$$

$$t_u = ?$$

$$s_u = ?$$

$$v_{sr} = ?$$

$$t_u = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$$

$$t_u = 600\text{s} + 300\text{s} + 210\text{s} + 120\text{s} = 1230\text{s}$$

$$s_u = s_1 + s_2 + s_3 + s_4$$

$$s_u = 1200\text{m} + 900\text{m} + 360\text{m} = 2460\text{m}$$

$$v_{sr} = \frac{s_u}{t_u} = \frac{2460\text{m}}{1230\text{s}} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Završni deo časa (5 minuta)	Rezimirati razliku između ravnomernog i promenljivog pravolinijskog kretanja. Zadati domaći zadatak da dobijenu srednju brzinu sa primera na času učenici izraze u $\frac{km}{h}$.
--------------------------------	--

Promenljivo pravolinijsko kretanje i srednja brzina.	
Kretanje tela čija se brzina menja u toku vremena naziva se promenljivo kretanje a ako je putanja prava linija onda je to promenljivo pravolinijsko kretanje.	
Pri promenljivim kretanjima, u različitim vremenskim intervalima telo prelazi različite dužine puta	
Formula za ukupno vreme $t_u = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$	
Formula za ukupan put $s_u = s_1 + s_2 + s_3 + s_4$	
Formula za srednju brzinu $v_{sr} = s_u / t_u$	
Srednja vrednost brzine promenljivog kretanja je ona vrednost stalne brzine ravnomernog kretanja kojom bi telo prešlo isti put za isto vreme kao i pri promenljivom kretanju.	
Zadatak 1. Vozиш se sa jednog na drugi kraj grada. Krećeš, i za 10 min prelaziš 1,2 km. Nailaziš na kolonu automobila i primoran si da brzinu smanjiš i tako voziš narednih 5 min pri čemu prelaziš 900 m. Ubrzo nailaziš na semafor gde čekaš da se upali zeleno naredna 3,5 min. Do odredišta se voziš 2 min pri čemu prelaziš 360 m. Izračunati srednju brzinu kretanja u $\frac{m}{s}$.	
$t_1 = 10 \text{ min} = 600 \text{ s}$ $s_1 = 1,2 \text{ km} = 1200 \text{ m}$ $t_2 = 5 \text{ min} = 300 \text{ s}$ $s_2 = 900 \text{ m}$ $t_3 = 3,5 \text{ min} = 210 \text{ s}$ $t_4 = 2 \text{ min} = 120 \text{ s}$ $s_4 = 360 \text{ m}$ $t_u = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$ $t_u = 600 \text{ s} + 300 \text{ s} + 210 \text{ s} + 120 \text{ s} = 1230 \text{ s}$ $s_u = s_1 + s_2 + s_3 + s_4$ $s_u = 1200 \text{ m} + 900 \text{ m} + 360 \text{ m} = 2460 \text{ m}$ $v_{sr} = \frac{s_u}{t_u} = \frac{2460 \text{ m}}{1230 \text{ s}} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $t_u = ?$ $s_u = ?$ $v_{sr} = ?$	
Domaći zadatak: Izraziti brzinu od $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ u $\frac{\text{km}}{\text{h}}$	

Slika 1. Planirani izgled table na času obrade nastavne jedinice Promenljivo pravolinijsko kretanje i srednja brzina.

2.3. Primer pisane pripreme za nastavnu jedinicu u okviru nastavne teme Kretanje za prvi razred srednje škole

Škola	E-Gimnazija
Nastavni predmet	Fizika
Razred	Prvi
Datum realizacije	20.09.2021.
Nastavnik	Anica Zdravković



PODACI O ČASU

Nastavna tema	Kretanje
Nastavna jedinica	Srednja brzina. Trenutna brzina. Zakon slaganja brzina
Tip časa	Obrada
Cilj časa	Upoznavanje učenika sa pojmovima srednja i trenutna brzina, kao i sa njihovim osobinama; objasniti zakon slaganja brzina.
Obrazovni zadaci	<p>Da učenici nauče da</p> <ul style="list-style-type: none"> – razumeju šta je fizička veličina brzina, – razumeju šta su srednja i trenutna brzina, – razumeju razliku između srednje i trenutne brzine, – saznaju da je srednja brzina skalar, – saznaju da je trenutna brzina vektor, – znaju kakav pravac i smer ima trenutna brzina, – znaju mernu jedinicu brzine, – znaju da primene naučeno u rešavanju računskih zadataka;
Funkcionalni zadac	<ul style="list-style-type: none"> – razvijanje sposobnosti slušanja, – razvijanje veštine uočavanja i prepoznavanja, – uvežbavanje beleženja, – razvijanje logičkog mišljenja;
Vaspitni zadaci	<ul style="list-style-type: none"> – pobuđivanje interesovanja za fiziku kao naučnu disciplinu, – podsticanje na rad i učenje, – podsticanje radoznalosti.
Ključni pojmovi	Srednja brzina, trenutna brzina, pravac trenutne brzine, smer trenutne brzine, intenzitet srednje brzine, intenzitet trenutne brzine, jedinica za srednju i trenutnu brzinu, zakon slaganja brzina.
Obrazovni standardi	2.FI.1.1.1.; 2. FI.1.1.2.; 2. FI.1.1.3; 2. FI.2.1.1.; 2. FI.2.1.2

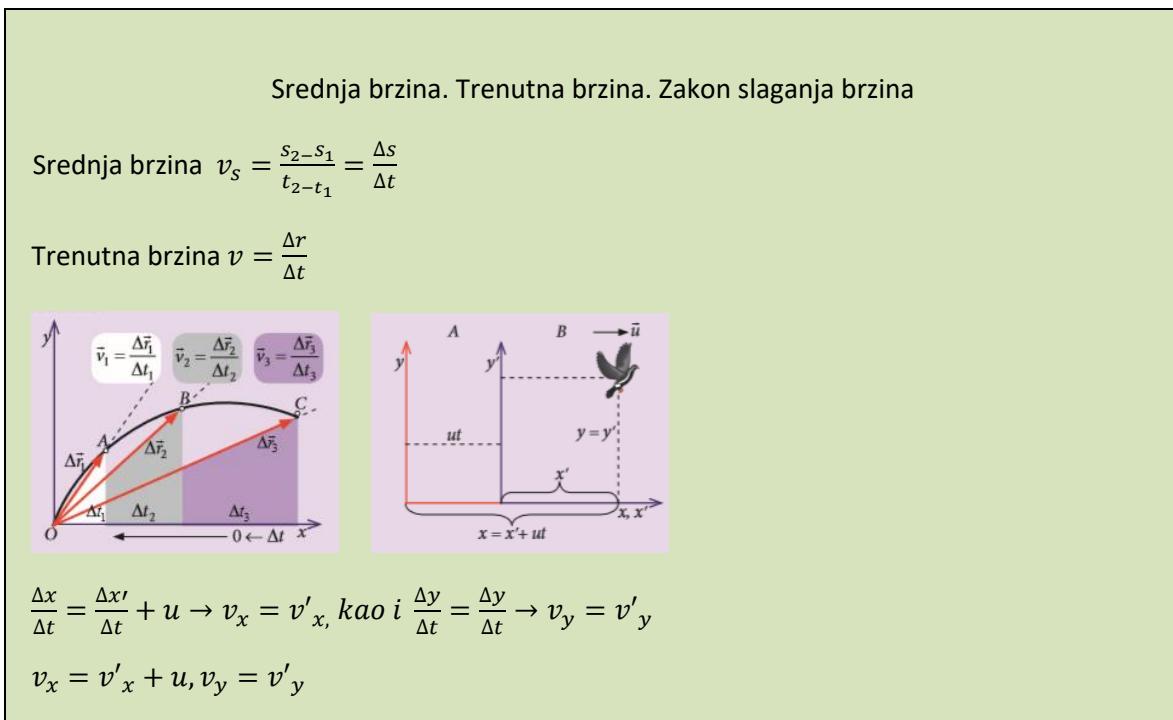
Oblici rada	Frontalni
Nastavne metode	Dijaloška, demonstraciona, monološka
Nastavna sredstva	Tabla, flomaster, uždžbenik
Mesto izvođenja nastave	Učionica
Korelacija	Matematika
Literatura i dodatni materijal za nastavnike	Milan O. Raspopović Fizika za prvi razred Gimnazije, udžbenik, Zavod za udžbenike Beograd..
Literatura i dodatni materijal za učenike	Milan O. Raspopović Fizika za prvi razred Gimnazije, udžbenik, Zavod za udžbenike Beograd.
Napomene	



TOK ČASA

Uvodni deo časa (5 minuta)	U razgovoru sa učenicima ponoviti pojmove sa prethodnog časa.
Glavni deo časa (30 minuta)	<p>Postaviti učenicima pitanje: Da li telo uvek prelazi ista rastojanja za jednaka vremena?</p> <p>U razgovoru sa učenicima doći do zaključka da telo za isto vreme može prelaziti nejednaka rastojanja. Na primer, za deset minuta dalje stižete trčeći, nego hodajući. Telo može prelaziti isto rastojanje za različita vremena. Na primer, brže stižete do škole trčeći, nego hodajući. Definisati brzinu kao vektorsku veličinu jednaku količniku pomeraja i vremenskog intervala u kom se taj pomeraj desio. Napisati formulu na tabli.</p> <p>Definisati srednju brzinu kao količnik pređenog puta Δs i vremenskog intervala Δt tokom koga se putovalo. Napisati formulu na tabli.</p> <p>Istaći da je srednja brzina skalarna veličina jer je pređeni put skalarna veličina. Srednja brzina pruža samo približan opis načina kretanja. Zatim skrenuti pažnju učenicima na to da je srednja brzina jednak intenzitetu mehaničke brzine kod ravnomernog pravolinijskog kretanja jer je kod tog kretanja putanja pravolinijska, nema promene smera kretanja, a pređeni put jednak je ukupnom pomeraju.</p> <p>Nacrtati grafik kretanja i na njemu objasniti trenutnu brzinu kao slučaj kada je promena vektora položaja približno jednak promeni pređenog puta. Napisati formulu trenutne brzine.</p>

	<p>Nacrtati na tabli grafik dva inercijalna sistema, gde jedan sistem miruje a drugi se kreće zajedno sa telom koje vrši kretanje.</p> <p>Postaviti učenicima pitanje: Kojom brzinom se kreće ptica u sistemu vezanom za zemlju a kojom u sistemu vezanom za nju samu. Na osnovu grafika objasniti i izvesti zakon slaganja brzina.</p> <p>Definisati zakon kao: Brzina tela u referentnom sistemu S koji uslovno miruje jednaka je zbiru brzine pokretnog referentnog sistema S' u odnosu na sistem S i brzine tela u pokretnom referentnom sistemu S'.</p> <p>Nastavnik upućuje učenike na udžbenik</p>
Završni deo časa (5 minuta)	Zajedno sa učenicima ponoviti nove pojmove i razjasniti eventualne nejasnoće.



Slika 2. Planirani izgled table na času obrade nastavne jedinice Srednja brzina. Trenutna brzina. Zakon slaganja brzina.

3. Grafici i grafičko predstavljanje fizičkih veličina

3.1. Grafici u okviru školskog predmeta Matematika

Grafici predstavljaju snažan alat za snalaženje među mnogobrojnim informacijama. Međutim, učenici nemaju u dovoljnoj meri razvijenu sposobnost njihove primene. Grafici se u okviru školskog predmeta matematika prvi put uvode u sedmom razredu, uči se pravougli koordinatni sistem i rade grafici direktnе i obrnute proporcionalnosti na osnovnom nivou. U osmom razredu se obrađuju linearne funkcije, tok i grafik funkcije, sistem linearnih jednačina gde se radi grafička metoda rešavanja sistema.

U prvom razredu srednje škole se ponavlja naučeno iz linearnih funkcija iz osmog razreda, u drugom razredu se uči kvadratna funkcija (tok i grafik, ekstremi), u trećem razredu se uči logaritamska i eksponencijalna funkcija, a u četvrtom razredu ispitivanje funkcije u potpunosti.

3.2. Grafičko predstavljanje fizičkih veličina

Crtanje i interpretacija grafičkih prikaza ubrajaju se u temeljne sposobnosti naučnika (McKenzie i Padilla, 1986).

Za razliku od tabličnih prikaza, grafici omogućuju brz uvid i detalje nepravilnosti među mnogobrojnim podacima koji opisuju neki događaj. Da bi mogli samostalno primenjivati grafičku analizu u budućim zanimanjima, učenici treba da su u stanju da interpretiraju grafik funkcije. U fizici grafik se prvi put uvodi u šestom razredu osnovne škole prilikom obrade nastavne jedinice Tabelarno i grafičko predstavljanje kretanja, pri čemu se često smatra da grafičkom predstavljanju fizičkih veličina u školama nije posvećena dovoljna pažnja da bi učenici na kraju osnovnog obrazovanja iz fizike vladali graficima bar na nekom osnovnom nivou, odakle proističu poteškoće prilikom crtanja, razumevanja i interpretacije grafika u višim razredima.

Grafik pređenog puta u zavisnosti od vremena je osnovni vid grafičkog prikazivanja podataka o kretanju i razumevanju ravnomernog i neravnomernog kretanja i učenici se sa njim prvi put susreću već u šestom razredu osnovne škole na časovima fizike, međutim sa funkcijom kojom je predstavljen ovaj grafik, iz gradiva matematike, učenici se prvi put susreću u sedmom razredu prilikom obrade koordinatnih sistema, a zatim u osmom razredu prilikom obrade funkcija. Najčešće se od učenika u šestom razredu očekuje da sa grafika ume samo da očita podatke, a prikazivanje podataka na grafiku očekuje se tek u višim razredima.

U sedmom i osmom razredu se proširuje znanje o graficima i rade različiti primeri ranije navedeni u poglavlju 2.2. U prvom razredu srednje škole obrađuju se grafici navedeni u poglavlju 2.3. Dok u osnovnoj školi nije zastupljena vremenska korelacija u obradi grafičkog prikaza podataka u nastavi fizike i matematike, u srednjoj školi grafička obrada radi se na višem nivou i postoji vremenska korelacija sa matematikom, odnosno usklađenost gradiva koje se radi na fizici i matematici, budući da se u prvom razredu srednje škole obrađuje linearna funkcija.

4. Ispitivanje učeničkog znanja sadržaja obuhvaćenog nastavnom temom Kretanje i poteškoća u interpretaciji grafika

4.1. Metodologija istraživanja

Osnovne vrste pedagoških istraživanja su: fundamentalna (osnovna pitanja pedagogije, kao što su priroda i karakter vaspitanja, cilj vaspitanja, predmet pedagogije), razvojna (predviđanje daljeg razvoja pojedinih vaspitnih pojava), primenjena (operativna, praktična, empirijska; na primer, primena novih udžbenika, nastavnih sredstava, postupaka i sl.).

Svako istraživanje vaspitnih pojava, ukoliko je cilj da ima karakteristike naučnog istraživanja, mora da ima jedan logičan tok i da odgovori na osnovna pitanja: šta proučavati, kako proučavati, pomoću kojih metoda, tehnika i instrumenata. Ta pitanja se regulišu postupkom projektovanja naučnog istraživanja, tj. razrađivanjem etapa istraživanja. Nekada se radi o jednom, a nekada i o tri posebna i međusobno povezana projekta - idejnom, studijskom i tehničkom projektu.

Većina naučnih istraživanja vaspitih pojava ima sledeće faze:

1. izbor i formulaciju predmeta istraživanja, definisanje osnovnih pojmoveva i uporedo prikupljanje i proučavanje literature;
2. određivanje cilja, konkretizaciju zadataka istraživanja i postavljanje istraživačkih hipoteza;
3. izbor, razradu i pripremu naučnoistraživačkih metoda, tehnika i instrumenata;
4. preciziranje populacije i uzorka istraživanja;
5. prikupljanje podataka i istraživačkih činjenica;
6. obradu podataka (sa statističkom obradom);
7. analizu i interpretaciju rezultata, izvođenje zaključaka;
8. pisanje izveštaja, objavljivanje, popularizaciju rezultata i eventualno primenu u praksi.

Na slici 3 su prikazane osnovne faze jednog istraživanja.



Slika 3. Osnovne faze istraživanja.

U istraživanju vaspitih pojava koriste se raznovrsne naučnoistraživačke metode (istorijska metoda, deskriptivna metoda, metoda pedagoškog eksperimenta), tehnike (sistemsко posmatranje, intervjuisanje, anketiranje, testiranje, skaliranje, sociometrijska tehnika) i instrumenti (protokol posmatranja, anketni listovi, testovi, skale sudova). Zbog mnogostrukе uslovljenosti i stalne promenljivosti vaspitnih pojava, u pedagoškim istraživanjima je naročito važno voditi računa o reprezentativnosti uzorka i kvalitetu instrumenata pomoću kojih se prikupljaju podaci ili se vrše merenja. Ankete i testovi su instrumenti u kojima se prikazuje popis pitanja kako bi se dobili podaci. Obično se koriste u kvantitativnom istraživanju, ali se mogu uključiti i otvorena pitanja kako bi se omogućila kvalitativna analiza. To je vrlo raširena tehnika jer omogućuje dobijanje tačnih informacija od velikog broja ljudi. Činjenica zatvaranja pitanja omogućuje izračunavanje rezultata i postizanje rezultata koji omogućuju njihovu brzu analizu. Takođe je metoda koja ne zahteva prisutnost istraživača za obavljanje. Anketiranje i testiranje se može obaviti poštom, putem interneta ili telefonom.

Cilj istraživanja obuhvaćenog ovim master radom je ispitati učeničko znanje sadržaja obuhvaćenog nastavnom temom Kretanje u osnovnoškolskoj i srednjoškolskoj nastavi fizike i da li učenici nailaze na poteškoće u interpretaciji grafika.

Uzorak istraživanja činilo je 100 učenika, od kojih je 50 učenika šestog razreda osnovne škole i 50 učenika prvog razreda srednje škole. Istraživanje obuhvaćeno ovim master radom je sprovedeno u Osnovnoj školi "Kosta Trifkovic" i E-Gimnaziji u Novom Sadu.

Tehnika istraživanja koja je primenjena kako bi se realizovao postavljeni cilj istraživanja je testiranje učeničkog znanja odgovarajućeg sadržaja.

Instrumenti istraživanja su bili testovi znanja pripremljeni za potrebe istraživanja. Zadaci iz ovih testova znanja prikazani su u poglavljima 4.2.1. za šesti razred osnovne škole i 4.2.2 za prvi razred srednje škole. Zadaci u anketama su podeljeni u dve grupe: grafički i tekstualni. Test za učenike šestog razreda osnovne škole sadrži devet zadataka od kojih je pet grafičkog tipa, a četiri tekstualnog tipa. Svaki zadatak ima ponuđene odgovore, sa jednim ili više tačnih odgovara. Anketa za učenike prvog razreda srednje škole sadrži četrnaest zadataka, od kojih je sedam grafičkog tipa i sedam tekstualnog tipa. Takođe, svaki zadatak ima ponuđene odgovore. Testovi su sastavljeni tako da učenici sa istim nivoom znanja mogu da reše i grafički i tekstualni tip zadatka, odnosno, može se pronaći podudarnost između odgovarajućih grafičkih i tekstualnih zadataka, o čemu će biti više reču u analizi samih zadataka. Od učenika se očekivalo da zaokruže tačan odgovor (ili tačne odgovore). Učenici su za rešavanje pitanja/zadatka ankete imali na raspolaganju 45 min, odnosno jedan školski čas.

Obrada podataka je urađena tako što su određeni procenti tačnih i netačnih odgovora na svako pitanje i rezultati su prikazani grafički. Upoređeni su rezultati koji su ostvareni kod grafičkih zadataka (kod kojih je da bi se tačno odgovorilo bilo potrebno interpretirati zadati grafik) i kod zadataka koji nisu uključivali grafike, kao i rezultati koje su ostvarili učenici osnovne škole sa rezultatima koje su ostvarili učenici srednje škole. Zadaci sadržani u testovima su analizirani u poglavljima 4.2.1. i 4.2.2. pri čemu su tačni odgovori označeni zelenom, a netačni odgovori crvenom bojom.

4.2. Rezultati istraživanja i diskusija

4.2.1. Znanje sadržaja obuhvaćenog nastavnom temom Kretanje učenika šestog razreda osnovne škole

Brzina kretanja v tela koje se kreće ravnomernog pravolinijski predstavljena je formulom

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}, \quad (1)$$

gde je Δt posmatrani vremenski interval, a Δs pređeni put tokom tog intervala. Ukoliko $\Delta t \rightarrow 0$ izrazom (1) data je trenutna brzina tela, dok je inače izrazom (1) data srednja brzina kretanja tela tokom posmatranog vremenskog intervala Δt .

Ukoliko se posmatra kretanje tela na više deonica tako da je jednu deonicu puta Δs_1 prešlo za vreme Δt_1 , drugu deonicu puta Δs_2 prešlo za vreme Δt_2 , itd, tada se srednja vrednost brzine kojom se telo kretalo za celokupno posmatrano vreme računa prema formuli

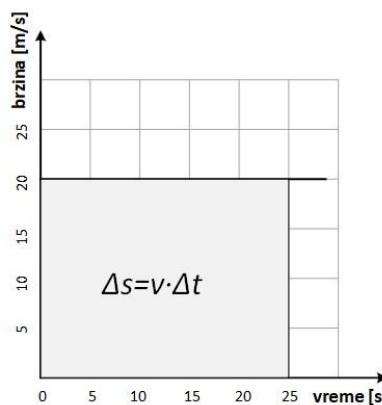
$$v = \frac{\Delta s_{ukupno}}{\Delta t_{ukupno}} = \sum_i \frac{\Delta s_i}{\Delta t_i} = \frac{\Delta s_1 + \Delta s_2 + \dots}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \dots} \quad (2)$$

Za učenike šestog razreda osnovne škole od značaja je da umeju da očitaju vrednosti odgovarajućih fizičkih veličina datih na grafiku. Učenici se tokom nastavne teme Kretanje susreću sa grafikom zavisnosti brzine od vremena i grafikom zavisnosti pređenog puta od vremena.

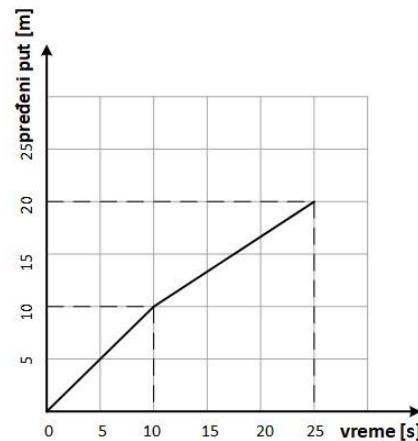
Do odgovora na pitanja/zadatke u anketi učenici šestog razreda osnovne škole trebalo je da dođu korišćenjem formule (1) čija primena je predstavljena kroz sledeće zahteve:

Zahet 1: Na osnovu formule (1) sledi da je pređeni put koje telo pređe za vremenski interval Δt , krećući se ravnomočno pravolinijski brzinom v , $\Delta s = v \cdot \Delta t$, prema jednačini (1). Sa druge strane, to znači da je put koje je telo prešlo za vremenski interval Δt krećući se ravnomočno pravolinijski brzinom v površina ispod prave na grafiku zavisnosti brzine od vremena.

Zahet 2: Ukoliko se grafički predstavi zavisnost pređenog puta od vremena, na grafiku se može odabrati odgovarajući vremenski interval i očitati koliki put pređe telo za taj vremenski interval, videti grafik 2, te na osnovu formule (1) izračunati srednja vrednost brzine tokom posmatranog vremenskog intervala.



Grafik 1. Zavisnost brzine od vremena kod ravnomerno pravolinijskog kretanja



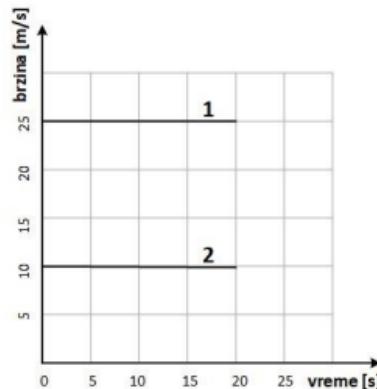
Grafik 2. Zavisnost pređenog puta od vremena kod ravnomerno pravolinijskog kretanja.

Na grafiku 1 je prikazana zavisnost brzine od vremena i naglašeno je da je put koji telo pređe za odabrani vremenski interval Δt , krećući se ravnomerno pravolinijski brzinom v , površina ispod prave. Tako je u ovom slučaju telo, krećući se brzinom $20 \frac{m}{s}$ za prvih $25s$ kretanja prešlo put $\Delta s = 20 \frac{m}{s} \cdot 25s = 500m$. Na grafiku 2 je prikazana zavisnost pređenog puta od vremena. Sa grafika se može odabrati odgovarajući vremenski interval Δt i očitati koliki put Δs pređe telo za taj vremenski interval, a zatim izračunati srednja vrednost brzine tokom posmatranog vremenskog intervala kao $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$. U ovom primeru je srednja vrednost brzine tokom prvih $10s$ kretanja tela $v = \frac{10m}{10s} = 1 \frac{m}{s}$, dok je u prvih $25s$ srednja vrednost brzine kojom se telo kretalo $v = \frac{20m}{25s} = 0,8 \frac{m}{s}$.

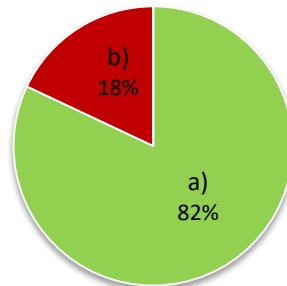
Uspeh na svakom pitanju:

1. Dva tela 1 i 2 kreću se ravnomerno pravolinijski. Na osnovu grafika (desno) zaključiti koje telo ima veću brzinu. Zaokružiti odgovor.

- a) 1;
b) 2

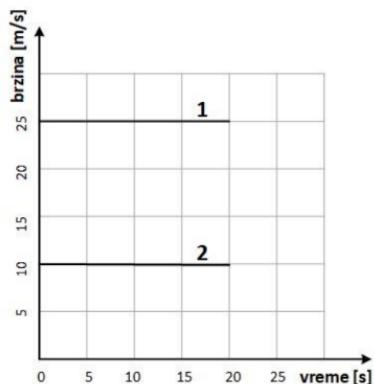


U zadatku 1 se od učenika očekivalo da umeju da očitaju vrednosti brzina kojima se kreću tela čiji grafici su predstavljeni u zadatku. Na osnovu očitanih vrednosti $v_1 = 25 \frac{m}{s}$ i $v_2 = 10 \frac{m}{s}$ za brzine tela 1 i tela 2, respektivno.

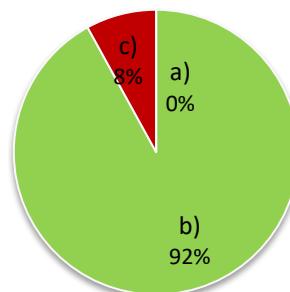


2. Dva tela 1 i 2 kreću se ravnomerno pravolinijski. Desno je grafički predstavljena zavisnost brzine od vremena za tela 1 i 2. Na osnovu podataka sa grafička zaokružiti tačnu tvrdnju.

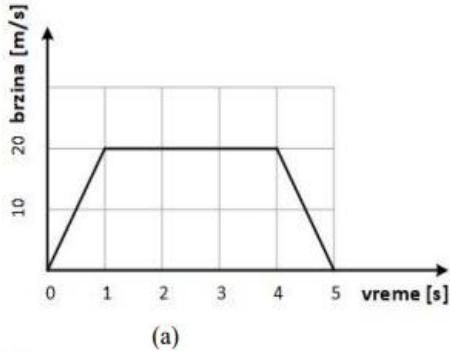
- a) Oba tela se kreću **jednakim** brzinama;
b) Telo 1 kreće se za $15 \frac{m}{s}$ **većom** brzinom od tela 2;
c) Telo 1 kreće se za $15 \frac{m}{s}$ **manjom** brzinom od tela 2;



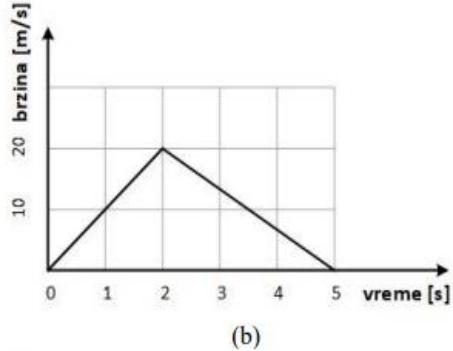
U zadatku 2 se od učenika očekivalo da umeju da očitaju vrednosti brzina kojima se kreću tela $v_1 = 25 \frac{m}{s}$ i $v_2 = 10 \frac{m}{s}$ i izračunaju da je razlika brzina data u odgovoru pod b).



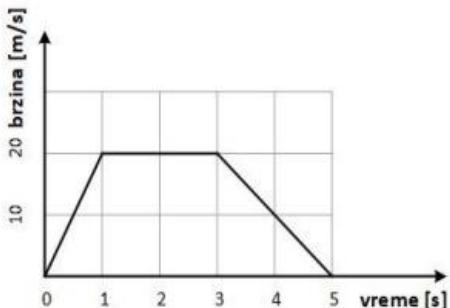
3. Zavisnost brzine od vremena za kretanja tela predstavljena je jednim od grafika ispod. Ako je srednja brzina kretanja tela tokom prvih pet sekundi $10 \frac{m}{s}$, koji je to grafik? Zaokružiti slovo ispod grafika.



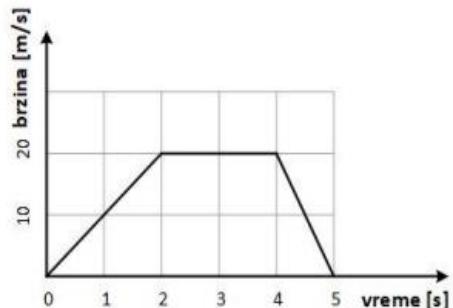
(a)



(b)

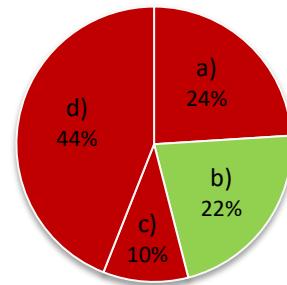


(c)



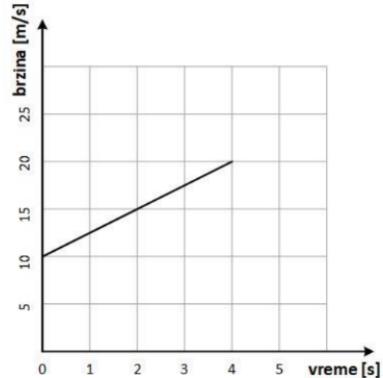
(d)

Prema Zahtevu 1, pređeni put može se izračunati kao površina ispod svake prave na grafiku, odnosno računanjem odgovarajućih površina trouglova i pravougaonika, na osnovu čega se zaključuje da su pređeni putevi za prvih pet sekundi kretanja: za prvi grafik $80m$, za drugi grafik $50m$, za treći i četvrti grafik $70m$. Zatim se prema Zahtevu dva može izračunati srednja vrednost brzine kojom se telo kretalo za prvih pet sekundi, prema formuli (1), te se za srednju vrednost brzine na osnovu prvog grafika dobija $\frac{80m}{5s} = 16 \frac{m}{s}$, na osnovu drugog grafika dobija $\frac{50m}{5s} = 10 \frac{m}{s}$, i na osnovu trećeg i četvrtog grafika dobija $\frac{70m}{5s} = 14 \frac{m}{s}$.

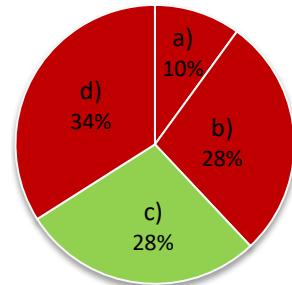


4. Desno je dat grafik zavisnosti brzine od vremena. Koliki put pređe telo za prve 4s kretanja? Zaokružiti odgovor.

- a) 8 m;
- b) 80 m;
- c) 60 m;
- d) 24 m.



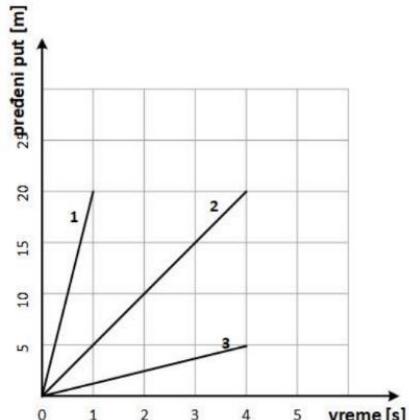
Prema Zahtevu 1, tačan odgovor je pod c), budući da pređeni put odgovara površini ispod prave koja se račna kao zbir površine pravougaonika stranica 4s i $10\frac{\text{m}}{\text{s}}$ i površine trougla osnoivce 4s i njene visine $10\frac{\text{m}}{\text{s}}$.



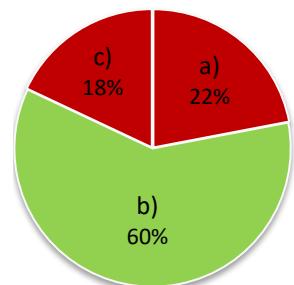
5. Desno je dat grafik zavisnosti pređenog puta od vremena za tri telo 1, telo 2 i telo 3. Ispod je tablično predstavljeno koliki je put jedno od tela prešlo posle 1s, 2s, 3s i 4s. Na osnovu podataka sa grafika zaključiti za koje telo su dati podaci u tablici. Zaokružiti odgovor.

- a) 1;
- b) 2;
- c) 3.

vreme [s]	pređeni put [m]
1	5
2	10
3	15
4	20



Sa grafika se može očitati da prava označena sa 2 u trenutku 1s pokazuje vrednost pređenog puta od 5m, u trenutku 2s pokazuje vrednost pređenog puta od 10m, u trenutku 3s pokazuje vrednost pređenog puta od 15m i u trenutku 4s pokazuje vrednost pređenog puta od 20m, što odgovara podacima datim u tabeli.



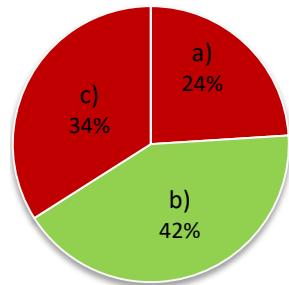
6. Prvih 9m dečak je prešao za 3s, a zatim još 9m za dvostruko duže vreme. Kojom formulom se može izračunati njegova srednja brzina? Zaokružiti odgovor.

a) $v = \frac{2 \cdot 9m}{2 \cdot 3s};$

b) $v = \frac{(9+9)m}{3s+2 \cdot 3s};$

c) $v = \frac{18m}{6s}.$

Budući da telo prelazi dve deonice puta, jednu od $\Delta s_1 = 9m$ za $\Delta t_1 = 3s$, a drugu $\Delta s_2 = 9m$ za $\Delta t_2 = 2\Delta t_1 = 6s$, srednja vrednost brzine kojom se telo kretalo za celokupno posmatrano vreme računa prema formuli (2), na osnovu čega se zaključuje da je tačan odgovor dat pod b).



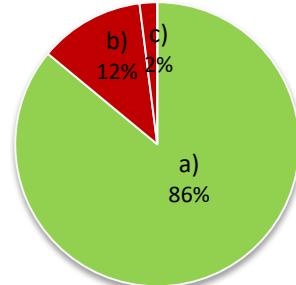
7. Koliki put pređe telo za prvih 5s kretanja, ako se kreće ravnomerno pravolinijski brzinom $10 \frac{m}{s}$. Zaokružiti odgovor.

a) $50 m;$

b) $0,2 m;$

c) $15m.$

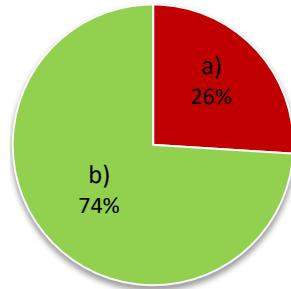
Prema formuli (1) pređeni put je $\Delta s = v \cdot \Delta t$, stoga je tačan odgovor pod a).



8. Telo 1 za 1min prešlo je put 120m. Telo 2 za 10s prešlo je put 40m. Ako se oba kreću konstantnim brzinama, koje telo ima veću brzinu? Zaokružiti odgovor.

- a) 1;
- b) 2.

Brzina tela 1 i 2 računa se prema formuli (1), stoga se za brzinu tela 1 dobija $v_1 = \frac{\Delta s_1}{\Delta t_1} = \frac{120m}{1min} = \frac{120m}{60s} = 2 \frac{m}{s}$, a za brzinu tela 1 dobija se $v_2 = \frac{\Delta s_2}{\Delta t_2} = \frac{40m}{10s} = 4 \frac{m}{s} = 4 \frac{m}{\frac{1min}{60}} = 240 \frac{m}{min}$. Pritom je neophodno obe brzine izraziti u istim jedinicama mere, ili u $\frac{m}{s}$ ili u $\frac{m}{min}$, da bi se intenziteti mogli uporediti i zaključiti da se telo 2 kreće brže.

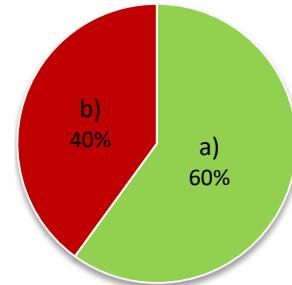


9. Automobil se kreće konstantnom brzinom $10 \frac{m}{s}$, a za njim juri motor brzinom $15 \frac{m}{s}$. Ukoliko je u jednom trenutku rastojanje između njih bilo 5m, jedan sekund nakon toga:

- a) motor je bio naspram (pored) automobila;
- b) motor je bio iza automobila,

Zaokružiti odgovor.

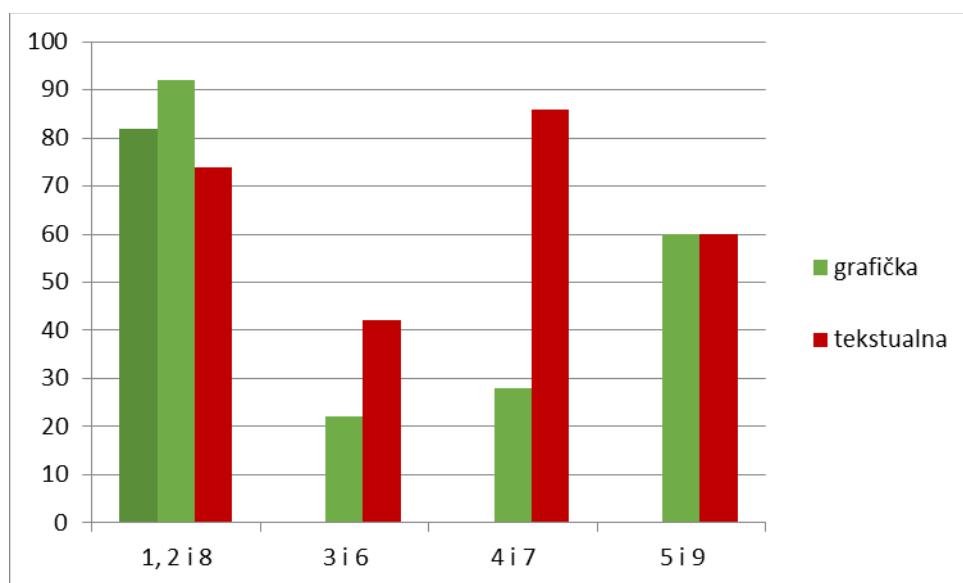
Do zaključka da je odgovor dat pod a) dolazi se računanjem puteva koje su prešli automobile i motor za jedan sekund, nakon momenta kada je njihovo međusobno rastojanje iznosilo 5m. Dakle, automobile se za jedan sekund udaljio od svoje pozicije (prema jednačini (1)) za $\Delta s_{automobil} = v_{automobil} \cdot 1s = 10 m$, a motor se od svoje pozicije za jedan sekund udaljio za $\Delta s_{motor} = v_{motor} \cdot 1s = 15 m$, gde su $v_{automobil}$ i v_{motor} brzine automobile i motora, respektivno. Automobil je stoga nakon jednog sekunda udaljen od motora za $\Delta s = 5m + \Delta s_{automobil} - \Delta s_{motor} = 0$.



4.2.1.1. Poređenje uspeha na grafičkim i tekstualnim pitanjima učenika šestog razreda osnovne škole

Grafička pitanja (od prvog do petog) i tekstualna pitanja (od šestog do devetog) u anketi za osnovnu školu sastavljena su tako da postoji međusobna ekvivalencija u zahtevima na koje učenici treba da odgovore. Naime, može se zapaziti da je učenicima bilo potrebno znanje o istim fizičkim veličinama i vezama kako bi tačno odgovorili na zahteve u grafičkim pitanjima 1 i 2 i tekstualnom pitanju 8, kao i grafičkom pitanju 3 i tekstualnom pitanju 6, zatim u pitanjima 4 i 7, i na posletku 5 i 9.

Na grafiku 3 je prikazano koji procenat učenika je tačno odgovorio na svaki zadatak, pri čemu su grupisana grafički i tekstualni zadaci sa ekvivalentnim zahtevom.



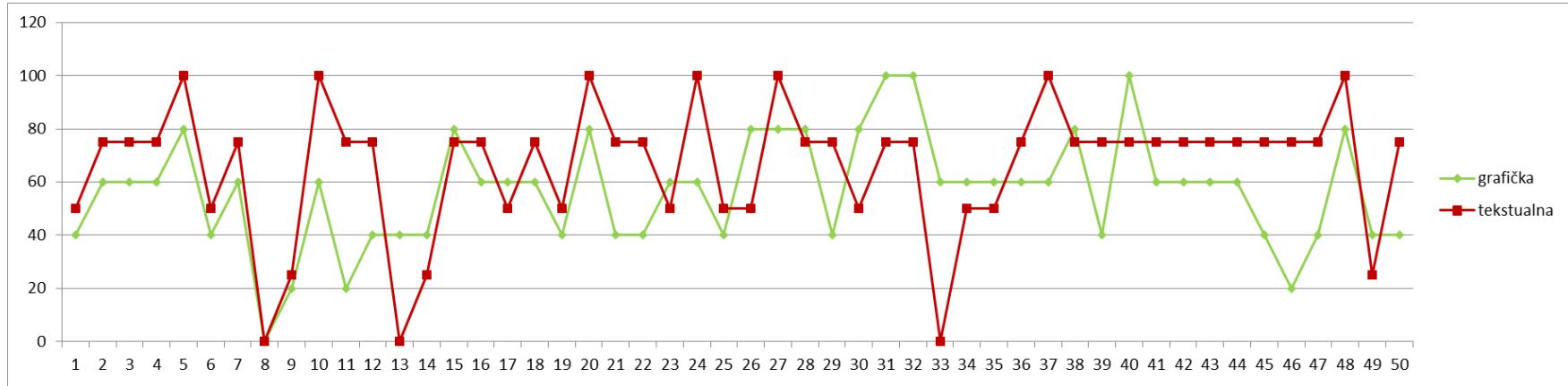
Grafik 3. Procenat tačnih odgovora na određenim pitanjima.

Može se zapaziti da su učenici u visokom procentu umeli da očitaju vrednosti sa grafika, što je bio zahtev u pitanju 1 na koji je preko 80% učenika dalo tačan odgovor, kao i u pitanju 2 na koje je preko 90% učenika dalo tačan odgovor. Ispostavlja se da je izračunavanje srednje brzine kojom se telo kreće na osnovu zadatih podataka predstavljalo malo teži zahtev, sadržan u pitanju 8, nego samo očitavanje vrednosti brzine kojom se telo kreće sa grafika, što je slučaj u pitanjima 1 i 2. Ispostavilo se da je najlakši zahtev za učenike u anketi bilo očitavanje odgovarajuće veličine sa grafika, ali i jedini slučaj da je veći procenat učenika tačno odgovorio na grafičko nego na odgovarajuće tekstualno pitanje.

Ista formula koja se koristi u pitanju 8 koristi se i u pitanju 7, na koje je preko 80% učenika umelo tačno da odgovori, stoga se može pretpostaviti da je određen procenat učenika pogrešan odgovor na pitanje 8 dalo zbog podatka koji nije izražen u osnovnoj jedinici SI sistema, dok su u pitanju 7 podaci dati u osnovnim jedinicama. Slično kao u tekstualnom pitanju 7, u kom je bilo potrebno koristiti jednostavnu formulu, u grafičkom pitanju 4 je bilo potrebno doneti zaključak na osnovu grafika, konkretno zaključiti da odgovarajuća površina na grafiku odgovara

traženoj veličini. Međutim, skoro tri puta manje učenika dalo je tačan odgovor na zahtev u kom se koristi grafik, nego na zahtev u kom se koristi formula. Još manji procenat učenika dao je tačan odgovor na pitanje 3 u kom je pored zahteva iz pitanja 4 bilo potrebno koristiti i formulu iz pitanja 7. Može se prepostaviti da je učenicima koji su umeli tačno da odgovore na pitanje 4, ali ne i na pitanje 3, problem predstavljalo korišćenje dva zaključka u jednom zadatku, odnosno izračunavanje podatka na osnovu grafika (što je zajedničko u pitanju 3 i 4), a zatim uvrštavanje tog podatka u formulu, koja se koristi (na primer) u pitanju 7, sa kojom je očigledno upoznato više od 80% učenika. Sličan kao grafički zadatak 3 je tekstualni zadatak 6, pri čemu je u zadatku 6 bilo potrebno traženu veličinu izračunati preko formule, sa čime se snašlo skoro dva puta više učenika, nego sa izračunavanjem tražene veličine pomoću grafika.

Kada je u pitanju poređenje podataka predstavljenih na grafiku i u tabeli, što je zahtev u zadatku 5, niži je procenat učenika koji su uspeli da odgovore na zahtev (60%), nego kada je potrebno samo očitati vrednost sa grafika, kao u pitanjima 1 i 2. Problem u tekstualnom pitanju 9 je sličan kao problem u grafičkom zadatku 5 i jednak procenat učenika je uspeo tačno da odgovori na oba zadatka.



Grafik 4. Procenat tačnih odgovora na grafička i tekstualna pitanja za svakog učenika

Na grafiku 4 je za svakog učenika prikazan procenat tačnih odgovora na grafička (zelena linija) i tekstualna pitanja (crvena linija). Sa tog grafikona se vidi da je 16 od 50 anketiranih učenika (32%) više tačnih odgovora dalo na grafička nego na tekstualna pitanja, njih troje čak na sva grafička pitanja. Dok su preostali učenici (68%) više tačnih odgovora dali na tekstualna pitanja. Stoga se može zaključiti da su zahtevi u zadacima koji sadrže grafički predstavljene podatke u dobroj meri adekvatni za učenike šestog razreda osnovne škole i da su oni sa njim u određenoj meri upoznati, budući da je skoro trećina anketiranih učenika više tačnih odgovora dala na grafička nego na tekstualna pitanja. Ipak, većini učenika lakši su zadaci tekstualnog tipa nego oni koji sadrže grafik.

4.2.2. Znanje sadržaja obuhvaćenog nastavnom temom Kretanje učenika prvog razreda srednje škole

U anketama za učenike šestog razreda osnovne škole pitanja se odnose na ravnomerno pravolinijsko kretanje i teorijsko znanje potrebno za rešavanje ovih pitanja dato je u prethodnom poglavlju 4.2.1. Pored pitanja iz ravnomernog pravolinijskog kretanja u anketama za učenike prvog razreda srednje škole našla su se i pitanja iz ravnomerno promenljivog kretanja.

Ukoliko se posmatra kretanje tela koje se kreće ravnomerno promenljivo pravolinijski ubrzanjem a u vremenskom intervalu Δt , tokom kog se brzina tela promeni za put Δv , tada se ubrzanje a računa prema formuli

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (3)$$

Ukoliko se posmatra kretanje tela na više deonica u kojima se telo kreće ravnomerno promenljivo, ali tako da se u jednoj deonici puta brzina tela promeni za Δv_1 za vreme Δt_1 , u drugoj deonici brzina tela se promeni za Δv_2 za vreme Δt_2 , itd, tada se srednja vrednost ubrzanja tela za celokupno posmatrano vreme računa prema formuli

$$a = \frac{\Delta v_{ukupno}}{\Delta t_{ukupno}} = \sum_i \frac{\Delta v_i}{\Delta t_i} = \frac{\Delta v_1 + \Delta v_2 + \dots}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \dots} \quad (4)$$

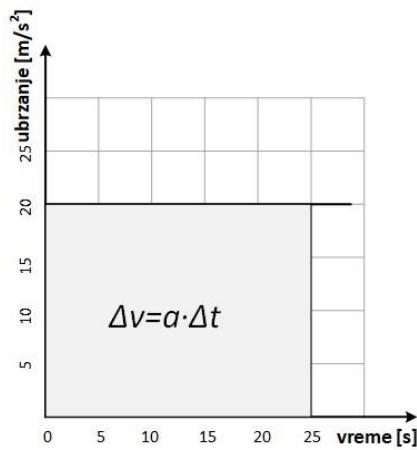
Za učenike prvog razreda srednje škole od značaju je da umeju da očitaju vrednosti odgovarajućih fizičkih veličina datih na grafiku, predstave podatke grafički i donose zaključke na osnovu podataka sa grafika. Učenici se tokom nastavne teme Kretanje još u šestom razredu osnovne škole susreću sa grafikom zavisnosti brzine od vremena, dok se u prvom razredu srednje škole sustreći i sa grafički prakazanom zavisnošću ubrzanja od vremena, pogledati grafik 5.

Do odgovora na pitanja/zadatke u anketi učenici prvog razreda srednje škole trebalo je da dođu korišćenjem formula (1) i (3) čija primena je predstavljena kroz sledeće zahteve:

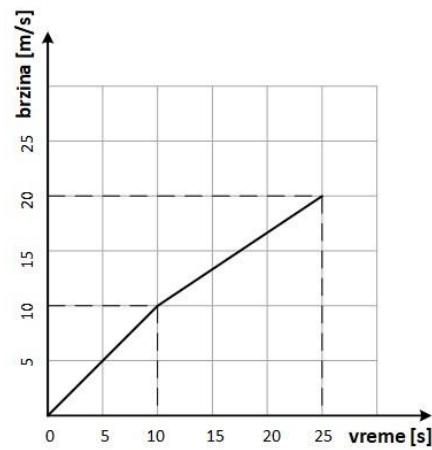
Zahet 3: Na osnovu formule (3) sledi da je promena brzine tela za vremenski interval Δt , usled ravnomerno promenljivog pravolinijskog kretanja ubrzanjem a , $\Delta v = a \cdot \Delta t$, prema jednačini (3). Sa druge strane, to znači da promena brzine odgovara površini ispod prave na grafiku zavisnosti ubrzanja od vremena.

Zahet 4: Ukoliko se grafički predstavi zavisnost brzine od vremena, na grafiku se može odabrati odgovarajući vremenski interval i očitati za koliko se tokom tog intervala promeni, videti grafik 5, te na osnovu formule (3) izračunati srednja vrednost ubrzanja tokom posmatranog vremenskog intervala.

Zahet 5: Ukoliko se telo kreće ravnomerno promenljivo, ubrzanjem a , tada je njegova brzina u prozvoljnom trenutku vremena t , $v = v_0 + at$, dok se put koji je telo prešlo za vreme do tog trenutka računa prema formuli $s = v_0 t + \frac{at^2}{2}$.



Grafik 5. Zavisnost ubrzanja od vremena kod ravnomerno promenljivog pravolinijskog kretanja



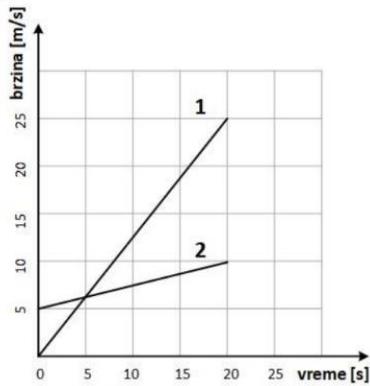
Grafik 6. Zavisnost brzine od vremena kod ravnomerno promenljivog pravolinijskog kretanja

Na grafiku 5 je prikazana zavisnost ubrzanja od vremena i naglašeno je da se promena brzine tokom posmatranog vremenskog intervala Δt , tela koje se krećuće ravnomerno promenljivo ubrzanjem a , može računati kao površina ispod prave. Tako je u ovom slučaju za prvih 25s ravnomerno ubrzanog kretanja tela, ubrzanjem $20 \frac{m}{s^2}$, promena brzine $\Delta v = 20 \frac{m}{s^2} \cdot 25s = 500 \frac{m}{s}$. Na grafiku 6 je prikazana zavisnost brzine od vremena. Sa grafika se može odabrat odgovarajući vremenski interval Δt i očitati kolika promena brzine Δv odgovara tom intervalu, a zatim se može izračunati srednja vrednost ubrzanja tokom posmatranog vremenskog intervala kao $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$. U ovom primeru je srednja vrednost ubrzanja tokom prvih 10s kretanja tela $a = \frac{10 \frac{m}{s}}{10s} = 1 \frac{m}{s^2}$, dok je u prvih 25s srednja vrednost ubrzanja kojim se telo kretalo $a = \frac{20 \frac{m}{s}}{25s} = 0,8 \frac{m}{s^2}$.

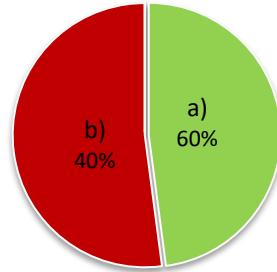
Uspeh na svakom pitanju:

1. Dva tela 1 i 2 kreću se ubrzano. **Zavisnost njihove brzine od vremena** predstavljena je desno na grafiku. Koje telo se kreće sa **većim ubrzanjem**? Zaokružiti odgovor.

- a) 1;
b) 2

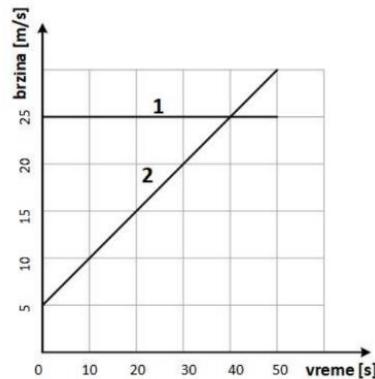


Sa grafika se može očitati da u pošetnom trenutku $t_{početno} = 0s$ brzina tela 1 iznosi $v_{početno,1} = 0 \frac{m}{s}$, a brzina tela 2 iznosi $v_{početno,2} = 5 \frac{m}{s}$, dok je u trenutku $t_{krajnje} = 20s$ brzina tela 1 $v_{krajnje,1} = 25 \frac{m}{s}$, a brzina tela 2 $v_{krajnje,2} = 10 \frac{m}{s}$. Dakle, za prvih $\Delta t = t_{krajnje} - t_{početno} = 20s$ brzina prvog tela se promenila za $\Delta v = v_{krajnje,1} - v_{početno,1} = 25 \frac{m}{s}$, a tela 2 za $\Delta v = v_{krajnje,2} - v_{početno,2} = 5 \frac{m}{s}$. Stoga se prema Zahtevu 4 zaključuje da je tačan odgovor dat pod a).

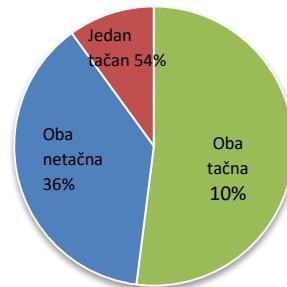


2. Zavisnost brzine od vremena, za dva tela 1 i 2, predstavljena je na grafiku desno. Zaokružiti tačne tvrđnje na osnovu grafika.

- a) Posle 40s oba tela su prešla jednak put;
- b) Prvo telo kreće se ravnomerno, tj. konstantnom brzinom;
- c) Posle 40s tela su se susrela;
- d) Posle 40s tela imaju jednaku brzinu.

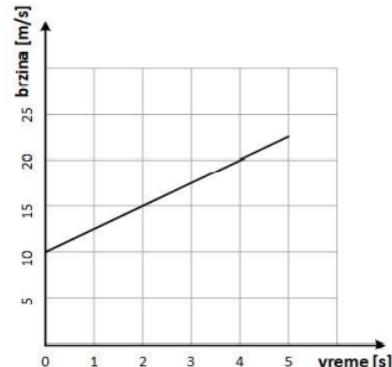


Sa grafika se može očitati da u trenutku $t = 40\text{s}$ brzina oba tela iznosi $25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Na isti način kao u prethodnom zadaku, zaključuje se da telo 1 ne menja svoju brzinu tokom vremena te mu je ubrzanje $0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, odnosno kreće se ravnomerno pravolinisjki, dok je telo 2 za prvih $\Delta t = 50\text{s}$ kretanja promenilo brzinu za $\Delta v = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ te se kreće ubrzanjem $0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

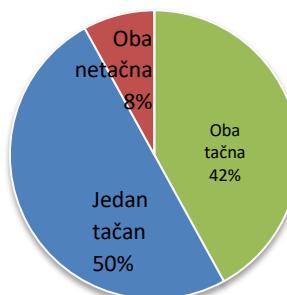


3. Zavisnost brzine od vremena za telo koje se kreće predstavljena je na grafiku desno. Zaokružiti tačne tvrđnje koje se odnose na grafik.

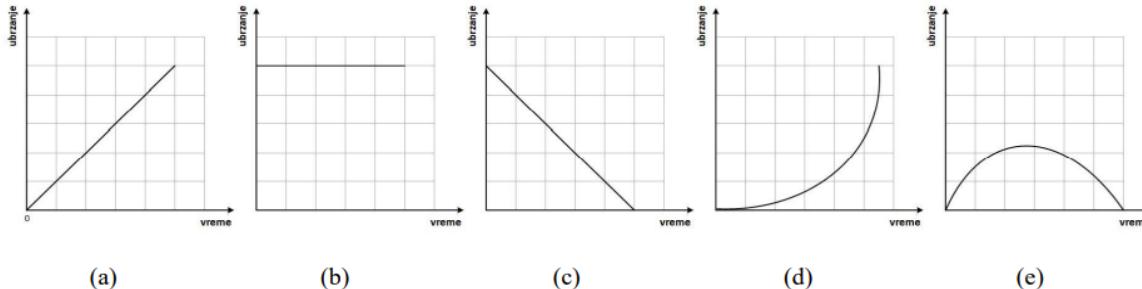
- a) Telo se kreće konstantnom brzinom;
- b) Posle 4s kretanja brzina tela iznosi $20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$;
- c) Telo se kreće sa ubrzanjem $-2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$;
- d) Telo se kreće ubrzano.



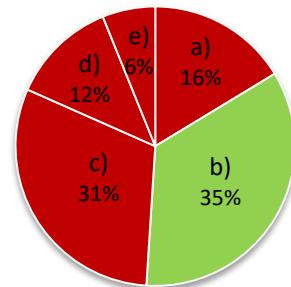
Budući da se na osnovu podataka sa grafika uočava pozitivna promena brzine tokom vremena, telo čiji grafik je predstavljen kreće se ubrzano, $a > 0$. Takođe, lako se može očitati vrednost brzine u trenutku 4s . Dakle, tačni odgovori dati su pod b) i d).



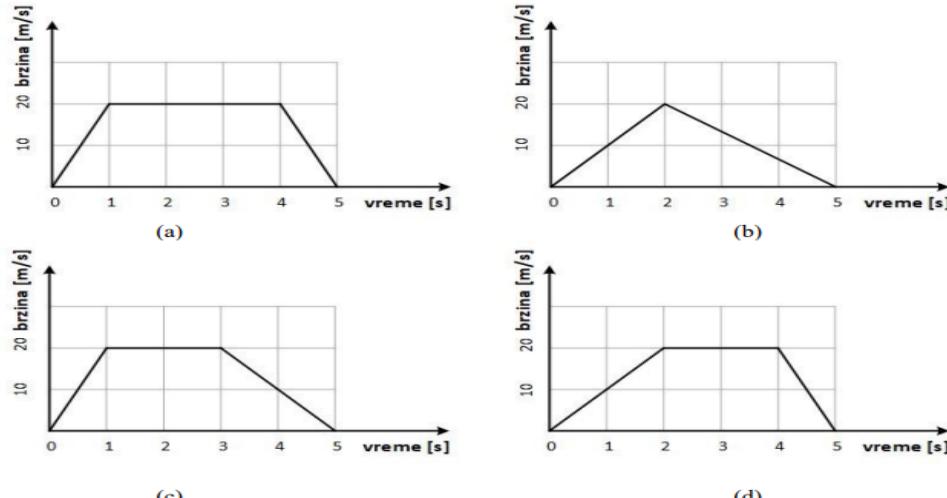
4. Ispod su prikazani **grafici zavisnosti ubrzanja od vremena** za pet tела. Sve ose imaju jednake skale. Na kom grafiku je prikazana najveća promena brzine tokom vremena? Zaokružiti odgovor.



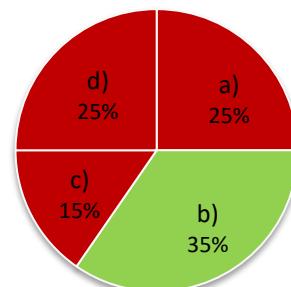
Prema Zahtevu 3 površina ispod prave/krive kojom je predstavljena zavisnost ubrzanja od vremena odgovara promeni brzine, za posmatrani vremenski interval. Lako se procenjuje da je površina ispod prave na grafiku dataom pod b) veća od površina ispod preostalih grafika.



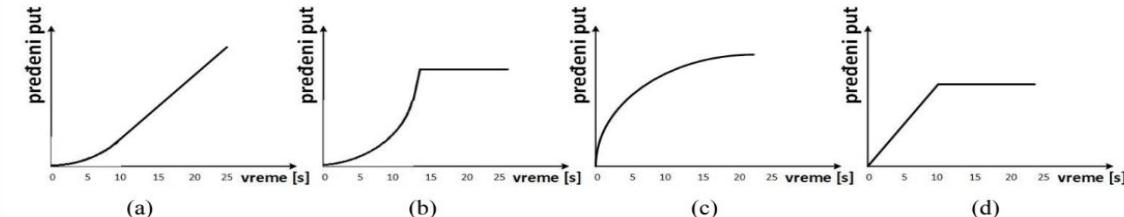
5. Ispod je grafički predstavljena zavisnost brzine od vremena za kretanje četiri tела. Zaokružiti slovo ispod grafika tela koje **pređe najmanji put za prvih 5s kretanja**.



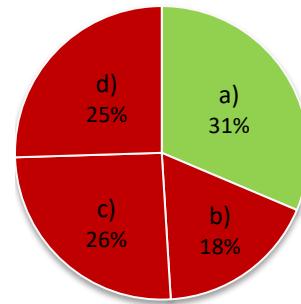
Prema Zahtevu 1, pređeni put može se izračunati kao površina ispod svake prave na grafiku, odnosno računanjem odgovarajućih površina trouglova i pravougaonika, na osnovu čega se zaključuje da su pređeni putevi za prvih pet sekundi kretanja: za prvi grafik 80m, za drugi grafik 50m, za treći i četvrti grafik 70m.



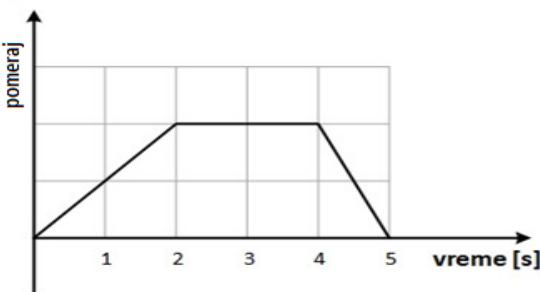
6. Telo kreće iz mirovanja (početna brzina je nula) i tokom prvih deset sekundi kretanja ima konstantno ubrzanje. Nakon deset sekundi nastavlja da se kreće konstantnom brzinom. Ispod su data četiri **grafika zavisnosti predenog puta od vremena** (u sekundama); koji grafik odgovara opisanom kretanju tela. Zaokružiti odgovor.



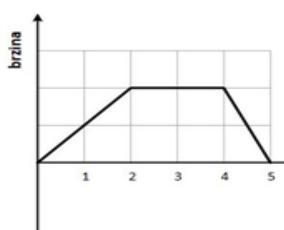
Na osnovu Zahteva 5 zaključuje se da je tokom prvih deset sekundi ubrzanog kretanja predeni put srazmeran kvadratu vremena $s \sim t^2$, budući da je početna brzina jednaka nuli. Nakon toga se kreće konstantnom brzinom, te je put srazmeran prvom stepenu vremena $s \sim t$. Dakle, tačan odgovor dat je pod a).



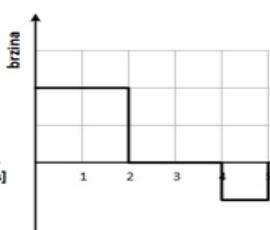
7. Ispod je dat je grafik zavisnosti pomeraja od vremena za prvih pet sekundi kretanja tela.



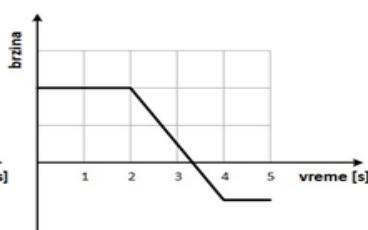
Koja od sledećih grafika zavisnosti brzine od vremena najbolje predstavlja kretanje tela u istom vremenskom intervalu?



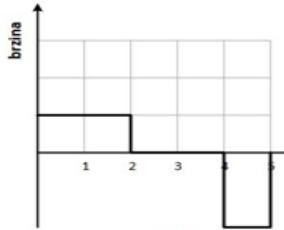
(a)



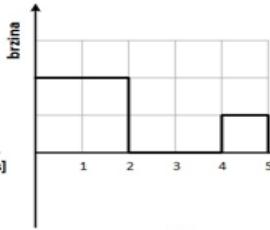
(b)



(c)



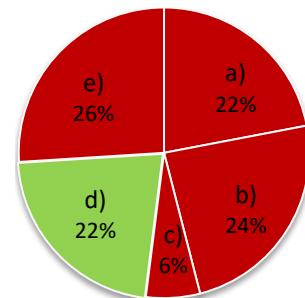
(d)



(e)

Zaokružiti odgovor!

Prema zahtevu 2 telo čiji je grafik predstavljen u vremenskom intervalu od drugog do četrtog sekunda miruje. Za prva dva sekunda pređe isti put Δs kao u poslednjem sekundu kretanja (posmatranog vremenskog intervala od 5s), pri čemu je u prva dva sekunda Δs pozitivno a u poslednjem sekundu je Δs negativno, a intenzitet brzine u prva dva sekunda dvostruko veći od intenziteta brzine u poslednjem sekundu. Dakle, tačan odgovor dat je pod d).



8. Dečak je prešao 1km za pola sata, dok je u povratku taj put prešao za sat vremena. Kojom formulom se može izračunati njegova srednja brzina na celom putu:

a) $v = \frac{1\text{km}+1\text{km}}{30\text{min}+60\text{min}}$;

b) $v = \frac{1\text{km}+1\text{km}}{60\text{min}-30\text{min}}$;

c) $v = \frac{1\text{km}\cdot30\text{min}+1\text{km}\cdot60\text{min}}{30\text{min}+60\text{min}}$;

zaokružiti odgovor.

9. Janko je pešačio brzinom $1\frac{\text{m}}{\text{s}}$, zatim je ubrzao tako da je posle 5s njega brzina $6\frac{\text{m}}{\text{s}}$. Koliko iznosi Jankovo ubrzanje?

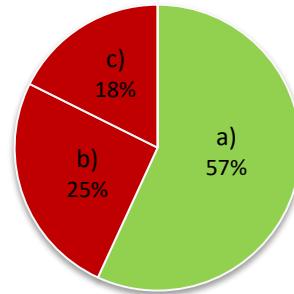
a) $\frac{1}{6}\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$;

b) $1\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$;

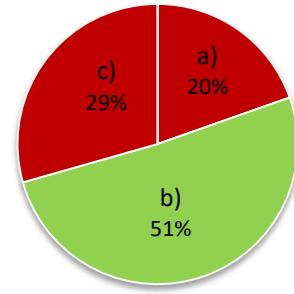
c) $0,2\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

zaokružiti odgovor.

Pitanje 8. Budući da dečak prelazi dve deonice puta, jednu od $\Delta s_1 = 1\text{km}$ za $\Delta t_1 = 30\text{min}$, a drugu $\Delta s_2 = \Delta s_1 = 1\text{km}$ za $\Delta t_2 = 2\Delta t_1 = 1\text{h} = 60\text{min}$, srednja vrednost brzine kojom se dečak kretao za celokupno posmatrano vreme računa prema formuli (2), na osnovu čega se zaključuje da je tačan odgovor dat pod a).



Pitanje 9. Na osnovu Zahteva 4 za srednju vrednost ubrazanja dobija se vrednost $1\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.



10. Telo je počelo da se kreće iz stanja mirovanja i posle 2s njegova brzina je bila $10 \frac{m}{s}$. Ukoliko se telo kretalo pravolinjski sa stalnim ubrzanjem, odrediti njegovo ubrzanje a i koliki put s telo pređe u prve dve sekunde kretanja.

- a) $a = 0,2 \frac{m}{s^2}$ i $s = 25m$;
- b) $a = 0,2 \frac{m}{s^2}$ i $s = 2,5m$;
- c) $a = 0,2 \frac{m}{s^2}$ i $s = 10m$;
- d) $a = 5 \frac{m}{s^2}$ i $s = 25m$;
- e) $a = 5 \frac{m}{s^2}$ i $s = 2,5m$;
- f) $a = 5 \frac{m}{s^2}$ i $s = 10m$;

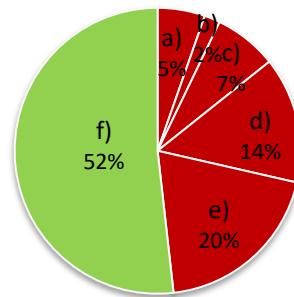
zaokružiti odgovor.

11. Telo jednake puteve pređe za jednaku vremena ukoliko se kreće:

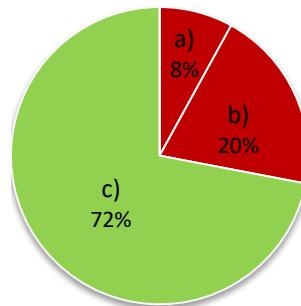
- a) ubrzano;
- b) usporeno;
- c) ravnomerno pravolinjski;

zaokružiti odgovor.

Pitanje 10. Prema Zahtevu 3 može se odrediti srednja vrednost ubrzanja za posmatrani vremenski interval, dok se put koje je telo prešlo tokom posmatranog vremenskog intervala može izračunati prema Zahtevu 5. Tačan odgovor je pod f).



Pitanje 11. Ako je za vreme vreme Δt_1 telo prešlo put Δs_1 , tada je za vreme $n \cdot \Delta t_1$ prešlo put $n \cdot \Delta s_1$, gde je n realan pozitivan broj. Na osnovu Zahteva 1 zaključuje se da je brzina $v = \frac{\Delta t_1}{\Delta s_1} = \frac{n \cdot \Delta t_1}{n \cdot \Delta s_1} = const$, stoga je tačan odgovor dat pod c).



12. Automobil koji se kretao konstantnom brzinom od $72 \frac{km}{h}$ je počeo da ravnomerno usporava i zaustavio se posle 10s. Koliki put je automobil prešao do zaustavljanja?

- a) 100m;
- b) 10m;
- c) 1km;

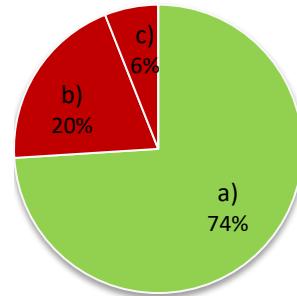
zaokružiti odgovor.

13. Automobil je krenuo bez početne brzine, sa ubrzanjem $5 \frac{m}{s^2}$, dok se kamion kreće konstantnom brzinom $20 \frac{m}{s}$. Posle koliko vremena će automobil i kamion imati istu brzinu?

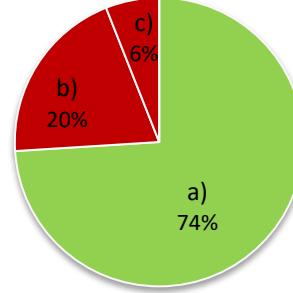
- a) 16s;
- b) 0,25s;
- c) 4s

zaokružiti odgovor.

Pitanje 12. Prema zahtevu 3 za ubrzanje (usporenje) automobila dobija se $a = -2 \frac{m}{s^2}$, pri čemu je $72 \frac{km}{h} = 72 \frac{1000m}{3600s} = 20 \frac{m}{s}$. Stoga se prema Zahtevu 5 zaključuje da je tačan odgovor pod a).



Pitanje 13. Budući da kamion ne menja svoju brzinu, automobil i kamion će jednaku brzinu imati kada automobile dostigne brzinu kamiona, za vreme koje se računa prema Zahtevu 5.

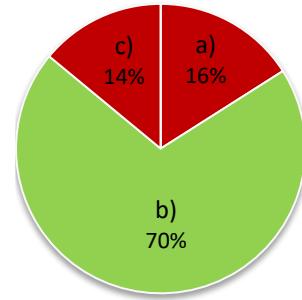


14. Telo koje se sve vreme kreće brzinom $5\frac{m}{s}$ za $2s$:

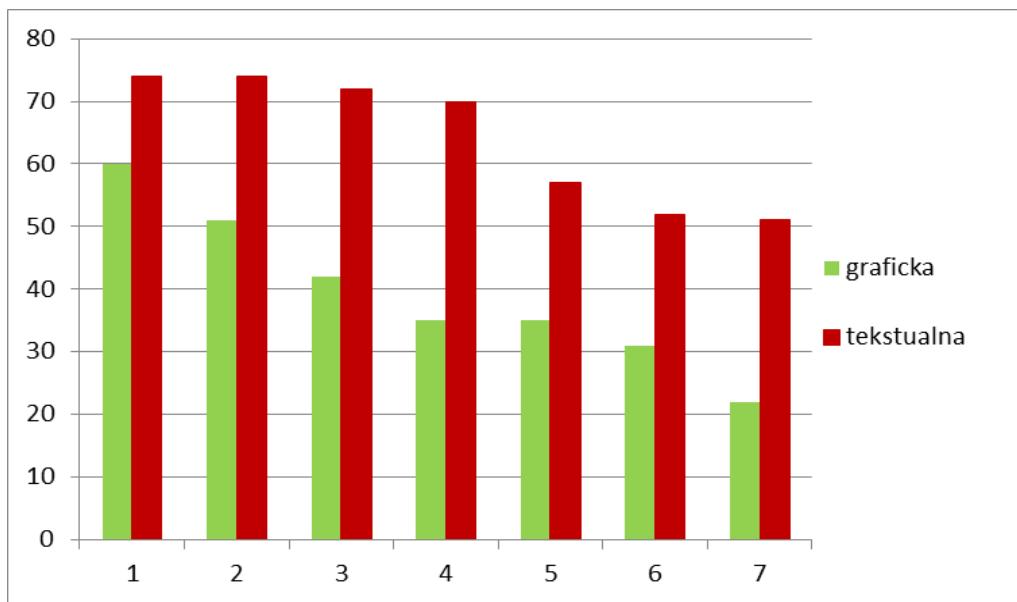
- a) pređe put od $7m$ i ubrzanje mu je $0\frac{m}{s^2}$;
- b) pređe put od $10m$ i ubrzanje mu je $0\frac{m}{s^2}$;
- c) pređe put od $10m$ i ubrzanje mu je $2,5\frac{m}{s^2}$;

zaokružiti odgovor.

Na osnovu formule (1) i Zahteva 1 respektivno se dobija za predjeni put $10m$ i za ubrzanje $0\frac{m}{s^2}$;

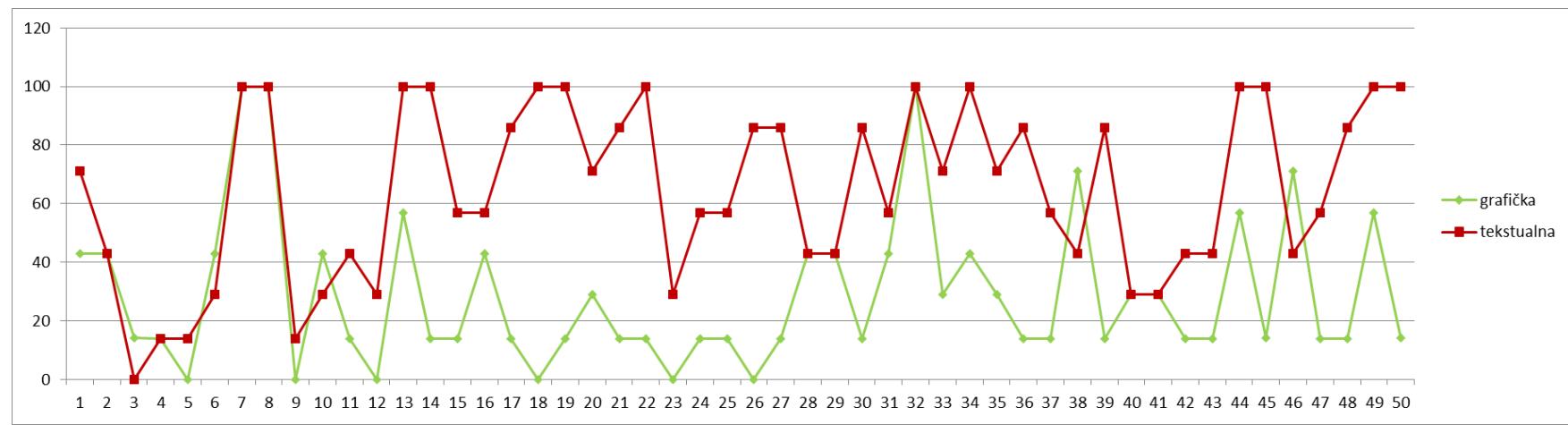


4.2.2.1. Poređenje uspeha na grafičkim i tekstualnim pitanjima učenika prvog razreda srednje škole



Grafik 7. Procenat tačnih odgovora na svako pitanje (grupisani su po jedno grafičko i jedno tekstualno pitanje, od pitanja sa najvećim procentom tačnih odgovora do pitanja sa najmanjim procentom tačnih odgovora).

Na grafiku 7 je u procentima prikazano koliko učenika je tačno odgovorilo na svaki zadatak, pri čemu su grupisani po jedan grafički i jedan tekstualni zadatak, od zadataka sa najvećim procentom tačnih odgovora do zadataka sa najmanjim procentom tačnih odgovora. Može se zapaziti da je na svako tekstualno pitanje odgovorilo više od polovine anketiranih učenika, dok je tačan odgovor na svako grafičko pitanje dalo značajno manji broj učenika. Očigledno je da učenici imaju više poteškoće da tačno odgovore na pitanja u kojima je potrebno koristiti grafički predstavljene podatke. Moguće je da je razlog ovome veći obim gradiva u odnosu na gradivo sa kojim se susreću učenici šestog razreda osnovne škole, pri čemu obrada gradiva u velikoj meri podrazumeva uvođenje i tumačenje formula potrebnih za rešavanje zadataka tekstualnog tipa, dok, najverovatnije, primena i tumačenje grafika nisu zastupljeni u toj meri. Takođe, budući da, za razliku od učenika šestog razreda osnovne škole koji uče samo ravnomerno pravlonijsko kretanje, te se susreću sa samo dva grafika – grafikom zavisnosti brzine od vremena i grafikom zavisnosti pređenog puta od vremena, učenici prvog razreda srednje škole uče i ravnomerno promenljivo kretanje, stoga je potrebno da poznaju veći broj grafičkih prikaza funkcija, pri čemu se najčešće koriste linearna i kvadratna funkcija.



Grafik 8. Procenat tačnih odgovora na grafička i tekstualna pitanja za svakog učenika.

Sa grafika 8 se vidi da je više od četvrtine anketiranih učenika (26%) tačno odgovorilo na sva tekstualna pitanja, dok je čak 28 učenika (56%) odgovorilo samo na jedno grafičko pitanje (njih 22, odnosno 44%) ili nijedno grafičko pitanje (njih 6, odnosno 12%). Evidentno je da je anketiranim učenicima bilo potrebno više pažnje na interpretaciju grafički predstavljenih podataka.

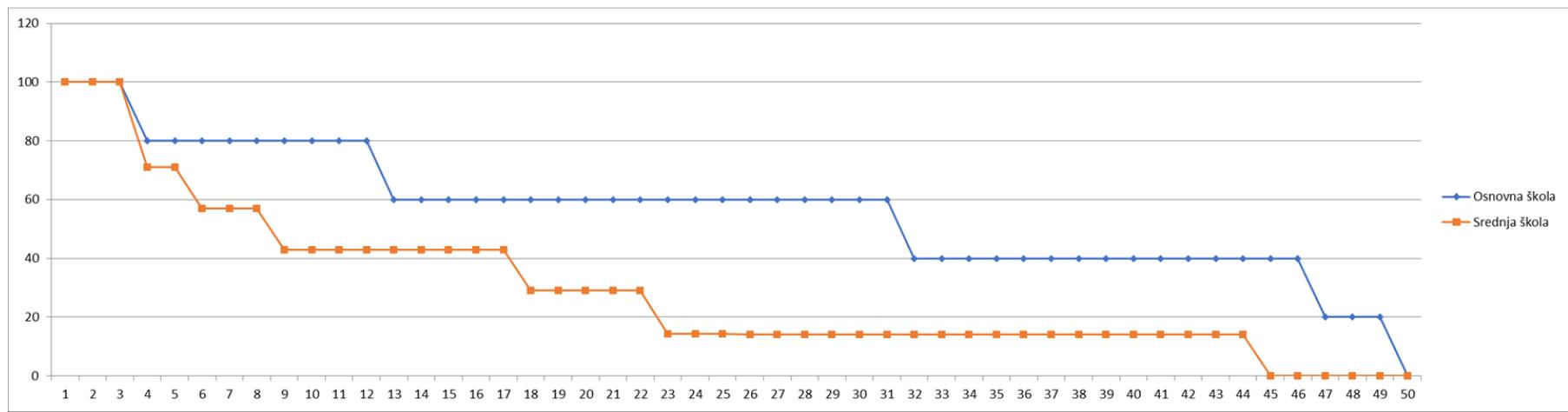
4.2.3. Poređenje znanja učenika osnovne i srednje škole

Kako bi se uporedilo znanje učenika osnovne i srednje škole na sledeća tri grafika su predstavljeni podaci o uspešnosti učenika na celom testu, i zasebno na grafičkim, odnosno tekstualnim zadacima:

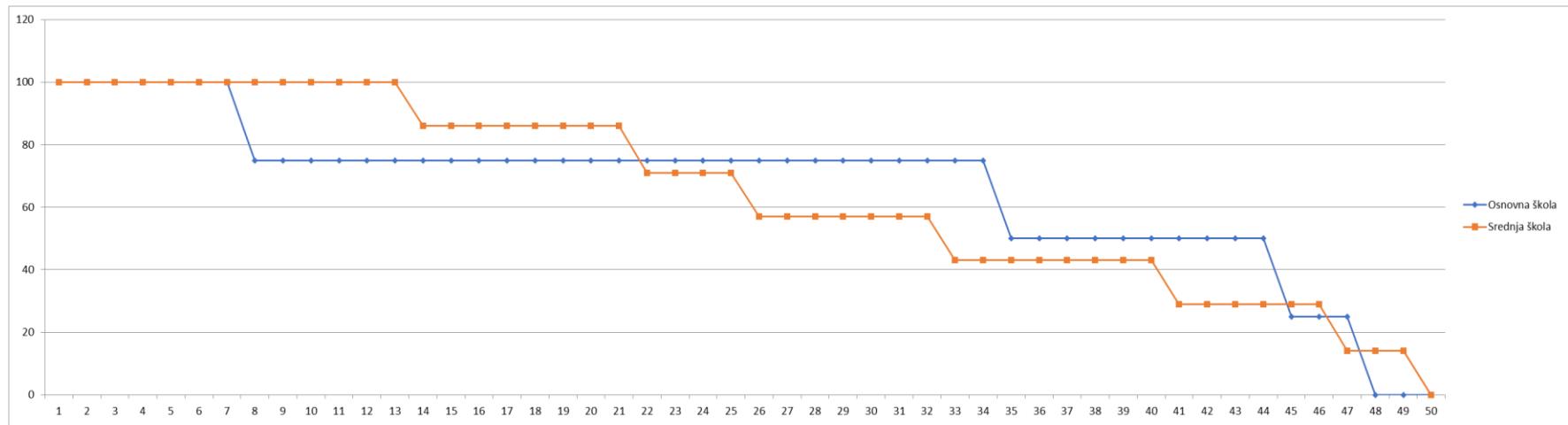
Grafik 9 na kom je za svakog učenika prikazano u procenatima na koliko grafičkih pitanja je tačno odgovorio. Plava boja se odnosi na anketirane učenike šestog razreda osnovne škole, a narandžasta na učenike prvog razreda srednje škole. Treba obratiti pažnju da je anketa za šesti razred osnovne škole sadržala 5 grafičkih pitanja, a anketa za prvi razred srednje škole je sadržala 7 grafičkih pitanja. Podaci su poređani počev od podataka za najuspešnije pa do onih za najmanje uspešne učenike kako bi na grafiku lako moglo da se vidi koji učenici su bili uspešniji.

Grafik 10 na kom je za svakog učenika prikazano u procenatima na koliko tekstualnih pitanja je tačno odgovorio. Plava boja se odnosi na anketirane učenike šestog razreda osnovne škole, a narandžasta na učenike prvog razreda srednje škole. Treba obratiti pažnju da je anketa za šesti razred osnovne škole sadržala 4 tekstualna pitanja, a anketa za prvi razred srednje škole je sadržala 7 tekstualnih pitanja. Podaci su, kao i u grafiku 9, poređani počev od podataka za najuspešnije pa do onih za najmanje uspešne učenike.

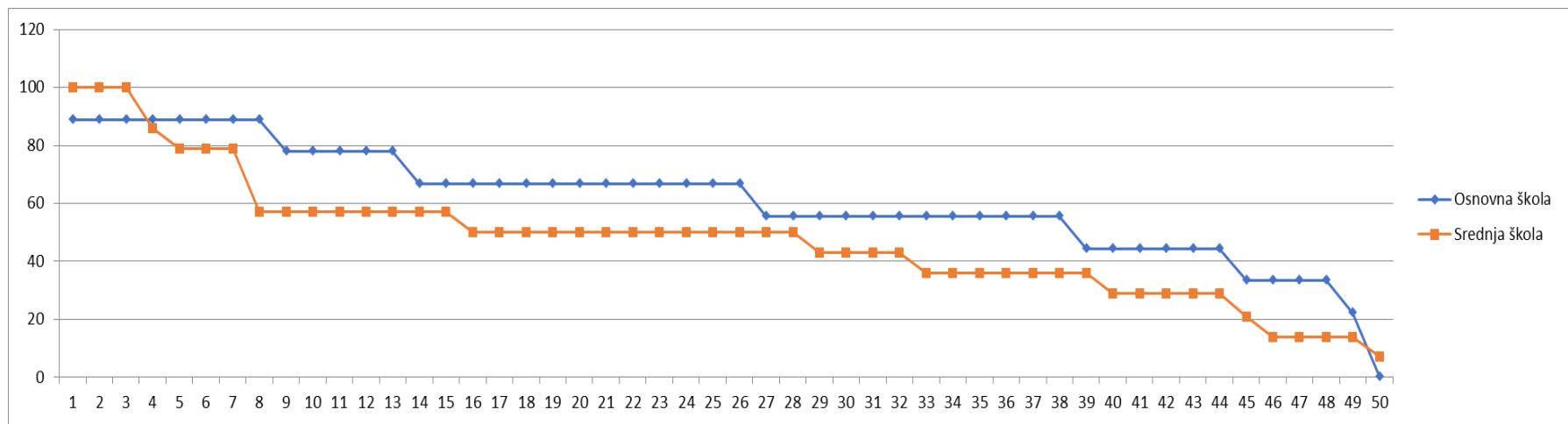
Grafik 11 na kom je za svakog učenika prikazano u procenatima na koliko pitanja iz ankete je tačno odgovorio. Plava boja se odnosi na anketirane učenike šestog razreda osnovne škole, a narandžasta na učenike prvog razreda srednje škole. Treba obratiti pažnju da je anketa za šesti razred osnovne škole sadržala ukupno 9 pitanja, a anketa za prvi razred srednje škole je sadržala ukupno 14 pitanja. Podaci su poređani počev od podataka za najuspešnije pa do onih za najmanje uspešne učenike.



Grafik 9. Procenat tačnih odgovora na grafička pitanja za učenike šestog razreda osnovne škole i prvog razreda srednje škole.



Grafik 10. Procenat tačnih odgovora na tekstualna pitanja za učenike šestog razreda osnovne škole i prvog razreda srednje škole.



Grafik 11. Procenat tačnih odgovora na sva pitanja iz testa za učenike šestog razreda osnovne škole i prvog razreda srednje škole.

Na grafiku 9 može se zapaziti da oko dve trećine anketiranih učenika prvog razreda srednje škole (33 učenika, odnosno 66%) nije umelo tačno da odgovori na tri i više grafičkih pitanja. Ako se detaljnije pogledaju prikazani rezultati, vidi se da 6 učenika nije dalo nijedan tačan odgovor, odnosno ima 0% tačnih odgovora na grafičkim pitanjima, 22 učenika ima 14% i 5 učenika ima 28% tačnih od ukupnog broja grafičkih pitanja u anketi. Sa druge strane, može se zapaziti da je 29 anketiranih učenika šestog razreda osnovne škole (58%) tačno odgovorilo na tri ili više pitanja. Tako je 19 učenika odgovorilo tačno na 60%, 9 učenika na 80% i 1 učenik na 100% od ukupnog broja grafičkih pitanja u anketi.

Na osnovu grafika 10 može se zaključiti da je sličan učinak kada je u pitanju broj tačnih odgovora na tekstualna pitanja iz anketa za šesti razred osnovne škole i prvi razred srednje škole. Na više od polovine tekstualnih pitanja iz ankete (na 75% i na 100% od ukupnog broja tekstualnih pitanja) odgovorilo je tačno 34 anketirana učenika osnovne škole (68%). Slično je i sa rezultatima anketiranih učenika prvog razreda srednje škole, 32 učenika (64%) tačno je odgovorilo na više od pola tekstualnih pitanja iz ankete, odnosno na 57,14%, na 71,43%, na 85,71% i na 100% od ukupnog broja tekstualnih pitanja.

Na osnovu grafika 11 može se zaključiti da su učenici šestog razreda osnovne škole u većem procentu tačno odgovorili na pitanja iz ankete, pretežno jer su se bolje uradili grafička pitanja.

Na osnovu dobijenih rezultata jasno je da učenici šestog razreda osnovne škole imaju manje poteškoća da odgovore na zahteve u grafičkim pitanjima nego učenici prvog razreda srednje škole. Ovo se možda može pripisati lakšim zahtevima u grafičkim pitanjima za učenike šestog razreda osnovne škole nego u grafičkim pitanjima za učenike prvog razreda srednje škole, budući da se u okviru teme Kretane učenici šestog razreda osnovne škole susreću sa samo dva najosnovnija tipa grafika. Sa druge strane, možda je ovakav rezultat anketa posledica većeg straha učenika šestog razreda osnovne škole koji su se tek susreli sa nastavom fizike i stoga spremnije pristupili savladavanju predviđenog gradiva ili smanjena želja učenika prvog razreda srednje škole da postignu bolji uspeh (više ocene) i savladaju predviđeno gradivo.

5. Zaključak

Kretanje opisuje važna oblast klasične fizike (kinematika) i to je značajna nastavna tema, kako u osnovnoj tako i u srednjoj školi. Da bi učenici u potpunosti usvojili znanja iz ove oblasti potrebno im je poznavanje odgovarajućeg matematičkog aparata i posebno primene grafika.

Istraživanje obuhvaćeno ovim master radom zasnovano je na anketiranju učenika šestog razreda osnovne škole i prvog razreda srednje škole. Ankete sadrže pitanja iz teme Kretanje koja se obrađuje u prvom polugodištu šestog razreda osnovne škole, kao i u prvom polugodištu prvog razreda srednje škole kada učenici nadograđuju stečeno znanje iz šestog razreda. Pitanja su podeljena u dve grupe – grafička pitanja i tekstualna pitanja. Cilj je ispitivanje poteškoća u interpretaciji grafika.

Analizom odgovora u anketama za učenike šestog razreda osnovne škole može se zaključiti da su zahtevi u zadacima koji sadrže grafik u dobroj meri adekvatni za učenike šestog razreda osnovne škole, te da su oni sa ovim tipom zadatka u dobroj meri upoznati, budući da je skoro trećina anketiranih učenika više tačnih odgovora dala na grafička nego na tekstualna pitanja. Ipak, u celini, većina učenika veći procenat tačnih odgovora ostvarila je na pitanjima tekstualnog tipa. Sa druge strane, na osnovu analize odgovora u anketama za učenike prvog razreda srednje škole zapaža se da učenici imaju više poteškoće da tačno odgovore na pitanja u kojima je potrebno koristiti grafik. Naime, na svako tekstualno pitanje tačan odgovor dalo je više od polovine anketiranih učenika, dok je na svako grafičko pitanje tačan odgovor dalo značajno manji broj učenika, videti grafik 7. Učenici srednje škole su znatno lošiji uspeh ostvarili na grafičkim pitanjima od učenika osnovne škole. Sa druge strane, anketirani učenici šestog razreda osnovne škole i prvog razreda srednje škole sa sličnim uspehom odgovorili su na tekstualna pitanja iz ankete. Može se zaključiti da su učenici šestog razreda osnovne škole ostvarili bolji uspeh na testu, pretežno jer su se bolje uradili grafička pitanja. Takođe, jasno je da učenici šestog razreda osnovne škole imaju manje poteškoća da odgovore na grafički tip pitanja nego učenici prvog razreda srednje škole. Može se ponuditi više razloga za ovo - postoji mogućnost da su lakši zahtevi za učenike šestog razreda osnovne škole u grafičkim pitanjima nego u grafičkim pitanjima za učenike prvog razreda srednje škole, budući da se u okviru teme Kretanje učenici šestog razreda osnovne škole susreću sa samo dva najosnovnija tipa grafika. Sa druge strane, možda je ovakav rezultat anketa posledica većeg straha učenika šestog razreda osnovne škole koji su se tek susreli sa nastavom fizike i stoga spremnije pristupili savladavanju predviđenog gradiva ili smanjena želja učenika prvog razreda srednje škole da postignu bolji uspeh (više ocene) i savladaju predviđeno gradivo. Takođe, veći obim gradiva u prvom razredu srednje škole iz oblasti Kretanje u odnosu na gradivo sa kojim se susreću učenici šestog razreda osnovne škole, pri čemu obrada gradiva u velikoj meri u srednjoj školi podrazumeva uvođenje i tumačenje formula potrebnih za rešavanje zadataka tekstualnog tipa, dok je za obradu zadataka u kojima se primenjuju grafici posvećena manja pažnja, može biti razlog lošijem uspehu učenika srednje škole na grafičkim pitanjima. Takođe, budući da, za razliku od učenika šestog razreda osnovne škole koji uče samo ravnomerno pravolinijsko kretanje, te se susreću sa samo dva grafika – grafikom zavisnosti brzine od vremena i grafikom zavisnosti pređenog puta od vremena, učenici prvog razreda srednje škole uče i ravnomerno promenljivo kretanje, stoga je potrebno da poznaju veći broj grafika, predstavljenih najčešće linearном i kvadratnom funkcijom. Učenici šestog razreda osnovne škole i učenici prvog razreda srednje škole se nalaze u

dva značajno različita razvojna doba, stoga su i ciljevi učenika šestog i prvog razreda značajno različiti.

Na osnovu rezultata ovog istraživanja može se ukazati na potrebu da se u obradi nastavne teme Kretanje u srednjoj školi dodatna pažnja posveti interpretaciji grafika jer je pokazano da učenici u tome nailaze na određene poteškoće. Poželjno bi bilo sprovesti slična istraživanja u kojima bi se dodatno otkrilo zbog čega učenici imaju problem kada su u pitanju grafički zadaci i realizovati nastavu na način kako bi se učenicima pomoglo da taj problem prevaziđu i tako steknu kvalitetnije znanje.

Literatura

- [1] Whitacre, Michelle P.; Saul, E. Wendy (2016). *High School Girls' Interpretations of Science Graphs: Exploring Complex Visual and Natural Language Hybrid Text*. International Journal of Science and Mathematics Education, 14(8), 1387–1406.
- [2] Susan N. Friel, Frances R. Curcio and George W. Bright (2001). *Making Sense of Graphs: Critical Factors Influencing Comprehension and Instructional Implications*. Journal for Research in Mathematics Education, 32(2), 124–158.
- [3] Pospiech, Gesche; Michelini, Marisa; Eylon, Bat-Sheva (2019). *Mathematics in Physics Education*, 10.1007/978-3-03-04627-9.
- [4] Bednárová, Renáta; Válek, Jan; Sládek, Petr (2012). *Graphs and Dynamic Modeling as a Motivating Tool in Teaching Physics*. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 69, 1827–1835 .
- [5] Panaoura, Areti; Michael-Chrysanthou, Paraskevi; Gagatsis, Athanasios; Elia, Iliada; Philippou, Andreas (2017). A Structural Model Related to the Understanding of the Concept of Function: Definition and Problem Solving. International Journal of Science and Mathematics Education, 15(4), 723–740.
- [6] Planinic, Maja; Ivanjek, Lana; Susac, Ana; Milin-Sipus, Zeljka (2013). *Comparison of university students' understanding of graphs in different contexts*. Physical Review Special Topics - Physics Education Research, 9(2), 020103.
- [7] Ivanjek, Lana; Susac, Ana; Planinic, Maja; Andrasevic, Aneta; Milin-Sipus, Zeljka (2016). *Student reasoning about graphs in different contexts*. Physical Review Physics Education Research, 12(1), 010106.
- [8] Whitacre, Michelle P.; Saul, E. Wendy (2016). *High School Girls' Interpretations of Science Graphs: Exploring Complex Visual and Natural Language Hybrid Text*. International Journal of Science and Mathematics Education, 14(8), 1387–1406.

- [9] Z., Hadžibegović; K., Pjanić (2011); *Značaj integracije znanja o funkciji u matematici i fizici: rezultati istraživanja u obrazovanju budućih nastavnika tehničke kulture*; Pedagoški fakultet Univerzitet u Sarajevu.
- [10] James T. Laverty (2013); *Expanding our understanding of students' use of graphs for learning physics*; A dissertation Submitted to Michigan State University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Physics.
- [11] P. Nikolaus; V. Nikolaus (2018); Konceptualno razumijevanje grafičkih prikaza u fizici; Zbornik radova 6. Međunarodne konferencije o nastavi fizike u srednjim školama, Aleksinac.
- [12] D. Lazar, I. Bogdanović (2019); *Osnovi metodike nastave fizike*; Novi Sad, Prirodno-matematički fakultet.
- [13] H. Georgieva Petrova (2016); *Developing Students, Graphic Skills In Physics Education At Secondary School*; Journal of Research & Method in Education; 123-126.
- [14] N. Erceg; I. Aviani (2014), *Student's Understanding of Velocity-Time Graphs and the Sources of Conceptual Difficulties*; Croatian Journal of Education, 43-80.
- [15] A. Susac; A. Bubic; E. Kazotti; M. Planinic; M. Palmovic (2018); *Student understanding of graph slope and area under a graph: A comparison of physics and nonphysics students*; Physical review physics education research, 1-15.
- [16] A. Stefanelli (2010); *Graph in physics education: from representation to conceptual understanding*; Research Unit in Physics Education University of Udine, Italy.
- [17] J. P. Šetrajčić; D. B. Kapor; Fizika za 6. razred osnovne škole, udžbenik, Zavod za udžbenike, Beograd, 2020.
- [18] M. O. Rasoiiović; Fizika za prvi razred gimnazije, udžbenik, Zavod za udžbenike, Beograd, 2019

Biografija



Anica Zdravković je rođena 17. septembra 1997. godine, u Vranju. Godine 2012. završava Osnovnu školu „Predrag Devedžić“, u Vranjskoj Banji, a 2016. godine Gimnaziju „Bora Stanković“, duštveno-jezicki smer, takođe u Vranju.

Godine 2016. upisuje osnovne akademske studije Profesor fizike, na Prirodno-matematičkom fakultetu u Novom Sadu, a 2020. godine prebacuje se na Integrisane akademske studije Master Profesor fizike.

Godine 2021. dobija priliku za rad kao Profesor fizike u E-Gimaziji u Novom Sadu, dobija razredno starešinstvo i zapošljava se u Osnovnoj školi Kosta Trifković u Novom Sadu, gde dobija pohvalu za postignuća na takmičenjima nastavniku-mentoru u 2021/2022. godini.

UNIVERZITET U NOVOM SADU

PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj:

RBR

Identifikacioni broj:

IBR

Tip dokumentacije: Monografska dokumentacija

TD

Tip zapisa: Tekstualni štampani materijal

TZ

Vrsta rada: Master rad

VR

Autor: Anica Zdravković

AU

Mentor: Dr Ivana Bogdanović

MN

Naslov rada: Nastavna tema Kretanje: Učenička postignuća i poteškoće u interpretaciji grafika
NR

Jezik publikacije: srpski (latinica)

JP

Jezik izvoda: srpski/engleski

JI

Zemlja publikovanja: Srbija

ZP

Uže geografsko područje: Vojvodina

UGP

Godina: 2022

GO

Izдавач: Autorski reprint

IZ

Mesto i adresa: Prirodno-matematički fakultet, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad

MA

Fizički opis rada: broj poglavlja: 5 / broj strana: 61 / broj literarnih citata: 18 /
broj tabela: 7 / broj slika: 3 / broj grafika: 11 / broj priloga: 0

FO

Naučna oblast: Fizika

NO

Naučna disciplina: Metodika nastave fizike

ND

Predmetna odrednica/ ključne reči: Kretanje, grafici, osnovna škola, gimnazija

PO**UDK**

Čuva se: Biblioteka departmana za fiziku, PMF-a u Novom Sadu

ČU

Važna napomena: nema

VN

Izvod: U radu su navedeni sadržaji u okviru nastavne teme Kretanje predviđeni nastavnim programom za fiziku i prikazani su odabrani primeri nastavnih jedinica. Takođe, predstavljeno je istraživanje sprovedeno sa ciljem da se ispituju učenička postignuća i poteškoće u interpretaciji grafika u okviru nastavne teme Kretanje.

Datum prihvatanja teme od NN veća: 10.08.2022.

DP

Datum odbrane: 26.08.2022.

DO

Članovi komisije:

KO	
Predsednik:	Dr Maja Stojanović
član:	Dr Lazar Gavanski
član:	Dr Ivana Bogdanović

UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF SCIENCE AND MATHEMATICS

KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number:

ANO

Identification number:

INO

Document type: Monograph publication

DT

Type of record: Textual printed material

TR

Content code: Final paper

CC

Author: Anica Zdravković

AU

Mentor/comentor: Dr Ivana Bogdanović

MN

Title: The teaching theme Motion: Students' achievement and difficulties in graph interpretation

TI

Language of text: Serbian (Latin)

LT

Language of abstract: English

LA

Country of publication: Serbia

CP

Locality of publication: Vojvodina

LP

Publication year: 2022

PY

Publisher: Author's reprint

PU

Publication place: Faculty of Science and Mathematics, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad

PP

Physical description: 5 / 61 / 18 / 7 / 3 / 11 / 0

PD

Scientific field: Physics

SF

Scientific discipline: Methodology of teaching physics

SD

Subject/ Key words: Motion, graphs, elementary school, grammar school

SKW**UC**

Holding data: Library of Department of Physics, Trg Dositeja Obradovića 4

HD

Note: none

N

Abstract: In the paper, the contents of the teaching topic Motion provided by the physics curriculum are listed and selected examples of teaching units are presented. Besides, the research carried out with the aim of examining students' achievement and difficulties in graph interpretation the topic Motion was presented.

Accepted by the Scientific Board:

10.08.2022.

ASB

Defended on:

26.08.2022.

DE

Thesis defend board:

DB

President: Dr Maja Stojanović

Member: Dr Lazar Gavanski

Member: Dr Ivana Bogdanović